

(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2017-506025

(P2017-506025A)

(43) 公表日 平成29年2月23日 (2017. 2. 23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04L 12/70 (2013.01)	H04L 12/70	D 5K030
H04L 12/717 (2013.01)	H04L 12/717	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2016-543133 (P2016-543133)	(71) 出願人	516149398 ビッグ スイッチ ネットワークス インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95054 サンタクララ フリーダム サークル 3965 スイート 300
(86) (22) 出願日	平成26年12月23日 (2014. 12. 23)	(74) 代理人	100086771 弁理士 西島 孝喜
(85) 翻訳文提出日	平成28年8月24日 (2016. 8. 24)	(74) 代理人	100088694 弁理士 弟子丸 健
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/072162	(74) 代理人	100094569 弁理士 田中 伸一郎
(87) 国際公開番号	W02015/100329	(74) 代理人	100067013 弁理士 大塚 文昭
(87) 国際公開日	平成27年7月2日 (2015. 7. 2)		
(31) 優先権主張番号	14/142, 283		
(32) 優先日	平成25年12月27日 (2013. 12. 27)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワークサービス挿入を実行するシステム及び方法

(57) 【要約】

コンピュータ装置上に実装されたコントローラを用いてネットワーク内のスイッチを制御することができる。ネットワーク内のスイッチには、エンドホスト及びサービス装置を結合することができる。コントローラは、仮想スイッチ及び仮想ルータの仮想ネットワークトポロジを生成することができる。コントローラは、仮想ルータ及び／又は仮想スイッチを、サービス挿入を実行するように制御することができる。コントローラは、1又は2以上の選択されたサービス装置を通じてネットワークトラフィックをリダイレクトするように仮想ルータ及び／又は仮想スイッチを制御することによってサービス挿入を実行することができる。コントローラは、ネットワークトラフィックと、このネットワークトラフィックに対して行うべきサービスとを識別するサービス挿入ポリシーに基づいて、どのネットワークトラフィックをどのサービス装置にリダイレクトすべきかを決定することができる。

【選択図】 図8

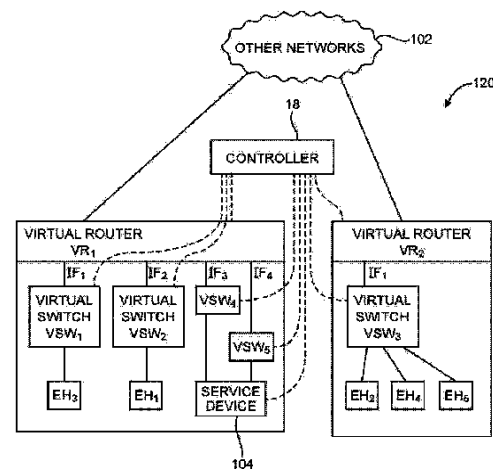


FIG. 8

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スイッチに結合されたエンドホストを有するネットワークにおいて前記スイッチを制御するコントローラを使用する方法であって、

前記コントローラを用いて、それぞれのエンドホストグループから、少なくとも 1 つの仮想スイッチが少なくとも 2 つのスイッチからのポートを含む複数の仮想スイッチを形成するステップと、

前記コントローラを用いて、前記仮想スイッチのグループから、ネットワークルーティング動作を実行する仮想ルータを形成するステップと、
を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記スイッチは、少なくとも 1 つの物理的スイッチを含む、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記スイッチは、少なくとも 1 つのハイパーバイザスイッチをさらに含む、
請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ネットワークは、前記スイッチに結合されたサービス装置を含み、前記方法は、
少なくとも 1 つの送信元エンドホストと、少なくとも 1 つの宛先エンドホストと、前記送信元エンドホストと前記宛先エンドホストとの間でネットワークパケットに対して実行すべき少なくとも 1 つのサービスとを識別するサービス挿入ポリシーを受け取るステップと、

20

前記サービスを実行するサービス装置を選択するステップと、
をさらに含む、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記仮想ルータを制御することにより、前記選択されたサービス装置を通じて前記送信元エンドホストと前記宛先エンドホストとの間でネットワークパケットをリダイレクトするステップをさらに含む、
請求項 4 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記ネットワークパケットは、イーサネットアドレスフィールドを有し、前記仮想ルータを制御することによって前記送信元エンドホストから前記宛先エンドホストに前記ネットワークパケットをリダイレクトするステップは、

前記ネットワークパケットの前記イーサネットアドレスフィールドを書き換えることにより、前記選択されたサービス装置に変更済みネットワークパケットを送信するように前記スイッチを制御するステップと、

前記サービス装置から前記変更済みネットワークパケットを受け取ったことに応答して、前記変更済みネットワークパケットの前記イーサネットアドレスフィールドを復元するように前記スイッチを制御するステップと、
を含む、
請求項 5 に記載の方法。

40

【請求項 7】

前記コントローラによって少なくとも 2 つのサービス装置が選択され、前記仮想ルータを制御することによって前記送信元エンドホストと前記宛先エンドホストとの間で前記ネットワークパケットをリダイレクトするステップは、前記少なくとも 2 つのサービス装置を通じて前記ネットワークパケットをリダイレクトするように前記仮想ルータを制御するステップを含む、
請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

50

前記サービスを実行する前記サービス装置を選択するステップは、ファイアウォール、ロードバランサ、侵入検出装置、パケットモニタリング装置及び暗号化装置から成る群からサービス装置を選択するステップを含む、
請求項 5 に記載の方法。

【請求項 9】

前記仮想ルータを制御することにより、前記選択されたサービス装置を通じて前記送信元エンドホストと前記宛先エンドホストとの間で前記ネットワークパケットをリダイレクトするステップは、前記送信元エンドホストと前記宛先エンドホストとの間の前記ネットワークパケットに一致するフローテーブルエントリであって、前記選択されたサービス装置を通じて前記ネットワークパケットをリダイレクトするように前記スイッチに指示するフローテーブルエントリを前記スイッチに提供するステップを含む、
請求項 5 に記載の方法。

10

【請求項 10】

前記仮想スイッチを制御することにより、前記選択されたサービス装置を通じて前記送信元エンドホストと前記宛先エンドホストとの間でネットワークパケットをリダイレクトするステップをさらに含む、
請求項 4 に記載の方法。

【請求項 11】

前記仮想スイッチを制御することによって前記送信元エンドホストと前記宛先エンドホストとの間で前記ネットワークパケットをリダイレクトするステップは、

20

前記ネットワークパケットにタグ付けし、該タグ付けされたタグ付きネットワークパケットを前記選択されたサービス装置に送信するように前記スイッチを制御するステップと、

前記選択されたサービス装置から前記タグ付きネットワークパケットを受け取ったことに応答して、前記タグ付きネットワークパケットのタグを外すように前記スイッチを制御するステップと、
を含む、

請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

スイッチに結合されたエンドホスト及びサービス装置を有するネットワークにおいて前記スイッチを制御するコントローラを使用する方法であって、

30

ネットワークトラフィックと、該ネットワークトラフィックに対して実行すべき少なくとも 1 つのサービスとを識別するサービス挿入ポリシーを受け取るステップと、

前記サービス挿入ポリシーに基づいて少なくとも 1 つのサービス装置を識別するステップと、

前記識別されたサービス装置を通じてネットワークトラフィックをリダイレクトするように前記スイッチを制御するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 13】

複数の仮想スイッチ及び仮想ルータを含む仮想トポロジを生成するステップを含み、各仮想スイッチ及び各仮想ルータは、複数の基礎スイッチにわたって分散し、前記仮想スイッチは、前記エンドホストに結合された仮想ポートを有し、前記仮想ルータは、前記仮想スイッチに結合された仮想インターフェイスを有する、

40

請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記仮想ルータの各仮想インターフェイスは、それぞれのイーサネットアドレスを割り当てられてそれぞれの IP ドメインに関連付けられ、前記識別されたサービス装置は、所与の仮想ルータの第 1 の仮想インターフェイスに結合されて第 1 の IP ドメインに関連付けられ、前記識別されたネットワークトラフィックの送信元エンドホストは、前記所与の仮想ルータの第 2 の仮想インターフェイスに結合されて第 2 の IP ドメインに関連付けら

50

れ、前記識別されたサービス装置は、所与のイーサネットアドレスを有し、前記識別されたサービス装置を通じて前記ネットワークトラフィックをリダイレクトするように前記スイッチを制御するステップは、前記ネットワークトラフィックの送信元イーサネットアドレスフィールドを、前記所与の仮想ルータの前記第1の仮想インターフェイスの前記イーサネットアドレスに書き換え、前記ネットワークトラフィックの宛先イーサネットアドレスフィールドを、前記識別されたサービス装置の前記所与のイーサネットアドレスに書き換えることにより、前記識別されたサービス装置に変更済みネットワークパケットを送信するように前記スイッチを制御するステップを含む、
請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記識別されたサービス装置は、所与の仮想スイッチの第1の仮想ポートに結合され、前記識別されたネットワークトラフィックの送信元エンドホストは、所与の仮想スイッチの第2の仮想ポートに結合され、前記識別されたサービス装置を通じて前記ネットワークトラフィックをリダイレクトするように前記スイッチを制御するステップは、

前記ネットワークトラフィックにタグ付けし、該タグ付けされたタグ付きネットワークトラフィックを前記識別されたサービス装置に送信するように前記スイッチを制御するステップと、

前記識別されたサービス装置から前記タグ付きネットワークトラフィックを受け取ったことに応答して、前記タグ付きネットワークトラフィックのタグを外すように前記スイッチを制御するステップと、

を含む、

請求項13に記載の方法。

【請求項16】

前記ネットワークトラフィックにタグ付けするように前記スイッチを制御するステップは、前記ネットワークトラフィックのヘッダフィールドに識別子を挿入するように前記スイッチを制御するステップを含む、

請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記ネットワークトラフィックにタグ付けするように前記スイッチを制御するステップは、前記識別されたネットワークトラフィックに一致するフローテーブルエントリを前記スイッチに提供するステップを含む、

請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記エンドホスト間でネットワークパケットを転送するスイッチに結合されたエンドホスト及びサービス装置を有するネットワークにおいて前記スイッチを制御するコントローラを使用する方法であって、

少なくとも1つのサービス装置を選択するステップと、

前記選択されたサービス装置がサービスすべきネットワークパケットを識別するステップと、

前記選択されたサービス装置を通じて前記識別されたネットワークパケットをリダイレクトするように前記スイッチを制御するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項19】

前記選択されたサービス装置を通じて前記識別されたネットワークパケットをリダイレクトするように前記スイッチを制御するステップは、

前記選択されたサービス装置に変更済みネットワークパケットを送信するように前記スイッチに指示する、前記識別されたネットワークパケットに一致するフローテーブルエントリを前記スイッチに提供するステップと、

前記選択されたサービス装置から前記変更済みネットワークパケットを受け取ったことに応答して、前記変更済みネットワークパケットから前記識別されたネットワークパケッ

10

20

30

40

50

トを復元するように前記スイッチに指示する、前記変更済みネットワークパケットに一致するフローテーブルエントリを前記スイッチに提供するステップと、
を含む、
請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

一連のサービス要件を受け取るステップと、
前記一連のサービス要件に基づいて、該サービス要件を満たすように前記少なくとも 1 つのサービス装置を選択するステップと、
をさらに含む請求項 18 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

〔関連出願との相互参照〕

本出願は、2013 年 12 月 27 日に出願された米国特許出願公開第 14 / 142, 283 号に対する優先権を主張するものであり、この文献はその全体が引用により本明細書に組み入れられる。

【0002】

本出願は、通信ネットワークに関し、具体的には、コントローラによって制御されるネットワークスイッチを有する通信ネットワークに関する。

20

【背景技術】

【0003】

インターネットなどのパケットベースのネットワーク、及びインターネットに接続されたローカルデータネットワークは、ネットワークスイッチを含む。ネットワークスイッチは、パケットの送信元からパケットの宛先にパケットを転送する際に使用される。パケットは、フレームと呼ばれることもある。例えば、開放型システム間相互接続 (OSI) モデルのレイヤ 2 では、データがフレーム (例えば、イーサネットフレーム) として転送され、OSI モデルのレイヤ 3 では、データがパケット (例えば、インターネットプロトコルパケット) として転送される。

【0004】

あるベンダの装置を用いて別のベンダのスイッチを構成することは困難又は不可能な場合がある。この理由は、あるベンダのスイッチ装置が、別のベンダのスイッチ装置とは異なるオペレーティングシステム及び一連の制御手順を使用している可能性があるからである。異なるタイプのスイッチプラットフォームの制御に関連する課題に取り組むために、クロスプラットフォームプロトコルが開発された。これらのプロトコルは、互換性がなかったはずのスイッチの集中制御を可能にする。

30

【0005】

クロスプラットフォームのコントローラクライアントをネットワーク内のスイッチに含めることができる。コントローラクライアントは、ネットワーク経路を介して対応するコントローラサーバと通信することができる。コントローラクライアントは、様々なスイッチハードウェアに実装できるので、互換性がなかったはずのスイッチ装置を 1 つのコントローラで制御することができる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ネットワークは、通過するネットワークパケットに対してファイアウォール機能及びパケットモニタ機能などのサービスを実行するサービス装置を含むことができる。通常、ネットワーク管理者は、所望のサービス装置を通じてネットワークパケットを転送するために、ネットワーク内のスイッチを手動で構成する必要がある。この処理は、多大な時間を要し、面倒であり、特にネットワークが複雑になるとともにますます困難になり得る。

【課題を解決するための手段】

50

【0007】

コンピュータ装置上に実装されたコントローラを用いて、ネットワーク内のスイッチを制御することができる。これらのスイッチは、物理的スイッチと、ハイパーバイザスイッチなどの論理スイッチとを含むことができる。ネットワーク内のスイッチには、エンドホスト及びサービス装置を結合することができる。コントローラは、1又は2以上の選択されたサービス装置を通じてネットワークトラフィックをリダイレクトすることによってサービス挿入を実行することができる。コントローラは、ネットワークトラフィックと実行すべきサービスとを識別するサービス挿入ポリシーに基づいて、どのネットワークトラフィックをどのサービス装置にリダイレクトすべきかを決定することができる。

【0008】

コントローラは、仮想スイッチ及び仮想ルータの仮想ネットワークポロジを生成することができる。コントローラは、それぞれのエンドホストグループから仮想スイッチを形成することができる。仮想スイッチは、仮想スイッチに関連するグループのエンドホストに結合された少なくとも2つの基礎スイッチからのポートを含むことができる。仮想スイッチは、エンドホストに結合された仮想ポートを含むことができる。コントローラは、仮想スイッチのグループから1又は2以上の仮想ルータを形成することができる。仮想ルータは、仮想スイッチと他の仮想ルータとに結合された仮想インターフェイスを含むことができる。各仮想インターフェイスには、それぞれのイーサネットアドレスを割り当てて、それぞれのIPドメインに関連付けることができる。仮想ルータは、異なるIPドメインのエンドホスト間でネットワークパケットをルーティングする際に、ネットワークルーティング動作を実行することができる。仮想スイッチ及び仮想ルータの各々は、複数の基礎スイッチ（例えば、物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチ）にわたって分散することができ、これによって所与のスイッチを、1又は2以上の仮想スイッチ及び仮想ルータの機能を実行するように構成できるようになる。

