

Mobile IPv6 を利用した通信回線共有方式のモビリティ機構の実装

大木 一将[†] 舩田 知広[†] 峰野 博史^{††} 石原 進^{†††}

[†] 静岡大学大学院理工学研究科

^{††} 静岡大学情報学部

^{†††} 静岡大学工学部

あらまし 筆者らは、無線通信における移動端末の低速な通信を解決する手法として通信回線共有方式 SHAKE (SHAring multipath procedure for a cluster networK Environment) を提案している。これは、複数の移動端末を短距離高速リンクで一時的に接続し、各端末がもつ外部へのリンクを同時に利用することで通信速度向上を実現する方式である。IP 層における SHAKE の実現として、Mobile IPv6 を利用した Mobile IPv6 SHAKE を提案した。Mobile IPv6 SHAKE では、通信に関わる移動端末が増えるため、端末の移動に伴うパケットロスが大きくなる、筆者らは SHAKE を利用することで生じるパケットロスを削減するための機構を提案し、実装を行った。本稿では、Mobile IPv6 SHAKE におけるハンドオーバー機構の実装について述べる。

キーワード 通信回線共有方式, モバイル IPv6, ハンドオーバー, アドホックネットワーク

Implementation of Mobility mechanism for Mobile IPv6 SHAKE

Kazumasa OGI[†], Tomohiro MASUDA[†], Hiroshi MINENO^{††}, and Susumu ISHIHARA^{†††}

[†] Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

^{††} Faculty of Information, Shizuoka University

^{†††} Faculty of Engineering, Shizuoka University

Abstract We have proposed a system that uses multiple neighboring terminal's links simultaneously and improves transmission speed. In order to realize this system at the network layer, we proposed an architecture of SHAKE with Mobile IPv6. In this system, since the mobile terminals in connection with communication increase in number, the packet loss caused by terminal's handover becomes large. We propose a mechanism that decrease the packet loss by handover. We describe implementation of the proposed mechanism, and performance evaluation of the mechanism.

Key words SHAKE, Mobile IPv6, Handover, Ad Hoc Network

1. ま え が き

近年、携帯電話をはじめとする移動体通信の普及により、携帯機器を所有する人口が増加し、外出先でもインターネットへ接続できる環境が整いつつある。また、それらの機器の中にはネットワークインタフェースを複数搭載したものがあり、ユーザは状況に応じて通信メディアを使い分けることが可能である。現在の無線通信技術では、外出先でインターネットへ接続する場合、無線 LAN を使用すれば快適な高速無線通信を利用できるが、携帯電話や PHS といった低速な長距離無線通信を利用せざるを得ない状況も考えられる。物理的に通信速度が限られた状況で高速なインターネットへの接続を得るためには、利用できるネットワーク資源を有効に活用する必要がある。

筆者らは、無線通信における低速・低信頼性な通信を解決する手法として通信回線共有方式 SHAKE (SHAring multipath

procedure for a cluster networK Environment) を提案している。これは、移動端末が近隣の端末と短距離高速リンクを用いてネットワーク (クラスタ) を構築し、クラスタ外部の相手と通信を行う際、クラスタ内の複数の端末がもつ長距離低速リンクを同時に利用し、各リンクへトラフィックを分散させることにより通信速度および信頼性の向上を実現する方式である。Mobile IPv4 を用いた SHAKE の提案 Mobile IPv4 SHAKE [1] では、移動ノード (MN: Mobile Node) と通信相手 (CN: Correspondent Node) との通信経路が必ずホームエージェント (HA :Home Agent) を経由することを利用して、HA でトラフィックを分散させている。そのため、冗長経路および HA への負荷集中という問題を抱える。Mobile IPv6 では、移動端末の位置情報を通信相手へ直接通知する仕組みが取り込まれ、ホームエージェントを介することなく通信相手と通信することが可能である。そこで筆者らは、Mobile IPv6 を利用した

Mobile IPv6 SHAKE [2] の提案および実装を行い, SHAKE を用いた通信経路の最適化を実現した.

