

接触物の順序関係における終始点に注目した環境非依存型行動検知

Environment-Independent Detection of Behavior Focusing on Terminals of Touched Object Lattice

近藤 明宏[†]

Akihiro Kondo

島川 博光[†]

Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

近年、さまざまな手法で人の行動を検知する研究が行われている [1][2][5]。Tagged World プロジェクト [3][4] は RFID 技術を用いてユーザの行動の認識を行い、便利なサービス提供を可能とする知的空間の実現を目指している。Tagged World ではユーザが触れるものを認識することが可能であり、行動の認識にはユーザが触れるものの組合せや順序が考慮される。Tagged World の現在の実装は普段生活している環境における行動を検知することを想定している。しかし、普段生活している環境だけでなく、初めて訪れる場所でもサービスが提供されることが望ましい。そのため、普段生活している環境以外でも行動を検知する必要がある。

本論文では、普段生活している環境以外での行動を検知する手法を提案する。提案手法は行動の始点と終点に注目している。現在の Tagged World の行動検知手法は、パターンと合致した累計ポイントでの検知を行うが、提案手法は累計ポイントの変化に注目している。行動の始点や終点では累計ポイントは特徴的な変化をとる。この特徴的な変化を検知することにより、初めて訪れた環境でも行動を認識することが可能となる。

提案手法の評価として、あるホテルに初めて訪れたという想定での実験を行った。その結果、提案手法による検知率は 92.5%、誤検知率は 20% という結果が得られた。

2. 異環境における行動検知

2.1 Tagged World

Tagged World とはユーザが行う行動を検知し、適切なサービスを提供する知的空間である。たとえば、ユーザの外出を検知したならば、戸締りや火の元の確認を行うサービスを提供する。Tagged World では近接型 RFID 技術を用いてユーザが触れるものを認識している。本論文では RFID タグが貼りつけられたユーザが触れるものをオブジェクトと呼ぶ。ユーザが触れたオブジェクトの組合せと順序の特徴から行動の検知を行う。各行動によりユーザが触れるものの組合せや順序関係にそれぞれ異なる特徴が表れると考える。考慮する順序関係は連続して触られたオブジェクトの前後関係だけでなく、ユーザが触れた任意のふたつのものの前後関係を順序対としてとらえ、この順序対に注目して行動検知を行う [3]。過去の行動ログから抽出した各行動の特徴となる順序対が行動パターンとして登録されている。行動パターン内の順序対と符合した行動ログ中の順序対のポイントを計算したものを検知ポイントと呼ぶ。

2.2 異環境における行動検知

現在の Tagged World では行動パターンを作成した環境以外でのサービス提供はできない。しかし、ユーザに今どの環境にいるかを意識させることなくどの環境でも同様にサービス提供できることが望ましい。そのため、ユーザが初めて訪れた環境でも同様に行動検知を行い、サービスを提供する必要がある。検知ポイントの閾値は行動ログから決定される。しかし、ユーザが初めて訪れた環境には行動ログは存在しないため検知ポイントの閾値を決定できない。

3. 環境非依存型行動検知

3.1 ふるまいの始点と終点

各ふるまいには始点や終点となるオブジェクトが存在する。ふるまいにより始点の方により顕著に特徴が現れるものと終点により顕著に特徴が現れるふるまいがある。

終点に特徴がある場合の例を図 1 に示す。図 1 は外出の行動時に触れるオブジェクトを簡略化したものである。歯みがきをしてからかばんなどのもちものの用意をし、玄関でくつを履く場合を想定している。オブジェクトに触れた順番としては、歯磨き粉、歯ブラシ、かばん、サイフ、腕時計、携帯電話、TV リモコン、くつの順番である。パターン内の順序対集合と合致したものは (歯ブラシ かばん)、(歯ブラシ サイフ)、(歯ブラシ TV リモコン)、(かばん くつ)、(サイフ くつ)、(腕時計 くつ)、(携帯電話 くつ)、(TV リモコン くつ) である。図 1 から分かるように、終点となるくつには多くの順序対が合致している。本論文ではふるまいの始点・終点に注目し、検知ポイントの累計値ではなく検知ポイントの累計の変化を見て認識を行う。

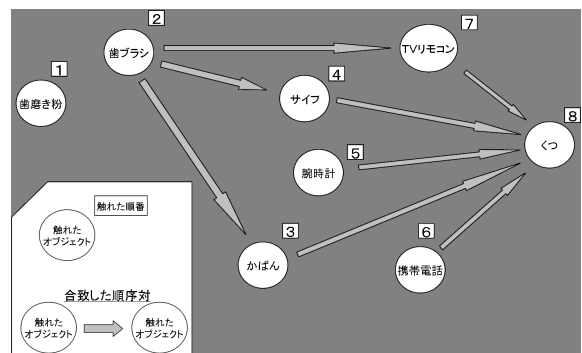


図 1: ふるまいの終点

3.2 ターミナルオブジェクト

ふるまいの始点や終点となるオブジェクトをターミナルオブジェクトと呼ぶ。始点と終点はそれぞれひとつで

[†]立命館大学大学院理工学研究科

ある必要はない．ターミナルオブジェクト決定のさいには普段の環境での行動パターンを利用する．普段の環境での行動パターンの順序対の前側か後側の一方に注目する．注目した側でよく現れるオブジェクトはターミナルオブジェクトである確率が高いと考えられる．そのため、行動検知のさいに合致した場合に与えられるポイントに重みをかけて行動検知を行う．

