

KRATAK SADRŽAJ

Poglavlje 1	Čemu proučavati statistiku?	1
Poglavlje 2	Grafičko opisivanje podataka	9
Poglavlje 3	Numeričko opisivanje podataka	46
Poglavlje 4	Vjerojatnost	78
Poglavlje 5	Diskretne slučajne varijable i distribucije vjerojatnosti	134
Poglavlje 6	Kontinuirane slučajne varijable i distribucije vjerojatnosti	187
Poglavlje 7	Izbor uzoraka i distribucije njihovih obilježja	232
Poglavlje 8	Procjena pojedinačne populacije	275
Poglavlje 9	Još o procjenama	303
Poglavlje 10	Testiranje hipoteza	330
Poglavlje 11	Testiranje hipoteza II	367
Poglavlje 12	Jednostavna regresija	402
Poglavlje 13	Višestruka regresija	454
Poglavlje 14	Dodatne teme iz regresijske analize	538
Poglavlje 15	Neparametarske statistike	586
Poglavlje 16	Testovi ugođenosti i kontingencijske tablice	612
Poglavlje 17	Analiza varijance	634
Poglavlje 18	Uvod u kvalitetu	677
Poglavlje 19	Analiza vremenskih nizova i predviđanje	710
Poglavlje 20	Još o uzorkovanju	756
Poglavlje 21	Statistička teorija odlučivanja	798

SADRŽAJ

Predgovor	xix
POGLAVLJE 1	Čemu proučavati statistiku? 1
1.1	Donošenje odluka u neizvjesnom okruženju 2
1.2	Uzorkovanje 3
1.3	Deskriptivna i inferencijalna statistika 4
	<i>Opisivanje podataka 5</i>
	<i>Statističko zaključivanje 5</i>
POGLAVLJE 2	Grafičko opisivanje podataka 9
2.1	Klasifikacija varijabli 10
	<i>Kvalitativne ili numeričke 10</i>
	<i>Mjerne skale 11</i>
2.2	Grafikoni za opisivanje kvalitativnih varijabli 13
	<i>Tablice 13</i>
	<i>Stupčani grafikoni i strukturni krugovi 14</i>
	<i>Paretovi dijagrami 16</i>
2.3	Grafikoni za opisivanje vremenskih nizova 20
2.4	Grafikoni za opisivanje numeričkih podataka 23
	<i>Distribucije frekvencija 23</i>
	<i>Histogrami i ogivalne krivulje 27</i>
	<i>Dijagrami stablo-list 29</i>
2.5	Tablice i grafikoni za opisivanje odnosa između varijabli 31
	<i>Dijagrami raspršenosti podataka 32</i>
	<i>Unakrsne tablice 33</i>
2.6	Pogreške u prikazivanju podataka 38
	<i>Obmanjujući histogrami 38</i>
	<i>Obmanjujući grafikoni vremenskih nizova 40</i>
POGLAVLJE 3	Numeričko opisivanje podataka 46
3.1	Mjere centralne tendencije 46
	<i>Sredina, Medijan, Mod 46</i>
	<i>Oblik distribucije 49</i>
3.2	Mjere varijabilnosti 51
	<i>Rang i interkvartilni rang 52</i>
	<i>Varijanca i standardna devijacija 53</i>
	<i>Čebiševljevo teorem i empirijsko pravilo 55</i>
	<i>Koeficijent varijacije 57</i>
3.3	Vagana sredina i mjere grupiranih podataka 60
3.4	Mjere odnosa između varijabli 65
3.5	Utvrđivanje linearnih odnosa između varijabli 70

