

1. はじめに

自動車を運転する際、難しいとされているのは車庫入れや縦列駐車などである。このためドライバーを支援するために、バックモニタを装備した車が増えてきている。またドライバーの負担を更に軽減するために、画像処理を用いて障害物を検出する研究^[1]や、アラウンドビューモニタの開発^[2]などが行われている。

特に自動車教習所で学ぶ教習生にとって車庫入れや縦列駐車などは非常に難易度が高く、これらのセクションを運転する際に教習を支援するシステムがあれば、運転技術の習得に非常に有用である。本研究では、車両を TV カメラで撮影し、画像処理によって教習を補助する情報を検出し、車内に設置する端末に表示させる手法を提案する。

2. 一般道と自動車教習所の違い

一般道の場合、道路を走る車は種類や大きさ、色が定まっていない。またドライバーがどこを走り、どこに駐車を行うかはその時の状況によって変わるため、一般道でドライバーを支援をする場合、車に TV カメラを設置する必要がある。自動車教習所の場合は、教習所ごとに使用する車両は統一されている。また予め車両が走行する場所、車庫入れ等の課題を行う場所も決まっているため、道路上に TV カメラを設置することが可能である。

3. 提案内容

図 1 のように TV カメラを上方と側方に設置し、TV カメラから得られた画像を処理することにより、車の位置、車の角度、タイヤの切れ角を検出する。これらの情報があれば、自車がどのように走行するかを示す補助線や軌跡を求め、車内の端末に表示し、教習の支援を行うことが可能となる。

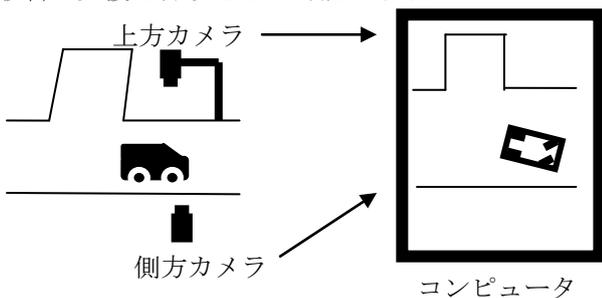


図 1 全体の概念図

4. 車両の角度の検出方法

4. 1. 直線スキャンによる方法

この処理では、上方カメラの映像を用いる。上方カメラで撮影した画像を 2 値化する。教習所内を淡色の車両が走行している状況を想定し、車両を白色の長方形で表現し、これを理想化した車体と呼ぶ。また背景は、路面を想定し黒色とした。その画像を直線状にスキャンし、車両の四隅を検出。四隅より車両の位置と角度を検出する。スキャンの方法は図 2 (a) から (d) の 4 種類の方法のスキャンを行う。

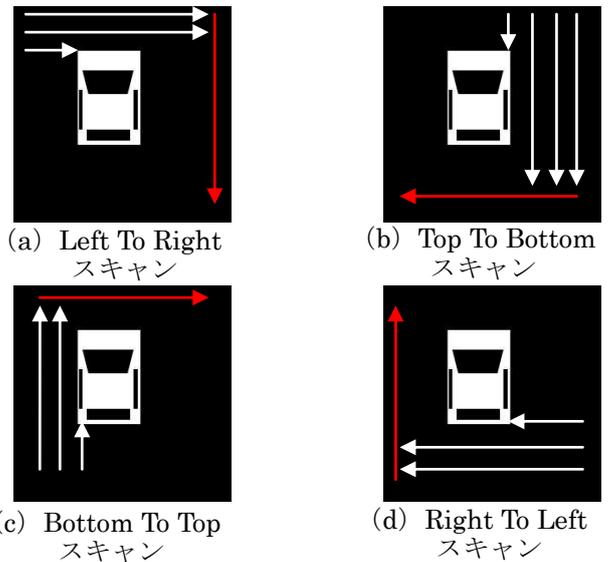


図 2 直線スキャン

理想化した車体に直線スキャンを適用した結果を図 3 (a) から (d) に示す。同図は、四隅を検出した後、それぞれの点を直線で結んだものである。同図より、四隅が正しく検出出来ていることが分かる。

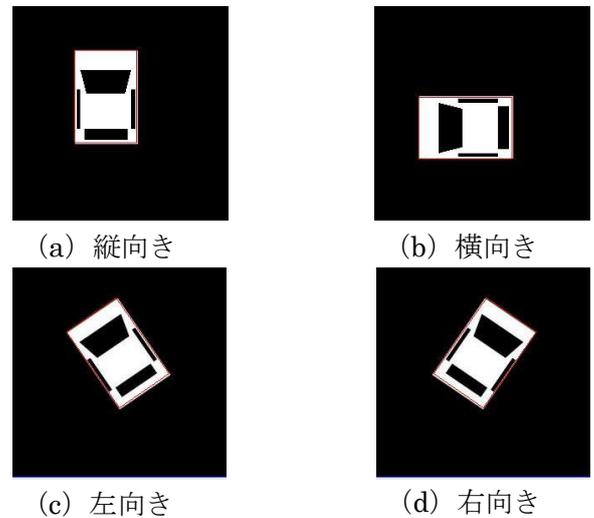


図 3 検出結果

直線スキャンが理想化した車体に有効であることが確認できた。次は自動車教習所で使用されている車両と同様の実車両 (図 4 参照) に対し、直線スキャンを適用する。



図 4 実車両

直線スキャンを適用した結果を図 5 に示す。同図は、実車両の四隅を検出した後、それぞれの点を直線で結んだものである。同図より車両の角度が正しく検出できていることが分かる。しかしながら、図 6 に示す例では、直線スキャンでは車両の四隅が正しく検出できなかった。



