

遠隔コラボレーションを支援する 統合コミュニケーション環境の構築

— 早大OSS研 2004年度活動報告 —

技術研究センター ユビキタス研究グループ
早稲田大学 オープンソースソフトウェア研究所

鈴木恒一



1. はじめに

早稲田大学では2004年4月にオープンソースソフトウェア（OSS）研究所を設立した。OSS研では産学共同でOSSに関連する研究開発を行い、その成果をビジネスや教育の現場で活用するとともに社会へ還元すること、およびOSSに関わる人材の育成を目的として活動を行っている。このOSS研に筆者の研究テーマが採択され、客員研究員として理工学部深澤研究室の学生とともに1年間共同研究を行ってきた。ここではその研究活動報告を行う。

2. 概要

現在PC上には、メールやテキストチャット、IP電話、ビデオ会議システムなど、さまざまなコミュニケーション・チャンネルが存在する。さらにファイル共有やアプリケーション共有などの機能によって、遠隔地同士のコラボレーション（共同作業）が可能となってきている。このような遠隔地同士のコラボレーションは、さらなるインターネットの普及により、よりワールドワイドに行われるようになるだろう。そしてこのコラボレーションを支援するシステムも今まで以上に重要となるはずだ。特にリアルタイム性のあるインタラクティブなシステムが重要となる。そして、そうしたコラボレーションを支援するようなコミュニケーション環境の必要性が高まっている。

また、このようなコミュニケーション環境は企業や組織内で利用されるだけでなく、手軽なコミュニケーション・ツールとして一般ユーザーにも広く利用してもらいたい。誰でも利用できる環境となることによって、人々が自由にコミュニケーション/コラボレーションを行う範囲が広が

り、新しい活動が生まれる場として期待できるからである。このようなコラボレーションを支援するコミュニケーション環境に必要となるであろう機能/要素は以下のようになる。

1. 多人数によるテキストチャット
2. 多人数によるボイス/ビデオチャット
3. プレゼンス情報の交換
4. ファイル共有
5. デスクトップ共有
6. アプリケーション共有
7. モバイル環境への対応
8. 利用環境選択の自由
9. 不特定多数のユーザーの参加
10. 不特定多数のグループの生成
11. 柔軟なグループ/メンバー管理
12. わかりやすいユーザーインターフェース

など。

現在このような要求事項のいくつかを満たすシステムは存在するが、全ユーザー数やグループ数に対してスケーラビリティのあるシステムは存在しない。組織内での利用だけでなく一般ユーザーが広く利用するシステムでは、全ユーザー数やグループ数に対するスケーラビリティは重要な要素である。

一方、最近OSSが注目されている。ソースコードが公開されており、ライセンスに則る限り自由に利用できるソフトウェアだ。活発なコミュニティを持つソフトウェアは非常に素早く開発が進められている。現在では個人だけでなく多くの企業もOSSを利用すると同時に支援している。このようなOSSを適切に利用することによって開発の手間を省き、自分に必要とする部分に注力することが可能となる。またOSSコミュニティへ参加し積極的に連携することに

よって、開発のスピードをあげることもできる。OSS研究所として、研究成果をOSSにて公開するだけでなく、このようなOSSコミュニティと連携することにより、OSS全体の活動を盛り上げていくことも重要だ。このようなコミュニケーション環境をOSSにて構築し、OSSコミュニティで利用することにより、OSSコミュニティの活性化に大きく貢献できるだろう。

本研究では、遠隔コラボレーションを円滑に支援するような、全ユーザー数やグループ数に対してスケーラビリティのある統合コミュニケーション環境を、OSSにて構築することを目的として昨年1年間活動してきた。前述したように、以下はこれまでの研究成果と活動内容についての報告となる。3章では、本研究の目指すシステムの概要と利用技術について述べる。4章ではこのシステムの問題点をあげ、早稲田大学との共同研究によりどのように解決したかを述べる。5章では、早稲田大学以外の研究組織やOSSコミュニティとの活動について述べ、6章では今後の課題について述べる。

