

実世界情報システムプロジェクト～バーチャルリアリティ研究グループ～

実空間アバタと人の新しいインタラクション に関する研究成果

廣瀬通孝 広田光一

先端科学技術研究センター 生命知能システム分野

概要

実世界VRをコミュニケーションに利用する際に不可欠な要素である実空間ビデオアバタ技術を確立し、日常的環境における臨場感の高いコミュニケーションの実現をめざす。本報告では今年度に検討したビデオアバタのためのモデル構築手法とそれを実世界に表示するディスプレイ技術などについて述べる。

1 はじめに

アバタ技術を利用したコミュニケーションや情報システムとのインタラクションに関する研究は、これまで没入型投影システムなどにより実現されるVR空間での応用を想定して行われてきた。このようなVR空間は、日常の生活の観点から見ると非常に特殊な環境であり、また、このような設備はどこにでもあるというものではないため、将来的な実用に限界が指摘されていた。このような背景をふまえて、著者らはVR空間を実空間に展開することで、これまでVR空間で利用されてきたようなアバタ技術や情報提供手法を実世界で利用することを可能にする技術に注目している。すなわち、日常の生活環境の中にプロジェクトなどの映像提示装置を組み込むことで、その環境の中にVR環境を生成して情報活動に利用するというアプローチである。

今年度は、昨年度におこなったビデオアバタの実世界での提示手法に関する実験などの結果を踏まえて、その要素となる技術の開発に焦点を当てた。具体的には、多視点カメラからビデオアバタの3次元モデルを高速に生成する手法、実世界にVR環境を展開するためのディスプレイシステムの構成手法、このような映像とのインタラクションを実現するセンシング手法、アバタのような立体形状を実体性を伴って提示する手法の検討を行った。以下では、各々についてその結果および成果の概要を述べる。

2 ビデオアバタ生成の高速化手法

VR空間での多対多のコミュニケーションのために、同時に多視点から見るができる任意視点3次元ビデオアバタが研究されている。多視点映像を用いた3次元ビデオアバタを生成する方法として視体積交差法が一般的である。従来の視体積交差法の実現は3次元空間を格子状に区切ったボクセルに対して演算を行っていた。しかしボクセルを用いた方法では演算量およびデータ量が大きくなりすぎてしまい、実時間での高解像度化は困難であった。また、PCのグラフィックハードウェアの性能の向上は著しく、とくに近年には動作をプログラマブルに行うことのできるグラフィックハードウェアであるプログラマブルシェーダが急速に発展しつつあり、従来は実装が困難だった処理をグラフィックハードウェア上で行うことが可能となってきた。

本研究では、視体積交差法をボクセルを用いない方法で実現して高解像度化を可能とする。これをプログラマブルシェーダを用いて実装することで、一般的なPCを用いて高解像度で実時間処理での3次元ビデオアバタの生成を行う。また、整えられた屋内環境以外での撮影を可能とするロバスト性の高いシステムを構築する。

具体的には次のような手法を提案している。視体積交差法は各カメラ映像から得られた視体積同士の論理積を求めることで3次元映像を得る方法である。ボクセルを用いた方法では解像度の3次のオーダーの計算量が必要だが、レンダリング時に直接論理積物体を描画することができれば解像度の2次のオーダーの計算量で視体積交差法の映像を得られることになりボクセルを用いる方法に比べ非常に有利である。Gold Featherの方法を用いることにより任意の穴や凹みのない凸の3次元物体同士の論理積物体の映像を得ることができる。視体積は一般に凸でないことが多いため、この方法をそのまま適用すると描画される

べきところに穴が開くなど致命的な問題があるが、本研究では一度各視体積の深度をレンダリングし、それらを参照して確実に消える部分をはじめからレンダリングしないことによりこの問題を解決した。

