

遠隔ロボットを用いた災害時マルチメディア情報収集技術に関する研究開発 (032202003)

Development of a Robotic System for Multi-media Investigation in Disaster Areas

研究代表者

吉田 和哉 東北大学 大学院工学研究科
Kazuya Yoshida, Tohoku University

研究分担者

永谷 圭司[†] 中西 洋喜[†] Eric Rohmer[†] 多田 隼 建二郎[†]
Keiji Nagatani[†] Hiroki Nakanishi[†] Eric Rohmer[†] Kenjiro Tadakuma[†]
清川 清^{††} 中澤 篤志^{††} 小川 剛史^{††}
Kiyoshi Kiyokawa^{††} Atsushi Nakazawa^{††} Takeshi Ogawa^{††}
八木 康史^{†††}
Yasushi Yagi^{†††}
足立 忠司^{††††} 米丸 充規^{††††}
Tadashi Adachi^{††††} Mituki Yoneyama^{††††}
田中 紘幸^{†††††} 鈴木 俊哉^{†††††}
Hiroyuki Tanaka^{†††††} Toshiya Suzuki^{†††††}
滝澤 修^{††††††} 行田 弘一^{††††††} 岡田 和則^{††††††} Hoang Nam Nguyen^{††††††} 羽田 靖史^{††††††}
Osamu Takizawa^{††††††} Koichi Gyoda^{††††††} Kazunori Okada^{††††††}
Hoang Nam Nguyen^{††††††} Yasushi Hada^{††††††}
[†]東北大学 大学院工学研究科
^{††}Dept. Aerospace Engineering, Tohoku University
^{††}大阪大学 サイバーメディアセンター
^{††}Cyber-media Center, Osaka University
^{†††}大阪大学 産業科学研究所
^{†††}The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University
^{††††}(株) I H I エアロスペース 研究開発部
^{††††}IHI Aerospace CO.,LTD.
^{†††††}(株) 映蔵
^{†††††}Eizoh CO.,LTD.
^{††††††}(独) 情報通信研究機構 情報通信セキュリティ研究センター
^{††††††}National Institute of Information and Communications Technology

研究期間 平成 15 年度～平成 19 年度

本研究開発の概要

本研究開発課題では、平成 15 年度から 19 年度の 5 年間に、以下の項目について研究開発を行い、それぞれについて有益な成果を得た。(1)通信インフラが途絶した広域災害現場において適切な情報収集と遠隔地への伝送を行うため、無線通信を用いたアドホック型通信網を構築しその性能評価を行った。(2)無線により遠隔操縦される情報収集用不整地移動ロボットシステムを開発した。ロボットシステムは屋外で使用する親ロボットと、屋内で使用する複数の子ロボットからなり、お互いに協調しながら被災地の画像および 3 次元環境情報を収集することを可能とした。(3)ロボットによって収集された画像情報等を再構成し的確な状況把握を可能にするための拡張現実感の技術を開発した。(4)技術試験衛星 VIII 型(きく 8 号)を用いて被災地の状況を遠隔地に伝送し、またロボットシステムを遠隔地より操縦する技術を開発し、技術実証試験を行った。

Abstract

This project aims to develop key technologies for a teleoperated multi-robot system for the investigation tasks in a disaster area using an integrated multi-media sensors and display system. The robotic system consists of a large-scale outdoor robot and a group of smaller indoor robots. The large-scale robot serves as a carrier for the smaller robots which are deployed inside the partly-collapsed buildings. The effectiveness of ad-hoc wireless communication networks and a satellite-based communication link were studied. For the tasks of post-disaster investigation and robot navigation, a combination of an on-board three-dimensional range sensor and an omni-directional camera, and an interactive display to generate mixed-reality sensation were developed as a tool to ease the remote operation of the robot system by human operators. These technologies were manifested in a public demonstration using ETS-VIII, a JAXA's communication test satellite.

1. まえがき

本課題では、広域自然災害（主に地震災害）の被災地における初動情報収集活動を行う遠隔ロボットシステムとそれを可能とする情報通信システムの開発を目指して研究を行った。

2. 研究内容及び成果

本課題においては、都市圏における震災によって建物の何割かが倒壊、あるいは半壊しており、さらに舗装道路の地割れや車両の放置などにより、地上交通は混乱している状況を想定する。このような環境では、通常のレスキュー隊員が、広域の情報収集を行うことは困難であり、また、余震などのために生ずる二次災害の危険もある。さらに、地上の通信インフラは、地震によるダメージを受けて利用不可能である状況も想定される。

