

ICPC模擬地区予選2016

問題I : Multisect

原案・問題文・解説 : 田中 (tomerun)

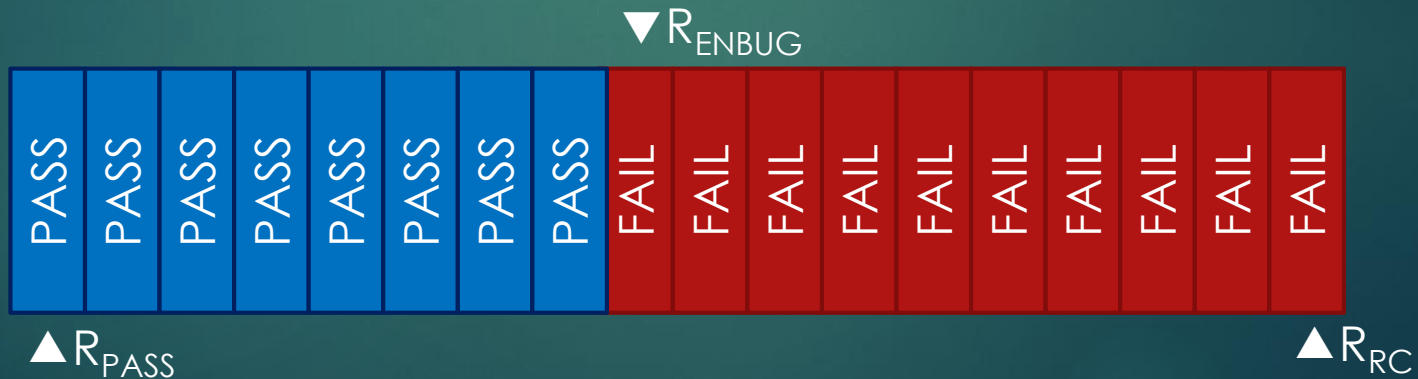
テストデータ : 杉田 (kurome)

回答 : 田中・杉田・水野 (not)

問題概要

2

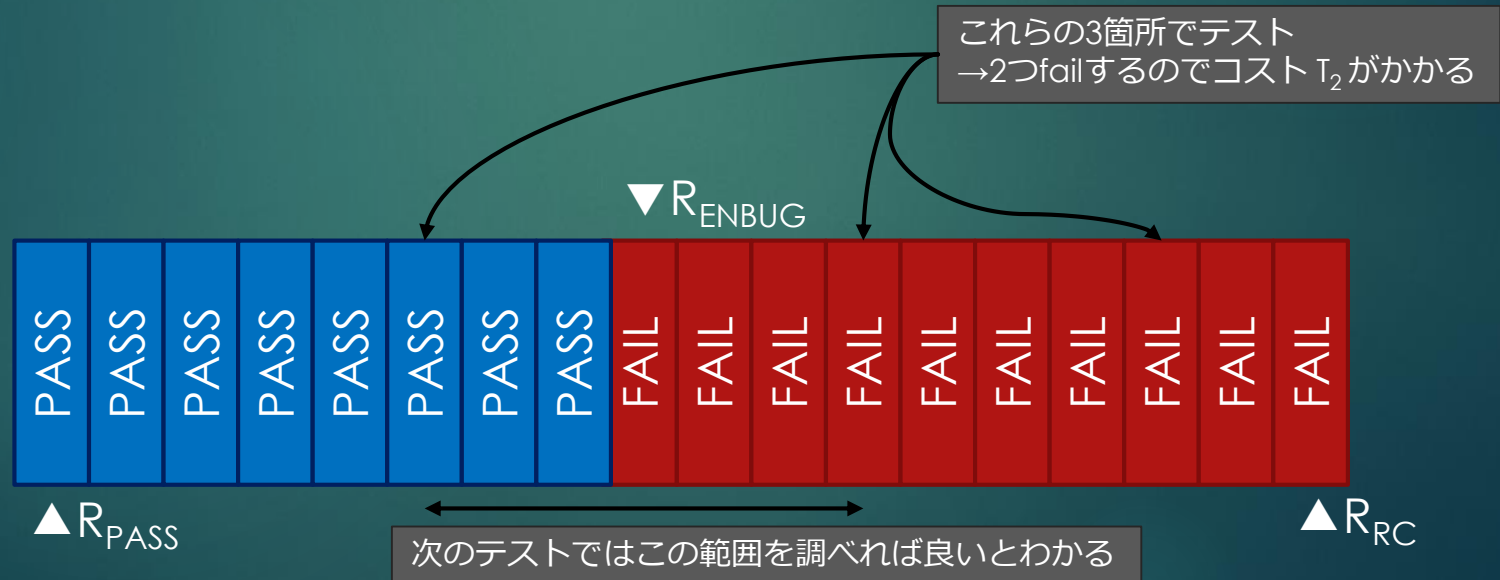
- ▶ 開発中のソフトウェアが、最新リビジョン R_{RC} でバグっていることが発覚した
- ▶ 以前のあるリビジョン R_{PASS} では大丈夫だったことがわかって
- ▶ バグり始めたリビジョン R_{ENBUG} を特定したい



問題概要

3

- ▶ 同時にK個までの異なるリビジョンでテストを実行できる
- ▶ テストを行った結果、何個のテストがfailしたかに応じてコストがかかる
 - ▶ failしたテストの数が多いほどコストは大きい
→必ずしも一度にたくさんテストすれば良いわけではない
- ▶ R_{ENBUG} を特定するまでの合計コストの期待値を最小化する



