2Y-03

単眼カメラによるガソリンスタンドの給油位置への自動駐車シス テムの開発

青柳健太† 村田嘉利† 鈴木彰真† 佐藤永欣† 岩手県立大学ソフトウェア情報学部†

1.はじめに

ガソリンスタンドにおいて、給油位置に進入する際の操作誤りによる給油機への接触事故が発生している。

本研究では、単眼カメラを用いて給油駐車枠まで 車両を自動誘導するシステムを開発する。本論文で は、駐車枠である白線を検出するアルゴリズムと枠 線に対する自車両の位置・姿勢を推定するアルゴリ ズムについて報告する。

2. 関連研究

ガソリンスタンド内における自動運転の適用例は 見当たらない。KYB の佐々木は、四台の単眼カメ ラを用いた白線誘導による自動駐車システムを構築 した ¹⁾. 植中らはカメラと超音波センサを用いて駐 車スペースを検出し、操縦支援システムを開発して いる ²⁾. これらは、誘導白線の設置や複数センサが 必要である.

3. 給油位置枠線検出アルゴリズム

3.1. 全体構成

駐車枠を検出するアルゴリズムの構成を図1に画像処理の流れを図2に示す.カメラ画像から駐車枠である白線を検出し、長方形の形状であれば駐車枠と判定する.本アルゴリズムは、枠線間や角が一部欠損していても検出できる構成である。今回は検出範囲の調査のため枠線が一部欠損している画像を使用する.画像から3次元座標を算出する方法は4章で説明する.

3.2. 白線検出

- ① カメラを下向けにチルトをかけて自動車に取り 付ける. 枠線の検出範囲は 10m 以内とし、枠線 が写りこむように傾ける.
- ② LSD 手法により直線的な線分を抽出する.
- ③ 白線は影などの影響で白画素として現れるとは 限らない.そこで入力画像を HSV 空間に変換
 - し、白線の可能性が低い画素を抽出する. 明度

Development of an Automatic Parking System to Refueling Position in Gas Station with a Monocular Camera

[†]A.Kenta, Y.Murata, A.Suzuki and N.Sato (Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University)

- 値の低い順から画素数を加算し、画素総数の30%にあたる明度値を任意の閾値する. 閾値より明度値が高い画素を白画素と判定する.
- ④ ②で検出した線分の端点周辺の画素が③で判定した白画素であれば、白線の可能性が高い.これにより、白線の抽出ができる.

3.3. 枠線判定

- ⑤ 画像上で交差する線分が3次元座標上で直角であるものは枠線の角であると仮定し、画像上での交点を求める
- ⑥ ある交点を始点して交点の線分上に存在する交点を探索する.発見した交点を次の出発点として探索を繰り返す.4回の試行で始点に戻る場合,交点は枠の角である.4回目の試行が成功しなかった場合は始点と最終出発点の線分から交点を求める.交点が3次元座標上で直角であれば枠の角である.
- ⑦ 枠の角から各枠線の長さを算出し、長方形であるものを駐車枠と判定する.

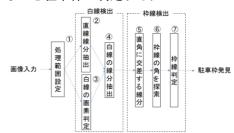


図1駐車枠検出アルゴリズムの構成

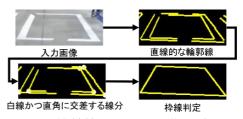


図2 枠線検出までの画像の流れ

4. 自車両の位置と姿勢の推定

画像からの3次元座標は、図3に示すカメラの設置パラメータから算出できる。カメラの高さをH、俯角を θ 、カメラの水平・垂直画角の半分を(Ax,

Ay),画像サイズの半分を(Width,Height),画面座標における目標点座標を(dx, dy)とする。カメラの焦点位置から道路面へ下した垂線の交点を3次元座標上の原点とし,XZ面を道路面とする。このように定義すると,画面に表示される目標点の3次元座標は下記の式で求められる。

$$X = \frac{H\{tan(Ax)/Width\}Vx}{-cos\theta\{tan(Ay)/(Height)\}Vy + sin\theta}$$

