

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-519487

(P2016-519487A)

(43) 公表日 平成28年6月30日(2016.6.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04L 12/70 (2013.01)	H04L 12/70	5 K O 3 O
H04L 12/717 (2013.01)	H04L 12/717	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 258 頁)

(21) 出願番号 特願2016-504588 (P2016-504588) (86) (22) 出願日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20) (85) 翻訳文提出日 平成27年11月20日 (2015. 11. 20) (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/055640 (87) 国際公開番号 W02014/147197 (87) 国際公開日 平成26年9月25日 (2014. 9. 25) (31) 優先権主張番号 13160228.6 (32) 優先日 平成25年3月20日 (2013. 3. 20) (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP) (31) 優先権主張番号 13176404.5 (32) 優先日 平成25年7月12日 (2013. 7. 12) (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP) (31) 優先権主張番号 13182460.9 (32) 優先日 平成25年8月30日 (2013. 8. 30) (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)	(71) 出願人 515266005 ヴォルティン グ ホールディング ベー. フェー. オランダ国, エンエルー 1 2 7 1 セーゼ ット ハイゼン, フロリダストローム 1 1 (74) 代理人 100107766 弁理士 伊東 忠重 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (74) 代理人 100091214 弁理士 大貫 進介
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンパイラとソフトウェア定義されたネットワークのための方法

(57) 【要約】

方法と論理的なネットワークモデルに基づいてネットワークを制御するためのコンパイラ。

ネットワークは、物理ノードと仮想ノードを持っています。

物理ノードは、物理的なネットワークレイアウトに従って、物理リンクによって相互接続されています。

論理的なネットワークモデルは、ネットワーク内の少なくとも1つの物理的または少なくとも1つの仮想ノードを指す論理ノード名で示される論理ノードを有しています。

この方法は、物理的な転送ポリシーに依存して物理ネットワークの物理パスを定義する物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係を使用して、仮想ノードと物理ノードが相互にマッピングする方法を規定する第1のマッピング関係、および第2のマッピング論理ノードが物理ノードと仮想ノードにマップする方法を定義する関係。この方法はまた、物理ノードと仮想の間の物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係の最初のマッピング関係に依存して物理ノードと仮想ノード間のパスに物理的

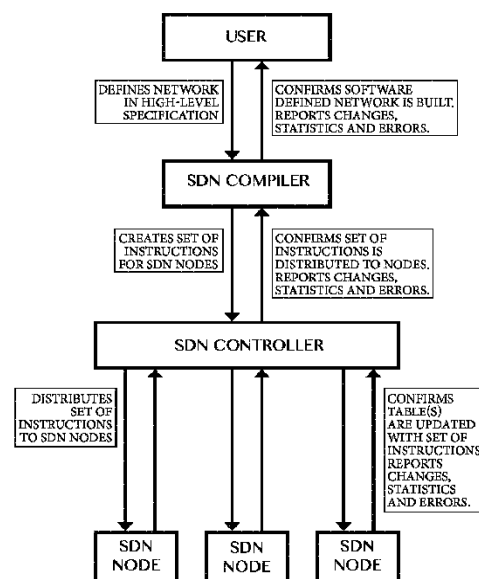


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

論理的なネットワークモデルに基づいて、コンパイラによってネットワーク全体を制御する1方法は、複数の物理ノードを含むネットワーク全体が、物理的なノードは、物理的なネットワークレイアウトに従って、物理リンクによって相互接続され、論理的なネットワークモデルを含みます論理ノード、論理ノード名で示されている各論理ノード、ネットワーク内の少なくとも1つの物理ノードを参照する各論理ノード名は、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法であって、

- a) 物理ノード名を格納する、各物理ノードユニークな名前を付けています一つの物理ノードの識別子、物理トポロジ・マッピングが有向グラフ表現に基づいて、と言った物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前を格納していると述べ、各物理トポロジマッピングは一方向に一つの物理リンクと、物理トポロジのマッピングを保存します、当該特定の物理ノードと別の物理ノードに関係する物理ノードを接続する物理リンク間のポイントオブアタッチメントのユニークな識別子である、当該物理ノードのポイントオブアタッチメントの各名称、
- b) は、論理的な保存します言った論理ノードのノード名は、一つの論理ノードと保存深度マッピングのユニークな識別子である各論理ノード名は、少なくとも深さのマッピングは物理ノードにマッピングする方法の論理ノード画定し、奥行きマッピングは有向グラフに基づいていると述べました表現、
- c) の作成および1つまたは複数の論理トポロジ・マッピングを格納し、最初から最初の深さ優先のマッピングの連結として算出された第2の論理ノードへの最初の論理ノードから有向グラフ表現をされている各論理トポロジマッピング、論理最初の物理ノードにノード、第二の物理ノードと第2の論理ノードへの第2の物理ノードから第2の深さマッピングへの最初の物理ノードから物理トポロジ・パスは、物理トポロジパスは、1つまたはの連結あることを特徴と複数の物理トポロジのマッピング、
- d) を作成し、記憶要求されたトポロジ・パスは、1つまたは複数の論理トポロジマッピングの連結であり、
- e) は再帰を通して計算とを再帰的にパスを保存するには、論理ノード名、奥行きマッピング、物理言っによって示されるように論理ノードを備え、要求されたトポロジパスを前記で示されるように、ノードは、物理ノード名、物理トポロジ・マッピング、物理的なポイントオブアタッチメント物理的ポイントオブアタッチメント名称によって示されるように、再帰的な経路はの有向グラフ表現に基づいている、
- f) からの再帰的なパスは、再帰的なパス前記内の物理ノードに対する転送エントリを作成します、
- g) 物理ノードに、直接または間接的に言っフォワーディングテーブルエントリの送信は、再帰的な経路を言います。

【請求項 2】

次の操作を含む、請求項1に記載の方法は、。

- それぞれのための請求項1の記憶のアクションc) で第1の深さマッピングとの関係である第1のエッジの関係を含む、論理トポロジ・マッピングエッジの関係は、前記論理トポロジマッピング、1つ以上の第2エッジの関係をそれぞれ述べました1つとの間の関係である第2のエッジの関係は、1つまたは複数の物理トポロジのマッピングが物理トポロジパスを前記論理トポロジマッピングまたは第二のエッジの関係はとの関係であることは、物理的なトポロジパスを前記論理トポロジ-を前記で述べていますマッピングと1つ以上の第四エッジの関係の1つとの間の関係にある各第エッジの関係は、1つまたは複数の物理トポロジのマッピングを前記物理トポロジパスを述べ、第三エッジの関係は、第2の深さマッピングとの関係であることそして、論理トポロジマッピングと述べ、
- 一つ以上の更なるエッジの関係を格納する請求項1に記載のアクションd) に、それぞれさらにエッジの関係は、要求されたトポロジ・パス内の1つの論理トポロジ-マッピングとの関係という懸念し、要求されたトポロジパス言っ

【請求項 3】

請求項2に記載の方法は、次のアクションからなる-アクションeの)請求項1に記載の計算をし、ネストされたエッジの関係を格納し、
 および1つまたは複数のさらなるエッジの関係を記憶し、さらに各エッジの関係が一つの論理トポロジ・マッピングとの間の関係であり、当該要求されたトポロジ・パス内で、要求されたトポロジ・パス、

【請求項 4】

前記ネットワーク全体が、複数のネットワークを含む、一つ以上のネットワーク (KA、KB、KC、KD) を含むネットワークの第1のセットを含む複数のネットワーク前記とする請求項1に記載の方法、請求項2及び請求項3は、一つ以上のネットワーク (LA、LB、LC、LD) を含むネットワークの第2のセットを含む論理ネットワークモデルは、ネットワークの最初のセットは、ネットワーク (LA、LBの第二のセットの一つ以上の層 (N) にグループ化し、言われている前記、LC、LD) は、一つ以上の層にn及びネットワークの最初のセット (KA、KB、KC、KD)、これらのネットワークの前記それぞれが (KA、KB、KC、KD) 述べる一つ以上の深さからDのグループ分けされ) は、前記第1の最小層よりも上層にある集合 $N=n_{\min}$ の同じ層nであるが、トポロジ・マッピングによって互いに、これらのネットワークのそれぞれに関連している最初のセット (KC、KD) は、前記の (d) に示すように、n個分 (d) の最も低い特定の深さdの層とn分 (D) ピーニング $\Rightarrow 0$ であることは、 $0 < y$ は前の層NYでのネットワークの最初のセットを言ったのはゼロ以上のネットワークに関連しています $\leq N-n_{\min}(D)$ に示すように、レイマッピングすることによって、これらのネットワークのそれぞれから第1の深さD=1であるネットワーク (LA、LB、LC、LD) の第二のセットは、ネットワークの第1のセットを前記しました (KA、KB、KC、KD) は) の一つ以上に関連しているがのネットワークは、第1の深さマッピングによって、ネットワークの最初のセット (KA、KB、KC、KD)、これらのネットワークの各1 (LC、LD) 前記しました最低層の $n=n_{\min}$ より上位層であるネットワークの第二のセットは $0 < Y \leq N-n_{\min}$ 、n個分があることを前の層NYでのネットワークの前記の第二のセットのゼロ以上のネットワークに関連していると述べました最下層マッピングすることにより、特定の深さdの層、およびネットワークの最初のセット (KA、KB、KC、KD) が言ったから二以上の深さ $d \geq 2$ であるネットワークの前記の第二の組のこれらのネットワークの各1前述の深さでのネットワークの第2のセットを前記) は、1つ以上のネットワークに関連しているD-Xと、xがゼロより大きく、より小さくまたはdに等しい深さをマッピングすることによって、および/または1つ以上のネットワークに関連しての前記第一の組各ネットワークは、ネットワークの最初のセットは、1つまたは複数の物理ノードを含むことを特徴とする深さマップ、及び各ネットワークによってネットワーク (KA、KB、KC、KD) のネットワークの第二のセットは、論理ノードを含みます。

【請求項 5】

少なくとも一つのネットワークは、ネットワークの最初のセットは、第一レベルマッピングによって互に関連する1つ以上のレベルの時間に1つ以上のネットワークの最初の入れ子構造として配置される、請求項4に記載の方法は、のネットワークが最初に述べ最下位レベルの時間よりも高いレベルでの物理ノードまたは仮想ノード、およびネットワークのどちらかが最低レベル $h=h_{\min}$ でネットワークのセット $=h_{\min}$ はおそらく物理ノードまたは仮想ノード、のいずれかである場合は $h_{\min} \leq H \leq h_{\max}$ 、最大レベルであること h_{\max} 。

【請求項 6】

少なくとも一つのネットワークは、ネットワークの第二のセットが第2のレベルマッピングすることにより、相互に関連する1つ以上のレベルの時間に1つ以上のネットワークの第二のネストされた構成として配置されていることを特徴とする請求項4または5に記載の方法、

ネットワークは、最低レベルの時間よりも高いレベルで第2の論理ノードが最低レベル $h=h_{\min}$ でネットワークのセット、およびネットワークを言っ $=h_{\min}$ おそらく $h_{\min} \leq H \leq h_{\max}$ 、 h_{\max} が最大レベルである論理ノード、さ。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

方法は次のアクションを含む、請求項6によれば

計算およびレベルのマッピングを連結され、レベルのパスを格納します。

【請求項 8】

請求項6によれば、以下のアクションあって私を。(dの任意の第1のネットワークからの1つまたは複数のトポロジ-マッピングの連結として(D、N、H)における宛先ネットワークLDに(D、N、H)のソースネットワークLCのトポロジ-パスを計算し、n個の転送ポリシーによって決定(D、N、H+1)の最初より高いレベルのネットワークLCC内の任意の第二のネットワーク(D、N、H)に、H)は言った、より高いレベルのネットワークLCC、II。nは>0からトポロジ-マッピングを計算する場合は、ソースネットワークLCは(のソースネットワークLCから前記レイマッピングの連結として(D、N、H)における宛先ネットワークLD前記ために(D、N、H)で述べました第1のネットワークLA(D、N-1、H)にD、N、H)は、トポロジ-の経路は、(Dの第二のネットワークLBへの第1のネットワークLA(D、N-1、H)は、前記N-1、H)とのレイマッピングは、n-1、h)が(D、N、H)における宛先ネットワークのLDが、からトポロジ-パスを前記ために、D(で第2のネットワークLBを前記第一のネットワークLAで(D、N-1、h)は、第二のネットワークLBは(D、N-1、H)における任意の第1のネットワークからの1つまたはそれ以上のトポロジ-マッピングの連結であることに、(N-1、H、D)で述べします転送ポリシーによって決定(D、N-1、H+1)における第二上位ネットワークのLAA内(D、N-1、H)で、任意の第二のネットワークは、第二のより高いレベルのネットワークLAAはIII、と述べました。

D>0は、第2のネットワークLBは、前記第一の深さマップの連結として(D、N-1、H)で述べたために(D、N-1、H)の第1のネットワークLA前記のトポロジ-マッピングを計算する場合(D-1、N-1、H)における第3のネットワークKAに(D、N-1、H)のネットワークLA、第3のネットワークKAは、H、(D-1、N-1で述べたのトポロジ-パス)(D-1、N-1、H)における第4のネットワークキロバイトと深さへのマッピングからは、第四のネットワークKBは(D、Nで第2のネットワークのLBを言ったために、(D-1、N-1、H)で語りました-1、H)(D-1、N-1、H)で述べた第3のネットワークKAから、トポロジ-パスは、H、(D-1、N-1で第ネットワークKBを言ったために)1の連結である、または(D-1、N-1、H)での任意の第1のネットワークから複数のトポロジ-マッピング(D-1、N-1、H)で、任意の第二のネットワークに(D-1における第3上位レベルのネットワーク内のKAA、N-1、H+1)第三の上位ネットワークKAAはIV、前記転送ポリシーによって決定。

レイマッピングを計算D>0かつn>0(D、N、H)のソースネットワークLCから深さ優先マッピングの連結として(D、N-1、H)の第1のネットワークLAことを特徴とすると言わ場合(D-1、N、H)における第5のネットワークKCに(D、N、H)のソースネットワークLCは、レイマッピングは、第5のネットワークKCは、に(D-1、N、h)は第から前記言わ(D-1、N-1、H)からの深さマッピングのネットワークKAは、第3のネットワークKAは、に(D-1、N-1、h)が(D、N-1、Hの第1のネットワークLA述べ言わ)からレイマッピングの計算は、第2のネットワークLBは、第2のネットワークLBが(で語っからの深さマッピングの連結として(D、N、H)で宛先ネットワークLDを言ったために(D、N-1、H)で語りましたD、N-1、h)は第四のネットワークKBは、(D-1、N-1、h)は、レイマッピング時からの前記第4のネットワークKB第六に、(D-1、N-1、H)にネットワーク(D-1、N、H)でのKDと深さ優先のマッピングは、第六ネットワークKDが(D、N、H)で宛先ネットワークLDを言ったために、(D-1、N、H)で述べました、

【請求項 9】

次のアクションを含む、請求項4または7に記載の方法：

(D-1での第3のネットワークへの前記第一のネットワークからの深さマッピングの連結としての(D、N1、H)で第2のネットワークに(D、N1、H)の第1のネットワークからトポロジ-マッピングを計算し、保存します、N2、H)から、トポロジ-レベルのパスは、第三(D-1、N2、H)における第4のネットワークへのネットワークと深マッピングから第四のネットワークは、xと第2のネットワークはよりゼロより大きく、小さくあることを特徴と

する前記またはN1はN2に等しくすることができるD、に等しいです。

【請求項 10】

次のアクションを含む、請求項4または7に記載の方法：

(dの第3のネットワークへの最初のネットワークは、上記の計算からの層マッピングの連結として(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからトポロジーマッピングを保存します、NY、H)から、トポロジ・レベルのパスは、第三の(d、NY、H)における第4のネットワークへのネットワークおよびレイヤマッピングから第四のネットワークをyと第2のネットワークはよりゼロより大きく、小さくあることを特徴とする前記または等しいです

N-n個分(D)。

10

【請求項 11】

請求項4によれば、以下のアクションを備えました：

計算と言ったから深マッピングの連結として(D、N1-Y、H)で第2のネットワークに(D、N1、H)の第1のネットワークからレイヤマッピングを格納する第3のネットワークへの最初のネットワークで(D-X、N2、H)から、レイヤマッピングは、第三(D-X、N2-Y、H)における第4のネットワークへのネットワークと深マッピングからは、第4のネットワークは、xと第二のネットワークゼロより大きく、小さく言っ前記ゼロより大きく、より小さいまたはN1-n1_minおよびより小さいまたはN2-n2_minに等しいと等しいY、N1分奥行きD-Xで最下位層であるn2_min深さdの最下層、あることで、よりまたはdに等しいです。

20

【請求項 12】

請求項4によれば、以下のアクションを備えました：

計算と言ったから深マッピングの連結として(D、N1+Y、H)で第2のネットワークに(D、N1、H)の第1のネットワークからレイヤマッピングを格納する第3のネットワークへの最初のネットワークで(D-X、N2、H)から、レイヤマッピングは、第三(D-X、N2+Y、H)における第4のネットワークへのネットワークと深マッピングからは、第4のネットワークは、Xと第二のネットワークゼロより大きく、小さく言っ前記よりまたはdに等しい、ゼロより大きく、N1_MAX-N1するとより小さいか等しいを-N2をN2_MAX以下でYと、N1最大深さdの最上位層である、N2_MAX奥行きD-Xで最高層です。

【請求項 13】

計算および1つ以上の連結として(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークのトポロジーマッピングを格納する方法は、以下のアクションを含む、請求項6に記載の(D、N、ヘルツ)(D、N、ヘルツ)と1つ以上のレベルのマッピングにおける第4のネットワークへの第3のネットワークから、トポロジ・パスで第3のネットワークへの第一のネットワークからレベルを低下させるとのレベルのマッピング第2のネットワークに第ネットワークのレベルを増加させるとともに、Zはゼロより大きく、より小さくまたはh-h_min(D、N)、h_min(D、n)は深さdと層nの最低レベルであることに相当しています。

30

【請求項 14】

請求項6によれば、以下のアクションを含む、ゼロ以上の連結によって(D、N、ヘルツ)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからレベルパスの交換第2のネットワークに(D、N、ヘルツ)で第3のネットワークへの第一のネットワークからのレベルを減少させ、そのような、レベルのマッピングを保存すると、レベルのマッピング、第3のネットワークからトポロジープス、およびzと、そのようなトポロジープスを保存します等しいか、0より大きいとより小さいまたはh-h_min、特定の深さdと特定の層nの最低レベルである時間分に等しいです。

40

【請求項 15】

請求項7によれば、以下のアクションを備えました：

(Dの第3のネットワークへの第一のネットワークからトポロジープスの連結によって(D、N、H+Z)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからレベルパスの交換、N、H)と、第2のネットワークにそのようなトポロジープスおよび第3のネットワーク

50

から増加レベルでゼロ以上、レベルのマッピングを格納し、ゼロ以上よりも小さいか等しいzのようなレベル・マッピングを格納しますh_{max}-h₁、特定の深さdと特定の層nでの最高レベルである時間最大。

【請求項 16】

請求項9～13のいずれかに記載の次のアクションを備える：

(D2、N4、H1)で第2のネットワークに(D1、N3、H1)の第1のネットワークから要求のマッピングを作成することで：

V。もし直接深さマッピングを作成D2<>D1、

VI。それ以外の場合は、レイヤマッピングを作成N4<>d2及びN3D1=、

ii.iD1=0は、直接層マッピングを作成する場合、

ii.ii他の項11に基づいて、レイヤマッピングを作成N4>D1>0とn3の場合、D1>0とN3<N4は、請求項12、VIIに従って層マッピングを作成する場合は、他のii.iii。それ以外の場合はD1=d2及び=N3N4と直接レベルマッピングを作成H1<>H2、VIII。他のトポロジ・マッピングを作成D1は=d2及びN3=N4とH1=H2の場合、

IV.ID=01、H1=h_{min}とトポロジマッピングを直接トポロジマップを作成する物理的な接続であれば、合わせてトポロジマッピングを作成D1>0とN3=n_{min}場合とH1=h_{min}他IV.II

請求項9と、n個分の深さD1の最下位層である、Hiv.iii深度D1及び層N3の最低レベル、という分、他の場合N3>n_{min}とH1=h_{min}項10に従うトポロジマッピングを作成し、n個分が特定の深さD1の最下位層である、深さD1と層N3の最低レベルである分時間は、他のiv.iv場合H1>h_{min}で最低レベルであること分項13、時間に応じて、トポロジ・マッピングを作成深さD1と層N3。

【請求項 17】

次のアクションを含む、請求項14、15および16に記載の方法：

請求項14に記載の方法を実行するか、請求項15、請求項14に記載または請求項15と、レベルのエッジ関係のセットに共通のレベルパスの名前のゼロまたはそれ以上のレベルのマッピング間のエッジの関係を保管するとき請求項14に記載の第二のネットワークへのマッピング第一のネットワークから、レベルのパスをまたは15含みを主張し、請求項14に記載のトポロジパスまたは請求項15または1つ以上のトポロジのマッピング間のエッジの関係を保存するには、トポロジ・パスが含み、のとレベルのマッピングのエッジ関係のセットに共通のレベルパスの名前、請求項14に記載の第1ネットワークから第2ネットワークへのレベルパスまたはの15含みを主張。

【請求項 18】

請求項17によれば、以下のアクションを備えました：

エッジの関係における第二のエッジを再計算第1のエッジではエッジの関係が削除されるかの変更が言ったときの要件に違反して第1のエッジの結果は、第二のエッジが言ったとき。

【請求項 19】

項17によれば、以下のアクションを備えました：

最初の要求レベルパスのソース・ネットワークのレベルが第2の要求されたレベルのパスと第要求レベルパスの宛先ネットワークの元ネットワークのレベルよりも大きい場合には、第2の宛先ネットワークに等しいですエッジの関係ごとに関連しているレベルのパスと最初に要求レベルの経路と第2の要求レベルのパスを要求した」最初に要求レベルのパス/秒、要求レベル・パス」の再帰的な経路の計算を実行しないでください秒/秒トポロジ-のマッピングを含むエッジの関係"は、前記の第一の要求レベル・パスと言ったエッジの関係を含むレベルに減少レベルマッピング」は最初に要求レベルのパス/秒、要求レベル・パス」を次の連結レベルのパスを要求しましたレベルマッピングは、H1>H2と(D、N、H1)で第2のネットワークに(D、N、H1)の第1のネットワークからレベルマッピングされるレベルに減少し、レベル・パス」を要求しました。

【請求項 20】

方法次の操作を含む、請求項17に記載の第一の要求されたレベルのパスのソースネットワ

ークは、要求された第二のレベルのパスと第要求されたレベルの宛先ネットワークのレベルのソースネットワークと等しい場合パスは、「エッジの関係ごとに最初に要求されたレベルパス/秒、要求レベルのパスを関連された第2要求されたレベル経路の宛先ネットワークと最初に要求レベルの経路と第2要求された、レベルのパスのレベルよりも大きくなっています「トポロジ・マッピング含有し、エッジの関係は前に別の要求レベルパスの再帰的な経路の計算を実行しない"最初のレベル・マッピングがで増加に伴って、「連結レベルのパス/秒、要求レベルのパスを要求しました前記エッジ関係を含むレベルは、レベルマッピングが（で第2のネットワークに（D、N、H1）の第1のネットワークからレベルマッピングされるレベルで増加し、「最初のレベルパス/秒、要求レベルのパスを要求しました」D、N、H1<H2とH2）。

10

【請求項 2 1】

方法であって、3-20に記載の方法。

IV：物理的なパケット交換ノードのフォーワーディングエントリを計算すると、次のアクションを含む、以下の方法を実行することにより、要求されたパスの再帰経路内に、以下の方法でノードと呼ばれています。再帰的なパスは、着信トポロジマッピングまたは前記ノードの着信レイヤマッピングが含まれており、ノードは各発信トポロジのために作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰パスのソースネットワークにマッピングされていると述べていない場合マッピングと転送エントリの指示は、物理的なパケット交換のエッジ関係の発信組のスイッチング識別子を含むパケットのオーバーヘッドでパケットを作成するために、スイッチングノード、前記再帰的なパスでノードが発信前記の各発信レイヤマッピングトポロジマッピングまたは深さ、層、言ったノードのレベルと深さ、層、一つ以上の深さのマッピングを介して言ったノードにマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルで発信層マッピングを言って、出て言ったパケットを送信します出力ポートの出力ポートとの間のポイント・オブ・添付ファイルをあることを特徴とノードと前記発信トポロジマッピングを言ったり、発信層マッピングを述べ、

20

V。他の再帰的なパスが発信トポロジマッピングまたは前記ノードの発信レイヤマッピングが含まれており、ノードがために作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰経路の宛先ネットワークにマッピングされていると述べていない場合各着信トポロジマッピングとの各着信層-マッピングが言ったの言った再帰的なパス内のノードが転送エントリの指示は、ノードはエッジの関係の着信設定のスイッチング識別子に応じて、入力ポートでパケットを受信するために前記しました着信トポロジ-マッピングまたは深さ、層のレベルで入ってくる層マッピングは、ノードと深さ、層、にマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルでは、1つまたはそれ以上の深さのマッピングを介してノードは、入力ポートがあることを特徴と言っ前記しました間でのポイントオブアタッチメントは、ノードおよび前記着信トポロジマッピング言ったか、着信層マッピングを言いましたVI。再帰的なパスは、各発信トポロジのために作成し、言ったノードのための1つまたは複数の発信トポロジマッピングまたは発信レイヤマッピングを含むん1つの着信トポロジマッピングまたは前記ノードの1つの着信レイヤマッピングおよび再帰的なパスが含まれていない他の場合マッピングと転送エントリの指示は、ノードが入力ポートで着信パケットを受信するために、前記再帰的なパスの中で述べたノードの各発信レイヤマッピング、ノード言っ間入力ポートは、ポイントオブアタッチメントあることを特徴とし、着信トポロジ-を言いましたマッピングまたは着信レイヤマッピングは再帰的なパスで指定されたと述べた、のエッジの関係の着信設定の切り替え、識別子に基づいてパケットが着信トポロジマッピング前記または前記深さ、層のレベルで入ってくる層-マッピングマッピングされたノードと深さで、層、再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルは、1つ以上の深さ優先のマッピングを介してノード前記と言っ発信のエッジ関係の発信組のスイッチング識別子に基づいて言ったパケットを変更トポロジマッピングまたは深さ、層、言ったノードのレベルでの発信レイヤマッピングおよび前記深さで、にマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワーク層、レベルがノードは、1つまたはそれ以上の深さマッピングを介し言うと、前方にパケットを言いました出力ポートの出力ポートとの間の

30

40

50

ポイント・オブ・アタッチメントであると述べたノードは、前記発信トポロジーマッピングを言ったり、発信層マッピングを述べました。

【請求項 2 2】

3-20 備えることを特徴とします：

IV：物理的な非パケット交換ノードのフォーワーディングエントリを計算すると、次のアクションを含む、以下の方法を実行することにより、要求されたパスの再帰経路内に、以下の方法でノードと呼ばれています。再帰的なパスは、着信トポロジーマッピングまたは前記ノードの着信レイヤマッピングが含まれており、ノードは各発信トポロジのために作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰パスのソースネットワークにマッピングされていると述べていない場合マッピングとの各発信レイヤマッピング命令指示は、ノードがのエッジの關係の発信組のスイッチング識別子に応じた信号を生成するために前記再帰的なパスでノードがトポロジ・マッピングの発信または前記発信層を前記-深さ、層のレベルでのマッピングは、出力ポートのうち信号は、前記ノードと深さ、層、にマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルでは、1つまたはそれ以上の深さ優先のマッピングを介してノード前記、および送信出力ポイントオブアタッチメントの間にあるポートは、ノードと前記発信トポロジーマッピングを言ったり、発信層マッピングを述べ、

10

他の再帰的なパスは、発信トポロジーマッピングまたはノードが言って、ノードが各着信用に作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰経路の宛先ネットワークにマッピングされるため、発信レイヤマッピングが含まれていない場合トポロジ・マッピングと再帰パス命令指示は、ノードが言っ着信トポロジ-のエッジ關係の着信設定の切り替え、識別子に応じて、入力ポートで信号を受信するように、前記内のノードの前記各入力層-マッピングマッピングまたは深さ、層のレベルで入ってくるレイヤマッピングは、前記ノードと深さ、層、一つ以上の深さのマッピングを介してノードは、入力ポートがポイント-されていることを特徴とするマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルで付着の間のノードと前記着信トポロジーマッピングを言ったか、着信層-マッピングを述べ、

20

再帰的なパスは、各発信トポロジのために作成し、言ったノードのための1つまたは複数の発信トポロジーマッピングまたは発信レイヤマッピングを含む1つの着信トポロジーマッピングまたは前記ノードの1つの着信レイヤマッピングおよび再帰的なパスが含まれていない他の場合マッピング命令指示は、ノードが入力ポートでの着信信号を受信するように、前記再帰的なパスの中で述べたノードの各発信レイヤマッピング、ノード言っ間入力ポートは、ポイントオブアタッチメントあることを特徴とし、着信トポロジーマッピングを言いましたまたは再帰パスで指定された着信層マッピングのエッジの關係の着信設定の切り替え、識別子に応じた信号が入ってくるトポロジーマッピングをまたは前記前記深さ、層、言ったのレベルで入ってくる層-マッピングノードと深さで、層、マッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルは、1つ以上の深さ優先のマッピングを介してノードと前記変更するの緣關係の発信組のスイッチング識別子に応じた信号が前記発信トポロジーマッピングや深さ、層、ノードと深さで言ったのレベル、層での発信層マッピングを述べ、にマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルは、一つ以上の深さのマッピングを介してノードは言っても、前方から信号を言いました出力ポートは、ノード間で述べた出力ポートは、ポイントオブアタッチメントであり、前記発信トポロジーマッピングまたは前記発信レイヤマッピング

30

40

【請求項 2 3】

方法は、次のアクションを備えた、請求項21および22に記載の：

ユーザーによってトポロジ・パスにIDを割り当て、着信トポロジーマッピングのエッジ關係の着信設定でとのエッジの關係の発信組で述べた識別子の存在に言った識別子の存在に基づいてアクションを定義しますユーザと実行するための物理ノードを指示することにより、発信トポロジ・マッピングは、SDNコンパイラによるアクションと述べました。

【請求項 2 4】

50

アクションG)には、転送テーブルのエントリは、ソフトウェア定義されたネットワークに送信されることを特徴とする請求項1に記載の方法は、SDNを制御するように構成されたコントローラネットワークを言います。

【請求項25】

請求項17に記載のは、時間の第1のネットワークから前記要求されたトポロジー・レベル・パス、請求項19と請求項20>転送エントリで2番目のネットワーク結果に $h_{\min}(D, N)$ に接続されたノードのための前記第一一つ以上のレベルのマッピングを介してネットワーク。

【請求項26】

請求項17に記載のは、時間の時点で第1ネットワークから第2ネットワークへ前記要求されたトポロジー・レベル・パス、請求項19と請求項20>に接続されたノードのためのフォワーディングエントリで $h_{\min}(D, N)$ の結果は、第二の言いました一つ以上のレベルのマッピングを介してネットワーク。

10

【請求項27】

方法次の操作を含む、請求項1、請求項2に記載と請求項3。

再帰的なパスから第1の深さマッピングが含まれている場合は、物理ノードによってパケットに追加の操作を実行する直接論理ノードが物理ノードをから前記第2の深さマッピングに続いて論理ノードへの物理ノードは述べています。

【請求項28】

ポロジ・マッピングは、アプリケーション層のノード間で作成される、請求項4および27に記載の方法。

20

【請求項29】

この方法は、請求項4、27、および28によれば、全体的なネットワークは、パケット交換ノードと非パケット交換ノードの備えます。

【請求項30】

サービスが第1ネットワークから第2ネットワークへのトポロジ・レベル・パスとして指定されている、請求項7、27、28および29に記載の方法、要件のセットに準拠トポロジー、レベルのパスが言いました。

【請求項31】

請求項1から、2、3、27、28、29及び物理ノードがマルチキャストが生じる深さマッピングを介して複数の論理ノードにマッピングされる、請求30に記載の方法。

30

【請求項32】

最初の物理ノードと第2ノードとの間の最初の物理トポロジマッピングが除去されるとの間の第2のトポロジ・マッピングは、第二の物理ノードと第三の物理ノードであることを特徴とする請求項1、2、3、27-31に記載の方法第二の物理ノードの前記移動性の結果作成されました。

【請求項33】

ネットワーク、マッピングとトポロジー・レベルのパスがグラフデータベースに格納されている、請求項のいずれかに記載の33の方法は、マッピングの名前として保存されていると述べ、名前の頂点がグラフデータベースが言ったようにネットワークが保存されていると述べましたエッジがで属性として述べマッピングのグラフデータベース、プロパティが格納されていると述べたグラフデータベースは、トポロジー・レベルパスがで命名し、指示エッジとして保存されていると述べた頂点における属性として言ったネットワークのグラフデータベース、プロパティが格納されている前記で有向エッジグラフデータベースは、特性は、グラフデータベースは、マッピングのタイプはエッジ型のように格納されているグラフのデータベース、およびトポロジ・レベルパスの種類はエッジ型として格納され、前記エッジ属性としてトポロジレベルのパスが格納されている前記グラフデータベースは述べています。

40

【請求項34】

マッピングとトポロジーレベルのパスの作成と再計算、グラフデータベースを照会するこ

50

とによって実装される、請求項33に記載の方法34の方法。

【請求項35】

論理的なネットワークモデルに基づいて、コンパイラによってネットワーク全体を制御する35の方法は、二つ以上の物理ノードを含むネットワーク全体が、物理ノードは、物理的なネットワークレイアウトに従って、物理リンクによって相互接続され、論理的なネットワークモデルは、論理含みますノード、論理ノード名で示されている各論理ノード、ネットワーク内の少なくとも1つの物理ノードを参照する各論理ノード名は、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法であって、

a) 物理ノード名を格納する、各物理ノードユニークな名前を付けています

一つの物理ノードの識別子、及び当該物理ノードのポイントオブアタッチメントの各名称は、ポイントオブアタッチメント懸念特定の物理ノードの間のユニークな識別子である、物理ノードを前記ポイントオブアタッチメントの名前を格納別の物理ノードに関係する物理ノードを接続する物理リンク。b) 前記論理ノードのための論理ノード名を格納し、第二の格納

マッピング関係、第2のマッピング関係は、少なくとも物理ノードにマッピングされる方法の論理ノード画定し、第2のマッピング関係を有向グラフ表現に基づいていると述べました。c) の論理リンク関係に物理ノード間のパスを変換します

間の物理的な転送ポイントオブアタッチメントの関係上とに依存して論理ノードが第2のマッピング関係、物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係は有向グラフに基づいて、前記言っ

表現との物理的な転送ポリシーに依存して言った物理ネットワークの物理パスを定義するには、言った物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前は、論理リンク関係はまたに基づいている、前記の物理ノード名を言った上で、物理ネットワーク言っ、有向グラフ表現。d) に基づいて論理転送ポイントオブアタッチメント関係の計算

有向グラフとで述べた論理ネットワーク内の論理パスを定義します

論理的な転送ポリシーへの依存は、論理ノードは、論理的な転送ポイントオブアタッチメント関係も有向グラフ表現に基づいてされていることを特徴との間の論理リンクの設定と述べた上で論理ノード名を言うと、上で、論理ネットワークと述べました。

e) 転送テーブルエントリを作成することから、物理ノードが論理的な転送ポイントオブアタッチメント関係が転送用の論理ノード名を使用して、前記しました；

f) 選択された物理ノードに、直接または間接的に述べた転送テーブルエントリを送信します。

【請求項36】

項35によれば36の方法、ここで：

-ネットワーク全体は、物理ノードの最初の数を含み、仮想ノードの第二の数、各論理ノード名は、少なくとも1つの物理的またはネットワーク内の少なくとも1つの仮想ノードを参照すると述べ

-仮想ノード名を格納する仮想ノードと前記第一のマッピング関係を有向グラフ表現を基にしている物理的なノードが相互にマップされていると述べた方法を規定する第1のマッピング関係を格納します。

-アクションb) は、論理ノードが物理ノードと仮想ノードにマップされていると述べた方法を規定する第2のマッピング関係を格納する際に、第2のマッピング関係も有向グラフ表現に基づいていると述べました。-アクションc) において、第2のマッピング関係の物理ノードと仮想ノードの集合と前記の間の経路に依存して論理ノードは、前記の間、論理リンク関係に物理ノードと仮想ノードの前記セットの間のパスを変換すると述べた一連の間のパス依存して言った物理ノードと仮想ノードを備えたノードは、上、上の物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係とは、最初のマッピング関係を前記しました

-アクションc) パケットは、物理宛先ノードへの物理的なソース・ノードから次の物理的なルートを表す物理パスで、

-アクションd) に論理的な宛先ノードに論理ソースノードからパケットが次の論理的な経

10

20

30

40

50

路を示す論理パス-) アクションe)のための転送テーブルのエントリを作成するには、からの仮想ノードが論理的な転送ポイントオブアタッチメント関係を前記しました
- アクションf)の) 選択された仮想ノードに、直接または間接的に述べた転送テーブルエントリを送信します。

【請求項 37】

請求項35によれば、以下のアクションを備えました：

- のそれぞれについて、保管項35に記載のアクションc)で第1の深さマッピングとの関係である第1のエッジの関係を含む、論理トポロジ・マッピングエッジの関係を前記論理トポロジマッピング、1つ以上の第2エッジの関係をそれぞれ述べました1つとの間の関係である第2のエッジの関係は、1つまたは複数の物理トポロジのマッピングが物理トポロジパスを前記論理トポロジマッピングまたは第二のエッジの関係はとの関係であることは、物理的なトポロジパスを前記論理トポロジ-を前記で述べていますマッピングと1つ以上の第四エッジの関係の1つとの間の関係にある各第エッジの関係は、1つまたは複数の物理トポロジのマッピングを前記物理トポロジパスを述べ、第三エッジの関係は、第2の深さマッピングとの関係であることそして、論理トポロジマッピングと述べ、
- 一つ以上の更なるエッジの関係を格納する請求項35に記載の行動d)に、それぞれさらにエッジの関係は、要求されたトポロジ・パス内の一つの論理トポロジ-マッピングとの関係という懸念し、要求されたトポロジパスを述べました

10

【請求項 38】

請求項37によれば、以下のアクションを備えました：

20

-) アクションEにおける請求項37に記載のネストされたエッジの関係を計算し、格納し、

【請求項 39】

35のいずれか一項に記載の39の方法があつて、アクション時間で)、転送テーブルのエントリはソフトウェア定義されたネットワークに送信されたと述べ、SDNは、制御するように構成されたコントローラは、ネットワークは述べています。

【請求項 40】

アクションbは、請求項35および39のいずれかに記載の40の方法は、) 計算するステップを含む、物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係述べて保存する前に、コンパイラを言ったことで物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係述べました。

【請求項 41】

30

全体的なネットワークが複数のネットワークを含む、請求項35～40、に記載の41の方法は、ネットワークの第1のセットを含む複数のネットワークが1つまたは複数のネットワーク(KA、KB、KC、KD)を含む前記論理的ネットワークモデルを述べ一つ以上のネットワーク(LA、LB、LC、LD)を含むネットワークの第2のセットを含む、ネットワークの最初のセットは、1つまたは複数の層(N)にグループ化されたと前記ネットワーク(LA、LB、LC、LDの第二のセット)nは1以上の層および一つまたはそれ以上の深さにグループ化されることを述べてからdはそれらのネットワークの各々(KA、KB、KC、KD)は、最初の前記ネットワーク(KA、KB、KC、KD)の第一のセット同じ層nのトポロジーマッピングによって互いに関連して設定され、これらのネットワークの各々(KC、KDは)の、最小の層は $n=n_{min}$ (D)よりも上層にある第一のセットを言っn個分(d)の最も低い特定の深さdの層とn分(D) $\Rightarrow 0$ であることであることは、前の層NYでのネットワークの最初のセットは、 $<Y \leq N-0$ と言ったのはゼロ以上のネットワークに関連していますn個分(d)は、レイヤマッピングすることによって、のこれらのネットワークの各々は、ネットワークの第二のセット(LA、LB、LC、LD)ネットワークの第一のセット(KAは、前記の第一の深さD=1である、と述べましたKB、KC、KDは)のうちの1つまたは複数に関連しているのネットワークは、第1の深さマッピング、それらのネットワークの各1(LC、LDによるネットワークの最初のセット(KA、KB、KC、KD)前記)の第二の言いました0の最小層より上位層であるネットワークの集合 $N=n_{min}$ あります前の層でのネットワークの前記の第二のセットのゼロ以上のネットワークに関連した $NY < Y \leq N-n_{min}$ 、N分は、特定の最下位層でありますレイヤマッピング、およびそれらのネットワークのそれぞれによって深さdは、前記の第二またはそ

40

50

れ以上の深さ d にあるネットワークの第二セット ≥ 2 ネットワーク (KA、KB、KC、KD) の最初のセットが関係していると述べたから一つ以上のネットワークが、前の深さでのネットワークの第2のセットを述べD-XとX奥行きマッピングによってゼロより大きくD以下で、および/またはネットワークの第1のセットを前記一つ以上のネットワークに関連している (KA、の各ネットワークは、ネットワークの最初のセットは、1つまたは複数の物理ノードを含み、前記各ネットワークはネットワークの第二のセットは、論理ノードを含むことを特徴とする深さマッピングによるKB、KC、KD)。

【請求項 4 2】

少なくとも一つのネットワークは、ネットワークの最初のセットは、第一レベルのマッピングのネットワークによって相互に関係する1つ以上のレベルの時間に1つ以上のネットワークの最初の子構造として配置される、請求項41による42の方法最低レベル $h=h_{\min}$ でネットワークの最初のセットは、より高いレベルの最低レベル h より $h=h_{\min}$ はおそらく物理ノードまたは仮想ノード、のいずれかである時間分 $=<h$ における物理ノードまたは仮想ノード、およびネットワークのいずれかであると述べました $=<h_{\max}$ 、最大レベルである時間最大。

【請求項 4 3】

うちの少なくとも1つのネットワークは、ネットワークの第二のセットは、第二のレベルのマッピングによって互に関連する1つ以上のレベルの時間に1つ以上のネットワークの第二のネストされた構成として配置されている請求項41または42に記載の43の方法最低レベル $h=h_{\min}$ はおそらく時間分 $=<H=<h_{\max}$ 、 H_{\max} がいる論理ノード、というより第二の論理ノードが最低レベル $h=h_{\min}$ でネットワークのセットと、より高いレベルでのネットワークは、前記ネットワーク最大レベル。

【請求項 4 4】

請求項43によれば、以下のアクションあって私を。(dの任意の第1のネットワークからの1つまたは複数のトポロジ-マッピングの連結として (D、N、H) における宛先ネットワークLDに (D、N、H) のソースネットワークLCのトポロジ-パスを計算し、n個の転送ポリシーによって決定 (D、N、H+1) の最初より高いレベルのネットワークLCC内の任意の第二のネットワーク (D、N、H) に、H) は言った、より高いレベルのネットワークLCC、II。nは >0 からトポロジ-マッピングを計算する場合は、ソースネットワークLCは (のソースネットワークLCから前記レイマッピングの連結として (D、N、H) における宛先ネットワークLD前記ために (D、N、H) で述べました第1のネットワークLA (D、N-1、H) にD、N、H) は、トポロジ-経路は、(Dの第二のネットワークLBへの第1のネットワークLA (D、N-1、H) は、前記N-1、H) とのレイマッピングは、n-1、h) が (D、N、H) における宛先ネットワークのLDが、からトポロジ-パスを前記ために、D (で第2のネットワークLBを前記第一のネットワークLAで (D、N-1、h) は、第二のネットワークLBは (D、N-1、H) における任意の第1のネットワークからの1つまたはそれ以上のトポロジ-マッピングの連結であることに、(N-1、H、D) で述べします転送ポリシーによって決定 (D、N-1、H+1) における第二上位ネットワークのLAA内 (D、N-1、H) で、任意の第二のネットワークは、第二のより高いレベルのネットワークLAAはIII、と述べました。

$D>0$ は、第2のネットワークLBは、前記第一の深さマップの連結として (D、N-1、H) で述べたために (D、N-1、H) の第1のネットワークLA前記のトポロジ-マッピングを計算する場合 (D-1、N-1、H) における第3のネットワークKAに (D、N-1、H) のネットワークLA、第3のネットワークKAは、H、(D-1、N-1で述べたのトポロジ-パス) (D-1、N-1、H) における第4のネットワークキロバイトと深さへのマッピングからは、第四のネットワークKBは (D、Nで第2のネットワークのLBを言ったために、(D-1、N-1、H) で語りました-1、H) (D-1、N-1、H) で述べた第3のネットワークKAから、トポロジ-パスは、H、(D-1、N-1で第ネットワークKBを言ったために) 1の連結である、または (D-1、N-1、H) での任意の第1のネットワークから複数のトポロジ-マッピング (D-1、N-1、H) で、任意の第二のネットワークに (D-1における第3上位レベルのネットワーク内のKAA、N-1、H+1) 第三の上位ネットワークKAAはIV、前記転送ポリシーによって決定。

レイヤマッピングを計算D>0かつn>0 (D、N、H) のソースネットワークLCから深さ優先マッピングの連結として (D、N-1、H) の第1のネットワークLAことを特徴とすると言わ場合 (D-1、N、H) における第5のネットワークKCに (D、N、H) のソースネットワークLCは、レイヤマッピングは、第5のネットワークKCは、に (D-1、N、h) は第から前記言わ (D-1、N-1、H) からの深さマッピングのネットワークKAは、第3のネットワークKAは、に (D-1、N-1、h) が (D、N-1、Hの第1のネットワークLA述べ言わ) からレイヤマッピングの計算は、第2のネットワークLBは、第2のネットワークLBが (で語っからの深さマッピングの連結として (D、N、H) で宛先ネットワークLDを言ったために (D、N-1、H) で語りましたD、N-1、h) は第四のネットワークKBは、(D-1、N-1、h) は、レイヤマッピング時からの前記第4のネットワークKB第六に、(D-1、N-1、H) にネットワーク (D-1、N、H) でのKDと深さ優先のマッピングは、第六ネットワークKDが (D、N、H) で宛先ネットワークLDを言ったために、(D-1、N、H) で述べました、

10

【請求項 4 5】

請求項44に記載のアクションIVの後に次のアクションを含む、請求項44によれば45の方法：V。

述ベソースネットワークLCからでトポロジパスを計算する (D、N、H) は言ったように計算されたトポロジマッピング、レイヤマッピングおよび深度マッピングの連結として (D、N、H) における宛先ネットワークLD直接からの第二の特定の深さ優先のマッピングが続いている任意の二特定のネットワークに任意の最初の特定のネットワークからの最初の具体的な深さのマッピングを削除中IV) は、第2の特定のネットワークが最初に特定のネットワークを言って、いずれかを削除すると言われるまでアクションi) における直接D (のソースネットワークLCから前記深さのマッピングを削除する、第二の特定のネットワークを言った最初の特定のネットワークが言ったから最初に特定の深さ優先のマッピングが先行するいずれかの最初の特定のネットワークへの第二の特定のネットワークからの第二の特定の深さマッピング、N、H) (D-1、N、H) における第ネットワークKDは、その結果、宛先ネットワークLDをから前記深さマップを削除し、(D-1、N、H) での第5のネットワークKC前記します以下からの層-マッピングの連結は、第5のネットワークKCが第3のネットワークKAが (で語ったからトポロジパス、(N-1、1D、H) で第3のネットワークKAを言ったために、(D-1、N、H) で語りましたD-1、N-1、h) を (D-1、N-1、H) とからレイヤマッピングにおける第4のネットワークKBは、前記第4のネットワークキロバイトで (にH、N-1、1D- (D-1、N、H) の6番ネットワークKDは述べています。

20

30

【請求項 4 6】

請求項1に記載の行動Eの後に次のアクションを含む請求項1) によれば46の方法。

深さのマッピングを削除すると、再帰的なパスは述べています。

【請求項 4 7】

方法は、請求項35の作用Dの後、次のアクション) を含む35に記載の方法。

深さのマッピングを削除すると、論理的な転送ポイントオブアタッチメント関係は述べています。

40

【請求項 4 8】

クレーム45、46または47、前記に記載の方法：

場合のパス内のすべてのネットワークは、「計算されたパス」と呼ば上記の請求項45に記載のアクションV) で、かつ請求46時および請求47で計算し、ノードがあり、IL：次のアクションを実行することによって、物理および仮想ノードの転送テーブルエントリを計算します。

請求項45及び請求項46の経路内の各ノードの動作vの経路内の各ノード) のために、及び請求項47の経路内の各ノードは、一つ以上の転送命令を計算し、「計算された経路」とそれぞれの転送命令を称しますからなります：

-入力ポート：ポイントオブアタッチメント (POA) トポロジマッピングまたは層マッピン

50

グの前のノードから計算されたパスで、または「ローカル」ノードが計算されたパスの最初のノードである場合には、指示パケットはこのノードによって作成され、ノードは、計算されたパスの最後のノードである場合に計算されたパス、または「ローカル」の次のノードへのポイントオブアタッチメント（POA）トポロジマッピングまたは層マッピングの、示す：-出力ポートパケットがこのノードによって受信されるべき、

【請求項 49】

請求項48によれば、前記12を。

i1で計算転送命令以内を含む各パケット交換ノード）の場合：

-論理的な送信元アドレスを請求項44の行動i）における上記の請求項1の作用e）にし、上記項35に記載の行動D）で元ネットワークのアドレス

-論理宛先アドレス：項44に記載の行動i）における宛先ネットワーク）のアドレスと、上記項35に記載の請求項1上記とアクションd）における）のアクションe）に。

【請求項 50】

方法であって、48に記載の方法。

層nにおける各パケット交換ノードと層n-1、ILで計算転送命令）内を含めて、回線交換ノードである計算されたパス内の次のノードの場合13：

-ソースメディアアクセス制御（MAC）：ポイントオブアタッチメント（POA）層マッピングの計算されたパス内の次のノードに、

-デスティネーションメディアアクセス制御（MAC）：レイヤでnは計算されたパスの次のノードの入力ポートポイントオブアタッチメント（POA）、

N=n_minの各パケットスイッチングノードおよびILで計算転送命令）内を含む層のn=n_min、でノードである計算されたパス内の次のノードの場合14：

-ソースメディアアクセス制御（MAC）：計算されたパス内の次のノードへのトポロジ・マッピングのポイントオブアタッチメント（POA）、-デスティネーションメディアアクセス制御（MAC）：入力ポートポイントオブdの層のN計算されたパスの次のノードのアタッチメント（POA）、において、nminは、特定の深さdの最下層です。

【請求項 51】

請求項48によれば、前記のi5を。

ILで計算転送命令以内を含む層n、）でのアクションvのパス内の各回線交換ノードの場合）項目45に記載の：

-チャンネルで：前のノードが計算されたパス内の前のノードからのトポロジ・マッピングのチャンネル識別子を含む層n、であれば、

-チャンネルアウト：次のノードは、計算されたパス内の次のノードへのトポロジ・マッピングのチャンネル識別子を含む、層nにある場合。dにおけるそのn個分に特定の深さdの最下位層です。

【請求項 52】

次のアクションを含む、請求項44または45に記載の方法：

J1。

送信元アドレスと送信元ネットワークNAからレベルパスの計算

宛先アドレスを持つ宛先ネットワークNFにNAAA.NAA.NA

（D、N、H+1）で、NAAをネットワークに（D、N、H）でネットワークNAからレベルマッピングの連結からなるNAAA.NEE.NF、（dにおけるネットワークNAAからレベルマッピング、nは、D（でNAAAをネットワークへのH+1）、N、H+2）、D（のネットワークNAAAのレベルマッピング、N、H+2）、D（でNEEネットワークをN、H+1）そして、（D、N、H+1）のネットワークNEEからレベルマッピングが（D、N、H）、のレベルでNFをネットワークへNAAAをHmaxと呼ばれます。J2。

、レベルh_max-lのトポロジーマッピングのコスト型kのコストを計算にネットワークNAAからトポロジーマッピングを交換（D、N、H+1）でのNCCをネットワークに（D、N、H+1）によってNCネットワークには、（D、N、H）で（D、N、H）のネットワークNBからトポロジーマッピングをNBをネットワークする（D、N、H+1）のネットワークNAAからレベルマッピ

10

20

30

40

50

ングの連結 (D、N、H+1) でNCCをネットワークに (D、N、H) と (D、N、H) のネットワークNCからレベルマッピングで。J3。

(における任意の第1のネットワークからの1つまたはそれ以上のトポロジーマッピングの連結によって (D、N、H+1) での宛先ネットワークNEEに (D、N、H+1) で、ソースネットワークNAAからトポロジーマッピングの交換ネットワークNAAAの転送ポリシーによって決定 (D、N、H+2) で上位ネットワークNAAA内 (D、N、H+1) で、任意の第2のネットワークにD、N、H+1)。J4。

(D、N、H+1)のネットワークNAAからレベルマッピングを連結することによってNCCをネットワークに (D、N、H+1) でネットワークNAAからトポロジーマッピングの交換 (D、N、H+1) 1) (で (D、N、H) でNCをネットワークに (D、N、H) でネットワークNBから、(D、N、H) でのトポロジーマッピングをNBをネットワークおよびネットワークNCからレベルマッピングします (D、N、H+1) でのNCCをネットワークへD、N、H)。J5。

10

NCCをネットワークに (D、N、H) でネットワークNCのレベルマッピングからなるレベルパスの交換 (D、N、H+1) と、ネットワークNCCから (D、N、H+1) ~ (D、N、H) でNDをネットワークする (D、N、H) のネットワークNCからトポロジーマッピングで (D、N、H) のネットワークND、NEEは、以下からなるネットワークにネットワークNAAからパスを作成しますネットワーク北東から北東およびレベルのマッピングをネットワークに、NDをネットワークにNCネットワークNCからトポロジーマッピングをネットワークにネットワークNDからトポロジーマッピングをNB、ネットワークNBからトポロジーマッピングをネットワーク化するためのネットワークNAAからレベルマッピングNEEネットワークします。J6。

20

(D、N、H+1) で、NAAをネットワークに (D、N、H) でネットワークNAからレベルマッピングの連結を交換し、(D、N、H+1) のネットワークNAAからトポロジーマッピング (D、N、H) とネットワークからのレベルマッピングでNCをネットワークに (D、N、H) でネットワークNAからのトポロジーマッピングの連結によって (D、N、H+1) でNCCのネットワークへ (D、N、H) でNC (D、N、H+1) ソースネットワークNAと宛先ネットワークNEEを有し、このステップで計算されたパスにNCCをネットワークします。J7。

(D、N、H+1) と (dのネットワークNEEからレベルマッピングでNEEをネットワークに (D、N、H+1) でネットワークNCCからトポロジーマッピングの連結の交換、N、H+1) (D、N、H) と、トポロジーマッピングにNDをネットワークに (D、N、H+1) でネットワークNCCからレベルマッピングを連結することにより (D、N、H) でのNFをネットワークにネットワークでND (D、N、H) でのNFをネットワークする (D、N、H)、送信元ネットワークNAAと宛先ネットワークのNFを持つこのステップで計算された経路から。

30

【請求項 53】

次のアクションを含む、請求項44~52のいずれかに記載の方法：

K. 無限ループを開始します。

k.i. 取得し、ネットワークインスタンスの変更を保存します

k.iii. 深さ優先、層-、トポロジ-とk.iii、レベルマッピングインスタンスの変更を取得し、保存します。

要求されたトポロジーマッピングの変更を取得し、保存

k.iv. N>0ステップ、請求項11のII) は、他のn=0のステップ項44記載のI3) とは、層-深さ優先格納する場合ならば実行することにより、D>0で追加されたトポロジーマッピングを作成し、および/または工程で得られたトポロジーマッピングIIまたは請求項44のステップI3)。

40

請求項44に記載のステップI4を行うことにより、D>0で追加されたレイヤマッピングを作成し、請求44)のステップI4から生じる深さ優先および/または層のマッピングを格納します。

k.v.) 項目44に記載のn=0のステップi3の場合は、他の請求項44に記載の場合はN>0ステップI2)を行うことによりステップK1および/またはステップk.iiiでの変化の影響を受けて、D>0でトポロジーマッピングを再計算します。) 成功店の深さ優先、層-、および/または請求項44のステップI2) または請求項44のステップI3に起因するトポロジーマッピング

50

場合;.成功していない場合は、この脆弱性による影響トポロジーマッピングを削除します。Dの層のマッピングを再計算>0項44に記載のステップ14)を行うことによりステップK1および/またはステップk.iiで変化によって影響を受けます。成功した店舗の深さ優先および/または請求項44のステップ14から得られる層-マッピング)の場合。成功しなかった場合は、影響を受けた層マッピングを削除します。

k.vi.必要に応じて、項目44に記載のn=0のステップ13)とストア深さ優先場合により他の請求項44に記載のn>は0ステップ12場合行うことにより、D>0でステップK1での変更および/またはステップk.iiトポロジ・マッピング)に最適化層-、および/または請求項44のステップ12)または請求項44のステップ13)から生じるトポロジのマッピング。必要に応じてによるステップK1での変更および/またはステップk.ii層-マッピングD>0で請求44のステップ14を行うことにより)およびストア深さ優先および/または請求項44のステップ14から生じる層-マッピング)kに最適化します。k.vii.項目44に記載のステップを実行することにより、1L追加要求されたトポロジ・パスを作成します)と、請求項44に記載のステップ1L起因するトポロジ-のマッピングを格納します。

ステップk.iiiでの変更要求され、削除され、以前の反復で作成したトポロジ・パスを削除します。

k.viii.請求44)のステップ1Lを行うことにより、ステップK1および/またはステップk.iiでの変化の影響を受ける以前の反復で要求され、作成されたトポロジ・パスを再計算します。成功ストアトポロジ-マッピングは、請求項44のステップ1Lから生じている場合)。F成功していない影響を受けるトポロジ-パスを削除

k.ix.必要に応じて原因ステップK1での変更および/または請求項44のステップ1Lを実行することにより、以前の反復で要求され、作成段階k.iiトポロジ-パス)および請求項44に記載のステップ1L起因する店舗トポロジのマッピング)に最適化します。

k.x.各追加、影響を受けたか、最適化された要求されたトポロジ・パスとソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスが変更されていると1つまたは複数のトポロジ・マッピングおよび/または層のマッピングを含む各要求されたトポロジ・パスの各トポロジ-パスについてD=0のは一つ以上のポイントオブアタッチメントは(POAのは)の連結などのトポロジ-パスを計算kxi変更された深さ優先、層-、トポロジ・マッピングまで再帰を通じてトポロジ-および/またはレベルのマッピングの例および/または層のマッピングD=0でkxii(D+1、N、H)における第二のネットワークと深さ優先に(D、N、H)の第1のネットワークからの深さマッピングのすべての連結を削除次のアクションを実行することにより、転送エントリを計算する第一のネットワークkxiiiへの第2のネットワークからのマッピング:アクションkxiiのパス内のD=0でノードごとにkxiii.i)が1を計算し、「計算された経路」と呼びますかより多くの転送命令、からなる各転送命令:-入力ポート:ポイントオブアタッチメント計算されたパス内の前のノードからのトポロジ-マッピングまたは層マッピングの(POA)、または「ローカル(ソースネットワーク)」場合、ノードは、パケットは、必要に応じて代わりに「ローカル」ソースのネットワーク名を使用して、このノードによって生成される示す、計算されたパスの最初のノードです。-出力ポート:計算されたパス、または「ローカル(宛先ネットワーク)」の次のノードへのポイントオブアタッチメント(POA)トポロジ-マッピングまたは層マッピングのは、ケース内のノードが最後のノードであり、計算されたパスは、パケットを示す情報が、必要に応じて代わりに「ローカル」の宛先ネットワークの名前を使用して、このノードによって受信されるべきです。kxiii.iで計算転送命令)内を含め、各パケット交換ノードの場合kxiii.ii:

- 論理ソースアドレス:アクションKXで元ネットワークのアドレス)
- 論理宛先アドレス:アクションKXでの宛先ネットワークのアドレス)層nの各パケット交換ノードと層n-1、内を含めて、回線交換ノードである計算されたパス内の次のノードのためにkxiii.ii)kxiii.iで計算命令)を転送します:
- ソースメディアアクセス制御(MAC):計算されたパス内の次のノードへのレイヤマッピングのポイントオブアタッチメント(POA)、

10

20

30

40

50

- デスティネーションメディアアクセス制御 (MAC) : kxiii.iv、層のN計算されたパスの次のノードの入力ポートポイントオブアタッチメント (POA)。

) kxiii.iで計算転送命令以内を含め、 $N=n_{\min}$ と層のノードである計算されたパス内の次のノードの各パケット交換ノードの場合は $n=n_{\min}$ ：

- ソースメディアアクセス制御 (MAC) : 計算されたパス内の次のノードへのトポロジ・マッピングのポイントオブアタッチメント (POA)、- デスティネーションメディアアクセス制御 (MAC) : 入力ポートポイント・オブkxiii.v、層のN計算されたパスの次のノードのアタッチメント (POA)。

kxiii.iで計算転送命令以内を含む層nにおける各回線交換ノード) の場合：

- チャンネルで：前のノードが計算されたパス内の前のノードからのトポロジ・マッピングのチャンネル識別子を含む層n、であれば、

- チャンネルアウト：次のノードは、計算されたパス内の次のノードへのトポロジ・マッピングのチャンネル識別子を含む、層nにある場合。dのどのn個分に特定の深さdの最下層である

k.xi.各削除のために、影響を受けたまたは要求されたトポロジ・パスとソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスが変更されたそのうちの各トポロジ・パスと1つまたは複数のトポロジ・マッピングおよび/または層のマッピングを含む各要求されたトポロジ・パスを最適化Dで=0のは一つ以上のPOAのは、現在インストールされている要求されたトポロジ・パス

k.xiiに関連付けられている転送エントリを削除するために、1つまたは複数の命令を作成して変更されました。

SDNコントローラと、 $d=0$ でのノードであるすべてのネットワークの少なくとも1：転送テーブルのエントリおよび/または転送テーブルエントリを削除するための指示を配布します。

【請求項 5 4】

物理/仮想ネットワークと論理ネットワークを行列の要素は、ネットワークを表すマトリックス自体であるネストされた行列、によって表される、請求項44～52に記載の方法。

【請求項 5 5】

請求項54に記載の方法において、前記各要素の値は、ポイントオブアタッチメントタイプのマッピング行列の、ポイントオブアタッチメントタイプの転送行列、コスト・タイプ・マッピングの名前である行列の掛け算マトリックスおよびコストタイプの転送行列は、以下の規則を使用して、標準的な行列の乗算によって行われます。

- ネストされた行列の名前が乗算される行列乗算の結果は、結果の行列の各要素に行列乗算の和である

- の要素に別個の行に保存されている結果の行列乗算のこの和の各要素行列の結果、

- ケース内の任意のポイントオブアタッチメント型マッピング行列の少なくとも一つの行列乗算のオペランドおよび転送行列は、行列乗算の結果は0 (ゼロ) である0 (ゼロ)、

- は、行列の事例の場合は、オペランドコスト型マッピング行列の少なくとも一方の乗算および転送行列 される (無限大) は、行列乗算の結果は、(無限大) されます。

【請求項 5 6】

各ネットワークは、各ネットワークの特性が保存されている頂点として格納されているグラフデータベースのネットワークトポロジ・マッピングは、レイヤマッピングおよび深さのマッピングを格納含む、請求項44～53、のいずれかに記載の方法各トポロジ・マッピング、レイヤマッピングおよび奥行きマップは、各トポロジ・マッピング、レイヤマッピングおよび深度マッピングの特性はエッジプロパティとして格納されたエッジとして記憶されている頂点特性、など。

【請求項 5 7】

各層の物理ノードと仮想ノードがパケット交換ノードまたは回線交換ノードのいずれかである、請求項のいずれかに記載の方法。

【請求項 5 8】

10

20

30

40

50

クレーム48から57のいずれかに記載の方法は、さらに、論理ソースネットワークと論理宛先ネットワークと前記アクショングラム)のロードバランシングの識別子を使用して、転送テーブルのエントリを計算することをさらに含むのセットごとにロードバランシング識別子を格納備えます。

【請求項 59】

一つ以上の入力バッファ、1つまたは複数の出力のバッファサイズのバッファサイズについてSDNコンパイラは、1つまたは複数のパケット転送装置及び/又はコンピューティング装置に命令を提供する前記請求項のいずれかに記載の方法をスケジューリンググループに含めるための1つまたは複数の出力バッファの一つ以上の入力バッファスケジューリンググループに含める、-buffers、および1つまたは複数のスケジューリング・グループのための1つ以上のスケジューラ方式の設定されたスケジューリンググループ1つまたは複数の物理または仮想バッファは、そのスケジューリング方式が適用されます。

10

【請求項 60】

深さ $d>0$ に1つ以上のネットワークがユーザ要件を表している前記請求項のいずれかに記載の方法、1つ以上のトポロジマッピングおよび/またはレイマッピングおよび/またはレベルのマッピングは、ゼロまたは複数のポリシーは、ユーザの要求を表しているユーザの要件を表します、ここで深さ $d>0$ に1つ以上のネットワークの名前空間は、物理または仮想ノードによって転送決定には使用されません。

【請求項 61】

コンパイラによるネットワーク全体を制御する方法は、二つ以上の物理ノードを備えるネットワーク全体では、物理ノードは、物理的なネットワークレイアウトは、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法に従って物理リンクによって相互接続されています：

20

g) の各物理ノード名が一意であること、物理ノード名を保存します一つの物理ノードの識別子、物理トポロジ・マッピングが有向グラフ表現に基づいて、と言った物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前を格納していると述べ、各物理トポロジマッピングは一方方向に一つの物理リンクと、物理トポロジのマッピングを保存しますポイントオブアタッチメント関係特定の物理ノードと別の物理ノードに関係する物理ノードを接続する物理リンクの間のユニークな識別子である、当該物理ノードのポイントオブアタッチメント名前の、それぞれ、

30

h) は論理保存します物理ノードおよび/または物理述べために言うの名前トポロジ・マッピングおよび/または、作成および1つ以上の物理トポロジマッピングの連結され、要求されたトポロジ・パスを格納すると、1つ以上のさらなるエッジの関係を記憶、

i) さらに各エッジポイントオブアタッチメント述べ用再帰を通じて計算となどの物理ノードを含む要求されたトポロジパスを述べたため、再帰的なパスを格納)、要求されたトポロジ・パス内の1つの物理トポロジマッピングの関係であること心配し-関係し、要求されたトポロジパス、

j)

と述べました物理ノード名、物理トポロジのマッピング、物理的なポイントオブアタッチメントの物理ポイントオブアタッチメント名で示されるように、物理ノードの転送テーブルエントリを作成する)再帰的なパスが有向グラフ表現、

40

k) に基づいていると述べた、と述べたで示さ、および/または物理的なトポロジ・マッピングが言ったからと/または前記ポイントオブアタッチメントからの再帰的なパスは、再帰的なパスが物理ノードが言ったために、および/または論理名から前記中

l)

物理ノードに、直接または間接的に言っフォワーディングテーブルエントリの送信は、再帰的な経路を言います。

【請求項 62】

の方法は、次のアクションを備えた、61に記載の方法：アクションA)または請求項61の

50

作用b)は、作成し、一つ以上の第一の物理トポロジのマッピングを保存した後、それぞれの最初の物理トポロジのマッピングがから有向グラフ表現で第二の物理ノードへの最初の物理ノードから物理トポロジパスとして算出された第2の物理ノードへの最初の物理ノードは、物理的なトポロジパスが1つ以上の第2の物理トポロジ-マッピングの連結あることを特徴と、

【請求項63】

請求項62によれば、以下のアクションを備えました：

-のそれぞれに格納することは、最初の物理トポロジのマッピングのエッジ関係が物理トポロジパス言っ以上第一エッジの関係一つ以上の第一の物理トポロジのマッピングの中で述べての1つとの間の関係にある各第1エッジの関係をあと言わ最初の物理トポロジマッピングまたは関係にある第1エッジの関係は、一つ以上を言った物理トポロジパスを前記第一の物理トポロジマッピングおよび1つ以上の第2のエッジの関係の1つとの間の関係にある各二辺関係述べ第二の物理トポロジのマッピングとは言った物理トポロジパス

-アクションc)は、1つまたは複数のさらなるエッジの関係を保存するには、各さらなるエッジの関係は、要求されたトポロジ・パス内の一つの論理トポロジマッピングの間の関係にある関係と要求されたトポロジパス言っ

【請求項64】

請求項63によれば、以下のアクションを備えました：

-アクションでd)のネストされたエッジの関係を計算し、格納し、

【請求項65】

コンパイラによるネットワーク全体を制御する方法は、二つ以上の物理ノードを備えるネットワーク全体では、物理ノードは、物理的なネットワークレイアウトは、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法に従って物理リンクによって相互接続されています：

f) 各物理ノード名が一意であること、物理ノード名を保存します一つの物理ノードの識別子、物理トポロジ・マッピングが有向グラフ表現に基づいて、と言った物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前を格納していると述べ、各物理トポロジマッピングは一方向に一つの物理リンクと、物理トポロジのマッピングを保存しますポイントオブアタッチメント関係特定の物理ノードと別の物理ノードに關係する物理ノードを接続する物理リンクの間のユニークな識別子である、当該物理ノードのポイントオブアタッチメント名前の、それぞれ、

g) を作成し、1つまたは複数の物理トポロジマッピングの連結され、要求されたトポロジ・パスを格納すると、1つ以上のさらなるの關係関係を記憶し、さらに各エッジの関係は、要求されたトポロジ-内の物理トポロジマッピング関係であり、当該パスと要求されたトポロジパス、關係關係關係

h) は再帰を通して計算とを再帰的にパスを格納し、前記で示したように物理ノードを備え、要求されたトポロジパスを前記物理ノード名、物理トポロジのマッピング、物理的なポイント・オブ・アタッチメント再帰的なパスが有向グラフ表現に基づいていると述べ、物理的なポイントオブアタッチメントの名前で示され、ネストされたエッジの関係を計算し、記憶するものとして、

i)

からの再帰的なパスは、再帰的なパス前記内の物理ノードに対する転送エントリを作成します、

j)

の内の物理ノードに、直接または間接的に、言ったフォワーディングエントリを送信するには、再帰的なパスは述べています。

【請求項66】

請求項61に記載の方法であって、全体的なネットワークは複数のネットワークを含むことを特徴とする請求項65項、62請求項63、請求項64は、複数の前記しました一つ以上のネッ

トワーク (KA、KB、KC、KD) を含むネットワークのセットを含む10のネットワークは、ネットワークの前記セットは、(n) は、一つ以上の層、にグループ分けされている、請求これらのネットワークの各々 (KA、KB、KC、KD) 同じ層nでトポロジーマッピングによって互いに関連しているされている上記セットの、それらのネットワークの各1 (KC、KD) 前記セットのどの (最小層の $n=n_{\min}$ より上位層であります $\Rightarrow 0$ であるD)、 $n_{\min}(d)$ の特定の深さdと $n_{\min}(d)$ の最下位層である) が、 $0 < Y \leq N$ で前の層NYでのネットワークの前記セットのゼロ以上のネットワークに関連しています $n_{\min}(d)$ に示すように、ネットワークの前記セットの各ネットワークは、1つまたは複数の物理ノードを含むレイヤマッピングによる。

【請求項 67】

コンパイラは、請求項1-66のいずれかの方法を実行するように構成されました。

【請求項 68】

請求項67に記載によれば、コンパイラを含む、全体的なネットワーク。

【請求項 69】

ネットワーク全体少なくとも物理スイッチノードと仮想スイッチノードの少なくとも一つを含む、68に記載の方法は、少なくとも一つの物理的なスイッチノードと前記仮想スイッチノードに追加の操作を実行するように構成され、前記しました別に転送から受信されたパケットは、出力ポートへのパケットは、パケットヘッダと、記録は、パケットヘッダ、パケットのペイロードを監視、修正パケット述べ前記付加的な動作を変更すること、パケットのヘッダを監視するなど、所定の追加の操作のセットの少なくとも一つを含む前記しましたペイロード、記録は、パケットペイロードは、パケットをバッファリングし、パケットを遮断する、と述べました。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信ネットワークおよびコンピューティング装置にも関します。

このようなネットワークは、パケット交換されてもよいです。

特に、本発明は、パケット転送装置、コンピュータ機器、仮想スイッチと物理的および仮想ネットワーク内の仮想マシンを構成するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

パケットのフィールドの最近の開発は、ネットワーク (PSN) を交換し、コンピューティングは、ソフトウェア定義ネットワーク (SDN) の概念につながりました。

適切に指示し、本発明の文脈において、我々は、高レベル仕様のネットワークを定義する機能として、ネットワークソフトウェア定義考える (例えばし、しかし、高レベルのプログラミングまたはスクリプト言語に限定されない) 自動化されたプロセスを介しこの仕様に応じて、物理および仮想ネットワークやコンピューティングリソース。

このような最近の動向は、「仮想スイッチを実装し、管理するための方法および装置」WO 2010115060に発見され、WO2012082988「ネットワークスイッチの設定方法」をすることができます。

最近では、標準化されたプロトコルを介してオープンインタフェースを使用して所望の転送動作をパケット転送装置に指示することが可能となりました。

このため、現在の大手プロトコルはOpenFlowをであるが、本発明は、限定されたかのOpenFlowプロトコルに結合したが、自然の中で一般的なものではなく、パケット転送装置の転送テーブル (複数可) へのプログラムによるアクセスを提供し、将来のプロトコルで動作することができます。

転送テーブル (複数可) の中からパケットを転送するために所望の出力ポートを提供し、マッチングされ、着信パケットの入力ポートからの情報に対する情報が含まれています。

10

20

30

40

50

我々は、システム間相互接続（OSI）レイヤ2を開くために限定されるものではなく、パケット転送を実行する任意のデバイスを参照して、この文書の残りを通じて「スイッチ」として「パケット転送装置」を参照します。

転送機能の他にスイッチにパケットを転送する前に、着信パケットのヘッダおよび/またはペイロードの監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または修正に限定されるようではなく、パケットに追加の操作（単数または複数）を提供するかもしれませんその出力ポートの一つ以上。

スイッチは、（ブロック）パケットを転送しない場合があります。

パケット交換以外のパケットに対して追加の操作（単数または複数）を実行するデバイスのこれらの種類は、典型的には、中間装置と呼ばれ、本書で使用されるスイッチの定義に含まれます。

10

最近、関心がネットワーク機能を導入するには、より大きな柔軟性と俊敏性を可能にするために、潜在的にコストを削減するために、ネットワーク仮想化（NFV）を開数と一般的に呼ばれる、仮想化された物理サーバ上で実行中の仮想マシンに切り替え、中間ボックス機能を実行するために成長しました。

SDNコンパイラは、説明され、本発明に記載の、これらの仮想マシンの転送命令を作成する機能を持っている必要があります。

スイッチにこれらの転送テーブルの分布は一般的に、いわゆる「SDNコントローラ」によって行われます。

20

SDNコントローラは、機能的に一元指定転送テーブルは、ネットワーク内の一般的に地理的に分散したスイッチ間に分散されるときに中心的な場所（実装は一般的に冗長である）です。

さらに、SDNコントローラは例えば、そのノースバウンドインターフェイスで物理的および/または仮想ネットワーク資源を集中ビューを提供ネットワーク内のスイッチ、そのトポロジー、個々のリンクの状態。

上記SDNと伝統的なネットワーキングの重要な違いを概説：制御ネットワークプロトコルの多種多様に基づいて従来のネットワークが動作分散方式とは対照的に、ネットワーク内のスイッチの転送テーブルは、集中的に計算されます。

30

大幅に強化、集中ネットワークの所望の動作を指定するために：これはSDNネットワーク（例えばが、ネットワークオペレータ、ITはオペレータ、オペレーションシステム、アプリケーション、他のネットワーク、他のSDNコンパイラに限定されるものではなく広い意味でのユーザ）のユーザを許可しますネットワーク経路で制御します。

また、クラウドコンピューティングの導入により、間に、両方のコンピューティングおよびネットワーキングリソースを集中管理の緊密な統合が必須要件となっています。

現在、ネットワーク業界は、パケット転送装置の転送テーブル（複数可）にプログラムでアクセスに焦点を当てています。

ネットワークおよびコンピューティングの間の緊密な統合を作成するために、しかし、同様に物理ホスト、仮想ホストと物理NICに命令を提供する必要があります。

40

例えばホストが特定の宛先ノードへパケットを送信するためにどのインターフェースを介して指示することができました。

例えばホストが受け入れ、どれをドロップしたパケットを指示することができました。

例えばNICは、転送するようにし、どれを削除するにはどのパケット指示することができました。

これは、物理および仮想ネットワークやコンピューティングリソースを含むソフトウェア定義ネットワークへの総合的なアプローチが必要です。

コンピューティングの分野では、前述したクラウドコンピューティングで、その結果、1つまたは複数の仮想マシンに物理サーバーを仮想化することが一般的になってきています

50

。

サーバ仮想化のプロセスは、物理的なコンピューティング・リソースの論理的な抽象化を作成します。

コンピューティングと必要性をネットワーク間で考えると、今日の緊密な統合は、物理および仮想ネットワークのリソースの論理的な抽象化が求められています。

US2013/058215は、ネットワークを介してデータを転送管理する複数のスイッチング素子を管理するための仮想化を開示しています。

バーチャライザは、入力論理転送プレーンデータと出力物理制御プレーンデータを格納するためのテーブルの第2のセットを格納するためのテーブルの第1のセットを備えます。

また、データベースのセットを実行することによって、テーブルの第二のセットにおける出力物理制御プレーンデータテーブルの最初のセットで入力論理転送プレーンデータをマッピングするためのテーブルマッピングエンジンは、入力論理転送プレーンデータの操作を参加含みますテーブルの最初のセット。

いくつかの実施形態では、物理制御プレーンデータは、続いて、管理対象のスイッチング素子によるデータの転送を直接物理的転送動作に変換されます。

この先行技術文献では管理対象スイッチは、この変換を実行するために物理ノード上の要件を配置するという欠点を持つ、管理対象スイッチ（参照：[0197]）の転送動作を指定する物理的なフォワーディングプレーンデータにこの物理制御プレーンデータを変換し、そして、言った物理ノードのリソースを使用して。

US2013/044641に示された従来技術は、アンダーレイ、一般的にIPベースのネットワーク内のトンネルに基づいて、このアプリケーション論理ネットワークの用語では、オーバーレイの仮想ネットワークを作成します。

このアプローチは、仮想オーバーレイネットワークおよび操作を複雑にアンダーレイネットワークの両方を動作させるという欠点を有します。

また、物理ノードの後に、このアプリケーションの用語で US2013/044641モデル仮想ノード、論理ノードによる従来技術では、ネットワーク要素の操作ではなく、ネットワークサービスに基づいてネットワークを構成し、管理するために継続するという欠点を持ちます。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

したがって、本発明の目的は、コンピューティング、ネットワーキングとの間に上記の緊密な統合に対処する方法およびコンパイラを提供し、物理および仮想ネットワークリソースの論理的な抽象化のために必要なことです。

請求項1に記載のように、その目的のために、本発明は、方法を提供します。

したがって、本発明は、適切な物理的および/または仮想ネットワークおよび/またはコンピューティングリソースのための命令のセットにハイレベルのネットワークの仕様を翻訳又はコンパイルするための方法を提供します。

アクションは、ソースノードからのパケットを送信する方法と同様に着信パケットをドロップし、受信、転送するなどの着信パケットに対して実行するこれらの命令の状態。

本発明はまた、このような方法を実行するように構成されたSDNコンパイラに関する。

このタスクを達成するために、SDNコンパイラは、高レベルのネットワーク仕様で定義された各論理ネットワークのモデルを保持します。

また、SDNコンパイラは、物理的および/または仮想ネットワークおよび/またはコンピューティングリソースのモデルを保持します。

どちらのモデルだけでなく、彼らの関係は、そのようなマトリックスのように、関係のセットで表現されています。

論理ネットワークは、論理ノードを含みます。

各論理ソースと論理宛先ノード間の転送経路は、物理リソースと仮想リソースの（イーサネットのMAC（Media Access Control）アドレスに限定されないが、例えば）ポイント・オブ・添付ファイルの一覧が得られ、これらの行列に実行される操作を介して決定されます。

行列に保存されているこれらの転送パスからの前述した適切な指示を導出します。

上記のアプローチは、同じ物理リソースと仮想リソースの定義や複数の同時論理ネットワークを作成できます。

ケースでは、マトリックス関係が使用され、論理ノードとネットワークのための階層的な名前付け構造により、行列のサイズは、合理的な時間枠内で、これらの行列を計算するために、現在のコンピューティング・ハードウェアおよびソフトウェアを可能にするために、合理的な限界内に維持されます

さらに、上述のマトリックスの大部分は、計算処理を高速化する並列計算を可能にする、互いに独立しています。

また、階層的な命名構造は、現在のハードウェアとソフトウェアの実装ではサポートできたとしても非常に大規模な生産ネットワークのためのフォーディングテーブルの合理的な大きさになります。

記載されている方法は、現在利用可能なOpenFlowベースの製品に適用することができますが、のOpenFlowに限定されるものではなく、パケット転送装置の転送テーブル（複数可）へのプログラムによるアクセスを提供し、将来のプロトコルで動作することができます。

記載された方法は、現在広く、イーサネットMACアドレスなどのポイントオブアタッチメントの識別子を使用するために適用することができます。

記載された方法は、IPv4とIPv6の命名およびパケットフォーマットに適用することができます。

IPv4とIPv6の命名の使用法の拡張機能は、提案手法の展開でさらなる利点を提供することが提案されています。

記載された発明は、直接あまり複雑転送ハードウェアとソフトウェアの転送の実装を可能にする、着信パケットに転送の決定を行うために使用することができる転送エントリを作成し、物理ノード内の任意の変換を必要としません。

記載された発明は、物理的なネットワークリソースへの論理的な名前空間を使用して論理ネットワークをコンパイルして、操作を簡素化し、アンダーレイネットワークを必要としません。

記載された発明は、操作を簡素化し、指定の実装および維持を可能にする、前記ネットワークサービスを実装し、維持するために、SDNコンパイラのユーザは、宣言の要求に基づいてネットワーク・サービスを指定することができ有向グラフに基づいてネットワークの抽象化を使用し、SDNコンパイラ複雑なネットワークサービスを提供しています。

本発明の他の独立した側面は、独立請求項35、61および65に記載されています。

本発明の明細書で詳細に説明されるように、第1の独立請求項に従属の請求項7、9-23及び25-34の主題は、同様に、独立請求項35の主題に適用することができます。

説明されるように、第1の独立請求項に従属クレーム5、7、10、13-15、17-26、28-30および32-34の主題は、同様に、独立請求項61の主題に適用することができ本発明の明細書中で詳細に示します。

本発明の明細書で詳細に説明されるように、第1の独立請求項に従属の請求項10、18、22-24、30、33及び34の主題は、同様に、独立請求項65の主題に適用することができ。

10

20

30

40

50

本発明は、単に本発明の実施形態を示すように意図され、範囲を限定するものではない、いくつかの図面を参照しながら詳細に説明します。

本発明の範囲は添付の特許請求の範囲において、その技術的均等物によって定義されます。

すなわち、当業者は、その他の特徴、構成要素、要素、ことを理解するであろう特に明記しない限り、技術的等価物によって置換することができ、本発明を説明するために使用されます。

さらに、異なる実施形態の個々の特徴は、明示的に図示または説明していないにも、組み合わせることができ仕様は、このような組み合わせは物理的に不可能でない限り。

図面は示しています。

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1】図1は、ソフトウェア定義されたネットワークの様々な構成要素を示す図です。

【図2A】図2Aは、物理ノードのBAの機能的な表現を示す図であり、BB、BCおよびBD

【図2B】図2Bは、物理ノードのBAからなる物理ネットワークBAAの機能的な表現を示す図であり、BB、BCおよびBDは、リンクによって相互接続

【図2C】図2Cは、物理ノードのBAの機能的な表現を示す図であり、BBは、BCは、BDは、物理ノードとの物理リンク間の相互接続は、物理的なポイントオブアタッチメント（POA）で表されているのリンク、P101によって相互接続P108を通じて

【図2D】図2Dは、物理ノードのBAの機能的な表現を示す図であり、BB、BC、BDは、物理リンクの各方向の物理リンクのコストが示されているの物理リンクによって相互接続

【図2E】図2Eは、物理ノードのBAの機能的な表現を示す図であり、BB、BC、BDは、パスの各方向における物理パスのコストが示されているの物理リンクによって相互接続

【図2F】図2Fは、物理ノードのBAからなる物理ネットワークBAAの機能的な表現を示す図であり、BB、BCおよびBDは、物理ノードとの物理リンク間の相互接続は、物理的なポイント・オブによって示されているの物理リンクによって相互接続 - 物理リンクの各方向の物理リンクのコストが示されているのp108を介して、添付ファイル（POA）、p101

【図2G】図2Gは、BA、BB、BCおよびBDは頂点とエッジとの間の相互接続は、物理的なポイント-で表されているのエッジによって相互接続された頂点（ノード）からなる、物理ネットワークBAAの重み付き有向グラフ表現を示す図です。各エッジのコストが示されているのオブアタッチメント（POA）、p108 p101、

【図2H】図2Hは、ノードの3種類の機能を示す図である：スイッチ・ノード、ホスト・ノードは、NICのノード

【図2I】図2Iは、様々な物理的および仮想ノードの種類を示す表である：物理スイッチノード、物理ホストノード、物理NICのノード、仮想スイッチノード、仮想ホストノード

【図2J】図2Jは、さまざまなノードタイプの物理および仮想ノードに使用される機能的な表現や記号を示す図であります

【図3A】図3Aは、パケット転送システムの物理的な表現を示す図です。

【図3B】図3Bは、パケット転送システムの機能的な表現を示す図です。

【図3C】図3Cは、パケット転送システムの有向グラフ表現を示す図です。

【図4A】図4Aは、非仮想化コンピューティング装置の物理的な表現を示す図です。

【図4B】図4Bは、非仮想化されたコンピューティング機器の機能表現を示す図です。

【図4C】図4Cは、非仮想化コンピューティング機器の有向グラフ表現を示す図です。

【図5A】図5Aは、仮想化されたコンピューティング機器の物理的な表現を示す図です。

【図5B】図5Bは、仮想化されたコンピューティング機器の機能表現を示す図です。

【図6A】図6Aは、1の機能的な表現を示す図であり、仮想化されたコンピューティング機器の機能表現を示す図です。マッピング

【図6B】図6Bは、1の機能的な表現を示す図である：N物理、仮想ノードの物理ノードと仮想、POAで仮想POAに仮想マッピングし、マッピングの各方向のコスト値で

10

20

30

40

50

【図 6 C】図6Cは、Nの関数表現を示す図である。仮想ノードの物理ノードと仮想、POAで仮想POAに仮想マッピングへの物理的およびマッピング図の各方向におけるコスト値とLは、

【図 7 A】図7A物理的な表現を示す図です。追加の態様を説明する仮想化されたコンピューティング機器、

【図 7 B】図7Bは、追加の態様を示す、機能的表現仮想化コンピューティング機器を示す図です。

【図 8 A】図8Aは、ネットワークインターフェースカード（NIC）の物理的な表現を示す図です。

【図 8 B】図8Bは、NICの機能的な表現を示す図です。

【図 8 C】図8Cは、NICの有向グラフ表現を示す図です。

【図 9 A】図9Aは、NICのカブラ/スプリッタの物理的な表現を示す図です。

【図 9 B】図9Bは、NICカブラ/スプリッタの機能的な表現を示す図で

【図 9 C】図9Cは、NICカブラ/スプリッタの有向グラフ表現を示す図です。

【図 10 A】図10Aが1の機能的な表現を示す図である：1マッピングの各方向のコスト値との論理マッピングに物理

【図 10 B】図10Bが1の機能的な表現を示す図である：Nマッピングの各方向のコスト値との論理マッピングに物理

【図 10 C】図10CがNの機能的な表現を示す図である：1マッピングの各方向のコスト値との論理マッピングに物理

【図 10 D】図10Dは、機能的な表現を示す図であり、1：の各方向のコスト値との論理マッピングに仮想1：マッピング

【図 10 E】図10Eは、機能的な表現を示す図であり、1：の各方向のコスト値との論理マッピングに仮想N：マッピング

【図 10 F】図10Fは、機能的な表現を示す図であり、N：の各方向のコスト値との論理マッピングに仮想1：マッピング

【図 10 G】図10Gは、Nの関数表現を示す図であるマッピングの各方向のコスト値を持つ：論理マッピングに物理および仮想リットルコスト値のある図1は、Nの関数表現を示す図です。マッピングの各方向

【図 11 A】図11Aは、論理ホストノードへの物理および仮想ホストノードのマッピング、論理スイッチノードに物理および仮想スイッチノードのマッピングを示す表であります

【図 11 B】図11Bは、様々なノードタイプの、物理および仮想の論理ノードのために使用される機能表現や記号を示す図です。

【図 12】図12は、例えばネットワークの物理的な表現を示す図です。

【図 13 A】図13Aは、物理ネットワークの機能的な表現を示す図であるDAA

【図 13 B】図13Bは、物理ネットワークのDAAの加重有向グラフ表現を示す図です。

【図 14 A】図14Aは、仮想ノードHAとHBの物理ノードDAのマッピングの機能的表現を示す図です。

【図 14 B】図14Bは、仮想ネットワークHAAの機能的表現を示す図です。

【図 15 A】図15Aは、論理ネットワークUUUの機能的な表現を示す図です。

【図 15 B】図15Bは、論理ネットワークUUUの加重有向グラフ表現を示す図です。

【図 15 C】図15Cは、両方向のすべてのマッピングのためのゼロのマッピングコスト値を使用してネットワークUUU内の論理ノードにネットワークDAAとネットワークHAAで仮想ノード内の物理ノードからのマッピングの機能表現を示す図です。

【図 16】図16は、DGを介して、物理ノードのDA、物理ネットワークDAAの機能表現を示す図であり、仮想ノードHAとHBは、論理ノードは仮想ノードとの物理/仮想への物理からのマッピングと同様UZと論理ネットワークUUUを通じてUU論理ノード

【図 17】図17は、図描いたパケット転送です

【図 18 A】図18Aは、パケット転送機能を実行するスイッチノードの図です。

【図 18 B】図18Bは、パケット転送機能を実行するスイッチ・ノードの図と同様にオブ

10

20

30

40

50

ション機能である (S)

【図 19】図19は、ホストノードの図です。入力と出力ポートとの間の1の関係：

【図 20 A】図20Aが1を示す、NICノードの図です。

【図 20 B】図20Bは、表示、複数の出力への単一入力からのパケット転送とNICカプラ / スプリッタノードの図である1：N個の入力ポートと出力ポートとの間の関係入力ポートと出力ポートとの間：1の関係

【図 20 C】図20Cは、Nを示し、単一の出力に複数の入力からのパケット転送とNICカプラ / スプリッタノードの図です。

【図 21】図21のAは、POA型隣接の一般的な表現を示す図であるおよび転送行列は、行と列の任意の数からなります

【図 21 B】図21Bがコスト型隣接の一般的な表現を示す図であるおよび転送行列は、行と列の任意の数からなります

【図 22 A】図22Aは、行と列の任意の数からなるPoAの型とコスト型マッピング行列の一般的な表現を示す図であります

【図 22 B】図22Bは、単一の行からなるネットワークマッピング型行列の一般的な表現と任意の番号列の図です。

【図 23 A】図23Aは、マトリックスは、RRAのPoA型マトリックスとの間のマトリクス乗算を説明するために使用され、コスト型マトリックスとの間のマトリクス乗算を説明するための列を示して

【図 23 B】図23Bは、「SA」、「SA」マトリックスRRAの要素の値 (RR、RU) があることのQを通じて行1の要素を示しています

【図 23 C】図23Cは、「SB」(RR RV)マトリックスRRAの要素の値である、「SB」のRを使用してロー1の要素を示しています

【図 23 D】図23Dは、「SC」、「SC」マトリックスRRAの要素の値 (RR、RW) にあることのSを1行目の要素を示しています

【図 23 E】図23Eは、コスト型マトリックスとの間のマトリクス乗算を説明するためのPoA型マトリックスとの間のマトリクス乗算を説明するために使用され、使用されるRRB行列を示しています

【図 23 F】図23Fは、「SK」、要素の値マトリックスの (RU、RX) である「SK」のトンを使用してロー1の要素を示しているRRB

【図 23 G】図23Gは、「SN」、「SN」要素の値マトリックスの (RU、RY) のあることのUを通して行1の要素を示しているRRB

【図 23 H】図23Hは、マトリックスの「SR」、「SR」要素の値である (RU、RZ) RRBのワットを通じて行1の要素を示しています

【図 24 A】図24Aは、PoAの型マトリックスRRCを示し、PoA-型の行列乗算に起因するRRC = RRA<>RRB行列します

【図 24 B】図24Bは、要素の「SA**SK」、「のsa**SK」は最初の行の結果を示しています行列RRCの (RR、RX)

【図 24 C】図24Cは、行列RRCの要素の値 (RR、RX) を示しています

【図 24 D】図24Dは、「SA**SK」場合にはSAIは1 (1) に等しいの結果を示し、「SA**SK」行列RRCの要素の最初の行 (RR、RX) であること

【図 24 E】図24Eは、コスト型マトリックスRRDを示し、コストタイプの行列の乗算から生じることはRRD=RRA<>RRB行列します

【図 24 F】図24Fは、「SA++SK」、「のsa++SK」は行列RRDの要素の最初の行 (RR、RX) であることの結果を示しています

【図 24 G】図24Gは、マトリックスRRDの要素の値 (RR、RX) を示しています

【図 24 H】図24Hは、178を介して、ポアスP171と一つである両方向のすべてのリンクのコスト値を持つノードのCH、CJ、CK、CLからなる物理ネットワークCAAの機能表現を示す図です。

【図 24 I】図24Iは、P184とゼロである両方向のすべてのマッピングのコスト値を介し

10

20

30

40

50

て、ポアSP179で仮想ノードのGSとGT、仮想ノードGRへの物理ノードCHからと物理ノードCJからのマッピングの機能表現を示す図です。

【図24J】図24Jは、例えば、ネットワークCAAの隣接行列のPoAネットワークCAA (A^{PoA}_{CAA}) を示しています

【図24K】図24Kは、例えば、ネットワークCAAの転送行列のPoAネットワークCAA (F^{PoA}_{CAA}) を示しています

【図24L】図24Lは、図24Iに示されているマッピングの物理ノードCH、CJ、CK、CL ($M^{PoA}_{GAA-CAA}$) に仮想ノードGR、GS、GTからのPoA型マッピング行列を示しています。

【図24M】図24Mは、仮想ノードからのすべてのパスを提供するマトリックス乗算 $M^{PoA}_{GAA-CAA} F^{PoA}_{CAA}$ の結果を示している (GR、GS、GT) 物理ノードに (CH、CJ、CK、CL)

【図25】図25での結果を示しています単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークと単一の論理ネットワークのSDNコンパイラ方法の詳細例を示すフローチャート

【図26】図26は、単一の物理ネットワークのSDNコンパイラ方法、単一の仮想ネットワークの詳細な例に関与する様々な行列を概略図であり、単一の論理ネットワーク

【図27A】図27Aは、例えば、ネットワークDAAのネットワークDAAのネットワークマッピングマトリックス (MDAA) を示しています図25のフローチャートのステップ1から生じる、HAA、UUU (物理的な例ネットワークDAA、仮想ネットワーク例HAA、論理的なネットワーク例UUU)。

【図27B】図27Bは、図25のフローチャートのステップ2から生じる、例えばネットワークDAAの隣接行列のPoAネットワークDAA ($\langle POA \rangle$ をDAA) を示しHAA、UUU。

【図27C】図27Cは、HAA、UUUは、図25のフローチャートのステップ2に起因する例ネットワークDAAの隣接行列コスト1ネットワークDAA ($A_{\langle \text{コスト}1 \rangle} \text{DAA}$) を示しています。

【図27D】図27Dは、図25のフローチャートのステップ4から生じた転送行列のPoAネットワーク例ネットワークDAAのDAA ($F_{\langle POA \rangle} \text{DAA}$)、HAA、UUUを示しています。

【図27E】図27Eは、図25のフローチャートのステップ4から生じた転送マトリックスコスト1ネットワーク例ネットワークDAAのDAA ($F_{\langle \text{COS} \rangle} \text{DAA}$)、HAA、UUUを示しています。

【図28A】図28Aは、UUUは、図25のフローチャートのステップ5から生じる、例えばネットワークDAA、HAAのネットワークマッピングマトリックスHAA (M_{RAA}) を示しています

。

【図28B】図28Bは、図25のフローチャートのステップ5に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUのDAAへのPoA型マッピング行列のDAA/HAA ($M_{\langle POA \rangle} \text{DAA/HAA-DAA}$) を示しています。

【図28C】図28Cは、図25のフローチャートのステップ5に起因する例ネットワークDAAのDAA/HAA ($M_{\langle POA \rangle} \text{DAA-DAA/HAA}$)、HAA、UUUへのPoA型マッピング行列のDAAを示しています。

【図28D】図28Dは、DAAにコスト型のマッピングマトリックスコスト1DAA/HAAを示しています図25のフローチャートのステップ5に起因する例ネットワークDAA、HAAの ($\langle \text{コスト}1 \rangle \text{DAA/HAA-DAA}$)、UUU。

【図28E】図28Eは、図25のフローチャートのステップ5に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUのDAA/HAAにコスト型マッピングマトリックスコスト1DAA ($M_{\langle \text{コスト}1 \rangle} \text{DAA-DAA/HAA}$) を示しています。

【図28F】図28Fは、HAA、UUUは、図25のフローチャートのステップ5から生じる、例えばネットワークDAAのネットワークマッピングマトリックスネットワークUUU (M_{uuu}) を示しています。

【図28G】図28Gは、図25のフローチャートのステップ5から生じるDAA/HAA ($M_{\langle POA \rangle} \text{UUU-DAA/HAA}$) の例ネットワークDAAの、HAA、UUUへのPoA型マッピングマトリックスUUUを示しています。

【図28H】図28Hは、図25のフローチャートのステップ5に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUのUUUへのPoA型マッピング行列のDAA/HAA ($M_{\langle POA \rangle} \text{DAA/HAA-UUU}$) を示しています。

10

20

30

40

50

【図 2 8 I】図28Iは、図25のフローチャートのステップ5から生じる、例えばネットワークDAA、HAAのDAA/HAA ($M < \text{コスト1} > \text{UUU-DAA/HAA}$) にUUUをコスト型のマッピングマトリックスコストIUUUを示しています。

【図 2 8 J】図28Jは、図25のフローチャートのステップ5から生じる、例えばネットワークDAA、HAAの ($M < \text{コスト1} > \text{DAA/HAA-UUU}$) UUUにUUUをコスト型のマッピングマトリックスコストIDAA/HAAを示しています。

【図 2 8 K】図28Kは、図25のフローチャートのステップ6から生じるUUU、例えばネットワークDAA、HAAの行列A<PoAのすべて>UUUの中間段階の計算を示します。

【図 2 8 L】図28Lは、図25のフローチャートのステップ6から生じる、例えばネットワークDAA、HAAすべてのネットワークUUU ($A < \text{PoAのすべて} > \text{UUU}$) UUUを隣接行列のPoAを示しています。

10

【図 2 8 M】図28Mは、UUUは、図25のフローチャートのステップ6から生じる、例えばネットワークDAAの行列A<コスト1すべて>UUUの中間段階の計算、HAAを示しています。

【図 2 8 N】図28Nは、図25のフローチャートのステップ6に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUの隣接行列コストIすべてのネットワークUUU ($A < \text{コスト1すべて} > \text{UUU}$) を示しています。

【図 2 9 A】図29Aは、図25のフローチャートのステップ8から生じた例ネットワークDAA、HAA、UUUの隣接行列コスト2ネットワークUUU ($A < \text{コスト2} > \text{UUU}$) を示しています。

【図 2 9 B】図29Bは、図25のフローチャートのステップ8に起因する隣接行列のPoAのネットワーク例ネットワークDAAのUUU ($< \text{のPoA} > \text{UUU}$)、HAA、UUUを示しています。

20

【図 2 9 C】図29Cは、図25のフローチャートのステップ10から生じる、例えばネットワークDAAの転送行列のPOAネットワークUUU ($F < \text{PoAの} > \text{UUU}$) を示しHAA、UUU。

【図 2 9 D】図29Dは、図25のフローチャートのステップ10に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUの転送行列コスト2ネットワークUUU ($F < \text{コスト2} > \text{UUU}$) を示しています。

【図 2 9 E】図29Eは、図25のフローチャートのステップ11に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUの転送行列のPOA表ネットワークUUU ($F < \text{PoAの表} > \text{UUU}$) を示しています。

【図 2 9 F】図29Fは、図25のフローチャートのステップ11に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUの転送行列コスト2表ネットワークUUU ($F < \text{コスト2表} > \text{UUU}$) を示しています。

【図 3 0 A】図30Aは、図25のフローチャートのステップ11から生じるボアスP71、P72、P85、例えばネットワークDAAのP87、HAA、UUUで物理スイッチノードDA用の転送テーブルを提示します。

30

【図 3 0 B】図30Bは、図25のフローチャートのステップ11から生じるボアスP73、P74、例えばネットワークDAAのP75、HAA、UUUで物理スイッチノードDBの転送テーブルを提示します。

【図 3 0 C】図30Cは、図25のフローチャートのステップ11から生じるボアスP76、例えばネットワークDAAのP77、HAA、UUUで物理スイッチノードDCの転送テーブルを提示します。

【図 3 0 D】図30Dは、図25のフローチャートのステップ11から生じるボアスP78、例えばネットワークDAAのP83、HAA、UUUとの物理的なスイッチ・ノードDDの転送テーブルを提供します。

【図 3 0 E】図30Eは、図25のフローチャートのステップ11から生じるボアスP81、例えばネットワークDAAのP82、HAA、UUUで物理NICノードDEの転送テーブルを提供します。

40

【図 3 0 F】図30Fは、図25のフローチャートのステップ11から生じるボアスP79、例えばネットワークDAAのP80、HAA、UUUで物理NICノードDFの転送テーブルを提供します。

【図 3 0 G】図30Gは、図25のフローチャートのステップ11に起因する例ネットワークDAAのPOAP84、HAA、UUUで物理ホストノードDGの転送テーブルを提供します。

【図 3 0 H】図30Hは、図25のフローチャートのステップ11に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUのPOAP86で仮想ホストノードのHAの転送テーブルを提供します。

【図 3 0 I】図30Iは、図25のフローチャートのステップ11に起因する例ネットワークDAA、HAA、UUUの仮想スイッチノードのHBのPOAP88の転送テーブルを提供します。

【図 3 1】図31は、コンピュータ構成の概要を示す図であります

50

【図 3 2 A】図32Aは、例えば、論理ネットワーク・オブ・ノードYVV、YWW、YXX、YYYからなる例論理ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ノードYYYYの機能表現を示す図です。論理ネットワーク・オブ・ノードYVVは論理ノードYA、YB、YC、YKから構成されています。論理ネットワーク・オブ・ノードYWWが論理ノードYD、YE、YFで構成されています。論理ネットワーク・オブ・ノードYXXは論理ノードYG、YH、YJで構成されています。論理ネットワーク・オブ・ノードYYYは、論理ノードYL、YM、YNで構成されています。

【図 3 2 B】図32Bは、どのように論理的なネットワーク・オブ・ノードYVVを示す図で、YWW、YXX、YYYは論理ノードに抽象化されます。

【図 3 3 A】図33Aは、ネットワークKA及びKBおよびそれらのトポロジーマッピング関係を示す図です。

【図 3 3 B】図33BはネットワークKA、KB、KC、KDとのマッピング関係を示す図であるいずれかのトポロジー・マップまたはレイアマッピングされます。

【図 3 3 C】図33Cは、いずれかのネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDとのマッピング関係を示すトポジマッピング、レイアマッピングまたは深さマッピングされた図です。

【図 3 4 A】図34のAは、HレベルのネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDとそのマッピング関係だけでなく、ネットワークKAA、KCC、LAA、LCCレベルでの(H+1)を示す図です。(D、N、H+L)でネットワークKAAは(D、N、H)で両方のネットワークKAとKBが含まれています。(D、N+L、H+L)でネットワークKCCは(D、N+L、H)でネットワークKCとKDの両方が含まれています。(D+L、N、H+L)でネットワークLAAは、(D+L、N、H)でネットワークをLAおよびLBの両方が含まれています。(D+1、N+L、H+L)のネットワークLCCは、ネットワークのLCおよびLDの両方(D+L、N+L、H)を含みます。図33Cに示されたノードKAおよびKD、KB及びKC、LAとLD、LBとLC間の対角層のマッピングは、図を簡単にするために、この図では省略されています。図33Cに示されたノードKAとLA、KBとLA、KCとLD、KDおよびLC、KAおよびLC、KCとLA、KBとLD、KDとLBとの間に斜めの深さのマッピングは、この図では省略されています図を簡略化します。

【図 3 4 B】図34Bは、ネットワークKAA、KCC、LAA、LCCなどのネットワークKNN、KPP、LNN、レベル(H+1)でLPPとのマッピング関係を示す図です。対角層-マッピングおよび斜め深さのマッピングは、図を簡単にするために、この図では省略されています。

【図 3 5 A】図35Aは、(D=0、n=0であり、h=0)、LE、LFにおいてネットワークKE、KF、KG、KHを示す図である(D=1、n=0であり、h=0)への物理的仮想マッピングやトポロジ-マッピング関係。

【図 3 5 B】図35Bは、(H=1、N、D=1=0)と仮想マッピングおよびトポロジ-への物理的に(D=0、N=0、H=1)及びLEEのLFでネットワークKEE、KGGを示す図です。マッピング関係。

【図 3 6 A】図36Aは、POA型またはレベルでのネットワークのコスト型マッピング行列(H>=1)の一般的な表現を示す図です。

【図 3 6 B】図36Bは、列と行が同じ順序でネットワークの同じセットによってインデックス付けされているレベルでのネットワーク(H>=1)、のためのPoA型またはコスト型マッピング行列の一般的な表現を示す図です。

【図 3 6 C】図36Cは、POA型またはレベルでのネットワークのコスト型の転送行列(H>=1)の一般的な表現を示す図です。

【図 3 6 D】図36Dは、列と行が同じ順序でネットワークの同じセットによってインデックス付けされているレベルでのネットワーク(H>=1)、のためのPoA型またはコスト型の転送行列の一般的な表現を示す図です。

【図 3 7 A】図37Aは、任意のネットワークのためのSDNコンパイラ方法の具体例を示すフローチャートです。

【図 3 7 B】図37Bは、任意のネットワークのためのSDNコンパイラ方法の詳細例6.4を介してサブステップ6.1の手順を示すフローチャートです。

【図 3 7 C】図37Cは、任意のネットワークのためのSDNコンパイラ方法の詳細例7.5を介

10

20

30

40

50

して7.1サブサブステップを示すフローチャートです。

【図37D】図37Dは、サブステップの任意のネットワークのためのSDNコンパイラ方法の詳細な例11.4を経て11.1のフローチャートです。

【図37E】図37Eは、単一の物理ネットワークのSDNコンパイラ方法、単一の仮想ネットワーク、図37A、37B、37C、37Dの任意のネットワークのSDNコンパイラ方法の図25の単一の論理ネットワークを比較した図です。

【図37F】図37Fは、(D=0、nにおいて、行列は(D=0、n=0であり、h=1)での例のネットワークDAAのためのSDNコンパイラ方法の詳細例の様々なステップで作成されたダイアグラム表示されているHAA=10、H=1)、UUU(D=1、N=0、H=1)D=0から、N=0、H=1、D=1を介してステップ6.1において、n=0、H=1で、ステップ11.2。ネットワークDAAは、図13Aおよび13Bに示されているネットワークHAAは、図14Bに示されている、ネットワークUUUは、図15Aおよび15Bに示されています。

【図38A】図38Aは、例えば、ネットワークの物理的な表現を示す図です。

【図38B】図38Bは、(D=0、n=0であり、h=0)でのネットワークPAからなる、PBでの(D=0、N=0、H=1)で、例えば、物理ネットワークPAAの機能的な表現を示す図です。(D=0、n=0であり、h=0)、(D=0、n=0であり、h=0)でのPC、(D=0、n=0であり、h=0)でのPE、PF(dの(D=0、n=0であり、h=0)=0、n=0であり、h=0)PG

【図38C】図38Cは、図の(d=0、n=0であり、h=2)のネットワークPAAの(D=0、n=0であり、H=0)でのネットワーク間の仮想マッピングを物理的説明とネットワークの間の深さのマッピングを示す図であります(D=0、N=0、H=1)のネットワークPAAの(D=0、N=0であり、H=0)とネットワーク網の(D=1、N=0、H=0)においてでYVV(D=1、N=0、H=1)での。

【図38D】図38Dは、図の示す深度マッピングとノードPA、PE、JA、JB、YA間の仮想マッピングに物理的にある、ノードJB

【図38E】図38Eによって表される仮想マシンの移行後YKは深さマッピングと仮想の物理を示す図です。ノードPA、PE、JA、JZ、YA、YK仮想マシンJBの削除後、仮想マシンの作成JZ間のマッピング

【図38F】図38Fは、パケット転送システムからなる実施例のネットワークの物理的な表現を示す図であり、

【図38G】図38Gは、物理ノードのPHからなる、(D=0、N=0、H=1)でのノードPBBネットワークを示す図であるプロセス(D=0、n=0であり、h=0)において、PJ、PK

【図38H】図38Hは、異なると(D=1、n=0であり、H=0)での論理ノードYD、YE、YFからなる、(D=1、N=0、H=1)でのノードYWWの図示すネットワークであります図32Aに比べてコスト値

【図38I】図38Iは、(D=0、N=1でXF、物理ノードXA、XB、XC、XDで構成される、XE(D=0、N=1、H=0)のノードXBBの図示すネットワークでありますH=0)の各処理を表します

【図38J】図38Jは、Jは、ノードの図の示すネットワークは(D=1、N=1の論理ノードZA、ZB、ZC、ZD、ZE、ZFからなる、(D=1、N=1、H=1)でZWWです、H=0)

【図38K】図38Kは、ノードPH、XA、XD、YD、ZA、ZD間の深さのマッピングおよびレイヤのマッピングを示す図です。

【図38L】図38Lは、ノードPJ、XB、XE、YE、ZBの間に図の示す深さマッピング及びレイヤマッピングで、ZE

【図38M】図38Mは、ノードのPK、XC、XF、YF、ZC間の深さのマッピングおよびレイヤのマッピングを示す図です。、ZF

【図38N】図38Nは、POA型トポロジ-転送行列F<POA>PBB-PBBを示す図です。

【図38O】図38Oは、POA型トポロジ-転送行列F<POA>YWW-YWWを示す図です。

【図38P】図38Pは、PoAの型トポロジ-転送行列F<POA>を示す図であるXBB-XBB

【図38Q】図38Qは、POA型トポロジ-転送行列F<のPoA>Zww-zwwを示す図です。

【図38R】図38Rは、論理ソースノードZAためにF<のPoA>Zww-zww由来転送テーブルエントリを示す図です。

10

20

30

40

50

【図 3 9 A】図39Aは、(D、N、H)でネットワークKA及びKBを示す図であり、ネットワークKC及びKDで(D、N+1、H)、(D+L、N、H)、およびネットワークにおけるネットワークLA及びLB(D+1、N+1、H)で、LCおよびLD、図34Aに示されており、ネットワークLCからネットワークLDにトポロジパスを示しています。

