

# オープン・柔軟・セキュアなオンライン VR システム

## — 民主的で拡張可能な VR 世界構築基盤 —

### 1. 背景

バーチャルリアリティ(VR)の技術は、かつては一部の研究機関や大企業でしか扱えなかったが、低価格なヘッドマウントディスプレイ(HMD)の普及や計算機の性能向上などを背景にして一気に普及が進み、現在では一般家庭でも利用できるようになった。また、新型コロナウイルスの感染防止や温室効果ガスの削減といった理由から、物理的に移動して人と会うことを避け、就労やコミュニケーションをオンラインで行うことに対する社会的要請が高まっている。

このような状況の中で注目が集まっているのが、複数人がネットワーク越しに同じ VR 空間に没入しコミュニケーションを行う、オンライン VR システム(VR SNS、ソーシャル VR と呼ばれる)である。しかし既存のオンライン VR システムの多くはカスタマイズ性などの面では優れているものの、あくまで一企業の運営するオンラインサービスであり、運営者の管理するサーバとプロプライエタリなクライアントに依存している。そのためサービス終了やアカウント停止といったリスクが存在するほか、利用者が自由にシステムを改良することができない。中央サーバに依存しないものやオープンソースで提供されているものも存在するが、クライアントプログラム自体の改変・拡張、例えば利用者自ら新しいハードウェアに対応させるといったことは難しい。

### 2. 目的

そこで本プロジェクトでは、このような既存システムの問題を解決し、単なるコミュニケーションツールにとどまらず、ネットワークを通じてアクセス可能な「もう一つの世界」を構築するための基盤として次の3つの特徴を持つオンライン VR システムを開発した。

#### 1. オープン:

オープンソースソフトウェアであり、誰でも自由にコードを改変して機能の拡張や変更が可能である。またサービスではなくソフトウェアであり、誰でも自分の管理するコンピュータなどにサーバ(VR 世界)を設置し、提供することが可能である。

#### 2. 柔軟:

VR 空間中に存在するオブジェクト(物体)の動作は、中間言語 WebAssembly で記述されたプログラムによって制御可能である(スクリプティング)。また、機能の異なるノード(サーバやクライアント)間の相互運用性が確保されている。例えば、特殊なデバイスと連携するように改造・拡張されたノードが、改造されていないノードと同じ VR 空間を共有することができる。

#### 3. セキュア:

ノード間の通信は暗号化を行う。また、オブジェクトを制御するための WebAssembly プログラムは信頼できない他人が作成したものであるため、実行する際はローカルファイルなどへのアクセスを禁止し、実行時間の制限を行う(サンドボックス化)。さらに、悪質な改造を施されたノードが他のノードに悪影響を与えないような設計とする。

### 3. 開発の内容

#### 3.1. オンライン VR システム「Mondeto」

開発したシステム「Mondeto」は、VR 空間を設置・配信するためのサーバと、ネットワーク越しに VR 空間にアクセスするためのクライアントの機能を持ったプログラムであり、現段階では OS として Windows、VR 用 HMD として Oculus シリーズに対応している。

本システムでは基本機能として、近年のオンライン VR システムに備わっている「音声や身振り手振りをを用いたコミュニケーション」、「VR 空間やアバタのカスタマイズ」といった機能を、オープンソースソフトウェアとして実現している。アバタには、VR 用アバタの共通規格として様々な VR アプリケーションで使用されている VRM 形式が使用可能である(図 1)。

さらにスクリプティング機能として本システムでは「VR 空間内のほとんどのオブジェクトはバーチャルな計算機であり、動作はプログラムコードで定義される」という世界観を採用している。(図 2)。これは本来「見ず知らずの他人が作成したプログラムを自分の端末で実行する」というセキュリティ上危険な機能であるが、本システムではプログラムコードに WebAssembly を採用し、外部リソースへのアクセスを制限することでセキュリティを担保している。また無限ループや負荷の重い処理によりシステムを停止させる攻撃への対策として、コードの実行時間を制限する機能も備えている。

またシステム自体の拡張性も重視している。Mondeto のコアシステム自体を拡張して新しいハードウェアに対応させることも可能であり、拡張されたシステムと拡張されていないシステムを相互接続することも可能である。

