

スマートフォンとMAD-SSを用いた長距離センサーノードの開発

内田 泰広 瀬川 典久 澤本 潤 杉野 栄二 矢澤 正人 後閑 政昭*

概要. センサネットワークで広域なネットワークを構築するには、一般的に利用されているセンサでは通信距離が短いため多くのセンサノードの設置が必要となり長距離通信可能なノードが必要である。また、山間部でのセンサネットワークインフラの構築では、周囲の環境に強く、電源が大容量バッテリーを持つノードが必要不可欠となる。本研究では広域なセンサネットワークを構築することを目的とし、数理設計研究所が開発した長距離通信可能なスペクトラム拡散通信技術を耐久性のあるスマートフォンを組み込み機として実装を行った。

1 はじめに

センサネットワークの研究が進化するにあたって、屋内などの限られたエリアから、屋外たとえば里山などの広域なエリアでのセンサネットワークの活用が考えられてきている。センサネットワークで屋外、広範囲での情報取得の需要として、線路の落石情報や、動物の行動パターンを監視したいというものがある。一般的なセンサネットワークを里山などで利用する場合、通信距離が100m、長くても1km程度であり、多くのセンサノードが必要となる。また、地形の影響により通信距離が短くなるという問題点があげられる [1]。

里山でのセンサノードの設置は電源の確保が困難であったり、金銭的成本や時間が多くかかってしまう。これより里山では少ないセンサノード数で、広範囲な情報を取得できることが理想である [2]。

本研究では数理設計研究所が開発したMAD-SSを活用し、長距離通信可能なセンサノードを開発することを提案する。過去にMAD-SSは、DSPを用いた実装、ARM Cortex-M4Fでの実装が行われてきた。受信側では計算能力が求められるため、PC、ARMマイコンで行われる。今後、さらなる広範囲での情報取得のため、地形の影響を受けない高い高度に一時的に簡易な気球などに乗せる時、耐久性のあるセンサノードが必要となる。そこで、スマートフォンを利用した長距離通信可能なセンサノードの提案を行う。

2 MAD-SS

2.1 MAD-SSの特徴

MAD-SSは、数理設計研究所が開発した「スペクトラム拡散通信の高速同期法」による長距離通信可能な技術である。送信方法は一般的なスペクトラム拡散通信の一つである直接拡散方式であり、受信側で高速で受信するために特殊な方法を用いている。

通信速度は(10bit/sec)であるが、超低出力で長距離通信可能である。微弱電波を使用しているため、免許不要で運用することができる。通信速度は低速であるがセンサネットワークで扱う情報量は潮位や温度、湿度などで問題にはならない。

免許不要時の超低出力(50nW)でMAD-SSを用いた場合の通信距離と、免許を受けた場合に運用できるMAD-SSの通信距離を表1、表2に示す。里山で十分な電波の受信を行えるために高度でも動作可能なスマートフォンにMAD-SSを実装することを試みている [3]。

表 1. MAD-SS を用いた場合の通信距離 (50nW)

送信アンテナ 高さ	受信アンテナ高さ 高さ	周波数	距離
1.5m	1.5m	150MHz	0.5km
6.0m	1.5m	150MHz	1.2km

表 2. MAD-SS を用いた場合の通信距離 (10mW)

送信アンテナ 高さ	受信アンテナ高さ 高さ	周波数	距離
1.5m	1.5m	150MHz	7km
6.0m	1.5m	150MHz	14km

Copyright is held by the author(s).

