

IP²におけるIPパケットルーチングメカニズム

岡川 隆俊 澤田 政宏 西田 克利 趙 晩熙

(株)NTTドコモ ネットワーク研究所 〒239-8536 神奈川県横須賀市光の丘3-5

E-mail: {okagawa, masahiro, nishida, mjo}@netlab.nttdocomo.co.jp

あらまし

IMT-2000以降の次世代移動通信ネットワークとして、MM(Mobility Management)機構をTNL(Transport Network Layer)から分離することを特徴とするIP²(IP-based IMT Network Platform)アーキテクチャを提案してきた。本稿では、IP²のMM分離モデルに基づき、MMを構成するLM(Location Management)やRM(Routing Management)とTNL間の連携したパケットルーチング制御を実現するために必要なMMとTNL間の基本プリミティブを定義する。また、MMからの基本プリミティブの組み合わせにより、TNLでIPha(IP host address)とIPra(IP routing address)のアドレス変換制御を基本とするパケットルーチングの基本手順を提案する。

キーワード IP², モビリティマネジメント, アドレス変換, パケットルーチング, プリミティブ

Basic primitives and packet transmission mechanism in IP²

Takatoshi OKAGAWA Masahiro SAWADA Katsutoshi NISHIDA and Manhee JO

Network Laboratories, NTT DoCoMo, Inc.

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

E-mail: {okagawa, nishida, mjo, shina}@netlab.nttdocomo.co.jp

Abstract

As next generation mobile communication network following IMT-2000, we have proposed IP² (IP-based IMT Network Platform) architecture, which separates mobility management (MM) functions from TNL (Transport Network Layer). The MM functions of IP² consist of LM (Location Management) and RM (Routing Management). In this paper, we define basic primitives between MM and TNL to implement those LM and RM and packet routing control. Furthermore, we propose basic packet transport procedures controlled by MM to exchange addresses between IPha (IP host address) and IPra (IP routing address).

Keyword IP², Mobility Management, Address exchange, IP packet transport, Primitive

1. はじめに

第三世代移動通信システムであるIMT-2000(International Mobile Telecommunications-2000)が開始され、ワイヤレス環境における移動通信端末の通信速度の向上やネットワークの高機能化による各種サービスが提供された。一方、世界的にはインターネットが大きく普及し、IPをベースとした移動通信ネットワークに関する研究が盛んに行われている。我々はこれまで、更なる大容量化、低コスト化、ユビキタス化を目指し、次世代移動通信ネットワークのアーキテクチャとして、IP²(IP-based IMT Network Platform)を提案している[1]。IP²はモビリティ制御、QoS(Quality of Service)制御、無線リソース管理といったインテリジェントな制御機構をNCL(Network Control Layer)として、ルータ装置群で構成されるTNL(Transport Network Layer)から

分離させることを特徴としている[2]。NCLとTNLを分離することにより、TNLはパケット転送を初めとする様々なパケット単位の処理に専念させることが出来るため、高機能な各種制御機構に依存しない形でシンプル化が図れ、高速処理が実現できる。

本稿では、移動端末に対する位置登録やページング(以下、Paging)等を制御するLM(Location Manager)及び、ハンドオーバー制御を行うRM(Routing Manager)で構成されるMM(Mobility Management)とTNL間で使用される基本プリミティブを定義する。更に、これらの基本プリミティブを組み合わせたパケットルーチングメカニズムに関して、一連の基本シーケンスを提案する。以下、2章において、IP²におけるモビリティマネジメント機構の概要を紹介する。3章ではこれまで提案してきたIPha(IP host address)とIPra(IP routing

から構成されるが、ANR と中継ルータは説明簡略化のため省略する。

移動端末には端末を識別するためのグローバルでユニークな 128 ビット長の IPha を割り当てる。移動端末は Dormant 状態である場合、パケットの送受信を行うため、IPra を網内に割り当てられる必要がある。そこで、移動端末は網に対し Activation を行い、Active 状態に遷移し、これにより、NCL 内の RM および、AR 内に移動端末用の IPra が割り当てられ、AR 内には受信したパケットのアドレス変換を実施するための IPha と IPra の対応関係を示すキャッシュテーブル (TRP: Table for receiving packet) が生成される。

