

令和2年度研究開発成果概要書

採択番号 21409
 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2回）
 副題 スマールモビリティによるラストワンマイル達成のための混雑環境でもロバストな不可視地図のオープン化

(1) 研究開発の目的

主要駅から自宅まで、ラストワンマイル（歩道など）でのスマールモビリティ（パーソナルモビリティ、将来的には無人搬送ロボット）の自律走行が必ず求められる。歩道には市民生活により、地図には表現されない動的物体が多々存在する。このことから研究者は、環境中の磁気の乱れやWiFi信号強度など目には見えない情報（不可視情報）から、スマールモビリティのための地図を作成し、オープンデータとして社会に提供することを提案する。研究者の知財、ノウハウを駆使し、不可視地図データを作成する装置を開発する。また、市・県と連携してスマートモビリティエリアでの実践的なデモを行い、本成果の効果・有用性をアピールする。

(2) 研究開発期間

令和元年度から令和2年度（2年間）

(3) 実施機関

国立大学法人宇都宮大学〈代表研究者〉

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 20百万円（令和2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：不可視環境情報の地図データ化（宇都宮大学）

- 1-1 地図データ作成装置の開発
- 1-2 補間技術を適用した地図データの作成方法の開発
- 1-3 スマールモビリティによる評価・デモ

研究開発項目2：地図データの社会実装（宇都宮大学）

- 2-1 地図データ管理・運用の市としての検討
- 2-2 地図データ管理・運用の県としての検討

(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	2
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	1	1
	その他研究発表	4	4
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	0
	受賞・表彰	1	1

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：不可視環境情報の地図データ化

研究開発項目 1-1：地図データ作成装置の開発

本項目について以下の開発を行った。

- 正確な磁気情報を取得するためのセンサ較正方法
- 地図データを正確かつ効率的に取得するための測定装置

センサ較正方法については、安価な磁気センサにより正確な磁気情報を取得するために開発した。スモールモビリティはできるだけ安価なハードウェア構成が要求され、安価なセンサの搭載を考量する必要がある。本開発で使用したセンサはおよそ二千元で購入可能で、スモールモビリティの搭載に最適であると考えられる。開発した較正方法はこの安価な磁気センサで正確な磁気情報を取得することに成功した。

測定装置については、地図作成が必要な環境中の地図データを正確かつ効率的に計測するために開発した。この装置を用いて学内および学外の実証実験エリアの地図データを測定した。

研究開発項目 1-2：補間技術を適用した地図データの作成方法の開発

項目 1-1 で測定した地図データのうち、不可視情報である磁気情報と Wi-Fi 情報は離散的なデータとして取得されるため、地図を作成するにはそのデータを補間し分布化する必要がある。本開発項目ではグリッドマップとして、AI を用いた不可視地図作成を実現させた。またスモールモビリティに求められる自律移動の精度に合わせて地図のグリッドサイズを変更することができる。これらの機能は事前に取得した地図データさえあれば、それを変改するだけで実現可能なので、要求される地図に合わせてデータを追加する必要がない。

研究開発項目 1-3：スモールモビリティによる評価・デモ

本研究開発で作成した可視地図および不可視地図をロボットに共有し、自律移動のデモンストレーションを行った。目的がラストワンマイル達成であったため、宇都宮大学から宇都宮市内の路面電車 LRT の駅までのデモンストレーションを予定していたが、道路使用許可の問題により、学内の研究所から隣接するコンビニエンスストアまでのデモンストレーションとなった。この結果から作成した地図がロボットの自律移動に使用できるもので、不可視情報を参照することで自転車などの動的物体の影響を受けず安定した自律移動が可能であることが判明した。

研究開発項目 2：地図データの社会実装

研究開発項目 2-1：地図データ運用の市としての検討

令和元年度における宇都宮市との協議を経て、交通整備を必要としない程度であれば地図データ測定時の道路使用許可が不必要であることがわかった。この結果から、項目 1-1 で開発した測定装置を、歩行者や自転車の通行を妨げないロボットサイズでの開発に活かした。地図データに関して、大谷地区での Maas 実証実験に参加し、大谷公園内の地図データを測定した。今後は民間企業への運用も考慮し、市との協議をさらに重ねていく。

研究開発項目 2-2：地図データ運用の県としての検討

令和元年度に予定していた、とちぎロボットフォーラムでの技術公開が、新型コロナウイルスの影響で開催中止となった。また技術交流や議論の場も設けられず、本研究で取得した地図データの県との協議が一切できなかった。しかし他方では、栃木県の仲介を経て学内における Local 5G の施設利用に関する協議を行った。この技術を本研究で作成した地図データの利活用の促進に活かすことで、本研究を飛躍させることができると考える。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

(8-1) 計画

(実用化・標準化に向けた計画)