3. システム概要

前述した12の要求事項をすべて満たすことは、すぐには不可能である。ここでは全ユーザー数/グループ数に対してスケーラビリティのあるコミュニケーション環境を目指す。コミュニケーション・チャンネルとしてテキスト/ボイス/ビデオチャットを備え、円滑なコミュニケーションを行うのに有効であるプレゼンス情報も利用できるようにする。また、グループ管理やメンバーの権限管理なども必須となるだろう。

3.1 システムアーキテクチャ

グループ管理やメンバーの権限管理などをきめ細かく行うには、管理サーバーを置き一元的に管理するのが適している。それに対しボイス/ビデオチャットで利用するデータは大きいので、サーバーを介した通信を行うとサーバーに負荷がかかり、ユーザー数に対するスケーラビリティがなくなってしまう。従ってボイス/ビデオチャットのデータはサーバーを介さず、クライアント同士が送信し合うアーキテクチャが適している。

しかしながらクライアント同士がデータを送信し合う場合、お互いをユニキャスト接続すると、グループメンバー数Nに対して接続数は(N-1)!で増加するため、グループメンバー数に対してスケーラビリティに欠ける。ここでマルチキャストを用いると、グループメンバー数に対するスケーラビリティは得られるものの、グループ数が増えた時にグループアドレスの割り当てやルーティング・テーブルの肥大化など問題があり、グループ数に対するスケーラビ

リティに乏しい。全ユーザー数/グループ数に対してスケーラビリティを確保するために、ここでは数人から十数人程度のグループを多数扱うことに適した新しいプロトコルであるXCAST (eXplicit Multi-Unicast) (参考文献1、2)を用いて、クライアント間の通信を行うこととした。

一方、プレゼンス情報の交換やテキストチャット/グループ管理/メンバーの権限管理は、IM (Instant Messaging) システムが基本的に備えている機能である。IMとは、自分の友達リストに登録されている相手がオンラインであるかを確認でき、リアルタイムにテキストチャットができるシステムである。MSNやAOL、Yahoo!のシステムが有名で、全世界で数百万人の利用者がいる。現在ではウェブやメールと並ぶ、インターネット上の主要アプリケーションとなっている。各種IMシステムがあるが、XMLベースで拡張性が高くRFCとして仕様が公開されているXMPP (eXtensible Messaging and Presence Protocol) (参考文献3、4)を用いたJabberをベースにすることとした。

3.2 利用技術

XCASTとJabberの特徴について簡単に述べる。

3.2.1 XCAST

XCASTは、従来のISM (Internet Standard Multicast) におけるグループアドレスに代えて、複数の宛先IPアドレスをパケットヘッダに明記する配送方式である。ISMに比べてグループメンバー数に制約がある一方、グループ数に対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なグループに対して発信する用途に有効なプロトコルである。一方、XCASTはISMが持っているグループメンバー管理機構を排除し、宛先アドレス管理をアプリケーションの責任としている。そのためXCASTを利用するにはグループ管理/メンバー管理機構の実装が必要となる。

現在WIDEプロジェクトのXCASTワーキンググループ(WG)が主体となって標準化作業を策定中である。またXCAST Fan Clubを始めとする組織がFreeBSD/NetBSD/LinuxなどのオープンソースOSへの実装作業を行っている。XCASTを利用したビデオ会議システムもOSSにて存在し、WIDE XCAST WGやXCAST Fan Clubの会合にも利用されている。

3.2.2 Jabber

Jabberは、相手の状態を把握するプレゼンス情報交換と、1対1のテキストチャットを基本機能とするIMである。拡張仕様を用いることで、複数人でのグループ・テキストチャットや、そのグループにおけるメンバーの各種権限管理なども行うことができる。Jabberの使用しているプロトコルであるXMPPは、XMLをベースとした非常に拡張性

