

DTW 法を用いた単純行動の認識を組み合わせた日常行動の認識方法の検討

重岡 正†¹糸川 剛†²北須賀 輝明†³有次 正義†⁴

熊本大学大学院自然科学研究科†

1 はじめに

我々は、小型加速度センサを用いてユーザの日常行動を認識する技術の開発を目指している。日常行動は「歩きながら携帯電話をポケットから取り出す」といった上半身と下半身が別々の行動をしている複合的な行動を多く含んでいる。そこで本稿では、上半身の行動 M 種類と下半身の行動 N 種類に対応する $M+N$ 個のテンプレートを用いて、これらを組み合わせた $M \times N$ 通りの複合的な日常行動を認識する方法を検討する。本稿では、組合せにより多数となる複合行動の認識を少数のテンプレートの組合せで行えないか議論する。複数の 6 軸 (加速度 3 軸と角速度 3 軸) センサから得られるシーケンスに DTW (Dynamic Time Warping) 法 [1] を適用する。

2 関連研究

日常行動の認識システムは、近年活発に研究開発されている。Huynh ら [2] は、日常生活での行動を認識する研究を行っており、歩行、走行、自転車漕ぎなどの単純行動を認識するだけでは不十分であるとして、会議中、昼食中、通勤中などの日常生活での日課を認識する技術が必要と主張している。日課は単純行動の組合せと考えることができ、時間や場所、個人に大きく依存する。この研究では、トピックモデルを用いて日課をモデル化し、3 軸加速度センサを用いて日課を認識する手法を提案している。本稿でも同様に、行動の組合せから日常行動を認識することを考える。

Paiyarom ら [3] は、DTW 法を用いた人の行動認識と老人や身障者の転倒検知を行うシステムを提案している。この研究では、立位、座位、歩行、走行、座る、立つ、横たわるの 7 種類の行動が認識可能である。しかし、この手法では行動のテンプレートデータ 1 つから 1 つの行動しか認識することはできない。一方、本稿では、事前に用意するテンプレートデータの種類が少なくとも、これらを組み合わせて多様な日常行動を認識する方法を提案する。

3 認識方法

3.1 上半身と下半身の各行動のシーケンス切り出し

複数の 6 軸センサを用いて得られたユーザの行動の時系列データから DTW 法によるマッチングに用いる上半身と下半身の行動のシーケンスを切り出す。シーケンスは行動に周期性がある場合は、1 周期分の波形を時系列データから切り出す。周期性がない場合は 1 回の行動の時系列データをシーケンスとする。

3.2 テンプレートの抽出

シーケンスはセンサ数 \times 6 軸からなる多次元の時系列データであり、行動によってどの軸が認識に有効か異なるため、これを検討する。ある行動のシーケンスのうち認識に有効な軸のみを残した時系列データを、その行動のテンプレートと呼ぶ。また、テンプレート中の各サンプルをその行動の特徴ベクトルと呼ぶ。

各行動の推定に有効な軸として、次の 2 条件を満たす軸を選択する。(1) 同一行動の異なるシーケンス間で、1 軸毎に DTW 距離を求めたとき、他の軸よりも DTW 距離が短い。(2) 異なる行動のシーケンス間で、1 軸毎に DTW 距離を求めたとき、他の軸よりも DTW 距離が長い。

3.3 DTW を用いたマッチング

上半身と下半身に装着した各センサからの時系列データと 3.2 節で求めたテンプレートを DTW 法でマッチングし、行動を推定する。提案手法によるマッチングの流れを図 1 に示す。推定の流れは、まず上半身と下半身の各時系列データとテンプレートからサンプル毎の特徴ベクトルについて DTW 距離を計算する。その中で DTW 距離が最小となるテンプレートの行動を上半身と下半身のそれぞれの行動の推定結果とする。上半身、下半身の 2 つの行動の組合せからなる複合行動を最終的な推定結果とする。

4 実験

4.1 実験方法

前述の上半身と下半身の行動のテンプレートを用いて、2 つの組合せからなる行動を認識できるか評価する。実験で扱う行動は、歩行 (行動 W)、立位でポケットから携帯電話を取り出す (行動 P)、歩きながらポケッ

A Consideration of Daily Activity Recognition Method with the Combination of Simple Activities Using DTW

†¹ Tadashi SHIGEOKA †² Tsuyoshi ITOKAWA †³ Teruaki KITASUKA †⁴ Masayoshi ARITSUGI

†Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University

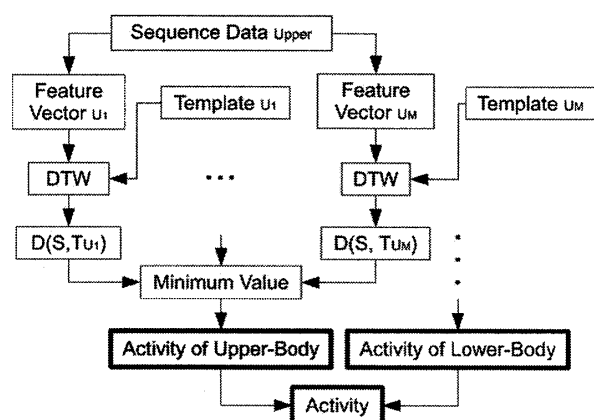


図 1: マッチングの流れ

トから携帯電話を取り出す (行動 WP) の 3 種類とする。被験者 1 名から各行動を 5 回ずつ計測する。行動 W は上半身と下半身の行動に分けて扱い、それぞれ歩行時の上半身の手振り (行動 U_W) と下半身の歩行 (行動 L_W) として扱う。同様に行動 P も上半身の行動をポケットから携帯電話を取り出す (行動 U_P)、下半身の行動を立位 (行動 L_P) として扱う。行動 WP は行動 L_W と行動 U_P を組み合わせた複合行動と考える。

6 軸センサを 4 つ使い、装着位置はユーザの右手首、左手首、右足首、左足首とする。サンプリング周期は 3ms とする。

以上の前提のもと、上下半身に分けていないテンプレート 1 つから 1 つの認識結果を出す単純認識手法を用いた場合と比較する。また、提案手法を用いて行動 L_W と行動 U_P を組み合わせて行動 WP を認識できるか確認する。

4.2 結果と考察

実験で得られた単純認識手法と提案手法での認識精度の結果を表 1 に示す。単純認識手法と提案手法でそれぞれ平均 76.8%, 61.1% の精度で推定できている。

単純認識手法の結果では、行動 WP は行動 W と誤認識されていることが多く、37.0% と低い精度を示した。実際に 2 つの行動のテンプレートから算出した DTW 距離を比較してみると、2.01% 程度の差で行動 W と認識されていることが分かった。これは、2 つの行動が右手以外の部分でほぼ同じ動きをしているためだと考えられる。3.2 節で検討した推定に有効な軸として、右手首のセンサの 2 軸を選択したが、特徴ベクトルにまとめて DTW 距離を計算した結果では 2 つの行動を明確に分類するまでには至らなかった。

提案手法の結果では、下半身の行動については行動 L_W 、行動 L_P を 100% の精度で認識しており、行動 WP

の下半身の行動も 93.6% の精度で行動 L_W と認識できている。一方、上半身の行動については行動 U_W と行動 U_P がそれぞれ 81.0%, 68.6% という結果になった。2 つの上半身の行動でそれぞれ誤認識されているので、行動 WP の上半身の行動は 36.0% と低い精度を示した。これは、右手は行動 U_P をしているが、左手は行動 U_W をしており、それぞれに動きが重複している部分があるためだと考えられる。実際に 2 つの行動のテンプレートから算出した DTW 距離を比較してみると、6.55% 程度の差で行動 U_W と認識されていた。

以上の結果から、推定に有効な軸をまとめた特徴ベクトルでは、下半身の行動は高精度で認識でき、上半身の行動については誤認識が多くなったが、2 つの組合せによる複合行動の認識は単純認識手法と比べて平均 15% 程度しか変わらないことが分かった。

表 1: 行動認識の精度

	提案手法 (%)			単純認識手法 (%)
	上半身	下半身	全体	
W	81.0	100	81.0	100
P	68.6	100	68.6	93.3
WP	36.0	93.6	33.6	37.0
平均	61.9	97.9	61.1	76.8

5 おわりに

本稿では、DTW 法を用いて、上半身の行動と下半身の行動のテンプレートの組合せにより定まる複合行動の認識を検討した。行動 WP のような複合行動の認識に関しては、組合せによる認識でも単純な方法と比べてそれほど悪くない結果を得られた。今後は、本手法を用いた意外な複合行動の認識を検討したい。

参考文献

- [1] H. Sakoe and S. Chiba: A Dynamic Programming Algorithm Optimization for Spoken Word Recognition. IEEE Trans. on ASSP, vol.26, no.27, pp.43-49, Feb. 1978.
- [2] T. Huýnh, M. Fritz, and B. Schiele: Discovery of Activity Patterns using Topic Models. Proc. UbiComp 2008, pp.10-19, Sep. 2008.
- [3] S. Paiyarom, P. Tangamchit, R. Keinprasit, and P. Kayasith: Fall detection and activity monitoring system using dynamic time warping for elderly and disabled people. Proc. i-CREATE 2009, no.9, Apr. 2009.