

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-356876

(P2004-356876A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004. 12. 16)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/56

F I

H04L 12/56 260Z

テーマコード (参考)

5K030

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-151088 (P2003-151088)

(22) 出願日 平成15年5月28日 (2003. 5. 28)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(74) 代理人 100078237

弁理士 井出 直孝

(74) 代理人 100083518

弁理士 下平 俊直

(72) 発明者 安川 正祥

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 宇賀 雅則

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

最終頁に続く

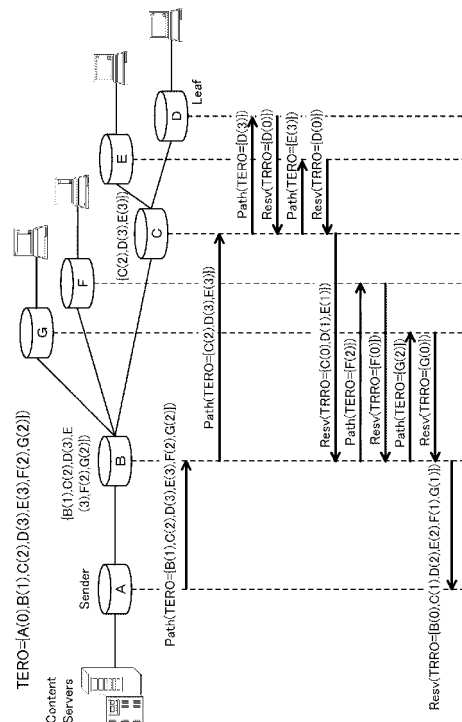
(54) 【発明の名称】 MPLSパス設定方法およびノードおよびプログラム

(57) 【要約】

【課題】大規模MPLSネットワーク環境で、複数の大規模なP2MP LSPをスケーラブルに高速設定および管理可能な通信プロトコルを提供する。また、P2MP LSPの設定にあたって、設定するツリートポロジに依存せず、ツリー設定時にツリー設定起動ノードに設定ツリー情報を正確に通知する。

【解決手段】P2MPのMPLS経路設定をP2MP経路指示情報に含まれる全てのP2MPサブツリーに対して繰り返し設定する。このようなP2MPサブツリー設定が上流ノードに向かって階層的に設定され、P2MP設定起動ノードに到達することにより、指定されたP2MP転送経路にしたがってP2MPのMPLSパスが設定される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項1】

P o i n t - t o - M u l t i p o i n t (以降、P 2 M Pという) のパス設定起動ノードにより、P 2 M Pの転送経路とこの転送経路上に設定すべきパス情報とをパス設定要求メッセージに格納し、このパス設定要求メッセージを指定されたP 2 M P転送経路の次ホップに送出するステップを実行し、
このP 2 M P設定要求メッセージを受信したノードにより、自ノード上に要求されたP 2 M P転送経路が設定可能な場合には、この要求情報を自ノード内に一時保持し、メッセージ内のP 2 M P経路指定情報によりP 2 M P転送のネクストホップ経路を判定し、それらのP 2 M P転送経路上に存在する複数のネクストホップノード設定情報のうち、P 2 M P 10
経路指定情報の最初に指定されているP 2 M Pサブツリーを構成するネクストホップにこのP 2 M Pサブツリーを構成するP 2 M P経路指定情報をコピーし、パス設定要求メッセージに格納し送出するステップを実行し、
このパス設定要求メッセージは、上記ステップにより繰り返し処理された後に、宛先P 2 M Pリーフノードに到達し、
この宛先P 2 M Pリーフノードにより、
パス設定要求メッセージを受け取り、自身がP 2 M Pリーフノードであることを判定するステップと、
このパス設定要求メッセージが転送された経路にM P L S転送経路を設定可能なときには、このM P L Sパスで使用するラベルを割当て、上流の前ホップノードにこのラベルを格 20
納したパス設定確認メッセージを送出するステップと
を実行し、
このパス設定確認メッセージを受信した上流ノードにより、
自ノードが保持しているP 2 M Pパス設定情報を確認し、このパス設定確認メッセージを送出した下流ノードが転送に使用するラベルを確認することにより自ノードとこの下流ノードとのラベルバインディングを確認するステップと、
自ノードに格納したP 2 M P経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示されるP 2 M Pサブツリーが存在しないときには、自ノードとさらに上流ノードとで使用するラベルを確定することにより、入力ラベルと出力ラベルとのラベル交換関係を確立するステップと、 30
この確立するステップにより確立された上流ノード用に使用する入力ラベル値をパス設定確認メッセージに格納し、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップと、
自ノードに格納したP 2 M P経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示されるP 2 M Pサブツリーが存在するときには、存在する次のP 2 M Pサブツリーを構成するネクストホップノードに、このP 2 M Pサブツリーを構成するP 2 M P経路指定情報をコピーしてパス設定要求メッセージに格納して送出し、このP 2 M Pサブツリーを構成するP 2 M PのM P L S経路を設定するステップと、
このP 2 M PのM P L S経路設定をP 2 M P経路指示情報に含まれる全てのP 2 M Pサブツリーに対して繰り返し設定するステップと、 40
P 2 M P経路指定情報に含まれる全てのP 2 M Pサブツリーに対する前記下流ノードからの出力ラベルが確定すると、自ノードの前ホップノードとのラベル転送に使用する入力ラベルを付与し、この入力ラベルと前記設定された全ての下流のサブツリーに対するM P L S転送用の下流ラベルグループとのラベル交換関係を確立するステップと、
上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップと
を実行し、
このようなP 2 M Pサブツリー設定が上流ノードに向かって階層的に設定され、P 2 M P設定起動ノードに到達することにより、指定されたP 2 M P転送経路にしたがってP 2 M PのM P L Sパスが設定されることを特徴とするM P L Sパス設定方法。 50

【請求項 2】

R S V P - T E のパス設定または確認機能 (R F C 3 2 0 9) が適用される請求項 1 記載の M P L S パス設定方法。

【請求項 3】

P 2 M P のパス設定起動ノードが備える処理手段として、P 2 M P の転送経路とこの転送経路上に設定すべきパス情報とをパス設定要求メッセージに格納し、このパス設定要求メッセージを指定された P 2 M P 転送経路の次ホップに送出する手段を備え、

