

Smartphone を用いた電動車いすライフログシステム (WELL-SphERE) の開発

Wheelchair Everyday Life Log with Smartphone based Electronic Recording Equipment (WELL-SphERE)

○ 高本 健吾 (国リハ研) 硯川 潤 (国リハ研)

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

Abstract: Purpose of this study is to record and analyze power wheelchair everyday life log. We developed a new system to record and store wheelchair's life log using multifunctional smartphone. The system was named 'WELL-SphERE', WELL-SphERE is an abbreviation for 'Wheelchair Everyday Life Log with Smartphone based Electronic Recording Equipment'. In this research, we verified accuracy of estimated operation log by accelerometer attached on joystick. The evaluation test was performed on indoor test course. Acceleration signal and joystick angle was recorded simultaneously when power wheel chair ran over test course. After test trials, estimated angle by accelerometer signal and joystick angle were compared. According to these results, histogram of error degrees at right-left direction shows bimodal distribution due to centrifuge-based acceleration.

Key Words: Power wheelchair, life log, WELL-SphERE, accelerometer

1. はじめに

通信技術の発展により何処でも容易にインターネットに接続できる環境が整ってきた。Smartphoneは加速度センサ、方位センサ、GPSなど様々なセンサが内蔵されており、それらのセンサを用いたライフログの記録が注目されている。Smartphoneはこれまでの携帯電話と異なり、端末上で動作するアプリケーションの開発が可能であり、応用範囲は広い。また入出力ポートとしてUSBポートを搭載しており、パソコンなどの他機器との接続、通信も可能である。そこで我々はこれらの機能を用いることにより、これまで困難とされていた実生活空間での電動車いすのライフログの記録が可能となると考えた。ライフログの記録は電動車いすの操作性の評価や、電動車いすユーザの生活圏内の安全評価にも役立つとされており容易に記録できるシステムが求められている。そこで、我々は実生活空間での車いすの操作ログ、位置情報及び車いすの状態(移動速度、衝撃の大きさ、移動時のブレなど)の記録を目的としたライフログシステムの開発を試み、インターネット上のデータサーバでライフログデータを管理可能な計測及びデータ管理を含めた統合的なシステムを開発した。データサーバを用いることにより、データ回収の手間、負担を省略でき、情報の収集効率を高めることが期待できる。我々はこの開発した統合システムをWELL-SphERE (Wheel Chair Everyday Life Log with Smartphone based Electronic Recording Equipment)と呼称している。システムの運用を考慮すると、システムを設置した専用の車いすと貸し出すことは現実的ではなく、普段使用している車いすを改造することなくシステムを容易に設置できることが望ましい。そこで、操作ログの取得にはジョイスティックに加速度計を内蔵したアタッチメントを固定する方法を採用した。これにより、電動車いす自体を改造することなく操作ログを記録できると考える。電動車いすの状態を記録する研究は過去にも散見されるが操作情報と位置情報を組み合わせて総合的に電動車いすの評価を試みた研究はなく、今後データを集め調査していく必要があると考える。

本研究では開発システムの評価を行った。評価対象はジ



Fig.1 Schematic of WELL-SphERE and Sensors and system Set up position

ョイスティックの操作角度の推定精度であり、ジョイスティックに固定した加速度計の出力を頼りにジョイスティックの操作角の推定精度を検証した。

2. 方法

2. 1. 実験装置

図1に、本開発システム WELL-SphERE の概要を示す。本システムはセンサの入力部であるA/Dコンバータ部と計測データを取り扱うSmartphone/data serverで構成される。A/Dコンバータ部より、センサ信号は10 bitの分解能で変換され25 Hzで取り込まれる。取り込まれた信号は、USBを介してSmartphone (Android OS)に接続され、機器内部に保存するか、通信回線を利用してデータサーバ上に直接保存するか選択できる。計測したデータは有線でパソコンに繋ぐか、インターネットを介して回収でき、解析はオフラインで行うものとする。図2に、本開発システムを固定した電動車いす(今仙技術研究所製、電動リクライニング・ティルト式普通型EMC-930)を示す。操作ログの推定には今仙の汎用ジョイスティックの形状に合うように加工したアタッチメントに加速度計を内蔵したものを作成した。操作角の推定精度評価のために電動車いすのジョイスティック部分に改造を施し、直接エンコーダから操作角に依存した電圧を出力できるようにした。電動車いす本体にもジョ

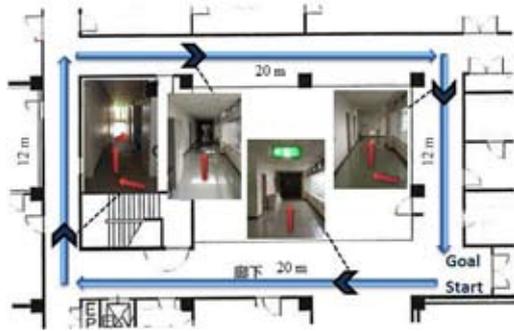


Fig.2 Test course and test route

イスティック近傍に加速度計を固定した。これは、走行中の車いす本体加速度を計測するためである。図 1 中に、アタッチメント及び、ジョイスティック近傍の電動車いす本体に固定した加速度計の位置を示す。

