

XCAST を用いたオンラインコミュニケーション支援

田中 和也[†] 河口 信夫[‡]

[†]名古屋大学大学院 情報科学研究科

[‡]名古屋大学 情報連携基盤センター

1. はじめに

近年、ネットワークを介したコミュニケーションがさまざまな場面において見られるようになってきた。ここでいうコミュニケーションには様々な形態があるが、本研究で想定しているのは、少人数におけるグループコミュニケーションである。例えば、遠隔地に存在している複数の人間同士が、お互いの表情を確認しながらミーティングをするような状況があげられる。

本研究では、このような通信環境に適したプロトコルである XCAST を利用し、映像・音声を使ったオンラインコミュニケーション環境を構築するためのシステムである「yax」の開発を行っている。また、実際にシステムを多くのユーザに利用してもらうにはどうすればよいか、どのようなプロモーションによって効果的な普及活動につながるか、といったテーマも扱う。

以下では、XCAST の特徴や配送方式、オンラインコミュニケーションの特徴、実際に XCAST を利用する方法、利用されている場面などについて述べる。

2. XCAST

2.1. XCAST の概要

XCAST (Explicit Multi-Unicast) [1]は、少人数グループ向けアプリケーション (IP 電話、ビデオ会議、ネットワークゲームなど) がネットワーク帯域を効率よく利用することに適したプロトコルであり、従来の ISM (Internet Standard Multicast) において識別子として用いられていたマルチキャストアドレスを利用する代わりに、データの送信者が受信者のリストを管理し、パケットヘッダに到達すべきユニキャストアドレスのリストを明記することであて先を指定する配送方式である。

送信者から受信者への経路上の XCAST ルータは、ヘッダの解析を行い、リストのすべてのあて先についてユニキャストのルーティングテーブルを参照し、ネクストホップによってあて先のグルーピングを行う。そして、ネクストホップごとに適切なヘッダの書き換えを行い、パケットの転送を行う。あて先が残り1つとなった段階で、XCAST パケットは通常のユニキャストパケットに変換(X2U)され、あて先に対してユニキャストされる。

また、経路上のルータが XCAST に対応していない場合には、XCAST パケットは通常のユニキャストパケットとして扱われ、リストの最初のあて先にとりあえず転送される。そして、XCAST ルータか最初のあて先で折り返して次のルータに転送される。

2.2. XCAST の配送方式

具体的に、送信元 S から 3 人の受信先 A・B・C に対して XCAST パケットを送る手順は以下の通りである。(図 1)。

- ① 送信元 S がヘッダにあて先リストを記述したパケットを送信する。(あて先リストは[A, B, C]=[1, 1, 1])
- ② ルータ 1 がパケットを受け取り、次のようなヘッダの解

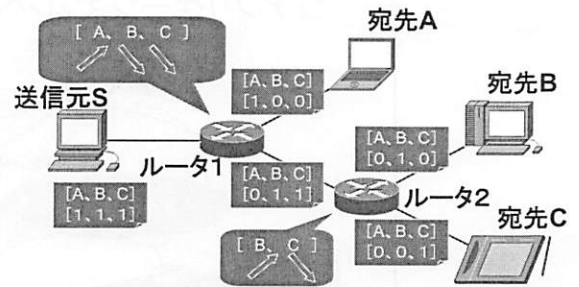


図 1 : XCAST パケットの転送

析を行う。

- i. 各あて先に対して、ネクストホップを決定するためにルーティングテーブルを参照する
 - ii. ネクストホップに基づき、あて先をグループに分ける (ネクストホップに基づくグループが複数ある場合には、その数だけパケットのコピーを行う)
 - iii. それぞれのネクストホップに対してルーティングすべきあて先のみを含むように、各パケットのあて先リストを更新する。
- ③ ルータ 1 はネクストホップに対して、ヘッダを更新したパケットを転送する。(あて先リストは[A, B, C]=[1, 0, 0]と[A, B, C]=[0, 1, 1])
 - ④ ルータ 1 からあて先 A にパケットが送信されるときは、あて先リストに含まれる配送先がただ1つなので、通常のユニキャストパケットに変換されてから、あて先に対して送信される。
 - ⑤ ルータ 2 は、②と同様の処理を行い、ネクストホップに対してヘッダを更新したパケットを転送する。(あて先リストは[A, B, C]=[0, 1, 0]と[A, B, C]=[0, 0, 1])
 - ⑥ ルータ 2 からあて先 B, C にパケットが送信されるときは、通常のユニキャストパケットに変換されてから、それぞれのあて先に対して送信される。

