

レスキューロボットプロジェクト

プロジェクトメンバー

竹岡 璃 【システム工学部 2 回生】

島本 純也 【システム工学部 4 回生】	土井 翔太 【システム工学部 4 回生】
平田 敦士 【システム工学部 4 回生】	松尾 篤弥 【システム工学部 4 回生】
武野 友哉 【システム工学部 3 回生】	正井 大輝 【経済学部 3 回生】
池崎 愛菜 【システム工学部 1 回生】	石田 慎秀 【システム工学部 1 回生】
石田 龍一 【システム工学部 1 回生】	蝦名 宏紀 【システム工学部 1 回生】
川口 菖平 【システム工学部 1 回生】	坂口 周平 【システム工学部 1 回生】
山本 健太 【システム工学部 1 回生】	吉満 優貴 【システム工学部 1 回生】
四元 僚祐 【システム工学部 1 回生】	米田 成 【システム工学部 1 回生】

1. 目的と目標

1-1. 目的

本プロジェクトの目的を以下に記述する。

1. レスキューロボットコンテストで成果を収めるためのロボット技術を修得する
2. 製作するレスキューロボットに、和歌山県独自の自然災害対策についての知識を反映させる
3. 人の役に立つロボットがどのようなものかを模索し、災害や防災、レスキューロボットの有用性を広める

1-2. 目標

本プロジェクトの目標を以下に記述する。

※各番号は目的の番号に対応する

1. 臨機応変に対応できるロボットを製作する
2. 学生が自主的にロボット作りを学べる環境を整える
3. 災害、防災関連のイベントに出展する

➤ ロボット本体のモジュール化

災害現場には未知の環境が多く存在するため、レスキューロボットには現場に合わせ仕様を変更できることが求められる。そのため「ベルトコンベア機構」、「瓦礫除去用アーム」を、付け外しが容易にできるようモジュール化した。

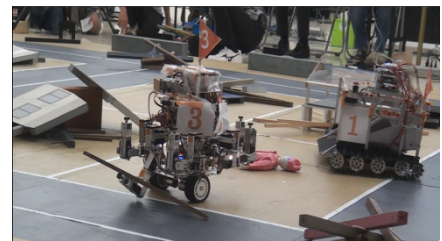


Fig.1 Rescue Robot Contest

また、出場したロボットを以下に示す。

➤ 1号機

ベルトコンベア式救助を初導入したロボット。

移動手段にはクローラを採用しており、多少の段差や瓦礫などがあっても走行が出来るように製作を行った。

2. 活動

2-1. 臨機応変に対応できるロボットを製作する

2013年6月30日に神戸サンボーホールにて行われた「第13回レスキューロボットコンテスト」予選に出場した。今年度の大会では、その場の状況に臨機応変に対応することをコンセプトに、以下の3点に取り組んだ。

➤ アームの長さの調節機構の搭載

アームの長さを調節するには、サーボモータ同士の間隔を変更する必要がある、なおかつ容易に変更できなければならない。そのため、低価格で軽く、また付け外しが容易なサーボモータのブラケットの自作に挑戦した。

➤ 回路のモジュール化

各ロボット専用の回路を製作すると、故障対策の予備回路を各ロボットごとに用意する必要がある。そのため製作費用がかさみ、また、製作に要する時間が長くなる。それを回避するため、各機能ごとにモジュール化し、それぞれのモジュールを複数接続できる回路を製作した。