3.3 終点を特徴とするふるまい

終点を特徴とするふるまいには外出が当てはまる．たとえば、外出の場合でターミナルオブジェクトがくつの場合を考える．ユーザは着替えをし、歯みがきをトイレにいき、持ち物の準備をしてくつを履いて外出する．この場合、着替えをするために服などに触れ、歯みがきをするために歯磨き粉や歯ブラシや蛇口などに触れる、トイレへいくためにトイレのドアや照明のスイッチなどに触れる．持ち物を準備するためにサイフやかばん、携帯電話などに触れ、そしてくつを履くためにくつに触れる．図2に外出の場合の順序対のポイント変化を示す．

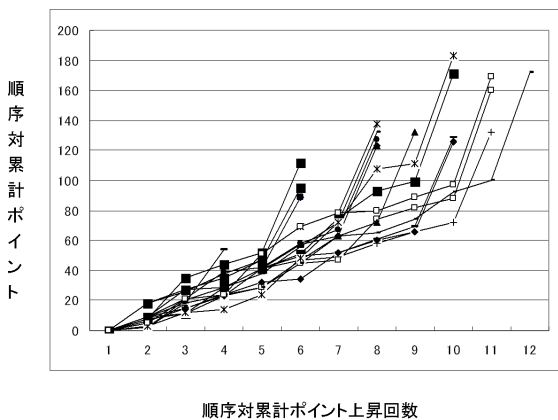


図2: 終点に特徴があるふるまいの検知ポイント変化

ひとつの折れ線が1ケースを表し、20ケース分を表している．縦軸は順序対から計算した検知ポイントの累計値を示し、横軸は検知ポイントの累計値の上昇回数を示している．検知ポイントの累計を計算し、この値が前回のポイント値よりも増えていた場合に上昇回数は増えていく．グラフの傾きを速度、速度の変化率を加速度と呼ぶ．

図2から分かるように、終点に特徴が現れる場合の特徴としてはさまざまなオブジェクトに触れていくときにはほぼ一定の速度を保ってポイント値が増えていくが、終点であるターミナルオブジェクトに近付くと検知ポイントが急激に上昇する．よって、ユーザがオブジェクトに触れるごとに検知を行い、加速度が一定値以上である場合に、ふるまいが起きたと認識すればよいと考えられる．

3.4 始点を特徴とするふるまい

始点を特徴とするふるまいには帰宅が当てはまる．たとえば、帰宅の場合でターミナルオブジェクトが照明のスイッチの場合を考える．ユーザは帰宅の際に照明をつけてから、上着を脱ぎ、かばんを置きテレビをつける．この場合、まず照明のスイッチに触れ、上着、かばんに触れてテレビのリモコンに触れる．

起点に特徴が表れる場合の特徴としては、行動検知のさいのポイント値のグラフにおける速度が一定値以上で順序対累計ポイント上昇回数が一定回数以上であるという特徴が表れると考えられる．

4. 実験

ユーザがホテルに初めて訪れたという想定での実験を行った．被験者 A,B の2名に外出、帰宅の行動をとってもらい、それぞれ20ケースずつ計80ケースの行動のデータを取得した．ターミナルオブジェクトに注目し自宅での外出の行動パターンを用いて、ホテルでの外出の行動検知を行う．誤検知率を検証するため外出の行動パターンを用いて帰宅時の行動ログから帰宅を検知した．ターミナルオブジェクトに注目した場合の外出行動ログより外出を検出する検知率は92.5%、誤検知率は20%という結果が得られた．

5. おわりに

自宅以外の環境でも行動検知を可能にするため、本論文では行動の終始点に注目した行動検知手法を提案した．提案手法の有効性の検証として、自宅の行動パターンを用いたホテルでの行動検知を行った．その結果、提案手法による検知率は92.5%、誤検知率は20%という結果が得られた．今後は、終始点に注目した行動検知の始点に注目した行動検知手法の検証と実験データ数を増やした実験を行い多くの場合に適用可能であることを示す．

参考文献

- [1] Cory D.Kidd, Robert Orr, Gregory D.Abowd, Christopher G.Atkeson, Irfan A.Essa, Blair MacIntyre, Elizabeth Mynatt, Thad E.Starner, and Wendy Newstetter. The aware home: A living laboratory for ubiquitous computing research. *Proc. the 2nd International Workshop on Cooperative Building*, Vol. 1670, pp. 191–198, 1999.
- [2] Mike Perkowitz, Matthai Philipose, Kenneth Fishkin, and Donald J.Patterson. Mining models of human activities from the web. *Proc. the 13th International World Wide Web Conference*, pp. 573–582, 2004.
- [3] 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.
- [4] 楓仁志, 山原裕之, 野口豊司, 島田幸廣, 島川博光. 接触物体から個人の行動を認識するための確率的手法. *情報処理学会論文誌*, Vol. 48, No. 7, 2007.
- [5] 青木茂樹, 岩井嘉男, 大西正輝, 小島篤博, 福永邦夫. 人物の位置・姿勢に注目した行動パターンの学習・認識と非日常状態検出への応用. *電子情報通信学会論文誌*, Vol. J87-D-II, No. 5, pp. 1083–1093, 2004.