や柔軟性の高いプロトコルであり、仕様が公開されている。この仕様に基づいてOSSコミュニティを始めとするさまざまなグループや組織が種々の環境へのサーバーやクライアントソフトの実装を行っている。このため、他のIMのように特定の環境に縛られずにコミュニケーションを行うことができる。しかしながらJabberはボイス/ビデオチャットには対応しておらず、現在メジャーな他のIMシステムと比べると少々見劣りすることも否めない。

3.3 XCAST/Jabberを基盤とするコミュニケーション環境

上記のXCAST/Jabberを基盤として利用することで、お互いの短所を補いながら、以下の要件を満たすコミュニケーション環境を構築できる (図1)。

- ・全ユーザー数/グループ数に対するスケーラビリティ
- ・テキスト/ボイス/ビデオチャット
- ・プレゼンス情報交換
- ・グループ/メンバー管理
- ・利用環境選択の自由

ここで図1における点線の矢印は、コントロールメッセージやプレゼンス情報、テキストデータなどの比較的小さなデータがXMPPによってサーバーを介して通信されることを表わしている。また底面の幅広の矢印は、ボイス/ビデオデータなどのマルチメディアデータがXCASTによってクライアント同士で配信されることを表している。

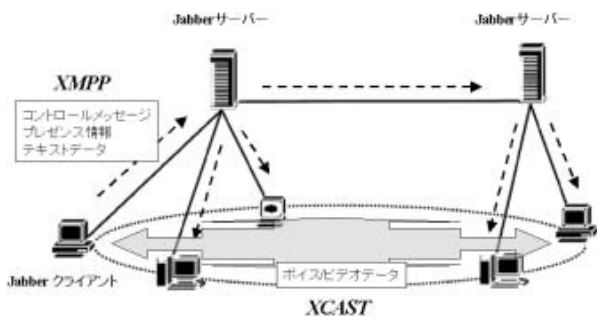


図1 アーキテクチャ

4. 問題点とその解決

XCAST/Jabberにより要求を満たせるとしても、単に組み合わせるだけではさまざまな問題が生ずる。組み合わせる際、大きく分けて「グループ/メンバー管理」と「クライアントのユーザビリティ」の2点の問題がある。早稲田大学理工学部4年生で深澤研究室の2人とともに、これらの問題の解決に取り組んだ。

4.1 グループ/メンバー管理

現在XCASTのビデオ会議システムで利用しているメンバー管理機構 (xcgroup) はCGIにて実装されており、グループへのIPアドレスの登録/削除機能およびIPアドレスリスト取得機能しか持っていない。このため以下のような問題が生じる。

●認証機能の欠如

グループへ参加する際に認証が行われなため、グループ名がわかれば誰でもグループに参加できる。このため送信者の意図しない拠点にボイス/ビデオデータが流れてしまう。

●グループ情報取得機能の欠如

サーバー上に現在あるグループ名を取得できないため、参加者はあらかじめ他の通信手段を用いてグループ名を取得しておかなければならない。このため知っている人しか使えないという閉鎖的なシステムとなる。

●メンバー情報取得機能の欠如

サーバーはグループメンバーのIPアドレスリストしか管理していない。ボイス/ビデオチャットのアプリケーションを立ち上げれば、そのアプリケーション同士でメンバー情報を交換し合うのでどんな人が参加しているのかわかるが、グループに参加する前に知ることができない。

●メンバーリスト更新の際のタイムラグ

サーバーへのメンバー登録はグループへの参加時に行われるが、メンバーリストの取得はある一定周期で行われるため、メンバーリストの取得はある一定周期で行われるため、メンバーリストが更新されてから既存の参加者がアドレスリストを取得するまでタイムラグがある。これによりグループに参加してすぐコミュニケーションを取ることができない。固定端末からの参加ではあまり問題にならないが、移動端末から参加した場合にコミュニケーションに支障を来すことが考えられる。

