

## 論文内容の要旨

博士論文題目

「ソフトウェア工学教育の改善を目的とした初学者による探索的行動の分析」

氏名

榎原 絵里奈

(論文内容の要旨)

第四次産業革命により社会におけるソフトウェアが果たされる役割はより一層重要なものとなった。そこで、情報系学部学科を有する殆どの教育機関において、プログラミング演習やソフトウェア開発演習と言った、プログラムのコーディングやテスト等、ソフトウェア開発に必要な技術を学生が手を動かしながら学ぶ実践的な形式の演習が開講されている。

これら演習において学生のプログラミング行動の分析による支援が行われている。プログラミング行動とは、開発者がソフトウェアを開発するにあたって行ったコーディング、コンパイル、デバッグ、テスト等の内容や対応した成果物、およびそれらに関連する一連のメトリクスを指す。本博士論文ではプログラミング行動の内、開発者がソースコードの実装方法が明らかではない箇所に対して行う、実装の試行錯誤にあたる探索的行動の分析から得られた知見がまとめられている。学生が行う探索的行動に着目することで、各学生がプログラミングやソフトウェア開発を行う際に、実際に躓いている難所の発見や、難所に対する支援手法の提案が可能になると考えられる。

本論文では主に 2 つの演習における探索的行動に着目している。まず、プログラミング演習においてソースコードの編集履歴に着目し探索的行動(探索的プログラミング)を収集・分析し、さらに、探索的プログラミングが、条件分岐や繰り返し処理など、プログラミングのどの要素に対して行われているか、すなわちプログラミングのどの要素に学生が躓いているのかを自動検出する手法を提案している。実際の演習で得られたデータを分析したところ、特定の課題に躓いている学生だけでなく、その原因の推測や特定の課題に対する学生間のアプローチの違いも発見された。提案手法では教員に負担を強いることなく教員サイドから学生の探索的プログラミングを検出でき、教員は各学生の理解度や試行錯誤に応じたアドバイスを与えることが可能である。

次に、教育プロジェクトである CloudSpiral のカリキュラムに組み込まれている、ソフトウェア開発演習においてビルドエラーに着目した探索的行動を収集・分析している。2013 年度から 2015 年度のビルドエラーのログを基に、エラーの分類や各種エラーが発生する原因等について調査を行った結果、個人で解決可能なエラーとチームメンバーと協力することで解決可能なエラーを特定した。この結果を基に CloudSpiral の教員が 2016 年度と同開発演習の改善を行った結果、エラー数の減少やエラー解決時間の減少に繋がった。本研究の結果はソフトウェア開発演習において教員が補填すべき内容を明らかにしただけでなく、学生がビルドエラーを生じたときに詳細なアドバイスを可能にすると考えられる。

以上

(論文審査結果の要旨)

社会的要求から、情報系学部学科を有する殆どの教育機関において、プログラミング演習やソフトウェア開発演習等、ソフトウェア開発に必要な技術を学ぶ実践的な形式の演習の開講が増加しているが、演習を実施する教育者の負担もそれに伴い増加している。本論文では学習者の振る舞いのひとつである「探索的行動」に着目することで、演習に行き詰まっているような学習者を容易に見つけて適切に指導することができる仕組みを提案している。

本論文では実際に教育機関で実施されたプログラミング演習においてソースコードの編集履歴に着目し探索的行動(探索的プログラミング)を収集・分析し、さらに、探索的プログラミングが、条件分岐や繰り返し処理など、プログラミングのどの要素に対して行われているか、すなわちプログラミングのどの要素に学生が躓いているのかを自動検出する手法を提案している。実際の演習で得られたデータを分析したところ、特定の課題に躓いている学生だけでなく、その原因の推測や特定の課題に対する学生間のアプローチの違いも見られた。提案手法では教員に負担を強いることなく教員サイドから学生の探索的プログラミングを検出でき、教員は各学生の理解度や試行錯誤に応じたアドバイスを与えることが可能である。またコーディングそのものだけでなくビルド行程までを対象にした分析も行っている。実際のソフトウェア開発演習においてビルドエラーに着目した探索的行動を収集・分析し、その結果を基にした開発演習プロセスの改善も実現している。

このように、本研究の結果はソフトウェア開発演習において教員が補填すべき内容を明らかにしただけでなく、学生がビルドエラーを生じたときに詳細なアドバイスを可能にすると考えられ、ソフトウェア工学教育を通じた社会貢献に資するものである。従って、本論文は博士(工学)の博士学位論文として認めるに値すると判断する。

以上