**GORAN BRAJDIĆ, mag. Inf. et math.**

Dani su nam podaci o težinama 3 grupe štakora. Jednoj grupi štakora stavljen je u vodu thyroxin, drugoj grupi stavljen je u vodu thiouracil, a treća grupa je kontrolna grupa. Težine u gramima su mjerene u tjednim intervalima. Zadatak je napraviti analizu profila.

Podaci su u sljedećim tablicama:

***Thyroxin***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Time 0** | **Time1** | **Time 2** | **Time 3** | **Time 4** |
| 59 | 85 | 121 | 156 | 191 |
| 54 | 71 | 90 | 110 | 138 |
| 56 | 75 | 108 | 151 | 189 |
| 59 | 85 | 116 | 148 | 177 |
| 57 | 72 | 97 | 120 | 144 |
| 52 | 73 | 97 | 116 | 140 |
| 52 | 70 | 105 | 138 | 171 |

***Thiouracil***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Time 0** | **Time1** | **Time 2** | **Time 3** | **Time 4** |
| 61 | 86 | 109 | 120 | 129 |
| 59 | 80 | 101 | 111 | 122 |
| 53 | 79 | 100 | 106 | 133 |
| 59 | 88 | 100 | 111 | 122 |
| 51 | 75 | 101 | 123 | 140 |
| 51 | 75 | 92 | 100 | 119 |
| 56 | 78 | 95 | 103 | 108 |
| 58 | 68 | 93 | 114 | 138 |
| 46 | 61 | 78 | 90 | 107 |
| 53 | 72 | 89 | 104 | 122 |

***Control***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Time 0** | **Time1** | **Time 2** | **Time 3** | **Time 4** |
| 57 | 86 | 114 | 139 | 172 |
| 60 | 93 | 123 | 146 | 177 |
| 52 | 77 | 111 | 144 | 185 |
| 49 | 67 | 100 | 129 | 164 |
| 56 | 81 | 104 | 121 | 151 |
| 46 | 70 | 102 | 131 | 153 |
| 51 | 71 | 94 | 110 | 141 |
| 63 | 91 | 112 | 130 | 154 |
| 49 | 67 | 90 | 112 | 140 |
| 57 | 82 | 110 | 139 | 169 |

Kako su težine štakora mjerene odmah na početku poćevši od vremena 0 (Time 0), transformacijom podataka možemo dobiti novu tablicu sa dobitcima na težini štakora (u gramima) mjerenim u vremenima koja odgovaraju tjednima, dakle novi Time1 će nam biti Tjedan 1, Time 2 = Tjedan 2 itd.

Dakle nova tablica izgleda ovako:

Dobitci na težini u:

Grupa Štakor Poč.tež Tjedan 1 Tjedan 2 Tjedan 3 Tjedan 4

1 Control 1 57 29 28 25 33

2 Control 2 60 33 30 23 31

3 Control 3 52 25 34 33 41

4 Control 4 49 18 33 29 35

5 Control 5 56 25 23 17 30

6 Control 6 46 24 32 29 22

7 Control 7 51 20 23 16 31

8 Control 8 63 28 21 18 24

9 Control 9 49 18 23 22 28

10 Control 10 57 25 28 29 30

11 Thyroxin 11 59 26 36 35 35

12 Thyroxin 12 54 17 19 20 28

13 Thyroxin 13 56 19 33 43 38

14 Thyroxin 14 59 26 31 32 29

15 Thyroxin 15 57 15 25 23 24

16 Thyroxin 16 52 21 24 19 24

17 Thyroxin 17 52 18 35 33 33

18 Thiouracil 18 61 25 23 11 9

19 Thiouracil 19 59 21 21 10 11

20 Thiouracil 20 53 26 21 6 27

21 Thiouracil 21 59 29 12 11 11

22 Thiouracil 22 51 24 26 22 17

23 Thiouracil 23 51 24 17 8 19

24 Thiouracil 24 56 22 17 8 5

25 Thiouracil 25 58 11 24 21 24

26 Thiouracil 26 46 15 17 12 17

27 Thiouracil 27 53 19 17 15 18

Jasno je kako je tablica nastala, jednostavno oduzimanjem svakog stupa u u gornjim tablicama od

njemu sljedećeg. Na taj način dobili smo tablicu dobitaka na težinama štakora ( u gramima).

