

地震動の即時配信による能動型防災システムの構築
その 5：自立型加速度計測装置の無線 LAN データ転送

正会員
同
同

○赤上 広生*
亀田 敏弘**
金久保 利之***

地震動観測網 センサー 無線 LAN

1. はじめに

高密度地震動観測網の構築は、地震動を計測・予測する上で重要であるが、既存の装置では高価であるために困難である。この問題を解決するためには、低価格で小型かつ自立型の計測装置の大量供給が必要である。近年、小型・低消費電力・高性能な加速度センサーやワンチップマイコンなどが登場しており、これらのデバイスを組み合わせて加速度計測装置を製作する場合、計測装置の価格は通常の 1/10 程度となる。前報¹⁾では、加速度計測装置の試作品を開発し、試作品の振動計測精度ならびに計測装置を多数配置した場合を想定した計測装置間の時刻同期精度について検証を行った。本報では、無線 LAN による通信システムへ改良を行ったので、その概要について報告する。

2. 加速度計測装置の概要

試作した加速度計測装置の構成を図 1 に示す。なお、図中の矢印は電気信号の流れを表す。計測装置はブリアンプ内蔵型の加速度センサーからの出力電圧をワンチップマイコン内蔵で 10bit の分解能をもつ A/D コンバータでデジタル変換した後、フラッシュメモリへ計測データを保存する。また、計測装置を多数配置する場合、計測装置間の時刻同期性は重要な課題と考えられ、本計測装置においては GPS 受信機の 1 PPS 信号を利用してその課題を解消している。電源には 9V 乾電池を使用しているので屋外においても商用電源や発電機などの大掛かりな設備なしで計測が可能である。将来的には太陽電池とリチウムイオン蓄電池を利用した電源システムを構築することにより、自立型とする予定である。図 2 に試作した計測装置の外観を示す。なお、改良した計測装置の総コストは数万円程度である。

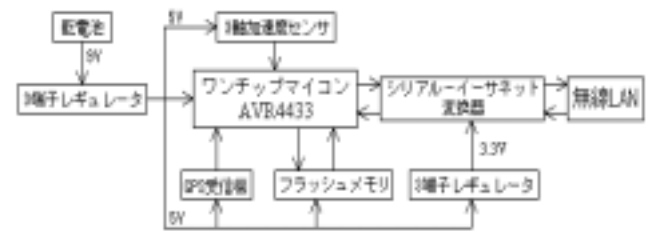


図 1 加速度計装置の構成

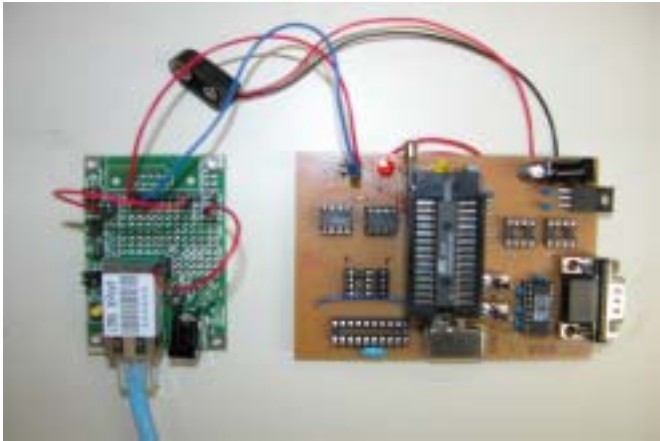


図 2 加速度計測装置の外観

表 1 XPort の主な仕様

項目	仕様
CPU	48MHz
RAM	256K バイト
ROM	512K バイトフラッシュ ROM
ネットワーク・インターフェイス	10/100BASE-T 対応
シリアル・インターフェイス	230.4kbps 非同期通信対応
汎用 I/O	3 本、I _{OL} =8mA _{Max}
消費電流	210mA

無線 LAN を使用するにあたり、シリアルイーサネット変換器としてラントロニクス社の XPort を使用した。XPort の主な仕様について表 1 に示す^{2) 3)}。XPort はシリアル・インターフェイスとして、あるいは XPort のメール発信機能を利用した簡易なセキュリティシステムの構築などに使用され、XPort を応用した簡易ネットワークシステムの構築が可能である。また、XPort を仮想 COM ポートとして設定可能なので、イーサネットに接続した XPort に対して、既存の COM ポートを利用するアプリケーションがそのまま利用可能である。なお、XPort を追加することによるコストの増大は数千円程度である。

3. 振動計測精度検証実験

既存の加速度センサーと比較し試作品の計測精度について検証した。既存の歪ゲージ式加速度センサーと試作

品を振動台に設置・固定をし、x 軸について 2Hz の正弦波ならびに神戸波で加振を行った。サンプリングレートは既存のセンサーと試作品共に 100Hz とした。なお、データの送受信は有線ケーブルを使用した。図 3 および図 4 に計測された加速度時刻歴を示す。スペクトル特性は比較的良好であるが、振幅特性は大きくずれた。加速度のピックアップ部分についてさらなる改良が必要である。

