

2 Z-3

MKngプロジェクトにおける高速ネットワーク： RT-Mach を用いた ST2 over ATM の実装†

戸辺義人

木原誠司 盛合敏 南部明

徳田英幸

慶應義塾大学 SFC 研究所

NTT 情報通信研究所

慶應義塾大学 環境情報学部

1 はじめに

慶応大学を中心に行っている次世代マイクロカーネル (MKng) 研究プロジェクトでは、RT-Mach マイクロカーネルをベースに各種処理のための拡張を行っている [1]。このプロジェクトのサブテーマの一つに、高速ネットワークシステムの構築があり [2]、帯域予約型プロトコルである ST2 を ATM 上で有効に利用する方式、複数の MPEG2 データ・ストリームを ATM 上で効率よく転送する方式 [3]、異種ネットワーク接続環境で有効な QoS (Quality of Service, サービス品質) 制御可能なマルチキャストについて研究を行っている。本稿では、RT-Mach 用 ATM ドライバと ST2 を ATM 上で転送した評価結果について述べる。

2 ATM ドライバ

ATM ボードとして、Efficient Network Inc. (ENI) の PCI バス ATM ボード ENI-155p を用いる。ENI-155p では、送信について最大 1024 個までの VC (Virtual Channel) がサポートされ、VC 毎のトラフィック・シェーピングが可能である。ENI-155p の FreeBSD 用ドライバコード [4] を RT-Mach に移植し、上位プロトコルから利用できるようにした。

ATM ドライバを利用するルーチンとの間では、送受信共に AAL5 CPCS PDU (ATM Adaptation Layer 5 Common Part Convergence Sublayer Protocol Data Unit) でやりとりをする。送信するときに呼び出す *device_write* への引数の一つとして渡す送出データの先頭には、VPI (Virtual Path Identifier) / VCI (Virtual Channel Identifier) の組を含む 4 バイトの疑似 ATM ヘッダを付加する。受信するためには Mach Packet Filter を使用し、パケット構造体の要素ヘッダとして、疑似 ATM ヘッダを提供する。ENI-155p では、受信する VCI をあらかじめハードウェアに対し伝える必要がある。特定の VC に対する受信のオンオフを制御するインタフェースとして、*device_set_status*

A High-Speed Network in the MKng Project:
Implementation of ST2 over ATM with RT-Mach
Yoshito TOBE¹, Seiji KIHARA², Satoshi MORIAI², Akira NAMBU², Hideyuki TOKUDA³

¹Keio Research Institute at SFC, Keio University
5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa 252, Japan
E-Mail: <tobe@sfc.keio.ac.jp>

²NTT Information and Communication Systems Laboratories
1-1 Hikari-no-Oka, Yokosuka, Kanagawa 239, Japan
E-Mail: <{kihara,moriai,nambu}@isl.ntt.co.jp>

³Faculty of Environmental Information, Keio University
E-Mail: <hxt@sfc.keio.ac.jp>

†この研究は、情報処理振興事業協会 (IPA) が実施している創造的ソフトウェア育成事業「次世代マイクロカーネル研究プロジェクト」のもとに行われた。

を用いる。

3 ST2 over ATM

これまで、RT-Mach では ATM のような帯域制御が可能なネットワークのデバイスドライバがなかったため、ST2 サーバ [5] ではイーサネットを使用していた。2節で説明したように ATM が利用可能となったため、ATM を利用できるように ST2 サーバを変更し、ST2 over ATM を実現した。以下、ST2 について、ST2 over ATM の実現方法について説明する。

3.1 ST2

ST2[6] はコネクション指向のプロトコルであり、コネクション確立時に多くの情報をやりとりすることにより、データ送受信時のデータパケットのヘッダを小さくし、高速な通信を可能にしている。また、通信の QoS をアプリケーションから指定するための仕組みを持つ。ここで、プロトコル仕様の上では、この QoS の情報を伝搬する仕組みを持つが、指定された QoS を保証するための仕組みについては言及されていないことに注意する必要がある。具体的には、ST2 の下位層にあたるネットワークに対し、QoS を守るための帯域制御の仕組みを要求している。

ST2 が厳密な予約の概念に基づいて設計されているのに対し、緩やかな予約の概念を導入し、また ST2 の仕様をより実装しやすく、また実装間の相互接続性を高めるための新しい仕様 ST2+[7] が作られている。本研究では現在、ST2 を対象としているが、今後 ST2+についても検討する予定である。

3.2 ST2 over ATM の実現方法

ST2 over ATM の実現方法はいくつか提案されている [8, 10]。本研究における実装では、現在のところ、RFC1483[9] の VC に基づく多重化を用い、AAL5 CPCS PDU に ST2 ヘッダを含めたパケットを対応させている。VC は IP アドレス対に一つ割り当てており、SCMP 制御パケットおよび複数のストリームのデータパケットが 1 つの VC を共有する。IP アドレスと VC との対応は、プログラム実行時に読み込むファイルに記述しており、VC は現在 PVC を使用している。ストリームごとの VC の割り当てと、その動的な割り当て、ATM の QoS と ST2 の QoS とのマッピングは、今後検討していく。

3.3 実装

ST2 プロトコルサーバは、CPU およびメモリ (バッファ) 資源の予約を行うことを目的に実装された [5]。本研究においてはこの実装を ATM で利用可能にした。具体的な変更点は、イーサネットの代わりに ATM のデバイスド

