

4 車輪型電動車いすにおける内界情報のみによる 路面認識システムの基礎的検討

前田孝次朗† 中嶋秀朗†

和歌山大学†

1. はじめに

日常生活において自らの意思で自由に移動できることは重要である。しかし、老化による身体機能の衰えや、障がいによる麻痺などで自由な移動が困難な場合がある。パーソナルモビリティビークル（以下、PMV）は、そのような高齢者や障がい者にとって有益な移動体である。一方で、日常的に電動車いすを使用している人の多くは、道路の傾斜や段差をバリアだと感じている[1]。そのため、日常生活に存在する傾斜地や段差も踏破することのできる PMV の研究が進められている[2]。

PMV は移動体の中でも新しい分野であり課題も多い。課題の一つとして安全性がある。PMV が日々の生活に存在する傾斜地や段差を安全に走破できる移動性能をもっていたとしても搭乗者の操作によって危険な状態に陥ることがある。そこで筆者らは PMV の安全性向上の 1 手法として、PMV の保安システムの構築を考える。この報告では保安システムを構成するシステムの 1 つである路面認識システムの要件定義と、要件に沿って実際に作成したシステムのシミュレーション結果について記す。

2. 路面認識システムの必要性

筆者らが構築しようとする保安システムはドライバーの操作や走行路面の状況を総合的に評価して、安全性を確保するものである。同様の考えのシステムとして、自動車の衝突被害軽減ブレーキがある。外界情報から前方障害物への追突を防止することができる。このようなシステムはドライバーや周囲の自動車が交通規則を守っていることなどが前提となる。筆者らが考える PMV に対しての保安システムでは歩行者混在空間の使用を想定するため、周囲の人や他の

A study on terrain recognition system for four-wheeled powered wheelchair by internal sensors.

†Wakayama University

モビリティが一定の規則を守ってはいない。さらに、傾斜地や段差も走行可能な PMV を考えると平面での走行を前提として障害物判定をすることも難しい。つまり、現状では PMV の使用が想定される環境において、安全を確保できるレベルでの外界認識は難しい。そこで、筆者らは PMV の内界情報のみを用いた保安システムを考える。

上記のような保安システムを考えるとき、外界センサを用いないため、周辺環境の認識はできない。しかし、保安システムとしては走行中の路面がわかる必要がある。なぜなら、搭乗者の操作と機体の状態が同じでも路面によって危険性が異なるからである。そのため、筆者らが提案しようとする保安システムには、本報告で述べる路面認識システムが必要である。

3. 路面認識システムの要件定義と概要

路面認識システムでは、電動車いすを始めとする PMV が主な対象としている平坦路と、電動車いすにおいて事故が多く、様々な PMV が課題としている段差と傾斜地を対象路面とする。そのため、これまでに既に市販されている電動車いすと、今後登場してくる多様な PMV の双方に適用できるシステムが望ましい。

つまり、路面認識システムに求められる要件は、「市販の電動車いすで取得可能な情報のみで、走行中の路面を対象路面のどれに属するかを判断できる」ことである。この要件から、本報告における路面認識システムで使用できる情報は、電動車いすの駆動車輪速度、傾斜角度（ピッチ、ロール）、搭乗者の操作量（速度、旋回方向）であるとする。

以上の要件定義をもとに構築されるシステムの概要を説明する。路面認識システムは平坦路と段差、傾斜地を判別するために機体の傾斜角度を用いる。機体の傾斜角度が閾値を超えた場合、平坦路ではなく段差か傾斜地のどちらかであると判別する。その際に内界情報から段差と傾斜地を判別するためには、あらかじめそれぞれ

れの路面への進入時の特徴で判別しておく必要がある。段差への進入と傾斜地への進入では指令速度に対する駆動車輪速度の変化の仕方が異なる。以上の特徴を捉えることで路面認識システムは内界情報をもとに対象路面を分類することができる。図 1 はシステムの概要を表したフローチャートである。

