

## VR 教室/Zoom ハイブリッドによる EEIC 二年次講義「デジタル回路」

電子情報学専攻 入江 英嗣

### ■ 試み

フルトラッキング環境が手軽となり、普段の講義と変わらない感覚での VR 授業が可能となってきているが、まだ一シーズンのレギュラー講義を丸ごと VR 化する試みは珍しい。そこで今回は EEIC 二年次「デジタル回路」を VR/Zoom 化する試みを行ない、ノウハウの蓄積を図った。VRChat を利用し、VR 教室内でやっている授業を Zoom 配信することにより、VR/Zoom どちらからも参加できるハイブリッド講義を行っている。

(紹介動画例:

<https://twitter.com/HidetsuguIRIE/status/1318511016137748480>)



図 1. VR 教室から

### ■ VR 講義の設計

#### ・プラットフォーム

自由度、表現力、参加のしやすさから VRChat をプラットフォームとして選択した。各回の授業内容を実装したワールドを作成、授業時間にプライベートインスタンスを立てて受講者を invite する。ワールドに stream camera を配置し、その画像を Zoom に転送することで、Zoom 経由の受講者も VR 教室の様子を見ることができる。

### ■ VR 教室

VRChat SDK と Unity によりワールドを作成した。簡単ではあるが学校作成用のアセットを導入して組み合わせ、講義室の見た目と機能を持たせている。

授業スライドの表示は、SDK 仕様の影響を受けにくいように、スライド一枚一枚を絵として事前に取り込んでおく方式とした。Booth で公開されている「VRC プレゼンテーションルーム」を使用して半自動で作成可能となっている。ワールド内に配置される操作スイッチを手にとってスライドの送りと戻しを行う。スライドは教室内大型スクリーンと操作スイッチ上の小窓に同時投影される。

また、以下の機能を教室に設置して授業進行をやりやすくしている。

- ペン 手にもってトリガを引きながら動かすことにより空間中に文字や絵を書くことができる
- 時計 リアルワールドの時刻を表示する。教室前方に丸時計(学生用)、広報に大型のデジタル時計(講師用)を配置し、時刻確認をやりやすくしている。
- ミラー 教室の幅と同じ大きさの鏡により、講義の様子を自分で確認できる。受講者と鏡の双方を同時に視認できるように、講師の斜め上方に配置される。

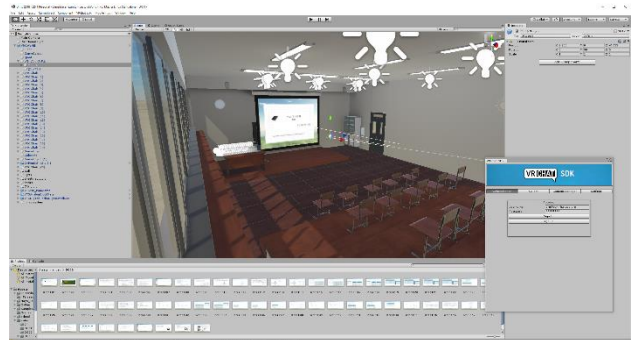


図 2. VR 教室の Unity プロジェクト



図 3. 講師から見えるミラー，フロア，時計

### ■ 講義時のシステム構成

以下のアプリケーションを同時に起動する。接続関係を図 4 に示す。

- Steam VR
- VR Chat
- OVR drop
- OBS(+virtual camera)
- Web ブラウザ(学科 slack 表示)
- Zoom

### ■ アバター

VRoidHub から、学生が見ていて楽しく、一方で長時間見ても疲れなさそうな落ち着いた感じのキャラクターを選択。講義で用いることの許可を作者に打診して快諾を得た。VRM 形式のアバターを VRChat 内で使えるように再構成し、出し入れ可能な指示棒などを新たに装備した。



図 5. アバターと指示棒

アバターの操作は VRChat に標準の 6 点トラッキングを用いる。頭、両手、両足、腰の 6 点の 6 自由度を計測し、IK により各ボーン的位置を推定する。黒板の前を歩き回って講義ができるよう、やや広めトラッキングスペースを確保した。

