

ATM ネットワーク上での ST-II プロトコル実装

4U-6

に関する一考察

植木 雅士*

加藤 聰彦**

鈴木 健二**

*電気通信大学 情報システム学研究所 **国際電信電話(株) 研究所

表 1: FlowSpec のパラメータ

LimitOnDelay	origin が許す最大遅延
LimitOnPDUBytes	origin が許す PDU の最小サイズ
LimitOnPDURate	origin が許す最小 PDU 転送速度
MinBytesXRate	origin が許す最小の帯域
AccdMeanDelay	予想される遅延
AccdDelayVariance	予想される遅延変動
DesPDUBytes	望まれる PDU サイズ
DesPDURate	望まれる PDU 転送速度

1. はじめに

近年、計算機ネットワークを介して映像や音声などの実時間情報を転送するために、サービス品質の保証を目的とした通信プロトコルが提案されており、Internet のネットワーク層プロトコルの ST-II もその一つである [1]。一方、次世代の広帯域通信を実現する交換・伝送方式として、ATM(非同期転送モード)の検討が広く行なわれている。ST-II と ATM は、マルチメディア通信を実現するという共通する目的を有しているが、これまでは別々の領域で独立に検討されてきた。しかし、今後 ATM ネットワークが広く普及すると予想されるため、その上での ST-II の実現方法を検討することは重要である。そこで本稿では、ATM と ST-II のサービス品質のパラメータを対応付け、ATM 上での ST-II の実現方法を示すとともに、ATM LAN 上に実装された ST-II プログラムの性能評価について報告する。

2. ST-II

ST-II は各種ネットワークにおいて、実時間情報を転送するためのプロトコルである。ST-II は、stream という、1つの "origin" から1つまたは複数の "target" に向かう有向木構造のコネクションによる、単方向のマルチキャスト通信を基本としている。stream は CONNECT と ACCEPT の2つのメッセージの交換により確立され、その時点で FlowSpec というパラメータを用いて、サービス品質をネゴシエートする。CONNECT メッセージにより、通信に参加するネットワークやノードに対して、FlowSpec に規定したサービス品質を保証する資源(帯域やバッファなど)の確保を要求する。また ACCEPT メッセージで、実際に得られたサービス品質を origin に知らせる。RFC1190 で規定された FlowSpec には表 1 のパラメータが含まれている。

3. ST-II の ATM 上での実現方法

ATM は 53 バイト固定長のセルの伝送・交換により、音声、映像、データ通信などの様々な種別のトラヒックの伝送を可能とする通信方式である。このために ATM は、物理レイヤ、ATM レイヤ、ATM の機能をその上位レイヤから隠蔽する ATM アダプテーションレイヤ(AAL)から構成される。AAL では、通信の種別により異なる手順が定められており、データ通信には AAL タイプ 5 が広く使われている。

ATM コネクションには、Peak Cell Rate (PCR) などのトラヒックパラメータを定めており、それによって送出されたセルに対しては、ネットワークが転送を保証する。シグナリングに従って確立される SVC の場合は、確立時にトラヒックパラメータをネゴシエートする。また PVC の場合は、加入時にトラヒックパラメータを契

約する。

SVC に対しては、以下のような方法で ST-II と ATM の対応付けを行なうことができる。

(1) ST-II の CONNECT メッセージ中の FlowSpec を用いて、SVC を確立するための SETUP メッセージの情報要素を次のように定める。

● ATM user cell rate 情報要素

- Forward Peak Cell Rate に、DesPDUBytes と DesPDUBytes から求められるセルレートを設定
- Backward Peak Cell Rate に、ST-II の制御メッセージの転送に必要なセルレートを設定

● AAL parameters 情報要素

- AAL Type に AAL タイプ 5 を指定
- Forward Maximum CPCS-SDU Size に DesPDUBytes の値を設定
- Backward Maximum CPCS-SDU Size に、ST-II の制御メッセージに必要な大きさを設定

(2) SVC が確立されると、その上で CONNECT メッセージを送出し、ACCEPT メッセージの受信を待つ。この対応付けにより、stream に求められるサービス品質が、ATM 交換機によって実現される。また、PVC に対しても、PVC に割り当てられたトラヒックパラメータを FlowSpec に対応付けることにより、ATM 上で ST-II を実現することができる。