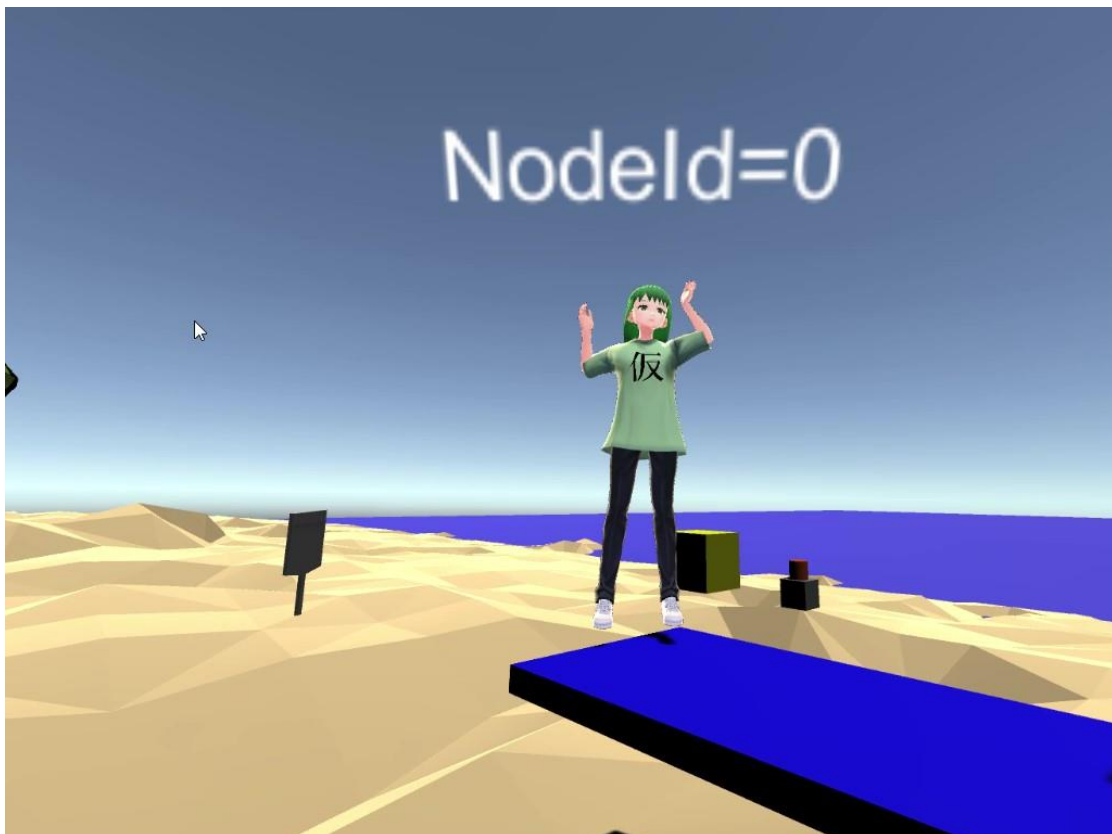


図 1. VRM アバタを使用した際のスクリーンショット

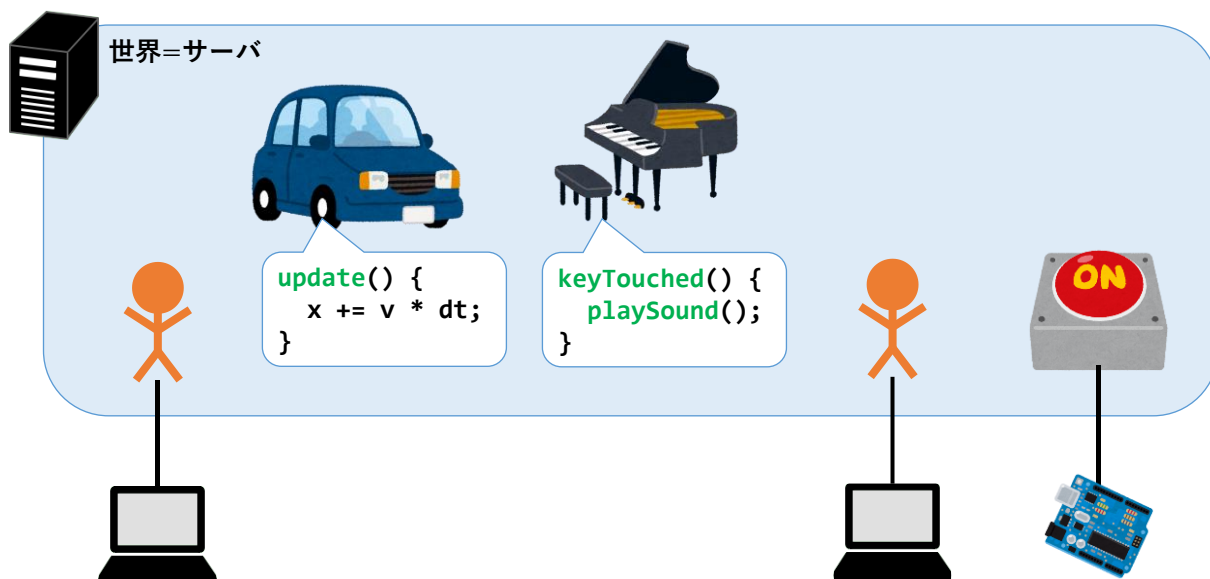


図 2. Mondeto の世界観: プログラマブルな世界 (プログラムは擬似コード)

