

パワーアシスト車いすの高機能化

一傾斜角と加速度の相互補償による動的計測法一

工学部 知能機械工学科 藤本 真作, 秋庭 祥二, 森本 早斗志

Keywords : パワーアシスト、車いす、走行環境、加速度、傾斜角、相互補償

1. 開発目的

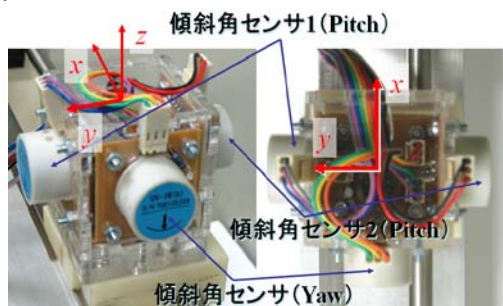
本研究では、工学的支援を行う移動用機器であるパワーアシスト車いすに注目し、操作者の負担を軽減するために路面状況（坂道走行・悪路走行）を考慮したパワーアシスト車いすの高機能化を実現することを目的としている。路面状況（坂道走行）を考慮・把握するためにはその状態（傾斜角）を何らかのセンサ（傾斜角センサ）により計測することが考えられる。傾斜角センサの計測原理は様々であるが、その多くは重力加速度を利用した方式が多い。そのため、傾斜角センサは車いすの並進加速度の影響を受け、坂道の傾斜角を正確に計測することが困難である。以上の議論により、傾斜角センサの信号には、傾斜角と加速度の情報が含まれているものと考えられる。そこで、本フォーラムでは同種の傾斜角センサを2つ使用し、傾斜角と加速度情報を計測することを考える。

2. 傾斜角センサのモデルと同定

本研究では傾斜角センサの動特性モデルを、傾斜角 $u_1 = \theta$ とセンサに加わる加速度 $u_2 = \ddot{x}$ 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。

$$y = G_\theta(s)u_1 + G_A(s)u_2 \quad \dots(1)$$

本実験で使用する図1に示す傾斜角センサ（緑測器（株）製：UV-1W）の特性を調べ、傾斜角センサモデルを構築するために、2種類の同定実験を行った。



(a) 側面図 (b) 上面図

図1 傾斜角センサの写真

3. 加速度と傾斜角の相互補償法

前章の同定実験によって、未知の動特性 $G_\theta(s)$, $G_A(s)$ を得ることができた。そこで、本章では同種の傾斜角センサを2つ使用し、傾斜角と加速度情報を計測することを考える。2つの傾斜角センサの特性は次式で表現できるものとする。

$$y_1 = G_{\theta 1}(s)u_1 + G_{A1}(s)u_2 \quad : \text{Sensor1} \quad \dots(2)$$

$$y_2 = G_{\theta 2}(s)u_1 + G_{A2}(s)u_2 \quad : \text{Sensor2} \quad \dots(3)$$

(2)式において加速度入力 u_2 が正確に得られるとすると、傾斜角の推定値 θ_E は容易に次式によって得ることができる。

$$\theta_E = G_{\theta 1}^{-1}(s)F_\theta(s)[y_1 - G_{A1}(s)u_2] \quad \dots(4)$$

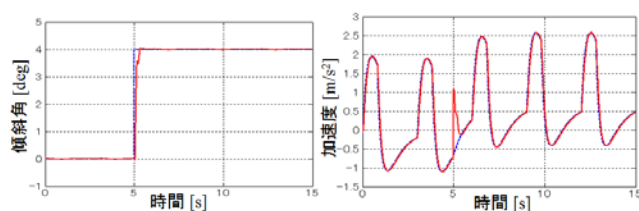
また、(3)式において傾斜角入力 u_1 が正確に得られるとすると加速度の推定値 \ddot{x}_E は容易に次式によって得られる。

$$\ddot{x}_E = G_{A2}^{-1}(s)F_A(s)[y_2 - G_{\theta 2}(s)u_1] \quad \dots(5)$$

本研究では、式(4)によって得られた傾斜角 θ_E を(5)式の傾斜角入力 u_1 として利用し、加速度 \ddot{x}_E を推定する。また、得られた加速度 \ddot{x}_E を(4)式の傾斜角入力 u_2 として利用し、傾斜角 θ_E を推定する。つまり提案する方法は、傾斜角または加速度を相互で補償しあう方式となる。ここで、 $F_\theta(s)$, $F_A(s)$ は適当なフィルターである。

4. 傾斜角の推定シミュレーション

提案した推定手法の有効性を確認するため、Matlab/Simulinkを用いてシミュレーションを行った。サンプリング周期は0.01 sで、15秒間シミュレーションを行うものとし、シミュレーション開始後5秒から坂道（傾斜角： $\theta = 4$ 度の上り）が始まるものとする。推定した傾斜角と並進加速度の結果の一例を図2に示す。推定開始後5秒に加速度が振動しているものの、正確に車いすの傾斜角と加速度が推定できていることが確認できる。



(a) 傾斜角 (b) 加速度

図2 傾斜角の推定シミュレーション結果

5. 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23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。