

# AIアシスタントを用いたVR教育支援システムの構築

Development of a VR-Based Learning Support Framework Using an AI Assistant

松本正己<sup>1)</sup>, 松村有紀<sup>2)</sup>

Masami MATSUMOTO, Yuki MATSUMURA

1) 工博 米子工業高等専門学校 総合工学科 教授

(〒683-8502 鳥取県米子市彦名町4448, E-mail: matsu@yonago-k.ac.jp)

2) 準学士 米子工業高等専門学校 専攻科生産システム工学専攻

(〒683-8502 鳥取県米子市彦名町4448, E-mail: 24709@yonago-k.ac.jp)

In recent years, the adoption of distance learning has increased, and its importance continues to grow. However, compared to face-to-face classes, distance learning often results in lower comprehension levels and reduced learning effectiveness. One of the major challenges is the difficulty for instructors to accurately assess students' learning progress due to the physical separation between them. To address this issue, this study proposes an educational support system utilizing Virtual Reality (VR). Furthermore, by integrating AI-based conversational functions into avatars, the system aims to enhance the effectiveness of distance learning.

**Key Words :** Remote Learning, VRM Avatar, Federated Learning, PSE(Problem Solving Environment)

## 1. はじめに

新型コロナ発生以降、世界的にテレワークや遠隔授業が身近なものとなりその重要性が増している。さらに、ネットワークの整備に伴って、遠隔教育におけるVR環境・仮想空間で構成される「メタバース」として徐々に活用が進んでいる[1]。また、近年では生成AIの登場によって教育環境と学習支援プロセスの最適化に新たな可能性が開けてきた。

しかし、遠隔学習やe-Learningは対面授業と比較して学習理解度が低下しやすく、学習の効果が十分に得られにくいという課題が指摘されている。特に、学習者と講師の距離感が大きく、講師が学習者の状況を把握し難いという問題がある。

そこで、本研究ではクライアントにVRを活用した教育支援システムを開発し、さらにAIを用いた対話機能をアシスタントのアバターに実装しユーザを支援することで、ICTを用いた教育効果の向上を図ることを目的とする。本研究室ではこれまで、VRを用いた教育支援システムを作成してきた。しかし、教育用コンテンツ作りとその運用においては初期コストとVR酔いの可能性、生成AI活用においても学習データ収集におけるプライバシー侵害問題や情報セキュリティなどへの不安がある[2]。

本報告ではこれらの諸問題に対して、VRコンテンツ・データ管理システムと連携したローカルの大規模言語モデル(LLM; Large language Models)を用いたAIアシスタントを導入することで解消を図る。さらに、教育支援時のセキュリティやプライバシー保護の問題を考慮し、ローカルネットワーク上に構築した検索拡張生成(RAG; Retrieval-Augmented Reality)システムをバックエンドで提供する。

システム全体では、連合学習AIシステムによって学習データを収集管理し、パーソナライズすることで教育システムの最適化を図る。VR酔い対策などのコンテンツ改

善のベースとなるユーザの状況と内容の理解度は、問題の解答率や視聴時のユーザのバイタルデータを採取し、コンテンツの効果を評価することで学習データを機械学習データとしてフィードバックする。

本システムによって構成されるコンテンツの生成と管理、知的学習アシスタントの提供、学習管理システム(LMS; Learning Management System)の最適化によって、より高品質な学習環境の実現を目指す。

## 2. VR教育支援システムの構成

VR教育支援システムの構成を図1に示す。本システムは複数の機能を持つサーバと、VR環境を視聴可能なクライアントによるC/S型のシステムで構成する。

本システムは、以下の機能を分散管理する。

- ①VRコンテンツの作成・配信支援と管理機能(LMS)
- ②VRコンテンツ視聴環境と対話データ管理
- ③学習支援AIアシスタントのためのAPIサーバ
- ④学習データ管理AI連合学習サーバ

コンテンツの作成と配信はPythonによるローカルアプリケーションを用い、サーバから配信されるVR動画ストリームファイルを対話的に再生・視聴する。

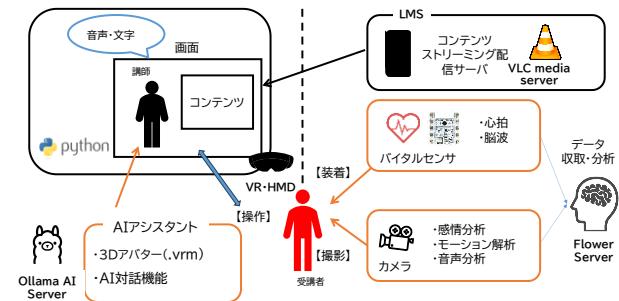


Fig. 1 VR 教育支援システム構成

LMS サーバでは配信するコンテンツの作成と管理を行う。さらに、ユーザの利用状況と視聴時のバイタルデータや、カメラから音声動画を採取し、受講者の音声・感情分析、モーション解析等を行い、学習状況をモニタリングする。

