

無線による徘徊通知システムの開発

電子情報技術科 (現 職業能力開発総合大学校) 齋藤 誠二

Development of wandering notification system by wireless communication Seiji SAITOU

概要 近年、認知症を患った高齢者による徘徊は社会問題となっている。介護者が徘徊を未然に察知し、認知症を患う高齢者（以下「要介護者」という）の行方不明を防止することができれば要介護者の安全を確保するだけでなく、介護者の負担を軽減できると考える。本報では、多機能で低価格な無線マイコンモジュールを使用することで、利用者にとって低コスト、かつ使いやすい徘徊通知システムの開発に取り組んだ内容と結果について報告する。

1. はじめに

高齢者による徘徊を通知するシステムは、現代社会のニーズを反映し市場で販売されているものもあるが、携帯端末などを用いたシステムは、高齢の介護者にとっては操作が複雑で簡便に使用できるものがあまり多くない。また、GPSを使用したシステムは遠距離での検出や、ある程度正確な位置を検出することも可能であるが、価格が高くなり室内での使用には不向きである。

今回開発したシステムは、自宅や介護施設等で使用することを想定しており、要介護者が建物から離れると、介護者にブザー音や液晶表示機に表示される情報で通知し、未然に徘徊を防止できるものとなっている。また、介護者が携帯する受信機もボタン1つで操作ができ、徘徊通知システムとして必要な最低限の機能を搭載した、簡便なシステムである。

2. システムの概要

このシステムは、親機、発信機、受信機、中継機の四つの無線機で構成される（図1）。親機は各子機（発信機、受信機、中継機）を管理する機能、発信機は要介護者に身に付けてもらい無線で要介護者の状態を親機に送信する機能、受信機は親機からの情報を受け介護者に通知する機能、中継機は通信可能範囲を広げる機能をそれぞれ有し

ている。

この4つの無線機が協調して動作することで、介護者に要介護者の動きを伝えることができる。受信機にはブザーと液晶表示器を搭載しており、要介護者が指定した無線エリアから出た際にブザー音が鳴り、介護者に異常を知らせる。

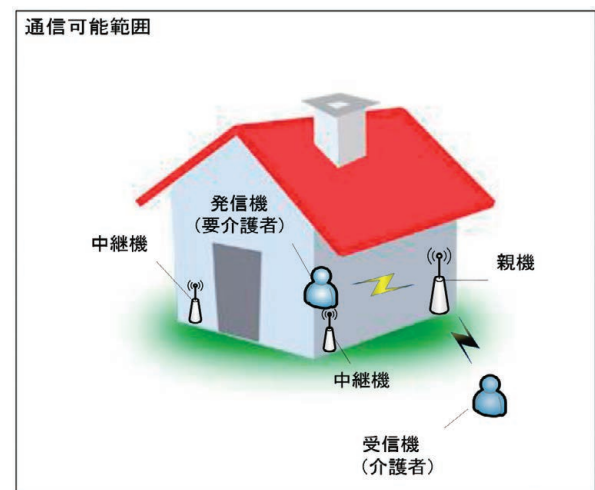


図1 徘徊通知システム全体図

3. ハードウェア

今回使用したすべての無線機は、無線マイコンモジュールである TWE-Lite™ シリーズを使用した。この TWE-Lite™ は、IEEE802.15.4 規格に準拠した無線機と高性能マイコンをパッケージングしたもので、小型・低消費電力・低速度デジタル通信などを特徴としている。今回の徘徊通知シス

テムでは、TWE-Lite™シリーズの中でも、様々なモノに装着し離れた場所でモノの状態を取得するのに適した TWE-Lite 2525A™ と、機器に組み込んでの使用に適した DIP 型 IC 形状の TWE-Lite DIP™ を使用した (図 2)。

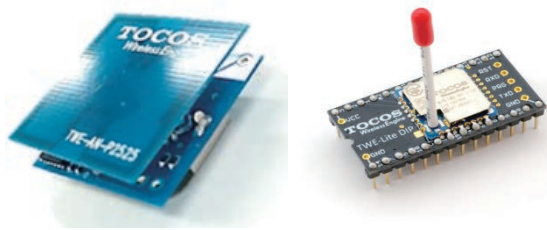


図 2. TWE-Lite™ シリーズ
(左 : TWE-Lite 2525A™ 右 : TWE-Lite DIP™)

