

人物の動作に起因するオブジェクトイベントの定義と検知手法の提案

Definition And Detection of Object Event Caused by Human Motion

大貫 泰弘*¹ 真部 雄介*² 菅原 研次*²
Yasuhiro Onuki Yusuke Manabe Kenji Sugawara

*¹千葉工業大学大学院 情報科学研究科
Graduate School of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology

*²千葉工業大学 情報科学部
Faculty of Information and Computer Science, Chiba Institute of Technology

Human behavior recognition is an ongoing challenge and there are a lot of contributions to recognize various behaviors by using sensor devices such as RGB cameras, accelerometers and so on. Such studies mainly focus on human movements and recognize human behaviors based on them. However, many human behaviors cannot be defined without the relations between humans and objects. Thus this study focuses on object movements and proposes a human behavior estimation method based on object events caused by human behaviors. Our approach is an indirect estimation method of human behaviors and an efficient method because it is easy to detect object events compared with human behavior recognition.

1. はじめに

近年、コンピュータやカメラ、センサーデバイス等の普及に伴い、カメラにより得られた動画から人物の動作や行動を自動で推定する研究が行われている。こういった人物の動作や行動推定の研究においては、一般的に人物の動作や行動の認識を詳細にモデル化し、認識するという手法がとられる。人間の動作や行動の中には物との関係を考慮しなければ定義することのできない動作や行動が多数存在するため、既存手法では人間の動作や行動認識結果に周囲の物の状態を補助的に用いて、人物の行動を推定している。

しかし、人物の動作や行動は無数に存在するため、物との関係性まで考慮しようとするとならざることは困難な作業となる。

そこで本研究では、物の状態変化の多くは人物の動作に起因していることに着目し、人物の動作に起因する物の状態変化をオブジェクトイベントとして定義する。そして、オブジェクトイベントを起点として効率的に人物行動の推定を実現する手法を提案する。物の状態やその変化はセンサー等を利用することで比較的容易に詳細な情報を取得することが出来ると考えられるため、人物行動の推定の起点とする。人の状態や動作については、人が物の近くにいるかどうかや頭や手の位置など、ある程度検知が容易な情報を補助的に用いる。

2. 関連研究

オフィス環境など室内での動作を推定することを目的として人物の行動の推定を行なっている研究として、文献 [1][2] がある。この研究では、まず、ビデオカメラから得られた画像から人物の肌色領域を推定する。推定された肌色領域から人物の頭部の位置と姿勢、手の位置を推定することで、人物全体の動作や状態を推定している。

人と物との関係についての研究として、文献 [3] がある。この研究は、ユーザーがモノへのタグ取付とタグが設置されたモノとタグ ID 間の関連付けを事前に行っており、位置推定の際にはユーザーが計測端末を所持して環境内を動き回ることを前提としている。実際の位置推定では、ユーザーが動き回ることによって逐次得られるタグと計測端末間の相対距離に着目してそれらの位置を推定している。具体的には、モノに取り付けられたタグを基準とした座標系を自動的に構成し、相対距離を利用して計測端末の位置を逐次算出している。続いてタグごとにそのタグの相対距離と算出された端末位置及び事前に設定されたパラメータを用いてそのタグの位置を確率的に推定しながら、計測端末の位置を同時推定している。

3. 提案手法

3.1 オブジェクトイベントの定義

オブジェクトイベントとは、人物の動作に起因して物体がある状態からある状態へ変化する際に発生するものとして定義する。例として、冷蔵庫の状態、およびオブジェクトイベントを図 1 に示す。

冷蔵庫には < 開いている > 状態と < 閉じている > 状態が存在する。< 開いている > 状態から < 閉じている > 状態への変化した場合は「閉める」というオブジェクトイベントが発生し、< 閉じている > 状態から < 開いている > 状態に状態が変化した場合は「開ける」というオブジェクトイベントが発生する。

