

第 XIII 部

Explicit Multi-Unicast

第 13 部

Explicit Multi-Unicast

第 1 章 はじめに

1.1 XCAST ワーキンググループの取り組み

XCAST ワーキンググループは、インターネット上の多地点ビデオ会議や通信ゲームなど、たくさんの小さなグループ内でパケットの同報を行なうのに適した通信方式である XCAST (Explicit Multi-Unicast) と関連するマルチキャスト技術の研究開発および普及活動を行うワーキンググループである。

本年は、PlanetLab を用いた XCAST6 オーバーレイ構築に代表される普及展開に関する活動、グループ通信アプリケーション構築基盤である SAM-TK の開発、グループ管理ツール XGMS を中心とした研

究、配送順制御に関する研究、XCAST6 の課題に関する研究を行ってきた。そして、IRTF の SAM-RG (CCNC、IETF69) でも継続的にプレゼンスを示しつつ、11 月に待望の RFC5058 の発行を実現することができた。これらの普及活動、および研究開発の概要を報告する。次の節で、修士論文・卒業論文として発表された研究開発について報告し、次の章以後で、以下の項目について報告する。

- PlanetLab を用いた XCAST6 オーバーレイ構築に関する研究開発
- SAM-TK (Scalable Adaptive Multicast Tool Kit) の開発
- XCAST の RFC 化と XCAST2.0 実装の開発

1.2 修士論文・卒業論文として発表された研究開発

2007 年に修士論文・卒業論文として発表された研究開発を表 1.1 に示す。

表 1.1. 2007 年に修士論文・卒業論文として発表された研究開発

所属	著者	タイトル/概要
早稲田大学大学院 理工学研究科	小原圭央	拡張 MVC2 を用いたシグナリングシステムの開発容易性向上に関する研究 アプリケーション開発には、コーディングを省力化する効率の高いフレームワークが重要であるが、サーバサイドに重みをおいたメッセージングを扱うアプリケーションではフレームワークレベルのものがなく、開発効率が低い。本研究では、開発容易性の高い MVC2 に PUSH 型のシグナリング機構を組み込んだ拡張 MVC2 を提案した。さらに XCAST を用いたグループコミュニケーションのグループ管理サーバ XGMS を実装し、その有用性を検証した。
早稲田大学 理工学部	松原愛	XGMS の拡張容易性に関する研究 本研究室において、開発容易性の高い MVC2 フレームワークに PUSH 型のシグナリング機構を組み込んだ拡張 MVC2 をベースに、XCAST を用いたグループコミュニケーション用グループ管理サーバ XGMS を実装した。本研究では、このグループ管理サーバ XGMS に「友達リスト」や「共感表示ボタン」などの拡張機能を実装し、XGMS 拡張容易性に関して検証を行うとともに、拡張手法の確立を行った。
東京大学 工学部	大口諒	宛先明示型マルチキャストにおける配送順序最適化手法の提案 本研究では XCAST 通信における配送順序を適正化する手法を提案し、より良好なグループコミュニケーション環境の提供を目的とした。各参加ノード間での遅延時間をもとにして、最適転送経路を決定することで、良好で安定度の高いグループコミュニケーションサービスを提供可能となることをプロトタイプシステムを用いた実証実験により確認することができた。
大阪市立大学大学院 創造都市研究科	辰巳智	グループ会議としての XCAST6 の課題 XCAST を用いた利用実態の調査及び現在の問題点について調査を行い、グループ会議として使用した際、どういったメリットがあるか他のソフトウェアとの比較を行った。また、XCAST6 は、IPv6 ネットワーク上で利用するのが必須条件となっているため、IPv6 についての利用調査も行った。次に、その他類似する技術として、sharecast 及び flexcast を挙げ、グループ会議として向いているか調査を行った。更に、グループ会議として XCAST を用いた際、生じる可能性のある問題点も挙げた。

