

View Morphing と Visual Hull を用いた自由視点画像生成 Generation of Novel Viewpoint Images Using View Morphing and Visual Hull

石川 智也† 山澤 一誠† 横矢 直和†
Tomoya Ishikawa Kazumasa Yamazawa Naokazu Yokoya

1. はじめに

近年、複数台のカメラからの画像を統合し、自由な視点の画像を生成する技術が盛んに研究されている[1,2,3,4]. この技術は現実環境を仮想環境に取り込みユーザに提示するテレプレゼンスにおいて、利用者の視点を自由に変更できることから、より臨場感の高いテレプレゼンスを可能にする。また、この技術はエンターテインメントや医療、教育、監視等の幅広い分野に応用が可能である。

従来、このような研究には、斎藤らや北原らによる室内に内向きに多数のカメラを配置した環境で自由視点画像を生成する手法[1,2]、稲本らによるサッカーシーンにおける自由視点画像生成手法[3]、冨手らによる全方位カメラを用いた View Morphing による自由視点画像生成手法[4]がある。しかし、斎藤らや北原らの手法は配置されたカメラの内側の物体以外の周囲の環境については自由視点の画像を生成できない。また、稲本ら手法はサッカーシーンに特化しており、屋内など別の環境には適用できないという問題がある。冨手らの手法は環境が静的でなければならず、動的な環境には対応できない。

そこで本稿では、環境中に全方位カメラを複数台配置し、その環境中の静的領域については View Morphing を用い、動的領域については Visual Hull を用いて自由視点画像生成を行う手法を提案する。

2. 自由視点画像生成手法

2.1 処理の流れ

図 1 に提案手法の処理の流れを示す。本手法では、環境中に全方位カメラを複数台配置し、それらのカメラから得られる画像を用いて自由視点画像生成を行う。まず、それぞれのカメラからの画像に対し背景差分を取ることで画像を静的領域と動的領域に分離する。静的領域に対しては View Morphing、動的領域に対しては Visual Hull を用いて自由視点での画像をそれぞれ生成し、それらを合成した画像を最終的な自由視点画像として提示する。

2.2 View Morphing

ここでは、静的領域に対して入力全方位画像から View Morphing を行い自由視点の全方位画像を生成する冨手らの手法[4]を用いる。この手法は環境中の複数の地点で全方位画像を取得し、画像間の対応を与えることにより自由視点における全方位画像を生成する。以下にその手順を示す。なお、全方位カメラの位置、姿勢及び入力画像間の対応点は既知とする。

- ① 自由視点における全方位画像と入力全方位画像との間の対応点の位置を算出する。
- ② ①で得た対応点に対し三角形パッチを生成する。

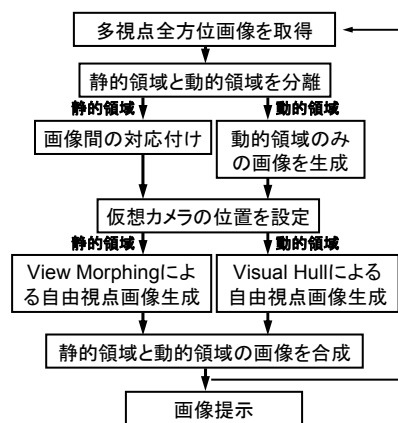


図 1. 提案手法の処理の流れ

- ③ 生成された三角形に対応する三角形の画像を各入力画像から切り出し、自由視点の位置に基づいて重み付けを行いブレンドし、自由視点における全方位画像を生成する。

2.3 Visual Hull

動的領域に対する自由視点画像生成に Visual Hull を用いる。Visual Hull とは、多視点から撮影された物体のシルエットとカメラの光学中心によって形成される錐体の積集合空間を指す。この Visual Hull を表現する手法として視体積交差法[5]がある。しかし、視体積交差法では空間をボクセルで表現するため、空間が広がるとそのデータ量が膨大となる。そこで、本研究では Visual Hull を表現する手法に Image-based Visual Hull[6]を用いる。この手法は自由視点における画像面の各画素に対して、仮想カメラの光学中心(自由視点)とその画素を結ぶ直線が Visual Hull を貫通するか否かを判定することにより自由視点画像を生成する。その手順は以下の通りである。

- ① 自由視点の画像面のある画素について、仮想カメラの光学中心とその画素を結ぶ直線を各実カメラの画像面に投影する。実カメラに投影された仮想カメラの光学中心がエビポーラ線、直線がエビポーラ線となる。
- ② 各実カメラに投影されたエビポーラ線上が動的領域と交差するか否かを調べ、エビポーラ線が全ての画像上で交差する動的領域(共通領域)があるならば、自由視点からの直線 Visual Hull を貫通する。共通領域が無い場合は、Visual Hull を貫通しないと判断できる。
- ③ 視線が Visual Hull を貫通する画素については、画素の色を決定するために、共通領域への各実カメラからのベクトルと自由視点からの直線のベクトルとを比較し、最もベクトルの向きに近い実カメラの画素の色を対象としている画素の色とする。

④ ①～③を自由視点画像上の全ての画素に対し行う。

3. 実験

提案手法を室内環境において撮影した画像に適用し、自由視点画像を生成した。今回、実験を簡略化するために静的環境の対応点は手動で与えるものとし、全方位カメラの位置・姿勢は既知とした。また、View Morphing による制限から自由視点画像を生成できる範囲は各カメラを結ぶ平面上に制限した。

