


Frame Switching 方式による通信インタフェースの実現と評価

6N-2

- SONET-LAN -

丸山 充 川野 哲生 八木 哲 村上 健一郎

 NTT ソフトウェア研究所

1 はじめに

超高速データ通信方式の1つとして、Frame Switching¹⁾方式および Frame over SONET/SDH (以後 SONET-LAN と略す) と呼ぶ新プロトコルの検討を行なっている。本プロトコルは、専用線の物理層プロトコルである SONET/SDH のペイロード上に、リンクレイヤプロトコルとして低オーバーヘッドでフレームを転送する機能、およびスイッチ²⁾を使用したフレーム相互の低遅延データ交換機能の2つにより、(1)高転送レートを実現、(2)ブロードキャスト/マルチキャスト可能、(3)シームレス転送可能等の特徴を有する。本稿では、新プロトコルの検証を行なうために作成した、端末用のインタフェースカードの構成と転送スループットについて得られた評価結果を示す。

2 インタフェースカードの構成

2.1 ハードウェア

インタフェースカードの主要な機能は、(1)HDLC 互換のフレームに基づくプロトコル処理³⁾、(2)バスインタフェース、(3)回線インタフェース、(4)SONET/SDH レイヤ⁴⁾、⁵⁾のプロトコル処理であり、図1に示す構成を有する。

バスインタフェースとして SUN S-BUS および PCI-BUS 対応の2種類のカードを用意し、バス上の転送には DMA 制御コントローラを使用する。回線インタフェースの転送スピードは OC-3c(156Mbps)であり、物理回線メディアとしては、シングル/マルチモードファイバおよびツイストペアケーブルが選択可能である。また回線インタフェースは、送信クロックをカード内のクロック発振子に同期させる独立モードとネットワーク側のク

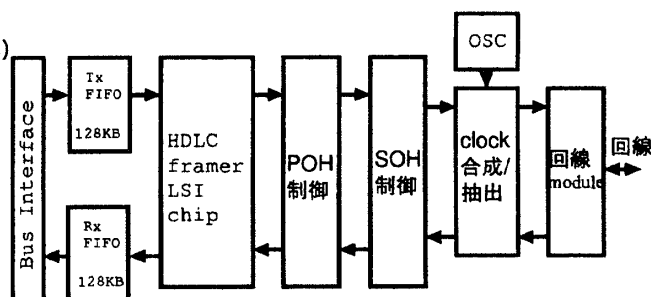


図1: インタフェースカードの構成

ロックに同期させる従属モードが選択可能である。SONET/SDH レイヤのプロトコル処理のためには、POH(Path Overhead) および SOH(Section Overhead) の汎用制御チップを利用した。図中の FIFO メモリは、コンピュータバス側と回線側の速度差を吸収するためのバッファメモリであり、送信側/受信側ともに MTU (Maximum Transfer Unit: 64KByte) の2倍の大きさを用意している。

2.2 ソフトウェア

カードのソフトウェアの主要な機能は、(1)カーネル内ネットワークドライバ、(2)NSP(Node Switch Protocol) 機能²⁾、(3)コンフィグ機能である。

S-BUS カード版ドライバソフトウェアは、SUN-OS 4.1.4 および Solaris 2.5.1 のネットワークドライバとして動作可能である。また PCI カード版は FreeBSD および Solaris 2.5.1 のネットワークドライバとして動作可能である。NSP 機能により、カードをスイッチに接続した時には自動的にリンクレイヤのアドレスがスイッチによりアサインされ、カードを対向接続した場合には、自動的に特別なアドレスがアサインされる。コンフィグ機能は、送信クロック独立同期/従属同期の選択、専用線のキャリアに応じて異なる SONET/SDH のパラメー

