

ITS を考慮した実環境における移動ネットワーク技術の検証

植原 啓介[†] 堀内 浩規[‡] 田村 俊之[§] 横田 知好[¶][†]慶應義塾大学 政策・メディア研究科 [‡](株)KDDI 研究所 [§]KDDI(株) [¶]京セラ (株)

1 序論

まとまった計算機の移動を支援するための技術である移動ネットワーク技術 (Network Mobility, NEMO)[1] は、既に標準化へ向けた議論を終えた。Mobile IPv6 (MIPv6) [2] では、1 台の計算機の移動しか実現することができなかったが、NEMO では 1 台のルータがサブネットワークの移動を隠蔽することを可能としている。このことから、自動車などの比較的大きな移動体での利用に期待が寄せられている。

しかし、NEMO は適応範囲を広げるために多様性の高いプロトコルとして設計されており、仕様に準拠していても相互接続性が無い場合がある。例えば、ホームエージェント (HA) が移動ネットワークのネットワークアドレスを知る為の方式として、移動ルータ (MR) が移動ネットワークのネットワークアドレスを明示的に HA に伝える Explicit mode と、ホームアドレスだけを伝えて HA は自信が保持しているデータベースからネットワークアドレスを検索して利用する Implicit mode がある。NEMO を正しく動作させるためには、HA と MR の間で同じモードを利用している必要がある。

本稿では、NEMO を実用化するための要件を洗い出し、システムの細部を注意深く設計することによって、NEMO が自動車環境で利用可能であることを、具体的な ITS アプリケーションを使って検証する。

2 NEMO 実用化の要件

NEMO を実用化するためには、実運用を考慮したシステム設計が必要となる。前章で述べたとおり、NEMO の仕様は多様性を持っており、実際に運用するためには運用仕様を定める必要がある。定めるべき運用仕様は大きく次の 2 つの要件を持つ。

NEMO が持つ多様性の排除

相互接続性の欠如につながる NEMO の多様性を排除するため、NEMO のプロトコルのうち、複数の選

択肢がある部分について取捨選択をおこなう。

システムの中での協調性の向上

NEMO が実際のシステムの中で利用されるにあたり、アプリケーションを効率良く動作させるため、他のモジュールとの間で必要となるインターフェイスを明確にする。

3 想定する ITS アプリケーション

NEMO 実用化の要件の詳細項目を検討するにあたり、具体的なアプリケーションを想定しておく必要がある。今回は ITS アプリケーションを対象とすることとし、具体的には、双方向動画通信および遠隔カメラ画像配信、センサ情報配信を実現する。

4 本検証の運用仕様

4.1 NEMO の仕様に関する運用仕様

現在の NEMO の仕様を持つ相互接続性の欠如につながる多様性と、今回の実験で選択した運用仕様を、理由を添えて下にまとめる。

移動ネットワークアドレスの通知方法

移動ネットワークのアドレスを通知する方式として Explicit mode と Implicit mode がある。今回は MR と HA の設定が確実に同じであることを保証するために Explicit mode を使うこととした。

ホームアドレスの割り当て方法

ホームアドレスとして、MR の移動ネットワーク側のアドレスを利用する方法と、別にホームアドレスを割り当てる方法がある。今回は、NEMO だけではなく MIPv6 も同じ HA で運用することを想定して後者の方法をとることとした。

セキュリティ

NEMO 仕様では HA-MR 認証の為に IPsec を利用することとなっている。しかし、今回は実験ネットワークに閉じた運用となるため IP でのセキュリティレベルはそれほど高くなくても良いと判断し、IPsec は利用しないものとした。

HA 発見手法

NEMO では HA の発見手法として動的 HA 発見機構 (Dynamic HA Address Detection, DHAAD) の利用を推奨している。今回は HA の発見手法としてこの機構を用いるものとした。

Field test of NEMO using ITS application

[†] Keisuke UEHARA (kei@wide.ad.jp)

Graduate School of Media and Governance, Keio University

[‡] Hiroki HORIUCHI (hr-horiuchi@kddilabs.jp)

KDDI R&D Laboratories

[§] Toshiyuki TAMURA (to-tamura@kddi.com)

KDDI Corporation

[¶] Tomoyoshi YOKOTA

(tomoyoshi_yokota@csg.kyocera.co.jp)

