

# XCAST を用いた統合コミュニケーション環境の構築

田中 和也<sup>†</sup> 河川 信夫<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>名古屋大学大学院 情報科学研究科

<sup>‡</sup>名古屋大学 情報連携基盤センター

## Design of Integrated Communication Environments using XCAST

Kazuya Tanaka<sup>†</sup> Nobuo Kawaguchi<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science, Nagoya University

<sup>‡</sup> Information Technology Center, Nagoya University

### 1. はじめに

近年、ビデオ会議システムや IP 電話などといった、遠隔地にいる者同士がコミュニケーションをはかったり、協調して作業をおこなったりするシステムの需要が高まってきている。こういったネットワークを介して通信を行うアプリケーションは、マルチキャストに代表されるルーティング技術を用いることで効率的なネットワーク利用が可能となる。

現在のマルチキャストは誰もが簡単に利用できる状況ではない。マルチキャストにはグループのメンバの状態を管理することや、最適な配送経路を決定するなど複雑な制御が必要である。また、大規模なグループを少数だけ扱うことには適しているが、小規模なグループコミュニケーションには不向きである。

このような従来の ISM(Internet Standard Multicast)の弱点を補うために XCAST[2]が提案された。XCAST とは、Explicit Multi-Unicast の略称であり、ISM でのグループアドレスに代えて、パケットヘッダに到達すべき複数のアドレスを明記することで先を指定する配送方式である。

XCAST は ISM に比べてグループメンバ数に制約がある一方で、グループ数に関するスケーラビリティに優れており、多地点ビデオ会議やネットワーク対戦型ゲームなど、多数のエンドユーザーがプライベートグループの構成メンバに対して発信する事が必要な用途に有効である。

現状の XCAST では `xgroup` というメンバ管理手法が利用されている。これは、クライアントがグループに参加しているメンバの情報を、サーバを通して管理する方式である。現在の枠組みでは、ここで得られた情報は加工されることなく、単純にそのままアプリケーションに渡されている。この方式では、グループ内でのより柔軟なメンバ管理を行うことができない。

本研究では、クライアント側でグループメンバの情報を管理している XCAST の特徴を利用し、データをやり取りする相手をグループ内の特定のメンバに限定するといった高度なグループ管理機構を有する“オンカイ”というオンラインコミュニケーション支援システムを実装している。

オンカイは、各種アプリケーション(映像・音声の送受信、チャット、ファイル共有など)を利用することが可能であり、現在の XCAST におけるグループマネージメントを、より手軽に扱うことができ、中央サーバに依存しないシステムとして拡張したものである。

オンカイの目的は、誰でも簡単にオンラインコミュニケーションを利用できる環境をユーザに提供することである。多様なフォーマットのデータを自由にネットワーク上で扱うことにより、様々な利用シーンにおいてユーザ間コラボレーションを促進させることが出来る。

以下では、2 節でオンラインコミュニケーションの特徴と

問題点、グループマネージメントの重要性について述べる。3 節では、マルチキャストの問題点と XCAST の概要・配送方式・特徴について説明する。4 節では、XCAST におけるグループマネージメントと、より柔軟なグループマネージメント、メンバ発見とメンバ間通信について述べる。5 節では、実装中のオンラインコミュニケーション支援ツールであるオンカイについて説明する。6 節では XCAST のデプロイメントについて述べ、7 節ではまとめを行う。

### 2. オンラインコミュニケーション

#### 2.1. 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[4]、テレビ電話、ビデオ会議[5]、SNS (Social Networking Site)[6]、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。

#### 2.2. オンラインコミュニケーションの問題点

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ことの代替手段、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[9]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。

#### 2.3. グループマネージメントの重要性

本研究のテーマである『コミュニケーション支援』とは、複数の人間が異なる地点に存在するときに、スムーズに意思疎通を図ることを手助けすることを意味する。

実環境においては、音声や映像のネットワーク伝送による複数拠点での遠隔会議の実現を想定している。

コミュニケーション支援において、オンライン上での効果的なグループマネジメント手法を実現するためには、以下の要件が重要な役割を果たす。

- グループを簡単に構成するために、人と人との結びつきを支援すること
- ユーザ側で事前に準備する手間をなるべく低減させるために、自律的にグループが形成されるようにシステム側で支援すること
- グループの状態を管理するために、別途サーバなどを利用することなく、メンバ間でグループの情報を分散して管理できること

