

Tartalomjegyzék

Előszó.....	10
I. Valószínűségelméleti és matematikai statisztikai alapok.....	12
1. A szükséges valószínűségelméleti és matematikai statisztikai alapismeretek összefoglalása	12
1.1. Alapfogalmak	12
1.2. A legfontosabb diszkrét eloszlások	18
1.3. A legfontosabb folytonos eloszlás: normális eloszlás.....	19
1.4. Eloszlások közelítése.....	23
2. A statisztikai következtetés.....	25
2.1. A minta statisztikai jellemzői	25
2.1.1. A számtani középérték	26
2.1.2. A centrális határeloszlási tétel.....	27
2.1.3. A normális eloszlású minta szórásnégyzetének eloszlása: χ^2 - (khi-négyzet-) eloszlás	28
2.1.4. t -eloszlás (Student-eloszlás).....	31
2.1.5. F -eloszlás	33
2.2. Paraméterbecslés	34
2.2.1. A becslések tulajdonságai	35
2.2.2. Becslési módszerek	40
2.2.2.1. Legkisebb négyzetek módszere	40
2.2.2.2. Maximum-likelihood- (legnagyobb valószínűség) módszer	41
2.2.2.3. Momentumok módszere.....	43
2.2.3. A becslés kivitelezése	44
2.3. Hipotézisvizsgálat, statisztikai próbák	48
2.3.1. z -próba	48
2.3.2. Első- és másodfajú hiba	54
2.3.3. χ^2 -próba a variancia vizsgálatára.....	61
2.3.4. Két szórásnégyzet összehasonlítása (F -próba)	64
2.3.5. A t -próba	66
2.3.5.1. Egymintás t -próba	66
2.3.5.2. Kétmintás t -próba.....	70
2.3.5.3. Páros t -próba	72
2.3.6. Több szórásnégyzet összehasonlítása: a varianciák azonosságának (homogenitásának) vizsgálata.....	75
2.3.6.1. Bartlett-próba	76
2.3.6.2. Cochran-próba.....	76
2.3.6.3. Levene-próba	76
2.3.7. Próba és konfidenciaintervallum.....	78
2.3.8. Másodfajú hiba és szükséges mintaelemszám, a nem-centrális t -eloszlás	80
2.3.9. A két egyoldali t -próba (TOST).....	83
2.4. Illeszkedésvizsgálat	89
2.4.1. Illeszkedésvizsgálat statisztikai próbával.....	90

2.4.2.	Illeszkedésvizsgálat grafikus módszerrel	94
2.5.	Statisztikai intervallumok	97
2.5.1.	Konfidenciaintervallum	97
2.5.2.	Jóslási intervallum	97
2.5.3.	Toleranciaintervallum	98
2.6.	Kiugró értékek azonosítása	101
3.	Több valószínűségi változó együttes eloszlása, korreláció	104
3.1.	Többváltozós eloszlás sűrűségfüggvénye	104
3.2.	Valószínűségi változók függetlensége	105
3.3.	Korreláció	107
II.	Lineáris regresszió	110
4.	A regresszióanalízis alapjai; egyváltozós lineáris regresszió	110
4.1.	A regresszióanalízis alapjai	110
4.2.	Lineáris regresszió, ismétlés nélküli mérések, σ_y^2 konstans	112
4.2.1.	Becslés a legkisebb négyzetek módszerével	112
4.2.2.	Maximum-likelihood-becslés	113
4.2.3.	A becslések tulajdonságai és alkalmazásuk vizsgálata	114
4.2.4.	Konfidenciasáv	119
4.2.5.	Az egyenes paramétereinek együttes konfidenciatartománya	124
4.2.6.	Jóslási sáv	127
4.2.7.	Kalibrációs egyenes: a regressziós egyenlet megoldása a független változóra	129
4.2.8.	A mérések sorrendje	132
4.3.	Lineáris regresszió ismételt mérések esetén, σ_y^2 konstans	133
4.3.1.	A paraméterek becslése	134
4.3.2.	A becsült paraméterek és a tapasztalati regressziós görbe konfidenciatartománya	138
4.3.3.	Jóslási sáv	139
4.3.4.	Kalibrációs egyenes: a regressziós egyenlet megoldása a független változóra	139
4.4.	Lineáris regresszió ismételt mérések esetén, ha σ_y^2 nem konstans	144
4.4.1.	A paraméterek becslése	145
4.4.2.	A becslések tulajdonságai	146
4.4.3.	Jóslási sáv	153
4.4.4.	Kalibrációs egyenes: a regressziós egyenlet megoldása a független változóra	154
5.	Többváltozós lineáris regresszió	162
5.1.	Ismétlés nélküli mérés, σ_y^2 konstans	162
5.2.	Többváltozós lineáris regresszió ortogonális változók esetén	166
5.3.	Többváltozós lineáris regresszió: ismételt mérések, σ_y^2 nem konstans	167
5.4.	Az egyes változók szignifikanciájának vizsgálata	168
5.5.	Regresszió polinomokkal	170
5.6.	Regresszió más, a független változóban nemlineáris, de a paraméterekben lineáris függvényekkel	175

