

# 走行環境を考慮したパワーアシスト車いすの制御

工学部 知能機械工学科 藤本 真作

**Keywords** : パワーアシスト、車いす、走行環境、加速度補償

## 1. 開発目的

本研究では、工学的支援を行う移動用機器であるパワーアシスト車いすに注目し、操作者の負担を軽減するために走行環境(坂道走行・悪路走行)を考慮したパワーアシスト車いすの高機能化を実現することを目的としている。走行環境(坂道走行)を考慮・把握するためには、その状態(傾斜角)を何らかのセンサ(傾斜角センサ)により計測することが考えられる。しかし、傾斜角センサは一般に車いすの並進加速度の影響を受け、坂道の傾斜角を正確に計測することが困難である。そこで本フォーラムでは、車いすの加速度の影響を補償し正確に傾斜角を得るための動的推定法について報告する。

## 2. 車いすの動特性モデル

車いすの動特性モデルは、次式の運動モデルを用いることにする。本報告では、前後輪の2輪モデルとしたFig.1に示す簡易モデルを用いることにする。また車いすの運動は、進行方向 $x$ のみを考慮することにする。

$$f = M\ddot{x} + k\dot{x} + Mg(\mu \cos \theta + \sin \theta) \quad \dots(1)$$

ここで、 $f$ は操作者によって加えられる力、 $M$ は操作者と車いす全体の質量、 $k$ は軸の粘性減衰係数、 $\mu$ は転がり抵抗係数、 $\theta$ は地面の傾斜角度、 $g$ は重力加速度をそれぞれ表している。

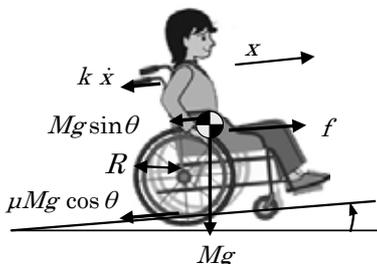


Fig.1 Dynamic Model of Wheelchair

## 3. 傾斜角センサのモデル化

傾斜角センサの動特性モデルを、傾斜角  $\theta$  とセンサに加わる加速度  $u = \ddot{x}$  および、センサ出力  $y$  の2入力1出力系と捉えることにする。また傾斜角センサの特性は線形性が保証されており、線形モデルとして捉えることが可能であるとする。傾斜角センサの出力  $y$  は、Fig.2に示すようにそれぞれの入力に対する出力の和として表現できるものとする。

$$y = G_{\theta}(z)\theta + G_A(z)u \quad \dots(2)$$

ここで、 $G_{\theta}(z)$ 、 $G_A(z)$ はそれぞれ傾斜角および加速度に対するパルス伝達関数を表している。

車いすの加速度  $u_2$  は、加速度センサを用いることで検出可能であるが、 $G_A(z)$ には加速度センサの動特性も含まれることになる。これらの伝達関数は一般に未知で

あるため、システム同定の立場からモデリングを行うことにする。

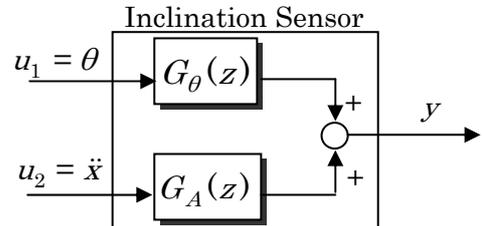


Fig.2 Inclination Sensor Model

未知の動特性  $G_{\theta}(z)$ 、 $G_A(z)$ を得ることができれば、次式によって容易に傾斜角  $\theta_E$ が推定できることになる。

$$\theta_E = G_{\theta}^{-1}(z)F(z)[y - G_A(z)F_H(z)u_2] \quad \dots(3)$$

ここで、 $F(z)$ 、 $F_H(z)$ は適当なフィルタである。

## 3.1 傾斜角の推定実験

推定実験は、傾斜角0度の平地から4.0度のスロープを手漕ぎで上り、0.01秒周期で20秒間、傾斜角の推定を行った。その推定結果の一例をFig.3に示す。提案する手法は、若干の振動は見られるものの、およそ±0.3度以内で正確に傾斜角を推定していることが確認できる。それに対して加速度モデルを導入していない場合( $G_A(z) = 1$ )では、主に位相補償が行えていないため、大きく振動してしまうことが分かる。

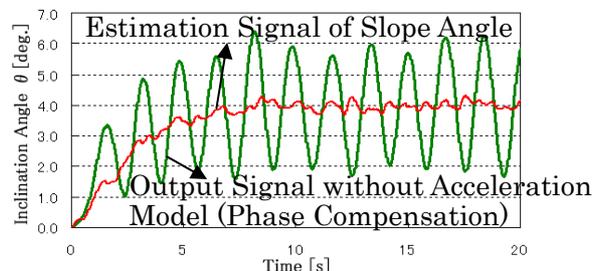


Fig.3 Experimental Results ( $\theta = 4.0 \text{ deg.}$ )

## 3.2 推定結果

本フォーラムでは、加速度センサを用いることで車いすの並進加速度による悪影響を軽減し、その動特性を補償することによって正確な傾斜角を得るための推定方法について検討を行った。その結果、本手法を用いた場合では車いすの並進加速度の影響が軽減化でき、正確に傾斜角を検出することができた。

## 4. 応用の可能性

本フォーラムで報告した動的推定法は、計測対象が何らかの加速度運動をし、他のセンサに悪影響を及ぼすケースについて適用可能である。従って、自動車の姿勢や人体のある部位の傾斜角を計測することに応用できると考えられる。なお、本研究の一部は平成22年度科学研究費補助金(基盤研究(C) No. 22500521)によって実施されている。