

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：15101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25820159

研究課題名(和文)メッシュベース画像処理の基本モデルの構築

研究課題名(英文)Construction of basic model for mesh-based image processing

研究代表者

三柴 数(Mishiba, Kazu)

鳥取大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：40609038

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、メッシュベース画像処理の基本モデルを構築することである。これを実現するために、初年度はメッシュを用いた処理で成果をあげている画像リサイズについて、手法を一般化したリサイズモデルを構築した。次年度は、一般化メッシュリサイズモデルをメッシュベース画像処理の基本モデルへ拡張することを試みた。その拡張に、グラフ信号処理を用いたアプローチを用いた。結果として、一部の画像処理については、メッシュベース画像処理を用いて実現可能であることを確認できた。この成果によりメッシュベース画像処理のさらなる発展が期待できる。

研究成果の概要(英文)：This research is focused on the construction of a basic model for mesh-based image processing. To achieve it, a generalized image resizing model was constructed in the first year. A basic model for mesh-based image processing was constructed by extension of the resizing model in the next year. This extension was achieved by using a graph-based signal processing. As a result, some image processing tasks can be realized by using the mesh-based image processing model. This result implies that the model encourages development of mesh-based image processing.

研究分野：画像処理

キーワード：メッシュベース画像処理

1. 研究開始当初の背景

近年、3次元形状処理で主に研究されていたメッシュに対する処理を2次元画像処理に応用する研究が盛んに行われている。メッシュを用いることで、画素を処理単位とした画素ベース画像処理では困難な、画像を非線形に変形する処理(例えば図1)が可能となる。一方、メッシュを用いた画像処理には、未だ体系化されたモデルがないため、処理の汎用性に欠けるといえる問題がある。そのため、体系化されたメッシュベースの画像処理モデルが求められている。メッシュベースの画像処理は画素ベースの画像処理とは異なる利点を持つため、メッシュベースの画像処理モデルが構築できれば、画素ベースの画像処理では解決が困難な問題に対して、有効な手段となりえる。

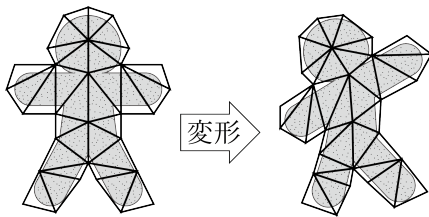


図1 メッシュを用いた処理

2. 研究の目的

本研究の目的は、メッシュベース画像処理の基本モデルを構築することである。「基本モデル」は、メッシュの頂点の移動に制約をかけることで実現できる比較的単純な処理を扱い、より発展的な内容は、本研究が達成された後に検討する。

3. 研究の方法

メッシュベース画像処理の基本モデルを構築するステップは以下の二つからなる。一つ目のステップは、メッシュを用いた処理で成果をあげている画像リサイズについて、手法を一般化したリサイズモデルを構築することである。二つ目のステップは、リサイズモデルを基に、メッシュベース画像処理の基本モデルを構築することである。

(1) 一般化リサイズモデルの構築

構築するリサイズモデル及びメッシュベース画像処理モデルは共に、図2に示すような枠組みで表すことができる。

まず、リサイズモデルに用いる、エネルギー関数を決定する。これは、研究代表者らのこれまでの研究成果として得られたメッシュリサイズ手法で用いたエネルギー関数や、アフィン変換をベースにした3次元テクスチャ変形法などで用いられているエネルギー関数を基に検討を進める。エネルギー関数の最小化を行うために用いる最適化手法はエネルギー関数によって異なるため、用いるエネルギー関数にあわせて適切な手法を選

