



Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

RADOVI XXXIX, knj. 11.

Fukarek, Pavle

1970

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/items/011f422a-2f1d-4427-b0cf-97112104307d>

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/>

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

RADOVI

Knjiga XXXIX

ODJELJENJE PRIRODNIH I MATEMATIČKIH NAUKA

Knjiga 11.

Urednik

PAVLE FUKAREK,

redovni član Akademije nauka i umjetnosti
Bosne i Hercegovine



SARAJEVO

1970

LJUBOMIR BERBEROVIĆ

JEDAN NAČIN GRAFIČKE INTERPRETACIJE REZULTATA STUDENTOVOG (t) TESTA*

(Primitljeno na sjednici Odjeljenja prirodnih i matematičkih nauka 13. X 1969)

Studentov test (ili t-test) široko je primenjivana tehnika elementarne statistike zaključivanja, budući da služi međusobnom poređenju najredovnije upotrebljivanih mera centralne tendencije pri opisivanju stanja pojedinih varijabli u nezavisnim uzorcima. Predočavanje rezultata Studentovog testa ponekad implicira izvesne tehničke poteškoće. Naime, ukoliko se utvrđuje statistički značaj nađenih razlika među srednjim vrednostima (aritmetičkim sredinama) određenog morfometrijskog karaktera, ispitivanog u većem broju uzoraka, konačan ishod testiranja prilično je teško predstaviti, a da se pri tome izbegnu glomazne tabele i srazmerno slaba preglednost podataka. Učinjen je pokušaj da se ovaj tehnički problem prevaziđe primenom nešto pojednostavljenog grafičkog interpretiranja rezultata Studentovog testa. Treba napomenuti da se ovde ne radi o nekoj naročitoj metodičkoj novosti; ovde se samo daje alternativna tehnika prikazivanja određenih statističkih nalaza, koja (po svoj prilici) ima izvesne praktične prednosti u odnosu na obično primenjivane druge načine predočavanja rezultata Studentovog (t) testa.

1. STANDARDNI NAČIN PREDSTAVLJANJA REZULTATA t-TESTA

Tabela I prikazuje osnovne statističke podatke o morfometrijskom karakteru »Najveća širina ljuštore« u uzorcima populacija vrste *Eobania vermiculata* (Müll.) — *Gastropoda*, *Pulmonata*, *Helicidae* — sa dvadeset raznih lokaliteta na srednjojadranskom primorju i pribrežnim ostrvima (Berberović, 1963). U tabeli je zadržan onaj redosled navođenja uzoraka kakav postoji u radu iz kojeg su uzeti brojčani podaci, a taj redosled (iako u suštini arbitraran) približno odražava geografsko grupisanje pomenutih lokaliteta. Tablica I donosi elemente potrebne za izračunavanje vrednosti t za svaki par upoređenih aritmetičkih sredina. Vrednost t se izračunava

* Rad je finansiran sredstvima Fonda za naučni rad SR BiH.

OSNOVNI STATISTIČKI PODACI O VARIJABLI »NAJVEĆA ŠIRINA LJUŠTURE« U UZORCIMA VRSTE *EOBANIA VERMICULATA* SA 20 LOKALITETA NA SREDNJOJADRANSKOM PRIMORJU

Tabela I

Uzorak (Lokalitet)	N	M	s	SE _M	Rang uzorka po veličini M
Trogir	59	29,31	1,503	0,1957	6
Rt Marjana	72	29,99	1,641	0,1935	4
Split I	25	27,64	1,497	0,2994	10
Split II	53	30,74	1,736	0,2385	1
Rt Lopata	71	30,42	1,853	0,2199	2
Ston	55	29,11	1,706	0,2300	7
Čiovo	32	29,78	1,621	0,2865	5
Stomorska	34	30,22	1,978	0,3392	3
Sutivan	67	27,05	1,540	0,1594	12
Sumartin	57	28,42	1,858	0,2461	8
Bol	57	27,82	1,468	0,1968	9
Pokonji Dol	66	26,14	1,553	0,1912	15
Šćedro	65	27,25	1,845	0,2289	11
Pločica	107	26,65	1,549	0,1497	14
Lastovo	34	26,88	1,661	0,2849	13
Komiža I	60	26,12	1,489	0,1923	16
Komiža II	107	25,45	1,244	0,1203	17
Kamen	108	23,01	1,384	0,1332	19
Biševo	51	25,30	1,245	0,1743	18
Palagruža	128	22,39	1,380	0,1220	20

N — veličina uzorka (broj jedinki u uzorku)

M — aritmetička sredina

s — standardna devijacija

SE_M — standardna greška

zasebno za svaki par uzoraka (tj. aritmetičke sredine se upoređuju svaka sa svakom posebno), što znači da se čitava operacija sastoji od $\frac{X(X-1)}{2}$ = 190 pojedinačnih t-testova (X — ukupan broj posmatranih

uzoraka, u ovom slučaju 20).

