

構成オブジェクト数を指標としたクラスタリング手法の提案 Proposal of clustering method using as index by the composed objects number

野口 孝文*¹
Takafumi Noguchi

*¹ 釧路高専
National Institute of Technology, Kushiro College

For beginners to learn programming, the combination of the control structure with repetition and conditions increases the level of difficulty. However, our learning environment reduce the burden of programming, by using combination with a function object and a procedure object. In this paper, we proposed how to classify by object types and object number in the game program that students made as an issue.

1. はじめに

初心者にとってプログラミングは、種々の知識が必要になるため難しい。我々の学習環境では学習者の負担を、絵を表示したり移動したりする機能をオブジェクト部品で与えることで、軽減している[野口 00], [野口 06]。またゲームを課題にすることで、多様なレベルにある学生が課題に取り組むことができるようになった。次の目標として、学生の状態に応じてより高度なプログラムへの挑戦を促すしくみが望まれる。

ゲームプログラムの場合画面に表示される状態だけでは、学生のプログラミングの能力を判定することが難しい。本学習環境は、1つのオブジェクト部品に対しプログラムを記述した1つの手続き部品を対応させ、これを部品としてさらに他の部品と組み合わせ用いている。そしてプログラムに用いたオブジェクトの種類と数に特徴が見られることが分かっている[野口 15]。

本論文では、課題として学生が制作しているゲームプログラムの進捗状況を、オブジェクトの種類とその数で分類し、グループ化する方法について報告する。初めに授業で用いているプログラミング環境および授業の内容を紹介し、提案方法を用いた分析について述べる。

2. プログラミング環境

2.1 IntelligentPad システム

IntelligentPad は、パッドと呼ばれるオブジェクトをダイナミックに組み合わせたり、変更したりできるシステムである。パッドは、ディスプレイ上に可視化され、マウスによる直接操作でパッドを自由に組み合わせることができる。パッド同士の結合は、標準化されたスロットの結合によって行う。

本システムでは様々な機能を持つパッドが用意されている。そしてパッドの一つに、C 言語のサブセットからなるスクリプトを記述することができる「手続きパッド」がある。授業では、この手続きパッドを用いている。手続きパッドと既存のパッドを組み合わせることで、多様なプログラムを作ることができる。

2.2 シューティングゲーム

学生に提示しているシューティングゲームを図 1 に示す。図 1 の下に、パッドの貼り合わせを示す。このシューティングゲームは、「shoot」ボタンを押すと左下から「弾」が

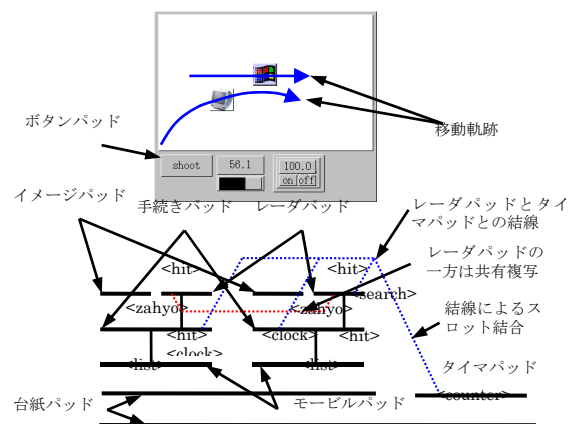


図1 シューティングゲームとパッドの貼り合わせ

放物状に打ち出される。一方、「移動物体」が左端から現れる。パッド同士が当たると、下から打ち出された弾は、左下隅に消え、当てられた移動物体は、下方に落下する。絵の表示や重なり判定、移動といった機能を部品で与えることで、学生は、軌道の計算や衝突時の動作プログラムを記述するだけでシューティングゲームを実現できる。

図 1 のプログラムは、手続きパッドの上に入力や出力のパッドを貼付し、キーボードからの入力で結果が表示される。シューティングゲームでは、移動するパッド（モービルパッド）の上に手続きパッドを貼付している。これによりシューティングゲームでは、移動物体を 1 つの部品として扱えるようにしている。ここで複数のパッドを組み合わせ 1 つの部品として扱ったパッドを複合パッドと呼ぶ。

3. オブジェクトの構成

3.1 パッドの種類と数による分類

2 章でも述べたように、IntelligentPad では、可視化したオブジェクト（パッド）を貼り合わせるによってプログラムを作成することができる。図 2 に時計パッドを示す。この時計は、秒の表示に合わせて鳩時計のように動く目玉の絵を表示している。図 2 の左の表は、時計パッドを構成するパッドの種類と数を示している。右上は、パッドの数を多い順に対数で表したグラフである。右下は、上のグラフの傾きをパッドの数に關係付けて表したグラフである。このグラフを「傾き分布グラフ」と呼ぶことにする。

連絡先:野口孝文, 釧路高専, 〒084-0916 釧路市大楽毛西
2-32-1, 0154-57-7315, noguchi@kushiro-ct.ac.jp

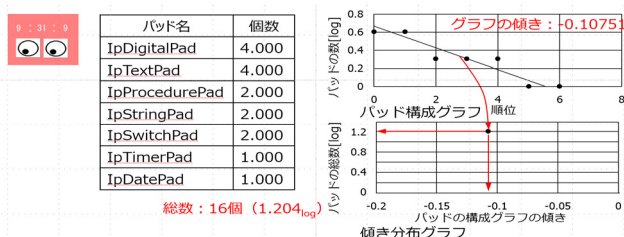


図2 時計パッドにおけるオブジェクトの構成と特徴

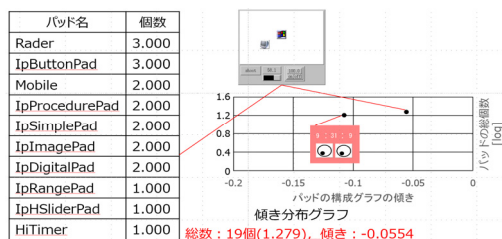


図3 シューティングパッドと時計パッドのグラフ傾き

q : 情報量, パッドの構成比が同じときには値が同じになる
 N : パッドの総数
 n_i : 各パッドの数

$$q = \sum_{i=0}^n \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

$$q = \frac{4}{4} \log_2 \frac{4}{4} = 0$$

$$q = \frac{2}{4} \log_2 \frac{2}{4} + \frac{2}{4} \log_2 \frac{2}{4} = -1$$

$$q = \frac{3}{4} \log_2 \frac{3}{4} + \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} = -0.811$$

