

車輪に取り付けた BLE ビーコンによる 車椅子移動認識手法

大鐘 勇輝¹ 水野 涼雅¹ 榎堀 優² 梶 克彦¹

Wheelchair Movement Recognition Method Using BLE Beacon Attached to Wheels

YUKI OGANE¹ RYOGA MIZUNO¹ YU ENOKIBORI² KATSUHIKO KAJI¹

1. はじめに

医療技術の発達により人の寿命は年々伸び、現在では人生 100 年時代と呼ばれるまでになった。それに伴い WHO はこれからは単に寿命を延ばすのではなく、健康寿命を延ばすべきだと提唱している。健康寿命は「健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間」と定義されており、これを延ばす重要な要素の 1 つとして運動がある。ここで、運動量を知る指標として歩数を確認する方法が考えられる。しかしながら歩数は自立して歩ける人のみに適用できる指標であり、車椅子使用者ではこの指標を用いた運動量の推定は行えない。

これまで車椅子における移動認識の先行研究として、GPS を用いた手法 [1] や加速度、角速度、地磁気を用いた手法 [2] など様々な手法が提案されてきた。しかし、これらの手法は高精度な位置推定に焦点を当てているため導入コストが高く、一般の人では運用が難しい。そこで本研究では BLE ビーコンを用いて低コストで導入・運用が行える移動認識手法を提案する。

2. 車椅子移動認識の概要

本手法は図 1 のように車輪の回転によって変化する BLE ビーコンの受信電波強度をもとに移動の推定を行う。この時、受信したデータをそのまま使用するとノイズによる影響を受けてしまい正確に推定を行えない。そこで、取得したデータに対してカルマンフィルタと移動平均を用いたローパスフィルタを適用し、ノイズの軽減を行う。

車輪の回転数推定は最終的に簡単な閾値処理で行う。しかし、使用する BLE ビーコンは電池で駆動しているため、電池残量が減少すると送信電波の出力が弱まり受信電波強度も小さくなる。これにより処理の閾値が定まらなくなってしまう。結果として移動推定の精度に影響してしまう。そこで、取得したデータを 0~1 の間の値になるように正規化し、変化の尺度の統一を行う。



図 1 機器の設置と電波の受信及び判定

車輪の回転数を推定する指標として、取得した受信電波強度データにおけるピーク値の個数を用いる。ここで移動推定には極大値のピーク個数と極小値のピーク個数を使う方法が考えられるが、極小値のピーク値は電波強度が弱く正しく検出できない場合がある。そのため本手法では極大値のピーク個数のみを回転数推定の指標として使用する。また、車輪の回転状態や BLE ビーコンの電波状態によっては、ローパスフィルタで除去しきれないノイズが発生し、ピーク値の判定を誤る場合がある。これを防止するため、ピーク値同士の時間間隔とそれぞれの信号強度に閾値を設けて誤検出の抑制を行う。

車輪の回転数情報だけでは移動量は分かっていても、その方向までは知ることができない。よって、本手法ではフィンガープリントのデータと車輪の回転数データを組み合わせて移動認識を行う。フィンガープリントを用いた位置推定では電波状態や環境によっては、精度が落ちる場合がある。この対策として、パーティクルフィルタを使用して確率分布から次の移動位置の予測を行い、推定精度の向上を図る。

参考文献

- [1] 荒井 他: 一般車椅子利用者からのセンサ情報を活用したオンデマンド型バリアフリー情報提供システム, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集, Vol.2016, pp. 73-78, 2016
- [2] 長谷川 他: 車いすバスケットボールにおける 9 軸センサを用いた選手位置推定の検討, 研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム (MBL), 2018

¹ 愛知工業大学 情報科学部情報科学科

² 名古屋大学 大学院情報科学研究科