

研究計画書

Mobile Adhoc Network を用いた車車間インターネット通信

慶應義塾大学環境情報学部

自著：_____

学籍番号 79951933

平成 14 年 4 月 29 日

概要

ハードウェア技術の進歩と IPv6 の技術により、インターネットノードの多様化が進み、インターネットの世界の可能性は広がっている。その流れのなかで、自動車内の情報を用いた新しいサービスの枠組を定義する動きがある。自動車は多くの小型ノードと個人用端末を内包する移動するネットワークであり、その情報が有用である事は明白である。本研究では、その中でも車車間における通信に着目し、その通信形態の提案を行う。これにより、インターネットを基盤とした効率的な車車間通信の実現を行う事が可能になる。

1 はじめに

現在日本国内の自動車台数は 7500 万台とも言われ、私たちの生活にとって自動車の存在は欠かせないものとなっている。近年、その自動車が持つ情報を自動車内のみで消費するのではなく、自動車外部に公開することによって新しい自動車の形態を模索する動きがある。

ITS (Intelligent Transport Systems)[1] の活動もそのような自動車の情報化への動きであり、日本では国土交通省主導のもと多くの組織で車を取り巻くネットワークを用いた新しいサービスを展開し始めている。自動車内には多くの情報が存在する。自動車の制御はコンピュータで行われるようになり、そのために自動車内には情報発信元であるセンサが大量に存在するからである。それらの自動車内に存在する情報を組み合わせてこれまでにないサービスを展開することができる。例えば、各自動車のワイパの情報を取得することで、どの地域でどの程度の雨が降っているかという情報を得ることができる。あるいは、前を走る自動車の GPS における位置情報とその自動車からの自車の相対位置を知ることで、GPS 機材を搭載することなく正確な位置情報を取得することができる。自動車内のそれらの情報を組み合わせること、多様なサービスを展開することが可能になる。

本研究では、車車間通信にインターネット技術を用いた際の問題点を明らかにし、それを考慮したシステムを提案し、実装・評価を行う。自

動車間をインターネット技術で接続することにより、自動車外部への情報公開を行うことが容易になる。

2 研究概要

2.1 インターネット技術を用いた車車間通信の必要性

現在の車車間通信の技術では、それぞれ別々の自動車に属するセンサの協調を行う際、そのセンサの通信に特化した回線を用いて行っている。車車間通信環境をインターネットを用いて実現することで、図 1 に示すように 1 つの回線を複数のノードで共有し自動車の装備の効率化を図ることができる。また、アプリケーションの開発を行う際にも、物理層における通信形態を意識しない設計、実装を行うことができる。以上の利点により、本研究では、車車間通信の通信基盤にインターネットを用いる。

2.2 問題意識

本研究では、自動車を移動ネットワークとして扱う。移動ネットワークとは、ネットワーク内へ外部接続性を提供するルータが、IP アドレスを変化させるネットワークのことである。本研究では、この移動ネットワークの技術に MONET(Mobile Network)[2] を用いる。MONET は、移動ネットワーク内のルータをモバイルルータとして定義する。モバイルルータは MIP(Mobile IP)[3]