移動端末がパケットを送信すると、移動端末と網のエッジに配備される送信側 AR が、NCL 内の RM からの指示により通信相手先端末の IPra を解決し、IPha と IPra の対応関係を AR 内に送信用キャッシュテーブル (TSP: Table for sending packet) として保持する。その後、送信側 AR はキャッシュテーブルを参照することで IPha から IPra へ変換し、パケットルーティングを行う。また、通信相手先端末が接続される受信側 AR にて再度、IPra から IPha へ変換され、移動端末までパケットがルーティングされる。

以上、送信側 AR が受信側 AR へパケットをルーティングするための IPra を送信側 AR が RM と連携することで解決するため、パケットは常に最適経路で転送される。更に、カプセル化転送ではなくアドレス変換を用いているため、オーバーヘッドが生じず、効率的にパケットを転送することが可能になる。また、移動端末は常に IPha のみを使用し、位置情報を含む IPra は網内で隠蔽されるため、ユーザのロケーションプライバシーも隠蔽可能になる。更に、網内の MM 機構は移動端末から隠蔽されるため、網内の各種制御装置のアドレスを知られることは無い。よって、提案方式は Mobile IP で問題になる数々の問題点を解決できる方式であると言える。

4. MM/TNL 間の基本プリミティブの定義

4.1 設計ポリシー

我々はこれまで MM を含む各種制御機構を TNL から分離モデルを提案してきた[7]。本モデルにおいて NCL には、MM や QoS 制御等の各制御に関する高機能な制御・管理機能を担当させる。また、NCL は制御種別を抽象化し、パケット処理に関する汎用的なプリミティブを用い TNL に指示を出す。一方、TNL は NCL からの汎用的なプリミティブを使った指示に従い、パケット処理を行う。よって、NCL と TNL 間に各種制御機構に依存しない共通インタフェースを規定する必要がある。NCL には MM 以外に、QoS 制御や無線リソース管理制御、呼・セッション制御等の制御機能が配備されるが、本稿では NCL 内の MM に着目し、MM を構成する LM と RM に関して、NCL-TNL 間で使用される基本プリミティブを定義する。基本プリミティブとは NCL と TNL 間の共通インタフェースを介してやり取りされる制御メッセージの基本

