

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3762749号
(P3762749)

(45) 発行日 平成18年4月5日(2006.4.5)

(24) 登録日 平成18年1月20日(2006.1.20)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 4 L 12/56	(2006.01)	HO 4 L 12/56	Z
HO 4 L 12/46	(2006.01)	HO 4 L 12/46	I O O R

請求項の数 21 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2002-584558 (P2002-584558)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(86) (22) 出願日	平成13年4月19日(2001.4.19)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(86) 国際出願番号	PCT/JP2001/003343	(72) 発明者	百海 正実 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(87) 国際公開番号	W02002/087175	審査官	石井 研一
(87) 国際公開日	平成14年10月31日(2002.10.31)		
審査請求日	平成16年3月12日(2004.3.12)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リストレーション・プロテクション方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

IPネットワーク上でMPLSを実現するラベルスイッチングルータにおいて、
該ラベルスイッチングルータは、LSP (Label Switched Path) における受信リンクからの信号が検出されなくなった場合、前記LSPにおける該ラベルスイッチングルータから2つ以上上流のラベルスイッチングルータに、故障通知を行うことを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項2】

IPネットワーク上でMPLSを実現するラベルスイッチングルータにおいて、
ワーキングパスからリカバリーパスに切り替えるPSL (パススイッチラベルスイッチングルータ) は、ワーキングパスとリカバリーパスの両方を受信するPML (パスマージラベルスイッチングルータ) として、2つ以上下流のラベルスイッチングルータを選択することを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項3】

請求項2記載のラベルスイッチングルータにおいて、
PSLからPMLへ向かうワーキングパスとは逆方向のパスであるコントロールLSPを設定することを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項4】

請求項3記載のラベルスイッチングルータにおいて、
コントロールLSP上に伝送されるメッセージであって、コントロールLSPに切り替え

10

20

る際に通知されるメッセージには、メッセージタイプ、送信ラベルスイッチングルータのIPアドレス、切り替えるワーキングパス上にトラフィックを流しているLSPのグループの情報を含むことを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項5】

請求項2ないし4いずれか一項記載のラベルスイッチングルータにおいて、特定のPSLから特定のPMLへ向かうワーキングパス上にトラフィックを流している複数のLSPがある場合は、前記複数のLSPのグループを単位として、ワーキングパスからリカバリーパスに切り替えることを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項6】

請求項5記載のラベルスイッチングルータにおいてQoS (Quality of Service) 又はCos (Class of Service) が設定されているワーキングパスの場合は、前記LSPのグループを、更に、QoS 又はCos 毎にグループ化して、そのグループの単位でワーキングパスからリカバリーパスに切り替えることを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項7】

請求項5又は6記載のラベルスイッチングルータにおいて、PSLからPMLへ、リカバリーパスに切り替える一群のパスグループのLSP数とそのLSPの識別番号を通知し、PMLからの信号を受けて、リカバリーパスを一括して設定することを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項8】

請求項7記載のラベルスイッチングルータにおいてPSLからPMLへの前記一群のパスグループ毎に生成されたりカバリーパスでラベルスタックを用いて、その区間だけのラベルを付与してフォワーディングを行なうことを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項9】

請求項5ないし8いずれか一項記載のラベルスイッチングルータにおいて、PSLでトラフィックをリカバリーパスへ切り替える又はワーキングパスに切り戻すことが可能となるようにワーキングパス及びリカバリーにパスに関する情報をラベル処理部に記憶することを特徴とするラベルスイッチングルータ。

【請求項10】

請求項5ないし9いずれか一項記載のラベルスイッチングルータにおいて、PMLで受信するリカバリーパス上のフレームでリカバリーパス用のラベルを抜き取り、元々のLSPへマッピングすることができるように、ワーキングパスとリカバリーパスのそれぞれについてラベル処理部のエントリを格納するラベルスイッチングルータ。

【請求項11】

複数のラベルスイッチングを行うラベルスイッチングルータを有するラベルスイッチネットワークにおけるリストレーション・プロテクション方法において、前記ラベルスイッチングルータは、ラベルスイッチネットワーク上のパスであるLSPにおける受信リンクからの信号が検出されなくなった場合、前記LSPにおける該ラベルスイッチングルータから2つ以上上流のラベルスイッチングルータに、故障通知を行うことを特徴とするリストレーション・プロテクション方法。

【請求項12】

IPネットワーク上でMPLSを実現するリストレーション・プロテクション方法において、ワーキングパスからリカバリーパスに切り替えるPSL (パススイッチラベルスイッチングルータ) は、ワーキングパスとリカバリーパスの両方を受信するPML (パスマージラベルスイッチングルータ) として、2つ以上下流のラベルスイッチングルータを選択する

10

20

30

40

50

ことを特徴とするリストレーション・プロテクション方法。

【請求項 13】

請求項 12 記載のリストレーション・プロテクション方法において、
P S L から P M L へ向かうワーキングパスとは逆方向のパスであるコントロール L S P を
設定することを特徴とするリストレーション・プロテクション方法。

【請求項 14】

請求項 13 記載のリストレーション・プロテクション方法において、
コントロール L S P 上に伝送されるメッセージであって、コントロール L S P に切り替え
る際に通知されるメッセージには、メッセージタイプ、送信ラベルスイッチングルータの
I P アドレス、切り替えるワーキングパス上にトラフィックを流している L S P のグルー
プの情報を含むことを特徴とするリストレーション・プロテクション方法。 10

【請求項 15】

請求項 12 ないし 14 いずれか一項記載のリストレーション・プロテクション方法において
、
特定の P S L から特定の P M L へ向かうワーキングパス上にトラフィックを流している複
数の L S P がある場合は、
前記複数の L S P のグループを単位として、ワーキングパスからリカバリーパスに切り替
えることを特徴とするリストレーション・プロテクション方法。

【請求項 16】

請求項 15 記載のリストレーション・プロテクション方法において 20
Q o s (O u a l i t y o f S e r v i c e) 又は C o s (C l a s s o f S e r v i c e) が設定されているワーキングパスの場合は、
前記 L S P のグループを、更に、Q o s 又は C o s 毎にグループ化して、そのグループの
単位でワーキングパスからリカバリーパスに切り替えることを特徴とするリストレー
ション・プロテクション方法。

【請求項 17】

請求項 15 又は 16 記載のリストレーション・プロテクション方法において、
P S L から P M L へ、リカバリーパスに切り替える一群のパスグループの L S P 数とその
L S P の識別番号を通知し、
P M L からの信号を受けて、リカバリーパスを一括して設定することを特徴とするリス
トレーション・プロテクション方法。 30

【請求項 18】

請求項 17 記載のリストレーション・プロテクション方法において
P S L から P M L への前記一群のパスグループ毎に生成したリカバリーパスでラベルスタ
ックを用いて、その区間だけのラベルを付与してフォワーディングを行なうことを特徴と
するリストレーション・プロテクション方法。

【請求項 19】

請求項 15 ないし 18 いずれか一項記載のリストレーション・プロテクション方法において
、
P S L でトラフィックをリカバリーパスへ切り替える又はワーキングパスに切り戻すことが
可能となるようにワーキングパス及びリカバリーパスに関する情報をラベル処理部に記憶
することを特徴とするリストレーション・プロテクション方法。 40

【請求項 20】

請求項 15 ないし 19 いずれか一項記載のリストレーション・プロテクション方法におい
て、
P M L で受信するリカバリーパス上のフレームでリカバリーパス用のラベルを抜き取り、
元々の L S P へマッピングすることができるように、ワーキングパスとリカバリーパスの
それぞれのラベル処理部のエントリを格納するリストレーション・プロテクション方法。

【請求項 21】

宛て先のネットワークに対応するラベルを通知して、受信したラベルを基に、該ラベルが 50

入ったルーティングテーブルに更新することで、ラベルパスを設定して、そのパスにIPパケットヘッダの下位ヘッダに該当するラベルを参照してパケットを転送するルータにおいて、

前記ラベルパスを介して、パケットが受信されなくなった場合、前記ラベルパスにおける該パケットが受信されなくなったルータから2つ以上、上流のルータに障害通知を行うことを特徴とするルータ。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

【0001】

本発明は、MPLS (Multi-protocol Label Switching) ネットワーク内で、リンク故障又はノード故障等が発生し、トラフィックが中断又は品質低下した場合のリストレーション・プロテクション方法及びこの方法をIP (Internet Protocol) ネットワーク上で実現するラベルスイッチングルータに関する。

10

【従来の技術】

【0002】

OSIレイヤ3のIPネットワークを高速にフォワーディングする技術として、MPLSがIETF (Internet Engineering Task Force) で開発されている。

【0003】

20

ここで、MPLSの概要について説明する。

【0004】

図1に、MPLSのネットワーク構成を示す。MPLSネットワーク1は、ラベルエッジルータ (Label Edge Router、以下、LERという) 20~23やラベルスイッチングルータ (Label Switching Router、以下、LSRという) 10~13で構成される。これをMPLSドメインと呼ぶ。

【0005】

ここで、LER 20~23は、既存のIPインターネットネットワーク2~5との境界に位置し、パケットにラベルを付加又は削除することによって、高性能、高付加価値のネットワークレイヤサービスを実現するルータである。

30

【0006】

また、LSR 10~13は、ラベルが付加されたパケットやセルをラベル交換するルータであり、このLSR 10~13は、ラベル交換ばかりでなく、レイヤ3ルーティングやレイヤ2スイッチングをサポートするように構成することもできる。

【0007】

また、標準のネットワークレイヤのルーティングプロトコルと連携し、ラベルスイッチングによるインターネットネットワーク上のデバイス間でラベル情報を交換しあう際に用いられるプロトコルの一つとして、ラベルディストリビューションプロトコル (Label Distribution Protocol (LDP)) がある。

【0008】

40

図2は、図1のMPLSネットワーク1において、LER 20、LSR 10、LSR 11、LSR 12、LER 21には、第1のLSP (Label Switched Path; 以下、LSPという。) (LSP-1)が、LER 22、LSR 10、LSR 11、LSR 12、LER 22には、第2のLSP (LSP-2)が張られている。

【0009】

LSP-1において、LER 20は、MPLSドメイン内に到着したIPネットワーク2からのIPパケットフレームに、ラベルを付加して、LSR 10に転送する。このラベルが付加されIPパケットフレームは、LSR 11、LSR 12を介して、LER 21に転送される。LER 21で、ラベルが削除され、通常のIPパケットとして、IPネットワーク5へ転送される。

50

【 0 0 1 0 】

また、同様に、L S P - 2において、L E R 2 2は、M P L Sドメイン内に到着したI Pネットワーク3からのI Pパケットフレームに、ラベルを付加して、L S R 1 0に転送する。このラベルが付加されI Pパケットフレームは、L S R 1 1、L S R 1 2を介して、L E R 2 2に転送される。L E R 2 2で、ラベルが削除され、I Pネットワーク5へ転送される。なお、L S R 1 0、L S R 1 1、L S R 1 2では、パケットフレームを転送する際に、ラベルのスワッピングを行う。

【 0 0 1 1 】

ラベルスの付与、スワッピング、削除について、図3を用いて説明する。I Pネットワーク2、3からのI Pパケットフレーム31に、L E R 2 0、22は、例えば、ラベルAを付加して(図3のフレーム32参照)、L S R 1 0に転送する。L S R 1 0は、フレーム32を受信して、ラベルAをラベルBにスワッピングして(図3のフレーム33参照)、L S R 1 1に転送する。同様に、L S R 1 1、L S R 1 2は、それぞれ、ラベルをC、Dにスワッピングする。L E R 2 1、22では、ラベルを削除して(図3のフレーム36参照)、通常のI PパケットフレームとしてI Pネットワーク4、5に転送する。

10

【 0 0 1 2 】

次に、M P L Sで用いるラベルについて説明する。まず、M P L Sを実現するには、(ア)既存ラベルを用いる方法(図4のL A N、P P P参照)及び(イ)新規ラベルを定義する方法(4図のS H I Mヘッダ参照)の二つがある。

