

ロボカップジュニアサッカーチャレンジへ参加することを目標とした ロボットプログラミングテキストの試作

光永 法明, 山形 慎平

Noriaki Mitsunaga and Shinpei Yamagata

大阪教育大学

Osaka Kyoiku University

mitunaga@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

Abstract

本論文では、読者がロボカップジュニアサッカーチャレンジに参加することを目標とし、ロボットのプログラミングを通して外界への関心を高められるように配慮した、ロボットプログラミングのテキストを試作したので報告する。まずテキストの製作方針と構成を紹介する。そして試作したテキストについてロボットスクール受講生による評価を示す。その中で受講生から後輩のために「あるといい」という回答を得た。

1 はじめに

現在広く利用されているデジタル計算機にはプログラムが必要である。プログラミングとは、プログラミング言語の文法に従って、目的とする計算機の動作を実現する表現をプログラムとして生成することである。プログラミングには、プログラミング言語についての知識だけでなく、実世界の数値あるいは記号による表現についての理解も必要となる。そのため、子どもたちが計算機をプログラミングして何かを実現しようとするとき、外界への関心が高まり学びにつながるという報告がある [三宅, 1985]。そのとき重要なのはプログラミング言語を教えプログラムを作らせることではなく、子ども自身が興味を持って何かを達成しようとする（子どもの主体性）ではないかと指摘されている。

ところで、ロボカップジュニア (RoboCupJunior) はロボットと人工知能に関するグランドチャレンジ RoboCup から派生した国際ロボット競技会である。現在では 30 カ国以上で活動があり、RoboCupJunior 2011 には 251 チーム、955 名が参加した。参加者は 19 歳以下であり、参加者が自ら作成した自律型ロボットにより競技をする。競技はチャレンジとよばれ、サッカー、レスキュー、ダンスの 3 種が行われている。ロボカップジュニアでは、ロボッ

トが自律して動作することが求められ、競技中にはロボットの操作が認められない。そのため、ロボットの動作を決めるプログラミングが不可欠となっている。また参加者自身がロボットのハードウェア、ソフトウェアを作成することを求めている。したがって、ロボットに興味を持ち競技に参加しようとする子どもたちにとって、プログラミングを通して主体的に外界への関心を高める場となると期待される。

一方、子どもたちがロボカップジュニアに関心を持ち参加したいと考えたとき、必ずしも身近にロボットのプログラミングに精通した指導者を見つけられるとは限らない。また子ども向けの書籍も限られている [子供の科学編集部, 2002, 黒木, 2006] のが現状である。

そこで、読者がロボカップジュニアサッカーチャレンジへ参加することを目標とし、ロボットのプログラミングを通して外界への関心を高められるように配慮したテキストを試作したので本論文で報告する。以下では、ロボカップジュニアサッカーチャレンジについてルールの概要を説明する。次にテキストの作成指針と内容を紹介する。そしてロボットスクールに参加する子どもたちにテキストについてアンケートを実施したので報告し、最後にまとめと今後の課題を述べる。

2 ロボカップジュニアサッカーチャレンジ

ロボカップジュニアサッカーチャレンジではサッカーを模した競技をする [RoboCupJunior Soccer TC, 2012]。1 チームのロボットは 2 台までである。競技フィールドには SOCCER A と B があるが競技する広さは 122cm × 183cm で共通である。SOCCER A のフィールドを Fig. 1 に示す。フィールド上のゴールは青と黄色で色分けされるので、色によりフィールド内でのロボットの向きを判別できる（地磁気を使うことも多い）。赤外線を発光するボールを競技に用いることでロボットからのボールの判別を容易にしている。ロボットとロボットのプログラムは参加

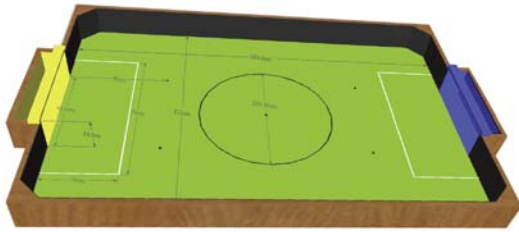


Figure 1: RoboCupJunior Soccer field (SOCCER A) quoted from the RoboCupJunior soccer challenge's rule book. The size of the field is 122cm by 183cm.

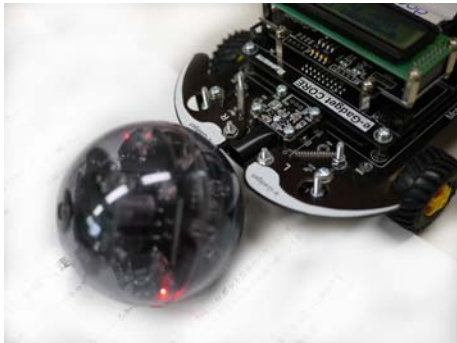


Figure 2: e-Gadget TT robot by Daisen Electronic Industrial Co. Ltd.

