

「相似な図形」を題材としたAR型学習支援システムの検討

Consideration of AR Learning Support System using Similar Figures.

河中 晋規^{*1}, 中野 美登里^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 岩根 典之^{*1}

Shinki KAWANAKA^{*1}, Midori NAKANO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Noriyuki IWANE^{*1}

^{*1}広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*1}Graduate School of Information Science, Hiroshima City University

Email: me67010@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿では、スマートフォンとARマーカを用いて、学習自身がマーカを「操作」し、数学学習の支援を行えるシステムを構築した。「操作」を活用する題材を相似な図形とメンタルローテーション課題とし、それぞれについてシステムを開発した。両システムにおいてスマートフォンとARマーカを使用し、学習者がARマーカを移動、回転などの「操作」を行うことで、画面上の仮想図形を操作することを可能にした。検証実験から両システムを用いて学習を行うことで「操作」を伴う学習が行えたことが確認できた。

キーワード：Augmented Reality, 操作, 相似な図形, メンタルローテーション

1. はじめに

中学校で取り扱われる図形の分野では、操作を通じた学習が重要視されている[1]。本研究では操作を活用する学習対象として、相似な図形とメンタルローテーション課題を取り扱う。これらの教材において操作は重要な動作であるが、実際の教育現場では教科書等の紙媒体を用いた学習が多く、生徒は教科書に描かれた図形の形状を目視で確認するだけであることが多い。そのため、学習者の操作を伴う学習は行われていない場合が多い。

そこで上出らは、アニメーションを用いて相似な図形の定義を説明するためのシステムを開発した[2]。このシステムでは紙媒体の教材では理解が困難である相似の定義を説明するためにアニメーションを用いて動的に説明している。しかし、学習者はアニメーションを閲覧するのみで、学習者の操作を伴った学習を行うことはできない。また、中野らはARを用いることで仮想的に3次元空間を観察できるシステムを開発した[3]。メンタルローテーション課題において、AR(3D)を用いた学習とディスプレイ(2D)を用いた学習で判断に要する反応時間を比較した。しかし、中野らのシステムでは、ARマーカが机上に張り付けられているため、学習者の操作を伴った学習を行うことはできない。

本研究では、学習者が図形の位置や回転角度を自由に操作できないという問題を解決するために、学習者がマーカを動かすことで仮想物体の操作が可能なAR型学習支援システムを提案する。本システムは学習者に操作を伴った学習を行わせることで、学習者の空間図形や相似に対する理解を深めるための支援を行う。本研究では、2つの学習対象に対応するシステムを開発した。

2. 「相似な図形」を題材としたAR型学習支援システム

提案システムは、相似探索システムと証明学習システムから構成される。相似探索システムは学習者が相似な図形を探索するためのシステムで、スマートフォンと6枚のARマーカからなる。証明学習システムは学習者が与えられた図形が相似であることを証明するために証明学習システムを使用した学習を行う。

相似探索システムの外観とシステム画面を図1に示す。相似探索システムでは、学習者がスマートフ

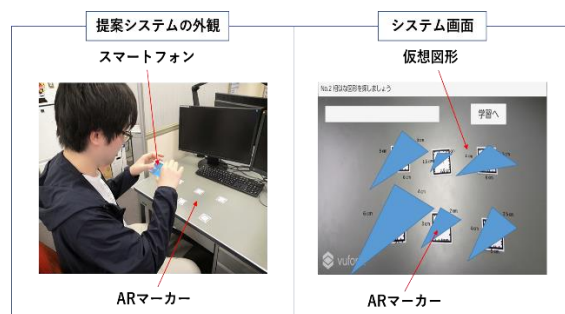


図1 相似探索システムの外観とシステム画面

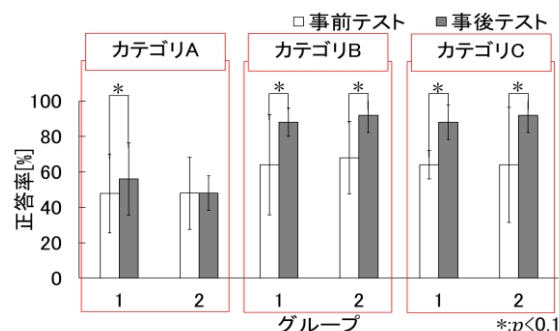


図2 各グループの事前、事後テストのカテゴリ別平均正答率

ォンのカメラで図形マーカーを映すことによって、仮想図形を移動、回転、拡大、縮小することができる。証明学習システムでは学習者は画面に表示される証明の穴埋め問題に対し、画面下部に表示されているボタンを用いて解答の入力を行う。このように相似探索後にその図形が相似であることを証明することで、相似な図形についての理解を促進する。

