

各種センサによる在宅高齢者の見守りに関する研究 — 宅内位置情報を使用した IOT 適用の提案 —

松島勇雄^{†1} 谷東衛^{†2}

概要：日本の人口は2008年のピーク（12888万人）に減少している。65歳以上の高齢者の人口は2014年9月で3296万人（25.7%，総務省）である。また，高齢者世帯の3.3世帯に1世帯が独居高齢者と言われる単一世帯である。このような状況の中で高齢者の孤独死が社会問題となっている。本報告は，見守りセンサの中でRFIDシステムを使用して，在宅の高齢者の生活活動を計測して，見守りの判定を行う。計測した結果から，高齢者自身の体力低下や精神状態の変化を分析する。また，RFIDシステムにより，高齢者の宅内活動（移動・停留・歩行速度）を測定して，軽度認知症の発症及び筋力・体幹力の低下の認識に係る可能性を探る。

キーワード：

A study on watching over elderly people at home using various sensors, Proposal of IOT application using in-house location information

ISAO MATSUSHIMA^{†1} TANIHIGASHI MAMORU^{†2}

1. はじめに

高齢化社会を向かえて，「一人暮らしの高齢者」の見守りは大きな社会問題がある。日本の高齢者人口が増加する中で，特に著しい人口減少を迎えている地域では，高齢者を支援する住民も減少している現状である。更に，広島県の完全離島である地元大崎上島町では高齢化率46.1%（2015年度）であり，「一人暮らしの高齢者」を見守る人々（家族）が厳しく不足している。離島における高齢者見守り問題は，危機的な状況である。本報告は離島高齢者をセンサ技術により「家族の代替的」機能を果たす生活支援サービスを提

案する。高齢者が住み慣れた家や地域で安全に，安心して老いることを支援する。

本研究はセンサ技術を適用して，生活支援サービスにより「一人暮らしの高齢者」を都会にいる「家族の代替的」機能を果たす。本来ならば，家族による見守りがベストであるが，現状では近くの家族，または社会的な見守りが主となっている。

今後，「一人暮らしの高齢者」が増加する傾向にある。図1[1]は1980～2010年の実績値と2035年までの推定値を一人暮らし者数と男性・女性の割合を示す。特に65歳以上の女性の「一人暮らしの高齢者」の増加が著しい。1980年と2010年の比較では，男性は約19万人（人口比率4.3%）が139万人（同11.1%）に，女性では，約69万人（同11.2%）が341万人（同20.3%）となっている。人口比率では今後30年間に男性が2.6倍，女性は同，1.8倍となり，人口比率で男性の「一人暮らしの高齢者」の増加が見込まれる。

本来，高齢者の見守り[2][3][4]は家族が様々な方法により行っている。家族が高齢者に声をかける，生活音（転倒音，歩く音，咳など）など，様々な方法により見守られる。

“目” “耳”等の五感により，高齢者の生活パターンに沿って見守れば，普段と異なる生活活動に気付く。そのような状況の中で異状を感知したならば，適切に対処している。

本研究は各種センサにより「一人暮らしの高齢者」の安

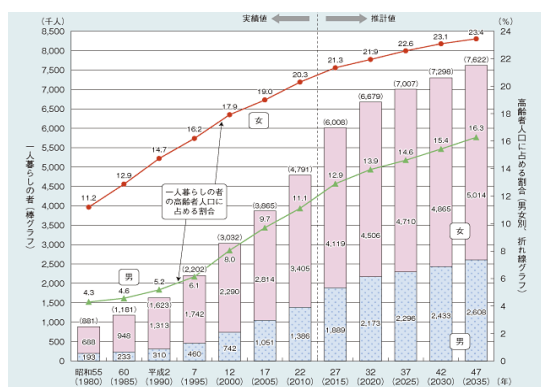


図1 一人暮らし高齢者数 (出典：平成26年版高齢社会白書) (グラフ中 赤線：女性の割合，緑線：男性の割合)

^{†1} 独立行政法人 国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校
National Institute of Technology, Hiroshima
^{†2} 独立行政法人 国立高等専門学校機構 広島商船高等専門学校 専攻科 産業システム工学専攻

National Institute of Technology, Hiroshima Advanced Course, Industrial System

全・安心の見守りを提案している。事例として、“目”としてカメラを使用する。屋外では①“外出・帰宅”を映像の画像処理により判定する。居宅ではプライバシーの問題があるため、直接的な映像は使用せず、②円筒レンズの映像を使用して1次元映像により、高齢者の移動・姿勢を判断する。また“耳”として高齢者の③生活音を使用して転倒などの危険に対する早期発見を行う。一方、筋電図測定により④筋肉の緊張・弛緩から、通常の生活時と転倒時を区別する。さらに⑤RFID (radio frequency identifier) により位置情報取得ができる。