者自身が製作することが求められており、市販のキットなどを用いる場合にも外観で他の参加者と同じロボットと判断されないようにする必要がある。

3 ロボットプログラミングテキスト

3.1 想定する読者とロボット

テキストの読者としてはロボカップジュニアサッカーチャレンジに興味があるが、いままでに移動ロボットのプログラミング経験のない子ども（小学校中学年から中学生程度）とその保護者や助言者を想定する。テキストを読む前に、ロボットの組立や動作確認、プログラミング環境のインストールまでは終了しているとする。テキストの試作にあたり、ロボカップジュニア参加者の入門や製作のベースに使われている、ダイセン電子工業の e-Gadget TT (Figure 2) と、そのグラフィカルプログラミング環境 C-Style (Figure 3) を想定することにする。C-Style はアイコンをマウス操作で配置することでプログラミングする、キーボード操作を極力不要としたプログラミング環境である。モータ制御、時間待ち、タイマ関数などを実現するアイコンや C 言語の if, while, for などに相当する制御アイコンなどがある。

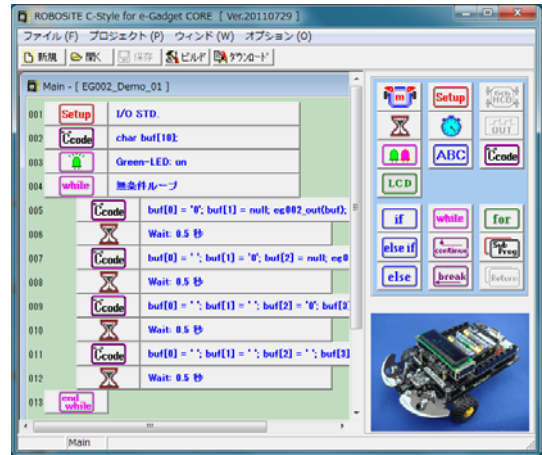


Figure 3: C-style programming environment by Daisen Electronic Industrial Co. Ltd.

3.2 テキストの製作方針

これまでにロボットプログラミングの経験のない著者の一人が実際にプログラムを作成し、その過程を基にテキストを製作する。これにより、年齢によらずロボットプログラミング経験の浅い初心者にとっての理解の鍵となるポイントを記載できると考える。

そのような例には次のようなものがあつた。C-style は手続き型のプログラミング言語であるので、アイコンの表す処理が順次実行される。そして if 文 (に相当するアイコン) は、その時点での値 (たとえばセンサの値) に基づいて処理の分岐をする。ところが、if 文を順次実行処理の一部ではなく、ある条件が成立したときに実行したい内容を書く手段に間違えることがある。たとえばボールセンサ (赤外線センサ) を使ってボールが正面にあるときには直進、それ以外は回転という動作をさせたいとする。この場合に if 文を使うことは早い段階で気づくが、繰り返し if 文で判定するようループを使うことに気づかない場合がある。このようなときに while 文を使うとよいとヒントを与えることが考えられる。

また身体を持つロボットのプログラミングでは実際のロボットをよく観察し理解することが重要である。たとえばロボットを完全に左右対称に製作することは難しく、直進させたい場合に左右のモータに同じ電圧を与えても直進からのずれが発生する。同じ場所へ移動するにも無数の経路がある、質量を持つ物体が急な加減速は難しい、どこで衝突 (ロボットがボールをドリブルしたり蹴るといった場合に起きる) するかというのが重要である、といったことに気づき、考え、理解することが重要であると考える。一方で、プログラムが動いただけで満足してしまうと気づきにつながらない場合もあると考えられる。そこでテキストの中で問いかけを与えることで気づきを促す。

Table 1: Themes in our text book for RoboCupJunior Soccer beginners.

Theme #	Theme title
1	まっすぐ走らせてみよう
2	2m 先でピタリ止ませよう
3	ボールを見つけよう (近く)
4	ボールを見つけよう (1m)
5	フィールドの中でボールを見つけよう
6	ボールを追いかけてみよう
7	ドリブルをしよう
8	ゴールを見つけよう
9	ゴールを守ろう
10	試合をしよう

3.3 テキストの構成

テキストは表紙、目次、凡例のあとに、ロボカップジュニアサッカーチャレンジのフィールドで簡単なロボットサッカーの試合が出来るまでを 10 の段階に分け (Table 1), それぞれのテーマについてヒントとプログラム例を示している. 1~2 段階目がロボットの基本動作, 3~7 段階目がボールを発見し操作する動作, 8, 9 段階目がゴールを守る動作 (ゴールキーパプログラムの作成), そして 10 段階目で総合してフォワードのプログラムを作成する.

