

平成 30 年 6 月 4 日現在

機関番号：33917

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00111

研究課題名(和文)クラウドコンピューティング上の連続的ソフトウェア工学

研究課題名(英文)Continuous Software Engineering on the Cloud Computing

研究代表者

青山 幹雄 (Aoyama, Mikio)

南山大学・理工学部・教授

研究者番号：40278073

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：CSE(連続的ソフトウェア工学)の基盤技術の確立を目的として、以下の成果を得た。
1) Web上での組織の開発活動を空間的、時間的に視覚化するグラフ言語CSELの提案とその支援ツールの開発。実際に4種類のOSSの5年間の開発活動データに適用し、従来知られていなかった新たな開発構造を発見、2) 組み込みソフトウェアCSE開発のプロセスモデルの提案とその自動車ソフトウェア開発への適用。適用した結果、開発工数と期間の短縮効果の評価し、有効性を確認、3) CSEを管理するために複数組織間で開発データを交換する標準インタフェース仕様の策定と国際標準化。

研究成果の概要(英文)：To establish the foundation of CSE(Continuous Software Engineering), we obtained the following research outcomes.

1) A graph-based CSEL(Continuous Software Engineering Language) to model the activity of CSE. The CSEL is applied to the data collected from GitHub of four major machine learning OSS for five years, and has discovered new characteristics of the development communities. 2) A new process model for continuous agile development of automotive software. The process is applied to real development, and revealed the reduction of the cost and time to market. 3) PROMCODE: A common interface specification to exchange the management data across the different organizations. The PROMCODE specification is under the standardization process at OASIS.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：ソフトウェア工学 連続的ソフトウェア工学 グラフ理論 アジャイル開発 自動車ソフトウェア工学
プロジェクト管理 要求工学 クラウドコンピューティング

1. 研究開始当初の背景

情報技術の急速な発展と社会におけるその利用の発展に対応できるソフトウェア開発が求められている。一方、ソフトウェアの開発と運用に Web とクラウドコンピューティング(以下、クラウドと略記)の利用が進展している。このため、アジャイル開発や開発から運用に至るまで連続的に行う DevOps の概念が提案されている。しかし、その実現には様々な課題があり、実用には至っていないのが現状である。特に、ソフトウェア開発には多くの開発者と組織が参画することから、組織や開発者によらず、開発から運用に至るまでの統一的なモデルと方法論、支援環境の確立が必要である。これを本研究では「連続的ソフトウェア工学」(以下、CSE と略記)と呼ぶ(図 1)。

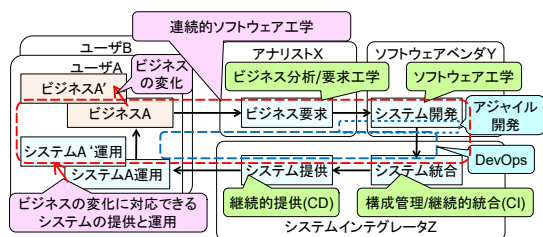


図 1 ソフトウェア開発を取り巻く状況と CSE

2. 研究の目的

本研究の目的は CSE の基礎技術を提供することである。そのため、社会やユーザー要求の変化に対応してソフトウェアシステムを迅速に開発し、利用できるためのソフトウェアの要求定義、開発、運用に至る開発プロセスと成果物を連続的に定義、作成、変更可能とする基盤技術をクラウド上で実現する。

3. 研究の方法

本研究では、上述の研究目標を達成するために、次の 3 つの課題に分けて研究を行った。

(1)CSE のモデル化：CSE のメタモデルとそれに基づき要求から運用に至る成果物とその意味をリソースとして定義可能とする RDF 拡張言語 CSEL(Continuous Software Engineering Language)の開発。

(2)CSE のために開発方法論と支援ツールのプロトタイプ開発と評価。

(3)CSE における新たな管理データモデルの定義：要求から運用に至るトレーサビリティと定量的フィードバックに基づく新たな管理データモデルとその改善方法の提案。

4. 研究成果

(1)CSE のモデル化

CSE による開発活動を表現するために、プロパティグラフを基礎とするモデリング言語 CSEL を提案した(図 1) [A1, A7]。CSEL の具体的適用例として、OSS 開発の開発者間、開発者と成果物の間での活動をモデル化し、その効果を確認した。表 1 エッジの定義の一

部を示す。

主要機械学習 OSS (Caffe, Chainer, Jupyter, Tensorflow)の過去 5 年間の活動データからこのモデルを生成し、これらの OSS の活動とその進化構造を、グラフ DB を用いて分析した。