Kako je sada zadatak napraviti analizu profila , cilj je zapravo istražiti moguće podudarnosti µi vektora. Tri pitanja postavljaju se kod analize profila.

1. Da li su krivulje ( definirane tockama ( h,µih) i=1...q,) paralelne?

2. Da li krivulje imaju isti prosječni nivo ?

3. Da li je prosječna krivulja horizontalna?

**Test paralelnosti profila**

Testiramo sljedeću hipotezu:

H0:ʌa'Bʌq=0 H1: ne H0

Testiranje te hipoteze bazira se na usporedbi sljedeće hipotezne statistike H\* sa pogreškovnom statistikom E\*

H\*=(ʌ3'Bkapaʌ4)'[ʌ3'(X'X)^(-1) ʌ3](ʌ3'Bkapaʌ4), gdje su:

ʌ3'=) , (X'X)= diag(n1,n2,n3)

E\*= ʌ4'E ʌ4, gdje je E pogreškovna matrica dobivena kao E= (n1-1)\*S1+(n2-1)\*S2+(n3-1)\*S3, gdje su

n1,n2,n3 duljine uzoraka u 1. , 2. i 3. grupi, a S1, S2 i S3 su uzoračke kovarijacijske matrice 1. , 2. i 3. grupe.

Bkapa je matrica 3 x 4 aritmetičkih sredina dobivena metodom najmajih kvadrata na kojoj se zasniva analiza profila

24.5000 27.5000 24.1000 30.5000

Bkapa= 20.2800 29.0000 29.2900 30.1400

21.6000 19.5000 12.4000 15.8000

Te na temalju te matrice imamo sliku profila dobitaka na težini:

Slika i sve ostale kalkulacije rađene su u MATLABU, za neke zanimljivije kalkulacije ću prikazati dijelove koda.



Sa same slike vidimo da profili baš i ne izgledaju paralelno pa ćemo to i formalno pokazati.

Izračunajmo prvo kovarijacijske matrice uzoraka svake grupe( kod u matlabu) :

n1MOJX=[29,28,25,33;33,30,23,31;25,34,33,41;18,33,29,35;25,23,17,30;24,32,29,22;20,23,16,31;28, 21,18,24;18,23,22,28;25,28,29,30];

n2MOJX=[26,36,35,35;17,19,20,28;19,33,43,38;26,31,32,29;15,25,23,24;21,24,19,24;18,35,33,33];

n3MOJX=[25,23,11,9;21,21,10,11;26,21,6,27;29,12,11,11;24,26,22,17;24,17,8,19;22,17,8,5;11,24,21, 24;15,17,12,17;19,17,15,17];

>> s1=cov(n1MOJX)

s1 =

23.3889 1.5000 -0.8333 -1.5000

1.5000 22.5000 24.9444 12.2778

-0.8333 24.9444 34.5444 13.0556

-1.5000 12.2778 13.0556 28.7222

>> s2=cov(n2MOJX)

s2 =

18.5714 13.8333 13.0714 6.6190

13.8333 41.0000 48.6667 26.1667

13.0714 48.6667 78.9048 44.1190

6.6190 26.1667 44.1190 29.1429

>> s3=cov(n3MOJX)

s3 =

28.9333 -6.0000 -14.0444 -10.9111

-6.0000 17.8333 12.2222 8.8333

-14.0444 12.2222 29.1556 8.2444

-10.9111 8.8333 8.2444 46.2333

>> E=(10-1)\*s1+(7-1)\*s2+(10-1)\*s3

E=

1.0e+003 \*

0.5823 0.0425 -0.0555 -0.0720

0.0425 0.6090 0.6265 0.3470

-0.0555 0.6265 1.0467 0.4564

-0.0720 0.3470 0.4564 0.8495

Sada kada imamo matricu E i Bkapa pa možemo izračunati hipoteznu i pogreškovnu statistiku ( H\*=H1 i E\*=noviE) na temelju kojih ćemo sprovesti test o paralelnosti krivulja.

