

高速ネットワークが拓く教育・研究の新時代

京都大学大学院工学研究科

池田 克夫

New Era of Research and Education Evolved by High Performance Networks

IKEDA Katsuo
Kyoto University

Abstract: Evolution and development of research and educational environment supported by high performance networks is discussed. First, issues on ATM networking are presented. Second, results of OLU (OnLine University) project are shown as well as the performance of SCS (Space Collaboration System). Lastly, the future of research and educational environment supported by high performance networks is discussed.

1 はじめに

究極の電話交換技術とされ、同時に広帯域 ISDN の基幹技術として大きな期待をもたれて登場した ATM 技術と、ギガビットから将来はテラビットにおよぶ光ファイバ伝送技術とによって、マルチメディア応用は明るい未来を保証されたように見える。ATM 技術は、ATM-WAN と ATM-LAN の双方に適用でき、WAN と LAN とがシームレスなネットワークとして実現できることから、極めて強い関心を集めている。

本稿では、OLU オンラインユニバーシティプロジェクト [5] の実験を紹介しながら、高速ネットワークの技術的な問題点と高速ネットワークが拓く教育・研究への応用の展開について考えてみたい。

2 ATM ネットワークの問題点

ATM ネットワークの計算機 (指向の) ネットワークへの適用は、これまでの LAN やデータ通信網では経験しなかった問題点を明らかにした。

2.1 PVC か SVC か

ネットワークにおいて希望する相手に接続するための交換機能は本質的なものである。ATM では、ハードウェアのスイッチでチャンネルを切り替えて仮想的な回線交換を行い、高速で経済的なネットワークを実現した。

ATM の交換方式は、固定的な VC (仮想チャンネル) を設定する PVC と動的に VC を設定する SVC とがある。PVC は必須の機能要素として ATM 開発の第 1 段階で実現された。バックボーンネットワークでは、トラフィック特性も大きな変動がなくスイッチ間でトンネルを用意すればいいので、オーバーヘッドの小さい PVC を採用することが多いようである。しかし、PVC ではエンドユーザの端末を接続するネットワークの運用の柔軟性に欠けるために、SVC の機能が必要とされる。

ATM は、本来、音声や映像など、CW (連続波形) を伝送するために考案された方式であり、SVC ではオーバーヘッドが大きいことと、接続すべき相手のアドレスに関するデータベースを管理運営するサーバが必要であることから、SVC が本当に有効かどうかを疑問視する議論も多い。

2.2 IP/ATM の問題点

IP/ATM (IP over ATM) は、インターネットで広く用いられている TCP/IP プロトコルを ATM ネットワークでそのまま適用しようとするものである。インターネット関係者には、ネットワークの性能さえ得られれば、デジタルテレビでも電話でも何でも IP でサポートできると考えている人もいる。

TCP/IP は、LAN の場合、Ethernet や Token ring のような放送型の伝送メディアへの適用を狙って制定されたと言っても言い過ぎではない。必ずしもそのようなメディアに限定した積もりではなかったのであるが、実はそれ以外の伝送メディアは存在しなかったに等しいので、それらに最適化する形で発展してきた。その結果、TCP/IP のアプリケーションはブロードキャスティングとマルチキャスティングを前提とした分散型の制御に基づいて設計/運用されているものが多い。

一方、ATM は回線交換を行うものであり、前述のような経緯で発展してきた TCP/IP プロトコルおよびその上のアプリケーションを支える機構としては基本機能に根本的な問題が内在していた。TCP/IP 上で構成されたアプリケーションを支えるためには各種のサーバが必要となり、ネットワークのパフォーマンスと信頼性とに大きな問題が存在することに改めて気がついたのである。

2.3 QoS の保証

QoS サービス品質の保証は ATM の提供する優れた能力の一つである。Ethernet などのコンテンション型のネットワークでは、ベストエフォートで、要求された性能を満たすように努力はするが、必ずしもそれが保証されない。しかし、ベストエフォートの特性は、音声や映像のように、データの中断がサービス品質に大きな影響を与えるような応用には致命的である。今後のデータ通信ネットワークの応用は、デジタルテレビ配信や VOD、CSCW

など、映像や音声の実時間伝送を主体とする応用が期待されているが、サービス品質が保証できないということは、その適用範囲が極めて限定されたものとならざるを得ないことを意味する。

