

SunSPOT を用いた老人介護施設支援システム Support System for Senior Care Center with using SunSPOT

秦 祐輔†
Yusuke Hada

長坂 康史†
Yasushi Nagasaka

1. はじめに

現在、団塊世代が定年を迎え、65歳以上の高齢者^[1]が21%を上回り^[2]、超高齢社会が深刻な社会問題の一つとなっている。その中で、老人介護施設への需要が高まってきている。しかし、老人介護施設へのアンケートから施設設備が整っていないことが一つの問題として浮かび上がっている^[3]。

そこで本研究では、老人介護設備の一つとして SunSPOT を用いた老人介護施設における支援システムの開発を行う。

2. 老人介護施設支援システム

2.1 システム概要

本システムは、室内及び高齢者に取り付けた SunSPOT のセンサからデータを取得し、そのデータから室内環境と高齢者を監視する。SunSPOT とは、サン・マイクロシステムズの無線センサネットワークデバイス^[4]である。センサボードには、温度、照度、3軸加速度センサと8個の3色LEDが搭載されている。プロセッサボードには、IEEE 802.15.4 に準拠した無線ネットワークを搭載している。これは Zigbee と呼ばれ、低消費電力が特徴で、通信距離は数十メートル程度である。

本システムの構成を図1に示す。SunSPOT の各センサで取得したデータは、Zigbee を利用し、ベースステーションへ送られる。ベースステーションとは、プロセッサボードのみの SunSPOT のことである。センサボードを持つ SunSPOT と通信し、USB 経由で接続された PC にデータを転送する。



図1: システム構成

2.2 データ収集方法

室内、そして、高齢者が持つ SunSPOT から効率よくデータを収集するために、データの収集方法の開発・検証を行った。本研究では、スター型とリレー型の2つの方法を検討する。

スター型は、図2に示すように、それぞれの SunSPOT

からベースステーションに直接データを送信する方法である。この方法の場合、どこも経由せず、同時にデータを送信することができる。しかし、SunSPOT の数が増えるにつれてベースステーションの負荷が高くなってしまふ欠点がある。

一方、リレー型は図3に示すように、それぞれの SunSPOT は他のデータを中継しつつ、自らのデータを追加しながらベースステーションにデータを送信する方法である。この方法の場合、一台の SunSPOT が停止してしまうと通信ができなくなるという欠点がある。また、スター型のベースステーションに対する負荷と比べると、その負荷を抑えることができるが、データがベースステーションに到達するまでに時間がかかる。

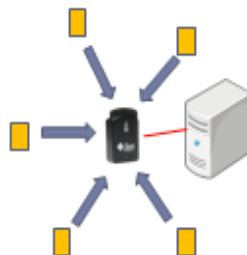


図3: リレー型

そこで、スター型とリレー型のすべての SunSPOT のデータ収集にかかる時間を測定した。現在、SunSPOT が6個しかないため、7個目以降は理論値で表した。結果は、図4に示す。

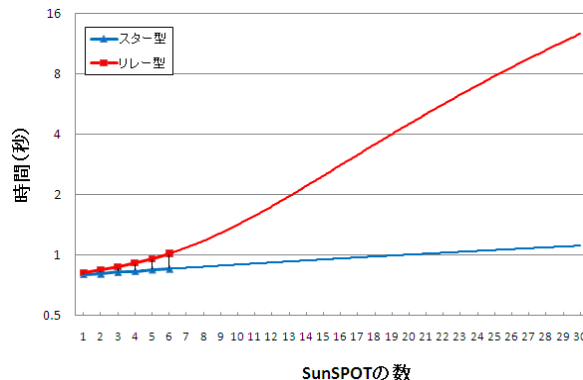


図4: データ収集時間結果

グラフからわかるようにリレー型は、スター型と比較すると、SunSPOT の数が増えるほど時間がかかることがわかる。これは、SunSPOT の数が増えるのにしたがって、送信するデータの総量が飛躍的に増加してしまうからである。このことから、スター型の方が効率よくデータ収集することがわかるのだが、スター型では、直接ベースステーションにデータを送るため、通信距離の問題がある。

†広島工業大学大学院工学系研究科
Graduate School of Engineering, Hiroshima Institute of Technology

そこで、安定して通信できる距離を測定した。SunSPOTの出力パワーを最大の-3 dB から-6, -9 dB と設定し、6 m から 24 m まで 3 m ごとに、データを 100 回送信するときの受信回数を測定した。それを 10 回繰り返した際の平均受信率の結果を図5に示す。

