

I-041

## ウェアラブルカメラ映像に基づく人物の行動パターンの学習と認識

Learning and Recognition of Behavioral Pattern Using Wearable Camera

加藤 亮一<sup>†</sup>

Ryoichi Kato

青木 茂樹<sup>†</sup>

Shigeki Aoki

小島 篤博<sup>‡</sup>

Atsuhiro Kojima

福永 邦雄<sup>†</sup>

Kunio Fukunaga

## 1. まえがき

一般に、人物の行動には規則性や習慣性が存在すると考えられる。本研究では行動の規則性を行動パターンと呼び、行動パターンの学習及び認識を目的としている。人物の行動パターンを詳細に知るためには、“何時”、“何処で”、“誰と”、“何の動作をした”といった情報を取得する必要があると考えられる。これらのうち“机と事務作業”のように人物が行う行動と場所には密接な関係があると考えられるため、ここでは特に人物の滞在場所に注目する。

人物の滞在場所と行動パターンの関係に注目した手法としては、文献 [1] などが挙げられるが、これらの手法では、全方位視覚センサを用いて行動パターンを観測しているために、観測範囲がカメラの視野内に限定される問題があった。一方、人物の行動範囲に制限を加えることなく人物の位置情報を取得する手法の代表的なものとしては、文献 [2] などが挙げられる。この手法では、位置情報を取得して装着者の滞在場所に適した注釈情報を提示することはできるものの、装着者が滞在している場所の順序関係までは考慮していなかった。

そこで本研究では、ウェアラブルカメラを用いることによって、人物の行動範囲に制限を加えることなく、装着者の滞在場所の順序関係で表される行動パターンを学習・認識する手法を提案する。

## 2. 行動パターンの記号列表現

行動パターンを認識するために必要な情報としては、人物の滞在場所や、動作などが特に重要であると考えられる。そこで、これらの情報を安定して抽出できる位置として胸の部分 (図 1 中の赤枠の位置) に、カメラを取り付けた。

ウェアラブルカメラから得られる映像から、装着者の滞在場所を学習し、人物の行動パターンを各滞在場所につけたラベルの系列で表現する。

## 2.1 装着者の位置情報の表現

ウェアラブルカメラから得られる映像は、装着者の動きに対応して移動するため、装着者が移動しているときの映像は大きく変化し、滞在場所を安定して抽出することは難しい。そこで、静止している時の映像のみを用いて装着者の現在の滞在場所を表現する。

まず、映像の変化から装着者の移動量を推定することによって、人物の静止状態を検出する。装着者の移動量の推定は、入力フレームをアフィン変換し、過去に得られた基準フレームとの誤差が最小となるアフィン変換パラメータを統計的な最適解探索手法である CONDENSATION

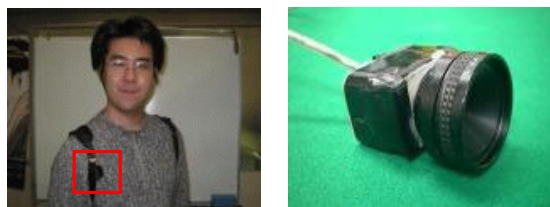


図 1: ウェアラブルカメラ

アルゴリズムで逐次探索することによって行う。そして、推定したアフィン変換パラメータが閾値未満の時、人物が静止していると判断し、閾値以上の時に、移動していると判断する。人物が移動している場合には基準フレームを現在の入力フレームに更新し、以後新たな基準フレームを用いて人物の移動量を推定する。

次に、装着者が静止している間の映像を用いて装着者が現在滞在している場所を表す画像 (平均画像) を作成する。装着者が静止している間に得られる映像中には、窓や机など滞在場所の特徴を表す画素と、装着者の手などのように滞在場所に関係なく現れる画素が存在する。そこで、静止している間に得られた映像の画素毎の RGB 値の平均を取ることにより、装着者の手などの影響を低減する。ただし、分散の大きい画素は色が激しく変化しているため、場所を表現するのに適さない画素として除去する。ここで装着者の細かな動きの影響を低減するために、人物の移動量として抽出したアフィン変換パラメータで入力画像をアフィン変換して平均画像を作成している。

## 2.2 滞在場所の記号化

前節で作成した平均画像にラベル付けすることにより、人物の滞在場所を記号列で表現する。装着者が同一の滞在場所にいるときに作成される平均画像は、類似している可能性が高いと考えられる。しかし、装着者の向いている方向が変化した場合などには、同一の滞在場所であっても異なる平均画像が作成される。そこで、平均画像の類似度、作成された時間間隔、装着者の移動量の三つの情報を評価することによって、装着者がどの滞在場所にいるかを識別する。

まず、これまでに保存した場所を表す画像 (代表画像) と現在作成した平均画像の類似度を評価することによって人物の滞在場所を識別する。人物の姿勢の変化を補正するために、2.1 と同様に代表画像との誤差が最小となるように、平均画像をアフィン変換する。誤差が閾値未満の代表画像が存在した場合、以前滞在した場所に滞在していると判断し、その代表画像に付けたラベルを出力する。類似する代表画像が存在しない場合、異なる滞在場所に滞在しているか装着者の向いた方向が変化したと考えて、作成した平均画像を代表画像として保存する。

次に、人物が移動している時間と移動量を計測し、両

<sup>†</sup>大阪府立大学大学院 工学研究科, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