【 0 0 1 3 】

(ア)既存ラベルを用いる方法は、

(ア)ATM(A s y n c h r o n o u s T r a n s f e r M o d e)でのV P I (V i r t u a l P a t h I d e n t i f i e r)とV C I (V i r t u a l C h a n n e l I d e n t i f i e r)をラベルとする。

(イ)F r a m e R e l a yでのD L C I (D a t a - L i n k C o n n e c t i o n I d e n t i f i e r)をラベルとする。

(ウ)S O N E T (S y n c h r o n o u s O p t i c a l N e t w o r k) / S D H (S y n c h r o n o u s D i g i t a l H i e r a r c h y)でのタイムスロットをラベルとする。

(エ)D W D M (D e n s e W a v e l e n g t h D i v i s i o n M u l t i p l e x i n g)などのオプティカルデバイスでの波長をラベルとする。

(オ)物理的なインタフェースの入れ替えを行なうデバイスの物理インタフェース識別子をラベルとする。

方法である。

【 0 0 1 4 】

(イ)新規ラベルを定義する方法は、S H I Mヘッダと呼ばれる新たに定義されたラベルを用いる。S H I Mヘッダは、レイヤ3とレイヤ2との間に挿入される。S H I Mヘッダは、図5に示すように、4オクテッド構成で、20ビットのラベルの他、8ビットのT T L (T i m e T o L i v e)、1ビットのラベルスタック用のポインタS等が含まれる。ラベルスタックは、ラベルの階層化のために用いられる。また、T T Lは、ラベルを存在させる期間(経路するルータ数で示す。)である。

20

30

40

【 0 0 1 5 】

また、I Pネットワーク上でこのM P L Sを使用することで以下のことが可能となる。

(1)レイヤ3であるI Pレイヤから、S H I Mヘッダ、ATMのV P I / V C I、フレームリレーのD L C I、S O N E T / S D Hのタイムスロット、オプティカルの波長、物理的なインタフェースなどレイヤ2及びレイヤ1をラベルとして扱い、その付与、削除、交換などの制御をする。

(2)M P L Sが実施できるネットワークの入り口ノード(I n g r e s s N o d e、図2におけるL E R 2 0、22)でサブネットマスクを考慮に入れたI Pの宛先検索(I Pフォワーディングの処理)の結果取り出されたトラヒックのI Pパケットにラベルを付与

50

し、中継ノードでそのラベルを使用してフォワーディングすることにより、従来のIPネットワークのようにフォワーディング系路上のすべてのノードがIPフォワーディング処理を行なうことがないので、各ノードでそのIPパケットのフォワーディングにかかる時間を短縮することができる。

(3) 通常、IPネットワークでは宛先IPアドレスまでのルータ数又は宛先ネットワークまでの物理的な帯域に対応したコストとしてメトリックという指標を用いて、それが小さくなるようなルートを選択する。しかしその指標であるメトリックが物理的なトポロジーに基づいて、実際のトラフィック負荷を加味していないので、メトリックの小さい特定のリンクに集中することがある。MPLSネットワークではラベルを使用して強制的にルート指定する(Constraint Based Routing)ことが可能であり、

10

トラフィックを予測に基づき負荷分散し、ネットワークを効率的に利用することができる。(4) 重複する可能性のあるVPN(Virtual Private Network)などでプライベートに使用されるIPアドレスをMPLSネットワーク内の入り口ノードと出口ノード(Egress Node)のみで意識し、中継ノードではそのIPアドレスを意識することなく、ラベルを使用してフォワーディングするため、VPNを提供できるコアネットワークとしてスケラビリティが高くなる。

(5) MPLSネットワーク内の各ノードでQoS(Quality of Service)又はCoS(Class of Service)を満たす使用帯域や伝送遅延などのリソースをラベル作成時に割り当てることによって、物理リンク上にラベルのついた論理的なリンク(パス)ができ、IPだけでできるネットワーク以上の品質を保証すること

20

ことができる。(6) MPLSネットワークではリンク故障やノード故障などの故障に対するトラフィックのリカバリーメカニズムとして使用し、プロテクションパスとなるMPLSのリカバリーパスを用意することによって、IPネットワークの場合のリルーティングより早くに復旧を行なうことができる。

(7) MPLSネットワークではラベルをスタックさせることにより、異なるラベル手法のMPLSドメインで新たにラベルを追加することで、トラフィックの階層化が可能になる。

【0016】

上記したリカバリーとは、リンク故障又はノード故障やネットワークの品質劣化などが発生したトラフィックを、ネットワークとして自動的にトラフィックを復旧させることであり、本明細書では、以下のように分類する。

30

【0017】

(ア) ルーティングの再計算行なって、復旧させるメカニズムをリルーティングという。

【0018】

(イ) 代替パスを故障発生後にセットアップし復旧させるメカニズムをリストラクションという。

【0019】

(ウ) ワーキングパスをセットアップするときに、ほぼ同時に、代替パス(プロテクションパス)をセットアップし復旧させるメカニズムをプロテクションという。

40

【0020】

トラフィックが復旧するまでの時間で比較すると、リルーティング、リストラクション、プロテクションの順に小さくなる。以下では、IPのみで構築されたネットワークの場合、トポロジードリブンのMPLSネットワークの場合、強制的なルート指定(Constraint Based Routing)が使用されるMPLSネットワークの場合の3通りについて従来のリカバリーメカニズムを説明する。

【0021】

しかし、その前に既存のIPネットワーク、MPLSネットワークで使用される次のプロトコルについて、以下順次説明する。

・OSPF

50

- ・ L D P
- ・ C R - L D P (C o n s t r a i n t b a s e d R o u t i n g L D P)
- ・ R S V P - T E (E x t e n s i o n t o R e s o u r c e r e s e r v a t i o n P r o t o c o l f o r L S P T u n n e l)
- ・ ループ予防 (L o o p P r e v e n t i o n)

(1 - 1) O S P F

既存のルーティングプロトコルとしては以下を想定し、一般的にこれらは内部ルーティングプロトコルと外部ルーティングプロトコルとして分類される。

【 0 0 2 2 】

O S P F の 内 部 ゲートウェイプロトコル (I G P : I n t e r i o r G a t e w a y P r o t o c o l) は、ある独立した管理体 (自律システム、 A S : A u t o n o m o u s S y s t e m) 内 で 動 作 す る も の で、O S P F、I n t e g r a t e d I S - I S (I n t e r m e d i a t e S y s t e m s - t o - I n t e r m e d i a t e S y s t e m s f o r I n t e r n e t P r o t c o l) 等 がある。

【 0 0 2 3 】

また、外部ゲートウェイプロトコル (E G P : E x t e r i o r G a t e w a y P r o t o c o l) は、ある独立した管理体 (自律システム) 間 で 動 作 す る も の で、B G P - 4 (B o r d e r G a t e w a y P r o t o c o l V e r s i o n 4) 等 である。

【 0 0 2 4 】

O S P F は I G P ルーティングプロトコルとして使用される。また、O S P F では、A S 内のトポロジーを記述したデータベースをその A S で 共有し、そのデータベースからルーティング情報をショーテストパスツリー (S h o r t e s t P a t h T r e e) を 使用してダイクストラ (D i j k s t r a) のアルゴリズムの計算が行なわれる。このショーテストパスツリーを作成するときの指標がメトリックである。このメトリックが宛先 I P アドレスまでのルータ数として扱う B G P - 4 をディスタンスベクター (D i s t a n c e V e c t o r) 型、宛先ネットワークまでの物理的な帯域に対応したコストとして扱う O S P F や I S - I S をリンクステート (L i n k S t a t e) 型という。

【 0 0 2 5 】

O S P F の動作を図 6 に示す。図 1 及び図 2 において、L E R - 2 0 を新規に、M P L S ネットワーク 1 に追加する場合を例示している。図 6 は、セッション確立のネゴシエーション、データベース情報の同期化及びルーティング情報のフラディングのステップを有する。

【 0 0 2 6 】

新規に追加されたルータ L E R - 2 0 が既にあるルータ L S R - 1 0、L S R - 1 1、L S R - 1 2、L E R - 2 1 で構成されるネットワークに接続されると、O S P F は、まず、H e l l o メッセージを用いて、お互いの O S P F のバージョンや能力などの動作パラメータをチェックし、ルーティング情報を交換し合って、隣接関係を確立する (セッション確立のネゴシエーション) 。

【 0 0 2 7 】

この隣接関係を確立して初めて L E R - 2 0 と L S R - 1 0 同士で情報のやり取りが行なわれるようになる。この情報はルーティング情報の元になるものであり、お互いが持つトポロジーデータベース、つまり L E R - 2 0 は、その配下に接続されるネットワークのトポロジー情報を、また、L S R - 1 0 は、既に持っている L E R - 2 0 以外のネットワークのトポロジー情報を、D D (D a t a b a s e D e s c r i p t i o n) E x c h a n g e メッセージを使用して交換する (データベース情報の同期化) 。

【 0 0 2 8 】

L S R - 1 0 は、新規に L E R - 2 0 から L i n k S t a t e A d v e r t i s e m e n t (リンク状態通知) として通知されたトポロジー情報を L E R - 2 0 が加入する前に隣接関係が確立しているルータに順次伝播する (ルーティング情報のフラディング) 。

この図6では、LSR-10から、LSR-11、LSR-12、LER-21と通知される。Link State Advertisementは、Link State Request/Acknowledgment/Updateメッセージを使用して行なわれる。

【0029】

トポロジ情報がLER-21まで通知され、それぞれのルータがルーティング情報を更新することで、LER-20とLER-21間で通信することができるようになる。

【0030】

このルーティング情報の主な要素は、宛先ネットワークアドレス、サブネットマスク、次ホップアドレス、次ホップアドレスが接続するインタフェース、メトリックがある。宛先ネットワークアドレスは、IPv4の場合4バイト、IPv6の場合16バイトのサイズで、ネットワークを表すIPアドレスでサブネットマスクとのAND計算した結果が有効な値となる。サブネットマスクは、ネットワークアドレスに対応してIPv4の場合4バイトで、IPv6の場合16バイトのサイズで有効な上位ビット位置まで1が立つ。次ホップアドレスは、ネットワークアドレスとサブネットマスクで指定されたネットワーク行きのトラヒックを隣接するどのルータに送信すればよいかを指定する。次ホップアドレスが接続するインタフェースは、その隣接ルータが接続するインタフェースである。メトリックは、同じネットワークアドレスとサブネットマスクが存在する場合にこのメトリックの最小のものを選択する。ルーティング情報は、OSPF以外のルーティングプロトコルでも作成され、複数のルーティングプロトコルが動作している場合には共通のデータベースとしてもよい。

10

20

【0031】

(1-2) LDP

MPLSネットワークにおけるラベルは、ルーティング情報のネットワークトポロジに対応して付与してもよい。そのとき、ラベルバインディング(ラベル結合)を配布するときに使用されるプロトコルとしてLDPが使用される。

【0032】

LDPの動作を図7に示す。図7において、LDPは、その機能が使用されるに先立って、隣接のLSRとの間で、ラベル要求・配布の処理が行なえるような通信状態(セッション)が確立される。新規に追加されたルータLER-20が既にあるルータLSR-10、LSR-11、LSR-12、LER-21で構成されるネットワークに接続されると、LDPは、まず、TCP(Transmission Control Protocol)で通信ができる状態になり、その上でHelloメッセージを用いて、お互いのLDPのバージョン情報や能力などの動作パラメータをチェック(ネゴシエーション)し、ラベル情報を交換し合って、隣接関係を確立する。

