

次世代インターネットの技術動向および課題

Internet2000 Technical Snapshot and Challenges

江崎 浩[1]

Hiroshi Esaki[1]

[1] 東大 情報基盤

[1] ITC, The Univ. Tokyo

<http://hiroshi1.nc.u-tokyo.ac.jp>

インターネットは、地球規模の巨大な分散協調データベースを、安価にかつ自由にユーザがアクセスすることを可能とした。インターネットの普及は、データ流通速度の向上、及び流通範囲の拡大を推進している。さらに、データ収集速度の向上、データ種類の多様化が進んでいるとともに、データの生成源(e.g., 測定器)の急増とそれらのオンライン化が進行している。次世代のインターネット基盤は、(1) 超高速データ転送、(2) 多様な通信形態及び通信品質、(3) Ubiquitous 接続 を実現する必要がある。本発表では、これらの要求を満足するために研究開発が進められている次世代インターネット技術の動向と現状を概観する。

1. はじめに

インターネットは、科学技術の研究者の間で、当時(1960年代)は貴重な共通の資源であった計算機資源を遠隔から利用するためのものとして開発された。さらにCERNにおいて、インターネットに接続された研究者が、貴重な実験データや報告書を自由にアクセスすることを可能にするために、WEB技術が開発された。WEB技術の開発と普及は、インターネットを、科学技術の研究者のためのものから、一般の人々が利用することのできる計算機ネットワーク(Internet for EveryoneあるいはInternet for Billionsと言っている)に変貌させた。インターネットは、そのデータ転送速度、物理的な広がり、接続機器数のすべてにおいて、依然、指数関数以上の速度で成長を続けている。また、ハイエンドシステムが生成するデータの生成速度と量も同様に急増している。グローバル規模での自由なデータのアクセスは、観測データ等の処理形態を大きく変えようとしている。JAHOUにおける新星の発見プロジェクトに見られるように、インターネット上のユーザが、自律的に情報を収集し、インターネットを利用してユーザ同士が協調しながら、分散してデータ処理を行うことが可能になってきた。

2. 高速データ通信への対応

インターネットは、物理レイヤ(PHY)、データリンクレイヤ、インターネットレイヤ(IP)、トランスポートレイヤ(TCP)、アプリケーションレイヤから構成されており、各レイヤでの高速化が必要である。光伝送技術、MPLS技術、高速無線技術など、物理およびデータリンクレイヤでの高速化は飛躍的に進展している。IPレイヤは、ハードウェア処理およびMPLS技術の導入などにより、高速化が実現されている。TCPレイヤおよびWEB関連プロトコルの高速化と高機能化が課題となりつつある。特に、TCPでは、いわゆるLong Fat Pipe(帯域幅と遅延の積が大きな通信)で、エンドエンドのデータ転送速度を向上するための技術として、Window Scale Option(RFC1323)があげられる。また、トランザクション処理の高速化を実現するTTCP(Transaction TCP; RFC1379)、さらに、ECN(Explicit Congestion Notification)技術を用いたTCPの性能向上が検討されている。

3. 多様なデータ通信への対応

3.1 通信品質の提供

これまでのインターネット技術は、データの配送品質(遅延や紛失)に対する保証のないベストエフォート型のサービスのみを提供していた。しかし、アプリケーションの多様化とマルチメディア化に伴ない、異なる通信品質を提供するための基盤技術が整備されつつある。Diff-Serve技術、Int-Serv技術、RSVP技術などである。RSVPと呼ばれる新しいプロトコルの導入や、IPヘッダ内のTOS(Type Of Service)フィールドを用いて、3種類のパケット転送品質を定義することができるようになる。これらの技術により、リアルタイム系アプリケーションが非リアルタイム通信や迷惑通信からの悪影響を受けないようにすることが可能となる。

3.2 マルチキャストサービス

今までは、1対1通信(これをユニキャスト通信と呼んでいる)を用いて、データの配送を行ってきた。ところが、複数の計算機に同一の情報を同時に送信する、あるいは多地点間での遠隔会議/操作などに対する要求が高まり、同時に複数のパケットを転送することのできる、マルチキャスト技術の研究開発と運用実験が推進されている。RSVP技術は、帯域保証を行いながらマルチキャストサービスを実現することができる。また、WIDEプロジェクト(代表：慶應義塾大学 村井純教授、<http://www.wide.ad.jp>)では、全国10箇所以上のサイトに、デジタルビデオを用いたインタラクティブなリアルタイムマルチキャストを成功させている。

4. 接続機器の増加への対応

指数関数以上の速度で増加するインターネット接続機器に対応するための基盤技術として、IPv6 (IP version 6) 技術が研究開発されている。大型測定器のみならず、空中を浮遊するような微小センサーもインターネットに接続されデータの収集を行わねばならない。IPv6 は、現在の IPv4 (IP version 4) の 4 倍のアドレス長を持っており、2 の 96 乗倍のアドレス数を提供することが可能である。すなわち、IPv6 技術の導入により、自律的に動作する無数のセンサーをインターネット接続してデータの収集を行うことができるであろうし、それらのデータは世界中 (あるいは宇宙) に存在する無数の計算機で分散協調処理されることも可能となるであろう。

さらに、移動体のインターネット接続 (e.g., Mobile IP) およびネットワーキング (e.g., MANET) が重要な技術課題となる。

5. むすび

以上、次世代インターネットの技術動向および課題を概観した。

次世代のインターネット基盤は、(1) 超高速データ転送、(2) 多様な通信形態及び通信品質、(3) Ubiquitous 接続 を実現する必要があり、要求を満足するために研究開発が進められている。