

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の研究 —小型測域センサを用いた屋内環境マッピングシステムの構築—

永谷 圭司 水内 健祐 吉田 和哉 (東北大学)

Development of a Networked Robotic System for Disaster Mitigation —Mapping system in indoor environment using small-sized laser range finder—

* K.Naggatani, K.Mizuuchi, K.Yoshida (Tohoku University)

Abstract— Our research goal is to develop a multiple robots system for Urban Search And Rescue (USAR) in our project supported by “Ministry of Internal Affairs and Communications.” The system that we propose enables sending information of damaged environments and victims from robots to remote-operation-center for planning rescue crews’ path. One of the key-technologies is to build up 3-dimensional range information of disaster environment by small-sized robots. We use URG sensor produced by Hokuyo-Denki as 3-dimensional scanner. In this paper, we introduce our research project, and report scanning-results toward 3 dimensional mapping by our mobile robot as a basic experiment.

Key Words: Rescue Robotics, Laser range finder, Mapping

1 緒言

1995年に発生した阪神淡路大震災における救助活動や、2001年に起きた米国の同時多発テロを契機に、近年、レスキューロボットの研究開発が、多数の研究機関やプロジェクトにおいて進められている。(参考文献 [1] など.) 本研究グループでも、災害時の初動情報収集活動を効率的に行うための情報収集ロボットシステムの構築を目指し、平成15年度より「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」という題目の研究プロジェクトを産学共同で進めている [2]. 具体的には、(1) 大型ロボットに搭載した小型探索ロボットを、倒壊建物の上層階に展開し、(2) 三次元環境マッピングを行い、(3) 衛星通信で状況をオペレータに送信する、といった動作が可能なロボットシステムの実現を目指している. 本研究では、特に (2) の三次元情報から有益な特徴を獲得し、実時間でリーズナブルな三次元環境マッピング手法を実現することを目標としている. 本稿では、これを実現するための小型ロボットならびにセンサシステムの構築と環境情報獲得の基礎実験を行ったので、これを報告する.

2 本プロジェクトが想定するシナリオ

本プロジェクトでは、対象とする状況として、震災により、建物の何割かが倒壊、あるいは半壊の状況にあり、さらに舗装道路の地割れ、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. そこで、本研究では、複数台移動ロボットシステムと衛星通信を利用し、以下に示す手順で、初動情報収集活動を行うこととした.

1. ヘリ空輸等による探査ロボットシステム (大型ロボットと複数台小型ロボットから構成) の現地展開
2. 大型ロボットがコンクリート等の瓦礫上を走破し、倒壊建物に接近
3. 大型ロボットに搭載した梯子を利用し、建物の上層階へ小型ロボットを展開 (半壊した倒壊建造物内の探索)
4. 小型探索ロボットによって得られた環境情報を、仮

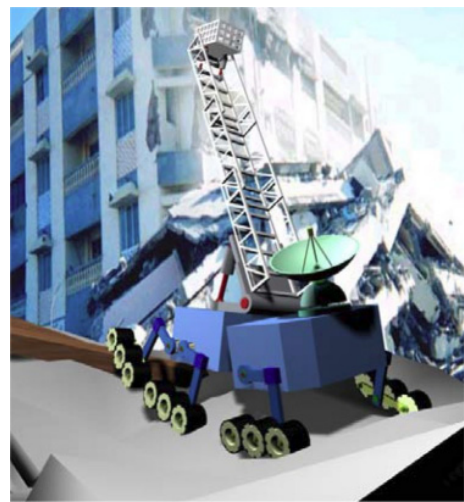


Fig. 1: An overview of our research project

5. 設の無線通信局および衛星通信を経て、被災現場外に置かれるオペレーションセンターに送信
5. レスキュー隊員による探索・救援活動の立案・指揮に用いるため、獲得した情報をオペレーションセンターにて効果的に再構成提示
6. 拡張現実感端末より、無線/衛星通信を介してロボットを遠隔で操作

このプロジェクト全体のイメージを図1に示す. 本研究では、このシナリオ内でも、特に「4. 小型探索ロボットによる建物内の探索」について焦点を絞り、研究を進めることとした.

不整地移動ロボットを利用した被災地等の建物内の探索については、多くの研究機関で、三次元マッピングというカテゴリで研究が進められている. ここで問題となるのは、異なる観測点から得られた情報の融合手法である. この問題は、一般的に「Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)」と呼ばれる問題の一部であり、これまでに様々な手法が提案されてきた. しかしながら、三次元から得られる特徴量は一般的に膨大であり、短時間で完了するロバストで有効な手法は、まだないというのが現状である.

3 対象とするロボットならびにセンサ

3.1 三次元スキャナ

地震によって生ずる倒壊未知空間において、三次元の距離情報を獲得することは、その環境の状況を把握し、ロボットを操作するという点で、有益であると期待できる。そこで、本研究では、2次元レーザレンジセンサを回転させ三次元距離情報を獲得する装置を製作することとした。

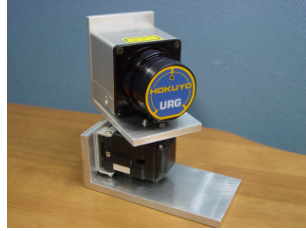


Fig. 2: 3-D laser range scanner

センサには、北陽電機製の小型のレーザレンジセンサ (URG) [3] を利用する。このセンサは、1 スキャン 768 ポイントの平面内の距離情報が獲得できる。このセンサを回転させる回転台には、Robotis 社製のサーボモータ (Dynamixel DX-117) を利用した。このサーボモータは、最小ステップが 0.3 度であり、ターンの回転については、1 度刻みのレンジデータを獲得することが可能 (± 150 度) である。以上より、回転台の 1 ターンあたり、およそ 21 万ポイントの距離データを獲得することができる。製作した三次元スキャナの写真を図 2 に示す。