各種センサを適切に組み合わせることにより「一人暮らしの高齢者」の見守りが高い精度で実現できる。見守りにより、危険またはその可能性が高いときには家族をはじめ、事前に登録しているメールアドレスに連絡する。

本報告では一連のセンサの活用の中で、現在、実験で確認された RFID システムの結果をもとに IOT への拡張を考察する。

2. RFID システムによる位置情報取得と IOT への拡張

IOT は文字通り全てのモノをインターネットに接続して、情報を収集できる環境をいう。工業生産、植物育成などの対象とするモノからの情報の因子を分析・総合してプロトタイプ (モデル) を作成する。そのプロトタイプを利用して生産性の向上の他、利便性を高めることができる。生産性の向上は不断に行われるため、より適切なモデルの構築を目指す。

(1) RFID システムによる位置情報

本報告で使用する RFID タグ[5]はパッシブ型を使用する。RFID タグは非接触で情報交換が可能であり、現実世界のモノとデジタル社会を接続して、認識及び操作が可能な機器として現在、利用が広がっている。代表としては JR 東日本の SUICA が交通系の乗車カードとして生活に根付いている。

RFID レシーバは電波を発生する機能を持ち、受信信号の処理を行う。RFID タグはその電波をエネルギーとして動作して、ID 情報を送信する。そのため、RFID タグは電池を内蔵する必要はないが、探知する距離は短い、しかし安価である。本報告での RFID タグの探知範囲は最大 3 m 程度である。

高齢者はタグを所持して移動することを前提としている。RFID タグが RFID アンテナの探知範囲に入るとタグの ID を認識し、高齢者を特定することができる。RFID レシーバが ID を受信すると高齢者を認識して、アンテナの位置により、高齢者の位置情報となる (図 2)。

(2) RFID による宅内位置情報の活用

RFID システムを利用した高齢者の位置情報は宅内での高齢者の生活 (活動) 情報として活用できる。その情報を

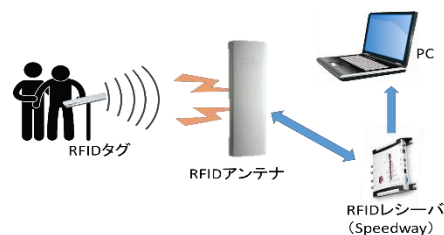


図 2 RFID システムの動作

利用して、宅内での独居高齢者の見守りが可能にする。

短期的な見守りは、日常生活をつつがなく活動していることである。RFID システムという位置情報を取得することにより、すべてに対応できないが、安全な状態を推定できる。一方、突然の危険な状態 (転倒、卒倒など) に陥ったときの判定は難しい。

長期的な見守りは、生活情報の長期的な変化を観測することにより可能となる。加齢による筋力、体幹の保持の低下が歩行速度の低下として現れる。

宅内での生活導線を考慮して、RFID システムのアンテナを複数設置した。RFID アンテナの設置場所は太い動線上にあり、宅内で最も効率的に探知できる場所とする。

それぞれのアンテナの場所で ID を受信することにより、高齢者の位置情報の取得となる。その位置情報の時間経過を考慮すると移動速度の変化を知ることができる。また、推定する部屋での滞在時間も計測可能である。

(3) RFID の実験方法

60 歳代前半の高齢者男性を対象として実験 (12 月 17 日: 平日) を行った。想定する部屋は寝室、書斎、居間及びバス・トイレ近くに 4 か所設置して、それ以外の部屋は今回の実験では対象から除いた (図 3)。

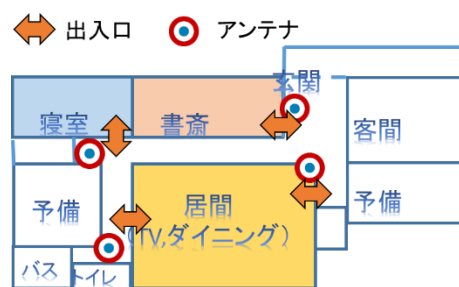


図 3 アンテナの配置 (4 か所)

3. 高齢者の宅内活動情報の活用

3.1 宅内移動による部屋滞在時間

RFID システムによる宅内での高齢者の移動情報の計測結果を図 4 に示す。これらの情報から、推定する部屋に滞在する時間を知ることができる。

高齢者が所持する RFID タグにより、高齢者の移動情報が得られる。より精度を高めるためには、アンテナの設置角度の工夫と受信信号の電波強度を利用して、高齢者の移

動方向を感知できる可能性がある、これは今後の検討課題とする。

さらに、生活活動の計測ができれば、加齢による身体的な機能低下と軽度認知症の判定に役立つ。

軽度認知症は、正常な状態である場合と認知症の症状が現れる場合に分かれる。初期の軽度認知症は特に判別が難しい。しかし、生活活動の観察により、軽度認知症の症状が活動に現れると考えられる。