【図 3 9 B】図39Bは、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDを示す図であり、LAをネットワークにネットワークLCから層マッピングの連結によって置換されているLDをネットワークにネットワークLCからトポロジマッピングを示しますネットワークLDにLBとネットワークLBからレイマッピングをネットワークへのネットワークLAから、トポロジパス。

【図 3 9 C】図39Cは、39Bは、LBは、ネットワークからの深さマッピングの連結によって置換されているネットワークにネットワークLAからトポロジマッピングを示す把握するネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDと追加を示す図です。LAはKA、KBをネットワークへのネットワークKAからのトポロジパスとLBとのネットワークへのネットワークキロバイトからの深さマッピングをネットワークへ

【図 3 9 D】図39Dは、LAは、ネットワークからの深さマッピングの連結によって置換されているネットワークにネットワークLCからレイマッピングを示す39Cを把握するネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDと追加を示す図です。からの深さマッピングの連結によって置換されているLDをネットワークにネットワークLBからレイマッピングだけでなく、LAをネットワークにネットワークKAからKAと深さのマッピングをネットワークにKC、ネットワークKCからレイマッピングをネットワークには、LCKB、KDおよびネットワークLDへのネットワークKDからの深さマッピングをネットワーク化するためのネットワークキロバイトからレイマッピングをネットワークへのネットワークLB。

【図 3 9 E】図39Eは、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDとを示す図であるLAへのネットワークLAからの深さマッピングをネットワークにネットワークKAからの深さマッピングの除去を示す39Dを把握するための追加ネットワークKA、ネットワークLDにネットワークKDからKCと深さのマッピングをネットワークにKB、ネットワークLCからの深さマッピングをネットワークにLB、ネットワークLBからの深さマッピングをネットワーク化するためのネットワークキロバイトから深さ優先のマッピング。

【図 3 9 F】図39Fは、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDとKDはKAをネットワークにネットワークKCからの層-マッピングの連結されているネットワークに、ネットワークKCからの経路を示し、トポロジ-を示す図です。ネットワークKDにKB、ネットワークキロバイトからレイマッピングをネットワークへのネットワークKAからのパス。

【図 4 0 A】図40Aは、(D=0、n=0であり、h=0)でネットワークKK、KL、KM、KN、KP、KQ、K、KS、KTからなる図であるネットワークKKK(D=0であり、n=0、H=1)、(D=0、N=1、H=0)においてネットワークKG、KH、KJ、(D=0、N=1、H=1)、ネットワークLK、LLのネットワークKGG、LM、(D=1、n=0であり、h=0)でのLN、LP、ネットワークLKK(D=1、N=0、H=1)で、ネットワークLG、LH、LJ(D=1、N=1、(D=1、N=1、H=1)でのH=0とネットワークLGGだけでなく、トポロジマッピング、層-マッピングとネットワークの間の深さのマッピング。また、(D=0、H=0)において、ネットワーク間のトポロジ-マッピングおよびレイマッピングのPoAが示されています。すべてのトポロジ・マッピングおよびレイマッピングのコストは両方向に1(1)です。全深度マッピングのコストは、両方向に0(ゼロ)です。

【図 4 0 B】図40Bは、(D=0でネットワークK、KL、KM、KN、KP、KQ、K、KS、KT(D=0、n=0であり、h=0)において、ネットワークKKKからなる図であり、n=0、H=1)、(D=0、N=1、H=0)、(D=0、N=1、H=1)のネットワークKGG、ネットワークLK、LL、でネットワークKG、KH、KJLM、(D=1、n=0であり、h=0)でのLN、LP、ネットワークLKK(D=1、N=0、H=1)で、ネットワークLG、LH、LJ(D=1、N=1、(D=1、N=1、H=1)でのH=0とネットワークLGGだけでなく、トポロジマッピング、層-マッピングとネットワークの間の深さのマッピング。また、C8を介してチャネル識別子CIはクロス記号で示されているように置換されているトポロジのマッピング、レイマッピングと深さのマッピングと同様に示されています

10

20

30

40

50

。パスKG、KK、KL、KM、KN、KP、KH、KQ、KR、カンザス州、KTの宛先ネットワークLJ結果にソースネットワークLGからのパスに「深さのマッピングを持つメソッド」を適用した結果のパス、KJ。

【図40C】図40Cは、論理的な宛先ノードLJに論理ソースノードLGからのパスでの物理または仮想ノードKG、KK、KL、KM、KN、KP、KH、KQ、KR、KS、KT、KJの転送指示を示す図です。ネットワークKKK、KGG、LKK、LGGは、パケット交換ネットワーク（PSNが）である、図40Aのネットワークのセット。

【図40D】図40Dは、論理的な宛先ノードLJに論理ソースノードLGからのパスでの物理または仮想ノードKG、KK、KL、KM、KN、KP、KH、KQ、KR、KS、KT、KJの転送指示を示す図です。ネットワークKKKとLKKがサーキットである、図40Aのネットワークのセットは、ネットワーク（のCSN）やネットワークKGGを交換し、LGGは、パケット交換ネットワーク（PSNが）です。

【図40E】図40Eは、ネットワークKKK、KGG、LKK、LGGは、パケット交換ネットワークである、図40Aのネットワークのセットでの論理的な宛先ノードLJに論理ソースノードLGからのパスの各ノード間のパケットのパケット内容を示す図です。（PSNが）。

【図40F】図40Fは、回路交換ネットワークされているネットワークKKKとLKKに図40Aのネットワークのセットでの論理的な宛先ノードLJ（のCSN）への論理ソースノードLGからのパスの各ノード間のパケットのパケット内容を示す図であり、ネットワークKGGとLGGは、パケット交換ネットワーク（PSNが）です。

【図40G】図40Gは、（ $D=0$ 、 $n=0$ であり、 $H=0$ ）でネットワーク株式会社、KL、KM、KN、KP、KQ、KR、KS、KTから成る図であるネットワークKKK（ $D=0$ であり、 $n=0$ 、 $H=1$ ）、（ $D=0$ 、 $N=1$ 、 $H=0$ ）においてネットワークKG、KH、KJ、（ $D=0$ 、 $N=1$ 、 $H=1$ ）、ネットワークLK、LLのネットワークKGG、LM、LN、LP（ $D=1$ 、 $N=0$ であり、 $h=0$ ）、（ $D=1$ 、 $N=0$ 、 $H=1$ ）のネットワークLK、ネットワークLG、LH、LJ（ $D=1$ 、 $N=1$ 、（ $D=1$ 、 $N=1$ 、 $H=1$ ）での $H=0$ とネットワークLGGだけでなく、トポロジマッピング、層-マッピングとネットワークの間の深さのマッピング。また、（ $D=0$ 、 $H=0$ ）において、ネットワーク間のトポロジ-マッピングおよびレイヤマッピングのPoAが示されています。すべてのトポロジ・マッピングおよびレイヤマッピングのコストは、ネットワークLGとネットワークLH間のトポロジマッピングのコストを除いて、両方向の1（1）である両方向で5であり、ネットワーク間のトポロジマッピングのコストLHおよびネットワークLJは両方向で5です。全深度マッピングのコストは、両方向に0（ゼロ）です。

【図40H】図40Hは、（ $D=0$ でネットワークK、KL、KM、KN、KP、KQ、K、KS、KT（ $D=0$ 、 $n=0$ であり、 $h=0$ ）において、ネットワークKKKからなる図であり、 $n=0$ 、 $H=1$ ）、（ $D=0$ 、 $N=1$ 、 $H=0$ ）においてネットワークKG、KH、KJ、（ $D=0$ 、 $N=1$ 、 $H=1$ ）、ネットワークLK、LLのネットワークKGG、LM、（ $D=1$ 、 $n=0$ であり、 $h=0$ ）でのLN、LP、ネットワークLKK（ $D=1$ 、 $N=0$ 、 $H=1$ ）で、ネットワークLG、LH、LJ（ $D=1$ 、 $N=1$ 、（ $D=1$ 、 $N=1$ 、 $H=1$ ）での $H=0$ とネットワークLGGだけでなく、ネットワーク間のトポロジのマッピングおよびマッピング層-。また、C8を介してチャネル識別子CIはクロス記号で示されているように置換されているトポロジのマッピングおよびレイヤマッピングと同様に示されています。宛先ネットワークLJにソースネットワークLGからパスへの「深さのマッピングを持つメソッド」を適用した結果のパスは、パスKG、KK、KL、KM、KN、KP、KQ、KR、KS、KT、KJになります。

【図40I】図40Iは、ネットワークKA、KB、KC、KD、KU、KV、LC、LD、LUとLVを示す図です。ネットワークKVへのネットワークKUからパスがKC、KA、KBをネットワークへのネットワークKAからのトポロジパス、レイヤーをネットワークへのネットワークKCからレイヤマッピングをネットワークへのネットワークKUからレイヤマッピングの連結され、示されていますKVをネットワークにネットワークKDからネットワークキロバイトからネットワークKDおよびレイヤマッピングにマッピング。

【図41】図41は、ステップからなる「深さマッピングを持つメソッド」のフローチャートを示す図である1）～5）

【図42A】図42Aは、（ D 、 N 、 $H+2$ ）でのネットワークNAA、NCCとNEEからなる（ D 、 N 、 H

10

20

30

40

50

+1) のネットワークNAAAを示す図です。ネットワークNAAは (D、N、H) でネットワークNAとNBで構成されています。ネットワークNCCは (D、N、H) でネットワークNCとNDで構成されています。ネットワークNEEは (D、N、H) でネットワークのNEとNFから構成されています。図42Aは、(D、N、H) でネットワーク間のトポロジ-のマッピングを示しています。

【図42B】図42Bは、(D、N、H+1) でネットワークNAA、NCCとNEEからなる (D、N、H+2) のネットワークNAAAを示す図です。ネットワークNAAは (D、N、H) でネットワークNAとNBで構成されています。ネットワークNCCは (D、N、H) でネットワークNCとNDで構成されています。ネットワークNEEは (D、N、H) でネットワークのNEとNFから構成されています。図42Aはまた、ネットワーク間のレベルのマッピング (D、N) ならびに (D、N、H) でのネットワーク間のトポロジのマッピングを示しています。

【図42C】図42Cは、ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEとNFは、ネットワークにネットワークNAからレベルマッピングの連結からなるネットワークにネットワークNAからレベル経路を示す図でありますNAA、NFをネットワークにネットワークNEEからNEEとレベルマッピングの連結をネットワークにNAAA、ネットワークNAAAから、レベルのマッピングの連結をネットワークへのネットワークNAAからレベルマッピングを連結。

【図42D】図42Dは、NCCは、ネットワークNAAからレベルマッピングを連結するように計算されているネットワークにネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEを示す、ネットワークNAAからトポロジ-マッピングを示す図です。ネットワークNB、ネットワークNBからのトポロジ-パスはNCCをネットワークにネットワークNAAからトポロジ・マッピングのコストを計算するためにNCCをネットワークにNCとネットワークNCからレベルマッピングをネットワーク化します。図42Dは、ネットワークのNEからNEおよびレベルのマッピングをネットワークに、NEEはNDをネットワークへのネットワークNCCからレベルマッピングの連結によって置換されているネットワークNDからのトポロジ-パスをネットワークにネットワークNCCからトポロジ-マッピングを示していますNEEをネットワークにネットワークNCCからトポロジ・マッピングのコストを計算するために、NEEネットワークします。

【図42E】図42Eは、NEEのネットワークへのネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEとNAAAをネットワークにネットワークNAAからレベルマッピングの連結を示す図で、ネットワークNAAAからレベルのマッピングでありますNEEをネットワークにネットワークNAAからトポロジ-パスに置き換えられて。

【図42F】図42Fは、NCCは、ネットワークNAAからレベルマッピングへの連結によって置換されているネットワークにネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEを示す、ネットワークNAAからトポロジ-マッピングを示す図です。ネットワークNB、NCをネットワークへのネットワークNBからのトポロジ-パスとNCCのネットワークへのネットワークNCからレベルマッピング。図42Fは、ネットワークNCCからトポロジ-マッピングを示していることはNEEは、NEとネットワークNEから、レベルのマッピングをネットワークにND、ネットワークNDからのトポロジ-パスをネットワークにネットワークNCCからレベルマッピングの連結によって置換されているネットワークにNEEネットワークします。

【図42G】図42Gは、ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEとNDをネットワークにNCCとネットワークNCCからレベルマッピングをネットワークにネットワークNCのレベルマッピングの連結を示す図でありますNDをネットワークにネットワークNCからのトポロジ-パスに置き換えられて。

【図42H】図42Hは、ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEを示すと、(dでNAAをネットワークに (D、N、H) でネットワークNAからレベルマッピングの連結を示す図です。nは、H+1) およびd (のネットワークNAAからトポロジ-マッピング、N、H+1)、D (NCCでネットワークをN、H+1) ネットワークNAからトポロジ-経路の連鎖によって置換されています (D、N、H+1) でNCCをネットワークに (D、N、H) でネットワークNCから (D、N、H) とレベルのマッピングでNCをネットワークに (D、N、H) で。

【図42I】図42IはでNEEをネットワークに (H+1、D、N) ネットワークNAAA、NAA、NCC

10

20

30

40

50

、NEE、NA、NB、NC、ND、NEとのネットワークNCCからトポロジ・マッピングの連結を示す図であります（D、N、H）は、ネットワークから、レベルマッピングの連結によって置換されるでNFをネットワークへ（D、N、H+1）（D、N、H+1）のネットワークNEEからレベルマッピングでNCC（D、N、H+1）（D、N、H）でのNFをネットワークに（D、N、H）およびトポロジ-のネットワークNDからパス（D、N、H）でNDをネットワークします。

【図42J】図42Jは、同様に、（D-1、N、H）でネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEと示すネットワークQA、QB、QC、QD、QEとQFを示す図です。（D、N、H）、およびネットワークにおける（D-1、N、H）におけるネットワーク間の深度マッピングなど。

【図42K】図42Kは、図42Aのネットワークのセットでの論理宛先ネットワークNFへの論理ソースネットワークNAからのパスの物理または仮想ノードQA、QB、QC、QD、QE、QFの転送を示す図です。

【図42L】図42Lは、NFは、ネットワークにネットワークNAからのトポロジパスに置き換えられて、ネットワークへのネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NE、NFを示す、ネットワークNAからレベルパスを示す図です。NF横断ネットワークNB、NC、NDとNE。

【図42M】図42Mは、NFをネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NE、NF、QA、QB、QC、QD、QE、QFを示す、ネットワークにネットワークNAからレベル経路を示す図です。NF横断ネットワークのQA、QB、QC、QD、QEとQFをネットワークにネットワークNAからのトポロジパスに置き換えられて。

【図43A】図43Aは、ノード間の物理的および/または仮想ノードGM、GN、GPやGQやトポロジのマッピングからなるネットワークの例を示す図です。共有媒体への接続を表します。

【図43B】図43Bは、物理的および/または仮想ノードGR、GS、GT及びGUとノード間のトポロジのマッピングからなる例示的なネットワークを示す図です。

【図44A】図44AのAは、（で（D-1、N、H+1）でネットワークXG、XH、XJ、XK、XLおよびXMからなる（D-1、N、H）でネットワークXGGを示す図であり、ネットワークZGGD、N、H+1）（D、N、H）などのネットワーク間のトポロジマッピングと奥行きのマッピングでネットワークZGとZJからなります。

【図44B】図44Bは、ネットワークZGからトポロジ・マッピングへの「深さマッピングを持つ方法」の5を通してネットワークXGG、XG、XH、XJ、XK、XL、XM、ZGG、ZGとZJおよび適用手順2を示す図です。「標準可用性」を有するネットワークZJ。

【図44C】図44Cは、ネットワークZGからトポロジ・マッピングへの「深さマッピングを持つ方法」の5を通してネットワークXGG、XG、XH、XJ、XK、XL、XM、ZGG、ZGとZJおよび適用手順2を示す図です。「高可用性」を有するネットワークZJ。

【図44D】図44Dは、ネットワークXGG、XG、XH、XJ、XK、XL、XM、ZGG、ZGとZJを示す図であり、ネットワークZGから暗号化されたトポロジ・マッピングへの「深さマッピングを持つ方法」の5まで手順2を適用ネットワークZJへ。

【図44E】図44Eは、ネットワークXGG、XG、XH、XJ、XK、XL、XM、ZGG、ZGとZJを示す図であり、ネットワークZGから記録されたトポロジ・マッピングへの「深さマッピングを持つ方法」の5まで手順2を適用ネットワークZJへ。

【図44F】図44Fは、（D、N、H+1）でのネットワークZGGを示す図であるネットワークZG（D、N、H）における（D、N、H）とネットワークZJでとするネットワークZGからトポロジマッピングを示しますZJをネットワークにZJおよびネットワークZGから記録されたトポロジ・マッピングをネットワークに、「高可用性」でネットワークZGから暗号化されたトポロジ・マッピングをZJをネットワークする「標準可用性」、ネットワークZGからトポロジマッピングを持つネットワークZJ。

【図44G】図44Gは、（D-1、N、H）におけるネットワークDH、DJ、DK、D1、DMを示す図であるネットワークUA、UB、UC、UD、UE（D、N、H）において、ネットワークDNDP、UF、UG（D-1、N+1、H）で、およびネットワークDQ、UH（D、N+1、H）で、パスに「深さマッピ

10

20

30

40

50

ングを持つ方法」の手順1~5を適用しますソースノードUFから宛先ノードUHへ。ノードDHは記録を提供し、ノードDPはキャッシングを提供します。

【図45A】図45Aは、は、図の示すネットワークXGGである(D-1、N、H+1)(D-1、N、H)でネットワークXG、XH、XJ、XK、XLおよびXMからなる、ネットワークZGGで(ネットワークWJ、WKとWLになる(D+1、N、H+1)にD、N、H+1)(D、N、H)でネットワークZG、ZJ、ZKとZLからなるネットワークWK(D+1、N、H)と同様に、トポロジ・マッピングとネットワークの間の深さ優先のマッピング。

【図45B】図45Bは、(D-1、N、H+1)(D-1、N、H)でネットワークXG、XH、XJ、XK、XLおよびXMからなる、のネットワークZGG(dにおける図示すネットワークXGGです(でネットワークWJ、WKとWLからなる(D+1、N、H+1)において、nは、H+1)(D、N、H)でネットワークZG、ZJ、ZKとZLからなるネットワークWKKD+1、N、H)と論理宛先ネットワークWKとの論理ソースネットワークWJから「奥行きマッピングを持つ方法」の手順1~5を適用します。

【図45C】図45Cは(で、(D-1、N、H)における(D-1、N、H+1)ネットワークXGからなる、XH、XJ、XK、XLおよびXMのネットワークXGGを示す図であるネットワークZGGD、N、H+1)(D、N、H)でネットワークZG、ZJ、ZKとZLからなる、(D+でネットワークWG及びWJからなる(D+1、N、H+1)のネットワークWGG1、N、H)などのネットワーク間のトポロジマッピングと深さのマッピング。

【図45D】図45Dは、D(で、ネットワークZGG(D-1、N、H)における(D-1、N、H+1)ネットワークXGからなる、XH、XJ、XK、XLおよびXMのネットワークXGGを示す図です。、nは、H+1)(D+1でのネットワークWG及びWJからなる(D+1、N、H+1)における(D、N、H)、ネットワークWGGでネットワークZG、ZJ、ZKとZLからなります、N、H)と論理宛先ネットワークWGへの論理ソースネットワークWJから「奥行きマッピングを持つ方法」の手順1~5を適用します。

【図46A】図46Aは、例えば、パケットの物理的な表現を示す図です。中央スイッチHKからなるシステムの転送、入力、HDを切り替え、HE、入力バッファHF、HG、HHとJH、出力バッファHL、HM、HNおよびHP、出力カブラ本社とHR。

【図46B】図46Bは、中央スイッチHKからなる例パケット転送システムの機能的表現を示す図であり、入力、HDとHE、入力バッファHF、HG、HHとJH、出力バッファHL、HM、HNとHP、出力を切り替えますカブラ本社とHR。

【図46C】図46Cは、一つ以上の入力バッファ、一つ以上の出力バッファを、一つ以上の入力ポートと1つ以上の出力ポートを、単一の中央のスイッチで、例えばパケット転送システムの一般的な物理的な表現を示す図です。

【図46D】図46Dは、一つ以上の入力バッファ、一つ以上の出力バッファを、一つ以上の入力ポートと1つ以上の出力ポートを、単一の中央のスイッチで、例えばパケット転送システムの一般的な機能的表現を示す図です。

【図46E】図46Eは、で数字の46Aと46B、物理または仮想ホストノードのHSに示す中央のスイッチノードHKと(D-1、N、H)での物理または仮想パケット転送システムの例から成るネットワーク(D-を示す図です。(D、N、HでホストノードGVからなる(D、N、H+1)で1、N、h)及び物理的または仮想の(D-1、N、H)のホストノードHTならびにネットワークGVVでノード間(D、N、H)と(D、N、H)、ならびに(D-1、N、H)でのノード間のトポロジ・マッピングのホストノードGXで)、スイッチ・ノードGW、トポロジのマッピング(D-1、N、h)及び深さマッピング(D、N、H)のノードとノード間における(D-1、N、H)。

【図46F】図46Fは、図46Aおよび46Bに示されている中央のスイッチノードHKと(D-1、N、H)、HS、HT、GV、GW、GXノードに物理または仮想パケット転送システムの例からなるネットワークを示す図です。ネットワークGVVと論理宛先ノードGXに論理ソースノードGVからのパスに「深さマッピングを持つ方法」の手順1~5を適用します。

【図47A】図47Aは、ネットワークを示す図でADDである(D、N、H+1)ネットワークADからなる、AE、AF(D+1、N、H+1における(D、N、H)、ネットワークAGGで)(D、N+1、

10

20

30

40

50

H)でネットワークAK及びAIからなる(D、N+1、H+1)での(d+1、N、H)におけるネットワークAG、AH、AJ、ネットワークAKKからなります、(D+2、N+1のネットワークの(d+1、N+1、H+1)ネットワークからなるAMおよびAN(D+1、N+1、H)でAMMとネットワークAPP、H+1)(D+2、N+1、H)でのネットワークAP及びARからなります。また、トポロジマッピング、Hレベルのネットワーク間のレイヤマッピングと奥行きのマッピングが示されています。また、深さdとHレベルのネットワーク間のトポロジのマッピングおよびレイヤマッピングのPoAが示されています。

【図47B】図47Bは、ネットワークを示す図でADD、AGG、AKK、AMM、APP、AD、AE、AF、AG、AH、AJ、AK、AL、AM、AN、APとARと「方法の5まで手順1を適用しています宛先ネットワークのARにソースネットワークAPからのパスに奥行きマッピング」と。

10

【図48】図48は、非階層型ネットワークの変化に回答する例SDNコンパイラ方法のフローチャートを示す図です。

【図49】図49は、マッピングを作成するための方法のフローチャートを示す図です。

【図50A】図50Aは、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDとネットワークKAとネットワークKB、ネットワークKAおよびネットワークKC、レイヤマッピングの間との間の層マッピング間のトポロジのマッピングを示す図です。ネットワークKBとネットワークKD、ネットワークKAおよびネットワークLA、ネットワークKBおよびネットワークLB、ネットワークKCとネットワークLC間の深さマッピング間の深さのマッピング間の深さのマッピング、およびネットワークKDとネットワークLD間の深さマッピング。また、トポロジ・マッピングおよびレイヤマッピングのPoAが示されています。

20

【図50B】図50BがネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDと命名トポロジマッピング、レイヤマッピングと深さのマッピングを示す図です。また、トポロジ・マッピングおよびレイヤマッピングのPoAが示されています。

【図50C】図50Cは、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDを示す図であり、ネットワークからL12という名前の深さマッピングの連結としてLBをネットワークへのネットワークLAからL14という名前のトポロジ・マップを計算し、保存しますLAは、KA、ネットワークKAネットワークKBとLBにネットワークKAからL5という名前の単一のトポロジマッピングされ、L11という名前のトポロジパスをネットワークへのネットワークキロバイトからL13という名前の深マッピングからL11という名前のトポロジパスをネットワークへネットワークキロバイト

30

【図50D】図50Dは、計算し、深さの連結としてLAをネットワークにネットワークLCからL19という名前のレイヤマッピングを格納50Cを把握するネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDと追加を示す図です。LAをネットワークにKC、ネットワークKCネットワークKAからL7という名前のレイヤマッピングおよびネットワークKAからL15という名前の深さマッピングをネットワークにネットワークLCからL17という名前と、ネットワークLBからL20という名前のレイヤマッピングを計算し、保存-マッピングなどのネットワークLDネットワークLDにKB、ネットワークKBネットワークKDとネットワークKDからL18という名前の深さマッピングからL10という名前のレイヤマッピングをネットワークへのネットワークLBからL16という名前の深さマッピングの連結。

40

【図50E】図50Eは、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDとを示す図である層マッピングの連結としてLDをネットワークにネットワークLCからL22という名前のトポロジ・マップを計算し、保存50Dを把握するための追加LA、LDをネットワークにネットワークLAネットワークLBとネットワークLBからL20というレイヤマッピングからL21という名前のトポロジパスをネットワークにネットワークLCからL19という名前の、L21からL14をとという名前の単一のトポロジ・マッピングされて名前のトポロジパスネットワークLAはLBのネットワークにします

【図50F】図50Fは、L22という名前の単一のトポロジ・マッピングとしてLDをネットワークにネットワークLCからL23という名前のトポロジパスを50Eを把握するネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDと追加を示す図で計算し、記憶していますネットワークLCからネットワークLDに。

50

【図 5 0 G】図50Gは、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDを示す図であり、ネットワークからL12という名前の深さマッピングの連結としてLBをネットワークへのネットワークLAからL14という名前のトポロジ・マップを計算し、保存しますKA、ネットワークKA網KBからL5という名前のトポロジマッピングと、LBをネットワークへのネットワークキロバイトからL13という名前の深さ優先のマッピングをネットワーク化するためにLA

【図 5 1 A】図51Aは、第1ネットワークから第2ネットワークへ最初にマッピングした名前の最初のマッピング型の最初のマッピングに使用される表記法を示す図です。

【図 5 1 B】図51Bは、第2のネットワークから第3のネットワークへの第2のマッピング名を持つ第2のマッピング型の第2のマッピングに使用される表記法を示す図です。

【図 5 1 C】図51Cは、第三エッジ名は最初のエッジ名と第二エッジ名前の第二エッジとの最初のエッジの連結される第3エッジ型の第3端に使用される表記法を示す図です。

【図 5 1 D】図51Dは、第三エッジ名前がエッジの第二のセットとエッジの関係関係の最初のセットと第2のマッピングとの最初のマッピングの連結されて第三エッジ型の第3端に使用される表記法を示す図です。 -

【図 5 1 E】図51EはトポロジマッピングL5およびL6、レイヤマッピングL7、L8、L9とL10と深さのマッピングL12、L13、L15、L16、L17、L18、L24およびL25を示す図です。

【図 5 1 F】図51Fは、トポロジー・マッピングL14とL22、レイヤマッピングL19とL20とトポロジーパスL11、L21およびL23を示す図です。

【図 5 1 G】図51Gは、図5のIEの表記法を使用して、ステップ1でLDとステップ6で、LDのネットワークへのネットワークLCからL23という名前のトポロジパスの再帰的なパスをネットワークにネットワークLCからL23という名前のトポロジパスを示す図です。、ステップ5～ステップ2は、計算の中間ステップです。

【図 5 2 A】図52Aは、物理ノードEN、EU、EX、物理ノードのERからなる第2のコンピューティング装置、ES、ET、EW、EYと物理ノードのEPからなる第一のバケット転送システム、EVからなる第1のコンピューティング装置を示す図です。EQ

【図 5 2 B】図52Bは、物理ノードEN、EU、EX、ER、ES、ET、EW、EY、EP、EV、EQと論理ノードのVU、VX、VW、VY、VVとトポロジ・マッピングを示す図で、深さ優先でありますグラフ内の有向エッジとして表さマッピング、レイヤマッピングおよびトポロジー・パス。

【図 5 2 C】図52Cは、物理トポロジのマッピング、図の表記法51A。

【図 5 2 D】図52Dは、作成したトポロジのマッピングを示す図であるごとに物理層-マッピングと深さのマッピング、レイヤマッピングおよびトポロジー経路を示す図です。

【図 5 2 E】図52Eは、トポロジー経路L97の再帰的な経路を示す図です。

【図 5 2 F】図52Fは、L71、L72、L73、L74、L89という名前のエッジを切り替える-識別子を示す図であり、L97

【図 5 2 G】図52Gは、L97入力という名前の要求されたトポロジー・パスから計算再帰的パス内の各物理ノードに対して示す図でありますポート、出力ポート、エッジの関係との関係関係の関連する発信セットの関連する着信設定。

【図 5 2 H】図52Hは、第1のコンピューティング装置、最初のバケット転送システム及び第2のコンピューティング装置、入力ポート、出力ポート、要求から算出したエッジの関係との関係関係の関連する発信組の関連する着信セットについて示す図です。L97という名前のトポロジパス。

【図 5 2 I】図52I、サブネットワーク識別子10として111.111.112/24とポー、11とL88という名前のトポロジマッピング、サブネット識別子111.111.111/24とL87という論理ノードVU、VV、VW、トポロジーマッピングを示す図です。12、13。

【図 5 2 J】図52Jは、L87およびL88という名前のエッジのサブネット識別子を示す図です。

【図 5 2 K】図52Kは、L71、L72、L73、L74、L89、L97という名前のエッジの切替識別子を示す図です。

【図 5 2 L】図52LはL89という名前のエッジのためのトランスポート識別子を示す図です。

。

10

20

30

40

50

【図 5 2 M】図52Mは、物理ノードEN、EU、EX、ER、ES、ET、EW、EY、EP、EV、EQ、EZと論理ノードVU、VX、VW、VY、VV、VZとトポロジ-のマッピングを示す図です。グラフ内の有向エッジとして表さ深さマッピング、レイアマッピングおよびトポロジー・パス。

【図 5 2 N】図52Nは、グラフ内の有向エッジとして表さ物理ノードEN、EU、EX、ER、ES、ET、EW、EY、EP、EV、EQとトポロジ-マッピング、レイアマッピングおよびトポロジー経路を示す図です。

【図 5 3 A】図53Aは、論理的にネットワークNAAAを示す図である（ $D=1$ 、 $N=0$ 、 $H=2$ ）（ $D=1$ 、 $N=0$ 、 $H=1$ ）での論理ネットワークNAA、NCCとNEEからなります。ネットワークで論理ネットワークNA及びNBからなる論理ネットワークNAA（ $D=1$ 、 $N=0$ であり、 $H=0$ ）。論理で論理ネットワークNCとNDからなるネットワークNCC（ $D=1$ 、 $N=0$ であり、 $H=0$ ）。論理ネットワークにおけるネットワークNE及びNFからなるNEE（ $D=1$ 、 $N=0$ であり、 $H=0$ ）。図53Aはまた、物理的なネットワークQA、QB、QC、QD、QE及びQFを示し、（ $D=0$ 、 $N=0$ であり、 $H=0$ ）。図53Aはまた、トポロジマッピング、深マッピング、レベルのマッピングとネットワーク間のトポロジーパス、および各トポロジマッピングの名前、レベルのマッピングおよびトポロジーパスとエッジの関係を示しています。

【図 5 3 B】図53Bは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NE、NFおよび物理ネットワークQA、QB、QC、QD、QE、QF、トポロジ-のマッピングを示す図で、トポロジパスです、奥行きマッピング、レベル・マッピング、レベルパスの名前J32と同様に、各エッジの名前。

【図 5 3 C】図53Cは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NE、NFおよび物理ネットワークQA、QB、QC、QD、QE、QF、トポロジ-のマッピングを示す図で、トポロジパスです、奥行きマッピング、レベル・マッピング、レベルパス命名J32とJ33という名前のレベルパスだけでなく、各エッジの名前。

【図 5 3 D】図53Dは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NE、NFおよび物理ネットワークQA、QB、QC、QD、QE、QF、トポロジ-のマッピングを示す図で、トポロジパスです、奥行きマッピング、レベル・マッピング、レベルパス命名J32とJ34という名前のレベルパスだけでなく、各エッジの名前。

【図 5 3 E】図53Eは、図51Aの表記ごとの物理トポロジのマッピング、奥行きマッピングおよびレベルのマッピングを示す図です。

【図 5 3 F】図53Fは、作成したトポロジー・マッピングとトポロジーパスを示す図です。

【図 5 3 G】図53GはJ32という名前の作成レベルのパスを示す図です。

【図 5 3 H】図53Hは、図はL32という名前のレベル・パスの再帰的なパスの計算の9を介して手順1を示しています。

【図 5 3 I】図53Iは、は図であるJ32とJ33

【図 5 3 J】図53Jという名前の作成レベルの経路を示す図であるJ33という名前のレベル・パスの再帰的なパスの計算の10～ステップ1を示しています。

【図 5 3 K】図53KはのJ1、J2、J3、J4、J5、J32、J33とJ34という名前のエッジの切替識別子を示す図です。

【図 5 3 L】図53Lは、第3の計算装置、第2のパケット転送システム、第三のパケット転送システム、第四のパケット転送システム、第五パケット転送システム及び第4の演算装置、入力ポート、出力ポート、関連する着信のために示す図です。エッジ関係とJ32、J33とJ34という名前の要求レベルのパスから算出したエッジの関係の関連発信セットのセット。

【図 5 4】図54は、変更された第一の端部及び第二端影響との関係を示す図です。

【図 5 5 A】図55Aは、で論理ネットワークNAA、NCCとNEEからなる（ $D=1$ 、 $N=0$ 、 $H=2$ ）での論理ネットワークNAAAを示す図である（ $D=1$ 、 $N=0$ 、 $H=1$ ）また、レベルを示します-マッピング許容エッジL156を通じてL151。

【図 5 5 B】図55Bは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEEとレベルマッピング許容L151、L154、L155、L156を示す図です。

10

20

30

40

50

【図 5 5 C】図55Cは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEEとパスの異形許さエッジL157、L158、L159を示す図です。

【図 5 5 D】図55Dは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEEとレベルマッピング許容エッジL151、L154、L155、L156、トポロジマッピングL160とL161とトポロジパスL162を示す図です。

【図 5 5 E】図55Eは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEEとパスの異形許さエッジL157、L158、L159、トポロジマッピングL160とL161とトポロジパスL162を示す図です。

【図 5 6】図56は、12の入力に基づいてSDNコンパイラ方法のフローチャートを示す図である：-ネットワークを作成、ネットワークを削除、マッピングを作成します、マッピングを削除します、マッピングを再計算、マッピングを最適化、パスを作成、パスを削除、パスを再計算、パスを最適化、変更します、もらいます

【図 5 7】図57は、データベース、イベントハンドラとインストラクターからなる例SDNコンパイラ装置を示す図です。図57はまた、ユーザが表示され、SDNコントローラとSDNノードとメッセージが61を介して51を流れます。

【図 5 8】図58は、12の入力およびその入力SDNコントローラによって、およびSDNコンパイラのデータベースによって、SDNコンパイラのユーザによって使用されるのセットを示す図です。

【図 5 9 A】図59Aは、物理ノードからなる第一のWDMマルチプレクサを示す図であり、EC、EJ、物理ノードED、EEおよびEK、物理ノードのEF、EGとELと第二のWDMマルチプレクサからなる第二のWDMOADMからなる第一のWDMOADM物理ノードEH、EMからなります。

【図 5 9 B】図59Bは、物理ノードEC、EJ、ED、EE、EK、EF、EG、EL、EH、EMおよび論理ノードVJ、VK、VMとトポロジマッピング、レイヤマッピング、深さ優先のマッピングやトポロジを示す図です。パスグラフの有向エッジとして表現。

【図 5 9 C】図59Cは、物理トポロジのマッピングおよび図51A。

【図 5 9 D】図59Dの表記ごとの物理層-マッピングを示す図で作成したトポロジ・マッピングおよび作成したトポロジ-経路を示す図であるです

【図 5 9 E】図59Eは、トポロジパスK19の再帰的なパスを示す図です。

【図 5 9 F】図59Fは、K10という名前のエッジの切替識別子を示す図でのK11およびK12

【図 5 9 G】図59Gは、入力ポートK19という名前要求されたトポロジ・パスから計算再帰的パス内の各物理ノードに対して示す図で、出力ポートであります、エッジの関係との関係関係の関連する発信セットの関連する着信設定。

【図 5 9 H】図59Hは、算出した第1のWDMマルチプレクサ、第一のWDMOADM、第二のWDMOADM及び第WDMマルチプレクサ入力ポート、出力ポート、エッジ関係の関連する着信セットとエッジの関係の関連する発信セットを示す図です。K19という名前要求されたトポロジ・パスから。

【図 6 0 A】図60Aは、図52Bに示されている物理ノードEN、EP、EU、EVおよび論理ノードVUとVVを示す図と同様に、L71、L79、L87、レイヤマッピングL75、L76と深さという名前のトポロジのマッピングですマッピングL82、L83。

【図 6 0 B】図60Bは、物理ノードを示す図であり、EN、EPと論理ノードVU、図52Bに示されているVVと同様に、L71、L87という名前のトポロジマッピング、および深さマッピングL100、L101。

【図 6 1 A】図61Aは、第3の計算装置、第2の packets 転送システム、第三の packets 転送システム、第四の packets 転送システム、第五 packets 転送システム及び第4の演算装置を示す図です。物理リンクによって相互接続されています。

【図 6 1 B】図61Bは、物理ノードQA、QB、QC、QD、QE、QFとノードNA、NB、NC、ND、NE、NF、奥行きマッピング、トポロジ・マッピングやトポロジパス論理を示す図です。

【図 6 1 C】図61Cは、図51Aの表記ごとの物理トポロジ・マッピングと深さのマッピングを示す図です。

【図 6 1 D】図61Dが作成され、トポロジ・マッピングを示す図であり、作成されたトポロジパスは

10

20

30

40

50

【図 6 1 E】図61EはJ52という名前のトポロジープスの再帰的なパスを示す図であり、図
 【図 6 1 F】図61FがJ5、J51、J52を介してのJ1という名前のエッジの切替識別子を示す
 図です。

【図 6 1 G】図61Gは、トンネリングの例の場合には物理的なリンクであることJ3という
 名前のトポロジ・マッピングのパケットのオーバーヘッドを示す図です。

【図 6 1 H】図61Hは、差別化サービスの例の場合には物理的なリンクであることJ3とい
 う名前のトポロジ・マッピングのパケットのオーバーヘッドを示す図です。

【図 6 1 I】図61Iは物理ノードのQA、QB、QC、QD、QE、QFと論理ノードNA、NB、NE、NF
 、奥行きマッピング、トポロジ・マッピングとトポロジ経路を示す図である図。物理ノ
 ードQBがアクション1を実行すると、物理ノードQCはアクション2を実行すると、物理ノ
 ードのQEは、アクション3および4アクションを実行します。

10

【図 6 2 A】図62Aは、各論理ネットワークに割り当てられた論理ネットワークNAAA、NAA
 、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NE、NFおよび物理ノードQA、QB、QC、QD、QE、QFとIPv4ア
 ドレスを示す図です。

【図 6 2 B】図62Bは、エッジ関係の関連する着信設定とエッジの関係の関連発信セット
 と実行されるアクションの4例を示す図です。

【図 6 2 C】図62Cは、物理ノードQA、QB、QC、QD、QE、QF、エッジの関係の関連する着
 信設定を示す図であるエッジの関係および

【図 6 3 A】図63Aに実行されるアクションの関連する発信セットは、物理ノードのQAを
 示す図です。、QB、QC、QD、QE、QFと論理ノードNA、NB、NC、NZ、奥行きマッピング、ト
 ポロジ・マッピングおよびトポロジパス。

20

【図 6 3 B】図63Bは、J10を通じてJ5と深さ優先のマッピングJ6を通じてトポロジ・マ
 ッピングのJ1を示す図であるJ61、J62、J63、図の表記法51A。

【図 6 3 C】図63CはJ24という名前の作成したトポロジのマッピングを示す図であるを使
 用して、J25、J64とJ65という名前のトポロジパス。

【図 6 3 D】図63Dは、第四エッジ名で四エッジに使用される表記法を示す図であり、第
 四エッジ四エッジ型のものであり、第1からなります連結と「&」記号で示すように並列
 に2番目の連結。

【図 6 3 E】図63EはJ65という名前要求されたトポロジ・パスの再帰的な経路を示す図
 です。

30

【図 6 3 F】図63Fは、J65、入力ポート、出力ポート、エッジの関係のセットと関連する
 着信エッジ関係の関連する発信セット命名要求トポロジ経路から計算再帰的な経路内の各物
 理ノードについて示す図です。

【発明を実施するための形態】

【0005】

上記の導入に与えられるようにSDNの定義、図1に示すように、以下の成分を含むシステム
 に、本発明の発明者をリードしています。

1. 高レベルのネットワーク仕様でネットワークを定義するユーザ。

2. SDNコンパイラは、物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースのため
 の命令のセットに高レベルのネットワーク仕様を翻訳。

40

物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースへの命令のセットを配布3.
 SDNコントローラ。

命令の受信セットに従って着信パケット上のアクションを実行する4. 物理および仮想ネッ
 トワークとコンピューティングリソース。

図1では、それらは用語「SDNノード」で示されています。

上記の点1に記載したユーザはかもしれないが、人、ネットワーク管理システム、クラウド
 管理システム、アプリケーション、他のSDNコンパイラが、これらに限定されません。
 そのように、ユーザは、スタンドアローンまたはより大きなネットワークの一部であって

50

もよいコンピュータワークステーションのような「ユーザ機器」、すなわち、任意の適切なコンピュータ機器を指すことができます。

このようなコンピュータ装置の例を図31に示し、後述します。

図1では、下から上への方向に、さまざまなコンポーネントは、特定のタスクを実行し、変更、統計情報とエラーを報告してきた彼らのノースバウンドインターフェイスについて報告します。

ポイント4で述べた資源のような典型的なネットワークおよびコンピューティング資源を含むが、これらに限定されません。

- ・物理パケット転送装置（例えば、ただし中間装置の、レイヤ2スイッチ、レイヤ3ルータ、ファイアウォール、ディープパケット検査装置、キャッシングノード、または他のタイプに限定されません）。

- ・物理的なサーバ、パーソナルコンピュータ、ラップトップ、タブレット、携帯電話に限定されるものではないようなネットワークホストとして機能する物理デバイス。

- ・物理ネットワークインタフェースカード（NIC）を。

- ・仮想化された物理サーバに仮想スイッチ。

- ・仮想化された物理サーバ内の仮想マシン。

この論理ネットワーク抽象化の仕様は、ユーザにより入力された上記の点1に記載した「高レベルのネットワーク仕様」です。

理想的には、この仕様は、任意の転送ポリシーと任意のトポロジで論理ノードの任意の数からなる転送パスを決定し、任意の論理ネットワークを指定し、論理ノードは、任意の物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースにマッピングされています。

複数の論理ネットワークが定義されており、同一の物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソース上で同時に作成することができます。

ポイント2は、上記の「ネットワーキングとコンピューティングリソースのための命令のセットに高レベルのネットワーク仕様の翻訳」を指します。

スイッチの場合、これらの命令は、パケットが転送されるべきそれによれば、そのスイッチの転送テーブルエントリです。

ホストの場合、これらの命令は、特定の宛先ノードにそのホストのノードから発信されるパケットを送信するためにどの出力ポートにフィルタテーブルパケットが受け入れまたは削除する必要があり、それによればエントリおよび命令です。

NICの場合、これらの命令は、パケットを転送するのか廃棄する必要があり、それによれば、フィルタテーブルのエントリがあります。

上記に言及ポイント2は、適切な物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースのための命令のセットに高レベルのネットワーク仕様からの翻訳またはコンパイルを提供します。

我々は、低レベルの命令に高レベルの言語を翻訳する、コンピューティングで使用されるコンパイラと同様に「SDNコンパイラのプロセス、このプロセスと呼ばれています。

基本的にの上に仮想的にトンネルを作成します（このようなNicira社/VMWareの等によって提案されたように）「オーバーレイ」の仮想ネットワークは対照的に、いわゆる、上記のプロセスは、両方の物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースへの指示を提供すべきであることに注意してください物理的なネットワーク、トンネル入口および出口のスイッチを除いて、物理的なスイッチの設定なし。

希望SDNコンパイラの方法は、全体の物理的なネットワークを含む仮想および物理リソー

10

20

30

40

50

スの両方を含む一体的なアプローチを提供する必要があります。

さらに、所望のSDNコンパイラの方法はまた、非スイッチングネットワークデバイスを指示する必要があり、必要な指示を、上記に言及しました。

また、現在のOpenFlowの実装などのソフトウェアで利用可能である（例えば、オープン仮想化された物理サーバーで実行されている仮想スイッチを提供するvSwitch）と同様に、ハードウェア（例えば

NEC ProgrammableFlow PF5240 スイッチ）、仮想および物理的なネットワークおよびコンピューティングリソースにわたって上記の指示を決定する必要があります。

インプリメンテーションでは、「SDNコンパイラ」、または少なくともその一部、および「SDNコントローラ」、またはその少なくとも一部の機能の機能は、単一のシステムに統合することができます。

10

論理ネットワーク定義または物理または仮想リソースの変更が発生したときに「SDNコンパイラ」プロセスは、これらの命令の合理的に高速計算を可能にすべきです。

例えば合理的な時間は、LOのミリ秒のオーダーであるかもしれません。

また、転送またはフィルタテーブルのリストには、現在のハードウェアとソフトウェアの実装でサポートされる生産規模ネットワークのための合理的な範囲内に維持されるべきです。

例えば合理的な数の順序エントリは5000転送テーブルエントリの順序になることがあります。

20

私たちは今、第一の機能表現を使用して、SDNコンパイラは適切な指示を作成するための物理および仮想リソースについて説明します。

図2A～図2Gは、物理的なネットワークの構成要素を示しています。

例えば物理ノードは、図2Aに示されている論理ネットワークが作成され、その上に物理的なリソースであると考えられます。

物理ノード（図2AにおけるBDを介してBA）のような名前は、物理リソースを識別するために使用され、任意の時に、転送の決定を行うために使用されていません。

図2（b）に示すように、我々は、物理ノードの集合として（図2bにBAAで識別される）物理的なネットワークを定義します。

30

物理ノードは、（実線で示す）物理リンクによって相互接続されています。

物理リンクが双方向である場合には、物理的なリンクは、物理ノードのペア、各方向に1つずつの隣接間の隣接関係のペアを作成します。

物理リンクが単方向である場合には、物理的なリンクは、物理ノードのペア間の単一の隣接関係を作成します。

物理リンクは、以下を含むが、光ファイバケーブル、銅ケーブル、空気、これらに限定されない、任意の物理媒体とすることができます。

物理リンクもではなく、光波長、時分割多重（TDM）回路、マルチプロトコラベルスイッチング（MPLS）パスに限定などの他のネットワーク技術、提供するパスすることができます。

40

物理リンクのセットと組み合わせた物理ノードのセットは、ネットワークの物理トポロジを決定します。

物理的なネットワークは、任意のトポロジーで、その結果、任意のリンクと、ノードの任意の数で構成することができます。

図2Cに示すように、物理ノードと物理的なリンクの間のインターフェースは、p108にp101で示される物理的な「ポイントオブアタッチメント」（PoA）、と呼ばれます。

現在展開されたネットワーク内のPoA物理識別子の典型的な例は、イーサネットメディアアクセス制御（MAC）アドレスであるが、我々の発明は、これに限定されるものではありません。

50

PoAの識別子は、SDNコンパイラの制御下にあるネットワークの集合内で一意である必要があります。

PoAは、パケットがノードから送信された場合、パケットはノードとノードの出力ポートで受信されたノードの「入力ポート」の両方を識別します。

図2Dに示されるように、各物理リンクは、一つまたは複数のコストの種類及び各方向における各原価タイプに関連付けられたコスト値（複数可）を有します。

物理ネットワークで使用される典型的なコストの種類は、典型的にはミリ秒単位のコスト値と、リンクの遅延であるが、コストの任意のタイプを使用することができます。

各双方向物理リンクが2コスト値は、各方向に1つを持っています。

各一方向の物理リンクは、各原価タイプ1のコスト値を有します。

特定の方向における物理リンクのコスト値は、パケットがその特定の方向のための発信元の物理ノードの最も近くに示されています。

例えばBAからBBへのリンクが1のコスト値を有します。

BBからBAへのリンクが3のコスト値を有します。

物理リンクは、物理ノードの対の間の隣接関係（複数可）を表す一方で、物理的なパスは、ユニキャストネットワークの場合には、物理的な宛先ノードへのパケットは、物理ソース・ノードから次の物理的経路を表します。

これは、図2Eの一部の例のパスによって示されています。マルチキャストまたはブロードキャストネットワークの場合、単一の物理的なソース・ノードと複数の物理的な宛先ノードの間の物理パスの関係が存在します。

物理パスは、から成る物理リンクの特定の方向の特定のコスト型のコスト値の和に等しく、典型的にはコスト値でそれぞれの方向に複数のコスト・タイプを有することができます。

物理パスは、パケットがソースノードから宛先ノードに横断するを通じて物理のPoAのシーケンスです。

「パス」の代替用語は、例えば、「フロー」でありますOpenFlowの仕様では、用語「流れ」を使用しています。

一緒に上記の要素を置く、物理ネットワークの典型的な表現は、p108と、各物理リンクのコスト値を介して物理ネットワークBAA、BDを介して物理ノードのBA、物理のPoA p101を示す2Fの図に示します。

転送ポリシーを適用することができるようにするため（例えば、しかし最短パスファーストに限定されない）では、重み付き有向グラフとして、ネットワークを表します。

ネットワークBAAの加重有向グラフは、BDと頂点のペアを接続する有向エッジを介して頂点（ノード）BAを示す、図2Gに示されています。

有向グラフとして表現する場合は、2つの頂点間の双方向物理リンクが2エッジによって表されます。

各エッジは、隣接関係に対応しています。

図2Hに示すように、我々は、物理ノードの3タイプを区別：

・物理スイッチノードは、次の機能を持つ：それはソースノードBとなっている、A)の送信パケット)を受信するパケットには宛先ノードCにあるの)着信パケットは、出力のいずれかの入力ポートのいずれかで受信したフォワードD(これを受信したポートを含む)ポート)は、必要に応じてのような、パケットの操作(単数または複数)を提供するが、監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または着信パケット・ヘッダの修正および/またはこれらに限定されませんその出力ポートのうちの1つまたは複数にパケットを転送する前に、ペイロード。

また、パケットを(ブロック)転送していません。 e)参照)、パケットFをドロップSD

Nコンパイラ（オプション）にパケットをカプセル化し、リダイレクト

・次の機能を持つ物理ホストノードに、：A）は、ソースノードBとなっているパケットを送信します）、それが宛先ノードCとなっているパケットを受信）パケットDをドロップ）SDNコンパイラ（オプション）にパケットをカプセル化し、リダイレクト

・物理ネットワークインタフェースカード（NIC）は、次の機能では、a）着信パケットが特定の出力ポート（入力ポートと出力ポートとの間の固定された関係）b）のパケットCをドロップ）カプセル化したパケットをリダイレクトするために特定の入力ポートで受信したフォワードSDNへのコンパイラ（オプション）

物理スイッチ、ホストとNICのノードは、図21に示す記号で表されます。

仮想ノードは、以下に説明します。

物理的および仮想ノードのためのSDNコンパイラによる適切な指示を作成することができるようになるために、我々は今、典型的には、現在のネットワークに配置物理および仮想機器をモデル化します。

10

図3Aは、（例えば、物理的なレイヤ2スイッチ、物理レイヤ3ルータ、ファイアウォール、ディープパケット検査装置、キャッシングノード、または中間装置の他のタイプに限定されない）物理的なパケット転送システムBEを示しています。

物理パケット転送システムは、一つ以上のPoAのp109を有しています。

図3Bに示さ機能表現によって示されるように物理的なパケット転送システムは、物理的なスイッチ・ノードとして表されます。対応する有向グラフを図3Cに示されています。

20

図4Aは、非仮想化コンピューティング装置（例えば、物理的なサーバ、パーソナルコンピュータ、ラップトップ、タブレット、携帯電話に限定されない）BFを示しています。

非仮想化コンピューティング装置は、一つ以上のPoAのp110を有しています。

図4Bに示され、機能表現によって示されるように、非仮想化されたコンピューティング機器は、典型的には、物理的なホストノードとして使用されています。対応する有向グラフを図4Cに示されています。ホスト・ノードBFは2つのノードに分割されました：図4（c）のノードBFは「受信側ホストを表している一方で、図4（c）のノードBFは、送信側ホストを表しています。

30

ホストノードは、図2Hごとに、すべての着信パケットを転送することは許されないため、この区別が行われます。ソースパケットを送信し、宛先のパケットを受信するホストノードの機能は、図4（c）に、それぞれ、ノードBF及びBF'で表されます。

図5Aは、例えば、仮想化されたコンピューティング装置を示しているが、仮想化された物理サーバや仮想スイッチの任意の数に接続された仮想マシンGA-GDの任意の数で作成された仮想化されたブレードサーバ、に限定されるものではなく、仮想化技術を使用して。

仮想化されたコンピューティング機器は、コンピューティング機器外のノードに仮想スイッチBJ、BKからの接続性を提供する、いわゆるネットワークインタフェースカード（NIC）、BG、BHにポアスp111、p112、p114、p115を有しています。

40

仮想スイッチBJ、BKは、一つまたは複数のNIC BG、BHに接続することができます。単一の仮想マシンGA-GDが（仮想マシンGAおよび仮想スイッチBJによって示される）は、単一の仮想スイッチに接続することができます。

仮想マシンGCおよびGDと仮想スイッチBKによって示されるように、複数の仮想マシンは、単一の仮想スイッチに接続することができます。仮想マシンGBと仮想スイッチBJとBKで示すように、単一の仮想マシンは、複数の仮想スイッチに接続することができます。それぞれ1物理仮想マッピング：N、N：1、1：私たちは、1としてこれを参照します。

図5Aに示される仮想化されたコンピューティング機器の機能モデルは、図5Bに示されています。物理NIC BG、BHは、図21で定義された記号で表されます。

50

図21に定義されている仮想スイッチBJ、BKは物理的な転送装置と機能的に同等であるように、仮想スイッチBJ、BKは、物理的なスイッチ・ノードとして表され、物理的なスイッチ・ノードの記号で表されていることに注意してください。

違いは、仮想スイッチとして実装しているBJ、BKは、通常、ソフトウェアではなくハードウェアで実装されています。

仮想マッピングに物理的には、仮想スイッチBJ、BKの仮想マシンGA-GDのポイント・オブ・添付ファイルを特定の仮想ポアSP 117-P 126と破線で示しています。典型的な実装では、これらのPoAp117、P 126は、典型的には、仮想NICまたはのvNICと呼ばれるが、他の専門用語を使用することもできます。

仮想ポアSP 117-p126は仮想マッピングへの物理の物理ノード（仮想スイッチ）と仮想ノードの（仮想マシン）のポイント・オブ・添付ファイルを識別します。

10

図6A-6Cは、1の機能的な表現を示す：1、1：NとN：仮想マッピングに物理的に1。

（b）は1を示している図では、仮想マッピングに物理的に1：図6（a）は1を示している仮想マッピングに1物理的に：N仮想マッピングに物理的に、（c）はNを示している把握。仮想マッピングへの物理的なマッピングの各方向のためのオプションのコスト値を持つことができます。

物理サーバの仮想化の場合、一般的に参照する1に対して行われる：1、1：N、N：1の仮想化は、仮想マシンに物理サーバの数の比を指します。

1、1：N、N：1は、仮想マシンに仮想スイッチの数の割合を参照している比率1の上方に導入仮想マッピングに物理的にことに注意してください。

20

図2Hに示すように、我々は仮想ノード、両方とも、仮想マシンの2種類を区別：

・次の機能を持つ仮想スイッチノードに、：A）は、ソースノードBとなっているパケットを送信します）、それが宛先ノードCとなっているパケットを受信）出力のいずれかに任意の入力ポートで受信した着信パケットを転送D（これを受信したポートを含む）ポート）は、必要に応じてのような、パケットの操作（単数または複数）を提供するが、監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または着信パケット・ヘッダの修正および/またはこれらに限定されませんその出力ポートのうちの1つまたは複数にパケットを転送する前に、ペイロード。

30

また、パケットを（ブロック）転送していません。e）参照）、パケットFをドロップSDNコンパイラ（オプション）にパケットをカプセル化し、リダイレクト

上記の仮想スイッチ・ノードがネットワークを可能にする仮想化（NFV）機能：仮想スイッチノードは、トラフィックが転送される介して仮想マシンに実装されています。

上記）Dで述べたように一般的には、仮想スイッチノードは、パケットにオプションの操作を実行します。

・次の機能を持つ仮想ホストノードに、：A）は、ソースノードBとなっているパケットを送信します）、それが宛先ノードCとなっているパケットを受信）パケットDをドロップ）SDNコンパイラ（オプション）にパケットをカプセル化し、リダイレクト

40

物理ネットワークと同様に、我々は、仮想ノードの集合として、仮想ネットワークを定義します。

これは、スイッチの上記特性を持つ仮想マシンを参照するとき、我々は「物理的なスイッチ・ノード」を参照しながら、仮想化された物理サーバ内の仮想スイッチを参照するとき、我々は、「仮想スイッチノード」を参照していただくことが観察されます。

また、図5（b）および図6（a）に示されている仮想マシンは、図6（c）は、仮想スイッチノードまたは仮想ホストノードのいずれかとする事ができることが観察されます。

このように、スイッチ及びホストノードを表す円記号を表す十字記号は、これらの図では省略されています。

50

仮想マシンGH、仮想スイッチBR、BS、およびNICのBP、BQは、1つのコンピューティング装置に収容されています。

仮想スイッチBU、及びNIC BTは、別のコンピューティング装置に収容されています。

仮想マシンGJは計算装置の両方のインスタンスに収容されています。

接続の例には、それぞれのポアsp133、p153間のリンクを介して表示されます。

図7Aは、仮想化されたコンピューティング機器のいくつかの追加のプロパティを示しています。

図7Aは、2つの仮想マシンのGH、GJ、3つの仮想スイッチBR、BS、BU、3枚のNIC BP、BQ、BTを示しています。PoA I 46及びp147で示すように、仮想スイッチは、図7Bの物理リンクによって表される、相互接続することができます。仮想スイッチは、物理スイッチノードによって表されるように、この相互接続は物理リンクで表されることに注意してください。

仮想マシンGJによって示されるように、仮想マシンは、それぞれ異なるコンピューティング装置インスタンス内に存在する複数の仮想スイッチに接続することができます。

冗長性のために、仮想スイッチは、典型的には、複数のNICに接続されています。NICのリソースおよび他のコンピューティング装置またはパケット転送システムの物理リンクを効率的に利用するために、複数の仮想スイッチは、単一のNICに接続することができます。NICは今(単一のPoAで識別される)単一の出力ポートへの(複数のPoAで識別される)複数の入力ポートからカブラ/SPリター転送パケットとして機能し、単一の入力ポートから複数の出力ポートに。

図7aの物理NICは、BPとBQこのカブラ/SPのトイレの機能を提供するノード：彼らは両方の2つの仮想スイッチBR、BSに接続されています。私たちは、「NICのカブラ/スプリッタ」として、NICのこのタイプを参照してください。

図7Bは、図7Aに示される仮想化コンピューティング装置の機能的な表現を示しています。

NICカブラ/SP用リターの機能的表現は、NICが全くスイッチング能力を有していないことが観察されたが、入力ポート(S)と出力ポートとの間の固定された関係を提供して、以下に説明されます。

これは、図8A～図8Cおよび図9A-9Cに示されています。図8Aは、ポアスパイ54パイと55でNIC BXを示しています。

機能モデルは、図8Bに示されています。POAパイ54で着信パケットは、POAのパイ55に転送されるとのPOAパイ55で着信パケットを受信したPOAパイ54に転送されます。

NICの有向グラフで表現は、図8Cに示されています。NICノードBXは、その機能性を表すために、図8(c)に2ノードBXとBX」に分割されました：NICノードはどちらの方向に固定された出力ポートに固定された入力ポートからのパケットを転送しています。

カブラ/SPリターとしてNIC作用は、図9A-9Cに示されています。3ポアsp156、p157とp158とBY 2 NICカブラ/SPのトイレ：図9 Aが1を示しています。

POAパイ56で着信パケットが両方のPoAパイ57とのPoAパイ58に転送される場合には、POA p157で着信パケットをのPOA p156に転送される場合には、POA p158で着信パケットを受信したPOAパイ56に転送されます。

我々は、図9(b)に機能モデルに2つのノードBYおよびBZとして、これをモデル化し、それぞれが、それぞれのPOAパイ56、のPOAパイ57とのPOA p156、のPOA p158との間の1対1の転送関係を提供します。

1：NのNICカブラ/SPのトイレは機能モデルではNの個々のノードになります。

NICカブラ/ sのBPとBQは、図7Bの機能表現のノードBP、BVとBQ、BWで表されているごみノード。ケースではネットワークインターフェイスカードは、物理的なスイッチ・ノードとしてモデル化されるであろう機能を切り替え提供する使用されます。

NICは、コンピューティング機器の境界に位置し、コンピューティング機器内のコンピュ

10

20

30

40

50

ーディング機器とリソース外部のリソース間の接続を提供します。

図2Hで説明したように、NICは、パケットの送信元または宛先ノードになることはありません。

カプラー/ SPのトイレとしてNIC演技の有向グラフを図9Cに示されています。図のNIC 8 Aと同様に、図9のノードによって表され、BZは今では、BY '、BZ、BZ」ノードで表現されるのカプラー/ SPのトイレとして動作するNIC。

図面2G、3C、4C、8C、9Cに物理ノードの有向グラフ表現が示されています。

有向グラフでまったく同じ表現が仮想と論理ノードは、NIC型ノードではないことをこの例外に、同様に仮想および論理ノードに適用されます。

10

仮想スイッチノードの能力のような、パケットの操作（単数または複数）を提供する任意に上述のが、パケットを転送する前に、着信パケットのヘッダおよび/またはペイロードの監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または修正に限定されるものではありません一つ以上には、出力ポート、並びにパケット（ブロック）転送ではありません。

今日では、この機能は、典型的には、ファイアウォール、ディープパケット検査デバイス及びキャッシングノードに限定されるものではなく、このようなミドルボックスと呼ばれる専用のハードウェアデバイスによって提供されます。

仮想スイッチノードでこの機能を実現することは、例えば、利益を作成しても減少し、設備コスト、運用コストの削減、ネットワークサービスのより迅速なプロビジョニングに限定されるものではないだろう。

20

業界では、これは、ネットワーク機能の仮想化（NFV）と呼ばれます。

SDNコンパイラは、仮想スイッチノードに関連する手順を説明します。

NFV機能は、仮想化されたコンピューティング機器に実装された仮想スイッチノードで実現することができました。

上記のように、我々は、機能としてネットワークソフトウェア定義は高レベルの仕様でネットワークを定義するために考慮する（など、しかし、高レベルのプログラミングまたはスクリプト言語に限定されない）を指示し、自動化されたプロセスを介して、適切な物理的及びこの仕様に応じて、仮想ネットワークとコンピューティングリソース。

30

今では、我々は、物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースの機能モデルを提供してきました。

次に、本発明を例示するために、我々は、高レベルの仕様で定義された物理的および仮想リソースから独立していることができる論理ネットワークを考えます。

論理ネットワークを指定することによって定義されます。

論理ネットワークの1名

論理ネットワークを構成している論理ノードの2名

論理ノード間の3隣接関係

論理ネットワークの4つまたはそれ以上のコストタイプ

各コストタイプのための論理ノード間の論理的な隣接関係の5コスト（複数可）

40

以下に説明する論理ネットワークの6転送ポリシー、

論理ノードへの物理および/または仮想ノードから7のマッピング

上記で説明し、物理的および/または仮想ノードを使用して、論理ノードにマッピングされ、1:1,1:N、またはN:Lマッピング。

これは以下のように、数字10A-10Gに示されています。

- 図10A: 1:1物理論理マッピング
- 図10B: 1:N論理マッピングへの物理
- 図10C: N:論理マッピングヘリットルの物理
- 図10D: 1:論理マッピングに仮想1 - 図10E: 1:N個の仮想論理マッピングへ
- 図10F: N:論理マッピングに仮想リットル

50

- 図10G : N : 物理的および論理マッピングに仮想リットル

図1 (B) に示されるような論理ノードの機能表現は、破線の円です。論理マッピングの仮想/物理マッピングの各方向のためのオプションのコスト値を持つことができます。

SDNコンパイラのユーザは論理ネットワークを定義します。

ユーザはかもしれないが、人に、ネットワーク管理システム、クラウド管理システム、アプリケーション、他のSDNコンパイラに限定されるものではありません。

論理ネットワークは、任意の論理トポロジで、その結果、任意の論理的隣接関係で、論理ノードの任意の数で構成することができます。

一例として、論理ネットワークは、論理ノードが各論理ノードの属性であるマッピングされた物理的および/または仮想ノード（単数または複数）と、高レベルのプログラミング言語のグラフのように指定することができます。

10

論理ノードのために、我々は、物理および仮想リソースの名前空間から独立した論理的な名前空間を使用します。

論理ネットワークは現在、一意の文字の任意の適切な数の任意の適切な形で表現することができ、必要に応じて、適切な仮想および物理リソースにマッピングされる論理ノード名で定義することができます。

このマッピングを変更することにより、論理的なネットワークは、他の仮想および物理リソースに再マッピングすることができます。

20

1 : N個の論理マッピングへの物理的には、複数の論理名を持つ単一の物理リソースに名前を付けることができます。

1 : N個の論理マッピングに仮想では、複数の論理名を持つ単一の仮想リソースに名前を付けることができます。

パスは、物理リソースと仮想リソース間に存在し、そのように物理ネットワークと仮想リソースの抽象化を提供して制約を持つもちろん、物理ネットワークと仮想リソースの論理的なネットワークに依存しないことに注意してください。

図11のAに示すように、我々は、論理ノードの2種類を区別：

それがマッピングされている物理的および/または仮想スイッチノードの同じ機能を持つ・論理スイッチ・ノード、。

30

それがマッピングされている物理的および/または仮想ホストノードの同じ機能を持つ・論理ホストノード、。

図11のAに示すように、論理スイッチ・ノードが論理ノードへの物理的および/または仮想スイッチノード（複数可）のマッピングの結果です。

論理的なホストノードは、論理ノードの物理的および/または仮想ホストノード（複数可）のマッピングの結果です。

物理NICが論理ネットワーク内のエンティティにマップされていません。

ノードの種類と記号の完全なリストは、図1 (B) にまとめられています。ノードの上のモデリングは3パケット転送システム、DB、DC、DD、仮想スイッチDA、NICのDE及びDFおよび仮想マシンのHAとHBとで1仮想化されたコンピューティング機器からなる、図12に示すネットワークのモデル化によって示されています一つの非仮想化されたコンピューティング機器DG。

40

パケット転送システムDBは、パケット転送システムDCでのPOA P77へのPOA P75にあるリンクを介して接続され、パケット転送システムDDでのPOA P78へのPOA P74でリンクを介しています。パケット転送システムDBは、コンピューティング機器の物理NIC DFのPOA P80へのPOA P73にあるリンクを介して接続されています。

パケット転送システムのDCは、コンピューティング機器の物理NICのDEのPOA P82へのPOA

50

P76にあるリンクを介して接続されています。

パケット転送システムDDは、コンピューティング機器のDGでのPOA P84へのPOA P83にあるリンクを介して接続されています。仮想スイッチDAが物理NICのDEでのPOA P81へのPOA P72にあるリンクを介して接続されています。仮想スイッチDAも物理NICのDFでのPOA P79へのPOA P71にあるリンクを介して接続されています。

仮想マシンのHAは、仮想スイッチのDAでのPOA P85へのPOA P86にあるリンクを介して接続されています。仮想マシンHBは、仮想スイッチのDAでのPOA P87へのPOA P88にあるリンクを介して接続されています。

10

すべての物理ノードの機能的表現は、上記で説明したアプローチによれば、図13のAに示されています。

図13のAでは、様々なリンクの重みは、双方向リンクの各方向のために追加されました。これらの物理的なノードの集合は、物理的なネットワークDAAと呼ばれています。仮想スイッチDAは、図13Aのネットワークの重み付き有向グラフ表現は図13bに示されている図13Aの機能的表現で物理スイッチ・ノードであることに注意してください。図14Aは、ネットワークDAA内の仮想マッピングにのみ物理的である物理ノードDAおよび仮想ノードHAとHBの間の仮想マッピングに物理的に描いています。P88を通じてポアスP85は、仮想のPoAであることに注意してください。また、両方のマッピングのコストは両方向でゼロであることに注意してください。

20

仮想マシンHBが仮想スイッチノードの機能を提供しながら、ここでの例では、仮想マシンのHAは、仮想ホストノードの機能を提供します。

我々は、図14Bに示されるように、仮想ネットワークHAAなどの仮想ノードHAとHBのコレクションを参照してください。私たちは、仮想および物理リソース上に論理ネットワークのマッピングを説明するために、この例を使用します。

図15Aは、論理ノードUU、UV、UW、UX、UYとUZからなる、例えば論理ネットワークUUUを示しています。論理ノードの名前は、上に転送決定を行うために使用されます。

ないそのインターフェイス、論理ノード自体に名前が付けられていることに注意してください。

30

物理ネットワークとの類推では、論理ノードの集合として（図15 Aでは、UUUで識別）論理ネットワークを定義します。

論理ノードは、（実線で示す）論理リンクによって相互接続されています。

論理リンクが双方向である場合、論理リンクは、論理ノードのペア間の隣接関係のペアを作成します。

論理リンクが単方向である場合、論理リンクは、物理ノードのペア間の単一の隣接関係を作成します。

論理リンクのセットと組み合わせ論理ノードの集合は、ネットワークの論理トポロジを決定します。

各論理リンクは、一つまたは複数のコストの種類と各原価タイプに関連付けられたコスト値（複数可）を有します。

40

各双方向論理リンクは、それぞれのコストタイプ、各方向に1つずつ2コスト値を持っています。

各一方向の論理リンクは、各原価タイプ1のコスト値を有します。

特定の方向における論理リンクのコスト値は、パケットがその特定の方向のための発信元の論理ノードの最も近くに示されています。

論理リンクは、論理ノードの対の間の隣接関係（複数可）でありながら、論理パスは、ユニキャストネットワークの場合には、論理的な宛先ノードへのパケットは、論理ソース・ノードから次の論理的な経路を示しています。

50

マルチキャストまたはブロードキャスト・ネットワークの場合には単一の論理ソースノード及び複数の論理的な宛先ノードとの間の論理パスの関係が存在します。

論理パスは、から成る論理リンクの特定の方向の特定のコスト型のコスト値の和に等しく、典型的にはコスト値でそれぞれの方向に複数のコスト・タイプを有することができます。

論理パスは、物理のPoAおよび/またはパケットが論理的な宛先ノードへの論理ソースノードから横断する介して仮想のPoAのシーケンスです。

論理ソースと論理宛先ノードと物理と仮想のPOAのの観点から説明パスとの関係：ここでは、重要な関係に到着しました。

これは、私たちは物理的および/または仮想ネットワークおよび/またはコンピューティングリソースのための物理的および/または仮想のPoAの点で命令に定義されているネットワークを論理ノード名にネットワークを定義し、翻訳（コンパイル）することができます。論理ネットワークUUUの加重有向グラフ表現は、図15Bに示されています。論理ノードの物理的および仮想ノードとの間のマッピングは、図15Cに示されています。仮想/物理ノードと論理ノード間のすべてのマッピングのコストがゼロであることに注意してください。

図16は、図12、13 A、13B、14A、14B及び15A-15Cに示された例のための物理的、仮想的、論理ノードと物理的および論理的なネットワークとの間の関係をまとめたものです。図16の物理ネットワークDAAの下部に表示されます。

示すように、物理ネットワークDAAは、その物理リンクおよび物理のPoAでDGを介してノードのDAを含みます。

HA（仮想ホストノード）とHB（仮想スイッチノード）という名前の2つの仮想マシンが物理ノードDAにマッピングされている（1：仮想マッピングに物理的に2）。

1物理的および/または論理マッピングに仮想：論理ノードUU、UV、UW、UX、UY、UZは1を介して、それぞれ物理ノードDG、仮想ノードHB、物理ノードDB、DC、DDと仮想ノードHAにマッピングされます。

私たちは、「論理マッピングに対する仮想/物理」として物理的および/または論理マッピングに仮想を参照します。

論理ネットワークUUUは、図15に示すように、論理ノードが論理リンクとUZを通じてUU含みます。

物理NICのノードは、ソースノードまたはそれが宛先ノードになっているパケットを受信しているのパケットを（図2Hを参照）を送信しないように、論理マッピングの仮想/物理的には、NICのノード上で実行することができません。

したがって、ノードDEとノードDFは物理NICのノードである、論理マッピングの仮想/物理的には、ノードとノードDE、DFのために行われません。論理マッピングの仮想/物理的には物理ノードのDAに行われないことに注意してください。これは、この特定の例のための選択である、また、物理ノードDAの論理マッピングに仮想/物理が行われている可能性があります。これは、論理マッピングの仮想/物理的には必ずしも物理的または仮想スイッチまたはホストノード上で実行される必要がないことを示しています。

比較的簡単な例を維持するために論理マッピングに仮想/物理1：この例では、1つだけを示しています。

同様に1：NまたはN：1論理マッピングの仮想/物理が使用されている可能性があります。

一般的には、論理ネットワーク内のノードの数は、それがマッピングされた数の物理および仮想ノードから独立しています。

論理マッピングの仮想/物理1：論理ネットワークUUUのトポロジがあっても1でマッピングされているノード間で物理的なネットワークDAAのトポロジとは異なることに注意してください。

例えば物理ノードDBと物理ネットワークDAA内の物理ノードのDCとの間のリンクがある間

は論理ノードUWはUXはある物理ノードDBと論理ノードにマッピングされている間に論理的なネットワークでUUUは、論理ノードUWと論理ノードUXの間にはリンクが、ありません物理ノードDCにマッピングされました。物理ネットワークDAA内の物理ノードのDCと物理ノードDDとの間にリンクがないながら、論理ノードUXは、物理ノードDCおよび論理ノードにマッピングされている間も、論理ネットワークUUUで論理ノードUXおよび論理ノードUYとの間のリンクは、そこにありますUYは、物理ノードDDにマッピングされています。論理ネットワーク内のリンクは、物理ネットワーク内のリンクと物理から仮想ノードへのマッピングから独立している：これは、論理ネットワークの重要な特性を示しています。

また、論理ネットワーク内の隣接関係のコストは、物理ネットワーク内の同じ隣接関係のコストと異なることがあります。

これは、物理ネットワークに指定された転送ポリシーとは異なる論理ネットワーク内の特定のパスに沿ってパケットを転送することができます。

これは、論理ノードUV及び論理ノードUW（参照する図15B）との間のリンク上の両方向に2のコスト値を使用して示されています。

物理ネットワークに指定された転送ポリシーとは異なる論理ネットワーク内の特定のパスに沿ってパケットを転送する機能は、仮想スイッチ・ノードに作用する仮想マシンのような、パケットの操作（複数可）を提供するために使用されたときに非常に便利ですしかし、着信パケットのヘッダおよび/またはペイロードの監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または修正に限定されない、または（ブロッキング）パケットを転送しません。

論理ネットワーク内の隣接関係のための適切なコスト値を選択し、論理ネットワーク内の転送ポリシーを適用することにより、パスが転送以外の特定の機能を実行する仮想スイッチ・ノードとして動作する特定の仮想マシンを横断論理ソースと論理宛先ノード間に作成することができますパケットに。

完全を期すために、我々は、物理、仮想、および論理的な要素をまとめたものです。

物理的要素：

- 物理的なネットワーク
- 物理的なスイッチ・ノード
- 物理ホストノード
- 物理NICノード - 物理のPoA
- 物理リンク
- 物理パス仮想の要素：
- 仮想ネットワーク - 仮想スイッチノード
- 仮想ホストノード
- 仮想のPoA論理要素：
- 論理ネットワーク - 論理スイッチノード
- 論理ホストノード
- 論理リンク - 論理パス

ネットワーク内の隣接関係やネットワーク内のパスの間の関係は、特定のネットワークの転送ポリシーによって決定されます。

本質的には、ネットワークの転送ポリシーは、転送パスのセットに、ネットワーク内の隣接関係の翻訳を提供します。

ネットワークで使用する典型的なポリシーの例としては、これらに限定されないが、以下のとおりです。

- ・最短パス優先（SPF）
- ・ファイアウォール（パスが許可されません）
- ・指定されたパス（パス内のすべてのノードを指定します）
- ・ロードバランシング

複数のポリシーは、全体のポリシーにまとめることができます。

我々は論理コンポーネントの面でネットワークを定義すると、パケット転送の決定は、論理ノード名に基づいて行われます。

物理的および仮想ノードは、物理リソースと仮想リソースを識別する目的のためだけに名前が付けられています。

転送の決定に使用する物理または仮想ノード名があることはありません。

図17は、パケット転送システム内のパケット転送を示しています。

ここで、出力ポート=フォワーディング関数 f （論理ソースノード、論理的な宛先ノード、入力ポート、ロードバランシング識別子）：パケット転送は次のように記述されています。

- 転送関数 f ：フォワーディングテーブルに対してルックアップが提供するローカルフォワーディング機能（複数可）
- 論理ソースノード：着信パケットのヘッダに記載されているようにパケットは、発信された論理ノード。

- 論理的な宛先ノード：着信パケットのヘッダに記載されているように、パケットが、宛先とされた論理ノード。

- 入力ポート：パケットが転送ノードを入射する物理または仮想のPoA

- 出力ポート：パケットが転送された物理または仮想のPoA。 - ロードバランシングの識別子：ロード・バランシングの目的のために、オプションの識別子。

転送テーブル内の各エントリには含まれています：論理ソースノード、論理的な宛先ノード、入力ポート、オプションのロード・バランシング識別子、出力ポートを。

ケースでは、特定の要素は、転送の決定（例えば、論理ソースノード） ' * '（アスタリスク）には関係ありません、ワイルドカード記号として使用されています。

「転送テーブル」の代替用語は、「フローテーブル」であり、例えばOpenFlowの仕様では、用語「フローテーブル」を使用しています。

ユニキャストの場合、各エントリは、パケットが転送された単一の出力ポートを指定します。

マルチキャストまたはブロードキャストパケットの着信の場合は、複数の出力ポートに転送されます。

ローカルフォワーディング関数 f に転送する論理ノード名（論理ソースノード、論理的な宛先ノード）との物理的および/または仮想出力ポートとの間の関係を提供します。

それは、物理および仮想の出力ポートに変換する、論理コンポーネントの面でネットワークの定義と作成を可能として、この関係は非常に重要です。

また、パケットがドロップすることができますまたは必要に応じてSDNコンパイラにカプセル化し、リダイレクトすることができます。

我々が検討しているノードの3つの異なるタイプ、すなわちスイッチノードは、ホストノードとNICのノードの転送動作は、それぞれ、図18A、図18B、図19、図20A-20Cに示されています。

図18のAに機能を備えた物理または仮想スイッチノード描いている：A）は、転送機能FBに基づいて出力ポートのいずれかにソースノードとなっているパケットを送信する）それが基づいて宛先ノードとなっているパケットを受信転送機能FC）は転送関数 f に基づいて、それを受信したポートを含む出力ポート（）のいずれかの入力ポートのいずれかで受信し

た着信パケットを転送します。

ケースでは一致するものが転送テーブルにパケットがドロップされ、および/または必要に応じてカプセル化され、SDNコンパイラにリダイレクトされるルックアップ見つかりません。

図18Bは、図18Aのスイッチ・ノードの機能を提供するスイッチ・ノードを示し、さらに能力：d) 任意にパケットを転送する前に、監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または着信パケットのヘッダおよび/またはペイロードの修正に限定されたパケットの操作（単数または複数）を提供する、などではなくそのうちの1つ以上は、パケットを（ブロッキング）転送出力ポートまたはではありません。これは、図18Bに「オプション機能」と呼ばれています。スイッチ・ノードは、複数のオプション機能を実行することができます。

10

A) であるが注意してくださいとパケットが転送されていない上にb) は、我々はまだを参照するために、単一の機能を持つように、「転送機能」を参照してください。

A) は、転送機能Fに基づいて出力ポートのいずれかにソースノードとなっているパケットを送信します。図19は、する能力を持つ物理または仮想ホストノードを示しています

B) は転送関数fに基づいて、宛先ノードであるパケットを受信します

ケースでは一致するものが転送テーブルにパケットがドロップされ、および/または必要に応じてカプセル化され、SDNコンパイラにリダイレクトされるルックアップ見つかりません。

20

物理または仮想ホストノードは、パケットの任意の転送を提供していません。

しかし我々は関係なく、ノードタイプのこの関数の命名で一致するように、ホストノードの場合、転送機能として関数fを参照します。

ホストノードの場合、転送関数fは、特定のノードを宛先ホストノードから発信出力ポートパケットが送られるべきであることを指定します。

また、それは、着信パケットを受信したか、削除するかどうかを指定します。

20 A、20Bが図、図20Cは、着信パケットを転送する物理NICのノードは、入力ポートと出力ポートとの間に固定された関係で、特定の出力ポートに特定の入力ポートで受信示します。

30

1、図20B 1：Nおよび図20C、N：1の関係図20Aは、1を示しています。

パケットは基本的に、NICの場合のフィルタテーブルでフォワーディングテーブルに従って転送されます。また、パケットがドロップすることができますまたは必要に応じてSDNコンパイラにカプセル化し、リダイレクトすることができます。

実装では、いくつかのノードは、機能が制限される可能性があります。

例として、NICがパケットをカプセル化し、SDNコンパイラにリダイレクトする能力を持っていない可能性があります。

40

これは、システム全体に少ない機能を提供しますが、これは作業の実装です。

また、一例として、NICは、パケットをフィルタリングする機能を持っていないかもしれないと、パケットヘッダ内の宛先アドレス、入力ポートおよび/またはオプションの負荷が識別子のバランスをとるパケットヘッダに関係なく、送信元アドレスのすべてのパケットを転送します。

これは以下のセキュリティになりますが、これは作業の実装です。

また、一例として、ホストは、すべてのSDNコンパイラによって作成された転送テーブルをサポートしていますが、すべての着信トラフィックを受信し、単一の出力ポート（POA）のすべてのトラフィックを送信しない場合があります。

SDNコンパイラでこの単一のPOAにこのホストのモデル化、作業の実施になります。

50

SDNコンパイラによって実行されるメソッドを作成するために、上記のモデルは、現在の行列に関して説明されています。

我々は、次の6マトリックスタイプを区別：

- で表されるPOAに隣接行列<PoAの>：のPoAで表し、ノード間の隣接関係を記述

記述転送（パス）のPoAで表し、ノード間の関係を： - F <PoAの>で示されるPOAに転送行列

- Mで表されるPOAにマッピング行列<POAは>：ノード間のマッピング関係を記述するのPoAで表現

隣接コスト値で表し、ノード間の隣接関係を記述： - <OS>で示されるコスト値を持つ隣接行列

- F <費用>で示されるコスト値と転送行列：記述転送（パス）は、ノード間の関係は、パスコスト値で表現

マッピングのコスト値で表現さのノードとの間のマッピング関係を記述する： - M <費用>で示されるコスト値とのマッピング行列

私たちは、POA型マトリックスなどの最初の3つの行列を参照してください。

我々はコスト型マトリックスなどの、最後の3つの行列を参照してください。

すべての行列は、行と列を持っていると行（インデックスi）および列（インデックスj）方向の両方にノード名によってインデックスされています。

インデックスjは行列が表す隣接、パスまたはマッピング関係に宛先ノードを示しているインデックスiがソース・ノードを示します。

隣接行列の場合は、転送行列の場合の行と列は、ノードの同じセットによってインデックス付けされています。

行のインデックスを作成するノードの順序は、しかし、列のインデックスを作成するノードの順序と異なる場合があります。

マッピング行列の場合は行のインデックスを作成するノードのセットは、どちらかと異なることや列のインデックスを作成するノードのセットと同じにすることができます。

PoAの型隣接および転送行列の一般的な表現は、行列の各要素は、それぞれの行にして、1つ以上の行が含まれている図21 Aに描かれているフォームの出力ポートののPoA（入力ポート）の配列。 。 。」任意の長さの。

PoAの型隣接行列の場合は、のPoAのこのシーケンスは、列jによって索引付けノードに行iでインデックス付けノードから隣接関係を示しています。

要素I、Jの複数の行にあるノードiとノードjの結果との間に複数の隣接関係は、それぞれが隣接関係を表します。

ケースでは全く隣接iは、iとノードjのノードとの間に要素の値を存在しない、のPoA型隣接行列でjは0（ゼロ）です。

ノードは、自身と隣接関係を持っていない場合には、当該PoA型隣接行列の対応する要素の値が0（ゼロ）です。

PoAのタイプの転送行列の場合には、のPoAのこのシーケンスは、宛先ノードjへのIソースノードからの経路を表します。

要素I、Jの複数の行にあるノードiとノードjの結果との間に複数のパスは、それぞれがパスを表します。

ケースでは全くパスは、ノードiとノードj、i、jが0（ゼロ）要素の値の間に存在しません。

自分自身に得るためにノードに必要な一切のパス、セル、iの対応する値がないので、場合指標でjはiと指数jは、POA型の転送行列の同じノードをしている識別値1（1）、何も出力がないことを示しますポート（入力ポート）が必要とされています。

隣接のPoA型マトリックスの例は、図27Bおよび図29Bに示されています。転送のPoA型マトリ

10

20

30

40

50

ックスの例を図27D及び29Cに示されています。

PoAの型マッピング行列の一般的な表現は、図22Aに示されています。マッピング文は、次の値のいずれかが含まれます。

- フォームの出力ポート（入力ポート）のPoAの各行の配列と1つまたは複数の行、
。 。」任意の長さの。

- 1（1）

- 0（ゼロ）

値出力ポート（入力ポート）。 。 。 「出力ポートと、行iおよび列jによってインデックス付けノードによってインデックス付けノード間のマッピングを示している「ノードのiとノードjの「入力ポート」。

値が「1」iとノードが指定した任意のPoAなしに、列jによって索引付け行によってインデックス付けノード間のマッピングを示しています。値が「0」の行によってインデックス付けノードiとj列によって索引付けノード間のマッピングを示していません。

PoAの型マッピングマトリックスの例を図28B、28C、28G、28Hに示されています。PoAの型マトリックスはコスト型行列を伴っています。

コスト型行列の行と列のインデックス付けは、対応のPoA型行列の行及び列の索引付けと同じです。

コスト型隣接および転送行列の一般的な表現は、図2（B）に示されています。隣接コストマトリックスは、それが付随して隣接のPoA行列で指定された隣接関係のコスト値が含まれています。

各POA型隣接行列は、特定のコストタイプを表す1つ以上の添付コスト型の隣接行列をそれぞれ持つことができます。

ケースでは隣接関係は、ノードiとノードj、コスト型隣接行列 される（無限大）の要素I、Jの値の間に存在していません。

要素の複数の行にあるノードiとノードjの結果との間に、複数の隣接I、J iの要素、それは付属のPoA型隣接行列のJで特定の行に対応するコスト値を表す各。

ケースでは、ノードは、自身との隣接関係、コストタイプ隣接行列 される（無限大）の対応する要素の値を持っていません。

転送コストマトリックスは、付属の転送のPOA行列で指定されたパスのコスト値が含まれています。

各々のPoA型転送行列は、一つ以上の付随するコスト型の転送行列特定のコストタイプを表すそれぞれを有することができます。

ケースでは何のパスは、ノードiとノードj、コスト型の転送行列 される（無限大）の要素I、Jの値の間に存在していません。

要素I、Jの複数の行にあるノードiとノードjの結果との間に複数のパスは、それぞれがiの要素、それは付属PoA-タイプの転送行列のj内の特定の行に対応するコスト値を表します。

自分自身を取得するノードのために必要なパスが存在しないため、コスト型の転送行列の対応する要素はゼロのコストを示す、0（ゼロ）です。

隣接コスト型マトリックスの例は、図27Cおよび29Aに示されています。転送コスト型マトリックスの例は、図27E及び29Dに示されています。

コスト型マッピング行列の一般的な表現は、図22Aに示されています。各POA型マッピング行列は、特定のコストタイプを表す1つ以上の添付コスト型のマッピング行列をそれぞれ持つことができます。

マッピング文は、次の値のいずれかのいずれかが含まれています - 各行コスト値をオ

ンにした1つまたは複数の行、

- (無限大)コスト値は、 i とノードはコスト値が特定のコストマッピング行列が表す特定のコストタイプのコスト値であることと、列 j によって索引付け行によってインデックス付けノード間のマッピングを示しています。

コスト値が無限大にすることはできません。

コストオートディラーステートメント値「 ∞ 」(無限大)は、行によってインデックス付けノード i と j 列によって索引付けノード間のマッピングを示していません。

コスト型マッピングマトリックスの例を図28Dに、28E、28I、28Jに示されています。

10

マッピングマトリックスの別の型は、ノードとネットワークとの間のマッピングを提供するだけでなく導入されます。

マッピングマトリックスのこのタイプの一般的な表現は、図22Bに示されています。マトリックスのこのタイプの単一の行には、ネットワーク名をインデックスされ、列(インデックス j)は、1つまたは複数のノード名によってインデックスされています。

要素の値は、 I 、 J は次のとおりです。

- $1(I)j$ でインデックス付けノードがネットワーク i の一部である場合には
 - $0(ゼロ)j$ でインデックス付けノードがネットワーク i の一部ではない場合には
- 我々は、ネットワークマッピング行列として、このマトリックスを参照します。

ネットワーク・マッピング行列は、POA型の行列です。

20

ネットワークノードとの間のマッピングマトリックスの例は、図27A、28A~28Fに示されています。

上記のマトリックスで実行されます主な操作は行列であります

乗算。

動作は、第1の行列の行の要素を第2の行列の列の対応する要素で乗算されている標準的な行列の乗算、との類似性を有します。

PoAの型及びコスト型の行列で行列乗算は、図23A-23H及び24A-24Mに説明されます。行列の乗算に関わる行列は、同じタイプのPoAの型またはコスト型行列のいずれかである必要があります。

30

我々は最初のPoA型行列の行列乗算を考えます。

二つの行列RRAとRRBは、それぞれ図23のAおよび23 Cで定義されています。

行列乗算を説明する目的のために、これらの行列を使用することができるが、行と列の任意の数の一般的なマトリックスにおける 3×3 の行列です。

行列の乗算で第1の行列と第2のマトリックスの行の列の数が同じであるべきであり、同じ順序でのノードの同じセットによってインデックス付けされます。

マトリックスRRAは、POA型行列であり、行列がRRBのPoAタイプの行列です。

RRAの各要素は、「SA」の q 列からなる要素の図23Cに示されるように「SB」 r 行からなる素子に図23Dに示されるように「SC」要素の図23Bに示されるように1つまたは複数の行で構成され行からなります。

40

RRBの各要素の u 列からなる要素の図23Fに示されるように、1つ以上の行で構成され「SK」 T 行からなる、要素の図23Gに示すように、「SN」、要素については、図23Hに示すように、「SR」 W 行から成ります。

ケースでは要素が2列以上で構成され、これらの行のいずれかの値が0(ゼロ)にすることはできません。

行列乗算RRC = RRA \times RRB (このセクションで定義されたようなマトリックス乗算演算を示す・ここで) 図24Aに示されたマトリックスRRCで結果。基本的に、標準的な行列乗算処理が使用されている第1の行列の行の要素は、第2のマトリックスの列の対応する要素

50

と乗算され、標準的な行列乗算操作の結果の要素の乗算は、に変更しました「**」操作と標準の行列演算に起因する要素の合計は、新しい行が生じています。

行列RRCの要素の最初の行(RR、RX)は「SA ** SK」です。

操作「SA ** SK」が「図24Bに示される行要素の結果です。本質的には、「SA」の様々な行のPoAの配列は、すべての可能な組み合わせの「SK」の様々な行のPoAのシーケンスによって追加されます。

同様に、2行目「SB ** SN」および3行目「SC **、SR」要素のRRC(RR、RX)とを算出します。

行列RRCの「SA ** SK」、「SB ** SN」と「SC ** SR」要素については、図24Cに示されるように、すべての行からなる単一の要素に結合されている(RR、RX)の結果行。場合にRRAまたはRRBの行列要素の値が0(ゼロ)が含まれ、このマトリックス要素を伴う「**」操作中のオペランドの一方が0(ゼロ)です。

「**」操作中のオペランドの一方が0(ゼロ)である場合、値0(ゼロ)と一列に「**」の演算結果。

結果の行列要素は、行列要素が単一に設定されている場合、これらのすべての行の値が0(ゼロ)、1つまたは複数の行で構成されない限り、すべての値が0(ゼロ)は、行列乗算の結果の行列から除去され値0(ゼロ)の行。

場合RRAやRRBの行列要素が値1(1)が含まれ、この行列要素を伴う「**」の操作でオペランドの一方は、1(1)です。

「**」の操作でオペランドの一方が1(1)である場合には、他のオペランドの値に「**」演算結果。

値1(1)と「SA」の任意の行について、その行を含む「SA ** SK」の結果の値は「SK」の各列の値に等しいです。

値1(1)と「SK」の任意の行について、その行を含む「SA ** SK」の結果の値は「SA」の各列の値に等しいです。

この場合、図24Dに示されている「SAI」は値1(1)があります。

コスト型マトリックス上で行行列乗算演算は、図23A-23Hと24E、24F、24Gに説明されます。図23A及び23Cで行列RRAとRRBはそれぞれ今コスト型行列です。

これらの行列は、3×3行列である行列乗算を説明する目的のために、しかし、一般に、行と列の任意の数のマトリックスを使用することができます。

行列の乗算で第1の行列と第2のマトリックスの行の列の数が同じであるべきであり、同じ順序でのノードの同じセットによってインデックス付けされます。

行列RRA原価型行列であり、行列は、RRBコスト型の行列です。

RRAの各要素は、「SA」のq列からなる要素の図23Cに示されるように「SB」r行からなる素子に図23Dに示されるように「SC」要素の図23Bに示されるように1つまたは複数の行で構成され行からなります。

RRBの各要素のu列からなる要素の図23Fに示されるように、1つ以上の行で構成され「SK」T行からなる、要素の図23Gに示すように、「SN」、要素については、図23Hに示すように、「SR」W行から成ります。

ケースでは要素が2行以上で構成され、これらの行のいずれかの値がbe(無限大)することはできません。

行列乗算RRD = RRA <> RRB(このセクションで説明する行列乗算演算を示す・ここで)図24Eに示されたマトリックスRRDで結果。基本的に、標準的な行列乗算処理が使用されている第1の行列の行の要素は、第2のマトリックスの列の対応する要素と乗算され、標準的な行列乗算操作の結果の要素の乗算は、に変更しました「++」操作と標準の行列演算に起因する要素の合計は、新しい行が生じています。

行列RRDの要素の最初の行(RR、RX)は「SA ++ SK」です。

操作は「SA ++ SK」の図24Fに示されている行要素が得られています。本質的には、「SA ++ SK」の様々な行のコスト値は、すべての可能なにおける「SK」の様々な行のコスト値に計算されます

組み合わせ。

同様に、RRDの2行目「SB ++ SN」と3行目「SC ++ SR」要素の(RR、RX)を算出しています。

行列の要素(RR、RX)については、図24Gに示すように、「SA ++ SK」、「SB ++ SN」と「SC ++ SR」の結果の行は、すべての行からなる単一の要素に結合されますRRD。場合RRAやRRBの行列要素は値(無限大)、この行列要素される(無限大)を含む「++」の操作でオペランドの一方が含まれています。

「++」操作される(無限大)でのオペランドの場合には1、値を持つ単一の行に「++演算結果(無限大)。

結果の行列要素は、行列要素は単一の行に設定されている場合、すべての行の値(無限大)、1つまたは複数の行で構成されていない限り、すべての値(無限大)は、行列の乗算から生じる行列から削除されます値(無限大)と。

我々は、図24Hの例物理的なネットワークを使用して行列の乗算を示しています。物理ネットワークCAAは、物理スイッチノードCH、CJ、CK、CLで構成されています。仮想ネットワークGAAは、仮想スイッチ・ノードGR、GS、GTの、この例では、構成されています。図に示されるように物理的なスイッチ・ノードCJが仮想スイッチノードのGSとGTにマッピングされている間に241物理スイッチノードCHは、仮想スイッチノードGRにマップされます。物理ネットワークCAAの隣接行列は、我々は、F <POA> CAAと呼ぶ図24Kに示されている物理ネットワークCAAの<POA> CAA転送行列と呼ぶ、図24Jに与えられています。

最初の最短パス優先(SPF)のポリシーは、図24Hに示される隣接コスト値を使用して適用されています。第二に、追加のパスはノードCJを通じてCHをノード間CJを通じて、ノードCKからのCKをノード間CHから作成されています。これらの追加のパスは、それぞれの要素(CH、CK)とCAAの転送行列の要素(CK、CH)の2行目になります。

我々はM <POA> GAA-CAAは、図24Lに示すように参照する物理ノードのCH、CJ、CK、CLに仮想ノードGR、GS、GTからのPoA型マッピング行列。適用行列の乗算M <POA> GAA-CAA * F <POA>図24Mに示すマトリックスにCAA結果。この行列は(CH、CJ、CK、CL)の物理ノードに仮想ノード(GR、GS、GT)からのすべてのパスを提供します。

仮想ノードGRと物理ノードCKとの間に2つのパス内の物理ノードのCHおよびCK結果との間に2つの経路があります。' - '細胞内のシンボル(GR、CK)及び(GR、CLは)のPoAのシーケンスが次の行に続くことを意味します。

本質的には、PoAの型行列の行列乗算はのPoAで表さネットワーク内のパスを作成しています。関連するコスト型行列の行列乗算はコスト型行列が表す特定のコストタイプのためにそのパスのコストを作成しています。

単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークと単一の論理ネットワークのSDNコンパイラ方法の詳細な例を図25に示されています。

ステップ1:

ネットワークAAAは物理的なスイッチ・ノード、ホストノードとの物理リンクによって相互接続されたNICのノードを構成する物理ネットワークです。

物理ノード名、物理ノードタイプ(スイッチ、ホスト、NIC)、物理リンク、物理のPoA、必要に応じて各コストタイプkに対する物理リンクコスト、仮想のPoA、仮想の物理ノードからの方向に仮想マッピングへの物理の必要に応じて費用各コストタイプkのノードが検索され、物理的なネットワークのAAAのために記憶されます。実装によっては、この情報は、SDNコントローラ、直接ノード、ネットワーク管理システム、ネットワークオペレー

ションシステム、クラウド管理システム、他の手段またはこれらの組み合わせから取得することができます。

ケースではコストタイプは、その値は通常の測定から取得され、「待ち時間」です。他のコスト・タイプの場合には、その値は、典型的には、オペレーションシステムに定義されています。

私たちは、ネットワークのAAAとAAAが含まれているノードのネットワークとの関係をMAAA提供ネットワークマッピング行列を定義します。

私はネットワークのAAAと彼らは加重有向グラフ表現で表現されるように、我々はノードを使用したAAAのノードによってインデックス付け一つまたは複数の列jでインデックス付け単一の行からなるMAAA。

NICおよびNICノード：したがって、MAAAa NICに2つのノードで表されます。

ホスト：MAAAaでホストが2つのノードで表され、
(送信ホストを表す)と、(受信側ホストを表す)ホスト」。

MAAAであります 1(1)のすべての行列要素の値。

図16のネットワークDAAのネットワークマッピングマトリックスの例を図27Aに示されています。

手順2：

手順1で取得した情報に基づいて、物理的なネットワークのAAA AAAof単一のPoA型隣接行列A <POA>が作成されます。

一つ以上の添付コスト型隣接は<コストのK> AAAありますが作成し、それぞれのコストタイプkの1行列します。

図16のネットワークDAAのためのそれぞれPoA-タイプの隣接行列とコスト型の隣接行列の例は、それぞれ、図27Bおよび27Cに示されています。

ステップ3：

上記のように、ネットワーク内の隣接ネットワーク内の経路間の関係は、特定のネットワークの転送ポリシーによって決定されます。

私たちは、フォワーディングポリシーPAAAofネットワークAAA、ネットワークのAAAでの転送パスのセットにネットワークのAAAでの隣接関係の翻訳を提供し、基本的に関数を定義します。典型的な転送ポリシーの例は、以下のステップ4の説明に記載されています。

ステップ4：

物理ネットワークのAAA AAAof単一転送のPoA行列F <POA>が作成され、物理的なネットワークのAAA内のすべてのパスを含む5は、物理のPoAで表現。図16のネットワークDAAのための例は、図27Dに示されています。 F <コスト> ^ AAAありますが作成された1つ以上の添付の転送コスト行列は、各コストタイプkの1(図27Dの図16のネットワークDAAのための例を参照してください)。

F <POA> AAAと F <費用> <K> AAAによって計算されます。

-1 N / T7 <PoAの> Pコスト K ¥ - のPOAコストK

-LUトンAAA、 AAA) <~> 「AAA (AAA、AAA)

本質的には、ネットワークの転送ポリシー関数Pは、ネットワーク内の隣接関係の翻訳提供(行列A <PoAの>で表される1つ以上のA、特定のネットワークの<コスト>)ネットワークで転送パスのセットに(その特定のネットワークの行列F によって表される<PoAの>と1つまたは複数のF <コスト>)。

私たちは今のような典型的な現在使用され、転送ポリシーに基づいて、フォワーディングポリシー機能の例15を説明します：

- ・最短パス優先 (SPF)
- ・ファイアウォール (パスが許可されません)
- ・指 定されたパス (パス内のすべてのPOAを指定します)

20・ロードバランシング

一般に、転送ポリシー関数Pは、したがって、我々の発明は、上記の方針に限定されるものではなく、任意の形態をとることができます。

さらに、複数のポリシーはまた、全体的なポリシーに組み合わせることができます。

例えば1は、第1のネットワークへのSPFポリシーを適用し、ネットワーク内の特定のノードにファイアウォールポリシーを適用することができます。

図2Hに示し、21が考慮されるべきであるとして、25転送ポリシー、物理ノードの特定のタイプ、物理スイッチノードである、物理ホストノードまたは物理NICを適用する場合。

などのSPF方針、例えば

ダイクストラのアルゴリズムは、重み付けされた有向グラフを表す我々のモデルで使用される隣接行列に適用することができます。

PoAの型30マトリックスはPOAを含み、コスト型マトリックスは、各隣接のための特定のコスト型のコスト値を含むが、パスを表すのPoAのシーケンスを計算するために使用することができます。

ファイアウォールポリシーは、ネットワーク内の特定のパスを許可していません。

F <コスト>で、これは（無限大）by 表されながらF <PoAの>で、これは、0（ゼロ）で表されます。

そのように、使用される転送行列の観点から、ファイアウォールポリシーは0にソースノード（転送行列のインデックスi行）と宛先ノード（転送行列のインデックス列j）との間の経路のそれぞれの値を設定することによって適用されますF <PoAの>とFで（無限大）<コスト>で（ゼロ）。

指定されたパスポリシーは、送信元ノードから宛先ノードまでのPoAの明示された配列です。

また、明示的にFの特定の要素（i、j）を示すことによって実装されている<PoAの>とF <コスト>。

特定のコストタイプの関連するコストは、その特定のコストタイプのF <コスト>に記載されている間、F <PoAの>でのPoAのシーケンスは、記載されています。

我々が検討し、次のポリシーはロード・バランシングです。

ロードバランシングは、同時に、送信元と宛先ノードとの間に複数のパスを利用する能力です。

一般的に、ロード・バランシング・ポリシーは、複数のパス間でネットワークトラフィックを分割するために使用されます。

負荷分散を適用することは、ソースと宛先ノード間の帯域幅を増加させることができます。

適用ロードバランシングもまだ利用可能であるかもしれないノード（単数または複数）および/またはソース・ノードと宛先ノードの間のリンク（複数可）は、いくつかの経路（単数または複数）を失敗した場合のように、パスの冗長性を介してネットワークの可用性を向上させることができます。

図21Aと21Bと上記の関連する説明に示されているように、F <POA>およびF <コスト>ロードバランスするトラフィックを能力を提供する、マトリックスの特定の要素（I、J、）で複数のパスを含めることができます。

適用されたポリシーに起因する任意の転送ループが重複入力ポートAAA以下のためにiの要素を、行列F <POA>のjの各列をスキャンして検出しPAAA あります。

彼らはループ内で転送されるパケットをもたらすであろうとして転送ループがSDNコンパイラによって許可されていません。

10

20

30

40

50

転送ループが検出された場合には、次の可能なアクションまたは他の適切なアクションのいずれかまたは複数をとることができます。

- 転送ループが重複入力ポート間でのPoAのシーケンスと同様に、この重複入力ポートの最初の発生を除去することにより、パスから削除されます。 - 別のパスを指定し、代替ポリシーに基づいて計算されます
- SDNコンパイラのユーザがSDNコンパイラ、F <POA> AAAand F <費用のK> AAAcouldも検索すること、および/またはSDNコンパイラ外の外部に計算に含まれている情報の手順1~4を実行する別の方法として通知されます。そして、SDNのコンパイラに入力されます。

10

ステップ5：仮想スイッチング・ノードおよび/または仮想ホストノードは、物理ネットワークのAAAの物理的なスイッチングノードにマップされます。各仮想ノードの名前、そのノードタイプ（仮想スイッチノードまたは仮想ホストノード）、その仮想のPoA、物理ノードと各コストタイプkのマッピングの必要に応じて費用の仮想ノードからの方向に仮想マッピングに物理的にあります取得され、保存されました。

必要に応じて、どの仮想ノードは、物理的なネットワークのAAAにマッピングされていません。私たちは、仮想ノードのセットとして仮想ネットワークKKKを定義します。

私たちは、ネットワークKKKとKKKが含まれているノードのネットワークとの間の関係を提供する ネットワークマッピング行列を定義します。

は私がネットワークKKK、それらは重み付き有向グラフで表現されているよう我々はノードを使用したKKKのノードによってインデックスさゼロ以上の列jによってインデックス付け単一の行からなります。

（送信ホストを表す）ホストノードと（受信側ホストを表す）ホストのノード：したがって、 にホストが2つのノードで表されます。

のすべての行列要素の値は、1（1）です。

基本的にKKKは、仮想ノードの単なる集合体である、ネットワーク、ネットワークKKKのノードとの間には隣接関係が存在しないことに注意してください。

ネットワーク・マッピング行列図14BのMHAA以下のためにネットワークHAAの一例を図28Aに示されています。

30

、1：1：私たちは、1を記述する2のPoA型マッピング行列の集合を定義するNまたはN：1の図6A-6Cに示されている仮想マッピングに物理的および16以上説明しました。

行列jは物理的なネットワークのAAAのノードによってインデックス付けされている間、物理ネットワークのAAAのノードと仮想ネットワークKKKのノードによってインデックス付けのPoA型マッピング行列M <POA> iのAAA / KKK-AAAあります、。 PoAの型マッピング行列は、以下の細胞を除いて、「マッピングなし」を表すない、すべてのセルにゼロ値が含まれています。

- セルI、Jは、1の値（1つ）が含まれた場合の指数でiおよびインデックスjは、同じ物理ノード識別、 - セルのI、jは、iは物理ノードjにマップされている場合、仮想ノードに出力ポート（入力ポート）」を含んでいます出力ポートは、仮想ノードiののPoAと物理ノードjのPoAのある入力ポートであることです。

物理のPoA型マッピング行列M <POA> DAA / HAA-DAAであります図28（b）に示す仮想/物理例。

40

列jは、物理ネットワークのAAAと仮想ネットワークKKKのノードのノードによってインデックス付けされている間、行は、POA型マッピング行列M <POA> AAA-AAA / KKKありますの私は、物理的なネットワークのAAAのノードによってインデックスさ。 PoAの型マッピング行列は、以下の細胞を除いて、「マッピングなし」を表すない、ゼロが含まれています。

- セルI、Jは、値1を含む場合の指数でiおよびインデックスjが同じ物理ノードを識別

50

- セル i 、 j が含まれるは、出力ポートは、 i と仮想ノード j のの PoA が入力ポートの物理ノードの PoA のあることで、仮想ノード j にマッピングされている場合、物理ノードでの出力ポート（入力ポート）」。

物理/仮想の PoA 型マッピング行列 M $\langle POA \rangle$ DAA-DAA / HAA でありますへの物理的な例を図 28C に示します。

我々は、記述 2 費用型マッピング行列のセットを定義し、 $1:1$ 、 $1:N$ または $N:1$ の物理図 6 A-6C および図 16 に示され、コストタイプ k に対する上述仮想マッピングします。

列 j は物理的なネットワークの AAA のノードによってインデックス付けされながらコスト型マッピング行列 M $\langle \text{コスト} \rangle$ \wedge AA / KKK-AAA ありますの行私は、物理的なネットワークの AAA のノードと仮想ネットワーク KKK のノードによってインデックスさ。コスト型マッピング行列は、以下の細胞を除いて、「マッピングなし」を表すない、全ての細胞において値（無限大）を含んでいます。

- セル i 、 j は i と指標 j が同一の物理ノードを識別する場合のインデックスは 0（ゼロ）の値を含みます

- セル i 、 j は i は、物理ノード j i に仮想ノードからの方向のコスト値と、物理ノード j にマップされている場合、仮想ノードには「コスト値」が含まれています。

物理的なコスト型写像行列コスト I (M $\langle \text{コスト} \rangle$ DAA / HAA-DAA) への物理/仮想の例を図 28D に示されています。

列 j は物理的なネットワークの AAA のノードと仮想ネットワーク KKK のノードによってインデックス付けされながらコスト型マッピング行列 M $\langle \text{コスト} \rangle$ \wedge AA-AAA / KKK ありますの行私は、物理的なネットワークの AAA のノードによってインデックスさ。コスト型マッピング行列は、以下の細胞を除いて、「マッピングなし」を表すない全ての細胞に（無限大）、値含まれています： - セル i 、 j は i とインデックス j が特定のケースのインデックス 0（ゼロ）の値が含まれています同じ物理ノード

- セル i 、 j は i は仮想ノード j への私の物理ノードからの方向にコスト値で、仮想ノード j にマッピングされている場合、物理ノードには「コスト値」が含まれています。

仮想/物理 OST 型写像行列コスト I (M $\langle \text{コスト} \rangle$ DAA-DAA / HAA) への物理的な例を図 28E に示されています。

私たちは、論理名で、各論理ノードの論理ノードと名前を定義します。

私たちは、論理ノードの集合としてネットワーク VVV を定義します。

我々は M_{vvv} がネットワーク VVV と VVV に含まれるノードのネットワークとの間の関係を提供するネットワーク・マッピング行列を定義します。

M_{vvv} は私がネットワーク VVV と VVV のノードによってインデックス付け一つまたは複数の列 j でインデックス付け単一の行からなりますさ。 M_{vvv} のすべての行列要素の値は、 $1(1)$ です。

論理ネットワーク UUU と例えば、ネットワークマッピング行列 M_{uuu} は、図 28F に示されている（15 A、15B は、図）。

私たちは、記述 2 の PoA 型マッピング行列の第 2 のセットを定義する $1:1$ 、 $1:N$ または $N:$ 図 12 に示し、上記で説明した論理マッピングに仮想リットルの物理/。

