

複数 Mobile Network による経路アグリゲーションの提案 Proposal of route aggregation with multiple Mobile Networks

舩田 知広[†]
Tomohiro Masuda

石原 進[‡]
Susumu Ishihara

1. はじめに

携帯通信端末の普及とともに、Mobile IPv6 や Network Mobility (NEMO) 等の移動体通信技術が重要視されており、ITS 分野での利用が期待されている。一方、無線通信は状況によって接続が途切れることもあり、通信の安定性に乏しい。また、高品質化するアプリケーションに対応するため帯域の増大が必要になる。

筆者らの研究グループでは、Mobile IP を用いて、複数の端末の通信経路を同時利用し、帯域の増大および接続性の安定をはかる通信回線共有方式 (SHAKE: SHARing multipath procedure for a cluster network Environment) の提案、実装、評価を行っている [1]。

本論文では、Mobile IPv6 を拡張した NEMO の Mobile Router (MR) を相互接続させ、複数の通信経路を同時に利用することでネットワーク単位での接続安定性、通信速度の向上をはかる NEMO-SHAKE を提案する。

2. Network Mobility (NEMO)

Mobile IPv6 を拡張した NEMO は、ネットワークの移動透過性を保障する。Mobile Network の Mobile Router (MR) がネットワークの移動を検出し、移動処理を行う。そのため、MR 配下の Mobile Network Node (MNN) に特別な機構は不必要である。

MR が移動を検知すると、MR の Home Agent (HA) に対して Mobile IPv6 と同様に Binding Update メッセージを送信する。その際、Home Address (HoA) と Care-of Address (CoA) の対応付けに加え、Mobile Network Prefix (MNP) を伝える。HA では、HoA と CoA、MNP の対応付けを Binding Cache に保持する。HA は、MNP 宛のパケットを捕まえると、Binding Cache の対応付けに保持されている CoA を宛先としてカプセル化して転送する。MNN が CN へパケットを送信する際、MR は HA とのリバーストンネリングを用いて HA 経由で CN へ配送する。

NEMO Working Group では、同一の Mobile Network に複数の MR、HA、MNP が存在した場合の分析、問題整理をしている [3]。文献 [2] には、そのような NEMO における Multihoming の目標と利点が述べられており、その中の接続の安定性の向上、複数経路通信、通信帯域の増大、および複数経路選択が本稿で提案する NEMO-SHAKE の目標である。

3. NEMO-SHAKE

NEMO-SHAKE では、自動車等の Mobile Network に搭載された MR が複数相互接続し、ネットワークを構築する。この相互接続した MR 群を Alliance とする。さら

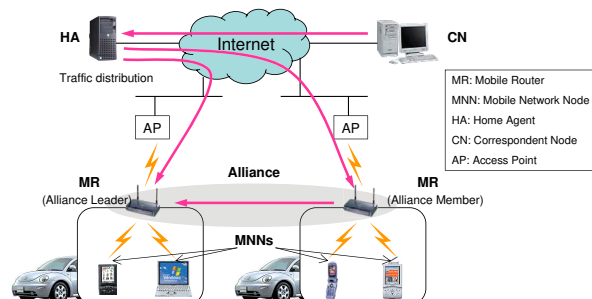


図 1: NEMO-SHAKE のイメージ

に、他の MR の外部リンクを用いて通信を行う Mobile Network の MR を Alliance Leader (ALR) とし、ALR に協力する MR を Alliance Member (AMR) とする。

ALR は、自身の外部リンクと AMR の外部リンクを同時に利用するために自身の HA に AMR を登録する。ALR の HA は、ALR のネットワークへのパケットを登録された MR へそれぞれ分配する。AMR では、ALR の HA から配送されたパケットを MR 間の通信により ALR へ転送する。このようにして複数経路の利用を可能にし、帯域の増大をはかる (図 1)。

また、ALR と AMR の HA との通信経路が使用できない場合、AMR の外部リンクを用いることにより、外部との接続を維持することが可能であり、接続の安定性をはかることができる。

以下、NEMO-SHAKE の動作概要を述べる。

3.1 Alliance の構築

ALR が他の MR の外部リンクを用いて通信を行うために、MR 間でパケットを転送してもらうための Alliance を構築する必要がある。

3.1.1 Mobile Router の発見

ALR は Alliance Request (AReq) を MR 間のインターフェイスから定期的を送信する。AReq には、ALR の CoA、ALR の HA の IP アドレス、ALR の MR 間インターフェイスのグローバルアドレス、ALR の MNP が含まれる。ALR の近隣にいる MR が AReq を受け取り、AMR として Alliance に参加するならば、Alliance Reply (ARep) を返す。ARep には、AMR の CoA、AMR の MR 間インターフェイスのグローバルアドレスが含まれる。ALR は、このように交換した AMR の情報を Alliance Member list として保持する (図 2)。

また、ARep に AMR が持つリンク品質、移動速度、AMR 配下の端末数等の情報を ARep に追加し、ALR にポリシーを持たせることで、ALR は AMR の取捨選択が可能になる。

[†] 静岡大学大学院 理工学研究科

[‡] 静岡大学 工学部

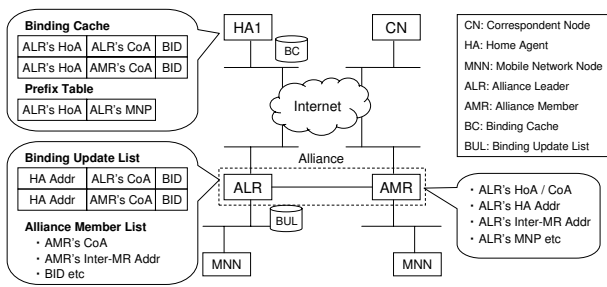


図 2: NEMO-SHAKE

3.1.2 認証

NEMO-SHAKE では、MR が任意の MR と Alliance を構築する際、悪意のある MR によって通信が傍受される等の恐れがあるため、相互の認証が不可欠である。この認証は、文献 [4] での手法により提供する。

