

実環境と仮想環境を融合した 協調作業通信環境に関する研究

特集 プロジェクト研究

岸野文郎*

A Study on Cooperative Work Environment Combinning Real and Virtual Space

Key Words : Virtual Reality, Cooperative Work, Bird's Eye Image,
Multimodal Interface, Computer Graphics

1. プロジェクト概要

本稿では、通信・放送機構の公募研究である「実環境と仮想環境を融合した協調作業通信環境に関する研究」の概要について述べる。

本研究では、仮想環境内に現実環境のすべてをモデリングするのではなく、現実環境をその画像として取り込み、そこにマルチモーダルインタフェースにより作成・編集した仮想物体を融合し、この融合した共有空間で協調作業を行う手法を提案し、この手法を実現するための要素技術の確立を目指す。

2. 研究概要

仮想現実環境内に現実環境と同等の機能を有する環境を、複数地点の利用者がネットワークを介して協調作業ができるように構築して、実用的なアプリケーションに適用する場合、現実環境を高精度でモデル化することの難しさ、利用者が自然なインタフェースで意図する仮想環境を自由自在に生成・編集することの難しさ、遠隔地の参加者が距離を克服してシームレスに協調作業をすることの難しさ、などが指摘されている。本研究では、仮想環境内に現実環境の

すべてをモデリングするのではなく、現実環境をそのまま画像として取り込み、そこにマルチモーダルインタフェースで生成・編集した仮想物体を融合し、融合した共有空間で遠隔地の参加者が協調作業を行う手法を実現するための要素技術の確立する^{1),2)}。

具体的には、全体計画において以下の要素技術の確立を目的とする。

(1) 仮想環境の生成・編集

身振り、手振り、言語等を用いたマルチモーダルインタフェースにより、利用者が意図する仮想物体を人にとって自然なインタフェースで生成・編集する手法を開発する。

(2) 実環境と仮想環境の融合と提示

実環境の奥行き隠蔽関係を考慮した実環境画像への仮想物体の融合手法の開発および融合画像を利用者の位置、視線方向に連動して提示する画像提示手法の開発を行う。

(3) 融合共有空間を介した遠隔協調作業

仮想環境と実空間像の融合された空間を共有することによって、分散した遠隔地の参加者が高速ネットワークを介しての協調作業を実現する手法を開発する。

本プロジェクトは、大阪大学と奈良先端科学技術大学院大学との共同研究であり、上記の研究課題において、(1)は本学が、(2)(3)は両大学の共同で研究を進めている。上記課題以外に、「実環境の全方位3次元情景の獲得」について奈良先端科学技術大学院大学で研究を進めている。この課題においては、複数のカメラから成る全方位ステレオ画像撮像装置の設計・試作を行い、複数カメラ画像の張り合わせと全方位ステレオマッチングアルゴリズムの開発に

*Fumio KISHINO
1946年7月16日生
1971年名古屋工業大学電子工学科修士課程修了
現在、大阪大学大学院工学研究科・電子情報エネルギー工学専攻、教授、工学博士、ヒューマンインタフェース工学
TEL 06-6879-7750
FAX 06-6879-7743
E-Mail kishino@eie.eng.osaka-u.ac.jp



より、パノラマ画像およびパノラマ距離画像の再構成を行うことを目指している。

3. 広大な仮想自然環境の構築

本プロジェクトで対象としている協調作業通信環境は広大な自然環境を対象としている。本章では広大な仮想自然環境を構築する場合の問題点を整理する。

対象物体が限定されている仮想環境においては、3次元モデル化は比較的容易であるが、都市全体、あるいは、野山などの広大な自然環境を対象として仮想環境を構築しようとするコンピュータ内でモデル化するのには存在する物体の数が多く、また形状が複雑であるため、多大の労力を必要とする。従って対象とする実世界の環境をコンピュータに取り込むことが不可欠となる。3次元モデル化が困難であるため、3次元形状を復元せず、複数の既存画像を用いて仮想環境を構築することも提案されている³⁾。視点位置毎に用意した画像を切り替えて表示したり、視線方向のみの変化は視点周囲の映像を記録しておき、切り出しにより対処することによりインタラクティブ性を実現している。また連続した視点の移動に対しては、モーフィングにより補間画像を生成することにより実空間と同一の機能を実現しようとしている。

3次元構造情報を獲得するため、複数のカメラ画像を用いる手法が検討されている。CMUのVirtualized Realityのプロジェクトであり、マルチベースラインステレオの手法を用いて動画からの3次元構造情報の復元に関する研究を行っている⁴⁾。

実環境にコンピュータ内で作成した仮想環境を重ね表示しようとする研究も盛んである。オーグメンテッドリアリティと呼ばれており、この場合、実物の上にCG像を重ね表示すると、本来は物体表示の奥にあるものが、表面上に表示されることになり実際の感覚と異なることになる。これを避けるためには、実物体もコンピュータ内に取り込んで奥行き関係を計算し、CG像が実物体に隠される場合はその部分は表示しないようにする必要がある。このような技術が確立されれば、都市全体をコンピュータ内に取り込み、都市設計においてその中の一部のビルを立て直したとき全体の景観はどのようになるのかシュミレーションが可能となる。更には、大震災が発生したときの想定被害や、避難シミュレーション

