

LEDと9軸センサによりポール動作情報を伝えるシステムの開発

大海 悠太^{1,a)} 穂山 寛人¹ 川原 暉弘¹ 小嶋 啓介¹ 田中 大貴¹ 坂口 憲一² 藤本 直明¹
山本 正彦¹

概要：杖やポールは歩行を補助するために広く用いられている。例えば、足元が不自由なお年寄りの杖や盲人の白杖、また健常者においても、登山やノルディックウォーキングのような身体を動かす場面でも用いられている。ポールに装着したセンサによってポールの情報を取得し、現在の状況やよりよい動かし方の指示をLEDを用いて行うことができるのではないかと考えている。本研究では、小型マイコンと9軸センサ、LEDテープライトを3Dプリンタで作成した固定具によりポールに固定し、ポールの動かし方から様々なLEDの色がでるアルゴリズムを考案し、実装、動作実験を行なった。

1. 背景

杖やポールは歩行を補助するために広く用いられている。例えば、足元が不自由なお年寄りの杖や盲人の白杖、また健常者においても、登山やノルディックウォーキングのような身体を動かす場面でも用いられている。例えば登山やノルディックウォーキングのポールの動かし方について、熟練者と初心者で異なる挙動が観測されている [1],[2]。

このポールに装着したセンサによってポールの情報を取得し、現在の状況やよりよい動かし方の指示をLEDを用いて行うことができるのではないかと考えている。情報提示方法として、スピーカーや振動デバイスなどによる音や振動では屋外では気づきにくいという難点がある。ポールの動かし方によって、上手な動かし方ができているかということや、疲労度、現在の速度、IoTによるメッセージの着信など様々な情報を利用者に提示することができる。また、光るポールを見ることで疲れるエクササイズも楽しく行うことが期待される。さらに、周囲の人間もそれらの情報を確認することができたり、薄暗い状態でも衝突回避することができる。

本研究では、小型マイコンと9軸センサ、LEDテープライトを3Dプリンタで作成した固定具によりポールに固定し、ポールの動かし方から様々なLEDの色がでるアルゴリズムを考案し、実装、動作実験を行なった。



図 1 システムの全体の様子。ノルディックウォーキング用ポールの上部にモバイルバッテリーと Raspberry Pi Zero W, 中央付近に9軸センサ, 中央から下部にかけてLEDテープが取り付けられている。

¹ 東京工芸大学

² 株式会社テクノソリューション

^{a)} ogai@em.t-kougei.ac.jp

2. 開発したシステム

開発したシステムをノルディックウォーキング用ポールに取り付けた様子を図1に示す。このシステムの構成要素として,Raspberry Pi Zero W マイコン,LED テープ (FLEXIA YN5050RGB-12),9 軸センサモジュール (InvenSense MPU-9250), 小型モバイルバッテリー, ポータブル Wifi を用いた。それらの接続の様子を図2に示す.Raspberry Pi からケーブルで接続されている部分に関しては, モバイルバッテリーからの電源供給だけで動作可能である。小型モバイルバッテリーでも 1 時間以上の動作を確認している。また, ポールに装着する要素は 3D プリンタで固定具を設計, 開発して用いており, 様々なポールに対応して固定できるようになっている。それらの要素はそれぞれ小型なため,それほどポールの動かし方を阻害していない。センサからの情報は約 0.01 秒毎に取得できている。

Raspberry Pi に電源を入れると自動的にプログラムが起動し, センサ情報を元に LED の色が変わるようになっている。

9 軸センサには加速度, ジャイロ, 地磁気センサがそれぞれ 3 軸ずつ搭載されている。加速度 X 軸方向がポールを前後に動かす方向, ジャイロ Z 軸がポールを前後に振る回転方向, 地磁気 X 軸と Z 軸で東西南北を取得できるように, ポールにセンサが取り付けられている。

ポータブル Wifi は外部 PC から ssh などにより Raspberry Pi をリモート制御するために用いているが,LED とセンサの制御は Raspberry Pi のみで行っているため, リモート制御はそれらには必要としていない。

