

1. 担当 PM

稲見 昌彦（東京大学 先端科学技術研究センター 教授）

2. クリエータ氏名

小沢 健悟（東京大学 大学院学際情報学府 先端表現情報学コース）

3. 委託金支払額

2,304,000 円

4. テーマ名

歩き VR の開発

5. 関連 Web サイト

コンセプトムービー：<https://youtu.be/fYqn0PDC1Tw>

6. テーマ概要

VR ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を日常的に被るような未来が来ることが考えられる。このような未来では、自分の好きな VR 空間を好きな箇所に好きなだけ出現させることができ、人間の様々な活動や社会の機能を拡張することができる。これを実現するために、本クリエイタは人間の最も日常的な行動の一つである歩行に着目し、歩きながら HMD を被る行為（以降「歩き VR」と呼ぶ）の研究を行ってきた。現在までに、ユーザからの距離に応じて現実映像と VR 空間の映像を提示しわけ、その二つの空間を同時にユーザに見せることで、周囲を視認しながら歩行できるプロトタイプを作成した。そこで得た知見から、「HMD を被る日常」を実現するためには、「歩き VR の安全性」だけでなく「歩き VR の動機の創出」が必要であると実感した。

本プロジェクトでは、歩き VR のユースケースを想定し、ユーザにそれを利用する動機を与えるようなエンタメやユーティリティコンテンツを複数開発した。本コンテンツ開発を通して、人々に歩き VR で何ができるかを具体的に想像させ、その導入コストを下げることに加えて、歩き VR のシステム開発のさらなる発展を目指した。また、歩き VR のコンテンツ開発のための SDK の整備等を行

い、多くの人々が歩き VR のコンテンツ開発を行える環境を整えた。

7. 採択理由

VRのための頭部搭載型ディスプレイは各種メーカーから製品化されているが、長時間にわたる体験を提供しようとする場合、実世界とのシームレスな接続が課題となっている。シースルーディスプレイを用いたいわゆる AR/MR、実空間の形状データを VR 世界に反映される手法などが提案されているが、本提案は本人の移動に応じて複数世界を切り替える点に特徴がある。本手法の利点を活用したコンテンツの制作指針が明らかになることで、VR の利活用シーンが広がると考えた。

8. 開発目標

本プロジェクトで開発するシステムは、「日常的に HMD を装着しながら生活が行えるようにする」ことを最終的なゴールとする。人間の日常行動のうち、大部分を占める「歩行」という行動に着目し、屋外でも HMD を搭載しながら安心かつ安全な歩行が可能な VR 空間提示システム“TRAVRSE”を提案する。また、TRAVRSE を用いて人々に歩き VR で何ができるかを具体的に想像させ、その導入コストを下げることで、歩き VR のシステム開発のさらなる発展を目指した。

9. 進捗概要

ユーザが歩き VR 中に物体との衝突を回避するためには、物体との距離や大きさ、移動速度などを認知する必要がある。また、衝突の危険性はユーザとの距離、人や自転車、街路樹という物体の種類などの様々な要因により変化する。危険度の高い物体ほど現実に近い映像で表示されるべきであり、危険度が低くなるにつれ現実との乖離が許容されると考える。本プロジェクトにより提案する MR (Mixed Reality) 空間は、ユーザの周囲に存在する物体の距離に応じて現実空間と VR 空間の視覚的融合比率を決定し、ユーザに対して様々な空間を同時に提示するといった特徴を持つ。TRAVRSE の概念図を図 1 に示す。

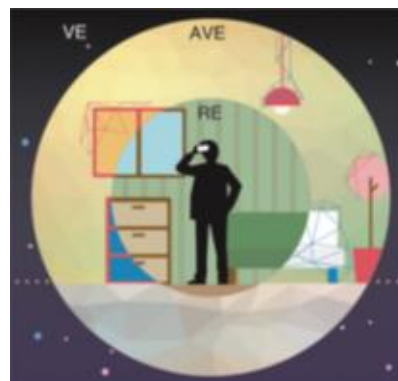


図 1 : TRAVRSE の概念図

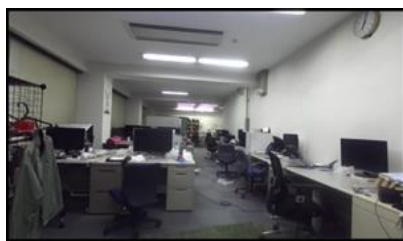
提案システムにより構成される MR 空間は、現実空間の映像を映し出す空間（RE, Real Environment）、現実の形状を VR 空間に反映させた空間（AVE, Augmented Virtuality Environment）、そしてバーチャル空間を映し出す空間（VE, Virtual Environment）の三つの空間から成り立つ。また、ユーザから RE と AVE までの距離（RE の半径）と、AVE と VE までの距離（AVE の半径）をユーザが動的に変化させることにより、ユーザの趣向やユースケース毎に適した空間構成を柔軟に表現できる。

