

N-026

動きある図式を用いたプログラミング指導の記録・再現とその指導情報の抽出

Active Diagrams to Record, Play, and Extract Teaching Information for Programming

岡本 悠紀[†] 樋口 賢治[‡] 田口 浩[‡] 原田 史子[†] 島川 博光[†]
 Yuki Okamoto Kenji Higuchi Hiroshi Taguchi Fumiko Harada Hiromitsu Simakawa

1. はじめに

プログラミング教育において、アルゴリズムの理解は重要である。現状では、紙と鉛筆を用いて図を描き指導することが多い。しかし、この方法では、指導が終わった後の最終的な図しか残らないため、アルゴリズムの流れに関する情報は失われてしまう。また、指導時の細かな情報まで記録されていないため、教員は学生の理解度やこういった説明を求めていたかを正確に把握することができない。

そこで、本論文では、指導時にコンピュータの画面上に描いた図を、描いた順番通りに記録し、そこから指導の情報を抽出する手法を提案する。これにより、学生は指導の内容を繰り返し復習し、確実に理解できるようになる。また、教員は抽出された情報を利用することで、学生の理解度を把握でき、講義の改善が期待できる。

2. プログラミング教育における個別指導

現在、プログラミング教育は、はじめに講義を受け、演習でコーディングすることにより講義の内容を習得するという形式で行われることが多い。学生は講義において、教員からアルゴリズムやプログラミング言語の文法の説明を聴く。また、演習では講義で理解できなかった部分について、教員から個別指導を受ける。プログラミング言語の文法を暗記するのは違い、アルゴリズムの学習では処理の流れをイメージすることが大切になる。そのため、教員はアルゴリズムについて演習で個別指導を行うとき、しばしば紙と鉛筆を使って、図を描きその手順を見せながら説明する。しかし、図を用いて説明した場合、説明中に描いたものが組み合わさった最終の図しか残らず、説明の要点であるアルゴリズムの流れを表す情報が失われてしまう。よって、復習時に個別指導での指導内容を正確に思い出し、知識を確実に身につけることは学生にとって難しい。

また、講義中に発生した学生の疑問は、演習において学生からの質問として現れる。つまり、この質問は講義に対するフィードバックといえる。しかし、現状では質問内容は残せても具体的な指導内容までは残らないため、学生の理解度がどの程度なのか、こういった説明を求めていたのかを教員が正確に把握することができない。

3. 提案手法

3.1 プログラミング指導内容の記録と利用

本論文では、教員の個別指導における指導の内容を記録・再現し、記録した指導内容から指導の情報を抽出する手法を提案する。手法の概要を図1に示す。

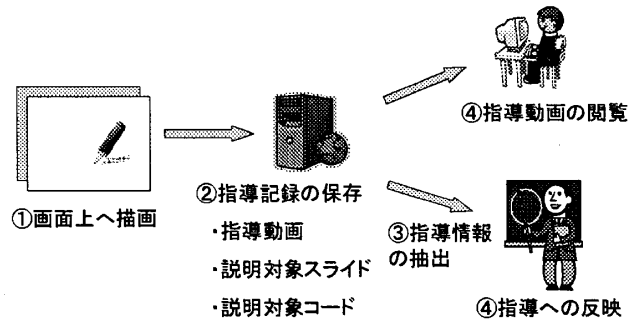


図1: 指導の記録から再現・情報の抽出まで

まず、演習の個別指導時、教員はコンピュータの画面上に図を描きながら説明を行う。指導中、指導時の画面の状態や使用した説明材料などの情報がツールにより記録される。指導が終わると、集められた情報から、教員へのフィードバックのための情報が抽出される。学生へは、個別指導の指導内容を記録した動画が提供される。

これにより、学生は説明の流れを含む個別指導の細かな内容まで繰り返し復習でき、指導の内容を確実に理解できる。また、教員は抽出された指導情報を利用することで学生の理解度を把握し、学生が苦手とする部分に重点を置いて説明するなど、それ以降の講義の改善が期待される。

本研究では、プログラミング指導において重要な役割を果たすものとして、ソースコード、講義資料、ブラウザ、プログラムを実行するシェルの4つを仮定する。また、これらが表示されるコンピュータの画面上に図や文字を描きながら指導を行うことを想定する。

3.2 透明シートを用いた指導

指導時に、画面上の全ての場所への描画を可能にするため、画面上に透明なシート状のツールを展開する。画面の状態がシート越しに見えるので、画面上に直接図を描くような状態を実現できる。このシート上に描画した図を指導記録として保存する。

指導時には、図を描きながら行う説明以外に、コードの書き換えやプログラムの実行など、画面に表示されているウィンドウへの操作を必要とする場合も多くある。したがって、透明シートは、展開・解除の2つの状態をもつ。透明シート展開時は、マウスなどポインティングデバイスからの入力を透明シート上への描画とみなし、透明シート解除時は表示されているウィンドウへの操作とみなす。これにより、ツール起動時に画面上への描画と表示されているウィンドウの操作の2種類の動作を可能にする。

