

使用性の向上を目的とした Java 単体テスト方法学習支援ツールの改善と分析

渡邊 暢志[†] 松浦 佐江子[‡]

芝浦工業大学 システム工学部 電子情報システム学科^{†‡}

1. はじめに

大学のプログラミング学習はコード作成能力の教育に重点が置かれ、プログラムの動作を確認するためのテストを学習する機会が少ない。我々はテストに対する理解が浅い初学者に Java の単体テストを学習するツールを開発した。ツールは、初学者が学習するのに機能性は十分と言えたが、初学者の学習意欲を維持するには使用性に問題があり、適用実験 [1] においてその有効性を示す事が出来なかった。ここで、使用性とは、単体テストを行う際に使用する情報の有無や、提示方法が初学者の観点からツールが支援出来ているか、ツールのフローが初学者の思考過程を阻害していないか、加えてツールの使用方法を初学者が理解できるものかの観点から議論する。本研究は使用性向上の観点からのツールの分析、改善、適用実験における結果からの考察を行う。

2. ツールの使用性の定義と分析の方法

2. 1 使用性の定義

使用性とは IS09126-1 に記載されているソフトウェア品質特性の大分類の 1 つである。本研究ではまず、ツールを使用する学習が目的であるので、その最初のとっかかりであるツールの使用方法や使い進めてく上でのツールの使用方法の習得を向上させるために、使用性の副品質特性である理解性と習得性に注目して使用性を議論する。ここで理解性とはソフトウェアを利用者が理解出来るソフトウェアの能力を指し、習得性はソフトウェアの適用を利用者が習得出来るソフトウェアの能力のことを本研究では指す。

本研究での使用性を以下に定義する。

1. ツール中で提供されるフローが支援モデルを阻害していないか
2. 各ステップにおいて提供される情報に過不足は無いか
3. 各ステップにおいて提供される情報が学習者にとって理解できるものか

2. 2 分析の方法

3.1 節で述べた本研究の使用性を向上させるために、分析を行う。分析の方法は 1. に関してはツールを利用手順に従ってアクティビティ図を作成し、ツールで提供されるフローの妥当性を分析を行う。2. 3. に関しては判断材料となる指標が少ないため、再度適用実験を行い指標を取得する。そこからツールで提供される各情報の参照状況、回数を取得し、アンケートによる学習者の回答の結果から各情報の優先性を検討を行う。

3. ツールの改善

3. 1 メインフローとオプションフローの整理

ツールで提供されるフローにはメインフローとオプションフローが存在する。メインフローとは提供される本サービスのフローで今回はテストを学習するために行われるメソッド決定や、テストデータ作成などがこれにあたる。オプションフローとは使用者が任意に実行を選択出来るフローのことを指し本ツールでは「理解度変更」、「正しい理由閲覧」機能がこれにあたる。

学習を支援する上で重要なのが、学習のシナリオを学習者に十分理解できる形で提供することである。もし、学習者に混乱を招くような動作がツールが行うと今自分が何を行っているのかが不明瞭になり学習者は困惑してしまう。そのため学習を支援する際には学習者の思考過程を十分にこちらのシナリオ通りに誘導するということが重要である。

改善前のツールではツールを使用して次の作業に進む際にメインフローからだけではなくオプションフローからでも遷移してしまうという動作を行っていた。これを改善しメインフローとオプションフローが競合しないようにツールの改善を行った。

3. 2 チュートリアルドキュメントの設計

先行研究ではツールの使用方法などのツールに対するドキュメントが存在しなかった。対象となる学生はプログラミング初学者であると仮定するためにテストに対する理解は浅いと考えた。そのため学習者に対してそのままツールを配布して使用するという形態をとるとツールの使用方法が分からない、何をしたらいいか分からないといった事態が起こる。このためツールを使用する初期段階から学習者がツールの使用を諦めてしまう可能性がある。このことは前回の適用実験で「ツールのそもそもの使い方が分からなかった」という意見からも見てとれる。

そのため、ツールの初期教材としてツールのチュートリアルを掲載したチュートリアルドキュメントを学習者に提供する。これによって学習者のツールに対する最初の垣根を取り払うことをし、ツールの理解性と習得性を向上させることを目的とする。

チュートリアルドキュメントには以下の情報を学習者に提供した。

- ・単体テストの説明
- ・単体テストに使われる用語の説明
- ・ツールの使用方法

4. ツール適用実験

4. 1 実験概要

本学の学生である 2 年生から 4 年生 12 名にたいして実験の趣旨とツールに対する使用方法のドキュメントの配布を行った。更に、適用実験で使用するプログラム課題を 2 問配布し、その課題に対して作成済みの自分のプログラムを使用してツールを実行する事を指示した。加えて、以

Usability Improvement of a Learning Support Tool for Testing Java Programs

[†]Watanabe Masashi ; Shibaura institute of technology
Department of electronic information system

[‡]Matsuura Saeko ; Shibaura institute of technology
Department of electronic information system