この P 2 M P 設定要求メッセージを受信したノードが備える処理手段として、自ノード上に要求された P 2 M P 転送経路が設定可能な場合には、この要求情報を自ノード内に一時保持し、メッセージ内の P 2 M P 経路指定情報により P 2 M P 転送のネクストホップ経路を判定し、それらの P 2 M P 転送経路上に存在する複数のネクストホップノード設定情報のうち、P 2 M P 経路指定情報の最初に指定されている P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップにこの P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーし、パス設定要求メッセージに格納し送出する手段を備え、

宛先 P 2 M P リーフノードが備える処理手段として、パス設定要求メッセージを受け取り、自身が P 2 M P リーフノードであることを判定する手段と、

このパス設定要求メッセージが転送された経路に M P L S 転送経路を設定可能なときには、この M P L S パスで使用するラベルを割当て、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する手段と

を備え、

このパス設定確認メッセージを受信した上流ノードが備える処理手段として、

自ノードが保持している P 2 M P パス設定情報を確認し、このパス設定確認メッセージを送出した下流ノードが転送に使用するラベルを確認することにより自ノードとこの下流ノードとのラベルバインディングを確認する手段と、

自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在しないときには、自ノードとさらに上流ノードとで使用するラベルを確定することにより、入力ラベルと出力ラベルとのラベル交換関係を確立する手段と、

この確立する手段により確立された上流ノード用に使用する入力ラベル値をパス設定確認メッセージに格納し、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する手段と、

自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在するときには、存在する次の P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップノードに、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーしてパス設定要求メッセージに格納して送出し、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P の M P L S 経路を設定する手段と、

この P 2 M P の M P L S 経路設定を P 2 M P 経路指示情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対して繰り返し設定する手段と、

P 2 M P 経路指定情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対する前記下流ノードからの出力ラベルが確定すると、自ノードの前ホップノードとのラベル転送に使用する入力ラベルを付与し、この入力ラベルと前記設定された全ての下流のサブツリーに対する M P L S 転送用の下流ラベルグループとのラベル交換関係を確立する手段と、

上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する手段とを備えたことを特徴するノード。

【請求項 4】

R S V P - T E のパス設定または確認機能 (R F C 3 2 0 9) が適用される請求項 3 記載のノード。

【請求項 5】

情報処理装置にインストールすることにより、その情報処理装置に、

10

20

30

40

50

P 2 M P のパス設定起動ノードが備える処理機能として、P 2 M P の転送経路とこの転送経路上に設定すべきパス情報とをパス設定要求メッセージに格納し、このパス設定要求メッセージを指定された P 2 M P 転送経路の次ホップに送出する機能を実現させ、この P 2 M P 設定要求メッセージを受信したノードが備える処理機能として、自ノード上に要求された P 2 M P 転送経路が設定可能な場合には、この要求情報を自ノード内に一時保持し、メッセージ内の P 2 M P 経路指定情報により P 2 M P 転送のネクストホップ経路を判定し、それらの P 2 M P 転送経路上に存在する複数のネクストホップノード設定情報のうち、P 2 M P 経路指定情報の最初に指定されている P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップにこの P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーし、パス設定要求メッセージに格納し送出する機能を実現させ、
宛先 P 2 M P リーフノードが備える処理機能として、パス設定要求メッセージを受け取り、自身が P 2 M P リーフノードであることを判定する機能と、
このパス設定要求メッセージが転送された経路に M P L S 転送経路を設定可能なときには、この M P L S パスで使用するラベルを割当て、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する機能と
を実現させ、
このパス設定確認メッセージを受信した上流ノードが備える処理機能として、自ノードが保持している P 2 M P パス設定情報を確認し、このパス設定確認メッセージを送出した下流ノードが転送に使用するラベルを確認することにより自ノードとこの下流ノードとのラベルバインディングを確認する機能と、
自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在しないときには、自ノードとさらに上流ノードとで使用するラベルを確定することにより、入力ラベルと出力ラベルとのラベル交換関係を確認する機能と、
この確立する機能により確立された上流ノード用に使用する入力ラベル値をパス設定確認メッセージに格納し、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する機能と、
自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在するときには、存在する次の P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップノードに、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーしてパス設定要求メッセージに格納して送出し、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P の M P L S 経路を設定する機能と、
この P 2 M P の M P L S 経路設定を P 2 M P 経路指示情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対して繰り返し設定する機能と、
P 2 M P 経路指定情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対する前記下流ノードからの出力ラベルが確定すると、自ノードの前ホップノードとのラベル転送に使用する入力ラベルを付与し、この入力ラベルと前記設定された全ての下流のサブツリーに対する M P L S 転送用の下流ラベルグループとのラベル交換関係を確認する機能と、
上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する機能と
を実現させることを特徴するプログラム。

10

20

30

40

【請求項 6】

R S V P - T E のパス設定または確認機能 (R F C 3 2 0 9) を実現する請求項 5 記載のプログラム。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 記載のプログラムが記録された前記情報処理装置読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

50

本発明は、Point-to-Multipoint（以降、P2MPという）のMPLS転送パスを確立するマルチキャストMPLS技術に関する。特にP2MP環境下でトラヒックエンジニアリング可能なP2MP MPLSパスを設定する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来のP2MPのMPLS技術としては、IETFドラフトとして、例えば、非特許文献1または2が存在する。非特許文献1または2は、それぞれ既存のpoint-to-pointのMPLS技術であるRSVP-TE、CR-LDPにpoint-to-multipointのMPLSパス確立機能を追加したものである。

【0003】

これらのP2MP設定技術では、P2MPのツリー形状を指定して、P2MPLSPを設定可能であるが、ツリー設定時のラベル付与、メッセージ交換メカニズムについて、大規模なP2MPLSPを設定する場合に、性能が出ないという問題が存在した。この問題を説明するために、P2MPLSPの設定トポロジを図1に示し、図1のツリーを設定する場合の、従来の典型的なメッセージ交換、ラベル付与メカニズムについて図4、図5に示す。図1はA～Lのノードで構成されるP2MPLSPを示す。