U MATLABU sljedeći kod:

>>delta4=[1,1,1;-1,0,0;0,-1,0;0,0,-1];

>>delta3=[1,1;-1,0;0,-1];

>>noviE=delta4'\*E\*delta4

noviE =

1.0e+003 \*

1.1063 1.2218 0.9588

1.2218 1.7400 1.1662

0.9588 1.1662 1.5758

>>H1=((delta3'\*Bkapa\*delta4)')\*inv(delta3'\*[1/10,0,0;0,1/7,0;0,0,1/10]\*delta3)\*(delta3'\*Bkapa\*delta4)

H1 =

1.0e+003 \*

0.4847 0.8166 0.7194

0.8166 1.3761 1.2181

0.7194 1.2181 1.1901

>> Lw=det(noviE)/det(noviE+H1) //U-test

Lw =

0.4319

Kako je uzorak veći od 25 (n1+n2+n3=10+7+10=27) koristit ćemo Hi kvadrat test.

>>alpha=0.05;

>>p=3;

>>g=3;

>>v=6 //(p\*(g-1))

>>f=27;

>>X2 = (-1)\*(((f-1)-(.5\*(p+g)))\*log(Lw))

X2 =

19.3099

>>P = 1-chi2cdf(X2,v)

P =

0.0037

P<0.05, dakle uz danu značajnost od 0.05 odbacijemo nul hipotezu da su krivulje paralelne u korist hipoteze H1 (da nisu paralelne) .

U sljedećem dijelu radim Analizu varijance.

Usrednji se po tjednima ( tj. zbroji se 1. ,2. , 3. , i 4. tjedan) i podijeli sa 4 ( tj. brojem tjedana).

Jer želimo testirati da li krivulje imaju isti prosječni nivo

Tada Tablica izgleda ovako:

|  |  |
| --- | --- |
| Grupa Štakor  1 Control 1  2 Control 2  3 Control 3  4 Control 4  5 Control 5  6 Control 6  7 Control 7  8 Control 8  9 Control 9  10 Control 10  11 Thyroxin 11  12 Thyroxin 12  13 Thyroxin 13  14 Thyroxin 14  15 Thyroxin 15  16 Thyroxin 16  17 Thyroxin 17  18 Thiouracil 18  19 Thiouracil 19  20 Thiouracil 20  21 Thiouracil 21  22 Thiouracil 22  23 Thiouracil 23  24 Thiouracil 24  25 Thiouracil 25  26 Thiouracil 26  27 Thiouracil 27 | Usrednjenje po tjednima  28.7500  29.2500  33.2500  28.7500  23.7500  26.7500  22.5000  22.7500  22.7500  28.0000  33.0000  21.0000  33.2500  29.5000  21.7500  22.0000  29.7500  17.0000  15.7500  20.0000  15.7500  22.2500  17.0000  13.0000  20.0000  15.2500  17.2500 |
|  |  |

I sada se radi jednofaktorska ANOVA sa tri grupe Control Thyroxin i Thiuoracil.

Matlab code: Učitamo podatke u varijablu novi\_podaci

>> novi\_podaci

novi\_podaci =

28.7500

29.2500

33.2500

28.7500

23.7500

26.7500

22.5000

22.7500

22.7500

28.0000

33.0000

21.0000

33.2500

29.5000

21.7500

22.0000

29.7500

17.0000

15.7500

20.0000

15.7500

22.2500

17.0000

13.0000

20.0000

15.2500

17.2500

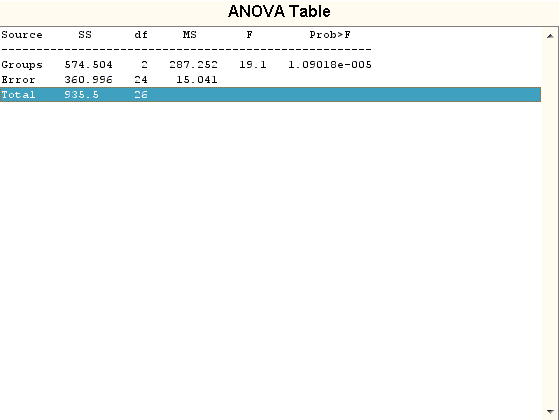
Napravimo listu GROUP:

