

Extracting Concise Bug-Fixing Patches from Human-Written Patches in Version Control Systems

Yanjie Jiang, Hui Liu, Nan Niu, Lu Zhang, Yamin Hu

Proceedings of the 2021 IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering (ICSE)

発表者：辻 裕真

背景

- ・ バージョン管理システムには数多くのバグとそれを修正したパッチが含まれている.
- ・ それらのデータはバグ限局やプログラム自動修正に活用できる.
- ・ バグを修正したコミットにはリファクタリングも含まれている.
- ・ バグ修正コミットからパッチを抽出するツールである BugBuilderを提案する.

BugBuilder

- ・ バグ修正コミットから適切なパッチを抽出するツール
- ・ 入力：修正前後のコード，テストケース

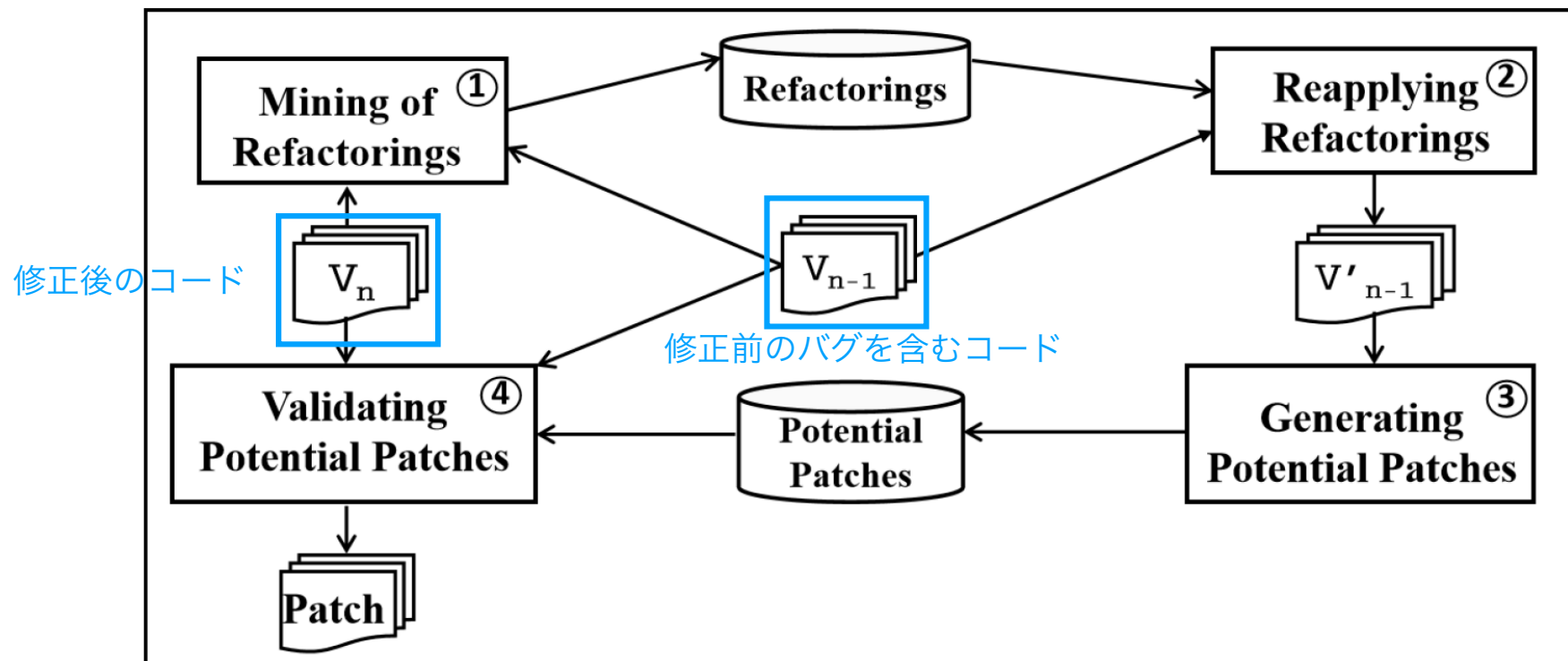


Fig. 2. Overview of BugBuilder

BugBuilder

1. RefactoringMinerを使用してリファクタリングを検出する.

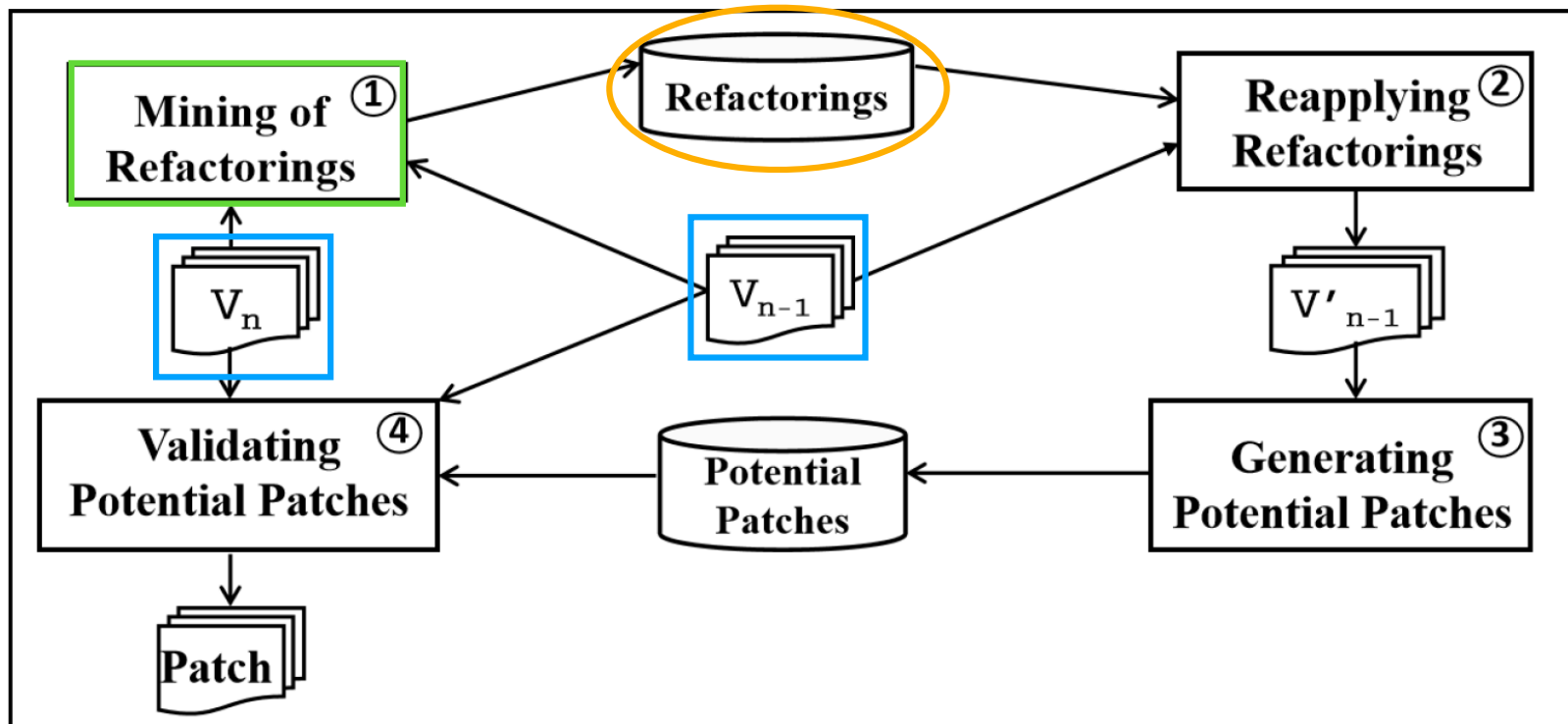


Fig. 2. Overview of BugBuilder

BugBuilder

2. リファクタリングを V_{n-1} に適用する.

