



携帯機器の加速度センサ情報を利用した行動認識への連続HMMの適用

蘇, 彦聡
村尾, 元

(Citation)

第55回システム制御情報学会研究発表講演会資料

(Issue Date)

2011-05

(Resource Type)

conference paper

(Version)

Accepted Manuscript

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001693>



携帯機器の加速度センサ情報を利用した行動認識への連続 HMM の適用

An Application using Continuous HMM to Recognition Body Motion based on Mobile Devices Acceleration Data

神戸大学大学院国際文化学研究科 ○ 蘇 彦聡, 村尾 元

Y. Su and H. Murao

Graduate School of Intercultural Studies, Kobe University

Abstract In this paper, we propose a method to cluster the time-series of sensory data from mobile device automatically, and apply it to body motion recognition. A continuous HMM is used to this purpose. In the experiments, we used an iPhone to collect 3-axes acceleration data for four types of user's body motion, which are "walk", "run", "climb up stairs", and "climb down stairs". As results, four classes were generated automatically and 80% of the sensory data for the four motion types were classified to these four different classes correctly.

1 はじめに

近年, 加速度センサ, 角速度センサ, 磁気センサ, GPS などのセンサを利用して, 人間の行動に関する時空間データを豊富に計測できるようになってきており, これらのデータに基づいて, 人間の行動を理解するための研究開発が活発に行われている. 本研究の目的は携帯電話に搭載されたこれらのセンサを用いて, 行動の時系列データを収集し, これに基づいた行動認識を実現することである. 個人の行動認識が可能になれば, その行動に応じて, サービスの内容を適応的に変化させることが期待できる. すでに様々な分野において, これを実現する試みが行われている [1][2][3][4]. しかし, 学習するには行動種類の指定と学習データの分類作業を事前に行わなければならない. したがって, 学習データを予め用意して, 分類の数を決めるという負担がユーザにかかる. 本研究では競合学習 HMM により, 学習データの分類を自律的に行う手法を提案する.

2 提案手法

2.1 全体の流れ

まず, 携帯デバイスに搭載した加速度センサから得られる 3 軸の加速度データに対して, 繰り返し点を検出し, データを分節する. そして, 観測時系列を認識部に入力し, 認識の結果によって, 既存の標準モデルの教師信号として利用するか, 標準モデルを追加するのに利用するかを決める.

2.2 競合学習法の適用

本研究では, 時系列データに対し, 下記の手順で行う競合学習法を適用して, 行動の自動分類および HMM の

パラメータ更新を繰り返しながら, 標準モデルを構築していく.

1. 標準モデルに HMM がまだ 1 つもない状態であれば, 2 および 3 をスキップして, 4 に進む.
2. すでに標準モデルに HMM が 1 つ以上あれば, 各 HMM を用いて観測時系列の確率計算を行う.
3. 観測時系列の出力確率が設定した閾値 θ の範囲内であれば, その中の最大値となる HMM を認識結果として選び, 4 をスキップして 5 に進む. そうでなければ, 既存の HMM を選択しない.
4. 初期パラメータをランダムに設定した HMM を 1 つ追加して, 5 に進む.
5. 観測時系列を教師信号として, HMM のパラメータを Baum-Welch アルゴリズムにより更新する.
6. すべての観測時系列が学習に利用されたら, モデル学習を終了する. そうではない場合には, 次の観測時系列を入力として, 1 に戻る.

3 実験および結果

3.1 実験方法

実験では, 記号出力確率が単一ガウス分布に従った連続 HMM を用いた. 「歩く」「走る」「階段を上る」「階段を下りる」の 4 種類に対して, 逐次学習を行った.

