

自走式ロボット及び人感センサを用いた 独居老人異常検知システムの開発

渡邊 貴大¹ 新井 イスマイル¹

概要: 高齢化による独居老人の増加に伴い、日常生活における独居老人の突然の健康異常および転倒などの事故による孤独死が大きな社会問題となっている。そこで、在宅において、独居老人が安心して、安全な生活が行える多くの独居老人の異常検知システムが研究開発されている。部屋にセンサを設置して異常検知を行うシステムでは、発見が迅速に行える代わりに、センサの設置にかかるコストが高くなる。一方で、センサの設置にかかるコストを下げると、発見が迅速に行えない場合が多く、導入が進んでいない。本研究では、近年普及の進んでいる自走式ロボット（お掃除ロボット）に人感センサ（マイクロ波ドップラーセンサ）を搭載し、心拍・呼吸情報をモニタリングすることで利用者の異常を検知するシステムの開発を目的とする。

The development of abnormality detection system for single-living old man with a mobile robot and a motion sensor

WATANABE TAKAHIRO¹ ARAI ISMAIL¹

Abstract: With the increase in the single-living old man, the solitary death in accidents caused by a sudden illness or a fall down accident become a matter of public concern. In this background, many system which detect unusual behavior of elderly persons are developed to enable elderly persons to have a safe daily life. However, in a system which installs sensors in a room and performs unusual detection, the cost concerning installation of a sensor becomes high instead of the ability to discover quickly. On the other hand, if the cost concerning installation of a sensor is lowered, it cannot detect unusual behavior of elderly persons quickly in many cases and such system is not developed well. In this research, a motion sensor (microwave doppler sensor) is carried in a mobile robot (cleaning robot) which spreads in recent years, and it aims at development of the system which detects unusual behavior of elderly persons by monitoring cardiac beats and respiratory information.

1. はじめに

近年、独居老人の増加に伴い、日常生活における独居老人の突然の健康異常および転倒などの事故による孤独死が大きな社会問題となっている。死後数日経過して近隣住民が異臭に気づき、腐敗した遺体が発見される事例、あと数時間発見が早ければ助かっていたという事例も数多く報告されている。そこで、在宅において、独居老人が安心して、安全な生活が行える多くの独居老人の異常検知システムが

研究開発されている。しかし、部屋にセンサを設置して異常検知を行うシステムでは、発見が迅速に行える代わりに、センサの設置にかかるコストが高くなる。一方で、センサの設置にかかるコストを下げると、発見が迅速に行えない場合が多く、導入が進んでいない。本稿では、近年普及の進んでいる自走式ロボット（お掃除ロボット）を用いて、センサ自体を移動させるという考えのもと、設置コストと迅速性を実用レベルに高めた独居老人の異常検知システムを提案する。

2. 関連研究

独居老人の異常検知システムの実用性を高めるために

¹ 明石工業高等専門学校電気情報工学科, Department of Electrical and Computer Engineering, Akashi National College of Technology

は、以下の2つの要件を両立することが望まれる。

(1) 迅速性

利用者が異常状態になってから、検知するまでにかかる時間が短いこと

(2) 低設置コスト

部屋にセンサを設置する際のコストが低いこと

象印マホービンが製品化した「i-pot」[1]は、ネットワーク接続されたポットが使用履歴を、1日2回メールで利用者の家族に知らせるシステムである。この製品は、身近で頻繁に使うポットで見守りができ、設置コストが低いが、その反面、異常を検知するまで半日以上かかってしまう。また、利用者家族が異常と認識しなければ、さらに時間がかかってしまい、迅速性に欠ける。また、長期外泊やたまたまポットを利用しなかった時などの誤検知があるため、異常を検知するためには、利用者家族が利用者の行動を把握している必要があり、利用者家族の負担が大きくなる。

仙台市では、仮設住宅に一人で暮らす65歳以上の高齢者や重度障害者を孤独死から守る緊急通報サービス[2]が昨年9月1日から始まっている。これは、各戸に取り付けられた自動通報システムが、トイレを12時間以上使っていない状態や、火災、ガス漏れなどを検知すると、警備会社や消防に通報するものである。このサービスは、利用者家族が利用者の行動を把握している必要がないので、利用者家族の負担は小さいが、市区町村レベルの大規模な設備の整備が必要となる。

また、鍛冶らの研究[3]では、部屋に設置したRFIDタグとタグリーダを用いて、電界強度の変化から転倒状態を検知している。この研究では、転倒してから検知するまでの時間が短く、迅速性が高い。その反面、各部屋に1つのRFIDタグと複数のタグリーダを設置する必要があり、部屋数の多い家では、設置コストが高くなる。

以上より、センサの数を増やせば、より迅速に利用者の異常検知ができるが、設置コストが上がってしまい、それが利用者の負担となってしまう。しかし、センサの数を減らせば、迅速性が低下し、また誤検知の原因となってしまう。このことから、各部屋に設置するセンサの数を減らし、より迅速かつ正確に利用者の異常検知ができるシステムを開発することが課題となっている。

