

M-017

終端付近の照合度変化に注目した環境非依存行動検知手法の検証

Environment Independent Behavior Detection Focusing on Features around Behavior End

近藤 明宏[†]
Akihiro Kondo

原田 史子^{††}
Fumiko Harada

島川 博光^{††}
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

現在、ユビキタス環境を構築する研究が盛んに行われている。カメラ、加速度センサ、RFIDなどセンサを用いて人の行動を推測する手法が数多く研究されている [1]。そのひとつである TaggedWorld [2] は RFID を用いて人が行動するさいに触れるものから人の行動を推測している。TaggedWorld では普段の行動から特徴を行動パターンとして抽出し、行動パターンを用いて行動を検知する。しかし、行動パターンはタグがついた物体からなる環境に依存したものである。そのため、普段の環境以外では行動を推測できない。本論文では普段の環境以外でも行動を検知するために、行動の終点における特徴を捉える行動検知手法を提案する。初めてホテルに訪れた環境を想定して本手法を評価する。

2. 初めて訪れる環境でのふるまい検知

2.1 Tagged World

TaggedWorld とは人の行動と環境の状態により適切なサービスを提供する知的空間である。この知的空間では人の行動と環境の状態の組み合わせを状況と定義し、状況により提供されるサービスが異なる。たとえば、ユーザが外出するさいに、火の元がつけられたままであれば警告を發するサービスを実現している。環境に存在するものには RFID タグが張りつけられており、ユーザには RFID リーダを手につけてもらうことを想定している。ユーザがものに触れるさいには、RFID リーダで RFID タグの情報が自然に読み込まれ、ユーザの触れたものが認識される。TaggedWorld では、ユーザの触れるものの種類と順序から行動を推測している。推測する行動は外出、帰宅、就寝、起床など実施に数分を要するものであり、ふるまいとよぶ。ふるまいを検知するさいに利用する行動パターンはふるまいごとに存在し行動ログから作成される。行動ログは過去のふるまいのさいに触れたものの履歴であり、ふるまいごとに収集する。過去のふるまいから行動パターンを作成するため、行動パターンは個人の習慣を含んだものとなっている。

2.2 ふるまい検知

環境に存在するものをオブジェクトとよぶ。ふるまい検知は任意の2点のオブジェクトの順序関係に注目しており、2点のオブジェクトの順序関係を順序対とよぶ。行動ログから頻出する順序対を行動パターンとして抽出し、行動パターンの閾値は行動ログから決定される。ユーザが触れるオブジェクトの順序関係と行動パターン中の順序対が適合すると検知ポイントとして計算していき、累

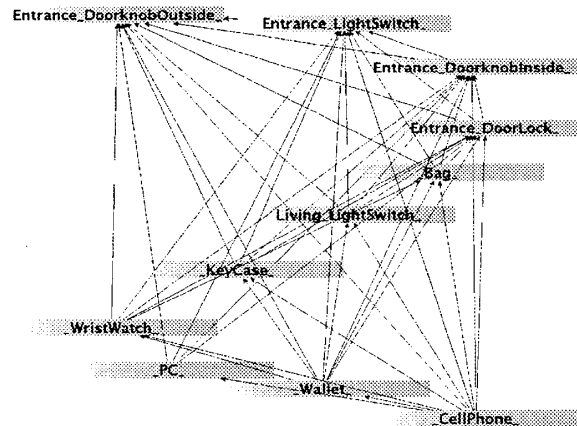


図1: ふるまいの始点と終点

計検知ポイントが行動パターンの閾値を超えるとふるまいがとられたと判定する [2]。

2.3 初めて訪れる環境でのふるまい検知

既存手法ではユーザは普段生活している環境のみでしかサービスを受けることができない。しかし、初めて訪れる環境下でも普段の環境と同様にユーザにサービスを提供できるべきである。出張でホテルに宿泊するさいや引越するさいにも、普段の環境と同様にふるまい検知ができればユーザは普段の環境と同様にサービスを受けることができるようになる。

しかし、初めて訪れる環境での行動ログが存在しないため、その環境での行動パターンを作成できない。また、普段の環境での行動パターンを利用した場合、普段の環境と初めて訪れる環境で存在するオブジェクトが異なるので、検知ポイント累計値ではうまく行動を検知できない。たとえば、帰宅するさいに、自宅では扇風機に触れるがホテルには扇風機が存在しないため、代わりにエアコンの操作スイッチに触れる場合が考えられる。そのさいには、自宅の帰宅パターンには扇風機が含まれているが、ユーザがホテルに帰宅するさいにはエアコンの操作スイッチに触れるためうまく検知できない。

3. 照合度変化による環境非依存ふるまい検知

3.1 照合度変化によるふるまい検知

本手法は終点付近における行動パターンの照合度変化に注目し、累計検知ポイントが急上昇する傾向をとらえることによりふるまいを検知する。図1は実際に作成された行動パターン中の順序対を図示したものであり、順序対である2点のオブジェクトをオブジェクトA→オブジェクトBと図示している。図1より、行動パターンは始点と終点が存在するといえる。始点とは多くの順序対の

