

3D 立体視 CG による立体図形作図用教材の学習効果

白鳥 優莉[†] 長谷川 大[†] 佐久田 博司[†]青山学院大学 理工学部 情報テクノロジー学科[†]

1 はじめに

1.1 背景

作図教育は、空間認識能力 [1] だけでなく、紙などの 2 次元の図から 3 次元空間の立体図形を脳内で想像・認識する能力の養成が目標である [2]。しかし、この能力は個人差が大きく、人によっては図から立体図形を認識することが全くできないこともある。そのため、段階的にこの能力を訓練する必要がある。2 次元の図から 3 次元空間への変換能力の段階的な育成として、立体視教材が有効であると考えられる [3]。

立体視教材を作成するにあたって、学習者が授業外でも使用することが可能な対話型の反復利用アプリケーションによって、自主的な能力獲得が期待できる。そのため、Web ブラウザベースのシステム構成とする。Web ブラウザの描画機能を使い、立体視に適する立体図形を描くことが出来る WebGL を用いて、本研究のシステムを作成する。

1.2 関連研究

作図教育で行われている支援システムは、以前から作図ツールとして飯島 [4] のように、実際の教育の場で使用されている。最近では、iPad を使い、マルチタッチに対応した作図ツール [5] の開発も行われている。しかし、作画手順には非言語情報が含まれるため、それらのツールが十分に機能を果たすためには教師による付加的な情報提供が必要であった。Web ブラウザベースで作図手順の説明を含めた作図教育支援システムとしては、島田 [6] のものがあるが、立体視を用いた作図用の支援システムは存在しない。

本研究では、以上を踏まえた作図用立体視学習支援システムを作成し、そのシステムが学習者に正しい理解を促すことで、空間認識能力や、図から直感的に 3 次元空間の問題を解決させる能力を段階的に育成させることを目的とする。

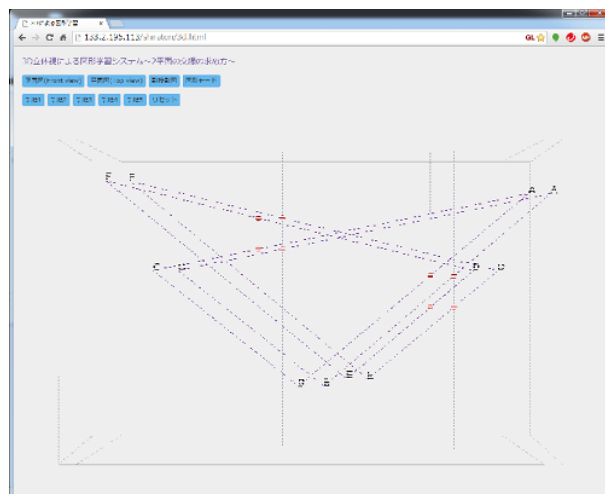


図1 作成した教材システムの立体視画面

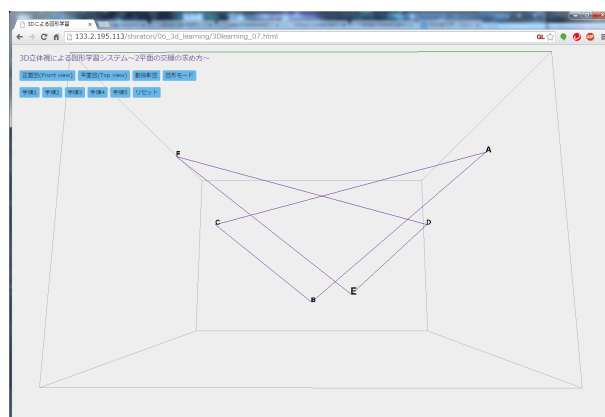


図2 作成した教材システムの通常画面

2 システム概要

2.1 学習内容

本研究で用いる学習内容は、第三角法図学での 2 平面が交わる図から交線を求める方法の学習内容とする。図形の前後関係の理解が重点となるこれは、立体視の特徴である奥行を効果的に利用できるため、学習内容として相応しい。

2.2 立体視方法

立体視には、裸眼立体視と専用メガネを使用する方法の 2 つがある。このうち、裸眼による立体視は個人差があるため、本研究では 3D メガネを使用する。3D メガネにはアナグリフ方式偏光方式、シャッター方式などのタイプがいくつか存在するが、今回は偏光方式を採用する。理由と

Learning Effect of Teaching Materials by Stereoscopic CG for Constructive Solid Geometry

[†] Yuri Shiratori, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta
Department of Integrated Information and Technology,
College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

