

## 2台の無線 LAN 送受信機を用いたシームレスハンドオーバー

森岡 仁志<sup>†1</sup> 大森 幹之<sup>†2</sup>  
太田 昌孝<sup>†3</sup> 真野 浩<sup>†4</sup>

無線 LAN 上で MobileIP を使用する際、ハンドオーバー時に通信が途切れる問題がある。これはチャンネルスキャンを行なうために起こり、1台の無線 LAN 送受信機を使用する限り、避けられない問題である。本稿では、1台の移動端末に2台の無線 LAN 送受信機を装備し、通信を途切れさせることなくハンドオーバーを行なう方法を提案する。また、この方法を実装し、実験によりシームレスなハンドオーバーを行なえることを確認した。

### Seamless Handover Method Using Two Wireless LAN Devices on One Mobile Node

HITOSHI MORIOKA,<sup>†1</sup> MOTOYUKI OHMORI,<sup>†2</sup>  
MASATAKA OHTA<sup>†3</sup> and HIROSHI MANO<sup>†4</sup>

There is a problem that a communication is disturbed when handover occurred using MobileIP on wireless LAN. The problem is caused by channel scanning. So it can't be avoided as long as using only one wireless LAN tranceiver. We propose a method of seamless handover using two wireless LAN tranceiver on a mobile node. And we implemented and tested this method.

#### 1. はじめに

IEEE802.11 無線 LAN を用いて公衆通信を行なう実験・事業が各地で進められている。その中で、本年4月に商用サービスを開始した MIS は MobileIP をサポートしており、セグメントを跨いだハンドオーバーが可能である。しかし、通常、端末には送受信機が1台しか備えられておらず、ハンドオーバーを行なう際のチャンネルスキャンのため、この間通信が途絶える。これは E-Mail や WWW、バッファリング可能なストリーミングなどにおいては大きな問題とならないが、即時性を必要とする IP 携帯電話などのアプリケーションでは問題となってくる。この問題を解決するため、PHS で行なわれているように、1台の端末に無線 LAN 送受信機を2台装備し、1台の送受信機が

通信中にもう1台の送受信機が次に接続すべき基地局をスキャンするよう実装した。この実装により、通信の瞬断を防ぐことができた。

以下、第2節で MIS システムの概要を、第4節でハンドオーバーの流れについて述べ、第5節で実装について述べる。

#### 2. MIS システム

以下の理由から実装のベースに MIS システムを選択した。<sup>1)2)3)</sup>

- 高速な認証機能を持っている。
- 無線区間の暗号化が移動端末毎に可能であり、セキュリティが高い。
- チャンネルスキャンの制御が行える。

MIS システムはモバイルインターネットサービス株式会社で開発されたものであり、図1に示すように、ホームエージェント (HA)、認証サーバ (AUTH)、無線基地局 (BR)、移動端末 (MN) から構成される。また、端末 (MN) - 基地局 (BR) 間の認証、暗号化には MIS プロトコルを、基地局 (BR) - 認証サーバ (AUTH) 間では MIS 認証プロトコルを、端末 (MN) - ホームエージェント (HA) 間では MobileIP をそれぞれ使用する。

†1 財団法人九州システム情報技術研究所

Institute of Systems & Information Technologies/KYUSHU

†2 九州大学大学院システム情報科学府

Graduate School of Information Science and Communication Engineering, Kyushu University

†3 Tokyo Institute of Technology

東京工業大学

†4 Mobile Internet Services, Inc.

