

モバイル端末向けマルチキャスト配信技術の検討

鈴木偉元[†] 藤原廣則[‡] 上野英俊[†] 石川憲洋[†] 高橋修[†]

モバイル端末の位置情報や端末属性を利用した情報配信系サービスの関心が高まりつつある。そこで本研究では、IPマルチキャストを利用したモバイル端末向けのマルチキャスト・アプリケーションの実現に向けた基本検討を行う。まず、モバイル端末の特徴に基づき、サービス要求条件を整理する。次に、WAPフォーラムが定めるプッシュ・システムのアーキテクチャに基づいて、モバイル端末向けのマルチキャスト情報配信システムのアーキテクチャと機能分担について提案する。更に、マルチキャスト・アプリケーションの実現に必要な3つの機能を提案する。(1)サービスメニューの広告方法、(2)遠隔からマルチキャストグループへのJoin/Leave、(3)クライアント・リストの更新。最後に、上記提案に基づいて試作したテストベッドシステムを紹介し、機能確認を行った結果について述べる。

A study of a multicast delivery for mobile terminals

Hideharu Suzuki[†], Hironori Fujiwara[‡], Hidetoshi Ueno[†], Norihiro Ishikawa[†],
and Osamu Takahashi[†]

It is promising for mobile users to realize contents delivery service by using location information and terminal profiles. We considered a multicast delivery for mobile terminals. First, we investigate the features of mobile environments to make clear the service requirements of mobile multicast services. Second, a mobile multicast architecture is proposed based on the WAP Push architecture. Third, we propose following three necessary functions that are (1) advertisement of multicast service menus, (2) instruction of join and leave to the multicast group and (3) updating clients lists to realize mobile multicast services. Finally, we introduce a mobile multicast test-bed system that has been developed using the above-mentioned mobile multicast architecture and three functions. The results show us the feasibility of our proposed methods.

1. はじめに

NTTドコモが提供するiモードサービス等の登場によって、モバイル端末からインターネット上のWebサーバへアクセスすることが可能になった。現在のiモードサービスは、Web上のコンテンツの閲覧とメールの送受信であり、いずれもプル型のサービスである。他に、メールの着信通知(シグナリングを含む)を行っており、これはプッシュ型のサービスである。移動通信網では、端末のアドレス、位置情報や端末プロフィール情報といった属性情報を移動通信網側で管理できるという特徴を持っており、コンテンツ提供サーバ(オリジン・サーバ)側から、そのような属性情報を利用して配信範囲を選択できるようになることが予想される。例えば、対象を限定した広告や災害警報と

いったプッシュ型の情報配信系サービスの実現が有望視されている。

情報配信のための通信プロトコルとしては、IPマルチキャストがインターネット標準¹⁾として規定されている。IPマルチキャストは、将来の移動パケット通信網においてもサポートされることが期待されるため、IPマルチキャストを移動通信網に適用するための技術検討が必要である。

移動通信網上のモバイル端末からインターネットへの接続サービスに関しては、WAPフォーラムにおいてプロトコル及びアプリケーションの仕様の標準化が進められている。WAPフォーラムでは、移動通信網とインターネットの間にゲートウェイ(以下、GWと記す)が存在するアーキテクチャ・モデルを提唱しているため、本論の検討を進める上で前提条件の1つに加え、具体的なアーキテクチャ構成とマルチキャスト情報配信サービスにおける役割分担を明確にしている。IPマルチキャストでは全てのホストがサーバにもクライアントにもなり得るが、モバイル端末のユースケースを考慮するとWAPのアーキテクチャに従っ