POGLAVLJE 4	Vjerojatnost	78
4.1	Slučajni eksperiment, ishodi, događaji	79
4.2	Vjerojatnost i njezini zakoni	87
	<i>Klasična vjerojatnost</i>	88
	<i>Vjerojatnost kao relativna frekvencija</i>	90
	<i>Subjektivna vjerojatnost</i>	91
4.3	Postulati vjerojatnosti	96
	<i>Uvjetna vjerojatnost</i>	99
	<i>Statistička nezavisnost</i>	102
4.4	Dvomerne vjerojatnosti	109
	<i>Šanse</i>	113
	<i>Omjeri upliva</i>	114
4.5	Bayesov teorem	120
POGLAVLJE 5	Diskretne slučajne varijable i distribucije vjerojatnosti	134
5.1	Slučajne varijable	135
5.2	Distribucije vjerojatnosti diskretnih slučajnih varijabli	137
5.3	Svojstva diskretnih slučajnih varijabli	140
	<i>Očekivana vrijednost diskretne slučajne varijable</i>	140
	<i>Varijanca diskretne slučajne varijable</i>	142
	<i>Sredina i varijanca linearnih funkcija slučajne varijable</i>	145
5.4	Binomna distribucija	150
5.5	Hipergeometrijska distribucija	158
5.6	Poissonova distribucija vjerojatnosti	160
	<i>Poissonova aproksimacija binomne distribucije</i>	163
	<i>Usporedba Poissonove i binomne distribucije vjerojatnosti</i>	164
5.7	Združeno distribuirane diskretne slučajne varijable	166
	<i>Računalne primjene</i>	170
	<i>Kovarijanca</i>	170
	<i>Korelacija</i>	171
	<i>Linearne funkcije slučajnih varijabli</i>	174
	<i>Analiza portfelja</i>	176
POGLAVLJE 6	Kontinuirane slučajne varijable i distribucije vjerojatnosti	187
6.1	Kontinuirane slučajne varijable	188
	<i>Uniformna distribucija</i>	191
6.2	Očekivanje kontinuirane slučajne varijable	194
6.3	Normalna distribucija vjerojatnosti	197
	<i>Grafikoni normalnih distribucija vjerojatnosti</i>	205
6.4	Aproksimacija binomne distribucije normalnom distribucijom	210
	<i>Proporcijaska slučajna varijabla</i>	214
6.5	Eksponencijalna distribucija vjerojatnosti	216
6.6	Združeno distribuirane kontinuirane slučajne varijable	219
	<i>Linearne kombinacije slučajnih varijabli</i>	222

POGLAVLJE 7	Izbor uzoraka i distribucije njihovih obilježja	232
7.1	Izbor uzoraka iz populacije	233
7.2	Distribucije sredina izbora uzoraka	238
	<i>Centralni granični teorem</i>	243
	<i>Intervali prihvatanja</i>	248
7.3	Distribucije proporcijских udjela izbora uzoraka	254
7.4	Distribucije varijanci izbora uzoraka	260
POGLAVLJE 8	Procjena pojedinačne populacije	275
8.1	Svojstva brojčanih procjenitelja	276
	<i>Nepriistrani procjenitelj</i>	277
	<i>Konzistentni procjenitelj</i>	278
	<i>Efikasni procjenitelj</i>	279
8.2	Intervali pouzdanosti za sredinu populacije u slučaju poznate varijance	282
	<i>Intervali, zasnovani na normalnoj distribuciji</i>	284
	<i>Smanjenje dopuštene pogreške</i>	287
8.3	Intervali pouzdanosti za sredinu populacije u slučaju nepoznate varijance	289
	<i>Studentova t-distribucija</i>	289
	<i>Intervali, zasnovani na Studentovoj t-distribuciji</i>	291
8.4	Intervali pouzdanosti za proporcijske udjele u populaciji (veliki uzorci)	295
POGLAVLJE 9	Još o procjenama	303
9.1	Intervali pouzdanosti za razliku između sredina dviju normalnih populacija	304
	<i>Međusobno zavisni uzorci</i>	304
	<i>Međusobno nezavisni uzorci u slučaju poznatih varijanci populacija</i>	306
9.2	Intervali pouzdanosti za razliku između sredina dviju normalnih populacija u slučaju nepoznatih varijanci	309
	<i>Međusobno nezavisni uzorci jednakih varijanci populacija</i>	309
	<i>Međusobno nezavisni uzorci ne nužno jednakih varijanci populacija</i>	312
9.3	Intervali pouzdanosti za razliku između dvaju proporcijских udjela u dvjema populacijama (veliki uzorci)	315
9.4	Intervali pouzdanosti za varijancu normalne distribucije	317
9.5	Utvrđivanje veličine uzorka	321
	<i>Sredina normalno distribuirane populacije u slučaju poznate varijance</i>	321
	<i>Proporcijski udio u populaciji</i>	323
POGLAVLJE 10	Testiranje hipoteza	330
10.1	Koncepcije testiranja hipoteza	331
10.2	Testovi sredine normalne distribucije u slučaju poznate varijance populacije	337
	<i>p-vrijednost</i>	339
	<i>Dvosmjerna alternativna hipoteza</i>	345
10.3	Testovi sredine normalne distribucije u slučaju nepoznate varijance populacije	348

