

超高速データ通信方式 Frame Switching の概要

6N-1

- Frame-over-SONET/SDH (version 1) -

村上 健一郎 丸山 充 八木 哲 川野 哲生

NTT ソフトウェア研究所

1 はじめに

本論文では超高速データ通信向きの Frame Switching 方式とそのプロトコル Frame-over-SONET/SDH (version 1) について述べる。本方式は、専用線の標準である SONET (Synchronous Optical Network)[1] / SDH(Synchronous Digital Hierarchy)[2] の上に HDLC (High-level Data Link Control) のフレーム [3] を載せるという極めて簡単なプロトコルとなっている。PPP (Point-to-Point) -over-SONET/SDH[3] とは異なり、Frame Switch が多重アクセスの機能を提供する。

2 方式概要

Frame Switching 方式の想定するネットワークセグメントは、SONET/SDH のインタフェース [4] を持つホスト、それらが接続される Frame Switch[5] から構成される。このセグメントは Frame Switch を多重に接続することによって拡張される。また、SONET インタフェースを持つルータによってセグメントの相互接続が行われる。(図1)

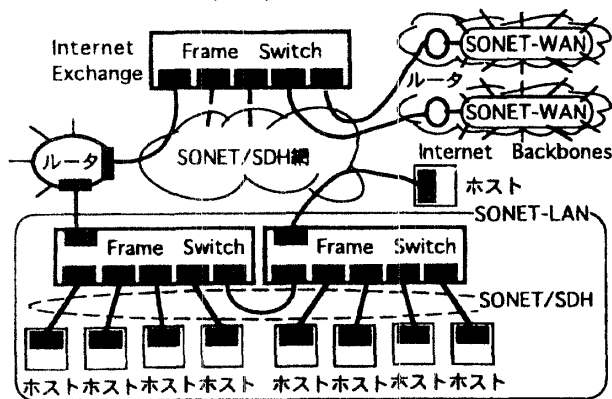


図1: ネットワークの構成

Frame Switch はいくつもの SONET/SDH のポートを持っており、それぞれのホストやルータに、全二重の多重アクセス機能を提供する。そのインタフェー

スには、UTP(Unshielded Twisted Pair)、シングルモードファイバ、マルチモードファイバ、同軸ケーブル等がある。これら以外にも、HDLC フレーム [6] を載せることができる伝送路は何でも利用可能である。

ホストやルータは、一意に識別される HDLC アドレスを持つ。IP(Internet Protocol)等のデータグラムの転送の際には、それを HDLC フレームに入れ、転送先の HDLC アドレスを設定して Frame Switch へ送り出す。Frame Switch では、その転送先アドレスのホストが接続されているポートへフレームを送り出す。当該ポートが別の Frame Switch へ接続されている場合には、その Frame Switch が同様の中継動作を行う。このようにして中継されたフレームは目的のホストまたはルータへ渡される。また、ユニキャストだけでなく、ブロードキャストやマルチキャストもサポートされている。

なお、Frame Switch は HDLC フレームが転送できるすべての伝送媒体に適用できるが、特に SONET /SDH を対象としたものを SONET Switch と呼ぶ。また、SONET Switch によって実現される LAN を SONET-LAN と呼ぶ。

3 Frame-over-SONET/SDH (V. 1)

このセクションでは、Frame-over-SONET/SDH (version 1) の設計フィロソフィー、プロトコルの構成、そして、特徴について説明する。

3.1 設計フィロソフィー

Frame-over-SONET/SDH では次のようなフィロソフィーの下に設計を行った。

- (1) 適切なネットワークセグメントサイズ
パフォーマンスを保ち健全なネットワーク管理をするためにはセグメント上のホスト数に制限が必要となる。このため、セグメント上のホスト数を最大数十台まで(具体的には最大63台)と想定し、それ以上のホストを接続する場合には複数のセグメントをルータで結合するものと想定した。
- (2) 処理オーバーヘッドの抑制
超高速ネットワークにおけるパフォーマンス向上には、特に、ホスト側での処理のオーバーヘッドを減らすことが重要である。このため、最大64Kbyteの長大フレームのサポート、ワード境界を考慮したパディングなどによってヘッダ処理やメモリアクセスのオーバーヘッドを減らしている。
- (3) 投資の保護
Frame-over-SONET/SDH は、HDLC のフレー

Frame Based Switching for High Speed Data Communications

Ken Murakami, Mitsuru Maruyama, Satoru Yagi, and Tetsuo Kawano

NTT Software Laboratories

3-9-11, Midori-cho, Musashino-shi

Tokyo, 180 Japan

ム形式が PPP-over-SONET/SDH と互換性を持つように設計されている。このため、既存の PPP 製品の開発コストを無駄にすることなく、短時間で製品の開発を行うことができる。また、ソフトウェアのアップデートだけで Frame-over-SONET/SDH が利用できるため、すでに PPP 製品を導入しているユーザの投資の保護も可能である。