[†]NTTドコモ マルチメディア研究所

NTT DoCoMo Multimedia Laboratories

[‡]NTTアドバンステクノロジー

NTT Advanced Technology Corporation

た役割分担が必要になるものと思われる。

本論では、将来の移動パケット通信網において実現が期待されるマルチキャスト機能を利用した情報配信系アプリケーションの実現を目標として、システム・アーキテクチャの検討とIPマルチキャストをベースにしたモバイル向け拡張機能について提案する。2章では、モバイル端末の特徴を固定端末と比較し、モバイル向けのアプリケーションに求められる要求条件を整理する。3章では、モバイル向けマルチキャスト情報配信サービスのためのシステム・アーキテクチャを述べ、4章では、マルチキャストのモバイル向け機能拡張における課題の抽出とその解決方法の提案を行う。5章では、提案方法に基づく試作システムの概要を述べる。

2. モバイル端末の特徴

情報配信系アプリケーションを検討する上で、モバイル端末の特徴について、固定端末と比較した結果を表1に示す。抽出した特徴は主に3点あり、(1)携帯性、(2)プッシュ適応性、(3)移動性である。

携帯性について、携帯端末として利用シーンの変化に合わせた様々なコンテンツの配信が望まれ、配信コンテンツの選択と変更がクライアント側から手軽に操作できる仕組みが必要になる。

プッシュ適応性について、プッシュ・サーバにとって配信先クライアントのアドレスをどのように知るかが問題となる。インターネットでは、クライアントのIPアドレスが変化する場合があり、配信先クライアントのアドレスを送信側が知ることは難しいが、移動通信網ではオペレータがモバイル端末の電話番号からIPアドレスの検索が可能である。そこで、コンテンツ・プロバイダはオペレータにメッセージをプッシュ配信し、オペレータがクライアントのアドレス解決を行って、クライアントへ中継配信することにより、プッシュ型サービスを実現できる。IPマルチキャスト

表1. モバイル端末の特徴

	固定端末	モバイル端末
携帯性	・なし	・携帯端末として利用シーンの拡大
プッシュ適応性	・アドレス解決が困難	・アドレス解決可能 ・シグナリング(呼出)
移動性	・なし	・位置情報の変化 ・属性情報の変化

のセッション確立手順において、このようなアドレス解決機能を利用した機能拡張が可能である。

移動性について、モバイル端末は利用者の行動に伴って移動するため、位置情報やアドレス等の属性情報が更新される。サーバにおいてオペレータが提供する端末属性情報を利用すると、位置情報の変化に合わせて配信するコンテンツを切替えたり、マルチキャスト・セッションを構成するクライアント・アドレスを自動的にアップデートするといったサービスが考えられ、具体的な、盛り込み方法の検討が必要である。

3. アーキテクチャ

3.1. WAPプッシュ・アーキテクチャの適用

WAPフォーラムが提唱するWAPプッシュ・アーキテクチャ²⁾はインターネット上のサーバ(PI: Push Initiator)から移動通信網上のモバイル端末へGW(PPG: Push Proxy Gateway)を介してコンテンツをプッシュする。PPGはインターネットと移動通信網の中継ポイントに位置し、インターネット区間のプロトコルと無線区間のプロトコルの変換を行う。モバイル端末へのマルチキャストの場合、パケットがマルチキャストされる区間は移動通信網であることから、インターネット上のサーバから送信されたコンテンツを移動通信網へマルチキャストするGWが必要であり、それはWAPプッシュ・アーキテクチャにおけるPPGが相当する。IPマルチキャストでは、オリジン・サーバがそのままマルチキャスト・サーバにもなり得たが、モバイル端末向けのマルチキャストの場合には、マルチキャスト・サーバとなるGW(PPG)とオリジン・サーバ(PI)を明確に分離したモデルを提案する。このことは、モバイル端末向けに多数のオリジン・サーバが情報発信する場合に、GW側でマルチキャスト・セッション情報を共有、排他管理していくことにより、オリジン・サーバに対してマルチキャスト固有のリソース管理負担を隠蔽化できることになる。

