

様々な投影対象形状や設置に対応可能な 超短焦点映像投影システムの開発

[研究代表者] 水野慎士 (情報科学部情報科学科)

[共同研究者] 林伸樹 (トヨタ紡織株式会社)

研究成果の概要

本研究では超短焦点プロジェクタの活用範囲の拡大を目的として、プロジェクタと投影対象との位置関係および投影対象の形状に柔軟に対応可能な映像生成手法の開発を行った。ここでは、プロジェクタと投影対象との位置関係を再現した 3DCG 投影シミュレーションをリアルタイムで実施しながら投影用映像を生成することで、プロジェクタの設置状況や投影対象が変化した場合でも常に適切な映像を投影することを実現した。また、開発手法の有用性を検証するため、自律移動が可能な小型ロボットに超短焦点プロジェクタを設置するとともに、観察者視点を追跡しながら生成した映像を床面に投影することで、移動に対応する立体的プロジェクションマッピング手法の開発を行った。そして、開発手法を用いた映像投影システムを自律移動小型ロボット「COCOMO」に搭載することで、デジタルサイネージ用途を目指した移動立体映像プロジェクションマッピングシステムを実装した。開発システムを用いて愛知県国際展示場で開催されたイベント内でデジタルサイネージとして活用する実証実験を実施したところ、開発システムによって移動しながら床面に立体映像を投影することが実現できることを確認した。また、実験中には多くの人々の注目を集めており、新しいデジタルサイネージシステムとしても有効である可能性が示された。

研究分野：画像情報学

キーワード：プロジェクションマッピング、3DCG、立体映像、デジタルサイネージ、自律移動ロボット

1. 研究開始当初の背景

プロジェクタの小型化や高輝度化に伴い、プロジェクションマッピングの活用範囲が拡大している。そして、投影対象や使用状況を多彩になってきた。その中で、超短焦点プロジェクタは手軽に大画面投影ができるため注目を集めている。しかし、プロジェクタと投影対象との位置関係や投影対象の凹凸によって映像が大きく歪んだりするため、プロジェクタと投影対象との位置関係を厳密に決定する必要があり、投影対象も平面的なものに限られていた。超短焦点プロジェクタの使用時に投影対象との位置関係の自由度が増したり、様々な形状の投影対象に対応できたりすれば、超短焦点プロジェクタの活用範囲が大きく広がる。そのため、これらを実現する技術の開発が期待されている。

2. 研究の目的

本研究では超短焦点プロジェクタの利用範囲の拡大

を目的として、超短焦点プロジェクタの使用時の投影対象に関する制限を取り除く手法を開発することである。具体的には、超短焦点プロジェクタと投影対象との位置関係および投影対象の形状に柔軟に対応可能な映像生成手法の開発を行った。また、開発手法を応用して、移動しながら立体映像を投影することができるデジタルサイネージシステムを開発することで、開発手法の有用性を検証した。

3. 研究の方法

(1) 映像生成手法の開発

超短焦点プロジェクタと投影対象との位置関係および投影対象の形状に柔軟に対応する映像生成は、3DCG シミュレーションに基づく手法を開発することで実現した。以下に手法の詳細を示す。

まず、現実空間におけるプロジェクタの投影設定と設置位置、投影対象物体の形状と設置位置、そして投影像

の観察者の視点位置のすべてを再現した 3DCG シーンを構築する。次に、観察者に見せたい二次元/三次元映像について、3DCG シーン中の観察者視点から投影対象物体に対して投影マッピングを行う。これにより、3DCG シーン中の投影対象物体には理想的な投影結果が再現される。最後に、3DCG シーン中で投影マッピングが施された投影対象物体について、プロジェクタ位置からプロジェクタ投影設定に基づいて CG 映像の生成を行う。生成された映像を現実空間のプロジェクタで投影対象物体に投影すれば、3DCG シーン中の投影対象物体の投影マッピングを再現している。そして、現実空間の観察者視点から投影対象物体を見れば、3DCG シーンで設定した観察者に見せたい映像が再現される。

(2) 開発技術の応用

開発手法の応用として、移動しながら立体映像を投影することができるデジタルサイネージシステムを開発した。立体映像はトリックアートの一つであるアナモルフォーシスに基づくものだが、通常のアナモルフォーシス映像が特定の視点から立体的に観察できるのに対して、本研究では観察者視点を追跡することで、観察者が移動した場合でも映像が立体的に観察できる。そのため、運動視差立体視の効果も加わるため、より高い立体感が得られることが期待できる。

立体映像の投影は前節で開発した映像生成手法を応用した。具体的には、映像生成のために用いる 3DCG シーン中に用意した映像生成に必要な様々な要素のうち、観察者視点を移動させながらリアルタイムで映像を更新する手法を開発した。実空間の観察者視点の追跡は、三次元カメラを用いた骨格検出手法によって得られた頭部骨格点を用いることで実現した。

開発した映像生成システムをトヨタ紡織株式会社とトヨタ自動車東日本株式会社が開発した自律移動小型ロボット「COCOMO」に搭載することで、移動しながら床面に立体映像を投影することができるデジタルサイネージシステムを開発した。このシステムでは、COCOMO が観察者を大まかに追跡しながら、映像生成システムの三次元カメラで観察者視点を追跡することで、移動しながら立体映像を投影することを実現した。

4. 研究成果

開発したデジタルサイネージシステムを用いて実証実験を実施した。実施場所は愛知県国際展示場で開催された最先端技術に関する展示イベント（Smart Manufacturing Summit）内で、投影映像の内容はイベント会場やレストラン等を案内するものである。

図 1 に実証実験の様子を示す。COCOMO は搭載された超短焦点プロジェクタによって移動しながら鮮明な映像を床面に投影した。そして、COCOMO は観察者を検出すると観察者にとって投影映像が見やすくなるように向きを自動的に変えて、映像生成システムは三次元カメラで観察者の視点を追跡しながら立体映像を投影することを確認した。

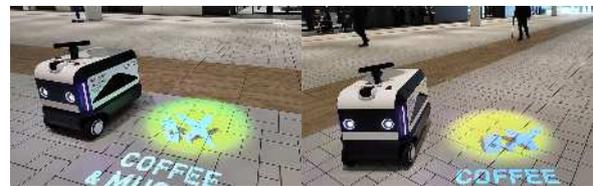


図 1：デジタルサイネージシステムの実証実験

実験中は多くの人が実証実験に注目した。イベント関係者からは、床面に単純な案内表示を行っても気付かない人がいるくらい注目されないが、移動する立体的プロジェクションマッピングは明らかに多くの人の注目を集めているとの感想を得られた。これらのことから、移動する立体的プロジェクションマッピングはデジタルサイネージとして高い効果を持つ可能性があり、本研究の映像生成手法が有用である可能性も示された。

5. 本研究に関する発表

- (1) 片山あず美、水野慎士、“自走式小型ロボットと立体的投影を用いたサイネージシステムの開発”、情報処理学会シンポジウム DICOMO2024、DS-8、2024 年。
- (2) Azumi Katayama, Shinji Mizuno, Kenji Funahashi, “Development of a stereoscopic projection mapping system using a small mobile robot”, ACM SIGGRAPH 2024 Posters, 2024 年。