

Stručný obsah

Předmluva	3
1 Některé pravděpodobnostní pojmy a značení	13
2 Popisná statistika	21
3 Teorie odhadu	28
4 Testování hypotéz	52
5 Kovariance, odlehlá pozorování a korelace	79
6 Regresní analýza	88
7 ANOVA a návrh experimentů	130
8 Neparametrické testy	157
9 Sekvenční testy	171
10 Statistické metody zajišťování kvality	178
11 Některé vícerozměrné metody	206
12 Studentům oboru Geomatika	224
13 Statistický software na ZČU	233
14 Dodatky	252
Výsledky cvičení	259
Tabulková příloha	266
Literatura	276
Anglicko-český slovník vybraných termínů	279
Rejstřík	280

Obsah

Předmluva	3
Stručný obsah	4
1 Některé pravděpodobnostní pojmy a značení	13
1.1 Pravděpodobnost	13
1.1.1 Pravidla pro nezávislé jevy	14
1.1.2 Pravidla pro libovolné jevy	14
1.2 Značení charakteristik náhodných veličin	14
1.3 Distribuční funkce a hustota pravděpodobnosti	14
1.3.1 Vztahy pro veličinu spojitého typu	15
1.3.2 Vztahy pro veličinu diskrétního typu	15
1.4 Kvantily veličiny spojitého typu	15
1.5 Normální rozdělení pravděpodobnosti	16
1.5.1 Normální normované rozdělení $N(0,1)$	16
1.5.2 Distribuční funkce a kvantily rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$	16
1.5.3 Průměr veličin s normálním rozdělením	17
1.6 Jiná spojitá rozdělení	17
1.6.1 Logaritmicke-normální rozdělení	17
1.6.2 Exponenciální rozdělení	17
1.6.3 Rozdělení $\chi^2(\nu)$, $t(\nu)$ a $F(\nu_1, \nu_2)$	18
1.7 Některá diskrétní rozdělení	18
1.7.1 Poissonovo rozdělení	18
1.7.2 Binomické rozdělení	18
1.7.3 Alternativní rozdělení	19
1.8 Cvičení	19

2	Popisná statistika	21
2.1	Statistický soubor rozsahu n	21
2.2	Absolutní a relativní četnosti, třídí četnosti	21
2.3	Průměr $\bar{x}$, vážený průměr, medián $\tilde{x}$, modus, kvartily a kvantily souboru	22
2.4	Rozptyl, směrodatná odchylka a další charakteristiky souboru	23
2.5	Výpočet charakteristik při velkých četnostech prvků	24
2.5.1	Zastupující hodnoty tříd	25
2.6	Lineární transformace souboru	25
2.7	Příklad	26
2.8	Cvičení	27
3	Teorie odhadu	28
3.1	Náhodný výběr a statistiky	28
3.2	Bodové odhady	29
3.2.1	Odhad parametru	29
3.2.2	Nestranný a asymptoticky nestranný odhad	29
3.2.3	Nestranné odhady střední hodnoty a rozptylu	30
3.2.4	Konzistence odhadu	30
3.2.5	Odhad parametrů metodou momentů	30
3.2.6*	Metoda maximální věrohodnosti	31
3.2.7*	Odhady kvantilů	31
3.2.8*	Střední kvadratická chyba (MSE)	34
3.2.9*	Rao-Cramérova nerovnost a vydatné odhady	35
3.2.10*	Fisherova informační matice	35
3.2.11*	Robustnost odhadu, odlehlá pozorování	36
3.3	Intervalové odhady	38
3.3.1	Oboustranné a jednostranné intervaly spolehlivosti	38
3.3.2	Intervaly spolehlivosti pro střední hodnotu při známém rozptylu	38
3.3.3	Intervaly spolehlivosti pro střední hodnotu při neznámém rozptylu	40
3.3.4	Intervaly spolehlivosti pro střední hodnotu exponenciálního rozdělení	42
3.3.5	Intervaly spolehlivosti pro σ^2 rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$	42
3.3.6	Intervaly spolehlivosti pro parametr p alternativního rozdělení	44

