

携帯情報端末を利用した生活支援技術に関する研究

評価技術課 塚本吉俊 佐々木克浩 宮田直幸

1. 緒言

一人暮らしや在宅介護を必要とする高齢者が増加するなか、情報技術(IT)を活用した様々な遠隔見守りシステムが提案されている¹⁾。なかでも、夜間、就寝時の異常の早期発見は、介護見守りの重要な項目のひとつとなっている。このため、就寝時の状態をモニタすることを目的に、加速度及び地磁気等の複数のセンサと無線通信機能を内蔵したセンサモジュールとワンボードマイコンを用い、寝具等の動きを間接的に検出するシステムについて検討を行った。

2. 遠隔モニタリングシステム

人やモノなどの姿勢や状態を、遠隔地から計測、推定するため、通信回線等を利用した遠隔モニタリングシステムの開発を行った。図1にシステム概要を示す。

リモート側機器は、モーションセンサや温度センサなど複数のセンサを搭載したセンサタグ(TI製CC2650STK)とワンボードマイコン(Beagle bone Black)で構成され、これらの間はBluetooth Low Energy(BLE)規格で通信を行う。図2にリモート側機器構成の例を示す。

ワンボードマイコンには、サーバサイドのプログラム言語 Node.js が動作する環境を構築し、BLE アダプタを介

したセンサタグからのデータ取得と、そのデータを遠隔のデータベースに登録するプログラムを開発した。また、Web Socket による双方向通信を実現し、ワンボードマイコンから提供する Web ページ上のボタン操作で計測開始、終了の制御を行い、計測中はリアルタイムにセンサ値を表示するようにした。さらに、計測開始、終了時に指定メールアドレスにその時刻とデータ登録ファイルの情報を自動送信する機能をオプションとして実装した。

データベース(DB)は、SQL 言語で操作できる Microsoft SQL Server 2008 Express を用いた。ネットワークを介した DB へのアクセスは、登録された機器の IP アドレスとユーザのみ許可する設定を行った。DB 閲覧ソフトウェアは、計測開始時刻をキーに SQL 文により DB 検索し、該当テーブルのデータを表示するようにした。図3に、タブレット端末を用いたアクセス画面の例を示す。



図3 タブレットによるアクセス画面例

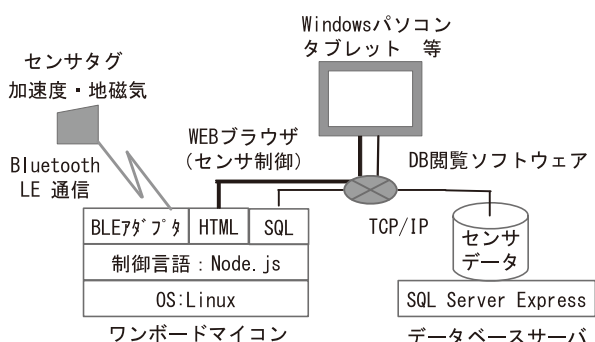


図1 遠隔モニタリングシステム

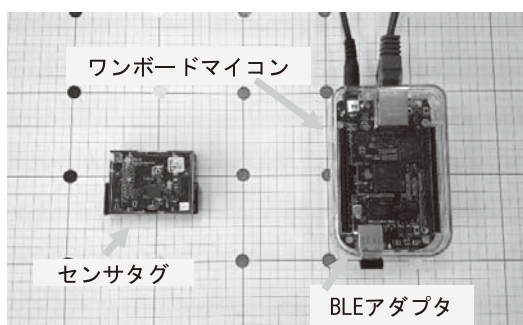


図2 リモート側システム機器構成

3. センサタグの姿勢検出実験

センサタグに搭載されている加速度センサと地磁気センサの出力を用いて、センサまたはセンサが設置されている対象の姿勢を推定する実験を行った。

実験に用いた座標系を図4に示す。重力加速度で正規化した加速度センサの出力を $A=(Ax_i, Ay_i, Az_i)$ とし、各軸1に正規化した地磁気センサの出力を $M=(Mx_i, My_i, Mz_i)$ とする。加速度の大きさ $|A|$ は、式(1)で定義される。

$$|A| = \sqrt{Ax_i^2 + Ay_i^2 + Az_i^2} \quad (1)$$

例えば、水平で静止した状態では、 $A=(0,0,1)$ 、 $|A|=1$ となる。一方、運動時は $|A| \neq 1$ となり、加速度の大きさ $|A|$ は静止状態の判定に用いることができる。

センサが静止状態にあるとき、X軸まわりの角度を Roll、Y軸まわりの角度を Pitch、Z軸まわりの角度を Heading

とし、センサの姿勢を式(2)から式(4)により求める。

$$\text{Pitch} = \rho = \arcsin(-Ax_1) \quad (2)$$

$$\text{Roll} = \gamma = \arcsin(Ay_1 / \cos \rho) \quad (3)$$

$$\text{Heading} = \phi = \arctan(My_2 / Mx_2)$$

$$Mx_2 = Mx_1 \cos \rho + Mz_1 \sin \rho$$

$$My_2 = Mx_1 \sin \gamma \sin \rho + My_1 \cos \gamma - Mz_1 \sin \gamma \cos \rho \quad (4)$$

