

日常生活作業における上半身作業動作特徴の抽出方法

Upper Body Motion Feature Extraction of Daily Tasks in ADLs for Lower-limb Handicapped

○瀋博（高知工科大） 王碩玉（高知工科大）

Bo SHEN, Kochi University of Technology  
Shuoyu WANG, Kochi University of Technology

**Abstract:** For lower-limb handicapped and elderly with legs weakness, they have to use some assistance devices by their hands during walking. The operation of these devices brings them many troubles, especially for basic tasks of Activities of Daily Life (ADLs). If Independent Life Support Robot (ILSR) can understand their task intention of ADLs and provide proper assistance for them, they will be able to live independent life again. On the other hand, attending the life tasks during ADLs positively would prevent them from Disuse Syndrome as well. In this paper, for recognize the tasks intention of lower-limb handicapped, the upper body motions of ADLs were measured and analyzed, and the motion features was extraction method was proposed. The effectiveness of proposed method was verified by experiments.

**Key Words:** Motion Features, ADL, ILSR, Life Support, Welfare Engineering

1. はじめに

社会の少子高齢化につれて，加齢や事故などによる下肢障害者が増えてきている．一方，労働人口減少による介護者の人数不足問題が非常に深刻である．

自力では歩行できない下肢障がい者やバランス力の不十分な高齢者は，上半身の作業に応じて，ロボットが移動を支援することができれば，上半身の運動器廃用症防止になり自立生活を送ることができる．

先行研究では，自立生活支援ロボット<sup>(1)</sup>に基づいて，なるべく上半身の運動情報を積極的に活用した下肢障害者の自立生活を支援する方法を開発している<sup>(2)</sup>．この方法により，ジョイスティックを操作する必要がなくなる．掃除作業といった手による協調作業など複雑な作業を行えるようになり，結果として自立生活の度合いがより一層高まる．しかし，自立生活には掃除作業に加えより多くの生活作業が必要である．本研究は，下肢障害者の作業意図を認識するために，運動センサーを用いて，生活における作業動作を計測し，作業動作特徴の抽出方法を考察する．具体的に，本報告では座る，寝る，高いものを取る，手を洗う，野菜を切る，掃除をするという6つ典型的な生活作業事例として，作業者上半身の動作情報を分析して，作業動作の特徴を考察し，特徴の抽出方法を提案する．実験により，提案した特徴の抽出方法の有用性を示す．

2. 上半身動作の計測

上半身動作を計測するために，モーションセンサー(ZMP INC社，IMU-Z)を5個用いた．仕様はTable1に示す．

Table 1 Specification of ZMP Motion Sensor

Features	Range
Accelerator	3-axis ±4[g]
Gyro Scope	3-axis ±250[° /s]
Digital Compass	3-axis ±0.88-±0.81[gauss]
Sampling Time	≤100 Hz

下肢障害者が上半身を利用して生活作業を行う時に，上半身の各肢体部分がすべて動く．上半身は主に頭，胸，腰，右腕，左腕の5部分を構成されるが，本論文では，左前腕，右上腕，背中，左前腕と左上腕にモーションセンサーを取り付けて，上半身部分の運動情報を得る．センサーを固定するために，被験者がセンサーのアンダーアーマーを着る．

