

## 動的状況を対象とした首振り撮影像からのパノラマ合成の一手法

柴田拓<sup>†</sup> 東海彰吾<sup>†</sup> 長谷博行<sup>†</sup><sup>†</sup> 福井大学大学院工学研究科

## 1 はじめに

首振り映像からのパノラマ合成はシーン状況を広く提示する方法として効果的である。本研究では、手動操作による首振り撮影映像からパノラマ背景を合成し、さらに、前景となる動的な被写体の様子を重畳表示する方法を提案する。

具体的には、手動のパンチルト雲台にのせたカメラを用い、手で首振り操作する状況を前提とする。得られた映像から、射影変換によってパノラマ背景を合成し、さらに、被写体を含むパノラマ背景に重畳表示することで、撮影部分が逐次更新されるパノラマ映像を獲得するものである。このようなパノラマ映像では、首振り操作が相殺されているため、超広角な固定カメラで撮影したかのような映像となり、シーン状況を一望するために利用できるだけでなく、首振り多視点映像を統合する際の前処理として期待できる [1]。

しかし、視線方向が正確に獲得できない手動操作の首振り映像を利用する場合、画像の特徴点の対応付けを利用したパノラマ合成が必要となり、特徴点抽出の誤対応が問題となる。そこで、本研究では、SURF を利用した特徴点抽出結果に、パノラマ合成時の重なり度の良さの評価による誤対応除去を組合せ、精度のよいパノラマ画像を獲得する方法を述べ、さらに、背景パノラマと前景撮影映像の重畳提示について説明する。ここでは、アイスホッケー状況の映像を利用する。

## 2 視点固定型首振り撮影とパノラマ合成

視線方向を変えて撮影した複数の画像からパノラマ画像を合成する際、視点の位置が変わらないように視線方向のみを変更できれば、奥行き異なる対象物の間の見え方の違いが発生せず、射影変換によって幾何学的に妥当なパノラマ画像を合成できる。このようなカメラを視点固定型首振りカメラと呼ぶ [2]。例えば、図1のような通常の首振りでは、視点位置（投影の中

心）位置が動いてしまうため、奥行き異なる物体の重なり方が変わる。しかし、視点位置が回転の中心と一致していれば、そのような違いが発生しない。

複数枚の画像を幾何学的整合性を持つように組み合わせるために、ホモグラフィ行列を用いた射影変換を用いる。2画像間の対応点が、空間中のある平面上にあることがわかっていると、ホモグラフィ行列を通して強い拘束が生まれ、式(1)から平面上の任意の点について、もう一方の画像上の対応点座標を計算できる。 $(u_{1i}, v_{1i})$ 、 $(u_{2i}, v_{2i})$  は  $i$  番目の各画像の対応点座標であり、 $H$  はホモグラフィ行列を表す。また、定数倍の自由度を許すため、1つの要素を1に固定すると、

$$\alpha_i \begin{bmatrix} u_{1i} \\ v_{1i} \\ 1 \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} u_{2i} \\ v_{2i} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ x_4 & x_5 & x_6 \\ x_7 & x_8 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{2i} \\ v_{2i} \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

となる。できるだけ多くの対応点を用いることで  $H$  の精度向上が期待できる。ここでは、SURF を利用した特徴点の自動抽出と対応付けを用いる。

## 3 SURF 特徴点の選択によるパノラマ合成

SURF は照明の変化や画像スケールの変化、回転に頑健な特徴量を抽出する SIFT 処理を高速化したものである [3]。SURF による対応付けの例を図2に示すが、この対応付けには誤対応が含まれている。この状態でパノラマ合成を行うと図3のよう失敗する。そこで、誤対応となっている対応点を取り除く処理を考える。

まず、パノラマ合成の良さを、射影変換して重ねた際の対応する画素値の差で評価することとし、評価値  $E$  を式(2)で求める。

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i,j=1}^n (R_{ij} - R'_{ij})^2 \quad (2)$$

$N$  は重なり合う画素数で、 $R$ 、 $R'$  はそれぞれの画像の対応する画素の赤成分である。評価値の値が0に近いほど重なりが良いと判断できる。

次に、特徴点の対応付け候補から、誤対応を取り除くため、以下の手順で処理を行う。(1) SURF で得た特徴点の対応付けに ID を付ける。(2) 全ての ID からランダムに8つ対応付けを選ぶ。(3) 得られた対応付

A Method of a Panoramic Video Generation from Pan-tilt Video Sequence for a Dynamic Scene