【0004】

このP2MPLSPのツリー形状を示すために、Depth First orderで規定されるTEROを利用する。TEROはP2MPLSPのセNDERノードを起点として、深さ方向を優先して、リーフノードをツリー形状で規定する。図1の場合、セNDERノードAから構築されるP2MPLSPは深さ方向を優先して、ノードB、C、DとリーフDに到達する。このときTEROにはツリー起点からのホップ数が規定されるので、

$TERO = \{A(0), B(1), C(2), D(3)\}$

と規定される。次にこのツリーで深さ方向を優先する次のサブツリーはサブツリーCEなので、Eを規定する。よって、

$TERO = \{A(0), B(1), C(2), D(3), E(3)\}$

となる。さらに次の深さ方向に優先されるサブツリーBFを規定して、

$TERO = \{A(0), B(1), C(2), D(3), E(3), F(2)\}$

となる。次にサブツリーAGHIを規定して、

$TERO = \{A(0), B(1), C(2), D(3), E(3), F(2), G(1), H(2), I(3)\}$

となる。さらにサブツリーGJKを規定して、

$TERO = \{A(0), B(1), C(2), D(3), E(3), F(2), G(1), H(2), I(3), J(2), K(3)\}$

が規定される。次にサブツリーJLが規定されて、

$TERO = \{A(0), B(1), C(2), D(3), E(3), F(2), G(1), H(2), I(3), J(2), K(3), L(3)\}$

となる。このツリーを設定する場合の従来方式によるメッセージ交換例を図4、図5に、メッセージ内の情報ハンドリング、ラベル設定法を説明するために図6を示す。

【0005】

図4はTEROを用いた従来の典型的なP2MPのLSP設定方法を示す。図4の例では、セNDERノードAより送出されるPathメッセージはサブツリー $TERO = \{A(0), B(1), C(2), D(3), E(3)\}$ とサブツリー $TERO = \{A(0), G(1), H(2), I(3), J(2), K(3)\}$ に分割される。従って、

（ステップS1）セNDERノードAよりはサブツリーのネクストホップBに $TERO = \{B(1), C(2), D(3), E(3), F(2)\}$ のP2MP経路指定情報を含んだPathメッセージを、もう一つのサブツリーのネクストホップGに $TERO = \{G(1), H(2), I(3), J(2), K(3)\}$ を送出する。

【0006】

10

20

30

40

50

上記、(ステップ2) Pathメッセージを受信したノードBはサブツリーTERO = {B, C, E}とTERO = {B, F}を配下に持つため、Pathメッセージ内のTEROを配下の各サブツリー情報に分割して、ノードCにTERO = {C(2), D(3), E(3)}、ノードFにTERO = {F(2)}を含んだPathメッセージを送出する。

【0007】

このとき、(ステップ3)ノードCは配下のサブツリーTERO = {C, D}とTERO = {C, E}を持つので、サブツリーのネクストホップDにTERO = {D(3)}、ネクストホップEにTERO = {E(3)}を含んだPathメッセージを受信する。同時にこの例では、このとき、ノードFにPathメッセージが到達しているため、当該パスを確立するためにResvメッセージをノードBに向けて送付する。

【0008】

次に、(ステップ4)ノードD, EがPathメッセージを受信しているため、CD, CEのリンクで使用するラベルスイッチングパスを確立するためにResvメッセージをそれぞれ、1ホップ上流ノードのCに向けて送付する。このときノードBはこのタイミングでリンクBA間で使用するラベルスイッチングパスを確立するためにResvメッセージをノードAに向けて送付する。

【0009】

その後(ステップ5)ノードCがリンクBC間で使用するラベルスイッチングパスを確立するためにResvメッセージをノードBに送付する。さらにその後(ステップ6)ノードBがB配下の設定サブツリー情報を反映するためにノードAに向けてResvメッセージを送付する。このような動作がA配下のサブツリーTERO = GHIJKLについても実施される。このように、この従来例ではP2MPのツリーの分岐点でPathメッセージが同時に分岐されて下流ノードに送付される。

【0010】

【非特許文献1】

“Extension to RSVP for Multicast LSp Tunnels,” draft-cheng-mpls-rsvp-multicast-er-00.txt Oct. 2001

【非特許文献2】

“MPLS Multicast Traffic Engineering,” Draft-ooms-mpls-multicast-te-00.txt Feb. 2001

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、P2MPのツリートポロジに応じて、Pathメッセージがリーフノードに到達するタイミングが異なり、異なるタイミングでResvメッセージが上流に送付されるため、各分岐ノードで下流のサブツリーからResvメッセージを受信するタイミングがずれる問題が生じる。

【0012】

このとき、Resvメッセージをマージして上流に通知するResvメッセージ数を削減することも可能であるが、下流の複数のサブツリーから受信するResvメッセージを単一のResvメッセージにマージするためには、任意の下流のサブツリーのトポロジに合わせるために任意の到達時間を備えるマージタイマを各分岐ノードに設定する必要があるため、最適なマージ時間を設定することが原理的に不可能な問題が生じる。

【0013】

さらに、ある程度大きなマージタイマを設定してResvメッセージをマージしたとしても、分岐ノードが多段に渡るためにマージタイマが連続してパス設定に膨大な時間がかかる問題点が生じること、さらに、リンク故障などの原因で、下流ノードが無応答な場合にも対応するためには、上流ノードからの分岐ポイントの段数に応じて、下流に近い分岐ノ

10

20

30

40

50

ードほどマージタイマを大きく設定する必要があるため、これを任意のツリートポロジに合わせて設定することが原理的に不可能である問題が生じる。また、この問題はP2MPのリーフ数が増大し、ツリー分岐段数が増大すればするほど、またツリートポロジが複雑になればなるほど、大きくなり、従来の方式では大規模ネットワーク環境下での使用に耐えない問題が生じた。

【0014】

さらに図6に示すように、設定したP2MPのツリー形状を記録するために、従来のRSVP-TEで規定されているPROをツリー形状のトポロジ情報も格納できるように拡張したTRROを用いて、ツリー情報を収集する場合に、Resvメッセージの分岐タイミングが合わないために、マージしたResvメッセージ分だけ、TRROがマージされてしまう問題、さらに不完全なTRROがセNDERノードに分割されて、任意の順番で到達する可能性があるために、セNDERノードが自身が設定したP2MPのLSP設定状態を、即座に正確に把握できない問題点が生じた。

