

レスキューロボットの研究開発と性能評価

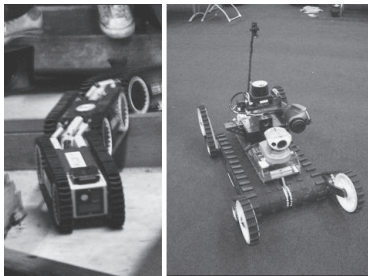


図1 探査ロボット (a) IRS 蒼龍 (東工大広瀬研とIRSの共同開発), (b) Kenaf (千葉工大 furo 小柳研, 東北大, 筑波大, 産総研, NICT, 岡山大の共同開発)

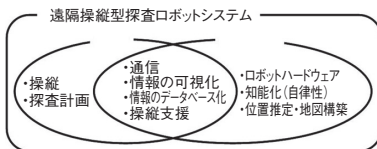


図2 遠隔操縦型探査ロボットの構成要素



図3 RoboCupRescue 2007 世界大会実機リーグフィールド

1. はじめに

1995年の阪神淡路大震災, 地下鉄サリン事件, 2001年の9.11テロ事件を機に半倒壊した建物内部や, 地下の閉鎖空間内を探索するロボットの開発が強く望まれていた。レスキュー活動は、「探索」と「救助」の二つのフェーズからなり, 2次災害の危険の高い「探索」を行うロボットの研究開発が行われている。著者らの研究グループも2002年から文部科学省の「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」の一環, 続いて2006年からNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト」の研究開発項目「被災建造物内移動RTシステム」として, レスキューロボットの研究開発を行っている。

本稿では, 一般的に探査ロボットに必要なとされる要素技術, 各要素技術に関する研究開発の取り組み, 開発したシステムの性能評価の方法に関して述べる。

2. レスキューロボット開発の要素技術

レスキューロボット開発の目的は,

2次災害の危険がない安全な場所から, 遠隔操縦により災害地を探索するロボットを構築することである。これまで, 探索範囲や環境に応じてさまざまな探査ロボットが開発されてきた⁽¹⁾。一例として広瀬ら, 大須賀らは多連結クローラロボット(IRS 蒼龍(図1)⁽²⁾, MOIRA⁽³⁾), 小柳らはフリッパアームを有するクローラロボット(Kenaf)を開発した(図1)。IRS 蒼龍は, 連結された前後のクローラを, Kenafは前後のフリッパを上げ下げすることで段差を踏破する。

このようなロボットを用いた探査システムの構築に必要な項目を図2に示す。①足場の悪い環境や段差を踏破する高い機動力を有する移動体の開発, ②操縦の負担を軽減するためのロボットの知能化, ③短時間のうちに広範囲に有線LAN, 無線LANの通信インフラを整備, ④操縦者が的確に状況を理解できる情報の提示, ⑤救助を行うレスキュー隊員に被災状況を的確に伝える地図の構築が主な開発項目になる。

3. 要素技術の詳細

遠隔操縦で多自由度のロボットを操縦し, 安全に探索を行うには操縦者に大変な労力を必要とする。そこで, 開発項目②のロボットの知能化は, 簡単な指示でロボットを安全に操縦するための知能の開発が必要である。ロボットの進行方向を操縦者が指示するだけで, ロボットが自律的にフリッパ(段差踏破のためのサブクローラ, flipper)の制御を行い未知の段差を踏破する研究が行われている⁽⁴⁾。開発項目③の通信インフラの整備に関しては, 有線LANや無線LANによるad-hocネットワークを用いた, 動的なネットワークの構築に関して研究が行われている。開発項目④に関しては, 通信遅れを考慮した情報提示方法, 広い視野の提示方法, カラー画像と温度画像を併用した情報提示方法に関して開発が行われている。なかでも, 城間らにより開発された過去画像履歴を用いた提示手法は, 通信遅れがある状況で有効な方法である⁽⁵⁾。開発項目⑤に関しては, レーザ測域センサを用いた形状計測とSimultaneous Localization And Mapping (SLAM)の枠組みを用いた二次元, 三次元の地図構築が行われている。

4. レスキューロボットの性能評価

もっともよい評価方法は, 実際の災害現場でレスキュー隊員に使用してもらうことであるが, 現場の限られたり

ソースの中で行うことは困難である。著者らも参加した文科省のプロジェクトでは, 好意により立川の東京消防庁ハイパーレスキュー隊員の訓練施設の一部をお借りし, ボランティアの消防隊員に各研究者が開発した機器を使ってもらい有効性を検証した。また, アメリカのテキサス州にあるさまざまな災害現場を模擬した施設Disaster Cityで, FEMA(Federal Emergency Management Agency)の隊員などに機器を使ってもらい評価を行った。平時の訓練で開発した機材の評価を行うことは有用である。

一般の研究者が参加しやすい場として, 世界的なロボットの競技会であるRoboCupに2001年に発足したRoboCupRescue実機リーグがある。世界中の研究者が開発した探査ロボットを持ち寄り, 一定時間内にビクティムを発見するミッションを行い, その数と情報の正確さを点数化して, 性能評価を行っている。2007年のアトランタ大会では, アメリカNIST(National Institute of Standard and Technology)が開発した, レスキューロボットの踏破能力を標準的に評価するフィールドが用いられた(図3)。Kenafはこのフィールドを用いて踏破能力が世界一であると評価された。

5. おわりに

本稿では, 遠隔操縦型探査ロボット開発の要素技術, 各要素技術の現状, 開発した機器の性能評価に関して述べた。人々の安全・安心にかかわるレスキューロボットの技術開発は日本のみならず世界的に急務の課題であり, さらなる発展が望まれる。

(原稿受付 2007年9月4日)

[大野和則 東北大学情報科学研究科]

●文献

- (1) 大都市大震災軽減化特別プロジェクト, III 被害者救助等の災害対応戦略の最適化, 4. レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発, 平成18年度成果, (2006).
- (2) Arai, M., Improved Driving Mechanism for Connected Crawler Vehicle, Souryu-IV for In-Rubble Searching, SSR2006, TUE-AM1, (2006).
- (3) Osuka, K. and Kitajima, H., Development of Mobile Inspection Robot for Rescue Activities: MOIRA, Proc. 2003 IEEE/RSJ IROS, (2003-10), 3373-3377.
- (4) Ohno, K., Morimura, S., Tadokoro, S., Koyanagi, E. and Yoshida, T., Semi-autonomous Control System of Rescue Crawler Robot Having Flippers for Getting Over Unknown-Steps, Proc. of IEEE/RSJ International Conf. on Intelligent Robots and System, (2007).
- (5) 城間直司・長井宏和・加護谷譲二・杉本麻樹・稲見昌彦・松野文俊, 移動体の遠隔操作のための過去画像履歴を用いたシーンの複合, 計測自動制御学会論文集, 41-12, (2005), 1036-1043.