

インストラクショナルデザインに基づいた 誤りから学ぶプログラミング学習コンテンツの提案

石川悠真[†] 土肥紳一[‡]

東京電機大学大学院システムデザイン工学研究科[†] 東京電機大学システムデザイン工学部[‡]

1. はじめに

東京電機大学システムデザイン工学部デザイン工学科では、1 年次後期に初めてのプログラミングの講義として「コンピュータプログラミング I」を受講する[1].この科目は必修科目となっており、プログラミング言語は Processing が採用されている。Processing は Java で作られており、スケッチブックに絵を描くような感覚でプログラミングができ、視覚的なフィードバックがすぐに得られ、デザイン工学科に最適なプログラミング言語である。毎年学習者の 6 割以上が初回の授業アンケートにてプログラミングが初めてと回答している。そして、最終回の授業アンケートでは学習者の半数以上が、プログラミング学習の努力をしたいと思うと回答している。本研究では、インストラクショナルデザインに基づき、学習者が陥る誤りを調査分類し、そのソースコードと改良後のソースコードをコンテンツとして提示し、学習者のプログラミング学習のモチベーション維持向上に繋げることを目的とする。

2. 関連研究

プログラミング学習を対象とした研究は多く存在する。まず、探索的プログラミングが初学者に適していると考え、探索的プログラミングの支援を目的とした研究がある[2].次に、学習メモ機能を要した復習支援ツールの開発もあった[3].そして、学習者のつまづきを検出し支援を提案する等、それ以外にも様々なアプローチが存在する[4].それぞれの共通点として、初学者を始め学習者がプログラミングの学習中にシステムの支援を受けている。

良いソースコードを書くためには、あえて悪い記述の弊害を知識として得ることが必要と考えている。そのうえで変更し強い構造を知ることで、悪しき構造の具体的課題を認識し、設計改善が可能となるという設計入門の書籍も出版されている[5].

3. 研究内容

本研究は、誤りのあるソースコードを収集し、誤りを分類する。さらに、それらの改良したコードと共に Web サイトを作成し、学習者がそのサイトを閲覧後、興味を促進しプログラミング学習をしたいと思うかどうかを調査する。

誤りは「実行結果は正しいが、ソースコードは誤ってい

るもの」とする。例えば、プログラム 1 で for 文を使って図 1 のような直線を 3 本表示する。size 関数は実行画面の大きさを、strokeWeight 関数は線の太さを、そして for 文で繰り返して line 関数で直線を表示するソースコードである。for 文の制御変数 i が 0 を初期値とすると、条件は「i<3」であり、「i<=3」とは実行結果が異なり図 2 のように間違いであることがわかる。

```
size(240, 120);
strokeWeight(8);
for( int i = 0; i < 3; i++){
  line(20 + i * 60, 40, 20 + i * 60, 80);
}
```

プログラム 1 for 文を使った直線の表示

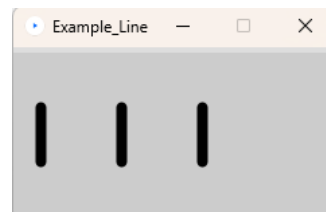


図 1 プログラム 1 の実行結果

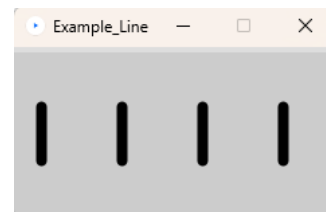


図 2 プログラム 1 で i <= 3 と記述した実行結果

```
size(360, 120);
int n1;
int n2;
int w;
int h;

n1 = 3;
n2 = 3;
w = width/n1;
h = height;

for( int i = 0; i < n1; i++) {
  for( int j = 0; j < n2; j++) {
    ellipse(w/2 + w * i, h/2, w/n2 * (n2 - j), h/n2 * (n2 - j));
  }
}
```

プログラム 2 二重の for 文を使った同心円の表示

Proposal for Programming Learning Content from Errors
Based on Instructional Design

[†]Yuma Ishikawa, Graduate School of System Design and
Technology, Tokyo Denki University

[‡]Shinichi Dohi, School of System Design and Technology,
Tokyo Denki University

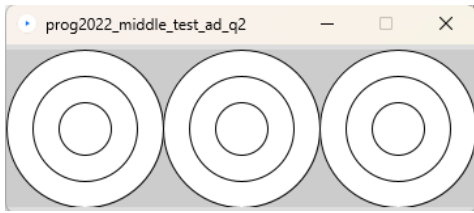


図3 プログラム2の実行結果

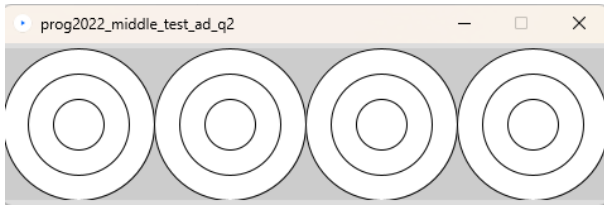


図4 プログラム2の誤りで発生していることを再現

一方,プログラム2はint型で4つの変数を宣言し,実行画面の幅であるシステム変数 width と高さであるシステム変数 height, 変数 n1 と n2 を使い二重の繰り返しで同心円を表示するソースコードである.このような条件式の場合,「 $i \leq n1, j \leq n2$ 」と誤っていても図3と同じ実行結果になる.そのため,図4の実行結果にはならず,ソースコードでは明らかな誤りとされて減点される.図4であるように,「 $j \leq n2$ 」によって,同心円の中心に実行画面では見えない直径0の円も表示してしまっている.本研究ではこうした誤りを収集し,学習者へと閲覧させ,学習者が誤りに気が付くかどうかを調査する.

