

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：13904

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700202

研究課題名(和文)ビデオ画像からの自動背景推定に基づく注目物体の領域分割技術の開発

研究課題名(英文)Developing a segmentation method based on automatic background estimation from a video images

研究代表者

菅谷 保之(sugaya, yasuyuki)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00335580

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)：ビデオ画像から背景パノラマ画像を作成するために、ビデオ画像上の特徴点を追跡して、追跡誤りを検出する手法を提案した。これは特徴点履歴に対してアフィン空間をロバストに当てはめ、その空間から外れたものを追跡誤りとして検出する我々の既存手法を改良して、ビデオ中に複数の運動物体が存在しても追跡誤りを正しく検出できるようにした手法である。また、上記の手法で得た特徴点の追跡データをもとにパノラマ画像を作成して背景色を推定するために、EMアルゴリズムを用いた学習手法によるクラスタリングを行う手法を提案した。更に、上記の技術により抽出した前景領域を初期値として輪郭の曖昧な領域を推定する手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：In order to generate a background panoramic image from a video stream, we proposed a new method for detecting mistracking points from tracked feature points in the video stream. We already proposed a mistracking points detection method. In this method, we robustly fit an affine space to feature point trajectories, and detect mistracking points by computing the distance from the fitted affine space. We developed this method to be able to detect mistracking points even if multiple moving objects exist in a video stream. Moreover, in order to estimate background colors in the background panoramic image generation, we proposed a clustering method based on an EM algorithm. We also proposed a method for generating a trimap from the extracted initial foreground regions.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：領域分割

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究の中心となる静止画像に対するマッピング技術は主に国外で研究されており、国内ではほとんど注目されていない。さらにビデオ画像に対する拡張に関しては、初期フレームなどキーとなる画像において手で領域分割の手がかりとなるトリマップを与えるものがほとんどで、自動的にビデオ画像の領域分割を行う研究は行われていない。

(2) 現実シーンにCGを合成する複合現実感システムや撮影スタジオ内の人物と仮想の風景やCGの風景を合成するバーチャルスタジオの実現のためには、静止画だけではなく動画に対して、できる限り自動で前景と背景を分離する技術が必要である。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、注目物体と別の風景を違和感なく合成するために、ビデオカメラで撮影した動画から背景と注目領域を領域分割する技術を確立し、その技術を応用した「現実シーンに仮想物体を表示する複合現実感システム」と「バーチャルスタジオシステム」を構築することである。

(2) 従来研究では主に静止画像を対象とし、しかも領域分割の手がかりとして手で注目領域をおおまかに指定する必要があった。本研究課題では、研究代表者が過去に研究した特徴点の追跡に基づく運動物体の分離手法を利用して、自動的にビデオ画像の各フレームを領域分割する手法を実現する。

3. 研究の方法

(1) 平成23年度に、ビデオ画像からの特徴点追跡に基づく運動物体の分離手法を利用した前景領域およびトリマップ推定手法の開発に取組む。平成24年度に、隣接するフレーム間の動き情報を利用したトリマップ推定手法の開発に取組み、平成23年度の成果を利用した3次元復元を行わない任意視点での物体表示システムの構築を行う。平成25年度に、上記の二つの基礎技術を相補的に利用する手法の開発とビデオマッピングを利用した新しいバーチャルスタジオシステムの開発を行う。

(2) 特徴点追跡に基づく運動物体の分離手法を利用した前景領域およびトリマップ推定手法の開発では、注目物体上の特徴点軌跡とそれ以外の特徴点軌跡を精度よく分離する方法を検討する。また、注目物体以外の特徴点の対応から作成する背景パノラマ画像の作成方法および、背景差分による注目領域の精度のよい抽出方法を検討する。特徴点の高精度な追跡および異なる運動をする物体上の特徴点軌跡の分離手法など、研究代表者が過去に行った研究成果を発展させる形で上記の問題を解決する。