3. 提案手法

前章の課題を解決するため、センサ自体を移動させ、部屋に設置するセンサの数を減らすことで、設置コストを下げる手法を提案する。実際には、TurtleBotに搭載されている様々なセンサに加え、マイクロ波ドップラーセンサを搭載することで、利用者の異常検知を行う。TurtleBotとは、iRobot社の自走式掃除機Create、Microsoft社のゲー

ム機用モーションセンサKinect、小型ノートPC、ジャイロセンサで構成されたロボットの研究・開発のために作られたプラットフォームである。

また、TurtleBotを動かす手法として、Robot Operating System (ROS)を用いる。ROSとは、Willow Garage社が開発・無料公開しているロボット用ミドルウェアのことである。ROSを使用する利点は以下の2つが挙げられる。

- ・ ROSによるソフトウェア開発手法を覚えるだけで様々な市販ロボットの制御プログラムを開発できる点
- ・ C++, Pythonなど複数の言語をサポートしているので、状況に応じて使用する言語を変えることができる点

実際、TurtleBotに搭載されたPC (TurtleBot PC)と監視用のPC (Workstation PC)がやり取りすることで、キーボードのコマンドに応じてTurtleBotを動かすことや、搭載されたKinectで得られた画像の表示、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)を用いて環境地図を作成することができた。

また、マイクロ波ドップラーセンサとは、送信波と周波数を比較した場合、対象物の移動速度に比例して受信波の周波数がシフトする現象 (ドップラー効果)を利用したセンサであり、図1のような構成となっている。周波数 f_s のマイクロ波を送信系のパッチアンテナから移動している対象物に放射し、反射してきた周波数 f_o のマイクロ波を受信系のパッチアンテナで受信する。そして、これらの信号の差分をSBD (ショットキーバリアダイオード)で検波した信号を出力するセンサのことである。

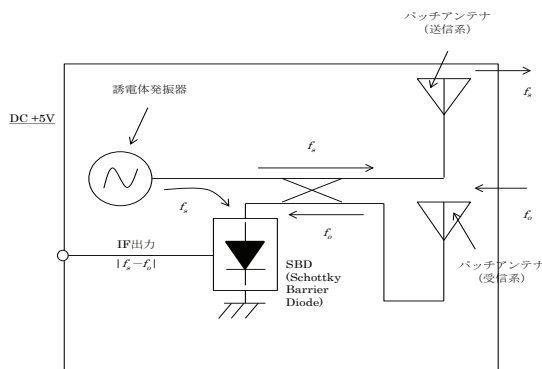


図1 マイクロ波ドップラーセンサの構成

ドップラーセンサから放射されるマイクロ波を人体に向けて放射し、出力信号をローパスフィルタに通すことで、微細な呼吸信号のみを取り出すことができ、図2のような波形が得られ、移動 (move)、呼吸 (respire)、息止め (hold breath) といった状態の判別が可能となる。

また、ドップラーセンサは、周波数の変化から移動体を検知するため、固定して利用することを想定している。そ

ここで、TurtleBot が動いたまま検知を行うと、自身の振動が外乱となり、利用者の異常検知ができない可能性がある。この解決策として、TurtleBot の振る舞いを制御して、一度停止してから検知を行う手法を提案する。効率的な検知を行うために、まず部屋に入ると、部屋の中心に移動し検知を行う。そして、ある一定の角度ずつ回転し、各部屋の異常検知を行う。その後、掃除を行い、別の部屋に移動し、これを繰り返す。

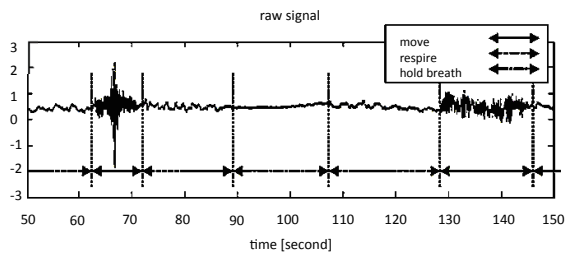


図 2 呼吸データの例

4. 今後の展望

ROS のプログラム開発及びセンサデータの処理を進め、システムの実装を進めていきたい。また、TurtleBot には Kinect が搭載されているので、画像処理などを用いてシステムの改良を進めていきたい。

参考文献

- [1] 象印マホービン：みまもりほっとライン i-pot , <http://www.mimamori.net/index.html> (参照 2013-11-24) .
- [2] 読売新聞：孤独死防止の通報サービス開始...仙台の仮設住宅 , <http://www.yomiuri.co.jp/feature/eq2011/information/20120902-0YT8T00302.htm> (参照 2013-11-24) .
- [3] 鍛冶良作他 2 名：“RFID タグシステムによる閉空間における転倒状態検出法の提案”，情報処理学会研究報告 (2011-UBI-20) , p.73-80 , (2008) .