Taku SHIBATA<sup>†</sup>, Shogo TOKAI<sup>†</sup> and Hiroyuki HASE<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Engineering, University of Fukui

910-8507, Fukui, Japan

t-shibata@monju.fuis.u-fukui.ac.jp

けを用いてホモグラフィ行列を決定する。(4) 行列を利用して実際にパノラマ画像を生成し重複部分での評価値を求める。(5) 選ばれた8つの対応付けIDに対し、算出された評価値を加算する。(6) 対応点の選択と評価を繰り返して各IDに対する累積評価値を求める。(7) 最後に、それぞれの選択回数で除算する。

これらの処理によって、各IDについて、良好なパノラマ合成への貢献度が得られる。貢献度の高い順に全体の50%の対応点を選択して、ホモグラフィ行列を獲得し、パノラマ合成を行う。この方法で選択した対応付けと、それらから求めた行列でパノラマ合成を行った例を図4と図5に示す。

#### 4 背景パノラマ画像と前景映像との統合処理

このように得られた背景パノラマ画像に、前景を撮影した映像の各フレームを重畳して、最終的なパノラマ映像を獲得する。重畳処理のためのホモグラフィ処理では、前述と同様にSURFによる特徴点の対応付けと絞り込みを利用する。

実際に、統合した結果の例を図6と図7に示す。背景パノラマとの統合による方法を用いることで、前景映像に含まれる被写体の像の影響を抑えることができ、良好なパノラマ統合が実現されている事が分かる。ただし、現在の段階で、撮影した前景映像の約40%程度のフレームについては、正確な統合に失敗しており、性能の向上が今後の課題である。

#### 5. まとめと今後の課題

ホモグラフィ行列を決定するための対応点をSURFで検出し、その誤対応を取り除く方法を提案した。この方法を利用した背景パノラマ画像の作成、および、前景映像の統合法を示した。今後の課題として、精度の向上が必要である。現在、カメラに搭載した方位センサの情報の利用を検討しており、特徴点の対応付け精度の向上や、対応点候補の絞り込みへの利用を検討している。また、より多くの実シーン状況への適用実験を通じて、本提案手法の有効性を検証したい。

謝辞 本研究の一部はNICTの委託研究として行われた(No.143イ105)

#### 参考文献

- [1] 蓑毛章, 東海彰吾, 長谷博行, “センサ情報を利用した手持ち首振りカメラ撮影からのパノラマ映像合成の一手法”, 信学技報, Vol.111, No.457, SIS2011-60, pp.37-42 (2012).
- [2] T. Wada and T. Matsuyama, “Appearance Sphere: Background Model for Pan-Tilt-Zoom Camera”, Proc. of 13th ICPR, pp.A-718-A-722 (1996).
- [3] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars and L. V. Gool: “SURF: Speeded up robust features”, Computer Vision and Image Understanding, Vol. 110, pp. 346-359 (2008).

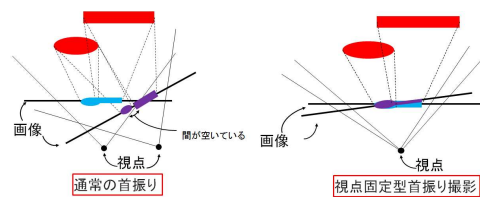


図 1: 通常と視点固定の首振り撮影の違い

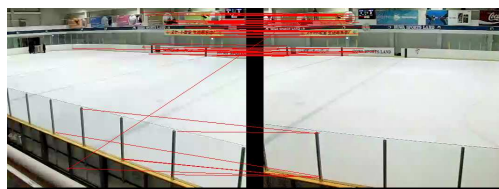


図 2: SURF(誤対応あり)による対応付け

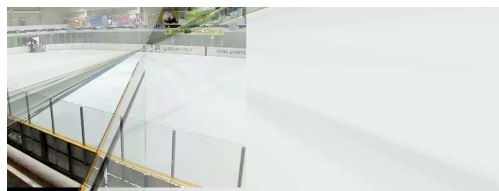


図 3: 誤対応を含むパノラマ合成

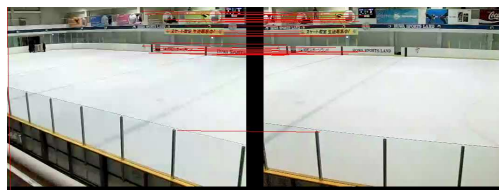


図 4: 誤対応を除いたSURFによる対応付け



図 5: 誤対応を取り除いたパノラマ合成



図 6: 背景と前景映像のパノラマ合成例 1



図 7: 背景と前景映像のパノラマ合成例 1