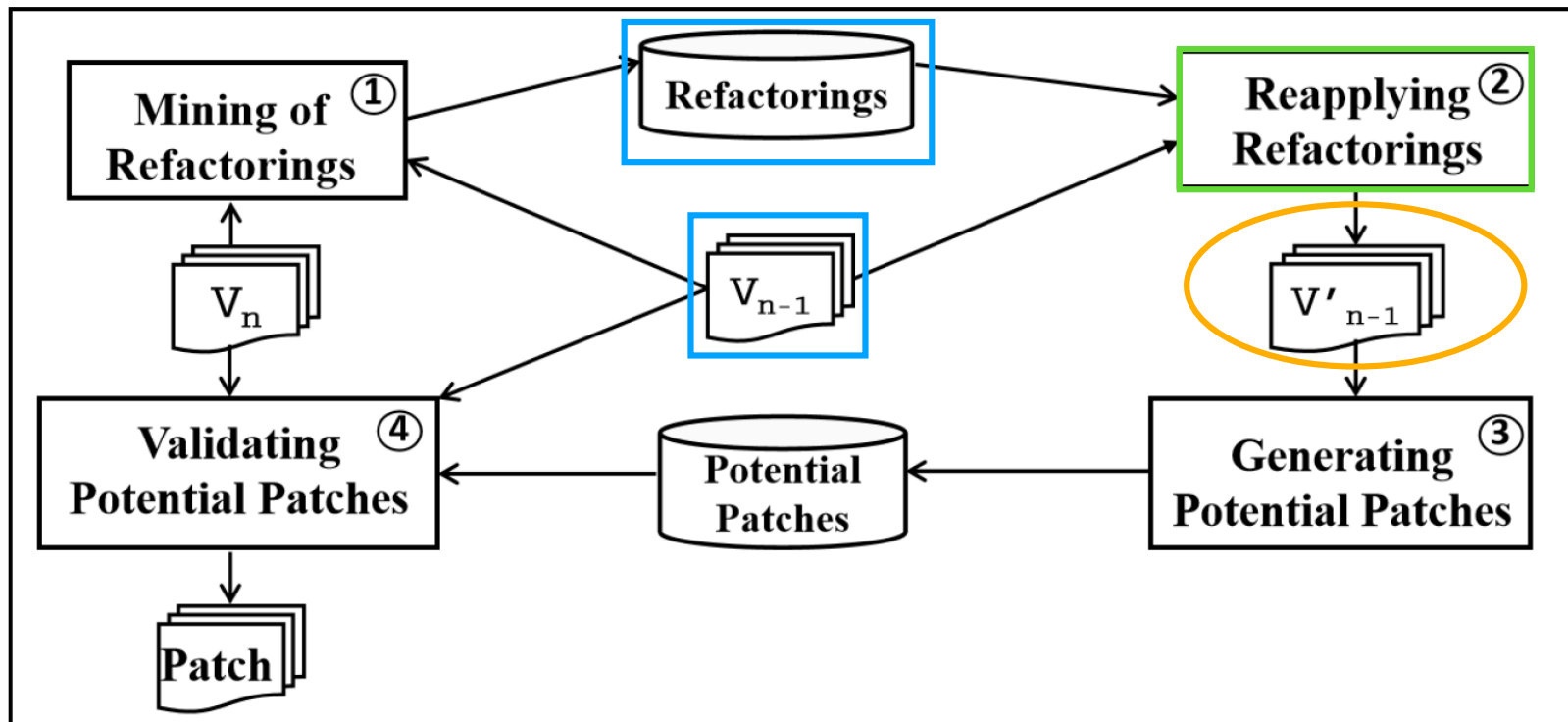


Fig. 2. Overview of BugBuilder

BugBuilder

3. V_n と V'_{n-1} の差分からパッチ候補を生成する.

