

ESS ロボットチャレンジ 2015

渡辺 晴美^{†1} 久住憲嗣^{†2} 三輪昌史^{†3} 元木誠^{†4} 小倉信彦^{†5} 久保秋真^{†6}
細合晋太郎^{†2} 菅谷みどり^{†7} 紫合治^{†8}

ESS ロボットチャレンジは、本シンポジウムの特別企画であり、「分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク enPiT-EMB/PEARL」と共催している。本企画の目的は、自動掃除機ロボットの開発を通し、実践的な組込みシステムの研究・教育を行うことにある。これまで、スプリングスクール、サマースクールを実施し、チュートリアル、スマートモバイルロボット競技、学生企画、ワークショップを開催した。本シンポジウムでは、これまでの結果を踏まえ、デモンストレーション、ポスター、ワークショップを行う。本稿では、本チャレンジの貢献、経緯、企画内容について紹介する。

ESS Robot Challenge 2015

Harumi Watanabe^{†1}, Kenji Hisazumi^{†2}, Masahiro Miwa^{†3}, Makoto Motoki^{†4}, Nobuhiko Ogura^{†5},
Shin Kuboaki^{†6}, Shintaro Hosoi^{†2}, Midori Sugaya^{†7}, Osamu Shigo^{†8}

ESS Robot Challenge is a special event of ESS and held under the cosponsorship by enPiT-Emb/PEARL. The aim of the event is to provide an open case study for practical research and education for embedded system based on the development contest of automatic vacuum cleaner. On the spring school and the summer school, we carried out tutorials, a smart mobile robot contest, a student session and workshops. In the symposium, the event gives a demonstration, a poster session, and a workshop. The article introduces the contribution, history and events abstract of ESS Robot Challenge.

1. はじめに

ESS ロボットチャレンジは、組込みシステムシンポジウムの特別企画として開催するロボットコンテストである。本チャレンジは今年度 12 回目を迎える。シンポジウム名が組込みソフトウェアシンポジウムであった頃から継続して実施している。11 年目の昨年度に、10 年を振り返る様々なイベントを実施し、学会で開催することの意義が、単なるものづくりに留まらず、新しい技術へのチャレンジを目指すことを強調できることにあることを確認した。また、これまでのコンテスト型 PBL(Project Based Learning)といえる我々の活動は、組込みシステム開発の総合的な学びの場であり、学生のみならず教員の学びの場であること、(1)分野を超えた学びの場 (2) 実践の開発経験 (3) コミュニティの形成、に貢献してきたことを振り返った[1][2]。

本チャレンジは、2013 年度より文部科学省「分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク組込みシステム分野連合型 PBL(enPiT-Emb/PEARL)」と共催して

いる [3]。本共催により、充実した教育環境の提供が可能となり、ロボットチャレンジの成果を研究と結びつけること、大学を超えた学生間の連携を深めることが容易になった。コンテストに先立ち実施するスプリングスクール、サマースクールでは、ロボット開発に必要な知識に加え、研究へと結びつけるための教育を実施している。また、学生間で集い実施する学生企画により、学生間の連携を深めている。今年度の競技ルールは学生の発案を採用した。以上 2015 年度の ESS ロボットチャレンジの特徴は、学生企画と新たな競技ルールにあると言える。

以下、2 章ではスプリングスクール、サマースクールの概要、3 章では学生企画、4 章では競技ルールについて紹介し、5 章でまとめる。

2. スプリング・サマースクール

ESS ロボットチャレンジの事前教育を表 1 に示す。事前学習は共催の enPiT-Emb/PEARL のスプリングスクールおよびサマースクール前半を受講することで行っている。スプリングスクールでは、ロボット開発に必要な基礎知識について、演習・実習を交えて学ぶ。さらに、3 日後の 5 月 13 日に中間発表会、一週間後の 5 月 16

†1 東海大 †2 九州大 †3 徳島大 †4 関東学院大 †5 東京都
市大 †6 チェンジビジョン †7 芝浦工大 †8 東京電機大

日に課題発表会を実施し、スプリングスクールで学んだことを実践し、不明なことを明らかにし、理解を深める機会を設けている。

スプリングスクールは開発に必要な基礎知識を学ぶことを目的として実施している。具体的には、ソフトウェアとハードウェアの設計に加え、マネージメントに関する基礎知識について学ぶ。また、ロボットの開発環境、マネージメントや設計に必要なツールの使い方についても説明している。今年度はファシリテーションに関する講演も実施した。

