

# ET ロボコン 2018 参加報告

山口 広行<sup>†</sup>

## Participation Report for Embedded Technology Software Design Robot Contest 2018

Hiroyuki YAMAGUCHI<sup>†</sup>

### ABSTRACT

We have participate in Embedded Technology Software Design Robot Contest (ET Robocon) from 2008. In ET Robocon 2018, the participants (318 teams) competed for the software by using same hardware and the same course. In this report, an overview and our participation result of ET Robocon 2018 are reported. Since we have developed the high quality software, we have won a prize continuously for 8 years in ET Robocon Tohoku Division. We also confirmed that our methods of the software development is effective.

*Key Words: embedded technology, software development, engineering education*

**キーワード** :組込み技術, ソフトウェア開発, 工学教育

### 1. はじめに

IoT (Internet of Things) の進展もあり、自動車や携帯電話、電化製品等の電子機器に、コンピュータシステム (組込みシステム) が利用されるのが一般的になり、その用途も拡大が続いている。それに伴い、組込みシステムで動作するソフトウェア (組込みソフトウェア) の品質向上と、技術者の育成が課題となっている。当研究室では、組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマにした、ETソフトウェアデザインロボットコンテスト (以下、ETロボコン)<sup>1)</sup>に着目し、2008年より卒業研究の一環として毎年参加している。

本報告では、ETロボコンの概要、昨年度までの取り組みと成果、そして今年度の取り組みと参加結果について紹介する。

### 2. ETロボコンの概要

ETロボコンは (一社) 組込みシステム技術協会が主催する、ソフトウェアの開発技術を競うコンテストである。2009年以降は全国から300を超えるチームが毎年参加しているが、その半数が企業チームと、産学の垣根を越えて開催される点がETロボコンの大きな特徴の一つとなっている。

もう一つの大きな特徴は、全チームが走行体と呼ばれる同じハードウェア (ロボット) を用いる点である。ETロボコンの走行体はレゴ社のマインドストームが用いられるが、組み立て方法は全て指定されており、大会では走行体の検

---

平成 30年12月10日 受付

<sup>†</sup> 工学部システム情報工学科・准教授

査（車検）も行われる。これによりハードウェアの条件を同一とし、走行体を制御するソフトウェアのみを競うというコンテストの趣旨を実現している。なお、ETロボコンではソフトウェアの開発技術を競う「デベロッパー部門」以外に、自ら価値を創造できるエンジニアの育成を目的とする「ガレッジニア部門」が設けられているが、本報告では当研究室が参加したデベロッパー部門アドバンストクラスのみを取り上げる（デベロッパー部門はアドバンストクラスの他に入門者向けのプライマリクラスがある）。図1は、2018年のアドバンストクラスで用いられた走行体である。

デベロッパー部門の成績は、ソフトウェアをどのように分析・設計したかを評価するモデル部門と、コース上を走行させてタイムを競う競技部門があり、両者を勘案して総合順位が決定される。モデルと競技の両部門を通して、ソフトウェア開発の全工程が審査される点も、他のコンテストにはない特徴となっている。

図2は、2018年のアドバンストクラスで用いられたコース図である。コースは約12畳の大きさで、その中に黒線で描かれた2種類のコース（RコースとLコース）が用意されている。競技結果は、スタートからゴールまでの走行に要した時間（走行タイム）から、コース上の課題をクリアすることで獲得できるボーナスタイムを減算した結果（リザルトタイム）により決定される。

ETロボコン2018は全国から計318チームが参加し、9月中旬頃から全国12ヶ所で地区大会が開催された。また各地区大会の上位チームによる全国大会（チャンピオンシップ大会）は11月に横浜で開催された。

### 3. 2017年までの取り組みと成果

当研究室では、学生の技術力と課題解決力の向上を目的に、卒業研究の一環として2008年よりETロボコンに参加している<sup>2,3)</sup>。ETロボコンの走行競技では各コースの走行は1回のみのため、上

位を目指すには制御ソフトウェアの信頼性を高める必要がある。信頼性の向上には走行体を用いた実機テストが欠かせないが、手動の実機テストではコンテストまでの限られた期間に実施できるテスト回数に限界があるため、何らかの工夫が必要となる。そこで当研究室では、テストの効率化とソフトウェアの信頼性向上を目指し、これまでに以下のような取り組みを実施してきた。

