

# 無線センサネットワークによる行動と状況理解に関する研究

材料技術課 塚本 吉俊  
生活工学研究所 高松 周一

加工技術課 小幡 勤  
機械電子研究所 浅田 峯夫

## 1. 緒言

安心・安全で快適な生活支援のため、これまで、高齢者の見守り支援として、赤外線センサを用いた在室状況の確認という間接計測から異常検知を試みてきたが、健康管理支援や生活習慣の改善指導には、より正確な生活情報のセンシングが求められている。

そこで、家庭内に設置されネットワーク化された種々のセンサ情報から生活者の行動状態と生活空間状況の認識システムの開発研究を進めている。今年度は、加速度センサと無線センサネットワークにより、生活者の運動状況を計測、解析するシステムについて検討を行った。

## 2. 無線モジュールを用いたセンサデータ取得

### 2.1 提案システム

移動する人や物体のリアルタイム計測や、屋内随所といった広域にセンサが散在するような計測の場合、無線データ通信が不可欠となる。センサデータ通信を想定した近距離無線ネットワークの標準規格として、Zigbee / IEEE802.15.4 がある。低消費電力で通信距離が比較的長く、1対1通信のほかスター型、メッシュ型などに対応していることから、グリーンIT やスマートグリッド等の領域において、エネルギー消費モニタリングへの適用研究<sup>1)</sup>が始まっている。

本研究では、Zigbee 規格に準拠した無線モジュール (XBee Series1: Digi International 製) を2個使い、1対1通信でモジュールを遠隔制御することにより、接続セ

ンサのデータを取得する。図1に開発システム概念を、図2に試作した実験システムを示す。また、用いた無線モジュールの主な仕様を、表1に示す。

### 2.2 運動解析アプリケーションの実装及び実験方法

アプリケーション例として、運動している人の2ヶ所の動きを同時に計測するため、小型加速度センサの出力を無線モジュールに入力し、データ取得を行うシステムを開発した。加速度検出は、アナログ出力3軸加速度センサ評価ボード(MMA7260Q: freescale 製)を用い、それぞれのセンサのXYZ方向出力を無線モジュールのアナログ変換入力に接続した。用いた加速度センサの主要諸元を、表2に示す。

無線モジュールと加速度センサとの接続には、接続ケーブルの影響を少なくするためφ0.07mmのポリウレタン線を用い、電源、X、Y、Z軸出力とグランドをそれぞれツイストペアにし、さらに2組ずつをまとめ、計8本の単線を1組のツイストペアに仕上げた。最終外径は、実測で0.17mm程度であった。

制御用ソフトウェアでは、無線モジュールのAPI (Application Programming Interface) コマンドによるサンプリング速度等データ収集条件の遠隔制御と、取得データから加速度換算、結果の画面表示とファイル蓄積を行う。図3に、ソフトウェアの画面例を示す。

## 3. 実験結果及び考察

図4は、実験システムを用いた加速度センサデータの取得例として、左上腕部(センサ1)と左肩部(セン

表1 無線モジュール仕様

RFデータ転送速度	250kbps
屋内伝送距離	約30m(出力1mW)
周波数帯域	2.4GHz
入出力端子	10bitADC 6ch
	DIO 8ch
電源電圧	2.8~3.4V

表2 加速度センサ仕様

加速度範囲/感度	±1.5G	800mV/g
	±2G	600mV/g
	±4G	300mV/g
	±6G	200mV/g
周波数応答	350Hz(X・Y) 150Hz(Z)	
電源電圧	2.2~3.6V(Typ.3.3V)	

