

WIDE Technical Report in 2006

インターネット自動車における  
車載器と携帯端末の連携に関する研究  
wide-tr-icar-mmrm-01.pdf

**WIDE**  
PROJECT

WIDE Project : <http://www.wide.ad.jp/>

*If you have any comments on this document, please contact to [ad@wide.ad.jp](mailto:ad@wide.ad.jp)*

# インターネット自動車における車載器と携帯端末の連携に関する研究

塚田学\* 佐藤雅明\*\* 植原啓介\*\*\*

\*慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 修士1年

\*\*慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特別研究助手

\*\*\*慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 特別研究助教授

\*tu\_ka@sfc.wide.ad.jp, \*\*saikawa@sfc.wide.ad.jp, \*\*\*kei@wide.ad.jp

キーワード：インターネット自動車、IPv6、Network Mobility(NEMO)

## 1 はじめに

現在、インターネット自動車プロジェクト[1]では、インターネット ITS (高度道路交通システム)[2]に利用する取り組みを行っている。自動車がインターネットへ接続すれば、自動車の持つ情報を容易に交換することが可能となる。運転者達が各自動車の情報を共有することで、より安全で快適な交通が実現することが期待されている。例えば、運転者が各自動車のスピードメータの情報を共有できれば交通渋滞がリアルタイムに把握できる。また、運転者が急激なブレーキを踏んだという情報を収集すれば、多くの運転者が急激なブレーキを踏んでいる道路の地理位置が特定される。これによって危険な道路を事故の起こる前に把握することができる。自動車の持つ情報をインターネットを通じて共有するためには、自動車にはセンサを搭載する必要が生じる。

現状のインターネット自動車では、図1に示すように自動車ネットワークへ接続し、すべての計算機が車載ルータを通じた通信を行う。そのため、車載ルータの無線が利用不能となると、これらの計算機すべてが通信不能となる。

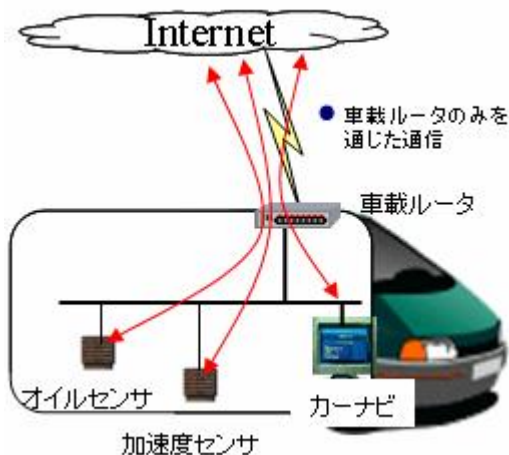


図1 インターネット自動車の計算機群

## 2 本研究の目的

本研究では、車内に持ち込まれた携帯電話や PDA などの携帯端末がすでにインターネットへ接続し

ていることに着目する。これらのインターネット接続性を車載ルータと共有し、一台の車載ルータに依存しない通信を実現する。これによって、通信の安定性を増したり、利用可能な帯域を向上させたりすることが可能とする。

本研究では車載ルータや携帯端末のインターネット接続性を共有するため、図2に示すように車載ルータと携帯端末群が協調して動作するモデルを提案する。また、携帯端末のインターネット接続性が自動車と共有されれば、携帯電話や PDA などの既存のインターネット接続性を利用して、自動車をインターネットへ接続できる。既存のインターネット接続性を自動車に供与することで、インターネット自動車の普及が期待できる。

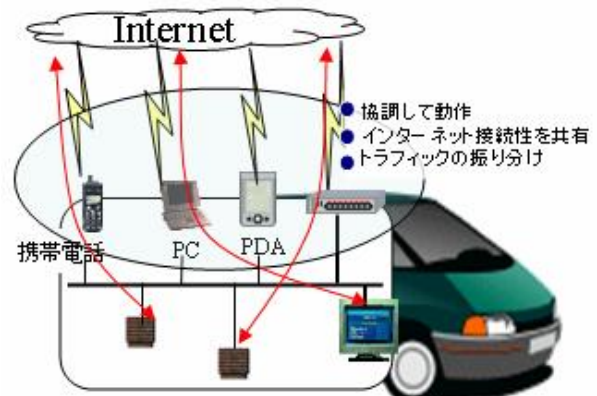


図2 本研究で実現するインターネット自動車

## 3 自動車のインターネット接続

自動車のインターネット接続には、Network Mobility (NEMO)[3]という技術を利用することが想定されている。

### 3.1 NEMOの概要

インターネットは、送信先と送信元に住所を指定する宅配サービスのようなシステムのようなものであると考えられる。そのため、住所が頻繁に変わる対象に対しては、送信先を特定できなくなってしまい、通信内容を配送できないなどの問題がある。例えば、住所が頻繁に変わる単身赴任のサラリーマンに対し、彼の友人はあらかじめ住所を確認できな

