

位置, 接触物, 重力方向のセンシング情報を融合した日常行動の詳細な把握

Detailed Recognition of Daily Actions with Sensing Information Fusion on Location, Touched Objects, and Gravity

森 浩佳[‡]
Hiroka Mori原田 史子[†]
Fumiko Harada島川 博光[†]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

近年, 人口の少子高齢化が進み, 単身高齢者世帯や高齢者夫婦のみの世帯が増加している. 高齢者の増加に伴い, 介護を必要とする要介護高齢者も増加している. 高齢者が要介護状態に陥ると, 高齢者と家族の双方に負担がかかる. 高齢者が要介護状態に陥ってからでは遅く, 要介護状態に陥るのを予防することが重要である.

本研究では, 高齢者が要介護状態に陥る前兆が, 生活意欲の低下という形で掃除などの日常行動に現れることに着目する. 本論文では, 位置, 接触物, 重力方向のセンシング情報を融合して分析することで, 日常行動をどのように行ったか詳細に把握する手法を提案する.

2. 高齢者の生活意欲

2.1 高齢者の生活意欲と行動

一般に, 高齢者が要介護状態に陥る前兆は, 生活上面倒と感じると手を抜いてしまう行動に, 生活意欲の低下という形で現れることが多い. たとえば, 以前は椅子など掃除の障害になる物も動かして部屋の隅々まで掃除していたのが, 何も無いところしか掃除しなくなったとき, 生活意欲が低下したといえる. よって, 日常行動の中でも特に生活意欲が発現しやすい行動を, どのように行ったか分析することが重要である.

掃除や布団の上げ下ろしのような行動を細かく見ると, そのときそのときに応じた特徴がみられる. たとえば, 掃除中に椅子を動かすときは, 人は椅子に触れ, 腰を屈める. 部屋の隅を掃除するときは, 人は部屋の隅で, 掃除機に触れながらゆっくり動いている.

以上より, 生活意欲が発現しやすい行動は, 生活上不可欠ではなく, 行うのに努力が必要で, 移動, 腰の曲げ伸ばしを多く含む行動であるといえる. たとえば, 掃除や布団の上げ下ろし, 洗濯物の取り込みが含まれる.

2.2 想定環境

前節の議論から, 屋内の位置, 何に触れたかを示す接触物, 腰の曲がり具合を示す重力方向のセンシング情報に着目することが有用であると考えられる. そこで本研究では, 以下のような環境で, 位置, 接触物, 重力方向のセンシング情報を取得する.

位置 屋内における高齢者の位置を取得するために, 床に一定間隔で近距離型 RFID を敷き詰める. 高齢者は RFID リーダを内蔵したスリッパを履いて生活する. RFID に書き込まれた ID(x-y 座標) が, 居間や台所のような屋内の位置と対応付けられている.

接触物 たんすの取っ手やドアノブなどの固定物から, 掃除機などの可動物まで, 屋内のあらゆるものに近距

離型 RFID タグを貼り付ける. 高齢者は手に RFID リーダを装着し, 生活する. 近距離型 RFID タグを用いることで, 高齢者が触れた物を認識できる.

重力 高齢者は腰に 3 軸重力センサを装着する. 重力方向の変化から, まっすぐ立っているや腰を屈めるなどの姿勢を判別できる.

RFID と最小限のセンサを使用することで, 低価格かつ, 高齢者が監視されているという精神的負担が少ないシステム構築が可能となる.

3. 提案手法

3.1 ALW の詳細な把握手順

本研究では, 生活意欲の判定に有用な日常行動を生活意欲判定行動 (an Action implying Living Willingness: ALW) と呼ぶ. 本論文では, 位置, 接触物, 重力方向のセンシング情報を融合し, ALW を詳細に把握する手法を提案する.

本手法は 3 つの手順から, ALW を詳細に把握する.

1. ALW の切り出し

接触物の時系列データから, 掃除, 布団の上げ下ろしのような ALW の開始点と終了点を決定する.

