

チェックリストと分割に基づく 網羅と使用テスト

COVERAGE AND USAGE TESTING BASED ON CHECKLISTS AND PARTITIONS

第8章 ($p107 \sim p126$) B4M1 輪講

修士課程1年生 楊 嘉晨

大阪大学大学院 コンピュータサイエンス専攻 楠本研究室

2012年5月29日 (火)



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



目次

- 1 第8章の概要
 - 概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



概要(p103)

チェックリストや分割(Partition)とか簡単なモデルで正規テストの手法について紹介

- ① 8.1節, いろんなチェックリストで正規と半正規のテスト
- ② 8.2節, チェックリストを分割に正規化して, 簡単な網羅テストを行い
- ③ 8.3節, 操作プロフィール (Operation Profile, OP) という, 分割のために簡単な使用ベースのテスト
- ④ 8.4節, OPを更に発展する手順
- ⑤ 8.5節, 事例研究

第9章には, 分割した入力サブドメインの境界条件のテストについて, 似ているモデルを紹介



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
 - チェックリストに基づくテスト(Testing with Checklists)
 - 階層及び複合チェックリスト(Hierarchical and Combined Checklists)
 - チェックリストの問題点と制限 (Problems and Limits of Checklists)
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



Ad hocテストと ランダムテスト(p104)

Ad hoc Testing & Random Testing



図: Ad hoc Testing

ソフトウェアを勝手に実行してその結果を観察



Ad hocテストと ランダムテスト(p104)

Ad hoc Testing & Random Testing

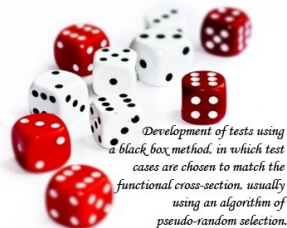


図: Random Testing

統計的にランダムのプロフィールでテストの操作を行い

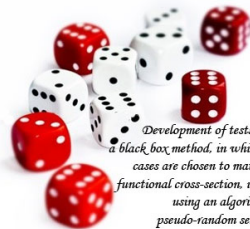


Ad hocテストと ランダムテスト(p104)

Ad hoc Testing & Random Testing



図: Ad hoc Testing



Development of tests using a black box method, in which test cases are chosen to match the functional cross-section, usually using an algorithm of pseudo-random selection.

図: Random Testing

繰り返してAd hocテストを実行する時, テスト者は行ったテストを追跡すると、
チェックリストテストになる

チェックリストに基づくテスト(p104)

Testing with checklists

- ブラックボックステスト(BBT)
 - ソフトウェア要求チェックリスト
 - 機能チェックリスト
 - システム全体から高レベルの機能
 - 低レベルの字句, 独立な部品
- ホワイトボックステスト(WBT)
 - プログラムの特徴
 - コーディング標準
 - 単体テストの文の網羅
 - 統合テストとシステムテストの部品の網羅
 - 構造と特徴など, 実装に関するチェックリスト
 - 関数の呼び出し規則
 - 資源の生産者と消費者
 - モジュール間に共有するデータ



図: チェックリスト



チェックリストに基づくテスト(p104)

Testing with checklists

- ブラックボックステスト(BBT)
 - ソフトウェア要求チェックリスト
 - 機能チェックリスト
 - システム全体から高レベルの機能
 - 低レベルの字句, 独立な部品
- ホワイトボックステスト(WBT)
 - プログラムの特徴
 - コーディング標準
 - 単体テストの文の網羅
 - 統合テストとシステムテストの部品の網羅
 - 構造と特徴など, 実装に関するチェックリスト
 - 関数の呼び出し規則
 - 資源の生産者と消費者
 - モジュール間に共有するデータ

-
- abnormal termination
 - backup and restore
 - communication
 - co-existence
 - file I/O
 - gateway
 - index management
 - installation
 - logging and recovery
 - locking
 - migration
 - stress
-

図: チェックリスト



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
 - チェックリストに基づくテスト(Testing with Checklists)
 - 階層及び複合チェックリスト(Hierarchical and Combined Checklists)
 - チェックリストの問題点と制限 (Problems and Limits of Checklists)
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



階層チェックリスト(p105)

Hierarchical Checklists

- ① 高レベル項目1
- ② 高レベル項目2
- ③ 高レベル項目3



- ① 高レベル項目1
 - ① 低レベル項目1
 - ② 低レベル項目2
 - ③ 低レベル項目3
- ② 高レベル項目2
 - ① 低レベル項目4
 - ② 低レベル項目5
- ③ 高レベル項目3
 - ① 低レベル項目6
 - ② 低レベル項目7
 - ③ 低レベル項目8



複合チェックリスト(p105)

Combined Checklists

要求1

要求2

要求3

① 部品1

- ① 要求1
- ② 要求2
- ③ 要求3

② 部品2

- ① 要求1
- ② 要求2
- ③ 要求3

③ 部品3

- ① 要求1
- ② 要求2
- ③ 要求3



複合チェックリスト(p105)

Combined Checklists

要求1

要求2

要求3

① 部品1

① 要求1

② 要求2

③ 要求3

② 部品2

① 要求1

② 要求2

③ 要求3

③ 部品3

① 要求1

② 要求2

③ 要求3



複合チェックリスト(p105)

Combined Checklists

要求1

要求2

要求3

① 部品1

① 要求1

② 要求2

③ 要求3

② 部品2

① 要求1

② 要求2

③ 要求3

③ 部品3

① 要求1

② 要求2

③ 要求3



複合チェックリスト(p105)

Combined Checklists

要求1

要求2

要求3

1 部品1

① 要求1

② 要求2

③ 要求3

2 部品2

① 要求1

② 要求2

③ 要求3

3 部品3

① 要求1

② 要求2

③ 要求3

| Component | Standards Items | | | |
|-----------|-----------------|-------|---------|-------|
| | s_1 | s_2 | \dots | s_n |
| c_1 | | | | |
| c_2 | | | | |
| \vdots | | | | |
| c_m | | | | |

