

車載 Mobile Router を用いた 通信回線共有方式における Alliance 構築手法

中安俊行[†] 舛田知広^{††} 石原進[†]

[†] 静岡大学工学部 ^{††} 静岡大学大学院理工学研究科

1 はじめに

携帯通信端末の普及とともに、Mobile IPv6 や Network Mobility (NEMO) などの移動体通信技術が重要視されており、ITS (Intelligent Transport System) 分野での利用が期待されている。一方、無線通信は障害物などによって接続が途切れることがあり、通信の安定性に乏しい。また、有線通信に比べて低速な長距離無線通信しか利用できないといった物理的に通信速度が限られた状況において、高速なインターネット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。

そこで筆者らは、複数のモバイル端末が短距離高速リンクで一時的にローカルネットワーク (Alliance) を構築し、Alliance 内の端末が持つ外部リンクを同時に利用することで通信速度および接続の安定性の向上をはかる通信回線共有方式 (SHAKE: SHARing multipath procedure for a cluster network Environment) を提案している。

本論文では、車両に搭載された Mobile Router (MR) を用いて SHAKE を実現する状況を想定し、車両の位置情報、車両間のネットワークの通信状況などを考慮した Alliance の構築手法を提案する。

2 NEMO-SHAKE

NEMO-SHAKE は、NEMO 環境における SHAKE の実現である [1]。NEMO-SHAKE では、NEMO を用いた通信の安定性の向上、複数経路通信、通信帯域の増大を実現するため、自動車等の移動ネットワーク (MNW: Mobile Network) に搭載された MR が複数相互接続し、Alliance を構築する。ここで、Alliance 内の他の MR が持つ外部リンクを用いて通信を行う MR を Alliance Leader (ALR) とし、ALR のためにトラフィックを転送する MR を Alliance Member (AMR) とする。

Alliance construction method for SHAKE (SHARing multipath procedure for a cluster network Environment) with Mobile Routers on vehicles

Toshiyuki Nakayasu[†], Tomohiro Masuda^{††}, Susumu Ishihara[†]

[†] Faculty of Engineering, Shizuoka University

^{††} Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

{toshiyuki, tomo, ishihara}@ishilab.net

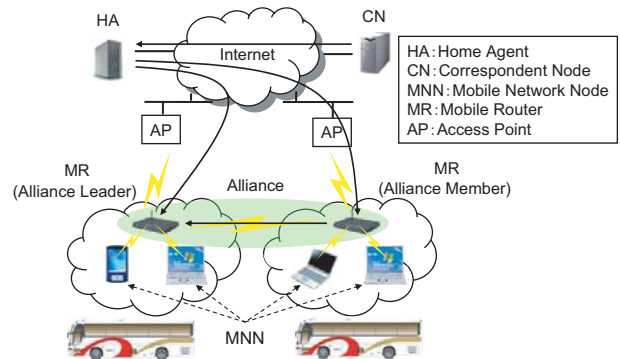


図 1: NEMO-SHAKE を用いた通信

ALR は、AMR の外部リンクを利用するために自身の Home Agent (HA) に AMR を登録する。ALR の HA は、ALR が属する MNW 宛の packets 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 packets を MR 間の通信により ALR へ転送する (図 1)。こうすることで ALR は複数の経路を同時に利用可能となり、通信速度を向上させることができる。また、ALR と ALR の HA との間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となるため、接続の安定性を向上させることができる。

3 Alliance の構築手法

NEMO-SHAKE では 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 packets を転送してもらうための Alliance を構築する必要がある。その際、通信速度を向上させ、接続の安定性を確保するには、ALR が MR を通して利用可能な帯域が十分確保でき、Alliance を構築するためのリンクの通信状態が安定している MR が望ましい。そこで本稿では、MR の位置情報、ネットワークの通信状況といった情報を Alliance 構築時に考慮することで、より長い間 Alliance を維持し、安定した通信を実現する手法を提案する。

以下、本稿で提案する Alliance 構築手法を述べる。

3.1 近隣の Mobile Router の発見

ALR は、定期的に MR 間のインタフェース (NetI/F) から Alliance Request (AReq) をブロードキャストす

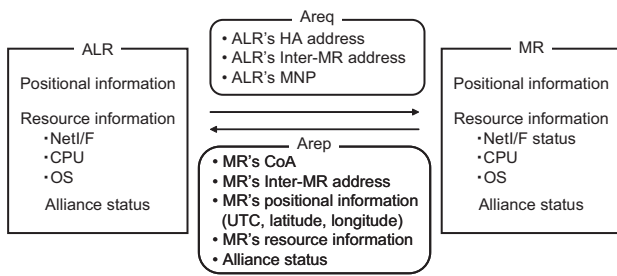


図 2: Alliance 構築におけるデータのやりとり

る。AReq には、ALR の HA の IP アドレス、ALR の MR 間の NetI/F のグローバルアドレス、ALR の Mobile Network Prefix (MNP) が含まれる。ALR 近隣の MR が AReq を受けとり、AMR として Alliance に参加するならば、Alliance Reply (ARep) を ALR に返信する。ARep には、AMR の Care-of Address (CoA)、AMR の MR 間の NetI/F のグローバルアドレス、そして本稿で提案する MR の位置情報、MR の資源情報といった Alliance を構築する際に参照する情報が含まれる。

