

修士（工学）学位論文
Master's Thesis of Engineering

Unity アセットの投稿と QR コード閲覧を備えた
HMD 向け AR プрезентーションシステム
ARShow

ARShow: A AR Presentation System with Unity
Assets Upload and QR Codes Access for HMD

2026 年 3 月
March 2026

閻 永祥
YONGXIANG YAN

琉球大学
大学院理工学研究科
工学専攻
知能情報プログラム
Computer Science and Intelligent Systems
Engineering Course
Graduate School of Engineering and Science
University of the Ryukyus

指導教員: 赤嶺 有平
Supervisor: Prof. Yuhei Akamine

論文題目：Unity アセットの投稿と QR コード閲覧を備えた HMD 向け AR プレゼンテーションシステム ARShow

氏名：閻 永祥

本論文は、修士（工学）の学位論文として適切であると認める。

論文審査会

印
(主査) 國田樹

印
(副査) 副査1

印
(副査) 副査2

概要

本論文では、3D モデルと QR コードを統合し、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を通じて拡張現実（AR）空間での高度な可視化を実現するプレゼンテーションシステム「ARShow」の開発、設計、およびその有用性について詳述する。AR 技術は現在、教育、マーケティング、娯楽など多岐にわたる分野で活用されているが、アクセシビリティとインタラクティブ性の高度な両立が依然として課題となっている。本研究では、制作者向けのキュレーションサイドと閲覧者向けの鑑賞サイドからなる双方向的なプラットフォームを提案し、Unity エンジンを基盤とした技術的仕様、アセットのインポート・エクスポート、および 3D モデルの可視化プロセスについて論じる。

先行研究である AR MUSE は、Android 端末を用いて 3D モデルと QR コードを紐付ける安価かつユーザーフレンドリーな解決策を提示した。これに対し、本研究の独創性は、出力デバイスとして HMD を採用することで没入感を飛躍的に向上させ、さらに 3D モデルと共に「動的スクリプト」を同時配信可能にした点にある。これにより、従来の静的な展示に留まらない、複雑な挙動を伴うインタラクティブな AR 表現を閲覧者に提供することが可能となった。

システムの評価にあたっては、Unity 開発経験を有する制作者および一般の閲覧者を対象とした被験者実験を行い、システムユーザビリティ（SUS）の観点から定量的・定性的な分析を実施した。その結果、ARShow は高度な AR 展示の構築において、アクセシビリティに優れ、かつ表現力豊かな実用的ソリューションであることが実証された。本研究の成果は、3D モデルを活用するクリエイターに対し、AR をより身近で強力なプレゼンテーション手法として確立させるものである。

Abstract

This thesis discusses the development, design, and efficacy of ARShow, a presentation system for Head-Mounted Displays (HMDs) that facilitates the integration of 3D models with QR codes to enable advanced augmented reality (AR) visualization. While AR technology is currently employed across diverse fields such as education, marketing, and entertainment, the simultaneous achievement of accessibility and high-level interactivity remains a persistent challenge. This research proposes a bidirectional platform comprising a "curation side" for creators and a "viewer side" for audiences, detailing technical specifications based on the Unity engine as well as the processes for asset importation, exportation, and 3D model visualization.

The predecessor research, AR MUSE, offered an affordable and user-friendly solution for linking 3D models to QR codes via Android devices. In contrast, the novelty of the present study lies in the adoption of HMDs as the output medium to drastically enhance immersion, as well as the implementation of simultaneous distribution for "dynamic scripts" alongside 3D models. This allows for the delivery of interactive AR experiences involving complex behaviors that extend beyond conventional static exhibits.

The system was evaluated through subject testing involving both creators with Unity development experience and general viewers, with quantitative and qualitative analyses performed using the System Usability Scale (SUS). The results indicate that ARShow serves as an accessible, highly expressive, and practical solution for the construction of advanced AR exhibitions. This work aims to establish AR as a more accessible and powerful presentation methodology for creators utilizing 3D models globally.

研究関連論文業績

- 閻永祥, 赤嶺有平, “HMD と QR コードを活用した文化財展示向けの AR システム”
第 24 回情報科学技術フォーラム, K-003, E 棟 304, pp.495-498, 2025.