図: 標準チェックリストと部品チェックリストを複合した二次元表



目次

1 第8章の概要

2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限

- チェックリストに基づくテスト(Testing with Checklists)
- 階層及び複合チェックリスト(Hierarchical and Combined Checklists)
- チェックリストの問題点と制限 (Problems and Limits of Checklists)

3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)

4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト

5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



チェックリストの問題点(p106)

Problems General Checklists

- チェックリストの定義が抽象過ぎて, 具体的にするのが難しい
 - 特に高レベル
- 具体的なテストケースに変換するのは
 - 経験が必要
 - 特殊な環境や設定等に依存
- 大規模な, 複雑なシステムに, 相互接続と相互作用を定義するのも難しい



チェックリストの制限(p106)

Limitations of General Checklists

- ① 全部の機能（ブラックボックステスト）又は構造部品（ホワイトボックステスト）を, 異なる視点や保証レベルから, 網羅することが難しい
 - 網羅されていない穴（Hole）が残ってしまい
 - 分割したチェックリストを使う
- ② より高い網羅率を着目すると, 重複したテストを取り込んでしまい
 - 無駄なテストを行われてしまい
 - 分割したチェックリストを使う
- ③ 各システムの部品間の複雑な相互作用を定義するのは難しい
 - 10, 11章にFSMに基づく体系的な正規モデルを紹介



チェックリストの制限(p106)

Limitations of General Checklists

- ① 全部の機能（ブラックボックステスト）又は構造部品（ホワイトボックステスト）を, 異なる視点や保証レベルから, 網羅することが難しい
 - 網羅されていない穴（Hole）が残ってしまい
 - 分割したチェックリストを使う
- ② より高い網羅率を着目すると, 重複したテストを取り込んでしまい
 - 無駄なテストを行われてしまい
 - 分割したチェックリストを使う
- ③ 各システムの部品間の複雑な相互作用を定義するのは難しい
 - 10, 11章にFSMに基づく体系的な正規モデルを紹介



チェックリストの制限(p106)

Limitations of General Checklists

- ① 全部の機能（ブラックボックステスト）又は構造部品（ホワイトボックステスト）を, 異なる視点や保証レベルから, 網羅することが難しい
 - 網羅されていない穴（Hole）が残ってしまい
 - 分割したチェックリストを使う
- ② より高い網羅率を着目すると, 重複したテストを取り込んでしまい
 - 無駄なテストを行われてしまい
 - 分割したチェックリストを使う
- ③ 各システムの部品間の複雑な相互作用を定義するのは難しい
 - 10, 11章にFSMに基づく体系的な正規モデルを紹介



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
 - 紹介
 - 8.2.1 動機の事例(Some Motivational Examples)
 - 8.2.2 分割：概念と定義 (Partition: Concepts and Definitions)
 - 8.2.3 分割テストの決定と網羅範囲の予測
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



分割網羅テスト(p107)

Testing for Partition Coverage

- 分割と分割を基づくテストは一種のチェックリスト・テスト
- 分割は集合全体を徹底的に覆う
 - より高い網羅率
- 分割はお互いに重複ことができない
 - より高い効率



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
 - 紹介
 - 8.2.1 動機の事例 (Some Motivational Examples)
 - 8.2.2 分割: 概念と定義 (Partition: Concepts and Definitions)
 - 8.2.3 分割テストの決定と網羅範囲の予測
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成 (Constructing Operational Profiles)



動機の事例(p107)

Some Motivational Examples

$$ax^2 + bx + c = 0$$

その解を求めると

$$r = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

全部可能な入力の組み合わせ

$$2^{32} \times 2^{32} \times 2^{32} = 2^{96}$$



動機の事例(p107)

Some Motivational Examples

$$ax^2 + bx + c = 0$$

その解を求めると

$$r = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

全部可能な入力の組み合わせ

$$2^{32} \times 2^{32} \times 2^{32} = 2^{96}$$



動機の事例(p107)

Some Motivational Examples

$$ax^2 + bx + c = 0$$

その解を求めると

$$r = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

全部可能な入力の組み合わせ

$$2^{32} \times 2^{32} \times 2^{32} = 2^{96}$$



動機の事例(p107)

Some Motivational Examples

$$ax^2 + bx + c = 0$$

その解を求めると

$$r = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

全部可能な入力の組み合わせ

$$2^{32} \times 2^{32} \times 2^{32} = 2^{96}$$

| Test Case | Condition $d = b^2 - 4ac$ | Input | | |
|-----------|------------------------------|-------|---|----|
| | | a | b | c |
| 1 | $d > 0$ | 1 | 2 | -1 |
| 2 | $d = 0$ | 1 | 2 | 1 |
| 3 | $d < 0$ | 1 | 2 | 3 |

図: $ax^2 + bx + c = 0$ のテストケース



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
 - 紹介
 - 8.2.1 動機の事例(Some Motivational Examples)
 - 8.2.2 分割：概念と定義 (Partition: Concepts and Definitions)
 - 8.2.3 分割テストの決定と網羅範囲の予測
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



分割：概念と定義(p108)

Partition: Concepts and Definitions

- 1 分割した集合は相互に排他し, 一つの要素が2つの集合に共有されていることがない

$$\forall i, j, i \neq j \Rightarrow G_i \cap G_j = \emptyset$$

- 2 分割した集合の和集合は全体の集合, 和集合に分割する前に元の集合の全てが含まれている

$$\bigcup_{i=1}^n G_i = S$$

分割した集合は同値類になる

対称律(symmetric)

$$R(a, b) \Rightarrow R(b, a)$$

推移律(transitive)

$$R(a, b) \wedge R(b, c) \Rightarrow R(a, c)$$

反射律(reflexive)

$$R(a, a) \text{ が常に成り立つ}$$

分割：概念と定義(p108)

