

An Empirical Study of Build Failures in the Docker Context

Yiwen Wu, Tao Wang, Yang Zhang, Huaimin Wang

Docker環境でのビルド失敗の実証的研究

背景

- Dockerのエコシステムや構成ファイル，ワークフロー，ベストプラクティスに関する研究は数多く行われてきたが，Dockerビルドに関する研究は行われていなかった.
- ビルドはソフトウェア開発に不可欠であり，しばしば失敗しその修正には多大な労力がかかるため，Dockerビルドについて調査し，理解することが目的.

Research Questions

RQ1 : Dockerビルドはどのくらいの頻度で失敗するか.

RQ2 : Dockerビルドが失敗した際, 修正にどのくらい時間がかかるか.

RQ3 : 障害の頻度と修正時間は時間の経過でどのように変化するか.

研究手法

データセット

- Google BigQueryを使用してGitHub上でDockerを使用するプロジェクトを抽出.(2019年7月時点, 527,543プロジェクト)
- 次にDocker Hub APIを使用してビルドデータがDocker Hubでホストされていないプロジェクトを除外, その後publicでないプロジェクトを除外する.(7,085プロジェクト)
- 最後にビルドが10未満のプロジェクトを除外し, 最終的に3,028のプロジェクト (857,086のDockerビルドを含む) を調査の対象とする.

Table 1: Basic statistics of studied projects.

Statistic	Mean	St.Dev.	Min	Median	Max
#Total builds	224	883.9	10	36	30,615
#Successful builds	184	785.5	0	28	30,270
#Broken builds	40	245.4	0	5	10,500

調査結果

RQ1 : Dockerビルドはどのくらいの頻度で失敗するか.

- 857,086のうち152,897(17.8%)のDockerビルドが失敗していた.
- また, 3,260(85.2%)のプロジェクトには少なくとも1つの失敗したビルドが含まれていた.
- 頻繁にビルドされるプロジェクトは失敗したビルドの比率が比較的少なかった.

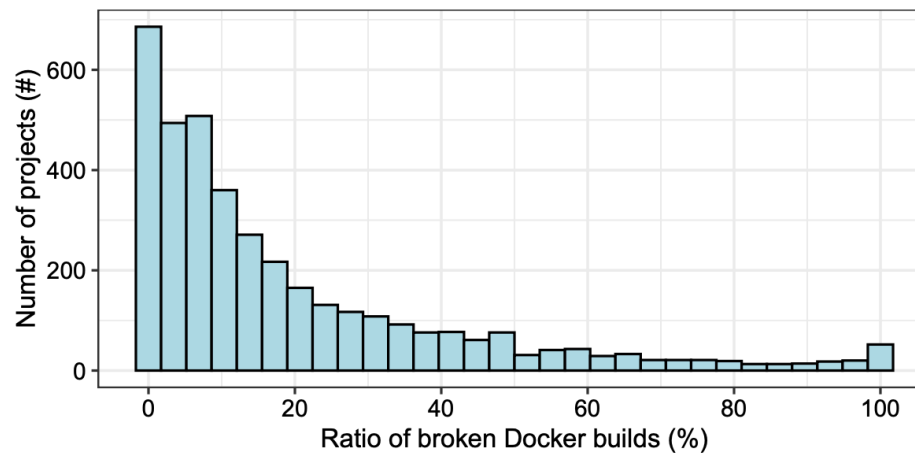


Figure 2: Distribution of broken Docker builds.

調査結果

RQ2：Dockerビルドが失敗した際、修正にどのくらい時間がかかるか.

- ・ 失敗したビルドから次に成功したビルドまでの時間間隔を調査した.
- ・ 修正時間が12時間を超えるものは除外した.
- ・ 10,566の有効なペア(失敗と成功)のうち、511(4.8%)のペアは修正が1分未満、2,105(19.9%)のペアは1～10分かかり、4,511(42.7%)のペアは10～100分、3,431(32.5%)のペアは100分以上かかる.

調査結果

RQ2： Dockerビルドが失敗した際、 修正にどのくらい時間がかかるか.

- 平均修正時間は124.5分で中央値は44.2分であった.
- C++とJavaの修正時間の中央値は5分と12分であるのでかなり長いと言える.