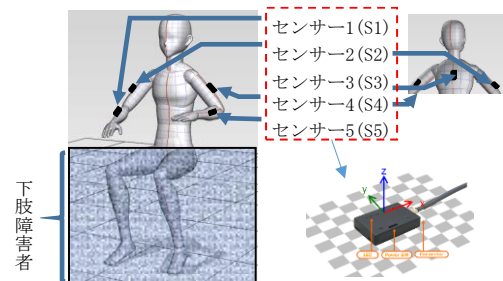


Fig. 1 Placement of Motion Sensor

3. 上半身の作業動作

モーションセンサーを前腕に取り付けて，測定した6つの動作の結果をそれぞれFig.2, 3, 4に示す．

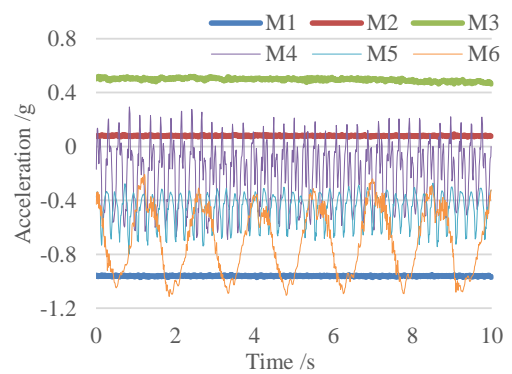


Fig. 2 Acceleration of Right Forearm

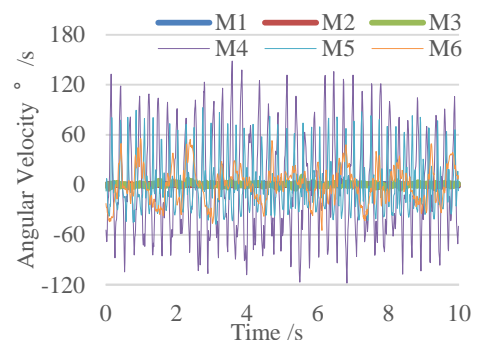


Fig. 3 Angular Velocity of Right Forearm

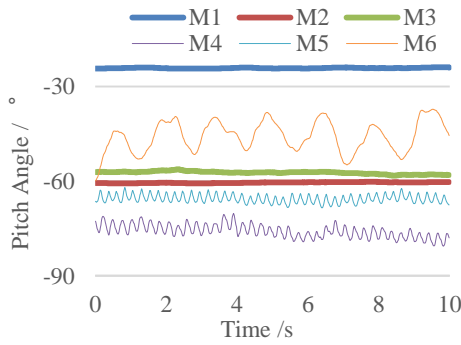


Fig. 4 Pitch Angle of Right Forearm

座る(M1), 寝る(M2), 高いものを取る(M3), 手を洗う(M4), 野菜を切る(M5), 掃除をする(M6) 6つの動作では, 上肢の動きが明らかに異なることが分かる. 下肢障害者の作業意図を認識するために, 上半身作業動作の特徴を抽出する必要がある.

4. 動作特徴の抽出と認識実験結果

作業動作の計測結果を観察して, 作業動作は運動動作と静止動作 2種類が含まれる. そのため, 動作情報は静的な情報と動的な情報で構成されると考える. 静的な情報というのは, 各作業動作の加速度, 角速度, 姿勢の変わらない情報である. 動的な情報というのは, 加速度, 角速度, 作業動作姿勢の変化の情報である. また, 生活支援を提供するために, リアルタイムで動作特徴を抽出することが必要である. そのため, Fig.5 に示すように, 一定な時間窓を用いて, 作業動作の加速度と角速度, オイラー角度の移動平均, 偏差, 最大値, 最小値の4つの特徴を抽出した.

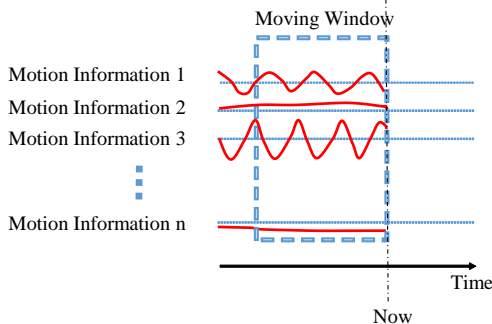


Fig. 5 Feature Extraction Method in Real Time

特徴を抽出するために, 時間窓の幅を調査する必要がある. 実験により, 日常生活作業中の作業動作の周期は約 0.6 秒から 1.5 秒までの間である. そのため, 0.01 秒から 4 秒まで, 0.01 秒毎に時間窓をずらし, 合計 400 個の時間窓について検討した. 時間窓の幅により, 6 つ作業動作の加速度の移動平均と偏差値が Fig.6, 7 に示す.