行の PoA 型マッピング行列の I M $\langle POA \rangle$ VVV-AAA / KKK あります列 j は物理的なネットワークの AAA のノードと仮想ネットワーク K K の PoA のノードによってインデックス付けされている間、論理ネットワーク VVV のノードによってインデックス付け型マッピング行列は、以下の細胞を除いて、「はマッピング」を表していない、全てのセルに値 0（ゼロ）を含んでいます。

- セル i 、 j は i は物理または仮想ノード j にマッピングされている場合、論理ノード内の 1

(1)の値が含まれています。

ノード(複数可) 'ノードは、物理または仮想ホストにマップされる(受信ホスト)'(ホストを送信して)論理ホストノードは、物理または仮想ホストノード(複数可)と対応する論理ホストにマッピングされていることに注意してください。

列jは、論理ネットワークVVVのノードによってインデックス付けされている間、行のPoA型マッピング行列の私< o > / - は、物理ネットワークのAAAと仮想ネットワークKKKのノードのノードによってインデックス付けされています。 PoAの型マッピング行列は、以下の細胞を除いて、「マッピングなし」を表すない、すべてのセルの値を0(ゼロ)が含まれています: - セルi、jはケースに私がマッピングされている物理または仮想ノードを1(1)の値が含まれています論理ノードjへ。

10

物理または仮想ホストノードは、論理ホストノード(複数可)(送信ホスト)にマップされ、対応する物理または仮想ホスト(受信ホスト)ノード(S) 'ノードが論理ホストにマップされている」ことに注意してください。

物理/仮想のPoA型マッピング行列M <POA> UUU-DAA / HAAれていますへの論理の例を図28Gに示します。論理のPoA型マッピング行列M <POA>への物理/仮想の例がDAA / HAA-UUUを図28Hに示されています。

20

我々はコストを記述する2費用型マッピング行列の第2のセットを定義する1:1、1:NまたはN:1の図12に示し、コストタイプkに対する上述論理マッピングに対する仮想/物理。行コスト型マッピング行列M <コスト> ^ VW-AAA / KKKあります列jは、物理ネットワークのAAAと仮想ネットワークKKKのノードのノードによってインデックス付けされている間、論理ネットワークVVVのノードによってインデックス付けの私。コスト型マッピング行列は、以下の細胞を除いて、「マッピングなし」を表すない、全ての細胞において値(無限大)を含んでいます。

- セルi、jはiは物理または仮想ノードj iに論理ノードからの方向のコスト値で、物理または仮想ノードjにマッピングされている場合、論理ノードには「コスト値」が含まれています。

30

図28Iに示す仮想/物理コスト型マッピング行列M <コスト1> UUU-DAA / HAAれていますへの論理の一例。

ノード(複数可) 'ノードは、物理または仮想ホストにマップされる(受信ホスト)'(ホストを送信して)論理ホストノードは、物理または仮想ホストノード(複数可)と対応する論理ホストにマッピングされていることに注意してください。

論理コスト型マッピング行列M <コストK>に仮想/物理AAA / KKK-VVVの私は、物理的なネットワークのAAAのノードと仮想ネットワークのノードによってインデックス付けされた行

40

KKK、列jは、論理ネットワークVVVのノードによってインデックス付けされています。コストタイプのマッピング行列は、以下の細胞を除いて、「マッピングなし」を表すない、全ての細胞において値(無限大)を含んでいます。

- セルi、jはiは論理ノードjへの物理または仮想ノードからのI方向におけるコスト値で、論理ノードjにマッピングされている場合、物理または仮想ノードに「コスト値」が含まれています。

論理コスト型マッピング行列の仮想/物理M <コスト1> DAA / HAA-UUUが図28Jに示されている例。

50

物理または仮想ホストノードは、論理ホストノード（複数可）（送信ホスト）にマップされ、対応する物理または仮想ホスト（受信ホスト）ノード（S）ノードが論理ホストにマップされている」ことに注意してください。

コスト型マッピングの計算は行列M <コストK> VVV-AAA / KKK、M <コストK> AAA / KKK- VVV、<コストK> AAA / KKK-AAAとM <コスト> ^ AAA-AAA / KKKはオプションです。

論理ノードの特定のタイプは、論理スイッチ・ノードまたは論理ホストノードは、によって決定され、それは図11のA、図11Bに示されるようにマッピングされた物理または仮想ノードの特定のタイプと同じですされています。論理ネットワークは、任意のNICが含まれており、図11aあたりとしてNICのノードに対応していませんのでご了承ください。

上記のマッピング行列は、一般的に疎行列であるように、スパース行列を格納するための通常の形式は、マトリックスおよび効率的な行列乗算演算を効率的に格納するために使用することができます。

ステップ6:

物理ネットワークのAAAでの転送（パス）の関係は現在、好ましくはすべて、にして、論理ネットワークVVVのすべての論理ノード間の可能な隣接関係を変換されています。

アポA すべて RPOA rPoATJPOA / R P°A ¥

VW - M VVV-AAA / KKK * (M AAA / KKK-AAA * AAA * M AAA-AAA / KKK)「M <POA> AAA / KKK-VVVで後 (M <POA> AAA / KKK-AAA * F <POA> AAA・M <POA> AAA-AAA / KKK) 私は、jはiとインデックスjが同じノードを識別した場合の指数の値1(1)に設定されているセルの値。

ここで、好ましくは、完全な操作後のセルの値は、I、Jの値が0(ゼロ)に設定した場合の指数で指数iおよびjは、同一のノードを識別する。

計算の中間ステップは図28Kに示されている論理ネットワークUUUためにこのような行列A <PoAのすべて> UUUの例は、図28Lに示されています。

用語 (M <POA> AAA / KKK-AAA・F <POA> AAA・M <POA> AAA-AAA / KKK) セルの値を持つI、値1(1)にj個のセットの場合のインデックスiおよびインデックス内jが同じノードは、すべての物理および仮想ノード間のパスを表して識別します。

行列A <PoAのすべて> VVV論理ネットワークVVVのすべての論理ノード間の可能な隣接関係が含まれています。それぞれのネットワークのAAAとKKKの物理および仮想ノード間のパスは、論理ネットワークVVVのすべての論理ノード間の可能な隣接関係に翻訳されていることに注意してください。対応するコスト型の隣接行列Aコスト型kのVVVはして算出された<すべてコストK>:

コストK すべて VW - iコスト K iコスト K Tjコスト K < > iコスト K M VVV-AAA / KKK * (M AAA / KKK-AAA * AAA * M AAA- AAA ¥ < > iコスト K / KKKj * M AAA / KKK-VVV

これで後 (M <コスト> ^ AAA / KKK-AAA・F <コストK> AAA・M <コスト> VA-AA A / KKK) の場合の指数のiは、jが0(ゼロ)の値に設定されているセルの値Iインデックスjが同じノードを識別します。

これでは、好ましくは、完全動作後のセルの値は、I、Jは、iおよびインデックスjが同じノードを識別する場合インデックスに(無限大)値に設定されています。

計算における中間ステップは図28Mに示されている論理ネットワークUUUためにこのような行列A <コスト1> <すべて> UUUの例は、図28Nに示されています。用語 (M <コスト>

VA / KKK-AAA・F <コストK> AAA・M <コスト> AAA / KKK) セルの値を持つ私

は、値0（ゼロ）にj個のセットの場合のインデックスiおよびインデックスj内同じノードを識別することは、すべての物理および仮想ノード間のパスのコストを表します。

行列A <コストkはすべて> VWは、物理ネットワーク内のコストに基づいて、仮想マッピングおよび論理仮想/物理のコストへの物理的なコストを論理ネットワークVVVのすべての論理ノード間の可能な隣接関係の費用が含まれていますマッピング。

Aの計算<コストkはすべて> VVVはオプションです。

その値は、論理ネットワークVVVに隣接のコストを定義するために使用することができます。

10

なお、このステップ6は、2つのサブステップを実行するようにまとめることができますが観察されます。a) 物理的な転送ポイントオブアタッチメントに応じて物理ノードと仮想ノードを含む、ノードのセット間のパスに物理ネットワーク内のパスを変換します関係と第一マッピング関係上、ならびにb) の物理ノードのセットと、仮想ノード間の経路上の第二に依存して論理ノード間の可能なリンク関係に物理ノードと仮想ノードのセット間のパスを変換しますマッピング関係。

ここでは、最初のマッピング関係は、仮想ノードと物理ノードが相互にどのようにマッピングされるかを定義し、第2のマッピング関係は、論理ノードが物理ノードと仮想ノードにマップする方法を定義します。

20

実際にこの最初のサブステップは、 $(M \langle POA \rangle AAA / KKK-AAA * F \langle POA \rangle AAA * M \langle POA \rangle AAA-AAA / KKK)$ の計算を反映しており、第2のサブステップでは、計算の残りの部分を反映しています行列A <PoAのすべて> VWの。

ステップ7:

ステップ6から生じる可能性の隣接関係から、我々は論理ネットワークVVVの隣接関係を定義し、それぞれのコストタイプnの各隣接のコストをオプション。

値無限大のコスト()は、2つのノード間の隣接関係がありません示しています。

論理ネットワークVVVのコストタイプとコスト値がコストタイプと物理ネットワークのAAA、仮想マッピングに物理のコストと論理マッピングに物理/仮想のコストのコスト値から完全に独立しています。

30

論理ネットワーク内のコストがに基づいて、論理ネットワーク内のコストが行列Aに格納されたコストに基づいて行うことができる行列F <コスト> ^ AAA-に格納されているが、物理ネットワーク内のコスト、と同じことができます<コストK すべて> VW。

ステップ8:

ステップ7で定義された隣接関係に基づいて、単一の隣接のPoA行列論理ネットワークVVVのA <PoAの> VVVが作成されます。

ネットワークUUUたとえば隣接行列A <PoAの> UUUを図29Bに示されています。一つ以上の添付隣接コストが作成され、<コスト> VVV、各コストタイプnの1行列します。

40

例えば隣接コストマトリックス

ネットワークUUUのための<OS> UUUは、図29Aに示されています。

<PoAの> VVVに係るA <PoAのすべて> Vwの由来であります:

<PoAの> $WV(i, j)$ は= 0の場合、A <原価N> $WV(i, j)$ を等しいです (無限大)

<コストのN> ウェストバージニア (I, J) は (無限大) 同じ ていない場合は、<のPoA> $WV(i, j)$ が<PoAのすべて> $VVV(i, j)$ を=

値無限大のコスト()は、2つのノード間の隣接関係にかかわらず、使用される特定のコストタイプの、ありません示しています。

したがって、任意のコストタイプのは、<のPoA> $VVV(i, j)$ を決定するために、上記の

50

文で使用することができます。

場合には、 $\langle \text{PoA} \rangle \text{VVV}(i, j)$ の値は、SDNコンパイラのユーザによって定義された隣接関係を表す、 $1(1)$ に等しく、 $A \langle \text{PoA} \rangle \text{のすべて} \rangle \text{VVV}(i, j)$ が、一連ではありません。PoAは、SDNコンパイラのユーザが指定した隣接関係が作成できないことを示す、エラーメッセージで通知されます。

ステップ9：私たちは、ネットワークVVV、ネットワークVVVで転送パスのセットにネットワークVVVでの隣接関係の翻訳を提供する基本的機能の転送ポリシーPvvvを定義します。転送ポリシーを適用する場合、論理ノードの特定のタイプ、図13に示すように、論理スイッチノードまたは論理ホストノードであることを考慮すべきです。

様々な転送ポリシーの例は、物理的なネットワークのための上記の手順4の説明に与えられました。

同じ例は、論理ネットワークの転送ポリシーに適用されます。

ステップ10：

論理ネットワークVVVの単一転送のPoA行列F $\langle \text{PoA} \rangle \text{VV}$ が作成され、論理ネットワークVVV内のすべてのパスを含む、物理と仮想のPoAで表現。ネットワークUUUたとえば転送行列F $\langle \text{PoA} \rangle \text{UUU}$ を図29Cに示されています。

一つ以上の添付の転送コストの行列Fに作成されているVV $\langle \text{コスト} \rangle$ 」、各コストタイプnの1。

F $\langle \text{PoA} \rangle \text{VV}$ と F $\langle \text{コスト} \rangle \text{VV}$ は、以下によって計算されます。

TJPはTj コスト N ¥ PoAのコストを °N ¥

(VVV、 VVV) - 「VV (VVV、ウェストバージニア州)

ネットワークUUUのコスト行列F $\langle \text{コスト} \rangle \text{UUU}$ を転送する例を図29Dに示されています。

適用されたポリシーPvvvに起因する任意の転送ループがiの要素を、転送行列のjの各列をスキャンして検出されたF $\langle \text{PoA} \rangle \text{VV}$ 重複入力ポートのため。

彼らはループ内で転送されるパケットをもたらすであろうとして転送ループがSDNコンパイラによって許可されていません。

ステップ11でSDNコンパイラによって作成された転送エントリの面では、それらは同一の論理ソース、論理宛先と物理または仮想入力ポートで複数の転送エントリをもたらすであろう。

転送ループが検出された場合には、次の可能なアクションまたは他の適切なアクションのいずれかまたは複数の撮影することができます： - 転送ループが重複入力ポート間でのPoAのシーケンスと同様に、最初に除去することにより、パスから削除されますこの重複した入力ポートの発生。

- 別のパスを指定し、代替ポリシーに基づいて計算されます

5 - SDNコンパイラのユーザに通知されます

これは、観察される転送行列F $\langle \text{PoA} \rangle \text{VV}$ と F $\langle \text{コスト} \rangle \text{VV}$ (ステップ10の出力) が再帰を作成再びステップ5の開始点として使用することができます。

この場合、論理ネットワークは、ステップ5に行列F $\langle \text{PoA} \rangle \text{VV}$ は、F $\langle \text{コスト} \rangle \text{VV}$ のようになり、入力を転送する手順5から10に従うことによって、別の論理ネットワークSSSを作成することにより、表現します。

このvvv- $\langle \text{PoA} \rangle$ その場合の10 MAAA / KKK-AAAとMAAA-AAA / KKKは、手順5で作成し、手順6で使用される行列は、転送行列Fの大きさと同じ大きさの両方のアイデンティティ行列の私であることになるのでご注意くださいステップ6の変換ステップを削減します：

10

20

30

40

50

すべてのPoA \rightarrow A、 TJPOA \rightarrow , ,
 SSS - M SSS-VW * VVV * M VW-SSS

そして、必要に応じて：

RコストのN \rightarrow すべて \rightarrow iコスト Nコスト N Tjコスト N \rightarrow < >

ポンドA SSS - M SSS-VW * VVV * M VW-SSS

特定の論理ソースノードと、物理および仮想のPoAで発現される特定の論理宛先ノードとの間のすべての転送パスであること、「ネットワーク状態」を含むVV行列F <PoAの>転送。ここでは、一般的にコンピューティングで使用する用語「状態」を使用しています。

行列F <PoAの> VVV転送すると、転送の動作を決定し

10

決定論的な方法で20物理および仮想ノード。

また、転送行列Fと<のPoA> VVVが行列を転送し、「ネットワーク状態」を含むF <PoAの> VVVさらなる分析のためのいずれかSDNコンパイラまたはSDNコンパイラの外で 사용할ことができます。

例として、転送行列F <POAは> VVVは、論理ノード名で識別される物理および仮想ノードによって報告された（例えば、トレースルート情報）をパストレースと照合することができます。

25一貫性を確認します。

また、転送行列Fに含まれる「ネットワーク状態」<のPoA> VVVはときに特定の「ネットワーク状態」を復元するために、（例えば、行列F <PoAの> VVVまたは定期的な間隔での転送の各変化の後に）特定の瞬間に保存することができました必要としていました。

20

ステップ11：

対応する転送テーブルエントリを計算できるようにするために、

VWは行列F <0> VVVとFをフォーワーディング <OSTのn> で30 間の分離ホストとホスト-開始：以下のプロセスに従って除去

ステップ1：ネットワークUUUたとえばvw-転送行列テーブルF Fと同じ<PoAの表> VWを<PoAの>作成マトリックス表を転送するF <PoAの表> UUUを図29Eに示されています。

ステップ2：ネットワークUUUの転送コスト・マトリックス表を作成したp Pコストに<コストのN表> vw同一の <n>はVVV \wedge n個例フォーワーディングコスト・マトリックス表F <コスト2表> UUUは、図29Fに示されています。

30

ステップ3：転送行列テーブルF <PoAのテーブル>内の各列のVWと転送：転送行列テーブルF <PoAの表> VWとF <コストN> <表> VWホストのノードステップ4によってインデックス付けの各行を削除しますコスト・マトリックス表F <コストN表> VWホストのノードによってインデックス付け、ホストによってインデックス付けた行を除いて、すべての行のホストノードに対応することにより、索引列に行列要素の値をコピーします。

ステップ5：転送行列テーブルホストのノードによってインデックス付けF <PoAの表> VWと転送コスト・マトリックス表F <コストのN表> VWの各列を削除します

40

- 終わり

ホストノードは、現在のマトリックステーブルを転送行列内の単一ノードによって識別されます

FPOA表vwは \wedge \wedge CQst行列taWepコスト n個表を転送します

転送行列テーブルF <PoAの表>の各出力ポートのためのVWの出力ポートは、次の項目で、誰に属する物理 または仮想ノードの転送エントリを作成します。

- 論理ソースノード：出力ポートが発生し、転送行列テーブルpPoA表 \wedge \wedge の要素の行インデックスi

- 論理宛先ノード：出力ポートが発生した転送マトリックス表pPoA表 \wedge \wedge の要素の列

50

インデックスj - 入力ポート：入力ポートを位置(H-1)の出力ポートの位置hでのPoAの順序で、またはケースの出力ポートの「ローカル」とは、のPoAのシーケンスの最初のPoAです。

- オプションのロードバランシング識別子
 - 出力ポート：各入力ポートの出力ポートフォワーディングマトリックス表F <PoAのテーブル>内のPoAのシーケンスの最後のPoAであるVW、以下の項目で入力ポートが属する誰に物理または仮想ノードの転送エントリを作成します：
 - 論理ソースノード：フォワーディングマトリックス表の要素の行インデックスi
Fは、<表のPoA> VWれる入力ポートが発生
 - 論理宛先ノード：入力ポートが発生した転送マトリックス表pPoA表^^・ の要素の列インデックスj
 - 入力ポート：入力ポート
 - オプションのロードバランシング識別子 - 出力ポート： "ローカル"
- 「ローカル」入力ポート値で転送エントリは、パケットがそのノードによって送信されるべきであるため、ソース・ノードを表します。
- 「ローカル」出力ポート値で転送エントリは、したがって、パケットは、そのノードによって受信されるべき、宛先ノードを表します。

10

オプションの負荷分散の識別子は、複数のパスが論理ソースとネットワークVWVで論理宛先ノードとの間に存在する場合にも使用することができます。ケースでは複数のパスは、各パスを表すのPoAの特定の配列を含む、複数の行が含まれているWV論理ソースと論理宛先ノードの転送行列F <PoAの>の対応する要素の間に存在します。

例として、ロードバランサの識別子は、要素の値はそのパスに関連付けられた特定のロードバランシング識別子であると、行列F <PoAの> WVを転送すると同じ寸法とインデックスと負荷分散行列に記憶することができます。

マトリックス表pPoA表^^ ^この行列で間の分離ホストとホスト」を転送するための上記の方法と同様に、転送マトリクステーブルと同じ次元の負荷分散行列を作成するために除去することができます

20

FPOA表

30

VWV-同様に、SDNコンパイラは、現在使用中のパスが使用できない場合に使用することができる予備パス(複数可)を含有するマトリックスを維持することができます。

これは、図25のプロセス(一部の)の再計算を避け、サービスの迅速な復旧を可能にします。

バックアップパスの有用性は明らかに使用できない現在使用中のパスになります正確な原因によって異なります。

バックアップパス(複数可)は下記のように使用される新しいパスは、プロセスの再計算からもたらされる場合には、同様に使用できないかもしれません。

また、アプリケーションのポート識別子に限定上位などの識別子ではなく、は、転送行列F内の複数の可能な経路からの特定の経路を選択するために使用することができる<M> WV特定するための論理ソースノードと論理的な宛先ノードとの間のアプリケーションポート。

40

これは、特定のパスに沿って、特定のアプリケーションのトラフィックを転送することができます。

一例として、TCPとUDPポート番号は、アプリケーションのポート識別子として使用することができます。

F <PoAの表> VWとF <コストのNテーブル> VWを作成し、F <PoAの表> VWから転送テーブルエントリを計算するために、上記のプロセスの代わりに、転送テーブルのエントリも<のPoA> Fから直接計算することができますVWVは、プロセスは、上記と使用： - 場

50

合には列がホストの代わりに、ホストの転送エントリに対応するホスト名を使用する
でインデックスされま す

- によってインデックス付けセルを無視する（ホスト、ホスト'）

行はホストによってインデックスされるようホストによってインデックス付けと列 'と
ホストによって索引付けされた列は、POAを含んでいない、何の反復がホストによってイ
ンデックスを付けた行の上に必要とされません」。

このアプローチは、Fを用いて、上記のアプローチと機能的に同等であることに注意して
ください<のPoA>

表

vvv- ステップ12 :

転送テーブルのエントリは、現在「SDNコントローラのそれぞれのネットワークAAAおよび
/またはKKの物理および仮想 ノードへの転送テーブルエントリの配布を担当するに送信さ
れます。

また、実装に応じて、「SDNコンパイラ」は、ネットワークAAAおよび/またはネットワ
ークKKKの仮想 ノードの物理 ノードに直接転送エントリを送信することができます。

転送テーブルエントリは、物理または仮想 ノードによって直接使用することができ、物理
的または仮想 ノードによる翻訳を必要としないと述べたノート。

繰り返しプロセス :

上述のようなプロセスは、全体であってもよく、または部分的に、任意の変更のような、
任意の、物理的、仮想又は論理ネットワークまたはマッピングで行われるときに繰り返す
ことができる： - 物理 ノード、物理 ノードタイプ（スイッチノードは、ホストノード
、NICノード）、物理ネットワーク、物理リンク、物理的なPoA、物理的なリンクコストの
種類、物理的なリンクコストの値、物理的転送ポリシー

- 仮想 ノード、仮想 ノードタイプ（スイッチ・ノード、ホストノード）、仮想ネットワ
ーク、仮想のPoA

- 論理 ノード、論理 ノードタイプ（スイッチ・ノード、ホストノード）、論理ネットワ
ーク、論理リンク、論理リンクコストタイプ、論理リンクコスト値、論理フォワーディン
グポリシー

- 物理および仮想 ノード間のマッピング、物理/仮想および論理 ノードとの間のマッピ
ング

スイッチ、ホストおよびNIC：図25の上記のフローチャートでは、ノードの様々なタイプ
の区別をしました。我々は、適切な転送ポリシーを適用できるようにするために使用する
マトリックス中のNIC型とホスト型 ノードを導入しました（例：

物理ネットワークと論理ネットワークにおけるSPF）。

代わりに、我々は、ノードの様々なタイプの区別をしないように選択し、使用するマトリ
ックス中のNICの型とホスト型 ノードを導入しませんでした。

図25のフローチャートで説明したのと同じプロセスを適用することができるが、追加の情
報（ステップ4とステップ10で）転送ポリシーを適用する際に、特定のノードタイプの識
別を追加しなければならない：スイッチ、ホストまたはNICを。私たちは別の方法として
、図21 Aに指定された形式のPoAの型行列を使用した図25の上記のフローチャートでは、
（括弧の間に示されている）「入力ポート」はPoAの型マトリックス中に省略することが
できました。

図25のフローチャートのステップ11の間、適切な物理的または仮想の「入力ポート」のPo
Aの配列またはその代わりに、転送テーブルエントリの各物理または仮想出力ポートの後
に追加することができます。

特定の物理出力ポートに対応する物理入力ポートの値は、適切な物理PoA-タイプ隣接行列
から得ることができます。

特定の仮想出力ポートに対応する仮想入力ポートの値は、仮想マッピングに対応する物理

10

20

30

40

50

を表す適切なPoA型マッピング行列から得ることができます。

数学的に等価である、定義された行列の行と列を入れ替えることができることに留意されたいです。

図25のフローチャートで説明したプロセスは、図26の図に要約されています。

プロセスは、物理ネットワークのAAAのポリシーPを転送することは物理的なAAAの転送行列（POA型とコスト型）、その結果、塗布された物理ネットワークのAAAの隣接行列（POA型とコスト型）、で始まります。仮想マッピングに物理を記述する4のPoA型マッピング行列を使用し、論理ネットワークVVVの論理マッピングに物理/仮想隣接行列は、可能な隣接関係（図には示していない）を含む作成されます。

必要に応じて、仮想マッピングに物理的および論理的なマッピング、仮想/物理的なコストを記述する4費用型マッピング行列は、ネットワークVVVの可能な隣接のコストタイプkのコスト値を計算することができます。論理ネットワークVVVのために定義された隣接関係に基づいて、論理ネットワークVVVの隣接行列（POA型とコスト型）が作成されます。論理ネットワークVVVの政策Pvvvを転送すると、論理ネットワークVVVの転送行列（POA型とコスト型）、その結果、VVVのこれらの隣接行列に適用されます。論理ネットワークVVVのPoAの型の転送行列が論理ネットワークVVV内のすべての論理ノード間のすべてのパスが含まれ、物理および仮想のPoAで表現、物理ネットワークのAAAと仮想ネットワークのすべての物理および仮想ノード用のフォーディングテーブルKKが導出されます。

行列MAAA、MKKK、MVvvは、ノードと、それぞれの物理的なネットワークのAAA、仮想ネットワークKKKと論理ネットワークVVVのネットワーク間の関係を定義します。

図25に示した上記のプロセスでは、SDNコンパイラの典型的には、ユーザは、（入力）以下の項目を定義します。

論理ネットワークの1名

論理ネットワークを構成している論理ノードの2名

論理ノード間の3隣接関係

論理ネットワークの4つまたはそれ以上のコストタイプ

各コストタイプのための論理ノード間の論理的な隣接関係の5コスト

論理ネットワークの6転送ポリシー

論理ノードおよびオプションの物理的および/または仮想ノードから7のマッピングマッピングコスト値

以下の項目は、通常、指定されたおよび/またはSDNコントローラ、サーバ管理システムやクラウド管理システム、またはこれらの組み合わせによって報告される：1。

仮想ノードの名前（リソース）

仮想ネットワークの2名（仮想ノードのコレクション）

3. 仮想ノードタイプ（スイッチ・ノードは、ホストノード）

4. 仮想のPoA

仮想ノードおよびオプションのマッピングコスト値への物理ノードから5のマッピング

仮想ノードによって実行される6. オプション機能（複数可）

以下の項目は、通常、指定されたおよび/またはSDNコントローラまたはネットワーク管理システム、サーバ管理システム、またはこれらの組み合わせによって報告されます。

物理ネットワークの1名

物理的なネットワークが構成している物理ノードの2名（リソース）

3. 物理ノードタイプ（スイッチ・ノード、ホストノードは、NICのノード）

4. 物理のPoA

物理ノード間の隣接関係5.

物理ネットワークの6つまたはそれ以上のコストタイプ

各コストタイプのための物理ノード間の物理的な隣接関係の7コスト

物理ネットワークF 0 8. 転送経口l icy

物理ノードによって実行される9. オプション機能（複数可）

今では、我々は、ネットワークソフトウェア定義のための私たちの目標に達しています。論理ネットワークは現在、完全にSDNコンパイラのユーザによって、ソフトウェアで定義することができ、これらのリソースのための命令で、その結果、任意の物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースに対してコンパイルすることができます。

複数の論理ネットワークが定義され、同一の物理的および/または仮想ネットワークおよび/またはコンピューティングリソースを同時に作成することができます。

また、私たちの方法は、ネットワーキングとコンピューティングリソースの両方のための説明書を作成、タイトとの統合および仮想ネットワークとコンピューティングリソースを制御します。

これは、物理スイッチノードの転送テーブルの通常の創造を超えて、物理ホストノード、物理NICのノード、仮想スイッチノードおよび仮想ホストノードに転送テーブルの作成を拡張します。

また、SDNコンパイラは、SDNを要求することができます

コントローラー、サーバ管理システムおよび/またはクラウド管理システムは、作成、変更、削除、および/または（別の物理リソースに）これはSDNコンパイラのユーザの要件を満たすために必要な場合に、仮想リソースを移動します。

また、SDNコンパイラは、変更することができる物理的なネットワークのプロパティを変更するには、例えば、SDNコントローラまたはネットワーク管理システムを要求することができます要求は、パケット交換網のノードを相互接続するために使用された場合に、リモート光アド/ドロップマルチプレクサ（ROADMs）または光クロスコネクトからなる光ネットワークの物理ノード間のリンクを変更します。

このように、SDNコンパイラは、例えばとしてSDNコンパイラの利用者のニーズに基づいて、物理および仮想ネットワークとコンピューティングリソースを最適化することができる中心的な構成要素（複数可）となりますアプリケーション。

ネットワーク内のパスは、さまざまな方法でインスタンス化することができます。

・プロアクティブパスのインスタンス - SDNコンパイラは（限り転送ポリシーは、これらのパスを可能にするように）ネットワーク内のすべての論理ソースと論理宛先ノード間の先行転送パスを計算し、物理的および/または仮想ノードにすべての結果転送エントリを配布SDNコントローラを介して、または直接のいずれか。

・リアクティブパスのインスタンス化 - パケットが物理的に受信されると、又は転送エントリに対して一致しない仮想ノードは、要求は、関連する転送エントリを提供するために、SDNコンパイラへの物理または仮想ノードによって行われます。

・ハイブリッド・パスのインスタンス化 - プロアクティブなパスのインスタンスと異なるパスのための反応パスのインスタンスの組み合わせ。

説明SDNコンパイラ方法は、パスのインスタンスのすべての3つの上記の方法をサポートするように構成することができます。

一例として、典型的な実装では、イーサネットMACアドレスは、物理および仮想のPoAを識別するためのPoA識別子として使用することができます。イーサネットMACアドレスは、グローバルに一意である多数のアドレスを提供するのに十分な長さ（48ビット）を有し、物理および仮想の両方のPoAを識別するために使用され、普及しています。

我々の手法では、ネットワークと論理名を持つノードの両方に名前を付けています。

一例として、典型的な実装では、IPv4アドレスのサブネットの一部は、論理ネットワークを識別するために使用することができます、IPv4アドレスのホスト部分には、論理ノードを識

10

20

30

40

50

別するために使用することができます。

インタフェース識別子は、論理ノードを識別するために使用することができるが、一例として、代替的に、IPv6アドレスのグローバルルーティングプレフィックス+サブネット識別子は、論理的なネットワークを識別するために使用することができます。

現在のネットワークでは、IPv4とIPv6のアドレスは、インターフェイスではないノードを表しています。

これは、マルチホーミング問題などのIPネットワークングではよく知られている制限を作成しています。

A) ノードを示すためにIPアドレスを使用する：これは、2つの方法で対処することができます。

ネットワークソフトウェア定義のようなインタフェースを示すために、IPアドレスが削除された期待の制御プロトコル上のノードの依存関係との間の制御プロトコルを必要とさせません。

b) の場合には、これは、可能ではない1:N論理マッピングに対する仮想/物理的には単一の物理的または仮想ノードのために複数の論理ノードを作成するために使用することができます。

各論理ノードは、単一の物理的または仮想ノードのための複数のIP-アドレス、その結果、IPアドレスが与えられます。

私たちは今、論理ノードとネットワークの命名を検討してください。

ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク：提案されたアプローチをスケラブルにするために、我々は次の形式のネットワークとノードの論理的な命名で階層をご紹介します。

ネットワーク・オブ・ネットワーク。

ネットワーク。

節点

ドット記号「。」論理名で構成されて異なる要素を分離します。

我々はNoNoNsとして、またNoNsなどのネットワーク・オブ・ネットワークへのネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワークを指します。上記の命名構造は、再帰的な方法で階層が導入されています。

ネットワークノードの集合です

NoNsはネットワークの集まりです

- NoNoNsがNoNsのコレクションです

そのために、使用される命名形態の上記の定義で示されているように。

これは明らかに実用的な制約に限定展開で、ネットワーク内の階層レベルの任意の数を作成します。

ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク：ノードが配置されていることにより、上記の構造を採用しています。

ネットワーク・オブ・ネットワーク。

ネットワーク。

ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク：ノードは、同様に、ネットワークが位置しています。

ネットワーク・オブ・ネットワーク。

ネットワーク

ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク：同様に、NoNsが位置していま

す。

ネットワーク・オブ・ネットワーク

ように、階層内の様々なレベルのために。

これは、階層型ネットワーク内で、そのアドレスを介して、ノードを検索するための手段を提供します。

さらに、上記のアプローチは、ネーミング階層内の特定のレベルのノードにすべてのネットワークを抽象化します。

例えば

NoNsは、ネットワークノード間の隣接関係を持つノードの集合から成るさと同様に、ネットワーク間の隣接関係とネットワークの集合からなります。

ドメイン間のノード（のIDN）の各種ネットワーク、NoNs年代、NoNoNs年代などの間で相互接続を提供

命名構造の階層に続いて、我々は、IDNを、次のタイプを区別することができます：

ネットワーク間でのIDN：隣接/隣接関係のIDNのペアの間には、2のネットワークの境界を横切ります。

- NoNs年代の間のIDN：隣接/ IDNドメインのペアの間の隣接関係

2 NoNsの境界を横切ります

NoNoNs年代の間のIDN：IDNドメインのペア間の隣接/隣接関係は、2 NoNoNsの境界を横切ります

ように、階層内の様々なレベルのために。

今、私たちは、IDNをからなるネットワークにSDNコンパイラの方法を適用し、IDNをからなるネットワークに、図25のフローチャートの処理を適用することができます。得られた転送テーブルのエントリは、IDNドメイン間の転送を示しています。IDNドメインからなるネットワークのPoA-型フォワーディングマトリックスはまた、IDNが存在する内のネットワーク内の1つまたは複数のノードの転送動作が含まれています。

転送テーブルのエントリはIDNが提供する階層レベルに応じなどのネットワーク、NoNs、NoNoNs、間の相互接続のために作成することができます。このように

以下のための相互接続。

IDNドメインがために相互接続性を提供するネットワーク階層レベルに応じてネットワークなど、NoNs、NoNoNs、間の転送パス（複数可）を決定し、IDNドメインポリシーのネットワーク内で適用することができることに注意してください。

宛先ノードへの宛先ネットワーク内のIDNから宛先ネットワークCにIDNに元ネットワークにIDNから）ソースネットワークBのIDNにソースノードからa）の転送転送）転送：転送がに分解されるNoNsため、上記の方法を使用して

転送テーブルエントリ）は、ソース・ノードのネットワークのPoA型転送行列から導出されます。

Cの転送テーブルエントリ）が宛先ノードのネットワークのPoA型転送行列から導出されます。

Bの転送エントリ）がIDNドメインのネットワークのPoA型転送行列から導出されます。

同じプロセスが再帰的に、階層の各レベルのために繰り返すことができます。

上記のアプローチは、間にNoNs年代、IDNの間でのIDNに拡張することができます

NoNoNs年代など

ネットワークのサイズは、ノードの非常に大きな数に拡張できる一方で、上記の再帰的な命名構造、隣接関係を使用することにより、転送とマッピング行列が上記で説明行列の高速計算を可能にする、合理的な大きさに保つことができることに注意してください。

また、転送テーブルのサイズは、IDNドメインのネットワークの転送ポリシーによって決

定IDNドメイン間のパスの限られたセットを介してネットワーク間のノードのコレクションのトラフィックを転送することにより、合理的な範囲内に維持することができます。

一例として、上述したが、これらに限定されないように、単一の論理ネットワークからなる典型的な実施例では、IPv4アドレスのサブネットの一部は、論理ネットワークを識別するために使用することができ、IPv4アドレスのホスト部分を使用することができます論理ノードを識別する。

論理的な命名階層例として、ネットワークの階層をサポートするために、上記の、しかしこれらに限定されず使用する場合、ネットワークが、IPv4アドレスのホスト部分には、論理ノードを識別するために使用することができ、NoNs、NoNoNsなどでIPv4アドレスのサブネットのクラスレスドメイン間ルーティング（CIDR）表記で表します。

IPv6は、インタフェース識別子を使用することができるが、グローバルルーティングプレフィックス+サブネット識別子は、論理的なネットワークを識別するために使用することができるアドレスの例として、上述したが、これらに限定されない、単一の論理ネットワークからなる典型的な実施例のように論理ノードを識別します。

ネットワークの階層をサポートするために、上記の論理的な命名階層を使用する場合、ネットワーク、NoNs、NoNoNsなどがIPv6グローバルルーティングのサブネットによって表すことができるが、IPv6アドレスのインタフェース識別子は、論理ノードを識別するために使用することができます接頭辞および/またはサブネット識別子アドレス。

SDNコンパイラによって制御されるネットワーク（複数可）内の論理ノードの移動性を支援するために、論理ノードはSDNコンパイラによって制御される、またはグローバルサポートするために、グローバルに一意であるされているネットワーク（複数可）内で一意の名前によって識別されるべきですモビリティ。

例として、限定されるものではないが、これは、二つ折り翼のいずれかの方法で実現することができる：a）は、IPv6アドレスのネットワークである部分に空間NoNs、NoNoNs等ノードBを表す部分を分割）ネットワークを示すために、ネットワーク、NoNs、NoNoNsなど、ノードを表すためにIPv4またはIPv6アドレスを導入するノードcを表す部分）及び第二のIPv4またはIPv6アドレスを表す部分にIPv4アドレス空間を分割、NoNs、NoNoNs。

単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークと、図25のフローチャートに示すように、単一の論理ネットワークのSDNコンパイラ方法は図面に示した例示的なネットワーク12、図13A、図13B、図14A、図14B、図15A-15Cに適用されます、16。

図27A-27E、28A～28N、29A-29Fは、種々のマトリックスを表しており、図30A-30Iは、異なるノードDA-DG、およびHA、HBの転送テーブルを示している数字。

図12の物理ノードは、図13Aの機能モデルであり、図13Bの重み付き有向グラフに描かれています。我々は、物理ノードDA、DB、DC、DD、DE、DF、DG、DE'、DF'の集まりのような物理的なネットワークDAAを定義DG」の図の行列MDAA示しますに代表されるネットワークのDAA内の隣接関係が表現されている27 A. 行列A <POA> DAA（図27B）隣接関係のPOAを含有し、<コスト1> DAA（図27C）をマトリックス隣接関係のコストタイプ「コスト1」のコスト値を含みます。

最短パスファーストフォワーディングポリシーPDAA使用してコスト型フォワーディングの「コスト1」の結果を適用すると、行列F <POA>のコスト値を含むパスと行列F <コスト1> DAA（図27E）のPOAを含むDAA（図27D）パスのコストタイプ「コスト1」。

我々は、図28Aにネットワークマッピング行列MHAA示しますで表す仮想ノードHA、HBとHA」のコレクションとして仮想ネットワークHAAを定義します。図12および14（a）に示すように、仮想マシンのHAとHBの間のリンクがないよう、MHAAれていますにノードの単なる集まりにご注意ください。私たちは今、物理ネットワークDAAと仮想ネットワークHAAとの間で、最初のマッピングを定義します。 M <POA> DAA / HAA-DAA提供DAA（図28B）

をネットワークへのネットワークDAAとHAA (DAA / HAAとして表される)からのマッピング、しばらくM <POA> DAA-DAA / HAA提供DAAをネットワークするためのネットワークDAAからマッピングとHAA (DAA / HAAとして表される) (図28C)。

物理ノードDAおよび仮想ノードHAとHBの間に2マッピング: 図14Aおよび16を描いた1で、このマッピングの破線。M M <コスト1> DAA-DAA / HAAは、コストを提供しながら、<コスト1> DAA / HAA-DAAは、DAA (図28D)をネットワークにネットワークDAAとHAA (DAA / HAAとして表される)からのマッピングのコストを提供DAAとHAA (DAA / HAAとして表される) (図28E)のネットワークへのネットワークDAAからのマッピング。マッピングのコスト値は、この例では、物理ノードと仮想ノードの間のすべてのマッピングのためにゼロです。

論理ネットワークUUUは、図15のA (機能表現)に示し、15B (グラフ表現)を把握されています。

私たちは、図28Fに示すネットワーク・マッピング行列Muuuで表す論理ノードUU、UV、UW、UX、UY、UZ、UU'、UZ'のコレクションとして論理ネットワークUUUを定義します。現在、物理ネットワークDAA / 仮想ネットワークHAAと論理ネットワークUUUの間、第2のマッピングを定義します。M <PoA> uu- DAA / HAAはDAAとHAAをネットワークにネットワークUUUからのマッピングを提供

(DAA / HAA) (図28G)、M <POA> DAA / HAA-UUUは、UUU (図28H)をネットワークにネットワークDAAとHAA (DAA / HAA)からのマッピングを提供します。

M <コスト1> DAA / HAA-UUUネットワークDAAとHAA (DAA / HAA)からのマッピングのコストを提供しながら、DAAおよびHAA (DAA / HAA) (図28I)をネットワークにネットワークUUUからマッピングのコストを提供UUU (図28J)をネットワークします。

マッピングコスト値は、この例では、すべての物理/仮想ノードと論理ノード間のすべてのマッピングのためのゼロです。

この例では1: によって示されるように、それぞれ使用されているノードDG、HB、DB、DC、DD、HA、DC、HA'とUU、UV、UW、UX、UY、UZ、UU'、UZ'の間の1のマッピング図15Cの点線。一般的な1: NまたはN: 1マッピングを適用することもできます。

、物理、仮想、および論理ホストノードはホスト (送信ホスト)とホスト' (受信ホスト)のノードに分割されていることに注意してください。

物理または仮想ホストノードのノードが論理ホストにマップされている」一方で、物理または仮想ホストノードは、論理ホストノードにマップされます。

: 物理ネットワークDAAで転送 (パス)の関係は、今では論理ネットワークUUUのすべての論理ノード間の可能な隣接関係に変換されます

PoAのすべて $_RPOA \ rPoATJPOA / R \ P^{\circ}A \ \forall$

UUU <_> UUU-DAA / HAA * (M DAA / HAA-DAA * DAA * M DA A-DA A / HのAA)「P <OA> DAA / HAA-UUU後 (M <POA>でDAA / HAA-DAA * F <POA> DAA * M <POA> DAA-DAA / HAA)は、i、jが値1 (1に設定されているセルの値) 場合指標でiと指数jは、同じノードを識別します。

ここで、好ましくは、完全な操作後のセルの値は、I、Jの値が0 (ゼロ)に設定した場合の指数で指数iおよびjは、同一のノードを識別する。

計算 (M <POA> DAA / HAA-DAA * F <POA> DAA * M <POA> DAA-DAA / HAA) 場合のセルの値を持つI、値1 (1)にj個のセットにおける中間ステップインデックスiおよびインデックスjは、同じノードが図28Kに示されている識別します。 <PoAのすべて> UUUは、図28Lに示されており、論理的なネットワークUUUのすべての論理ノード間の可能な隣接関係が含まれています。

10

20

30

40

50

論理ネットワークUUUのすべての論理ノード間の可能な隣接関係のコストタイプ「コスト1」のコストは次式で与えられます。

コスト1 すべて コスト1 コスト1 コスト1

UUU <_> UUU-DAA / HAA * (M DAA / HAA-DAA * DAA *

M コスト1 コスト1

DA A-DAA / HAA) 'M DAA / HAA-UUU

後 (M <コスト1> DAA / HAA-DAA * F <コスト1> DAA * M <コスト1> DAA-DAA / HAA) は、セルの値をI、Jは、値0 (ゼロ) に設定した場合の指数では、私はとインデックスjは、同じノードを識別します。

これでは、好ましくは、完全動作後のセルの値は、I、Jは、iおよびインデックスjが同じノードを識別する場合インデックスに (無限大) 値 に設定されています。

10

セルの値と計算 (M DAA / HAA-DAA * F <コスト1> DAA * M <コスト1> DAA-DAA / HAA) における中間ステップ私は、値0 (ゼロ) にj個のセットの場合指数のiとインデックスjは、同じノードが図28Mに示されている識別します。 <コスト1 すべて> UUUは、図28Nに示されており、論理的なネットワークUUUのすべての論理ノード間の可能な隣接関係のコストタイプ「コスト1」の費用が含まれています。

図15Aに定義されたネットワークUUUの特定コストタイプのリンクおよびリンクコスト値によると、私たちは「コスト2」が (図29A) 使用コストタイプであることと、<コスト2> UUUを作成15Bを把握。

20

値無限大 () のコストは、2つのノード間には隣接関係がありません示しています。

コストタイプ論理ネットワークUUUのコスト2、そのコスト値がコストタイプのコスト1、そのコスト値から完全に独立しています。

しかし、一つはF <コスト1> DAAand /またはA <コスト1 すべて> UUU-で使用されたコスト値を使用するように選択することができます

論理ネットワークUUUの単一隣接のPoA行列A <ROA> UUUを図29 (b) に示すように、<コスト2> UUUとA <PoAのすべて> UUUに基づいて作成されます。最短パスファーストフォワーディングポリシーPuuu使用してコストタイプ転送の「コスト2」の結果を適用すると、行列のコスト値を含むパスと行列F <コスト2> UUU (図29D) のPOAを含むF <PoAの> (図29C) パスのコストタイプ「コスト2」。

30

対応する転送テーブルエントリを計算することができるようにするために、プロセスに応じて、<なPoA> UUUおよびF <費用> UUUが除去されたFでホストとホストとの間の分離は、「図25のフローチャートのステップ11で説明しました。

その結果、ホストノードが今で識別のある行列内の1つのノードF <PoAの表> UUUとF <コスト2表> UUU図29Eは、それぞれ、図29Fに示されています。

得られた転送テーブルを、図30に示されています。

転送エントリUUU Fの各出力ポート<PoAの> <表>は、出力ポートが所属先である物理ノード (DA、DB、DC、DD、DE、DF、DG) または仮想ノード (HA、HB) のために作成されているため、以下の項目を持ちます。

40

- 論理ソースノード：Fの要素の行インデックスiの出力ポートが発生する<PoAの表> UUU

- 論理宛先ノード：Fの要素の列インデックスj出力ポートが発生する<PoAの表> UUU - 入力ポート：入力ポートを位置 (H-1) の出力ポートの位置hでのPoAのシーケンスまたは「ローカル」にケースの出力ポートでのPoAのシーケンスの最初のPOAがあります。

- 出力ポート：出力ポート

入力ポートは、物理のために作成されている所属先である物理または仮想ノードの転送工

50

ントリUUU F <PoAのテーブル>内のPoAのシーケンスの最後のPoAで各入力ポート（ノードDA、DB、DC、DD、DEのため、以下の項目とDF、DG）または出力ポートが属している人に仮想ノード（HA、HB）、：

- 論理ソースノード：Fの要素の行インデックスi入力ポートが発生した<PoAの表> UUU
- 論理宛先ノード：Fの要素の列インデックスj入力ポートが発生した<PoAの表> UUUを
- 入力ポート：入力ポート
- 出力ポート："ローカル"

任意のロードバランシングの識別子は、この例では使用されません。

転送テーブルのエントリは、現在の実装に応じて、「SDNコントローラの責任を転送テーブルエントリの配布のためにまたは代替的に、直接の物理的および仮想ノードへと送信することができます。

任意の変更は、図25に示すプロセスの任意の、物理、仮想または論理ネットワークまたはマッピング（の一部）で起こるときに繰り返されます。

この例で使用される種々のマトリックスの等価物はまた、図26の図に示されています。

30A-30I物理および仮想ノードの図に示す転送テーブルは、特定のノードのノードタイプを反映：

- 物理的なスイッチは、DA、DB、DC、DDノード：論理ノードUW、UX、UY物理スイッチにマッピングされたが、DB、DC、DD、ノードDB、DCの、したがって転送テーブル、DDはソースでトラフィックの転送 エントリが含まれているノードまたはそれぞれの論理ノードの宛先。

DB、DCとして、DDは交通から生じるまたは他のノード宛に転送され、スイッチノードです。

（入力ポートまたは出力ポートの値を持つ無フォワーディングエントリ「ローカル」）トラフィックのみを起源または他のノード宛に転送されるため、何の論理ノードは、ノードのDAを切り替えるためにマッピングされなかったことに注意してください。

物理ホストノードDG：転送テーブルには、送信元または宛先ノードとして論理ノードUUを描いた唯一の転送エントリが含まれています。

目的の動作ごとのように、何の転送はホストノードDGで行われていません。

- 物理NICは、DE、DFノード：論理的ノードは、NICのノードにマッピングされていないことができ、したがって、NICはDE、DFが唯一の他のノードから発信されるパケットの転送を提供するノード。

それぞれのノードとノードDE、DFのポートP81とP82とポートP79とP80との間に固定された転送の関係に注意してください。

- 仮想スイッチノードHB：論理スイッチ・ノードのUVが仮想スイッチノードHBにマッピングされた、したがって、ノードHBの転送テーブルには、送信元または宛先UVをトラフィックの転送 エントリを含んでいます。 HBは、スイッチ・ノードのトラフィックから発信または他のノードのために運命づけられているように転送されます。

仮想ホストノードHA：転送テーブルは、送信元または宛先ノードと論理ノードUZを描いた唯一の転送エントリが含まれています。

目的の動作ごとのように、何の転送は、ホストノードのHAに場所を取りません。仮想スイッチ・ノードHBは、ネットワーク機能の可視化（NFV）を示しています。仮想マシンで実現される仮想スイッチノードは、トラフィックが転送され、それを通して物理ネットワークDAA、で導入されます。

典型的には、仮想スイッチ・ノードのような任意の操作を実行するが、1つまたはそれ以上にパケットを転送する前に、着信パケットのヘッダおよび/またはペイロードの監視お

10

20

30

40

50

よび/または記録および/またはバッファリングおよび/または修正に限定されるものではないであろう出力ポートです。

仮想スイッチ・ノードHBは、(ブロック)パケットを転送しない場合があります。

アクションの最小セットと方法は、括弧間の参照は、図25に関連する上記のステップに加えられた(以下のように定義することができ、本発明に従ったSDNコンパイラによって実行される、しかし、ここで以上の文言定義などのアクション一般に)論理的ネットワークモデルに基づいて、コンパイラは、ネットワークを制御する方法、物理ノードと仮想ノードの第二の数の最初の番号を含むネットワークは、最初の数が1以上あることを特徴と、第二の数があることを特徴と等しいか、0より大きいが、第一および第二の数字は、それらの合計は、少なくとも2つの、物理的なネットワークレイアウトに従って、物理リンクによって相互接続された物理ノード、論理ノードの第3の数を含む論理的ネットワークモデルであるようにあることを特徴と、各論理ノードは、各論理ノード名は、次のアクションを備えたコンパイラを実行した場合と同様に、少なくとも1つの物理またはネットワーク内の少なくとも1つの仮想ノードは、この方法を参照して、論理ノード名で示されている：a)は、物理ノード名を保存します、各物理ノード名は、一意であること

一つの物理ノードの識別子、及び当該物理ノードのポイントオブアタッチメントの各名称は、ポイントオブアタッチメント懸念特定の物理ノードの間のユニークな識別子である、物理ノードを前記ポイントオブアタッチメントの名前を格納そして、物理ノードを接続する物理リンクは別の物理ノード[参照に関係しますステップ1と図25の2]; B)の物理パスを定義する物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係を格納する物理的な転送ポリシーに依存して物理的なネットワークは、物理ネットワークは、物理ノード名が言った、とにした物理ノードのポイント・オブ・添付ファイル名を言った上で、前記、物理的な宛先ノードに物理的なソースノードからのパケットは、以下の物理的な経路を示す物理パス[参照ステップ3と図25の4]; C)仮想ノードと前記物理ノードが相互にマップされ、論理ノードが物理ノードと仮想ノードにマッピングされる前記方法を規定する第2のマッピング関係を記憶していると述べた方法を規定する第1のマッピング関係を記憶し、仮想ノード名を格納する[CF。図25のステップ5]; D)に依存して物理ノードと仮想ノードが物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係述べたとの最初のマッピング関係を述べただけでなく、間にパスを変換すると述べた前記ノードのセット間のパスへの物理的なネットワークがセット前記内のパスを変換します依存して論理ノードが間にパスが物理ノードと仮想ノードのセットとの第2のマッピング関係を前記前記の間の可能なリンク関係に物理ノードと仮想ノード[参照図25のステップ6]。 ; E)は、前記論理ノードと論理ノードは、言っ間の論理的なリンクのセットのための論理ノード名を保存します[参照図25のステップ7]はF)で論理パスを定義する論理的な転送ポイントオブアタッチメント関係の計算の論理的な転送ポリシーに依存して論理ネットワークは、論理ノード名を言うと、上の論理リンクの前記セットに、論理ネットワークを前記しました言っ論理ノード、パケットは論理的な宛先ノードに論理ソースノードから次の論理的な経路を示す論理パス、[参照の間言っ物理ノードの転送テーブルエントリを作成する手順8、9および図25の10] g)および仮想言っ

言っ論理転送ポイントオブアタッチメント関係からノード。 [参照図25のステップ11]

H)選択された物理ノードと選択された仮想ノードに、直接または間接的に、言っ転送テーブルのエントリを送信する、[参照図25のステップ12]

上記の明細書において、参照等コントローラ、コンパイラ、ノード、仮想マシン、NICのように、装置の多くの異なる種類に対して行われています

当業者には明らかなように、このようなユニットの機能は、処理装置上で実行しているハードウェアおよびソフトウェアのうちの少なくとも1つによって実行されます。

このようなハードウェアは、特許請求の範囲に記載の機能を実行するように構成されたハードウェア(現在および将来の)の任意の既知のタイプであってもよいです。

図31は、このような機能を実行することができるコンピュータ装置の概略図を示します。

図31は、「完全な」画像の種類を示しています。それは（プリンタなど）いくつかのコンポーネントは、現在のドキュメントで指定された単位の多くに使用されない可能性があることは明らかであろう。

図31に示す構成は、算術演算を実行するためのプロセッサ1を備えます。

プロセッサ1は、ハードディスク5、読み取り専用メモリ（ROM）7を含む、メモリコンポーネントの複数に接続され、電氣的消去可能プログラマブル読み取り専用メモリ（EEPROM）10、およびランダムアクセスメモリ（RAM）11。

これらのメモリタイプのすべてを必ずしも設ける必要はありません。

また、これらのメモリコンポーネントは、プロセッサ1に物理的に近接して配置される必要はないが、プロセッサ1から遠隔に配置することができます。

プロセッサ1はまた、キーボード13、及びマウス15のような、ユーザにより命令、データ等を入力するためのユニットに接続されています。

このような当業者に知られているタッチスクリーン、トラックボール及び/又は音声変換器等の他の入力装置は、あまりにも提供されてもよいです。

プロセッサ1に接続された読取ユニット17が設けられています。

読取部17は、データを読み取り、おそらくフロッピーディスク19またはCDROM 21のようなデータキャリア上にデータを書き込むように構成されています。

当業者に知られているように、他のデータキャリアは、テープ、等DVD、ブルーレイディスク、コンパクトフラッシュ（CF）、セキュアデジタル（SD）、マイクロSD、ミニSD、エクストリームデジタル（xDで）、およびメモリスティックであってもよいですアート。

データ記憶媒体は、プロセッサ1は、本発明による方法を実行できるように、プロセッサ1によって読み取られ、読み取られた後にされるように配置された命令及びデータを含むコンピュータプログラム製品を備えることができます。

このようなコンピュータプログラム製品は、メモリコンポーネント5、7、9、11のいずれかにロードされてもよいです。

しかしながら、そのようなコンピュータプログラム製品は、あるいは、通信ネットワーク27を介してダウンロードしてもよいです。

プロセッサ1は、例えば、ディスプレイ3と同様に、紙の上に、モニタまたはLCD（液晶ディスプレイ）スクリーン、プラズマディスプレイパネル、有機発光ダイオード（出力データを印刷するプリンタ23に接続されてもよいですOLED）、アクティブマトリックスOLED（AMOLED）または当業者に公知の他の任意のタイプのディスプレイ。

プロセッサ1は、通信ネットワーク27に接続することができる、例えば、パブリックIによって電話網（PSTN）などのローカルエリアネットワーク（LAN）、ワイドエリアネットワーク（WAN）、インターネット、スイッチ/ 0ユニット25。

プロセッサ1は、ネットワーク27を介して他の通信の構成と通信するように構成されてもよいです。

プロセッサ1は、スタンドアローンシステムとして、または各々がより大きなコンピュータプログラムのサブタスクを実行するように構成された並列動作する複数のプロセッサとして実装、またはいくつかのサブプロセッサを有する1つ以上のメインプロセッサとして行うことができます。

本発明の機能性の部分であっても、ネットワーク27を介してプロセッサ1と通信するリモートプロセッサによって実行されてもよいです。

これまで我々は、単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークと単一の論理ネット

10

20

30

40

50

ワークのSDNコンパイラ方法を考えました。

上記のように、本発明は、適切な物理的および/または仮想ネットワークおよび/またはコンピューティングリソースのための命令のセットにハイレベルのネットワークの仕様を翻訳又はコンパイルするための方法を提供します。

a) 組み合わせた物理的および仮想ネットワークは、1つまたは複数の層で構成されている：実行可能なこの方法に基づいて、大規模ネットワークの展開を行うために、我々は、以下の特性を有する任意のネットワークに本手法を拡張します。

各レイヤでは、ノードは、物理的および/または仮想リンクを介して相互接続することができます。

10

物理リンクは、以下を含むが、光ファイバケーブル、銅ケーブル、空気、これらに限定されない、任意の物理媒体とすることができます。

物理リンクもではなく、光波長、時分割多重 (TDM) 回路、マルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) パスに限定などの他のネットワーク技術、提供するパスすることができます。

物理リンクもGRE-トンネル [GRE = 総称ルーティングカプセル化]、NVGRE -tunnel [総称ルーティングカプセル化を使用してNVGRE = ネットワーク仮想化]、VXLANトンネル [VXLAN = に限定などではなく、別のネットワーク技術により提供されるトンネルすることができます仮想拡張ローカルエリアネットワーク]。

仮想リンクは、仮想スイッチと仮想マシン間の仮想リンクを含むがこれらに限定されない仮想接続、仮想マシン、ネットワークソケットの間に仮想リンクすることができます。

20

B) 層は、上位層にサービスを提供するかもしれないし、下位層からサービスを消費する可能性があります。 c) は、上記の層のそれぞれにおける物理的および/または仮想ノードは、パケット交換又は回線交換ノードのいずれかです。

例のパケット交換ノードがありますが、IPv4対応のルータ、IPv6対応のルータ、スイッチ MPLS- [MPLS = マルチプロトコルラベルスイッチング]、パケット交換を提供するアプリケーション・プロセスに限定されるものではありません。

転送機能の他にスイッチにパケットを転送する前に、着信パケットのヘッダおよび/またはペイロードの監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または修正に限定されるようではなく、パケットに追加の操作 (単数または複数) を提供するかもしれませんその出力ポートの一つ以上。

30

スイッチは、(ブロック) パケットを転送しない場合があります。

回線交換ノードの例としては、限定するものではないが、光ファイバ4クロスは、リモート光アド/ドロップ、相互接続する光ファイバを接続し

マルチプレクサ (ROADMs) や光クロスコネクタのクロス接続する光の波長を、同期デジタル・ハイアラキ (SDH) マルチプレクサまたは

同期光ネットワーク (SONET) マルチプレクサは、時間スロットを相互接続します。

パケット交換ノードと回線交換ノードの両方のための命令セットは、SDNコンパイラによって作成されます。

40

パケット交換ノードの場合には、これらの命令は、転送テーブルのエントリを含みます。 circuit-スイッチングノードの場合には、これらの命令は、クロスコネクタ設定を含みます。

d) の最低パケット交換層がする、メディアアクセス制御 (MAC) e) の各層は、階層レベルの任意の数のサブネットワークの階層内のサブネットワークの任意の数で構成さを提供 F) 論理ネットワークは、1つ以上の層で構成されています

G) 論理層は、パケット交換または回線交換のいずれかにマッピングされます

物理、仮想および/または組み合わせた仮想/物理層

50

H) 各論理層は階層レベルの任意の数のサブネットワークの階層内のサブネットワークの任意の数で構成されてい

私たちは次のように任意のネットワークをモデル化することによって、私たちの方法を拡張します。

- ネットワークがリンクによって相互接続ノードで構成されます。

成るネットワークのドメイン内でこれまでに説明した方法が適用されるノード。

- ネットワークは、ノードに抽象化することができ、他のネットワーク内のノードになることができます。

これは、図32Aおよび32Bに示されています。図32Aは、例えば、論理ネットワーク・オブ・ノードYVV、YWW、YXX、YYYからなる例論理ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ノードYYYYの機能を示します。論理ノードYA、YB、YC、YKから構成YVV論理ネットワーク・オブ・ノード。論理ネットワーク・オブ・ノードywwが論理ノードYD、YE、YFで構成されています。論理ネットワーク・オブ・ノードYXXは論理ノードYG、YH、YJで構成されています。論理ネットワーク・オブ・ノードYYYは、論理ノードYL、YM、YNで構成されています。図32Bは、どのように論理的なネットワーク・オブ・ノードYVVを示し、YWW、YXX、YYYは論理ノードに抽象化されます。

10

任意のあいまいさを避けるために、以下、我々はレベル(H-1)でネットワークから成るHレベルのネットワークに参照します。

20

これは物理的なネットワーク、仮想ネットワークと論理ネットワークに適用されます。

この用語を使用して、Hレベルの論理ネットワークYYYYは(H-1)レベルの論理ネットワークYVV、YWW、YXX、YYYで構成されています。

レベル(H-1)での論理ネットワークYVVは、論理ネットワークYA、YB、YC、YKレベル(H-2)で構成されています。

レベル(H-1)での論理ネットワークywwがレベル(H-2)での論理ネットワークYD、YE、YFで構成されています。

レベルの論理ネットワークYXX(H-1)は、論理ネットワークYG、YH、レベルのYJ(H-2)で構成されています。

30

レベル(H-1)での論理ネットワークYYYは、レベル(H-2)での論理ネットワークYL、YM、YNで構成されています。

私たちは、0(ゼロ)から始まる正の整数で時間を数えます。

ネットワークの階層内の最も低い時間とのネットワークは、これまでに言及「ノード」に等しいです。

- 全体的なネットワークは層で構成されています。

我々は、nが0(ゼロ)から始まる正の整数で、層nとして特定の層を参照してください。

私たちは、「最下層」としてn = 0のレイヤを参照してください。

現在のネットワークにおける層の例であるが、物理媒体層、周波数または波長分割多重層、時分割多重層、データリンク層、ネットワーク層、トランスポート層、アプリケーション層、これらに限定されません。

40

全体的なネットワーク層内のn層(N + 1)と層(N + 1)にサービスを提供するには、層nによって提供されるサービスを消費します。

- SDNコンパイラプロセスごととして論理ネットワークは物理ネットワーク、仮想ネットワークまたは組み合わせた仮想/物理ネットワークから作成することができ、これまでに説明しました。

上記のように、転送行列F <なPoA> VVVとF <コストN> VVV(図25のフローチャートの

50

ステップ10の出力)を出発点として使用することができる。また、論理ネットワークは、他の論理ネットワークから作成することができ再び図25のフローチャートのステップ5、再帰を作成します。

任意のあいまいさを避けるために、我々は以下の深さで、ネットワークから作成された深さ d ($D-1$)でネットワークに参照します。

私たちは、 d は0 (ゼロ) から始まる正の整数で、深さ d のような特定の深さを参照してください。

深さ $d = 0$ は、物理または仮想ネットワークに等しいが、これまでと呼ばれます。

深さ $D > 1$ がこれまでに言及論理ネットワークに等しいです。

10

上記は、図33A、33B、33Cに示されています。図33Aは、ネットワークKAとKBが同じレベル h であることと、リンクによって相互接続されているを示しています。

図33Aに示されるように、ネットワークKA及びKBネットワークは、他のネットワークと相互接続することができます。

ネットワーク間の関係をマッピングと呼ばれます。

今後導入されるであろう様々なマッピングの一貫性のあるネーミングを持つために、我々は、トポロジ・マッピングではなく、下のテキストのリンクのモデル化における隣接する参照します。

ケースでは、リンクは、リンクがネットワークの対の間のトポロジ - マッピングのペアを作成し、双方向です。

20

ケースでは、リンクは、リンクがネットワークのペア間の単一のトポロジ・マップを作成し、単方向です。

トポロジ・マッピングは、第一及び第二のネットワークは、同じ深さ d と同じ層 n である、第1ネットワークから第2ネットワークへのマッピングです。

図33Bは、ネットワークKA、KB、KC、KDは、同じレベルの時間であることを示しています。

ネットワークKAとKBがトポロジーマッピングとして表されリンクによって相互接続されています。

ネットワークKAおよびKCは、レイヤマッピングとして表されリンクによって相互接続されています。

30

ネットワークKBおよびKCは、レイヤマッピングとして表されリンクによって相互接続されています。

レイヤマッピングは、第一及び第二のネットワークは、 n 個の異なる層である、第1ネットワークから第2ネットワークへのマッピングです。

図33CネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LCでは、LDが示されています。

この図の中で、各ネットワークは、同じレベルの時間を持っています。

階層レベルが $H = 0$ で開始する場合には、図33Cで $H = 0$ でのネットワークは、「ノード」に等しいこれまで、場合には図33Cにおける $H = \text{ラ}$ ・ネットワークは、「ネットワーク・オブに等しいと呼ばれますノードなど、これまでに言及ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ノード」これまでに、ケース $H = 2$ で図33に、ネットワークがに等しいと呼ばれます

40

各ネットワークは、特定の深さ d と層 n に位置します。

ネットワークKA及びKBは、深さ d は、層 n である場合、ネットワークKCおよびKDは、深さ d は、層 $(N + 1)$ 、ネットワークLA及びLBは深さである $(D + 1)$ 、層 n 、ネットワークLCとLDにあります深さ $(D + 1)$ 、層 $(N + 1)$ での。

私たちは、特定のレベル h でのネットワークとの間のマッピングの3種類を区別： - トポロジのマッピングは、同じ深さ d と層 n とネットワーク間の隣接関係です。

隣接関係がマッピングであることに注意してください。

50

私たちのイラストが3次元に制限されているとして、図33Cは、2ネットワーク（KA及びKB、KC、およびKD、LAとLB、LCおよびLD）の間の唯一のトポロジ・マッピングを示します。一般に、トポロジ・マッピングは、ネットワークの任意の数の間に存在することができ、一般的に2次元レイアウトとして提示され、ここで提示SDNコンパイラ方式でサポートされています。

トポロジ・マッピングは、実線で示されています。

仮想マッピングへの物理的には、物理および仮想ノード間のトポロジのマッピングの特殊なタイプです。

- レイヤマッピングは、異なる層のnと同じ深さdにおけるネットワーク間の関係があります。

レイヤマッピングは、ストライプ状に示されています。

- 深度マッピングが異なる深さdのネットワーク間の関係があります。

論理マッピングに物理的または論理的なマッピングの仮想は、これまでの深さのマッピングの例ですと呼びます。

深度マッピングは破線で示されています。

今後我々は、深さd = 0でネットワークに層n、レベル= 0時間ではなく、物理または仮想ノードを参照します。

今後、我々は深さd> =リットル、層n、レベルh = 0ではなく、論理ノードのネットワークに参照します。

ネットワークKAとネットワークLDとの間に図33Cの深さ・マッピングでは、ネットワークKBとネットワークLCの間で、ネットワークKCとネットワークLBとの間で、ネットワークKDとネットワークとの間で、LAは、比較的単純な図形を維持することが示されていません。図33Cのトポロジ・マッピングでは、層・マッピングと深さのマッピングは、単一のネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LCまたはLDに接続されており、オープンエンドであることが示されています。もう一方の側に。

これらの層のマッピングは、レイヤマッピングは、層の任意の数の拡張することができることを示します。

単一のネットワークに接続された深さマッピングは奥行きマッピングは深さの任意の数の拡張することができることを示します。

後述するようにレベル(H + 1)レベル時間描いたトポロジ・マッピングで単一のネットワークに接続されているトポロジ・マッピング。

異なるレベルのネットワーク間で、我々はレベルのマッピングを考えて：

- レベルのマッピングが異なったレベルと同じ深さDと同じ層nのネットワーク間の関係です。

レベルのマッピングの例は、Hレベルのネットワークからなるレベルでネットワーク(H + 1)です。

レベルマッピングマトリックスの例は、図28Fに示すネットワークマッピング行列です。

レベル・マッピングは、図34Aに示されています。図34Aは、HレベルのネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDとそのトポロジーマッピング、レイヤマッピングおよび深さ優先のマッピング関係を示しています。

図33Cに示されたノードKAおよびKD、KB及びKC、LAとLD、LBとLC間の対角層のマッピングは、図を簡単にするために、この図では省略されています。

図33Cに示されたノードKAとLA、KBとLA、KCとLD、KDおよびLC、KAおよびLC、KCとLA、KBとLD、KDとLBとの間に斜めの深さのマッピングは、この図では省略されています図を簡略

10

20

30

40

50

化します。

図34Aはまた、ネットワークKAA、KCC、LAA、LCCレベルでの $(H + 1)$ を示しています。
 $(D、N、H + L)$ でネットワークKAAは $(D、N、H)$ でネットワークKA及びKBの両方が含まれている、つまりネットワークにKAAは、ネットワークKAとKBにレベルマッピングによってマッピングされています。 $(D、N + L、H + L)$ でネットワークKCCは $(D、N + L、H)$ でネットワークKCとKDの両方が含まれている、つまりネットワーク内のKCCはネットワークKCとKDにレベルマッピングによってマッピングされています。 $(D + L、N、H + 1)$ のネットワークLAAは、 $(D + L、N、H)$ でネットワークLAおよびLBの両方が含まれ、すなわちネットワークLAAはネットワークLA及びLBにレベルマッピングを介してマッピングされています $(D + L、N + L、H + L)$ のネットワークLCCは、両方の $(d + L、N + L、H)$ にネットワークLC及びLDを含んでいる、つまりネットワークにLCCはネットワークLCにレベルマッピングを介してマッピングされていますLD。

10

することができる第1ネットワークから第2ネットワークへ、レイヤマッピング、深さ優先マッピングまたはレベルマッピング(仮想マッピング物理含む)トポロジマッピング1:1,1:N、またはN:Lマッピング(第一のネットワーク。第二のネットワーク)。

私たちは今、図34Aと同様の図ではネットワークKAA、KCC、LAA、LCCを表すことができます。図34Bは、図34Aと同様にネットワークKNN、KPP、LNN、LPPとそれらのマッピング関係に示されたネットワークKAA、KCC、LAA、LCCを示しています。

20

対角層 - マッピングおよび斜め深さのマッピングは、図を簡単にするために、この図では省略されています。

この図内の各ネットワークは、同じレベル $(H + 1)$ を有しています。

基準に図34AにHレベルの単一のネットワークに接続されたトポロジマッピングは、図34Bに31、32、33、34、トポロジマッピングのレベルを示している $(H + 1)$ で、33 32、31によって参照されます、34。

図35のAにおいて、我々は、単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークと、我々がこれまで検討している単一の論理ネットワークのSDNコンパイラ方法を示します。

図35Aは、ネットワークKE、KF、KG、KH、LE、LFとのマッピング関係を示しています。

30

我々は唯一のこれまでノードのネットワークを検討しているように、すべてのネットワークは、レベル $h = 0$ です。

深さ $d = 0$ 、層 $n = 0$ で、レベル $h = 0$ でネットワークKE及びKFは、これまでの物理ノードと呼ばれました。

深さ $d = 0$ 、層の $n = 0$ 、レベル $h = 0$ でのネットワークKGとKHは、これまでのように仮想ノードと呼ばれていました。

深さ $d = \text{リットル}$ 、層の $n = 0$ 、レベル $h = 0$ でのネットワークLEとLFが、これまでのように論理ノードと呼ばれていました。

ネットワークKEとネットワークKFとのトポロジ・マッピングは、これまでの物理リンクと呼ばれていました。

40

ネットワークLEとネットワークLF間のトポロジ・マッピングは、これまでの論理リンクと呼ばれていました。

ネットワークKGとネットワークKHの間には、トポロジ・マッピングは、直接仮想ノードとしてモデル化仮想マシンとの間のリンクがないとして、これまで考えられませんでした。

仮想ノード間のトポロジのマッピングがあるしかしある状況が存在する場合があります。ネットワークKEとネットワークKG間のトポロジ・マッピングは、仮想マッピングへの物理と呼ばれていました。

ネットワークKFとネットワークKH間のトポロジ・マッピングは、仮想マッピングへの物理と呼ばれていました。

ネットワークKEとネットワークLE間の深さ、マッピングは論理マッピングに物理と呼ばれ

50

ていました。

ネットワークKFとネットワークLF間の深さ、マッピングは論理マッピングに物理と呼ばれていました。

ネットワークKGとネットワークLE間の深さ、マッピングは論理マッピングに仮想と呼ばれていました。

ネットワークKHとネットワークLF間の深さ、マッピングは論理マッピングに仮想と呼ばれていました。

図35Bは、レベル $h = 1$ とそれらのマッピング関係でネットワークKEE、KGG、LEEを示しています。

深さ $d = 0$ 、層 $n = 0$ で、レベル $h = 1$ のネットワークKEEは、これまでのような物理的なネットワークと呼ばれました。

ネットワーク深さ $d = 0$ でKGG、層 $n = 0$ 、レベル $h = 1$ は、これまでの仮想ネットワークと呼ばれました。

深さ $d =$ リットル、層の $n = 0$ 、レベル $h = 1$ のネットワークLEEは、これまでのように論理ネットワークと呼ばれていました。

したがって、さらに、以下の単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークのためのSDNコンパイラ方法を説明し、我々がこれまで検討している単一の論理ネットワークは、以下の一般的なSDNコンパイラ方法の一部を説明します。

上記は、以下のように行列の定義を一般化します。

私たちは次の4つのマトリックスタイプを区別： - M で表すPoAの型マッピング行列を $\langle PoA \rangle$ のPoAで表現ネットワーク間のマッピング関係を記述する

- F で示されるのPoA型フォワーディング行列 $\langle PoA \rangle$ 転送を記述する（パス）のPoAで表すネットワーク間の関係

- M \langle コスト \rangle マッピングコスト値で表したネットワーク間のマッピング関係を記述することによって示されるコスト型マッピング行列

- F で示されるコスト型の転送行列 \langle コスト \rangle ：すべての行列は、行と列を持っていると行（インデックス i ）とカラム（両方のネットワーク名で索引付けされているパスコスト値で表したネットワーク間の転送（パス）の関係を記述するインデックス j ）方向。

インデックス j は行列が表すマッピングまたはパス関係の宛先ネットワークを示しているインデックス i がソースネットワークを示しています。

隣接行列は、行と列がインデックスの同じセットによってインデックス付けされた行列をマッピングしていることに注意してください。

したがって、および使用されるマトリックスの種類の数を制限するために、我々は以下の隣接行列に、その代わりに、インデックスの同じセットによってインデックス付け、行と列のマッピング行列を参照しています。

例として、ネットワークのAAAののPoA型隣接行列が $\langle POA \rangle$ と呼ばAAAこのようにしては遠くのPoA型マッピング行列 $M \langle POA \rangle AAA-AAA$ 、以下と呼ぶことにします。

上記の4マッピングタイプは、以下のマッピング行列で表現されています。

- PoAの型トポロジマッピング行列
- PoAの型層-マッピング行列
- PoAの型深さマッピング行列 - PoAの型レベルマッピング行列
- コスト型トポロジマッピング行列
- コスト型層-マッピング行列
- コスト型奥行きマッピング行列

PoAの型レベルマッピング行列を前に、ネットワーク・マッピング行列と呼ばれていたことに注意してください。

より明確にマッピングのタイプを参照するために、我々はを参照します

PoAの型レベルマッピングマトリックス以下。

無償型レベルマッピング行列が使用されないことに注意してください。

これまでのところ、我々は唯一の転送行列によって表される特定のネットワーク内での転送パスを検討しています。

転送行列は、第2のネットワークへの第一のネットワークからのパスを表すことができることに注意してください。

この場合、転送行列の行と列のインデックスは、インデックスの2組の異なるであろう。転送行列は、我々が参照する特定の第1のネットワーク内の転送経路を表している場合の第2ネットワーク - マッピング行列との類似では、最初ネットワークとして第1ネットワークから第2ネットワークへの経路を表す転送行列を参照します

最初ネットワーク最初のネットワーク - 例として、ネットワークのAAAのPoAの型の転送行列、遠いF <0> AAAこのようにしてと呼ばれるが、PoAの型の転送行列F <POA> AA A-AAA、以下のように呼ぶことにします。

私たちは、トポロジ - パスと同じ層nと深さDの第2のネットワークに層nと深さdの第1のネットワークからのパスを参照します。

パスがマッピングを連結したものであるように、パスはトポロジマッピング、レイヤマッピングと深さのマッピングの混合物からなることができることに注意してください。

私たちは、単にパスなどのパスを参照してください。

上記のパスは次のパスの行列で表現されています。

- トポロジ - パスを表すのPoA型トポロジ - 転送行列、
- パスを表すのPoA型フォワーディングマトリックス、 - コスト型トポロジ - 転送行列、トポロジ - パスを表します
- パスを表すコスト型の転送行列、

上記に参照されたネットワークの階層は、行列の要素がネットワークを表すマトリックス自体である、入れ子になった行列で表されます。

このアプローチは、階層的なネットワークと同様のネットワークとの間の関係を説明するためのエレガントな方法を提供します。

これは、ネットワーク構造を格納するためのコンパクトな方法を提供し、SDNコンパイラ方法はすぐに、物理または仮想論理ネットワーク内の任意の変化に対応し、転送テーブルエントリのいずれかの結果の変化を計算することができます。

また、このアプローチは、転送ポリシーに均一なアプローチを提供します。フォワーディングポリシーが指定され、任意のレベルの時間ですべてのネットワークに適用することができます。

ネットワークノードに抽象化することができるように、ポリシーは、同様に任意のレベルHに適用することができます。

一例としてではなく、最短パス優先 (SPF) ポリシーは、ノードのネットワークを表す (図32Aに示されている) ネットワークYVVの階層レベルh = 1 に適用することができます、これらに限定されません。

SPFポリシーは、一例として、図32Aに与えられたコスト値に適用することができます。同様に、最短パス優先 (SPF) ポリシーは、ネットワークYYYYの階層レベルh = 2に適用することができるネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ノード、ネットワークのいずれかを表す (図32Aおよび32Bに示されています) -of- ノードYVVいます。 SPFポリシーは、一例として、図32Bに与えられたコスト値に適用することができます。

ポリシーは、下位の階層レベルでのネットワークまたは多数のノードに適用することができるように、ネットワークのスケラビリティのすべてのレベルhの結果をすべてのネットワークで転送ポリシーを指定します。

また、それはむしろ個別に各ノードを管理するよりも、ポリシーを介してネットワークを

動作させることを可能にします。

レベル h でのネットワークのマッピング行列の一般的な表現は、 $H > 1$ と、図にこの行列の i および列 j はネットワークによってインデックス付けされた36 A. 行レベル ($H-1$) に描かれています。

私たちは、PoA型とコスト型マッピング行列を区別：

- PoAの型マッピング行列の場合、行列の各要素は、レベル ($H-1$) のネットワークのPoA型マッピング行列が含まれています。

場合はマッピングは、私は J 、 i 、 j が0 (ゼロ) である要素の値をネットワークへのネットワークから存在していません。

10

- コスト型マッピング行列の場合、行列の各要素は、レベル ($H-1$) のネットワークのコスト型マッピング行列が含まれています。

場合はマッピングは、私は J 、要素 I 、 J の される (無限大) の値をネットワークへのネットワークから存在していません。

最下位の階層レベル h でのPoA型マッピング行列は、図22A及び上記の説明で定義されるように、ノードのみによって索引付けのPoA型マッピング行列です。

最下位階層レベル h におけるコスト型のマッピング行列は、図22A及び上記の説明で定義されるように、ノードのみによって索引付けコスト型のマッピング行列です。

20

、 H レベルのマッピング行列の一般的な表現に基づいて、 $H > 1$ で、図36のAに示すように、行および列を同じシーケンス内のノードの同じセットによってインデックス付けされたマッピングマトリックスの形式をとります図36Bに示されています。

H レベルのネットワークの転送行列の一般的な表現は、 $H > 1$ で、図36Cに示されています。この行列の行 i および列 j がレベル ($H-1$) でのネットワークによってインデックス付けされています。

私たちは、PoA型とコスト型の転送行列を区別：

- PoAの型の転送行列の場合、行列の各要素は、レベル ($H-1$) のネットワークのPoA型の転送行列が含まれています。

30

ケースでは何のパスは、私は J 、 i 、 j が0 (ゼロ) である要素の値をネットワークへのネットワークから存在していません。

- コスト型の転送行列の場合、行列の各要素は、レベル ($H-1$) のネットワークのコスト型の転送行列が含まれています。

ケースでは何のパスは、私は J 、要素 I 、 J の される (無限大) の値をネットワークへのネットワークから存在していません。

最下位の階層レベル h でのPoA型の転送行列は、図21のAおよび上記の説明で定義されるように、ノードのみによって索引付けのPoA型の転送行列です。

40

図2 1Bおよび上記の説明で定義された最下位階層レベル h におけるコスト型の転送行列は、ノードのみによって索引付けコスト型の転送行列です。

、 H レベルのマッピング転送の一般的な表現に基づいて、 $H > 1$ で、図36のAに示すように、行と列が同じ順序でノードの同じセットによってインデックス付けされている転送行列の形式は、図36Dに示されています。

マッピング行列および転送行列の上の定義は、様々なレベルの時間でネットワークの階層の再帰的な性質を反映して、再帰的な行列を導入しています。

上述したように、ネットワークは、同じ方法で任意のレベル H に適用するポリシーを可能

50

にする、ノードに抽象化することができます。

ノードに抽象化されたネットワークからなるネットワークのマッピング関係のコストを指定するときに図22(a)に定義されるように、マトリックスがネストされていないため、コストは、コスト型のマッピング行列に格納されます。

次のように、一例として、それぞれHレベルのネストされた行列を作成することができます。

まず、マッピングおよび転送行列は、単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークと、単一の物理ネットワークのSDNコンパイラ方法の説明に従って、ノードの各ネットワークのために作成されています。

10

第二に、ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ノードの階層レベルで開始し、最上位階層に反復します：

- PoAの型マッピング行列は、ネットワーク間のマッピングを表していない、すべての行列要素に値0（ゼロ）で初期化されます。

私はjはネットワークへのネットワークからのマッピングが存在する場合は、要素の値（i、j）は、PoAの型マッピング行列 < > の名前に設定されています

- コスト型マッピング行列は、ネットワーク間のマッピングを表していない、すべての行列要素で値（無限大）で初期化されます。

20

私はjはネットワークへのネットワークからのマッピングが存在する場合は、要素の値は、（i、j）はPoAの型マッピング行列M <コス> Vjとの名前に設定されます。

- PoAの型の転送行列がネットワークとの間にはパスを表していない、すべての行列要素に値0（ゼロ）で初期化されます。

私はjはネットワークへのネットワークからのパスが存在する場合には、要素の値は、（i、j）はPoAの型マッピング行列F <のPoA> i_jの名前に設定されます。

- コスト型の転送行列がネットワークとの間には、転送を表現しない、すべての行列要素で値（無限大）で初期化されます。

30

私はjはネットワークへのネットワークからのパスが存在する場合には、要素の値は、（i、j）はPoAの型の転送行列F <コス> Vjとの名前に設定されます。

上記の説明でのPoA型またはコスト型マッピングの名前または転送行列は行列の各要素に格納されていることに注意してください。

これは、ネットワークのマッピングとパスを格納する経済的な方法を提供します。

各要素の値はPoA-型やコスト型のマッピングの名前であるか、転送行列は、以下の規則を使用して、標準的な行列の乗算によって行われる行列の乗算。

- ネストされた行列の名前が乗算される行列乗算の結果は、結果の行列の各要素に行列乗算の和です。

40

- 結果の行列の乗算のこの和の各要素は、結果の行列の要素で別々の行に格納されます。

- 場合のPoA型マッピングおよび/または転送行列の行列乗算で、オペランドのいずれかが0（ゼロ）は、行列乗算の結果が0（ゼロ）です。 - コスト型マッピングおよび/または転送行列の行列乗算でオペランドのいずれかされる（無限大）行列乗算される（無限大）の結果の場合。

50

次のように私たちは、ネットワークの階層内のネットワークに参照します：

- 私たちは「SAAAA」として=最高レベルhでのネットワークSAAAAにhmaxとを参照します
- 私たちは「(SAAAA、SAAA)」としてネットワークSAAAA内レベルh = (hmaxと-L)でネットワークSAAAに参照します
- 私たちは「(SAAAA、SAAA、SAA)」としてネットワークSAAAA内のネットワークSAAA内レベルh = (hmaxと-2)でネットワークSAに参照します
- というように、最も低い階層レベルhに到達するまで。

37D～図37Aは、任意のネットワークのためのSDNコンパイラ方法の詳細な例のフローチャートを示しています。

10

図37Aのフローチャートのステップ6は、図37Bに示されている手順6.4を介して6.1を、サブを意味します。図37Aのフローチャートのステップ7は、図37Cに示されている7.5を介して7.1サブステップを指します。図37Aのフローチャートのステップ12は、図37Dに示されている11.4を通じて11.1サブステップを指します。各ステップについて説明します。

37D～図37Aのフローチャートに示すように、任意のネットワークのSDNコンパイラ方式に図25のフローチャートに示すように、図37Eは、単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワーク、単一の論理ネットワークのSDNコンパイラ方式を比較。ステップ1：

無限ループは、特定のネットワーク状態を「表す新しい転送テーブルエントリを確保するために作成された変更は、以下に取り出され、格納された要素のいずれかに加えられたときに作成され、配布されます。

20

これは、図25のフローチャートの下部にある「リピート変更の場合には(の一部)プロセス」文と同じです。

フローチャートのインデントはこのループの範囲を示しています。

2～4の手順を実行します。

ステップ4において情報の提供を通じて2が取得され、記憶されます。

この情報は、ネットワークのステータス情報に、その状態の変化の両方に関する。

ケースの深さD = 0の情報が取得され、2～4は、直接又は間接的に物理ネットワークから検索されるステップで記憶されています。

ケースの深さd> = 1で、この情報は、SDNコンパイラのユーザによって定義されます。

30

だから、SDNコンパイラは、ユーザからの情報を受信します。

ケースの深さD = 0でこの情報から検索することができ、実装に依存して、しかし、SDNコントローラ、直接ノード、ネットワーク管理システム、ネットワークオペレーションシステム、クラウド管理システム、他の手段もしくはは限定されるものではありません上記の組み合わせ。

手順2：

- ネットワークの作成と削除を含むネットワークインスタンスの変化を取得し保存します。

40

- すべてのネットワークのためのネットワークの名前、深さd、層n、レベルhの変化を取得して保存します。

- タイプ(H = 0)を取得し、店舗の変更をすべてのネットワークでは。

これは、図25のフローチャートのステップ1で使用される用語の「ノードタイプ」(物理ノードタイプ)、ステップ5(仮想ノードタイプ)を格納することと同じです。

- 取得し、ポイントオブアタッチメント(POAの)中の店舗の変更すべてのネットワークは、ノードであるためと、(d = 0)で。

これは、図25のフローチャートのステップ1(物理のPOAの)ステップ5(仮想のPOAの)で

50

ポイントオブアタッチメント（POAの）を格納することと同じです - $(H > 1)$ で、すべてのネットワークが取得および格納の変更についてネットワークの名前で（D、N、 $(H-1)$ ）ネットワーク（D、N、H）は、から成ります。

$(H = 1)$ の場合、これは、ステップ1（物理的なネットワークノード）と図25のフローチャートのステップ5（仮想ネットワークおよびノード、論理ネットワークノード）でネットワークのノード名を格納することと同じです - ストア随意追加情報
上記に参照さ」の変化は、「初期化だけでなく、初期化後の特性の変化が含まれます。

ステップ3：

すべてのネットワークのマッピングと各費用のためのオプションのマッピング費の変更が 10
検索され、上述のマッピングの4（4）のタイプのために保存：

- レベルのマッピング
- トポロジのマッピング
- レイヤマッピング
- 深度マッピングのコスト・タイプは「待ち時間」である場合、その値は、典型的には、測定値から取得されます。

他のコスト・タイプの場合には、その値は、典型的には、オペレーションシステムに定義されています。

ステップ4：

$(H > 1)$ で、すべてのネットワークの転送ポリシーの変更が取得され、保存されます 20

上記のように、ネットワーク内の隣接ネットワーク内の経路間の関係は、特定のネットワークの転送ポリシーによって決定されます。

典型的な転送ポリシーの例は、図25のフローチャートのステップ4の説明で与えられ、 $(H > 1)$ ですべてのネットワークに適用されました。

そのポリシーがポリシーに広いネットワーク - というよりも、ノードごとのベースのアプローチを提供し、すべてのレベルの時間で、すべての層nで、すべての深さdで、すべてのネットワークに適用されます。

ステップ5：

深さの合計数を超えるステップ5深さd = 0で開始し、反復処理は、ループの各段階で1（1）により、Dをインクリメントと、D。 30

図37Aのフローチャートのくぼみは、各ループの範囲を示しています。

使用されている「ループがために」この例では、代わりに、「ループしながら」、の「のために、各ループ」、を実行-ながらループ」に限定されたループの他のタイプなどではなく、使用することができます。

ステップ6：

すべての層で、n個の深さdと計算し、店舗ですべてのレベルの時間ですべてのネットワーク上で、このフローチャートを反復これらのネットワークのすべてのためのすべてのマッピング行列のステップ6。 40

ステップ6は、図37Bに示され、以下に記載される6.4を介して6.1、サブステップを指します。

PoAの型とコスト型の行列を図37Bのフローチャートの6.4～ステップ6.1で説明したように、4つのマッピング・タイプは、レベルマッピング、トポロジマッピング、レイヤマッピング、前述の深さのマッピングであることのために作成されています。ステップ7：

ステップ7は、 $(D > 1)$ 場合に実行され、サブステップに7.5を介して7.1を参照して、図37Cに示され、以下に記載されているされています。

ステップ8：

8層 $n = 0$ で開始され、繰り返し処理層の総数を超える n は、特定の深さ d のステップ、ループの各段階で1(1)されることにより n をインクリメントします。

ステップ9:

ループの各段階で1(1)により H をインクリメント特定の深さ d で特定の層 n のレベル h の総数を超えるレベル $h = 1$ と繰り返し処理でステップ9を開始し、。

ステップ10: 特定のレベル h でのすべてのネットワークを介してステップ10反復し、特定の層 n で、特定の深さ d で。

我々は (D, N, H) であるとして、このネットワークを参照してください。

必要に応じて、我々は (D, N, H) のネットワークのための特定のネットワーク名を参照してください。

ステップ11:

ステップ11.1では、PoAの型トポロジーマッピング行列は、 $(d$ の (D, N, H) のネットワークとネットワークとの間のレイヤマッピングに基づいて、ネットワークで (D, N, H) のために再計算され、 $(N-1, h)$ 及び $(D, (N1), H)$ でのネットワークのトポロジーマッピングマトリックス。

ステップ11.2トポロジーマッピング行列は (D, N, H) のネットワークのために計算されます。

ステップ11.4において、ステップ11.2にて算出トポロジーマッピング行列起因転送テーブルエントリは (D, N, H) のネットワークのために計算されます。

このフローチャートのステップ11は、図37Dに示され、以下に記載されている11.4を介して11.1、サブステップを指します。

ステップ12:

算出された転送テーブルのエントリは「SDNコントローラの深さ $d = 0$ でのすべてのノードへの転送テーブルエントリの配布を担当するが、物理的または仮想ノードに送信されています。

また、実装に応じて、「SDNコンパイラ」は、物理または仮想ノードであり、深さ $d = 0$ ですべてのノードに直接転送エントリを送信することができます。

このステップは、図25のフローチャートのステップ12に相当します。

さて、参照は37Bを参照します。ステップ6.1(レベルマッピング): 各ネットワークレベルでの $GA(H) = 1$ の (D, N, H) でネットワーク GA によってインデックスを付け、単一行からなるPoAの型レベルマッピング行列を計算し、格納し、列の場合 $(D, n$ は、 $(H-1)$)において、ネットワーク(複数可)によってインデックス付け (D, N, H) において、そのネットワークは、 GA から成ります。

すべてのセルの値は、1(1)です。

このマトリックスは、レベル $(H = 1)$ でのネットワークのための、レベルのマッピング行列の $M <POA> GA$ -例は、図27A、28A、28Fに与えられていると呼ばれています。(= 2時間)でのネットワークのレベルマッピングマトリックスの例を図43に示されているA。

ステップ6.2(トポロジーマッピング):

- (隣接と呼ばれる上記の)一つ以上のトポロジーマッピングが (D, N, H) で GA ネットワーク内に存在する場合には、当該PoA型トポロジーマッピング行列を計算し、保存します
 $P <OA> GA-GA$ - ネットワーク GA から一つ以上のトポロジーマッピング(上記の隣接関係と呼ばれる)の場合 GB のネットワークへは、 POA 型トポロジーマッピング行列を計算し、保存する存在します

$P <OA> GA-GB$

- 必要に応じて各コストタイプ k するための1つまたは複数のトポロジ・マッピング（隣接関係と呼ばれる上には）（ D 、 N 、 H ）でネットワーク GA 内に存在する場合には、コスト型トポロジマッピング行列 M <コスト K を計算し、保存します> $GA-GA$ -
- 必要に応じて GB のネットワークへのネットワーク GA から（隣接関係と呼ばれる上記）は、1つまたは複数のトポロジ・マッピングの場合、各コストタイプ k のコスト型トポロジマッピング行列 M <費用の K > $GA-GB$ に存在します。ネットワーク・オブ・ノード（ $H = 1$ ）でのトポロジマッピングマトリックスの例を図46 A、46B、47 A、47Bに示されています。（ $= 2$ 時間）で、ネットワークのネットワークのトポロジマッピングマトリックスの例を図43Bに示されています。

10

6.3（レイヤマッピング）ステップ： - （ $D = 0$ ）での各ネットワーク GA およびレイヤで（ $N > = 1$ ）と、各ネットワーク GC （ $D = 0$ ）と層（ $N-1$ ）は、1つまたは複数で GC は POA の型層のマッピング行列 M < POA > $GA-GC$ を作成存在するネットワークへのネットワーク GA からのマッピング

- 層（ $N > = 1$ ）と層（ $N-1$ ）の各ネットワーク GC で各ネットワークの GA についてネットワーク GA へのネットワーク GC から一つ以上のマッピングは、 POA 型層 - マッピング行列 M < POA > GC を作成存在する場合- GA

- 必要に応じて層（ $N > = 1$ ）と層（ $N-1$ ）の各ネットワーク GC での各ネットワークの GA のための各コストタイプ k のための GC のネットワークへのネットワーク GA から一つ以上のマッピングがコスト型を作成存在する場合に層 - マッピング行列 M <コスト K > $OA-OC$
- 必要に応じて層（ $N > = 1$ ）と層（ $N-1$ ）の各ネットワーク GC での各ネットワークの GA のための各コストタイプ k のための GA をネットワークするためのネットワーク GC から一つ以上のマッピングがコスト型を作成存在する場合に層 - マッピング行列 M <コスト K >、 $OC-GA$

20

ステップ6.4（奥行きマッピング）：

- 深さでの各ネットワークの GA について（ $> = 1$ D ）と深さで各ネットワーク GD （ $D-1$ ）ネットワーク GA から一つ以上のマッピングが GD は POA の型深さ優先マッピング行列 M < POA を作成存在するネットワークへ> GA - $G-D$

- 深さでの各ネットワークの GA （ $D > = 1$ ）と深さで各ネットワーク GD の場合（ $D-1$ ）ネットワーク GD から一つ以上のマッピングが GA は POA の型深さ優先マッピング行列 M < POA を作成存在するネットワークへ> GD - GA

30

- 必要に応じて深さでの各ネットワークの GA のための各コストタイプ k （ $D > = 1$ ）と深さで各ネットワーク GD 用（ $D-1$ ）ネットワーク GA から一つ以上のマッピングは、 GD がコスト型のマッピング行列を作成存在するネットワークへとき M <コスト K > $OA-GD$

- 必要に応じて深さでの各ネットワークの GA のための各コストタイプ k （ $D > = 1$ ）と深さで各ネットワーク GD 用（ $D-1$ ）ネットワーク GD から一つ以上のマッピングは、 GA がコスト型のマッピング行列を作成存在するネットワークへとき M <コスト K > $OD-GA$ （ $H = 1$ ）でのネットワークのための深さマッピングマトリックスの例は、図28Gおよび28Hに示されています。（ $= 2$ 時間）でのネットワークの深さマッピングマトリックスの例は、図46Cに示されています。

40

5さて、図37Cに示すように7.5を介して7.1が記載されている手順。ステップ7.1：

ネットワーク・オブ・ノード深さ d と層 n 、深さで第二のネットワークを通過するパス（ $D-1$ ）で、最初に第一のネットワーク・オブ・ノードから A ）のパスに：ステップ7の目的は、見つけることです深さ d と層 n 。

10これらのパスは、可能なトポロジマッピング関係になります。 b ）は、深さ d と層 n の第1のネットワーク・オブ・ノードからのパス、深さ d と層 n の第3のネットワーク・オブ・ノードへの深さ（ $D-1$ ）で第2のネットワークを通過する経路。

これらのパスは、可能なトポロジマッピング関係になります。 C ）からのパスのネット

50

ワーク・オブ・ノードの深さ d と層 n 、深さで15秒のネットワークを横断するパス（D-1）に、第3のネットワーク・オブ・ノードの深さ d と層における（N-1の最初の）。

これらのパスは、可能なレイヤマッピング関係になります。D)からのパスのネットワーク・オブ・ノードの深さ d と層（ $n-1$ ）と、深さで第二のネットワークを通過する経路（D-1）において、の第1～第3のネットワーク・オブ・ノードの深さ d と層 n の。

これらのパスは、可能なレイヤマッピング関係になります。

上記の方法Aを使用して、トポロジ・マッピングの20例、これらに限定されないが、)KAをネットワークするためのネットワークLAからの深さマッピングの連結、からなるパスとして計算LBをネットワークへのネットワークLAからトポロジのマッピングであります図34 Aに示されているネットワークのセットで、LBをネットワークにネットワークKBのKBと深さマッピングをネットワーク化するためのネットワークトポロジ - KAからのマッピング。別の例ではなく、

10

25 限られましたに、使用して計算したトポロジマッピング)上の、 $H(D = 1)$ のネットワークLEからトポロジマッピングは、 N であり、 $= 0$ 、 $D = 1$ （LFでのネットワークへの $H = 0$ ）、 $n = 0$ で $= 0$)は、図35のAのネットワークの集合で上記のように。

a)の場合、我々は、フォームの行列の関係を探している上に、R最初のネットワークにおける深度D - 深さで第二のネットワーク（D-1）*

20

TJPOAに

JUトン第二のネットワークにおける深度（D-1） - 第二のネットワークにの深さ（D-1）* cPoA

深さDの第1のネットワーク) - 深さで第二のネットワーク（D-1）F

例ではB)からd)我々は、フォームの行列の関係を探している上に、R最初のネットワークにおける深度D - 深さで第二のネットワーク（D-1）*

FPOA

深さでF第二のネットワーク（D-1） - デプス（D-1）における第二ネットワーク* F <PoAの>の深さで第二のネットワーク（D-1） - 深さDにおける第3ネットワーク)

以下の方法は、この目的を達成するために使用されます。

30

- 場合（ $D > = 1$ ）の深さの一つ以上のネットワークからなるネットワーク（D-1）を作成し、一つ以上のネットワークの深さDにおいて、「複合ネットワーク」（CN）と呼ばれます。

- もし（ $D > = 1$ ）を計算すると、CNの店舗のPoA型フォーディングマトリックス、必要に応じて各コストタイプのためのCNのコスト型の転送行列を計算し、保存します。転送行列の算出は、ステップ11.2の説明においてより詳細に説明されます。

- もし（ $D > = 1$ ）を計算し、電源3 CNの店のPoA型の転送行列は、（CN <3のPoA>）「電源3にCN」のPoA型と呼ばれます。

40

必要に応じて計算し、「電源3にCN」コスト型と呼ばれる電源3 CNの店舗コスト型の転送行列、

（CN <3コストK>）各コスト型kの。

限定される例ではなくとして、CNは、すべての層で、 n 個の深さ d のすべてのレベルの時間で（D-1）すべての層で、 n 個の深さで、すべてのレベルの時間ですべてのネットワークと、すべてのネットワークで構成されて可能性があります。

CNはまた、これらのネットワークのサブセットで構成されて可能性があります。

CNを計算することにより、<3のPoA>私たちはから成る可能な経路を計算することに注意し

50

てください

3パス、いずれかで3パスの各々の連結：

- 深さでネットワークを通過するパス (D-L)
- 深さdでのネットワークへの深さのネットワーク (D-1) からのパス - パスが深さdでネットワークを通過します
- 深さで、ネットワークへの深さdのネットワークからの経路 (D-1)

私たちの目的に従って、CNから<3のPoA>私たちが選択し、フォームを取るすべての行列の関係を格納します。深さDの第1のネットワーク - Rの深さに2番目ネットワーク (D-1) * cPoA

深さでF第二のネットワーク (D-1) - 深さでのセカンドネットワーク (D-1) * FPOA 10

深さDの第1のネットワーク) - 第二のネットワークに深さ (D-1) F

今、可能なパスは、深さで第2のネットワークを横断する深さd (D-1) の第1のネットワークへの深さdの第1のネットワークから記憶されています。

行列がネストされているとして今、必要なマッピング関係は、ネットワーク・オブ・ノードのレベルhで発見されています。

同じプロセスは、上記の方法で使用されるのPoAタイプの転送行列を伴うコスト型kのコスト型行列に従うことができます。

20

方法は、再帰的な性質のために、階層レベルの任意の数に適用することができます。

ステップ7.2：

ループの各段階で1 (1) でのnをインクリメント、層の総数の上にn個の特定の深さdで7.2層で始まり、N = 0と反復処理をステップ。

ステップ7.3：

特定の層のn特定の深さdのノードのすべてのネットワークを介して7.3反復処理をステップ。

ステップ7.4：

もし (N = 0) の深さ (D> = 1) とレイヤにおけるネットワーク・オブ・ノードの計算及び格納トポロジーマッピング行列 (N = 0)。

30

もし (N = 0) (n = 0の) 第二のネットワーク・オブ・ノードの深さでの (> = D 最初のネットワーク・オブ・ノードの深さ (D> = 1) と層でのトポロジーマッピング行列を計算し、店L) と層 (N = 0)。

必要に応じて同様に (N> = 1) でこのステップを実行します。

必要に応じて、(N> = 1) の深さ (D> = 1) と層 (N> = 1) でのノードネットワーク - のトポロジーマッピング行列を計算し、保存する場合。

40

必要に応じて、(N> = 1) 場合は、最初の深さでのノードネットワーク (D> = 1) と層 (N> = 1) から第二のネットワーク・オブ・ノードの深さにまでトポロジーマッピング行列を計算し、店 (D> = 1) と層 (N> = 1)。

ステップでは6.2トポロジーマッピング行列は、ネットワークごとに定義されています。

深さ (D> = 1) でのネットワーク・オブ・ノードの場合、これらのトポロジーマッピング行列はトポロジーマッピングの場合には1 (1つ) を含みます。

このステップでは、トポロジ・マッピングを示す1 (1) が含まれている要素のため (D = 0) で、ネットワーク内のパスを表すのPoAの配列を有するこれらのトポロジーマッピング行列を再計算します。

50

ステップ7.1で、CNステップ7.1、我々は計算ステップ7.1の方法で計算し、とを基準以下のパスを格納するように、<3のPoA>)を使用すると、b): 第一のネットワーク・オブ・ノード深さdでのa)のパスそして層($N = 0$)、深さdと、層の第1のネットワーク・オブ・ノードへの深さ($D-1$)で第2のネットワークを通過する経路、($N = 0$)。これらのパスは、可能なトポロジマッピング関係になります。b) 第一のネットワーク・オブ・ノードの深さdでのパスおよび層($N = 0$)、パスは第3のネットワーク・オブ・ノードの深さdと層(時に、($D-1$)の深さに第二のネットワークを横断します $N = 0$)。これらのパスは、可能なトポロジマッピング関係になります。

10

場合には、上記のステップ7.1で説明したa)の結果の行列の関係は形を取るように: R最初のネットワークにおける深度D - 深さで第二のネットワーク($D-1$) *

FPOA

深さでF第二のネットワーク($D-1$) - 深さでのセカンドネットワーク($D-1$) *

FPOA

深さDの第1のネットワーク) - 第二のネットワークに深さ($D-1$) F

場合には、上記のステップ7.1で説明したa)の結果の行列の関係は形を取るように: R最初のネットワークにおける深度D - 深さで第二のネットワーク($D-1$) *

FPOA

20

深さでF第二のネットワーク($D-1$) - 深さでのセカンドネットワーク($D-1$) *

FPOA

深さに F第二のネットワーク($D-1$) - 深さDにおける第3ネットワーク)

1(1)を含むネットワーク・オブ・ノードのトポロジマッピング行列の各要素(i, j)のために、我々は、上記の関係を計算し、トポロジマッピング行列の要素(i, j)は、結果を格納します場合の結果は、のPoAのシーケンスです。ケースでは、トポロジ・マッピング行列の行列要素(i, j)の値は、POAのシーケンスによって表されるSDNコンパイラのユーザによって定義されたトポロジマッピング、およびパスを表す、1(1)であります、計算された行列のうちのいずれかの行列要素(i, j)の存在しない、SDNコンパイラのユーザが指定したトポロジ・マッピングを作成できないことを示す、エラーメッセージで通知されます。

30

同じプロセスは、PoAの型トポロジマッピング行列に伴うコスト型kのコスト型行列に従うことができます。

例として、限定されるものではないが、これは以下の方法で行うことができます。

1) すべての行列要素(i, j)のための可能なトポロジ - マッピングを含む得られたトポロジマッピング行列)を計算し、値1(1)を含む要素にトポロジのマッピングをコピーします。

2) だけが、潜在的にSDN-コンパイラのユーザによって定義されている唯一のトポロジ・マッピングがすべての行列のための可能な経路ではなく、計算されたようはるかに速い方法である、要素(i, j)のために上記の関係を値を計算要素。

40

一例として、以下のように実現することができる)アプローチ2、これらに限定されません。

パスの関係は、通常、一般の関係上記の通り、3行列の乗算によって与えられます。

3行列のM1、M2の乗算のためにセルの値(i, j)は、M3は、次の行列を乗算することによって計算することができます。

- マトリックスM1の行i

- 行列M2

50

- 行列M3の列j

MR2は今3行列の全体の乗算と比較してはるかに改善された計算速度が得られ、(ML・M2・M3)のセル(i、j)の値が含まれています。

SDNコンパイラのユーザによって定義されたトポロジーマッピングの数は、典型的にはそうであるすべてのマトリクス細胞のための可能な経路よりもはるかに小さい場合、このアプローチは非常に速く計算をもたらします。

このステップはで実行されることに留意されたい(N = 0)、特定の深さdの最下位層です。

特定の深さdのすべての他の層(N> = 1)が(n-1)は、これらの層の可能な経路が(N> = 1)の層に依存する層からのサービスを利用するように(N-1)とを実行することによって計算されます第一および第二のネットワークは、異なる層にある第2のネットワーク内の可能なリンク関係、最初にネットワーク内のパスの関係の変換。

これは、ステップ11.1にて行い、以下に説明します。

例えば、これらに限定されないが、として計算ネットワークLDへのネットワークLCからトポロジのマッピングであります

LA、図34Aに示されているネットワークのセットで、ネットワークLDにLBとネットワークLBからレイヤマッピングをネットワークにネットワークLAからトポロジーマッピングからなるパスをネットワークするためにネットワークLCから層マッピングの連結。あるいは、このステップは使用されない深さdでの層n下層に場合に、深さdで任意の層nのネットワーク(複数可)の転送ポリシーを実行するが、深さのネットワーク(複数可)のポリシーを転送することができる(D-1)が使用されます。

ステップ7.1で、CNステップ7.1で算出したように、<3のPoA>、我々は計算ステップ7.1の方法と5店舗とを基準にして、次のパス)を使用し、B)：第一のネットワーク・オブ・ノードの深さでのa)のパスdおよび層N、深さdと層nの第1のネットワーク・オブ・ノードへの深さ(D-1)で第2のネットワークを通過する経路。

これらのパスは、可能なトポロジマッピング関係になります。b)は、深さdと層nの第3のネットワーク・オブ・ノードへの深さdと層n、深さ(D-1)で10秒のネットワークを横断するパスの第1のネットワーク・オブ・ノードからのパス。

これらのパスは、可能なトポロジマッピング関係になります。

このステップは、我々が計算される単一の物理ネットワーク、単一の仮想ネットワークを単一の論理ネットワーク、だけでなく、図25のフローチャートのステップ6で行ったことに注意してください。

1IT P°A すべて _ RPOA rPoATJPOA

-L-> A - M VVV-のAAA * (M AAA / KKK-AAA * AAA *

図25の存在のフローチャートのステップ6で括弧内の用語

(M <POA> AAA / KKK-AAA * F <POA> AAA * M <P> <A> AAA-AAA / KKK°)は、ネットワークのAAA / KK内のすべてのパスを表し、したがって、F <POA> AAA / KKK-ですAAA / KKK。

20はこのため、図25のフローチャートのステップ6は、次のように書くことができます：

PoAのすべて _ A、 TJPOA ,,

VVV- M VVV-AAA / KKK * AAA / KKK * M AAA / KKK- VW

F <RO> VVV-AAA / KKK- <0> VVV-AAA / KKKand F <0> AAA / KKK-VVV- <0> AAA / KKK-VVVとして、この缶、ステップ11.2で詳細に説明されるように以下のように書くこと。

10

20

30

40

50

すべてのPoA \rightarrow TjPoATJPOATJPOA

VW- VVV-AAA / KKK * AAA / KKK * AAA / KKK- VW

25. 上述したように、隣接行列は、現在トポロジーマッピングと呼ばれます。

上述したように、ネットワーク内のパスを表す転送行列は以下のように書かれています
F最初ネットワークまずネットワーク - はthis収率を適用します。

テレビPOA すべて \rightarrow TjPoATJPOATJPOA

M VVV-VVV- VVV-AAA / KKK * AAA / KKK-AAA / KKK * AAA / KKK- VW

ここで： - ノードAAA / KKのネットワークは、深さd = 0であること、物理的なネットワークのAAAと仮想ネットワーク（株）を組み合わせ、複合ネットワークです。

10

- ノードのネットワークはVVV深さd = 1であること、論理的なネットワークです。
この関係は、ステップ7.1で一定の関係と同じです。（F <POA>最初のネットワークに深さD - 第二のネットワークの深さで（D-1）*

FPOA

深さでF第二のネットワーク（D-1） - デプス（D-1）における第二のネットワーク*

FPOA

深さDの第1のネットワーク） - 深さで第二のネットワーク（D-1）F

したがって、図25のフローチャートのステップ6で行われる関係が提示一般的なアプローチから生じます。

ステップ7.5

20

深さのノードのネットワーク（D> = 1）と層nへ（N> = 1）深さD> = 1と層（N-1）のノードのネットワークからレイマッピング行列を計算し、保存する場合。