30

【0033】

次に、ラベル情報を新規に作成する場合は、ネットワーク内のトポロジの変化により、ルータ内に設けられているフォワーディング情報ベース(FIB: Forwarding Information Base)の情報が更新された(追加された)ときに、LDPはそのエントリに合わせて、ラベルの要求をするために下流のLSR-10にLabel Requestメッセージを送信する。このメッセージにはTLV(Type-Length-Value)で示される情報要素が含まれる。なお、前記FIBは、ルーティング情報を簡易化したものである。

40

【0034】

後述する本発明では、FEC TLV(Forwarding Equivalence Class Type-Length-Value)が使用される。FEC TLVは、要求するラベルによって運ばれるトラヒックの情報を示し、例えばネットワークアドレスとサブネットマスクで示される。

【0035】

なお、オプションとして、後述するループ予防(Loop Prevention)のた

50

めの Path Vector TLVを使用する。ループ予防のためでなく、この Path Vector TLVメッセージによって作成されるパス上の LSR のリストを利用する。

【0036】

この Label Request メッセージの処理の仕方には2つのモードがある。つまり、2つのルータ間のみで独立してラベル配布が行なわれる Independent Label Distribution 制御と、要求をラベルによって処理できる境界のルータ (LER) まで流し、そこからラベル配布が順番に行なわれる Ordered Label Distribution 制御である。

【0037】

図7では、LER-20とLSR-10間で、Independent Label Distribution 制御でラベル配布が行なわれている。

【0038】

この Label Request メッセージによって要求されたトラフィックに対し、ラベルを付与する処理は、Label Mapping メッセージを使用して行う。Label Request メッセージで要求した LSR に対する応答として、Label Mapping メッセージを転送して、順次、ラベルを配布する。

【0039】

本発明において、TLVは要求に対して割り振られたラベル値を示す。

オプションとして、Path Vector TLVや要求を示す Label Request Message ID TLVが使用できる。要求を送信した LSR に、この Label Mapping メッセージでラベルが配布されることによって、ラベルを使用したフォワーディングが可能となる。

(1-3) CR-LDP

Constraint based routing を実現するためのシグナリングプロトコルとして、LDPを拡張したCR-LDPを使用する。CR-LDPの動作を図8に示す。

【0040】

CR-LDPは、ラベル配布処理をOrdered Label Distribution 制御で行い、LDPのメッセージに含まれるTLVを増やし、拡張したものである。

【0041】

以下に本発明で使用される Label Request メッセージで追加されたTLVは以下のものがある。

【0042】

LSP-ID TLV (Label Switched Path Identifier Type - Length - Value) は必須であり、LSPを識別するために使用する。

【0043】

ER TLV (Explicit Route Type - Length - Value) はオプションであり、LSPで設足される LSR のリストが含まれる。

【0044】

Traffic TLVは、オプションであり、LSPで流されるトラフィックの特性を記述する。Label Mapping メッセージで追加されたTLVは、LSP-ID TLVとTraffic TLVがあり、オプションである。

(1-4) RSVP-TE

Constraint based routing をLSP Tunnelとして実現するためのシグナリングプロトコルとして、RSVPを拡張したRSVP-TEを使用する。

【0045】

RSVP-TEの動作を図9に示す。RSVPではLDPのTLVに対応するものとして

10

20

30

40

50

オブジェクトとして表現される。

(1 - 5) ループ予防

L S P の設定時及び設定後の通信において、その L S P がループしていないかをチェックするためのループ予防の機能が R S V P - T E 及び L D P にある。この機能は、R S V P - T E では R E C O R D _ R O U T E オブジェクトで、L D P では P a t h V e c t o r T L V で実装される。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 に示すように、ラベル要求である R S V P - T E の P A T H メッセージ又は L D P の L a b e l R e q u e s t メッセージにて、このオブジェクト又は T L V を入れる。このメッセージを処理する L S R は、まず、このオブジェクト又は T L V の中にある L S R - I D (L S R の I P アドレス) リストを参照し、この中に自分の I P アドレスがあるかないかをチェックする。もし、ないならば、自身の I P アドレスをその L S R - I D リストに追加し、それをこのオブジェクト又は T L V に入れて、次の L S R へと送信する。もし、自身の I P アドレスがあるならば、既にその L S R で処理していることになるので、トラヒックがループして、ネットワーク内を巡っていることになる。その場合は、ラベル要求の処理を継続せずにエラーメッセージとともに送信元に返送する。

10

【 0 0 4 7 】

L S P の出口ノードである E g r e s s N o d e まで到達すると、L S P の入り口ノードである I n g r e s s N o d e から順番に L S R - I D リストが完成する。次にラベル配布である R S V P - T E の R E S V メッセージ又は L D P の L a b e l M a p p i n g メッセージは、このオブジェクト又は T L V のラベル要求の場合と同様に、ループがなければ、L S R - I D を追加して上流の L S R に渡される。L S P の I n g r e s s N o d e まで到達すると、L S P の E g r e s s N o d e から順番に L S R - I D リストが完成する。

20

【 0 0 4 8 】

中継ノードでは、L S P 全体の L S R - I D リストは一度では持てないが、この I n g r e s s N o d e からと E g r e s s N o d e からの 2 つの L S R - I D リストをマージすることで、持つことができる。

【 0 0 4 9 】

次に、ネットワークにノード故障、リンク故障が発生したとき、

- ・ I P のみで構築されたネットワークの場合、
- ・ トポロジードリブンの M P L S ネットワークの場合
- ・ 強制的なルート指定が使用される M P L S ネットワークの場合

について、順次説明する。

30

【 0 0 5 0 】

(2 - 1) I P のみで構築されたネットワークの場合

ここでは、先に説明した O S P F をルーティングプロトコルとして用いた場合を説明する。I P ネットワークでは、新規に追加されたルータ A がネットワークに接続されたときに、既存のルーティングプロトコルで通信を開始するために、動作パラメータのチェックや隣接関係の確立を行なう。

40

【 0 0 5 1 】

そして各ルータが持つトポロジーデータベースを交換し、そのデータベースからルーティング情報が作成される。さらに、このルーティング情報から実際の I P フォワーディングに使用される F I B がキャッシュデータとして構築される。この F I B の主な情報要素は、ネットワークアドレス、そのサブネットマスク、出力インタフェースである。このルーティングプロトコルによるルーティング情報の交換は、そのネットワークに接続しているルータから注入されて、それと隣接関係を組むルータからルータに順次伝播されて、その I P ネットワーク全体に通知される。この情報の伝わり方をフラッディングと呼ぶ。この I P ネットワーク全体に通知され、各ルータで F I B にそのルーティング情報が反映されることで、この I P ネットワークのどこからでも新規に接続されたネットワーク A へトラ

50

ヒックを送信することが可能になる。

【 0 0 5 2 】

ネットワークのトポロジーのすべての情報をすべてのルータで共有するとメモリを大量に必要とするので、特定のルータ群をエリアに分け、そのエリア内のトポロジー情報は共有するが、エリア外の情報は途中のルータにてサマライズして、簡潔なトポロジー情報とすることができる。また、プライベートIPアドレスで記述されるネットワークは、一般的に、そのエリア以外にはトポロジー情報をフラッディングしない。

【 0 0 5 3 】

次に、IPでのフォワーディングについて説明する。ルータはIPパケットを受信すると、そのIPパケット内に記述された宛先IPアドレスをキーとしてルーティングプロトコルによって設置されたFIBを検索し、そこに記述される出力インタフェースにパケットを送出する。その検索方法はIPアドレスとサブネットマスクとのAND計算を取り、その結果とネットワークアドレスが一致するかどうかを見て、さらに、サブネットマスクが最長となるものを選択する(これをロングストマッチの検索という)。例えば、IPv4の場合でネットワークアドレスが133.161.44.0、サブネットマスクが255.255.255.0、出力インタフェース1のFIBの1エントリを、宛先IPアドレス(キー)が133.161.44.65で検索する場合は、キーの133.161.44.65とサブネットマスクの255.255.255.0とのAND計算の結果133.161.44.0が導き出され、この値が、このエントリのネットワークアドレスと一致する場合に、このエントリは、選択される候補の1つとなる。別のFIBのエントリで、ネットワークアドレスが133.161.44.64、サブネットマスクが255.255.255.192、出力インタフェース2が候補にある場合は、サブネットマスクが後者の方が大きいので、後者が選択されIPパケットが出力インタフェース2から送られる。

【 0 0 5 4 】

この動作が各ルータで個々に行なわれて、最終的に目的の宛先IPアドレスを持つ端末まで届けられる。そのため事前にコネクションを張ることなく、通信ができるため、IPネットワークをコネクションレス型という。このIPネットワークでリンク故障が発生した場合を、図11を用いて説明する。

【 0 0 5 5 】

リンク故障は、まず、リンクレイヤ2以下の故障検出メカニズムで検出される。送受信が物理的に同一の回線(ファイバ)の場合は両端のルータで検出されるが、送受信が別の回線(ファイバ)では受信ルータ(図11では、LSR12)のみで検出される。後者の場合は、ATMの場合におけるRDI(Remote Defect Indicator)のように受信ルータから送信ルータに通知を行なう(図11では、LSR12からLSR13へのLSAckメッセージで通知する)ことで、送信ルータでもリンク故障の認識ができる。これらの検出時間は一般的に数ミリ秒で行なわれる。また、ルーティングプロトコル自身による生存確認メカニズム(HelloメッセージやTCPの応答確認など)の応答タイムアウトでもリンクの故障検出が可能であるが、検出時間はOSPFのデフォルトで90秒であり、一般的に数十秒で行なわれる。

【 0 0 5 6 】

このリンク故障を検出したルータではリンク故障となったリンクのメトリックを使用不可になるように最大値に設定する。これによりそのルータのルーティング情報は更新され、同じネットワークアドレスとサブネットマスクでメトリックの値が小さいエントリがFIBに設定される。

【 0 0 5 7 】

トラヒックは、新規に設定されたFIBのエントリを見て、フォワーディングされるため、別の出力インタフェースにIPパケットを送出することになる。

【 0 0 5 8 】

また、同時にその更新されたメトリックを含む情報を隣接するルータにフラッディングし

10

20

30

40

50

、ルーティング情報とFIBの更新を行なうことにより、その隣接するルータも今までその故障したリンク上を通るルートを指定していたトラヒックを別のリンク上を通るようにルート指定する。

【0059】

これをルータからルータに順次伝播され(フラッディングされ)て、そのIPネットワーク全体に通知される。最初に流れたトラヒックが復旧すれば、新たにこのルーティング情報が処理されて、再度通信が行なうことができるようになる。このリルーティングによるリカバリーメカニズムでは、故障発生からリカバリーが完了するまでは、関わるルータのルーティング情報の更新が必要であり、少なく見ても数十秒から数分の時間がかかっている。

10

【0060】

ノード故障が発生した場合も、図12に示すように、故障を検出するルータがリンクの受信側(LSR12)のルータから故障したルータに隣接するルータ(LSR10とLSR12)に変わるだけで同様のことが行なわれる。

【0061】

このように、IPのみのネットワークでは、ルーティングプロトコルによるルーティング情報の更新をベースにしたリルーティングのリカバリーメカニズムを採用することとなり、数十秒から数分の時間を要する。

【0062】

(2-2)トポロジードリブンのMPLSネットワークの場合
このMPLSネットワークは一般的には、IPネットワークのルーティング情報(ネットワークのトポロジー)の変化を使用して動作する。トポロジードリブンのMPLSネットワークでは、LDPによりラベルの交換が行なわれる。まず、LDPは隣接のLSRとの間でセッション(通信できる状態)を確立する。実際のラベルのネゴシエーションに先立って、IPネットワークで行なわれているルーティング情報の交換が行なわれ、FIBが構築される。

20

【0063】

次に、このFIB更新を契機としてFIBに設定されているトポロジーを元にLDPを使用してラベル要求が行なわれる。この要求によりトラヒックの下流からラベルが付与される。このラベルは宛先ネットワークに向かう片方向のトラヒックに対して付与されており、双方向ではない。このラベルを元に各LSRではラベル情報(LIB: Label Information Base)を作成する。

