

第 XV 部

自動車を含むインターネット 環境の構築

第 15 部

自動車を含むインターネット環境の構築

第 1 章 はじめに

1.1 iCAR WG 2009 年度の活動

インターネット自動車 WG (以下 iCAR WG) では、これまでに移動体通信技術の開発とその実験環境の構築 (以下 iCAR テストベッド) 他団体と共同による実社会での実証実験への参加活動、および研究成果の標準化活動を行ってきた。本 WG では前年度に引き続き、2009 年度も移動体通信技術の可用性の検証およびフィールド実験環境の整備に関する議論を行うため、WIDE 研究会や合宿での BoF を利用した議論に加え、月に 1 度ポリコムを用いた定例ミーティングを開催し、継続的に研究活動を行っている。また、本年度は特に、Nautilus6 WG との連携により Linux 版 MR の設定や HA を含む移動体通信に関する議論と環境構築、テストベッド整備を行った。

1.2 本報告書の構成

本年度 iCAR WG で行った移動体通信技術、センサネットワーク、プローブ情報システムのプライバシー保護問題等に関する研究開発や議論、および、テストベッド環境の整備等、主な活動内容と成果は以下の通りである。

- 移動体通信技術および自動車情報基盤に関する研究開発
 - － インターネット上での自動車情報基盤の構築
 - － Mobile IPv6 ベースプロトコル用研究開発プラットフォームの設計
- プローブ情報システムのプライバシーに関する研究
 - － プライバシーを考慮した匿名認証方式によるプローブ情報システムの構築
 - － プローブ情報システムへの匿名性評価手法導入のための一考察
- Linux 版 MR および移動体通信環境の設定と構築

ここでは、本章に続く章を概説し、各章でその詳細を述べる。

まず、第 2 章では、移動体通信技術および自動車情報基盤に関する研究開発に関する概要を報告する。内容としては学位論文として提出された研究である「インターネット上での自動車情報基盤の構築」および「Mobile IPv6 ベースプロトコル用研究開発プラットフォームの設計」について、それぞれの項で概要を述べる。第 3 章では、プローブ情報システムにおけるプライバシー保護や匿名性の確立の必要性と、その評価手法の検討に関する研究について報告する。プローブ情報システムで収集される情報には、車両の情報取得時の位置と時間が必ず付加される。情報発信者のプライバシー保護の観点では、情報は匿名かつ発信される情報に依存関係が無い状態で収集されることが望ましいが、情報と発信者との対応を剥奪しただけでは対応が不十分であるばかりか、必要なサービスが提供困難になることもある。そこで、第 3.1 項ではプライバシーを考慮したプローブ情報システムの構築のための匿名認証方式の提案について、発表した論文の概要を掲載する。また、第 3.2 項では、各種プローブ情報システムの脅威分析や個人情報保護に関するガイドラインは国内外で検討されている現状を踏まえ、汎用性、社会性の高いプローブ情報システムが扱う情報の信頼性やシステムセキュリティの評価・検証手法を考察する論文の概要を掲載する。第 4 章では、月に 1 度の定例ミーティングとは別に行った MR camp での MR 構築作業について報告する。この MR camp では、今まで使っていた NetBSD 版 MR とは別に、Linux 版 MR の設定や HA を含む移動体通信に関する議論と環境構築、テストベッド整備を行った。続く第 5 章で、今年度の活動をまとめる。

