

Ad-Hoc ネットワークとセンサネットワークを用いた 高耐障害性地域災害通信システムの研究開発 (092304014)

Development a Highly Fault Tolerant Regional Disaster Communication System
with an Ad-Hoc Network System and a Sensor Network System

研究代表者

不破 泰 信州大学
Yasushi Fuwa Shinshu University

研究分担者

新村 正明 國宗 永佳
Masaaki Niimura Hisayoshi Kunimune
信州大学
Shinshu University

研究期間 平成 21 年度～平成 22 年度

概要

我々はこれまで、高い耐障害性を有する Ad-Hoc ネットワークシステムを開発し、このシステムの平時における有用なアプリケーションとして児童の見守りシステムを開発してきた。本研究では、この Ad-Hoc ネットワークの機能について、通信の双方向化の実現と中継機間の通信速度を 1200bps から 60Kbps に高速化することによる性能の向上と、児童見守りに加えて高齢者の安否確認システムの開発を行った。さらに、センサネットワークシステムも組み合わせて、大規模災害時に災害弱者の保護と被害状況のリアルタイムでの把握を可能とする高耐障害性地域災害通信システムを開発した。

Abstract

We have previously developed an ad-hoc network system with high fault tolerance, and developed a child protection system as a useful application of this system during times when there is no disaster. In this study, we achieved bi-directional communication, improved performance by increasing the communication speed between transponders from 1200 bps to 60 Kbps, and developed a system to confirm the safety of the senior citizens. Furthermore, we developed a highly fault tolerant regional disaster communication system to enable, in combination with a sensor network system.

1. まえがき

本研究では、これまで我々が開発してきた高い耐障害性を有する Ad-Hoc ネットワークシステムの機能を飛躍的に高め、大規模災害時に高い有用性を持ち持続可動する高耐障害性地域災害通信システムの開発を目標とする。

この目標を達成するために、下記の事項に取り組んだ。

- (1) 通信の双方向プロトコルを開発し、子機への指示制御通信を確立
- (2) Ad-Hoc ネットワーク中継機間通信速度の高速化
- (3) 児童見守りシステムの高機能化
- (4) 児童見守りシステムの開発
- (5) センサネットワークの開発

2. 研究内容及び成果

2.1 通信の双方向プロトコルを開発し、子機への指示制御通信を確立

双方向プロトコルを実現するために、中継機に GPS を搭載し、GPS が持つ正確な時刻計時機能を用いて全中継機間で時刻同期を実現することとした。また、子機は中継機から定期的に時刻を得ることとし、全中継機、子機が時刻同期を確立できるようにした。そのうえで、消費電力を考慮した端末制御通信の実現のために、ピギーバック ACK と同期間欠通信をハイブリッドさせた手法を提案し、シミュレーションにてその性能を確認した。そして、実際にこの手法をとり入れたプロトコルを開発し、双方向通信プロトコルを実際に実装し中継機を 14 台作成した。

製作した中継機を信州大学内の松本キャンパス全域に

設置し(図 1)、双方向化に対応した子機 20 台を用いてフィールド試験を実施した。その結果、当初の目的である通信の双方向化と子機への指示制御が行えることを確認した。

2.2 Ad-Hoc ネットワーク中継機間通信速度の高速化

現在利用している 429MHz 帯に比べて高速な通信が出来る 950MHz 帯の利用を検討するため、950MHz 帯通信評価システムを製造し、950MHz 帯の通信特性を測定した。その結果、距離はアンテナの高さに依存し、200m～2Km 程度となること、回折性は 429MHz に比べて劣りビル等の陰では通信出来ない事から子機-中継機間の通信には使えないこと、通信速度は 60Kbps で安定して動作できること等を確認した。

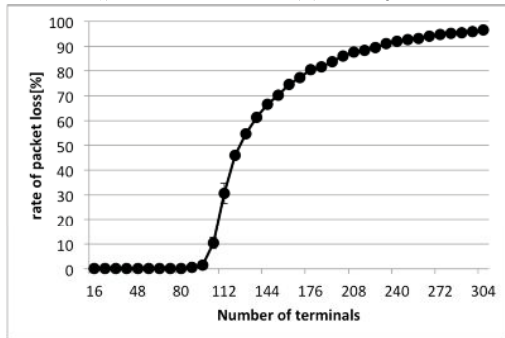
この結果を受け、子機-中継機間は従来の回折性の良い 429MHz を使い、高所に設置する中継機間は高速な通信が実現できる 950MHz を用いたハイブリッドな通信方式を従来の中継機に実装することとし、通信プロトコルを開発した。そして、その性能をシミュレーションを用いて実際の塩尻市の通信環境をもとに評価し、その結果大幅な性能向



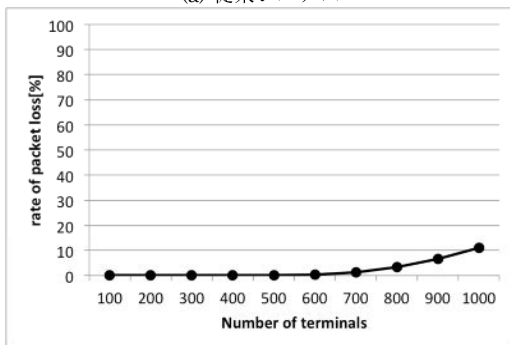
図 1 大学構内に設置した中継機

上を確認した(図2)。従来は子機台数が100台を超えると損失率が5%を超えたのに対して、今回のプロジェクトにより子機台数が900台までは損失率が5%を超えない事が判った。

