

マイコンの走行体を用いた制御系の Java プログラミング演習におけるモデリング設計を意識させる実行環境

劉世博[†] 辻健人[†] 富永浩之[†]

香川大学[†] 香川大学[†] 香川大学[†]

1. はじめに

本研究室では、大学情報系の専門課程の必修科目「情報環境実験2」において、2010年度からLEGOロボットとゲーム課題による制御プログラミングの演習を実施している。2014年度までは、旧版のNXTをハードウェアとし、擬似マルチタスク機能を拡張したC言語ベースのRobotCでプログラミングを行っていた[1]。2015年度からは、新版のEV3に移行し、Java言語でのプログラミングに切り換えた[2]。これまでの実施状況を踏まえ、2017年度も実施している。

本演習は、カリキュラムにおいて、Java言語の文法事項とオブジェクト指向プログラミングの入門、ソフトウェア工学の基礎としての各種の開発手法、UML記法の学習の後に位置付けられる。教育項目は、組込系の初歩としての制御プログラミング、オブジェクト指向に沿ったモデリング設計、現実環境と物理制約を意識した試行テスト、グループでのプロジェクトである。これらに対する実践的で経験的な学習が教育目標である。

2. LEGOロボットの制御プログラミング演習

本演習では、ライントレースの走行体に適した規定ロボットを用意する(図1)。1グループ4~5人とし、2台の規定ロボットを与え、2ユニットとする。与える課題は、ゲームフィールド上のコースやエリアを走行し、ゲーム感覚の任務要素を実現する。メンバで分担して、攻略法の設計、プログラムの実装、動作の検証を行う。時間による走行点と、達成度による任務点を合計して、実技認定の得点とする。EV3キットへの移行で、規定ロボットも新規に作成した。車輪機構、接触センサと着脱式のバンパー、床下検知の2つの色彩センサ、前方と側方に付け替えられる反響センサなどは、ほぼ同じである。

本演習では、これに伴い、ゲーム課題も再構成し、表1のように、プロジェクト群として整理した[3]。各プロジェクトには、センサの利用法を示した例題プログラム、個々の技術項目に対応した幾つかの基本課題、実技認定を行う総合的な応用課題が用意される。各課題では、得点ルールが提示され、任務要素ごとの中間目標を設定している。受講者は、基本問題で制御を理解した後、応用課題のルールを吟味し、任務要素を取捨選択して、攻略法を検討する。

3. オブジェクト指向を意識した実行環境の構築

本研究では、走行体の構造としての機構や課題の要素としての任務に基づいて、ライブラリを提供する。

ライブラリでは、主に4パッケージから構成される。具体的には、センサやボタンなどの入力機素とモーターやスピーカなどの出力機素を含まれる機素クラス、入力検知の機構クラスと出力動作を含まれる機構クラス、色の名前や明暗パターンなどを定義する補助用の列挙型定数クラス、ポートを固定したモーターや各センサを生成する機素生成クラスがある。

(1) 機素クラス Device

機素クラスでは、規定ロボットを構成する機素のAPIを提供する。機素クラスには、機能として分けて、物理世界からの情報をマイコンに入力するセンサやボタンなどの入力機素、パラメタによる物理世界に動作や表現を出力するモーターやスピーカなどの出力機素、データ交換するためのBluetoothやUSBなどの通信機素これら3種類の機素クラスがある。これらの機素クラスを使用して、それぞれの機素を直接操作することができる。

(2) 機構クラス Mechanism

機構クラスでは、それぞれの機素を組み合わせた走行体の物理構造を制御する。入力機構は、個々の機素であるセンサやボタンや時計などから構成される。出力機構は、個々の機素であるモーター、LCD、発光部、発音部などから構成される。

入力機素を制御する検知機構では、各種センサによる、計測データを基にする。設定した閾

Execution Environment and Modeling Design for Traveling Body Control and Game Projects in Java Programming Exercis

[†]Shibo RYU, Kagawa University

[†]Kento TSUJI, Kagawa University

[†]Hiroyuki TOMINAGA, Kagawa University

値によるイベント発生や状態変更を検知する。

出力機素を制御する出力動作の機構クラスでは、出力機素を用いて、物理世界に動作や表現を示す。設定したパラメタによる機体の移動やLCDに文字を表示などのことができる。

