

自治体全域を網羅する安心・安全な街創りのための
高耐障害性アドホックネットワークシステムの開発 (072304002)

Development a High Fault Tolerance Wireless Ad-Hoc Network Targeting the Whole Region of
Municipality for Revitalization of Safe and Anxiety-free Towns

研究代表者

不破泰 信州大学
Yasushi Fuwa Shinshu University

研究分担者

和崎克己 新村正明 國宗永佳 エルナン アギレ 岡崎裕之
Katsumi Wasaki Masaaki Niimura Hisayoshi Kunimune Hernan Aguiree Hiroyuki Okazaki
信州大学
Shinshu University

研究期間 平成 19 年度～平成 20 年度

概要

我々は、大規模災害発生時にも有効な高耐障害性ネットワークシステムを開発してきた。本研究では、このネットワークを利用した地域見守りシステムの開発と本ネットワークを地域全域をカバー出来るものに改良する。地域見守りシステムは児童に子機端末を持たせ、この小型端末から送信されるパケットを中継器が受信し、この中継器が形成するアドホックネットワーク網を通じてこのパケットをサーバへ送り、サーバが児童の位置を推定するものである。本プロジェクトでは、多数の端末に対応できるようにネットワークプロトコルを改良するとともに、位置認識精度の向上手法の開発と独居高齢者保護システムへの拡張を主な目的としている。

Abstract

We have developed a network system that has a high fault tolerance even in a catastrophic situation. In this study, we develop a regional protection system that is based on the network system and modify it for targeting the whole region of municipality. In the regional protection system, each child wears a small terminal. The packets transmitted from these terminals are received by transponders, which transfer the packets to the server via an ad hoc network of transponders. The server determines the location of each child. Further, we develop a new access protocol that can deal with many terminals, devise a new method for accuracy enhancement of children's location, and expand the functions of the system for protecting solitary old people.

1. まえがき

近年、サービスのネットワーク依存が増すにつれ、災害時に電力や有線ケーブルといった様々なインフラが被害を受けても、また構成する機器の一部に障害が発生しても稼働しつづける、高い耐障害性を有するネットワークが求められている。さらに、災害時に正しく動作させるためには、災害時だけではなく平常時から常にそのネットワークを利用しつづける有益なシステムが必要となる。

本プロジェクトでは、上記目的を満たすために開発してきた高耐障害性ネットワークシステムを自治体全域を網羅するシステムとすべく、多数の端末に対応出来るネットワークプロトコルの開発を行った。また、このシステムを用いた平時からの有用なシステムとして開発してきた児童見守りシステムの位置認識精度の向上手法の開発と独居高齢者保護システムへの拡張を行った。

2. 研究内容及び成果

本プロジェクトにおける研究課題とその成果は以下の通りである。

2.1 子機、中継機の開発

開発した子機を図 1 に、中継機を図 2 に示す。

児童が所持する子機は振動センサーを有し、移動時(振動のある時)には 3 分毎にパケットを送信する。また、緊

急時に児童がストラップを引き抜くと緊急パケットが送信される。

中継機は、高い耐障害性を実現するために太陽電池により駆動し、通信可能な他の中継機とアドホックネットワークを自律的に構成して、サーバまでのルートを形成する。子機から受け取ったパケットは、電界強度情報を付加し、このネットワークを介してサーバへと転送する。

また、開発した児童見守りシステムにおいて、保護者が児童の位置を確認するための画面を図 3 に示す。サーバは



図 1 開発した子機
児童が所持する発信器。移動時には 3 分毎にパケットを送信



図 2 中継機

太陽電池で駆動し、電力線から自立。アドホックネットワークを自律的に形成し、高耐障害性を実現

中継機を経由して送られてきたパケットから各児童の位置を把握し、保護者に対する各種機能を実現している。

2.2 中継器 1 台あたりの子機数の急激な変化に対応するプロトコルの開発

災害発生時には、中継器自身の被災や住民の避難上への移動等により、各中継器が収容する子機の数に大きな変動が発生する。また、平常時においても、登下校時の児童の位置確認システムでは、学校に児童が集中する登校時や、いくつかの塊ごとに分散していく下校時など、時間帯によって端末の分布に大きな偏りが発生する。

このことに対応し、本研究では (1) 送信しようとする子機において、キャリアが検知されなくなってから送信を開始するまでのランダムな待ち時間に固定の待ち時間を導入し、1 台の中継器下の子機が集中した場合のコリジョンを低減する (2) 集中した中継器下の子機に対して中継器からの指示で子機からのパケット送信を抑制するの 2 つのプロトコルを開発し、以下の成果を得た。

