

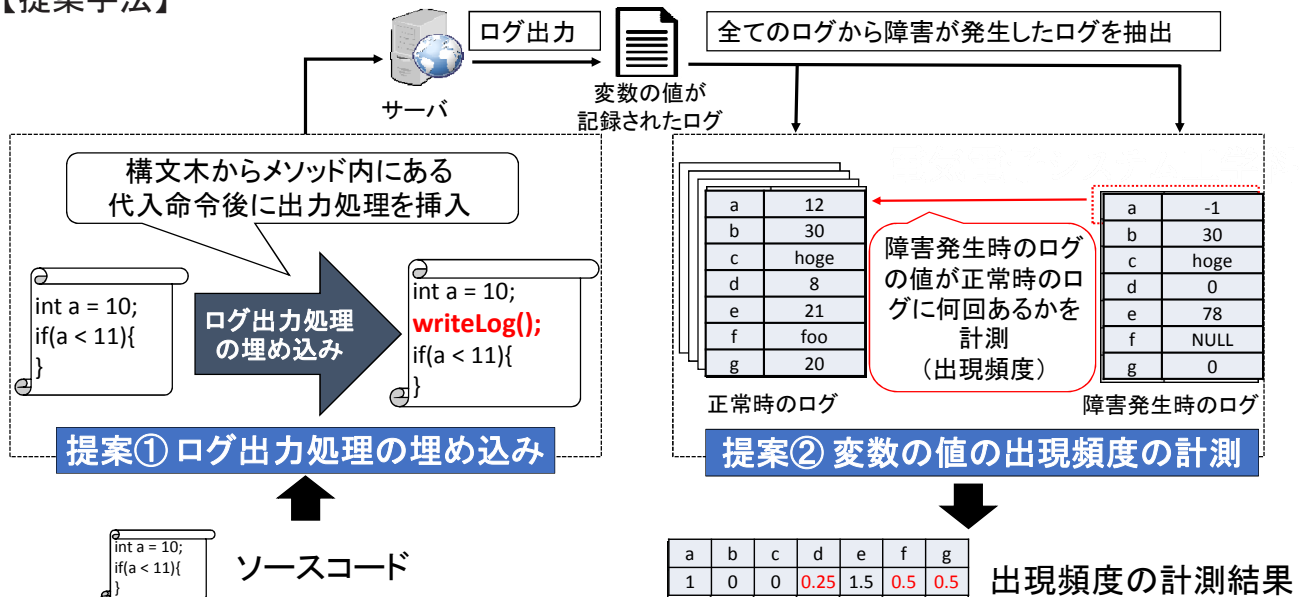


## プログラム実行時の変数値変動履歴からバグ原因の変数を予測する試み

### 【背景】

プログラムにバグがあっても、命令文は走ってしまえば終わりで足跡を残さない。一方、バグの足跡は変数に残っていることがある。そこで、実行時の変数値の履歴をログとして収集し、これを解析することで怪しい変数を見つけ、この変数に書き込みを行った命令文の周辺にバグがあるのではとの目星をつけることができないかと考えた。

### 【提案手法】



### 【怪しい変数の絞込み】

変数の怪しい振舞いには様々なパターンがありえるが、ここではまず、正常動作時と障害発生時では異なる値をとっている変数を見つけることにした。このため、以下の出現頻度を定義し、この値により怪しい変数を絞り込むことにした。この結果、下記の例では変数d, f, gが怪しい変数の候補として選ばれることになる。

出現頻度の計算例

| 変数 | exe1 | exe2  | exe3 | exe4 | exe5(err) | F <sub>vali</sub> |
|----|------|-------|------|------|-----------|-------------------|
| a  | 20   | 172   | 13   | 12   | -1        | 1                 |
| b  | 30   | 30    | 30   | 30   | 30        | 0                 |
| c  | hoge | hoge  | hoge | hoge | hoge      | 0                 |
| d  | 8    | 8     | 8    | 8    | 0         | 0.25              |
| e  | 78   | 18796 | 1    | 21   | 78        | 1.5               |
| f  | foo  | bar   | foo  | foo  | NULL      | 0.5               |
| g  | 30   | 20    | 30   | 20   | 0         | 0.5               |

出現頻度の定義

$$F_{vali} = \frac{S_{ai} \cdot (T_i - 1)}{N_i - 1}$$

$S_{ai}$ : 障害発生時の代入命令の値と同じ値の出現回数

$T_i$ : 値の種類数

$N_i$ : 代入命令の実行回数

$F_{vali}$ が0の時は常に同じ値、1の時は毎回異なる値

$F_{vali}$ が0に近づくほど、値の種類が少ない

$F_{vali}$ が1に近づくほど、値の種類が多い

### 【検証】

すでにバグの箇所がわかっているOSSプロジェクトのOpenPNEを、10人の学生に1週間使用してもらいログを収集。出現頻度が0と1の変数を除くだけで、怪しい変数の候補は約1/4(全代入命令に対しては1%以下)に絞り込めた。もちろんこの中にバグの原因となった箇所に関連する変数が含まれていた。また、これら変数に対して代入を行っているメソッドも約1/4(全メソッドに対しては0.2%)に絞り込むことが出来た。

#### 代入命令に関する検証結果

|                  |       |
|------------------|-------|
| 全ての代入命令数         | 32861 |
| エラーログで出力された代入命令数 | 1092  |
| 出現頻度0と1を除いた数     | 270   |

#### メソッドに関する検証結果

|                  |       |
|------------------|-------|
| 全てのメソッド数         | 15117 |
| エラーログで出力されたメソッド数 | 130   |
| 評価値0と1を除いた数      | 36    |