3.3.7	Simultánní intervaly spolehlivosti	44
3.3.8	Toleranční intervaly	45
3.3.9*	Intervaly spolehlivosti pro kvantily	47
3.3.10*	Intervaly spolehlivosti pro funkci středních hodnot několika normálních rozdělení	48
3.4	Cvičení	50
4	Testování hypotéz	52
4.1	Chyba 1. a 2. druhu, hladina významnosti a kritický obor testu	52
4.1.1	Příklad	53
4.2	Alternativní hypotéza, oboustranné a jednostranné testy .	54
4.3	Jednovýběrové testy střední hodnoty	55
4.3.1	Test hypotézy $\mu = \mu_0$ při známém σ^2 (z-test) . . .	55
4.3.2	t -test hypotézy $\mu = \mu_0$	55
4.4	Konstrukce testů pomocí intervalů spolehlivosti	56
4.5	Síla testu, silofunkce	56
4.6	t -testy shody dvou středních hodnot	57
4.6.1	Párový t -test	57
4.6.2	t -test pro dva nezávislé výběry z normálních rozdělení se stejnými rozptyly	58
4.6.3	t -test pro dva libovolné nezávislé výběry	59
4.7	F-test shody rozptylů	59
4.8	Test shody alternativních rozdělení	60
4.9	Robustnost testů	60
4.10	Testy dobré shody	61
4.10.1	χ^2 - test dobré shody	61
4.10.2	Kolmogorovův test a Lillieforsův test	63
4.10.3	Grafické metody	66
4.10.4	Testy normality	68
4.11	Kontingenční tabulky	69
4.11.1	Test nezávislosti ve dvourozměrných tabulkách . .	69
4.11.2	McNemarův test	71
4.11.3*	Cochranův test	73
4.11.4*	Stuartův test	74
4.12	p -hodnota testu	75
4.13*	Konzistence testu pro alternativní hypotézu	75
4.14*	Asymptotická relativní vydatnost (ARE) testů	75

4.15	Cvičení	76
5	Kovariance, odlehlá pozorování a korelace	79
5.1	Kovariance	79
5.2	Odlehlá pozorování	80
5.3	Korelace	82
5.4	Testy nezávislosti	83
5.4.1	Test významnosti r	83
5.4.2	Nezávislost více veličin	85
5.5	Klamná korelace a koeficient parciální korelace	86
5.6	Cvičení	86
6	Regresní analýza	88
6.1	Jednoduchá regrese (přímka)	89
6.1.1	Metoda nejmenších čtverců	90
6.1.2	Rezidua a reziduální rozptyl	91
6.1.3	Intervaly spolehlivosti pro koeficienty	92
6.1.4	Intervaly spolehlivosti pro regresní hodnoty a pro budoucí pozorování	93
6.1.5	Přímka procházející počátkem	94
6.2	Vícenásobná regrese	94
6.2.1	Maticový zápis lineární regrese	95
6.3	Metoda nejmenších čtverců	96
6.4*	Intervaly spolehlivosti	97
6.5	Koeficient determinace R^2	98
6.6	Test významnosti regrese	99
6.7	Test významnosti více koeficientů	100
6.8*	Lineární hypotézy a vazby	100
6.9	Detekce vlivných bodů	102
6.9.1	Detekce vybočujících pozorování	102
6.9.2	Detekce odlehlých pozorování	103
6.9.3	Vybrané míry vlivu bodů	104
6.10	Kritéria pro výběr modelu	104
6.11	Transformace proměnných v regresi	106
6.11.1	Lineární transformace	106
6.11.2	Logaritmická transformace	106
6.11.3	Mocninná (Boxova-Coxova) transformace	108
6.11.4	Logitová transformace pro podíly	108

6.12	Heteroskedasticita v regresi	109
6.12.1	Zjišťování heteroskedasticity	109
6.12.2	Metoda vážených nejmenších čtverců	110
6.12.3	Transformace stabilizující rozptyl	115
6.13	Stabilita regresního modelu	116
6.14	Multikolinearita	117
6.14.1	Důsledky multikolinearity	117
6.14.2	Míry velikosti multikolinearity	118
6.14.3	Postupy při silné multikolinearitě	118
6.15	Korelované odchylky	119
6.15.1	Autokorelace odchylek	120
6.15.2*	Prostorová korelace	122
6.16	Nelineární regrese	123
6.16.1	Obecný model	123
6.16.2	Růstové křivky	124
6.16.3*	Logistická regrese	125
6.16.4*	Probitová regrese	126
6.17*	Steinův zkrácený odhad	127
6.18	Cvičení	127
7	ANOVA a návrh experimentů	130
7.1	Jednoduché třídění	130
7.1.1	Jednoduché třídění s pevnými efekty	131
7.1.2	Jednoduché třídění s náhodnými efekty	135
7.1.3	Analýza rozptylu pro regresní model	136
7.2	Dvojné třídění s pevnými efekty	136
7.2.1	Klasifikace dvojného třídění	136
7.2.2	Dvojné třídění bez interakcí	138
7.2.3	Dvojné třídění s interakcemi	140
7.2.4	Případ nestejných četností n_{ij}	142
7.3	Trojné třídění s pevnými efekty	144
7.3.1	Modely bez interakce a s interakcí	144
7.3.2	Latinské čtverce	145
7.4	Řecko-latinské čtverce	147
7.5	Experimenty typu 2^N	148
7.6	Vícerozměrná analýza rozptylu (MANOVA)	151
7.7	Kovarianční analýza (ANCOVA)	152
7.8	Cvičení	154

