

別解作成に基づいたデザインパターン学習における 学習者の別解特定機構の構築

大江 洋希[†]

小尻 智子^{††}

瀬田 和久^{†††}

関西大学大学院理工学研究科[†]

関西大学システム理工学部^{††}

大阪府立大学大学院理学系研究科^{†††}

1. はじめに

デザインパターンとは、オブジェクト指向プログラミングにおける良い設計方法の集合である。学習者がデザインパターンを理解するとき、その設計意図を習得する必要がある。

プログラミングの学習を支援する研究の多くは、プログラムの構造や動作に関する知識を学習者に理解させることを目的としている[1][2]。しかし、これらの研究では、プログラムの設計意図までは理解させることはできない。

そこで、我々はこれまでデザインパターンを用いたクラス図から用いないクラス図（別解）を作成させ、既存のデザインパターンや別解のプログラムを拡張したプログラムを考えさせる問題（拡張問題）に解答させる支援システムを提案してきた[3]。図1にシステムのインタフェースを示す。本システムのクラス図描画面（図1(a)）で学習者はデザインパターンを用いたクラス図から別解のクラス図を作成し、拡張問題提示画面（図1(b)）で拡張問題の穴埋め箇所を提示されたリストから選択する。システムは解答を正誤判定し、誤り箇所がある場合は別解や拡張問題の考え方に関するアドバイスを提示する。本システムはデザインパターンの設計意図を理解させる上では有効である。しかし、1つのデザインパターンに対して1つの別解しか保持しておらず、学習者の作成した別解が適切なものであっても誤答と判定される場合があった。そこで本稿では、複数の別解を保持できるようにシステムを拡張し、学習者の作成したクラス図が意図する別解を推定する機構を構築する。

2. 別解特定のためのアプローチ

学習者のクラス図の意図している別解を特定するためには、複数の別解のクラス図と学習者のクラス図との構造上の相違を比較し、相違の最も小さい別解のクラス図を学習者の意図する別解として特定する方法が考えられる。図2に学習者の別解特定の概要を示す。システムは1つのデザインパターンに対して複数の別解のクラス図を保持する。学習者によってクラス図が

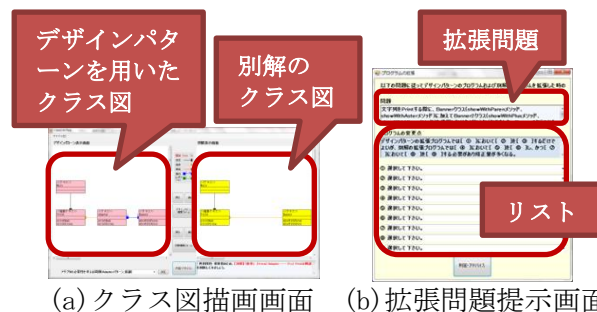


図1 支援システムのインタフェース

入力されると、システムは各々の別解のクラス図と学習者のクラス図との相違を計算し、その相違の最も小さいものを学習者の意図する別解として特定する。特定された別解を学習者が作成できていなかった場合は、その別解を作成するためのアドバイスを生成する。

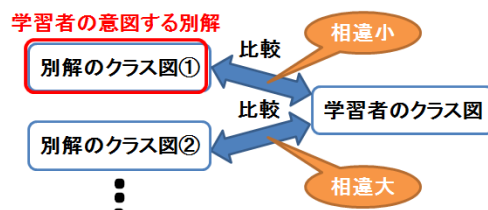


図2 学習者の別解特定の概要

3. 予備実験

クラス図におけるクラス・関連の相違と人が捉える設計の相違との相関関係を特定することを目的に予備実験を実施した。被験者は、デザインパターンの授業を担当している本学教員1名である。実験方法として、問題のクラス図と10個の別のクラス図を与え、構造上近いものから順に並べ替えてもらった。また、並べ替えた理由も併せて回答してもらった。

その結果、①に属するクラス図が構造上最も近く、③に属するクラス図が最も遠いと回答した。

- ① 同じ動作をするクラス図（＝インタフェースや抽象クラスの有無が異なるもの）
- ② 同じ動作をするか不明なクラス図（＝フィールド名・メソッド名、または関連の種別が異なるもの）
- ③ 異なる動作をするクラス図（＝クラス名や関連に対応するクラスが異なるもの）

4. 別解特定機構

クラス図同士の相違は構成と動作の相違によ

Mechanism for Specifying Alternative Solution of Learners in Learning Design Patterns by Creating Alternative Solution
Hiroki Ooe[†], Tomoko Kojiri^{††}, Kazuhisa Seta^{†††}
Graduate School of Science and Engineering, Kansai University[†]
Faculty of Engineering Science, Kansai University^{††}
Graduate School of Science, Osaka Prefecture University^{†††}