図2に示すような室内環境に、IEEE1394で接続した全方位カメラを3台設置し、それらをすべて1台の動画キャプチャ用PCに接続し同時に撮影を行った。この全方位カメラは、640×480の解像度の画像を15fpsで取得可能であり、垂直方向には仰角12度、俯角50度、水平方向には360度の視野を持つ。今回の実験では機器構成の制限から取得する動画の解像度を640×480、フレームレートを10fpsとした。そして、蓄積した動画を用いて自由視点画像生成を行う。カメラの配置と自由視点の移動経路(A,B,C,D,E)を図3に示す。

自由視点で生成された画像を図4に示す。Pentium4-3.2GHzを搭載したPCを用いて各自由視点画像を約500msで生成できた。また、静的な背景上に環境中の動物体がほぼ正しい位置に描かれていることが確認できた。

4. まとめと今後の課題

本稿では、View Morphing と Visual Hull を用いることでシーンに依存せず動的環境にも適用可能な自由視点生成手法を提案した。そして実験により、動的環境においても自由視点での画像を生成できていることを確認した。

今後は、背景差分処理にロバストな手法を取り入れ、動的領域と静的領域の分離をより正確に行い自由視点画像の画質向上や、画像生成を高速化し実時間での画像提示を目指す。また、姿勢センサやHMDと組み合わせて臨場感の高いテレプレゼンスシステムを構築する。

参考文献

- [1] H.Saito, S.Baba and T.Kanade, "Appearance-Based Virtual View Generation from Multicamera Videos Captured in the 3-D Room", IEEE Trans. On Multimedia, Vol.5, No.3, pp.303-316, September 2003.
- [2] I.Kitahara and Y.Ohta, "Scalable 3D Representation for 3D Video Display in a Large-scale Space", Proc. of the IEEE Virtual Reality 2003, pp.45-52, 2003.
- [3] 稲本奈穂, 斎藤英雄, "視点位置の内挿に基づく3次元サッカー映像の自由視点鑑賞システム", 映像情報メディア学会誌, Vol.58, No.4, pp529-539, 2004.
- [4] 富手要, 山澤一誠, 横矢直和, "複数の全方位画像を用いた広範囲なウォークスルーの実現", 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2002)講演論文集, Vol. II, pp.353-358, August 2002.
- [5] 松山隆司, 高井勇志, ウ小軍, 延原章平, "3次元ビデオ映像の撮影・編集・表示", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.7, No.4, pp.521-532, 2002.
- [6] W.Matusik, C.Buehler, R.Raskar, S.Gortler, L.McMillan, "Image Based Visual Hulls", ACM SIGGRAPH2000, pp.369-374, 2000.

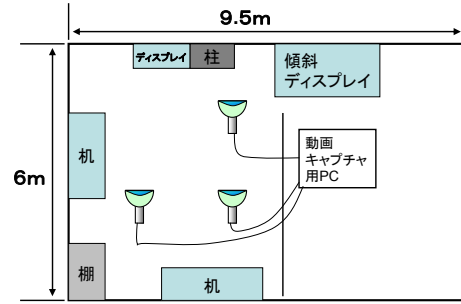


図2. 実験環境

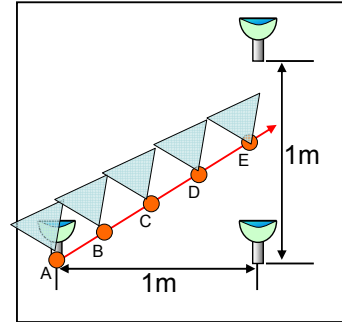


図3. カメラの配置と自由視点の移動経路

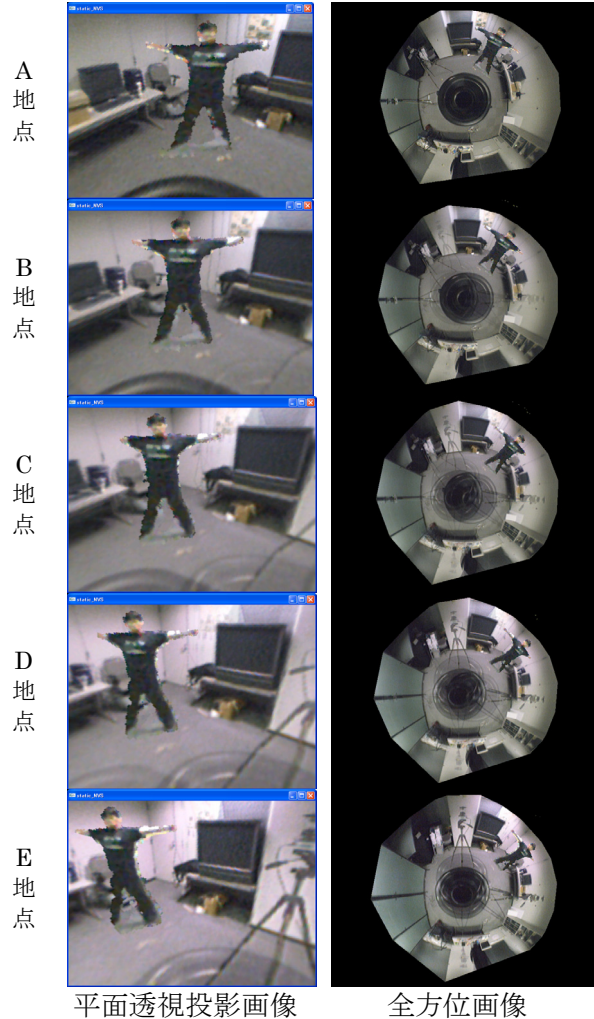


図4. 生成された自由視点画像