2.3. XCAST の特徴

XCAST には、従来のマルチキャストと比較して以下のような特徴がある。

- ルータがグループごとの状態を保持する必要がないので、サポートできるグループの数という点でスケラビリティが高い
- 通常のユニキャストルーティングプロトコルに従うので、マルチキャストルーティングプロトコルが必要ない
- マルチキャストアドレスの割り当てが必要ない
- 送信元はすべてのあて先がわかっているため、特定の相手のみデータを送信するなど柔軟な操作を行うことが可能

このような特徴から、XCAST はだれでも簡単に End-to-End で自由にグループを作ることが可能である。

特に、非常に多数の小規模グループを扱うことに適している XCAST は、本研究でターゲットとしている状況である少人数でのオンラインコミュニケーションにおいて想定されるネットワーク環境で、その優位性を発揮することができる。

2.4. XCAST におけるメンバ管理

XCAST を利用する際には、エンドユーザが自分自身でグループに属するメンバの情報を保持・更新する必要がある。現在のメンバ管理手法として利用されている xcgroup の概要は以下の通りである (図 2)。

- ① あるグループに参加したいユーザ(クライアント)は、そのグループのメンバ情報を管理しているサーバに HTTP を用いて、自分の IP アドレスを登録する
- ② グループの情報を管理しているサーバは、現在そのグループに参加しているメンバの IP アドレスのリストをクライアントに返す
- ③ クライアントは①の動作を定期的に繰り返す
- ④ サーバは定期的なアクセスがなくなったクライアントの情報をメンバリストから削除する

このように、現在の XCAST で利用されているメンバ管理手法は、グループへの参加・離脱の情報を管理サーバに集中させ、クライアントはサーバにアクセスすることで、グループに所属している全メンバの情報を取得することができる。

3. オンラインコミュニケーション

3.1. オンラインコミュニケーションの特徴

電子メール、チャット、IM(Instant Messenger)、掲示板、メーリングリスト(ML)、IP 電話[5]、テレビ電話、ビデオ会議[6]、SNS (Social Networking Site)[7]、blog など、ネットワークを介して複数の人間がコミュニケーションを行うための形態には様々なものがある。

これらのオンラインツールを利用したコミュニケーションは、現実世界の face-to-face のコミュニケーションにおいて障壁となっていた物理的な制約・時間的な制約を受けることが少ない。例えば、ネットワークを利用することで、物理的に離れた場所にいる者の間でデータの共有が可能になる。また、ML や掲示板を使うことで同じ時間を共有せずに情報のやりとりを行うことが可能になる。

3.2. オンラインコミュニケーションの性質

このような、ネットワークを介したコミュニケーション(オンラインコミュニケーション)は、実際に複数の人間が顔を合わせて話をするための代替手段、または補助的な手段として利用されることが多い。

face-to-face コミュニケーションにおいては、声のトーン・表情・ジェスチャー・相手の動作などの非言語情報が非常に重要な要素となっている[8]が、現状のオンラインコミュニケーションにおいては、こういった情報が欠落している場合が多い。

現実世界におけるコミュニケーションと同等の環境を、ネットワーク上でも実現するためには、非言語情報も含めて複数の人間の間で情報共有を行うは重要である。

このような状況を構築するために、本研究では映像と音声を統合的に扱うことにより、ネットワークを介して相互に情報を共有できる環境を実現する。

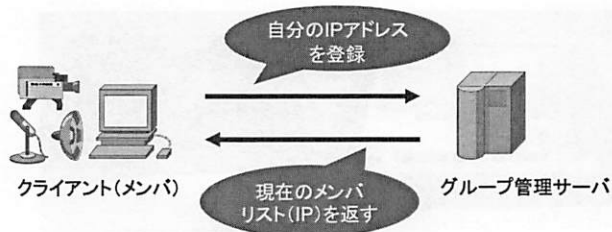


図 2 : 現在のメンバ管理手法(xcgroup)

3.3. XCAST を利用したコミュニケーション

映像や音声などのマルチメディアデータを多数の地点間でネットワークを介して扱うときに、ネットワーク帯域を有効に利用するためにマルチキャストを利用することがある。

しかし、実際に利用するためには IGMP といったグループメンバの状態を管理するプロトコルや、PIM などのマルチキャストルーティングプロトコルが必要となるなど複雑な制御が必要である。また、スケーラビリティの点に関しては、メンバを非常に多数抱えるような大規模なグループを少ない数だけ扱うには最適であるが、数人のメンバが利用するグループを多数扱うには適していない。

