

マルチメディア、分散、協調とモバイル(DICOMO2024)シンポジウムにて「スマートシティ模擬のための異種シミュレーション連携プラットフォーム：ArkTwinの開発」が野口賞を受賞

トヨタ自動車株式会社 社会システムPF開発部
InfoTech-AS
吉岡顕、鳥越貴智、秋山直毅

トヨタ自動車株式会社は、多種多様なシミュレータが必要な情報をやりとりすることで連携し、1つの世界のシミュレーションを実現する異種シミュレーション連携プラットフォーム：ArkTwinを開発しています。情報処理学会主催のシンポジウムDICOMO2024(Multimedia, Distributed, Cooperative, and Mobile Symposium.)にてArkTwinのデモンストレーションを行い、6月28日に野口賞1位(産業への貢献が期待される優秀なデモンストレーションに与えられる賞)を受賞しました。

背景

スマートシティや中心市街地再開発、新しい交通サービスの導入など「新しい街の仕組み」を導入することを考えた場合、その影響は多岐にわたる可能性があります。ステークホルダーが各々の視点からデメリットの増加を懸念すると、合意形成が難航してしまいます。また実証実験などを通して合意形成を図ることは有意義ですが、多大なコストがかかるため、頻繁な実施は困難です。そこで影響の検証を多数回実施するためには、シミュレーションを用いて仮想空間上に現実を再現することが必要となります。

多岐にわたる影響を考慮するためには、多様な要素を同一空間上でシミュレーションしなければなりません。しかし、それらを単一のシミュレータとして構築することは

- ソフトウェアの実装としての困難度が高い
- サービスシステムのように、競合関係から内部フローを公開したくないケースもあるという点で非現実的です。そのため複数・異種の多数シミュレータが、位置を含む状態情報をやり取りすることで連携し、1つの世界のシミュレーションを実現することが期待されます。

技術概要

「アーキテクチャ要件」

異種・多数のシミュレータの連携を実現するためのプラットフォームが満たすべき要件をまとめます。

既存シミュレータの活用

既に多くの利用者によって使用されており、信頼性の高いシミュレータを活用するために、既存のシミュレータを極力改変せずに接続できることが必要です。

多様な種類・規模でのシミュレーション実行の容易性

シミュレーション内容により接続するシミュレータの種類・数が変わってくるため、柔軟な接続が可能でなければなりません。また、街全体を対象とするような大規模なシミュレーションを実施できることが求められます。