センサタグを水平に置き Y 軸+方向を北(N)に向け、南北方向に 30°、45°、60°に傾斜(図 5(a)(b)(c)(d))させたとき、各状態で 1 秒毎に 10 回計測した平均値から姿勢を求めた結果を図 5 の表に示す。

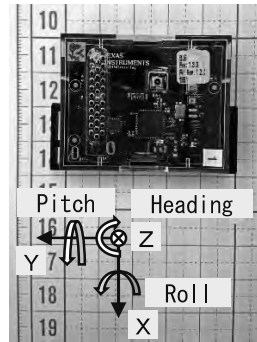


図 4 姿勢計算の座標系

同様にセンサの X 軸-方向を北(N)に向け、南北方向に 30°、45°、60°に傾斜(図 6(a)(b)(c)(d))させたときの姿勢を求めた結果を、図 6 の表に示す。

いずれの場合もセンサの向き (磁北からの角度)は Heading として、傾斜角度は図 5 の場合は Roll として、図 6 の場合は Pitch として求められた。センサタグの設置がマニュアルによったこと、台座角度の製作精度を考慮すれば、ほぼ正しく姿勢が推定できているといえる。

これより、データベースに登録された値を時系列に計算することで、各時刻におけるセンサタグの運動状態と、静止時の姿勢を解析することが可能となった。

センサタグには温湿度センサや照度センサも搭載されており、これらを利用することで生活環境のモニタリングシステムが容易に実現できる。

4. 結言

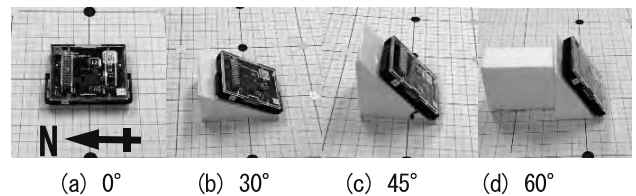
情報技術を活用した生活支援のツールとして、遠隔の

キーワード：情報携帯端末、生活支援、ワンボードマイコン、WEB、センサタグ

Study on life support technology using the portable information terminal

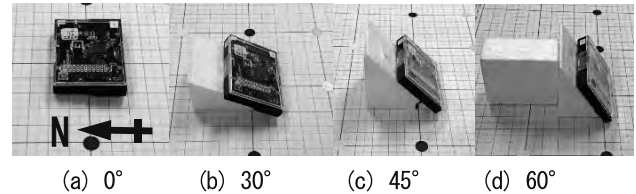
Evaluation Engineering Section; Yoshitoshi TSUKAMOTO, Katsuhiko SASAKI and Naoyuki MIYATA

As life support tools to utilize information technology, the system to collect data of remote sensors and register has been developed. By analyzing the outputs of the accelerometer and geomagnetic sensor, the attitude of the object attached with the sensors could be presumed. The movement of the sensors could be observed continuously, the sleeping state was monitored with installing the sensors in bedclothes. In the future, we will apply this system to assistive technology's concerned with watching over elderly.



| 設定角度 | (a) 0° | (b) 30° | (c) 45° | (d) 60° |
|-----------------|--------|---------|---------|---------|
| 計測値 | | | | |
| Heading: ψ | 269.1° | 265.8° | 266.0° | 268.2° |
| Pitch: ρ | -0.6° | -0.6° | -4.0° | -0.6° |
| Roll: γ | 0.0° | -27.6° | -45.4° | -60.1° |

図 5 姿勢検出実験① (Y 軸の+方向を北向きに設置)



| 設定角度 | (a) 0° | (b) 30° | (c) 45° | (d) 60° |
|-----------------|--------|---------|---------|---------|
| 計測値 | | | | |
| Heading: ψ | 176.2° | 173.3° | 171.7° | 175.3° |
| Pitch: ρ | 0.6° | 28.6° | 45.0° | 60.4° |
| Roll: γ | 1.1° | 0.0° | -0.8° | 2.3° |

図 6 姿勢検出実験② (X 軸の-方向を北向きに設置)

センサデータをマイコンで収集し、ネットワーク経由でデータベースに登録するシステムを開発した。加速度センサと地磁気センサの検出データを蓄積し、データベースから取得したデータを解析することによって、センサの姿勢が時系列で推定できることがわかった。

センサを寝具に設置すれば、その動きを継続的に観測することができ、睡眠状態を間接的にモニタできる。

今後は、実証試験によるデータの蓄積と異常な動きを発見するアルゴリズムを検討し、手法の有効性の確認を行い、介護見守り支援技術の開発につなげる予定である。

参考文献

- 1)小島ら：高齢者のための見守り部屋の構築 DEIM Forum 2015 P4-1