

道路周辺の3次元情報と車載カメラ画像による 車両の位置姿勢推定

黒部 聡亮[†] 中島 雅貴[†] 原 孝介[‡] 木下 久史^{*} 齋藤 英雄[†]

[†]慶應義塾大学 理工学部 [‡]DENSO IT LABORATORY, INC. ^{*}DENSO CORPORATION

1. はじめに

近年、自動車の自動ブレーキ[1]に始まり、自動運転アシスト機能[2]、そして自動運転の研究[3]が盛んに行われている。これらの技術の進歩によって従来人間が行っていた処理をコンピューターに計算させることが可能となってきた。しかし、自動運転等の技術が進歩するに従って、それに付随する事故も多発している問題点もある。

そこで、本研究では近年多くの車に搭載されているドライブレコーダの画像を用いることで車両の位置姿勢を正確に推定する手法を提案する。あらかじめ事故が多発する交差点や路地を、高精度なレーザースキャナを用いて3次元点群として取得しておく。そして、多くの車に搭載しているGPSの位置情報をもとに、点群から候補画像を複数生成し、ドライブレコーダの画像とマッチングすることで車両の位置姿勢を推定する。

評価実験では、実際のドライブレコーダの画像を用いて、そのドライブレコーダ画像が撮影された瞬間の車両の位置姿勢を推定し、本提案手法の有効性を確認した。

2. 提案手法

2.1 候補画像の生成

本提案手法の事前準備として、高精度なレーザースキャナを用いて交差点や道路の3次元位置情報とRGB値の情報を含む点群を取得する。ドライブレコーダの画像が撮影された瞬間の車両の位置姿勢は、多くの車に搭載されている精度の悪いGPSによって分かっているものとする。この位置姿勢を参考に半径3m、角度30°の範囲で射影変換行列を用いて点群を画像平面に投影し候補画像を以下のように複数生成する。

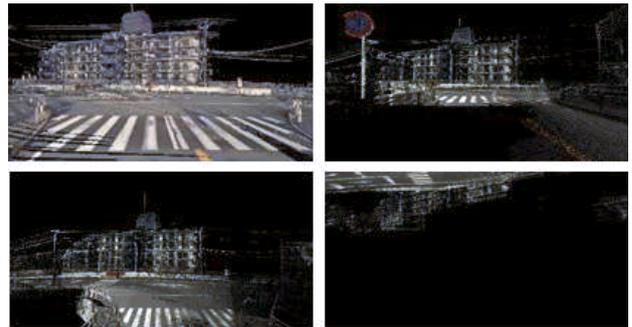


図1 候補画像の生成

誤差を許容することで図1のように複数枚の候補画像が生成される。これらの画像1枚1枚とドライブレコーダ画像をAKAZE特徴量[4]を用いてマッチングする。そして、マッチングに成功している点が15個以上のもので、マッチングの距離の平均が最も小さい生成画像を位置姿勢推定に使用する画像として決定する。

2.2 候補画像とドライブレコーダ画像の対応け

本提案手法ではAKAZE特徴量を用いることで生成した複数の画像とドライブレコーダ画像のマッチングを行う。図2,3はマッチングに成功している例を示している。

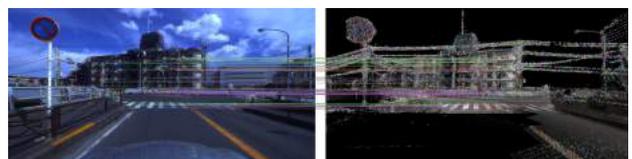


図2 マッチング結果①

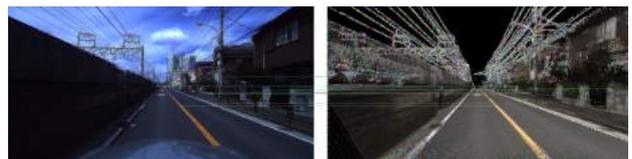


図3 マッチング結果②

射影変換行列を算出するのに十分な対応点を取得する。

Vehicle Position Estimation by Three-Dimensional Information around Road and Vehicle-mounted Camera Image

