

## 仮想立体上での絵付け学習を目的とした AR と力覚提示装置を用いた情報提示システム

### Development of an Interactive Training Support System for Drawing and Painting Skill on a 3D Object with AR and Haptic Device

島 治季<sup>\*1</sup>, 曾我 真人<sup>\*2</sup>

Haruki SHIMA<sup>\*1</sup>, Masato SOGA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>和歌山大学システム工学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of System Engineering, University of WAKAYAMA

<sup>\*2</sup>和歌山大学

<sup>\*2</sup>University of WAKAYAMA

Email: s206122@wakayama-u.ac.jp

**あらまし:** 描画支援の研究では、平面へのスケッチを支援する研究に比べて立体への絵付けを支援する研究は多くない。そこで、拡張現実感と力覚提示装置を用いて、立体への絵付けを支援できるシステムを開発することを最終目標とする。本稿では、仮想立体に絵付けを行い、現実世界で拡張現実として確認できるシステムとアンケートによるシステム評価について報告する。

**キーワード:** 絵付け, 描画支援, 拡張現実感, デジタルスケッチ, 力覚提示装置

#### 1. 研究目的および提案手法

従来の描画学習では、キャンバスにスケッチを行うのをサポートすることを目的としたものが多い。しかし、立体に絵付けを行う際、曲面に描くことになるため、こういった描画学習では得られないスキルが必要となる。システムを用いた描画支援に関する研究は多くの人に行われてきたが、平面上にスケッチすることを対象とした研究と比べると、立体上に絵付けをすることを対象とした研究は多くない。

絵付けを練習するために現実世界の道具を用いると、場合によっては多くの費用を必要とする。また、モデルを用意して模写を行った際、モデルの絵と学習者の絵を比較することは容易ではない。

そこで、実物に絵付けをするのではなく、仮想の立体に絵付けできることを目的とした。仮想の立体に絵付けをすることにより、モデルの絵と学習者の絵を比較しながら絵付けをすることが可能である。

仮想の立体に絵付けをするためのインタフェースとして力覚提示装置を用いた(図1)。力覚提示装置は、操作者に対して力のフィードバックを与えられる装置である。力覚提示装置を用いることにより、仮想世界の立体に絵付けを行った際に、実世界の立体に絵付けを行っているような感覚を提示することが可能である。力覚提示装置を用いた描画支援システムとして、Bill Baxterらは、スタイラスペンを絵筆として操作することで、仮想空間内の絵筆で仮想のキャンバスに絵を描くことのできるシステムを開発している<sup>(1)</sup>。しかし、このシステムはキャンバスにスケッチすることを対象としており、立体への絵付けを対象としているわけではない。また、Bart Adamsらは力覚提示装置を用いて3Dオブジェクトに絵を描くことができるシステムを開発している。このシ

ステムは3Dオブジェクトに絵を描くことを目的としているが、実物の絵と比較する機能は実装されていない<sup>(2)</sup>。

そのため、本システムでは、モデルの絵と学習者の絵を比較すること可能にするために、ARで仮想の立体を表示することを提案した。AR(拡張現実感)は、コンピュータを利用して、現実の風景に情報を重ね合わせて表示する技術である。ARを用いることで、学習者が絵付けをした仮想モデルが現実世界でどのように見えるかを確認することが容易である。また、学習者が絵付けを行った仮想立体を実際の立体に重ねることで、実際の絵と学習者の絵のずれを確認することもできる。



