

マルチメディアネットワークの目指すもの



研究ノート

下 條 真 司*

はじめに

コンピュータから始まったマルチメディア革命はいまやコンピュータを飛び出して我々の生活に深く浸透しようとしている。近々始まる放送のデジタル化によって我々の家庭に映像、音声などの統合された新しいマルチメディアアプリケーションがもたらされるだろう。ドラマの俳優が着ている服をオンラインショッピングしたり、最新の映画をpay per view(有料放送)で好きなときに呼び出したりといったことが行えるかもしれない。マルチメディア革命によって、通信の世界も今大きな転換期を迎えている。すなわち、インターネットに代表されるように、これまでの通信の主流であった電話網などとは全く別の形態で発展してきたコンピュータネットワークが主役の座を奪おうとしているのである。映像、音声、データはデジタル技術によって融合され、一つのネットワークで送られる世界もそう遠くないであろう。現在インターネットではマルチメディアに対応したいわゆる統合サービス網構築の努力が行われている。この統合サービス網の登場により、新しいマルチメディアアプリケーションが立ち上がる可能性がある。

本稿では、現在インターネットで進められている統合サービス網構築の努力と我々の研究室で行っているそれに基づいたアプリケーション構築について紹介する。

インターネットでの統合サービス網

家庭や会社にたった一本の光ファイバーが引かれ、その上に映像、音声、データといった多様なトラフィックが効率的に流れていくというのは、通信の理想である。これが統合サービス網と呼ばれるものである。しかし、このことが現実的に難しいのは、それぞれのトラフィック(通信の流れ)によって必要とする通信サービスが異なっているからである。たとえば、映像はある一定量が常に流れるようにしてやらないと途中で映像がとぎれたり、乱れたりする。一方、WWWのようなデータは通信量の変化に比較的柔軟に追随することが出来る。統合サービス網とはすなわち異なるトラフィックの要求に対して異なるサービスを提供できるネットワークである。この異なるサービスのことをQoS(Quality of Service)と呼ぶ。

このような統合サービス網を提供する技術として、ATM(Asynchronous Transfer Mode)が開発されたが、サービスを利用するアプリケーションへうまく開放できなかったためにそのQoS機能が広く利用されるようにはならなかった。すなわち、アプリケーションをネットワークにつなぎ込むところで、映像は映像の口、データはデータの口という別々のものにしてしまったのである。しかし、現実は今起こりつつあることは逆の方向に進んでいった。映像も音声もデータもすべて同じネットワークの口につながれるようになってきた。イーサネットにつながる電話機やインターネット電話がまさにこの例である。

標準化の動向

現在、IETF(インターネットの標準化団体)ではDifferentiated Service(DS)というサービス統合が検討されている。電話交換網で用いられている回線交換やATMの提供するQoSは元来コネクション(通信の送信側から受信側までの一連の経路)に基づく



*Sinji SHIMOJO
1958年4月7日生
昭和61年3月大阪大学基礎工学部大学院後期課程修了
現在、大阪大学大型計算機センター、教授、工学博士、情報処理・情報通信
TEL 06-6879-8793
FAX 06-6879-8794
E-Mail shimojo@center.osaka-u.ac.jp

もので、コネクションごとにサービスを提供する。パケット通信主体のインターネットでもこれと同様にQoSを提供するため、RSVPという予約プロトコルが標準化されている。その上で提供されるサービスを総称してIntegrated Serviceと呼んでいる。しかし、これらコネクションに基づく方法は、バックボーンでのコネクションの数が膨大になるため、実現が難しいといわれている。

そのため、よりインターネットに向けた方法としてDifferentiated Serviceが現在IETFで検討されている。このDSではIpv4のTOS (Type Of Service) フィールドあるいはIpv6のClassフィールドを用いてパケットごとにクラス分けを行い、各ルータがクラスに応じてスケジューリングの異なる別々の待ち行列にならべたり、混雑が起り始めると優先度の低いパケットから落とすなどして、サービスの差をつける。いわば、飛行機のエコノミー、ビジネス、ファーストクラスにも似たサービスである。ネットワークごとに各クラスの扱いを変えてもいいため、結果として端末から端末の間でどのようなサービスになるのかは予測しにくい。パケットごと、ルータごとの扱いでよいため、インターネットにはなじみやすいサービスである。また、DSのよいところは、アプリケーションが簡単にQoSを利用できることである。クラス分けに用いられるフィールド(DSフィールドと呼ばれる)に適当な値を入れることで、そのパケットの要求するQoSを指定することが出来る。

QoSを必要とするアプリケーション

これまでのインターネットはbest effort型、すなわちすべてのパケットを区別なく平等に扱うサービスを行っていたために、特定のパケットを優先したりということが行えなかった。そのため、アプリケーションはネットワークに流れる自らのパケットに関する情報を何らかの形で得、それに基づいて自ら品質を調整することしかできなかった。

