

組合せテスト

打撃と魔法を組合せて魔王を倒すぞ！



目次

1. 組合せテストって？
2. 因子水準表を作ってみよう
3. PictMasterを使ってみよう
4. ワーク：勇者テス政宗～魔王との闘い～

組合せテスト

- **組合せテスト (combinatorial testing)**

- ー 事前に定義されたレベルのカバレッジを達成するために、適切に組み合わせたテストのサブセットを識別する手段。
複数のパラメータを持つオブジェクトをテストする場合、それぞれのパラメータにも複数の値があり、予定された時間内で実行できるテスト数よりも多くの組み合わせが発生するため、組み合わせテストを使用する。
(JSTQB (※) 用語集より)

- **因子：オブジェクトが持つパラメータ**
- **水準：パラメータが持つ値**

…の前に、因子って？水準って？

- 因子とか水準とか言葉が難しい(((; °Д°)))がクワルと思わずにアイスクリームで考えてみましょう♪



アイスクリームの因子と水準って、何だろ？



32アイスの因子と水準

• 32アイスで考えると・・・

因子 (アイス1の味)
水準 : バナナストロベリー

因子 (アイス2の味)
水準 : バニラ

因子 (アイス3の味)
水準 : チョコチップ

因子 (スプーン)
水準 : 1本

こう考えると身近な話を感じるね♪
(・・・何かアイス食べたくなってきた)



因子 (容れ物)
水準 : カップ



ペアワイズ法

- **ペアワイズ法（オールペア法）**

- 組合せテスト技法の1つ
- ほとんどの欠陥が2つの因子の相互作用によって引き起こされることが多いという経験に基づく効果的なテストケースの作成手法
- 「1因子ずつの場合のバグの発見率がpなら（直交表を利用して2因子の組合せの評価をすれば）それに比較してほぼpの2乗に期待される」（田口玄一氏）。

	1000行あたりのバグ発見率	200万行あたりのバグ件数
1因子	$4/1000 = 0.4\%$	$0.4 \times 2000000 = 8000$ 件
2因子間	$(4/1000)^2 = 0.0016\%$	$0.0016 \times 2000000 = 32$ 件
3因子間	$(4/1000)^3 = 0.0000064\%$	$0.0000064 \times 2000000 = 0.128$ 件

PictMasterの利用

- **本組合せテストの説明は、PictMasterの利用を前提としています。**
 - 組合せを導出するツールはいろいろありますが、今回は無料で利用できるPictMasterを使用します。
 - PictMasterとは、PICTをみんな大好きExcelで利用できるようにしたツールです。
 - PICT (Pairwise Independent Combinatorial Testing tool) は、Microsoft社製のペアワイズ法のラインツールです。
 - <http://www.pairwise.org/>
 - PictMasterは、PICTをインストールしたうえで利用できるツールです。
 - <https://ja.osdn.net/projects/pictmaster/>

因子水準表

- **組合せテストを行う場合、因子・水準を洗い出し因子水準表を作成します。**
- **例：年月日を入力すると曜日を入力するシステム**
 - 因子を見つけて、対応する水準を洗い出します。
 - 水準の選別は同値分割法や境界値分析を利用します。

因子水準表の例

- 例：年月日を入力すると曜日を出力するシステム
 - － 年は2000～2100の範囲で入力可能です。

因子	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5
年	2000	2012	2019	2100	
月	1	2	9	12	
日	1	15	29	30	31

因子水準表の作成（1）

- ランドセルのデザインを選べるWebシステムがあります。
 - 以下のデザインを選択すると、値段が表示されます。

素材	<input type="text"/>	合皮、牛革、馬革
ベースカラー	<input type="text"/>	黒、赤、茶、青、ピンク
刺繍の種類	<input type="text"/>	王冠、花束、ドラゴン、ハート、星
刺繍の色	<input type="text"/>	黒、赤、白、金、銀
利用者年齢	<input type="text"/>	5～120歳 5～12歳の場合と13歳以上の場合で 値段が変わります。

因子水準表の作成 (2)

- ランドセルのデザインを選べるWebシステムの因子水準表を考えてみましょう。
 - 下記表を埋めてみましょう。(3分)

	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6
素材	合皮	牛革	馬革			

因子水準表の作成 (3)

- 因子水準表の例は以下のようにになります。

	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6
素材	合皮	牛革	馬革			
ベースカラー	黒	赤	茶	青	ピンク	
刺繍の種類	王冠	花束	ドラゴン	ハート	星	
刺繍の色	黒	赤	白	金	銀	
利用者年齢	5	8	12	13	31	120

- 一 年齢によって値段が変わるので、利用者年齢は同値分割法と境界値分析を利用し、水準を決定します。
※組合せテストでは正常系の値のみを水準とします。

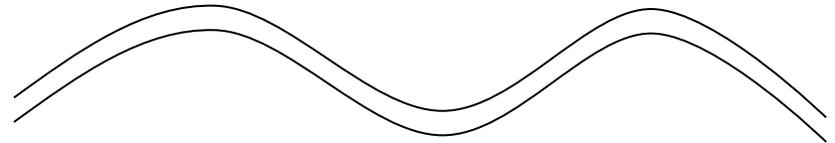
全網羅テストをする場合： $3 \times 5 \times 5 \times 5 \times 6 = 2,250$ 通り