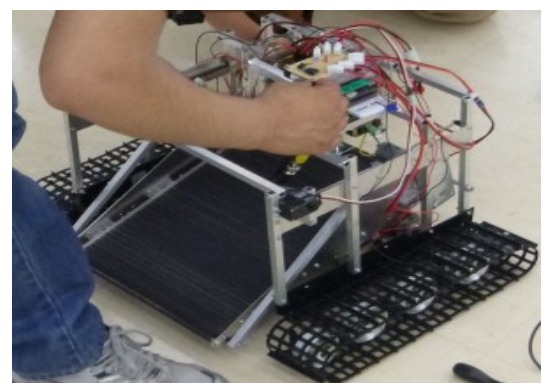


Fig.2 Number 1 CAC

➤ 2号機

2軸に動くことの出来るベッドを取り付けたことにより、傾斜のある場所での救助を可能としたロボット。

移動手段にはタイヤを、瓦礫除去にはアームを用いている。このアームは上述の3点の取り組みのうちの1つである「アームの長さの調節機構の搭載」が適用されており、ブラケットの数を変更することで自由度、長さの調節を可能としている。また、機体の側面にはカメラを取り付けており、アームと同様自由度、長さの調節が可能な機構となっている。これにより、より広範囲の視覚情報を得る事ができるとともに、ベッドに乗せたダミヤンの状態を確認できるため搬送中も観察が可能である。

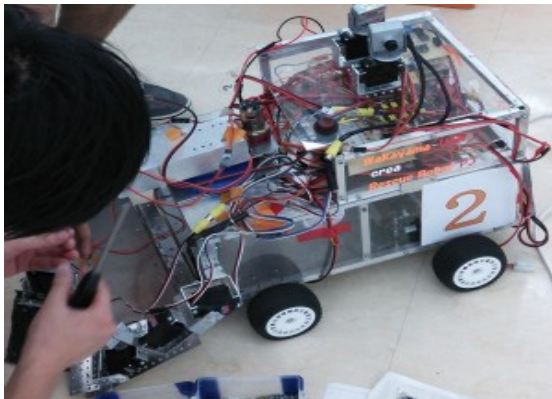


Fig.3 Number 2 Tiger II

➤ 3号機

歩行と走行の使い分けにより、整地、不整地のどちらの状況でも移動できることを目指した6足歩行型の探査ロボット。

前後に搭載した2つの2自由度のカメラにより広範囲の状況を把握できるため、障害物を早い段階で発見することができる。また、測距モジュールを用いた接近警告機能も搭載しているため、操縦者に対して死角となっている障害物へも対応が可能である。

歩行については、逆運動学を導入することで滑らかな歩行を実現した。さらに、瓦礫除去を行うために脚の1本を個別に操作し、アームとして使用できるようにしている。

走行については、昨年度の第3回レスキューロボットコンテスト合同練習会で4輪では傾斜を上げることが分かったため、3輪に減らした。

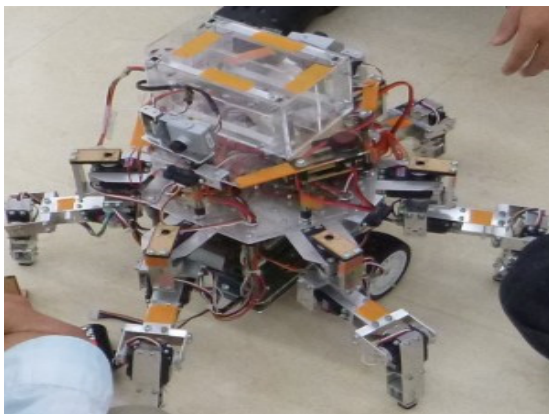


Fig.4 Number 3 Howl II

2-2. 学生が自主的にロボット作りを学べる環境を整える

昨年度に引き続き1回生を対象とした技術講習会を行った。さらに技術講習会用資料の改良にも取り組み、内容の充実化と使いやすさの向上を目指した。また、今までに製作した回路やプログラムを参照しやすいようにまとめ、自主的にロボット製作ができる環境作りを進めた。

和歌山県の特徴として、高齢者や山などの自然に囲まれた住宅が多いことが挙げられ、和歌山県で自然災害が起こった際には、高齢者の搬送や土砂などの中を進むことのできるレスキューロボットが必要になると考えられる。こうした考えを機構として実現するためには、メンバーの能力向上が必要であると考えたため上記の取り組みを行った。

