

SPIS TREŚCI

Przedmowa	9
1. STATYSTYKA OPISOWA – ANALIZA STATYSTYCZNA DANYCH	11
1.1. Wstęp	11
1.2. Zapis i porządkowanie danych liczbowych	14
1.3. Szeregi: prosty, rozdzielczy (zgrupowany), skumulowany	15
1.4. Tabela	17
1.5. Wykresy: liniowy, semilogarytmiczny i logarytmiczny	17
1.6. Histogram, diagram, dystrybucja empiryczna	36
1.7. Centralne miary położenia	44
1.7.1. Średnia arytmetyczna	47
1.7.2. Średnia arytmetyczna ogólna (ważona)	48
1.7.3. Średnia ruchoma	51
1.7.4. Średnia geometryczna	53
1.7.5. Średnia harmoniczna	55
1.7.6. Średnia harmoniczno-potęgową	57
1.7.7. Moda (dominanta)	60
1.7.8. Mediana	62
1.7.9. Kwantyle (kwartyle, decyle, centyle)	66
1.8. Wskaźniki rozproszenia	67
1.8.1. Rozstęp	68
1.8.2. Rozstęp międzykwartylowy i odchylenie ćwiartkowe	68
1.8.3. Odchylenie przeciętne	69
1.8.4. Wariancja i odchylenie standardowe populacji	69
1.8.5. Wariancja i odchylenie standardowe próby	70
1.8.6. Odchylenie standardowe średniej arytmetycznej	72
1.8.7. Wariancja grupowa, wewnątrzgrupowa i międzygrupowa	76
1.8.8. Wariancja grup połączonych (ogólna)	78
1.8.9. Współczynnik zmienności	83
1.8.10. Odrzucenie wyników wątpliwych	84
2. PRAWDOPODOBIENSTWO	91
2.1. Prawdopodobieństwa: klasyczne, statystyczne, geometryczne i subiektywne	91
2.2. Prawdopodobieństwa: zupełne i <i>a posteriori</i> . Wzór Bayesa	100
2.3. Prawdopodobieństwo zdarzeń wyliczone ze wzorów kombinatorycznych	103
2.3.1. Permutacje, wariacje, kombinacje	103
2.3.2. Prawdopodobieństwo obliczane na podstawie wzorów kombinatorycznych ...	114
2.3.3. Ustalenie liczebności populacji z powtórnych zliczeń	117
2.3.4. Dwumian Newtona	119
3. ROZKŁAD ZMIENNYCH LOSOWYCH	124
3.1. Rozkład dwumianowy Bernoulliego	126
3.1.1. Teoretyczna częstość, średnia i wariancja rozkładu binomialnego	133

3.2. Rozkład Poissona	141
3.3. Rozkład normalny. Krzywa Gaussa	150
3.4. Rozkład t	165
3.5. Norma – wartości prawidłowe	165
3.6. Skalowanie cech	167
3.6.1. Skala centylowa	168
3.6.2. Wartości unormowane (skala standaryzowana)	170
4. POSTĘPOWANIE WERYFIKUJĄCE HIPOTEZY STATYSTYCZNE – TESTY PARAMETRYCZNE	173
4.1. Testy dwustronne i jednostronne	177
4.2. Testy istotności dotyczące frakcji. Rozkład binomialny – duża próba	184
4.2.1. Test dwustronny	186
4.2.2. Test prawostronny	188
4.2.3. Test lewostronny	189
4.3. Testy o średniej arytmetycznej. Rozkład normalny ze znaną wariancją	189
4.3.1. Test dwustronny	190
4.3.2. Test prawostronny	191
4.3.3. Test lewostronny	192
4.4. Test t – test o średniej arytmetycznej. Rozkład normalny, nieznane wariancje. Mała próba	192
4.4.1. Test dwustronny	192
4.4.2. Test jednostronny	194
4.5. Testy o średniej arytmetycznej dużej próby z populacji nie mającej rozkładu normalnego	195
4.6. Testy istotności różnicy dwóch średnich (próby niezależne)	197
4.6.1. Rozkłady normalne z nieznaną równą wariancją. Małe próby. Testy: dwu- stronny i jednostronny	199
4.6.2. Rozkłady normalne. Wariancje nierówne i nieznane. Małe próby. Test Cochrana-Coxa	206
4.6.3. Rozkłady normalne ze znaną wariancją	207
4.6.4. Populacje nie mające rozkładu normalnego. Wariancje znane lub nieznane. Duże próby	208
4.6.5. Test dla danych sparowanych (próby zależne)	210
4.7. Test istotności różnicy frakcji. Test dwustronny bądź jednostronny	213
5. ESTYMACJA PUNKTOWA I PRZEDZIAŁOWA	217
5.1. Przedział ufności dla średniej populacji	219
5.1.1. Przedział ufności średniej populacji (μ) o rozkładzie normalnym ze znaną wariancją	222
5.1.2. Rozkład normalny. Nieznana wariancja. Mała próba	222
5.1.3. Populacja o nieznanym rozkładzie. Wariancja znana lub nieznana. Duża próba	224
5.2. Przedział ufności różnicy średnich $\mu_1 - \mu_2$	225
5.2.1. Populacje o rozkładach normalnych. Znane wariancje	226
5.2.2. Populacje o rozkładach normalnych. Wspólna wariancja nieznana	226
5.2.3. Populacje o nieznanym rozkładzie. Duże próby	228
5.3. Przedział ufności frakcji – rozkład binomialny	229

