

非線形時変摩擦力を考慮した全方向移動型歩行訓練機の走行制御

知能ロボティクス研究室 小山祐貴

1. 緒言

事故や加齢による歩行機能が低下した者のリハビリテーションを目的として、さまざまな歩行訓練器具が存在する。しかし、現在用いられている歩行訓練器具の殆どでは、移動は前後方向に限られている。より効果的な歩行訓練で早期回復を実現するために、全方向に移動可能な歩行訓練機が開発された[1]。

しかし、開発された全方向移動型歩行訓練機は走行の際に経路追従誤差が生じる。原因として歩行訓練機は全方向移動機能を実現するためにオムニホイールを用いており、各オムニホイールが受ける摩擦は進行方向により非線形かつ時変となるからである。本研究では、非線形時変な摩擦力を考慮した高精度な経路追従制御法を開発することを目的としている。

2. オムニホイール

オムニホイールの摩擦について説明する。歩行訓練機のオムニホイールの受ける摩擦を図1に示す。

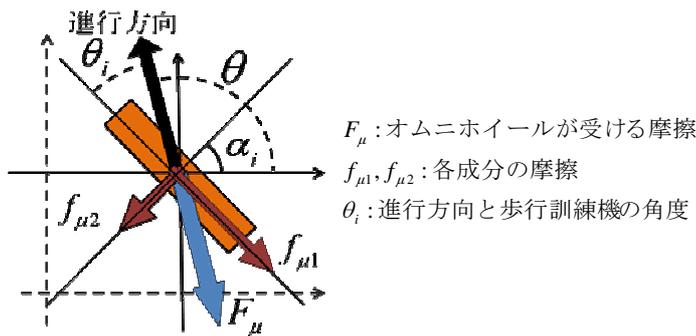


図1 オムニホイールの摩擦力

すなわちオムニホイールが受ける摩擦力は進行方向と逆方向に働く。この摩擦力 F_μ をホイールの軸方向と回転方向に分解したものが $f_{\mu 1}, f_{\mu 2}$ となる。このとき、 $f_{\mu 1}$ は電気モータの回転軸と直交しているため、回転トルクの負荷になるが、 $f_{\mu 2}$ は電気モータの回転軸と平行しているため、回転軸にかかる負荷はゼロである。進行方向とオムニホイールとの成角度は式(1)により計算する。

$$\theta_i = (90 - (\theta - \alpha_i)) \quad (1)$$

以上のことから、オムニホイールが受ける摩擦力を式(2)のように求める。

$$f_{\mu 1} = \mu MG \cos \theta_i \quad (2)$$

μ : 摩擦係数 M : 歩行訓練機の質量/4
 G : 重力加速度

3. PI制御法を用いた制御結果

今回のシミュレーションではPI制御法を用いてシミュレーションを行った。摩擦係数を0.8、歩行訓練機の質量58kg、オムニホイールの半径0.05mとする。走行中に歩行訓練機を回転させず、目標走行速度を0.2m/sとし3m走行

するシミュレーションを行った。X軸Y軸方向の速度を図2、歩行訓練機の移動軌跡を図3に示す。

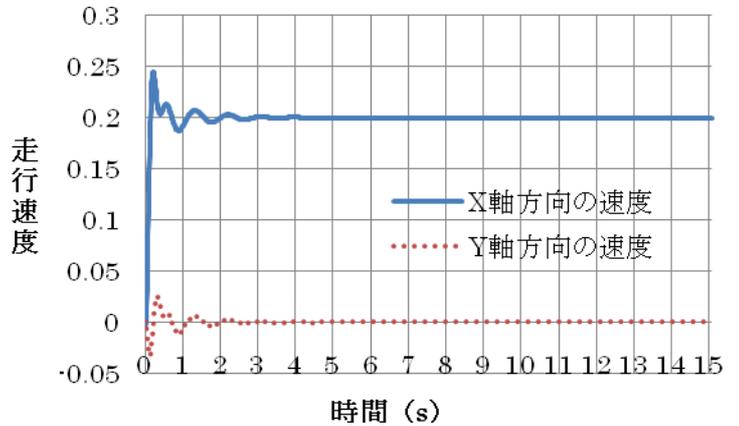


図2 シミュレーション結果(速度)

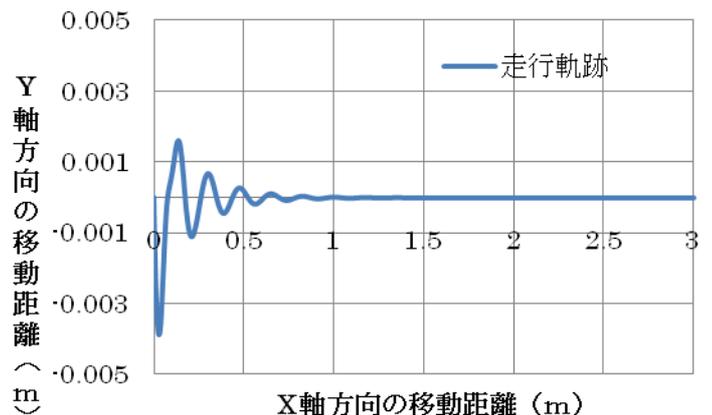


図3 シミュレーション結果(軌跡)

走行速度では開始時にはY軸方向にも速度が生じていることがわかった。走行軌跡のシミュレーション結果からY軸方向に誤差が生じたが、PI制御により収束することができた。

4. 結言

今後の展開としては、今回のシミュレーション結果を考慮し、非線形時変摩擦力による影響を軽減できる適応制御法を開発し、全方向移動型歩行訓練機に実装する。

参考文献

[1] 王碩玉, 河田耕一, 井上喜雄, 石田健司, 木村哲彦: 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)