5.7. Regresszió a paraméterekben nemlineáris függvényekkel, ha a függvény transzformációval lineárisra alakítható	175
6. Regresszió, ha a független változó is valószínűségi változó.....	179
6.1. Egyváltozós lineáris függvény regressziója	179
6.2. Egyváltozós nemlineáris függvény regressziója	183
6.3. Regresszió az egyetlen függő változó transzformáltjára	184
6.4. Megjegyzés a számítások megszervezéséhez.....	185
7. A hibaterjedési törvény és alkalmazása	186
7.1. A hibaterjedési törvény	186
7.2. A hibaterjedési törvény alkalmazása: metrológiai elemzés	188
8. A regressziós problémák megoldásának előkészítése és a feltételezések utólagos ellenőrzése.....	198
8.1. A tapasztalati regressziós függvény típusának kiválasztása	198
8.2. A σ_y^2 becslésének lehetőségei	198
8.3. A regresszió feltételeinek ellenőrzése; a reziduumok vizsgálata	200
III. Varianciaanalízis (ANOVA).....	206
9. Varianciaanalízis: egy faktor szerinti osztályozás	206
9.1. A modell	209
9.2. A modell paramétereinek becslése	211
9.3. Az eltérés-négyzetösszeg fölbontása.....	212
9.4. Hipotézisvizsgálat és ANOVA-tábla.....	214
9.5. Konfidenciaintervallum az egyes csoportok várható értékére	216
9.6. A varianciák azonosságának (homogenitásának) vizsgálata	217
9.7. A függő változó transzformációja	222
9.7.1. Box-Cox-transzformáció.....	222
9.7.2. Diszkrét függő változók transzformációja	228
10. Összehasonlítások egy faktor két vagy több szintjére (a digitális melléklet anyaga).....	229
11. Mennyiségi faktorok kezelése (a digitális melléklet anyaga)	230
12. Két faktor szerinti keresztosztályozás	231
12.1. Modell és varianciaanalízis két faktor szerinti keresztosztályozásra	232
12.2. Nem kiegyensúlyozott tervek esete: a súlyozatlan átlagok módszere	239
12.3. Többszörös összehasonlítások (a digitális melléklet anyaga)	246
12.4. Mennyiségi faktor kezelése (a digitális melléklet anyaga)	246
12.5. Összehasonlítás kontrollcsoporttal (a digitális melléklet anyaga)	246
13. Varianciaanalízis véletlen faktor esetén.....	247
13.1. Egy véletlen faktor szerinti varianciaanalízis.....	248
13.2. A Satterthwaite-közelítés	254
13.3. Keresztosztályozás két véletlen faktor szerint	256
13.4. Keresztosztályozás egy rögzített és egy véletlen faktor szerint: véletlen blokk	259
13.5. Keresztosztályozás egy rögzített és két véletlen faktor szerint: latin négyzet.....	262
14. Hierarchikus osztályozás	265