10

【0015】

以上、説明したように従来方式では、パス設定時間、パス設定トポロジに依存しない高性能なP2MP設定が実現できない問題が存在した。

【0016】

図5にもう一つの従来のP2MP LSPの設定例を示す。図5の例ではノードAからリーフD、E、I、K、LにP2MP LSPを設定するために、P2MPのLSPをセNDERAからの明示的な複数のP2P LSPに分解して、それぞれのP2P LSPを複数回設定することにより一つのP2MP LSPを設定している。図5の例では、P2P LSP1:ABCD、P2P LSP2:ABCE、P2P LSP3:ABF、P2P LSP4:AGHI、P2P LSP5:AGJK、P2P LSP6:AGJLの6本のP2P LSPの設定を重ね合わせてリーフノード6個を持つP2MP LSPを設定している。

20

【0017】

この例からわかるように、この方式でP2MPのLSPを設定するためには、各P2PのLSPで設定経路が重なる場合にはリソースを共有してパスを設定するメカニズムが必要になる。例えば、ノードA・Bの区間ではリーフD、E、Fに通じるP2P LSPが同一経路を共有しているのでこの3本のP2P LSPでリンクを共有して（ラベルを共有して）パスを設定する。

30

【0018】

同じくノードB・Cの区間ではリーフD、Eがパスが重なっているのでリンクを共有してパスが設定される。この例ではツリーが大規模化すると、分解するP2PのLSP数が増大してしまう問題、さらに分割数の増大に伴い、LSP設定メッセージ数が爆発してしまう問題、さらに共有パスを設定するために、共有するP2PのLSP状態を各ノード数が運用管理する必要があるため、設定するツリーが大規模化しP2Pの分割数が増大し、共有情報が増大すると各ノードの運用管理情報が爆発しスケーラブルな運用・管理が実施できない問題が生じた。

【0019】

本発明は、このような背景に行われたものであって、大規模MPLSネットワーク環境で、複数の大規模なP2MP LSPをスケーラブルに高速設定および管理可能な通信プロトコルを提供することを主要な目的とする。また、P2MPLSの設定にあたって、設定するツリートポロジに依存せず、ツリー設定時にツリー設定起動ノードに設定ツリー情報を正確に通知することができる通信プロトコルを提供することを第二の目的とする。

40

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明で規定するP2MP MPLSパス設定技術は、P2MP転送においてQoS保証、トラヒックエンジニアリング転送が可能なP2MPのMPLS転送経路を設定するために規定されるものである。本プロトコルを実装したネットワークではP2MPのMPLS

50

転送経路をスケラブルに高速に設定できることを第一の特徴とする。さらに、P2MPのパスメッセージ交換終了時に正確に設定したP2MP LSP情報を収集できることを第二の特徴とする。

【0021】

従来の技術とは、設定するP2MPのツリートポロジに依存せず、いかなるツリーサイズ、ツリートポロジ形状であっても、パス設定起動ノードが単一のPathメッセージでP2MP LSPを一括設定できる点、さらにPathメッセージに対応した単一のResvメッセージを受信することでPathメッセージによる設定されたP2MP LSPのツリー形状が正確に把握できる点が大きく異なる。

【0022】

また、複数のリーフノードが存在するP2MP LSPを設定しても上流ノードへのResvメッセージのオーバーフローを生じさせないため、高速・高性能な運用が可能となるのみならず、各ノードが保持する設定情報の削減が可能になるなど経済的なノード構成を実現できる点が大きく異なる。

【0023】

すなわち、本発明の第一の観点は、MPLSパス設定方法であって、本発明の特徴とするところは、P2MPのパス設定起動ノードにより、P2MPの転送経路とこの転送経路上に設定すべきパス情報とをパス設定要求メッセージに格納し、このパス設定要求メッセージを指定されたP2MP転送経路の次ホップに送出するステップを実行し、このP2MP設定要求メッセージを受信したノードにより、自ノード上に要求されたP2MP転送経路が設定可能な場合には、この要求情報を自ノード内に一時保持し、メッセージ内のP2MP経路指定情報によりP2MP転送のネクストホップ経路を判定し、それらのP2MP転送経路上に存在する複数のネクストホップノード設定情報のうち、P2MP経路指定情報の最初に指定されているP2MPサブツリーを構成するネクストホップにこのP2MPサブツリーを構成するP2MP経路指定情報をコピーし、パス設定要求メッセージに格納し送出するステップを実行し、このパス設定要求メッセージは、上記ステップにより繰り返し処理された後に、宛先P2MPリーフノードに到達し、この宛先P2MPリーフノードにより、パス設定要求メッセージを受け取り、自身がP2MPリーフノードであることを判定するステップと、このパス設定要求メッセージが転送された経路にMPLS転送経路を設定可能なときには、このMPLSパスで使用するラベルを割当て、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップとを実行し、このパス設定確認メッセージを受信した上流ノードにより、自ノードが保持しているP2MPパス設定情報を確認し、このパス設定確認メッセージを送出した下流ノードが転送に使用するラベルを確認することにより自ノードとこの下流ノードとのラベルバインディングを確認するステップと、自ノードに格納したP2MP経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示されるP2MPサブツリーが存在しないときには、自ノードとさらに上流ノードとで使用するラベルを確定することにより、入力ラベルと出力ラベルとのラベル交換関係を確立するステップと、この確立するステップにより確立された上流ノード用に入力ラベル値をパス設定確認メッセージに格納し、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップと、自ノードに格納したP2MP経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示されるP2MPサブツリーが存在するときには、存在する次のP2MPサブツリーを構成するネクストホップノードに、このP2MPサブツリーを構成するP2MP経路指定情報をコピーしてパス設定要求メッセージに格納して送出し、このP2MPサブツリーを構成するP2MPのMPLS経路を設定するステップと、このP2MPのMPLS経路設定をP2MP経路指示情報に含まれる全てのP2MPサブツリーに対して繰り返し設定するステップと、P2MP経路指定情報に含まれる全てのP2MPサブツリーに対する前記下流ノードからの出力ラベルが確定すると、自ノードの前ホップノードとのラベル転送に使用する入力ラベルを付与し、この入力ラベルと前記設定された全ての下流のサブツリーに対するMPLS転送用の下流ラベルグループとのラベル交換関係を確立するステップと、上流の前ホップノードにこ