2. ALW の分割

状態遷移図から成る行動モデルのフェーズを基に, 1 つの ALW を分割する.

3. 行動モデルへの適用

分割した ALW を行動モデルと照らし合わせて, ALW がどのように行われたかを把握する.

ALW の詳細な把握により, 高齢者の生活意欲を判断できる. 生活意欲を基に, 家族や医師が高齢者に対して, 早期に適切なケアを与えることができ, 要介護状態の予防につながる.

3.2 2 つの条件を考慮した ALW の切り出し

収集した 1 日分のデータの中から, 各 ALW の開始点と終了点を決定することで, ALW を切り出す. 開始点と終了点により, ユーザがいつからいつまでその ALW を行っていたかを把握できる. 開始点と終了点は, 以下のルールに基づき, 接触物の時系列データから決定される. 開始点 ある時刻 t_1 から過去 ξ 秒間に, $\alpha\%$ 以上接触物 A が含まれたとき, 時刻 $(t_1 - \xi)$ が開始点.

終了点 ある時刻 t_2 から過去 η 秒間に, $\beta\%$ 以上接触物 B が含まれなくなったとき, 時刻 $(t_2 - \eta)$ が終了点.

図 1 にあるデータから掃除の開始点と終了点を決定する場合の例を示す. 図 1 において, ユーザは, 洗濯 掃除 洗濯物干しの順で行動したとする. 時刻 t_1 において, 過去 ξ 秒間のデータを振り返り, その ξ 秒間に含まれる接触物のうち, 掃除機が 80% 以上含まれていれば, 時刻 $(t_1 - \xi)$ を掃除の開始点とする. 同様に, 終了点もルール

[†]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

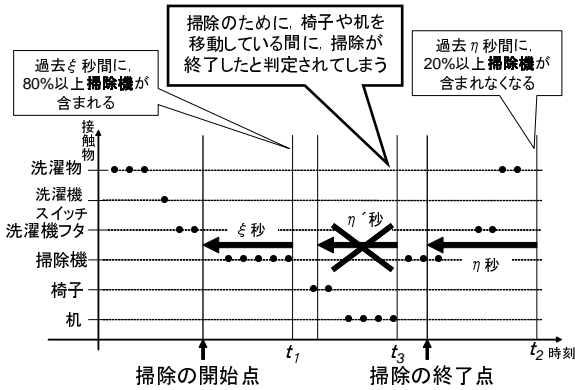


図 1: ALW の開始点と終了点の決定

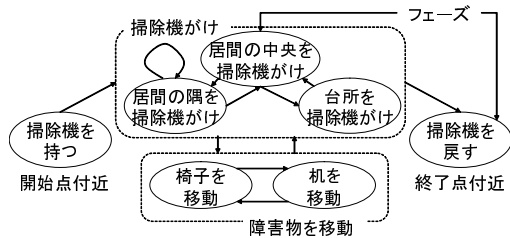


図 2: フェーズから成る行動モデル

を基に決定する。ここで、終了点の決定ルールを $\eta' (< \eta)$ とし、時間幅を短くしすぎると、時刻 t_3 において椅子や机を移動しているため、掃除機に触れておらず、掃除が終了したと判定されてしまう可能性がある。このことから、開始点と終了点のルールを決定するさい、以下の点を考慮する必要がある。

厳しい条件 時間幅が長い場合、開始点、終了点ともに決まりにくい。すなわち、ある ALW であると当てはまりにくく、ある ALW からは抜けにくい。

緩い条件 時間幅が短い場合、開始点、終了点ともに決まりやすい。すなわち、ある ALW であると当てはまりやすく、ある ALW からは抜けやすい。

開始点と終了点の条件は、必ずしも一致しない。

3.3 行動モデルと ALW の分割

人間の行動は、状態の順序と繰り返しから構成されると考えられる。たとえば図 2 に示す掃除の場合、掃除機を持つ 掃除機がけのような状態の順序や、掃除機がけと障害物を移動のような状態の繰り返しを含む。さらに、掃除機がけという状態の中には、居間の隅を掃除機がけや居間の中央を掃除機がけという状態の繰り返しが含まれる。本論文では、図 2 に示す状態遷移図を行動モデル、行動モデルを構成する最小単位の状態をフェーズと呼ぶ。各 ALW に対して行動モデルは生成される。

