

Mobile IPv6 を用いた通信回線共有方式における中心端末の外部リンク切断時の通信維持に関する一検討

谷本慧[†] 石原進[‡]

[†] 静岡大学工学部

[‡] 静岡大学創造科学技術大学院

1 はじめに

筆者らは、図 1 のように近隣に存在する複数の移動端末 (MN: Mobile Node) が短距離高速リンクを用いて一時的なネットワーク (Alliance) を構築し、複数の MN が持つインターネットへの経路を同時に利用して、各端末が利用可能な帯域を増大する手法: 通信回線共有方式 SHAKE (SHARING multipath procedure for a cluster network Environment) を提案している。SHAKE を利用し、複数経路通信を行う端末を Alliance Leader (AL), AL のためにトラフィックを転送する端末を Alliance Member (AM) と呼ぶ。Mobile IPv6 (MIPv6) を用いた MIPv6 SHAKE [1] では、AL および AM の Care-of Address (CoA) を Home Agent (HA) に登録するが、この CoA に対応する Home Address (HoA) を持つ AL のインターネットへのリンク (外部リンク) が切断すると、複数の経路すべてが利用できなくなるという問題点があった。これは CoA 登録に HoA を持つ AL の外部リンクのみを用いているためである。本稿では、AL の外部リンクが切断しても他の経路を利用することで通信を維持する Never Disconnect SHAKE (ND SHAKE) を提案する。

2 Mobile IPv6 SHAKE

MIPv6 SHAKE では、Alliance 内の各端末が持つ外部リンクへパケットを分配する機構を AL の HA に設置し、以下のような処理で Alliance とインターネット間の複数の経路を同時に利用可能とする。

Alliance 構築時に AL は、AM の外部リンクのアドレス (EA: External Address), Alliance 内で使用するリンクローカルアドレス、AM が取得した Alliance 間の RSSI 等のインタフェース資源情報を取得する。一方、AM は、AL のリンクローカルアドレス、Home Address (HoA) および AL の HA のアドレスを取得する。AL は AM の外部リンクを利用するため、自身の EA (以下、EAL) および AM の EA (以下、EAM) を自身の Home Address (HoA) に対応付けて自身の CoA として HA に登録する。このとき HA が登録する複数のエントリを識別できるように EAL, EAM に対して Binding Unique Identification number (BID) [2] を割り当てる。AL は、EAL と EAM の登録を示すそれぞれの Binding Update (BU) に、それぞれの BID を格納し

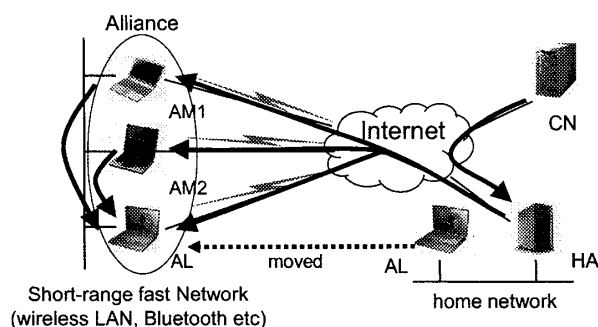


図 1: Mobile IPv6 SHAKE

た BID sub-option を付加して、自身の外部リンクから HA へ送信する。また EAM を登録する際は、EAM を Alternate Care-of Address option に格納する。

HA では、AL および AM のエントリを BID によって区別して Binding Cache (BC) で管理し、登録完了を示す Binding Ack (BAck) を AL に送信する。そして HA は、AL の通信相手 (CN: Correspondent Node) からのパケットを代理受信すると、BC を参照して AL, AM それぞれに分配する。AM では、AL 宛のパケットを Alliance を介して AL に転送する。

このように MIPv6 SHAKE では、AL の行う BU はすべて AL の外部リンクを介して行う。従って、AL の外部リンクが切断してしまうと、AM の外部リンクが接続中であっても AL は EAM の登録ができなくなる。MIPv6 では登録の定期的更新が必要なので、AM 経由の経路も利用できなくなり、通信が途絶してしまう。

3 Never Disconnect SHAKE

ND SHAKE では、AL が自身の外部リンクが使用できない場合に、AM の外部リンクを介して EAM の登録を行うことで、AL とインターネット間の通信を維持する。

3.1 Primal AM の選出

前提として、AL は近隣の MN と Alliance を構築し、常に 1 台以上の AM が存在するものとする。AM が複数存在する場合、EAM の登録を行うために利用する Primal AM (PAM) を選出する。このために、AL は自身の HA との接続性があり、かつ RSSI が閾値以上である AMの中から PAM を選ぶ。RSSI の閾値は ND SHAKE を利用する環境に応じて設定する。

AL は自身の外部リンクの接続性を監視し、接続が切断しそうでであると判断した場合、Alliance を介して PAM の外部リンクから EAM の登録を行う。

A study on keeping connectivity of a mobile node disconnected from the Internet using Mobile IPv6 SHAKE

Kei Tanimoto[†], Susumu Ishihara[‡]