[†]立命館大学情報理工学部

[‡]立命館大学大学院理工学研究科

3.3 収集される情報

本手法で収集される情報には、以下の3つがある。

● 指導動画

描画した図を含む指導中のコンピュータの画面を記録した動画である。透明シートの展開・解除にかかわらず、コンピュータの画面のキャプチャを行うことで、指導内容を記録する。指導動画には、透明シートを用いて画面上へ描画された図と、画面への操作の両方が記録されており、これを再生することで指導内容を再現する。

● 説明対象コード

指導時にソースコードを用いて指導を行う場合、コードビューアを使用する。コードビューアは、ファイルを読み込んだときに時間とファイル名を、コードを選択したときに時間と選択されるコードをそれぞれ記録する。このコードビューアによって収集される時間・ファイル名・コードの3つの情報をまとめて説明対象コードと呼ぶ。

● 説明対象スライド

指導時に講義資料を用いて指導を行う場合、レジュメビューアを使用する。レジュメビューアは、ファイルを読み込んだときに、時間とファイル名とスライド番号を、表示スライドを切り替えたときに、時間とスライド番号をそれぞれ記録する。このレジュメビューアによって収集される時間・ファイル名・スライド番号の3つの情報をまとめて説明対象スライドと呼ぶ。

本研究では、この3つを合わせて指導記録と呼ぶ。また、収集される情報のうち、同時に開かれる説明対象スライドと説明対象コードの組を説明対象情報と呼ぶ。

3.4 指導情報の抽出

指導情報の抽出の流れを図2に示す。まず、複数の指導記録から、説明対象スライドが一致するものを取り出す。次に、そのスライドと一緒に見ていたソースコードを比較し、同じ意味のものを探す。こうして、複数の学生の説明対象情報の中から、共通する説明対象情報の組を抽出する。

共通する説明対象情報が複数見つかるということは、複数の学生が同じような質問をしているということである。これは言い換えると、講義においてその部分の説明が不十分だったといえる。その説明対象情報が抽出された指導動画から、詳しい指導内容を知ることによって、学生の理解度を把握できるようになる。これにより、それ以降の講義でその部分について重点的に説明するなど、講義改善が期待できる。

複数の学生から受けた質問内容については、質問をした学生以外にも理解の不十分な学生がいる可能性が高い。そこで、集められた指導動画を参考にしながら、その内容について説明する指導動画を作成する。それを演習を受ける学生全体に公開することで、同様の問題でつまづいた学生への自己学習の手がかりになる。また、同様の質問を受けたときにその動画を用いて説明することもできるので、指導時の負担軽減につながる。

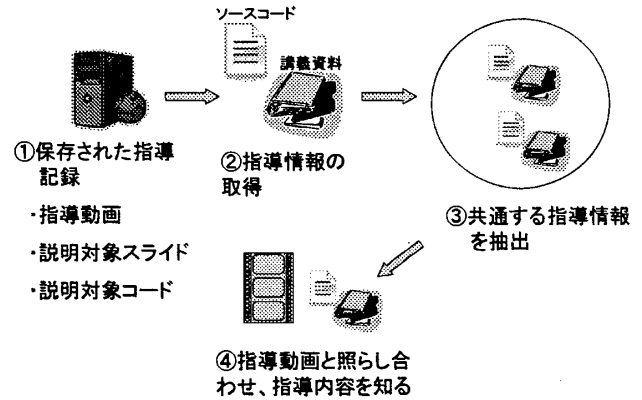


図2: 指導情報抽出の流れ

4. 既存研究との比較

本研究と類似した既存研究として、ANIMAL[1]を挙げる。ANIMALは、用意されたオブジェクトを用いて、アルゴリズムを表す動きある図式を生成する、プログラミング指導ツールである。ツール内にあらかじめ用意されたオブジェクトを組み合わせ、表現したいアルゴリズムを表す動きある図式を生成する。また、ソースコードから動きある図式を生成し、ソースコードと図式を対応付けて指導することも可能である。ANIMALを個別指導に用いる場合、指導者はあらかじめ動きある図式を作成する必要がある。よって、指導時に学生の理解状態に合わせて容易に生成・カスタマイズできない。

本手法では、学生の質問に対して、指導する過程で画面上に直接描いたものを記録することで、動きある図式を生成する。ゆえに、作成中の学生のソースコードと関連付けた図式の生成や、学生の理解の状態に合わせた指導も可能になる。また、学生の理解の状態を反映した指導記録が残るため、学生から教員へのフィードバックとなる情報を抽出することも可能となる。

5. おわりに

本論文では、コンピュータの画面上に描いた図を順序どおりに記録し、そこから指導の情報を抽出する手法を提案した。本手法により、学生は指導の内容を繰り返し復習し、確実に理解できる。また、教員は学生の詳しい理解度を把握することで、今後の講義改善が期待できる。今後、本手法の有効性を検証するために、実装および評価を行う予定である。

参考文献

- [1] Guido Rößling, Bernd Freisleben, ANIMAL: A System for Supporting Multiple Roles in Algorithm Animation., Journal of Visual Languages and Computing, 13:3. pp. 341-354, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), 2002