

ばば抜き (old maid card game) を例題とした仕様追従性の分析

伊藤貴子[†] 門田洋太郎[‡] 松原良洋[‡] 佐藤匡正[‡]

島根大学大学院総合理工学研究科[†] 島根大学総合理工学部[‡]

1. 序論

ソフトウェアの一つの品質尺度に仕様追従性がある。追従性とは、仕様とプログラムの対応関係を保つことで、保守や改版に効果をもたらす。ソフトウェアは設計の進捗に伴って仕様から離れ、追従性が悪くなる。この追従性の分析方法として、プログラム構成上の違いを正規表現で形式化して示すことによって、自然言語記述の仕様とプログラムの両方向へ写像可能な対応を調べる「仕様逆追従性の分析方法」が提案された[1]。この分析法を応用して、仕様追従性が高いとされる事物基軸型設計(Object-Oriented Design, 以後 OOD)への適用によって、追従性の把握を試みる。適用にあたっては、設計例題が必要である。ここでは、(1)身近で小規模、(2)リアルタイム性とバッチ性を兼備、(3)ゲーム規定に曖昧さがなく分析容易、の三つの条件を満たすものを考え、カード遊びの「ばば抜き」を取り上げる。本稿では、この「ばば抜き」の遊び全体について OOD によって仕様を設計し、これに基づいてプログラムを作成する。このプログラムについて構造に基づく追従性分析を行う。分析では、次の項目を明らかにする。

1) 設計過程の仕様追従性の变化状況

2) OOD の仕様として規定すべき事柄

項目 1) では、仕様がないものが何処の段階で導入されるのかについて、項目 2) では、OOD の性質から仕様化について分析を行う。分析は、現実世界をモデル化する類の振る舞いである提供機能について、その順序構造に着目し、プログラム構造の仕様に対する追従性を把握する。また類の内部状態を変化させるときに用いられるプログラム中の設定変数に着目したときの逆引きの追従性を把握する。

2. 分析方法

2.1. あらまし

事物基軸型(Object-Oriented, 以後 OO)の類の構成図による外部仕様から手続き基軸型(Procedure-Oriented, 以後 PO)のプログラムを作成し、プログラム構造の正規表現を考察し、仕様追従性の面から分析を行う。

2.2. 仕様化

通常のプログラム設計では考え方(paradigm)として、「事物における値などの流れ」が用いられる。しかし本例題においては、遊びなのでこの構成要素の「本質は何か」ということについて規定し、そのシナリオを主軸とする。これらを事物に基軸を置く概念によって構成し、類の構成図を外部仕様とする。

2.3. 形式化とプログラム構造

プログラムは、外部仕様で規定される処理に相当する部分と、この処理を形成するための制御する部分の二つが存在し、この二つを分ける考えとして「機構」と「構造」を分ける考えが提唱されている[2]。この提唱に基づいて、作成されたプログラムからプログラム構造を抽出し、この正規表現化し、得られた数式についての分析および考察を行う。

3. ばば抜き遊びの例題

「ばば抜き」は、チェスや将棋などと比較すると、遊技者数が可変であり勝敗の評価関数が定まらない。したがって、設計対象は、対戦相手ではなく全遊技者を含む遊び全体とする。この仕様化は、下の二点から、一般的なソフトウェア開発のときに用いる機能モデルの外部仕様と異にする。

(1) 表裏一体の事象

例えば、「A が B の手札からカードを引く」という事象は、「B の手札は A によってカードを引かれる」という事象と密接で切り離せない関係である。つまり、一つの原因事象に対して一つ以上の結果事象が起こる。そしてこの結果事象は、次の原因事象に影響を及ぼすため、事象を分類する視点を定めることが難しい。

(2) 「個々」と「全体管理」

「ばば抜き」のルールは、競技者一人に対する規定と遊び全体の規定が混在している。これは、ばば抜きのルールは、カードの性質、ゲームの基本事項、人の振る舞いなどを背景としているからである。ゲームのルールを図 1 に示し、図 2 に外部仕様の類を示す。

順に、自分の右隣の人の手札から 1 枚引いて自分の手札に加える。そのとき引いたカードと同じ数のカードが手札にあれば、合わせて 2 枚 1 組で場に出す。
カードを引いては捨てることを繰り返し、一番早く手札がなくなった人が勝ちである。勝ちあがった人を順に除いてゲームを続け、最終的にばばを持って、手札をなくすことができなかった人が最下位となる。

図 1 ばば抜きのルール

Program Traceability on Analysis with An Old Maid Card Game Example

[†]Itou Takako, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane University

[‡]Kadota Yotaro, Matsubara Yoshihiro, Satou Tadamasu, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University

