

モバイル P2P ネットワークにおけるマルチキャスト インスタントメッセージの検討

角野 宏光[†] 加藤 剛志[†] 石川 憲洋[†] 村上慎吾[‡] 杉本信太[‡] 余暉[‡]

[†]株式会社NTT ドコモ [‡]日本エリクソン株式会社

本研究では、P2P ネットワーク上におけるマルチキャスト対応のインスタントメッセージ実現方法について検討を行った。一般的に P2P ネットワーク上でサーバを用いずに実現するインスタントメッセージは、グループ間のメッセージ交換を行う際にグループのメンバーそれぞれに対してユニキャストで直接メッセージ送信という形式がとられているが、本研究ではマルチキャストグループに参加するメンバー間でメッセージを転送してグループコミュニケーションを実現する手法を検討した。さらに、携帯電話においても本インスタントメッセージを利用可能とするために、P2P ネットワークで Proxy を用いて携帯電話をサポートする仕組みを取り入れた。本稿では、現在実装中のプロトタイプについても紹介する。

A Study of a Multicast Instant Message on Mobile P2P Network

Hiromitsu SUMINO[†], Takeshi KATO[†], Norihiro ISHIKAWA[†],
Shingo MURAKAMI[‡], Shinta SUGIMOTO[‡], and Ye YU[‡]

[†]NTT DoCoMo, Inc., [‡]Nippon Ericsson K.K.

In this paper we propose a multicast instant message service over a mobile P2P network. In general instant message services realize group communications by sending unicast messages to group members, however it is not scaleable. The instant message service that we propose supports multicast message transfer by relaying messages between group members. Also mobile phone usage is taken into account by integrating a mobile proxy function. The prototype we are implementing is also shown in this paper.

1. はじめに

現在、インターネット上ではインスタントメッセージ (IM) サービスが非常に普及しており、中でも AOL の AIM [1], Yahoo! Messenger [2], MSN Messenger [3] 等は数千から一億以上のユーザが登録するまでにいたっている。通常、これらの IM サービスでは、インターネット上にユーザの管理を行うサーバを配置することにより、グローバルに接続可能なサービスを提供している。そのため、これらのサービスを利用するためには、インターネットへの接続とサーバへの登録が必要である。近年の

モバイルインターネットサービスの普及により、いつでもどこでもインターネットに接続できる環境は整いつつあるが、全てのユーザが常にインターネットに接続できる環境というのは、まだ現実的な状況となっていない。そこで、インターネットに直接接続する必要がなく、かつサーバを用いずにアドホックな状況においても利用可能な IM サービスに関しても要望が高まっている。

サーバを用いずに IM サービスを提供する方法として、P2P ネットワークを利用した IM サービスが近年注目されている。この P2P ネットワークを利用した IM サービスは、ユーザ同士が直接相手とメッセージを交換する形式であり、相手と通信することが可能であれば、インターネットの接続やサーバを用意する必要なく手軽に IM サービスを実現することが可能である。

しかしながら、このような IM サービスでは相手と 1 対 1 でメッセージを交換することが基本である

[†] 株式会社NTTドコモ マルチメディア研究所

NTT DoCoMo, Inc. Multimedia Laboratories

3-5, Hikarinooka, Yokosuka, Kanagawa, 239-8536, Japan

[‡] 日本エリクソン株式会社

Ichibankan 3F, YRP Center

3-4, Hikarinooka, Yokosuka, Kanagawa, 239-0847, Japan

ため、グループ間のメッセージ交換においてはグループのメンバーそれぞれに対してユニキャストで直接メッセージ送信という形式がとられている。そこで、本検討ではよりスケーラビリティの高いIMサービスを実現するために、P2P マルチキャスト通信を適用したグループ間のメッセージ交換手法について検討を行った。

本稿では、まずIMサービスにおける要求条件を明確にし、その後、我々が開発しているモバイル向けP2Pネットワークのプラットフォーム[4]を用いてP2P マルチキャストに対応したIMサービスを実現する方法について述べる。さらに、このIMサービスを実現するために設計したP2Pインスタントメッセージプロトコルについて述べ、現在実装中のプロトタイプについて紹介する。