【0009】

コントローラは、仮想ルータ及び／又は仮想スイッチを、サービス挿入を実行するように制御することができる。コントローラは、選択されたネットワークパケットのイーサネットアドレスを書き換えて1又は2以上のサービス装置を通じてネットワークパケットをリダイレクトすることによってサービス挿入を実行するように仮想ルータを構成することができる。コントローラは、ネットワークパケットにタグ付けして1又は2以上のサービス装置を通じてネットワークパケットをリダイレクトすることによってサービス挿入を実行するように仮想スイッチを構成することができる。

【0010】

添付図面及び以下の詳細な説明から、本発明のさらなる特徴、その性質及び様々な利点がさらに明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態による、コントローラ及びパケット転送システムを含む例示的なネットワークを示す図である。

【図2】本発明の実施形態による、ネットワーク接続を介して通信できるコントローラサーバ及びコントローラクライアントを示す図である。

【図3】本発明の実施形態による、パケット処理システムが使用できるタイプの例示的なフローテーブルを示す図である。

【図4】本発明の実施形態による、フローテーブルのフローテーブルエントリに基づいて実行できる3つの例示的なパケット転送タイプを示す、パケット処理システムが使用できるタイプの例示的なフローテーブルを示す図である。

【図5】本発明の実施形態による、パケット処理システムにおけるパケット処理に関連する例示的なステップを示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施形態による、サービス挿入を実行するようにコントローラによって制御できるスイッチを有する例示的なネットワークを示す図である。

【図 7】本発明の実施形態による、サービス挿入を実行するようにコントローラによって制御できるスイッチを有するネットワークを実装する例示的なラックベースシステムを示す図である。

【図 8】本発明の実施形態による、図 6 のネットワークからコントローラによって生成できる例示的な仮想ネットワークを示す図である。

【図 9】本発明の実施形態による、各々がパケット転送動作の一部を実行するモジュールを有する例示的なスイッチを示す図である。

【図 10】本発明の実施形態による、サービス挿入を実行するようにコントローラによって制御できる仮想ルータを仮想ネットワークトポロジがどのように含むことができるかを示す図である。

10

【図 11】本発明の実施形態による、サービス挿入を実行するように仮想ルータを構成する際に図 10 の仮想ネットワークトポロジの基礎スイッチをどのように制御できるかを示す図である。

【図 12】本発明の実施形態による、サービス挿入のためにリダイレクトできる例示的なネットワークパケットを示す図である。

【図 13】本発明の実施形態による、仮想スイッチを用いてサービス挿入を実行する際に生成できる例示的なタグ付きネットワークパケットを示す図である。

【図 14】本発明の実施形態による、仮想スイッチを用いてサービス挿入を実行する際に生成できる別の例示的なタグ付きネットワークパケットを示す図である。

【図 15】本発明の実施形態による、サービス挿入を実行するようにコントローラによって制御できる仮想スイッチを仮想ネットワークトポロジがどのように含むことができるかを示す図である。

20

【図 16】本発明の実施形態による、サービス挿入を実行するように仮想スイッチを構成する際に図 15 の仮想ネットワークトポロジの基礎スイッチをどのように制御できるかを示す図である。

【図 17】本発明の実施形態による、コントローラが受け取ることができる例示的なサービス挿入ポリシーを示す図である。

【図 18】本発明の実施形態による、一連のサービス要件を識別する例示的なサービス挿入ポリシーを示す図である。

【図 19】本発明の実施形態による、仮想ネットワークトポロジを生成し、サービス挿入を実装するように仮想ネットワークを制御する際に、コントローラによって実行できる例示的なステップのフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【0012】

インターネットなどのネットワーク、並びにインターネットに接続されたローカルネットワーク及び地域ネットワークは、パケットベースのスイッチに依拠する。本明細書においてネットワークスイッチ、パケット処理システム又はパケット転送システムと呼ぶこともあるこれらのスイッチは、アドレス情報に基づいてパケットを転送することができる。このようにして、パケットの送信元によって送信されたデータパケットをパケットの宛先に送達することができる。ネットワーク用語では、パケットの送信元及び宛先をエンドホストと呼ぶこともある。エンドホストの例には、パーソナルコンピュータ、サーバ、及び有線又は無線技術を用いてネットワークにアクセスするポータブル電子装置などの他のコンピュータ装置がある。

40

【0013】

ネットワークスイッチの能力は、比較的小型のイーサネットスイッチ及び無線アクセスポイントから、複数のラインカード、冗長電源及び監視能力を含む大型のラックベースシステムにまで及ぶ。ネットワークが複数のベンダからの装置を含むことも珍しくない。異なるベンダからのネットワークスイッチを相互接続してパケット転送システムを形成することはできるが、これらのネットワークスイッチを集中的に管理することは、そのオペレーティングシステム及び制御プロトコル間の非互換性に起因して困難な場合がある。

50

【0014】

これらの潜在的な非互換性は、各ネットワークスイッチに（本明細書ではコントローラクライアントと呼ぶこともある）共通のクロスプラットフォーム制御モジュールを組み込むことによって克服することができる。コントローラサーバなどの集中型クロスプラットフォームコントローラサーバ又は分散型コントローラサーバは、それぞれのネットワークリンクを介して各コントロールクライアントと相互作用することができる。クロスプラットフォームコントローラ及び対応するコントローラクライアントを使用することで、潜在的に異なるネットワークスイッチ装置を集中管理できるようになる。

【0015】

本明細書で一例として説明することもある1つの例示的な構成では、図1のコントローラサーバ18などの1又は2以上のコントローラサーバによって集中制御が行われる。コントローラサーバ18は、スタンドアロン型コンピュータ、コンピュータクラスタ、複数箇所に分散された一連のコンピュータ、ネットワークスイッチに埋め込まれたハードウェア、又はその他の好適なコンピュータ装置12に実装することができる。コントローラサーバ18は、単一のコンピュータ上の単一のプロセスとして動作することも、或いは冗長目的で複数のホストにわたって分散することもできる。分散構成の使用は、ネットワーク10に予期せぬネットワーク分割（例えば、2つのキャンパス間のネットワークリンクが途絶した状況）に対する弾力性を与える役に立つことができる。

【0016】

分散コントローラ構成では、コントローラノード同士が、コントローラ内プロトコルを用いて情報を交換することができる。例えば、第1のコントローラノードのみに接続されたネットワークハードウェア（例えば、スイッチ）に新たなエンドホストが接続する場合、この第1のコントローラノードは、コントローラ内プロトコルを用いて新たなエンドホストの存在を他のコントローラノードに知らせることができる。必要であれば、スイッチ又は他のネットワークコンポーネントを複数のコントローラノードに接続することもできる。本明細書では、一例として単一のコントローラサーバを用いて関連スイッチのネットワークを制御する構成について説明することもある。

【0017】

図1のコントローラサーバ18は、ネットワーク10のトポロジに関する情報を収集することができる。例えば、コントローラサーバ18は、ネットワーク10のトポロジを発見するために、ネットワークを介してリンク層発見プロトコル（LLDP）ブローブパケットを送信することができる。コントローラサーバ18は、ネットワークトポロジに関する情報及びネットワーク装置の能力に関する情報を用いて、ネットワークを流れるパケットの適切な経路を決定することができる。適切な経路が識別されると、コントローラサーバ18は、対応する設定データをネットワーク10内のハードウェアに送信して、パケットがネットワーク内を望む通りに流れるように保証することができる。このようなネットワーク構成動作は、システムのセットアップ動作中に、バックグラウンドで継続的に、又は新たに送信されるデータパケット（すなわち、既存の経路がまだ確立されていないパケット）の出現に応答して行うことができる。

【0018】

コントローラサーバ18を用いて、ネットワーク構成ルール20を実装することもできる。ルール20は、様々なネットワークエンティティがどのサービスを利用できるかを指定することができる。一例として、ルール20は、ネットワーク10内のどのユーザ（又はユーザタイプ）が特定のサーバにアクセスできるかを指定することができる。別の例として、ルール20は、ネットワークトラフィックを識別するとともに、この識別されたネットワークトラフィックに対して実行すべきサービスを識別するサービス挿入ポリシーを含むことができる。ルール20は、例えばコンピュータ装置12のデータベース内に維持することができる。

【0019】

コントローラサーバ18、及びそれぞれのネットワークスイッチ14におけるコントロ

10

20

30

40

50

ーラクライアント 30 は、ネットワークプロトコルスタックを用いてネットワークリンク 16 を介して通信することができる。

【0020】

各スイッチ（例えば、各パケット転送システム）14 は、（ネットワークスイッチインターフェイスと呼ばれることもある）入出力ポート 34 を有することができる。ケーブルを用いて、装置の一部をポート 34 に接続することができる。例えば、ポート 34 には、パーソナルコンピュータ、ウェブサーバ及びその他のコンピュータ装置などのエンドホストを接続することができる。ポート 34 は、スイッチ 14 のうちの 1 つを他のスイッチ 14 に接続するために使用することもできる。

【0021】

パケット処理回路 32 は、ポート 34 のうちの 1 つのポートから別のポートにパケットを転送する際に使用することができ、着信パケットに対して他の好適な動作を実行する際にも使用することができる。パケット処理回路 32 は、専用高速スイッチ回路などの 1 又は 2 以上の集積回路を用いて実装することができ、ハードウェアデータ経路としての役割を果たすことができる。必要であれば、ソフトウェアデータ経路を実装する際に、制御ユニット 24 上で実行中のパケット処理ソフトウェア 26 を使用することもできる。

【0022】

制御ユニット 24 は、制御ソフトウェアの記憶及び実行を行う処理及び記憶回路（例えば、1 又は 2 以上のマイクロプロセッサ、メモリチップ、及びその他の制御回路）を含むことができる。例えば、制御ユニット 24 は、パケット処理ソフトウェア 26 などのソフトウェアを記憶して実行することができ、フローテーブル 28 を記憶することができ、コントローラクライアント 30 の動作をサポートするために使用することもできる。

【0023】

コントローラクライアント 30 及びコントローラサーバ 18 は、OpenFlow プロトコル（例えば、OpenFlow スwitch 仕様書バージョン 1.0.0、1.3.1、又は OpenFlow プロトコルの他のバージョンを参照）などのネットワークスイッチプロトコルに準拠することができる。コントローラクライアント 30 のうちの 1 又は 2 以上のクライアントは、他のプロトコル（例えば、簡易ネットワーク管理プロトコル）に準拠することもできる。コントローラサーバ 18 は、OpenFlow プロトコル又は他の好適なプロトコルを用いて、スイッチ 14 が入出力ポート 34 からの着信パケットをどのように処理すべきかを定めるデータをコントローラクライアント 30 に提供することができる。

【0024】

1 つの好適な構成では、コントローラサーバ 18 からのフローテーブルデータをフローテーブル 28 などのフローテーブルに記憶することができる。フローテーブル 28 のエントリは、スイッチ 14（例えば、パケット処理回路 32 及び／又はパケット処理ソフトウェア 26 の機能）を構成する際に使用することができる。典型的なシナリオでは、フローテーブル 28 が、フローテーブルエントリのためのキャッシュストレージとしての役割を果たし、パケット処理回路 32 の回路によって維持される設定に、これらのフローテーブルエントリの対応するバージョンが組み込まれる。しかしながら、これは例示にすぎない。フローテーブル 28 は、スイッチ 14 におけるフローテーブルエントリのための専用ストレージとしての役割を果たすこともでき、或いはパケット処理回路 32 内のフローテーブルストレージリソースを選択する場合には省略することもできる。一般に、フローテーブルエントリは、あらゆる好適なデータ構造（例えば、1 又は 2 以上のテーブル、リストなど）を用いて記憶することができる。明確化のために言えば、本明細書では、フローテーブル 28 のデータを（制御ユニット 24 のデータベース内に維持されるか、それともパケット処理回路 32 の構成に組み込まれるかに関わらず）、フローテーブルエントリを形成しているもの（例えば、フローテーブル 28 の行）として見なす。

【0025】

スイッチ 14 が着信パケットをどのように処理すべきかを定めるデータを記憶するフロ

10

20

30

40

50

ーテーブル 28 の例は例示にすぎない。必要であれば、フローテーブル 28 の代わりに、又はフローテーブル 28 に加えて、いずれかのパケット転送決定エンジンを用いて、パケット転送システム 14 がネットワークパケットの転送方法を決定する支援を行うこともできる。一例として、パケット転送決定エンジンは、パケット転送システム 14 に、ネットワークパケットをその属性に基づいて（例えば、ネットワークプロトコルヘッダに基づいて）所定のポートに転送するように指示することができる。

【0026】

いずれかの所望のスイッチには、コントローラサーバと通信して制御されるコントローラクライアントを設けることができる。例えば、制御ソフトウェアを実行してパケット処理回路 32 を省略する汎用処理プラットフォームを用いてスイッチ 14 を実装することができる。別の例として、1 又は 2 以上の高速スイッチ集積回路（「スイッチ IC」）に結合された制御回路を用いてスイッチ 14 を実装することもできる。さらに別の例として、各々が独自のパケット処理回路を含む複数のラインカードを有するラックベースシステム内のラインカードとしてスイッチ 14 を実装することもできる。必要であれば、このラックベースシステム又は別のラックベースシステム内の 1 又は 2 以上のラインカード上、或いはネットワークに結合された他のコンピュータ装置上にコントローラサーバを実装することもできる。

【0027】

図 2 に示すように、コントローラサーバ 18 及びコントローラクライアント 30 は、ネットワークプロトコルスタック 58 及びネットワークプロトコルスタック 60 などのネットワークプロトコルスタックを用いてネットワーク経路 66 を介して通信することができる。スタック 58 及び 60 は、例えば、（一例として）Linux TCP/IP スタック、又は VxWorks オペレーティングシステム内の TCP/IP スタックとすることができる。経路 66 は、例えばスイッチ 14 と外部装置との間のネットワーク接続をサポートする経路（例えば、図 1 のネットワーク経路 16）とすることも、或いはラックベースシステム内の基幹経路とすることもできる。本明細書では、一例として経路 66 が経路 16 などのネットワーク経路である構成について説明することもある。