Partition: Concepts and Definitions

- ① 分割した集合は相互に排他し, 一つの要素が2つの集合に共有されていることがない

$$\forall i, j, i \neq j \Rightarrow G_i \cap G_j = \emptyset$$

- ② 分割した集合の和集合は全体の集合, 和集合に分割する前に元の集合の全てが含まれている

$$\bigcup^n G_i = S$$

分割した集合は同値類になる

対称律(symmetric)

$$R(a, b) \Rightarrow R(b, a)$$

推移律(transitive)

$$R(a, b) \wedge R(b, c) \Rightarrow R(a, c)$$

反射律(reflexive)

$$R(a, a) \text{ が常に成り立つ}$$

分割：概念と定義(p108)

Partition: Concepts and Definitions

- ① 分割した集合は相互に排他し, 一つの要素が2つの集合に共有されていることがない

$$\forall i, j, i \neq j \Rightarrow G_i \cap G_j = \emptyset$$

- ② 分割した集合の和集合は全体の集合, 和集合に分割する前に元の集合の全てが含まれている

$$\bigcup^n G_i = S$$

分割した集合は同値類になる

対称律(symmetric)

$$R(a, b) \Rightarrow R(b, a)$$

推移律(transitive)

$$R(a, b) \wedge R(b, c) \Rightarrow R(a, c)$$

反射律(reflexive)

$$R(a, a) \text{ が常に成り立つ}$$

目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
 - 紹介
 - 8.2.1 動機の事例(Some Motivational Examples)
 - 8.2.2 分割：概念と定義 (Partition: Concepts and Definitions)
 - 8.2.3 分割テストの決定と網羅範囲の予測
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



分割テストの網羅範囲の決定(p109)

Testing Decisions for Partition Coverage

分割テストは一種のチェックリストであり, 分割の種類は8.1節に述べたチェックリストの種類に似ている. 但し, 分割の決定は以下のとおりに決められている

① 製品実体によって分割

- 例えば外部関数 (ブラックボックス視点) 又はシステム部品 (ホワイトボックス視点)
- チェックリストと同じ

② 性質, 関係, 論理的な条件によって分割, 更に2つに分かれている

- 論理変数を論理演算子に結ばれた論理述語による
- 数字変数を比較演算子によって比較する
- 論理述語や比較演算によって入力区間を分割
- 決定木を使う

③ 1と2の組み合わせ



分割テストの網羅範囲の決定(p109)

Testing Decisions for Partition Coverage

分割テストは一種のチェックリストであり, 分割の種類は8.1節に述べたチェックリストの種類に似ている. 但し, 分割の決定は以下のとおりに決められている

① 製品実体によって分割

- 例えば外部関数 (ブラックボックス視点) 又はシステム部品 (ホワイトボックス視点)
- チェックリストと同じ

② 性質, 関係, 論理的な条件によって分割, 更に2つに分かれている

- 論理変数を論理演算子に結ばれた論理述語による
- 数字変数を比較演算子によって比較する
- 論理述語や比較演算によって入力区間を分割
- 決定木を使う

③ 1と2の組み合わせ



分割テストの網羅範囲の決定(p109)

Testing Decisions for Partition Coverage

分割テストは一種のチェックリストであり, 分割の種類は8.1節に述べたチェックリストの種類に似ている. 但し, 分割の決定は以下のとおりに決められている

① 製品実体によって分割

- 例えば外部関数 (ブラックボックス視点) 又はシステム部品 (ホワイトボックス視点)
- チェックリストと同じ

② 性質, 関係, 論理的な条件によって分割, 更に2つに分かれている

- 論理変数を論理演算子に結ばれた論理述語による
- 数字変数を比較演算子によって比較する
- 論理述語や比較演算によって入力区間を分割
- 決定木を使う

③ 1と2の組み合わせ



分割テストの網羅範囲の決定(p109)

Testing Decisions for Partition Coverage

分割テストは一種のチェックリストであり, 分割の種類は8.1節に述べたチェックリストの種類に似ている. 但し, 分割の決定は以下のとおりに決められている

① 製品実体によって分割

- 例えば外部関数 (ブラックボックス視点) 又はシステム部品 (ホワイトボックス視点)
- チェックリストと同じ

② 性質, 関係, 論理的な条件によって分割, 更に2つに分かれている

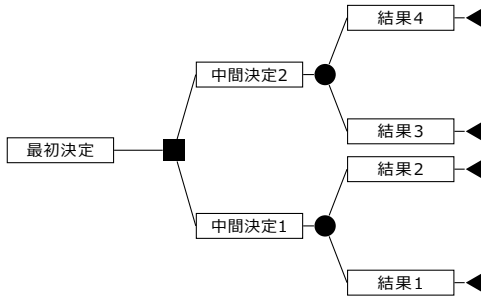
- 論理変数を論理演算子に結ばれた論理述語による
- 数字変数を比較演算子によって比較する
- 論理述語や比較演算によって入力区間を分割
- 決定木を使う

③ 1と2の組み合わせ



決定木によって分割(p110)

Testing Decisions based on Decision Tree



一貫性がない決定木

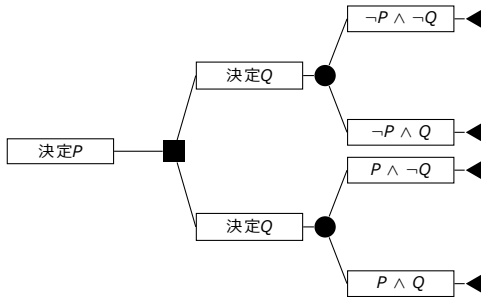
決定木の上, 一つの結果は一つの分割方法となって, パスを沿って結果を成り立たせる入力の範囲を求める

```
1  if(最初決定){
2      if(中間決定1){
3          結果1;
4      }else{
5          結果2;
6      }
7  }else{
8      if(中間決定2){
9          結果3;
10     }else{
11         結果4;
12     }
13 }
```



決定木によって分割(p110)

