

局所空間デジタルツインの概念に基づく アバタ動作制御に関する基礎的検討

高橋 一将^{†1} 阿部 亨^{†2,†1} 菅沼 拓夫^{†2,†1}

^{†1} 東北大学工学部電気情報理工学科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

メタバースの活性化に伴い、VR空間内におけるアバタの動作制御に対する要求が高まりつつある。アバタ動作制御は、仮想オフィスや仮想ショールーム、遠隔教育などで広く利用され、表情などの表現に機械学習が取り入れられるなど高度化が進みながら、多くのプラットフォームで利用が可能となってきた [1]。その中でも VR空間における接客やスポーツ、楽器演奏などにおいて、現実空間での人の動作とアバタの動きをリアルタイムに同期させる機能は、センシング技術の高度化などにより、低コストかつ高精度に実現されつつある。

しかし、一般的にアバタ動作制御の機能は、これまで、非系統的な手法によりアドホックに構築されてきた。そのため、開発における共通のアーキテクチャが不明であり、開発効率が低いという課題がある。また、開発した構成要素が利用するシステムに依存し、他のプラットフォームやデバイスでは動作しないなど、汎用性が低い問題もあった。

これらの課題を解決するために、本研究では「局所空間デジタルツイン」の概念を導入した、アバタ動作制御機能の系統的な設計手法を提案する。これにより当該機能の系統的な設計開発が可能となり、システムの再利用性が向上し、構成要素の機能・性能を段階的に高度化することが可能となる。加えて、プラットフォームやデバイスに依存しないシステムの構築を実現する。

本発表では、本提案の基本概念と、基盤となる局所空間デジタルツイン、および本提案におけるデジタルツインモデルを示す。また、本提案の適用例についても議論する。

2 関連研究と課題

アバタ動作制御の研究として、アバタ動作の遅延時間の知覚に及ぼす動作速度の影響に関する研究がある [2]。この研究では、人間の動作速度が中速、高速であるタスクを行う際に、アバタの遅延に対してより敏感になり、さらにユーザーのパフォーマンスはアバタの遅延時間と人間の動作速度の両方から影響を受けるということを明らかにしている。

また、部分的な身体追跡と環境情報を用いた全身

アバタの制御に関する研究がある [3]。この研究では、ユーザーの姿勢入力とアバタが配置された VR の環境に基づいて、機械学習を用いて、ユーザーの動作入力の機能的意図をアバタ動作に反映することができるということを確認している。

以上の研究から、利用者にとってアバタ動作の知覚は大きく関わり、VRの環境によってアバタの行動意図や動作が変化するということがわかった。一方で、システム設計開発方法論の観点では、これらの研究例や従来のメタバースプラットフォームにおいては、一般的にアバタの動作制御機能は非系統的な手法によりアドホックに実現されており、設計開発のためのリファレンスとなる基本アーキテクチャや、それに基づく設計開発の手順が不明である。また、最新技術に基づくセンサや表示装置を、システム内に組み込んで利用するためには、システム全体を再設計、実装する必要があるため、システムの部分的な機能の更新のコストが高い。さらには、開発した構成要素が利用するシステムに依存するため、他のプラットフォームやデバイスでは動作しないなど、汎用性にも課題がある。

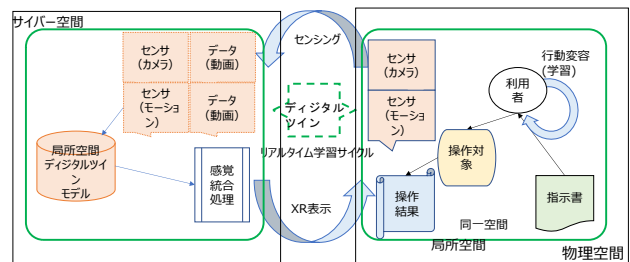


図1: 局所空間デジタルツインの概念図

3 提案

2章で述べた課題を解決するため、本研究では新たに「局所空間デジタルツイン」の概念を導入することで、アバタ動作制御機能を効果的かつ効率的に実現することを目指す。局所空間デジタルツインとは、図1に示すように、半径数m程度の局所的な物理空間を対象としたデジタルツインである。局所空間内に存在する物体や人間を高い空間・時間分解能でセンシングし、リアルタイムにサイバー空間内のデジタルツインモデルに反映し、そのモデルに基づく解析処理結果をXR表示等で物理空間にフィードバックするものである。

図2は局所空間デジタルツインの概念を導入

Unofficial Guideline for Writing IPSJ Papers

Kazumasa TAKAHASHI^{†1}, Toru ABE^{†2,†1}, and Takuo SUGANUMA^{†2,†1}

^{†1}Department of Electrical, Information and Physics Engineering, Tohoku University ^{†2}Cyberscience Center, Tohoku University