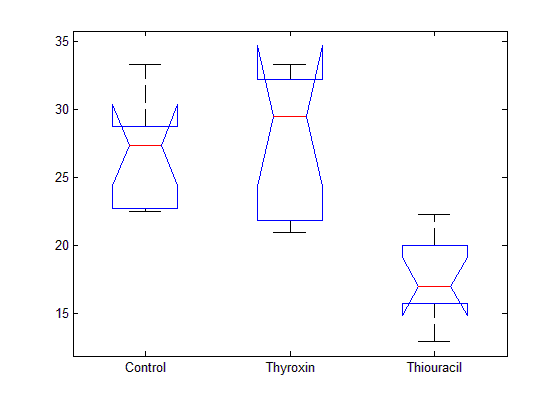
GROUP={'Control','Control','Control','Control','Control','Control','Control','Control','Control','Control','Thyroxin','Thyroxin','Thyroxin','Thyroxin','Thyroxin','Thyroxin','Thyroxin','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil','Thiouracil'}

i pozovemo jednofaktorsku anovu iz matlaba:

>> [p,table,stats]=anova1(novi\_podaci',GROUP)

Dobijemo sljedeći output:





Dakle vidimo da je P-vrijednost jednaka 1.09018e-005 <0.05 stoga odbacijemo nultu hipotezu

H0: µ1=µ2=µ3 u korist hipoteze H1, dakle krivulje nemaju isti prosječni nivo, što nam daje i naslutiti slika iznad.

U trećem dijelu provjeravamo da li je prosjećna krivulja horizontalna što se svodi na testiranje sljedeće hipoteze:

H0: J3' Bkapa J3 H1: ne H0

sa sljedećim statistikama:

H\*=(J3'Bkapaʌ4)'[J3'(X'X)^(-1) J3](j3'Bkapaʌ4) i E\*= ʌ4'E ʌ4,

gdje je J3 = , primjetimo da je E\* ista pograškovna statistika kao i testu paralelnosti.

Sada da bi vidjeli da li je prosječna krivulja horizontalna koristit ćemo F-test.

sljedeći kodovi u MATLAB-u daju nam hipotetnu i pogreškovnu statistiku.

>> H=((Ja'\*Bkapa\*delta)')\*inv(Ja'\*[1/10,0,0;0,1/7,0;0,0,1/10]\*Ja)\*(Ja'\*Bkapa\*delta)

H =

269.9212 -16.5544 282.2668

-16.5544 1.0153 -17.3116

282.2668 -17.3116 295.1772

Pogreškovna statistika je ista kao i u gornjem računu.

Sada nam treba Hottelingova statistika .

>> T2=trace(inv(noviE)\*H)

T2 =

1.2769

>>alpha=0.05;

>>p=3;

>>g=3;

>>alpha=0.05;

Te sada sprovodimo F -test.

>> F = T2\*(27-g-p+1)/p

F =

9.3639

>>v1=p;

>>v2=27-g-p+1;

>>P = 1-fcdf(F,v1,v2)

P =

0.0003

Kako sada vidimo da je P<alpha=0.05 odbacujemo hipotezu H0 da je prosječna krivulja horizontalna u korist hipoteze H1(da nije), uz nivo značajnosti 0.05.

Post-hoc analiza uprosječenih vrijednosti, kako bi vidjeli tko pravi razliku.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bonferroni test; variable Var2 (Spreadsheet27) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 15,041, df = 24,000 | | | | |
|  | **Var1** | **{1} - 26,650** | **{2} - 27,179** | **{3} - 17,325** |
| **1** | Control |  | 1,000000 | 0,000048 |
| **2** | Thyroxin | 1,000000 |  | 0,000084 |
| **3** | Thiouracil | 0,000048 | 0,000084 |  |

Vidimo da se utjecaj Thiouracila statistički značajno (P<alpha=0.05) razlikuje od kontrolne grupe i Thyroxin-a. Dakle Thiouracil statistički značajno utječe na težine štakora, odnosno dodavanjem Thiouracil-a u vodu štakori gube na težini.