非アクティブな活動としては、従来の生活パターンと比べ、テレビを見るため居間で過ごす時間が増加することなど従来の生活パターンとして蓄積された標準部屋滞在時間からの変化として注意喚起できる。

アクティブな活動については、例えば同じ行動を繰り返す形態、あるいは様々な部屋に何度も停留することを繰り返すことである。忘れ物を探すなどの行為が相当する。

生活活動の変化に何某かの理由があると考えられる。しかしながら、家族イベント(冠婚葬祭他)、新しい嗜好への傾注などの他の要因も考慮すべきである。

3.2 宅内移動の歩行速度

高齢者は加齢により、筋力・体幹力の低下があり、その結果、歩行速度の低下として現れる。

宅内に設置された RFID アンテナ間の距離とそれに要する時間により、歩行速度は計算できる。長期にわたる歩行速度の観測により、その時間的な変化を知ることができる。

表 1 実験結果 (歩行速度の計算結果)

回数\項目	歩行速度 (m/s)	移動距離 (m)	移動時間 (sec)
1	1.23	1.95	1.58
2	0.63	1.95	3.12
3	0.72	1.95	2.69

歩行の平均速度は 1m/s であるといわれている。

本実験結果による歩行速度を表 1 に示す。実験による歩行速度の計算結果はアンテナの検知範囲内から外に出た時刻から、次のアンテナで感知される時刻までを所要時刻としている。その結果、同じ高齢者が気持ちの持ち方次第で歩行速度 (0.72~1.23m/s) が変化していると考えられる、

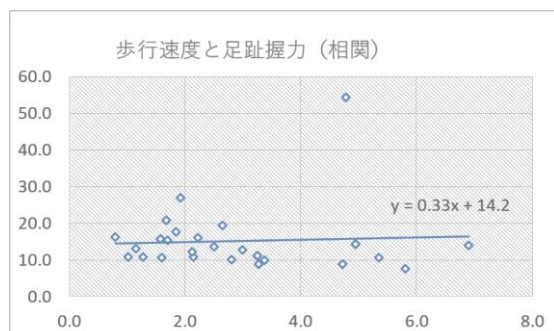


図 5 高齢者の歩行速度

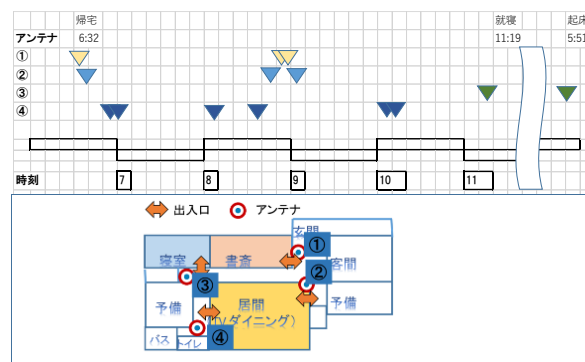


図 4 計測結果 (推定する部屋の滞在時間)

比較対象として高齢者の足趾把握力と歩行速度の相関を図 5 に示す。歩行速度は Timed Up & Go Test という名で知られており、の 1 つである。椅子から立ち上がり、3 m 先のポストを回って椅子に座るまでの時間を計測している。被験者は地域の老健施設が開催しているデイケアへ参加者 (延べ 26 名) である。

高齢者の歩行速度 (図 4) は足趾把握力と歩行速度の時間はそれほど強い相関はない、ただし、実験では足趾把握力計の精度が重要な係わりがあると考ええる。

4. おわりに

本研究は各種センサを使用して、高齢者の見守りを実現する研究である。複数のセンサについてその活用・特徴を実験的に検討している。本報告では、RFID センサの位置情報を使用して、IOT への適用の提案として提案した。

- 1) RFID システムにより、宅内の各部屋の滞在時間を推定できたが、アンテナの配置ほか検討の余地がある。
- 2) RFID システムによる宅内での歩行速度の算出を行った。
- 3) 上記 1), 2) を長期にわたって観測することにより、認知機能の低下、筋力の低下を認識することができる。
 - (1) 移動頻度、滞在時間の変化は軽度認知症の発症に関する知見を得ることができる。
 - (2) 歩行速度の低下は体幹・筋力の低下として認識できる。

最後に、本研究は科学研究費助成事業 16K12706 (挑戦的萌芽研究) の支援により、研究している、

参考文献

- [1] http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2014/zenbun/pdf/1s2s_1.pdf
- [2] 居住空間のスマート化に向けた高齢者見守りシステム開発の取り組み、前川 泰子・他 3 名、ヒューマンケア研究学会誌、5 巻、2 号、ページ 51 - 54
- [3] 水道の使用状況による見守り、佐野武、高齢者の見守り (本)、板生清監修、pp139-148、2016
- [4] 第 1 回小型家電リサイクルワーキンググループ資料 (ボックス株式会社)、鳥居暁、2015。
- [5] ユーザ・マニュアル、UHF 帯 RFID リーダライタ Impinj Speedway