

K-005

RFID 技術を用いた屋内における歩行情報取得システムの試作 A Prototype System to Acquire Indoor Walking Information with RFID Technologies

中井 崇人[†] 山原 裕之[‡] 原田 史子[†] 島川 博光[†]
Takato Nakai Hiroyuki Yamahara Fumiko Harada Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

近年、全人口における高齢者の割合が急増しており、高齢者の健康管理に対する関心が高まっている。しかし、健康管理に関するサービス提供側の人手不足、コストなどの問題から、サービスの需要に供給が追いついていないのが現状である。健康状態の悪化が早期に発見できれば、サービス提供者の負担を軽減できる。このため、高齢者の健康状態を手早く認識できる指標が求められる。本論文では、高齢者の健康管理を支援するために、高齢者が健康的な生活を送るための要である歩行に着目した。歩幅、速度、軌跡といった歩行に関する情報が得られれば、高齢者の日常的な健康状態を把握する要素として利用できる。本論文では、床などの環境側に RFID タグを貼付して、その空間内で人間が、小型計算機付き RFID リーダを足に装着して歩くことで、歩行情報を取得するシステムを提案する。また、システムを試作し、基礎的な実験と評価を行う。

2. 歩行情報の取得

2.1 高齢者の健康管理

高齢者の特徴として加齢に伴う運動機能の低下、特に他の運動要素と比較して平衡機能の低下が男女とも顕著であることが挙げられる。平衡機能が低下すると、歩行時の転倒による骨折が増加し、結果として寝たきりや閉じこもりの原因となる。高齢者にとって、歩行は自立した生活に欠かせない最も基本的な動作の1つである。寝たきりなどの状況に陥らないためにも、日常的に歩行することが有効であると考えられている。さらに、高齢者の歩行量、歩幅、速度、軌跡といった歩行情報は高齢者の健康状態を示す有効な指標であり、これらの情報が得られれば、高齢者の健康状態の異常を早期発見し、転倒による骨折などを未然に防ぐことが可能である。そのため、これらの歩行情報を取得できるシステムが必要となる。

2.2 既存の位置情報取得システム

本研究で目標としている歩行情報の取得を実現するためには、足が着いた場所を具体的に特定できる程に高精度の位置情報が必要である。現在 GPS、Bluetooth などをを用いた位置情報取得システムが存在するが、誤差が大きく、高精度の位置情報を得ることができない。また、UWB をを用いた高精度の位置情報取得システム [1] も存在するが、研究開発用途で導入するには現状ではコストが高く、また、このシステムでも歩行情報を取得できるほど精度は高くない。これらの既存システムでは、歩行情報の取得は困難である。屋内におけるユーザの位置追跡をするために、スリッパ型 RFID リーダを装着したユーザがタグの敷かれた床を移動することでユーザの位置情

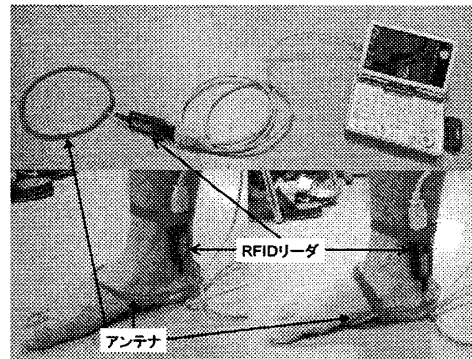


図 1: デバイス装着例

報を取得する研究が行われている [2]。しかしこの研究では歩行情報に着目していないため、タグの間隔は最狭でも 30cm となっている。また、高齢者の場合、たたみの上での生活を好むユーザが多く、スリッパや靴下の着用の有無は、たたみなどの場所、季節、個人の習慣によって異なる。歩行情報取得のために高齢者ユーザがデバイス装着する必要がある場合、常時装着可能で、裸足でも装着できるデバイスが望ましい。

3. 歩行情報取得システム

3.1 足に装着する RFID リーダ

本研究では、RFID 技術を用いた歩行情報取得システムを提案する。試作したプロトタイプシステムの装着デバイスを図 1 に示す。ユーザは腰に無線 LAN 機能を内蔵した携帯端末を取り付け、端末とケーブルでつながった、使い捨てシガレットライター程度の大きさの RFID リーダを足に固定する。RFID リーダに取り付けられたアンテナを足に装着する。

3.2 タグが敷き詰められた空間

図 2 に、試作した歩行情報取得システムの全体像を示す。RFID タグにあらかじめ位置情報と関連付けた ID を与え、屋内に一定の間隔で敷き詰める。前述の RFID リーダを装着したユーザがこの空間を歩くことで、ユーザの足の位置情報が得られる。このとき、タグを敷き詰める間隔を 3cm 程度と狭くすることで、ユーザの足が地面に着くたびにタグが読み込まれ、歩幅などの歩行情

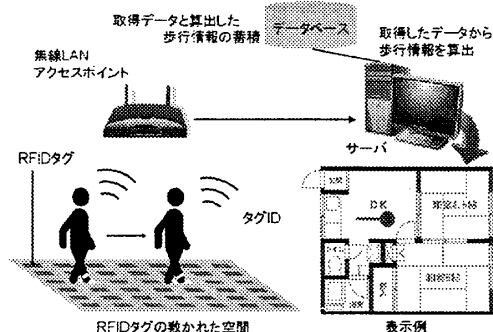


図 2: 歩行情報取得システムの概要

[†]立命館大学情報理工学部

[‡]立命館大学大学院理工学研究科

報を取得することが可能となる。ユーザの歩行に応じて読み込んだタグIDを無線LANアクセスポイント経由でサーバに送信し、受信したタグID、実行時間、前に読み込んだタグIDなどから位置情報と歩行情報を算出しデータベースに格納する。同時に、図2に示すような屋内におけるユーザの位置情報に加えて、ユーザの歩いた軌跡、歩行速度、歩幅などをディスプレイに表示する。