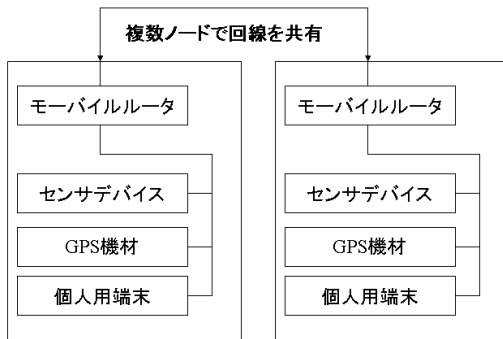


図 1: インターネットを用いた車車間通信

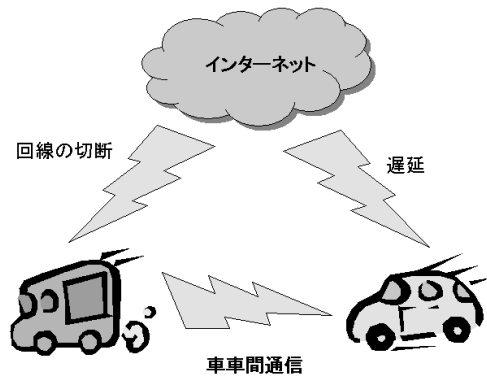


図 2: 車車間通信

の機能をもち、移動ネットワーク内部と外部固定ネットワーク間において、移動透過的な、つまり内部ノードと外部ノード間の通信において移動を意識させることのないパケット転送を行う。

しかし、MONET の技術は移動ネットワークと外部固定ネットワーク間の通信方式を定義するのみであり、移動ネットワーク間の直接通信に関する定義は存在しない。

この状態では、例えばある自動車がある自動車のブレーキ状態を得るとともに、自身のブレーキ状態を送信するという操作を行う際に、通信相手の自動車は目の前に存在するにもかかわらず、一旦外部固定ネットワークを介した通信を行う。このため通信にかかる遅延は大きくなる可能性もあり、遅延の予測範囲を限定することができない。これは自動車の操作においては大きな障害となり、事故を引き起こすこともありうる。これでは、自動車間の安全な協調を行うことができない。また、自動車は広い範囲を移動するので、外部固定ネットワークへの接続性を確保できない状態になることもありうる。その際に、並走する自動車の情報を取得できなければ、車の安全な交通を支援することができない。外部固定ネットワークへの接続性が失われた状態でも、並走する自動車同士の通信を維持するための機構が求められる。

2.3 システムの設計

本研究では、移動ネットワーク技術に MONET を用い、上記の問題点を考慮した移動

ネットワーク間の効率的な通信方式を提案し、実装する。システムは以下の要素からなる。

2.3.1 車車間通信機構

本システムでは、移動ネットワーク間の経路制御には MANET(Mobile Adhoc Network) の技術を用いる。MANET とは、移動ノードが相互に通信するために、一時的にネットワークを構成するための技術である。MANET は、頻繁にトポロジ変化が起こる環境を想定して設計されているために、車車間通信のような、隣接する自動車が高速かつ頻繁に変わる環境での通信に適している。移動ネットワーク間の経路制御に MANET を用いることによって、外部ネットワークを介することなく近隣の自動車との通信を行うことができるため、車車間の通信を効率化することができる(図 2)。また、車車間の通信を外部ネットワークに依存しないため、継続した車車間通信を行うことができる。

しかし、既存の MANET の仕組みでは、ノード対ノードの通信しか行う事ができない。つまり、ネットワーク間の通信を MANET を用いて行う事ができないのである。よって、本研究では、ネットワーク間通信をサポートした MANET ルーティングメカニズムの開発を行う。車車間通信機構は、モバイルルータがもつ MIP のホームアドレスと、移動ネットワーク内のネットワークアドレスを対応づけた MANET ルーティングメカニズムを提案し、実装する。

2.3.2 広域通信機構

この機構は、従来の移動ネットワーク技術におけるモバイルルータ上に実装されている機能である。この機能は、携帯電話や、衛星通信アンテナを用いて、広域な通信環境を自動車内に提供する。本研究では、その機構を広域通信機構と呼ぶ。

2.3.3 パケット転送選択機構

既存のシステムを有効に活用するために、パケット転送選択機構をモバイルルータ上に実装する。これは、トラフィックの種類によって、MANET 環境にパケットを転送するか、外部固定ネットワークにパケットを転送するかをあらかじめ設定されたポリシーにしたがって決定するものである。これにより、例えば、MANET 環境では自動車の制御情報配信を、そして外部固定ネットワーク経由では動画配信を行うなど、車内環境において効率的な回線利用を支援することが可能になる。

また、選択した回線が利用できなかった際、この機構は、別の回線がバケット転送に利用可能な状態にあればその回線を使ってバケットを転送する。利用可能な回線が存在しない場合バケット転送選択機構はバケットを廃棄する。