8	Neparametrické testy	157
8.1	Znaménkový test	158
8.2	Wilcoxonův jednovýběrový test	159
8.3	Neparametrický párový test	160
8.4	Test Wilcoxon-Mann-Whitneyův	160
8.5	Kolmogorovův-Smirnovův test pro dva výběry	162
8.6	Kruskal-Wallisův test	162
8.7	Testy shody rozptylů	163
8.7.1	Siegel-Tukeyův test	164
8.7.2	Modifikace Kruskal-Wallisova testu	164
8.8	Koeficienty pořadové korelace	164
8.8.1	Spearmanův koeficient pořadové korelace	165
8.8.2	Kendallův koeficient pořadové korelace	166
8.8.3	Kendallův koeficient konkordance	166
8.9	Testy náhodnosti	167
8.9.1	Počet iterací prvků	167
8.9.2	Test nezávislosti ve výběru ze spojitého rozdělení	168
8.10	Cvičení	169
9	Sekvenční testy	171
9.1	Sekvenční test poměrem věrohodností	171
9.1.1	Test parametru alternativního rozdělení	173
9.1.2	Test střední hodnoty normálního rozdělení	175
9.2	Cvičení	176
10	Statistické metody zajišťování kvality	178
10.1	Statistická přejímka	178
10.1.1	Hodnoty AQL, LQ a rizika α , β	179
10.1.2	Operativní charakteristika přejímacího plánu	179
10.1.3	Druhy statistických přejímek	180
10.1.4	Přejímka srovnáváním	181
10.1.5	Přejímka měřením	185
10.1.6	Porovnání přejímek měřením a srovnáváním	194
10.2	Statistická regulace výrobních procesů	195
10.2.1	Plány CSP	195
10.2.2	Průměrná výstupní jakost AOQ	196
10.2.3	Volba parametrů plánu CSP-1	198
10.2.4	Regulační diagramy	199

10.2.5	Regulační $\bar{x}$ - diagram pro normální rozdělení . . .	201
10.2.6	Regulační diagramy s pamětí	202
10.3	Koeficienty spolehlivosti procesu	202
10.4	Cvičení	204
11	Některé vícerozměrné metody	206
11.1	Hlavní komponenty	206
11.2	Faktorová analýza	209
11.3	Diskriminační analýza	214
11.3.1	Fisherova lineární diskriminační analýza	215
11.3.2	Kvadratická/lineární diskriminační analýza	216
11.3.3	Odhad účinnosti diskriminační analýzy	219
11.4	Shluková analýza	219
11.4.1	Normování proměnných a vzdálenosti objektů	219
11.4.2	Určení počtu shluků	220
11.4.3	Hierarchické shlukovací metody	221
11.4.4	Metoda K průměrů	222
11.4.5	McQueenův algoritmus	222
12	Studentům oboru Geomatika	224
12.1	Terminologické odlišnosti a nové pojmy	224
12.2	Zákon hromadění středních chyb	229
12.3	Dvourozměrné rozdělení chyb	230
12.4	Korelace chyb	230
13	Statistický software na ZČU	233
13.1	Statistika v produktu EXCEL	233
13.2	Statistika v produktu MATLAB	239
13.3	Statistika v produktu STATISTICA	241
13.3.1	Nabídka produktu STATISTICA	241
13.3.2	Vytvoření souboru dat	246
13.3.3	Import dat	246
13.3.4	Regrese lineární v parametrech	247
13.3.5	Regrese nelineární v parametrech	249
13.3.6	ANOVA/MANOVA/ANCOVA/MANCOVA	251

14 Dodatky	252
14.1 Rozdělení χ^2 (chí-kvadrát)	252
14.2 Rozdělení t (Studentovo)	253
14.3 Rozdělení F (Fisherovo)	253
14.4 Věta o Mahalanobisově vzdálenosti	254
14.5 Simulace náhodných veličin	255
14.5.1 Generátor $R(0;1)$ Wichmanna a Hilla	255
14.5.2 Generování rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$	256
14.5.3 Generování vícerozměrného normálního rozdělení	256
14.5.4 Generování pomocí inverze F^{-1}	257
14.5.5 Generování exponenciálního rozdělení	257
14.5.6 Weibullovo a Gumbelovo rozdělení	257
14.5.7 Logistické rozdělení	257
14.5.8 Cauchyho rozdělení	258
14.5.9 Generování diskretních rozdělení	258
Výsledky cvičení	259
Tabulková příloha	266
Tab. 1: Distribuční funkce Poissonova rozdělení	266
Tab. 2: Distribuční funkce normálního normovaného rozdělení	267
Tab. 3: Kvantily normálního normovaného rozdělení	267
Tab. 4: Kvantily χ^2 -rozdělení	268
Tab. 5: Kvantily Studentova rozdělení	269
Tab. 6: Kvantily $F_{0,95}(f_1, f_2)$	270
Tab. 6 – pokračování: Kvantily $F_{0,975}(f_1, f_2)$	272
Tab. 6 – pokračování: Kvantily $F_{0,99}(f_1, f_2)$	274
Literatura	276
Anglicko-český slovník vybraných termínů	279
Rejstřík	280