テキストの 1 ページを Figure 4 に示す. まず挑戦するテーマがあり, 問いかけと動かしている様子の写真を示す. 次にテーマを実現するために必要と考えられるプログラミング要素 (アイコンまたはアイコンを並べたブロック) を説明する. そしてヒントとして文章でプログラムがどのように動作すれば実現出来るか説明する. また複数の方法で実現が可能であったり, 実世界の理解につながりそうなポイントについては, さらに問いかける. たとえば 2m 先まで走らせるテーマでは, 速度, 時間, 距離の関係について, 気づきを持たせたい. そこで「時間を調節してみよう」「速度を調節してみよう」と働きかけ, 気づきを促している. ほかの働きかけを Table 2 に示す. ヒントの次にそのテーマを実現するプログラムの例を載せ, 一つのテーマについての説明が終了する.

4 ロボットスクール受講生による評価

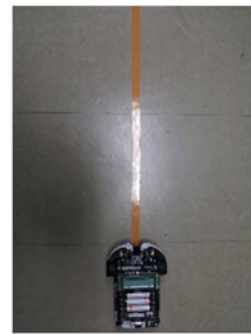
試作したテキストをロボットスクール (教室) を訪れた児童・生徒に見せ, 質問紙によりテキストの評価を尋ねた. ロボットスクールでは C-style を利用している. 回答したのは小学校 2 年生から中学校 2 年生までの 14 名 (男子 13 名, 女子 1 名) で, そのうち 11 名が小学校 4 年生と 5 年生である.

質問紙の質問と回答の選択肢を Table 3 に回答を Table 4 に示す. テキストのテーマのプログラム作成の経験のない

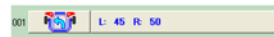
①まっすぐ走らせてみよう

考えてみよう

ロボットをまっすぐ走らせるにはどうしたら良いでしょうか?



使うアイコン



このアイコンでモータの回転を指示します。LとRに続く値で速度を指定します。(説明書 p. 3)

ヒント

左右のタイヤの速度を調節してみよう

LとRに続く値を同じにするとまっすぐ走るように思われます。けれども、左右のタイヤのちょっとした向きの違いやモータのばらつきなどがあるためまっすぐ走らないことがあります。そういう時は左右の値を少し変えてみましょう。短い距離だとまっすぐかわかりにくいいため、ある程度長い距離を走らせてみましょう。

解答例

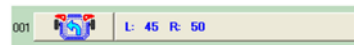


Figure 4: The page of the first theme “まっすぐ走らせてみよう.”

2 名をのぞいた回答を見ると, テキストのテーマのうち, やったことがあるテーマの数は平均で 6.4, できるテーマの数は 4.5, やってみたいテーマの数は 1.2 であった. 回答者にはロボットプログラミングの経験がある程度あり, 自由回答のコメントとあわせるともう少し発展的なテーマについて知りたいという要求があると考えられる.

経験のあるテーマについて, アイコンの説明が分かりやすいとの回答が 5, ヒントが分かりやすいとの回答が 7, 後輩のために「あるといい」との回答が 7 ある. やってみたいテーマについてアイコンの説明が分かりやすいとの回答が 7, ヒントが分かりやすいとの回答が 8 で, ここまでの質問に対する残りの回答は「どちらでもない」である. やってみたいテーマのプログラムについては, なんとなくわかるが 6, たぶんわかるが 5, むずかしそうが 1 である. 残りの 1 名は, やってみたいテーマに関する質問すべてに無回答である.

プログラム作成の経験のない 2 名のうち 1 名は, アイコンの説明やヒントについて「わかりにくい」と回答し, 後輩のために「あるといい」, やってみたいテーマのプログラムは「たぶんわかる」と回答した. もう 1 名はアイコンの説明に「わかりやすい」, ヒントについて「どちらでもない」と回答し, 後輩のために「あるといい」, やっ

Table 2: Hints and questions to readers to enhance understanding of real world

Theme #	Hints and questions	aiming
1	床に直線を描く 左右のタイヤの速度を調整してみよう	直進の難しさへの気づき 上記への対応
2	直進する時間を調節してみよう 直進する速度を調節してみよう	速度, 時間, 距離の関係への気づき 同上
3	無条件ループをヒントとして与える 回転して色々な方向を向こう 回転する速度を調整しよう	手続きとして繰り返しが必要なことへの気づき センサの反応範囲への気づき センサの応答速度への気づき
4	(テーマ) 広い範囲で動かそう 回転する円の大きさを調節しよう	センサの反応範囲(光の到達距離)への気づき 速度と軌跡の関係 同上
5	(テーマ)	複数のセンサ処理, プログラムの実行時間
6	ボールに当たる速度を調節しよう	力積(と摩擦)
7	ボールに当たった時に進む方向を決めよう	反射(衝突した物体の動き)
8	回転する速度を調節しよう	センサの応答速度への気づき
9	ゴールから離れすぎないようにしよう	速度, 時間, 距離, 加速度の関係への気づき
10	(テーマ)	複数の処理の組み合わせ, プログラムの実行時間