本研究では、少人数のグループを多数扱うことに適したプロトコルである XCAST を利用して、遠隔多地点会議などを代表としたオンラインコミュニケーションを支援することを目指している。

4. XCAST の利用方法

4.1. 動作環境

現在、XCAST を利用することが可能であるプラットフォームとして、以下のものが挙げられる。

- BSD (NetBSD, FreeBSD)
- Windows
- XCAST6 Live CD

また、Linux 上での利用のための開発も現在進められている最中である。

BSD 上で利用するためには、sourceforge[10]にあるパッチを取得し、カーネルの再構築を行う。さらに、ライブラリや必要なツールのインストールを行うことで XCAST を利用することが可能になる。この方法は、これまでのところ最も動作実績が多く、安定した運用が報告されており、経験者向きである。

Windows で利用するためには、IPv6 スタックをインストールしたマシンにおいて、windows 用バイナリ[9]をダウンロードし実行することで XCAST の利用は可能になる。ただし、windows の実装では、パケットを送信する際に raw socket を利用しており、その仕様を変更された SP2 (Service Pack 2)より前のバージョンの利用が推奨されている。また、IPv6 インターネット接続ファイアウォール (IPv6 ICF)が設定されていることも多く、利用に際しては注意が必要である。

XCAST Live CD とは、BSD ベースで XCAST の利用環境が既に整えられたブート可能な CD のことであり、現在は「Ebifuryaa」と「FreeSBIE」の 2 種類が用意されている。それぞれ、NetBSD, FreeBSD がベースとなっており、必要なライブラリやツールが 1 枚の CD にすべて収められている。これを利用することによって、環境構築の手間を省くことができ、簡単に XCAST を体験することが可能である。

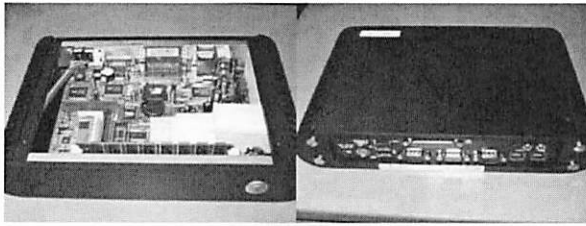


図3：XCAST box

4.2. IPv6 接続性の確保

改良が重ねられ続けている XCAST であるが、現在の実装は IPv6 接続性のある環境での利用を想定している。しかしながら、IPv6 接続性が提供されていないネットワーク環境も現状では多い。XCAST を誰でも簡単に利用することができるように、我々は以下のような接続形態を用意している。

- VPN
- XCAST ルータ
- XCAST box

VPN に関しては、単体の PC で XCAST を利用したい場合に用いられる接続形態である。具体的には、大学に XCAST 利用のための公開セグメントを設け、OpenVPN や SoftEther を利用して L2 接続を行う。このセグメントには RA が流されており、IPv4 NAT 配下からも IPv6 アドレスが取得可能であり、IPv6 接続性を確保することができる。また、このセグメントには、登録されたユーザのみが接続可能であり、IPv6 通信のみが許可されている。

XCAST ルータに関しては、あるネットワークの中の複数の PC で XCAST を利用したい場合に用いられる接続形態である。具体的には、前節で述べた方法で XCAST が利用可能なマシンを用意し、そこにルータとしての機能を持たせる。このルータは必要であれば DTCP (Dynamic Tunnel Configuration Protocol) を利用して IPv6 接続性を持つネットワークにトンネル接続を行う。つまり、XCAST を解釈できる IPv6 ルータを設置することで、そのルータ配下のネットワークに接続されているマシンは、X2U の機能をもたないプラットフォーム(windows)での利用が可能になる。

XCAST box は、XCAST ルータの機能を CF (Compact Flash) に書き込んだ HD レスのマシンであり、ネットワークケーブルをさし、簡単な初期設定を行うだけで、XCAST ルータとして利用可能なものである。一時的な IPv6 ネットワークの構築にも有用であり、DTCP アカウントが必要ならば大学の DTCP サーバから発行可能である (図3)。

