

Fish-Tank VR++

マルチディスプレイの仮想学習環境におけるユーザーエクスペリエンスデザイン

愛知産業大学 情報学部 総合情報学科（設置認可申請中） シニアブレインセンター 宮澤 篤

研究概要

本研究は、マルチディスプレイを用いた仮想学習環境により、数学・情報・デザインを横断的に学ぶためのユーザーエクスペリエンスデザインを提案する。Fish-Tank VRの発想に基づき、ディスプレイを「空間への窓」として構成することで、学習者が見えにくい構造を自ら観察し、問いを立て、考察する探究型の学びを支援する。高校でのDX教育と大学でのPBL型授業をつなぐ教材開発を目指す。

背景と課題

- ・近年、CAD・CAE・シミュレーションなどの3Dデータは急速に普及しているが、その内部構造や空間関係を直感的に理解することは依然として難しい
- ・特に通常の2Dディスプレイでは、複雑な空間情報を平面的に表示するしかなく、理解や共有に限界がある
- ・従来型VRは高価な装置やゴーグルを必要とする点が課題となっている

研究目的

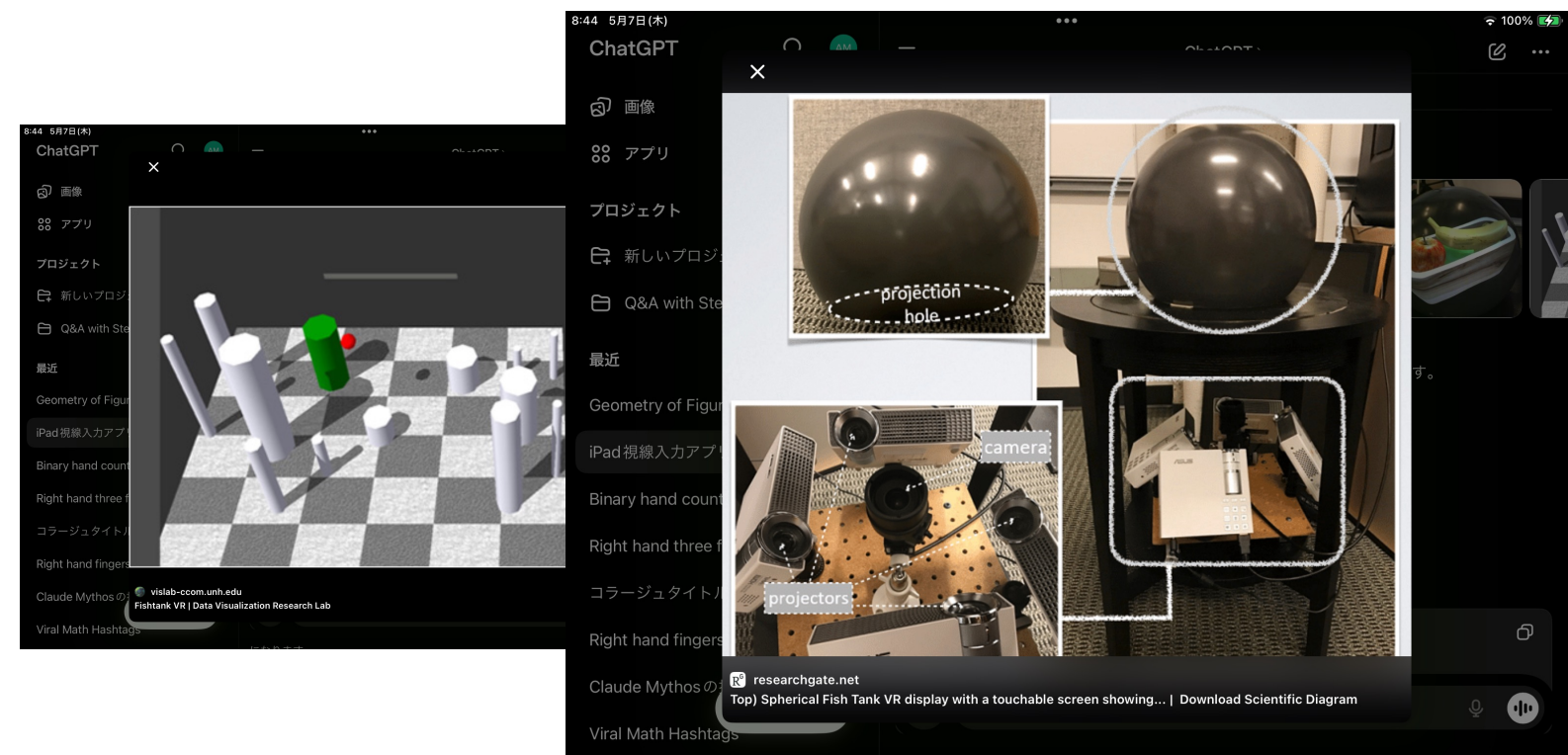
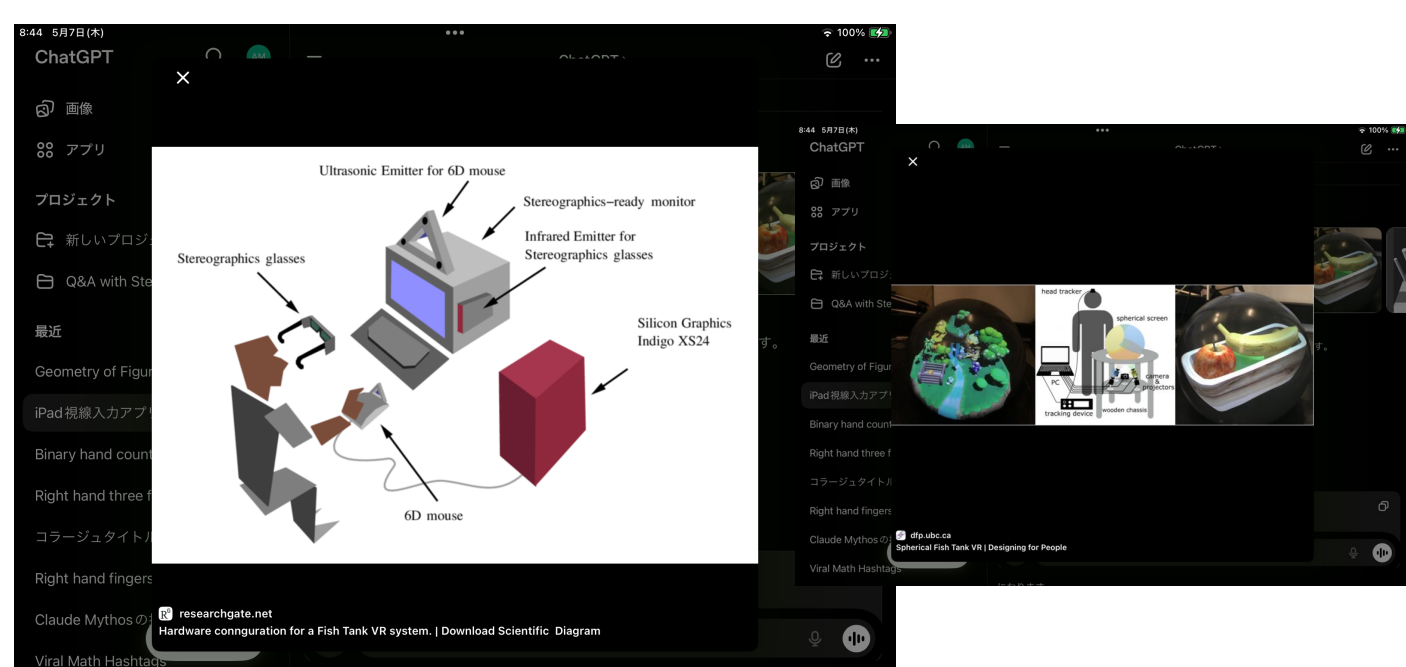
- ・Fish-Tank VR を用いて、ゴーグルを必要としない低コストXR環境を構築し、空間データを「空間として理解」できる新しい視覚化手法を提案する
- ・数学・設計・シミュレーションなど多様な分野において、立体構造や断面変化を直感的に観察できる環境の実現を目指す

