

# 常時接続可能な無線インタフェースを用いた Mobile IPv6 のための垂直ハンドオーバー処理方式

李 斌<sup>†</sup> 木村 成伴<sup>‡</sup> 海老原 義彦<sup>‡</sup>

筑波大学大学院 システム情報工学研究科<sup>†</sup>

筑波大学大学院 システム情報系情報工学科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

近年、モバイルデバイスの高性能化により、MN (Mobile Node)によるインターネットの利用に対する需要が高まり、モビリティを考慮したMIPv6 (Mobile IPv6)が提案された。この方式はハンドオーバーの処理遅延が高いため、様々な改良方式が提案されている[1][2]。しかし、これらの方式では、単一の無線インタフェースのみを利用した水平ハンドオーバーを仮定しているのが一般的で、異種無線インタフェース間をまたいで通信を切り替える垂直ハンドオーバーについては、MIPv6による手続きを用いる必要があった。

そこで、本論文では、低帯域だが常時接続が可能な携帯電話などの無線インタフェースと、利用範囲が限定的だが広帯域な無線 LAN などの無線インタフェースを保持する MN を仮定し、これらのインタフェース間での高速な垂直ハンドオーバー処理方式を提案する。

## 2 Mobile IPv6 のハンドオーバー処理方式

MIPv6 において、MN は固有のアドレスである HoA (Home of Address)を持っており、通信相手である CN (Correspondent Node)と通信するときは、このアドレスを用いる。さて、図 2.1 において、MN が HA (Home Agent)が所属するホームネットワーク(図の左下)を離れて、他のネットワーク(図の中央下)に移動したとする。

このとき、MN は AP1 (Access Point)から CoA1 (Care of Address)が割り当てられ、BU (Binding Update)メッセージを用いて、これを HA と CN に通知する。CN から送られたパケットは、一時的に HA に代理受信され、CoA1 宛のヘッダでカプセル化されて MN に転送されるが、CN が MN を認証し、BU を受信して経路最適化処理が完了すると、CN から送られたパケットは、HA を経由せずに、MN に直接送られる。

同様に、MN が移動して AP2 に接続すると、新たな CoA2 が割り当てられ、経路最適化と、BU メッセージの送信が行われる。このように、MN が移動して、新たな CoA が割り当てられ、以前と同様に通信できるようにすることをハンドオーバー処理と呼ぶ。

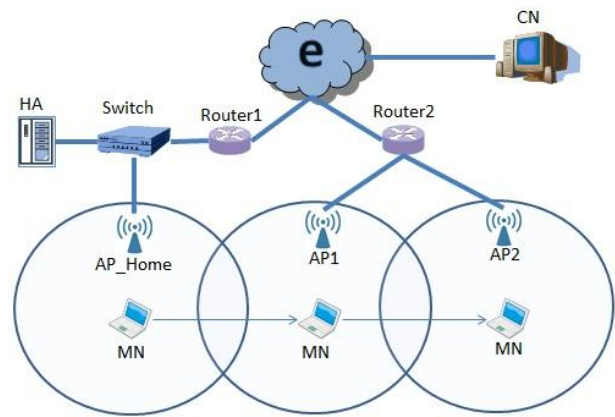


図 2.1 MIPv6 におけるハンドオーバー処理例

## 3 提案方式

提案方式では、MN は低帯域な無線インタフェースに常に接続していると仮定する。図 3.1 において、MN はこの無線インタフェースを利用して AP1 と接続しており、HoA と、AP1 から割り当てられた CoA1 の対応が、MIPv6 の手続きを経て、HA と CN に登録されているとする。

更に、MN は広帯域な無線インタフェースを持っており、可能であれば、こちらのインタフェースを用いて、通信をしようと試みる。

図 3.1 において、MN が移動して、この広帯域な無線インタフェース用いて AP2 と接続できるようになり、ここから新しい CoA2 が割り当てられたとする。このとき、MN は CoA1 と CoA2 を、接続してもらいたい順(この例では CoA2→CoA1)に並べて、提案方式で拡張した BU メッセージ(以下、BU+メッセージと呼ぶ)に格納し、これを HA と CN に、AP1 を通じて送信する。この BU+メッセージは、新たに接続した AP2 ではなく、既に確立されている AP1 を用いて送られるので、MN の認証手続きは不要である。このため、経路最適化処理も BU+メッセージとその応答のやりとりだけで完了し、CN は今後、CoA1 ではなく、

Vertical Handover Method with Permanent Wireless Connection for Mobile IPv6

<sup>†</sup> Li Bin, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

<sup>‡</sup> Shigetomo Kimura and Yoshihiko Ebihara, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

CoA2 を経由してパケットを MN に送る。また、CoA1 での接続は継続されるので、CN から既に CoA1 経由で送られたパケットも MN に届くため、このハンドオーバー処理によるパケット損失は生じない。

逆に、MN が移動して AP2 との接続が切断された場合、MN は CN と HA に、CoA1 を通じて、CoA1 のみを格納した BU+メッセージを送信する。これにより、CN はパケットを、CoA1 を経由して送るようになるが、CoA1 を経由する接続は維持されているので、経路最適化処理は不要である。但し、これ以前に CoA2 経由で送られたパケットは MN に受信されなくなるため、パケット損失が発生する。これを防ぐために、MN が AP2 から離れたことを早期に予測し、AP2 との接続が完全に切れる前に、BU+メッセージを送る必要がある。