10

20

30

40

50

のラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップとを実行し、このような P 2 M P サブツリー設定が上流ノードに向かって階層的に設定され、P 2 M P 設定起動ノードに到達することにより、指定された P 2 M P 転送経路にしたがって P 2 M P の M P L S パスが設定されるところにある（請求項 1）。例えば、R S V P - T E のパス設定または確認機能（R F C 3 2 0 9）が適用される（請求項 2）。

【0024】

本発明の第二の観点は、ノードであって、本発明の特徴とするところは、P 2 M P のパス設定起動ノードが備える処理手段として、P 2 M P の転送経路とこの転送経路上に設定すべきパス情報とをパス設定要求メッセージに格納し、このパス設定要求メッセージを指定された P 2 M P 転送経路の次ホップに送出する手段を備え、この P 2 M P 設定要求メッセージを受信したノードが備える処理手段として、自ノード上に要求された P 2 M P 転送経路が設定可能な場合には、この要求情報を自ノード内に一時保持し、メッセージ内の P 2 M P 経路指定情報により P 2 M P 転送のネクストホップ経路を判定し、それらの P 2 M P 転送経路上に存在する複数のネクストホップノード設定情報のうち、P 2 M P 経路指定情報の最初に指定されている P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップにこの P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーし、パス設定要求メッセージに格納し送出する手段を備え、宛先 P 2 M P リーフノードが備える処理手段として、パス設定要求メッセージを受け取り、自身が P 2 M P リーフノードであることを判定する手段と、このパス設定要求メッセージが転送された経路に M P L S 転送経路を設定可能なときには、この M P L S パスで使用するラベルを割当て、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する手段とを備え、このパス設定確認メッセージを受信した上流ノードが備える処理手段として、自ノードが保持している P 2 M P パス設定情報を確認し、このパス設定確認メッセージを送出した下流ノードが転送に使用するラベルを確認することにより自ノードとこの下流ノードとのラベルバインディングを確認する手段と、自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在しないときには、自ノードとさらに上流ノードとで使用するラベルを確定することにより、入力ラベルと出力ラベルとのラベル交換関係を確立する手段と、この確立する手段により確立された上流ノード用に使用する入力ラベル値をパス設定確認メッセージに格納し、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する手段と、自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在するときには、存在する次の P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップノードに、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーしてパス設定要求メッセージに格納して送出し、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P の M P L S 経路を設定する手段と、この P 2 M P の M P L S 経路設定を P 2 M P 経路指示情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対して繰り返し設定する手段と、P 2 M P 経路指定情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対する前記下流ノードからの出力ラベルが確定すると、自ノードの前ホップノードとのラベル転送に使用する入力ラベルを付与し、この入力ラベルと前記設定された全ての下流のサブツリーに対する M P L S 転送用の下流ラベルグループとのラベル交換関係を確立する手段と、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する手段とを備えたところにある（請求項 3）。例えば、R S V P - T E のパス設定または確認機能（R F C 3 2 0 9）が適用される（請求項 4）。

【0025】

本発明の第三の観点は、プログラムであって、本発明の特徴とするところは、情報処理装置にインストールすることにより、その情報処理装置に、P 2 M P のパス設定起動ノードが備える処理機能として、P 2 M P の転送経路とこの転送経路上に設定すべきパス情報とをパス設定要求メッセージに格納し、このパス設定要求メッセージを指定された P 2 M P 転送経路の次ホップに送出する機能を実現させ、この P 2 M P 設定要求メッセージを受信したノードが備える処理機能として、自ノード上に要求された P 2 M P 転送経路が設定可能な場合には、この要求情報を自ノード内に一時保持し、メッセージ内の P 2 M P 経路指

定情報により P 2 M P 転送のネクストホップ経路を判定し、それらの P 2 M P 転送経路上に存在する複数のネクストホップノード設定情報のうち、P 2 M P 経路指定情報の最初に指定されている P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップにこの P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーし、パス設定要求メッセージに格納し送出する機能を実現させ、宛先 P 2 M P リーフノードが備える処理機能として、パス設定要求メッセージを受け取り、自身が P 2 M P リーフノードであることを判定する機能と、このパス設定要求メッセージが転送された経路に M P L S 転送経路を設定可能などときには、この M P L S パスで使用するラベルを割当て、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する機能とを実現させ、このパス設定確認メッセージを受信した上流ノードが備える処理機能として、自ノードが保持している P 2 M P パス設定情報を確認し、このパス設定確認メッセージを送出した下流ノードが転送に使用するラベルを確認することにより自ノードとこの下流ノードとのラベルバインディングを確認する機能と、自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在しないときには、自ノードとさらに上流ノードとで使用するラベルを確定することにより、入力ラベルと出力ラベルとのラベル交換関係を確立する機能と、この確立する機能により確立された上流ノード用に使用する入力ラベル値をパス設定確認メッセージに格納し、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する機能と、自ノードに格納した P 2 M P 経路指示情報を参照し、自ノードより下流に、設定指示される P 2 M P サブツリーが存在するときには、存在する次の P 2 M P サブツリーを構成するネクストホップノードに、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P 経路指定情報をコピーしてパス設定要求メッセージに格納して送出し、この P 2 M P サブツリーを構成する P 2 M P の M P L S 経路を設定する機能と、この P 2 M P の M P L S 経路設定を P 2 M P 経路指示情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対して繰り返し設定する機能と、P 2 M P 経路指定情報に含まれる全ての P 2 M P サブツリーに対する前記下流ノードからの出力ラベルが確定すると、自ノードの前ホップノードとのラベル転送に使用する入力ラベルを付与し、この入力ラベルと前記設定された全ての下流のサブツリーに対する M P L S 転送用の下流ラベルグループとのラベル交換関係を確立する機能と、上流の前ホップノードにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出する機能とを実現させるところにある（請求項 5）。例えば、R S V P - T E のパス設定または確認機能（R F C 3 2 0 9）を実現する（請求項 6）。 10 20 30

