

距離画像とリフレクタンス画像を用いた移動体識別

Axel Murguet ○岩下友美 倉爪 亮 (九州大学)

Classification of vehicles using distance and reflectivity images

Axel Murguet, *Yumi Iwashita, Ryo Kurazume, Kyushu University

Abstract — This article presents a use of distance data to enable advanced object recognition obtained with a laser measurement system with a wide aperture. In order to illustrate the benefits of using this information in addition to the classical distance data, we have chosen to analyze the traffic on a road. Our goal is to be able to identify in real time the kind of the vehicles (car, bike, bus...) and in the special case of buses to read the company name. As distance data are inadequate to read texts, we used reflectivity data. This article gives some examples of what kind of pictures can be obtained from the reflectivity data of laser measurement systems and how we can combine the distance and reflectivity data for the traffic analysis problem.

Key Words: Reflectivity data, Laser measurement system, Object recognition

1. はじめに

SICK LMSシリーズや北陽電機URGシリーズなど、2次元スリット状の距離情報が得られるTOF (Time Of Flight) レーザレンジファインダは、移動体検出や走行面状態の検出などで近年多く利用されている。通常、これらのTOFレーザレンジファインダでは、距離情報とともに、距離情報と一対一に対応する反射光強度 (リフレクタンス) の情報が得られる。この距離計測の副産物ともいえるリフレクタンス情報は、これまでテクスチャマッピング[1][2]や路面の状態検出[3]などに用いられているが、本報告ではこのレーザレンジファインダから得られる2つの情報 (距離画像, リフレクタンス画像) を道路交通量調査へ適用し、移動体数のみならず、例えばバス会社名などの画像情報も同時に計測することを試みる。距離情報は奥行き値の急激な変化から移動体の切り出しが容易であり、一方リフレクタンス情報からは、写真と同様に移動体側面に描かれた模様を夜間でも安定して読み取ることができる。そこで本報告では垂直方向にレーザを投射するようにレーザを路肩に固定し、レーザ面を通過する移動体 (バイク, バス, 自動車, トラックなど) の判別, およびバス側面に描かれたバス会社のロゴから会社名の検出を、1台のレーザレンジファインダで行うことを試みる。

2. 実験環境

実験に使用したレーザセンサはSICK LMS151 (図1) であり、270°の視野を0.5°刻み50Hzで計測できる。このレーザセンサを図2に示すようにレーザスリット光が縦方向に投射されるように三脚上に設置し、連続計測した奥行き値とリフレクタンス値を時間方向に記録した距離画像, リフレクタンス画像から、計測面を通過する移動体 (バイク, バス, 自動車, トラック) を識別する。



Fig. 1 SICK LMS151

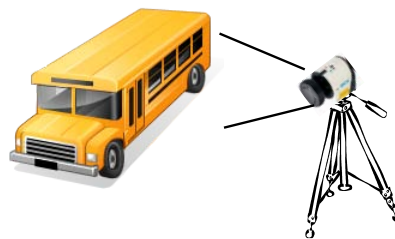


Fig. 2 Experimental setup

得られた距離画像とリフレクタンス画像の例を図3に示す。この例では、バスとバイクが計測されている。

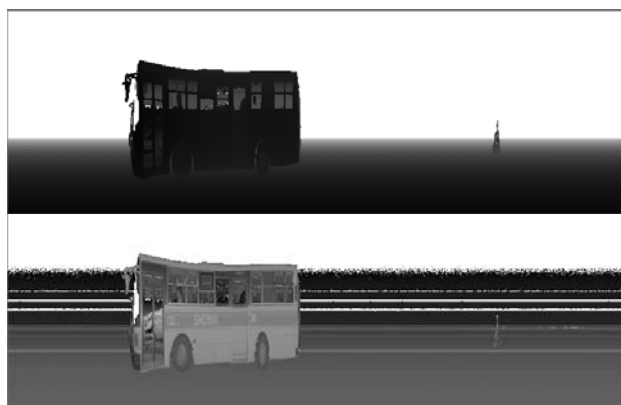


Fig. 3 Distance and reflectance data

次に距離画像に対して動的輪郭モデル (Snakes) を適用し、移動体領域を切り出した (図4)。距離画像は移動体前後で奥行き値が急激に変化することから、リフレクタンス画像やカメラ画像に比べて移動体の切り出しが容易である。