- ・1 台の中継器あたり 170 台の子機を収容可能とし、さらに集中した場合は発信抑制により 200 台を超えても収容可能となった。
- ・どのような場合でもパケットの損失を 5% 以内に抑えた。

2.3 中継器数の増加に対応するアドホックネットワークプロトコルの開発

自治体全域という広範囲を網羅するアドホックネットワークにおける、効率的な中継器間の通信プロトコルの開発と、ネットワークを複数の領域に分割して管理するルーティング方式の開発を行った。

具体的には、(1) 子機が出すパケットを中継器が受信しても、全ての中継器が Ack を返答するのではなく選択的に返信し、またパケットの中継も選択的に行うことでネットワーク負荷を軽減する新たなプロトコルの開発 (2) 子機からサーバまでのホップ数を減少させるため、ネットワーク上に分散したサーバによりネットワークを複数の分割した領域ごとに管理する新たなルーティング方式の開発 を行い目的を達成した。

2.4 子供の位置確認システムにおける位置確認方法の改良

子機が定期的に出すパケットをどの中継機がどの程度の電界強度で受信するかという情報のみで児童の位置を把握する方法では、位置情報の精度が粗いという問題がある。

評価実験を行った結果、郊外地区においては、複数の中継機を用いることで推定精度が向上した。市街地においては、子機に GPS を搭載したものを試作し、このデータを用いて児童の位置を判定してサービスを提供するようシステムを改良し、その動作が正しく行われる事を確認した。

2.5 独居高齢者の安否確認システムの開発

児童見守りシステムを改良し、独居高齢者にも応用が可能なアプリケーション開発を行った。



図 3 保護者が見る画面

児童の位置を3分毎に補足し、現在の位置を地図上に表示

現在の子機は、内部に振動センサを有しており、所持している人が移動して振動しているときには 3 分に 1 回パケットを送信し、移動していない場合には保守情報パケットを 1 時間に 1 回送信する。この機能を用いて、宅内において人が移動しているか否かを検知するシステムを開発し、独居高齢者の安否確認システムを開発した。

実際にシステムを用いて 1 名の高齢者の安否確認を 1 年間実施し、対象とした高齢者の動きが 3 分間隔で正しく把握出来ることを確認し、当初の目的を達成することが出来た。

3. むすび

本プロジェクトにおいて、どのような大規模災害が発生しても稼働し続けることが出来る通信システムを開発し、これを自治体全域を網羅する通信インフラとして利用できるようになった。さらに、このシステムを平時から有用に利用するアプリケーションとして、災害弱者でもある児童と高齢者を見守るシステムを開発した。現在、同システムは長野県塩尻市において、中継機 525 台、子機 375 台の規模で運用をしている。

今後、さらに同システムを災害発生に有用に利用できるよう、児童や高齢者を災害時により効率よく見守るシステムの開発と、災害の発生箇所をリアルタイムで把握できるセンサネットワークの開発を行うこととしている。

【誌上発表リスト】

- [1] Yasushi Fuwa, Hiroyuki Oda, Tomohiro Takeda, Kaori Fuwa, Masashi Miyagi, Masaaki Niimura, Hisayoshi Kunimune, and Eiki Motoyama, "Packet Suppression Protocol for a Regional Protection System using a Wireless Ad-Hoc Network", Proc. of The Sixth International Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services, pp.243-250 (2009年2月5日)
- [2] 不破泰, "高耐障害性アドホックネットワークシステム", 電子情報通信学会誌, Vol.91, No.10, pp.862-864(2008年10月1日)
- [3] 不破泰, 堀尾伸治, 中西一貫, 新村正明, 國宗永佳, 本山栄樹, "[招待講演] 無線アドホックネットワークを用いた地域見守りシステムについて", 電子情報通信学会技術研究報告(アドホックネットワーク), AN2008-38, Vol.108, No.251, pp.51-58 (那覇市)(2008年10月23日)

【申請特許リスト】

- [1] 不破泰, 本山栄樹, 「地域防犯システムの送信方式」 日本, 2007年10月24日
- [2] 不破泰, 本山栄樹, 「地域防犯システムの制御方式」 日本, 2007年10月24日
- [3] 不破泰, 本山栄樹, 「地域防犯システムの制御方式」 日本, 2008年8月11日

【報道発表リスト】

- [1] "登下校中の子どもの安全 IT 使い守ろう", 日本経済新聞, 2008年5月23日
- [2] "産学官連携で子どもを守る「地域見守りシステム」", 教育家庭新聞, 2008年度7月5日
- [3] "子ども「見守りシステム」高齢者の居場所確認も", 市民タイムス, 2009年2月26日