への応用も期待される。

このような広大な仮想自然環境の場合は、現状ではウォークスルーが主でインタラクティブ操作を実現した例は殆ど無く、またインタラクティブ操作は机上物か精々室内程度であった。

我々は、広大な仮想自然環境を対象にインタラクティブ操作可能な仮想世界の構築を目指す。構築する仮想環境は、VR技術を適用するため、没入感があり、等身大感覚で利用者に提示されることを前提とする。この場合の問題点は以下が想定される。

A. 操作者による現在の位置、方向の把握の困難さ

仮想環境をHMDなどの表示装置を用いて提示し、環境内を自由に歩き回れるようにすると、利用者は簡単に環境内における自己位置や方向を見失うことが多い。広大な仮想自然環境においては、さらに顕著となると想定される。

B. 移動の困難さ

広大な環境を構築すると、全てを歩行感覚で移動しようすると容易に所望の地点にたどり着かない。

C. 巨大な仮想物体の操作が困難

等身大感覚で表示すると、樹木、建物等をインタラクティブに操作するのが困難となる。単に表面のみをなぞることとなる。

D. 操作における自然なインタフェースの欠落

単なる手振りだけでは限定された操作になり、利用者の高度な操作要求に対応できない。

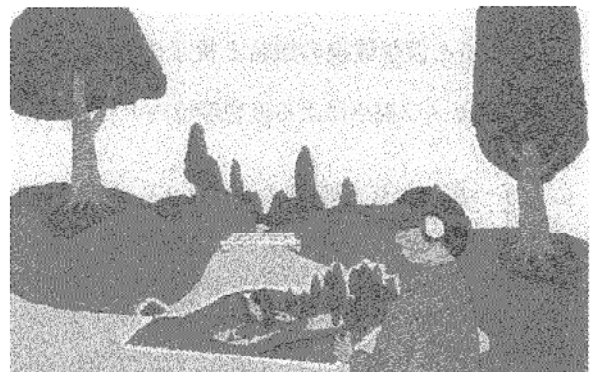


図1 多重仮想空間のイメージ

これらの問題点を解決するため、等身大の没入環境を構築するとともに、利用者の現在位置、方向を的確に把握するための視窓型環境をも構築する。後者の環境は、広大な自然環境を適切な場所から一部または全体を眺める鳥瞰図を提示する。これらの手

法を導入した場合の想定イメージ図を図1に示す。この多重仮想空間を用いることにより、利用者自身の現在の位置、方向は地図をみるように把握することができ、また直接手が届かない対象物については鳥瞰図として提示する。利用者は鳥瞰図上で容易に加工したい部位の選択、加工、移動などが可能となる。

以下に現在までに得られた成果を中心に研究内容を紹介する。

4. 仮想環境の生成・編集に関する研究

手振り、身振り、さらには言語や仮想道具等により、利用者の意図を的確に抽出して仮想環境の生成と編集を自由に行うことができるようにするため、まず仮想物体の基本操作を検討し、これらの操作を可能とするデータ形式を仮想環境生成システム上に実装した。具体的には、仮想自然環境内で特に複雑な形状を持つ樹木を対象とし、カット、コピー、ペースト、色変更、移動、拡大、縮小等の基本操作を実現した^{5),6)}。

さらに多数の樹木が含まれる公園、庭園の設計を支援することを目的に、自然言語等により樹木の種類、大きさ、植栽位置を指示可能な手法の確立を目指して研究を進めている。また、このような設計は個人の嗜好性に強く影響されるため、利用者が既存の環境をウォークスルーする場合に、環境内のどの対象物に注目するかを記録、解析する手法の検討も重要となる。

5. 実環境と仮想環境の融合と提示に関する研究

(1) 鳥瞰カメラ視点による仮想環境内ナビゲーション

広大かつ複雑な仮想環境内に没入し、利用者が自由に動き回れることを容易にするには、利用者自身の位置や方向、全体の構造などを正確に認識させるナビゲーションシステムが必要となる¹⁾。仮想環境内ナビゲーションシステムとして、仮想環境内の任意の位置に配置した鳥瞰カメラから見た鳥瞰画像を、利用者の視点から見える等身大の映像に重ねて提示するシステムの構築を進めた(イメージは図1参照)。本システムにおいては、利用者が自分の意図に応じて鳥瞰カメラ視点の位置・方向を利用者視点と鳥瞰カメラ視点を連動させることにより(座標系対の連動)、直観的に制御することが可能となる。このシ

