

無線センサネットワークを広域な地震加速度 モニタリングシステムに適用するための伝送方式の検討

神能 孝誠[†] 中村 優吾[‡] 松原 拓[‡] 藤原 孝洋[‡]

[†]函館工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻

[‡]函館工業高等専門学校 情報工学科

1. はじめに

近年、様々な分野で応用を期待されている無線センサネットワーク(WSN)技術の一つに、橋や建物における地震加速度のモニタリングがある。

地震加速度のモニタリングでは、100Hz以上の高速なサンプリングが必要とされ[1]、高速なサンプリングによる連続的なデータ伝送が求められる。一方、WSNはバッテリー駆動であるため、省電力性について考慮しなければならない。さらに、モニタリング領域を広域とする場合、WSNのみでは多段のマルチホップによってデータを伝送することになり、連続的なデータ収集の要件を満たすことが難しい。

そこで、本研究ではモニタリング領域の拡張性をWDS(Wireless Distribution System)方式の無線LANによって補う地震加速度モニタリングシステムを提案し、WSNにおける高サンプリングレート通信の基礎実験を実施し、本システムに適切な伝送方式の開発に関する一考察を行う。

2. 3階層地震モニタリングシステム

2.1 モニタリングシステム概要

本研究で提案する3階層地震モニタリングシステムの概念図を図1に示す。本システムでは、無線センサネットワークによってセンシングする領域を小クラスタに分割し、対象とする無線エリアの拡張をWDS方式の無線LANによって行う。収集したデータはインターネットを介してデータベースサーバに格納し管理する。

2.2 システムの通信設計

本システムでは、無線センサネットワークに比べ高速かつ安定とされる無線LANによって無線ネットワーク領域の拡張を行う点を特徴としている。

無線センサネットワーク機器としてIEEE802.15.4規格を用いるのであれば、転送速度は最高で250Kbpsである。ここで、市販の無線LAN機器を用いてWDSによるカスケード接続時のスループット特性を調査し

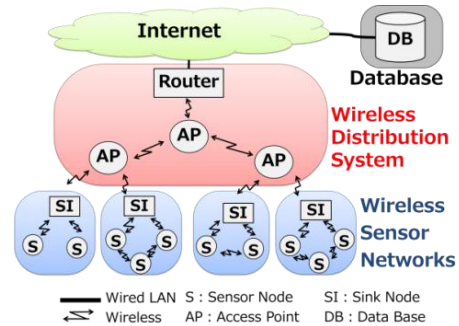


図1 3階層地震モニタリングシステム概念図

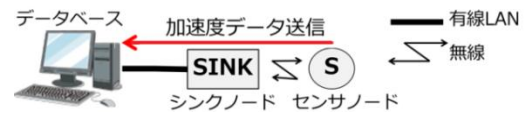


図2 無線センサネットワーク伝送実験構成

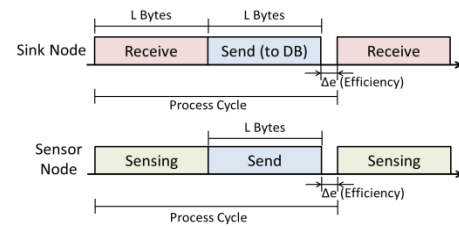


図3 各ノードの処理サイクル

た文献[2]の実験では、5ホップ時に5Mbpsの実測値が得られている。この数値を使うと、無線LANによる5ホップ時において20台のシンクノードをカバーできる計算となり、無線センサネットワーク領域に対して十分な拡張能力を有すると考えられる。

3. 無線センサネットワーク実験

3.1 実験概要

パケットサイズの変化によるパケット受信数の関係を調査するため、Crossbow社の無線センサネットワーク機器による1台のセンサノード(XM2110J)からシンクノード(MIB600)へのデータパケット伝送実験を行った。実験の構成を図2、実験条件を表1に示す。

実験では、センサノードからノードID、2軸の加速度とタイムスタンプを付与したパケットを送信した。シンクノードは、センサノードからのパケットを受信したうえ、イーサネットに受信したパケットを送信する。パケットは接続したデータベースサーバによって収集した。実験時は送受信の各処理の失敗時にノード

A Study on Transmission Scheme for Wide Area Acceleration Monitoring System with Wireless Sensor Networks

K. Jinno[†], Y. Nakamura[‡], T. Matsubara[‡], T. Fujiwara[‡]

[†]Advanced Course, Hakodate National Collage of Technology

[‡]Dept. of Computer Engineering Hakodate National Collage of Technology

の LED の点灯, 消灯をトグルさせ, 目視によって成否を確認した. 各ノードの処理サイクルを図 3 に示す.