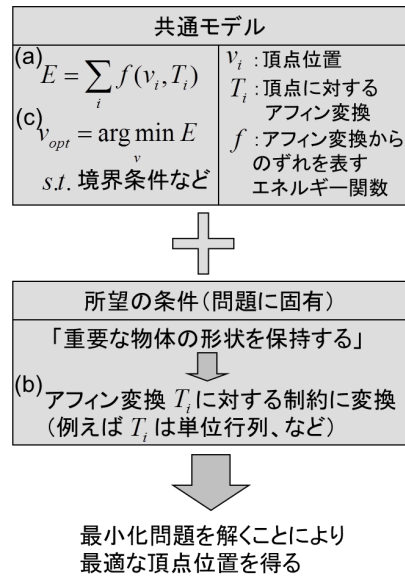


図2 メッシュベース処理モデル

択する。

次に、既存のリサイズ条件をアフィン変換に対する制約へ変換する。研究代表者のこれまでの調査により、多くのリサイズ条件はアフィン変換の係数への制約に置き換えられることが分かっている。これを基に、リサイズにおける所望の条件とアフィン変換に対する制約との関係を明らかにする。

そして一般化したリサイズモデルと制約条件を組み合わせ、従来の様々なリサイズが行えることを確認することで、提案モデルの妥当性を示す。一般化したリサイズモデルの有効性を示すために、これまでは実現が困難であった条件を満たすリサイズを試みる。

(2) メッシュベース画像処理の基本モデルの構築

当初の計画では、前述のリサイズ手法の一般化を通して得られた知見をベースとして、メッシュベース画像処理の基本モデルを構築する予定であった。しかし、画素ベース画像処理とメッシュベース画像処理の違いが想定以上に大きなものであることがわかり、当初予定していたアプローチでは、モデル構築が困難であることが分かった。これを解決する方法として、グラフ信号処理を橋渡し役として、メッシュベース画像処理と画素ベース画像処理を結びつけることを試みる。

これを実現するために、まず、グラフ信号処理と画素ベース処理を関係付けるアプローチについて調査する。その後、グラフ信号処理とメッシュベース処理とを関連付け、最終的にグラフ信号処理を介して、画素ベース画像処理とメッシュベース画像処理との関係を明らかにする。

4. 研究成果

本研究の成果は、一般化リサイズモデルの

構築と、メッシュベース画像処理の基本モデルの構築の二つに分けられる。それぞれを以下に述べる。

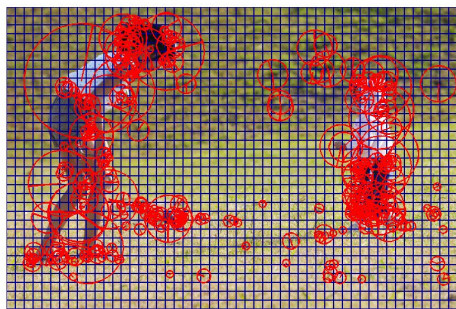
(1) 一般化リサイズモデルの構築

リサイズにおける所望の条件をアフィン変換に対する制約へと変換するために、所望の条件とアフィン変換に対する制約との関係を調査した。そこで得られた知見を基に、リサイズ前後の頂点または面の変形に対して、所望の条件とアフィン変換に対する制約との対応付けを実現し、一般化したリサイズモデルを構築した。

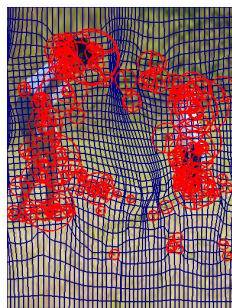
多くの場合、相似変換行列および相似変換行列に制限を加えた行列による変換をメッシュの頂点の移動に対して課すことで、リサイズにおける所望の条件を表すことができた。制限を加えた行列とは、具体的には、回転行列、スケール変換行列、単位行列などである。所望の条件、例えば画像中の物体の大きさを変えない、物体の縦横比を維持する、物体の角度を維持する、などの条件はそれぞれ、回転行列、相似変換行列、スケール変換行列で表すことができた。

これらの変換をメッシュの頂点の移動に対して制約として課したエネルギー最小化問題は、多変数の最適化問題となるが、各変数を微分可能な形でエネルギー関数を定めたことで、勾配法を含む一般的な関数の最小化問題の解法を用いて解くことができた。