この文献で、S. Cho らは MR (root MR) が近隣に存在している他の MR (Neighbor MR) を自身の HA に登録する手法および root MR と Neighbor MR の認証について提案している。root MR が Neighbor MR を root MR の HA に登録する前に、root MR が Mobile IPv6 での Correspondent Node (CN) になり、Neighbor MR が Mobile Node (MN) となることで、二者間で Return Routability を行うことにより、認証を可能にしている。

NEMO-SHAKE の場合、ALR が Mobile IPv6 の CN、AMR が MN として同様の手法を用いることにより、MR 間の認証を行う。

3.2 複数 MR の登録

各 MR が AReq, ARep により情報交換し、協調して Alliance を構成し認証を行った後、ALR となる MR が自身の HA に対して AMR の登録を行う。

文献 [4] の手法では、各 MR が Router Advertisement (RA) によって互いの HoA, CoA, MNP 情報を交換した後、相互の認証を行い、root MR が Neighbor MR registration option を付加した Binding Update メッセージを root MR の HA へ送信している。そのオプションには、Neighbor MR の HoA, CoA, MNP が含まれており、HA は Neighbor MR list としてそれらの情報を保持している。

一方、NEMO-SHAKE では、ALR の HA で ALR へのパケットを分配させるため、ALR の HoA ひとつに対して自身の CoA と AMR の CoA を複数登録させる。この際、それぞれの CoA に対して登録識別子として BID (Binding Unique Identification number) [5] を与える。文献 [4] では、HA に登録する Neighbor MR の情報は HoA, CoA, MNP であるが、NEMO-SHAKE では、ALR の HA に登録する情報は ALR の HoA と各 MR の CoA, BID である。つまり、AMR の HoA, MNP は登録しない。HA では拡張した Binding Cache に各 MR の CoA と BID を ALR の HoA に対応付けて保持する (図 2)。

ALR は、Binding Update メッセージに、SHAKE を利用して通信を行うことを示すために新たに用意した SHAKE (S) フラグを追加して HA に送信する。この Binding Update メッセージには、BID sub-option [5] を

付加する。BID sub-option は、ALR が生成した BID を示すためのオプションであり、ALR の CoA を登録する場合には、ALR であることを示す P フラグをセットする。AMR を登録する場合は、P フラグを立てず、Alternate CoA option を用いて AMR の CoA を HA に伝える。

3.3 通信

Mobile Network 内から外部への通信では、ALR が HA との双方向トンネルを用いて MNN からのパケットを HA 経由で配送する。HA から ALR のネットワークへパケットを転送する際、HA は、宛先アドレスのネットワークプレフィックスと保持している Binding Cache の MNP が一致すれば、その対応付けに基づき各 MR の CoA 宛にカプセル化して転送する。AMR では、Alliance 構築時に得られた ALR の情報より ALR の HA から配送されたパケットであることを判断し、MR 間インターフェイスを用いて ALR へ転送する。

ALR および ALR の HA は、フローの種類、送信元アドレス、宛先アドレス等のポリシーに従って、複数経路からパケットを配送する経路を選択することができる。

NEMO-SHAKE では、ALR の HA と各 MR 間および MR 間の通信の遮断、リンク状態について考慮しなければ接続の安定性が得られない。ALR の HA と AMR の接続が切れた場合、ALR の HA は、ALR と AMR に分配していたトラフィックをすべて ALR に配送する。MR 間の通信が遮断され、ALR と HA 間が通信可能ならば、ALR は HA に対して AMR の登録解除を行い、HA から AMR への配送を止める。また、ALR が MR 間の電波強度、リンク品質の変化等の状態を監視し、ビットレートの変化を HA に伝えることでトラフィックの分配レートを変更する。

4. まとめ

本論文では、NEMO において複数の MR を相互接続させ、他の MR の外部リンクを同時に利用することでネットワークの接続性の安定、帯域の増大をはかる NEMO-SHAKE を提案した。Binding Update メッセージに SHAKE フラグを新しく用意することで、ひとつの MR (ALR) の HoA に自身の CoA と他の MR の CoA を複数対応付けて HA に登録することを可能にした。また、ALR, HA にポリシーを持たせることで、利用できる複数の経路から特定の経路を選択することができる。

今後の課題は、NEMO-SHAKE の実装および Alliance 管理プロトコルの設計である。

参考文献

- [1] K. Koyama, et al. : Performance evaluation of TCP on Mobile IP SHAKE, IPSJ Journal, Vol.45, No.10, pp.2270-2278, Oct 2004.
- [2] T. Ernst, et al. : Goals and Benefits of Multihoming, Internet Draft, draft-ernst-generic-goals-and-benefits-01, Feb 2005.
- [3] C. Ng, et al: Analysis of Multihoming in Network Mobility Support, Internet Draft, draft-ietf-nemo-multihoming-issues-02, Feb 2005.
- [4] S. Cho, et al: Neighbor MR Authentication and Registration Mechanism in Multihomed Mobile Networks, Internet Draft, draft-cho-nemo-mr-registration-00, Apr 2004.
- [5] R. Wakikawa, et al. : Multiple Care-of Addresses Registration, Internet Draft, draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa-03, Jun 2004.