

令和 4 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号        22002  
研究開発課題名    データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（第 3 回）  
副        題        人や様々なモノの接点を検知するイメージセンサネットワーク基盤の構築

(1) 研究開発の目的

今後の人々の移動の活性化により、交通事故や、犯罪、ウイルスの感染といったリスクが生じるため、人や様々なモノの接点を検出するため、多数のイメージセンサを用いたセンサネットワーク基盤を構築し、その有効性を実証するとともに、3 次元イメージセンサデータと人、車両の接点のデータを取得する。警察のデータとも連携し精度の検証も行う。将来的には、移動に伴うリスクの検知に有用なセンサデータを安全に複数の自治体間で共有・相互活用可能な情報流通基盤を確立する。

(2) 研究開発期間

令和 2 年度から令和 4 年度（3 年間）

(3) 受託者

学校法人芝浦工業大学<代表研究者>  
研究分担者 株式会社エクサウィザーズ

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 2 年度から令和 4 年度までの総額 30 百万円（令和 4 年度 10 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 低レート高精度イメージセンサネットワーク技術

研究開発項目 1-1 デバイス-エッジ間のイメージセンサデータ通信制御技術（学校法人芝浦工業大学）

研究開発項目 1-2 エッジにおけるイメージセンサデータ高速処理技術（株式会社エクサウィザーズ）

研究開発項目 2 センサデータをリアルタイム保護する IoT ブロックチェーン技術

研究開発項目 2-1 リアルタイム性を保証するデータ登録処理技術（学校法人芝浦工業大学）

研究開発項目 2-2 ブロックチェーン上のデータアクセス制御技術（株式会社エクサウィザーズ）

研究開発項目 3 接点を検知するイメージセンサネットワーク基盤の実験

研究開発項目 3-1 イメージセンサネットワークの実装（株式会社エクサウィザーズ）

研究開発項目 3-2 ブロックチェーンネットワークの実装（株式会社エクサウィザーズ）

研究開発項目 3-3 イメージセンサネットワーク基盤の評価とデータ収集（学校法人芝浦工業大学）

## (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	2	1
	外国出願	1	1
外部発表等	研究論文	6	0
	その他研究発表	16	8
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	1	0
	展示会	1	1
	受賞・表彰	0	0

## (7) 具体的な実施内容と最終成果

「人や様々なモノの接点を検知するイメージセンサネットワーク基盤」を開発し、その適用先のモデルとして京都での実証実験を実施した。その実証実験を通じて、社会実装に向けた課題をリストアップし、社会実装のための計画を立案した。加えて、実証実験で得られたイメージセンサデータの効果的な活用を見据え、新たに開発した IoT ブロックチェーン技術を用いた分野横断的なデータ活用についての具体的な方策を実現した。

### 研究開発項目 1 低レート高精度イメージセンサネットワーク技術

#### 研究開発項目 1-1…デバイス-エッジ間のイメージセンサデータ通信制御技術 (芝浦工業大学)

イメージセンサネットワークのシステムを実機により実装し、低レート高精度イメージセンサネットワーク技術を確立した。中間目標を達成し、最終目標である検出遅れ 1 秒以内、検出精度 90%以上を達成した。最終目標の達成に加えて、実用性を高める研究開発を行い、負荷に応じて、LiDAR の送信レートを制御する手法により、様々な負荷に対し、オーバーフローせず 100%近い到達率を達成できることを実験で示した。

#### 研究開発項目 1-2…エッジにおけるイメージセンサデータ高速処理技術 (エクサウィザーズ)

評価部 (Evaluator) が実空間の特徴を領域ごとの学習し選択部 (Selector) が、検出部 (Detector) にとって重要度の高いデータを選定することで、1M バイト (=8Mbps)、30 フレーム/秒、デバイス数 10 でもオーバーフローしない通信を達成し、これを実機で示したことで最終目標も達成した。エッジサーバ (Edge server) を実装し、領域全体 (Overall) で、90.6%、700.1 ミリ秒を達成し、重要領域については、371.6 ミリ秒で処理を完了できた。これを実機で示したことで最終目標を達成した。

### 研究開発項目 2 センサデータをリアルタイム保護する IoT ブロックチェーン技術

#### 研究開発項目 2-1…リアルタイム性を保証するデータ登録処理技術 (芝浦工業大学)

AWS クラウド環境上、および小型デバイス Jetson NX (エッジサーバ) 上でオーバーフローせずに LiDAR のデータのハッシュ値をブロックチェーンに登録可能であることを実験で示し、最終目標を達成した。

#### 研究開発項目 2-2…ブロックチェーン上のデータアクセス制御技術 (エクサウィザーズ)

エッジサーバ上で LiDAR のデータのハッシュ値をブロックチェーンに、データ本体をデータベースに登録し、5 秒以内に参照可能であることを実験で示し、最終目標を達成した。さらに、LiDAR のデータだけでなく検知を行う深層学習モデルまでブロックチェーンに登録可能なシステムへと発展させ、これを実装し、実験により有効性を示した。