図1 使用した力覚提示装置

#### 2. システムの概要

本システムには「絵付けモード」と「ARモード」の2つのモードがある。

##### 2.1 絵付けモード

絵付けモードでは、学習者は仮想立体に絵付けを行う(図2)。力覚提示装置を用いてシステム画面に表示された仮想ペンを操作することで仮想の立体に絵を描くことができる。

学習者は画面上のUIおよびキーボード入力に

より、色や太さ、オブジェクトの位置を変更することができる。

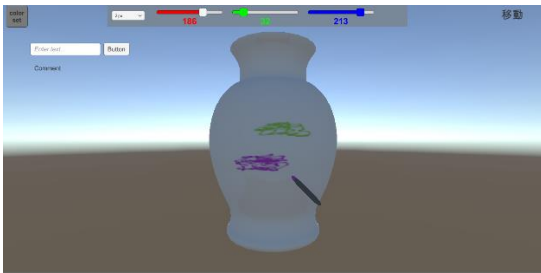


図2 絵付けモード

## 2.2 AR モード

AR モードでは、学習者は実物と仮想の立体を比較することができる(図3)。仮想の立体は拡張現実感を用いて表示している。

キーボード上の特定のボタンを押すことで仮想の立体を半透明にすることができ、これにより実物の絵と学習者の描画した絵を重ね表示し、どれだけズレが生じているかを確認することができる。



図3 AR モード

## 3. 評価実験

本研究では、開発したシステムが絵付け支援システムとして適切であるかを検証するために評価実験を行った。被験者にはシステムの操作を確認した後、システムを使って仮想の立体に絵付けをしてもらった。評価方法は、被験者に対して実施したアンケート調査とする。アンケートは、主にシステムのユーザビリティ評価を目的としており、段階評価と自由記述を含む12問の質問で構成されている。アンケートの結果の一部を表1、表2、表3、表4に示す。

アンケートの結果を見ると、概ね高い評価を得たことが分かった。しかし、表1から力覚提示装置を用いて仮想ペンを操作することに違和感があった人は多いことが判明した。また、表3から本システムの操作が難しいと感じた人がいることも分かった。これらは絵付けをする際に、学習者のストレスになる可能性があるため、システムを改良する必要があると考える。

さらに、自由記述では「システムを使うと疲れてしまう」、「インタフェースが多くスムーズに他の動作に移るのが難しい」といった意見も見られた。これは、本システムが力覚提示装置、マウス操作、キーボード操作、WebカメラでARを表示するといった多数のタスクが必要なため、本システムを使うことが学習者の負担になっているからだと推測する。

表1 仮想ペンの操作による違和感はあるか

気になる	0人
どちらかという気になる	7人
どちらかという気にならない	3人
気にならない	1人

表2 ARによる重ね表示は役立ったか

役立つ	11人
どちらかという役立つ	0人
どちらかという役立たない	0人
役立たない	0人

表3 本システムの操作は簡単か

簡単	4人
どちらかという簡単	3人
普通	1人
どちらかという難しい	3人
難しい	0人

表4 システムをまた使いたい

そう思う	8人
どちらかというと思う	3人
どちらかというと思わない	0人
と思わない	0人

## 4. 今後の課題

本システムが立体に絵付けをするシステムとして適切であるかを評価するために実施したアンケートでは、「力覚提示装置で仮想ペンを操作して絵付けをすること」、「ARで実物と仮想の立体を重ね表示すること」の双方で高い評価を得た。一方で、「システムを使うと疲れてしまう」、「インタフェースが多くスムーズに他の動作に移ることが難しい」、「立体に絵付けをするという動作は仮想上では操作が難しい」といった意見も見られたため、本システムを使うことが学習者の負担になってしまっていることが判明した。また、比較検証を行っていないため、本実験ではシステムの優位性が測れないことも事実である。

これらの事実から、学習者の負担を減らすためにインタフェースや機能を再検討した後、他の手法との比較検証およびユーザビリティ評価を行う必要があると考える。

### 参考文献

- (1) Bill Baxter, Vincent Scheib, Ming C.Lin, Dinesh Manocha: "DAB: Interactive Haptic Painting with 3D Virtual Brushes", Proc. Of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, pp.461-468(2001)
- (2) Bart Adams, Martin Wicke, Philip Dutré, Markus Gross, Mark Pauly, Matthias Teschner: "Interactive 3D Painting on Point-Sampled Objects", Proceedings of the Eurographics Symposium on Point-Based Graphics, pp.57-66(2004)