

地域全体の安心・安全を確保する防災・減災および鳥獣センシングを実現する センサーネットワークシステムの研究開発 (112304003)

Development a Sensor Network System for Realizing Safe and Secure Society in the Whole
Community and Preventing Damages by the Beasts

研究代表者

不破 泰 信州大学

Yasushi Fuwa Shinshu University

研究分担者

鈴木 彦文 信州大学

Hikofumi Suzuki Shinshu University

研究期間 平成 23 年度～平成 24 年度

概要

我々はこれまで、高い耐障害性を有するアドホックネットワークシステムとセンサーネットワークシステムを開発し、地域の安心・安全の向上を目指し、塩尻市における地域見守りシステムの開発・運用を行ってきた。本研究では、(1) 高い自立性と高耐障害性を有し、これまで開発してきた Ad-Hoc ネットワークインフラへの接続が可能であり、単に端末を現場に置くだけで外部電源等を要せず乾電池で数年間稼働する安価なセンサーネットワーク端末の開発と、(2) 土石流・洪水氾濫の予知検知および鳥獣の検知が可能なセンサー技術の開発およびセンシングアルゴリズムの開発、(3) これらの端末からの情報を安定して災害発生時にも収集を可能とする無線通信技術を開発した。そして、実際に土砂災害や鳥獣害被害が懸念される地域にセンサー端末を敷設し、(1)～(3)を確認し検証した。

1. まえがき

災害発生時に ICT に期待する事は、災害の状況と住民の安否確認等の災害情報を的確に把握する手段としての利用である。本研究は、安心・安全な地域を創るためのセンサーネットワークシステム開発を目指す。具体的には、災害が予想される地域に簡単に設置できるセンサー端末の開発とそのために必要な無線通信技術の開発を行うと共に、具体的に土石流・洪水氾濫の予知検知および鳥獣の検知技術の開発を行う。

本稿では、その内容と得られた成果を述べると共に、この成果を活用した今後の展望について述べる。

2. 研究開発内容及び成果

本研究の5つの開発目標とその内容・成果を説明する。

【目標1】 Ad-Hoc ネットワークインフラへ接続可能なセンサー端末の開発

これまで我々は、高い耐障害性を持つ無線Ad-Hocネットワークシステムを開発し、長野県塩尻市に敷設運用をしてきた。本研究で開発するセンサー端末は、このAd-Hocネットワークシステムへの接続が可能なものである。

平成23年度において、評価用試作センサー端末を5台開発した(図1左)。これは、土中の水分量を定期的に計測し、Ad-Hocネットワークシステムを経由してサーバに送信するものである。この端末5台を、実際に塩尻市の山中でのフィールドテストを行い、その結果をもとに無線回路や制御回路を大幅に小型化した端末を開発した(図2左)。これを5台製作し塩尻市山中に設置した。



図1 平成23年度に作成したセンサー端末試作機(左)と土砂災害が懸念される山野への設置(右)

【目標2】 土砂崩れの予知や発生を検知、河川の増水の検知等に必要センシング項目の抽出とセンサーの開発

平成23年度においては、土砂災害や河川増水を検知するためのセンシング項目を確定しセンサー(土水分量、河川水量)の開発を行い、これを[目標1]で開発したセンサー端末に搭載して稼働テストを実施し(図1右)、有効性を確認すると共に改良点を抽出した。平成24年度においては、土砂災害予測用に改良したセンサーを開発した(図2中・右)。改良したセンサーは様々な深度での土中水分量測定に対応しており、最大10カ所の測定を同時に可能なセンサーである。



図2 センサー端末(左:回路小型化・測定点を10カ所へ増加)と土砂災害が懸念される山野への設置(中、右)



図3 鳥獣害センサー(左上)と設置状況(右上、左下)、及び、鳥獣捕獲用の柵檻に搭載したセンサー端末

【目標3】野生鳥獣の検知に必要なセンシング項目の抽出とセンシングアルゴリズムの開発

平成23年度、野生鳥獣（主に熊、猪、鹿、猿）を赤外線センサーにより検知し、強い光と音で追い返すとともにその事実を通知する鳥獣害対応センサー端末を製作し、塩尻市内の鳥獣害被害が発生している場所に設置し評価実験を実施した(図3左上、右上)。また、平成24年度には鳥獣捕獲用の柵檻にセンサーを搭載した、野生鳥獣害検知の一端としてセンター端末を開発した(図3左下、右下)。

【目標4】センサー端末の長寿命化に寄与する通信方式の開発

センサー端末は外部の電源を用いず電池等で稼働する。その稼働時間を長期間とするため、最も電力を消費する受信回路にて、大量の通信が発生しない通信方式の開発を目指す。この通信方式は、多数の端末間で送信タイミングを同期化し、送信衝突が発生しないようにするものである。

従来のセンサー端末で広く用いられている受信動作を伴うビーコン方式による送信タイミングの同期化ではなく、各端末が独自のタイミングでありながら中継機からのACKを用いて送信タイミングをずらす、新たなプロトコルを考案した。このプロトコルを、土砂災害が懸念される山野に設置したセンサー端末試作機における電波強度の測定結果から構築したシミュレーションを用いて評価した。その結果は図4に示すように、従来のプロトコルに比べ、センサー端末が30台以上になると従来の方式に比べてパケットが損失する確率が大幅に減少することが明らかとなった。