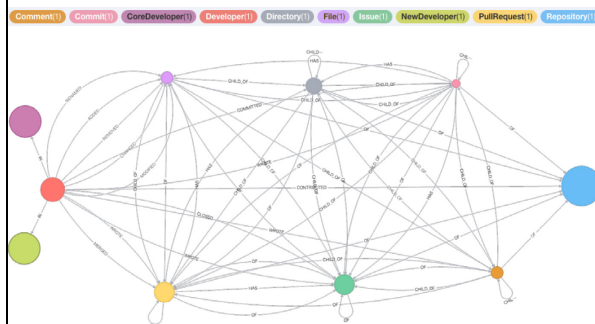


図 1 OSS の CSEL によるモデル化

表 1 CSEL のエッジの定義例

Edge	Definition	Property
<i>Operational relationship</i>		
ADDED	A developer added a file	date
CHANGED	A developer changed a file	date
CLOSED	A developer closed an Issue	date
COMMITTED	A developer made a commit	date
CONTRIBUTED	A developer contributed to the repository	contributions
MERGED	A developer merged the files	date
MODIFIED	A developer modified the files	date
REMOVED	A developer deleted the files	date
RENAMED	A developer changed a name of the files	date
WROTE	A developer created Issues, Pull Requests, Commits, Comments	date

分析した結果、ソフトウェア開発者の活動において新たな役割モデル (Semi-Core Developer)や進化構造のパターン化など、従来知られていなかった特性を発見できた。図 2 は Caffe の開発活動をグラフで表現したものである。

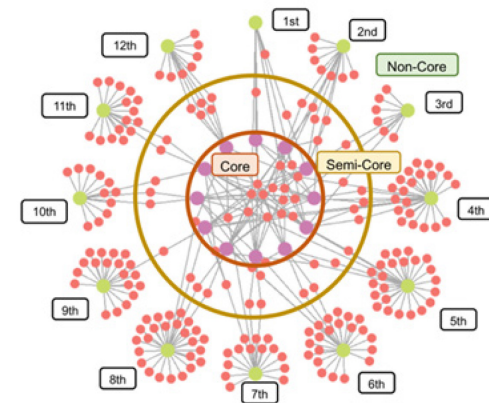


図 2 Caffe の開発構造

(2)CSE 上での開発方法論と支援ツールのプロトタイプ開発と評価

CSE 上での開発方法として、従来困難であるとされてきた組込みソフトウェア開発を取り上げ、その連続的開発プロセスを提案した[A3, A4]。

組込みソフトウェアの中でも自動車ソフトウェアは多くの車種に対する多様なソフトウェアを短期間に開発することが求めら

れている。そのため、複数の版に分けて開発している。本研究では、この複数の版を一連の連続的ソフトウェア開発としてモデル化し、開発規模を一定となるように割り当てる、ポートフォリオ管理のモデルとその割り当て方法を提案した(図3)[A3, A5, A12]。提案方法を、実際の自動車ソフトウェア開発に適用した、従来の開発方法と比較し、開発工数(時間)と開発期間の両面で改善し、開発の管理性が高まる効果を確認した(図4)。

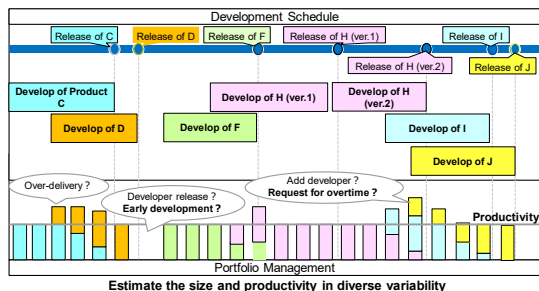


図3 連続的プロセス上でのポートフォリオ管理

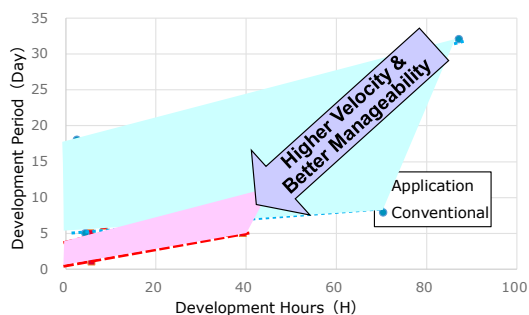


図4 連続的開発プロセスの適用評価

また、(1)で提案したCSELによるOSSの活動のモデル化を支援するためのツールのプロトタイプを開発した(図5)。このツールではグラフDBを用いて、グラフ理論に基づく分析方法と視覚化の機能を提供している[A1, A7]。