本研究のコア技術

- ・ユーザーの頭の動きに応じて視点をリアルタイム更新する「Head-Coupled Perspective」
- ・Fish-Tank VRでは、画面が「窓枠」として機能し、ユーザーの位置に応じて景色を描き換える
- ・窓を横から覗き込む状況を正しく再現するため、非対称な視錐台を生成する「Off-axis Projection」を利用する

Fish-Tank VR とは？

- ・Fish-Tank VRとは、ディスプレイを「空間への窓」として利用し、その向こう側に仮想空間が存在しているかのように見せる視覚化技術である
- ・通常の3Dグラフィックスでは、カメラは仮想世界の中を自由に移動するが、Fish-Tank VRでは視点が現実世界のユーザーの目に拘束される。このため、ユーザーが頭を動かすと、窓の向こうの景色も自然に変化し、立体構造が空間内に固定されて見える。1993年にColin Wareらが提唱したこの概念は、現代のAR技術の「精神的な先祖」とも言えるものである
- ・当時は高価なワークステーションや磁気センサーを用いた大掛かりな装置が必要であったが、現在ではiPadとARKitを用いることで、より高精度かつ低コストに実現できる時代になった



Wolfram Technology Conference 2025 and 2023 (at Wolfram Research in Champaign, Illinois, USA) におけるプレゼンテーション

