

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：14603

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26540029

研究課題名(和文) ゲーム理論による開発動向の理解 風林火山タイプ別開発者の攻防

研究課題名(英文) Furinkazan: Understanding Behaviors in Software Development based on Game Theoretical Modeling and Empirical Studies

研究代表者

畑 秀明 (HATA, Hideaki)

奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教

研究者番号：00713041

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ソフトウェア開発者の様々な特性や行動原理を理解するを目的とし次の課題に取り組んだ。1) リスクに対する開発者の特性を明らかにするための行動経済学に基づくアンケート調査、2) オープンソースソフトウェアプロジェクトの開発履歴データに基づく開発者の特性分析、3) クローズドな開発環境のデータ分析による開発者の特性分析、ゲーム理論に基づく開発者の行動原理や動向の分析。

研究成果の概要(英文)：This study aims to understand the various characteristics of software developers and their behavioral patterns. We have addressed this challenge from the following four aspects. 1) A survey study based on behavioral economics to clarify the characteristics of developers for risk management. 2) Data mining on open source software projects to identify patterns of developers' behaviors. 3) Data mining on closed software development especially to find the patterns of novice developers' behaviors. 4) Game theoretical modeling and analysis for actual data.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：開発者特性 ゲーム理論 行動経済学 オープンソースソフトウェア ソフトウェアエコノミクス ソフトウェアエコシステム

1. 研究開始当初の背景

従来のソフトウェア工学は、品質・コスト・納期(QCD)のばらつきを抑え、これらを改善することを目指し、人間的側面を無視した工学的手法が研究されてきた。昨今ではこのアプローチに対する批判もあり、組織構造や経験が品質に与える影響や、開発者の役割とソーシャルネットワークの分析などが行われ、様々な知見が得られている。一方、研究代表者と研究分担者は、各自のこれまでの「品質」、「工数」、「セキュリティ」などの研究・産学連携や教育活動を通して、これまで見過ごされてきた開発者の特性がプロジェクトの成否や品質、開発スピードに与える影響は小さくないのではないかとこの着想を得た。そこで実証的に開発者の特性を分析した研究に取り組んだ。

2. 研究の目的

素早く設計や実装を行う「風」の開発者、チームを安定させるマネジメントを行う「林」の開発者、新しい技術やツールの導入に積極的である「火」の開発者、欠陥や脆弱性に注意した開発を行う「山」の開発者。これは、経験的に見出された、活躍する開発者のタイプである¹。同様のタイプ分けは国外でも多々見られ、開発者に異なる特性があり、ソフトウェア開発に多様な貢献があることは直感的に認められているといえる。

ソフトウェア開発は、上記のような多様な人々が協調して多くのタスクをこなす、複合的な社会的活動である。しかし、「経験」以外の人間的側面は十分考慮されていない。そのため、ソフトウェア開発の最適なチーム構成や開発組織の能力成熟といった課題について、開発者の異なる特性は十分活用されていない。本研究は、これまで見過ごされてきたソフトウェア開発者の様々な特性を、アンケートと開発履歴のデータマイニングにより多面的かつ実証的に明らかにし、ソフトウェア開発を多様な特性を持ったプレイヤーのゲームととらえるゲーム理論的分析から開発者の行動原理や動向を理解することを目指す。

3. 研究の方法

次の4つのサブテーマで研究を進めた。

(1) 開発者の特性を明らかにするためのアンケート作成と分析

アンケート作成のための予備調査と、実際のアンケート実施と分析を行う本調査に分けて取り組んだ。

(2) オープン開発環境データのマイニングによる開発者の特性分析

オープンソースのソフトウェア開発では、

版管理システムやバグ管理システムなど様々なソフトウェアリポジトリで開発が管理され、そのデータが公開されている。本サブテーマでは、個別のプロジェクト分析と合わせて、ホスティングサービスを対象とした複数プロジェクトの分析も行った。

(3) クローズド開発環境データのマイニングによる開発者の特性分析

クローズド環境下では開発者が直接議論することが容易であるため、電子的な記録に残らないことがある。一方、ソフトウェア開発の履歴を記録する特定のツールを導入するといった制御は、オープンな環境と比べて容易である。このように、クローズドな開発環境ではオープンな環境とは異なる特徴があるため、異なるアプローチで分析する必要がある。本サブテーマでは主に大学の演習を対象とした。

