

没入型 VR 環境のためのバーチャル空間構築システムに関する研究

鶴房康平、濱本和彦

東海大学大学院 工学研究科 情報理工学専攻

1、はじめに

近年立体映像の提示技術やそのコンテンツの研究・開発が盛んになっており、その中でもイリノイ大学で開発された CAVE に代表される没入型の立体映像環境は臨場感の高いバーチャル空間を提示できる装置として広く応用されている。大画面の立体映像環境内で観察することによりあたかも 3DCG で構築された空間の中にいるかのように感じることができるため、未だ建設前の建物の体験・検討や肉眼では見ることのできない物体の変化や動きの可視化といった、従来は 2 次元の平面上で得ていた情報を 3 次元で得ることができるという点が大きな特徴である。しかし、没入環境に提示するコンテンツは様々な 3DCG ソフトや可視化ソフト、またはプログラミングによって制作されたものでなければならず、観察者などが容易に構築することはできなかった。そこで本研究ではこの問題を解決するために、直感的な操作によってバーチャル空間にコンテンツを生成、配置することが可能なシステムを提案、開発することを目的とする。実空間での操作とコンテンツへの影響が空間的・意味的整合性を持つ Tangible User Interface の概念を用いることで容易に、直感的に操作することができるようになると思われる。

2、システム概要

2.1 デバイス構成

本研究では 3 面の大型スクリーンと 3 台のプロジェクタで構成された没入型 VR 環境である Holostage を使用する。正面、底面、側面に映像を投影し、光学式のトラッキングシステムにより観察者の視点位置が映像に反映されるようになっている。また、従来のコントローラの代わりに使用する操作デバイスとして、立方体のマーカー、タブレット、カメラを用いる (Fig 図 1)。マーカーはコンテンツ内で現在選択しているオブジェクトの動きを操作するために使用し、マーカーの実空間での位置・姿勢をカメラで取得し、提示されているオブジェクトに反映させる。マーカーは立方体の他の面を上にすることで色変更モード、指定オブジェクト削除モードなどに切り替えることが可能である。タブレットは空間の床 (底面) に相当し、例えばタブレットの右端にマーカーを持っていくことで提示されている空間の右端に操作しているオブジェクトが表示される。タブレットのペンはタブレット上で上下左右にドラッグすることで色や大きさ、オブジェクトの形状の変化といったマーカーだけでは表現しきれない調整に対し使用する。

2.2 データ処理の流れ

カメラで取得したマーカーの位置の取得に ARToolKit を使用する。ARToolKit は拡張現実感 (Augmented Reality) のシステムで使用されているソフトウェアライブラリである。カメラで読み取ったマーカーの位置、姿勢、パターンを取得することが可能であり、これを用いてマーカーの位置・姿勢・面を検出する。オブジェクト描画には 3D グラフィック用プログラムインタフェースの OpenGL を用いる。座標取得と、その情報を元に描画を行うプロジェクトを作成し、Holostage 制御 PC で実行する。実行ファイルを Holostage に提示する際には立体映像ソフトウェアの EasyVR を使用する。



図 1：操作デバイスの構成

3、評価実験とその結果

3.1 実験内容

操作方法を全く知らない人間に対して簡単な操作説明のみでどの程度理解し、思うように操作できるかを調査するために評価実験を行う。今回の実験ではマーカーは1面のみ使用し、実装機能は

- ・ペンのドラッグ(上下): オブジェクトの形状変更
- ・ペンのドラッグ(左右): オブジェクトのサイズ変更
- ・タブレットをペンでクリック: オブジェクトを現在の場所に固定

とする。被験者にはシステムの簡単な説明を事前に行い、一定時間自由に使用してもらった後に評価アンケートを書いてもらう。アンケート内容は操作性(4段階)、娯楽性(3段階)、満足点、不満点、改善要望点とする。

3.2 実験結果

実験は研究室内外の男女6名に行ってもらった。操作デバイスはHolostage底面に設置し、HMDを装着し操作してもらった(Fig2、3、4)。操作時間は1人大体5~10分程度だった。また、後日高輪校舎で開催された本学のオープンキャンパスの際に高校生の男子7名にも実験に協力してもらった。この時はHolostageに投影せずノートPCのディスプレイ上に表示して実験を行った。



