

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.

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

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

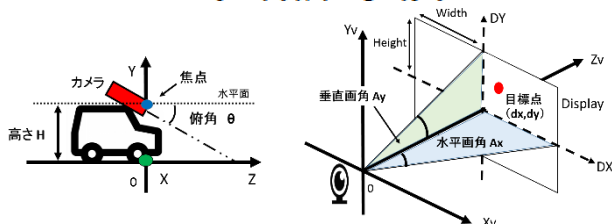


図3 カメラのパラメータ

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.

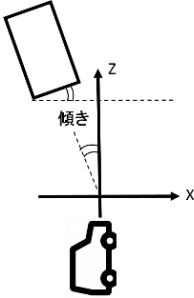


図4 車両の角度

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・垂直面角 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, 近づくると誤差は少なくなった. 同様に枠線の長さも近づくる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		
	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

- 1) 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.