データを収集するには, 携帯電話 iPhone 4 を使用した. HASC Logger[5] と HASC Tool[6] を利用して, 無線ネットワーク経由で 3 軸の加速データをコンピュータに転送した. 1 人の被験者の右ズボンポケットに iPhone

表 1: The list of the observation sequences

Body Motion	Sequence #
Run	0, 1, 2, 3, 4
Walk	5, 6, 7, 8, 9
Climb Up Stairs	10, 11, 12, 13, 14
Go Down Stair	15, 16, 17, 18, 19

表 2: The clustering result of $\theta = 500$

	Sequence #
HMM ₁	7, 8, 9
HMM ₂	0, 1, 2, 3, 4
HMM ₃	5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

4 のみを入れており、特に固定されていない状態で装着した。サンプリングレート 100Hz で、それぞれ 20 秒間のデータを 5 セット収集して、Table 1 に示すような番号を付した。これらを連続 HMM に入力して、競合学習法に適用し、標本モデルを構築した。なお、閾値 500 と閾値 250 の 2 種類に設定して、最大値の選択において利用した。

3.2 結果および考察

合計 20 セットのデータを観測時系列としてランダム順番で連続 HMM に入力し、閾値 $\theta = 500$ における実験結果を Table 2 に示す。HMM₁ が「歩く」で、HMM₂ が「走る」であることが考えられる。同じ行動が同じクラスに配置されていることから、標準モデルが観測時系列を逐次学習し、ダイナミクス的に標準モデルを構築していくことが可能であることが分かった。しかし、4 種類の行動に対して、3 種類にしか分類できていない。いかに人間の主観的な分類と一致した数のクラスを生成し、配置していくかという課題が残されている。

Table 3 に閾値 $\theta = 250$ における実験結果を示す。分類数が 4 類数の行動と一致していることが判明した。HMM₁ は「歩く」、HMM₂ は「走る」、HMM₃ は「階段を上る」、HMM₄ は「階段を下りる」と見られ、HMM が逐次的に観測時系列の組織化を行っていると考えられる。本研究の提案手法が有効であることが確認できた。また、閾値を変えることにより、違う分類精度の結果が得られることが分かった。したがって、最適な閾値を見つけることが、精度の向上につながると考えられる。

表 3: The clustering result of $\theta = 250$

	Sequence #
HMM ₁	6, 7, 8, 9
HMM ₂	0, 1, 2, 3, 4, 15
HMM ₃	5, 10, 11, 12, 13, 14
HMM ₄	16, 17, 18, 19

4 おわりに

本研究では、HMM による時系列データの組織化を行動認識に適用することを提案した。連続 HMM を用いて、「歩く」「走る」「階段を上る」「階段を下りる」の 4 種類の行動についての認識・分類実験を行った。実験の結果として、高精度の認識・分類正答率が得られたことにより、提案手法の有効性を確認できた。

今後の課題としては、統計学的な手法による特徴量抽出、データの繰り返し検出による自律分節化、最適な閾値についての検討などが考えられる。

参考文献

- [1] 本村 陽一, 西田 佳史, 山中 龍宏, “子供の事故予防のための確率モデル構築の試み”, 信学技報. NC, vol.104, no.759, pp.73–76, 2005
- [2] 笠 七菜実, 川原 圭博, 小林 亜令, 浅見 徹, “非運動性活動を考慮した加速度センサによる消費エネルギー推定手法”, 信学技報. UBI, vol.2008, no.40, pp.67–74, 2008.
- [3] A. Ohno, T. Inamoto and H. Murao, “Fundamental Study of Clustering Images Generated from Customer Trajectory by Using Self-Organizing Maps”, ICIC Express Letters, vol.4, no.5(B), pp.1979–1984, 2010.
- [4] 中村 友宣, 小川 剛史, 清川 清, 竹村 治雄, “連続的なウェアラブル学習システムのための利用者コンテキスト認識機構の実装と評価”, 信学技報. MVE, vol.106, no.396, pp.17–22, 2006.
- [5] Nobuo Kawaguchi, “HASC Logger”: <http://itunes.apple.com/jp/app/id384897105>
- [6] HASC Tool: <http://hasc.jp/hc2010/hasctool.html>