

VIP による IP ローミングの実現手法

藤田 謙 小林 和真 山口 英

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

内容梗概

IETF Mobile-IP には、通信途中の移動により生じる一時的な通信不良に対応し、通信の連続性を確保するためのローミングの機能が用意されている。この機能は、Wireless LAN の環境では、移動と通信の連続性を両立させるために必要不可欠な機能である。一方で WIDE プロジェクトで用いられている VIP は、こうしたローミングの機能を有していない。そこで本稿では、VIP の環境に適用できる IP ローミングモデルを提案し、VIP を用いて実際に動作するネットワーク環境を構築する。

IP roaming model for VIP environment

Ken Fujita, Kazumasa Kobayashi and Suguru Yamaguchi

Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

Abstract

IETF Mobile-IP was available to support consistency of mobility communication. The roaming function provided enable a mobile host to continue its communication when it move to a difference communication coverage area. Although this function is important especially in a Wireless LAN environment to ensure mobile communication, it was not designed for VIP proposed by WIDE Project. In this paper, we proposed a new IP roaming model for VIP network. We also discussed the design and implementation of this model for VIP environment.

1 はじめに

近年インターネットに接続されるコンピュータの数は飛躍的に増大している。さらに携帯型コンピュータの普及により、ネットワークへの静的な接続ではなく一時的にホストを接続するという動的な接続形態が増加している。現在は DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) [1][2][3] が普及しており、IP アドレスを自動的に設定すること

が可能である。ネットワーク毎に異なる IP アドレスも簡単に設定可能である。このように、IP アドレスのネットワーク部が異なる値を持つネットワーク間の移動をネットワーク間移動と呼び、移動するホストを移動ホストと呼ぶ。

しかし、このように IP アドレスを自動的に取得しても、ネットワーク間移動の前後でコネクションを維持することはできない。

これは、通信し合うホストが接続を識別するために互いのホストの IP アドレスを利用しているからである。どちらか一方の IP アドレスが変われば、トランスポート層以上では別の接続として扱われてしまう。

よって、通信を行っている少なくとも一方が移動ホストである場合のアプリケーションにとっては、移動ホストの IP アドレスが変わらないように見せかける必要がある。つまり、移動透過な通信を実現するプロトコルが必要である。

Internet 上で移動透過な通信を実現するプロトコルとして、IETF で標準化が進められているものとして Mobile-IP [4] がある。また、WIDE プロジェクトからは VIP (Virtual Internet Protocol) [5] が提案されている。VIP は、移動ホストと相手ホストとの間で通信を行っている間に、最適な経路を選択できる点で Mobile-IP よりすぐれている。

一方、ネットワーク側に無線 LAN 基地局を配置し移動ホストに無線 LAN カードを組み込むことで、移動ホストは自由に移動しながらネットワークに接続することが可能である。しかし、これら無線装置には出力に限度があり、比較的広い構内を移動する場合には複数の無線 LAN 基地局を配置することが必要となる。よって、無線 LAN を使って移動する場合は無線 LAN 基地局がカバーする無線エリアの切替えを、携帯電話や PHS のセル間ローミングと同様に行う必要がある。

ここで、無線エリア間のローミングは図 1 の A で示される無線レイヤで行うものと、B で示される IP レイヤで行われるものが考えられる。

無線レイヤのローミングは、携帯電話や PHS のローミングと同様 IP レイヤには影響を及ぼさない。なぜなら、ローミングの前後で移動ホストの IP アドレスを変える必要がないからである。同じネットワーク上に無線 LAN 基地局を置くことが可能で

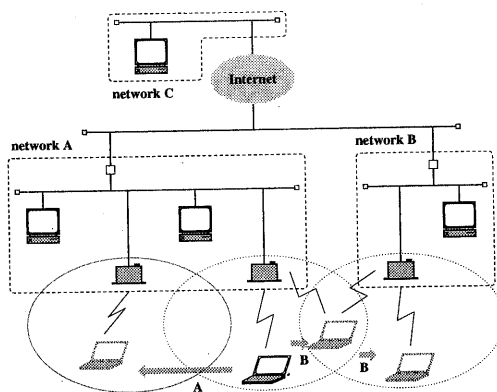


図 1: 無線 LAN の移動ホスト

あれば、これは簡単な解決策である。

しかし、大規模な LAN ではトラフィックの分割を行うためにネットワークをさらにサブネットに分割しており、IP レイヤでのローミングが必要となる。Mobile-IP は複数のトンネルを張ることにより、IP レイヤでのローミングに対応している。しかし、VIP ではローミングに対応していない。