いため、手紙を送ることができないなどの問題がある。

これらの問題を解決するため、NEMO という技術が考え出された。NEMO では、図 3 のように住所の変わらない実家を通じた手紙の配送が用いられる。サラリーマンの友人は彼の実家の住所に手紙を送り、実家はその手紙をサラリーマンの住所へと転送する。このシステムでは実家がサラリーマンの現住所を常に把握しているため、サラリーマンの(全ての)友人は彼の現住所を知る必要が無い。つまり、サラリーマンの現住所が国内・国外いかなる場所であっても、友人は実家の住所に手紙を送信するだけで、サラリーマンに連絡できる(1. 着信可能性)。また、手紙のやり取りの途中でサラリーマンの住所が変更になっても、通信は継続することができる(2. 移動透過性)。なお、インターネットにおいて住所に当たる概念は、IP アドレスと呼ばれる。

●サラリーマンの現住所を把握

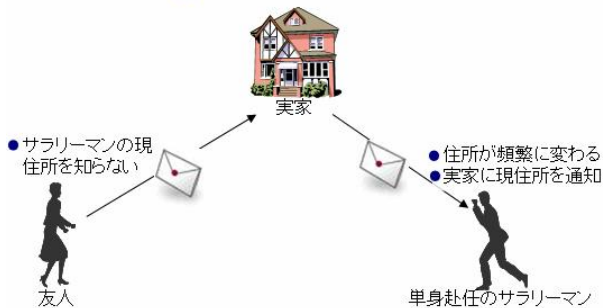


図 3 NEMO の配送システム

NEMO は上記のシステムと同様の仕組みをインターネットにおいて実現している。NEMO では実家に当たるものを Home Agent (HA) と呼び、単身赴任のサラリーマンに当たるものを Mobile Router (MR) と呼んでいる。NEMO は次世代インターネット環境における移動体通信技術として標準化に向けて IETF<sup>1</sup> で議論されている。

### 3.2 自動車における NEMO の利用

インターネット自動車では、移動によって IP アドレスが変化してしまい、上記のサラリーマンと同様の問題が発生する。移動に関する問題を解決するため、Mobile Router を車載ルータとして搭載することが想定されている。自動車内の計算機は固定の計算機である Home Agent による通信の転送によって、どの計算機からも着信でき、移動中も通信を継続できる。

### 4. インターネット接続性の共有

本研究の目的は、車載ルータと携帯端末のインターネット接続性を自動車内すべての計算機で共有

<sup>1</sup> The Internet Engineering Task Force, インターネット技術の標準化を推進する任意団体。

することである。その他の必要事項を以下に記す。

#### 1. 携帯端末の動的な参加・離脱

携帯端末は、搭乗者によって自動車に持ち込まれたり、自動車から持ち出されたりすることを想定している。こういった環境において、インターネット接続性の共有は動的に行われるべきである。

#### 2. 既存の計算機に変更を加えない

インターネット自動車環境を利用する計算機に特殊な機能を必要としない方法で実現すること。例えば、普段は自宅で使われる通常の PC が一時的に、インターネット自動車環境を利用する場合がある。そういった場合、自宅でインターネットを利用する際と同様の仕組みでインターネットへ接続できること。自動車に持ち込まれた計算機は、自宅と自動車を区別せずにインターネットを利用できる必要がある。

### 5. 解決すべき問題

本研究の目的は、現状の技術で実現できない。解決すべき問題を以下に挙げる。

#### 5.1 複数 IP アドレスの登録

NEMO において、Home Agent に IP アドレスを登録する必要がある(前述の例では、単身赴任のサラリーマンの現住所を実家に登録すること)。車内で複数のインターネット接続性を利用するためには、複数の IP アドレスを登録する必要がある。しかし、NEMO の標準仕様では、登録される IP アドレスは 1 つであると規定されている。そのため、NEMO の標準仕様のみでは本研究の目的を達成できない(図 4)。

#### 5.2 通信の振り分けの仕組み

複数のインターネット接続性が利用可能になったとき、そのすべてを同時に使える必要がある。しかし、現状では通信を振り分ける仕組みが存在しないため、複数のインターネット接続性を有効に利用できない。通信の振り分けの仕組み無しで、通信を行えば、通信はただひとつの経路を通ることとなる(図 4)。

