

## 既存ルータ混在環境におけるモバイルIPハンドオーバーの高速・高信頼化の提案

渡辺 伸吾<sup>†</sup> 西山 智<sup>†</sup> 服部 元<sup>‡</sup> 小野 智弘<sup>‡</sup> 越塚 登<sup>†</sup> 坂村 健<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>YRP コピキタス・ネットワーキング研究所 <sup>‡</sup>KDDI 研究所

### 1 はじめに

近年、モバイルIP[1]と呼ばれる端末の移動をサポートするプロトコルが検討されている。しかし、モバイルIPではハンドオーバーに時間を要することや、それに伴うパケットの損失が発生する。そこで本稿ではハンドオーバー時間を短縮し、パケットロスを抑制する方式を提案する。

### 2 モバイルIPプロトコル

#### 2.1 標準的なモバイルIP

モバイルIPは、移動端末(MN)が本来属するホームネットワークから離れ、別なネットワークに接続した場合でもホームネットワークでのアドレス(ホームアドレス)を使い通信の継続を可能とするプロトコルである。これは、MNが移動先のネットワークで得られるIPアドレス(CoA)を、ホームネットワークに存在するホームエージェント(HA)へ登録し、HAが通信の転送を行なうことで実現される。また、通信相手(CN)に対してもCoAを通知し、HAを経由しない通信を行なうことも可能となっている(経路最適化: Route Optimization)。

#### 2.2 高速ハンドオーバー

モバイルIPを利用することで接続先のネットワークが変わっても通信を継続することが可能となるが、通常のモバイルIPではHAへの登録処理(BU)が完了するまでの数秒間は通信が出来ないという問題点が存在する。この問題点を解決する方法として、高速ハンドオーバー[2]と呼ばれる方式が現在検討されている。高速ハンドオーバーでは、事前に移動先におけるMNのCoAなどの情報を移動先ネットワークのルータから取得しておき、MNのアドレス設定に要する時間短縮を図る。さらに、BU完了までの間にハンドオーバー前のネットワークのルータ(PAR)とハンドオーバー後のルータ(NAR)の間でトンネルを設定しパケット転送を行ない、ハンドオーバー前のネットワークで取得したアドレス(PCoA)を使用して通信が行なえるようにする。

このようにして高速ハンドオーバーでは事前にハンドオーバー先の予測を行なうことを前提とし、MNの移動前後のネットワークに存在するルータ(PAR, NAR)の助けを借り、ハンドオーバーに要する時間の短縮などを図る。しかし、通信メディアに無線LAN(IEEE 802.11)を想定すると、ハンドオーバー先を適切に予測することは難しく、高速ハンドオーバー方式の実現は困難と思われる。また、実際のネットワークでは、移動前と移動後のルータのどちらも高速ハンドオーバーに対応しているとは限らない場合も考えられ、このような場合には高速ハンドオーバー機能は利用できない。

### 3 提案概要

#### 3.1 前提条件

本稿では、ハンドオーバーによる移動先のネットワークを予測できない状況を想定する。また、高速ハンド

オーバーなどに対応してない通常ルータが混在する環境を想定し、このような環境においてハンドオーバーを高速に行なう方式を提案する。

さらに、無線LANを用いた場合にはハンドオーバー時に最低でも数百ミリ秒は通信が不可となる[3]ように、下位レイヤにおいて発生する避けられない通信不能な時間に対処するために、本方式でもハンドオーバー時のパケットバッファリングについても検討する。

#### 3.2 解決法

前述の前提条件をふまえ、本方式では通常ルータの配下にMNが移動した際には、MNが自らトンネルの設定を行なう。また、移動先のルータに応じ、PARあるいはHAでのパケットバッファリング動作を切り替える。