本稿では、このような無線 LAN 上での移動ホストのネットワーク間移動に着目して、VIP による IP ローミングモデルを提案する。これにより、移動ホストに対して現在の VIP よりも連続した通信が可能となる。さらに、実際の環境に適應してその有効性を評価する。

2 関連技術

Mobile-IP と VIP について簡単に説明し、これらの方式の問題点を述べる。

2.1 Mobile-IP

Mobile-IP は IETF に提案されている移動透過な通信を実現するための方式である。移動ホストに対応する HA (Home Agent) と移動先ネットワークの FA (Foreign Agent) の間にトンネルが張られ、移動ホスト宛の

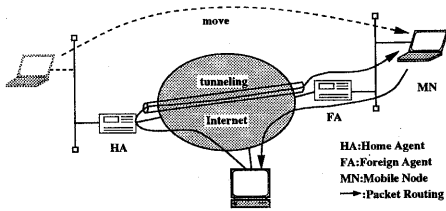


図 2: Mobile-IP

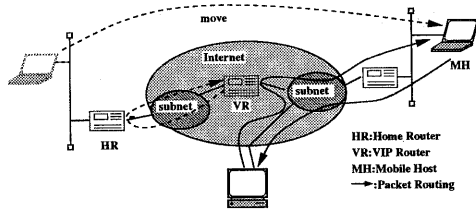


図 3: VIP

パケットはトンネルを経由することで移動ホストに到達することができる。このトンネリングにより、途中経路のルーティング情報の細分化が防がれる。また、移動ホストは常に同じIPアドレスを持っており、ネットワーク層以上で移動透過性が確保されている。(図2参照)

Mobile-IPでは、無線インターフェースを持つ移動ホストが2つ以上のネットワークの電波到達距離内にあるような場合を想定して、HAと複数のFAとの間にトンネルを張るオプション機能がある。HAではそれぞれのFAに対して移動ホスト宛パケットをコピーし送信する。

しかし、移動ホストへのパケット送信は必ずHAを経由することとなり、経路上の無駄が生じる。

2.2 VIP

VIPは、従来のIPアドレスをホストが接続するネットワークの識別子としてとらえ、ホストの識別子として新たにVIPアドレスを定義している。IPアドレスが移動先のネットワーク毎に変わるのに対し、VIPアドレスは移動ホストに対し一意に割り当てられ変化しない。移動ホストのIPアドレスはトランスポート層以上では変化しないVIPアドレスで認識され、移動ホストの移動透過な通信を実現することができる。(図3参照)

移動ホストは移動先のネットワークに接続すると、DHCP等の手段によりそのネッ

トワーク上のIPアドレスを得る。その後、移動ホストからHR(Home Router)に対してVIPアドレスとIPアドレスを関係づけるために必要な情報をコントロールパケットで送る。HR、VIPルータやVIP対応ホストには、VIPアドレスとIPアドレスの対応表があり、これはAMT(address mapping table)と呼ばれる。コントロールパケットやVIPパケットを中継または受信したVIPホストでは、その移動ホストに関するAMTエントリを更新する。これにより、移動ホスト宛に送られたパケットのVIPアドレスはAMTを持つホストやルータでIPアドレスに変換され、移動ホストに到達することができる。

VIPは、移動ホストと相手ホストとの間で通信を行っているうちに、最適な経路を選択できる点でMobile-IPよりすぐれている。また、データパケットに移動ホストの認証データが含まれているので、パケット単位の安全なファイアウォール通過機構を実現できる。しかし、AMT上のVIPアドレスとIPアドレスの対応が1対1に限られており、移動ホストが短時間でネットワーク間移動を起こした場合には対応できない。