PictMaster (2)

- [実行]ボタンを押下すると、組合せ結果が表示されます。

- 36通りになりました。
全網羅テストの場合、
2,250通りでしたので、
激減しています。
- 2因子間がすべて網羅
されています。

	A	B	C	D	E
1	素材	ベースカラー	刺繍の種類	刺繍の色	利用者年齢
2	牛革	青	ハート	銀	120
3	合皮	茶	王冠	黒	5
4	馬革	ピンク	ドラゴン	白	12
5	牛革	黒	花束	白	13



33	牛革	青	星	金	120
34	合皮	赤	花束	赤	31
35	合皮	黒	ハート	金	8
36	合皮	ピンク	ドラゴン	黒	13
37	牛革	赤	ドラゴン	金	5

制約表の作成（1）

- PictMasterには、制約表という仕組みがあります。
- 刺繍の色の「金」と「銀」は、素材が「合皮」の場合選択できない、という条件（=制約）がある場合、下表のような制約表で制約付きの組合せ結果を得ることができます。

	制約1
素材	合皮
刺繍の色	金と銀以外

PictMaster (3)

- 「環境設定」 ボタンを押下し以下を設定します。
 - － 「制約表を使用」と「制約式を最適化」にチェックを入れます。
 - － 「OK」 ボタンを押下します。

環境設定

自動整形を実行 組み合わせるパラメータ数

制約表を使用 制約式を最適化

結果表を使用 ゼロサブレスしない

サブモデルを使用 統計情報を表示

原型シートを使用 カバレッジを表示

モデルファイルを表示 設定を常時表示

冗長なペアをチェック ウィンドウ分割ショートカットキー
CTL +

自動更新

参照ファイル 確認しない

生成方式

ペアワイズ法

直交表

直交表

サイズ優先

2水準系

混合水準系

ペアワイズ法

最小テストケースを生成

生成回数

デフォルトのシードで生成

特定のシードで生成

シード

カバレッジを指定して生成

3-wayカバレッジ [%]

繰り返し回数

生成エンジン

PICT

CIT-BACH

OK キャンセル

PictMaster (4)

- **制約表が表示されます。**
 - － パラメータには因子が入力されています。
 - － 制約 1 へ、先に作成した制約表の内容を記載します。
 - － 任意の色を付けると、条件式を表します。
 - 「#」をつけるとNotを表します。

制約表	
パラメータ	制約1
素材	合皮
ベースカラー	
刺繍の種類	
刺繍の色	#金,銀
利用者年齢	

- PictMasterの制約表の記載方法については、PictMasterのマニュアルを参照してください。

PictMaster (5)

- 「実行」ボタンを押下すると、組合せが表示されます。
 - － 36通りとなりました。
 - － 右図のように素材が「合皮」でフィルタをかけると、刺繍の色に「金」と「銀」が選ばれていないことが確認できました。

	A	B	C	D	E
1	素材	ベースカラー	刺繍の種類	刺繍の色	利用者年齢
3	合皮	黒	王冠	赤	31
4	合皮	ピンク	花束	白	12
8	合皮	茶	星	赤	8
10	合皮	赤	ハート	黒	31
15	合皮	青	花束	赤	13
22	合皮	青	星	白	31
23	合皮	ピンク	王冠	黒	8
29	合皮	赤	星	黒	13
30	合皮	茶	王冠	白	13
31	合皮	黒	ドラゴン	白	120
32	合皮	茶	ドラゴン	黒	5
35	合皮	赤	花束	白	5

因子水準表の作成（４）

- 因子水準表で水準が増えたとします（赤枠）。

	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7	水準8
素材	合皮	牛革	馬革					
ベースカラー	黒	赤	茶	青	ピンク	緑	黄	水色
刺繍の種類	王冠	花束	ドラゴン	ハート	星			
刺繍の色	黒	赤	白	金	銀	青	ピンク	橙
利用者年齢	5	8	12	13	31	120		

水準追加前：

全網羅テストをする場合： $3 \times 5 \times 5 \times 5 \times 6 = 2,250$ 通り

水準追加後：

全網羅テストをする場合： $3 \times 8 \times 5 \times 8 \times 6 = 5,760$ 通り

PictMaster (6)

- 先の水準追加した因子水準表をPictMasterに入力してみましょう。
 - 制約（素材が「合皮」の時、刺繍の色に「金」と「銀」が使用できない）はそのままです。

PictMaster

v7.0.1J 64 2017/4/5

大項目No.	大項目名	作成日	実行	分析	環境設定
小項目No.	小項目名	作成者			

パラメータ	値の並び
素材	合皮,牛革,馬革
ベースカラー	黒,赤,茶,青,ピンク,緑,黄,水色
刺繍の種類	王冠,花束,ドラゴン,ハート,星
刺繍の色	黒,赤,白,金,銀,青,ピンク,橙
利用者年齢	5,8,12,13,31,120

Copyright (C) 2008-2017 Iwatsu System & Software Co., Ltd. All rights Reserved.

