

令和 6 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 22404
研究開発課題名 次世代コアと Beyond 5G/6G ネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発
副 題 Society 5.0 を実現する loFDT (Internet of Federated Digital Twin) のためのワイヤレス・エッジコンピューティング・サービスプラットフォームの研究開発

(1) 研究開発の目的

本研究開発の目的は、複数のデジタルツイン間の相互接続を可能とする loFDT (Internet of Federated Digital Twin) の設計、構築、最適化を行うことで、物理世界と仮想世界の完全な統合を実現し、産業や社会システムに革新的な進歩・発展をもたらすことである。具体的に、Thrust I では loFDT 内のデジタルツイン間の通信を可能にする技術、Thrust II では複数 DT を実装するための知識の共有/継承が可能な学習アルゴリズム、Thrust III で loFDT 実証実験システムの構築とスマートモビリティ用 DT の実装と評価を行い、loFDT を実現するために必要な理論と実装について研究を進める。最終的に、スマートモビリティに関する DT を構築し、現実的な loFDT 実験プラットフォームとして評価検証を実施することで、loFDT の実現に向けた貢献を目指す。

(2) 研究開発期間

令和 4 年度から令和 7 年度 (36 か月間)

(3) 受託者

国立大学法人東京科学大学 (旧 東京工業大学) <代表研究者>

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 4 年度から令和 7 年度までの総額 45 百万円 (令和 6 年度 15 百万円)

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

- 研究開発項目 1 loFDT を実現するワイヤレス・コンピューティングネットワーク (国立大学法人東京科学大学 (旧 東京工業大学))
- 研究開発項目 2 AI とエッジコンピューティングを実装した loFDT プラットフォーム (国立大学法人東京科学大学 (旧 東京工業大学))
- 研究開発項目 3 スマートモビリティ向けデジタルツインの開発 (国立大学法人東京科学大学 (旧 東京工業大学))
- 研究開発項目 4 スマートモビリティ DT の実証実験とその性能評価 (国立大学法人東京科学大学 (旧 東京工業大学))

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度実績（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	2	2
	その他研究発表	6	6
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	2	2
	展示会	2	2
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目1 loFDT を実現するワイヤレス・コンピューティングネットワーク

2024 年度は、米国の共同研究者と引き続き連携し、プライベート 5G ネットワークと ITS ネットワークを連携し、ユーザ端末の統合と MEC リソースの活用を実現した。また、ITS ネットワークに SDVN コントローラを統合し、ネットワークリソースの柔軟な管理と AI を活用した最適化を試行した。さらに、シミュレーションと試験を通じて主要性能指標を評価し、システムの最適化と改良を実施した。これにより、異種ネットワーク間の安定した通信や SDVN による動的な通信経路制御が実現され、低遅延かつ高信頼な通信基盤の構築に成功した。

研究開発項目2 AI とエッジコンピューティングを実装した loFDT プラットフォーム

2024 年度は、loFDT プラットフォームに、デジタルツインアプリケーションのコンテナ化、配布、現場展開を進め、自動化機能を実装した。また、研究項目 1 のワイヤレス・コンピューティングネットワークとの統合を実現した。さらに、スマートモビリティデジタルツインとサンプルコンテナをエッジやクラウドに試験展開し、ワークフローの各機能に対する遅延などの評価を実施した。これにより、コンテナ自動展開プロセスが安定して動作し、リソース割当やサービス実行の遅延も良好な水準であることが確認され、プラットフォームの実運用性が実証された。

研究開発項目3 スマートモビリティ向けデジタルツインの開発

2024 年度は、デジタルツインをワイヤレス・コンピューティングネットワーク及び loFDT プラットフォームに統合し、エッジ (RSU) とクラウドへ展開した。また、都市環境および大岡山キャンパス環境でシミュレーションを実施し、スマートモビリティデジタルツインの評価を行った。これにより、センシング・制御・可視化機能を備えたリアルタイム DT を構築し、提案システムが交通効率および安全性の向上に有効であることを確認した。

研究開発項目4 スマートモビリティ DT の実証実験とその性能評価

2024 年度は、スマートモビリティデジタルツインを大岡山スマートモビリティ実証フィールドのハードウェアに実装し、コンピューティングリソースのアップグレードとシステムアーキテクチャの改良を実施した。また、デジタルツインを活用した具体的なアプリケーションを RSU に導入し、動作確認と基礎評価を行った。これにより、RSU・自動運転車両・ユーザ・ネットワークを接続した実証フィールドの構築を完了し、デジタルツインの運用環境を実現した。次世代 ITS におけるハイブリッド自動運転および自動運転カーシェアリングを PoC 用アプリケーションとして導入し、その動作確認および基礎的な性能評価を実施した。

(8) 今後の研究開発計画

研究開発項目1 loFDT を実現するワイヤレス・コンピューティングネットワーク

2025 年度は、実環境においてワイヤレス・コンピューティングネットワークの総合実証実験を実施し、低遅延通信、動的ネットワーク管理、エッジ・クラウド協調処理の有効性などを検証する。

研究開発項目2 AI とエッジコンピューティングを実装した loFDT プラットフォーム

2025 年度は、実環境において loFDT プラットフォームの実証実験を行い、デジタルツイン管理、通信、コンピューティング、オーケストレーションなどの機能の有効性を検証する。また、研究成果の幅広い利活用を目的とし、ソフトウェアモジュール、API 仕様、オーケストレーションアルゴリズムを整備・公開する。

研究開発項目3 スマートモビリティ向けデジタルツインの開発

2025 年度は、実環境においてスマートモビリティ向けデジタルツインの実証実験を実施し、リアルタイム交通状況の取得、仮想空間でのシミュレーション、エッジ・クラウドデータ処理などの有効性を検証する。また、研究成果を広く活用できるように、ソフトウェア、シミュレーションモデル、API 仕様、実測データセットを整理・公開する。

研究開発項目4 スマートモビリティ DT の実証実験とその性能評価

2025 年度は、構築した実証フィールドにおいて、次世代 ITS におけるハイブリッド自動運転および自動運転カーシェアリングのアプリケーションを活用し、提案 loFDT システムの統合実証実験・デモを実施し、プラットフォームの有効性と実用性を検証する。

(9) 外国の実施機関

バージニア工科大学（米国）

コロラド大学（米国）