「提案アーキテクチャ」

上記の要件に対応するために提案するアーキテクチャを図1に示します。

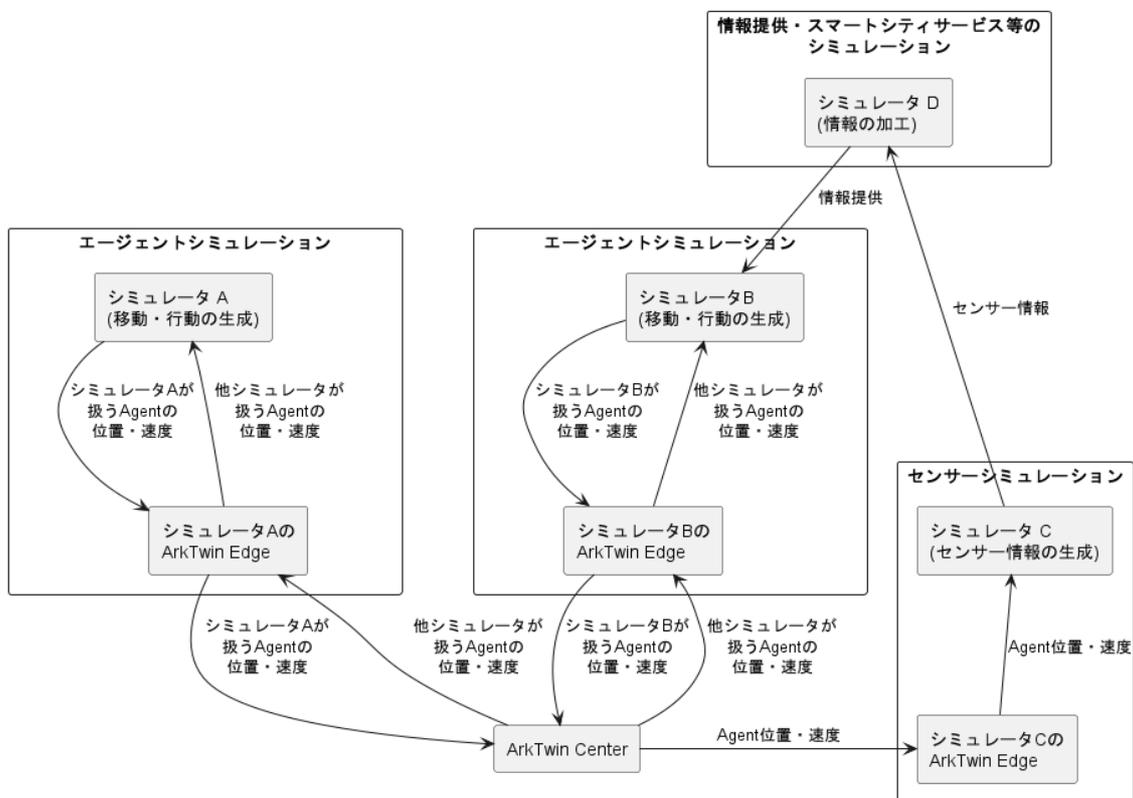


図 1 基本アーキテクチャ

ここでは以下の2つを用意しています。

- 各シミュレータが出力したメッセージの収集・分配機能を実現する ArkTwin Center
- シミュレータと ArkTwin Center 間の通信を中継する ArkTwin Edge

ArkTwin Edge は接続するシミュレータ1つに対して、1つ配置します。

各シミュレータの情報を通信するために、全ての ArkTwin Edge は ArkTwin Center に接続されています。全てのシミュレータが必要でない情報については、シミュレータ間で個別に通信します。

図2はシミュレータと ArkTwin Edge の通信内容を示したものです。

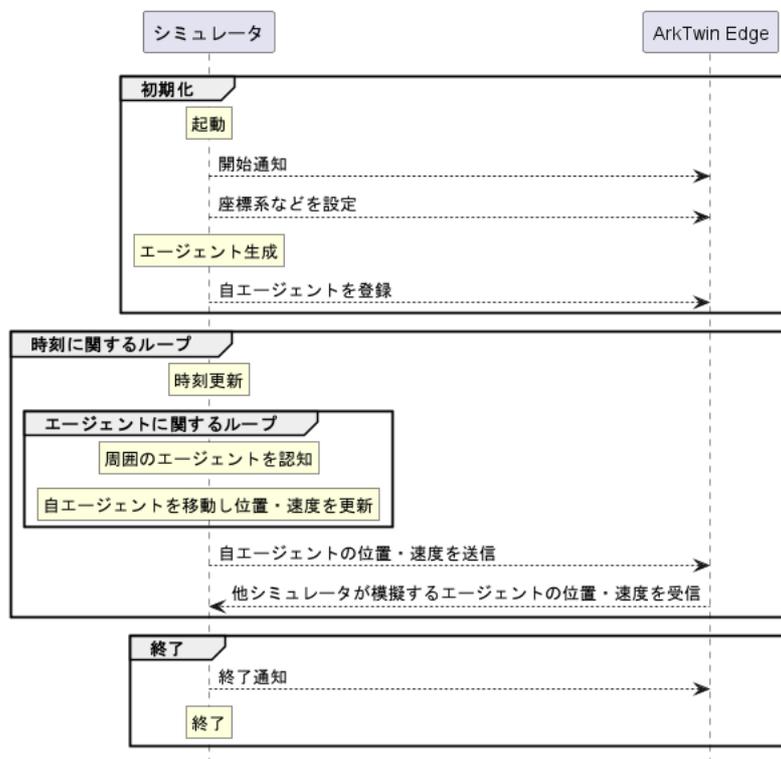


図 2 既存シミュレータに追加する ArkTwin Edge との通信内容

ArkTwin Edge はストリーム通信を制御する機能に加えて、以下の機能を持ちます。

エージェント登録

担当しているシミュレータのエージェント(個々の車両や歩行者など)を ArkTwin Center へ登録し、固有の ID を取得します。これによりシミュレータ間で ID が被ってしまうことを防ぎます。