[†]立命館大学大学院理工学研究科

^{††}立命館大学情報理工学部

表 1: 既存手法

被験者	検知率 (%)	誤検知率 (%)
A	0	0
B	0	0
C	3.9	0
D	8.3	5.6
E	0	0
F	0	0
G	0	0
H	26.7	0

表 2: 提案手法

被験者	検知率 (%)	誤検知率 (%)
A	12.2	1.7
B	100.0	3.9
C	7.2	5.6
D	74.4	37.2
E	70.6	6.7
F	88.3	49.4
G	99.4	36.1
H	10.0	0

表 3: 照合度のみによるふるまい検知

被験者	検知率 (%)	誤検知率 (%)
A	13.9	7.2
B	77.2	4.4
C	12.8	3.3
D	46.7	18.9
E	57.8	16.1
F	71.7	55.6
G	47.8	46.1
H	18.3	0

始まりとなるオブジェクトであり、終点とは多くの順序対の後ろ側となるオブジェクトである。図1の場合には、_CellPhone_が始点となり、_Entrance_DoorknobOutside_が終点である。終点に注目すると、累計検知ポイントが急上昇する傾向があり、終点付近では行動パターンの照合度が大きく変化する特徴がある。照合度変化の特徴は初めて訪れる環境下でも同様に起こるため、照合度に注目すると初めて訪れる環境でもふるまい検知は可能である。

3.2 行動パターンの環境非依存化

照合度変化に注目したふるまい検知手法だけではユーザの触れるオブジェクトが普段の環境の行動パターンに含まれない場合、ふるまい検知できない可能性がある。行動パターンを環境非依存化することにより、環境により異なるオブジェクトが存在したとしても終点付近の特徴が現れるためふるまいを検知できる。行動パターンの環境非依存化は行動パターン中の順序対に重みづけを行うことにより、終点付近の特徴をより顕著にしている。順序対の後ろ側に注目し、後ろ側に多く現れるオブジェクトはより終点である可能性が高いとし、そのオブジェクトが含まれる順序対が適合したさいにより大きく検知ポイントを増加させる。図1の場合では_Entrance_DoorknobOutside_に最も大きいポイントを割り振り、_Entrance_LightSwitch_には次に大きいポイントを割り振る。

4. 実験

4.1 実験環境

被験者8名に自宅とホテルを想定した環境で行動ログの収集を行った。各環境で外出と帰宅のふるまいを行ってもらい、各ふるまい18ログずつを収集した。

4.2 検証内容

本実験では提案手法の有用性を検証する。提案手法は照合度によるふるまい検知と行動パターンの環境非依存化から成り立ち、本実験により提案手法の有用性と行動パターンの環境非依存化の有用性を検証する。提案手法の有用性の検証には提案手法と既存手法の検知率と誤検知率の比較を行う。行動パターンの環境非依存化の有用性の検証には普段の環境での行動パターンを用いて照合度によるふるまい検知と環境非依存行動パターンを用いて照合度によるふるまい検知の検知率と誤検知率の比較を行う。

既存手法によるふるまい検知の実験結果を表1に示す。自宅外出行動ログ18ログからランダムに5ログ選択し自宅外出行動パターンを作成し、自宅外出行動パターン

を用いてホテル外出行動ログ18ログのふるまいを検知し検知率を算出した。表1は行動パターンを作成しふるまいを検知する工程を10回繰り返し、180ログ中の検知できた割合を数値として表している。誤検知率は自宅外出行動パターンを用いてホテル帰宅行動ログ18ログに対してふるまいを検知し、検知率の場合と同様に10回繰り返し検知した割合を示している。表2には提案手法による実験結果を示す。既存手法の場合と同様に180ログ中の検知率、誤検知率を環境非依存行動パターンを用いて照合度によるふるまい検知を行った結果を示している。表3には自宅行動パターンを用いて照合度によるふるまい検知結果を示す。

4.3 実験結果

表1と表2より、提案手法は既存手法に比べて大幅な検知率の向上が見られる。表1より既存手法ではホテルでの外出をほとんど検知できていない。提案手法では8名中5名で7割以上の確率で外出を検知できている。

表2と表3は、行動パターンの環境非依存化の有用性を示している。環境非依存行動パターンを用いた場合には、被験者8名中4名で検知率・誤検知率ともに改善している。

提案手法では8名中3名で誤検知率が約4割あり、誤検知率を上げてしまう弊害もある。また、被験者A, C, Hに関しては提案手法でもふるまいを検知できていない。

5. おわりに

本論文では行動パターンに重み付けを行い、行動の終点付近の特徴に注目する環境非依存行動検知手法を提案し、実験結果を示した。提案手法では検知率を上げることができるとは、誤検知率も上げてしまうことや、被験者によっては有用性を示せない場合がある。今後は本手法がどのような場合に適用可能であるかを検証していく。

参考文献

- [1] S. Wang, W. Pentney, A.-M. Popescu, T. Choudhury, and M. Philipose. Common sense based joint training of human activity recognizers. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 2237-2242, 2007.
- [2] Hiroyuki Yamahara, Hideyuki Takada, and Hiromitsu Shimakawa. An individual behavioral pattern to provide ubiquitous service in intelligent space. *WSEAS Transactions on Systems*, Vol. 6, pp. 562-569, 2007.