

# 重心ずれの全方向移動型歩行訓練機走行性能への影響

## 1. 緒言

社会の高齢化と共に歩行機能のリハビリテーションが重要になっている。何らかの病因によって高齢者に歩行傷害を生じ、その復帰がなされない場合、次第に生活範囲が狭まり、加速度的に精神的・肉体的老化が進行し、ついには寝たきりになるのが普通である。近年、バーチャルリアリティを活用した歩行訓練機や、室外でも移動できる歩行支援装置も開発され、臨床実績も報告されている。

一方、歩行は平坦路における2足直立歩行として単純化、モデル化されることが多いが、歩行障害を身体の機能面での障害として捉えれば、前方向だけではなく、横歩き、後歩き、方向変換などいくつかの基本動作の組み合わせからなる複雑な動作群を考慮しなければならない。したがって、前後・左右を含めた全方向移動できる歩行訓練機が望まれる。本研究では、全方向移動可能な、かつ転倒する事なく安全な歩行訓練機を提案し、臨床実験結果について報告している。しかし、より正確な走行制御の実現が期待されている。本報告では、被験者の重心移動より生じる走行方向の誤差を減らすために、本全方向移動型歩行訓練機の運動学式と動力学式を導出し、制御シミュレーションを通して、制御効果について理論的に検討する。

## 2. 開発した歩行訓練機の概要

開発した歩行訓練機について説明する。図1にその歩行訓練機の写真を示す。特徴としては、まず、4つのオムニホイールを用いて、駆動軸方向の力を逃がすことにより、全方向移動機能を実現している。また、歩行機の操作方法としては、ジョイスティックとコントロールパネルを用いている。ジョイスティックで理学療法士が操作をし、コントロールで患者自身が操作できるようになっている。2つの操作方法を設けることにより多様な訓練者に適用できる。そして歩行訓練機に高さ調節用のハンドルを設けている。そのため患者は自分の高さにあった歩行訓練機で訓練を行うことができ、より効果の高い訓練を行うことができる。



図1 全方向移動型歩行訓練機

## 3. シミュレーションについて

シミュレーション内容として、まず歩行訓練機の種類と進行方向を入力し、各オムニホイールの目標速度を求める。そして、目標速度でオムニホイールを制御できるかどうかをシミュ

レートする。今回は重心位置のずれを考慮しないときの制御と重心位置のずれを考慮したときの制御を用いて、2つのシミュレーションの比較を行う。制御法は試験的にPID制御を用いた。

## 4. シミュレーション結果と考察

シミュレーションの結果として、0.2m/sで前進するときの歩行機の速度分布を示す。まず、重心位置のずれを考慮しないときのシミュレーション結果を図2示す。

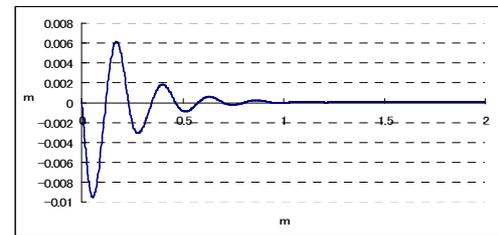


図2 重心位置のずれを考慮しないときの歩行訓練機の軌跡

次に重心位置のずれを考慮するときのシミュレーション結果を図3に示す。

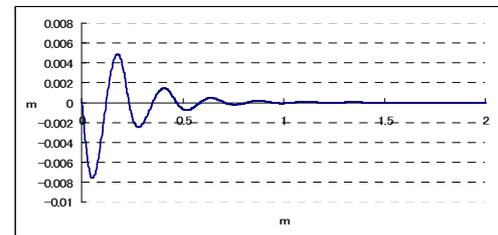


図3 重心位置のずれを考慮するときの歩行訓練機の軌跡

2つの結果を比較すると、重心位置のずれを考慮するときのほうが速度の変化量が小さく、収束するのが早いのが分かる。

## 5. 結言

被験者の重心移動による走行方向の誤差を減らすために、歩行訓練機の運動学式と動力学式を導出した。また、制御シミュレーションにより、走行方向の誤差低減効果について理論的に検討した。今後、歩行訓練機に実装して、実際の走行実験を行っていく。

## 参考文献

- (1) 藤江正克: 自立歩行システム, 計測と制御, Vol. 40, No. 5, p. 384-387 (2001)
- (2) 江原, 大橋, 窪田: 歩行関連障害のリハビリテーションプログラム入門, 医歯薬出版株式会社 (1999)
- (3) 王, 他4名: 全方向移動型歩行訓練機, 第17回ライフサポート学会学術講演会論文集 p.48 (2001)
- (4) 井上寛之: 全方向移動型歩行訓練機を用いたバランス感覚向上を目的とした臨床実験, 高知工科大学卒業論文 (2006)