

次世代インターネットを利用した高等教育環境の構築実験 — GIOS プロジェクトの概要

大川恵子[†] 松永義文^{†‡} 江崎浩[†] 村井 純^{†‡}

[†]慶應義塾大学 SFC 研究所 [‡](株)富士ゼロックス株式会社

[†]東京大学情報基盤センター ^{†‡}慶應義塾大学環境情報学部

1. 概要

次世代インターネットは、IPv6、広帯域性、マルチキャストアプリケーション、多様なメディアの転送などの新しい要求によって設計が進められている。WIDE プロジェクトによって 1997 年から構築されているインターネット上の大学環境、SOI (School of Internet) を、これらの次世代インターネット技術上に展開する統合的な研究実験として GIOS プロジェクトは 2000 年度に開始された。GIOS 実験環境は WIDE プロジェクトで進行している次世代インターネット技術を基盤とし、複数の大学のキャンパスと授業を主要な素材とし、高速インターネット時代の家庭環境、全国的な地域分散、国際的なグローバル性など、いずれも予想される近未来のインターネット機能と状況に基づいて設計した。2000 年度前半に行われた第一期の実験では、5 大学、100 家庭、3 カ国によって行われ、WIDE プロジェクトで構築され、GIOS で利用された IPv6、マルチキャスト、衛星通信、高速回線のデジタルビデオ、授業用アプリケーションなどの次世代インターネット技術の実用性が実証された。

2. はじめに

WIDE プロジェクト[1]では、デジタルテクノロジーとインターネット基盤を利用した大学環境を模索するための実験として、1997 年 9 月より WIDE 大学 School of Internet (SOI) を開始した[2]。SOI では、大学におけるあらゆる教育資源をデジタル化し、デジタル情報基盤上に載せることで、いままでの教室やキャンパスといった枠をこえて自由な共有を行うことができ、それによって、学びたい個人に自由で多様な学習環境を提供することを目的として実証実験を続けている[3]。SOI では、この目的を達成するために、2 つの方向で学習環境を捉えている。1 つは、授業をいつでもどこでも個人が学びたいときに学べる個人の学習環境。もう一つは、世界中で一番素晴らしい先生の授業を、どの教室からも受けられるようなキャンパス環境である。

一方、インターネット技術の発達と、その社会へ

の浸透が進んでいる中、「次世代インターネット」についての議論が多く行われている。本プロジェクトでは、次世代インターネットを、高速ばかりではなく、1) 超高速(ギガ以上)から低速(64K 以下)にいたる幅広い帯域分布、2) 衛星などの片方向通信を含む多様な通信路、3) マルチキャストによる同胞通信基盤、4) IPv6 基盤、の 4 つとして捕らえ、この 4 つの特徴を満たすインターネット環境を構築して、個人環境と教室環境の両方において次世代の学習環境の実証実験を行った。

以下では、本プロジェクトを推進する上で生じた問題点を明らかにし、問題を解決するために実施した実験および、その成果について述べる。

3. 教室間授業交換

パケット交換に基づいたインターネット技術の課題は、映像や音声のようなストリーム情報の実時間配信に課題がある。その課題のために、授業の構成要素としての映像・音声は DVTS(デジタルビデオ配信)を利用した[4]。

また、既存の授業用アプリケーションにおける課題に対応するために、教員が利用する資料(Microsoft PowerPoint ファイルや Web Page)などを複数の場所で同期をとりながらすすめることを可能にする、RPT (Remote Presentation Tool) を利用した。

3.1. 高速マルチキャスト基盤を利用した教室

マルチキャスト通信は、スケーラビリティに課題があることと、経路制御技術の実装環境が整っていないため、発展が遅れている。GIOS では、この問題を解決する実験環境を構築し、その環境で高速マルチキャストアプリケーションの継続的な実験活動を行った。

SOI では 1999 年秋学期より、高速インターネットで接続された教室間で高品質の授業を相互に提供する実験を 1999 年秋学期から開始した[INET2000]。米国 Wisconsin 大学、奈良先端科学技術大学院大学、慶應大学の協力を得て、IPv6 基盤上に WIDE プロジェクト製のデジタルビデオ転送技術を利用して、高品質な教室間通信を実現した。その結果、先生が地球上のどこにいても授業が受けられ、高品質の授業を実施していることを実証した[5]。