(3) 隣接するフレーム間の動き情報を利

用したベイズ推定によるトリマップ推定手法の開発では、前のフレームだけでなく、後のフレームとの対応も考慮して双方向からの対応に基づく高精度なトリマップ推定手法についても検討する。特徴点の対応付けや領域の対応付けに関しては基本的には既存の手法を用いるが、本研究の目的に適した工夫ができるかどうかを検討する。

(4) 3次元復元を行わない任意視点での物体表示システムの開発では、マーカー検出やカメラの位置姿勢計算等の技術は研究代表者が過去に行った研究成果を利用し、それに提案する領域分割技術を導入することでシステムを構築する。システムは、ヘッドマウントディスプレイを使用する装着型と手持ちのハンディ型ディスプレイを使用する携帯型の二つのシステムの開発を行う。

(5) ビデオマッピングを利用した新しいバーチャルスタジオシステムの開発では、提案する領域分割技術を利用してビデオ画像から注目領域以外の領域を抽出し、仮想の背景などを合成するバーチャルスタジオを実現する。

4. 研究成果

(1) 特徴点追跡に基づく運動物体の分離手法を利用した前景領域およびトリマップ推定手法：本研究では、ビデオ画像に対して前景推定を行い、その前景推定結果に基づいてトリマップを生成する。ビデオ画像から前景推定を行うため、本研究では各フレームの画像上で対応する画素の色情報を用いる。各フレームの画像上で対応を計算するため、KLT法による特徴点の追跡と背景点の選別を行い、選別した背景点から射影変換行列を計算する。対応した画素の色情報から最も背景らしい画素を選別し、パノラマ画像を生成し、動画の各フレームとの差分をとることで前景推定を行う手法を背景差分法、色情報を前景と背景の二つのクラスに分割し、前景推定を行う手法を色クラス法と呼び、この二つの前景推定の手法をビデオ画像によって使い分ける。

背景ノイズを除去した結果を初期推定結果とし、グラブカットによって詳細な推定を行う。グラブカットの入力には4値マスクが必要になるため、初期推定結果を基に4値マスクを生成する。グラブカットで得た詳細な前景推定結果に対し、前景と背景の境界に未知の画素を定義することでトリマップを生成する。

背景の異なる二つのビデオ画像に対してトリマップを生成し、マッピングによる前景推定の実験を行った。実験結果より、各々の初期推定結果を使い分けることで、動画から高い精度の前景推定を実現することを確認した。図1にビデオ画像から抽出した背景領域上の特徴点と各フレーム間の対応をもとに射影変換を計算して作成し

た背景パノラマ画像と、それをもとに抽出した前景領域を示す。



(a) 背景特徴点の抽出と追跡



(b) 背景パノラマ画像



(c) 抽出した前景領域

図 1：ビデオ画像からの前景領域抽出結果

(2) 3次元復元を行わない任意視点での物体表示システム：本研究では3次元復元を行わずに物体の見え方をそのまま表示することで物体の全周を再現するシステム：バーチャル3Dビューを構築する。本研究でも先の研究と同様に、射影変換を用いた手法を用いるが、多視点の画像を利用することで抽出精度の向上させる。

本システムは、データベース作成部と表示部から構成される。構築するシステムの流れを図2に示す。ユーザーは図2(a)のような4つの円形マーカーが置かれたシーンをカメラで撮影する。コンピュータは、その撮影したマーカーをもとにカメラの位置姿勢情報を計算し(図2(b))、その情報をもとに予め作成しておいたデータベースからそのカメラ位置に近い物体の画像を検索する(図2(c))。最後に図2(d)のように撮影したシーンに検索した物体領域を合成してユーザーに提示することで、あたかもそこに3次元物体が存在するような効果を得る。