【0026】

本発明の第四の観点は、本発明のプログラムが記録された前記情報処理装置読取可能な記録媒体である（請求項 7）。本発明のプログラムは本発明の記録媒体に記録されることにより、前記情報処理装置は、この記録媒体を用いて本発明のプログラムをインストールすることができる。あるいは、本発明のプログラムを保持するサーバからネットワークを介して直接前記情報処理装置に本発明のプログラムをインストールすることもできる。

【0027】

これにより、情報処理装置を用いて、大規模 M P L S ネットワーク環境で、複数の大規模な P 2 M P L S P をスケラブルに高速設定および管理可能な通信プロトコルを実現し、また、P 2 M P L S P の設定にあたって、設定するツリートポロジに依存せず、ツリー設定時にツリー設定起動ノードに設定ツリー情報を正確に通知することができる通信プロトコルを実現することができる。 40

【0028】

【発明の実施の形態】

本発明実施形態を図 1 ないし図 3 を参照して説明する。図 2 は本実施形態の P 2 M P L S P 設定法を説明するための図である。図 3 は本実施形態の P 2 M P L S P 設定手順を説明するための図である。

【0029】

本実施形態は、M P L S パス設定方法であって、本実施形態の特徴とするところは、図 1 に示すように、P 2 M P のパス設定起動ノード A により、P 2 M P の転送経路とこの転送 50

経路上に設定すべきパス情報とをパス設定要求メッセージに格納し、このパス設定要求メッセージを指定されたP2MP転送経路の次ホップに送出するステップを実行し、このP2MP設定要求メッセージを受信したノードBにより、自ノードB上に要求されたP2MP転送経路が設定可能な場合には、この要求情報を自ノードB内に一時保持し、メッセージ内のP2MP経路指定情報によりP2MP転送のネクストホップ経路を判定し、それらのP2MP転送経路上に存在する複数のネクストホップノード設定情報のうち、P2MP経路指定情報の最初に指定されているP2MPサブツリーを構成するネクストホップにこのP2MPサブツリーを構成するP2MP経路指定情報をコピーし、パス設定要求メッセージに格納し送出するステップを実行し、このパス設定要求メッセージは、上記ステップにより繰り返し処理された後に、宛先P2MPリーフノードDに到達し、この宛先P2MPリーフノードDにより、パス設定要求メッセージを受け取り、自身がP2MPリーフノードであることを判定するステップと、このパス設定要求メッセージが転送された経路にMPLS転送経路を設定可能なときには、このMPLSパスで使用するラベルを割当て、上流の前ホップノードCにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップとを実行し、このパス設定確認メッセージを受信した上流ノードCにより、自ノードCが保持しているP2MPパス設定情報を確認し、このパス設定確認メッセージを送出した下流ノードDが転送に使用するラベルを確認することにより自ノードCとこの下流ノードDとのラベルバインディングを確認するステップと、自ノードCに格納したP2MP経路指示情報を参照し、自ノードCより下流に、設定指示されるP2MPサブツリーが存在しないときには、自ノードCとさらに上流ノードBとで使用するラベルを確定することにより、入力ラベルと出力ラベルとのラベル交換関係を確立するステップと、この確立するステップにより確立された上流ノードB用に使用する入力ラベル値をパス設定確認メッセージに格納し、上流の前ホップノードBにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップと、自ノードCに格納したP2MP経路指示情報を参照し、自ノードCより下流に、設定指示されるP2MPサブツリーが存在するときには、存在する次のP2MPサブツリーを構成するネクストホップノードDに、このP2MPサブツリーを構成するP2MP経路指定情報をコピーしてパス設定要求メッセージに格納して送出し、このP2MPサブツリーを構成するP2MPのMPLS経路を設定するステップと、このP2MPのMPLS経路設定をP2MP経路指示情報に含まれる全てのP2MPサブツリーに対して繰り返し設定するステップと、P2MP経路指定情報に含まれる全てのP2MPサブツリーに対する前記下流ノードD、Eからの出力ラベルが確定すると、自ノードCの前ホップノードBとのラベル転送に使用する入力ラベルを付与し、この入力ラベルと前記設定された全ての下流のサブツリーに対するMPLS転送用の下流ラベルグループとのラベル交換関係を確立するステップと、上流の前ホップノードBにこのラベルを格納したパス設定確認メッセージを送出するステップとを実行するところにある（請求項1）。これらのステップは、各ノードが備えた処理手段によって実現される（請求項3）。

【0030】

ノードBに通知されたこのパス設定確認メッセージは、ノードBからさらにP2MPのパス設定起動ノードAに到達する。これにより、指定されたP2MP転送経路に従ってP2MPのMPLSパスが設定される。本実施形態のMPLSパス設定装置には、RSVP-TEのパス設定または確認機能（RFC3209）が適用される（請求項2、4）。

【0031】

本発明は、汎用の情報処理装置にインストールすることにより、その情報処理装置に本発明のノードに相応する機能を実現させるプログラムとして実現することができる（請求項5、6）。このプログラムは、記録媒体に記録されて情報処理装置にインストールされ（請求項7）、あるいは通信回線を介して情報処理装置にインストールされることにより当該情報処理装置に、前記パス設定起動ノード、前記P2MP設定要求メッセージを受信したノード、前記宛先P2MPリーフノード、前記パス設定確認メッセージを受信した上流ノードにそれぞれ相応する機能を実現させることができる。

【0032】

以下では、本発明の実施例を図 1、図 2、図 3 を用いて説明する。図 2 は図 1 のツリーポロジを保持する P 2 M P L S P を設定する場合のメッセージシーケンスの概略を示す（請求項 1、2）。

【0033】

図 2 の例では、図 1 のツリーポロジを持つ P 2 M P L S P を設定するためにセNDERノード A は T E R O = { A (0) , B (1) , C (2) , D (3) , E (3) , F (2) , G (1) , H (2) , I (3) , J (2) , K (3) , L (3) } のパス設定情報を持つ。

【0034】

上記 P 2 M P L S P を設定するために（ステップ 1）ノード A は T E R O = { B (1) , C (2) , D (3) , E (3) , F (2) } を含んだ P a t h メッセージをノード B に送出する。 10