2. IMサービスの背景と要求条件

2.1. 背景

まず、インスタントメッセージアプリケーションの概要について述べる。IETF (Internet Engineering Task Force) で標準化されたモデル[5]において定義されるように、一般的にインスタントメッセージは、プレゼンスサービスとメッセージングサービスの2つのサービスとして提供される。プレゼンスサービスはユーザの状況や気分などを表すプレゼンス情報の交換、メッセージングサービスはユーザ間のメッセージ交換を行うものである。

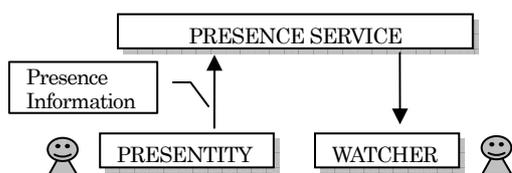


図 1: プレゼンスサービス

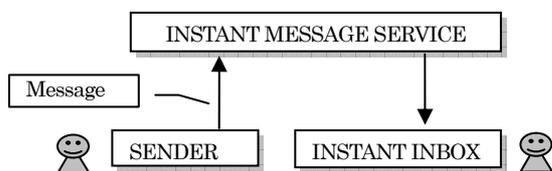


図 2: インスタントメッセージサービス

現在一般的に普及しているIMサービスでは、上記のプレゼンスサービス、メッセージングサービスをインターネット上のサーバにて提供している。つ

まり、IMサービスを利用するにはサーバが必要であり、インターネットへ接続ができない環境やアドホックな環境においては利用することができないという課題がある。そこで、本研究では、サーバを用いないモデルとして、P2Pネットワークを利用したIMサービスについて検討を行う。

2.2. 要求条件

IMサービスの相互利用を目的として、IETF標準では様々な要求条件が示されている[6]。ここでは、P2Pネットワークを利用したIMサービスを実現するために、さらに以下の項目を要求条件とした。

- ・サーバを利用する必要がない
- ・ネットワークに依存しないシームレスな通信を可能とする
- ・グループコミュニケーションを可能とする
- ・携帯電話からの利用を可能とする

3. モバイル向けP2Pネットワーク

本検討では、IMサービスを実現するためのプラットフォームとして、我々が開発しているモバイルP2Pプラットフォームを利用することとする。図3に示すように本P2Pプラットフォームは、携帯電話をはじめとするMobile Network、情報家電などを接続するAd-hocネットワークおよび既存のインターネット等様々なネットワークの間をシームレスに接続することを目的としている。

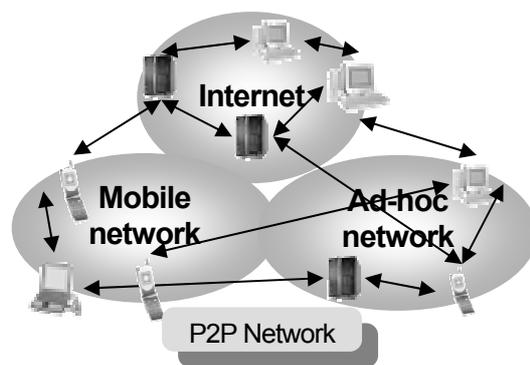


図 3: モバイルP2Pプラットフォーム

本P2Pプラットフォームのプロトコルスタックを図4に示す。本プラットフォームでは既存のトランスポート層の上位層にP2Pネットワーク上のアドレス管理やメッセージ転送を行うP2PCoreプロトコル層を定義してP2P通信を実現している。

P2PCoreプロトコルは、下位のトランスポート層のプロトコルに依存しないため、IPを用いないアド

ホックネットワークとインターネットなどの間のシームレスな通信を可能とする。P2PCore プロトコルの上位層には P2P ネットワークの管理や制御を行うための様々なプロトコルを定義している。また、P2P ネットワークで利用するアプリケーションはアプリケーション独自のプロトコルを P2PCore プロトコルの上位層で定義する。