モバイルインターネットサービス株式会社

移動端末はまず MIS プロトコルで認証を行ない、無線基地局との通信を確立してから MobileIP 登録を行なう。その後、通常の IP 通信を行なう。

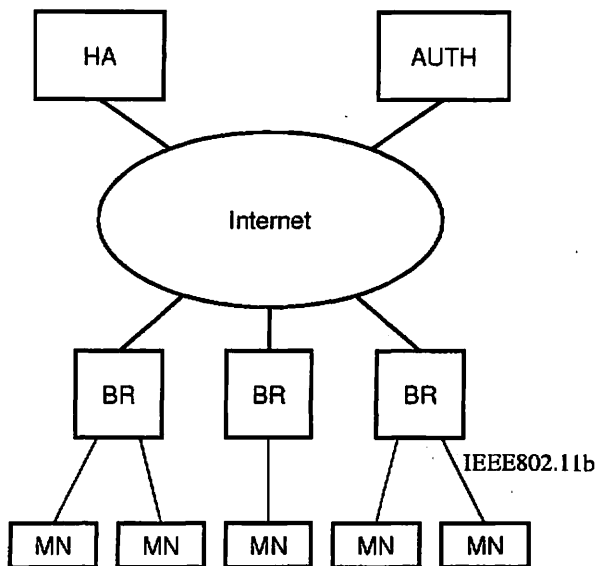


図1 MISシステム構成

## 2.1 MIS プロトコル

MIS プロトコルは無線基地局と移動端末の間で使用されるレイヤ 2 のプロトコルであり、

- 無線基地局と移動端末の相互認証
- 無線基地局と移動端末間の通信データの暗号化を行なう。

移動端末が無線基地局と接続を確立するまでの流れを図 2 に示す。無線基地局は一定の間隔でタイムスタンプなどを含んだビーコンパケットを送信している。移動端末はチャンネルをスキャンし、利用できる無線基地局を探す。利用できる基地局が見つければ、移動端末は受信したビーコンのタイムスタンプ、セキュリティ方式、セッション鍵などを含む認証要求メッセージを無線基地局に送信する。

認証要求メッセージを受け取った無線基地局は、MIS 認証プロトコルを使用して認証サーバに認証要求を送信する。認証サーバは移動端末の認証を行ない、正当なユーザであれば認証成功メッセージを無線基地局に返す。

認証サーバから認証成功メッセージを受け取った無線基地局は、移動端末に IP アドレス (気付アドレス) などを含む認証成功メッセージを返す。

ここまでの動作で無線基地局と移動端末間のセッションが確立され、移動端末は気付アドレスを使った IP 通信が可能になる。選択するセキュリティ方式に

もよるが、セッション確立後のデータパケットは暗号化することが可能である。

なお、図中では認証動作中はビーコンを省略しているが、実際には常に一定間隔で送信されている。

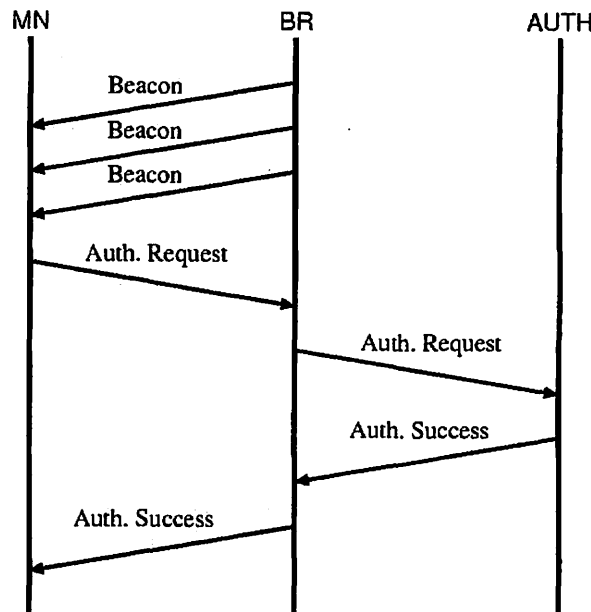


図2 MISプロトコルのセッション確立

## 2.2 MobileIP

MIS システムでは RFC2002<sup>4)</sup> で規定されている MobileIP のサブセットを使用して、移動端末のハンドオーバーをサポートしている。<sup>2)</sup> MobileIP ではフォーリンエージェントは移動端末内に含まれる。

移動端末と無線基地局間のセッションが確立されると、図 3 に示すように移動端末はホームエージェントに対して MobileIP 登録要求を送信する。ホームエージェントは登録要求の認証を行ない、正当な要求であれば IP-IP トンネルの設定を行ない、移動端末に MobileIP 登録成功メッセージを返す。

MobileIP 登録が成功すると、移動端末はホームアドレスをソースアドレスとして IP 通信を行なう。パケットの流れを図 4 に示す。リバースバストネリングを行わない場合、通信相手 (CN) へのパケットは移動端末から直接送られ、移動端末からのパケットはホームエージェントを介して移動端末にトンネリングされる。リバースバストネリングを行なう場合は、全てのパケットがホームエージェントを介して送られる。

