

基礎からのプログラミングの体系的学習システム

佐々木駿*1・高橋英輝*2・竹田圭佑*2・鎌田洋*1
Email: kamada@neptune.kanazawa-it.ac.jp

*1: 金沢工業大学大学院工学研究科システム設計工学専攻

*2: 金沢工業大学情報フロンティア学部メディア情報学科

◎Key Words プログラミング, 体系的学習, ビジュアル

1. はじめに

2020年度からは小学校でプログラミング教育が必修化される予定であり⁽¹⁾, 論理的思考力を身につけるための学習が求められている。そこで, 分かりやすいビジュアル表現や興味を持てるインタラクティブインターフェースを容易に実現できるプログラミング言語 Processing⁽²⁾を用いて, プログラミング初心者が基礎から体系的にプログラミングを学べる学習システムを考案した。

2. 従来のシステムと問題点

プログラミング学習システムはビジュアル型言語とテキスト記述型言語の2種類に分類される。

従来のビジュアル型学習システム⁽³⁾⁽⁴⁾では, ビジュアル化された言語を使用することで, テキスト記述型言語よりプログラミング初心者が処理の流れを視覚的に理解しやすい。しかし, プログラムを記述することが無く, テキスト記述型言語より実践的なプログラミング能力を伸ばしにくい。

従来の研究で作成されたシステム⁽⁵⁾では, 図形や力学を題材とした問題や, ゲーム形式でプログラミングを視覚的に学ぶことができ, プログラミング初心者が学習に取り組むやすくなることを狙いとしていた。しかし, このシステムだけでは問題数が少なく, プログラミングの基礎から応用までの知識を体系的に学ぶことができない。プログラミングを身につけるためには, より多くのプログラミング問題に触れる必要がある。

3. 本システムにおける解決方法

プログラミング初心者が基礎から体系的にプログラミングを学べる学習システムを考案した。学習に用いるプログラミング言語は従来のシステムに引き続き, 初心者でも取り組みやすい Processing を使用した。

選択したプログラム問題の実行結果を視覚的に確認でき, プログラムの学習を無理なく円滑に進めることができる。サンプルプログラムを基に基礎から体系的に問題を用意した。また, 問題の解答形式は選択式から自由記述式の2段階として, 基礎知識の育成から応用力の醸成まで学習を進めることができるようにした。レベル別の学習内容を表1に示す。

要素, 機能から学習を始め, 徐々に実践的なプログラムに触れることができるようにレベルを設けた。

表1 レベル別の学習内容

レベル	学習内容	学習項目
1	要素, 機能	図形の描画 文字の表示 色づけ
2	プログラム制御	変数 配列 繰り返し 条件分岐 オブジェクト指向 キー入力 マウス入力
3	応用	サンプルプログラム

4. 本システムの構成

今回は選択枝形式を実装した。学習内容を選択枝形式にすることで初心者が容易に続けやすくし, 学習者が選択したプログラム実行結果と, 正しい実行結果の両方を表示させることで視覚的に理解しやすくした。操作方法は図1のように選択枝をクリックする。その後, 画面左上の空欄に選択したプログラムの実行結果が表示され, 正誤を判定するようになっている。正解ならば次の問題に進み, 間違いならばもう一度同じ問題を解くようになっている。

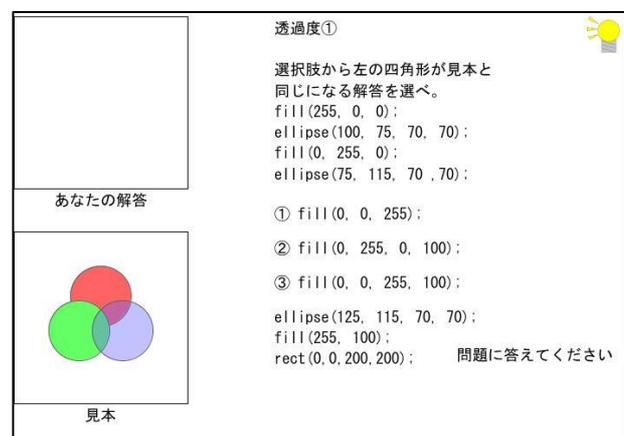


図1 操作方法の例

画面右上にヒントを表示するボタンを設置することで学習者の解答を助けるようにしてある。ボタンをクリックすると図 2 のように問題を解く上で重要な関数や考え方のヒントが表示される。

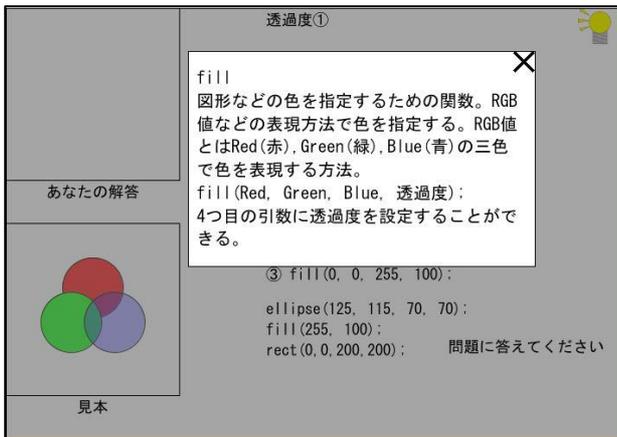


図2 ヒントの表示

図 3 のように不正解の場合でも、選んだ選択枝のプログラムの実行結果が表示される。視覚的に見比べることができ、正解のための予想を立てることやプログラムを理解する助けになる。