3.1 親機

製作した親機の外観を図 3 に示す。親機は建物内に設置し、発信機、受信機、中継機へ必要に応じた信号の送受信を行う管理用の機器となっている。

親機は、要介護者が身に付けている発信機から送られてくる信号を処理し、介護者が携帯している受信機に必要な情報を送信する。例えば、発信機に内蔵されている 3 軸加速度センサの信号を利用して、要介護者の動きの有無と動いていない状態での積算時間を求め、電波強度の数値から親機と発信機の概算距離を計算している。

各無線機の管理、信号処理、各種演算を行う親機は常に稼働状態である必要があるため、家庭用電源 (AC100V) から電力を得ている。



図 3. 親機の外観

3.2 発信機

要介護者が身に付ける発信機は、大きさが縦 25mm × 横 25mm × 高さ 10mm、重さが 7g と小

型で軽量な無線機 (TWE-Lite 2525A™) を使用した。

本発信機を身に着ける際は、図 4 に示すようなお守り袋やポケットに入れてもらい使用することを想定している。



図 4. 発信機の使用例

3.3 受信機

製作した 2 種類の受信機を図 5、6 に示す。図 5 の受信機 (1 号機) は、本開発の 1 年目に製作したもので、介護者が携帯することを考慮し、ポケットベルと同程度のサイズ (縦 71mm × 横 56mm × 高さ 30mm) とし、高齢者の方の操作性を考慮し、部品の選定や電子回路基板の設計を行った。

1 号機の製作後、近隣の特別養護老人ホームに訪問し、介護職員の方々から本システムを実際に使用してもらい意見を頂いた。主な意見として、液晶表示機の文字サイズ拡大とブザーの音量を上げると、高齢者でもより使用しやすいシステムになるとのことであった。

開発 2 年目に、液晶表示文字サイズを 2 倍に変更し、ブザー音も 1 号機よりも音量を上げるため、電子回路基板の設計変更を行った。変更後の受信機を図 6 に示す。上記の変更に伴い、全体のサイズは大きくなったが、使用する介護者によって、2 つの受信機から選択が可能となった。



図 5 受信機 (1 号機) の外観



図6 受信機（2号機）の外観

3.4 中継器

中継機は無線機どうしの通信可能範囲を広げることを目的に使用し、最大4台まで設置可能である。建物の大きさや要介護者の建物外での進行方向により、中継機の設置数や設置場所を決定することになる。設置場所は図1に示すように建物外の出隅に取り付けることを想定している。設置後の電池交換頻度を少なくするため、9V電池を使用し稼働時間を長くしている。

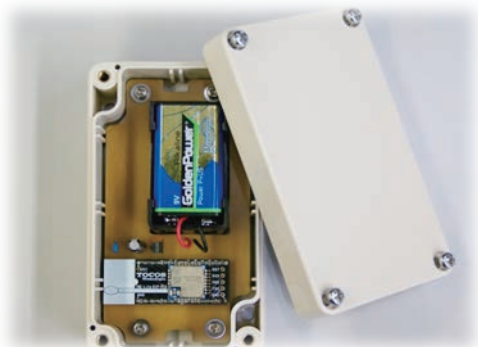


図7 中継機の内観

4. システムの動作

システムの基本動作としては、要介護者が建物から離れるか、無線機の電池残量が設定値以下となった際に、ブザー音と液晶表示機によって緊急通知を行う。その他、受信機の押しボタンスイッチを押下することにより、以下に示す3つの情報を表示する機能を有している。

4.1 要介護者の動作表示

発信機に内蔵されている3軸加速度センサの信号を一定時間ごとに親機に送信し、受信した信号から図8に示すように、要介護者が動いていない時間の累積を求めて液晶表示機に表示する。図8

の動作例においては、1分48秒間動作がないことを示しており、建物内での要介護者の状況を把握することが可能である。

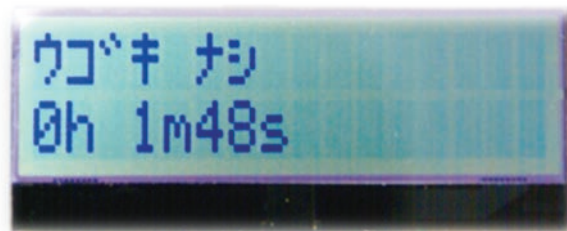


図8 累積時間の表示例

4.2 無線機間の概算距離表示

発信機から親機までの概算距離を図9に示すように、文字と記号「>」の数で表示する。親機から発信機までの距離が遠くなるに従い、「ナイトイヤガイ」と文字で表示し、記号「>」が5～0個までの表示で、親機からの概ねの距離が確認できる。