サマースクールは、スプリングスクールの内容を引き継ぎ、各チームで実施してきた開発経験を振り返り、研究にどのように結びつけていくかということを目的として実施している。下記に、サマースクールの講演について、その位置づけおよび内容について概説する。

(1) ロボットの制御

沖俊任(福山大学)

ロボット開発には機械制御の知識が必要であるが、本チャレンジの参加者の多くは情報系であるため、ハードウェアの知識を有していない。スプリングスクールでの教育は初歩的な入門に留まっている。教材で利用するロボットは、単純な動作であれば、理論なしでも動作するため、短時間の実習では理論の重要性を理解することが難しい。学生達は、サマースクールまでに開発経験を重ね、その重要性を理解している。そこで、この時期に制御工学についての基礎に関する講演をお願いした。本講演は、モータ制御をテーマに、モータドライバは何をしているのかトランジスタレベルの話からはじまり、想定通りに動作させるための制御工学、さらにはモデルベース開発のツールを使った制御に至るまでの説明があった。モータについて電子的なところからモデルベースまで総合的に理解できる話であることから、学生にとって満足感の高い講演だった。

(2) 文脈指向プログラミングの研究

紙名哲生(立命館大学)

本講演は、本チャレンジ参加者が経験したことを研究と関連づけるための事例という位置づけである。高度なロボットは環境に応じて振る舞いを変化させる。このように環境に応じて実行時にプログラムを変更していく新しい技術に文脈指向プログラミング言語がある。本講演では、新しいプログラミング言語を提案したが、評価するために、適切なアプリケーションを探していたところ、授業で利用していたロボットを評価のためのアプリケーションとして使うに至った話をいただいた。内容が新しいプログラミング言語であること、そのプログラミング言語をロ

ボットに適用し評価したことから、学生達は大いに興味を持ったようである。

(3) 論文のススメ

岸知二(早稲田大学)

本講演は、研究とは何かを学ぶ位置づけである。具体的には、論文とは何かについて、その種類や評価の方法等の基礎的な話題から、研究の心構えについてのご講演であった。研究活動において極めて本質的な内容であり、大変好評であったことから、昨年度と同様の内容でのご講演をお願いした。特に印象的であったのは、アンリ・ポアンカレが主張している下記の3段階を引用し、アイデアのみでは研究にはならない、新規性を見出すためには熟成が必要であり、「熟成には、時間ではなく、期間が必要」と述べられた点である。

(1) 暗中模索で関係しそうな事実を収集

(2) 常に考えていると無意識のうちに啓示

(3) 正しさを実証するための行動

以上の内容と関連し、学生から、多くの論文を執筆している研究者はどのように行動しているのかという質問があった。それに対し、最初は丁寧に一つの研究に取り組むことで、アイデアが熟成されれば、論文数は増えていくということを伝えられていた。

学生達は3人の先生方の講演を通し、熱心に研究に取り組むことの重要性を感じ取っているようだった。

■2015 スプリングスクール		
5月9日(土)		
09:00-09:30	オリエンテーション	久住憲嗣：九州大学
09:30-10:30	組み込みシステムの現状と開発技術の特性	久保秋真：(株)チェンジビジョン
10:30-12:20	ファシリテーションスキル	毛利幸雄：九州大学
13:30-14:30	ターゲット紹介	細合晋太郎：九州大学
14:40-15:30	Scrumによるプロジェクトマネージメント	細合晋太郎：九州大学
15:30-16:00	要求記述と管理	二上貴夫：(株)東陽テクニカ
16:00-17:00	システム開発方法論 (1)	久住憲嗣：九州大学
5月10日(日)		
09:00-12:00	システム開発方法論 (2)	久住憲嗣：九州大学
13:00-16:00	制御プログラム製作のための実験計画	三輪昌史：徳島大学
16:10-17:00	実践力・研究力のためのPBLで養う問題発見・解決力	元木誠：関東学院大学
■2015 サマースクール		
8/22(土)		
10:00-10:15	オープニング・ワークショップの進め方	
10:15-12:00	中間報告会 (10分 × 10チーム)	進歩報告
13:00-14:30	ロボットの制御	沖俊任：福山大学
15:00-16:30	文脈指向プログラミングの研究	紙名哲生：立命館大学
8/23(日)		
9:00-12:00	学生企画セッション	上條弘貴：東海大学
13:00-14:30	論文のススメ	岸知二：早稲田大学
15:00-16:00	ワークショップ (1)	
16:30-17:30	ワークショップ (2)	