しては、映し出す映像の同期といったセッティングが必要ないことと、メガネの重さが他の方式よりも軽量で学習者に負担をかけにくいことが挙げられる。

2.3 立体視画面の描画

本研究では立体視の映像を描画する手段として WebGL を用いる。WebGL はリアルタイムに 3D グラフィクスが描画可能である。また、図形の回転表示の操作が簡単に行えることで様々な位置から図形を投影することが可能である。WebGL 画面では、左右それぞれ片方の目で見た時の映像を、ディスプレイの偏光フィルターの走査線に合わせて図 1 のように交互に描画する。

また、立体視映像に奥行を出すためには、左目で見たときの映像と右目で見たときの映像を、ある程度ずらして描画しなければならない。特に手前に描画されたものほど、そのずれを大きくする必要がある。WebGL には、そうした偏光方式に用いることが出来る立体視画面を生成するライブラリがあるため、それを利用して立体視画面を描画する。

2.4 実装内容

作図方法の説明をするため、図 2 のように、WebGL でウェブブラウザ上に図形と基準線を描画した。

さらに、手順のボタンを順に押すことで説明音声の流れ、図を見る位置も変わるようにした。また、マーカーやポイント等を説明に合ったタイミングで表示し、学習者に伝わりやすい表示をした。

3 実験

この学習システムが有効であるかどうか検証するために、以下のような実験を行う。

3.1 実験概要

この学習における立体視の効果を検証するために、2D 画面と 3D 画面とで被験者間実験を行う。被験者に 2 章に記載したシステムで学習してもらう。その後、実際にその作図方法が理解できているかどうか、作図のペーパーテストとアンケートを行う。アンケート内容は、説明手順内でわかりにくかったところや、システムの使いやすさを調べるものとする。学習内容は、先述した 2 平面の交線を求める方法の学習とする。

また、表示を WebGL で描画したままの画面である 2D 画面と、2D 画面を偏光方式で立体視出来るようにした 3D 画面の二つを用意する。それぞれの画面で別の被験者に学習させ、この学習内容において、2D 画面と 3D 画面のどちらが効果的な学習法に繋がるのか検証する。

学習を行う被験者は、この作図学習をするにあたって最低限の知識として、副投影図の作図方法を知っており、実際に作図することが可能な者とする。

3.2 実験結果および考察

今回は 2D 画面で 4 人、3D 画面で 3 人に対し実験を行った。その結果、理解度を確認する作図テストにおいて、2D 画面で学習した 4 人は正しい回答までたどり着くことが出来ず、逆に立体視で学習した 3 人の内、2 人は正しい回答を導くことが出来た。これは、立体視が作図教育に効果的である傾向があることを示しているが、実験データが少ないため、学習効果が効果的であるとは断言できない。アンケートでは、立体視することで図形のイメージが分かりやすいという意見があった。一方、説明音声の一時停止といったシステムの機能として追加を検討すべき意見もあった。また、説明音声に沿って適切なタイミングで頂点や辺の色を変えらるった教材ビデオなどの映像コンテンツのような演出がほしいという意見もあった。そのため、今後も学習者が使いやすく、理解しやすくさせる工夫をシステムに実装していかなければならない。

4 おわりに

本研究では、立体視による作図用教育支援システムを作り、その効果を検証した。その結果、2D 画面のものよりも 3D 画面、すなわち立体視で学習が効果的である傾向を見ることが出来た。しかし、実験の被験者数が少ないため、正確な検証結果を出すことは出来なかった。今後も実験データを集め、検証していく必要があると考える。

今後は、本研究で行ったこと以外の作図方法にも応用できるようにシステムを改良し、作図学習をより効果的に行えることを目指していきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費挑戦的萌芽研究 26540185 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 鈴木賢次郎. 図学関連教育による空間認識力の育成—mct による調査研究を基に—. 図学研究, Vol. 34, No. Supplement, pp. 21–26, 08 2010.
- [2] 鈴木賢次郎. 図学教育による直感的 2-3 次元図形処理能力の育成効果. 図学研究, Vol. 24, No. 1, pp. 21–28, 02 1990.
- [3] 岡田啓介. 動的教材による空間認識能力向上の評価, 2004.
- [4] 飯島康之. 作図ツール geometric constructor を使った探究事例と教育実践について (数式処理と教育). 数理解析研究所講究録, Vol. 1674, pp. 99–111, 01 2010.
- [5] 飯島康之. 作図ツール gc/html5 のマルチタッチ機能を生かした数学的探究と授業の実践について. 教科開発学論集, Vol. 2, pp. 85–94, 03 2014.
- [6] 島田祐司. 図法幾何学演習問題のインタラクティブな生成システム, 2010.