2.4 IP-SVC の提案

前節で述べた問題点を解決すべく、ブロードキャスティング/マルチキャスティング、サーバーレス、QoS 保証の各条件を満たすために、藤川は IP-SVC 方式を開発し、新しい標準の提案を行っている [1] [2]。これは、比較的小さなサブネットワークの中で、マルチキャスト VC を作るためのプロトコルを考案し、さらに、サブネットワークを CSR (セルスイッチングルータ) [3] によって相互接続することにより、ATM が提供する VC を SVC 方式で設定して、利用する方式である。

2.5 ATM か fast Ether か

ATM 技術の普及が、ネットワークの機能の実現の遅れやネットワーク機器、特に NIC など、のネットワークインタフェースの選択の幅の狭さと価格の割高感に妨げられて、伸び悩みの傾向が見られる一方で、100 Base-T や 100VG-Any といったバス型の LAN の実用化が進んできた。この種の LAN は、Ethernet と同様にネットワーク構成が自動的に行われることや従来のソフトウェアをそのまま利用できることから、これまでの環境を一切変更することなく、システムを高性能化できるという利点がある。また、DTC (デスクトップカンファレンス) のような新しいアプリケーションに対しても十分な性能を持つとされている。これらは、トラフィックの特性に注意すれば、種々の応用に適用が十分可能であると考えられる。

将来問題が起こるとすれば、この種のネットワークはやはりベストエフォート型であるということである。ATM と fast Ether は、当面、伝送速度では ATM が若干優れ、使いやすさにおいては fast Ether が若干優れるという形で、追いつ追われつ進展して行くものと予想する向きが多い。

3 OLU : オンラインユニバーシティプロジェクトの成果

「21 世紀のわが国の情報・通信を考える会」(代表者 野口正一教授) が主唱し、NTT のマルチメディア通信実験の一環として、1994 年から遂行してきたオンラインユニバーシティプロジェクト [5] では、PVC 方式の ATM ネットワークを利用して、高速ネットワーク技術の研究、その上での複数の並列計算機の並列運転による超並列計算機の実現や教育研究に関する高度知識共有の研究などを推進してきた。

3.1 ATM ネットワーキング

OLU ネットワークは大学と企業の 25 のノードを環状に結合したものであったので、まず最初に起こる問題は、その上で必要とされる VC を任意に確立することであった。太田の疑似 SVC 方式 (IPSIG)[4] から始めて、前述の IP-SVC 方式の開発に至るまで、ネットワーク技術の開発が行われ、ネットワークの利用に貢献した。

3.2 遠隔講義・会議

遠隔講義・会議は、将来、重要かつ有効な高速ネットワーク応用の一つである。OLU プロジェクトにおいても

- 大人数集合講義・会議用 vic/vat, MPEG2 コーデック/ノード
- 10 人/10 サイト程度の会議用および実況放送用 vic/vat, okaoka
- 少人数/数サイト用の DTC システム

などの数種類のツールを、様々な構成で、ATM ネットワーク上で運用して評価した [6]。遠隔会議の実験の回数を重ねるにつれて、vic/vat などのツールも逐次改良が加えられ、目立って品質と安定性が増した。

ATM ネットワークの VC の確立に関しても、ATM 本来の機能として具備されているマルチキャスト VC の利用から、IP/ATM 上の Mbone、前述の IP-SVC の開発と、順次改良が加えられている。

1995 年 7 月 17 日の遠隔講義実験を手始めに、今日まで多数の遠隔講義・会議実験が行われてきた。これらの実験を通して、それぞれの講義・会議、CSCW ツールを評価するとともに改良点が指摘され、可能なものについては改良が図られていった。さらに、映像の品質と音声の品質の条件と伝送帯域、会議のための部屋の条件：映像の表示装置、特に投影型の場合の注意点、カメラのアンクル、書画カメラの問題、照明の条件、音響設備の条件など、に関する知見が得られた。

4 SCS スペースコラボレーションシステムの状況

文部省放送教育開発センタは、1996 年度下半期から通信衛星を用いて全国の国立大学、高専、共同利用機関 50 局を対象に、遠隔講義・会議システムの運用を開始した [7]。このシステムは、NTSC 方式のビデオ信号を H.261 方式により 1.5Mbps の帯域で符号化して伝送し、復号するもので、1 セッション当たり 2 映像ストリームを使用して、双方向のテレビ会議システムを構成している。一つのセッションには二つ以上のノードが参加（受信）できる。二つの映像ストリームは、予め定められた議長局が、対話の相手局を選択して切り替える。つまり、全 2 重で対話できるのは議長局と一つの局とに限定され、その他の局は受信のみが可能である。発言したいときには、発言要求を出しておき、議長局が切り替えによって一つの映像ストリームを発言要求局に割り当てたときに対話できるようになる。