第 2 章 移動体通信技術および自動車情報基盤に関する研究開発

ここでは、インターネット上での自動車情報基盤、および、Mobile IPv6 ベースプロトコル用研究開発

プラットフォームの設計に関する研究開発の概要を報告する。

2.1 インターネット上での自動車情報基盤の構築

本研究では、インターネット上で自動車情報を利用して新たな価値ある情報を生成する情報システム概念を定義し、これを実現するための自動車情報基盤アーキテクチャを提案した。また、提案したアーキテクチャを実現するために要件を定義し、これを満たすために3つの技術基盤の構築を行った。さらに、技術基盤に基づく実証実験や、国際標準化による合意形成を通して、自動車情報流通基盤アーキテクチャの実現可能性や社会的受容性を検証した。自動車の情報化は社会全体の利益に繋がり、その必要性は高い。プローブ情報システムは、自動車の持つ情報を情報通信基盤を用いて収集する事で、価値ある情報を生成し、情報の共有・提供を行うシステムである。自動車情報基盤は、インターネットを用いることで、自動車の持つ多様な情報を、道路交通やそれ以外の新たな情報システムで活用可能とする情報基盤である。本研究では、この基盤を構築するために必要なアーキテクチャを提案した。このアーキテクチャは3つの技術基盤から構成されている。自動車情報取得インターフェイス基盤は、自動車を持っている車両位置や速度、外気温や各種走行センサの状態等を統一した形式で保持する「車両データ辞書」を構築し、様々な情報システムが利用できるようにするための基盤である。プローブ情報生成基盤は、自動車情報取得インターフェイス基盤を活用して自動車の情報を取得・集約し、価値ある情報を生成するための生成スキームを提案し、プローブ情報システム構築の際に求められる規模性や即時性等を満たすための車車間通信の活用を実現する基盤である。プライバシー保護基盤は、自動車情報取得の際の課題である情報発信者の個人情報の漏洩やプライバシー侵害に関する不安を取り除くために、自動車情報流通基盤上において守るべき個人情報保護に関する基本的な遵守事項（基本原則）の策定と、プライバシーを保護した上で有益なシステムの構築、およびシステム保全を担保する認証技術である匿名認証機構から構成された、情報発信者と利用者の安心・安全を守る基盤である。本研究では、自動車情報基盤の実現可能性、および社会的受容性を検証するために、自動車情報を活用したプローブ情報生成、車車間通信を

活用したプローブ情報システムの生成、および匿名認証機構を用いたプローブ情報システムの構築に関する実験を行った。また、合意形成を図るため、自動車情報フォーマットと、プローブ情報システムの個人情報保護に関する国際標準化活動を行った。これらの実験や標準化活動を通し、アーキテクチャに基づく自動車情報基盤の要件を満たしていることを検証し、実現可能性と社会的受容性について良好な結果を得た。以上の研究活動によって、本研究はインターネット上での自動車情報基盤の構築を通して次世代プローブ情報システムの基盤構築に寄与することが出来た。

この研究詳細は佐藤雅明博士の学位論文として、付属ディスクに収録されているPDFファイル（dt200903-sato.pdf）として掲載されている。

2.2 Mobile IPv6 ベースプロトコル用研究開発プラットフォームの設計

インターネットは最新の通信技術を取り込みながら拡大を続けている。今後は、急速に発展している無線通信技術を利用した、移動通信が接続の主流になっていくと考えられる。本研究では、移動通信を主体とした将来のインターネットに対応できるプロトコル研究開発基盤の実装設計とその評価を行う。莫大なノードを収容できるIPv6基本プロトコル、およびその上で動作するMobile IPv6を採用し、それぞれのプロトコルをBSDオペレーティングシステム用に設計、実装、運用することで基本環境の正当性を評価した。本基盤環境の特徴は2つある。ひとつは、シグナル処理とパケット処理の分離による、将来の拡張への柔軟性の提供、もうひとつは処理プログラム間に共通の情報伝達手段を提供してスムーズな処理を実現することである。本基盤環境を用いて4つの異なる拡張プロトコルが実装され、実際のインターネットを利用した実験を実施することで基盤環境の柔軟性が示された。本基盤環境は、他の組織での研究開発にも利用された実績があり、客観的な有用性を持っていると評価できる。また最後には、設計当時に存在しなかった拡張プロトコルを基盤環境上に実装できることを実証することで、本提案基盤が将来の移動通信研究開発活動の基礎となりうることを示した。

この研究の詳細は島慶一博士の学位論文として、付属ディスクに収録されているPDFファイル（dt200903-shima.pdf）として掲載されている。

第3章 プローブ情報システムのプライバシーに関する研究

3.1 プライバシーを考慮した匿名認証方式によるプローブ情報システムの構築

プローブ情報システムでは、収集される情報に車両が情報を取得した際の位置と時間が含まれる。情報発信者のプライバシー保護の観点では、情報は車両を識別することが出来ない匿名で、かつ発信される情報に依存関係が無い状態で収集されることが望ましい。しかし、そのような環境では、プローブ情報システムは悪意ある情報発信者による虚偽情報の大量発信を排除できない。また、旅行時間等の連続したデータを必要とするプローブ情報の生成は難しい。そこでプライバシーを考慮したプローブ情報システムの構築のための匿名認証方式の提案を行った。本方式を用いることにより、情報収集者は、情報発信者の匿名性を担保した上で、連続したプローブ情報の収集が可能となる。また、提案した方式の動作を検証するために、匿名認証システム、およびプローブ車両シミュレータとプローブ収集センタの設計と実装を行った。