【0028】

制御プロトコルスタック 56 は、ネットワークプロトコルスタック 58 と制御ソフトウェア 54 との間のインターフェイスとしての役割を果たす。制御プロトコルスタック 62 は、ネットワークプロトコルスタック 60 と制御ソフトウェア 64 との間のインターフェイスとしての役割を果たす。動作中、制御プロトコルスタック 56 は、コントローラサーバ 18 がコントローラクライアント 30 と通信している時に制御プロトコルメッセージ（例えば、ポートをアクティブにするための、又はフローテーブル 28 に特定のフローテーブルエントリを導入するための制御メッセージ）を生成して解析する。図 2 に示すタイプの構成を使用することにより、コントローラサーバ 18 とコントローラクライアント 30 との間のリンクを介してネットワーク接続が形成される。コントローラサーバ 18 とコントローラクライアント 30 は、伝送制御プロトコル（TCP）又はユーザデータグラムプロトコル（UDP）・オーバ・インターネットプロトコル（IP）ネットワーク接続を用いて通信することができる。ネットワーク接続を介したコントローラサーバ 18 とコントローラクライアント 30 との間の通信時に使用できる制御プロトコルの例としては、（一例として）SNMP 及び OpenFlow プロトコルスタック・バージョン 1.0.0 が挙げられる。

【0029】

フローテーブル 28 は、（ヘッダフィールドと呼ばれることもある）複数のフィールドを有するフローテーブルエントリ（例えば、テーブル内の行）を含む。スイッチ 14 によって受け取られたパケット内のフィールドは、フローテーブル内のフィールドと比較することができる。各フローテーブルエントリは、関連する動作を有することができる。パケット内のフィールドとフローテーブルエントリ内のフィールドとが一致した場合、このフローテーブルエントリのための対応する動作を行うことができる。

【0030】

図3に、例示的なフローテーブルを示す。図3に示すように、テーブル28は、フローテーブルエントリ（行）68を有することができる。各フローテーブルエントリは、ヘッダ70、動作72及び統計74に関連することができる。各ヘッダ70は、複数のヘッダフィールド76を含むことができる。各フローテーブルエントリ内の動作は、パケット内のフィールドと、このフローテーブルエントリのヘッダ内の対応するフィールドとの間に一致が検出された時に、スイッチ14がパケットに対してどのような動作を行うべきかを示す。スイッチ14は、フローテーブル28の統計部分内に、コントローラサーバ18がスイッチ14の性能に関する情報を取得したい時に問い合わせることができる統計データ（カウンタ値）を維持する。

10

【0031】

ヘッダ70内のヘッダフィールド（及び各着信パケット内の対応するフィールド）は、イングレスポート（すなわち、受け取られるパケットが通過するスイッチ14内の物理ポートの識別子）、イーサネット送信元アドレス、イーサネット宛先アドレス、イーサネットタイプ、（VLANTagと呼ばれることもある）仮想ローカルエリアネットワーク（VLAN）識別、VLANプライオリティ、IP送信元アドレス、IP宛先アドレス、IPプロトコル、IPToS（サービスタイプ）ビット、（送信元TCPポートと呼ばれることもある）トランスポート送信元ポート／インターネット制御メッセージプロトコル（ICMP）タイプ、及び（宛先TCPポートと呼ばれることもある）トランスポート宛先ポート／ICMPコードといったフィールドを含むことができる。必要であれば他のフィールドを使用することもできる。例えば、ネットワークプロトコルフィールド及びプロトコルポートフィールドを使用することができる。

20

【0032】

各フローテーブルエントリ（フローエントリ）は、一致するパケットをスイッチがどのように処理するかを示す0又は1以上の動作に関連する。転送動作が存在しない場合、パケットは破棄されることが好ましい。パケットフィールドとフローテーブルエントリ内のヘッダフィールドとの間に一致が検出された時にスイッチ14が行うことができる動作としては、転送（例えば、着信インターフェイスを除く全てのインターフェイス上でパケットを送出するALL、パケットをカプセル化してコントローラサーバに送信するCONTROLLER、パケットをスイッチのローカルネットワークスタックに送信するLOCAL、フローテーブル28内の動作を実行するTABLE、入力ポートからパケットを送出するIN__PORT、例えば、従来のレベル2、VLAN及びレベル3処理を使用するスイッチによってサポートされているデフォルトの転送経路でパケットを処理するNORMAL、着信インターフェイスを除く最小の転送ツリーに沿ってパケットをフラッディングするFLOOD）を挙げることができる。スイッチ14が行うことができる追加動作としては、ポートに付随する待ち行列を通じてパケットを転送する待ち行列化動作、及び（例えば、フローテーブルエントリに一致する指定された動作を有していないパケットを破棄する）破棄動作が挙げられる。スイッチ14は、フィールド変更動作をサポートすることもできる。行うことができるフィールド変更動作の例としては、VLANIDの設定（Set VLAN ID）、VLANプライオリティの設定、VLANヘッダの除去、VLANタグの変更、イーサネット送信元MAC（媒体アクセス制御）アドレスの変更、イーサネット宛先MACアドレスの変更、IPv4送信元アドレスの変更、IPv4Tosビットの変更、トランスポート宛先ポートの変更が挙げられる。フィールド変更動作は、フローテーブルエントリに一致するネットワークパケットの一部を書き換える際に使用することができる。

30

40

【0033】

図4は、3つのフローテーブルエントリを有する例示的なフローテーブルである。これらのエントリは、ワイルドカード（例えば、記号「*」）のフィールドを含む。特定のフィールドにワイルドカードが存在する場合、着信パケット内の特定のフィールド値に関わらず、全ての着信パケットが、対応するフィールドに対して「一致」を形成すると見なさ

50

れる。追加のフィールドは、追加のパケット情報（例えば、ネットワークパケットのパケットヘッダ情報）に一致することができる。

【0034】

図4のテーブルの1行目のエントリは、フローテーブルエントリが機能しているスイッチにイーサネットスイッチングを行うように指示する。具体的には、一致するイーサネット宛先アドレスを有する着信パケットがポート3に転送される。

【0035】

図4のテーブルの2行目のエントリは、インターネットルーティングを行うためにスイッチをどのように構成できるかを示す（すなわち、パケットがその宛先IPアドレスに基づいて転送される）。

【0036】

図4のテーブルの3行目は、ファイアウォール機能を実行するためにスイッチをどのように構成できるかを示すエントリを含む。80という宛先IPポート値を有するパケットが受け取られると、このパケットは破棄される（すなわち、スイッチは、ポート80のトラフィックをブロックするファイアウォールとして機能するように構成される）。

【0037】

図4に示すタイプのフローテーブルエントリは、システムのセットアップ動作中にコントローラサーバ18によってスイッチ14にロードすることも、或いはコントローラサーバ18におけるスイッチ14などのスイッチからのパケットの受信及び処理に応答してコントローラサーバ18からスイッチ14にリアルタイムで提供することもできる。多くのスイッチ14を含むネットワークでは、各スイッチに、ネットワークを介した経路を形成するのに適したフローテーブルエントリを提供することができる。

【0038】

図5に、入出力ポート34において受け取られたパケットを処理する際にスイッチ14が実行できる例示的なステップを示す。ステップ78において、スイッチ14が、そのポートのうちの1つ（例えば、図1の入出力ポート34のうちの1つ）においてパケットを受け取る。

【0039】

ステップ80において、スイッチ14は、受け取ったパケットのフィールドをこのスイッチのフローテーブル28内のフローテーブルエントリのフィールドと比較して一致が存在するかどうかを判定する。フローテーブルエントリ内のフィールドには、完全な値（例えば、完全なアドレス）を含むものもある。他のフィールドには、ワイルドカード（すなわち、「*」という「無関係」を示すワイルドカード文字が記されたフィールド）を含むものもある。さらに他のフィールドには、部分的に完全なエントリ（例えば、部分的にワイルドカードになっている部分的なアドレス）を有するものもある。フィールドによっては、（例えば、TCPポート番号を1～4096の値に制限することによって）範囲を使用し、実質的にこの範囲を用いて一種の部分的ワイルドカードを実装できるものもある。スイッチ14は、受け取ったパケットとフローテーブルエントリとの間でフィールド毎の比較を行う際に、フローテーブルエントリ内の各フィールドが、一切のワイルドカードを含まない完全な値を含むか否か、ワイルドカードを伴う部分的な値を含むか否か、又はワイルドカード文字（すなわち、完全にワイルドカードになっているフィールド）を含むか否かを考慮することができる。

【0040】

ステップ80の動作中に、パケットのフィールドとフローテーブルエントリの対応するフィールドとの間に一致が存在しないと判定された場合、スイッチ14は、リンク16を介してコントローラサーバ18にパケットを送信することができる（ステップ84）。

【0041】

ステップ80の動作中に、パケットとフローテーブルエントリとの間に一致が存在すると判定された場合、スイッチ14は、このフローテーブルエントリに関連する動作を実行して、このフローテーブルエントリの統計フィールド内のカウンタ値を更新することがで

10

20

30

40

50

きる（ステップ８２）。その後、線８６によって示すように、処理はステップ７８に戻ってスイッチ１４が別のパケットを処理することができる。

【００４２】

図６は、コントローラ１８がスイッチを制御できる例示的なネットワーク１００を示す図である。コントローラ１８は、コントローラサーバとすることも、又は複数のコンピュータ装置にわたって実装される分散型コントローラとすることもできる。図６に示すように、ネットワーク１００は、スイッチＣ１、Ｃ２、Ｅ１、Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４及びＥ５を含むことができる。コントローラ１８は、制御経路６６を介してネットワーク１００のスイッチに結合することができる。コントローラ１８は、（例えば、図３のフローテーブルエントリ６８などのフローテーブルエントリを提供することによって）制御経路６６を用いてスイッチを制御することができる。

10

【００４３】

ネットワーク１００は、ネットワーク１００のスイッチに結合されたエンドホストＥＨ１、ＥＨ２、ＥＨ３、ＥＨ４及びＥＨ５などのエンドホストを含むことができる。エンドホストに直接結合されたスイッチは、エッジスイッチと呼ばれることもあり、他のスイッチを相互接続するだけでエンドホストに直接結合されていないスイッチは、コアスイッチと呼ばれることもある。図６の例では、スイッチＥ１、Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４及びＥ５がエンドホストに結合されており、従ってこれらはエッジスイッチである。スイッチＣ１及びＣ２は、スイッチＥ１、Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４及びＥ５を相互接続してエンドホストには直接結合されておらず、従ってこれらはコアスイッチである。スイッチＣ１及びＣ２などのコアスイッチは、ネットワーク１００を他のネットワーク１０２（例えば、スイッチ及びエンドホストを含む他のネットワーク）に結合することができる。エッジスイッチがコアスイッチに直接結合された図６の例は例示にすぎない。必要であれば、エッジスイッチとコアスイッチとの間にさらなるスイッチを配置することもできる。

20

【００４４】

ネットワーク１００のスイッチには、サービス装置１０４及び１０５などのサービス装置を結合することができる。図６の例では、エッジスイッチＥ３のポートＰ３及びエッジスイッチＥ４のポートＰ３にサービス装置１０４が結合され、スイッチＥ５のポートＰ４にサービス装置１０５が結合されている。サービス装置は、ファイアウォール、ロードバランサ、ネットワークアドレス変換装置、侵入検出装置、侵入防止装置、暗号化／暗号解読装置、モニタリング装置、又はサービス装置に提供されるネットワークパケットに対してサービスを実行するいずれかのネットワーク装置を含むことができる。例えば、所定のパケット特徴の組を指定するルールを用いてファイアウォール装置１０４を構成することができる。このシナリオでは、ファイアウォール装置１０４が、エッジスイッチＥ３のポートＰ３から受け取ったパケットをルールと照合し、一致するパケットのみをエッジスイッチＥ４のポートＰ３に提供することができる（すなわち、パケット特徴の組を満たさないパケットは無視又は破棄することができる）。別の例として、モニタリング装置又は侵入検出装置１０４は、エッジスイッチＥ４のポートＰ３において着信ネットワークトラフィックをモニタし、ネットワークトラフィックに関する統計情報などのデータを生成することができる。シナリオによっては、サービス装置が、トラフィックフローのネットワークパケットに記憶されている情報を置換し、削除し、又は別様に変更することによってネットワークトラフィックフローを操作することができる。例えば、暗号化装置１０４は、セキュアな通信のためにネットワークトラフィックフロー内のネットワークパケットを暗号化することができ、暗号解読装置１０４は、ネットワークトラフィックフロー内のネットワークパケットを暗号解読することができる。

30

40

【００４５】

サービス装置１０４が複数のエッジスイッチに結合された図６の例は例示にすぎない。必要であれば、サービス装置をエッジスイッチの所与のポートのみに結合することもできる。このシナリオでは、サービス装置が、所与のポートにおいて受け取られたパケットを処理して、この処理済みパケットを所与のポートに提供することができ、或いは所与のポ

50

ートにネットワークトラフィックを提供することなくパケットの処理のみを行うこともできる。一般に、サービス装置は、あらゆる所望の数のポート及びエッジスイッチに結合することができる。

【0046】

図7は、ラックベースシステムを用いて実装される図6のネットワーク100の実例である。図7に示すように、スイッチ114（例えば、図7に示すコアスイッチ）に結合されたネットワークラック110及び112を用いてエッジスイッチ及びエンドホストを実装することができる。必要であれば、ネットワーク100は、さらなるエンドホスト及びスイッチを収容してスイッチ114に結合されたさらなるネットワークラックを含むこともできる。ネットワークラック110は、エッジスイッチE1及びE2、並びにエンドホストEH1及びEH2を含むことができ、ネットワークラック112は、エッジスイッチE3及びE4、並びにエンドホストEH3及びEH4を含むことができる。エッジスイッチE1、E2、E3及びE4は、ネットワーク経路を介して対応するネットワークラック112の各エンドホストに結合されたトップ・オブ・ラック・スイッチの役割を果たすことができる。例えば、トップ・オブ・ラック・スイッチE3は、ネットワークラック112の各エンドホスト（例えば、エンドホストEH3及びEH4）に接続される。

【0047】

各トップ・オブ・ラック・スイッチは、対応するネットワークラックのエンドホストと、ネットワーク100の他の部分又は他のネットワーク102などの他のネットワーク装置との間のインターフェイスの役割を果たす。ネットワークラック110とエンドホストとの間のネットワークトラフィックは、ネットワークラック110のトップ・オブ・ラック・スイッチ（例えば、トップ・オブ・ラック・スイッチE1及びE2）の少なくとも一方をトラバースする必要がある。同様に、ネットワークラック112のネットワークトラフィックは、スイッチE3及びE4の少なくとも一方をトラバースする必要がある。一例として、エンドホストEH1によってエンドホストEH3に送信されるネットワークパケットは、トップ・オブ・ラック・スイッチE1、コアスイッチC1、及びトップ・オブ・ラック・スイッチE3によって転送することができる。別の例として、エンドホストEH1によってエンドホストEH3に送信されるネットワークパケットは、トップ・オブ・ラック・スイッチE2、コアスイッチC1、及びトップ・オブ・ラック・スイッチE4によって転送することもできる。

【0048】

必要であれば、ネットワークラック110及び112のコンピュータ装置を用いてスイッチを実装することもできる。スイッチE5は、ネットワークラック110のラインカードなどのコンピュータ装置を用いて実装することができる。ソフトウェアスイッチE5は、ハイパーバイザスイッチと呼ばれることもある。ハイパーバイザスイッチは、専用回路、又は離散コンピュータ装置上（例えば、ラインカード上）のソフトウェアを用いて実装することができる。しかしながら、このようなソフトウェアスイッチは、ソフトウェアスイッチを実装するコンピュータ装置の専用物理ポートに差し込まれたケーブルによって残りのネットワークに結合される。