2-3. 災害、防災関連のイベントに出展する**2-3-1. 地産地消展**

2013年8月31日、9月1日に和歌山ビッグ愛にて開催された、「防災・防犯まちづくり『命を守るための防災活動発表会&《地産地消》展』」へ出展した。これがきっかけで、和歌山県における防災やレスキューに関する活動の一例として、テレビや新聞の取材を受ける機会を得ることができた。



Fig. 5 Disaster prevention event

2-3-2. 公開体験学習会

2013年11月24日に和歌山大学で行われた、「2013年度和歌山大学公開体験学習会」へ出展した。当イベントは、小・中・高校生を中心とした一般の方々に、和歌山大学の設備を用いて最新の技術や研究成果などを、教員や学生がわかりやすく説明することを趣旨としたものである。私たちは、一般の方々に製作したレスキューロボットに触れてもらい、少しでもレスキューロボットという分野について興味を持ってもらうことを目的として取り組んだ。

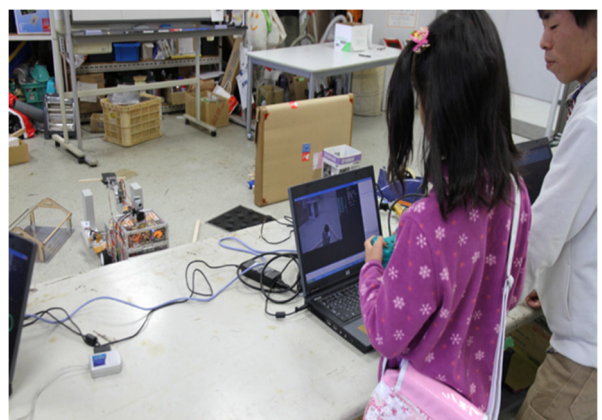


Fig. 6 Public meeting learning experience

2-3-3. 自主研究フェスティバル

和歌山大学で2013年12月13日に行われた「わかやま自主研究フェスティバル」に出展し、審査の結果、佳作賞に選ばれた。当イベントは自主的に発想し、創造性豊かな活動を行う人材を育成することを目的に、生徒・学生の自主研究活動を支援、促進するという趣旨を引き継ぎながら、普段の学習活動やクラブ活動等学校生活全般のなかで研究活動を行うものを広く対象として、その取り組みについての成果発表と情報交換の場とすることを目指している。

私たちは、レスキューロボットだけでなく、これまでの操作体験ではあまり説明する機会がなかったODE(物理シミュレーションを行うC言語ライブラリ)とその役割について詳しく説明を行った。



Fig. 7 Wakayama independent study festival

2-3-4. おもしろ科学まつり

2013年12月14日、15日に和歌山大学にて開催された、「青少年のための科学の祭典-2013 おもしろ科学まつり-和歌山大会」へ、本プロジェクトは15日に出席した。当イベントでは今年度のレスキューロボットコンテストで用いたロボットの操作体験を行った。当イベントは参加者が小・中・高校生を中心ということもあり、専門的な説明よりもレスキューロボットの存在や必要性を知ってもらうことに重点を置いた。

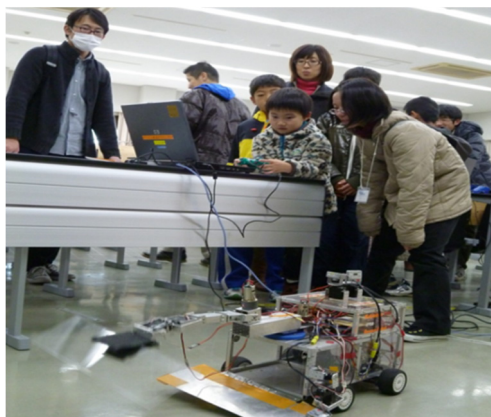


Fig. 8 Interesting science festival

3. 結果と成果

3-1. 結果

3-1-1. 臨機応変に対応できるロボットを製作する

「第13回レスキューロボットコンテスト」では、PCのフリーズ、汎用機が少なかった、救助機構が未熟であるなどの問題が発生した。前進することもままならなかった昨年度までに比べ大きく進歩したが、本選には進出できなかった。