第 2 章 PlanetLab を用いた XCAST6 オーバーレイ構築に関する研究開発

本章では、XCAST 普及展開の活動として行った PlanetLab を用いた XCAST6 オーバーレイ構築に関する研究開発について述べる。

2.1 PlanetLab を用いた XCAST6 オーバーレイネットワークの構築

新しいプロトコルの検証と普及は重要である。本研究では、グループ通信プロトコル XCAST6 を題材に新しいプロトコルの検証と普及を行うためのバックボーンの構築を考える。バックボーン構築のための基盤技術としてネットワークの実験環境 PlanetLab に着目する。研究者は PlanetLab ノードを用いてオーバーレイネットワークを構築することで、これまで実現が難しかった実験を行えるようになる。しかし現行の PlanetLab はカーネルカスタマイズが不可能であるという制約と、実験者が独自にオーバーレイネットワークを構築する必要がある。我々は仮想マシン User Mode Linux とトンネリングを用いることによって PlanetLab 上でオーバーレイネットワークを構築する手段を提案する。また、オーバーレイネットワークを容易に構築する機構 Orbit を提案する。そして UML と Orbit を用いるオーバーレイネットワーク構築手法が他のプロトコルの実験にも利用可能であることを示唆する。

2.2 新広域サービスの段階的検証手法への PlanetLab の適用

インターネットへ新しいサービスを展開する場合は、サービスの考案から始まり、規模の拡大、非公開から公開と、いくつかの段階を経て行うことが一般的である。非公開の段階に適した実験環境としては、StarBED があり、大規模な実験を支援するための仕組みが用意されている。インターネットへ公開する段階に適した実験環境として PlanetLab があり、世界各地の計算機にサービスを展開することができる。非公開の段階での環境と、公開の段階の環境を近いものにするため、本研究では StarBED 上に PlanetLab 環境を構築して、検証を行う段階を提

案する。更にその上で展開されるサービスとして、XCAST6 を用いて実験を行った。

2.3 Experimental Deployment Method for Router Supported ALM using PlanetLab

Testbed sometimes accelerates research work and deployment activity. PlanetLab is a famous testbed for P2P researchers and there are several trial services like CDN service, DNS service, file transfer, and conferencing service (End System Multicast), etc. But the researchers can not have an experiment of routing function or routing protocol itself in PlanetLab because it does not provide separate routing table and routing engine for each experimenter. We have made a routing related experiment in PlanetLab using UML (User Mode Linux). We selected XCAST6 as representative protocol of the router supported ALM and had experiment on a few PlanetLab nodes.

第 3 章 SAM-TK の開発

本章では、グループ通信アプリケーション構築基盤技術である SAM-TK(Scalable Adaptive Multicast Tool Kit) の開発について報告する。

3.1 多地点間通信の普及を目指して

ネットワークのプロードバンド化に伴い、高速大容量のネットワークが一般ユーザにも利用可能になりつつある。しかし、複数ユーザ間での TV 会議など、多地点間のマルチメディア通信は一般ユーザまで十分に普及しているとはいえない。H.323 を用いた TV 会議システムや Web 会議システムは商用システムとして存在するが、多地点間接続を行うために MCU と呼ばれる高価な装置が必要であったり、接続手順が煩雑であったり、スケーラビリティに問題があり、多数のグループで気軽に利用できる環境は整っていない。また、グループ管理を行うための手法や方法論も十分ではない。すなわち、多地点間通信の基盤技術は整いつつあるが、社会的に普及するための基

