

平成22年6月9日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20700028
 研究課題名（和文） オープンソースコミュニティを対象としたコーディネーション分析技術の開発
 研究課題名（英文） A method for analyzing coordination activities in open source communities
 研究代表者
 大平 雅雄（OHIRA MASAO）
 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：70379600

研究成果の概要(和文):本研究の目的は、オープンソースソフトウェア（OSS）開発コミュニティにおける協調作業の成否に大きな影響を与えるコーディネーション行動を分析するための技術を開発することである。具体的には、(1)コーディネータの特定するためのデータ解析技術、(2)コーディネータがコミュニティの参加メンバを媒介する能力の数値化指標、(3)コーディネータの媒介能力がOSS開発及びコミュニティへ与える影響の度合を数値化する分析技術及び分析ツールを開発した。

研究成果の概要(英文):The goal of this study is to an analysis technique for understanding coordination activities which have a big influence on collaboration in open source software (OSS) development communities. We have developed (1) data analysis method for identifying coordinators, (2) Community Betweenness which is an index for representing the ability of intermediation among community members, and (3) an analysis method and tool for quantitatively measuring the degree of influences on OSS development and communities.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野:総合領域

科研費の分科・細目:情報学・ソフトウェア

キーワード:ソフトウェア工学, 開発管理, オープンソース, コミュニティ, コーディネータ, 社会ネットワーク分析, ソシオメトリクス, コミュニティ媒介性

1. 研究開始当初の背景

近年, Linux や Apache を代表とする OSS コミュニティ主導型のソフトウェア及びソフトウェア開発の形態に注目が集まっている. 一般的な OSS 開発は, ボランティアの参加者(開発者, バグ報

告者, ユーザなど)が WWW 上に形成したオンラインコミュニティにおいて行われる. OSS は無償で提供されているが, 信頼性や機能面で商用ソフトウェアに引けをとらない品質を備えることなどから, ソフトウェア開発企業が製品の一部として OSS を利用したり, 教育機関や官公庁などが教

育・業務支援用ソフトウェアとして導入するなど、国内外を問わず広く OSS の普及が進んでいる。

Apache など一部の OSS は既に、社会基盤を支える重要な役割を果たしているが、OSS 開発及びコミュニティの実態については現在のところ十分に明らかにされていない。そのため近年、OSS 開発及びコミュニティを分析した研究 [1,2,3,4] が盛んに行われており、特に、コーディネーション(協調作業を円滑に行うための調整)行動が OSS コミュニティにおける協調作業の成否に大きな影響を及ぼすことが明らかになりつつある[5,6]。

OSS コミュニティはボランティアの参加者によって運営されているため、何らかの原因により参加者が離脱し OSS 開発の停滞を招くことが少なくない。ところが、参加者の協調作業を円滑化する優れた調整能力を持つコーディネータが存在する場合は、コミュニティが持続的に成長可能であるとともに品質の高い OSS を提供し続けることができるという知見である。

先行研究[5,6]が分析対象としたのは、OSS コミュニティ内の開発者コミュニティという特定のサブコミュニティであり、開発者同士の協調作業を調整するコーディネータの特徴を明らかにしたのみである。OSS コミュニティには開発者コミュニティ以外にも、テスタ、バグ報告者、ユーザなど、コミュニティ内での役割に応じたサブコミュニティが存在しており、サブコミュニティ間の架け橋となり協調作業を調整することが、コミュニティ全体の活動を円滑化し品質の高い OSS を提供する上では重要である。そのため現在、OSS の成功・失敗要因に大きな影響を与えるサブコミュニティ間のコーディネーションメカニズムの解明が求められている。

2. 研究の目的

そこで本研究課題は、OSS コミュニティにおける複数のサブコミュニティの協調作業を調整するコーディネータを分析するための技術を開発することを目的とした。

具体的には、(1) コーディネータ(コーディネーションに貢献する人物)の特定、(2) コーディネータがコミュニティの参加メンバを媒介する能力の数値化、(3) コーディネータの媒介能力が OSS 開発及びコミュニティへ与える影響(生産性、信頼性、コミュニティの持続的成長など)の度合を数値化のための分析技術及び分析ツールの開発である。

3. 研究の方法

研究の目的を達成するために、以下のサブゴールを設定し研究を行った。

(1) 複数のサブコミュニティを媒介するコーディネータの分析指標の確立

先行研究[5,6]では、コーディネータの調整行

動を観察するための手段としてソーシャルネットワーク分析 (Social Network Analysis: SNA)[7] (特に中心性分析)を用いている。しかしながら、中心性分析と代表とする従来の SNA は、単一のコミュニティを分析対象としているため、複数のサブコミュニティを媒介するコーディネータを特定することやコーディネータの調整能力を計測することはできない。本研究課題では、サブコミュニティ間の協調作業の円滑化に寄与するコーディネータを特定するための指標「コミュニティ媒介性指標 (Community Betweenness)」を提案し、妥当性の検証と指標の拡張を行った。

