

原因結果グラフと HAYST 法を利用した ハイブリッド型ソフトウェアテスト手法の提案と検証

今江 孝介[†] 西山 詔太[‡]

日本工業大学 工学部 情報工学科[‡]

1. はじめに

近年、ソフトウェア開発の短納期化に伴い、テスト工程の効率化が望まれている。しかし、実際の開発現場では時間、資金、人のリソースに限りがあるため、テスト工程を効率的かつ有効的に短縮することができていないのが現状である。現在、テスト工程の効率化を実現するための手段としてテスト設計手法が注目されている。テスト設計手法の代表的なものとして、依存関係を持つ機能間のテストを目的とした原因結果グラフ[1]と複数の独立した因子の組合せテストにおいて、任意の 2 因子間の組合せを網羅的にテストすることができる HAYST (Highly Accelerated and Yield Software Testing)法[2]がある。

本稿では、原因結果グラフと HAYST 法をハイブリッド的に利用し、依存関係を持つ 2 機能以上の間のソフトウェアテストを効率的に行うテスト手法を提案する。同時に、提案したテスト手法の有用性と検証の結果について述べる。

2. 提案するソフトウェアテスト手法の概要

提案するハイブリッド型ソフトウェアテスト手法の特徴は以下の通りである。

- 原因結果グラフと HAYST 法をハイブリッド的に利用するテスト手法である。
- 依存関係を持った 2 機能以上の間のソフトウェアテストを効率的に行う手法である。
- HAYST 法で作成するテストケースには、原因結果グラフを基に想定される出力を持たせる。
- 原因結果グラフの入力部に、HAYST 法で作成した直交表の入力部側の組合せ因子を用いる。

2.1 原因結果グラフとは

原因結果グラフとは、仕様書の内容をテストする為に、IBM 社で考案された手法である。原因結果グラフでは、仕様書の入力と出力の論理関係を解析し、表現規則と制約を加えてグラフで記述する。テストケースは、記述したグラフを基に決定表として作成する。

2.2 HAYST 法とは

HAYST 法とは、直交表を用いて独立した 2 機能の組合せを網羅的にテストする手法である。直交

表をテスト設計に用いることで、効率的にテストケースを作成することができる。

2.3 本手法によるテストケース作成方法

機能 A と機能 B が双方の入力値により出力の値が変化するような依存関係を持つ時を考える。このような時、HAYST 法では依存関係を持つ機能 A、機能 B をテストすることは困難である。また、原因結果グラフでは仕様書の内容をテストするため、テスト漏れが発生する可能性がある。そこで本手法によるテストの手順を印刷設定機能のテストを行う際の手順を例に説明する。

(1)原因結果グラフの作成

各機能の入力と出力を洗い出す。入力と出力の論理関係を解明し、原因結果グラフを作成する。原因結果グラフの記述例を図 1 に示す。

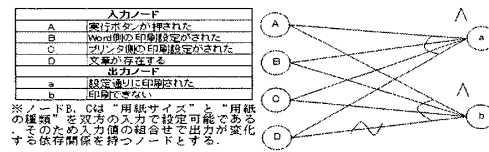


図 1 初期状態の原因結果グラフ

(2)依存関係のあるノードを取り出す

原因結果グラフの入力ノードの中で依存関係を持つノード B、C を図 1 から取り出す。

(3)HAYST 法の適用

(2)で取り出した依存関係を持つ各ノードの入力値に対して HAYST 法を適用し、直交表を作成する。作成した直交表の各組合せに原因結果グラフを用いて「出力用紙サイズ」と「出力用紙の種類」を期待出力として持たせる。期待出力を持たせた依存関係をもつ機能間のテストケースを表 1 に示す。

表 1 直交表に期待出力を持たせたテストケース

No.	出力用紙サイズ	出力用紙種類	出力用紙サイズ	出力用紙種類
1	A5	白紙	A5	白紙
2	A5	白紙	A5	白紙
3	A5	白紙	A5	白紙
4	A5	白紙	A5	白紙
5	A5	白紙	A5	白紙
6	A5	白紙	A5	白紙
7	A5	白紙	A5	白紙
8	A5	白紙	A5	白紙
9	A5	白紙	A5	白紙
10	A5	白紙	A5	白紙
11	A5	白紙	A5	白紙
12	A5	白紙	A5	白紙
13	A5	白紙	A5	白紙
14	A5	白紙	A5	白紙
15	A5	白紙	A5	白紙
16	A5	白紙	A5	白紙