一般に、マルチキャストを利用するにあたっては、マルチキャスト・アドレス付与の一意性の問題がある。複数の送信者が偶然に同じマルチキャスト・アドレスを利用する場合には、受信者はUDPプロトコルのポート番号あるいは、ユーザアプリケーションのレイヤでパケットの内容を区別できなくてはならない。

インターネットのような不特定多数のホストが存在する場合には、送信に用いるマルチキャスト・アドレ

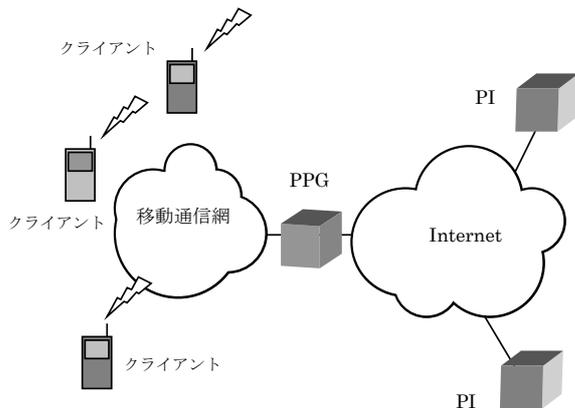


図1 WAPプッシュモデル構成図

スを重複しないように調整する仕組みが必要である。WAPプッシュモデルにおいて、PIがマルチキャスト・アドレスを自由に指定する場合も、同様の問題が発生することになる。そこで、情報配信経路上のゲートウェイであるPPGにマルチキャスト・アドレスの割当機能を持たせ、自分配下のマルチキャスト・アドレスを一元的に管理することとした。

3.2. システム構成

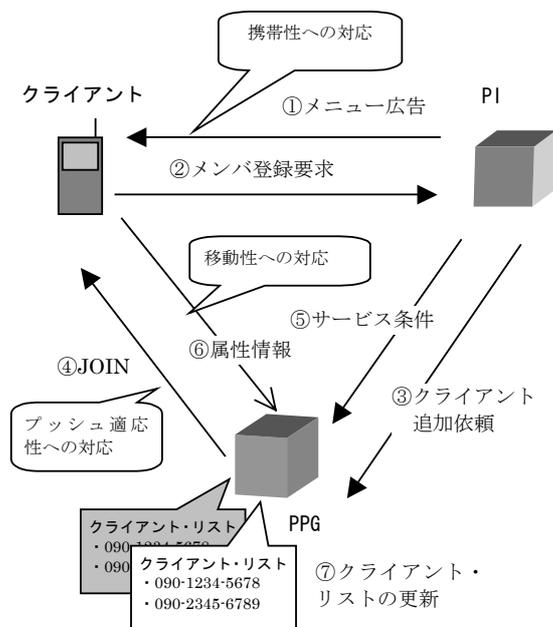


図2 マルチキャストプッシュシステム構成図

WAPアーキテクチャ上で、モバイル向けのマルチキャストプッシュサービスの導入を検討した場合、図2のようなシステム構成の導入が適していると考えられる。

本マルチキャストプッシュサービス構成の、携帯性への対応①メニュー広告、②メンバー登録、③クライアントの追加依頼については4.1章で、プッシュ適応性への対応④JOINについては4.2章で、移動性への対応⑤サービス条件、⑥属性情報、⑦クライアント・リストの更新については4.3章で説明する。

4. モバイル向けマルチキャストの課題

4.1. サービスメニューの広告

モバイル端末の携帯性による利用シーンの拡大を考慮すると、豊富なサービスの提供が求められる。モバイル端末の既存機能として、HTTP通信が可能であることから、情報配信サービスのメニューをWeb上に掲載する方法が最も妥当であると思われる。クライアントはWeb上のサービスメニューを検索して、所望のサービスを決定すると、オリジン・サーバ(PI)へコンテンツ配信の登録を行う。PIはクライアントからの登録要求に基づいてPPGへ情報配信先クライアントの追加を依頼する。PIの提供するサービスに対して、PPGがマルチキャスト・アドレスを付与する単位をマルチキャスト・セッションと呼び、PIとPPGの間ではセッションIDによって対応管理を行うこととした。

