

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 28 年度

研究開発課題名：

災害対応ロボットの操作性と頑健性の向上に関する研究

研究開発機関名：

東京大学

研究開発責任者

浅間 一

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

2017年現在、様々な環境で人の代わりにロボットが活躍する場面が増加している。その中でも、災害現場はロボットの導入が期待される場面の一つである。しかし、災害現場においてロボットの性能を十分発揮させるためには、ロボット本体の性能のみを向上させるだけでは不十分である。なぜなら、災害現場は乱雑に存在するがれきや煙、障害物等による遠隔操作時の操作性の低下や故障の発生に対応する必要があるためである。

そこで、本研究課題では、災害現場においてロボットを遠隔操作することを想定し、その操作性と耐故障性を向上させるための新規技術を開発する。

操作性を向上させるためには、オペレータに提示する操作画面の空間認知性の向上が必要である。

また、耐故障性を向上させるためには、システムの異常を自己診断する機能、故障時にパフォーマンスを維持する機能の実現が必要である。

具体的な計画の目的として、下記の3項目について研究を実施する。

- (1) 遠隔操作提示画像の空間認知性向上に関する研究開発
- (2) カメラ故障を考慮した遠隔操作提示画像生成に関する研究開発
- (3) ロボットシステムの耐故障性向上に関する研究開発

それぞれの研究開発に対するアプローチを下記に詳述する。

研究計画(1)に関して、複数のカメラから得られた画像を用いて、オペレータにとって空間認知性の高い映像を生成し提示する画像処理技術を開発する。平成28年度には、俯瞰画像の生成手法や隠れに対応する画像合成手法などについて検討する。

研究計画(2)に関して、複数のカメラのうち、一部のカメラが故障した場合に、その他の正常なカメラを相補的に用いることで視野や解像度などの機能の縮退を最低限に低減させる画像処理技術を開発する。平成28年度には、欠損補完画像の生成手法について検討する。

研究計画(3)に関して、ロボットの故障発生時に、内部状態を検出し内部状態を同定する自己診断機能、さらに残存機能によってパフォーマンスを維持できる機能縮退手法を開発する。平成28年度には、このうち機能縮退手法について具体的な手法を検討する。

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

研究計画(1)に関して、移動ロボットの遠隔操作時の操作性を向上させるために、ロボット本体に複数搭載したカメラの画像を合成し、俯瞰画像を生成する手法を提案した。さらに、操作性をより向上させるために、生成した俯瞰画像の視点変更を可能とする手法を開発した。

また、複数RGB-Dセンサを用いて遠隔操作時のカメラの隠れに対応するための半隠消画像のオンライン生成手法を構築した。平成27年度の研究では未知の障害物の透視や死角の存在、視点の固定が問題となっており、それらを解決した。

研究計画(2)に関して、俯瞰画像生成システムにおいてカメラ故障時に、その他の正常なカメラを相補的に用いることで視野を補完する画像生成手法を構築した。

研究計画(3)に関して、ロボット故障時に、残存機能を用いてパフォーマンスを維持するための、強化学習による機能縮退手法を提案した。

2-2 成果

研究計画(1)に関して、ロボット本体に複数搭載したカメラの画像を合成し、俯瞰画像を生成することによって、操作性の高い操作画面を表示することが可能であることを確認した(図1)。さらに、この俯瞰画像は任意に視点を移動することも可能であることを確認した。また、複数 RGB-D センサを用いたカメラの隠れに対応するための半隠消画像を生成し、障害物を透視可能であることを確認した。また、平成 27 年度のシステムでは困難であった未知の障害物の透視を、3 次元情報を用いることで、また死角の存在や視点の固定の問題を RGB-D センサをロボット本体と手先に設置し、様々な位置や姿勢、時系列で撮影した画像を合成することで解決した(図2)。

研究計画(2)に関して、俯瞰画像生成システムにおいてカメラ故障時に、その他の正常なカメラを相補的に用いることで視野を補完し俯瞰画像が生成可能なことを確認した(図3)。

研究計画(3)に関して、ロボット故障時に、残存機能を用いてパフォーマンスを維持するための強化学習による機能縮退手法を提案し、シミュレーション上で動作を確認した(図4)。



図1 俯瞰画像 (左: ロボットに搭載したカメラの配置, 右: 任意視点俯瞰画像)

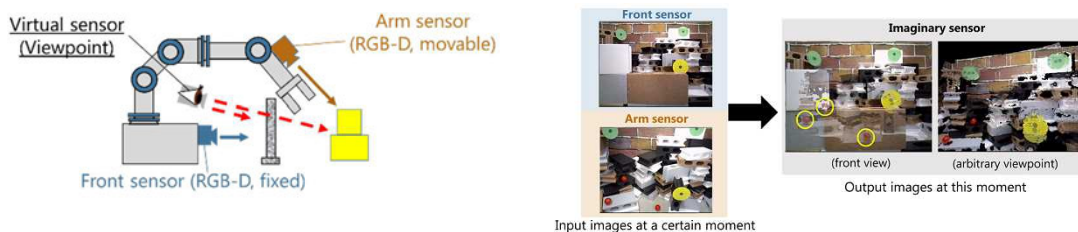


図2 半隠消画像 (左: システムの全体像, 右: 半隠消画像)



図3 欠損画像の補完 (左: 正常時の俯瞰画像, 右: 故障時(カメラ4)の俯瞰映像)



図4 機能縮退手法による移動 (左: ロボット, 右: 腕と残存したクローラを用いた移動)

2-3 新たな課題など

俯瞰画像生成やカメラ故障時の補完画像手法に関しては、移動ロボットに実装することができた。しかし、半隠消画像生成や機能縮退手法に関しては、現在のところ、移動ロボットには搭載できていない。これらのシステムを実環境内での使用に耐られるように、各種要素技術の改良が必要である。

3. アウトリーチ活動報告

東北大学 青葉山キャンパスにて、ImPACT 第2回フィールド評価会、第3回フィールド評価会に参加した。それぞれの評価会で一般公開が行われ、我々が携わった俯瞰画像生成システムについて、実際に建設ロボットに搭載し活動内容を紹介した。また、半隠消画像生成や欠損画像の補完、機能縮退機能についてはポスターを用いて発表した。

平成29年度は第4回フィールド評価会、第5回フィールド評価会に参加する予定である。