図 5 実車両の検出結果 (検出成功例)



図 6 実車両の検出結果 (検出失敗例)

4. 2. 円形スキャンによる方法

実車両での検出を安定的に行うために、円形スキャンによる方法を提案する。

図 7 は円形スキャンの概念図である。同図の長方形は、模擬的に車体を表したものである。

TV カメラで撮影した画像を 2 値化し、画像の重心 G を検出する。重心 G を中心とする半径 R の円で円形にスキャンを行う。このスキャンにより、円と車体の接点 $B1, B2$ を求める。ここで検出した接点 $B1, B2$ の中点を P とする。 P から垂直に下した直線と x 軸の交点を $x1$ とする。重心 G から中点 P までの長さを E 、 $x1$ と重心 G までの長さを F とする。この F と E より、道路に対する自車の角度 θ_b は (1) 式より求めることができる。

$$\theta_b = \cos^{-1}(F/E) \quad (1)$$

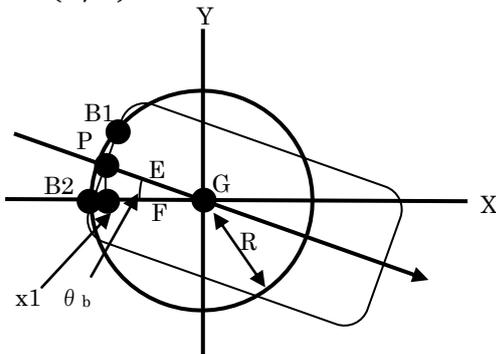


図 7 円形スキャンの概念図

5. 車輪の角度の検出方法

この処理では側方カメラの映像を用いる。側方カメラを撮像面が道路の辺縁と平行になるように設置する。タイヤが道路の辺縁と平行であれば、タイヤの画像は図 8 に示すように真円となる。しかしながら、タイヤが道路の辺縁に対して平行でなければ、タイヤの画像は左右に潰れ、図 9 に示すように楕円状に変形する。円検出ハフ変換は真円を精度良く検出できる手法である。そこで、側方カメラで撮影した画像に円検出ハフ変換を適用し、真円が検出できない場合は、画像を微少に回転した画像を作る。例

えば変換前の座標 X は、回転後は X' となる (図 10 参照)。この画像に再度円検出ハフ変換を適用する。この作業を真円が検出されるまで順次繰り返す。真円が検出された場合の θ を車輪の角度 θ_a とする。

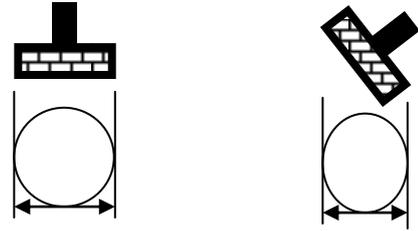


図 8 真円のタイヤ

図 9 楕円状のタイヤ

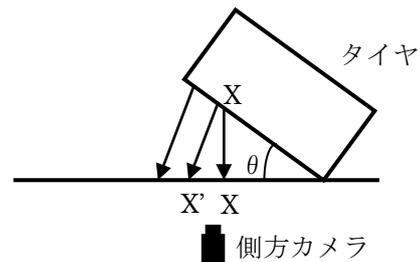


図 10 画像面の変換

6. タイヤの切れ角の求め方

上方カメラの画像と、側方カメラの画像を処理することにより、道路に対する自車の角度 θ_b 、道路に対するタイヤの角度 θ_a を検出することができた。そこで自車に対するタイヤの角度 θ_h は (2) 式で計算することができる。

$$\theta_h = \theta_a + \theta_b \quad (2)$$

θ_h (タイヤの切れ角) を求めることができれば、自車がどのように走行するかを示す補助線や軌跡を求め、車内の端末に表示し、教習の支援を行うことが可能となる。

7. あとがき

本研究では、車両を TV カメラで撮影し、画像処理によって教習を補助するのに必要な情報を検出し、車内に設置する端末に表示させる手法を提案した。

理想化した車体に直線スキャンを適用し、車両の位置と角度を検出できることを確認した。しかしながら、実車両に対しては誤検出を起こす場合があることも確認できた。実車両の位置と角度を検出する手法として円形スキャンによる方法を提案したが、この方法の実車両への適用については今後の課題としたい。

参考文献

- [1]川原考平, 小澤慎治, 柳川博彦: 画像処理を用いた駐車支援システム, 2003 年電子情報通信学会総合大会, p.244, 2003.
- [2]鈴木政康, 知野見聡: アラウンドビューモニタの開発, 日本機械学会誌 Vol.111, No.1073, p.52, 2008.

(2012 年 1 月 27 日)