システムの開発と実行は Python のライブラリを用いたマルチプラットホーム対応のローカルアプリケーション上で実行する。また、VR 機能を使用しない場合は、HMD を装着しない状態で、PC 標準の UI を用いてコンテンツの視聴とイベント処理を行う。

### 3. AIアシスタントとVRコンテンツ

本システムではAIアバターを導入したアシスタントをインポートした VR コンテンツの作成と管理を行う。システムの概要を図 2 に示す。

視聴用コンテンツのベースのフォーマットは既存の PowerPoint (MS 社) データである PPTX ファイルをベースとする。ユーザは基本となる 2D または 3D コンテンツ・データを分解し、ストリーム動画 mp4 を生成する。

AI アシスタント付きのコンテンツは、ゲームエンジンである Unity [3] と Blender [4], C#, Python を用いて作成する。そのため、授業を行う講師の姿を事前に USB カメラや 3D 深度センサ付きカメラで撮影し、骨格キーデータ情報を用いて 3D アバターを動かす。このアバターは VRM データを用いる[5]。VRM は VR 向け 3D アバターファイルフォーマットであり、VroidStudio [6]で作成している。挿入する音声データは Unity の音声解析プラグイン (ULipSync [7]) を用いて解析し、3D アバターの口を講師の声 (音声データ) に合わせて動かすことで、よりリアルなアシスタントの動きを実現する。音声は PPTX シート内の文字を分離し、音声化することでアシスタントによって再生される。授業コンテンツのクライアントは、Python モジュールと VR ストリーム配信可能な VLC プレイヤー[8]を実装した学生保有の PC システムで用いる。

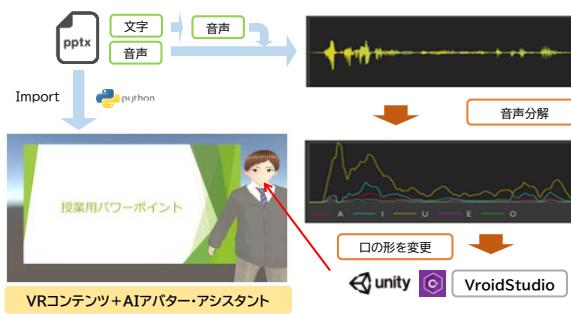


Fig. 2 AI アシスタントを導入した VR コンテンツ

HMD へ出力可能な PC クライアントでは、Python ローカルアプリケーションをベースに、コンテンツ内のイベントに対応した処理の流れを制御する。コンテンツのイベント処理は、Python の GUI であるモダン UI の CustomTkinter によってフレームワークを作成した。これによって、イベントのフローに対応したコンテンツの再生を行うことができる。視聴時には、ユーザが発生させるイベントで複数の動画コンテンツを分岐配信する。コン

テンツ動画は、データベース上にフローを作成することで、対話的な実行が可能である。VR 動画コンテンツの分岐機能によって、ストリーム再生を行う複数の mp4 動画コンテンツへのリンクを変え、動画再生リストによる高速で連続的な配信・再生視聴を行う。

さらに、ユーザである受講者とローカル Large Language Models (LLM)によるAIアシスタントによる対話機能を実装している。ローカル AI サーバにはオープンソースである Ollama のローカル API を用いている[9]。これは、システムのセキュリティ制約によるユーザ設定の自由度の低下を避けるためである。

AI 辞書には小規模言語モデルの gemma-jpn を用いて負荷を抑えている[10]。サーバの GPU メモリに十分な容量がある場合には、システム実行時にモデルの変更が可能である。

### 4. ユーザ・モニタリングシステム

本システムはユーザが VR コンテンツを視聴している状況のバイタルデータをモニタリングし、データを収集することで、コンテンツの改善につなげる機能を有する。

具体的には、ユーザのバイタルデータを PC 上で動作する Python のローカルアプリケーションによって測定し、身体と HMD の傾きを測定した。同時に被験者的心拍数も測定した。