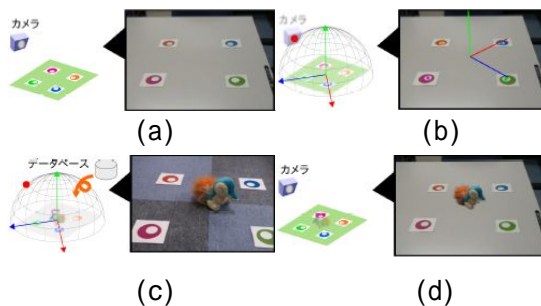


図 2：バーチャル3Dビューシステム

本研究の中心となるのはデータベース作成部における前景物体の領域抽出である。

射影変換の計算には我々が提案した円形マーカーを利用し、複数の視点から撮影したシーンを射影変換で重ね合わせることで前景物体を精度よく抽出する。また、このマーカーを使用することでそのシーンを撮影したときのカメラの位置と姿勢情報を計算することができるため、この情報と抽出した前景領域をデータベース化することで、バーチャル3Dビューシステムが構築できる。

前景領域の抽出は射影変換に基づいた方法によって行うが、必ずしも精度よく前景を推定できるわけではない。そこで、射影変換に基づく方法により抽出した領域を初期値として、グラブカットと呼ばれる手法によりより精度のよい前景推定を行った後にトリマップを生成する。図3に射影変化による前景抽出から抽出した前景領域を別背景に合成した実験結果を示す。図3(a)の入力画像に対して、その他の視点から撮影した画像も用いた射影変換による差分画像が図3(b)である。明るい部分(白)が重なり部分の差が大きい領域、暗い部分(黒)が差が小さい領域を表しており、前景物体で差が大きくなっていることがわかる。これに対して自動的な2値化を行い、前景領域を抽出した結果が図3(c)である。この時点では前景以外のマーカー領域が抽出されていることがわかる。

さらに図3(c)を入力として、グラブカットにより前景領域の再推定および、トリマップを自動生成した結果が図3(d)である。この結果に対してマッピング手法を適用して、物体輪郭の曖昧な前景領域を推定した結果が図3(e)であり、精度よく前景領域が推定できていることがわかる。

最後に抽出した前景領域を別の背景に合成した結果が図3(f)である。このぬいぐるみがあたかも初めからこのシーンに合ったかのような自然な合成が実現できた。

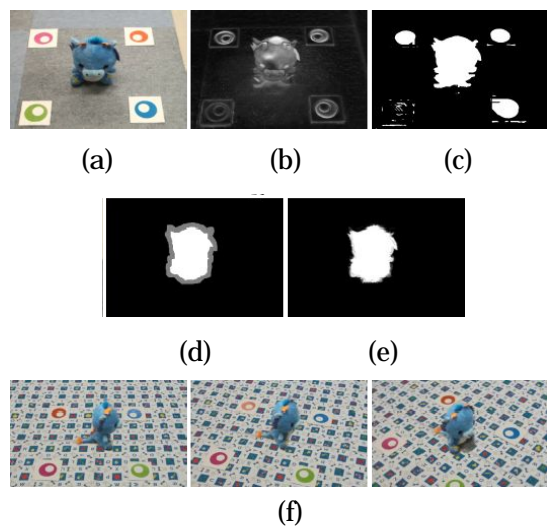


図 3：前景領域の推定と合成結果

(3) 点列への楕円限定当てはめ：我々はこれまで入力点列に対して精度よく楕円のパラメータを推定する手法について様々な方法を提案してきた。しかし、我々の方法は与えられた点列に2次曲線の方程式を当てはめる手法であるため、入力点列に加わる誤差が大きい場合に推定したパラメータが楕円ではなく双曲線になってしまう問題があった。本研究では、今まで我々が提案した高精度な楕円当てはめ手法とランダムサンプリングを用いて、誤差が大きい場合でも必ず楕円パラメータが得られる方法を提案する。これは、まず入力点列に我々が提案した超精度くりこみ法を用いて楕円を当てはめ、得られたパラメータが楕円であるかどうかを調べる。得られたパラメータが楕円のものでなかった場合は、次のステップに進み、ランダムサンプリングにより入力点列から5点を選択して、楕円が当てはまり、かつ当てはめ誤差が最小になるパラメータを推定する。