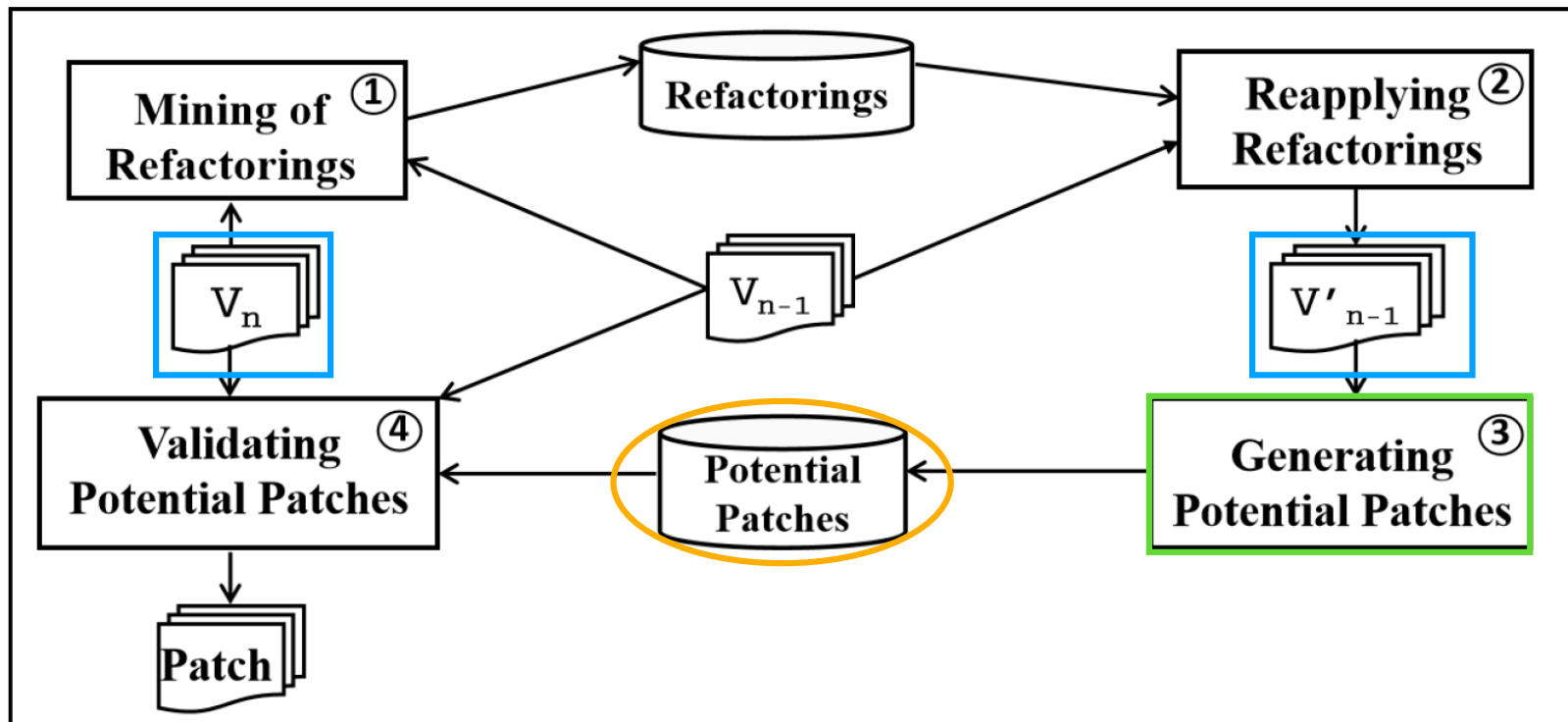


Fig. 2. Overview of BugBuilder

BugBuilder

4. パッチ候補を検証し合格したものをパッチとして出力する.

