

災害時における無線通信長距離化のための 指向性アンテナ制御システムの構築

旭澤 大輔† 柴田 義孝†

岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科†

1. はじめに

災害発生時において、国民の生命、身体および財産を保護するための手段として、情報通信手段を活用した応急対策が必要である。しかしながら、情報通信機器の故障やネットワークの寸断、通信の輻輳などにより、連絡手段が確保できない場合や被災住民の孤立も考えられることから緊急時に有効な通信手段の確立が求められている。

このような場合に使用されるネットワーク形態は、モバイル端末のみで端末相互間の通信を実現可能なアドホックネットワークの利用が時間的・状況的にも有用であるが、従来は無指向性アンテナによるアドホックネットワークが検討され、ノード間の距離が近距離であることが前提であった。災害時に、避難所と災害対策本部、あるいは孤立した集落と外部との通信を想定した場合、アドホックネットワークを構築するノード数を実用的な数にするにはノード間の距離を少なくとも数キロメートルにまで広げる必要がある。

本稿では、そのような地域において、被災状況の把握や避難住民の安否確認そして物資供給のための連絡手段を早急に確立するため、指向性アンテナを用いて長距離アドホックネットワークを構成することにより、被災地や避難所における緊急用情報ネットワークを実現するシステムを構築する。そしてプロトタイプシステムを構築し、評価実験を行い、本システムの有効性と問題点を検証したので報告する。

2. システム構成

2.1. システム概要

本システムの概要図を図 1 に示す。本システムはインターネットへのアクセス回線のある災害対策本部と被災地や避難所の間を無線 IP ネットワークで結ぶことにより、避難所でのインターネットを用いた安否情報、災害情報等の発信を可能とする。無線 IP ネットワークには 2 種類のネットワークを用いている。一つは、帯域が狭いが、長距離で通信可能なネットワーク (ex. 衛星通信)、もう一つは帯域が広いが、近距離で通信可能なネットワーク (ex. 無線 LAN) である。狭帯域ネットワークは自局位置、相手局位置情報、ネットワーク経路制御情報などのやり取りに使用し、広帯域ネットワークはインターネットへの接続回線として、IP 電話、テレビ電話、その

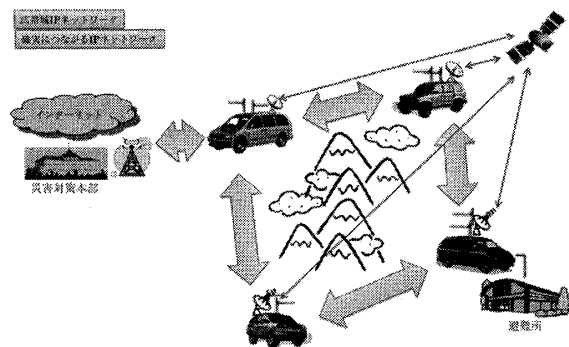


図 1. システム概要図

他データ通信等に利用される。

2.2. 通信アンテナ

ノード間の通信距離を長距離化するためには、広帯域ネットワークの通信距離を長くする必要がある。無線通信の通信距離を長距離化する方法には、大きく分けて二つある。

一つは、送信出力を大きくする方法である。送信出力は電波法により、許可される上限が決まっているため、容易に高出力化することができない。

もう一つは、アンテナの高感度化である。より高感度なアンテナを利用し、見通しのきく場所に設置することが望ましい。アンテナの種類は大きく分けて、指向性アンテナと無指向性アンテナの二つがある。八木アンテナのように指向性アンテナは特定方向での送受信に向いており、その方角に関しては非常に感度が高い。それに対し、無指向性アンテナは全方位からの電波を受信できる特徴がある。

本システムにおいては、通信距離の長距離化を図るた

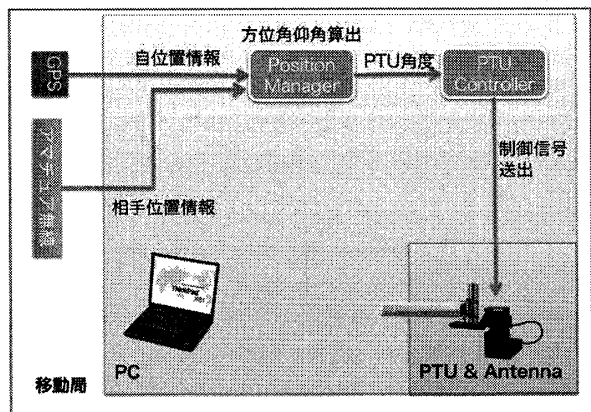


図 2. PTU 制御アーキテクチャ

Automatic Directional Antenna Control System for Long Distance Wireless Network in Disaster Situation

† Daisuke Asahizawa, Yoshitaka Shibata: Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

め、指向性アンテナを使用する。

2.3. Pan Tilt Unit(PTU)

指向性アンテナを使用する場合、アンテナを通信相手に向ける必要がある。アンテナを所望の方角に向けるため、PC に接続された PTU を使用する。これは、カメラなどの遠隔制御で使用されており、本システムでは PTU にアンテナを搭載する。Pan (水平方向)、Tilt (垂直方向) 動作が可能である。