30

【0064】

MPLSネットワーク内でラベルの要求・配布が終わると、MPLSネットワークとMPLSが実行できないIPだけのネットワークの境界のLER間にラベルに沿ったLSPが構築される。MPLSネットワークでのパケットのフォワーディング方法は、入り口のノードでIPアドレスを参照し、IPパケットにラベルを付与(Label Push)し、LIBを参照してフォワーディングされ、中継ノードではLIBを参照してMPLSフレームのラベルスワップ(Label Swap)と呼ばれるラベルの入れ替えを実施し、フォワーディングされ、出口のノードでMPLSフレームのラベルを抜き取り(Label Pop)、出力インタフェースに送出することで行なわれる。このトポロジードリブンのMPLSネットワークでリンク故障が発生した場合を、図12に示す。

40

【0065】

MPLSでは片方向のみのLSPを設定するので、リンク故障が発生してもそれを検出後に通知する術がMPLS自身には現在のところない。そのためIPネットワークの手助けが必要であり、IPネットワークのリカバリーメカニズム(リルーティング)を処理した後に、再度そのトポロジーに合わせてLSPを再設定することにより行なわれる。

【0066】

ノード故障が発生した場合も故障検出するLSRが違うが、同様のことが、図13に示すように、行なわれる。

50

【 0 0 6 7 】

したがって、このトポロジードリブンのMPLSネットワークでは、IPネットワークのトポロジークラスにしているため、IPのみのネットワークの場合と同様にリカバリーメカニズムとしてルーティングプロトコルによるルーティング情報の更新によるリルーティングがまず実行され、その上でLSPの再設定が行なれる。それゆえ、IPネットワークと同様に、トラヒックが復旧するまでに数十秒から数分の時間を要する。

【 0 0 6 8 】

(2-3) 強制的なルート指定が使用されるMPLSネットワークの場合

この強制的なルート指定が使用されるMPLSネットワークではLSPに対して以下の条件のときに設定が行なわれる。

- ・通るリンクが指定される。
- ・ある帯域や伝送遅延などのパラメータが指定されることにより通るリンクが限定される。

【 0 0 6 9 】

条件が指定されたMPLSネットワークの入り口にあるLERは、この条件と足りない部分をルーティング情報やFIBやルーティングプロトコルを拡張してフラッディングされる情報を用いて、LSPとして設定すべきルートを検索する。その検索の結果、LSP上のすべてのLSRを指定するか、その一部を指定するかのいずれかでルート指定する。

【 0 0 7 0 】

このルート指定の情報をRSVP-TE又はCR-LDPを使用してネゴシエーションされる。このLSPに対して強制的にルート指定するCR-LSPの要求はそのメッセージの中で指定されたLSRの経路に従い順次処理される。宛先ネットワークに接続した又は近いMPLSネットワークのLERでラベルとともに折り返され、宛先ネットワークに向かう片方向のみのLSPが設定される。図15に、強制的なルート指定が使用されるMPLSネットワークでのリンク故障が発生した場合を示す。図15では、LSR10、LSR13、LSR12において、リカバリーパスを事前に設定している。

【 0 0 7 1 】

ここでも、MPLSでは片方向のみのLSPを設定するので、リンク故障が発生してもそれを検出後に通知する術がMPLS自身には現在のところない。

【 0 0 7 2 】

そのため、IPネットワークの手助けが必要であり、元々トラヒックが流れた故障リンクより上流のLSRに通知はされる。しかし、リカバリーパスが保守的に設定されているPSL(パススイッチLSR)にその通知が到達し処理することにより、リストラクションの場合はRSVP-TE又はCR-LDPでの実際のセットアップが必要になるが、トラヒックをリカバリーパス側に切り替えることが可能である。

【 0 0 7 3 】

このリカバリーパスが設定される区間により、トラヒックのIngress NodeとEgress Node間で行なうグローバルリペアーと中継ノード間をできる限り小さくしたローカルリペアーの2つの方式がある。一般的にPSLへの通知で伝送遅延がある分、ローカルリペアーよりもグローバルリペアーの方が復旧にかかる時間が大きい。

【 0 0 7 4 】

また、リカバリーパスを故障発生前に設定しておくことで、予めリカバリーパスの経路上にあるLSRを抽出しておき、その設定を故障発生後に行なうことでリストラクションをリカバリーメカニズムとして使用できる。ローカルリペアー方式でプロテクションとしてリカバリーパスをセットアップすることで、数秒以内に切り替えることが可能である。

【 0 0 7 5 】

ノード故障が発生した場合も故障検出するLSRが違うが、図13に示すように、同様のことが行なわれる。

【 0 0 7 6 】

したがって、この強制的なルート指定が使用されるMPLSネットワークでは、IPネッ

10

20

30

40

50

トワークでのリルーティング以外に、保守的にリカバリーパスを設定しておくことで、リストレーションやプロテクションを行なうことができる。トラヒックが復旧するまでに数秒以内の時間を要する。

【0077】

従来までのMPLSリストレーションは、図15に示すように、各LSP毎に、LSPを設定しなおす必要がある。実線のパスから、点線のパスに変更するとき、LSP-1~LSP5毎に、新たに、LSP-1'~LSP5'を設定する必要がある。

【0078】

図16に、従来までのMPLSリストレーション前後のデータフォーマットを示す。

【0079】

MPLSリストレーション前では、LSP-1とLSP-2が、LSR10、LSR-11、LSR-12に張られ、MPLSリストレーション後に、LSP-1'とLSP-2'が、LSR10、LSR-13、LSR-12に張られた場合について、そのデータフォーマットの例を示す。

【0080】

リストレーション前では、LSP-1において、LSR-10でlabel-a1からlabel-a2に変更され、LSR-11でlabel-a2からlabel-a3に変更され、LSR-12でlabel-a3からlabel-a4に変更されていた。それが、リストレーション後では、LSP-1において、LSR-10でlabel-a1からlabel-a2'に変更され、LSR-13でlabel-a2'からlabel-a3'に変更され、LSR-12でlabel-a3からlabel-a4に変更される。

【0081】

また、LSP-2においても同様な処理が行なわれる。

【発明が解決しようとする課題】

【0082】

ところで、従来例のものには、図17、図18に示すように、事前にリカバリーパスを設定していても、実際に、新しいリカバリーパスが設定され、トラフィックが流れるまでに、相当の時間が必要となる等の次のような問題点がある。

(問題点1)リンク故障やノード故障を検出した(LSRを含む)ルータが、トラフィックの切り替えポイントとなるルータへの通知が、ルーティングプロトコルのフラッディング手法を使用しているためルータ毎に処理が必要であり数十秒以上の時間がかかり、トラフィックの復旧が遅れる。

(問題点2)リンク故障やノード故障発生で、トラフィックの切り替えポイントとなる(LSRを含む)ルータが、リルーティングによりFIBを更新し、トラフィックを別の出力インタフェースに送出しても、そのルータが期待しているルータ群すべてにルーティング情報更新のフラッディングが終わっていない可能性があり、途中のルータでトラフィックを期待しない方向にフォワーディングし、紛失する恐れがある。

(問題点3)リンク故障やノード故障発生で、トラフィックの切り替えポイントとなるLSR(PSL)が、切り替えを実施する単位をそのLSR内のLIBに記述されるLSP単位に行なうために、LSP数に比例して処理時間がかかり、トラフィックの復旧が遅れる。

(問題点4)リンク故障やノード故障発生で、トラフィックの切り替えの単位がLSP単位であるため、LSP毎にさらにリカバリーパス用のラベルが必要となり、ラベルのリソースが大量に消費され、使用したいリンクのラベルリソース不足になる恐れがある。

(問題点5)リカバリーパスを設定する手段が保守者によるものであり、運用管理が複雑である。

【0083】

本発明は、上述した従来技術の問題を解決する、改良されたりストレーション・プロテクション方法及びラベルスイッチングルータを提供することを総括的な目的とする。

【0084】

10

20

30

40

50

本発明のその他の目的は、MPLSネットワーク内で、リンク故障又はノード故障等が発生し、トラヒックが中断又は品質低下が発生した場合に、高速にリストラレーション・プロテクションを行うことが可能な、リストラレーション・プロテクション方法及びラベルスイッチングルータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0085】

これらの問題点を解決するために、リカバリーパスのLSRの経路上に逆方向にLSPを設定し、このリカバリーパスでリンク故障やノード故障などの通知を行い、さらにトラヒックの切り替えポイントとなるPSLでの処理単位を行き先毎に束ねたLSP(Bypass Tunnel)を単位として処理し、例えば、Bypass Tunnel毎にラベルを付与するようにした。

10

【0086】

この目的を達成するために、故障通知を行う先のルータという観点から、本発明におけるIPネットワーク上でMPLSを実現するラベルスイッチングルータは、LSPにおける受信リンクからの信号が検出されなくなった場合、前記LSPにおける該ラベルスイッチングルータから2つ以上上流のラベルスイッチングルータに、故障通知を行うラベルスイッチングルータとする。

【0087】

これにより、ルーティングプロトコルのフラッディングで通知していたリンク故障やノード故障の通知をLSR指定でダイレクトに通知することができ、数十秒のオーダから数ミリ秒のオーダで高速に通知が可能となる。2つ以上上流としたのは、1つ上流の場合は、そこがまさにノード故障となっている場合、それを回避し、ローカルリペアー方式で最も近いリカバリーパスを設定するためである。また、例えば、LSPのループ予防のために定義されている既存のRSVP-TEのRECORD_ROUTEオブジェクト又はLSPのPath Vector TLVで運ばれるLSRのIPアドレスのリストを使用することで、プロトコルの拡張を必要としない。

20

【0088】

また、バスマージLSR(PML)を選択する点から、ワーキングパスからリカバリーパスに切り替えるPSLは、ワーキングパスとリカバリーパスの両方を受信するPMLとして、2つ以上下流のラベルスイッチングルータを選択することができる。

30

【0089】

これにより、ローカルリペアー方式のプロテクション区間を自動で求めることができ、保守設定が要らない。2つ以上下流としたのは、1つ下流の場合はそこがまさにノード故障となっている場合、それを回避し、ローカルリペアー方式で最も近いリカバリーパスを設定するためである。また、例えば、LSPのループ予防のために定義されている既存のRSVP-TEのRECORD_ROUTEオブジェクト又はLDPのPath Vector TLVで運ばれるLSRのIPアドレスのリストを使用することで、プロトコルの拡張を必要としない。また、共通のLSRのIPアドレスリストを使用することで、PSLとPMLは、ペアになることができる。

【0090】

また、コントロールLSPの方向という観点から、PSLからPMLへ向かうワーキングパスとは逆方向のパスであるコントロールLSPを設定するようにする。

40

【0091】

これにより、リンク故障やノード故障を検出したPMLが切り替えを実施するPSLに直接通信することができ、従来のルーティングプロトコルのフラッディングによる通知と比較して、数ミリ秒のオーダで高速に通知を行なうことが可能になる。また、このコントロールLSPをプロテクションパスと経路を逆にすることで、プロテクションパスにトラヒックを流す前に、Control LSP上で通信ができることで、パスの正常性確認としても使用できる。また、PMLから同じ情報が複数のPSLに送出されるため、マルチキャストのLSPを用いて実装することで、この通信パス上のラベルリソースを削減でき

50

る。特に、PMLから送信するインタフェースでのラベルの使用量を故障したリンク上のトラヒックに関わるPSL分用意しなければならないものを1つで済むようになる。

【0092】

また、コントロールLSP上に伝送されるメッセージという観点から、コントロールLSPに切り替える際に通知されるメッセージには、メッセージタイプ、送信ラベルスイッチングルータのIPアドレス、切り替えるワーキングパス上にトラフィックを流しているLSPのグループの情報を含むようにすることができる。