てみたいテーマのプログラムは「むずかしそう」と回答した。

回答の傾向をみると, 年齢(学年)の影響はなく, ロボットのプログラミング経験がある(やったことのあるテーマの数が多い)ほど, テキストの説明をわかりやすく感じる傾向があるように見える。とくにやってみたいテーマについて, プログラムがなんとなくわかると回答した6名の, やったことのあるテーマ数は平均7.8と高い。一方で, むずかしそうと回答した2名は経験のあるテーマ数が1または0であった。

したがって, テキストはおおむね理解しやすいが, 未経験の部分については難しく感じる傾向があるといえる。また14名中9名が後輩のために「あるといい」と回答しており, テキストの意義が認められたといえる。未経験の部分について難しく感じるのはこのテキストに限らないと考えるが, 難しく感じても取り組みを続けるためには, このようなスタイルのテキストだけではなく, ロボット教室への参加や, 文書であれば面白さ・経験を伝える物語形式のものが必要かもしれない。

5 まとめ

本論文ではロボカップジュニアサッカーチャレンジに参加することを目標としたロボットプログラミングのテキストを試作した。テキストについてロボットスクール受講生に質問紙による評価をし, 後輩のために「あるといい」という評価を得た。一方で未経験の内容について難しさを感じる傾向があることもわかった。今後は実際にテキストを利用することにより有効性を検証するとともに改

良していきたい。

謝辞

試作したテキストについてのアンケートにご協力いただいた, 金沢工業大学 出村公成教授ならびにロボカップジュニア石川ブロックのDKT ロボットスクール受講生に感謝する。

参考文献

- [三宅, 1985] 三宅なほみ編: 教室にマイコンをもちこむ前に, 新曜社, 1985.
- [子供の科学編集部, 2002] 子供の科学編集部編: ロボカップジュニアガイドブック: ロボットの歴史から製作のヒントまで, 誠文堂新光社, 2002.
- [黒木, 2006] 黒木啓之: RoboDesigner ロボット製作入門-自律型ロボットの作り方-, カットシステム, 2006.
- [RoboCupJunior Soccer TC, 2012] RoboCupJunior Soccer Technical Committee: RoboCupJunior Soccer Rules 2012, (http://rcj.robocup.org/rcj2012/soccer_2012.pdf), 2012.

Table 3: Questions and choices on the questionnaire to ask the evaluation of the text

質問	選択肢
C-sytle のプログラムを書けるか	かけない, すこしかける, まあまあ, よくかける
C-sytle のプログラムを読めるか	わからない, すこしわかる, まあまあ, よくわかる
テキストのテーマのうち, やったことのあるテーマ番号すべてに できるテーマ番号すべてに やってみたいテーマ番号すべてに	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
やったことがある/できるテーマについてテキストの アイコンの説明が分かりやすいか ヒントが分かりやすいか あなたの後輩のためにあるとよいか	わかりにくい, どちらでもない, わかりやすい わかりにくい, どちらでもない, わかりやすい なくていい, どちらでもない, あるといい
やってみたいテーマについてテキストの アイコンの説明が分かりやすいか ヒントが分かりやすいか プログラムが分かりやすいか	わかりにくい, どちらでもない, わかりやすい わかりにくい, どちらでもない, わかりやすい むずかしそう, わかりそう, たぶんわかる, なんとなくわかる, わかる

Table 4: Answers to the questionnaire

学年	(経験) テーマ数	出来る テーマ数	(挑戦) テーマ数	(経験) アイコン	(経験) ヒント	後輩のために	(挑戦) アイコン	(挑戦) ヒント	プログラム
小5	10	10	0						なんとなくわかる
小5	10	0	1						なんとなくわかる
小2	9	8	1						なんとなくわかる
小5	8	7	2						たぶんわかる
小6	8	0	2						なんとなくわかる
小4	7	3	0						なんとなくわかる
小5	7	7	1						たぶんわかる
小4	6	5	1						たぶんわかる
中2	6	6	0						
小5	3	5	3						なんとなくわかる
小5	2	1	1						たぶんわかる
小5	1	2	2						むずかしそう
小5	0	0	10						むずかしそう
小5	0	0	0	×	×		×	×	たぶんわかる

(経験) はやったことがある/できるテーマについての回答

(挑戦) はやってみたいテーマについての回答

はわかりやすい/あるといい, はどちらでもない, ×はわかりにくい/なくていいを表す