

ITS 世界会議 2004 名古屋における実証実験概要

植原啓介, 佐藤雅明, 湧川隆次, 三屋光史朗, 和泉順子

2005/01/31

1. ITS 世界会議 2004 名古屋概要

ITS 世界会議は、1997 年から年に 1 回開催されている ITS(高度交通情報システム、Intelligent Transport Systems)業界で最大の国際会議である。ITS AMERICA、ERTICO(ITS ヨーロッパ)、ITS JAPAN が中心となって運営しており、欧州、米国、アジア・パシフィックの 3 箇所で順番に開催されている。2004 年は、ITS JAPAN がチェアとなり、名古屋で開催された。

会議は大きく分けて、セッション、エキシビション、テクニカルツアーの 3 つに分かれている。セッションは、カンファレンス形式で行われ、先進技術発表からシステムの運用、法制度に関するものまで、1 枠 90 分で各国・各企業の ITS に関する取り組み事例等を挙げながら幅広いテーマについて発表・議論が行われる。

エキシビションは、併設される展示会場において各国の ITS に関する取り組みや自動車メーカ、自動車部品メーカ、車載機器メーカ等の製品やビジョンに関する展示が行われている。

テクニカルツアーは、会議場近郊にある ITS 関連施設や企業などを訪れ、実際のシステムの見学や、運用管理者とのディスカッションを行う。

WIDE ICAR WG は、エキシビション会場に設置された慶應大学ブース 村井研究室エリアにおいて、実環境における移動ネットワーク技術の検証のため、実車両を用いた実証実験を行った。

実証実験では、移動体ネットワーク技術を実装したモバイルルータを設置したマイクロバスとカメラを搭載したカメラカーを準備した。これら 4 つの移動体とエキシビション会場を IPv6 で接続し、被験者はマイクロバス、もしくはエキシビション会場にて移動体ネットワーク技術を利用した双方向動画配信アプリケーションを体験することが可能であった。以下に、その詳細を述べる。

2. 実環境における移動ネットワーク技術の検証

インターネットにおける移動ネットワーク技術(Network Mobility, NEMO)は、標準化へ向けた議論も終り、編集作業を待つ状態となっている。NEMO は、Mobile IPv6 (MIP6)の拡張プロトコルである。MIP6 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

る。このため、自動車などの比較的大きな移動体における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いるため、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、HA が移動ネットワークのネットワークアドレスを知る方式として、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。

そのため、実証実験において、NEMO を実用化の要件を洗い出し、システムの細部を注意深く設計し、具体的な ITS アプリケーションを動作させることで、NEMO が自動車環境で利用可能であることを検証した。

3. 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
- システムの中での協調性の向上

前者は、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 のプロトコルの複数の選択肢がある部分について取捨選択を行うものである。後者は、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に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し、その仕様を決めるものである。

4. 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、具体的には以下のアプリケーションを実現する。

- 双方向動画画像通信
- 遠隔カメラ画像配信
- センサ情報配信

5. 本検証の運用仕様と検証項目

本節では、NEMO 実用化の要件をもとに、本稿で検証すべき項目を明らかにする。

5.1. NEMO の仕様に関する運用仕様

現在の NEMO の仕様が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について、理由を添えて以下にまとめる。

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

ホームアドレスを割り当てる方法として、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。

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(ポリシーで利用インターフェイスを決定する)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方法がある。今回は前者を利用するものとした。

5.2. 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、移動体通信の通信の質が頻繁に、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 側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した。

5.3. 検証項目

実証実験においては、前節までに挙げた仕様を中心として、主に下記の事項について評価を行った。

- 想定したアプリケーションでの可用性
- 仕様に基づく相互接続性

6. 実験概要

6.1. 実験シナリオ

前章までに述べたアプリケーションと検証項目を考慮して、今回の検証では次のような実験シナリオとした。

- 自動車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。
- 移動体としてバス 1 台、カメラカー 3 台を用意する。
- 移動しないサイト(会場)とバスの間で双方向の動画配信をおこなう。双方向なので遅延を極力小さくする必要がある。
- カメラカーからバスおよび会場へ動画配信をおこなう。片方向なので多少の遅延は許容できる。
- 移動体は位置、気温、湿度、進行方向、加速度などの情報を提供するサーバを持ち、会場および他の移動体に情報を提供することができる。