HMD 装着時の体の揺れは、肩のキーポイントを検出し、X, Y 座標において位置変化をグラフ化することにより身体の揺れや傾きを可視化する。Python とオープンソースの機械学習ライブラリ Mediapipe [11]を用いて、USB カメラの映像から骨格解析を行い、身体の動きを取得する。視聴時の測定結果を図 4(a)に示す。

さらに、生体センサによるアプリ開発キット (Bitalino [12]) を用いて VR コンテンツ視聴中のバイタルデータを採取した。特に心拍数に着目し、センサを貼り付けデータ採取を行っている。採取したデータは Bluetooth を用いてサーバに送信する。両手首に電極を貼り付けて測定を行った結果を図 3 (b)に示す。

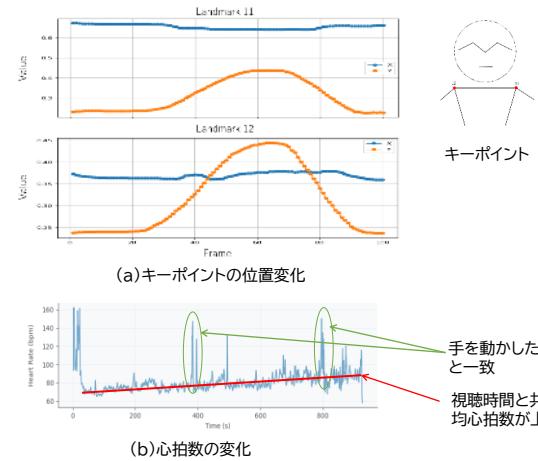


Fig. 3 バイタルデータのモニタ結果例

図 3 に 15 分間の VR 動画再生時のバイタルデータ測定結果例を示す。HMD 装着時の動画視聴の動作と心拍数により、視聴時間が経過するにつれて心拍の上昇がみられ、コ

ンテンツの内容によらず、開始 10 分後から HMD の重さでコンテンツに集中できなくなってくるという主観的評価と一致動した結果となっている。また、手を動かした際に心拍数計測結果が大きく変動している。測定ノイズであるか、コンテンツ内容と関連するかなど計測方法や電極位置を変え比較検討することが必要とされる。

特に、受講者のモニタリング結果を個別にデータとして管理し、受講データと合わせ連合学習サーバで蓄積することで、学習者に最適化したコンテンツの効率的な支援を行うことが可能となる。この機能は、連合学習機能を持つ、非同期通信ライブラリの Celery クライアントである Python フレームワーク Flower Framework を用いて構成しており、データの蓄積を進めて行く[13]。

## 5. まとめ

開発したシステムによって、AIアシスタント機能を持つVRコンテンツの作成と管理を支援するシステムを構築できた。現在までに、作成したシステムに対し複数のコンテンツでパターンを実行・検証することで動作を確認できた。

特に、PythonのローカルアプリケーションとしてPC上にバイタルデータのモニタリングシステムを実装し、骨格解析を用いた身体の横揺れや、心拍数の周期的な波形を観測できた。今後は、心拍数や姿勢と、授業への集中度疲労度についての相関関係についても調査を行い、客観的な評価を得られるよう研究を進める。

本システムを用い VR コンテンツ視聴時のモニタリングを行うことで、効果的なコンテンツ作りを支援していく。さらに、よりリアルな AI アバターでコンテンツの幅を広げ、医療介護分野でのリハビリなどの用途に適用していく計画である。

## 参考文献等

- [1]経済産業省、令和 2 年度コンテンツ海外展開促進事業（仮想空間の今後の可能性と諸課題に関する調査分析事業），<https://www.meti.go.jp/metilib/report/2020FY/000502.pdf>
- [2]松本正己，“遠隔授業支援用フレームワークの開発”，計算工学講演会論文集, D-07-5, Vol.27 (2022 年 6 月)
- [3] Unity, <https://Unity.com/>
- [4] Blender, <https://www.blender.jp/>
- [5] VRM, <https://vrm.dev/>
- [6] VriodStudio, <https://vroid.com/studio>
- [7] ©ULipSync, hecomi, <https://github.com/hecomi/uLipSync>
- [8] VLC mdeia Player, <https://www.videolan.org/vlc>
- [9] Ollama, <https://ollama.com/>
- [10] Google 社 Gemma, <https://ai.google.dev/gemma?hl=ja>
- [11] Mediapipe, <https://developers.google.com/mediapipe>
- [12] Creact 社 Bittarino, <https://www.creact.co.jp/measure/bio/bitalino/>
- [13] Flower Monitoring, <https://flower.readthedocs.io/>