10.4	Testovi proporcijskog udjela u populaciji (veliki uzorci)	352
10.5	Procjenjivanje snage testa	355
	<i>Testovi sredine normalne distribucije u slučaju poznate varijance populacije</i>	356
	<i>Snaga testova proporcijskih udjela u populaciji (veliki uzorci)</i>	358
POGLAVLJE 11 Testiranje hipoteza II 367		
11.1	Testovi razlike između sredina dviju populacija	369
	<i>Dvije sredine, usklađeni parovi</i>	369
	<i>Dvije sredine, nezavisni uzorci, poznate varijance populacija</i>	372
	<i>Dvije sredine, nezavisni uzorci, nepoznate, pretpostavljeno jednake varijance populacija</i>	375
	<i>Dvije sredine, nezavisni uzorci, nepoznate, ne nužno jednake varijance populacija</i>	378
11.2	Testovi razlike između dvaju proporcijskih udjela u populacijama (veliki uzorci)	381
11.3	Testovi varijance normalne distribucije	385
11.4	Testovi jednakosti varijanci dviju normalno distribuiranih populacija	389
11.5	Neki komentari vezani za testiranje hipoteza	393
POGLAVLJE 12 Jednostavna regresija 402		
12.1	Korelacijska analiza	403
	<i>Testiranje hipoteza o korelaciji</i>	404
12.2	Linearni regresijski model	407
12.3	Procjenitelji koeficijenata metodom najmanjih kvadrata	413
	<i>Računanje koeficijenata regresije na računalu</i>	416
12.4	Snaga tumačenja linearne regresijske jednadžbe	418
	<i>Koeficijent determinacije, R^2</i>	421
12.5	Statističko zaključivanje: Testiranje hipoteza i intervali pouzdanosti	426
	<i>Testiranje hipoteza o koeficijentu nagiba regresijske linije populacije uz pomoć F-distribucije</i>	433
12.6	Predviđanje i prognoziranje	435
12.7	Grafička analiza	441
POGLAVLJE 13 Višestruka regresija 454		
13.1	Model višestruke regresije	455
	<i>Specifikacija modela</i>	456
	<i>Razvoj modela</i>	458
	<i>Trodimenzijski grafički prikaz</i>	461
13.2	Procjena koeficijenata	463
	<i>Procedura najmanjih kvadrata</i>	464
13.3	Snaga tumačenja višestruke regresijske jednadžbe	470
13.4	Intervali pouzdanosti i testiranje hipoteza o pojedinačnim koeficijentima regresije	477
	<i>Intervali pouzdanosti</i>	479
	<i>Testiranje hipoteza</i>	481