Mobile IPv6 は, 移動端末が同一の IPv6 アドレスを保持しながら, ネットワークを移動しても通信を継続することができるプロトコルである. しかし, 実際には端末が移動先の各ネットワークで割り当てられるアドレスを HA や通信相手へ登録し直す必要がある. HA および通信相手が登録により端末の最新の位置を知るまで, 端末が移動する前の位置へパケットを配送してしまうためパケットロスを生じてしまう. Mobile IPv6 SHAKE では, 協調する複数端末のハンドオーバーにより, 更なるパケットロスを招くことが考えられるため, SHAKE の処理において生じるパケットロスを削減することは大変重要である. そこで筆者らは文献 [3] で SHAKE におけるハンドオーバー時のパケットロス低減手法を提案している. 本稿では, 本手法の詳細とその実装について述べる.

以下本稿の構成を示す. 第 2 章で Mobile IPv6 SHAKE の概要について説明し, SHAKE を利用することで生じるハンドオーバーの問題点を示す. 第 3 章では Mobile IPv6 SHAKE を実現するための設計について詳細に述べる. 第 4 章ではハンドオーバー時のパケットロスを抑制するための機構について説明する. 第 5 章では実装を行ったハンドオーバー機構の動作検証を行い, 第 6 章でまとめとする.

2. Mobile IPv6 SHAKE

2.1 通信回線共有方式 SHAKE

今日, 無線 LAN を利用すれば高速な通信が可能であるが, 外出先でインターネットへ接続するためには長距離無線通信を利用せざるを得ない状況がある. 長距離無線通信は, 無線 LAN 等の短距離無線通信と比べて通信速度が制限され, 決して快適に利用できるとは言えない. このような無線通信の低速な通信を解決するための手法として SHAKE が提案されている.

SHAKE では, 図 1 に示すように移動端末が近隣の端末と短距離高速リンクを用いて一時的なネットワーク(クラスタ)を構築する. 端末がクラスタ外部の相手と通信を行う際, クラスタ内の複数の端末が持つ長距離低速リンクを同時に利用し, トラフィックを分散させることで通信速度の向上を実現する. また, 通信を行っている端末自身のリンクが切れた場合でも, 他のリンクを介して通信を継続できるため, 信頼性の向上も図ることができる. ここでは, クラスタを構築する端末の中で特定の通信に関する端末群を Alliance とし, SHAKE を用いて通信をする端末を Alliance Leader(AL), AL へトラフィックを転送する端末を Alliance Member(AM) と呼ぶ.

2.2 Mobile IPv6 SHAKE

IP 層における SHAKE の実現として, Mobile IPv4 に基づいた Mobile IPv4 SHAKE が提案されている. Mobile IPv4 では, 経路最適化を考慮しない場合, MN が移動先のネットワークで CN と通信を行う際, MN へ宛てられるパケットが必ず HA を経由する. Mobile IPv4 SHAKE では, この特徴を利用して HA にトラフィック分配機構を設置している. しかし, Mobile IPv4 SHAKE には, HA への負荷集中および HA を介した冗

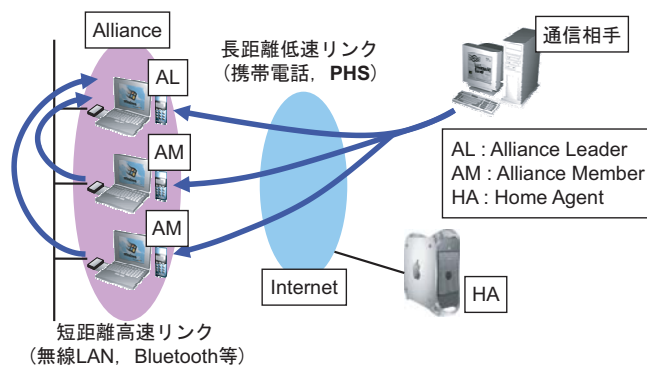


図 1 Mobile IPv6 SHAKE を用いた通信

長経路の使用という問題がある.

Mobile IPv6 では, 冗長経路の使用を避けるために CN へ MN が持つホームアドレス (Home Address: HoA) と移動先で取得する気付アドレス (Care of Address: CoA) の対応付けを直接通知する仕組みが追加され, MN と CN 間で最適な経路を用いて通信することが可能である. そこで Mobile IPv6 SHAKE では, Mobile IPv6 に対応した CN でトラフィック分配機構を設けることで, Alliance と CN 間の経路最適化および HA の負荷軽減を実現し, Mobile IPv4 SHAKE が抱える問題点を解決する.