その他の物体の状態、オブジェクトイベント、検出デバイスの例を表 1 に示す。

3.2 人物行動の推定方法

本研究では、人物行動は発生したオブジェクトイベントに人物の状態を付加することで導き出されるものとする。

前述したオブジェクトイベントに対応する人物の状態の例を表 2 に示す。

人物行動推定の例として、図 2 に示すように、< 人物 > が < 冷蔵庫 > を < 開ける > という行動を挙げる。まず、冷蔵

連絡先: 大貫泰弘, 千葉工業大学大学院 情報科学研究科 情報科学専攻 菅原・真部研究室, E-mail: s0832034ED@it-chiba.ac.jp

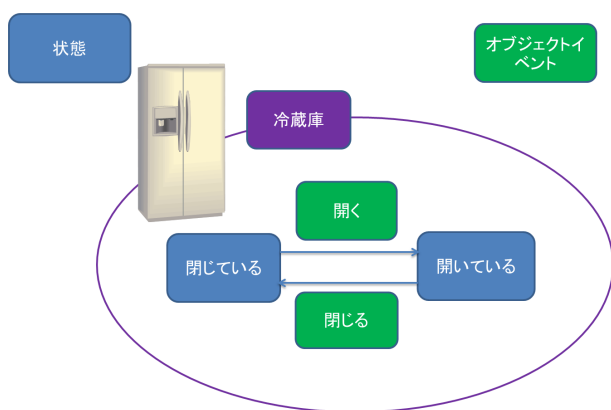


図 1: 冷蔵庫の状態, オブジェクトイベント

表 1: オブジェクトイベントの例

オブジェクト	状態	オブジェクトイベント	検知デバイス
冷蔵庫	S1: 開いている S2: 閉じている	S1→S2: 開く S2→S1: 閉じる	加速度センサー
ドア	S1: 開いている S2: 閉じている	S1→S2: 開く S2→S1: 閉じる	加速度センサー
照明	S1: 点いている S2: 消えている	S1→S2: 点く S2→S1: 消える	照度センサー
椅子	S1: 圧力がかかる S2: 圧力がかからない	S1→S2: 座る S2→S1: 立つ	感圧センサー

庫が開いている状態なのか閉じている状態なのかを一定時刻ごとに記録する。時刻 T_1 のとき、人物は < いない > 状態であり、冷蔵庫は < 閉じている > 状態である。時刻 T_2 のとき、冷蔵庫の状態が < 閉じている > 状態から < 開いている > 状態へと変化し、オブジェクトイベント「開く」が発生する。時刻 T_3 のとき、オブジェクトイベントが発生したので、周囲に人物がいるかどうかをカメラで検知を行う。時刻 T_4 のとき、人物が検知されると人物の状態が < いる > 状態に変化するので人物の手や頭の位置を検知する。オブジェクトイベント「開く」が発生し、人物の状態が < いる > と検知され、手の位置が冷蔵庫付近にあると推定されたのでその人物が冷蔵庫を開くという行動を取ったと推定する。

4. 評価実験

提案手法で説明した手法の有効性を検証するために実験によりどの程度人物行動推定ができるか評価する。実験を行う際の人物行動のシナリオとして、図 3 のように日常生活で頻出する行動 6 つからなる実験シナリオを作成した。実験環境については、ドア、照明、椅子のある環境を用意して、それぞれにオブジェクトイベントを検知するためのセンサーとして加速度センサー、照度センサー、感圧センサーを装着する。また、人物の検知を行うためのカメラをドアの前、照明のスイッチの前、椅子の前にそれぞれ用意する。この環境内で実験シナリオに則った行動を行い、①～⑥の人物行動が推定できるかを評価する。

実際に想定通りに人物行動が推定された場合の推定手順を以下に示す。

- ① 加速度センサーである時刻 t のドアの加速度 a_t を測定する。ドアが閉じている状態で、 a_t の値が 0 の状態から基準値 θ_a の値を超える状態が一定時間続いたときにドア

表 2: 人物の状態

オブジェクトイベント	人物の状態	人物がいる状態の時の手の位置	人物がいる状態の時の頭の位置
冷蔵庫: 開く	冷蔵庫の前	冷蔵庫の扉の前	
冷蔵庫: 閉じる	冷蔵庫の前	冷蔵庫の扉の前	
ドア: 開く	ドアの前	ドアノブ付近	
ドア: 閉じる	ドアの前	ドアノブ付近	
照明: 点く	照明のスイッチの前	照明のスイッチ付近	
照明: 消える	照明のスイッチの前	照明のスイッチ付近	
椅子: 座る	椅子の上		椅子の背もたれ付近
椅子: 立つ	椅子の前		椅子の遥か上方