4.3. アプリケーション

XCAST 上で、主に利用されているアプリケーションとして vic (video conference took)、rat (robust audio tool) がある。vic は映像を送受信するツールであり、rat は音声を送受信するツールである。これらのツールと USB カメラ、ヘッドセットなどを利用することで遠隔多地点会議などのオンラインコミュニケーションを行うことが可能である。

また、Fukidashi という USB カメラ画像合成表示プログラムも開発されており、透明イメージファイルのカメラ画像への重ね合わせや、テロップ表示なども行うことが可能である。

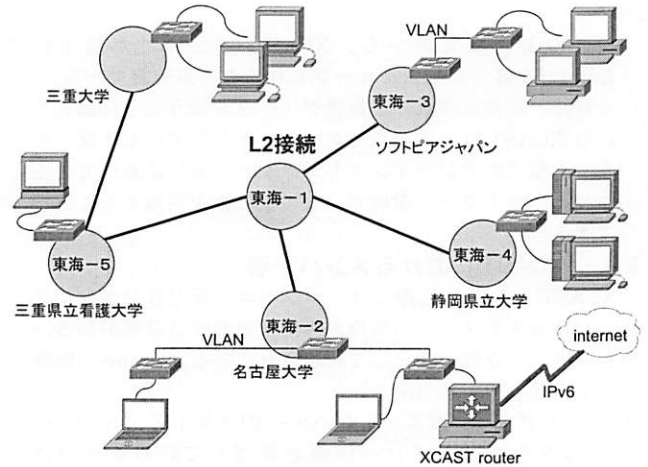


図4：ネットワーク構成



図5：ミーティングの様子(スクリーンショット)

5. XCAST を利用した遠隔コミュニケーション

5.1. JGN II 東海地区ミーティング

2005年8月30日に開催された第2回東海 JGN II ミーティングでは、名古屋大学・静岡県立大学・ソフトピアジャパン・三重大学・三重県立看護大学の5拠点、9名が参加した遠隔多地点会議が行われた。

ここでは、すべての拠点が JGN II の回線を通して L2 接続されており、名古屋大学の XCAST ルータが RA を流し、他の拠点のマシンがそこから IPv6 アドレスを取得する形をとった。今回は会議を進行していく上での利便性も考慮し、IPv4 接続性も提供したため、IPv4、IPv6 ともに外部へ到達可能とした (図4)。

すべての拠点において、プラットフォームとしては Windows が利用されており、vic・rat と xcgroup クライアントをセットアップするためのインストーラを用意した。今回は名古屋大学で運用されている xcgroup サーバを用いてメンバ情報の管理を行った。

実際の様子は図5のとおりである。ここでは、情報共有のために wiki を使った発言メモの記録も同時に行われていた。また、JGN II の接続がうまくいかなかった時のために、SoftEther の仮想ハブも用意されており、実際にそれを利用した通信も行われた。

5.2. WIDE XCAST-wg ミーティング

XCAST の標準化活動および普及活動を行っている団体として WIDE プロジェクトの XCAST working-group がある。我々もそのメンバとして週 1 回の定例ミーティングに参加している。

ここでは、活動報告が行われたり、今後の活動方針を話し合うなどしたりしているが、定期的なミーティングを重ねることで XCAST を利用したオンラインミーティングの実績・ノウハウの蓄積を行っている。

このミーティングにおいては、利用されるプラットフォームも BSD が一般的であり、ネイティブな IPv6 接続性を持ったサイトの参加者がほとんどである。そうでない参加者は X6-Bone に DTCP でトンネル接続をしている。

5.3. そのほかの利用シーン

XCAST はオンラインミーティングだけでなく、エンターテイメントとしても利用されている。例えば、以下のような試みが行われた。

- 披露宴の遠隔地からのスピーチ参加
- サッカー中継を見ながらの解説
- 飛行機の中から映像付きチャット

披露宴は名古屋のホテルで行われ、その中で東京からスピーチを行うために、会場に回線を用意し、DTCP を用いて IPv6 接続性を確保した。さらに、PC・カメラ・プロジェクタ・スクリーンを会場に設置し、XCAST を利用した中継を行った。これには、会場と東京以外にも 5 拠点に参加した。

サッカー中継などのコンテンツに対し、知り合い同士で議論を行うような使い方もされている。

また、Lufthansa 航空の Fly Net によるインターネット接続を利用した、地上と空の間のコミュニケーションも行われた。このときは IPv6 接続性を確保するために、SoftEther による VPN 接続を利用した。