### 3. XCAST

#### 3.1. マルチキャストの問題点

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。

#### 3.2. XCAST の概要

誰もが簡単に利用できる従来のマルチキャストに代わる手段として XCAST が提案されている。

XCAST (Explicit Multi-Unicast) 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) にネットワーク帯域を効率よく利用させるためのプロトコルであり、ISM 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 ルータが最初のあて先で折り返して次のルータに転送される。

#### 3.3. 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析を行う。

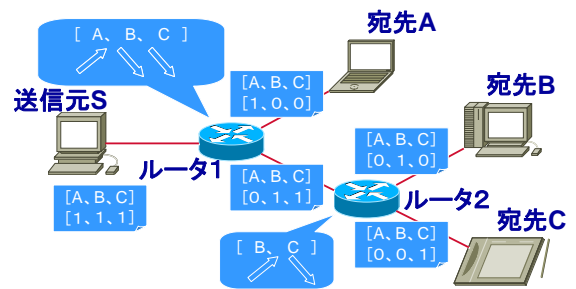


図 1 : XCAST パケットの転送

- 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
  - 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)
  - 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 つになっているので、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。

#### 3.4. 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ーラビリティが高い
- 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、特定の相手へ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。

## 4. グループマネージメント

### 4.1. XCAST におけるグループマネージメント

現在、XCAST 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

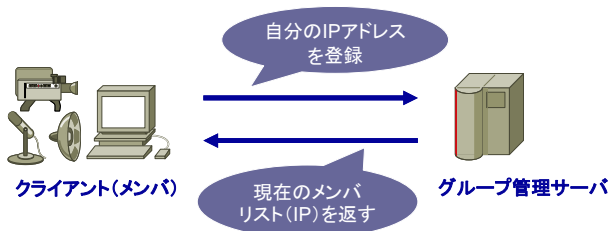


図2：現在のメンバ管理手法(xcgroup)

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。

ここで、各ユーザは自分が送り出す (または受け取る) 情報がどこへ (またはどこから) のものであるか認識しているということが重要なポイントである。

現在の枠組みでは、xcgroup から得られたメンバの情報を加工することなく、単純にアプリケーションに渡しているだけである。

### 4.2. より柔軟なグループマネージメント

ユーザが保持しているメンバ情報から、ネットワーク環境やユーザの嗜好に基づいて、あるメンバにのみに情報を送信したり、あるメンバからの情報のみを受信したりといった操作を可能にする仕組みの提供により、グループ内での柔軟なメンバ管理機構を実現できる。

本研究では、通信プロトコルとしては XCAST を利用し、それに伴って必要となるメンバ管理機構を今までよりも柔軟な操作が可能なフレームワークを提供する。さらに、その上で、複数の人たちが情報の共有をするために必要となる機能をモジュールとして追加することで、統合的なコミュニケーションを支援する環境を構築する (図3)。

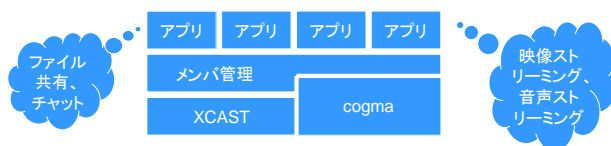


図3：オンカイの構成

具体的には、各メンバが保持しているグループメンバのリストから、データの送信を行いたいメンバだけをユーザが選

択し、XCAST パケットのあて先リストに記載するアドレス情報として、アプリケーションに渡すことで、データの送信先をユーザが自由に変更することができる。また、データの受信を行いたいメンバのリストをアプリケーションに渡すことで、データの受信先を選択することも可能である。