現時点では、要素技術は完成した。以下に展開・普及の観点でのポイントを示す。

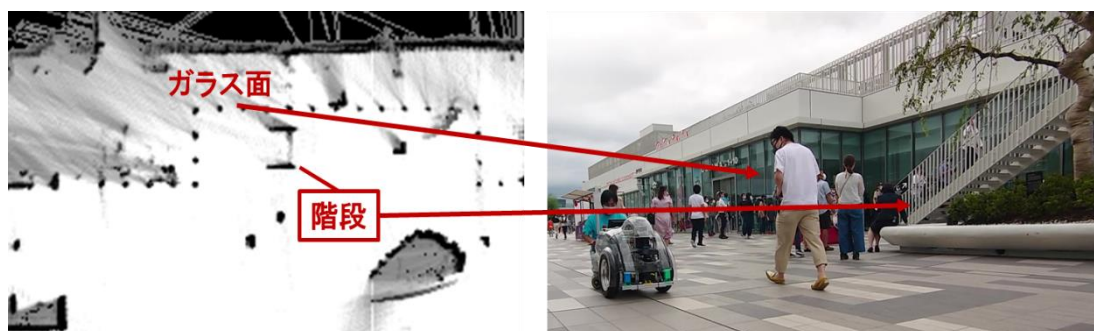


図 1 羽田イノベーションシティ実証実験時に取得した幾何地図（左）と現地の様子（右）

- ① 人混み環境等におけるロボスト自律走行技術展開：人混みだけでなく、景観を重視した都市構造（図 1 参照）では、既存地図に相当する vMap に限界があることがわかった。そのため、invMap の社会実装は強みとなる。アフターコロナでは三密が解消され、人混み環境でのロボットの自動走行シーンは多くなることが見込まれ、本技術の価値が高まることが予想される。
- ② 既存技術の拡張性：vMap は既存地図とのデータ互換性がある。すなわち、invMap への拡張は容易である。
- ③ スマートシティ構想におけるモビリティロボットの必要性：スマートシティ構想では移動支援としてのモビリティだけでなく、警備、搬送そして清掃の自動化のためにロボストな自律移動技術が強く求められている。
- ④ 5G 通信をはじめとした社会実装の方向性：invMap は Wi-Fi だけでなく、様々な周波数帯の電波にも適用できる。近年、5G 通信が注目され、ロボットの社会実装（スマートシティ構想）において遠隔操作や管理システムへの展開が議論されている。すなわち、通信機を搭載しないモビリティは存在しない。そのことから本技術の展開はしやすい状況にある。

上記③④については東京ロボットコレクション [参考（動画 16:00-18:30）：<https://www.youtube.com/watch?v=PxAsC4IOOKw>] をはじめとしたインフラ提供者との連携により、モビリティ応用の社会実験が加速化している。その結果、①の観点による問題に気づき始めている。また、②の技術の実現についてはまだ多くは知られていない。しかし、④の社会背景から②技術の有用性に気づく環境がある。そのため、以下のとおりの展開を計画している。研究期間は 2025 年（5 年間）までを想定している。

- ① 応用研究にステップアップ：民間企業、宇都宮市、栃木県、省庁事業等に、本研究成果を社会実装加速化のための研究計画を提出し、応用研究に着手する。
- ② トレーニング課題：トレーニング課題として、つくばチャレンジ、中之島チャレンジ（大阪）に参加検討し、実務経験の蓄積を図る。
- ③ 社会実装課題：社会実装課題として、Uスマート協議会の活動を継続し、LRT 駅から大学までのモデル実証を完成させる。なお、宇都宮市 LRT 事業（2022 年開業）は 1 年ほど遅延の見込みである。

（広報・对外発表の計画）

大学の研究成果として、本研究の基礎部分の論文発表は継続していく。その中で、広報の機会として、つくばチャレンジ、中之島チャレンジ、さらに東京ロボットコレクションのような社会実装などに参加し、本研究の有用性を実機による実証で示していく。

（製品化等、実用化の計画）

要素技術はほぼ完成したといえる。また東京ロボットコレクションへの参加により、実情として多様な環境での自律走行の実現には、本研究成果のような新技術が求められている。このような状況の中、いくつかの企業からの問い合わせや、共同研究の打診を受けている。まずは、応用研究として、民間企業、宇都宮市、栃木県、省庁等との共同研究を進め、実用化をイメージできるモデル実証を検討している。今現在、民間企業と共同開発の打合せを行っている。

（知財）

我々は知財の活用に関して、多様な方向性を検討している。

（8-2）展望

スマートシティ、コンビニサービス、スマート農業など、様々なフィールドでモビリティロボットの実現が求められており、多くの企業が参画している。このことから市場規模の大きさを容易に想像できる。ここに投入されるロボットの自己位置推定はROSと呼ばれるソフトウェアを基盤にナビゲーション法が実装されているものがほとんどだが、レーザー光が透過するガラス面や人混み環境では苦戦するシーンが多く見られ、我々の開発したシステムが採用される余地は十分にある。本研究で開発した地図情報は、宇都宮大学発の磁気強度に加え、Wi-Fi信号強度が追加され、不可視地図（invMap）の可能性を広げた。まさにこのタイミングで5G通信のインフラ整備も加速され、モビリティロボットと通信との連携が標準的なものとなる。それとともにinvMapの導入のきっかけになると期待している。特に通信信号強度のinvMapは通信機能を持つロボットであればソフトウェアの導入だけで実装が可能であり、導入は容易である。

invMapの普及には、様々な場所で情報提供できるような体制にする必要がある。5年程度先のビジネス展開を考えたとき、我々は、地図構成や自己位置推定法について特許出願を果たしたが、技術独占による利益よりは、多方面での活用を視野に入れている。invMapは不可視な信号強度を扱うため、データ収集やデータ保守にノウハウが必要である。このノウハウがビジネス展開につながると考えている。

本研究では、ラストワンマイルでの自律移動技術の実現を目標に進められたが、具体的な展開先は、先に述べた、スマートシティ、コンビニサービス、スマート農業など、労働力不足が指摘されている様々なフィールドである。今後のロボットは様々なフィールドで活躍することが期待されているが、それを実現する鍵はロバストな自律移動機能である。本研究の成果は、様々なフィールドに波及すると考えている。