また、3点の取り組みの結果については下記の通りである。

- アームの長さの調節機構の搭載
自作したブラケットにより、部品交換、仕様変更が容易に行えるようになった。
- 回路のモジュール化
回路のモジュール化を行うことにより、全ロボット共通で使用できる回路やソフトを製作することができた。さらに、UARTを用いることでマイコン間の通信を行い、基板同士の接続も可能となった。
- ロボット本体のモジュール化
昨年度までの救助機構、瓦礫除去用アームは容易に取り外しできなかったため、状況に合わせてそのロボットの仕様を変更することができなかった。しかし、今年度は「ベルトコンベア機構」、「瓦礫除去用アーム」のモジュール化を行ったため、仕様変更のための取り外しが容易になった。

また、出場したロボットについては以下に示す。

- 1号機
大会予選時にはアームがなくとも救助ができると考え、取り付けしていなかったが、予選会を通して改めてアームが必要と考えさせられ、その後のイベント出席時にはアームを取り付けた。
このことにより、救助だけでなくがれき除去も行えるようになり、万能型のロボットとなった。
- 2号機
予選本番でPCがフリーズし、スタートさせることができないまま終了した。しかし試走段階ではきちんと動作しており、ものを掴みやすいようにとアームの先端部にサーボモータを2つ搭載していたが、かえって掴みにくいということが分かった。
この経験を元に、以降のイベントでは先端部のサーボモータを1つに減らした。結果、先端部の開閉できる範囲が半分になってしまったが、2つのときに比べて安定してものを掴むことが可能となった。
- 3号機
前後に搭載した2自由度のカメラにより、左右の状況しか把握できなかった1自由度のときに比べ、上下の状況の把握もできるようになった。また、接近警告機能の搭載により、1つの測距モジュールしか正常に動作しなかったものの、操縦者の補助となった。結果、足元と死角の状況が確認でき、安全な歩行・走行が可能となった。
また、アーム化の実現により、予選本番で動けなかった2号機に代わり瓦礫除去を行うことができた。しかし同時にバグが発見され、今後の課題となっている。
走行については、3輪に減らしたことにより停止したとき前のめりになり、バランスを崩しやすくなったことが分かった。アーム化同様改良する必要がある。

3-1-2. 学生が自主的にロボット作りを学べる環境を整える

授業の空き時間や放課後などを利用して、電子回路やプログラムの講習会を行った。

回路講習では、昨年度に作成した資料の内容に訂正や追加、索引の付け足しを行うことで、より利用しやすい資料を作成し、本プロジェクトで主に用いている回路素子についての勉強を行い、ブレッドボードを用いて回路を組む等をした。

プログラミング講習では、基本となるC言語の勉強を行った。その後、T-PIPを用いたサーボモータ、カメラ等の操作ができるプログラムについて知識の共有を行った。

また今年度からは、昨年度までに製作した回路やプログラムを参考に、1回生のみで1台のロボットを製作する取り組みを行うことができた。

現在はPICマイコンを用いたモーターの操作やプログラムについて勉強を行っている。

3-1-3. 災害、防災関連のイベントに出展する

3-1-3-1. 地産地消展

「防災・防犯まちづくり『命を守るための防災活動発表会&《地産地消》展』」における操縦体験を通して、実演中のロボットの故障が昨年度に比べて少なかった。特に、昨年度のロボット「ハウル」を改良した3号機「ハウルII」については、大きな故障が見られず、昨年度よりも大幅に耐久性が向上したと言える。