このシステムは運用して日も浅いので、今後改善すべき点も残されているが、大学間の講義交換や、学会の委員会のようなものも含めて遠隔地の間での会議などに有効に利用され始めている。なお、OLU プロジェクトにおける遠隔講義実験の経験の基づいて、SCS のために教室の AV 機器や照明設備を適切に設置することができたことを付言しておきたい。

5 高速ネットワークへの期待

5.1 DTC : デスクトップカンファレンス

いつでも、どこでも、だれとでも、通信したいという要求は、全ての人に共通であろう。DTC はこの願望の多くの部分を満たしてくれる技術である。

今日各種の DTC 製品が発売され始めている。DTC は、映像と音声を用いたコミュニケーションだけではなく、各種の計算機資源と元来親和性が強いので、協調作業の支援に適している。このようなことから研究・教育のために極めて重要な役割を担うであろう。現状では、各社の製品の間での互換性が保たれておらず、相互の通信ができない状態であるが、早晚インターネット電話のように、任意のノードの間で、日常的に DTC を利用できるようになるであろう。

5.2 高度の知識共有

WWW はすざましい勢いで社会の全ての分野に広がった。この情報発信・交換・アクセスの機構は高度の知識共有を必要とする研究教育においても極めて有効である。問題は、いかに必要とする情報に素早くアクセスできるかである。このための使いやすいサーチエンジンの開発が切望される。このサーチエンジンは、各利用者の日常の活動から、必要とする情報の種類や範囲を適応的に獲得して、知的な探索をバックグラウンドで常時実行しておき、必要なときにさりげなく必要な情報を提供してくれるようなものを望みたい。

デジタルテレビ技術と VOD 技術により、従来は紙の上で静的な形で蓄積されてきた様々な情報が、映像として蓄積・利用が可能となる。これは、学術データベースの形態を大きく変化させることとなろう。VOD の標準として DAVIC が既に第 1 版の標準を制定し、現在その評価を行っているところである。DAVIC 標準の制定と評価には日本からの寄与が大きく、OLU のグループからも参画している。

高速ネットワークは、研究教育において必要とされる高度の知識共有において、大容量の映像データベースのアクセスに快適な環境を提供してくれる。

6 おわりに

高速ネットワークの適用に関する問題と、その応用に対する期待を述べた。急激に進展する情報技術の 5 年先 10 年先の確に予想することは大変困難なことであるが、間違いなく言えるのは、この新しい技術はこれまでの仕事のパラダイムと人々のライフスタイルに

大きな影響を与えることになるであろうということである。21世紀に向かって、人口問題、資源・環境問題...と、人類が直面する極めて深刻な問題に対して、高速ネットワークとそれに関連する技術が、問題解決の重要なキーとなるであろうことには疑いを持たない。

参考文献

- [1] Fujikawa K., "Another ATM Signaling Protocol for IP (IP-SVC)," IETF Internet Draft (work in progress), draft-fujikawa-ipsvc-01.txt, November 1996.
- [2] Fujikawa K. and Ikeda K., "IP-SVC: An ATM Signaling Protocol for IP Unicasting and Multicasting," Asian'96, Workshop on Networking, December 1996, Singapore.
- [3] Ohta M., Esaki H. and Nagami K., "Conventional IP over ATM," IETF Internet Draft (work in progress), draft-ohta-ip-over-atm-02.txt, March 1995.
- [4] 太田, "スイッチ設定プロトコルについて," 5th JAIN-OLU Joint Symposium, January 1996, Sapporo.
- [5] 村岡 編, "On-Line University Project," 1995 年度報告書, June 1996.
- [6] Ikeda K., Fujikawa K., Okabe Y., "Network in Education," High Performance Multimedia Computing and Communication, June 1996, Tokyo.
- [7] 近藤喜美夫, "VSAT の大学間教育交流ネットワークへの応用," 信学誌, Vol. 79, No. 8, pp. 777-782, 1996.