

3H-06 MPLSを用いたインターネットにおける経路監視方法の一検討

阿野 茂浩 長谷川 亨 中尾 康二
KDD研究所

1. はじめに

MPLS (MultiProtocol Label Switching)^[1]は、インターネットにおいてレイヤ2のパスを設定する技術であり、QoS保証やVPN (Virtual Private Network)への応用が期待されている。MPLSのパスであるLSP (Label Switched Path)の確立・解放については、LDP (Label Distribution Protocol)^[2]等の標準的な手法がIETFなどで検討されている。しかし、これまでのIPテスト等の技術では、MPLSを用いたインターネット上でLSPの経路を的確に把握し、その障害ポイントを特定することができないといった問題がある。そこで、本稿では、MPLS内の障害特定を目的として、LSP単位のトラヒック量の測定、および経路の監視方法について検討を行った。

2. MPLSの概要

MPLSネットワークは、外部ネットワークと接続するエッジLSR (Label Switch Router)と、それ以外のコアLSRから構成される。LSPは複数のLSRにまたがって確立される片方向コネクションであり、LSR間の物理回線毎に一意なラベルが付与される。MPLSフレームはラベルを含むshimヘッダとIPパケットから構成され、ラベルの設定は、LDP等のラベル分配プロトコルやベンダ独自の手段により行われる。

3. 経路監視方法の基本方針

MPLSネットワークでの経路監視を行う基本方針は、以下の通りである。

- (1) エッジLSRに収容されるMPLSユーザのLSPを対象として、経路監視を行う。このため、図1に示すように、経路監視部を用いて、1つのエッジLSRに接続されている全ての物理回線を双方向タップする。経路監視部は、LSPの検出、LSPのトラヒック量の測定、ならびにLSRの列で表現される経路の探索を行う。さらに、これらの結果は一定時間毎に記録される。
- (2) LSPの経路については、固定的に確立されたLSP、およびLDP等のラベル分配プロトコルにより動的に確立・解放されるLSPを対象とする。

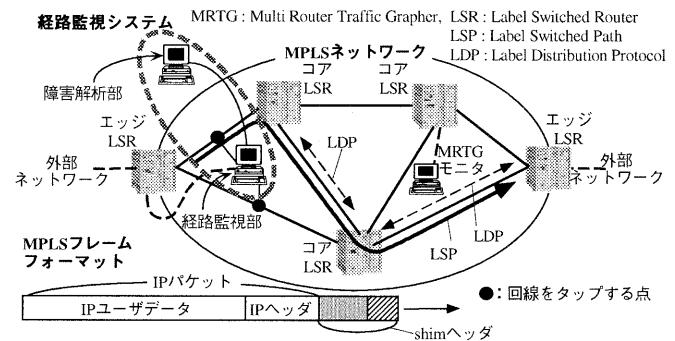


図1 MPLS経路監視システムの位置づけ

- (3) LSRのMIB (Management Information Base)等からの情報取得を行うため、経路監視部はエッジLSRと物理的に接続し、SNMP (Simple Network Management Protocol)により、網内のMRTG (Multi Router Traffic Grapher)モニタや経路上のLSRと通信する。但し、LSP数に対するスケーラビリティを実現するため、その使用は、必要最小限とする。
- (4) トラヒック量と経路の測定結果から、品質が劣化したLSPの検出とその原因を推定する機能を障害解析部として具備する。経路監視部と接続することにより、経路監視システムが構成される。

4. 経路監視システムの実現例

3章の基本方針に基づいた、経路監視システムのソフトウェア構成例を図2に示す。各機能では、抽出した情報をテーブル形式で管理しており、一定時間毎にログに書き出す。以下では本システムの各機能について説明する。

4.1 トラヒック測定機能

トラヒック測定機能は、パケットを受信するとshimヘッダ内のラベルを解析する。トラヒックテーブルに無い新しいラベルを持つパケットを受信すると、LSPの確立・解放時刻、ラベル、通過したIPパケットの発着のネットワーク番号のリスト等をLSPの確立時刻順に記録する。また、既に登録されているLSPのエントリに対しては、IPパケット数・バイト数を更新する。さらに、TCPのDATAパケットの場合は、順序番号の解析により、DATAパケットの再送量を計算して記録する。本テーブルの内容は、定期的にトラヒックログとして記録する。