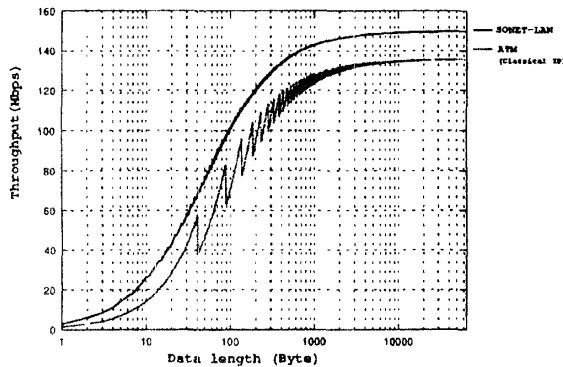


図 2: SONET-LAN プロトコルの理論転送性能

タの設定, 利用する CRC の選択機能および状態監視機能を有する。

3 インタフェースカードの性能評価

ここでは SONET-LAN プロトコルの転送性能の理論値を ATM と比較してみる。図 2 のグラフは, 回線速度を OC-3c とした場合の転送速度の計算値を示す。横軸がデータ長, 縦軸が転送速度, 実線が SONET-LAN プロトコル, 破線が Classical IP⁶⁾ に基づく ATM の場合を示す。本グラフで明らかなように, ATM ではデータ長が大きい場合は高い性能を示し, 最大 134Mbps 程度であるが, データが短い領域では転送速度が大きく変動する。これが固定セル長による cell-tax の影響である。一方, SONET-LAN では, 転送速度は最大 149Mbps であり, ATM より 10% 高い値を示す。またデータ長が短い領域でも, 低オーバーヘッドのために ATM と比較して最大 2 倍程度の転送速度を示すことが分かる。

次に, 実際の転送性能を測定するために, S-BUS カードを実装した 2 台のワークステーションを対向接続して, アプリケーションレイヤでのメモリ間転送を行なってみた。転送実験に利用したワークステーションは, SUN SS-20 Super SPARC 85MHz, メモリ 32Mbyte, SUN-OS 4.1.4 のシステムである。なおカーネル TCP 部分は, 4.4 BSD⁷⁾ ベースのウィンドウスケーリング⁸⁾ 可能な改造が施されているものである。また測定プログラムとしては, Netperf⁹⁾ を利用した。この結果 UDP では, MTU サイズ 28KByte, ソケット層の Read/Write サイズ 28KByte の時にほぼ理論限界である 149Mbps の転送速度を得た。また TCP では, MTU サイズ 28KByte, TCP ウィンドウサイズ 280KByte, 一回のソケット層での Read/Write サイズ 28KByte の時に 123.9Mbps の転送速度が実測できた。TCP の転送速度の限界をロジックアナライザなどで解析してみると, ソケット層でのコピー起動がメインのオーバーヘッドであるため, さらに性能改善の余地はあると思われる。

4 おわりに

我々が提案した新プロトコル SONET-LAN の検証を目的として作成したインタフェースカードの構成の概略と得られた評価結果を示した。この結果, 新プロトコルを実装したインタフェースカードは, ATM の理論転送限界を越える 149Mbps の性能が実際に得られ, 新プロトコルの低オーバーヘッド性を実証できた。

今後, PCI 版インタフェースカードの詳しい評価および OC-12c 対応のインタフェースカードの設計を順次進める予定である。

謝辞

本研究の機会を与えていただいた, NTT ソフトウェア研究所 広域コンピューティング研究部の市川晴久部長, 高橋直久グループリーダーならびに共に開発を進めていただく吉田敏明氏, 小林正之氏, 佐島隆博氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 村上, 丸山, 八木, 川野, “超高速データ通信方式 Frame Switching の概要 -Frame over SONET/SDH-”, 情処第 54 回大会, 6N-1, 1997.
- 2) 八木, 川野, 丸山, 村上, “Frame Switch エミュレータの実現 -CORE-Switch-”, 情処第 54 回大会, 6N-3, 1997.
- 3) 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-”, 情処第 54 回大会, 6N-4, 1997.
- 4) ANSI for Telecommunications: “Digital Hierachy Optical Interface Rates and Formats Specifications(SONET)”, ANSI T1.105-1991 July 2, 1991.
- 5) ITU-T: “Synchronous multiplexing Structure”, ITU-T G.709 03/93.
- 6) J. Heinanen: “Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5”, IETF RFC-1483, 07/20/1993.
- 7) Gary R. Wright and W. Richard Stevens: “TCP/IP Illustrated, Volume2: The Implementation”, ISBN 0-201-63354-X, Addison-Wesley, 1995.
- 8) D. Borman, R. Braden, V. Jacobson: “TCP Extensions for High Performance”, IETF RFC-1323, 05/13/1992.
- 9) Hewlett Packard: “Netperf”, <http://www.cup.hp.com/netperf/NetperfPage.html>