DSなどのQoS機構の実現により、アプリケーションはネットワークに対するQoSを要求し、それに基づいて最適な品質でアプリケーションを実行することが出来るようになる。ここではそのようなアプリケーションの例として、我々の研究室で取り組んでいる例を挙げる。

MEGを用いた遠隔診断

ここでは我々の研究室で日本学術振興会未来開拓学術研究事業「高度マルチメディア応用システム構築のための先進的ネットワークアーキテクチャの研究」(JSPS-RFTF97R16301)で行っている脳磁計解析を広域分散環境に適応した例を紹介する¹。高度先進医療機器MEG(Magnetoencephalography)は、高精度かつ非侵襲的に脳内活動を観測できる装置である。しかし、主に(1)データの解析自体が非常に困難であり解析時間が長い、(2)解析結果の直感的な理解が困難であるといった理由などから、まだ臨床応用には至っていない。

そこで、われわれはMEGを診断に利用するために必要なデータ収集、データ解析、可視化という3つの処理を広域分散計算環境に適応し、解析を高速化するとともに、遠隔診断にも利用できないかと考えた。広域分散計算環境とは高速なネットワークによって、複数の計算機などを相互に接続し、一つの巨大な計算を高速に行うための機構である。ネットワーク上に存在する複数の計算機を用いて、巨大な解析処理を高速に行うことが期待できる。さらに、最終的にMEGそのものもネットワークに接続することが出来れば、データ収集、データ解析、可視化の各処理をスムーズかつシームレスに行うことが出来る。ネットワーク技術からみれば、この応用は各計算機間を高速に接続し、かつ一定時間で処理を終えるために、ある一定の帯域を保証するようなQoSがネットワークから提供されている必要がある。

MEGは、一度に複数の脳部位のデータを計測できる。計測により収集されたデータの解析は、それらのデータ間の相関を調査することで行われる。我々は、64部位のデータを一度に計測し、それら119の組み合わせをウェーブレットに基づく手法でデータの相関を調査する手法を用いている。この手法では、時間軸方向の情報も保存したまま周波数軸方向の情報も取り出すことが可能であり、非定常な脳機能の解析に効果的である。しかしながら、1時間の計測で数GBにまで達するような膨大なデータを解析する必要があり、単純な解析方法では莫大な時間を要する。たとえば、わずか8秒分の64部位のデータを119の組み合わせで解析するのに、通常のワークステーション程度では12時間近くを要する。

そこで我々は、広域分散計算環境上にデータの解

析と可視化を展開することにより、高速化を行った。それによって最大1/8の時間短縮を得ている。広域分散計算機上に展開するためのツールキットとしては、GLOBUSを用いている。Globusにより可視化システムと組み合わせることにより、結果は図1のように可視化できる。

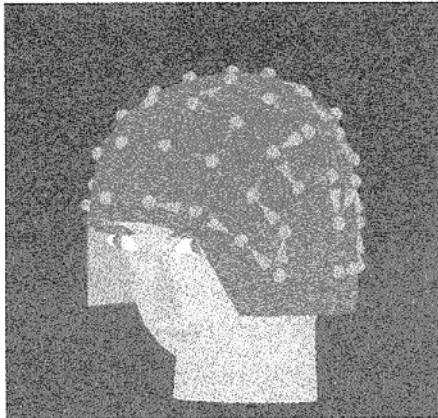


図1 可視化した一例

電子顕微鏡の遠隔観察

大阪大学の超高圧電子顕微鏡センターには世界最大級の3MVの電子顕微鏡がある。この電子顕微鏡は世界中の研究者が争って使いたがっているが、観測するためには現地で直接顕微鏡を操作する必要があった。そこで我々の研究室と超高圧電子顕微鏡センター、日立製作所の共同でこの顕微鏡を遠隔操作するシステムの開発を行っている。貴重な観測結果を出来るだけ損なわないような形で、遠隔に送り届けるために高精細な映像伝送技術が必要とする。また、電子顕微鏡の操作は両手で複数のダイヤルを制御し、フットペダルまで使う複雑なものであり、操作の結果をすぐに観測する必要があるため、映像伝送にはある程度のリアルタイム性が要求される。

超高圧電子顕微鏡センターは早くからUCSD(カリフォルニア大学サンディエゴ分校)のNCMIR(国立顕微鏡研究センター)と遠隔操作の実験を行ってきたが、映像伝送のために衛星回線を使うものであったため、莫大な費用を必要とした。また、衛星回線による大きな遅延も問題であった。

我々は、米国の高速実験網であるvBNSと我が国のGENESISプロジェクトおよび未来開拓プロジェクトの実験網がさらにアジア太平洋地域の広域実験プロジェクトであるAPANによって接続され、

巨大な日米間の実験網が構築されたのを機に、高速インターネットを用いた電子顕微鏡の遠隔操作の実験を行うことにした。

実験システムの構成

実験で伝送される映像としては高品位で周辺機器が安価で手に入るDV(Digital Video)を採用し、CRLの小林氏らによって開発されたIP上のDV伝送システムを使って、伝送することにしたⁱⁱ。