Testing Decisions based on Decision Tree



一貫性を持つ決定木

決定木の上, 一つの結果は一つの分割方法となって, パスを沿って結果を成り立たせる入力の範囲を求める

```
1  if(P){
2      if(Q){
3          P ∧ Q;
4      }else{
5          P ∧ ¬Q;
6      }
7  }else{
8      if(Q){
9          ¬P ∧ Q;
10     }else{
11         ¬P ∧ ¬Q;
12     }
13 }
```

目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
 - 8.3.1 使用ベース統計的テストの場合
 - 8.3.2 Musa操作プロフィール:基本的な考え方(Musa OP:Basic Ideas)
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



使用ベース統計的テストが適用する場合(p111)

The Cases for Usage-based Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | |
|---------|-------|---|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | |
| -操作2 | 72% | ✓ |
| -操作3 | 2% | |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | ✓ |
| -操作5 | 2% | |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | |
| -操作7 | 7% | ✓ |



使用ベース統計的テストが適用する場合(p111)

The Cases for Usage-based Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | |
|---------|-------|---|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | |
| -操作2 | 72% | ✓ |
| -操作3 | 2% | |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | ✓ |
| -操作5 | 2% | |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | |
| -操作7 | 7% | ✓ |



使用ベース統計的テストが適用する場合(p111)

The Cases for Usage-based Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | |
|---------|-------|---|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | |
| -操作2 | 72% | ✓ |
| -操作3 | 2% | |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | ✓ |
| -操作5 | 2% | |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | |
| -操作7 | 7% | ✓ |



使用ベース統計的テストが適用する場合(p111)

The Cases for Usage-based Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | |
|---------|-------|---|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | |
| -操作2 | 72% | ✓ |
| -操作3 | 2% | |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | ✓ |
| -操作5 | 2% | |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | |
| -操作7 | 7% | ✓ |

- ① 使用シナリオ, パターン, 関連する使用頻度を, 目標消費者やユーザーから収集
- ② 収集した情報を分析し, 操作プロフィール (OP, Operation Profile) に整理
- ③ 操作プロフィールによってテストを行い
- ④ テストの結果を分析し, 製品の信頼性を評価し, テストのフィードバックやソフトウェア開発プロセスに役立つ
 - 製品の信頼性を評価する方法は22章に紹介する, 他のテストに関係する活動は7章に紹介した



使用ベース統計的テストが適用する場合(p111)

The Cases for Usage-based Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | |
|---------|-------|---|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | |
| -操作2 | 72% | ✓ |
| -操作3 | 2% | |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | ✓ |
| -操作5 | 2% | |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | |
| -操作7 | 7% | ✓ |

- ① 使用シナリオ, パターン, 関連する使用頻度を, 目標消費者やユーザーから収集
- ② 収集した情報を分析し, 操作プロフィール (OP, Operation Profile) に整理
- ③ 操作プロフィールによってテストを行い
- ④ テストの結果を分析し, 製品の信頼性を評価し, テストのフィードバックやソフトウェア開発プロセスに役立つ
 - 製品の信頼性を評価する方法は22章に紹介する, 他のテストに関係する活動は7章に紹介した



操作プロフィールを開発プロセスに導入時期(p111)

The Period of Development Process that Involves Operational Profiles

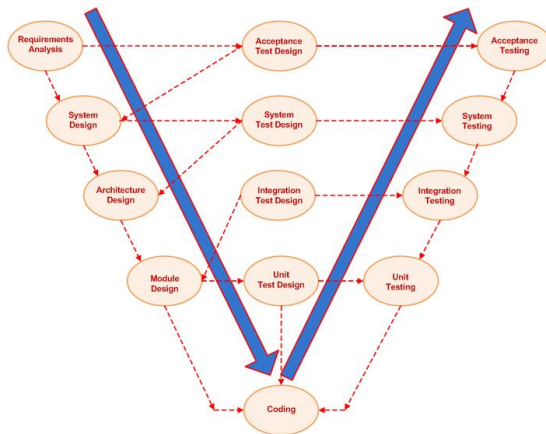


図: 操作プロフィールを開発プロセスに導入する時期

操作プロフィールを開発プロセスに導入時期(p111)

The Period of Development Process that Involves Operational Profiles

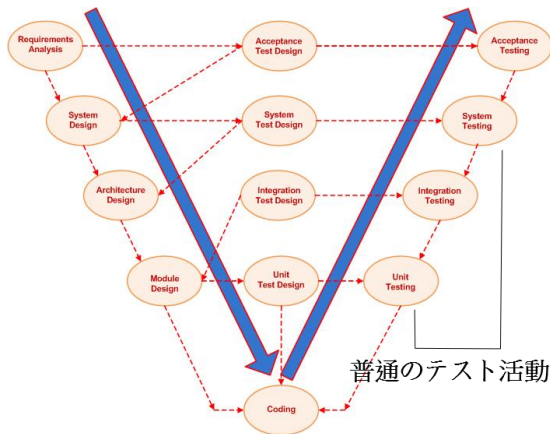


図: 操作プロフィールを開発プロセスに導入する時期

操作プロフィールを開発プロセスに導入時期(p111)

The Period of Development Process that Involves Operational Profiles

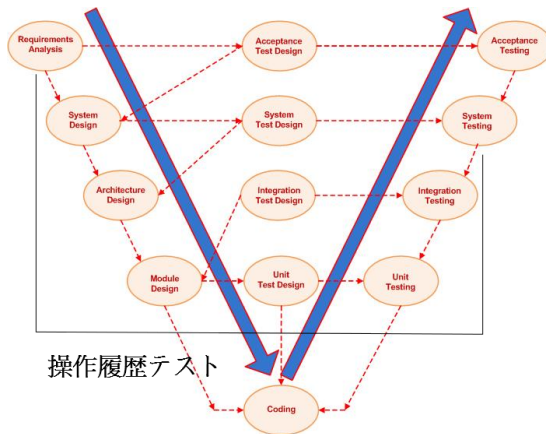


図: 操作プロフィールを開発プロセスに導入する時期

目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
 - 8.3.1 使用ベース統計的テストの場合
 - 8.3.2 Musa操作プロフィール:基本的な考え方(Musa OP:Basic Ideas)
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



