

電動車いすライフログシステム (WELL-SphERE) を用いた 簡易型および標準型電動車いすの走行評価

Evaluation Test of the Joystick Log During Simplified Electric Wheelchair and Power Wheelchair Propelling Using WELL-SphERE System

○ 高本 健吾 (国リハ研) , 硯川 潤 (国リハ研)

Kengo KOMOTO, Research Institute of National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities
Jun SUZURIKAWA, Research Institute of National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Abstract: To evaluate a power wheelchair (PWC) user's safety of life, it is important to examine a usage survey of PWC in a daily life. The effective method to know their life is to collect their life-log. We developed the device that can collect PWC users' life-log without modifying their PWC. The purpose of this study is to verify the accuracy of estimated joystick log. We performed an evaluation test using two kinds of wheelchair (a simplified electric wheelchair and power wheelchair). One healthy subject was participated in the test. The results showed that the impact accelerations are significant differences between road surface and tile surface during run, and the tendency of the wave pattern of the estimated joystick log is similar to the actual joystick log's wave pattern. However the accuracy of the estimated joystick log depends on the roughness of road surface.

Key Words: Power Wheelchair, Simplified Electric Wheelchair, life-log, WELL-SphERE, joystick log, Accelerometer

1. はじめに

日常生活での電動車いすユーザの安全性を評価するためには、電動車いすの使用状況を把握することが重要である¹⁾。使用状況の把握には電動車いすの操作ログを評価する必要があるが、本研究のように電動車いすを改造することなく、後付でセンサを固定して操作ログの取得を試みた研究はない。本研究では車いすのライフログ集積を目的に開発した WELL-SphERE システム²⁾を用いて、走行中の簡易型および標準型の電動車いすのジョイスティックの操作ログの取得を試み評価した。

2. 計測方法と実験方法

走行中の電動車いすのジョイスティックの操作ログを取得するため、加速度センサを内蔵したキャップをジョイスティックに被せて固定した。操作量は、ジョイスティック操作時の重力加速度変化分を用いて推定した。ただし、走行時のセンサの出力には、操作による重力加速度の他に、走行時の衝撃加速度や、路面の傾斜により電動車いす自体の傾斜の影響による加速度が含まれる。それらの要因による影響を軽減するために、ジョイスティックとは動作を共にしないジョイスティック近傍に加速度センサを固定し、ジョイスティックの加速度センサ出力より減算した。また、走行路面の凹凸や傾斜を把握するために、ティルトやリクライニング動作に影響を受けない電動車いす本体部位に同様に加速度センサを固定した。走行時の衝撃加速度は、電動車いす本体に固定した加速度センサの3軸合成値で求めた。使用した加速度センサは全て同種で、小型で安価 (AS-3ACC-3, 浅草ギ研) なものを使用した。図1に本研究で使用した YAMAHA 製の簡易型電動車いす JWX-1 と今仙技術研究所製 EMC-930 とセンサの設置位置を示す。本研究で使用した電動車いすは、操作ログの推定精度の検証をするために、操作量に依存した電圧値を出力できるように改造したものを使用した。

本研究の目的は、本システム及び本手法を用いて取得し

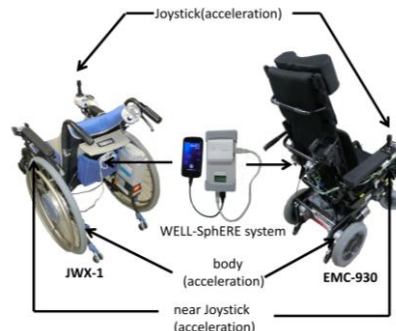


Fig. 1 Experimental setup

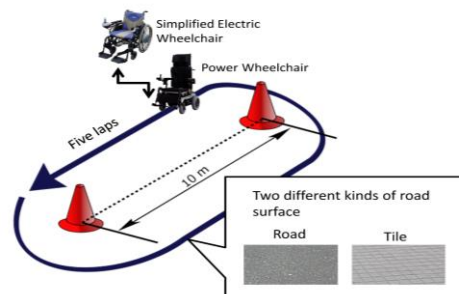


Fig. 2 Brief overview of the experiment

たジョイスティックの操作ログの精度を評価することである。日常生活において走行路面は一定ではないため、走行路面の違いが推定操作ログの精度に影響を及ぼすか検証した。実験内容は、操作内容及び走行距離を統一し、路面を変えて比較を行った。実験コース及び走行路面の種類を図2に示す。被験者には健康者を採用し、図2に示したテストコース上を5周、簡易型と標準型での走行を求めた。走

行速度は被験者が一番操作しやすかった走行速度で固定し、テストコース走行中は変更しなかった。

3. 実験結果と考察

図3に走行時の衝撃加速度の分布を示す。走行時の衝撃加速度が重量の重い EMC-930 より JWX-1の方が小さいのは、走行速度がそれぞれ 4.5 km/h, 3.7 km/h と JWC-1の方が遅かったことが原因である。また、同一機種で走行した場合、両機種とも道路とタイル走行時の衝撃加速度の分布は Shapiro-Wilk 検定により帰無仮説が棄却されたため、Wilcoxon 検定により比較を行い衝撃加速度の分布は有意に異なった($p < 0.05$)。

