

モバイルアドホックネットワークにおける  
スケーラブルグループメンバー確認技術に関する研究開発 (052308002)

Research and Development on Scalable Technologies for Confirming Safety of Group Members  
in Mobile Ad Hoc Networks

研究代表者

角田良明 広島市立大学

Yoshiaki Kakuda Hiroshima City University

研究分担者

吉田彰顕<sup>†</sup> 生岩量久<sup>†</sup> 若林真一<sup>†</sup> 石田賢治<sup>†</sup> 前田香織<sup>†</sup>

Teruaki Yoshida<sup>†</sup> Kazuhisa Haeiwa<sup>†</sup> Shinichi Wakabayashi<sup>†</sup> Kenji Ishida<sup>†</sup> Kaori Maeda<sup>†</sup>

西正博<sup>†</sup> 高橋賢<sup>†</sup> 上土井陽子<sup>†</sup> 舟阪淳一<sup>†</sup> 井上伸二<sup>†</sup> 河野英太郎<sup>†</sup>

Masahiro Nishi<sup>†</sup> Satoshi Takahashi<sup>†</sup> Yoko Kamidoi<sup>†</sup> Junichi Funasaka<sup>†</sup> Shinji Inoue<sup>†</sup> Eitaro Kohno<sup>†</sup>

大田知行<sup>†</sup> 小畑博靖<sup>†</sup> 戸田賢二<sup>††</sup> 須崎有康<sup>††</sup> 伊藤篤<sup>†††</sup>

Tomoyuki Ohta<sup>†</sup> Hiroyasu Obata<sup>†</sup> Kenji Toda<sup>††</sup> Ariyasu Suzaki<sup>††</sup> Atsushi Ito<sup>†††</sup>

武内保憲<sup>††††</sup> 高田諭<sup>††††</sup> 岡村幸壽<sup>†††††</sup> 周藤浩司<sup>†††††</sup>

Yasunori Takeuchi<sup>††††</sup> Satoshi Takata<sup>††††</sup> Yukio Okamura<sup>†††††</sup> Koji Sudo<sup>†††††</sup>

<sup>†</sup>広島市立大学 <sup>††</sup>産業技術総合研究所

<sup>†</sup>Hiroshima City University <sup>††</sup>Advanced Industrial Science and Technology

<sup>†††</sup>KDDI 研究所 <sup>††††</sup>中国電力 <sup>†††††</sup>中電技術コンサルタント

<sup>†††</sup>KDDI R&D Laboratories <sup>††††</sup>Chugoku Electric Power <sup>†††††</sup>Chuden Engineering Consultants

研究期間 平成 17 年度～平成 19 年度

本研究開発の概要

グループ活動において、メンバーの安否等を逐次確認することは、全体を統括するための基本的かつ重要な機能である。しかしながら、メンバーが動き回るほど、また、メンバー総数が多くなるほど、それを実現することは困難になっていく。本研究開発では、まず、スケーラビリティと移動速度の変化に適応するため、リアルタイム通信、ルーティングの効率化等の観点から、モバイルアドホックネットワークにおけるグループメンバー確認技術を開拓した。次に、これらの技術を応用して、広島市の小学校における学校登下校時の児童見守りシステム、および新広島市民球場の IT 化プロトタイプサービスの構築と実証実験を実施し、地域社会における安心安全の確立と文化経済の振興に貢献した。

Abstract

It is fundamental and important to sequentially confirm safety of group members for assuring group activity. However, the more frequently the members move and the more the number of members increase, the more difficult confirming the safety of group members is. In our research and development, first, we have invented scalable and adaptable technologies for confirming safety of group members such as real time communication and routing in mobile ad hoc networks. Next, we have applied these technologies to the development and demonstrations of the Hiroshima City Children Tracking System on their way to and back from school and the IT based prototype services for the new Hiroshima City Baseball Stadium. Accordingly, we have contributed to establishment of relief and safety and encouragement of culture and economy in regional societies.

1. まえがき

グループ活動におけるグループメンバー確認技術の重要性に着目し、ルーティング、リアルタイム通信、試験環境システム、ヒト検知システム、携帯電話アドホックネットワーク、位置検知システム等のスケーラブルグループメンバー確認技術を開拓するとともに、これらの技術を適用して、広島市の小学校における学校登下校時の児童見守りシステム、および新広島市民球場の IT 化プロトタイプサービスの構築と実証実験を実施した。

2. 研究内容及び成果

本研究開発で得られた主なスケーラブルグループメンバー確認技術を示す。

(1) ルーティング: スケーラビリティがあり、移動速度の変化に適応するルーティングとして、自律分散クラスタリングに基づく階層ルーティング Hi-AODV を提案し、ク

ラスタ内ルーティングおよびクラスタ間ルーティングで必ずしもクラスタヘッドを通過しないで済むように Hi-AODV を改善した。

(2) リアルタイム通信: 無線プロトコル実験用の無線装置システムを開発した。同システムは、論理プログラマブルデバイス FPGA で無線 PHY を直接制御できるものであり、これにより自由な無線プロトコルの実験が可能となった。

(3) 試験環境システム: アドホックネットワークソフトウェアにおけるノードのモビリティを効率的に試験するために、有線ネットワーク上に一台の位置管理サーバと複数の試験ノードにより構成される試験環境システムを開発した。

(4) ヒト検知システム: 送信レベルの安定した UHF 帯 TV 受信波を用い、受信系を屋内に設置したヒト検知システム

を提案した。本システムは、ヒトに起因したマルチパスフェージングやシャドウイングといった屋内マルチパス電波伝搬環境の変化による受信レベル変動からヒトの有無を検知しようとするものである。