Musa氏による操作プロフィールの定義(p112)

Musa OP:Basic Ideas(Defination)

定義 (操作プロフィール)

操作プロフィールとは, 一連の操作とそれらの出現 に関連する確率の配列

An operational profile is a list of disjoint set of operations and their associated probabilities of occurrence

---Musa (1993)

J. Musa, ``Operational profiles in software-reliability engineering,"
Software, IEEE, vol. 10, no. 2, pp. 14--32, 1993.



Musa操作プロフィール:基本的な考え方(p113)

Musa OP:Basic Ideas(Example)

| File type | Hits | % of total |
|------------|--------|------------|
| .gif | 438536 | 57.47% |
| .html | 128869 | 16.89% |
| directory | 87067 | 11.41% |
| .jpg | 65876 | 8.63% |
| .pdf | 10784 | 1.41% |
| .class | 10055 | 1.32% |
| .ps | 2737 | 0.36% |
| .ppt | 2510 | 0.33% |
| .css | 2008 | 0.26% |
| .txt | 1597 | 0.21% |
| .doc | 1567 | 0.21% |
| .c | 1254 | 0.16% |
| .ico | 849 | 0.11% |
| Cumulative | 753709 | 98.78% |
| Total | 763021 | 100% |

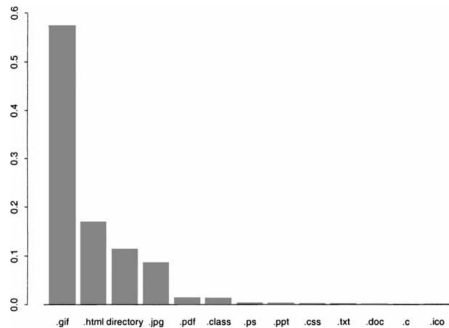


図: SMU/SEASの各ファイル型の使用
頻度とその確率

図: SMU/SEASの各ファイル型の使用確率



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
 - 8.3.3 操作プロフィールを用いて統計的などのテスト等に使う
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)



操作プロフィールで統計的なテスト(p114)

Using OPs for Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | テスト数(合計30) |
|---------|-------|------------|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | 0 |
| -操作2 | 72% | 23 |
| -操作3 | 2% | 0 |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | 4 |
| -操作5 | 2% | 0 |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | 1 |
| -操作7 | 7% | 2 |



操作プロフィールで統計的なテスト(p114)

Using OPs for Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | テスト数(合計30) |
|---------|-------|------------|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | 0 |
| -操作2 | 72% | 23 |
| -操作3 | 2% | 0 |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | 4 |
| -操作5 | 2% | 0 |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | 1 |
| -操作7 | 7% | 2 |



操作プロフィールで統計的なテスト(p114)

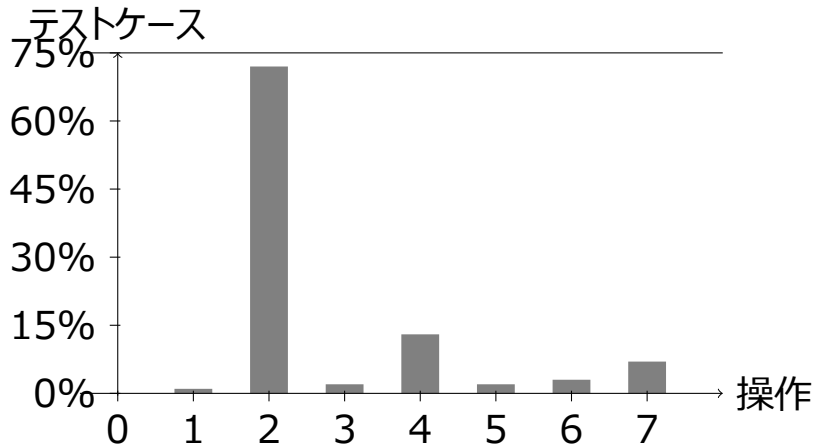
Using OPs for Statistical Testing

| 操作 | 頻度(%) | テスト数(合計30) |
|---------|-------|------------|
| スブドメイン1 | | |
| -操作1 | 1% | 0 |
| -操作2 | 72% | 23 |
| -操作3 | 2% | 0 |
| スブドメイン2 | | |
| -操作4 | 13% | 4 |
| -操作5 | 2% | 0 |
| スブドメイン3 | | |
| -操作6 | 3% | 1 |
| -操作7 | 7% | 2 |



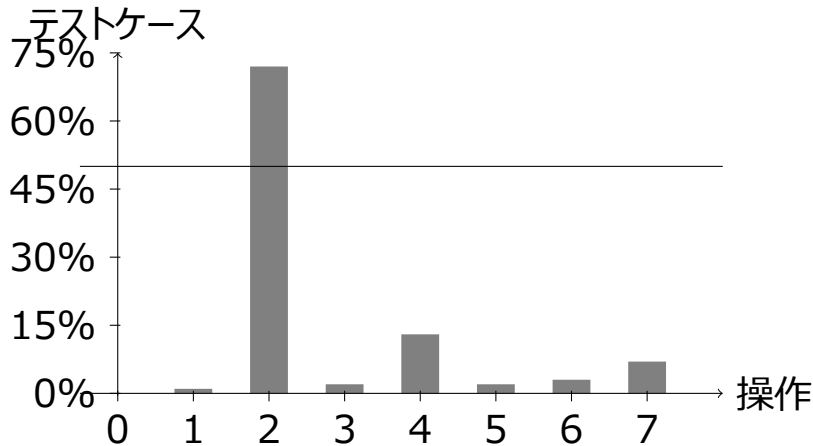
操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