2.3.4 パケット転送ポリシー制御機構

この機構は、パケット転送選択機構がパケットを転送する際の判断基準となるポリシーを決定するための機構である。ユーザは、あらかじめ本機構を用いてパケット転送ポリシーを設定する。本機構は、ユーザのポリシー設定を支援するために GUI を用いる。

2.3.5 近接ネットワーク識別機構

インターネットは、一意なアドレスを用い、それをもとに通信を開始するために、通信相手が「近隣の自動車」という曖昧な通信は許容されない。よって、何らかの近隣自動車の IP アドレスを取得するための機構が求められる。この機構を用いる事で、自動車内のノードが、近接する他の自動車内のノードと通信を行う際、他ネットワークとしての近接自動車情報を取得することが可能となる。

2.4 システム動作

システムの動作概要を図3に示す。

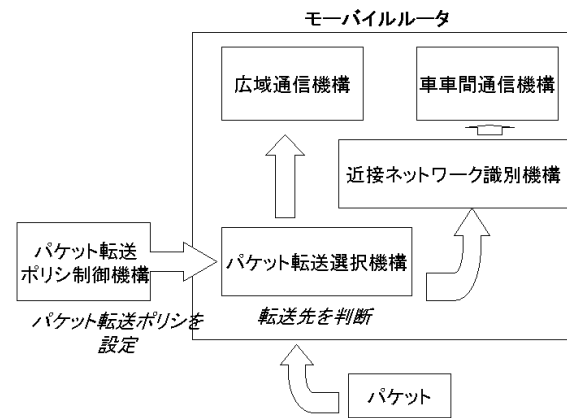


図 3: システム動作

前提として、ユーザはあらかじめパケット転送ポリシー制御機構を用いて、モバイルルータにパケット転送のポリシーを設定しているものとする。まず、パケットの送信元に注目した流れを以下に示す。

1. 通信を開始する自動車内のノードは、モバイルルータにパケットをおくる
2. モバイルルータは、ユーザがあらかじめ設定したポリシーを元に、パケット転送選択機構を用いて MANET 環境にパケットを転送するか、あるいは外部固定ネットワークにパケットを転送するかを判断する
3. パケットが MANET 環境に転送されることが決定されるとモバイルルータは近接ネットワーク識別機構を用いてパケットの宛先ネットワークをえる
4. 車車間通信機構によってパケットは転送される
5. パケットを受け取ったモバイルルータは、それが自身が直接接続された車内ネットワークにあてられたパケットであるか否かを判断する。自身の車内ネットワークに当てられたパケットであれば、車内のネットワークにパケットを転送する。そうでなければ、パケットの種類を判別し、転送ポリシーに従ったパケット転送を行う

次に、ポリシーに従ったパケット転送が行われない場合の例を以下に示す。

1. ポリシーに従い、パケットは MANET 環境に転送されるべきだと判断する
2. MANET 環境に対する接続性が失われていることを検出する
3. 再度パケット転送選択機構はそのパケットを外部固定ネットワークに転送する
4. 外部固定ネットワークへの接続性も失われていた際、パケット転送選択機構はそのパケットを廃棄し、エラーをアプリケーションに対してかえす

3 応用技術

本研究は、移動ネットワーク間の直接通信を支援するシステムを構築する。その適用範囲はただ車車間における通信のみではなく、移動ネットワーク全般にに対して広げることができる。その上で、本研究の応用研究として以下のようなものをあげる事ができる。

3.1 自動車間の情報交換に基づいた安全運転支援

車車間で、ブレーキ情報、アクセル情報、エンジン情報等を交換する事で、自動車の安全性を確保した、プラトーン走行と呼ばれる効率的な高速通信を行う事ができる。これにより、事故回避を行い、自動車交通システムを効率化する事が可能になる。

