

# 裸眼立体視ディスプレイによる屋外環境の全周立体映像提示

堀 磨伊也<sup>†</sup> 神原 誠之<sup>†</sup> 横矢 直和<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

E-mail: †{maiya-h,kanbara,yokoya}@is.naist.jp

あらまし 遠隔地の情景をあたかもその場にいるかのような感覚を与えて映像を提示するテレプレゼンスにおいて、臨場感を高めることが要求されている。本研究では、広域屋外環境を対象とした高い臨場感を与えるテレプレゼンスシステムの構築を目的とし、裸眼立体視ディスプレイを用いて全周立体映像の提示を行う。裸眼立体視ディスプレイは、立体視を行うために多視点から撮影された視差画像が入力として必要であるが、すべての視点位置で撮影することは困難であるため、本手法では Image-based rendering の一手法を用いて撮影されていない視点位置の画像を生成し、裸眼立体視ディスプレイの入力画像として用いる。発表では、裸眼立体視ディスプレイに生成した多視点画像を同時に提示し、立体視と自由な視線変更を同時に実現するテレプレゼンスを実演する。

キーワード テレプレゼンス, 裸眼立体視, 全方位画像, Image-based rendering

## Telepresence in Outdoor Scene Using Autostereoscopic Display

Maiya HORI<sup>†</sup>, Masayuki KANBARA<sup>†</sup>, and Naokazu YOKOYA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Nara Institute of Science and Technology 8916-5 Takayama, Ikoma, Nara, 630-0192 Japan

E-mail: †{maiya-h,kanbara,yokoya}@is.naist.jp

**Abstract** Telepresence is a virtual reality technology that enables a user to feel as if the user is in a remote site. A telepresence system is expected to be high realistic sensation. This paper describes a high realistic telepresence system for wide outdoor environments by using autostereoscopic display. The autostereoscopic display requires parallax images which are captured from different points for viewing stereoscopic image. In this work, the parallax images are generated from omnidirectional image sequences by image-based rendering approach which generates a novel view image from a set of images. The parallax images are generated considering depth value by stereo matching using the images that are observed from different points and contain the same scene. In demonstration, stereoscopic images in wide outdoor environments are generated and displayed with autostereoscopic display.

**Key words** Telepresence, Autostereoscopic image, Omnidirectional image, Image-based rendering

### 1. はじめに

利用者に対して遠隔地の情景を提示し、その場にいるかのような感覚を与える仮想現実感技術はテレプレゼンス [1] と呼ばれ、教育や医療、エンターテインメントなど様々な分野で応用が期待されている。広域屋外環境を対象としたテレプレゼンスでは、写実性の高い Image-Based Rendering (以下, IBR) を用いた試みが多く行われている [2]。テレプレゼンスでは、遠隔地の情景を臨場感豊かに提示することが重要となるため、写実性が高いことのほかに視線変更による自由な見回しが行えること、両眼立体視が可能であることなどが望まれる。

本研究では、立体視と自由な視線変更を同時に実現する広域屋外環境のテレプレゼンスシステムを構築することを目的とする。その際には、特殊な眼鏡などを必要としない裸眼立体視

ディスプレイを用いる。裸眼立体視ディスプレイは一般的に複数の視差画像を同時に提示することで、多地点から現実環境と同様の立体感を得ることが可能である。入力となる複数の視差画像を取得するために、密に配置したカメラを用いて撮影する手法があるが、自由に視線方向を変更するためには、カメラを利用者の視線方向に合わせて回転させる必要があり、それらすべての画像を取得することは困難であった。本研究ではこの問題を解決するために、屋外環境において撮影された全方位画像群から IBR により、裸眼立体視を行うための多視点画像の生成を行う。従来 IBR を用いて視差画像を生成することにより裸眼立体視が可能であったが、生成する視線方向が特定方向に限定されており、自由に視線変更を行うことは困難であった [3]。本研究では、複数の全方位カメラで撮影された動画像を用いることで自由な見回しと立体視を同時に実現する。

テレプレゼンスを行う際には、裸眼立体視ディスプレイに生成された複数の視差画像を同時に提示し、立体視と自由な見回しが可能な臨場感の高いシステムの構築を行う。

## 2. 全周立体映像の生成

本手法では、屋外環境で撮影された全方位動画画像から裸眼立体視ディスプレイの入力として必要な複数の視差画像を生成を行う。以下、各処理について順に詳述する。

(1) 全方位画像群とカメラ位置・姿勢情報の取得: 裸眼立体視に必要な多視点画像の生成に必要な光線情報を取得するために全方位カメラを車両に固定して、移動しながら撮影を行う。なお、それぞれのカメラの位置情報は撮影時に GPS により同時に取得する。