13.5	Testiranje koeficijenata regresije	490	
	<i>Testiranje svih koeficijenata regresije</i>	491	
	<i>Testiranje podskupa koeficijenata regresije</i>	493	
	<i>Usporedba F- testova i Studentovih t-testova</i>	494	
13.6	Predviđanje i prognoziranje	498	
13.7	Transformacije nelinearnih regresijskih modela	500	
	<i>Kvadratne transformacije</i>	501	
	<i>Logaritamske transformacije</i>	504	
13.8	Indikatorske varijable regresijskih modela	509	
	<i>Razlike u nagibu</i>	513	
13.9	Procedura primjene višestruke regresijske analize	517	
	<i>Specifikacija modela</i>	518	
	<i>Višestruka regresija</i>	520	
	<i>Učinak isključivanja statistički signifikantne varijable</i>	522	
	<i>Analiza reziduala</i>	523	
POGLAVLJE 14	Dodatne teme iz regresijske analize	538	
14.1	Metodologija izrade modela	539	
	<i>Specifikacija modela</i>	539	
	<i>Procjena koeficijenta</i>	540	
	<i>Verifikacija modela</i>	541	
	<i>Interpretacija modela i izvođenje zaključaka o njemu</i>	542	
14.2	Indikatorske varijable i eksperimentalni dizajn	542	
	<i>Modeli eksperimentalnog dizajna</i>	546	
14.3	Zavisne varijable s vremenski pomaknutim vrijednostima kao regresori	553	
14.4	Pristranost specifikacije	557	
14.5	Multikolinearnost	561	
14.6	Heteroskedastičnost	564	
14.7	Autokorelirane pogreške	569	
	<i>Procjenjivanje regresijskih modela s autokoreliranim pogreškama</i>	573	
	<i>Autokorelirane pogreške u modelima sa zavisnom varijablom s vremenski pomaknutim vrijednostima</i>	577	
POGLAVLJE 15	Neparametarske statistike	586	
15.1	Test predznaka i interval pouzdanosti	587	
	<i>Test predznaka za uparene ili združene uzorke</i>	587	
	<i>Normalna aproksimacija</i>	590	
	<i>Test predznaka za medijan pojedinačne populacije</i>	592	
	<i>Interval pouzdanosti za medijan</i>	593	
15.2	Wilcoxonov test predznaka rangova	595	
	<i>Minitab (Wilcoxonov test predznaka)</i>	596	
	<i>Normalna aproksimacija</i>	597	
15.3	Mann–Whitneyev U-test	600	
15.4	Wilcoxonov test sume rangova	604	
15.5	Spearmanova korelacija ranga	607	
POGLAVLJE 16	Testovi ugođenosti i kontingencijske tablice	612	
16.1	Testovi ugođenosti podataka u distribuciju u slučaju potpuno specificiranih vjerojatnosti	613	

16.2	Testovi ugođenosti podataka u distribuciju u slučaju nepoznatih parametara populacije	617
	<i>Test normalnosti</i>	619
16.3	Kontingencijske tablice	622
	<i>Računalne primjene</i>	626

POGLAVLJE 17 **Analiza varijance** **634**

17.1	Usporedba sredina više populacija	635
17.2	Jednofaktorska analiza varijance	637
	<i>Populacijski model za jednofaktorsku analizu varijance</i>	644
17.3	Kruskal–Wallisov test	647
17.4	Dvofaktorska analiza varijance u slučaju jednog opažanja po ćeliji i randomiziranih blokova	650
17.5	Dvofaktorska analiza varijance u slučaju više opažanja po ćeliji	661

POGLAVLJE 18 **Uvod u kvalitetu** **677**

18.1	Važnost kvalitete	678
	<i>Lideri kvalitete</i>	678
	<i>Varijacije u kvaliteti</i>	680
18.2	Kontrolni dijagrami za sredine i standardne devijacije	682
	<i>Procjena standardne devijacije procesa</i>	683
	<i>Kontrolni dijagrami za sredine</i>	686
	<i>Kontrolni dijagrami za standardne devijacije</i>	688
	<i>Interpretacija kontrolnih dijagrama</i>	689
18.3	Sposobnost procesa	693
18.4	Kontrolni dijagrami za proporcijske udjele	697
18.5	Kontrolni dijagrami za broj defekata na pojedinačnim stavkama	701

POGLAVLJE 19 **Analiza vremenskih nizova i predviđanje** **710**

19.1	Indeksni brojevi	712
	<i>Indeks cijena pojedinačne stavke</i>	713
	<i>Netežinski skupni indeks cijena</i>	714
	<i>Težinski skupni indeks cijena</i>	715
	<i>Težinski skupni indeks obujma</i>	717
	<i>Promjena baznog perioda</i>	718
19.2	Neparametarski test slučajnosti	721
19.3	Komponente vremenskog niza	724
19.4	Pomični prosjeci	727
	<i>Ekstrakcija sezonske komponente vremenskog niza pomoću pomičnih prosjeka</i>	729
19.5	Eksponencijalno izgladivanje	736
	<i>Holt–Wintersov model predviđanja eksponencijalnim izgladivanjem</i>	738
	<i>Predviđanje sezonskih vremenskih nizova</i>	743
19.6	Autoregresijski modeli	747
19.7	Autoregresijski integrirani modeli s pomičnim prosjekom	752