ところで、実際のプッシュ型サービスには、配信ファイルの数、配信の契機や間隔、期間等、いろいろな形態がありうるが、どの単位でマルチキャスト・セッションを作成し、セッションをどのように利用するかはPIが決定するものとする。つまり、サービス提供者であるPIがサービスの形態を決定してマルチキャスト・セッションの作成を依頼すると、PPGはこれを受付けてマルチキャスト・セッションIDを払い出す。以後、同一のサービスに対する操作は、そのセッションIDを用いて取り交わされる。

4.2. サーバからのJOIN/LEAVE

IPマルチキャストは、ある端末がマルチキャストの受信を開始したい場合には、そのマルチキャストグループに対してJOINという手続きを行い、JOINし

ているマルチキャストグループの受信を終了したい場合には、そのマルチキャストグループに対してLEAVEという手続きを行う必要がある。

JOIN手続きには、マルチキャスト・アドレスを必要とする。クライアントは自分自身の通信インタフェースに対して、このマルチキャスト・アドレスを通知して、このアドレス宛のパケットの受信開始を指示し、また、接続しているネットワークに対しても受信開始の通知を行う。

例えば、Windowsのプログラムでは、JOIN手続きにsetsockopt関数を用いるが、この手続きによって、プロトコルスタックに対する必要な処理の依頼と、IGMPプロトコルによるメンバー通知メッセージの送信が行われる。メンバー通知メッセージは、Windowsパソコンが接続しているLANの同じサブネットワーク内のみ通知されるもので、その外部から、この特定のWindowsパソコンが、あるマルチキャストグループにJOINしたということを知ることは出来ない。

モバイル端末は、シグナリングが可能であるためにプッシュ型サービスへの適応性が高く、信頼性の高いプッシュ技術の実現が期待される。マルチキャストプッシュにおいても、同様な信頼性が望まれるが、上述した通り、マルチキャストの受信にはクライアントにおいて、JOIN手続きを行わなければならないという問題がある。

そのため、新たに、PPGによるクライアントに対するJOIN指示の機能を提案する。この方式は、まずPPGがマルチキャスト・アドレスなどの必要な情報を格納したJOIN指示メッセージをユニキャストプッシュ技術を利用してクライアントに送付する。次に、クライアントが受け取ったJOIN指示に基づいて、自動的にマルチキャストグループにJOINするものである。

更に、LEAVEに関わる処理も同様にこの方式を採用し、PPGからユニキャストプッシュを利用したLEAVE指示をクライアントに送信する。これにより、PPGがマルチキャスト・アドレスの運用を完全に制御することができる。

4.3. クライアント・リストの更新

PIの提供するマルチキャストプッシュについて、ここで少し詳しく検討する。

例えば、PIがプロ野球の試合経過を速報するサービスを導入しようとした場合、PPGには「プロ野球速

報サービス」のためのマルチキャスト・セッションを作成してもらい、「プロ野球速報サービス」のメニューを広告すると考えられる。あるいは、PIがバーゲン情報や、イベント情報を提供する「タウン情報サービス」を提供する場合、同じようにマルチキャスト・セッションを作成し、「タウン情報サービス」のメニューを広告することも可能である。しかし、「タウン情報サービス」を移動通信網の特徴に着目して、クライアントの現在位置に結びつけたサービスにしたいと考えると、異なったマルチキャスト・セッションの構成が必要になる。例えば、PIは丸の内にいるクライアントを選択して丸の内のタウン情報を配信し、渋谷にいるクライアントを選択して渋谷のタウン情報を配信したいと考えるかもしれない。この場合、マルチキャスト・セッションは、渋谷タウン情報用と丸の内タウン情報用を用意しておく必要がある。一方、クライアントに広告したいのは、「渋谷タウン情報」や「丸の内タウン情報」ではなく、あくまで「タウン情報サービス」であると考えられる。従って、PIがクライアントに提示したいメニューは