また、この方法は企業内でのアジャイル開発へも適用し、その構造分析に効果を挙げている[A8]。

さらに、要求定義におけるステークホルダ分析を対象とするCSELの具体化を行い、ステークホルダの発話からその意図を特定する方法を提案した[A2, A6, A11, A13]、提案方法を支援するツールを開発し、実際の会議データに適用し、効果を確認している。

また、ブロックチェーンを用いた開発支援環境を提案し、そのプロトタイプを開発している[A9, A10]。

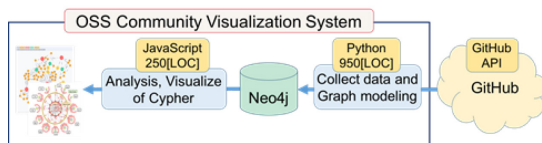


図5 CSELを用いたOSS進化構造分析ツール (3)CSEにおける新たな管理データモデルの

定義

大規模ソフトウェア開発では複数の企業が参画した組織群により開発されることが一般的である。このような開発を適切に遂行するためには開発の状況をリアルタイムに把握し、管理できる必要がある。しかし、異なる組織ではその管理方法ならびに管理データの構造も異なるため、管理データの収集や共有が困難である。本研究では、この課題に対して、異なる組織間で異なる管理データを交換可能とする標準インタフェース仕様PROMCODEをWeb標準LDP(Linked Data Platform)上で定義した(図6, 図7)[A14, A15]。さらに、このインタフェース仕様で交換するデータをWeb標準のREST(Representational State Transfer)に基づき交換するリソース定義を示した。提案した標準インタフェース仕様は情報技術の国際標準化団体OASISにおいて技術委員会を設置し、本研究代表者がその委員長として標準化を進めている。

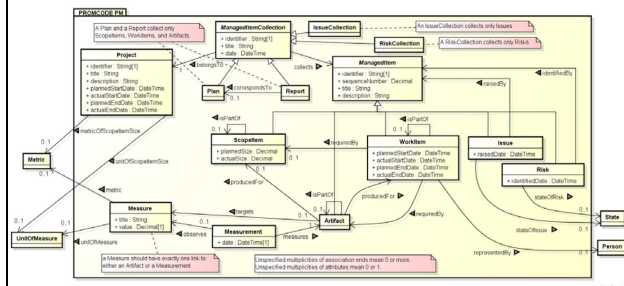


図6 PROMCODEのデータモデル

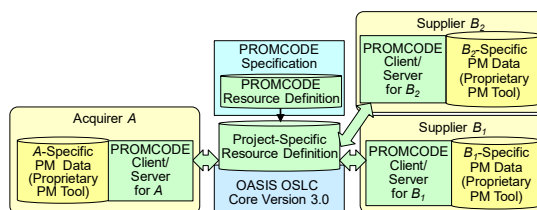


図7 PROMCODEを用いたデータ交換システムのソフトウェアアーキテクチャ

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25件)

- [A1] S. Kato, Y. Inagaki, and M. Aoyama, A Structural Analysis Method of OSS Development Community Evolution Based on A Semantic Graph Model, Proc. of COMPSAC 2018, 査読有, IEEE, Jul. 2018 [採択決定済].
- [A2] 藤本 玲子, 青山 幹雄, セマンティックグラフモデルに基づくデータ駆動要求獲得方法の提案とステークホルダ分析への適用評価, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol. 59, No. 4, Apr. 2018, pp. 1161-1174.
- [A3] 林 健吾, 青山 幹雄, 古畑 慶次, コンカ

レントフィードバック開発方法の自動車ソフトウェア開発への適用, 情報処理学会論文誌, 査読有, Vol. 59, No. 4, Apr. 2018, pp. 1175-1191.

[A4] K. Hayashi, M. Aoyama, and K. Kobata, Agile Tames Product Line Variability: An Agile Development Method for Multiple Product Lines of Automotive Software Systems, Proc. of SPLC 2017, 査読有, ACM, Sep. 2017, pp. 180-189, DOI=10.1145/3106195.3106221.

[A5] 林 健吾, 青山 幹雄, マルチプロダクトライン開発における可変性の構造分析に基づくアジャイルアプリケーション開発方法の提案と評価, SES 2017 論文集, 査読有, 情報処理学会, Aug.-Sep. 2017, pp. 190-197.

[A6] 白崎 悠太, 小林 勇也, 青山 幹雄, セマンティックグラフモデルを用いたステークホルダ分析手法の提案と評価, SES 2017 論文集, 査読有, 情報処理学会, Aug.-Sep. 2017, pp. 98-105.