POGLAVLJE 20	Još o uzorkovanju	756
20.1	Osnovni koraci studije uzorkovanja	757
	1. Koje informacije treba pribaviti?	758
	2. Što je relevantna populacija i je li dostupan popis njezinih članova?	758
	3. Kako treba birati članove uzorka?	759
	4. Kako od članova uzorka pribaviti nužne informacije?	759
	5. Kako informacije pribavljene iz uzorka iskoristiti za potrebe zaključivanja o populaciji?	761
	6. Što se o populaciji može zaključiti?	761
20.2	Pogreške uzorkovanja i druge pogreške	762
20.3	Jednostavno slučajno uzorkovanje	763
	Analiza rezultata jednostavnog slučajnog uzorkovanja	764
20.4	Stratificirano uzorkovanje	769
	Analiza rezultata slučajnog stratificiranog uzorkovanja	771
	Alokacija uzorkovanja po stratumima	777
20.5	Utvrđivanje veličine uzorka	781
	Veličina uzorka u slučaju jednostavnog slučajnog uzorkovanja: procjena sredine ili totala populacije	782
	Veličina uzorka u slučaju jednostavnog slučajnog uzorkovanja: procjena proporcijskog udjela u populaciji	783
	Veličina uzorka u slučaju stratificiranog slučajnog uzorkovanja sa specificiranim stupnjem preciznosti	784
20.6	Druge metode uzorkovanja	787
	Klasterirano uzorkovanje	787
	Dvofazno uzorkovanje	791
	Nevjerojatnosne metode uzorkovanja	793
POGLAVLJE 21	Statistička teorija odlučivanja	798
21.1	Donošenje odluka u uvjetima neizvjesnosti	799
21.2	Rješenja koja ne uključuju specifikaciju vjerojatnosti: kriterij maksimin, minimaksni kriterij žaljenja za propuštenim prilikama	802
	Kriterij maksimin	803
	Minimaksni kriterij žaljenja za propuštenim prilikama	805
21.3	Očekivana novčana vrijednost; programski dodatak TreePlan	807
	Stabla odlučivanja	809
	Korištenje programskog dodatka TreePlan u rješavanju stabla odlučivanja	811
	Analiza osjetljivosti	814
21.4	Informacije iz uzorka: Bayesova analiza i vrijednost informacija iz uzorka	818
	Korištenje Bayesovog teorema	818
	Vrijednost informacija iz uzorka	823
	Vrijednost informacija iz uzorka, viđena s motrišta stabala odlučivanja	826
21.5	Dopuštanje rizika: Analiza korisnosti	831
	Koncepcija korisnosti	832
	Kriterij očekivane korisnosti u donošenju odluka	836

DODATAK TABLICE

1. Kumulativna funkcija distribucije standardne normalne distribucije 841
2. Funkcija vjerojatnosti binomne distribucije 843
3. Kumulativne binomne vjerojatnosti 848
4. Vrijednosti funkcije $e^{-\lambda}$ 852
5. Pojedinačne Poissonove vjerojatnosti 853
6. Kumulativne Poissonove vjerojatnosti 861
7. Točke reza (vršne točke) distribucije hi-kvadrat 869
8. Točke reza (vršne točke) Studentove t -distribucije 870
9. Točke reza (vršne točke) F -distribucije 871
10. Točke reza (vršne točke) distribucije obilježja Wilcoxonovog testa 874
11. Točke reza (vršne točke) distribucije Spearmanova koeficijenta korelacije ranga 875
12. Točke reza (vršne točke) distribucije Durbin–Watsonovog testnog obilježja 876
13. Faktori kontrolnih dijagrama 878
14. Kumulativna funkcija distribucije obilježja testa slučajnosti 879

RJEŠENJA PARNO NUMERIRANIH IZABRANIH ZADATAKA 881

KAZALO POJMOVA I-1