

## SIP モビリティを用いたネットワーク主導型ハンドオーバーの提案

織田 喜雄<sup>†</sup> 中村 嘉隆<sup>†</sup> 白石 陽<sup>†</sup> 高橋 修<sup>†</sup>公立はこだて未来大学 システム情報科学部<sup>†</sup>

## 1 はじめに

近年、ノート PC やスマートフォン、タブレット型端末などの移動端末の発達により、公衆無線 LAN サービスが広く展開されてきている。これに伴い、将来的には至る所で公衆無線 LAN 環境が整うことが予想される。しかし、現状の公衆無線 LAN 環境ではユーザが通信中に無線 LAN ルータ間を移動すると、IP アドレスが変化してしまう。トランスポートプロトコルである TCP は IP アドレスが変化すると、TCP コネクションを維持することができないため、通信の切断が多発する。そこで、無線 LAN ルータ間の移動後も通信を継続できるハンドオーバーが重要となる。ハンドオーバーを実現する技術には MIPv6 (Mobile IPv6) [1] や SIP (Session Initiation Protocol) [2] モビリティを用いる方法がある。しかし、これらの技術を利用するためには移動端末へミドルウェアの実装が必要である。また、移動端末へのハンドオーバーに用いる特別な機能の実装を不要とする PMIPv6 (Proxy Mobile IPv6) [3] があるが、LMA (Local Mobility Anchor) と呼ばれる移動端末の位置管理サーバを経由する通信となるため、通信経路が冗長となる。

そこで本研究では移動端末へのハンドオーバーに用いる特別な機能の実装を不要とし、端末間の通信経路の最適化と TCP コネクションの維持を実現するネットワーク主導型ハンドオーバーを提案する。

## 2 関連研究

MIPv6 は HA (Home Agent) と呼ばれる移動端末の位置管理サーバにデータを経由させることで、IP アドレスの変化を移動端末から隠蔽し、ハンドオーバーを実現する。そのため、TCP コネクションを維持したままハンドオーバーを実行できるが、移動端末へミドルウェアの実装が必要であり、常に HA 経由で通信を行うため、通信経路が冗長となる。

SIP はセッションの確立・変更・切断を行うプロトコルである。SIP を利用することで、通信を行う端末間で最適な通信経路を確立し、直接端末間での通信を行うことができる。しかし、セッションの変更を行う SIP モビリティでは、移動端末の IP アドレスが変化した場合、その IP アドレスを用いてセッションの再確立を行うため、TCP コネクションを維持できない。

SIP モビリティを用いて IP アドレスの変化を移動端末のトランスポート層から隠蔽し、TCP コネクションの維持したままハンドオーバーを実行する研究[4]があるが、移動端末へミドルウェアの実装が必要である。

PMIPv6 は LMA と無線 LAN ルータに配備された MAG (Mobility Access Gateway) によりネットワークインフラ側でネットワーク主導型のハンドオーバーを実現する。LMA と MAG 間でハンドオーバーの処理を行うため、移動端末へのハンドオーバーに用いる特別な機能の実装を不要としている。しかし、常に LMA 経由で通信を行うため、IP アドレスの変化を移動端末から隠蔽し、TCP コネクションを維持することができるが、通信経路が冗長となる。

## 3 提案方式

本提案方式ではハンドオーバーの手法として端末間の通信

経路が最適な SIP モビリティを活用する。無線 LAN ルータに SIP を導入し、無線 LAN ルータ間でセッションの確立・変更・切断を行うことで、無線 LAN ルータ間でハンドオーバーの処理を完了させる。そして移動端末に同一の IP アドレスを割り当てることで、IP アドレスの変化を隠蔽する。以上により、移動端末へのハンドオーバーに用いる特別な機能の実装を不要とし、端末間での通信経路の最適化および TCP コネクションの維持を実現する。

## 3.1 想定環境

本研究では IPv6 を前提とする。ネットワーク構成例を図 1 に示す。

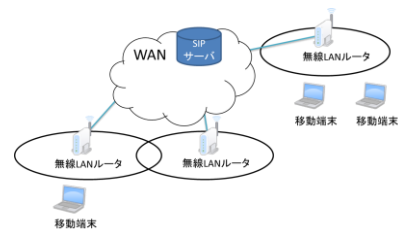


図 1 ネットワーク構成(例)