### 研究開発項目 3 接点を検知するイメージセンサネットワーク基盤の実験

#### 研究開発項目 3-1…イメージセンサネットワークの実装 (エクサウィザーズ)

研究開発項目 1 により確立した要素技術を備えたイメージセンサネットワーク基盤を構築するための仕様策定とプロトタイプ実装を行なった。研究開発項目 1 の数値目標を満たしながら、10 台のイメージセンサで構成されるネットワークを達成した。

### 研究開発項目3-2…ブロックチェーンネットワークの実装（エクサウィザーズ）

研究開発項目 1 により確立した要素技術を備えたブロックチェーンネットワークを構築するための仕様策定とプロトタイプ実装を行なった。研究開発項目 2 の数値目標を満たしながら、30 ピアで構成されたブロックチェーンネットワークを達成した。

### 研究開発項目3-3…イメージセンサネットワーク基盤の評価とデータ収集（芝浦工業大学）

京都市内の交差点や駐車場など 10 地点に LiDAR を設置しデータを半年以上取得した。10 台のイメージセンサのネットワーク 2 つ構成し、それらを 30 ピアを収容可能なブロックチェーンネットワークで論理接続可能なスケーラビリティを達成可能なアーキテクチャで実現した。豊洲-羽田 2 地点での実証実験において、オーバーフローせず送受信可能、参照可能になるまで 5 秒以内、論理ネットワークとしては 30 ピアを達成し、最終目標を達成した。

イメージセンサネットワーク基盤を構築し、複数の自治体間のデータ共有・相互活用を想定して豊洲-羽田 2 地点での実証実験を実施し、最終目標を達成した。この実験は、2022 年 9 月に開催された羽田スマートシティ EXPO2022 の一環として実施し、成果の対外的アピールにつなげた。

京都府警察が犯罪・交通情報マップで提供される事故情報との参照を行い、五条七本松交差点で取得した LiDAR のデータを用いて、深層学習モデルを独自に生成して検知を試みたが、交差点の一角かつ窓越しでは検知困難であり、対角できれば 4 つの角に設置する必要性を明らかにした。追加で、歩行者が遮る状況で走行するシニアカーを検知する実証実験を豊洲キャンパス屋外で実施し、独自の深層学習モデルを生成し、3 つの精度指標で最終目標である精度 90%を超える精度を達成した。

社会実装に向けた課題をリストアップし社会実装のための計画を立案するため、アイデアソンを開催し、スマートシティ実現に向けた LiDAR データを活用した事業アイデアを創出した。社会実装に向け、本研究開発の成果であるイメージセンサネットワーク基盤を多数の車両・ロボットの自動運転・自律移動を実現するデジタルツイン基盤へと発展させ計画を立案し、大学発ベンチャーとして株式会社ハイパーデジタルツインを設立し NICT の Beyond 5G シーズ創出型プログラムに採択された。具体的な研究開発・社会実装活動につながっており最終目標を超えた成果を達成した。

IoT ブロックチェーン技術を用いた分野横断的なデータ利活用についての具体的な方策を実現するため、操作インタフェース、LiDAR 点群データ・検出結果可視化のソフトウェア開発を行なった。これらを活用してハッカソンを開催し、参加者が交差点などで取得したデータの解析を行なった。LiDAR で取得された点群形式のデータと接点の情報の蓄積データの効果的な活用については、早稲田大学などと連携体制を拡大して方策を検討し、NICT の Beyond 5G 国際共同研究型プログラムに採択された。具体的な研究開発・社会実装活動につながっており最終目標を超えた成果を達成した。

### (8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

マイクロモビリティの世界市場は 2021 年に 481.1 億米ドルであったのが、2030 年までに 1,980.3 億米ドルを超えると予想されている。我が国でも NTT ドコモの電動自転車や LUUP の電動キックスクーターといったマイクロモビリティサービスが本格化している。一方、自動運転の世界市場は 2021 年に 944.3 億米ドルだったのが、2030 年までに約 18084.4 億米ドルに達すると予測されている。我が国でも羽田イノベーションシティの自動運転バスや SEQSENSE の自動警備ロボットなど自律走行が日常になりつつある。

実用化に向けて、多数同時の (=多重) 自律マイクロモビリティを実現するハイパーデジタルツイン基盤の研究開発を行う。本研究開発課題の成果である 1) 数十台の LiDAR をリアルタイム集約可能な三次元センサネットワーク技術、および SBIR フェーズ 1 の成果である 2) 自律マイクロモビリティ向けエッジ技術を融合し、エッジネットワーク上でデジタルツイン基盤を B5G シーズ技術として確立する。車載センサ・ネットワーク統合による三次元情報の二重化に加え、高次メタ特徴の抽出により死角などに起因するリスクの予測を行い、多数同時自律移動の安全性を飛躍的に向上する。社会実験では、屋内外に実際に数十台の LiDAR と数台のエッジコンピュータを設置し、エッジネットワークシステムを構築する。自動運転スクーターと運搬ロボットを対象に、本課題のデジタルツイン基盤の実用性を示す。我が国のモビリティにパラダイムシフトをもたらすべく社会実装を推進し、さらには海外市場への展開も狙う。