

プログラミング思考過程における行動分析と傾向

川北 紘正[†] 大場 みち子[†]

公立はこだて未来大学 システム情報科学部[†]

1. はじめに

1.1 背景

近年 IT 人材を拡大するための IT 人材育成が注目を浴びている。IT 人材育成の中で、特にプログラミング教育は重要視されている。代表的なものとして、文部科学省は、2020 年度から小学校においてプログラミング教育必修化に伴う教員研修や未来の学びコンソーシアムと呼ばれる、学校におけるプログラミング教育を普及・推進していくことを目的とした活動に力を入れている[1]。

しかし、プログラミング時の過程や思考などは評価する事例は少ない。プログラミング時の過程や思考を可視化し評価していけば、学習者にとって考え方の傾向や躓きの要因を把握することができ、プログラミング力の改善に繋がると推定される。

1.2 研究全体の目標

本研究の目標は、プログラミングの思考過程を分析することである。思考過程の分析は、4つの仮説を立てて検証し、プログラミング行動を明確にしていく。仮説 1 は、「正解者はあまり悩むことなくスムーズに動すため、不正解者よりも短時間で回答する」である。仮説 2 は、「不正解者は問題に対する迷いが発生すると予測されるため、考えるばかりでコードを動かす回数は少ない」である。仮説 3 は、「プログラミングの思考過程は、正解者・不正解者で違いがある」である。仮説 4 は、「プログラミング力と読解力には相関がある」である。

2. 目的

今回は、仮説 1 の「正解者はあまり悩むことなくスムーズに動すため、不正解者よりも短時間で回答する」の検証を目的とする。

3. 先行研究

プログラミング教育における学習者の評価方法は、テスト結果のみのアウトプットでの評価[2]となっており、プログラミング教育に限らず

この評価方法が広く実践されている。

プログラミング時の過程や思考を可視化する手法として、動画撮影・画面キャプチャ・アイトラッキング分析等があるが、データを可視化するには分析作業コストが大きく困難である[2]。

プログラミングの行動分析の研究の例として、藤原らの研究がある[3]。この研究は、プログラミング演習時に収集したソースコードのスナップショットを分析することで、受講生がいつ、どのような箇所で行き詰まっているのかを特定する手法を提案している。

4. 研究課題

先行研究では、行き詰まる過程や思考はわからない。また、行き詰まりが無い人は、過程や思考も出力されないため、どのような思考過程を踏んだのかがわからないという点が挙げられる。

5. 課題解決アプローチ

4章で示した研究課題のアプローチ方法として、ジグソーコードというツールを活用しプログラミング行動を分析することである。

この解決アプローチの目的は、ジグソーコードを活用してプログラミング時の行動や思考過程を取得し仮説検証を行うことである。

6. ジグソー・コード

ジグソー・コードとは、ランダムに並べられた行単位のコードをプレイヤー(プログラマー)が適切と考える順序に並べ替えて完成させる Web アプリである[4]。ジグソーコードと同様に、テキストをパズル化したジグソーテキストというツールもある。ジグソーテキストでは、文書構造の理解や読解の過程を測定することができる[4]。

図 1 は、ジグソーコードの並べ替え操作を再現したものである。問題文に沿って、各行をドラッグ&ドロップで操作しプログラムを完成させる。行単位で割り振られている S1~S7 は行 ID であり、分析時にどこを動かしたのか特定するために割り振ってある。

Behavior Analysis and Trends in the Programming Thinking Process

[†]Hiromasa Kawakita [†]Michiko Oba

[†]School of System Information Science, Future University Hakodate

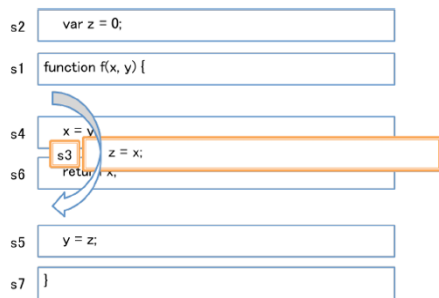


図1 ジグソーコードの並び替え操作

ジグソーコードで取得したデータを可視化するジグソーコードアナリティクスという Web アプリもある[4]。仮説 1 では、個々のデータの所要時間を確認し検証していく。