そこで以下のような変更を行い、Jabberサーバーとxcgroupサーバーの機能統合を行った。

- ・Jabberのグループ情報にボイス/ビデオチャット用の属性を追加した。
- ・XMPPメッセージを拡張してクライアントのIPアドレスを格納し、JabberサーバーにメンバーのIPアドレスを登録するようにした。

これにより、以下のようなことが実現可能となった。

- ・Jabberが持っている認証機能やグループ参加時のメンバー制限機能を用いて、予期しないメンバーがグループに参加することを防げるようになった。
- ・Jabberが持っているグループ情報取得機能を用いて、サーバーにどのようなグループがあるのか、そのグ

ループでボイス/ビデオチャットが行えるか、また現在の参加者等の情報を事前に取得できるようになった。

- ・XMPPによって、クライアントの状態変化はほぼリアルタイムに他のクライアントに通知されるようになった。

4.2 クライアントのユーザビリティ

クライアント側も、単にXCASTとJabberを組み合わせで利用したのでは以下のような問題がある。

●協調動作の欠如

Jabberの持つ友達リストやテキストチャットと、ビデオ会議システムの持つボイス/ビデオチャットとは別のアプリケーションであるため、協調して動作するようになってない。これらが協調動作しない限り統合的に利用できるコミュニケーション環境とはならない。

●CLI (Command Line Interface) による起動

現在のビデオ会議システムは、コマンドラインからxcgroupサーバーのURLやグループ名、ボイス/ビデオチャットに使用するIPアドレス/ポート番号などを指定して起動しなくてはならない。このため一般ユーザーにとってとても使いづらい環境であるとともに、現在の利用ユーザーにとっても単純な打ち間違いから接続不良となるトラブルがしばしば発生する。

●招待機能の欠如

現在のビデオ会議システムは、基本的に参加者が自発的に参加するシステムになっている。このためグループメンバーが他のユーザーをグループに招待する際も、他の通信手段を用いてグループ名を伝達し参加を促さなくてはならない。

そこで以下のような変更を行い、Jabberクライアントとビデオ会議システムの統合を行った。

- ・Jabberの友達リストのポップアップメニューにボイス/ビデオチャットのメニューを追加し、ビデオ会議システムが起動するようにした。
- ・ボイス/ビデオチャットを起動する際に、各種パラメータを入力するウィンドウを出し、GUIにて必要な情報を入力できるようにした。
- ・XMPPメッセージを拡張してボイス/ビデオチャットへの招待機能を実装した。

これにより、以下のようなことが実現可能となった。

- ・ボイス/ビデオチャットを手軽にメニューから起動できるようになった (図2)。
- ・ボイス/ビデオチャットを起動する際のパラメータの入力が楽になり、入力ミスも減少した (図3、図4)。
- ・他のユーザーに対してグループへの招待メッセージを送ることができるようになり、他のユーザーもグループに参加しやすくなった (図5)。