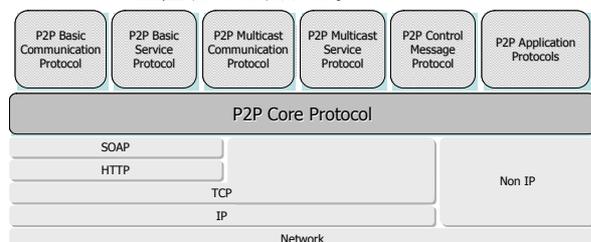


図 4 : P2P プロトコルスタック

また、本モバイル P2P プラットフォームは図 5 に示すプロキシを用いて、携帯電話のサポートを実現している。このプラットフォームは携帯電話、モバイル向け Proxy、P2P のノードで構成される。モバイル向け Proxy は P2P ネットワーク上に配置され、モバイルユーザ向けに Proxy の中継・プロトコル変換・キャッシュ等の機能を用いて P2P サービスを提供する。P2P ネットワーク上ではそれぞれのノードは 1 つあるいはそれ以上のノードと接続を行っており、全てのノードは他のノードと、直接的あるいは間接的に通信を行うことができる。そして、モバイルデバイスは P2P ノードの持つプロキシ機能を利用して P2P ネットワークに参加している。

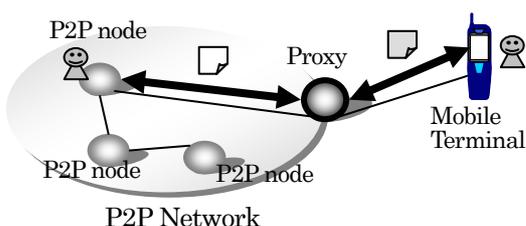


図 5 : プロキシを用いたアーキテクチャ

4. P2P マルチキャスト IM サービス

4.1. P2P ネットワーク上の IM サービス

前章で述べた本 P2P プラットフォームを利用し、本稿ではマルチキャスト対応の IM サービス実現方法について検討を行った。P2P プラットフォームでは、図 6 に示すように各ノード間のリンクを利用し

て一つの大きなネットワークを形成する。このような IM サービスでは、サービスを管理するサーバを用いないため、接続しているユーザの情報や、相手のルートの情報を各ノードにて管理する。

ここで、P2P ネットワークにおける基本的な IM サービスの動作について述べる。まず、ネットワークに参加して IM サービスを開始した時、また自分のプレゼンス情報が更新した時に通信相手に対してプレゼンス情報を通知する。P2P ネットワークにおいては、ユーザの管理を一括で行うサーバが存在しないため、相手の所在を確認するためには、相手に直接プレゼンス情報を問い合わせる仕組みが必要となる。また、メッセージングサービスは Push 型のサービスであり、メッセージを相手に対して直接送信することにより実現される。

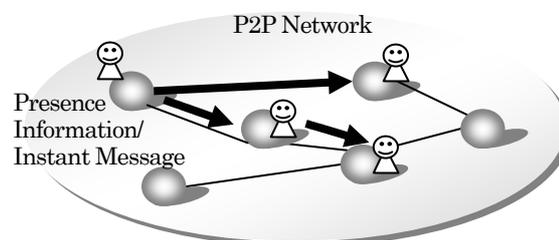


図 6 : P2P ネットワーク上の IM サービス

4.2. マルチキャストの適用

グループメンバー内の複数のユーザが同一のメッセージの交換を行う場合、一般的には、図 7 に示すように一人がメンバー全員に対してそれぞれメッセージを送信することでグループメンバー同士でのメッセージ交換（チャット等）を実現している。つまり、複数の送信先へ同じデータを送る場合、ユニキャストルーティングでは、送信先ごとに送信する必要があり複数回の送信が必要となる。また、グループの全メンバーは、マルチキャストグループの全てのメンバーとその送信ルートを把握する必要があり、グループメンバー管理のオーバーヘッドが大きい。つまり、ユーザ数が大きく、かつ動的なグループにおいて運用する場合にはスケーラビリティの問題が生じる。