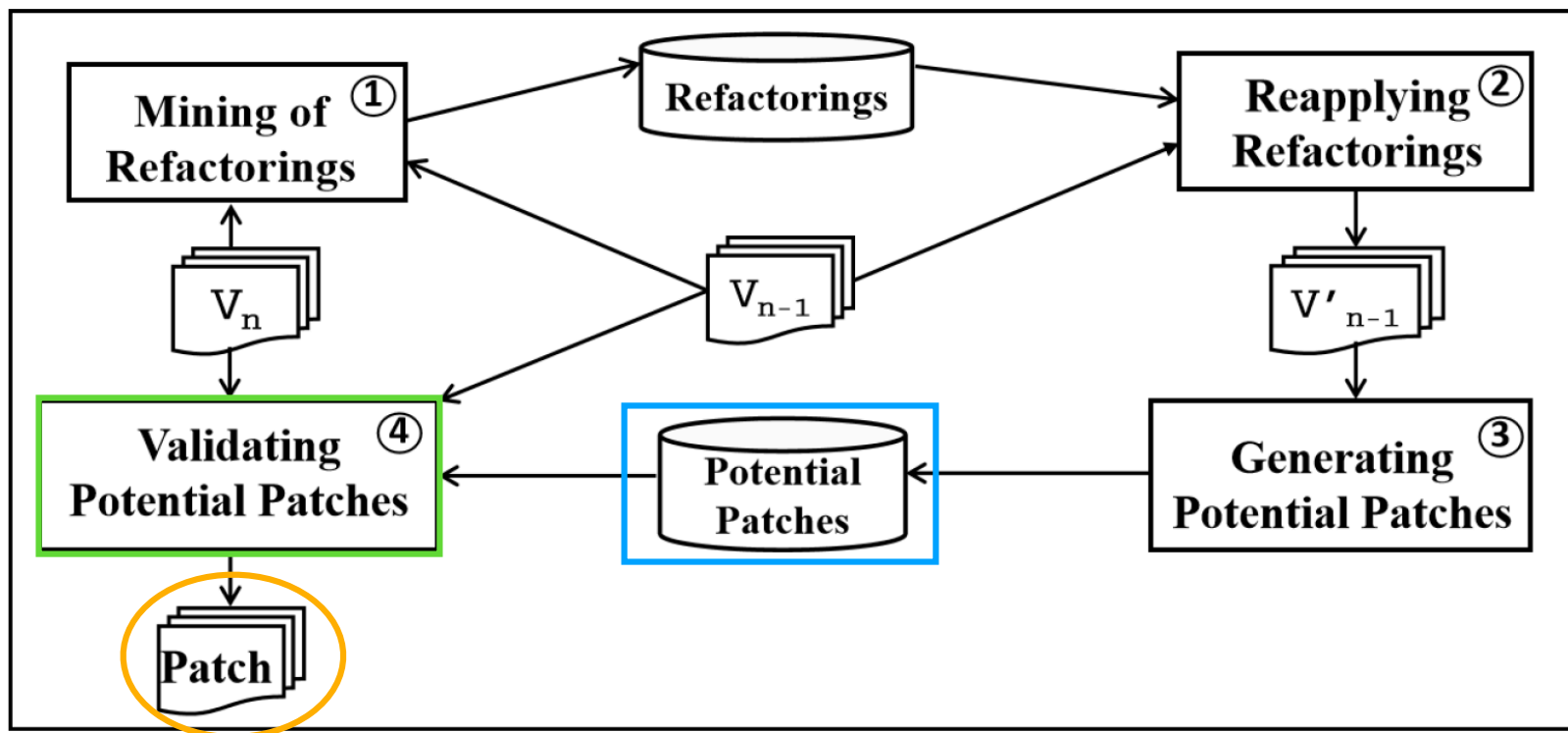


Fig. 2. Overview of BugBuilder

BugBuilder

パッチ候補の生成

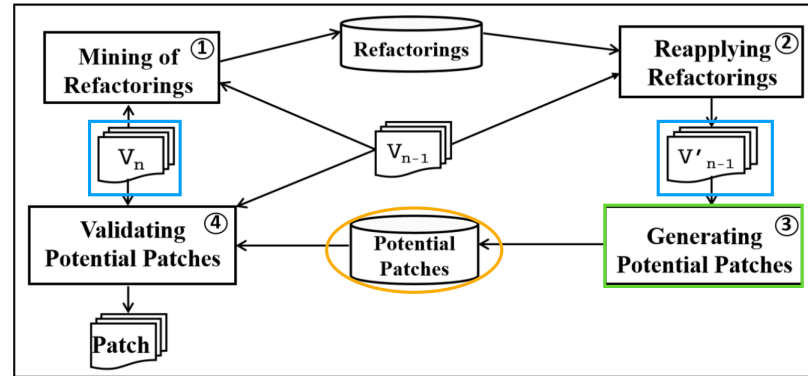


Fig. 2. Overview of BugBuilder

- V_n と V'_{n-1} の差分を計算し、トークンまたは行レベルで全てのサブセットをパッチ候補として列挙する.
- パッチ候補を V'_{n-1} に適用しコンパイルできたものに対してテストケースで検証を行う.
- 全てのテストケースに合格したパッチ候補が1つのみであった場合のみそれを適切なパッチとして出力する.

