

## 【助成 39-58】

### プロジェクションマッピングを用いた 3 次元コンテンツ提示による 幼児教育のための能動的学習支援システム

代表研究者 千葉工業大学 先進工学部 准教授 藤井 浩光

#### 〔研究の概要〕

本研究では、幼児教育における教材としての仕掛け絵本の有効性に着目し、そのデジタルコンテンツ化を目的とした。具体的には、プロジェクションマッピングを用いた Augmented Reality 技術による仕掛け絵本のための映像提示システムを提案している。家庭内での使用と幼児教育という観点から、「① 家庭内への簡便な設置」、「② 立体的な視覚効果」、「③ ユーザとシステム間のインタラクション」の 3 つが要求仕様として挙げられる。本研究では、プロジェクションマッピング技術と絵画技法であるアナモルフォーシスによる立体的錯視効果を掛け合わせた、独自の映像提示システムを提案し、統一的な解決を図る。各要求仕様に対する機能的な目標値を、「装置規模」、「投影精度」、「応答速度」の 3 つの観点から定量的に設定した上で、検証実験を行い、それらの目標値が達成されていることを確認した。

#### 〔研究経過および成果〕

1. **研究背景：** 近年の新型ウイルス蔓延に伴い、感染症対策のために家庭で過ごす時間は増大し、家庭教育の重要性はますます高まっている。特に幼児期の経験は子供の成長に大きな影響を与えるため、幼児期の教育は非常に重要である。例えば、絵本においては子供たちの想像力や感性を豊かにすることが可能であり、一般的な教育現場で多く用いられている。「仕掛け絵本」は、ページをめくると絵本の登場人物や建物が飛び出す仕掛けが施されたものである。仕掛け絵本は幼児教育において、想像力や感性を養うだけでなく、空間認識能力も培うことが可能であり、教育効果の高い教材である一方で、その作成には高い技術や費用を必要とする。本研究では、仕掛け絵本のデジタル化を目的し、図1に示すように一般家庭内での実現が容易な仕掛け絵本提示システムを構築した。まず、仕掛け絵本システムの要求仕様を以下の 3

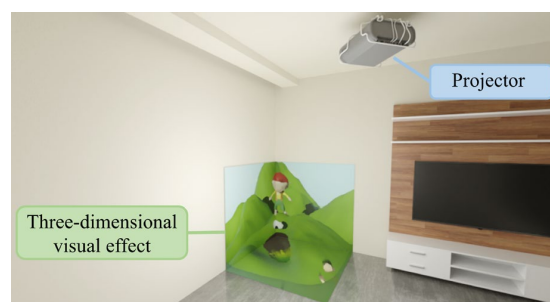


図 1：提案システムのコンセプト図

つと分析し、単独のシステム内でこれらを統一的に実現した。

- ① 家庭内への簡便な設置
- ② 立体的な視覚効果
- ③ ユーザとシステム間のインタラクション

2. **提案システムの概要と研究成果：** 上述の要求仕様について、①ではデジタル化の手法として急速に普及が進んでいる家庭用プロジェクタを用いたプロジェクションマッピングを採用した。特に家庭内での設置を容易にするために、プロジェクタの投影ずれを自

動で補正するためのプロジェクタ・カメラキャリブレーション手法を提案した。また、一般家庭内の限られた空間を活用するために、図 1 に示す部屋の隅の様な複数の平面への投影に対応した。②では 2 次元的な投影による 3 次元的な視覚効果を実現するために、アナモルフォーシスと呼ばれる絵画手法による錯視効果を利用した。③では投影されたコンテンツとユーザとのインタラクションを実現するために、システム内で鑑賞者の位置や動作を陽に扱うための、ユーザ追跡手法を提案した。

上述の要求仕様を満たす上で、機能的な目標値を以下の 3 つの観点から定量的に定め、実装したシステムを実験により検証した。

- 装置規模： 子供部屋の一般寸法である 10 m<sup>2</sup>
- 投影精度： 子供の平均手幅である 55 mm 以内
- 応答速度： 快適な視聴に必要な 15 fps

構築したシステムの外観を図 2 に示す。小規模なシステムながら、部屋の隅の様な 3 平面から成るスクリーンまで投影が可能である。2 面スクリーンにおける投影結果を図 3 に示す。アナモルフォーシスの効果により、2 次元平面への投影結果が立体的に見えることが確認できた。実測による評価において、投影精度と応答速度についても目標値を十分に満たすことが検証できた。

**3. 今後の展望：** 本研究の成果は、英文学術誌である Journal of Robotics and Mechatronics (発表論文 1.) の学術論文としてまとめた。今後の課題としては、より効果的なインタラクションの実現などが挙げられる。例えば、鑑賞者自身が投影光を遮蔽して生じる影の除去 (発表論文 2.) などについては、既に発展的な検討を開始している。

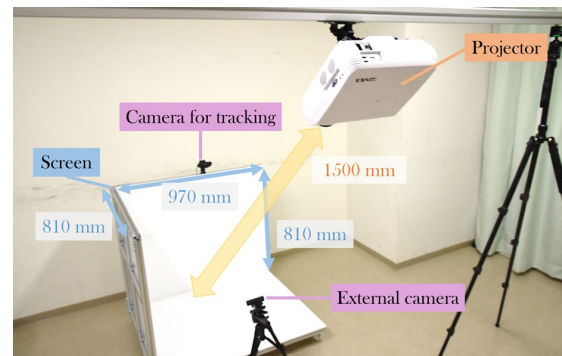


図 2：仕掛け絵本提示システム



図 3：アナモルフォーシスによる立体視映像

〔謝辞〕

本研究を遂行するにあたり、千葉工業大学の戸田沙也香氏には多大なる尽力を頂いた。ここに謝意を表す。

〔発表論文〕

1. Sayaka Toda, Hiromitsu Fujii: “Projection Mapping-Based Interactive Gimmick Picture Book with Visual Illusion Effects”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 35 No. 1, 2023. (Accepted)
2. 堀井 健吾, 戸田 沙也香, 藤井 浩光: “人形劇におけるプロジェクションマッピングを用いた空間演出のための影除去”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’22 講演論文集 (ROBOMECH2022), 1P1-Q02, 札幌, 2022.