図4に操作ログの推定値と実値を示す。図4は路面走行時の JWX-1 と EMC-930 のテストコースの 2,3 周目近辺の結果である。図4より、推定値と実値の変化傾向は類似の傾向を示してはいるが、操作の切り替えしのタイミングや、操作していない部分での推定誤差が確認できる。これは切り替えしのタイミングでは、加速度センサの出力には急激な静止動作の変化による加速度が生じるが、ジョイスティックの電圧値にはその影響がでないこと、また停止時の推定誤差要因は、走行中の衝撃加速度の影響を軽減するために設置したジョイスティック近傍の加速度センサとジョイスティック部分の加速度値が異なったため影響を低減しきれなかったと推測できる。これらの要因は、加速度センサを用いる限り考えられるものである。同様の傾向は、タイル走行時でも確認できた。

図5に操作ログの誤差の分布を示す。図5は全て EMC-930 の結果で a),b)は道路走行時、c),d)はタイル走行時の誤差分布である。ここで、a),c)および、b),d)の誤差分布に有意な差がなければ、操作ログの推定値は誤差を有するが路面の影響は少なく無視できると考えられる。しかしながら、Wilcoxon 検定により前後方向(図5a),c)では有意差は確認できなかったが、左右方向(図5b),d)では両者の間に有意差が確認できた。図4の結果が示すように、推定誤差は走行時の路面形状の影響をうけており、その結果が反映したと考えられる。JWX-1の結果も同様に、両軸ともに有意差が確認された。誤差分布は均等ではないものの、機械的なバックラッシュ及びジョイスティックの不感領域を考慮し、5°以下と以上で操作の有無を比較すると EMC-930 で道路走行時は 99.4%、タイル走行時は 98.8%、JWX-1 では道路走行時 99.5%、タイル走行時 99.4%の一致率を示した。

4. 結論

本研究では、簡易型および標準型の電動車いすに著者らが開発した車いすライフログシステム WELL-SphERE を用いて、走行中の電動車いすの状態の記録を試みた。その結果、本研究で使用したような安価なセンサや簡易なセットアップでも、路面形状の影響の差および操作ログに関して推定できることが確認できた。

今後は、日常生活での評価を行う上で、操作ログに必要な推定精度を決定するために、実際にシステムを貸し出し日常生活での操作ログを蓄積し、操作ログの傾向を把握する必要がある。

参考文献

(1) Suzurikawa J, Kinoshita T, Kamo M, Iida N, Iwata K, Matsumoto O, Inoue T, "Estimation Method of Joystick Input Changes Induced by a Downhill Turning Prevention

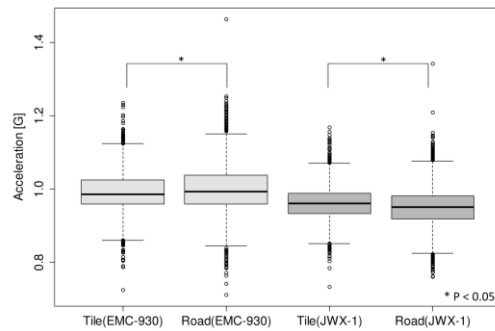


Fig.3 The Boxplot of Impact acceleration during

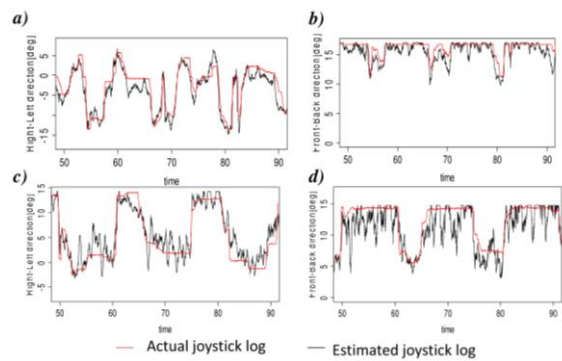


Fig.4 Estimated and Actual joystick log.

Red line means an actual joystick log calculated by the voltage of control unit and black line means an estimated joystick log calculated by signals of accelerometers. a) and b) are EMC-930 results and c) and d) are JWX-1 results.

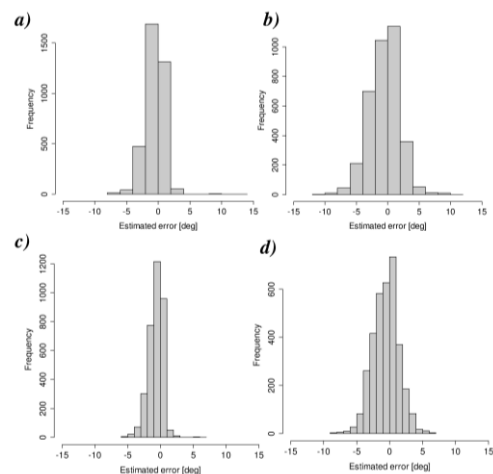


Fig.5 The distribution of estimated error angle

a) and c) are the results of the error distribution on the road surface, b) and d) are the results of the error distribution on the tile surface.

Control Mounted on a Powered Manual Wheelchair.”, journal of Life support Eng., vol24, pp128-134, 2012

(2) Komoto K, Suzurikawa J, “Feasibility Test and Characterization of Wheelchair Everyday Life Log with a Smartphone based Electronic Recording Equipment.”, IEEE/SICE 2012, pp176-181, 2012