（N> = 1）深さD> = 1と層n個のノードのネットワークからの深さにあるノードのネットワーク（D> = 1）と層（N-1）にレイマッピング行列を計算し、保存する場合。

ステップ6.3レイマッピング行列は、各ネットワークのために定義されています。

深さ（D> = 1）でのネットワーク・オブ・ノードの場合、これらのレイマッピング行列は、レイマッピングの場合には1（1つ）を含みます。

このステップでは、レイマッピングを示す1（1）が含まれている要素のため（D = 0）で、ネットワーク内のパスを表すのPoAの配列を有するこれらの層マッピング行列を再計算します。

30

ステップ7.1で、CN <3のPoA>ステップ7.1で計算され、ステップ7.1の方法として、我々は計算とCとを基準に以下のパスを格納する）およびd）の使用：c）前記第1のネットワーク・オブ・ノード深さdでからパスをそして、層n、深さd及び層（N-1）における第3のネットワーク・ノードへの深さ（D-1）における第二のネットワークを横断するパス。

これらのパスは、可能なレイマッピング関係になります。d）の深さdと層（N-1）の第1のネットワーク・オブ・ノードからのパス、深さdと層nの第3のネットワーク・オブ・ノードへの）深さ（DLにおける第二のネットワークを横断するパス。

これらのパスは、可能なレイマッピング関係になります。

40

レイマッピング方法Cを使用した例が、これらに限定されないが、）上記LAがKCをネットワークするためのネットワークLCから深さ優先のマッピングの連結として計算ネットワークへのネットワークLCからの層 - マッピングから、レイヤーのマッピングでありますネットワークKCは図34Aに示されているネットワークのセットで、LAをネットワークにネットワークKAからKAと深さマッピングをネットワークします。上記層マッピングする方法Dを使用した例が、これらに限定されないが、）、からの層 - のマッピングをKBをネットワークへのネットワークLBからの深さマッピングの連結として計算されたLDをネットワークにネットワークLBからレイマッピングですネットワークKBは、図34Aに示されているネットワークのセットで、ネットワークLDにネットワークKDからKDと深さマッピングをネットワーク化します。ネットワーク・オブ・ノード1（1つ）が含まれてステップ6.3

50

で作成したレイヤマッピング行列の各要素 (i, j) のために、我々は、上記の関係を計算し、要素 (i, j) は、結果を格納しますレイヤマッピング行列の場合に結果がのPoAのシーケンスです。ケースではM <PoA>の行列要素 (i, j) の値が1 (つ) のPOAのシーケンスによって表されるSDNコンパイラのユーザによって定義されたレイヤマッピング、およびパスを表す、ではありません計算された行列のいずれかの行列要素 (i, j) が存在し、SDNコンパイラのユーザが指定したレイヤマッピングを作成できないことを示す、エラーメッセージで通知されます。

なお、一つ以上の層の n 深さで ($D-1$) と、一つ以上の層の n とすることができる深さ d にマッピング層 - ステップ7.1において「組み合わせネットワーク」(CN) の計算を決定

10

における深さ d で再計算されました。
例として、限定されるものではないが、ケース内のすべてのレイヤマッピングが深さ d で、これらの層にマッピングされる深さ ($D-1$) における深度 d の全ての層及び全ての層であり、深さ d で再計算される必要がありますCNの一部であるように選択。

同じプロセスは、PoAの型層マッピング行列に伴うコスト型 k のコスト型行列に従うことができます。

例として、ステップ7.4の説明で述べた方法は、3つの行列の乗算の単一行列要素 (i, j) の計算を含む、ここにも適用することができます。

20

さて、図37Dに示すように11.4を通じて11.1が記載されている手順。ステップ11.1 ($D > 1$) と ($N > 1$)) 場合は、深さ d と層 n のネットワーク・オブ・ノードのトポロジマッピング行列を計算し、保存します。
($N > 1$)) と ($d > 1$) とすると、第1の深さ d でのノードネットワークと層 n から第2の深さ d でのノードネットワークと層 n にトポロジマッピング行列を計算し、店。

ステップでは6.2トポロジマッピング行列は、ネットワークごとに定義されています。
深さ ($D > 1$) でのネットワーク・オブ・ノードの場合、これらのトポロジマッピング行列はトポロジマッピングの場合には1 (1つ) を含みます。
このステップでは、トポロジ・マッピングを示す1 (1) が含まれている要素のため ($D = 0$) で、ネットワーク内のパスを表すのPoAの配列を有するこれらのトポロジマッピング行列を再計算します。

30

以下の方法が使用されている： - 場合 ($N > 1$) 層 ($N-1$) でのすべてのレベルの時間ですべてのネットワークからなるネットワークを作成し、すべてのネットワーク層 n のすべてのレベルの時間で、「組み合わせると呼ばれますネットワーク」(CN)。

- ($N > 1$) CNのPoAの型の転送行列を計算する場合は、必要に応じて各コストタイプのためのCNのコストタイプの転送行列を計算します。

40

転送行列の算出は、ステップ11.2の説明においてより詳細に説明されます。 - 電源3にCNのPoAの型の転送行列を計算する ($N > 1$) した場合、($> CN < 3$ のPoA) のパワー3にCN」のPoA型と呼ばれます。

必要に応じて「電源3にCN」コスト型と呼ばれる、電源3にCNのコスト型の転送行列を計算します

(CN <3コストK>) 各コスト型 k の。

限定される例ではなくとして、CNは層 n のすべてのレベルの時間で層 ($N-1$) ですべてのレベルの時間ですべてのネットワークで構成されており、すべてのネットワークができました。

50

CNはまた、これらのネットワークのサブセットで構成されて可能性があります。

このアプローチはステップ7.1で採用されたアプローチに似ていることに注意してください。

ステップ7.1において、CNは、深さd 1つまたは複数のネットワークで構成されている間、ステップ11.1においてCNは、同じ深さdでの(N-1)層で層nに1つ以上のネットワークと1つ以上のネットワークで構成され、おそらく、おそらく異なる層における異なる層のn、及び深さに1つ以上のネットワーク(D-1)のN。

CNを計算することにより、<3のPoA>私たちはから成る可能な経路を計算することに注意してください

10

3パス、いずれかで3パスの各々の連結：

- 層(N-1)でのネットワークを通過するパス - 層nでネットワークを通過するパス
- 層nのネットワークへのレイヤのネットワークからのパス(N-1)
- レイヤのネットワークへのレイヤnでのネットワークからのパス(N-1)私たちは、選択し、フォームを取るすべての行列の関係を格納します。r最初のネットワークのに層n
- 第二のネットワークに層(N-1)* R秒レイヤーのネットワーク(N-1) - 第二のネットワークに層(N-1)*

cPoA

層nの第1のネットワーク) - 第二のネットワークに層(N-1)F

20

今可能なパスは、層の第1のネットワークへの層nの第1のネットワークから保存されたN層(N-1)で第2のネットワークを通過されています。

行列がネストされているとして今、必要なマッピング関係は、ネットワーク・オブ・ノードのレベルhで発見されています。

1(1)を含むネットワーク・オブ・ノードのトポロジーマッピング行列の各要素(i, j)のために、我々は、上記の関係を計算し、トポロジーマッピング行列の要素(i, j)は、結果を格納します場合の結果は、のPoAのシーケンスです。

ケースでは、トポロジ・マッピング行列の行列要素(i, j)の値は、POAのシーケンスによって表されるSDNコンパイラのユーザによって定義されたトポロジーマッピング、およびパスを表す、1(1)であります、計算された行列のうちのいずれかの行列要素(i, j)のに存在しない、SDNコンパイラのユーザが指定したトポロジ・マッピングを作成できないことを示す、エラーメッセージで通知されます。

30

同じプロセスは、PoAの型トポロジーマッピング行列に伴うコスト型kのコスト型行列に従うことができます。

例として、ステップ7.4の説明で述べた方法は、3つの行列の乗算の単一行列要素(i, j)の計算を含む、ここにも適用することができます。

40

ステップ11.2

(D、N、H)でネットワークのトポロジ転送行列を計算し、保存します。

計算し、(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからトポロジ - 転送行列を格納します。

私たちは、トポロジ転送行列の2種類を区別します。a)からのパスを表すのネットワーク内のパス(D、N、H)、フォームF最初ネットワーク-最初ネットワークBを取る)トポロジ - 転送行列を表すトポロジ - 転送行列フォームF最初ネットワーク秒のネットワークを取る(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワーク、まず最下位階層レベルH、ネットワーク・オブ・ノードで開始する、上記)タイプAのト

50

ポロジ - 転送行列の計算を考えます。

PoAの型とコスト型のネットワーク・オブ・ノードAAAのトポロジ - 転送行列 (D、N、H) は、に従って計算されます。

TJPはポリシーR Tjコスト K方針rを °¥

R AAA-AAA、 AAA-AAA) < ~ >

P・ポリシー/ RのP °A < > iコスト K ¥

AAA (M AAA-AAA、 M AAA-AAA)

これでは、P <ポリシー R>政策rのネットワークのAAAのポリシー機能をAAAれています。

Hレベルのネットワークに適用することが可能に限ら典型的なポリシーではなく、一例です。

- ・最短パス優先 (SPF)
 - ・ファイアウォール (パスが許可されません)
 - ・指 定されたパス (パスに横断するネットワークを指定します)
 - ・ロードバランシング一般的に、転送ポリシーは、我々の発明は、上記の方針に限定されるものではなく、したがって、任意の形態をとることができます。
- さらに、複数のポリシーはまた、全体的なポリシーに組み合わせることができます。

このステップはまた、ステップ4と図25のフローチャートのステップ10で行ったことに注意してください。

ステップ4および図25ポリシーのフローチャートのステップ10に隣接行列に印加しながらA) このステップ転送ポリシーでは、トポロジーマッピング行列に適用されます。以下の違いに注意してください。

上述したように、これらのマトリックスは、等価であるb) は、この工程から得られた転送行列では、ポリシーRはこの場合に適用されるポリシーが、含まれています。

複数の転送行列はさまざまなポリシーを適用することにより、単一のネットワークのために作成されるように、それは、結果の転送行列Fにポリシーを含めることが有用です

ネットワーク・ノードのPBB内の転送行列F <POA> PBB-PBB表しますパスは図38Nに示されているトポロジ - のPoA型の例。ネットワーク・オブ・ノードYVV内のパスを表すのPoA型トポロジ - 転送行列F <0> YWW-YWWの例を図38Oに示されています。

上記のタイプbのように参照する (D、N、H) における第二のネットワークへの (D、N、H) の第1のネットワークからトポロジ - 転送行列の計算) は、基準P6044764EP1に含まれます。

ステップ11.3

このオプションのステップは、参照P6044764EP1に含まれます。

ステップ11.4

ノードによってインデックス付けのPoA型フォワーディング行列に対して転送エントリは、前述の図25のフローチャートのステップ11に従って計算されます。

ステップ11.2で計算されており、必要に応じてステップ11.3で計算されているネストされたトポロジ - 転送行列から計算転送テーブルのエントリは、参照P6044764EP1で含まれています。

ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク：以上、私たちは次の形式のネットワークとノードの論理的な命名に階層を導入しました。

ネットワーク・オブ・ネットワーク。

ネットワーク。

節点

上述したように、これは階層ネットワーク内のノードを検索するための手段を提供します。

したがって、我々は、「ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワークを使用することができます。

の-ネットワークネットワーク - 。

ネットワーク。

ノードのネットワーク・オブ・ネットワークネットワーク - 」のノードのアドレスとして、我々は使用することができます」。

ネットワーク・オブ・ネットワーク。

ネットワーク・オブ・ノードというように、とのアドレスなどのネットワーク」。

私たちは、「単層構造に対処する」と、このようなアドレッシング構造を参照します。

各ドット記号ことに注意してください "。"、レベルのマッピングを表し、レベルマッピングによって表されるように、したがってアドレス構造は、ネットワークの正確階層構造に従います。

また、物理ネットワーク内の階層命名を使用することができることに注意してください。

ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク：私たちは今、次のような形式にアドレスを拡張します。

ネットワーク・オブ・ネットワーク。

ネットワーク。

ノード。

サブ識別子1。

サブ識別子2

ここで、各ドット記号「。」 「ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク内。

ネットワーク・オブ・ネットワーク。

ネットワークは、「レベルのマッピングを表し、これは、各ドットのシンボルの「ノード」内の「。。

サブ識別子1。

サブ識別子2」は、層 - マッピングを表します。

「ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ネットワーク」の前に階層的な命名は、レベルの任意の数に拡張することができることを示しています。

「サブ識別子2」後のアドレスは、層の任意の数を含めることができることを識別する。

サブ識別子は、ノードです。

層nのサブ識別子が層にサービスを提供する ($N + 1$)。

そのようなサービスに限定されない例は、多重サービスです。

種々の層のこのアプローチの論理ネームの使用は、単一の論理アドレス空間の中に組み合わせることができます。

これは、複数の層にまたがる論理アドレス指定空間を使用して転送を行うことが可能となります。

サブ識別子はノードであり、ノードがネットワークであるため、上記のアドレス指定論理提示は次の形式をとります。ネットワーク ($D > 0$ 、 $N = \text{psn_nmin}$ 、 $H = \text{hmax}$ と) ネットワーク ($D > 0$ 、 $N = \text{psn_nmin}$ 、 $H = 0$) ネットワーク ($D > 0$ 、 $N = \text{psn_nmax}$ 、 $H = 0$)

ここで： - PSN NMINが最下位層であるn個の packets スイッチングを提供

- psn_nmaxは最高層n提供する packets 交換であります

- hmaxとは、最高レベルの時間です

私たちは、「多層論理アドレス構造」として、この論理アドレス構造を参照します。

例として、これらに限定されない、サブ識別子は、例えばように、ポートを識別することができるが、TCPまたはUDPの周知のポートに限定されるものではありません。

例として、これらに限定されないが、サブ識別子も7エンティティようなプロセスなどの様々な層にレイヤ4サービスを提供し、レイヤ4の識別子である可能性があります。

そのような層4の識別子は、TCP / IPスタックに存在されていません。

当業者は、ネーミングのより豊富なセットが、現在のネットワークで使用される命名に比べて上記の方法を使用して可能であることを理解するであろう。

($D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)でのノードYWWの論理ネットワークの論理的な命名は、($D =$ においてノードZWWの論理ネットワークの論理的な命名と組み合わせられる例を説明する以下単一の論理アドレス指定空間に L 、 $N = 1$ 、 $H = 1$)。

論理層 - マッピングに代表される様々な層の論理的な命名を組み合わせ、最高層の論理的なネーミングによって索引付けのPoA型トポロジ - 転送行列から転送エントリを計算する場合、下位層の論理的命名はする必要があります転送テーブルに含まれています。これは、図38Rに示すエントリを転送する例で示されています。

特によく知られているソースおよび/または宛先ポートに任意のHレベルのステップ11.2トポロジ - 転送行列で上記のようにステップ11.2で計算することができます。

結果の転送エントリは、様々なレベルhにおける論理ソースネットワーク(複数可)と様々なレベルhにおける論理宛先ネットワーク(複数可)だけでなく、論理的な送信元ポートおよび/またはトポロジ - 転送のための論理的な宛先ポートを含める必要がありますマトリックスは、計算されました。

ステップとSDNコンパイラ方法の詳細な例上記の結果の行列を説明するために、我々は($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $H = 1$)で、例えばネットワークのDAAに任意のネットワークのためのSDNコンパイラ法上の適用、HAAで($D = 0$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)、UUU($D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)での。

物理ネットワークDAAは、図13A及び13Bに示されている、仮想ネットワークHAAは、図14Bに示されているが、論理ネットワークUUUは、図15Aおよび15Bに示されています。37Dを介して、図37Aのフローチャートの各ステップの深さdは、層n、レベルHの値ごとに、得られたマトリックスは、図37Fに示されています。各行列のための単一のPoA型行列を示し、必要に応じてコスト型マトリックスは、各コストタイプのために作成されます。行列の両方のタイプが計算されるように私たちは「PoAの」と「コスト」付き文字が省略されています。

図37Fは、同様に、図25のフローチャートの対応するステップを示しています。

3 階層レベルからなるネットワークの例に適用される図37Fのフローチャートを参照P6044764EP1に含まれます。

様々な層での論理ネームを使用して、トラフィックエンジニアリングは、周知・ポートに基づくアプリケーションごとの型に基づいて行うことができます。

例として、限定されるものではないが、(、ナットに限定されないなどといった、クラウド・プロバイダーやサービス・プロバイダー)SDNコンパイラのユーザが特定のネットワーク内からのビデオストリーミングトラフィックのための特定の転送ポリシーを指定することができます今日の一般的な方法よりも、トラフィックエンジニアリングに基づいたアプローチをはるかに粒状のを可能にするだけでなく、政策RTSP(リアルタイムストリーミングプロトコル)を使用して、特定のネットワーク、。

よく知られている、ポートの使用に比べて層3の上の層でのネットワークへのより一層洗

練されたアプローチを説明します。

ネットワーク内の各レイヤは、ネットワーク内の上位層（複数可）にサービスを提供するように、最終的な目的は、高度なネットワーク機能で最高層のユーザに提供することです。

典型的には、最上位層は、例えばように、プロセスにサービスを提供するが、アプリケーション・プロセスが、これらに限定されません。

今日のネットワークでは、ポイントツーポイントサービスまたはポイントツーマルチサービス一般的には、ホストプロセスの間で提供されています。

我々は、プロセス間通信（IPC）のようなネットワークみなす場合には、これらのプロセスは、ホストプロセスおよびスイッチ過程からなる、独自のネットワークを構築できるようにすることが望ましいです。

10

ローカルとリモートのリソースを区別しない、IPC、結果としてのみ発生待ち時間が異なります。

例として、限定されるものではないが、我々はそのようなアプリケーションのプロセスなど5リソースを、レイヤーにマッピングされた論理ノード間の論理ネットワークを定義するにはSDN-コンパイラのユーザーを考えてみましょう。

これは、物理的な表現は、パケット転送システムPH、PJ、PKからなる、図38Fに与えられ、XA、XB、XC、XD、XE、XFが処理されたどのネットワークのネットワークの例については、例示されています。

20

パケット転送システムPHは、プロセス、XAでのPOA P202へのPOA P201でリンクを介して接続されています。パケット転送システムPHはプロセスXDでのPOA P204へのPOA P203でリンクを介して接続されています。パケット転送システムPJは、プロセスXBでのPOA P206へのPOA P205でリンクを介して接続されています。パケット転送システムPJは、プロセスXEでのPOA P208へのPOA P207でリンクを介して接続されています。パケット転送システムのPKは、プロセスXCでのPOA P210へのPOA P209でリンクを介して接続されています。パケット転送システムのPKは、プロセスXFでのPOA P212へのPOA P211でリンクを介して接続されています。この例では、プロセスは、パケット転送システムに接続されています。

30

例として、限定されるものではないが、パケット転送システムは、ユーザ空間でのアプリケーション処理を実行するOS（上記の説明をスイッチング層3と呼ぶ）（オペレーティングシステム）カーネル行IPルーティング、アプリケーションプロセスと物理サーバとすることができ層5にいます。

私たちは、上記のホストノードとスイッチノードの一般的な定義に従って層5のホストとスイッチのプロセスを区別します。

限定される例ではなくとして、P212を通じてポアスP201は、UNIX（Uniplexed Information and Computing Service）ドメインソケットである可能性があります。

我々は、ノードの論理的なネットワークは、に論理ノードYD、YE、YFからなる（ $D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$ ）でYWW考える（ $D = 1$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 0$ ）と論理ネットワークの一部で図32Aに示すように、（ $D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 2$ ）にYYYY。我々は、図38Hに示す値にノードYDとノードYE、ノードYEとノードYF、ノードYFとYD間のトポロジ - のマッピングのコスト値を変更しました。我々は（ $D = 0$ 、 $N = 1$ 、 H で物理ノードXA、XB、XC、XD、XE、XFからなる、（ $D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 1$ ）のノードXBBの物理ネットワークを考慮図38Iに示すように、0）は、それぞれ、プロセスを表します。

40

我々は、ノードの論理的なネットワークは（ $D = 1$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$ で論理ノードZA、ZB、ZC、ZD、ZE、ZFからなる（ $D = 1$ 、 $N = 1$ 、 $H = 1$ ）でZWW検討します）、示される各論理リンクの各方向のコストを含む、図38のJに示すように。

物理ノードのPHからなる（ $D = 0$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$ ）でのノードPBBの物理的ネットワ

50

ーク、PJ、PKでの ($d = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)、図38Gに示すようにマッピングされています ($D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)での物理ノードXA、XB、XC、XD、XE、XFからなる ($D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 1$)のノードXBBの物理ネットワークヘレイヤマッピングによって。

ネットワークPBBとネットワークXBBの組み合わせは、全体的なネットワークの一例です。物理ノードのPHからなる ($D = 0$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)でのノードPBBの物理的ネットワーク、PJ、PKでの ($D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 0$)、図38Gに示すようにマッピングされています深度マッピングを介して ($D = 1$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 0$)での論理ノードYD、YE、YFからなる ($D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)でのノードYWWの論理ネットワークに。

XA、XB、XC、XD、XE、XFには ($D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)である物理ノードからなる ($D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 1$)のノードXBBの物理的なネットワーク、 ($D = 1$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)で論理ノードZA、ZB、ZC、ZD、ZE、ZFからなる ($D = 1$ 、 $N = 1$ 、 $H = 1$)でノードZWWの論理ネットワークにマッピングされ深さマッピングによって。

ノードの論理的なネットワークは、で論理ノードYD、YE、YFからなる、 ($D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)でYWW ($D = 1$ 、 $N = 0$ は、 $H = 0$)は、ノードの論理ネットワークにマッピングされレイヤマッピングを介し ($D = 1$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)で論理ノードZA、ZB、ZC、ZD、ZE、ZFからなる ($D = 1$ 、 $N = 1$ 、 $H = 1$)でZWW。

図38Kは、ノードPH、XA、XD、YD、ZA、ZD間の深さのマッピングおよびレイヤマッピングを示します。図38Lは、ノードPJ、XB、XE、YE、ZB、ZE間の深さのマッピングおよびレイヤマッピングを示します。図38Mは、ノードのPK、XC、XF、YF、ZC、ZF間の深さのマッピングおよびレイヤマッピングを示し

38Pを介して、図38Nに与えられたトポロジ転送行列でネットワークPBB、XBB、YWW、ZWW結果に37D～図37Aのフローチャートに指定されたプロセスを適用します。すべてのネットワークの転送ポリシーは、SPFに基づいています。図38Nは、POA型トポロジ転送行列F <POA> PBB-PBBを示しています。38OはPoAの型トポロジ - 転送行列F <POA> YWW-YWWを示しています。図38Pは、PoAの型トポロジ - 転送行列F <POA>を示しXBB-XBB図38Qは、POA型トポロジ - 転送行列F <のPoA> zww-zwwを示しています。

例として、限定されるものではないが、PHをノードAに、YDをノード間ZAからレイヤマッピングは、XAをノード間ZAからの深さマッピングの連結のように計算されていることをノードXAからレイヤマッピングに注意し、ノードPHからの深さ優先のマッピングは、上記のステップ7.1の記述にCとを基準にして、図37のフローチャート)のステップ7.5に従ってYDをノードとマッピングの連結の各行列の乗算結果として、図38Kに示すようにします。

ZBをノードにノードYEからの層 - マッピングは、PJ、ノードXBにノードPJからレイヤマッピングおよびZBをノードにノードXBからの深さマッピングをノードにノードYEからの深さ優先のマッピングの連結のように計算されることに注意してくださいdでを基準にして、図37のフローチャートのステップ7.5による)上記のステップ7.1の記述であり、図の38Lに示します。にノードPHからトポロジマッピングからなる、PJのノードにノードPHからのトポロジパス、YEをノード間YDからのトポロジ・マッピングはノードPHのノードYDからの深さマッピングの連結のように計算されることに注意してくださいノードPJ、及び上記のステップ7.1の説明ではとを基準にして、図37のフローチャート)のステップ7.4に従ってノードYEにノードPJからの深さマッピング及び図38K、38G、38Lに示します。ZBをノード間ZAからのトポロジ・マッピングはノードYDからにトポロジマッピングからなる、YD、YEをノード間YDからのトポロジパスをノード間ZAからレイヤマッピングの連結のように計算されることに注意してくださいノードYE、ノードYEからレイヤマッピングは、図37のフローチャートのステップ11.1に従ってZBノードおよび図38K、38H、38Lに示します。したがって、上記の関係を使用して、ZBをノード間ZAからのトポロジパスは、ノードのZA、XA、PH、YD、PH、PJ、YE、PJ、XB、ZBを備えZBをノード間ZAからのトポロジ・マッピングがあります図38Qに示す要素ごととしてポアスP202 (P201) PL9 (P21) P 205 (P206)のF (ZA、ZB) <のPoA> zww-zwwのシーケンスで構成されます。上述したステップ11

10

20

30

40

50

.1に従って、ネットワークZWW内のトポロジ・マッピングがに基づいているとネットワークYWWのフォワーディングポリシーから計算されることに注意してください。これは、<のPoA> Fの要素 (YE、YF) ごとにパスP21 (P 19) P20 (P24) を使用して、Fの要素 (ZB、ZC) <のPoA> zww-zwwから分かるYWW- Yww- ノートこのパスは、F <POA> PBB-PBBには存在しないこと。これは、37Dを介してフローチャート37Aに示すSDN-コンパイラ方法を示し、缶の上に記載された特定の (d> = 1) での論理層は、トポロジに応じて、およびポリシーを転送された多層論理ネットワークを作成dの下層。

上記のステップ7.4の説明で述べたように、ネットワークZWWで、代替りのトポロジ・マッピングは、に基づいて、ネットワークXBBのフォワーディングポリシーから計算することができました。論理的ネットワークが下層に作成されていない場合にはこれが役に立つだろう。

この例のように場合に論理ネットワークywwが作成されていませんでした。

ネットワーク・オブ・ネットワーク・オブ・ノード：私たちは、今の形の単一の論理名のアドレス空間にネットワークYYYYとネットワークZWWの論理命名の論理命名を結合することを選択しました。ネットワーク・オブ・ノード。ノード。では論理ポート」。。。。」以上の任意の階層レベルを示しています。

例えば私たちは、YYYYとして論理ポートZAを示しています。

YWW。 YD。 ZA、ノードYWW、ノードYYYYのネットワークの中にネットワークのネットワーク内のノードYD内の論理ポートZAを、という。ノードと論理ポート間の命名のドット層マッピングを示していることに注意してください。

命名の他のドットが、レベルのマッピングを示していることに注意してください。

得られた論理アドレス空間は、例えば、分散プロセス間の転送を可能にするが、これらに限定されない、論理ノード名によって識別されるアプリケーション・プロセス、物理的なコンピューティング機器内で実行中のプロセスおよび/または物理的なパケット転送システム、および/または仮想マシン物理的および/または仮想ネットワークで接続されました。

図38Rは、論理ソースノードZA用F <のPoA> ZWW-ZWW由来転送テーブルのエントリが表示されます。場合にPOAはメディアアクセス制御 (MAC) ソースのPoAと宛先POAは例えばポアスパイ9、P21、P20、P24と同様に、発信パケットに付加されているを実行するポイントオブアタッチメントであることに注意してください。

プロセスおよびパケット転送のシステムの間のPoAは典型的にはソースのPoAと宛先POAが発信パケットに追加されていません、その場合には、MACを、実行しないでください。

この方法は、しかし、これを許可しないとソースのPoAとPOAは任意の層でMACを実行するポイントオブアタッチメントは、ある場合には送信先のPoAの追加を許可しません。

図38Rノートで論理ノードZAから論理ノードZCへのトラフィックは、図38に示したコストの数字ごとに論理ノードZDを介して転送されていることをJ.したがって、プロセスXAから発信されたトラフィックは、(論理ノードZAにマッピングされる) およびXCを処理するために送信します (論理ノードZCにマッピングされた)、(論理ノードZDにマッピングされた) プロセスのXDを横断するスイッチ・ノードとして動作するプロセスのトラバーサルを含む物理的に離れプロセス間のプロセス間通信 (IPC) を作成しています。

その図38Rノートで論理ノードZAからのトラフィックと論理ノードZDは、それぞれ同じパケット転送システムのPH上で動作しているプロセスXAとXDにマッピングされます。このように、プロセスから見た「ポイント・オブ・ビューの待ち時間から離れて物理的に離れた距離にあるプロセス間で物理的に同じ場所とIPCでのプロセス間のIPCの区別はありません。

37Dを介して、図37Aに示すように、SDNコンパイラ方法は、層の任意の数の論理的なネー

ミングの結合を可能にします。

唯一の2層はアプローチを説明しますするために、この例で示しました。

37Dを介して図37Aに示すようにSDN-コンパイラ方法は、レベルhの任意の数のネットワークの層の任意の数の論理的なネーミングの結合を可能にします。

現在、パケット交換以外のパケットに対して実行する追加の操作のトピックを検討してください。

図18Aに示され、上述したように、物理的または仮想スイッチノードは、適切な出力ポートにパケットを転送する前にパケットに追加の操作を行うことができます。

仮想マシンでこれらの追加操作の実行は、ネットワーク機能仮想化（NFV）と呼ばれています。

パスは、複数のノードを通過できるように、複数の追加の動作は、パケットに対して順序で行うことができます。

これは算術演算がパケットペイロードで実行されるベースの簡単な例を用いて説明します。

上記のように私たちは次のノードが追加の操作を実行するには、ネットワークDAAを考えてみます。

- 仮想ノード11Bに演算「3」のパケットペイロード上で実行されます。

上記の図に示すように16仮想ノードHBは、以前の論理マッピングの仮想/物理と参照さ、深さ、マッピングによって論理ノードUVにマッピングされます。

- 物理的なノードDCに演算「/ 2」は、パケットのペイロードに対して行われます。

上記の深さマッピングを通じて論理ノードUXにマッピングされている図16の物理ノードDCに示すように、以前に参照さ論理マッピングの仮想/物理など。

上記の図16に示すように、我々はネットワークUUUを考えます。

ソースノードUUで4のペイロード値でソースノードUUと宛先ノードUZを持つパケットは現在、宛先ノードUZにソースノードUUから取られたパスに基づいて、宛先ノードUZで次のペイロード値を持つことになります。

- 先のペイロード値はUZに取られるUVにUWにUYのケースパスUUで7等しいです

- 先のペイロード値はUZにUVにUXにUYにケースパスUU 5に等しく取られます

仮想HBで上記の追加の操作は、必要に応じて作成および削除することができ、仮想マシンで実行されることに注意してください。

受信したパケットに対して実行追加の操作は、パケット・ヘッダを監視することを含む、パケット・ヘッダは、記録パケットのヘッダは、バッファリングは、パケットペイロードは、記録パケットのペイロードは、バッファリングは、パケットペイロードおよび緩衝述べ前記修正、パケットペイロードを監視し、パケットヘッダを述べ前記修正パケットとパケットを遮断します。

さらに、論理ネットワークUUU内の転送を決定するフォワーディングポリシーはSDNコンパイラのユーザによって指定することができます。

このような方法として、ネットワークの非常に柔軟で汎用性の高いプログラマビリティを作成します。

ネットワークは、この搬送中に、パケットヘッダおよび/またはペイロード上の1つまたは複数の物理的な場所（複数可）、動作（複数可）への1つの物理的な位置からのパケットの輸送の両方を実行することに留意されたいです。

パケットに対して実行する追加の動作の他の例は、参照P6044764EP1に含まれます。

私たちは今、仮想および物理ノードの移動性を考慮してください。

我々は、物理的な表現が2パケット転送システム、PCとPGと2仮想化されたコンピューティング機器からなる図38Aに示されているのネットワークの例を考えてみましょう。

仮想スイッチ、PA、PB、NIC、仮想マシンのJAからなる最初の仮想化されたコンピューティング機器。仮想スイッチPE、NIC PFおよび仮想マシンJBからなる第二仮想化されたコ

10

20

30

40

50

ンピューティング機器。すべての物理ノードの機能的表現は、図38Bに示されています。図38Bは、様々なリンクの重みは、双方向リンクの各方向のために追加されました。

($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)での物理ノードPA、PB、PC、PE、PF、PGのコレクションが物理的なネットワークPAAと呼ばれている($D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 1$)。

仮想スイッチは、PAとPEは、図38Bの機能的表現で物理スイッチ・ノードであることに注意してください。図38Cに示すように、物理ネットワークPAAの物理ノードPAとPEは、仮想マッピングを物理を通じてそれぞれの仮想ノードJAおよびJBにマッピングされます。

図32Aに示されており、上述した($D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)での論理ネットワークYV Vは、深さ優先を通しての($d = 0$ 、 $N = 0$ 、 $H = 1$)でのPAAネットワークにマッピングされていますマッピング。 10

図38Cは、ネットワークPAAの物理的および仮想ノードとネットワークYVVの論理ノード間の深さのマッピングを示しています。仮想ノードの移動性の例としては、物理的なサーバ(群)から別の物理サーバ(群)への仮想マシンの移動に限定されません。

物理ノードの移動性の例としては、携帯電話、タブレットやノートパソコンの移動に限定されるものではありません。

より多くのアプリケーションが仮想化された物理サーバー内の仮想マシン上で実行すると、携帯電話、タブレットと仮想および物理ノードモビリティのサポートのラップトップの重要性などのモバイルデバイスを介してアクセスされるように増加しています。

例として、我々は、図38Cに示されるように、物理ノードPEにマッピングされている仮想ノードJBにマップされた論理ノードYK、検討してください。私たちは、仮想ノードJBで特定した仮想マシンが物理ノードPAに物理ノードPEから移行している状況を考えます。図38Cは、当初の状況を示し、図38Dは、仮想ノードJBの移行後の状況を示しています。仮想ポアSP43とP44との物理ノードPEと仮想ノードJB間の仮想マッピングに物理的には除去され、物理ノードPAと仮想ポアSP91とP92で仮想ノードJB間の仮想マッピングに新しい物理が作成されます。 20

ことに注意してください

仮想ノードJBと論理ノードYKとの間の論理マッピング仮想/物理的には、この例で維持することができます。

物理ノードの物理ノードPEから仮想マシンJBのマイグレーションのようなPAが論理ネットワーク内のすべての変更にはなりません。 30

ノードYKの論理名が変更されていないとYKはまだノードYXXの論理ネットワークの一部であることに注意してください。例えばではなく、したがってより高い層は、ノード識別子は、任意の変更を認識しませんように論理ノードYKを使用する仮想マシンのJBに仮想マシンのJBまたは接続上で実行されるアプリケーションに限定されていることに注意してください。

また、代わりに仮想マシンJBを移行する、新しい仮想マシンJZは、物理ノードPAに作成することができ、仮想マシンのJBが削除される可能性があります。

例として、仮想マシンJB上で動作するアプリケーションは、仮想マシンのJZに移行することができます。これは、仮想ポアSP93とP94と仮想マッピングに物理的には、物理ノードPAと仮想ノードJZ間で作成された図38Eに示されています。 40

論理ノードYKを論理ネーミングおよび論理トポロジを維持するために、仮想ノードJZにマッピングされていることに注意してください。

ノードYKの論理名が変更されていないとYKはまだノードYXXの論理ネットワークの一部であることに注意してください。仮想および物理ノードの移動性の別の例は、参照P6044764 EP1に含まれます。

今SDNコンパイラのためのより一般的な方法が記載されています。

上述したように、我々は、以下のマッピング・タイプを区別。

- 奥行きマッピング：(D-X、N2、H)または(dのネットワークへの(D-X、N1、H)のネットワークからのマッピングのネットワークへの(d、N1、H)のネットワークからのマッピング、xがゼロより大きく、より小さくまたはN1はN2に等しくすることができるD、に等しいと、N 2、H)。

- レイヤマッピング：(D、NY、H)のネットワークまたは(dのネットワークへの(d、NY、H)のネットワークからのマッピングに(D、N、H)のネットワークからのマッピング、nは、yがゼロより大きいと、(d)より小さいもしくはNN分に等しく、n個分(d)は、深さdの最下位層であると、H)。

10

- トポロジマッピング：(D、N、H)で、ネットワークへの(D、N、H)のネットワークからのマッピング

- 物理仮想マッピング：トポロジマッピング(D、N、H)での物理ネットワークから(D、N、H)または(D、N、Hで仮想ネットワークからトポロジー・マッピングでの仮想ネットワークへ)我々は、トポロジ・マッピングと参照されます(D、N、H)での物理ネットワークに。

- レベルマッピング：(D、N、ヘルツ)または(dのネットワークへの(D、N、ヘルツ)のネットワークからのマッピングのネットワークに(D、N、H)のネットワークからのマッピング、ゼロより大きく、より小さくまたはh-h_min(D、N)、h_min(D、n)の深さdと層nの最低レベルであることに等しいZとN、H)。

20

我々の目的は、SDNコンパイラのユーザによって要求された論理的な宛先ネットワークへの論理ソースネットワークからの1つまたは複数のトポロジパスを検索し、物理および仮想のノードのエントリを転送と呼ばれる適切な転送命令を計算することです。

我々はネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LD、KAA、KCC、LAAおよび図34AのLCCを考慮してください。

図41のフローチャート図に及び39Fを介して、図39Aに示すように示すように、宛先ネットワークLDにソースネットワークLCからのトポロジパスを見つけるために私たちは、次の手順を実行します。

30

ステップ1：(dの任意の第1のネットワークからの1つまたは複数のトポロジ - マッピングの連結として(D、N、H)における宛先ネットワークLDに(D、N、H)のソースネットワークLCのトポロジパス計算図34Aおよび39Aに示すように、ネットワークLCCの転送ポリシーにより決定さ(D、N、H + 1)でのより高いレベルのネットワークLCC内(D、N、H)での任意の第2のネットワークに、N、H)。ネットワークLDへのネットワークLCからのトポロジパスはLDのネットワークへのネットワークLCから単一のトポロジ - のマッピングから構成されていることに注意してください。一般的に、このトポロジー・パスは、トポロジ・マッピングの任意の数の連結で構成することができます。

ステップ2：N> 0をd(でネットワークLCから層マッピングの連結として(D、N、H)で、LDをネットワークに(D、N、H)でネットワークLCからトポロジのマッピングを計算する場合には、n個、(D、N-1、H)でのLBをネットワークに(D、N-1、H)で、(D、N-1、H)でネットワークLAからトポロジパスをLAネットワークをH)と層でネットワークLBからオートディーラー (D、N-1、H)は(DのLBをネットワークにでLD(D、N、H)のネットワークLAからトポロジパス(D、N-1、h)をネットワークへ、N-1、h)のより高いレベル内の(D、N-1、H)での任意の第2のネットワークに(D、N-1、H)における任意の第1のネットワークからの1つまたは複数のトポロジ - マッピングを連結していますネットワークLAA(D、N-1、H + 1)図34Aおよび39Bに示されるように、より高いレベルのネットワークLAAの転送ポリシーによって決定しました。ネットワークLDへのネットワークLCからトポロジ・マッピングでクロスシンボルは、LDのネットワークへのネットワークLCか

40

50

らトポロジ・マッピングはLA、ネットワークからトポロジパスをネットワークにネットワークLCから層マッピングの上記の連結によって置き換えられていることを意味しますLAは、ネットワークLDにでネットワークLBからLBと層マッピングをネットワークします。LBのネットワークへのネットワークLAからのトポロジパスは、LBをネットワークにネットワークLAからの単一のトポロジ - のマッピングから構成されていることに注意してください一般的に、このトポロジ・パスは、トポロジ・マッピングの任意の数の連結で構成することができます。

ネットワークLAでからの深さマッピングの連結として $D > 0$ でLBをネットワークに $(D, N-1, H)$ でネットワークLAからトポロジマッピングを計算する場合 $(D, N-1, H)$: ステップ3 $(D, N-1, H)$ でKBをネットワークに $(D-1, N-1, H)$ で、 $(D-1, N-1, H)$ でネットワークKAからトポロジパスをKAのネットワークへの $(d-1, N-1, H)$ でのLBネットワーク-1、 $N-1, H)$ 及び $(d-1, N-1, H)$ のネットワークKBからの深さマッピング、ネットワークKAからトポロジパス $(D-1, N-1, H)$ $(D-1)$ における任意の第1のネットワークから1つまたは複数のトポロジ・マッピングの連結である $(D-1, N-1, H)$ でKBのネットワークへの、N末端に1 $H)$ 上位ネットワークKAAの転送ポリシーによって決定 $(D-1, N-1, H + 1)$ でのより高いレベルのネットワークKAA内の $(D-1, N-1, H)$ での任意の第2のネットワークに、図34A及び39Cに示すように。 LBのネットワークへのネットワークLAからトポロジ - マッピングでクロスのシンボルはLBのネットワークへのネットワークLAからトポロジ・マッピングはKA、ネットワークからトポロジパスをネットワークにネットワークLAからの深さマッピングの上記の連結によって置き換えられていることを意味しますLBとをネットワークにネットワークKBのKBと深さマッピングをネットワークへKAネットワークKAからのトポロジパスがKBをネットワーク化することに注意してくださいKBをネットワークへのネットワークKAから単一のトポロジ・マッピングで構成されています。一般的に、このトポロジ・パスはトポロジ - マッピングの任意の数の連結で構成することができます。

ステップ4: ネットワークからの深さマッピングの連結ようにLAをネットワークに (D, N, H) でネットワークLCの層マッピングを計算 $> 0, N > 0$ を $D(D, N-1, h)$ の場合 (D, N, H) でのLCは $(D-1, N, H)$ でKCをネットワークに、 $(D-1, N, H)$ のネットワークKCからレイヤマッピングは、 $(D-1)$ でのKAをネットワークNに-1、 $(D, N-1, H)$ でLAネットワークを $H)$ 及び $(d-1, N-1, H)$ のネットワークKAからの深さマッピング及び (d) において、ネットワーク層LBからマッピングを計算します、 $N-1, h)$ のN- $(D-1)$ でのKBをネットワークする $(D, N-1, H)$ のネットワークLBから深さ優先のマッピングの連結として (D, N, H) で、LDのネットワークへ1 $H)$ 、 $(D-1, N, H)$ のネットワークKDと、 $(d-1)$ のネットワークKDからの深さマッピングに対する $(D-1, N-1, H)$ のネットワーク層 - KBからマッピング図39Dに示すように、 $N, H)$ は、 (D, N, H) でLDをネットワークします。 LAはLAをネットワークにネットワークLCからその層マッピングを表しネットワークへのネットワークLCからレイヤマッピングでのクロスシンボルは、KC、ネットワークからレイヤマッピングをネットワークにネットワークLCからの深さマッピングの上記の連結によって置き換えられていますKCは、KAをネットワークとネットワークKAからの深さマッピングは、LAをネットワークに。 LDのネットワークへのネットワークLBから層 - マッピングでクロスのシンボルは、ネットワークからレイヤマッピング、LDのネットワークへのネットワークLBからレイヤマッピングがKBをネットワークにネットワークLBからの深さマッピングの上記の連結によって置き換えられていることを意味しますKBネットワークLDにネットワークKDからKDと深さマッピングをネットワーク化します。

以下のネットワークを通過するネットワークLDへのネットワークLCからのパスで結果上記の手順1) ~ 4) :

LC、KC、KA、LA、KA、KB、LB、KB、KD、LD。このパスは、レイヤのネットワークnは層n-1でのネットワークからサービスを消費することに似ている、上記の工程ii) から生じた論

理ネットワークLAとLBを横切ります。

このパスは、物理または仮想ネットワークKA、KB、KC、以下に説明するように、適切な転送命令を計算することができるためのKDを横切ります。

ステップ5：図39Eに示されるように、ネットワークKAからの深さマッピングLAをネットワークへの直接最終結果がゼロであること、KAをネットワークにネットワークLAからの深さマッピングが続いているので、両方のマッピングは、ネットワークからのパスから削除することができますLCは、LDをネットワークします。また、ネットワークキロバイトからの深さ、マッピングはLBが直接KB、ゼロである正味の結果をネットワークにネットワークLBからの深さマッピングが続くされているネットワークに、したがって、両方のマッピングは、LDをネットワークにネットワークLCからのパスから削除することができます。一般的に、直接最初のノードに第2のノードからの深さマッピングが続いている第2のノードへの最初のノードからの深さマッピングがパスから除去されます。

我々は、転送命令を作成するための物理的および仮想ノードを通る経路に興味があるともソースネットワークLCからの深さ・マッピングは、KCと宛先ネットワークLDにネットワークKDから深さ優先のマッピングが削除されているにしています。

図39Fに示すように、パスKC、KA、KB、KDで上記の結果、。図39Fは、図39Eにおけるクロスマークの付いたすべてのトポロジ・マッピング、レイヤマッピングと深さのマッピングは削除されました。

このパスは、(D-のネットワークKAからのトポロジパス、(D-1、N-1、H)でKAをネットワーク化する(D-1、N、H)でネットワークKCからレイヤマッピングを連結したものです1、N-1、h)が(D-1でKBネットワーク、N-1、h)及び(D-1のネットワークKBからレイヤマッピング、N-1、h)をD- (にてKDをネットワークに1、N、H)。

論理ソースネットワークLCは、深さマッピングと、このパスの最後のネットワークを介して、このパスの最初のネットワーク、ネットワークKCにマッピングされたネットワークKD、深さ優先マッピングによって、論理宛先ネットワーク、ネットワークLDにマッピングされています。

手順1) ~ 5) 及び図41に示す成る上記の方法は、任意のHレベルのネットワークの集合に適用することができます。

例として、我々は(D = 0でのネットワーク(株)、KL、KM、KN、KP、KQ、KR、KS、KTから成る、図40Aに示されているネットワークのセットに「深さマッピングでメソッド」上記を適用、n = 0であり、h = 0」、上位ネットワークKKK(D = 0、N = 0、H = 1)で、(D = 0、N = 1、H = 0)においてネットワークKG、KH、KJ、(時の(d = 0、N = 1、H = 1)でのより高いレベルのネットワークKGG、ネットワークLK、LL、LM、LN、LP(D = 1、N = 0、H = 0)において、上位ネットワークLKK(D = 1、N = 0、H = 1)、ネットワークLG、LH、LJに(D = 1、N = 1、H = 0)と、より高いレベルのネットワークLGG(D = 1、N = 1、H = 1)。

トポロジマッピング、レイヤマッピングと奥行きのマッピングも同様に示されています。トポロジマッピング、レイヤマッピングおよび深さマッピングは双方向です。

また、(D = 0、H = 0)でのネットワーク間のトポロジマッピングおよびレイヤマッピングのPoAが示されています。

すべてのトポロジ・マッピングおよび層 - マッピングのコストは両方向に1(1)です。

全深度マッピングのコストは、両方向に0(ゼロ)です。

LJは、各ステップで次のパスになり宛先ネットワークへのソースネットワークLGからのパスに、図41のステップ1) ~ 5)を適用します。ステップ1)：アプリーングは、ソースネットワークLGからのパスに、より高いレベルのネットワークLGGにポリシーを転送します宛

先ネットワークLJは、パスLG、LH、LJになります。これは、図40Bに示されています。 C 9を通じて識別子CIは、以下に説明し、手順1)~5)の説明には関係しませんされます。ステップ2): パスLG、LKにLH結果をネットワークへのネットワークLGからトポロジマッピング、ステップ2)、LL、LM、LH、LGからLHへのトポロジ・マッピングの交換を適用します。 LJをネットワークにネットワークLHからトポロジマッピングにステップ2)を適用すると、LHからLJにトポロジマッピングを置き換え、パスLH、LM、LN、LP、LJになります

ステップ3): パスLK、KKでLL結果をネットワークへのネットワークLKからトポロジマッピング、ステップ3)、KL、KM、LL、LKからLLにトポロジマッピングの交換を適用します。 LLからLMへのトポロジ・マッピングを置き換えるパスLL、KM、KN、KP、LM、LMで結果をネットワークにネットワークLLからトポロジマッピングにステップ3)を適用します。 10

LMからLNにトポロジマッピングを置き換え、パスLM、KP、KQ、KR、LN内のネットワークLN結果にネットワークLMからトポロジマッピングにステップ3)を適用します。 LNからLPへのトポロジ・マッピングを置き換え、パスLN、KR、KS、KT、LPでLP結果をネットワークにネットワークLNからトポロジマッピングにステップ3)を適用します。

ステップ4): パスLG、KGにLK結果をネットワークへのネットワークLGからレイヤマッピングステップ4)、(株)、LK、LGからLKにレイヤマッピングの交換を適用します。 LHからLMにレイヤマッピングを置き換え、パスLH、KH、KP、LMでLM結果をネットワークにネットワークLHからレイヤマッピングにステップ4)を適用します。 LMからLHにレイヤマ 20
マッピングを置き換え、パスLM、KP、KH、LHにLH結果をネットワークにネットワークLMから層 - マッピングにステップ4)を適用します。 LJをネットワークにネットワークLPからレイヤマッピングにステップ4)を適用すると、LPからLJにレイヤマッピングを置き換え、パスLP、KT、KJ、LJになります。ステップ5): 、(株)をネットワークにネットワークLKからLKと深さのマッピングをネットワークにネットワーク(株)からの深さマッピングの除去ステップ5)の結果を適用すると、LLのネットワークへのネットワークKMからの深さマッピングの除去およびKM、KPだけでなく、ネットワークから第2の深さマッピングの削除をネットワークするためのネットワークLMとネットワークLMから第1の深さマッピングに対するネットワークKPから第1の深さマッピングの削除をネットワークへのネットワークLLから深さ優先のマッピングKをネットワークにネットワークLNからLNおよび深 30
さのマッピングをネットワークにKP、ネットワークKRからの深さマッピングの削除をネットワークへのネットワークLMからネットワークLM及び第2の深さマッピング、からの深さマッピングの除去KP LP、KT、KGをネットワークするソース・ネットワークLGからの深さマッピングの除去及び宛先ネットワークLJへのネットワークKJからの深さマッピングの削除をネットワークするためにネットワークLPからの深さマッピングの削除をネットワークへのネットワークKT。以下のネットワークKG、(株)からなるKJ、KL、KM、KN、KP、KH、KP、KQ、KR、KS、KT、KJのネットワークへのネットワークKGからのパスで上記の結果。このパスは、あるネットワークKGからレイヤマッピングの連結である($D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)から($d = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)、トポロジマッピングからでKKをネ 40
ットワークへ、($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)での($d = 0$ 、 $N = 0$ のネットワークKLからトポロジマッピングをKLをネットワークへの($d = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)において、ネットワークKK、 h は0)から($d = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)ネットワークKMから、トポロジマッピングにおけるKMでネットワークします

($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)でのKNのネットワークへの($d = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)、($D = 0$ 、 $N = 0$ 、 H におけるネットワークKNからトポロジマッピング= 0)($D = 0$ でKHをネットワークに、($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)での($D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 0$)において、ネットワークKPからレイヤマッピングをKPをネットワークに、 $N = (D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)でのトポロジKPをネットワークへの($d = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)でのL、 $H = 0$)、ネットワークKHからレイヤマッピング - ($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)において、ネットワーク 50

KPからのマッピング ($D = 0$ で、($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)において、ネットワークKQからトポロジーマッピングをKQをネットワークへ、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)KSをネットワークに、($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)での($d = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)において、ネットワークKRからトポロジーマッピングをKRをネットワークに($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)、($D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)において、ネットワークKSからトポロジーマッピングの($d = 0$ 、 $N = 0$ 、 h でKTをネットワークへ $d = 0$)と($d = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $h = 0$)において、ネットワークKTからレイアマッピング($D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)でKJをネットワークに。

上記のアプローチ、SDNコンパイラのユーザによって要求された($H = 0$ のように)パスに変換されLG論理宛先ノードへの($H = 0$ のように)LJトポロジーの連結からなる論理ソースノードからのトポロジパスを使用してオートディーラーと物理または仮想ノード間の層 - マッピング転送を導出するために使用される、(ネットワークKG、KK、KL、KM、KN、KP、KH、KQ、KR、KS、KT、KJのための時間 $= 0$ として)などからの命令について説明します。

上記のそれぞれのネットワーク内で使用されるトポロジーは、3次元の限度内で方法を説明することができるようにするためにネットワークの鎖となっています。

この方法は、しかし、任意のトポロジにも適用可能です。

層に任意の第2のネットワークに層 $n + 1$ で、または層の $n + 1$ の任意の第1のネットワークから任意の第2のネットワークにレイヤ n における任意の第1のネットワークから1マッピング：上記の説明では、レイアマッピングは1をされていますN。

Lまたは1：NのマッピングこれらのレイアマッピングもNすることができます。

以上の説明では深さ優先のマッピングが1であった：深さ d における任意の第1のネットワークから1マッピングの任意の第2のネットワークに深さ $d + 1$ で、または深さ $d + 1$ の任意の第1のネットワークからの深さで、任意の第2のネットワークにD。

これらの深さ優先マッピングもNすることができます：1または1：Nのマッピング。

SDNコンパイラため、両方のパケット交換ネットワーク(PSN)と回路がネットワーク(CSN)をスイッチなどのPSNとのCSNの混在をサポートできるようにするには、SDNコンパイラは、 $D = 0$ で特定の層 n かどうかを指示する必要がありますPSNまたはCSNです。例として、この情報は、ネットワーク管理システム、クラウド管理システムまたは物理ノードにより提供することができます。

特定の n および $d > 0$ ですべてのネットワークが n でのネットワークは、 $D = 0$ をPSNである場合にPSNであり、 n のネットワークは、 $D = 0$ はCSNであるCSNであることに注意してください。PSN内のノードは、パケット交換スイッチングノードと呼ばれています。

CSN内のノードは、回線交換ノードと呼ばれます。

CSNは、PSNがするように、統計的多重化を使用しますが、周波数分割多重(FDM)に限定され多重化の別の種類などではなく、しないように、

波長分割多重(WDM)、時分割多重(TDM)、符号分割多重(CDM)、偏波分割多重(PDM)又は空間分割多重(SDM)。

私たちは、多重化された物理的な信号内の特定のチャネルを意味する用語「チャネル識別子」をご紹介します。

チャネル識別子の例としては、これらに限定されません：

- 周波数分割多重(FDM)ネットワークにおける周波数帯域

直交周波数分割多重(OFDM)ネットワーク、例えば、例えばIEEE 802.11無線ローカルエリアネットワーク(WLAN)、ロング・ターム・エボリューション(LTE)ネットワークのような直交、周波数分割多元接続(OFDMA)ネットワーク、またはワールドワイドインターオペラビリティのためにマイクロ波アクセス(WiMAXの)ネットワーク、波長分割多重

(WDM)又は高密度波長分割

例えば多重(DWDM)ネットワーク、粗波長分割多重(CWDM)ネットワーク光ファイバDWDMネットワーク。 - 例えば、aの時分割多重(TDM)ネットワークにおけるタイムスロット、

同期デジタル・ハイアラキ(SDH)ネットワークや作業同期光ネット(SONET)ネットワーク。 - 例えば、符号分割多重(CDM)ネットワーク内のコード、符号分割多元接続(CDMA)ネットワーク、例えば、ユニバーサル・モバイル・通信システム(UMTS)ネットワーク。

- 偏光分割多重(PDM)ネットワークにおける偏光。 - 空間分割多重(SDM)ネットワークにおける銅ケーブルや光ファイバなどの物理的な媒体。

10

各トポロジ・マッピング多重チャンネルのための回線交換物理ネットワークで利用可能であるべきです。

したがって、回線交換物理ネットワーク内の各トポロジ・マッピングは、チャンネル識別子を伴うべきです。

このようにチャンネル識別子は、トポロジ・マッピングのプロパティです。

例として、限定されるものではないが、ネットワークのセットをグラフで表現される場合には、第2のノードへの最初のノードからのトポロジ・マッピングは、第2のノードとチャンネル識別子の最初のノードから有向エッジによって表されます。その有向エッジの属性です。

20

当業者は、入力ポート、入力チャンネルの識別子、出力ポート及び出力チャンネル識別子からなる回線交換ノードのために作成転送命令がノード内に設定されるようにクロスコネクト表すことを理解するであろう。

例としてではなく、ROADM内逆多重化された複数の波長を備え、着信DWDM信号に限定されます。物理的な入力ポートは、このDWDM信号は、ROADMに入力された物理的なファイバ・インタフェースです。入力チャンネル識別子は、着信DWDM信号内の波長です。

物理出力ポートは、このDWDM信号はROADMから出力される物理的なファイバ・インターフェースです。出力チャンネル識別子は、発信DWDM信号内の波長です。

30

転送命令状態入力波長どの物理出力ポートに出力する波長のクロスコネクトにで物理入力ポート。

これらに限定されアドレッシング論理ではなく、一例として、我々は、図40(a)に示すネットワークは、すべてのPSNであると考えています。論理ノード(H = 0など)LK、LL、LM、LN、LPノードLKKの packets 交換論理ネットワークの一部であり、したがって、ノードLKKと論理ノードLK、LLの論理ネットワークとの間に、レベルのマッピングがあり、LM、LN、LP。したがって、ノードLK、LL、LM、LN、LPのアドレスは、それぞれ次のとおりです。でLKK.LK、LKK.LL、LKK.LM、LKK.LN、LKK.LP、"。(ドット)が、レベルのマッピングを表します。

40

LG、LH、LJしたがって、ノードLGGと論理ノードLG、LHの論理ネットワーク、LJ間のレベルのマッピングがあり、ノードLGGの packets 交換論理ネットワークの一部である(H = 0など)の論理ノード。論理ノードLGはレイマッピングを介して、層マッピングは、論理ノードLHがマッピングされた論理ノードLMを通じて論理ノードLKをマッピングされ、論理ノードLJは、レイマッピングによって論理ノードのLPをマッピングされます。したがって、ノードLGのアドレスは、そのどちらかで、LGG.LGすることができます"。(ドット)「単層の論理アドレッシング構造」と呼ばれるか、LKであることができ、レベル・マッピングを表します。

でLK.LG、「。」「LKとLKの間(ドット)が、レベルのマッピングを表している中で、「。」「LKとLGとの間の(ドット)レイマッピングを表し、「多層論理アドレッシング構

50

造」と呼びます。

後者の場合を含む層は $N = 1$ と層 $n = 0$ の両方に対処しながら、前者の場合、唯一の層を含み、 $N = 1$ に対処します。

SDNコンパイラの使用者は、使用する論理アドレス形式を指定する必要があります。

この例では、スケーラビリティの向上、ネットワークLKK内のアドレス指定階層を使用しており、後者を使用することを選択しました。

ノードLGのアドレスは、ノードLHのアドレスがLKK.LM.LHあり、ノードLJのアドレスである、LKK.LK.LGあるLKK.LP.LJ.

PSNのアドレス指定論理は、パケットヘッダ内の送信元アドレスと宛先アドレスのような物理的ネットワークの物理的信号内に存在します。

CSNの場合には、論理回路識別子は、物理的な信号に付加することができます。

これらに限定され、一例としてではなく、アナログ変調が論理CSNの論理回路の識別子を表すために、物理的な信号に加えることができます。

層における物理的なPSN内のノードの n 層 $n-1$ はCSNである場合、またはメディアアクセス制御(MAC)機能を提供する層 n が最下層である場合($N = 0$)。

MAC関数の例、これらに限定されないが、イーサネット・メディア・アクセス・コントロールです。

場合は「深さのマッピングを持つメソッド」を使用して、図41のフローチャートのステップ5で計算されたパス内のすべてのネットワークが)()上記、「計算されたパス」と呼ばれる、物理のためのノード、転送テーブルのエントリで、および/または仮想ノードには、次の手順を実行して計算することができます。

ステップ1。

入力ポート：計算されたパス内の前のノードからのトポロジ・マッピングまたは層マッピングのPoAの、または「ローカル」：「計算されたパス」内の各ノードについて、一つ以上の転送命令、からなる各転送命令を計算します"場合には、ノードは、パケットがこのノードによって作成さることを示す、計算されたパスの最初のノードです。出力ポート：パケットを示すノードは、計算されたパスの最後のノードである場合に計算されたパス内の次のノードへのトポロジ・マッピングまたは層マッピングのPoAの、または「ローカル」は、このノードによって受信されるべき。

ステップ2。

「計算されたパス」内の各パケット交換ノードについてステップ1で計算した転送命令)内で、次のとおりです。

- 論理ソースアドレス：LCC.LC
- 論理宛先アドレス：LCC.LD

ステップ3。

層に n を計算されたパス'と層 $n-1$ での回線交換ノードである計算されたパス内の次のノードの各パケット交換ノードの場合、ステップ1で計算転送命令以内含めます)：

- ソースメディアアクセス制御(MAC)：計算されたパス内の次のノードへのレイヤマッピングのPoAの。

- デスティネーションメディアアクセス制御(MAC)：レイヤで n は計算されたパスのステップ4の次のノードの入力ポートのPoA。

$n = 0$ の時、各パケット交換ノードと層のノード $N = 0$ が計算されたパス内の次のノードの場合は、ステップ1で計算転送命令)内で、次のとおりです。

- ソースメディアアクセス制御(MAC)：計算されたパス内の次のノードへのトポロジ・マッピングのPoAの。
- デスティネーションメディアアクセス制御(MAC)：レイヤで n

は計算されたパスの次のノードの入力ポートのPoA。

ステップ5。

層nの各回線交換ノードについてステップ1で計算された転送命令)内で、次のとおりです。

- チャンネルで：前のノードは層であるnは計算されたパス内の前のノードからのトポロジ・マッピングのチャンネル識別子が含まれている場合

- チャンネルアウト：次のノードが層であるnは、上記の方法を説明するために計算されたパス内の次のノードにトポロジ・マッピングのチャンネル識別子が含まれている場合、我々は今、図40Aに示す一組のネットワークの転送命令を計算します。我々は、2つの場合を区別：

ケースA) ネットワーク株式会社は、PSNで、ネットワークKGGはPSNです。したがって、ネットワークLKはLGGがPSNでPSNとネットワークであることに注意してください。多層論理アドレッシング構造上で説明したように使用されます。

ソースノードLGのアドレスはLKです。

LK.LGと宛先ノードのアドレスはLJ LKあります。

LP.LJ.

ケースB) ネットワークKKKはCSNであり、ネットワークKGGはPSNです。したがって、ネットワークLKKはCSNであり、ネットワークLGGがPSNであることに注意してください。図40Bのチャンネル識別子でC8を通じてCIが示されています。

チャンネル識別子「C1」は、KLのネットワークへのネットワーク(株)からのトポロジ・マッピングのために使用されます。チャンネル識別子「C2」は、KMのネットワークへのネットワークKLからトポロジ・マッピングに使用されます。チャンネル識別子「C3」は「KN」をネットワークにネットワークKMからトポロジ・マッピングに使用されます。チャンネル識別子「C4」はKPをネットワークにネットワークKNからトポロジ・マッピングに使用されます。チャンネル識別子「C5」はKQをネットワークにネットワークKPからトポロジ・マッピングに使用されます。チャンネル識別子「C6」は「K」をネットワークにネットワークKQからトポロジ・マッピングに使用されます。

チャンネル識別子「C7」はKSをネットワークにネットワークKRからトポロジ・マッピングに使用されます。チャンネル識別子「C8」はKTのネットワークへのネットワークKSからトポロジ・マッピングに使用されます。ソースノードLGのアドレスはLGG.LGで、宛先ノードLJのアドレスであるLGG.LJ. ケースA)の転送命令は、図40Cに示されています。ケースB)の転送命令は、図40Dに示されています。「N / A」は「ありません表すことに注意してください

このアイテムは、物理または仮想ノードに送信する転送命令の一部ではないことを示し、「適用。

ケースAの各ノード間のパケット)のパケットの内容を図40Eに示されています。パケットのパケット内容だけでなく、ケースBの各ノード間のチャンネル識別子)はここで、図40Fに示されている「アドレスに。」「アドレス」を指します。

図41のフローチャートの)ステップ1で上記の例では(「深さ優先のマッピングを持つメソッド」)宛先ネットワークLJにソースネットワークLGからのトポロジーパスを任意の一つ以上のトポロジ・マッピングの連結として算出しました。ネットワークLGGの転送ポリシーによって決定ネットワークLGG内の任意の第2のネットワークに最初のネットワーク。別の方法として、多層転送ポリシーは、図41のフローチャートのステップ1)でパスを計算するために使用することができます。

代わりに単層で転送ポリシーに基づいて経路を計算する2つ以上の層を横切って転送ポリシーが使用されます。

これらに限定され、一例としてではなく、最短パス優先（SPF）の計算は、複数の層にわたって行うことができます。

典型的な例として、これらに限定されないが、層でCSNからなるネットワークを考える $N = 0$ 、例としてこれらに限定されない、高密度波長分割多重層で（DWDM）ネットワークと PSN $N = 1$ として例なくルーティングIPv4ネットワークに限ら。

このようなネットワークのオペレータが直面する一般的な質問です：中間ルータを通過する場合は、 $N = 1$ の宛先ネットワークへの $N = 1$ のソースネットワークからのパスを。

広い帯域幅の要求のために、送信元ネットワークと宛先ネットワークとの間の直接の光路を確立することは有益であるかもしれません。

小さい帯域幅の需要のためには、トラフィックを集約するために、1つまたは複数のルータパススルーすることは有益です。

これは、典型的には、帯域幅の要件だけでなく応じて複雑な作業ですが、また、しかし、待ち時間、品質・オブ・サービス（QoS）の、コストとセキュリティ要件に限定されるものではありません。

多くのパスを持つ典型的なネットワークの場合、これは非常に複雑な作業になります。SDNコンパイラ多層転送ポリシーを使用すると、複雑さを低減するのを助けることができます。

SDNコンパイラの最適化アルゴリズムからSDNコンパイラの中でもオフラインでは、一部またはネットワークのセット全体についてのすべてのネットワークとのマッピング情報などのSDNコンパイラ内のデータに実行することができます。

例として、我々は再び、図40Aのネットワークを考えてみたが、コストの変化を図40Gに示すように。代わりに、すべてのトポロジ・マッピングおよびレイヤマッピングは両方向に1（1）であることのコストのため、ネットワークLGとネットワークLH間のトポロジマッピングのコストは両方向で5であり、ネットワーク間のトポロジーマッピングのコストLHおよびネットワークLJは両方向で5です。

層でのネットワークの $n = 0$ は、層でのCSN、ネットワークでの $n =$ リットルPSNがあります。図40Hに示すように、パス、LG、LK、LL、LM、LN、LP、LJでネットワークLKとネットワークLGG結果の組み合わせにSPFポリシーを適用します。パケット交換スイッチングロードLHが横断されていないことに注意してください。

（ '深さのマッピングを持つメソッド' ）2）図41のフローチャートの5）を介してのステップを適用すると、パスKG、KK、KL、KM、KN、KP、KQ、K、KS、KT、KJになります。

上記の図41のフローチャートの1）～5ステップからなる）「深さのマッピングを持つメソッド」と上記のは、深さの任意の数と層の任意の数に適用することができます。

現在、特定の深さdにおける最下層のnが異なる深さdの異なるであるネットワークの集合を考えます。

ネットワークからなる図34AのようなネットワークがネットワークKA、KB、KC、KD、LC、LDを示す図401に示された例と同様に、ネットワークKU（ $D = 0$ 、 $N = 2$ 、 $H = 1$ ）で含む（ $D = 1$ 、 $N = 2$ 、 $H = 1$ ）での（ $d = 0$ 、 $n = 2$ であり、 $h = 0$ ）での（ $d = 0$ 、 $n = 2$ であり、 $h = 0$ ）とネットワークKVでKUとネットワークLUネットワークLUの（ $D = 1$ 、 $N = 2$ 、 $H = 0$ ）において、ネットワークLV（ $D = 1$ 、 $N = 2$ 、 $H = 0$ ）。

$D = 1$ における最下層の $n =$ リットルながら、 $D = 0$ 、最下層の $n = 0$ であることに注意してください。

そこで、最下位層である深さdのn深さdで分（D）を導入します。

したがって、 $n_{\min}(D = 0) = 0$ 、例で $n_{\min}(D = 1) = 1$ は、図401に示されています。

一般 $n_{\min}(D + 1)$ であることを注意してください $> = N_{\text{分}}(D)$ 。

(D、N)のネットワークを作成するために、(D + 1、N)でのネットワークのために必要とされるよう $n_{\min}(D + L)$ とのネットワークの集合<n個分(d)は、不可能です。我々は、深さdにおける最上層のnは、深さdの最大値(d)を導入します。

一般 $n_{\max}(D + 1) \leq N$ 分(D)であることに注意してください。

(D、N)のネットワークを作成するために、(D + 1、N)でのネットワークのために必要とされるよう n_{\max} とネットワークの集合(D + L) > N maxの(d)は、不可能です。

図401はされ、図示のようにKVをネットワークへのネットワークKUからのパスで、その結果、LVをネットワークにネットワークLUから要求されたパスについては、図41('深さのマッピングを持つメソッド')のフローチャートの1) ~ 5段階)を適用することを示しネットワークKDと層 - にKB、ネットワークキロバイトからレイヤマッピングをネットワークにKA、ネットワークKAからのトポロジープスをネットワークにKC、ネットワークKCからレイヤマッピングをネットワークへのネットワークKUからレイヤマッピングの連結ネットワークKVへのネットワークKDからのマッピング。

深さdのネットワークが深さdでネットワークからサービスを消費している深さd + 1のネットワークと深さd + 1のネットワークにサービスを提供していることに注意してください。

これは、層nのネットワークからのサービスを消費している層n + 1のネットワークと層n + 1のネットワークにサービスを提供している層nのネットワークと同様です。

各深さdでのネットワークのセットが別の所有者によって所有されることに注意してください。

深さから成るネットワークのセット内でd = 0の、これらに限定され例としてではなく、Lおよびd = 2 = D、深さd = 0は、通信サービスプロバイダが所有することができ、深さD = 1 がが所有することができました

企業および深さD = 2、企業内の部門が所有することができます。

深さから成るネットワークのセット内でD = 0の、これらに限定され例としてではなく、Lおよびd = 2 = D、深さd = 0は、通信サービスプロバイダが所有することができ、深さD = 1 がが所有することができましたクラウドプロバイダーと深さD = 2は、エンタープライズが所有することができます。

深さから成るネットワークのセット内で0 = D、これらに限定され例としてではなく、Lおよびd = 2 = D、深さd = 0は、クラウドプロバイダが所有することができ、深さD = 1 がが所有することができましたアプリケーションプロバイダーと深さd = 2は、アプリケーションのユーザーが所有している可能性があります。

図401に示すようにいないDのN、すべての層がd + 1に提供されなければなりません。

深さから成るネットワークのセット内= 0とD = 1をD、これらに限定され例としてではなく、深さd = 0は、テレコムサービスプロバイダと深さdが所有することができ、= 1はクラウドプロバイダが所有することができます。

n = 0の時、ネットワークがDWDMネットワークであり、N = 1のネットワークは、レイヤ3 PSNとn = 2のネットワークは、レイヤ4 PSNがあります。図401に示すように通信サービスプロバイダは、D = 1のクラウドプロバイダへの通信サービス・プロバイダは、層のみで深さd = 0からサービスを提供しているにクラウドプロバイダーとの取り決めはn = 1と層のn = 2を持っている可能性があり、層のn = 0で深さd = 0から任意のサービスを提供していません。

つまり、3 PSNおよびレイヤ4 PSNサービスが提供されている層のみ、ない波長サービスで。

現在のトポロジ・マッピングおよびレイヤマッピングの能力を考慮してください。

物理的および/または仮想ノード間の各トポロジーマッピング各層マッピングは、通常、ビット/秒で表された特定の容量または帯域幅を有します。

各トポロジ - マッピングと論理ノード間の各レイヤのマッピングは、特定の容量、または帯域幅、通常はビット/秒で表しています。

ネットワークLAはトポロジ - で、従ってLBをネットワークとすることから、トポロジ - パスで、41容量は、LAをネットワークにネットワークLCから層 - マッピングで主張されている図のステップ2)で、LDをネットワークにネットワークLCからトポロジーマッピングを交換する場合マッピングこのトポロジ - パスは、ネットワークLDにネットワークLBからレイヤマッピングで、構成されています。図41容量のステップ3でLBをネットワークへのネットワークLAからトポロジ - マッピング)を交換する際のKBをネットワークにネットワークKAからのトポロジ - パスで主張し、したがって、トポロジ - マッピングでこのトポロジ - パスが構成されています。

10

図の)ステップ4でLAをネットワークにネットワークLCからレイヤマッピングを交換するときは41容量はKAをネットワークにネットワークKCからの層 - マッピングで主張されています。図41容量のステップ4)でLDをネットワークにネットワークLBからレイヤマッピングを交換する際KDをネットワークにネットワークKBの層 - マッピングで主張されています。SDNコンパイラのユーザが要求されたパスの容量を指定します。

トポロジ・マッピングと物理的および/または仮想ノード間の層 - マッピング内の容量を超えてはならない物理的な特性です。

SDNコンパイラは、物理的および/または仮想ノード間の任意のトポロジのマッピングおよびレイヤマッピングの能力を超えているかどうかを要求された各パスを確認する必要があります。

20

SDNコンパイラが管理する必要がありますこのように容量が物理的および/または仮想ノード間の各トポロジマッピングおよびレイヤマッピングで主張しました。

PSN統計多重の場合に使用され、許可されたオーバーサブスクリプションは、容量の上の投与は、物理的および/または間の各トポロジマッピングおよびレイヤマッピングで主張したとき、SDNコンパイラによって考慮されるべき要求された各パスのために指定する必要があります仮想ノード。

ケースでは、そのような能力は、SDNコンパイラは、することによって応答するか、トポロジ・マッピングまたは層のマッピングのいずれかに超えているが、これらに限定されません：

- 代替として、典型的にはより少ない最適なパスを計算し、SDNコンパイラのユーザに通知します

30

- 要求されたパスを拒否し、SDNコンパイラのユーザに通知

- 空き容量に1つまたは複数の既存のパスを削除し、要求されたパスを作成する要求されたパスは、1つ以上の既存のパスに優先した場合にし、SDNコンパイラのユーザに通知

- 再配置する能力を最適化し、要求されたパスを作成するためにパスを既存および必要に応じてSDNコンパイラのユーザに通知

その段階で2)注3)、4)は、図41の主張容量は総容量とすることができ、物理的および/または仮想ノードとの間の層マッピングのトポロジーマッピングの総容量の割合であることができます物理的および/または仮想ノードとの間の層マッピングのトポロジ・マッピングは、物理的および/または仮想ノード間の複数のトポロジ・マッピングを使用して、トポロジ・マッピングの総容量を超えることができるとして、レイヤーマッピングの総容量を超えることができます物理的および/または仮想ノード間で複数のレイヤマッピングを使用して。

40

私たちは今、SDNコンパイラによって必要な入力を考えます。

SDNコンパイラは、入力の3種類が必要です。

- ネットワーク入力 - マッピング入力

- 要求されたパスを入力

以下の入力はSDNコンパイラによって必要とされます

- ネットワークインスタンス： - ネットワーク名

50

- ネットワークの深さd
- ネットワーク層のn
- ネットワークレベルh - パケット交換ネットワークや回線交換網（層nの全てのネットワークについて同じ）
- ノードである各ネットワークのノードタイプ（ホスト、スイッチまたはNIC）
- 物理または仮想ノードは、各ネットワークのためのPoA
- （D、N、H-1）1つまたは複数のネットワークの名前ネットワーク（D、N、H）が構成されます（これはレベルのマッピングであることに注意してください） ノードではないネットワークごとに
- マッピングインスタンス：
- ソースネットワークとトポロジ・マッピングされている物理/仮想マッピングを含む各トポロジ・マッピングの宛先ネットワーク。

10

- 各トポロジ・マッピングの容量 - 物理的および/または仮想ノード間のトポロジ - マッピングの場合の宛先ネットワークのソースネットワークと、POAでのPoA
- 各レイヤマッピングのソース・ネットワーク及び宛先ネットワーク
- 物理的な多重化信号でCSNチャネル識別子（S）の場合
- チャネル識別子によって識別された各チャネルのCSN容量の場合 - 各レイヤマッピングの能力
- 物理的および/または仮想ノード間の層 - マッピングの場合の宛先ネットワークのソースネットワークと、POAでのPoA：
- 各深度マッピングのソース・ネットワーク及び宛先ネットワーク
- 要求されたパスのインスタンス： - ソースパスのネットワークと宛先ネットワークの転送エントリを計算します
- 要求されたパスの容量 - 要求されたパスのPSN許容オーバーサブスクリプションの場合、
- 一つ以上のネットワーク内のすべての転送用に指定することができ、パス単位で指定する必要はありません論理アドレッシングフォーマット、。

20

一例としてではなく、図41の上記の方法は、マトリックスを使用して実装することができるが、これらに限定され。

30

一例としてではなく、図41の上記の方法は、グラフデータベースを使用して実装することができるが、これらに限定され。

グラフデータベースにおける最近の開発は、データベースの伝統的なタイプに比べてはるかに速く、10億エッジからなる非常に大きいグラフを保存し、これらの大規模なグラフに比較的高速な検索を行うことが可能になりました。

SDNコンパイラに格納されたデータは、頂点は、様々な深さdは、層nとトポロジーマッピングされたエッジによって相互接続レベルhにおけるネットワークである、加重有向グラフからなるように、奥行きマッピングおよび層は、可能な実装のマッピングが、SDNコンパイラの、これらに限定されない、グラフデータベースにネットワークとのマッピングデータを記憶に基づくとができます。

40

グラフデータベースは、特性と性質を有する有向エッジを有する頂点からなる特性グラフモデルに基づいて、典型的には、これらに限定されません。

SDNコンパイラメソッド内ネットワークプロパティは、頂点のプロパティとして格納することができます。

特性頂点このように、頂点の属性とも呼ばれる、上述のSDNコンパイラ方式のネットワーク関連の入力、並びに、例えばなどの追加のネットワーク情報を含むが、物理的または仮想ノードの地理的な経度、地理緯度に限定されませんでしたノードの物理または仮想ノードと稼働時間の。

50

SDNコンパイラメソッド内トポロジマッピング、レイヤマッピングおよび深マッピングプロパティは、エッジのプロパティとして格納することができます。

また、エッジの属性と呼ばれるこのようなエッジ特性は、例えば、上述のようSDNコンパイラ方式のマッピング関連の入力だけでなく、追加のマッピング情報を含むが、物理的なファイバがに居住されているダクトとの稼働時間に限定されることができませんでした物理リンク。

一例としてではなく、グラフのすべてのために作成することができる階層型ネットワークまたは特定のレベルの時間でのネットワークの一部の場合には、これらに限定され。レベル $h-1$ レベル h でのネットワーク内でのネットワークは、頂点プロパティとして格納することができます。

私たちは今、階層的ネットワークのセット内のパスを決定する方法を検討してください。図42Aは、 $(D, N, H + 1)$ でネットワークNAA、NCCとNEEからなる $(D, N, H + 2)$ でネットワークNAAAを示しています。

ネットワークNAAは (D, N, H) でネットワークNAとNBで構成されています。

ネットワークNCCは (D, N, H) でネットワークNCとNDで構成されています。

ネットワークNEEは (D, N, H) でネットワークのNEとNFから構成されています。

図42のAは、 (D, N, H) でのネットワーク間のトポロジのマッピングを示しています。

図42Bは、 $(D = 1)$ のネットワーク間のレベルのマッピングを示すことによって、図42AのネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NEとNFのセットの代替表現を示し、 $n = 0$ で)。

例として、 $(D = 1, N = 0, H = 2)$ のネットワークNAAAは $(D = 1, N = 0, H = 1)$ でのネットワークNAA、NCCとNEEで構成されています。

レベルマッピングは、ネットワークNAAAとネットワークNAAとの間に示されているので、レベルマッピングは、ネットワークNAAAとネットワークNCCとの間に示されているとレベルのマッピングは、ネットワークNAAAとネットワークNEEとの間に示されています。このように、階層グラフである階層型ネットワークは、非階層グラフとして表現されることに注意してください。

我々の目的は、論理的な宛先ネットワークへの論理ソースネットワークからの1つまたは複数のトポロジ・パスを見つけることです。

私たちは、深さ d と層 n で $(D, N) h_{\min}$ する最下位階層レベルを考慮してください。

レベル $h_{\min}(D, N)$ のネットワークノードです。

42Kを介して図42Cに示すように、宛先ネットワークNEEに元ネットワークNAAからトポロジ・パスを見つけるために私たちは、次の手順を実行します。

ステップ1: 我々は、レベルマッピングの連結としてレベルのパスを参照してください。

(d) のネットワークNAからレベルマッピングの連結からなる宛先アドレスNAAA.NEE.NFで宛先ネットワークNFに送信元アドレスNAAA.NAA.NAと元ネットワークNAからレベル経路を計算する図42Cに示すように、 (D, N, H) は、 D (でNAAをネットワークNに、 $H + 1$) $(D, N, H + 1)$ 、 D (でNAAAをネットワークへ、 $N, H + 2$)のネットワークNAAからレベルマッピングでNEEネットワークする $(D, N, H + 2)$ $(D, N, H + 1)$ とのネットワークNEEからレベルマッピング $(D, N, H + 1)$ のネットワークNAAAからレベルマッピングNFをネットワークへ (D, N, H) で。

我々は h_{\max} としてNAAAのレベルを参照してください。

ステップ2: レベル $h_{\max}-1$ におけるトポロジ - マッピングのコスト型 k のコストを計算する図42Dに示すように

$(D, N, H + 1)$ のネットワークNAAから、レベルのマッピングの連結などでNCCをネットワークに $(D, N, H + 1)$ でネットワークNAAからトポロジ・マッピングの計算 $(D, N, H + 1)$ (D, N, H) でNCをネットワーク化する、 (D, N, H) で (D, N, H) のネットワークNBからトポロジ - のマッピングをNBをネットワークと (D, N, H) のネットワークNCから、レベルマッピングします $(D, N, H + 1)$ でのNCCをネットワークへ $D, N, H)$ 。

(D 、 N 、 $H + 1$)のネットワークNAAからトポロジーマッピングのコスト型 k のコストでNCCネットワークから(D 、 N 、 $H + 1$)のコスト型 k のコストの合計でありますネットワークNAAからレベルマッピング(D 、 N 、 $H + 1$)(D 、 N 、 H)でNBをネットワークする、のネットワークNBからのトポロジープスのコスト型 k のコスト(D 、 N 、(D 、 N 、 H)と(D 、 N 、 $H + 1$)でのNCCをネットワークへ(D 、 N 、 H)のネットワークNCのレベルマッピングのコスト型 k のコストでNCネットワークを H)。

例として、限定されるものではないが、場合には(D 、 N 、 H)でNBのネットワークへの(D 、 N 、 $H + 1$)のネットワークNAAからレベルマッピングのコストタイプ k のコストに等しいですゼロでNCCのネットワークへのネットワークNCのレベルマッピングのコスト型 k のコスト(D 、 N 、 H)(D 、 N 、 $H + 1$)がゼロに等しい、コスト型 k のコスト(D 、 N 、 $H + 1$)でNCCのネットワークへの(D 、 N 、 $H + 1$)のネットワークNAAからトポロジ・マッピングのネットワークNBからのトポロジープスのコスト型 k のコストに等しいです。

(D は、 N 、 h)が(D 、 N 、 H)でNCネットワークします。

例として、これらに限定されない、および/またはレベル(D 、 N 、 $H + 1$)でのNCCをネットワークへ(D 、 N 、 H)のネットワークからレベル・マッピングへの非ゼロコストNCを適用すること(D 、 N 、 H)でNDをネットワークに(D 、 N 、 $H + 1$)でネットワークNCCからオートディラールは、ネットワークNCCのトラバーサルのアカウトに費用を取ることができるにします。

ステップ3：一つ以上のトポロジ - の連結によって(D 、 N 、 $H + 1$)での宛先ネットワークNEEに(D 、 N 、 $H + 1$)で、ソースネットワークNAAのレベルの経路を置き換える図42Eに示すように転送によって決定任意の第二のネットワーク(D 、 N 、 $H + 1$)上位ネットワークNAAA内で(D 、 N 、 $H + 2$) ~ (D 、 N 、 $H + 1$)における任意の第1のネットワークからのマッピングネットワークNAAAの方針。ネットワークNAAからトポロジ・パスはNEEはNCCのネットワークへのネットワークNAAからトポロジ・マッピングの連結とNEEのネットワークへのネットワークNCCからトポロジ・マッピングで構成されてネットワークにあることに注意してください。一般的に、このトポロジ・パスは、トポロジ・マッピングの任意の数の連結で構成することができます。

ステップ4：ネットワークNAAから、レベルマッピングの連結によって(D 、 N 、 $H + 1$)でのNCCをネットワークに(D 、 N 、 $H + 1$)でのネットワークNAAからトポロジーマッピングを交換42F図に示すように(D 、 N 、 $H + 1$)でNBのネットワークへの(D 、 N 、 H)、のネットワークNBからトポロジ - マッピング(D 、 N 、 H)で、NCネットワークにする(D 、 N 、 H)と、(D 、 N 、 H)のネットワークNCから、レベルのマッピングは(D 、 N 、 $H + 1$)でNCCをネットワークします。

図42FでNEEをネットワークに(D 、 N 、 $H + 1$)でネットワークNCCからトポロジーマッピングを計算する(D 、 N 、 $H + 1$)のネットワークNCCからレベルマッピングの連結として、(d)に示すように、 N 、 $H + 1$)(D 、 N 、 H)とレベルのマッピングで北東にネットワーク化する(D 、 N 、 H)で、(D 、 N 、 H)でネットワークNDからトポロジーマッピングをNDをネットワークへ(D 、 N 、 H)のネットワークNEから(D 、 N 、 $H + 1$)でNEEをネットワークに。

ステップ5：(D でNCC(D 、 N 、 H)でNCCのネットワークへの(D 、 N 、 $H + 1$)で、ネットワークからネットワークNCから、レベルのマッピングから成るレベルパスの交換図42Gに示すように、 n は、(D 、 N 、 H)でNDをネットワークに(D 、 N 、 H)でネットワークNCからトポロジ経路により(D 、 N 、 H)でNDネットワークを $H + 1$)。

ネットワークNCからのトポロジープスはNDはNDをネットワークへのネットワークNCから単一のトポロジ・マッピングで構成されてネットワークにあることに注意してください。一般的に、このトポロジ・パスは、トポロジ・マッピングの任意の数の連結で構成することができます。

10

20

30

40

50

図に示すように42GはNB、NCをネットワークへのネットワークNBからトポロジーマッピングをネットワークにネットワークNAAからレベルマッピングからなるNEEをネットワークにネットワークNAAからのパスで結果の上部)~5)1ステップ、トポロジーマッピングネットワークNCからNEEをネットワークにネットワークNEからNEおよびレベルのマッピングをネットワークにND、ネットワークNDからトポロジーマッピングをネットワーク化します。

ステップ6: (D、N、H)で、NAAをネットワークする(D、N、H + 1)とのネットワークNAAからトポロジーマッピング(でネットワークNAからレベルマッピングの連結を置き換える図42Hに示すように、(D、N、H + 1)NCをD(にNCCをネットワークへ、N、H + 1)でのネットワークNAからトポロジーマッピングを連結することにより、図42Eに示すように(D、N、H)は、ネットワークに(D、N、H + 1)でNCCをネットワークに(D、N、H)と(D、N、H)のネットワークNCからレベルマッピングで。

ネットワークNAからのトポロジーマッピングはNCはNBとNCネットワークのようにネットワークNBからトポロジーマッピングをネットワークにネットワークNAからトポロジーマッピングの連結で構成されてネットワークにあることに注意してください。一般的に、このトポロジーマッピングは、トポロジーマッピングの任意の数の連結で構成することができます。

図42Eに示すようにNEEのネットワークへのネットワークNAからのパスはNAA、NCCとネットワークNCCからトポロジーマッピングをネットワークへのネットワークNAAからトポロジーマッピングをネットワーク化するためのネットワークNAからレベルマッピングの連結から構成されていることに注意してください。ネットワークNEE。フォワーディングエントリの数を減らすためにルートを要約するためには、NCCネットワークとNEEをネットワークにネットワークNCCから、ステップ5で算出された転送エントリを使用するネットワークNAからのパスを計算するのに十分です。このステップで計算されたパスは、ソースネットワークNAと宛先ネットワークNEEを有しています。ステップ7: (D、N、H + 1)でNEEネットワークする(D、N、H + 1)のネットワークNCCからトポロジーマッピングの連結とネットワークNEEからレベルマッピングを交換図42Iに示すように、ネットワークNCからレベルマッピングの連結(D、N、H + 1)により、図42Eに示すように(D、N、H + 1)でのNFをネットワークへ(D、N、H)の時(D、N、H)とネットワークからトポロジーマッピングでNDのネットワークND

(Dは、N、h)が(D、N、H)でのNFをネットワークします。

ネットワークNDからのトポロジーマッピングは、NFは、NEとNFをネットワークへのネットワークNEからトポロジーマッピングをネットワークにネットワークNDからトポロジーマッピングの連結で構成されてネットワークにあることに注意してください。一般的に、このトポロジーマッピングは、トポロジーマッピングの任意の数の連結で構成することができます。

このステップで計算されたパスは、ソースネットワークNAAと宛先ネットワークのNFを持っています。図42Eに示すように、NFをネットワークへのネットワークNAAからパスは、ネットワークのNEEからNEEとレベルのマッピングをネットワークにNCC、ネットワークNCCからトポロジーマッピングをネットワークにネットワークNAAからトポロジーマッピングの連結から構成されていることに注意してくださいネットワークNF。フォワーディングエントリの数を減らすためにルートを要約するためには、NFを、ネットワークおよびネットワークNAAから、ステップ5で計算したNCCをネットワークに転送エントリを使用するネットワークNCCからのパスを計算するのに十分です。このステップで計算されたパスは、ソースネットワークNAAと宛先ネットワークのNFを持っています。私たちは、1)「階層パス方式」など7)を介して、ステップからなる上記の方法を参照してください。

「深さマッピングを使用しての方法は、'階層パス法」に起因する(D、N、H)でのトポロジーマッピングに適用することができます。

図42Jは、手順1)~5)から生じる「深さマッピングを持つメソッドは'でのNE(D、N、H)をネットワークにネットワークNBから上記の計算されたトポロジーマッピングに適用される様子を示しているの最初のノードパスは、ノードNBであること、レベルマッピングにより、NAAをネットワークにマッピングされ、そのうちのパスの最後のノードは、ノードN

10

20

30

40

50

Eされ、レベルマッピングによってNEEネットワークへのマッピングです。

結果の送信元アドレスNAAA.NAA。*と宛先アドレスNAAA.NEEとパス。*は、(D-1でQCをネットワーク化する(D-1、N、H)でネットワークQBからのトポロジーマッピングからなる、nは(D-1におけるネットワークQDから、(D-1、N、H)でのトポロジーマッピングをQDネットワークをH)、(D-1、N、H)のネットワークQCからトポロジーマッピング、N、H)(D-1、N、H)でのQEをネットワークします。

転送テーブルのエントリ内の論理ソースネットワークは、ネットワーク・オブ・ノードNA A、ワイルドカード記号として使用NAAは '*' (アスタリスク)で与えられるネットワーク・オブ・ノードのしたがって、論理ソースノードを指定します。

今転送命令を計算するために上記のプロセスは、図42Kに示す転送エントリをもたらず適用することができます。転送エントリは、トポロジーマッピングに関連付けられている入力ポートのPoAを有し、次のノードトポロジーマッピングに関連付けられている出力ポートのPoAを持つ物理または仮想ノードのために作成されています。

例としてではなく、論理的な送信元アドレスNAAA.NAA.NAと論理宛先アドレスNAAAA.NEEと物理または仮想ノードQBのための図42Kでは、第2転送エントリに制限されています。*ネットワークQAからトポロジーマッピングの結果上記のステップ6で計算されたNCをネットワークにネットワークNAからトポロジーマッピングから生じるQCを、ネットワークへのネットワークQBとネットワークQBからのトポロジーマッピングから。

また、転送エントリは、物理または仮想ノードが物理的および/または深さマッピングによって論理ソースのネットワークにマッピングされている仮想ノードからなるパスの最初のノードであるとトポロジーマッピングに関連付けられている出力ポートのPoAを持つために作成されますトポロジーマッピングの次のノードに。

例としてではなく、ネットワークNAからの深さ・マッピングへの結果を。論理ソースアドレスNAAA.NAA.NAと論理宛先アドレスNAAAA.NEEと物理または仮想ノードQAのための図42Kで、最初の転送エントリに限定*上記のステップ6で計算されたNCをネットワークにネットワークNAからのトポロジーマッピングから生じるQBを、ネットワークへのネットワークQAからネットワークQAとトポロジーマッピング。

最初の行と図42K「ローカル(NA)」の4列目にはパケットは論理ソースネットワークなどのネットワークNAの物理または仮想ノードQAでローカルに作成されていることを意味します。

これは、図42Kの2番目の列に示される論理ソースアドレスと一致しています。また、転送エントリはにマッピングされるトポロジーマッピング内の前のノードにトポロジーマッピングに関連付けられており、入力ポートのPoAを持つ物理的および/または仮想ノードからなるパスの最後のノードである物理または仮想ノードのために作成されています深マッピングを通じて論理宛先ネットワーク。

例として、限定されるものではないが、ネットワークのQEからトポロジーマッピングの論理ソースアドレスNAAA.NAAとの物理的または仮想ノードQFのための図42Kにおける第六転送エントリ。*と論理宛先アドレスNAAA.NEE.NF結果に上記の手順7で計算されるように、NFをネットワークにネットワークNDからのトポロジーマッピングから生じるNFを、ネットワークへのネットワークQFからネットワークQFと深マッピング。

6行目と図42Kの第5列「ローカル(NF)」は、パケットがネットワークNFとして論理宛先ネットワークとの物理的または仮想ノードQFでローカルに受信されることを意味します。これは、図42Kの第3列に示された論理宛先アドレスと一致しています。上記のアプローチは、SDNコントローラを介して直接または間接的に、物理的または仮想ノードへ送信すると、物理的または仮想ノードに格納される、SDNコンパイラによって計算されるように、転送命令の数の大幅な削減が可能になります。

ノードの三元のコンテンツアドレス可能メモリ(TCAM)は、通常、サイズが限られており、比較的高価であるので、これは特に重要です。

上記のアプローチは、レベルh + 2まで示されているが、任意の数のレベルに拡張す

10

20

30

40

50

ることができます。

非階層的手法に比べて転送エントリの量の大幅な削減で上記のアプローチをもたらします。

例として、限定されるものではないが、新たな転送命令を計算し、物理的または仮想ノードでの転送命令をインストールするための時間を短縮するためには、上記のアプローチを用いて、レベル $H = 1$ のすべてのネットワークのためのすべての転送エントリを計算することができます。かわらず、これらのパスは、SDNコンパイラのユーザによって要求されたかどうか。

作成されたエントリを転送の数を制限しながら、言い換えれば、本方法は、転送エントリの積極的な作成を可能にします。

まだ作成されていない場合は場合は、新しいパスは、ソース・IDNのソースノードからの経路のための唯一の転送命令を要求し、宛先IDNから宛先ノードに、既に作成されていない場合は、作成する必要があります。

ネットワークNAからの代わりにレベル経路図42Lに示すように、NAAA、ネットワークからのトポロジ - のマッピングをネットワークにNAA、NAAネットワークからトポロジーマッピングをネットワークにNFはネットワークNAからトポロジマッピングの連結からなるネットワークへのネットワークNBから、NFはNFがNBをネットワークにネットワークNAからトポロジーマッピングから成るネットワークにネットワークNAからのトポロジーマッピングに置き換えることができるネットワークにトポロジ - マッピングをNEEとネットワークNEEからトポロジーマッピングをネットワークへNAAAネットワークNCネットワークNCからトポロジ - マッピングは、NFをネットワークにNE、ネットワークNEからトポロジ - のマッピングをネットワークにND、NDネットワークからトポロジーマッピングをネットワーク化します。次のようにこのパスは、代わりにステップ6)、代わりにステップ7の代替ステップ7b)は)の)1)~5)は、上記の手順を適用し、6bの代替手順を適用した結果：

ステップ6bは：(dの(D、N、H + 1)で、ネットワークNAAからNAAをネットワークに(D、N、H)でネットワークNAからレベルマッピングからなるレベルパスの交換、N、H + 1) (D、N、H)でNBをネットワークに(D、N、H)でネットワークNAからトポロジ - パスで(D、N、H)でNBをネットワークに。

ネットワークNAからのトポロジーマッピングはNBはNBのネットワークへのネットワークNAから単一のトポロジ・マッピングで構成されてネットワークにあることに注意してください。一般的に、このトポロジ - パスは、トポロジ・マッピングの任意の数の連結で構成することができます。

ステップ7bは：(D、N、H + 1)で、かつ(dにおけるネットワークのNEEからNEEをネットワークに(D、N、H)でネットワーク北東からレベルマッピングからなるレベルパスの交換、N、H + 1) (D、N、H)でのNFをネットワークに(D、N、H)でネットワーク北東からのトポロジーマッピングにより(D、N、H)でのNFをネットワークに。

ネットワーク北東からのトポロジーマッピングは、NFは、NFをネットワークへのネットワーク北東から単一のトポロジ・マッピングで構成されてネットワークにあることに注意してください。一般的に、このトポロジ - パスは、トポロジ・マッピングの任意の数の連結で構成することができます。

これから、図42Mに示すように、物理的および/または仮想ノードQA、QB、QC、QD、QEとQFの経路にNF結果をネットワークにネットワークNAからトポロジ - パスに「深さのマッピングを持つメソッド」を適用転送エントリのエントリは、上記の方法に従って計算することができます。

このアプローチは、より高い階層レベルHに要約することなく、パスを作成することができます。

例としてではなく、このアプローチはNEEのネットワークへのネットワークNAAから他のトラフィックとは異なる経路を介してNFをネットワークにネットワークNAからのトラフィックを転送することが可能、に制限されています。図42Lに示す例では、NFをネットワーク

10

20

30

40

50

へのネットワークNAからのパスは、レベルのマッピングおよびトポロジマッピングのコストに基づいて計算されることに注意してください。

「階層パス法は「再帰的に階層レベルの任意の数に適用することができます。

私たちは今、共有媒体を検討してください。

共有媒体内で共有メディアに接続されている各物理または仮想ノードは、単一の物理または仮想インターフェイスを使用して、共有メディアが互いに物理的または仮想ノードに直接接続されています。

物理的および/または仮想ノードGM、GN、GPおよびGQを示し、図43(a)に示すようにこれ
を表現することができます。GM、GN、GPとGQは単一のPoAがあり、それぞれ別のノード
にトポロジ・マッピングを持つ各ノード。

10

当業者は、IEEE 802.11、ロングタームエボリューション(LTE)に基づく無線ローカル
エリアネットワーク(WLAN)、これらに限定された無線ネットワークなどではなくも4G(
第四世代と呼ばれることを理解するであろう)ネットワーク、マイクロ波アクセス(WiMAX
Xの)ネットワークのための世界的な相互運用性は、ハブアンドスポークトポロジです。

例えば、ハブアンドスポークネットワークは、GRはハブノードであり、GS、GTとGUがス
ポークノードである、物理的および/または仮想ノードGR、GS、GTとGU、からなる図43Bに示
されています。

例として、またとして無線基地局と呼ばれる、ワイヤレス・アクセス・ポイントを表すこ
とができ、ノードGRに限定されるものではなく、ノードのGSは、GT及びGUは、無線デバイ
スを表すことができます。

20

図43B内のトポロジ・マッピングはハブノードGRとスポークノードGS、GTとGUの間で無線
接続されています。私たちは今、ポリシーを転送することを検討してください。

ポリシーを転送すると、PSNなどのCSNの両方に適用されることに注意してください。展開
では、複数の要件に基づいてパスを指定できることが有益です。

一例としてではなく、ユーザは、5msの時間(ミリ秒)以下の待ち時間で、100Mb / sの
帯域幅(メガビット毎秒)とソース・ノードから宛先ノードに経路を要求したいとパケ
ット損失より小さいであろうが、これらに限定され0.001%未満です。

これは、要求された宛先ノードに要求されたソースノードから「奥行きのマッピングを持
つメソッド」を使用してパスを計算するために、SDNコンパイラを必要とするため、 $D =$

30

0での各トポロジ・マッピングの容量、各層 - マッピングの容量で、 $D = 0$ 、各
ノードにおける容量を大きくまたは $d = 0$ でのトポロジマッピング、レイヤマッピング
の待ち時間の総和ノードが5msのよりも小さいため、/秒100Mbに等しく、かつためのもの
です $D = 0$ のトポロジ - マッピング、レイヤマッピングおよびノードのパケット損
失の合計が0.001%未満です。

例として、それだけには限らないが、待ち時間、パケットロスの数値は、測定により得ら
れました。

トポロジ路の特性のための典型的な要件としては、容量(スループット)、遅延、ジッタ
、パケット損失、利用可能性、およびパケットシーケンスの保存が、これらに限定されま
せん。

40

容量要件は、計算されたパスには $d = 0$ での各トポロジマッピングおよびレイヤマッピ
ングに利用可能であると、各容量を必要とする例として、限定するものではない、でトポ
ロジ - マッピングおよびレイヤマッピングを除外することによって実現することがで
きます「深さのマッピングを持つメソッド」が適用されるネットワークの集合から容量の
要件に準拠していない $D = 0$ 。

そのような、これらに限定されないが、遅延、ジッタ、パケット損失、利用可能性、およ
びパケットシーケンスの保存のような1つ以上の他の特徴を含む要求と要求されたパスは
、各トポロジマッピングおよび層 - で必要な1つまたは複数の特性に関係する計算を
必要とします計算されたパスで、 $D = 0$ でのマッピング。

例として、最大遅延のための要件は、最大遅延時間を超えないよう計算されたパスで、 D

50

= 0でのトポロジのマッピングおよびレイヤマッピングの遅延の合計が必要です。
ケースでは容量以外の二つ以上の特徴は、一例として、要求されているが、限定されない、制約ショートパス（CSP）のアルゴリズムを使用することができます。
CSPアルゴリズムは、ラグランジュ緩和に基づくアルゴリズムを含むが、これらに限定されません。

私たちは今、統合サービス（IS）のアプローチを使用して、絶対的な品質・オブ・サービス（QoS）を考慮してください。

例は、これらに限定されない、ISでのIntServとIPv4ネットワークとIPv6ネットワークの関連するRSVP（リソース予約プロトコル）。

また、基礎、「フローごと」と呼ばれる、パスごとのリソース割り当てに基づいてです。したがって、状態は、分散制御プレーンを使用してスケールで実現することが困難である、ネットワーク内のすべてのリソースのために維持されなければなりません。

SDNコンパイラは、ネットワークの集中管理を提供し、フロー単位でネットワークの状態を維持するとして、我々はSDNを拡張

サポートするコンパイラの方法があります。絶対的なQoSをサポートするために、我々は、物理または仮想ノードのモデリングにおける入力 - バッファと出力バッファが含まれます。

図46Aは、中央スイッチHKは、入力HDを切り替え、HE、入力バッファHF、HG、HHとJH、出力バッファHL、HM、HNとHPからなる例パケット転送システムの物理的な表現を示す出力カプラ本社とHR。第1の入力ポートのPOAがP541である、第2の入力ポートのPOAは第1の出力ポートのPOAがp542で、第2の出力ポートのPOAがP544である、p542です。

P576を通じてポアスP545は、パケット転送システムの内部にあります。

例としてではなく、のPOA P541で着信パケットがのPOA P545に入力スイッチにより切り替えられるが、これらに限定され、それがバッファリングされたPOA P546の入力バッファHFに入るのPOA p553で入力バッファHFを出て入ります中央のPOA P554のスイッチ香港と中央スイッチを残すのPOA P567に切り替えられるが、それは、バッファリングP575で出力バッファのHPを離れ、出力バッファHNからのパケットと多重化されているのPoA 568で出力バッファのHPに入り、カプラHRでのPOA P544でパケット転送システムを離れます

。

図46Bは、機能表現はパケット転送システムは、中央スイッチHKからなる例を示していることを示す、入力は、HDとHE、入力バッファHF、HG、HHとJH、出力バッファHL、HM、HNとHP、出力を切り替えますカプラ本社とHR。その入力バッファHF、HG、HH、HJと出力バッファHL、HM、HN、HPが1に最小能力を持つNICとしてモデル化されることに注意してください）の期間のためのパケットをバッファリングし、2）パケットをドロップします。

追加のバッファ機能も同様にモデル化することができました。

図46Cは、単一の中央スイッチ、一つ以上の入力バッファ、一つ以上の出力バッファを、一つ以上の入力ポートと1つ以上の出力ポートを備えた例のパケット転送システムの一般的な物理的な表現を示します。

図46Dは、単一の中央スイッチ、一つ以上の入力バッファ、一つ以上の出力バッファを、一つ以上の入力ポートと1つ以上の出力ポートを備えた例のパケット転送システムの一般的な機能を示します。

より複雑なパケット転送システムは、このアプローチを使用してモデル化することができます。

同様にホストノードにおけるバッファリングをモデル化することができました。

例ではなく、ホストノードが、これらに限定はコンピューティング機器です。

図46Eは、（D-で図46Aおよび46Bに示されている中央のスイッチノード香港だけでなく、物理または仮想ホストノードのHSとで例の物理または仮想パケット転送システムからなるネットワークを示し、（D-1を、N、H）（D、N、HでホストノードGVからなる（D、N、H + 1）で1、N、h）及び物理的または仮想の（D-1、N、H）のホストノードHTならびにネ

10

20

30

40

50

ットワークGVVでノード間(D、N、H)と(D、N、H)、ならびに(D-1、N、H)でのノード間のトポロジ・マッピングのホストノードGXで)、スイッチ・ノードGW、トポロジのマッピング(D-1、N、H)と、(D、N、H)のノードとノード間の深さ優先マッピング(D-1、N、H)。

「深さ優先のマッピングを持つメソッド」は、物理的および/または仮想ノードを経由するパスの結果を適用することができます。

HT、論理ソースノードGVから論理宛先のノードGXは、例えばパスHS、HD、HF、香港、HP、HRの結果、図46Fに示されているパスに「深さマッピングを持つ方法」の5まで手順1を適用します。パケット転送装置は、トポロジマッピングを介して相互接続されたノードの集合としてモデル化されるパケット転送装置を通る経路は、転送ポリシーを適用することによって決定することができます。

10

これらに限定され、代替ではなくとして、SDNコンパイラは、スケジューラ方式はインプットバッファのセットこれに適用するパケット転送装置に指示を与えることができるのとセットするスケジューラ方式を適用するパケット転送装置に指示を与えることができます出力バッファ。

例として、これらに限定されないが、スケジューラ方式はラウンドロビン(WRR)を加重することができ、赤字ラウンドロビン(DRR)と均等化キューイング(WFQ)。

パケット転送装置の実装では、入力バッファおよび出力バッファにより、それぞれの入力バッファと、各出力バッファのサイズをプログラムすること、集中型または分散型と集中型の論理的メモリを使用して実現されるかもしれません。

20

SDNコンパイラは、バッファサイズは、1つまたは複数の入力バッファおよび1つまたは複数の出力バッファに使用するパケット転送装置に命令を提供することができます。

例として、限定されるものではないが、SDNコンパイラまたは単一スケジューリングのグループに最適な各入力バッファおよび/または、各出力バッファのバッファ長の設定、およびどのように入力バッファを計算することができる別のツールグループだけでなく、これは単一のスケジューリンググループ内のグループへの出力バッファ、ならびに1つまたは複数のユーザのSLA-要件に依存各スケジューリンググループに最適なスケジューラ方式。

スケジューリンググループスケジューリング方式が適用される1つまたは複数の物理または仮想バッファのセットとして定義されます。

30

私たちは今、仮想プライベートネットワーク(VPN)を検討してください。

本質的には、SDNコンパイラのための提示方法において、VPNはD> 0の論理的なネットワークです。

この論理的なネットワークは、それ自身の名前空間アドレッシングに使用することができます。

この論理的なネットワークは、深さマッピングによって、一つ以上の所有者の物理的および/または仮想リソースに、マップすることができます。

他のVPNから分離された、独自のアドレス空間で各VPNを提供するために、各VPNの名前空間における最上位階層のネットワークが他のテナントからの分離を確実にするために、グローバルに一意である必要があります。

40

一例としてではなく、最上位階層レベルがIPv6フローラベルであるか、またはテナントを示すために再利用のIPv4識別フィールドとすることができるが、これらに限定され。

私たちは今、論理ネットワークを作成することが可能なトポロジー・マッピングの特性を考慮してください。

図44 Aは、(dの(D-1、N、H + 1)でネットワークXG、XH、XJ、XK、XLおよびXMからなる(D-1、N、H)とネットワークZGGのネットワークXGGを示していますN、H + 1)(D、N、H)と同様に、トポロジ・マッピングとネットワークの間の深さ優先のマッピングでネットワークZGとZJからなります。

50

「深さのマッピングを持つメソッド」を使って、私たちは、それぞれがそれ自身の特性を有するZJをネットワークにネットワークZGから四つの異なるトポロジのマッピングを計算します。

ZJをネットワークにネットワークZGから「標準可用性」を有する第一のトポロジーマッピングの計算は、図44Bに示されており、パスの結果は、物理的および/または仮想ノードのXG、XH、XJからなります。ZJをネットワークにネットワークZGから「高可用性」を有する第二のトポロジ・マッピングの計算は、および/または仮想ノードのXG、XH、XJと第二の物理からなる図44Cと最初のパスで結果「パス1」に示されています物理的および/または仮想ノードXG、XK、XL、XM、XJからなるパス「パス2」。負荷分散ハッシュに限定などではなく、ロードバランシング識別子はZJが持つネットワークにネットワークZGからトポロジ・マッピングの結果「パス1」と「パス2」の上にZJをネットワークへのトラフィックのネットワークZGを分割するために使用されます「高可用性」。

第三トポロジマッピングはZJをネットワークにネットワークZGから「確保」という計算は、暗号化が行われていると、物理的および/または仮想ノードXG、XK、XL、XM、XJからなるパスに図44D、結果に示されていますノードXK及び復号化にノードXMで実行されます。

第四トポロジーマッピングの計算は、ZJは記録がノードXHに行われていると、物理的および/または仮想ノードXG、XH、XJからなるパスに図44Eと結果に表示されているネットワークにネットワークZGから「記録」されています。私たちは、図44Fに示すように、ネットワークZGにZJをネットワークにネットワークZGから第一、第二、第三及び第四のトポロジーマッピングを組み合わせることができます。ユーザの要求に基づいて、SDNコンパイラは、現在ZJをネットワークにネットワークZGから第一、第二、第三及び第四のトポロジ・マッピングの1つ以上を使用してネットワークZG内のパスを作成することができます。ユーザの要求に基づいて、SDNコンパイラは、現在の深さdでZJをネットワークにネットワークZGから第一、第二、第三及び第四のトポロジーマッピングの1つまたは複数を使用して深さd + 1に1つ以上のネットワークを作成することができます。

図44Gは、ネットワークUA、UB、UC、UD、(D、N、H)で、UE、ネットワークDN、DP、DQで、(D-1、N、H)でのネットワークDH、DJ、DK、DL、DMを示し、(D-1、N + 1、h)及びネットワークでのUF、UG、UH(D、N + 1、H)。

ノードDHは記録を提供し、ノードDPはキャッシングを提供します。

1「深さマッピングを持つ方法」の5までは、物理的および/または仮想ノードDN、DH、DJ、DK、DP、DK、DLからなるパスの結果宛先ノードUHにソースノードUFからのパスに適用されている手順、DM、DQ。物理的および/または仮想ノードで特定の機能を含む図44Gトポロジ・マッピングに示すように、様々な層で行うことができます。