トランプ類	手札類	ルール類	競技者類
スート カードの順番 カードの枚数 一覧参照	手札 カードの枚数 同位札を捨てる 引く 引かれる 情報を書き込む 一覧参照	終了フラグ 競技順番 現在の番 カードを切る カードを配る 順番を制御する あがり判定をする ゲーム開始 ゲーム終了	競技者番号 競技者の人数入力 山札類 枚数初期化 順番初期化

図2 ばば抜きの類構成図

4. 分析と考察

ゲームの本体である図1のルールに相当する部分
を分析対象とする。

4.1. 分析対象

機構に配慮してプログラム構造を取り出すと P が
得られる。 e_i は、要素処理を示す。

$$P = ((e_1 e_2 e_3 e_4 e_5 + e_1 e_2 e_3 e_4 e_6) ((e_7 e_8 e_9 + (e_7 e_8 + \dots) * \dots) + \dots) ((e_{16} + e_{17}) (e_{10} + e_{11}) + (e_{12} (e_{10} + e_{11})) + (e_{10} e_{11} + \dots) (e_{10} e_{13} + (e_{14} * e_{15}) e_{11})) * \dots)$$

4.2. 提供機能とプログラム構造の対応分析

外部仕様からプログラムへの追従性の分析を行う。
(1)形式化

P を外部仕様の提供機能の対応をつけると P_m が
得られる。本分析では、類の提供機能に着目したと
きの構造を示すことによって提供機能が対応付けら
れる。この結果を表1に示す。

表1 P_m の要素処理と提供機能

$\{P_m\}$	類	提供機能
m_1	手札類	2枚の同位札を捨てる
m_2		引く
m_3		引かれる
O_1	ルール類	順番を制御する
O_2		あがりの判定をする

$$P_m = (m_2 m_3 (m_1 + \dots) * O_2 O_1 + O_1 * \dots) *$$

(2)分析

P_m より、プログラムの前半部分が「手札類」、
後半部分が「ルール類」に関わる部分であることが
わかる。これは仕様の設計が、処理を中心に設計を
おこなっていると考えられる。また仕様追従性に関
して、類ごとにまとまっており、仕様からプログラ
ムへの対応関係が取れ、仕様追従性が高いと言える。
これは、類の設計が処理の流れに沿って行われたと
言える。

4.3. 設定変数とプログラム構造の対応分析

プログラムから仕様への追従性の分析を行う。

(1)形式化

ソースコードの設定された変数とプログラム構造

との対応をつける P_v を分析する。本分析では、代
入文の左辺の変数に着目したときの構造を示すこと
によって変数と意味が対応付けられる。この結果を
表2に示す。

表2 P_v の要素処理と変数の意味

$\{P_v\}$	変数の意味
p	引くカード
m	手札の枚数配列
o	競技順番配列
f	順番の最初
l	順番の最後
h	手札の配列
i	現在の番

$$P_v = ((p h m h o) (h m + (h + \dots) * \dots) + \dots) ((o i + (i + \dots) (i l + o * i)) * \dots)$$

(2)分析

p は「カードを引く」の一文のみに用いられた。
 h, m は、「手札類」の属性で、手札の枚数と手札
の配列である。前半で h が2回ずつ出ているのは、
「引く」と「引かれる」の表裏一体の処理である。
 m は、手札が何枚あるかという情報をもっている変
数で、「引く」、「引かれる」、「2枚の同位札を
捨てる」の処理で設定し直される。後半では、 o, i
が「ルール類」の属性である。 o, i のさらに属性
値が f, l という変数であると考えられる。したが
って変数 p, h, m は、「手札類」に属し、 o, i, f, l
は、「ルール類」に属する。したがってプログラ
ムから仕様への対応が取れていると考えられる。

5. 結論

(1)仕様化

プログラム上には「間合わせ」を司る働きが存在
する。この働きは、類の構成図で書かれた仕様には
存在しない。仕様では「ルール類」が「間合わせ」
を行っており、競技の順番を制御しているプログラ
ムでは「間合わせ」を接続のみで実現している。

(2)仕様追従性

本例題においては、構造による仕様追従性の分析
が行えた。外部仕様からプログラムへの追従性は、
プログラム構造に着目し、逆向きのプログラムから
外部仕様への追従性は、変数の接着に着目した。

参考文献

- [1] 佐藤匡正: プログラム構造の仕様逆追従性, 平成14年5月電子情報通信学会信技法, SS2002-3 pp.13-17
- [2] 佐藤匡正: HCP 図法で記述されたプログラム解法のS代数による定式化, 情報処理論文誌, Vol.27, NO.6(1986)
- [3] 佐藤匡正: プログラム構造からみた変異の分類法, 情報処理学会論文誌 Vol.32 NO.2(1991) pp.237-245
- [4] Satou Tadamasu: Universal Form for Program Iteration Structure, ICCIT2000 Proceedings PP. NO.2(1991) pp.240-243(2001)