(2) 複数のサブコミュニティを媒介するコーディネータの分析ツールの開発

SNA を支援するツールには、Pajek や UCINET など機能性や操作性に優れたものが存在する。しかし、複数のコミュニティを媒介する人物を分析するための指標及びアルゴリズムは存在しない。そこで本研究課題では、(1)で確立した「コミュニティ媒介性指標」を計算するためのアルゴリズムを実装した分析ツールを開発した。

(3) コーディネータの媒介能力が OSS 開発及びコミュニティへ与える影響の分析

複数の OSS コミュニティを対象として、分析ツールにより算出したコーディネータの媒介能力と、OSS 開発の生産性や信頼性、コミュニティの持続性などとの相関を計測することで、コーディネータの媒介能力が OSS 開発及びコミュニティに与える影響を分析した。

- [1] C. Jensen and W. Scacchi, Role Migration and Advancement Processes in OSSD Projects: A Comparative Case Study, In Proc. of the 29th International Conference on Software Engineering (ICSE'07), pp.364-374, 2007.
- [2] Y. Ye and K. Kishida, Toward an Understanding of the Motivation Open Source Software Developers, In Proc. of the 25th International Conference on Software Engineering (ICSE'03), pp.419-429, 2003.
- [3] A. Mockus, R.T. Fielding, and J.D. Herbsleb, Two Case Studies of Open Source Software Development: Apache and Mozilla, ACM Trans. on Software Engineering and Methodology (TOSEM), Vol.11, No.3, pp.309-346, 2002.
- [4] K. Nakakoji, Y. Yamamoto, Y. Nishinaka, K. Kishida and Y. Ye, Evolution Patterns of Open-Source Software Systems and Communities, In Proc. of the International Workshop on Principles of Software Evolution (IWPSSE'02), pp.76-85, 2002.
- [5] C. Bird, A. Gourley, P. Devanbu, M. Gertz, and A. Swaminathan, Mining Email Social Networks 2006, In Proc. of the 2006

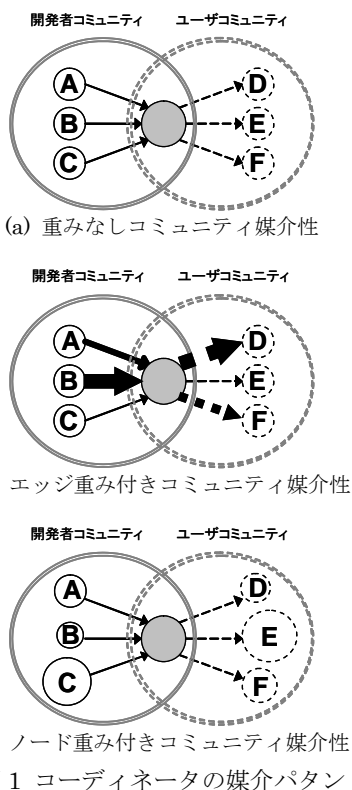
International Workshop on Mining Software Repositories (MSR'06), pp.137-143, 2006.

- [6] J. Howison K. Inoue and K. Crowston, Social Dynamics of Free and Open Source Team Communications, In Proc. of the 2nd International Conference on Open Source Systems (OSS'06), pp.319-330, 2006.
- [7] S. Wasserman and K. Faust, Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge University Press, 1994.

4. 研究成果

(1) コミュニティ媒介性指標の構築

コミュニティ媒介性指標 (Community Betweenness) を構築した。コミュニティ媒介性指標は、コーディネータが複数のサブコミュニティを媒介する度合 (媒介能力) を測定するための指標である。OSS コミュニティのネットワーク構造の典型的なパターンを想定し、3種類の媒介性指標を考案した。(図1)。これらはコミュニティAからコミュニティBへの片方向の情報伝達の媒介度合を算出するためのものである。



(2) コーディネータの分析ツールの開発

(1)で考案した指標を計算しコーディネータの媒介能力を分析するツールを開発した。ツールへの入力は、多くのOSSコミュニティが利用しているメーリングリストのアーカイブデータ(mbox形式など)である。分析ツールの出力は、「コミュニ

ティ媒介性指標」の計算結果(数値データ)及び既存のソーシャルネットワーク分析ツールと互換性のある形式で記述されたファイル(ネットワークデータ)である。

分析ツールを用いて得られた、Apache コミュニティや Mozilla コミュニティをはじめとする OSS コミュニティのコーディネータに関するデータは、他の研究者も利用できるように分析結果(論文)とともに以下のHPで公開している。