Kyocera Corporation

複数外部接続インターフェイスの利用手法

複数の外部接続インターフェイスを利用可能な場合、全てを同時に利用する利用方法と、同時には高々1つのインターフェイスしか利用しない利用方法がある。今回は前者を利用するものとした。

4.2 アプリケーションとの協調性に関する運用仕様

実運用を考慮した場合、移動体通信では通信の質が頻繁に、大きく変化するため、アプリケーションがこれに追従できる仕組みが必要となる。今回は、NEMOは独立してネットワーク移動をするものとし、その変化をアプリケーションに素早く伝える仕組みを構築する。具体的には、自動車内で動作するアプリケーションに対してはMRから、インターネット上のアプリケーションに対してはHAからネットワーク接続性の変化を通知する仕組みを構築する。

5 実験概要

5.1 実験シナリオ

第3章で述べたアプリケーションと第4章で述べた仕様の可用性および相互接続性検証をおこなうことを考慮し、移動体4台(バス1台およびカメラカー3台)、非移動ノード(会場)1箇所を用いたシナリオを作成した。移動体は広域通信メディアと狭域通信メディアをもち、これを切替えながら通信する。移動体同士、または移動体と非移動ノードの間で動画像およびセンサ情報をやりとりする。

5.2 システム構成

今回の検証システムのシステム構成を図1に示す。図が示すように、システムはIPv6 over IPv4を用いて全体としてはIPv6で構成されている。システムでは2台のHAがIPv6ネイティブネットワーク上に設置されており、バスやカメラカー上のMRの支援をおこなっている。MRは携帯電話(cdma1xEV-DO)および無線LAN通信装置を外部接続デバイスとして搭載している。無線LANセグメントは、別のセグメントとして構成されており、隣接する無線LANセグメント内の移動でも、移動を隠蔽するためにはMIPまたはNEMOの支援を必要とする。また、本検証システムは、OSの異なる(NetBSDおよびLinux)2つのNEMO実装を用いて構成した。

6 実験結果と考察

検証実験は2004年10月に名古屋で開催されたITS世界会議でのデモンストレーションとしておこない、異なる実装間での相互接続性を確認した。各移動体上のMRを入れ換えながら様々な組合せで実験をした結果、相互接続性が確認できた。また、MR-HAの組合

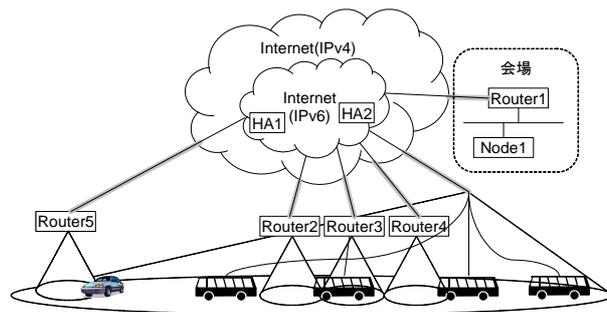


図1: システム構成

せ変更でも問題なく動作した。

今回の実験の中で、いくつか検討すべきことが明らかになった。まず、MR-HAの組合せを交換のため設定変更をおこなったが、設定情報がMRやHAに分散されているため、変更に手間がかかることが明らかになった。セキュリティ情報なども含めてより容易に管理が可能なシステムが必要である。次に、HAの発見手法であるが、MRがネットワークに接続されていないような状況や不安定なネットワークに接続された状況で起動されると、HAの発見に長い時間を要することがわかった。安定した運用を行うためには再送パラメータの調整やDHAAD以外の方法(静的設定)などを検討する必要がある。複数インターフェイスの利用では、特に高帯域な通信メディアから低帯域の通信メディアに移る際に、アプリケーションへの通知のタイミングと実際の経路の変化のタイミングに細心の注意をする必要があることがわかった。また、今回はアプリケーションが動作するノードが決まっていたため、設定ファイルにてMRのインターフェイスの利用状況を通知する先を設定していた。この方法は拡張性に欠けるため、今後、他の方式に変更する必要がある。

7 結論

インターネットITSなどでの利用が想定されるNEMOの可用性を、複数実装の実装を用いて検証した。実証実験ではNEMOがおおむね良好に動作することが確認できた。一方で、これらの技術を展開するための問題が浮き彫りになった。

参考文献

- [1] V. Devarapalli, et al., "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", Internet Draft, IETF, draft-ietf-nemo-basic-support-03.txt, Dec., 2004.
- [2] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6". In RFC3775, June 2004.