Mobile IPv6 SHAKE の動作概要を以下に示す. クラスタ外部の CN と通信をしている MN が, AL となってクラスタ内の端末間で共有し合う情報 (CPU, バッテリー残量等) をもとに Alliance に参加可能な端末 (AM) を探す. AL はそれらの端末に対してパケット転送依頼を行い, 了解を得た端末を AM として Alliance を構成する. AL は AL 自身の CoA を Binding Update により CN へ登録する. さらに同様の方法で AM の CoA 登録を CN に対して行う. CN は AL へパケットを送信する際, パケットを AL と AM の CoA へ振り分けて配送する. AM は AL 宛てのパケットを受信するとクラスタ内のリンクを介して AL へ転送する. なお, 同様に AL が CN にパケットを送信する場合, CN と AM へパケットを分配し, AM へ振り分けるパケットはクラスタリンクを経由して CN へ配送される.

Mobile IPv4 SHAKE では HA へ AM の CoA を登録していたが, Mobile IPv6 SHAKE では HA には AM の登録をせず, CN にだけ AM の CoA を登録する.

2.3 Mobile IPv6 SHAKE におけるハンドオーバー

Mobile IPv6 では, MN が異なるアクセスルータ (Access Router: AR) をまたいで移動する場合, 移動先で割り当てられる CoA が変化するため, MN が新たに取得した CoA を HA へ通知するまでの間, HA は MN の正確な位置へパケットを転送することができない. また, MN が通信継続中に移動した場合, その相手へ新しい CoA を登録し直すまで, CN から MN 宛へ送られるパケットは移動前の CoA へ配送されるためパケットロスを生じてしまう. Mobile IPv6 SHAKE における AL にも同様の通信途絶時間が考えられるが, 更に協調する複数の端末 (AM) の移動により生じるパケットロスも考慮する必要がある.

3. Mobile IPv6 SHAKE の設計

Mobile IPv6 SHAKE を実現するにあたって、Mobile IPv6 に以下の機構を追加する必要がある。

- 複数端末のアドレス登録
- CN のトラフィック分配機構
- AL のトラフィック分配機構
- Alliance 内端末の管理機構
 - ハンドオーバー、端末間の認証等

Mobile IPv6 SHAKE では、上り通信と下り通信において Alliance に所属する各端末へトラフィックを分散させる設計であるため、AL と CN に対してトラフィック分配機構を導入する。また、SHAKE を利用することで協調する端末のハンドオーバーにより生じるパケットロス削減のための機構と Alliance 内の端末によるデータの改竄、なりすまし等を防ぐために端末間の認証機構が必要である。

3.1 登録

Alliance を構成する際、AL と AM 間のメッセージ交換において AL は AM の CoA、AM は AL の HoA を知ることを前提として以下を述べる。Mobile IPv6 SHAKE を実現するにあたって、AL は複数の端末 (AL, AM) のアドレスを CN へ登録する必要がある。ところが、Mobile IPv6 では、1 つの HoA に対して 1 つの CoA しか対応付けすることができないため、Binding Update List および Binding Cache を拡張し、AM のアドレスを複数保持させる必要がある。

CN へ SHAKE の利用を示すために、Binding Update メッセージの Reserved フィールドに SHAKE(S) フラグを追加する。Mobile IPv6 では、MN が HA へ送信する Binding Update メッセージは、同じネットワークの管理下にあるため IPsec による保護が可能であるが、任意の相手である CN とは IPsec を用いてメッセージを保護することが不可能である。そのため、MN と CN 間で一時的な共有鍵によりセキュリティを確保する方式として Return Routability(RR) が導入されている。SHAKE の利用を AL から CN に伝える Binding Update メッ