ライバを利用するようにしたこと、それに伴い、イーサネットヘッダを生成する代わりに ATM デバイスドライバが定義している疑似 ATM ヘッダを付けること、ARP 情報の代わりに IP アドレスと VCI との対応を与えて利用するようにしたことである。

4 評価

実装した ATM ドライバおよび ST2 over ATM を評価するために、実験を行った。実験環境は、ENI-155p およびイーサネットボードを装着した 2 台の PC (Pentium-Pro 200MHz および Pentium 133MHz) で、これらは ATM スイッチを介さずに直接光ケーブルにてクロス接続した ATM と、他のトラフィックがないイーサネットの二つの接続を持つ。OS は、MKng プロジェクトにて開発している RT-Mach(1997年4月12日スナップショット)である。

送信ホストでは一定周期で ST2 のデータパケットを送出し、受信ホストではアプリケーションがデータパケットを受信した時刻を記録し、受信時刻の差(パケット受信間隔)を測定した。測定には、Pentium の内部カウンタを用いた。

実験 1 として、ATM およびイーサネットにおいて 128 バイトのパケットを 20 ミリ秒ごとに送信したときのパケット受信間隔を測定した。実験 2 では、他のトラフィックの影響を見るために、送信ホストより他のホストにイーサネットを利用して ftp によるファイル転送をしている間に、実験 1 と同様の測定をした。イーサネットの場合には、送受信ホストとは別のホストの間の ftp のトラフィックをイーサネット上に流した状態でも、同様の測定を行った。

結果を図 1、図 2 に示す。実験 1 の結果から、ATM でもイーサネットでも、他にネットワーク利用がないときには、パケット受信間隔がほぼ安定していることがわかった。実験 2 の結果から、イーサネットに ftp によるトラフィックを流している時には、イーサネットでの受信間隔に影響が出ることがわかった。他のホスト間の ftp に比べ、送信ホストからの ftp の場合の方がばらつきが大きいこと、イーサネット上に ftp トラフィックを流した場合の ATM の結果はばらつかないことから、同じネットワークデバイスドライバの利用による乱れが原因と考えられる。したがって、ATM でも他のトラフィックが入る場合のデバイスドライバの制御方法を検討する必要があると考えられる。しかし、ATM の性質を考えると、無関係なホストのトラフィックは影響しない(媒体共有しない)ことから、ATM に ftp のトラフィックを流した場合にはイーサネットの場合ほど大きくばらつかないことが予想できる。

5 まとめと課題

本稿では、RT-Mach での ATM ドライバと ST2 over ATM について述べた。評価実験の結果から、本稿で述べた ST2 over ATM の実装はイーサネットの場合に比べて有利であるということを示した。今後は、制御データとストリームデータの VC の分離と QoS のマッピングを行うとともに、KISH 網(5 箇所分散したキャンパス間を 155Mbps の ATM で結んだネットワーク、Keio Information Super Highway)での評価、および ST2+へ

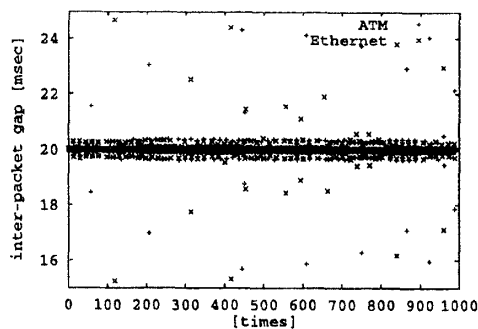


図 1: 実験 1 の結果

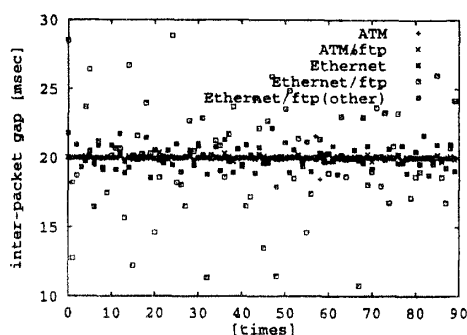


図 2: 実験 2 の結果

の対応を予定している。

参考文献

- [1] 徳田, 追川, 西尾, 萩野, 斎藤: “MKng: 次世代マイクロカーネル研究プロジェクトの概要,” 第 55 回情報処大全文集, 1Z-2 (1997).
- [2] 船渡, 木原, 松井, 尾上, 徳田: “MKng プロジェクトにおける高速ネットワークサポート,” 第 53 回情報処大全文集, 5B-7, pp. 1-45-1-46 (1996).
- [3] Y. Matsui and H. Tokuda: “VoR: Network Subsystem Framework for VBR over Reserved Network,” To appear in European Workshop on Interactive Distributed Multimedia Systems and Telecommunication Services, (1997).
- [4] Cranor: <http://www.crcr.wustl.edu/pub/chuck/bsd atm/wucs.html>.
- [5] 木原: “帯域予約型ネットワーク通信プロトコルの実装と評価,” 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 237 - 244 (1996).
- [6] C. Topolcic: “Experimental Internet Stream Protocol, Version 2 (ST-II),” RFC1190 (1990).
- [7] L. Delgrossi and L. Berger: “Internet Stream Protocol Version 2 (ST2) Protocol Specification - Version ST2+,” RFC1819 (1995).
- [8] O. Hagsand and S. Pink: “ATM as a Link in an ST-2 Internet,” In proceedings of the 4th International Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video (1993).
- [9] J. Heinanen: “MultiProtocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5,” RFC1483 (1993).
- [10] S. Jackowski: “Native ATM Support for ST2+,” RFC1946 (1996).