(4) 自動構成制御

ノードアドレス、経路表などの設定は、管理者やユーザにとって重荷になるばかりでなく事故の元となる。そこで、Frame-over-SONET/SDH では、アドレスをホストに自動的に割り当てる NSP (Node Switch Protocol)、スイッチの経路情報の取得を自動的に行う SSP (Switch Switch Protocol) を規定し、管理者やユーザの介在を不要としている。

3.2 プロトコルの構成

Frame-over-SONET/SDH プロトコルは、HDLC フレームの形式と中継方式を規定する基本プロトコル、動的な HDLC アドレスの割り当てを規定する NSP、スイッチ間の経路制御を規定する SSP、そして、IP を使用する場合に必要となる IP アドレスと HDLC アドレスとの動的な対応づけを行う ARP (Address Resolution Protocol) 等から構成される。

SSP は、DV (Distance Vector) アルゴリズムに基づいている。各スイッチは SSP に従い、経路情報 (スイッチアドレス) を交換することによって経路表を作成する。この経路表はユニキャストパケットの中継に使用される。また、ブロードキャストおよびマルチキャストパケットの中継には、RPB (Reverse Path Broadcasting) アルゴリズム [7] を使用する。この方法では、ユニキャストの経路の逆をたどってスパンニングツリー状にブロードキャストやマルチキャストパケットの中継し、全部のスイッチ / ホストにパケットを転送する。

3.3 特徴

Frame-over-SONET/SDH (version 1)、および、それに基づくネットワークは以下のような特徴を持つ。

(1) シンプル

SONET-LAN は、コネクションレスのネットワークである。従って、フレームの転送の前にコネクションの設定は必要なく、コネクションの管理のオーバーヘッドがない。また、IP などのコネクションレスのプロトコルの実装が容易である。

(2) 広い適用範囲とシームレスネットワーク

Frame-over-SONET/SDH は、LAN からキャンパスバックボーン、インターネットバックボーン、そして、バックボーンの相互接続点まで広い適用範囲を持つ。LAN から WAN に至るまで、伝送システムの基本プロトコルである SONET/SDH を使用することになるため、伝送路 (超高速専用線) を介した場合でも繋ぎ目のないネットワークを構成することができる。

(3) 速度のスケラビリティ

SONET/SDH では 51.84Mbps (STS-1/STM-0) から 10Gbps (STS-192/STM-48) あるいはそれ以上の速度までの標準化が行われている。Frame Switch

では、SONET/SDH をそのまま使用するため、同様の速度のスケラビリティを持つ。

(4) マルチプロトコル

Frame-over-SONET/SDH はレイヤ 2 のプロトコルであり、それに基づく Frame Switch では IP、IPv6 (version 6) などのどのようなネットワークプロトコルでもサポート可能である。

(5) SONET/SDH との互換性

SONET/SDH や ATM などの部品をそのまま使用できるため、設計や製造コストの抑制が可能となる。また、ネットワークの構築にあたっては、SONET/SDH 用のマルチプレクサやクロスコネクタ等の伝送システムをそのまま利用できる。更に、SONET/SDH で規定されている APS (Automatic Protection Switching) を利用し、二重化によって信頼性を向上させることができる。

(6) プラグ アンド プレイ

NSP や SSP によってアドレスや経路の設定が自動化されているため、ユーザは機器を接続するだけで良い。

4 おわりに

本論文では、超高速データ通信向きの Frame Switching 方式とそのプロトコル Frame-over-SONET/SDH (version 1) について述べた。そして、本方式が HDLC を基本とする極めてシンプルなプロトコルであること、構成制御の自動化などの特徴を持つこと、SONET/SDH をベースとしているため、スケラブル、シームレスであること等を説明した。今後、更に適用範囲を広げた Version 2 の開発を進める予定である。

謝辞

共に研究を進めてきた吉田敏明氏、小林正之氏、佐島隆博氏、助言をいただいた John Mullaney 氏、Paul Francis 氏、Tino Varelas 氏、Craig Partridge 氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] ANSI for Telecommunications: Digital Hierarchy Optical Interface Rates and Formats Specification (SONET), ANSI T1.105-1001, Jul. 1991
- [2] ITU-T: Synchronous multiplexing Structure, ITU-T G.709, March 1993
- [3] W. Simpson: PPP over SONET/SDH, RFC1619, May 1994
- [4] 丸山、川野、八木、村上: Frame Switching 方式による通信インタフェースの実現と評価 - SONET-LAN -, 第 54 回情報処全国大会, 6N-2, 1997
- [5] 八木、川野、丸山、村上: Frame Switch エミュレータの実現 - CORE-switch -, 第 54 回情報処全国大会, 6N-3, 1997
- [6] 川野、八木、丸山、村上: Frame Switching 方式による HDLC フレーム LSI の実現 - CORE-Framer -, 第 54 回情報処全国大会, 6N-4, 1997
- [7] S. Deering, C. Partridge, D. Waitzman: Distance Vector Multicast Routing Protocol, RFC1075, Nov. 1988