地震災害救助ロボットの現状と展望

国際レスキューシステム研究機構会長東北大学大学院情報科学研究科 教授 田 所 論

1. 地震災害におけるロボットの適用

南海・東南海地震が30年以内にM8以上の規模で発生する確率が50~60%、それによる死者数が1万人を超えると予測され、地震災害に対する対策の必要性がますます高く認識されるようになってきている。大規模な震災に対処するための消防力の強化は、その中でも最も重要な項目のひとつであろう。

ロボットに代表されるメカトロニクス技術は、現在の高度救助資機材をさらに高性能で使いやすくするために不可欠の技術であり、現場における救助能力の拡大、効率化、二次災害の防止に大いに貢献すると期待される。ロボットといっても、人間型ロボットが自律行動によって救助を行うというのは子供アニメの世界であり、あくまでもここで解説するのは消防隊員が使用する資機材のである。そもそもメカトロニクス技術は、機械と電気と情報処理の3つの技術を融合したものであり、たとえばファイバースコープなどもメカトロニクスが産み出した高度資機材のひとつなのである。

ロボット技術を導入することによって、次のようなことが可能になる。

- ・アクセス能力の向上(危険な場所、狭窄空間などでの救助活動)
- ・センシング機能の向上(サーモグラフィ、ガスセンサ、3次元空間認識など)
- ・センサ情報の解釈(画像処理、3次元認識、複数センサ情報に基づく判断など)
- ・人間に判読しやすいようにセンシングした情報を提示(地図上へのマッピングなど)
- ・情報の配信による情報共有、記録

2. 大大特プロジェクト

NPO 国際レスキューシステム研究機構 (IRS) を中心としてレスキューロボットの研究開発が進められている。これは、文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクト (略称: 大大特プロジェ

クト)の一環であり、「レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発」という研究課題のもとに、全国 100 名以上の大学や企業のメンバーが共同研究開発を行っている。

研究の目的は、救助に必要な情報の収集にある。具体的な研究内容は、瓦礫内など狭窄空間内での探査情報収集ロボット、地下街やビル内など比較的大きな空間が残された場所での探査情報収集ロボット、上空からの情報収集ロボット、ネットワークセンサなどを使った分散型情報収集機器、の4つに大別される。2002年から5年間の研究期間のうち、はじめの2~3年は要素技術の開発にあて、最後の2~3年でそれらを統合した実用試験機を開発する計画である。

実用的なロボットを産み出すためには、研究開発成果を現場あるいはそれに似た環境でテストを繰り返し、そこでの評価や問題点をフィードバックして改良を加えていかねばならない。そのため、国際レスキューシステム研究機構の川崎ラボラトリーと神戸ラボラトリーの中に瓦礫を模擬したテストフィールドを設置し、実験を繰り返してきている。

3. 瓦礫内での検索と情報収集

図1は、その中で最も実用化が期待されているヘビ型の瓦礫内探査ロボット「IRS 蒼竜」である。このロボットは国際レスキューシステム研究機構と東京工業大学広瀬教授との協力により研究開発されている。

IRS 蒼龍は、要救助者がいることが予測される災害現場に隊員が手で持って入り、倒壊箇所に 潜り込ませて検索を行うことを想定している。クローラで駆動される3つのボディが縦横に動く 関節で連結され、狭い場所でもボディをくねらせながら入り込むことができる。

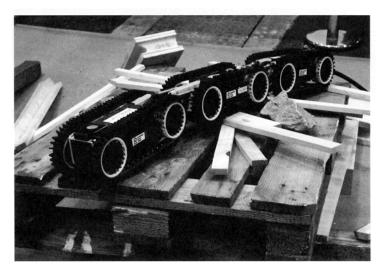


図1 ヘビ型瓦礫内探査ロボットIRS 蒼竜 (国際レスキューシステム研究機構、東京工業大学 広瀬茂男 教授)

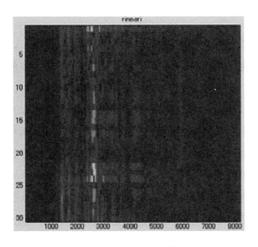
クローラによって 60cm 程度の段差や階段を上ることができ、転倒してもボディの捻転動作によって起きあがることができる。要救助者を発見するために、CCD カメラ、サーモグラフィー、双方向マイク・スピーカなどの各種センサを備えており、土砂にまみれていても体温を検知して人体を発見でき、音声を聞いたり、呼びかけたりすることが可能である。