また、今年度はイベントの企画、運営にも取り組んだ。

3-1-3-2. 公開体験学習会

「2013年度和歌山大学公開体験学習会」におけるイベント出展の結果、昨年度に比べて改善された点としてバッテリー不足にならなかったことが挙げられる。また反省点として、操縦体験中のロボットの故障が起きたこと、これからのイベント出展に向けての参考とするためアンケート調査の実施を試みたが、事前準備が十分なものではなく予定よりも回収率が低かったということ等が挙げられる。

以上を踏まえ改善点としては、ロボットの故障等に迅速に対応するための知識や技術、プロジェクトの方針・目的を共有することが挙げられた。

3-1-3-3. 中間発表会

12月7日に和歌山大学で中間発表会が開催された。和歌山大学と徳島大学の22団体が参加し、各団体が発表を行った。

1回生にとっても発表を行うという良い機会を得ることができた。また、他の団体の活動内容・成果・反省といった内容を含んだ発表を聞くことで、今後の活動に活かすことができると考えられる。

なお、本プロジェクトの発表については納得のいく発表とはならなかった。しかし、発表者が得たものは大きかったと考えられる。

反省点としては、発表の練習が不足していた事、スライドが見にくかったことが挙げられる。これらの反省点を見出すことができたことも良い経験と考え、発表の際には事前の発表練習を増やす、スライドが見やすいように文字の大きさ・構成を考えるといった改善をしていくことを考えている。

また、発表会後徳島大学の方々に対してクリエの見学会を行った。その際に、以前から同じレスキューロボットコンテストに出場する団体として交流のある「徳島大学ロボコンプロジェクト」の方々に、事前に製作していた徳島大学では製作の出来ないダミヤン（レスキューロボットコンテストで使用されている人形）の型を渡した。

3-1-3-4. 自主研究フェスティバル

「わかやま自主研究フェスティバル」におけるイベント出展の結果、ODEの説明に対してプログラミングを専門で学んでいる学生の方々から質問を受け、私たちが想像もしなかった質問やアイデアをもらうことができた。

また、改善点としてはレスキューロボットについての説明だけでなく、災害学習についての説明も入れるということが挙げられた。

3-1-3-5. おもしろ科学まつり

「青少年のための科学の祭典—2013 おもしろ科学まつり—和歌山大会」におけるイベント出展の結果、反省点として、プロジェクトメンバー内で、イベントに参加できた人数が少なかったため対応が不十分であったこと、またロボットの操縦体験中に、ロボットが壁に衝突するなどにより故障するということが挙げられる。

また改善点としては、イベント用のレスキューロボットの製作やPC側で緊急停止できるようにすること等が挙げられた。

3-2. 成果

昨年度までは、1回生のうちに講習会などで技術を学びつつロボット製作の補助を行い、2回生から自分達だけで製作に移るという流れであったが、今年度は1回生のみでロボット製作に取り組むことができた、ロボットの故障率が大幅に低下した、回路設計・製作が速く正確になった、今まで蓄積されてきたものを応用するだけで目的のものが作れるようになった、UIを汎用化させることができた等が成果として挙げられる。

これは、昨年度までの積み重ねにより環境が整いつつあること、昨年度までに比べ技術力が向上したことによると考えられる。

4. 現在の問題点と今後の展開

4-1. プロジェクト運営

今年度はプロジェクト運営が円滑に行えなかった。原因として、1回生の人数に対し上回生の人数が少ない、1回生と上回生の時間が合わないこと、個人のモチベーションの持ち様が挙げられると考える。

