5Y-07

代替現実デジタルツインモデルの提案

木村　梨沙　　中島　達夫
早稲田大学　基幹理工学部 情報理工学科

1. はじめに

デジタルツインモデルは，私たちの現実世界をモデル化するための有力なアプローチである［3］．このアプローチでは，実世界に存在する”もの”のデジタルレプリカが仮想世界内に作成される．デジタルレプリカは，それらの対応する実世界のものに関するさまざまな情報を取得してモデルを作成し，現在の状態を分析し，それらの実世界に存在するものの使用法を最適化し，将来のリスクを予測するのにも用いられる．

本論文では，実世界と仮想世界を融合する拡張現実世界を構築するための概念モデルである代替現実デジタルツインモデルを提案する．代替現実デジタルツインモデルは実世界をモデル化するための有力な手段であるデジタルツインモデルを拡張したモデルであり，実世界を拡張するデジタルサービスを構築するための汎用的な方法論を提供する．

2. デジタルツイン

現実世界をモデル化するワールドモデルに関する議論は，ユビキタスコンピューティング研究に関するマークワイザーの論文［6］が発表された1990 年の当初から盛んにおこなわれてきた［1, 2］．ワールドモデルに関する最新のアプローチであるデジタルツインは，2003 年にマイケルグリーブスによって提案された後［4］，様々な文献で新たなデジタルツインの定義が発表されてきている［5］．

3. 代替現実デジタルツインモデル

従来のデジタルツインを超えた有望な方向性の 1 つは，デジタルレプリカをリフレーミングして具現化することである．デジタルレプリカをリフレーミングすることにより，リアルレプリカの役割を変え，人々の行動や思考に影響を与えることが可能となる．本節では，デジタルレプリカをリフレーミングするために代替現実デジタルツインモデルが提供する 2 つのパターン群を示す．代替現実デジタルツインモデルは，現実のリプリカをリフレーミングすることによって革新的なサービスを構築するための概念モデルとなる．

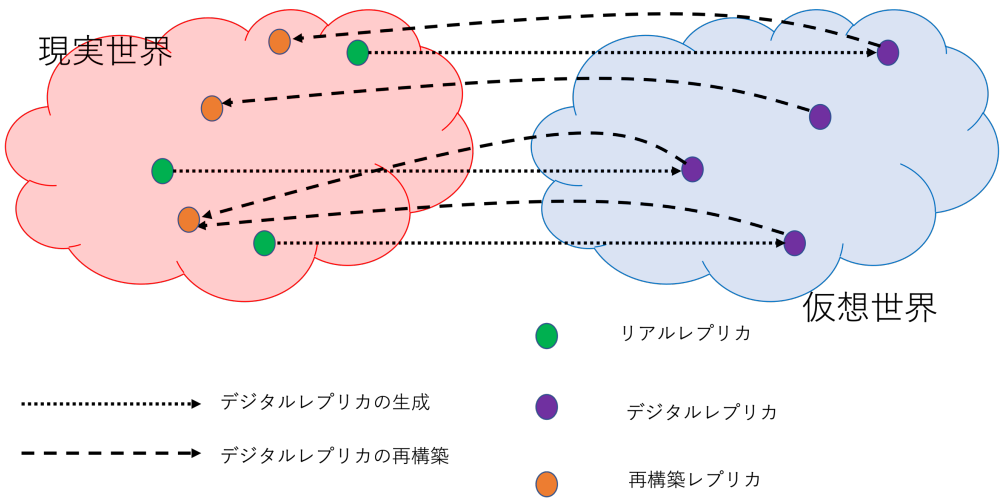

図 1　代替現実デジタルツインモデル

3.1 代替現実デジタルツインモデルの概要

図 1 は代替現実デジタルツインモデルの概要を示している．左側のオレンジの丸は実世界に存在する様々なものを意味している．これは，人工的なものだけではなく，自然に存在するものも含まれる．これらのものに関する情報を取得することにより，右側の仮想世界にデジタルレプリカが生成される．ここでの仮想世界とは計算機内でデータとして表現されることである．

Proposing Alternate Reality Digital Twin Model
Risa Kimura, Tatsuo Nakajima
Department of Computer Science and Engineering