表 1 スプリングスクール・サマースクール

3. 学生企画

学生企画は、enPiT-Emb/PEARLと連携した2013年度から実施している。本年度は、競技日程の変更にとともに、内容も変える必要があった。これまでの2年間は競技後に学生企画を実施した。内容は、学生主催のワークショップである。事前に、各大学のリーダーがテレビ会議等で連絡をしながら、テーマ決め、ワークショップ

の実施方法について決め準備する。これまで競技後であったため、技術レベルもある程度揃っており、開発の苦しさや楽しさを共有することができ、大いに盛り上がった。今年度は、競技前であることから、技術力にも大きな差があり、開発経験の共有もできないという問題があった。

学生達はワークショップではなくミニ競技を実施するなど、様々な解決策を提案した。結果として、例年通りに、テーマ毎にグループに分かれ議論を行うワークショップを実施することになったが、事前課題を作ることで、開発経験の共有に関する問題を解決することにした。結果、例年以上に盛り上がった。その成功は、学生企画ワークショップの準備のために6回のテレビ会議を行ったこと、加えて本チャレンジに複数年にわたり参加している学生や卒業生の影響は大きい。これらの学生を通し、積極的に取り組むことの重要性が伝わっていることにあるように思える。

ワークショップの具体的な方法は、80分のグループ討論を2回実施し、参加者が1人あたり2つのテーマに参加し、討論リーダーが最後の20分に討論の内容を説明するという方法である。今年度のテーマはプログラミングについて、掃除機を使用したゲーム案、ロボットチャレンジの競技提案、スプリングスクールの振り返り、就活についてである。

掃除機を使用したゲーム案は、最も盛り上がった討論である。この討論グループは、オープンキャンパス等で使える内容や、ロボットチャレンジの競技内容への提案、アドバンス部門への参加者促進も狙っている。普段合わない他大学の人と話し合うと、色々な意見が分かるので、よりアイデアを広げ方、増やす方法考えるということからはじまり、1つの提案に5個のアイデア、25個の意見を考えるという方法を取った。事前課題で準備してきた、風船割り、パックマン、RPG、迷路等をもとに具体的なゲーム案を作り出した。風船割りと迷路を組み合わせたゲーム等が提案された。図1に風船割りの様子を示す。1チームが風船を付けた掃除機と割りばしを付けた掃除機を用意し、風船を割られたら負けというゲームである。

4. 競技ルール

競技は、掃除機型ロボットを用いた競技であり、ベーシック部門、アドバンス部門の2部門で構成される。参加チームはベーシック部門、もしくは、アドバンス部門に参加しなければならない。以下に競技ハードウェア、ベーシック部門、アドバンス部門について述べる。

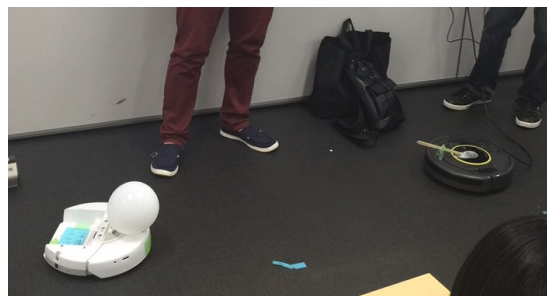


図1 学生企画ワークショップでのゲームの提案

4.1. 競技ハードウェア

競技ハードウェアは両部門とも共通とする。

- ・iRobot Create 2を使用するものとする。
- ・iRobot Create 2に制御用デバイス(PC、マイコン等)を接続することができる。

4.2. ベーシック部門

ベーシック部門はコンパルソリと自動掃除の2種類の競技から構成される。

4.2.1. コンパルソリ課題

【概要】コンパルソリ課題では5分間であらかじめ与えられた課題を1台の同一のiRobot Create 2を使用してできる限り遂行する。各課題の評価の最高点の合計点をコンパルソリの評点とする。なお、課題ごとに独立したフィールドを設置することとする。