従来のカメラシステムを用いて取得した映像を用いて本研究の従来手法との比較を行った(図1、表1)。

表1：従来システムとの比較

	解像度	フレームレート
従来手法	(boxel size)	
	2.0cm	10.3fps
	1.5cm	8.0fps
	1.0cm	4.2fps
	0.75cm	1.1fps
提案手法	(人物表示サイズ) 445pixels(縦)	31.6fps

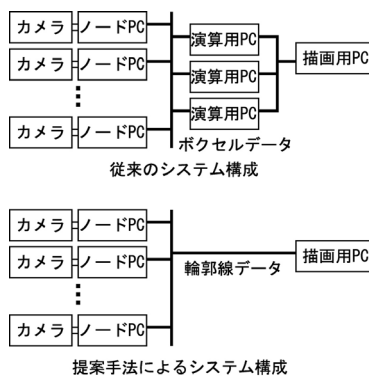


図1：システム構成



図2：生成された3次元アバタ

提案手法はレンダリング解像度で直接演算も行うため、解像度の従来手法との直接的な比較はできない。しかし、画面表示上での1pixelは人物

の身長から計算すれば0.4cm程度であり、また従来4台のPCを用いて計算していたものが1台のみで構成されていることから、従来手法に比べ十分に高解像度でなおかつ高速化できているといえる。また、屋外で撮影した画像から3次元アバタを生成する実験を行いロバスト性の高さを実証した(図2)。

3 実世界 VR 環境生成手法

本研究は、例えば部屋の壁面や床面、机の表面や廊下の壁、屋外での建物の壁や道路などをディスプレイとして利用可能とし、さらに従来から存在する液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなども組み合わせて利用可能とすることで、増大する情報を扱うためのユーザ側の能力を拡大することを目的とするものである。

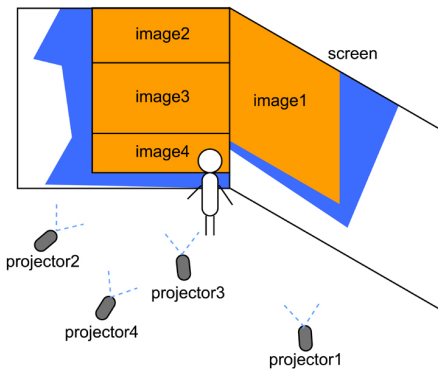


図3：複数プロジェクタによる投影

そのために必要な技術として、複数のPCによる分散レンダリング、プロジェクタが投影面となる壁や天井などに斜めから映像を出した場合の歪み補正と障害物に光が当たる部分のマスキング、各レンダリングクライアントのレンダリング用一括パラメータ設定、ユーザが手に持ったカメラによる画像処理と角度センサを用いたインタラクション、パン・チルト可能なプロジェクタを用いた高解像度領域の移動制御に関して実装を行った(図3)。分散レンダリングはネットワークを通じてクライアント間でレンダリングに必要な情報を共有し、さらに映像の更新タイミングをそろえる処理をネットワークを通じて行っている。また、斜めから投影した場合の歪み補正は、オフスクリーンレンダリングと、その結果をテクスチャマップしたポリゴンメッシュの変形によって実現した。また、各レンダリングクライアントにおいて個別に必要な視体積情報などを

一括して設定可能なソフトウェアを作成した。

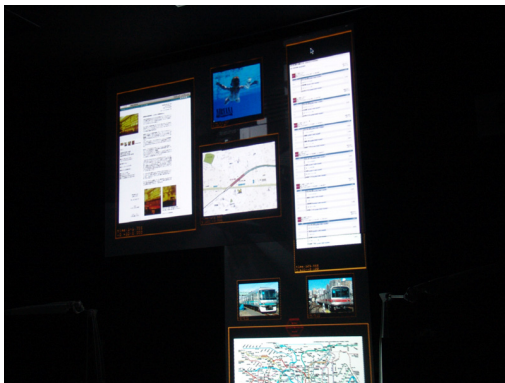


図4：試作された映像提示環境

以上により構成されたディスプレイ上である種のウィンドウシステムを構築した(図4)。個々のウィンドウに対する操作は、ユーザが手に持ったカメラ画像からユーザと情報を提示するウィンドウの間の相対位置を画像処理によって取得し、その位置情報と角度センサからの入力情報を元にウィンドウ位置などの更新をすることで実現した。また、一台のプロジェクタでカバーする投影範囲が広くなるにつれて投影映像の解像度も下がるため、それを補完するためにパン・チルトの角度制御が可能なヘッドにプロジェクタが設置された装置を用い、その回転制御と投影映像の制御を組み合わせることで、一部の高解像度領域を移動可能なものとした。

