

令和 6 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 06401

研究開発課題名 多重自律マイクロモビリティのためのハイパーデジタルツイン基盤

(1) 研究開発の目的

多重自律モビリティを実現するデジタルツイン基盤を B5G 技術シーズとして実用化レベルで確立する。SBIR 制度のフェーズ 2 として、大学発スタートアップによりフェーズ 1 を発展させた研究開発を実施し、その成果を実用化し社会実装する。コンソーシアムによるオープン戦略により、B5G に求められる拡張性を実現する技術（衛星・HAPS 利用、AI、インクルーシブインタフェース等）の「統合型モビリティ運用技術（地上）」の標準アプリケーションとしての地位を獲得する。

(2) 研究開発期間

令和 4 年度から令和 6 年度（3 年間）

(3) 受託者

株式会社ハイパーデジタルツイン＜代表研究者＞
学校法人芝浦工業大学

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 4 年度から令和 6 年度までの総額 300 百万円（令和 6 年度 100 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 多数同時一人称視点捕捉システム

- 1-a. 移動オブジェクト多数同時追跡技術（株式会社ハイパーデジタルツイン）
1-b. 車両からの上り通信による一人称視点補正技術（株式会社ハイパーデジタルツイン）

研究開発項目 2 メタ空間特徴リアルタイム生成システム

- 2-a. 一人称視点での死角検出技術（株式会社ハイパーデジタルツイン）
2-b. 空間の動的変化抽出技術（株式会社ハイパーデジタルツイン）

研究開発項目 3：ハイパーデジタルツイン基盤の実証実験

- 3-a. エッジネットワークの構築（株式会社ハイパーデジタルツイン）
3-b. 自律マイクロモビリティ車両の機能拡張（学校法人芝浦工業大学）
3-c. 多重自律マイクロモビリティ実証実験（株式会社ハイパーデジタルツイン）

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	14	12
	外国出願	7	6
外部発表等	研究論文	5	0
	その他研究発表	57	8
	標準化提案・採択	2	2
	プレスリリース・報道	9	0
	展示会	10	1
	受賞・表彰	3	1

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目 1：多数同時一人称視点捕捉システム

研究開発項目 1-a) 移動オブジェクト多数同時追跡技術

当該研究開発項目の最終目標は、12m×12m のエリアにおいて 9 台の捕捉を 5 分継続することである。目標の達成のために、マイクロモビリティ車両を対象とした深層学習モデルの構築とリアルタイムな検出技術に加え、最尤推定により、色やナンバープレートの情報を用いずとも、数十台が混在する状況でも 1 台 1 台を区別して追跡する技術確立した。また、他の方法論として、車両に設置した 3D マーカーを環境に設置した LIDAR で取得した点群から検出し、車両の個体識別を行う技術に研究開発に取り組んだ。1 つの 3D マーカーを LIDAR で取得した点群から正しく検出できることを確認した。12m×12m のエリアを走行する 9 台の車両を 5 分間捕捉し続ける実験を実施し、その捕捉精度は 100%であったことから最終目標を達成した。

研究開発項目 1-b) 車両からの上り通信による一人称視点補正技術

当該研究開発項目の最終目標は、一人称視点を誤差 5cm、2 度以内で取得し、0.5 秒以内ごとに上り通信による補正で精度を維持することである。目標の達成のために、デジタルツイン側と車両側とで一人称視点を二重化し、双方の一人称視点を照合し精度を高める技術確立した。提案システムが一人称視点を誤差 5cm、2 度以内で取得し、0.5 秒以内ごとに通信による補正で精度を維持することをデジタルツイン上で確認し、最終目標を達成した。

研究開発項目 2：メタ空間特徴リアルタイム生成システム

研究開発項目 2-a) 一人称視点での死角検出技術

当該研究開発項目の最終目標は、12m×12m のエリアにおいて、9 台の一人称視点からのエリア内の死角を漏れなく検出することである。目標の達成のために、複数車両の視点を処理する車両の死角領域の検出技術確立した。提案システムが複数車両の視点を処理可能であることを確認し、最終目標である、9 台の一人称視点からのエリア内の死角を漏れなく検出することを、計画を前倒して達成した。さらに、実用性を高めるために、高速に処理できる GPU の計算資源を用いた、機械学習モデルによる車両の死角領域の検出技術確立した。データセットを作成し、機械学習モデルを用いた死角領域を検出する技術の実現可能性を確認し、目標を上回った。