## 3.2 無線 LAN ルータへの機能追加

提案方式を実現するために無線 LAN ルータに 4 つの機能を追加する。1 つ目に、無線 LAN ルータへ SIP を導入する。各無線 LAN ルータ間で SIP によるセッションの確立、変更、切断を行い、SIP サーバへ接続する移動端末の情報の登録を行う。これにより、無線 LAN ルータ間で通信経路の制御と移動端末の位置情報の登録を行う。2 つ目に、各移動端末に割り当てる IPv6 のネットワークプレフィックスを一般的に利用されるものではなく、提案方式で定めるローカルで不変なネットワークプレフィックスとする。IPv6 アドレスは移動端末が MAC アドレスから生成するリンクローカルアドレスと、ネットワークから割り当てられるネットワークプレフィックスで成り立っている。リンクローカルアドレスは不変であるため、移動端末に不変なネットワークプレフィックスを割り当てることで、移動端末はどの無線 LAN ルータに移動しても同一の IP アドレスを保持できる。3 つ目に、移動端末から届いたパケットに対し、カプセリング、デカプセリングを行う。移動端末はローカルなネットワークプレフィックスを割り当てられ、IP アドレスがローカルとなるためである。4 つ目に、接続している移動端末の RSSI を測定し、移動の検知を行う。移動を検知した場合、他の無線 LAN ルータへ検知した移動端末の情報を通知する。あらかじめ他の無線 LAN ルータに通知を行うことで、ハンドオーバー時の処理を削減する。

## 3.3 SIP の拡張

無線 LAN ルータ間でハンドオーバーの処理を行うために、SIP サーバと SIP メッセージの拡張を行う。標準的な SIP サーバは、SIP 端末が持つ SIPURI と IP アドレスの対を保持する。提案方式ではそれらに加えて、端末情報とセッション確立情報を各 SIP 端末の SIPURI と IP アドレスに対応付けて保持する。端末情報とは SIP 端末である無線 LAN ルータに接続する移動端末のリンクローカルアドレスである。セッション確立情報とはその移動端末と通信を行っている通信相手が、接続している無線 LAN ルータの SIPURI である。これらを保持することで SIP サーバによる移動端末の位置管理を実現する。そして、これらの情報を SIP サーバへ登

## "A Proposal of Network-based Handover Scheme with SIP Mobility"

Yoshio Oda<sup>†</sup>, Yoshitaka Nakamura<sup>†</sup>, Yoh Shiraishi<sup>†</sup>, Osamu Takahashi<sup>†</sup><sup>†</sup> School of Systems Information Science, Future University Hakodate

録するために、SIPメッセージを拡張する。

SIPメッセージには様々なメソッドがあるが、提案方式では登録要求である「REGISTER」と確立要求である「INVITE」のメッセージに情報を追加する。「REGISTER」ではメッセージに無線LANルータに接続している移動端末のリンクローカルアドレスを追加する。「INVITE」では通信を行う移動端末のリンクローカルアドレスと、通信相手のIPアドレスをメッセージに追加する。そしてSIPサーバは各メソッドに応じて端末情報とセッション確立情報を保持する。

