

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年3月29日現在

機関番号：14603

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700033

研究課題名（和文） オープンソース開発におけるコミュニケーション遅延解消のための支援技術の開発

研究課題名（英文） A computational support to resolve the delay of communication in open source software development

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、オープンソース開発におけるコミュニケーション遅延解消のための支援技術を構築することを目的としている。具体的には、①プロジェクト管理者がプロジェクト内で発生するコミュニケーション遅延を検出するための分析手法、②現在従事しているタスクに関連する開発者の内、タイムリーに議論が行える開発者を推定する手法、③推定した開発者とタスクとの関係を地理的マッピングとして可視化する手法を開発し、各手法を統合した支援ツールとして実装した。評価実験の結果、支援手法及び支援ツールの有効性を確認した。

研究成果の概要（英文）：The goal of the study is to construct a computational support to resolve the delay of communication in open source software development. In order to achieve the goal, this study developed a set of methods to (1) detect the delay of communication happened in an open source project, (2) estimate developers who are able to communicate with others at time  $t$ , and (3) visualize the relationship between the estimated developers and tasks they are engaging in. Integrating the method as a computational support tool, we evaluated the tool and confirmed the effectiveness of the tool.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
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：オープンソース, ソフトウェア工学, 可視化

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年, オープンソースソフトウェア(以降, OSS とする)は, 企業製品の一部(携帯電話の組込み用 OS など)として利用された

り, 教育機関や官公庁などの教育・業務支援用ソフトウェアとして導入が進むなど幅広い用途で普及が進んでいる。一般的な OSS 製品は, 世界中の開発者らによりボランティア

ベースで共同開発される。Linux や Apache の社会的成功事例を受け、OSS 開発はソフトウェア工学分野における研究対象となっているだけではなく、企業におけるソフトウェア開発にもすでに少なからず影響を与えている。企業における分散ソフトウェア開発の一手法として OSS の開発形態が注目を集める一方、OSS 製品の大規模化・複雑化に伴う問題も明らかになりつつある。例えば、Linux デイストリビュータとして人気の高い Ubuntu プロジェクトを対象とした分析では、プロジェクトに報告された不具合の内、約 2 割の不具合が修正されるに過ぎず、修正担当者の割当てすら行われてない未修正の不具合が数多く存在することが明らかにされている。同様に、Linux カーネルの平均不具合残存期間は約 1.8 年間という分析結果もあり、「Given enough eyeballs, all bugs are shallow (十分な目玉があれば、どんなバグも深刻ではない: Linus の法則)」という OSS 開発に関する従来の認識を覆す知見が報告され始めている。

(2) 研究代表者は過去の研究課題(研究代表者、「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」、若手 B: 課題番号 20700028, H20~H21)において、OSS 製品の開発及び不具合修正における協調作業を円滑化する役割を担うコーディネータに着目し、コーディネータの調整能力を計測・分析する技術を開発した。開発した分析技術を利用する過程で新たに得られた知見は、たとえ優秀なコーディネータが牽引するプロジェクトであっても、「OSS 開発における時差の多重性」が顕著に表れる場合には、開発や不具合修正の遅延は容易に防ぐことができないというものである。ここでの「OSS 開発における時差の多重性」とは、以下の 2 つの要因によって一般的な OSS 開発において派生する複数の時差の存在を指す。

- 一般的な OSS 製品は、不特定多数かつ流動的な開発者らによる地理的に分散した環境下での共同開発となるため、物理空間的に様々な「時差」が生じる
- 一般的な OSS 製品は、ボランティアの開発者の自由意思により開発が行われるため、個々の開発者が開発に従事する時間帯に様々な「時差」が生じる

前者は、時差を積極的に活用することである程度克服可能なソフトウェア開発企業での分散開発とは異なり、開発者の居住する地域が不特定かつプロジェクトへの参加が流動的な OSS 開発固有の時差の問題であり、特定地域のタイムゾーンに合わせて作業を行うことを困難にする。