【0093】

コントロールLSPを用いて、PMLからPSLへダイレクトに通信できるので、コントロールLSP上でのメッセージを定義することにより、PMLとPSL間でより細かい制御ができるようになる。拡張を行なうプロトコルは、新規にMPLSフレームの上に実装できる。また、既存のRSVP-TEやCR-LDPを拡張する方法と、既存のデータリンクレイヤでのOAM機能を拡張する方法がある。

10

【0094】

また、トラヒックの切り替えポイントとなるPSLでの処理単位を行き先毎に束ねたLSPを単位として処理という観点から、特定のPSLから特定のPMLへ向かうワーキングパス上にトラフィックを流している複数のLSPがある場合は、前記複数のLSPのグループを単位として、ワーキングパスからリカバリーパスに切り替えるようにすることができる。

【0095】

従来のものは、PSLとPML間を通る複数のLSPをリカバリーする場合に、1つ1つのLSPを処理したので、RSVP-TEやCR-LDPなどのプロトコルを使用して設定するために多くの時間を要する。これに対して、本発明では、これらのLSPを束ねて1つのパスグループとして処理することで、この重複した処理部分を省くことができ、時間の短縮化が図れる。

20

【0096】

また、QoS又はCosが設定されているワーキングパスの場合には、更に、QoS又はCos毎にグループ化して、そのグループの単位でワーキングパスからリカバリーパスに切り替えるようにする。

【0097】

上記の通り、パスグループとして処理することで重複した処理を省くことができるが、そのLSPに要求される最大帯域や最大遅延などのQoS又はCosにより、計算処理が異なる場合がある。そのような場合は、パスグループとして1つで処理するよりも、QoSやCosの属性毎に処理を行なうことが望まれる。

30

【0098】

そこで、QoS又はCos毎にグループ化して、そのグループの単位でワーキングパスからリカバリーパスに切り替えるようにする。その結果、QoSやCosの属性毎にパスグループを作成することで重複した処理部分を省くことができ、時間の短縮化が図れる。

【0099】

また、コントロールLSPを設定するという観点から、PSLからPMLへ、リカバリーパスに切り替える一群のパスグループのLSP数とそのLSPの識別番号を通知し、PMLからの信号を受けて、リカバリーパスを一括して設定するようにする。

40

【0100】

従来のものは、RSVP-TEやCR-LDPでは1つのLSPしか処理しないため、例えば、1つのBypass Tunnelを設定したとしても、別の手段を使用して、束ねたLSPと元々のLSPでマッピングを行なう必要がある。これに対して、本発明では、RSVP-TE又はCR-LDPで、スタッキングさせるLSP-IDの数、スタッキングさせるLSP-IDを、PSLからPMLへ通知させる。これにより、PML上で束ねたLSPと元々のLSPでマッピングを行なえ、リカバリー処理としてPMLの設定を一括で行なうことができるようになる。

50

【0101】

また、パスグループ毎にフォワーディングを行なうという観点から、PSLからPMLへの前記一群のパスグループ毎に生成されたリカバリーパスでラベルスタックを用いて、その区間だけのラベルを付与してフォワーディングを行なうようにすることができる。

【0102】

これにより、複数のLSPをパスグループとして扱い、その単位でラベルを付与することで、Bypass Tunnelの経路上のLSRでラベルの消費量を押さえることができ、その減少させたラベル数分、別のLSP用に使用することができる。

【0103】

また、ラベル処理部にパスを記憶する内容という観点から、PSLでトラヒックをリカバリーパスへ切り替える又はワーキングパスに切り戻すことが可能となるようにワーキングパス及びリカバリーパスに関する情報をラベル処理部に記憶するようにすることができる。

10

【0104】

これにより、PSLでワーキングパスとリカバリーパスのスイッチをサポートするために、LIBのデータ構造も2面化し、ワーキングパスでトラヒックを流す時にはプライマリーのデータを参照し、リカバリーパスでトラヒックを流すときにはセカンダリーのデータを参照するようにする。具体的には参照するデータのポインタを切り替えることで、プライマリーとセカンダリーの切り替えを行なう。

【0105】

また、ラベル処理部におけるエントリの格納という観点から、PMLで受信するリカバリーパス上のフレームでリカバリーパス用のラベルを抜き取り、元々のLSPへマッピングすることができるように、ワーキングパスとリカバリーパスのそれぞれについてラベル処理部のエントリを格納するようにすることができる。

20

【0106】

これにより、PMLでワーキングパスとリカバリーパスのどちらか、から来るトラヒックを下流のLSRに送出するために、リカバリーパス側のLIBを2段構成とする。1段目にて、受信したLIBはこのリカバリーパス専用のもので、ここでラベルの抜き取りと次のラベルを元々のLSPで受信時に使用していたラベルに付け替え、その受信していたポートから受信したとして2段目のLIBに処理を渡す。2段目のLIBはワーキングパスとリカバリーパスの両方で参照され、ワーキングパスと同様の処理が行なわれる。

30

【発明の効果】

【0107】

MPLSネットワーク内で、リンク故障又はノード故障等が発生し、トラヒックが中断又は品質低下が発生した場合に、高速にリストレージョン・プロテクションを行うことが可能な、リストレージョン・プロテクション方法及びラベルスイッチングルータを提供することができる。

【発明の実施の形態】

【0108】

IPネットワーク上のMPLS機能を持つルータLSRとして、図1に示すように、LSR-10～LSR-13があり、IPネットワークとの境界にあるLERとして、LER-20～LER-23があるLER-20はIPネットワーク2と、LER-21はIPネットワーク5と、LER-22はIPネットワーク3と、LER-23はIPネットワーク4と接続しているものとする。

40

【0109】

次に、IPネットワーク2からIPネットワーク5へ向かうLSPをLSP-1とし、IPネットワーク3からIPネットワーク4へ向かうLSPをLSP-2とし、LSR-10とLSR-11とLSR-12が、二つのLSPにおいて共通のLSRであるとする。

【0110】

また、LSP-1で見ると、図2に示すように、LER-20は、Ingress No

50

de、LER-21は、Egress Nodeであり、LSP-2で見ると、LER-22は、Ingress Node、LER-23は、Egress Nodeである。

【0111】

ここで、LSR-11とLSR-12の間のリンク故障又はLSR11のノード故障を想定して、リカバリーモデルを考える。LSP-1とLSP-2は、LSR-10、LSR-11及びLSR-12を共有している。このパスは、現在トラフィックが流れているので、この区間に関してワーキングパスと呼ぶ。そしてリカバリーメカニズムが動作し、パスを切り替えるLSRをパススイッチLSR(PSL)、切り替えた後のパスが元のパスと交わるLSRをパスマージLSR(PML)と呼ぶ。このPSLであるLSR-10とPMLであるLSR-12の端点は同じであるが、LSR-13を通るルート上にできる区間に関してリカバリーパス(プロテクションの場合は特にプロテクションパス)という。この様子を図19に示す。

10

【0112】

以下では、RSVP-TE、CR-LDP及びLDPで使用されるメッセージ及びオブジェクト(TLV)を抽象化して以下のように使用する。

【0113】

ラベル要求メッセージ：RSVP-TEのPATHメッセージ、CR-LDP/LDPのLabel Requestメッセージ

ラベル配布メッセージ：RSVP-TEのRESVメッセージ、CR-LDP/LDPのLabel Mappingメッセージ

20

ループ予防データ：RSVP-TEのRECORD_ROUTEオブジェクト、CR-LDP/LDPのPath Vector TLV

以下、本発明を次の事項に基づいて、順次、説明する。

- ・リンク故障又はノード故障を検出するルータ(LSR-12)の処理
- ・リカバリーパスへの切り替えを行なうルータ(PSL)の処理
- ・リカバリーパスの中継ノードの処理
- ・PMLの処理
- ・上記を可能とするLSR内の構成

【0114】

(3-1)リンク故障又はノード故障を検出するルータの処理

30

リンク故障又はノード故障を検出するルータの処理について、図19及び図20を用いて説明する。ここでは、LSR-12が、リンク故障又はノード故障を検出するルータとして説明する。

(ア)RSVP-TE又はCR-LDP又はLDPを用いて、LSP-1とLSP-2が、Ingress NodeであるLER-20からEgress NodeであるLER-21へ設定される。LSR-12は、LSR-11と接続するリンクからそのラベル要求メッセージを受信し、LSR-12内のQoSやCoSに関するリソースの予約を行なう。予約確保ができたならば、LSR-12はLER-21に接続するリンクにそのラベル要求メッセージを送信する。

(イ)その後、LER-21に接続するリンクからラベル配布メッセージを受信し、そのメッセージにエラーがないならば、先ほどのリソースの設定と自身が受信するラベルの割付を実施する。処理が成功したならば、LSR-12はLSR-11に接続するリンクにLSR-12で処理可能なラベルを入れたラベル配布メッセージを送信する。

40

(ウ)Ingress Nodeからループ予防機能の要求により、LSR-11と接続するリンクから受信したラベル要求メッセージにはループ予防データとしてIngress Nodeから始まるLSR-IDリスト(例えば、図20(B)に、LSP-1とLSP-2のLSRの、LSR-12におけるIDリストを示す。)を含んでおり、それをLSR-12が得る。

(エ)LSP毎にそのリンクから故障検出した場合の通知先のLSRとして、LSR-IDリスト上で2つ前のLSRのIPアドレスを選択する。図20の場合はLSP-1とL

50

S P - 2における通知先としてL S R - 1 0が選択される。

(オ)さらに、故障検出から通知までの処理を高速化し、データ量を削減するために、この選択されたL S R群に含まれる重複を省略し、故障検出するリンクに対応したデータとして事前に格納し関連づけておく。

(カ)重複をなくしたL S Rに対して、L S P - 1 / 2とは逆方向となるC o n t r o l L S Pの経路を計算する。このコントロールL S PはワーキングパスであるL S P - 1とL S P - 2上のL S Rを通過せずに、通知先のL S Rに到達する必要があるため、経路を求めるときにルーティング情報内のL S P - 1と、L S P - 2で通過するリンクのメトリックを最大値にして、選択されないようにする。その結果、L S R - 1 2からL S R - 1 3を通過しL S R - 1 0に到達する経路が選択される。

10

(キ)この求められた経路に沿って、図19に示すように、コントロールL S PをR S V P - T E又はC R - L D Pを用いて設定する。

(ク)L S R - 1 2が、L S P - 1又はL S P - 1において、リンクにおける故障を検出した場合は、設定されたコントロールL S P上に故障メッセージをL S R - 1 2に通知する。故障メッセージは、メッセージタイプ、送信ラベルスイッチングルータのI Pアドレス、切り替えるワーキングパス上にトラフィックを流しているL S Pのグループを含む。

【 0 1 1 5 】

(3 - 2)リカバリーパスへの切り替えを行なうルータ (P S L) の処理

コントロールL S P上で故障メッセージを受信するP S L (L S R - 1 0) は、以下の処理を行う。

20

(ア)R S V P - T E又はC R - L D P又はL D Pを用いて、L S P - 1のI n g r e s s N o d eであるL E R - 2 0からE g r e s s N o d eであるL E R - 2 1へ設定される。L S R - 1 0は、L E R - 2 0と接続するリンクからそのラベル要求メッセージを受信し、L S R - 1 0内のQ o SやC o Sに関するリソースの予約を行なう。予約が確保できたならば、L S R - 1 0はL S R - 1 1に接続するリンクにそのラベル要求メッセージを送信する。

(イ)その後、L S R - 1 1に接続するリンクからラベル配布メッセージを受信し、そのメッセージにエラーがないならば、先ほどのリソースの設定と自身が受信するラベルの割付を実施する。処理が成功したならば、L S R - 1 0はL E R - 2 0に接続するリンクにL S R - 1 0で処理可能なラベルを入れたラベル配布メッセージを送信する。