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

従来のデジタルツインでは，デジタルレプリカを作り，そのレプリカを利用してツイン化されたものの将来の状態を予測することが一般的である．また，ユビキタスコンピューティング研究では，デジタルレプリカの状態をサービスが取得して状況依存のサービスを提供したり，仮想ヘルシンキプロジェクトのように 3D グラフィックスにより表現される仮想世界として遠隔のユーザに見せることもおこなわれている．しかし，代替現実デジタルツインモデルでは，仮想化により作られたデジタルレプリカをリフレームすることにより，現実世界に再構築レプリカとして具体化することが大きな違いである．ここで重要な点は，リアルレプリカと再構築レプリカはどちらも現実世界に存在するが，独立したものとして表現されることである．

3.2 仮想化パターン

本節では，現実世界の実世界レプリカから仮想世界のデジタル化レプリカを作り出すための４つのパタンを説明する．

１つ目のパタンであるデータ化オペレータは，現実世界をデータ化するための最も基本的なオペレータである．２つ目のパタンである抽象化オペレータは実世界に存在するもののモデルを作るためのオペレータである．３つ目のパタンであるで分割化オペレータは，モデルとして作られたデジタル化レプリカの機能を分割して利用可能とするオペレータである．最後のパタンである複合化オペレータは，分割化した機能を統合化して１つの機能として利用可能とするためのオペレータである．これにより，様々な機能を統合した自動化が可能となる．

3.3 再構築化パターン

再構築化パタンは，デジタルレプリカを現実世界に視覚化する場合に用いる．例えば，データ化オペレータにより取得されたデータを視覚化する場合は，元の実世界レプリカの存在と別に実世界に具現化する必要がある．また，複合化された機能を１つの機能として見せるためにはそれ特有のフォームとして表現する必要があるかもしれない．デジタル技術は，ディスプレイ技術，プロジェクション技術，ロボット御術などの進歩に伴い，現実世界の様々な状況を現実世界を改変して見せることを可能としてきている．本節では，再構築化のための４つのパターンを説明する．

１つ目のパタンは変形化フォームである．柔軟に変形するロボティクスデバイスや複数のものが動的に組み，複合化機能を提供したりすることが可能となる．２つ目のパタンは具現化フォームである．具現化フォームは現実には見えないものを扱うためのパタンである．具現化フォームは大きく分けて２つのカテゴリが存在し，１つ目は実際に存在しないものを現実世界に投影するケース，もう１つは，実世界に存在するが明示的に見えないものをジェスチャや音声で操作するためのケースである.3 つ目のパタンは層状化フォームである．このパタンは初期の拡張現実感サービスにおいて広く用いられてきた．ハンドヘルドコンピュータやヘッドマウントディスプレイを用いて現実世界に関する情報をスーパインポーズして視覚化する．最後のパタンは埋め込み化フォームである．現実世界の情報を現実世界に存在するものにより表現する．

4. おわりに

本論文では，デジタルツインモデルを拡張した代替現実デジタルツインモデルを提案した. 提案モデルは現実世界内の実世界レプリカから仮想世界内のデジタルレプリカを作るためのパタンである４つのオペレータパターンと仮想世界内のデジタルレプリカから再構築レプリカを作るためのパタンである４つのフォームパターンから構成されている．

参考文献

[1] Mike Addlesee, Rupert W. Curwen, Steve Hodges, Joseph Newman, Pete Steggles, Andy Ward, Andy Hopper, Implementing a Sentient Computing System. IEEE Computer, Vol.34, No.8, pp.50-56. 2001.

[2] Anind K. Dey, Gregory D. Abowd and Daniel Salber, A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications, Human–Computer Interaction, Vol.16, No.2-4, pp.97-166. 2001.

[3] Maryam Farsi, Alireza Daneshkhah, Amin Hosseinian-Far, Hamid Jahankhani. Digital Twin Technologies and Smart Cities, Springer, 2020.

[4] Michael Grieves, Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication, White paper, pp. 1–7, Florida Institute of Technology, 2014.

[5] Elisa Negri, Luca Fumagalli, and Marco Macchi, “A review of the roles of digital twin in cps-based production systems,” 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, Procedia Manufacturing, vol. 11, pp. 939 – 948, 2017.

[6] Mark Weiser, The Computer for the 21st Century, Scientific American Vol.265, No.3, pp.94-104, 1991

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.