(4) ゲーム理論による開発者の行動原理や動向の分析

実データから得られる開発者の振舞いをゲーム理論に基づく数理モデルで説明することで、開発者の行動原理や動向を理解する。

4. 研究成果

(1) 開発者の特性を明らかにするためのアンケート作成と分析

開発者の行動原理・動向を理解するために、開発者に対してアンケート調査を行った。ソフトウェア開発ツールや手法が広く普及しない理由のひとつとして、開発者のそれらに対する有用性の評価が影響しているのではないかと考えられる。例えば、開発者は開発時間の増加を非合理的なまでに避ける心理的傾向があり、それが影響して手法の有用性を過小に評価しているのではないかとこのことである。本サブテーマではこのような心理的傾向が存在するかどうかを分析するために、プロスペクト理論に基づき開発者の意思決定の傾向を確かめるアンケートを作成した。学生を対象とした予備調査と、オープンソフトウェアの開発者を対象とした本調査で回答を収集した。分析の結果、予備調査の本調査のいずれからでも、開発者がリスクを回避する傾向が見られた。こうした成果は新規性があり、国際会議発表でも多数の質問を受けた。行動経済学の理論に基づく実証的分析やシステム開発は今後重要になると思われる。

(2) オープン開発環境データのマイニングによる開発者の特性分析

ホスティングサービスのGitHub上で活発なプロジェクトであるhomebrewとnodeに参加する開発者の活動履歴をクラスタリングした結果、活動内容と活動頻度から、頻繁にコメントをつける開発者や、頻繁に総合的な活動をする開発者、ゆるやかに総合的な開発

¹ 小野和俊, "Developer のための5つの習慣 - 日本をソフトウェア輸出大国にしていくために," デベロッパーサミット 2006.

をする開発者などがいることがわかった。

オープンソースソフトウェア開発に参加する開発者の経験と活動内容の分布を概観する、人口ピラミッド型可視化方式、ソフトウェア人口ピラミッドを提案した。この分析により、新規参入者に、コメントなどの軽度な貢献だけでなく、ソースコード変更という貢献までしてもらおうよう巻き込むことが、プロジェクトの維持、発展に重要であることがわかった。また、近未来の人口分布は、シンプルにコホートコンポーネント法を適用することで、よい精度で予測可能なことを報告した。

(3) クローズド開発環境データのマイニングによる開発者の特性分析

クローズドな開発環境でのデータを収集した結果をもとに、各開発者を風林火山のメトリクスに割り当てた。複数のメトリクスを風林火山という4つのメトリクスに振り分け、それを検証する方法を提案した。

また、初学者教育に向けて、初学者の版管理システムの使い方の特徴や、初学者のプログラミング中の識別子の適切性評価の研究を行った。

(4) ゲーム理論による開発者の行動原理や動向の分析

オープンソースソフトウェアの人口動向のデータ分析結果を理論的に説明することを試みた。プロジェクトが、何らかの準備をする、または何もしないという選択をした後、開発者が、コードを書く、またはコメントのみするという選択をするという、リーダー・フォロワーゲームでモデル化した。理論的分析から、開発に携わる貢献者を確保するには、ドキュメントの整備、雇用、開発環境における技術革新が重要であることを明らかにし、実証的にも確かめられた。この結論は、近年活発に研究されている、新規参入者の壁となるものは何かという研究で得られた結果と同様のものである。

また、オープンソースソフトウェアにおけるコードレビューをスノードリフトゲームとしてモデル化した研究では、他のレビューがレビューを行っている場合、自分はレビューを行わないようにする動機を持つということと、レビューを行うコストよりもレビューを行うことによる利得が高いほどレビューを行う傾向をもつということを明らかにした。こうした分析結果に基づく、よりよいレビューシステムのメカニズムを設計することが今後の課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

Saya Onoue, Hideaki Hata, Akito Monden, and Kenichi Matsumoto,

“Investigating and Projecting Population Structures in Open Source Software Projects: A Case Study of Projects in Github,” *IEICE Transactions on Information and Systems*, 査読有り, E99-D(5), pp. 1304-1315, May 2016.

DOI:10.1587/transinf.2015EDP7363

尾上 紗野, 畑 秀明, 松本 健一, “GitHub 上の活動履歴分析による開発者分類,” *情報処理学会論文誌*, 査読有り, 56(2), pp. 715-719, 2015 年 2 月.

<http://id.nii.ac.jp/1001/00113154/>

[学会発表](計 28 件)

Norihito Kitagawa, Hideaki Hata, Akinori Ihara, Kiminao Kogiso, and Kenichi Matsumoto, “Code Review Participation: Game Theoretical Modeling of Reviewers in Gerrit Datasets,” 9th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE 2016), 2016 年 5 月 16 日, Texas (USA).

Keitaro Nakasai, Masateru Tsunoda, and Hideaki Hata, “Web Search Behaviors for Software Development,” 9th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE 2016), 2016 年 5 月 16 日, Texas (USA).

Kanako Kina, Masateru Tsunoda, Hideaki Hata, Haruaki Tamada and Hiroshi Igaki, “Analyzing the Decision Criteria of Software Developers Based on Prospect Theory,” International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering (SANER 2016), 2016 年 3 月 16-18 日, Osaka University (Osaka, Japan).

津崎豪宏, 玉田春昭, “バージョン管理の Web ベースチュートリアルを用いた初学者の振舞分析,” *情報処理学会第 78 回全国大会*, 2016 年 10-12 日, 慶応義塾大学(神奈川県・横浜市).

