

# 複数経路上を歩行移動可能な テレプレゼンスシステムにおけるユーザ支援手法

User Support for a Telepresence System Providing Multiple Walk-through Routes

和田浩明, 池田聖, 佐藤智和, 横矢直和

Hiroaki WADA, Sei IKEDA, Tomokazu SATO and Naokazu YOKOYA

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, {hiroak-w, sei-i, tomoka-s, yokoya}@is.naist.jp)

**Abstract :** This paper describes a user support method for telepresence system which provides a user with a sense of walking along remote multiple routes by showing multiple video sequences selectively. In this system, the route selection and the locomotion displacement are determined according to the user's locomotion detected by an omnidirectional treadmill. To support the user's walking on his desired route, the route information is also overlaid based on camera position and pose recovered by a shape-from-motion technique. Experiments using a prototype system are also demonstrated.

**Key Words:** *Telepresence System, User Support Interface, Walk-through, Augmented Reality*

## 1. はじめに

遠隔地の全方位映像をインタラクティブにユーザに提示することで、あたかもその場所に居るかのような感覚を与えるテレプレゼンス技術は、教育、医療、娯楽分野での応用が期待されている。我々は従来から、全方位型マルチカメラシステム (OMS) を用いることで低い人的コストで高解像な全方位コンテンツを作成し、観光地などの情景を高臨場に再現するシステムを開発してきた [1]。このシステムでは、没入型ディスプレイと歩行装置の組み合わせにより、実環境中での歩行動作に近い感覚を再現しているが、ユーザは 1 つの経路上のみでの歩行が可能であり、複数の経路に渡る選択的な視点移動については扱われていない。一方、Uyttendaele ら [2] や Taylor[3] は複数の撮影経路上を移動可能なシステムを提案しているが、これらは視点移動インターフェースとしてゲームコントローラを想定しており、経路の分岐点でのみ分岐方向の表示及び経路の選択入力が行われるため、撮影経路上を歩行移動するシステムにそのまま適用すると以下の 2 つの問題が発生する。1) ユーザが移動可能な経路を随時認識出来ない、2) 経路選択が経路の交差点である 1 点のみに限られる。これにより、前者によって画像が用意されていない位置へユーザが視点移動を試みるという問題や、後者によりユーザが経路を選択し損ねるという問題が生じ、結果として歩行動作による仮想空間の体験を円滑に行うことが出来ない。

そこで本稿では、複数経路上を選択的に歩行可能なテレプレゼンスシステムにおけるユーザ支援手法を提案する。我々が用いる映像提示システムは、図 1 に示すようなユーザの

視野を覆う没入型 3 面傾斜ディスプレイと、ユーザの歩行動作を検出し相殺する全方向に平面上を移動可能な歩行装置 [4] から構成される。提案手法では、まず移動可能な経路をユーザに認識させるために、実画像上に移動可能な経路情報を重畳表示する。次に、ユーザが希望する経路を円滑に選択し移動するために、経路選択が可能な範囲を設定し、その範囲情報を重畳表示する。これにより、ユーザは随時歩行可能な経路を認識することが可能となり、歩行による円滑な仮想空間の移動を実現することができる。ただし、経路情報の重畳表示を行うためにはコンテンツ取得時のカメラパラメータが必要となるため、本研究では全方位動画像に対するカメラパス推定手法 [5] を利用する。

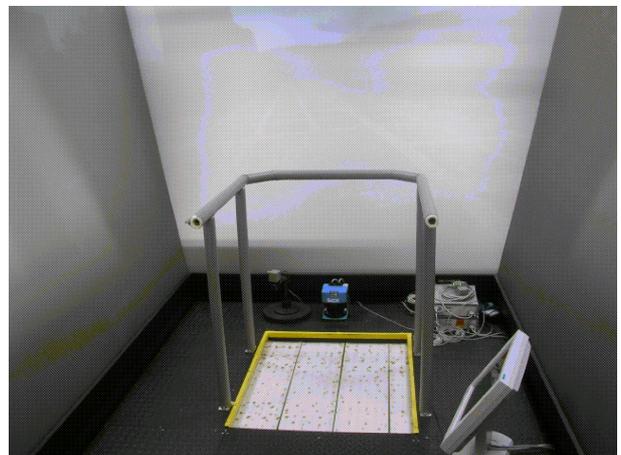


図 1: 歩行装置付き没入型ディスプレイの外観

## 2. 複数経路上を歩行移動可能なテレプレゼンスシステムにおける経路情報の提示

複数経路上を歩行移動可能なテレプレゼンスシステムにおけるユーザ支援手法として、提示する実画像上に1) ユーザが進行可能な経路情報と、2) 分岐点付近において経路選択が可能な範囲を表す標示図形、を重畳表示する。図2は、2つの経路の交差点付近の標示図形の例を示す。この標示図形的设计及び表示法に関する方針を以下の節で述べる。ただし予め、OMSにより取得された動画像の各フレームのカメラ位置及び姿勢は佐藤らの手法 [5] により推定されているものとする。