検証実験では元の学習を対象とした。被験者は10名とし、相似探索システムを用いるグループ1、相似探索時に問題提示と回答の正誤判定のみを行うシステムを用いるグループ2に分けて実験を行った。なお、証明学習システムは両グループとも同じシステムを用いた。検証ではまず全被験者に6つの図形から相似な図形の組を見つける事前テストを15問解答させ、その後学習を行わせた。学習後、事前テストと同様の問題を解かせ、正答率から評価した。出題した15問を相似条件で3カテゴリに分け、そして、カテゴリごとに事前、事後テストの正答率を比較した。結果を図2に示す。各グループにおいて、グループ内でt検定を行った結果、カテゴリB,Cについては、両グループにおいて有意差10%で差が確認できた。一方で、グループ2では有意水準10%で差が確認できた。一方で、グループ2では有意水準10%で差が確認できなかった。よって、3組の辺の比に着目して相似な図形を探す場合に本システムが有効であると考えられる。相似探索システムでは学習者の操作によって図形を学習できるという特徴があるため、提案手法の効果だと考えられる。

3. 「メンタルローテーション」を題材としたAR型学習支援システム

図3に提案システムの外観とシステムの画面を示す。提案システムは、スマートフォンとマーカーから構成される。本システムでは、ARマーカーを6枚組わせて立方体の形にしたコントロールマーカーを使用することで、学習者が仮想物体を主観的に操作できるようにしている。スマートフォンのカメラでコントロールマーカーを映すことによって、仮想物体をスマートフォンの画面に表示できる。学習者は画面を見ながらコントロールマーカーを操作することによって仮想物体を様々な角度から観察することができる。

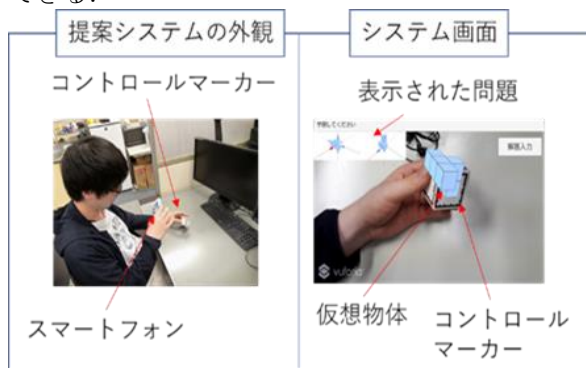


図3 提案システムの外観とシステム画面

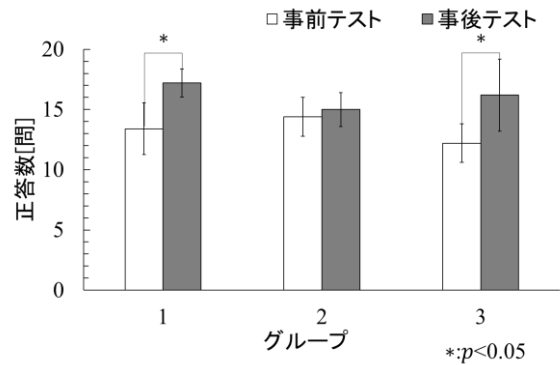


図4 各グループの事前、事後テストの平均正答率

実験では、本システムを用いることでメンタルローテーション課題の学習を行うことができるかを検証した。被験者は15名とし、提案システムを用いるグループ1、問題提示と解答の正誤判定のみを行うシステムを用いるグループ2、指で画面をスワイプして物体を操作することで学習を行うグループ3に分けて実験を行った。まず全被験者に事前テストとしてメンタルローテーションの問題を20問解答させ、その後学習を行わせた。学習後、事前テストと同様の問題を解かせ、正答数について評価した。図4にグループごとの事前、事後テストの正答率の平均値を示す。各グループにおいて、平均正答率に差があるか比較した。グループ内でt検定を行った結果、グループ1とグループ3においては有意水準5%で差が確認でき、操作に伴う学習は出題課題の正答率の増加に有効であると確認できた。

4. おわりに

本研究では、学習者の操作が可能なARマーカーを用いた数学学習のための学習支援システムを構築した。検証実験では提案システムを用いて捜査を伴って学習を行えることが提案できた。今後の課題として、相似探索システムと証明検証システムで同じデバイスを使用することによる、システムの使用時間の短縮が可能かの検討、問題のカテゴリ数及び問題数の増加等が挙げられる。また、本論文で用いた題材以外に、図形分野における平面や直線の位置関係や、立体の表面積の計算といった分野への利用が可能であるか確認したい。

参考文献

- (1) 文部科学省: “中学校学習指導要領解説 数学編” ,pp.74-82 (2017)
- (2) 上出吉則,辰巳丈夫,村上祐子:”Scratch で学ぶ-相似の定義の概念を ICT で深く理解する-“,情報処理学会研究報告, Vol. 2017-CE-138, No. 9, pp. 1-6(2017)
- (3) 中野遥, 渡邊伸行:”拡張現実感による物体提示が心的回転に及ぼす影響の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.462, pp.39-44 (2014)