

第 部門 視覚障害者を対象とした走行誘導システムのための画像処理アルゴリズム

大阪市立大学工学部 学生員 ○宇田 誠
 大阪市立大学工学研究科 正会員 日野泰雄

大阪市立大学工学研究科 正会員 内田 敬
 大阪市立大学工学研究科 正会員 吉田長裕

1. はじめに

スポーツの中で、走行競技が占める割合は高い。視覚障害者のスポーツにおいても同様であり、走行競技に対するニーズが高く盛んに行われている。ただ視覚障害者が走行競技を行うには、伴走者や綱・音が必要である。つまり、視覚障害者が自力で走行でき、走者に負担のかからない走行方法が存在しない。さらに伴走者の人員不足や視覚障害者が伴走者を個人的に探さなくてはならないなど、視覚障害者にとって負担が大きい。

そこで盲学校を対象フィールドとして、校舎屋上に設置したカメラを用いる遠隔誘導によって視覚障害者がトラック周りを走行できるようにするシステム作成を最終的な目標とする。本研究ではシステムの核となる画像処理を行う。

2. 走行誘導方法に関する現状

(1)盲学校における走行誘導方法の現状

盲学校で現在行われている走行誘導方法には、一般的に「円周走」、「音響走」、「伴走」の三つの方法が挙げられる。これらは共通して、単独での走行練習が困難であると同時に、付添者に負担がかかるといった問題を含んでいる。

(2)走行誘導に利用可能な既存の技術と可能性

現在、ITS の技術なども用いて視覚障害者のための様々な技術開発が行われている。代表例として「障害物探知機」、「無線技術を用いた車いすロボット」、「自動車の運転サポート」が挙げられる。しかしこれらの技術を用いるには重い装置を走者に直接装着する必要があり、走者への負担が大きいため、実現の可能性が低い。

(3)本研究の走行誘導方法

本研究では次の条件を設ける。単独練習が可能、走者の負担の軽減と安全性の確保、複数での走行が可能。これら3条件を満たすために、地上から離れた場所に設置したカメラを用いて、走行を撮影する。そして、撮影画像より白線と走者間の距離を認識する画像処理を行い、その距離が離れているなら無線機で知らせ、視覚障害者を白線に沿わせる走行誘導方法である。なお画像認識の精度向上を目的に、走者に目印となる赤色帽子を装着させる。

3. アルゴリズムの構築

(1)画像処理による走行位置検知

トラックでの走行位置を検知するために、帽子の抽出、白線の抽出、帽子と白線間の距離算出、の3つの画像処理を行う。これらを MATLAB で実装する。

本研究では帽子と白線をそれぞれ別の方法を用いて抽出する。帽子の抽出では、はじめに走行を撮影したフルカラー画像（RGB の3成分）から帽子の特徴成分である R 成分を取りだし白黒の二値画像に変換処理を行う。だが二値化処理のみでは図1のように帽子以外にも多くのオブジェクトが検出されるため帽子探索処理が必要である。そこで本研究では前フレームの情報を用い、前フレームの帽子の重心から近く、面積変化が少ないオブジェクトを次フレームの帽子オブジェクトとして抽出する。白線の抽出も同様にグレースケール化処理のみで白線の抽出は不可能である。そこで図2のようにエッジ検出とハフ変換によって画像内のラインを検出し、それらのうちの最長ラインを白線として抽出する。

