

特徴点マッチングを用いた距離検出における

距離頻度分布に関する一考察

A Study on Distance Histogram in Distance Detection
by Feature Point Matching

嶋 好博† 大越 庸司† 木村 裕二† 三ツ木 太郎† 渡邊 健斗† 山本 一貴†

Yoshihiro Shima Youji Ookoshi Yuuji Kimura Tarou Mitsuki Kento Watanabe Kazuki Yamamoto

1. はじめに

自動車の安全性・交通効率の向上のため、自動車自体に前方の車両や歩行者などの障害物を検出する機能を搭載した運転者の支援システムが求められている[1]。画像から前方の車両までの距離を測定する場合、道路面や建物など背景から車両を分離検出する必要がある。本研究の目的は、ステレオ画像を用いた距離測定において、距離頻度分布に基づき、車両の領域及び距離を同時に検出することである。特徴点の視差から検出した距離に対する頻度分布を求め、頻度分布の最大値の距離を検出する手法を提案する。

2. 特徴点抽出を用いた距離の頻度分布による車両・距離検出

2.1 ステレオ画像の撮影

3D カメラ[2]で撮影したステレオ画像を用い、対象物までの距離を対応点に基づいた三次元計測により求める。図 1 に示す 3D カメラはレンズが 2 つあり、左右 2 枚 1 組のステレオ画像が得られる。交差光軸型光学系を使用し、左右のカメラの光軸が交差する輻輳点がある。輻輳点より遠方と近方とで、ステレオ画像のずれ方向が異なる。



(a)3D カメラの外観



(b)三脚と 3D カメラ

図 1 距離検出のための撮影装置

2.2 特徴点抽出

図 2 に特徴点マッチングを用いた距離検出の流れ図を示す。左右 2 枚の画像の特徴点を求め、視差から距離を算出する。距離の頻度分布の最大値から距離を検出する。画像の特徴点抽出手法として SURF を用いる[3]。SURF は画像の拡大縮小、照明変化や回転に対して普遍的な特徴点抽出が行える。特徴点の情報として特徴点の中心座標、スケール、基準角、128 次元の特徴ベクトルが得られる。

2.3 特徴点マッチングによる対応点の決定

対応点の決定処理では抽出した特徴点を基に、左画像と右画像で特徴点のマッチングを行う。マッチングは特徴ベクトル同士のユークリッド距離により比較し、特徴空間で最も距離が小さい場合を対応点とする[4][5][6]。

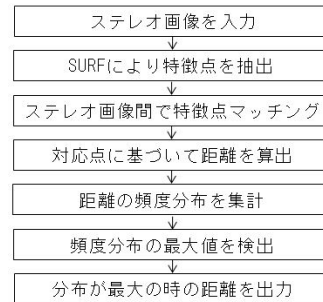


図 2 距離頻度分布に基づく距離検出の流れ図

2.4 対応点に基づく距離の換算

ステレオ画像間には視差による位置ずれが生じる。対応点の位置座標における x 座標の差を求め、これを対応点の位置ずれとする。この位置ずれを距離に換算する[4]。

2.5 距離の頻度分布に基づく距離の検出

画像は対象となる車両領域とそれ以外の背景領域の 2 つに大別できる。自動車の場合は車両後部面に対して複数の対応点が存在するため、同じ距離を持つ対応点が多数集まる。一方背景の場合は線や点として対応点が存在するため距離の異なる対応点が少数集まっている。そのため自動車の位置する距離に対して頻度分布が高くなる。この分布の特長を利用する。全ての対応点に対して距離を求め、距離の頻度分布を集計する。その分布において最大値を求め、その距離を検出距離とする。図 3 に拡大した撮影距離 5m 左画像の対応点の分布例を示す。対応点の色が赤色に近いほど近距離を表し、緑色に近いほど遠距離であることを表している。車両後部面であるナンバープレート周辺に対応点が集中している。一方、背景においては多くの対応点は離散的で距離にばらつきがある。

3. 距離の頻度分布による車両・距離検出実験

3D カメラで自動車後部を撮影する。撮影時の距離間隔は 0.5 m から 1.5 m までは 0.5m 間隔、1.8 m から 2.2 m までは 0.1m 間隔、2.5 m から 5.0 m までは 0.5m 間隔とする。図 4 にサンプル画像例を示す。また、カメラの高さ 88.5cm、画像サイズは横 3648×縦 2736 画素である。なお、対応点決定の処理の条件は、特徴点が最近点であり且つその特徴空間での距離の閾値が 0.1 未満である。図 5 に特徴点マッチングにおける対応点の例を示す。

図 6、図 7 に対応点における検出距離の頻度分布を示す。個数分布の最大値をもつ距離を検出する。図 8 は車両抽出に基づく距離検出結果であり、表 1 は撮影距離毎の検出距離の誤差を示す。誤差の割合は遠距離ほど小さい。

