

投影品質向上のための マルチプロジェクター連携システムの提案

三田 昌輝^{†1} 阿部 亨^{†1,†2} 菅沼 拓夫^{†1,†2}

^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

プロジェクターは、多数のユーザへ同一の情報を同時に提示可能な装置である。近年、携帯が可能な小型プロジェクターの普及により、装置の設置場所を気にすることなく、プロジェクターによる情報投影を様々な環境で自由に行えるようになってきた [1]。しかし、プロジェクターの利用を想定しスクリーン等を事前に準備した専用の環境ではなく、例えば、手近の壁面などをスクリーン代りに利用し、プロジェクターの台数や位置が変化するような即席の環境では、投影範囲の確保や投影品質の維持等が困難な場合があった。

本稿では、これらの問題に対処するため、複数台の小型プロジェクターを効果的に連携させ情報投影を行うシステムを提案する。具体的には、プロジェクター、カメラ、PCで構成した投影装置を複数のユーザが各々携帯している状況を考える。各投影装置は、自身のカメラの映像に基づき、投影対象との位置関係の認識、および自身のプロジェクターで情報を投影した場合の品質の予測を行い、その情報を他の投影装置と共有する。共有した情報に基づき、各投影装置は、自身のプロジェクターが最も高い品質で投影可能と判断した領域のみの投影を行うことで、全体としての投影品質の最大化を図る。提案システムでは、各投影装置のPC上でエージェントを稼働させ、それらを自律的に協調させることで、複数台のプロジェクターが連携して行う情報投影の効果的な実現を図る。

2 関連研究

プロジェクターによる情報投影に関する研究として、投影されたコンテンツの見易さを改善する手法が提案されている。例えば、携帯型プロジェクターを体に装着する際に情報を見やすく投影するための装着位置の提案 [2] や、凹凸や模様といった投影対象面の状態と投影情報の見易さから情報投影箇所を適切に選択する手法 [3] が提案されている。これらの研究では、一台のプロジェクターによる投影の見易さを改善することを目標としており、一台による投影可能範囲を超えるような大規模な投影や、プロジェクターと投影対象面の位置関係が大きく

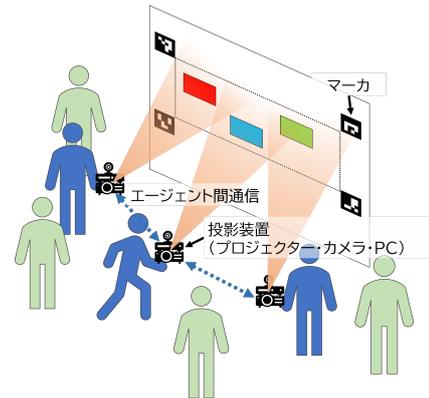


図 1: 提案手法の概要

変化する環境では十分な効果を得られない。

これらの問題を解決するために複数のプロジェクターを連携させる手法が提案されている。Bajestaniら [4] は、複数のプロジェクターを連携させるために各プロジェクターと投影箇所の位置関係を正確に校正する手法を提案している。また複数の異なるプロジェクターの特性の違いを補正し色調をそろえる研究も提案されている [5]。さらに、複数のプロジェクターが同一の領域に対して投影を行う状況を考え、一部のプロジェクターの投影が人物などによって遮蔽される場合でも他端末の投影光を調節することで投影情報に影が生じないようにする手法も提案されている [6, 7]。

複数台のプロジェクターを連携させる従来手法では、プロジェクター相互の位置関係や投影面との位置関係が固定されており既知であることを前提としているものが多い。そのため、プロジェクターの台数や位置が変化するような即席の環境での利用は難しい。このような環境でも、複数台のプロジェクターを用いた情報投影を効果的に実現するためには、各プロジェクターの周辺環境を考慮したうえで、プロジェクター同士を効率的に連携させる新たなシステムを考える必要がある。

3 提案

本研究は、複数人がプロジェクター端末を持ち寄り同一の壁に対し情報投影を行うことを目標とする。投影する情報は端末を持ち寄った参加者が各々保有し、一つの領域へ併置する。以下に提案の概要を述べる。図 1 に概要を示す。

A proposal for a multiprojector coordination system to improve projection quality

Masaki MITA^{†1}, Toru ABE^{†1,†2}, and Takuo SUGANUMA^{†1,†2}

^{†1} Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2} Cyberscience Center, Tohoku University

3.1 システム構成

各ユーザは投影端末と呼称する，プロジェクター及び投影位置決定用のカメラ，画像処理用の PC からなる装置を保有する．また PC で他端末との連携を行うエージェントを稼働する．