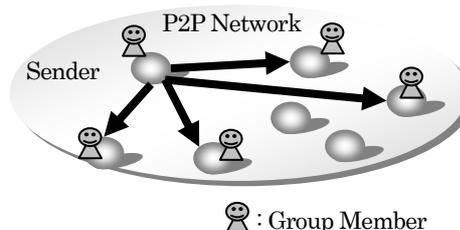


図 7 : 一般的な IM のグループ通信

そこで、本検討では、グループコミュニケーションにおいてマルチキャスト通信の適用を検討した。マルチキャストでは、送信元は送信先グループを表す1つのマルチキャストグループアドレスに向けて一回送信するだけでよくスケラビリティの点で優れている。本検討において提案するグループ向けのインスタントメッセージは、図8に示すようにグループに所属するメンバー間でメッセージを転送することにより、マルチキャスト配信を実現するものである。

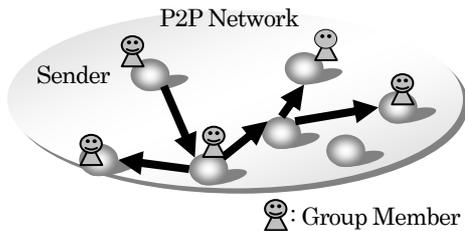


図 8 : マルチキャストインスタントメッセージ

本方式では、P2P ネットワーク上でマルチキャスト通信を実現している。図9に示すように、メッセージの配送は汎用 P2P ネットワークの仕組みを用いて中継される。この上に、マルチキャストグループのメンバーのみから構成される仮想的な P2P マルチキャストネットワークが存在している。このように異なる概念のネットワークが重なり合うものを Overlay ネットワークと呼ぶ。P2P ネットワークレイヤではマルチホップによるシームレスな接続が可能となっているため、その Overlay ネットワーク上でのマルチキャストも下位のネットワークに依存せずシームレスな通信が可能である。つまり、このマルチキャストでは、グループに参加していないノードを利用し、そのノードを中継することでシームレス通信を実現することが可能である。

また、マルチキャストグループは論理的なグループとして扱うため、一つのノードは同時に複数のマルチキャストグループに参加してもよい。よって隣接可能なノードの数が限られている場合にも P2P ネットワークレイヤにおける隣接ノードの接続を変えずに、複数のマルチキャストグループに参加することが可能である。

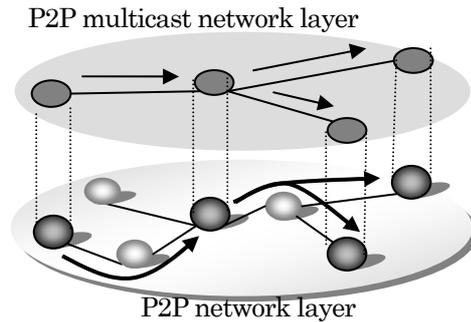


図 9 : P2P マルチキャスト

4.3. マルチキャストグループ参加方法

マルチキャスト通信を行う上で、まず必要となる手順はマルチキャストグループへの参加である。本節では、P2P ネットワークにおけるマルチキャストグループへの参加方法について述べる。P2P ネットワークにおいては、マルチキャストグループを管理する特殊なノードを設けていないため、グループへの参加はグループのメンバーのノードに対して行われる。グループメンバーの発見は、P2P ネットワーク内でグループメンバー間問合せのメッセージをブロードキャストすることで可能となる。図10に示すように、新規にグループに参加するノードはグループに参加しているある一つのメンバーに対して参加を示す Join メッセージを送信し、相手ノードから Join Response を受信することによりグループへの参加を行う。この Join と Join Response を交わしたノード間でマルチキャストグループの隣接関係が成立する。つまり、マルチキャストグループの管理は隣接関係にあるメンバー間でのみ管理され、隣接メンバーの先に接続されるメンバーに関しては把握しない。また、マルチキャストグループから離脱する際には隣接関係のあるノードに対して Leave メッセージを送信することにより離脱を行う。