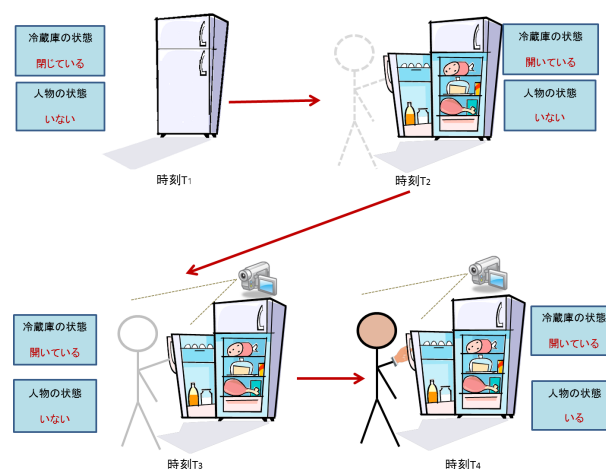


図 2: 人物行動の推定方法

のオブジェクトイベント「開く」が検知される。そして、人物を検知して人物の手の位置がドアの近くにあると推定されれば、その人物がドアを開けるという行動を行ったと推定される

- ② 照度センサーからある時刻 t の部屋の明るさ b_t を得る。 b_t の値が基準値 θ_b より高くなった時、照明のオブジェクトイベント「点く」が検知される、そして、人物が検知され人物の手の位置が照明のスイッチの近くにある状態だと検知されたときに、その人物が照明を点けるという行動をしたと推定される。
- ③ 感圧センサーからある時刻 t の圧力 p_t を得る。 p_t が基準値 θ_p よりも大きくなったときに椅子のオブジェクトイベント「座る」が検知される。続いて人物が検知され人物の頭の位置が椅子のある位置の上方付近にある状態の時にその人物が椅子に座るとい行動を取ったと推定される。
- ④ 感圧センサーからある時刻 t の圧力 Pa_t を得る。 p_t が基準値 θ_p よりも小さくなったときに椅子のオブジェクトイベント「立つ」が検知される。続いて人物が検知され人物の手の位置が椅子の付近、頭の位置が椅子の遥か上

[実験シナリオ]

- ①ドアを開けて部屋に入る → ②部屋の照明を点ける →
③椅子に座る → ④立ち上がる → ⑤部屋の照明を消す →
⑥ドアを開けて部屋から出る

図 3: 実験シナリオ

方付近にある状態であると推定された時にその人物が椅子から立つという行動を取ったと推定される。

- ⑤ 照度センサーを用いてある時刻 t の部屋の明るさ b_t を得る。 b_t が基準値 θ_b より低くなった時、照明のオブジェクトイベント「消える」が検知される。そして、人物の手や頭の位置が照明のスイッチの近くにある状態だと検知されたときに、その人物が照明を点けるという行動をしたと推定される。
- ⑥ 加速度センサーである時刻 t のドアの加速度 a_t を測定する。 ドアが開いている状態で、 a_t の値が 0 の状態から基準値 θ_a の値を超える状態が一定時間続いたときにドアのオブジェクトイベント「閉じる」が検知される。そして、人物が検知され人物の手の位置がドアの近くにあると推定されれば、その人物がドアを閉じるという行動を行ったと推定される。

5. 終わりに

本研究では、物の状態変化の多くが人物行動に起因することに着目し、人物の動作に起因するオブジェクトイベントを定義することでオブジェクトイベントを起点とした人物行動推定手法を提案した。また、提案した人物行動の推定手法を評価するために、日常生活で頻出する行動 6 つからなる実験シナリオを用意した。今後、用意した実験シナリオに基づいた実験を行い、提案手法の有効性を評価する予定である。

参考文献

- [1] 田原典枝, 小島篤博, 田村武志, 福永邦雄: 動画像における人物行動のテキスト表現. 情報処理学会研究報告, Vol. 97-CVIM-107, pp. 33–40, (1997).
- [2] 小島篤博, 浅沼克紀, 福永邦雄. 身体各部の動作概念の階層性に基づく動画像中の人物行動のテキスト表現: 電学論 (C), Vol. 120-C, No. 11, pp. 1587–1595, (2000).
- [3] 石原達也, 中村幸博, 武藤伸洋, 阿部匡伸, 下倉健一郎: モノの移動を考慮した屋内におけるユーザーとモノの同時位置推定, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J94-D, No. 8, pp. 1434–1449, (2011).