このようにクライアント側も非常にユーザビリティが高

まったが、現在IPアドレスリストの登録/取得機能がまだ実装されておらず、サーバー側の改善とうまく連携が取れないでいる。これは今後の課題として残っている。

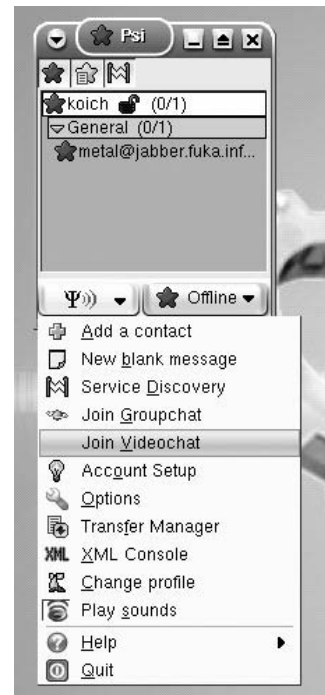


図2 ポップアップメニュー

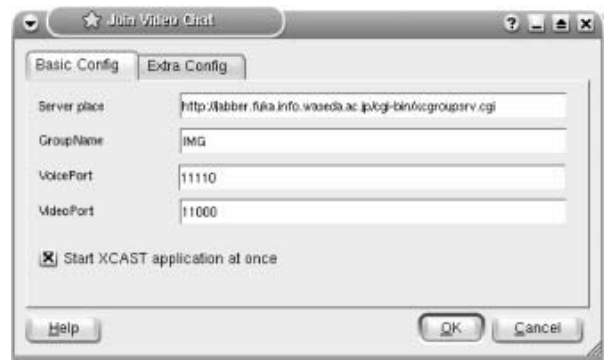


図3 サーバー/グループ名入力ウィンドウ

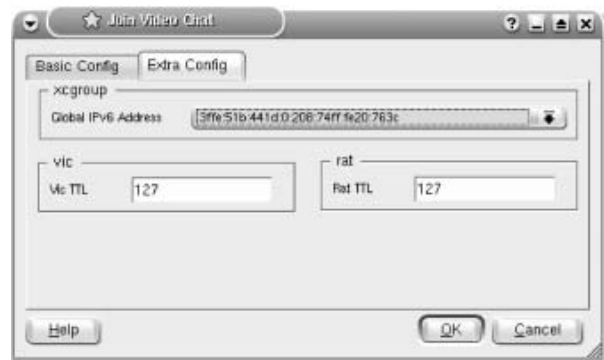


図4 IPアドレス、パラメータ入力ウィンドウ



図5 招待メニュー

5. 外部コミュニティとの連携

研究活動において早稲田大学深澤研とだけでなく、外部の研究組織やOSSコミュニティとも積極的にかかわってきた。特に密接にかかわってきたのが、以下の研究組織やOSSコミュニティである。

5.1 WIDE XCAST WG

WIDEプロジェクト（参照URL1）とは、日本にインターネットを構築した研究者らが設立した団体で、「右手に研究、左手に運用」をモットーに、インターネット関連技術の研究開発とその技術の普及活動および運用技術蓄積を行っている。現在大きく6つの研究エリアに分かれており、その下にある50程のWGにおいて実際の活動が行われている。KAME/USAGI/TAHIを中心とするIPv6技術の開発/普及活動や、日本のIX（Internet eXchange）の1つであるNSPIX2の運用、中越地震やスマトラ島沖地震で活躍したIAA（I Am Alive）システム（被災者情報登録検索システム）など、よく知られた活動も多い。

XCAST WGは1999年の研究開発開始以来、主にXCASTの開発や標準化作業の推進、XCAST実験ネットワーク（X6Bone）の運用、OSSコミュニティとの連携によるXCASTの実装や普及の推進活動を行っている。現在筆者はXCASTの提唱者の1人である富士通研究所の今井祐二氏とともにXCAST WGの共同議長を務め、これらの活動にかかわっている。最近XCASTの仕様書をインターネット標準文書であるRFC（Request For Comments）にしようとIETF（参照URL2）に対してI-D（Internet Draft）を提出している。また世界各地のXCASTに関わる研究者の情報交換の場としてIRTF（参照URL3）にResearch Groupを設立するための活動を行っている。XCAST WGでは、週に1回ミーティングを開いているが、