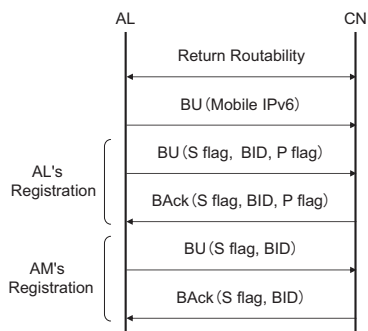


図 2 Mobile IPv6 SHAKE の登録手続き

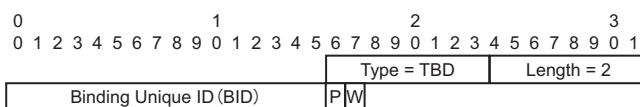


図 3 BID sub-option のフォーマット

セージにおいても、RR を利用することで安全性が保証される。

各端末 (AL, AM) の AR 間の移動により端末へ割り当てられる CoA が変わるため、HoA と CoA の対応付けだけでは、AL および CN がどの端末の登録であるか識別することができない。そこで各登録を識別するために [4] で提案されている Binding Unique Identifier (BID) を使用する。BID フィールドを含む BID sub-option のフォーマットを図 3 に示す。文献 [4] では、BID を 1 つの移動端末が持つ複数のアドレスを識別するために用いている。一方 Mobile IPv6 SHAKE では、AL と CN が Alliance に所属する各端末 (AL, AM) の登録を識別するために利用する。AL が BID によって識別する CoA は、AL 自身が保持するものではなく、他のホスト AM が保持するものである。この点が文献 [4] での BID の使用方法とは異なる。

3.1.1 AL の登録

Mobile IPv6 SHAKE における登録処理の手順を図 2 に示す。

AL は SHAKE の利用を CN へ示すために、S フラグをセットした Binding Update メッセージを送る。その際、Mobility options フィールドに BID sub-option を挿入し、AL 自身の BID を指定して送信する。さらに、BID sub-option で定義されている P フラグを AL の登録であることを示すために用いる。

CN は、S フラグが立てられた Binding Update を受信すると、メッセージの送信元アドレス (AL の CoA) と Home Address option 内のアドレス (AL の HoA) の対応付けより Binding Cache を検索する。Mobile IPv6 の登録を済ませた正当な端末であることを確認し、Binding Cache に AL の登録として保持する。

3.1.2 AM の登録

AL が AM の CoA を登録する場合、AL は、Binding Update List 内で AM の各登録を識別するために BID を生成する。AL は S フラグをセットした Binding Update メッセージに AM の BID を指定した BID sub-option と、AM の CoA を示した Alternate Care-of Address option を加えて送信する。AL は Binding Update List に登録更新をした AM の CoA、クラスタ側のリンクローカルアドレス、および BID を保持する。

3.1.3 登録解除

AL の登録解除は、BID sub-option で P フラグ、AL の BID を指定し、Lifetime フィールドを 0 にした Binding Update メッセージを CN へ送信することで行う。CN は AL の HoA に対応付けられた AL および AM の CoA をすべて取り消し、AL との通信を終了する。

特定の AM を Alliance から脱退させる場合、AL は Binding Update の Lifetime フィールドを 0、登録を取り消す AM の BID を指定して、CN に送信する。

3.2 CN におけるトラフィック分配機構

CN は、AM へパケットを振り分ける際、IPv6 ヘッダの宛先アドレスを AM の CoA、Type2 経路制御ヘッダの Home Address フィールドを AL の HoA にする。Type2 経路制御ヘッダは、Mobile IPv6 で新たに定義されたタイプであり、CN から MN へ直接パケットを送信する際に使用する。Type2 経路制御ヘッダ内では、中継するノードを 1 つとして制限され、IPv6

