

E-14

探索型レスキューロボットにおけるドア開け作業用アームシステムの開発研究

Development of an Arm System for Door Opening Works by Search Type Rescue Robot

○南皓太¹, 齊藤好宏¹, 市川誠朗², 草間斐那², 宮東将史², 羽多野正俊³
 Kouta Minami¹, Takahiro Saito¹, Ichikawa Noriaki², Kusama Ayana², Miyahigasi Masasi², Masatoshi Hatano³

Abstract: This paper is concerned with a development of a search type rescue robot. Robot arms are needed to open and close many doors in the building to travel around many rooms to find victims. In this report, an arm system including control circuit boards for performing door opening operations is shown.

1. 諸言

本研究は、レスキューロボットにおけるドア開け作業のためのロボットアームの姿勢制御の研究開発を目的とする。災害現場では迅速な要救助者の発見、救助が求められるが、2次災害を防ぐために、レスキュー隊員の代わりに救助活動を行うレスキューロボットの研究開発が行われており、その目的に応じて多様な形態のロボットが提案されている。その中でも特に、倒壊した建物に侵入して要救助者を探索するロボットの研究開発が多く行われており[1]、本研究室でも研究を行ってきた。しかし我々がこれまで開発してきたロボットには作業アーム等が設置されておらず、建物内のドア等を開閉して複数の部屋への移動・探索作業が不可能であった。そこで、このアームの研究開発を行う。

本発表では、レスキューロボットにおけるアームの製作と制御システムについて述べる。

2. 従来のロボット

これまで本研究室で製作したロボットの全体写真と諸元表を Figure 1 と Table 1 に示す。

走行機構にはクローラを用いており、走行を主とするメインクローラは左右独立で駆動し、前進、後退、旋回が可能である。また前後左右にそれぞれサブクローラがついており、これは階段や瓦礫などメインクローラだけでは踏破できないような状況で駆動させ、それらを乗り越えたり、ロボットボディの姿勢制御を行うことができる。

このロボット本体上部に力作業が可能な車載アームを取り付け、ドアが閉まっていて入れない状況の時にドアの開閉を行い、部屋内の進入を試みる。その際、サブクローラの姿勢制御用駆動トルクをハンドの可操作性および可操作性の向上に利用する新しい制御手法について考える。

Table 1 Specification of searching rescue robot

機体長さ (サブクローラ収納時)	660[mm]
機体長さ (サブクローラ展開時)	980[mm]
機体幅	580[mm]
機体高さ	290[mm]
機体重量	34.4[kg]
ゴム足高さ	10[mm]
クローラ直径	150[mm]
トレッド	150[mm]
DC モータ	電源 : DC24[V] 定格出力 : 90[W]×2

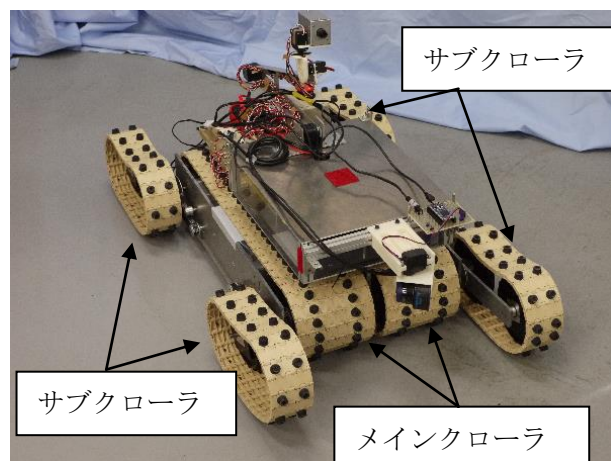


Figure 1 Our constructed rescue robot

3. アーム制御のためのモータ駆動回路

従来のロボットでは、回路のはんだ付け不良やノイズ等の理由により誤動作を起こしていた。ドア開け作業におけるロボットアームの姿勢制御ではより高精度な制御が求められる。そこで回路基板をプリント基板に置き換えることにより、安定性を向上させる。基板

の製作は信頼性確保のためメーカーに依頼した。プリント基板の設計には Kicad を用いた。Figure2 に完成したプリント基板を示す。この基板一枚でアームに使う二つのモータを制御することができる。モータ用の制御アンプがこれと別にあり、そこに差動信号をおくることによりモータが回転する。そのため、mbed からの出力信号を DA コンバータでアナログ信号にし、それをオペアンプによりモータ用アンプに必要な電圧まで増幅させる。またロータリーエンコーダからの値を mbed に取り込めるようにエンコーダとのコネクタがついているというような回路構成になっている。