2. 2. ジョイスティック操作角推定法

静止している加速度計を傾けた場合、加速度計は傾斜角 θ に依存した重力加速度を計測するため重力加速度を G とすると、計測する加速度は $G\sin\theta$ m/s^2 となり、 \arcsin を求めれば傾斜角が得られる。ただし、実機固定した加速度計は、重力加速度と移動により生じる加速度を同時に計測する。この移動による加速度を除去するために本研究ではリファレンスとして電動車いす本体にも加速度計を固定した。ジョイスティックの実際の操作量は、エンコーダからの電圧より求める。ジョイスティックの機械的な操作範囲はニュートラル位置から ± 18 deg, 出力電圧範囲が $0 \sim 5$ V であったため、操作角度と電圧の関係は 7.2 deg/V であった。加速度計より推定した操作角の精度は、エンコーダから求めた操作角との差により求めた。

2. 3. 実験方法

本開発システムを実装した電動車いすを用いて走行中の操作ログを記録した。走行コースを図 2 に示す。走行ルートは約 1 周 64 m で、時計周りに 1 周走行した。各通路の横幅は 2~3 m 程度あり、電動車いすの走行に問題はない。

3. 結果と考察

テストコース走行時の推定操作角と、実際の操作角の 1 例を図 3 に示す。前後方向の誤差角は小さいが、左右方向での特に左方向の合致が悪い。本研究の走行路は図 2 に示したように、右回りの移動経路となっている。旋回時の電動車いすの前輪は進捗方向に対して旋回方向に角度を持つため、直後に前進操作を行っても車いすの挙動は瞬間的に前進せず、前輪の向きが進行方向に合致するまで回転運動を行う。そのため、左右方向に遠心加速度が生じ加速度計の推定値が過大評価され誤差が蓄積する要因になったと考える。また、今回使用した電動車いすは、床や路面のうねりの影響をうけやすく、前進操作中に、側方に流される場合があった。そのため、ジョイスティック出力は前進操作となるが、加速度計の左右軸方向に車体が流された結果に振り回されることによる遠心加速度が計測され、推定角に誤差が生じたと推測する。図 4 に試行 A,B,C の推定誤差のヒストグラムを示す。行が試行回数、列が軸方向を表し、個々のグラフはエラーの角度の分布を表している。図の右上には、誤差の平均値、標準偏差を示した。

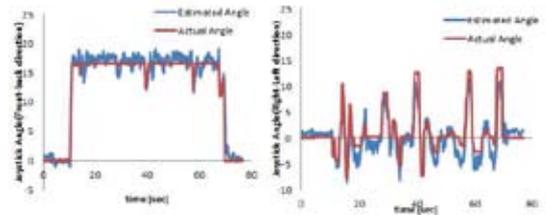


Fig.3 Comparison between estimated angle and actual angle at front-back / right-left direction

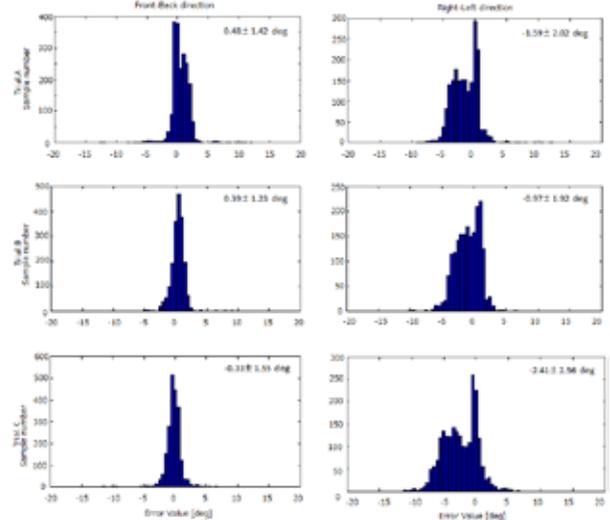


Fig.4 Histogram of Error degree



Fig.5 Application example: barrier free map

左右軸の誤差は特徴的な二峰性の傾向を示した。これは、遠心加速度が生じる区間と、遠心加速度が生じない区間で誤差の生じ方がまったく違う傾向を示していることを表している。

4. おわりに

本研究では開発したシステムの性能検証を行った。加速度計の出力より推定した操作角は前後方向では誤差は小さく、左右方向において特徴的な誤差分布を示すことが判明した。左右方向の操作ログは、移動方向の調整や方向転換が必要になった際の操作で必須であるため、操作性の評価では欠かすことはできないと考える。対処法として回転動作の検出が考えられるためジャイロセンサの適用が考えられる。最後に、WELL-SphERE のアプリケーションを示す。本システムは Smartphone の GPS と車いす本体の加速度計により、走行中の位置と衝撃を計測できる。それを地図データと組み合わせ描画することで図 5 のようなバリアフリーマップが作成できる。システムを貸出し、データをサーバに蓄積することでマップの拡張が期待できる。