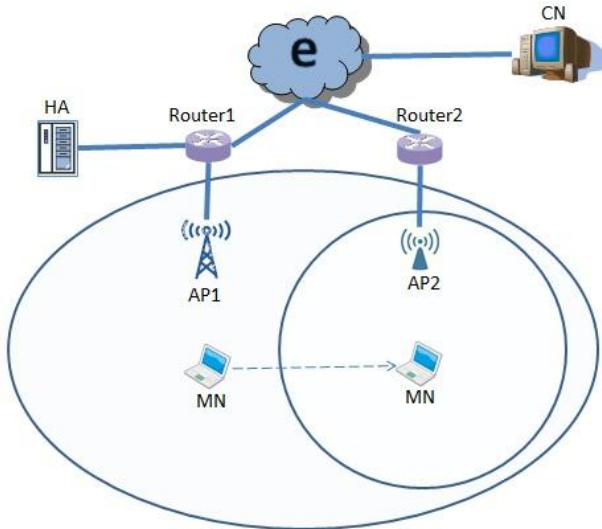


図 3.1 提案方式

#### 4 評価

提案方式の有効性を確認するため、図 4.1 のネットワークトポロジを用いて、MIPv6 と提案方式のハンドオーバー処理遅延を求めた。ここで、常時接続可能な無線インタフェースとして IEEE 802.16e (1Mbps) を、広帯域な無線インタフェースとして IEEE 802.11b (11Mbps) を想定した。

$$D_{Total}(MIPv6) = D_{L2} + D_{CoA} + D_{RRP} + D_{BU} \quad (4.1)$$

$$D_{Total}(Proposal) = D_{BU+} \quad (4.2)$$

MIPv6 と提案方式(切断時)のハンドオーバー処理遅延を式(4.1)と式(4.2)に示す。ここで、 $D_{L2}$  は MN のレイヤ 2 を切り替える遅延、 $D_{CoA}$  は CoA を割り当てる遅延、 $D_{RRP}$  は RRP (Return Routability Procedure) による遅延、 $D_{BU}$  は BU メッセージによる遅延、 $D_{BU+}$  は BU+メッセージによる遅延とする。

また、提案方式では常時接続インタフェースとの接続が切れないため、広帯域インタフェースへの接続時は、ハンドオーバー遅延は 0 になる。

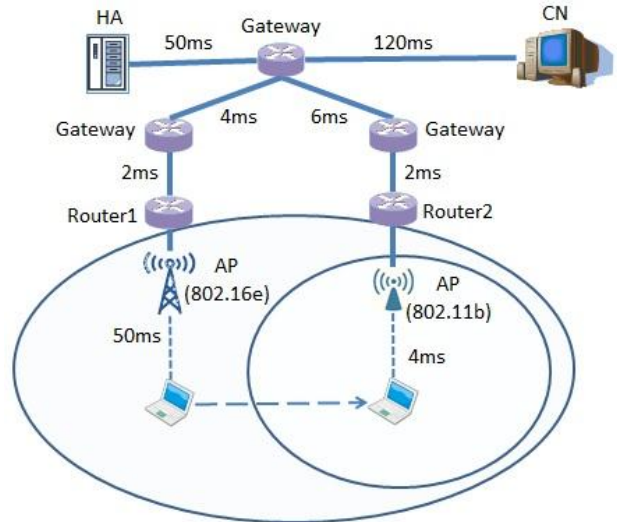


図 4.1 ネットワークトポロジ

表 4.1 ハンドオーバー処理遅延例

方式	ハンドオーバー遅延(ms)	
MIPv6	1678ms	
Proposal	0ms(接続)	352ms(切断)

図 4.1 のトポロジにおいて、 $D_{L2}=50ms$ 、 $D_{CoA}=1000ms$  としたときの、処理遅延を表 4.1 に示す。提案方式において、AP(802.11b)から切断されても、AP(802.16e)を通じて BU+メッセージを送るだけで済むので、ハンドオーバー遅延は 352ms となり、MIPv6 の場合の約 1/5 となった。

#### 5 まとめ

本論文では、複数の無線インタフェース間で行う垂直ハンドオーバー処理方式を提案した。提案方式では、広帯域な無線インタフェースで水平ハンドオーバーを行う場合を考慮していないが、常時接続可能な無線インタフェースを用いると、この水平ハンドオーバーも高速に行うことが可能となる。この方式の検討は今後の課題とする。

#### 参考文献

- [1] B. Ashoka, D. Eysers, and Z. Huang, "Handover Delay in Mobile WiMAX: A Simulation Study," Proc. of International Conference on Parallel and Distributed Computing, pp. 305-312, 2011.
- [2] 神山卓哲, 木村成伴, 海老原義彦, "IEEE802.21 を利用した MN の移動先セルの予測による FHMIPv6 のハンドオーバー処理の改善," 情報処理学会第 72 回全国大会, No.5ZB-7, 2010.