$$Z = \frac{H\{sin\theta\{tan(Ay)/(Height)\}Vy + cos\theta\}}{-cos\theta\{tan(Ay)/(Height)\}Vy + sin\theta}$$

$$Vy = \frac{Vy}{Height}$$

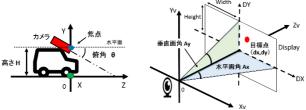


図3カメラのパラメータ

傾き

自車両の位置は枠中央の 3 次元座標とする. 自車両の姿勢推定は駐車枠の前線の傾きとし, 自車両の向いている方向との関係を図 4 に示す. 線分の三次元上の角度を算出して姿勢を推定

する. 位置と姿勢情報を用いて 車両を駐車枠に誘導する経路生

成アルゴリズムを考案する. 図4 車両の角度 5.評価実験

考案した枠線検出アルゴリズムで枠線を検出し、自車両の位置と姿勢の推定実験を行った。また、白線を検出できる可能範囲の調査を行った。使用したカメラのパラメータは高さ 1.5m、俯角 14 度、水平・垂直画角 90×50、解像度 960×540 である。検出対象の枠線の大きさは 5×2.5m、線の幅は 0.2mである。俯角から枠線を撮影できる 3m 地点から距離測定を開始した。

枠検出に対する自車両の位置推定結果を表1に示す.枠の前線から7m以上離れると枠線を検出できなかった.推定距離の誤差は0.4m以内であり,近づくと誤差は少なくなった.同様に枠線の長さも近づくと誤差は小さくなるが,3m地点では4~5mに比べると誤差が大きくなった.これは枠線の内側を測定しているためである.但し,枠線の長さに若干の推定誤差があっても,推定距離は枠中央からであるため,影響は少ないと考えている.

自車両の姿勢推定結果を表 2 に示す. 0°を正面 とし、枠線に対してカメラを 30°, 60°傾けた時 の角度を推定した.0°において枠の前線が画面座標のx軸と水平になるため、距離が変化しても推定角度に誤差は生じなかった.7mで推定角度の誤差が大きくなったのは、位置推定結果から枠線の長さの推定誤差が関係していると考えられる。全体の結果から、角度の推定は10°以下の精度であることが確認できた.

枠線検出アルゴリズムは枠の角を3つ以上発見できれば枠検出できる.3章の検出可能範囲の調査で、枠線間や角が一部欠損であっても検出が可能であった.この結果から、現実的に起こりえないように白線が消えていても駐車枠を検出できると確認できた.

表 1 位置推定結果

* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *				
距離	推定距離	枠線の長さ		
300cm	320~300cm	470× 200cm		
400cm	460~420cm	500× 240cm		
500cm	550~520cm	510× 240cm		
600cm	630~600cm	400× 180cm		
700cm	690cm	400× 180cm		

表 2 姿勢推定結果

距離	推定角度		
卢 上	0°	30°	60°
300cm	0°	25°	56°
500cm	0°	27°	59°
700cm	0°	23°	51°

6.まとめ

本研究では、枠線検出と枠線に対する自車両の位置と姿勢を求めるアルゴリズムについて説明した. 実験結果から、ガソリンスタンドの白線で構成された駐車枠を1台の単眼カメラで実用レベルの精度で検出可能であることが確認できた。傾斜がある地面の場合には、許容範囲を設けることで対応可能と考えている。今後は、既に考案済みの経路生成アルゴリズムの有用性を検証した後、経路追従としてPure pursuit アルゴリズムを採用した制御方法を導入し、駐車枠までの自動誘導システムを完成させる. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16723884 の助成を受けたものです.

参考文献

- 佐々木啓. "画像処理による車両誘導技術の研究." KYB technical review= KYB 技報 53 (2016): 33-36.
- 2) 植中裕史, 他, "駐車支援システムインテリジェントパーキングアシストの紹介."計測と制御 54, 11 (2015): 836-840.