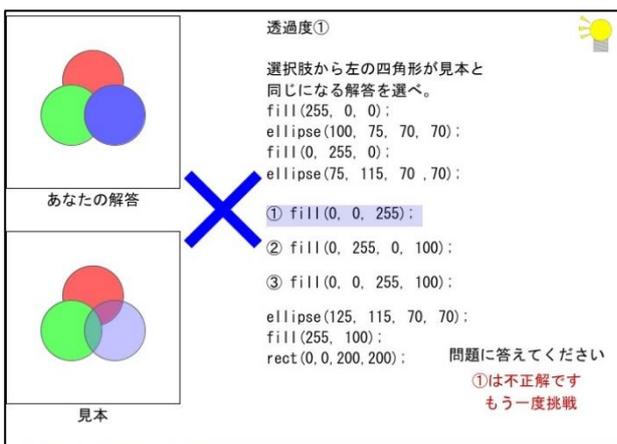


図3 不正解の場合の表示画面

図 3 の学習内容は色がついた円を重ねて描画するもので、fill 関数の RGB 値と不透明度の値によって結果が異なる。学習者は 2 つの画像を見比べることで何故そうなったのかを考えることができる。

すべての問題を解答し終わると、図 4 のように問題の成績を確認することができる。また、「詳細」ボタンをクリックすることでもう一度その問題を確認することができる。

成績					
	ミス0です おめでとう!				
	透過度①	透過度②	fillと変数①	fillと変数②	fillと配列
あなたの解答	3	1	2	3	2
結果	正解	正解	正解	正解	正解
	詳細	詳細	詳細	詳細	詳細
					次へ

図4 成績画面

5. 「図形描画」の問題内容

「図形描画」に関する学習項目と処理、正解画像を表 2 に示す。

表2 「図形描画」に関する問題一覧

学習項目	処理	正解画像
正方形	正方形を描画する	
長方形	長方形を描画する	
円	円を描画する	
楕円	楕円を描画する	
正方形と円	正方形と円を描画する	
線①	線を描画する	
線②	正方形の対角線を描画する	
線③	円と交差する 2 本の線を描画する	
線の太さ①	太い線を描画する	
線の太さ②	輪郭線が太い円を描画する	

「図形描画」で学習する内容は、まず初めに正方形や円などのプリミティブ図形を描画する関数の使い方を学ぶ。次に、正方形と円を描画する問題では、プログラムが処理される順番通りに図形が描画されていくというプログラミングの基本的なルールを学ぶことができる。その後、線

を描画する関数の使い方を学び、これまでに学習した図形の描画と合わせて線の描画や線の太さの変更方法について学習する。

6. 「文字の表示」の問題内容

「文字の表示」に関する学習項目と処理, 正解画像を表3に示す。

表3 「文字の表示」に関する問題一覧

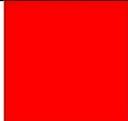
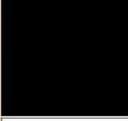
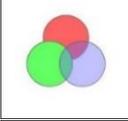
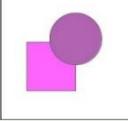
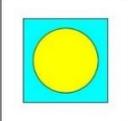
学習項目	処理	正解画像
座標の指定①	座標を指定して文字を描画する	
座標の指定②	座標と幅・高さを指定して文字を表示する	
文字の揃え方①	水平方向の揃え方を指定して表示する	
文字の揃え方②	鉛直方向の揃え方を指定して表示する	
大きさの変更	文字の大きさを変更して描画する	
改行	文章を改行して表示する	
行間の変更	行間を変更して文章を表示する	
String クラス	String クラスを使用して文字を表示する。	
フォントの変更①	createFont 関数を使用してフォントを変更する	
フォントの変更②	loadFont 関数を使用してフォントを変更する	

「文字の表示」について、「座標の指定①」から「大きさの変更」では座標・幅・高さ・水平または鉛直方向の揃え方・大きさの指定を通して、基本的な文字の表示方法を学ぶ。「改行」と「行間の変更」では改行と行間の変更を通して、2行以上の文章の表示方法を学ぶ。「String クラス」から「フォントの変更②」ではクラスを利用する文字の表示, 複数の関数とファイルを利用するフォントの変更を通して、応用的な文字の表示方法を学ぶ。