図4 パッドの構成比と情報量

2章の2.2節でも述べたように、IntelligentPadでは、組み合わせたパッドを1つの部品として扱うことができるため、同じ種類の作品は「傾き分布グラフ」において近い位置に配置されると考えられる。図3は、図1に示したサンプルのシューティングゲームプログラムの部品構成と傾き分布グラフを示している。また傾き分布グラフには、図2に示した時計のデータも表示している。サンプルプログラムと時計は、パッドの総数はほぼ同じであるが、構成するパッドの数が異なっているため、グラフに表示した点の位置が異なっている。

傾き分布グラフによってプログラムを分類することが可能になった、しかし、同じプログラムを複製して組み合わせるときにも、構成するパッドの数が2倍になるため、傾き分布グラフの点は、元の作品と異なる位置に表示される。そこでパッドの総数の代わりに、パッドの総数で各パッドの数を割った値の総和を求め、これを情報量として縦軸に割り当てる。図4に情報量を求める計算式と、図の下に2種類のパッドを4枚組み合わせ得たときに得られる情報量の計算例を示す。情報量を用いることによって、総数に対する割合が同じときには、グラフの同じ位置に点を表示できるようになる。次節でこの計算法を元に2015年度の学生の作品を分析する。

3.2 シューティングゲームに見られる特徴

図5は、2015年に鉋路高専電気工学科2年の学生27名が制作した27個のシューティングゲームを、前節に述べた方法を用いて作成したグラフである。図中「○」点が完成したゲームプログラムに適用して求めた点である。点線は27個のプログラムに対応した点の近似線で、各点が近似線の近くに分布している。近似線の延長上右に表示される「○」

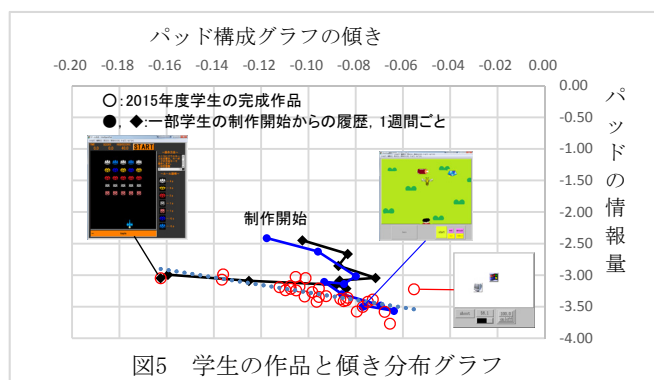


図5 学生の作品と傾き分布グラフ

点は、授業の中でサンプルとして示したプログラムのデータである。

図5の結果から、同じ種類のゲームはほぼ近似線の周辺に分布する事が分かる。図5の点「●」と「◆」は2人の学生のプログラムの制作開始から完成までの変化を表している。何れもほぼ同じ状態から開始しているが◆は後半大きく左に変化している。ゲームを構成するパッドの数が増え、複合パッドの再利用が多くなり特定のパッドが増えるとグラフ上の点は左に移動する。一方、新しいパッドがプログラムに追加されるとグラフ上の点は右に移動する。またシューティングゲームプログラムの場合、構成するパッドの種類が同じでその数の割合が一定に近づくため、グラフ上の点は完成につれ近似直線に近づく傾向がある。

4. おわりに

本論では、我々が開発してきた初心者のためのプログラミング学習支援システムを紹介し、これを用いて学生が制作したシューティングゲームに見られる特徴について述べた。本システムは、15年近く高専のプログラミング実習に利用している。また、初心者のプログラミングばかりでなく、これを発展させた授業でも用いることができている。

本論で示したシューティングゲームでは、モバイルパッドの上に手続きパッドを貼付することで、移動する複合オブジェクトを1つの部品として扱えるようにしている。そのためシューティングゲームの移動物体は、複製するだけで簡単に増やすことができるため、作品では多くの部品を用いたものが作られている。学生は、複合オブジェクトを部品として複製し、プログラムの一部を変更している。必要なイベントやデータのみを伝えることで、これらの部品同士を連携させている。

その結果本論文で提案した方法を用いることで、学生の進捗状況を可視化できる様になった。

本研究の一部は、科学研究費基盤研究(C)(24501168)を受け推進している。

参考文献

[野口 00] 野口孝文, 田中譲: “プログラミング学習のためのツールキットシステムを用いたマイクロワールド”, 教育システム情報学会論文誌, Vol. 16, No.4, pp. 208-216, 2000.
 [野口 06] 野口孝文, 田中譲: “プログラミング学習のためのツールキット野口孝文: “マイクロワールドにおける教材提示と管理”, 電子情報通信学会, 信学技報, Vol.106, No.437, pp.39-42, 2006.
 [野口 15] 野口孝文: “プログラミング教育におけるオブジェクトの構成比率による課題プログラムの分類と特徴”, FIT2015, pp.185-186(第1分冊), 2015.