2000 年度より、複数の大学を接続する IPv6 高速

マルチキャストインターネット基盤を構築し、その基盤を利用して、東京大学、東京工科大学、慶應義塾大学、早稲田大学の各授業を、各大学でデジタルビデオの映像音声による受講を行い、授業が運営できること実証した。

3.2. 高速衛星マルチキャストを利用した教室

衛星技術は、地上回線のトポロジに依存しない点と、その通信の同報性により、地上・海底回線を補完する通信技術として期待がある。GIOSでは、これらの特徴を生かし、比較的自由な場所で、マルチキャストに基づいたリアルタイム授業の教室を開講するための手段として、衛星インターネットを利用した。ここでは、衛星による30Mbps程度の受信と1.5M程度の地上線を想定した教室環境でデジタルビデオの映像音声での授業受講を行う環境を構築した。

4. 個人学習環境

1997年10月より、実際に大学で行われている授業をデジタル化してアーカイブし、インターネットからオンデマンドで受講可能にすることで、いつでもどこでもだれでもが最高品質の学習リソースにアクセスできるような環境構築を行ってきたが[SOI]。その結果として、学習環境としてよりインタラクティブな場が要求されてきたこと、また、学習の持続性を向上させるために、大学の授業をオンデマンドに加えてリアルタイムが効果を出すのではないかと仮説の元に実証実験を行った。

4.1. 衛星インターネットを利用した個人学習環境

アーカイブ授業に加えて、毎週ある決まった時間に授業を受けるということが、受講者にとってどのようなメリットがあるのか、また、その機会を十分に活用するためにはどのような仕組みが役にたつのかを、実験を通して検証した。リアルタイム受講を行う環境として、衛星による2M程度の受信と通常電話回線による、個人向け衛星インターネット環境がもつマルチキャスト機能を利用して、150Kbps程度の高品質な個人向けビデオで授業を受講する環境を構築し、100名のモニターが実験に参加した。

4.2. SOI 受講用アプリケーション

個人環境においてリアルタイム受講を行う際に必要となってくる、インタラクティブ性の実現、およびより詳細な学習記録のために、Windows上のアプリケーションを開発して実験した。

5. 分散サーバ

SOIでは各大学がそれぞれの授業を自律的分散的にデジタル基盤上にアクセス可能とすることで、お互いの教育資源の共有する環境を構築することを目指している。また、アクセス状況に応じてお互いにミラーリングをすることで、より快適な学習環境

が構築できる。GIOSでは、ビデオ・音声を中心とした授業のような大容量コンテンツをミラーリングして分散運用する際の問題点を解決し運用環境を構築した。

6. 結論

次世代インターネット環境として、IPv6、マルチキャスト、UDRL、衛星技術などの次世代インターネット技術を統合し、その環境の上で大学の遠隔授業活動を展開し、次世代インターネット技術の有用性を実証した。実験は、実際に大学で学生に向けて実施されている3授業を用いて、2000年4月より7月にかけて行った。他大学の学生とキャンパス外の学生などの受講者、授業提供者からのフィードバックを収集し、次世代インターネット環境が、マルチメディアストリームなどに強い要求がある教育環境に充分貢献できることを実証した。

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、実験にご協力くださった、慶應義塾大学、東京工科大学、東京大学、奈良先端科学技術大学院大学、早稲田大学の諸先生方ならびに学生の皆様、授業TA/SA、衛星モニターの方々に感謝いたします。また、WIDEプロジェクトの皆様へ感謝します。最後に、常に研究を支えてくれた慶應義塾大学School on the Internet研究グループの諸氏に感謝の念を表します。なお本研究の一部はIPAの次世代アプリケーションプロジェクトの一環として実現されています。

8. 参考文献

1. WIDEプロジェクト — <http://www.wide.ad.jp/>
2. WIDE 大学 School of Internet — <http://www soi.wide.ad.jp/>
3. 大川恵子、伊集院百合、村井純「School of Internet - インターネット上のインターネット学科の構築」、情報処理学会学会誌(1999年10月号)
4. Akimichi Ogawa, Katsushi Kobayashi*, Kazunori Sugiura, Osamu Nakamura, Jun Murai, "Design and Implementation of DV based video over RTP", Packet Video Workshop 2000.
5. Keiko Okawa, Akira Kato, Jim Gast, Ray Atarashi, Yasuharu Toyabe, Lawrence H. Landweber, Jun Murai, "Global collaboration for the joint University course on the next generation Internet", INET2000