解説

レスキューロボット実用化のためのテストフィールド — 大大特 IRS 神戸ラボの紹介 —

Test Field toward the Practical Use of Rescue Robot Systems in DDT Project
— Introduction of IRS Kobe Laboratory —

綿 末 太 郎*¹ 小野里 雅 彦*² 田 所 諭*³

*¹神戸大学大学院経済学研究科 *²北海道大学大学院情報科学研究科 *³神戸大学工学部/国際レスキューシステム研究機構

Taro Watasue*¹, Masahiko Onosato*² and Satoshi Tadokoro*³

*¹Graduate School of Economics, Kobe University *²Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University
*³Faculty of Engineering, Kobe University/International Rescue System Institute

1. は じ め に

レスキューロボット機器の実用化には、移動性能、センサの性能といった要素技術の評価のみならず、実大がれきを用いた現実的なシナリオによる総合的な評価が必要である。

このような観点から、国際レスキューシステム研究機構 (International Rescue System Institute, 以下 IRS) 神戸ラボラトリーに、がれきプラットフォームと倒壊家屋実験施設の二つのテストフィールドが整備された。IRS は、大大特プロジェクトの「レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発」研究におけるコア組織として、プロジェクト全体のとりまとめをしている。IRS 神戸ラボラトリーは西日本の拠点であり、京阪神の大学・高専などがテストフィールドでのロボット機器の実験・評価を行っている。本稿では、二つのフィールドの概要を述べる。

2. がれきプラットフォーム

がれきプラットフォームは、がれき化した建造物の部分的なモデルが構築可能な評価フィールドの基盤部分である。木材、コンクリートなどからなるがれきモデルを構築し、がれき内あるいはがれき上の移動性能や探索性能をより実践的に評価できる。例えば、がれき上移動ロボットを用いて機体に搭載したセンサ類のみで探索を行う場合、がれき要素の配置による探索の困難性や、がれき上での探索可能エリアなどを実験評価できる。

がれきプラットフォームの、各種の観測機器を含む外観 (CG) および各構成要素の様子を図 1 に示す。プラット

図 1 神戸ラボ内のがれきプラットフォーム

フォームは大きく三つのエリアとそれらにアクセスするためのオーバーブリッジから構成される。

エリア A: 昇降型テーブルリフトを用いて等身大ダミーを設置し、がれき内部を観察するエリア。幅と奥行きが 1 [m]、高さ 0.8 [m] のユニットで構成される。ユニットは適宜追加や積み上げができる。天板はポリカーボネート板か FRP グレーチングを用いた透過型である。

エリア B: 重量のあるがれき (例えばコンクリート) 等を使用するエリア。1.0 [m] 角の産業用パレットを使用し、リフターを用いて移動させることができる。

エリア C: 高低差のある移動経路を模擬するエリア。昇降型テーブルリフトの上に透過型の天板を取り付けたものを 3 台並べている。フットスイッチでテーブルの高さを床面から 33~81 [cm] の範囲で変えることができる。エリア A, C では、寸法などを規格化した木材のがれき要素を柔軟に組み合わせることにより、柱・梁・壁などで構成されるがれきモデルを構築できる。

オーバーブリッジ: エリア A~C に対して上方からアクセスするための橋。同時に 2 名まで搭乗可能である。電波障害防止のため、FRP で作られている。

原稿受付 2004 年 5 月 18 日

キーワード: Rescue Robot, Rescue System, DDT Project, Test Field, Kobe Field

*¹〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町

*²〒 060-0814 札幌市北区北 14 条西 9

*³〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町/〒 650-0047 神戸市中央区港島南町 1-5-2

*¹Nada-ku, Kobe-shi, Hyogo

*²Kita-ku, Sapporo-shi, Hokkaido

*³Nada-ku, Kobe-shi, Hyogo/Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo

図2 倒壊家屋実験施設の外観

図3 木造平屋建の倒壊家屋の実大モデル

がれきプラットフォームにはがれきを観測する映像系も常設されている。チルト、パン、ズーム機能を持つCCDカメラが天井に8台、床下に4台設置されており、それらの映像はマトリックススイッチャと映像4分割装置を介して様々な形態でDVD+HDDレコーダに記録できる。

3. 倒壊家屋実験施設

倒壊家屋実験施設は、木造平屋建の倒壊家屋の実大モデル（以下、実大がれきモデル）を内蔵した施設である。「全壊木造家屋内への要救助者の探索を、レスキュー隊員に先んじてレスキューロボット機器が行う」といった実用的なシナリオ想定のもとでの総合的な評価が可能である。

レスキューロボット機器の評価を行うため、実大がれきモデルには木造家屋の倒壊例の、次のような特徴を取り入れている。

原型を残した屋根部：構造的に頑丈な屋根部分は、家屋が倒壊してもほとんどの場合原型をとどめる。実大がれきモデルでも屋根の骨組をそのまま残し、レスキューロボットを屋根から投入するといったシナリオを可能にしている。

家具などの散乱した、傾斜した床：柱が土台から脱落するといった要因による床の傾斜や、家具や建材などの散乱は、ロボットの高い走破性が要求される。

家屋内の空隙：木造家屋が倒壊しても、人間の生存可能な空隙が内部に残されることが多い。安全性と耐久性の観点から、実大がれきモデルでは、倒壊状態を保つように木ねじや釘で固定している。固定部分はあるべく

少なくし、家具の散乱などは配置替えできる。また屋根裏から地上へアクセスできる階段も存在する。さらに、ロボットや人間が進入できる開口部として、傾いた扉、地上近くまで下りた窓などが存在する。

がれきプラットフォームと同様の映像記録システムが倒壊家屋実験施設に設置されている。カメラの台数は天井8台、地上8台で、映像記録用にはPC4台を用いている。また、下からの観測や要救助者のダミーの設置、スタックしたロボットの搬出などのために、床下に幅0.9[m]深さ1[m]の十字路型の堀がある。

4. おわりに

本テストフィールドは、レスキューロボットの実用性を評価するために作られた。今後は、ロボットのがれき内／上の移動・探索活動結果の分析から、ロボット・がれき双方の特性パラメータや評価指標などを抽出して、評価用がれきの構成、試験内容やシナリオの策定、試験実施結果の考察などを行っていく。

参考文献

- [1] 小野里ほか：“レスキューのためのがれきの工学研究”，文部科学省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第2回国際シンポジウム論文集，2004年1月。
- [2] <http://www.rescuesystem.org/ddt/H15-report/web/frontpage.html>

綿末太郎 (Taro Watasue)

1975年生。2004年大阪大学大学院工学研究科電子制御機械工学専攻博士課程中退。同年より神戸大学大学院経済学研究科助手。災害救助のためのがれきの研究に従事。

(日本ロボット学会正会員)

小野里雅彦 (Masahiko Onosato)

1960年生。1985年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。東京大学、神戸大学、大阪大学を経て、現在、北海道大学大学院情報科学研究科教授。生産活動のデジタル化と災害情報支援に関する研究に従事。博士（工学）。

(日本ロボット学会正会員)

田所 諭 (Satoshi Tadokoro)

1960年生。東京大学工学系大学院精密機械工学専攻修士課程修了。博士（工学）。1993年より神戸大学工学部情報知能工学科助教授。2002年特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構設立、会長。日本バーチャルリアリティ学会論文賞など受賞。レスキューロボット、VRなどの研究に従事。著書「ロボカップレスキュー、緊急大規模災害救助への挑戦」（共立出版）他。IEEE RAS TC on Safety, Security and Rescue Robotics Co-Chair, IEEE RAS Japan Chapter Chair, The RoboCup Federation Executive Committee Member, 文部科学省技術審議会専門委員（研究計画・評価分科会）。

(日本ロボット学会正会員)