図44Gに示すように、トポロジーマッピングは経路内の特定の機能を実行する複数の物理的および/または仮想ノードを含むことができます。

また、複数のパスに基づいて、トポロジ・マッピングは、マルチレイヤネットワークで計算することができます。

現在、エンドユーザの要求を抽象化している論理ネットワークを考えます。

これまでのところ、我々は転送のために使用されているアドレスを持つ論理ネットワークを検討しています。

現在パケット転送用アドレスに使用されていないが、ユーザの要求を表現するために使用されているネットワークからなる論理ネットワークをご紹介します。

これは、(D-1、N、h)は、ネットワークにおけるネットワークXG、XH、XJ、XK、XLおよびXMからなる(D-1、N、H + 1)におけるネットワークXGGを示す図45のAに示されていますWL、(D、N、H + 1)(D、N、H)でネットワークZG、ZJ、ZLおよびZKからなるネットワークWKK(D + 1、N、H + 1)におけるネットワークWJからなるにおいてZGG(D + 1、N、H)などのネットワーク間のトポロジマッピングと奥行きのマッピングでWK。ネットワークXGGとZGGは、図61Dに示されました。深さd-1でのネットワークXGGは、物理的および/または仮想資源であるネットワークで構成されています。

深さdのネットワークZGGはアドレスが転送に使用されるの論理ネットワークで構成されています。

深さd + 1のネットワークWKKは論理ネットワーク、トポロジ・マッピングとビジネス要件を指定するトポロジのパスで構成されています。

ネットワークWKは、「マイデバイス」などといったユーザの物理的および/または仮想デバイスであることを表すが、ラップトップ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、タブレット、これらに限定されません。

ネットワークWJは、「インターネット」を表します。

ネットワークWLは「コーポレート・アプリケーション」を表します。

トポロジ・マッピングであるネットワークWKとネットワークWJ、間のトポロジパス、特定のサービスレベルアグリーメント (SLA) 「SLA 1」と「マイデバイス」からのインターネットアクセスを持っているユーザーの要求を表します。

トポロジ・マッピングであるネットワークWKとネットワークWLのトポロジパスは、特定のSLA「SLA 2」と「マイデバイス」から企業アプリケーションにアクセスするためにユーザーの要求を表します。

ネットワーク内のトポロジ・パスまたはトポロジ・マッピングの場合にWKKは、添付SLAは2方向のサービス・レベルを指定する必要が双方向であることに注意してください。

例としてではなく、ネットワークWKK内で指定された要件のセットは、高レベルの点で、彼/彼女のニーズを述べるビジネス・ユーザーによって指定することができ、これらに限定され。

ネットワーク内ではWKK論理ネットワークと論理トポロジ - マッピングは、ユーザの要求を表します。

の図45Aの結果のネットワークのセットWKをネットワークにネットワークWJからトポロジ - パスに「深度マッピングでメソッド」適用し、図45Bに示すように：

WKのネットワークへのステップ1) ネットワークWJからトポロジパスはWKネットワークには、ネットワークトポロジ - WJからのマッピングで構成されています。ステップ3) ネットワークへのネットワークZKからZKと深さのマッピングをネットワークにZJをネットワークにネットワークWJからの深さマッピングの連結によって置換されているWK、ネットワークZJからトポロジパスをネットワークへのネットワークWJからトポロジマッピングWK。 ZKをネットワークにネットワークZGからZGとトポロジマッピングをネットワークにネットワークZJからトポロジマッピングの連結からなるZKをネットワークへのネットワークZJからトポロジパス。

ステップ3) ネットワークへのネットワークXGからXGと深さのマッピングをネットワークにXJをネットワークにネットワークZJからの深さマッピングの連結によって置き換えられてZG、ネットワークXJからトポロジパスをネットワークへのネットワークZJからトポロジマッピングZG。 XGをネットワークにネットワークXHからXHとトポロジマッピングをネットワークにネットワークXJからトポロジマッピングの連結からなるXGをネットワークするためのネットワークXJからトポロジパス。

ステップ3) ネットワークZGからトポロジ・マッピングはZKは、ネットワークXGからのトポロジパスはXKやネットワークへのネットワークXKからの深さマッピングをネットワークにXGをネットワークにネットワークZGからの深さマッピングの連結によって置換されているネットワークにZK。 XKをネットワークにネットワークXGからトポロジマッピングされるXKのネットワークへのネットワークXGからのトポロジパス。ステップ5)、ZKをネットワークにXJとネットワークXKからのネットワークにネットワークZJから、WKネットワークにネットワークZKから、ZJをネットワークにネットワークWJからの深さのマッピングを削除します。

10

20

30

40

50

上記の手順を深さ $d-1$ の転送エントリは、上記の方法を用いて計算することが可能なネットワークXJ、XH、XG及びXKからなるにおけるトポロジ経路をもたらします。

そのネットワークXKは、物理または仮想デバイスを表し、ネットワークZKはこのデバイスの論理名ZKを表し、ネットワークZKと組み合わせたネットワークZGGは、パケット転送に使用されているこのデバイスの論理アドレスZGG.ZKを提供し、ネットワークWKが高いを表しますデバイスのユーザによって使用されるような「マイデバイス」として、このデバイスのレベルの名前。

なお、ネットワークXJは、例えばとして、インターネットに接続された物理または仮想デバイスを表しますが、ゲートウェイルータに限定されるものではなく、ネットワークZJは、このデバイスの論理名ZJを表し、ネットワークZGGはZJは、論理アドレスZGGを提供するネットワークと組み合わせます。パケット転送やネットワークWJで使用されているこのデバイスのZJは、「インターネットのための高レベルの抽象化を表します。

XLは、例えばとして、「コーポレート・アプリケーション」を提供する1つまたは複数のデバイスに接続された物理または仮想デバイスを表しますが、サーバのセットに接続されたルータに限定されるものではなく、ネットワーク、ネットワークZLは、このデバイスの論理名ZLを表します、ネットワークネットワークZLと組み合わせるZGGはパケット転送やネットワークWLで使用されているこのデバイスの論理アドレスZGG.ZLが「企業のアプリケーション」の高レベルの抽象化を表しています。

同様にして他のエンティティは、層 d + 特定のアプリケーションまたはアプリケーション、企業内音声通話、国内および国際的な音声通話、ビデオ会議のグループの1、など、これらに限定されないアクセス時にネットワークによって表すことができ、リモート企業サイトへのアクセス。

本質的には、特定のアプリケーションまたは特定のネットワークへの接続性を提供します。

限定例ではないように、この接続の特性は、エンドユーザと、ネットワーク管理者などのネットワークサービスを提供する個人または組織の間で合意することができます。

SLAは含めることができますが、容量（スループット）、遅延、ジッタ（遅延の変動）、パケットロス、可用性、セキュリティ、およびパケットシーケンスの保存に限定されるものではありません。

これは、一例として、多くの可能性をもたらすが、これらに限定されないように、ネットワーク管理者は、トポロジマッピングは深さ $d + 1$ における特定のSLAに生じる特定の特性を有している深さ d 1つまたは複数の論理ネットワークを定義することができます。

例として、これらに限定されない、ネットワークZGは、物理または仮想ファイアウォールノードXGに深度マップを介してマッピングされる論理ファイアウォール・ノードとすることができます。それは深さ $d + 1$ でネットワークWKのトポロジに存在しないとして、深さ $d + 1$ で「マイデバイス」からインターネットへのアクセスを要求するエンドユーザは、このファイアウォールを認識しません。

ネットワーク管理者は、しかし、設計によって深さ d の論理ネットワークZGGファイアウォールとZKをネットワークへのネットワークZJからのトラフィックがネットワークZGを介して転送されるように転送ポリシーが含まれています。展開では、一例としてではなく、ネットワーク管理者は、エンドユーザまたはエンドユーザのグループの代表が1を選択することができます、そこから深さ $d + 1$ で可能なすべてのサービスを描いたネットワーク図を作成することができます、これらに限定され、又はより多くのサービスを使用しています。

深さ d における論理ネットワークの場合、ネットワーク管理者によって提供されるネットワーク図から、エンドユーザによって選択されたサービスに基づいて、SDNコンパイラの方法を使用して作成することができます。

例として、限定されるものではないが、ネットワークWKKは、エンドユーザーは、SLA「SLA 1」との最初のサービスであるインターネット・アクセスと第二を選択できる1つまたは複数のエンドユーザーにネットワーク管理者から提供されたネットワーク図である可能

10

20

30

40

50

性がありSLA「SLA 2」と、企業アプリケーションにアクセスしているサービス。
これらのSLAの遵守には、サービスのネットワーク監視データのSLAを相関させることによってモニターすることができ、エンドユーザが提供するサービスのために課金されることに注意してください。

SDNコンパイラがエンドユーザに提供する各サービスに起因する物理的および/または仮想リソースを通過するパスを知っている。また、情報は、物理的および/または仮想ノードとリンクについてSDNコンパイラから取得できるサービスを運びます。

場合は、サーバーとストレージのリソースに既にあるようSDNコンパイラへの入力方法は方法を提供するので、よりエンドユーザの選択サービスネットワーク管理者から提供されたネットワーク図の使用は、サービスの自動化とアジャイルの作成、変更、削除が可能にクラウド・アーキテクチャです。

エンドユーザの用語での深さ $d + 1$ のネットワークが深さ d の任意の層にマッピングすることができることに注意してください。

エンドユーザの用語での深さ $d + 1$ のネットワークは、任意のトポロジを持つことができることに注意してください。

エンドユーザの用語での深さ $d + 1$ のネットワークは、任意の転送ポリシーを持っている可能性があることに注意してください。

図45(a)に示す例では、単一のトポロジーマッピングからなる深さ $d + 1$ でのトポロジーマッピング・パスを示します。

一般に、深さ $d + 1$ でのトポロジーマッピング・パスをトポロジーマッピングの任意の数で構成することができます。

(D 、 H)の2つ以上のネットワークが($D + 1$ 、 H)における単一のネットワークとして表現することができることに留意されたいです。

一例として、図45Cに示されているが、これらに限定されないように、我々は、深さ d は再び深さ $D-1$ とネットワークZGGにおけるネットワークXGGを考慮し、ネットワークからなる($D + 1$ 、 N 、 $H + 1$)のネットワークWGG ($D + 1$ 、 N 、 H)におけるWG及びWJ。ネットワークWGは、例えばのような物理的および/または仮想デバイスのセットである「私のチーム」を表すが、チーム内の人によって使用されるラップトップ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、タブレット、これらに限定されません。

ネットワークWJは、「インターネット」を表します。

ネットワークWGとネットワークWJ間のトポロジーマッピングは、ネットワークWJで表されるように、WGで表すデバイスのセットがインターネットに接続する必要があることを表しています。ネットワークWGは、WGは、深さマッピングとネットワークWGを通じてZKをネットワークにマッピングされたネットワークは、深さマッピングを通じてZLをネットワークにマッピングされ、深さマッピングを通じてZGをネットワークにマッピングされています。

中図45Cの結果の一群のネットワークのWGをネットワークにネットワークWJからトポロジーマッピング・パスに「深度マッピングでメソッド」適用して、図45Dに示すように：

ステップ1) WGのネットワークへのネットワークWJからトポロジーマッピング・パスはWGをネットワークするためのネットワークトポロジーマッピング・WJからのマッピングで構成されています。

ステップ3) ネットワークへのZGをネットワークにZJをネットワークにネットワークWJからの深さマッピングの連結によって置き換えられてWG、ネットワークZJからトポロジーマッピング・パスをネットワークへのネットワークWJからトポロジーマッピングとネットワークZGからの深さマッピングWGとWGをネットワークにネットワークZLからZLと深さのマッピングをネットワークにZJ、ネットワークZJからトポロジーマッピング・パスをネットワークへのネットワークWJからの深さマッピングを連結し、ネットワークへのネットワークWJからの深さマッピングの連結ZJ、WGをネットワークにネットワークZKからZKと深さマッピングをネットワークへのネットワークZJからトポロジーマッピング・パス。ZGはZGをネットワークにネットワークZJからトポロジーマッピングされてネットワークへのネットワークZJからトポロジーマッピング・パス。ZKは

ZKをネットワークへZGをネットワークへのネットワークZJからトポロジ・マッピングの連結とネットワークZGからトポロジ・マッピングされてネットワークへのネットワークZJからトポロジ・マッピングされる。 ZLは、ZLをネットワークにネットワークZJからトポロジ・マッピングされているネットワークするためのネットワークトポロジ - ZJからパス。

ステップ3)へのネットワークXGからXGと深さマッピングをネットワークにXJをネットワークにネットワークZJからの深さマッピングの連結によって置き換えられてZG、ネットワークXJからトポロジパスをネットワークへのネットワークZJからの最初のトポロジのマッピングネットワークZG。 XGをネットワークにネットワークXHからXHとトポロジマッピングをネットワークにネットワークXJからトポロジマッピングの連結からなるXGをネットワークするためのネットワークXJからトポロジパス。 ZGはZGをネットワークにネットワークXGからXGと深さマッピングをネットワークに、ネットワークXJからトポロジパスをXJをネットワークにネットワークZJからの深さマッピングの連結によって置換されているネットワークへのネットワークZJから二番目のトポロジマッピング。 XGをネットワークにネットワークXHからXHとトポロジマッピングをネットワークにネットワークXJからトポロジマッピングの連結からなるXGをネットワークするためのネットワークXJからトポロジパス。 ZKのネットワークへのネットワークZGからトポロジ・マッピングはZKをネットワークにネットワークXKからXKと深さマッピングをネットワークに、ネットワークXGからのトポロジパスをXGをネットワークにネットワークZGからの深さマッピングの連結によって置き換えられています。 XKをネットワークにネットワークXGからトポロジマッピングされるXKのネットワークへのネットワークXGからのトポロジパス。 ZLは、ZLをネットワークに、ネットワークXLからXLのネットワークへのネットワークXJからトポロジパスと奥行きマッピングをXJをネットワークにネットワークZJからの深さマッピングの連結によって置換されているネットワークへのネットワークZJからトポロジマッピング。 XLはXLをネットワークにネットワークXHからXHとトポロジマッピングをネットワークにネットワークXJからトポロジ - マッピングの連結からなるネットワークへのネットワークXJからトポロジ - パス。上記の手順、ネットワークZJ、XJ、XH、XG、ZG、ネットワークZJ、XJ、XH、XG、ZG、XG、XK、ZKとネットワークZJからなる第3の経路からなる第二の経路からなる第一の経路になりますXJ、XH、XL、ZL。最初のパスは、ソースアドレスZGG.ZJ及び宛先アドレスZGG.ZGは、第二の経路は、送信元アドレスと宛先アドレスZGG.ZJのZGG.ZKを有しており、第3の経路は、送信元アドレスZGG.ZJ及び宛先アドレスを有しZGG.ZL。

ステップ5)、XH、XGが第二の送信元アドレスZGG.ZJと宛先アドレスZGG.ZG、結果を持つ深さD-1ネットワークXJから成るで最初のトポロジパス内の3つのパスの結果の上から深さのマッピングを削除します深さd-1ネットワークXJ、XHから成るにおける第3のトポロジパスに送信元アドレスZGG.ZJと宛先アドレスZGG.ZKと結果を持つネットワークXJ、XHからなる深さD-1でのトポロジパス、XG、XK、XLは、送信元アドレスZGG.ZJと宛先アドレスを持つZGG.ZL.これらの3つのトポロジパスの各々からの深さd-1に転送エントリは、上述の方法を用いて計算することができます。

図45Cに示す例では、宛先ネットワーク（（D、H）の2つ以上のネットワークが深さのマッピングを介してマッピングされているために、その（D + 1、H）における単一のネットワークが、ソースネットワークとすることができると45D）と横断されているパス内の中間ネットワークにすることができます。

この例では $(D, H + 1)$ のネットワークは、 $(D + 1, H)$ でネットワークにマッピングされているから構成されていること (D, H) でのネットワークのサブセット。

また、 $(D, H + 1)$ のネットワークが $(D + 1, H)$ でネットワークにマッピングすることができたから構成されていることで、すべてのネットワーク (D, H) 。

この例では、深さ $d + 1$ のネットワークは、単一層で構成されています。

一般的には、ユーザの要求が指定された深さ $d + 1$ でのネットワークの集合は、任意の

数の層から構成することができます。

この例では、深さ $d + 1$ でのネットワークのセットは、単一のネットワークです。

一般的には、ユーザの要件が指定されときの深さ $d + 1$ でのネットワークのセットはネストすることができる任意の数のネットワークで構成することができます。

この例では、ユーザの要件は、深さ $d + 1$ で指定されています。

また、ユーザの要件は、深さ d で指定することができました。

これは、深さ $d-1$ 、むしろ1つ以上の論理ネットワークに比べて1つまたは複数の物理および/または仮想ネットワークに、深さのマッピングを介して、深さ d のユーザの要求を表す1つ以上のネットワークがマッピングされるように、しかし、柔軟性を低下させます。

一般的には、ユーザの要求は、一つ以上のトポロジマッピングおよび/または深さ $d > 0$ のレイヤマッピングおよび/またはレベルのマッピングのように、ゼロ以上のポリシーとして、深さ $d > 0$ で、一つ以上のネットワークとして指定することができ深さ $d > 0$ 。

$D > 0$ に1つ以上のネットワークの名前空間は、物理または仮想ノードによって転送決定に使用されていないことに注意してください。

私たちは今、いくつかのセキュリティ面を考慮してください。

従来のIPネットワークとSDNネットワークとの間の重要な違いは、SDNネットワークに転送も呼ばれる、送信元アドレスおよびパスを表す宛先アドレスに基づいている間にIPネットワークに転送が、宛先アドレスに基づいていることです流れとに。

SDNコンパイラは、悪意のあるソースアドレスを持つパスに対する要求を認識し、このパスの転送エントリを作成することを拒否することができるようにのみ、宛先アドレスと比較し、送信元アドレスと宛先アドレスに転送することは、本質的に、セキュリティを増加させます。

また、SDNコンパイラは、悪質な送信元アドレスを持つ既存のパスを削除することができます。

SDNコンパイラは、宛先ベースの転送を提供する、アスタリスク「*」、送信元アドレスからなる転送エントリを作成することができよう、SDNネットワークは、ソースアドレスと宛先アドレスに基づいて転送に限定されるものではありません。

SDNとして要求が転送エントリに対して一致していない従来のネットワーク上で追加のセキュリティを提供し、パケットに関連する転送エントリを提供するために、SDNコンパイラへの物理または仮想ノードによってなされたSDNコンパイラによる反応経路のインスタンス化、コンパイラは、明示的に要求されたパスの転送エントリを提供する必要があります。

SDNネットワークは、例えばできますが、宛先ネットワークへのソースネットワークから別のパスに対して異なるレベルのセキュリティを提供することに限定されないネットワーク内のパスを細かく制御することができます。

転送機能の他に、上記のように、スイッチのような、パケットに追加の操作（単数または複数）を提供するが、転送する前に、着信パケットのヘッダおよび/またはペイロードの監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または修正に限定されるものではないかもしれませんがその出力ポートのうちの1つまたは複数のパケット。

これは、最初のノードでパケットのペイロードを暗号化し、第2のノードにパケットペイロードを復号化するための方法を提供します。

SDNコンパイラは、単一のノードが現在のIPネットワークで持っている限られた可視性と比較して、一つ以上の可能性がネストされたネットワークの概要を説明したように、セキュリティ上の脅威になる可能性のトラフィックパターンを早期に検出することができました。

SDNコンパイラは、1つまたはそれ以上の層の概要を説明したように、第二層の上に第1の層内のセキュリティの脅威の影響を検出することができました。

$D > 0$ のネットワークのトポロジーとして、論理的なネットワークであり、であり、 $D = 0$ のネットワークのトポロジーから独立した物理的および/または仮想ネットワークは、

10

20

30

40

50

セキュリティ対策が取らなど、これらに限定されないことができ、奥行きマッピングを通じて、ファイアウォール機能を提供する物理または仮想ノードに、マッピングされている $D > 0$ で、ネットワーク内のノードを含みます。

ネットワーク管理者は、これらに限定されようセキュリティ機能を含むことはできませんが、図45(a)に示す例のネットワーク、ネットワークは、深さ $d + 1$ 缶にエンドユーザーによって定義され、これに対して深さ d のネットワーク内のファイアウォールによって示されるようにコンパイルします。

SDNコンパイラ方法は、より一貫性のため、安全なアプローチを提供し、現在のIP-ネットワーク毎のボックスのアプローチと比較して、様々なネットワーク内の転送ポリシーに基づいています。

10

SDNコンパイラだけでなく、SDNコントローラは、論理的にSDNネットワークに集中していると、セキュリティ攻撃は、大きな意味を持っている可能性があります。

論理的に集中するが、SDNコンパイラだけでなく、SDNコントローラは、通常、可用性とセキュリティを向上するために、分散方法で実装されています。

SDNコンパイラとSDNコントローラの脆弱性は、このようなドメインネームシステム(DNS)サーバーなどのインターネットアーキテクチャの他の重要な論理的に集中化コンポーネントに匹敵します。

DNSサーバーに使用するセキュリティ対策は、SDNコンパイラおよびSDNコントローラを保護するために使用することができます。

例として、それだけには限らないが、我々は今、ウェブブラウザでウェブサイトのURL(Uniform Resource Locator)を指定してWebサイトへのアクセスを要求するユーザへのSDNコンパイラの方法を適用します。

20

図47は、Aは、ネットワークがでADDを示す($D, N, H + 1$)からなる($D + 1, N, H + 1$)でのネットワークAD、AE、AFにおいて(D, N, H)、ネットワークAGGからなりますネットワークAG、AH、AJは、($D + 1, N, H$)のネットワークAKK($D, N + 1, H + 1$)($N + 1, H, d$)にネットワークAK及びAIからなる、ネットワークAMM($D + 2, N + 1, H + 1$)からなるにおける($D + 1, N + 1, h$)及びネットワークAPP時にネットワークからなる($D + 1, N + 1, H + 1$)AM及びAN($D + 2, N + 1, H$)におけるネットワークAPとのAR。

また、トポロジマッピング、Hレベルのネットワーク間のレイヤマッピングと奥行きのマッピングが示されています。

30

また、深さ d とHレベルのネットワーク間のトポロジのマッピングおよびレイヤマッピングのPoAが示されています。

様々なネットワークは、次のエンティティを表します。

- ネットワークのADは、例えばなどの物理または仮想ホストであり、タブレット、携帯電話やパーソナルコンピュータ(PC)は、
- ネットワークAEは、物理または仮想スイッチであります
- ネットワークAFは、このようなWebサイトをホストしているサーバーなどの物理的または物理または仮想ホストであり、
- ネットワークAGは、ADをホストする深マッピングを通じて論理的なネットワークマッピングです
- ネットワークAHは、AEを切り替える深マッピングを通じて論理的なネットワークマッピングです
- ネットワークAJは、AFをホストする深マッピングを通じて論理的なネットワークマッピングです
- ネットワークAKは、Webブラウザアプリケーションです
- ネットワークALはウェブサイトホスティングアプリケーションです
- ネットワークAMは論理ネットワークのWebブラウザアプリケーションAKまでの深さマッピングを通じてマッピングやアプリケーションの論理識別子である、例えばですハイパーテキスト転送プロトコル(HTTP)のためのよく知られたポート80
- ネットワークANは、論理的なネットワークマッピングは、例えばアプリケーションAL

40

50

をホスティングおよびアプリケーションの論理識別子であるウェブサイト - する深さマッピングを介して行われハイパーテキスト転送プロトコル (HTTP) のための既知のポート80を十分に

- ネットワークAPは、URLを要求AAユーザです - ネットワークARは、ユーザによって要求されたURLです。

URL要求は、ネットワークがADD、AGG、AKK、AMM、APP、AD、AE、AF、AG、AH、AJ、AK、ALを示した図47Bに示すように、APは、ARをネットワークにネットワークからトポロジパスですAM、AN、APとAR。ネットワークAP、AM、AK、AD、AE、AF、AL、AN、ARからなる示す経路の宛先ネットワークのAR結果にソースネットワークAPからのパスに「深さマッピングを持つ方法」の5まで手順1を適用します。物理/仮想パスはネットワークAK、AD、AE、AF、ALで構成されています。多層論理アドレス構造を使用して、ネットワークANのアドレスであるAGG.AJ.AN.ドメインネームサーバー (DNS) は、典型的には、URLとIP-アドレスとの間の結合を解決します。

図では47Bは、URLとの間の結合、それはアドレスがネットワークのARとネットワークANとの間に深さ優先のマッピングであるのです。例としてではなく、ネットワークAGGは、IPv4アドレスのサブネット一部とすることができるに制限され、ネットワークAJは、深さ優先を通じてマッピングされているポート80をネットワークにレイヤマッピングを介してマッピングされたIPv4アドレスのホスト部分、である可能性がありマッピングは、ARは、URLであることにしています。SDNコンパイラは、DNSサーバのURLとIPアドレスとの間の結合を取得したり、頻繁に使用されるURLのそのものでしキャッシュのバインド可能性があります。その結果、現在の実装と比較して、ネットワークAGは、URLとIPアドレスとの間の結合を解決するためにDNSサーバに連絡する必要がなく、代わりにURLが計算SDNコンパイラからユーザが要求することができます図47Bに示されており、物理的および/または仮想リソースを計算した後、関連する転送命令を送信するように要求されたパス。

このようなネットワークは、パケット転送に使用される論理名前空間を提供して深さよりも大きい深さdで指定することができますように。

一例としてではなく、このようなネットワークは、例えば、URLなどの人間に優しい識別子を含むことができるが、これらに限定され、ユニフォームリソース識別子 (URI)、ユニフォームリソース名 (URN) または電子メールアドレス。

45Dを介して、図45Aの例に示すように、また、例として、これらに限定されないそのようなネットワークはまた、ユーザの要求を表すことができます。

図48は、実施例SDNコンパイラのフローチャートを示します。

方法は以下のステップを含みます。

ステップ1は、無限ループを開始します。

1.1取得と保存がネットワークインスタンスの変化をステップ。

ネットワーク・インスタンスの変化は変化するが、これらに限定されない、ネットワーク名、ネットワークの深さdは、ネットワーク層n、ネットワークレベルHとネットワークの転送ポリシーを含みます。

1.2深さ優先、層、トポロジでの取得と保存の変更やレベルマッピングインスタンスをステップ。

深さ優先、層、トポロジおよびレベルマッピングインスタンスの変化は、特定の費用のコスト値をの変更を含むが、深さ優先、層、トポロジおよびレベルマッピングの元ネットワークと宛先ネットワークが、これらに限定されません深さ優先の型、層、トポロジおよびレベルのマッピング、 $D = 0$ でのトポロジマッピングのプロパティ、 $D = 0$ 、トポロジマッピングの容量で層マッピングの特性 (例えばではなく、制限：待ち時間、多重化に使用される周波数)、レイヤマッピングの容量、 $D = 0$ でのネットワーク間のトポロジマッピングの宛先ネットワークのソースネットワークとのPoAのPoAの、ソースネットワークのPoAとの宛先ネットワークのPoA $D =$

0のネットワーク間のレイヤマッピング。

SDNコンパイラは、ユーザから $D > 0$ で、この情報を受信します。

ケースの深さ $D = 0$ でこの情報から検索することができ、実装に依存して、しかし、SDNコントローラ、直接ノード、ネットワーク管理システム、ネットワークオペレーションシステム、クラウド管理システム、他の手段もしくははに限定されるものではありません上記の組み合わせ。

SDNコンパイラのユーザによって要求されたトポロジー・パスで1.3取得と保存の変更をステップ。

要求されたパス・インスタンスの変化が要求されたパスの容量の転送エントリを計算するための変更、限定されるものではないが、ソースネットワークとパスの宛先ネットワークの転送エントリを計算するために、送信元ネットワークのアドレスとパスの宛先ネットワークのアドレスを含みます。

1.4は、 $n = 0$ の深さマッピングを持つ方法」のステップ3 (MWDM) と店は深さ優先ならば、他の $n > 0$ ステップ2あれば実行することにより、 $D > 0$ で層 - トポロジー・マッピングを追加、および/またはトポロジー - 作成手順ステップ2またはMWDMのステップ3から生じるマッピング。例としてではなく、深さ優先、層 - が、これらに限定され、および/またはステップ2またはMWDMのステップ3に起因するトポロジー - マッピングはトポロジー・マッピングの属性として格納することができます。

MWDM格納深さ優先、およびMWDMのステップ4から得られる層、マッピングのステップ4を実行することにより、 $D > 0$ で1.4作成追加層のマッピングを手順。作成されたデプス・マッピングおよびレベルのマッピングは、ステップ1.2に保存され、任意の計算を必要としません。

ステップ1.5 MWDMの場合は $N > 0$ ステップ、他の2の $n = 0$ の場合、手順3を実行することにより、ステップ1.1での変更および/またはステップ1.2による影響を受け、 $D > 0$ でトポロジー・マッピングを再計算します。もし成功した深さ優先、層 - 、および/またはステップ2またはMWDMのステップ3から生じたトポロジーのマッピングが保存されます。

成功していない場合は影響を受けトポロジー - マッピングが削除されます。

必要に応じてユーザがトポロジー - マッピングの削除が通知されています。

ステップ1.5はMWDMのステップ4を実行することにより、ステップ1.1および/またはステップ1.2での変更によって影響を受ける $D > 0$ で層のマッピングを再計算します。 MWDMのステップ4から生じた場合は成功深さ優先および/または層 - マッピングが保存されます。

成功していない場合は影響を受けるレイヤマッピングが削除されます。

必要に応じてユーザがトポロジー・マッピングの削除が通知されています。

ケースでは、ネットワークは深さ優先、層 - 、トポロジー - 、削除され、および/または、このネットワークの、レベルのマッピングも同様に削除されます。

ネットワークインスタンスの変更または深さ優先、層 - 、トポロジー - 、および/またはレベルのマッピングインスタンスは、その要件に対してトポロジーのマッピングおよび/または層のマッピングのより最適な計算を可能にすることがあります。

したがって、ステップ1.6は、必要に応じてステップ1.1での変更のために最適化され、および/または他の $n > 0$ のステップ2がMWDMや店舗の $n = 0$ のステップ3は、層 - 深さ優先ならばならば実行することにより、 $D > 0$ で1.2トポロジー・マッピングを進み、 /またはMWDMのステップ2またはステップ3に起因するトポロジーのマッピングおよびオプションによるステップ1.1での変更最適化および/またはMWDMの手順4を実行することにより、 $D > 0$ で1.2層 - マッピングステップとストア深さ優先および/または層 - MWDMのステップ4から生じるマッピング。ステップ1.6はオプションで、例としてであり、限定するものではないが、ユーザの要求に応じて、または定期的に行うことができます。

ステップ1.7がMWDMのステップ1から生じるマッピングトポロジー - MWDMや店舗のステップ1を実行することによって、要求されたトポロジー・パスを追加作成します。例としてではなく、MWDMのステップ1から生じるトポロジーマッピングはトポロジー・パスの属性とし

10

20

30

40

50

て格納することができるが、これらに限定さ。

ステップ1.7はまた、ステップ1.3での変更により要求され、削除され、以前の反復で作成したトポロジー・パスを削除します。

ステップ1.8はMWDMのステップ1を実行することにより、ステップ1.1および/またはステップ1.2での変更によって影響を受ける以前の反復で要求され、作成されたトポロジー・パスを、再計算されます。MWDMのステップ1から生じる成功したトポロジー・マッピングが格納されている場合。

ない場合は成功した影響を受け、トポロジパスが削除されます。

必要に応じて1.9ステップによるステップ1.1での変更および/またはMWDMのステップ1を実行し、MWDMのステップ1から生じるトポロジのマッピングを格納することによって、以前の反復で要求され、作成手順1.2トポロジー・パスに最適化します。図48のフローチャートに代わるものとして、ステップ1.3は、ステップ1.6の後、ステップ1.7の前に行うことができました。

各追加影響または最適化された要求されたトポロジー・パスとソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスが変更された各トポロジー経路および1つまたは複数のトポロジ・マッピングを含む各要求されたトポロジーパスステップ1.10において、および/または一つ以上のポイントオブアタッチメント (POA年代) $D = 0$ で層・マッピングは、転送エントリが手順1.10.1、1.10.2と1.10.3を実行することにより計算され変更されています。

ステップ1.10.1は深さ優先、層・、深さ優先を使用して、トポロジ・マッピングおよび/または $d = 0$ で層・マッピングまで再帰を通じてトポロジ・および/またはレベルのマッピングの場合、層の連結としてトポロジー・パスを算出し・および/またはトポロジ・マッピングステップ1.4、1.5および/または1.6で保存しました。

ステップ1.10.2は $(D + 1, N, H)$ と第1の2番目のネットワークからの深さマッピングで第2のネットワークに (D, N, H) の第1のネットワークからの深さマッピングのすべての連結を削除しますネットワーク。

ステップ1.10.3は、次のアクションを実行することにより、転送エントリを計算します。入力ポート：ポイント・オブ・：アクション1.10.2のパス内で $D = 0$ の各ノード) について1.10.3.1は、一つ以上の転送命令を計算し、「計算された経路」とからなる各転送命令を呼ば添付ファイルパッケージを示すノードは、計算されたパスの最初のノードである場合に計算されたパス内の前のノードからのトポロジ・マッピングまたは層マッピングの (POA)、または「ローカル」は、必要に応じて使用して、このノードによって作成されました元ネットワークの名前の代わりに、「ローカル」。

ノードは、計算されたパスの最後のノードである場合に計算されたパス、または「ローカル」の次のノードへのポイントオブアタッチメント (POA) トポロジマッピングまたは層マッピングの、示す：出力ポートパッケージは、必要に応じて代わりに「ローカル」の宛先ネットワーク名を使用して、このノードによって受信されるべきです。

1.10.3.1で計算転送命令以内を含む各パッケージ交換ノード) の場合1.10.3.2：

- 論理ソースアドレス：アクション1.10で元ネットワークのアドレス)
- 論理宛先アドレス：アクション1.10で宛先ネットワークのアドレス)

層nにおける各パッケージ交換ノードと層n-1、1.10.3.1で計算転送命令) 内を含めて、回線交換ノードである計算されたパス内の次のノードの場合1.10.3.3：

- ソースメディアアクセス制御 (MAC)：ポイントオブアタッチメント (POA) 層マッピングの計算されたパス内の次のノードに、
- デスティネーションメディアアクセス制御 (MAC)：レイヤでnは計算されたパスの次のノードの入力ポートポイントオブアタッチメント (POA)、

1.10.3.1で計算転送命令以内を含む $N = n_{\min}$ と層のノードである計算されたパス内の次のノードの各パッケージ交換ノードの場合1.10.3.4 $N = n_{\min}$ 、)：

10

20

30

40

50

- ソースメディアアクセス制御 (MAC) : ポイントオブアタッチメント (POA) トポロジマッピングの計算されたパス内の次のノードに、

- デスティネーションメディアアクセス制御 (MAC) : レイヤで n は計算されたパス、1.10.3.5の次のノードの入力ポートポイントオブアタッチメント (POA)。

1.10.3.1で計算転送命令以内を含む層 n における各回線交換ノード) の場合:

- チャンネルで: 前のノードは、計算されたパス内の前のノードからのトポロジ・マッピングのチャンネル識別子を含む、層 n であれば、
- チャンネルアウト: 次のノードは、チャンネル識別子を含む、層 n である場合計算された経路の次のノードへのトポロジマッピング。
 d のどの n 個分に特定の深さ d の最下位層であります

各削除、影響を受けたか、最適化された要求されたトポロジ・パスとソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスが変更されたそのうちの各トポロジ・パスと1つ以上のトポロジ - のマッピングを含む各要求されたトポロジ・パスのステップ1.11において、および/または一つ以上のPOAの $D = 0$ のレイヤマッピングは、現在インストールされている要求されたトポロジ・パスに関連付けられている転送エントリを削除するための1つまたは複数の命令を作成して変更されました。

ステップ1.12では転送テーブルのエントリおよび/または命令は、転送テーブルのエントリが) SDNコントローラに配布されているまたはb) すべてのネットワークは、 $D = 0$ のノードである削除します。

例が、これらに限定されない、「深さマッピングを持つ方法」のステップ3を使用して、図48のフローチャートのステップ1.4の深さ $d > 0$ と層の $n = 0$ で追加されたトポロジ・マッピングを作成するには、創造物でありますLBでネットワークする (D 、 $N-1$ 、 H) のネットワークLAからトポロジマッピング (D 、 $N-1$ 、 H) から (D 、 $N-1$ でのネットワークLAから深度マッピングの連結として計算、($D-1$ でのKBをネットワーク化する ($D-1$ 、 $N-1$ 、 H) で、($D-1$ 、 $N-1$ 、 H) でネットワークKAからのトポロジパスをKAをネットワークへの時間)、 $N-1$ 、 H) 及び ($d-1$ のネットワークKBからの深さマッピング、 $N-1$ 、 h) は、 D (にてLBネットワークから $n-1$ 、 H)、($D-1$ のネットワークKAからトポロジパス、図39Cに示すように、 $n-1$ 、 h) は、KBのネットワークへのネットワークKAからトポロジマッピングされ、 $N-1$ 、 H) ($D-1$ でのKBをネットワークします。図48のフローチャートの1.4段階に応じて格納される結果のマッピングは、LBでのネットワークにネットワークキロバイトからKBと深さのマッピングをネットワークにKA、ネットワークKAからトポロジマッピングをネットワークにネットワークLAからの深さ、マッピングされています。

「深さマッピングを持つ方法」の手順4を用いて、図48のフローチャートのステップ1.4で深さ $d > 0$ で加え層マッピングを作成する例が、これらに限定されないが、層マッピングを作成することですネットワークでのLC (D 、 N 、 H) でKCをネットワークする (D 、 N 、 H) のネットワークLCからの深さマッピングの連結として計算 (D ($N-1$ 、 H 、 D) でLAをネットワークするから -1 、 N 、 H)、($D-1$ のネットワークKCからレイヤマッピング、 N 、 H) ($D-1$ 、 $N-1$ 、 H) でのKAをネットワークとネットワークKAからの深さマッピング (時 $D-1$ 、 $N-1$ 、 h) の図39Dに示すように、(D 、 $N-1$ 、 H) でのLAをネットワークします。図48のフローチャートの1.4段階に応じて格納される結果のマッピングは、LAをネットワークにネットワークKAからKAと深さのマッピングをネットワークにKC、ネットワークKCからレイヤマッピングをネットワークするためのネットワークLCからの深さマッピングされています。「

深さマッピングを持つ方法」の手順4を用いて、図48のフローチャートのステップ1.4で深さ $d > 0$ で加え層マッピングを作成するのではなく、層 - の作成例が、これらに限定されないが、あります (D 、 N 、 H) で、LDをネットワークする (D 、 $N-1$ 、 H) のネットワークLBからのマッピングのKBをネットワークに (D 、 $N-1$ 、 H) でネットワークLBからの深さマッピングの連結として計算 ($D-1$ 、 $N-1$ 、 H) において、レイヤマッピングネットワークKBから ($D-1$ 、 $N-1$ 、 H) でのKDをネットワークへの ($D-1$ 、 N 、 h) 及び深さマッピングに図39Dに示すように、($D-1$ 、 N 、 H) のネットワークKDでは、(D 、 N 、 H) でLDをネットワークします。図48のフローチャートの1.4段階に応じて格納される結果のマッピングは、ネットワークLDにKD、ネットワークから深さ優先のマッピングをネットワークにKB、ネットワ

10

20

30

40

50

ークキロバイトからレイヤマッピングをネットワークへのネットワークLBからの深さマッピングされています。例では、限定されるものではないが、深さD'の深さマッピングを持つ方法」のステップ2を使用して、図48のフローチャートのステップ1.4でD=0と層のn>

0で追加されたトポロジーマッピングを作成するには、創造物でありますLAのネットワークへのネットワークLCから層マッピングの連結(D、N、H)として算出(D、N、H)で、LDをネットワークする(D、N、H)のネットワークLCからトポロジマッピングの(D、N-1、H)において、(D、N-1、H)でのLBをネットワークへ(D、N-1、H)のネットワークLAからトポロジ経路及びネットワーク層からLBにマッピング(D、N-1、H)(D、N-1でのLBをネットワークに(D、N-1、H)で、(D、N、H)でネットワークLAからトポロジパスをLDをネットワークへ、H)図39Bに示すように、LBをネットワークにネットワークLAからトポロジマッピングされます。図48のフローチャートの1.4段階に応じて格納される結果のマッピングは、LDをネットワークにネットワークLBからLBと層マッピングをネットワークにLA、ネットワークLAからトポロジマッピングをネットワークへのネットワークLCからレイヤマッピングされています。「深さマッピングを持つ方法」のステップ1を用いて、図48のフローチャートのステップ1.7で追加された要求されたトポロジーマッピングを作成するのに限定されるのではなく、一例では、ソースネットワークからトポロジーマッピングを作成することです(D、N、H)における宛先ネットワークのLD(D、N、H)でのLCは、図39Aに示すように、LDをネットワークにネットワークLCのトポロジマッピングされます。ネットワークLCからのトポロジパスはLDをネットワーク化することに注意してくださいネットワークLDにネットワークLCからの単一トポロジマッピングで構成されています。一般的に、このトポロジーマッピングはトポロジーマッピングの任意の数の連結で構成することができます。

結果のトポロジーマッピングが保存されるために、図48のフローチャートの1.7段階に応じて、LDをネットワークへのネットワークLCからトポロジマッピングです。例では、これらに限定されない、トポロジーマッピングまで再帰を通じて深さ優先、層マッピング、トポロジマッピングおよび/または、レベルマッピングインスタンスの連結として、図48のフローチャートのステップ1.10.1におけるトポロジーマッピングを計算します深さ優先を使用して、D=0および/またはレイヤマッピング、層マッピングおよび/またはステップ1.4で保存されたトポロジーマッピング、1.5および/または1.6を使用して、再帰を通じてLDをネットワークへのネットワークLCからのパスの計算であり、マッピングは、上記格納されている以下の手順によって示されており、39Dを介して、図39Aに示されています：

1) LDをネットワークするためのネットワークLCからのトポロジーマッピングは、図39Aに示すように、LDをネットワークにネットワークLCからトポロジーマッピングで構成されています。

2) LCからトポロジーマッピングをネットワークLCから層マッピングのLDを含むと図39Bに示すように、LDをネットワークにネットワークLBからLBと層マッピングをネットワークに、ネットワークLAからトポロジーマッピングをLAをネットワークに。

3) ネットワークLCからレイヤマッピングをLAはLAをネットワークにネットワークKAからKAと深さマッピングをネットワークに、ネットワークKCからレイヤマッピングをKCをネットワークにネットワークLCから深さ優先のマッピングで構成ネットワークに。LBのネットワークへのネットワークLAからトポロジーマッピングは、LBをネットワークにネットワークキロバイトからKBと深さのマッピングをネットワークにKA、ネットワークKAからトポロジーマッピングをネットワークにネットワークLAから深さ優先のマッピングを含み、LDのネットワークへのネットワークLBからレイヤマッピングは、LDをネットワークにネットワークからネットワークKDと深さマッピングにKB、ネットワークキロバイトからレイヤマッピングをネットワークにネットワークLBから深さ優先のマッピングで構成されています。

10

20

30

40

50

4)したがって、ネットワークLCから深マッピングのLDのことを含むネットワークへのネットワークLCからのトポロジープスはKC、KA、LAのネットワークへのネットワークKAからの深さマッピングをネットワークにネットワークKCからレイヤマッピングをネットワークへKBをネットワークにLB、ネットワークLBからの深さマッピングをネットワークにKB、ネットワークキロバイトからの深さマッピングをネットワークにKA、ネットワークKAからトポロジ - マッピングをネットワーク化するためのネットワークLAからの深さマッピング、ネットワークキロバイトからレイヤマッピング図39Dに示すように、ネットワークLDへのネットワークKDとネットワークKDからの深さマッピング、および図39Dの説明で説明しました。 LC、KC、KA、LA、KA、KB、LB、KB、KD、LD: LDをネットワークするためのネットワークLCからトポロジープスは、次のネットワークを横断します。

10

私たちは、図48のフローチャートのステップ1.7の要求されたトポロジープスから計算再帰経路として図48のフローチャートのステップ1.10.1で計算されたパスを参照してください。

再帰的なパス内の物理または仮想ノードに対する転送エントリは、手順1.10.2と図48のフローチャートの1.10.3で計算されます。

階層化を考慮すると、階層レベル、トポロジマッピング、レイヤマッピングの再計算、トポロジープスの再計算、トポロジープス・マッピングの最適化、レイヤマッピングおよび最適化トポロジープスの最適化、図の方法で48の結果の再計算されません論理的なネットワークモデルに基づいて、コンパイラによってネットワーク全体を制御する方法に従って、複数の物理ノードを含むネットワーク全体が、物理ノードは、論理的なネットワークモデルは、論理含む物理的なネットワークレイアウトに従って、物理リンクによって相互接続されていますノード、論理ノード名で示されている各論理ノード、ネットワーク内の少なくとも1つの物理ノードを参照する各論理ノード名は、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法であって、

20

a) 物理ノード名を格納する、各物理ノードユニークな名前を付けています一つの物理ノードの識別子、物理トポロジープス・マッピングが有向グラフ表現に基づいて、と言った物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前を格納していると述べ、各物理トポロジマッピングは一方向に一つの物理リンクと、物理トポロジのマッピングを保存します、当該特定の物理ノードと別の物理ノードに関係する物理ノードを接続する物理リンク間のポイントオブアタッチメントのユニークな識別子である、当該物理ノードのポイントオブアタッチメントの各名称、

30

b) は、論理的な保存します言った論理ノードのノード名は、一つの論理ノードと保存深度マッピングのユニークな識別子である各論理ノード名は、少なくとも深さの マッピングは物理ノードにマッピングする方法の論理ノード画定し、奥行きマッピングは有向グラフに基づいていると述べました表現、

c) の作成および1つまたは複数の論理トポロジープス・マッピングを格納し、最初から最初の深さ優先のマッピングの連結として算出された第2の論理ノードへの最初の論理ノードから有向グラフ表現をされている各論理トポロジマッピング、論理最初の物理ノードにノード、第二の物理ノードと第2の論理ノードへの第2の物理ノードから第2の深さマッピングへの最初の物理ノードから物理トポロジープスは、物理トポロジープスは、1つまたはの連結あることを特徴と複数の物理トポロジのマッピング、および第1の深さマッピングとの関係である第1のエッジの関係を含む、論理トポロジ - マッピングのエッジ関係と言っ論理トポロジ - マッピング、1つ以上の第2のエッジの関係は、のそれぞれについて、前記保存毎秒エッジの関係は次のいずれかとの間の関係は、内の1つまたは複数の物理トポロジープス・マッピングは物理トポロジープスを前記論理トポロジ - マッピング、および第三エッジの関係が第2の深さマッピングとの関係されていることを特徴とし、論理トポロジ - を言われていますマッピング、

40

d) を作成し、記憶要求されたトポロジープスは、1つまたは複数の論理トポロジープス

50

マッピングの連結であり、および1つまたは複数のさらなるエッジの関係を記憶し、さらに各エッジの関係が一つの論理トポロジ・マッピングとの間の関係であり、当該要求されたトポロジ・パス内で、要求されたトポロジ・パス、

- e) は再帰を通して計算とを再帰的にパスを保存するには、論理ノード名、奥行きマッピング、物理言っによって示されるように論理ノードを備え、要求されたトポロジ・パスを前記で示されるように、ノードは、物理ノード名、物理トポロジ・マッピング、物理的なポイントオブアタッチメント物理的ポイントオブアタッチメント名称によって示されるように、再帰的な経路はの有向グラフ表現に基づいている、
- f) からの再帰的なパスは、再帰的なパス前記内の物理ノードに対する転送エントリを作成します、
- g) 物理ノードに、直接または間接的に言っフォワーディングテーブルエントリの送信は、再帰的な経路を言います。

10

トポロジ・パスは、トポロジ・マッピングの連結であるため、最初のトポロジ・パスは、最初のトポロジの経路と第2のトポロジ・パスのネストを作成する、第二のトポロジ・パスを含むことができます。

レベル・パスは、レベルのマッピングを連結したものですように、第一レベルのパスは最初のレベルの経路と第2レベルのパスのネストを作成する第2レベルパスで構成することができます。

20

一つ以上のトポロジ・パスと一つ以上のレベルのパスを連結することができますように、我々はハイテク、(D、N、H1)の第1のネットワークから(Dの第2のネットワークにトポロジ・レベルのパスを参照して、n個)の(d、n)と、ゼロ又は(d、n)と、ゼロまたは(D、N)でより多くのトポロジ・レベルのパスでよりレベルのパスでゼロ以上のトポロジ・パスの連結として、トポロジの数を言いましたパス レベルパスの数は、前記トポロジ・レベルパスの数は、それらの合計が少なくとも一つであるようであると述べました。まず、第1のトポロジ・レベルのパスが最初のトポロジ・レベルのパスの入れ子及び第二のトポロジ・レベルのパスを作成し、第二のトポロジ・レベルのパスを含むことができることに注意してください。

トポロジ - レベルのパスが単一のトポロジ・パスすることができ、または単一レベルパスであることに注意してください。

30

トポロジ・マッピングは、以下の方法のいずれかを使用して作成することができます。

次のアクションを含む、トポロジマッピングを計算するための第1の方法であって、

(D-Xでの第3のネットワークへの前記第一のネットワークからの深さマッピングの連結としての(D、N1、H)で第2のネットワークに(D、N1、H)の第1のネットワークからトポロジマッピングを計算し、保存します、N2、H)から、トポロジ・レベルのパスは、第三(D-X、N2、H)における第4のネットワークへのネットワークと深マッピングから第四のネットワークは、xと第2のネットワークはよりゼロより大きく、小さくあることを特徴とする前記またはN1はN2に等しくすることができるD、に等しいです。

40

「デプス・マッピング(MWDM)と方法」のステップ3は一例であり、限定するものではないが、トポロジマップを計算するための第一の方法。

次のアクションを含む、トポロジマッピングを算出する第2の方法であって、

(dの第3のネットワークへの最初のネットワークは、上記の計算からの層マッピングの連結としての(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからトポロジマッピングを保存します、NY、H)から、トポロジ・レベルのパスは、第三の(d、NY、H)における第4のネットワークへのネットワークおよびレイヤマッピングから第四のネットワークをyと第2のネットワークはよりゼロより大きく、小さくあることを特徴とする

50

前記またはNN分(d)に示すように、n個分(d)の特定の深さdの最下位層であり、n分(d)は $\Rightarrow 0$ であることに等しいです。

「デプス・マッピング(MWDM)と方法」のステップ2は一例であり、限定するものではないが、トポロジマップを計算するための第二の方法。

次のアクションを含むトポロジのマッピングを計算するための第三の方法：の連結として(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからトポロジマッピングを計算し、保存します(D、N、ヘルツ)で第3のネットワーク、(D、N、ヘルツ)で第ネットワークへの第3のネットワークのトポロジ経路および1つ以上の第1のネットワークからのレベルを低下させる1つまたはそれ以上のレベルのマッピングH-h_min、深さdと層nでの最低レベルであること分時間をゼロより大きく、より小さいか等しいZと、第2のネットワークに四ネットワークからレベルの増加に伴うレベルのマッピング。

10

例として、これらに限定されないが、この方法は、(D、N、H + 1)でのNCCをネットワークに(D、N、H + 1)のネットワークNAAからトポロジマッピングする、図42Dに使用されたましたでNCをネットワークに(D、N、H)でネットワークNBから、(D、N、H)でのトポロジ・マッピングをNBをネットワークに(D、N、H + 1)のネットワークNAAからレベルマッピングに置き換え(D、N、H + 1)でのNCCをネットワークへ(D、N、H)と(D、N、H)のネットワークNCのレベルマッピング。

20

トポロジマッピングを計算するための第3の方法は、以下でより詳細に説明します。

加えて、層nのトポロジマッピングは上位層でのトポロジ、レベルのパスを使用して計算することができ、通常はより高い層の上にトンネリングと呼ばれる：l。

(dの第3のネットワークへの最初のネットワークは、上記の計算からの層マッピングの連結として(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからトポロジマッピングを保存します、N + Y、H)、からのトポロジ、レベルのパスは(D、N + Y、H)からの層 - マッピングにおける第4のネットワークへの第3のネットワークは、第四のネットワークを前記言わYゼロより大きいと第二のネットワークおよびより小さいまたは-nにn_maxに等しく、N_maxは、特定の深さdの最上位層です。

30

この方法は、トポロジマップを計算する第四の方法と呼ばれています。

II：また、深さdにおけるトポロジ・マッピングは、より高い深さにトポロジ、レベルパスを用いて計算することができます。

計算と言ったから深さ優先マッピングの連結としての(D、N1、H)で第2のネットワークに(D、N1、H)の第1のネットワークからトポロジマッピングを保存する(Dの第3のネットワークへの第一のネットワーク+ X、N_2、H)から、トポロジ・レベルのパスが(D + X、N_2、H)からの深さマッピングにおける第4のネットワークへの第3のネットワークは、第四のネットワークを前記言わXゼロより大きいと第二のネットワーク小さいか、最高の深さDの最大-DをD_MAXに等しいです。

40

この方法は、トポロジマップを計算するための第5の方法と呼ばれています。

トポロジマッピングを計算する第一の方法、第二の方法、第四の方法及び第5の方法で使われるトポロジ・レベルのパスがトポロジレベルとして、トポロジレベルパス、トポロジ - パスまたはレベルパスすることができます-パスは、シングルレベル・パスで構成することができる単一のトポロジパスとトポロジレベルのパスを含むことができます。

トポロジ・マッピングを作成するときにトポロジ - マッピングの計算に使用されるトポロジ・レベルのパスがトポロジレベルのパスを明示的に作成されるのどちらか一方しかできないこと、またはすることができます

50

トポロジ・マッピングおよびレベルのマッピングを連結。

これは、ここでL14と命名トポロジーマッピングはL12と命名深度マッピング、L5命名トポロジーマッピング及びL13命名深度マッピングの連結として計算され、図50Gに示されています。

図50Cの比較では、トポロジ・パスL11は、明示的にL5という名前のトポロジマッピングからなる作成されました。

次のアクションを備え、レイヤマッピングを算出する第1の方法：レイヤマッピングは、以下のいずれかの方法を使用して作成することができます。

計算と言ったから深マッピングの連結として (D、N1-Y、H) で第2のネットワークに (D、N1、H) の第1のネットワークからレイヤマッピングを格納する第3のネットワークへの最初のネットワークで (D-X、N2、H) から、レイヤマッピングは、第三 (D-X、N2-Y、H) における第4のネットワークへのネットワークと深マッピングからは、第4のネットワークは、xと第二のネットワークゼロより大きく、小さく言っ前記よりまたはN2-n2_minにゼロより大きく、より小さいか等しいN1-n1_minへと以下でYと、Dに等しい、深度D-Xで最下位層であるn2_min、深さdで最下位層であるN1分、

第二のネットワークへの最初のネットワークの「深度マッピング (MWDM) と方法」のステップ4は、第二のネットワークは、前記より高いレイヤの第1のネットワークは、一例であり、限定するものではないが、算出する第1の方法と述べレイヤマッピング。

次のアクションを含む層マッピングを算出する第2の方法であって、

計算と言ったから深マッピングの連結として (D、N1 + yを、H) で第2のネットワークに (D、N1、H) の第1のネットワークからレイヤマッピングを格納する第3のネットワークへの最初のネットワークで (D-X、N2、H) から、レイヤマッピングは、第三 (D-X、N2 + yを、H) における第4のネットワークへのネットワークと深マッピングからは、第4のネットワークは、xと第二のネットワークゼロより大きく、小さく言っ前記よりまたはdに等しい、ゼロより大きく、n1_max-N1するとより小さいか等しいを-N2をn2_max以下でYと、N1最大深さdの最上位層である、n2_max奥行きD-Xで最高層です。

第二のネットワークへの最初のネットワークの「深度マッピング (MWDM) と方法」のステップ4は、第二のネットワークは、前記の下層の第1のネットワークは、一例であり、限定するものではないが、算出する第1の方法と述べレイヤマッピング。

レイヤマッピングを算出する第1の方法では、第三及び第四のネットワークが (D-X、N2、H) で、または (D-X、N2-Y、H) で同一のネットワークであることに注意してください。第三及び第四のネットワーク、レイヤマッピングを計算するための第二の方法におけるように注意 (D-X、N2、H) に、または (D-X、N2 + yを、H) における同じネットワークです。

トポロジ・マッピング、奥行きマッピング、レイヤマッピングおよびレベルマッピングはSDNコンパイラのユーザまたはSDNコントローラによって作成することができます。

例として、しかし、例えば、これらに限定されない物理リンクが追加されるSDNコンパイラによって作成されたトポロジのマッピングに限定されるものではないSDNコントローラ等により、直接物理ノードによってSDNコンパイラに報告物理ノードをポーリングするか、またはポーリングSDNコントローラによって。

(D2、N2、H2)、D1の値、D2、N1、n2の第2のネットワークに (D1、N1、H1) の第1のネットワークからのマッピングを作成する場合は、こんにちは、H2され、マッピングのタイプを決定トポロジマッピング、深マッピング、レイヤマッピングまたはレベルマッピング。したがって、マッピングのタイプは、方法を簡素化し、SDNコンパイラのユーザまたはSDNコントローラで指定する必要はありません。

また、マッピングのタイプは、SDNコンパイラのユーザまたはSDNコントローラで指定する

ことができました。

上記のように、深さマッピングがネットワーク間で直接作成することができ、任意の他のエッジを使用していません。

また、レベル・マッピングがネットワーク間を直接作成することができ、それらはネットワークの階層構造を表現しているように、任意の他のエッジを使用していません。

トポロジ・マッピングは、上述したトポロジーマップを計算する第5の方法を介して第1のいずれかを使用して作成することができます。

レイヤマッピングは、上述のレイヤマッピングを計算するための第1及び第2の方法を用いて作成することができます。

次のアクションを備えた、図84に示すように、これは、マッピングを作成するための次のメソッドが生成されます（D2、N4、H2で第2のネットワークに（D1、N3、H1）の第1のネットワークからの要求のマッピングを作成します）によって：I。D1の場合<> II、直接深さマッピングを作成D2。他にD1 = D2及び場合N3 <> N4層マッピングを作成し、ii. i場合D1 = 0、直接層マッピングを作成する他のii.ii D1> 0とN3>に従い、レイヤマッピングを作成する場合レイヤマッピングを算出する第1の方法、他ii.iii場合D1> 0及びN3 <N4層マッピングを算出する第2の方法に従い、レイヤマッピングを作成し、III。それ以外の場合はD1 = d2及び= N3 N4と直接レベルマッピングを作成H1 <> H2、IV。他にD1 = d2及びN4 = N3とD 1 = 0、H1 = h_minとトポロジーマッピングを直接トポロジマップを作成する物理的な接続であれば、H1 = H2は、IV.Iをトポロジ・マッピングを作成する場合、他のIV.II D1> 0とN3 = n_minとH1 = h_minは、トポロジ・マッピングを算出する第1の方法に従ったトポロジ - マッピングを作成、N分は深さD1の最下位層である、H_minは深さD1の最低レベルである場合層N3、もし他のiv.iii N3> n_minとH1 = h_minはトポロジ - マッピングを算出する第2の方法に従い、トポロジ・マッピングを作成、N_minは、特定の深さD1の最下位層である、H_minは最低レベルであること深さD1と層N3の、他の深さD1と層N3の最低レベルであることminのトポロジーマッピング、時間を計算する第3の方法に従ってトポロジ・マッピングを作成する場合H1> h_minをiv.iv。

（D2、N2、H2）で第2のネットワークに上記の方法（D1、N1、H1）の第1のネットワークからのマッピングを使用すると、最初のネットワークの名前と第2のネットワークの名前を指定して作成することができます。

最初のネットワークの深さD1、層N1とレベルハイと第2のネットワークの深さd2、層N2とレベルH2は、深さD1として上記の方法で指定する必要がないことに注意してください、の層N1とレベルハイテク最初のネットワークは、第1のネットワークの作成時に記憶されており、深さd2、層N2と第2のネットワークのレベルH2は、第2のネットワークの作成時に記憶されています。

マッピングのタイプは、D1の値から決定されるマッピングのタイプ、トポロジマッピング、深マッピングされ、レイヤマッピング、レベルマッピングは、上記の方法で指定する必要がないことに注意してください、N1、ハイテクとd2、N2、こんにちは。

必要に応じて、以下の手順はiv.viは、iv.viiは、iv.viiiメソッドに追加することができ、iv.v : D1> 0とN1> n_min、明示的にSDNコンパイラのユーザによって要求された場合、他のiv.vトポロジマッピングを計算する第一の方法ごとの方法ごとのトポロジ・マッピングを作成、トポロジーマッピングを計算する第一の方法ごとのトポロジ・マッピングを作成し、n個分の深さD1の最下位層である、h_minは、最低レベルであることあたりのトポロジ - マッピングを作成トポロジーマッピングを計算するために、第二の方法ごとのトポロジ・マッピングを作成するSDNコンパイラのユーザによって要求された深さD1と層N1、他のiv.vi場合N1> n_minとH1> h_min、明示的に第二の方法は、トポロジマッピングを計算し、n個分は、特定の深さD1の最下位層である、時間分の深さD1と層N1で最低のレベルがあること、iv.vii他のN1 <n_maxと明示のユーザによって要求された場合SDNコン

パイラは、h_{min}は最低であること、トポロジマッピングトポロジマッピングを計算するために、第四の方法ごとのトポロジ・マッピングを作成、N_{max}は、特定の深さD1の最上位層であることを計算するために、第四の方法ごとのトポロジ・マッピングを作成しますD1 <D_{MAX}と明示的にSDNコンパイラのユーザが要求したが、第五ごとのトポロジ・マッピングを作成するトポロジのマッピングを計算する第5の方法ごとのトポロジ・マッピングを作成する場合は、深さD1と層N1のレベルは、他のiv.viiiこの方法は、D_{max}は最高深され、トポロジマップを計算するために、深度D1及び層N1に最低レベルである時間分。

手順は、iv.vi、iv.viiをiv.v、iv.viiiは、上記の方法では、オプションであり、唯一のSDNコンパイラのユーザによる明示的な要求に応じて作成されます。

10

次のように必要に応じて、奥行きマッピングの方向は、レイヤマッピングおよびレベルのマッピングを格納することができます。 - (D1、N1、H1)で第2のネットワークに(D2の第1のネットワークからの深さマッピングを保存します増加-奥行きマッピングなどD1 <D2と、N2、H1)

- 最初からレイヤマッピングを保存する - 減少-奥行きマッピングなどD1> D2と(D2、N2、H2)で第2のネットワークに(D1、N1、H1)の第1のネットワークからの深さのマッピングを保存しますN1 <n2の増加層マッピングなどと(D2、N2、H2)で第2のネットワークに(D1、N1、H1)のネットワーク

- N1>で減少レイヤマッピングとしてN2(D2、N2、H2)で第2のネットワークに(D1、N1、H1)の第1のネットワークからオートディーラー層を保存します

20

増加レベルマッピングなどH1 <H2と(D2、N2、H2)で第2のネットワークに(D1、N1、H1)の第1のネットワークからレベルマッピングを格納

減少レベルマッピングなどH1> H2と(D2、N2、H2)で第2のネットワークに(D1、N1、H1)の第1のネットワークから、レベルのマッピングを保存します

必要に応じて、(D、N、H1)で第2のネットワークに(D、N、H1)の第1のネットワークのトポロジマッピングが作成されると(D、N、H2)で第3のネットワークからのレベルマッピング第一のネットワークに存在し、(D、N、H2)における第4のネットワークへの第2のネットワークからのレベル・マッピングがH2> H1に存在する、第四のネットワークへの第3のネットワークからトポロジ・マッピングは、方法IVを使用して作成することができました)トポロジマッピングを作成するために、自動的に上記の代わりに、SDNコンパイラのユーザの明示的な要求に応じて。

30

例として、限定されるものではないが、図53Aに示すように、北東にネットワークへのネットワークNDからJ27という名前のトポロジ・マッピングの作成時に、NEEのネットワークへのネットワークNCCからJ31という名前のトポロジ・マッピングが自動的に作成することができたの代わりに、明示的な時に要求されましたネットワークへのネットワークNCCから、レベルのマッピングという名前J19の連結ND北東にネットワークへのネットワークNDからトポロジ・マッピングという名前のJ27とNEEをネットワークにネットワーク北東からJ20という名前のレベルマッピングなどSDNコンパイラのユーザの。このプロセスは、階層レベルHの任意の数で繰り返すことができます。

40

このプロセスは、SDNコンパイラのユーザの明示的な要求に応じて自動の代わりにあるように、これは、階層レベルhの任意の番号に、ネットワーク間のトポロジのマッピングになります。

ゼロ個以上の連結として(D、N、H)で第2のネットワークに(D、N、H)の第1のネットワークからトポロジパスを計算して記憶：トポロジ・パスは、次の方法を使用して作成することができます(D、N、H)における(D、N、H)、ゼロまたはそれ以上のトポロジパスにおけるトポロジマッピングは、トポロジマッピングの数を前記トポロジパスの数は、それらの合計が少なくとも一つであるようであると述べました。

この方法は、トポロジ、パスを計算する方法と呼ばれています。

50

我々は、転送エントリが要求されたトポロジー・パスとして要求されるトポロジパスを参照してください。

我々は、転送エントリが要求されたレベルパスとして要求されるレベルのパスを参照してください。

私たちは、トポロジー・パス、レベルパスとトポロジレベルのパスフォワーディングエントリが要求されたトポロジー・パスとして要求されているため、要求されたレベルのパスを参照し、それぞれトポロジ - レベルのパスを要求しました。

例としてではなく、要求されたトポロジー・パスはSDNコントローラ、物理ノード、SDNのユーザによって要求される可能性があり、これらに限定され
コンパイラ。

上述したように、このような要求は、反応経路インスタンス化を積極的にパス・インスタンスである可能性があります。

の異形のインスタンスである可能性があります。

ゼロ個以上の連結として (D、N、H1) で第2のネットワークに (D、N、H1) の第1のネットワークから、レベルのパスを計算して記憶：レベルのパスは、以下の方法を使用して作成することができます (D、N) における (D、N) でのレベルのマッピングおよびゼロまたはそれ以上のレベルのパスは、レベルマッピングの数を前記レベルパスの数は、それらの合計が少なくとも一つであるようであると述べました。

この方法は、レベル・パスを計算する方法と呼ばれています。

我々は、転送エントリを要求レベルパスとしてユーザによって要求されるレベルのパスを参照してください。

連結として (D、N、H1) で第2のネットワークに (D、N、H1) の第1のネットワークからトポロジー・レベルのパスを計算して記憶：トポロジレベルパスは、以下の方法を使用して作成することができます (D、N) でゼロ以上のトポロジパスと (D、N) で (D、N) でゼロまたはそれ以上のレベルの経路と0個以上のトポロジレベルのパスの、トポロジー・パスの数と前記レベルパスの数とトポロジ - レベル・パスの数は、それらの合計が少なくとも一つであるようである装置。

この方法は、トポロジ・レベルパスを計算する方法と呼ばれています。

我々は、転送エントリが要求されたトポロジー・レベルパスとしてユーザによって要求されるトポロジー・レベル・パスを参照してください。

私たちは、エッジとして、トポロジマッピング、深マッピング、レイヤマッピング、レベルマッピング、トポロジー・パス、レベルパスとトポロジレベル・パスを参照してください。

例として、なおが、1つのトポロジパス、シングルレベル・パス、シングルトポロジ・マッピングまたは単一レベル・マッピングを含むことができるトポロジレベルパスに限定されるものではありません。

より複雑な例を説明するために、我々は各エッジに名前を付けて、私たちは、マッピングとトポロジ、レベルのパスを示すために5 IDを介して、図51Aに示す表記を使用しています。

図51のAは、第1のエッジの名前、最初のマッピング型の最初のマッピングされており、最初のマッピング型であることトポロジマッピング、深マッピング、レイヤマッピングまたはレベルマッピングに最初のマッピングに使用される表記を示しています第一のネットワークから第2のネットワークに。

最初のポイントオブアタッチメント (POA)、第二のネットワークと第二のPoAでの最初のマッピング・インタフェースの第1のネットワークと第一マッピングインターフェイス。

最初のPoAと第二のPoAはオプションです。

' - () - >' マッピングの方向を示す記号。

私たちは、上図の33Cに示すように、ネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LDを示しており、図79の例でエッジの命名と新しい表記法を説明し、ネットワークKA間のトポロ

10

20

30

40

50

ジのマッピングとネットワークKB、ネットワークKAおよびネットワークKCとネットワークKBとネットワークKDの間の層マッピングとの間の層マッピング。図50Aはまた、p706を介して、ポイント・オブ・添付ファイル(のPoA) P701を示しています。

ネットワークKA、KB、KC、およびKDは、物理的なネットワークであるように、ネットワークKAとネットワークキロバイトの間のトポロジのマッピングは、物理リンクを表している、ネットワークKAとネットワークKCとの間のレイヤマッピングは、間の物理リンクおよびレイヤマッピングを表していますネットワークKBとネットワークKDが物理リンクを表しています。

物理リンクが単方向または双方向であるように、我々は、第1のネットワークからトポロジーマッピング、深マッピング、レイヤマッピング、レベル - マッピング、トポロジ - パス、レベルパスまたはトポロジレベルパスへを表しますグラフ内の有向エッジによって、第2のネットワーク。

これはネットワークKA、KB、KC、KD、LA、LB、LC、LD、トポロジマッピング、層 - マッピングと深さのマッピングを示す図50Bに示されています。

図51Eは例として図51Aの表記で、図50Bのマッピングを示し、KBをネットワークにネットワークKAからL5という名前のトポロジ・マッピングは、以下によって表される：L5 = KA- (トポロジマッピングP701 :: P702) - > KBは、「トポロジマッピング」する「トポロジ・マッピング」を参照。

同様に、「深さマッピング」は深マッピング」を意味し、「レイヤマッピング」は、レイヤマッピング」を意味し、「レベルマッピング」は、レベルマッピング」を意味し、「トポロジ - パスは「参照」トポロジ - パス」と「レベルのパスは」を指し、使用される表記の「レベル・パス」に。

図51のA、図51Bと同じ表記を使用すると、第二エッジ名前の第2のマッピングを示し、第3のネットワークへの第2のネットワークから第2のマッピング型の第2のマッピングピーニング。

深さ優先マッピングまたは上述のトポロジーマッピングを算出する第1の方法を適用することによって、方法のステップ3)を適用することにより、図50Cに示すように、我々は、計算としてLBをネットワークにネットワークLAからL14と命名トポロジーマッピングを格納しますKA、ネットワークKAネットワークKBとLBからL11という名前のトポロジパスをネットワークへのネットワークキロバイトからL13という名前の深さ優先マッピングからL11という名前のトポロジパスをネットワークへのネットワークLAからL12という名前の深さマッピングの連結KBをネットワークにネットワークKAからL5という名前の単一のトポロジ・マッピングのKB下記のものを含むネットワークへのネットワークKA。また、L11という名前のトポロジパスを作成することも省略されている可能性があり、L14という名前のトポロジ・マッピングは、図50Gに示すように直接トポロジーマッピングL5から作成されている可能性があります。図50CにKBをネットワークにネットワークKAからL5と命名トポロジーマッピングトポロジパスL11トポロジにマッピングさL5は、トポロジ、パスL11言い換えるとを計算するために使用されるトポロジーマッピングを示すL5 / L11で標識されていますオートディラー L5。

私たちは、スラッシュ記号を使用して、第2のエッジが多重化または最初のエッジにマッピングされ、「最初のエッジ/第二エッジ」によってそのようなエッジの関係を表すされたエッジの関係、などの2辺の間の関係を参照してください。

エッジ名L5およびエッジ名L11で示されるトポロジパスで示すトポロジーマッピング間のエッジの関係として図50Cに示すように一例として、我々はここでL11という名前のパスをトポロジ - L5 / L11を参照してください。トポロジーマッピングL5は、トポロジ、パスL11を計算するために使用されているL5、すなわち名前トポロジーマッピングにマッピングされます。

このようなエッジを標識すると、図50Cは、エッジの名前が太字で表示されます。

図のトポロジーマッピングL5がトポロジ - マッピングL14を作成するために使用されるようL5 / L14が作成されエッジの関係を50Gことに注意してください。

10

20

30

40

50

図51Cは、第3端名を有する第3のエッジの表記を示している第三のエッジ型と第一エッジと第二エッジの連結であることの第3端ピーニング、連結とスラッシュ記号を示すプラス記号エッジの関係を表します。

例 図51Fは、 $L5 / L11$ はトポロジープスの $L11 = L5 / L11$ と「トポロジマッピング $L14 = L12 / L14 + L11 / L14 + L13 / L14$ 」として $L14$ という名前のトポロジマッピングおよび $L11$ という名前のトポロジパスを作成する方法を示したように「、図51Cの表記法を使用して。

深度マッピングまたはレイヤマッピングを計算するための第一の方法と第二の方法を適用することによって、本方法の工程4)を適用することにより、図50Dに示すように、我々は、計算しLAをネットワークにネットワークLCからL19というレイヤマッピングを格納しますKC、ネットワークKCネットワークKAからL7というレイヤマッピングとLAをネットワークにネットワークKAからL15という名前の深さのマッピングをネットワークにネットワークLCからL17という名前の深さマッピングの連結として、我々は計算し、レイヤマッピングを保存KB、KDおよびネットワークへのネットワークKDからL18という名前の深さマッピングをネットワーク化するためのネットワークキロバイトからL10という名前のレイヤマッピングをネットワークへのネットワークLBからL16という名前の深さマッピングの連結としてLDをネットワークにネットワークLBからL20と命名LD。深さ優先マッピングまたはトポロジマッピングを計算するための第二の方法を適用することによって、方法の工程2)を適用することにより、図50Eに示すように、我々は、計算と連結としてLDをネットワークにネットワークLCからL22と命名トポロジマッピングを格納しますネットワークにLA、ネットワークLAネットワークLBとLDのネットワークへのネットワークLBからL20というレイヤマッピング、ネットワークLAからL21という名前のトポロジパスからL21という名前のトポロジパスをネットワークへのネットワークLCからL19という名前のレイヤマッピングのLBとのネットワークへのネットワークLAからL14という名前の単一のトポロジ・マッピングのLBであって深さ優先マッピングで方法のステップ1)を適用することによって、図50Fに示すように、我々は計算とLDをネットワークにネットワークLCからL22という名前の単一のトポロジ・マッピングとしてLDをネットワークにネットワークLCからL23という名前のトポロジパスを格納します。図51Fの $L5 / L11 / L14 / L21 / L22 / L23$ は、図51Cの表記を使用して、トポロジ・経路L11、L21およびL23、トポロジ - マッピングL14とL22とレイヤマッピングL19とL20の作成を示しています。図50Fに示されているエッジの関係は、再帰を介しエッジの関係のセットを計算することができます。

エッジ関係のセットは、ネストされたエッジの関係を含みます。

例として、限定されるものではないが、KBをネットワークへのネットワークKAからトポロジ・マッピングはエッジ関係 $L5 / L11$ 、ネットワークKAからのトポロジープスがKBはエッジの関係 $L11 / L14$ からのトポロジ・マッピングを持っているネットワークに持っていますネットワークLAはLBたエッジの関係 $L14 / L21$ 、ネットワークLAからのトポロジープスはLDをネットワークにネットワークLCからLBはエッジの関係 $L21 / L22$ 、トポロジマッピングを持っているネットワークにネットワークへは、エッジの関係 $L22 / L23$ と持っていますLDのネットワークへのネットワークLCからのトポロジープスは、したがってKBをネットワークにネットワークKAからL11という名前のトポロジマッピングエッジ関係のセットの例を持っている、名前のL23を持っています

$L5 / L11 / L14 / L21 / L22 / L23$ 。

我々は、単一のエッジの关系到し、エッジの关系的のセットとして再帰を介して結合さ2以上のエッジの関係を参照してください。

最初の例が、トポロジ・マップのエッジ関係のセットのに限定されるものではないが $L5$ は $L5 / L11 / L14 / L21 / L22 / L23$ で命名しました。

第二の例が、 $L5$ という名前のトポロジ・マッピングのエッジの关系的のセットのこれらに限定されないが、 $L5 / L14 / L23$ です。

エッジ関係のセットでの最初のエッジ名は前記エッジの名前であることに注意してくださ

い。

私たちは、再帰を介して要求されたトポロジ・パスL23の再帰的な経路を計算し、各辺のエッジ関係のセットでネストされたエッジの関係を格納します。

図80Hは、LDをネットワークにネットワークLCからL23という名前のトポロジ・経路の計算を示しています。図50Fに示すように、上記の我々が計算され、LDをネットワークにネットワークLCからL22という名前の単一のトポロジ・マッピングとしてLDをネットワークにネットワークLCからL23という名前のトポロジパスを保存し、図51Fの でL23という名前のトポロジパスを表します「トポロジパスL23 = L22 / L23」として、上記の表記法ごとに、ステップ1に示します。

我々は再帰的に再帰的な経路と図の51Gのステップ5に示すように、各辺のネストされたエッジの関係を含み、エッジ関係のセットを計算する場合は、図5に示す関係を使用。手順は、図51Gの2~4は、計算における中間ステップです。

図5のIDでトポロジパス、レベルパスまたはトポロジ - レベルパスの表記は図51のA、5 1Bおよび51Cの表記法を使用して、示されています。図51Gのステップ6ではステップ5の再帰的な経路は、図5のIEと図51Gのステップ5を組み合わせることにより、図5のIDの表記を使用して表示されます。この再帰的なパスも39Dを介して、図39Aに基づいて、図48のフローチャートの一例の説明では、上記算出しました。さらに、我々は今、以下に記載されている各辺のエッジの関係を計算しました。

エッジの関係をセットの使用方法について説明します。

私たちは今、第1のコンピューティング機器、第2のコンピューティング機器、最初のパケット転送システムからなる例を考えてみましょう。

第1のコンピューティング装置は、H、(D = 0、N = 1での物理データリンク層ネットワークインターフェイスカード(NIC)、物理ノードEUを表す(D = 0、n = 0であり、h = 0)での物理ノードENを含んでいます= 0)は、アプリケーション層プロセスを表す(D = 0、N = 2、H = 0)において、ネットワーク層プロセスと物理ノードEXを表します。

第2のコンピューティング装置は、ネットワークインターフェイスカード(NIC)、(D = 0、n = 0であり、h = 0)での物理ノードESを表す(D = 0、n = 0であり、h = 0)での物理ノードERを含んでいます仮想スイッチと最初の仮想マシン(VM)を表します。

ネットワーク - を表す仮想NICを表す第1のVMは、物理ノードにETからなるれる(D = 0、n = 0であり、h = 0)での物理ノードEW(D = 0、N = 1、H = 0)アプリケーション層のプロセスを表す(D = 0、N = 2、H = 0)においてレイヤ処理と物理ノードEY。

このような仮想マシンなどの仮想ノードは、メソッド内の物理ノードとして表現されることに注意してください、したがって、我々は物理ノードET、EWとEYを参照してください。ルータに限定され、例えばなくとしての第1パケット転送システムは、物理的なNICである(D = 0、n = 0であり、h = 0)での物理ノードEPを含んでいる、(D = 0の物理ノードEQ、n = 0であり、h = 0)は、物理NICであり、かつ(D = 0、N = 1、H = 0)での物理ノードEVは、例えばのようなネットワーク層転送要素であるが、転送アプリケーションに限定されるものではありません特異的集積回路(ASIC)。

図52Aはまた、物理リンクされ、物理ノード間のトポロジのマッピングおよびレイヤマッピングを示します。

物理ポイントオブアタッチメント(のPoA)p618、P620、p627、p628、p629、P630、P631、p632電気電子学会(IEEE)802とすることができるデータリンク層での一例としてインタフェースであるが、これらに限定されませんイーサネットMAC(Media Access Control)アドレス。

PoAの例としてp633、これらに限定されないが、第1のコンピューティング機器の内部に物理ノードENで表さ物理NICの界面、可能性があります。

PoAの例としてp634、これらに限定されないが、第1のコンピューティング機器の内部ネットワーク層プロセスEUでのインターフェイスである可能性があります。

PoAの例としてp641、これらに限定されないが、ネットワーク層処理EUからアプリケーション層プロセスEX内部に、ソケットインタフェースは、一例として、それだけには限らないが、UNIX(Uniplexed Information and Computing Service)ドメインソケットであってもよいです第1のコンピューティング機器へ。

PoAの例としてp642、これらに限定されないが、第1のコンピューティング機器への応用層プロセスEXへのネットワーク層プロセスEU内部からソケット・インタフェースである可能性があります。

PoAの例としてp639、これらに限定されないが、最初の仮想マシンへの内部物理ノードETで表さ仮想NICの界面である可能性があります。

PoAの例としてP640、これらに限定されないが、最初の仮想マシンの内部ネットワーク層プロセスEWでのインターフェイスである可能性があります。

PoAの例としてp643、これらに限定されないが、最初の仮想マシン内部のアプリケーション層のプロセスEYへのネットワーク層プロセスEWからソケット・インタフェースである可能性があります。

PoAの例としてp644、これらに限定されないが、最初の仮想マシン内部のアプリケーション層のプロセスEYへのネットワーク層プロセスEWからソケット・インタフェースである可能性があります。

図52Bは、(D = 1 の物理ノードEN、EU、EX、ET、EW、EY、EP、EV、EQとで論理ノードVU(D = 1、N = 1、H = 0)、VXを示す図です。、N = 2、H = 0)、VWは、(D = 1、N = 1、H = 0)において、(D = 1、N = 2、H = 0)でVY、(D = 1、NにおいてVV = 1、H = 0)、トポロジマッピング、奥行きマッピング、レイヤマッピングおよびグラフの有向エッジとして表さトポロジパス。

図52Bに示されている深さのマッピングによって表されるような論理ノードVU、VX、VW、VY、VVは、それぞれの物理ノードEU、EX、EW、EY、EVにマップされます。図52Cは、同様に、図52Bに示されている図51のAの表記あたりL74を通じてL71という名前のトポロジ・マッピングを示しています。

図52Cは、同様に、図52Bに示されている図51のA、の表記あたりL91、L78、L90を介してL75という名前のレイヤーのマッピングを示しています。

図52Cは、同様に、図52Bに示されているL86 L92、L93、L98、L99、L81を介して名前の深さのマッピングを示しています。

図52Dに示すように、次のトポロジ・マッピングが作成され、上述の方法を使用： - ノードEUからL79という名前のトポロジ・マッピングをトポロジマッピングを計算するための第二の方法を使用して、EVをノードAに

- トポロジーマッピングを算出する第1の方法を使用してVVのノード間のVUからL87と命名トポロジーマッピング - ノードEVからL80と命名トポロジーマッピングは、トポロジーマッピングを計算するための第二の方法を使用して、EWをノードに

VWのノード間のVUからL89という名前のトポロジパス - - トポロジーマッピングを算出する第1の方法を用いて、VWのノード間のV-VからL88という名前のトポロジマッピング

- ノードVXからL94というレイヤーマッピングは、レイヤマッピングを算出する第1の方法を用いて、VUのノードに

- トポロジーマッピングを計算するための第二の方法を使用して、VYのノード間のVXからL96と命名トポロジーマッピング - ノードVWからL95というレイヤーマッピングは、レイヤマッピングを計算するための第二の方法を使用して、VYのノードに

- VYをノード間のVXからL97という名前のトポロジパス

図49に示すように、図52Dに示されるマッピングは、マッピングを作成するための方法を使用して作成することができることに留意されたいです。

私たちは、フォーワーディングエントリを作成する必要のある要求されたトポロジ・パスL97要求されたトポロジ・パスを検討してください。

10

20

30

40

50

上述の方法を用いて、我々は再帰を通してトポロジープラスL97の再帰的な経路を計算し、再帰的に結果が図52Eに示されているのネストされたエッジの関係、からなる各辺のエッジ関係のセットを計算します。パケット転送やパケットのスイッチングを可能にするためにネットワーク（PSN）パケット交換ノードからなるか、我々はゼロまたは1 スwitch識別子あたりの割り当ての上、非パケット交換ネットワークに中継または物理的な信号の切り替えをスイッチトポロジマッピング、トポロジ・パス、レベルパスとトポロジレベルのパス。

スイッチング識別子は、深さd及び層上のnトポロジープラスがネットワークトポロジ・マッピングを含む作成された依存します。

深さdと層nにおける特定のネットワークのいずれかのすべてのパケット交換ネットワークまたはすべての非パケットスイッチドネットワークです。

特定の深さdと層nのノードはすべてのパケット交換ノードまたはすべての非パケット交換ノードのいずれかです。

私たちは、識別子を切り替えるので、次の種類を区別し、これらに限定されない：私は、深さd = 0で、かつ物理的な信号からなる任意の層nの-識別子を切り替える深さdと層のノードN以外のパケット交換されますスイッチングノード。 II。深さd = 0でスイッチング識別子およびメディア・アクセス制御（MAC）、深さdと層nは、パケット交換ノードのノードを行う層。 III。論理識別子からなる任意の深さdで、任意の層nのスイッチング識別子、深さdと層nはパケット交換ノードのノード。

- 識別子を切り替える第一のタイプの例としては、これらに限定されません。
- 物理的な信号の周波数
- 物理的な信号の波長 - 周波数または波長分割多重（WDM）信号の波長
- 時分割多重（TDM）タイムスロットのタイムスロット
- 一般マルチプロトコルラベルスイッチング（GMPLS）一般ラベル
- 国際電気通信連合（ITU）G.709光チャネルペイロードユニット - 繊維の名、繊維スイッチングネットワークで

- 識別子を切り替える第二のタイプの例としては、これらに限定されません。
- 最初のポイント・オブ・添付ファイルの名前と第二ポイント・オブ・添付ファイルの名前

- 電気電子技術の最初協会（IEEE）802イーサネットMAC（Media Access Control）アドレスと第二のIEEE 802イーサネットMAC（Media Access Control）アドレス

我々は値を持つL71という名前のトポロジ・マッピング「元p618、先p620」に切り替え識別子を割り当てる図52Bの例では、我々は値を持つL72という名前のトポロジ・マッピングにスイッチング識別子を割り当てる「ソースp627、先p628」、我々は値を持つL73という名前のトポロジマッピングに切り替え識別子を割り当てる「ソースp629、先p630我々は割り当て、ソースp631、先p632」、我々は値を持つL74という名前のトポロジ・マッピングに切り替え識別子を割り当てます」図52Fに示すように、値「ソースP631、先p632」とL74という名前のトポロジ・マッピングへの切替識別子。図52Fは、各エッジの深さdは、層nとHレベルを示しています。

図52Cに示すように、トポロジマッピングトポロジ・マッピングののPoA L74を通じてL71という名前のことに注意してください、スイッチング識別子として使用されています。

- 識別子を切り替える第三のタイプの例としては、これらに限定されない： - 例として、スイッチング識別子としての第1のネットワークアドレスと第2のネットワークのアドレスに限定されないが、フローベースのルーティングに使用されます。

- 宛先ベースのルーティングに使用されるスイッチング識別子としての第2のネットワークのアドレス、例として、これらに限定されません。

10

20

30

40

50

- フローベースのルーティングに用いられる第1のネットワークの名前とスイッチング識別子と第2のネットワークの名前、例として、これらに限定されません。

- 宛先ベースのルーティングに使用されるスイッチング識別子としての第2のネットワークの名前、例として、これらに限定されません。

- 第一のネットワークのIPv4アドレスと第2のネットワークのIPv4アドレス
 - 第一のネットワークのIPv6アドレスと第2のネットワークのIPv4アドレス - 第1のネットワークと第2のネットワークのIPv6アドレスのIPv4アドレス

- 第一のネットワークのIPv6アドレスと第2のネットワークのIPv6アドレス

- のIPv6フローラベル

- IPv6宛先アドレスと組み合わされたIPv6フローラベル

- IPv6宛先アドレスとIPv6ソースアドレスと組み合わせ、組み合わされたIPv6フローラベル

- IPv4の識別フィールドには、VPN + IPv4の宛先アドレスを示すために再利用しました

- IPv4の識別フィールドには、VPN + IPv4のソースアドレス+ IPv4の宛先アドレスを示すために再利用しました

- 論理的なラベル - 仮想ローカルからエリア・ネットワーク (VLAN) 識別子

- マルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) ラベル

- プロトコルを示すプロトコル識別子、等が、ユーザデータグラムプロトコル (UDP) または伝送制御プロトコル (TCP) に限定されるものではない - アプリケーションを表すポート

- アプリケーションを表す既知のポート

- 差別化サービス (DS)、コードポイント (CP) の識別子、トラフィックのクラスを表します

- 非同期転送モード (ATM)、仮想パス識別子 (VPI) - 非同期転送モード (ATM)、仮想チャネル識別子 (VCI)

- 第三世代パートナーシッププロジェクト (3 GPP) ロングタームエボリューション (LTE) 論理チャネル識別子 (LCID)

図52Fに示すように、図52Bの例では、フローベースのルーティングを使用して、値を持つL89という名前のトポロジパス「ソースVU、先VW」の第一のスイッチ識別子を割り当てます。あるいはまた、「宛先VW」の値は、宛先ベースのルーティングのために使用されている可能性があります。

我々は、図52Fに示すように、L89という名前のトポロジパスに値TCP (伝送制御プロトコル) と第二のスイッチ識別子を割り当てます。第二のスイッチ識別子がトポロジー経路L89により、TCPの使用を示すために使用される注意してください。

当業者によって理解されるように、

代わりに、追加のトランスポート層は、ネットワーク層とアプリケーション層との間に図52Aに追加された可能性があります。

TCP / IPスタックを使用する場合には、そこにトランスポート層上のノードを示すために何識別子、従ってトランスポート層に使用される特定のプロトコルを表す第2のスイッチング識別子で十分ではないノードと作成するマッピングの数を減少させます実装インチ図52Bの例では、フローベースのルーティングを使用して、「ソースVX、VY先」の値をL97という名前のトポロジパスに切り替え識別子を割り当てます。

層nは、層N = $n_{\min}(d)$ に示すように、n個分 (D) におけるスイッチング識別子の第二のタイプの場合、深さdの最下位層であることに留意されたい、つまり、層nは深さdの最下位層です、またはレイヤN-1の深さdにおける非パケット交換ノードを含みます。

前または作成時に深さd、層のn SDNコンパイラの第1のネットワークは、例えばとして、

10

20

30

40

50

ユーザが指示する必要がありますが、ネットワーク管理者に限定されるものではない：私は。でネットワークが深さdと前記かを層nは、パケット交換網または非パケット交換ネットワークIIです。言った深さdのためにスイッチング構築し、層を言っnはネットワークごと同一のこの情報がで深さdと前記層nを言ったようにこれは、層nを言った深さdの初期化時に行われ、言われている方法について説明します。

これは言った深さdの初期化時に行われ、SDNコンパイラのため、ユーザー層のnは、作成される各ネットワークとこの情報を指定する必要はありませんと言われています。

iにおける情報)上記前述のように、物理的なパケット交換ノードのための物理的または非パケット交換ノードのフォワーディングエントリの転送エントリを作成するための方法を選択するために、SDNコンパイラによって使用されます。

- 識別子を切り替える第二のタイプの例は、深さdと層nのイーサネットネットワークインターフェイスカード(NIC)、またはイーサネットスイッチに限定されるものなどではなく、イーサネットノードは、SDNコンパイラは、その指示され、限定されるものではありません深さdは、前記層のnは、上記のように、物理的なパケット交換ノードの転送エントリを作成するための方法を選択するSDNコンパイラを可能にするパケット交換ノードで含みます。

また、SDNコンパイラは、最初のIEEE 802イーサネットMACアドレスと第二のIEEE 802イーサネットMACアドレスは、深さdと層nは言ったで切り替え識別子であることを指示する必要があります。

使用する場合は、イーサネットメディアアクセス制御のためのスイッチング識別子は、言ったメディアアクセス制御は、リンク毎に実施されるようにスイッチング識別子は、トポロジー・マッピングに割り当てられていると述べました。

この方法では、要求されたトポロジー・レベルパスの言っ再帰パスフォワーディングエントリから計算します。

再帰的なパスは、 $D = 0$ 、 $H = h_{min}$ 物理ノードであるの各ノードについて、次の情報が含まれています。

- 入力ポートは、パケットまたは信号として入力ポートを持っていない再帰パスの最初のノードを除いて、物理または仮想ノードとトポロジー・マッピングまたは層マッピングの間のPoA、あることはありますない再帰パス内の最後のノードを除いて、物理または仮想ノードとトポロジー・マッピングまたはレイヤマッピングの間のPoAされ、出力ポート・再帰的なパス内の最初のノードによって作成されましたパケットまたは信号として出力ポートは、再帰的な経路の最後のノードによって受信されています

さらに、エッジ・関係のセットが各エッジについて計算された場合には、再帰的なパスも含まれています。・の最初のノードを除いて、着信トポロジマッピングまたは層

・マッピングに入ってくるエッジ関係のセットを着信トポロジマッピングまたはレイヤマッピングを持たない再帰パス

- 発信トポロジマッピングまたはレイヤマッピングを持たない再帰パス内の最後のノードを除いて、発信トポロジマッピングまたは層・マッピングで発信エッジ関係のセット

適切な転送命令を作成するために、我々は、パケット交換ネットワーク(PSN)内の物理ノードと非PSNで物理ノードを区別します。PSN内の物理ノードは、物理的なパケット交換ノードと呼ばれ、転送パケットの統計的多重化を実行します。

物理非パケット交換ノードと呼ばれる非PSN内の物理ノードは、中継及び物理的信号の多重を行います。

非PSNの例が、これらに限定されないが、回線交換ノード(CSN)です。

非PSNの例が、これらに限定されないが、物理的な信号の多重化を行う無線ネットワーク内のノードです。

転送エントリが物理的なパケット交換ノードに対して計算され、次のアクションを含む、以下の方法を実行することにより、要求されたトポロジー・パス、レベルパスまたはトポ

10

20

30

40

50

ロジレベルパスの再帰経路内に、以下の方法でノードと呼ば： 私。再帰的なパスは、着信トポロジマッピングまたは前記ノードの着信レイヤマッピングが含まれており、ノードは各発信トポロジのために作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰パスのソースネットワークにマッピングされていると述べていない場合オートディーラーと転送エントリの指示は、物理的なパケット交換のエッジ関係の発信組のスイッチング識別子を含むパケットのオーバーヘッドでパケットを作成するために、スイッチングノード、前記再帰的なパスでノードが発信前記の各発信レイヤマッピングトポロジマッピングまたは深さ、層、言ったノードのレベルと深さ、層、一つ以上の深さのマッピングを介して言ったノードにマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルで発信層マッピングを言って、出て言ったパケットを送信します出力ポートの出力ポートとの間のポイント・オブ・添付ファイルをあることを特徴とノードと前記発信トポロジマッピングを言ったり、発信層マッピングを述べ、

II。他の再帰的なパスは、発信トポロジマッピングまたはノードが言って、ノードが各着信用に作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰経路の宛先ネットワークにマッピングされるため、発信レイヤマッピングが含まれていない場合トポロジ・マッピングと再帰パス転送エントリの指示は、ノードが言う着信トポロジのエッジ関係の着信設定のスイッチング識別子に応じて、入力ポートでパケットを受信するために前記内のノードの前記各入力層 - マッピング - 深さ、層、言ったノードのレベルで入ってくる層マッピングを言っマッピングまたはと深さ、層、一つ以上の深さのマッピングを介してノードを言ったためにマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルで、入力ポートが点であると述べました間の取り付けは、ノードおよび前記着信トポロジマッピング言ったか、着信層マッピングを言いました

再帰的なパスは、各発信トポロジのために作成し、言ったノードのための1つまたは複数の発信トポロジマッピングまたは発信レイヤマッピングを含む1つの着信トポロジマッピングまたは前記ノードの1つの着信レイヤマッピングおよび再帰的なパスが含まれていない他の場合オートディーラーと転送エントリの指示は、ノードが入力ポートで着信パケットを受信するために、前記再帰的なパスの中で述べたノードの各発信レイヤマッピング、ノード言っ間入力ポートは、ポイントオブアタッチメントあることを特徴とし、着信トポロジ - を言いましたマッピングまたは着信レイヤマッピングは再帰的なパスで指定されたと述べた、のエッジの関係の着信設定の切り替え、識別子に基づいてパケットが着信トポロジマッピング前記または前記深さ、層のレベルで入ってくる層 - マッピングマッピングされたノードと深さで、層、再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルは、1つ以上の深さ優先のマッピングを介してノード前記と言っ発信のエッジ関係の発信組のスイッチング識別子に基づいて言ったパケットを変更トポロジマッピングまたは深さ、層、言ったノードのレベルでの発信レイヤマッピングおよび前記深さで、にマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワーク層、レベルがノードは、1つまたはそれ以上の深さマッピングを介し言うと、前方にパケットを言いました出力ポートの出力ポートとの間のポイント・オブ・アタッチメントであると述べたノードは、前記発信トポロジマッピングを言ったり、発信層マッピングを述べました。

我々は、送信側ホストノードとして上)アクションiにおける物理的なパケット交換ノードを参照してください。

我々は、受信側ホストノードとして上記のアクションII)で物理的なパケット交換ノードを参照してください。

私たちは、スイッチングノードとして上記のアクションIII)で物理的なパケット交換ノードを参照してください。

第1ネットワークから第2ネットワークへのトポロジ・マッピングのために、我々は、第1のネットワークの発信トポロジ・マッピングとしてトポロジマッピングを言ったを参照してください、我々はを参照して、トポロジ・マッピングは、第2のネットワークの着信トポロジ・マッピングと述べました。

第1ネットワークから第2ネットワークへのレイヤマッピングのために、我々は、第1のネットワークの発信レイヤマッピングなどのレイヤマッピングが言ったを参照してください、我々は、第2のネットワークの着信レイヤマッピングとも言わ層マッピングを参照してください。

フォーワーディングエントリは、物理非パケット交換ノードについて計算され、以下からなる方法を実行することにより、要求されたトポロジパス、パス、レベルまたはトポロジ・レベルパスの再帰的な経路内、以下の方法でノードと呼ば次のアクション：

私。再帰的なパスは、着信トポロジマッピングまたは前記ノードの着信レイヤマッピングが含まれており、ノードは各発信トポロジのために作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰パスのソースネットワークにマッピングされていると述べていない場合オートディージャーとの各発信レイヤマッピング命令指示は、ノードがのエッジの関係の発信組のスイッチング識別子に応じた信号を生成するために前記再帰的なパスでノードがトポロジ・マッピングの発信または前記発信層を前記 - 深さ、層のレベルでのマッピングは、出力ポートのうち信号は、前記ノードと深さ、層、にマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルでは、1つまたはそれ以上の深さ優先のマッピングを介してノード前記、および送信出力ポイントオブアタッチメントの間にあるポートは、ノードと前記発信トポロジマッピングを言ったり、発信層マッピングを述べ、

II。他の再帰的なパスは、発信トポロジマッピングまたはノードが言って、ノードが各着信用に作成し、一つ以上の深さマッピングを介し再帰経路の宛先ネットワークにマッピングされるため、発信レイヤマッピングが含まれていない場合トポロジ・マッピングと再帰パス命令指示は、ノードが言っ着信トポロジ - のエッジ関係の着信設定の切り替え、識別子に応じて、入力ポートで信号を受信するように、前記内のノードの前記各入力層 - マッピングマッピングまたは深さ、層のレベルで入ってくるレイヤマッピングは、前記ノードと深さ、層、一つ以上の深さのマッピングを介してノードは、入力ポートがポイント - されていることを特徴とするマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルで付着の間のノードと前記着信トポロジマッピングを言ったか、着信層 - マッピングを述べ、

III。再帰的なパスは、各発信トポロジのために作成し、言ったノードのための1つまたは複数の発信トポロジマッピングまたは発信レイヤマッピングを含む1つの着信トポロジマッピングまたは前記ノードの1つの着信レイヤマッピングおよび再帰的なパスが含まれていない他の場合オートディージャー命令指示は、ノードが入力ポートでの着信信号を受信するように、前記再帰的なパスの中で述べたノードの各発信レイヤマッピング、ノード言っ間入力ポートは、ポイントオブアタッチメントあることを特徴とし、着信トポロジマッピングを言いましたまたは再帰パスで指定された着信層マッピングのエッジの関係の着信設定の切り替え、識別子に応じた信号が入ってくるトポロジマッピングをまたは前記前記深さ、層、言ったのレベルで入ってくる層 - マッピングノードと深さで、層、マッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルは、1つ以上の深さ優先のマッピングを介してノードと前記変更するの縁関係の発信組のスイッチング識別子に応じた信号が前記発信トポロジオートディージャーや深さ、層、ノードと深さで言ったのレベル、層での発信層マッピングを述べ、にマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベルは、一つ以上の深さのマッピングを介してノードは言っても、前方から信号を言いました出力ポート、出力ポートはポイントオブアタッチメントの間であることを特徴とノードは、前記発信トポロジマッピングを言ったり、発信層マッピングと述べました。

参照は、SDNコンパイラの両方がスイッチングノードと非パケット交換ノードのパケット交換のための命令を作成するための一様なアプローチを提供し、非パケット交換ネットワークの場合にもエントリが転送されたいです。

非パケット交換ネットワークの場合の転送エントリは、入力ポートにおける入力信号が、

前記入力信号の任意の変更後の出力ポートに中継されるべきかを指定する命令です。

例として、限定されるものではないが、WDM ROADMの場合、SDNコンパイラは、入力ポートでの着信波長が中継される方法を指定する命令を作成し、また、オプションの変更後の出力ポートに、クロス接続されたように言及このような着信波長の周波数を変化させる例として、受信波長は、言いました。

アクションiii) 及び複数の出力ポートの場合には、入力信号が重複していることに注意し、複数の出力ポートから送信します。

アクションIIIで) 入力信号が発信トポロジーマッピングを言ったか、深さdで発信層マッピングを述べ、層nのレベルhは、物理言ったのエッジの関係の発信組のスイッチング識別子に応じて変更することができることに注意してください非パケット交換ノードと深さで、層、一つ以上の深さマッピングを介した物理パケット交換ノードを言ったためにマッピングされた再帰的なパス内のすべてのネットワークのレベル。

ステップi) において、上記の物理的な非パケット交換ノードの転送エントリを作成する方法の工程iii) は、二つ以上の送信トポロジーマッピングまたは送信レイヤマッピングの場合、命令はそれぞれの送信のために作成されトポロジーマッピングまたは発信層マッピング。

当業者によって理解されるように、代わりに単一の命令は、出力ポートおよび複数の送信トポロジーマッピングまたは送信レイヤマッピングのスイッチング識別子を指定する作成することができます。

上記の方法は、非パケット交換ネットワークにも適用することができるパケット交換網のための上記セットの、ノードからなる物理的なデバイスの転送エントリを作成します。

図52Gは、入力ポート、出力ポート、エッジ関係とエッジの関係の関連発信セットの関連する着信設定L97という名前要求されたトポロジーマッピング・パスから計算再帰的なパス内の各物理ノードに対して示しています。

また、機器が各物理ノードのために示されています。

ノードの場合、エッジの関係の関連する着信設定発信トポロジーマッピングまたは深さに入ってくる層マッピング、層のレベルのエッジ関係のセットであると述べたノードと深さ、層、すべてのネットワークのレベルでマッピングされた再帰的な経路の1つ以上の深さのマッピングを介してノードを述べました。

ノードの場合、エッジの関係の関連発信セットが発信トポロジーマッピングまたは深さに発信層マッピング、層のレベルのエッジ関係のセットであると述べたノードと深さ、層、すべてのネットワークのレベルでマッピングされた再帰的な経路の1つ以上の深さのマッピングを介してノードを述べました。

例として、限定されるものではないが、物理ノードEN ($D = 0$, $n = 0$ であり、 $h = 0$) の場合、我々は、送信セット内の ($D = 0$, $N = 0$ であり、 $H = 0$) で、識別子を切り替え検討値を持つL71という名前のトポロジーマッピング「元p618、先p620」の切り替え識別子である図52Eに示されているエッジの関係を。

例として、限定されるものではないが、($D = 1$, $N = 1$, $H = 0$) での論理ノードVUにマッピングされた物理ノードEU ($D = 0$, $N = 1$, $H = 0$) のために我々が検討スイッチング識別子である図52Eに示されているエッジの関係の発信セットに ($D = 0$, $N = 1$, $H = 0$) で、かつ ($D = 1$, $N = 1$, $H = 0$) で、識別子を切り替えますトポロジーマッピング・パスの「ソースVU、先VW」の値をL89と命名。

スイッチング識別子のセットのサブセットのみが使用されるように、全てのネストされたエッジの関係を計算しなければなりません。

明確にするために、すべてのネストされたエッジの関係は、図52Eに示されています。我々は、物理ノードEX、EU、EN、EP、EV、EQ、ER、ES、ET、EWとEYに切り替える物理的なパケット交換のための転送エントリを作成するための上記の方法を適用します。例として、これはパケットのオーバーヘッド「ソースVX、VY宛先」のパケットを作成し、送信するためにノードEXの転送命令で結果を前記出力ポートp642からパケット。

例として、このノードEPは着信パケットのオーバーヘッドで入力ポートP620で着信パケットを受信するための転送命令になり、「ソースp618、宛先P620」削除は、オーバーヘッドおよび前記前方ポートp635のうち、パケットを述べました。

転送エントリの上に、一例として、直接的または間接的に、再帰的な経路の物理ノードに送信されるが、SDNコントローラを介して、これらに限定されません。

ステップi)において、上記のスイッチングノードの物理的なパケット交換の転送エントリを作成するための方法の工程iii)は、二つ以上の発信トポロジマッピングまたは発信レイヤマッピングの場合は、転送エントリは、各発信トポロジのために作成されています
- マッピングまたは発信層マッピング。

当業者によって理解されるように、代わりに単一の転送エントリは、出力ポートおよび複数の送信トポロジマッピングまたは発信層 - マッピングのスイッチング識別子を指定する作成することができます。

図では52G転送命令は、物理システムのサブコンポーネントを超えるSDNコンパイラ制御のユーザーに許可する各物理ノードのために作成されています。

単一転送エントリは、2つ以上の物理ノードで構成する物理機器のために作成されるケースでは、物理的な機器がで構成の物理ノードのセットを組み合わせたの-ノード設としての物理ノードの前記セットを参照してください。

例としてではなく、第1のコンピューティング機器の名前、物理的な機器に限定は物理ノードEN、EU、EXで構成。我々は、物理ノードEN、EUのセットを組み合わせ、EXは第1のコンピューティング機器は、最初のセット・オブ・ノードへの含みます。

例としてではなく、最初のパケット転送システムという名前の物理的な機器は物理ノードのEP、EQ、EVで構成に限定されます。我々は、物理ノードEPのセットを組み合わせ、EQ、EVが最初のパケット転送システムが第2の設定・オブ・ノードへの含みます。

例として、限定されるものではないが、EY、物理ノードET、EWの最初の仮想マシンを含む名前の物理的な機器。我々は、物理ノードET、EWのセットを組み合わせ、EYは、最初の仮想マシンが第三型セットのノードへの含みます。

物理入力ポート、物理出力ポート、エッジの関係の着信設定の切り替え - 識別子は、エッジの関係を述べて発信セットのエッジの関係の着信設定、エッジの関係の発信セットとスイッチング識別子がされていると述べました以下の方法に従っての、ノード設について計算：

- 着信トポロジ - マッピングの入力ポートまたは型セットのノードの要素である再帰的なパスの最初のノードの着信レイヤマッピングされる型セットのノードの物理入力ポート

- の物理出力ポート型セットのノードの発信トポロジマッピングの物理出力ポートまたは型セットのノードの要素である再帰的なパス内の最後のノードの発信レイヤマッピングされます

- 着信トポロジマッピングまたはセットのの要素である再帰的なパスの最初のノードの着信層マッピングのエッジの関係のセットである型セットのノードのエッジの関係の着信設定ノード

- の切り替え識別子は、エッジの関係の着信設定が深さ、層、再帰的なパスでと深さ、層内のすべてのネットワークのレベルで型セットのノード内の任意のノードのレベルでスイッチング識別子であると述べました一つ以上の深さマッピングを介し型セットのノード内の任意のノードにマッピングされた再帰的なパス

- 発信トポロジマッピングまたはセットのの要素である再帰的なパス内の最後のノードの発信層マッピングのエッジの関係のセットである型セットのノードのエッジの関係の発信セットノード

- の切り替え識別子は、エッジの関係の発信セットは深さ、層、再帰的なパスでと深さ、層内のすべてのネットワークのレベルで型セットのノード内の任意のノードのレベルで

10

20

30

40

50

スイッチング識別子であると述べました一つ以上の深さマッピングを介し型セットのノード内の任意のノードにマッピングされた再帰的なパス

例として、限定されるものではないが、中に結果上述したように、第1型セットのノードの物理ノードEN、EUからなる、EXに上記の方法を適用する： - 物理入力ポート「なし」、最初のもの（シーケンス中型セットのノード、あるノードEXの要素である再帰的なパスで）ノードは、着信トポロジ - マッピングまたは着信層マッピングを持っていません

- 物理出力ポート「p618」、再帰的なパス内の最後のノードが型セットのノードの構成要素であるとして、ノードENされ、p618のPoAの、あること、物理的な出力ポートと発信トポロジーマッピングを持っています。 - 型セットのノードのエッジの関係の着信設定が「なしは、再帰パスの最初の（順序で）ノードノードEXされ、型セットのノードの構成要素であるとして、着信トポロジ - を持っていませんマッピングまたは着信レイヤマッピング

- の切り替え識別子は、エッジの関係の着信設定なし"型セットのノードのエッジの関係の着信セットとしてなしは、ありません」と述べました

- 再帰的なパス内の最後のノードがノードENされ、型セットのノードの構成要素であるとして型セットのノードのエッジの関係の発信セット「L71 / L79 / L87 / L89 / L96 / L97」エッジの関係の発信セットで発信トポロジーマッピングを持っています L71 / L89 / L97、深さd = 0の最初の型セットのノードのスイッチング識別子である " - " L71 / L79 / L87 / L89 / L96 / L97切り替え識別子のは、エッジの関係の発信セットが言いました "ノードENの層はn = 0、レベルh = 0は、深さdで、深さD = 0、層N = 1、ノードEUのレベルh = 0、任意のスイッチング識別子が得ないで、スイッチング識別子L71で得られました= 0、層n = 2のレベルhノードEXの= 0は、深さD = 1、層はN = 1、ノードVUのレベルh = 0で、任意のスイッチング識別子をもたらししていない、ノードVUはEUノードにマッピングされています1つのデブス・マッピングによって、スイッチング識別子、その結果、スイッチング識別子L89および深さD = 1、層のN = 2、レベルhノードVXの= 0、ノードVXは、1つの深さマッピングを通じてEXノードにマッピングされ、得られましたL97。

第一セットの、ノードから算出された第1のコンピューティング装置に対する結果の転送命令は、図52Hに示されています。型セットのノード内のノードが連続層であることを持っており、再帰的なパスでの連続した 物理ノードとして表示しなければならないことに注意してください。

上記の方法の結果は、抽象化され、転送命令以内、デバイス内の内部にある物理層マッピングおよびトポロジマッピングの消失です。

図52Hは、入力ポートL97という名前要求されたトポロジープラス、出力ポート、エッジの関係の関連する着信設定やエッジの関係の関連発信セットから計算された再帰的な経路で各物理機器の示しています。