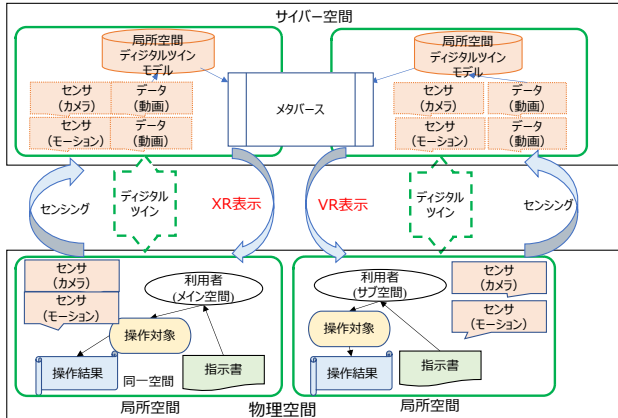


図 2: 局所空間デジタルツインによる提案モデル

した提案モデルの概念図である。このモデルでは、局所空間を、主たる現実空間であるメイン空間と、リモートからメイン空間への参入を行うサブ空間に分ける。メイン空間を複数のセンサを用いてセンシングし、その情報を元にデジタルツインモデルを作成し、そのモデルをメタバースに取り込む。さらにサブ空間でもセンシングを行い、メイン空間のデジタルツインとサイバー空間内で統合する。これらのモデルから、メイン空間に対して XR 表示、サブ空間に対しては VR 表示を生成して、フィードバックする。これにより、サブ空間ではメイン空間の様子がわかり、メイン空間ではサブ空間からリモートで参入する人やその動きが XR 表示によりわかる。

このように、局所空間デジタルツインのモデルを、基本アーキテクチャとして採用することで、システム全体の設計が統一化され、より系統的な開発が可能となり、システムの再利用性も向上する。さらには、構成要素をモジュール化することで部分的に新しいセンサやデバイスを組み込むことが可能となるため、機能・性能を段階的に高度化することが可能となる。特に今回の提案モデルでは、既存のメタバースプラットフォームとの連携を考慮し、これらをモデル表示のための構成要素の 1 つとすることで、プラットフォームやデバイスの種類に依存しないシステムの構築を可能としている。

4 設計・実装

本提案に基づくシステムのプロトタイプの実装を進めている。局所空間をセンシングするデバイスとしては、HMD に内蔵されているカメラやセンサを利用するほか、Web カメラやスマートフォンなどの一般的なデバイスを複数導入して、安価かつ高精度に実現することを目指す。表示装置としては、メイン空間においては XR 表示可能な光学透過型 HMD を利用するほか、タブレット等でも表示可能とする。サブ空間では一般的な VR 表示可能な HMD の利用を想定している。

5 適用事例

適用事例として、展示会のブースでの展示説明の例を示す。図 3 にその様子を示す。メイン空間である展示会場のブースを局所空間としてセンシングし、デジタルツインとしてサイバー空間に作成して、その様子をメタバースに反映させる。一方、リモートのサブ空間では、主に自身の動作のセンシングを行い、アバタ動作に反映してメイン空間のメタバースに参加する。出展者は光学透過型 HMD を装着し、物理空間内の来場者と、仮想空間内の来場者を同時に見ることが可能である。一方、サブ空間の来場者の HMD には仮想空間内の展示ブースの様子が VR 表示され、出展者や他の来場者がアバタとして見える。以上から、会場の出展者と来場者、およびリモートの来場者があたかも同一空間に存在するような感覚でコミュニケーションすることが可能となる。



図 3: 適用事例 (展示会)

6 おわりに

本発表では「局所空間デジタルツイン」の概念を用いたアバタ動作制御機能の系統的な設計手法を提案し、その基本概念とモデルの設計に関して、基礎的検討を行った。今後はシステム全体の設計や実装、実験による動作の検証、その結果から性能の評価などを行う。また、システムのパッケージ化による実用化を目指していく。

参考文献

- [1] 総務省: ICT 分野の主要製品・サービスの市場規模, 入手先 (https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/n0100000_hc.pdf) (参照 2022-12-28).
- [2] Hoyet, L., Spies, C., Plantard, P., Sorel, A., Kulpa, R. and Multon, F.: Influence of Motion Speed on the Perception of Latency in Avatar Control, *IEEE AIVR 2019*, pp. 286–289 (2019).
- [3] Yamada, K., Mori, H. and Toyama, F.: Towards Controlling Whole Body Avatars with Partial Body-Tracking and Environmental Information, *IEEE VRW 2022*, pp. 818–819 (2022).