MobileIP は MIS プロトコルと完全に独立しており、無線基地局および認証サーバは一切関与しない。

### 3. レイテンシ

移動端末に無線 LAN 送受信機が 1 台しか装備されていない場合、通信中にビーコンが一定時間受信できないとセッションが切れたと見なされ、ハンドオーバーが行なわれる。無線基地局と移動端末の間のセッションが切れると移動端末はチャンネルスキャンを行ない、次に接続すべき無線基地局を探す。無線基地局が見つければ、その無線基地局とセッションの確立を行ない、ホームエージェントに対して MobileIP 登録を行なう。この場合のフローチャートを図 5 に示す。

この時、移動端末は短時間通信不能の状態になるが、この原因は 2 つに分けることができる。1 つは無線 LAN 送受信機のチャンネルスキャンに起因するものであり、これをリンクレベルのレイテンシと呼ぶことにする。もう 1 つは移動端末が MobileIP 登録要求を送信してから、ホームエージェントのトンネルの IP アドレスが付け変わり、新しいトンネルによるパケットが移動端末に到達し始めるまでの遅れによって生じるもので、これを MobileIP 登録のレイテンシと呼ぶことにする。

### 4. 2 台の無線 LAN 送受信機を使用したハンドオーバー

1 台の移動端末に 2 台の無線 LAN 送受信機を装備することにより、この 2 つのレイテンシの問題を解決することができる。図 6 にフローチャートを示す。

2 台の無線 LAN 送受信機をそれぞれ A、B とする。まず、A が通信を行なっている間に B がチャンネルスキャンを行なう。(図 7 (a)) A がセッションを確立している無線基地局以外に接続可能な無線基地局が見つかり、A のビーコン受信クオリティ(Q(A))と B のビーコン受信クオリティ(Q(B))の比較を行なう。A と B の受信クオリティが拮抗している場合に頻繁にチャンネルが切り替わるのを防ぐため、A の受信クオリティには定数  $\alpha$  を加えておく。 $Q(A) + \alpha \geq Q(B)$  の場合は A がそのまま通信を行ない、B は再びチャンネルスキャンを行なう。 $Q(A) + \alpha < Q(B)$  の場合、A から B へのハンドオーバーを行なう。

移動端末は B を使用して新しい無線基地局と MIS プロトコルによるセッションの確立を行なう。(図 7 (b)) セッションが確立すると、ホームエージェントに MobileIP 登録を行なう。(図 7 (c)) MobileIP 登録が完了すると、一定時間待った後、A のセッションを切断する。(図 7 (d)) この間、A は気付アドレスを使った通信が可能である。これは、新しい MobileIP 登録

が完了するまでの間にホームエージェントから送信されたパケットを受信するためである。A はセッションを切断されるとチャンネルスキャンを開始する。(図 7 (e)) 以後、A と B が交互に通信・チャンネルスキャンを行ない、通信が途切れないように維持する。

一方が通信を行なっている間に、もう一方がチャンネルスキャンをすることにより、リンクレベルのレイテンシの問題を解決し、MobileIP 登録が完了してからも一定時間 2 台の無線 LAN 送受信機がセッションを保持することにより、MobileIP 登録のレイテンシの問題も解決している。

### 5. 実 装

このハンドオーバーアルゴリズムを FreeBSD 4.6.2-RELEASE 上に実装した。チャンネルスキャンは無線 LAN インターフェースのドライバである wi 上で行ない、チャンネルスキャンの制御および MobileIP 登録はデーモンが行なうようにした。現在の仕様ではビーコンは 30ms 間隔で送信されるので、チャンネルスキャン時は各チャンネルに 50ms ずつ留まってビーコンを監視し、ビーコン受信クオリティは無線 LAN カードから出力される信号強度と雑音強度の差を使用した。ハンドオーバー後の MIS セッション切断までのディレイは 500ms とした。

これら実装を行ない、CASIO FIVA MPC-206VL を移動端末とし、ROOT RGW-2400/ID にパッチアンテナを付け、MIS ファームウェアを入れた無線基地局を 2 台用意して、図 8 に示すように移動端末を徒歩で移動させてハンドオーバーの実験を行なった。ネットワーク上には認証サーバ、ホームエージェント、無線基地局 2 台のみ接続されており、MIS プロトコルに関連するパケット、Mobile IP 登録に関連するパケットおよび、実験に使用する ICMP パケット以外のトラフィックは流れないようにした。ネットワークには Ethernet を使用し、認証サーバとホームエージェントは 100Base-TX で、無線基地局は 10Base-T で接続した。実験は移動端末からネットワーク上の認証サーバにペイロードが 64 バイトの ICMP echo request を 10ms 間隔で送信し、その reply を見ることで行なった。このとき、ICMP echo request パケットは移動端末→無線基地局→認証サーバという経路を通り、ICMP echo reply パケットは認証サーバ→ホームエージェント→無線基地局→移動端末という経路を通る。その結果、ハンドオーバー時にも通信が途切れることなく行なわれることが確認できた。