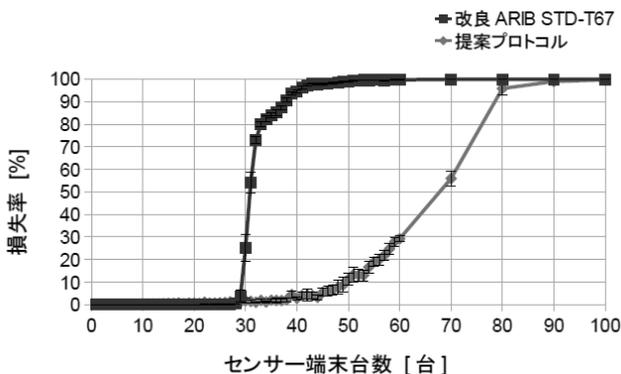


図4 従来のプロトコルと提案プロトコルにおけるセンサー端末台数とパケット損失率との関係

【目標5】センサーネットワークに適したネットワークプロトコルの開発

防災・減災、野生鳥獣検知を実現するためのセンサーを有効的に機能させるため、多数のセンサー端末からの情報を効率的に収集する中継機間のルーティング決定方式についての研究を行った。

従来、このルーティング決定方式は各中継機からサーバまで途中何台の中継機を経由するかというホップ数が最小となるように動作させていた。この結果、一部のの中継機に通信負荷が集中するという弊害が発生していた。そこで、ホップ数だけではなく通信負荷が均等になるような新たなルーティング決定方式を開発した。

この方式を塩尻市における中継機の実際の設置環境を再現したシミュレータを用いて評価し、従来の方式に比べて効率よい通信が実現できることを確認した(図5)。

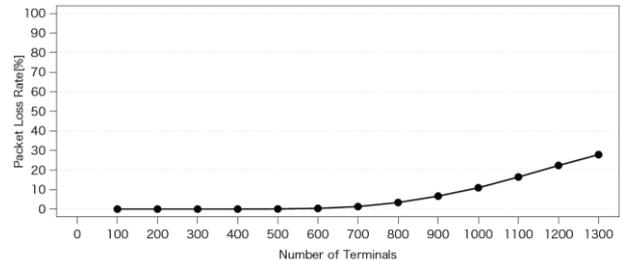
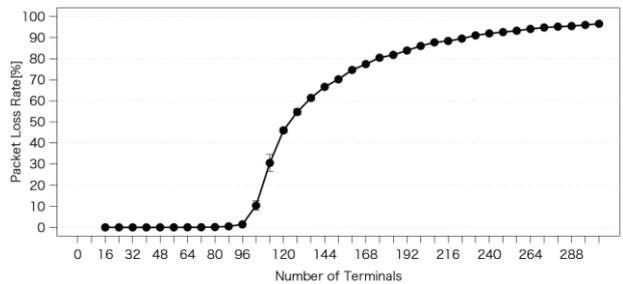


図5 従来ルーティング方式(上)と、開発したルーティング決定方式(下)における子機とパケット損失率比較

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究開発で得られた成果を用い、現在長野県塩尻市において、平成24年度にICT街づくり推進事業を実施した。これは、様々なセンサーからの情報をAd-Hocネットワークを用いて収集し、市が持つハザードマップ等の情報に照らして災害情報を形成し、これを市民にWiFi網およびエリア放送を用いて伝えるものである。平成25年度も引き続きこの事業の継続を予定している。

4. むすび

本研究では、安心・安全な地域を創るためのセンサーネットワークシステムを開発してきた。その成果として、これまで我々が開発してきた高い耐障害性を持つ無線Ad-Hocネットワーク網に接続し、災害が予想される地域に簡単に設置して土石流・洪水氾濫の予知検知および鳥獣の検知ができるセンサーネットワークシステムを得た。また、このシステムを用いた安全・安心な街づくり事業を現在実施している。

我々は今後さらに本研究を進め、ICTを活用した安全・安心な社会の実現を目指したい。

【誌上发表リスト】

- [1]不破 泰, "大規模災害時にも稼働する高耐障害性通信インフラとこのインフラを用いた地域見守りシステム", 日本信頼性学会誌, Vol.34, No.8, pp.506-512 (Nov. 2012).
- [2]野瀬裕昭, 不破泰, "無線アドホックネットワークによる地域見守りシステム", 電子情報通信学会誌, 95, (9), pp.797-802 (Sep. 2012).
- [3]野瀬裕昭, 不破泰, 新村正明, 國宗永佳, 本山栄樹, 金子春雄, "無線 Ad-Hoc ネットワークによる地域見守りシステムの開発", 電子情報通信学会論文誌 B, Volume J95-B, No.1, pp.30-47 (Jan. 2012).

【報道掲載リスト】

- [1] "IT活用わなを設置 塩尻で実験スタート", 信濃毎日新聞, 2013年3月1日
- [2] "食害対策 IT活用 センサーで動物検知 農家に通知", 信濃毎日新聞, 2013年2月23日
- [3] イブニング信州, NHK, 2012年5月15日