

熟達者の視線パターンを動的フィードバックする デバッグ学習支援システムの提案

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

IT 人材の需要増大に伴い、その供給力強化として、プログラミング教育が重要視されている。しかし、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対して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の熟達者の視線情報に着目した。本稿では、動的フィードバックを用いて、学習者が熟達者の視線パターンを体験することができるシステムを開発し、その有効性を検証する。

2. システム概要

学習者の注視している領域を検出し、そこから次に見るべき箇所へと強調表示を出現させることで、学習者の視線誘導を行うシステムを開発した。開発に先立って、事前に取得した熟達者の視線データを単純マルコフ過程として表現し、有意な遷移確率を持つ遷移を抽出した。本システムにおける視線誘導先は、この視線遷移に基づいて決定している。

2.1 注視判定 学習者の視線がプログラムのある領域に入ると、その領域への注視判定が開始される。注視判定の様子は図1のような形で学習者に提示される。視線が領域に留まり続けると、その領域を囲むような線が浮かび上がってくる。1.5秒以上領域内を見続けると、その領域への注視が判定される。

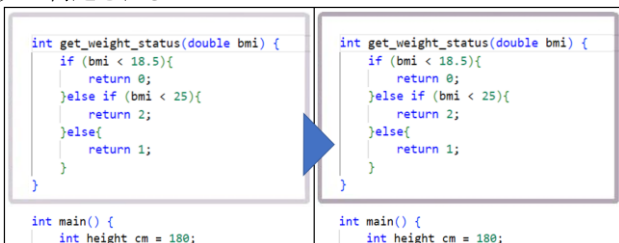


図1 注視判定

2.2 動的フィードバック いずれかの領域への注視が判定されると、動的フィードバックが開始する。動的フィードバックの様子を図2に示す。現在注視している領域から強調表示を出現させ、次に見るべき箇所へと移動させることで、学習者の視線を誘導する。注視領域によっては、複数の誘導先が存在するが、最も遷移確率が高いものとそれ以外でフィードバックの方法を変える。最も遷移確率が高い領域のみ、赤色の強調表示でハイライトさせる。また、最も遷移確率が高い領域のみ、強調表示を早く出現させる。

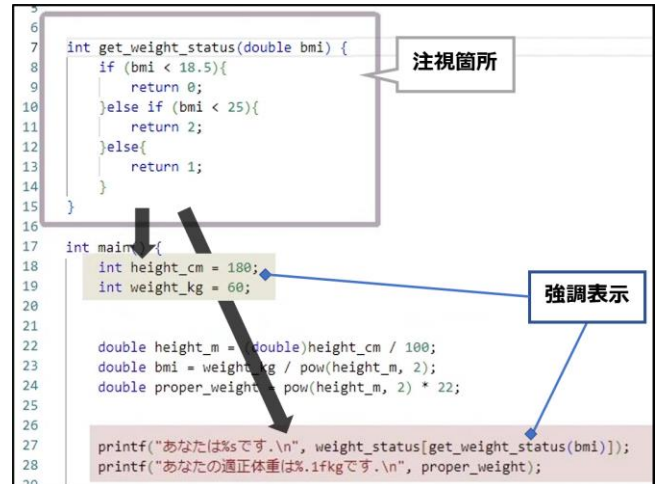


図2 動的フィードバック

3. 評価実験・結果

情報工学を専攻とする大学2, 3年生14名を対象とした評価実験を行った。本実験では、システムを利用した学習効果を測るために、システムを利用した学習を行う実験群7名とシステムを利用せず学習を行う統制群7名に分ける。学習の前後では、テスト問題を実施し、問題解答時の視線データを取得する。

評価実験の結果、実験群において、解答時間の減少が見られた。また、視線遷移の種類が減少し、エラー箇所の修正を行うまでの視線行動がより効率的なものになっていることが確認できた。しかし、評価実験後に実施したアンケートでは、強調表示の移動速度や表示速度について、動的フィードバックの改善を求める意見が見られたので、関連するパラメータの調整が必要となる。

4. まとめと今後の課題

本システムを利用した学習によって、初学者のデバッグプロセスを改善し、自主的なデバッグ学習を支援できる可能性が示唆された。

今後の課題として、n-gram 分析や隠れマルコフ過程の活用など、より熟達者のデバッグプロセスに関する情報が抽出可能な視線分析手法の確立があげられる。また、動的フィードバックについては、移動速度や表示速度を調整し、デバッグプロセスの学習効果を上げる必要がある。

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.