

OS 検定システムにおける検定項目抽出手法
について

1M-9

小田英雄 竹中市郎

NTTソフトウェア研究所

1. はじめに

OS が仕様書通りに作られているかを検定するための、OS 検定システムにおける検定項目抽出手法について考察する。

検定システムは通常のデバッグや納入検査に比べ、より厳密な検査を限られた期間で効率的に実施することが要求される。このため、検定項目の抽出基準を定めるとともに検定レベルをいくつか設け、それらの検定カバー率を具体的に算出し、より少ない検定項目でより網羅的な検定が実施できる検定項目抽出方法について検討を進めている。

ここでは、検定レベルとそれぞれの検定項目数の算出式について報告する。

2. CTRON インタフェース仕様検定の方針

世の中の共通 OS の一つとして CTRON OS のインタフェース仕様第一版が 1987 年に制定され、その仕様に基づいた OS が各社コンピュータメーカーのもとで開発されつつある。

ここでは、この CTRON OS に対する検定システムを前提として検討を進める。

CTRON インタフェース仕様では OS のシステムコールレベルでの外部インタフェースを規定しており、その実現方法(内部の作り等)については規定していない。このため、検定システムでもインタフェース仕様書で規定されている個々のシステムコールに対する外部インタフェースのみについて検定を実施し、インプリメント依存部や機能実現方法に対する検定は行わない。

3. 検定項目抽出の基本的考え方

個々のシステムコールに対し、表 1 に示すチェックマトリックスを作成し、以下の条件で検定項目を抽出する。

- ① 正常ケース、異常ケースを全て抽出する。
- ② 異常ケースは 1 度に 1 ケースのみ実施されるようにする。

4. 検定項目抽出レベルと項目数算出式

CTRON インタフェース仕様書では個々のシステムコール対応に入力パラメータと実行結果とが規定されている。このため、検定項目抽出レベルとして入力パラメータの全ての組合せについてチェックするレベル(L1)を 100 と仮定し、以下の検定レベルを設けた。

表1 チェックマトリックス

チェック条件			検定項目 ID				
内容			ID	1	2	3	4
入力情報	パラメータA	0	01	●		○	○
		1	02		●		
		異常値	03				
	パラメータB	'A'	04	◎	○	○	○
		異常値	05				
	パラメータC	10	06			●	
		省略	07	◎	○		○

●：着目点、◎：既にチェック済の着目点、○：着目点に付随するパラメータ値

- レベル 1 (L1)：パラメータの組合せを全て考慮する。
- レベル 2 (L2)：選択パラメータの省略値以外のパラメータの組合せを全て考慮する。
- レベル 3 (L3)：各パラメータに対し検定項目が少なくとも 1 回検証される(組合せは考慮しない)。

各レベルにおける検定項目数算出式は以下のようになる。

$$L1 = \prod_{i=1}^p n_i + \sum_{i=1}^p e_i$$

$$L2 = \prod_{i=1}^p (n_i - d_i) + \sum_{i=1}^p e_i$$

$$+ \left\langle \begin{array}{l} 0: \text{選択パラメータ無し} \\ 1: \text{選択パラメータ有り} \end{array} \right\rangle$$

$$L3 = \sum_{i=1}^p (n_i + e_i) - p + 1$$

ここで
 p：パラメータ数
 n_i (i = 1 ~ p)：i 番目のパラメータに対する正常ケース数
 e_i (i = 1 ~ p)：異常ケース数
 d_i (i = 1 ~ p)：省略ケース数

ここで、以下の一つのシステムコールを仮定し、それに対する各レベルの項目数を求める。

- 必須入力パラメータ1つ：正常値2つと異常値1つをとる。
- 選択入力パラメータ1つ：正常値3（1つは省略値）と異常値1つをとる。

各レベルに対する検定項目数は以下のようになる。

(1) レベル1

$$\textcircled{1} L1 = 2 \times 3 + 1 + 1 = 8$$

	1 2 3 4 5 6 7 8			
N ₁	● ● ● ○	n ₁ =2	p=2	
N ₂	● ● ●	e ₁ =1		
E ₁	●	d ₁ =0		
N ₃	◎ ○ ○	n ₂ =3		
N ₄	◎ ○	e ₂ =1		
省略	◎ ○	d ₂ =1		
E ₂	●			

(2) レベル2

$$\textcircled{1} L2 \text{ (選択パラメータ有り)} = 2 \times (3 - 1) + 1 + 1 + 1 = 7$$

	1 2 3 4 5 6 7			
N ₁	● ● ○ ○	n ₁ =2	p=2	
N ₂	● ●	e ₁ =1		
E ₁	●	d ₁ =0		
N ₃	◎ ○	n ₂ =3		
N ₄	◎ ○	e ₂ =1		
省略	● ○	d ₂ =1		
E ₂	●			

$$\textcircled{2} L2 \text{ (選択パラメータ無し)} = 2 \times 2 + 1 + 1 = 6$$

	1 2 3 4 5 6			
N ₁	● ● ○	n ₁ =2	p=2	
N ₂	● ●	e ₁ =1		
E ₁	●	d ₁ =0		
N ₃	◎ ○ ○	n ₂ =3		
N ₄	◎ ○	e ₂ =1		
E ₂	●	d ₂ =0		

(3) レベル3

$$\textcircled{1} L3 = 3 + 4 - 2 + 1 = 6$$

	1 2 3 4 5 6			
N ₁	●	n ₁ =2	p=2	
N ₂	●	e ₁ =1		
E ₁	●	d ₁ =0		
N ₃	●	n ₂ =3		
N ₄	●	e ₂ =1		
省略	◎	d ₂ =1		
E ₂	●			

5. 検定項目カバー率

上記の数式を実際のCTRON OSのシステムコール(CREATE_TASK)に適用した結果を以下に示す。

入力パラメータ数：p = 5

i	入力パラメータ	n _i	e _i	d _i	n _i +e _i	n _i -d _i
1	タスク名称	3	1	1	4	2
2	プログラム名称	1	2	0	3	1
3	タスク属性	1	6	0	7	1
4	拡張OS作業域	3	0	1	3	2
5	ユーザ作業域	3	0	1	3	2

$$\text{(1)レベル1 } L1 = 3 \times 1 \times 1 \times 3 \times 3 + 1 + 2 + 6 = 36$$

$$\text{(2)レベル2 } L2 = 2 \times 1 \times 1 \times 2 \times 2 + 1 + 2 + 6 + 1 = 18$$

$$\text{(3)レベル3 } L3 = 4 + 3 + 7 + 3 + 3 - 5 + 1 = 16$$

レベル1をカバー率100として、それに対する他レベルのカバー率を求めると以下のようになる。

$$\textcircled{1} Cov(L1) = 100$$

$$\textcircled{2} Cov(L2) = 18 / 36 = 50$$

$$\textcircled{3} Cov(L3) = 16 / 36 = 44$$

以上によって検定項目のカバー率の定量化が行われる。

今後は他の全システムコールに対しカバー率を求めていく予定である。ただし、これは各検定項目の重み付が等しいという仮定の元での値であり、これらのカバー率としての有効性について評価する必要がある。

6. まとめ

検定項目カバー率の定量化を試みた。ただし、これは個々のシステムコールを独立にチェックする場合の値であり、実際には他のシステムコールチェック時に同時にチェックされる項目も存在する。今後は、これらシステムコール間の依存性に着目してより少ない検査プログラムで効率的なチェックができるような検定項目抽出方法について検討していく予定である。

また、カバー率と検定品質(検定合格システムのユーザ検出非率(バグ)発見率)の関係等を明らかにする必要がある。