座標変換

シミュレータごとに異なる座標系を持っている場合があります。そこで担当しているシミュレータの座標系(原点、座標軸の割り当て、回転表現など)の正規化を行います。

他シミュレータエージェントの状態取得

各シミュレータは、それぞれ個別のタイムステップで実行されています。このため、自シミュレータで状態を模擬したい特定時刻におけるエージェントの状態情報が得られる保証はありません。そこで他シミュレータから届く状態情報を、自シミュレータで扱うタイムステップの時刻に合わせて補完する機能を用意しています。

デモンストレーション

DICOMO2024 では以下の 6 種類のシミュレータが連携している状態を展示しました。

1. デモ参加者が VR デバイスで操作する、1 名の歩行者を模擬するシミュレータ
2. デモ参加者が VR デバイスで操作する、1 名の車椅子利用者を模擬するシミュレータ
3. デモ参加者がハンドルコントローラで操作する、1 台の車両を模擬するシミュレータ
4. 複数台の車両を模擬する交通流シミュレータ
5. 複数名の歩行者を模擬する歩行者流シミュレータ
6. 防犯カメラの映像を生成するシミュレータ

また図 3 はデモシステムの構成を示しています。

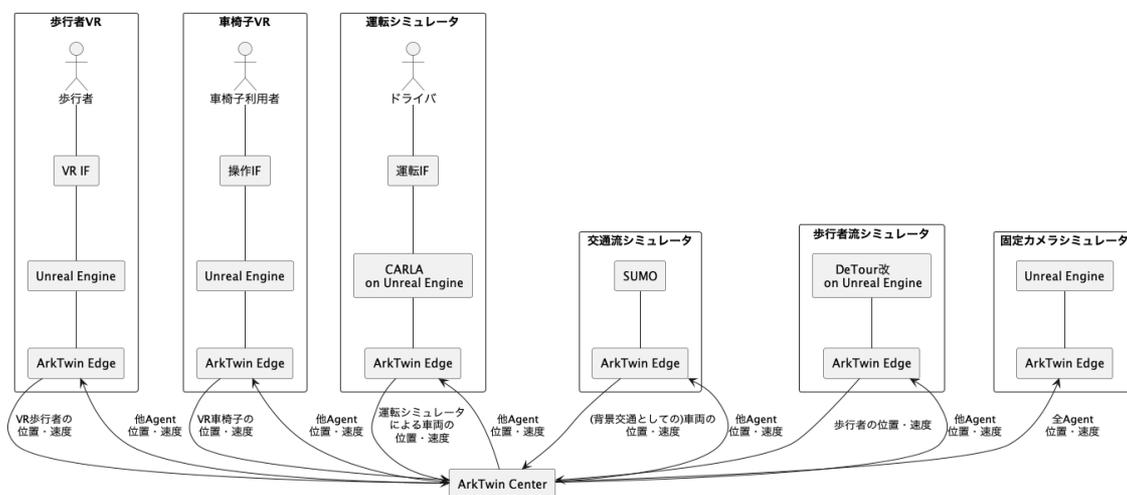


図 3 デモシステムの構成



デモの様子

ArkTwin のオープンソース化

ArkTwin はオープンソースソフトウェアとして公開しています。Apache License 2.0 の下で公開されており、商用利用、変更、配布が可能です。ArkTwin の利用、バグ報告、新機能の提案、コードの改善など、どんな貢献でも歓迎いたします。

ArkTwin のに関する詳細な情報や利用方法については、下記よりご確認ください。

<https://github.com/arktwin/arktwin>