- ・ソフトウェアの再利用（2010年～）<sup>4)</sup>
- ・アルゴリズムの共通化（2012年～）<sup>4)</sup>
- ・誤差の解消（2016年～）<sup>5)</sup>



図 1 ET ロボコン 2018（デベロッパー部門アドバンストクラス）の走行体

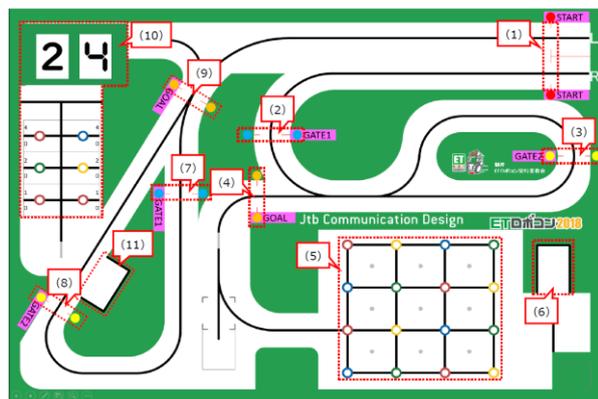


図 2 ET ロボコン 2018（デベロッパー部門アドバンストクラス）のコース図（ブロック並べは(5)、AI アンサーは(10)）

一つ目のソフトウェアの再利用は、毎年変更されるコースやルールに対応して新規開発が必要な部分（機能）と、その実現に必要な走行方

法等を提供する部分にソフトウェアを分割し、それぞれ独立して開発する取り組みである。特に走行方法等の部分は研究室ライブラリとして再利用を図ることで、実機テストの回数は年々増加し、信頼性の高いソフトウェアを実現する基盤となっている。走行体が変更された場合も、制御パラメータの見直しは必要となるが、アルゴリズム等の見直しは不要なことが多いため、参加学生たちは担当する機能の開発に専念しやすくなった。

二つ目のアルゴリズムの共通化は、開発を進める中で浮かび上がった課題を参加学生間で共有し、共通の課題に対しては同じアルゴリズムを適用する取り組みである。同じアルゴリズムを適用することで、他の学生のテスト結果も反映できるため、テスト回数の実質的な増加につながった。また学生同士が課題の抽出や対応策の検討を協力して行うことで、学生間のコミュニケーションも活発となり、チームとしての連帯感が増す効果もあった。

最後の誤差の解消は、誤差を減少させるだけでなく、発生した誤差を解消するための動作を入れる取り組みである。2016年から導入されたブロック並べでは、走行体がブロックを保持して移動する（運搬する）場面がある。2018年の走行体を例にとると、ブロックは走行体の10%程度の重さがあるため、ブロック保持の有無により走行性能は大きく変化する。ブロック保持以外の要因も含め、発生する誤差は毎回変わるため、その誤差の発生をモータに内蔵されたエンコーダ（回転センサ）だけで抑制するのは困難であった。そこで、コース上のライン（黒線）に復帰するという動作を入れることで、復帰前の位置にばらつき（誤差）が生じても解消することが可能となった。

2017年までの東北地区大会の結果を、表1に示す。2011年からは毎年入賞を果たしており、全国大会にも4回出場を果たしている。また、2014年より毎年公開されている全国ランキング<sup>9)</sup>でも、2015年は第4位を、2017年は第1位を獲得した。これらの成果は、参加した学生たちの努力による

表1 ETロボコン東北地区大会の参加結果（2008～2017）

開催年	大会結果	備考
2008	—	
2009	総合2,3位	
2010	—	
2011	総合6位	
2012	総合3位	全国大会出場
2013	[A] 総合優勝	全国大会出場
2014	[A] 総合準優勝	
2015	[DA] 総合優勝	全国大会出場
2016	[DA] 総合準優勝	
2017	[DA] 総合優勝	全国大会出場

[A] アーキテクト部門（現、ガレッジニア部門）

[DA] デベロッパー部門アドバンストクラス

表2 2018年の開発体制

ゲーム課題 (コース)	人数	分割した課題
ブロック並べ (Rコース)	2	・経路計算 ・走行体の動作制御
AIアンサー (Lコース)	2	・数字の読取り ・解答エリアでの動作

ものであるが、本章で紹介した当研究室の取り組みが有効であることを示している。

#### 4. 2018年の取り組みと結果

2018年は当研究室の4年生4名が、卒業研究の一環としてETロボコンに参加した。本章では、9月23日に開催された東北地区大会までの取り組みと大会結果、今後の課題について紹介する。