#### 3.3 プロトコル概要

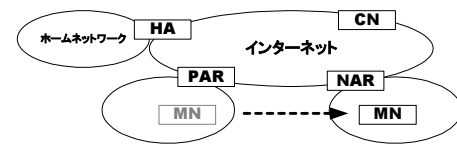


図 1: ネットワーク構成図

ネットワークとして図1に示す構成を想定する。高速ハンドオーバーと同様にMNは常にレイヤ2のリンク状態を監視し移動の検出を行なう。移動先ネットワークを事前に予測できないため、MNはリンクダウン状態からリンクアップを検出し、Router Solicitation(RtSol)メッセージを送信してCoA取得などを試みる。

また、PAR, NARの各ルータが本方式に対応したルータ(PARp, NARp)か通常のルータ(PARc, NARc)かにより図2のように動作を行なう。

(a) 対応ルータ間の移動: 高速ハンドオーバーと同様にPARpとNARp間でトンネルを設定するが、この際NARpからPARpへトンネル設定を行なう。

(b) 対応ルータから通常ルータへの移動: MN自身がCoA取得後にPARpへトンネルを設定する。その後、PARpのバッファからパケットを受け取り、加えてBU完了までPCoAを使用した通信を再開する。また、HAへのBUメッセージでHAにバッファリングの開始を指示し、MNのハンドオーバー完了後はHAがバッファリングを行なう。

(c) 通常ルータから対応ルータへの移動: NARpからHAへトンネルを設定し、同様にしてNARpはHAのバッファから受取りMNへ送り、加えてBU完了までの間PCoAを使用した通信を再開する。そして、HAでのバッファリングからNARpでのバッファリングに切り替える。

(d) 通常ルータ間の移動: 通常のモバイルIPのハンドオーバーと同様になる。但し、HAへのBU完了後にHAからバッファリングパケットを受け取る。

#### 4 通信シーケンス

まず、対応ルータ間ネットワークの移動におけるパケットシーケンスは図3になる。

“Proposal for Fast and Reliable Handover for Mobile IP Considering Easy Migration”, by Shingo WATANABE<sup>†</sup>, Satoshi NISHIYAMA<sup>†</sup>, Gen HATTORI<sup>‡</sup>, Chihiro ONO<sup>‡</sup>, Noboru KOSHIZUKA<sup>†</sup> and Ken SAKAMURA<sup>†</sup>, <sup>†</sup>YRP Ubiquitous Networking Laboratory and <sup>‡</sup>KDDI R&D Laboratories, Inc.