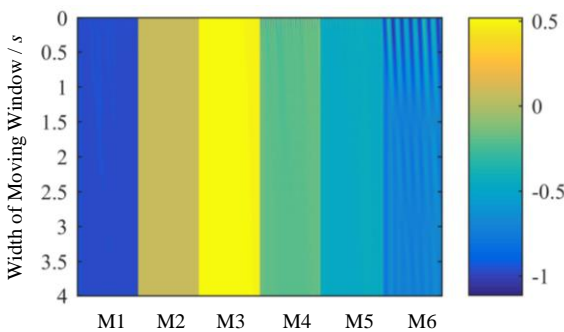


Fig. 6 Moving Average of Acceleration

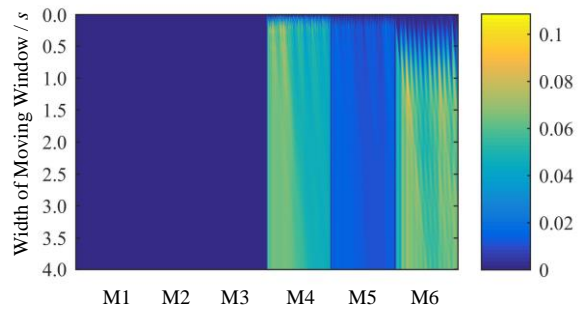


Fig. 7 Moving Variance of Acceleration

Fig.6 と Fig.7 の中に, 横軸は時間で, 縦軸は時間窓の幅である. 図の色は抽出した特徴値を示している. 移動平均で 6 つの作業動作の静的な情報を表示し, 6 つの作業は平均値特徴で判別される. 偏差が動作の変化を示し, 静止動作(M1, M2, M3)と運動動作(M4, M5, M6)は偏差で判別されるようになる. しかし, 時間窓の幅は 1.5 秒以内の場合であり, Fig.8 のように掃除作業の平均値特徴と偏差値が多き範囲に変化することになる. この原因は掃除作業の周期は約 1.5 秒である. 動作の周期より, 小さい時間窓では安定な移動平均と偏差などの特徴を得ることができない.

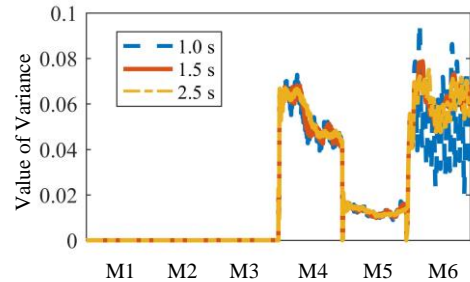


Fig. 8 Moving Variance for Time Windows

最大値, 最小値は移動平均と定性的に同じである. 1.5 秒の時間窓で, 移動平均と偏差, 最大値, 最小値の4つ特徴を抽出した. 動作特徴抽出法を検証するため, 6 つ作業について 10 回の運動情報を計測した. 作業動作のみとし, 右前腕の加速度特徴を利用して, 先行研究<sup>(3)</sup>の認識方法による認識結果は Table 2 に表す.

Table 2 Recognition Result

作業動作	認識率
座る	10/10
寝る	10/10
高いものを取る	10/10
手を洗う	10/10
野菜を切る	9/10
掃除する	10/10

5. 結語

本報告では生活作業動作を分析して, リアルタイムの特徴抽出方法を提案した. 特に時間窓の幅を決める方法を検討し, 実験により, 提案した方法を検証した.

参考文献

- (1) 王碩玉, 石田健司, 藤江正克, 単体多機能型自立生活支援ロボット, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2010講演論文集, 2E2-4, pp.536-537, 2010.
- (2) 藩博, 王碩玉, 上半身の動作情報による下肢障がい者の掃除作業支援法, LIFE2015, 1B2-07, 2015.
- (3) 藩博, 王碩玉, 上半身動作による日常作業の意図認識法, 第33回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2015AC2A1-08, 東京, 2015年11月30日.