15. Általános tervek és általános megfontolások (a digitális melléklet anyaga)	270
16. Kovarianciaanalízis (a digitális melléklet anyaga)	271
17. A regresszióanalízis és a varianciaanalízis kombinációja (a digitális melléklet anyaga)	272
18. A kísérleti tervek időbeli és térbeli struktúrája (a digitális melléklet anyaga)	273
IV. Faktoros kísérleti tervek	274
19. Bevezetés a kísérlettervezésbe	274
19.1. A kísérlettervezés célja	274
19.2. Többfaktoros kísérletek	275
19.3. Mennyiségi és minőségi változók, mérési skálák a kísérlettervezés szempontjából	277
19.4. A függő változó megválasztása	278
19.5. Többszörös célfüggvény	278
20. Kétszintes kísérleti tervek	283
20.1. 2^p típusú teljes faktoros kísérleti tervek	283
20.2. Grafikus és robusztus eszközök a tervek kiértékelésére	299
20.2.1. Pareto-ábra	299
20.2.2. Gauss-háló	299
20.2.3. Lenth módszere	300
20.3. 2^{p-r} típusú részfaktortervek	307
20.4. A kétszintes tervekkel kimutatható hatások nagysága	314
20.5. A kísérletek menete	316
20.6. Critical mix	320
20.7. Centrumponyi kísérlet minőségi faktorra	324
20.8. Split-plot tervek a faktoros kísérleteknél (a digitális melléklet anyaga)	325
21. A válaszfelület módszere	326
21.1. Box és Wilson módszere az optimum megközelítésére	326
21.2. Másodfokú kísérleti tervek	329
21.2.1. 3^p típusú tervek	329
21.2.2. Kompozíciós tervek	334
21.3. Az optimum megközelítése szimplex módszerrel	338
21.4. Elegytervek	343
22. A kísérlettervezés megvalósítása	349
22.1. A kísérletes problémamegoldás lépései	349
22.2. Megfontolások a kísérletek tervezéséhez és értékeléséhez	352
V. Minőségjavító kísérlettervezés	359
23. Taguchi módszere a minőség kísérletes javítására	359
23.1. A Taguchi-féle minőségfogalom és a négyzetes veszteségfüggvény	361
23.2. A kétlépcsős optimalizálás	365
23.2.1. A kétlépcsős optimalizálás elve	365
23.2.2. A kétlépcsős optimalizálás gyakorlata	368
23.3. A minőségjavító kísérlettervezés célfüggvényei	369

23.3.1. Névleges a legjobb (Nominal the best) eset.....	369
23.3.2. Minél kisebb, annál jobb (Smaller the better) eset.....	370
23.3.3. Minél nagyobb, annál jobb (Larger the better) eset.....	370
23.3.4. A veszteségfüggvény alkalmazása diszkrét változókra	372
23.4. A fejlesztési-tervezési folyamat fázisai	375
23.5. Ortogonális kísérleti tervek a Taguchi-módszerben (a digitális melléklet anyaga)	376
23.6. Faktorok a minőségjavító kísérlettervezésnél (a digitális melléklet anyaga)	376
23.7. Ellenőrző kísérletek (a digitális melléklet anyaga)	376
23.8. Split-plot tervek a Taguchi-kísérleteknél (a digitális melléklet anyaga)	377
VI. Komplex alkalmazási példák (a digitális melléklet anyaga).....	378
24. Gyógyszerkészítmények stabilitásvizsgálatának statisztikai értékelése (a digitális melléklet anyaga).....	378
25. Az analitikai validálás statisztikai eszközei (a digitális melléklet anyaga) ...	379
26. Az ingadozásforrások kvantitatív elemzése (a digitális melléklet anyaga)...	380
27. A kísérlettervezési eredmények további elemzése (a digitális melléklet anyaga).....	380
28. A split-plot tervvariánsok további elemzése (a digitális melléklet anyaga).....	380
Irodalomjegyzék.....	381
Függelék	386
Tárgymutató	406