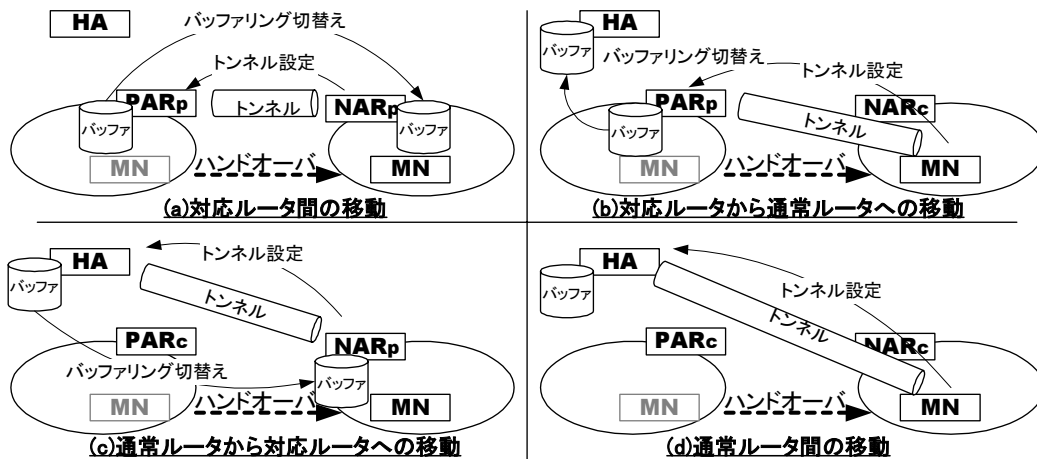


図 2: 動作概要

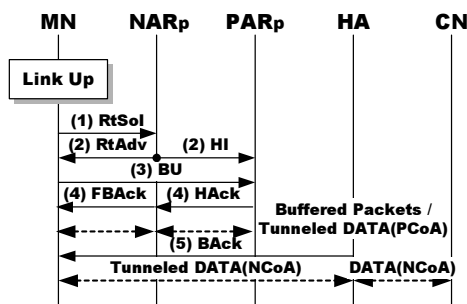


図 3: 対応ルータネットワーク間の移動時のパケットシーケンス

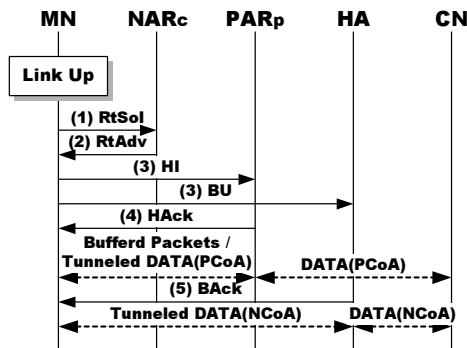


図 4: 対応ルータから通常ルータネットワークへの移動時におけるパケットシーケンス

- (1) RtSol メッセージは、通常の ICMP パケットに加えて MN のホームアドレス、トンネルの端点ノードアドレス (この場合 PARp の IP アドレス)、PCoA、MN のレイヤ 2 アドレスを含むオプションが付加される但し、このオプションは通常のルータには無視される。
- (2) RtAdv メッセージを拡張し、NARp が対応ルータであることを示すフィールドが存在し、これを利用して NAR が本方式に対応していることを通知する。
- (3) RtAdv を受け取った MN は、送信ルータが対応ルータであることを知る。
- (4) トンネル設定後、PARp からバッファに蓄えられていたパケットをトンネルを経由して受け取り MN へ渡すと同時に PCoA を用いた通信を可能にする。さらに、NARp において MN 宛てのパケットのバッファリングを開始する。

次に、対応ルータから通常ルータへの移動の場合、通

信のシーケンスは図 4 のようになる。前述の対応ルータ間の移動の場合との違いは、(3)MN が自ら PARp との間でトンネル設定を試みる点、(5)ハンドオーバー後に HA で MN 宛てのパケットをバッファリングする点である。また、MN と CN の間で経路最適化を行っている場合には、この動作をやめ HA 経由のルートを使い HA でバッファリングを行なうことで、次のハンドオーバー時におけるパケットロスを防ぐ。

## 5 検討課題

### 5.1 セキュリティ

モバイル IP や高速ハンドオーバーでは、本来のネットワーク上の位置とは異なる場所へ通信を転送する。このため第三者によるなりすましなどを避けるためのセキュリティに関する検討がされている。本方式においても同様に、なりすましなどの攻撃から保護するための対策を行なう必要がある。

### 5.2 バッファリング

パケットロスに対しパケットのバッファリングを行なうが、TCP のように輻輳や再送制御を行なっている場合には、これらの制御に悪影響を及ぼすことも考えられる。また VoIP 等のようにリアルタイム性が重要とされる場合には、バッファリングにより大きな遅延が生じることも好ましくない。そのため、バッファリングの利用方法や対象となるパケットの量や時間などを検討する必要がある。

## 6 まとめ

既存の通常ルータが混在する環境においてモバイル IP ハンドオーバー処理を高速に行ない、またバッファリングを行なうことでパケットロスを抑える方式を提案した。今後、セキュリティ上の課題を解決し実装を行なう予定である。本研究は通信・放送機構からの委託研究「ユビキタスコンピューティング環境を実現する基盤ネットワークプロトコルの研究開発」に基づき行われたものである。

## 参考文献

- [1] D. Johnson, et al., "Mobility Support in IPv6," IETF Internet Draft, draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt, June 2003
- [2] R. Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6," IETF Internet Draft, draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-08.txt, October 2003
- [3] A. Mishra, et al., "An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process," CS-TR-4395, University of Maryland Department of Computer Science, September 2002.