

Spis treści

Przedmowa	IX
1. Modele liniowe — wprowadzenie, podstawowe twierdzenia i wzory	1
1.1. Wprowadzenie	1
1.2. Model	3
1.3. Estymatory najmniejszych kwadratów i największej wiarygodności	7
1.3.1. Metoda najmniejszych kwadratów	7
1.3.2. Metoda największej wiarygodności	9
1.4. Rozkłady estymatorów	11
1.4.1. Asymptotyczny rozkład estymatorów największej wiarygodności	12
1.4.2. Rozkład estymatorów oparty na metodach permutacyjnych i metodzie bootstrap	12
1.5. Testy i przedziały ufności	14
1.5.1. Przedział ufności dla β_i	14
1.5.2. Test dla hipotezy brzegowej dotyczącej β_i	14
1.5.3. Przedziały ufności dla zbioru współczynników wektora β	15
1.5.4. Test dla hipotezy dotyczącej podzbioru współczynników β	16
1.5.5. Przedział ufności dla σ^2	18
1.5.6. Przedział ufności dla y_i	19
1.5.7. Ortogonalność macierzy modelu	19
1.5.8. Permutacyjne testy dla parametrów modelu β i σ^2	22
1.5.9. Bootstrapowe przedziały ufności dla parametrów modelu	23
1.6. Inne metody estymacji współczynników w modelu liniowym	25
2. Przykładowe modele liniowe i ich zastosowania	29
2.1. Regresja prosta	30
2.1.1. Wprowadzenie do regresji prostej	31
2.1.2. Przykład: zależność pomiędzy wzrostem żony a męża	33
2.1.3. Przykład: zależność pomiędzy współczynnikiem GC a wielkością genomu	38
2.1.4. Zagadnienie: diagnostyka modelu liniowego	43
2.1.5. Zagadnienie: transformacje zmiennej objaśnianej	58

2.2.	Jednokierunkowa analiza wariancji	61
2.2.1.	Wprowadzenie do jednokierunkowej analizy wariancji	62
2.2.2.	Przykład: ostra białaczka szpikowa	64
2.2.3.	Przykład: najmniejsza efektywna dawka	71
2.2.4.	Zagadnienie: testy <i>post hoc</i>	74
2.2.5.	Zagadnienie: testowanie jednorodności wariancji w grupach	81
2.2.6.	Zagadnienie: analiza kontrastów	82
2.3.	Analiza wariancji dwu- i wielokierunkowa	88
2.3.1.	Wprowadzenie do dwukierunkowej analizy wariancji	88
2.3.2.	Przykład: genetyczne podłoże schizofrenii	92
2.3.3.	Zagadnienie: model addytywny a model z interakcją	92
2.4.	Hierarchiczna analiza wariancji	103
2.4.1.	Wprowadzenie do hierarchicznej analizy wariancji	103
2.4.2.	Przykład: badanie ECAP	106
2.5.	Analiza kowariancji	111
2.5.1.	Wprowadzenie do analizy kowariancji	111
2.5.2.	Przykład: badanie endometriozy	113
2.6.	Regresja liniowa z wieloma zmiennymi objaśniającymi	117
2.6.1.	Wprowadzenie do regresji liniowej z wieloma zmiennymi objaśniającymi	117
2.6.2.	Zagadnienie: kolejność testowania	118
2.6.3.	Zagadnienie: wybór zmiennych w modelu	121
2.6.4.	Zagadnienie: modele z p bliskim n	124
2.6.5.	Zagadnienie: współliniowość zmiennych objaśniających	126
2.6.6.	Przykład: zależność pomiędzy pracą nerki, poziomem elastazy a innymi zmiennymi zależnymi	127
2.6.7.	Przykład: zależność ceny metra kwadratowego mieszkania od parametrów tego mieszkania	130
2.6.8.	Przykład: zależność pomiędzy genotypem a kątem zwinienia ssawki u muszek owocowych	135
2.6.9.	Zagadnienie: strategie przeszukiwania listy modeli w poszukiwaniu najlepszego	137
3.	Modele mieszane — wprowadzenie, podstawowe twierdzenia i wzory	144
3.1.	Wprowadzenie	144
3.2.	Model	145
3.3.	Metoda największej wiarygodności ML i metoda resztowej największej wiarygodności REML	147
3.4.	Estymatory największej wiarygodności i resztowej wiarygodności	148
3.4.1.	Metoda estymacji z użyciem algorytmu Newtona–Rapshona	149
3.4.2.	Metoda estymacji z wykorzystaniem operacji na macierzach rzadkich	152
3.4.3.	Szczególna postać macierzy V	155
3.5.	Równania Hendersona i rozkłady estymatorów	156
3.5.1.	Równania Hendersona	157
3.5.2.	Rozkłady ocen efektów $\hat{\beta}$ i $\tilde{u}$	158
3.5.3.	Rozkład estymatora parametru θ	159
3.6.	Testy dla efektów losowych i stałych	159
3.6.1.	Testy dla efektów stałych	159
3.6.2.	Testy dla komponentów wariancyjnych	161