【0049】

スイッチE5は、エンドホストEH5などのエンドホスト、及びスイッチE5と同じコンピュータ装置上に実装されたサービス装置105などのサービス装置にインターフェイス接続することができる。換言すれば、共有コンピュータ装置を用いて、スイッチE5、エンドホストEH5及びサービス装置105を実装することができる。必要であれば、この共有コンピュータ装置上に複数のエンドホストをソフトウェアの形で実装することもできる。例えば、共有コンピュータ装置上に数十、数百、数千又はそれ以上のエンドホストを実装して、ソフトウェアスイッチE5の論理ポートにソフトウェアの形で論理的に結合する一方で、ソフトウェアスイッチE5が実装されたコンピュータ装置の物理ポートによってソフトウェアスイッチE5をネットワーク100に接続することもできる。

【0050】

図7に示すように、ネットワークラック110内には、(例えば、ネットワークラック110のラインカード又は他のコンピュータ装置のリソースを用いて)コントローラ18を実装することができる。コントローラ18は、制御パケットを送信してトップ・オブ・ラック・スイッチ及びコアスイッチから制御プレーンパケットを受け取ることにより、これらのスイッチと通信することができる。このシナリオでは、ネットワーク100の1又は2以上のスイッチが、図6の制御経路66の一部を形成することができる。例えば、スイッチE1又はスイッチE2は、コアスイッチC1及びC2とコントローラ18との間の制御経路の一部としての役割を果たすことができる。別の例として、スイッチE1、E2、C1及びC2は、コントローラ18とスイッチE3及びE4との間の制御経路の一部を形成することができる。

10

【0051】

複数のエンドホストに結合されたE1、E2、E3及びE4などのエッジスイッチは、リーフスイッチと呼ばれることもある。例えば、ラックベースシステム内のトップ・オブ・ラック・スイッチは、リーフスイッチと呼ばれることがある。各リーフスイッチに結合されたスイッチ114は、スパインスイッチと呼ばれることがある。スパインスイッチは、(例えば、図7に示すように)いずれのエンドホストにも接続されていないコアスイッチとすることも、或いはエンドホストに接続された1又は2以上のポートを有することもできる。

【0052】

ネットワーク管理者などのユーザが所望の動作のためにネットワーク100を構成することは困難な場合がある。例えば、エンドホストグループ間の通信を分離又は別様に制限することが望ましい場合がある。別の例として、ネットワーク管理者がネットワークのスイッチ及びエンドホスト毎にネットワークポリシー又はルーティングルールを手動で構成することは非効率的な場合がある。そこで、基礎となる物理ネットワークトポロジ上に仮想ルータ及び仮想スイッチの論理ネットワークトポロジを実装するようにコントローラ18を構成することができる。論理ネットワークトポロジは、ネットワーク構成の効率、柔軟性及び能力の改善などの利点をもたらすことができる。図8は、図6及び図7の基礎ネットワーク100から仮想ネットワーク120を実装するようにコントローラ18を構成した実例である。

20

【0053】

仮想ネットワーク120の仮想ネットワークトポロジは、基礎ネットワーク100の物理的制約内におけるいずれかの所望のトポロジとすることができる(例えば、各仮想経路は、基礎ネットワーク内の少なくとも1つの、場合によってはそれ以上の対応する経路を有する)。基礎ネットワークは、物理的スイッチ、及び/又はハイパーバイザスイッチE5などのソフトウェアベースのスイッチを含むことができる。

30

【0054】

図8に示すように、仮想ネットワークトポロジ120は、仮想スイッチVSW1、VSW2、VSW3、VSW4及びVSW5などの仮想スイッチと、仮想ルータVR1及びVR2などの仮想ルータとを含むことができる。仮想スイッチは、ネットワークのエンドホストグループから形成され、エンドホストのいずれかの所望のネットワーク属性によって規定することができる。仮想スイッチVSW1にはエンドホストEH3を割り当てることができる、仮想スイッチVSW2にはエンドホストEH1を割り当てることができる、仮想スイッチVSW3にはエンドホストEH2、EH4及びEH5を割り当てることができる。シナリオによっては、1つのネットワーク装置を複数の仮想スイッチに割り当てることができる。例えば、サービス装置104を仮想スイッチVSW4及びVSW5に割り当てることができる。コントローラ18は、サービス装置104の接続ポイントを用いて、仮想スイッチVSW4及びVSW5への割り当てを区別することができる(例えば、装置104と物理的スイッチE3のポートP3との間の接続を、仮想スイッチVSW4に割り当てることができる、装置104と物理的スイッチE4のポートP3との間の接続を、仮想スイッチVSW5に割り当てることができる)。

40

50

【0055】

各仮想スイッチは、1又は2以上の基礎スイッチ（例えば、基礎となる物理的スイッチ又はハイパーバイザスイッチ）にわたる分散型論理スイッチとして実装することができる。例えば、仮想スイッチは、異なる物理的スイッチに接続されたエンドホストを含むことができる。このシナリオでは、コントローラが、単一の仮想スイッチを制御する際に複数の物理的スイッチを制御することができる。異なる仮想スイッチの制御では、2組の潜在的に重複する基礎となる物理及び／又はハイパーバイザスイッチの組の制御を伴うことができる（例えば、異なる仮想スイッチに関連する動作を実行する際に1つの物理的スイッチを制御することができる）。

【0056】

エンドホストを特徴付ける上で使用できるネットワーク属性の例としては、エンドホストが結合された物理的スイッチ又はハイパーバイザスイッチポート、エンドホストのハードウェアアドレス（例えば、MACアドレス）、エンドホストのプロトコルアドレス（例えば、IPアドレス）、仮想ローカルエリアネットワーク（VLAN）タグ、及び／又はエンドホストのその他のネットワーク属性が挙げられる。例えば、コントローラ18は、エンドホストEH1をスイッチE1のポートP1に接続されているものとして識別することができ、エンドホストEH2及びEH3をMACアドレスによって識別することができ、エンドホストEH4をスイッチE3のポートP2に接続されているものとして識別することができる。別の例として、エンドホストEH5を、ハイパーバイザスイッチE5の論理ポートP1に接続されているものとして識別することもできる。これらの例は例示にすぎない。仮想スイッチを形成する際には、ネットワークパケットヘッダフィールド内で使用されるようなあらゆる所望のネットワーク属性、又はネットワーク属性のあらゆる所望の組み合わせを使用することができる。

【0057】

仮想スイッチは、グループ化して仮想ルータを形成することができる。図8の例では、仮想スイッチVSW1、VSW2、VSW4及びVSW5をグループ化して仮想ルータVR1を形成する一方で、仮想スイッチVSW3を仮想ルータVR2に割り当てている。換言すれば、仮想スイッチVSW1、VSW2、VSW4及びVSW5のエンドホストのグループは仮想ルータVR1に割り当てられ、仮想スイッチVSW3のエンドホストのグループは仮想ルータVR2に割り当てられている。各仮想スイッチは、仮想ルータインターフェイスを介して対応する仮想ルータに接続される。仮想スイッチVSW1、VSW2、VSW4及びVSW5は、仮想ルータVR1のそれぞれの仮想ルータインターフェイスIF1、IF2、IF3及びIF4に接続され、仮想スイッチVSW3は、仮想ルータVR2の仮想ルータインターフェイスIF1に接続される。

【0058】

各仮想スイッチは、仮想スイッチの全てのエンドホストにブロードキャストネットワークパケットが転送されるそれぞれのブロードキャストドメインを実装する役割を果たす。ブロードキャストネットワークパケットは、ネットワークパケットを、関連するブロードキャストドメインの全てのエンドホストを宛先とするブロードキャストネットワークパケットとして識別するヘッダフィールドを有するネットワークパケットとすることができる。例えば、エンドホストEH2から仮想スイッチVSW3によって受け取られたブロードキャストネットワークパケットは、仮想スイッチVSW3によって、仮想スイッチVSW3に割り当てられている他の各エンドホストに（すなわち、エンドホストEH4及びEH5に）転送することができる。

【0059】

仮想ルータは、ネットワークルーティング機能を実行し、仮想スイッチの異なるブロードキャストドメインについては分離を行う。例えば、仮想ルータVR1は、ブロードキャストパケットが仮想スイッチVSW1によって仮想スイッチVSW2に（及びこの逆に）転送されるのを防ぐことができる。ブロードキャストドメインは、IPアドレスレンジに関して、所与の仮想ルータの各インターフェイスに異なるそれぞれのIPアドレスレンジ

が割り当てられるように規定することができる。例えば、インターフェイス I F 1 及び仮想スイッチ V S W 1 に第 1 の I P アドレスレンジを割り当て、インターフェイス I F 2 及び仮想スイッチ V S W 2 に第 2 の I P アドレスレンジを割り当てることができる。仮想ルータとは対照的に、仮想スイッチは、I P ドメインに基づくネットワークルーティング機能を一切行わない。

【0060】

仮想ルータが実行できるネットワークルーティング機能としては、仮想ルータのインターフェイスにおいて受け取られたネットワークパケットのヘッダを変更することが挙げられる。仮想ルータは、ネットワークパケットの I P ヘッダの有効期間フィールドを減分することができる。仮想ルータは、送信元及び宛先 M A C アドレスフィールドなどのイーサネットヘッダを、所望のブロードキャストドメインに対応するように変更することができる。例えば、仮想ルータの各インターフェイスに、それぞれのイーサネットアドレスを割り当てることができる。このシナリオでは、仮想ルータが、送信元 M A C アドレスフィールドを仮想ルータのエグレス（送出）インターフェイスに一致するように書き換えることができる。仮想ルータは、宛先 M A C アドレスフィールドをネクストホップアドレスに一致するように書き換えることができる。

【0061】

図 9 は、物理的スイッチ又はハイパーバイザスイッチなどのスイッチ 1 3 0 の例示的なブロック図である。スイッチ 1 3 0 は、例えば、図 6 のエッジスイッチ E 1、E 2、E 3 又は E 4 などのエッジスイッチとすることも、或いはスイッチ C 1 又は C 2 などのコアスイッチとすることもできる。図 9 に示すように、スイッチ 1 3 0 は、ポート P 1、P 2、P 3、P 4、P 5、P 6 などのポートを含むことができる。スイッチ 1 3 0 は、仮想スイッチ識別モジュール 1 3 2、L 2 転送モジュール 1 3 4、仮想ルータ識別モジュール 1 3 6、及び L 3 転送モジュール 1 3 8 を含むことができる。これらのモジュールは、それぞれの専用回路を用いて実装することも、共有専用回路を用いて実装することも、或いは処理回路上のソフトウェアを用いて実装することもできる。例えば、これらのモジュールは、図 1 のパケット処理ソフトウェア 2 6 及び／又はパケット処理回路 3 2 を用いて実装することができる。コントローラによって提供されるフローテーブルエントリに基づいて機能を実行することができる。

【0062】

スイッチポートのうちの 1 つにおいて受け取られたネットワークパケットは、ネットワークパケットの転送方法を決定する際に 1 又は 2 以上のモジュールによって処理することができる。モジュールは、ネットワークパケットをいずれかの所望の順序で又は並行して処理することができる。各モジュールによって行われる動作は、コントローラによって制御することができる。

【0063】

仮想スイッチ識別モジュール 1 3 2 は、ネットワークパケットに関連するネットワーク属性（例えば、着信ポート、イーサネット又は I P 送信元アドレスなどの送信元アドレス情報など）に基づいて、どの仮想スイッチにネットワークパケットが割り当てられているかを判断することができる。モジュール 1 3 2 は、仮想スイッチを識別する情報を L 2 転送モジュール 1 3 4 に提供することができる。L 2 転送モジュール 1 3 4 は、モジュール 1 3 2 によって提供された仮想スイッチ情報に基づいてネットワーク転送（例えば、開放型システム間相互接続（O S I）モデルのレイヤ 2 における転送決定）を実行することができる。例えば、L 2 転送モジュール 1 3 4 は、仮想スイッチ情報、及びネットワークパケットから取り出した宛先 M A C アドレスなどのさらなるパケット情報に基づいて、どのスイッチポートにネットワークパケットを転送すべきかを判断することができる。

【0064】

宛先エンドホストが送信元エンドホストと異なる仮想スイッチに関連している場合などのシナリオでは、仮想ルータ識別モジュール 1 3 6 及び L 3 転送モジュール 1 3 8 を使用することができる。例えば、エンドホスト E H 3 は仮想スイッチ V S W 1 に割り当てられ

10

20

30

40

50

ているのに対し、エンドホストEH1は仮想スイッチVSW2に割り当てられているので、スイッチE3がエンドホストEH3から受け取ったエンドホストEH1宛てのネットワークパケットは、L3転送モジュール138を用いて処理することができる。換言すれば、エンドホストEH3に関連するインターフェイスIF1のIPドメインは、エンドホストEH1に関連するインターフェイスIF2のIPドメインと異なる。これらのシナリオでは、IPレイヤ（例えば、OSIモデルのレベル3）におけるネットワークルーティングが必要になることもある。

【0065】

仮想ルータ識別モジュール136は、ネットワークパケットを制御する際に、どの仮想ルータを使用すべきかを識別することができる。モジュール136は、ネットワークパケットのネットワーク属性、及びスイッチの他のモジュールから受け取った情報を使用することができる。例えば、モジュール136は、どの仮想ルータがネットワークパケットを制御するかを判断する際に、L2転送モジュール134から受け取った識別された仮想スイッチ情報、及びネットワークパケットから取り出したIPアドレス情報を使用することができる。