以上の検討をもとに、429MHzと950MHzの2つの通信モジュールを備え、高速通信プロトコルを実際に実装した中継機を14台作成した。製作した中継機を信州大学内の松本キャンパス全域に設置し、フィールド試験を実施した。その結果、当初の目的である中継機間通信の高速化とそのことによる大幅な性能の向上を確認した。



(a) 従来システム



(b) 中継期間を950MHzにしたシステム

図2 子機台数とパケット損失率の関係

2.3 児童見守りシステムの高機能化

サーバが子機に対して次の制御を行える様、子機に機能を実装した。

- (1)送信を選択的に行う
- (2)送信の時間間隔を変更する
- (3)子機のLEDを点滅させる
- (4)子機のブザーを鳴らす

この子機を20台製作し、2.1、2.1で開発した双方向・高速版中継機14台を用いて、大学構内で評価実験を行い、正しく動作することを確認した。

2.4 高齢者見守りシステムの開発

高齢者の安否確認に必要な機能について検討し、高齢者安否確認サーバプログラムを開発した。

実際に塩尻市内で高齢者に協力いただき評価実験を行い、高齢者の安否確認に必要な機能の洗い出しを行った。その結果、高齢者が持つ(もしくは高齢者宅のドア等に設置する)子機の振動センサを用いた無動作の検知と、位置確認機能を用いた徘徊検出の組み合わせが有効であることが明らかとなった。また、この結果から高齢者安否確認サーバのプログラムを改良し、フィールド実験を塩尻市にて行い、その動作を確認した。

この成果から高齢者見守りシステムは平成23年度より塩尻市振興公社により希望する市民への本運用を開始することとなった。

2.5 センサネットワークの開発

センサネットワークの端末について、次の目標を定め仕様を策定した。

- (1)小型化
- (2)電池による長時間駆動

この2つの目標を満たすために、受信回路を省く新たな端末構成を提案し、温度の測定であれば1分毎に測定してその結果を送信し続けても、コイン電池1個で3年半動作し続ける省電力を実現した。

また、このセンサ端末に様々なセンサを接続できるインターフェースを付加した新たな端末を開発した。さらに、土中水分量を計測できるセンサを豊橋技術科学大学から入手し、このインターフェースに接続したその動作を確認した。同時に、センサネットワークシステムのサーバシステムを開発し、研究室においてフィールド試験を実施し、実際に土中水分量を定期的に計測できることを確認した。

3. むすび

本研究の成果により、長野県塩尻市では大規模災害が発生して電気や通信等あらゆる有線インフラが崩壊しても稼働を続ける高耐障害性を持つAd-Hocネットワーク網を、市内600箇所以上に設置した中継機により実現した。また、このネットワーク網の上で、児童や高齢者の安否確認システムを稼働させるとともに、センサネットワークを運用する基盤を整えることが出来た。

今後、本開発基盤をもとにさらに災害発生を事前に把握し、また災害状況をリアルタイムにモニタリングするセンサシステムの開発等、さらにICT技術を用いた安全・安心な社会創りに貢献する研究開発を継続する予定である。

【誌上発表リスト】

[1]Hiroaki NOSE, Miao BAO, Kazumasa MIZUTA, Yasushi YOSHIKAWA, Hisayoshi KUNIMUNE, Masaaki NIIMURA, Yasushi FUWA : Proposal and Evaluation for Miniaturization and Power Saving of Sensor Network Terminals ; IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Volume E93-A No.10, pp.1735-1743, 2010.

[2]Hiroaki Nose, Miao Bao, Masaaki Niimura, Hisayoshi Kunimune, Kazumasa Mizuta, Yasushi Yoshikawa, Yasushi Fuwa : Proposal and Evaluation for Wireless Sensor Network which use Terminal that Eliminated Receiver Circuit, Proc. of The Second International Conference on Ubiquitous and Future Networks(ICUFN 2010), pp.6-11, June 2010.

[3]Hiroaki NOSE, Miao BAO, Kazumasa MIZUTA, Yasushi YOSHIKAWA, Hisayoshi KUNIMUNE, Masaaki NIIMURA, Yasushi FUWA : Terminal Design without using Receiver Circuits for Wireless Sensor Networks, Proceedings CD of The 2nd International ICST Conference on Ad Hoc Networks(ADHOCNETS 2010), August 2010.

【申請特許リスト】

- [1]不破泰、本山栄樹、「地域見守りシステムの送信方法(1)」2010年1月申請
- [2]不破泰、本山栄樹、「地域見守りシステムの送信方法(2)」2010年1月申請
- [3]不破泰「センサネットワークのアクセスパラメータ決定手法」2010年1月申請

【受賞リスト】

- [1]中西一貴、堀尾伸治、新村正明、國宗永佳、本山栄樹、不破泰、電子情報通信学会 CS 研究会奨励賞、「無線Ad-hocネットワークを用いた地域見守りシステムの開発と評価」、2009年8月26日