30

(ウ)E g r e s s N o d eからループ予防機能の要求により、L S R - 1 1に接続するリンクから受信したラベル配布メッセージにはループ予防データとしてE g r e s s N o d eから始まるL S R - I Dリスト(例えば、図21(B))を含んでおり、それをL S R - 1 0が得る。

(エ)L S P毎にリカバリーパスのL S Pが元のL S Pにトラフィックが戻されるL S R (P M L)を見つける。より高速にリカバリーを実施するためにローカルリペアー方式を使用し、さらにノード故障の場合の考慮して、自分よりも2つ後のL S RをP M Lとして選択する。L S P - 2についても、同様の処理が行なわれる。

図21の場合では、L S P - 1でL S R - 1 2を、L S P - 2でL S R - 1 2を選択する。

40

(オ)次に、P M Lが同一となるL S Pを検出する。図21のL S P - 1とL S P - 2は、同一のL S R - 1 2となるため、P G (プロテクショングループ)として処理単位にまとめる。

(カ)また、L S P - 1とL S P - 2において、Q o S又はC o Sのパラメータが指定されているとき、この2つのL S PのQ o S又はC o Sのパラメータを包括できるもの場合はL S P - 1とL S P - 2は、同一のP Gとする。包括されたパラメータがP G単位で作成されるB y p a s s T u n n e lで使用される包括できない場合は、L S P - 1とL S P - 2は別々のP Gとして処理し、別々のB y p a s s T u n n e lを作成する。

(キ)そして、リカバリーを行なう区間と処理するL S Pの単位が決定してから、実際にL S Pの設定をR S V P - T E又はC R - L D Pを使用してL S R - 1 0からL S R - 1

50

3、LSR-12の順に行なう。

(ク)このとき処理を一括で行なうために、図22(B)に示すように、RSVP-TEのオブジェクト又はCR-LDPのTLVを拡張して、PGとして設定されるLSP上を流れるトラヒックの情報をPMLに通知する。拡張されるオブジェクト又はTLVでは、PGに含まれるLSP数とそのLSPを識別するためのLSP-IDを格納し、RSVP-TEのPATHメッセージ又はCR-LDPのLabel Requestメッセージを送信する。

(ケ)図22(C)に示すように、ラベルを含むRSVP-TEのRESVメッセージ又はCR-LDPのLabel Mappingメッセージを受信すると、LIBのデータが設定される。その後、ラベルによるフォワーディングが開始される。

10

(コ)このときのPSLのLIBを図23に示す。LSP-1とLSP-2のためのエントリは、ActionがLabel Swap(ラベル交換)(図23(B))からLabel Push(ラベル付与)(図23(C))に、OUT-PORT/LABELは、新しく付与されたものに変更されている。

(サ)またデータフォーマットは、個々のLSPを示すラベルとBypass Tunnel用のラベルの2つがスタッキングされ、Bypass Tunnelの間は後者のラベルのみが使用される。

このときの様子を、図29に示す。PSL(LSR-10)では、正常時に、LSP-1について、IPパケット28-10(Label-a1)をIPパケット28-1(Label-a2)に変更し、LSP-2について、IPパケット28-11(Label-b1)をIPパケット28-2(Label-b2)に変更していた。

20

リストラクション後には、PSL(LSR-10)は、LSP-1上のIPパケット28-10(Label-a1)をIPパケット28-5(Label-a2'-Label-A1)に変更し、LSP-2上のIPパケット28-11(Label-b1)をIPパケット28-6(Label-b2'-Label-A1)に変更する。

(シ)故障復旧時に切り戻しを行なう場合は、図24に示すようにリカバリーパスのIngress NodeにおけるLIBのエントリをワーキングパス側にトラヒックが流れるように更新する。具体的には、Bypass Tunnel用にラベルを付与(プッシュ)している処理(例えば、図24(B))Kを、ワーキングパスで使用されていたラベルに付け替える(例えば、図24(C))ことで、トラヒックが切り戻される。リカバリーパスをLSR自動で設定していた場合は、このときRSVP-TE又はCR-LDPを使用して削除される。

30

【0116】

(3-3)リカバリーパスの中継ノード(図19におけるLSR-13)の処理

(ア)RSVP-TE又はCR-LDPを用いて、LSP-AがIngress NodeであるLSR-10からEgress NodeであるLSR-12へ設定される。LSR-13はLSR-10に接続するリンクからそのラベル要求メッセージを受信し、LSR-13内のQoSやCoSに関するリソースの予約を行なう。予約確保ができたならば、LSR-13はLSR-12に接続するリンクにそのラベル要求メッセージを送信する。

40

(イ)その後LSR-12に接続するリンクからラベル配布メッセージを受信し、そのメッセージにエラーがないならば、先ほどのリソースの設定と自身が受信するラベルの割付を行う。処理が成功したならば、LSR-13はLSR-10に接続するリンクにLSR-13で処理可能なラベルを入れたラベル配布メッセージを送信する。

(ウ)このときBypass Tunnel用のLSPのみを処理し、そのLSPにスタッキングされフォワーディングされるLSP-1とLSP-2の処理は行なわず、LSP-1とLSP-2のマッピング情報もそのまま加工せずに転送される。

(エ)LSR-13のLIBを図25(B)に示す。

(オ)LSR-10とLSR-13間のBypass Tunnelで使用されるラベル要求/配布はIPルーティング情報を使用して経路指定されないように、Constra

50

int Based Routingを使用するためRSVP-TE又はCR-LDPを使用して行なわれる。

(カ)また、Bypass Tunnel用のラベルが取得できた後のラベルフォワーディング処理で、このBypass Tunnel区間におけるデータフォーマットは、図29に示すように、個々のLSPを示すラベル(a2、a3、b2、b3)とBypass Tunnel用のラベル(A1、A2)の2つがスタッキングされ、Bypass Tunnelの間は後者のラベルのみが使用される。

つまり、PSL(LSR-13)は、LSP-1及びLSP-2のPGにおいて、IPパケット28-5(Label-a2'-Label-A1)及びIPパケット28-6(Label-b2'-Label-A1)を、IPパケット28-7(Label-a2'-Label-A2)及びIPパケット28-8(Label-b2'-Label-A2)に変更する。

【0117】

(3-4)PMLの処理

(ア)RSVP-TE又はCR-LDP又はLDPを用いて、LSP-1とLSP-2がIngress NodeであるLER-20からEgress NodeであるLER-21へ設定される。LSR-12はLSR-11と接続するリンクからそのラベル要求メッセージを受信し、LSR-12内のQoSやCosに関するリソースの予約を行なう。予約確保ができたならば、LSR-12はLER-21に接続するリンクにそのラベル要求メッセージを送信する。

(イ)その後、LER-21に接続するリンクからラベル配布メッセージを受信し、そのメッセージにエラーがないならば、先ほどのリソースの設定と自身が受信するラベルの割付を実施する。処理が成功したならば、LSR-12はLSR-11に接続するリンクにLSR-12で処理可能なラベルを入れたラベル配布メッセージを送信する。

(ウ)RSVP-TE又はCR-LDPを用いて、Bypass TunnelであるLSP-AがIngress NodeであるLSR-10からEgress NodeであるLSR-12へ設定される。LSR-12は、このBypass TunnelのEgress Nodeであり、LSR-13に接続するリンクから受信するラベル要求メッセージをリソースの設定とラベルの割付が行なわれる。処理が成功したならば、LSR-12はLSR-13に接続するリンクにLSR-12で割り付けたラベルを入れたラベル配布メッセージを送信する。

(エ)また、このとき、RSVP-TEのオブジェクト又はCR-LDPのTLVとして転送されてきたPGであるLSP-1とLSP-2のマッピング情報に従い、LSR-12内で既にある元々のLSP-1とLSP-2とマッピングを行なう。

(オ)図29に示すように、Egress Nodeにおけるデータフォーマットは、Bypass Tunnel用ラベルが取り除かれ、さらに、LSP-1とLSP-2のラベルの値で記述されるエントリで、元々のLSP-1とLSP-2に振り分けられる。つまり、PML(LSR-12)は、LSP-1及びLSP-2のPGにおいて、IPパケット28-7(Label-a2'-Label-A2)をLSP-1上のIPパケット28-20(Label-a4)に変更し、IPパケット28-8(Label-b2'-Label-A2)をLSP-2上のIPパケット28-21(Label-b4)に変更する。

(カ)LSR-12内のLIBを図26(B)に示す。なお、図26(A)は、リストレーション前のLSR-12内のLIBである。

【0118】

(3-5)LSR内の構成例

図27に、LSR内の構成例を示す。

(ア)データ受信部30及びデータ送信部34は、回線からパケットの受信及び送信の処理を行なう。

(イ)IPパケットClassifier31は、IPパケットを参照して分類を行い、

10

20

30

40

50

ラベル転送を行なうパケットの抽出を行なう。

(ウ) ラベル処理部 32 は、パケットに付与されたラベルを使用して転送処理が行なわれる。転送 TCP / IP アプリケーション処理では LIB といわれるデータベースが参照される。

(エ) IP パケット転送部 33 は、宛先 IP アドレスを使用して転送処理が行なわれる転送処理では FIB と言われるデータベースが参照される。

(オ) TCP / IP アプリケーション 35 は、Socket インタフェースを用いて、daemon として実装される。ラベルセットアッププロトコル 35 - 2 として RSVP - TE や LDP (CR - LDP 機能を含む) の daemon が実装される。また、ルーティングプロトコル 35 - 1 として、OSPF や BGP - 4 の daemon が実装される。 10

(カ) ルート計算部 36 は、ルーティングプロトコルによってフラッディングされるリンクステート情報のデータベース 36 - 1 と、それを使って計算されるルーティング情報データベース 36 - 2 をもつ。ルーティング情報から FIB が作成される。

(キ) パス選択部 38 は、LSP 単位で持つ LSP 情報データベース 38 - 1 と新規に追加されたリカバリーパス情報データベース 38 - 2 をもつ。LSP 情報から LIB が作成される。

(ク) トラヒックエンジニアリング部 37 は、負荷分散や QoS / CoS などの機能の実現を行なう。

【0119】

本発明のリストレーション及びプロテクションなどのリカバリーメカニズムを用いて、リンク故障及びノード故障などの場合に、検出通知からリカバリー実施終了までを SONET / SDH レベルに高速にかつ予備帯域の占有率を最適化 (最小化) し、ネットワークとして効率的にそれを実行することができる。 20

【0120】

また、本発明は、具体的に開示された実施例に限定されるものではなく、特許請求した本発明の範囲から逸脱することなく、種々の変形例や実施例が考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 MPLS ネットワークモデルである。