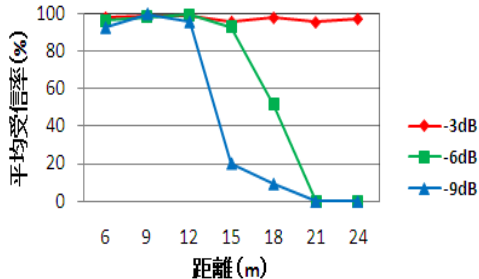


図5: 通信距離測定結果

出力パワーが-3 dB の場合、平均受信率が 90 % を上回り、24 m まで安定して送受信可能なことがわかった。しかし、出力パワーが-6, -9 dB の場合では、12 m から送受信率が下がり始め、21 m からは平均受信率が 0 % という結果になった。

以上二つの測定結果から、出力パワーが-3 dB の場合、24 m 以内なら安定して通信可能であり、SunSPOT の数が増えても安定してデータ収集を行えるので、スター型の方が良いことがわかる。

2.3 センサ

温度センサと照度センサは、室内の温度、照度を取得し、適切な室内環境に調整するために使用する。加速度センサは、腰に取り付け、図6の X, Y, Z 軸からデータを取得する。



図6: 加速度センサの3軸

腰に取り付けた3軸加速度センサで、以下の(1)から(4)の状態の時に、取得したデータをグラフにした。図7は、そのときに表示されたグラフである。

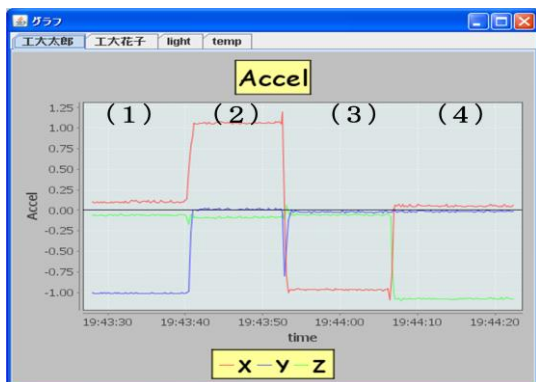


図7: 加速度グラフ

- (1)立っている
- (2)うつ伏せ
- (3)仰向き
- (4)横になっている

この図7からわかるように、各状態で大きな違いがある。この違いに注目し、各状態を識別する条件を定めた。

(1)の状態は、ただ立っているだけで、動いていない状態である。この状態から歩いた場合、各軸は上下に約 0.3 変動する。これより、(1)の条件は、 $x \leq 0.4 \ \&\& \ z \geq -0.6 \ \&\& \ x \geq -0.4 \ \&\& \ y \leq -0.6$ とした。また、図7の(2)(3)(4)も動いていない時の状態である。(1)の時と同様に動くとき各軸が変動するので、以下のように条件を定めた。

- (2) $x \geq 0.7 \ \&\& \ y \geq -0.4$
- (3) $x \leq -0.7 \ \&\& \ y \geq -0.4$
- (4) $y \geq -0.4 \ \&\& \ z \leq -0.75$

これらの条件を定めた結果、加速度センサで取得したデータから4つの行動パターンを識別できた。

そして、現在の状態が簡単にわかるように、状態表示ウィンドウを作成した。また、これまでのデータと比較し、立っている状態から倒れた場合には、警告を表示させる。自分の意思で横になった場合と倒れた状態をわけるために、センサからデータは 200 ms の間隔で取得する。これにより、気付かなかった転倒を知ることができ、対応ができる。

3. 考察

本研究ではデータ収集方法として、スター型とリレー型の2種類の方法を提案した。本研究の対象が室内のため、無線通信距離の結果から出力パワーが-3 dB の場合、24 m の範囲であれば安定した送受信が可能であることから、スター型を採用した。そして、加速度センサでは、4つの状態から取得したデータで、それぞれ条件式を定めた。その結果、データ取得した時の状態を知ることができた。また倒れた場合に警告することができた。

4. おわりに

本研究では、無線センサネットワークデバイス SunSPOT を用いて老人介護施設支援におけるシステムの開発を行った。

今回は、腰に取り付けた加速度センサからのデータを元に行動パターンを識別した。しかし、腰だけでなく、SunSPOT を他に複数個取り付けることで、より多くの行動パターンがわかると考える。

参考文献

- [1] 鎌田渉, 加藤靖, 高橋薫, “センサとオントロジーを用いた高齢者見守り支援”, 情報処理学会東北支部, 2008 年度第 6 回情報処理学会東北支部研究会研究会, 資料番号 08-6-A-3-3
- [2] 総務省統計局, “人口推計月報 (平成 21 年度 11 月確定値)” <http://www.stat.go.jp/data/jinsui/tsuki/index.htm>
- [3] 介護労働安定センター, “平成 20 年度 介護労働実態調査結果について” http://www.kaigo-center.or.jp/report/h20_chousa_01.html
- [4] 戸辺義人, “無線センサネットワークの技術動向”, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J90-B, No.8, pp711-719 (2007).