Java アプレットのプログラミング初学者のための トレース能力の修得を目的とした学習支援システムの開発

大谷 育弘†, 小塩 貴裕†, 島崎 智也†, 中泉 純†, 赤羽根 隆広‡, 荒井 正之†

帝京大学理工学部情報科学科† 帝京大学大学院理工学研究科‡

1. はじめに

Java アプレットを用いて, プログラミングの導入教育を行っている。Java アプレットは, GUI であるため学習者の興味, 関心を引く, 実行結果を視覚的に確かめられる等の利点がある。しかし, Java アプレットはイベントドリブン型のため, 学習者がイベントの発生によって実行されるメソッドのトレースができない, また, メソッド内のソースコードのトレースができない, などの問題があることがわかってきた。これらを解決するために, 我々は学習支援システムの提案をおこなった[1]。本論文では, 実装方法について述べる。

2. システム構成と学習者用インターフェースの概要

本システムの構成を図 1 に示す。Web ベースのサーバクライアントシステムであり, 学習者および教師が作成したソースプログラムの可視化を行う。各モジュールについては, 3 章以降に詳述する。また, 図 1. a～f までの開発に使用した言語は Java であり, 図 1. g のデータベースには, MySQL を用いた。サーバのフレームワークは JBOSS を使用した。

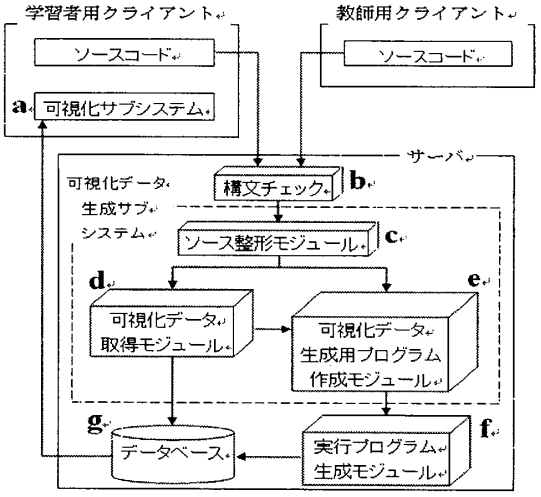

図 1. 学習支援システム構成

「Development of a Learning Support System to Obtain the Capability of Tracing for Novice Programmers of Java Applets」

†Naruhiro OHTANI, Takahiro KOSHIO, Tomoya SHIMAZAKI, Jun NAKAIZUMI, Takahiro AKABANE, Masayuki ARAI Teikyo Univ

図 2 は, 図 1. a の可視化サブシステムによって生成される学習者インターフェースの画面の一例を示す。ボタンをクリックすると, ソースコードが 1 行ずつ進む。ソースコードに連動してフローチャート, アプレット, 変数の値などが可視化されることにより, プログラムのトレースを行うことができる。

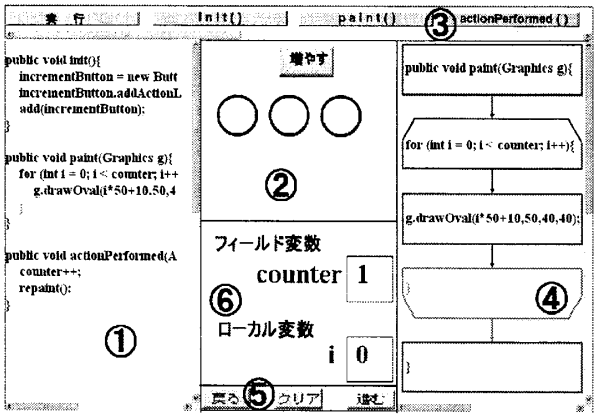

図 2. 学習者インターフェース

3. 構文チェック・ソース整形モジュール

ユーザが作成したソースコードを, 図 1. b に示すように構文チェックを行い, エラーがないものを図 1. c に示すソース整形モジュールの入力とする。構文チェックには, Java コンパイラを用いる。

図 1. c のソース整形モジュールは, (1)図 1. d の可視化データ取得モジュール及び図 1. e の可視化データ生成用プログラム作成モジュールのための前処理, (2)学習者用インターフェース(図 2①④)に表示するソースコードを学習者の見やすい形にする整形処理の 2 つの機能を持つ。具体的には, 無駄な空白行の削除, ソース部とコメント部の切り離し, セミコロンやブレイスの後の改行, インデント位置の訂正などを行う。

4. 可視化データ取得モジュール

図 1. d の可視化データ取得モジュールは, 図 2①に表示するソースコード, 図 2③に表示するメソッド名, 図 2④に示すフローチャート, 図 2⑥に示す変数名, などのデータを取得する。処理の流れを図 3 に示す。

