

階層型 Mobile IPv6 における MAP ドメインを考慮した ハンドオーバー時パケットロス低減手法

A MAP Domain Aware Handover Method for Reducing Packet Loss in Hierarchical Mobile IPv6

川人 直樹† 山口 実靖‡ 浅谷 耕一‡
Naoki Kawahito Saneyasu Yamaguchi Koichi Asatani

1. はじめに

近年、IP 通信が可能な端末の小型化・高性能化に伴い移動通信サービスへの需要が高まってきている。無線 LAN は高速性や安価な通信料、ホットスポットの普及などから移動通信サービスを実現する無線システムとして検討されている。しかし、IP ネットワークでは端末の移動性が考慮されていない。そのため、端末のモビリティをサポートする技術として Mobile IPv6 が提案されている。

Mobile IPv6 では MN(Mobile Node)に永続的に割り当てられる HoA(Home Address)と MN がネットワークを移動するごとに割り当てられる CoA(Care of Address)を使用し、シームレスハンドオーバーを実現する。しかし、ハンドオーバー時に通信が切断され、その間にパケットロスが発生する問題がある。これはストリーミングなどのリアルタイムアプリケーションにおいて特に重要な問題となる。

これを改善する既存の手法として Mobile IPv6 の拡張方式である階層型 Mobile IPv6 がある。これは MAP(Mobility Anchor Point)を配置することによりシグナリング遅延やパケットロスの低減を可能とするが、ハンドオーバー時にバースト的なパケットロスを生じるといった問題がある。階層型 Mobile IPv6 を改善した手法として F-HMIPv6(Fast Handovers for Hierarchical Mobile IPv6)、HMIP-Bv6(Hierarchical Mobile IPv6 with Buffering)などが提案されているが、F-HMIPv6 は MAP ドメイン間のハンドオーバー時にパケットロスが発生する問題があり、HMIP-Bv6 はハンドオーバー時に MAP によりパケットをバッファリングすることによりパケットロスを低減させるが、MAP ドメイン内のハンドオーバーと MAP ドメイン間のハンドオーバーを区別せず MAP によりバッファリングするため MAP のバッファオーバーフローによるパケットロスが発生しやすい問題が残る。

本稿では、バッファのオーバーフローによるパケットロスを低減するため、MAP ドメイン内と MAP ドメイン間のハンドオーバーを判別し、状況に適したハンドオーバーを行う手法を提案する。

2. 従来方式

2.1 階層型 Mobile IPv6

階層型 Mobile IPv6 では、近隣の HA(Home Agent)として複数の AR(Access Router)を管理する MAP を配置する[1]。MAP ドメイン内における MN の移動については MAP が、MAP ドメイン間の移動については HA が担当して位置管理を行う。これにより MAP ドメイン内のハンドオーバーにおける位置登録時間を短縮し遅延やパケットロスを低減するが、位置登録完了までのパケットは受信できないためバースト的なパケットロスが生じる。また、MAP ドメイン間

のハンドオーバー時は MAP だけでなく HA にも BU(Binding Update)を送信する必要があるため、MAP ドメイン内のハンドオーバー時と比較してパケットロスや遅延が増大する。

2.2 F-HMIPv6

F-HMIPv6 では Fast Handover を用いることにより、MN が PAR(Previous AR)に接続中に NAR(New AR)で通信する準備を完了する [1]。これにより MAP ドメイン内のハンドオーバー時は遅延やパケットロスを低減することが可能となる。しかし、Fast Handover は同一管理ドメイン内の移動が対象であり、MN の MAP ドメイン間のハンドオーバーに関しては規定されていない。そのため、MAP ドメイン間の移動が発生したときは階層型 Mobile IPv6 における MAP ドメイン間のハンドオーバーと同様の動作となり、バースト的なパケットロスやハンドオーバー遅延が生じる[2]。

