

歩き VR の開発

— TRAVRSE: VR ゴーグルの常時装着を見据えた、安心かつ安全な歩き VR システム —

1. 背景

外部接続の PC を必要とせず、慣性計測装置や VisualSLAM 技術を用いた自己位置推定によって 6 自由度の移動に対応したスタンドアロン型の VR (Virtual Reality) ゴーグル (以下 HMD, Head Mounted Display) を、一般のユーザが安価に手に入れられるようになった。これにより利用範囲の制約となっていたケーブルやトラッキング領域から利用者を解放し、室内から屋外へと利用範囲を拡張することで、より没入度の高い VR 体験や手軽な VR 体験が可能となる。この延長上の未来では、現実とバーチャルが共存する日常が実現されると考えている。

しかし、いざ屋外で HMD を装着しながら歩行しようとする、当たり前であるが危険がある。本プロジェクトではこの行為を「歩きスマホ」にちなんで「歩き VR」と呼称する。広大な VR 空間を安全に体験するためには、現実空間の構造や、実際に現実空間を歩いている人や物体などによる移動の制約や衝突の危険を回避しなければならない。

2. 目的

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す。

3. 開発の内容

3.1. システムのコンセプト

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即した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 示す。

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 3 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。

このような位置関係にすることで、ユーザは自身の周辺にある物体を視認しながら VR 空間を歩行できる。また、現実とバーチャル空間の間のクッションのような役割を果たす AVE があることで、ユーザは歩行する際に安心感を得つつ、バーチャル空間への没入度を担保できると予想した。



図 1: TRAVRSE の概念図

3.2. システムの実装

以下の機器を用いてシステムを実装した。

- ZED mini & ZED SDK 2.7
- Oculus Rift S & Touch Controller
- MSI VR One 7RE
- CPU: Intel(R) Core(TM) i7-7820HK
- メモリ: 32GB
- GPU: NVIDIA GeForce GTX 1070
- Unity 2018.2.17f1

3.2.1. ユーザから 1 枚絵のように見える平面の作成

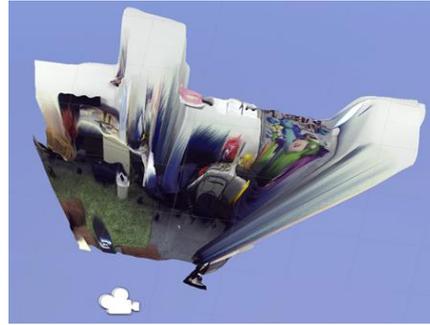
Unity 空間上において平面に ZEDmini から取得された現実空間の映像を投影し、ユーザが HMD を通して眺めることによりビデオシースルーが実現される。この際に平面を 2 つ作成し、左右のディスプレイに表示される映像を区別することにより立体視が可能となる。この各平面は映像の解像度大の頂点数を持ち、深度情報を元に各頂点の座標を変更する。この際に HMD ディスプレイへの映像出力用の Unity カメラオブジェクトの視錐台に収まるように座標変更を行うことで、カメラオブジェクト視点からは平面形状が保持される(図 2)。

3.2.2. 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 3 種類の AVE を提案する。テキストチャリング AVE は平面全体に色を付与するタイプ(図 3. b)、エッジ抽出 AVE は現実の輪郭を表示するタイプ(図 3. 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(図 3. d)である。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。

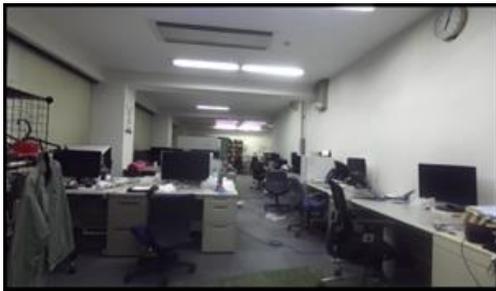


ユーザ視点のキャプチャ



第三者視点のキャプチャ

図 2: 頂点移動を施した平面



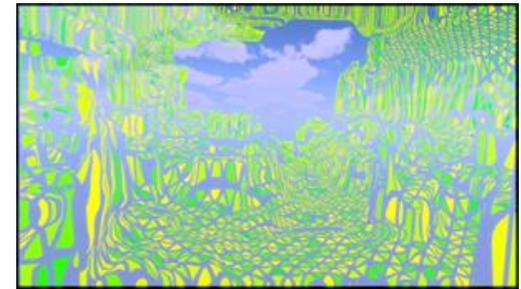
a: 現実世界



b: テクスチャリング AVE



c: エッジ抽出 AVE



d: ポリゴン AVE

図 3: 現実空間とそれに対応した 3 種の AVE

RE、AVE、VE の 3 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 4. a に示し、ユーザ視点からのキャプチャを図 4. 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。

3.2.3. 要素機能

ユーザが自由に RE の半径と AVE の半径及び AVE の種類を変更できるような UI ツールを作成した。直感的な空間操作が可能となるように、両手のコントローラを用い、腕を広げると半径が大きくなり、縮めると半径が小さくなる設計とした。AVE の種類の変更は、左手コントローラ親指のスティックを左右に倒すことで切り替えられる。



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 4: ユーザに RE、AVE、VE を同時に提示している様子

また、YOLO(リアルタイム物体検出アルゴリズム)を TRAVRSE に実装した。現実空間形状のテクスチャリングだけでなく、現実物体を検出してバーチャル物体へ変換することが可能になれば、AVE や VE において前から歩いてくる歩行者や街路樹を、それぞれ敵モンスターや塔に変換するといったバーチャル空間における演出が可能となる。実装としては、Unity 内で ZEDmini を立ち上げた状態から、毎フレームの画像データのポイントを、YOLO の C++プロジェクトでビルドした DLL に渡して物体検出を行い、算出結果を C#の関数へコールバックすることにより行なった。

4. 従来の技術(または機能)との相違

ビデオスルー技術を使用する HMD には、Oculus 社の Quest や Rift S のようなトラッキング領域から外れた際に現実映像をグレースケールで表示するものや、Valve Index のように現実映像をディスプレイ全体に半透明に表示するものがある。しかし、これらのデバイスでは深度情報をもとに映像の提示仕分けを行うことができない。

TRAVRSE の特徴は、現実とバーチャルを連続的に提示する手法にある。RE、AVE、VE と 3 種類の空間を用意し、現実からバーチャルへの遷移の粒度を設定することで、ユーザからの距離に応じて現実からバーチャル空間へ滑らかに変化させることが可能である。

5. 期待される効果

現実の行動には歩行、食事、睡眠、ショッピングなどが挙げられ、VR 空間の行動にはゲーム、3D モデリング、遠隔会議、そして VRChat などが挙げられる。「日常的に HMD を装着しながら生活を行えるようにする」ことを実現するためには、現実の行動と VR 空間での様々な行動を組み合わせ、多様な歩き VR ができるようになる必要がある。

本プロジェクトでは歩き VR を軸にシステムを開発したが、現実とバーチャルの様々な行動の組み合わせに対しても本システムが使用できると考えている。

6. 普及(または活用)の見通し

本プロジェクトが実用的になるには、さらなる研究及びデバイスのアップデートが必要となる。まずはこのコンセプトと考え方を学会発表で発表し普及させつつ、デモ展示を行う予定である。

7. クリエータ名(所属)

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)

(参考)関連 URL

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