研究開発項目 2-b) 空間の動的変化抽出技術

当該研究開発項目の最終目標は、12m×12m のエリアの空間を 40cm³ のボクセルに分割し、すべてのボクセル空間の動的変化を遅れ 0.2 秒以内で特徴として抽出することである。目標の達成のために、短いウィンドウサイズごとに短期時間での空間特徴を抽出し、これを並列処理によって高速化する技術確立した。LIDAR で取得した 12m×12m のエリアの点群を 40cm³ のボクセルに分割し、ボクセル空間の特徴の抽出に要する時間を評価した。すべてのボクセル空間の動的変化を遅れ 0.2 秒以内で特徴として抽出することを確認し、最終目標を達成した。

研究開発項目 3：ハイパーデジタルツイン基盤の実証実験

研究開発項目 3-a) エッジネットワークの構築

当該研究開発項目の最終目標は、4 つの施設において各 4 台の WiFi エッジボックスで構成されるエッジネットワークを構築し、常設化することである。目標の達成のために、屋内と屋外のそれぞれに対して設置用機材を設計し、施設に常設することで最終目標を達成した。さらに、合計 20 台の常設を行い、目標を上回った。

研究開発項目 3-b) 自律マイクロモビリティ車両の機能拡張

当該研究開発項目の最終目標は、センサや計算ユニットが理想的な条件で、自動運転単体の性能として移動経路誤差が 5cm 以内であること、および HDT 基盤から提供される情報を受信し解釈して移動制御可能であることである。目標の達成のために、自律移動マイクロモビリティ車両の経

路追従制御技術確立し、移動経路誤差が5cm以内であることを達成した。また、HDT 基盤による死角領域の監視と侵入物検知の情報をもとにモビリティを遠隔停止することを確認することで目標を達成した。直線経路、左カーブ、右カーブのいずれにおいても移動経路誤差が5cm以内であることを実証し、さらに、HDT 基盤からの情報を用いた車両の自動運転化技術確立し、HDT 基盤の情報をモビリティの自己位置と解釈する完全インフラ型自動運転も確立し、目標を上回った。

研究開発項目 3-c) 多重自律マイクロモビリティ実証実験

当該研究開発項目の最終目標は、2mx12m のエリアにおいて、9 台が法律で定められた最高速度時速 6km で 5 分間事故なく自律移動を継続することである。目標の達成のために、HDT 基盤による自律マイクロモビリティ多重化に向けた実証実験し、最終目標を達成した。さらに 12mx12m のエリアにおいて、10 台が最高速度時速 6km で 5 分間事故なく自律移動を継続することで目標を上回った。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

・実用化や標準化に向けた計画

実用化に向けてすでに他の民間企業数社と共同で実用化を進めている。来期さらなる実用化に向けた取り組みについて合意形成できている。また、代表機関のハイパーデジタルツイン単独でも事業化を進めている。

標準化について、ITU-T SG21 で 2025 年 1 月に寄書を行ない承認された。そのドラフトの更新を継続し標準化の発行を目指す。相互接続性のため、民間のコンソーシアムで産業界での標準化を開始しており、公道での走行の安全基準を満たすガイドラインの策定を進める。

・製品化等、成果の産業応用についての見通し（実用化へ向けての課題の検討、事業化への具体的な道筋等）

広範囲に設置された複数 LiDAR を 5G インフラで統合する実証を進めている。さらに、本実証の発展的内容が東京都 5G Boosters Project に採択され、より実用的な実証を進めている。

自社プロダクトとして、ロボットソリューションや、見守りサービスの開発に着手し始めている。2024 年度に総務省 ICT スタートアップリーグ（採択率 6.8%）に採択されており、これらの製品化も加速できている。

・新たな研究開発への展開

JST CRONOS に 2025 年度の移行研究として採択され、「波長多重による無線・光融合受信機の高チャネル化とリアルタイム 3 次元点群統合への応用」というテーマの研究に着手している。CRONOS の基盤研究は 5.5 年の計画で進められている。移行研究は基盤研究の成果の応用をさらに数年先を見据えて進めていく。

一方で、5G の新機能である QoD による通信帯域確保と PTP による高精度同期を用いた LiDAR のリアルタイムデータ統合とハイパーデジタルツイン基盤による自動走行について研究開発を継続する（前記の東京都 5G Boosters Project により研究開発を加速）。