(4)組合せ入力ノードの追加

(2)で取り出した原因結果グラフのノード B、C 部分に(3)で作成した組合せテストケースを組合せ入力ノード S として図 2 のように追加する。また、組合せ入力ノードに対応する出力ノード y を既存の出力ノード a と入れ替えた原因結果グラフの例を図 2 に示す。

A Proposal and Inspection of Hybrid Software Testing Method using Cause-Effect Graphing and HAYST Method†
Takayuki Imae, Shota Nishiyama‡
Nippon Institute of Technology

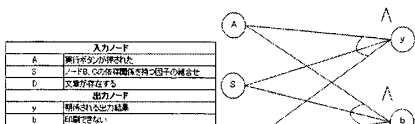


図 2 組合せノード追加後の原因結果グラフ

(5) 決定表の作成

(4)で追加した組合せ入力ノードと既存の入力ノードおよび出力ノードの関係から決定表を作成する。この時、組合せ入力ノードの値は(3)の入力部分を参照する。また、それぞれの組合せ入力ノードに対応する出力ノード y の値は、(3)の期待出力を参照する。

3. 検証

本手法が提案する「原因結果グラフより取り出したノード間の依存関係を持つ因子と水準に基づく HAYST 法」で作成したテストケースと、従来の「原因結果グラフ手法の決定表に出現するデータ項目の設定値の総組合せ(以後、総組合せテスト手法)」によるテストケースを比較し、本手法の有用性を検証した。

3.1 検証方法

(1) 検証条件

テストケース作成に用いる依存関係を持った因子とその水準を表 2 に示す。

表 2 依存関係を持つ因子と水準表

因子	水準数	水準内容
用紙サイズの指定	4水準 (A系用紙, B系用紙, ハガキ, 封筒)	
用紙トレイ	4水準 (1部, 3部, 5部, 7部)	
部単位で印刷	2水準 (ON, OFF)	
用紙サイズ	4水準 (A系用紙, B系用紙, ハガキ, 封筒)	
用紙トレイ (絡紙設定)	2水準 (MPトレイ, 用紙カセット)	
部単位で印刷	2水準 (ON, OFF)	

(2) 検証手順

①表の作成:表 2 の因子と水準がすべて入る直交表を作成する。

②表の割付:①で作成した直交表に因子と水準の割付を行い、HAYST 法によるテストケース表 3 を作成する。

③総組合せテストケースの作成:表 2 の因子と水準で総組み合わせテスト手法を適用したテストケース表 4 を作成する。

④比較:表 3 と表 4 のテストケース数を比較する。

3.2 検証結果

作成したテストケースは表 3 および表 4 の通りである。テストケース数としては、表 3 と表 4 を比較して 12 ケース減少した。

3.3 考察

表 3 と表 4 を比較した結果、本手法内の HAYST 法を適用したテストケース数は総組合せテスト手法を適用したテストケース数よりも 12 ケース減少した。本手法を用いることで、総組合せテスト手法を適用したテストケースより少ないテストケ

ス数で効率的かつ網羅的にテストを行うことができた。

表 3 HAYST 法を適用したテストケース

No.	用紙サイズ	用紙トレイ	部単位で印刷	期待	期待	期待	期待	期待	期待	期待	期待
1	A系用紙	MPトレイ	ON	3部	3部	自動選択	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
2	A系用紙	B系用紙	ON	3部	3部	自動選択	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
3	A系用紙	MPトレイ	ON	5部	5部	MPトレイ	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
4	封筒	MPトレイ	ON	7部	7部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
5	A系用紙	A系用紙	ON	5部	5部	自動選択	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
6	A系用紙	B系用紙	ON	5部	5部	MPトレイ	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
7	ハガキ	MPトレイ	ON	1部	1部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
8	封筒	MPトレイ	ON	3部	3部	MPトレイ	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
9	A系用紙	B系用紙	ON	1部	1部	MPトレイ	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
10	自動選択	A系用紙	ON	3部	3部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
11	ハガキ	封筒	ON	3部	3部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
12	封筒	ハガキ	ON	7部	7部	自動選択	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
13	A系用紙	自動選択	ON	5部	5部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
14	A系用紙	B系用紙	ON	5部	5部	MPトレイ	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
15	ハガキ	封筒	ON	1部	1部	自動選択	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
16	封筒	ハガキ	ON	3部	3部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
17	A系用紙	封筒	ON	7部	7部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
18	自動選択	ハガキ	ON	1部	1部	自動選択	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
19	ハガキ	A系用紙	ON	5部	5部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
20	封筒	ハガキ	ON	3部	3部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
21	A系用紙	封筒	ON	7部	7部	自動選択	用紙カセット	ON	ON	OFF	OFF
22	A系用紙	ハガキ	ON	5部	5部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
23	ハガキ	B系用紙	ON	3部	3部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
24	封筒	A系用紙	ON	1部	1部	MPトレイ	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
25	A系用紙	封筒	ON	1部	1部	MPトレイ	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
26	A系用紙	ハガキ	ON	3部	3部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
27	ハガキ	A系用紙	ON	3部	3部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
28	封筒	B系用紙	ON	5部	5部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
29	封筒	自動選択	ON	5部	5部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
30	A系用紙	ハガキ	ON	7部	7部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
31	A系用紙	封筒	ON	3部	3部	自動選択	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF
32	封筒	B系用紙	ON	1部	1部	用紙カセット	MPトレイ	ON	ON	OFF	OFF