投影対象は四隅にマーカを貼付した平面を想定する．エージェントはカメラ画像からマーカを認識し，平面との位置関係及び投影範囲を決定する．

PC には各ユーザが投影を望む投影情報が格納されている．投影情報は矩形画像，投影領域の四隅との相対位置およびサイズから構成される．

エージェントの連携により投影情報毎に投影を行う端末を決定する．各情報は目標投影箇所へ最も良い品質で投影可能なプロジェクターが投影を行うものとする．投影端末の決定はエージェント間通信によって行う．

ある投影対象に対し最初に投影を試みた端末がマネージャエージェントと呼称するエージェントを稼働させる．これは他のエージェント（メンバーエージェントと呼称）を把握し，情報共有を行う役割を担う．新たに参加したメンバーはマネージャへ通知を行うことで他メンバーの情報を取得し，メンバー間通信により投影情報の共有を行う．提案システムにおけるエージェント間通信の例を図2に示す．

3.2 投影品質の算出と共有

投影品質には，各メンバーにおいてカメラ画像から端末と投影面の位置関係を取得し，各情報を投影した場合における投影箇所での分解能を推定することにより求める．

また投影の遮蔽が検出された場合は，遮蔽される情報の推定品質を0とする．遮蔽の検出はカメラ画像で取得した投影結果と投影情報を比較することにより検出する．両者が大きく異なる場合，遮蔽が発生したと判定する．

3.3 投影端末の決定

マネージャはメンバーからその端末における各情報の投影品質を受信し，保存する．一定周期で一定時間以内に受信した投影品質から，各情報を最も高い値で投影できる端末を選択し，選ばれたメンバーに投影を命令する．一定時間内に品質を共有したエージェントに限って投影の候補と設定することで，端末数の変化（参加・離脱）に対応する．

4 おわりに

本稿ではプロジェクターの位置及び台数変化に頑強な投影を実現するために，複数台の携帯型プロジェクターを効率的に協調させる手法を提案した．

今後は本提案で述べた実装を行い，実験により提案の有効性を検証する予定である．検証実験ではエージェント数による投影情報の欠損率や品質評価の速度，消費電力推定などを行う．

また本研究の発展として，複数台のプロジェクターを連携させるシステムにおいて発生する問題の調査を計画している．投影端末毎に消費電力を推定する処理や情報の投影位置が重複した場合へ

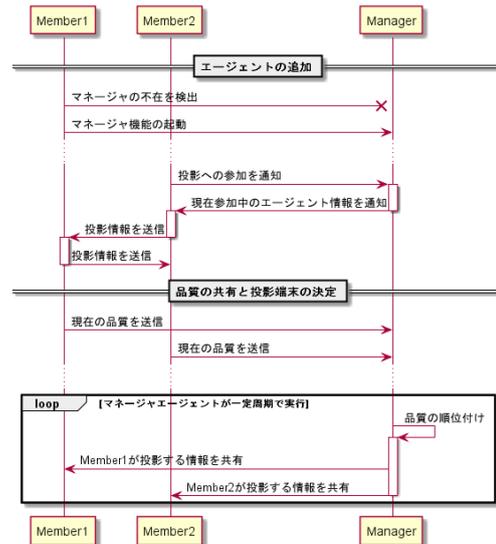


図2: エージェント間通信の例

の対応の検討を進める予定である．

また品質評価の方法についても，投影箇所での分解能を比較する現在の方式から，投影対象面との角度，対象面の材質などを考慮する方式へ変更し，より正確に算出することを目指す．

参考文献

- [1] Büttner, S. et al.: The Design Space of Augmented and Virtual Reality Applications for Assistive Environments in Manufacturing: A Visual Approach, *PETRA '17*, New York, NY, USA, ACM, p. 433–440 (2017).
- [2] 太田脩平ほか: 投影映像の視認性を考慮した装着型プロジェクタの装着位置評価, *情処学論*, Vol. 53, No. 7, pp. 1882–7764 (2012).
- [3] Funk, M. et al.: Automatic projection positioning based on surface suitability, *Proc. 5th ACM Int. Symp. Pervasive Disp.*, pp. 75–79 (2016).
- [4] Bajestani, S. A. et al.: Scalable and view-independent calibration of multi-projector display for arbitrary uneven surfaces, *Mach. Vision Appl.*, Vol. 30, pp. 1191–1207 (2019).
- [5] 有田千紘ほか: 複数の携帯型プロジェクタによる投影面合成時の相対的色補正, 平成24年度情報処理学会関西支部支部大会講演論文集, G-17 (2012).
- [6] 坂梨 豊, 橋本直己: 前面投影システムにおける複数台プロジェクタのシームレスな切り替えによる鑑賞可能領域の拡張, *映情学技報*, Vol. 34, No. 10, pp. 133–136 (2010).
- [7] Iwai, D. et al.: Shadow removal of projected imagery by occluder shape measurement in a multiple overlapping projection system, *Virtual Reality*, Vol. 18, No. 4, pp. 245–254 (2014).