以上を踏まえ、もう一度メンバー各々の目指すところを考える時間とプロジェクト全員で話し合う機会を設け、今後どのように進めていくかを話し合った。

その結果、次回のレスキューロボットコンテストには参加せず、知識の蓄積、向上に努めることにした。

4-2. 回路のモジュール化

現在、回路1枚あたりの製作時間が数時間に及ぶという課題がある。そのため、対策としてユニバーサル基板ではなくプリント基板を使用することを考えている。

4-3. ロボットの製作

以下に、今年度のレスキューロボットコンテストに向けて製作した各ロボットの課題、対策を述べる。

➤ 1号機

課題点としては、ベルトコンベアについては耐荷重が低い、回転に滑らかさが無い、先端に厚みがあり補助が無ければ引き込むことが難しいということが挙げられる。クローラについては過去の使い回しであるため振動が大きいことが挙げられる。

以上を踏まえ現在出ている案としては、ベルトコンベアについては材料の選定のし直し、クローラについては、クッションの取り付け、クローラの新調が上っており、今後1つずつ検討と試作を行っていく予定となっている。

➤ 2号機

課題点としては、アームの操作が複雑である、アームの関節に用いているサーボモータに負荷がかかり発熱する、今のベッドでは救助者がロボットに対して高い位置にあった場合、救助者がベッドを滑り落ちる形になる心配がある、が挙げられる。

以上を踏まえ現在出ている案としては、アームについては、各関節の角度を操縦者が調整するのではなく、逆運動学を用いて制御する、マスター・スレーブを導入し直感的な操作に変更する、設計段階から見直す、ベッドの高さを可変式にするが挙げられている。

今後検討と試作を行っていく予定である。

➤ 3号機

課題点として、バッテリーボックスを搭載したことにより昨年度より重量が増加した、坂道に対応できないことに対する対策として車輪を3つに減らしたが、バランスを崩しやすくなった、測距モジュールを全方位に搭載すると接近警告機能がうまく動作しない、足先にスイッチを搭載したが、プログラムがうまく動作しない、アームモードにバグが確認される、救助機構を持たないため、他のロボットが動けないときに救助をすることができないなどが挙げられる。

以上を踏まえ現在出ている案としては、軽量化、車輪の数を4つに戻す、プログラムの見直し、救助機構の搭載が挙げられている。

今後、救助機構の搭載に向け六角形の形状から見直していく予定である。

回路設計については、上述の3点の取り組みのうちの1つ、「回路のモジュール化」を行うことにより製作費用の削減は勿論、設置スペースの削減も行った。

参考文献

- [1] 後閑 哲也：
“C言語ではじめるPIC24F活用ガイドブック”，技術評論社
- [2] 出村 公成：
“簡単!実践!ロボットシミュレーション Open Dynamics Engine によるロボットプログラミング”，森下出版
- [3] 糸井 康孝：
“猫でもわかるC言語プログラミング 第2版”，SoftBank Creative
- [4] レスキューロボットコンテスト公式ウェブページ
<http://www.rescue-robot-contest.org/>
- [5] WA!んだふる わかやま
<http://www.nhk.or.jp/wakayama/asunowa/wanda/1309.html>
- [6] ぐるっと関西 おひるまえ
<http://tvtopic.goo.ne.jp/kansai/program/info/210506/index.html>
- [7] 守ろう わかやま
<http://mamorouwakayama.ikora.tv/e946531.html>
- [8] 電子工作の知恵袋
http://www.ele-lab.com/tips_uart.html
- [9] 古典回路屋
<http://www.maroon.dti.ne.jp/koten-kairo/works/dsPIC/serial1.html>

4-4. 各メンバーの経験や知識を蓄積する仕組み作り

これについては、今年度はまだ取り組めていない。学内でWikiが利用できるようになったので、それを利用することを検討している。

4-5. 災害、防災関連のイベントに出展する

課題点として、アンケート調査の回収率が低い、ロボットの故障に特定の人間以外対応できない、説明がレスキューロボットについてのみになっている、ロボットの操縦体験中にロボットが壁に衝突するなどにより故障するということが挙げられる。

以上を踏まえて現在挙げられている対策としては、アンケート調査時の事前準備を十分に行う、説明に災害学習についても加える、イベント用のロボットを製作する、PC側で緊急停止できるようにする等である。