4. 無線 LAN による通信

4.1 無線 LAN の導入

提案している防災システムにおいては、地震動情報の即時配信を行うので、情報の伝播速度は重要である。また、ある想定した地域全体において高密度な地震動観測網の構築を目標としており、ケーブル敷設にかかるコストや配線作業の労力を考慮すると、無線による通信は必要不可欠であるといえる。したがって、これらの観点から本計測装置への無線 LAN の導入は有効であると考えられる。現在では市販の無線 LAN 機器の低価格化が進行しており、コストの増大を抑えることが可能である。本計測装置で使用した無線ルータは、2.4GHz 帯を用いている IEEE802.11b で、最大通信速度は 11Mbps である。無線ルータと試作品は、前述の XPort に有線ケーブルで接続して通信を行う。

4.2 無線 LAN によるデータ通信実験

室内で試作品と PC を無線 LAN で接続して、10000 バイトの模擬データをワンチップマイコンから PC に送信し、

表 2 無線 LAN によるデータ通信時間

通信速度	理論値(s)	有線(s)	無線(s)
9600bps	10.41	29.07	29.64
19200bps	5.20	14.68	14.74

転送に要した時間を計測した。PC 側のデータ受信は、EXCEL の VBA を利用して行った⁵⁾。通信速度は 9600bps と 19200bps の 2 種類とし、有線システムと無線システムについてそれぞれ測定を行った。なお、プレ実験により、通信速度が 38400bps 以上の場合データの誤受信が発生したことを確認している。

実験結果を表 2 に示す。測定は 3 回行いその平均値を算出した。表 2 より有線システムと無線システムによる通信時間の遅れは生じなかったことが確認できる。したがって、有線システムに対して無線システムが有効であるといえる。しかし、実用上は他の無線 LAN との混信や遮蔽物有無により必ずしも電波が良好な条件下で計測が行うことができるとは限らず、そのことについてフィールドでの計測を行い検証する必要があると考えられる。

提案する防災システムにおいては、リアルタイム地震情報を可変剛性建物に利用することを検討している。可変デバイスの機械的応答時間を考慮して、制御信号を入力地震波に対して 40ms 早めて入力した場合の制振効果は既に確認されている¹⁾。したがって、ある地点で地震動を検知してから 40ms 以内で地震を受ける前の地点に計測された地震動情報を転送しデータを加工する必要がある。表 2 より、1 バイト送信するために要する時間は、通信速度を 19200bps とした場合約 1.5ms であることから、提案する防災システムは構築可能であると考えられる。

5. まとめ

本報では、前報に引続き自立型加速度計測装置の開発を行い、新たに市販の無線 LAN を利用した通信システムを導入した。今後、センサー部分とデータ収録部分について改良を行い、高密度な地震動観測網の構築を行う予定である。

参考文献

- 1) 金久保利之他：地震動の即時配信による能動型防災システムの構築（その 1～その 4），日本建築学会大会学術講演梗概集，B-2，pp.1017～1024，2004.8
- 2) トランジスタ技術，CQ 出版社，pp247～255，2003 年 9 月号
- 3) トランジスタ技術，CQ 出版社，pp225～234，2003 年 10 月号
- 4) トランジスタ技術，CQ 出版社，pp304～309，2001 年 6 月号

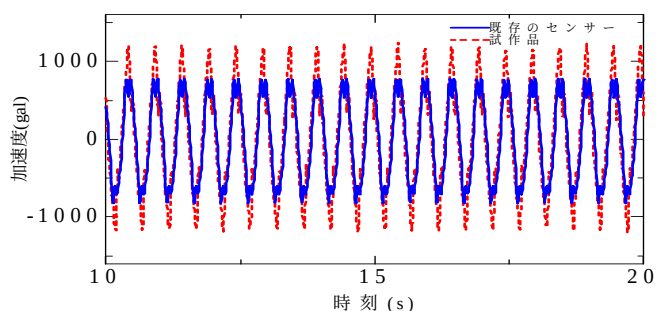


図 3 正弦波(2Hz)入力での比較

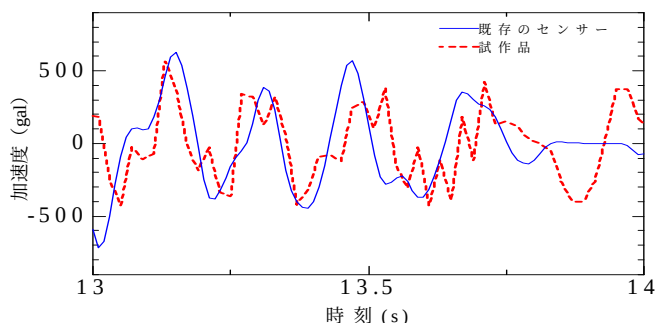


図 4 神戸波（時間軸 2 倍）での比較

* 筑波大学大学院システム情報工学研究科 大学院生
 ** 筑波大学大学院システム情報工学研究科 講師・Ph.D
 *** 筑波大学大学院システム情報工学研究科 助教授・博士（工学）

* Graduate student of Systems and Information Eng., Univ. of Tsukuba
 ** Assist. Prof., Graduate Schl. of Systems and Information Eng., Univ. of Tsukuba, Ph.D
 *** Assoc. Prof., Graduate Schl. of Systems and Information Eng., Univ. of Tsukuba, Dr.E