- 社会ネットワーク分析用データと論文
http://se.aist-nara.ac.jp/html/SNA/sna_data/index.html

(3) コーディネータの媒介能力がOSS開発及びコミュニティへ与える影響の分析

構築したコミュニティ媒介性指標 (Community Betweenness) を OSS コミュニティの9つの状態を想定(図2)したネットワークに適用しシミュレーションを行った。その結果、指標の妥当性を確認することができた。

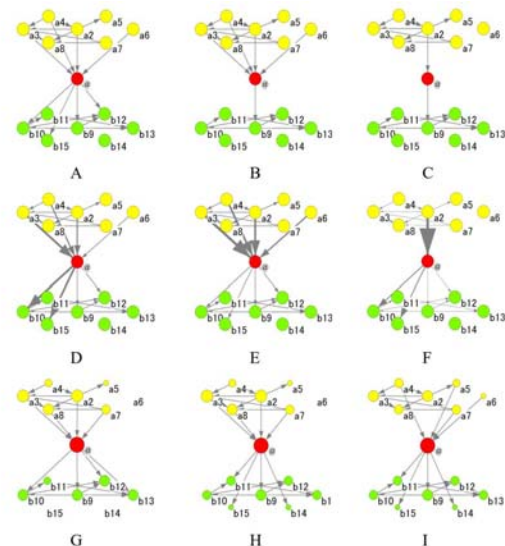


図2 シミュレーションに用いた9通りのネットワーク

次に、Apache コミュニティの開発者コミュニティとユーザコミュニティを対象として、コミュニティ媒介性指標と従来指標である媒介中心性それぞれ比較するケーススタディを行った。その結果、以下の知見が得られた。

- ① **重みなしコミュニティ媒介性**
 重みなしコミュニティ媒介性は、コーディネータの各コミュニティに対する次数をもとに、それらの調和平均によって媒介の度合いを評価する。重みなし媒介性では、各コミュニティの多くのノード同士を媒介するコーディネータを評価できた。
- ② **エッジ重み付きコミュニティ媒介性**
 エッジ重み付きコミュニティ媒介性は、コーディネータの各コミュニティに対するメッセージの送信回数をもとに、それらの調和平均によって媒介の度合いを評価する。エッジ

ジ重み付きコミュニティ媒介性では、いずれのコミュニティのノードに対しても媒介の頻度の高いコーディネータを評価できた。

③ **ノード重み付きコミュニティ媒介性**

ノード重み付きコミュニティ媒介性は、コーディネータとつながる各コミュニティ内のノードの次数をもとに、それらの調和平均によって媒介の度合いを評価する。ノード重み付きコミュニティ媒介性では、各コミュニティにおいても中心的なノード同士を媒介するコーディネータを評価できた。

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2件)

- ① 瀧寛文, 森崎修司, 大平雅雄, 松本健一, Q&A コミュニティを対象とした回答の信頼性指標構築に向けた分析, 情報社会学会誌, Vol.4, No.1, pp.49-58, June 2009. 査読有.
- ② 松本真佑, 亀井靖高, 大平雅雄, 松本健一, OSS コミュニティにおけるオープンコラボレーションの理解, 情報社会学会学会誌, Vol.3, No.2, pp.29-42, March 2009. 査読有.

[学会発表] (計17件)

- ① Masao Ohira, Kiwako Koyama, Akinori Ihara, Shinsuke Matsumoto, Yasutaka Kamei, and Ken-ichi Matsumoto, Time-Lag Analysis Toward Improving the Efficiency of Communications among OSS Developers, In Proceedings of The 3rd International Workshop on Knowledge Collaboration in Software Development (KCS2009), pp.49-62, November 2009, Tokyo, Japan. 査読有.
- ② Akinori Ihara, Masao Ohira and Ken-ichi Matsumoto, Differences of Time between Modification and Re-Modification: An Analysis of A Bug Tracking System, In Proceedings of The 3rd International Workshop on Knowledge Collaboration in Software Development (KCS2009), pp.17-22, November 2009, Tokyo, Japan. 査読有.
- ③ 小山貴和子, 伊原彰紀, 松本真佑, 亀井靖高, 大平雅雄, 松本健一, OSS 開発における情報交換の効率改善へ向けたタイムラグ分析手法の提案, 情報処理学会シンポジウム グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2009 論文集, Vol.2009, No.8, pp.81-86, September 2009, 群馬. 査読有.
- ④ 伊原彰紀, 大平雅雄, 松本真佑, 松本健

一, OSS の開発状況理解支援のための可視化手法の提案, 情報処理学会シンポジウム グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2009 論文集, pp.63-64, September 2009, 群馬. 査読無.