4. Przykładowe modele mieszane i ich zastosowania	162
4.1. Model mieszany z jednym komponentem wariancyjnym	162
4.1.1. Wprowadzenie do modelu z jednym komponentem wariancyjnym, jedna zmienna grupująca	163
4.1.2. Przykład: mleczność krów	164
4.1.3. Przykład: efekt stały genu i jeden komponent wariancyjny	169
4.1.4. Przykład: interakcja efektów środowiskowego i genetycznego a badania mikromacierzowe	177
4.2. Model mieszany z dwoma komponentami wariancyjnymi, dwie zmienne grupujące	187
4.2.1. Wprowadzenie do modelu z dwoma komponentami wariancyjnymi, dwie zmienne grupujące	188
4.2.2. Przykład: EUNOMIA study — zależność pomiędzy liczbą hospitalizacji a stanem pacjenta	190
4.3. Model mieszany z dwoma komponentami wariancyjnymi, jedna zmienna grupująca	205
4.3.1. Wprowadzenie do modelu z dwoma komponentami wariancyjnymi, jedna zmienna grupująca	205
4.3.2. Przykład: metaanaliza danych dotyczących ośpienia	207
4.4. Hierarchiczny model mieszany	211
4.4.1. Wprowadzenie do modelu hierarchicznego z dwoma komponentami wariancyjnymi	211
4.4.2. Przykład: badanie EDEN — efekt trybu leczenia i efekt lekarza badającego	214
4.5. Model mieszany w analizie pomiarów powtarzanych w czasie (ang. <i>longitudinal data</i>)	222
4.5.1. Wprowadzenie do analizy danych z pomiarami powtarzanymi w czasie	223
4.5.2. Przykład: funkcjonowanie nerki po przeszczepie	225
4.6. Model mieszany i zadane struktury macierzy kowariancji	237
4.6.1. Wprowadzenie do modelu mieszanego z zadanymi strukturami kowariancji	237
4.6.2. Przykład: parametry biomechaniczne mięśni	239
4.6.3. Przykład: badanie cen mieszkań w powiązaniu z lokalizacją przestrzenną (efekt przestrzenny)	245
5. Lista funkcji programu R do analizy modeli liniowych	258
5.1. Formuły	258
5.2. Modele liniowe z efektami stałymi i losowymi	265
5.2.1. Czas działania funkcji do estymacji parametrów w modelu	272
5.2.2. Szczegółowy opis funkcji <code>lm()</code> , <code>gls()</code> i <code>aov()</code>	275
5.2.3. Szczegółowy opis funkcji <code>lme()</code> , <code>lmer()</code> , <code>lme4::lmer()</code>	276
6. Charakterystyki zbiorów danych użytych w tej książce	279
6.1. Badanie wzrostu w małżeństwie	279
6.2. Badanie zależności między procentową zawartością GC a wielkością genomu	279
6.3. Badanie wpływu analogów witaminy D ₃ na ostrą białaczkę szpikową	281
6.4. Badanie wpływu dawki leku na reakcję organizmu	282
6.5. Badanie genetycznego podłoża schizofrenii	284
6.6. Badanie Epidemiologii Chorób Alergicznych w Polsce (ECAP)	285
6.7. Badanie ekspresji receptorów α i β u pacjentek chorych na endometriozę	287
6.8. Badanie zależności funkcji nerki od poziomu elastazy	288
6.9. Badanie czynników wpływających na cenę metra kwadratowego mieszkania	289
6.10. Badanie mleczności krów	290

6.11. Badanie efektu chłodu i linii komórkowej w eksperymentach mikromacierzowych	292
6.12. Badanie EUNOMIA i poziom psychotyczności	296
6.13. Badanie wpływu wieku i płci na występowanie otępienia	301
6.14. Badanie EDEN i efektywność oddziałów dziennych	304
6.15. Badanie funkcji nerki po przeszczepie	306
6.16. Badanie parametrów biomechanicznych mięśnia udowego	310
Dodatek	312
D.1. Uogólniona odwrotność	312
D.2. Dekompozycja na wartości osobliwe (ang. <i>singular value decomposition</i>)	313
D.3. Dekompozycja LU (ang. <i>LU decomposition</i>)	313
D.4. Dekompozycja Choleskiego (ang. <i>Cholesky decomposition</i>)	314
D.5. Dekompozycja LDM (ang. <i>LDM decomposition</i>)	314
D.6. Dekompozycja LDL (ang. <i>LDL decomposition</i>)	314
D.7. Dekompozycja QR (ang. <i>QR decomposition</i>)	314
D.8. Dekompozycja spektralna (na wartości własne i wektory własne)	315
D.9. Iloczyn Kroneckera	315
Bibliografia	316
Skorowidz	319