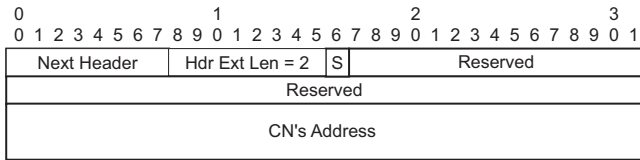


図 4 SHAKE 経路制御ヘッダのフォーマット

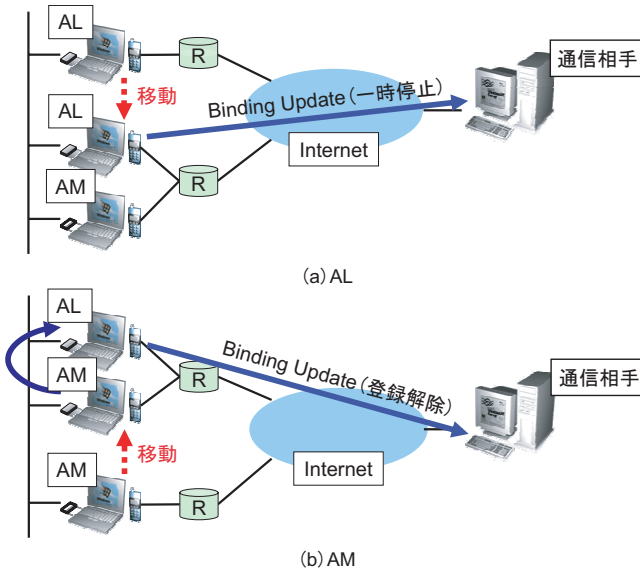


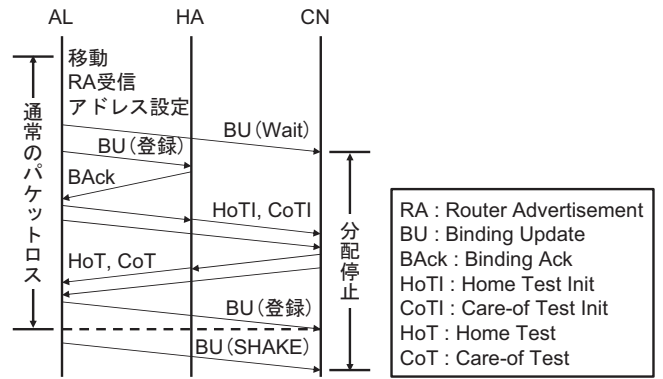
図 5 AL および AM のハンドオーバー

ヘッダの宛先アドレスで示した CoA を持つ MN の HoA を指定しなければならない。MN は自身の HoA 以外が指定された Type2 経路制御ヘッダを受信した場合、そのパケットを破棄する。

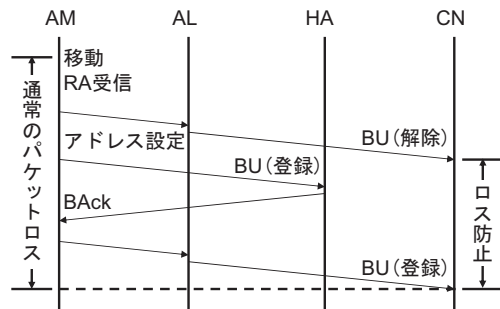
Mobile IPv6 SHAKE では、Type2 経路制御ヘッダの Reserved フィールドに新しく SHAKE(S) フラグを追加し、AM に AL へ転送するパケットであることを示し、パケットが AM で破棄されることを防ぐ。AM が Type2 経路制御ヘッダに S フラグがセットされたパケットを受信した場合、自身が持つ AL の HoA と経路制御ヘッダに書き込まれたアドレスの一致を確認する。この一致を確認できた場合、セグメント残数を 0 に減じ、宛先アドレスと経路制御ヘッダ内のアドレスを入れ換えて、クラスタリンクを経由して AL へ配送する。AM からパケットを受信した AL は、宛先アドレスが自身の HoA、Type2 経路制御ヘッダ内の S フラグおよび中継ノードが Alliance に所属する端末であることを確認し、正当なパケットであることを判別する。

3.3 AL におけるトラフィック分配機構

AL が AM 経由のパケットを作成する場合、下りの通信で用いたように CN から MN 宛てのパケットに利用する Type2 経路制御ヘッダを使用することはできない。経路制御ヘッダに新しいタイプを定義して、AL から AM を経由するパケットに用いることが考えられるが、ルータで処理できないタイプの経路制御ヘッダを含むパケットは破棄されるため、すべてのルータへ新しいタイプを導入する必要がある。しかし、それでは Mobile IPv6 SHAKE の汎用性がなくなるため、拡張ヘッダへ



(a) AL



(b) AM

図 6 ハンドオーバー処理の手順

新たに SHAKE 経路制御ヘッダを追加し、SHAKE に関与する端末だけが処理するヘッダとして用いることとした。SHAKE 経路制御ヘッダのフォーマットを図 4 に示す。AL は、AM へパケットを配送する際、IPv6 ヘッダの宛先アドレスに AM のクラスタ側のリンクローカルアドレス、SHAKE 経路制御ヘッダに終点 (CN) アドレスを指定する。AM は AL から配送されたパケットに SHAKE 経路制御ヘッダを検出すると、宛先アドレスを CN、送信元アドレスを AM の CoA、SHAKE 経路制御ヘッダのアドレスを AL の HoA に書き換えて転送する。AM 経由のパケットを受信した CN は、送信元アドレス (AM のアドレス) と経路制御ヘッダ内のアドレス (AL の HoA) の対応付けを Binding Cache で確認して処理をする。