### 3.2. 応用サンプル・ドキュメント

本プロジェクトでは Mondeto システムだけでなく、システムの様々な機能やその使い方を説明するための応用サンプルやドキュメントの制作も行った。

中でも Mondeto の柔軟性を最大限に活用したデモが、VR 空間内で操作・演奏できるシンセサイザ (図 3) である。このデモでは音色の合成を行うための信号処理 (倍音を含んだ波形の生成、デジタルフィルタによる音色の調整、音量に時間変化をつける処理) をすべて WebAssembly によるスクリプティング機能を用いて実現している。さらにシステム自体の拡張性を示すサンプルとして、MIDI キーボードからの入力を受けてシンセサイザの演奏に用いる機能も実装している。

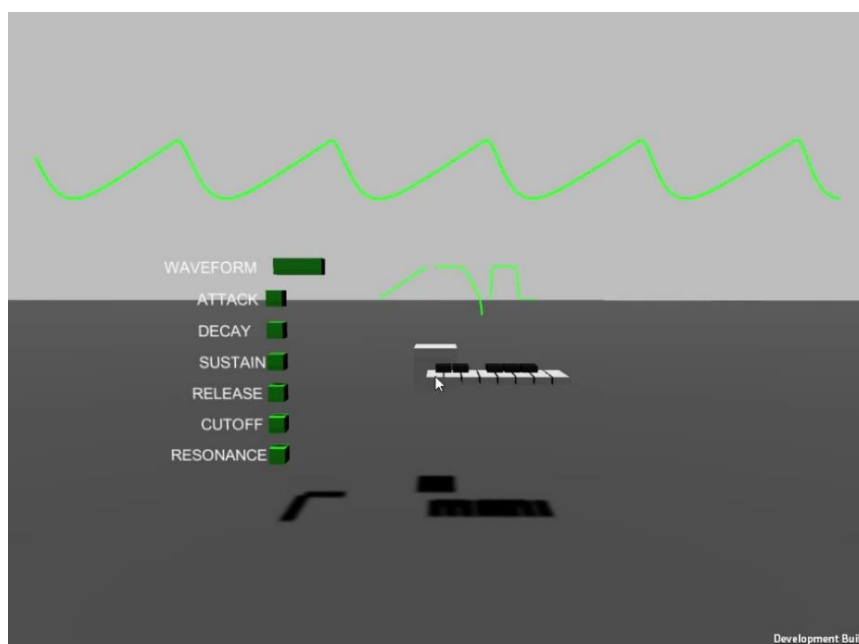


図 3. シンセサイザデモ

#### 4. 従来の技術(または機能)との相違

Mondeto と既存オンライン VR システムの比較を表 1 に示す。本システムは VRChat や Cluster をはじめとするプロプライエタリな「サービス」とは明らかに異なり、単一の運営者に依存せず誰でもサーバを設置することができる「ソフトウェア」である。NeosVR のように中央サーバに依存しないものやオープンソースである Hubs、オープンソースかつ柔軟性の高い JanusXR といった競合システムも存在するが、システム自体を拡張することでユーザ自ら新規ハードウェアに対応させることを明示的に可能にしているのは Mondeto だけである。

表 1. Mondeto と既存オンライン VR システムの比較

	VRChat, Cluster, etc.	NeosVR	Hubs	JanusXR	Mondeto
誰でもサーバ設置可	No	Yes	Yes	Yes	Yes
オープンソース	No	No (現時点)	Yes	Yes	Yes
スクリプティング	システムによる	Yes (ビジュアルプログラミング)	No	Yes (JavaScript)	Yes (WebAssembly)
新規ハードウェアへの対応	No	WebSocket 経由	No	不明	Yes (コアシステム拡張可)

#### 5. 期待される効果

現在のところオンライン VR システムは企業の提供する VR SNS という形が主流であり、VR 空間でのコミュニケーションや創作活動はサービス運営企業に依存しているという現状がある。しかし、誰でもサーバの設置やシステムのカスタマイズが可能な Mondeto により、誰もが自由に「自分の世界(サーバ)」を構築できるようになることが期待される。

#### 6. 普及(または活用)の見通し

今後の展望としてはまず、VR を用いた創作活動を行っている人などを対象として Mondeto を使った開発・創作を行うワークショップやハッカソンを行い、本システムのユーザコミュニティを広げていく予定である。

またシステムを実際に活用していく試みとして、潜在的なユーザに向けた活用の提案や開発サポートを考えており、現時点では、VR 空間を用いた知覚心理学などのオンライン実験に活用できないかと考えている。

長期的な展望としては、本システムの「新しいハードウェアに対応可能」という性質を生かし、VR に関する新技術の実証や実用の場として活躍することが期待される。

#### 7. クリエータ名(所属)

田中 叡(電気通信大学)

(参考)関連 URL

Mondeto の GitHub リポジトリ: <https://github.com/tana/Mondeto>