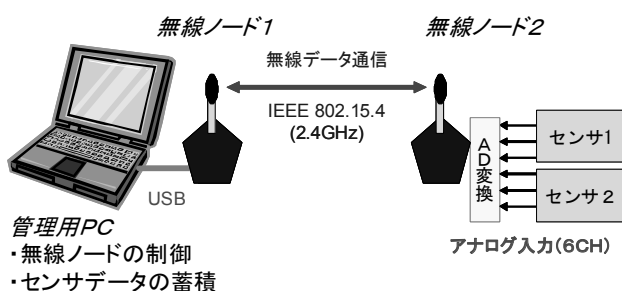


図1 概念図

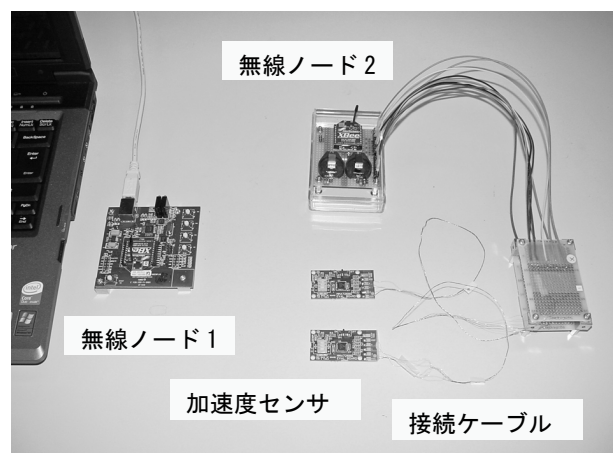


図2 データ収集実験システム

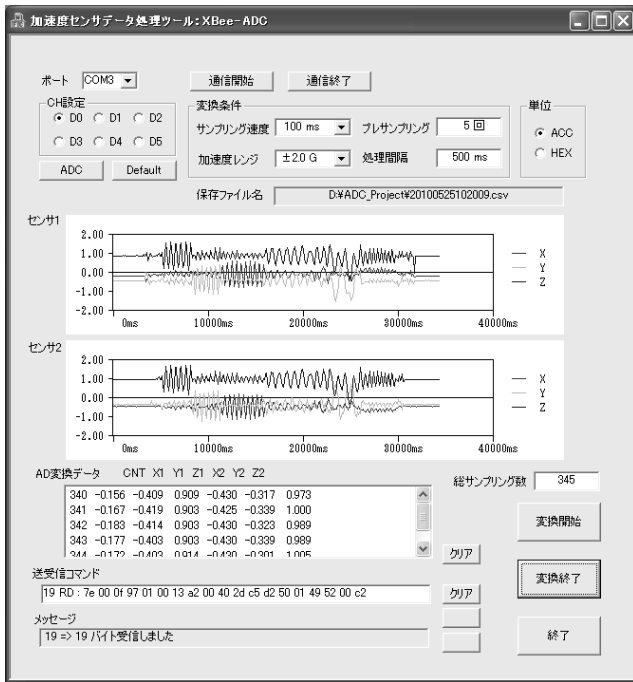


図3 制御ソフトウェア

サ 2) の衣服上に加速度センサをテープで固定し、歩行及び跳躍時に取得したデータである。

データ収集条件は、サンプリング速度 100ms とし、無線モジュールのバッファ容量から 5 回分のデータをまとめて送信している。図 4 から、歩行時の移動中も安定してデータ取得ができ、歩行時の腕ふりや跳躍時の上下運動がとらえられることがわかった。

このセンサは、地球の重力方向に対して+1G を出力することから、地球の重力方向に対するセンサの設置状態が解析の上で重要となる。また、加速度はセンサ駆動電圧が定格 3.3V として計算しているため、実験に用いた電池の電圧低下により、計算上の加速度は定格より低い値となった。

今後、小型の検出部の試作と固定方法の検討に合わせ、検出部及び駆動電圧等の校正機能、取得データの運動解析機能の開発を進める予定である。

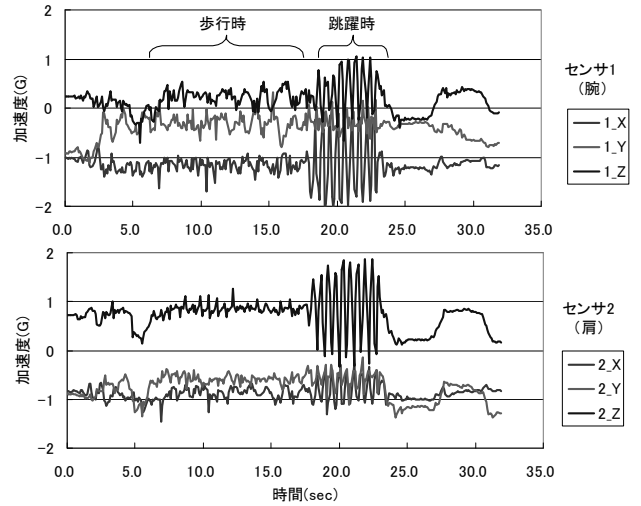


図4 取得データ解析事例

### まとめ

日常生活の動作と周辺状況を解析するため、加速度センサと無線モジュールを用いたデータ収集システムを開発した。2.4GHz 帯無線モジュールを用いた 1 対 1 通信により、遠隔モジュールに接続された 3 軸加速度センサのデータを取得し、表示解析するプログラムを開発した。また、小型センサと極細のケーブルを用い、検出部の軽量化を図った。これにより、無線センサネットワークによるデータ収集の基盤ができた。

日常生活行動やからだの微細な動きを直接計測により収集解析できるシステムを構築することは、例えば衣服と筋肉の動き、行動の同時定量評価が可能となり、衣料の機能性開発に有益な情報が得られる。

また、接続するセンサを変更することにより、温湿度、電力消費量、人の在不在などの検知と制御を行うスマートグリッド用センサ等の省エネルギー分野への応用が期待できる。

### 「参考文献」

- 1) 南正輝, 猿渡俊介: アプリケーション指向センサネットワーク, 計測と制御, Vol.48 No.7 pp.548-553, 2009.

キーワード: センサネットワーク、加速度センサ、IEEE 802.15.4、データ解析、生活行動

## Research of Grasping Behavior and Life Circumstance using Wireless Sensor Network

Central Research Institute; Yoshitoshi TSUKAMOTO, Tsutomu OBATA  
Human Life Technology Research Institute; Shuichi TAKAMATSU  
Machinery and Electronics Research Institute; Mineo ASADA

To analyze activities of daily living and that environment, the data analysis system using the acceleration sensor and radio module have been developed. The communication program transmits the data of the sensor to the host computer by controlling remote radio module, and analyzes. Making use of the small-sized sensor and the superfine cable, the detection part was lightened. The element of the data acquisition system which uses using wireless sensor network was constructed.