

IPv6 衛星マルチキャストを利用した遠隔教育環境に関する実証実験

泉山英孝¹ 竹井純² 原和弘³ 大川恵子⁴ 村井 純⁵

¹JSAT 株式会社 ²NTT サテライトコミュニケーションズ ³ソニー株式会社 ⁴慶應義塾大学 SFC 研究所
⁵慶應義塾大学環境情報学部

1. はじめに

次世代インターネットの特徴の一つとして、多様なメディア上のインターネット構築が上げられる。多様なメディアの中には、衛星技術を利用したインターネットのように、受信のみ高速で行うことができる片方向通信路がある。

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、比較的自由的な場所で、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。

本論文では、IPv6 高速マルチキャストインターネット基盤上で実施されている高品質な大学間遠隔授業を、1.5Mbps 程度の IPv4 インターネット接続しかもたないサイトに対して、安価なアンテナを設置することで、30Mbps の衛星インターネットを利用して、教室と同様のデジタルビデオの映像音声による受講を可能にすることを目的として行った、衛星サイトの設計、実装について報告する。

2. 授業配信の全体構成

GIOS プロジェクトにおける授業受講に関する全体像を、図 1 に示す。いずれかの大学で実施された授業は、IPv6 マルチキャストでデジタルビデオ [DVTS] を用いて配信され、各大学の教室に設置した DV 受信用 PC が所定のマルチキャストグループに

join してそのマルチキャストストリームを受信する。

各衛星サイトの join メッセージは、地上回線を経由して衛星送信サイトにあるマルチキャストルータに届けられ、そのマルチキャストルータは、要求を受けたマルチキャストアドレスのストリームを、衛星側に送信することで、各衛星サイトに配信されるという流れを構成している。本実験では、JSAT-4 を利用した、30Mbyte の帯域を使用している。

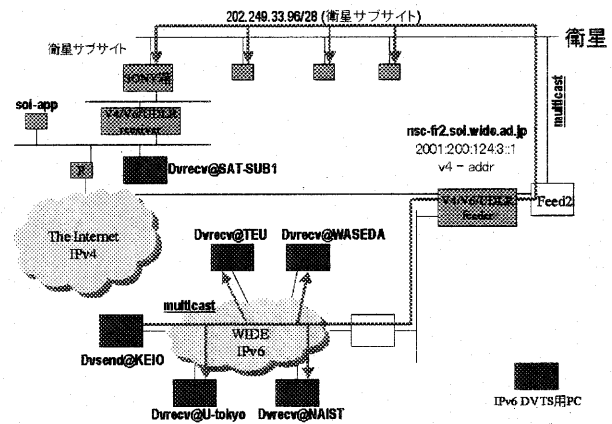


図1 GIOS における授業配信の概要

3. 衛星サイトのシステム構成

各衛星受信サイトは下記のシステムで構成される。

1. 衛星アンテナ—家庭用 45cm SkyPerfectTV 用アンテナ。
2. 衛星受信チューナー—インターフェースとして Ethernet(100BT)を持つ衛星チューナつき衛星ブリッジ。ソニー製。
3. UDLR ルータ PC—IPv4/IPv6 プロトコル変

Distance education environment using IPv6 Multicast on Satellite Internet technology

¹JSAT Corporation ²NTT Satellite Communications
³Sony Corporation ⁴Keio University SFC Research Institute
⁵Keio University Department of Environmental Information

換および片方向通信をサポートするためのトンネル機能を実装したルータ PC。OS は FreeBSD3.4

KAME[KAME](kame-20000619-freebsd34-snap)。ハードウェアは PentiumII 133MHz 相当品。100BT インターフェース x 2。

4. DV 受信用 PC—IEEE1394 インターフェースを持つ DV カード、Ethernet(100BT) x 1。OS は FreeBSD4.0(IPv6 は KAME がデフォルトで搭載されている)。アプリケーションは DVTS2.0.1[DVTS]。

各衛星送信サイトには、上記 3) で示す UDLR ルータが設置されている。

4. UDLR と IPv4/IPv6 トンネル技術

双方向通信の地上回線と、単一方向の衛星回線を用いて通信を行うための技術はすでに研究がすすめられ、いくつか実装存在し、標準化も進んでいる [izu1][west1]。本プロジェクトでは、慶應義塾大学で開発された UDLR の実装に対して、IPv4 と IPv6 のプロトコル変換機能を追加することで、IPv4 の地上回線と IPv6 の衛星回線を組み合わせて、IPv6 のマルチキャスト網に参加するための機構を構築した。通信の流れを図 2 に示す。マルチキャスト通信は、スケラビリティに課題がることと、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。

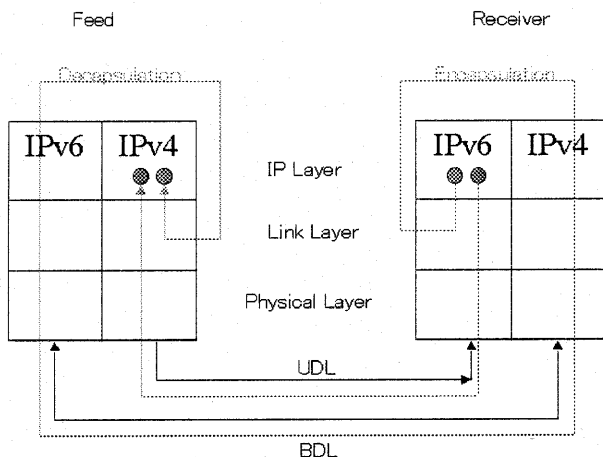


図 2 衛星技術を用いた通信の流れ

図 2 では、衛星送信側のルータ PC (左側: Feed) と、衛星受信側のルータ PC (右側: Receiver) との間で行われる通信の流れを示す。Receiver から発行される IPv6/Join メッセージなどの通信は、BDL を通すためにカプセル化されると同時に IPv4 のカプセル化も行われて、BDL(Bi-Directional Link)すなわち地上回線を経由して Feed に届けられ、そこでカプセルが開かれて IPv6 通信に戻される。マルチキャストで流れてくる DV は、Feed をとおって、UDL すなわち衛星回線を通して Receiver に届けられる。

5. 授業受講の方法

上記に述べた DV 映像・音声を授業として受講しながら、教室にいる学生は、IRC あるいは、GIOS で開発したインタラクティブアプリケーションを利用して、質問を教員のいる教室に届けられ、双方向のリアルタイム授業受講を実現した。また、教室の様子を静止画を Web カメラ [eyel]などで公開し、教員のいる教室に届けることで、よりインタラクティブ性の高い授業を実現することができる。

6. まとめ

IPv6 高速マルチキャストインターネット基盤上で実施されている高品質な大学間遠隔授業を、1.5Mbps 程度の IPv4 インターネット接続しかもないサイトでも、衛星技術、片方向通信技術、IPv4/IPv6 トンネル技術を用いることで、安価で手軽な受講環境を構築することができた。

7. 参考文献

[1] Hidetaka Izumiyama, Akihiro Tosaka, Akira Kato "Uni-directional Link Routing with IP tunneling approach", Internet-Draft, July 1997.

[2] 西田視磨, 楠本博之, 村井純, "単一方向衛星回線を含むネットワークの為のアドレス変換機構を用いたネットワークアーキテクチャ", 電子情報通信学会和文論文誌 B-II 衛星通信実験小特集号, January 1998.