【図2】 MPLS ネットワーク内の LSP 設定モデルである。

【図3】 ラベルスの付与、スワッピング、削除について説明する図である。 30

【図4】 MPLS で用いるラベルについて説明する図である。

【図5】 SHIM ヘッダについて説明する図である。

【図6】 OSPF 動作シーケンスについて説明する図である。

【図7】 LDP 動作シーケンスについて説明する図である。

【図8】 CR - LDP 動作シーケンスについて説明する図である。

【図9】 RSVP - TE 動作シーケンスについて説明する図である。

【図10】 MPLS でのループ予防について説明する図である。

【図11】 IP ネットワークでのリルーティング (リンク故障) について説明する図である。

【図12】 IP ネットワークでのリルーティング (ノード故障) について説明する図である。 40

【図13】 MPLS ネットワークでのリルーティング (リンク故障) について説明する図である。

【図14】 MPLS ネットワークでのリルーティング (ノード故障) について説明する図である。

【図15】 従来までの MPLS リストレーションについて説明する図である。

【図16】 従来までの MPLS リストレーション前のデータフォーマットについて説明する図である。

【図17】 CR - MPLS ネットワークでのリルーティング (リンク故障) について説明する図である。 50

【図18】CR-MPLSネットワークでのリルーティング(ノード故障)について説明する図である。

【図19】ネットワーク内のリカバリーモデルについて説明する図である。

【図20】故障通知先LSRの算出方法について説明する図である。

【図21】PMLの算出方法と処理単位について説明する図である。

【図22】PSLとPML間でRSVP-TE又はCR-LDPを使用して設定する例について説明する図である。

【図23】PSLでの転送処理について説明する図である。

【図24】故障復旧時のPSLでの変更処理について説明する図である。

【図25】中継ノードでの転送処理について説明する図である。

10

【図26】PMLでの転送処理について説明する図である。

【図27】LSR内の機能ブロックについて説明する図である。

【図28】本発明によるMPLSリストレーションについて説明する図である。

【図29】本発明によるMPLSリストレーション後のフォーマットについて説明する図である。

【符号の説明】

1 MPLSネットワーク

2 ~ 5 IPネットワーク

10 ~ 13 LSR

20 ~ 22 LER

20

30 データ受信部

31 IPパケットClassifier

32 ラベル処理部

33 IPパケット転送部

34 データ送信部

35 TCP/IPアプリケーション

36 ルート計算部

37 トラヒックエンジニアリング部

38 パス選択部

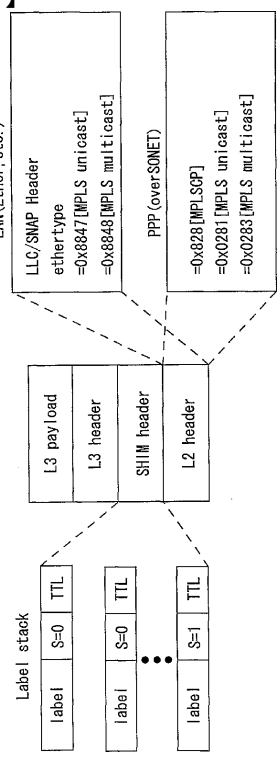
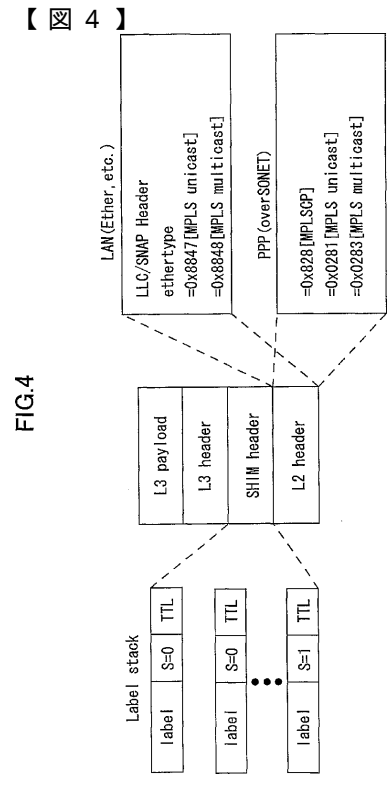
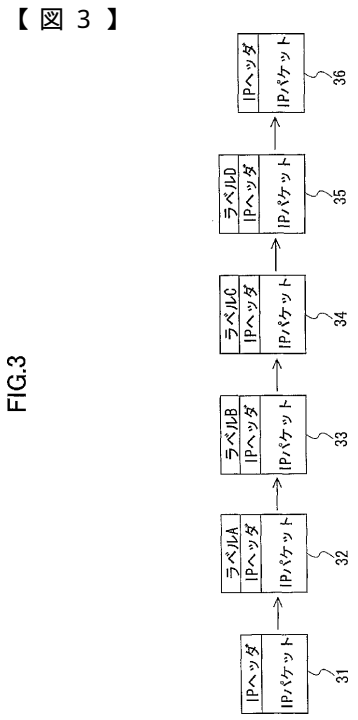
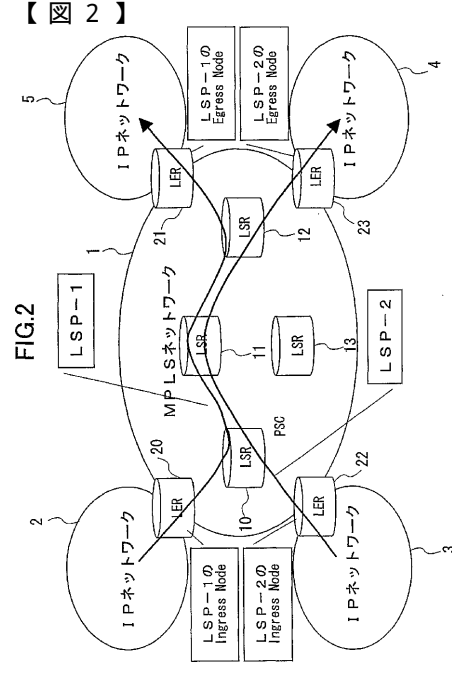
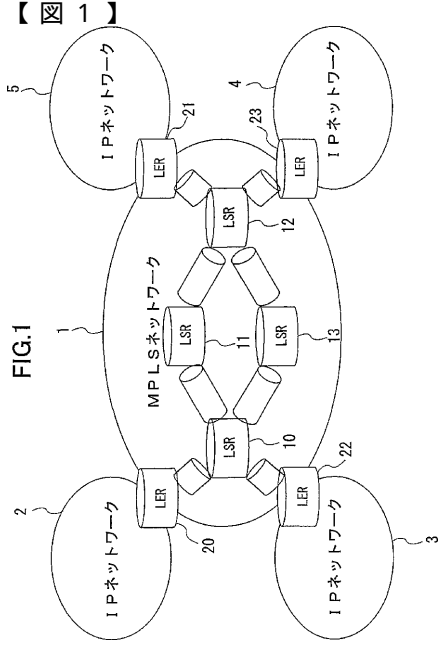


FIG.5

【 5 】

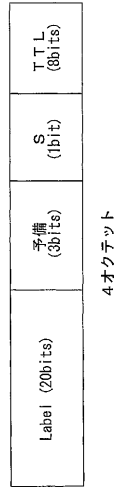


FIG.7

【 7 】

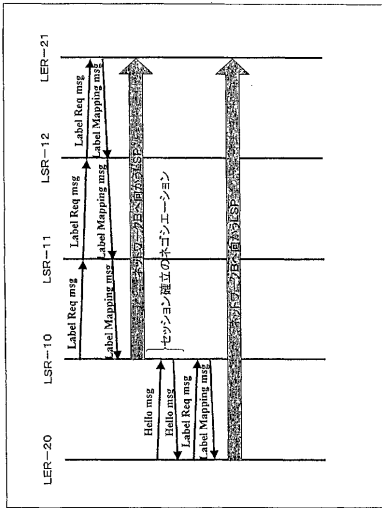


FIG.6

【 6 】

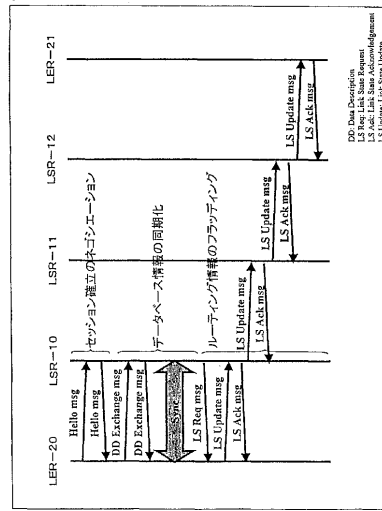


FIG.8

【 8 】

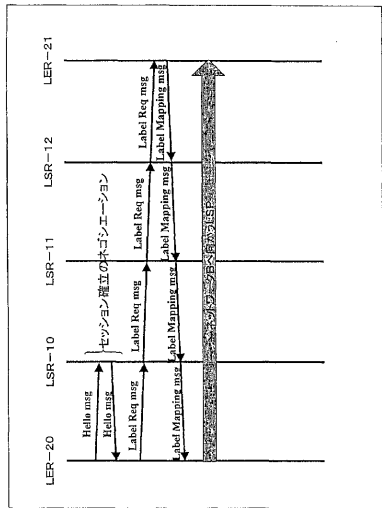


FIG. 9

【 9 】

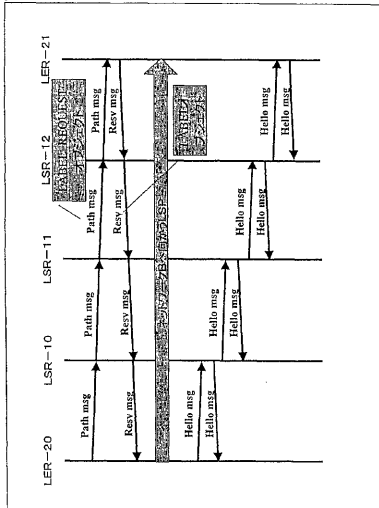


FIG. 11

【 11 】

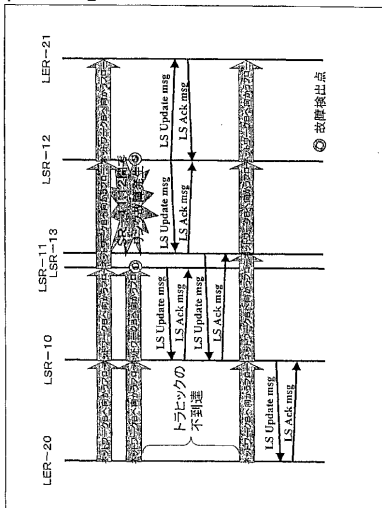
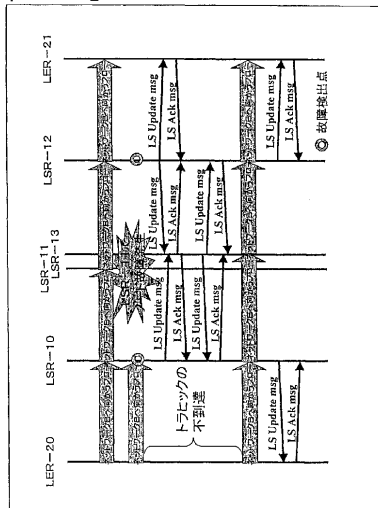


