

## 1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：高レジリエンス画像 SLAM とその情報融合画像生成への適用
- (2) 研究代表者：株式会社アイヴィス 川村 英二
- (3) 研究期間：令和3年度～令和7年度（予定）

## 2. 中間評価の実施概要

日時：令和5年11月9日

場所：TKP秋葉原カンファレンスセンター

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽（委員長）

元 三菱ケミカルホールディングス 顧問

岩野 和生

理化学研究所 革新知能統合研究センター 副センター長

上田 修功

情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科長・教授

大久保 隆夫

玉川大学 脳科学研究所 特別研究員

大森 隆司

兵庫県立大学 大学院情報科学研究科 教授

田中 俊昭

千葉商科大学 総合教育センター長、東工大 名誉教授

筑波大 名誉教授

寺野 隆雄

産業技術総合研究所 人間拡張研究センター・主任研究員

長谷川 良平

（委員長以外は五十音順・敬称略）

## 3. 研究の進捗状況

### 研究の概要

本研究では、空間情報のデジタル化・融合・表示等への利用を想定し、明度変化・移動物体のある実環境で機能する高レジリエンス画像 SLAM と、生成した SLAM 環境地図等から、自由視点かつ高精度の情報融合画像を生成するための基礎研究を行う。

### 進捗状況

途中段階として、最終目標の縦・横 1/2 の画像サイズ (1,920×960) のステレオ正距円筒画像が取得できる全天球ステレオカメラを完成させ、それをを用いる形で移動物体

や明度変動に頑健な高レジリエンス画像 SLAM の処理アルゴリズム改善・評価を実施している。また、後処理として行う情報融合画像生成処理の基本アルゴリズムを開発し、改善・評価を進めている。更に、これらの実環境での動作検証を、背負子型の画像取得機器を開発、使用して進めている。研究開始(令和3年12月)から約2年が経過し、プロジェクトは概ね予定通り順調に進展している。

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

(1) 360度視野の画像 SLAM 用全天球ステレオカメラ

初年度の仮作で得られた知見等により、安定して動作する中間目標の全天球ステレオカメラ(画像サイズ 1,920×960)を完成し、それを用いて中間評価用のデータを取得した。

(2) 高レジリエンス画像 SLAM アルゴリズム及び処理装置

プロジェクト開始当初、通常の2眼ステレオカメラを使用し、高レジリエンス画像 SLAM の核となるパラメトリック方向符号照合をベースとした空間移動量推定のアルゴリズムを改良・改善した。例えば、直接推定法(明確な特徴点の情報を経由しない空間移動量の推定法)と特徴点追跡法を融合したハイブリッド空間移動量推定法、2.5D 層(2D から 3D への移行層)照合処理の増設など、より頑健で精度を落とさない処理方式等の考案を行った(基本的な計算方式の確認)。現在は全天球画像が得られる全天球ステレオカメラ(画像サイズ 1,920×960)を使用し、全天球画像を想定した視差計算処理などの前処理や後段のバンドル調整(ローカルマップとして最適化する処理)部分も含む形で、高レジリエンス画像 SLAM として一連の処理アルゴリズム・システムとして動作させ評価を行っている。その中で、中間評価の目標性能が実現できていることを確認している。

(3) 情報融合画像生成アルゴリズム及び処理装置

画像融合処理の前に、異なる視点や異種の画像を精密に対応づける必要がある。まず、局所 2D アフィン変換による画像対応をパラメトリック方向符号照合で確実に実施できることを実験し確認した。次に、画像融合の核となる、反復して画像勾配を合わせる画像融合処理を完成させ、実際に可視画像と赤外画像の融合処理等を行えるようにした。この中では、画像中に残る過去の移動物体など画像の認識に障害となるものを排除する技術も実現した。また、対象までの距離情報を利用することで、入力した全天球画像からカメラの位置を少しずらした画像を生成する処理を付加し、VR 装置を使用して観察した。これによって、中間評価の目標が実現できていることを確認した。

(4) 実環境での動作検証・評価

背負子型画像取得機材を使用して実環境の多様な画像を撮影し、各種アルゴリズム・処理装置の動作検証・評価を行っている。また撮影機材一式を一般車両に搭載する一般車両型動作検証・評価機材についても検討・検証を進めている。

#### 4. 中間評価の評点

A 進捗は順調であり、研究計画に沿って進めてよい。
---------------------------

## 5. 総合コメント

予定通り研究開発は進んでおり、技術面のポテンシャルと、移動物体が存在する環境で精度の高い SLAM が実現できている点は高く評価できる。ただし、大型の予算規模としては新規性があまり目立たないようである。高レジリエンス技術の評価指標を確立し、その有用性を実証し、画期的な達成領域が明確となることが望ましい。

今後は、これまでに達成した内容について整理の上、適用領域を明確にして連携を進め、社会課題解決型の研究として分かりやすくアピールして頂きたい。

## 6. 主な個別コメント

- GPS の使えない状況での画像解析による空間情報の再構築に関し、様々な要素技術を組み合わせた技術革新を目指した意欲的な取り組みである。
- 独自性の高い、上下視差付き全天球カメラの試作やカメラ画像からの位置情報の推定などに優れた成果があった。
- 採択時に期待した「見えない側面を画像として示す」については達成しつつある。
- 当初の目標であった高レジリエンスに対してはある程度の成果が出ているが、残る期間内で、より大きな目標に向かって取り組んで頂きたい。
- 高レジリエンス画像 SLAM という目標達成に関しては可能性が高いが、応用面での目標を明確にする必要がある。
- 高レジリエンスに関する現実のニーズを把握し、それに対する本研究成果の優位性を体系的に示してほしい。
- 革新的な技術開発や、これまで実現できなかった応用など、従来研究に対する差異化を明確にすることが必要。
- 具体的なニーズに即した課題の把握や提案技術の必要性のアピールには工夫の余地があるかと思われる。
- 想定ユースケースにもよるが、何が必要スペックなのかを明確化し、数値目標を設定すると研究成果に関する客観的評価が容易となると思われる。
- 研究成果の学会発表による国際的な評価を得ることも重要。
- 研究成果発表に関して、大学等の研究者との新規連携があれば、実証評価も進むかもしれない。
- AI 関連の技術の適応可能性に関する調査・議論が必要と思われる。
- 昨今の AI の発展はめざましいため、主張しているように NeRF (Neural Radiance Fields、ニューラルネットワークを使用して、複数の 2D 画像から新しい視点画像を生成する技術。2020 年に論文が出され注目されている。) などへの対応も必要である。
- 最終的な製品化のイメージやものづくり系の企業との連携も期待される。