1. Five-Point "Circle" Paradox: A Radius-Zero Projective Solution

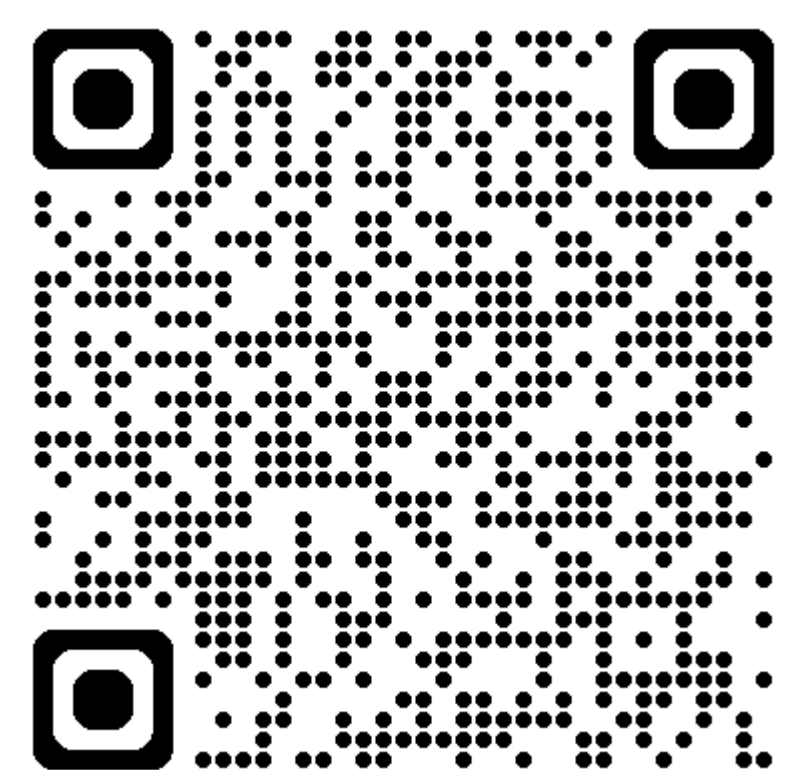
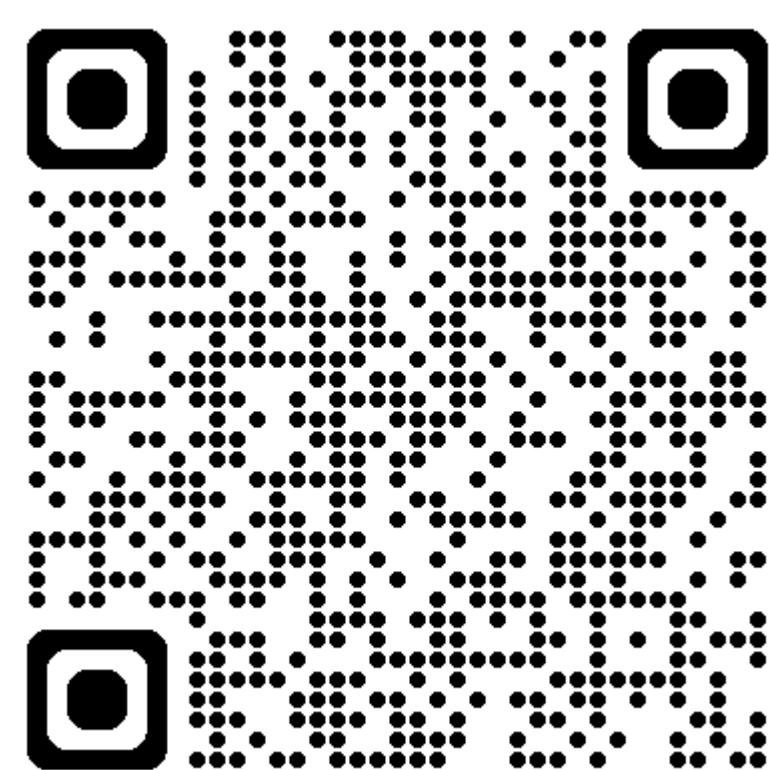
<https://youtu.be/7zpZfX2UWxI>

サイコロの「五の目」全てを通る円を一つ描くという有名な娯楽パズルがある。ユークリッド幾何学ではこれは不可能なので、お決まりのオチとして漢字の「円」を当てるが、このパズルが言葉遊びではなく、環境空間を複素射影平面まで拡張することで、厳密な幾何学的解が得られることを示す。

2. Fehrian Branches or: How I Learned to Reduce $y = x^2 + 1$ and Love Mathematica

<https://youtu.be/IPiL0qtfQ1M>

ヒントンの4次元視覚化を応用したフェールは複素関数の断面を描いたが、数学的定義は不十分だった。Wolfram言語によりその視覚化に計算的正当性が与えられることを示す。



今後の展開

- ・複数ディスプレイの同期による高次元データ視覚化や、空間断面をリアルタイムに操作するインタラクティブ環境の研究を進める予定
- ・数学教育・科学教育・設計支援などへの応用を通じて、「空間を直感的に理解するXR環境」の実現を目指す