## 6. おわりに

1 台の移動端末に無線 LAN 送受信機を 2 台装備し、ハンドオーバー時の通信断を防ぐアルゴリズムを実装した。実験により、この方法でハンドオーバー時にも通信がシームレスに行なわれることを確認した。

### 参考文献

- 1) モバイルブロードバンド協会: MBA 標準草案 0201 号書類第 1 号 (MISP 仕様書) (2002). <http://www.mbassoc.org/mbas1r1t.pdf>.
- 2) モバイルブロードバンド協会: MBA 標準草案 0201 号書類第 2 号 (MIS MobileIP 仕様書) (2002). <http://www.mbassoc.org/mbas2r1t.pdf>.
- 3) 藤川賢治, 中野博樹, 太田昌孝, 平原正樹, 真野浩, 池田克夫: 無線インターネットサービスに必要なセキュリティを提供する高速認証システム, 情報処理学会研究報告 2001-DPS-107 (2001).
- 4) Perkins, C.: IP Mobility Support (1996). RFC2002.

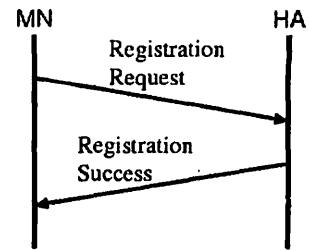
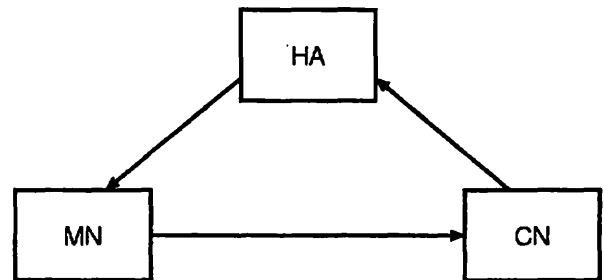
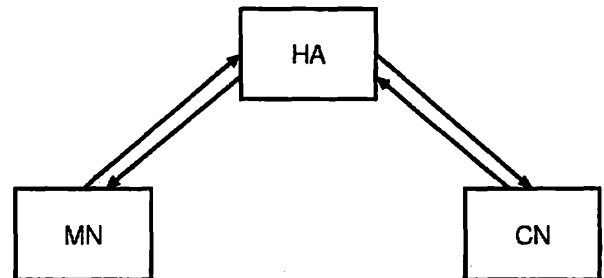