6. TESTY O WARIANCJI	232
6.1. Rozkład chi-kwadrat	232
6.2. Testy istotności o wariancji	233
6.3. Przedział ufności wariancji i odchylenia standardowego populacji. Mała i duża próba	237
6.4. Dobór i liczebność próby (mała i duża próba)	240
6.4.1. Liczebność próby przy określonej długości przedziału ufności	242
7. WSPÓLZALEŻNOŚĆ ZMIENNYCH – SZEREG DWUCECHOWY	246
7.1. Kowariancja	248
7.2. Korelacja	249
7.2.1. Współczynnik korelacji liniowej (Pearsona)	249
7.2.2. Współczynnik korelacji szeregów rozdzielczych (tabela korelacyjna)	252
7.3. Istotność korelacji	257
7.4. Oszacowanie wartości jednej cechy na podstawie wartości drugiej	258
7.4.1. Linia regresji	258
7.4.2. Prosta regresji najmniejszych kwadratów. Współczynnik regresji	259
7.4.3. Reszty względem prostej regresji	261
7.5. Estymacja przedziałowa prostej regresji oraz współczynników korelacji i regresji	271
7.6. Testowanie hipotez średniej w regresji	274
7.7. Testowanie hipotez o współczynniku regresji	276
7.8. Test równoległości prostych regresji	277
7.9. Regresja krzywoliniowa. Współczynnik korelacji krzywoliniowej, stosunek korelacyjny. Testy istotności	283
7.10. Korelacje: cząstkowa i wieloraka	304
8. POSTĘPOWANIE WERYFIKUJĄCE HIPOTEZY STATYSTYCZNE. NIEPARAMETRYCZNE TESTY: ZGODNOŚCI, NIEZALEŻNOŚCI, ISTOTNOŚCI	317
8.1. Test zgodności chi-kwadrat	317
8.2. Test zgodności rozkładu w próbie z rozkładami: binomialnym i Poissona. Parametry populacji znane lub nieznanne	322
8.3. Zgodność rozkładu w próbie z rozkładem normalnym	326
8.3.1. Test Pearsona	326
8.3.2. Test Kołmogorowa-Smirnowa (K-S)	330
8.3.3. Test Shapiro-Wilka	335
8.4. Testy liczby znaków, serii i rang	337
8.4.1. Test znaków (Dixona i Mooda)	338
8.4.2. Test liczby serii	339
8.4.3. Medianowy test serii	341
8.4.4. Test sumy rang Wilcoxona dla danych sparowanych (próby zależne)	341
8.4.5. Test sumy rang Wilcoxona dla prób niezależnych	343
8.4.6. Test rang U (Manna-Whitneya)	348
8.4.7. Test sumy rang wielu prób	349
8.5. Nieparametryczne miary korelacji	350
8.5.1. Test niezależności χ^2 . Tabele kontyngencji. Wskaźnik asocjacji	350
8.5.2. Współczynnik Yule'a (Q)	357
8.5.3. Ocena współzależności ze stosunku korelacyjnego	358

