

実空間における複数人3次元描画システムの開発

○†村岡 至紘, †大崎 章弘, ‡三輪 敬之

†早稲田大学大学院 理工学研究科, ‡早稲田大学 理工学部

1. はじめに

描画行為は大きさやスケール感などを視覚的に直接提示表現できる可能性があり、複数人で実空間上に直接描画し合うことが出来れば新たな遊びや教育支援ツールとして非常に有効であると考えられるが、このようなコミュニケーションを支援するための実空間共同描画手法はいまだ十分に研究されておらず、特に各自の表現する空間性の統合に至る描画システムの設計手法は明らかとなっていない。そこで著者は手始めに複数人で実空間上に直接身体を使って描画しあうことの可能な没入型3次元共同描画システムの開発を行うことにした。さらに開発したシステムを用いて2人での共同描画実験を行ったので以下に報告する。

2. 複数人3次元描画システム

2.1 システム構成

まず直接身体を用いた実空間への描画手法として著者らがこれまでに開発してきた没入型3次元描画システムを応用することとした[1]。本システムは光学透過型頭部搭載ディスプレイ(以下HMD)、描線生成用PCそして描画ツールからなり、手の動きにあわせて生成した仮想的な描線を、HMDを介して実空間に提示することで3次元的に描画可能なシステムである。仮想的な描線の生成には描画者の視点と手との位置計測が重要となるため、ここでは計測精度の高い市販の6DOFセンサ(3Space社製Fastrak)で取得した。また描画の開始と終了は描画位置計測を行う手元の描画ツールのON/OFF情報をもとに行うこととした。本稿では2人による共同描画を実現するため、上述の描画システムを無線LANで接続するとともに、4点の同時位置計測の可能なFastrakの計測データを2台のシステム間で共有するよう、Fastrakを接続したPCは計測データの取得時に一方のPCへ位置データを送信し、さらに2台の描画ツールのON/OFF情報を送受信しあうことで描画データの共有を図った。

2.2 複数人を考慮した映像提示機器の開発

実空間において描画者同士が共同で空間的な描画を自由に行うためには、描画者への身体的負担の軽減や描画者が互いに実空間上を動き回りながら描画することが必要となる。しかし従来のHMDでは重量による描画者の頭部への身体的負担が大きく、また映像ケーブルの混線などにより、描画行為が妨げられる恐れがある。そこで小型軽量な光学透過型のHMDを開発し、さらに混線対策として映像の無線伝送を行うこととした。

HMDの要求諸元として、(1)描画者の身体的負担の軽減(2)実環境における描線の視認性(3)奥行き感の創出の3つが挙げられる。以上の条件を満たすため、軽量かつ高解

像度の単眼HMD(島津製作所製Dataglass2/A)を用いることとし、さらに描線の奥行き表現として2台のHMDに視差映像を与えて両眼立体視可能とした。また開発した装置の構造材には、軽量化とFastrakの測定誤差の原因である磁気への対策としてポリアセタール樹脂を用い、寸法155×234×58[mm]、重量268[g]と軽量化を実現した。また、両眼立体視に必要な描画者の瞳孔間距離の個人差に対応するため両眼間隔(60~70[mm])の調整と視度調整(0~6.5[deg])を可能にした。(Fig.2)

次に映像の無線伝送を行うため、PCからの描線の映像を無線化する映像送信部とその映像を受信しHMDに提示するウエストバック型の映像受信部を開発した。映像の送受信はNTSC方式によって1.2GHz帯で行った。そのため映像送信部ではPCから出力される左右目用映像をそれぞれダウンスキャン(IODATA製TVC-XGA2)しNTSC化した後、無線機(RF system製BS-55GT)にて送信した。また、映像受信部ではHMDの入力がアナログRGB入力のため、受信(RF system製BS-10s)した左右眼用の映像をアップスキャン(IODATA製VA BOX2)した後HMDへと映像を出力した。これによってPCから15[m]離れた場所においても映像を受信可能となった。