4. ハンドオーバー機構

4.1 ハンドオーバー機構

ハンドオーバーにおける問題を解決するために Hierarchical Mobile IPv6(HMIPv6) [5] や Fast Handover [6] といった数多くの提案がなされている。

HMIPv6 では、Mobility Anchor Point(MAP) と呼ばれるルータが、複数の Access Router(AR) を配下にしてローカルなドメインを形成する。MAP は、ローカルドメイン内における MN の位置情報を保持し、MN 宛てのトラフィックを適切な位置へ転送するローカルな HA のような役割を果たす。MN がドメイン内を移動する限り、HA や CN へ現在位置を通知する必要がないため、通信途絶時間の短縮が図れパケットロスを抑制することができる。

Fast Handover は、移動する前後の AR 間でトンネルを構築

し、MN が HA と CN へ新しい CoA を登録完了するまで移動前の AR が MN 宛てへ送られたトラフィックを移動先へ転送することでパケットロスを抑える手法である。Fast Handover を利用するためには、MN と AR が Fast Handover 処理に必要な情報を保持する機能を実装していること、および L2 の情報を抽象化する L2 Trigger の実装が前提となる

各提案とも、HA および CN に対して透過的に行われるため、Mobile IPv6 SHAKE で利用した場合でも Alliance に所属する各端末がその処理を行うことでパケットロスを削減できると考えられる。しかし、これらの提案の機能がサポートされていない場合、Mobile IPv6 SHAKE では、複数の移動端末が通信に関与するため、ハンドオーバーにより生じるパケットロスが非常に大きい。そのため、SHAKE の処理中に生じるパケットロスを削減する機構が必要になる。

パケットロスを抑える手段として、各端末 (AL, AM) が移動先で取得した新しい CoA を HA および CN へ登録する通信途絶時間にパケット分配を抑制する方法が考えられる。Mobile IPv6 対応の MN は、ルータが広告する Router Advertisement (RA) メッセージに含まれるネットワーク・プレフィックス情報の変化により自身の移動を検出する。この RA を trigger として、各端末が登録更新する間のパケット分配を抑制することで、L2 の情報を利用せずにパケットロスを減らすことができる。パケット分配を抑制するためには、CN へ通知する必要がある。その要請メッセージには、登録時と同様、Binding Update メッセージを使用する。また、分配を抑制する端末を指定するために BID を使用し、BID sub-option へ新たに Wait (W) フラグを定義し、AL および AM への各パケット分配を抑制するために用いる。

4.2 AL のハンドオーバー

図 5 に AL および AM のハンドオーバー、図 6 にハンドオーバー処理の手順を示す。AL が新しいネットワークへ移動した場合、移動先リンク上のルータから RA を受信し、自身の移動を検出する。AL は BID sub-option で P、および W フラグをセットし、Mobility options に付加して Binding Update メッセージを CN へ送信する。Mobile IPv6 では、Return Routability を介していない MN の Binding Update メッセージである場合、CN 側では不正な登録として破棄されてしまう。そのため、AL と協調関係にある CN では、W フラグを立てた Binding Update メッセージを特別に受け入れるように設計した。CN は、分配抑制を示した W フラグがセットされた Binding Update を受信すると、AL の CoA へ直接分配することを停止する。これにより、AL が HA へ Binding Update メッセージを送信し、CN と Return Routability を行う間、AL の CoA へ直接配送される場合に生じるパケットロスをなくすことができる。また、このときに AM へ分配されたパケットはクラスタリンクを経由して AL へ転送される。

4.3 AM のハンドオーバー

AM が AR 間を移動する場合、AL が SHAKE に関わる CN への登録手続きをすべて行っているため、AM は移動したことを AL へ伝える必要がある。AM がハンドオーバー処理する