表 4 総組合せテスト手法を適用したテストケース

No.	用紙サイズ	用紙トレイ	部単位で印刷	期待	期待	期待	期待	期待	期待	期待	期待
1	A系用紙	A系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
2	A系用紙	B系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
3	A系用紙	ハガキ	default	default	default	default	default	default	default	default	default
4	A系用紙	封筒	default	default	default	default	default	default	default	default	default
5	B系用紙	A系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
6	B系用紙	B系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
7	B系用紙	ハガキ	default	default	default	default	default	default	default	default	default
8	B系用紙	封筒	default	default	default	default	default	default	default	default	default
9	ハガキ	A系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
10	ハガキ	B系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
11	ハガキ	ハガキ	default	default	default	default	default	default	default	default	default
12	ハガキ	封筒	default	default	default	default	default	default	default	default	default
13	封筒	A系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
14	封筒	B系用紙	default	default	default	default	default	default	default	default	default
15	封筒	ハガキ	default	default	default	default	default	default	default	default	default
16	封筒	封筒	default	default	default	default	default	default	default	default	default
17	default	default	1部	1部	default	default	default	default	default	default	default
18	default	default	1部	3部	default	default	default	default	default	default	default
19	default	default	1部	5部	default	default	default	default	default	default	default
20	default	default	1部	7部	default	default	default	default	default	default	default
21	default	default	3部	1部	default	default	default	default	default	default	default
22	default	default	3部	3部	default	default	default	default	default	default	default
23	default	default	3部	5部	default	default	default	default	default	default	default
24	default	default	3部	7部	default	default	default	default	default	default	default
25	default	default	5部	1部	default	default	default	default	default	default	default
26	default	default	5部	3部	default	default	default	default	default	default	default
27	default	default	5部	5部	default	default	default	default	default	default	default
28	default	default	5部	7部	default	default	default	default	default	default	default
29	default	default	7部	1部	default	default	default	default	default	default	default
30	default	default	7部	3部	default	default	default	default	default	default	default
31	default	default	7部	5部	default	default	default	default	default	default	default
32	default	default	7部	7部	default	default	default	default	default	default	default
33	default	default	default	default	用紙カセット	MPトレイ	default	default	default	default	default
34	default	default	default	default	用紙カセット	MPトレイ	default	default	default	default	default
35	default	default	default	default	自動選択	用紙カセット	default	default	default	default	default
36	default	default	default	default	自動選択	MPトレイ	default	default	default	default	default
37	default	default	default	default	MPトレイ	用紙カセット	default	default	default	default	default
38	default	default	default	default	MPトレイ	MPトレイ	default	default	default	default	default
39	default	default	default	default	用紙カセット	用紙カセット	default	default	default	default	default
40	default	default	default	default	用紙カセット	MPトレイ	default	default	default	default	default
41	default	default	default	default	default	default	ON	ON	OFF	OFF	OFF
42	default	default	default	default	default	default	default	default	OFF	ON	OFF
43	default	default	default	default	default	default	default	default	OFF	ON	OFF
44	default	default	default	default	default	default	default	default	OFF	ON	OFF

default値は以下の通りである。用紙サイズ=A系用紙、部数=1部、用紙トレイ=MPトレイ、部単位で印刷=ON

4. おわりに

本稿では、総組合せテスト手法を適用したテストケースと、HAYST法を適用したテストケースの比較検証を行い、本手法の有用性を確認した。また今後、本手法においてHAYST法に出力の概念を追加したことで、依存関係を持つ2機能以上の間のテストにおいてテスト結果からバグの特定が可能になる。

参考文献

[1]Theresa Hunt : Cause-Effect Graphing, The Westfall Team, http://www.westfallteam.com/Papers/Cause_and_Effect_Graphing.pdf
 [2]秋山浩一, 山本訓稔: 直交表を利用したソフトウェアテスト-HAYST 法-, ソフトウェアテストシンポジウム 2004, <http://www.jasst.jp/archives/jasst04/pdf/B1ap.pdf>