

ウェアラブルセンサを用いた歩行時の腕の状態認識

溝口 真太郎[†] 深瀬 政秋[†] 今井 雅[†] 古見 薫[†] 新岡 七奈子[†] 黒川 敦[†][†]弘前大学

1. はじめに

ウェアラブルデバイスによる動作認識が盛んに研究されている[1-4]。特に、医療・介護・健康を目的とした歩行、走行、階段の上り下り等基本動作の認識は多数報告されてきた。加速度センサだけでなく、ジャイロ/磁気/圧力センサ等を併用した方法や、人体の多くの箇所に設置してより厳密な認識も研究されている。腕の動きについても多くのセンサを複数箇所に設置して認識する方法が提示されている[4]。しかし、より簡便に加速度センサのみを使用して、例えばバッグを持って歩行している状態識別については報告されていない。歩行時の腕の状態推定は防犯・監視等様々な分野に利用できる。

本論文では、腕時計のように左手首に加速度センサを装着した場合に、ショルダーバッグやキャリーバッグを持ったり、傘を差したり、ポケットに手を入れたり、スマートフォンを見ながら歩行している等動作を継続しているときの状態認識について調査した。それぞれの状態識別として加速度や周波数成分の特徴を明らかにし、識別結果を示す。

2. 実験方法

2.1 測定条件

図1に測定器を示す。三軸加速度センサモジュール ADXL335 (測定レンジ: $\pm 3G$) と無線モジュール XBee (通信速度: 250 Kbps) を使用した。歩行時のサンプリング周波数は約 20Hz、計測時間は 30 秒である。

図2に装着時の例を示す。加速度センサの XYZ 方向を矢印で示している。

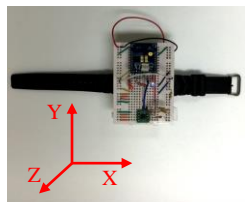


図1 測定器

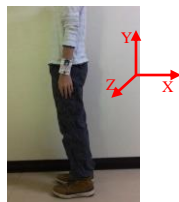


図2 装着時の例

2.2 対象とする歩行状態

歩行時の状態を図3に示す。各図の意味は以下である。

- (a) NO: 手ぶらで通常歩行
- (b) SB: ショルダーバッグを肩に掛けて肩紐を持って歩行
- (c) CB: キャリーバッグを引っ張りながら歩行
- (d) UM: 傘を差して歩行
- (e) SP: スマートフォンの画面を見ながら歩行
- (f) CA: 電話をしながら歩行
- (g) PO: ポケットに手を入れて歩行

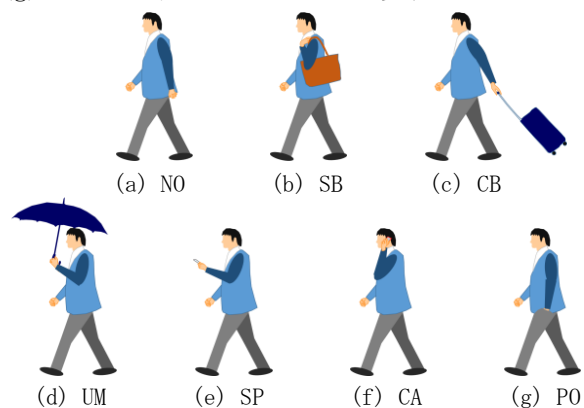


図3 歩行時の左腕の状態

3. 特徴抽出と識別結果

図4に2秒間の三軸及び合成加速度の例を示す。加速度の値に相違が出ることがわかる。図5に被験者 11 人の各歩行状態の加速度を平均した結果を示す。この図から幾つかの状態は分類できることがわかる。

図6は被験者 11 人の各加速度の FFT (256 サンプリング) によるパワースペクトルが最大となる周波数の平均 μ と標準偏差 $\pm\sigma$ を示す。図7はそれぞれの状態の最大パワースペクトラムの μ と $\pm\sigma$ を示す。

表1は識別条件を示したものである(例えば A_X、F_X、P_X は X 方向の加速度、パワースペクトラムが最大となる周波数、パワースペクトラムの最大値を表す)。加速度平均だけから、SP、CA と PO が判別できる。それ以外は周波数とスペクトラムも考慮して判別する。

これらの条件に基づいて、C プログラムで自動認識を試みた結果が表2である。限られた条件下ではあるが、高い正解率が得られた。

Recognition of Arm Position in Walking Using Wearable Sensors

[†]Shintaro Mizoguchi, [†]Masa-aki Fukase, [†]Masashi Imai, [†]Kaoru Furumi, [†]Nanako Niioka, [†]Atsushi Kurokawa
[†]Hirosaki University