後者は、開発への従事義務を負わないボランティアな開発者らによる共同開発という OSS 開発の形態に起因する時差の問題である。開発

者の生活スタイルの違い(朝型 vs. 夜型)や職業の有無(会社員 vs. 学生)によって個々の開発者が開発に従事する時間帯が大きく異なる場合が多々ある。不具合修正担当者の再割り当てが何度も繰り返され不具合が長期間修正されない現象が多く OSS プロジェクトにおいて観察されているのも、開発者間のタイムリーな議論の欠如による弊害とされる。このように、OSS 開発を支援するためには、上述の「時差」を解消する必要があり、本研究においてコミュニケーション遅延を解消するための支援技術を開発することを考えるに至った。

## 2. 研究の目的

そこで本研究課題では、オープンソース開発におけるコミュニケーション遅延軽減・解消のための支援技術を構築することを目的とし、具体的には、①プロジェクト管理者がプロジェクト内で発生するコミュニケーション遅延を検出するための分析手法、②現在従事しているタスクに関連する開発者の内、タイムリーに議論が行える開発者を推定する手法、③推定した開発者とタスクとの関係を地理的マッピングとして可視化する手法を開発し支援ツールとして実装した。

## 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。

(3-1) コミュニケーション遅延検出のための分析手法の開発: プロジェクト管理者がコミュニケーション遅延の実態を把握するための遅延検出のための分析手法を開発した。多くの OSS プロジェクト管理者は、開発者の地理的分布やコミュニケーション遅延の実態を正確に把握しておらず、コミュニケーション遅延を起因とする開発や不具合修正の遅延に対処困難な現状を解決することが目的である。具体的には、OSS プロジェクト内で議論のために開発者が一般的に利用するメーリングリスト(ML)を分析対象データとして用い、任意のタイムゾーン間でどの程度遅延が発生しているのかを分析する手法を開発した。

(3-2) タイムリーな議論が可能な開発者を推定する手法の開発: 時差の影響をできる限り緩和するために、ある開発者が現在従事しているタスクに関連する開発者の内、直ちに議論が行える開発者を推定する手法を開発する。コミュニケーション遅延を実際に軽減・解消するために、様々な時差を有する開発者個々人の行動を支援するためである。具体的には、開発者の活動時間帯を推定するために開発者の活動履歴(MLへの投稿時刻、構

成管理ツールへの check-in/out 時刻、不具合管理ツールへの不具合報告時刻など)を抽出し個々の開発者の活動時間帯をタイムゾーンの違いを考慮して統計処理しておく。その上で、開発者 A が従事するタスク(例えば、モジュール X の不具合修正)に関連する開発者(例えば、モジュール X の開発・不具合修正に参与した開発者 B・C・D など、またはモジュール X と依存関係のあるモジュール Y の開発者 E・F など)の中から開発者 A と時刻  $t$  において遅延なく議論可能な開発者を推定する手法である。

(3-3) 従事しているタスクと関連する開発者を地理的にマッピングする可視化手法の開発: 開発者が従事するタスクに関連する開発者が地理的にどのように分散しているかをリアルタイムに把握し自身の行動を制御可能にする(アウェアネス支援)ための可視化手法を開発する。プロジェクト管理者同様、開発者が「OSS 開発における時差の多重性」の存在を明確に意識することが困難な状況にある。開発者が時差の多重性を意識して各々行動することができれば、コミュニケーション遅延の問題は大きく改善できると期待される。具体的には、(3-2)で推定した開発者のタイムゾーン(あるいは国や地域)を ML データのヘッダ情報(UTC+8 といったタイムゾーンの情報など)を利用して特定し、従事するタスクと関連する開発者との関係が理解できるよう地理的にマッピングし可視化する手法である。最終的に、(3-1~3)手法を統合し、コミュニケーション遅延解消のための支援ツールとして実装・評価した。

#### 4. 研究成果

本研究によって得られた知見および成果は以下の通り。

(4-1) コミュニケーション遅延検出のための分析手法: オープンソース開発者の地理的分布(タイムゾーン)を特定し、任意のタイムゾーン間のコミュニケーション遅延を最小化する最適なタイミングを求める手法(図 1)を開発しその有用性を確認した。