- ⑤ Mizuki Yamamoto, Masao Ohira, Yasutaka Kamei, Shinsuke Matsumoto, and Ken-ichi Matsumoto, Temporal Changes of the Openness of An Oss Community: A Case Study of the Apache Http Server Community, In Proceedings of The Fifth International Conference on Collaboration Technologies 2009 (CollabTech 2009), pp.64 - 65, August 2009, Sidney, Australia. 査読有.
- ⑥ Akinori Ihara, Masao Ohira, and Ken-ichi Matsumoto, An Analysis Method for Improving a Bug Modification Process in Open Source Development, In Proceedings of 10th international workshop on principles of software evolution (IWPSE-EVOL2009), pp.135-143, August 2009, Amsterdam, the Netherlands. 査読有.
- ⑦ 伊原彰紀, 大平雅雄, 松本健一, 不具合管理システム利用時の不具合修正プロセス改善のための滞留時間分析手法の提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, pp.1221-1227, July 2009, 大分. 査読有.
- ⑧ 伊原彰紀, 大平雅雄, 松本健一, 障害管理システム利用時の修正遅延要因の分析, ソフトウェア信頼性研究会 第 5 回ワークショップ論文集, pp.75-82, March 2009, 和歌山. 査読無.
- ⑨ 伊原彰紀, 大平雅雄, 小山貴和子, 松本健一, OSS の障害修正における開発者ネットワークの分析, 第 5 回ネットワーク生態学シンポジウム予稿集, pp.258-259, March 2009, 沖縄. 査読無.
- ⑩ 大平雅雄, 松本真佑, 松本健一, コミュニティ媒介性: OSS開発における協調作業への媒介度を評価する指標, 情報処理学会 第 5 回ネットワーク生態学シンポジウム, pp.260-261, March 2009, 沖縄. 査読無.
- ⑪ 大平雅雄, 松本真佑, 伊原彰紀, 松本健一, オープンメディアを活用した知識コミュニティのデザインに関する一考察, 情報社会学会「知識共有コミュニティワークショップ —インターネット上の知識検索サービス研究—」, pp.1-10, November 2008, 東京. 査読有.
- ⑫ 伊原彰紀, 亀井靖高, 大平雅雄, 松本真佑, 松本健一, OSS プロジェクトにおける障害に関する情報共有の分析, 平成 20 年度 情報処理学会関西支部支部大会 講演論文集, Vol.2008, pp.69-72, October

- 2008, 京都. 査読無.
- ⑬ Yasutaka Kamei, Shinsuke Matsumoto, Hirotaka Maeshima, Yoji Onishi, Masao Ohira, and Ken-ichi Matsumoto, Analysis of Coordination between Developers and Users in the Apache Community, In Proceedings of The Fourth International Conference on Open Source Systems (OSS2008), pp.81-92, September 2008, Milano, Italy. 査読有.
- ⑭ Kimiharu Ohkura, Yoji Onishi, Shinji Kawaguchi, Masao Ohira, Hajimu Iida, and Ken-ichi Matsumoto, A Method for Measuring Oss Projects' Activity Based on Cluster Analysis of Email Threads, In Proceedings of The Fourth International Conference on Open Source Systems (OSS2008), Poster, September 2008, Milano, Italy. 査読有.
- ⑮ 亀井靖高, 大平雅雄, 松本真佑, 松本健一, Apache コミュニティにおける開発者とユーザとのコーディネーションの分析, ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2008, pp.183-184, September 2008, 東京. 査読無.
- ⑯ 伊原彰紀, 大平雅雄, 松本真佑, 亀井靖高, 松本健一, 複数のサブコミュニティを有するOSSコミュニティを対象としたネットワーク分析, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2008) シンポジウム, pp.297-303, July 2008. 札幌 査読有.
- ⑰ Shinsuke Matsumoto, Yasutaka Kamei, Masao Ohira, and Ken-ichi Matsumoto, A Comparison Study on the Coordination between Developers and Users in Foss Communities, In Proceedings of Socio-Technical Congruence (STC 2008), No.CD-ROM-NO.8, pp.1-9, May 2008, Leipzig, Germany. 査読有.

[図書] (計 1 件)

- ① Masao Ohira and Yunwen Ye (eds.), The Japanese Society for Artificial Intelligence (人工知能学会), Proceedings of the 3rd International Workshop on Knowledge Collaboration in Software Development (KCSD2009), 2009, 130 頁.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 取得年月日:
 国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大平 雅雄 (OHIRA MASAO)

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: 70379600