### 2.1 経路情報の提示

ユーザが移動可能な経路を随時認識できるようにするために、予め推定されたカメラパラメータを用いて動画像上に図2中の曲線状の帯で表される経路位置を示す図形を重畳表示する。各フレームのカメラ位置直下の地面上に経路を表示することにより、周囲の環境と経路上の各点との位置関係を容易に把握できるようにする。また、道路標示や区画線と類似した位置に表示することにより、ユーザの感じる違和感を低減させる。

### 2.2 経路選択可能な範囲の情報の提示

ユーザが直感的に経路選択可能な範囲を理解できるように、その範囲を表す図形を重畳表示する。重畳する位置は、経路位置を表す曲線と同様の理由で、経路間の交差点直下の地面上に設置する。交差点の位置は、交差する2つの経路に対応するフレームのカメラ位置の最近傍点对の midpoint とし、交差点から一定距離  $d$  の範囲内にユーザの視点がある場合に、異なる経路への移動を許す。図2に示す標示図形中の経路に沿った中央の図は、経路選択が可能な範囲として、交差点からの一定距離の範囲を表している。

## 3. 予備実験

本稿で提案したユーザ支援手法の有用性を検証するために評価実験を行った。試作システムにおいて図2の標示図形が重畳表示されている様子を図3に示す。本実験では、円滑な歩行移動を示す指標の1つとして、2地点間の歩行移動をタスクとして設定し、タスクの実行に要する時間を計測する。

実験は、提案システムに関して十分な知識を有した被験者1名に対し行い、38[m]離れた2地点間の歩行をタスクとした。ここでは、重畳表示される情報について、以下の異なる3種の条件で実験を行った。A) 経路と経路選択が可能な範囲を重畳表示する。B) 経路情報のみを重畳表示する。C) 何も情報を表示しない。実験の結果、条件A)は62.4[sec]、B)は77.8[sec]、C)は81.8[sec]であった。この結果から、経路情報及び経路選択可能な範囲の重畳表示を行うことで複数経路上を歩行移動可能なテレプレゼンスシステムにおける仮想空間内での歩行移動がより円滑に行えることを確認した。

## 4. まとめと今後の課題

本稿では、複数経路上を選択的に歩行移動可能なテレプレゼンスシステムにおけるユーザ支援手法として、コンテ

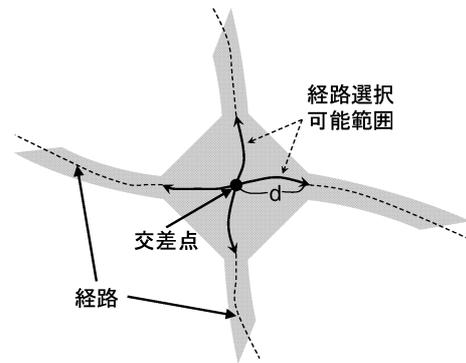


図2: 経路位置及び経路選択可能範囲を表す標示図形

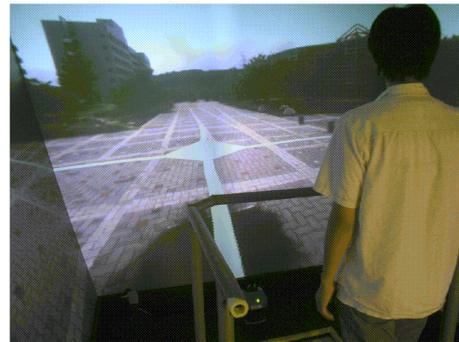


図3: 経路情報の重畳表示例

ンツ撮影時のカメラ位置・姿勢を用いることにより、進行可能な経路と経路選択が可能な範囲の情報を重畳表示する手法を提案した。試作システムによる予備実験により、経路情報を重畳表示することにより歩行移動にかかる時間が短縮されることを確認した。

今後は、経路情報の重畳表示による評価実験と経路選択が可能な範囲における分岐手法の検討を行う予定である。また今後の展望としてシステムの広範囲な環境への対応があげられる。

## 参考文献

- [1] S.Ikeda, et al.: Immersive Telepresence System Using High-resolution Omnidirectional Video with Locomotion Interface, Proc. 14th Int. Conf. on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2004), pp. 188-193, 2004.
- [2] M.Uyttendaele, et al.: Image-Based Interactive Exploration of Real-World Environments, IEEE Computer Graphics and Applications, vol.24, no.3, pp.52-63, 2004.
- [3] C.J.Taylor: VideoPlus: A Method for Capturing the Structure and Appearance of Immersive Environments, IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics, vol.8, Iss. 2, pp.171-182, 2002.
- [4] H.Iwata: Walking About Virtual Environments on an Infinite Floor, Proc. IEEE Virtual Reality '99, pp.286-293, 1999.
- [5] 佐藤ら: 複数動画像からの全方位型マルチカメラシステムの位置・姿勢パラメータの推定, 信学論 (D-II), J88-D-II, no.2, pp.347-357, 2005.