3. システムアーキテクチャ

本システムのアーキテクチャを図 2 に示す。図は移動局 (通信中継車) 側であるが、PC に無線 LAN 機器、PTU、GPS、アマチュア無線機が接続されている。

まず、GPS で自位置を求める。次に、アマチュア無線を経由し、相手位置情報を受けとる。互いの位置情報から相手までの方位角、仰角を算出する。そして、PTU を所望の方位角、仰角に駆動させる。

4. プロトタイプシステム

プロトタイプシステムは一台の移動局 (移動中継車) と、固定局からなる。PC に GPS、アマチュア無線機、無線 LAN 機器が接続される。

ここで、広帯域ネットワークには免許不要で広帯域通信が使いやすい無線 LAN (IEEE 802.11b/g, 2.4GHz, max. 54Mbps) を、狭帯域ネットワークには高出力で長距離通信可能なアマチュア無線 (1.2GHz, max. 128kbps) を使用している。無線 LAN で使用するアンテナは、車両走行中でも使いやすい小さい八木アンテナを使用している。

本プロトタイプシステムでは、移動中継車が走行しながら、指向性アンテナが常に固定局方向に向き、通信可能なことを確認する。

5. 評価実験

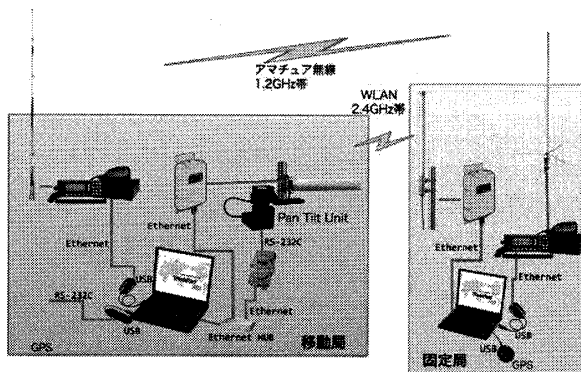


図 3. プロトタイプシステム構成図

方位角の動作実験 (図 4) では、目標値が理論値から誤差 30° 以内 (アンテナの半値角による) であったが、最大誤差が 52° であった。これは、GPS の測位誤差が最大で 11m あったため、理論上は 48° 程度の誤差が発生することになる。GPS の測位誤差を考慮すると、今回の実験データはおおむね良好である。測定区間が 10 数メートルからと至近距離であったため、誤差が大きくなってしまった。

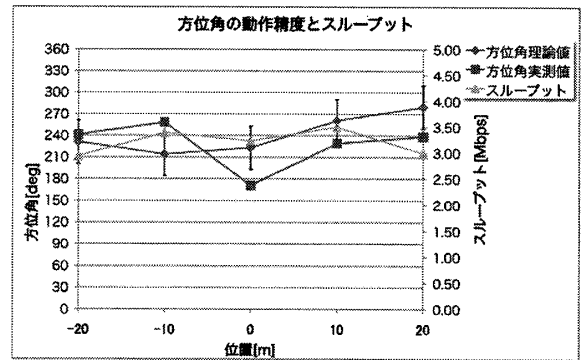


図 4. 方位角 (水平) 動作試験結果

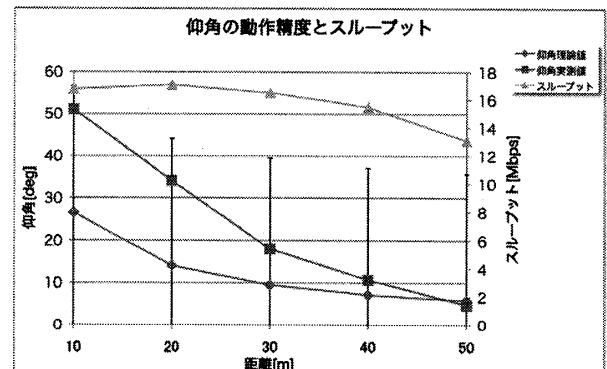


図 5. 仰角 (垂直) 動作試験結果

仰角の動作実験 (図 5) では、誤差目標である 30° 以内を達成できた。距離が離れるほど誤差が少ないのは、そもそも GPS の測位誤差が小さいこと、測定距離が長くなったことにより測位誤差の影響が受けにくくなることによる。スループットが増加したのは、アンテナ位置が高いことにより高感度に送受信できたためと考えられる。

6. まとめと今後の課題

本稿では、災害時の利用を想定した長距離無線通信の一手法として、指向性アンテナおよび PTU を用いた通信システムのプロトタイプを構築し、その有用性を評価した。

測位誤差を考慮すると、良好な結果を得た。非常に近距離で動作試験を行ったため、方位角動作試験では GPS の測位誤差が非常に大きく出る結果となったが、より距離が離れた仰角動作試験では、測定距離が離れるにつれ、誤差が少なくなる結果が得られた。実際の運用では、数 km 程度離れることが想定されるため、測定誤差は許容範囲となると考えられる。

今後は、実環境での応答性、追従性の試験を行い、実利用に耐えるか評価を行っていく。

参考文献

- 1) 柴田義孝ほか: 気球ワイヤレスアドホックネットワークを利用した災害情報システム, 日本災害情報学会第 10 回研究発表大会, pp. 227 ~ 232 (2008)。