#### 5.3 車載ルータと携帯端末の連携

携帯端末が動的に自動車に持ち込まれたり、自動車から持ち去られたりする環境において、車載ルータと携帯端末のインターネット接続性を動的に共有するためには、互いの連携が必要となる。例えば、携帯端末が自動車に持ち込まれたことを感知できなければ、その携帯端末のインターネット接続性を利用できない。また、自動車から持ち去られた携帯端末を感知できなければ、その携帯端末のインターネット接続性を利用して車内の計算機が通信不能を引き起こす可能性がある。しかし、現状の技

術では、車載ルータや携帯端末は互いに独立して動作しているため、自動車ネットワークに存在する他の計算機を感知できない。

また、無線による接続は一時的に利用不能になる場合があるため、共有されたインターネット接続性の情報を常に交換する必要が生じる(図 4)。

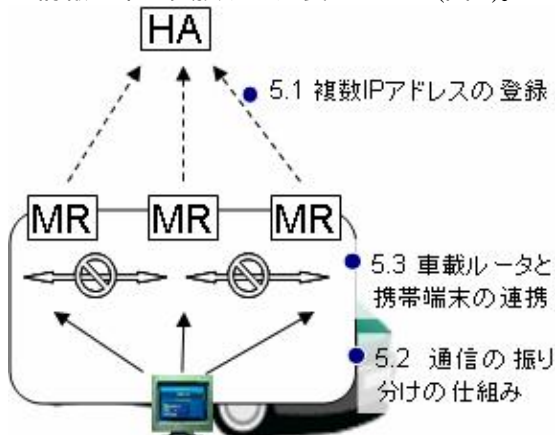


図 4 解決すべき問題

## 6 アプローチ

複数の IP アドレスの登録へのアプローチとして、複数 CoA 登録[4]の仕組みを利用する。この仕組みはひとつの車載ルータが複数の IP アドレスを Home Agent に登録する場合に利用される。本研究では、この仕組みを車載ルータと携帯端末の IP アドレスの両方の登録を行えるように改良する。

通信の振り分けへのアプローチとして、仮想インターネット接続性の追加モデルを提案する。車内に持ち込まれた携帯端末が持つインターネット接続性を(仮想的に)車載ルータのものとして扱う。これによって、車載ルータが通信の振り分けを一元的に管理できる。これによって車載ルータは他の携帯端末を管理するリーダーとなり、通信の振り分けを決定できる。

車載ルータと携帯端末の連携へのアプローチとして、インターネット接続性の情報の交換の仕組みを提案する。車載ルータと携帯端末は自身のインターネット接続性についての情報を他の計算機へと通知する。これによって、自動車に携帯端末が持ち込まれた際、他の計算機はインターネット接続性の情報を受け取ることで、その携帯端末が持ち込まれたことを感知できる。また、インターネット接続性の情報を定期的に通知すると決めておくことで、車載ルータは一定時間通知のない計算機が自動車から持ち出されたと感知できる。

本研究では、以上の 3 つのアプローチを導入したシステムを Multiple Mobile Routers Management (MMRM)として提案する。

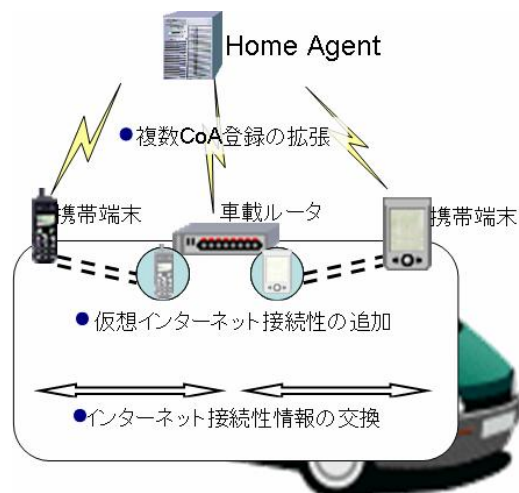


図 5 提案するシステム

## 7 MMRM の実装

MMRM は NetBSD1.6.2-RELEASE[5]上で動作する SHISA[6]を拡張することで実装した。本研究では MMRM 機能を実現するため、SHISA デモン群に Multiple Mobile Routers Management Daemon を新たに追加した。

## 8. 評価

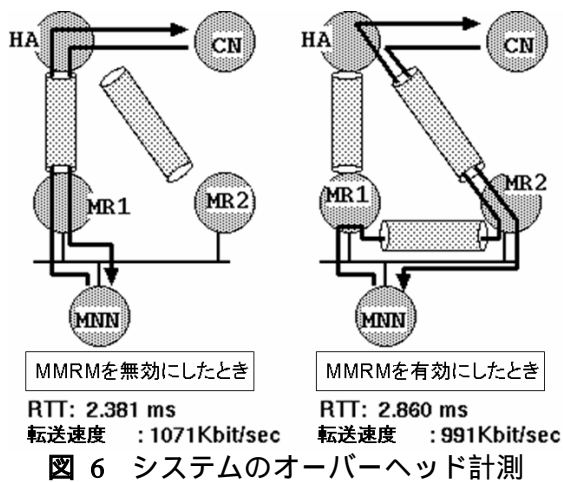
評価実験は想定しない通信が測定に影響しないように、ローカルなネットワークを構築して行なった。