川端盛志, 玉田春昭, “初学者を対象としたプログラム中の識別子の適切性評価,” *情報処理学会第 78 回全国大会*, 2016 年 10-12 日, 慶応義塾大学(神奈川県・横浜市).

喜納佳那子, 角田雅照, “プロスペクト理論に基づくソフトウェア開発者の意思決定の一考察,” *行動経済学会第 9 回大会*, 2015 年 11 月 28-29 日, 近畿大学(大阪府・東大阪市).

北川慎人, 畑 秀明, 伊原彰紀, 小木曾

公尚, 松本 健一 “コードレビューのジレンマ/スノードリフトゲームによる協調行動の分析,” 第 22 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE2015), 2015 年 11 月 26-28 日, ほほえみの宿 滝の湯 (山形県・天童市).

尾上紗野, 畑秀明, 松本健一, “原型分析による活動履歴からの OSS 貢献者プロファイリング,” 第 22 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE2015), 2015 年 11 月 26-28 日, ほほえみの宿 滝の湯 (山形県・天童市).

喜納佳那子, 角田雅照, “行動経済学に基づくソフトウェア開発者の意思決定分析,” 情報処理学会関西支部 支部大会, 2015 年 9 月 28 日, 大阪大学 (大阪府・吹田市).

喜納佳那子, 角田雅照, “いかにしてソフトウェア開発を支援すべきか - 行動経済学によるアプローチ,” ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2015, 2015 年 9 月 7-9 日, 慶応義塾大学 (神奈川県・横浜市).

Atsushi Itsuda, Shin Fujiwara, Nao Yamasaki, Haruaki Tamada, Hideaki Hata, Masateru Tsunoda, Hiroshi Igaki, “Fu-Rin-Ka-Zan: Quantitative Analysis of Developers' Characteristics based on Project Historical Data,” 3rd International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2015), pp.15-20, 2015 年 7 月 12-16 日, Okayama Convention Center (Okayama, Japan).

Hideaki Hata, Taiki Todo, Saya Onoue and Kenichi Matsumoto, “Characteristics of Sustainable OSS Projects: A Theoretical and Empirical Study,” 8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE 2015), 2015 年 5 月 18 日, Florence (Italy).

五田篤志, 山崎尚, 玉田春昭, 畑秀明, 角田雅照, 井垣宏, “開発履歴による開発者特性とアンケートによる特性の自己診断の関連分析,” 研究報告ソフトウェア工学 (SE), 2015 年 3 月 12-13 日, 化学会館 (東京都・千代田区).

山崎尚, 五田篤志, 玉田春昭, 畑秀明, 角田雅照, 井垣宏, “ゲーム理論による開発者特性を考慮したチームビルディング,” 研究報告ソフトウェア工学 (SE), 2015 年 3 月 12-13 日, 化学会館 (東京都・千代田区).

角田雅照, 玉田春昭, 畑秀明, 井垣宏, “ソフトウェア開発者の特性計測のための尺度作成に向けて,” ウィンターワークショップ 2015・イン・宜野湾, 2015 年 1 月 22-23 日, カルチャーリゾ

ートフェストーネ(沖縄県・富良野市).
Masateru Tsunoda, Haruaki Tamada, Hideaki Hata, “How to Classify Personalities of Team Members on Project-Based Learning,” Software Engineering Education Workshop (SEEW 2014), 2014 年 12 月 1 日, Jeju (Korea).

畑秀明, 松本健一, “なぜ GitHub は人気なのか/マルチエージェントシミュレーションによる協調進化の分析,” 第 21 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE2014), 2014 年 12 月 11-13 日, 霧島国際ホテル (鹿児島県・霧島市).

尾上紗野, 畑秀明, 門田暁人, 松本健一, “人口ピラミッドによる OSS プロジェクト貢献者の流動性分析,” 第 21 回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE2014), 2014 年 12 月 11-13 日, 霧島国際ホテル (鹿児島県・霧島市).

Saya Onoue, Hideaki Hata, and Kenichi Matsumoto, “Software Population Pyramids: the Current and the Future of Oss Development Communities,” 8th International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2014), 2014 年 9 月 18-19 日, Torino (Italy).

五田篤志, 山崎尚, 玉田春昭, 畑秀明, 角田雅照, 井垣宏, “開発履歴を利用した風林火山モデルに基づく開発者特性の分析,” 研究報告ソフトウェア工学 (SE), 2014 年 7 月 9-11 日, 富良野文化会館 (北海道・富良野市).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

畑 秀明 (HATA, Hideaki)
奈良先端科学技術大学院大学・
情報科学研究科・助教
研究者番号: 00713041

(2) 研究分担者

玉田 春昭 (TAMADA, Haruaki)
京都産業大学・
コンピュータ理工学部・准教授
研究者番号: 30457139

角田 雅照 (TSUNODA, Masateru)
近畿大学・
理工学部・講師
研究者番号: 30457139