

フロアセンサを利用した屋内行動推定の一検討 Recognition of Behavior at Home with Floor Sensors

中澤 昌美[†] 池田 和史[†] 服部 元[†] 滝嶋 康弘[†]
Masami Nakazawa Kazushi Ikeda Gen Hattori Yasuhiro Takishima

1. はじめに

近年、生活者の状況に応じて最適な環境を提供するスマートハウスが話題となっている。家庭生活においては、テレビやPC、スマートフォン等、複数の情報表示デバイスを利用して情報を得るが、常に快適な環境でこれらのデバイスを利用できているとは限らない。例えば、テレビを視聴中に、座った状態から寝転んだ状態へと姿勢を変更し、テレビ視聴を続けるには、姿勢に負担がかかる場合がある。

著者らは家庭内における快適な情報閲覧を目指し、人の姿勢や向きに合わせた場所に情報を提示する仕組みを検討している。例えば、座った状態でテレビ視聴しているところから、寝転んだ状態に姿勢が変化したとき、ユーザの姿勢と向きに合わせてテレビの映像を天井に表示するといった利用方法を検討している。このような環境を実現するため、本稿では、検討の一部として、床センサを用いてユーザの位置と姿勢を推定する手法を提案し、被験者実験により有効性を検証した。

2. 関連研究

本研究では、屋内人物の姿勢と向きに合わせて情報を提示する環境を構築するため、屋内人物の位置、姿勢および向きを推定する手法を検討している。既存の位置検出を目的とした研究には、床にRFIDタグを、スリッパにICチップを埋め込み、人物の位置を検出する手法がある[1]。スリッパには左右の向きが決まっているため、向いている方向が判定できるという特徴がある。しかし、常にスリッパを履いている必要があり、生活者への負担が大きい。屋内人物の姿勢判定の一つに、椅子に加速度センサを取り付け、着座状態を推定する手法がある[2]が、オフィスでの利用が前提となっているため床に座ることは想定されていない。向き推定手法には、カメラを利用して、顔を検出することで見ている方向を検出する研究がある[3]。暗いカメラ映像では、物体が重なった際のデータの分離が困難なことや、暗い場所の映像の取得が困難であることに加え、家庭内ではプライバシーの問題があるため、カメラの配置がためらわれる。屋内人物の位置を推定するため、人感センサを利用する手法がある[4]。人物の大体の位置を特定することは可能であるが、姿勢や向きを推定することはできない。また、加速度センサを利用する場合は、センサを常備しておく必要があるが、身に付けることは煩わしいという問題がある。

そこで本研究では、定常的にデータの収集が可能で、プライバシーや身に付ける煩わしさなど、ユーザへの負担が少ない方法でデータを収集することができるフロアセンサを利用し、屋内人物の位置と姿勢を推定する手法を提案する。

3. フロアセンサ



図1. フロアセンサ

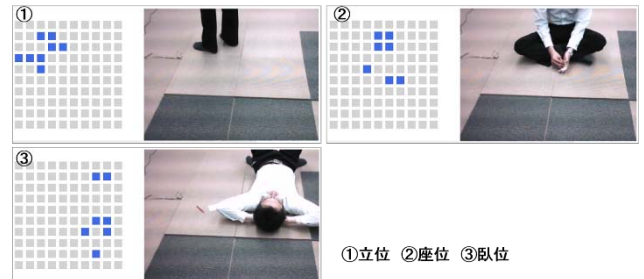


図2. 立位, 座位, 臥位のセンサデータ例

本稿の実験において、株式会社ヴイストン社のセンサフロアシステム「VS-SS-SF55」[5]を使用した。モジュールは50cm角のタイル状センサで、10cm角の感圧部分の圧力が200~250g/cm²以上のときONとなる。データ取得のレスポンス速度は1枚あたり1.67msと高速である。実験では、図1のように4枚のタイルを繋げて利用した。実験中は、センサの上にカーペットを敷き、被験者が気にならないようにした。センサ上に①立った状態(立位)、②座った状態(座位)、③寝転んだ状態(臥位)の各センサデータを図2に示す。使用したセンサは、センサの配置間隔が10cm単位と粗く、一定の閾値以上でない限りONにならないため、体がセンサに乗っていても反応していない部分がある。

4. 提案手法

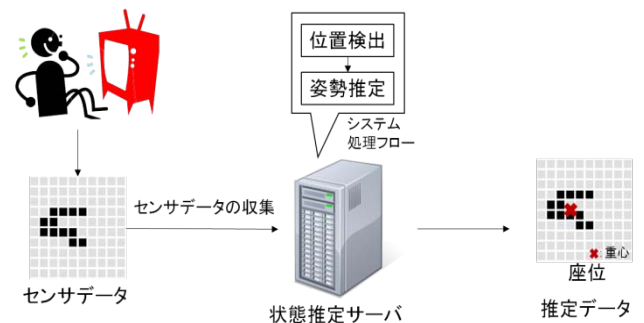


図3. 提案手法の処理フロー

本稿では、家庭生活を対象に屋内に設置したフロアセンサデータから、その人の位置や姿勢を推定する手法を提案

[†]株式会社KDDI 研究所 KDDI R&D Laboratories Inc.

