

視線フィードバックを活用したデバッグプロセス学習支援の提案

吉森 航平[†] 加納 徹^{††} 赤倉 貴子^{††}
[†] 東京理科大学大学院工学研究科 ^{††} 東京理科大学工学部

1. はじめに

現状のプログラミング教育においては、プログラミング初学者がデバッグにハードルを感じるという課題がある[1]. この問題解決のアプローチとして、プログラミングデバッグ時の視線情報に着目した. 本稿では、視線フィードバックを用いることで、熟達者のデバッグプロセスを学習者に伝達する学習支援を提案し、その有用性を検証する.

2. 視線フィードバック

録画したプログラミングデバッグの過程の映像に、その際の視線行動を重畳表示するシステムを作成した. なお、視線行動の可視化は、事前に取得した視線データから0.5秒分の注視箇所をマッピングし、それを時系列的に表示することで行う(図1).

非熟達者と比較した、熟達者の視線行動およびデバッグプロセスの特徴として、

- プログラムの構造を把握する際など、必要に応じて、注視箇所の粒度を変化させる.
- エラーの原因となる箇所のおおまかな予測を立てた後、その中で細かい探索を行う.

が、先行研究[2]で確認されている. 今回実装する視線フィードバックにおいて、以下の2点でこの特徴を表現する.

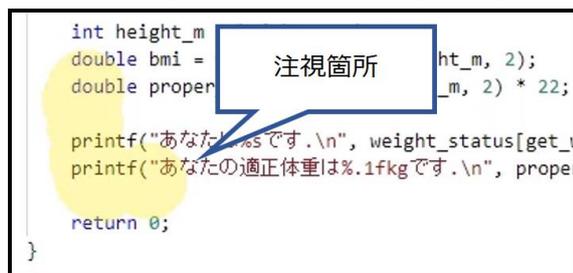


図1 視線フィードバック

2.1 色の变化 エラーの原因となる箇所に予測を立てた後の視線行動を、マッピングの色の変化で表現した. 色の变化の様子を図2に示す. 通常時の視線行動を黄色、予測を立てた後の視線行動を赤色とした.

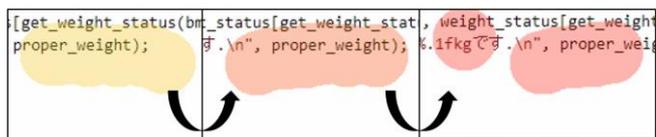


図2 マッピングの色の变化

2.2 マッピング半径の変化 熟達者がデバッグ時に行う、注視箇所の粒度の変化を、マッピング半径の変化により表現した. 関数全体を注視している際のマッピングの様子を図3に示す.

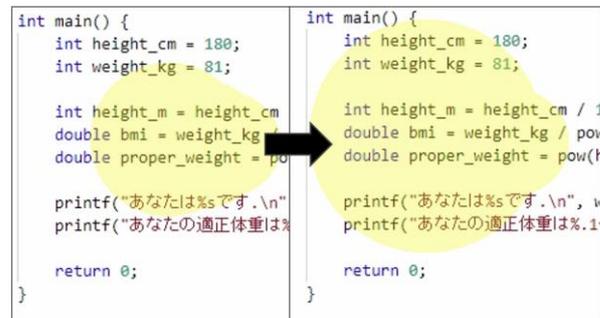


図3 マッピング半径の変化

3. 評価実験・結果

情報工学を専攻とする大学生および大学院生6名を対象とした評価実験を行った. 被験者は、2章で述べた視線フィードバックを体験する. 視線フィードバックの体験後には、視線フィードバックの内容および手法に関するアンケートを実施した. このアンケートでは、被験者にフィードバックから推察される熟達者のデバッグプロセスを記述してもらった.

アンケートの結果、被験者によって記述内容は大きく異なっていた. しかし、すべての被験者が、“エラー箇所の予測を立てる”、“出力する変数の処理の過程をたどる”、といった熟達者のデバッグプロセスの要点をとらえていた. また、色の变化については5名の被験者が、半径の変化については3名の被験者が、こちらの意図と概ね同一の内容を推察した.

4. まとめ

視線フィードバックを提示することで、その内容に差はあったものの、熟達者のデバッグプロセスを推察させる効果が確認できた. また、半径や色に変化をもたせることで、デバッグプロセスの特徴的な箇所を推察させる効果も示唆された.

今後の課題として、学習支援の効果の個人差をなくすために、学習者に伝達すべきデバッグプロセスをより体系的にとらえたモデル構築とそれに基づく視線フィードバックの改良が必要であると考えられる.

参考文献

- [1] Y. Lin, C. Wu, T. Hou, Y. Lin, F. Yang, and C. Chang, “Tracking Students’ Cognitive Processes During Program Debugging An Eye-movement Approach,” IEEE Transactions on Education, vol.59, no.3, pp.175-186, 2016.
- [2] 吉森航平, 加納徹, 赤倉貴子, “視線分析によるデバッグ時の思考過程のモデル構築手法の提案,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.121, no.294, pp.47-52, 2021.