【課題実施手順】課題は以下の手順を規定時間内に繰り返し実施することとする。

- (1) フィールドに移動し、
 - (2) 課題実行を審判に宣言し、
 - (3) ロボットが自律的に課題を遂行し、
 - (4) 課題終了時に審判に宣言して、
 - (5) 審判により評価をまち、
 - (6) 審判の評価終了宣言に従い次の課題にうつる。
- 上記(1)～(4)の実施時間を競技時間に含めるものとし、(5),(6)は競技時間に含めない。(3)を実施中に競技者都合の問題が発生した場合には、競技を放棄し、次の課題に移ることができる。なお、これらの時間は競技時間に含むものとする。また、課題ごとに作られたフィールド上には、測定のためのテープなどが貼られることがある。

【課題】

- a) 180度超新地旋回を反時計回り、時計回り、反時計回り、時計回り、反時計回りと実施する。1回の180度旋回終了後には3秒停止することとする。なお課

題実行は 1 回のみとする。課題終了時の目標角度からのずれを評価するが、フィールド上に示した 50cm 四方の範囲に入っていることを条件とする。

- b) 3 メートル往復走行を 2 回する、その地点の誤差を計測する。
- c) IoT デバイスと接続しゴミを排出させる。接続状況などを画面に表示すること。

4.2.2. 自動掃除課題

【概要】 昨年度とは異なり、iRobot Create2 により自律的に掃除を行い掃除の精度を競う競技である。自動掃除課題では規定の時間内(5 分～10 分)に環境内を自律的に動作し、フィールドにまかれたゴミを吸い込む。ロボットは最大 2 台使用することができる。いずれかのロボットが環境中に配置されているドッキングステーションで停止したことをもって、課題終了とする。なお、ドッキングステーションへの到達は充電モードへ切り替わったことにより判定する。課題終了後に吸い込んだゴミの総量等を元に審判が採点する。

【ハードウェア】 iRobot Create 2 にセンサなどの追加ハードウェアを追加することができる。ただし、iRobot Create 2 の外周よりも 10cm 以上出てはならない。なお、iRobot Create 2 のみで競技を遂行した場合には加点する。

【実施手順】

- (1) セットアップを開始し、機体を大会側が指定した場所(スタート場所)に配置する。
- (2) 課題実行を審判に宣言する。
- (3) ロボットが自律的に課題を遂行する。
- (4) 規定時間終了、もしくは、ドッキングステーションでの停止により課題終了とする。

競技者が中止を判断した場合には、審判に競技中止を宣言した上で、対処を行い、(1)から再開することができる。その際には、内部状態のリセットは行わなくても良いこととするが、必ずスタート場所から再開する必要がある。なお、この時間は競技時間に含むものとする。

【フィールドの形状】 外壁には壁があり、壁に囲まれた内側を環境とする。

- ・ 環境の大きさは 4[m] x 4[m] ±0.70[m]である。
- ・ 環境の形状は平行四辺形(頂点の角度は 90[deg] ± 30[deg])である。
- ・ 環境にはゴミがまかれている
- ・ フィールド中に囲まれた何カ所もあり、他の場所とは異なるゴミが撒かれている。

【ゴミの仕様】 床にはゴミとしてストロー(φ 5mmx20mm)がまんべんなくフィールド上に撒かれている。また、場

所によってはビーズ(φ 8mm プラスチック製)が撒かれている。後者のほうが得点が高い。

【ゴミ排出器】 また、フィールド内に 1 台のゴミ排出器が設置されている。ゴミ排出器は Raspberry Pi で構成されており、WiFi で接続されているものとする。ロボットがゴミ排出器と通信することによって、ゴミを排出する。排出されたゴミをすべて吸い取れた場合にはボーナスポイントを付与する。ゴミ排出器との通信仕様については別途通知する。

【フィールド情報の利用】

競技会時にフィールドを使用した試走ができる。ただし、競技会のフィールドの仕様は変更されうるものとする。また、フィールドの形状、ゴミ排出器の位置などの座標情報については、事前に公開した情報以外、自律走行プログラムに与えてはいけないうこととする。例えば、試走時にフィールドの計測を行いプログラムに与えて利用するなどである。フィールドを構成する部材の計測についても同様である。なお、情報を利用したことが発覚した場合には 0 点と評価する。

【競技中の画面表示】

競技中には、ロボットの状態がわかるような画面表示をすること。画面表示には聴衆に見てほしいと思うような、参加者が工夫した点を含めて表示すること。また、大会側が準備した外部のプロジェクターに接続して表示すること。