これにはXCASTに対応したビデオ会議システムを用いている。

参照URL1：WIDEプロジェクト

<http://www.wide.ad.jp/>

参照URL2：IETF（The Internet Engineering Task Force

<http://www.ietf.org/>

参照URL3：IRTF（The Internet Research Task Force

<http://www.irtf.org/>

5.2 XCAST Fan Club

XCAST Fan Clubとは、一昨年発足したXCASTプロトコルのユーザーグループで、XCASTに興味のある開発者やユーザーが参加しているグループである。WIDE XCAST WGが行っていたXCASTプロトコルスタックの開発は、現在XCAST Fan Clubへと移管され、SourceForge.net（参照URL4）を拠点にしてFreeBSD/NetBSDへの実装が行われている。また1枚のCD-ROMでXCAST環境が立ち上がるLive CD Systemの構築、USBカメラのハックや画像合成表示プログラムの作成など、各人が思い思いに活動を行っている。2ヵ月に1回の頻度でMidnight XCAST Meetingを開催している。これは北海道/東京/静岡/名古屋/四国など日本全国から参加者が集まる会合となっている。

参照URL4：SourceForge.net

<http://sourceforge.net>

6. 今後

今後の活動としては、引き続き早稲田大学との共同研究を推進し、以下の課題について順次解決をしていく。

●XCAST/Jabber統合

4章でも挙げたが、まだクライアントとサーバーがXMPPを用いてのメンバーアドレスリストの交換をうまくできていない。ここを解決してxcgroupサーバーを完全に排除した形で利用できるようにする。また、現在Jabberのマルチユーザー・テキストチャットが持っているようなメンバー権限管理を、ボイス/ビデオチャットへと拡張していく。

●スケーラビリティ評価

全ユーザー数/グループ数に対してスケーラビリティの高い環境を目指して、これまで開発を行ってきた。この環境が果してどのくらいのスケーラビリティを示すのか、実験を行い実証する必要がある。

●モビリティ・サポート

Jabberでは、同じIDでも複数の環境から接続できる。これらの環境を適切に管理することにより、たとえば

移動中はテキストチャットを使ってオフィスにつけばビデオチャットを使うなど、現在の接続環境で最適なコミュニケーション・チャネルを選択することができるだろう。またxcgroupサーバーを排除し、XMPPでクライアントのIPアドレス変更がリアルタイムにグループメンバーに通知できるようになると、ネットワークを移動しながらでもスムーズなコミュニケーションができると期待できる。MobileIPなどの技術を使わずとも実現できる移動しながらのスムーズなコミュニケーションについて実験などを行っていききたい。

●ファイル共有

XMPPにはファイル共有を行うための拡張仕様が提案されている。これを用いてファイル共有機能を実現したい。

●ホワイトボード

コラボレーション環境を考えた場合、まず必要となるのがホワイトボード機能である。XCAST環境で利用しているビデオ会議ツールをリリースしている組織が、マルチキャストを用いたホワイトボード・アプリケーションもリリースしている。これをXCASTに対応させて、この環境に組み込みたいと考えている。

●デスクトップ共有

過去にWIDE XCAST WGにて、デスクトップ共有ア

プリケーションであるVNCのXCAST対応なども行われている。この研究成果を利用し、デスクトップ共有機能を組み込みたいと考えている。

また早稲田大学以外にもWIDE XCAST WGなどの研究組織やXCAST Fan ClubなどのOSSコミュニティと密に連携し、XCASTの標準化や普及の推進とともに、我々の開発している統合コミュニケーション環境を、一般ユーザーにも使いやすいものにし広く利用してもらえるよう活動していきたい。

〈参考文献〉

1. R. Boivie, F. Feldman, Y Imai, 他: *eXplicit Multicast.Internet draft*. (draft-ooms-xcast-basic-spec-07.txt) (2005年1月)
2. 佐伯敏章、今井祐二、岸本光弘: 「Explicit Multicastでの配送先管理」、情報処理学会研究報告 (SWoPP2000) (2000年8月)
3. P.Saint-Andre, Ed.: “*Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) : Core*”, RFC3920 (2004年10月)
4. P.Saint-Andre, Ed.: “*Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) : Instant Messaging and Presence*”, RFC3921 (2004年10月)