

## 地理情報を含むアドレスを利用した Mobile IPv6 高速ハンドオフ手法の提案 A Proposal of Mobile IPv6 Fast Handoff Method using IPv6 Address with Geographical Information

久保 健†                      横田 英俊†                      井戸上 彰†  
Takeshi Kubo                      Hidetoshi Yokota                      Akira Idoue

### 1. まえがき

近年、位置情報を利用したサービスが注目を集めており、通信機器を利用して現在地に応じたデータ等を取得し利用するタイプのサービスが開発、提供され始めている。また、小型の GPS 受信機や、それを搭載した通信端末も広く普及し始めている。通信を利用した従来の位置情報サービスでは、GPS などから得られた位置情報を、位置情報を管理するサーバなどへ登録し、サービス提供を受けるというアプリケーション層をはじめとする上位層での実装が主流である。

筆者らは、IPv6 アドレスに GPS などから取得した地理情報を含めることによって、Layer 3 で地理的な場所に応じたパケット転送を行う方式を提案した[1]。本稿では、上述のパケット転送方式を Mobile IPv6 [2]に適用する手法を提案する。本提案によって、Mobile IPv6 のハンドオフ時のパケットロスを軽減することができる。

### 2. 地理情報を含むアドレスを利用したパケット転送方式

本章では、[1]で提案したパケット転送方式のユニキャストパケットの転送について、その概略を説明する。この方式は、パケット内の宛先 IPv6 アドレスに含まれる地理的な位置情報を基に、受信および転送の判断を行う。ISP 等が管理する既存の IPv6 網内のルータおよびユーザ端末がこの方式をサポートすることにより、位置情報に基づくパケット転送が可能となる。図 1 に本稿で用いるネットワーク構成を示す。なお、図 1 の A~C は、それぞれルータに接続されているアクセス網の地理的な広がりを表しており、それぞれがひとつのネットワークである。本稿では簡単のため、無線 LAN 基地局がそれぞれの中心に 1 台設置されているものとする。

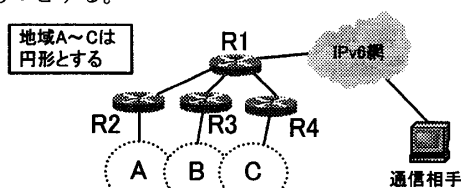


図 1 ネットワーク構成

#### 2.1 地理情報を含むアドレス表現

この方式における IPv6 アドレスは、インタフェース識別子部を GPS などから得られた緯度経度などの地理的な位置情報から生成する(以下、位置情報部と呼ぶ)。位置情報部には、緯度経度情報のほかに、地理的な範囲の形や大きさ(たとえば円形の場合には半径)を表すビットを示すビットが含まれる。これらにより、この方式ではひとつの IPv6 アドレスによって、1 地点だけでなく、ある範囲の地域(円形や正方形など)を表すことが可能となる。さらに、ユニキャスト/マルチキャストを示すビットによって、指定地域への同報通信や 1 対 1 の通信を行うことができる。なお、

端末にセットするアドレスはユニキャストアドレスとする。図 2 に位置情報部の構成を示す。

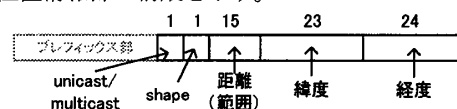


図 2 位置情報部の構成

図 2 で、「shape ビット」は、0 であれば円、1 であれば正方形の地域を表し、その半径または中心点から各辺までの距離を「距離ビット」で表す。また、緯度、経度、距離は 0.1 秒(約 3m)単位であり、全地球を中心点として表すことができる。図 2 のようなビット構成は、ISP 全体(ルータと端末)と通信相手で統一が取れていればよい。

#### 2.2 パケット転送および受信処理

ISP 内の各ルータおよびユーザ端末は、どのプレフィックスが位置情報を示すものであるかをあらかじめ設定しておく。そのプレフィックスが宛先となっているパケットを受信した際に、ルータや端末は位置情報に基づく転送および受信判定を行う。

ルータにおける転送判定では、自身が管理する地域情報(たとえばルータ R2 なら地域 A、ルータ R1 なら地域 A、B、C)と、受信パケットの宛先アドレスの位置情報部が示す地域に重なりがあれば、その地域に接続しているインタフェースからパケットを送出する。また、パケットの宛先が複数の地域に跨る場合には、その全てのインタフェースからパケットを送出する。

ユーザ端末は、受信したパケットがユニキャストであれば(図 2)、アドレスが完全に一致している場合のみそのパケットを受信する。

#### 2.3 L2 アドレスの解決

ユニキャストパケットを正しく端末へ配送するためには、端末が接続しているルータ(エッジルータ)が該当する IPv6 アドレスに関する neighbor cache エントリを保持し、L2 アドレスを解決できなければならない。また端末は、上り方向のデータ送信のために default gateway をエッジルータに向ける必要がある。

位置情報に基づくパケット転送方式では、エッジルータが常に最新の neighbor cache エントリを保持できるように、アドレスが変化した時や基地局間を移動した時(ネットワーク間移動となる可能性があるために)、端末から近隣広告(NA)をブロードキャストし、エッジルータの neighbor cache を更新する。さらにエッジルータがその NA に対してルータ広告(RA)を返答することで、端末は現在接続しているエッジルータを default gateway として認識する。なお、図 1 のネットワークでは無線 LAN の基地局間移動とネットワーク間移動は等価である。また、位置情報を含むパケットについては、エッジルータは L2 アドレスを解決できな