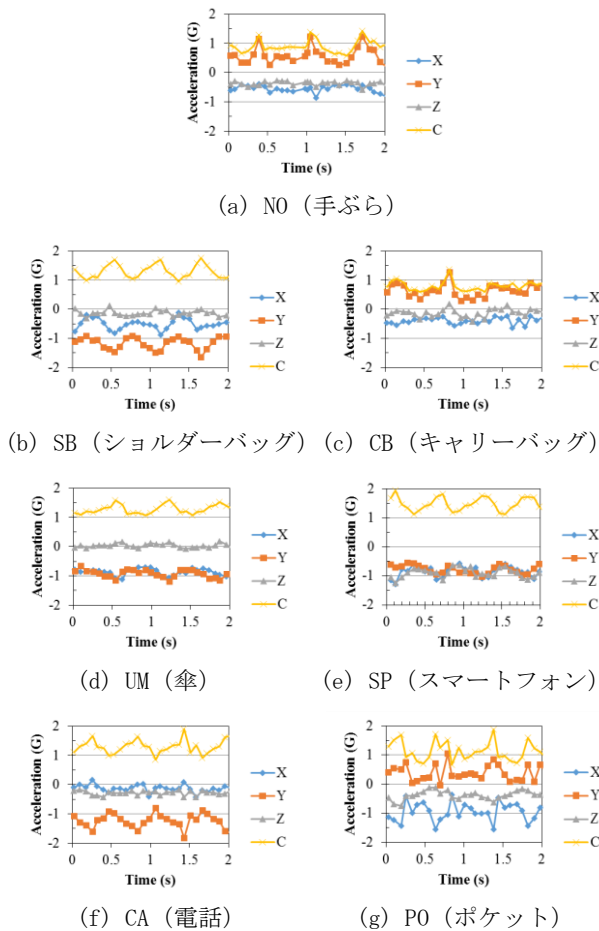


図4 加速度の例 (XYZ方向と合成C)

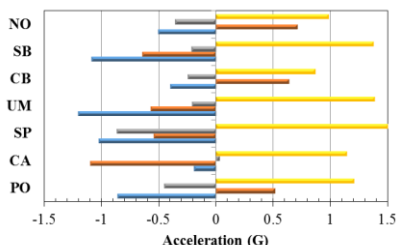


図5 各歩行状態の加速度 (被験者11名) の平均

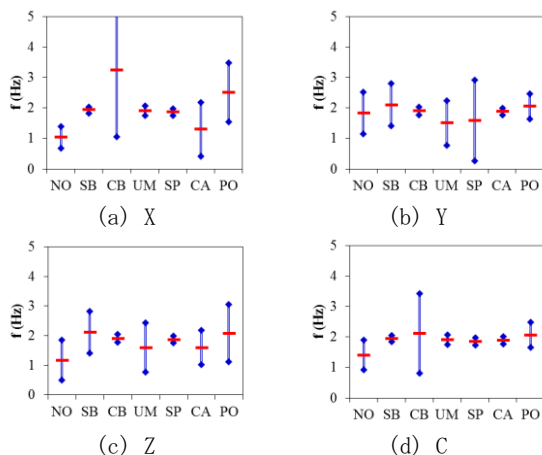


図6 パワースペクトラムが最大となる周波数の μ と $\pm\sigma$

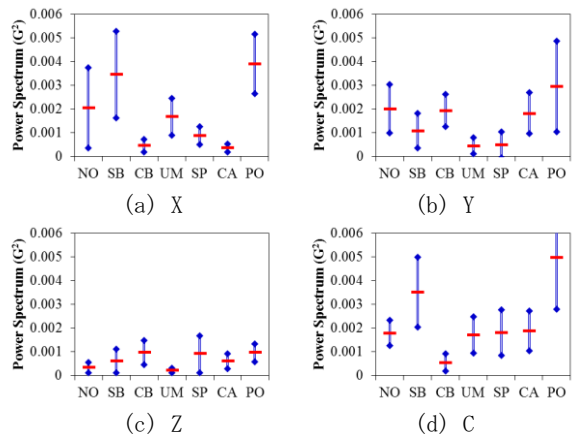


図7 パワースペクトラムの最大値の μ と $\pm\sigma$

表1 特徴抽出

	NO	SB	CB	UM	SP	CA	PO
A_X	>-0.71	<-0.74	>-0.71	<-0.74	<-0.4	>-0.5	<-0.71
A_Y	>0.25	<0	>0.25	<0	<0	<-0.5	>0
A_Z	>-0.54	>0.6	>-0.54	>-0.6	<-0.6	>-0.5	>-0.67
F_X			>1.53				
F_Y	>2.14, <1.89						
F_Z	>2.14, <1.63						
F_C			>2.35, <0.31				
P_X	>0.0011	>0.0033		<0.0033			
P_Y		>0.0012		<0.0012			
P_Z		>0.0004	>0.0008	<0.0004			
P_C	>0.0012	>0.0033	<0.0009	<0.0033			

表2 識別結果 (被験者11名)

	NO	SB	CB	UM	SP	CA	PO
正解率 (%)	91	73	91	82	82	100	91

4. まとめ

物を持って歩行する継続動作の状態認識に焦点を当て、手首に三軸加速度センサを設置した場合の特徴抽出を試みた。加速度、FFTによる最大パワースペクトラムの周波数及び最大パワースペクトラムの閾値条件により、状態を識別可能であることを示した。限定条件下での認識であり、類似状態を識別するものではないが、手首の角度による加速度と周波数成分から歩行時の状態をある程度推定することが可能であることを示した。

参考文献

- [1] S.J. Preece, J.Y. Goulermas, L.P.J. Kenney, and D. Howard, "A comparison of feature extraction methods for the classification of dynamic activities from accelerometer data," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol.56, no.3, pp.871-879, Mar. 2009.
- [2] Y. Kurihara, K. Watanabe, and M. Yoneyama, "Estimation of walking exercise intensity using 3-D acceleration sensor," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. C, Appl. Rev.*, vol.42, no.4, pp.495-500, Jul. 2012.
- [3] P. Gupta and T. Dallas, "Feature selection and activity recognition system using a single triaxial accelerometer," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol.61, no.6, pp.1780-1786, Jun. 2014.
- [4] G.X. Lee, K.S. Low, and T. Taher, "Unrestrained measurement of arm motion based on a wearable wireless sensor network," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol.59, no.5, pp.1309-1317, May 2010.