4 実世界インタラクション手法

インターネットの成熟により、求める情報を取得することはますます容易になってきた。さらに携帯電話とネットワークの発達により、その情報環境は屋内でPCに向かっている環境にとどまらず、いわゆるモバイルコンピューティングのように、屋外で情報にアクセスする機会も増えている。しかしながら、屋外等を移動中に情報的活動を行う手段はなお貧弱であり、新たな情報環境の提案が必要とされている。

本研究では屋外環境で移動中、具体的には駅やショッピングモールあるいはアミューズメント施設内において歩行中のユーザに追従する映像情報を提示し、屋外環境における情報との接触機会を増やすシステムを提案する。

歩行中の複数のユーザに映像で情報を提示するために、カメラでユーザの位置を計測しその位置にプロジェクタで映像を投影するシステムを開発することを目的とした。安定的な歩行が可能

なほどの広い領域において多数のユーザのそれぞれに映像を追従させるために、複数台のプロジェクタで大画面を構成して床に投影した。そしてその領域内において各ユーザに追従する映像を位置に応じて投影することを試みた。なおユーザの位置計測には、マーカを用いた既存の画像処理ライブラリを利用した(図5、図6)。

今後さらに広い空間に応用することを想定し、カメラおよびプロジェクタを必要に応じて追加できるシステムを構成した。実験を行ったところユーザに対する情報提示の有効性が認められ、情報提示に対するユーザの反応も期待されるものが得られた。その一方で追従のアルゴリズムや提示するコンテンツの内容についての課題が見つかった。またいずれは位置計測をマーカを使わずに行う方法とする予定である。

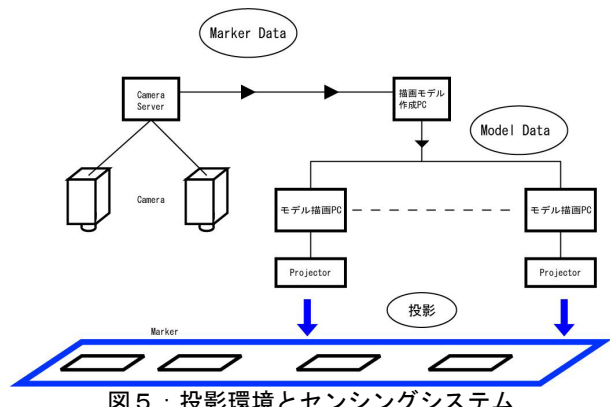


図5：投影環境とセンシングシステム

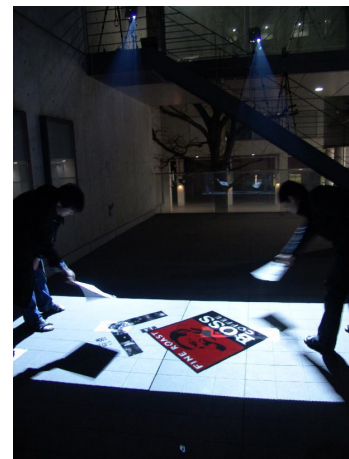


図6：実験の様子

5 実体型映像提示手法

本研究では、今までVR空間でしか表示されえなかったような大きな3次元物体の映像情報や等身大のビデオアバタを実空間において表示す

る手法の提案と評価をし、より高度な表示や遠隔とのインタラクションを実現することを目的としている。

一枚のディスプレイを時分割し、このディスプレイを高速で回転させ、回転速度に同期して映像を切り替える。これによりディスプレイの周方向への時分割提示が実現される。この時分割されたディスプレイそれぞれに、複数台のカメラにより撮影された人物の映像を、方向が一致するように提示することで、各方向の視点において、その方向から撮影された人物の姿が観察される。すなわち観察者が視点位置を移動させることにより、異なる方向から人物像を観察することが可能となり、観察者が複数人の場合でもそれぞれに対応した画像を提示することができる。