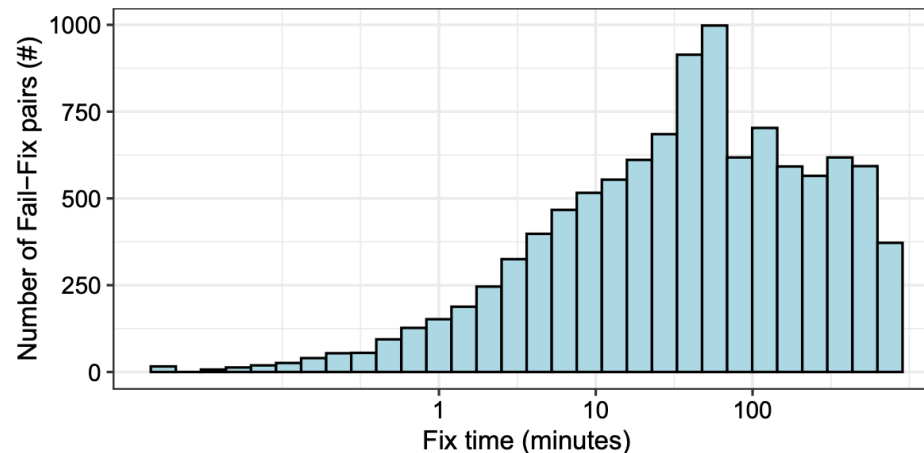


Figure 3: Distribution of fix time of broken Docker builds.

調査結果

RQ3：障害の頻度と修正時間は時間の経過でどのように変化するか.

- ・ 失敗したビルドの比率と修正時間が時間と共に変動するかを調査した.
- ・ 6ヶ月ごとにデータを分けてビルドの失敗率と修正時間の推移を取得した.
- ・ 共に時間と共に徐々に増加する傾向にあった.

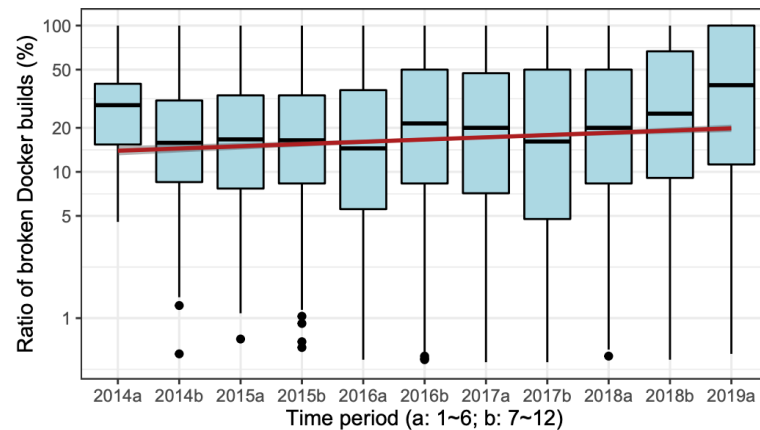


Figure 4: Distribution of failure ratio in six-month periods.

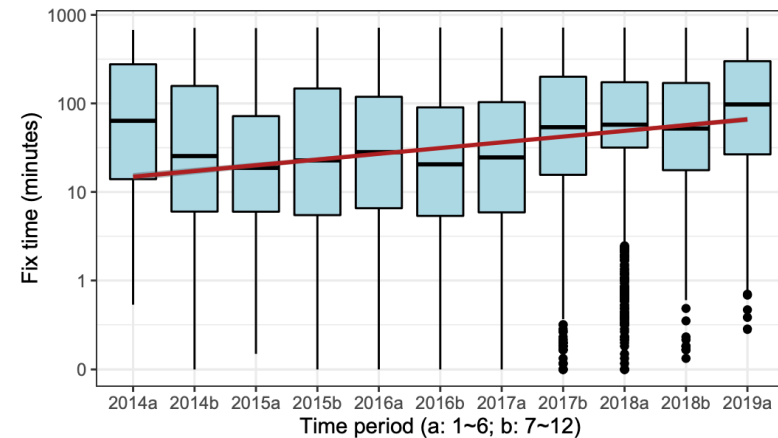


Figure 5: Distribution of fix time in six-month periods.

今後の研究課題

- Dockerビルドエラーのより詳細な原因分析.(Dockerビルドログからの一般的なタイプのエラーの要約など)
- Dockerビルドの失敗と潜在的な影響要因(OS, 環境, 開発者の経験, タスクの複雑さ, システム, チームサイズなど)との関係の調査.
- Dockerビルドエラーの発生をOSSと企業内プロジェクト間で比較.

結論

- Dockerのビルドの失敗について大規模な実証研究を行った.
- Dockerビルドに関して失敗の頻度, 修正期間およびそれらの進化について明らかにした.