†明星大学理工学部

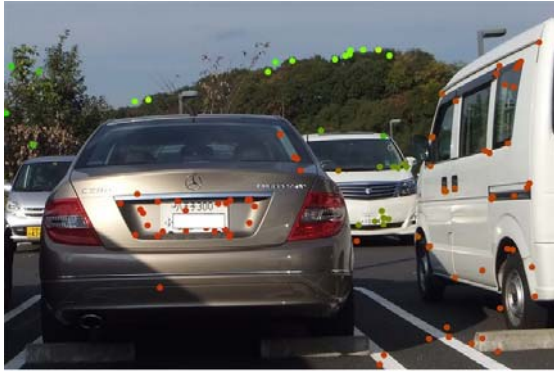


図3 ステレオ画像の対応点分布例(距離 5.0m, 左画像)



(a)距離 5.0m(左画像)



(b)距離 5.0m(右画像)



(c)距離 0.5m(左画像)



(d)距離 0.5m(右画像)

図4 距離ごとのステレオ画像の例



図5 画像間の対応点の例(距離 5.0m,線は対応を示す)

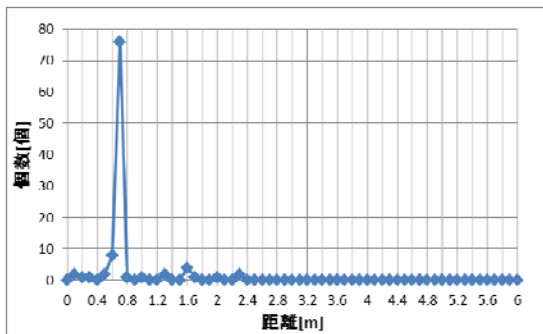


図6 対応点による検出距離の頻度分布(撮影距離 0.5m)

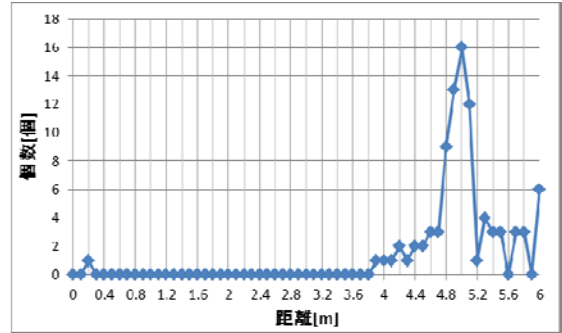


図7 対応点による検出距離の頻度分布(撮影距離 5.0m)

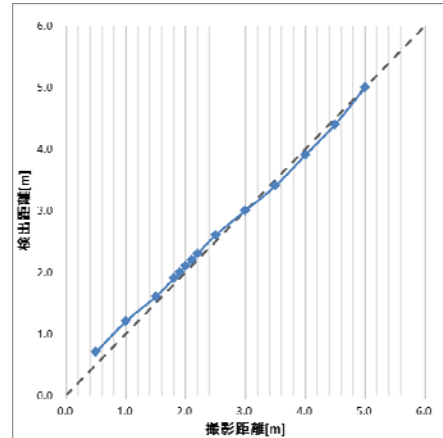


図8 車両抽出に基づく距離検出の結果

表1 撮影距離ごとの検出距離の誤差

撮影距離[m]	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	4.5	5.0
検出誤差[m]	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0

4. おわりに

特徴点抽出と特徴点マッチングによる対応点の決定を基とし、距離の頻度分布から自動車までの距離を検出した。頻度分布により求めた検出距離は自動車画像の撮影距離とほぼ同じ距離であった。頻度分布の最大値により自動車までの距離が求まることを実験的に示した。

今後の課題は、近距離での検出誤差を小さくするとともに、100m など遠距離における車両の検出について実験及び改良を行うことである。

参考文献

- [1]安居院猛ほか,画像処理を用いたナンバープレート領域の抽出に関する研究, 信学論 D 70(3), p560-566, 1987.
- [2]FUJIFILM 3D デジタルカメラ, FinePix REAL3DW1, <http://fujifilm.jp/personal/3d/index.html>
- [3]Herbert Bay, etc.: Speeded-Up Robust Features(SURF), Computer Vision and Image Understanding 110, pp.346-359,2008.
- [4]山本一貴 ほか, 3D カメラ画像の特徴点マッチングによる距離検出の一検討,平 24 電学全大,3-050,Vol. 3, p.74, 2012.03.21
- [5]山本一貴 ほか, 奥行き検出のための SURF における特徴点抽出パラメータの一検討, 第 11 回情報科学技術フォーラム, H-023, pp.167(第 3 分冊)-168,2012.09.06.
- [6]山本一貴 ほか, 特徴点マッチングを用いた距離検出における領域限定の一検討, 2013 信学総大, D12-36, 2013, 03.20.