

令和元年6月21日現在

機関番号：15101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16087

研究課題名(和文)多値高階グラフマッチングによる高速かつ省メモリな多元画像のマッチング

研究課題名(英文)Fast and memory-less multi modality image matching based on higher order graph matching

研究代表者

小山田 雄仁(OYAMADA, Yuji)

鳥取大学・工学研究科・助教

研究者番号：30708615

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：当初の計画を変更し、以下のEnd to endの処理体系を構築した。課題1. 深層学習による2画像間の剛体運動推定：現在論文誌へ投稿する準備を進めている。課題2. 画像の幾何学的特徴量・局所特徴量の応用研究：初年度の成果を利用し、画像の幾何学的特徴量や局所特徴量を利用した応用研究を行い、2件の体外発表を行った。画像の幾何学的特徴量とGraph Matchingを利用することで透明マーカの検出・追跡に関する研究を行った。多元画像のマッチングは原理上可能であることは確認したが、従来手法との比較などは今後行っていく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像のマッチングは複数枚の画像を比較し画像から有用な情報を抽出するために必要な前処理である。深層学習による画像のマッチングにより、既存の画像解析システム・アプリの適用先が広がると考えられる。

研究成果の概要(英文)：I have changed the original research plan and done the following works. Task 1 is a deep learning solution for a rigid motion estimation from 2 images. Task 2 is an application based on the previous outcome such as transparent markers and inpainting. I have done 2 presentation in international conference and received 1 Honorable Mentions for a poster presentation. I have conducting some experiments to compare the method and state-of-the-arts on multi modality image matching.

研究分野：Computer Vision

キーワード：Image Matching Deep Learning

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

画像・映像の計測装置の開発・普及を背景に、異なる計測装置から得られた画像(多元画像)の統合・解析の需要が増大している。医療の分野ではCTやMRI、超音波映像の統合を目指した多元計算解剖学(研究課題番号26108001)が創生され、産業分野ではカラー画像と距離画像を同時に撮影する装置(Microsoft社KinectやIntel社RealSenseなど)が開発されている。見た目の異なる多元画像の情報を統合・解析するには、多元画像のマッチングが必須となる。

コンピュータビジョンの分野では、単元画像を対象とした非剛体のマッチングや画像の見えの変化に対して頑健な物体のマッチングが主流であり、(1)特徴点マッチングによる手法と(2)グラフマッチングによる手法の二つに大別できる。特徴点マッチングが画像上の特徴的な点を画像情報(輝度や勾配)に基づいて比較するのに対して、グラフマッチングは特徴点の集合から二値のMRFとしてグラフを構築し、映像情報とグラフ構造に基づいた比較を二値のMRF上で行う。グラフ構造は画像の種類に依存しないためグラフマッチングは多元画像のマッチングに適した手法であるものの、既存手法は全連結グラフを対象としているためグラフサイズに対して計算コスト・メモリ使用量が指数関数的に増大する欠点がある。また、対象とするデータ(2次元画像や3次元データ)に適した幾何学的情報を選択しなければいけないといった汎用性の低さも問題になっている。多元画像の統合・解析をビッグデータに適用するためには、高速かつ省メモリで汎用的なグラフマッチングの研究・開発が期待されている。

2. 研究の目的

申請者は、幾何学的情報を利用したマッチングとその応用例である赤外線カメラとカラーカメラ(多元画像)の校正、幾何学的情報を利用した高速物体追跡、多値高階グラフカットによるCT画像の領域分割といった研究を行い、二値高階グラフカットを利用した非剛体マッチングに取り組んでいる。

これらの研究背景を基に、本研究課題は局所的剛体運動の一貫性を考慮した多値高階グラフマッチングによる高速かつ省メモリな多元画像のマッチングを実現する。具体的には、(1)大局的剛体運動の一貫性を考慮したモデルフィッティングの評価を導入する事で手法の汎用化、(2)グラフマッチングを多値MRFでの問題として再定義することで省メモリ化、(3)近似最近傍探索によって解の探索範囲を限定することで処理の高速化を実現する。

3. 研究の方法

2016年度

高階エネルギーを考慮した画像のマッチング問題を解いた。高階グラフマッチングではなく、近似最近傍探索による高速なマッチング方法の実装を行った。

2017年度

劣モジュラ関数の要件を満たすためのエネルギーの再設計、及び高階MRF最適化による実験・検討に大半の時間を労した。当初の計画を遂行するため作業時間の大半を浪費したが、全ての要件を満たすエネルギー・最適化の組み合わせを導出することができなかつたため、代替案として検討していた深層学習による点群のマッチングを主計画に切り替えた。その足がかりとして、3次元距離データの認識手法を研究した。