この基本原理については昨年度の検討で可能性が確認されたことから、今年度は実物大の人物表現とより多くの視点に映像を提示することのできる実装にむけたプロトタイプの構築を試みた。表示デバイスとしてディスプレイのフレームレート・大きさを考慮し、ビデオアバタの表情・身振りをより高い臨場感で表現できるプラズマディスプレイを選択した。

またプラズマディスプレイを回す上でネックとなる回転数による遠心力・トルク・慣性モーメントを抑える設計として複数枚のディスプレイを用い、回転数を下げても見かけのリフレッシュレートが同じになるような実装を提案した。これまでのところ、16方向に対して1rpmで画像を提示する実験をおこなった。今後十分に安全対策を練った上で高速回転による全周に対する画像提示をおこなっていく予定である。

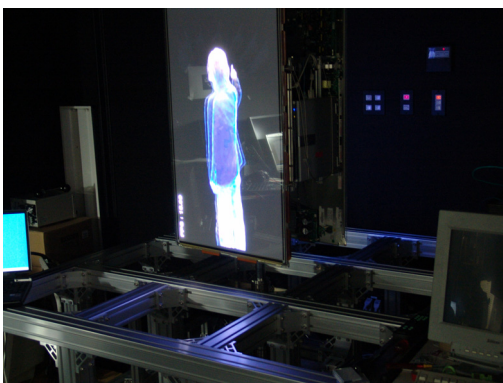


図7：実世界アバタディスプレイ

6 おわりに

今年度は、実世界VR環境を利用したコミュニケーションを目的として、ビデオアバタを実空間で提示するための要素技術について検討を行った。

ビデオアバタ生成手法の検討では、これまでのところ環境光が管理された撮影システムで得られる映像を利用しているが、実環境に配置されたカメラによる映像を利用する場合には、前処理としてよりロバストな画像処理アルゴリズムを検討する必要がある。実環境における情報の提示とインタラクションに関しては、実験環境が構築されたという位置付けであり、今後はその環境におけるインタフェースの提案を行っていく必要がある。実体型映像の提示については、今年度の検討により実物大の人物像を表示することのできるディスプレイの実現に、ある程度の目処が得られたと考えており、来年度はこれを具体化していきたいと考えている。

学会発表

- 1) Hiroyuki Maeda, Tomohiro Tanikawa, Jun Yamashita, Koichi Hirota, Michitaka Hirose: Real World Video Avatar: Transmission and Presentation of Human Figure; Proc. IEEE VR 2004, 237-238, 2004.3.
- 2) Hiroaki Maeda, Tomohiro Tanikawa, Jun Yamashita, Koichi Hirota, Michitaka Hirose: RealWorld Video Avatar: Transmission and Presentation of Human Figure; Proc. ISMCR 2004, A11-Page1-8, 2004.9.
- 3) Jochen Ehnes, Koichi Hirota, Michitaka Hirose: Projected Augmentation – Augmented Reality using Rotatable Video Projectors; Proc. ISMAR 2004, 26-35, 2004.11.
- 4) 豊田 滋典, 谷川 智洋, 山下 淳, 広田 光一, 廣瀬 通孝: 実空間投影型マルチプロジェクション環境の構築に関する研究; 日本 VR 学会第9回大会論文集, 361-364, 2004.9.
- 5) 笹原 翔太, 谷川 智洋, 広田 光一, 廣瀬 通孝: 全周撮影システムによる任意視点ビデオアバタの実時間取得・提示; 日本 VR 学会第9回大会論文集, 107-110, 2004.9.