って決まる。クラス図はクラスおよび関連で構成されるので、クラス図全体の相違に対するクラスおよび関連の相違の影響について考える。

クラスについて、インタフェースまたは抽象クラスへ接続していた関連を削除して直接具体クラスに関連づけた場合、具体クラスのメソッドを使用することで同じ動作をするので、相違は小さい。フィールド名またはメソッド名が相違している場合、同じ動作をするかどうかはフィールド・メソッドの内容次第なので、同じ動作をすれば相違は小さいが、同じ動作をしない可能性があるため、インタフェース・抽象クラスの場合よりも相違が大きいと考えられる。クラス名が相違している場合、異なる動作をするので、相違は大きい。

関連について、関連の種別のみ相違している場合、関連に接続しているクラス（始点クラス名・終点クラス名）が同じであれば相違は小さいと考えられる。始点クラスまたは終点クラスが相違している場合、異なる動作をするので、相違は大きい。以上の考察より、クラス、フィールド/メソッド、インタフェース/抽象クラス、関連の接続クラス、関連の種別の有無に関する相違を $a \sim e$ と定義すると、相違の種類におけるクラス図間の距離は表1、表2のようになる。

表1 クラスに関する距離とその大小関係

相違しているもの	距離
クラス名 & フィールド名 & メソッド名	大 $a+2b$
クラス名 & フィールド名またはクラス名 & メソッド名	$a+b$
クラス名	a
フィールド名 & メソッド名	$2b$
フィールド名またはメソッド名	b
インタフェースまたは抽象クラス	小 c

表2 関連に関する距離とその大小関係

相違しているもの	距離
種別 & 始点クラス名 & 終点クラス名	大 $2d+e$
始点クラス名 & 終点クラス名	$2d$
種別 & 始点クラス名または種別 & 終点クラス名	$d+e$
始点クラス名または終点クラス名	d
種別	小 e

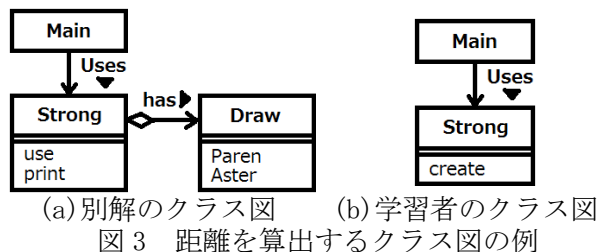
別解のクラス図と学習者の作成したクラス図の距離 D を式(1)のように定義する。まず、別解のクラス図中の i 個目のクラスに対応している学習者のクラス図中のクラスを調べるため、 i 個目のクラスと学習者のクラス図中の全てのクラスとの距離を計算し、最も距離の小さかったクラスが、 i 個目のクラスに対応しているとみなし、クラス間の距離とする。同様の算出方法で別解の全てのクラス・関連の距離を求めていき、それらの値を合計したものを距離 D とする。

$$D = \sum_{i=1}^k \min_{j \in \{1,2,\dots,m\}} x(i,j) + \sum_{i=1}^l \min_{j \in \{1,2,\dots,n\}} y(i,j) \quad (1)$$

対応している
クラス間の距離
対応している
関連間の距離

- ※ k : 別解のクラス図中のクラスの個数
- l : 別解のクラス図中の関連の個数
- m : 学習者のクラス図中のクラスの個数
- n : 学習者のクラス図中の関連の個数
- i : 別解のクラス図中の i 個目のクラスまたは関連
- j : 学習者のクラス図中の j 個目のクラスまたは関連
- $x(i,j)$: クラス i, j の距離
- $y(i,j)$: 関連 i, j の距離

距離 D の算出例を示す。 $a=3, b=1, c=0.5, d=2, e=1$ とし、別解のクラス図と学習者のクラス図が図3のようにあるとする。図3(a)の Strong クラスと図3(b)の Main クラスはクラスとメソッドが異なるので距離は4、Strong クラスはメソッドのみが異なるので距離は1であり、距離の小さい方が対応するので Strong クラスの距離は1となる。同様の算出方法で、Main クラスの距離は0、Draw クラスの距離は4、Uses の距離は0、has の距離は5となり、これらのクラスの距離 D は $0+1+4+0+5=10$ と求められる。このように算出した距離が最も小さい別解を学習者の意図する別解として特定する。



5. 結論

本研究では学習者の作成したクラス図が意図する別解を特定するための機構を構築した。今後は、本学習支援システムの有効性を検証するための評価実験を実施する予定である。

参考文献

[1] 知見邦彦ら, 失敗知識を利用したプログラミング学習環境の構築, 電子情報通信学会論文誌.D-I, Vol.J88-D-I, No.1, pp.66-75, 2005.

[2] 匂坂智子ら, プログラミング初学者のための Web-based 学習診断システムの開発と評価, 教育システム情報学会誌, Vol.27, No.1, pp.29-38, 2010.

[3] 大江洋希ら, デザインパターンの設計意図理解のためのプログラム拡張問題学習環境の構築, 第12回情報科学技術フォーラム(FIT2013)講演論文集, 第4分冊, pp.645-646, 2013.