* Yasuhiro Uchida, 岩手県立大学 ソフトウェア情報学部
ソフトウェア情報学科, Norihisa Segawa, Jun Sawamoto,
and Eiji Sugino, 岩手県立大学, Masato Yazawa, Masaaki
Gokan

2.2 MAD-SS の受信手続き

従来のスペクトラム拡散通信の受信方法であるスライド法を用いた場合、同期を確立するために時間がかかってしまう。MAD-SS では受信を高速に行えるように工夫がなされている。以下に MAD-SS の受信方法（高速同期法）の手順を示す [5]。

1. 変調符号が変化する位置（トグル点）を検出
2. 拡散コードを一周期分のトグル点をあらかじめ生成しておき、1 と相互相関させて拡散コードのズレ量を推定
3. 2. で求めたズレ量を用いて復調（逆拡散）
4. 逆拡散した搬送波を確認し、受信したスペクトラムが有効なら取得

従来のスライド法では、拡散符号をスライドさせつつ逆拡散を行う。一方、MAD-SS の高速同期法では同期位置の推定をしてから、逆拡散を行う。MAD-SS の受信アルゴリズムの一つとして高速フーリエ変換 (FFT) があり、負荷がかかる処理は DSP を用いて、省電力、小型化を目的とされた研究がされてきた。

3 スマートフォンを用いた長距離センサノード

3.1 Android NDK

Android NDK は、Android SDK と利用される開発キットである。Android アプリケーションの一部をネイティブコードで作成が可能で既存の C/C++ のコードを再利用することができる。Android NDK のライブラリを使用することで Android の Application framework を介さずに、Android の内部構成の最下層である Linux のレイヤーの機能を使えるため、Java で実行するより高速となる [4]。

3.2 システムについて

本システムでは、処理の高速化、既に開発された (C/C++) のソースコードの一部を用いることが可能である Android NDK を使い JNI (Java Native Interface) を利用した。Cygwin を用いることで (C/C++) のソースコードはビルドを行い共有モジュール (*.so) を生成し、Java 側で作成したネイティブのライブラリをロードする。これにより、android アプリからネイティブコードを通常のメソッドとして利用可能である。

実装においては、電波の受信部を Java、MAD-SS

の高速同期法はネイティブコード (C/C++) を用いる。MAD-SS の中核となる高速フーリエ (FFT) はネイティブコードで行う。

4 まとめとの課題について

本研究では MAD-SS の受信部をスマートフォンに移植を行い、自然環境に強く、大容量バッテリーを搭載しているセンサノードの開発について提案している。今後として、里山や大気圏まで飛ぶ簡易な気球上 (図 1) などで正常に受信を行えるかを実験を行い、センサノードとしての有用性を調べる必要がある。長距離通信可能なセンサノードを開発することで里山などで必要とされる情報を幅広く取得できることを目的としている。

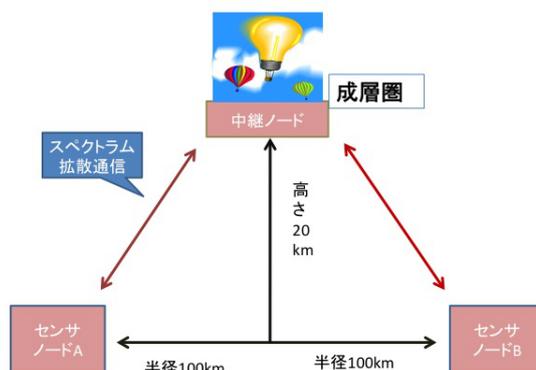


図 1. MAD-SS の受信機を気球に乗せたイメージ例

参考文献

- [1] 瀬川典久, 澤本潤, 松原和衛, 出口善隆, 大石明広, 山本信次, 東淳樹, 青井俊樹: 里山での活動を支援するセンサネットワーク環境構築の提案, 電子情報通信学会技術研究報告. USN, ユビキタス・センサネットワーク, pp.141-146, (2009)
- [2] 柏田師宏, 瀬川典久, 澤本潤, 玉置晴朗, 矢澤正人: MAD-SS と DSP を用いた長距離通信可能なセンサノードの開発, ソフトウェア情報学研究所修論, (2012)
- [3] 澤田直哉, 瀬川典久, 澤本潤, 杉野栄二, 玉置晴朗, 矢澤正人, 後閑政昭: Coretex-M4F と MAD-SS を使用した長距離センサノードの開発, WISS2012, (2012)
- [4] AndroidNDK. <http://developer.android.com/tools/sdk/ndk/index.html>
- [5] 数理設計研究所. <http://www.madlabo.com/ss/>.