##### 4.1 東北地区大会までの取り組み

卒業研究を開始した4～5月は学生が就職活動で多忙なため、開発の準備期間とした。具体的には、ソフトウェアの開発に必要な開発環境の構築と、前章の「ソフトウェアの再利用」で述べた研究室ライブラリに慣れるための実習を行った。また5月には2018年の競技ルール（競技規約）が公開されたので、そのレビューを行った後に担当を決定した。その結果、表2に示すように各コース2名体制でソフトウェア開発を進めることとなった。

各コースのゲーム課題を攻略するためのソフトウェア開発は6月から開始した。ゲーム課題は年々難易度が高くなっているため、全体を一度に開発することは困難である。そこで、表2に示すように課題の内容を複数に分割し、分割した課題毎に開発を進めることとした。開発は、「攻略方法の考案」→「プログラムの作成」→「テスト」の順に進め、テストで不具合が生じた場合は攻略方法やプログラムを見直すことを、授業期間が終了する7月末まで繰り返した。

8月は学生の夏季休業期間であるため、中旬までは活動を停止したが、8月20日からは夏休みを返上して活動を再開した。再開した時点でのソフトウェアは信頼性が十分とは言えなかったため、筆者も交えたレビュー等を繰り返しながら、まずは分割した課題毎のプログラムの完成度を高めることに注力した。その後、コース毎に分割した課題毎のプログラムを一つに結合して、ソフトウェア全体のテストを地区大会まで繰り返した。全体のテストは、図2と同じ大きさのコース（レプリカコース）を学科内に設置して行った。また地区大会と同じ会場・コースを利用できる試走会にも2回参加した。Rコースのブロック並べを例に、ゲーム課題と開発したソフトウェアの概要を以下に紹介する。

ブロック並べは、図2(5)のブロックエリア内のブロック置き場（4色、計16箇所）にランダムに配置されたブロック（青、緑、黄、赤の4個）を移動し、移動先の結果によってボーナスタイムを獲得できるゲーム課題である。ブロックの初期位置は、走行開始前に与えられる初期位置コードを解析して知ることができるが、ブロックの色は分からない。ブロックの色を識別するには、走行体のカラーセンサーを用いる方法と今年から導入されたカメラシステムを用いる方法があるが、当研究室では参加人数の都合等により走行体を用いてブロックの色を識別することとした。また当研究室では、信頼性（コースアウトの防止）を重視して、エリア内に描かれた格子状のライン（黒線）とブロック置き場（以下、置き場）を用いて走行体を移動させる

こととした。

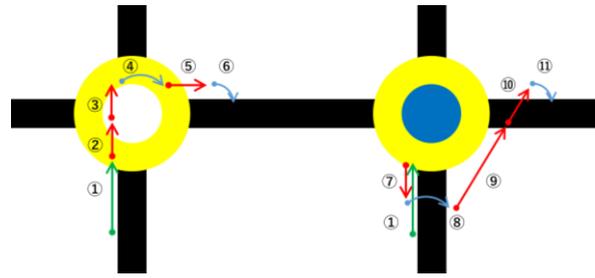


図3 走行体の動作例（左：通過、右：回避）

表3 走行競技結果（ETロボコン2018東北地区大会）

	タイム (秒)		
	走行	ボーナス	リザルト
Rコース	19.8	20.0(*1)	-0.2
Lコース	19.3	17.0(*2)	2.3
合計	39.1	37.0	2.1

獲得したボーナスタイムの内訳

(\*1) ブロック移動2個、パワースポット3個、駐車

(\*2) ビット解答6個、読取成功1個、駐車

ブロック並べのソフトウェアは、どのブロックをどのように移動させるか、すなわちエリア内の経路を計算する部分と、走行体の動作を制御する部分に分けて開発を進めた。経路計算のソフトウェアは、初めに動作確認が容易なPC上で開発し、テスト後に走行体へ移植した。走行体の動作は置き場間の「ラインレース」、置き場上の「通過」と「回避」、「色の識別」の4種類を開発し、これらの動作を繰り返すことで、「アルゴリズムの共通化」を実現した。図3は、走行体の「通過」と「回避」の動作例である。この中のラインへの復帰動作（⑥と⑪）により、前章で紹介した「誤差の解消」を実現している。このように、昨年までの信頼性向上の取り組みも活かしたソフトウェアを開発し、東北地区大会に臨んだ。