7. 「色づけ」の問題内容

「色づけ」に関する学習項目と処理, 正解画像を表4に示す。

表4 「色づけ」に関する問題一覧

学習項目	処理	正解画像
RGB 値の指定①	RGB 値を指定して赤色を描画する	
RGB 値の指定②	RGB 値を指定して緑色を描画する	
RGB 値の指定③	RGB 値を指定して青色を描画する	
RGB 値の指定④	RGB 値を指定して黒色を描画する	
RGB 値の指定⑤	RGB 値を指定して白色を描画する	
透過度①	透過度を指定して描画する	
透過度②	透過度を指定して描画する	
fill と変数①	color 変数を使用して混ぜ合わせた色を描画する	
fill と変数②	color 変数を使用して混ぜ合わせた色を描画する	
fill と配列	color 変数, 配列を使用して描画する	

「色づけ」で学習する内容は、「RGB 値の指定①」から「RGB 値の指定⑤」で RGB 値を変更して赤、緑、青、黒、白といった基本的な単色を描画する方法を学ぶことができる。「透過度①」と「透過度②」では、透過度を指定した色づけを学び、「fill と変数①」と「fill と変数②」では、これまでに学習した単色と color 変数を使用して色の混ぜ合わせと変数について学ぶことができる。「fill と配列」では、color 変数、配列を使用して変数と配列について学び、色づけについて学習する。

8. 評価実験とその結果

本システムを用いて、金沢工業大学の学生 18 人にアンケートを行った。スクリーンで本システムを実行し、各学習項目の問題それぞれ 5 問とシステムの構成を説明し、5 段階評価のアンケート（5 点：高評価～1 点：低評価）に回答してもらった。アンケートの設問を表 5、アンケートの集計結果（平均点は小数点第 2 位以下を四捨五入）を表 6、グラフを図 5 に示す。

表 5 アンケートの設問

設問	内容
Q1	使いやすさ
Q2	有用性
Q3	問題の難易度
Q4	苦手意識の軽減
Q5	問題の楽しさ
Q6	継続学習の意欲

表 6 アンケート集計結果

設問/評価点	平均点	5	4	3	2	1
Q1	4.1	6	10	0	1	1
Q2	4.0	5	10	1	2	0
Q3	3.9	8	5	2	1	2
Q4	3.7	2	10	5	1	0
Q5	3.6	2	9	5	1	1
Q6	3.4	2	4	11	1	0

(人)

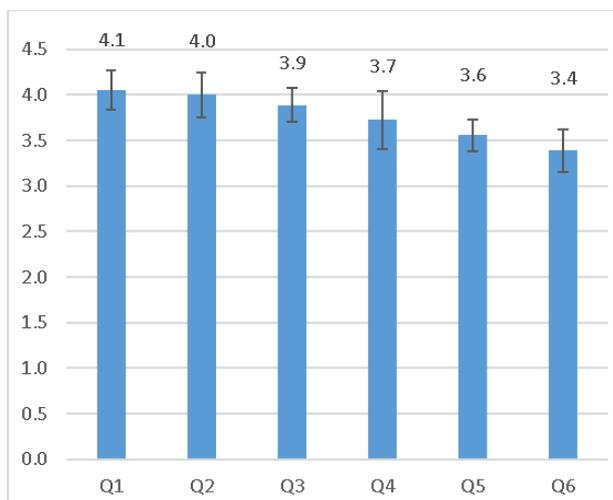


図 5 アンケート集計結果（平均値）

9. 考察

アンケートの結果より、「システムの有用性」、「システムの使いやすさ」、「問題の難易度」についての評価が高かった。「継続学習の意欲」、「問題の楽しさ」はそれらに比べて評価が低かった。この結果から、システムの操作性や問題の難易度は初心者に適していたが、システムを継続して利用したいと思える問題の内容や問題数が不足しているのではないかと考えられる。今後はより本システムの学習効果を上げるため、学習項目ごとの問題数を増やし、システムを継続して使いたいと思えるような面白みのある問題も作成する必要がある。

10. おわりに

プログラミング初心者が基礎から体系的にプログラミングを学ぶことができるように、問題項目にレベルを設定した。今回は「図形の描画」「文字の表示」「色づけ」に関する問題を制作した。システムの操作性や問題の難易度については一定の評価を得たが、より様々な内容・難易度の問題を増やすなどして、初心者の学習意欲を維持させる工夫が必要である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 18K02836 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 小学校学習指導要領,
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/icsFiles/afildfile/2018/09/05/1384661_4_3_2.pdf (2019年6月13日取得).
- (2) Processing.org: “Processing”, <https://processing.org/> (2019年6月13日取得).
- (3) 坂本一憲, 本田澄, 音森一輝, 山崎頌平, 服部真智子, 松浦由真, 高野孝一, 鷺崎弘宜, 深澤良彰: “まねっこダンス: 真似て覚えるプログラミング学習ツール”, コンピュータソフトウェア, 32巻, 4号, pp.74-92 (2015).
- (4) 菱田隆彰, 加納寛子, 長谷川元洋, 古崎晃司: “初心者向けプログラミング学習の支援ツール”, 第76回全国大会講演論文集, 2014巻, 1号, pp.377-379 (2014).
- (5) 井坂雄佑, 桂川大輝, 青木拓也, 仁多見光, 鎌田洋: “プログラミングの学習システム”, CIEC 研究会報告集, Vol.10, pp.47-52 (2019).