方針

- ▶ 関心があるのは R_{PASS} と R_{RC} の差のみ。
 $R_{\text{PASS}} \rightarrow 0$, $R_{\text{RC}} \rightarrow R_{\text{RC}} - R_{\text{PASS}}$ と読み替える
- ▶ 同時にテストする個数がK個「以下」だと難しいので、とりあえずK個に固定してみる
- ▶ K個をどう配置するか一度に考えると難しいので、とりあえずK個のうち一番古いリビジョンをどこにするかだけを考えてみる
 - ▶ そのリビジョンを R_{min} とする



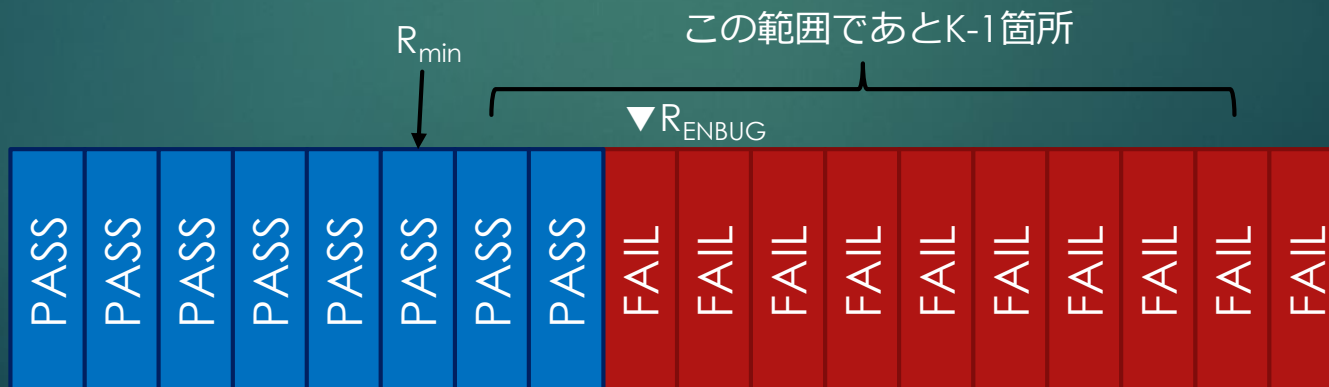
方針

次の二つのケースがある

▶ $R_{ENBUG} \leq R_{min}$



▶ $R_{ENBUG} > R_{min}$



▶ $R_{\text{ENBUG}} \leq R_{\text{min}}$ の場合

どうせ全部のテストがfailになるので、残りの $K-1$ 個をどう配置しても同じ。なのでこちらはどうしてもよく後者の場合のみ考えれば良い

▶ $R_{\text{ENBUG}} > R_{\text{min}}$ の場合

$(R_{\text{min}}, R_{\text{RC}}]$ の範囲のどこかに R_{ENBUG} があり、それを特定するために $K-1$ 箇所テストする最適な戦略を求めたい

→問題サイズが一回り小さくなったような気がする

→DPできる！？

次回以降のテストではまた最大K個使えるので、単純に $K \rightarrow K-1$ になったわけではない

そこで、次のようにDPテーブルを定義する

$dp[x][y] =$
{調べるリビジョン範囲の長さが y で、テストに初回はちょうど x 個、二回目以降は最大 K 個使う場合の、合計コスト期待値の最小値}

また、補助的な配列として次のものを考える

$$ans[y] = \min_{1 \leq x \leq K} dp[x][y]$$

すると、 $dp[x][y]$ で一番古いリビジョンを R_{min} としたときの値は、 $ans[R_{min}]$ や $dp[x-1][y-R_{min}]$ を使って求められる

そして $ans[R_{RC} - R_{PASS}]$ が最終的な答えになる

方針

まとめると、次のようになる

$$dp[x][y] = \min_{1 \leq R_{min} \leq y-x} \left\{ \underbrace{\frac{R_{min}}{y} (ans[R_{min}] + T_x)}_{R_{ENBUG} \leq R_{min} \text{ の場合}} + \underbrace{\frac{y - R_{min}}{y} dp[x-1][y - R_{min}]}_{R_{ENBUG} > R_{min} \text{ の場合}} \right\}$$

また、 $x = 1$ の場合は

$$dp[1][y] = \min_{1 \leq R_{min} \leq y-1} \left\{ \frac{R_{min}}{y} (ans[R_{min}] + T_1) + \frac{y - R_{min}}{y} (ans[y - R_{min}] + T_0) \right\}$$

$R_{RC} - R_{PASS} = N$ とすると、DPの状態数が $O(KN)$ 個あり、それぞれについて R_{min} をどこに取るかが $O(N)$ あるので、計算量 $O(KN^2)$

ところで、次の予想があります

$dp[x][y]$ を最小にする R_{min} (複数ある場合は最小のもの) を $R_{min,x,y}$ とすると、

$$R_{min,x,y-1} \leq R_{min,x,y} \leq R_{min,x,y-1} + 1$$

これを利用すると、DPの各状態で調べる必要のある R_{min} の候補が $O(1)$ 個になり、計算量が $O(KN)$ に改善します

ただし実験的には正しそうではあるものの、証明できていません

ジャッジ解

10

- ▶ 杉田
 - ▶ 63行 1383Bytes (C++)
- ▶ 水野
 - ▶ 54行 1341Bytes (C++)
- ▶ 田中
 - ▶ 55行 1273Bytes (Java)

統計情報

- ▶ Accept/Submit
 - ▶ 3チーム/6チーム
- ▶ First Accept
 - ▶ Cxiv (208:13)