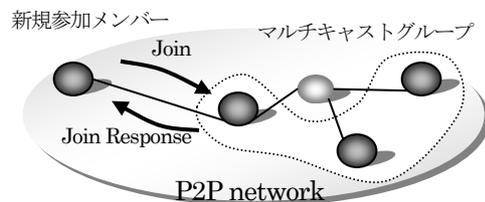


図 10 : マルチキャストグループへの参加

4.4. マルチキャストルーティング方法

前節で述べたマルチキャストグループの参加方法において、新規に参加するノードはマルチキャストグループで構成されるネットワークに対して、必ず1つの隣接関係を構築して接続する。そのため、マルチキャストグループのメンバーは一つのツリー状に接続されることになる。マルチキャストのルーティングはこのようにして形成されたTreeをShared Treeとして利用し、同じグループ内のマルチキャストであれば、送信元が変わっても同じShared treeを用いてメッセージの送信を行う。各メンバーはメッセージを受信すると、メッセージを受信したノード以外の隣接メンバーに対してメッセージを送信することで、グループのメンバー全員に対してメッセージが転送される。

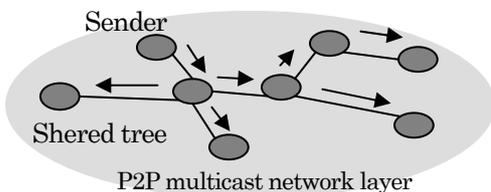


図 11 : ルーティング方法

5. プロトコル設計

本研究では、上記 IM サービスを提供するためのプロトコルを設計した。以下にプロトコルの内容について述べる。

5.1. プロトコルスタック

IM サービスにて利用するプロトコルのスタックを図 12 に示す。本検討では、マルチキャスト IM サービスを実現するためのプロトコルとして、P2P インスタントメッセージプロトコルを定義した。また、本 IM サービスでは、P2P プラットフォームにて提供される P2P Basic Communication プロトコル、P2P Control Message プロトコル、P2P Multicast Communication プロトコルを用いることとする。これらは、P2P ネットワークを構成し、マルチキャスト通信を行う上で必要となる基本的なプロトコルである。

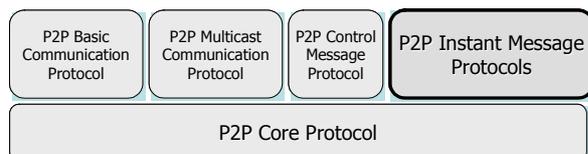


図 12 : IM サービスプロトコルスタック

5.2. メッセージ定義

P2P インスタントメッセージプロトコルで定義したメッセージを表 1 に示す。プレゼンスサービスでは、ユーザのプレゼンス情報を交換するために用いる Request/Response 型のメッセージとプレゼンス情報を通知するための Advertise 型のメッセージを定義した。また、メッセージングサービスとしては、インスタントメッセージアプリケーション上で入力された発言内容 (インスタントメッセージ) を送信するための Advertise 型のメッセージを定義した。

表 1 : メッセージ一覧

サービス	メッセージ種別	内容
Presence サービス	Presence Information Advertise	プレゼンス情報を回りのノードに通知
	Presence Information Request	プレゼンス情報の取得要求
	Presence Information Response	取得要求に対してプレゼンス情報の応答
Instant Message サービス	Advertise Message	メッセージの送信

各メッセージは XML 形式で記述するものとし、それぞれのメッセージにて用いるパラメータを表 2 のように定義した。

表 2 : パラメーター一覧

メッセージ	要素	値
Presence Information Advertise	PresenceInformation Advertise	PresenceDataStatus 要素、 PresenceData 要素
	PresenceDataStatus	"Join","Leave","Change"
	PresenceData	UserName 要素、 UserStatus 要素
	UserName	ユーザの名前を表す文字列
Presence Information Request	PresenceInformation Request	無し
	PresenceInformation Response	PresenceData 要素
Presence Information Response	PresenceData	UserName 要素、 UserStatus 要素
	UserName	ユーザの名前を表す文字列
	UserStatus	ユーザの状態を表す文字列
Advertise Message	InstantMessage	UserMessage 要素
	UserMessage	インスタントメッセージの内容文字列