3 IP ローミングモデル

3.1 構成要素

IPローミングモデルは、移動ホスト、移動ホストの識別子とインターネット上

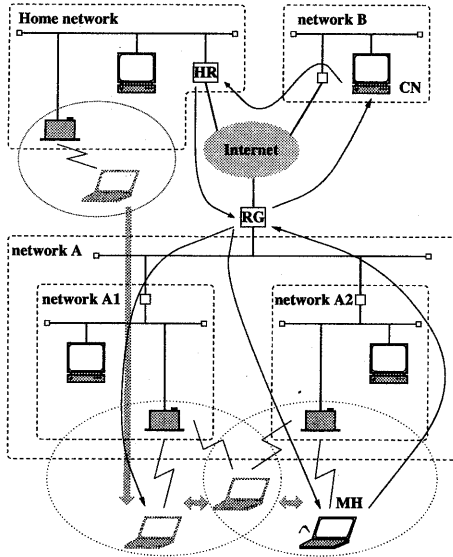


図 4: IP ローミング

の位置を対応づける RG(Routing Gateway)、そして移動ホストと通信を行う CN(Correspondent Node) とから構成される(図 4 参照)。インターネット上には複数の RG があってもよい。

その他、以下の用語を定義する。

移動ホスト識別子: 移動ホストを特定するための IP アドレス

移動ホスト位置情報: IP アドレス等の移動ホストの位置を示す情報

Home Network: 移動ホスト識別子のネットワーク部が一致するネットワーク

HR(Home Router): Home Network 上の RG

3.2 処理概要

IP ローミングの処理の一例を図 5 に示す。ここでは、移動ホストが network A1 から network A2 に移動したことを想定している。

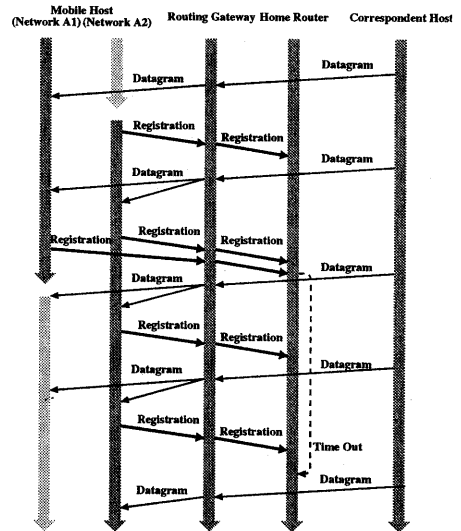


図 5: IP ローミングシーケンス

移動ホストは、接続する移動先ネットワークの IP アドレスを DHCP 等の手段により取得する。しかし、すでに取得済みの IP アドレスがあるネットワークへ移動する時にはその IP アドレスを利用し、新たな IP アドレスの取得は行わない。

新たな IP アドレスを取得した後、移動ホストは HR へ位置登録要求メッセージを定期的を送信する。これにより、HR で移動ホストの位置登録が可能となる。位置登録要求メッセージは、HR に到達する途中の RG にある該当する移動ホストの位置情報も更新する。

位置登録要求メッセージを受信した HR は、移動ホストが存在していたネットワークに対し、移動ホストの位置登録要求メッセージを送信する。

移動ホストは、移動前のネットワークの IP アドレスを一定時間の後に開放し、IP アドレスの再利用を可能とする。移動ホストは、不要となったネットワークの IP アドレスの開放をタイムアウト処理で行う。取得した IP アドレスの有効期間が終了して

表 1: IP ローミングモデルと VIP の対応

IP ローミングモデル	VIP
Home Network	Home Network
RG	VIP ルータ
HR	ホームルータ
移動ホスト識別子	VIP アドレス
移動ホスト位置情報	IP アドレス
位置登録要求	VIP コントロール
メッセージ	パケット

いれば、その IP アドレスに関する新たな位置登録要求メッセージの送信を停止する。

位置登録要求メッセージには、その情報の有効時間を示すパラメータが含まれている。RG は最後に位置登録要求メッセージを受信してからこの時間が経過すると、この位置登録要求メッセージで示された位置登録情報を削除する。

移動ホストに送信されるパケットは RG で移動先ネットワークにルーティングされる。よって、RG は移動先のネットワーク群の少し上流にある方が望ましい。

移動ホストから CN へのパケットは、接続しているネットワークを通して直接送られるため、RG を中継する必要はない。

4 実装

4.1 実装環境

前章で説明した IP ローミングモデルを VIP を用いて実装を行っている。IP ローミングの構成要素と VIP の構成要素は、表 1 のように対応づけられる。

VIP は BSD/OS2.1 ベースの version2.04 を使用している。無線 LAN は Xircom 社の Netwave(2.4GHz 帯、1Mbps) を使用している。