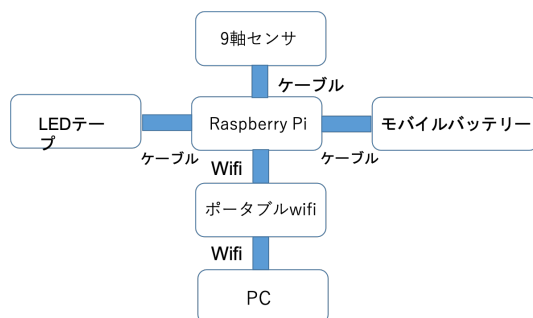


図2 システム構成図。

3. 実験

歩行時のセンサ情報の評価として, ノルディックウォーキング初心者には本システムを搭載したポールを利用して歩いてもらった。その時の 2 秒間の加速度 X 軸の元データと,10 回分 (0.1 秒) の移動平均を求めた結果のグラフを図3に示す。元データで値が大きく動いている瞬間は, 地面にポールを突いた瞬間であり, 約 1 秒に一回行なわれて

いるのを見てとれる。また, 元データにあるノイズやポールを突いた瞬間の揺らぎについて,10 回分の移動平均を求めることで除去することができた。結果, 移動平均後では加速度 X 軸は $-1g \sim 1g$ の間, ジャイロ Z 軸は $-30deg/s \sim 30deg/s$ の値を取ることが分かった。また, 地磁気 X 軸と Z 軸の結果から逆三角関数を用いることでどの向きに現在向いているのかを求めることができた。

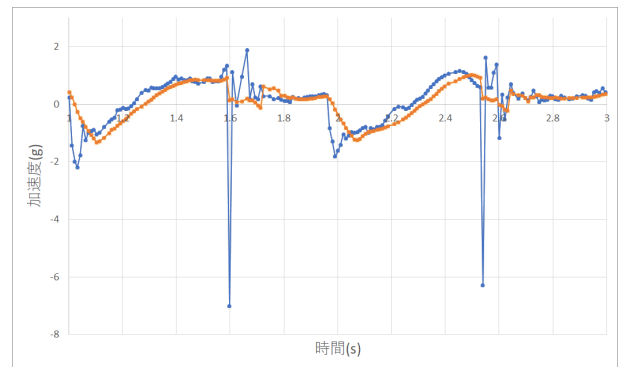


図3 初心者がノルディックウォーキングをした際の、2秒間のポールの加速度 X 軸の元データ (青) と、その 10 回分の移動平均 (橙) のグラフ。縦軸の単位は重力加速度 g , 横軸は秒である。

それらの結果から,RGB の R(赤) は加速度 X 軸の値を 30%-100%に変換,G(緑) はジャイロ Z 軸の値を 30%-100%に変換,B(青) は地磁気 X 軸と Z 軸の値から逆三角関数により方向を求め,30%-100%に変換することにより, ポールの動かし方から LED の色を変化させることができた (図4)。



図4 ポールを動かすことで紫色に光った瞬間。

4. 考察, まとめ

9 軸センサ情報から歩行情報に合わせて LED テープの色を変えるポータブルシステムが構成できた。今後はノルディックウォーキングなどの実際の利用場面で実験を行っていく。

謝辞 本研究は「平成28年度文部科学省私立大学研究ブランディング事業」の助成を受けており, またユニバーサル未来社会推進協議会の「教育・コミュニケーションロボットの研究開発」のテーマとして実施している。

参考文献

- [1] 大海 悠太, 森 芳弥, 山本 正彦: ノルディックウォーキングにおけるポールワーク特徴提示の影響, 人工知能学会全国大会 (第 31 回) 予稿集 (2017)
- [2] 坂口 憲一, 仲山 加奈子, 工藤 裕, 大海悠太, 山本 正彦: 登山時の身体負担軽減に向けたセンサー装着型登山用ストックの動作計測, 日本機械学会シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2018(SHD2018)(2018)