4. 試作システムの基礎実験

4.1 実験概要

試作システムの性能を確認するために基礎的な実験を図3の環境下で行った。被験者A～Cの3人に、図1に示す2つ方法でデバイスを装着し、タグの敷かれた領域を歩行してもらった。この実験をタグ間隔が3cmと4cmの場合で実施し、被験者の位置情報を取得した。

4.2 タグの認識についての評価

図4に実験結果として、タグの認識率を示す。本研究では歩行情報取得を目標としているため、タグの認識率が100%に近いことが望まれる。今回実験した2つの間隔では、タグ間の距離が短い3cmの方が認識率は高かった。また、リーダの装着方法に着目すると、足首に装着する方法よりも、アンテナを足の裏にまわす装着方法のほうが認識率は高かった。これらは、アンテナの電波通信領域が限られているため、アンテナがタグに近ければ近いほど、読み込む確率が高くなるからである。ユーザの足の大きさ、形、歩き方によってもアンテナとタグの距離は変化し、認識率に影響すると考えられる。また、足を1度地面に着いたさいに、1度の着地で隣接する複数のタグを連続して読み込む場合があった。最も頻繁に発生したのは、タグの間隔が3cmで、アンテナを足の裏にまわした場合である。これはアンテナの一部で1つのタグを読み込み、別の部分で他のタグを読み込んだからである。認識率を計算するさいには、隣接するタグを連続で複数読み込んでいても1つのみ読み込んだものと考えて計算したため問題はない。しかし、歩行情報を取得する場合には、歩幅の計算に誤りが生じるので、1度タグを読み込むとその後一定時間隣接したタグを読み込まないようにするか、読み込んでも計算に使用しないようにする必要がある。

4.3 装着感についての評価

アンテナを装着するさいの負担や違和感はできるだけ少ないことが望まれる。足首にアンテナを装着する場合、足の裏にアンテナをまわす場合と比較して歩行時の違和感が少ない。しかし、タグ認識率は足の裏にアンテナをまわした場合と比べて低かった。そのため、アンテナの性能の向上、または足の裏にまわしても違和感のない形状のアンテナの作成が必要となる。

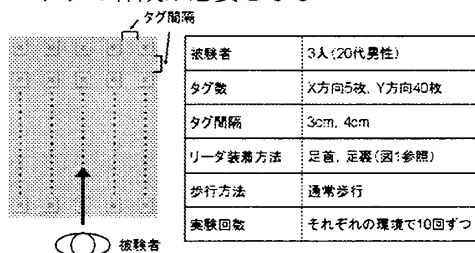


図3: 実験概要

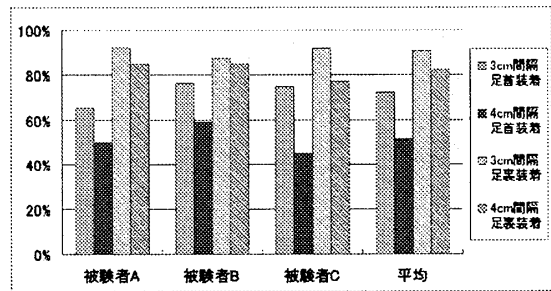


図4: タグの認識率

4.4 コストについての評価

本手法ではタグの間隔が既存研究と比較して狭い。現時点でのタグ1枚の価格は30円程度であり、3cm間隔で6畳の部屋に敷き詰めたとすれば、費用は5万円ほどかかる。しかし、近い将来には、タグの普及に加え印刷技術の発達などにより1枚あたり数円にまで低価格化が進むと考えられている。そのため、タグを狭い間隔で敷き詰めるさいのコスト面での問題はないと考えられる。

5. 歩行情報取得システムの適用例

本システムでは屋内における位置情報に加えて、歩行情報を取得することができる。また取得データの管理手法としては統計的管理とリアルタイム管理の2つが挙げられる。前者のアプリケーション適用例としては、1日あたりの歩行量や速度などの歩行情報の統計的な推移を見ることで健康状態の変化を検知するために利用できる。同様に、足踏みをしている場所、頻繁に通る軌跡、場所における速度の変化などの統計的な歩行情報から高齢者の住宅におけるバリアフリー環境構築の手がかりとして利用することも可能である。また、介護サービスを受けるために必要な要介護認定の取得において、歩行情報をその認定に必要とされる高齢者の日常生活データの1つとして利用することも考えられる。後者のアプリケーション適用例としては、センサなどを用いて高齢者の日常的な行動を認識し、遠くに住む家族が健康状態を知ることができる「見守りサービス」への適用が考えられる。現在既に実現されている見守りサービスに本システムで取得できる高精度の位置情報や歩行情報を付加することで行動認識率の向上が期待できる。

6. おわりに

本論文では、RFID技術を用いた歩行情報取得システムを提案した。データ取得部分を中心とした試作システムを実装し、基礎的な実験と評価を行った。今後は、表示部分の実装や福祉分野への応用を考えている。

参考文献

- [1] 堀江亘, 眞田幸俊: UWBを用いたアドホックネットワークのための位置情報を利用したルーチング方式, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J86-A, No.12, pp.1493-1501 (2003).
- [2] 渡辺英俊, 遠田敦, 林田和人, 渡辺仁史: 行動追跡技術としての床面に敷設されたRFIDの読み取りに関する研究, 日本建築学会 大会学術講演梗概集 E-1 分冊, pp.923-924 (2007).