

視線追跡に基づいたアルゴリズム思考過程の推定 Prediction of Algorithm Thinking Process with Eye-Tracking

内藤 将

Sho Naito

広島工業大学情報学部

Email: b211080@cc.it-
hiroshima.ac.jp

山岸 秀一

Shuichi Yamagishi

広島工業大学情報学部

Email: s.yamagishi.if@it-
hiroshima.ac.jp

松本慎平

Shimpei Matsumoto

広島工業大学情報学部

Email:
s.matsumoto.gk@cc.it-
hiroshima.ac.jp

加島智子

Tomoko Kashima

近畿大学工学部

Email: kashima@hiro.kindai.
i.ac.jp

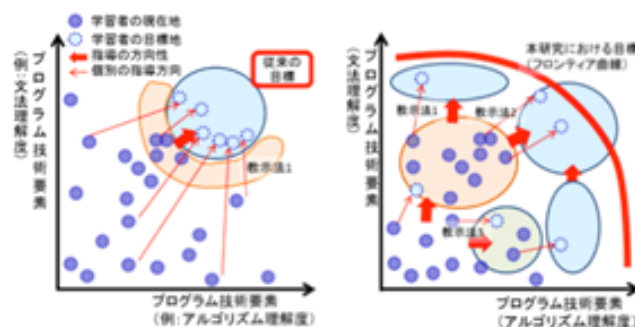
Abstract—The guarantee of educational quality is required for higher education system in Japan. Although programing skill is composed of plural technical elements, it is usually evaluated by only logical thinking. As a result, not a few students with some elements of programing skill may give up continuing to learn programing. Therefore, we aim for the construction of the skill standard to supply learning method depending on degree of achievement. In this paper, we propose how to clarify the process of thinking for algorithm construction by eye tracking is strongly related in study skill.

I. はじめに

情報技術に関連する高等教育機関では、プログラミング技能は特に重要な科目として位置づけられている。現在、筆者らは大学1, 2年次生を対象にしたアルゴリズムおよびプログラミング関連科目の教育に携わっているが、その到達度を分析すると、数学的論理思考力を持つものと苦手とする者の二つの層が各学年に存在することが分かる。この傾向は、年齢や性別、教育水準の差に関わらず、等しく存在することが経験的に知られている[1]。プログラミングを苦手とする層の底上げを図るために、これまでに様々な教育的研究が行われてきた。しかし、そのほとんどは初心者を対象としたもので、しかも示唆・提言に留まっており、学習者が自身の理解度と学習段階に応じて成熟的に学習を進めるための学習支援法や、学習者の学びの段階に応じた教示法の提案にまでには至っていない。そこで、我々は、プログラミングを苦手とする学習者層の思考過程の推定を行い、これを元に成熟的学習活動を可能にするスキル標準の構築を目的とした研究を行っている。そして、先行研究により、蓄積経験が強く反映される眼球運動を分析し、プログラミングにおいて答えを得るまでの思考過程の明確化を行った[2]。本研究では、対象をプログラミング能力の一要素であるアルゴリズム構築に絞り、視線追跡による思考過程の明確化を試みるための方法を提案する。

II. 研究方法

従来の一次元的な学習者評価手法の問題点は、図1(a)に示す通り1つの到達目標しか用意されていない所にある[3, 4]。その理由としては、学習者が結果を得るまでの過程を明らかにできていないこと、学習者視点での困難水準設定ができていないこと、それに基づいた考え方や教材法が用意されていないことにある。



(a) 従来の評価方法

(b) 新しい評価方法

図1 プログラミング技術要素と到達目標

そこで、スキル標準構築に向け、次に示す3つの項目に分けて検討を行う。

- ① 学習者の評価指標の作成
プログラミング技術を細分化し、その多次元にわたる技術評価の習得状況を確認するためのスキル標準を開発する。スキル項目とそれらの困難度は、項目反応理論や既存の先行研究を参照しながら構築し、スキル判定試験を作成する。
- ② 視線計測実験とその解析
従来のテストでは測れない経験の度合いに応じた思考の過程については、視線追跡による計測を行うことで学習者の思考パターンを分析する。
- ③ 学習者に応じた習熟度評価と目標の設定
効率的に学習が行われているかの評価を行う。そして、これらの評価項目を入力として包括分析法(DEA)を用いた目標(優位集合)

を設定し、この目標に応じた教示法を提案する。

これらの検討により、各学習者の技能に応じた教示法を提示できるようになる。そして、学習者毎に複数の目標を設定できるようになり、習熟度と適正に応じたキャリアパスを提示することが可能になる。キャリアとの対応付けを行うことで、学習者は能力に応じた将来の目標を見出すことが可能となり、学習意欲向上につながると思われる。また、目標に達成するために現時点で不足している技術要素の確認が可能になり、学習の方向性や現在位置を随時把握できるようになり、学習者自ら目標設定が可能となる(図1(b), 図2参照)。本研究では、このうちの②を、プログラミング能力の一要素であるアルゴリズム構築に絞って実施するための手法を提案する。