(4-2) タイムリーな議論が可能な開発者の推定手法: OSS 開発で一般に利用される ML、構成管理・不具合管理ツールの利用履歴、特に時間情報を用いて、ある開発者が時刻  $t$  において自身のタスクに関する議論を行う際に、そのタスクに関連する開発者を最もコミュニケーション遅延が小さくなるように順位付けを行い推定する手法を開発しその有用性を確認した。

(4-3) 関連する開発者を地理的にマッピングする可視化手法: 開発者が従事するタスクと関連する開発者との関係が理解できる

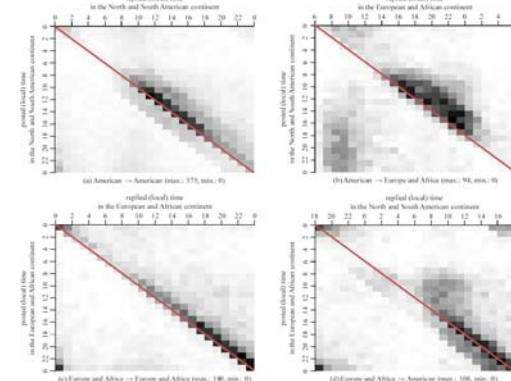


図 1: コミュニケーション遅延検出手法

欧・米の開発者を中心とする Python プロジェクトの分析結果。対角線上にコミュニケーションが集中していることがリアルタイムに近いコミュニケーションが行われていることを示す。米→米(左上図)や欧→欧(右上図)ではコミュニケーション遅延は小さいが、欧→米(右下図)でのコミュニケーションでは対角線からずれた部分(遅延が発生しているコミュニケーション)が比較的広く分布していることが見て取れる。



図 2: 支援ツール ACTION

ACTION は、研究方法(3-1)~(3-3)で開発した各種法を実装し支援ツールとして統合したものである。

「Folder/File Tree View」にはプロジェクトが現在開発しているモジュール(あるいはファイル)一覧が表示されており、興味のある一つのモジュールをクリックすると「Module History View」にそのモジュールの開発に携わったことのある開発者が、開発時期と開発者の所在地(タイムゾーン)とともに時系列で表示される。「Module History View」に表示されている任意の開発者をクリックすると「Active Time View」上に、その開発者が活発に行動している時間帯が自らのタイムゾーンと重ね合わせて表示されており、すぐにコミュニケーション可能かどうかを判断できる。

よう地理的にマッピングし可視化する手法を開発しその有用性を確認した。

(4-4) 個々の手法のツール化と支援ツールとしての手法の統合: OSS 開発者・管理者からのフィードバックに基づいてシナリオベース設計を行い、開発した各手法が有効に機能するよう各手法を実装し、支援ツールとして統合した(図 2)。

(4-5) 支援ツールの評価: 実装したツールの評価を実証的に行い、ツールの有用性を確認した。また、OSS 開発者にインタビューを行い具体的な効果や改善点についての知見を得た。

## 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6件)

- ① 伊原彰紀, 亀井靖高, 大平雅雄 (他2名, 3番目), OSSプロジェクトにおける開発者の活動量を用いたコミッター候補者予測, 電子情報通信学会論文誌, J95-D 巻, 237-249, 2012, 査読有
- ② 伊原彰紀, 大平雅雄, 松本 健一 (2番目), OSS開発における不具合修正プロセスの現状と課題 : 不具合修正時間の短縮化へ向けた分析, 情報社会学会誌, 6巻, 1-12, 2011, 査読有
- ③ 亀井靖高, 大平雅雄, 伊原彰紀 (他4名, 2番目), グローバル環境下におけるOSS開発者の情報交換に対する時差の影響, 情報社会学会誌, 6巻, 13-30, 2011, 査読有
- ④ 大平雅雄, イェ ユンウエン, 中小路久美代 (他1名, 1番目), ソフトウェア開発における知識コラボレーション, 26巻, 66-78, 2011, 査読有
- ⑤ Masao Ohira and Yunwen Ye (1番目), 3rd International Workshop on Supporting Knowledge Collaboration in Software Development (KCS2009), New Frontiers in Artificial Intelligence, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 6284巻, 89-90, 2010, 査読有
- ⑥ Masao Ohira, Kiwako Koyama, Akinori Ihara (他3名, 1番目), A Time-Lag Analysis for Improving Communication among OSS Developers, New Frontiers in Artificial Intelligence, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 6284巻, 135-146, 2010, 査読有

