

Herbert Büning / Götz Trenkler

Nichtparametrische statistische Methoden

2., erweiterte und völlig überarbeitete Auflage



Walter de Gruyter · Berlin · New York 1994

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur zweiten Auflage	V
Vorwort zur ersten Auflage	VI
Einleitung	1
1 Meßniveau von Daten	6
2 Wahrscheinlichkeitstheoretische und statistische Grundbegriffe	13
2.1 Wahrscheinlichkeit und Zufallsvariable	13
2.2 Verteilungs- und Dichtefunktion	15
2.3 Momente und Quantile	18
2.4 Spezielle Verteilungen und deren Eigenschaften	21
2.4.1 Allgemeine Begriffe	21
2.4.2 Diskrete Verteilungen	22
2.4.3 Stetige Verteilungen	23
2.5 Funktionen von Stichprobenvariablen	27
2.6 Punkt- und Intervallschätzung	29
2.6.1 Punktschätzung	29
2.6.2 Intervallschätzung	30
2.7 Testen von Hypothesen	31
2.8 Wichtige parametrische Tests bei Normalverteilung	37
3 Geordnete Statistiken und Rangstatistiken	41
3.1 Definition und Anwendungen	41
3.2 Behandlung von Bindungen	43
3.3 Empirische und theoretische Verteilungsfunktion	47
3.4 Verteilung der Ränge und der geordneten Statistiken	50
3.4.1 Verteilung der Ränge	50
3.4.2 Verteilung von $F(X)$	52
3.4.3 Gemeinsame Verteilung von geordneten Statistiken	54
3.4.4 Randverteilungen der geordneten Statistik	56

X Inhaltsverzeichnis

3.4.5	Verteilung des Medians	58
3.4.6	Verteilung der Spannweite	59
3.4.7	Momente der geordneten Statistiken	60
3.4.8	Asymptotische Verteilungen	61
3.5	Konfidenzintervalle für Quantile	61
3.6	Toleranzbereiche	63
3.7	Zusammenfassung	65
3.8	Probleme und Aufgaben	65
4	Einstichproben-Problem	68
4.1	Problemstellung	68
4.2	Tests auf Güte der Anpassung	68
4.2.1	Kolmogorow-Smirnow-Test	68
4.2.2	χ^2 -Test	74
4.2.3	Vergleich des Kolmogorow-Smirnow-Tests mit dem χ^2 -Test	82
4.2.4	Andere Verfahren	83
4.3	Binomialtest	85
4.4	Lineare Rangtests	90
4.4.1	Definition der linearen Rangstatistik	90
4.4.2	Vorzeichen-Test	92
4.4.3	Wilcoxons Vorzeichen-Rangtest	96
4.4.4	Lokal optimale Rangtests	102
4.5	Test auf Zufälligkeit	104
4.6	Konfidenzintervalle	108
4.7	Zusammenfassung	111
4.8	Probleme und Aufgaben	111
5	Zweistichproben-Problem für unabhängige Stichproben	115
5.1	Problemstellung	115
5.2	Tests für allgemeine Alternativen	117
5.2.1	Iterationstest von Wald-Wolfowitz	117
5.2.2	Kolmogorow-Smirnow-Test	119
5.2.3	Andere Verfahren	124
5.3	Lineare Rangstatistik	125
5.3.1	Definition der linearen Rangstatistik	125
5.3.2	Momente und Verteilung der linearen Rangstatistik	127
5.4	Lineare Rangtests für Lagealternativen	130
5.4.1	Lagealternativen	130
5.4.2	Wilcoxon-Rangsummentest	131
5.4.3	v.d. Waerden X_N -Test	136