この研究成果の詳細については、2009年6月に開催された情報処理学会第37回高度交通システム研究会（ITS）にて発表された。（文献 [111] 参照）

3.2 プローブ情報システムへの匿名性評価手法導入のための一考察

インターネット等の共通情報通信基盤上に構築されるプローブ情報システムは国内外からの高いイノベーションが期待される一方、車両追跡や行動履歴の推測などの脅威が存在する。現在、各種プローブ情報システムの脅威分析や個人情報保護に関するガイドラインは国内外で検討されているが、プローブデータ自体の信頼性やシステムセキュリティの検証に関する議論は少ない。そこで、汎用性、社会性の高いプローブ情報システムが扱う情報の信頼性やシステムセキュリティの評価・検証手法を考察した。

この研究成果の詳細については、2009年9月に開催された情報処理学会第45回電子化知的財産・社会基盤研究発表会にて発表された。（文献 [106] 参照）

第4章 Linux 版 MR および移動体通信環境の設定と構築

iCAR WG が各種実験等に利用するテストベッドは数年前に構築したまま、大きな仕様変更や環境の改良等を行われていなかった。そのため、実際に動作し続けている MR が少なく、メンテナンス不足による HA の荒廃や技術継承に関する課題が挙げられていた。この問題に対応するため、2008年度より Nautilus6 WG と連携して Linux 版 MR のテストベッドの再構築を行っている。本章では今年度の iCAR MR 構築活動、特に、2009年6月24日に IJ 技術研究所で行われた MR camp における作業報告を述べる。

4.1 Development status of iCAR MR

The development of the new mobile router (MR) system for InternetCAR (iCAR) working group started last year to replace the existing NetBSD based MR system to the Linux based system. The purpose of the update is to replace the base system from unmaintained NetBSD NEMO BS stack (the SHISA stack) to still maintained Linux NEMO BS stack (the NEPL stack) and support the Dual-Stack Mobile IPv6 (DSMIPv6) function which is important when using the current IPv4 Internet. The hardware equipment is a Soekris box.

4.2 Development history

At the 2008 WIDE autumn camp, the base system replacement from NetBSD to Linux was done. In 2009, we had two development camp meetings. At the time of the end of the year 2008, the following items were implemented.

- Wireless WAN interface (E-mobile) support
- Automatic SSID and 802.11 interfaces configuration
- Basic DSMIPv6 function support

The following items were left as to do items.

- DSMIPv6 unstability
- Web authentication handling

4.3 2009-6-24 MR development camp

Although the DSMIPv6 stack was integrated to the iCAR MR stack, we were seeing the following two problems.

- a) An IPv4 care-of address is selected even though IPv6 is available
- b) Point-to-point interface handling problem

The problem a) was identified as a driver problem. The base Linux kernel we were using at that time was 2.6.26. The Atheros wireless interface card driver provided with the MadWifi stack of the 2.6.26 kernel didn't interface with the WEP configurator (WPA supplicant) properly. Updating the kernel version to 2.6.30 with the Ath5K stack which has more recent Atheros wireless interface card driver fixed the problem.

The problem b) was related to the next hop information handling in the point-to-point interface. In the Ethernet case, the address validation is performed based on the reachability of the onlink routers. However, in the point-to-point interface case, because we don't have any onlink router on the link, the address validation mechanism didn't work properly. This issue is solved by setting infinite lifetime to the address on the point-to-point link. The other issue is installation of a default route entry. When the MR is attached to both Ethernet and point-to-point links, it is hard to determine which route should be used as a default route. In the NEPL DSMIPv6 stack, we solved this issue by installing the default route entry by the NEPL stack which is typically done by a DHCP client or a PPP client in usual scenarios.

For the web authentication handling problem, we still don't have any good solution for it. Recently, many public 802.11 service providers exist but most of them are still using web page based service authentication. We need to seek for the solution how to utilize these services from the iCAR MR.

4.4 Summary

We have completed the transition from the NetBSD based MR system to the Linux based MR system. The big advance is its DSMIPv6 function which is important when we use the MR in a realistic Internet environment where most of the access networks are still IPv4. The next step is to establish experiment environment on the MR system.

第 5 章 まとめ

本 WG は、数年前から MIP6 および NEMO の機能等の移動体通信技術、特に MR の機能に関して、Nautilus6 WG と議論を重ねてきた。これらの議論と両 WG において蓄積した技術および情報を用い、2009 年度の活動の結果、NetBSD 版 MR から Linux 版 MR の移行が完了した。特に、DSMIPv6 機能の整備は大きな成果であり、今後も MR の実験環境整備を続けていく。今年度の iCAR WG の研究活動は、インターネット移動体通信技術の研究開発だけでなく、センサデータ（プローブデータ）の安全な流通に関わる技術、特にプライバシー保護と匿名性評価に対する検討について活発に議論し、より実社会のニーズを反映した分野へと広がりを見せた。今後も本 WG では開発した技術の実社会への反映を考慮し、社会全体の利益に資するような研究開発を目指していきたい。