【0066】

仮想ルータ識別モジュール136は、識別された仮想ルータ情報をL3転送モジュール138に提供することができる。L3転送モジュール138は、この識別された仮想ルータ情報及びネットワークパケットから取り出した追加情報に基づいて、ネットワークルーティング動作を実行することができる。一例として、L3転送モジュール138は、宛先アドレスフィールドなどのIPヘッダフィールドを用いて、ネットワークパケットを転送する際にスイッチのどのポートを使用すべきかを判断することができる。L3転送モジュール138は、ネットワークルーティング動作を実行する際にネットワークパケットを変更することができる。例えば、モジュール138は、TTLヘッダフィールドを減分して、送信元及び宛先MACアドレスなどのレイヤ2ヘッダフィールドを書き換えることができる。スイッチE2においてエンドホストEH1から受け取られたネットワークパケットがエンドホストEH3を宛先とするシナリオについて検討する。このシナリオでは、（エンドホストEH1は、エンドホストEH3とは異なる仮想ルータVR1のL3インターフェイスに結合されており、エンドホストEH3のMACアドレスにアクセスできないので、）ネットワークパケットは、送信元MACアドレスとしてのエンドホストEH1のMACアドレス、宛先MACアドレスとしての仮想ルータVR1のMACアドレス、送信元IPアドレスとしてのエンドホストEH1のIPアドレス、及び宛先IPアドレスとしてのエンドホストEH3のIPアドレスを含むことができる。仮想ルータ識別モジュール136は、（例えば、コントローラによって提供されるフローテーブルエントリに基づいて）送信元エンドホスト（EH1）が仮想スイッチVSW2を介して仮想ルータVR1のインターフェイスIF2に結合されていると判断することができる。L3転送モジュール138は、（コントローラによって提供されるフローテーブルエントリに基づいて）宛先エンドホストEH3が仮想ルータVR1のインターフェイスIF1に結合されていると判断し、仮想ルータVR1のインターフェイスIF1を介してエンドホストEH3にネットワークパケットをルーティングする際にネットワークルーティング動作を実行することができる。このネットワークルーティング動作は、ネットワークパケットのTTLフィールドを減分し、パケットの送信元及び宛先MACアドレスを書き換えることを含むことができる。具体的には、送信元MACアドレスをエンドホストEH1のMACアドレスから仮想ルータVR1のインターフェイスIF1のMACアドレスに書き換えることができ、宛先MACアドレスを仮想ルータVR1のインターフェイスIF2のMACアドレスからエンドホストEH3のMACアドレスに書き換えることができる。

【0067】

スイッチのモジュールは、スイッチのためのフローテーブル28などのフローテーブルを集合的に実装することができる。例えば、仮想スイッチ識別モジュール132及びL2転送モジュール134を用いて、レイヤ2ヘッダフィールドのみに作用するフローテーブ

10

20

30

40

50

ルエントリを実装することができる。別の例として、仮想ルータ識別モジュール136及びL3転送モジュール138を用いて、レイヤ3ヘッダフィールドのみに作用するフローテーブルエントリを実装することもできる。さらに別の例として、識別モジュール132、L2転送モジュール134、仮想ルータ識別モジュール136及びL3転送モジュール138を用いて、レイヤ2及びレイヤ3の両方のヘッダフィールドに作用するフローテーブルエントリを実装することができる。

【0068】

モジュール132、134、136及び138を別個に実装した図9の例は例示にすぎない。必要であれば、いずれか2つ又は3つ以上のモジュールの機能を統合し、共有回路を用いて実装することもできる。これらのモジュールは、図7のハイパーバイザスイッチE5などのソフトウェアスイッチ内のソフトウェアモジュールとして実装することも、或いは専用回路を用いて実装することもできる。各スイッチ130は、ネットワーク転送及びネットワークルーティングの両方を実行することができ、このことは、コントローラが分散型仮想スイッチ及び仮想ルータを実装できるようにする役に立つ。

【0069】

シナリオによっては、1又は2以上のサービス装置を通じてネットワークトラフィックを転送することが望ましい場合もある。例えば、ファイアウォール、ロードバランサ又はその他のサービス装置を通じて1つのIPドメインから別のIPドメインにネットワークトラフィックをルーティングすることが望ましい場合がある。コントローラは、ネットワークのサービス装置を通じてネットワークトラフィックを転送する際に、仮想分散型ルータ及びスイッチを使用することができる。図10は、サービス装置を通じてネットワークトラフィックをルーティングするために、コントローラが仮想ルータ及び仮想スイッチをどのように制御できるかを示す図である。図10の仮想ネットワークトポロジは、図8、及び図6の基礎ネットワークトポロジ100に対応する。図10の例では、説明を不必要に曖昧にしないように仮想ルータVR2などの要素を省いている。

【0070】

図10の例では、(矢印で示す)ステップ140において、エンドホストEH3が、エンドホストEH1宛てのネットワークパケット142を送信することができる。ネットワークパケット142は、宛先IPアドレスとしてのエンドホストEH1のIPアドレス(IP1)、及び送信元IPアドレスとしてのエンドホストEH3のIPアドレス(IP3)を含むことができる。パケット142は、送信元MACアドレスとしてのエンドホストEH3のMAC(例えば、イーサネット)アドレス、及び64という初期TTL値(又は他の所望の初期値)を含むこともできる。エンドホストEH3は、仮想ルータVR1のエンドホストEH1とは異なるL3インターフェイスに関連付けられ結合されている。従って、エンドホストEH3は、エンドホストEH1のMACアドレスにアクセスすることができず、仮想ルータVR1のインターフェイスIF1のアドレス(MACIF1)をネットワークパケット142の宛先MACアドレスとして含むことができる。換言すれば、仮想ルータVR1は、エンドホストEH3のIPドメインとエンドホストEH1のIPドメインとの間のインターフェイスとしての役割を果たす。

【0071】

仮想スイッチVSW1は、パケット142の宛先MACアドレスフィールドに基づいて、ネットワークパケット142を仮想ルータVR1のインターフェイスIF1に転送することができる。処理中、仮想スイッチは、IPヘッダフィールドなどのレイヤ3ヘッダフィールドを無視することができる。仮想ルータVR1は、インターフェイスIF1においてパケット142を受け取り、このパケットに対してネットワークルーティング動作を実行することができる。仮想ルータVR1は、コントローラからの制御データに基づいて、サービス装置104を通じてネットワークパケット142をルーティングすべきであると判断することができる。仮想ルータVR1は、パケット142を変更し、変更済みのネットワークパケット146を生成してサービス装置104に送信することができる。図10の例では、仮想ルータVR1が、パケットの宛先MACアドレスをサービス装置104の

MACアドレス（MACSD）に書き換え、送信元MACアドレスを仮想ルータVR1のインターフェイスIF3のMACアドレス（MACIF3）に書き換えて、TTLヘッダフィールドを63に減分することができる。

【0072】

仮想ルータVR1は、変更済みのパケット146を、インターフェイスIF3及び仮想スイッチVSW4を介してサービス装置104に送信することができる。サービス装置104は、ネットワークパケット146に対してファイアウォール機能、侵入検出、モニタリング又はその他の所望のサービスを実行してネットワークパケット150を生成し、インターフェイスIF4において仮想スイッチVSW5を介して仮想ルータVR1に送信することができる。サービス装置104は、パケット146に対してサービスを実行する際に、エンドホストEH3からの当初のデータを維持することができる。サービス済みのパケット150は、送信元MACアドレスとしてのMACSD、及び宛先MACアドレスとしてのインターフェイスIF4のMACアドレス（MACIF4）を含むことができる。図10の例では、サービス装置104がTTLヘッダ値を減分することができる。しかしながら、この例は例示にすぎない。必要であれば、サービス装置104がTTLヘッダ値を維持することもできる。

【0073】

ステップ148において、サービス装置104は、サービス済みのパケット150を仮想ルータVR1のインターフェイスIF4に送信することができる。ステップ140、144及び148においては、ネットワークパケット内の送信元及び宛先IPアドレス情報を維持することができる（例えば、ネットワークパケットを処理する際に、仮想ルータVR1、サービス装置104、並びに仮想スイッチVSW1、VSW4及びVSW5が送信元又は宛先IPアドレス情報を変更することはない）。仮想ルータVR1は、サービス済みのパケットを、インターフェイスIF2を介してエンドホストEH1に送信すべきであると判断する際に、サービス済みのパケット150内に維持されている宛先IPアドレス情報を使用することができる。仮想ルータVR1は、サービス済みのパケットに対してネットワークルーティング動作を実行することができる。図10に示すように、仮想ルータVR1は、サービス済みのパケット150内のレイヤ2情報を書き換えてパケット154を生成し、インターフェイスIF2のIPドメインに合わせることができる。宛先MACアドレスは、MAC1（エンドホストEH1のMACアドレス）に書き換え、送信元MACアドレスは、MACIF2に書き換えることができる。TTLヘッダ値は、61に減分することができる。

【0074】

仮想ルータVR1が、仮想スイッチVSW4を介してネットワークパケット142をサービス装置104にルーティングし、スイッチVSW5を介してサービス済みのネットワークパケットを受け取るようにコントローラ18によって構成された図10の例は例示にすぎない。必要であれば、ネットワークパケット142をサービス装置104に送信し、サービス装置104からサービス済みのネットワークパケットを受け取る際に使用する単一の仮想スイッチのみを介してサービス装置104を仮想ルータVR1に結合することもできる。

【0075】

コントローラ18は、仮想スイッチ及び仮想ルータを、これらの仮想スイッチ及び仮想ルータが分散されている基礎スイッチ（例えば、物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチ）にフローテーブルエントリを提供することによってネットワークトラフィックフローにサービス装置を挿入するように制御することができる。図11は、図10の仮想ルータVR1によって実行されるステップを、どのようにして仮想ネットワークの基礎スイッチによって実行されるステップに変換できるかを示す図である。図11のネットワーク100は、図6のネットワーク100に対応し、明確にするためにいくつかのネットワーク要素を省いている。

【0076】

図 1 1 に示すように、ステップ 1 4 0 において、エンドホスト E H 3 がネットワークパケット 1 4 2 をスイッチ E 3 に送信することができる。コントローラ 1 8 は、スイッチ E 3 を、パケット 1 4 2 を変更して（ステップ 1 4 4）変更済みのネットワークパケット 1 4 6 をサービス装置 1 0 4 に送信するように構成することができる。ステップ 1 4 8 において、サービス装置 1 0 4 がパケット 1 4 6 を処理し、サービス済みのパケット 1 5 0 をスイッチ E 4 に提供することができる。コントローラ 1 8 は、スイッチ E 4 を、（例えば、送信元及び宛先 M A C アドレス情報を図 1 0 の仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 2 に一致するように書き換えることによって）サービス済みのパケット 1 5 0 を変更してパケット 1 5 4 を生成するように構成することができる。コントローラ 1 8 は、スイッチ C 1 及び E 2 を、スイッチ E 4 からエンドホスト E H 1 にネットワークパケット 1 5 4 を転送するように構成することができる。

【0077】

図 1 1 の例では、コントローラ 1 8 が、スイッチ E 3 及び E 4 の各々を、仮想ルータ V R 1 の機能の一部を実行するように構成する。エンドホスト E H 3 に結合されたスイッチ E 3 のポート（すなわち、スイッチ E 3 のポート P 1）は、仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 1 としての役割を果たし、サービス装置 1 0 4 に結合されたスイッチ E 3 のポート 3 は、仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 3 としての役割を果たす。同様に、スイッチ E 4 のポート P 3 は、仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 4 としての役割を果たし、スイッチ E 4 のポート P 4 は、仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 2 としての役割を果たす。一般に、各仮想ルータインターフェイスは、仮想スイッチの 1 又は 2 以上のエンドホスト（例えば、異なる基礎となる物理的スイッチ又はハイパーバイザスイッチの異なるポートに結合されたエンドホスト）の組に関連付けられる。従って、複数のスイッチの複数のポートが、仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 1 又は他のいずれかのインターフェイスとしての役割を集合的に果たすことができる。

【0078】

コントローラ 1 8 は、物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチを、仮想スイッチの機能を実行するように制御する。図 1 1 の例では、コントローラ 1 8 が、スイッチ E 3 を、仮想スイッチ V S W 1 の機能を実行するように構成することができる。コントローラ 1 8 は、スイッチ E 3 の仮想スイッチ識別モジュール 1 3 2 を、スイッチ E 3 のポート P 1 で受け取られるパケット 1 4 2 などのパケットが仮想スイッチ V S W 1 に割り当てられたことを確認するように構成することもできる。（例えば、L 3 転送モジュール 1 4 0 は、仮想ルータ V R 1 のルーティング機能を実行するように構成されているので）コントローラ 1 8 は、スイッチ E 3 の L 2 転送モジュール 1 3 4 を、仮想ルータ V R 1 の M A C アドレス宛てのパケット 1 4 2 などのパケットを処理のために L 3 転送モジュール 1 4 0 に転送するように構成することもできる。このようにして、コントローラ 1 8 は、仮想スイッチ及び仮想ルータを基礎スイッチ（物理及び／又はハイパーバイザ）間に分散された配置で実装する。

【0079】

コントローラ 1 8 が図 1 0 のサービス挿入ポリシーのために実装する基礎ネットワーク経路を表す図 1 1 の例は例示にすぎない。一般に、コントローラ 1 8 は、図 1 0 の仮想経路のためにあらゆる所望の経路を実装することができる。例えば、仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 2 からエンドホスト E H 1 に送信されるパケット 1 5 4 は、図 1 0 の仮想スイッチ V S W 2 をトラバースし、この経路は、図 1 1 に示すようなスイッチ E 4 からスイッチ C 1 及び E 2 を通ってエンドホスト E H 1 までの基礎経路に対応する。或いは、コントローラ 1 8 は、スイッチ E 4 を、スイッチ C 2 及び E 2、スイッチ C 2 及び E 1、又はスイッチ C 1 及び E 2 を通じてパケット 1 5 4 を転送するように構成することもできる。必要であれば、サービス装置 1 0 4 と同様のさらなるサービス装置を通じてネットワークパケットをリダイレクトすることもできる。

【0080】

図 1 2 は、送信元エンドホストから宛先エンドホストに送信できるネットワークパケッ

10

20

30

40

50

トの例示的な図である。図 1 5 に示すように、ネットワークパケット 1 6 2 は、ヘッダフィールドと、ネットワークを介して送信元エンドホストから宛先エンドホストに運ばれるデータとを含むことができる。ヘッダフィールドは、送信元インターネットプロトコル (IP) アドレス、宛先 IP アドレス、TTL フィールドなどの L 3 ヘッダフィールドを含むことができる。ヘッダフィールドは、送信元イーサネットアドレス、宛先イーサネットアドレス及び仮想ローカルエリアネットワーク (VLAN) 識別子などの L 2 ヘッダフィールドを含むこともできる。図 1 0 のネットワークパケット 1 4 2 は、エンドホスト EH 3 からエンドホスト EH 1 に送信されるデータと、パケットを識別するヘッダフィールド (例えば、D__IP、S__IP、D__MAC、S__MAC、及び TTL) とを含むネットワークパケット 1 6 2 の例である。

10

【0081】

図 1 0 の例では、仮想ルータ VR 1 が、ネットワークパケットの送信元及び宛先イーサネット (例えば、MAC) アドレス情報を書き換えることにより、サービス装置 1 0 4 を通じてネットワークパケットをルーティングする。宛先エンドホスト EH 1 によって受け取られるネットワークパケット 1 5 4 は、エンドホスト EH 3 によって送信された当初のネットワークパケット 1 4 2 と同じパケットデータを有するが、L 2 ヘッダフィールドは異なる。コントローラは、仮想ルータ VR 1 を、ネットワークパケット 1 4 2 の L 2 ヘッダフィールドを変更してネットワークパケット 1 4 6 を生成するように構成することにより、基礎となる物理的スイッチ又はハイパーバイザスイッチがネットワークパケット 1 4 6 をネットワークパケット 1 4 2 と混同しないことを確実にする支援を行うことができる。しかしながら、必要であれば、コントローラは、ネットワークパケットにタグ付けすることにより、エンドホストとの間を行き来するネットワークパケットと、サービス装置との間を行き来するネットワークパケットとを確実に区別する支援を行うこともできる。図 1 3 及び図 1 4 は、基礎スイッチによる識別のためにネットワークパケット 1 6 2 にどのようにタグ付けできるかを示す例示的な図である。