5.4.4	Andere Verfahren	140
5.4.5	Lokal optimale Rangtests	143
5.5	Lineare Rangtests für Variabilitätsalternativen	144
5.5.1	Variabilitätsalternativen	144
5.5.2	Siegel-Tukey-Test	146
5.5.3	Mood-Test	149
5.5.4	Andere Verfahren	153
5.5.5	Lokal optimale Rangtests	156
5.6	Konfidenzintervalle	157
5.7	Zusammenfassung	160
5.8	Probleme und Aufgaben	162
6	Zweistichproben-Problem für verbundene Stichproben	165
6.1	Problemstellung	165
6.2	Vorzeichen-Test	167
6.3	Wilcoxon-Test	171
6.4	Andere Verfahren	174
6.5	Konfidenzintervalle	175
6.6	Zusammenfassung	176
6.7	Probleme und Aufgaben	177
7	c-Stichproben-Problem	181
7.1	Einführung	181
7.2	Unabhängige Stichproben	182
7.2.1	Problemstellung	182
7.2.2	Kruskal-Wallis-Test	184
7.2.3	Andere Verfahren	190
7.3	Verbundene Stichproben	199
7.3.1	Problemstellung	199
7.3.2	Friedman-Test	200
7.3.3	Andere Verfahren	207
7.4	Zusammenfassung	213
7.5	Probleme und Aufgaben	214
8	Unabhängigkeit und Korrelation	218
8.1	Problemstellung	218
8.2	χ^2 -Test auf Unabhängigkeit	220
8.3	Fisher-Test	228
8.4	Rangkorrelationskoeffizient von Spearman	232
8.5	Andere Verfahren	240
8.6	Zusammenfassung	247

XII Inhaltsverzeichnis

8.7	Probleme und Aufgaben	248
9	Nichtparametrische Dichteschätzung und Regression	251
9.1	Einführung	251
9.2	Der Schätzer von Rosenblatt	252
9.3	Histogramm	255
9.4	Kernschätzer	260
9.5	Nichtparametrische Regression	265
9.5.1	Nichtparametrische Regressionsschätzung	265
9.5.2	Nichtparametrische Methoden im linearen Regressionsmodell	269
9.6	Zusammenfassung	273
9.7	Probleme und Aufgaben	273
10	Relative Effizienz	275
10.1	Einführung	275
10.2	Finite relative Effizienz	276
10.3	Asymptotisch relative Effizienz (Pitman)	279
10.4	Probleme und Aufgaben	286
11	Ausblick	287
11.1	Einführung	287
11.2	Quick-Verfahren	288
11.2.1	Einführung	288
11.2.2	Quick-Schätzer	288
11.2.3	Quick-Tests	290
11.2.4	Überschreitungstests	293
11.3	Robuste Verfahren	294
11.3.1	Problemstellung	294
11.3.2	Schätzung eines Lageparameters	296
11.3.3	Lagetests auf Gleichheit zweier Verteilungen	300
11.4	Adaptive Verfahren	303
11.4.1	Problemstellung	303
11.4.2	Maße zur Klassifizierung von Verteilungen	304
11.4.3	Schätzung eines Lageparameters	306
11.4.4	Lagetests auf Gleichheit zweier Verteilungen	308
11.5	Bootstrap-Verfahren	312
11.6	Sequentielle Testverfahren	316
11.6.1	Problemstellung	316
11.6.2	Der sequentielle Quotienten-Test (SQT)	317
11.6.3	Eigenschaften des SQT	320
11.6.4	Sequentielle nichtparametrische Verfahren	322

11.7 Zeitreihenanalyse	324
11.8 Weitere Methoden und Anwendungsgebiete	328
Mathematischer Anhang	335
(A) Kombinatorik	335
(B) Jacobi-Transformation	337
(C) Stieltjes-Integral	338
(D) Gamma- und Betafunktion	340
Lösungen	341
Tabellen	356
A Binomialverteilung	357
B Normalverteilung	369
C Inverse der Normalverteilung	371
D t-Verteilung	372
E χ^2 -Verteilung	373
F F-Verteilung	375
G Kolmogorow-Smirnow-Anpassungstest	391
H Wilcoxon's W^+ -Test	392
I Wald-Wolfowitz-Iterationstest	393
J Kolmogorow-Smirnow-Zweistichprobentest ($m = n$)	394
K Kolmogorow-Smirnow-Zweistichprobentest ($m \neq n$)	395
L Wilcoxon's W_N -Test	397
M Van der Waerden X_N -Test	407
N Mood's M_N -Test	410
O Kruskal-Wallis-H-Test	417
P Kolmogorow-Smirnow- c -Stichprobentest (einseitig)	420
Q Kolmogorow-Smirnow- c -Stichprobentest (zweiseitig)	423
R Friedmans F_c -Test	425
S Spearman's r_S -Test	431
T Kendall's S-Test	435
Literaturverzeichnis	436
Sachverzeichnis	479