上記定義を基に記述したメッセージの例を図 13 および図 14 に示す。

```

<PresenceInformationAdvertise>
  <PresenceDataStatus>Join</PresenceDataStatus>
  <PresenceData>
    <UserName>A子</UserName>
    <UserStatus>[(^~) OK ]</UserStatus>
  </PresenceData>
</PresenceInformationAdvertise>

```

図 13 : メッセージ例(Presence Information)

```

<InstantMessage>
  <UserMessage>こんにちは</UserMessage>
</InstantMessage>

```

図 14 : メッセージ例(Instant message)

5.3. シーケンス

図 15 にマルチキャスト IM サービスにおけるシーケンス例を示す。このシーケンスでは、Node 2 および Node 3 が所属するマルチキャストグループに Node 1 が参加した後、Advertise 型のメッセージでグループメンバーにプレゼンス情報を通知し、さらにグループ内のノードのプレゼンス情報の取得を行う様子を示している。また、その後のシーケンスは、インスタントメッセージを送信し、グループから離脱するまでを示している。

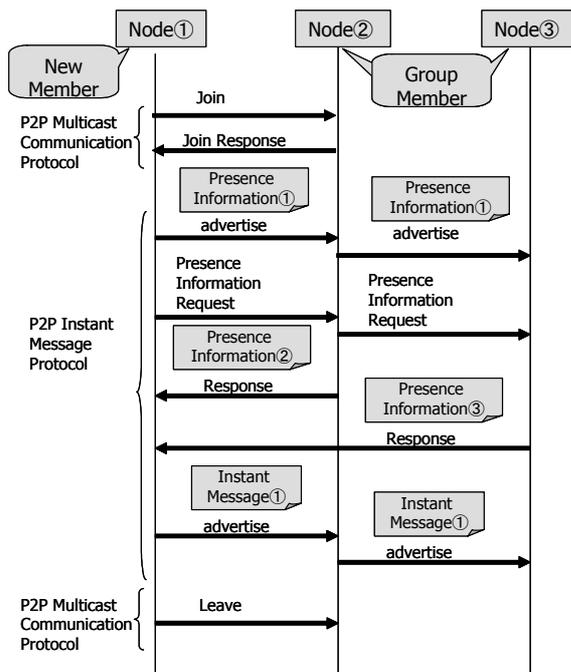


図 15 : シーケンス例

5.4. 携帯電話向けプロトコル

現在一般的に利用されている携帯電話向けの IM サービスは、HTTP 通信を利用したサーバ/クライアント型でサービスを行っている。現状の携帯電話は HTTP 通信にしか対応していないため、本稿で述べる P2P 型の IM サービスのように、携帯電話で P2P プロトコルを利用し P2P ネットワーク上のノードと直接通信を行うことはできない。そこで、モバイル P2P プラットフォームのアーキテクチャで実現されるようにプロキシを用いて携帯電話をサポートする仕組みについて述べる。

図 16 に示すように、プロキシは P2P ネットワークにおいて利用される P2P プロトコルを携帯電話で利用可能な HTTP プロトコル上の簡易な P2P プロトコルに変換する。プロキシは携帯電話に対応するノードとして振舞い、P2P 上のノードはプロキシに対して通常のノードと同様に通信を行う。ここで、携帯電話向けの P2P プロトコルは、P2P プロトコルにて用いられる各パラメータをテキストの簡易フォーマットに変換して HTTP プロトコルのボディ内に挿入したものである。メッセージの例を図 17 に示す。