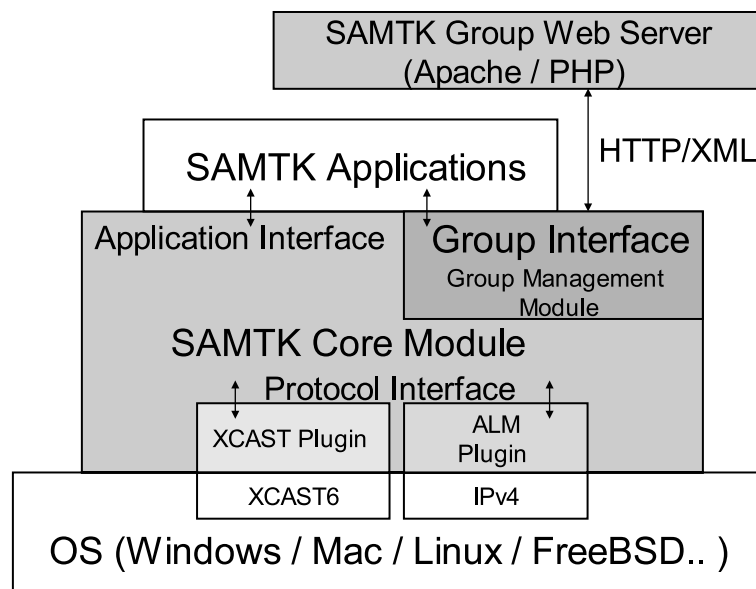


図 3.1. SAM-TK の構成

盤が整っていない状況であるといえる。このような問題意識に対し、我々は IPv6 上の多地点間通信プロトコルとして XCAST6 を提案してきた。XCAST6 は、パケット内に宛先アドレスを明示的に記述することにより、多地点間通信を効率的に実現することを可能にしている。また、その普及のために、IRTF (Internet Research Task Force) 内に多地点間通信に関する Research Group として SAM (Scalable Adaptive Multicast) RG を発足させた。SAM-RG では、近年、提案されている ALM (Application Layer Multicast) や OM (Overlay Multicast) といったその他の多地点間通信プロトコルも含め、様々な観点からの議論を進めている。

3.2 SAM-TK: Scalable Adaptive Multicast Toolkit

SAM-RG における検討では、XCAST6をはじめ、ALM や OM など、多数のプロトコル案が存在している。各プロトコルを適切に評価するためには、実際に利用可能な多地点通信アプリケーションが必要である。特に IETF/IRTF の標準化作業では実際に動作し、相互接続が可能なアプリケーションが複数存在することが重要であり、多くの研究グループにとって負担になっている。特に、多地点間通信プロトコルの研究開発において、プロトコル毎にユーザアプリケーションまでを構築することは大きな無駄を生んでいる。プロトコルの比較を行うためにも、また、環境に

よって適切なプロトコルを選択するためにも、共通のアプリケーション基盤が存在することが望ましい。

また、これらのアプリケーションにおいては、複数参加拠点を簡易に扱うためのグループを構築する手法を定める必要がある。一般に TV 会議システムでは、MCU (多地点接続装置) の IP アドレスや、端末の IP アドレスを直接指定することによって、グループの構成をしてきた。しかし、一般ユーザにとって、IP アドレスの指定は簡単ではない。加えて、互いに接続する際には、ファイアウォール、プロキシ、NAT といった複数のネットワーク設定の変更が必要となる。初めて接続する際には、ネットワークの専門家であっても電話や電子メール等を使って IP アドレスを互いに通知し、すったもんだの上、何とか接続できる、というのが現状である。たとえば、Windows Live Messenger や Skype などの、インスタントメッセージングシステムと統合されたインタフェースや、Web ページを利用したグループ管理など、多様な実現が可能なグループ管理手法が必要である。また、ネットワーク環境への適用やスケラビリティの検討も重要である。これらの問題を解決するため、我々は、複数のプラットフォーム上で動作し、多地点間通信プロトコル上で共通的に利用可能なマルチメディア通信基盤ソフトウェアを開発した。すなわち、下位層のプロトコル実装とは独立な共通 API を定義し、プロトコルに依存しない多地点間通信アプリケーションを実現可能とした (図 3.1)。この基盤ソフトウェアの利用

により、多地点での TV 会議やデータ会議のアプリケーションを容易に開発することが可能になる。多数のグループが同時に利用可能なスケーラビリティの確保や、ネットワークの品質等に適応した環境適応機能の導入も行った。また、下層のプロトコルをプラグインとして実現できるため、多地点間通信の研究者は、プラグインの実現のみで、多くのソフトウェア上でテストが可能になる。本ソフトウェアはオープンソースで開発されており、多数の開発者・研究者に利用されることを期待している¹。

3.2.1 SAM-TK の特徴

SAM-TK の特徴を以下に示す。

- 多地点間通信アプリケーションを容易に開発するための基盤ソフトウェア (ミドルウェア)
- 多地点間の接続が可能である (2 拠点 ~ 少なくとも 16 拠点程度)
- ネットワーク環境に適応可能である (帯域の異なる複数のストリームを同時に利用可能)
- マルチプラットフォームで動作 (Windows/Linux/MacOS/FreeBSD/NetBSD 等)
- グループ管理が容易である (Web ブラウザ等からの管理が可能)
- マルチメディア通信が可能である (音声、映像)
- 複数の通信プロトコルで利用可能である (XCAST6、ALM/IPv4 等)
- ユーザの利便性が高いアプリケーションの開発を容易にする