- ・プロ野球速報
 - ・タウン情報
- という形式になる。

プロ野球速報のようなメニューとマルチキャスト・セッションが1対1に対応付けられたサービスであれば、サービスメニューの選択が、そのまま、必要なマルチキャスト・アドレスの決定に繋がり、JOINできる。しかし、タウン情報のような1対N型であった場合、サービスメニューの選択だけでは、どのマルチキャスト・アドレスにJOINすればいいのかが決定できない。実際に、「タウン情報サービス」を考えた場合、クライアントの現在位置に従って、JOINするマルチキャスト・セッションが決定される。この判定ルール

サービスメニュー	マルチキャストセッション	条件
プロ野球速報	プロ野球速報	全クライアント
タウン情報	丸の内タウン情報	丸の内にいるクライアント
	渋谷タウン情報	渋谷にいるクライアント
	新宿タウン情報	新宿にいるクライアント

図3 マルチキャストサービス構成例

と、実際のクライアントの位置情報が分かっはじめて、クライアントはJOINするべきマルチキャスト・アドレスが決定できることになる。従って、属性情報を利用して制御するタイプのマルチキャストサービスでは、サービスメニューにもとづくマルチキャストへのJOINを行うために、サービスがどのようなマルチキャスト・セッションを構成し、それが移動通信網情報とどのように関係付けられるかについてあらかじめPPG内で定義されていることが必要になる。

クライアントがPIの提供する「タウン情報サービス」を、HTTPサーバ上のサービスメニューから選択すると、クライアントのサービス登録の要求が、PIに伝達される。次にPIがPPGに対して、このクライアントの「タウン情報サービス」への登録要求に基づいて、クライアントの追加依頼を発行する。そこでPPGは「タウン情報サービス」のサービス定義情報を参照し、サービスが位置情報に基づいて構成されることを把握する。そして、このクライアントの現在位置情報を取得した結果、クライアントが渋谷にいた場合、「渋谷タウン情報」のマルチキャスト・セッションにJOINさせると判断し、このマルチキャスト・セッションの情報にもとづくJOIN指示をクライアントに通知することになる。更に、クライアントはこのようにして提供されたマルチキャスト・セッション情報に従って、自動的にマルチキャストグループにJOINを行う。一方で、PPGではこうしてマルチキャスト・セッションにJOINさせたクライアントの情報を管理する。この管理表をクライアント・リストと呼ぶ。ここで、更にクライアントが、場所を移動した場合にも、その行き先に相応しいタウン情報のマルチキャスト・セッションにJOINできるなら、移動する先々で「今いる『街』」のタウン情報サービスが実現できることになる。

モバイル端末は、その移動性から実際にサービス参加後も時々刻々、その属性を変化させる。このような、モバイル端末に関する属性の変化に基づいて、マルチキャストグループのJOINメンバーを更新できれば、移動通信網固有のサービスを構築する際に有効であると考えられる。

どのタイミングで、PPGがクライアントに対してJOINやLEAVEの指示を行うかについては、クライアントの属性の監視方法によってさまざまに考えられる。例えば、PIからのコンテンツの配信依頼のあったタイミングで、各クライアントの位置情報を確認し、そのときの情報に応じて、コンテンツのマルチキャストプッシュ送信に先立って、JOIN/LEAVEの指示を