4.2 パケットフォーマット変更

既存の VIP との相互接続性を考慮して、新たなメッセージの追加は行わず、既存の

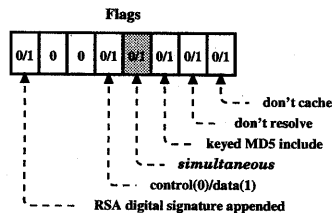
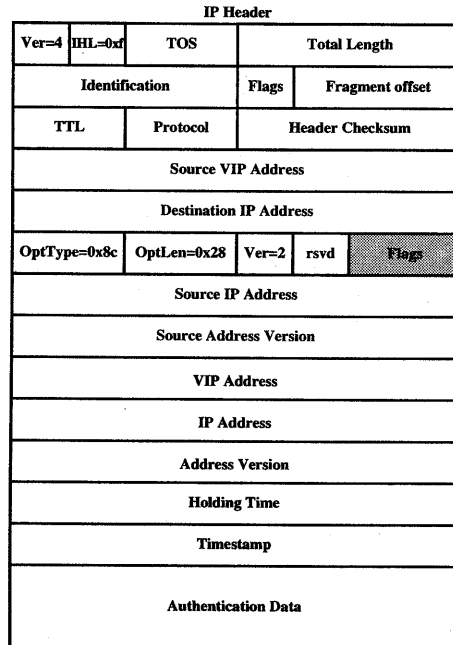


図 6: VIP コントロールパケット

パケットフォーマットから最小限の変更で IP ローミング機能を実現できるように注意した。

複数の位置情報の登録を要求する意味を持つ simultaneous bit を、VIP パケットのオプション部内の Flags に追加した。図 6 に VIP コントロールパケットの例を示す。

移動ホストや VIP ルータには、以下の処理変更が必要となる。

- simultaneous bit を付加した VIP パケットを送信する。
- simultaneous bit が立っている VIP パ

ケットを受信または中継したVIP ルータでは、移動ホストの位置情報を複数持つ必要がある。

5 評価

現在、IP ローミングモデルを基にVIP 上で実装を行っている。今後、以下の点に注目して評価を行う予定である。

5.1 ネットワーク移動中の通信中断時間

IP ローミングモデルは、通信中断時間を最小にすることを目的としている。移動ホストの通信中断時間は、移動前ネットワークを物理的に離れ移動後ネットワークに物理的に接続するまでの時間と同じであるのが理想である。IP ローミングモデルを適用したVIP により、従来のVIP と比べ移動ホストの通信中断時間がどれだけ短くなったかを定量的に調査する必要がある。

5.2 ネットワークトラヒックの増加

RG から移動ホストに対して送られるパケットは、登録された位置情報の数だけコピーされ、各々のルートを經由して移動ホストに到達しようとする。しかし、これらは同じ内容のパケットであり、重複して移動ホストに到達したとしても破棄されるべきものである。つまり、移動ホストにとって余分なトラヒックが途中のネットワークにかかる。IP ローミングモデルによるネットワーク負荷の増加を測る必要がある。

6 今後の課題

現在はネットワークに接続する前に、これから接続しようとするネットワーク資源をホストが自動的に得るようにはなっていない。よって、ネットワーク間移動前に移動先のネットワーク資源を移動ホストが獲

得する方法を確立し、初めて移動するネットワークへの移動時にも通信中断時間を最小にすることが必要と考える。

また、不要なネットワーク負荷を減らすために、複数位置登録情報に基づくパケットルーティング時間は最小限にする必要がある。このための仕組みを今後考える必要がある。

7 まとめ

IP ローミングモデルを提案し、VIP への適応を考察した。今後実装をさらに進め、移動ホストのネットワーク間移動の通信時間とネットワークトラヒックの増加について、評価を行う予定である。

参考文献

- [1] R. Droms: "Dynamic Host Configuration Protocol", RFC 2131 (1997).
- [2] S. Alexander and R. Droms: "DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions", RFC 2132 (1997).
- [3] 富永, 寺岡, 村井: "動的ホスト設定プロトコル(DHCP)の実装の評価", 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 (1993).
- [4] C. Perkins: "IP Mobility Support", RFC 2002 (1996).
- [5] W. Project: "Mobile and Ubiquitous Computing", 1994 年度 WIDE プロジェクト研究報告書 (1995).