### 3.4 ハンドオーバーの手順

提案方式における、通信相手と通信を行っている移動端末が旧ルータから新ルータへハンドオーバーを行うときの処理手順を図2に示す。

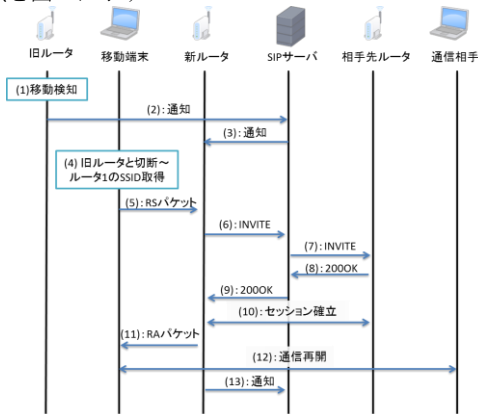


図2 ハンドオーバーの手順

初期状態として、旧ルータは移動端末が接続しており、相手先ルータは通信相手が接続している。また、すべてのルータには提案方式が導入されており、同一の機能を持つ。

(4) (5) (11) は一般的な移動端末が持つ機能である。旧ルータはRSSIの値により移動する可能性のある移動端末の検知を行い、新ルータ（他の無線LANルータ）に端末情報とセッション確立情報を通知する(1) - (3)。あらかじめ新ルータに移動端末の情報を通知することで新ルータは移動端末の情報をSIPサーバに問い合わせずにセッションの確立を行える。移動端末が新ルータに接続後(4-5)、新ルータは(3)で通知された情報を用いて、相手先ルータとセッションの確立を行う(6) - (10)。これにより、新ルータで移動端末の通信経路の制御を行う。セッションの確立後、移動端末へ提案方式で定めたローカルで不変なネットワークプレフィックスを割り当てることで(11)、移動端末は移動後も移動前と同一のIPアドレスを持つことができる。通信再開後(12)、新ルータは移動端末の位置情報を更新するために、SIPサーバに通知を行う(13)。

### 4 予備実験

提案方式の予備実験として、SIPモビリティを用いる優位性を調べるため、ネットワークシミュレータであるns-2 (Network Simulator version 2) [5]上で評価実験を行った。実験構成を図3に示す。評価方法はMIPv6におけるHAを経由した場合の通信(a)と、HAを経由しない場合の通信(b)についてネットワーク遅延を変動させて、スループットの測定を行った。HAと移動端末はそれぞれ別のネットワークに存在している。通信する移動端末は1つとする。シミュレーションパラメータを表1に示す。

表1 シミュレーションパラメータ

無線LANルータの伝送速度	54Mbps
各リンクの速度	100Mbps
通信プロトコル	TCP, 1040byte

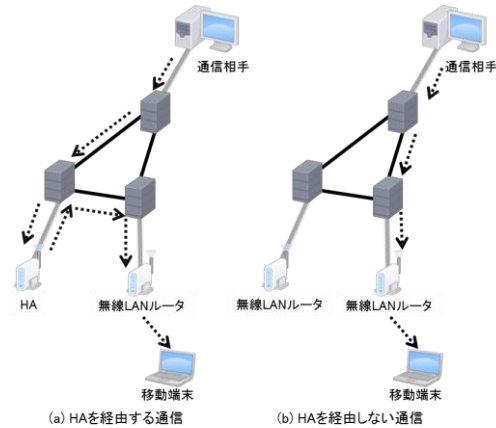


図3 実験構成

### 5 考察

図4の実験結果から、HAを経由しない通信のほうが高いスループットを得られた。ネットワーク遅延が増加してもスループットの差がほぼ一定であることから、ネットワーク遅延に関わらず、HAを経由することでスループットは低下する。予備実験のHAを経由しない通信は直接端末間の通信と言えるので、SIPモビリティはMIPv6に比べて最適な通信経路を実現できると考えられる。同様にLMA経由で通信を行うPMIPv6に比べてSIPを用いた本提案方式は通信経路が最適と言え、PMIPv6より優位性があると考えられる。今回の実験では移動端末を1つとしたが、提案方式の実装後は複数の移動端末が通信する場合やSIPの通信を行っている場合についても検討する必要がある。

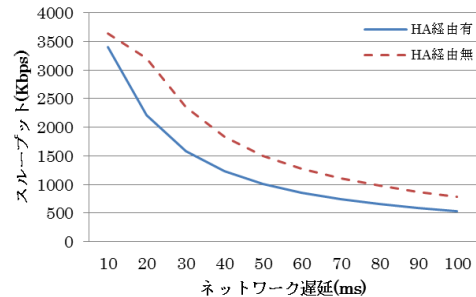


図4 実験結果

### 6 おわりに

本研究ではSIPモビリティを用いたネットワーク主導型ハンドオーバーを提案した。提案方式によって、移動端末へのハンドオーバーに用いる特別な機能の実装を不要とし、最適な通信経路とTCPコネクションの維持を実現できる。

今後は、ns-2上に提案方式の実装、評価を課題とする。評価では提案方式と既存技術の通信におけるスループットの調査、ハンドオーバーにかかる時間、通信以外にかかる負荷について比較、検討を行う予定である。

### 参考文献

- [1] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC3775, 2004.
- [2] J. Rosenberg, H. Shulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol," RFC3261, 2002.
- [3] S. Gundavelli, K. Leung, V. Devarapalli, K. Chowhury, B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," RFC4861, 2007.
- [4] 宮島春弥, 張亮, 林秀樹, 藤井輝也, "移動通信におけるAll-SIPモビリティ," 電子情報通信学会誌, 94(1), pp.47-51, 2011.
- [5] ns-2, "The Network Simulator version 2," <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.