20

【0082】

図 1 3 に示すように、ネットワークパケット 1 6 2 のヘッダフィールドにタグ 1 6 5 を挿入してタグ付きネットワークパケット 1 6 4 を作成することができる。タグ 1 6 5 は、あらゆる所望のビット数で形成することができ、当初のネットワークパケット 1 6 2 のヘッダフィールドの未使用部分に挿入することができる。例えば、タグ 1 6 5 は、VLAN ヘッダフィールド、IP ヘッダフィールド、VLAN ヘッダフィールド又はいずれかの所望のパケットヘッダフィールドの未使用部分に記憶することができる。

30

【0083】

図 1 4 に示すように、ネットワークパケット 1 6 2 をカプセル化してカプセル化パケット 1 6 6 を形成することもできる。例えば、ネットワークパケット 1 6 2 は、マルチプロトコラベルスイッチング (MPLS)、仮想拡張 LAN (VxLAN)、(mac-in-mac と呼ばれることもある) プロバイダ基幹ブリッジ、一般ルーティングのカプセル化 (GRE)、又はネットワークパケットをカプセル化するいずれかの所望のプロトコルを用いてカプセル化することができる。ネットワークパケットのカプセル化は、ネットワークパケット 1 6 2 に (例えば、新たな追加のヘッダフィールドに) タグ 1 6 7 を付加

40

【0084】

仮想スイッチ VSW 3 などの仮想スイッチは、ネットワークルーティング機能を実行しない。コントローラは、1 又は 2 以上の仮想スイッチをネットワークパケットにタグ付けするように構成することによってサービス挿入を実装することができる。図 1 5 は、コントローラが (例えば、L 3 ルーティング又は仮想ルータを使用せずに L 2 転送を用いて) いかにしてエンドホスト EH 5 とエンドホスト EH 2 との間でサービス装置 1 0 5 を通じてネットワークトラフィックをリダイレクトするように仮想スイッチ VSW 3 を構成できるかを示す例示的な図である。

【0085】

50

図15に示すように、エンドホストEH5は、エンドホストEH2宛てのネットワークパケット172を送信することができる。ネットワークパケット172は、宛先IPアドレスとしてのエンドホストEH2のIPアドレス(IP2)、送信元IPアドレスとしてのエンドホストEH5のIPアドレス(IP5)、宛先MACアドレスとしてのエンドホストEH2のMACアドレス(MAC2)、及び送信元MACアドレスとしてのエンドホストEH5のMACアドレス(MAC5)を含むことができる。必要であれば、VLAN識別子フィールドなどの追加のヘッダフィールドをパケット172に含めることもできる。

【0086】

コントローラ18は、仮想スイッチVSW3を、(例えば、宛先MACアドレス、送信元MACアドレス、VLAN識別子などに基づいて)ネットワークパケット172を識別し、識別されたネットワークパケットにタグ174を付加して、タグ付きネットワークパケット173をサービス装置105に転送するように構成することができる。ネットワークパケット172には、図13又は図14に示すようにタグ付けすることができる。サービス装置105は、タグ付きネットワークパケット173にサービスを行い、サービス済みのパケットを仮想スイッチVSW3に送信することができる。コントローラ18は、仮想スイッチVSW3を、タグ174からサービス済みのネットワークパケット173を識別し、タグ174を除去することによって当初のパケット172を復元し、パケット172をエンドホストEH2に送信するように構成することができる。仮想スイッチVSW3は、タグ174を除去することにより、サービス装置の挿入に起因する中断を最小限に抑える支援を行うことができる(例えば、エンドホストEH2及びEH5は、ネットワークパケット172がサービス装置105を通じてリダイレクトされたことに気付かない)。

【0087】

図15の仮想スイッチVSW3によるパケットへのタグ付けは、図10のシナリオにおいてネットワークルーティング動作中に仮想ルータVR1によって行われるイーサネットアドレスの書き換えと同様に、基礎となる物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチが、エンドホストとの間を行き来するパケットと、サービス装置との間を行き来するパケットとを確実に区別する支援を行うことができる。図16は、コントローラ18がいかにして基礎スイッチを制御することによってエンドホストEH5とEH2との間へのサービス挿入を実行するように仮想スイッチVSW3を構成できるかを示す例示的な図である。

【0088】

図16に示すように、エンドホストEH5は、パケット172をハイパーバイザスイッチE5に送信することができる。エンドホストEH5は仮想スイッチVSW3に割り当てられており、コントローラ18は、スイッチE5を、(例えば、着信スイッチポート、宛先MACアドレス又は送信元MACアドレスなどのパケット172のネットワーク属性に基づいて)パケット172を識別し、パケット172にタグ付けすることによってタグ付きパケット174を生成し、このタグ付きパケット174をサービス装置105に送信するように構成しておくことができる。例えば、コントローラ18は、ハイパーバイザスイッチE5の論理ポートP1において受け取られる全てのパケットに一致するフローテーブルエントリであって、一致するネットワークパケットにタグ付けし、スイッチE5の論理ポートP4を介してタグ付きネットワークパケットをサービス装置105にリダイレクトするようにスイッチE5に指示するフローテーブルエントリをハイパーバイザスイッチE5に提供することができる。その後、サービス装置105は、タグ付きネットワークパケット173を受け取り、このネットワークパケットにサービスを行い、サービス済みのネットワークパケット173を(例えば、ポートP4を介して)スイッチE5に送信する。コントローラ18は、タグ174を用いてパケット173とパケット172とを区別するようにスイッチE5を構成しておくことができる。例えば、コントローラ18は、タグ174を有するネットワークパケットに一致するフローテーブルエントリであって、タグ付きネットワークパケットのタグを外し(例えば、タグを除去し)、ネットワークパケットのヘッダフィールドに基づいて(例えば、タグ無しネットワークパケットの宛先MACアドレ

スに一致するさらなるフローテーブルエントリに基づいて) タグ無しネットワークパケットを転送するようにスイッチ E 5 に指示するフローテーブルエントリを提供することができる。換言すれば、コントローラ 1 8 は、スイッチ E 5 を、サービス挿入後にタグ付きネットワークパケットからタグを外すことによって当初のネットワークパケット 1 7 2 を復元し、このパケット 1 7 2 を (例えば、図 1 6 に示すようにスイッチ E 1 を通じて、又はスイッチ E 2 を通る経路などのいずれかの所望のネットワーク経路を通じて) エンドホスト E H 2 に転送するように構成することができる。

【0089】

コントローラは、ネットワーク管理者又は他のユーザなどから受け取られたポリシーに基づいてサービス挿入を実装することができる。図 1 7 は、図 6 のコントローラ 1 8 などのコントローラによって実装できるサービス挿入ポリシー 1 8 2 の例示的な図である。図 1 7 に示すように、サービス挿入ポリシー 1 8 2 は、一連の送信元、一連の宛先、及び一連の送信元から一連の宛先に送信される全てのネットワークトラフィックに対して行うべき一連のサービスを含むことができる。

【0090】

一連の送信元及び宛先の各々は、いずれかの所望の一連のネットワーク属性を用いて、また必要であれば、完全な又は部分的なワイルドカード機能を用いて識別することができる。一連のエンドホストは、接続ポイント、イーサネットアドレス、IP アドレス、VLAN 識別子、仮想スイッチ割り当て、仮想ルータ割り当て、又はいずれかの所望の一連の 1 又は 2 以上のネットワーク属性に基づいて識別することができる。例えば、エンドホスト E H 1 は、スイッチ E 1 のポート P 1、スイッチ E 2 のポート P 1 に接続されたものとして、MAC アドレスによって、IP アドレスによって、仮想スイッチ V S W 1 に割り当てられたものとして、仮想ルータ V R 1 のインターフェイス I F 1 に結合されたものとして、などによって識別することができる。別の例として、一連のエンドホスト E H 2、E H 4 及び E H 5 は、仮想スイッチ V S W 3 に割り当てられたものとして、又は仮想ルータ V R 2 のインターフェイス I F 1 に結合されたものとして識別することができる。

【0091】

一連のサービスは、一連の送信元と一連の宛先との間でネットワークパケットに対して行われる所望の機能に基づいて識別することができる。サービスは、必要とされる挿入の順にリストすることができる。例えば、一連のサービスは、「ファイアウォール」及び「侵入検出」とすることができる。このシナリオでは、ネットワークパケットが宛先エンドホストに転送される前に、一連の送信元からのネットワークパケットを、まずファイアウォール機能を実行するサービス装置にリダイレクトし、次に侵入検出を実行するサービス装置にリダイレクトすべきである。必要であれば、ポリシー 1 8 2 によって特定の一連のサービス装置を識別することもできる。

【0092】

必要であれば、図 1 8 に示すような一連の要件から一連のサービスを識別することもできる。サービス挿入ポリシー 1 8 4 には、必要なサービスを識別する一連の要件、及び必要なサービスを挿入する際の制約又は優先順位などの他の要件を定めることができる。一例として、ポリシー 1 8 4 は、サービスを通じた送信元から宛先までの最短経路 (物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチの基礎ネットワークを通じた最短経路) がコントローラによって実装されることを必要とすることができる。別の例として、ポリシー 1 8 4 は、いずれかの所与のサービスのための現在の処理負荷に関連する (例えば、このサービスを実行する複数のサービス装置間の処理負荷のバランスを保つのに役立つ) 制約を含むこともできる。さらに別の例として、ポリシー 1 8 4 は、最小レベルの性能で又は特定の機能を有するサービス装置によって確実にサービスが行われるように支援するいずれかの所与のサービスの実行能力に関連する制約を含むこともできる。

【0093】

図 1 9 は、サービス挿入ポリシーに基づいてサービス挿入を実装するために図 6 のコントローラ 1 8 などのコントローラが実行できる例示的なステップのフローチャート 2 0 0

10

20

30

40

50

である。

【0094】

ステップ202において、コントローラは、エンドホストグループから仮想スイッチを生成することができる。仮想スイッチは、ネットワーク管理者などのユーザが定めることができる。例えば、コントローラは、それぞれの仮想スイッチに割り当てるべきエンドホストグループを識別する情報を受け取ることができる。

【0095】

ステップ204において、コントローラは、仮想スイッチグループから仮想ルータを生成することができる。換言すれば、コントローラは、一連のエンドホストグループから仮想ルータを生成することができる。コントローラは、（例えば、仮想スイッチと同様に）ユーザから受け取った情報に基づいて仮想ルータを生成することもできる。その後、コントローラは、ステップ208の動作、或いは任意に選択的ステップ206のステップを実行することができる。

【0096】

ステップ206において、コントローラは、一連の予め定めたサービス挿入ポリシーテンプレートを提供することができる。例えば、コントローラは、所定のネットワークトポロジに、これらのネットワーク構成のための一般的な又は好ましいサービス挿入ポリシーを対応付けるデータベースを維持することができる。データベース内に維持されるネットワークトポロジは、仮想ネットワークトポロジ又は基礎ネットワークトポロジを含むことができる。この任意のシナリオでは、次のステップ208において、ユーザが、提供された一連のサービス挿入ポリシーから選択を行うことができる。

【0097】

ステップ208において、コントローラは、サービス及び関連するネットワークトラフィックを識別するサービス挿入ポリシーを受け取ることができる。サービス挿入ポリシーは、ネットワーク管理者などのユーザから受け取ることができる。ネットワークトラフィックは、ネットワークの送信元及びネットワークの宛先によって識別することができる。サービスは、（例えば、図17に示すような）順序付きリストとして識別することも、或いは（例えば、図18に示すような）一連の1又は2以上の要件によって識別することもできる。

【0098】

ステップ210において、コントローラは、ユーザが定めたポリシーを満たす経路を識別することができる。コントローラは、経路の識別に使用できるネットワークトポロジを識別する情報を維持することができる。例えば、コントローラは、仮想ネットワークトポロジの基礎となるネットワークトポロジを決定する際に、物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチと通信することができる。コントローラは、ネットワーク負荷及び装置能力などの、コントローラにおいて維持されている情報に基づいて、パフォーマンスを改善するように、ポリシーが定める要件を満たすように、又はいずれかの所望の基準を満たすように経路を識別することができる。コントローラは、図10に示すような1又は2以上の仮想ルータを用いてレイヤ3サービス挿入を実行する経路を識別することも、或いは図15に示すような仮想スイッチのみを用いてレイヤ2サービス挿入を実行する経路を識別することもできる。コントローラは、経路を識別する際に、最初にコントローラが維持している仮想ネットワークトポロジ内の仮想経路（例えば、図10及び図15に示すような仮想ルータ及び／又は仮想スイッチを通る経路）を識別することができる。次に、コントローラは、これらの仮想経路に基づいて、基礎ネットワークトポロジ内の経路（例えば、図11及び図16に示すような物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチを通る経路）を識別することができる。

【0099】

ステップ212において、コントローラは、ステップ210において識別された経路を生成することができる。コントローラは、識別された経路を生成する際に、物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチと通信することができる。例えば、コントローラは、フロ

ーテーブルエントリに一致するネットワークパケットを所望のネットワーク経路に沿って転送して変更するように物理的スイッチ及びハイパーバイザスイッチに指示するフローテーブルエントリを提供することができる。

【0100】

ある実施形態によれば、スイッチに結合されたエンドホストを有するネットワークにおいてスイッチを制御するコントローラを使用する方法であって、コントローラを用いて、それぞれのエンドホストグループから、少なくとも1つの仮想スイッチが少なくとも2つのスイッチからのポートを含む複数の仮想スイッチを形成するステップと、コントローラを用いて、仮想スイッチのグループから、ネットワークルーティング動作を実行する仮想ルータを形成するステップと、を含む方法が提供される。

10

【0101】

別の実施形態によれば、スイッチは、少なくとも1つの物理的スイッチを含む。

【0102】

別の実施形態によれば、スイッチは、少なくとも1つのハイパーバイザスイッチをさらに含む。

【0103】

別の実施形態によれば、ネットワークは、スイッチに結合されたサービス装置を含み、方法は、少なくとも1つの送信元エンドホストと、少なくとも1つの宛先エンドホストと、送信元エンドホストと宛先エンドホストとの間でネットワークパケットに対して実行すべき少なくとも1つのサービスとを識別するサービス挿入ポリシーを受け取るステップと、サービスを実行するサービス装置を選択するステップと、を含む。

20

【0104】

別の実施形態によれば、方法は、仮想ルータを制御することにより、選択されたサービス装置を通じて送信元エンドホストと宛先エンドホストとの間でネットワークパケットをリダイレクトするステップを含む。