4.2 経路管理機能

以下に示す通り、LSPの種別毎に経路探索を行

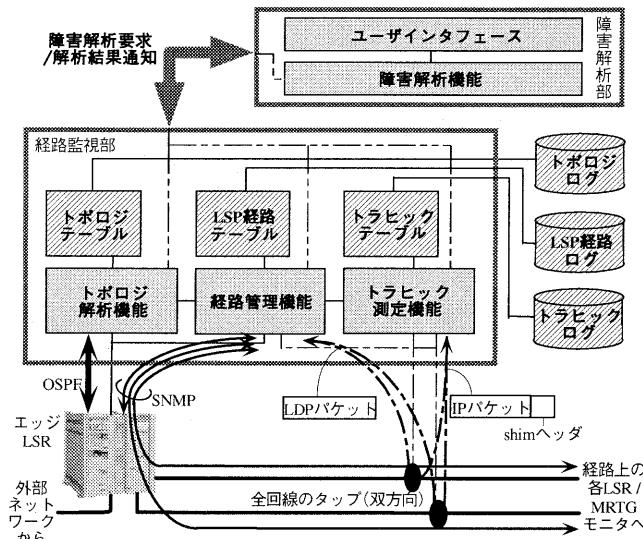


図2 MPLS経路監視システムのソフトウェア構成

う機能である。個々の探索結果は LSP 経路テーブルに登録される。

(1) 固定的な LSP

ベンダ独自の手段で固定的に確立された LSP については、あらかじめユーザが手動で LSP 経路テーブルおよびトラヒックテーブルに登録する。

(2) LDP に準拠した LSP

LSP の方向により探索法が異なるので、エッジ LSR が LSP 終端である方向を [] 内に記述する。

下[上]流の LSR から Label Mapping[Request]メッセージが到着する場合、LDP においてループ検出モードが使用されていると、メッセージ中の Path Vector 要素に LSP を構成する LSR 列が記録されている。そこで、これを LSP 経路テーブルに登録する。

ループ検出モードを使用しない場合は、Path Vector 要素は無く、隣接する LSR しかわからぬ。一方、LDP ではルーティングプロトコルが決定するデフォルト経路に従って LSP が設定される。そこで、Label Mapping メッセージ中の FEC (Forwarding Equivalence Class)要素の IP アドレスあるいは IP ネットワーク番号に対して、トポロジ解析機能が抽出したデフォルト経路を LSP の経路と仮定し、LSR 列を LSP 経路テーブルに登録する。しかし、実際には最下[上]流の LSR まで LSP が確立されている保証は無いため、障害解析機能で正確な経路を必要とする場合には、(3)の方法を用いる。

(3) その他の LSP

LDP 以外の手法で確立される LSP の経路は、

経路上の LSR の LSR MIB に蓄積された mpls クロスコネクトテーブル^[3]に、SNMP を用いて順にアクセスすることにより探索することにより探索する。

3.3 トポロジ解析機能

トポロジ解析機能は、エッジ LSR に接続して OSPF を実行することにより、ルータと物理回線の接続を示す LS (Link State) 情報を取得し、トポロジテーブルに登録する。本テーブル内の情報を基に、Dijkstra 法を用いて OSPF の SPF (Shortest Path First) 木を作成し、全 IP ネットワーク番号に対するデフォルト経路を計算する。さらに、トポロジテーブル内のルータに対し、LSR MIB を SNMP で検査することにより、LSR の検出を行う。

3.4 障害解析機能

障害解析機能は、以下のように LSP の障害を検出する。

(1) 不安定な LSP の検出

トラヒックログに現れる発着のネットワーク番号の組に対して、一定時間(例えば、1 時間)における LSP の確立・解放の回数を計算する。この回数が閾値を越えた場合、ネットワーク番号の組間に確立される LSP が不安定である判定する。

(2) 輻輳する物理回線の推定

トラヒックログ内の TCP DATA パケットの再送量が閾値を越えたり、ユーザから性能障害の申告があると、以下の方法で原因を推定する。

まず、性能障害の LSP の経路を LSP 経路テーブルから取得する。この経路が推定値であった場合は、3.3 節(3)の手法により正確な LSP の経路を探索する。次に、MPLS ネットワーク内に設置された MRTG モニタから、探索した経路上の各 LSR 間の物理回線上を流れるトラヒック量を取得する。本トラヒック量と物理回線の帯域を比較して、輻輳している物理回線を障害原因と推定する。さらに、本物理回線を通過する LSP の TCP DATA パケット再送量やトラヒック量を検査する。

5. おわりに

本稿では、MPLS ネットワーク内の物理回線を常に監視し、経路上のラベル分配プロトコルや LSR の MIB より、障害部分の特定を可能とする経路監視方法の一手法について検討した。最後に、日頃ご指導頂く KDD 研究所秋葉所長に感謝する。

- 参考文献**
- [1]: IETF Internet draft, draft-ietf-mpls-arch-06.txt, Aug. 1999.
 - [2]: IETF Internet draft, draft-ietf-mpls-ldp-08.txt, June 2000.
 - [3]: IETF Internet draft, draft-ietf-mpls-lsr-mib-06.txt, July 2000.