下の3種類のデータ、回答の提出を求めた。

この実験は下記3つの提出物から2.1節で述べたツールの使用性が向上出来たかを明らかにするために行った。

- ・ ツール使用ログ：
各ステップの作業内容、各ステップに所要した作業時間、ツール内で学習者が参照した情報
- アンケート：
理解度による支援内容の変更について、各ステップで行う作業、ツール・実験方法について等、計26項目
- ・ 小テスト：
メソッドのテスト順序の決定、テストケースに沿うテストデータ作成、テストプログラム作成、テストケース作成の計4問。学習目標の評価に使用
- ツール使用前と使用後の2回実施

4.2 評価

本研究の評価は4.1の3つの提出物を全て提出した4名のデータを用いて、ツールの2つに対して行う。ツールの使用性に関してはアンケート結果、使用ログを用いて評価する。

表1. 被験者Aの各作業時間(平均)

	問題1	問題2
メソッドの決定	21秒	7秒
テストデータ作成	90秒	72秒
テストプログラム作成と実行	123秒	107秒

表2. 被験者Bの各作業時間

	問題1	問題2
メソッドの決定	25秒	6秒
テストデータ作成	55秒	33秒
テストプログラム作成と実行	80秒	63秒

表3. 各問題に対して所要時間

	被験者A	被験者B
問題1	1時間30分	54分
問題2	45分	34分

「ツールの使用方法が分かったか」

ツールの使用方法は分かったかという質問に対して4名全員が「よく、大体分かった」という回答を行った。全員がチュートリアルドキュメントを読んだ結果使用方法が分かったという回答しており、チュートリアルによりツールの理解性と習得性は学習者の意識の段階では上がったと考えられる。またツール使用ログからも各作業の平均時間が3分以内という結果から特に使用方法が分からず作業が中断したという兆候は見られなかった。しかし、テストプログラム作成に関してもっと説明のパターンが欲しかったとの要望もあり、更なる洗練が求められる。

「フローが支援モデルを阻害していないか」

学習者がツールに対して意図した通りに動いたかという質問を行ったが、4名中1名しか意図した通りに動作しなかったと回答した。それ以外に被験者にどのような動作を行ったという質問に対して「出てくるべき情報が出てこない」「問題で出されたメソッド以外では動作しなかった」と意見があった。これは改善したツールがまだ学習者の行動をカバー仕切れていないのが原因だと考えられる。

「各ステップで提供される情報に過不足は無いのか」

「各ステップで提供される情報が理解できるものか」

ツール使用ログから各ステップで提供される情報のうち、テストデータ作成時に提供されるそのメソッドが持つ変数情報を最初2,3回は参照していたがそれ以降では参照しないという作業を全員が行っていた。これは出題した問

題が簡単であったため、特に情報を提示しなくとも学習者自身がメソッドの保持する変数を覚えていたためと考えられる。また、変数の情報はテストデータ作成画面において入力画面に表示されているので、わざわざ個別に変数情報を表示しなくとも良かったということが分かった。

またアンケートにおいてツールで提供される情報に分からない情報はあったかという質問をしたら、全員がチュートリアルドキュメントに記載されている情報を参照したとの回答であった。このことからツールで提供される情報は学習者にとって理解できる形であったと考えられる。「ツール全体の使用性について」

ツール全体の使用性に関しては「自分で新たに設定したメソッドに対するテストが出来ない」「ツールのエディタ機能が不便」などの機能に対する意見が得られた。前者はこちらの意図した問題に対して学習者が要求以上のプログラムを作成したことに起因する。よって学習者の解答したプログラムに柔軟に対応出来るシステムがツールに求められる。

5. 考察

ツールの使用ログで取得したテスト作業の各ステップの作業時間を見ると、全員の被験者が1つの問題に対して1回のツールの起動で全ての作業を終了していることが分かった。一旦作業を中断して後日にやるといったことが今回の結果からは得られなかった。また、問題2は問題1に比べ作業時間が短くなっている。このままこのツールを適用する際は1つの問題が大体1時間ぐらいで終わる程度のものが妥当だと考える。

加えて、ツールで行う作業を3つに分割して各作業の平均時間を算出した処、「テストデータ作成」と「テストプログラムの作成」に時間がかかっていることが分かった。現状のツールではその作業時には全て学習者に入力を求めている。ここから、この作業時にはある程度指導者が予め具体的な値を入力しておいて学習者はツールを動かすだけといった形態をとることで学習の難度のステップアップを誘導出来ると考える。また、回を重ねると各作業時間は約20秒間隔で短くなっている。このことから学習を重ねることによって学習者のテストに対する理解が深まってきていると考えられる。

今回は指導者がテストケースを用意して、それに従ってテストデータを作成させるといった形態をツールが提供しているが、学習者はこちらが用意した問題に対して新たなメソッドを作成する機会があった。小テストで定義したメソッドに対してテストケースを解答させることをしたら4名全員が十分な量のテストケースを解答した。このことからツールの発展としてテストケースも学習者自身に設定させるといったツールの拡張も有用だと考えられる。

6. 今後の展望

本稿では、単体テスト方法学習支援ツールの使用性に関する議論を行い、適用実験を行った。結果理解性と習得性に関して検証データは少ないが結果が得られるものであった。今回は主にアンケートからの結果から評価を行ったが、今後は更にツール使用ログから情報を抽出し、データの裏付けを行う。

参考文献

- [1] N. Kamigochi, S. Matsuura, A Learning Support Tool for Testing Java Programs, The IASTED International Conference on Software Engineering SE2007, pp.273-278, 2007