【0105】

別の実施形態によれば、ネットワークパケットは、イーサネットアドレスフィールドを有し、仮想ルータを制御することによって送信元エンドホストから宛先エンドホストにネットワークパケットをリダイレクトするステップは、ネットワークパケットのイーサネットアドレスフィールドを書き換えることにより、選択されたサービス装置に変更済みネットワークパケットを送信するようにスイッチを制御するステップと、サービス装置から変更済みネットワークパケットを受け取ったことに応答して、変更済みネットワークパケットのイーサネットアドレスフィールドを復元するようにスイッチを制御するステップと、を含む。

30

【0106】

別の実施形態によれば、コントローラによって少なくとも2つのサービス装置が選択され、仮想ルータを制御することによって送信元エンドホストと宛先エンドホストとの間でネットワークパケットをリダイレクトするステップは、少なくとも2つのサービス装置を通じてネットワークパケットをリダイレクトするように仮想ルータを制御するステップを含む。

40

【0107】

別の実施形態によれば、サービスを実行するサービス装置を選択するステップは、ファイアウォール、ロードバランサ、侵入検出装置、パケットモニタリング装置及び暗号化装置から成る群からサービス装置を選択するステップを含む。

【0108】

別の実施形態によれば、仮想ルータを制御することにより、選択されたサービス装置を通じて送信元エンドホストと宛先エンドホストとの間でネットワークパケットをリダイレクトするステップは、送信元エンドホストと宛先エンドホストとの間のネットワークパケットに一致する、選択されたサービス装置を通じてネットワークパケットをリダイレクトするようにスイッチに指示するフローテーブルエントリをスイッチに提供するステップを

50

含む。

【0109】

別の実施形態によれば、方法は、仮想スイッチを制御することにより、選択されたサービス装置を通じて送信元エンドホストと宛先エンドホストとの間でネットワークパケットをリダイレクトするステップを含む。

【0110】

別の実施形態によれば、仮想スイッチを制御することによって送信元エンドホストと宛先エンドホストとの間でネットワークパケットをリダイレクトするステップは、ネットワークパケットにタグ付けし、タグ付けされたタグ付きネットワークパケットを選択されたサービス装置に送信するようにスイッチを制御するステップと、選択されたサービス装置からタグ付きネットワークパケットを受け取ったことに応答して、タグ付きネットワークパケットのタグを外すようにスイッチを制御するステップと、を含む。

10

【0111】

ある実施形態によれば、スイッチに結合されたエンドホスト及びサービス装置を有するネットワークにおいてスイッチを制御するコントローラを使用する方法であって、ネットワークトラフィックと、ネットワークトラフィックに対して実行すべき少なくとも1つのサービスとを識別するサービス挿入ポリシーを受け取るステップと、サービス挿入ポリシーに基づいて少なくとも1つのサービス装置を識別するステップと、識別されたサービス装置を通じてネットワークトラフィックをリダイレクトするようにスイッチを制御するステップと、を含む方法が提供される。

20

【0112】

別の実施形態によれば、方法は、複数の仮想スイッチ及び仮想ルータを含む仮想トポロジを生成するステップを含み、各仮想スイッチ及び各仮想ルータは、複数の基礎スイッチにわたって分散し、仮想スイッチは、エンドホストに結合された仮想ポートを有し、仮想ルータは、仮想スイッチに結合された仮想インターフェイスを有する。

【0113】

別の実施形態によれば、仮想ルータの各仮想インターフェイスは、それぞれのイーサネットアドレスを割り当てられてそれぞれのIPドメインに関連付けられ、識別されたサービス装置は、所与の仮想ルータの第1の仮想インターフェイスに結合されて第1のIPドメインに関連付けられ、識別されたネットワークトラフィックの送信元エンドホストは、所与の仮想ルータの第2の仮想インターフェイスに結合されて第2のIPドメインに関連付けられ、識別されたサービス装置は、所与のイーサネットアドレスを有し、識別されたサービス装置を通じてネットワークトラフィックをリダイレクトするようにスイッチを制御するステップは、ネットワークトラフィックの送信元イーサネットアドレスフィールドを、所与の仮想ルータの第1の仮想インターフェイスのイーサネットアドレスに書き換え、ネットワークトラフィックの宛先イーサネットアドレスフィールドを、識別されたサービス装置の所与のイーサネットアドレスに書き換えることにより、識別されたサービス装置に変更済みネットワークパケットを送信するようにスイッチを制御するステップを含む。

30

【0114】

別の実施形態によれば、識別されたサービス装置は、所与の仮想スイッチの第1の仮想ポートに結合され、識別されたネットワークトラフィックの送信元エンドホストは、所与の仮想スイッチの第2の仮想ポートに結合され、識別されたサービス装置を通じてネットワークトラフィックをリダイレクトするようにスイッチを制御するステップは、ネットワークトラフィックにタグ付けし、このタグ付けされたタグ付きネットワークトラフィックを識別されたサービス装置に送信するようにスイッチを制御するステップと、識別されたサービス装置からタグ付きネットワークトラフィックを受け取ったことに応答して、タグ付きネットワークトラフィックのタグを外すようにスイッチを制御するステップと、を含む。

40

【0115】

50

別の実施形態によれば、ネットワークトラフィックにタグ付けするようにスイッチを制御するステップは、ネットワークトラフィックのヘッダフィールドに識別子を挿入するようにスイッチを制御するステップを含む。

【0116】

別の実施形態によれば、ネットワークトラフィックにタグ付けするようにスイッチを制御するステップは、識別されたネットワークトラフィックに一致するフローテーブルエントリをスイッチに提供するステップを含む。

【0117】

ある実施形態によれば、エンドホスト間でネットワークパケットを転送するスイッチに結合されたエンドホスト及びサービス装置を有するネットワークにおいてスイッチを制御するコントローラを使用する方法であって、少なくとも1つのサービス装置を選択するステップと、選択されたサービス装置がサービスすべきネットワークパケットを識別するステップと、選択されたサービス装置を通じて識別されたネットワークパケットをリダイレクトするようにスイッチを制御するステップと、を含む方法が提供される。

10

【0118】

別の実施形態によれば、選択されたサービス装置を通じて識別されたネットワークパケットをリダイレクトするようにスイッチを制御するステップは、選択されたサービス装置に変更済みネットワークパケットを送信するようにスイッチに指示する、識別されたネットワークパケットに一致するフローテーブルエントリをスイッチに提供するステップと、選択されたサービス装置から変更済みネットワークパケットを受け取ったことに応答して、変更済みネットワークパケットから識別されたネットワークパケットを復元するようにスイッチに指示する、変更済みネットワークパケットに一致するフローテーブルエントリをスイッチに提供するステップと、を含む。

20

【0119】

別の実施形態によれば、方法は、一連のサービス要件を受け取るステップと、一連のサービス要件に基づいて、サービス要件を満たすように少なくとも1つのサービス装置を選択するステップと、を含む。

【0120】

上記の説明は、本発明の原理を例示したものにすぎず、当業者であれば、本発明の範囲及び思想から逸脱することなく様々な変更を行うことができる。

30

【符号の説明】

【0121】

- 18 コントローラ
- 102 他のネットワーク
- 104 サービス装置
- 120 仮想ネットワーク

【図 1】

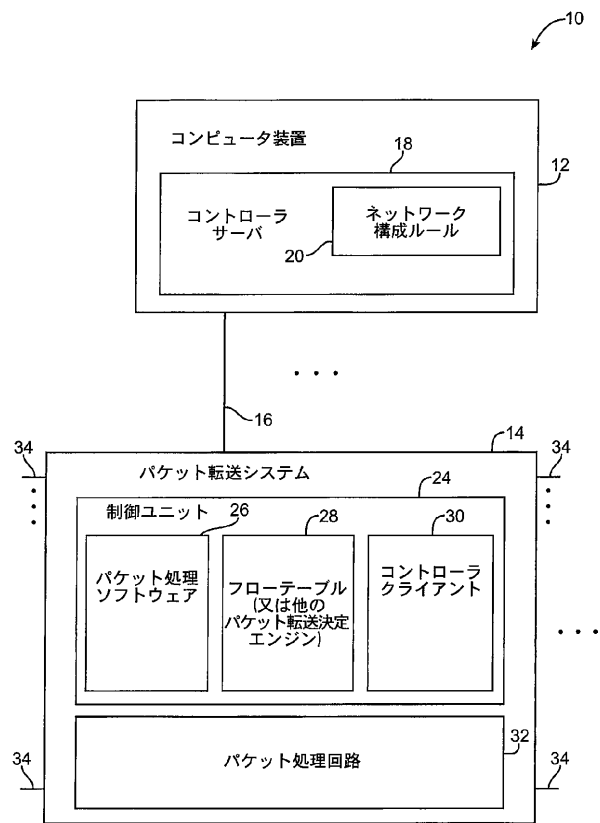


FIG. 1

【図 2】

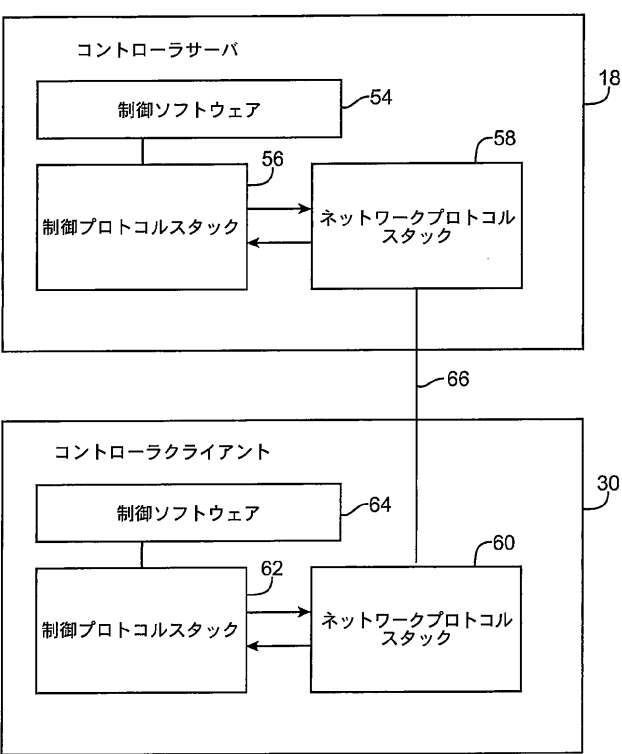


FIG. 2

【図 3】

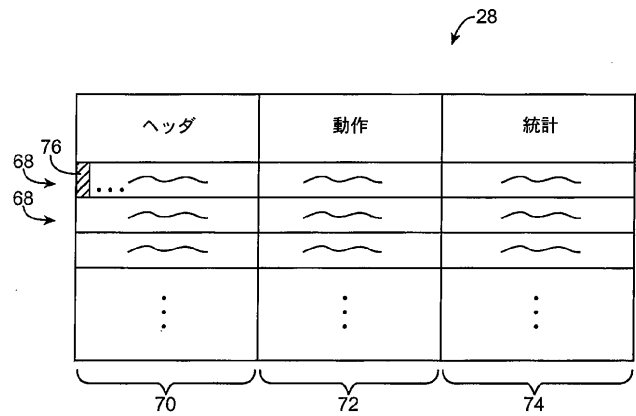


FIG. 3

【図 4】

動作	ポート3 に送信	ポート4 に送信	破棄
追加パケット情報 (例えば、ヘッダ)	...		
宛先TCP ポート	*	*	80
送信元 TCP ポート	*	*	*
宛先 IPアドレス	*	172.12.3.4	*
送信元IP アドレス	*	*	*
宛先 イーサネット アドレス	00:1FAB	*	*
送信元 イーサネット アドレス	*	*	*
物理入力 ポート	*	*	*