### 4.3. メンバ発見とメンバ間通信

これまでのメンバ管理手法(xcgroup)はメンバ管理サーバに依存する形になっていたが、オンカイでは補助的にサーバを利用する以外は、メンバの参加・離脱の状態などの情報管理もクライアント側で処理する。

つまり、ローカルのメンバ(自分と同じサブネットに存在する相手)は自律的に発見し、リモートのメンバ(自分とは異なるサブネットに存在する相手)は、プレゼンス管理サーバを通して発見する。相手を発見したあとは、リモートとローカルのメンバの区別はなくなり、グループ内の情報はメンバが相互にやりとりする (図4、図5)。

ここでいうプレゼンス管理サーバとは、あるグループに参加するためのきっかけとして利用するものであり、xcgroup における管理サーバのようにメンバの情報を管理しているものではない。また、プレゼンス管理サーバの機能をグループ内のメンバが行うことも可能である。

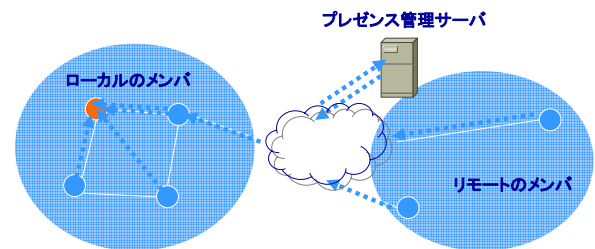


図4：リモートとローカルのメンバ発見

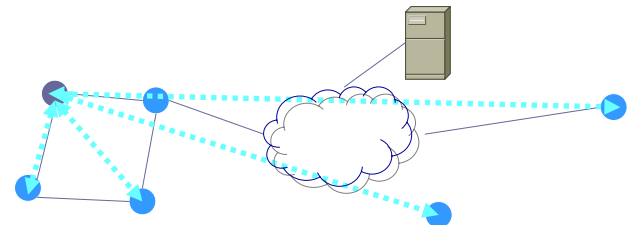


図5：発見されたメンバとの通信

実際には、ローカルメンバの発見にはブロードキャストを利用しており、それによって誰が同じネットワーク内に存在するかを調べている。また、プレゼンス管理サーバは、ローカル以外のメンバとグループを構成するとき最初の段階でのみ必要になるものである。中継サーバの役割を果たすことで、ネットワーク越しにローカルのメンバ発見機構を機能させるようにし、グループのメンバをつなぐ役割を果たす。

## 5. オンカイ

本研究では、オンラインにおけるグループコミュニケーションを支援するツールとして『オンカイ』を実装している。

これまでに述べたグループメンバを管理する仕組みを実装し、システムを XCAST 6 (XCAST over IPv6) が利用できる環境において実行している様子を図6に示す。

オンカイは、グループマネージメントに対して高度な機能を追加することで、これまでよりも柔軟でかつユーザビリティの高いメンバ管理機構を提供することを目指す。

また、そのようなメンバ管理機構の上に、“映像・音声の送受信”、“チャット”、“ファイル共有”などの各種アプリケーションを利用することで、人と人がコミュニケーションを行う際に必要とされる機能が統合された環境を構築することを目指す。

オンカイを利用することにより、物理的に離れている人と近くに存在する人とを区別することなく、円滑なコミュニケーションを誰もが簡単に実現できる環境を提供することが可能になる。



図6：オンカイを実行している様子

図6では、3人のメンバから構成されるグループにおいて映像と音声の送受信、ファイルの共有を行っている。

左側のウィンドウが自分の映像(上)と相手の映像(下)を映し出しており、下側のウィンドウが映像の表示をコントロールするもの(左)と音声の出力をコントロールするもの(中)である。また、右側のウィンドウは相手から送られてきたファイルを保存しているものであり、その上にあるウィンドウは現在のグループを構成しているメンバを表示している。上側真ん中のウィンドウには、近隣に存在するメンバの一覧を表示している。

