

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：13301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23760331

研究課題名(和文) 奥行き距離を考慮した動オブジェクト抽出法とその応用技術の開発

研究課題名(英文) Development of moving object extraction method considering depth information and the applied technology

研究代表者

今村 幸祐 (Imamura, Kousuke)

金沢大学・電子情報学系・准教授

研究者番号：00324096

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：映像からの動オブジェクト抽出は、以前より多くのアプローチから研究が行なわれている。しかし、未だ汎用的で高機能な手法の確立には至っていない。本研究は動的輪郭モデルの一種であるレベルセット法を基本手法とし、カメラからの奥行き距離情報を考慮した新たな動オブジェクト手法の開発を行った。また、立体視などの応用技術への適用についても研究を行なった。

研究成果の概要(英文)：Moving object extraction from a video sequence has been researched from many approaches since before. However, a general purpose technique with high performance has not yet been established. This study developed a novel moving object extraction considering depth distance information from camera, and the developed method is based on level set method which is a type of active contour model. In addition, I studied the applied technique of the novel method such as stereoscopic vision.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク

キーワード：信号処理 動画画像処理 動オブジェクト抽出

### 1. 研究開始当初の背景

ブロードバンド環境や携帯電話の普及に伴い、音声や映像によるマルチメディア通信に関連する研究開発が世界的に進められている。特に動オブジェクト抽出技術は、映像から意味のある特徴データを得る処理として非常に重要な技術であり、その研究成果はオブジェクト符号化や動画像検索を目的としたデータ抽出など幅広い映像処理分野で活用されている。

動オブジェクト抽出は、以前より様々なアプローチから研究が行なわれているが、未だ汎用的で高機能な手法の確立には至っていない。また、画像を2次元平面として扱い、画素値の空間的な変化と時間的な動き情報に基づいて抽出する手法が一般的である。

### 2. 研究の目的

画像平面を本来の被写体が存在する3次元座標空間に拡張した動オブジェクト抽出手法の確立とその応用技術の開発が目的である。

具体的には、動的輪郭モデルの一種であるレベルセット法を基本手法とし、カメラからの奥行き距離情報を考慮した新たな動オブジェクト手法の確立と応用技術の開発を目的として、奥行き情報を考慮したレベルセット法による動オブジェクト抽出法、単眼カメラ映像における奥行きマップの生成、立体視などの応用技術への適用について研究を行った。

### 3. 研究の方法

研究は設備備品費により購入したテスト用動画像撮影機器、画像解析・シミュレーション機器および所属機関の計算機を連携させたシミュレーション実験を主体に実施した。また応用技術である立体視に関しては、立体視映像表示機器を用いた評価も行った。

これらの研究実施に関しては、各研究テーマにおける計画、シミュレーション実験、解析などを研究代表者が主として行い、また、所属機関の大学院生との共同研究とすることで、各テーマの進行の効率化を図った。

### 4. 研究成果

(1)奥行き情報を考慮したレベルセット法による動オブジェクト抽出法に関する検討についてまとめる。

従来の動オブジェクト抽出においては、フレーム間差分情報に基づくものが多く、オクルージョン領域等の影響から抽出精度の低下が起りやすい。本研究は単眼カメラ画像から得られた奥行き情報を、新たな情報としてレベルセット法の補助関数の更新式に導入することで、より精度の高い動オブジェクト抽出を目指したものである。

まず、奥行き情報の導入に先立って、補助関数更新式自体の改善について検討を行った。ここでは、画像のノイズ分布を調べ、動

オブジェクトの大まかな位置を示す2値マップを作成する。作成したマップに基づき、背景領域と動オブジェクト領域で補助関数の更新式を切り替える切換え型とすることで、画像に含まれるノイズが抽出結果に与える悪影響を低減し、また、動オブジェクト抽出に必要な繰り返し処理回数を削減することで高速化が実現した。(学会発表⑦)

次に奥行き情報の導入に関して切換え型の補助関数更新式の検討を行った。本手法では、単眼カメラ画像から、焦点ボケに基づいて奥行きを推定する Depth from Defocus 法により推定した奥行き情報を用いる。まず、背景と動オブジェクトの境界付近に収束するまで、フレーム間差分情報に基づいたレベルセット法を適用する。収束後、補助関数の更新式を切り替え、奥行き情報に基づいて作成した動オブジェクト内のエッジ上にあるフレーム間差分情報によるレベルセット法を適用する。この提案手法により、オクルージョン領域等の悪影響を低減し、精度の高い動オブジェクト抽出が実現した。(学会発表⑧)

ここまで検討を行った切換え型の補助関数更新式は、従来手法の収束精度に依存する部分がある。そこで切換え型ではなく、最終的な動オブジェクト抽出まで、統一的な補助関数更新式の利用が可能となる奥行き距離に基づいた重み制御型の更新式について検討を行った。