Akiyoshi Kurobe[†], Masaki Nakashima[†], Kousuke Hara^{††}, Hisashi Kinoshita[‡], and Hideo Saito[†]

[†]Keio University, ^{††}Denso IT Laboratory, Inc.,

^{*}DENSO CORPORATION

2.3 車両の位置姿勢推定

2.2 節のマッチングによりドライブレコーダ画像と3次元点群から生成した画像のマッチングを行なった。ドライブレコーダ画像が撮影された瞬間の車両の位置姿勢を推定するためには、ドライブレコーダ画像上でマッチングに成功している点に対応する生成画像のピクセルに投影された3次元情報が必要である。そこで本提案手法では特徴点に最も近いピクセルに投影された点の世界座標とそれに対応するドライブレコーダ画像における特徴点の画像座標の関係から、ドライブレコーダ画像に対応する射影変換行列を計算し、カメラ行列を用いて車両の位置姿勢の計算を行なった。

3. 評価実験

評価実験では、ドライブレコーダで動画を撮影し、その動画のフレーム化を行い入力した画像を生成した。評価実験ではドライブレコーダ画像を入力として車両の位置姿勢を推定し RTKGPSにより求めた真値と比較をすることで本研究の有効性を評価する。なお、姿勢に関しては、真値を得ることができないので、本稿では位置に関してのみ比較を行う。

3.1 評価実験環境

実験には、PC(Intel Core i7-6567U 64GB)、ドライブレコーダ、レーザスキャナを使用した。ドライブレコーダは図のように車に設置し撮影した。なお、本研究ではドライブレコーダのカメラキャリブレーションを行い歪みも考慮した位置姿勢推定を行なっている。本稿ではある1つのシーンに関して、1枚のドライブレコーダ画像を入力とした際の本提案手法の有効性を確認するための実験を行なった。

3.2 結果と考察

以下にドライブレコーダを入力とした際に出力される車両の位置の推定結果と真値との誤差を示す。

表1 推定結果 (位置)

	本手法(m)	真値(m)	誤差(m)
x	-366.27	-366.32	0.05
y	11.188	11.952	0.764
z	-437.33	-440.68	3.35

推定結果では位置に関しては概ね期待通りの精度が得られた。誤差の原因として考えられるのは点群を取得する際のレーザスキャナによる測定誤差、マッチングに成功した点に対する世界座標を取得する際に、小数点以下の情報を

切り捨ててしまっていることに起因していると考えられる。本提案手法では1フレームのみの実験を行なっているが、複数のシーンに用いることで、車両が事故を起こした直前直後に描いた奇跡を復元することもできる。

4. むすび

本稿では、予め取得しておいた3次元点群を用いることでドライブレコーダ画像を入力として、そのドライブレコーダ画像が撮影された瞬間における車両の位置姿勢を推定する手法を提案した。そして、実際のドライブレコーダ画像を入力として高精度に車両の位置姿勢を推定できることを確認した。また、本提案手法を複数のシーンに適用することで車両の描いた奇跡を3次元的に復元できることも示した。

謝辞

本研究は、経済産業省「平成 28 年度スマートモビリティシステム研究開発・実証事業（事故データベースの構築技術の開発）」による成果である。

参考文献

- [1] Bo T, Stanley C, Zhi H and Yaobin C., "Pedestrian protection using the integration of V2V and the Pedestrian Automatic Emergency Braking System," 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), pp. 2213 - 2218
- [2] M.Do, K. Zeng, T. Wada, S. Doi, N. Tsuru, K. Iasaji and S. Morikawa., "Steering-assist control system on curved road using car-to-car communication," (ITSC) 2013, pp. 1 - 6
- [3] R. Sasaki and S. Yasunobu., "An intelligent auto-driving system by interactive acquisition of driving knowledge as information on route" The 7th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems(ITSC), pp. 179 - 182
- [4] Pablo F. Alcantarilla, Jesús N and Adrien B., "Fast Explicit Diffusion for Accelerated Features in Nonlinear Scale Spaces," British Machine Vision Conference (BMVC). Bristol, UK. September 2013, pp. 13.1 - 13.11