3.2 AMR となる MR の選別

各 MR が AReq, ARep によって情報を交換した後、ALR は Alliance を構築する MR を ARep に含まれる各 MR の情報 (GPS レシーバから取得する MR の位置情報、Kernel から取得する MR の持つ資源情報) をもとに選択する (図 2)。

3.2.1 位置情報を考慮した MR の選別

実際の走行環境では、MR 間で使用する NetI/F の通信可能距離より車間距離が大きくなると、AMR との通信を維持できず、パケットロスが発生する。MR 間の通信の安定性を向上させるためには、より長い間 Alliance を維持することができる MR を AMR として選ぶことが望ましい。そこで各 MR は定期的に GPS レシーバから位置情報を取得し、その履歴を保持する。この位置情報の履歴を ARep に付加することで、ALR は Alliance 構築時に各 MR の位置情報を AMR の選別に反映させることができる。

ALR は、自身の位置情報と ARep に含まれる各 MR の位置情報をもとに、現在の車間距離 d 、各 MR の移動速度、進行方向を求める。ALR と MR 間の通信可能範囲を R とすると、Alliance を構築する MR は $d < R$ を満たす必要がある。ALR は、自身と ARep を返した MR の現在位置、移動速度、そして進行方向から Δt 秒後の車間距離 $D(t + \Delta t)$ を推定し、式 (1) を満たす Δt の最大値が大きいものと優先的に Alliance を構築する。

$$D(t + \Delta t) \leq R \quad (1)$$

なお、実際の走行状況において、 R は障害物などの要因により一意に決められないので、NEMO-SHAKE の対象となる車両は同じ車載機を搭載し、MR 間の通

信状況は良好であると仮定し、MR 間の通信で使用する NetI/F の通信可能距離の平均値を用いる。

3.2.2 資源情報を考慮した MR の選別

各 MR は NetI/F 資源やその状態がそれぞれ異なる。ALR の利用可能な帯域を向上させるには、ALR が利用できる広帯域な外部リンクを持つ MR を AMR として選ぶことが望ましい。また、すでに他の ALR の AMR として動作している MR は ALR が利用できる帯域が少なく、望ましくない。そこで、各 MR は動的に変化する NetI/F 資源の情報を OS の Kernel から取得する。この NetI/F 資源情報と他の Alliance への参加状況 (Alliance status) を ARep に付加することで、Alliance 構築時に MR の資源情報を AMR の選別に反映させることができる。

ALR は、ARep に含まれる各 MR の外部リンクと内部リンクの帯域幅と RSSI の値およびその MR の他の Alliance への参加状況をもとに、ALR が利用できる広帯域な外部リンクを持ち、MR 間の NetI/F の通信品質が良好な MR と優先的に Alliance を構築する。

3.3 Alliance からの脱退

NEMO-SHAKE では、各 MR が任意のタイミングで Alliance に参加・脱退することを許す。したがって、Alliance の脱退に際して、各 MR は脱退を意味するメッセージを告知する必要はないものとする。また、ALR は AMR 経由で受信したパケットの受信時刻を AMR ごとに保持し、その受信間隔をもとに Alliance の有効期限を決める。ALR は AMR 経由で受信したパケットの最終受信時刻から Alliance の有効期限の間は Alliance 関係を維持する。この有効期限内に AMR からパケットを受信しなかった場合、ALR はその AMR が Alliance から脱退したとみなし、その AMR を Alliance から除外する。

4 まとめ

本論文では、車両に搭載された MR を用いて SHAKE を実現する状況を想定し、車両の位置情報、車両間のネットワークの通信状況などを考慮した Alliance 構築手法を提案した。

今後の課題は、本稿で提案した Alliance 構築手法の実装および MR 間のセキュリティ、そしてプライバシーの問題である。また、将来的にはより正確なデータを Alliance 構築時に参照するために、自動車のウィンカーや車載 GPS などの周辺機器から得られた情報を利用することを考えている。

参考文献

- [1] 舩田, 石原: “複数 Mobile Network による経路アグリゲーションの提案”, FIT2005, L-028, pp.67-68 (2005).