### 8.1 システムの処理にかかる性能低下の計測

本システムでは、携帯端末のインターネット接続性を利用する際、車載ルータから携帯端末への転送が行われる。本節では、この際の転送処理にかかる性能低下を計測する。実験は NEMO 標準仕様と本システムを比較することで、Round Trip Time(RTT、通信が送信元と送信先の間を往復するのにかかる時間)と転送速度の性能低下を計測する。

RTT と転送速度の結果を図 5 にまとめた。RTT は、本システムを動作した場合、動作しない場合に比べて、0.479 ミリ秒増えた。これは、本システムによって通信にかかる時間が 0.4 ミリ秒増加することを意味するが、複数のインターネット接続性を利用できるメリットに比べて、無視できる程度であると考えられる。

同様に転送速度は 80Kbits/sec 減少した。ただし、本研究では、通信を複数のインターネット接続性へと振り分けることで利用可能な転送速度を増加させる。次章で示される転送速度の増加は、システムの処理にかかる 80Kbits/sec の性能低下は無視できることを示している。



## 8.2 転送速度の計測

本節では MMRM を利用してインターネット接続性を共有することで通信の転送速度が向上することを確認する。図 6 のグラフは転送速度を示している。0 秒から 300 秒では、車載ルータのインターネット接続性のみを利用可能にしておき、通信はすべてひとつのインターフェイスに集中するようにする。300 秒から 600 秒では、合計 3 つのインターネット接続性を利用可能にしておき、MMRM を利用して通信を分散させた。

0 秒から 300 秒までは、転送速度は平均 1086 Kbits/sec であった。300 秒から 600 秒までは、3 つの経路が利用可能となり平均の転送速度は 2586Kbits/sec に向上した。これによって、本システムは利用可能な転送速度を増大することが確認できた。

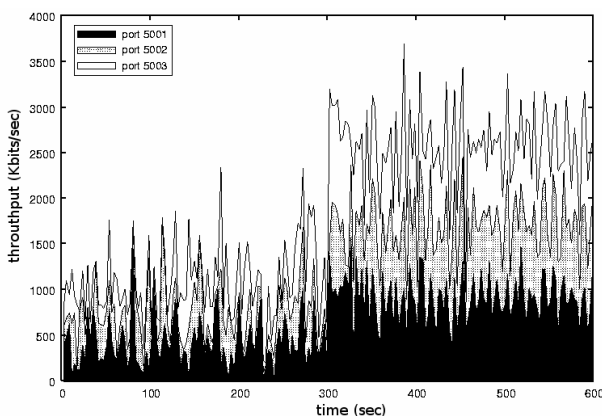


図 7 通信の転送速度の計測

## 9 まとめ

本研究によって、自動車内に車載ルータや携帯端末が接続された際、自動車内の全ての計算機が全てのインターネット接続性を利用可能となった。また、複数のインターネット接続性へ通信を分散することが可能となった。これによって、移動ネットワーク内の計算機の通信の安定性を改善でき、利用可

能な転送速度を増大することができた。また、これらの機構は既存の計算機にたいして新たな機能の追加や変更を必要とすることなく構築できた。そのため、本研究で構築したシステムは自動車に持ち込まれる計算機すべてにこれらの利点を提供できる。

本システムを用いれば、携帯電話や PDA などの既存のインターネット接続性を利用して、自動車をインターネットへ接続できる。既存のインターネット接続性を自動車に供与することで、インターネット自動車の普及が期待できる。

## 参考文献

- [1]インターネット自動車プロジェクト, 2005 年 11 月. <http://www.sfc.wide.ad.jp/InternetCAR/>.
- [2] インターネット ITS 評議会 (InternetITS), 2005 年 11 月. <http://www.internetits.org/>.
- [3]Vijay Devarapalli, Ryuji Wakikawa, Alexandru Petrescu, and Pascal Thubert. Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol, 2005 年 1 月. IETF RFC3963.
- [4]Wakikawa Ryuji, Uehara Keisuke, Ernst Thierry, and Nagami Kenichi. Multiple Care-of Addresses Registration, 2005 年 1 月. IETF, draft-wakikawa-mobileip-multiplecoa-04.txt.
- [5] The NetBSD Project, 2005 年 11 月. <http://www.netbsd.org/>.
- [6] SHISA (WIDEMIP), 2005 年 11 月. <http://www.mobileip.jp/>.