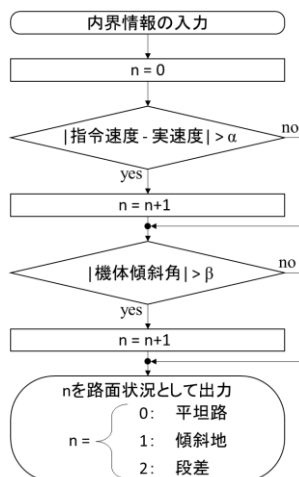


Fig 1 路面認識システムのフロー

4. シミュレーション結果

3章で説明した路面認識システムのシミュレーションを行った。シミュレーションの対象路面は、まず平坦路（図 2-①）を走行し、その後5[cm]の段差を昇る（図 2-②）、段差を後輪が昇り終わると平坦路になり（図 2-③）、5[度]の傾斜を下る（図 2-④）、最後に後輪が傾斜を抜けると平坦路になる（図 2-⑤）という地形である。シミュレーション結果として図 3 のような結果が得られた。路面認識システムの路面分類として、0：平坦路，1：傾斜地，2：段差として路面を分類した結果を出力させている。図 3 の結果から、図 3-②の部分では機体ピッチ傾斜角の変化に対してほぼ同時に路面分類は段差だと分類できていることがわかる。一方で、図 3-④の部分に関しては機体が斜面に進入してから、路面分類が傾斜地だと認識するまでに、t[s]の誤差が生じている。この誤差がどこまで許容されるかについては、今後、保安システムを構築していく中で決定していく必要がある。路面認識システムとしては、機体の内界情報のみで、走行中の路面を平坦路，段差，傾斜地を分類することが出来た。

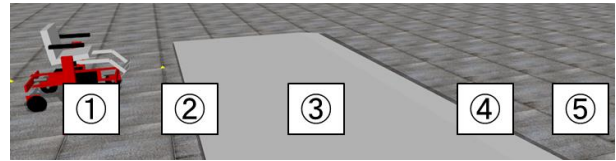


Fig2 路面認識シミュレーションの路面

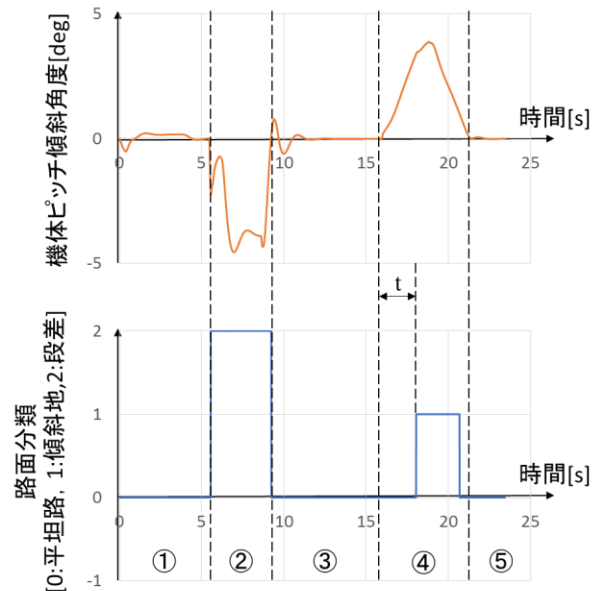


Fig 3 路面認識シミュレーションの結果

5. まとめ

本報告では、今後普及してくると考えられるPMVの安全性向上の1手法としての保安システムがあると述べた。そのうえで、PMVの保安システムでは外界情報を実用化することは難しいという理由から、筆者らは内界情報のみを用いた保安システムを考えるとした。その際に必要となる、路面認識システムについて、要件定義と概要を3章で、作成したシステムのシミュレーション結果について4章で説明した。シミュレーション結果から、走行中の路面を対象地形の3つの分類のどこに属するかを判断できることが明らかになった。今後、路面システムをはじめとした複数のシステムから成るPMVの保安システムについて検討を進めていく。

6. 参考文献

- [1] 中島佐智子, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 飯田匡, “電動車いすユーザーを対象とした使用実態調査 —電動車いすユーザーに太陽する生活環境のあり方に関する研究—”, 日本建築学会計画系論文集, No.585, pp.55-62, 2004.
- [2] 中嶋秀朗, “日常生活レベルの凹凸傾斜地形を移動可能にするパーソナルモビリティビークルの研究開発”, 日本機械学会 関西支部講演会講演論文集, 2018.