またウエストバック内には装置駆動用バッテリー(日本電池製PORTALAC PE12V0.8)、と電源安定用回路を内蔵し、映像無線受信機、HMD、アップスキャンコンバータの各機器をバッテリー駆動させることで、単独で45[min]の連続動作を実現した。さらに装置の保守性を考慮し、ウエストバック外部に充電放電切り替えスイッチを設け梱包したまま充電できるようにした。(Fig.3)

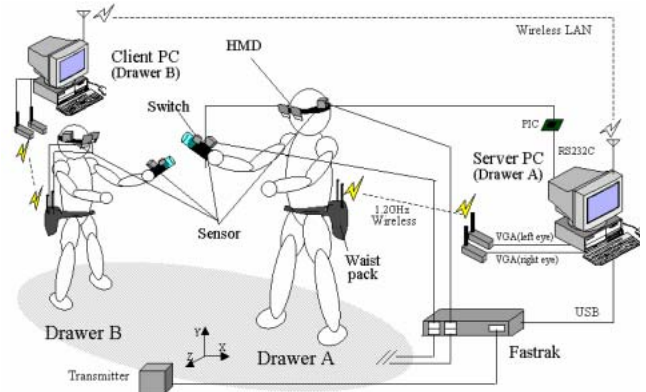


Fig. 1 Configuration of multiple user 3D drawing system

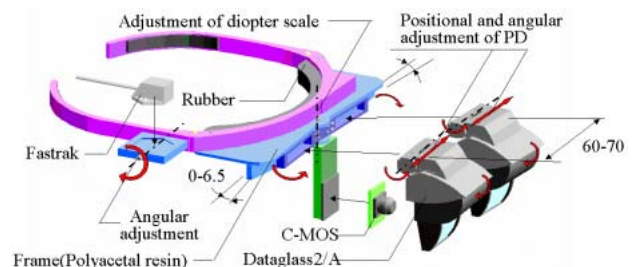


Fig. 2 Structure and optical system of the HMD

Multiple User 3D Drawing system onto the real world

† Yoshihiro MURAOKA, † Akihiro OSAKI,

‡ Yoshiyuki MIWA,

† Graduate school of science and engineering, Waseda University

‡ Faculty school of science and engineering, Waseda University

(a) HMD

Size	250 × 175 × 200 mm
Weight	2950 g
Battery duration	45 min
Receiver (BS-10s, RF SYSTEM Lab.)	
Reception Distance	15 m
Receiving Frequency	1.2 GHz
Receiving Sensitivity	-70 dBm



(b) Waist pack

Size	155 × 234 × 58 mm	
Weight	262 g	
Pupil Distance (PD)	60-70 mm	
Diopter scale	0-6.5 deg	
FOV	30 deg	
Display Size	Depth position	600 mm
	Size	13 inch



Fig. 3 Appearance and specification of the drawing system

2. 3 描線と実空間との位置合わせ

実空間において共同描画を実現させるためには、2台のシステム間で描画データを共有することはもとより、描画者同士が実空間上の異なる視点から同じ場所に同じサイズで仮想的な描線を提示させることが必要である。そのため仮想的な描線と実空間との幾何的な位置合わせが重要となる。そこで、(1)実空間の座標系を Fastrak の計測座標系へ変換、(2)計測座標系を描線作成の OpenGL の座標系へ変換、(3)OpenGL の座標系を描画者の視座標系への3段階の座標変換により描線と実空間の位置合わせを行った。具体的な手法として、(1)に関しては磁気センサの計測精度を落とさぬよう金属物を退けることで測定誤差を抑え、(3)に関しては、HMDのアスペクト比 4:3、垂直画角 18[deg]、および HMD に取り付けられたセンサから描画者の視点までの距離と瞳孔間距離を計測し、これらの値を基に変換した。(2)に関しては(1)と(3)の変換を行った後 HMD を装着した状態で仮想的な描線を実空間に提示し、描画者が場所を移動しても描線の位置が変化しないよう調節した。そして以上の位置合わせによる誤差を調べた結果、実空間上の 10[mm]を 1.7[dot]と設定すると、Fastrak から半径 1[m]の範囲で位置誤差を 20[mm]以下であることを確認した。この設定を同じデータを共有する 2 台のシステムに対して行うことで実空間への仮想的な描線の共有を行った。

