

トレース表を用いた指導対象者把握方法の提案

橋浦研究室

1165147 尾崎 弘幸

1165209 鴨下 恭兵

1. はじめに

今日では、様々な大学でプログラミング教育が行われている。プログラミングの講義においてSA(Student Assistant)を用いた学習者への支援が行われている。また、教授者が学習者に対して個別に指導を行う際、教授者は学習者の状況を把握する必要がある。しかし、指導を必要としている学習者を迅速かつ正確に把握することは容易ではない[1]。また、SAなどの教授者の人数には限りがあり学習者の状況を個別に把握することは人的リソースの問題[2]からも難しい。これらはSAを用いた学習支援を難しくしている。

2. 研究目的

本研究の目的は、プログラミングの講義において、指導を必要としている学習者を発見することである。本研究では、プログラミングに関する知識を扱う能力をプログラミング能力とする。

2.1. トレース表

学習者のプログラミング能力を把握する方法として、本研究ではトレース表を用いる。トレース表とは、プログラムの各行の実行順序や変数の値などを記すものであるため、トレース表を作成するためには、プログラムの実行を正しく予想する必要がある[3]。その際、学習者のプログラミング能力に不足や誤解がある場合、作成されたトレース表はそれらに影響されたものになる。本研究

ではこの性質を利用し、学習者に対してトレース表の誤りをフィードバックし、学習者自身に誤りの箇所を修正させる。これはプログラミング学習における内省[4]と考えることができるため、プログラミング能力に不足や誤解の多い学習者はこれを自力で行うことができない。よって、本研究ではこのような学習者に対して教授者の積極的な指導が必要になると考える。

3. 提案手法

本研究では、トレース表の作成過程における誤りの数とその修正に着目し、学習者のプログラミング能力を把握することで指導対象者を発見する手法を提案する。学習者の作成したトレース表の誤りの数と修正箇所や修正回数を把握するためには頻繁にその採点と学習者へのフィードバックを行わなければならない。しかし、これは前述の人的リソースの観点からも難しい。そのため、本研究ではこれを自動で行える環境を構築する。

3.1. 採点とフィードバックの自動化

学習者は提示されたプログラムから実行される行、変数の値、条件式の結果を予想し、トレース表を作成する。本研究では、この学習者が作成したトレース表を自動的に採点し、トレース表に含まれる誤りの箇所とそれを修正するための教科書のページを学習者に対してフィードバックする環境を構築する(図1)。

問題2				手続	変数		条件	採点	手続	変数		条件
番号	num1	num2		番号	num1	num2		採点	番号	num1	num2	
5				5								
7	8	0		P18,19					P29,30			
8	11	0		(1)					(5,13)			
10	11	0	1									
12	11	2										
13	12	2										
21	12	2										

図 1 トレース表作成・採点画面

4. 実験

以下の仮説を検証するために実験を行った。

- ▶ トレース表に含まれる誤りを修正する能力とペーパーテストの成績には有意な関係が存在する。

日本工業大学情報工学科で行われている「プログラミングⅡ」の受講生 15 名を対象にプログラミングに関する一般的な知識を問うペーパーテストと、提案手法に述べた環境を用いて初歩的なプログラムに対するトレース表の作成を行わせた。

1. ペーパーテスト (15 分)
 - ① プログラミングに関する知識を問う問題 8 問
 - ② 語群選択式
2. トレース表 (20 分)
 - ① ペーパーテストで問われる知識を扱う問題
 - ② 間違えた箇所をもとに学習箇所をフィードバック, 学習を行う
 - ③ 完成するまで修正を行う

5. 評価方法

それぞれ以下のように評価を行う。

1. ペーパーテスト
 - 問題数に対する正解数 (正答率)
2. トレース表
 - 誤りの個数と完成までの修正回数

また、仮説を検証するため学習者を誤りの修正の特徴から 2 群に分け、ペーパーテストの成績の平均値に差があるのかを t 検定を用いて分析する。

6. 結果と考察

本研究では、学習者がトレース表を書くために必要な知識を持っている場合、フィードバックされた誤りを少なくとも 1 つずつ直すことができると考える。そのため、完成までの修正回数は初回の誤りの箇所数を超えることがない。これを基準とした場合、基準よりも修正回数が少ない学習者、多い学習者、完成できなかった学習者に分けられる。本研究では、基準よりも修正回数が少ない学習者を「修正が早い学習者」、基準よりも修正回数が多い学習者と完成できない学習者を「修正が遅い学習者」とする。図 1 では基準を実線で表している。被験者 A の場合、基準線に対し修正回数が少ないことから修正が早い学習者であると判断できる。被験者 B は、基準線に対し修正回数が多いことから、修正が遅い学習者であると判断できる。

上記のように、基準を用いて被験者を 2 群に分

けて分析を行なった結果、修正が早い被験者は、遅い者に比べてペーパーテストの得点率が高いことが分かった (表 1)。そのことより、修正の遅い学習者は教授者による積極的な指導を必要としていると考える。

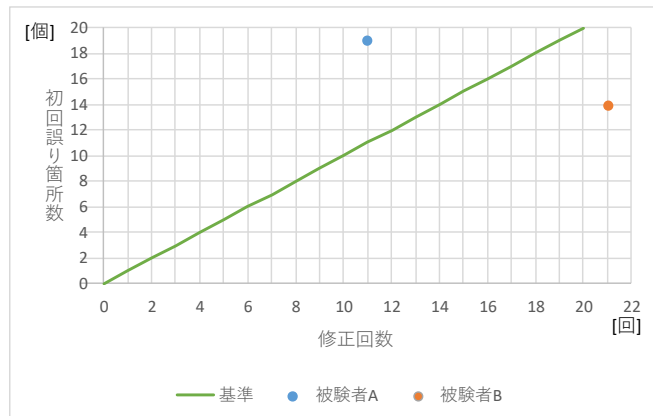


図 2 判定ラインによる判別

表 1 修正過程別のペーパーテストの平均得点率

修正が早い (9 名)	修正が遅い もしくは 未完成 (6 名)	得点率の差
0.67	0.42	0.25*

*p < .05

7. 結論

本研究では、トレース表の作成過程に着目した指導対象の判定方法を提案した。ペーパーテストにおける難易度設定などの問題作成にコストをかけることなく、トレース表の修正回数を用いることで学習者のプログラミング能力を測ることができるため、提案手法が指導を必要としている学習者の発見に役立つことが示唆された。今後、本研究では使用していないデータを分析することで、学習者への指導に活用できると考える。

文 献

- [1] 堀口悟史, 井垣宏, 井上亮文, 山田誠, 星徹, 岡田謙一, “講義資料閲覧ログを用いたプログラミング講義進捗管理手法の提案,” 情報処理学会論文誌, vol.53, no.1, pp.61-71, Jan. 2012.
- [2] 田口浩, 原田史子, 高田秀志, 島川博光, “プログラミング学習カルテの分析による人的教育資源の有効活用,” 情報処理学会論文誌, vol.50, no.10, pp.2409-2425, Oct. 2009.
- [3] R. Lister, C. Fidge, D. Teague, "Further Evidence of a Relationship between Explaining, Tracing and Writing Skills in Introductory programming," Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE '09), pp.161-165, Sep. 2009.
- [4] 知見邦彦, 樫山淳雄, 宮寺庸造, “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, vol.J88-D1, no.1, pp.66-75, Jan. 2005.