

Point Correspondence Discovery through
Feature Space Integration
for 3D Pose Estimation

February 2021

Akiyoshi Kurobe

報告番号	㊦ 乙 第	号	氏 名	黒部 聡亮
主 論 文 題 名 : Point Correspondence Discovery through Feature Space Integration for 3D Pose Estimation (3次元姿勢推定のための特徴空間統合による点对応の発見法)				
(内容の要旨) カメラや物体の姿勢推定において、画像 (2D) や3次元点群 (3D) における点の対応関係を発見する技術は屋内外環境下において動作する自律システムによって重要な技術である。これまでに数多くの従来手法が提案されたが、それらはリアルタイム動作を優先するために、スケール不定性やキーフレームベース、事前学習の必要性において大きな問題を抱えている。本論文ではまず、画像と3次元点群からカメラの位置姿勢を推定するフレームワークを提案する。提案手法は3次元点群から生成した複数の候補画像全てとカメラ画像のマッチングを行うことで特徴量空間を統合することに焦点を当てており、直接的な比較が困難な2D-3D間の対応関係を発見する。実験を通して、LiDARにより測定した3次元点群内とその内部を走行した車載カメラ画像に対して提案手法を適用することで、車両の走行軌跡の3次元復元を行った。RTK-GPSによる測定結果を真値として、車両の位置を定量的に、推定した位置姿勢に基づいて点群から生成した画像から定性的に評価した。 本論文ではさらに、3次元点群のレジストレーションによる物体の3次元姿勢推定を目的とした3D-3D間の対応関係を発見するDeep Neural Networkベースの手法を提案する。従来手法には、予めレジストレーションが概ね成されている状況下でのみ動作する点、3次元点群の局所的な特徴量のみを考慮している点に大きな問題を抱えている。提案手法は、3次元点群の大域的な特徴量空間を考慮し対応関係を回帰させることで従来手法の課題を解決する。実験を通して、古典的なアルゴリズム及び最新のDeep Neural Networkベースの手法と比較し、提案手法がより正確に物体の姿勢を推定できることを定量的に示し、従来手法が苦手とする物体の形状に対しても正確に推定が行えることを定性的にも評価した。				

Thesis Abstract

No. _____

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> "KOU" <input type="checkbox"/> "OTSU" No. *Office use only	Name	Akiyoshi Kurobe
Thesis Title Point Correspondence Discovery through Feature Space Integration for 3D Pose Estimation			
Thesis Summary <p>For camera or object pose estimation, discovering correspondence is vital to many autonomous systems working in indoor and outdoor environments. Correspondence discovery techniques and their applications are divided into three topics: 2D-2D, 2D-3D, and 3D-3D, in terms of input dimensions, where 2D and 3D present RGB image and point cloud, respectively. Although many approaches on each topic have been proposed, they face critical issues of scale ambiguity, keyframe-based, time-consuming pre-learning, and initial sensitivity, because they have input data constraints, real-time behavior priority, and non-fulfillment of input data.</p> <p>This thesis firstly proposes a framework of 2D-3D correspondence discovery for estimating a camera pose with vehicle camera image and LiDAR point cloud, which can process every frame (not selecting only keyframes) and calculate the absolute camera pose (not having a scale ambiguity). The proposed method employs an algorithm to unify the input data dimensions by generating candidate images from the 3D point cloud for a feature space integration. This feature space integration allows for the correspondence discovery between different dimensions' data.</p> <p>This thesis experimentally demonstrates that the proposed method can accurately estimate the vehicle pose and shows the possibility of integration with conventional methods.</p> <p>This thesis also proposes a novel deep learning-based 3D-3D correspondence discovery method for point cloud registration called CorrespondenceNet (CorsNet). In contrast to the conventional approaches, the proposed method integrates feature spaces of global features with per-point local features to effectively utilize point cloud information and regresses the point cloud correspondence. Due to this feature space integration, the point correspondence is robustly estimated without being affected by the initial perturbation.</p> <p>Through experiments, the proposed method is trained as well as the latest conventional approach and well-known classical algorithms using a dataset, validating the accuracy of the seen and unseen category registration. This thesis also discusses the benefits obtained from regressing the correspondence based on the experimental results.</p>			