Tabela II sadrži parametre za definisanje statističkog značaja (funkcija p) razlike aritmetičkih sredina svakog testiranog para uzoraka. Gornji broj u svakom polju tablice predstavlja broj stepeni slobode (zbir veličina oba uzorka umanjen za 2, tj. $N_1 + N_2 - 2$), dok je donji broj vrednost kritičnog odnosa (t) razlike među aritmetičkim sredinama dotična dva uzorka, izračunat iz izraza:

$$t = \frac{D}{SE_D} = \frac{D}{\sqrt{SE_{M1}^2 + SE_{M2}^2}}$$

(Snedecor, 1946, Fisher, 1950; sim-

bolika u formulama je izmenjena). Značenje

upotrebljenih simbola je sledeće:
D — razlika posmatranih aritmetičkih sredina,

SE_D — standardna greška te razlike,

SE_{M1} i SE_{M2} — standardne greške posmatranih aritmetičkih sredina.

	PALAGRUŽA	KAMEN	BIŠEVO	KOMIŽA II	KOMIŽA I	POKONJI DOL	PLOČICA	LASTOVO	SUTIVAN	ŠČEDRO	SPLIT I	BOL	SUMARTIN	STON	TROGIR	ČIOVO	RT MARJANA	STOMORSKA	RT LOPATA
SPLIT II	179	159	162	158	141	117	134	85	113	116	56	108	108	105	110	90	125	135	132
RT LOPATA	3304	2350	1844	1800	1508	1504	1452	1039	1026	1056	840	944	677	492	460	248	244	175	99
STOMORSKA	160	140	85	159	92	98	129	66	89	97	57	89	89	87	94	64	104	116	106
RT MARJANA	2175	1973	1928	2025	2351	2428	365	754	846	726	570	642	423	274	255	199	102	66	66
ČIOVO	1918	1788	124	177	130	159	177	104	157	185	35	127	127	125	123	102	102	102	102
TROGIR	185	165	108	164	117	115	162	94	124	127	82	114	114	112	112	112	112	112	112
STON	181	164	102	160	115	119	168	97	120	123	467	137	137	135	135	135	135	135	135
SUMARTIN	165	165	162	162	124	124	124	89	122	120	80	112	112	112	112	112	112	112	112
BOL	185	165	106	162	115	124	162	89	122	120	80	112	112	112	112	112	112	112	112
SPLIT I	2546	2025	1827	1827	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165	165
ŠČEDRO	191	174	114	170	124	129	170	97	120	123	467	137	137	135	135	135	135	135	135
SUTIVAN	185	175	116	172	125	144	172	95	122	120	80	112	112	112	112	112	112	112	112
LASTOVO	260	260	80	262	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
PLOČICA	1448	1251	125	142	220	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
POKONJI DOL	185	184	156	174	165	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171	171
KOMIŽA I	181	181	74	180	85	89	182	87	120	123	467	137	137	135	135	135	135	135	135
KOMIŽA II	175	175	120	175	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
BIŠEVO	1567	1044																	
KAMEN	154	1044																	

U SVAKOM POLJU TABELE
 (A) - gornji broj - $NpH_2 - 2$
 (B) - donji broj - 1

TABELA II

Tabela III prikazuje konačan ishod testiranja; legenda uz samu tabelu objašnjava značenje upotrebljenih simbola. Kao i u prethodnoj tabeli, uzorci su ovde svrstani po izmenjenom redosledu; redosled navođenja uzoraka odgovara njihovom rangu po veličini aritmetičke sredine ispitivanog morfometrijskog karaktera. Znakovi * « i » « x » stoje u poljima tablice koja odgovaraju parovima uzoraka statistički značajno različitih s obzirom na

	PALAGRUŽA	KAMEN	BIŠEVO	KOMIŽA II	KOMIŽA I	POKONJI DOL	PLOČICA	LASTOVO	SUTIVAN	ŠČEDRO	SPLIT I	BOL	SUMARTIN	STON	TROGIR	ČIOVO	RT MARJANA	STOMORSKA	RT LOPATA
SPLIT II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
RT LOPATA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
STOMORSKA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
RT MARJANA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ČIOVO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TROGIR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
STON	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SUMARTIN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BOL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SPLIT I	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ŠČEDRO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SUTIVAN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
LASTOVO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PLOČICA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
POKONJI DOL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
KOMIŽA I	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
KOMIŽA II	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BIŠEVO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
KAMEN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* $p < 0.01$
 x $0.05 < p < 0.05$
 - $p > 0.05$

TABELA III

srednje vrednosti najveće širine ljuštore ($p < 0,05$); znak »-« u odgovarajućem polju tablice ukazuje na statističku insignifikantnost razlike među aritmetičkim sredinama dva komparirana uzorka ($p > 0,05$).