提案したモデルが一般化されているのであれば、これまでは実現できていないような、所望の条件を満たすリサイズが可能になるはずである。これを示すために、「SIFT 特徴が保たれる」という条件および「物体間の相対的な配置が保たれている」という条件を満



原画像

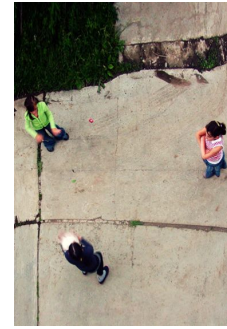


リサイズ画像

図3 SIFT 特徴を保ったリサイズ



原画像



リサイズ画像

図4 物体の相対的な配置を保ったリサイズ

たす二つのリサイズ処理について、提案モデルを適用し、所望のリサイズ処理を実現した(図3、4)。

以上のことから分かるように、本研究の目的であるメッシュベース画像処理の基本モデル構築のための第一段階である、リサイズモデルの一般化を実現することができた。

この研究成果は、続くメッシュベース画像処理の基本モデルの構築に有用であること以外に、画像リサイズ分野の発展に寄与するという点もあり、波及効果が高いと言える。一般化リサイズモデルを用いることで、所望の条件を満たすリサイズ手法を容易に構築可能であるため、これまではアプローチが困難であった様々な条件を満たすリサイズ手法の実現が期待できる。

(2) メッシュベース画像処理の基本モデルの構築

まず、一般化リサイズモデルを用いて、メッシュベース画像処理の基本モデルの構築を試みた。しかし、画素ベース画像処理とメッシュベース画像処理の間の違いが想定以上に大きなものであることがわかり、当初予定していたアプローチでは、モデル構築が困難であることが分かった。メッシュベースの処理は、大域的に画素を制御することは容易であるが、局所的、例えば画素単位の細かな制御については困難である。メッシュの解像度を画素レベル近くまで上げることで局所的な制御が可能になると想定していたが、大域的な処理と局所的な処理のバランスをとることが困難であった。

この問題を解決するために、メッシュベー

スの処理を用いて、大域的な処理を行った後に、グラフ信号処理を用いて局所的、画素単位の処理を行うアプローチを見出した。グラフ信号処理の基本単位は画素であるが、扱うデータの構造は、メッシュと似ている点が多い。結果として、補間処理などの一部の処理については、このアプローチを用いて実現可能であることを確認できた。

以上のように、汎用性の面では改善の余地が残されているが、メッシュベース画像処理の基本モデルを提案することができた。グラフ信号処理を用いてメッシュベース画像処理と画素ベース画像処理を結びつけ、より汎用性の高いメッシュベース画像処理の基本モデルを構築するためには、今後のさらなる研究が必要である。メッシュベース画像処理とグラフ信号処理を組み合わせる新たなアプローチを見出したことは、画像処理分野の発展にとって大きな意義があると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

Kazu Mishiba and Takeshi Yoshitome, Image Retargeting with Protection of Object Arrangement, IEICE TRANS. INF and SYST. Vol.E97-D, No.6, pp.1583-1589, Jun. 2014. 査読あり
DOI:10.1587/transinf.E97.D.1583

Kazu Mishiba, Masaaki Ikehara and Takeshi Yoshitome, Content Aware Image Resizing with Constraint of Object Aspect Ratio Preservation, IEICE TRANS. INF and SYST. Vol.E96-D, No.11, pp.2427-2436, Nov. 2013. 査読あり
DOI: 10.1587/transinf.E96.D.2427

[学会発表](計2件)

Kazu Mishiba and Takeshi Yoshitome, "Image Retargeting with Protection of Object Arrangement," IEEE ICASSP 2014, Florence (Italy), May 4-9, 2014. pp.5855-5859

Kazu Mishiba and Takeshi Yoshitome, "Image Resizing with SIFT Feature Preservation," IEEE ICIP 2013, Melbourne (Australia), Sep. 15-18, 2013. pp.991-995

6. 研究組織

(1)研究代表者

三柴 数 (MISHIBA, Kazu)

鳥取大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：40609038