

July 22, 2019

有限射影幾何を用いたソフトウェアテスト 向けの直交表自動生成プログラムの開発と その応用

山元 悠貴

富山県立大学 情報基盤工学講座

1. はじめに
2. 先行研究
3. 提案手法
4. おわりに

1. はじめに

2. 課題

2. 課題

2. 課題

2. 課題

1. はじめに

2/9

背景

これまでの自動できる直交表は水準数が 2 か 3, 強さも 2 に限定されていたが, ソフトウェアテストにおいて, より多因子かつ多水準に対応した直交表の自動生成が必要であった.

背景 2

直交表を有限射影幾何を用いて構成する基礎理論はあったが, 実際にコンピュータ上で自動生成することは簡単ではなかった. そこでコンピュータ上で自動生成するアルゴリズムを開発し実用化した.

1. はじめに

2. 課題

2. 課題

2. 課題

2. 課題

1. はじめに

3/9

結果

多因子 (50), 多水準 (2,3,4,5,7,8,9), 強さ (2,3,4) に対応し, 混合水準の直交表を有限射影幾何を利用して自動的に生成できるソフト GaloisSoftTest を開発した.

1. はじめに

2. 課題

2. 課題

2. 課題

2. 課題

1. はじめに

4/9

直交表の定義

直交表は次のように定義される． S を q 個の値からなる集合で， $S = \{0, 1, \dots, q-1\}$ とする．強さ t の直交表は， $m \times N$ 行列 A (A の要素の値は水準と呼ばれ S の元である) で，次の条件を満たすとき， A は実験回数 N ，因子数 m ，水準数 q ，インデックス λ の直交表 (Orthogonal Array) であるといい， $OA(N, m, q, t)$ と記す．

条件：任意の t 行に対し，すべての水準組合せ (S^t の順序対) が同数個 (λ 個) の列に現れる．

水準が複合している場合について

$$OA(N, (m_1, q_1), (m_2, q_2), \dots, (m_n, q_n), t)$$

1. はじめに

2. 課題

2. 課題

2. 課題

2. 課題

直交表の例

表 1 直交表の例 $OA(8, 4, 2, 3)$

Table 1 The example of orthogonal array $OA(8, 4, 2, 3)$.

	1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回
因子1	0	0	0	0	1	1	1	1
因子2	0	0	1	1	0	0	1	1
因子3	0	1	0	1	0	1	0	1
因子4	0	1	1	0	1	0	0	1

混合形の直交表を生成する

- ① 有限体 $GF(q)$ 上に, ある性質を持つ $m * n$ 行列 G を考え, 実験回数が q^n である直交表は

$$A = \{r = G\theta; \theta \in GF(q)^n\}$$

- ② q 水準系の混合形で強さ 2 の直交表を生成するには, 水準数 q はある素数のべき乗であり, q_1 の因子数 m_1 , q_2 の因子数 m_2 とする. ($q_1 > q_2$)

2. 課題

7/9

PICT との比較

- ① オールペア法と直交表の比較のため PICT と GaloisSoft Test を比較した. 表 9 はテスト回数の比較である.

表 9 GaloisSoftTest と PICT のテスト回数の比較

Table 9 The comparison of GaloisSoftTest and PICT in test size.

因子数	水準	長さ	PICT	Galois	比較
3	2	2	4	4	△
7	2	2	7	8	
4	3	2	13	9	○
13	3	2	20	27	
5	4	2	22	16	○
21	4	2	39	64	
6	8	2	91	64	○
4	2	3	8	8	△
8	2	3	16	16	△
16	2	3	23	32	
4	3	3	34	27	○
10	3	3	65	81	
6	4	3	111	64	○
17	4	3	207	256	
6	8	3	846	512	○
5	2	4	23	16	○
6	2	4	26	32	
5	3	4	100	81	○
11	3	4	249	243	○
14	3	4	296	729	
5	4	4	333	256	○

混合形の比較

水準と因子数(長さ2)	PICT	Galois	比較
8水準1個+2水準8個	16	16	△
4水準4個+2水準3個	19	16	○
16水準1個+2水準16個	32	32	△
8水準1個+4水準8個	38	32	○
4水準9個+2水準4個	29	32	
16水準1個+4水準16個	74	64	○
8水準8個+4水準1個+2水準4個	101	64	○

1. はじめに

2. 課題

2. 課題

2. 課題

2. 課題

2. 課題

8/9

網羅率の比較

- ① 網羅率と網羅効率をそれぞれ比較した表を表 10, 11 に示す。

表 10 網羅率の比較

Table 10 The comparison in coverage rate.

因子	水準	強さ	PictMaster			Galois			比較
			目標	回数	網羅率	回数	網羅率		
7	2	2	-	7	73.9	8	90.0	△	
15	2	2	-	10	83.2	16	96.2	-	
15	2	2	95	14	95.1	16	96.2	△	
4	3	2	-	13	47.2	9	33.3	-	
7	3	2	-	16	53.7	27	88.6	-	
7	3	2	80	28	80.6	27	88.6	◎	
13	3	2	-	20	60.1	27	87.9	-	
13	3	2	87	36	86.7	27	87.9	◎	
13	4	2	-	33	45.3	64	87.7	-	
13	4	2	87	92	87.7	64	87.7	◎	
15	5	2	-	54	38.3	125	88.9	-	
15	5	2	88	191	88.6	125	88.9	◎	

表 11 テスト回数あたりの網羅率 (網羅効率)

Table 11 The comparison of PictMaster and Galois in coverage rate per test size (coverage efficient rate).

条件			PictMaster			Galois			比較
因子数	水準数	強さ	回数	網羅率	網羅効率	回数	網羅率	網羅効率	
15	2	2	10	83.2	8.32	16	96.2	6.01	
4	3	2	13	47.2	3.63	9	33.3	3.70	○
7	3	2	16	53.7	3.36	27	88.6	3.28	
13	3	2	20	60.1	3.01	27	87.9	3.26	○
5	4	2	21	32.5	1.55	16	25.0	1.56	△
13	4	2	33	45.3	1.37	64	87.7	1.37	△
6	5	2	35	27.4	0.78	25	20.0	0.80	△
15	5	2	54	38.3	0.71	125	88.9	0.71	△

おわりに

- ① 多因子かつ多水準の直交表自動生成ソフト **GaloisSoftTest** を開発した. **GaloisSoftTest** は有限射影幾何の理論をベースに構成されており, 因子数と水準数, 強さが与えられたとき最適な (テスト回数最小の) 直交表が生成できる.
- ② オールペア法との比較をし, **GaloisSoftTest** が優れている場合があることを確認した.