要素を意味する。

4.2 基本プリミティブの定義

図3に IP² における MM~TNL 間の基本プリミティブの全体概要を示し、表1に基本プリミティブを定義する。

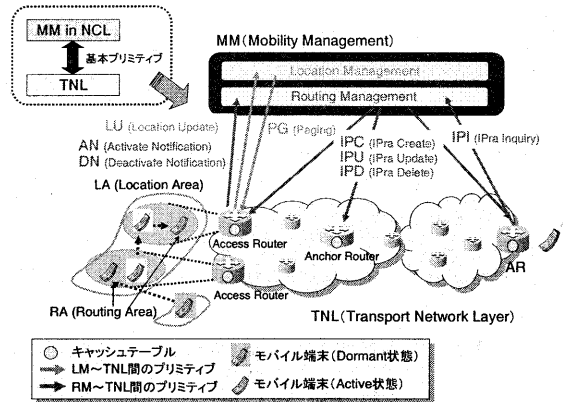


図3 MM~TNL 間の全体構成図

表1 MM~TNL 間の基本プリミティブ

NCL entity	Name of primitives	Trigger	Scenario
LM	LU: Location Update	MN	MN (Dormant状態)のLA間移動時
	PG: Paging	RM	Dormant状態のMNへのパケット着信
RM	AN: Activate Notification	MN	Active状態のMNがRA間移動時(同一LA内) Dormant状態のMNがActive状態に遷移時 IPCを受信後にIPraを割り当てた場合
	DN: Deactivate Notification	MN	MNがDormant状態からActive状態への遷移時
	IPI: IPra Inquiry	MN	送信側ARが自配下のMNから送信パケットを受信した場合(RCTが無い場合)
	IPC: IPra Create	RM	該当するルータ(主にANR)に対して、MN用のIPraを割り当てるための指示を行う場合(ANRの決定)
	IPU: IPra Update	RM	RCTの新規生成、変更の指示を行う場合
	IPD: IPra Delete	RM	MNの移動後の旧ARやDormant遷移のため、MNのRCTを削除する場合

図3に示すように、IP² の基本網構成としては、Dormant 状態、Active 状態といった最低2つの状態を管理する移動端末と、AR 及び ANR といったルータ装置群で構成される TNL と、LM、RM からなる MM で構成される。また、本稿では以後の説明を簡略化させるため、無線基地局の機能を持つ AR 単位(プレフィックスが区切られる)に RA (Routing Area) を割り当て、移動端末のロケーション管理を行うための LA は複数の RA で構成されるものとする。TNL 内には NCL との共通インタフェースをサポートする AR や ANR が配備され、3章で示したような IPha や IPra のアドレス変換を実施するためのルーティングキャッシュを RM と連携することで保持できる。移動端末が Dormant である場合、その移動端末は MM の LM 機構で管理される。又、Active 状態に遷移している場合、IPra が移動端末に割り当てられ、RM が IPra を制御することによってパケットルーティングやハンドオーバー制御を行う。表1に示すように、LM~TNL 間の基本プリミティブ

ブとしては、Location Update, Paging の2種類のプリミティブが、RM～TNL 間に関しては、Activate Notification, Deactivate Notification, IPra Create, IPra Update, IPra Delete, IPra Inquiry の6種類の基本プリミティブが定義される。以降、各プリミティブに関して詳細に説明する。

4.3. LM～TNL 間の基本プリミティブ

本章ではLM～TNL間で定義される2種類の基本プリミティブに関して図4を用いて説明する。移動端末が Dormant 状態、つまりパケット転送の送受信状態ではない場合、従来のセルラー網と同様に移動端末の消費電力を削減することや、網へのシグナリング負荷、リソースを削減することを目的とし、LA 単位でのロケーション管理(LA 単位の位置登録やページング処理等)を行う。この管理・制御を実行するのが LM である。

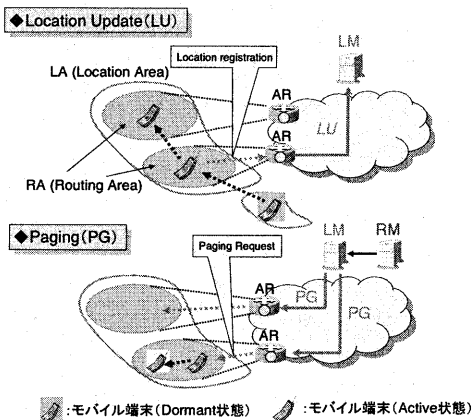


図4 LM～TNL 間の基本プリミティブ

1) Location Update (LU)

移動端末は、ARから報知情報によりLA情報を検出し、異なるLAへ移動した場合、ARに対して位置登録要求を上げる。ARは位置登録要求を検出後、該当する移動端末のLMに対し、Location Update (LU) プリミティブを用いて位置登録を通知する。

2) Paging (PG)

本プリミティブは、例えば Dormant 状態の移動端末へパケット着信があった場合、RMからのトリガーによりLMが起動し、ARに対してページング処理を実行させるために使用される。この際、移動端末を管理する同一LA内に含まれる全てのARに対してPGが通知され、ARは配下の移動端末にページングを実施する。

