

プログラム名： タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名： 田所 諭

プロジェクト名： ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

極限環境を対象とした頑健なロボット視覚の実現

研究開発機関名：

東北大学

研究開発責任者

岡谷 貴之

## I 当該年度における計画と成果

### 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

当該研究開発課題では、全研究期間を通して次の3つの研究項目に取り組んでいる。

- 1) 極限環境を対象とする SfM (Structure-from-Motion) ・ 視覚 SLAM 技術
- 2) 多様な状況を対象とできる柔軟な画像認識技術
- 3) 時間変化の検出・認識技術

当該年度において各項目次に定めた計画と目標で研究を進めた。

項目(1)については、既に行ってきた ASC, サイバー救助犬, 脚ロボットの3つの PF への統合をさらに進め、各 PF が想定するタスク・シナリオにおいて、より高い性能を挙げられるようにすることを目指した。3つの PF の目標は以下の通りである。

- ① ASC : 空気浮上式の機体に統合し、瓦礫フィールドの空間形状および ASC 先端部の位置姿勢を高精度に推定できるようにする
- ② サイバー救助犬 : フィールドでの移動軌跡を、GPS に匹敵する精度で推定する
- ③ 脚ロボット : 屋内環境での3次元地図を同 PF の想定するシナリオに必要な様態・精度を実現する

項目(2)については、ロボットビジョンのためのディープニューラルネットワークベースの画像認識手法について研究開発を行い、いくつかの手法の各 PF への統合を目指した。

項目(3)については、われわれが開発した方法を、各 PF を対象に、いくつかのハードウェアや手法の前提条件の違いを吸収するための開発を行い、統合を目指した。

### 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

#### 2-1 進捗状況

29年度においては各項目について以下のような進捗を見た。

項目(1)については、当初、3つの PF への統合を目指して技術開発を行っていたが、想定される用途などの変遷を踏まえて PF 側研究者と相談の上、ASC およびサイバー救助犬に注力することにした。このうち ASC については、前年度アイデアを確認した高速カメラを用いる方法を、空気浮上式の新しい ASC に統合すべく開発を行った。また、サイバー救助犬については、ASC 同様の高速カメラを利用する方法の適用を試みたが、犬に搭載した状態ですべての計算を行わなければならない制約から、現点で搭載可能なプロセッサでは、ASC の場合のような処理性能が得られないことが明らかになった。そこで IMU と統合することで、必ずしもフレームレートが理想的な水準に至らずとも、求める性能を達成できる方法の実現を目指し、研究を行うこととし、今に至る。

項目(2)については、PF への搭載を検討する中で、新たにノイズなどの入力画像の画質低下に頑健である必要性が、改めて明らかになった。そのため、そういった画質低下に頑健な畳み込みニューラルネットと、その学習方法をの研究開発を進めた。PF

への統合については進展しなかった。技術的な問題のみならず、各 PF が直近で目指す目標に対して優先順位が必ずしも高くないことも理由である。長期的な視野にたち、TRC 外への社会実装を念頭に研究開発を進めることとした。

## 2-2 成果

項目(1)については、次の成果を得た。まず、空気浮上式の ASC に、開発技術を統合し、安定動作するシステムが実現できた。評価実験を行い（評価会（公開）を含む）その性能を検証した結果、狭隘空間の 3 次元地図および、ASC の移動軌跡を可視化できることが確認できた。これは、現時点でわれわれの方法以外では得られない性能であると言える。今後、論文等への成果発表を行う予定である。また救助犬への統合については、犬に搭載しない状態での実験を行い、次年度実施する救助犬に搭載した状態での実験の準備を行った。この他、当該年度において、それまで研究開発してきたローリングシャッター歪に対し頑健な SfM を行う方法を、同年 7 月開催のトップレベルの国際会議 Computer Vision and Pattern Recognition 2017 にて発表した。

項目(2)については、画像認識のタスクを主なターゲットに、ガウシアンノイズ、ショットノイズ、モーションブラー、JPEG 圧縮ノイズ、解像度低下といった様々な画質低下に対し、包括的な頑健さを有する畳み込みニューラルネットの構造を実現した。事前にどのように画質が低下するのかが既知で、かつそのモデリングが可能であれば、深層ニューラルネットワークを、予めそれに対応できるように学習しておくことで対策がとれる。われわれが新たに実現した方法は、画質がどのように低下するかが事前に予想不能な場合をも対象とできる方法であって、つまり、想定外の画質低下に遭遇しても推定精度をなるべく落とさない頑健さを確保でき、この点で画期的である。本成果は、トップレベルの国際会議 Computer Vision and Pattern Recognition 2018 に論文が採択されている。

項目(3)については、当該年度までに研究開発してきた方法が、市街地の車載カメラ映像と市街地の 2 次元地図を統合し、市街地の時間変化を高精度に検出する方法を提案した論文が、トップレベル英文誌 Computer Vision and Image Understanding 誌に掲載された。

## 2-3 新たな課題など

特に項目(2)について、TRC 全体の研究開発が佳境に入る中、各 PF の開発は、その応用の焦点がより鋭くなってきている。この段階で、各 PF に、全く新しい画像認識の要素を取り入れ、適応シナリオを含めてこれを修正してもらうことはあまり現実的ではないが、それとは別に、これら技術への社会からの要請は確実に存在することから、社会実装を狙う技術開発を行うようにしている。

## 3. アウトリーチ活動報告

該当なし。