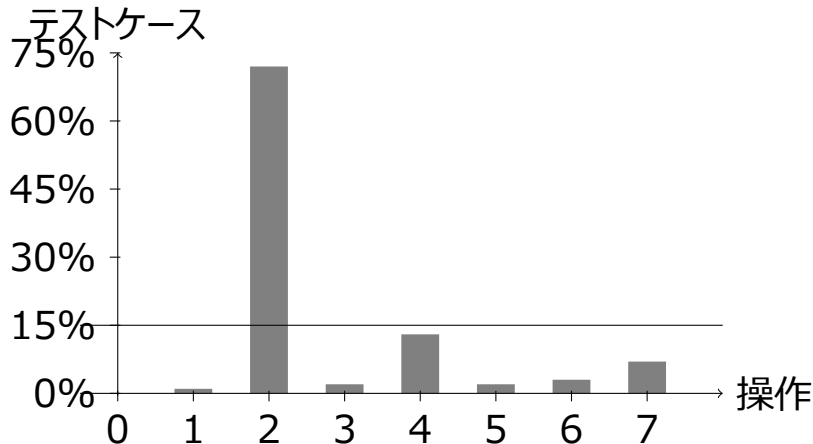
操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



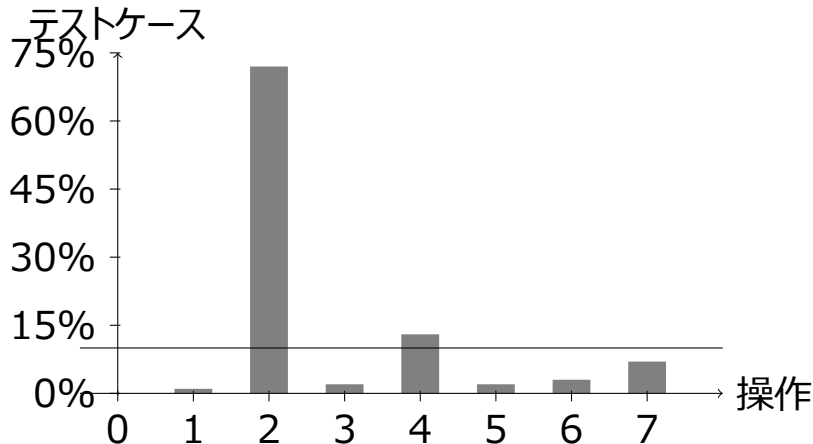
操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



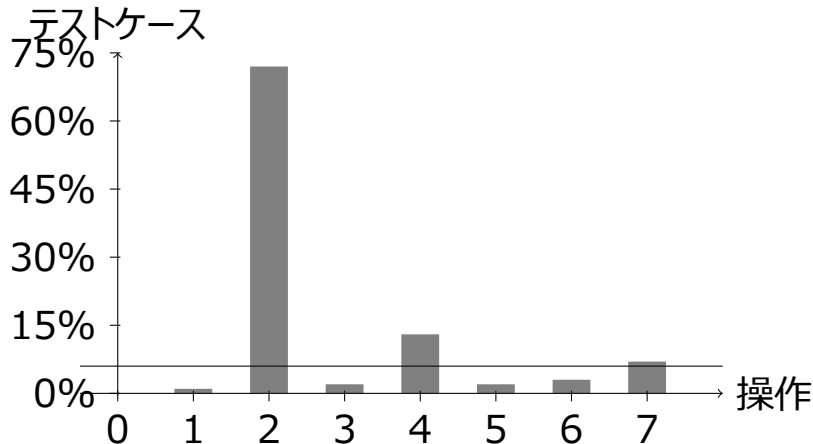
操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



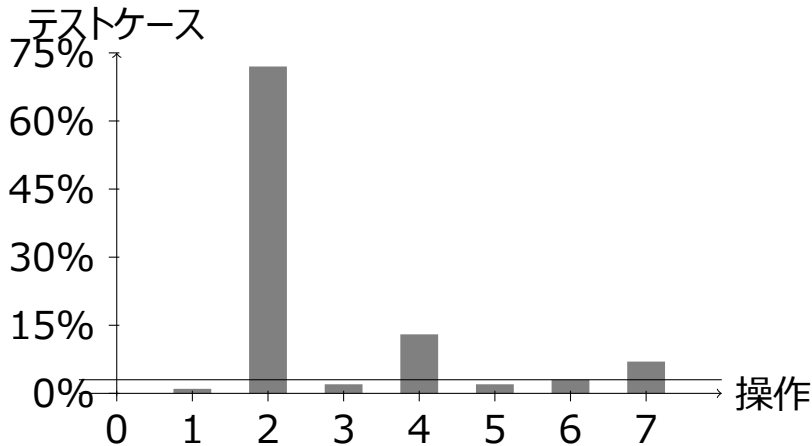
操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



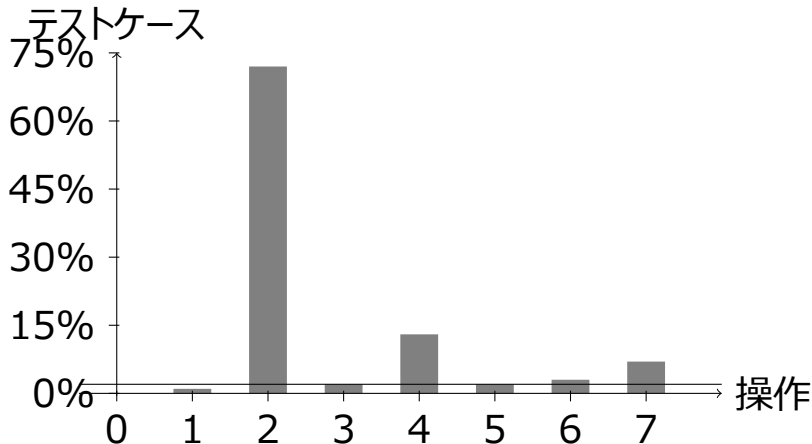
操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