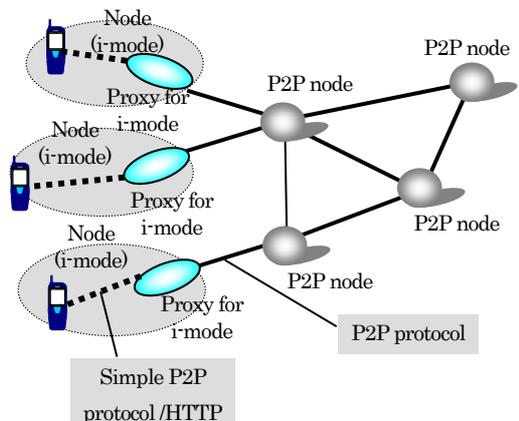


図 16 : Proxy によるモバイル端末対応

```

P2PFRM 92
Source: (送信元 i モード端末のノード ID)
MulticastGroupID: (送信先マルチキャストグループ ID)
ApplicationURI:http://www.mml.yrp.nttdocomo.co.jp/ED/2003/03/p2p_instantmsg_app

InstantMessage
UserMessage: こんにちは。
FRMEND

```

図 17 : 携帯電話向け P2P メッセージ例

6. 実装

本研究では、提案したマルチキャストインスタントメッセージの機能を確認するために、簡単なプロトタイプを実装中である。以下に実装例として、現在実装中のプロトタイプを紹介する。

6.1. ソフトウェア構成

本プロトタイプは、図 18 に示すような P2P ノード、Proxy、携帯電話により構成される。今回携帯電話上のアプリケーションは、i-mode 端末上の i アプリとして実装している。PC 上の P2P ノードおよび Proxy では P2P Platform 上にインスタントメッセージのアプリケーションを JAVA を用いて実装する。IM アプリケーションは、プレゼンスサービスとメッセージングサービスを実現するものである。

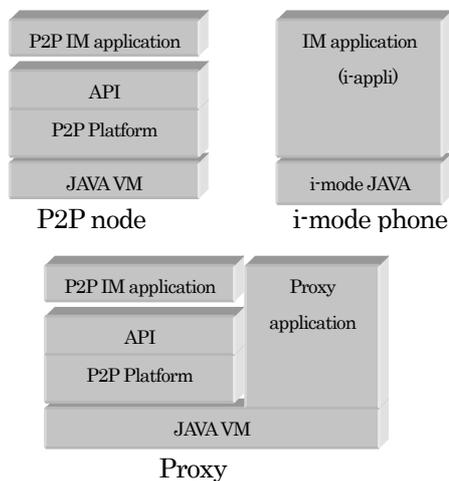


図 18 : プロトタイプソフトウェア構成

6.2. ユーザインタフェース

以下に参考としてユーザインタフェースの実装例を図 19 および図 20 に示す。ここでは、インスタントメッセージのクライアントとして、PC および i-mode 端末のクライアントを用意している。PC 版のクライアントは受信したメッセージをリアルタイムに表示する画面とグループのメンバーのプレゼンス情報を表示する画面とをもつ。また、i-mode 版のクライアントでは、画面の制約上、受信したメッセージを表示する画面、メッセージを送信するための画面、プレゼンス情報を表示する画面、プレゼンス情報の変更を行う画面などを切り替えて表示する。

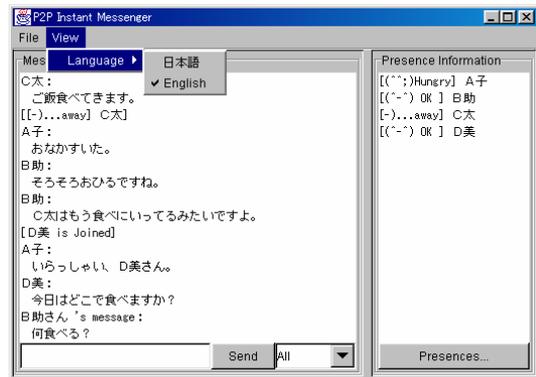


図 19 : ユーザインタフェース例 (PC 版)