2.3 HMIP-Bv6

HMIP-Bv6 は MAP にバッファリング機能を追加することにより MAP ドメイン内および MAP ドメイン間のハンドオーバーにおけるパケットロスを低減する[3]。しかし、HMIP-Bv6 では MAP ドメイン内のハンドオーバーと MAP ドメイン間のハンドオーバーを区別せず、ハンドオーバーする全 MN 宛のパケットを MAP でバッファリングする。MAP のバッファ容量は有限であるため、複数の MN が MAP ドメイン内に存在するときには MAP でのバッファオーバーフローによるパケットロスが発生する。

3. MAP ドメインを考慮したハンドオーバー手法の提案

本稿では、MN の MAP ドメイン内のハンドオーバーと MAP ドメイン間のハンドオーバーを判断し、状況に適したハンドオーバーを行う手法を提案する。

本手法では、Fast Handover に用いられるメッセージの 1 つである代理ルータ要請に着目する。代理ルータ要請の応答である代理ルータ広告を受け取れる場合、MN は MAP ドメイン内のハンドオーバーと判断し、従来の F-HMIPv6 と同様の動作を行う。代理ルータ広告を受け取れない場合、MN は MAP ドメイン間のハンドオーバーと判断し、MAP にパケットのバッファリングを要求する。本手法では、MAP ドメイン内のハンドオーバー時には MAP でパケットのバッファリングを行わず、MAP ドメイン間のハンドオーバー時にのみ MAP でパケットのバッファリングを行う。必要となるときにのみバッファリングを行うことにより、MAP におけるバッファオーバーフローによるパケットロスや遅延を低減できると考えられる。

† 工学院大学大学院

‡ 工学院大学

4. シミュレーション評価

提案手法の有効性を検証するため、バッファオーバーフローによるパケットロスを経験シミュレーションにより評価した。シミュレーションモデルを図1に、シミュレーション条件を表1に示す。

シミュレーションにおいて MN はランダムに存在し、各々1m/s で図1の右側に進む。1つのARの通信エリアは半径100mとし、端25mずつが隣接するARのエリアと範囲が重なっていると想定する。インターネットを通る際の片方向遅延は50ms、IPネットワーク内のMAP-AR間の片方向遅延は10msとする。これらは現在のインターネット、ISP間の遅延時間と同程度である。また、MNが接続している無線リンクを切断するのに要する時間を40ms、その後新しい無線リンクに接続するまでの時間を10msとする。MNがルータ広告を受信してからCoAを生成するまでの時間を250msとする。MNが代理ルータ広告を受け取れないと判断するまでの時間を1secとする。

シミュレーションにより得られた提案手法とHMIP-Bv6における端末数と平均使用バッファ量の関係を図2に示す。この図において提案手法(MAP)は提案手法におけるMAPの平均使用バッファ量、提案手法(MAP+AR)は提案手法におけるMAPと全ARの平均使用バッファ量の総和を表す。この図より、HMIP-Bv6と比較して提案手法は使用バッファ量を低減できることが確認できる。また、両方式において端末数が増加するほど使用バッファ量も増加することが読み取れる。次に、経過時間と使用バッファ量の関係を図3に、使用バッファ量ごとの発生確率の分布を図4に示す。なお、図3はシミュレーション時間内の10sec間をサンプリングし拡大したものであり、端末数は10000である。図3より、提案手法における使用バッファ量はHMIP-Bv6と比べ平均、最大値ともに低い値で推移していることがわかる。また、図4より提案手法における使用バッファ量は高い確率で700byte以下となっており、HMIP-Bv6を大きく下回っていることがわかる。

提案手法はMAPドメイン内のハンドオーバー時はMAPにおいてパケットのバッファリングを行わず、MAPドメイン間のハンドオーバー時のみMAPにおいてパケットのバッファリングを行うため、ハンドオーバー時の使用バッファ量を低減できたと考えられる。

バッファオーバーフローの量はMAP上にあるバッファの量に依存するが、同一のバッファ量で比較した場合オーバーフローの発生確率は提案手法の方が大きく下回っていることがわかった。