(3) 定数クラス Enums

定数クラス Enumsには、色彩名、左右部位、持続量の指定型、左右の明暗パターンなどの列挙子を提供する。これにより、switch文でこれらの列挙子を使用し、マジックナンバーを使うことがないので、受講者から提出した解答プログラムの可読性が向上する。

(4) 機素生成クラス Factory

機素生成クラス Factoryには、モーターやセンサなどのプロパティをクラス変数として持っている。センサやモーターなどのインスタンス数が物理制約によって制限されており、複数の箇所で扱うために、機素生成クラス Factoryを用意した。受講者は、モーターやセンサの情報を渡すメソッドを使って、機素のインスタンスを生成する。

4. クラス構成の提供

2016年度の演習の実践結果としては、応用課題に対する解答プログラムとUMLモデリング設計について、コード指標とUML図の分量や内容による分析を試みた[4]。これまでの分析を踏まえ、2017年度の演習では、授業者がオブジェクト指向を意識させるために、応用課題の段階にクラス設計を行ったサンプルコードとクラス構成や実際の制御などを示すUMLモデリング設計を受講者に提供する。

まず、演習の最初に、応用課題の内容と得点ルールを受講者に提示する。ゲームルールの理解を促進させるために、状態の遷移を示すステートマシン図、処理の順番を示すアクティビティ図、メッセージの流れを示すシーケンス図のサンプルも一緒に提示され、課題のルールを吟味する。さらに、ライブラリ環境の構成と使用方法を受講者に説明する。機素や機構クラスのAPIを使用して、課題を攻略する。応用課題のクラス構成を理解するために、サンプルコードと一緒に、クラス間の関連を記述するクラス図とオブジェクト同士の関係を記述するオブジェクト図を提供する。サンプルコードでは、応用課題に対して、基本機能を含む任務クラスを実装する。受講者は、このような部分的に実装された任務クラスを完成させる。必要に応じて、機構クラスを修正したり拡張したりする。補助クラスを新規に用意する。

総合課題では、これまでの応用課題に含まれ

た技術項目が盛り込まれている。受講者は、オブジェクト指向を理解しながら、これまで実装した任務クラスを組み合わせ、適切なパラメタを調整し、総合課題を攻略する。

5. おわりに

大学情報系の応用Javaプログラミングとして、LEGOロボットの制御を題材とするグループ演習を実践している。組込制御の基礎、UMLモデリング設計、ソフトウェアの開発工程を内容とする。プロジェクト単位のグループ学習として、技術要素を含んだゲーム課題に取り組む。

大学情報系の必修科目において、四半期の演習として実施している。本研究では、モデリング設計を意識させる実行環境を提案した。今後は、チェックシートの作成、評価基準の公開が必要である。



図1 EV3版の規定ロボット

表1 授業のカリキュラム

週	プロジェクト	課題
1	イベント駆動とタスク管理	10 基本制御
2	車輪機構による走行制御	20 走行特性 21 図形模走
3	光量センサによる近接検知	30 黒線追跡 31 演舞走行 32 領域掃出
4	反響センサによる遠隔検知	41 目標接近 42 目標周回
5	色彩センサによる階調識別	50 色彩較正 51 車庫入出
6~8	総合課題の競技大会	01 外周走破 02 内周走破

参考文献

- 1) 加藤聡, 富永浩之: LEGOロボットの制御プログラミングを題材とした問題解決型の応用演習 - ROBOTCによる基本制御の練習問題の教材検討と授業実践 -, 情処研報, Vol.2011-CE-108, No.3, pp.1-10 (2011).
- 2) 中井智己, 辻健人, 富永浩之: LEGOロボットの制御プログラミングとゲーム課題の攻略を題材とするJavaグループ演習の授業設計, 情報処理学会第78回全国大会, Vol.78, pp.893-894 (2016).
- 3) 劉世博, 中井智己, 富永浩之: LEGO Mindstormsマイコンの走行体を用いた制御系のJavaプログラミングの演習支援 - 応用課題の演習環境の構築と授業実践のアンケートの分析 -, 信学技報, Vol.116, No.126, pp.13-18 (2016).
- 4) 劉世博, 富永浩之: LEGO Mindstormsマイコンの走行体を用いた制御系のJavaプログラミングの演習支援 - 応用課題の解答コードとUMLモデリング設計の分析 -, 信学技報, Vol.117, No.83, pp.13-18 (2017).