制約表		制約1	制約2	制約3	制約4	制約5
パラメータ						
素材	合皮					
ベースカラー						
刺繍の種類						
刺繍の色	#金,銀					
利用者年齢						

PictMaster (7)

- 「実行」ボタンを押下すると、組合せが表示されます。
 - － 64通りとなりました。
 - － 28通り増えただけです。
- 水準が増えても組合せ数が大きく増えていないことがわかります。

	A	B	C	D	E
1	素材	ベースカラー	刺繍の種類	刺繍の色	利用者年齢
2	馬革	水色	ハート	銀	8
3	牛革	緑	星	金	120
4	牛革	黄	花束	ピンク	13
5	合皮	赤	王冠	ピンク	5
					
61	合皮	黄	ドラゴン	黒	12
62	牛革	黄	ドラゴン	銀	31
63	牛革	青	星	黒	31
64	合皮	水色	ハート	黒	13
65	合皮	青	星	橙	5

Now Loading...



BUG QUEST ~魔王との戦い~

突然ですが . . .



- **勇者テス政宗一行は、魔王ベルゼブブの城へとやってきました。**
 - 一行は、勇者、戦士、魔法使い、パラディン、賢者の5人で構成されています。
- **ベルゼブブには「ある職業Aのある攻撃a」と「ある職業Bのある攻撃b」を同一ターンに行うことで会心の一撃を与られます。**
 - 戦闘はターン制（1人が1つの行動を取る）です。
 - 戦闘の参加人数に制限はなく、同一ターンに5人全員が戦闘に参加できます。

勇者達の攻撃手段



- **勇者**
 - － トロの剣、草薙の剣、ニンジンソード、炎（魔法）
- **戦士**
 - － 草薙の剣、ニンジンソード
- **魔法使い**
 - － 炎（魔法）、氷（魔法）、風（魔法）
- **パラディン**
 - － 草薙の剣、ニンジンソード、風（魔法）
- **賢者**
 - － ニンジンソード、炎（魔法）、氷（魔法）、風（魔法）

武器の所持本数による制約事項



- **同一ターンで、同じ武器を使用できる人数は所持本数以下となります。各武器の所持本数は以下となっています。**
 - トロの剣、草薙の剣は1本ずつしかありません。
 - ニンジンソードは4本あります。
- **武器を受け渡し、異なるターンで使い回すことは可能です。**
 - 1ターン目に勇者が「草薙の剣」を使い、2ターン目に戦士が「草薙の剣」を使うことは可能です。

魔法による制約事項



- 炎（魔法）と氷（魔法）を同一ターンに使用した場合、魔法が暴走してしまい、テス政宗たちは全滅します。同一ターンに使用しないように注意しましょう。

ワークショップ（1）



- 5分間で渡した付箋に因子・水準を書き出してください。
 - 因子はピンクの付箋
 - 水準は水色の付箋

因子A

水準a1

水準a2

- 全員で因子・水準を意見交換しましょう。
 - 10分で意見交換して、因子水準表を作成しましょう。

解答例



- 解答例は以下ようになります。

因子	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4
勇者の攻撃	トコの剣	草薙の剣	ニンジンソード	炎 (魔法)
戦士の攻撃	草薙の剣	ニンジンソード		
魔法使いの攻撃	炎 (魔法)	氷 (魔法)	風 (魔法)	
聖騎士の攻撃	草薙の剣	ニンジンソード	風 (魔法)	
賢者の攻撃	ニンジンソード	炎 (魔法)	氷 (魔法)	風 (魔法)

ワークショップ（2）



- **5分間で渡した付箋に制約を書いてみましょう。**
 - 制約条件は黄色の付箋
 - 制約の内容は緑色の付箋

因子Aが水準a
であるとき、

因子Bは水準b
である(or ではない)

- **全員で制約を意見交換しましょう。**
 - 10分で意見交換して、制約表を作成しましょう。

解答例（PictMaster的な書き方）



- 解答例は以下ようになります。

因子	制約 1	制約 2	制約 3	制約 4	制約 5	制約 6	制約 7	制約 8
勇者	草薙の剣	草薙の剣ではない	草薙の剣ではない	炎（魔法）		炎（魔法）ではない		炎（魔法）ではない
戦士	草薙の剣ではない	草薙の剣	草薙の剣ではない					
魔法使い				氷（魔法）ではない	炎（魔法）	氷（魔法）	氷（魔法）ではない	炎（魔法）ではない
聖騎士	草薙の剣ではない	草薙の剣ではない	草薙の剣					
賢者				氷（魔法）ではない	氷（魔法）ではない	炎（魔法）ではない	炎（魔法）	氷（魔法）