4.4. RM～TNL 間の基本プリミティブ

本章ではRM～TNL間で定義される6種類の基本プリミティブに関して、図5を用いて説明する。RMはIPraの割り当て、

変更、削除等の制御を行うものであり、移動端末へのパケットルーティングやハンドオーバー制御に使用される。

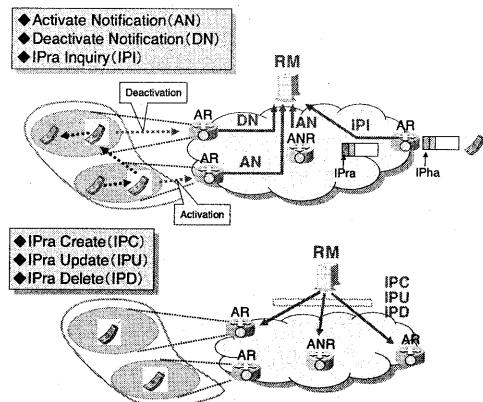


図5 RM～TNL 間の基本プリミティブ

1) Activate Notification (AN)

本プリミティブは以下の場合にAR及び、ANRから移動端末用に割り当てたIPraをRMへ通知することを目的に使用される。

◆Dormant 状態の移動端末がパケットの送受信を行うため、Active 状態に移移する場合

移動端末は Active 状態に移移する場合、網側で移動端末に対するIPraを割り当ててもらふ必要がある。その場合、移動端末はARに対して Activation message を送出し、それを受信したARは移動端末のRMに対して、IPraの割り当てを行い、割り当てたIPraをRMへ通知する。

◆Active 状態の移動端末が異なるRAへ移動した場合

移動端末が通信中にAR間を移動した場合、移動先のARがIPraを割り当てRMへ通知する必要がある。

◆ARやANRがRMからの指示により、移動端末用のIPraを割り当て、その割り当てたIPraをRMに通知する場合

AR以外のANRにおいてもアドレス変換させる必要があるため、RMは受信側の移動端末に対する最適なANRを計算し、後に説明するIPC (IPra Create) プリミティブを用いてIPraの割り当て要求を実施する。その後、ANRがRMに対して割り当てたIPraを通知する必要がある。

2) Deactivate Notification (DN)

本プリミティブは、移動端末が Active 状態から Dormant 状態へ遷移する場合、ARからRMに対して使用されるプリミティブである。DNを受信したRMは自身で管理する移動端末のエントリを削除すると共に、TNL内で保持されているIPraを削除する指示(後に示す、IPra Deleteを使用)を行う。

たIPra (ANR2a)に対し、ANを用いMMに通知する。その後、MMはANR2内にアドレス変換用のキャッシュテーブルを作成するためIPUを用いて指示を出す。次に、MN#Cに対するIPraの問い合わせがあったAR1に対し、ANR2で割り当てたIPra (ANR2a)を、IPUを用いて通知する。

よって、MN#MからMN#Cまでパケットを転送するためのアドレス変換に用いるキャッシュテーブルがAR1、ANR2、AR2内に生成される。AR1ではIPha (#C)からIPra (ANR2a)にアドレス変換し、パケットはANR2まで転送される。ANR2では同様にIPra (ANR2a)からIPra (AR2a)に変換され、その後、AR2ではIPra (AR2a)からIPha (#C)に変換され、最終的にMN#CへIPha (#C)宛のパケットが転送される。