行う方法が考えられる。

5. 試作システムの構成

本章では、WAPプッシュモデルへのマルチキャストの適用検討内容に基づき試作したシステムの概要を述べる。

5.1. ハードウェアの構成

試作システムは、ユニキャストおよび、マルチキャストによるクライアントへのデータ配信機能(プッシュ機能)を持つ。以下にハードウェア構成を図示する。

本試作においては、クライアントマシンにMicrosoft Windows98をOSとするPCを使用し、試作環境におけるネットワークはイーサネットとした。PPGにはSUNのSolaris2.6をOSとするUltraSPARCマシンを使用した。ここで、マルチキャスト配信を適用するのは移動通信網に相当する、クライアントの接続したネットワーク上となる。PIは、プッシュ送信依頼をPPGに対して行う。この際、WAPプッシュモデルではPAP (Push Access Control)と呼ぶ専用のプロトコルを用いるが、本試作では、同機能をPPG上の配信アプリケーションプログラムとして実現している。

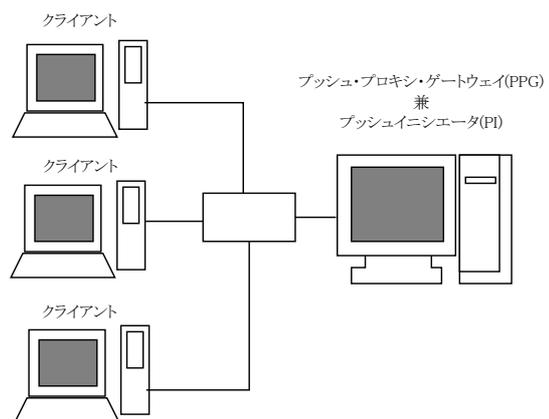


図4 試作システムのハードウェア構成

5.2. ソフトウェアの構成

本試作において、マルチキャスト配信はPPGを送信者とし、クライアントを受信者とする構成をとる。クライアントはモバイル端末、特に携帯電話を想定したプログラムで、XHTML(eXtensible Hypertext Markup Language)³⁴⁾ブラウザプログラムと、通信モジュールから構成される。通信モジュールは、プル型通信をサポートし、加えてユニキャストでのプッシュ型通信とマルチキャストでのプッシュ型通信をサポートする構成となっている。クライアントXHTMLブラウザは、XHTML文書の他、画像データ(GIF)も扱うことができる。マルチキャストプッシュ通信モジュールは受け取ったマルチキャスト・パケットから、コンテンツを取り出し、XHTMLブラウザに引き渡す。XHTMLブラウザはブラウザ画面にコンテンツを表示する。PPGは、プッシュ送信依頼を行うアプリケーションモジュールと、ユニキャスト及び、マルチキャストでのプッシュ型通信の送信機能を提供する通信モジュールから構成される。マルチキャストによるプッシュ通信とユニキャストによるプッシュ通信はサービスインタフェースを個別に用意した。アプリケーション側でユニキャストによるプッシュ送信を行うか、マルチキャストのプッシュ送信を行うかを選択する。本試作でのマルチキャストの典型的なプッシュ通信は、クライアントによるJOIN/LEAVE処理と、PPGによるマルチキャストコンテンツ送信からなる。以下、サービス提供のための各機能を説明する。

5.2.1. マルチキャスト・セッション情報

本試作では、マルチキャスト・セッション情報は、以下の項目をXML(eXtensible Markup Language)³⁾形式で保持することとした。

- ・マルチキャスト・アドレス
- ・UDPポート番号
- ・セッションID
- ・セッション名

マルチキャスト・アドレスの割り当てがPPGの管理にあることから、試作ではこの情報をPPGに置いた。

携帯性への対応として提案したマルチキャスト・セッションの広告、マルチキャストサービスメニューについて、試作システムでは、このマルチキャスト・セッション情報をもとにPPG上のHTTPサーバを利用して提供している。従って、試作システムの提供する

```
<?xml version="1.0" encoding="EUC-JP"?>
<sessionlist>
<session id="1">
  <name>プロ野球ニュース</name>
  <address>239.1.0.1</address>
  <port>6101</port>
  <filesession1.xml</file>
</session>
<session id="2">
  <name>天気予報</name>
  <address>239.1.0.2</address>
  <port>6102</port>
  <filesession2.xml</file>
</session>
</sessionlist>
```