(2) 生成する視点位置の設定: 生成する複数の視差画像の各視点位置の例を図 1 に示す。ユーザが撮影経路に沿って移動したときに自由な見回しと立体視を実現するために、視差画像の中央の視点位置が眼間距離を直径とする円周上を回転した場合の視差画像をそれぞれ生成する。これは利用者が見回しを行った場合の視点位置を近似している。

(3) 生成に用いるカメラ画像の選択: 新しい視点の画像は、その地点以外で撮影された複数の全方位画像の一部を合成することにより生成する。本手法では、生成に必要な光線情報を IBR の一手法である Light field rendering の原理 [4] に基づき取得する。生成する新しい視点画像を縦の短冊に分割し、それぞれの短冊で生成に必要な光線を算出し、撮影された全方位画像群の中から最も近い光線情報を持つ画像を選択して用いる。

(4) 奥行き情報を考慮したレンダリング: 生成する画像の各短冊のつなぎ目で被写体の奥行き推定を行う。奥行き情報は、撮影位置が異なり、同様のシーンが撮影された 2 枚の画像においてパターン類似度を用いたステレオマッチングにより特徴点を対応付け、センサから得られるカメラ位置情報を用いることにより取得する。推定された奥行き情報を考慮して新視点画像のレンダリングを行う。

## 3. テレプレゼンスシステム

デモンストレーションでは、屋外環境において自由経路で撮影した全方位動画画像を用いて多視点画像を生成し、利用者が自由な見回しと裸眼立体視が可能なテレプレゼンスを実現する。

全方位画像の取得は Point Grey Research 社の Ladybug2 を 2 台用いて行った。カメラ位置・姿勢情報は RTK-GPS から取得された GPS 測位値と画像の特徴点追跡に基づき算出した。多視点画像の提示には、StereoGraphics 社の Syntha-Gram404 (Size: 39.6inch, Type: TFT-LCD active matrix, Display resolution: 1280×768) を用いた。このディスプレイはレンチキュラスクリーンを用いることにより 9 視点分の視差画像を同時に提示可能で、利用者はこの中で両眼視差がある 2 視点分の画像を両眼で見ることで複数の地点から立体視可能である。提案手法を用いて生成した視差画像の例を図 2 に示す。図 2 では、左上から右下にかけて順に視点位置を変更しているが、各画像で視差があることがわかる。図 3 にテレプレゼンスの様

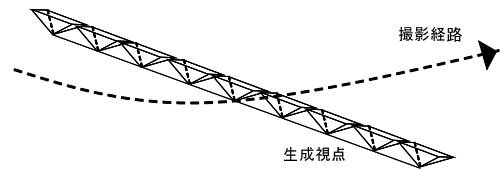


図 1 生成する視点位置の例

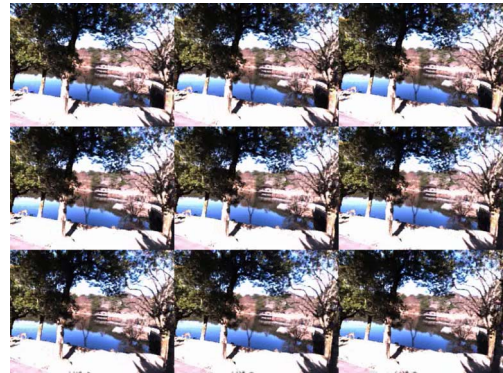


図 2 提案手法により生成された視差画像 (9 視点分) の一例



図 3 裸眼立体視ディスプレイを用いたテレプレゼンスの様子

子を示す。ユーザは裸眼で立体視が可能で、コントローラによりインタラクティブに視線方向を変更できる。

## 4. まとめ

本稿では、裸眼立体視ディスプレイを用いて、広域屋外環境の立体映像を提示する手法を提案した。テレプレゼンスでは、利用者による自由な視線変更と裸眼立体視が同時に実現可能であることを確認した。今後は、生成された多視点画像の生成精度に関する評価実験を行うことが課題として挙げられる。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金 (基盤研究 (A), No.19200016) による。

## 文献

- [1] S. Moezzi, Ed.: Special Issue on Immersive Telepresence, IEEE MultiMedia, Vol. 4, No. 1, pp. 17-56, 1997.
- [2] 堀 磨伊也, 神原 誠之, 横矢 直和: “被写体距離を考慮した Image-Based Rendering による広域屋外環境の両眼ステレオ画像生成”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2007) 講演論文集, pp. 303-309, July 2007.
- [3] S. Knorr, M. Kunter and T. Sikora: “Super-Resolution Stereo- and Multi-View Synthesis from Monocular Video Sequences,” Int. Conf. 3-D Digital Imaging and Modeling, pp. 55-64, 2007.
- [4] M. Levoy and P. Hanrahan: “Light Field Rendering,” Proc. SIGGRAPH'96, pp. 31-42, 1996.