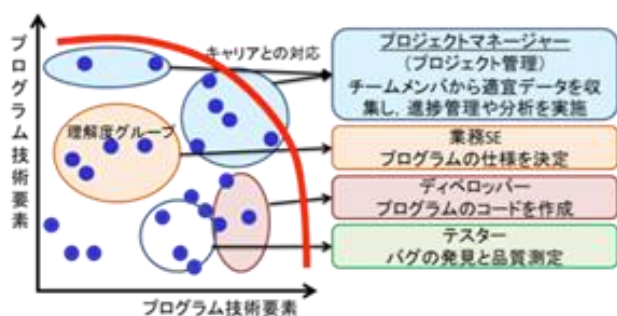


図2 理解度に応じたキャリア提示例

III. 実験手法

アルゴリズム構築能力を評価するための教材として、アルゴロジックと呼ばれるソフトウェアを利用する[5]。アルゴロジックは、論理的思考をゲーム感覚で修得するための課題解決型ソフトウェアである(図3参照)。

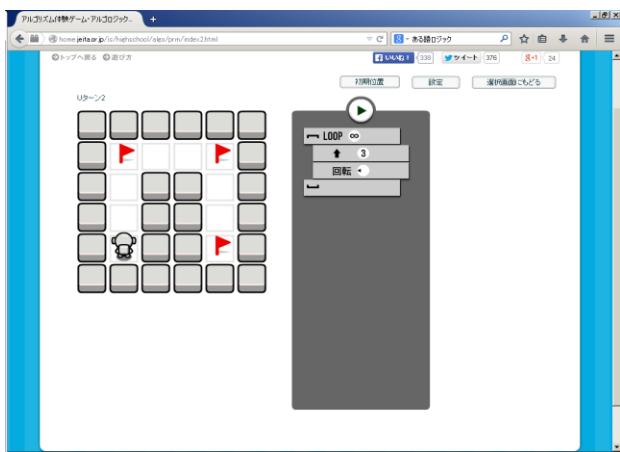


図3 アルゴロジックの課題例

アルゴロジックの提供する問題の中から、アルゴリズムの基本構造である「選択構造」と「繰り返し構造」を選ぶ。これらの構造から一つずつ問題を選び、その正解と不正解の例をそれ

ぞれ被験者に提示する。被験者は、これらの提示例を見ながら処理手順を説明する。この間、非接触型の視線計測器を用いて、視線追跡によるアルゴリズム思考過程を計測する。なお、被験者には基礎的なプログラミング教育を一通り終えた学部2年生を選ぶ。そして、プログラミングの成績を三分割して、成績上位者、中位者、下位者のそれぞれについて計測を行い、各部ループの思考過程の特徴を記録・分析する。

IV. おわりに

本研究では、プログラミングにおける成熟的学習活動を可能にするためのスキル標準の構築を目的として、学習者の視線経路に基づいたアルゴリズム構築の思考過程の推定を行う手法を提案した。今後は、この提案手法に基づき、被験者をプログラミング成績の上位者、中位者、下位者の3グループに分類して、視線計測実験を行うことで、各グループにおける思考過程の典型的なパターンを抽出する予定である。そして、この実験結果を元に、アルゴリズム構築能力を向上するための学習方法と教材の開発に繋げていきたい。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会 科学研究費助成事業(若手研究(B) 13304922, 基盤研究(C)26350296)の助成を受けて実施した成果の一部である。

参考文献

- [1] Saeed Dehnadi, Richard Bornat, "The camel has two humps", Middlesex University Working Paper, 2006.
- [2] 沖本恒輝, 加島智子, 松本慎平, 山岸秀一, 「視線追跡に基づいたプログラミング思考過程の推定」, 平成25年度JSiSE学生研究発表会講演論文集, 2014.
- [3] 竹田尚彦, 川口清志, 浅見美紀, 佐合尚子:"プログラミングの個別指導のための演習問題サーバ",情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, no.117, pp.21-28, 2000.
- [4] 加藤利康, 石川孝:"プログラミング演習支援システムにおける学習状況把握機能の提案",一般社団法人情報処理学会, no.2, pp.1-8, 2013.
- [5] 一般社団法人電子情報技術産業協会, アルゴリズム体験ゲームアルゴロジック, <http://home.jeita.or.jp/is/highschool/algo/>, 2012.

問い合わせ先

〒731-5193
 広島市佐伯区三宅2丁目1番1号
 広島工業大学 情報学部 知的情報システム学科
 山岸 秀一