提案手法に対して、まずシミュレーション実験を行い、提案手法の有効性を調べた。図4に実験に使用したシミュレーションデータを示す。図4の実線が真の楕円形状で、その円弧上に実験に使用する点列を発生させた。

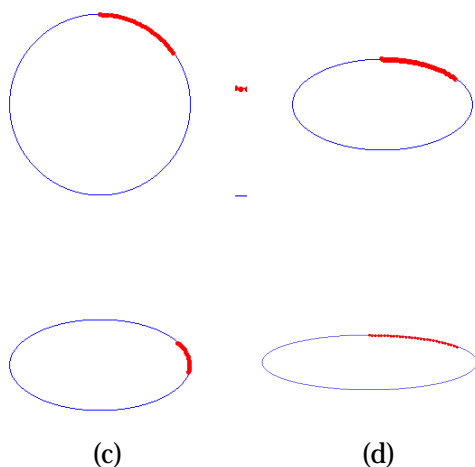


図4：シミュレーションデータ

それぞれの点列に対して提案手法によって楕円を当てはめて、真の楕円パラメータとのRMS誤差を調べた。その結果が図5のグラフである。グラフ中の1から3までのグラフは提案手法との比較のための既存の楕円当てはめ手法である。4が提案手法のグラフである。破線は、RMS誤差の理論的な下限値を示している。4つのシミュレーションデータに対してほとんどの場合で、提案手法が最も精度が高くなっていることがわかる。以上のようにシミュレーションにより提案手法の有効性を確認するとともに、実画像実験を行い、実際の画像を入力した場合でも提案手法が有効であることを示した。

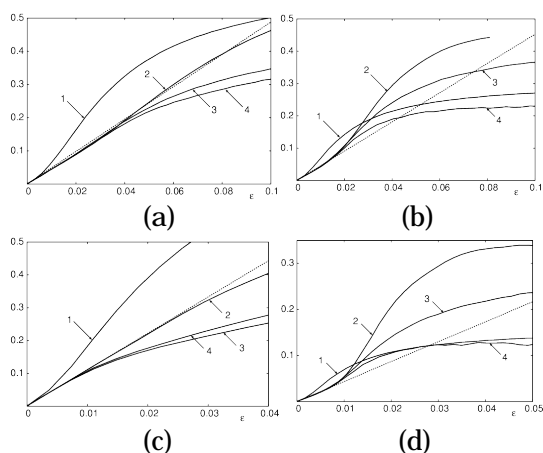


図5：図4のデータへの当てはめ誤差

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

K. Kanatani and Y. Sugaya, Hyaccurate correction of maximum likelihood for geometric estimation, IPSJ Tras. On Computer Vision Applications, Vol. 5, pp. 19-29, 2013.

〔学会発表〕(計 5件)

T. Masuzaki, Y. Sugaya, and K. Kanatani, High accuracy ellipse-specific fitting, 6th Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT2013), 2013.

Y. Kanazawa, Y. Sugaya, and K. Kanatani, Initializing 3-D reconstruction from three views using three fundamental matrices, Proc. of the Workshop on Geometric Computation for Computer Vision (GCCV 2013), 2013.

Y. Sugaya, Y. Matsushita and K. Kanatani, Removing mistracking of multibody motion video database Hopkins155, Proc. of the 24th British Machine Vision Conference (BMVC2013), 2013.

T. Masuzaki, Y. Sugaya and K. Kanatani, High accuracy ellipse-specific fitting, 16th Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU2013), OS4-4, 2013.

益崎 智成, 菅谷 保之, 金谷 健一, 精度の高い楕円限定当てはめ, 情報処理学会研究報告, 2013-CVIM-186-15, 2013.3.14-15, pp. 1-8, 2013.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菅谷 保之 (SUGAYA, Yasuyuki)

豊橋技術科学大学工学研究科・准教授

研究者番号：00335580