開始点と終了点で切り出した ALW を、ALW ごとに生成された行動モデルのフェーズを基に分割する。本手法では、位置、接触物、腰の曲がり具合を示す重力方向のセンシング情報を組み合わせることでフェーズの境界を決定し、ALW を分割する。掃除機がけの分割例を図 3 に示す。掃除機に触れているというデータが得られているとき、システムは位置を検査し続ける。居間の隅から居間の中央のように位置が変わったとき、その直前をフェーズの境界とし、分割する。掃除機から椅子のように、接触物が変わった場合も同様にその直前をフェーズの境界

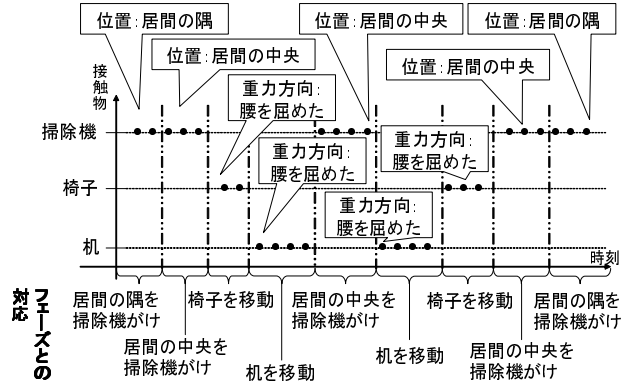


図 3: 行動モデルに基づく ALW の分割

とし、分割する。掃除の終了点まで処理を繰り返すことで、掃除がフェーズに分割される。

3.4 行動モデルへのデータ適用

行動モデルのフェーズに基づき分割された ALW を、再び行動モデルに適用することで、ALW を詳細に把握する。図 3 における例の場合、居間の隅を掃除機がけ、居間の中央を掃除機がけ、椅子を移動という順に、フェーズ間を遷移することがわかる。遷移するフェーズをたどることで、どのように掃除を行ったかを把握できる。

遷移したフェーズやフェーズ間の遷移回数を計測できることから、次のような予測が可能となる。たとえば、障害物を移動状態に属する椅子を移動や机を移動に遷移し、掃除機がけ状態に属するフェーズ間でも頻りに遷移があった場合、手を抜かず掃除をしていると考えられる。すなわち、生活意欲が高いといえる。一方、椅子を移動や机を移動に遷移せず、掃除機がけの状態内でも遷移回数が少なかった場合、手を抜いて掃除していると考えられる。すなわち、生活意欲が低いといえる。

4. 関連研究

文献 [1] では、手動で行われている ADL (Activities of Daily Living) の評価にかかる時間的コスト減少のため、腕に RFID リーダと加速度センサを装着し高齢者の ADL を認識する。[1] では、負担の大きい人手による行動のモデル化とラベル付けを避け、ADL をフェーズに分割しておらず、アイロンがけの一連の行動を認識し続けることができなかつたと結論付けている。行動の詳細な把握を目的とする本研究において、行動をフェーズに分割しモデルを生成する本手法は有用であると考えられる。

5. おわりに

本論文では、位置、接触物、重力方向のセンシングデータを融合し、ALW を詳細に把握する手法を提案した。ALW の詳細な把握は生活意欲の判断に利用でき、要介護状態となる前兆の発見に有用である。今後はシステムの実装と実験を行い、本手法の有用性を検証する。

参考文献

[1] M. Stikic, T. Huynh, K. V. Laerhoven, and B. Schiele, ADL recognition based on the combination of RFID and accelerometer sensing, Pervasive-Health2008, pp.258-263, 2008