図5 マルチキャスト・セッション情報の例

サービスは、本稿で想定したサービスのうち、サービスメニューとマルチキャスト・セッションが1対1にむすびついたタイプのものになっている。

5.2.2. クライアント・リスト

本試作では、PPG上のHTTPサーバが提供するマルチキャストサービスメニューに対して、クライアントが行った選択処理をPPGが記録する。これにより記録される特定のマルチキャストグループにJOINしたクライアントの情報を本論で提案したクライアント・リストとする。

また、本試作では、クライアント・リストについて、PIが利用を期待するクライアントの属性情報を項目に追加し易く、また運用し易いと言う観点から、XML化して保持する方式とした。本情報には、試作システムでは利用していないが、何項目か、クライア

```
<?xml version="1.0" encoding="EUC-JP"?>
<terminallist>
<terminal msn="09000000001">
  <age>"20"</age>
  <sex>"MALE"</sex>
  <hobby>"テニス"</hobby>
</terminal>
<terminal msn="09000000003">
  <age>"30"</age>
  <sex>"FEMALE"</sex>
  <hobby></hobby>
</terminal>
</terminallist>
```

図6 クライアント・リストの例

ントの属性を表すタグを追加している。試作システムでは実装しなかったが、移動性への対応に際しては、このクライアント・リスト情報を更新していく必要がある。この際、XML形式での情報管理が有効と考えている。

5.2.3. マルチキャストグループJOIN/LEAVE

試作では、PIとPPGを同じサーバ上で一体的に構築している。そのため、サーバからのJOIN/LEAVEでは以下の仕組みを採用した。

クライアントのブラウザがPPG上のHTTPサーバに対してマルチキャストサービスメニューの取得を要求する。PPG上のHTTPサーバはメニュー取得要求を受け取るとCGIプログラムを呼び出し、マルチキャスト・セッション情報を編集し、XHTML文書化してクライアントのブラウザに提供する(図7)。マルチキャストサービスメニューは、サービスを説明する名称と、メニュー番号に相当するセッションID情報を含んでいる。

クライアントは、受け取ったマルチキャストサービスメニューから受信したいサービスを選択、送信する。これにより、HTTPサーバにはセッションIDを含むPOST要求が送られる。HTTPサーバ側では、受け取ったセッションIDを元にマルチキャストのJOIN指示メッセージを作成する。

プッシュ適応性への対応として提案したサーバからのJOIN指示は、本試作では、WAPプッシュモデル

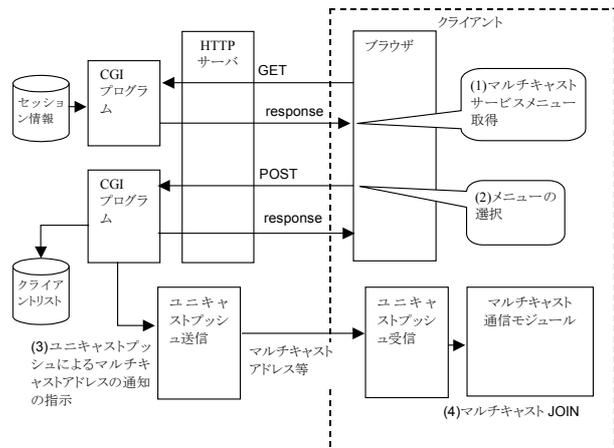


図8 JOIN処理概要図

のユニキャストプッシュ機能を利用して実現している。PPGがクライアントに通知するJOIN指示情報はセッションID、マルチキャスト・アドレス、UDPポート番号であり、これはマルチキャスト・セッション情報から取得する。