3.2 クローラロボット

本研究では、不整地移動ロボットとして、不整地走行の実績が高いレスキュークローラ (テクノクラフト製 CV04) を利用することとした。このクローラは、登坂能力が 50 度あるため、2 章の (3) に示した「梯子を利用して上層階に投入」が可能であるという特徴を持つ。

このクローラは、前後にアームを有しており、それをを用いた自身のリフトアップが可能である。そこで、本研究では、レーザ情報獲得時に、ロボットの車体本体自身を持ち上げ、できるだけ高い視点から、三次元スキャナを利用した情報獲得を行うこととした。高い視点からの情報は、環境内の特徴を得るという意味で、非常に重要である。通常時のロボットの姿勢を図 3(左) に、センサ情報獲得時の姿勢を図 3(右) に示す。

4 基礎実験

前章で紹介したロボットとセンサを持ちいて、予備実験としてのセンサ情報獲得実験を行った。対象とする環境は、丸椅子とコンクリートブロックが置かれた廊下である。この環境において、三次元スキャナから得られた三次元距離データを VRML 形式に変換し、Web ブラウザで表示を行った。

図 4(上) は、ロボットが地面に対して水平のまま獲得した環境情報 (図 3 左の姿勢で情報を獲得)、図 4(下) は、ロボットが車体を起こして獲得した環境情報 (図 3 右の姿勢で情報を獲得) である。この結果より、観測地点を高い位置に設定することで、特に走行路面に関して得られる情報量が大きくなった。よって、ロボットの走行可能領域の判定なども容易に行えると期待できる。

5 結言

本稿では、筆者らが進めているプロジェクト研究「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の研究」の概要について説明し、この中でも特に、レ-

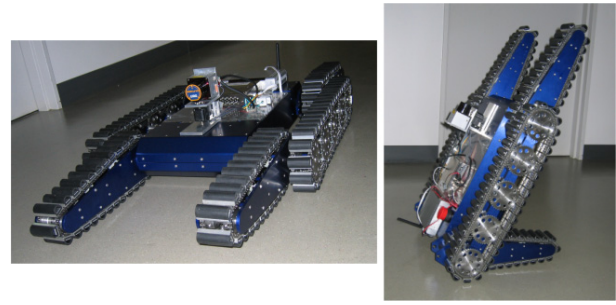


Fig. 3: Two poses of crawler robot

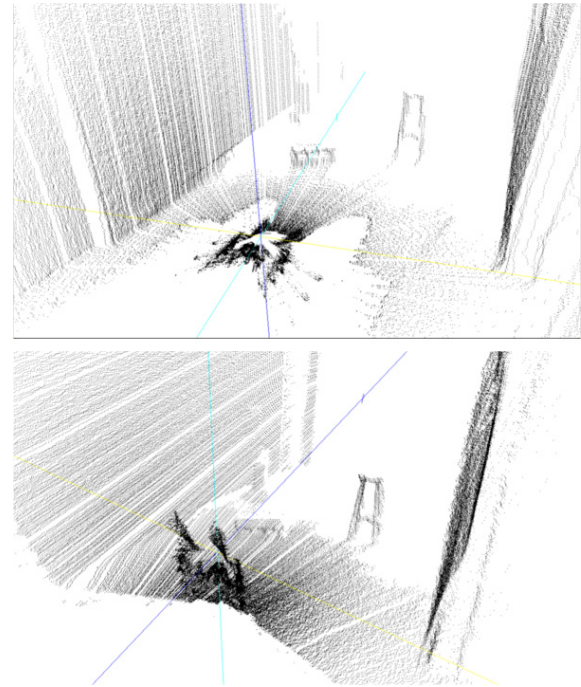


Fig. 4: Two sensing results

ザレンジセンサを利用した小型ロボットによる未知環境情報探索を行うための、構築中の三次元スキャナならびにクローラロボットについて紹介した。また、ロボットの姿勢を変化させることで、より詳細な環境情報獲得を行う手法について紹介した。

現在、基礎的な実装までしか完了していないが、口頭発表では、これらを利用した、模擬倒壊環境における、三次元環境獲得状況について紹介する予定である。

参考文献

- [1] 田所 諭他：特集 大都市大震災軽減化特別プロジェクト レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発，日本ロボット学会誌，Vol. 22, No. 5, pp. 1-44 (2004).
- [2] 吉田和哉，清川清，八木康史，足立忠司，齋藤浩明，田中紘幸，大野浩之：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の研究 (インターネットを使ったロボットの遠隔操縦について)，ロボティクス・メカトロニクス講演会'05 講演論文集，pp. 2A1-S-035 (1)-(4) (2005).
- [3] 川田浩彦，森利宏，油田信一：移動ロボットの環境認識用『測域センサ』URG シリーズの設計と開発，ロボティクス・メカトロニクス講演会'05 講演論文集，pp. 2A1-N-032(1)-(4) (2005).
- [4] 大羽義幸，吉田脩平，中島三都子，林原靖男，小柳栄次：ロボカップレスキューリーグ「ToinPelican2004」のシステム構成，ロボティクス・メカトロニクス講演会'05 講演論文集，pp. 2P1-S-074(1)-(4) (2005).