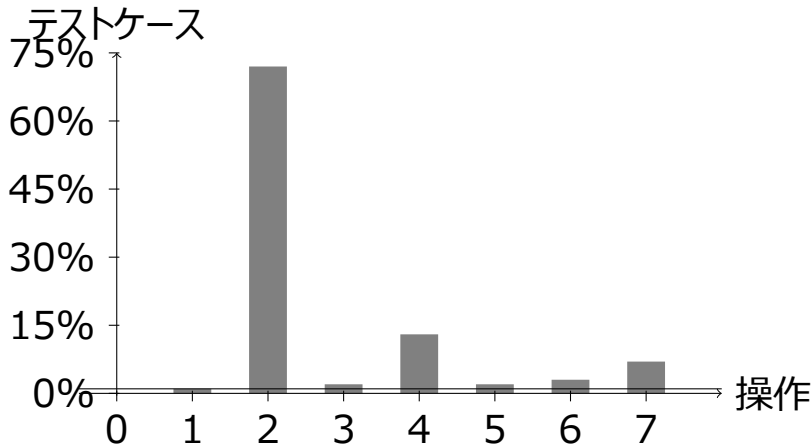
操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



操作プロフィールで進捗テスト(p114)

Using OPs for Progressive Testing



操作プロフィール：その他の目的(p115)

OPs Used in Other Situations for Various Purpose

- 進捗テストによって, ソフトウェアの信頼性目標に達成するまで予測
- 開発効率の向上
- よく使われる機能を特定し, それに着目して新しい機能や製品を開発
 - あまり使われていない機能は後で
 - 螺旋(spiral)開発やプロトタイプ開発などのプロセスに使える
- 顧客とより良い交流とより深い関係
 - 顧客から製品の品質や機能に対する意見を把握できる
 - もっと細かい要求分析と仕様が可能になる
 - 顧客トレーニングを実行すべき項目を特定できる
- 投資の高い収益率
 - 線形に近いコストの成長率



操作プロフィール：その他の目的(p115)

OPs Used in Other Situations for Various Purpose

- 進捗テストによって, ソフトウェアの信頼性目標に達成するまで予測
- 開発効率の向上
- よく使われる機能を特定し, それに着目して新しい機能や製品を開発
 - あまり使われていない機能は後で
 - 螺旋(spiral)開発やプロトタイプ開発などのプロセスに使える
- 顧客とより良い交流とより深い関係
 - 顧客から製品の品質や機能に対する意見を把握できる
 - もっと細かい要求分析と仕様が可能になる
 - 顧客トレーニングを実行すべき項目を特定できる
- 投資の高い収益率
 - 線形に近いコストの成長率



操作プロフィール：その他の目的(p115)

OPs Used in Other Situations for Various Purpose

- 進捗テストによって, ソフトウェアの信頼性目標に達成するまで予測
- 開発効率の向上
- よく使われる機能を特定し, それに着目して新しい機能や製品を開発
 - あまり使われていない機能は後で
 - 螺旋(spiral)開発やプロトタイプ開発などのプロセスに使える
- 顧客とより良い交流とより深い関係
 - 顧客から製品の品質や機能に対する意見を把握できる
 - もっと細かい要求分析と仕様が可能になる
 - 顧客トレーニングを実行すべき項目を特定できる
- 投資の高い収益率
 - 線形に近いコストの成長率



操作プロフィール：その他の目的(p115)

OPs Used in Other Situations for Various Purpose

- 進捗テストによって、ソフトウェアの信頼性目標に達成するまで予測
- 開発効率の向上
- よく使われる機能を特定し、それに着目して新しい機能や製品を開発
 - あまり使われていない機能は後で
 - 螺旋(spiral)開発やプロトタイプ開発などのプロセスに使える
- 顧客とより良い交流とより深い関係
 - 顧客から製品の品質や機能に対する意見を把握できる
 - もっと細かい要求分析と仕様が可能になる
 - 顧客トレーニングを実行すべき項目を特定できる
- 投資の高い収益率
 - 線形に近いコストの成長率



操作プロフィール：その他の目的(p115)

OPs Used in Other Situations for Various Purpose

- 進捗テストによって、ソフトウェアの信頼性目標に達成するまで予測
- 開発効率の向上
- よく使われる機能を特定し、それに着目して新しい機能や製品を開発
 - あまり使われていない機能は後で
 - 螺旋(spiral)開発やプロトタイプ開発などのプロセスに使える
- 顧客とより良い交流とより深い関係
 - 顧客から製品の品質や機能に対する意見を把握できる
 - もっと細かい要求分析と仕様が可能になる
 - 顧客トレーニングを実行すべき項目を特定できる
- 投資の高い収益率
 - 線形に近いコストの成長率



目次

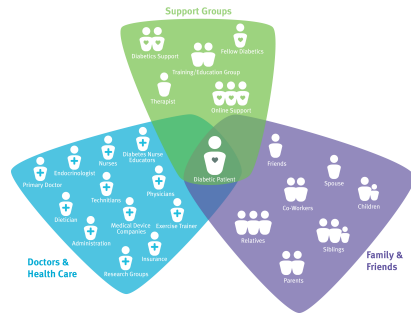
- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)
 - 8.4.1 一般的な方法と参加者
 - 8.4.2 Musa-1操作プロフィールの開発過程
 - 8.4.3 Musa-2操作プロフィールの開発過程



単一OP? 多数OP? (p115)

Single Operational Profiles? Multiple Operational Profiles?