する。本稿で姿勢とは、立位、座位、臥位の 3 種類のいずれかとする。提案手法では、フロアセンサデータを利用して、(1) 人物の位置検出、(2) 人物の姿勢推定のステップを実行する (図 3)。以降では、提案手法を詳細に説明する。

4.1 位置検出

位置検出ステップでは、人物の位置を検出する。フロアセンサが反応した範囲の重心を求め、そこを人物の位置として検出する。ここでは、感知したセンサ全てを含む面積が最小の四角形を求め、その対角線の交点を重心とする。

4.2 姿勢推定

収集したセンサデータから臥位状態、立位状態、座位状態の順に判断する。詳細な姿勢判定フローを図 4 に示す。

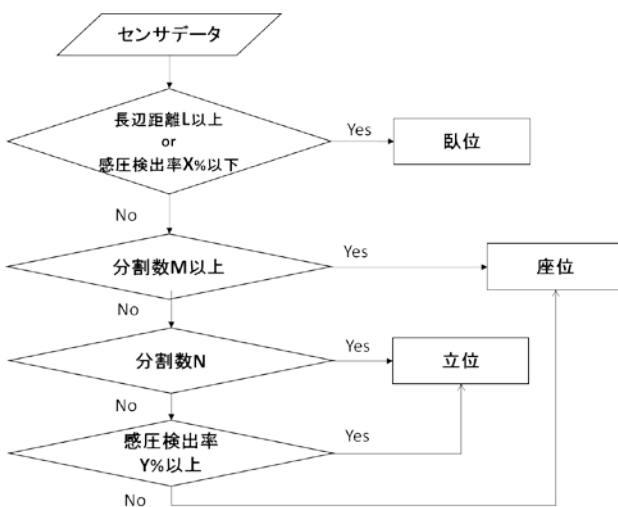


図 4. 姿勢判定フロー

臥位状態判定では、距離と感圧検出率の 2 つの指標を用いて判定する。距離とは、検出したセンサ範囲で最も遠い感圧検出位置の長さを測定したものとす。感圧検出率とは、感圧検出範囲のうちの ON センサの割合とする。距離が L_{cm} 以上または感圧検出率 $X\%$ 以下の場合に臥位状態であると判定する。立位と座位を判定するため、2 つの指標を用いる。1 つは、検出したデータの分割数で、何箇所が床に付いているのか把握できる。例えば、立位の場合、足をくっつけていれば 1 つ、足を広げて立ってれば 2 つに分割される。2 つ目の指標は、感圧検出率で。座位の場合、感圧検出範囲は広いが、ON のセンサ率が低い傾向がある。以上の 2 つの特徴を利用して、分割数が M 個以上の場合には座位と判定し、分割数が N 個の場合は立位と判定する。残りの場合には、感圧検出率を算出し、 $Y\%$ 以上であれば立位、それ以下であれば座位と判定する。

5. 評価実験

提案手法を用いた人物の姿勢推定について、5 名の被験者に対し評価実験を以下の方法で実施した。各被験者は、フロアセンサに乗り、様々な姿勢で数秒間静止することを繰り返す。フロアセンサに乗ってから離れるまでのデータを 5 名から 96 個取得した。どのような姿勢かを確認するため、同時にカメラでその様子を録画した。取得したデー

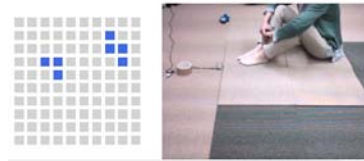


図 5. 被験者データ収集の様子

表 1. 姿勢推定結果

	全データ数	推定数	正解数	Precision	Recall
臥位	21	15	14	0.933	0.667
座位	36	34	23	0.676	0.639
立位	39	47	34	0.723	0.872
合計	96	96	71	0.740	0.740

タの例を図 5 に示す。右がカメラで録画した映像、左がその時に取得したセンサデータである。姿勢判定フローに利用した定数は、 $L=120$, $X=20$, $M=3$, $N=1$, $Y=40$ とした。

得られたセンサデータから、提案手法により、3 つの姿勢を推定した。次に、カメラ映像を見ながら推定手法が正解であるか判定した。推定結果を表 1 に示す。臥位推定では、Precision は 93.3% と高いが、Recall が 66.7% と低くなった。臥位推定を誤ったデータを調べると、センサデータが上半身のデータのみであった。今回使用したセンサは 1 メートル四方と小さく、臥位状態になるとセンサから体のはみ出るため、臥位の最も大きな特徴である長さを捉えられなかったと考えられる。誤推定したデータ全 25 件を見ると、半数以上の 17 件で、立位と座位の推定が誤っていることがわかった。実験に利用したセンサの感度が粗いため、同じ姿勢をとっても、少しの場所の違いでデータが異なるためだと考えられる。

6. おわりに

本稿では、家庭環境において、人物の姿勢に適応した情報表示を行うため、人物の姿勢を推定する手法を提案した。提案手法の評価実験により、床センサのみで姿勢を推定したところ、臥位は 93.3%、座位は 67.6%、立位は 72.3% の精度となった。今後は、立位と座位の精度向上を行った上で、情報表示場所を決定するため、顔の向きを推定する手法を確立する。また、フロアセンサを大規模に設置し、人物の位置と向きに合った場所に情報を提示するシステムを構築していく。

参考文献

- [1] 黒川 高弘, 高橋 甲介, 中西 英之, "床面 RFID センサ「インテリマット」の開発", 情報処理学会研究報告, HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 2007(68), 49-56
- [2] 大久保 雅史, 藤村 安耶, "加速度センサーを利用した集中度合い推定システムの提案", インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS2008)
- [3] 安藤 慎吾, 鈴木 章, 安野 貴之, 電子情報通信学会技術研究報告, データ工学 107(114), 75-80, 2007
- [4] 村尾 和哉, 寺田 努, 矢野 愛, 松倉 隆一, "人感センサを用いた住宅内人物移動推定におけるセンサ配置の最適化", 情報処理学会研究報告, 2011-MBL-59(18), 1-8
- [5] ヴェイストーン社, センサフロアシステム, http://www.vstone.co.jp/products/sensor_network/