



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Αυξημένο Σχέδιο

Κατσιλέρος Αναστάσιος

2017

ΑΥΞΗΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ (augmented design)

Το αυξημένο σχέδιο προτάθηκε από τον Federer (1956) και χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που δεν μπορούμε να έχουμε επαναλήψεις των πειραματικών επεμβάσεων.

Για την εκτίμηση του πειραματικού σφάλματος και για την διόρθωση και σύγκριση των μέσων όρων των υπό αξιολόγηση πειραματικών επεμβάσεων χρησιμοποιούμε επεμβάσεις – μάρτυρες με επαναλήψεις. Σε κάθε μη πλήρη ομάδα του σχεδίου, τοποθετούνται οι επεμβάσεις – μάρτυρες και συμπληρώνονται με τις πειραματικές επεμβάσεις.

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

Υπό τον όρο ότι κάθε ομάδα περιλαμβάνει τον ίδιο αριθμό μαρτύρων και επεμβάσεων έχουμε:

b = αριθμός ομάδων

c = αριθμός μαρτύρων κατά ομάδα

v = αριθμός επεμβάσεων προς αξιολόγηση

$n = v/b$ αριθμός επεμβάσεων ανά ομάδα

$\rho = c+n$ = συνολικός αριθμός πειραματικών μονάδων κατά ομάδα

$N = bc+v = b(c+n)$ ολικός αριθμός πειραματικών μονάδων του πειράματος

Η διορθωμένη τιμή των επεμβάσεων υπολογίζεται ως εξής:

Αρχικά υπολογίζεται η μέση τιμή των μαρτύρων ανά ομάδα και στην συνέχεια από τις τιμές αυτές αφαιρείται η μέση τιμή των μαρτύρων από ολόκληρο το πείραμα:

$$\text{(Διορθωτικός όρος ομάδας)} \quad d_i = C_{i.} - C_{..}, \quad \sum d_j = 0$$

Για τον υπολογισμό των διορθωμένων τιμών των επεμβάσεων, από κάθε αρχική τιμή αφαιρείται ο διορθωτικός όρος της ομάδας:

$$\hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - d_i$$

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

Για να βρούμε το υπόλοιπο ή πειραματικό σφάλμα αναλύουμε το πείραμα μόνο όσον αφορά στους μάρτυρες. Με βάση το υπόλοιπο αυτό υπολογίζουμε τώρα τα τυπικά σφάλματα που χρειάζονται για τις συγκρίσεις που θέλουμε να κάνουμε.

Πηγή παραλλακτικότητας	ΒΕ	ΜΤ
Ομάδες	$b - 1$	
Μάρτυρες	$c - 1$	
Υπόλοιπο	$(b - 1)(c - 1)$	ΜΤυ
Σύνολο	$rc - 1$	

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

Χρειαζόμαστε τέσσερα τυπικά σφάλματα για τις διάφορες συγκρίσεις που μας ενδιαφέρουν. Αυτά προκύπτουν ως η τετραγωνική ρίζα των αντίστοιχων εκφράσεων που ακολουθούν.

Σύγκριση δύο μαρτύρων:

$$s^2 = \frac{2 * MT \nu}{b}$$

Σύγκριση διορθωμένων μέσων δύο σειρών την ίδια ομάδα:

$$s^2 = 2 * MT \nu$$

Σύγκριση διορθωμένων μέσων δύο σειρών δύο διαφορετικών ομάδων:

$$s^2 = \frac{2 * (c + 1) * MT \nu}{c}$$

Σύγκριση του διορθωμένου μέσου μιας σειράς από ένα μάρτυρα:

$$s^2 = \frac{(b + 1) * (c + 1) * MT \nu}{bc}$$

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

```
> library(agricolae)
> control=letters[1:3]
> treatments=c(1:16)
> outdesign=design.dau(control, treatments, r=4, serie=2)
> outdesign
```

	plots	block	trt		plots	block	trt
1	101	1	b	15	301	3	4
2	102	1	a	16	302	3	a
3	103	1	10	17	303	3	5
4	104	1	9	18	304	3	b
5	105	1	8	19	305	3	15
6	106	1	c	20	306	3	13
7	107	1	1	21	307	3	c
8	201	2	7	22	401	4	b
9	202	2	b	23	402	4	16
10	203	2	a	24	403	4	c
11	204	2	c	25	404	4	14
12	205	2	6	26	405	4	11
13	206	2	12	27	406	4	3
14	207	2	2	28	407	4	a

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

Αριθμητικό Παράδειγμα: 30 νέες σειρές και 3 μάρτυρες σε 6 ομάδες

Ομάδα 1		Ομάδα 2		Ομάδα 3		Ομάδα 4		Ομάδα 5		Ομάδα 6	
Stork	2972	Stork	3122	27	2857	11	3380	Stork	1315	19	3643
14	2405	Cimmaron	3023	18	2603	9	2268	2	1055	29	2915
16	2855	4	3018	Stork	2260	6	2148	21	1688	7	3265
Cimmaron	2592	15	2477	Cimmaron	2918	Cimmaron	2940	Waha	1625	Cimmaron	3483
17	2572	30	2955	25	2825	Waha	2850	Cimmaron	1398	1	3013
Waha	2608	3	3055	28	1903	20	2670	10	1293	Waha	3400
22	2705	Waha	2477	5	2065	Stork	3348	8	1253	12	2385
13	2391	24	2783	Waha	3107	23	2770	16	1495	Stork	3538

$c = 3$ (μάρτυρες), $v = 30$ (νέες επιλογές), $b = 6$ (ομάδες), $n = v/b = 5$, $\rho = c+n = 8$, $N = 48$

