

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2023 in Nagoya に参加して

濱 幹 太

Kanta HAMA

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

2023年6月30日に、名古屋で開催されたロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 in Nagoya において、「縦列二輪型動的体デバイス制御能力評価・訓練デバイス ～特性の測定と評価～」という題目でポスター発表を行った。

2. 研究背景・目的

近年、技術の発達により、人々の運動する機会が減少している。今後人間の運動能力の低下がさらに進むことが考えられる。この状況を我々はロボティクスの技術を用いて改善しようと考えている。そこで我々は運動能力の1つである身体バランス制御能力に目を付けた。身体バランス制御能力は「動的体身体バランス制御能力」と「静的体身体バランス制御能力」の2種類に分けることができる。前者は臨床試験が確立されているが、後者は複雑な能力のため評価・訓練の方法は確立されていない。そのため、本研究の目的は未だに確立されていない「動的体身体バランス制御能力」の数値的評価・訓練ができるデバイスを開発することである。

3. 縦列二輪型デバイスと評価・訓練コンセプト

これまでは図1(a)に示すような、車輪が平行に二輪並んだ平行二輪型デバイスを用いて実験を行っていた。しかし、新たに車輪の並び方によって訓練効果に違いがあるか調べるため、図1(b)に示すような車輪が縦に二輪並んだ縦列二輪型デバイスの製作を行った。二つのデバイスには共通したコン

セプトがある。それは不十分な制御により、乗りこなすことが困難なデバイスを乗りこなすことができるようになる過程で動的体身体バランス制御能力が獲得されているのではないかと考えている。

縦列二輪型デバイスは、車輪の両側にジャイロモーメントを打ち消すための逆回転する円盤を装着している。一般的な自転車は車輪のジャイロモーメントにより、速度が遅い場合は車体不安定であり、速度が速い場合は安定しているという特徴を持つ。そこで我々はその車輪のジャイロモーメントを打ち消すことにより、速度が速い場合において不安定な状態を再現することができるのではないかと考えた。つまり、縦列二輪型デバイスの不十分な制御を逆回転する円盤が担っている。

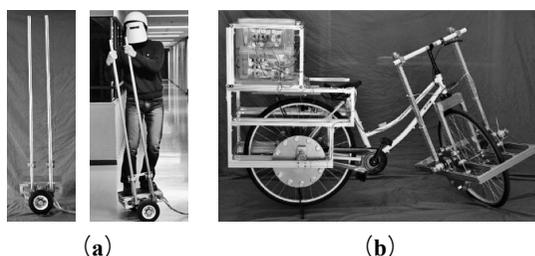


図1 デバイスの外観図
(a) 平行二輪型, (b) 縦列二輪型

4. 縦列二輪型デバイスの構成

デバイスの特徴として、前後の車輪の両側にジャイロモーメントを打ち消すための円盤が装着されていることが挙げられる。円盤は車輪の大きさに比べて小さいため慣性モーメントを大きくするために円盤の外側にボルトとナットを取り付けている。円盤の回転はデバイス後部荷台部の Raspberry Pi によって PWM 制御が行われており、円盤の回転速度は小型のモータによって製作した回転数センサによって読み取っている。センサは荷台の下に搭載されている。

5. 縦列二輪型デバイスの乗車実験

車輪の速度に比例し回転数が変化する円盤を車輪

に対して正回転、逆回転させた場合と制御を行わない円盤を停止させた場合の3つの条件（計5パターン）の乗車実験を行った。各条件におけるデバイスの傾きを調べることにより、逆回転する円盤の有意性を調べた。実験は3人の被験者に対して Pattern1 から順番に行った。ただし、3人が乗車を終えるごとに Pattern の切り替えを行った。各パターンにおけるデバイスの設定を表1に示す。各条件、直線50mの走行を1回ずつ行い、デバイスの傾きとゴールまでの時間の計測を行った。

表1 デバイスの設定

	円盤の回転	PWM制御器の最大出力
Pattern1	逆回転	100%
Pattern2	逆回転	60%
Pattern3	停止	
Pattern4	正回転	60%
Pattern5	正回転	100%

被験者ごとに、各パターンにおけるデバイスの傾きデータに関する標準偏差の平均を求めた。図2にその結果を示す。当初、逆回転する円盤がジャイロモーメントを打ち消し、正回転の場合には逆にモーメントを増加させることになるため、Pattern 1 から Pattern 5 へ順番に標準偏差の平均は小さくなるであろうと予想していた。しかし、今回はその傾向が見受けられなかったが、図2から3人の被験者において Pattern1 の傾きが一番大きくなっていることがわかる。

次に被験者ごとに、デバイスの傾きデータに関する標準偏差の平均と平均速度の関係性を求めた。図3にその結果を示す。被験者2,3が標準偏差の平均と平均速度に正の相関があることがわかる。

図2と図3の結果から、デバイスは一般的な自転

車の特性とは異なっていることがわかる。つまり、円盤の回転が自転車のハンドリングを妨げているのではないかと考えられる。しかし、ハンドリングを妨げられていることは分かったが、ジャイロモーメントを完全に打ち消すことはできなかった。そのため、今後円盤と車輪の距離を近くすることやデバイス重量の軽量化を行って行きたいと考えている。

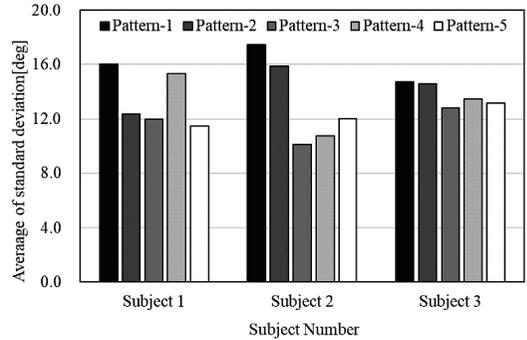


図2 傾きに関する標準偏差の平均

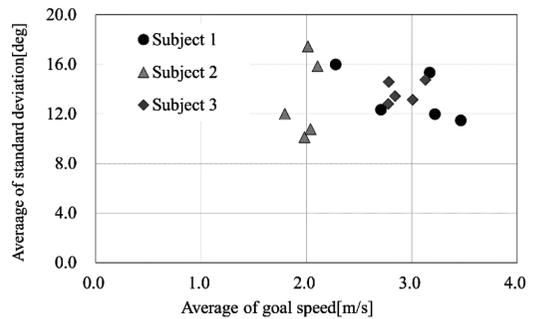


図3 傾きに関する標準偏差と平均速度の関係

6. おわりに

ロボティクス・メカトロニクス講演会のポスター発表を通してたくさんの人から質問を頂き勉強になった。会場には多岐にわたる分野の方々がおられて、その方々と議論することにより新たな発見をすることができ、学会に参加することの重要性を学ぶことができた。