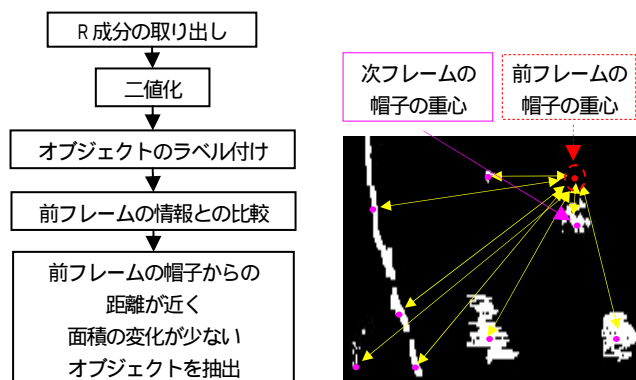


図1 帽子の抽出方法

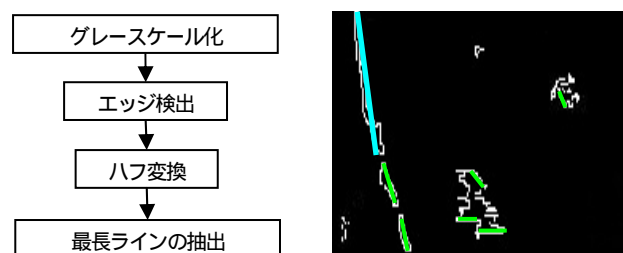


図2 白線の抽出方法

こうして得られた白線を無限長の直線とみなし、これと帽子重心との距離を「走者と白線間の距離」として算出する。

(2) アルゴリズムの構築と動作確認

本研究では走者の抽出はリアルタイムで繰り返し行うが、白線は走行中に動かないので、一つのデータを繰り返し使用する。アルゴリズムの全体フローを図3に示す。

標準画像〔図4の赤枠内〕を用いてアルゴリズムの動作確認を行い、正常動作を確認した。

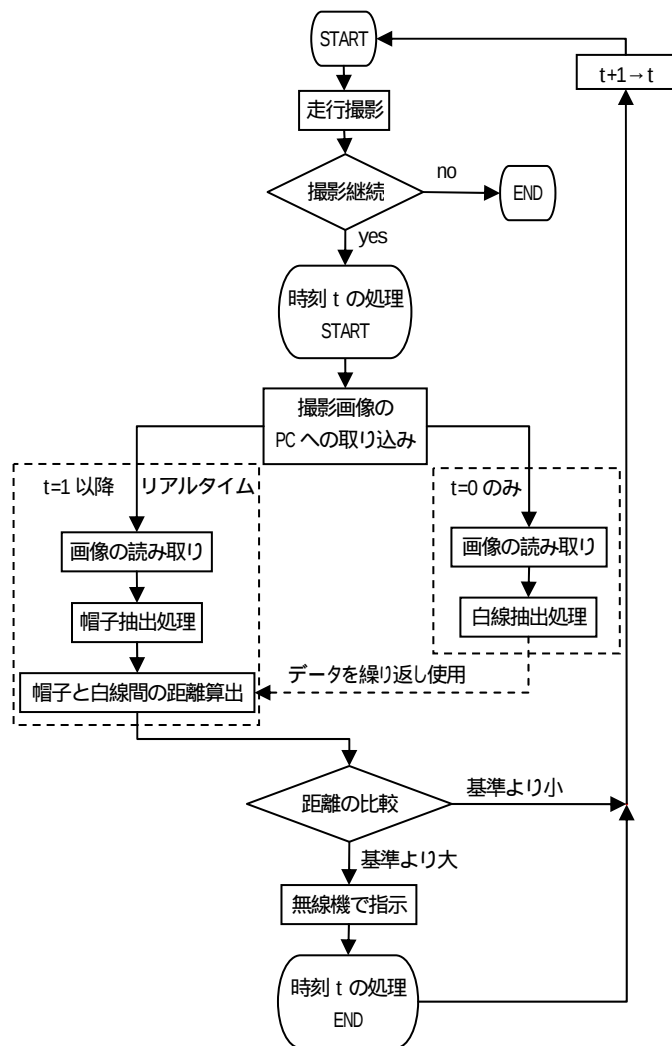


図3 アルゴリズムの全体フロー

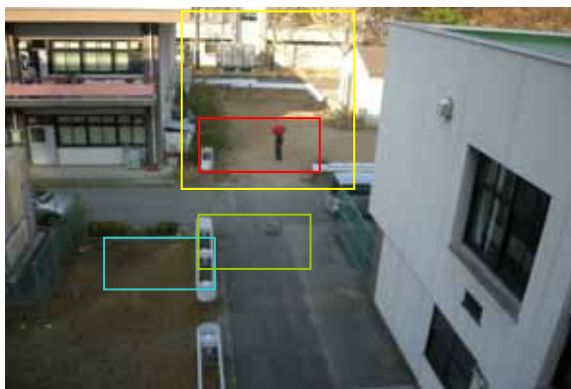


図4 検証画像の例 (12/4)

表1 検証画像データ

撮影日		12月4日	12月5日	12月8日	12月9日	12月12日
天気		曇り	雨	曇り	雨	晴れ
オブジェクト	帽子 (w×h:pixel)	21×14	12×10	13×12	13×14	16×12
サイズ	白線 (w:pixel)	2				

表2 検証画像 Window の特徴

Window	オブジェクト (帽子・白線以外)	Windowサイズ (w × h: pixel)
	土	190 × 100
	アスファルト	190 × 100
	芝生	190 × 100
	土、建物、木	360 × 325

4. アルゴリズムの検証

(1) 概要

天気（日照条件）とオブジェクト数の違いが画像内の帽子と白線の抽出精度や処理時間にどう影響を与えるかについて確認する。検証用画像には表1のように天気の異なる5日分の画像を用意した。表2のように各画像に4つのWindowを設定し、合計20ケースの画像で検証を行った。

(2) 検証結果

白線抽出では、閾値パラメータを調整すれば全画像で正しく処理できた。処理時間は全て0.5秒以内であり、実用化に向け問題はない。一方、帽子抽出では、パラメータ調整のみで20ケース中15ケースで帽子を抽出できた。失敗したケースは、次の3つの場合である。

- 背景（土）の輝度が帽子の輝度より高い場合、
- 走者が走行中に急に日向に入った場合、
- 帽子の領域内で輝度にばらつきがある場合。

処理時間は Window 以外は約0.2～12秒であったが、Window では候補オブジェクトの数が極めて多いために約30秒も要した。

5. 研究のまとめと今後の課題

実用化には処理速度向上が必須である。そこで帽子の抽出に Moving Window の適用を検討していく。Moving Window の適用により帽子を含む Window をリアルタイムで認識し、その Window のみに画像処理を行うことで帽子の抽出精度の向上と処理時間の短縮に繋げる。この課題と並行して、カメラの設置台数・設置場所・設置方法の検討を行い、盲学校でのフィールド実験へ繋げる。フィールド実験の結果からフィードバックを行い、走者への最適な指示頻度についても検討し、システムの実用化を目指したい。