評価

Research Questions

RQ1：バグ修正コミットにはどのくらいリファクタリングが含まれているか.

RQ2：BugBuilderはどのくらい適切なパッチを抽出できるか.

- データセット

- ▶ JavaのバグデータセットであるDefects4Jを用いる.
- ▶ Defects4Jには17のプロジェクトの809のバグと修正が含まれる.
- ▶ Defects4Jには人手で抽出されたパッチが含まれている.

評価結果

RQ1：リファクタリングが含まれる割合

- ・ バグ修正コミットの変更行数の内、何行がバグ修正に関するものかを調査した.

TABLE I
BUG-FIXING AND BUG-IRRELEVANT CHANGES IN BUG-FIXING COMMITS

Project	Size of Commits (N_1)	Size of Bug-fixing Changes (N_2)	N_2/N_1
Commons CLI	473	325	69%
Closure Compiler	4,108	2,111	51%
Commons Codec	275	193	70%
Commons Collections	38	29	76%
Commons Compress	602	372	62%
Commons CSV	119	56	47%
Gson	239	168	70%
Jackson Core	485	307	63%
Jackson Databind	2,104	1,508	72%
Jackson Dataformat XML	119	114	96%
Jsoup	1,163	777	67%
Commons JXPath	582	430	74%
Commons Lang	689	516	75%
Commons Math	1,246	763	61%
Mockito	503	277	55%
Joda Time	264	242	92%
TOTAL	13,009	8,188	63%

- ▶ 全体の63%がバグ修正に関する変更であった.
つまり変更の37%はリファクタリングであった.
- ▶ 809のコミットのうち430がバグ修正に関する変更のみであり, 379 (47%) はリファクタリングが含まれていた.

評価結果

RQ2：適切なパッチを抽出できるか

- BugBuilderによって生成されたパッチとDefects4Jで公開されているパッチを比較した.

TABLE II
PERFORMANCE OF BUGBUILDER

Project	Bug-fixing Commits	Generated Patches	Matched Patches	Precision	Recall
Commons CLI	39	17	17	100%	44%
Closure Compiler	174	64	62	97%	36%
Commons Codec	18	10	8	80%	44%
Commons Collections	4	1	1	100%	25%
Commons Compress	47	20	19	95%	40%
Commons CSV	16	10	9	90%	56%
Gson	18	9	8	89%	44%
Jackson Core	26	10	10	100%	38%
Jackson Databind	112	34	33	97%	29%
Jackson Dataformat XML	6	2	2	100%	33%
Jsoup	93	40	36	90%	39%
Commons JXPath	22	6	5	83%	23%
Commons Lang	64	31	29	94%	45%
Commons Math	106	40	39	98%	37%
Mockito	38	19	19	100%	50%
Joda Time	26	11	11	100%	42%
TOTAL	809	324	308	95%	38%

- ▶ BugBuilderはバグ修正コミットの38%で適切なパッチを抽出できた.
- ▶ 抽出したパッチの95%が人手で抽出されたパッチと一致していた.
- ▶ 一致していない16のパッチの内12のパッチは人手で抽出されたものよりも正しいパッチであった.

まとめ

- ・ バグ修正コミットからバグ修正に関するパッチだけを抽出するツールであるBugBuilderを提案した.
- ・ BugBuilderは高い精度で適切なパッチを抽出できた.

所感

- ・ 既存のリファクタリング検出ツールがすごいのでは？
- ・ 精度の高さと人手で抽出したパッチよりも正しいパッチが抽出できているのはすごいと思った.