6.2. 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 を利用して構成されているが、IPv4 しか利用できない部分は IPv6 over IPv4 トンネルを利用している。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(CDMA-EVDO)および無線 LAN 通信装置を搭載しており、外部接続デバイスとして利用している。それぞれの無線 LAN セグメントはルータを介して付設されており、別のセグメントとして構成されている。

このため、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 の支援が必要となる。

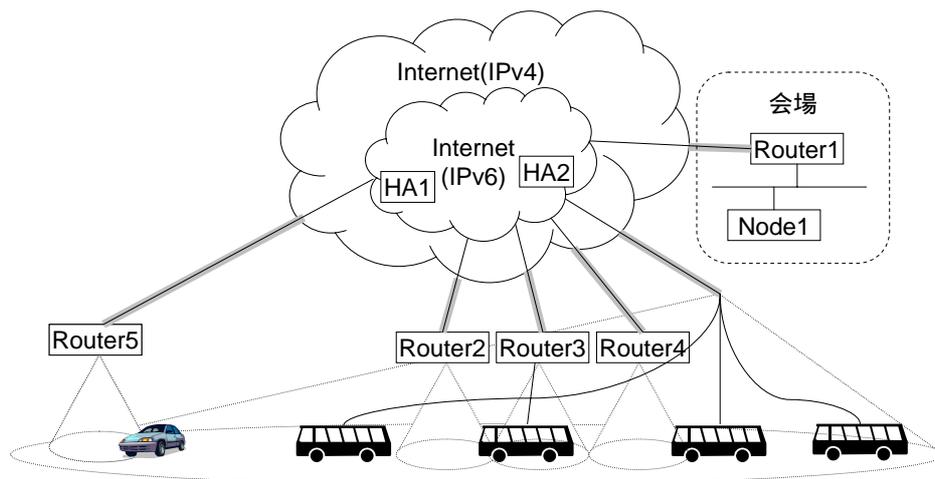


図 1 システム構成

本検証システムは、2つの異なる NEMO 実装をつかって構成した。片方は NetBSD 上で動作するものであり、もう片方は Linux 上で動作するものであった。

7. 実証実験結果と考察

実証実験は、前述のように ITS 世界会議でのデモンストレーションとして行った。世界会議の慶応ブースに会場設備を設置し、1台のマイクロバスと3台のカメラカー、計4台の自動車との間で通信実験を行った。また、マイクロバスは決められた経路を周回し、会場およびカメラカーとの間で通信を行った。バスの経路は一周約40分ほどであった。

今回の実験では大きな問題は発生せず、大局的には異なる実装間での相互接続性が確認された。カメラカーおよびバスの MR を入れ換えながら様々な組合せで実験をした結果、全ての組合せで相互接続性が確認できた。また、MR-HA の組合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。

8. 結論

インターネット ITS などでの利用が想定されるインターネットネットワークモビリティ技術(NEMO)を複数実装し、その性能やインターオペラビリティなどの項目を実際の自動車を用いて検証した。検証実験では3台のカメラを搭載した自動車と1台のデモバス、デモ会場をIPv6のネットワークで接続し、ストリームアプリケーションの利用を試みた。自動車では無線LANとCDMA-EVDOを用い、無線LANが利用できる範囲では無線LANを、それ以外の場所ではCDMA-EVDOを用いるような仕組みを実現した。実証実験はおおむね良好に動作した。一方でこれらの技術を展開する時の問題が浮き彫りになった。

Copyright (C) WIDE Project (2005). All Rights Reserved.