これはパソコンを両端に設置し、高速なネットワークを介してDV映像をリアルタイムに伝送するものである。30数Mbpsの帯域が確保できれば、最高品質の映像を送ることが出来る。映像は電子顕微鏡側から操作端末へと送られる。一方、操作端末からは顕微鏡の制御情報が、電子顕微鏡側へと送られてくる。これら二つのトラフィックは別々のQoSを持つため、別々に扱われることが望ましい。そのため、ここではDiff-serveの機能を使って、別々のQoSを割り当てることとした。1999年4月29、30日にはAPANなどの国際実験ネットワークを使った実験が行われ、いくつかの問題はあるものの、遠隔で観測を行うことが出来たⁱⁱⁱ。図2にそのときの構成を示す。また、図3に超高圧電子顕微鏡センターの森教授がこのシステムを操作している様子を示す。現在このシステムに基づき、UCSDとの実験を継続して行っている。

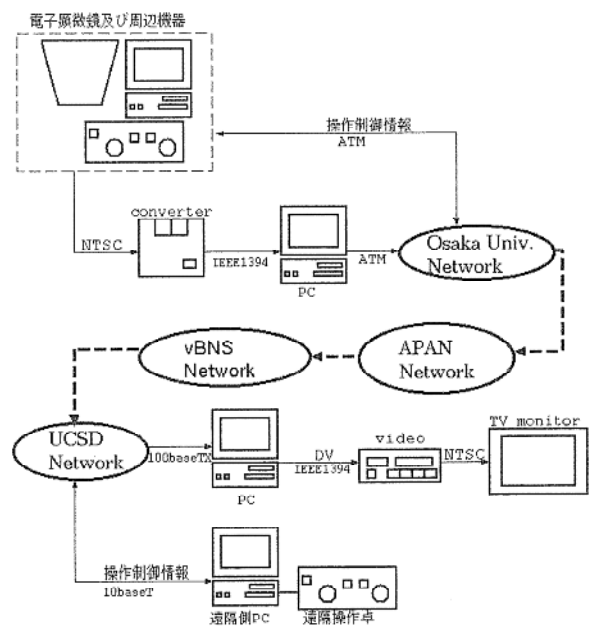


図2 システム構成

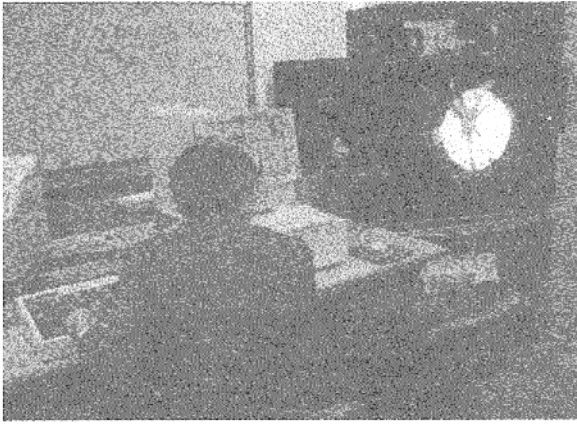


図3 遠隔観察の様子

おわりに

インターネットでのQoS提供機構への検討はまだ著についたばかりであり、今後様々な問題を解決しながら、標準化、普及へと進んでいくだろう。21世紀の主要なビジネスであるコンテンツビジネスの巨大な流通基盤として、インターネットを利用するためには、QoS提供機構とそれに対応した広範囲なアプリケーションの登場が待たれるところである。

謝 辞

本稿を終えるに当たり、医学部バイオメディカル教育研究センターの田村教授および田村研究室のみなさま、超高压電子顕微鏡センターの森教授および

同センタースタッフの方々、NCMIRのMark Ellisman教授およびスタッフの方々、下條研究室のみなさま、その他我々を支えてくださっているたくさんのみなさまに感謝いたします。

-
- ⁱ Mizuno-Matsumoto, Y., Date, S., Tamura, S., Sato, Y., Z. R.A., Tabuchi, Y., Shimajo, S., Kadobayashi, Y., Tatsumi, H., Nogawa, H., Shinosaki, K., Takeda, M., Inouye, T., and Miyahara, H, "Integration of signal processing and medical image for evaluation of brain function on Globus", Proceeding of Internet Workshop '99 (IWS '99), Feb. 1999.
 - ⁱⁱ Akimichi Ogawa, Katsushi Kobayashi, Kazunori Sugiura, Osamu Nakamura, and Jun Murai, "Design and Implementation of DV Stream over Internet", Proceedings of Internet Workshop (IWS 99), pp.311-316, (Feb. 1999).
 - ⁱⁱⁱ 藤澤 正博, 木谷 誠, 門林雄基, 下條真司, 「インターネットを用いた電子顕微鏡遠隔観察の実現手法」, ソフトウェア科学会 第2回インターネットワークショップ(WIT 99), (1999年8月).