6. XCAST のデプロイメント

6.1. プロトコルのプロモーション

本研究では、XCAST を利用したオンラインコミュニケーション手法を、多くの人に実際に使ってもらうためには何が必要であるか、新しいプロトコルを普及させるためのデプロイメントは何をすべきか、といったテーマを扱っている。

アプリケーションが XCAST を利用するためには、IPv6 接続環境が必要である。パーソナルコミュニケーションをネットワークを介して行うことがより一般的になれば、そこでのキラーアプリとして XCAST を利用したアプリケーションが利用されるようになるかもしれない。それによって IPv6 がより一層普及するきっかけとなる可能性もある。

あるプロトコルやアプリケーションを、たくさんの人に知ってもらい、実際に使ってもらうために、まずは使ってみようと思わせるような魅力が必要になってくる。

6.2. yax

これまで、BSD ユーザが中心となって開発が進められていたが、たくさんの人に使ってもらうためには、プラットフォームとして Windows に対応することが必要になってくる。

本研究では、誰でも簡単に XCAST を利用することが可能な環境の構築を目指しており、実装しているシステムを「yax」と呼ぶ。これは「yet another xcgrouper」の略称である。

yax では、これまで設定等が CUI ベースであった xcgrouper クライアントを GUI ベースに移行した。また、メンバ管理をエンドユーザで行っている XCAST の特徴を利用して、デー

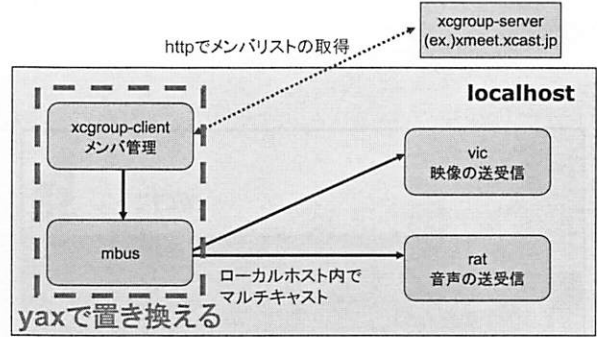


図 6 : xcgrouper・mbus と yax の関係

タの送信先を、任意のタイミングで、グループ内の特定のメンバだけに限定する、などといった操作を可能にするために、これまで利用されてきた mbus[2] の仕組みをシミュレートするようにした (図 6)。

6.3. XCAST MATSURI

yax やこれまでの XCAST ツールを利用して、「たくさんの人がネットワークを通して一同に介する機会を設けたい」という目的のもと、「XCAST MATSURI」というイベントを 2005 年 10 月 9 日～10 日に開催する。

このイベントは、初めて利用するユーザが XCAST を体験してもらおうきっかけであると同時に、初めて利用するために何が障壁であったかを、洗い出すための機会である。

ツールの使いやすかったか、事前準備がどのくらい必要か、実際に使ってみてどう感じたか、これから利用したいと思うかなど、参加者からアンケートによる質問に答えてもらい今後の普及活動・開発等に役立てていきたいと考えている。

7. まとめ

本稿では、まず XCAST の説明を行い、次にオンラインコミュニケーションの特徴について述べた。さらに、XCAST によるオンラインコミュニケーションを利用するための方法やネットワーク構成について説明したあと、実際に利用されている場面として遠隔多地点会議などについて述べた。最後に、新しい技術を普及させるために必要な取り組みについて考え、XCAST MATSURI というイベントでそれを実証する予定である。

参考文献

- [1] R. Boivie, et al., “draft-ooms-xcast-basic-spec-08.txt”, IETF, 2005
- [2] J.Ott, et al., “A Message Bus for Local Coordination”, RFC3259, 2002.
- [3] yax, <http://www.el.itc.nagoya-u.ac.jp/~tanaka/xcast/yax.html>
- [4] XCAST MATSURI, <http://www.el.itc.nagoya-u.ac.jp/~tanaka/xcast/matsuri.html>
- [5] Skype, <http://www.skype.com/>
- [6] Polycom, <http://www.polycom.co.jp/>
- [7] mixi, <http://mixi.jp/>
- [8] Birdwhistell, R.L. Kinesics and Context, University of Pennsylvania Press, 1970.
- [9] <http://xcast.cogma.org/xcast-nu-win-kit/>
- [10] <http://sourceforge.net/projects/xcast6>