限定例としてではなく、第1のコンピューティング機器は、オーバーヘッド "ソースp618、宛先p620 / ソースVU、宛先VW / TCP / ソースVX、VY宛先」の packets を作成するように指示されます。

図811に第2のコンピューティング機器は、仮想スイッチされ、物理NIC、物理ノードのESである、物理ノードERが含まれており、最初の仮想マシンを言っていることに注意してください。

仮想スイッチは、一般的にハイパーバイザーに存在するように転送命令は、第2のコンピューティング機器の物理NICであること、物理ノードERのために作成されていて、別々の転送命令が一般的に常駐している、仮想スイッチである物理ノードES用に作成されていますハイパーバイザ（図示せず）。

例として、しかし、インターネットプロトコルバージョン4（IPv4）のアドレスは、図52Bの例のネットワークに割り当てられているに限定されるものではありません。当業者によって理解されるように、論理ノードと論理的なネットワークは、上述のように論理的な名

10

20

30

40

50

前空間を作成する論理名によって命名することができます。

現在のネットワークで動作するSDNコンパイラの方法を可能にするために

図52Bの例のネットワークが与えられているに割り当てられたIPv4アドレスの例を環境が、これらに限定されません。

IPアドレス、サブネット・ポイント・オブ・取付け質を意味し、サブネット部とのPoAの部分で構成されるように、我々は111.111 / 24の値に限定されない例としてではなくてL87という名前のトポロジ・マッピングにサブネットワーク識別子を割り当てます。24分の111 111.111.112 / 24の数字521に示すように52 J.我々はという名前のPoAを割り当てる「10」と、私たちは値に制限例としてではなくてL88という名前のトポロジマッピングにサブネット識別子を割り当てます」インターフェイスに「12」という名前のPoAを割り当て、論理ノードVVとL87という名前のトポロジ・マッピングとの間のインターフェイスに「11」論理ノードVUとL87という名前のトポロジ・マッピングとの間のインターフェイスに、名前付きのPoAを割り当てます」論理ノードVVとL88という名前のトポロジ・マッピングの間に、次のIPv4アドレスで、その結果、図521に示すように、論理ノードVWとの間のインターフェイスおよびL88という名前のトポロジ・マッピングに「13」という名前のPoAを割り当てます。

- 111.111.111.10、L87という名前のトポロジ・マッピングにノードVUの10という名前のPoAを示します

L88という名前のトポロジ・マッピングにノードVVの12という名前のPoAを示す111.111.112.12、 - - L87という名前のトポロジ・マッピングにノードVVの11という名前のPoAを示す111.111.111.11、

- 111.111.112.13、L88という名前のトポロジ・マッピングを持つノードVWの13という名前のPoAを示します

次のようにIPv4アドレスを使用して、L89と命名トポロジ・経路の切替識別子が決定されます。

図52Dに示すように、L89は、トポロジマッピングL87とトポロジ・マッピングL88の連結で構成することトポロジ・パスをメモします。 IPv4を使用して、トポロジ・経路の切り替え識別子の送信元アドレスはと組み合わせ、IPv4アドレスのサブネット一部である、と述べたトポロジ・パスの（順序で）最初のトポロジマッピングのサブネット識別子のことを含む対処しますPOAは、ソースノードとの間のインターフェイスを示す最初のトポロジマッピングと述べました。

例としてではなく、IPv4のサブネット識別子とL87という名前の最初の（順序で）トポロジ・マッピングのサブネット識別子のことを含むアドレスを使用トポロジ・パスL89のスイッチング識別子の送信元アドレスが、これらに限定さ111.1 11.111 / 24は、トポロジ・パスL89は、IPv4アドレスのサブネット部分、ソースノードVUとの間のインターフェイスを示すPOAに合わせて、10という名前のPoAである、L87という名前の最初のトポロジマッピングを言っている、と述べました。

IPv4を使用して、トポロジ・パスL89のスイッチング識別子の送信元アドレスに結果として得られる「111.111.111.10」を対応しています。

IPv4を使用して、トポロジ・経路の切り替え識別子の送信先アドレスは、インターフェイスを示すPOAに組み合わせたIPv4アドレスのサブネット一部であるトポロジ・パスの最後のトポロジ・マッピングのサブネット識別子のことを含む、対処します宛先ノードとの間に、最後のトポロジ・マッピングと述べました。

例として、限定されるものではないが、トポロジ・経路L89のスイッチング識別子の宛先アドレスがIPv4を使用してサブネット識別子の111.111.112 / 24とL88という名前の最後のトポロジ・マッピングのサブネット識別子のことを含む対処トポロジ・経路L89は、宛先ノードのVWとの間のインターフェイスを示すPOAに合わせて、13という名前のPoAである、L88という名前の最後のトポロジ・マッピングを述べ、IPv4アドレスのサブネット一部である、と述べました。

IPv4を使用して、トポロジ・パスL89の切り替え識別子の送信先アドレスに結果として得ら

れる「111.111.112.13」を対応しています。

このため、「ソースVU」からL89の変更という名前のトポロジパスのスイッチング識別子、宛先VW「に」ソース111.111.111.10、宛先111.111.112.13」。

代わりに、インターネットプロトコルバージョン6の当業者によって理解されるように（IPv6）アドレスは、同じアプローチを用いて使用することができます。

代わりに、トランスポート識別子TCP、トランスポート識別子を使用するのではなく、図52Lに示すように、

「プロトコル = 6」がTCPプロトコルを示す、使用されています。

IPベースのネットワークで

アプリケーションは、典型的には、「ポート」として知られている識別子が付されています。

例えばなくなどのトランスポート層識別子の組合せは、TCPまたはUDPに限定されるものではなく、ポート番号は、特定のアプリケーションの種類を特定すると述べました。

広く使用されているアプリケーションは、いわゆる「周知ポート」で識別されます。

既知のポートの例には、トランスポート層識別子TCPと組み合わせて、ポート80がハイパーテキスト転送プロトコル（HTTP）であり、よく知られたポート80です。

我々は、アプリケーション層でのノードにポート名を割り当てます。

例えば、これらに限定されないように、ポート名は、ノードの属性として記憶することができますと述べました。

例として、限定されるものではないが、我々はVYをノードとトポロジパスL97のスイッチング識別子の代わりの名の下にポートの名前を使用するようにVXおよびポート名「80」をノードAにポート名「80」を割り当てます図52Kに示すように、ノードの、L97という名前スイッチング識別子に値「送信元ポート= 80、宛先ポート= 80」になります。例としてではなく、IEEE 802イーサネットMACアドレスは、p618、P620、p627、p628、p629、P630、P631、p632のPoAのために使用されるが、これらに限定さ。

今、図52Bの例示的なネットワークは、現在のネットワークで使用される識別子を用いて実現することができます。

私たちは今、ラベルスイッチングをサポートするための物理ノードEU、EV、EWを検討してください。

ラベルスイッチングの例が、これらに限定されないが、（MPLS）をスイッチングマルチプロトコルラベルです。

ラベルスイッチングの第1の例として、我々は代わりに最初スイッチング識別子のトポロジ経路L89、「ソースVU、先VW」に「ラベル= 1」の識別子を切り替えると、何も第二のスイッチ識別子を割り当てない割り当てます。

その結果、ノードEUはエッジの関係の該当の着信セットを持っていない、ノードEUは「ラベル= 1」の値を持つL89を含むエッジの関係の関連発信セットがあり、ノードのEVは、L89を含むエッジの関係の関連する着信セットを持っています値「ラベル= 1」とノードのEVで、ノードEWが値「ラベル= 1」とL89を含むエッジの関係の関連着信設定した数値「ラベル= 1」とL89を含むエッジの関係の関連発信セットがあり、ノードEWは、エッジの

関係の該当発信セットを持っていません。
したがって、ノードEUは着信パケットのオーバーヘッド "ラベル= 1"に追加するように指示された、とも言える押しのような標識に参照さ、ノードのEVは、着信パケットに「ラベル= 1」に基づいてパケットを転送し、「ラベルを保持するように指示されます - 1 "ラベル値とノードEWは、パケットオーバーヘッドで着信パケットを受信するように指示されたように、「ラベル= 1」と削除 "ラベル= 1を、またポッピングように参照さは、ラベルと述べました。

当業者によって理解されるように、ラベルプッシュ及びポップラベルは、この例のように、ノードではなく、ホストノードを切り替えて行うことができます。

ラベルスイッチングの第2の例として、私たちは "ラベル-2「トポロジマッピングL87

10

20

30

40

50

への切り替え識別子を割り当て、私たちは「ラベル-3」トポロジーマッピングL88に切り替え識別子を割り当てます。

私たちは、トポロジ経路L89への切り替え識別子を割り当てません。

その結果、ノードEUはエッジの関係の該当の着信セットを持っていない、ノードEUは「ラベル-2」の値をL87を含むエッジの関係の関連発信セットがあり、ノードのEVは、L87を含むエッジの関係の関連する着信セットを持っています「ラベル-2」の値とノードEVに値を持つL88を含むエッジの関係の関連発信セットを持って「ラベル-3」、ノードEWは「ラベル-3」の値を持つL88を含むエッジの関係の関連着信セットがあり、ノードEWは、エッジの関係の該当発信セットを持っていません。

したがって、ノードEUは、オーバーヘッド「ラベル-2」の着信パケットに追加するように指示されているとも言えるのラベルをプッシュするように参照さ、ノードのEVは、着信パケットの「ラベル-2」に基づいてパケットを転送し、変更するように指示されますスワッピングはまた、ラベルを言っポッピングように参照さ、「ラベル-3」のラベルを言って、ノードのEWは、パケットのオーバーヘッド「ラベル-3」で着信パケットを受信して取り出すように指示されたとしても参照さ「ラベル-3」にパケットのオーバーヘッド、。上記第一の実施例により説明するが、これらに限定されないように、この方法は、第2の論理ネットワークへの最初の論理ネットワークのトポロジバスへの論理ラベルであるスイッチング識別子を割り当てることにより、ラベルスイッチングをサポートします。

上記の第二の例によって示されるが、これらに限定されないように、この方法は、第2の論理ネットワークへの最初の論理ネットワークからの一又は複数のトポロジ・マッピングへの論理ラベルであるスイッチング識別子を割り当てることにより、ラベルスイッチングをサポートします。

図52Aに示した例では、第1のコンピューティング装置、最初のパケット転送システム及び第2のコンピューティング装置を含みます。

代わりに、コンピューティング機器の当業者によって理解されるように、記憶装置は、ホストノードとして使用されている可能性があります。

例として、しかし、方法によってサポートすることができ、イーサネット上でファイバチャネルをサポートするストレージ機器（FCoEの）またはIP（FCIP）を介してファイバチャネルをサポートするストレージ機器、これらに限定されません。

したがって、SDNコンパイラは、計算、ストレージ、ネットワークリソースのためのオーケストレーションを提供することができます。

無論理ノード52B図の例でに作成（ $D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 0$ ）されたことに注意してください。

別の方法として、論理ノードは、論理的なデータリンク層の作成（ $D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 0$ ）で作成されている可能性があります。

仮想ローカルエリアネットワーク（VLAN）は、（ $D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 0$ ）において、ノード間のトポロジ・マッピングを作成することによって作成することができます。

図52Aに示した例では、第1のコンピューティング装置、最初のパケット転送システム及び第2のコンピューティング装置を含みます。

当業者によって理解されるように、ホストノードは、必ずしもSDNコンパイラの制御下にある必要はありません。

この方法は、図38Fのネットワークの設定例で説明したようにアプリケーション間のネットワークを作成することができます。私たちは今、図52Aの最初のパケット転送システムに物理ノードEZという名前のアプリケーション・プロセスを追加することで、アプリケーション間のネットワークの他の例を考えてみましょう。図52Mは、物理ノードEN、EU、EX、ER、ES、ET、EW、EY、EP、EVを示しEQ、さらに表す52B物理ノードEZを把握するために、アプリケーション・プロセスを述べました。

図52Mは52B論理ノードVZを把握する論理ノードに加えて、VU、VX、VW、VY、VVとを示しています。図52Mは、物理ノードEZの物理ノードEVからL171というレイヤーマッピング、物理ノードEVおよびレイヤーマッピングL171とのPoA 646を相互接続するのPOA p645を示し

10

20

30

40

50

ています

物理ノードEZおよびレイヤマッピングL171を相互接続します。

図52Mは、物理ノードのEVへの物理ノードEZからL172という名前のレイヤマッピングを示し、L172物理ノードEV及びレイヤマッピングを相互接続するのPOA p645とのPoA 646物理ノードEZおよびレイヤマッピングL172を相互接続します。

図52Mはまた、論理ノードVZと物理ノードEZに論理ノードVZからL174という名前の深さ優先のマッピングに物理ノードEZからL173という名前の深さマッピングを示しています。図52Mはまた、深さマッピングL84、層マッピングL171と奥行きマッピングL173の連結からなる、層マッピングを計算する第二の方法を用いて計算 L175という名前のレイヤマッピングを示しています。

図52Mはまた、奥行きマッピングL174、レイヤマッピングL172と奥行きマッピングL83の連結からなる、層マッピングを計算するために、第1の方法を用いて計算L176というレイヤマッピングを示しています。

括弧 '['']' フィギュア52Mで間のエッジは、複数のエッジが最初のエッジにエッジ関係によって関連していることを示します。

例えば、これらに限定されないが、図52Mにおける表記「L83 / [L87、L176]」は、「L87という名前のトポロジ・マッピングはエッジの関係L83 / L87と名付け、その層マッピングを通じて深マッピングL83に関連していることを表しL176は、エッジの関係L83 / L176を通じて深マッピングL83に関連しています。

図52Mはまた、層 - マッピングL94、トポロジマッピングL87およびレイヤマッピングL175の連結からなる、トポロジマッピングを計算する第二の方法を用いて計算L177という名前のトポロジ・マッピングを示しています。

L177という名前のトポロジ - マッピングは、アプリケーション層での論理ノードVZに論理ノードVXからトポロジ・マッピングであることに注意してください。

図52Mはまた、レイヤマッピングL176の連結のトポロジマッピングL88及びレイヤマッピングL95を含む、トポロジマッピングを計算する第二の方法を用いて計算L178命名トポロジマッピングを示しています。

L178という名前のトポロジ・マッピングは、アプリケーション層での論理ノードVYに論理ノードVZからトポロジ・マッピングであることに注意してください。

図52Mはまた、トポロジマッピングL177とトポロジ - マッピングL178の連結からなるL179という名前のトポロジパスを示しています。

L179という名前のトポロジパスは、アプリケーション層での論理ノードVYに論理ノードVXからのトポロジパスであることに注意してください。

この方法は、アプリケーション層での第2のノードにアプリケーション層における最初のノードからトポロジ - マッピングを作成することによって、アプリケーション層のノード間のトポロジの作成を可能にします。

現在のネットワークでのアプリケーションは、ポイントツーポイントの関係で第二のアプリケーションへの最初のアプリケーションからのトポロジパスで、その結果、ホストまたはエンドシステムと見ています。

この方法は、アプリケーション層で複雑なトポロジを作成することができます。

図52Mに示す他のエッジは、同様に、図52Bに示しました。

L89という名前のトポロジ - パス、L96という名前のトポロジマッピング及び図52Bに示したL97という名前のトポロジパスを図52Mに示されていません。含む再帰的なパスで結果上記の方法に従ってL179という名前の要求されたトポロジ・パスの再帰的な経路を計算します： "。。。。

EV- (レイヤマッピングp645 :

L171 / L175 / L177 / L179 : p646) - >

EZ- (深さマッピングL173 / L175 / L177 / L179) - > VZ- (深さマッピングのL174 / L176 / L178 / L179) - >

EZ- (レイヤマッピングp646 : L172 / L176 / L 178 / L 179 : p645) - >

10

20

30

40

50

EV- (深さマッピング

L83 / L176 / L 178 / L 179) - >。 。 。

「言い換えれば、パケットは、ポートp646で物理アプリケーションノードEZに入り、物理的なアプリケーションノードEZによってポートp646から転送され、したがって、物理的なアプリケーションノードEZを通過する。TCP / IPネットワークにおけるアプリケーションを示すポートがないので一意の識別子は、TCPで/アプリケーション層でネットワークIPベースのネットワークは、例として実現することができるがこれらに限定されません。

- IPv4またはIPv6アドレス、プロトコル番号、ポート番号の組み合わせは、アプリケーションを示すために使用することができ、物理的なアプリケーションノードは、SDNコンパイラによって直接指示することができます。

10

- 物理的なアプリケーションノードは、POA言っによって示さ出力ポートへのPoAで示される第1の入力ポートで物理アプリケーションノードを入力するパケットを転送する動作をデフォルトに設定することができます。

- 特定のアプリケーション層のポート番号は、パケットが、前記のPoAで示される出力ポートに転送されるべきなPoAで示される第1の入力ポートに物理アプリケーションノードに入ること示すために使用することができます

いくつかのケースでは、第三のタイプのスイッチング識別子を作成するために厳密には必要ではないことに注意してください。

20

上述の、前スイッチング識別子の説明に使用されるように、論理的な発信元アドレスと論理宛先アドレスが作成された転送テーブルで使うことができます。

一例として、図52B、送信元アドレスを使用した場合と同じです」元VU、先VW」のパケットでL89の結果という名前のトポロジ・経路の切替識別子に示すL89という名前要求されたトポロジ・パスの場合には何のネットワークはVWがその一部となっている命名されていないようVWされ、論理ノードVUの、ないネットワークとしてVUいるVUはの一部であることを任命された、および論理ノードVWの宛先アドレス。

発信元のPoAと宛先POAが、識別子を切り替えることなく、方法を用いて、上記決定されたとして、それは、物理ノード間のトポロジ・マッピングの第二のタイプのスイッチング識別子を作成するために厳密には必要ではないことに注意してください。

30

ここで紹介する方法は、すべてのスイッチング・識別子にしかし一般的な方法を提供し、より広範な適用を可能にします。

図40Bの説明で使われるチャンネル識別子は、識別子を切り替える第一のタイプの例であることに注意してください。

図52Bの例ではL89という名前のトポロジパスは、論理ノードのVWに論理ノードVUから作成されました。例として、代わりに、図52Nに示すが、L79という名前のトポロジ・マッピングおよびL80という名前のトポロジ・マッピングの連結、L102という名前のトポロジパスを作成することができ含むがこれらに限定されません。

L102という名前のトポロジパスが "トポロジ・パスのL102 = L79 / L102 + L80 / L102」で表され、図51Cの表記を使用。

40

L102という名前のトポロジパスの作成は、論理ノードVU、VV、VW、VX、VYの作成を必要とせず、L81、L82、L83、L85、L86という名前の深さのマッピングを作成する必要はありません。

したがって、論理ノードVU、VV、VW、VX、VYとL81、L82、L83、L85、L86と命名深度マッピングの作成を省略することができます。

上記のようにL102命名要求トポロジ・パスの再帰的な経路は、再帰によって算出することができます。

L102転送エントリはEWが法に従って、パケットの転送エントリを作成するには、物理ノードEN、EP、EQ、ER、ES、ET、EU、EV用に作成できるという名前の要求されたトポロジ・パスの再帰的なパスからスイッチングノード。

50

論理名前空間に転送するためには、論理名は、物理リソースに割り当てられています。論理名は、物理ノードおよび/または物理トポロジマッピングおよび/または物理的なPoAに割り当てられています。例としてではなく、L79という名前のトポロジ - マッピングに割り当てることができるIPv4サブネットに制限されています。

IPv4アドレスの例としてではなく、限られたノードEUとL79という名前のトポロジ・マッピングとの間のインタフェースを表すのPoAに割り当てることができます。

一例としてではなく、IPv4アドレスに限定されるものではEUをノードに割り当てることができます。何の論理ノードとネットワークが作成されませんされている全体的なネットワークの場合には、以下の方法を適用することができます。

10

コンパイラによるネットワーク全体を制御する方法、二つ以上の物理ノードを含む、全体的なネットワークは、物理ノードが物理的なネットワークレイアウトに合わせて物理リンクによって相互接続され、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法であって、

a) 各物理ノード名が一意であること、物理ノード名を保存します一つの物理ノードの識別子、物理トポロジ・マッピングが有向グラフ表現に基づいて、と言った物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前を格納していると述べ、各物理トポロジマッピングは一方方向に一つの物理リンクと、物理トポロジのマッピングを保存します、当該特定の物理ノードと別の物理ノードに関係する物理ノードを接続する物理リンク間のポイントオブアタッチメントのユニークな識別子である、当該物理ノードのポイントオブアタッチメントの各名称、

20

b) は、論理的な保存します物理ノードおよび/または物理述べために言うの名前トポロジ・マッピングおよび/またはポイントオブアタッチメント言い、

c) に、それぞれ別のエッジを作成し、1つ以上の物理トポロジマッピングの連結され、要求されたトポロジ・パスを格納すると、1つ以上のさらなるエッジの関係を記憶します要求されたトポロジ・パス内の1つの物理トポロジマッピングの関係であること心配し-関係し、要求されたトポロジ・パスと述べ、

d) の再帰を通じて計算となどの物理ノードを含む要求されたトポロジパスを述べたため、再帰的なパスを格納物理ノードの転送テーブルエントリを作成する)物理ノード名、物理トポロジのマッピング、物理的なポイントオブアタッチメントの物理ポイントオブアタッチメント名前が示すように、再帰的なパスが有向グラフ表現、

30

e) に基づいている前記で示されます中には、再帰的なパスからおよび/または物理ノードおよび/またはから言ったの論理名から再帰的なパスが物理トポロジのマッピングおよび/またはからのポイントオブアタッチメント、

f) と述べた転送テーブルのエントリを送信する直接前記前記しましたまたは間接的に、物理ノードには、再帰的なパスは述べています。

アクションb)における物理リソースは、上記の物理ノード、物理トポロジ - マッピングおよび物理的なポイント・オブ・添付ファイルが含まれています。

あるいはアクションb)は、アクションc)の後または)動作dの後に行うことができます。

40

)アクションbの例として、限定されるものではないが、IPv4サブネット125.125.125 / 24はL79という名前のトポロジ・マッピングに割り当てることができ、IPv4アドレス125.125.125.1は、ノード間のインタフェースを示すポーに割り当てることができますEUとL79という名前のトポロジマッピング。

例としてではなく、IPv4サブネット125.125.126 / 24に限定L80という名前のトポロジ - マッピングに割り当てることができ、IPv4アドレス125.125.126.3は、ノードEWとトポロジマッピングとの間のインタフェースを表すのPoAに割り当てることができますL80と命名。

L 102という名前の要求されたトポロジ・パスの論理ソースアドレスが125.125.125.1

50

で、L102という名前の要求されたトポロジー・パスの論理宛先アドレスは125.125.126.3です。

アクションDの) 要求されたトポロジーパスの再帰的なパスは、再帰によって算出されます。

内の物理ノードのアクションEの) フォワーディングエントリは、再帰的なパスの作成元の物理リソースの再帰的な経路との論理名を言っていると述べました。

L79とL80は、図51Cの表現で、図52Dに示されているトポロジ・マッピングに注意してください。例えばしかしL1L75という名前のレイヤーマッピングの02含み、L71という名前のトポロジマッピング、L76というレイヤーマッピング、L77というレイヤーマッピング、名前の要求されたトポロジー・パスの再帰的なパスに限定されるものではありませんL72という名前のトポロジマッピング、L73という名前のトポロジマッピング、L74という名前のトポロジ・マッピングおよびL78という名前のレイヤーマッピング。

10

L102という名前要求されたトポロジー・パスは、L102という名前の要求されたトポロジー・パスの再帰的なパスに起因する転送エントリにおける論理ソースアドレスと論理宛先アドレスとして使用される論理ソースアドレス125.125.125.1と論理宛先アドレス125.125.126.3を、持っています。

また、スイッチング識別子が値「ソース125.125.125.1、先125.125.126.3」とL 102という名前のトポロジパスのために作成することができます。

任意選択で、1つまたは複数の物理トポロジマッピング上記作用a) またはアクションb) の後に作成することができ、次のアクションを実行することによって、保存されました。上記の行動a) またはアクションb) の後の後に、1つ以上の第1の物理トポロジ・マッピングを作成し、保存する、各第一の物理トポロジマッピングは、第二の物理ノードへの最初の物理ノードから有向グラフ表現で、物理トポロジとして計算-パス第二の物理ノードへの最初の物理ノードから、物理トポロジ、パスが1つ以上の第2の物理トポロジ - マッピングの連結あることを特徴と

20

例としてではなく、上記の例で使用され、L102という名前のトポロジパスからなる作成することができます物理ノードEWに物理ノードEUからL103という名前のトポロジマッピング、これらに限定され。

図51Cの表記を使用してL103という名前のトポロジ・マッピングは「トポロジマッピングL103 = L102 / L103」で表されます。

30

この方法では、物理ネットワークのトポロジーを改変することができます。

必要に応じて、エッジの関係は、次のアクションを実行することによって、保存することができます。

- のそれぞれに格納することは、最初の物理トポロジのマッピングのエッジ関係が物理トポロジパス言っ一以上の第一エッジの関係一つ以上の第一の物理トポロジのマッピングの中で述べての1つとの間の関係にある各第1エッジの関係をあと言わ最初の物理トポロジマッピングまたは関係にある第1 エッジの関係は、一つ以上を言った物理トポロジパスを前記第一の物理トポロジマッピングおよび1つ以上の第2のエッジの関係の1つとの間の関係にある各二辺関係述べ第二の物理トポロジのマッピングとは言った物理トポロジパス

40

- アクションc) に1つ以上のさらなるエッジの関係を格納し、各さらにエッジの関係が要求されたトポロジパス、必要に応じて、ネストされたエッジの関係を要求されたトポロジ・パス内の一つの論理トポロジマッピングの間の関係にある関係と言いました次のアクションを実行することにより、エッジ関係のセットで結果を計算し、保存することができます。

- アクションでd) のネストされたエッジの関係を計算し、格納し、

図52Bの例ではL97という名前のトポロジパスは、論理ノードVYに論理ノードVXから作成されました。例として、代わりに、図52Nに示すがこれらに限定されないように、L104とい

50

う名前の物理ノードEYへの物理ノードEXからのトポロジ・マッピングはL90というレイヤーマッピング、トポロジ・経路の連結からなる作成することができますL102、上記のトポロジのマッピングを作成するために、第二の方法を用いて、L91というレイヤーマッピングの名前。

図51Cの表記を使用して、L104という名前のトポロジ・マッピングは「トポロジマッピングL104」で表され、

$L90 / L104 + L102 / L104 + L91 / L104$ 。

一例としてではなく、L105という名前の物理ノードEYへの物理ノードEXから要求されたトポロジ・パスはL104という名前のトポロジマッピングからなる作成することができ、これらに限定されません。

10

L105という名前のトポロジパスは「トポロジ・パスL105 = $L104 / L105$ 」で表され、図51Cの表記を使用。

論理名前空間に転送するためには、論理名は、物理リソースに割り当てられています。物理ノードEXと物理ノードEYとして一例として、アプリケーション・プロセスがありますが、物理ノードEYに割り当てられている物理ノードEXと論理ポート番号「ポート80」に割り当てられている論理ポート番号「ポート80」に限られましたありません。上記のようにL105命名要求トポロジ・経路の再帰的なパスが再帰により算出することができます。

125.125.125.1. ポート80である物理ノードEXの論理アドレスと、それぞれL105という名前の要求されたトポロジ・パスの論理ソースアドレスと論理宛先アドレスを示す125.125.126.3. ポート80である物理ノードEYの論理アドレス。

20

ネットワーク全体で何の論理ノードとネットワークが作成されませんされていることに注意してください、これは上記の方法を適用するために、一つ以上のトポロジ・マッピングがトポロジ・マッピングを作成するために、第二の方法を使用して作成することができ、階層ネットワークを作成することができ、一つまたはよりトポロジマッピングがフォーディングエントリは、上述の転送エントリを計算する方法を使用して作成することができ、エッジが再計算され、トポロジマップを作成する第三の方法を使用して作成することができ、サービス要件のセットに応じて要求することができます。

一例としてではなく、上記の方法は、グラフデータベースを使用して実装することができるが、これらに限定され。

私たちは今、階層的ネットワークのセットのエッジの命名を含みます。

30

図53のA ($D = 0$ でのネットワークNAAA、NAA、NCC、NEE、NA、NB、NC、ND、NE、NF、QA、QB、QC、QD、QE、QFとトポロジ・マッピングを示し、 $n = 0$ で($D = 1$ 、 $N = 0$ 、 $H = 0$)において、 $H = 0$)、トポロジマッピングおよび深度マッピングは、図42 A及び42Bに示したネットワークの有向エッジを使用して表現されます。レベルhとレベルh + 1の第二のネットワークの第1のネットワークとの間の関係であること42B各図のレベルマッピング、などではなく、ネットワークNAAとネットワークNAAA間のレベルのマッピングが、これらに限定され、表現されていることに注意してくださいレベルマッピングのペアのようなエッジを、向けられているが、NAAAとNAAをネットワークへのネットワークNAAAからレベルマッピングをネットワークにネットワークNAAからレベルのマッピングが、これらに限定されません。NAAAをネットワークへのネットワークNAAからレベルマッピングJ22という名前で、図53Aに示されています。NAAのネットワークへのネットワークNAAAから、レベルのマッピングはJ47という名前で、図53Aに示されています。図53Eは、図51 Aの表記あたり我々は算出する第1の方法を用いて、J24、J25、J26、J27とJ28という名前のトポロジ・マッピングを作成、図53Aに示されている物理トポロジ・マッピング、深さマッピングと、レベルのマッピングを示しています図53Aおよび53Fに示すように、上記のトポロジのマッピング。図53Aおよび53Fに示すように、我々は計算とNBをネットワークへのネットワークNAAからレベルマッピングという名前のJ17、ネットワークNBネットワークからトポロジ・パス命名J29の連結としてNCCをネットワークにネットワークNAAからトポロジマッピングという名前のJ30を保存NCとネットワークNCからレベルマッピングという名前J18は、トポロジを計算するための第三の方法を使用して、NCC、NCを

40

50

ネットワークにネットワークNBからの単一のトポロジ - マッピングという名前J25のNC
下記のものを含むネットワークにネットワークNBからJ29という名前のトポロジ - パス
をネットワークへオートディラーは、上述しました。

私たちは、計算し、ネットワークNDネットワークNEと名付けレベルマッピングからNDをネ
ットワークへのネットワークNCCから J19という名前の、レベルマッピングの連結として
NEEをネットワークへのネットワークNCCから J31という名前のトポロジ - マッピング
、トポロジマッピングという名前のJ27を保存ネットワーク北東からJ20は、上記のトポロ
ジのマッピングを計算する第3の方法を使用して、NEEネットワークします。

J30とJ31という名前のトポロジ・マップを作成することにより、我々は、ネットワーク・
オブ・ノードNAA、NCCとNEE間の転送動作を指定することができます。当業者によって理
解されるように、トポロジ・マッピングの作成は、階層レベルの任意の数で繰り返すこと
ができます。

10

私たちは、NBをネットワークにネットワークNAからパスを計算する例を示しています。代
わりに、ノード間のトポロジパスの転送エントリを作成する、我々は、ソース・アドレス
を持つパケットを転送するために使用することができるノードではない他の単語ネットワ
ークにおいて、 $H > h_{\min}(D, N)$ におけるネットワーク間の転送エントリを構築します
ソースおよび/または宛先アドレスに階層を使用して、 $H = h_{\min}(D, N)$ で、および/
またはdestinationアドレス。

から、例として、NEEをネットワークにネットワークNAからレベルパスの転送エントリを
作成しようとする、NEをネットワークにネットワークNAから転送するために使用すること
ができ、NFをネットワークへのネットワークNAAからレベルパス、のエントリを転送し
ますNFをネットワークにNFとネットワークNBからのネットワークにネットワークNAから、
NFのネットワークへのネットワークNA。当業者によって理解されるように、これは、典型
的なネットワークに対する転送エントリのかかなりの数になります。

20

転送エントリ数が大幅に削減されているように、また、これらの転送エントリが積極的
に作成することができます。

作成されたエントリを転送の数を制限しながら、言い換えれば、本方法は、転送エントリ
の積極的な作成を可能にします。

例として、しかし、しないように、我々はそのようなノードNAまたはノードNBなどのネ
ットワークNAA内の最初のノードからのパケットを転送するために使用することができNEEを
ネットワークへのネットワークNAAからレベルパス、のエントリを転送作成に限定そのよ
うなノードNEまたはノードNFなどのネットワークNEE内の第2のノード、。図53Bに示すよ
うに、我々は計算して、ネットワークへのNAAAをネットワークへのネットワークNAAから
レベルマッピングという名前のJ22とネットワークNAAAからレベルマッピングという名前J
23の連結としてNEEをネットワークにネットワークNAAから要求されたレベルパスという名
前のJ32を保存NEE。図53Gは、中レベルのパスという名前のJ32を示しています

30

図51Cの表現。 J32という名前の要求レベルパスの再帰的な経路の計算は、図53Hに示さ
れています。ステップ1は、図53GごとにJ32という名前の計算示すレベルパスの開始です
。ステップ2では、我々は、トポロジ・マッピングという名前のJ30とトポロジーマッピ
ングという名前のJ31からなるトポロジー・パスでレベルマッピングJ22とレベルマッピング
J23からなるレベルパスを交換してください。

40

エッジマッピングJ30 53B図に示すように/ J32は現在、J32としてトポロジ - マッピ
ングという名前のJ30に追加され、レベルマッピングJ22のエッジ関係のセットで最初の、
左から右に読んで、共通のエッジでありますJ22 / J32であること、およびJ23という名
前、レベルマッピング、J23 / J32です。

レベルパスJ32は今J30という名前のトポロジマッピングし、代わりにレベルマッピングと
いう名前のJ22とJ23という名前のレベル・マッピングのJ31という名前のトポロジ・マッ
ピングを使用しています。

私たちは、次のアクションを含むトポロジー・パスにレベルのパスを変更するには、最初
の方法と呼ばれる方法を使用しています：

50

第1ネットワークから第2ネットワークへのトポロジ・パスで (D、N、H) で第2のネットワークに (D、N、H) の第1のネットワークからレベルパスの交換や、トポロジ・パスを格納します。

図53B及び方法の例では、第一のネットワークのレベルhは第二のネットワークと同一で提示。

この方法は、同様に上記で図42Eの説明で使用しました。

(D、N、H) の第1のネットワークと、(d、nは、ヘルツ) で第二のネットワークを可能にするために、我々は次のメソッドを使用し、トポロジ・パスにレベルのパスを変更するには、第二の方法と呼ばれます、次のアクションを備えました：

第3のネットワークへの第一のネットワークからのレベルが減少すると、ゼロ個以上のレベルのマッピングを連結することにより (D、N、ヘルツ) で第2のネットワークに (D、N、H) の第1のネットワークからレベルパスの交換で (D、N、ヘルツ) など、レベルのマッピングを記憶する、ゼロ以上及び以下でzの第二のネットワークと記憶そのようなトポロジ・経路に第3のネットワークのトポロジ・経路は、H-しますh_min、特定の深さdで最低レベルと特定の層のnは分時間。

トポロジ・パスにレベルのパスを変更するための第二の方法の場合のZ = 0で、この方法は、トポロジ・パスにレベルのパスを変更するには、第1の方法と同じであることに注意してください。

(D、N、H) の第1のネットワークと、(D、N、H + Z) で第二のネットワークを可能にするために、我々は次のメソッドを使用し、トポロジにレベルのパスを変更するには、第三の方法と呼ばれます - 次のアクションを備えたパス：

(Dの第3のネットワークへの第一のネットワークからトポロジ・パスの連結によって (D、N、H + Z) で第2のネットワークに (D、N、H) の第1のネットワークからレベルパスの交換、N、H) と、第2のネットワークにそのようなトポロジ・パスおよび第3のネットワークから増加レベルでゼロ以上、レベルのマッピングを格納し、ゼロ以上よりも小さいか等しいzのようなレベル・マッピングを格納しますh_max-H1、特定の深さdと特定の層nでの最高レベルである時間最大。

トポロジ・パスにレベルのパスを変更するための第三の方法の場合のZ = 0で、この方法は、トポロジ・パスにレベルのパスを変更するには、第1の方法と同じであることに注意してください。

図53B NCCのネットワークへのネットワークNAAから明示的に指定トポロジ・経路の例で作成されていません。

また、NCCのネットワークへのネットワークNAAから明示的に指定トポロジ・パスが作成され、保存されている可能性があります。

ステップ3および図53Hの4で再帰的な経路の計算は、再帰を介して継続されます。

使用される表記法では、「(A + B) / C」は「A / C + B / C」に等しく、A、Bここで、Cはエッジです。

図53Hブラケットの手順5で " () " が削除されます。

図53Hのステップ6では、トポロジ・パスにレベルのパスを変更するための第一の方法は、NCCとレベルをネットワークへのネットワークNCからJ18という名前のレベルマッピングからなるNDをネットワークにネットワークNCのレベルパスに適用されますネットワークNCCから J19 NDネットワークとNDをネットワークへのネットワークNCからトポロジ・マッピングという名前のJ26からなるNDをネットワークにネットワークNCからトポロジ・パスでNDをネットワークにネットワークNCのレベルパスを交換するという名前のオートディレー。 J32という名前のレベルマッピングのエッジ関係のセットで最初の、左から右に読んで、共通のエッジであるため、エッジマッピングJ26 / J32は現在、トポロジ

10

20

30

40

50

ー・マッピングという名前のJ26に追加された53B図に示すように、NCCのネットワークへのネットワークNCからJ18、J18 / J30 / J32であること、およびNDのネットワークへのネットワークNCCからレベルマッピングという名前のJ19、図53Bに示すように、J19 / J31 / J32です。トポロジー・パスにレベルのパスを変更するための第一の方法は、同様に上の図の42Gの説明に使用されました。

上記のエッジ関係の記憶は次のアクションを含む方法によって実行されます。

エッジ関係のセットでゼロ以上、レベルのマッピングと一般的なレベルのパス名の間にエッジの関係を記憶し、トポロジー・パスにレベルのパスを変更するには、第1、第2または第三の方法を実行する場合レベルマッピングの第1ネットワークから第2ネットワークへのレベルのパスがで構成され、トポロジパスまたは1つ以上のトポロジマッピングはトポロジパスがで構成し、前記の間のエッジの関係を保存する一般的なレベルの名前第1ネットワークから第2ネットワークへのレベルのパスがで構成レベルのマッピングのエッジ関係のセットでパス。

10

例として、限定されるものではないが、トポロジー・パスに、レベルのパスを変更するには、最初の方法を実行する際に、J26という名前のトポロジ - マッピング間のエッジの関係J26 / J32を格納するトポロジパスはの含みと名前で構成ND第二のネットワークへの第一のネットワークNCから、レベルのマッピングのJ18とJ19レベルパスのエッジ関係のセットで一般的なレベルのパスJ32の。

20

ステップ7と8で再帰的なパスは、ステップ9に示す再帰パスで、その結果、再帰によって算出されます。

再帰パスから、我々は、入力ポートを決定し、トポロジマップまたはレイヤマッピング、出力ポートの着信エッジ関係のセットとレベルパスのトポロジ・マッピングまたは層マッピングの発信エッジ関係のセットノードQCとQDのためのフォーワーディングエントリが決定することができるから、図53Lに示すように、物理ノードのQCとQDの名前付きJ32、。図53Lのスイッチング・識別子のJ32、J33、J34の値を53Kを図を参照してください。レベルパスの名前J32の再帰的なパスのソースネットワークは、ネットワークNAAされ、一つ以上の深さのマッピングを通して、何の転送エントリがないことをノードQBにマップされていないとして、何の転送エントリがノードQBのために作成されていないことに注意してくださいJ32という名前のレベル・パスの再帰的な経路の宛先ネットワークとしてノードQE用に作成し、ネットワークNEEされ、一つ以上の深さマッピングを介しQEをノードにマップされていません。

30

物理ノードQCとQDのための再帰的なパスに起因する転送エントリを図42Kに示されています。論理ソースアドレスNAAA.NAAが論理ソースネットワークNAAのアドレスである、論理宛先アドレスNAAA.NEEは、要求レベル・パス命名J32の論理宛先ネットワークNEEのアドレスです。

必要に応じて、値「ソースNAAA.NAA、先NAAA.NEE」の切替識別子は、レベル・パス命名J32に割り当てることができ、上述のように、ソースネットワークと宛先ネットワークは述ベスイッチング識別子から決定することができます。

40

ネットワークNAAは $(D, N, H + 1)$ レベルマッピングを介して $(D, N, H + 2)$ でNAA Aをネットワークに接続されているように、ソースネットワークNAAの論理的な発信元アドレスは、NAAA.NAAあります。

図42Kでは、表記NAAA.NAAを使用しています。*ワイルドカード記号として使用されているアスタリスク(*)記号でネットワークNAA内の任意のノードを表すために。

宛先ネットワークNEEの論理宛先アドレスNAAA.NEEは、ネットワークにおけるNEE $(D, N, H + 1)$ としてレベルマッピングを介して $(D, N, H + 2)$ でNAAAをネットワークに接続されています。

図42Kでは、表記NAAA.NEEを使用しています。*ワイルドカード記号として使用され、アスタリスク(*)記号でネットワークNEE内の任意のノードを表すために。

50

上記のように、入力ポートと出力ポートは、再帰的な経路からのPoAです。

上記のようにJ3及びJ4命名トポロジマッピングに割り当てられたスイッチング識別子は、図53Kに示すように、「発信パケットの送信元のPoA」と「発信パケットの宛先のPoA」を決定するために使用することができます。

あるいは、「発信パケットの送信先のPoA」と「発信パケットの送信元のPoA」とは、計算されたパスで、その結果、再帰的なパスから深さのマッピングを除去することによって決定され、上述したように次のアクションを実行している：私は。

層nにおける各パケット交換ノードと層N-1、iにおける計算された転送命令)内を含めて、回線交換ノードである計算されたパス内の次のノードの場合：

- ソースメディアアクセス制御 (MAC) : ポイントオブアタッチメント (POA) 層マッピングの計算されたパス内の次のノードに、
 - デスティネーションメディアアクセス制御 (MAC) : レイヤでnは計算されたパスの次のノードの入力ポートポイントオブアタッチメント (POA)、II。
-)は、iで計算転送命令以内を含め、 $N = n_{\min}$ と層のノードである計算されたパス内の次のノードの各パケット交換ノードの場合は $n = n_{\min}$ ：
- ソースメディアアクセス制御 (MAC) : ポイントオブアタッチメント (POA) トポロジマッピングの計算されたパス内の次のノードに、
 - 宛先メディア・アクセス制御 (MAC) 層のN計算された経路の次のノードの入力ポートのポイントオブアタッチメント (POA)、N Dで分 (d) は、特定の深さでの最下層でありますD。

10

20

図53Cに示すように、我々は計算して、ネットワークへのNAAをネットワークへのネットワークNAからレベルマッピングという名前のJ16とネットワークNAAからレベルパスの名前J32の連結としてNEEをネットワークにネットワークNAから要求されたレベルパスという名前のJ33を保存NEE。図53IはJ32という名前のレベル・パスおよび図51Cの表現でJ33という名前の要求レベルのパスを示しています。J33という名前の要求レベルパスの再帰的な経路の計算は、図53Jに示されています。ステップ1は、図53Iの通りJ33という名前の計算示すレベルパスの開始です。

図53Iで定義されたように、ステップ2で、我々はレベルパスJ32によって図53Jの工程1にJ32を交換してください。

30

ステップ3では、我々は、上記のようにJ30という名前のトポロジマッピングとJ31という名前のトポロジマッピングからなるトポロジ・パスでレベルマッピングJ22とレベルマッピングJ23からなるレベルパスを交換してください。

ステップ4では、再帰的な経路の計算は、再帰を介して継続されます。

ステップ5では、新しい方法が導入されました。

J32という名前のレベル・パスが要求されたレベルパスであるため、転送エントリは、上述したようにJ32という名前のレベル・パスにすでに作成されています。

したがって、エッジ関係J32 / J33に従って、J32命名レベルパスを使用レベルパスJ33、の再帰的な経路の計算は、計算時間を削減する、短縮することができます。

最初の要求レベルパスのソース・ネットワークのレベルが第2の要求されたレベルのパスと第要求レベルパスの宛先ネットワークの元ネットワークのレベルよりも大きい場合には、第2の宛先ネットワークに等しいです、レベルのパスを要求し、最初に要求レベルの経路と第2の要求レベルのパスはエッジの関係ごとに関連している「最初に要求レベルのパス/秒、要求レベル・パス」、行わない、言い換えれば、スキップの計算前記エッジ関係 "最初に要求レベルのパス/秒、要求レベル・パス"を含むレベルに減少レベルのマッピングに続く第2要求されたレベルパスの再帰的なパス

40

トポロジマッピング含有し、エッジの関係と連結 "最初のレベルパス/秒、要求レベルのパスを要求しました"。

レベルに減少レベルのマッピングは、 $H1 > H2$ と (D、N、H 2) で第2のネットワークに (D、N、H1) の第1のネットワークから、レベルのマッピングです。

50

J32という名前の最初の要求レベルパスのソースネットワークNAAレベルがJ33命名第要求レベルパスのソースネットワークNAのレベルよりも大きい場合は、図53Jに示すように、一例として、これらに限定されないが、そして、J32という名前の最初の要求レベル経路の宛先ネットワークNEEが第二要求されたレベルパスの名前J33の宛先ネットワークNEEと最初に要求レベルのパスの名前J32と第二要求されたレベルパスの名前J33に等しい関連していますエッジの関係「J32 / J33」、スキップ言い換えると、実行しないでください、エッジの関係が述べ含むレベルに減少レベルマッピングという名前のJ17に続く第2要求されたレベルパスの名前J33の再帰的な経路の計算あたり前記エッジ関係「J32 / J33」を含むトポロジ・マッピングという名前のJ25と連結「J32 / J33」。

上記のようにステップ6図53 J10 を介して、ステップ10に示す再帰パスの結果、算出されます。

再帰的なパスから、我々は、入力ポートを決定し、トポロジ - マッピングまたはレイヤマッピング、出力ポートの着信エッジ関係のセットとレベルパスのトポロジ・マッピングまたは層マッピングの発信エッジ関係のセットノードQAとQBの転送エントリが決定することができるから、図53Lに示すように、物理ノードQAとQBの名前付きJ33、。

何の転送エントリは、ネットワークNEEされ、J33という名前のレベル・パスの再帰的な経路の宛先ネットワークとしてノードQCのために作成されていないことに注意してください、一つ以上の深さのマッピングを介してQCをノードにマップされていません。

物理ノードのQAとQBのための再帰的なパスに起因する転送エントリは、図42Kに示されています。論理ソースアドレスNAAA.NAA.NAが論理ソースネットワークNAのアドレスである、論理宛先アドレスNAAA.NEEはJ33という名前の要求レベルパスの論理宛先ネットワークNEEのアドレスです。

必要に応じて、値を持つスイッチング識別子」元NAAA.NAA.NA、先NAAA.NEEは「J33という名前のレベル・パスに割り当てることができます。

エッジ関係「最初のレベルのパス/秒レベルの経路」のネストされたレベルのパスの場合には、第二のレベルの経路を示す切替識別子が使用されます。

レベルパスJ32とレベルパスJ33としてこの例で使用されているエッジの関係J32 / J33、レベルパスJ33の切り替え識別子、が「ソースNAAA.NAA.NA、先NAAA.NEE」によって関連していますノードQBインチ同様に、我々は計算しNEEをネットワークにネットワークNAAからJ32という名前の要求レベルパスの連結としてのNFをネットワークへのネットワークNEEからレベルマッピングという名前J21としてNFをネットワークにネットワークNAAからJ34という名前の要求レベル・パスを保存図53Dに示されています。再帰的な経路の計算に新しい方法が導入されます。

J32という名前のレベル・パスが要求されたレベルパスであるため、転送エントリは、上述したようにJ32という名前のレベル・パスにすでに作成されています。

したがって、エッジ関係J32 / J34に従って、J32命名レベルパスを使用レベルパスJ34の再帰的なパス算、計算時間を削減する、短縮することができます。

最初の要求レベルパスのソース・ネットワークは、第二の要求されたレベルのパスのソースネットワークに等しく、最初に要求レベルパスの宛先ネットワークのレベルは、第二の宛先ネットワークのレベルよりも大きい場合、レベルパスと最初に要求レベルの経路と第2のエッジの関係ごとに関連している、レベルのパスを要求した」最初に要求レベルのパス/秒、要求レベル・パス」を要求し実行していない、他の言葉でスキップ、の計算第二要求されたレベルパスの再帰的なパスを含むトポロジ・マッピングは、レベルマッピングが最初に言ったエッジの関係」を含むレベルの増加に伴う連結エッジの関係「最初に要求レベルのパス/秒、要求レベルのパスを」と言った前に要求されたレベルパス/秒、要求レベル・パス」。

レベルの増加レベルのマッピングは、H1 <H2と(D、N、H2) で第2のネットワークに(D、N、H1)の第1のネットワークから、レベルのマッピングです。

例として、限定されるものではないが、J32という名前の最初の要求レベルパスが第二要求されたレベルパスの名前J34と第一の宛先ネットワークNEEのレベルのソースネットワー

10

20

30

40

50

クNAAに等しいのソースネットワークNAA場合要求されたレベルパスJ32はJ34とJ32と第二要求されたレベルパスの名前J34は、エッジの関係 "J32あたり関連しているという名前の最初の要求レベルパスという別の要求レベル経路の宛先ネットワークNFのレベルよりも大きくなっています / J34」と言ったエッジの関係を含むトポロジ・マッピングという名前J27前に、スキップすなわち、第2要求されたレベルパスの名前J34の再帰的な経路の計算を実行しないでください」と連結J32 / J34を "レベルマッピングは、前記エッジ関係 "J32 / J34"を含むレベルに増加J20という名前。

再帰的なパスから、我々は、入力ポートを決定し、トポロジ - マッピングまたはレイヤマッピング、出力ポートの着信エッジ関係のセットとレベルパスのトポロジ・マッピングまたは層マッピングの発信エッジ関係のセットノードQEとQFの転送エントリを決定することが

10

ことができるから、図53Lに示すように、物理ノードのQEとQFのためのJ34という名前。何の転送エントリがネットワークNAAである、J34という名前のレベル・パスの再帰的なパスのソースネットワークとしてノードQDのために作成されていないことに注意してください、一つ以上の深さマッピングを介しQDをノードにマップされていません。

物理ノードのQEとQFを再帰的にパスに起因する転送エントリを図42Kに示されています。論理ソースアドレスNAAA.NAAが論理ソースネットワークNAAのアドレスである、論理宛先アドレスNAAA.NEE.NFはJ34という名前の要求レベルパスの論理宛先ネットワークNFのアドレスです。

必要に応じて、値を持つスイッチング識別子「ソースNAAA.NAA、先NAAA.NEE.NFは "J34という名前のレベル・パスに割り当てることができます。

20

エッジの関係 "最初のレベルパス/セカンドレベル・パス」のネストされたレベルのパスの場合、第二のレベルの経路を示すスイッチング識別子が使用されます。

レベルパスJ32とレベルパスJ34としてこの例で使用されているエッジの関係J32 / J34、レベルパスJ34の切り替え識別子、が「ソースNAAA.NAA、先NAAA.NEE.NF」によって関連していますノードQEインチ代わりに数字53B、53Cの例で使用される階層的な名前付けを使用する、当業者により理解されるように、階層を含む53D IPv4またはIPv6アドレスがネットワークに割り当てられ、上に転送するために使用することができます。

一例としてではなく、128.128.128 / 22は、NAAAをネットワークに割り当てることができるIPv4アドレス、128.128.128 / 24はNAAをネットワークに割り当てることができるIPv4アドレス、IPv4アドレス、これらに限定され

30

128.128.144 / 24 NCCをネットワークに割り当てることができ、IPv4アドレス128.128.160 / 24は、NEEをネットワークに割り当てることができます。この方法は、階層レベルの任意の数のネットワークに適用することができます。

上記のアプローチは、SDNコントローラを介して直接または間接的に物理ノードに送信されると、物理的または仮想ノードに格納される、SDNコンパイラによって計算されるように、転送命令の数の大幅な削減が可能になります。

ノードの三元のコンテンツアドレス可能メモリ (TCAM) は、通常、サイズが限られており、比較的高価であるので、これは特に重要です。

階層的な転送方式の様々な作成することができる上記の方法を用いて当業者によって理解されるように。

40

別の例として、要求されたレベルのパスJ32を作成することができます。

論理ノードNBは、ネットワークNAAのためのドメイン間ノードになります。転送エントリが唯一のノードNBするネットワークNAAの外の宛先にすべてのトラフィックを転送するように、ノードNAこの例では、ネットワークNAA内のすべてのノードの中に作成することができます。論理ノードNEは、ネットワークNEEのためのドメイン間のノードになります。転送エントリが唯一のネットワークNEEのノードにNEE外部ソースにパケットを転送する方法を指定して、NFノード、この例では、ネットワークNEE内のすべてのノードのために作成することができます。転送エントリのこれらの3種類が大幅に必要な転送エントリを減らす組み合わせることができます。

与えられた例では、このようなネットワーク・オブ・ノードNAA、NCCとNEEの間で転送動

50

作を指定するなどの制御を可能にするためにJ30とJ31という名前のトポロジ・マップを作成しました。また、図53Lに示した転送エントリの結果の上に提示された方法は、第一J30とJ31という名前のトポロジ・マッピングを作成せずに作成することができます。

H> h_min(D、N)でのH> h_min(D、N) および/または宛先ネットワークでソースネットワークに転送エントリを作成するために、上記の方法は、階層化と組み合わせることができます。

例として、限定されるものではないが、図53Cに示されるネットワークの集合に名前のVNに論理ノードを追加することで、論理ノードVNが論理ネットワークNAAにレイヤマッピングを介して接続されたことには選ばV0に論理ノードを追加します図53Cに示されるネットワークの集合、論理ノードV0はV0をネットワークに論理ネットワークNEE、ネットワークVNからトポロジマッピングにレイヤマッピングを介して接続されたが、NAAをネットワークにネットワークVNからレイヤマッピングの連結の前記を作成することができますV0をネットワークにネットワークNEEからNEE及びレイヤマッピングをネットワークへのネットワークNAAから、レベルパス。論理ノードV0の論理ノードVNから要求されたトポロジ・パスは、論理ソースアドレスで、V0をネットワークにネットワークVNからトポロジ・マッピングの前記を作成することができます

NAAA.NAAAVNと論理宛先アドレスNAAA.NEEAV0。例としてではなく、論理ノードV0とVNはよく知られているポートで示されるアプリケーションの特定の種類を表すことができるに制限され、の転送を指定する論理ノードV0の論理ノードVNから要求されたトポロジ・パスに起因する転送エントリソースノードNAまたはソースノードNBからのトラフィックは、宛先ノードNEまたは宛先ノードNFにアプリケーションの特定のタイプを述べました。レイヤマッピングを使用すると、H> h_min(D、N)で、または時間で元ネットワークからのトラフィックの転送 ポリシーを指定するための宛先ネットワークへの時間> h_min(D、N)で送信元ネットワークからのトラフィックの転送 ポリシーを指定することができますH> h_min(D、N)で、または時間で宛先ネットワークへの時間> h_min(D、N)で送信元ネットワークからのトラフィックの転送 ポリシーを指定するための宛先ネットワークへ = h_min(D、N) = h_min(Dアプリケーションの特定のタイプに、N)。

当業者によって理解されるように、SDNコンパイラ方法はネットワークトポロジ・マッピングを含む任意のトポロジに適用することができ、任意のネットワークからなるネットワーク構造、トポロジマッピング、奥行きマッピング、層に適用することができマッピングレベル・マッピングは、図示例に限定されるものではありません。

トポロジマッピング、レイヤマッピング、トポロジパスレベルパスまたは記載された方法上記あたりのトポロジ・レベル・パスを作成する際に述べたトポロジマッピングを作成する際に、必要に応じて1つ以上の要件が考慮され、レイヤマッピング、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルのパス。

トポロジマッピング、レイヤマッピング、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルパスによると、一つ以上の要件を述べたに準拠して言った場合にのみ、トポロジマッピング、レイヤマッピング、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルのパスが作成されます。

要件は、トポロジマッピング、レイヤマッピング、トポロジパスレベルパスまたはトポロジたときつまり、トポロジマッピング、レイヤマッピング、トポロジパスレベルパスまたはトポロジ・レベルのパスにのみ作成されレベルパスを計算することによって満たされているトポロジマッピング、レイヤマッピング、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルのパスと述べました。

例として、限定されるものではないが、ネットワークのLAからトポロジマッピングL14の作成時に、図50Fに要件をLBをネットワークに100Mb/s の容量のトポロジマッピングL14 のために利用可能である可能性があります。

要件の図5にLDをネットワークに例として、限定されるものではないが、ネットワークLCからトポロジマッピングL22の作成時には、LDのネットワークへのネットワークLCからの

10

20

30

40

50

待ち時間が1ミリ秒（ミリ秒）未満である可能性があります。

例として、限定されるものではないが、ネットワークLCからのトポロジーマッピングL23の作成時に要件は再帰的なパスは、単一のデータセンター内の機器で構成されている可能性があり、図50FにLDをネットワークに。

トポロジーマッピング、レイヤマッピング、トポロジ、パス、パスレベルまたはトポロジ・レベルパスの作成にこの情報を使用して、ネットワークとエッジの特性を保存することにより、当業者によって理解されるように、任意の時点で再帰パスを計算する能力を有することによって、この情報は集中的に格納させることによって、より複雑な要件は、現在のネットワークの実装に比べて作成することができます。

例としてではなく、トポロジ・パスは要件の以下のセットで作成することができたに限定：

- 、特定の種類のトラフィックを運ぶ任意の物理トポロジのマッピングおよびレイヤマッピングを避けます
- によるバーストトラフィックの統計多重に影響を回避するために、任意の物理トポロジのマッピングと80%以上の稼働率を有する層-マッピングを避けます
- 物理的な機器の指定された型を避けるため、

要求されたトポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルのパスユーザのためのサービスとして考えることができます。

例は、しかし、人、組織、適用される前記ユーザの、これらに限定されません。

一般的に、言ったサービスの要件は、ユーザーとのプロバイダがサービス前記間のサービス・レベル - 契約（SLA）をされ、契約に格納されています。

当業者ことは理解されるであろうように、上記方法は、サービスプロバイダは、前記に基づいて、述べたサービスを確立する際に使用することができ、より複雑な要件をはるかに豊かなサービスを提供するために、前記可能にします。

エッジの関係はネットワークのセットの変更の影響を決定するために使用されます。

例として、これらに限定されないが、図54は、変更された最初のエッジ及び図50Fに示されているネットワークのセットの影響を受けた第二縁部との関係を示しています。図54のリストは、エッジの関係のリストです。

図50Cに示すように一例として、トポロジ・マッピングはL5という名前の最初のエッジが変更された場合、したがって、L1 - 1という名前の第二エッジは次のように、影響を受けている、KBはエッジの関係L5 / L11とされているネットワークにネットワークKAからL5と命名図54の第1行あたり。

ケースではL5という名前のトポロジ・マッピングとは、例えば、削除されますがこれらに限定されない、切断された物理的なファイバリンクであるトポロジ - マッピングL5、L11という名前のトポロジ・マッピングは/エッジの関係L5ごとに、影響を受けますL11、およびSDNコンパイラによって再計算する必要があります。

図50Fの例では、トポロジマッピングL14はエッジの関係L11 / L14ごとに、影響され、再計算する必要がありますように、ケースにL11という名前のトポロジパスは、再計算することができないことに注意してくださいSDN

コンパイラ。

場合にはL14という名前のトポロジ・マッピングは、図50Fの例のように、再計算することはできません、トポロジ経路L21はエッジの関係L14 / L21ごとに、影響され、SDNコンパイラによって再計算する必要があります。

場合にはL21という名前のトポロジパスは、図50Fの例のように、再計算することはできません、トポロジマッピングL22は、エッジの関係L21 / L22ごとに、影響され、SDNコンパイラによって再計算する必要があります。

場合にはL22という名前のトポロジ - マッピングは、図50Fの例のように、再計算することはできません、トポロジ - パスL23は、エッジの関係L22 / L23ごとに、影響され、SDNコンパイラによって再計算する必要があります。

ケースでは、トポロジ・経路L23は、要求されたトポロジ・パスで、L23という名前のト

10

20

30

40

50

ポロジパスは、図50Fの例のように、サービス・レベル - 契約 (SLA) を再計算することができないの要求されたトポロジー・パスに違反していると述べました。

記載されている方法は、ネットワークのセットに多層の存続を可能にすることに注意してください。

上記の方法を用いた多層の存続は、様々な層または多層の存続を扱う複雑な管理オーケストレーションでの様々な遅延タイマーに基づいて、現在の実装と比較して、より単純なアプローチを作成することに注意してください。

記載されている方法は、SLAののより深い分析を可能にすることに注意してください。

障害シナリオの多数の実施例に限定されるものとしてではなく、この方法により、記憶された情報から、シミュレートすることができ、一つ以上のSLAに影響を決定することができます。

これに限定されるものでは例としてではなくの発生罰則に対するSLA違反の可能性をチェックすることが可能SLA違反は述べています。

記載されている方法は、したがって、SLAが言ったのレコードを構築し、各SLA違反を格納することができることに注意してください。記載されている方法は、代替要件とSLAを可能にすることに注意してください。

ケースでの要件は、要求されたパスを計算前記フォールバックの要件に基づいて作成することができ、SLAを満たすことができないと述べたフォールバック要求がSLA要件前記とは異なる、典型的にはそれほど厳格であると述べました。

例えば削除されたネットワークの影響ではなく、パワーダウンされた物理ノードに限定は、いくつかの方法で決定することができる： - へのマッピングを決定することによって、からネットワークを削除し、言ったマッピングの間エッジの関係を使用して言いましたゼロ以上のエッジに影響を与えました。

- へのマッピングを決定することにより言っ削除ネットワークおよび削除はマッピングを言って、影響を受けたエッジを決定するために記載されている方法の上に使用します。

- 、ネットワークエッジの关系を用いてエッジの計算に使用されるネットワークとの間の関係であり、かつエッジと前記ネットワーク・エッジの关系を使用して影響を受けたエッジを決定することにより

現在のネットワークおよびエッジの名前とプロパティの変更を検討してください。

ネットワークのプロパティの例としては、これらに限定されないが、以下のとおりです。のPOAの名前、ポートの容量、仮想マシン、ノードであるセキュリティ上の脆弱性やないの地理的位置。

マッピングのプロパティの例としては、これらに限定されないが、以下のとおりです。のPOAの名前、物理リンクの容量、リンクの状態。

ネットワークおよびエッジの名前とプロパティの変更は、エッジの要件違反になることがあります。

例として、限定されるものではないが、仮想マシンは、第二データセンターへの最初のデータセンターから移動され、要求されたトポロジー・パスは要件に作成されているときに、そのトポロジーを前記要求を再帰的にパス内の物理および仮想ノードパスは内にあるべきである最初のデータセンターによると、仮想マシンが要求されたトポロジーパスを前記再帰的なパス内のノードであり、前記の要件は、要求されたトポロジー・パスに違反していると述べました。

私たちは、次のアクションでメソッドを拡張：私は。

エッジの関係での最初のエッジが削除されたかの変更が言ったときの要件に違反して最初のエッジの結果は第二エッジを言ったときに、エッジの関係で第二エッジを再計算。

10

20

30

40

50

。

最初のネットワークやエッジの関係での最初のエッジの第二のネットワークであるネットワークが削除されたかの変更が言ったときの要件に違反してネットワークの結果は第二エッジを言ったときに、エッジの関係で第二エッジを再計算。 III。

エッジ関係のセットに位置 $X + Y$ で第2のエッジを再計算する際の要件に違反してエッジの関係の結果セット内の位置 x での最初のエッジの変更は、第二エッジは y が0よりも大きい、と述べました。 IV。

エッジ関係のセットに位置 $X + Y$ で第2のエッジを再計算するとき、最初のネットワークまたはに違反して結果のエッジ関係のセットの位置 x での最初のエッジの第二のネットワークであるネットワークの変更要件は、第二のエッジが、 y が0よりも大きいと述べました。 10

、トポロジマッピング言ったための要件は、層 - マッピングまたは前記時トポロジマッピング、レイヤマッピング、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジ・レベルのパスを再計算トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジ・レベルパス変更されました。

アクションIIIの例が、これらに限定されない)として、我々は、図5のKBをネットワークへのネットワークKAからL5という名前のトポロジマッピングのエッジ関係L5 / L11 / L14 / L21 / L22 / L23のセットを、検討しますの。 エッジの関係のセットL5 / L11 / L14 / L21 / L22 / L23における $X + Y = 5$ の位置で第2のエッジL22とき、エッジの関係の結果のセットの中での位置の $X = 1$ の第1のエッジL5の変更要件の違反は、第二縁部L22、 y は4に等しいと述べました。 20

つまりエッジ関係のセットの最初の位置での修飾は、エッジ関係のセットでより高い位置に要件違反になることがあります。

変更が保存されたエッジの関係に応じてエッジを介して伝播されます。

入力ポートからのスイッチ動作は、ノードが可能または許可であるの出力ポートにノードを言ったとき、ノードのみが作成された横断トポロジ・パス：私たちは、トポロジ・パスを作成するための追加のオプションの条件を検討してください。

一例としてではなく、入力ポートと出力ポートとの間の静的な関係を持つイーサネットネットワークインターフェースカード (NIC)、これらに限定され。 30

我々は今一組のネットワークに許可されているトポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジ - レベルパス記述ポリシーを表現するための新規な方法を含むように私たちの方法を拡張し、パス許可ポリシーと呼ばれます。

参照は、トポロジ・レベル・パスに対して行われる以下の説明では、トポロジ - レベルのパスが単一のトポロジ・パスを含むことができるトポロジレベルパスまたは単一レベルとしてトポロジ・パスまたはレベルのパスを含み、パス。

代わりなどが、トポロジ・レベルのパスが許可されているルータが、これらに限定されない、機器ごとに指定するには、アクセス制御リスト (ACL) を使用して、我々は、上記の方法を拡張することにより、ネットワーク全体のアプローチを取ります。 40

パス許可ポリシーを適用することは任意です。

パス許可ポリシーの出発点は、ネットワークのセットで作成することができていないトポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルのパスということです。

ポリシーはそれは考えトポロジ・レベルパスの作成を可能に存在している場合、トポロジ・レベルのパスのみを作成することができます。

我々は2つの新しいエッジを紹介します。

第1ネットワークから第2ネットワークへのトポロジ・レベル・パスが許可されていることを指定して、図55Cに示すように我々は、パス許可エッジを導入。

図55CはNAAA、NAA、NCC、NEE論理ネットワークを示し、L157、L158、L159、ネットワークNAAからトポロジ・レベルパスはNCCをネットワーク化することを指定するが許可され、ネットワークへのネットワークNCCから トポロジ・レベルパス許可パスの異形NAAはNEEを 50

ネットワークに、ネットワークNAAからトポロジ・レベルのパスを許可され、それぞれ、許可されています。

図55のAに示すように、我々は、トポロジ・レベルパスが最初にネットワークから作成することができます場合には、第2のネットワークへの第一のネットワークからトポロジ・レベルパスが許可されていることを指定して、レベルマッピング許容エッジを導入レベルマッピング許容エッジの連結からなる第二のネットワーク。

レベルのマッピングが許可されたエッジは、レベルのマッピングを指定していないことに注意してください許可されていますが、レベルのマッピング許可エッジの連結の結果として、特定のトポロジ、レベルのパスがネットワークのセットで許可されています。

ネットワーク内の階層を活用し、このアプローチは、パス許可ポリシーを指定するための効率的な方法を提供。

図55のAは ($D = 1$, $N = 0$, $H = 2$) での論理ネットワークNAAAは ($D = 1$, $N = 0$, $H = 1$) での論理ネットワークNAA、NCCとNEEからなり、また、レベルのマッピングを示して示していますL156を介してL151を許可されました。

L156レベルのマッピング許可L151の結果は、そのネットワークNAA、ネットワークNCCとネットワークNEEが互いの間のトポロジ・レベルのパスを作成することができますです。

図55Bは、論理ネットワークNAAA、NAA、NCC、NEEと、レベルマッピング許容L151、L154、L155、L156を示しています。

L151、L154、L155、L156は、トポロジレベルパスはNCCをネットワークにネットワークNAAから作成することができるということであるレベルのマッピング許可の結果、トポロジ・レベルトポロジレベルパスはNCCをネットワークにネットワークNAAから作成することができます、トポロジ・レベルのパスは、NEEをネットワークにネットワークNAAから作成することができます、トポロジ・レベルのパスは、NCCをネットワークにネットワークNEEから作成することができます。例として、限定されるものではないが、図55Dに示すように、我々はNEEがNCCにAをネットワークへのネットワークNAAからL160という名前のトポロジ・マッピングの連結されているネットワークに、ネットワークNAAからL162という名前のトポロジ・パスを作成する予定トポロジ・マッピングは、NEEをネットワークにネットワークNCCからL161と命名。このトポロジ・パスはL151という名前のレベルマッピング許可エッジとL155という名前のレベルマッピング許容エッジの連結によって許可されています。

L162という名前のトポロジパスはL151という名前のレベルマッピング許さエッジとL155という名前のレベルマッピング許可エッジを使用していますように私たちは、エッジマッピングL151 / L162とエッジマッピングL155 / L162を作成します。

場合は、レベルマッピング許可は、トポロジ・レベルパスで使用される修正され、トポロジ・レベルのパスが再計算されます。

例としてではなく、限られた、L155という名前の、レベルのマッピングが許可されたエッジが削除された場合、トポロジ・パスL162は影響され、再計算する必要があります。

したがって、トポロジ・パスL162が削除され、必要に応じてSDNコンパイラのユーザが通知されます、このトポロジレベルのパスが可能になり経路許可ポリシーは、存在しないため、この再計算は成功しません。

図55Eでは別の例が示されていますが、論理ネットワークからなるNAAA、NAA、NCC、NEEとパス許容エッジL157、L158とL159。

例として、限定されるものではないが、図55Eに示されている、我々はNEEがNCCにAをネットワークへのネットワークNAAからL160という名前のトポロジ・マッピングの連結されているネットワークに、ネットワークNAAからL162という名前のトポロジパスを作成する予定NEEのネットワークへのネットワークNCCからL161という名前のトポロジマッピング。このトポロジ・パスはL159指定されたパスが許可されたエッジによって許可されています。

エッジマッピングL159 / L162は、L162という名前のトポロジパスとして作成されますが、L159指定されたパスが許可されたエッジを使用しています。

10

20

30

40

50

場合は、パスが許可されたエッジは、トポロジレベルのパスによって使用され、変更され、トポロジ・レベルのパスが再計算されます。

L159指定されたパスが許可されたエッジが影響を受けているL162、トポロジ - パスを削除して再計算する必要があります場合は例として、しかし、限定されません。

このトポロジレベルのパスを可能にする全くパス許可ポリシーが存在しないため、この再計算が成功しません、したがってトポロジパスL162が削除され、必要に応じてSDNコンパイラのユーザに通知されます。

パス許可ポリシーは、トポロジパスレベルパスおよびトポロジ・レベル・パスを作成することを許可するポリシーを表現するために使用されます。

10

同様に、トポロジマッピング許可ポリシーは、トポロジマッピングを作成することを許可するポリシーを表現するために使用することができます。

同様に、レイアマッピング許可ポリシーは、レイアマッピングを作成することが許可されるポリシーを表現するために使用することができます。

ポリシーの上記の説明は、ポリシーの記述例です。

私たちは、この方法でエッジを作成するための追加的な条件を考慮してください。ポリシーは、トポロジ・マッピングは、前記層マッピングまたは前記の作成を可能にするとき、トポロジマッピング、レイアマッピングまたはトポロジレベルのパスのみが作成されますトポロジ - レベルのパスを述べました。

私たちは、次のアクションでメソッドを拡張：私は。

20

エッジの作成を許可するポリシーの名前と前記エッジの名前との間の関係からなる政策エッジの関係を格納します。 II。

エッジの作成を許可するポリシーが削除または変更されたときに、エッジの関係にエッジを再計算。

私たちは今、エッジの容量を考慮してください。

指定された容量を有する第二のエッジを作成する場合は、エッジの関係における第二のエッジに必要な容量は、前記エッジ関係での最初のエッジに割り当てられていると述べました。

例として、限定されるものではないが、図50Fに示すように、KBをネットワークにネットワークKAからL11という名前のトポロジパスされ、100Mb /s秒の容量を有する第2のエッジを作成するときに、容量はトポロジ - のために必要と述べましたL11指定されたパスは、前記エッジ関係L5 / L11でKBをネットワークにネットワークKAからL5という名前のトポロジマッピングされ、最初のエッジに配置されています。

30

当業者によって理解されるようにパケット交換ネットワークの統計的多重化の場合に使用することができ、したがって、L5命名トポロジマッピングに割り当てられた容量が原因で、統計的多重化に100Mb /s 秒未満であることができます。

同様に、指定された容量を有する第2のエッジを再計算するとき、エッジの関係で第二エッジに必要な容量がエッジの関係が言ったの最初のエッジで割り当てられていると述べました。

40

第二エッジが削除された場合には、エッジの関係における第二のエッジに必要な容量は、エッジの関係の最初のエッジに割り当て解除されます。

例として、限定されるものではないが、図50Fに示すように、KBをネットワークにネットワークKAからL11という名前のトポロジパスされ、100Mb /s 秒の容量を有する第2のエッジを削除するとき、容量はトポロジ - のために必要と述べましたL11指定されたパスは、前記エッジ関係L5 / L11でKBをネットワークにネットワークKAからL5という名前のトポロジマッピングされ、割り当て解除、または最初のエッジで、解放されます。

第二の論理ネットワークへの最初の論理ネットワークからトポロジ・マッピングでの容量の割り当ては任意であることに注意してください。

一例としては、第2の論理ネットワークへの最初の論理ネットワークからトポロジ・マッ

50

ピングの最初の容量を割り当てること、およびトポロジマッピング、言ットポロジープスための第二の容量が割り当てられていると述べたからであって、トポロジ・パスを作成するとき最初の容量。

また、例として、第二の論理ネットワークに最初の論理ネットワークからトポロジ・マッピングで何の容量を割り当てていない、とからなるトポロジ・パスを作成するときに、トポロジマッピング、ための第二の容量はトポロジープスが割り当てられている前記トポロジ - マッピングを計算したと述べているから1つ以上の縁。上記の方法ごとに、次のエッジ情報が保存されます。

- トポロジーマッピングの名前を格納し、
- レイヤマッピングの名前を格納し、
- トポロジ・パス名を格納し、
- レベル・パス名を格納し、
- トポロジレベルのパス名を格納し、
- 深さマッピングの名前を格納し、必要に応じて、
- レベルマッピングの名前を格納し、必要に応じて、
- 深さのマッピング、レイヤマッピング、レベルマッピング、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルパス、トポロジマッピングされ、エッジの種類を格納し、必要に応じて、
- 深さマッピングの方向を格納し、いずれかの深さで深さで増加または減少、必要に応じて、
- は、必要に応じて、層に増加または減少するいずれかの層に、層マッピングの方向を格納します
- いずれかを、レベルマッピングの方向を格納するレベルに増加またはレベルに減少し、必要に応じて、
- 必要に応じて最初のトポロジ - マッピングの名前または最初の深さマッピングまたは第一層マッピングまたは最初に、レベルマッピングまたは最初のトポロジパスまたは最初のレベルパスと名前を使用してのエッジの関係を保存しますこのような関係を保存するときに、第2のトポロジ・マッピングまたは第二層マッピングまたは第二のトポロジ - パスまたはセカンドレベルパスの、
- 必要に応じて最初のトポロジ - マッピングまたは第1の深さマッピングまたは第一層マッピングまたは最初に、レベルマッピングまたは最初のトポロジパスまたは最初のレベルパスのプロパティとしてのエッジの関係を記憶し、
- 必要に応じて第二のトポロジ - マッピングまたは第二層マッピングまたは第二のトポロジープスまたは第二レベル・パスのプロパティとしてのエッジの関係を記憶し、
- トポロジーマッピングのスイッチング識別子を格納、必要に応じて、トポロジ - パス、レベルパスまたはトポロジレベルパス、 - トポロジープスのダブルアドレス識別子を格納し、必要に応じて、
- トポロジープスのネットワークアドレス変換（NAT）を格納し、必要に応じて識別子
- トポロジーマッピングのIPv4またはIPv6サブネットを表すサブネット識別子を格納、必要に応じて

- 、トポロジ・パス計算し、レベルパスまたはトポロジ・レベルのパスをトポロジ・マッピングのロードバランシング識別子を格納し、必要に応じて

記載の方法は、ネットワークは、グラフデータベースの名前付き頂点として格納され、ネットワーク、マッピング、トポロジパスレベルパスおよびトポロジ・レベルパスがグラフデータベースに格納され、グラフデータベースを使用して実施することができますマッピング、トポロジマッピングされ、深さマッピング、レイヤマッピングまたはレベルマッピングは、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルパスであり、グラフデータベースで指定し、指示エッジとして記憶されます特性は、エッジがで属性としてマッピングが保存されていることを特徴とする請求の特性は、頂点における属性としてネットワークが格納されていることを特徴とする請求、グラフデータベースで指定し、指示エッジと

10

20

30

40

50

して格納されているグラフデータベースは、前記特性は、トポロジー・パス前記グラフデータベースは、言いました、エッジがで属性としてレベルパスまたはトポロジ - レベルのパスが格納されているグラフデータベースは述べています。

マッピングのタイプ及び方向は、マッピングは、前記グラフデータベース内のエッジ・タイプとして保存することができると述べました。

トポロジ・レベルパスの種類は、トポロジーパス、パスレベルまたはトポロジ、レベルパスであるグラフデータベースは、前記エッジのタイプとして保存することができます。

マッピングとの方向のタイプの例は、マッピングが増加深マッピングです。

複数のエッジ型をサポートしているグラフデータベースは、通常、グラフデータベースは、プロパティグラフをサポートするように参照されています。

10

第一の方法は、トポロジーマップを計算するために、トポロジマップを計算する第2の方法は、トポロジーマップを計算する第三の方法は、第四の方法は、トポロジーマップを計算するために、トポロジ - マッピングを計算する第5の方法、第一の方法は、レイヤマッピング、レイヤマッピングを計算するための第二の方法を計算するために、トポロジ・パスを計算する方法は、この方法は、トポロジ・レベルパスを計算するために、レベル経路および方法を計算するために、使用されます作成またはマッピングまたはトポロジーパス、レベルパスまたはトポロジ・レベルのパスを再計算し、グラフデータベース内のクエリとして実装することができます。

上記のように追加の要件は、そのようなクエリに含めることができます。

20

例として、限定されるものではないが、トポロジマップを計算する第一の方法のクエリが深さマップする最初のノードは、前記深さから減少に一致する第2のノードへの最初のノードからのパスのグラフデータベースクエリとすることができます第4ノードに第3のノードから前記第3ノードに、第4のノードからの深さで深さの増加マッピングに一致するトポロジパスに一致する、2番目のノードを述べています。

必要に応じて、追加の要件は、クエリの例では、前記指定することができます。

図56には12の入力に基づいて、例えば、SDNコンパイラ方法のフローチャートの示す図、宣言型要求される：ネットワークを作成

のネットワークの構築の結果

30

- ネットワークの欠失をもたらす - ネットワークを削除します。

- を作成マッピングをマッピングの作成をもたらす図49のフローチャートに示す方法を用いてを削除 マッピングは、マッピングの欠失をもたらす - を再計算マッピングは、マッピングの再計算の結果

- マッピングの最適化の結果を最適化マッピング。

マッピングトポロジパス場合には、レベル・パスまたはトポロジ・レベル・パスは、例えば、既存のマッピングよりも最適であるが、これらに限定されない、既存のマッピングは、新しいマッピングで置き換えられ少ないリソースを必要とします。 - トポロジーパス、レベルパスまたはトポロジ - レベルパスの作成その結果、パスを作成します。

40

要求されたトポロジー・パスの場合は、レベル・パスまたはトポロジ、レベルパス結果として生じますフォワーディングエントリが作成されます。

- トポロジーパス、レベルパスまたはトポロジレベル経路の再計算の結果、パスを再計算

- トポロジーパス、レベルパスまたはトポロジ - レベルパスの欠失をもたらす-パスを削除

- トポロジーパス、レベルパスまたはトポロジレベルパスの最適化の結果パスを最適化

ケースでは、新しいトポロジ・パス、パスレベルまたはトポロジ・レベル・パスは、例えば、既存のトポロジ・パス、パスレベルまたはトポロジ・レベルパスよりも最適であるが、これらに限定されない、既存のより少ないリソースを必要としますトポロジ・パス、レベル・パスまたはトポロジレベルのパスは新しいトポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジ・レベルのパスに置き換えられます。

ケースでは、トポロジ・パスと述べ、レベルパスまたはトポロジ・レベルのパスが要求されたトポロジ・パスで、レベルパスまたはトポロジレベルのパス転送エンタリは、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジ、レベルのために計算されていますパスと命令が既存のトポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジ、レベルパスの転送エンタリをを削除するために作成されます。

10

- ネットワークおよびエッジの名前とプロパティの変更が生じ変更します
- ユーザーに要求されたデータを返すもらいます。

例としてではなく、情報のグラフィカルな表現のためまたはオフライン解析のために、これらに限定され。

上述のように、ステップ7.2および11.5に示すように、エッジの関係は、ネットワークのセットの変更の影響を決定するために使用されます。

場合にステップ7.4に示すように、影響を受けたエッジがマッピングされ、再計算マッピング要求は、フローチャートのステップ1に作成され、入力されています。

また、フローチャートのステップ7.4が6を指すことができ、再計算・マッピングを。場合にステップ7.5に示すように、影響を受けたエッジは、トポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルパスは、再計算・パス要求が作成され、フローチャートのステップ1に入力されています。

20

また、フローチャートのステップ7.4は10 を再計算パスを指すことができます。ケースでは、ネットワークは、ステップ3.1で削除され

を削除マッピング要求が削除されたネットワークの影響を判断するために、上記の3つの選択肢の一つである、および削除ネットワークからのすべてのマッピングのために作成されます。

図57に示すように、我々は今、データベース、イベントハンドラとインストラクターからなる例SDNコンパイラ装置を検討してください。

30

図57はまた、SDNコンパイラのユーザー、1つ以上のSDNコントローラおよび1つまたは複数の物理的なSDNノードを示しています。

データベースに格納されているネットワークでは、トポロジマッピング、奥行きマッピング、層・マッピング、レベルマッピング、トポロジ・パス、レベルのパス、トポロジレベルパスのすべての情報。

例は、限定されるものではないが、そのようなデータベースは、グラフデータベースです。

イベントハンドラは、1つ以上のSDN、ユーザーからのすべての着信イベントを処理コントローラおよびデータベースから。

40

また、データベースは、それ自体を直接照会することもできますが、イベントハンドラを介してデータベースフローにデータベースへのイベント処理と優先順位付けデータベース要求を可能にするために。

イベント・ハンドラは、イベントの優先順位付けを可能にし、クエリの攻撃からデータベースを保護します。

講師は、ユーザーが要求されたトポロジ・パスのフォワーディングエンタリを作成する必要があり、このトポロジ・パス、レベルパスまたはトポロジレベルのパスの後、レベルパスまたはトポロジレベルのパスがデータベースに作成されます。

一つ以上のSDNコントローラは、イベントハンドラに要求を送信することができます。

代替的に、追加のモニタは、ポーリング一つ以上のSDNコントローラが使用することがで

50

きます。

図57では、次のメッセージ・フローが表示されます：イベントハンドラに51ユーザーを、もらいます
リクエスト、スクリプト、コマンドインタフェース、GUIのための例えば。

イベントハンドラに52 SDNコントローラ

イベントハンドラに53 タベース、再計算し、エラー報告をトリガする要件違反の例。

タベースにイベントハンドラから54データベースクエリ+アクション

55 タベースインストラクターに、要求されたトポロジー・パスからなる、レベルパスまたはトポジレベル - パス情報

転送命令を含むコントローラに56インストラクター、

ユーザーに57のイベントハンドラ、視聴のために、例えば、ユーザに58 タベースを、エラーレポートのために、たとえば、エラー報告

ユーザーに、例えばエラー報告のために、統計情報の59インストラクター

ステータスレポートのために、エラー報告のために、たとえば、コントローラに60 ノード

転送命令を含むノードに61 SDNコントローラ、

図57に示した例SDNコンパイラ装置は、図93のフローチャートに示す12の入力を使用しています。ネットワークを作成、ネットワークを削除、

マッピングを作成します、マッピングを削除します、マッピングを再計算、マッピングを最適化、パスを作成、パスを削除、パスを再計算、パスを最適化、変更します、もらいます

例として、限定されるものではないが、アプリケーションでは、これらの入力、アプリケーションプログラミングインターフェイス（API）呼び出しであってもよいです。

入力はSDNコンパイラのユーザによって使用されている図58に示すように、SDNコントローラによっておよびSDNコンパイラの内部データベースにより、図58に「ユーザー」と呼ばれます。

私たちは今、非パケット交換ネットワークの例を考えてみましょう。

非パケット交換ネットワークの例は、同期デジタル・ハイアラキー（SDH）ネットワークまたは同期光ネットワーク（SONET）ネットワーク、GMPLSに限ら波長分割多重（WDM）などのネットワーク、時分割多重（TDM）ネットワークではなく、を含みますネットワーク、ITU G.709ネットワーク、光ファイバ交換網。

図59Aは、（ $D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$ ）においてEJ、まずWDM光アド/ドロップ（ $D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $H = 0$ ）での物理ノードECからなる第一のWDMマルチプレクサを示します（ $D = 0$ 、 $n = 0$ であり、 $H = 0$ ）での物理ノードのEDからなるマルチプレクサ（OADM）、（ $D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $h = 0$ ）におけるEEおよびEK（ $D = 0$ 、 $N = 1$ で（ $D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $h = 0$ ）での物理ノードのEFからなる、 $H = 0$ ）、第二のWDM光アド/ドロップマルチプレクサ（OADM）、EGでの（ $D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 0$ ）及びELにおける（ $D = 0$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$ ）、および（ $D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 0$ ）でのEH物理ノードからなる第二のWDMマルチプレクサ、EM（ $D = 0$ で、 $N = 1$ 、 $H = 0$ ）。

我々は最初のWDMマルチプレクサ、最初のWDM OADM、第二のWDM OADMとWDMシステムとしての第2のWDMマルチプレクサを参照します。

p806を介してのPoAのp801は、光ファイバを介して第2のWDMシステムに最初のWDMシステムを接続する各WDMシステムの外部の光ファイバインターフェイスです。

p818を通じてポアSp807は、各WDMシステムの内部の光インターフェイスです。

図59Bは、指定された物理ノードEC、EJ、ED、EE、EK、EF、EG、EL、EH、EM、論理ノードのVJ、VK、VMとトポロジーマッピング、レイヤマッピング、深さマッピングとトポロジ

パスを示していますK19は、グラフ内の有向エッジとして表現。

この例に関連するトポロジのマッピング、レイヤマッピングおよび深さのマッピングのみが示されています。

図59CでのK1、K2及びK3という名前の物理トポロジ・マッピング、図51のAの表記あたりK16を通してK9と深さのマッピングK13を介して物理層マッピングK4が示されています。

図59Dに示すように、上記の方法を使用して、次のトポロジ・マッピングは、作成されます。

- トポロジーマッピングを計算するための第二の方法を使用してEKをノードにノードEJからK10という名前のトポロジマッピング
- トポロジーマッピングを計算するための第二の方法を用いたELをノード間のEKからのK11という名前のトポロジマッピング
- トポロジーマッピングを計算するための第二の方法を使用してEMをノード間ELからK12という名前のトポロジマッピング
- トポロジーマッピングを算出する第1の方法を使用してVMのノード間のVKからのK18命名トポロジーマッピング - ノードVJからK17命名トポロジーマッピングは、トポロジーマッピングを算出する第1の方法を用いて、VKのノードに
- 図49に示すように、図59Dに示すマッピングがマッピングを作成するための方法を使用して作成することができることを、VMの注意をノード間のVJからK19という名前のトポロジパス。

前述したように我々は、深さ $d = 0$ と層の $n =$ 物理的な信号からなる L で I 型)スイッチング識別子を割り当てます。

私たちは、K10およびKL 1という名前のトポロジ・マッピングに、テラヘルツ(テラヘルツ)でWDMシステムの中心周波数を指定し、「195.70」の値を持つスイッチング識別子を割り当て、トポロジに「195.80」の値を持つスイッチング識別子を割り当てます図59Fに示すように、K12という名前マッピング。上記の例の波長は、典型的には、ITU勧告G.694.1あたりWDMシステムで使用される波長です。

このような、波長割り当ては、一例として行っSDNが、コンパイラ、WDMネットワーク管理システム又は運用支援システム(OSS)によって制限されないことができる(注)。

再帰的なパスは、図59Eに示されている再帰的経路をもたらし、上記の方法を使用してソースノードVJから宛先ノードVMに要求されたトポロジ経路K19、に対して計算されます。図59Gは、K19入力ポート、出力ポート、エッジの関係の関連する着信設定やエッジの関係の関連発信セットという名前の要求されたトポロジ・パスから計算再帰的パス内の各物理ノードに対して示しています。

非パケット交換ノードの図59Gの転送命令に示された情報から上記の方法に従って作成することができます。

例としてではなく、次のようにELが作成された物理ノードの転送命令が、これらに限定さ:再帰的なパスが指定された1つの出力層のマッピングが含まれていないノードELと再帰的なパスのための1つの着信レイヤマッピングという名前のK7が含まれていませんノードEL用K8、入力ポートP814に入力信号を受信するためにノードELを指示する再帰経路命令は、「195.70」の値を持つスイッチング識別子に応じた信号を前記ノードEL用各発信の発信レイヤマッピングK8のために作成「エッジの関係の着信設定ののK11という名前のトポロジマッピングの切り替え識別子、が「K7 / K11 / K18 / K19」のK7という名前の着信レイヤマッピングおよび前記スイッチング識別子に応じた信号を言っモディファイ値を持つ「195.80」、トポロジーマッピングという名前のK12のスイッチング識別子である、エッジの関係の発信組の「K8 / K12 / K18 / K19」の発信レイヤマッピングという名前K8とフォワード信号を前記しました出力ポートP816のうち。

図59Gは、物理ノードEJ、EC、ED、EK、EE、EF、EL、EG、EH、EM個別にするための手順を指定します。

上述したように、あるいは命令は、複数の物理ノードからなる物理的機器のために作成することができます。

10

20

30

40

50

我々は、第四型セットのノードに物理ノードEJ、最初のWDMマルチプレクサのECのセットを組み合わせます。

私たちは、五型セットのノードに物理ノードED、EK、最初のWDM OADMのEEのセットを組み合わせます。

我々は、第六型セットのノードに物理ノードEF、EL、第二のWDM OADMのEGのセットを組み合わせます。

我々は、第七型セットのノードに物理ノードEH、第二のWDMマルチプレクサのEMのセットを組み合わせます。

識別子を切り替え、物理入力ポート、物理出力ポート、エッジ関連の着信セットを計算するために上述の方法を用いてエッジの関係、エッジ関係の発信組の着信セットとのスイッチング識別子は前記エッジの関係の発信セットは、第四型セットのノードは、第五型セットのノードは、第六のノードセットと第七型セットのノードの結果を前記前記のための、ノード設のために計算されています命令は、K19という名前要求されたトポロジ・パスについては、図59Hに示します。

変換し、図59Hの通り、本実施例では、第2のWDMのOADMは、入力ポートP804に195.70テラヘルツの周波数を有する第1の光信号を受信するように指示されることに注意195.80の周波数を有する第2の光信号を第1の光信号を言ッテラヘルツとセンドは出力ポートp805のうち第2の光信号を言いました。

図59Hに示す指示信号は、例えばとして、機器に内部ルーティングが、第2のWDM OADMに限定されるものではなくする方法を指定しないことに注意してください。したがって、SDNコンパイラは、例えばへの転送指示を送信するが、予想される動作を指定するWDM装置に限定されないことができるが、例えば、これらに限定されないように、WDMシステムの一般的なモデルを用いて、WDM装置の内部構造を指定せずに記載例で使用されます。

例えばとして、多重化アクションで、トポロジマッピング結果が続くが、ノードECにおけるこれらに限定されない層(N-1)での第2のノードへの層nの最初のノードからレイヤマッピングすることに注意してください。例えばとして分離作用におけるトポロジマッピング結果に続く層(n-1)と、で第4ノードに層における第3のノード(N-1)からその層マッピングに注意してくださいが、ノード内に限定されるものではありませんED。コンポーネントレベルではなく、機器レベルでの転送エントリを提供する場合したがって、SDNコンパイラは、物理ノードの多重化および逆多重化機能を知っておく必要があります。

限定例ではないように、多重化および逆多重化機能は、要素管理システム(EMS)によってSDNコンパイラを提供することができます。

この方法は、以下に限定されない、より複雑なWDMシステムに適用できることが当業者によって理解されるように

リモートで設定可能な光アド/ドロップマルチプレクサ(ROADMs)、二つ以上の集約光インタフェースを有する2つ以上の集約光インタフェース、光クロスコネクタ(OXC)を有します。

アド/ドロップ波長の割り当てが自動化された無色のROADMs。

任意の波長は、自動化によって、ROADMによって提供される任意の方向にルーティングすることができる方向性ROADMs。

波長の衝突やブロッキングを回避するためにアーキテクチャを使用しROADMs。

柔軟なチャネルグリッドを利用グリッドレスROADMs。

例を作成することができるように役立つ図59Aに示される3ノード直鎖より複雑なトポロジは、当業者によって理解されるように。

この例では、論理的な非パケット交換ネットワークは、物理的な非パケット交換ネットワークとは異なるトポロジを有する($D = 1$ 、 $N = 1$ 、 $H = 0$)のノードVJ、VK及びVMの前記作成され。

ノードVJ、VKとVMからなる論理的なネットワークとしてのTDMに限定され、例えばではなくとして、WDM以外代わりに他の技術が使用されている可能性が抽象化であることに注意してください。

10

20

30

40

50

この方法は、第1の物理ノードと相互接続することによって、第二の非パケット交換物理ノードにより提供されるサービスを使用して、第1の非パケット交換物理ノードに適用できることが当業者によって理解されるように物理リンクを表す1つまたは複数のトポロジ・マッピングにより、第2の物理ノード、。

例として、限定されるものではないが、最初の非パケット交換物理ノードは、TDMシステムとすることができる前記第二の非パケット交換物理ノードは、WDMシステムでは、TDM方式と一つによって相互接続されたWDMシステムであると述べ以上トポロジーマッピングは、例えば、波長またはWDMシステムによって提供される波長の連結、からなる例えば波長パスされ、サービスを使用して1つまたは複数の物理リンク、TDMシステムです。

我々は、物理ノードに最初の物理ノードからトポロジーマッピングである物理トポロジのマッピングを参照してください。

我々は、第二の論理ノードに最初の論理ノードからのトポロジーマッピングである論理トポロジーマッピングを参照してください。

例で説明したトポロジマッピングK17が単一波長にマッピングされ、したがって、トポロジマッピングK17は、トポロジマッピングK10の最大容量であります。

論理トポロジーマッピングは、当業者によって理解されるように、物理的なトポロジーマッピングの集合として参照され並行して複数の物理トポロジーマッピングにマップすることができます。

容量は、論理トポロジーマッピングは、物理トポロジーマッピングの前記セット内のトポロジーマッピングの最大総容量になるであろうと述べました。

例として、限定されるものではないが、場合、第1のWDM波長を表すトポロジーマッピングK10は、EKのノード間のEJから（図59Bには示されていない）10Gb/s秒の容量と第トポロジーマッピングK20を有するであろう

第二のWDM波長を表すこと10Gb / 秒の容量とトポロジーマッピングK17はK10という名前のトポロジーマッピングの両方に並列波長であるK20という名前のトポロジーマッピングトポロジマッピングK17なりの最大容量にマップされることになるだろうた20Gb / sで。

非パケット交換物理ノードのコンテキストで転送エントリを参照するとき、その参照は、物理的な信号を中継する命令に行われます。

例として、限定されるものではないが、中継は、例えば、物理的なWDMまたはTDMノードでクロスコネクト処理になる可能性があるとして述べました。

典型的には別の、例えば、システムではなく、ルータWDMシステムに限定されるもので、例えばなく非パケット交換システムに入力信号を提供するに限定され、当業者によって理解されるであろう。

例として、しかし、図52Bに示すように、物理的なパケット交換ノードEUに限定されるものではなく、層マッピングによって、図59Bに示すように、物理的な非パケット交換ノードEJに接続することができ、物理的なパケット交換ノードEV、図52Bに示すように、レイマッピングにより、図59Bに示すように、物理的な非パケット交換ノードのEMに接続することができ、図52Bに示されている論理ノードVUはにより、図59Bに示されている論理ノードVJに接続することができますレイマッピングは、図52Bに示されている論理ノードVVは、レイマッピングにより、図59Bに示されている論理ノードVMに接続することができます。

上述の方法は、第2の論理的に第一の論理ノードから要求されたトポロジパスの再帰的な経路を計算し、パケット交換ノードと非パケットスイッチングノードの両方のための転送エントリを計算するために使用することができます。

したがって、本方法は、パケット交換および非パケット交換スイッチングノードの両方からなるネットワークを制御することができます。

非パケット交換ネットワークに適用SDNコンパイラの方法は、非パケット交換ネットワークの現在の動作の利点を提供します。

抽象化は、第2の論理ノードへの最初の論理ノードからのトポロジーマッピングの作成により、物理的信号のために作成されているように、まず、SDNコンパイラのユーザは、抽

10

20

30

40

50

象化していない物理的な信号の特性と協力しています。

例えば、限定するものではないが、光信号の場合には、SDNコンパイラのユーザは、物理的信号、光ファイバの種類、光ファイバの品質、ビットレート、使用される変調方式、分散などの任意の物理的な詳細を知る必要はありません補償。

SDNコンパイラのユーザは、単に特定の要件に応じて第二の論理ノードに最初の論理ノードからのトポロジ・マッピングを作成するSDNコンパイラに宣言型要求を置きますが、ネットワークの物理的特性に関係ありません。

一例としてではなく、ビットレート、ビット誤り率（BER）、遅延を含むことができ、このような要件に限定されるもの。

第二に、パケット交換ネットワークと非パケット交換ネットワークの両方にSDNコンパイラ法を適用すると、ネットワークのこれらの2つのタイプの間の緊密な統合を可能にします。

パケット交換ネットワークと非パケット交換ネットワークを統合することで、ハード実証済み、結果として、まだほとんどの事業者は、例えば、IPネットワークとWDM-ネットワークのための独立した管理システムを運用しています。

SDNコンパイラは、非パケット交換網で動作する場合には、当業者によって理解されるように、図1に示したSDNコントローラの役割は、例えば、要素管理システム（EMS）によって実行することができます。

EMSはSDNコンパイラの状況、変化、統計や物理リソースのエラーを報告し、SDNコンパイラから受信した命令が物理ノードに配布されている確認して言いました。

前記EMSは、例えばなどのSDNコンパイラからの命令を受信するが、これらに限定されない、光クロスコネクタ作ります。

様々なプロトコルは、例えば共通オブジェクト・リクエスト・ブローカ・アーキテクチャ（CORBA）、またはのOpenFlowの延長については、SDNコンパイラおよびEMSの間で 사용할ことができます。

方法はまた、例えばなどのWDM信号を送信および受信することができるが、ルータに限定されない光学素子である、着色された光学系を有する非WDMシステムに適用できることが当業者によって理解されるように。

この方法は、パケット交換ネットワークと非パケット交換からなるネットワーク全体に適用することができるように、従来技術に勝る方法は、操作を提供する複合パケット交換ネットワークと非パケット交換ネットワークのオーケストレーションを可能にするネットワークの利点を切り替えます。

図59Bの例ではK19という名前のトポロジパスは論理ノードVMに論理ノードVJから作成されました。あるいは、K21という名前のトポロジパスは195.70テラヘルツ、表現のK11という名前のトポロジマッピングの周波数と波長を表し、K10という名前のトポロジマッピングの連結からなる作成することができますに限定例としてではなく、195.80テラヘルツの周波数と波長を表す195.70テラヘルツの周波数、およびトポロジマッピングという名前のK12との波長、。

K21という名前のトポロジパスは「トポロジパスK21 = K10 / K21 + K11 / K21 + K12 / K21」で表され、図51Cの表記を使用。

K10、K12のK11と名付けられたトポロジ・マッピングが図51Cの表記を使用して、図59Dに示されていることに注意してください。K21という名前のトポロジパスの作成は、論理ノードVJ、VK、VMの作成を必要とせず、K13、K14、K15、K16という名前の深さ優先のマッピングを作成する必要はありません。

したがって、論理ノードVJ、VK、VMのとK13、K14、K15、K16という名前の深さのマッピングの作成を省略することができます。

上記のようにK21命名要求トポロジパスの再帰的な経路は、再帰によって算出することができます。

K21転送エントリがの転送エントリを作成する方法ごとに物理ノードEC、ED、EE、EF、EG

、EH、EJ、EK、EL、EMのために作成することができますという名前の要求されたトポロジー・パスの再帰的なパスから非パケット交換スイッチング・ノード。

論理的なネットワークノードとは、以下の方法を適用することができる作成されていない非パケット交換ネットワークの場合：

コンパイラによるネットワーク全体を制御する方法、二つ以上の物理ノードを含む、全体的なネットワークは、物理ノードが物理的なネットワークレイアウトに合わせて物理リンクによって相互接続され、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法であって、

a) 各物理ノード名が一意であること、物理ノード名を保存します一つの物理ノードの識別子、物理トポロジー・マッピングが有向グラフ表現に基づいて、と言った物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前を格納していると述べ、各物理トポロジマッピングは一方向に一つの物理リンクと、物理トポロジのマッピングを保存します、ポイントオブアタッチメント関係特定の物理ノードと別の物理ノードに関係する物理ノードを接続する物理リンクの間のユニークな識別子である、当該物理ノードのポイントオブアタッチメントの名前をそれぞれA、

b) の作成と1つまたは複数の物理トポロジマッピングの連結され、要求されたトポロジー・パスを格納すると、1つ以上のさらなるエッジの関係を記憶し、さらに各エッジの関係は、要求されたトポロジ内の物理トポロジマッピング関係であり、当該パスと言っ要求トポロジーパス、

c) 再帰を通じて計算と言っによって示されるように物理ノードを備え、要求されたトポロジーパスを述べたため、再帰的なパスを格納する物理ノード名、物理トポロジのマッピング、物理的なポイント・オブ・アタッチメント再帰的なパスが有向グラフ表現に基づいていると述べ、物理的なポイントオブアタッチメントの名前で示され、ネストされたエッジの関係を計算し、格納し、

d) からの再帰的なパスは、再帰的なパス前記の物理ノードに対する転送エントリを作成するよう、

e) の物理ノードに、直接または間接的に、言ったフォワーディングエントリを送信する再帰的なパスは述べています。

参照は、SDNコンパイラの両方がスイッチングノードと非パケット交換ノードのパケット交換のための命令を作成するための一様なアプローチを提供し、非パケット交換ネットワークの場合にもエントリが転送されたいです。

非パケット交換ネットワークの場合の転送エントリは、入力ポートにおける入力信号が、前記入力信号の任意の変更後の出力ポートに中継されるべきかを指定する命令です。

法適用の上にいる、一つ以上のトポロジマッピングはトポロジ・マッピングを作成するために、第二の方法を使用して作成することができるために、中に論理ノードとネットワーク非パケット交換ネットワークでは、転送エントリを使用して計算することができることに注意してください非パケット交換ノードの転送エントリを計算する方法は、エッジは、サービス要件のセットに応じて要求することができ、再計算することができます。

一例としてではなく、上記の方法は、グラフデータベースを使用して実装することができるが、これらに限定され。

図60A及び60Bに示すように、いくつかのケースでは方法で使用されるノードの数を削減することができます。

図60Aは、物理ノードEN、EP、EU、EVおよび論理ノードVUとVV図52Bに示されているだけでなく、名前のトポロジマッピングL71、L79、L87、レイヤマッピングL75、L76と深さのマッピングL82を示しています、L83。

上述したように、図60Aに示されたエッジに限定したときに図52Eに示すように、L71という名前のトポロジマッピングのエッジ関係のセットは、L71 / L79 / L87 / L89 / L96 / L97である、またはL71 / L79 / L87。スイッチングなし識別子、上記の例ではL79という名前のトポロジ・マップに割り当てられていたように、図60Bに示すよう

10

20

30

40

50

に、物理ノードEUとEVを省略することができます。図中の ($D = 1, N = 1, H = 0$) で60B論理ノードVUがで物理ノードENにマッピングされた ($D = 0, n = 0$ であり、 $h = 0$) L100という名前の深さマッピングを通じてされていることに注意してください。VUのノードにノードENから他の方向に深さマップは、この例には示されていません。

図中の ($D = 0, n = 0$ であり、 $h = 0$) で60B物理ノードEPがで論理ノードVVにマッピングされた ($D = 1, N = 1, H = 0$) L101という名前の深さ優先マッピングによってされることに注意してください。

ノードEPにノードVVから他の方向に深さマップは、この例には示されていません。

一例として、図61Aは、第3の計算装置、第2の packets 転送システム、第三の packets 転送システム、第四の packets 転送システム、第五 packets 転送システム及び物理リンクによって相互接続された第4の演算装置を示しています。

図61 Aも のPoAはP440を介してp431を示しています。

図60BのノードQAに使用される表現を使用すると、データリンク・層とネットワーク層からなる第3の計算装置を表し、ノードQBがデータリンク・層とネットワーク層からなる第2の packets 転送システムを表し、ノードQCが第3の packets 転送システムを表し、データリンク・層とネットワーク層からなるシステムを転送し、ノードQDがデータリンク・層とネットワーク - 層からなる第四の packets 転送システムを表し、ノードQEはデータリンク・層とネットワーク層からなる第五 packets 転送システムを表し、ノードQFはデータリンク・層及びネットワーク層からなる第4の演算装置を表します。

この例では、第3の計算装置と第4の演算装置は例を簡単にするアプリケーション層を持っていないことに注意してください。

また、用途向け層は、アプリケーション層プロセスを表す第1の物理ノードを追加することにより、第3の計算装置に追加された可能性があり、最初の物理ノードは、レイヤマッピングによってQAをノードに相互接続されていると述べました。

また、用途向け層は、アプリケーション層プロセスを表す第2の物理ノードを追加することにより、第4の演算装置に追加された可能性があり、第二の物理ノードは、レイヤマッピングによってQFノードに相互接続されていると述べました。

図61Bは、物理ノードQA、QB、QC、QD、QE、QFを示し、論理ノードNA、NB、NC、NDを示し、NE、NFは深さ優先を通じて、それぞれの物理ノードQA、QB、QC、QD、QEにQFをマッピングされましたマッピング。

J15を通じてJ6という名前の深度のマッピングは、図6 (B) に示されています。これらの深さのマッピングは、例えば、関連していないとして、NAをノードにノードQAからの深さマッピングは、図6 1BおよびQFをノード間のNFからの深さマッピングに示されていないが、図6 (B) に示されていません。

に示すようにJ5を通じてトポロジマッピングのJ1とJ15を介して、J6深度マッピングは、J28を通じてJ24は、上記のトポロジのマッピングを作成するために、最初の方法を使用して作成された図51のA. トポロジ・マッピングの表記を使用して、図61Cに示されています。図93とトポロジ・パスがトポロジ・パスのネスティングを作成し、一つ以上のトポロジのマッピングおよび1つまたは複数のトポロジ・パスの連結で構成することができることを、図51のA. ノートの表記法を使用して、図6に示すように、ID。

トポロジ・パスのネストがトンネルを作成します。

例として、しかし、1Bは、トポロジ・マッピングという名前のJ26とトポロジ・マッピングという名前のJ27からなるJ51という名前のトポロジ・パスを示した図6、これらに限定されません。

例としてではなく、61BはJ24という名前のトポロジマッピング、J25という名前のトポロジマッピング、トポロジ・パス命名J51とJ28という名前のトポロジマッピングからなるJ52という名前のトポロジ・パスを示し、これらに限定され。

図6 1Dは、図に示すトポロジ・パス命名J51と再帰的なパスに要求されたトポロジ・パスJ52結果の再帰的な経路を計算するために上記の方法を用いて図51 Aの表記でJ52という

10

20

30

40

50

名前のトポロジパスを示しています61E。スイッチング識別子は、両方のトポロジパスJ51にと要求されたトポロジパスJ52に割り当てられているように、トポロジパスJ51は、トンネルになります。

上記の方法は、転送エントリを作成するために使用されます。

例えば、これらに限定されないように、我々は物理ノードQCから物理ノードQDへの物理リンク、され、トポロジマッピングJ3でのパケットのオーバーヘッドを考慮してください。図6に示すように、1E、J3という名前のトポロジマッピングのエッジ関係のセットはオーバーヘッド図61Gに示すパケットで、その結果、J3 / J26 / J51 / J52です。内側のソースアドレスがNAで、内側の宛先アドレスは、NFです。外側は、またトンネルとして参照さ、ソース・アドレスは、外部宛先アドレスがNEで、NCです。この例では、ノードでQCは、いわゆるアウターヘッダの追加「ソースNC、宛先NE」を、したがって、いわゆるで着信パケットをカプセル化する「内部ヘッダ」「ソースNA、宛先NF」「入力トンネルノードです。

上記の方法はまた、SDN、ネットワークを介してトンネルに非SDNネットワークを使用することができます。

例として、限定されるものではないが、トンネル上の例で示したスイッチング識別子J51が入力トンネルノードに非SDNネットワークの最初のノードを接続する、非SDNネットワークにトンネルを提供するために使用できるとPOA P434でQCとのPOA p439で出口トンネルノードQEへの非SDNネットワークの第2のノードを接続します。

提示SDNコンパイラの方法は、非SDNネットワークを介してトンネルにSDNネットワークを使用することができます。

例として、限定されるものではないが、トポロジマッピングにおける($D = 0$ 、 $N = 0$ であり、 $H = 0$)は、銅ケーブルのような物理的な媒体であるが、光ファイバケーブル、これらに限定されないことができ空気だけでなく、他のネットワークによって提供されたトンネルであることができます。

一例としてではなく、このトンネルは、非SDNネットワークを介してトンネリングされているSDNネットワークをもたらず、非SDNネットワークによって提供することができるが、これらに限定され。

また、第1のSDNネットワークは、第SDN-ネットワーク経由でトンネルできました。

トンネルの使用が可能提供するが、SDNネットワークへの既存の非SDNネットワークから移行方法が、これらに限定されません。

当業者であれば、上記のトンネリング方法は、暗号化および/またはトンネル入口ネットワーク内の着信パケットを認証し、トンネル出口ネットワーク内の着信パケットを復号することによって、セキュリティを提供するために使用できることを理解するであろうように。

トンネリングパケットのオーバーヘッドのフォーマットを既存理解する当業者のように、このようとして使用することができますが、VXLAN(仮想拡張ローカル・エリア・ネットワーク)、GRE(総称ルーティングカプセル化)、NVGRE(総称ルーティングカプセル化を使用して、ネットワーク仮想化)、STTに限定されるものではありません(ステートレス交通トンネル)およびMPLSを使用して、L2TP(レイヤ2トンネリングプロトコル)、または。