第 4 章 XCAST の RFC 化と XCAST2.0 実装の開発

本章では、XCAST のコンセプトを示す文書の RFC 化とハードウェア化を考慮した実装仕様である XCAST2.0 のプロトタイプ実装の進捗について報告する。

4.1 RFC5058: XCAST Concepts & Options

WIDE プロジェクトでは、1999 年より IETF/IRTF において XCAST の提案を行ってきた。XCAST の

中心となる参照規格は XCAST Basic Protocol として文書化され、Internet Draft: draft-ooms-xcast-basic-spec-XX.txt として IETF での議論を逐次反映しながら寄書が続けてきた。IRTF での SAM-RG の設立活動の副次的効果として、IAB をはじめとする標準化コミュニティとの対話がすすんだ。共同執筆者の間で、ここまでに得られたコンセンサスを Standard Track に向けての議論と並行して RFC として定着させることとし、RFC editor に対し Experimental RFC としての発行をもとめて投稿をおこなった。RFC editorial board、IESG による査読プロセスで各種のコメントが寄せられた²。担当 Area Director より内容が高く評価されるとともに将来有用なプロトコルとなる可能性があると判断された。一方で、プロトコルの詳細性が不足しており、IANA からの特に番号割当に関して問題が発生する可能性が示唆された。これを踏まえ、文書のタイトルを Basic Specification から XCAST: Concept & Options と変更し、IANA へのプロトコル番号の割当は、今後より詳細化したバージョンでの課題とし、当面は RFC4727 で規定される実験用途のための IANA 資源割当を使用することとした。これにより 2007 年 11 月に RFC5058 として Experimental RFC 分類で XCAST のはじめての RFC が発行された。今後は、査読過程でコミュニティから得たフィードバックを反映し、Standard Track での RFC 化に耐えうるように規格文書を寄書し、SAM-RG をはじめとする場での議論・XCAST 1.0 と同様の試験実装の作成と試用を通じて、プロトコルの洗練化・普及をはかっていく。

4.2 XCAST 2.0

RFC5058 発行の議論を先取りし、2006 年より Standard Track に耐えうる新しいバージョンの XCAST プロトコルの議論を開始した。XCAST2.0 からは、IPv4 と IPv6 の文書を分離することとした。IPv4 バージョンで必要とする IANA 資源のうち IPv4 Protocol Numbers フィールドについては、使用率が高いため割当に関して得なければならないコンセンサスの敷居が高い事が予想されるからである。2007 年度、WIDE プロジェクトでは IPv6 バージョンの策定と試験実装に関して作業を行った。2.0 で見直しを検討している主な部分は以下である。

¹ <http://sourceforge.net/projects/samtk/>

² <https://datatracker.ietf.org/idtracker/draft-ooms-xcast-basic-spec/>

- XCAST 処理のトリガーとなるマークを、XCAST 1.0における Hop-by-hop header から、IPv6 header の Traffic class および flow label に移動する。これにより、ハードによるルーティング処理を行うルータで、Hop-by-hop オプションをソフトウェアロジックで実装しているものについて、性能が劣化する恐れがある状況を回避する。
- アドレスリストの送信状況 bitmap の長さを XCAST 1.0 での 64 bit/128 bit の 2 種混在から 128 bit に一本化し、論理を簡明にし実装の見通しをよくする。
- XCAST 1.0 で提唱されたが使用されなかったフィールド (port list、DSCP list) についての取捨選択。

Internet Draft としての寄書を目指した暫定内部試案を作成している。並行して FreeBSD 6.X と linux-2.6.X を最初のターゲットとした試験実装を開始している。

第 5 章 まとめ

本年は、PlanetLab を用いた XCAST6 オーバーレイ構築に代表される普及展開に関する活動、グループ通信アプリケーション構築基盤である SAM-TK の開発、グループ管理ツール XGMS を中心とした研究、配送順制御に関する研究、XCAST6 の課題に関する研究を行ってきた。そして、IRTF の SAM-RG (CCNC2007、IETF69) でも継続的にプレゼンスを示しつつ、11 月に待望の RFC5058 の発行を実現できた。2008 年は、活動内容を XCAST 関連技術中心からグループ通信技術中心へと拡大し、ワーキンググループの名称を SAM (Scalable Adaptive Multicast) に変更して活動を継続する予定である。