図 3 MIS MobileIP 登録



(a) リバースバトンネリング無し



(b) リバースバトンネリング有り

図 4 パケットの流れ

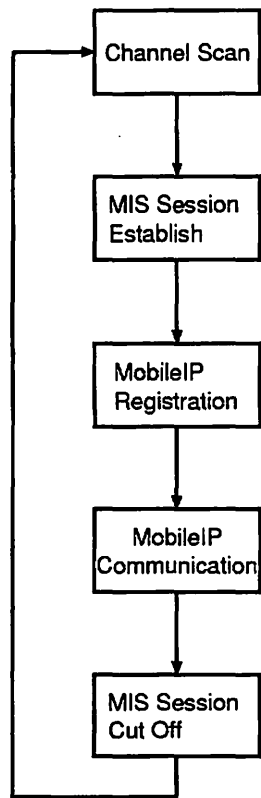


図5 無線 LAN 送受信機 1 台の場合のフローチャート

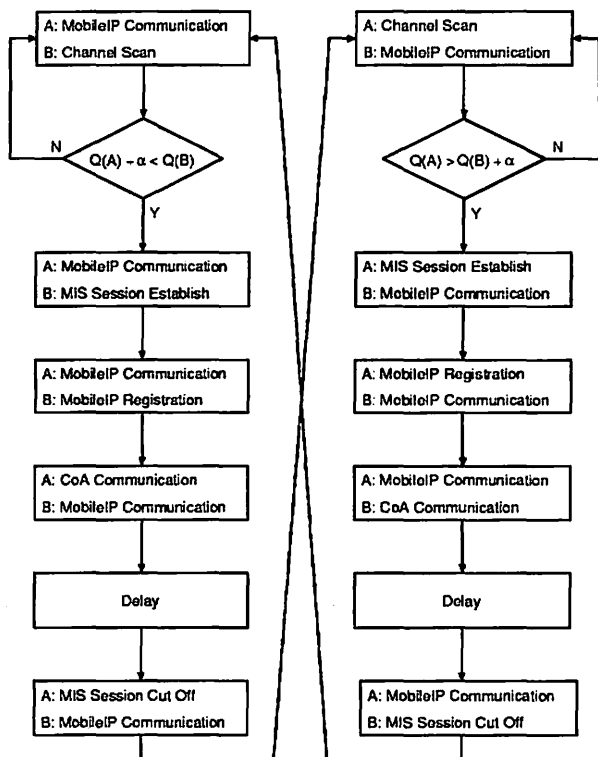
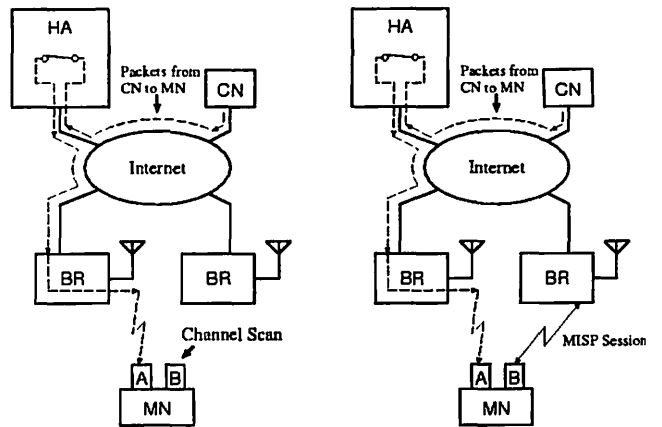
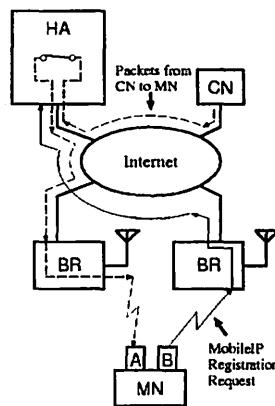


図6 無線 LAN 送受信機 2 台の場合のフローチャート

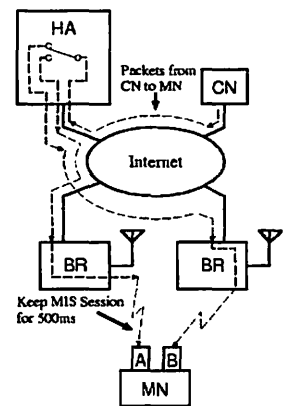


(a) A: 通信中  
B: チャンネルスキャン

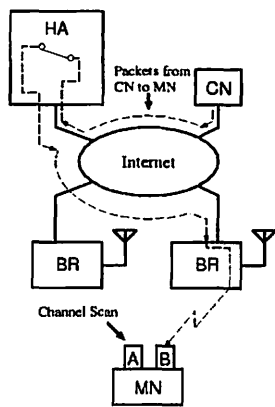
(b) A: 通信中  
B: MIS セッション確立



(c) A: 通信中  
B: MobileIP  
接続要求



(d) A: MIS セッション保持  
B: 通信中



(e) A: チャンネルスキャン  
B: 通信中

図7 ハンドオーバーの流れ

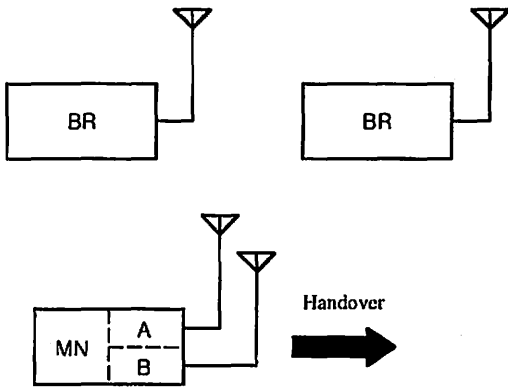


図 8 ハンドオーバー実験