

On Relating Technical, Social Factors, and the Introduction of Bugs

Filipe Falcão^{*}, Caio Barbosa[†], Balduino Fonseca^{*}, Alessandro Garcia[†], Márcio Ribeiro^{*}, Rohit Gheyi[‡]

2020 IEEE 27th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)

背景・目的

- 共同開発環境の登場によってプロジェクトへの貢献が容易化
- 貢献者の増加に伴いレビュータスクの負担が増加
 - 開発者の経験層が幅広い
 - バグが混入する可能性も増加
- 技術的, 社会的要因がバグの混入とどのような関係があるのかを明らかにする

技術的要因

技術的要因	メトリクス
Developers' Experience (F1)	Experience (EXP) : 各開発者のコミットの数 Recent Experience (REXP) : 以前の変更からの年月 File Experience (FEXP) : 各開発者の変更ファイル数
Developers' Habit to Follow Technical Contribution Norms (F2)	Tests Percentage (TP) : コミットにテストを含んでいる割合 Modified Files (MF) : 1コミットあたりのファイル変更数 Median of Modified Files (MMF) : 全コミットのファイル変更数の中央値 Changed Lines (CL) : 1コミットあたりの変更行数 Median of Changed Lines (MCL) : 全コミットの変更行数の中央値
Nature of Developers' Commit (F3)	Forward Engineering % (FP) : 新規開発 Reengineering % (RP) : 見直し Corrective Engineering % (CP) : 修正 Management % (MP) : 管理
Developers' Commit Bugginess (F4)	Percentage of Buggy Commit (PBC) : 今までのコミットのうち Buggy Commitの割合
Project Establishment (F5)	プロジェクトのFirst Commitからの日数

社会的要因

社会的要因	メトリクス
Ownership Level of Developers' Commit (F6)	Commit Ownership (CO) : 1 / コミットに含まれるファイル変更に関与した開発者の数 Median of Commit Ownership (MCO) : 全コミットにおけるCOの中央値
Communication with the Community of a Project (F7)	Number of Comments (NC) : 各開発者のコメント数
Social Influence on Contributions (F8)	Code Review Experience (EXPREv) : IssueやPull RequestのOpenやCloseした数, IssueやPull Requestにコメントした数 Recent Code Review Experience (REXPRev) : 以前レビューに携わってからの年月 Social Contributions (SC) : OpenやCloseされたIssueの数, OpenやClose, MergeされたPull Requestの数 Social Distance (SD) : プルリクエストをクローズまたはマージした開発者をフォローした回数 Median of Social Distance (MSD)

Research Question

TABLE I
SELECTED GITHUB PROJECTS AND THEIR CHARACTERISTICS

Project	Domain	Commits	Bug Reports Collected	Developers	Stars
Elasticsearch	Search Engine	45,747	2,305	1,197	40,540
Spring-boot	App Builder	21,325	949	567	37,232
Netty	Framework	9,263	1,134	369	18,980
Bazel	Build System	21,443	854	437	11,792
Presto	Query Engine	15,489	296	280	8,972
RxJava	Library	5,530	208	241	38,709
Signal-Android	Messenger	4,134	509	178	11,382
OkHttp	HTTP Client	3,869	282	182	32,023

- RQ1

- 技術的要因や社会的要因の観点ではBuggy CommitとClean Commitは異なるのか？
- また、その異なり具合はどの程度か？

- RQ2

- 最もバグの含みやすさに影響を与える要因は何か？

RQ1

技術的要因や社会的要因の観点ではBuggy CommitとClean Commitは異なるのか？

TABLE II
STATISTICAL SIGNIFICANCE (*p*-value) OF THE *Wilcoxon Rank Sum Test*
AND THE CLIFF'S DELTA (*d*) MAGNITUDE CLASSIFICATION

Factor	Metric	Elastic	Spring	Netty	Bazel	Presto	RxJava	Signal	OkHttp
F1	EXP	(+)	(-) **	(+) *	(-) *	(-)	(+) *	(-) *	(-)
	FEXP	(+)	(-) *	(+) *	(+) *	(+)	(+) *	(-) *	(+)
	REXP	(-)	(-) **	(+) *	(-) *	(-)	(+) *	(-) *	(-)
F2	TP	(+)	(-) *	(+) *	(-) *	(+)	(+) *	(-) *	(+)
	MCL	(+) *	(+) **	(+) *	(+) *	(+) *	(+) **	(+) **	(+) *
	CL	(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) ***
	MMF	(+) *	(+) **	(-) *	(+) *	(+) *	(+) **	(+) *	(+) *
	MF	(+) **	(+) ***	(+) **	(+) **	(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) **
F3	RP	(-)	(+) *	(+) *	(-) *	(-)	(-) *	(-) *	(+) *
	CEP	(+)	(+) *	(+) *	(-) *	(-)	(+) **	(-) *	(+)
	FEP	(+)	(+) *	(-) *	(-) *	(+)	(-) **	(+) *	(+) *
	MP	(-)	(-) **	(-) *	(+) *	(+)	(-) *	(+) *	(-) *
F4	PBC	(+) **	(+) **	(+) *	(+) **	(+) *	(+) ***	(+) **	(+) *
F5	Age	(-) *	(-) ***	(+) *	(-) **	(-) *	(+) **	(-) **	(-)
F6	MO	(+) *	(+) *	(+) *	(+) *	(-)	(-) *	(+) *	(-)
	CO	(+)	(+) *	(-) *	(+) *	(-)	(+) **	(-) *	(+) *
F7	NC	(-)	(-) **	(+) *	(+)	(-)	(+) **	(-) *	(-)
F8	EXPRev	(-)	(-) **	(+) *	(+) *	(-)	(+) **	(-) *	(-)
	REXPRev	(-)	(-) **	(+) *	(-) *	(-)	(+) *	(-) *	(-)
	SC	(-)	(-) **	(+) *	(-) *	(-)	(+) **	(-) *	(-)
	MSD	(-) *	(-) **	(-) *	(+) *	(-)	(+) ***	(-) *	(-)
	SD	(-)	(-) **	(+) *	(+) *	(-)	(+) ***	(-) *	(-)