8.5.4. Znamienność statystyczna frakcji	361
8.5.5. Medianowy test zgodności	362
8.5.6. Współczynnik korelacji rang Spearmana	362
8.6. Trend	366
9. ANALIZA WARIANCJI	375
9.1. Porównanie jednorodności wariancji dwóch szeregów statystycznych. Test F Fishera-Snedecora	375
9.2. Porównanie równości wielu wariancji. Testy: Bartletta, Hartleya i Cochрана	378
9.3. Analiza wariancji – Anowa (Anawa)	381
9.3.1. Anawa I – próby równoliczne	382
9.3.2. Anawa I – próby nierównoliczne	400
9.3.3. Anawa II – próby równoliczne bez powtórzeń i z powtórzeniami	401
10. TABELE	419
Tabela 10.1. Logarytmy liczb 1–10 000	420
Tabela 10.2. Wartości krytyczne Q_r dla testu Dixona	424
Tabela 10.3. Wartości S_n^2/S^2 lub S_1^2/S^2 dla testu Grubbsa	424
Tabela 10.4. Wartości $S_{n-1,n}^2/S^2$ lub $S_{1,2}^2/S^2$ dla testu Grubbsa	425
Tabela 10.5. Wartości współczynników $\binom{n}{r}$	426
Tabela 10.6. Silnie i ich logarytmy	427
Tabela 10.7. Rozkład dwumianowy Bernoulliego $P(r, n, p) = \binom{n}{r} p^r (1-p)^{n-r}$	430
Tabela 10.8. Rozkład Poissona $P(r, \lambda) = (\lambda^r/r!) \cdot e^{-\lambda}$, gdzie $r = 0, 1, 2, \dots$	434
Tabela 10.9. Wartości $\phi(z) = P(Z < z)$ dystrybucyj rozkładu normalnego $N(0,1)$	437
Tabela 10.10. Powierzchnia (prawdopodobieństwo) $A(z)$ pod krzywą standardowego rozkładu normalnego	438
Tabela 10.11. Wartości krytyczne rozkładu t Studenta	440
Tabela 10.12. Wartości krytyczne rozkładu χ^2 o f stopniach swobody	441
Tabela 10.13. Wartości krytyczne współczynnika korelacji r (test dwustronny)	443
Tabela 10.14. Wartości krytyczne D_r dla dwustronnego testu Kołmogorowa-Smirnowa dla $D_n = \max F_0(x) - S_n(x) $ (jedna próba)	444
Tabela 10.15. Wartości krytyczne D_r dla dwustronnego testu Kołmogorowa-Smirnowa dla $D_{n_1, n_2} = \max S_{n_1}(x) - S_{n_2}(x) $ (dwie próby)	445
Tabela 10.16. Wartości $a(n)$ do testu Shapiro-Wilka	446
Tabela 10.17. Wartości $W(a, n)$ do testu Shapiro-Wilka	448
Tabela 10.18. Wartości krytyczne R testu liczby znaków (Dixon i Mood)	449
Tabela 10.19. Wartości krytyczne $r(\alpha, n_1, n_2)$ rozkładu liczby serii; $r(\alpha, n_2, n_1) = r(\alpha, n_1, n_2)$	452
Tabela 10.20. Wartości statystyki T testu sumy rang Wilcoxona dla prób zależnych	453
Tabela 10.21. Test sumy rang Wilcoxona (dwie próby niezależne)	455
Tabela 10.22. Test sumy rang U Manna-Whitneya	456
Tabela 10.23. Tabele Finneya	457

Tabela 10.24. Współczynniki r Spearmana	459
Tabela 10.25. Wartości krytyczne rozkładu F : $\alpha = 0,05; 0,025; 0,01; 0,005$	460
Tabela 10.26. Wartości krytyczne statystyki H Hartleya: $\alpha = 0,05$	463
Tabela 10.27. Wartości krytyczne statystyki G Cochra: $\alpha = 0,05$	465
11. LITERATURA	467
12. SKOROWIDZ	469