ここでは、Depth from Defocus 法で得られるエッジ上の奥行き情報をファジィ c-means 法により、背景と動オブジェクトにクラスタリングし、動オブジェクト領域を示すクラスタへの帰属度を重みとして補助関数へ導入した。これにより、先の切換え型と同様に動オブジェクト内のエッジ上にあるフレーム間差分情報による抽出が可能となる。その結果、従来手法の一段目の補助関数更新式の収束精度に対する依存性が解消され、より精度の高い抽出が行なえるようになった。(雑誌論文②、学会発表②、③)

また、動オブジェクトと背景において、十分に焦点ボケの差異がある画像ではない場合、原理的に Depth from Defocus 法により得られる奥行き情報にも有意な差異が現れない。その場合、動オブジェクト抽出のための付加情報として、奥行き情報を導入しても有効な効果が得られないだけでなく、抽出精度の低下の原因となる場合がある。そこで、奥行き情報のクラスタリング前後におけるクラスタ内分布に基づいて、奥行き情報導入の有効性を判断し、更新式への利用の有無を適応的に切り替える手法を提案した。これにより、効果が高い画像に対して選択的に提案法を適用できるようになった。(学会発表①)

以上の成果により、レベルセット法による動オブジェクト抽出法において奥行き情報の効果的な利用が可能となり、抽出精度の向上を実現することで有用性が向上したといえ

る。

(2) 単眼カメラ映像における奥行きマップの生成に関する検討についてまとめる。

奥行きマップの生成技術は3次元表示、コンピュータビジョン等において重要な技術である。奥行きマップ作成には専用のセンサを用いる場合が多い。また、2次元画像からの推定においても複数のカメラを利用する手法がほとんどである。しかしながら、専用センサや複数カメラの利用はコストが高くなる。そこで、焦点ボケからエッジ上の奥行き情報を推定する Depth from Defocus 法を用いて、精度をあまり必要としない立体視画像生成に有用性のある領域ベースの奥行きマップ生成を目指す。また、すでに撮影済みの既存の単眼カメラの画像・映像についても適用が可能であることにも有意性がある。

提案手法の処理手順は、まず空間情報に基づく領域分割法である Watershed アルゴリズムを用いて対象画像の領域分割を行う。次にエッジ検出を行い、エッジ上の奥行き情報を Depth from Defocus 法で推定する。得られた奥行き情報を、先に分割した領域に割り当てることで最終的な領域ベースの奥行きマップを作成する。

本手法により単眼カメラ画像から領域ベースの奥行きマップが作成可能となった。

(学会発表⑥) この技術の具体的な応用技術は、立体視のための視差画像生成が挙げられる。

(3) 立体視などの応用技術への適用に関する検討についてまとめる。

単眼カメラからの領域ベース視差画像生成に関する検討について述べる。立体視を行うための視差画像の生成に関する研究が多く行われている。この際、単眼カメラ画像のみから視差画像が生成できれば、センサや複数カメラで撮影されていない、すでに撮影済みの画像についても立体視が可能となる。ここでは単眼画像からの視差画像生成を目的に研究を行った。

視差画像生成の基となる技術は前述の領域ベース奥行きマップ作成となる。ここでは、1枚のカメラ画像から左右視点画像を作成する。それぞれの視点画像に与える視差は、奥行きマップの情報に基づいて、領域ごとに水平方向のシフト量として与えられる。ここで問題となるのは、各領域のシフト量の差異によって生じるアンカバード領域である。この領域を埋める手法として、欠損領域の周辺のパターンを用いて画像修復を行う技術である SSD 法を用いた。これにより、単眼画像から視差画像の生成が可能となった。(学会発表④)

次に他の動オブジェクト抽出技術として、x-means クラスタリングを利用した動オブジェクト分割技術の検討について述べる。

動オブジェクト抽出技術には、高精度で汎

用的な手法は未だ確立していない。多くの手法は、背景静止や背景既知、抽出するオブジェクトの概形が既知といった制約条件が必要となる。汎用的な動オブジェクト抽出手法のためには、これらの制約条件が少ないことが望ましい。ここでは制約条件が少ない動オブジェクト抽出手法の開発を目的としている。

背景静止という制約条件が必要ではない手法の一つに領域統合法がある。この手法は画素値情報で画像空間を領域分割し、動き情報に基づいて分割領域をオブジェクト単位に統合する動オブジェクト抽出手法である。しかし、この手法では、領域の統合を最終的にいくつの領域数となるまで行うかという終了条件の設定が必要であり、これが新たな制約条件となっている。そこで、x-means クラスタリングと呼ばれるベイズ情報基準に基づきクラスタ数を自動決定することが可能な手法を利用し、動オブジェクト数を自動で推定する動オブジェクト分割手法を提案した。