[A7] 加藤 聖也, 稲垣 遥太, 青山 幹雄, グラフモデルを用いた OSS コミュニティ進化構造分析手法の提案と評価, SES 2017 論文集, 査読有, 情報処理学会, Aug.-Sep. 2017, pp. 106-113.

[A8] 横田 剛典, 有本 泰仁, 宮本 貴之, 青山 幹雄, 古賀 篤, 解田 康起, 渡辺 政彦, グラフ DB を用いたプロジェクト分析の試行と評価, SES 2017 論文集, 査読無, 情報処理学会, Aug.-Sep. 2017, pp. 228-235.

[A9] H. Nakashima, and M. Aoyama, An Automation Method of SLA Contract of Web APIs and Its Platform Based on Blockchain Concept, Proc. of ICCS 2017, 査読有, IEEE, Jun. 2017, pp. 32-39, DOI=10.1109/IEEE.ICCS.2017.12.

[A10] 中島 啓貴, 青山 幹雄, ブロックチェーンに基づく Web API の SLA 契約の自動化方法とそのプラットフォームの提案と評価, 第 195 回ソフトウェア工学研究会, Vol. 2017-SE-195, No. 9, 査読無, 情報処理学会, Mar. 2017, pp. 1-8.

[A11] 藤本 玲子, 青山 幹雄, セマンティックグラフモデルによるデータ駆動要求獲得方法の提案とステークホルダ分析への適用評価, SES2016 論文集, 査読有, 情報処理学会, Sep. 2016, pp. 179-186.

[A12] K. Hayashi, M. Aoyama, and K. Kobata, A Concurrent Feedback Development Method and Its Application to Automotive Software Development, Proc. of APSEC 2015, 査読有, IEEE, Dec. 2015, pp. 362-369, DOI=10.1109/APSEC.2015.54.

[A13] 藤本 玲子, 原 起知, 青山 幹雄, データ駆動要求工学 D2RE の提案, 第 22 回ソフト

ウェア工学の基礎ワークショップ(FOSE 2015) 論文集, 査読有, 日本ソフトウェア科学会/近代科学社, Nov. 2015, pp. 109-114

[A14] M. Aoyama (筆頭) ほか 7 名, Applications of PROMCODE Open Project Management Platform to Large-Scale Multi-Vendor Projects, Proc. of ProMAC 2015, 査読有, The Society of Project Management, Oct. 2015, pp. 31-36.

[A15] S. Matsuoka, K. Maeta, K. Toeda, K. Yabuta, and M. Aoyama, Future View and Issues of Project Management Standardization with PROMCODE in Fujitsu, Proc. of ProMAC 2015, 査読有, The Society of Project Management, Oct. 2015, pp. 25-30.

[学会発表] (計 15 件)

[P1] K. Hayashi, and M. Aoyama, An Agile Development Method for Multiple Product Lines of Automotive Software Systems, Agile in Automotive 2017, Nov. 15, 2017, Stuttgart, Germany.

[P2] M. Aoyama, Semantic Graph-Based Software Engineering for Internetware, *Invited Talk*, Workshop on Grand Challenges in Internetware Research for the Next Decade, Aug. 2, 2017, Beijing, China.

[P3] M. Aoyama, Challenges of Innovative Requirements Engineering for Sustainable Society, *Keynote*, ISoRIS 2017 (Int'l Symposium on Research in Innovation and Sustainability), Jul. 19, 2017, Malacca, Malaysia.

[P4] 青山 幹雄, エッジ指向エンタープライズ IoT アーキテクチャの概念と課題, ウィンターワークショップ 2016・イン・逗子 論文集, 情報処理学会, Feb. 4-5, 2016, 湘南国際村センター, pp. 30-31.

[P5] M. Aoyama, Software Engineering for the Connected Automobiles: Opportunities and Challenges, *Keynote*, The IEEE 39th Annual International Computers, Software & Applications Conference (COMPSAC 2015), Jul. 1, 2015, Taichung, Taiwan.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

(1) ホームページ等

研究室のホームページ

<http://www.nanzan-u.ac.jp/~amikio/NISE/>

- (2) PROMCODE プロジェクト管理データ交換共通インタフェース仕様プロジェクトのホームページ

<http://www.promcode.org/>

- (3) PROMOCDE プロジェクト管理データ交換共通インタフェース国際標準化プロジェクトのホームページ

https://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=oslc-promcode

6. 研究組織

- (1)研究代表者

青山 幹雄 (AOYAMA, Mikio)
南山大学・情報理工学部・教授
研究者番号：40278073

- (2)研究分担者

なし

- (3)連携研究者

なし

- (4)研究協力者

なし