[†] Faculty of Engineering, Shizuoka University

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

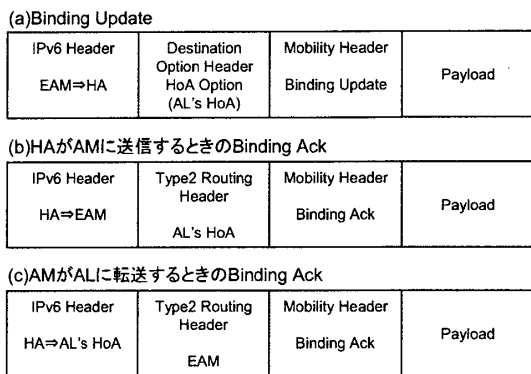


図 2: パケットフォーマット

AL の外部リンクが再接続した場合、AL は自身の外部リンクから HA に自身の登録を行い、通常の通信へ移行する。

3.2 FAM の HA への登録

通常の MIPv6 SHAKЕ では、AL が自身の外部リンクから BU を送信する場合、BU の送信元アドレスに EAL を設定する。しかし、AL の外部リンクが切断した場合、EAL が使用できなくなる。そこで、EAL ではなく、PAM の EAM を BU の送信元アドレスとする。これは AM-HA 間でイングレスフィルタリングにより BU が破棄されるのを防ぐためである。なお、この処理は MIPv6 の仕様の範囲内である。図 2 に EAM を HA へ登録するための BU および BAck のパケットフォーマットを示す。

AL は AM の外部リンクから EAM の登録を行うために、まず Alliance を介して AM に BU を送信する。AL から BU を受信した PAM は、HoA option で示されているアドレスが、自身が保持している AL の HoA と一致していれば PAM 自身の外部リンクから AL の HA へ BU (図 2(a)) を転送する。

HA は EAM の登録が完了すると、BAck の宛先アドレスとして BU の送信元アドレスである EAM を設定し、AL の HoA を含んだタイプ 2 経路制御ヘッダを挿入して送信する (図 2(b))。AM は BAck を受信すると宛先アドレスとタイプ 2 経路制御ヘッダに含まれている AL の HoA を入れ替える。そして、BAck の宛先アドレスが AL の HoA である場合、Alliance を介して AL に転送する (図 2(c))。

3.3 経路最適化の導入

MIPv6 では、MN-CN 間で直接通信可能な経路最適化を導入しており、経路最適化を行うには、Return Routability (RR) および CN への CoA の登録が必要である。MN は RR の開始の合図として、Home Test Init (HoTI) を自身の HA を経由して CN へ、Care-of Test Init (CoTI) を直接 CN へ送信する。CN では、HoTI、CoTI を受信すると、それぞれの応答として Home Test (HoT) を HA を経由して MN へ、Care-of Test (CoT) を直接 MN へ送信する。そして MN は、RR により生成した共有鍵を用いて、CN へ CoA の登録を行う。MIPv6 SHAKЕ でも、CN が SHAKЕ で定義する複数経路の取扱いに対応していれば、AL が自身の外部リンクから RR を行い、CN へ EAL および EAM の登録を行うことで経路最適化を実現できる。

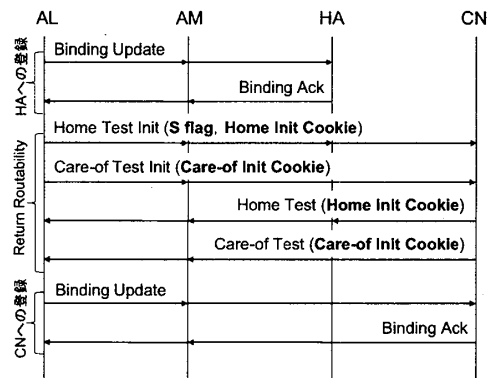


図 3: AM を外部リンクを介した EAM の登録手順

一方、ND SHAKЕ において経路最適化を実現するためには、AL が AM の外部リンクから RR および CN への EAM の登録を行う必要がある (図 3)。しかし、AM が HoT を受信した場合、HoT は IPsec の ESP により暗号化されており、AM はこの HoT を AL へ転送すべきかどうかを知ることができない。従って、AM は AL へ転送せず破棄してしまう。CoT を受信した場合、CoT は暗号化されていないが、同様に AM は CoT を破棄してしまう。

そこで HoTI に、新たに用意した SHAKЕ (S) フラグを追加する。AL はこのフラグをオンにして、EAM を送信アドレスとした HoTI を Alliance を介して AM に送信する。AM は HoTI を AL の HA へ転送し、HA では S フラグを追加した HoTI を受信すると、HoTI に含まれている Home Init Cookie (HoIC) を保持する。HA は CN からの HoT を受信すると、HoT に含まれている HoIC が、保持している HoIC と一致しているかを確認する。一致している場合は、HoT に AL の HoA を含んだタイプ 2 経路制御ヘッダを挿入して AM に送信する。AM はタイプ 2 経路制御ヘッダを処理し、宛先アドレスが AL の HoA である場合は Alliance を介して AL に転送する。

また、AL から Alliance を介して CoTI を受信した AM は、CoTI に含まれている Care-of Init Cookie (CoIC) を保持し、CN へ CoTI を転送する。CoT を受信すると、CoT に含まれている CoIC と保持している CoIC が一致しているかを確認し、一致していれば Alliance を介して AL へ転送する。

4 まとめ

AL が自身の外部リンクの接続が切断しても、AM の外部リンクから EAM の登録を行うことで通信を維持する ND SHAKЕ の提案を行った。ND SHAKЕ は、外部リンク切断時に利用するだけでなく、外部リンクを持たない MN に対して、AM を利用することでインターネットへの接続を提供することができる。今後、ND SHAKЕ の実装、評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 舛田他: Mobile IPv6 を用いた通信回線共有方式の実装, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No9, pp.2214-2225 (2005).
- [2] R. Wakikawa, et al.: Multiple Care-of Addresses Registration, Internet Draft, draft-ietf-monomami6-multiplecoa-03 (2007).