提案法では、まず画像を Morphological Watershed アルゴリズムにより、過分割を抑制した領域分割を行う。次に分割された各領域から、動き情報を検出するための特徴点を抽出する。各特徴点について平行移動以外の動きが表現可能なアフィン動きパラメータを推定する。このアフィン動きパラメータを x-means クラスタリングにより分類し、各領域に含まれる特徴点が最も多く属するクラスタに分類する。ここで、同一のクラスタに分類された領域を統合することで、最終的な動オブジェクト抽出結果が得られる。

このとき領域の特徴点はアンカバード領域に取られる場合があるが、そのような点では動き情報が正確に推定することは難しい。つまり、それらの特徴点は、領域分類に悪影響を与え、動オブジェクト分割精度の低下をもたらす。そのため、複数のフレームの特徴点の動きを同時にクラスタリングし、同一点にも関わらず、連続したフレームで異なるクラスタに分類された特徴点は不正確な動き推定が行われたものとして除外する処理を加えた。これにより、動オブジェクト分割の精度が向上した。(雑誌論文①③, 学会発表⑨) 尚、未検討ではあるが、この技術についても奥行き情報の導入による、さらなる精度向上が可能であると考えられる。

これらの研究成果により映像からの奥行き情報を用いた動オブジェクト抽出技術とその応用技術に関する有益な成果と展望が得られた。今後の技術開発により、さらなる有用性・応用範囲の向上が期待される。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

① Kousuke Imamura, “Moving Object

Segmentation Method Based on Motion Information Classification by X-means and Spatial Region Segmentation”, International Journal of Computer Science and Network Security, 査読有, Vol.13, No.11, pp.1-7, 2013.

[http://paper.ijcsns.org/07\\_book/201311/20131101.pdf](http://paper.ijcsns.org/07_book/201311/20131101.pdf)

- ② 稲野宏樹, 北村明大, 今村幸祐, “奥行き情報を考慮したレベルセット法による動オブジェクト抽出”, 映像情報メディア学会技術報告, 査読無, Vol.37, No.27, pp.29-32, 2013.
- ③ 今村幸祐, “動き情報の時間相関性を考慮した x-means クラスタリングによる動オブジェクト分割法の精度改善”, オーディオビジュアル複合情報処理研究会技術報告, 査読無, Vol.2012-AVM-19, No.4, pp.1-6, 2012.

[学会発表] (計9件)

- ① 稲野宏樹, 今村幸祐, “エッジ上の奥行き情報を考慮したレベルセット法による動オブジェクト抽出の精度改善”, 2014年電子情報通信学会総合大会, 新潟大学, 2014.3.
- ② 稲野宏樹, 今村幸祐, “奥行き情報を考慮したレベルセット法による動オブジェクト抽出の精度改善”, 平成 25 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 金沢大学, 2013.9.
- ③ 稲野宏樹, 北村明大, 今村幸祐, “奥行き情報を考慮したレベルセット法による動オブジェクト抽出”, 映像情報メディア学会研究会, 金沢大学, 2013.6.
- ④ 上野僚太, 今村幸祐, “単眼カメラからの領域ベース視差画像生成に関する一検討”, 2013年電子情報通信学会総合大会, 岐阜大学, 2013.3
- ⑤ 今村幸祐, “動き情報の時間相関性を考慮した x-means クラスタリングによる動オブジェクト分割法の精度改善”, 第 79 回オーディオビジュアル複合処理研究会, 福井市地域交流プラザ, 2012.12.
- ⑥ 上野僚太, 今村幸祐, “単眼カメラ画像の焦点ボケに基づく領域ベースのデプスマップ作成”, 平成 24 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 富山県立大学, 2012.9.
- ⑦ 北村明大, 今村幸祐, “Geodesic Active Contour による動オブジェクト抽出の精度向上及び高速化”, 2012 年電子情報通信学会総合大会, 岡山大学, 2012.3.
- ⑧ 北村明大, 今村幸祐, “Level Set Method を用いた動オブジェクト抽出における Depth 推定を使用した収束精度の改善”, 平成 23 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 福井大学, 2011.9.
- ⑨ 久保尚輝, 今村幸祐, “x-means クラス

タリングを用いた動オブジェクト抽出の改善”, 平成 23 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 福井大学, 2011.9.

[その他]  
ホームページ等

金沢大学学術情報リポジトリ  
<http://dspace.lib.kanazawa-u.ac.jp/dspace/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

今村 幸祐 (IMAMURA, Kousuke)  
金沢大学・電子情報学系・准教授  
研究者番号：00324096