3. 共同描画実験とその結果

以上のシステムを用いて、実空間においてどのようにして共同描画が行われるのか調査した。描画者は単独での描画経験があり描画範囲について予め知っている 20 代の男子学生に対して行った。実験は 2 人で 1 つの空間表現を行うこととし、具体的には事前に描画した立体的な描画物をもとに 2 人の被験者が協調してその絵を含めた情景を空間的に描画表現を行うことを求めた。Fig. 4 は、そのときの描画物である。その結果、描画ツールの ON/OFF 情報の時間変化を調べたところ、交互に描画したり同時刻に描画を行ったりする様子が確認された(Fig. 5)。興味深いことに実験開始時には互いに身体を衝突させながら描画を行っていたが(Fig. 6(a))、描画が進むにつれ 1 人が太陽を描き他方が滑走路を描くなど互いに役割を分担しながら描画する様子(Fig. 6(b))が観察されるなど

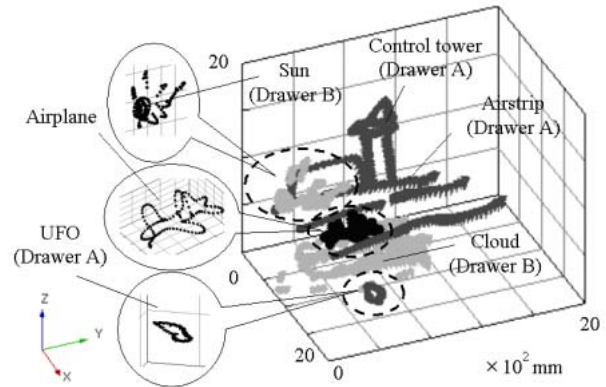


Fig. 4 Spatial representation with collaborative drawing

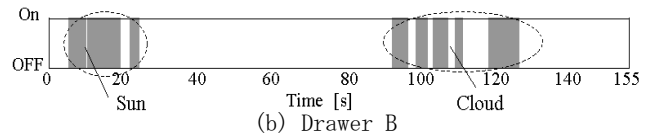
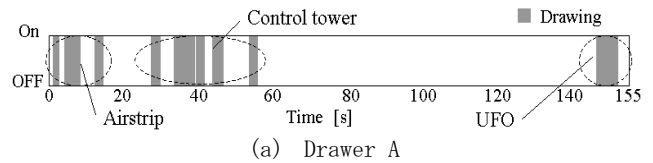


Fig. 5 Time series from ON/OFF state of the drawing tools



Fig. 6 Co-drawing onto the real world

協調して描画する様子が確認され、結果として 1 つの情景が表現された。このことは、空中への共同描画においては描画する場所が不特定なため同一の表現を行うためには同じ視点からの描画が必要となるが、本結果は描画の進行に伴い描画者同士の視点の共有が行われていることを示唆するものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、複数人で実空間に直接描画することを目指して、小型軽量な光学透過型 HMD と無線映像伝送システムを開発し、共同描画システムを構築した。さらに描画者同士で実空間の同じ位置に同じサイズの描線を提示させるための位置合わせを行った。そして本システムを用いて描画実験を行った結果、実空間において共同で描画可能であることを確認するとともに、描画の進行とともに互いの描画における役割分担が自動的に行われる様子を観察された。このことは相手との空間が共有されていく過程を示しているものと考えられ、この点について今後更なる検討を行う予定である。

最後に、本研究の一部は岐阜県からの委託である WABOT-HOUSE プロジェクトにより行われた。また研究を進めるにあたり多大なる協力を頂いた当時の卒論学生 谷口裕之君にここで敬意を表す。

参考文献

[1] A. Osaki, H. Ebisawa, Y. Miwa: Drawing Interface for Creating Embodied Space in the Real World; Proc. of RO-MAN2004, pp. 199-204, 2004.