3.2 実験結果

パケットサイズによるデータベースサーバの受信パケットの関係を図 4 に示す. また, 送受信の各処理における成否の検出結果を表 2 に示す.

図 4 の左グラフに着目すると, サンプリングレート 100Hz 時のパケットサイズ 54Bytes 以上のとき, 到達パケット数が 100 回/s を下回ることが確認された. ここで, 表 2 を参照すると, 到達パケット数が低下した最たる要因として, シンクノードの受信処理が影響していると考えられる. また, センサノードの送信処理にも失敗検出が増えており, 影響を与えていると考えられる. センサノードの送信処理では, 50Hz の場合は失敗が無く, 100Hz の場合に若干の失敗が見られた. これより, センサノードの送信能力としてパケットサイズにもよるが 100Hz 程度が上限であると考えられる.

図 4 の右グラフで示されたビットレート換算した値では, 100Hz サンプリング時でパケットサイズ 72Bytes のとき受信ビットレート 37Kbps となり最大となった. この値は, IEEE802.14 規格の 250Kbps に対して大幅に低い. この理由は, 表 2 よりシンクノードの受信処理およびセンサノードの送信処理に失敗が発生していることから, 現状の機器における処理性能によると推察する.

3.3 考察

前項の実験結果より, ①センサノードにおいてセンシング処理に比べ送信処理の負担が大きく, ②シンク

ノードにおいて受信処理の負担が大きい, という点を確認した.

①について, サンプリング周期毎のセンシングデータ数回分をバッファリングし, まとめて送信することで送信回数を減らす方法が有効であると考ええる.

②について, シンクノードとセンサノードのシングルホップ間をブロードキャスト方式でパケット伝送査した評価では, 1 台のシンクノードに複数のセンサノードからパケットを送信することによって, シンクノードの受信処理能力がボトルネックになることが考察された[3]. そのため, シンクノードへのデータ伝送について, 特定のノードに限定してデータを伝送するユニキャスト方式を比較検討する必要がある.

4. おわりに

本稿では, 3 階層地震モニタリングシステムを提案し, 無線センサネットワーク領域の通信性能を実機実験により考察した. 今後は, 提案方式である 3 階層地震モニタリングシステムのテストベッドを用いた全体実験を予定している.

謝辞

本研究の一部は, 科学研究費補助金・基盤研究(C)および豊橋技術科学大学高専連携教育研究プロジェクトの支援を受けて実施した. 有益な助言を頂いた豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系・上原教授に感謝申し上げます.

参考文献

- [1] Working Group D of the ANSS Technical Integration Committee, Instrumentation Guidelines for the Advanced National Seismic System, http://earthquake.usgs.gov/monitoring/anss/docs/ANSS_WGD_InstrGuideline_June2007.pdf, June.2007.
- [2] ネンフオアンマラーティツパワン, 藤原孝洋, “無線センサネットワークのための WDS に関する研究”, 函館高専情報工学科卒業論文, Feb.2011.
- [3] 神能 他, “無線センサネットワークによる地震加速度モニタリングのための拡張性の検討”, 高専連携教育研究プロジェクト学生成果報告会, Aug.2012.

表 1 無線センサネットワーク実験条件

設定項目	設定値
ノード間距離	1[m] 未満
サンプリング周波数	50,100 [Hz]
パケットサイズ	18,36,54,72 [bytes]
計測時間	10 [s]

表 2 各プロセスの失敗発生率

項目	④	50				100			
		②③ 18	36	54	72	18	36	54	72
シンクノード	② 受信	無	無	無	無	無	無	多	多
	送信	無	無	無	無	無	無	無	無
センサノード	検知	無	無	無	無	無	無	無	無
	送信	無	無	無	無	極少	極少	少	少

①:ノード ②:プロセス ③:パケットサイズ [Bytes] ④:サンプリングレート [Hz]

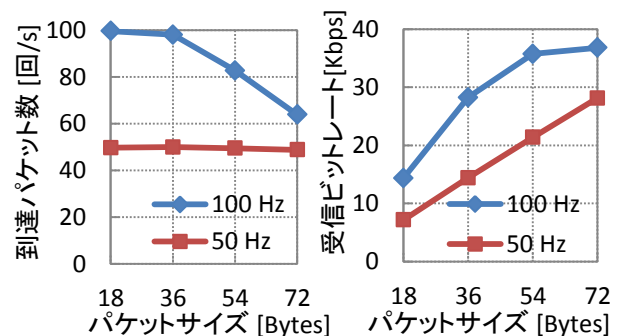


図 4 パケットサイズの変化によるパケット受信特性