また、画像マッチングの応用研究としてARによる教育支援に関する研究を行った。

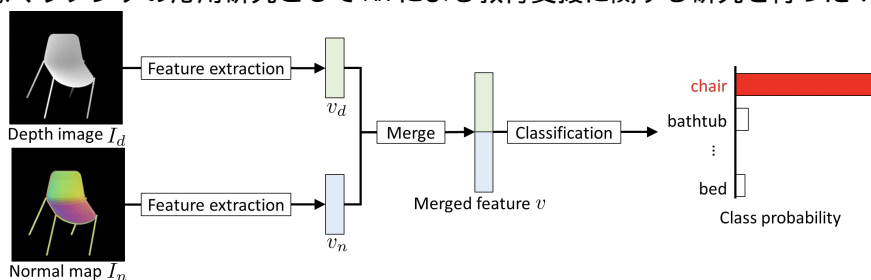


図1 3次元距離データの認識

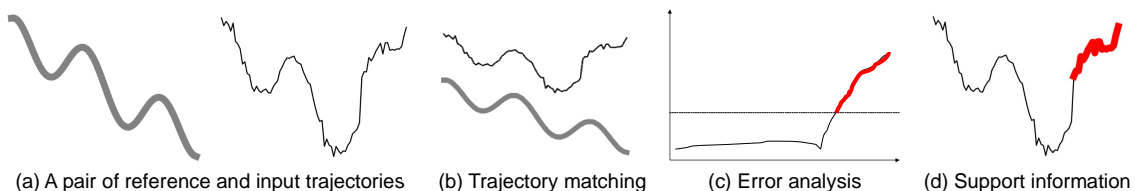


図2 マッチングを利用したARによる教育支援

2018 年度

当初の計画を変更し、以下の End to end の処理体系を構築することを目的とした。

課題1. 深層学習による2画像間の剛体運動推定: 現在論文誌へ投稿する準備を進めている. 推定する運動を Homography(平面射影行列)に限定し, 既存研究 (HomographyNet)の欠点克服を試みた. 具体的には, 特徴量抽出と回帰推定の性能向上である. 課題期間終盤に既存研究を上回る結果が得られた.

課題2. 画像の幾何学的特徴量・局所特徴量の応用研究: 初年度の成果を利用し, 画像の幾何学的特徴量や局所特徴量を利用した応用研究を行った.

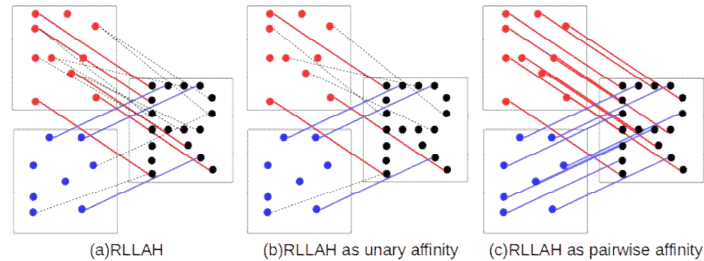


図3 マッチングを利用した透明マーカ

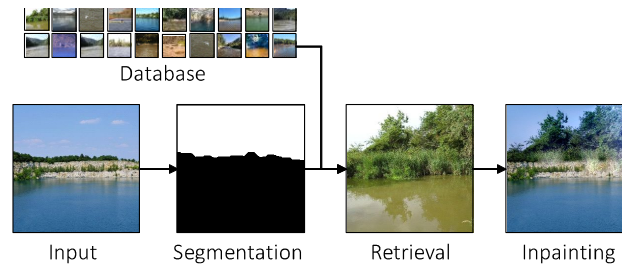


図4 マッチングを利用した画像の充実化

4. 研究成果

高階エネルギーを考慮した近似最近傍探索による画像マッチングの成果として, 1 件の国内研究会での発表を行った.

画像マッチングの応用研究である AR による教育支援の成果として, 1 件の国際会議での発表を行った.

深層学習による3次元点群の識別問題の成果として, 国内研究会1件, 国際会議1件の対外発表を行った.

画像の幾何学的特徴量(高階エネルギー)と Graph Matching を利用した応用研究の成果として2件の国際会議での発表を行った. 内1件は国際会議での Honorable mention (poster & demo) を受賞した.

5. 主な発表論文等

[学会発表](計6件)

Texture synthesis for stable planar tracking
Clement Gledel, Hideaki Uchiyama, Yuji Oyamada, Rin-ichiro Taniguchi
Virtual Reality Software and Technology 123:1-123:2 2018年

Deep Convolutional 3D Object Classification from a Single Depth Image and Its Normal Map
Yuji Oyamada, Tomotaka Ohnishi, Kazu Mishiba, and Katsuya Kondo
The International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV) 2018年

深層畳み込みニューラルネットワークによる単一距離画像とその法線マップを用いた物体識別
大西 友貴, 小山田 雄仁, 三柴 数, 近藤 克哉
電子情報通信学会技術研究報告 117(442) 31-36 2018年

Transparent Random Dot Markers
Hideaki Uchiyama, Yuji Oyamada
International Conference on Pattern Recognition (ICPR) 254-259 2018年

An Augmented Reality Supports for Self-learners Learning Activity Involving Motion: A Case Study on an Alphabet Writing System
Yuya Miyoshi, Yuji Oyamada, Aya Shiraiwa, Kazu Mishiba, and Katsuya Kondo
Asia-Pacific Workshop on Mixed-Reality (APMAR) 2017 年

P2-invariant を用いた文書画像検索
大西 友貴, 小山田 雄仁, 三柴 数, 近藤 克哉
電子情報通信学会技術研究報告 116(208) 13-18 2016 年

〔その他〕

ホームページ等

3次元物体識別:

<https://sites.google.com/view/dryujioyamada/research/object-classification>

テクスチャ合成:

<https://sites.google.com/view/dryujioyamada/research/texture-synthesis-for-better-trackability>

ARによる学習支援:

<https://sites.google.com/view/dryujioyamada/research/ar-support-writing>

透明マーカ:

<https://sites.google.com/view/dryujioyamada/research/transparent-random-dot-markers>

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。