

Title	列車向け高速光空間通信システムにおけるデュアルスタックモバイルIP技術
Sub Title	Dual stack mobile IP technology for high speed ground-to-train communication system using free-space optics
Author	正源司, 智博(Shogenji, Tomohiro) 春山, 真一郎(Haruyama, Shinichiro)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
Publication year	2009
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2009年度システムエンジニアリング学 第5号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002009-0020

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文

2009 年度

列車向け高速光空間通信システムにおける
デュアルスタックモバイル IP 技術

正源司 智博
(学籍番号：80833232)

指導教員 教授 春山 真一郎

2010 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
システムデザイン・マネジメント専攻

論 文 要 旨

学籍番号	80833232	氏 名	正源司 智博
論文題目： 列車向け高速光空間通信システムにおける デュアルスタックモバイル IP 技術			
(内容の要旨)			
<p>今日、インターネットは個人の生活や企業活動に欠かせない社会インフラのひとつになった。光ファイバを代表とする有線ブロードバンド回線の契約者は3千万人を超え、外出先においても、公衆無線 LAN、モバイル WiMAX の登場によりブロードバンド化が加速している。高速インターネット環境は、点から線、線から面へとその領域を拡大し、情報通信基盤としての役割を増大させている。しかし、広範囲を高速に移動する列車内からのインターネット接続環境はいまだ十分に整っているとは言えない。</p> <p>そこで、列車内インターネット接続サービスに関するアンケート調査を鉄道総研と共同で実施するとともに、既にサービス提供中である、つくばエクスプレス、成田エクスプレス、東海道新幹線のサービス品質を調査した。そして、この2つの調査結果から列車向け通信システムの要求条件を明らかにした。</p> <p>その要求条件とは、「高速通信」、「安定通信」、「移動透過性」、「デュアルスタック」である。「高速通信」とは、普段使い慣れているブロードバンド回線と同等の通信速度を列車内でも乗客一人ひとりに提供することである。東海道新幹線 N700 系にあてはめれば、約 8 Gbps の通信速度が必要となる。「安定通信」とは、列車が高速で移動しても通信が途切れないことであり、パケットロス率を 5%未満に抑えることである。「移動透過性」とは、移動そのものを乗客に意識させないことであり、100 ms 未満の高速なハンドオーバを達成することである。そして、これらすべてを今後のインターネットの変化に事前に対応できるように、IPv4 と IPv6 の両方が使えるデュアルスタック IP 方式にて実現するのである。</p> <p>その実現に向け、本論文は、「光空間通信システム」と「デュアルスタックモバイル IP システム」を提案する。「光空間通信システム」とは、物理層システムであり、移動体追尾機能を持った赤外線レーザーによる双方向通信を行う。地上側基地局と列車間にて、ビーコンにより互いを追尾し、レーザー光を反射させるミラーの角度を変化させることで、列車が移動しても継続した通信を可能とするシステムである。</p> <p>「デュアルスタックモバイル IP システム」とは、ネットワーク層システムであり、乗客の PC に特殊な変更を加えることなく、列車単位でのモビリティを IPv4 と IPv6 の両方で実現するシステムである。また、高速ハンドオーバを実現するため、「光空間通信システム」と階層をまたがって情報交換を行う。</p> <p>本提案システムを製作・構築し、列車に見立てた乗用車にて実験を行った。その結果、乗用車の速度 40 km/h にて 931 Mbps の実効通信速度と 0.88%の低パケットロス率を、60 km/h にて 67 ms という高速ハンドオーバを実現した。また、これらを IPv4 と IPv6 の両方で通信が可能なデュアルスタック IP にて実現することに成功した。</p>			

SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student Identification Number	80833232	Name	Tomohiro Shogenji
<p>Title</p> <p style="text-align: center;">Dual Stack Mobile IP Technology for High Speed Ground-to-Train Communication System Using Free-Space Optics</p>			
<p>Abstract</p> <p>Nowadays the Internet has become part of the social infrastructure essential for individual life and corporate activities. The number of people subscribed to wired broadband service, such as fiber optic service, is more than 30 million and the spread of public wireless LANs and mobile WiMAX is accelerating broadband adoption. However, we can hardly say that the Internet connection inside high-speed, long-distance train has kept pace.</p> <p>Therefore, we conducted a joint survey with Railway Technical Research Institute. In addition, we investigated the actual quality of service on the Tsukuba Express, the Narita Express and the Tokaido Shinkansen. The result of these investigations clarified the requirements for in-train communication systems: high-speed communication, stability of communication, mobility and IP dual stack support. High-speed communication means providing each passenger a communication speed comparable to the broadband speeds they are accustomed to. Stability of communication means continuous communication even when train is moving quickly. This means less than 5 % packet loss. Mobility means achieving less than 100 ms high-speed handover and not making passengers conscious of moving. And finally, we need to perform all this in a IPv4 / IPv6 dual stack environment to facilitate the future development of the Internet.</p> <p>To achieve this, we propose a two-prong approach involving a communication system using free-space optics along with a dual stack mobile IP system. Communication system using free-space optics is physical layer system which communicates bi-directionally by infrared laser with mobile tracking function. Dual stack mobile IP system is a network layer system which allows a train-wide IPv4 / IPv6 network to seamlessly change its point of attachment without requiring any modifications of passengers PCs.</p> <p>We produced and build these systems with which we conducted an experiment using a vehicle in place of a train. As a result, we realized effective communication speed of 931 Mbps and low packet loss of 0.88 % at 40 km/h and observed high-speed handover of 67 ms at 60 km/h. Moreover, we succeeded in realizing all requirements in a dual stack environment.</p>			