ければパケットを破棄するが、ICMP (Destination Unreachable)は返さない。

### 3. Mobile IPv6 高速ハンドオフ方式

従来の Mobile IPv6 では、ネットワーク間を移動し、新ルータからのルータ広告を受信することによって CoA が更新され、位置登録が行われる。移動検知および位置登録手順が完了するまでは、当該 MN 宛パケットが移動前のネットワークに配送されるため、その間にパケットロスが発生する。本提案では、位置情報に基づくパケット転送方式に元々備わっている性質を利用することで、ハンドオフ時のパケットロスを低減する。

#### 3.1 移動端末のアドレス設定

本方式では、移動端末は地理的な範囲を持ったアドレス(図2の「距離」が正の数となるようなアドレス)を設定する。さらに、そのアドレスを更新するタイミングを示す「位置情報更新境界」を新たに導入する。この位置情報更新境界は上述の「距離」よりも小さな値に設定する(たとえば現アドレスが示す地域が円なら、位置情報更新境界はそれと同心円で半径が0.8倍程度の円とする)。

移動端末はGPSの情報を逐一監視し、自分の現在地が位置情報更新境界を越えると、現在地を用いて新たにアドレスを生成しインタフェースにセットする。

#### 3.2 位置登録

本方式における Mobile IPv6 の位置登録処理は、従来の Mobile IPv6 のものとはほぼ同一である。ただし本手法では、3.1 節で示したアドレスの更新を契機として Mobile IPv6 の位置登録を行う。図3に本方式における Mobile IPv6 の位置登録(Binding Update 送信)までの処理を示す。

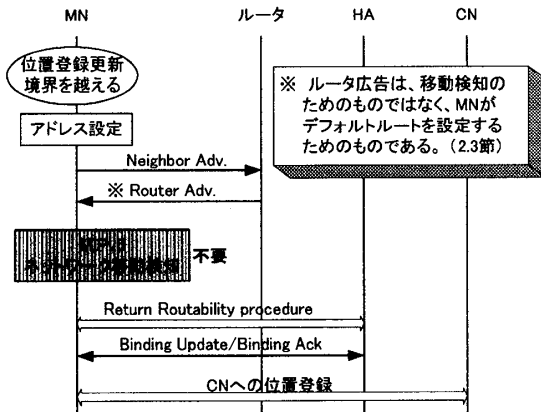


図3 Mobile IPv6 位置登録までの手順

このように、提案手法では移動検知をネットワークの移動とは独立に行うため、ルータ広告の受信などを待つことなく位置登録手順を開始でき、ハンドオフ時間を短縮することができる。

#### 3.3 データ転送

2.2 節で述べたように、受信パケットの宛先と管理地域に重なりがあれば、ルータはその全てのインタフェースからパケットを送出する。そのため、移動端末の CoA が示す地域が複数地域に跨る場合、bi-casting (移動前と移動後のネットワーク両方にパケットが転送される)と同じ効果

を得ることができる。図1の地域AからBへと端末が移動する時の、端末の移動に伴うパケット流れを図4に示す。

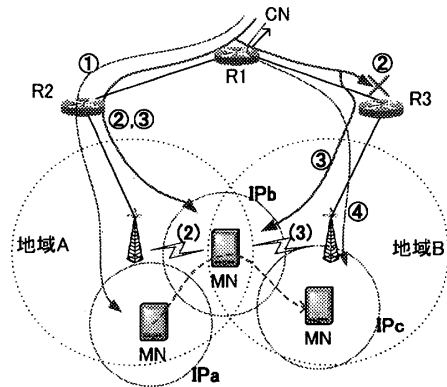


図4 MNの移動に伴うパケットの経路変化

図4では、端末 MN がルータ R2 のネットワークからルータ R3 のネットワークへ移動する。MN の CoA が IPa の時は、①の経路でパケットが配送される。MN が移動に伴い何回かのアドレス(CoA)更新をした後、CoA が IPb になった状態において、初めのうち R2 配下の基地局と接続しているが(2)、このときは②の経路で R2、R3 の両方にパケットが配送される。ただし、R3 にはその MN に関する neighbor cache エントリが存在しないため、R3 はそこでパケットを破棄する。少し移動して無線の接続が(3)に切り替わると、それを契機に MN が NA を送出するため、R3 は neighbor cache エントリを作成しパケットの送出が可能となる(③)。なお、R2 経由のパケットはそのまま転送され続ける。さらに移動し CoA が IPc になった状態では、パケットは④の経路を通り、R3 のみを經由して配送される。

以上のように、ネットワーク間移動時に CoA が変化しなければ、移動後のネットワークのエッジルータにもその端末宛のパケットが配信されているので、移動端末の基地局間移動に伴う NA の送出によりエッジルータが L2 アドレスを解決できれば、直ちにパケットが配送される。

### 4. まとめ

本稿では、地理情報を含むアドレスによるパケット転送方式を Mobile IPv6 に適用することで、ハンドオフ時間を短縮する方式を提案した。本方式では、Mobile IP の位置登録がネットワーク間の移動とは独立に行われる。基地局間の移動(L2 ハンドオフ)時の NA 送出により、その移動がネットワーク間移動となる場合でも、CoA が移動前と移動後の地域に跨っていれば端末は移動後もすぐにパケットを受信できる。そのためパケットロスが発生する時間は、基地局の切り替えが行われてから端末が送出した NA がエッジルータで処理されるまでの時間となる。今後は本方式を実装し、ハンドオフ時間の評価等を行う。

日ごろご指導いただき、KDDI 研究所浅見所長に感謝いたします。

#### 参考文献

[1] 久保 健, 横田 英俊, 井戸上 彰, “地理情報を含むアドレス体系による IPv6 パケット転送方式”, IPSJ Symposium Series Vol. 2004, No. 7, pp.45-48, Jul. 2004.  
 [2] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, “Mobility Support in IPv6,” RFC3775, IEFT, Jun. 2004.