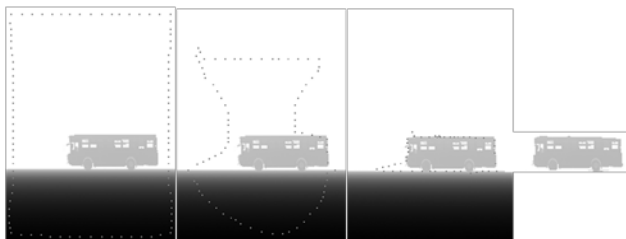


Fig. 4 Object extraction by Snakes

切りだされたバイク，自動車，トラック等の例を図5に示す。



Fig. 5 Extracted bicycles, cars, and trucks in distance images

これらの距離画像を用い，バスや自動車など移動体の種類を識別した．まずSnakesによって切り出された多数枚の学習用画像を用意し，各領域に外接する矩形領域を縦3x横2の6つの小領域に分割する．次にそれぞれの小領域での距離の平均値を求め，小領域の縦横のサイズと共に移動体の特徴量とする．実行時には，学習画像から得られた特徴量をk-NN（実験ではk=3）により抽出し，種別を決定した．55枚（バイク18，バス8，自動車14，トラック4，その他・抽出失敗11）の学習用画像に対して，96枚の画像の認識実験を行った結果を表1に示す。

Table 1 Classification accuracy

| | Bikes | Busess | Cars | Tracks | Invalid |
|-----------|-------|--------|------|--------|---------|
| Images | 29 | 16 | 41 | 1 | 9 |
| Detected | 28 | 16 | 40 | 2 | 10 |
| Correct | 26 | 16 | 36 | 1 | 7 |
| Precision | 93% | 100% | 90% | 50% | 70% |
| Recall | 90% | 100% | 88% | 100% | 78% |

次に，バスと識別された距離画像に対して，同領域のリフレクタンス画像を用いて，車体に描かれたロゴを検出する．図6に，バスの距離画像と，それに対応するリフレクタンス画像の例を示す．また図7に3種類のバスに対するリフレクタンス画像を示す。



Fig. 6 Distance and reflectance images of a bus



Fig. 7 Reflectance images of buses

図7に示すように，一部のバスのリフレクタンス画像からは，側面に書かれたバス会社のロゴが読み取れる．これは図6の距離画像からは得られない情報であり，リフレクタンス画像を用いることで，写真を同時に撮影したのと同様の情報が得られる．例として，図8にバス会社のロゴを抽出した結果を示す．なお，カメラで同期して撮影することでも同様の情報は得られるが，本システムは後述のように画像の切り出しや夜間撮影などの優位点がある。



Fig. 8 Logo of the bus company in reflectance image

この情報を基に移動体のリフレクタンス画像から上記のバス会社のロゴを識別する実験を行った．まず学習用画像のロゴと実行時画像のロゴから多数のSURF特徴量を抽出し，RANSACにより両画像間のホモグラフィ行列を求めた．次に全てのSURF特徴量間の残差を再計算し，総和が小さいものを学習用ロゴと同一と判定した．得られたロゴの一例を図9に示す。



Fig. 9 Logo extracted automatically

実験結果を表2に示す．バスの画像14枚のうち，このロゴを付けたバスは8枚，検出数7枚，正解数6枚であり，適合率86%，再現率75%であった。

Table 2 Recognition rate

| Images (Targets) | Detected | Correct | Precision | Recall |
|---------------------|----------|---------|-----------|--------|
| 14(8) | 7 | 6 | 86% | 75% |

3. まとめ

本稿では、レーザレンジファインダから得られる距離情報とリフレクタンス情報を同時に用い、移動体の分類を行う手法を提案した。

本手法は

1. 光源不要で夜間でも取得できる
2. 距離情報を用いることで、移動体の切り出しが容易
3. カメラなど他のセンサが必要ない

などの特徴を有する。

参 考 文 献

- [1] 倉爪 亮, 西野 恒, M.D.Wheeler, 池内 克史, リフレクタンスエッジと濃淡エッジを用いたテクスチャのラインメント, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J85-D-II, No.6, pp.1038-1046, 2002.
- [2] 梅田和昇, ギー・ゴダン, マーク・リュウ, こう配拘束と距離濃淡画像を用いた距離画像とカラー画像のレジストレーション, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-II, No.8, pp.1469-1479, 2005.8.
- [3] 斎藤哲平, 黒田洋司, 都市環境におけるレーザの反射強度を利用したオンライン走行領域解析, 第15回ロボティクスシンポジウム講演予稿集, pp.7-13, 2010