

車載カメラ画像処理アルゴリズム評価のための自由視点画像生成 Free-viewpoint Image Rendering for Evaluating Image Processing Algorithms for In-vehicle Camera System

小甲啓隆[†]
Akitaka Oko
町田貴史[‡]
Takashi Machida

糸秀行[†]
Hideyuki Kume
佐野範佳[‡]
Noriyoshi Sano

佐藤智和[†]
Tomokazu Sato
横矢直和[†]
Naokazu Yokoya

1. はじめに

近年、自動車の安全運転の支援を目的として、車載カメラシステムを対象とした様々な画像処理アルゴリズムが開発されている。従来、これらの画像処理アルゴリズムの評価は、実走行によって取得した画像群を用いて行われてきた。しかし、車載カメラの取り付け位置は車種毎に異なるため、車種毎の評価が必要とされることに加え、異なる車線や進路変更などの様々な状況に対応する走行環境の評価を行うためには、膨大な距離の実走行が必要となり、多大なコストが掛かるという問題が生じている。

この問題に対し、三次元モデルを用いてシミュレーション環境を構築し、走行環境を想定した仮想カメラ画像をCGで生成することで、低コストに画像処理アルゴリズムを評価するシステムが開発されている[1]。しかし、単純なCGにより生成された模擬画像を用いた評価結果と実画像を用いた評価結果は異なるため、CGによる模擬画像は実画像の代替として使用するには不十分である[2]。

一方、Onoら[3]は、ビルや空などの遠景についてはImage Based Renderingに基づき実画像を変形することで、より写実性の高い走行環境の仮想カメラ画像の生成を行っている。ただし、この手法では道路やガードレール・他車両などの近景に存在する物体はModel Based Renderingに基づいて生成されるため、前述の手法と同様の問題が残されている。

本稿では、車載型三次元計測システムにより取得した三次元点群を入力として、Hybrid Renderingによる自由視点画像生成[4]を行うことで、近景を含むシーンに対する任意の視点位置・姿勢での写実的な走行環境の仮想カメラ画像を生成する手法を提案する。

2. 走行環境を対象とした自由視点画像生成による仮想カメラ画像の生成

Hybrid Renderingは、視点位置に依存した奥行き情報を用い、あらかじめ取得した画像群から適切なテクスチャを選択しマッピングすることで、大幅な視点変更を行った場合にも、高品質な画像生成を行えるという特徴を持つ。以下では、Hybrid Renderingを用いて、任意の視点位置における走行環境の仮想カメラ画像を生成する手法を述べる(図1参照)。

(a-1): 車載レーザスキャナ等を用いて、走行シーン周

[†]奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

[‡]株式会社豊田中央研究所

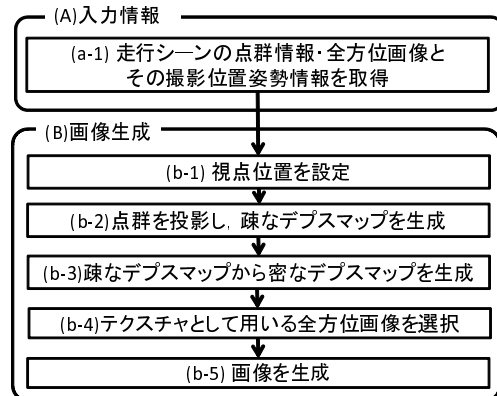


図1: 画像の生成手順



図2: 車載型三次元計測システムにより取得した情報 (i) 三次元点群と全方位画像の撮影位置・姿勢 (ii) C_0 地点で取得した全方位画像

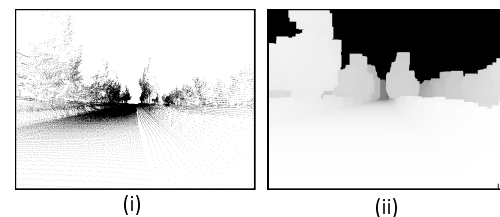


図3: 生成した奥行き画像 (i) 疎な奥行き画像 (ii) 密な奥行き画像

辺の三次元点群、全方位画像およびその撮影位置・姿勢情報を取得する(図2参照)。

(b-1): 仮想カメラの位置・姿勢を設定する。

(b-2): 設定した仮想カメラに三次元点群を投影することで、疎な奥行き画像 D_s を生成する(図3(i)参照)。

(b-3): D_s から密な奥行き画像 D_d (図3(ii))を生成する。本報告では座標 (x, y) の D_s , D_d の奥行き値を $D_s(x, y)$, $D_d(x, y)$ として、一定サイズのウィ

ンドウ \bar{w} を用いて以下の式により D_d を生成する.

$$D_d(x, y) = \min_{(u, v) \in \bar{w}} D_s(x + u, y + v)$$

(b-4) : 生成した D_d から画像を生成する. ここではまず, 図4に示すように $D_d(x, y)$ に対応する三次元点 P と, 仮想視点位置 C , 全方位画像の各取得地点 C_j の三点の成す角 α_j および, P と全方位画像の各取得地点 C_j の間の距離 d_j を用いて, 以下の式を満たす i フレーム目の全方位画像を選択する.

$$i = \operatorname{argmin}_j (\alpha_j + kd_j) \text{ subject to } \hat{d}_j > d_j - th$$

なお, 式中の k は重み定数である. また, \hat{d}_j は事前に地点 C_j に対して作成した全方位奥行き画像上における点 P 方向に対する奥行き値であり, 点 P の可視判定に用いる. ここでは \hat{d}_j が d_j よりも閾値 th 以上小さいとき, j フレーム目の全方位画像上では P が遮蔽されているものとし, これを使用しない.