図9に表示されている記号「○」の位置で、受信機に最も近い中継機が確認でき、玄関を正面としたときの要介護者の移動方向を把握できるようになっている。

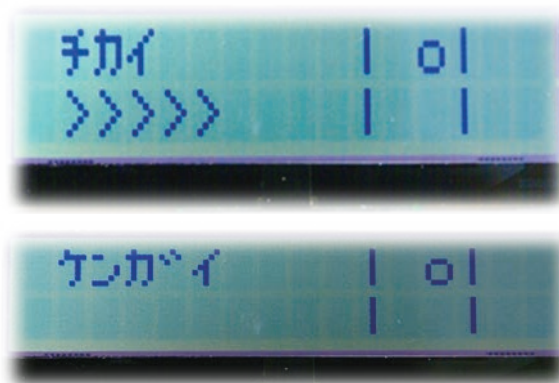


図9 無線機間の概算距離の表示例

4.3 無線機の電池残量表示

電池駆動している各子機（受信機、発信機、中継機）の電池残量をパーセント表示で確認でき、電池交換の目安となる。図10の画面に表示されている「ワッ」は受信機を示し、「ア仔」は発信機、「R1」～「R4」は各中継機の番号に対応している。



図 10 無線機の電池残量表示例

5. 無線通信実験

試作したシステムを使用し、通信可能範囲の測定を行った。図 11 に示すように、親機と中継機を 10m 離れた位置に配置し、発信機を中継機の位置から 10 m 間隔で離していき、電波の受信強度を測定した。そのときの測定結果を表 1 に示す。

中継機を使用しなかった場合、発信機と親機の距離が離れるに従い受信強度が低下し、30m 地点で発信機の電波が親機で受信不可となった。

中継機を使用した場合には、親機から 50m 地点で受信不可となったが、発信機の電波が親機に到達しない状態でも、中継機を経由して電波が受信できていることが確認できた。

参考のために、アンテナ付きの中継機を使用した実験も行った。アンテナ付きの中継機を使用することにより、約 10m 受信範囲が延長できることを確認した。

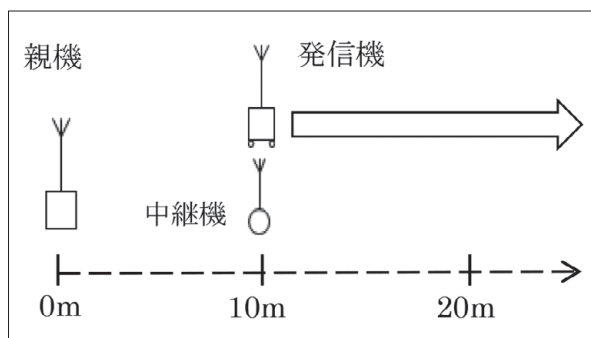


図 11. 無線機の配置

表 1. 電波強度測定結果

距離 (m)	発信機 (LQI値)	中継機 (LQI値)	中継機アンテナ付き (LQI値)
10	40~50	100~110	150~160
20	20~30	100~110	150~160
30	×	40~50	60~70
40	×	10~20	40~50
50	×	×	20~30
60	×	×	×

“×”は電波の受信が行えなかったことを表す

6. おわりに

本報では、2年間の総合制作実習で取組んだ徘徊通知システムの開発について報告した。開発に取組んだ学生にとっては、島根職業能力開発短期大学校で学んだ技能・技術がどのように実社会で活かされるかを知ることができ、貴重な経験であったと考える。

開発したシステムは、当初予定していた自宅や介護施設等で使用することが可能なシステムを構築するという目的は達成できたと考える。

今後の課題としては、電池駆動による無線機の消費電力を下げ、使用者の利便性を上げる必要があり、さらなる改善が求められる。

参考文献

- 1) 大澤 文考 ,TWE-Lite ではじめるカンタン電子工作 ,工学社
- 2) 大澤 文考 ,TWE-Lite ではじめる「センサー」電子工作 ,工学社
- 3) 佐藤 智美他 ,Bluetooth の電波強度を用いた位置推定方式の検討 ,DEIMForum2011B9-4

著者 E-mail Saito.Seiji@jeed.or.jp