【評価】

以下の項目から総合的に評価する。

- ・回収したゴミの総量
- ・ゲート内ゴミ
- ・追加ハードウェアの有無
- ・画面表示内容のわかりやすさ

4.3. アドバンス部門競技

【概要】 アドバンス部門はチャレンジャー提案型の競技である。チャレンジャーの自由な発想により新たなサービスを創出し、提案サービスのプロトタイプのデモを行う。そのサービスを特徴づけるような核となる技術についてデモできていれば良い。例えば屋外の生態観測のための飛行船制御システムを想定した場合に、確実に観測ミッションを遂行するために必要な核となる技術を制御や自己位置推定だとしたときには、それ以外の屋外飛行のための技術などについては必ずしも実現できている必要は無い。

本競技では 1 台以上の iRobot Create 2、その他を使用してデモを行うこととする。なお、アドバンス競技への参加は任意である。また、会場を汚損しない、観客に危害

を加えないシステムとする。例えば、内燃機関や火薬は使用できない。

【デモ実施手順】

(1) サービスの提案, デモの内容を発表する (15 分)

(2) デモする (15 分)

【フィールド仕様】

5m×5m×4m(天井まで 6m85cm)程度の領域を使用することができる。

【評価】

・サービス観点: 20 点

サービスの良さ・デモの完成度合いと企画書に記載されていることの遂行度合いについて評価する。

・工学観点: 60 点

設計(ソフトウェアモデル, 制御工学モデルなど, 設計の過程がわかるもの)の品質の良さ, サービスを工学的に構築できているかについて評価する。なお, 以上について各チームの主たる専門分野に関する内容と, その他の分野についての内容の両者を含むことが望ましい。(40 点は自分の分野, 20 点は他の分野についての評価とする)

・プロジェクトマネジメント観点: 20 点

計画を立てられているか, 計画を遂行しているか, 実行内容を計測できているかについて評価する。

5. おわりに

本稿では, ESS ロボットチャレンジ 2015 について, 事前教育のスプリングスクール, サマースクール, 学生企画, 競技ルールについて紹介した。スプリングスクールでは, ロボット開発に必要な最低限な知識を教育し, サマースクールでは, 開発をどのように研究につなげるかということテーマを実施したことを述べた。スプリングスクールからサマースクール開始前までに, 様々な大学・異なる分野の学生達に, 共通の知識および問題意識を持たせることができた, 学生企画の成果から伺うことができる。サマースクールでは, その共通意識を備えてから, 国内の代表的な研究者研究の講演を通し, 研究への取り組む姿勢を感じ取れるようにカリキュラムを組み立てた。学生達の研究への取り組み方に大いに刺激になったと感じている。その成果は本シンポジウムのポスターセッション等で発揮されることであろう。

ロボットチャレンジを開始した当初, 目標の一つに研究の共通課題を作るということがあった。12 年目を迎え, 教員間の交流も活発化し, 共同研究も始まった[5]。学生企画も進化し, 学生のエネルギーや柔軟な思考を垣間見ることができた。今後, 本チャレンジから学会開催

に相応しい新しい技術が創出されることを期待したい。

参考文献

- [1] 渡辺晴美, 元木誠, 久住憲嗣, 三輪昌史, 小倉信彦, 久保秋真, 細合晋太郎, 福田浩章, 紫合治: ESS ロボットチャレンジ 2014, 組込みシステムシンポジウム 2014 論文集, 情報処理学会, 2014.
- [2] 久住憲嗣, 渡辺晴美 編, 分野を超えたものづくりと教育—組込みシステム開発教育のためのロボットチャレンジ, 情報処理学会誌, Vol. 56, No. 1, pp. 50–85, 2015.
- [3] enPiT-Emb/PEARL ホームページ
<http://www.qito.kyushu-u.ac.jp/project/pearl>
- [4] ESS ロボットチャレンジホームページ
<http://www.qito.kyushu-u.ac.jp/ess/>
- [5] H. Watanabe, M. Sugaya, I. Tanigawa, N. Ogura and K. Hisazumi: A Study of Context-Oriented Programming for Applying to Robot Development, Proceedings of the Workshop on Context-oriented Programming (COP) 2015, ECOOP 2015, 2015.