最初のトポロジパスを作成し、アドレッシング、および1つまたは複数のトポロジ・マッピングと、最初のトポロジパスからなる要求されたトポロジ・パスを作成し使用していないスイッチング識別子を割り当てることで、追加のアクションを実行することができます。

例が、これらに限定されないが、スイッチング識別子アドレッシングを使用していないと述べた差別化サービス(DS)コードポイント(CP)です。

DSはネットワークの相対的な品質・オブ・サービス(QoS)のメカニズムを提供します。

最初のトポロジパスを作成し、最初のDS CP値を切り替え識別子を割り当てると、1つ以

10

20

30

40

50

上のトポロジ・マッピングと、最初のトポロジパスからなる要求されたトポロジ・パスである第2のトポロジパスを作成することで、物理ノード前記第一のDS CP値に応じて転送を行うように指示されています。

例が、これらに限定されない、DSはIPv4とIPv6ネットワークでのDiffServです。

例えば、これらに限定されないように、我々は、DSをサポートするために、物理ノードQC、QD、QEを検討してください。上記の前の例と比較すると、トポロジ・パスJ51値を持つ「DS-CP-1」、代わりに値「ソースNC、宛先NE」のに切り替え識別子を割り当てることにより、要求されたトポロジパスJ52は、DS-を横断トポロジマッピングという名前のJ26とトポロジマッピングという名前J27のコードポイント値DS-CP-1に記載とドメイン。

転送命令は、上述の方法を使用して作成されます。

10

例として、限定されるものではないが、差別化サービスコードポイントCP DS-CP-1は、SDNコンパイラのユーザによって指定されている可能性があります。

例としてではなく、我々は物理ノードQDへの物理ノードQCからの物理リンク、され、トポロジ - マッピングJ3でパケットのパケットのオーバーヘッドを考慮して、これらに限定され。図6に示すように、DS-CP-1が含まれ、IE、トポロジマッピングという名前J3はオーバーヘッド図61Hに示すパケットで、その結果、J3 / J26 / J51 / J52でのエッジ関係のセットは、パケットに追加されました物理ノードQCによってヘッダー。物理ノードのQCは、典型的には、入口DSノードとして参照され、典型的には、パケット分類を実行し、マーキングになります。

一つ以上のDSドメインからなるDS領域は、上記の方法を用いて実現することができます。DS領域の第1のDSドメインは第二のDSドメインの入口DSネットワークへの最初のDSドメインにおける出口DSネットワークのトポロジマッピングを介して第2のDSドメインに接続されています。

20

DS方式の上、宛先ネットワークへのソースネットワークからトポロジ・パスに基づいてされた宛先のみ現在のIPv4またはIPv6ネットワークでの転送と対比することに注意してください。

また、SDNコンパイラは、IPv6ネットワークの現在のIPv4の入口DSノードが持っていないネットワークの完全なビューを持っています。

したがって、DSトラフィック分類は、現在のIPv4またはIPv6ネットワークでのより高度なDSの分類を提供するSDNコンパイラによって知られているように、トポロジ・経路に沿って、物理および仮想リソースの能力に基づくことができます。

30

SDNコンパイラは、宛先ネットワークへのソースネットワークからトポロジパスに割り当てられたときに、DSを含むネットワークの完全なビューを持っているので、SDNコンパイラは、トポロジパスに沿ってパケット転送の測定値を比較することにより、予想される動作を確認することができますトポロジ・パスのDS。

図14Aの例仮想スイッチノードHB上述したようにネットワークが仮想スイッチノードのような任意の操作を実行していますが、監視および/または記録および/またはバッファリングおよび/または変更するに限定されない可能性がある仮想化(NFV)を、関数を示し着信パケットのヘッダおよび/または出力ポート、または着信パケットをブロックするのITの一つ以上にパケットを転送する前に、ペイロード。

40

追加のオプションの操作はSDNコンパイラのユーザによって指定することができたと述べました。

図611に示すように一例として、これらに限定されないが、我々は論理ノードNA、NB、NE、NFからなる論理的なネットワークを考えます。

論理ノードNA、NB、NE、NFが深さ優先マッピングを介し、それぞれの物理ノードQA、QB、QE、QFにマップされます。

J24とJ28という名前のトポロジのマッピングは、同様に図61Bしました。

トポロジ - マッピングJ53をJ8という名前の深さマッピングの連結のトポロジ・マッピングと含み、J2、J3、J4と深マッピングという名前のJ13という名前のトポロジ・マッ

50

ピングを作成するための最初の方法を使用して作成されます。

トポロジパスJ54は、トポロジ・マッピングのJ24、J53、J28の連結で構成されます。

物理ノードQBが着信パケットの「アクション1」を実行すると、物理ノードQCは着信パケットの「アクション2」を行うと、物理ノードのQEは、「アクション3」と着信パケットの「アクション4」を行います。

マッピングされた論理ノードは、再帰的なパスは、論理述べ含む場合深度マッピングを介して物理ノードは、他の言葉で、横断される場合、アクションは、物理ノードによって実行されるべき論理ネットワークレイアウトに応じてアクションを適用するためにノード。このような場合には、SDNコンパイラは、転送命令の一部として述べたアクションを指定する必要があります。

10

SDNコンパイラJ54という名前要求されたトポロジー・パスの例としては、限定されるものではないが、図611のネットワークでは、「アクション3」を実行するには、「アクション1」を実行するために、物理ノードQBに指示し、物理ノードQEを指示し、「アクション4」。

また、例としてではなく、論理ノードは、深さマッピングを通じて物理ノードが横断され、SDNコンパイラのユーザが関連付けられているアクションを指定していると述べたためにマッピングされた場合、アクションは、物理ノードによって実行することができるが、これらに限定されマッピングされた物理ノードによって実行される論理ノードが論理ノードを述べました。

このような場合には、SDNコンパイラは、転送命令の一部として述べたアクションを指定する必要があります。

20

例として、限定されるものではないが、J54と論理ノードNBとSDNコンパイラのユーザによって指定された論理ノードNEの「アクション3」の「アクション1」という名前の要求されたトポロジー・パスのための図611のネットワークでSDNコンパイラは、「アクション1」を実行し、「アクション3」を実行する物理ノードQEを指示するために、物理ノードQBを指示します。

現在のネットワークよりも、ネットワークを介して複数のコントロールの物理ノードの結果によって実行されるアクションを指定する機能があります。

上記のアクションは、このような差別化サービスの場合のように、着信パケットのパケットオーバーヘッドのSDNコンパイラからの指示ではなく、に基づいて直接実行されることに注意してください。

30

当業者によって理解されるように、IPv4とIPv6のアドレス指定方式は、広く普及している、IPv4とIPv6の両方のサブネットの両方を表すために単一の識別子を使用するように、典型的にはを参照のノードの移動度にいくつかの重要な制約を置きますIPv4-またはIPv6アドレスやポイントオブアタッチメントサブネットとノードの間のサブネット部分は、一般的にはIPv4アドレスまたはIPv6アドレスのインタフェース識別子のホスト部分と呼ばれます。

論理的な命名階層例として、ネットワークの階層をサポートするために、上記の、しかしこれらに限定されない、のIPv4（インターネットプロトコルバージョン4）のホスト部分を使用する場合のアドレスは、 $H = 0$ で論理ノードを識別するために使用することができます $H = 1$ のネットワークが、ネットワーク・オブ・ネットワーク $H = 2$ などでは、IPv4アドレスのサブネットのクラスレスドメイン間ルーティング（CIDR）表記で表すことができます。

40

ネットワークの階層をサポートするために、上記の論理的な命名階層を使用する場合は、一方のネットワーク時間=リトル、ネットワーク・オブ、IPv6（インターネットプロトコルバージョン6）アドレスのインタフェース識別子は、論理ノードを識別するために使用することができます $H = 2$ 、などでネットワークがIPv6のグローバルルーティングプレフィックスおよび/またはサブネット識別子アドレスのサブネットで表すことができます。

50

それが唯一のノードがそのサブネット上に移行することができますように、このアプローチは、移動性に厳しい制限があります。

ケースでは、ノードは、IPv4またはIPv6アドレスを分割する任意のTCP / IP（伝送制御プロトコル/インターネットプロトコル）を引き起こす変わる別のサブネットに移動されます。

良い習慣と見なされていないがまた、アプリケーションは、したがって、IPv4またはIPv6アドレスの変更を伴う移行はアプリケーションに影響を与える可能性があり、IPv4のIPv6アドレスを使用する場合があります。

SDNコンパイラによって制御されるネットワーク（複数可）内の論理ノードの移動性を支援するために、論理ノードはSDNコンパイラによって制御される、またはグローバルサポートするために、グローバルに一意であるされているネットワーク（複数可）内で一意の名前によって識別されるべきですモビリティ。

例として、限定されるものではないが、これは以下の方法のいずれかで実現することができる：ネットワークのネットワーク・オブ・ネットワーク、A) ネットワークである部分にIPv6アドレス空間を分割する、ネットワーク・オブ・ネットワーク等ノードBを表す部分) ネットワーク、ネットワーク・オブ・ネットワーク、ネットワークのネットワーク・オブ・ネットワーク等,,と表す部である部分にIPv4アドレス空間を分割ノードc) ネットワークを示すためにノードと第2のIPv4またはIPv6アドレスを示すためにIPv4またはIPv6アドレスを導入する、ネットワーク・オブ・ネットワーク、ネットワークのネットワーク・オブ・ネットワークアプローチc) はで図62Aに図示されていますNAAAは、CIDR表記法を使用して、IPv4サブネットアドレス100.100.128 / 24を持っているネットワーク、ネットワークNAAは、IPv4アドレスを持っています

100.100.128.1は、ネットワークNCCネットワークNEEは、IPv4アドレス100.100.128.4を有し、IPv4アドレス100.100.128.2を持ちます。

ノードNAは、IPアドレス200.200.200.1、IPアドレス200.200.200.2を持つノードNBは、IPアドレス200.200.200.3を持つNCノード、IPアドレス200.200.200.4を持つNDノードを有し、ノードNEのIPアドレス200.200.200.5を有し、ノードNFは、IPアドレスを持っています200.200.200.6。

CIDRを使用すると、アドレス指定を階層的になることに注意してください。

例として、限定されるものではない、H = 2のネットワークNAAAは、IPサブネットアドレスを使用しています

/ 24 100.100.128は、100.100.128.255までの範囲の100.100.128.0でレベルのマッピングアドレスを通じてNAAAをネットワークに接続され、H = 2で256のネットワークの最大を可能にする際に使用する必要があります。

この例では、論理ノードNA、NB、NC、ND、NE、NFは、ノードではなく、サブネットポイントオブアタッチメントを示すために、IPアドレスが割り当てられていることに注意してください。

図521に示され、上述したようにあるいは、サブネットポイントオブアタッチメントを表すことができます。

例として、限定されるものではないが、ホストノードは、ノードを表す単一のIPアドレスを持ち、持たないようにするために、既存のネットワークシステム、コンピューティング・システムとアプリケーションとの相互運用を可能にするためには、必須である場合には、有利ですネットワーク部分とノード部分を表す2番目のアドレスを示す最初のアドレスからなる二重のアドレス。

一例として、これらに限定されないが、我々は、単一のIPv4アドレス200.200.200.1を使用するには、物理ノードQA、第三のコンピューティング機器を表す物理ノードQAに奥行きマッピングを介してマッピングされている論理ノードNAが、希望ノードNAの完全なアドレスを組み合わせ100.100.128.1と200.200.200.1です。

ネットワークNAAの外のノードにネットワークNAA内のノードNAからのパケットを転送すると、パケットに追加されるソースネットワークの識別子、という100.100.128.1、および

10

20

30

40

50

宛先ネットワークの識別子が必要になります。

これらに限定され、一例としてではなく、これら2つの識別子は、二つのドメインを相互接続する、IDN（ドメイン間のノード）に追加することができます。

例では、図62Aの論理ノードNBのネットワークは、ネットワークNAAの唯一のIDNと論理ノードNEは、ネットワークNEEの唯一のIDNです。深マッピングを通じて論理ノードNBにマップされているノードNF、物理または仮想ノードQBにノードNAからのパケットを送信する場合、着信パケットにソースネットワークアドレスである100.100.128.1を追加する必要がありますとしています宛先ネットワークアドレス100.100.128.4を追加します。

ノードにノードNAからのパケットを送信するときも、NFは、深さ優先マッピングによって論理ノードNEにマッピングされた物理または仮想ノードQEは、着信パケットからのソースネットワークアドレスである100.100.128.1を削除する必要がありますし、宛先ネットワークアドレスを削除する必要があります

100.100.128.4。

一般的に、論理的な宛先ノードへの論理的なソースノードから要求されたトポロジー・レベル・パスのために私たちの目的は、パケットのオーバーヘッドにソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスを追加するための指示を提供するために、SDNコンパイラです最初の物理ノードおよび削除するには、ソースネットワークアドレスと述べたおよび/または第二の物理ノードで述べたパケットのオーバーヘッドから宛先ネットワークアドレスと述べました。

限定例ではないように、この目的は、第二の論理ノードに最初の論理ノードのトポロジーパスを作成することによって実現することができます。

最初の論理ノードは、第1および/または第二のネットワークを追加する必要がある論理ノードであると述べ、第二の論理ノードは、第1および/または第二のネットワークは除去されなければならないいた論理ノードであると述べました。

物理ノードがネットワークアドレスを削除したり、ネットワークアドレスに転送するように、ネットワークアドレスを追加するために、我々は二重のアドレス指定識別子として参照するトポロジパスに識別子を割り当てることで、SDNのコンパイラは、追加のアクションを作成することができます。

図62Bは、ER示すエッジの関係、エッジの関連する着信設定のとエッジの関連の関連発信セットの値に応じて物理ノードの転送命令に追加する4アクションを示します。

関連表すことダブルアドレッシング識別子が深さd、層n、転送エントリが作成またはマッピングされている論理ノードの深さd、層n、でされている物理ノードのレベルhでのエッジに割り当てられています一つ以上の深さのマッピングを介して物理ノードは述べています。

ケース1では、ダブルアドレッシング識別子は、ERの関連する着信設定に存在しないとアクションは物理ノードによって実行されなければならない、ERの関連発信セットに存在しません。

物理ノードは、ソースノードと宛先ノードのアドレスに基づいてパケットを転送します。

ケース2に識別子のERの関連する着信セットに存在しないと、ソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスを追加するアクションは、ERの関連する発信セット内に存在する二重アドレス指定することによって実行されなければならない物理ノード。

ケース3における二アドレッシング識別子は、ERの関連する着信セットに存在し、ソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスに転送する動作をすることにより行わなければならないのER関連発信セット中に存在します物理ノード。

代わりに、物理ノードは、常に外部パケットに転送するように指示されているかもしれないと言いました。

ケース4では、ダブルアドレッシングERの関連する着信設定に存在し、ソースネットワークアドレスおよび/または宛先ネットワークアドレスを削除するアクションは、ERの関連発信セットに存在することによって実行されなければならない識別子物理ノード。

10

20

30

40

50

実行するための命令は、アクションが物理ノードを言ったために、SDNコンパイラから送られると述べました。

図62 Aは、この方法を示しています。

トポロジープラスJ52の再帰的なパスは、上で計算され、図61Eに示されています。私たちは、ソースネットワークとネットワークアドレス100.100.128.4として追加すべきことは、ネットワーク・アドレス100.100.128.1を示す値「ソース100.100.128.1、先100.100.128.4」とJ51という名前のトポロジープラスに二重のアドレス指定識別子を割り当てます宛先ネットワークとして追加する必要があります。

私たちは、ソース200.200.200.1」の値とJ52という名前のトポロジープラス、目的地への切り替え識別子を割り当てます

10

200.200.200.6」。

図62Cは、エッジの関係の関連着信設定、エッジの関係の関連発信セット、ER示すエッジの関係を示しており、アクションが各物理ノードによって実行されます。

ソースアドレス200.200.200.1で、この例では、ノードQA、QBとQFパケットを転送する、ノードと宛先アドレス200.200.200.6を示します。

ノードQCは、宛先ノードNFにソースノードNAからの着信パケットにソースネットワークアドレス100.100.128.1と宛先ネットワークアドレス100.100.128.4を追加します。ノードQDは、送信元アドレス100.100.128.1と200.200.200.1、および宛先アドレス100.100.128.4と200.200.200.6に宛先ノードNFにソースノードNAからの着信パケットを転送します。

ノードQEは、宛先ノードNFにソースノードNAからの着信パケットからのソースネットワークアドレス100.100.128.1と宛先ネットワークアドレス100.100.128.4を削除します。物理ノード内QC着信パケットがカプセル化され、物理ノードQEで着信パケットをカプセル化が解除されることに注意してください。

20

このアプローチは、トンネルのようになりますので注意してください。

しかし、トンネリングではなく、不足しているアドレスのネットワーク部分を完了し、不完全なアドレスではありません。

代替として、IPv6アドレスは、ノードを識別するために使用することができ、IPv6アドレスは、ノードではないネットワークを識別するために使用することができます。

別の代替として、IPv4アドレスは、ノードのIPv6アドレスを識別するために使用することができるノードではないネットワークを識別するために使用することができます。

30

別の代替としてのIPv6アドレスは、ノードを識別するために使用することができ、IPv4アドレスは、ノードではないネットワークを識別するために使用することができます。

IPv4アドレスとIPv6の上記の組み合わせは、IPv4からIPv6への移行シナリオで使用することができます。

様々な既存のパケットフォーマットは、上記の方法を実施するために使用することができます。

パケットフォーマットは、IPv4またはIPv6送信元および宛先アドレスを含む外部ヘッダでIPv4またはIPv6パケットをカプセル化を可能にすることが必要です。

このようなパケットフォーマットの例としては、これらに限定されない、され、GRE（総称ルーティングカプセル化）、NVGRE（総称ルーティングカプセル化を使用して、ネットワーク仮想化）、LISP

40

（ロケータ/識別子の分離プロトコル）、VXLAN（仮想拡張可能なローカルエリアネットワーク）とSTT（ステートレス交通トンネリングプロトコル）。

IPv6アドレス空間上）の下で述べたように別の方法としては、ノードとノードを表す部分ではないネットワークである部分に分割することができました。

IPv6の内のノードではないネットワークからなるアドレスの残りの部分は、IPv6のグローバルルーティングプレフィックスおよび/またはサブネットのサブネットによって表すことができるが、IPv6アドレスのインタフェース識別子は、論理ノードを識別するために使用することができるアドレス識別子アドレス。

移動性を可能にするために、ノードは、IPv6インタフェース識別子は、ノードを識別し、

50

特別な値は、IPv6グローバルルーティングプレフィックスまたはサブネット識別子として「不特定」を示すIPv6アドレスとして使用することができます。

つまり、アドレスはノードだけではなく、ノードが内に存在しているネットワークを指定します。

したがって、これらに限定されるものなどではなく、上位層プロトコルは、TCPと同様のアプリケーションが別のネットワークへのノードの移動の際に影響を受けません。

送信元ノードから宛先ノードへパケットを送信する場合、ソースネットワークにおいて、特別な値を上書きすることによって、受信パケットのIPv6アドレスを送信元アドレスを完了することができ、ソースノードから宛先ノードへのトポロジ・レベルパスでIDNソースネットワークを表す値で、ソースノードによりパケットに置かれたIPv6のグローバルルーティングプレフィックスまたはサブネット識別子の「不特定」を示します。

また、IDNは、宛先ネットワークを表す値でIPv6のグローバルルーティングプレフィックスまたはサブネット識別子の「不特定」を表す特別な値を上書きすることにより、着信パケットのIPv6アドレス、宛先アドレスを完了することができます。

また、宛先ネットワーク内のIDNは不特定表します値でソースIPv6のグローバルルーティングプレフィックスまたは着信パケットのサブネット識別子の値を上書きすることができます」と宛先IPv6のグローバルルーティングプレフィックスまたはサブネットの識別子の値を上書きすることができます「不特定表します値により着信パケット。

宛先ノードは、送信元IPv6インタフェース識別子は、ソース・ノードを識別し、特殊な値が元のIPv6グローバルルーティングプレフィックスまたはサブネット識別子として「不特定」を示すを含むパケットを受信します。

宛先ノードは、宛先のIPv6インタフェース識別子は、宛先ノードを識別する自身であること、及び特別な値は、宛先のIPv6グローバルルーティングプレフィックスまたはサブネット識別子として「不特定」を示すを含むパケットを受信します。

この手法は、ソースノードと宛先ノードの両方の移動を可能にします。

図62Bに示されたアクションの同じセットは、アドレスの唯一の形式が変更された、物理的なノードによって実行されることになります。

上記の方法は、ネットワーク層でモビリティの導入を可能にし、VLANまたはトンネリングプロトコルに依存しないことに注意してください。

SDNコンパイラは、ネットワークの完全なビューを持っているとして、それは計算して追加のアクションを実行する物理デバイスにアクションを送信することができます。

トポロジパスがトンネルであることに、特定の目的に識別子を割り当てることにより、着信トポロジ - マッピングのエッジ関係の着信設定にとで述べた識別子の存在にした識別子の存在に基づいて一連のアクションを定義することにより、追加のアクションを実行するための物理ノードの発信トポロジマッピング命令のエッジ関係の発信セットはSDNコンパイラによって作成することができます。

この方法は、上記の二重アドレス識別子の例よりも広い適用性を有します。

例として、これらに限定されない、ネットワークアドレス変換(NAT)は、この方法を用いて実施することができました。

ノードは、ノード名によって識別されるように限定されるものではなく、例えばよう代わりにポイントオブアタッチメントサブネットのノードの名前を付けることにより、二重アドレス識別子の場合、移動度は、独立して、サポートすることができますネットワークノードは、レベルマッピング経由で接続であると述べました。

二重アドレス識別子の場合には、ノードの名前付けの代わりに、ポイントオブアタッチメント例としてサブネットのこれらに限定されないことによって、マルチホーミングがサポートされています。

ノードマルチホーミングの場合には、典型的にはなく、ホストノードに限定され、典型的には異なるネットワークである2つ以上のノードに、トポロジマッピングを有しています。

ノードは、名前付きのパケットの各々にパケットで同じソースアドレスを使用して2つ以

10

20

30

40

50

上のトポロジ・マッピングを介して送信されることが可能であるように、トポロジ・マッピングを言います。

ノードの名前のように、また、パケットが述ベトポロジーマッピングのそれぞれでパケット内の同じ宛先アドレスを使用して2つ以上のトポロジマッピングから受信することができます。

マルチホーミングは、可用性を向上させ、負荷分散を可能にするようなマルチホーミングを提供する能力は、ネットワークの重要な特性です。

現在のIPv4またはIPv6ネットワークでのマルチホーミングは、現在のインターネットで重要なスケーリングの問題につながる、ボーダーゲートウェイプロトコル（BGP）が必要です。

上記の方法は、BGPなしでマルチホーミングを可能にし、インターネットでの成長を続けるグローバルルーティングテーブルの傾向を逆転できます。

ノードのマルチホーミングについて説明しました。

ノードについて上記のように任意のレベル h でのネットワークがマルチ同様にホーミングすることができることに注意してください。

ロードバランシングは、複数の並列トポロジ・マッピングまたはトポロジ・パスを作成し、言ったトポロジマッピングまたはトポロジ - 経路の各々にロードバランシングの識別子を割り当てることによって実現することができます。

例としてではなく、それぞれの負荷分散識別子はハッシュ値とすることができ、これらに限定され。

SDNコンパイラは、特定のハッシュ値にロードバランシングを実行するための物理ノードに指示することができます。

当業者によって理解されるように、ポリシーパスが許可されている指定、トンネリング、ラベルスイッチングを使用して、様々な方法が、例えばように、上述したが、ネットワークの階層に転送するが、これらに限定されない、差別化サービススペースQoSは、物理ノードに追加のアクションを実行する統合サービススペースのQoSは、ダブルアドレッシングも何の論理ノードとネットワークが作成されませんされているネットワーク全体に適用することができます。

現在マルチキャスト放送を考慮してください。

パケット交換ネットワークの文脈では、2つ以上の宛先ネットワークへの単一のソースネットワークから同一のパケット（単数または複数）の送信のようにマルチキャストを定義します。

パケット交換の文脈では、我々は H レベルのネットワーク内の H レベルのすべてのネットワークに H レベルの単一のソースネットワークから同一パケット（複数可）の送信などのレベル $h + 1$ のネットワーク内で放送を定義するネットワークを切り替えますソースネットワークを除く1。

このように、放送は、パケット交換ネットワーク内のソース・ネットワーク以外のすべてのネットワークにマルチキャストされます。

回線交換網との関連では、2つ以上の宛先ネットワークへの単一のソースネットワークから同一の信号を送信するようにマルチキャストを定義します。

以外レベル $h + 1$ のネットワーク内の H レベルのすべてのネットワークに H レベルの単一のソースネットワークから同じ信号の送信などの回線交換網の文脈では、レベル $h + 1$ のネットワーク内で放送を定義しますソースネットワーク。

このように、放送は、回線交換ネットワーク内のソース・ネットワーク以外のすべてのネットワークにマルチキャストされます。

マルチキャストは、例えば現在のネットワークにおいて重要な機能でありますしかし、ライブビデオストリーミング、ライブオーディオストリーミング、ビデオ会議の分布に限定されるものではありません。

現在のパケット交換ネットワークでは、マルチキャストおよびブロードキャストは、例え

10

20

30

40

50

ばプロトコル独立マルチキャスト (PIM) と IGMP (Internet Group Management Protocol) のような、それらの分散性に動作するように本質的に複雑なプロトコルが必要です。そのような SDN のようなネットワークの集中管理がはるかに簡単なアプローチを可能にします。

SDN コンパイラの方法は、単一の論理ノードに複数の物理ノードをマッピングすることにより、マルチキャストパスを作成するために適用することができます。

例として、限定されるものではないが、論理ノードがトポロジ・経路の宛先ノードである可能性があるとして述べました。

図 63A は、物理ノード QA、QB、QC、QD、QE、QF と論理ノード NA、NB、NC、NZ、奥行きマッピング、トポロジ・マッピングとトポロジーパスを示します。

NZ は、ニュージーランドが深さ優先のマッピングと論理ノード NZ を介して物理ノード QE にマップされている論理ノードは、図 63 には、深さ優先マッピングによって物理ノード QF にマッピングされ、深さマッピングを介して物理ノード QD にマッピングされていることを論理ノードに注意してください。例えば、関連する唯一の深さのマッピングが示されています。

図 63B は、図 51 A. J24 という名前のトポロジ・マッピングの表記法を使用して、J10 を通じて J5 と深さのマッピング J6 を通じてトポロジー・マッピングの J1 を示し J61、J62、J63、J25、J64 は、トポロジ - を作成するために、最初のメソッドを使用して作成されています マッピングとは、物理ノード QD へと物理ノードの QE にし、物理ノード QF にマッピングされている論理ノード NZ のように、図に 63 C を示し、トポロジマッピング J64 は、J10 という名前の深さマッピングの最初の連結の最初のトポロジを含み、J3 と深マッピングという名前の J61 という名前のトポロジ - マッピングの、奥行きマッピングという名前の J10、J3 という名前のトポロジ - マッピングと名前付きトポロジマッピングからなる第二のトポロジ経路の第 2 の連結からなるパス J4、奥行きマッピングという名前 J62、奥行きマッピングという名前の J10、J3 という名前のトポロジマッピングからなる第三のトポロジ - パス、J5 という名前のトポロジマッピングという名前の J4 とトポロジーマッピングの第三連結の、奥行きマッピングという名前 J63。

図 63 の C で「&」記号は、2 番目の連結及び第三連結を最初の連結を示しています。

図 63C の最初の「&」記号は、カッコとの間の第 2 の連結は第二の「&」記号の後に続き、括弧の間の第 3 の連結は三 " & " 記号の後に、次の後の括弧の間の最初の連結は以下の通りです。

この実施例に限定されるもので、一般的ではなくて、「&」記号は、連結の開始を意味し、「()」連結は、ブラックスの間に示さ言い、それは、一つ以上の他の連結と平行です。

図 63D は、第四エッジ名で四端のために使用される表記を示し、第四エッジ四エッジ型のものであり、第 1 連結と並列に 2 番目の連結からなります。

2 以上高い連結の任意の数を示す図 63D のドットのシリーズ。

最初の連結及び第二の連結またはないがこれらに限定されていることに注意してください連結は、図 63D に示されているが、エッジの任意の連結することができます。

「&」記号の使用は、図 63C の実施例に限定されず、一般的に使用することができます。

「&」記号の使用例は、マルチキャスト、ブロードキャスト、負荷分散、事前に計算されたバックアップ・トポロジ・レベル・パス、例えばのような複数の並列回路が、これらに限定されない、単一のトポロジーマッピングを含みますトポロジのマッピングを計算するための第一の方法を用いて、並行して複数の物理波長からなる第二の論理ノードへの最初の論理ノード。

図 63C に示すように J65 という名前要求されたトポロジー・パスは J24 という名前のトポロジ - マッピング、トポロジマッピングという名前の J25 とトポロジーマッピングという名前 J26 の連結からなる作成されます。

図 63E に示されている再帰パスに要求されたトポロジー・パスという名前 J65 結果の再帰的な経路を計算するために、上記の方法を使用。転送エントリから計算することができる再

10

20

30

40

50

帰的な経路の物理パケット交換ノード又は物理的な非パケット交換スイッチングノードの転送エントリを計算するために上述の方法のための転送エントリを計算するために上述の方法を用いて述べました。

物理ノードQA、QB、QC、QD、QE、QFなどのパケット交換ノードであるノードを切り替える物理パケット交換のための転送エントリを計算するために上述の方法は、この例で使用されています。

図63Fは、要求されたトポロジー・パスという名前J65入力ポート、出力ポート、エッジの関係の関連する着信設定とエッジの関連の関連発信セットから計算された再帰的なパス内の各物理ノードに対して示しています。

最初の転送エントリで、その結果、および含まれている再帰的なパスが一度 " - - > 10
 QD- (深さマッピングJ61 / J64 / J65) > NZ) QC- (P436 : J3 / J64 / J65
 トポロジマッピングのP435) 」を含むことに注意してください2回「QC- (トポロジマッピングP435 : J3 / J64 / J65 : P436) - > QD- (トポロジマッピングP437 : J4 / J64 / J65 : p438) - > 「第二の転送エントリになります。

換言すれば、入力ポートP436マッチングにおける着信パケットは、スイッチング識別子エッジ関係のセットをJ3 / J64 / J65は、両方のローカルドロップとエッジ関係のセットのスイッチング識別子に応じて出力ポートP437に転送されます

J4 / J64 / J65。

非パケット交換物理ノードの場合物理信号が複製または分割さ、例えばとして、それだけには限らないが、WDM ROADMは、入射光の波長には分割されているドロップアンドコンテ 20
 ニュー機能をサポートしています第1の信号および第2の信号は、第1の信号は、ローカルに受信して、前記第二の信号は、必要に応じて波長変換した後、発信WDM信号に多重化されていると述べました。

この方法は、非パケット交換ネットワークでマルチキャスト、パケットスイッチドネットワークでマルチキャストをサポートし、パケット交換で放送は非パケット交換ネットワークで放送・ネットワークを切り替えました。

放送は、送信ノードを除いて、ネットワーク内のすべてのノードにマルチキャストすることによって実現されます。

この方法は、例えば、しかし、PIMに限定されないなどの分散制御プレーンに基づいて、 30
 現在のマルチキャストの実装、以上の大きなメリットを提供します。

マルチテナンシーをサポートするため、独自のアドレス空間で各テナントを提供するために、他のテナントから分離されたために、各テナントの名前空間における最上位階層のネットワークが他のテナントからの分離を確実にするために、グローバルに一意である必要があります。

一例としてではなく、最上位階層レベルがIPv6フローラベルであるか、またはテナントを示すために再利用のIPv4識別フィールドとすることができ、これらに限定され。

当業者によって理解されるように、より複雑なトポロジがSDNコンパイラの方法を説明するために使用される上記の例で使用される比較的簡単トポロジーよりSDNコンパイラによってサポートされています。 40

当業者によって理解されるように、様々な方法は、例えばように、上述したが、マルチキャスト、トンネリング、ラベルスイッチングが、これらに限定されない、差別化サービスベースのQoS、物理ノードで追加アクション実行する統合サービスベースのQoS、 、アドレッシングダブルSDNコンパイラでサポートされているネットワークのセットで組み合わせることができます。

本発明は附属の特許請求の範囲のみ、その技術的均等物によって限定されることを理解されたいです。

この文書及びその特許請求の範囲において、動詞「含む」及びその活用は、具体的に述べられていない項目を排除することなく、単語に続く項目が含まれることを意味するように、それらの非限定的な意味で使用されています。 50

加えて、不定冠詞「a」または「an」は、文脈が明らかに唯一の要素が存在することを必要としない限り、要素の2つ以上が存在する可能性を排除しないことにより、要素を参照します。

不定冠詞「a」又は「an」は、したがって、通常、「少なくとも1つ」を意味します。

以下のように、本発明の一態様は、例えば、言葉で表現することができます。

論理的なネットワークモデルに基づいて、コンパイラによってネットワーク全体を制御する方法は、物理ノードの最初の数と仮想ノードの第二の数を含む全体的なネットワークは、第二の数が等しいと述べ、1以上である第1の数の前記しましたまたはゼロよりも大きい
10
が、第一および第二の数字は、その合計が少なくとも2である、物理的なノードは物理的なネットワークレイアウト、論理ノードの第3の数を含む論理ネットワークモデルに従って物理リンクによって相互接続されるようにあることを特徴と、各論理ノードは、各論理ノード名は、少なくとも1つの物理またはネットワーク内の少なくとも1つの仮想ノードは、次のアクションを含む、コンパイラによって実行される方法を参照して、論理ノード名で示されている：

a) は、物理ノード名を格納します、各物理ノード名は、一意であること

一つの物理ノードの識別子、及び当該物理ノードのポイントオブアタッチメントの各名称は、ポイントオブアタッチメント懸念特定の物理ノードの間のユニークな識別子である、物理ノードを前記ポイントオブアタッチメントの名前を格納別の物理ノードに関係する物理ノードを接続する物理リンク。
20
b) の有向グラフ表現に基づいて物理転送ポイントオブアタッチメント関係を格納と言った物理ネットワークの物理的な転送ポリシーに依存して言った物理ネットワークの物理パスを定義する、物理ノード名と言った上で、およびポイントの言いました言った物理ノードの-アタッチメント名前は、物理的な宛先ノードに物理的なソースノードからのパケットは、以下の物理的なルートを表す物理パスは、

c) は、仮想ノード名を格納する仮想ノードと言った方法を規定する第1のマッピング関係を格納して言った物理ノードお互いにマッピングされ、論理ノードが物理ノードと仮想ノードにマップされていると述べた方法を規定する第2のマッピング関係を記憶し、第1及び第2のマッピング関係も有向グラフ表現に基づいていると述べたと、

d) の経路を変換しています前記前記ノードのセット間のパスへの物理的なネットワークの物理ノードと言った上の物理的な転送ポイントオブアタッチメント関係および前記に
30
応じて仮想ノードの物理ノードと仮想ノードの前記セットの間の第1のマッピング関係と同様に、変換するパス可能なリンク関係に間には依存して論理ノードが上の物理ノードと仮想ノードの集合と前記の間のパスが第2のマッピング関係前記ステップと、
e) の論理ノードとの間の論理リンクの集合は、論理ノードを論理ノード名を前記格納します。
f)

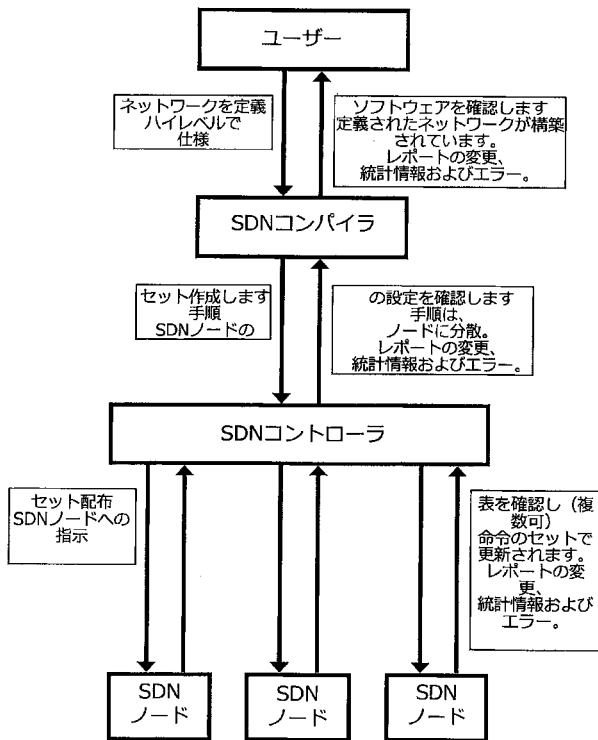
に基づいて論理転送ポイントオブアタッチメント関係の計算

有向グラフとで述べた論理ネットワーク内の論理パスを定義します

論理的な転送ポリシーへの依存が言った論理ノード間の論理リンクの前記セットの論理ネットワークは、上では、論理ノード名、前記、および、論理的な宛先ノードに論理ソースノードからパケットが次の論理的な経路を示す論理パス、
40
g) は、前記物理ノードの転送テーブルエントリを作成し、仮想言っ

言っ論理転送ポイントオブアタッチメント関係からノード。
h) 選択した物理ノードと選択された仮想ノードに、直接または間接的に、言った転送テーブルのエントリを送信します。

【 図 1 】



【 図 2 A 】

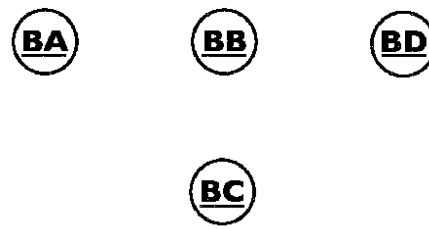


FIG. 2A

【 図 2 B 】

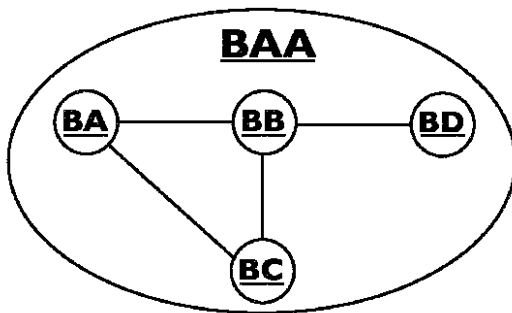


FIG. 2B

【 図 2 D 】

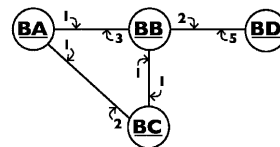


FIG. 2D

【 図 2 E 】

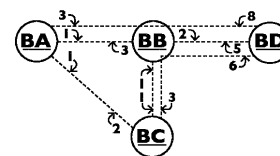


FIG. 2E

【 図 2 C 】

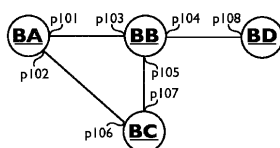


FIG. 2C

【 図 2 F 】

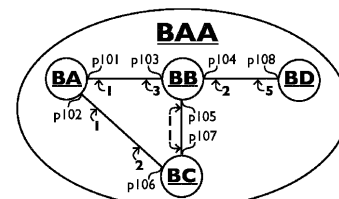


FIG. 2F

【図 2 G】

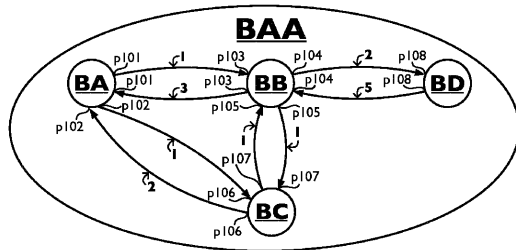


FIG. 2G

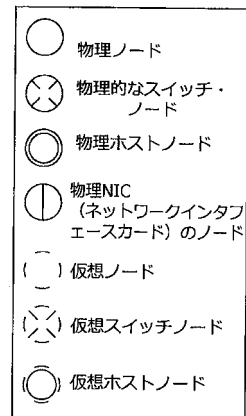
【図 2 H】

ノードタイプ	スイッチ	ホスト	NIC
ソースパケットを送信します	×	×	
先のパケットを受信	×	×	
任意の出力ポートに転送する着信パケット	×		
パケット上の任意の操作を実行します	×		
固定出力ポートに転送するパケット			×
ドロップパケット	×	×	×
カプセル化コンパイラをSDNにパケットをリダイレクトする (オプション)	×	×	×

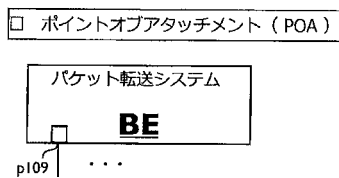
【図 2 I】

ノード	スイッチ	ホスト	NIC
フィジカル	⊗	⊙	⊖
バーチャル	(⊗)	(⊙)	⊖

【図 2 J】



【図 3 A】



【図 3 B】



FIG. 3B

【図 3 C】

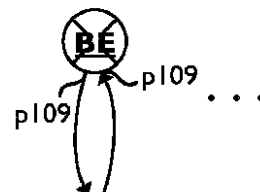


FIG. 3C

【図 4 A】



【図 4 B】



FIG. 4B

【図 4 C】

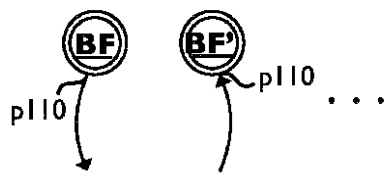


FIG. 4C

【図 5 B】

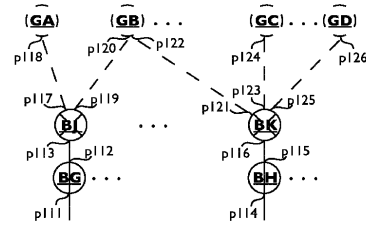
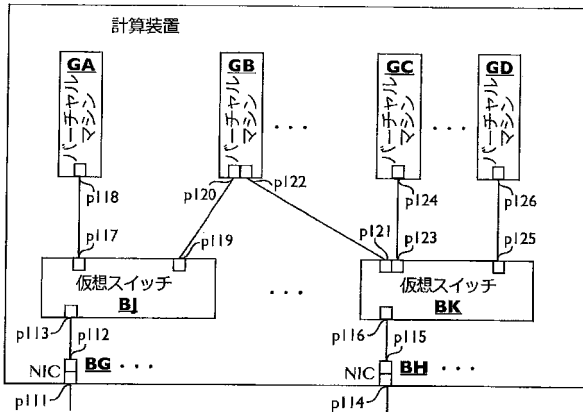
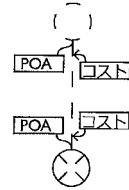


FIG. 5B

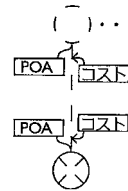
【図 5 A】



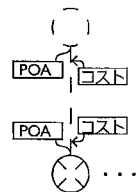
【図 6 A】



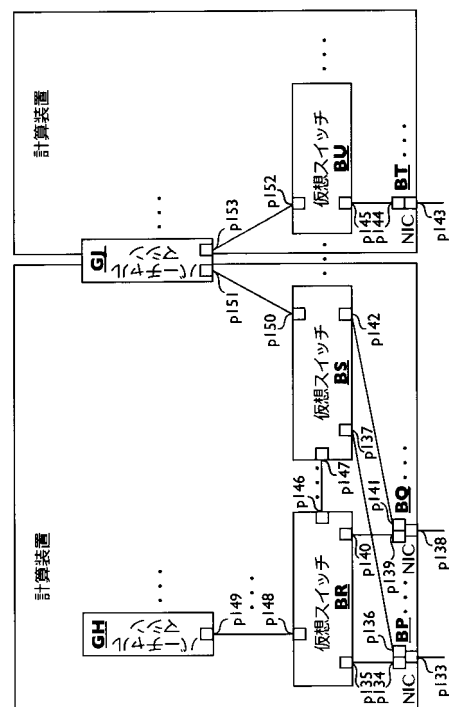
【図 6 B】



【図 6 C】



【図 7 A】



【図 7 B】

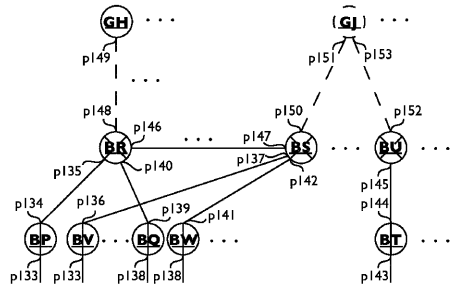


FIG. 7B

【図 8 B】



FIG. 8B

【図 8 A】

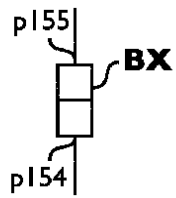


FIG. 8A

【図 8 C】

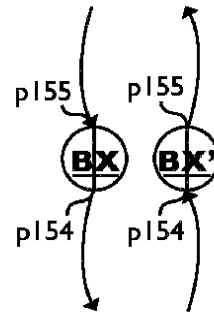


FIG. 8C

【図 9 A】

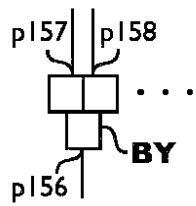


FIG. 9A

【図 9 C】

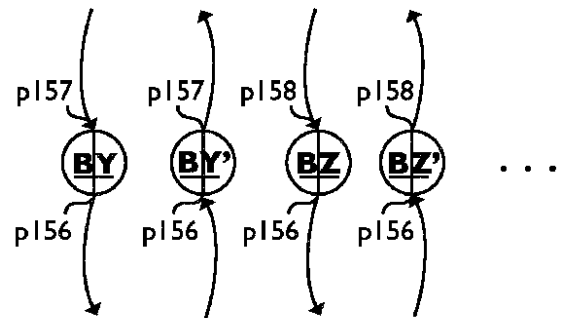


FIG. 9C

【図 9 B】

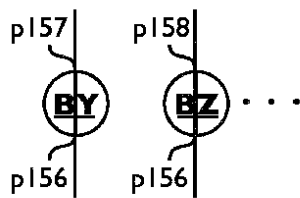
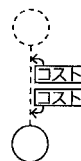
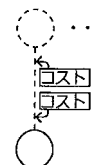


FIG. 9B

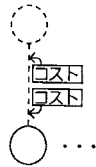
【図 10 A】



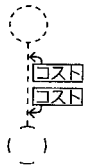
【図 10 B】



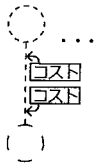
【図 10 C】



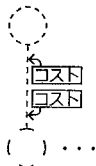
【図 10 D】



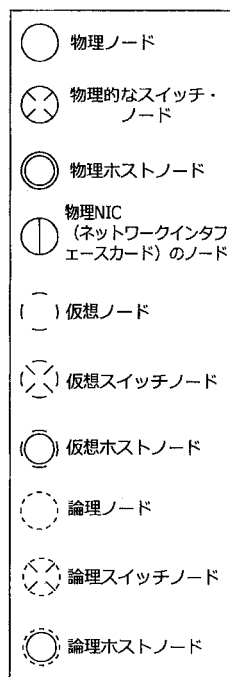
【図 10 E】



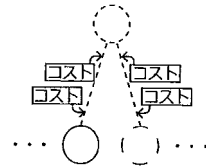
【図 10 F】



【図 11 B】



【図 10 G】



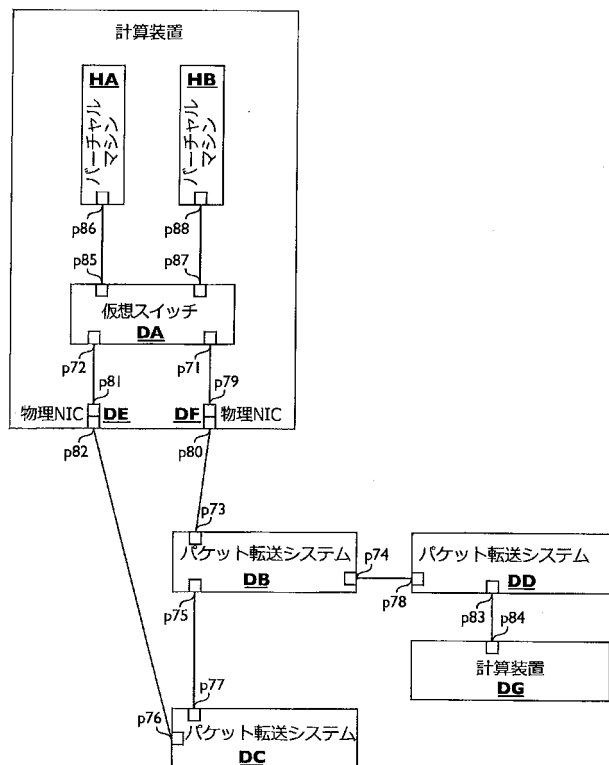
【図 11 A】

ノード	スイッチ	ホスト	NIC
フィジカル			
バーチャル			

↓ ↓

ノード	スイッチ	ホスト	NIC
論理的			

【図 12】



【図 13 A】

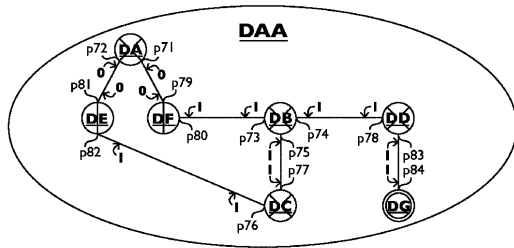


FIG. 13A

【図 13 B】

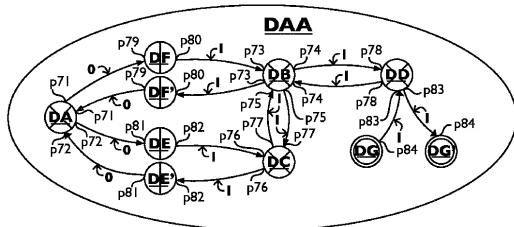


FIG. 13B

【図 14 A】

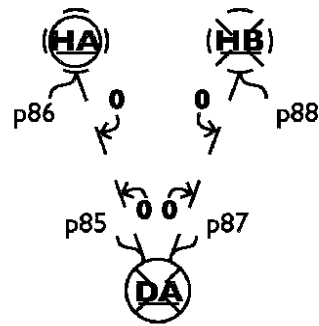


FIG. 14A

【図 14 B】

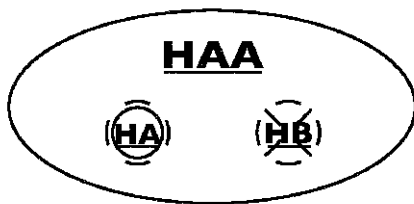


FIG. 14B

【図 15 B】

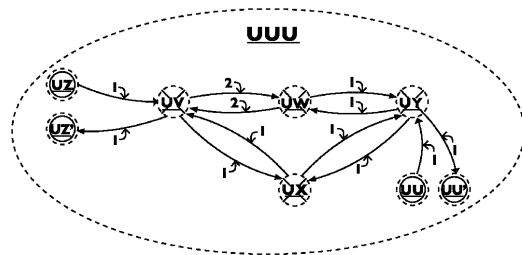


FIG. 15B

【図 15 A】

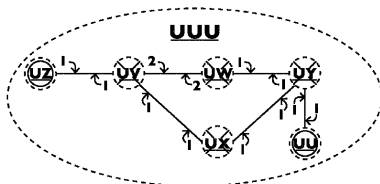


FIG. 15A

【図 15 C】

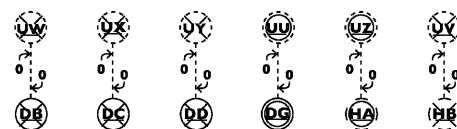
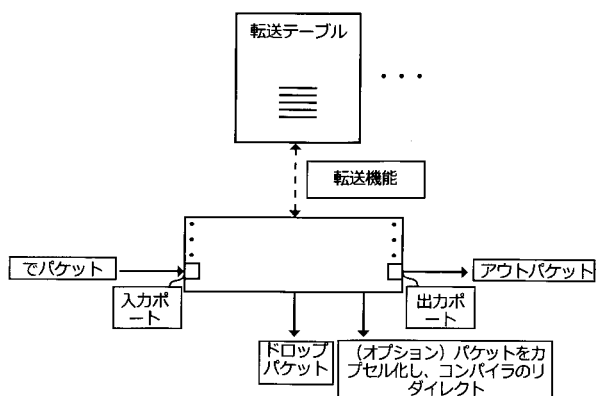
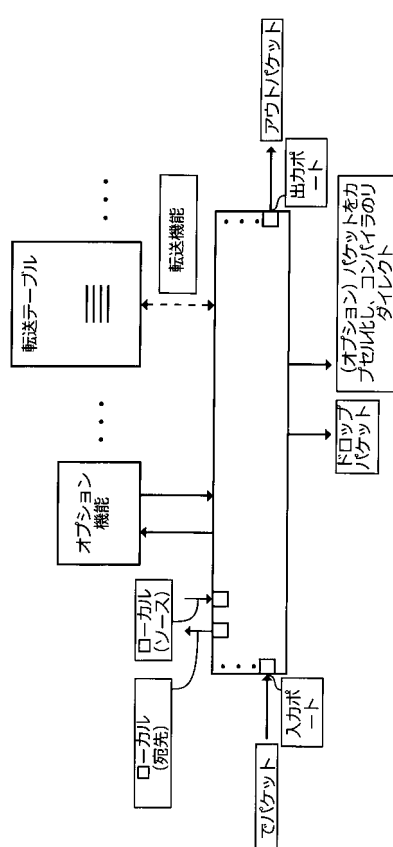


FIG. 15C

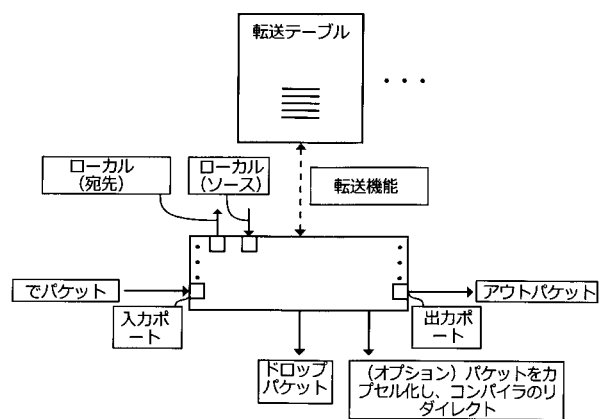
【 図 1 7 】



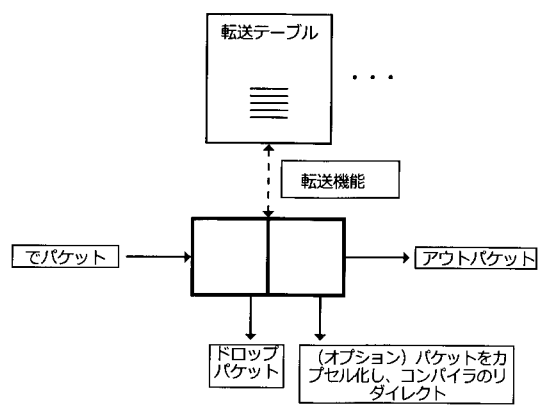
【 図 1 8 B 】



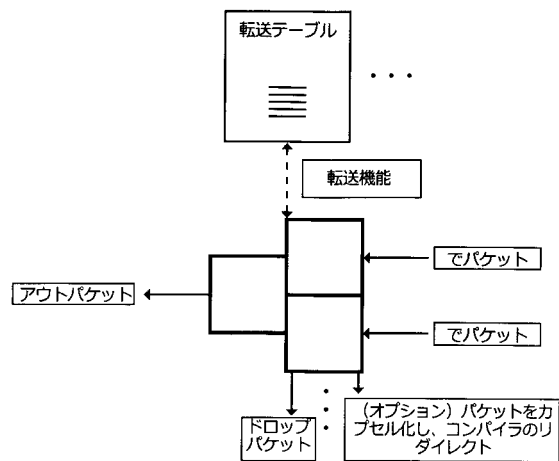
【 図 1 9 】



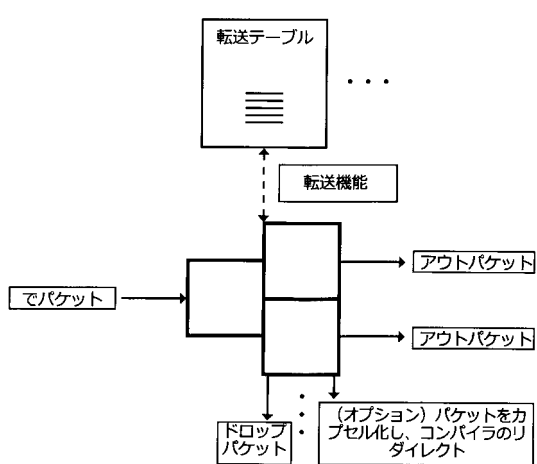
【 図 2 0 A 】



【 図 2 0 C 】



【 図 2 0 B 】



【 図 2 1 A 】

...
RC	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...
RE	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...
RD	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...
RA	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...
RB	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...
RC	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...	出力ポート (入力ポート) ...
...

【図 2 1 B】

	RD	RE	RF	...
RA	原価価値 ...	原価価値 ...	原価価値
RB	原価価値 ...	原価価値 ...	原価価値
RC	原価価値 ...	原価価値 ...	原価価値
...

【図 2 2 B】

	RO	RP	RQ	...
RN	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	...

【図 2 2 A】

	RK	RL	RM	...
RG	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	...
RH	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	...
RJ	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	マッピング スタートメント	...
...

【図 2 3 A】

	RU	RV	RW
RR	sa	sb	sc
RS	sd	se	sf
RT	sg	sh	sj

FIG. 23A

【図 2 3 B】

sa ₁
sa ₂
...
sa _q

FIG. 23B

【 図 2 3 C 】

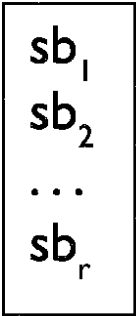


FIG. 23C

【 図 2 3 D 】

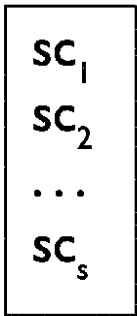


FIG. 23D

【 図 2 3 E 】

	RX	RY	RZ
RU	sk	sl	sm
RV	sn	sp	sq
RW	sr	ss	st

FIG. 23E

【 図 2 3 F 】

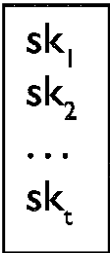


FIG. 23F

【 図 2 3 H 】

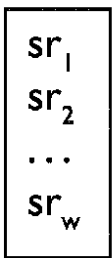


FIG. 23H

【 図 2 3 G 】

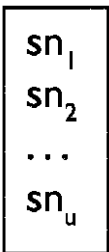


FIG. 23G

【 図 2 4 A 】

	RX	RY	RZ
RR	sa ** sk sb ** sn sc ** sr	sa ** sl sb ** sp sc ** ss	sa ** sm sb ** sq sc ** st
RS	sd ** sk se ** sn sf ** sr	sd ** sl se ** sp sf ** ss	sd ** sm se ** sq sf ** st
RT	sg ** sk sh ** sn sj ** sr	sg ** sl sh ** sp sj ** ss	sg ** sm sh ** sq sj ** st

FIG. 24A

【 図 2 4 B 】

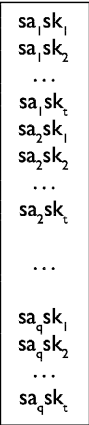
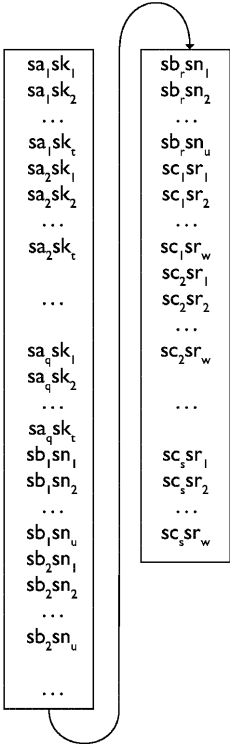


FIG. 24B

【 図 2 4 C 】



【 図 2 4 F 】

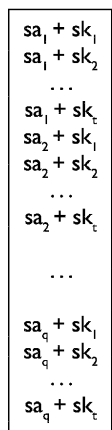


FIG. 24F

【 図 2 4 G 】

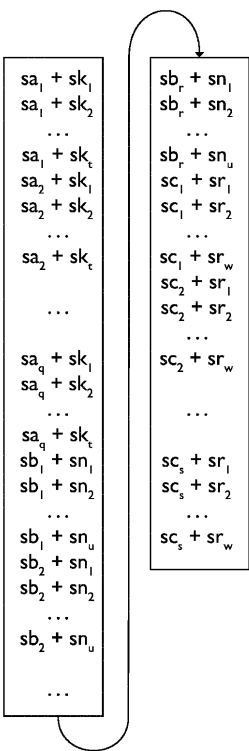


FIG. 24G

【 図 2 4 H 】

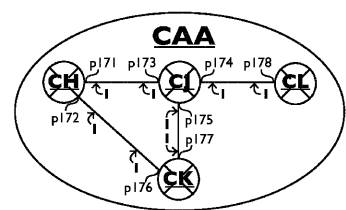


FIG. 24H

【 図 2 4 J 】

	CH	CJ	CK	CL
CH	0	p171(p173)	p172(p176)	0
CJ	p173(p171)	0	p175(p177)	p174(p178)
CK	p176(p172)	p177(p175)	0	0
CL	0	p178(p174)	0	0

FIG. 24J

【 図 2 4 I 】

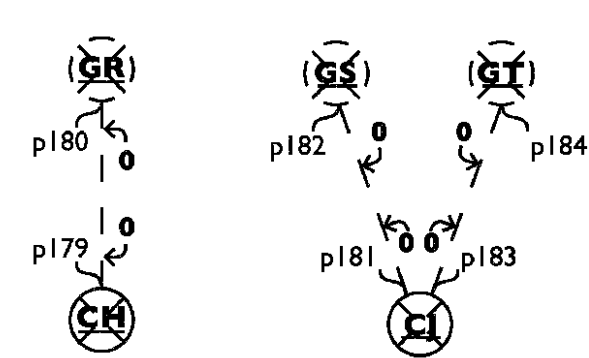


FIG. 24I

【 図 2 4 K 】

CH	CH	CJ	CK	CL
	I	p171(p173)	p172(p176) p171(p173)p175(p177)	p171(p173)p174(p178)
CJ	p173(p171)	I	p175(p177)	p174(p178)
CK	p176(p172) p177(p175)p173(p171)	p177(p175)	I	p177(p175)p174(p178)
CL	p178(p174)p173(p171)	p178(p174)	p178(p174)p175(p177)	I

FIG. 24K

【 図 2 4 L 】

GR	CH	CJ	CK	CL
	p180(p179)	0	0	0
GS	0	p182(p181)	0	0
GT	0	p184(p183)	0	0

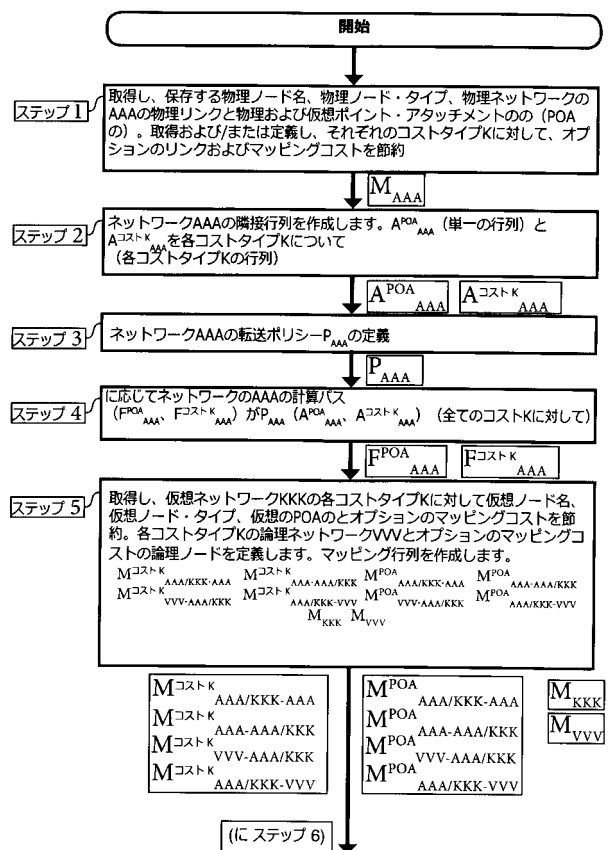
FIG. 24L

【 図 2 4 M 】

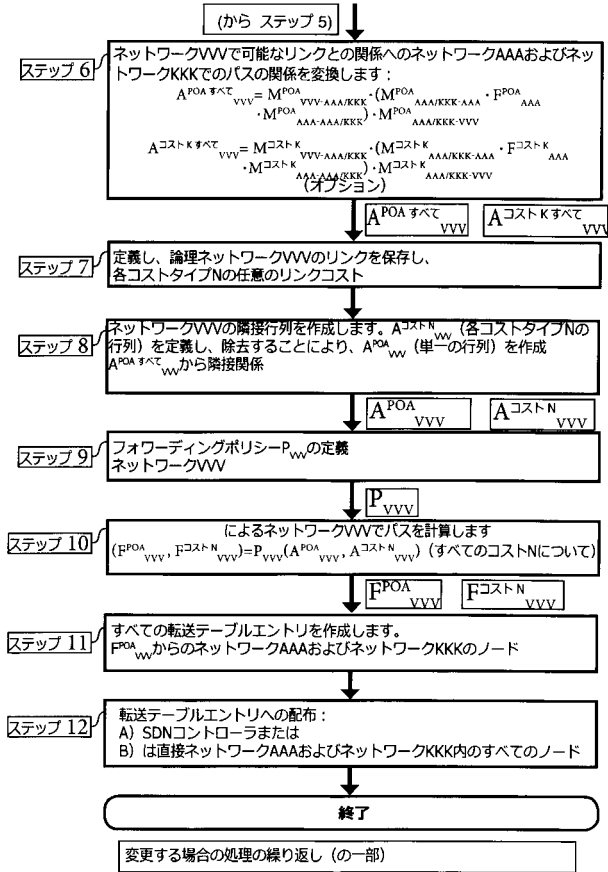
GR	CH	CJ	CK	CL
	p180(p179)	p180(p179)p171(p173)	p180(p179)p172(p176) p180(p179)p171(p173)- p175(p177)	p180(p179)p171(p173)- p174(p178)
GS	p182(p181)p173(p171)	p182(p181)	p182(p181)p175(p177)	p182(p181)p174(p178)
GT	p184(p183)p173(p171)	p184(p183)	p184(p183)p175(p177)	p184(p183)p174(p178)

FIG. 24M

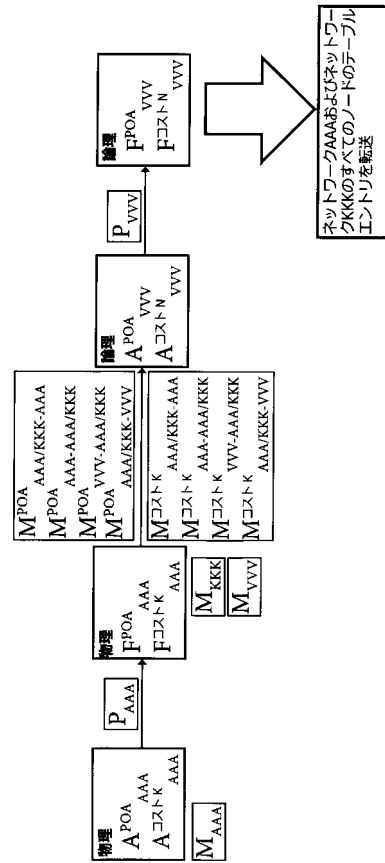
【 図 2 5 - 1 】



【図 25 - 2】



【図 26】



【図 27 A】

DAA	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 27A

【図 27 B】

DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'
DA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DF	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DG	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DE'	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DF'	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DG'	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 27B

【 2 7 C 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'
DA	∞	∞	∞	∞	0	0	∞	∞	∞	∞
DB	∞	∞	1	1	∞	∞	∞	∞	1	∞
DC	∞	1	∞	∞	∞	∞	∞	1	∞	∞
DD	∞	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	1
DE	∞	∞	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DF	∞	1	∞	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DG	∞	∞	∞	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DE'	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DF'	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DG'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

FIG. 27C

【 2 7 D (1) 】

	DA	DB	DC	DD	DE
DA	1	p71(p79)p80(p73)-p74(p78)	p71(p79)p80(p73)-p74(p78)		p72(p81)
DB	p73(p80)p79(p71)	1	p75(p77)	p74(p78)	p73(p80)p79(p71)-p72(p81)
DC	p76(p82)p81(p72)	p77(p75)	1	p77(p75)p74(p78)	p76(p82)p81(p72)-p72(p81)
DD	p78(p74)p73(p80)-p79(p71)	p78(p74)	p78(p74)p75(p77)	1	p78(p74)p73(p80)-p79(p71)p72(p81)
DE	p82(p76)p76(p82)-p81(p72)	p82(p76)p77(p75)	p82(p76)	p82(p76)p77(p75)-p74(p78)	1
DF	p80(p73)p73(p80)-p79(p71)	p80(p73)	p80(p73)p75(p77)	p80(p73)p74(p78)	p80(p73)p73(p80)-p79(p71)p72(p81)
DG	p84(p83)p78(p74)-p73(p80)p79(p71)	p84(p83)p78(p74)-p75(p77)	p84(p83)p78(p74)-p75(p77)	p84(p83)	p84(p83)p78(p74)-p73(p80)p79(p71)-p72(p81)
DE'	p81(p72)	p81(p72)p71(p79)-p80(p73)	p81(p72)p72(p81)-p82(p76)	p81(p72)p74(p78)	p81(p72)p72(p81)
DF'	p79(p71)	p79(p71)p71(p79)-p80(p73)	p79(p71)p72(p81)-p82(p76)	p79(p71)p71(p79)-p80(p73)p74(p78)	p79(p71)p72(p81)
DG'	0	0	0	0	0

FIG. 27D (1)

【 2 7 D (2) 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'
(DA)		p71(p79)		0	p72(p81)p82(p76)-p74(p78)	p71(p79)p80(p73)-p73(p80)				p71(p79)p80(p73)-p74(p78)p83(p84)
(DB)	p73(p80)p79(p71)-p71(p79)			0	p75(p77)p76(p82)	p73(p80)				p74(p78)p83(p84)
(DC)	p76(p82)p81-(p72)p71(p79)			0	p76(p82)	p77(p75)p73(p80)				p77(p75)p74(p78)-p83(p84)
(DD)	p78(p74)p73(p80)-p79(p71)p71(p79)			0	p78(p74)p75(p77)-p74(p78)	p78(p74)p73(p80)				p83(p84)
(DE)	p82(p76)p76(p82)-p81(p72)p71(p79)			0	p82(p76)p76(p82)	p72(p76)p77(p75)-p73(p80)				p82(p76)p77(p75)-p74(p78)p83(p84)
(DF)	1			0	p80(p73)p75(p77)-p74(p78)	p80(p73)p73(p80)				p80(p73)p74(p78)-p83(p84)
(DG)	p84(p83)p78(p74)-p73(p80)p79(p71)-p71(p79)			1	p84(p83)p78(p74)-p75(p77)p76(p82)	p84(p83)p78(p74)-p73(p80)				p84(p83)p83(p84)
(DE')	p81(p72)p71(p79)			0	1	p81(p72)p71(p79)-p80(p73)p73(p80)				p81(p72)p71(p79)-p80(p73)p74(p78)-p83(p84)
(DF')	p79(p71)p71(p79)			0	p79(p71)p72(p81)-p82(p76)p76(p82)	1				p79(p71)p71(p79)-p80(p73)p74-(p78)p83(p84)
(DG')	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

FIG. 27D (2)

【 2 7 E 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'
DA	0	1	1	2	0	0	∞	2	2	3
DB	1	0	1	1	1	1	∞	2	1	2
DC	1	1	0	2	1	1	∞	1	2	3
DD	2	1	2	0	2	2	∞	3	2	1
DE	2	2	1	3	0	2	∞	2	3	4
DF	2	1	2	2	2	0	∞	3	2	3
DG	3	2	3	1	3	3	0	4	3	2
DE'	0	1	1	2	0	0	∞	0	2	3
DF'	0	1	1	2	0	0	∞	2	0	3
DG'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0

FIG. 27E

【 2 8 A 】

	HA	HB	HA'
HAA	I	I	I

FIG. 28A

【 2 8 B 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'
DA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
DC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
DD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DF	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
DG	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DE'	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
DF'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
DG'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
HA	p86(p85)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HB	p88(p87)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HA'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 28B

【 2 8 C 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'	HA	HB	HA'
DA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	p87(p83)	p85(p86)
DB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
DF	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
DG	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DE'	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DF'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
DG'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

FIG. 28C

【 2 8 D 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'
DA	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DB	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DC	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DD	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DE	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞
DF	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞
DG	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞
DE'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞
DF'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞
DG'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0
HA	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
HB	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
HA'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

FIG. 28D

【 図 2 8 E 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'	HA	HB	HA'
DA	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	0
DB	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DC	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DD	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DE	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DF	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DG	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DE'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞
DF'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞
DG'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞

FIG. 28E

【 図 2 8 F 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
UU	-	-	-	-	-	-	-	-

FIG. 28F

【 図 2 8 G 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'	HA	HB	HA'
UU	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
UV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
UW	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UX	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UY	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
UU'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
UZ'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

FIG. 28G

【 図 2 8 H 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
DA	0	0	0	0	0	0	0	0
DB	0	0	1	0	0	0	0	0
DC	0	0	0	1	0	0	0	0
DD	0	0	0	0	1	0	0	0
DE	0	0	0	0	0	0	0	0
DF	0	0	0	0	0	0	0	0
DG	1	0	0	0	0	0	0	0
DE'	0	0	0	0	0	0	0	0
DF'	0	0	0	0	0	0	0	0
DG'	0	0	0	0	0	0	1	0
HA	0	0	0	0	0	1	0	0
HB	0	1	0	0	0	0	0	0
HA'	0	0	0	0	0	0	0	1

FIG. 28H

【 図 28 I 】

HA'	8	8	8	8	8	8	8	0
HB	8	0	8	8	8	8	8	8
HA	8	8	8	8	8	0	8	8
DG'	8	8	8	8	8	8	0	8
DF'	8	8	8	8	8	8	8	8
DE'	8	8	8	8	8	8	8	8
DG	0	8	8	8	8	8	8	8
DF	8	8	8	8	8	8	8	8
DE	8	8	8	8	8	8	8	8
DD	8	8	8	8	0	8	8	8
DC	8	8	8	0	8	8	8	8
DB	8	8	0	8	8	8	8	8
DA	8	8	8	8	8	8	8	8
UU								
UV								
UX								
UY								
UZ								
UZ'								

FIG. 28I

【 図 28 J 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
DA	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DB	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞
DC	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞	∞
DD	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞	∞
DE	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DF	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DG	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DE'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DF'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
DG'	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞
HA	∞	∞	∞	∞	∞	0	∞	∞
HB	∞	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞
HA'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0

FIG. 28J

【 図 28 K (1) 】

	DA	DB	DC	DD
DA	I	p71(p79)p80(p73)	p72(p81)p82(p76)	p71(p79)p80(p73)-p74(p78)
DB	p73(p80)p79(p71)	I	p75(p77)	p74(p78)
DC	p76(p82)p81(p72)	p77(p75)	I	p77(p75)p74(p78)
DD	p78(p74)p73(p80)-p79(p71)	p78(p74)	p78(p74)p75(p77)	I
DE	p82(p76)p76(p82)-p81(p72)	p82(p76)p77(p75)	p82(p76)	p82(p76)p77(p75)-p74(p78)
DF	p80(p73)p73(p80)-p79(p71)	p80(p73)	p80(p73)p75(p77)	p80(p73)p74(p78)
DG	p84(p83)p78(p74)-p73(p80)p79(p71)	p84(p83)p78(p74)	p84(p83)p78(p74)-p75(p77)	p84(p83)
DE'	p81(p72)	p81(p72)p71(p79)-p80(p73)	p81(p72)p72(p81)-p82(p76)	p81(p72)p71(p79)-p80(p73)p74(p78)
DF'	p79(p71)	p79(p71)p71(p79)-p80(p73)	p79(p71)p72(p81)-p82(p76)	p79(p71)p71(p79)-p80(p73)p74(p78)
DG'	0	0	0	0
HA	p86(p85)	p86(p85)p71(p79)-p80(p73)	p86(p85)p72(p81)-p82(p76)	p86(p85)p71(p79)-p80(p73)p74(p78)
HB	p88(p87)	p88(p87)p71(p79)-p80(p73)	p88(p87)p72(p81)-p82(p76)	p88(p87)p71(p79)-p80(p73)p74(p78)
HA'	0	0	0	0

FIG. 28K (1)

【 図 28 K (2) 】

	DE	DF	DG	DE'
(DA)	p72(p81)	p71(p79)	0	p72(p81)p82(p76)-p76(p82)
(DB)	p73(p80)p79(p71)-p72(p81)	p73(p80)p79(p71)-p71(p79)	0	p75(p77)p76(p82)
(DC)	p76(p82)p81(p72)-p72(p81)	p76(p82)p81(p72)p71(p79)	0	p76(p82)
(DD)	p78(p74)p73(p80)-p79(p71)p72(p81)	p78(p74)p73(p80)-p79(p71)p71(p79)	0	p78(p74)p75(p77)-p76(p82)
(DE)	I	p82(p76)p76(p82)-p81(p72)p71(p79)	0	p82(p76)p76(p82)
(DF)	p80(p73)p73(p80)-p79(p71)p72(p81)	I	0	p80(p73)p75(p77)-p76(p82)
(DG)	p84(p83)p78(p74)-p73(p80)p79(p71)-p72(p81)	p84(p83)-p78(p74)p73(p80)-p79(p71)p71(p79)	I	p84(p83)p78(p74)-p75(p77)p76(p82)
(DE')	p81(p72)p72(p81)	p81(p72)p71(p79)	0	I
(DF')	p79(p71)p72(p81)	p79(p71)p71(p79)	0	p79(p71)p72(p81)-p82(p76)p76(p82)
(DG')	0	0	0	0
(HA)	p86(p85)p72(p81)	p86(p85)p71(p79)	0	p86(p85)p72(p81)-p82(p76)p76(p82)
(HB)	p88(p87)p72(p81)	p88(p87)p71(p79)	0	p88(p87)p72(p81)-p82(p76)p76(p82)
(HA')	0	0	0	0

FIG. 28K (2)

【 図 28 K (3) 】

	DF'	DG'	HA	HB	HA'
(DA)	p71(p79)p80(p73)- p73(p80)	p71(p79)p80(p73)- p74(p78)p83(p84)	0	p87(p88)	p85(p86)
(DB)	p73(p80)	p74(p78)p83(p84)	0	p73(p80)p79(p71)- p87(p88)	p73(p80)p79(p71)- p85(p86)
(DC)	p77(p75)p73(p80)	p77(p75)p74(p78)- p83(p84)	0	p76(p82)p81(p72)- p87(p88)	p76(p82)p81(p72)- p85(p86)
(DD)	p78(p74)p73(p80)	p83(p84)	0	p78(p74)p73(p80)- p79(p71)p87(p88)	p78(p74)p73(p80)- p79(p71)p85(p86)
(DE)	p82(p76)p77(p75)- p73(p80)	p82(p76)p77(p75)- p74(p78)p83(p84)	0	p82(p76)p76(p82)- p81(p72)p87(p88)	p82(p76)p76(p82)- p81(p72)p85(p86)
(DF)	p80(p73)p73(p80)	p80(p73)p74- (p78)p83(p84)	0	p80(p73)p73(p80)- p79(p71)p87(p88)	p80(p73)p73(p80)- p79(p71)p85(p86)
(DG)	p84(p83)p78(p74)- p73(p80)	p84(p83)p83(p84)	0	p84(p83)p78(p74)- p73(p80)p79(p71)- p87(p88)	p84(p83)p78(p74)- p73(p80)p79(p71)- p85(p86)
(DE')	p81(p72)p71(p79)- p80(p73)p73(p80)	p81(p72)p71(p79)- p80(p73)p74(p78)- p83(p84)	0	p81(p72)p87(p88)	p81(p72)p85(p86)
(DF')	I	p79(p71)p71(p79)- p80(p73)p74- (p78)p83(p84)	0	p79(p71)p87(p88)	p79(p71)p85(p86)
(DG')	0	I	0	0	0
(HA)	p86(p85)p71(p79)- p80(p73)p73(p80)	p86(p85)p71(p79)- p80(p73)p74(p78)- p83(p84)	I	p86(p85)p87(p88)	p86(p85)p85(p86)
(HB)	p88(p87)p71(p79)- p80(p73)p73(p80)	p88(p87)p71(p79)- p80(p73)p74(p78)- p83(p84)	0	I	p88(p87)p85(p86)
(HA')	0	0	0	0	I

FIG. 28K (3)

【 図 28 L 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
UU	0	0	0	0	0	0	0	0
UV	0	0	0	0	0	0	0	0
UW	0	0	0	0	0	0	0	0
UX	0	0	0	0	0	0	0	0
UY	0	0	0	0	0	0	0	0
UZ	0	0	0	0	0	0	0	0
UU'	0	0	0	0	0	0	0	0
UZ'	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 28L

【 図 28 M 】

	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DE'	DF'	DG'	HA	HB	HA'
DA	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DB	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DC	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DD	2	1	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DE	2	2	2	3	0	2	2	2	2	2	2	2	2
DF	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2
DG	3	2	3	1	3	3	0	3	3	3	3	3	3
DE'	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DF'	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DG'	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HA	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HB	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HA'	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 28M

【 図 28 N 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
UU	∞	3	2	3	1	∞	2	3
UV	∞	∞	1	1	2	∞	3	0
UW	∞	1	∞	1	1	∞	2	1
UX	∞	1	1	∞	2	∞	3	1
UY	∞	2	1	2	∞	∞	1	2
UZ	∞	0	1	1	2	∞	3	0
UU'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
UZ'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

FIG. 28N

【 図 29 A 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
UU	∞	∞	∞	∞	1	∞	∞	∞
UV	∞	∞	2	1	∞	∞	∞	1
UW	∞	2	∞	∞	1	∞	∞	∞
UX	∞	1	∞	∞	1	∞	∞	∞
UY	∞	∞	1	1	∞	∞	1	∞
UZ	∞	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞
UU'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
UZ'	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

FIG. 29A

【 図 2 9 B 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
UU	0	0	0	0	p84(p83)	0	0	0
UV	0	0	p88(p87)p71(p79)- p80(p73)	p88(p87)p72(p81)- p82(p76)	0	0	0	p86(p87)p85(p86)
UW	0	p73(p80)p79(p71)- p81(p88)	0	0	p74(p78)	0	0	0
UX	0	p76(p82)p81(p72)- p87(p88)	0	0	p77(p75)p74(p78)	0	0	0
UY	0	0	p78(p74)	p78(p74)p75(p77)	0	0	p83(p84)	0
UZ	0	p86(p85)p87(p88)	0	0	0	0	0	0
UU'	0	0	0	0	0	0	0	0
UZ'	0	0	0	0	0	0	0	0

FIG. 29B

【 図 2 9 C 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
UU	1	p84(p83)p78(p74)- p75(p77)p76(p82)- p81(p72)p87(p88)	p84(p83)p78(p74)	p84(p83)p78(p74)- p75(p77)	p84(p83)	0	p84(p83)p83(p84)	p84(p83)p78(p74)- p75(p77)p76(p82)- p81(p72)p87(p88)- p88(p87)p85(p86)
UV	0	1	p88(p87)p71(p79)- p80(p73)	p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)	p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)	0	p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)p83(p84)	p88(p87)p85(p86)
UW	0	p73(p80)p79(p71)- p87(p88)	1	p74(p78)p78(p74)- p75(p77)	p74(p78)	0	p74(p78)p83(p84)	p73(p80)p79(p71)- p87(p88)p86(p87)- p85(p86)
UX	0	p76(p82)p81(p72)- p87(p88)	p77(p75)p74(p78)- p78(p74)	1	p77(p75)p74(p78)	0	p77(p75)p74(p78)- p83(p84)	p76(p82)p81(p72)- p87(p88)p86(p87)- p85(p86)
UY	0	p78(p74)p75(p77)- p76(p82)p81(p72)- p87(p88)	p78(p74)	p78(p74)p75(p77)	1	0	p83(p84)	p78(p74)p75(p77)- p76(p82)p81(p72)- p87(p88)p86(p87)- p85(p86)
UZ	0	p86(p85)p87(p88)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p71(p79)- p80(p73)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p72(p81)- p82(p76)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)	1	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)p83(p84)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p85(p86)
UU'	0	0	0	0	0	0	1	0
UZ'	0	0	0	0	0	0	0	1

FIG. 29C

【 図 2 9 D 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	UU'	UZ'
UU	0	3	2	2	1	8	2	4
UV	8	0	2	1	2	8	3	1
UW	8	2	0	2	1	8	2	3
UX	8	1	2	0	1	8	2	2
UY	8	2	1	1	0	8	1	3
UZ	8	1	3	2	3	0	4	2
UU'	8	8	8	8	8	8	0	8
UZ'	8	8	8	8	8	8	0	8

FIG. 29D

【 図 2 9 E 】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ
UU	1	p84(p83)p78(p74)- p75(p77)p76(p82)- p81(p72)p87(p88)	p84(p83)p78(p74)- p75(p77)	p84(p83)	p84(p83)	p84(p83)p78(p74)- p75(p77)p76(p82)- p81(p72)p87(p88)- p88(p87)p85(p86)
UV	p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)p83(p84)	1	p88(p87)p71(p79)- p80(p73)	p88(p87)p72(p81)- p82(p76)	p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)	p88(p87)p85(p86)
UW	p74(p78)p83(p84)	p73(p80)p79(p71)- p87(p88)	1	p74(p78)p78(p74)- p75(p77)	p74(p78)	p73(p80)p79(p71)- p87(p88)p86(p87)- p85(p86)
UX	p77(p75)p74(p78)- p83(p84)	p76(p82)p81(p72)- p87(p88)	p77(p75)p74(p78)- p78(p74)	1	p77(p75)p74(p78)	p76(p82)p81(p72)- p87(p88)p88(p87)- p85(p86)
UY	p83(p84)	p78(p74)p75(p77)- p76(p82)p81(p72)- p87(p88)	p78(p74)	p78(p74)p75(p77)	1	p78(p74)p75(p77)- p76(p82)p81(p72)- p87(p88)p86(p87)- p85(p86)
UZ	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)p83(p84)	p86(p85)p87(p88)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p71(p79)- p80(p73)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p72(p81)- p82(p76)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p72(p81)- p82(p76)p77(p75)- p74(p78)	p86(p85)p87(p88)- p88(p87)p85(p86)

FIG. 29E

【図 29 F】

	UU	UV	UW	UX	UY	UZ
UU	0	3	2	2	1	4
UV	3	0	2	1	2	1
UW	2	2	0	2	1	3
UX	2	1	2	0	1	2
UY	1	2	1	1	0	3
UZ	4	1	3	2	3	0

FIG. 29F

【図 30 A】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UV	p72	p87
UU	UZ	p72	p87
UU	UZ	p87	p85
UV	UU	p87	p72
UV	UW	p87	p71
UV	UX	p87	p72
UV	UY	p87	p72
UV	UZ	p87	p85
UW	UU	p71	p87
UW	UZ	p71	p87
UW	UZ	p87	p85
UX	UU	p72	p87
UX	UZ	p72	p87
UY	UU	p87	p85
UY	UZ	p72	p87
UY	UZ	p87	p85
UZ	UU	p85	p87
UZ	UV	p85	p87
UZ	UX	p85	p87
UZ	UY	p85	p87
UZ	UZ	p87	p72
UZ	UX	p87	p71
UZ	UY	p87	p72

【図 30 D】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UV	p83	p78
UU	UW	p83	p78
UU	UX	p83	p78
UU	UY	p83	□ーカ
UV	UU	p78	p83
UV	UW	p78	□ーカ
UV	UX	p78	p83
UV	UY	p78	□ーカ
UW	UU	p78	p83
UW	UX	p78	□ーカ
UX	UU	p78	p83
UX	UY	p78	□ーカ
UY	UU	□ーカ	p83
UY	UW	□ーカ	p78
UY	UX	□ーカ	p78
UY	UZ	□ーカ	p78
UZ	UU	p78	p83
UZ	UY	p78	□ーカ

【図 30 E】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UV	p82	p81
UU	UZ	p82	p81
UV	UU	p81	p82
UV	UX	p81	p82
UV	UY	p81	p82
UX	UV	p82	p81
UX	UZ	p82	p81
UY	UV	p82	p81
UY	UZ	p82	p81
UZ	UU	p81	p82
UZ	UX	p81	p82
UZ	UY	p81	p82

【図 30 B】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UV	p74	p75
UU	UW	□ーカ	p75
UU	UX	p74	p75
UU	UZ	p74	p75
UV	UU	p75	p74
UV	UW	p75	p74
UV	UX	p75	p74
UV	UZ	p75	p74
UW	UU	p73	□ーカ
UW	UX	□ーカ	p74
UW	UY	□ーカ	p74
UW	UZ	□ーカ	p73
UX	UU	□ーカ	p73
UX	UW	p74	p75
UX	UY	p75	p74
UX	UZ	p74	□ーカ
UY	UU	p75	p74
UY	UW	p74	p75
UY	UX	p74	□ーカ
UZ	UU	p75	p74
UZ	UY	p75	□ーカ

【図 30 C】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UV	p77	p76
UU	UX	p77	□ーカ
UU	UZ	p77	p76
UV	UU	p76	p77
UV	UX	p76	□ーカ
UV	UZ	p76	p77
UW	UU	p77	□ーカ
UX	UU	□ーカ	p77
UX	UW	□ーカ	p76
UX	UY	□ーカ	p77
UX	UZ	□ーカ	p76
UY	UU	p77	p76
UY	UX	p77	□ーカ
UY	UZ	p77	p76
UZ	UU	p76	□ーカ
UZ	UY	p76	p77

【図 30 F】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UV	UW	p79	p80
UW	UV	p80	p79
UW	UZ	p80	p79
UZ	UW	p79	p80

【図 30 G】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UV	□ーカ	p84
UU	UW	□ーカ	p84
UU	UX	□ーカ	p84
UU	UY	□ーカ	p84
UU	UZ	□ーカ	p84
UV	UU	p84	□ーカ
UW	UU	p84	□ーカ
UX	UU	p84	□ーカ
UY	UU	p84	□ーカ
UZ	UU	p84	□ーカ

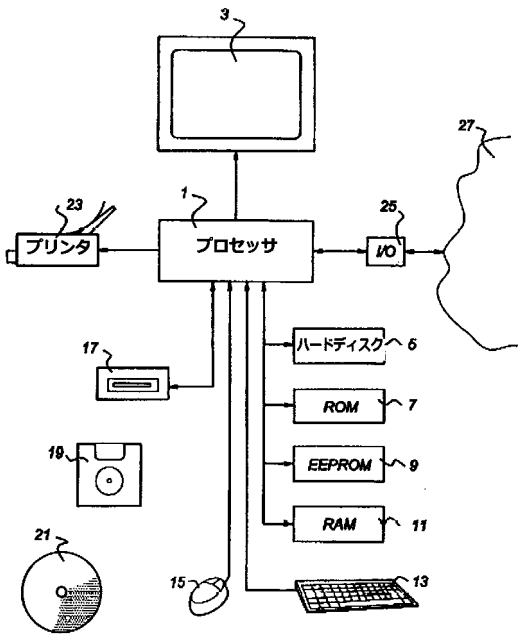
【図 30 H】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UZ	p86	□ーカ
UV	UZ	p86	□ーカ
UW	UZ	p86	□ーカ
UX	UZ	p86	□ーカ
UY	UZ	p86	□ーカ
UZ	UU	□ーカ	p86
UZ	UV	□ーカ	p86
UZ	UW	□ーカ	p86
UZ	UX	□ーカ	p86
UZ	UY	□ーカ	p86

【 図 3 0 I 】

ソース	先	入 カポート	出 カポート
UU	UV	p88	ローカル
UU	UZ	p88	p88
UV	UU	ローカル	p88
UV	UW	ローカル	p88
UV	UX	ローカル	p88
UV	UY	ローカル	p88
UV	UZ	ローカル	p88
UW	UV	p88	ローカル
UW	UZ	p88	p88
UX	UV	p88	ローカル
UX	UZ	p88	p88
UY	UV	p88	ローカル
UY	UZ	p88	p88
UZ	UU	p88	p88
UZ	UV	p88	ローカル
UZ	UW	p88	p88
UZ	UX	p88	p88
UZ	UY	p88	p88

【 図 3 1 】



【 図 3 2 A 】

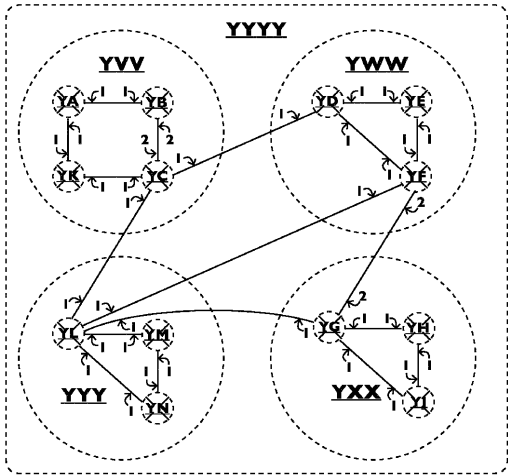


FIG. 32A

【 図 3 2 B 】

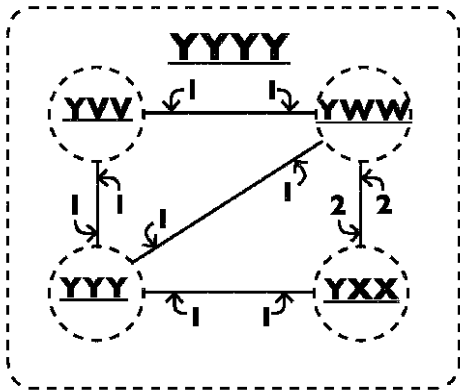
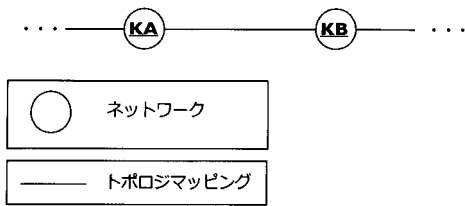
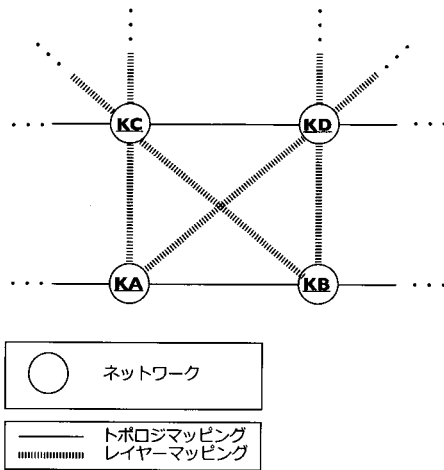


FIG. 32B

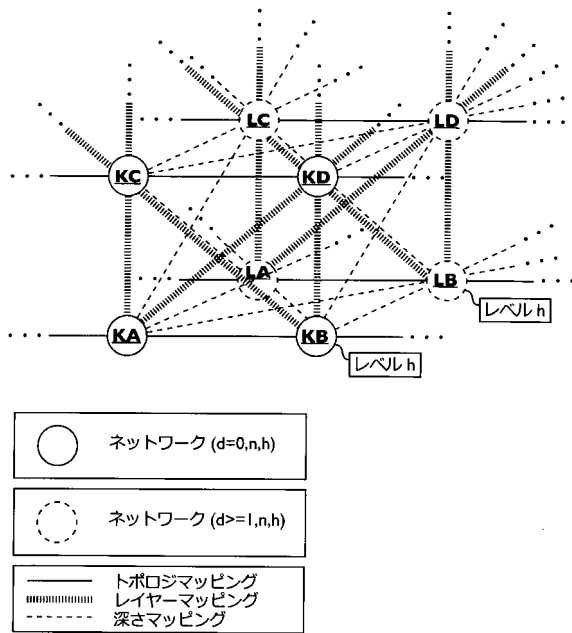
【 図 3 3 A 】



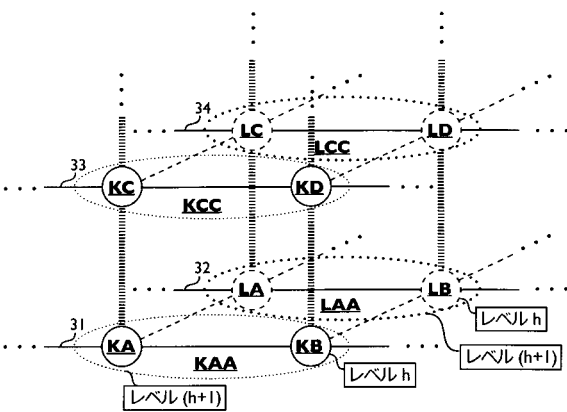
【図 3 3 B】



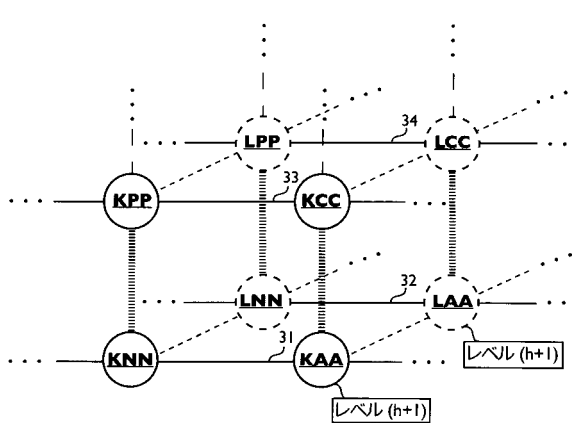
【図 3 3 C】



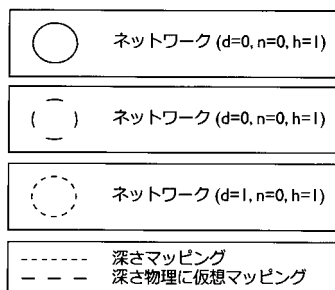
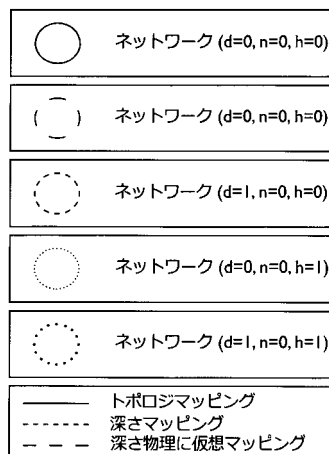
【図 3 4 A】



【図 3 4 B】



【 図 3 5 B 】



【 図 3 6 B 】

	TD	TE	TF	...
TA	M_{TA-TD}	M_{TA-TE}	M_{TA-TF}	...
TB	M_{TB-TD}	M_{TB-TE}	M_{TB-TF}	...
TC	M_{TC-TD}	M_{TC-TE}	M_{TC-TF}	...
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	

FIG. 36A

	TA	TB	TC	...
TA	M_{TA-TA}	M_{TA-TB}	M_{TA-TC}	...
TB	M_{TB-TA}	M_{TB-TB}	M_{TB-TC}	...
TC	M_{TC-TA}	M_{TC-TB}	M_{TC-TC}	...
...