FIG. 4

【図 5】

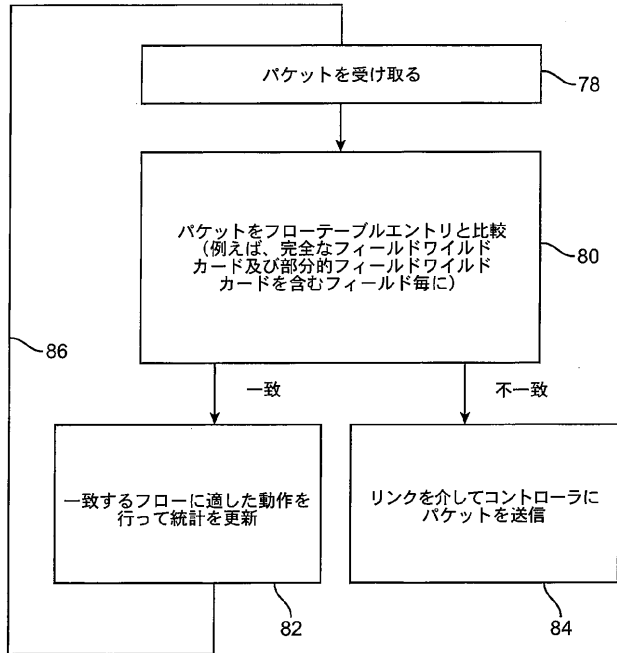


FIG. 5

【図 6】

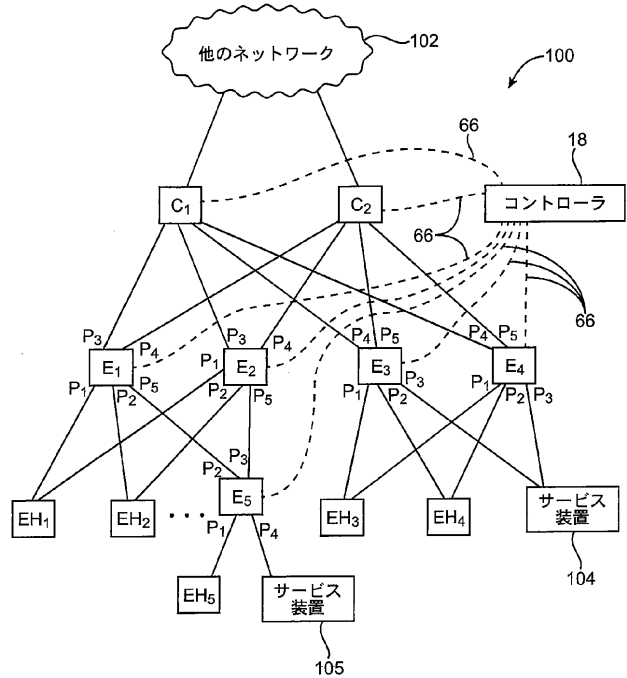


FIG. 6

【図 7】

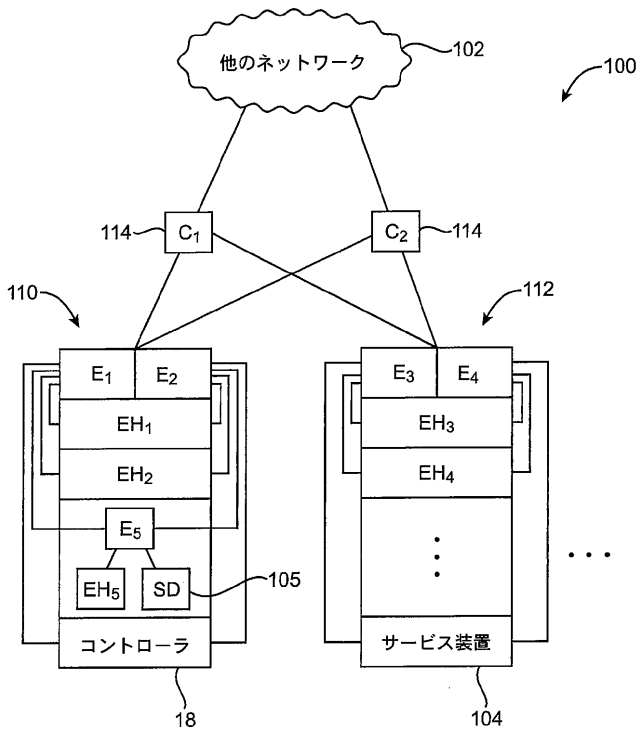


FIG. 7

【図 8】

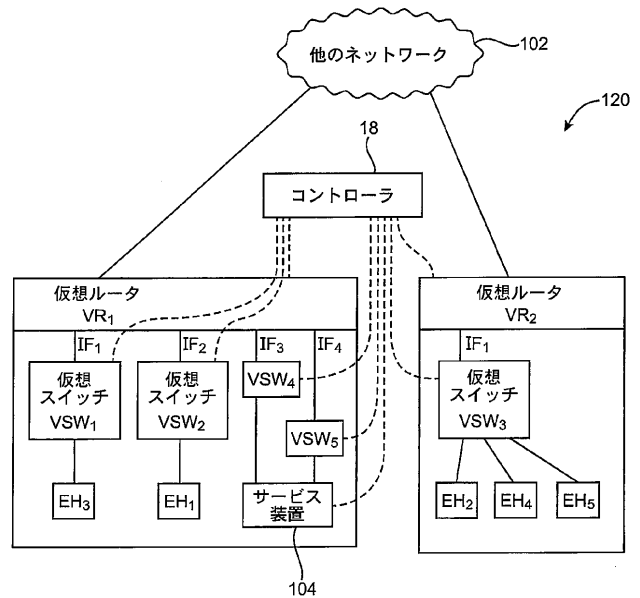


FIG. 8

【図 9】

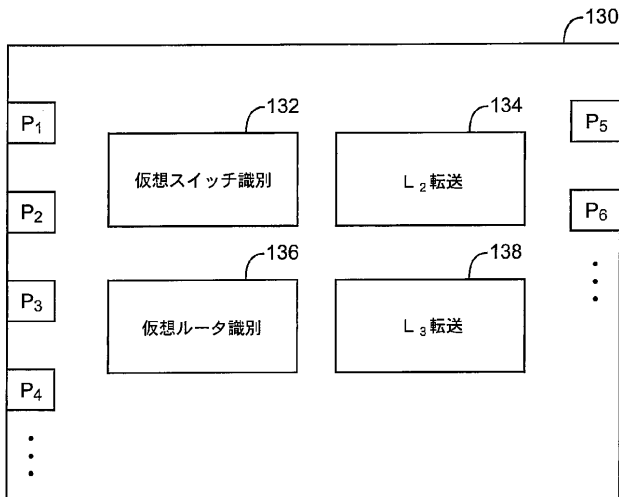


FIG. 9

【図 10】

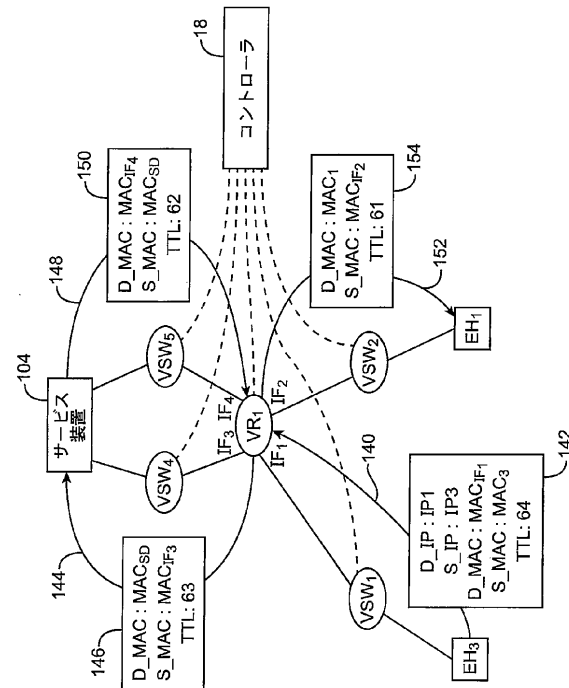


FIG. 10

【図 11】

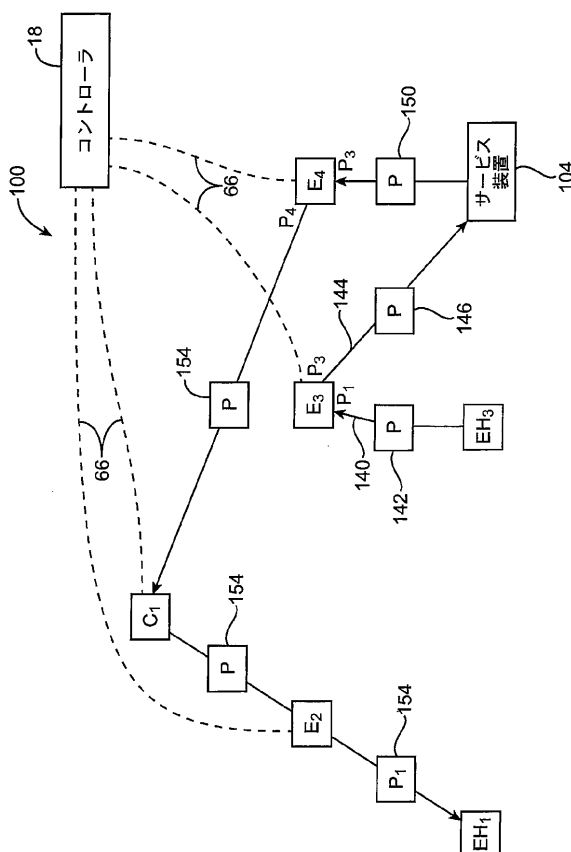


FIG. 11

【図 12】

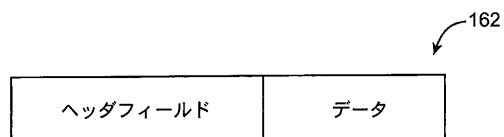


FIG. 12

【図 13】

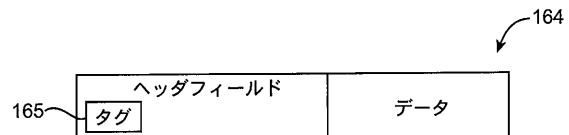


FIG. 13

【図 14】

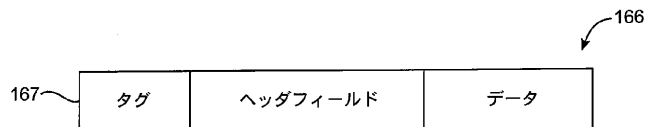


FIG. 14

【図 15】

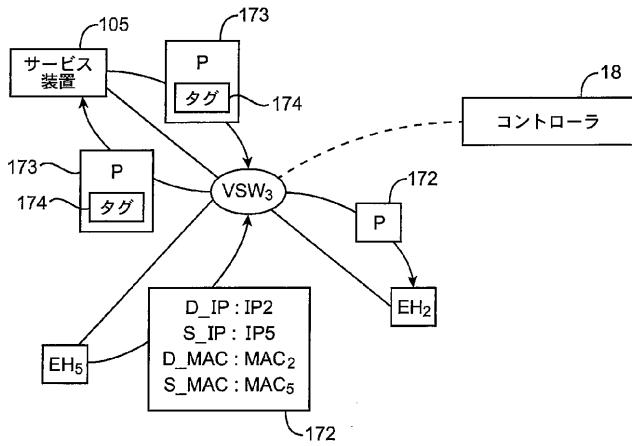


FIG. 15

【図 16】

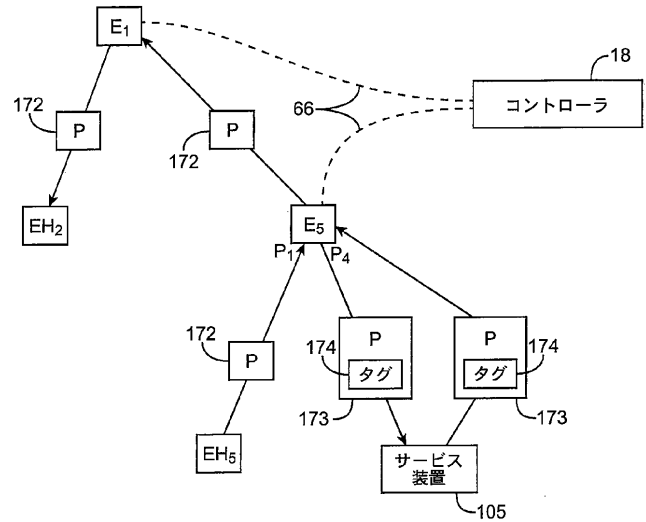


FIG. 16

【図 17】

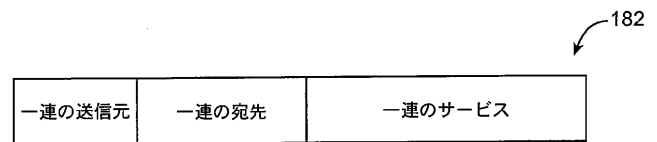


FIG. 17

【図 18】

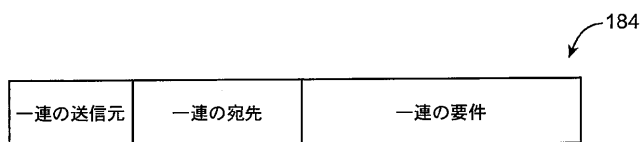


FIG. 18

【図 19】

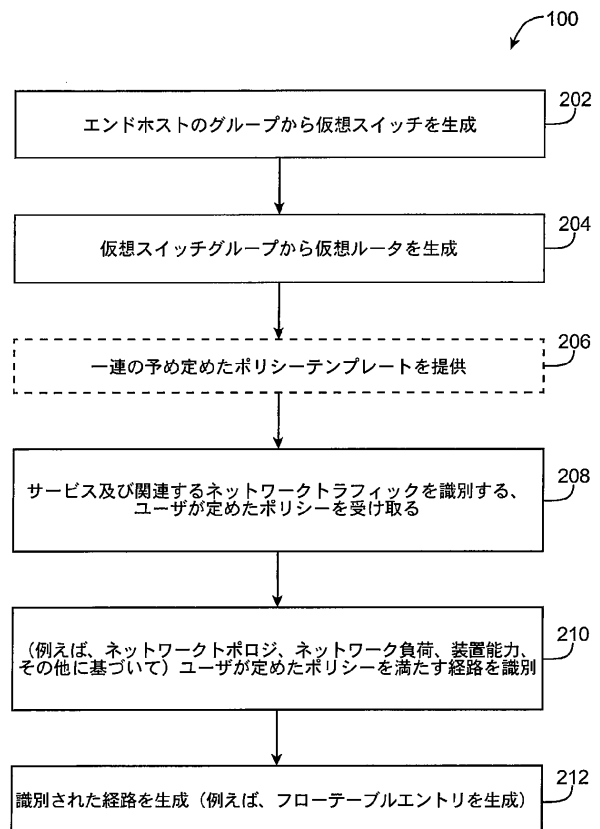


FIG. 19

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/072162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04L12/717
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 G06F

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 Y A	EP 2 482 496 A1 (NEC CORP [JP]) 1 August 2012 (2012-08-01) abstract paragraph [0017] - paragraph [0019] paragraph [0030] paragraph [0145] - paragraph [0149] -----	1-3, 12, 13, 18-20 4, 5, 8-11, 14-17 6, 7
X Y	US 2013/070762 A1 (ADAMS ROBERT EDWARD [US] ET AL) 21 March 2013 (2013-03-21) abstract paragraph [0008] - paragraph [0012] paragraph [0036] paragraph [0041] - paragraph [0042] paragraph [0056] - paragraph [0058] ----- -/--	12, 18-20 1, 4, 5, 8-11, 14-17

☒ 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

18 March 2015

Date of mailing of the international search report

24/03/2015

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

Larcinese, Concetta

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/072162

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	W0 2013/138977 A1 (INTEL CORP [US]; DONG YAOZU [CN]) 26 September 2013 (2013-09-26) abstract paragraph [0017] - paragraph [0019] paragraph [0030] page 5, line 25 - line 33 page 7, line 12 - line 32 page 9, line 5 - line 17 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/072162

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 2482496	A1	01-08-2012	CN	102549977 A	04-07-2012
			CN	104065555 A	24-09-2014
			EP	2482496 A1	01-08-2012
			HK	1198230 A1	13-03-2015
			JP	5403061 B2	29-01-2014
			US	2012275328 A1	01-11-2012
			WO	2011037104 A1	31-03-2011

US 2013070762	A1	21-03-2013	AU	2012312587 A1	03-04-2014
			EP	2748974 A1	02-07-2014
			JP	2014531831 A	27-11-2014
			KR	20140060583 A	20-05-2014
			US	2013070762 A1	21-03-2013
			WO	2013043604 A1	28-03-2013

WO 2013138977	A1	26-09-2013	CN	104205753 A	10-12-2014
			EP	2829024 A1	28-01-2015
			US	2014233568 A1	21-08-2014
			WO	2013138977 A1	26-09-2013

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, 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. イーサネット
2. L i n u x
3. V x W o r k s

- (74)代理人 100109070
弁理士 須田 洋之
- (74)代理人 100109335
弁理士 上杉 浩
- (74)代理人 100120525
弁理士 近藤 直樹
- (74)代理人 100158551
弁理士 山崎 貴明
- (72)発明者 ナイクサタム スミット アルン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94087 サニーヴェール エル カミノ リアル 63
3 ユニット 102
- (72)発明者 ジアング カンゼ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94022 ロス アルトス ヒルズ ローダ ドライブ
13264
- (72)発明者 マイヤー グレゴール マティアス
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94501 アラメダ ボスハード コート 2
- (72)発明者 ラマスブラマニアン スリニヴァサン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94087 サニーヴェール アイヴス テラス 412
- (72)発明者 モディ サディーブ ディリップ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95035 ミルピタス サンドハースト ドライブ 41
2
- (72)発明者 シャーウッド ロバート ダブリュー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94611 オークランド ビュー プレイス 4465
- (72)発明者 ダミ マンディーブ シン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95138 サン ノゼ ヴィテロ ウェイ 5794
- (72)発明者 コーエン マイケル
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94086 サニーヴェール ペパーミント ツリー テラ
ス 202 #1

Fターム(参考) 5K030 LB07