【0035】

（ステップ 2）上記 P a t h メッセージを受信したノード B は配下のサブツリー情報を保持するために受信した T E R O 情報をノード内に格納し、サブツリー C をツリー形状を示す T E R O = { C (2) , D (3) , E (3) } を含んだ P a t h メッセージをノード C に送出する。

【0036】

（ステップ 3）上記、P a t h メッセージを受信したノード C はノード C 配下のサブツリー情報を保持するために受信した T E R O 情報をノード内に格納し、サブツリー D のツリー形状を示す T E R O = { D (3) } を含んだ P a t h メッセージをノード D に送出する。 20

【0037】

（ステップ 4）前記 P a t h メッセージを受信したノード D は上流リンク C D 間のラベルスイッチングで使用するラベルを付与し、R e s v メッセージに格納して上流ノード C に通知する。

【0038】

（ステップ 5）前記 R e s v メッセージを受信したノード C は、前記ステップ 3 で格納したサブツリー配下情報から、ノード E に向けたサブツリーを未だ設定していないことを検出し、ノード E に向けて T E R O = { E (3) } を含んだ P a t h メッセージを送出する。 30

【0039】

（ステップ 6）ノード E は上流リンク C E 間のラベルスイッチングで使用するラベルを付与し、R e s v メッセージに格納して上流ノード C に通知する。

【0040】

（ステップ 7）ステップ 6 による C E 間のラベルスイッチングに使用するラベル通知を受けたノード C は、通知されたラベル情報をステップ 4 で通知された C D 間のラベルスイッチングに使用するラベル情報とともに、当該 L S P の B C 間で使用するラベルスイッチング用のラベル付与を行うと同時にこの上流ラベルと保持している下流の C D , C E 間のラベルのラベルバインディング関係を構築し、B C → C D , C E のラベルスイッチング経路を構築する。その後、この B C 間に使用する上流ラベルを R e s v メッセージに格納し上流ノード B に通知する。 40

【0041】

その後、（ステップ 8、9）同様のプロセスを経由してノード B がリーフ B F にラベルスイッチング経路を設定する。

【0042】

その後（ステップ 10）、ノード B が上流リンク A B のラベルスイッチング経路に使用するラベルを付与し、下流のサブツリー B C D E、B F から通知されたラベルとラベルバインディングを実施し、A B → B C , B F のラベル交換経路を設定する。と同時に A B で使用するラベルを R e s v メッセージに格納し、ノード A に通知する。このような S 1 ~ S 50

10のステップを通じてノードA配下のサブツリーA B C D E Fが設定される。

【0043】

次にノードAは（ステップ11）によりサブツリーA G H I J K Lの設定をS11～S22のプロセスで実施する。

【0044】

このとき、ノードA配下のサブツリーA B C D E FとA G H I J K Lは独立のサブツリーとして設定可能であるため、S1～S10の設定プロセスとS11～S22の設定プロセスとは独立の設定プロセスとして動作可能で、S1、S11を同時に起動させることも可能である。

【0045】

図3にこの動作メカニズムを用いたP2MP LSP設定における設定パスのツリートポロジ収集メカニズムを示す。提案方式を用いれば、上記説明したように、一筆書きの設定手順でパス設定できるため、分岐ノードでResvメッセージを上流に通知するときに必ず当該分岐ノードの下流に設定したサブツリー情報をTRROに設定して通知することが可能となる。

【0046】

例えば、図3のノードBではまず始めにサブツリーB C D E、その後、サブツリーB Fの設定、その後、サブツリーB Gの設定を行い、それぞれのサブツリー設定時にResvメッセージが設定したサブツリー情報、TERO = {C(0), D(1), E(1)}、TERO = {F(0)}、TERO = {G(0)}をノードBに通知しているので、ノードBは自身の配下に設定されているサブツリー全体のトポロジTERO = {B(0), C(1), D(2), E(2), F(1), G(1)}をマージしてパス設定起動ノードであるセnderノードAに単一のResvメッセージで正確に通知することができる。

【0047】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のP2MP MPLSパス設定技術を用いれば、任意のツリー形状、ツリーサイズ的环境下で、高速かつ高性能にP2MP LSPを設定可能とすることができる。さらに設定したP2MP LSPのツリー形状を受信するResvメッセージで正確に把握できる。以上、本発明を用いれば高性能でスケーラブルなP2MP MPLSネットワークを構築できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 P2MP LSP設定トポロジを示す図。