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

	Ομάδες							
Ποικιλία	I	II	III	IV	V	VI	Άθροισμα	Μέσο
Stork	2972	3122	2260	3348	1315	3538	16555	2759
Cimmaron	2592	3023	2918	2940	1398	3483	16354	2726
Waha	2608	2477	3107	2850	1625	3400	16067	2678
Άθροισμα	8172	8622	8285	9138	4338	10421	48976	
Μέσος ($C_{i.}$)	2724	2874	2762	3046	1446	3474		$C_{..} = 2721$
Διορθωτικός όρος $d_i = C_{i.} - C_{..}$	3	153	41	325	-1275	753		

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

Επιλογή	Ομάδα	Αρχική Τιμή	Διορθωμένη Τιμή	Επιλογή	Ομάδα	Αρχική Τιμή	Διορθωμένη Τιμή
1*	6	3013	2260	16	5	1495	2770
2	5	1055	2330	17	1	2572	2569
3	2	3055	2902	18	3	2603	2562
4	2	3018	2865	19	6	3643	2890
5	3	2065	2024	20	4	2670	2345
6	4	2148	1823	21	5	1688	2963
7	6	3265	2512	22	1	2705	2702
8	5	1253	2528	23	4	2770	2445
9	4	2268	1943	24	2	2783	2630
10	5	1293	2568	25	3	2825	2784
11	4	3380	3055	26	1	2855	2852
12	6	2385	1632	27	3	2857	2816
13	1	2391	2388	28	3	1903	1862
14	1	2405	2402	29	6	2915	2162
15	2	2477	2324	30	2	2955	2802

* Επιλογή 1^η: Διορθωμένη Τιμή = Αρχική Τιμή – Διορθωτικός Όρος 6^{ης} Ομάδας = 3013 – 753 = 2260

Ανάλυση παραλλακτικότητας με βάση τους μάρτυρες

Πηγή παραλλακτικότητας	BE	AT	MT
Ομάδες	5	6968486,4	
Μάρτυρες	2	20050,8	
Υπόλοιπο	10	911026,6	91103
Σύνολο	17	7899563,8	

Σύγκριση δύο μαρτύρων:

$$s = \sqrt{\frac{2 * MT \nu}{b}} = \sqrt{\frac{2 * 91103}{6}} = 174$$

Σύγκριση διορθωμένων μέσων δύο σειρών στην ίδια ομάδα:

$$s = \sqrt{2 * MT \nu} = \sqrt{2 * 91103} = 427$$

Σύγκριση διορθωμένων μέσων δύο σειρών, δύο διαφορετικών ομάδων:

$$s = \sqrt{\frac{2 * (c + 1) * MT \nu}{c}} = \sqrt{\frac{2 * (3 + 1) * 91103}{3}} = 493$$

Σύγκριση του διορθωμένου μέσου μιας σειράς από ένα μάρτυρα:

$$s = \sqrt{\frac{(b + 1) * (c + 1) * MT \nu}{bc}} = \sqrt{\frac{(6 + 1) * (3 + 1) * 91103}{6 * 3}} = 376$$

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

```
> attach(Augmented_Design)
```

```
> DAU.test(Block, Trt, Y, method = c("lsd"),alpha=0.05,group=TRUE,console=TRUE)
```

ANALYSIS DAU: Y

Class level information

Block: 6 5 2 3 4 1

Trt : 1 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 2 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 3 30 4 5 6 7 8 9 ci st wa

Number of observations: 48

ANOVA, Treatment Adjusted

Analysis of Variance Table

Response: Y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
block.unadj	5	15498754	3099751		
trt.adj	32	4095905	127997	1.4050	0.2930
Control	2	20051	10025	0.1100	0.8969
Control + control.VS.aug.	30	4075854	135862	1.4913	0.2578
Residuals	10	911027	91103		

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

NOVA, Block Adjusted
Analysis of Variance Table

Response: Y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trt.unadj	32	12626173	394568		
block.adj	5	6968486	1393697	15.2981	0.0002082 ***
Control	2	20051	10025	0.1100	0.8968636
Augmented	29	12008119	414073	4.5451	0.0077786 **
Control vs augmented	1	598003	598003	6.5641	0.0282740 *
Residuals	10	911027	91103		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

coefficient of variation: 11.7 %

Y Means: 2576.792

Critical Differences (Between)

Std Error Diff.

Two Control Treatments	174.2629
Two Augmented Treatments (Same Block)	426.8551
Two Augmented Treatments(Different Blocks)	492.8899
A Augmented Treatment and A Control Treatment	362.7571

Πειραματικοί Σχεδιασμοί

	Y	groups
11	3054,89	a
21	2962,89	ab
3	2901,89	abc
19	2890,22	abc
4	2864,89	abc
26	2851,89	abc
27	2816,22	abc
30	2801,89	abc
25	2784,22	abc
16	2769,89	abc
st	2759,17	abc
ci	2725,67	abc
22	2701,89	abcd
wa	2677,83	abcd
24	2629,89	abcd
17	2568,89	abcd
10	2567,89	abcd
18	2562,22	abcd
8	2527,89	abcd
7	2512,22	abcd
23	2444,89	abcd
14	2401,89	abcd
13	2387,89	abcd
20	2344,89	abcd
2	2329,89	abcd
15	2323,89	abcd
1	2260,22	abcd
29	2162,22	abcd
5	2024,22	abcd
9	1942,89	bcd
28	1862,22	cd
6	1822,89	cd
12	1632,22	d