ユーザーの使用型によって



OP: 一般的な方法(p116)

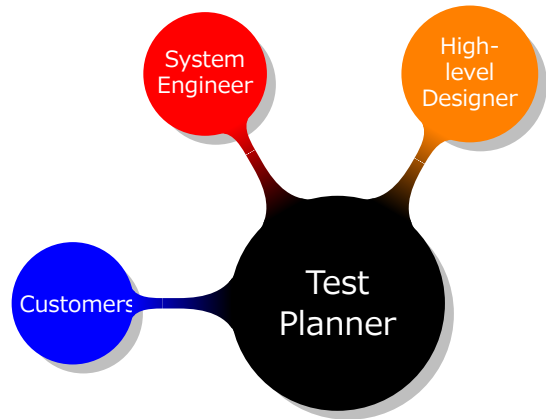
OP: Generic Methods

- 実際に顧客のインストールで使用量の測定
 - 最も精度が高い
 - 新製品に既存のインストールがない
 - 顧客のプライバシーに問題がある
- 顧客を調査 (survey)
 - 精度は専門家の意見より高い
- 専門家の意見や既存の製品に基づいて使用量を予測
 - コストは最も低い



OP: 一般的な参加者(p117)

OP: Generic Participants



- 計画やマーケティング担当者
 - 顧客との主要な接触
 - 顧客の懸念とその視点が再されていることを確認
- システムエンジニア
 - 製品に実装される高レベルの機能を含む製品全体の要件と仕様
- ハイレベルデザイナー
 - 仕様に従う高レベルの製品設計を生成



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)
 - 8.4.1 一般的な方法と参加者
 - 8.4.2 Musa-1操作プロフィールの開発過程
 - 8.4.3 Musa-2操作プロフィールの開発過程

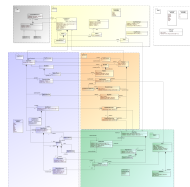
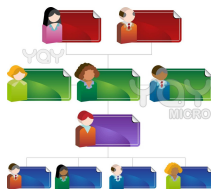


Musa-1 OPの開発過程(p117)

OP development procedure: Musa-1

定義 (Musa-1)

トップダウン手法, 同じ重要なユーザーグループに対して多数の操作プロフィール



Musa-1の手法でOPを得る手順(p118)

Steps to develop OP, Musa-1

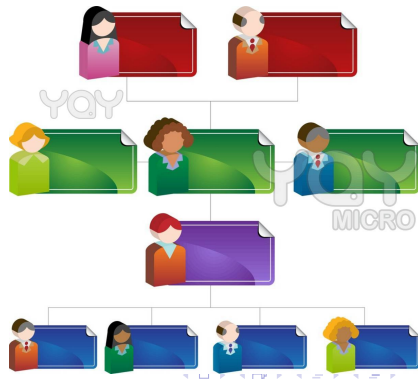
1. 全種類の顧客を使用の要因に重み付けて, 顧客のプロフィールを探し



Musa-1の手法でOPを得る手順(p118)

Steps to develop OP, Musa-1

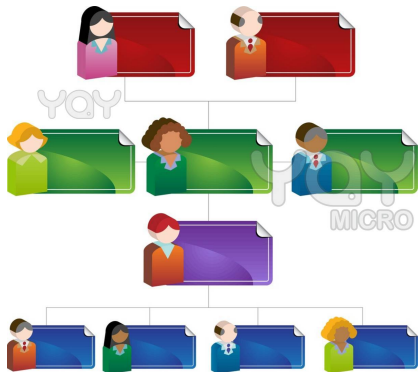
2. 一種の顧客の中関連するユーザーの型と彼らの相対使用率を定義し、ユーザーのプロフィールを提示



Musa-1の手法でOPを得る手順(p118)

Steps to develop OP, Musa-1

3. 通常に使用される操作とその重みを見つけ,システムモード と関連プロフィールを定義



Musa-1の手法でOPを得る手順(p118)

Steps to develop OP, Musa-1

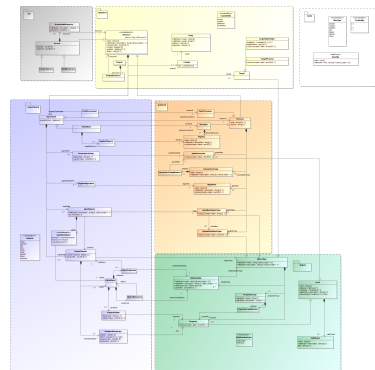
4. システムモードを分析し, 高レベルの機能とその関連するプロフィールを決定



Musa-1の手法でOPを得る手順(p118)

Steps to develop OP, Musa-1

5. 細かい機能の使用率を決定



Musa-1:例(p118)

Sample for Musa-1

Table 8.5 A sample customer profile

| Customer Type | Weight |
|---------------|--------|
| corporation | 0.5 |
| government | 0.4 |
| education | 0.05 |
| other | 0.05 |

Table 8.6 A sample user profile

| User Type | User Profile by Customer Type | | | | | Overall User Profile |
|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|----------------------|
| | ctype | com | gov | edu | etc | |
| | weight | 0.5 | 0.4 | 0.05 | 0.05 | |
| end user | | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.84 |
| dba | | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| programmer | | 0.18 | – | – | 0.28 | 0.104 |
| third party | | – | 0.08 | 0.08 | – | 0.036 |

(a) 顧客操作プロフィールの例

(b) ユーザー操作プロフィールの例

図: 操作プロフィールをMusa-1で開発する例



一貫性がある操作プロフィールの計算(p119)

Calculate Profile for Uniform Operational Stages

もし一つの操作が二つの段階 (A, B) に分かれて, それぞれのプロフィール

$$p_i = \text{prob}(A = A_i)$$

$$p_j = \text{prob}(B = B_j)$$

操作全体のプロフィール

$$p_{ij} = \text{prob}(A = A_i, B = B_j) = p_i \times p_j$$



目次

- 1 第8章の概要
- 2 8.1 チェックリストに基づくテスト, とその制限
- 3 8.2 分割網羅テスト (Testing for Partition Coverage)
- 4 8.3 Musa氏の操作プロフィールで使用ベース統計的テスト
- 5 8.4 操作プロフィールを作成(Constructing Operational Profiles)
 - 8.4.1 一般的な方法と参加者
 - 8.4.2 Musa-1操作プロフィールの開発過程
 - 8.4.3 Musa-2操作プロフィールの開発過程