この時、クライアントの情報をクライアント・リストとしてPPG上のファイルに記録する。

ユニキャストによるプッシュメッセージを受信したクライアントは、メッセージ内容を解析し、JOIN指示を取得、指示内容に従ってマルチキャストグループへのJOINを行う。なお、本試作では、移動性への対応として提案したクライアントの属性の変化によるクライアント・リストの更新は実装していない。クライアントではマルチキャストプッシュサービスの受信を取り止める場合にも、同様に、HTTPサーバ上のメニューを用いた操作を行う。

5.2.4. マルチキャストコンテンツ送受信

マルチキャストによるプッシュ型通信モジュールは、送信側に送信依頼に関するインタフェースを、受信側に、受信メッセージを引き渡すためのインタフェースを提供する。

PIはマルチキャストサービスの提供のため、あらかじめPPGにマルチキャスト・セッションの作成を依頼する。、PPGは、これにもとづきマルチキャスト・アドレスを割り当てるが、マルチキャスト・アドレス自体はPIに対しては、必ずしも提示しない。PPGはマルチキャスト・セッションの作成依頼を受付けると、PIにセッションIDを通知するので、PIはこれを



図7 マルチキャストサービスメニュー

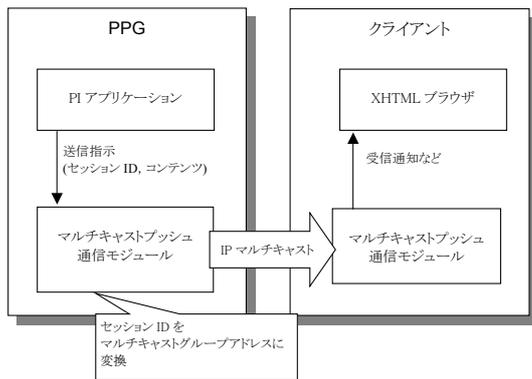


図9 マルチキャスト送信処理概要図

用いてサービスを提供することになる。

本試作では、マルチキャストプッシュ送信には送信アプリケーションを利用する。送信アプリケーションでの送信処理ではこのセッションIDと送信するコンテンツファイルを指定する。

クライアントによる受信では、受信コンテンツをファイルに保存し、同時に、保存ファイルパス名を含む受信イベントをXHTMLブラウザに通知する方式をとっている。クライアントのXHTMLブラウザは受信イベントを受け取ると、取得されたファイル名を参照しコンテンツを解析、コンテンツ種別に対応した処理を行う。

また、本試作では、マルチキャストによるコンテンツ配信に高信頼マルチキャスト転送プロトコル(RMTP)[®]を採用した。RMTPプロトコルは、ファイルなどのデータをマルチキャストで配信する際に、再送アルゴリズムを採用して、ファイル送達の信頼性を高めている。

6. おわりに

本稿では、マルチキャストを移動通信網に適用するにあたって、WAPプッシュモデルを採用し、このモデルでモバイルの特性を意識したマルチキャストプッシュサービスを実現するための検討を行い、(1)サービスメニューの広告方法、(2)サーバからのJOIN/LEAVE、(3)クライアント・リストの更新に関する提案を行った。また、本モデルに基づいた試作システムの概要を述べた。

今後は、試作システムを用いての本モデルの有効性の評価を進め、また、クライアントへの課金、サー

ビス提供に関わるセキュリティや、IPアドレスによるクライアント識別などについて検討する。

参考文献

- 1) "Host Extensions for IP Multicasting" RFC1112, August 1989
- 2) "WAP Push Architectural Overview, Version 08-Nov-1999", 1999
- 3) "XHTML™ 1.0: The Extensible HyperText Markup Language A Reformulation of HTML 4 in XML 1.0", 26 January 2000
- 4) "XHTML™ 1.1-Module-based XHTML" W3C Working Draft 5 January 2000
- 5) "Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition)", W3C Recommendation, 6 October 2000
- 6) "Reliable Multicast Transport Protocol" INTERNET-DRAFT, draft-shiroshita-rmtp-spec-01.txt, 1997