5. おわりに

本稿では、MAPドメイン内のハンドオーバーとMAPドメイン間のハンドオーバーを判断し、状況に適したハンドオーバーを行う手法を提案した。シミュレーションにより評価した結果、提案手法は従来方式と比較してオーバーフローによるパケットロスを低減できることが確認でき、提案手法の有効性が確認された。

本稿のシミュレーションにおいてMNは一直線上を一定方向に移動しているが、より実環境に近づけるため、今後は平面上の移動を想定した評価を行う予定である。

表1.シミュレーション条件

移動速度	1[m/s]
動画ビットレート	1[Mbps]
パケットサイズ	1500[byte]
シミュレーション時間	400[sec]

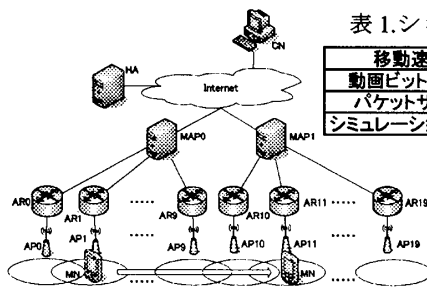


図1.シミュレーションモデル

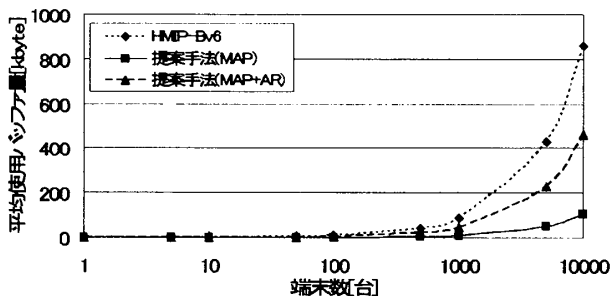


図2.端末数と平均使用バッファ量

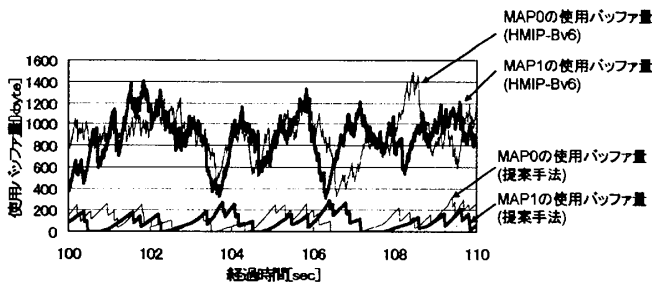


図3.経過時間と使用バッファ量

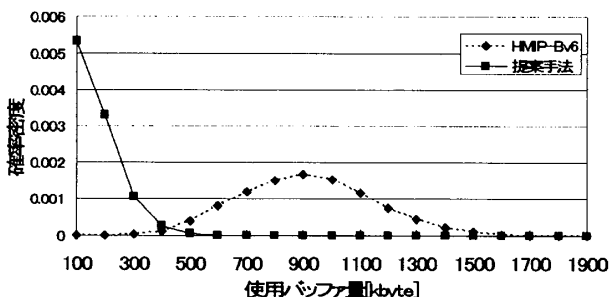


図4.使用バッファ量ごとの分布

参考文献

[1]H.Soliman, C.Castelluccia, K.El-Malki, L.Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)," RFC4140, August 2005
 [2]船引誠, 池田新吉, 熊澤雅之, 小林広和, 土居裕, 松本泰輔, 川原豊樹, "異種網間シームレスハンドオーバー実現のためのアクセスマルタとホームエージェントの連携方式に関する検討," The Fifth Workshop on Internet Technology (WIT2003)
 [3]高橋秀明, 小林亮一, 岡島一郎, 梅田成視, "バッファリング機能を追加した Hierarchical Mobile IPv6 の実験による通信品質評価," NS2002-116, IN2002-60, CS2002-71(2002-09)