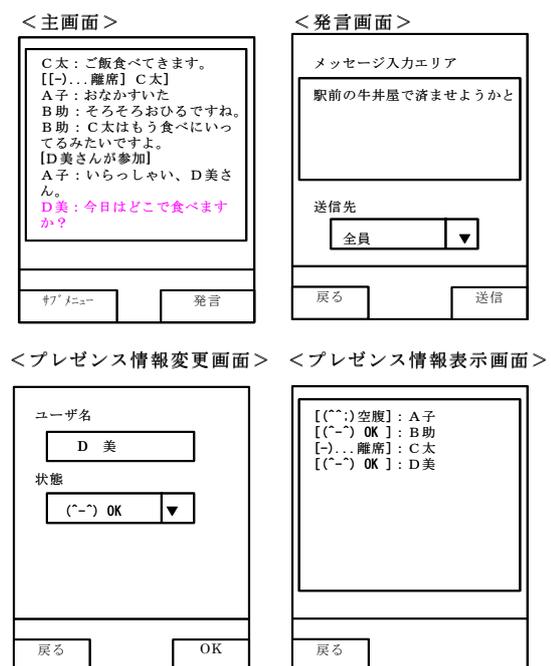


図 20 : ユーザインタフェース例 (i-mode 版)

7. 考察

本検討にて紹介したマルチキャスト通信を適用した IM サービスでは、P2P ネットワークで実現されるシームレスなネットワーク環境を利用し、サーバを用意せずに簡単に IM サービスを実現するものとして、利用範囲の広いものと考えている。一方で現在の IM サービスでは単にメッセージの交換だけでなく、動画やファイルの転送、ボイスチャットなど非常に幅広い機能を実現している。本検討にて述べた P2P ネットワーク上の IM サービスも単にメッセージを送受信するだけでなくより帯域の制約が大きい動画メディアなどの配信へ適用することで、マルチキャストの効果を発揮した非常に効率のよいサービスを提供することが可能であると考えられる。現

状の検討では非常に基本的なサービスの実現までしか考慮していないが、よりサービス拡張した場合には、トラフィック効率や品質についての改善が重要な課題となるであろう。特に、本方式ではマルチキャストのトポロジーが全くランダムに構成されるため、中継するノード数の増減に応じて遅延が異なるなど、ネットワークの特性が安定しない可能性がある。一定のサービス品質を提供するためには、アプリケーションの要求条件に応じた効率的なトポロジーを構成方法の確立が重要であると考えられる。

また、今回紹介した P2P ネットワーク上のマルチキャスト通信は現状では信頼性を考慮していないため、送りたい相手まで到達しているのかどうか、グループ宛でのメッセージがどこまで到達しているのかなど送信者にて把握することができない。また、マルチキャストグループへの参加は隣接ノードによって独自に判断しており、グループとしてのアクセス制御などはできない。IM サービスとしてこのような信頼性が要求される場合には、考慮が必要である。

また、一般的に普及している IM サービスで特に問題となっているものとして、IM サービス間での相互利用についての課題がある。本提案の IM サービスと他社の IM サービスとの間で接続を可能とするために、さらなる検討が必要といえる。

8. おわりに

本稿では、P2P ネットワーク上での IM サービスについて検討を行い、マルチキャスト対応の IM サービスの実現方法について紹介した。本 IM サービスは我々が開発している P2P ネットワークのプラットフォームを利用しており、様々なネットワーク環境にあるユーザ同士がシームレスに利用可能な IM サービスである。さらに、本方式の実装例として、現在実装中のプロトタイプについて紹介した。

プロトタイプ実装後は、トポロジー変化に応じた遅延、信頼性等の評価を行い、アプリケーション側からの P2P プロトコルに対する要求条件を再度明確にして、IM サービスの品質改善方法や P2P プロトコルの改善について検討を行う予定である。

参考文献

- [1] AOL AIM, <http://www.aol.com/aim/home.html>
- [2] Yahoo! Messenger, <http://messenger.yahoo.com>
- [3] MSN Messenger, <http://messenger.msn.com>
- [4] モバイル向け P2P ネットワークのアーキテクチャとプロトコルの提案, 加藤他, DICOMO2002
- [5] M. Day, J. Rosenberg, H. Sugano, "A model for Presence and Instant Messaging", RFC 2778

- [6] M. Day, S. Aggarwal, G. Mohr, J. Vincent "Instant Messaging / Presence Protocol Requirements", RFC 2779