- ウィルコクソンの符号順位和検定
- Cliff's Delta : (+), (-)
 - 無印 < * < ** < ***
- 灰色：有意差あり ($p < 0.05$)
- 技術的要因 ————
- 社会的要因 ————

Buggy CommitとClean Commitで各要因は有効である
技術的要因の方がより差が見られた

RQ2

最もバグの含みやすさに影響を与える要因は何か？

TABLE III
MULTIPLE LOGISTIC REGRESSION MODEL OF COMMIT BUGGINESS

Factor	Elasticsearch	Spring-boot	Netty	Bazel	Presto	RxJava	Signal-Android	OkHttp
F1	FEXP (0.96) ↓ EXP (0.93) ↓	FEXP (0.86) ↓	FEXP (1.01) ↑ EXP (1.06) ↑	FEXP (1.04) ↑	FEXP (1.04) ↑	FEXP (1.20) ↑ EXP (1.44) ↑	FEXP (1.05) ↑	FEXP (1.03) ↑
F2	TP (1.36) ↑ MCL (0.98) ↓ CL (2.83) ↑ MMF (0.95) ↓ MF (1.02) ↑	TP (1.14) ↑ MCL (1.19) ↑ CL (6.69) ↑ MMF (0.83) ↓ MF (1.04) ↓	TP (1.24) ↑ CL (3.36) ↑ MMF (0.85) ↓ MF (0.99) ↓	TP (1.08) ↑ MCL (1.08) ↑ CL (2.48) ↑ MMF (0.85) ↓ MF (1.32) ↑	TP (0.85) ↓ MCL (1.10) ↑ CL (2.94) ↑ MF (1.16) ↑	TP (0.83) ↓ MCL (1.12) ↑ CL (1.67) ↑ MMF (1.07) ↑ MF (1.86) ↑	MCL (1.15) ↑ CL (2.97) ↑ MMF (0.96) ↓ MF (1.20) ↑	TP (1.36) ↑ MCL (1.01) ↑ CL (2.47) ↑ MF (1.23) ↑
F3	RP (0.91) ↓ CEP (1.07) ↑ FEP (1.14) ↑ MP (0.91) ↓	RP (1.03) ↑ CEP (0.91) ↓ FEP (1.13) ↑ MP (0.92) ↓	RP (0.87) ↓ CEP (0.93) ↓ FEP (1.20) ↑ MP (0.87) ↓	RP (1.13) ↑ CEP (0.79) ↓ FEP (1.05) ↑	RP (1.02) ↑ CEP (1.03) ↑ FEP (0.87) ↓ MP (1.02) ↑	RP (1.28) ↑ CEP (1.01) ↑ FEP (1.03) ↑ MP (0.93) ↓	RP (0.88) ↓ CEP (0.92) ↓ FEP (0.99) ↓ MP (0.96) ↓	RP (1.09) ↑ CEP (1.11) ↑ FEP (1.05) ↑ MP (0.66) ↓
F4	PBC (1.39) ↑	PBC (0.99) ↓	PBC (1.38) ↑	PBC (1.50) ↑	PBC (1.60) ↑		PBC (1.07) ↑	PBC (0.80) ↓
F5		Age (0.24) ↓	Age (1.53) ↑	Age (0.18) ↓	Age (0.41) ↓	Age (1.71) ↑	Age (0.25) ↓	Age (1.12) ↑
F6	CO (1.06) ↑ MO (1.14) ↑	CO (0.92) ↓ MO (1.02) ↑	CO (0.74) ↓	CO (0.87) ↓ MO (1.04) ↑	CO (0.84) ↓ MO (0.64) ↓	CO (2.13) ↑ MO (0.34) ↓	CO (0.75) ↓	CO (1.11) ↑
F7	NC (0.99) ↓			NC (1.02) ↑	NC (1.49) ↑			
F8	MSD (0.76) ↓	SD (0.95) ↓	MSD (0.74) ↓	MSD (1.11) ↑ REXPRev (0.74) ↓			MSD (1.17) ↑	REXPRev (0.68) ↓

重回帰モデルを構築しモデルに影響が少なかったメトリクスを削除
(pair-wise相関係数 ≥ 0.7)

 resk-increasing

F2 : Developers' Habit to Follow
Technical Contribution Norms
F4 : Developers' Commit Bugginess

 resk-decreasing

F5 : Project Establishment
F6 : Ownership Level of Developers' Commit
F8 : Social Influence on Contributions

まとめ

- 技術的要因も社会的要因のどちらもBuggyとCleanを分別することが可能である
- 技術的要因の方がよりBuggyとCleanの分別を決定づける要因である
- F2のChanged Linesはどのプロジェクトにおいてもバグを含むリスクが高い