本システムは、Javaを用いて実装されており、メンバ発見の機構として cogma[1]を利用している。また、映像・音声の送受信に関しては JMF(Java Media Framework)[3]の機能を利用している。また、これまでの xcgroup を用いたメンバ管理機能を利用することも可能であり、JMF を利用したツールの代わりに vic や rat といった、これまで xcast で利用されてきたツールを利用することも可能である。これにより、オンカイは従来の XCAST 環境と共存することが可能である。

ローカル環境では、その場で出会ったもの同士が、その場限りのアドホックなグループを形成し、その場で必要となったデータを全員で共有するという目的のために利用することができる。また、リモート環境においては、遠隔地から映像や音声を相互に送りあうことで、実際に顔を合わせている状況と同じように多地点会議に実施することが可能になる。

こういったシーンでは、他の代替手段を用いて、オンカイを利用した場合と同様の環境を実現することは可能であるが、ユーザの手をなるべく煩わせることなく安価にこういった環境を実現させるには本システムは有用であると考えられる。

## 6. XCAST のデプロイメント

本研究では、新しい技術を多くの人に使ってもらうための普及方法に関しても模索している。ここでの“新しい技術”とは、IPv6 に代表されるような様々な場面で今後利用されることが期待される情報通信分野を中心とした技術のことを指しており、また、“普及”とはそうした技術を一般ユーザが実際の環境において利用できるようにすることを想定している。

本研究においては、XCAST を利用したオンラインコミュニケーションをたくさんの人に体験してもらうためには、どのようなプロモーションを行うべきかの仮説を立て、それに基づいたアナウンスメントやイベントを実際に行い、その方法が正しかったかどうかを利用者にアンケートをとるなどして検証を行う。

具体的には、XCAST MATSURI というイベントを開催し、そこに 128 ノードのメンバが参加することを目標とする。そのイベントまでに定期的にプレイベントを開催することで、参加人数がどのように変化していくか記録をおこなう。それにより、アナウンスメントの方法やイベントスケジュールが適当であったかを評価する予定である。

## 7. まとめ

本稿では、オンラインコミュニケーションの現状と face-to-face コミュニケーションとの違いを説明し、その違いを乗り越えるためにネットワークを介して映像・音声などのマルチメディアデータを相互にやり取りする方法をとることとした。このような環境を実現するシステムにおいてネットワーク帯域を有効利用するために、小規模なグループコミュニケーションにとって最適であり、誰でも簡単に利用できるプロトコルである XCAST を利用した。しかし、現状のメンバ管理機構では柔軟なグループ構成を行うことができないので、本研究で実装しているオンラインコミュニケーション支援ツールであるオンカイでは、今までよりも細やかなメンバ管理機能を実現した。XCAST を含めた新しい技術を、どのように上手く世の中に広めていくか、現在仮説と実行計画を練っている最中である。

## 参考文献

- [1] 河口信夫, 稲垣康善, “cogma: 動的ネットワーク環境における組み込み機器間の連携用ミドルウェア”, 情報処理学会コンピュータシステム・シンポジウム, pp.1-8, 2001
- [2] R. Boivie, N. Feldman, Y. Imai, W. Livens, D. Ooms, O. Paridaens, E. Muramoto, “draft-ooms-xcast-basic-spec-06.txt”, IETF, 2004
- [3] JMF, <http://java.sun.com/products/java-media/jmf/>
- [4] Skype, <http://www.skype.com/>
- [5] Polycom, <http://www.polycom.co.jp/>
- [6] mixi, <http://mixi.jp/>
- [7] 河口信夫, 清水邦彦, 外山勝彦, 稲垣康善, “モバイルアドホックネットワークにおけるコミュニケーション支援手法”, 情報処理学会研究報告, SIG-MBL-13, pp.55-60, 2000
- [8] 宮越勇樹, 河口信夫, 外山勝彦, 稲垣康善, “アドホックネットワークにおける柔軟なグループ管理手法～モバイルエージェントを用いた実現～”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2000) シンポジウム論文集, pp.1-6, 2000
- [9] Birdwhistell, R.L. Kinesics and Context, University of Pennsylvania Press, 1970.