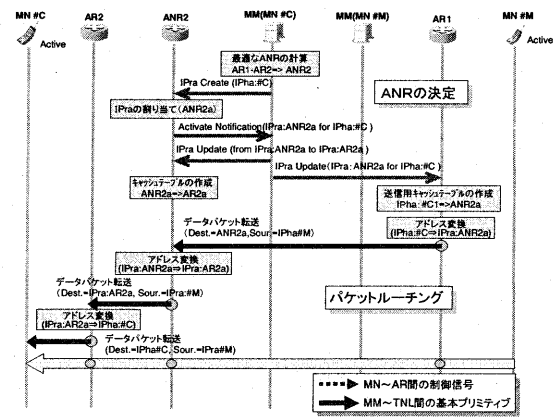


図7 パケットルーティング手順

5.3 Handover, Deactivation 手順

図8に受信側であるMN#Cが通信中に、同じANR2配下のAR3へ移動し、その後、Dormant状態に移行するDeactivationまでの手順を示す。MN#CはAR3配下に移動したことをAR3からの広告で検知し、AR3に対してActivationを実行する。AR3ではMN#C用に新たなIPra (AR3a)を割り当て、MMにANを使い通知する。MMでは登録エントリの変更を行い、AR3にキャッシュテーブル作成指示 (IPU)、ANR2へキャッシュテーブルの変更指示 (IPU)を行う。更に、移動前の旧AR2に対しては不要になったキャッシュテーブルの削除を、IPDを使用することで指示を行う。次に、Deactivationに関しは、MN#Cからの要求により、AR3はDNを使用し、MMに通知を行う。MMでは自エントリを削除した後、AR3、ANR2及びAR1に対し、キャッシュテーブル削除の指示 (IPD)を行う。また、MN#CはAR1からのDeactivation Ackを受信後、Dormant状態に移行し、TNL内の各ルータ、MM内のRMのIPraが全て削除される。この後、MN#Cに対する管理はLMに移行される。

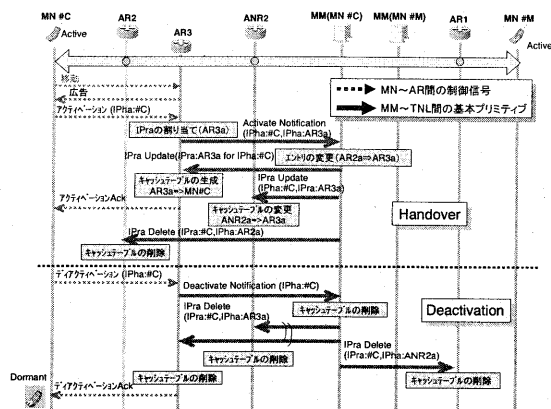


図8 Handover, Deactivation 手順

6. まとめ

本稿では、IP²におけるモビリティマネジメント(MM)アーキテクチャの概要と、IPha (IP host address)及び、IPra (IP routing address)を使い分け、MMエンティティと連携させるパケットルーティング方式の概要を示した。又、NCL (Network Control Layer)が提供する各種制御機構に依存しない、汎用的なインタフェースを規定するという基本ポリシーに基づき、MMを構成するLM、RMとTNL (Transport Network Layer)間の基本プリミティブを定義した。更に、定義した基本プリミティブを組み合わせたパケットルーティング手順として、Activation、パケットルーティング、Handover、Deactivationの基本手順を提案した。今後は、NCLとTNL間の高機能なモビリティを提供するための応用プリミティブやQoS制御、リソース管理制御等といった他のエンティティも考慮した応用プリミティブを定義し、NCLとTNL間のインタフェースを規定する予定である。

文 献

- [1] H. Yumiba, K. Imai, and M. Yabusaki, "IP-Based IMT Network Platform," IEEE Personal Communication Magazine, Oct. 2001.
- [2] T. Ihara, et al, "Mobility/Transport Design Philosophy in IP-based IMT Platform," IEICE Society Conference, Mar.2002.
- [3] David B. Johnson, et al, "Mobility Support in IPv6", IETF draft-ietf-mobileip-ipv6-18.txt, Jun. 2002.
- [4] M.sawada, et al, "Mobility management architecture for IP-based IMT network Platform", IEICE Society Conference, Sep. 2002.
- [5] T.Okagawa, et al, "IP Packet Transport procedure in IP²", IEICE Society Conference, Sep.2002.
- [6] 西田, 岡川, 趙, 品川, "IP²におけるIP-host AddressとIP-routing Address分離のためのパケット転送方式の提案," 信学技報 NS2002-109 pp105-110, Sep. 2002.
- [7] T.Okagawa, et al, "Active IP Transport Network in IP-based IMT Platform", IEICE Society Conference, Mar.2002.