【図2】 本実施形態のP2MP LSP設定法を説明するための図。

【図3】 本実施形態のP2MP LSP設定手順を説明するための図。

【図4】 従来のP2MP LSP設定例を示す図。

【図5】 従来のP2MP LSP設定例を示す図。

【図6】 従来のP2MP LSP設定手順を説明するための図。

【符号の説明】

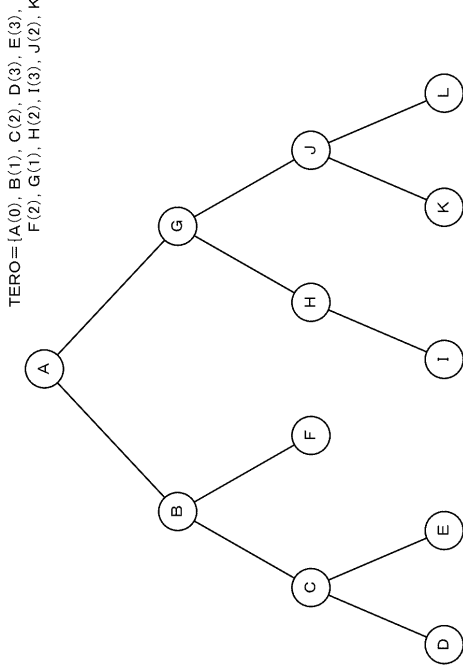
A～L ノード

10

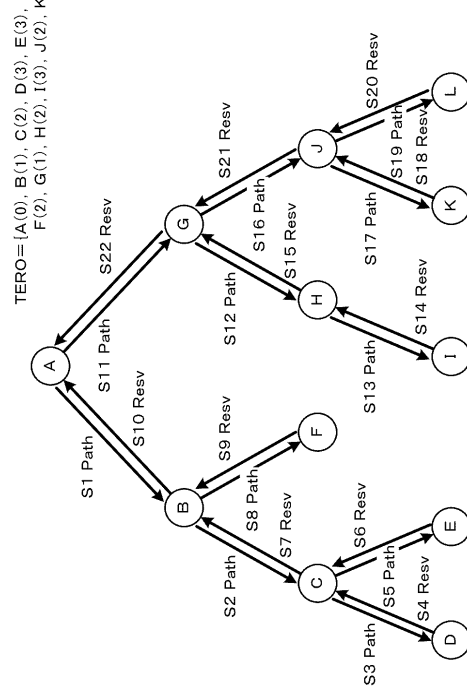
20

30

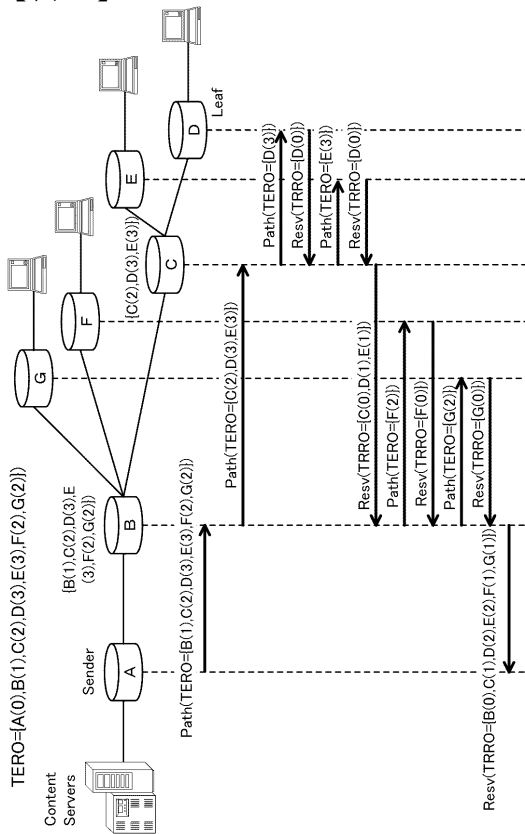
【図 1】



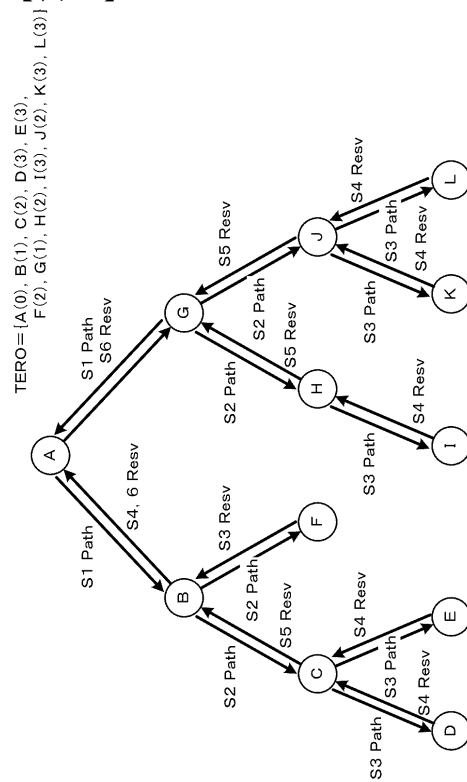
【図 2】



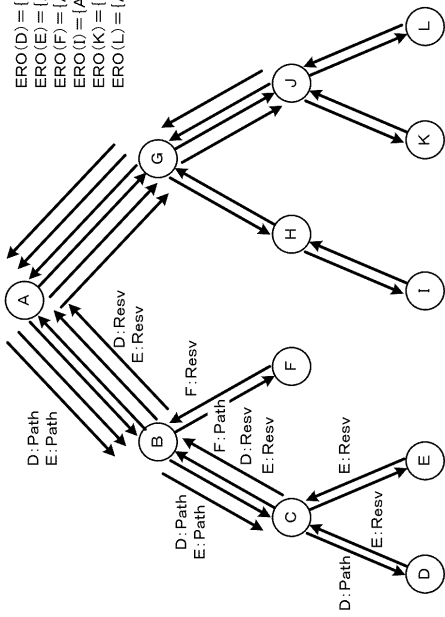
【図 3】



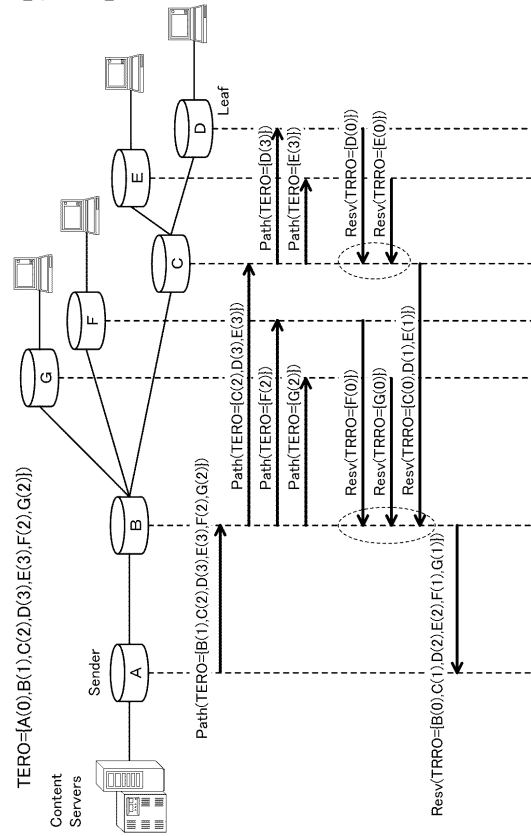
【図 4】



【図 5】
 $ERO(D) = \{A, B, C, D\}$
 $ERO(E) = \{A, B, C, E\}$
 $ERO(F) = \{A, B, F\}$
 $ERO(I) = \{A, H, I\}$
 $ERO(K) = \{A, G, J, K\}$
 $ERO(L) = \{A, G, J, L\}$



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 杉園 幸司

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA03 HB14 KX28 LD02