<sup>‡</sup>大阪府立大学 総合情報センター, Library and Science Information Center, Osaka Prefecture University

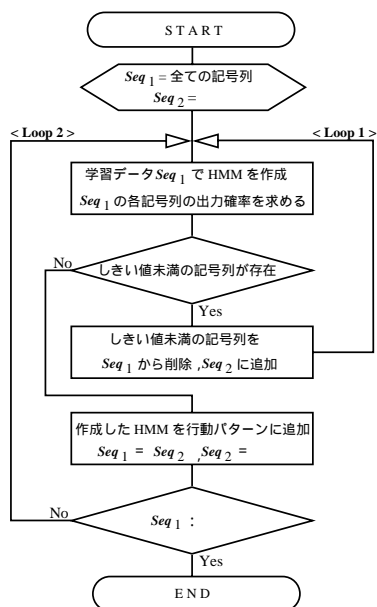


図 2: 行動パターンの学習アルゴリズム

方の値が閾値未満の場合には、前回の平均画像を作成した時刻と同じ場所に滞在していると判断し、前の時刻で出力したラベルと同じラベルを新たに保存した代表画像に付加し、出力する。移動時間は、前の平均画像を作成し始めてから新たな平均画像を作成し始めるまでの時間を計測することによって求め、移動量は、装着者が移動している間に得られたアフィン変換パラメータを累積することによって求める。時間と移動量のいずれかが閾値以上の場合には、人物が新たな滞在場所に滞在中であると考えて、これまでに保存している代表画像に付加したラベルとは異なるラベルを新たに保存した代表画像に付加し、そのラベルを出力する。以上の処理を平均画像が作成される毎に行うことによって人物の行動パターンを記号列で表現する。

### 3. 行動パターンの学習と認識

前節で得られた行動パターンの記号列を Hidden Markov Model (HMM) で学習する。

一般に人物が何種類のパターンで行動するかは、個人差があるため既知ではないため、行動パターンの種類ごとに HMM を作成することのできる学習アルゴリズム [1] で行動パターンを学習する。アルゴリズムのフローチャートを図 2 に示す。このアルゴリズムは、2つの Loop で構成されており、図中の Loop1 で、学習期間中に得られた全ての記号列から、一つの行動パターンに対応した HMM を作成し、Loop2 で全ての行動パターンに対応した HMM を作成している。

以上の処理で作成したすべての HMM を保存しておく。そして、学習時に用いた全ての記号列を保存した全ての HMM で出力し、各記号列ごとにしきい値以上の確率で出力する HMM の集合を調べる。得られた集合を出力パターンと呼び、これを学習結果とする。

行動パターンの認識では、まず、観測された記号列を全ての HMM で出力し、観測記号列を出力する HMM

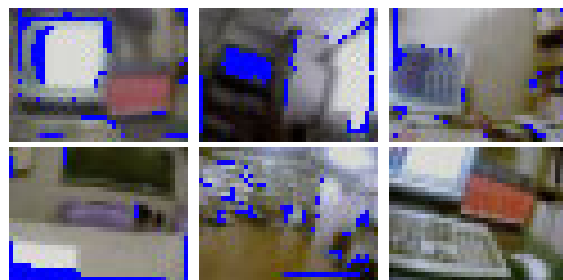


図 3: 代表画像の例

の集合  $N$  を調べる。得られた HMM の集合  $N$  と保存しておいた日常の行動パターン  $i$  の出力パターン  $M_i$  を比較し、最も類似する出力パターンの行動パターン  $i$  を認識結果とする。ただし、類似する出力パターンが存在しなければ、人物が日常的に行わないようなパターンで行動を行ったと判断する。

### 4. 実験

本手法の有効性を確認するため、あらかじめ設定したパターンで行動する実験と、一般的な環境で人物が行動したときの行動パターンを学習・認識する実験を行った。

設定したパターンで行動する実験では、研究室や会議室など八つの滞在場所をそれぞれ異なる順序で訪れる五つのパターンを設定して行動パターンを学習・認識した。実験の結果得られた代表画像の例を図 3 に示す。これらの代表画像を用いることによって、人物が滞在した場所の 82.8% を正しく識別することができた。また、学習用の 40 個の記号列で行動パターンを学習し、10 個の記号列を識別した結果、八つのパターンを正しく識別することができた。また、日常的に行わない場合を想定した五つのパターンを用意して識別した結果、すべてのパターンで非日常的であることを正しく認識できた。

一般的な環境における実験では、人物が滞在する箇所が多いために、滞在場所の識別率を定量的に評価していないが、目視で確認した結果、概ね正しい結果が得られていることを確認できた。また、行動パターンの学習・認識実験では、装着者が普段とは異なるパターンで行動したときに、非日常的であることを正しく識別できることを確認した。

### 5. むすび

本稿では、人物に装着することのできるウェアラブルカメラを用いて、人物の行動パターンを学習、認識する手法を提案した。今後の課題としては、“誰”と“何をした”かを認識する手法を検討し、本研究と統合することなどが挙げられる。

### 参考文献

- [1] 青木, 大西, 小島, 福永, “HMM による行動パターンの認識,” 信学論 (D-II), vol. J85-D-II, no. 7, pp. 1265-1270, July 2002.
- [2] 興梠, 蔵田, “ウェアラブルカメラと慣性センサ郡のデータ統合に基づくパーソナルポジショニング,” 信学技報, PRMU2002-180, 2003.