4. ATM 上の ST-II の性能評価

ATM 上での ST-II 実装の有効性を示すために、パブリックドメインの ST-II プログラムを、ATM LAN と Ethernet 上で動作させ、その性能を評価した。

4.1 使用した ST-II プログラム

本評価実験では SICS の開発した ST-II プログラムを使用した¹。このプログラムは、SUN OS に組み込まれ、Ethernet または IP にインタフェースして動作する。ATM LAN と Ethernet の双方で動作させることと、IP のオーバーヘッドは大きくないと判断できることにより、本実験では IP にインタフェースして動作するモードを使用した。

4.2 評価実験

4.2.1 概要

ATM と Ethernet 上に実現された ST-II 上で、映像や音声などの実時間情報を転送する場合の性能を比較

"A Study on Implementation of ST-II over ATM Network"
Masashi UEKI
The University of Electro-Communications,
Toshihiko KATO and Kenji SUZUKI
KDD R & D Laboratories

¹ 本プログラムは、ftp://sics.se/pub/st-2/st2release2.tar.Z により入手可能

評価するために、以下のような実験を行なった。

- 一定長のデータブロックを等間隔で転送する評価用トラヒックを用いて、スループット、ブロック誤り率、各ブロックの遅延変動を測定する。
- 評価用トラヒックとは別に外部トラヒックを発生させて、評価用トラヒックへの影響を調べる。

ATM については、使用した ATM LAN が、現状では標準に準拠したシグナリングをサポートしていないため、3 節に述べた SVC に対する実現法は実装せず、ATM LAN により保証されるサービス品質が、3 節で述べた手順に従って確保された資源により実現されるとして、データ転送の性能を評価することとした。

4.2.2 実験形態と測定方法

2 台のワークステーション (SUN Sparc Station IPC (クロック 25MHz)) と外部トラヒックを発生させるテストを、ATM LAN (Fore Systems ASX-100 ATM Switch) および Ethernet に接続した (図 1 参照)。

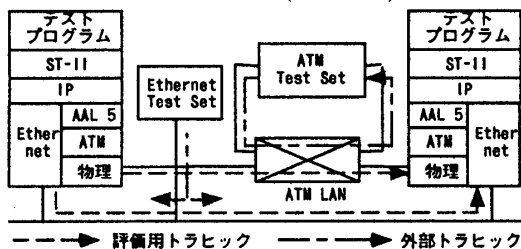


図 1: 実験形態

送信側のテストプログラムは、256, 1024, 2048 バイトのデータブロックを、それぞれ 0.48ms, 0.52ms, 0.59ms の間隔で、合計 1M バイト送信する。データブロックの先頭には、シーケンス番号と送出時のタイムスタンプを付与している。受信側のテストプログラムは、スループットと誤り率を計測し、シーケンス番号とタイムスタンプから各ブロックの遅延変動を計算する。なお、ブロックの送出間隔は、ATM と Ethernet の双方で正常に送信できる最小の値を採用した。

外部トラヒックとしては、1488 バイトのフレームを等間隔に送信するものと、10 フレーム連続でバースト的に送信するものの 2 種類のパターンを使用した。トラヒック量としては、ATM では 2.3Mbps, 4.6Mbps (等間隔)、Ethernet では 1.2Mbps, 2.4Mbps, 3.6Mbps, 4.8Mbps (等間隔)、2.6Mbps, 4.6Mbps(バースト) を採用した。

4.3 実験結果

(1) 外部トラヒックを与えない場合は、ATM、Ethernet 上の ST-II 双方で、ブロック誤り率は 0 で、遅延変動は、ATM 上で約 1.5ms 以内に、Ethernet 上で約 0.5ms 以内におさまっている。また、スループットは、256, 1024, 2048 バイトのブロックに対して、ATM と Ethernet でそれぞれ 1.9Mbps, 6.4Mbps, 11.4Mbps, 1.8Mbps, 6.2Mbps, 9.4Mbps であった。