ステムは、仮想環境のミニチュアコピーを作成し提示する方法と異なり、幾何モデルのデータ量を増加させない。また、単なる鳥瞰図や地図を用いる方法と異なり、利用者自身が自由に利用者の意図に応じた鳥瞰画像を直観的に取得することができる。さらにいくつかの拘束条件を導入することで、新たに付加的な意味を持つ画像を提示することのできるナビゲーションシステムを構築した⁷⁻⁹⁾。

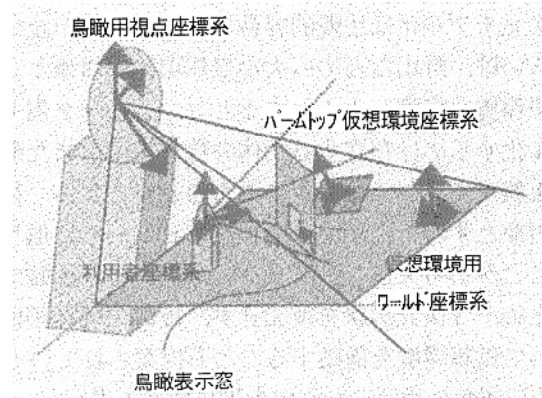


図2 提案システムの座標系

図2に本システムを実現する上で必要となる座標系を示す。仮想世界における絶対的な位置・方向を表す世界座標系、利用者視点の位置・方向を表す利用者座標系、鳥瞰カメラ視点の位置・方向を表す鳥瞰カメラ座標系に加えて本研究では、利用者に提示する鳥瞰画像を生成するための仮想世界(利用者の手の動きに対応した仮想環境)における位置・方向を表すパームトップ座標系を新たに導入する。この座標系は仮想カメラ視点を決定するために座標系のみ存在させるものであり、この動きに応じて鳥瞰画

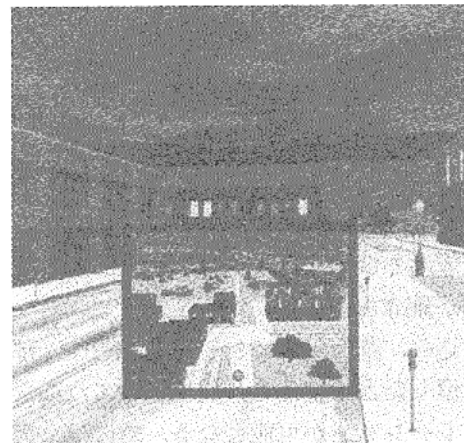


図3 利用者に提示される画像

像を生成する。

本システムにより、利用者の要望に応じた仮想環境内のナビゲーションが可能となる。図3に本システムの表示例を示す。

(2) 大規模仮想自然環境の簡易化

樹木など複雑な形状の物体を多く含む仮想自然環境を対象として、近景については物体の幾何形状を保持することで操作可能とし、遠景に関しては利用者の全周囲方向について奥行き情報を考慮した円柱を基本とする単純な形状で近似することにより、実時間でのウォークスルーを可能とする方法を実現した¹⁰⁾。

6. ま と め

自然環境を対象に自然なインタフェースで生成・編集可能な仮想環境の構築を目指し、鳥瞰画像と等身大画像を用いた仮想環境内ナビゲーション法を提唱し、基礎的検討を行った。

今後、手振り・身振り、自然言語等を用いたマルチモーダルインタフェースによる仮想環境生成・編集の高機能化を図るとともに、実環境と仮想環境の融合表示の高精度化を進める。

参 考 文 献

- 1) 岸野他：“仮想自然環境を対象とした移動・操作法に関する一検討”，信学技報，MVE97-83，pp.17-22 (1997)。
- 2) 岸野文郎：“共有仮想空間を利用した協調作業通信環境”，第10回情報伝送と信号処理WS，pp.19-23 (1997)。
- 3) Eric Chen, S.：“Quick Time VR-An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation”，Proc. SIGGRAPH95 (1995)。
- 3) Virtualized Reality Home Page：
<http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/project/virtualizedVR/www/>
- 5) 井谷，岩田，岸野：“多重仮想空間を用いた自然環境の操作法の一検討”，信学総大，A-16-24 (1997)。
- 6) 井谷，正城，北村，岸野：“仮想自然環境における樹木の操作の一検討”，信学総大 (1998)。
- 7) 深津，井谷，正城，北村，岸野：“鳥瞰画像を用いた没入型仮想環境における自己位置認識方法に関する検討”，映像情報メディア学会冬季大会，p.102 (1997)。
- 8) 深津，正城，北村，岸野：“仮想環境内ナビゲーションのための鳥瞰カメラ視点の直観的制御方法(1)ー利用者視点と鳥瞰カメラ視点の連動ー”，信学総大 (1998)。
- 9) 正城，深津，北村，岸野：“仮想環境内ナビゲーションのための鳥瞰カメラ視点の直観的制御方法(2)ー鳥瞰カメラ視点に対する拘束条件ー”，信学総大 (1998)。
- 10) 島村，正城，北村，岸野：“奥行き情報を用いた仮想自然環境の全周遠景の単純化”，信学総大 (1998)。