そこで、本課題では、遠隔操作可能な不整地走行ロボットがコンクリート等の瓦礫上を走破して倒壊建物に接近し、梯子を利用することで搭載した複数台の小型ロボットを上層階から被災ビル内に展開し、倒壊建造物内の人命探索を行うことを可能とする「親子型の複数台移動ロボットシステム」を構築する。また、地震による影響を受けない「衛星通信を含むロバスタな無線通信回線システム」を構築し、複数台ロボットの操作を遠隔で行う技術開発ならびに、ロボットが得た画像情報等を再構成し、オペレータに対して的確な状況把握を可能にするための「拡張現実感の技術開発」を行った。図1にシステムコンセプトを示す。

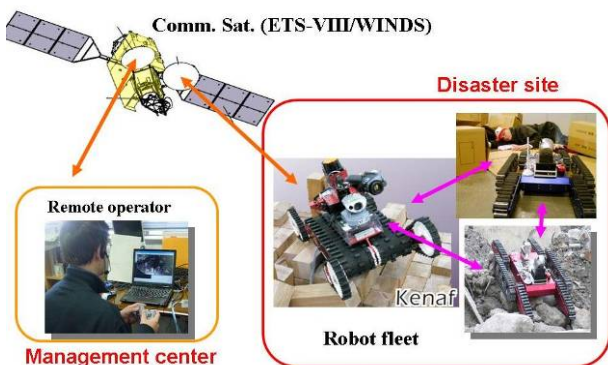


図1 遠隔操作ロボット／情報通信システム

3. むすび

研究開発の成果を示すため、2007年11月にJST主催サイエンスアゴラの会場（東京お台場）にて、きく8号（ETS-VIII）を使った衛星通信を含む公開実験を行い、以下の成果を確認した。

- (1) 災害現場における親子型移動探索ロボットの開発とその遠隔操縦技術の確立
- (2) 効率的な画像データの収集と拡張現実感を用いた臨場感の高いデータ提示技術の開発
- (3) 情報伝送のためのアドホック通信インフラストラクチャの評価、および通信容量制限および時間遅れがある場合のロボット遠隔操縦法の確立



図2 サイエンスアゴラ会場での公開実験風景

【誌上発表リスト】

- [1] Andres E. Mora Vargas, Kenzuke Mizuuchi, Daisuke Endo, Eric Rohmer, Keiji Nagatani, and Kazuya Yoshida, "Development of a Networked Robotic System for Disaster Mitigation -Navigation System based on 3D Geometry Acquisition-", Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.4821-4826 (2006年10月12日)
- [2] Kiyoshi Kiyokawa, Kensaku Saitoh, Takashi Machida and Haruo Takemura, "A 2D-3D Integrated Interface for Mobile Robot Control Using Omnidirectional Images and 3D Geometric Models," ASIAGRAPH 2007 in Tokyo, Vol. 1, No. 2, pp. 35-40 (2007年10月13日)
- [3] Koichi GYODA, Nam Hoang NGUYEN, Kazunori OKADA, Osamu TAKIZAWA, "Analysis of Ad Hoc Network Performance in Emergency Communication Models", International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems (IWDENS'2008) (2008年3月28日)

【申請特許リスト】

- [1] 足立忠司、走行ロボット、日本、2005年12月14日、2008年3月31日
- [2] 吉田和哉、永谷圭司、山崎文仁、不整地移動体用の半自律走行法、日本、2008年3月31日
- [3] 多田隈建二郎、永谷圭司、吉田和哉、不整地移動機構、日本、2008年3月31日

【受賞リスト】

- [1] Kyohei Yoshikawa, Takashi Machida, Kiyoshi Kiyokawa, Haruo Takemura, Best Paper Award for the IEEE/IPSJ International Symposium on Applications and the Internet (SAINT) 2004, "A High Presence Shared Space Communication System Using 2D Background and 3D Avatar" (2004年1月30日受賞)
- [2] 羽田靖史、第2回競基弘賞、「レスキュー用知的データキャリアを用いた被災者探索システム」、(2007年1月18日受賞)
- [3] 廣瀬康一、小川剛史、清川清、竹村治雄、日本バーチャリアリティ学会2007年度サイバースペース研究賞、「マルチビューポートインタフェースにおける座標系間の階層構造のユーザパフォーマンスへの影響」(2008年2月29日受賞)

【報道発表リスト】

- [1] “親子型ロボットによる遠隔操作運用実験（公開デモンストレーション）”、NHK首都圏イブニングニュースほかTV4局、読売新聞、日本経済新聞、河北新報および共同通信社配信記事掲載の各地方紙およびインターネットニュースメディア、2006年3月10日、11日
- [2] “災害現場情報収集のための遠隔ロボットシステム”、NHK仙台放送局、2006年10月4日
- [3] “サイエンスアゴラ会場におけるレスキューロボット研究成果紹介と技術試験衛星VIII型「きく8号」を用いた通信実験の実施について”、独立行政法人情報通信研究機構報道発表、2007年11月14日

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.astro.mech.tohoku.ac.jp/SCOPE>