目次

第1章 はじめに	4
1.1 背景と目的	4
1.2 論文の構成	4
第2章 基礎概念	5
2.1 世の中にあるネットワーク	5
2.1.1 社会インフラネットワーク	5
2.1.2 生物が形成するネットワークとリモデリング	5
2.2 メタヒューリスティクスアルゴリズム	5
2.2.1 アントコロニー最適化アルゴリズム	5
第3章 関連研究	6
3.1 目的	6
3.1.1 粘菌の培養方法	6
3.1.2 生体信号の解析方法	6
第4章 提案手法	7
4.1 目的	7
4.1.1 粘菌の培養方法	7
4.1.2 生体信号の解析方法	7
第5章 実験	8
5.1 フィザルムソルバー	8
第6章 まとめ	10
参考文献	12

図目次

5.1 変形体の管を模した図	8
----------------	---

表目次

5.1 初期パラメータ一覧	9
---------------	---

第1章

はじめに

1.1 背景と目的

1.2 論文の構成

第 2 章

基礎概念

2.1 世の中にあるネットワーク

2.1.1 社会インフラネットワーク

2.1.2 生物が形成するネットワークとリモデリング

2.2 メタヒューリスティクスアルゴリズム

2.2.1 アントコロニー最適化アルゴリズム

第3章

関連研究

3.1 目的

3.1.1 粘菌の培養方法

3.1.2 生体信号の解析方法

第4章

提案手法

4.1 目的

4.1.1 粘菌の培養方法

4.1.2 生体信号の解析方法

第 5 章

実験

5.1 フィザルムソルバー

図

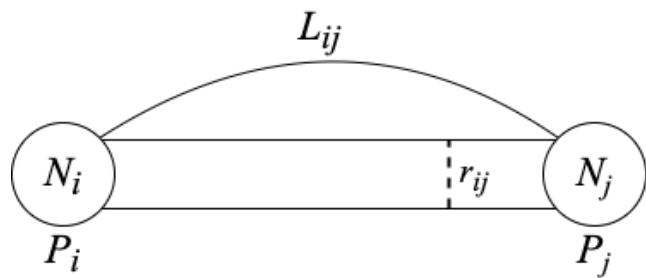


図 5.1 変形体の管を模した図.

数式

$$Q_{ij} = \frac{D_{ij}}{L_{ij}}(P_i - P_j) \quad (5.1)$$

$$\frac{d}{dt}D_{ij} = f(|Q_{ij}|) - aD_{ij} \quad (5.2)$$

$$f(|Q_{ij}|) = |Q_{ij}|^\gamma \quad (5.3)$$

表

表 5.1 既存モデル PS と提案モデル O-PS で設定したパラメータ一覧

パラメータ	説明	値
t	シミュレーション実行時間	100
Δt	シミュレーション実行時間の刻み幅	0.1
D_{ij}^0	ノード i と j を繋ぐエッジの初期コンダクティビティ	1.0
L_{ij}	ノード i と j を繋ぐエッジの長さ	1.0
γ	エッジの成長指數	1.0
F_0	ネットワーク全体の流量	1.0
α	エッジの消失定数	1.0
β	振動成分の影響定数	0.001
κ	エッジ内流量の周期変化	0.02
$\phi_{ij}(t)$	時刻 t におけるノード i と j を繋ぐエッジの振動位相変化	0.0
\bar{A}	走化性波及の振幅上限定数	1.0
τ	走化性波及の振幅減衰率	10.0
offset	走化性波及のオフセット値	1.0

第6章

まとめ

まとめと今後の展望を書く

謝辞

ここに謝辞を書く

yyyy 年 3 月
姓名

参考文献

- [1] What is cloud cost optimization?, IBM, <https://www.ibm.com/blog/what-is-cloud-cost-optimization/>, 2024/01/11.
- [2] Almuzaini, K.K., Joshi, S., Ojo, S. et al., "Optimization of the operational state's routing for mobile wireless sensor networks," Wireless Networks, pp. 1-15, 2023.
- [3] 中垣俊之, “粘菌その驚くべき知性,” 株式会社 PHP 研究所, 東京, 2010.