FIG. 36B

【図 3 6 C】

...	TF	TE	TD	TA
...	F_{TA-TF}	F_{TA-TE}	F_{TA-TD}	F_{TA-TA}
...	F_{TB-TF}	F_{TB-TE}	F_{TB-TD}	F_{TB-TA}
...	F_{TC-TF}	F_{TC-TE}	F_{TC-TD}	F_{TC-TA}
	∴	∴	∴	∴

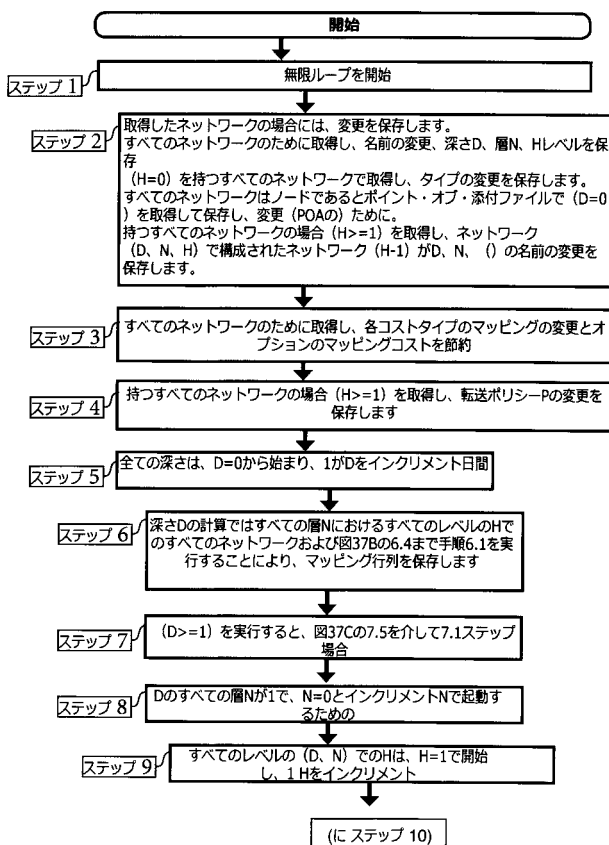
FIG. 36C

【図 3 6 D】

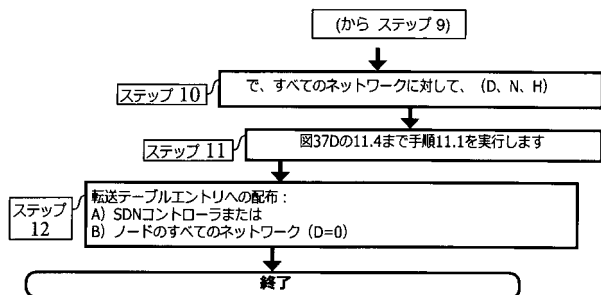
...	TC	TB	TA	TA
...	F_{TA-TC}	F_{TA-TB}	F_{TA-TA}	F_{TA-TA}
...	F_{TB-TC}	F_{TB-TB}	F_{TB-TA}	F_{TB-TA}
...	F_{TC-TC}	F_{TC-TB}	F_{TC-TA}	F_{TC-TA}
	∴	∴	∴	∴

FIG. 36D

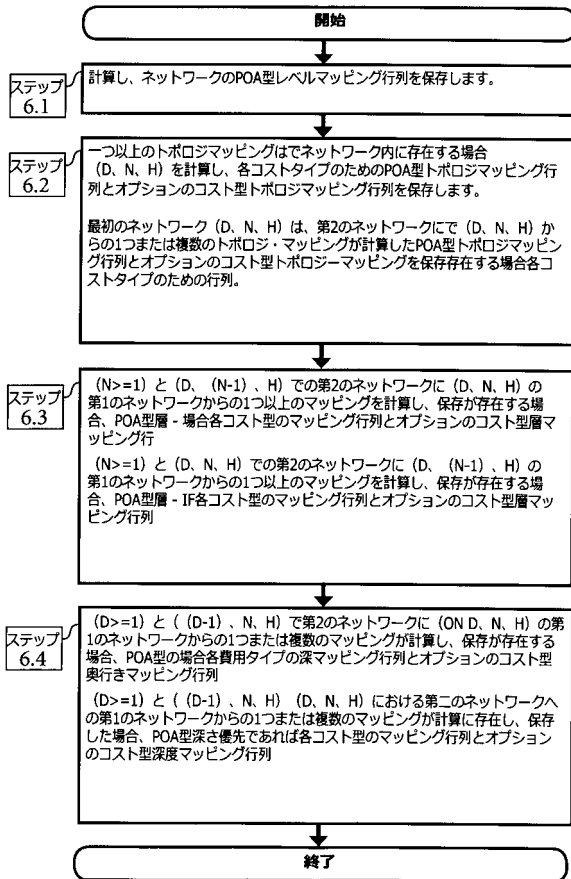
【図 3 7 A - 1】



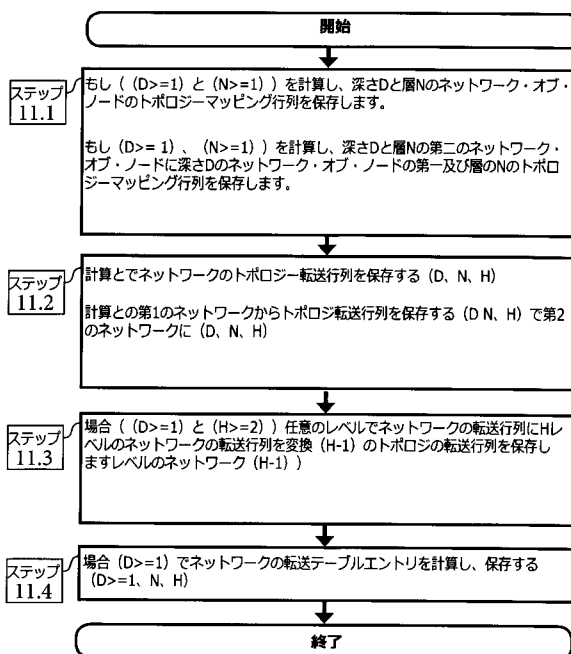
【図 3 7 A - 2】



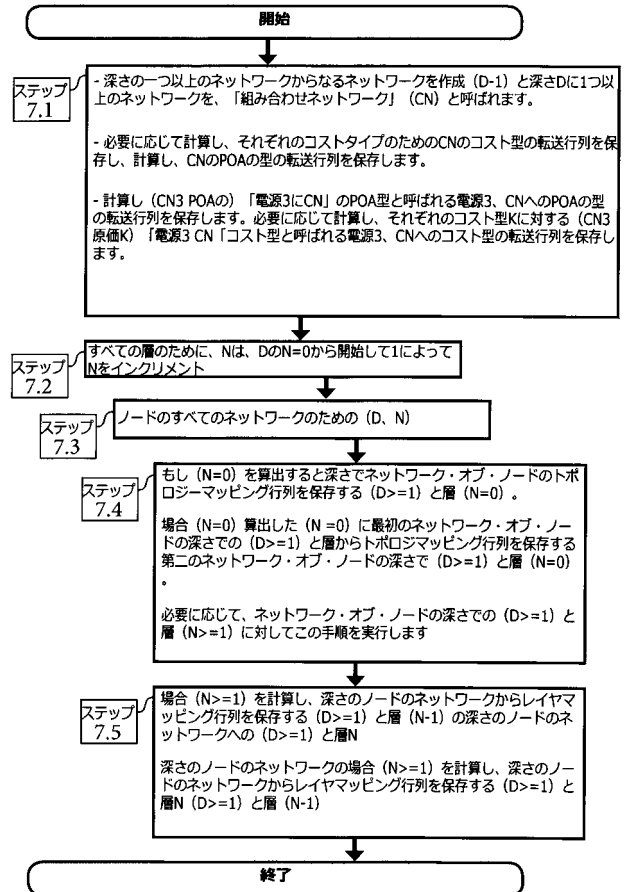
【図 3 7 B】



【図 3 7 D】



【図 3 7 C】



【図 3 7 E】

FIG.25	FIG.37A, 37B, 37C, 37D
1	2 3 6.1
2	6.2
3	4
4	11.2
5	2 3 6.1 6.4
6	7.4
7	6.2
8	7.4
9	4
10	11.2
11	11.4
12	12

FIG. 37E

【 図 3 7 F 】

ステップ				FIG.25	
H	N	D	ステップマトリックスタイプ	行列 作成	
0	0	0	6.1 レベルマッピング	M _{DAA} M _{HAA}	1,5
0	0	0	6.2 トポロジマッピング	M _{DAA-DAA} M _{DAA-HAA} M _{HAA-DAA} M _{HAA-HAA}	2
0	0	0	11.2 トポロジフォワーディング	F _{DAA-DAA} F _{DAA-HAA} F _{HAA-DAA} F _{HAA-HAA}	4
1	0	1	6.1 レベルマッピング	M _{UUU}	5
1	0	1	6.2 トポロジマッピング	M _{UUU-UUU}	8
1	0	1	6.4 深さマッピング	M _{DAA-UUU} M _{HAA-UUU}	5
			7.1 フォワーディング	F _{TUUU-TUUU}	
1	0	1	7.4 トポロジマッピング	M _{UUU-UUU}	6,8
1	0	1	11.2 トポロジフォワーディング	F _{UUU-UUU}	10

【 図 3 8 B 】

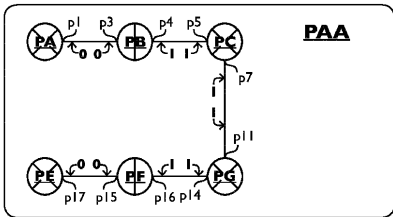
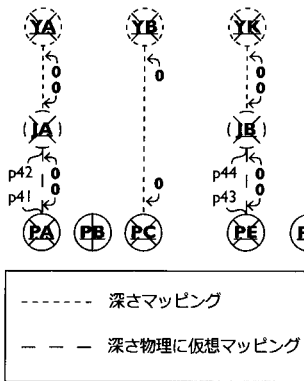
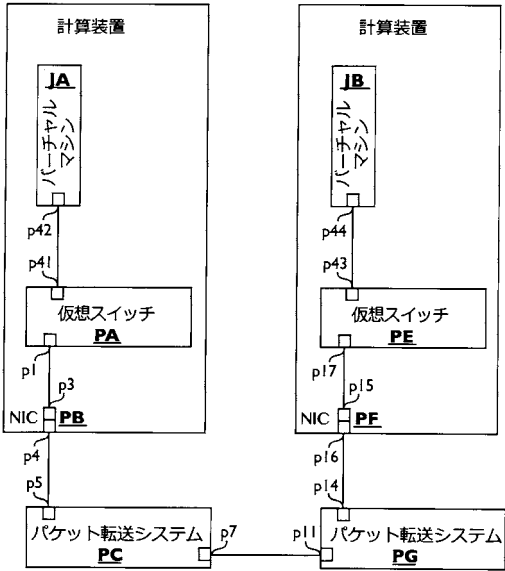


FIG. 38B

【 図 3 8 C 】



【 図 3 8 A 】



【 図 3 8 D 】

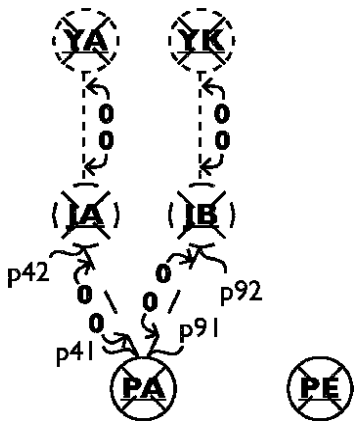


FIG. 38D

【図 38 E】

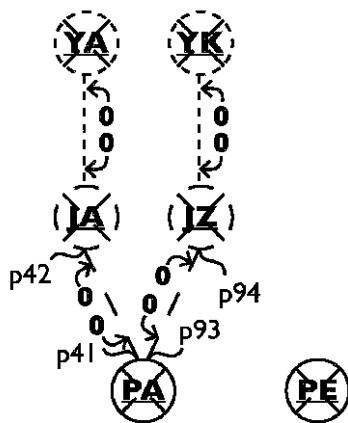
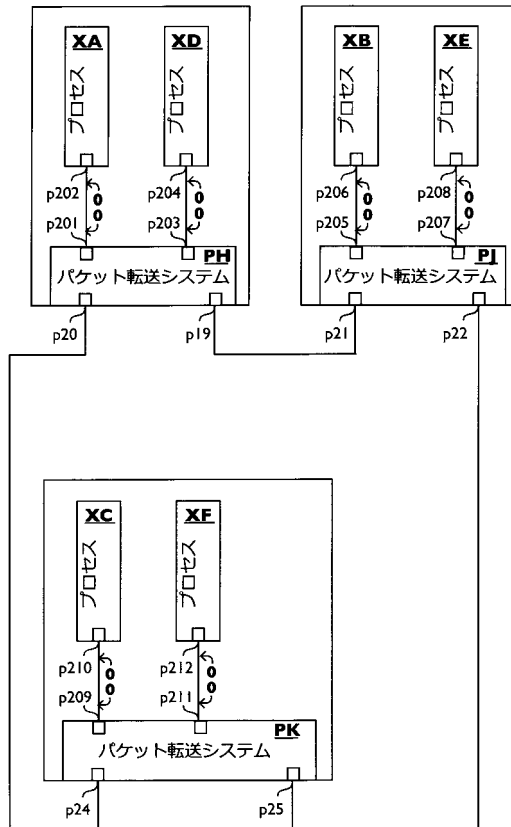


FIG. 38E

【図 38 F】



【図 38 G】

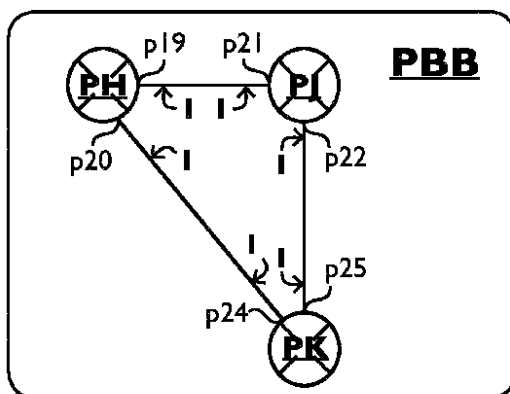


FIG. 38G

【図 38 H】

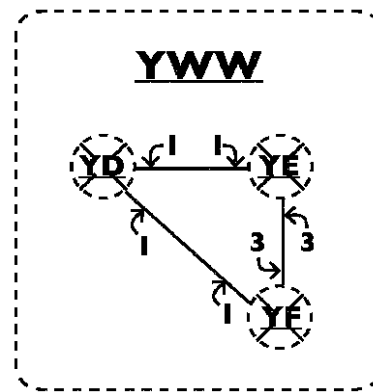


FIG. 38H

【図 38 I】

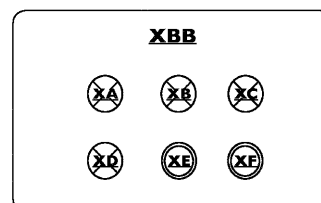


FIG. 38I

【図 38 J】

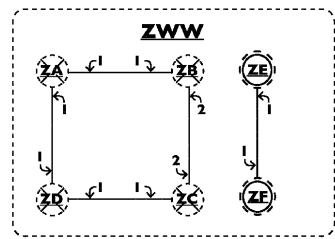
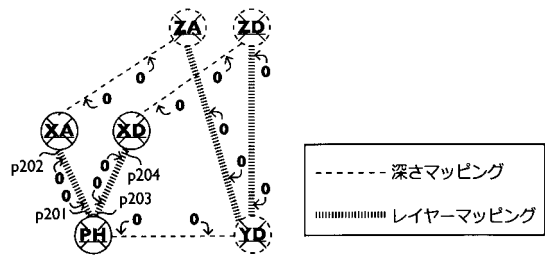
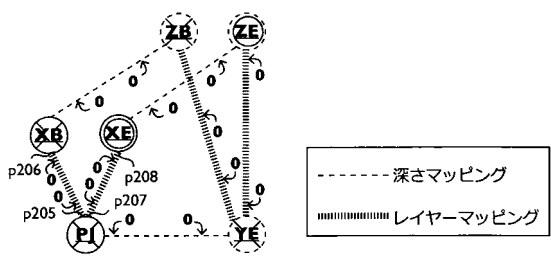


FIG. 38J

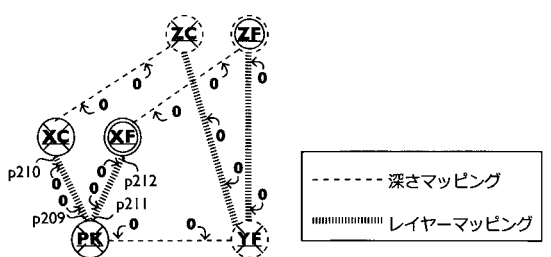
【図 38 K】



【図 38 L】



【図 38 M】



【図 38 N】

	PH	PJ	PK
PH		p19(p21)	p20(p24)
PJ	p21(p19)		p22(p25)
PK	p24(p20)	p25(p22)	

FIG. 38N

【図 38 O】

	YD	YE	YF
YD		p19(p21)	p20(p24)
YE	p21(p19)		p21(p19)-p20(p24)
YF	p24(p20)	p24(p20)-p19(p21)	

FIG. 38O

【図 38 P】

	XA	XB	XC	XD	XE	XF
XA		p204(p205)-p201(p202)	p202(p201)-p200(p204)-p209(p210)	p202(p201)-p203(p204)	p202(p201)-p19(p21)-p207(p208)	p202(p201)-p20(p24)-p211(p212)
XB	p204(p205)-p201(p202)		p204(p205)-p22(p25)-p209(p210)	p204(p205)-p21(p19)-p203(p204)	p204(p205)-p207(p208)	p204(p205)-p20(p24)-p211(p212)
XC	p210(p209)-p24(p20)-p201(p202)	p210(p209)-p25(p22)-p205(p206)		p210(p209)-p24(p20)-p203(p204)	p210(p209)-p25(p22)-p207(p208)	p210(p209)-p211(p212)
XD	p204(p205)-p201(p202)	p204(p205)-p19(p21)-p205(p206)	p204(p205)-p20(p24)-p209(p210)		p204(p205)-p19(p21)-p207(p208)	p204(p205)-p20(p24)-p211(p212)
XE	p208(p207)-p21(p19)-p201(p202)	p208(p207)-p205(p206)	p208(p207)-p22(p25)-p209(p210)	p208(p207)-p21(p19)-p203(p204)		p208(p207)-p22(p25)-p211(p212)
XF	p212(p211)-p24(p20)-p201(p202)	p212(p211)-p25(p22)-p205(p206)	p212(p211)-p209(p210)	p212(p211)-p24(p20)-p203(p204)	p212(p211)-p25(p22)-p207(p208)	

FIG. 38P

【図 38 Q (1)】

	ZA	ZB	ZC
ZA	I	p202(201)- p19(p21)- p205(p206)	p202(201)p203(p204)- p204(p203)p20(p24)- p209(p210)
ZB	p206(205)- p21(p19)- p201(p202)	I	p204(205)- p21(p19)p20(p24)- p209(p210)
ZC	p210(p209)p24(p20)- p203(p204)p204(p203)- p201(p202)	p210(p209)p24(p20)- p19(p21)p205(p206)	I
ZD	p204(p203)- p201(p202)	p204(p203)p201(p202)- p202(201)p19(p21)- p205(p206)	p204(p203)- p20(p24)- p209(p210)
ZE	0	0	0
ZF	0	0	0

FIG. 38Q(1)

【図 38 Q (2)】

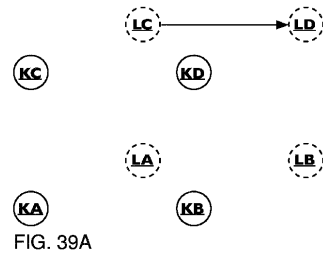
	ZD	ZE	ZF
(ZA)	p202(201)- p203(p204)	0	0
(ZB)	p206(205)p21(p19)- p201(202)p202(201)- p203(p204)	0	0
(ZC)	p210(p209)-p24(p20)- p203(p204)	0	0
(ZD)	I	0	0
(ZE)	0	I	p208(p207)p21(p19)- p20(p24)p211(p212)
(ZF)	0	p212(p211)p24(p20)- p19(p21)p207(p208)	I

FIG. 38Q(2)

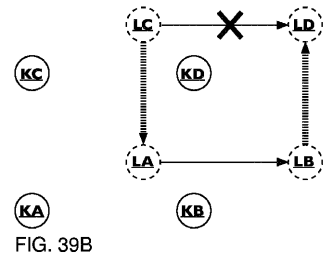
【図 38 R】

物理/ 仮想 ノード	物理 ソース ネットワーク	物理 ソース ポート	物理 宛先 ネットワーク	物理 宛先 ポート	物理/ 仮想 入力 ポート	物理/ 仮想 出力 ポート	ソース POA に 発信 パケット	宛先 POA に 受信 パケット
XA	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZB	ローカル	ポート	なし	なし
PH	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZB	p201	p19	p19	p21
PL	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZB	p21	p205	なし	なし
XB	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZB	p206	ローカル	なし	なし
XA	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZC	ローカル	p202	なし	なし
XD	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZC	p201	p203	なし	なし
PH	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZC	p204	p204	なし	なし
PH	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZC	p203	p20	なし	p24
PK	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZC	p24	p209	なし	なし
XC	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZC	p210	ローカル	なし	なし
XA	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZD	ローカル	p202	なし	なし
PH	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZD	p201	p203	なし	なし
XD	YYYYYWWXID	ZA	YYYYYWWXIE	ZD	p204	ローカル	なし	なし

【図 39 A】



【図 39 B】



【図 39 C】

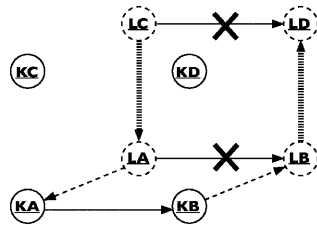


FIG. 39C

【図 39 E】

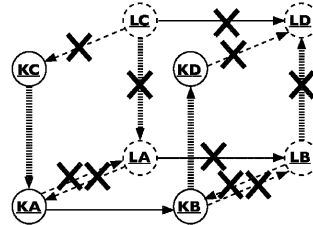


FIG. 39E

【図 39 D】

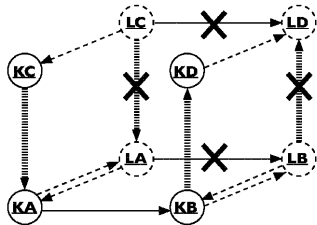


FIG. 39D

【図 39 F】

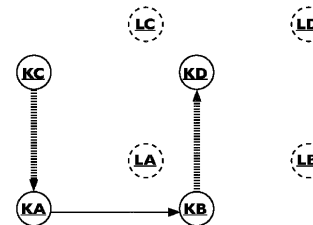
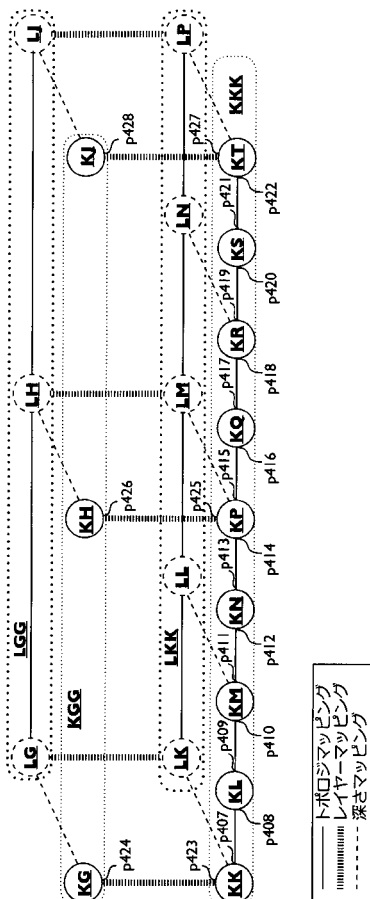
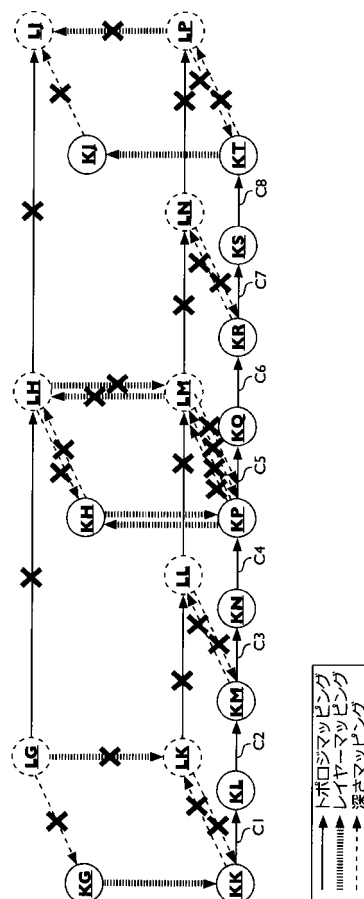


FIG. 39F

【図 40 A】



【図 40 B】

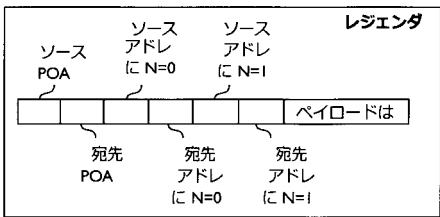


【図 40C】

物理/ 仮想 ノード	論理 ソース アドレス	論理 宛先 アドレス	物理/ 仮想 入力 ポート	物理/ 仮想 出力 ポート	ソース POA に 宛先 POA 宛 送信	宛先 POA に 宛先 POA 宛 送信	チャネルに	チャネル アウト
KG	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	ローカル	p424	N/A	N/A	N/A	N/A
KK	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p423	p407	p408	p410	N/A	N/A
KL	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p408	p409	p410	p412	N/A	N/A
KM	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p410	p411	p412	p414	N/A	N/A
KN	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p412	p413	p414	p416	N/A	N/A
KP	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p414	p425	N/A	N/A	N/A	N/A
KH	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p425	p415	p416	p418	N/A	N/A
KQ	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p416	p417	p418	p420	N/A	N/A
KR	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p418	p419	p420	p422	N/A	N/A
KS	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p420	p421	N/A	N/A	N/A	N/A
KT	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p422	ローカル	N/A	N/A	N/A	N/A
KJ	LKK.LKLG	LKK.LPLJ	p428	ローカル	N/A	N/A	N/A	N/A

【図 40E】

				LG	LJ	ペイロードは		
p407	p408	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
p409	p410	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
p411	p412	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
p413	p414	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
				LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは
				LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは
p415	p416	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
p417	p418	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
p419	p420	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
p421	p422	LKK.LK	LKK.LP	LG	LJ	ペイロードは		
				LG	LJ	ペイロードは		



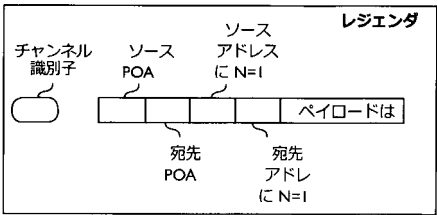
【図 40D】

物理/ 仮想 ノード	論理 ソース アドレス	論理 宛先 アドレス	物理/ 仮想 入力 ポート	物理/ 仮想 出力 ポート	ソース POA に 宛先 POA 宛 送信	宛先 POA に 宛先 POA 宛 送信	チャネルに	チャネル アウト
KG	LGG.LG	LGG.LJ	ローカル	p424	N/A	N/A	N/A	N/A
KK	N/A	N/A	p423	p407	N/A	N/A	N/A	N/A
KL	N/A	N/A	p408	p409	N/A	N/A	N/A	N/A
KM	N/A	N/A	p410	p411	N/A	N/A	N/A	N/A
KN	N/A	N/A	p412	p413	N/A	N/A	N/A	N/A
KP	N/A	N/A	p414	p425	N/A	N/A	N/A	N/A
KH	LGG.LG	LGG.LJ	p426	p426	p428	N/A	N/A	N/A
KQ	N/A	N/A	p425	p415	N/A	N/A	N/A	N/A
KR	N/A	N/A	p416	p417	N/A	N/A	N/A	N/A
KS	N/A	N/A	p418	p419	N/A	N/A	N/A	N/A
KT	N/A	N/A	p420	p421	N/A	N/A	N/A	N/A
KJ	LGG.LG	LGG.LJ	p428	ローカル	N/A	N/A	N/A	N/A

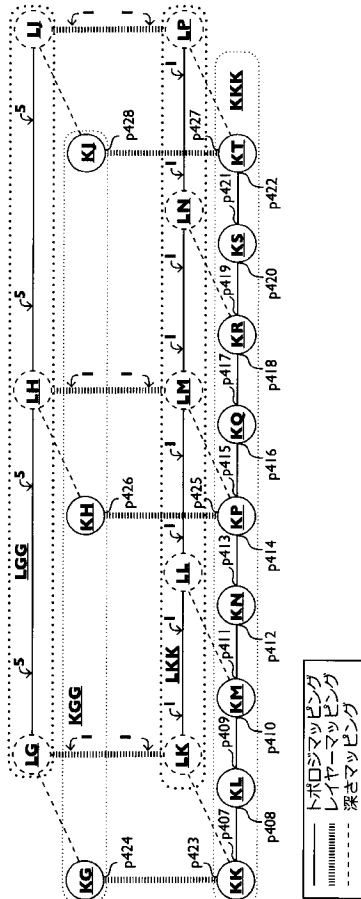
【図 40F】

	p424	p426	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C1)	p424	p426	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C2)	p424	p426	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C3)	p424	p426	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C4)	p424	p426	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
	p424	p426	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
	p426	p428	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C5)	p426	p428	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C6)	p426	p428	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C7)	p426	p428	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
(C8)	p426	p428	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは
	p426	p428	LGG.LG	LGG.LJ	ペイロードは

から ノード	に ノード
KG	KK
KK	KL
KL	KM
KM	KN
KN	KP
KP	KH
KH	KP
KP	KQ
KQ	KR
KR	KS
KS	KT
KT	KJ



【図 40 G】



【図 40 I】

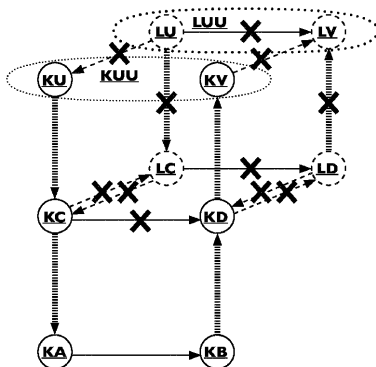
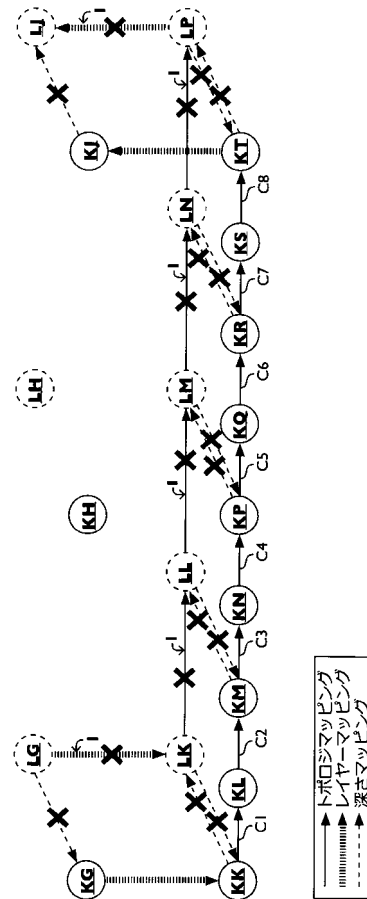
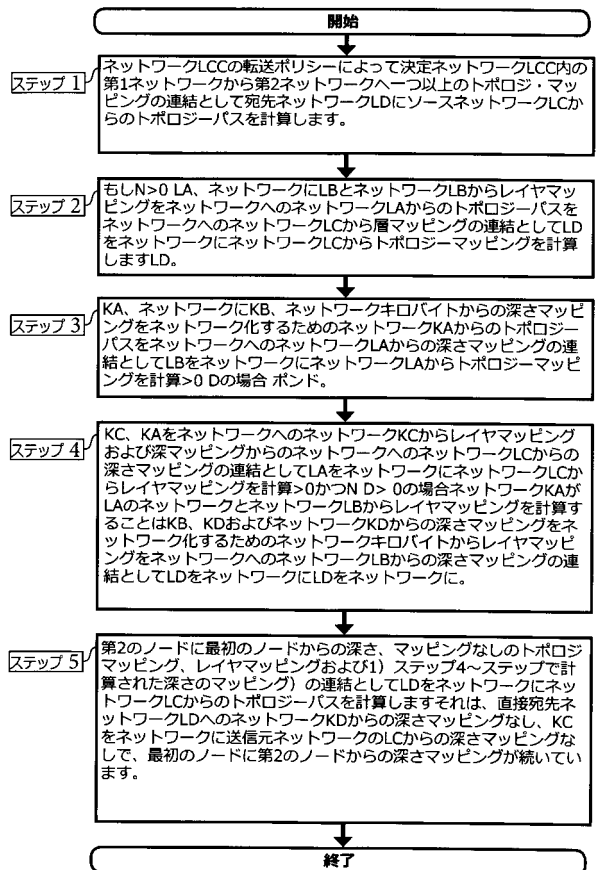


FIG. 40I

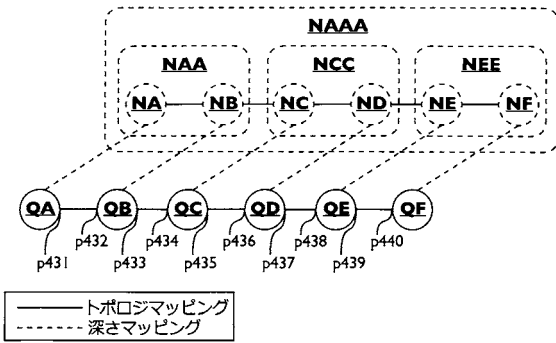
【図 40 H】



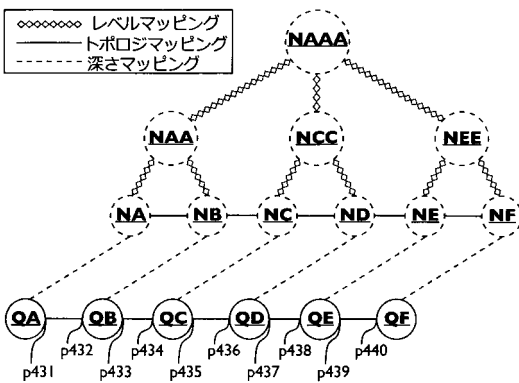
【図 41】



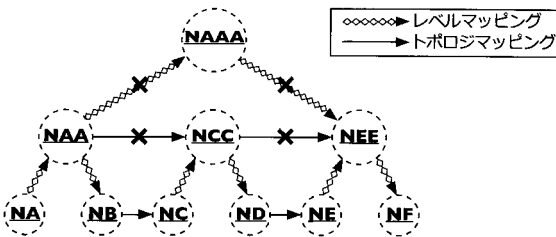
【図 4 2 A】



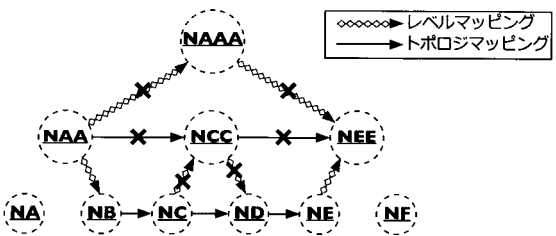
【図 4 2 B】



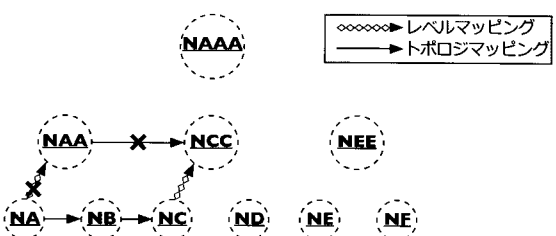
【図 4 2 F】



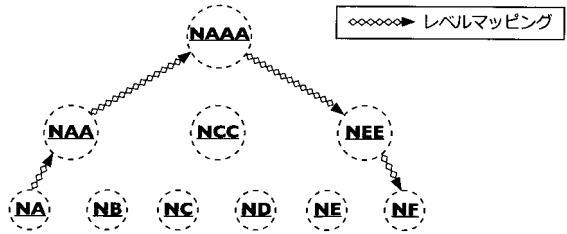
【図 4 2 G】



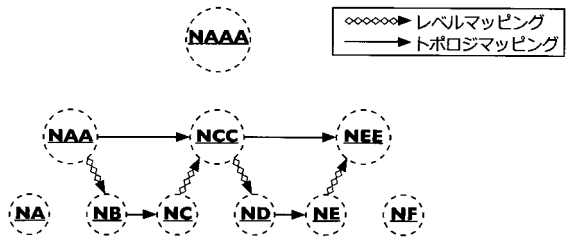
【図 4 2 H】



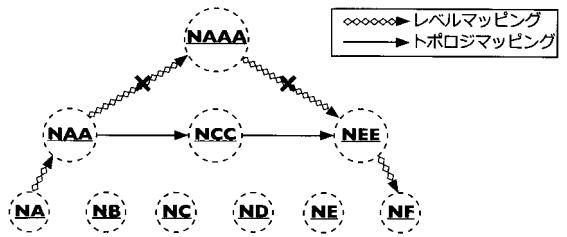
【図 4 2 C】



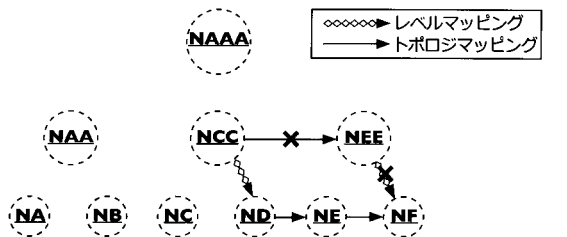
【図 4 2 D】



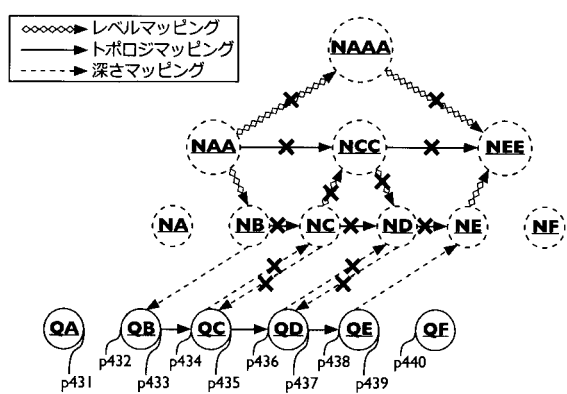
【図 4 2 E】



【図 4 2 I】



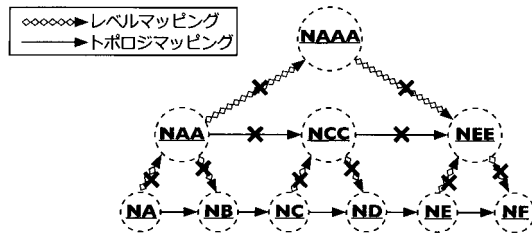
【図 4 2 J】



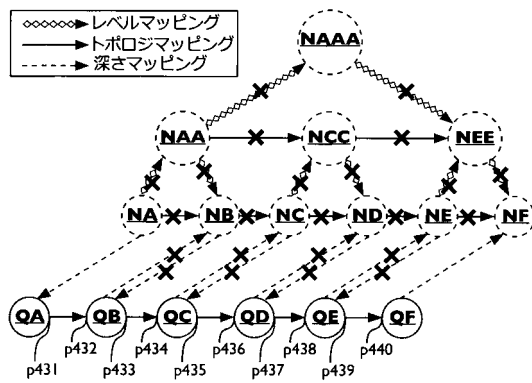
【図 4 2 K】

物理/ 仮想 ノード	論理 ソース アドレス	論理 宛先 アドレス	物理/ 仮想 入力 ポート	物理/ 仮想 出力 ポート	ソース POA に 発信 パケット	宛先 POA に 発信 パケット
QA	NAAA.NAA.NA	NAAA.NEE.*	ローカル(NAA)	ポート	p431	p432
QB	NAAA.NAA.NA	NAAA.NEE.*	p432	p433	p433	p434
QC	NAAA.NAA.*	NAAA.NEE.*	p434	p435	p435	p436
QD	NAAA.NAA.*	NAAA.NEE.*	p436	p437	p437	p438
QE	NAAA.NAA.*	NAAA.NEE.NF	p438	p439	p439	p440
QF	NAAA.NAA.*	NAAA.NEE.NF	p440	ローカル(NF)	N/A	N/A

【図 4 2 L】



【図 4 2 M】



【図 4 3 A】

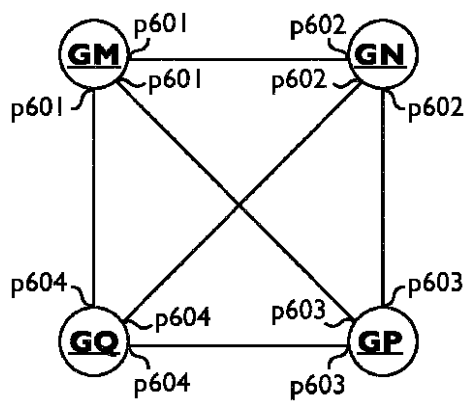


FIG. 43A

【図 4 3 B】

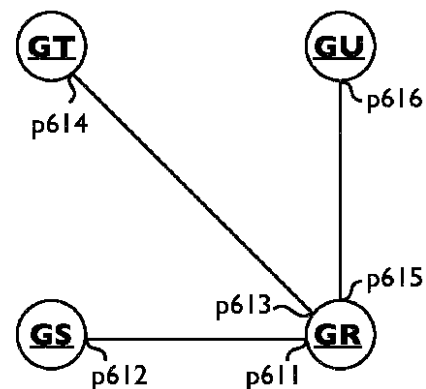


FIG. 43B

【図 4 4 A】

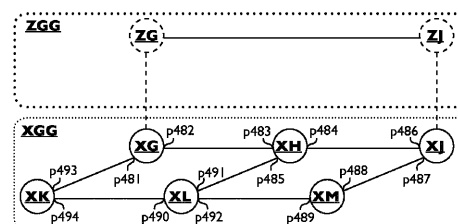
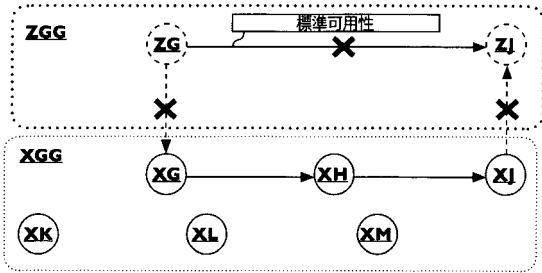
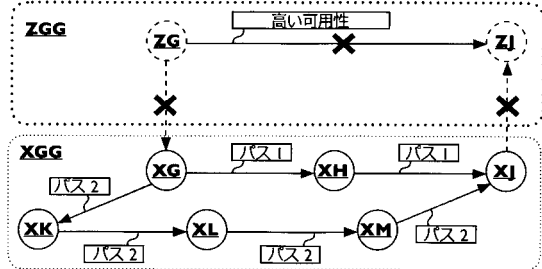


FIG. 44A

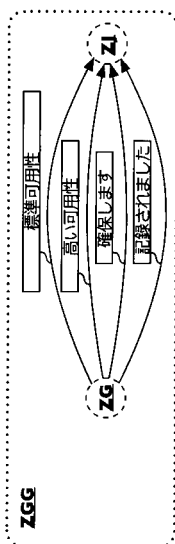
【図 4 4 B】



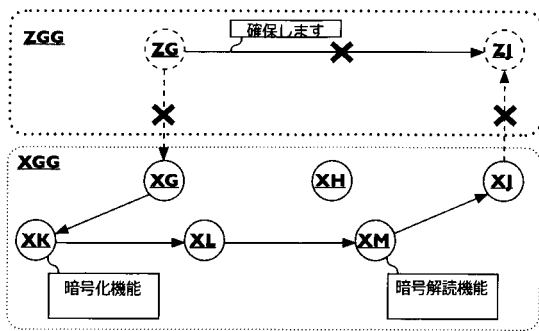
【図 4 4 C】



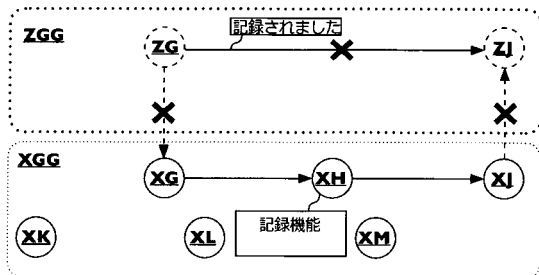
【図 4 4 F】



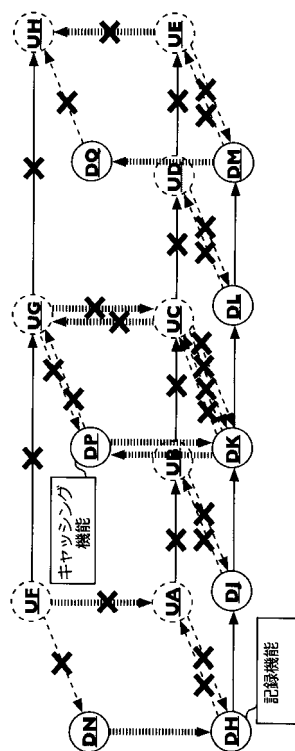
【図 4 4 D】



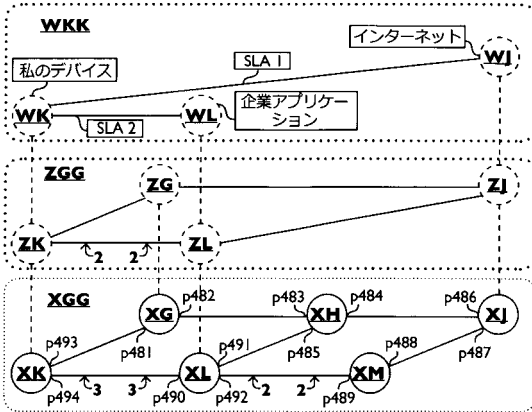
【図 4 4 E】



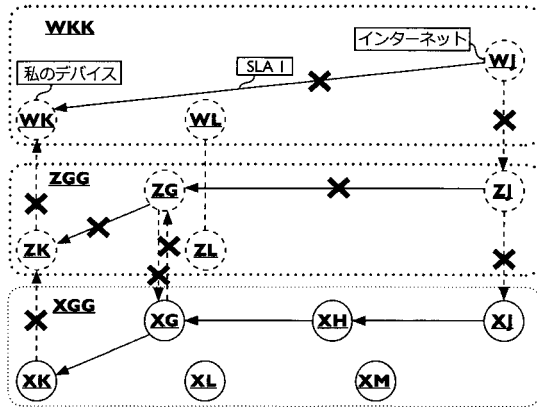
【図 4 4 G】



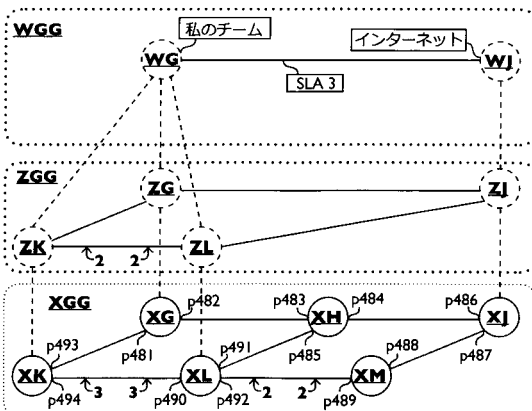
【図 45 A】



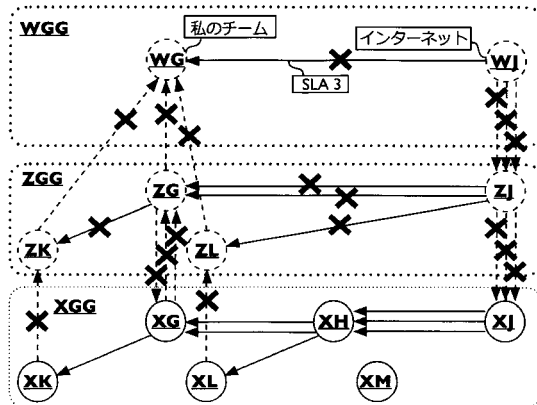
【図 45 B】



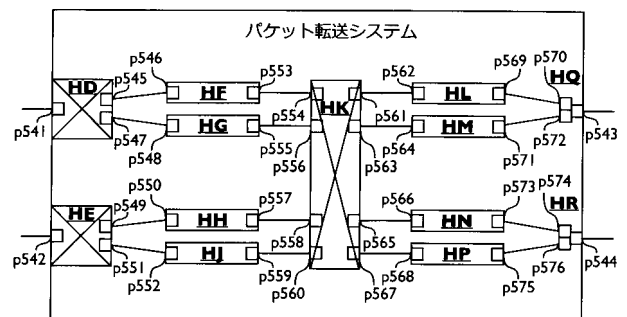
【図 45 C】



【図 45 D】



【図 46 A】



【 図 4 6 B 】

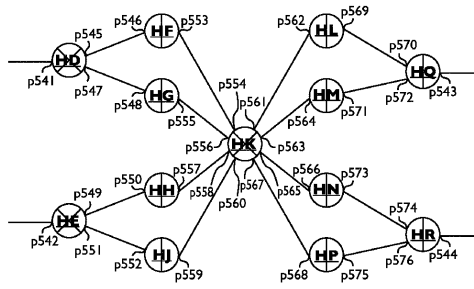


FIG. 46B

【 図 4 6 C 】

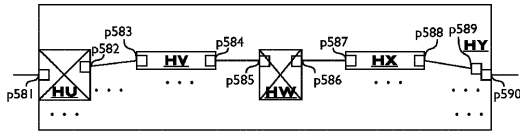


FIG. 46C

【 図 4 6 D 】

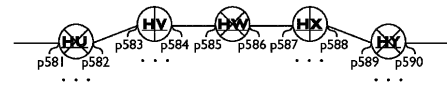


FIG. 46D

【 図 4 6 F 】

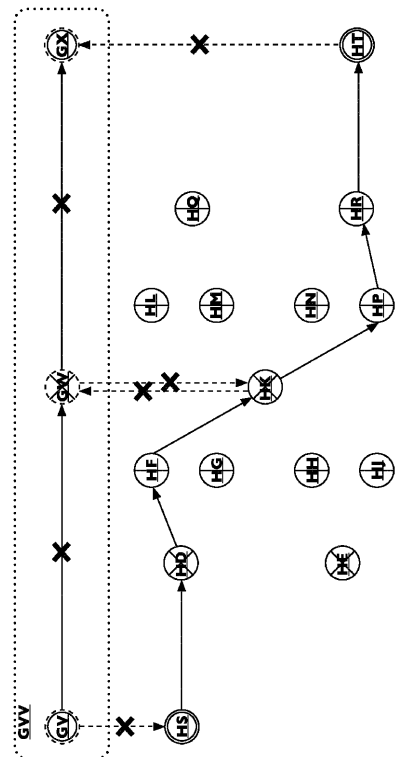


FIG. 46F

【 図 4 6 E 】

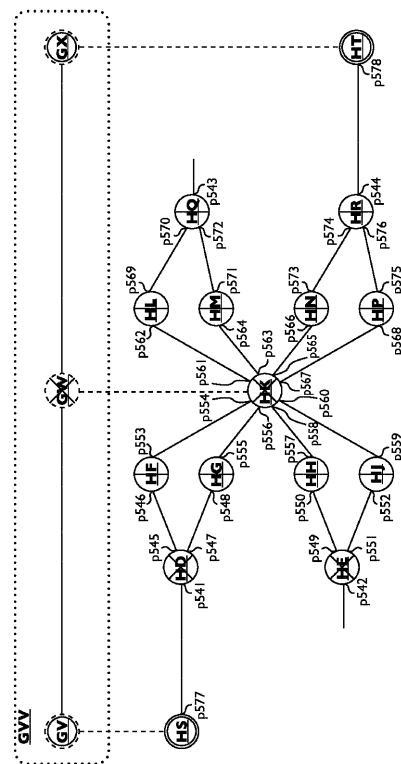


FIG. 46E

【 図 4 7 A 】

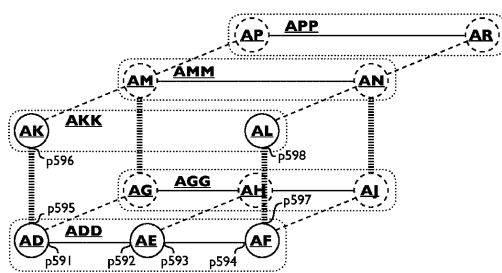


FIG. 47A

【 図 4 7 B 】

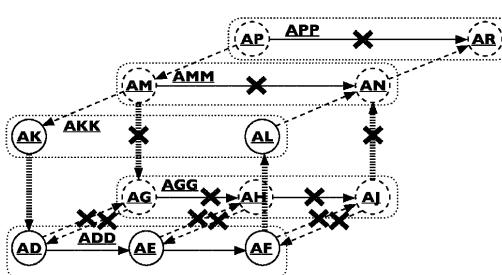
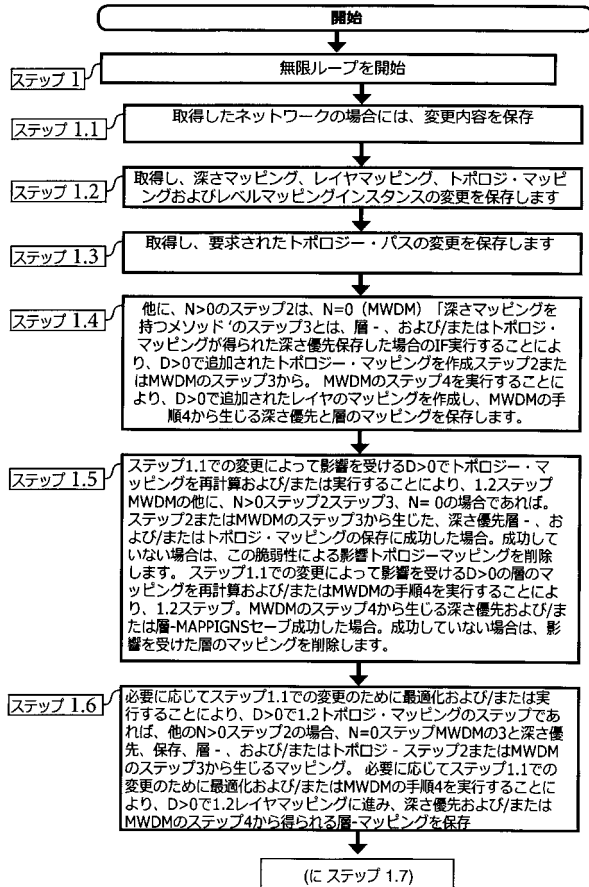
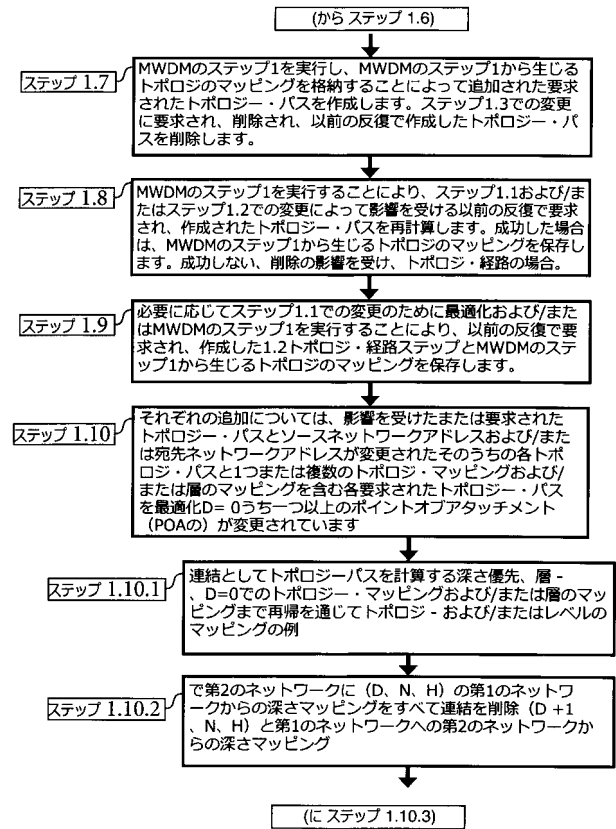


FIG. 47B

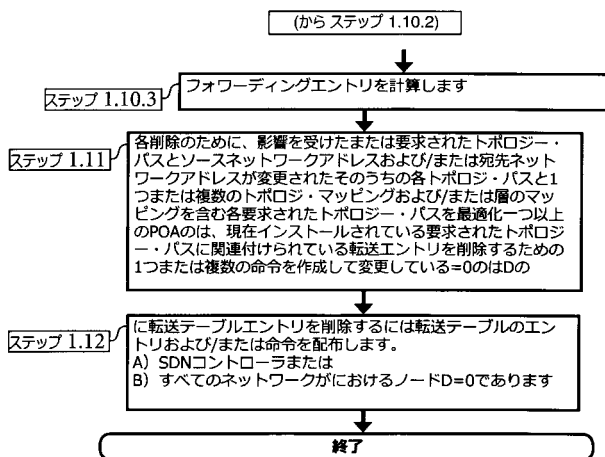
【図 48 - 1】



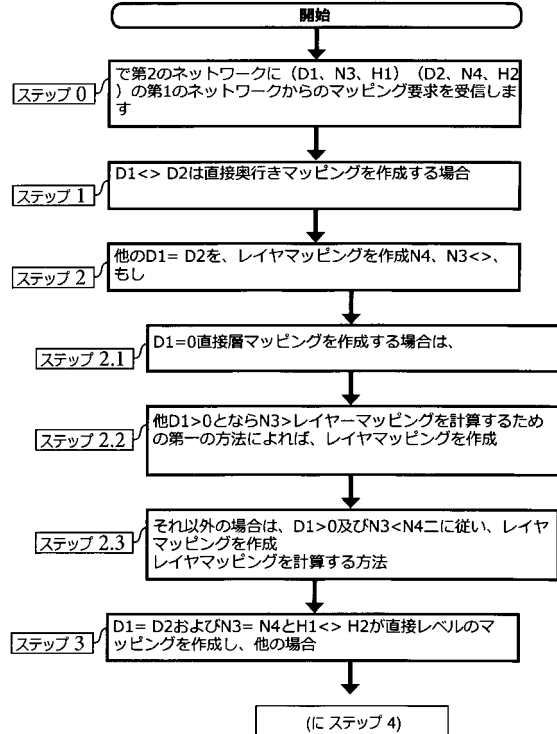
【図 48 - 2】



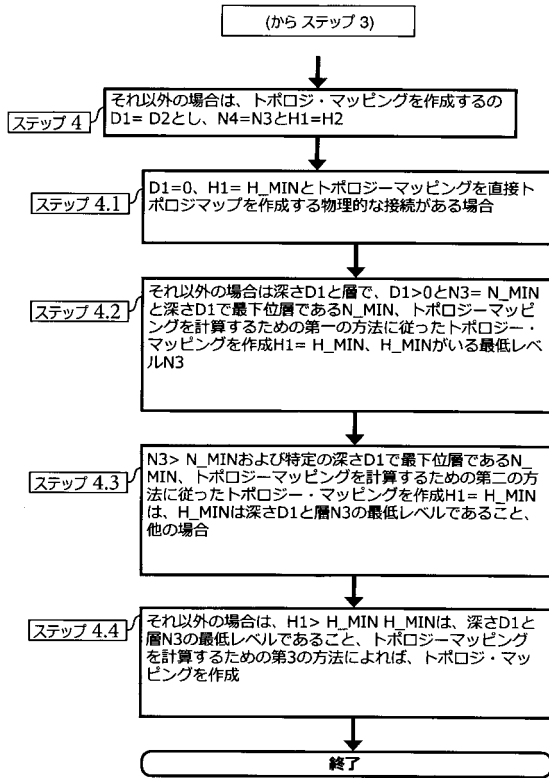
【図 48 - 3】



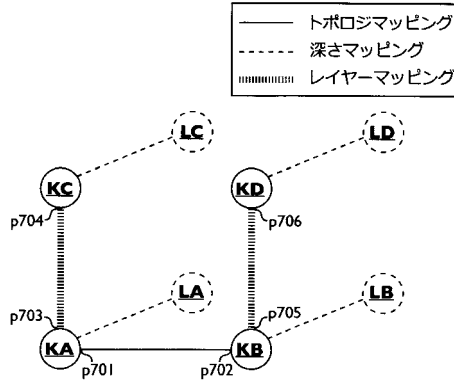
【図 49 - 1】



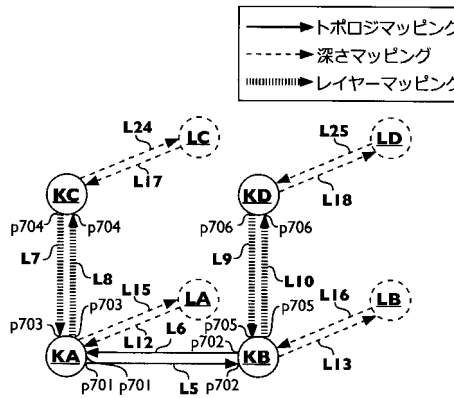
【図 49 - 2】



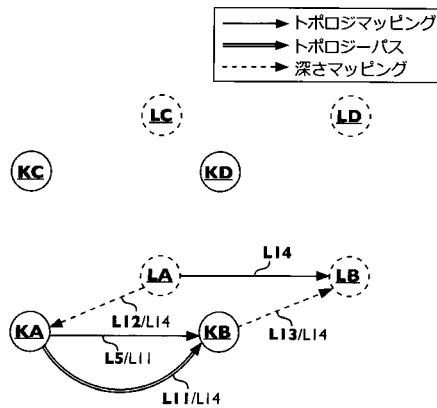
【図 50 A】



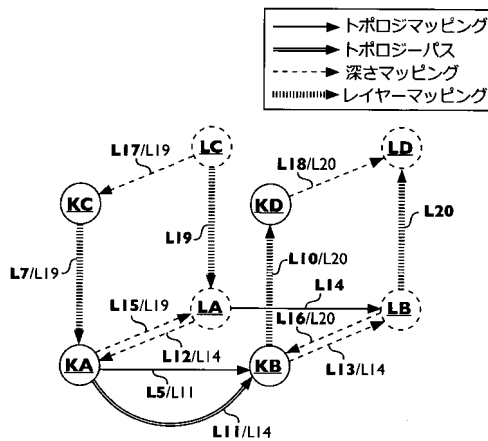
【図 50 B】



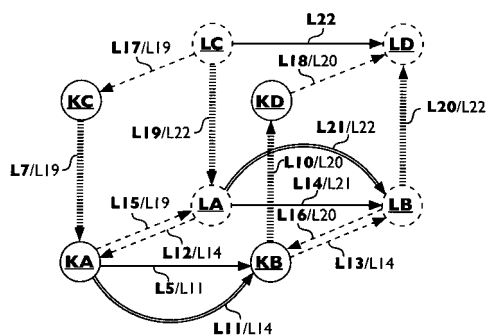
【図 50 C】



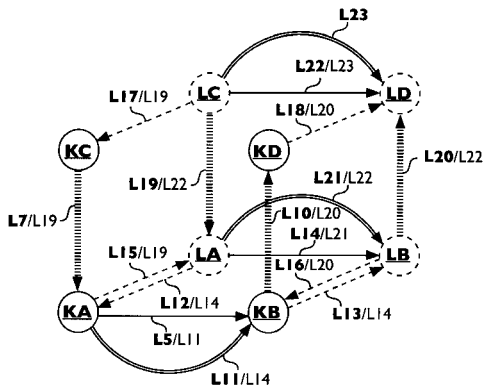
【図 50 D】



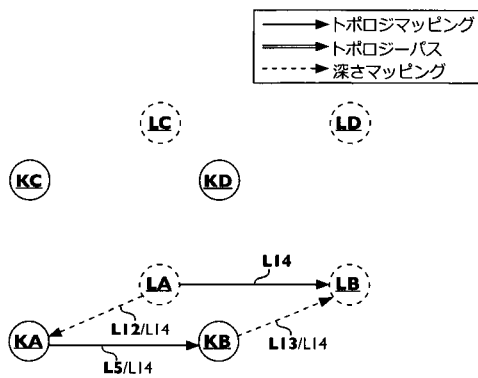
【図 50 E】



【図50F】



【図50G】



【図51B】

2番目エッジ名 = 2番目ネットワーク・(2番目マッピング型 3番 POA: 第4 POA) > 3番 ネットワーク

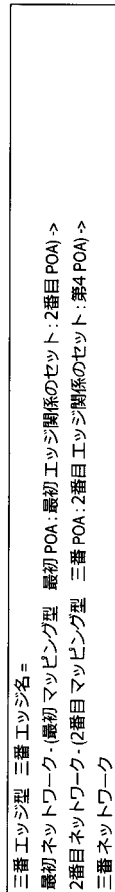
【図51A】

最初エッジ名 = 最初ネットワーク・(最初マッピング型 最初 POA: 2番目 POA) > 2番目 ネットワーク

【図51C】

3番エッジ型 3番エッジ名 = 最初エッジ名/3番エッジ名+2番目エッジ名/3番エッジ名

【図 5 1 D】



【図 5 1 E】

L5 = KA-(トポロジマッピング p701::p702)->KB
L6 = KB-(トポロジマッピング p702::p701)->KA

L7 = KC-(レイヤーマッピング p704::p703)->KA
L8 = KA-(レイヤーマッピング p703::p704)->KC
L9 = KD-(レイヤーマッピング p706::p705)->KB
L10 = KB-(レイヤーマッピング p705::p706)->KD

L12 = LA-(深さマッピング)->KA
L13 = KB-(深さマッピング)->LB
L15 = KA-(深さマッピング)->LA
L16 = LB-(深さマッピング)->KB
L17 = LC-(深さマッピング)->KC
L18 = KD-(深さマッピング)->LD
L24 = KC-(深さマッピング)->LC
L25 = LD-(深さマッピング)->KD

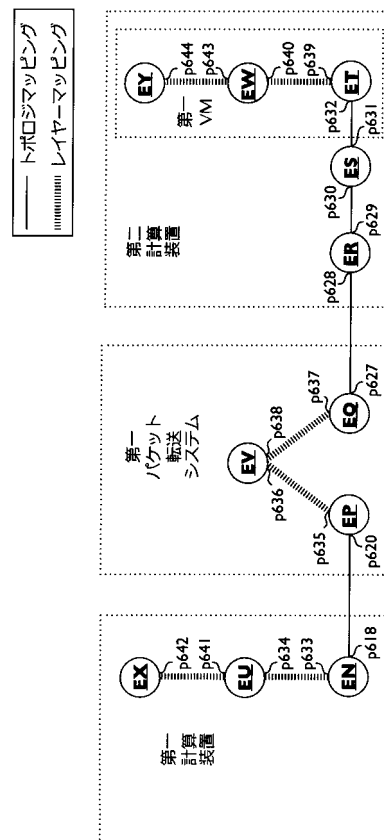
【図 5 1 F】

トポロジベース L11 = L5/L11
トポロジマッピング L14 = L12/L14+L11/L14+L13/L14
レイヤーマッピング L19 = L17/L19+L7/L19+L15/L19
レイヤーマッピング L20 = L16/L20+L10/L20+L18/L20
トポロジベース L21 = L14/L21
トポロジマッピング L22 = L19/L22+L21/L22+L20/L22
トポロジベース L23 = L22/L23

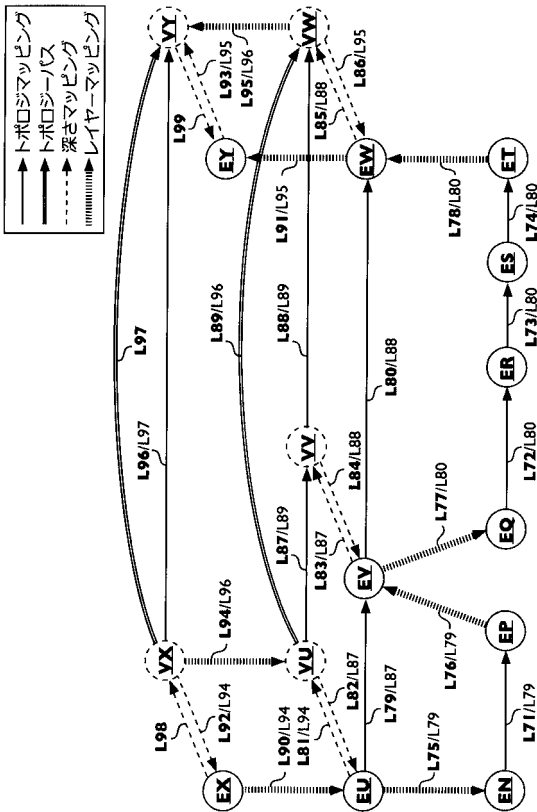
【図 5 1 G】

ステップ 1	トポロジベース L23 = L22/L23 =
ステップ 2	L19/L22/L23+L21/L22/L23+L20/L22/L23 =
ステップ 3	L19/L22/L23+L14/L21/L22/L23+L20/L22/L23 =
ステップ 4	L17/L19/L22/L23+L7/L19/L22/L23+L15/L19/L22/L23+ L12/L14/L21/L22/L23+L11/L14/L21/L22/L23+ L13/L14/L21/L22/L23+L16/L20/L22/L23+L10/L20/L22/L23+ L18/L20/L22/L23 =
ステップ 5	L17/L19/L22/L23+L7/L19/L22/L23+L15/L19/L22/L23+ L12/L14/L21/L22/L23+L11/L14/L21/L22/L23+ L13/L14/L21/L22/L23+L16/L20/L22/L23+L10/L20/L22/L23+ L18/L20/L22/L23 =
ステップ 6	LC-(深さマッピング L17/L19/L22/L23)-> KC-(レイヤーマッピング p704:L7/L19/L22/L23:p703)-> KA-(深さマッピング L15/L19/L22/L23)-> LA-(深さマッピング L12/L14/L21/L22/L23)-> KA-(トポロジマッピング p701:L5/L11/L14/L21/L22/L23:p702)-> KB-(深さマッピング L13/L14/L21/L22/L23)-> LB-(深さマッピング L16/L20/L22/L23)-> KB-(レイヤーマッピング p705:L10/L20/L22/L23:p706)-> KD-(深さマッピング L18/L20/L22/L23)->LD

【図 5 2 A】



【図 5 2 B】



【図 5 2 C】

L71 = EN-(トポロジマッピング p618::p620)->EP
 L72 = EQ-(トポロジマッピング p627::p628)->ER
 L73 = ER-(トポロジマッピング p629::p630)->ES
 L74 = ES-(トポロジマッピング p631::p632)->ET

L75 = EU-(レイヤーマッピング p634::p633)->EN
 L76 = EP-(レイヤーマッピング p635::p636)->EV
 L77 = EV-(レイヤーマッピング p638::p637)->EQ
 L78 = ET-(レイヤーマッピング p639::p640)->EW
 L90 = EX-(レイヤーマッピング p642::p641)->EU
 L91 = EW-(レイヤーマッピング p643::p644)->EY

L81 = EU-(深さマッピング)->VU
 L82 = VU-(深さマッピング)->EU
 L83 = EV-(深さマッピング)->VV
 L84 = VV-(深さマッピング)->EV
 L85 = EW-(深さマッピング)->VW
 L86 = VW-(深さマッピング)->EW
 L92 = VX-(深さマッピング)->EX
 L93 = EY-(深さマッピング)->VY
 L98 = EX-(深さマッピング)->VX
 L99 = VY-(深さマッピング)->EY

【図 5 2 D】

トポロジマッピング L79 = L75/L79+L71/L79+L76/L79
 トポロジマッピング L80 = L77/L80+L72/L80+L73/L80+L74/L80+L78/L80
 トポロジマッピング L87 = L82/L87+L79/L87+L83/L87
 トポロジマッピング L88 = L84/L88+L80/L88+L85/L88
 トポロジマッピング L89 = L87/L89+L88/L89
 レイヤーマッピング L94 = L92/L94+L90/L94+L81/L94
 レイヤーマッピング L95 = L86/L95+L91/L95+L93/L95
 トポロジマッピング L96 = L94/L96+L89/L96+L95/L96
 トポロジマッピング L97 = L96/L97

【図 5 2 E】

トポロジバス L97 =
 VX-(深さマッピング L92/L94/L96/L97)->
 EX-(レイヤーマッピング p642:L90/L94/L96/L97:p641)->
 EU-(深さマッピング L81/L94/L96/L97)->
 VU-(深さマッピング L82/L87/L89/L96/L97)->
 EU-(レイヤーマッピング p634: L75/L79/L87/L89/L96/L97:p633)->
 EN-(トポロジマッピング p618: L71/L79/L87/L89/L96/L97:p620)->
 EP-(レイヤーマッピング p635: L76/L79/L87/L89/L96/L97:p636)->
 EV-(深さマッピング L83/L87/L89/L96/L97)->
 VV-(深さマッピング L84/L88/L89/L96/L97)->
 EV-(レイヤーマッピング p638: L77/L80/L88/L89/L96/L97:p637)->
 EQ-(トポロジマッピング p627: L72/L80/L88/L89/L96/L97:p628)->
 ER-(トポロジマッピング p629: L73/L80/L88/L89/L96/L97:p630)->
 ES-(トポロジマッピング p631:L74/L80/L88/L89/L96/L97:p632)->
 ET-(レイヤーマッピング p639: L78/L80/L88/L89/L96/L97:p640)->
 EW-(深さマッピング L85/L88/L89/L96/L97)->
 VW-(深さマッピング L86/L95/L96/L97)->
 EW-(レイヤーマッピング p643: L91/L95/L96/L97:p644)->
 EY-(深さマッピング L93/L95/L96/L97)->VY

【図 5 2 G】

装置	ノード	入力ポート	出力ポート	エッジの関係の関連着信設定	エッジの関係の関連発信設定
第一計算装置	EX	なし	p642	なし	L97 (ソース VX, 宛先 VV)
	EU	p641	p634	なし	L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP)
	EN	p633	p618	なし	L71 (ソース p618, 宛先 p620)
	EP	p620	p635	L71 (ソース p618, 宛先 p620)	なし
第二計算装置	EV	p636	p638	L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP)	L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP)
	EQ	p637	p627	なし	L72 (ソース p627, 宛先 p628)
	ER	p628	p629	L73 (ソース p629, 宛先 p630)	L73 (ソース p629, 宛先 p630)
	ES	p630	p631	L74 (ソース p631, 宛先 p632)	L74 (ソース p631, 宛先 p632)
第一仮想マシン	ET	p632	p639	なし	なし
	EW	p640	p643	L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP)	なし
	EY	p644	なし	L97 (ソース VX, 宛先 VV)	なし
	マシン				

【図 5 2 F】

エッジ名	スイッチング識別子	D	N	H
L71	ソース p618, 宛先 p620	0	0	0
L72	ソース p627, 宛先 p628	0	0	0
L73	ソース p629, 宛先 p630	0	0	0
L74	ソース p631, 宛先 p632	0	0	0
L89	ソース VU, 宛先 VW TCP	1	1	0
L97	ソース VX, 宛先 VY	1	2	0

【 図 5 2 H 】

装置	入力 ポート	出力 ポート	エッジの関係の 関連属性値設定	エッジの関係の 関連属性値セット
第一 計算 装置	なし	p618	なし	L97 (ソース VX, 宛先 VV) L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP) L71 (ソース p618, 宛先 p620)
第一 パケット 転送 システム	p620	p627	L71 (ソース p618, 宛先 p620) L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP) L72 (ソース p627, 宛先 p628)	L72 (ソース p627, 宛先 p628) L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP) 兼 L73 (ソース p629, 宛先 p630)
二 計算 装置	p628 p630 p632	p629 p631 なし	L72 (ソース p628, 宛先 p630) L74 (ソース p631, 宛先 p632) L89 (ソース VU, 宛先 VW; TCP) L97 (ソース VX, 宛先 VV)	L73 (ソース p629, 宛先 p630) L74 (ソース p631, 宛先 p632) なし

【 図 5 2 L 】

エッジ名	輸送識別子	D	N	H
L89	プロトコル=6	1	1	0

【 図 5 2 I 】

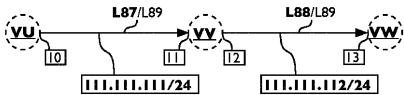


FIG. 52I

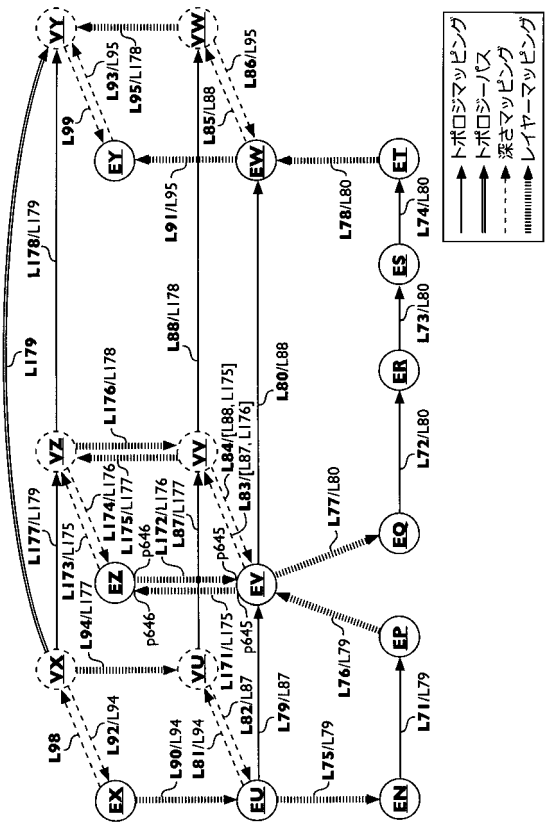
【 図 5 2 J 】

エッジ名	サブネット識別子	D	N	H
L87	111.111.111/24	1	1	0
L88	111.111.112/24	1	1	0

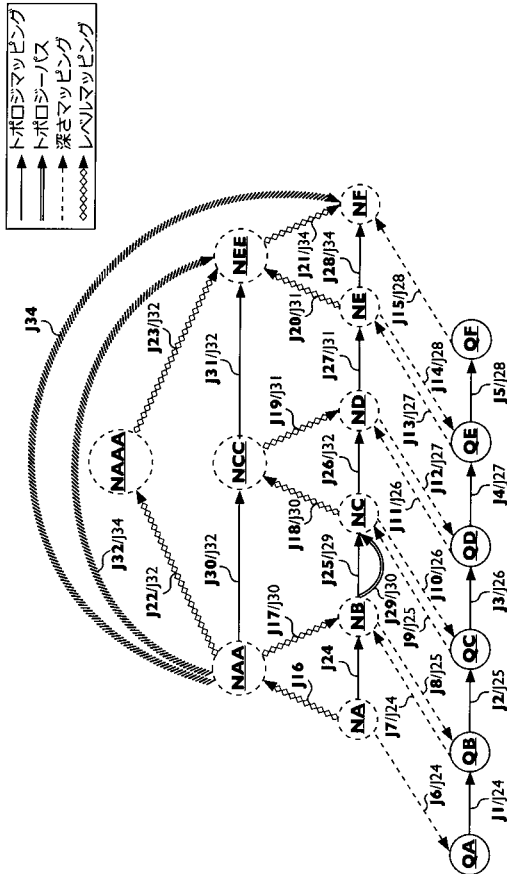
【 図 5 2 K 】

エッジ名	スイッチング識別子	D	N	H
L71	ソース p618, 宛先 p620	0	0	0
L72	ソース p627, 宛先 p628	0	0	0
L73	ソース p629, 宛先 p630	0	0	0
L74	ソース p631, 宛先 p632	0	0	0
L89	ソース 111.111.111.10 宛先 111.111.112.13 1	1	1	0
L97	ソース ポート=80 宛先 ポート=80	1	2	0

【 図 5 2 M 】



【図 5 3 D】



【図 5 3 G】

レベルのパスは $J32 = J22/J32 + J23/J32$

【図 5 3 E】

J1 = QA-(トポロジマッピング p431::p432)->QB
 J2 = QB-(トポロジマッピング p433::p434)->QC
 J3 = QC-(トポロジマッピング p435::p436)->QD
 J4 = QD-(トポロジマッピング p437::p438)->QE
 J5 = QE-(トポロジマッピング p439::p440)->QF

J6 = NA-(深さマッピング)->QA
 J7 = QB-(深さマッピング)->NB
 J8 = NB-(深さマッピング)->QC
 J9 = QC-(深さマッピング)->NC
 J10 = NC-(深さマッピング)->QD
 J11 = QD-(深さマッピング)->ND
 J12 = ND-(深さマッピング)->QD
 J13 = QE-(深さマッピング)->NE
 J14 = NE-(深さマッピング)->QE
 J15 = QF-(深さマッピング)->NF

J16 = NA-(レイヤーマッピング)->NAA
 J17 = NAA-(レイヤーマッピング)->NB
 J18 = NC-(レイヤーマッピング)->NCC
 J19 = NCC-(レイヤーマッピング)->ND
 J20 = NE-(レイヤーマッピング)->NEE
 J21 = NEE-(レイヤーマッピング)->NF
 J22 = NAA-(レイヤーマッピング)->NAA
 J23 = NAAA-(レイヤーマッピング)->NEE

【図 5 3 F】

トポロジマッピング J24 = J6/J24 + J1/J24 + J7/J24
 トポロジマッピング J25 = J8/J25 + J2/J25 + J9/J25
 トポロジマッピング J26 = J10/J26 + J3/J26 + J11/J26
 トポロジマッピング J27 = J12/J27 + J4/J27 + J13/J27
 トポロジマッピング J28 = J14/J28 + J5/J28 + J15/J28
 トポロジマッピング J29 = J25/J29
 トポロジマッピング J30 = J17/J30 + J29/J30 + J18/J30
 トポロジマッピング J31 = J19/J31 + J27/J31 + J20/J31

【図 5 3 H】

ステップ 1	レベルのパスは $J32 = J22/J32 + J23/J32 =$
ステップ 2	$J30/J32 + J31/J32 =$
ステップ 3	$(J17/J30 + J29/J30 + J18/J30)/J32 +$ $(J19/J31 + J27/J31 + J20/J31)/J32 =$
ステップ 4	$(J17/J30 + J25/J29/J30 + J18/J30)/J32 +$ $(J19/J31 + J27/J31 + J20/J31)/J32 =$
ステップ 5	$J17/J30/J32 + J25/J29/J30/J32 + J18/J30/J32 +$ $J19/J31/J32 + J27/J31/J32 + J20/J31/J32 =$
ステップ 6	$J17/J30/J32 + J25/J29/J30/J32 + J26/J32 + J27/J31/J32 +$ $J20/J31/J32 =$
ステップ 7	$J17/J30/J32 + (J8/J25 + J2/J25 + J9/J25)/J29/J30/J32 +$ $(J10/J26 + J3/J26 + J11/J26)/J32 + (J12/J27 + J4/J27 +$ $J13/J27)/J31/J32 + J20/J31/J32 =$
ステップ 8	$J17/J30/J32 + J8/J25/J29/J30/J32 + J2/J25/J29/J30/$ $J32 + J9/J25/J29/J30/J32 + J10/J26/J32 + J3/J26/J32 + J11/$ $J26/J32 + J12/J27/J31/J32 + J4/J27/J31/J32 + J13/J27/J31/$ $J32 + J20/J31/J32 =$
ステップ 9	NAA-(レイヤーマッピング J17/J30/J32)-> NB-(深さマッピング J8/J25/J29/J30/J32)-> QB-(トポロジマッピング p433: J2/J25/J29/J30/J32:p434)-> QC-(深さマッピング J9/J25/J29/J30/J32)-> NC-(深さマッピング J10/J26/J32)-> QC-(トポロジマッピング p435: J3/J26/J32:p436)-> QD-(深さマッピング J11/J26/J32)-> ND-(深さマッピング J12/J27/J31/J32)-> QD-(トポロジマッピング p437: J4/J27/J31/J32:p438)-> QE-(深さマッピング J13/J27/J31/J32)-> NE-(レイヤーマッピング J20/J31/J32)->NEE

【図 5 3 I】

レベルのパスは J32 = J22/J32+J23/J32
レベルのパスは J33 = J16/J33+J32/J33

【図 5 3 J】

ステップ 1	レベルのパスは J33 = J16/J33+J32/J33 =
ステップ 2	J16/J33+(J22/J32+J23/J32)/J33 =
ステップ 3	J16/J33+(J30/J32+J31/J32)/J33 =
ステップ 4	J16/J33+((J17/J30+J29/J30+J18/J30)/J32+ (J19/J31+J27/J31+J20/J31)/J32)/J33 =
ステップ 5	J16/J33+((J17/J30+J25/J29/J30)/J32)/J33 =
ステップ 6	J16/J33+J17/J30/J32/J33+J25/J29/J30/J32/J33 =
ステップ 7	J24/J33+J25/J29/J30/J32/J33 =
ステップ 8	(J6/J24 +J1/J24+J7/J24)/J33+(J8/J25+J2/J25+ J9/J25)/J29/J30/J32/J33 =
ステップ 9	J6/J24/J33+J1/J24/J33+J7/J24/J33+ J8/J25/J29/J30/J32/J33+J2/J25/J29/J30/J32/J33+ J9/J25/J29/J30/J32/J33 =
ステップ 10	NA-(深さマッピング J6/J24/J33)-> QA-(トポロジマッピング p431:J1/J24/J33:p432)-> QB-(深さマッピング J7/J24/J33)-> NB-(深さマッピング J8/J25/J29/J30/J32/J33)-> QB-(トポロジマッピング p433:J2/J25/J29/J30/J32/J33:p434)-> QC-(深さマッピング J9/J25/J29/J30/J32/J33)

【図 5 3 K】

エッジ名	スイッチング識別子
J1	ソース p431,宛先 p432
J2	ソース p433,宛先 p434
J3	ソース p435,宛先 p436
J4	ソース p437,宛先 p438
J5	ソース p439,宛先 p440
J32	ソース NAAA.NAA, 宛先 NAAA.NEE
J33	ソース NAAA.NAA.NA, 宛先 NAAA.NEE
J34	ソース NAAA.NAA, 宛先 NAAA.NEE.NF

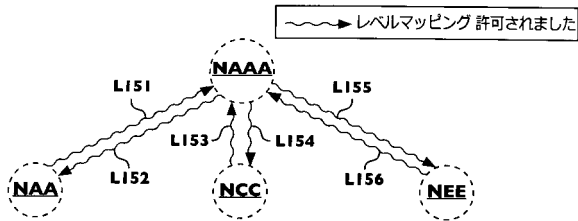
【図 5 3 L】

装置	ノード	入力ポート	出力ポート	エッジの関係の 関連値の設定	エッジの関係の 関連値の設定
第三 計算装置	QA	なし	p431	なし	J1(ソース p431,宛先 p432)/ J33
第二ノット 転送システム	QB	p432	p433	J1(ソース p431,宛先 p432)/ J33	J2(ソース p433,宛先 p434)/ J32/ J33
第三ノット 転送システム	QC	p434	p435	J2(ソース p433,宛先 p434)/ J32	J3(ソース p435,宛先 p436)/ J32
第四ノット 転送システム	QD	p436	p437	J3(ソース p435,宛先 p436)/ J32	J4(ソース p437,宛先 p438)/ J32
第五ノット 転送システム	QE	p438	p439	J4(ソース p437,宛先 p438)/ J32/ J34	J5(ソース p439,宛先 p440)/ J34
第一 計算装置	QF	p440	なし	J5(ソース p439,宛先 p440)/ J34	なし

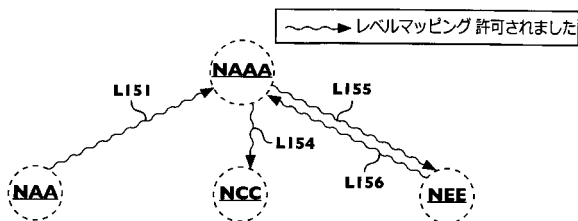
【図 5 4】

出力 最初 エッジ	影響を受けます 2番目 エッジ
L5	L11
L6	なし
L7	L19
L8	なし
L9	なし
L10	L20
L11	L14
L12	L14
L13	L14
L14	L21
L15	L19
L16	L20
L17	L19
L18	L20
L19	L22
L20	L22
L21	L22
L22	L23
L23	なし

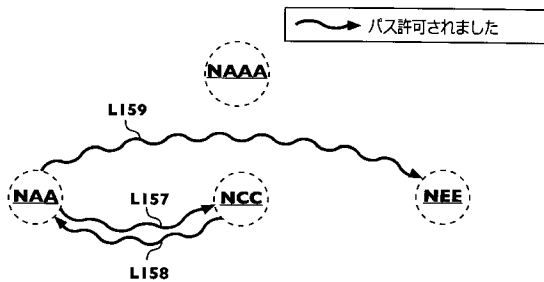
【図55A】



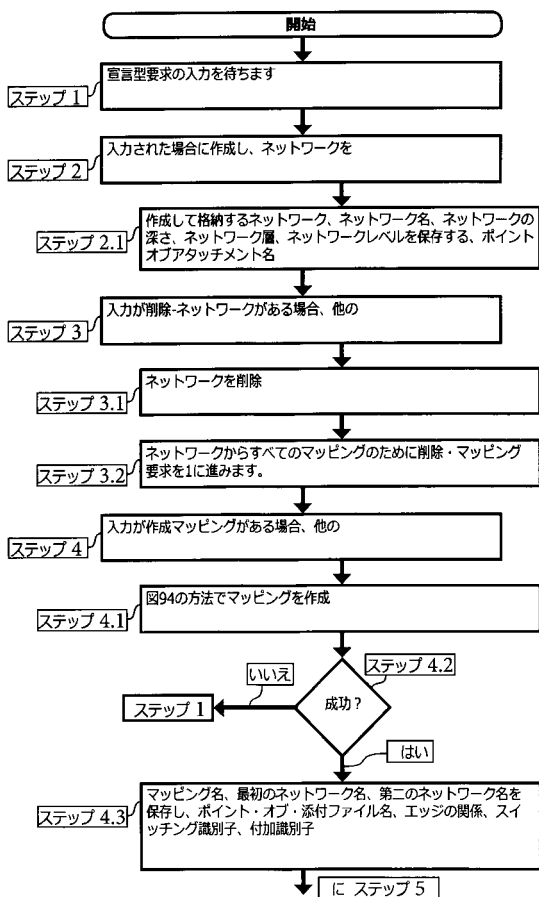
【図55B】



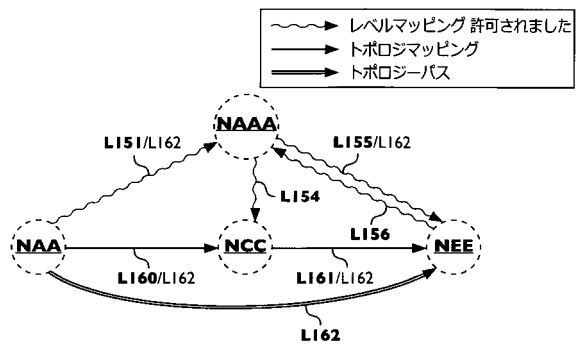
【図55C】



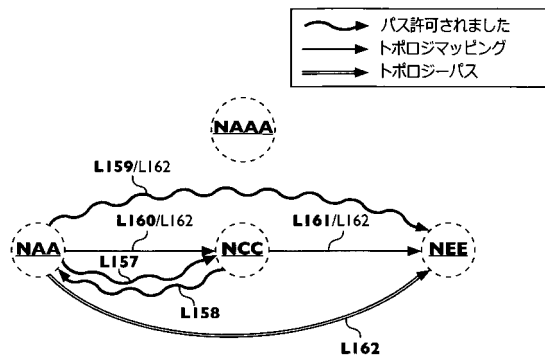
【図56-1】



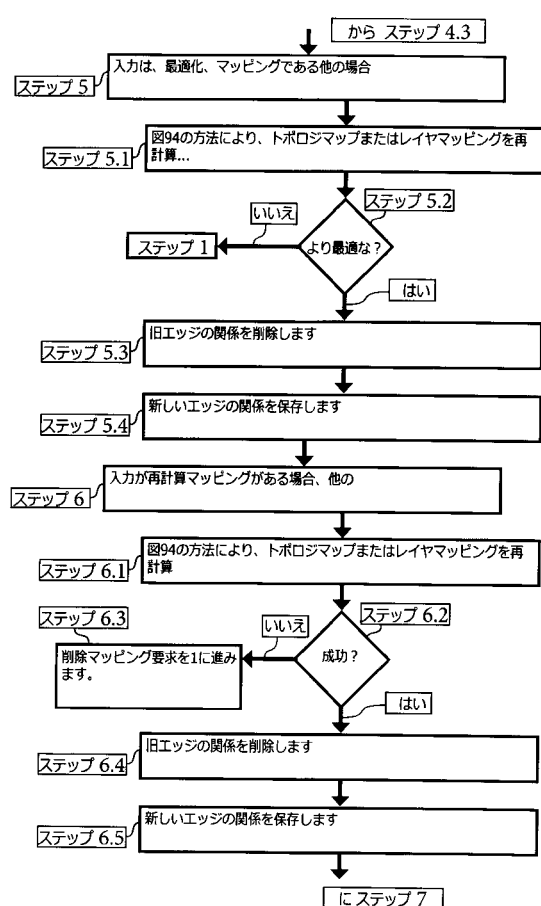
【図55D】



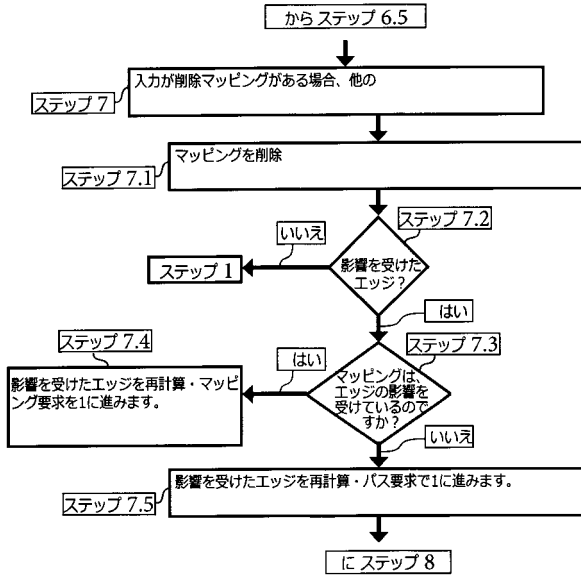
【図55E】



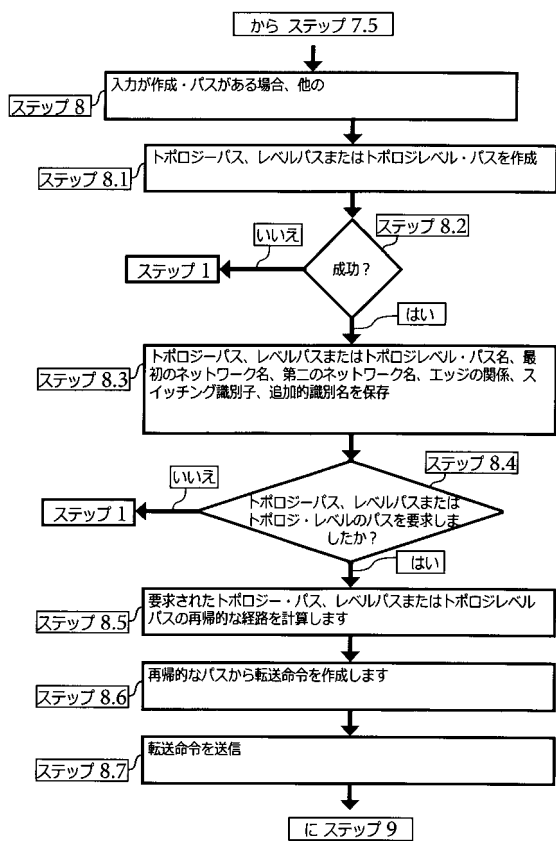
【図56-2】



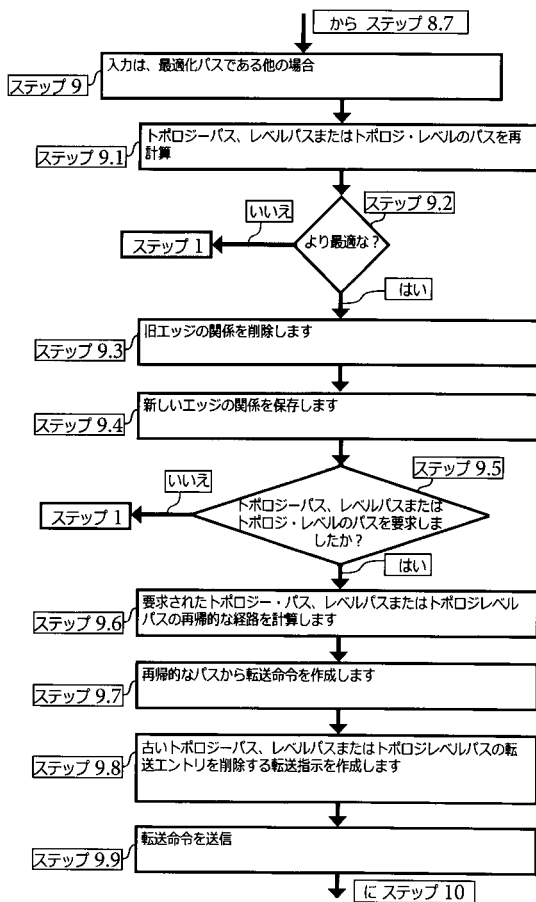
【図 56 - 3】



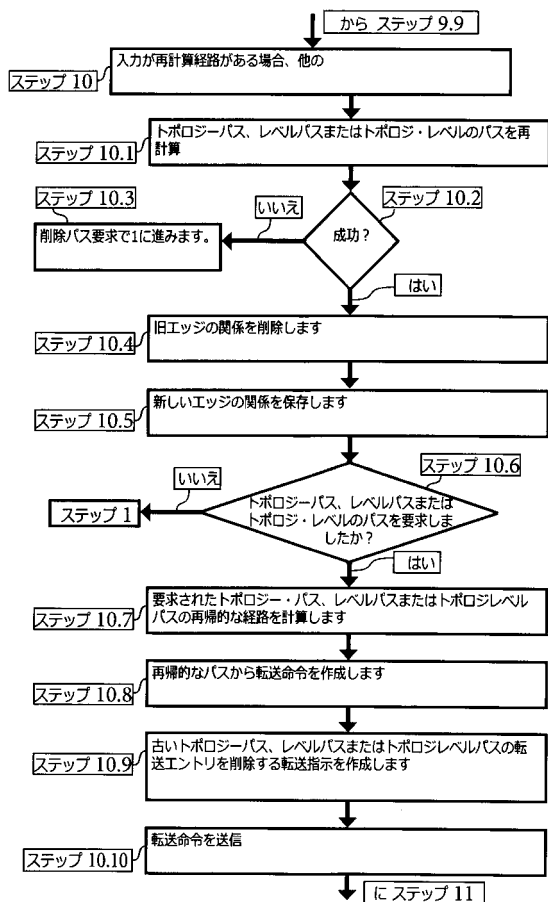
【図 56 - 4】



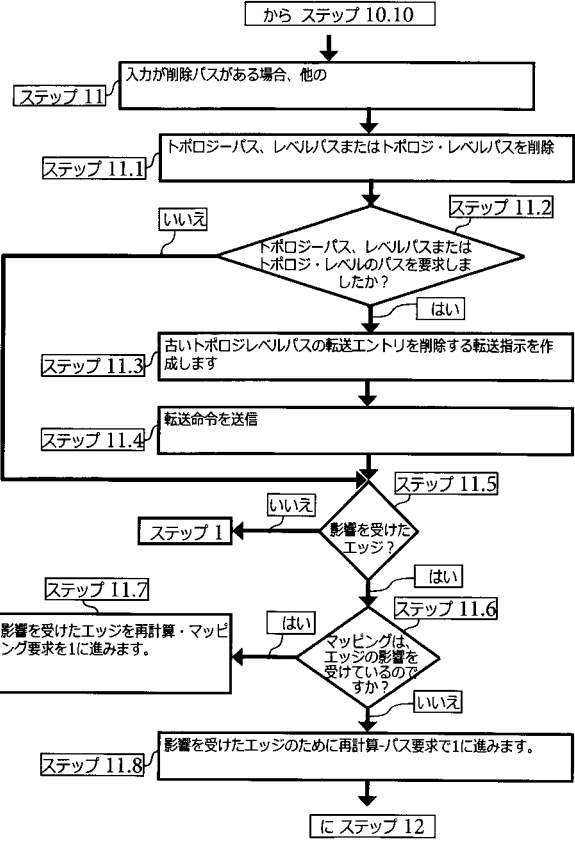
【図 56 - 5】



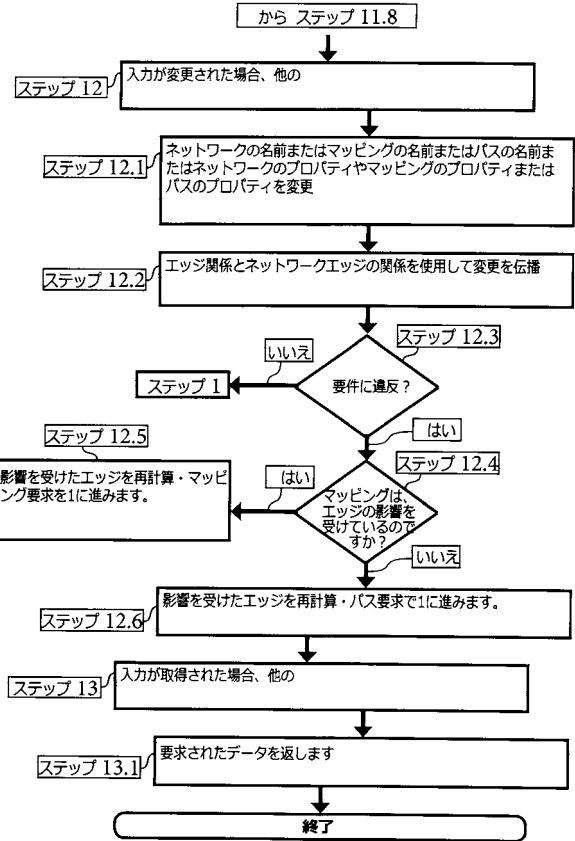
【図 56 - 6】



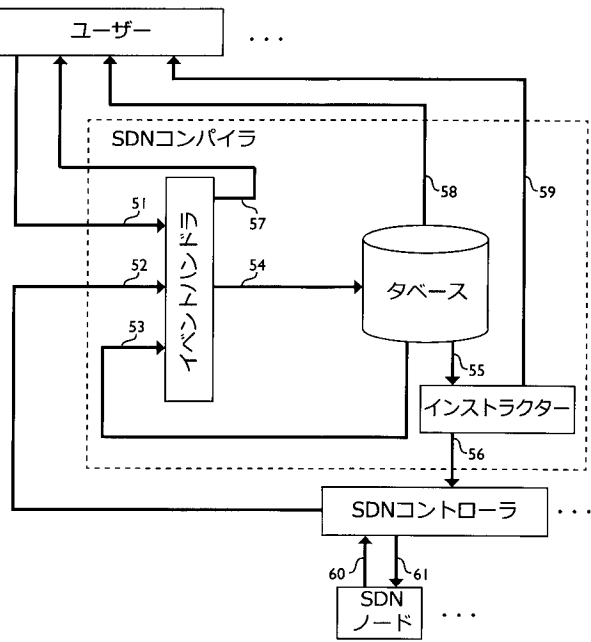
【 図 5 6 - 7 】



【 図 5 6 - 8 】



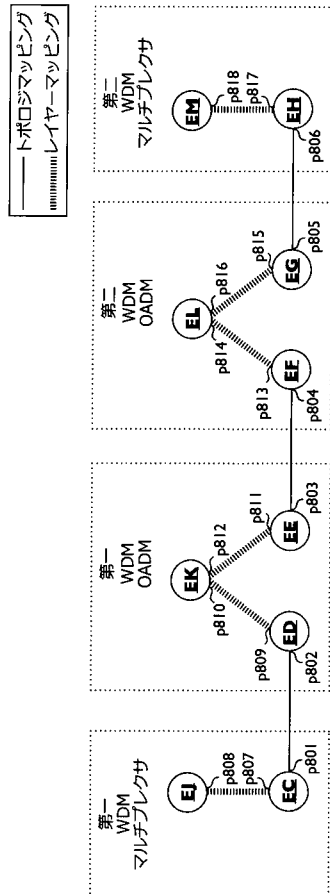
【 図 5 7 】



【 図 5 8 】

	タベース	SDNコントローラ	ユーザー	SDNコンパイラ入力
ネットワークを作成	いいえ	はい	はい	ネットワークを作成
ネットワークを削除	いいえ	はい	はい	ネットワークを削除
マッピングを作成します	いいえ	はい	はい	マッピングを作成します
マッピングを削除します	いいえ	はい	はい	マッピングを削除します
マッピングを再計算	いいえ	はい	はい	マッピングを再計算
マッピングを最適化	いいえ	はい	はい	マッピングを最適化
バスを作成	いいえ	はい	はい	バスを作成
バスを削除	いいえ	はい	はい	バスを削除
バスを再計算	いいえ	はい	はい	バスを再計算
バスを最適化	いいえ	はい	はい	バスを最適化
変更します	いいえ	はい	はい	変更します
もります	いいえ	はい	はい	もります

【図 59-A】



【図 59-C】

K1 = EC-(トポロジマッピング p801::p802)->ED
 K2 = EE-(トポロジマッピング p803::p804)->EF
 K3 = EG-(トポロジマッピング p805::p806)->EH

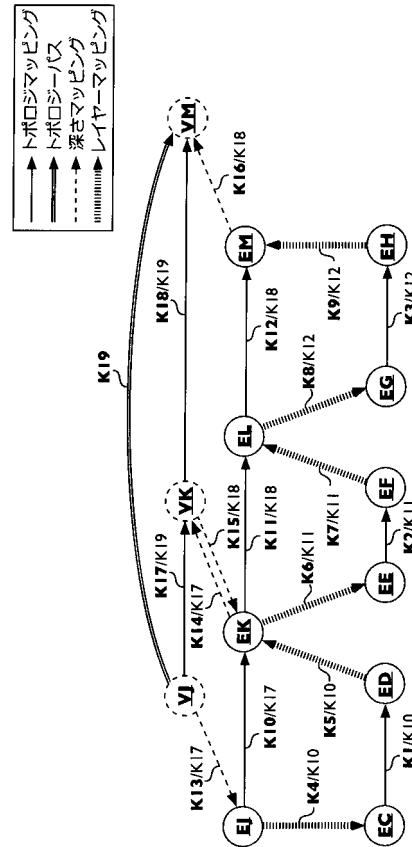
 K4 = EJ-(レイヤーマッピング p808::p807)->EC
 K5 = ED-(レイヤーマッピング p809::p810)->EK
 K6 = EK-(レイヤーマッピング p812::p811)->EE
 K7 = EF-(レイヤーマッピング p813::p814)->EL
 K8 = EL-(レイヤーマッピング p816::p815)->EG
 K9 = EH-(レイヤーマッピング p817::p818)->EM

 K13 = VJ-(深さマッピング)->EJ
 K14 = EK-(深さマッピング)->VK
 K15 = VK-(深さマッピング)->EK
 K16 = EM-(深さマッピング)->VM

【図 59-D】

トポロジマッピング K10 = K4/K10+K1/K10+K5/K10
 トポロジマッピング K11 = K6/K11+K2/K11+K7/K11
 トポロジマッピング K12 = K8/K12+K3/K12+K9/K12
 トポロジマッピング K17 = K13/K17+K10/K17+K14/K17
 トポロジマッピング K18 = K15/K18+K11/K18+K12/K18+K16/K18
 トポロジマッピング K19 = K17/K19+K18/K19

【図 59-B】



【図 59-E】

VJ-(深さマッピング K13/K17/K19)->
 EJ-(レイヤーマッピング p808:K4/K10/K17/K19:p807)->
 EC-(トポロジマッピング p801:K1/K10/K17/K19:p802)->
 ED-(レイヤーマッピング p809:K5/K10/K17/K19:p810)->
 EK-(深さマッピング K14/K17/K19)->
 VK-(深さマッピング K15/K18/K19)->
 EK-(レイヤーマッピング p812:K6/K11/K18/K19:p811)->
 EE-(トポロジマッピング p803:K2/K11/K18/K19:p804)->
 EF-(レイヤーマッピング p813:K7/K11/K18/K19:p814)->
 EL-(レイヤーマッピング p816:K8/K12/K18/K19:p815)->
 EG-(トポロジマッピング p805:K3/K12/K18/K19:p806)->
 EH-(レイヤーマッピング p817:K9/K12/K18/K19:p818)->
 EM-(深さマッピング K16/K18/K19)->VM

【図 59-F】

エッジ名	スイッチング識別子	D	N	H
K10	195.70	0	1	0
K11	195.70	0	1	0
K12	195.80	0	1	0

【図 5 9 G】

装置	ノード	入力 ポート	出力 ポート	エッジの関係の 関連着信設定	エッジの関係の 関連発信セット
第一-WDM マルチプレクサ	EJ	なし	p808	なし	K10 (195.70)
	EC	p807	p801	なし	なし
第一- WDM OADM	ED	p802	p809	なし	なし
	EK	p810	p812	K10 (195.70)	K11 (195.70)
第二- WDM OADM	EE	p811	p803	なし	なし
	EF	p804	p813	なし	なし
第二-WDM マルチプレクサ	EL	p814	p816	K11 (195.70)	K12 (195.80)
	EG	p815	p805	なし	なし
	EH	p806	p817	なし	なし
	EM	p818	なし	K12 (195.80)	なし

【図 5 9 H】

装置	入力 ポート	出力 ポート	エッジの関係の 関連着信設定	エッジの関係の 関連発信セット
第一-WDM マルチプレクサ	なし	p801	なし	K10 (195.70)
第一-WDM OADM	p802	p803	K10 (195.70)	K11 (195.70)
第二-WDM OADM	p804	p805	K11 (195.70)	K12 (195.80)
第二-WDM マルチプレクサ	p806	なし	K12 (195.80)	なし

【図 6 0 A】

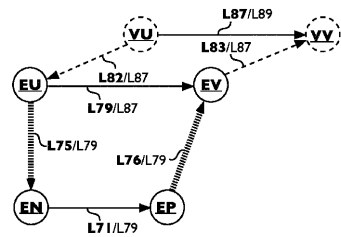


FIG. 60A

【図 6 0 B】

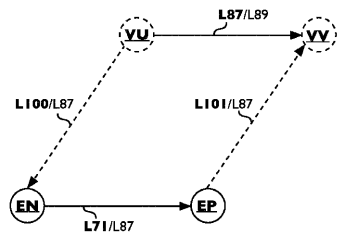
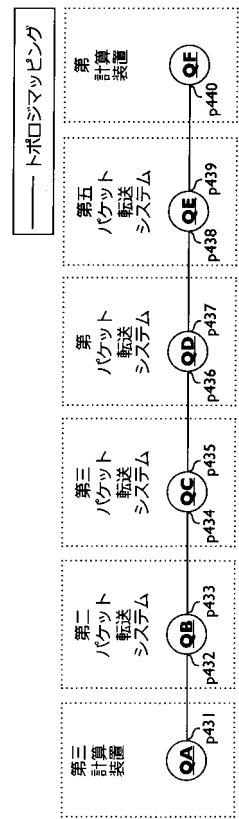
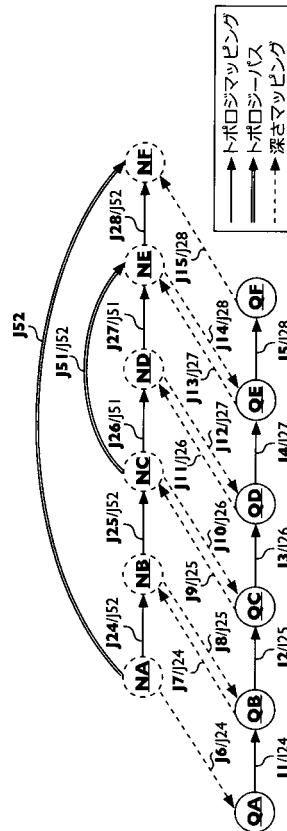


FIG. 60B

【図 6 1 A】



【図 6 1 B】



【図 6 1 C】

J1 = QA-(トポロジマッピング p431::p432)->QB
 J2 = QB-(トポロジマッピング p433::p434)->QC
 J3 = QC-(トポロジマッピング p435::p436)->QD
 J4 = QD-(トポロジマッピング p437::p438)->QE
 J5 = QE-(トポロジマッピング p439::p440)->QF

J6 = NA-(深さマッピング)->QA
 J7 = QB-(深さマッピング)->NB
 J8 = NB-(深さマッピング)->QB
 J9 = QC-(深さマッピング)->NC
 J10 = NC-(深さマッピング)->QC
 J11 = QD-(深さマッピング)->ND
 J12 = ND-(深さマッピング)->QD
 J13 = QE-(深さマッピング)->NE
 J14 = NE-(深さマッピング)->QE
 J15 = QF-(深さマッピング)->NF

【図 6 1 D】

トポロジマッピング J24 = J6/J24 + J1/J24 + J7/J24
 トポロジマッピング J25 = J8/J25 + J2/J25 + J9/J25
 トポロジマッピング J26 = J10/J26 + J3/J26 + J11/J26
 トポロジマッピング J27 = J12/J27 + J4/J27 + J13/J27
 トポロジマッピング J28 = J14/J28 + J5/J28 + J15/J28
 トポロジベース J51 = J26/J51 + J27/J51
 トポロジベース J52 = J24/J52 + J25/J52 + J51/J52 + J28/J52

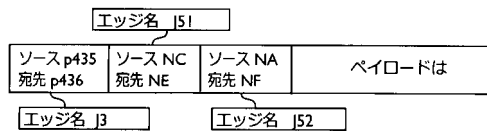
【図 6 1 E】

NA-(深さマッピング/J24/J52)->
 QA-(トポロジマッピング p431::J1/J24/J52;p432)->
 QB-(深さマッピング J7/J24/J52)->
 NB-(深さマッピング J8/J25/J52)->
 QB-(トポロジマッピング p433::J2/J25/J52;p434)->
 QC-(深さマッピング J9/J25/J52)->
 NC-(深さマッピング J10/J26/J51/J52)->
 QC-(トポロジマッピング p435::J3/J26/J51/J52;p436)->
 QD-(深さマッピング J11/J26/J51/J52)->
 ND-(深さマッピング J12/J27/J51/J52)->
 QD-(トポロジマッピング p437::J4/J27/J51/J52;p438)->
 QE-(深さマッピング J13/J27/J51/J52)->
 NE-(深さマッピング J14/J28/J52)->
 QE-(トポロジマッピング p439::J5/J28/J52;p440)->
 QF-(深さマッピング J15/J28/J52)->NF

【図 6 1 F】

エッジ名	スイッチング識別子
J1	ソース p431, 宛先 p432
J2	ソース p433, 宛先 p434
J3	ソース p435, 宛先 p436
J4	ソース p437, 宛先 p438
J5	ソース p439, 宛先 p440
J51	ソース NC, 宛先 NE
J52	ソース NA, 宛先 NF

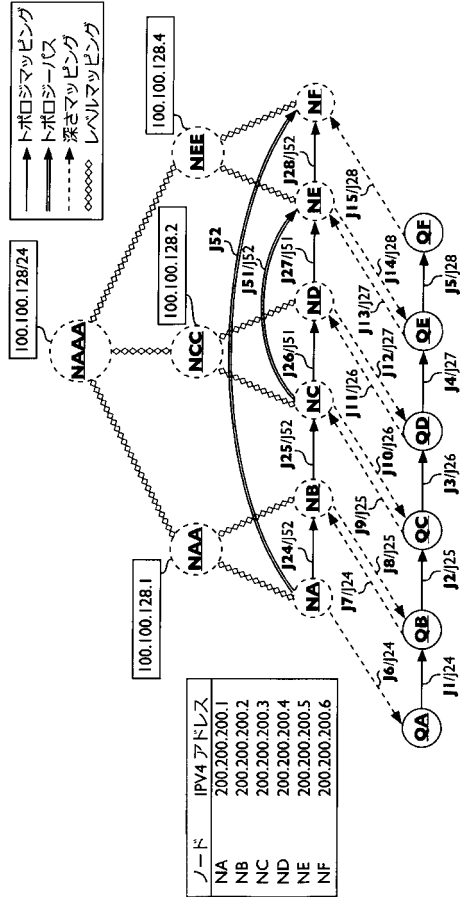
【図 6 1 G】



【図 6 1 H】



【 図 6 2 A 】



【 図 6 3 A 】

トポロジマッピング
トポロジーマップ
深さマッピング

1

The diagram shows a sequence of nodes: NA, NB, NC, QA, QB, QC, QD, QE. Solid horizontal arrows point from NA to NB, NB to NC, QA to QB, QB to QC, QC to QD, and QD to QE. Dashed curved arrows labeled J65 connect NA to QC, NB to QD, and NC to QE. Various labels are associated with these connections: j24/j64, j25/j65, j10/j64, j87/25, j91/24, j101/64, j11/24, j12/25, j13/64, j14/64, j15/64.

【 図 6 3 B 】

J1 = QA-(トポロジマッピング p431::p432)->QB
J2 = QB-(トポロジマッピング p433::p434)->QC
J3 = QC-(トポロジマッピング p435::p436)->QD
J4 = QD-(トポロジマッピング p437::p438)->QE
J5 = QE-(トポロジマッピング p439::p440)->QF

J6 = NA-(深さマッピング)->QA
J7 = QB-(深さマッピング)->NB
J8 = NB-(深さマッピング)->QB
J9 = QC-(深さマッピング)->NC
J10 = NC-(深さマッピング)->QC
J61 = QD-(深さマッピング)->NZ
J62 = QE-(深さマッピング)->NZ
J63 = QF-(深さマッピング)->NZ

【 図 6 3 C 】

トポロジマッピング J24 = J6/J24 +J1/J24+J7/J24
トポロジマッピング J25 = J8/J25+J2/J25+J9/J25
トポロジマッピング J64 = & (J10/J64+J3/J64+J61/J64)
 & (J10/J64+J3/J64+J4/J64+J62/J64)
 & (J10/J64+J3/J64+J4/J64+J5/J64+J63/J64)
トポロジベース J65 = J24/J65+J25/J65+J64/J65

【 図 6 3 D 】

第4 エッジ型 第4 エッジ名 =
& (最初 連結)
& (2番目 連結)
...

【 図 6 3 E 】

NA-(深さマッピング J6/J24/J65)->
QA-(トポロジマッピング p431:J1/J24/J65:p432)->
QB-(深さマッピング J7/J24/J65)->
NB-(深さマッピング J8/J25/J65)->
QC-(トポロジマッピング p433:J2/J25/J65:p434)->
QB-(深さマッピング J9/J25/J65)->
&
(NC-(深さマッピング J10/J64/J65)->
QC-(トポロジマッピング p435:J3/J64/J65:p436)->
QD-(深さマッピング J61/J64/J65)->NZ)
&
(NC-(深さマッピング J10/J64/J65)->
QC-(トポロジマッピング p435:J3/J64/J65:p436)->
QD-(トポロジマッピング p437:J4/J64/J65:p438)->
QE-(深さマッピング J62/J64/J65)->NZ)
&
(NC-(深さマッピング J10/J64/J65)->
QC-(トポロジマッピング p435:J3/J64/J65:p436)->
QD-(トポロジマッピング p437:J4/J64/J65:p438)->
QE-(トポロジマッピング p439:J5/J64/J65:p440)->
QF-(深さマッピング J63/J64/J65)->NZ)

【 図 6 3 F 】

装置	ノード	入力 ポート	出力 ポート	エッジの關係の 関連通信設定	エッジの關係の 関連通信セツト
第三 装置	第二ノード 計装装置	QA	なし	なし	J1 (ノース p431、宛先 p432) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)
		QB	p432	J1 (ノース p431、宛先 p432) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)	J2 (ノース p432、宛先 p434) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)
		QC	p434	J2 (ノース p433、宛先 p434) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)	J3 (ノース p433、宛先 p436) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)
		QD	p436	J3 (ノース p435、宛先 p436) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)	J4 (ノース p437、宛先 p438) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)
第五 装置	第五ノード 計装装置	QE	p438	J3 (ノース p435、宛先 p436) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)	なし
		QF	p438	J4 (ノース p437、宛先 p438) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)	J5 (ノース p439、宛先 p440) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)
		QF	p440	J4 (ノース p437、宛先 p438) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)	なし
		QF	p440	J5 (ノース p439、宛先 p440) / J65 (ノース NA、宛先 NZ)	なし

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/055640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04L12/715 H04L12/24
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>WO 2012/090996 A1 (NEC CORP) 5 July 2012 (2012-07-05)</p> <p>the whole document & EP 2 661 026 A1 (NEC CORP [JP]) 6 November 2013 (2013-11-06) paragraph [0011] paragraph [0013] paragraph [0032] paragraph [0038] - paragraph [0046] paragraph [0051] figures 1,7,8,9,10,11 ----- -/--</p>	<p>1,24,33, 35,39, 57, 61-65, 67-69</p>

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 July 2014

Date of mailing of the international search report

29/07/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dely, Peter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/055640

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/058215 A1 (KOPONEN TEEMU [US] ET AL) 7 March 2013 (2013-03-07) cited in the application paragraph [0085] - paragraph [0086] figure 1 -----	1,24,33, 35,39, 57, 61-65, 67-69
A	US 2008/219272 A1 (NOVELLO STEFANO [US] ET AL) 11 September 2008 (2008-09-11) paragraph [0003] -----	1,19-22, 27,46, 61,65

International application No

PCT/EP2014/055640

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 13187942.1
(32)優先日 平成25年10月9日(2013.10.9)
(33)優先権主張国 欧州特許庁(EP)
(31)優先権主張番号 13191433.5
(32)優先日 平成25年11月4日(2013.11.4)
(33)優先権主張国 欧州特許庁(EP)
(31)優先権主張番号 14157352.7
(32)優先日 平成26年2月28日(2014.2.28)
(33)優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. コンパクトフラッシュ
2. UNIX
3. イーサネット

(72)発明者 ヴォルティング, シモン
オランダ国, エンエル - 1 2 7 1 セーゼット ハイゼン, フロリダストローム 1 1
F ターム(参考) 5K030 KA05 LB07

【要約の続き】

にネットワーク内で変換するパスと同様に、変換する経路を含みます物理ノードと仮想ノード間及び第2のマッピング関係上のパスに依存して、論理ノード間の可能なリンク関係にノード。
論理ネットワーク内の論理パスを定義するポイントオブアタッチメント関係論理転送が計算され、転送テーブルのエントリは、論理的な転送ポイントオブアタッチメント関係から物理ノードと仮想ノードのために作成されています。