[学会発表] (計19件)

- ① 大平雅雄, ソフトウェア開発現場での活用へ向けたソフトウェアリポジトリマイニング手法の体系化, 情報処理学会ウインターワークショップ2012・イン・琵琶湖, 2012.1.19, 滋賀県
- ② 大平雅雄, 不具合管理パターンが不具合修正に与える影響の分析, 日本ソフトウェア科学会第18回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ, 2011.11.26, 青森県
- ③ 大平雅雄, OSS開発におけるコミッター選出のための開発者の活動量に関する実証的分析, 日本ソフトウェア科学会第18回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ, 2011.11.25, 青森県
- ④ Passakorn Phannachitta, An Analysis of Gradual Patch Application—A Better Explanation of Patch Acceptance, The Joint

Conference of the 21th International Workshop on Software Measurement and the 6th International Conference on Software Process and Product Measurement (IWSM/MENSURA2011), 2011.11.3, Nara, Japan

⑤ Anakorn Jongyindee, Good or Bad Committers? A Case Study of Committers' Cautiousness and the Consequences on the Bug Fixing Process in the Eclipse Project, The Joint Conference of the 21th International Workshop on Software Measurement and the 6th International Conference on Software Process and Product Measurement (IWSM/MENSURA2011), 2011.11.3, Nara, Japan

⑥ Passakorn Phannachitta, Understanding OSS Openness through Relationship between Patch Acceptance and Evolution Pattern, The International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP2011), 2011.11.1, Nara, Japan

⑦ Anakorn Jongyindee, A Case Study of the Consequences from Committers' Activities on the Bug Fixing Process in the Eclipse Project, The International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP2011), 2011.11.1, Nara, Japan

⑧ Akinori Ihara, A System for Information Integration between Development Support Systems, The International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP2011), 2011.11.1, Nara, Japan

⑨ Chakkrit Tantithamthavorn, A Tool for Collaborative Guitar Chords Creation based on the Concept of the Distributed Version Control, The International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP2011), 2011.11.1, Nara, Japan

⑩ Papon Yongpisanpop, Adaptive Search Engine for Organization Using Crowdsourcing Techniques, The 2011 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC2011), 2011.9.8, Bangkok, Thailand

⑪ Chakkrit Tantithamthavorn, ChordBook: A Portable Guitar Chord Song Book Using Crowdsourcing Techniques, The 2011 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC2011), 2011.9.8, Bangkok, Thailand

⑫ Masao Ohira, CICRO: An Interactive

Visual Interface for Crowd Communication Online, 14th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII2011), 2011.6.14, Orlando, Florida, USA

⑬ Yuji Takai, Effects of a Synchronized Scoring Interface on Musical Quality, 14th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII2011), 2011.6.14, Orlando, Florida, USA

⑭ Papon Yongpisanpop, Community Search: A Collaborative Searching Web Application With a User Ranking System, 14th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII2011), 2011.6.13, Orlando, Florida, USA

⑮ Hitoshi Masaki, A Quantitative Evaluation on the Software Use Experience with Electroencephalogram, 14th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII2011), 2011.6.13, Orlando, Florida, USA

⑯ Shoji Fujita, An Analysis of Committers toward Improving the Patch Review Process in OSS development, The21st IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE2010), 2010.11.4, San Jose, CA, USA

⑰ Emad Shihab, Predicting Re-opened Bugs: A Case Study on the Eclipse Project, The17th Working Conference on Reverse Engineering (WCRE 2010), 2010.10.16, Beverly, MA, USA

⑱ 藤田将司, OSS 開発におけるパッチレビュープロセスの効率化に向けたコミッターの分類, 平成 22 年度情報処理学会関西支部支部大会, 2010.9.22, 大阪府

⑲ 伊原彰紀, OSS 開発における保守対応の効率化のためのアウェアネス支援システム, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02010) シンポジウム, 2010.7.9, 岐阜県

[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