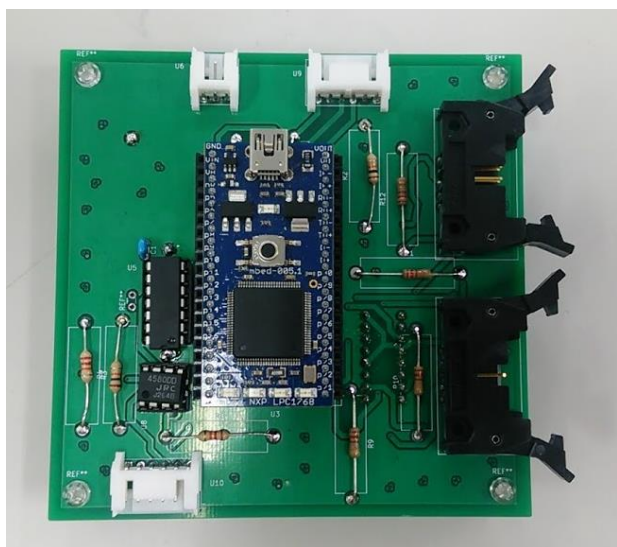


Figure 2 Motor drive circuit

4. アームの制御システム

操作用 PC からロボット用 PC に無線で位置指定の情報を持った信号が送られ、それをシリアル信号に変換して信号をモータ駆動回路の mbed に送る。送られた信号から mbed はモータを回転させる。モータには maxonmotor を用いた。モータには回転角度を検出するためのセンサとしてロータリーエンコーダが取り付けられている。このロータリーエンコーダから返ってきた値を mbed に取り込み、フィードバック制御をする。操作用 PC は JoyStick から情報を取り込んで、ロボット用 PC に送るだけを行っている、ロボット用 PC は送られてきた信号を mbed に送るだけを行っている。mbed では送られた信号からモータを回転させ、ロータリーエンコーダから返ってきた値をフィードバックさせて、モータの回転角の制御を行っている。このようにそれぞれの PC やマイコンに役割を割り振って、それぞれのデータ処理の負担を軽減させている。

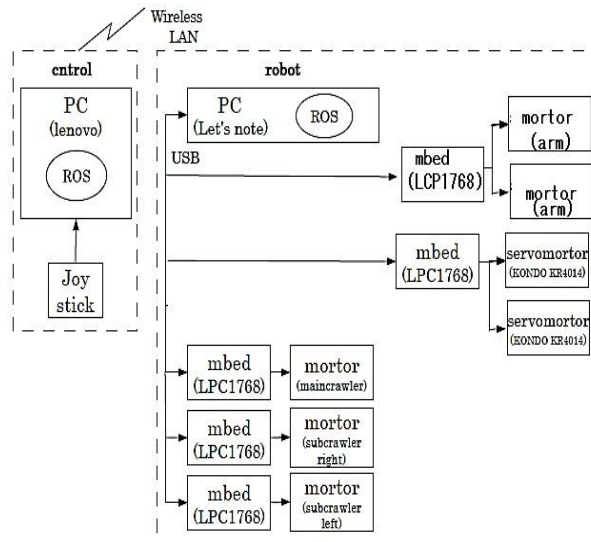


Figure 3 Signal flow of the control system

ドアの開閉作業にはアームだけでなく、ドアノブをつかむ用のハンドも必要である。ハンドの制御にもアームと同様に操作用 PC からロボット用 PC に信号が送られ、それがシリアル信号に変換され、mbed に送られる。mbed とサーボモータをシリアル通信させることにより、モータの角度制御を行う。従来のロボットでは PWM 信号でサーボモータの制御を行っていたが、角度制御以外にサーボモータの温度などの読み取りや特性の変更が行えるなどの利点が多いため、シリアル通信による制御を採用した。モータの回転角を制御することで、ハンドの開閉を行い、ドアノブをハンドに掴ませる。さらに、ハンドの根本を同様にサーボモータで回転させることにより、ドアノブを回す。サーボモータには KONDO の KRS4034HV を用いた。

5. 結言

探索型レスキューロボットにおけるドア開け作業のためのアームの制御システムについての開発を行った。今後は、この作業アームで実際にドアを開ける手法について研究を行う。

6. 参考文献

[1] 北原裕樹, 羽多野正俊 LRF を用いた階段形状同定に基づくレスキューロボットの姿勢制御の研究, 日本大学理工学部修士論文(2016)