Fig2: 実験時の環境

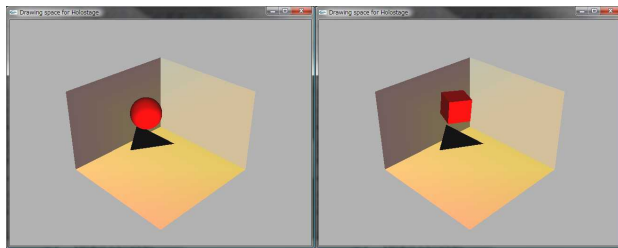


Fig3: 実験の様子(上下方向のドラッグによる形状の変化)

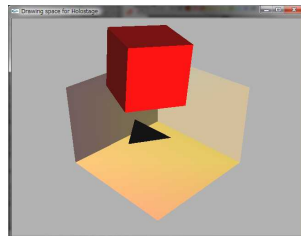


Fig4: 実験の様子(横方向のドラッグによる大きさの変化)

3.2.1 操作性・娯楽性に関して

快適に操作することが出来た	0(1)人
ある程度は思った通りに操作することが出来た。	6(6)人
あまり操作できず、イライラした	0(0)人
ほとんど操作することが出来なかった。	0(0)人

表1: 操作性に関する評価結果

操作していてとても楽しかった。	5(5)人
今後の改善次第で面白くなると思う。	1(2)人
全然楽しくなかった。	0(0)人

表2: 娯楽性に関する評価結果

()内は高校生の人数

6人全員が4段階中3点の「ある程度思った通りに操作することができた」と回答した。高校生の男子7名も6名が同様の回答をし、1名は「思ったとおりに操作することができた」と回答した。また、娯楽性に関しては6人中5人が3段階中3点の「操作していても楽しかった」、1人が2点の「今回はあまり楽しなかったが改善すれば面白くなると思う」と回答した。高校生は5人が前者、2人が後者の回答をした。

3.2.2 満足点、不満点、改善要望点について

満足点としてはオブジェクトの移動が直感的にできる、大きさの変更が簡単、楽しいといった内容の回答だった。不満点としては検出精度の低さやペンを使った操作に慣れが必要である点、機能が足りない点などが挙げられた。改善してほしい点として全員が精度の向上または既に配置されたオブジェクトの修正等の機能追加を挙げた。

4、考察と問題点の改善

実験結果から、マーカーを用いた直感的な配置場所の決定による環境構築はある程度の操作性と高い娯楽性を持つことがわかった。しかし問題点として、まず今回の実験環境下でのカメラに認識の悪さによる操作性の低下が挙げられる。これに関してはカメラ認識の精度の向上、あるいは他の位置検出方法の検討が必要である。また、もう1つの問題点としてペンタブレットの操作がわかりにくいという点がある。複雑であると感じる理由としてマーカーによる直感的な操作とは異なり、ペン操作によるパラメータ変更という関連性の無い動作を必要としていたためであると考えられる。そこでペンタブレットによる操作を無くし、マーカーのみで従来の操作を行えるようにする。そのためにマーカーに「掴む」動作を行うための機構を施し、また別のマーカーと組み合わせることで様々な変化を与えることができるものとする。今後はこの改善版のシステムを用いて評価実験を行っていく必要があると考える。

5、おわりに

本研究ではコンテンツを作成することが困難な没入型VR環境のためのバーチャル空間構築システムを開発した。このシステムによりマーカーとペンタブレットを用い直感的な操作で提示されたバーチャル空間内にオブジェクトを配置することが可能である。今回は基本図形のオブジェクトの配置ができるシステムを構築し、その評価実験を行った。実験の結果、高い操作性と娯楽性が示された。しかしペン操作の難しさ、マーカーの検出精度に対する不満といった問題が残った。今後の課題としてマーカー検出精度の向上に加え、インターフェースを改善したシステムに機能を追加していく。また再度評価実験を行い、より使いやすいシステムの検討を引き続き行っていく。

6、参考文献

- [1] 加藤 博一, Billinghamurst Mark, Poupyrev Ivan, 鉄谷 信二, 橋 啓八郎: 拡張現実感技術を用いたタンジブルインタフェース, 芸術科学会論文誌, Vol. 1, No. 2, pp.97-104, 2002 .
- [2] 橋本直: ARToolKit 拡張現実感プログラミング入門, ASCII, 2008