収集したソースコードは,誤りと改良結果と共に同一ページに載せる Web サイトを構築する.図5はイメージ図であり Adobe 社の Dreamweaver で作成を行う.このように実行結果の一覧として提示し,学習者が閲覧することを想定する.そしてその結果,長期休暇期間中に閲覧し,プログラミング学習に触れたという態度に繋げたい.

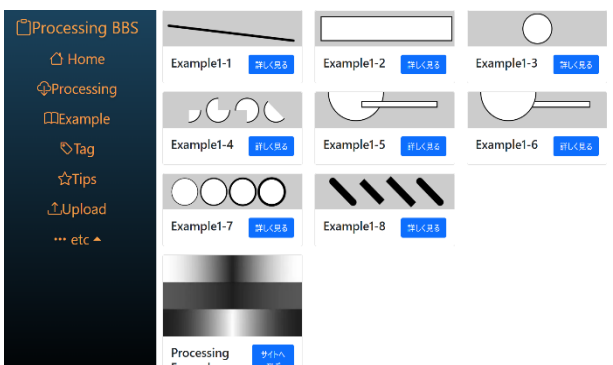


図5 Web サイトのイメージ図

4. インストラクショナルデザイン

誤りを見つけ改良を行うには,インストラクショナルデザインの考え方を活用する[6].誤りが起こる場合,その課題に対する前提条件となるスキルや概念を分析する必要性があり,どこの前提条件が欠如しているか調査しなければならない. for 文の制御変数 i と j が 0 を初期値として $i \leq n1, j \leq n2$ と記述したとすれば,条件式の知識が

欠如だけでなく,大小関係や初期値の前提知識が欠如している可能性がある.学習階層図に従って,ある課題に対して前提スキルを特定し,そのプロセスを繰り返すことによって,最も低いレベルにある前提スキルが決定されていく.そして,どこの前提スキルが欠如しているのかを特定できる.図6はプログラム2の課題への前提スキルの関係を示した学習階層図である.それにより,改良したソースコードだけでなく,理由も添えて学習者にコンテンツを提示することができる.

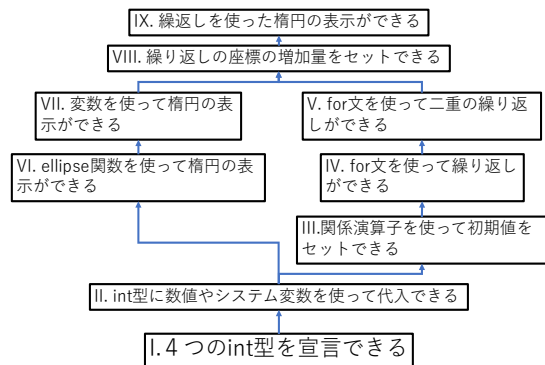


図6 プログラム2への前提スキルを示す学習階層図

5. まとめと今後の課題

本研究では,Processing 言語における誤りのあるソースコードを収集し,改良したソースコードと共に閲覧することで,学習者がコンテンツを理解し,プログラミング学習に繋がるか調査する.コンテンツは Web サイトを利用し,インストラクショナルデザインの考え方に基いて作成を行う.

今後の課題として,誤りのあるソースコードの収集方法とコンテンツ表示方法,さらに学習者がコンテンツに対する評価の定量化が挙げられる.

参考文献

- [1] コンピュータプログラミング I, <https://dohi.chiba.dendai.ac.jp/~dohi/computer-programming-1/ad/>, 2022年12月26日閲覧
- [2] 槇原絵里奈ほか4名,初学者向けプログラミング演習のための探索的プログラミング支援環境 Pockets の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.236-247, 2016
- [3] 宇佐美祐康ほか4名,効果的な学習を支援する復習支援ツールの開発, 情報処理学会第75回全国大会論文集, Vol.1, No.1, pp.455-456, 2013
- [4] 岡大貴ほか3名,マルチモーダル情報を用いたプログラミング時のつまづき検出手法の提案, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), 2022-HCI-197, No.9, pp.1-7, 2022
- [5] 仙場大也, 良いコード/悪いコードで学ぶ設計入門, 技術評論社, 2022
- [6] R.M.ガニェほか3名, インストラクショナルデザインの原理, 北大路書房, 2007