(5) 携帯電話アドホックネットワーク：携帯電話のBluetooth 経由で構成するアドホックネットワークの機能をベースに携帯用アプリケーションを開発した。これと連動する太陽電池付き Bluetooth タグシステムも開発した。

(6) 位置検知システム：歩行者 ITS 用基地局と受信機 (RF 部) の設計・試作を行うとともに、ネットワーク部を IEEE802.15.4 モジュールを用いて開発・試作した。位置標定精度は±30 cm 程度、方向標定精度は±0.5° 程度であることが確認できた。



図1 広島市児童見守りシステムのイメージ図

本研究開発で実現した主なシステムおよびサービスは下記の通りである。

本研究開発で得られたスケーラブルグループメンバー確認技術に基づいて広島市児童見守りシステム (図1) を構築し、広島市安芸区矢野南小学校の学区において 2007 年 9 月 5 日から 12 月 21 日までの間、モデル事業を実施した。モデル事業当初は学区内に 30 台の太陽電池付 Bluetooth タグを電柱等に設置した。

各児童には見守りアプリが稼動する、Bluetooth 通信機能付の携帯端末をランドセルに取り付けて登下校を行ってもらった。通学路に設置されたタグを、児童に持たせた携帯端末で読み取らせ、それを携帯端末の基地局を介して管理サーバに送信する。さらに、携帯端末間でモバイルアドホックネットワークを構成することで、児童の位置情報だけでなく、一緒に登下校している児童の総数を保護者に提供している。

各児童に対して児童が持つ携帯端末で見守りアプリ稼動内に通学路上に設置されたタグを認識できた割合を算出した。この割合の定義は次の通りである。

各児童の通学路タグ認識率 = 登録通学路におけるタグ数のうち携帯端末で認識できたタグ数 / 登録通学路に設置されたタグ数

平均通学路タグ認識率 = 各児童の通学路タグ認識率の総和 / システム利用児童数

この結果、登校時 8 割、下校時 7 割 5 分程度の平均通学路タグ認識率が得られた。

タグが携帯端末を認識できなかったその原因としては、次のいずれかである。

- (1) タグあるいは携帯端末の故障もしくは性能不足
- (2) 充電不足による携帯端末の電池切れ
- (3) 児童 (携帯端末) がタグの電波到達範囲を通過していない

27 名の児童の下校を大学生等が追跡する実験を実施し

た。その結果、27 名のうち 18 名の児童は登録された通学路に沿って下校していたが、残り 9 名の児童はいずれかのタグが認識されず、このうちの 5 名については最終タグが認識されなかった。この 5 名中 3 名は最終タグの電波到達範囲を通過していなかった。最終タグ以外も同様である。これらの検証により、(3) の場合は多く、実質的な認識率はかなり高いことが確認された。

2007 年 1 月 30 日、広島市民球場において球場 IT 化のための通信実験を行い、観客が座席に座っているながらビールやおつまみ等の商品を注文するサービスのデモンストレーションを行った。アドホック通信機能を有する携帯端末を用いて売りさんが売っている商品を検索し、携帯端末で構成するアドホックネットワークを活用して、その売り子さんに対して注文するものである。

### 3. むすび

モバイルアドホックネットワークを活用したスケーラブルグループメンバー確認技術に基づいた広島市児童見守りシステムの構築や新広島市民球場の IT 化のためのプロトタイプサービスの開発により、地域社会における安心安全の確立と文化経済の振興に貢献した。

なお、研究期間中に得られた成果数は次の通りである。誌上発表数 16 件、口頭発表数 121 件 (内、海外分 37 件)、申請特許数 17 件、受賞数 2 件、報道発表数 17 件。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] 角田、“[招待講演] アドホックネットワークルーティング技術の研究動向とスケーラブルグループメンバー確認技術の研究開発”、電子情報通信学会技術報告 CPSY2005-77, DC2005-97 pp.1-6 (2006 年 3 月 17 日)
- [2] 角田、“[招待講演] アドホックネットワーク技術を活用した子どもの見守りシステムの研究開発”、情報処理学会研究報告 2006-MBL-39, 2006-ITS-27 pp.157-162 (2006 年 11 月 16 日)
- [3] Yoshiaki Kakuda, Atsushi Ito, Tomoyuki Ohta, Shinji Inoue、“Hiroshima city children tracking system based on mobile ad hoc networks”、Proc. 5th International Service Availability Symposium (2008 年 5 月 20 日)

#### 【申請特許リスト】

- [1] 伊藤、角田、大田、アドホックネットワークにおけるノード数の計数方法、日本、2007 年 5 月 8 日
- [2] 伊藤、角田、大田、見守りシステム、見守り方法およびプログラム、日本、2008 年 3 月 31 日
- [3] 伊藤、角田、大田、アドホックネットワーク構築技術、日本、2008 年 3 月 31 日

#### 【受賞リスト】

- [1] 角田、平成 19 年度「電波の日」中国総合通信局長表彰、“地域における電波利用の促進”、2007 年 6 月 1 日
- [2] 武内、平成 19 年度電気学会優秀論文発表賞、“自律移動支援システム用ネットワーク部の開発”、2008 年 2 月 12 日

#### 【報道発表リスト】

- [1] “電柱で子ども見守り = 通学路に電子タグ、携帯と結ぶ”、時事通信、2007 年 9 月 21 日
- [2] “見守りシステム始動”、読売新聞、2007 年 10 月 6 日
- [3] “IC タグで登下校見守り”、朝日新聞、2007 年 11 月 22 日

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.pe.ce.hiroshima-cu.ac.jp/SCOPE-C/>