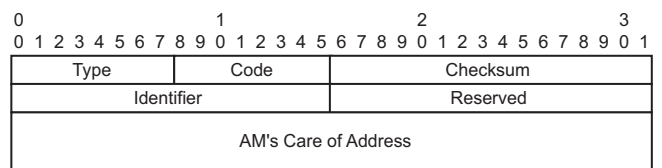


図 7 Alliance Update Request メッセージのフォーマット

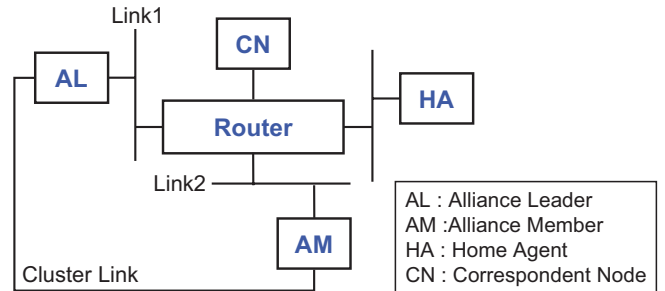


図 8 実験環境

際に用いるメッセージを ICMPv6 プロトコルへ追加する。このメッセージのフォーマットを図 7 に示す。AM は RA により新たなプレフィックス情報を取得すると、最初に異なるネットワークへ移動したことを Alliance Wait Request メッセージを用いクラスタリンクを介して AL へ伝える。AL は AM からの通知を trigger として AM の登録解除を CN へ通知する。AM は、移動先で割り当てられた CoA の登録更新を自身の HA に対して行った後、AL へ新しい CoA を添えた Alliance Update Request メッセージを送る。そのメッセージを受信した AL は、Binding Update メッセージを CN へ送信し、AM の登録をする。その後 CN はその AM への分配を開始する。これにより、AM が HA へ CoA を通知する間に生じるパケットロスを抑えることができる。

5. Mobile IPv6 SHAKE の実装と動作検証

5.1 Mobile IPv6 SHAKE の実装

Mobile IPv6 SHAKE は、FreeBSD 4.8-RELEASE 上で KAME Project [7] の IPv6 プロトコルスタックを用いて実装を行った。現在、複数端末の登録、CN のトラフィック分配機構およびハンドオーバー機構の実装を終え、AL のトラフィック分配機構を実装している。

5.2 Mobile IPv6 SHAKE の動作検証

図 8 に示す実験環境を用いて、Mobile IPv6 SHAKE の動作検証を行った。CN から FTP を用いたデータ転送を行い、複数経路を使用することにより通信速度が向上しているか確認した。無線通信を想定した環境で実験を行うために、図 8 のリンク 1, 2 ではネットワークエミュレータ ALTQ (Alternate Queueing) [8] を用いて擬似的に帯域幅を調整し、AL と AM 間のクラスタリンクでは高速なパケット転送を実現するために 100base-TX を使用した。動作検証を以下の条件で行った。

- CN から AL へ FTP でファイル (約 16Mbyte) をダウンロード

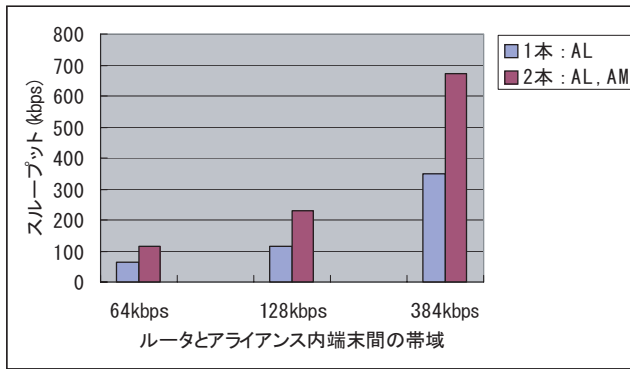


図 9 動作検証の実験結果

- 図 8 に示すルータにおいてリンク 1, リンク 2 の帯域を制御

- 64, 128, 384kbps
- CN による各端末へのパケット分配率は 1:1
- 経路 1 本, 2 本を用いたスループット測定
 - 各 3 回の測定の平均値

動作検証の結果を図 9 に示す。各帯域とも経路を 2 本同時に用いることで、1.8~1.9 倍のスループット向上が確認できた。

5.3 ハンドオーバー処理の検証

ハンドオーバーする端末への分配を一時的に停止することにより、どの程度のパケットロスを抑制することができるか動作検証を行った。今回の検証では、移動時におけるパケットロスの影響が大きい AL に焦点を絞って実験を行った。