(2) ATM 上の ST-II の性能は、外部トラヒックを加えても、影響がみとめられなかった。図 2 に、ブロック長 1024 バイトの評価トラヒックと、2.3Mbps の外部トラヒック (等間隔) を用いた場合のブロックごとの遅延変動 (平均遅延からの相対値) を示す。

(3) Ethernet 上の ST-II の性能は、外部トラヒックにより影響を受けた。等間隔の外部トラヒックに対しては、全体のトラヒックが 10Mbps を越えない場合は、ブロック誤り率は 0 で、遅延変動は約 1.5ms 以内におさまっていたが、全体で 10Mbps を越えるトラヒックを加えよ

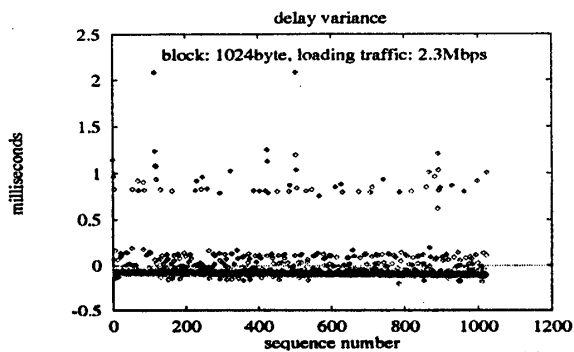


図 2: ATM 上の ST-II における遅延変動 (相対値)

うとすると性能が悪化した。例えば、ブロック長 1024 バイト、外部トラヒックが 4.8Mbps の場合は、ブロック誤り率が約 8%、遅延変動が約 50ms であった。また、バースト的な外部トラヒックを与えた場合は、合計のトラヒックが 10Mbps を越えない範囲でも、遅延変動に悪化が見られた。図 3 に、ブロック長 1024 バイトの評価トラヒックと、2.6Mbps の外部トラヒック (バースト) を用いた場合のブロックごとの遅延変動を示す。

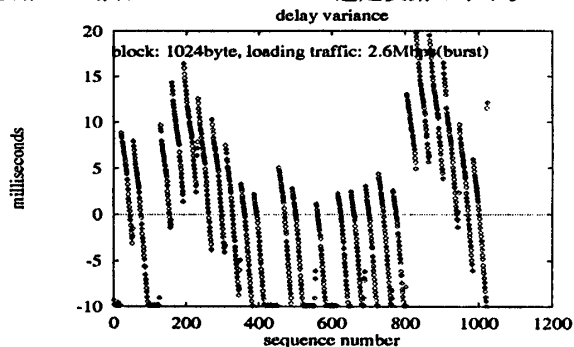


図 3: Ethernet 上の ST-II における遅延変動 (相対値)

4.4 考察

(1) ATM LAN 上での実験の結果は、ATM 交換機での帯域などの資源確保が、ST-II による実時間情報の通信に有効であることを示している。一方、Ethernet では、帯域が確保できないため、外部トラヒックにより、通信が大きく影響を受けた。ST-II 自身は、サービス品質を要求をするのみで、その品質の保証機能は、ネットワークやノードに任されている。従って、ST-II による実時間通信を実現するためには、ATM のようなサービス品質を保証するネットワークが必要である。

(2) 外部トラヒックがない場合には、Ethernet 上の ST-II の方が遅延変動が少なかった。これは Ethernet インタフェースが CPU ボード上に搭載されているのに対し、ATM LAN インタフェースが別ポートで提供されるという実装形態の違いによると考えられる。

(3) Ethernet ではバースト的な外部トラヒックを与えた方が、等間隔の場合より遅延変動が大きかった。このようなトラヒックはファイル転送などで通常みられるため、Ethernet 上の ST-II は、実際のネットワークでも他のトラヒックの影響を大きく受けると予想される。

5. おわりに

本稿では、ATM 上に ST-II を実現する方法を述べるとともに、ATM LAN 上の ST-II プログラムの性能評価を行ない、その有効性を示した。

参考文献

[1] Topolcic, C., "Experimental Internet Stream Protocol, Version 2 (ST-II)," RFC 1190, CIP Working Group, October 1990