#### 4.2 東北地区大会の結果

ETロボコン2018東北地区大会は、9月23日において県民情報交流センター（アイーナ）にて開催された。当日は、デベロッパー部門のプライマリクラスに22チーム、アドバンストクラスに6チームが参加し、各チームの開発成果を披露

する走行競技が行われた。また事前に提出した全チームのモデル図も会場内に掲示され、競技終了後にはモデルに関するワークショップも行われた。

表3は、当研究室のチーム「ヒット&ラン」の走行競技結果である。Rコースのブロック並べは、想定通りの動作を行ったが、ブロック運搬後にブロックが走行体から外れないというアクシデントに見舞われ、6秒分のボーナスタイム獲得を逃した。LコースのAIアンサーも、2種類ある数字の一つを読み間違えたことにより、13秒分のボーナスタイム獲得を逃した。しかしながら、競技部門では2年連続で第1位を獲得した。またこの結果は全国ランキングにおいても、全地区大会終了時で第6位、全国大会を含めた全大会終了時でも第9位という成績であった。このことは、本稿で紹介した当研究室の取り組みの有効性を示していると考えられる。

モデル部門を含めた総合成績は第3位と、東北地区大会において8年連続の入賞を果たした。東北地区の場合、アドバンストクラスは総合優勝のチームのみが全国大会に出場できるため、残念ながら全国大会の出場は逃した。しかしながら、競技部門でのレベルの高さが評価され、全国大会において走行デモと技術解説を依頼された。

#### 4.3 今後の課題

前述の通り、ETロボコンはモデル部門と競技部門の両者を勘案して総合成績が決定される。競技部門は全国レベルにあると考えられるが、モデル部門のレベルは低いのが実情である。その原因はモデルに取り組む時間が少ないことにあるため、次年度はモデルへの取り組みも強化する予定である。次年度の参加学生と相談しながら、可能であれば卒業研究が始まる4月より、モデルの勉強会を開催できればと考えている。

アドバンストクラスでは、今年から画像処理やAIの技術も導入され、全国大会では多くのチームが利用していた。今後はこれらの技術を用いることで攻略が容易になるゲーム課題が登場

する可能性もあるため、当学科内の他研究室との連携も視野に入れながら、これらの技術習得にも取り組む予定である。

## 5. おわりに

組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマとしたETロボコンの概要と当研究室の取り組みを紹介した。これまでに培ったソフトウェアの信頼性向上の取り組みと、参加学生の努力により、東北地区大会の競技部門において2年連続で第1位という結果を残すことができた。また全国大会においても、走行デモと技術解説を依頼された。今後も学生の技術力と課題解決力の向上という目的を見失うことなく、ETロボコンへの参加を続ける予定である。

## 謝辞

レプリカコースの設置は、当学科の多大なる支援による。

## 参考文献

- 1) ETロボコン 公式ホームページ : <http://www.etrobo.jp/>  
<2018年12月1日アクセス>.
- 2) 山口広行 : ETロボコン 2008 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 28, pp.263-268, 2009.
- 3) 山口広行 : ETロボコン 2009 参加報告, 八戸工業大学紀要, Vol. 29, pp.207-212, 2010.
- 4) 山口広行, 菊池恭史, 工藤正躍, 中村歩夢 : 組込ソフトウェアの品質向上に向けた試み, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol. 2012-2, No. 7, 2012.
- 5) 山口広行, 岩城匠真, 小田悠介, 木村洸太 : 組込システムのロボスタ性向上の試み, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol. 2016-2, No. 1-1, 2016.
- 6) ETロボコン 2018 ランキング ホームページ : <http://etroboranking.azurewebsites.net/>  
<2018年12月1日アクセス>.

## 要 旨

当研究室では組込みソフトウェア分野における技術教育をテーマとした ET ロボコンに、卒業研究の一環として 2008 年より参加している。昨年までの取り組み（ソフトウェアの再利用とアルゴリズムの共通化、誤差の解消）も活用して信頼性の高いソフトウェアを開発した結果、ET ロボコン 2018 東北地区大会では競技部門 1 位、総合 3 位と 8 年連続の入賞を果たした。また実装技術の高さが評価され、全国大会においても走行デモの披露と技術解説を行った。

**キーワード** :組込み技術, ソフトウェア開発, 工学教育