FIG. 12

【 12 】



【 10 】

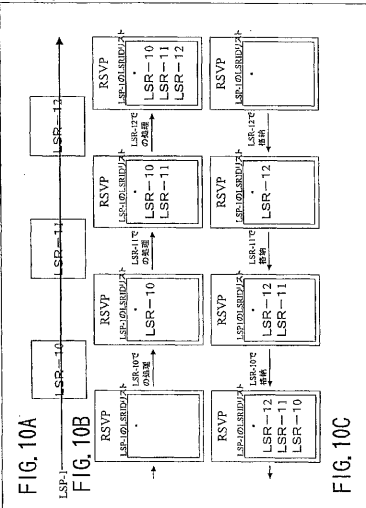


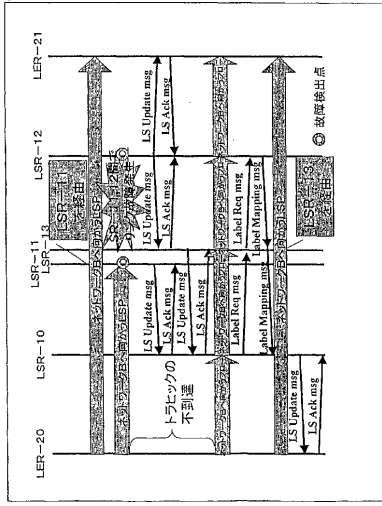
FIG. 10C

FIG. 10A

FIG. 10B

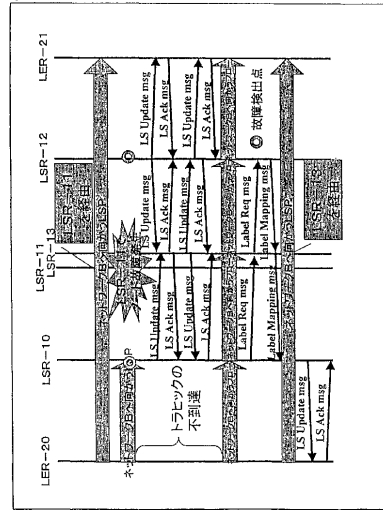
【 1 3 】

FIG. 13



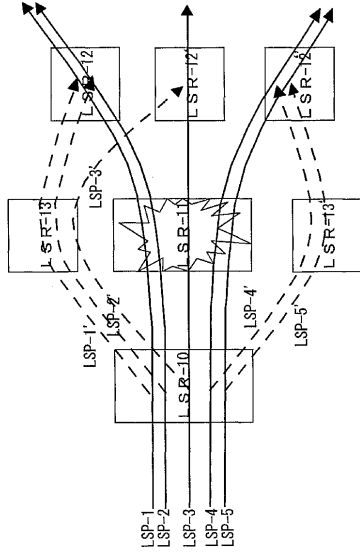
【 1 4 】

FIG. 14



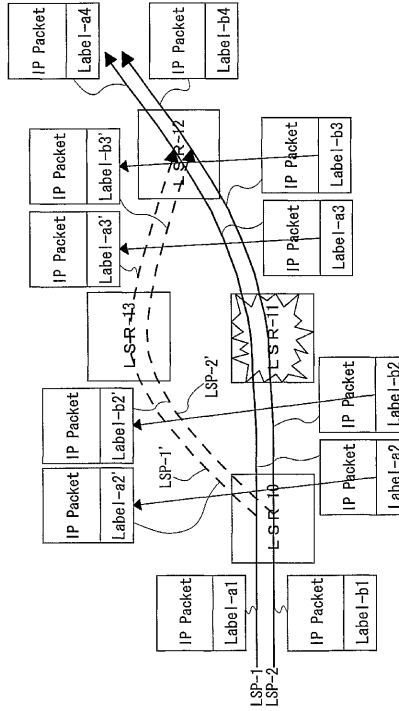
【 1 5 】

FIG. 15



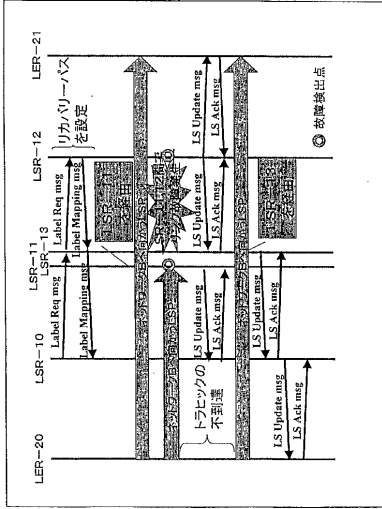
【 1 6 】

FIG. 16



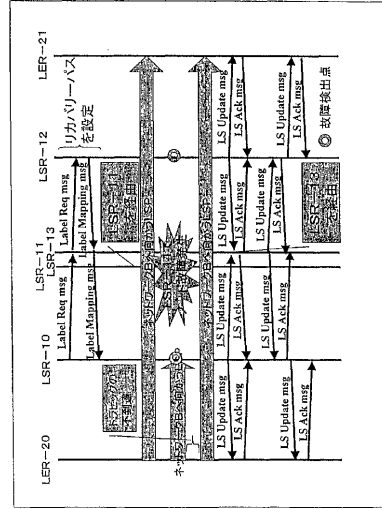
【 17 】

FIG. 17



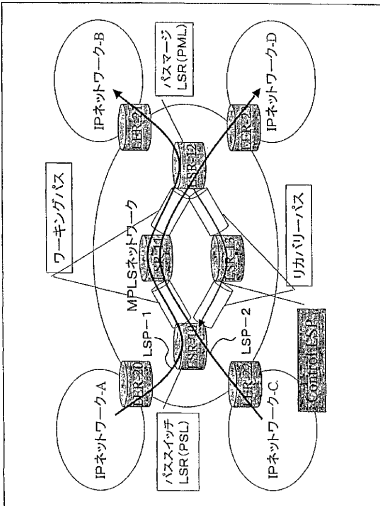
【 18 】

FIG. 18



【 19 】

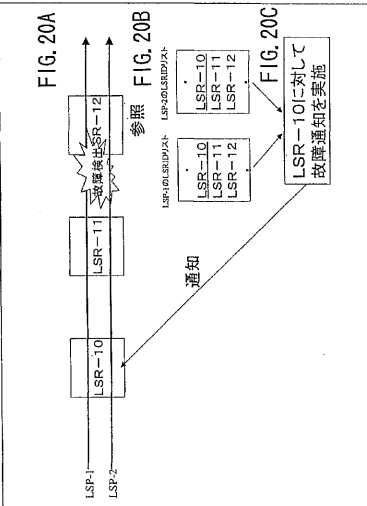
FIG. 19



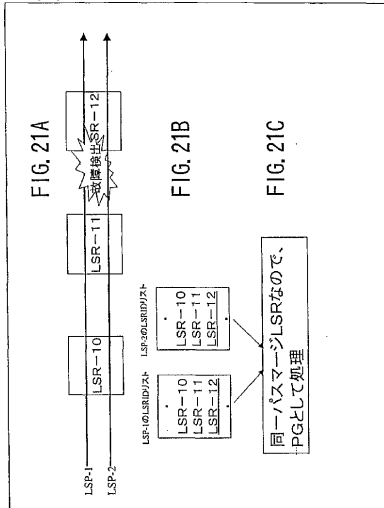
【 20 】

FIG. 20A

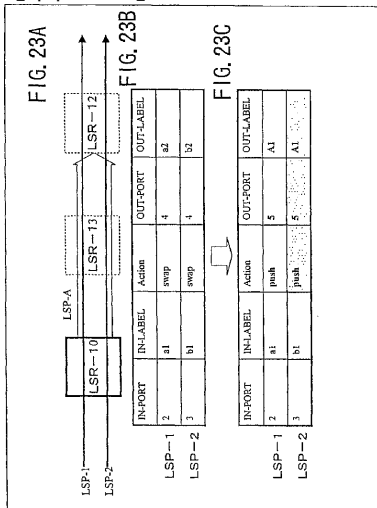
FIG. 20B



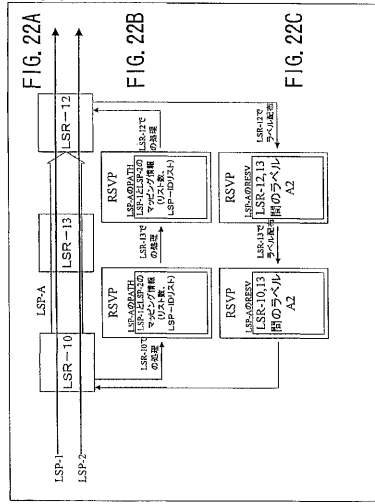
【 2 1 】



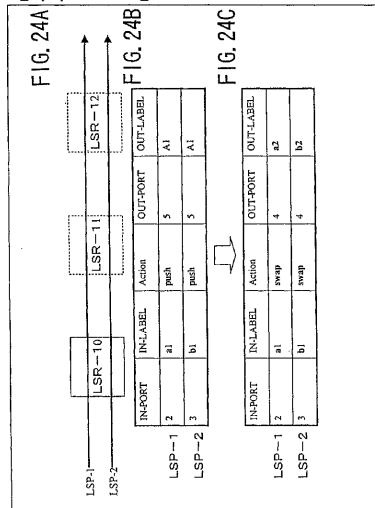
【 2 3 】

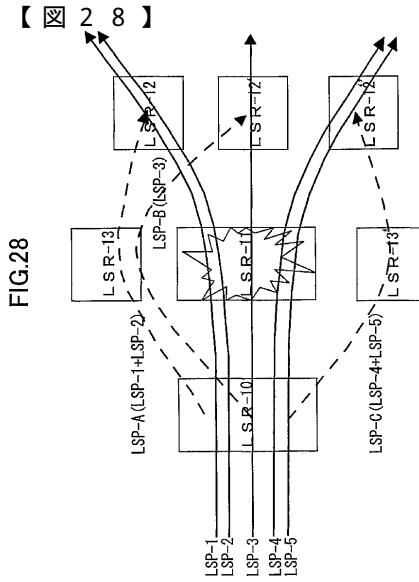
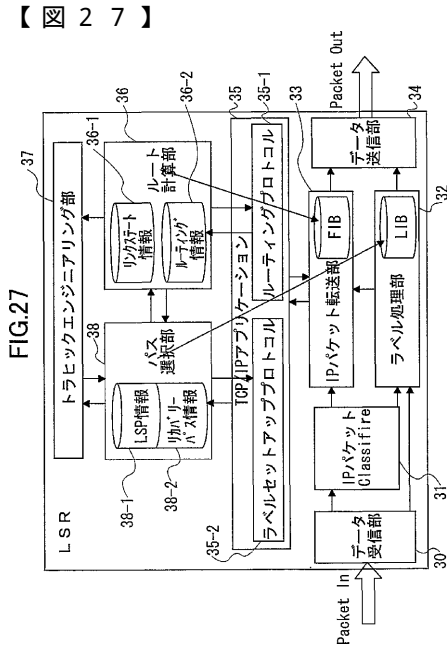
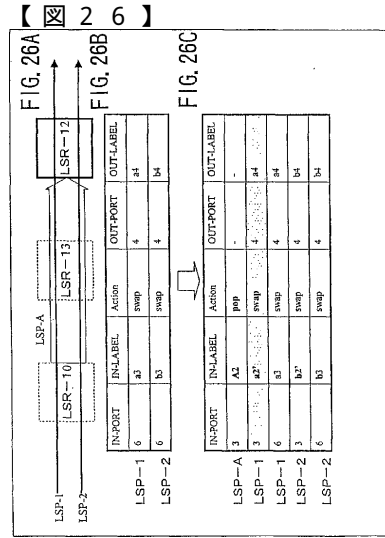
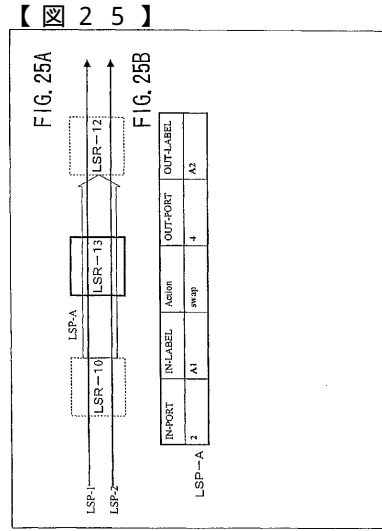


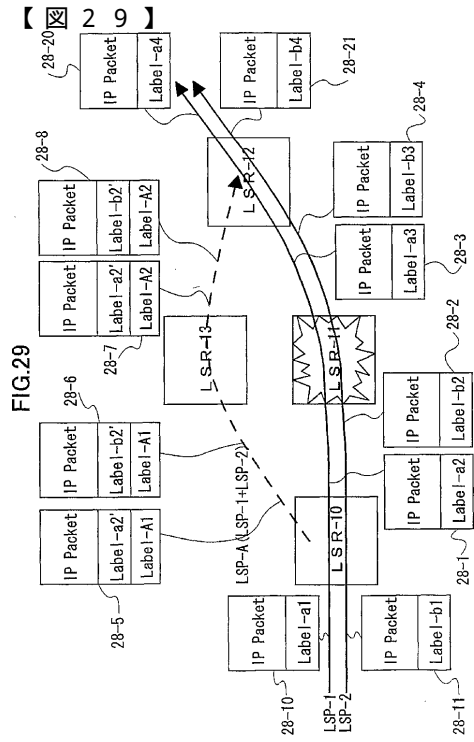
【 2 2 】



【 2 4 】







フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05 - 003489 (JP, A)

特開平04 - 065942 (JP, A)

渡辺ほか, 大規模ネットワーク構築に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, (社)
)電子情報通信学会, 1998年 8月20日, SSE98 - 52, PP.7-12

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/56

H04L 12/46