Očigledno je da se podaci iz tabele III čitaju relativno lako, zahvaljujući tome što su u nju uneseni upadljivi grafički simboli za određene nivoe statističkog značaja nađenih razlika među aritmetičkim sredinama (odnosno statističkog značaja utvrđenih vrednosti funkcije t). Pa ipak, tabela III još uvek je dosta glomazna i prilično nekomforna, a takode ne sasvim jednostavna za konstruisanje. Iznalaženje određenog podatka nije sasvim prosto; mogućnost odabiranja pogrešnog polja tabele nije isključena, pa traženje željenog polja zahteva dosta pažljivosti. Ni opšta preglednost podataka sadržanih u tabeli nije idealna. Situacija se pogotovo komplikuje ukoliko mesto naših znakova u tabeli figuriraju brojčane vrednosti funkcije p za svako izračunato t . Isto tako, čitanje podataka se osetno otežava ako uzroci nisu svrstani prema rangu — po veličini ispitivane varijable.

2 . GRAFIČKO PREDSTAVLJANJE REZULTATA t -TESTA

Tabela IV predstavlja rezultate Studentovog testa prikazane jednim grafičkim metodom; ona sadrži sve podatke iz prethodne tabele, za svih dvadeset posmatranih uzoraka.

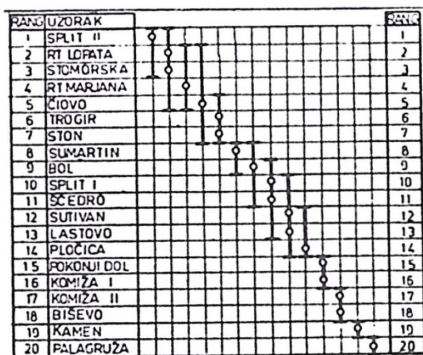


Tabela IV

Grafički simboli na tabeli IV čitaju se na sledeći način:

- svakom uzorku odgovara vertikalna linija obeležena kružićem koji na liniji stoji nasuprot nazivu odgovarajućeg uzorka;
- svi uzorci kraj čijih se naziva pruža (zahvata ih) data vertikalna linija nisu po posmatranoj morfometrijskoj osobini značajno različiti od uzorka kojem data vertikalna linija pripada;
- ukoliko na vertikalnoj liniji nalazimo dva ili više kružića, ona pripada svim odgovarajućim uzorcima.

Prema tome, čitanje grafikona nije ni najmanje komplikovano, jer je upotrebljena simbolika krajnje uprošćena i tako reći sama po sebi razumljiva. Način čitanja podataka shvatljiv je pri samom pogledu na grafikon.

Prednosti upravo prikazanog metoda grafičke interpretacije u odnosu na standardne načine predstavljanja rezultata Studentovog testa sastojale bi se u sledećem:

- a) isti broj podataka saopštava se znatno jednostavnije i na znatno manjem prostoru;
- b) u vezi s tim, izrada zahteva manje vremena;
- c) čitanje pojedinačnih podataka je lakše i teže podložno slučajnim greškama pri odabiranju traženog podatka;
- d) grupisanje uzoraka po sličnosti u pogledu posmatranog morfometrijskog karaktera mnogo je bolje vidljivo.

Smatramo da izneseni metod grafičke interpretacije može naročito korisno poslužiti kao pomoćni radni dokumenat o ispitivanom materijalu, specijalno pri traženju opštih zaključaka na bazi utvrđenih rezultata t-testa. Isto tako, njegova je ekonomičnost izrazita i kad se radi o publikovanju (štampanju) sprovedenih istraživanja ove vrste.

LJUBOMIR BERBEROVIĆ

A GRAPH INTERPRETING THE STUDENT'S TEST DATA

SUMMARY

A method of making a graph interpreting the Student's test data is described. The graph is likely to be a more comfortable way of presentation compared with the standard procedures. It seems to be especially applicable in the cases where a large number of samples' means are tested. An example of the proposed procedure is given.

LITERATURA

- Berberović Lj.: Mikroevolucija vrste *Eobania vermiculata* (Müll.) na srednjo-jadranskom primorju i ostrvima, Godišnjak Biol. inst. Univ. Sarajeva, 16, pp. 3—76, 1963.
- Fisher, R. A.: Statistical Methods for Research Workers, Edinburgh-London 1950.
- Snedecor, G. W.: Statistical Methods. Ames, Iowa, 1946.