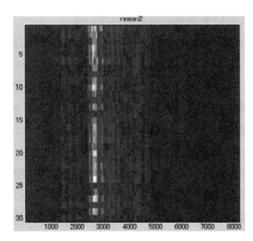
神戸ラボラトリーの倒壊家屋実験施設(図 2)などの施設を活用して実験を繰り返し、操縦訓練を通じて問題点を洗い出すとともに、改良のための開発を重ねてきている。昨年 10 月 23 日に発生した新潟中越地震では、研究メンバー数名がこの IRS 蒼竜 2 台とともに 24 日午後に現地入りしたが、現場投入までには至らなかった。今後、実用化をめざして消防との連携を進めていく計画である。



図2 国際レスキューシステム研究機構神戸ラボラトリー (ポート アイランド) に建設された倒壊家屋実験施設

湘南工科大学の秋山いわき教授と国際レスキューシステム研究機構との共同研究として、瓦礫外部から UWB マイクロ波を照射し、反射波を用いて人体を探査する装置を開発している。図3が実験結果であり、横軸がアンテナからの距離、縦軸が時間を表しており、反射波の時間変動の大きいところが白や赤の色で示されている。障害物の向こう側にいる被験者の呼吸の大小によって、表示が大きく変化していることが読み取れる。まだ基礎研究の段階ではあるが、シリウスに代わる装置として将来の実用化が期待される。





(a) 呼吸が小さい場合

(b) 呼吸が大きい場合

図3 UWBマイクロ波による人体からの反射波(国際レスキューシステム機構、湘南 工科大学 秋山いわき 教授)

4. 上空からの検索と情報収集

図4は、発災直後の初期情報を上空から自動的に収集することを目的としたインテリジェント エアロロボットであり、国際レスキューシステム研究機構と京都大学中西助手との協力により研 究開発が進められている。



図4 インテリジェントエアロロボット (国際レスキューシステム 研究機構、京都大学 中西宏明 助手)

カメラ画像やレーザレンジファインダによって上空から地形情報と災害情報を収集し、それらをデジタル地図上にマッピングしていく機能を持っている。また、火山噴火や土砂崩れによって人が近づけない場所の近くまで、地図上で指定された経路に従って自律飛行し、映像情報などを収集してくることができる。有人へりのように操縦者が 24 時間詰めていなくても発災直後から情報収集が可能であること、夜間でも飛行が可能なこと、を特徴としている。

この研究成果の一部は共同開発しているメーカーによって次世代製品に組み込まれることも 考えられ、その場合にはより安価に実践配備が可能になると期待される。

そのほか、長時間にわたって上空に静止し、情報を収集することを目的として、カメラ等を搭載したバルーンや飛行船のシステムの研究開発も行っている。

5. 今後の実用化に向けて

本稿で紹介した研究成果は大大特プロジェクトの一部である。同プロジェクトではそのほかに、 地下街等での探査情報収集ロボット、住宅内での分散センサシステム、倒壊の激しい箇所向けの 細径のヘビ型ロボットなど、さまざまなシステムの研究開発が進行中である。

これらさまざまなロボットやシステムの実用化のためには、生まれてきた有用な技術を実用レベルまで育てていくことが大切である。研究は継続することが重要であり、いったん中断してしまうとそれを元に戻すためには多大なコストと時間がかかってしまう。また、実用レベルにまで達しそうなものは、重点化して一挙に花開かせることが重要である。その際に最も重要なことは、消防と研究者の密な協力と、相互の理解である。たとえば消防訓練等の機会を使って、新しく開発されたシステムの試験を行って成果を評価するとともに改良開発の指針を与え、消防と研究側との研究成果や意識の共有を図る、といったことが重要である。もう一つ重要なことは、研究成果物に対する製品化への道筋を付けていくことである。

製品化されなければ、実際に配備することはできないからである。

ファイバースコープなどの高度救助資機材が実用化されてきた歴史と同じように、これらロボットの研究開発が将来の消防の高度化に貢献し、隊員の二次災害を防止するとともに、救助効率を高めることが、研究者の目標であり、夢である。