ユーザから一枚絵のように見える平面の作成

Unity 空間上において平面に ZEDmini から取得された現実空間の映像を投影し、ユーザが HMD を通して眺めることによりビデオシースルーが実現される。この際に平面を二つ作成し、左右のディスプレイに表示される映像を区別することにより立体視が可能となる。この各平面は映像の解像度大の頂点数を持ち、深度情報を元に各頂点の座標を変更する。この際に HMD ディスプレイへの映像出力用の Unity カメラオブジェクトの視錐台に収まるように座標変更を行うことで、カメラオブジェクト視点からは平面形状が保持される。

AVE の作成

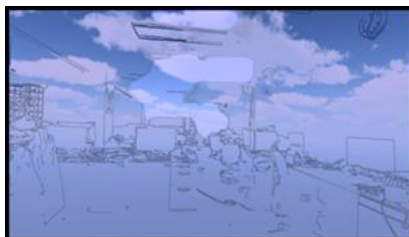
AVE は、ユーザの周囲の現実環境や VR コンテンツなど様々な状況により適した構築手法が異なると考えられる。どのような種類の AVE をユーザが好むかはそのユーザの趣向による決定に委ね、本プロジェクトでは三種類の AVE を提案する。テクスチャリング AVE は平面全体に色を付与するタイプ（図 2. b）、エッジ抽出 AVE は現実の輪郭を表示するタイプ（図 2. c）、ポリゴン AVE は現実の平面を抽出しポリゴンのような模様を付与するタイプである（図 2. d）。この空間を通してユーザは現実空間の形状を知覚することが可能となる。



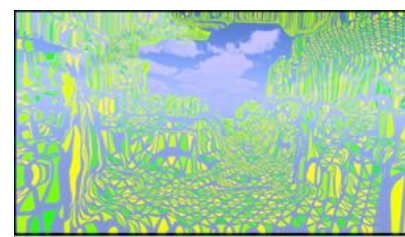
a : 現実世界



b : テクスチャリング AVE



c : エッジ抽出 AVE



d : ポリゴン AVE

図 2 : 現実空間とそれに対応した 3 種の AVE

RE、AVE、VE の三種類の空間を同時に眺める際の第三者視点からのキャプチャを図 3. a に示し、ユーザ視点からのキャプチャを図 3. b に示す。VE は大自然を模した山々と平原のシーンを用意し、AVE は VE に使用されるテクスチャを用いたテクスチャリング AVE を使用した。また、各空間の境界の透明度を滑らかに変化させることで、空間の境界線を曖昧にすることで、各空間がシームレスに繋がり、違和感のない空間提示を行うことができた。



a : 第三者視点からのキャプチャ



b : ユーザ視点からのキャプチャ

図 3 : ユーザに RE、AVE、VE を同時に提示している様子

10. プロジェクト評価

PM が学生であった 90 年代は第一次 VR ブームであった。当時の VR で指摘されていたことのひとつが「鎖につながれた飼い犬問題」である。これは VR 機器とコンピュータとをつなぐケーブルの長さの範囲でしかユーザは VR を体験できないさまを、鎖につながれた犬になぞらえていたわけである。つまり当時の VR 世界とは大型のグラフィックワークステーションとそこからのケーブルの長さが動ける範囲しか歩行移動はできなかった。

当プロジェクトクリエイターの小沢氏は、近い将来に皆が HMD を装着して屋内や屋外を歩き回ることを想定し、「歩き VR」というコンセプトのもと、装着者からの距離に応じて物理空間と情報空間をシームレスにつなぐことを可能とする VR システム TRAVRSE を制作した。コンセプトは当初からはぶれず、多くの人が使いたいと思える魅力あるユースケースの探索と、物理・情報空間を切り替えるインタラクション手法の開発がメインとなり、それらは見事実装されたと判断した。なお、NHK アニメ『電脳コイル』で歩き HMD が日常となった世界を描いた磯光雄監督が成果報告会にてデモを体験した折に高く評価しており、今後のプロジェクトの進展に期待の声を寄せている。

11. 今後の課題

半年強のプロジェクトとしてはコンセプトの提案と様々なユースケースの実装という意味では十分な成果と言える。今後は成果を適切に整備することにより、小沢氏以外のクリエイターらによるコミュニティによって TRAVRSE のコンテンツ作成の輪が広がることを期待したい。