7. 実験

7.1 作成した問題

仮説を検証するために、ジグソーコードやジグソーテキストの問題を 6 問用意した。5 問はジグソーコード問題であり、残り 1 問はジグソーテキスト問題である。

7.2 実施内容

実験では、被験者にジグソー問題を連続で 6 問解いてもらい、プログラミング時のデータを取得した。実験で得られた分析データは、正解者と不正解者という指標で分け、それぞれのプログラミング行動を明確にし、思考過程を推測する。

実験対象者は、公立はこだて未来大学の ICT 演習 2 チーム合計 32 名を対象とした。

8. 結果

ジグソー問題全 6 問を対象に実験データを分析した。

まず、仮説 1 つ目の「正解者は不正解者よりも短時間で回答する」を検証した。実験データの検証する値として、各問題ごとに正解・不正解だった人の平均所要時間を測定し、その結果をグラフに表 1 に示す。

表 1. 各問題の平均所要時間

	問題 1	問題 2	問題 3	問題 4	問題 5	問題 6
正解	56.6s	158.6s	65.1s	137.3s	84.7s	94.8s
不正解	35.8s	134.1s	59.3s	168.9s	109.1s	97.1s

またその平均をとることにより、全問題に対する平均所要時間とした。その結果、正解者の平均所要時間は 99.5s、不正解者の平均所要時間は 100.7s となった。

9. 考察

仮説 1 における検証結果は、あまり大きな差

が見られなかった。しかし、問題によって所要時間に大きな差が出ているケースが見える。正解者の方が所要時間が大きい場合もあれば、小さい場合もある。この差は問題の内容によっているのではないかと推測できる。

また、前半の問題 1-3 では、正解者の方が所要時間は大きいですが、後半の問題 4-6 では不正解者よりも所要時間が少ないという傾向が見られた。これは、正解者の方が問題の形式や内容に慣れるスピードが早いとも推測される。

10. 結論

仮説 1 の「正解者はあまり悩むこと無くスムーズに動すため、不正解者よりも短時間で回答する」は、示されないことが明らかとなった。

11. おわりに

本研究では、ジグソーコードを活用した実験から、プログラミング時の過程や思考の可視化をし、その傾向について分析した。

現在は、仮説 2 の検証を行っており、プログラミングの行動特性について明らかにしていく。

今後は、引き続き仮説 2, 3, 4 の検証と仮説 1 の考察で推測された「問題の内容に応じて、正解者と不正解者の所要時間には有意な差がある」ことを仮説 1' として検証していく。これらの仮説検証から、更にプログラミング過程の特性を明らかにしていき、プログラミング力の改善に活かすことを目指す。

参考文献

[1] 日本経済再生本部「未来投資戦略 2018 - 「Society 5.0」 「データ駆動型社会」 への変革-」, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keiza/isaisei/>.

[2] 山口 琢, 大場 みち子(2018)「できごと, 手順, プログラムや地理の並び替え操作の測定と分析」, 情報教育シンポジウム論文集, 179-184, 2018.

[3] 藤原 賢二, 上村 恭平, 井垣 宏, 吉田 則裕, 伏田 享平, 玉田 春昭, 楠本 真二, and 飯田 元. 「スナップショットを用いたプログラミング演習における行き詰まり箇所の特定」, コンピュータソフトウェア, 35(1):13-113, 2018.

[4] 山口 琢, 大場 みち子, 高橋 慈子, 小林 龍生, 「パズル操作の測定・分析による思考の推測」, 日本認知科学会第 35 回大会, sp2-17, 2018.