3.2 複数人による PAN(Personal Area Network) 上の資源共有

計算機資源に乏しい、PAN 上では、PAN 同士の協調作業が重要になってくる。そして、PAN はその性質から個人指向のネットワークであるために、PAN 同士のグループコミュニケーションを支援する環境も必要とされている。本機構を用いる事により、それらの PAN の協調作業を支援する事が可能となる。

3.3 航空機間の情報交換による航路ミス防止

航空機は安全のため、あらかじめ航路を設定されて飛行する。しかし、その設定された航路がかならずしも安全とは限らない。緊急の航路変更等もありうる。航空機間で常時航路情報を交換する事で、ニアミス等の航路ミスを防ぐ事ができる。

4 研究手法

本研究では、研究概要の章で示した車車間通信技術を実装、評価し、国際標準機関 (ISO: International organization for Standardization) に対して車車間通信における標準技術として提案する。

私が所属する WIDE プロジェクトでは、1995 年よりインターネット自動車に関する研究を行っている。インターネット自動車プロジェクトは、さまざまなプロジェクトと連携してその実用性を検証し、新しい要求に応えるための技術の提案・開発を行っている。その活動の一環として、インターネット ITS プロジェクト [5] がある。

インターネット ITS とは、自動車間、道路と自動車間の通信基盤としてインターネットを用いることにより、共通のインターフェースを ITS サービスに提供し、関連技術の開発を行うことを目的としたプロジェクトである。

また、インターネット ITS プロジェクトは、その技術の有効性を示すために数千台規模の大規模な実証実験を行っている。本研究の評価には、この実証実験基盤を用いる。これにより、実際の自動車環境をもとにしたデータ収集を行い、システムの性能評価と最適化を行う。

インターネット自動車プロジェクトは、国際標準機関の ITS 技術委員会に対して、開発した技術の標準化を提案している。本研究では、構築したシステムを ITS における標準技術として ITS 技術委員会に提案する。それにより各国の研究機関との共同研究をはかり、本研究に関する議論を深める。

5 これまでの活動

私は、学部 2 年次より慶應義塾大学村井研究室に所属し、多くの最先端の技術にふれながら、ネットワークに関する研究活動に携わってきた。その過程で、ネットワークの管理を行いながら、

アプリケーションの開発に携わってきた。その成果物として以下をあげる事ができる。

- 衛星回線監視機構
- 時刻同期型 WEB 代理サーバ
- 階層的マルチキャストデータ配信機構
- UDLR トンネル設定アプリケーション
- 位置情報検知機構

私は、このようなアプリケーションを開発する過程で、ネットワークを取り巻くさまざまな問題に触れてきた。そして、移動体通信に関心を寄せるに至った。

村井研究室では、インターネット自動車に関係するを通じて、インターネット上での移動体通信に関する研究も行っている。MIPv6(Mobile IPv6)[4] や MONET はその活動の例である。そして、私は、移動ネットワーク間の通信に関する研究に興味を持ち、本研究を提案するに至った。

6 志望理由

慶應義塾大学政策メディア研究科では、WIDE プロジェクトへの積極的な取り組みが行われている。そして、研究手法の章で述べたとおり、WIDE プロジェクトは、インターネット ITSをはじめ、多くの対外組織と協力した大規模なプロジェクトを進めている。つまり、政策メディア研究科では、技術開発のみではなく、その応用範囲、あるいは適用範囲をみすえた研究がなされている。

そのような視点に基づいた研究が本研究には必要不可欠であり、これにより私は慶應義塾大学政策メディア研究科への入学を強く希望する。

参考文献

- [1] 国土交通省 道路局 ITS ホームページ
<http://www.milt.go.jp/road/ITS/>
- [2] T. Ernst, A. Olivereau, I. Bellier, C. Castelluccia, H. Lach “Mobile Networks Support in Mobile IPv6” Internet-Draft March 2002
- [3] C. Perkins, “IP Mobility Support”, RFC 2002 October 1996
- [4] D. Johnson, C. Perkins “Mobility Support in IPv6” Internet-Draft March 2002
- [5] 情報処理学会誌 43 巻 2002 年 4 月 特集「インターネットと自動車」