

両眼立体視用パノラマ画像の合成法 A Composition of Binocular Panorama Images for 3D

横田 泰斗† 山本 強† 土橋 宜典†
Yasuto Yokota Tsuyoshi Yamamoto Yoshinori Dobashi

1. まえがき

近年、3Dディスプレイが一般向けに商品化され、3D映像が身近なものになりつつある。3Dディスプレイの普及に伴い、3Dを活かした魅力的なコンテンツが求められるようになってきた。そのようなコンテンツのひとつとして、視野が広く、より臨場感のある両眼立体視用パノラマ画像が考えられる。

ステレオカメラで撮影した複数の静止画像を合成し、両眼立体視用パノラマ画像を生成する際、アルファブレンディングやImage Stitchingなどの合成手法[1]では右目用画像と左目用画像との関連性を考慮していない。視聴者は右目用画像と左目用画像の微妙な差で立体感を知覚する。そのため、右目用と左目用の画像を別々に合成した場合、画像の継ぎ目部分において左右の画像で微妙な差が生じ、3D表示した際に画像の継ぎ目が目立ってしまうという問題がある。また、アルファブレンディングにおいては、移動物体が継ぎ目部分に存在すると2重に写ってしまう場合がある。

本研究では、複数の静止画像から両眼立体視用パノラマ画像を自動合成することを目指す。本稿では、画像の継ぎ目が目立たない両眼立体視用パノラマ画像の合成方法について提案する。

2. 関連研究

画像を合成する従来手法として、アルファブレンディングとImage Stitchingがある。これらの手法は、本来、両眼立体視用画像の合成を目的としていないため、右目用と左目用の画像間の関連性は考慮されていない。アルファブレンディングでは画像の重複部分を単純に混ぜ合わせるだけなので、右目用と左目用の画像の関連性を考慮した合成は困難だと考えられる。Image Stitchingでは、最も継ぎ目の目立たないラインを選択して合成する手法であり、ラインを選ぶ際に右目用と左目用の画像の関連性を考慮することが可能である。加えて、本研究の想定する屋外シーンにおいて、画像に移動物体が含まれている可能性は高く、そのような場合でもImage Stitchingを適用すれば、合成後の画像に移動物体が2重に写ることを防ぐことも可能である。以上により本研究ではImage Stitchingを用いることにする。

3. 提案手法

3.1 概要

本手法では、ターンテーブル等を利用して、同じ位置から周囲をステレオカメラで撮影した複数の画像を入力画像として使用する。まず、右目用の入力画像2枚から

特徴点を検出し、特徴点の対応関係を求めることで、重複している部分の位置情報を得る。次に画像が重複している部分をImage Stitchingを用いて、最適なラインで合成し、右目用パノラマ画像を生成する。最後に、右目用のImage Stitchingのラインの位置関係から重みづけしたエネルギーマップを用いて、左目用のImage Stitchingを行い、左目用パノラマ画像を合成する。特徴点の検出とマッチングの詳細は文献[2]を参照していただきたい。

3.2 特徴点の検出とマッチング

画像中の各特徴点のSIFT(Scale-invariant feature transform)特徴量を求め、合成する画像中の特徴点の特徴量と比較する。最も類似した特徴量を持った点を対応点とする。また、対応点の座標の差分を対応ベクトルとする。360°を12分割した投票対象を設定し、対応ベクトルの角度を投票する。全ての対応ベクトルを投票し、最大投票数の投票対象に含まれなかった対応ベクトルは、誤った対応点であると考えられるため除外する。また、全ての対応ベクトルの絶対値の平均を取り、その平均値から大きく値が離れている対応ベクトルも誤った対応点であると考えられるため除外する。これらの処理により、画像中の対応点の座標の差を正確に求め、正しい位置関係で2枚の入力画像を合成することができる。

3.3 Image Stitchingを用いた画像合成

右目用の2枚の入力画像が重複している部分で、Image Stitching処理を行い、継ぎ目の目立たない最適なラインで画像を合成する。まず、2枚の画像の重複している部分において、1画素ごとに輝度値の差の絶対値をとり、この値をエネルギーとする。これらのエネルギーを使ってエネルギーマップを作成する。各画素のエネルギーを累計し、重複部分を縦断するラインの中から最も累計エネルギーの小さいラインを算出する。累計エネルギーが小さいほど画像の継ぎ目部分の輝度変化が小さいため、合成画像の継ぎ目部分が目立たなくなる。

3.4 左目用画像の合成方法

右目用画像と同様に左目用画像を通常のImage Stitchingの手法を用いて合成すると、右目用画像と左目用画像で画像の継ぎ目が全く異なったラインになり、立体視をした際に継ぎ目部分が不自然に見える。

本手法では、右目用画像のImage Stitching処理で算出した継ぎ目のラインを用いて、左目用画像のエネルギーマップに補正を加える。補正には以下の式を用いる。

$$P'(i, j) = P(i, j) + a|x - i|$$

†北海道大学大学院情報科学研究科

$P'(i, j)$: 注目画素の補正後のエネルギー
 $P(i, j)$: 注目画素の補正前のエネルギー
 a : 任意の定数
 x : 右目用画像の継ぎ目ライン $L(x, j)$ の x 座標

右目用画像の継ぎ目ラインの座標から左目用画像の注目画素の x 座標が離れるほど、補正後のエネルギーが高くなる。この補正によって、右目用画像の継ぎ目のラインと左目用画像の継ぎ目のラインがほぼ同じ形になり、立体視をした際に継ぎ目部分が目立たないようになる。

4. 実験結果

提案手法を用いたパノラマ画像の合成結果を図1に示す。図2における赤いラインが図1の継ぎ目ラインである。アルファブレンディングを用いて画像を合成した場合は、移動物体（風で揺れている葉）が2重に写ってしまう（図3）。提案手法では、図4に示すように、画像の継ぎ目部分が目立たない。また、右目用画像と左目用画像での継ぎ目のラインが、ほぼ同じ形になっており、3D表示した際に継ぎ目部分に違和感がない（図5、6）。



図1 : 合成結果



図2 : 継ぎ目ライン



図3 : アルファブレンディング



図4 : 提案手法



図5 : 右目用画像



図6 : 左目用画像

5. まとめ

本稿では、画像の継ぎ目が目立たない両眼立体視用パノラマ画像の合成方法について提案した。提案手法により、継ぎ目が目立たない自然な両眼立体視用パノラマ画像を生成することが可能となった。また、移動物体が画像の継ぎ目部分に存在する場合にも、2重に写ることなく合成することが可能となった。

今後の課題としては、ターンテーブル等を使わず、フリーハンドで撮影した画像を合成し、両眼立体視用パノラマ画像を生成することがあげられる。

参考文献

- [1] Matthew Brown, David G. Lowe, "Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features", International Journal of Computer Vision, 2007.
- [2] David G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints", Journal of Computer Vision, 60, 2, pp. 91-110, 2004.