講師側環境

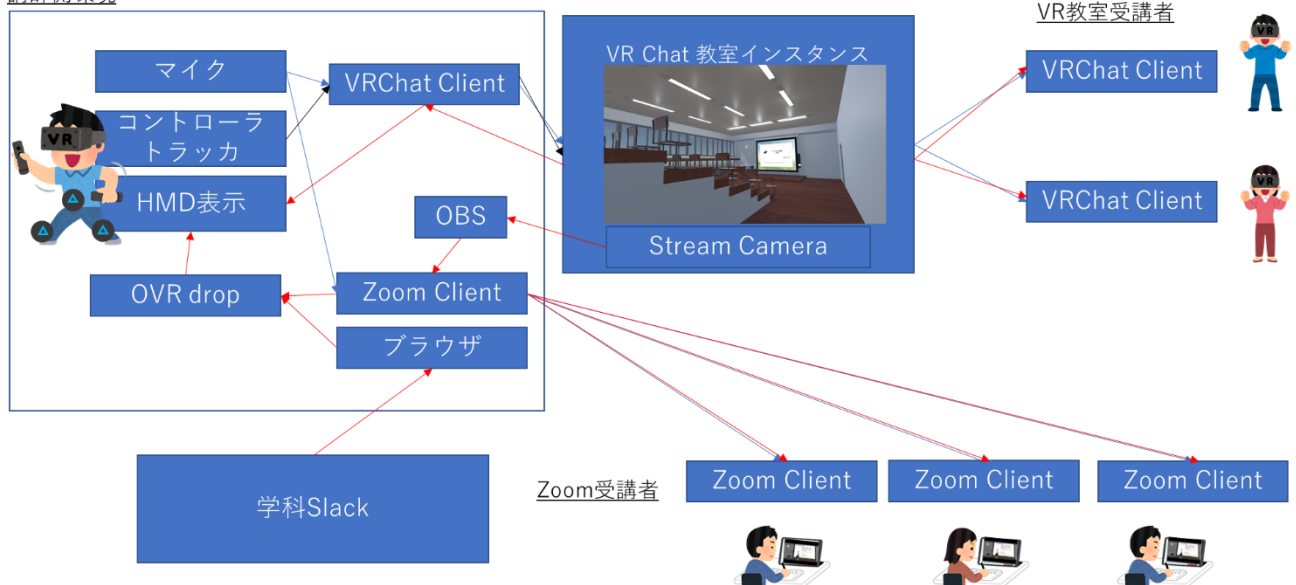


図 4. システム接続図 (青色：音声，赤色：画像)

## ■事前の慣熟

フルトラッキングによる90分講義や、学生から見たVR教室参加の実用性は自明ではなかったため、コース開始前に何段階かのシステム試験投入やVR慣熟を経て実現可能性を確認した。

- フルトラッキング慣熟：6点トラッキングは直観的で、多くのユーザがすぐに思い通りに動けるようになる。しかし、オブジェクト貫通やIK推定ミスの回避など、真に思い通りの動きをするためには多少の慣れが必要となる。事前にIKの癖やアバターの見え方を意識して慣熟し、講義に備えた。
- 最初の運用として、学会挨拶、研究打ち合わせなど短めのプレゼンテーションにより動作を確認、次に、授業よりも長い懇親会・交流会などで運用し、長時間の運用でもシステム・講師共に耐えることを確認した。
- 授業ワールドのチェックのためにVRChatでフルトラッキングを普段から活用しているユーザ十数名の協力を得て負荷や使用感のチェックを行ない、フィードバックを得た。VR慣熟者が一堂に会してVR教室を利用している光景は、将来のVR授業の様子を予感させるものとなった。

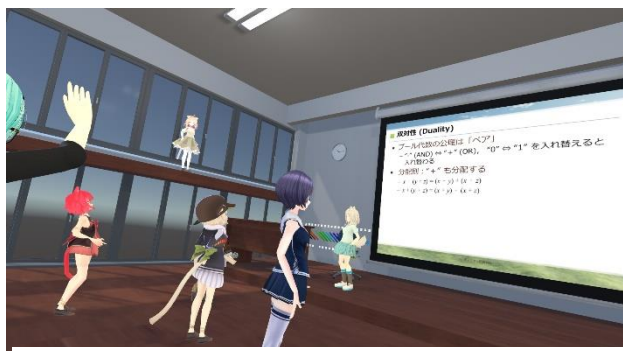


図6. VR慣熟ユーザによる教室チェック

## ■運用してみた

デジタル回路は既にスライド授業となっていたので既存資料の改変の要なく、そのまま実施できた。対面授業の経験に基づいて設置した鏡や時計などの設備はVR空間でそのまま有効に機能している。VR空間内で参加者に話しかけるような授業が可能のため、オンライン講義の一方感がなく、講師にとってもライブ感のある講義ができています。一方でチャットでは対面授業よりも活発に質問が寄せられており、オンライン講義とVR対面の両面の長所をいかしたハイブリッド講義となっている。

また、投影されているスライド上にペンで直接書き込むことができるため、対面では難しかった、スライドに書き込んで補完するような演習が可能となり、内容の伝えやすさに貢献している。VR参加の学生が前に出てスライドに書き込むなど、視覚的にもインタラクティブな進行を行っている。

今年度はオンライン講義の利便性もあり、例年より多くの受講生を得てVR/Zoomハイブリッドの授業を展開している。まだ環境のある人間は少ないが、コンスタントにVR教室から参加する受講生も複数人出てきている。

将来的にはVR空間で動作するCMOSや回路のモデルなどを持ち込んでVR受講の学生に触ってもらうなど、さらにインタラクティブなものとするのを計画している。発展の余地は大きく、今回の試みによるノウハウを共有していきたい。



図7. VR受講者と