(b-5) : P を選択した地点 C_i に対応する全方位画像に投影することで, 合成画像上における座標 (x, y) の画素値を取得し, 画像の生成を行う.

3. 実験

本実験では, トプコン社製車載型三次元計測システム IP-S2 を用い, 三次元点群および全方位画像を収集し, 入力として用いた. データの収集は中央分離帯で隔てられた片側二車線の道路で行い, 左車線を走行して収集した. 本実験では, 走行車線および追い越し車線を走行する他車両が存在しない約1kmの区間のデータを用いた. 生成した画像の解像度は 800×600 pixel である. ここでは, 車線変更を模擬したカメラパス上に仮想カメラを設定し, 提案手法を適用することで, 図5に示すような画像生成を得た.

生成結果から, 車線変更を行ったかのような一連の画像を生成することができた. 一方で, 視点位置の変化量が大きくなる5~8フレーム目の生成画像上でアーティファクトが認められた. アーティファクトの存在は, 画像処理アルゴリズムの評価において誤検知などの悪影響を及ぼすと考えられる. これは, 主として生成した奥行き画像が真値と乖離していることが原因で引き起こる現象であり, 奥行き画像の生成アルゴリズムを改良することで解決できると考えられる.

4. まとめ

本稿では, 車載カメラの画像処理アルゴリズムの評価に使用するための走行環境映像を生成するために, 車載型三次元計測システムにより取得した三次元点群を用いた Hybrid Rendering による手法を提案した. 今後は, 本手法で生成した仮想カメラ画像を画像処理アルゴリズムに入力し, その結果の評価を行う予定である.

謝辞 本研究の一部は, 日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤研究 (A), No. 23240024) による.

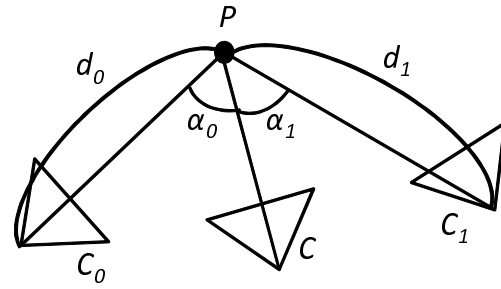


図4: 全方位画像の選択基準

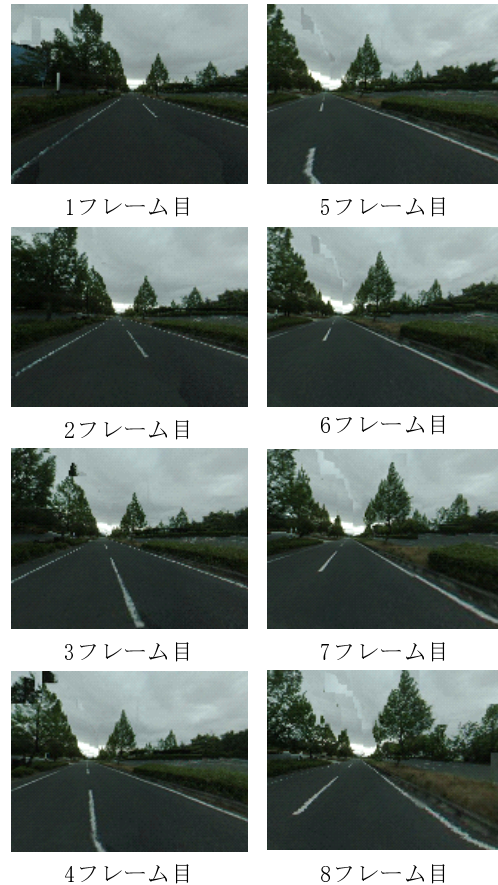


図5: 画像生成結果

参考文献

- [1] TASS prescan, <http://www.tass-safe.jp/>
- [2] 安田 浩志, 山田 直之, 寺本 英二: “歩行者検出システム開発のための模擬カメラ画像評価尺度の検討”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-11-80, p.80, 2011.
- [3] S. Ono, R. Sato, H. Kawasaki, and K. Ikeuchi: “Image-Based Rendering of Urban Road Scene for Real-time Driving Simulation”, ASIAGRAPH, 2008.
- [4] T. Sato, H. Koshizawa, and N. Yokoya: “Omni-directional Free-Viewpoint Rendering Using a Deformable 3-D Mesh Model”, Int. Journal of Virtual Reality, Vol. 9, No. 1, pp. 37-44, 2010.