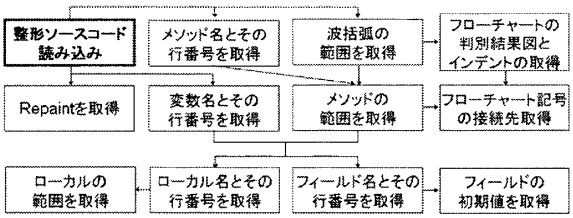

図 3. 可視化データ取得用モジュールの処理手順と処理内容

5. 可視化データ生成用プログラム作成モジュール

学習者用インターフェースに表示されるデータには，プログラムの実行によって変化する動的なデータが存在する。動的なデータには，図 2②に示したアプレットの画像，図 2③に示したイベントの発生によって実行されるメソッドとその順序，図 2⑥に示した変数の値などがある。これら動的なデータをスケジュールデータと呼ぶ[1]。

図 1. e に示した可視化データ生成用プログラム作成モジュールは，図 4～6 に示す方法でスケジュールデータを生成する。図 4 は，変数の値の取得方法，メソッドとその順序およびアプレット画像に関するデータの初期化方法を示している。図 5 には，図 4 の方法によって生成されたデータの一例を示す．図 5 のメソッド順序というデータは，実行メソッドデータに対応しており，たとえば，図 5 の配列<0>のメソッド順序のデータは 1 であるので，メソッド番号の(1)を参照して，実行メソッド名が init()であることがわかる。図 6 は，アプレット画像の取得方法であり，この処理を行うことにより，スケジュールデータの画面識別子のデータを更新する。

```
public void init(){
                (メソッド、行、変数、アプレット画像)
    data.add(new SData(1,  1,  VariableList,  img))

    increment Button = new Button("増やす");
    data.add(new SData(1,2, VariableList,img))

    increment Button.addActionListener(this);
    data.add(new SData(1,3, VariableListr,img))

    add(incrementButton);
    data.add(new SData(1,4, VariableList,img))
}
```

スケジュールデータを生成するための命令を挿入

図 4. スケジュールデータの生成方法

```
配列, メソッド順序, 行, ローカル変数, フィールド変数, 画面識別子
<0>      1,    1,    null,    counter=1,    img=null
<1>      1,    2,    null,    counter=1,    img=null
<2>      1,    3,    null,    counter=1,    img=null
  :
```

配列	実行メソッド名
(1)	init()
(2)	paint()
(3)	actionPerformed()

図 5. スケジュールデータと実行メソッドデータの例

```
image img = null;
paint (Graphics g){
    g = getGrubedGrahics();        ← gの内容を内部処理するために画像変換用の命令を挿入
    data.add(newSData(2,7,VariableList,img));
    g.drawOval(.....);
        DispCapture();
        img = getimage();          ← アプレット画像取得のための命令を挿入
        data.add (newSData (2,8, VariableList,img ));
    g.drawString(.....);
        DispCapture();
        img = getimage();          ← アプレット画像取得のための命令の挿入
        data.add.(newSData(2,9, VariableList,img ));
}
```

図 6. アプレット画像の取得方法

6. データベース・実行プログラム生成

図 1. f の実行プログラム生成モジュールは，図 1. e の可視化データ生成用プログラム作成モジュールで生成したプログラムをコンパイルして，図 1. g のデータベースに格納する。データベースは，ソースコードのファイル名， 図 1. c で生成されたソースコードや行番号，フィールド変数名とその初期値，メソッドの範囲，ローカル変数名やスコープ，図 2④に必要なフローチャート，図 1. f で生成されたプログラムに関するデータの 7 つの表で構成される。

7. 可視化サブシステムの概要

可視化サブシステムは，図 2 に示す画面を学習者クライアントに表示する。この章では，この画面の表示内容について説明する。

①には，トレースを行うソースプログラムが表示される。①のソースプログラムの実行結果である Java アプレットが②に表示される。②の Java アプレットを操作すると，イベントが発生して，③にイベントによって実行されたメソッドがボタンとなって表示される。③のボタンを押すと，①の画面で③のボタンに対応したメソッドの開始行が赤文字になり，④にはメソッドのフローチャートが表示され，ソースコードに対応した記号を赤く表示する。⑤の「進む」や「戻る」のボタンを使ってプログラムを 1 行 1 行トレースする。それに対応して①④の画面，および⑥の変数の値が変わる。

8. おわりに

本研究では，Java アプレットプログラミングの初学者を支援するためのシステムを開発した。本システムは，実行されるメソッドの可視化機能，プログラムの実行により表示されるアプレットの可視化機能，メソッド内の制御構造の可視化機能などを持つ。今後の課題としては，実授業における本システムの評価などがあげられる。

参考資料 [1] 山本他 : Java アプレットのプログラミング初学者のためのトレース能力の修得を目的とした学習支援システムの設計，情報処理学会第 70 回全国大会 2ZH-4(2008)。