図 8 の実験環境において、リンク 1 に接続する AL を AM が属するリンク 2 へ移動させた場合を想定した実験を行った。また、端末のハンドオーバーは LAN ケーブルの抜き差しにより別のリンクへ接続することで代用した。ハンドオーバーを行う間、CN から AL の HoA へ Ping6 を実行した。パケットの送信間隔は 500msec である。CN から AL と AM の 2 台へパケット分配率は、単純に 1:1 にラウンドロビンで振り分けた。なお、この実験に関しては、すべてのリンクに 100BASE-TX を用い、ネットワークエミュレータによる擬似的な調整は何もしていない。ハンドオーバー処理の実験結果を図 10 に示す。AL がハンドオーバーする前は、同じような RTT を 1 パケットずつ交互に繰り返されていることが確認できる。これは CN から AL への通信経路が AL へ直接配送される経路と AM を経由して AL へ配送される経路へ分配率 1:1 でパケットを振り分けているためである。AM を経由するパケットの RTT の方が遅れることは明らかであり、グラフからどの経路へ振り分けられているか推察できる。

パケットロスがしばらく続いている部分は、AL が接続されるリンク 1 からケーブルを抜いたことによるものである。現在、AL のトラフィック分配機構をまだ実装できていないため、AL からの Ping6 応答パケットがすべて AL から CN へ直接配送される経路をたどっている。そのため、本来 AL から AM へ振り分けられるべきパケットもロスしている。

AL がリンク 2 へ接続され、新しい CoA を取得した後から

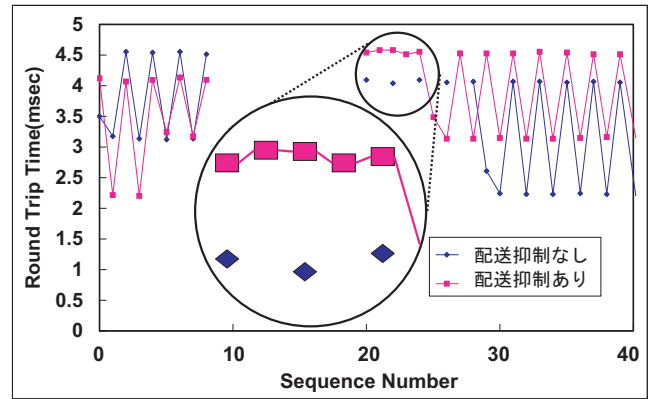


図 10 ハンドオーバー時のパケットロス

CN へ CoA を登録完了するまでの間、4 章で述べたパケットロス抑制機構の有無により違いが見られる。パケットロス抑制機構なしの場合は、CN から AL の移動前の CoA へ直接パケットが送信されるため、パケットを 1 つずつロスしている。しかし、配送抑制ありの場合、すべてのパケットが AM 経由の経路へ送信され、パケットロスを削減できていることを確認できた。

6. まとめ

Mobile IPv6 を利用した SHAKE の提案 Mobile IPv6 SHAKE の実装をし、Mobile IPv6 SHAKE の動作検証を行った。FTP による複数経路を用いたデータ転送の実験では、スループットの向上と正常に動作していることを確認できた。また、移動端末がハンドオーバーする際に生じるパケットロスを抑制する機構の実装およびハンドオーバー処理の動作検証を行った。その結果、AL が新たにアドレスを取得してから登録を完了するまで、CN が AL への分配を抑制することにより、本来生じるパケットロスを抑えていることを確認できた。

今後、AL におけるトラフィック分配機構の実装および様々な状況を想定したハンドオーバーの動作評価を行っていく予定である。

文 献

- [1] 伊藤他, Mobile IP を用いた通信回線共有方式の実装, DI-COMO2003, No.9 pp.97-100 (2003).
- [2] 舩田他, Mobile IPv6 を用いた通信回線共有方式における経路最適化の検討, 第 66 回情処全大, 6S-5 (2004).
- [3] 大木他, Mobile IPv6 を利用した通信回線共有方式におけるハンドオーバーの検討, 第 66 回情処全大, 6S-6 (2004).
- [4] R. Wakikawa, et al., Multiple Care-of Addresses Registration, Internet Draft, draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa-02, Sep. 2003, work in progress.
- [5] C. Castelluccia, et al., Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6), draft-ietf-mobileip-hmipv6-08, June. 2003, work in progress.
- [6] R. Koodli, Fast Handovers for Mobile IPv6, Internet Draft, draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-00, Oct. 2003, work in progress.
- [7] KAME Project:
<http://www.kame.net/>
- [8] ALTQ: Alternate Queueing:
<http://www.csl.sony.co.jp/person/kjc/kjc/software.html>