AALTO YLIOPISTON PERUSTIETEIDEN KORKEAKOULU
Systeemianalyysin laboratorio

Mat-2.2103 Koesuunnittelu ja tilastolliset mallit

Kuusinen

Tentti, 23.8.2011

Kirjoita selvästi jokaiseen koepaperiin:

- kurssin koodi ja nimi
- opiskelijanumero, TEKSTATEN sukunimi, etunimet
- koulutusohjelma, vuosikurssi
- nimikirjoitus
- HUOM! Tee tehtävissä 3-5 vain pyydetyt testit, ei esim. mahdollisia jatkotutkimuksia.

1. a) Tee lyhyesti selkoa seuraavista käsitteistä:
   - Kiusatekijä
   - Latinalainen neliö
   - 2^k-faktorikoe

   b) Selitä lyhyesti, missä tilanteessa käytetään vastepintamenetelmää? Miksi vastepintamenetelmässä lisätään keskipiste 2^2-faktorikoeasetelmaan?

2. a) Selitä lyhyesti, mitä tarkoitetaan kahden faktorin yhdysvaikutuksella. Anna myös esimerkki jostain reaalimaailman tilanteesta, jossa yhdysvaikutusta voisi ilmetä.

   b) Halutaan tutkia faktorien A, B, C, D vaikutusta vasteeseen y. Suunnitellaan 2^{4-1} osafaktorikoe, jonka määrittelevä relaatio on $I = ABCD$.
   - Mitkä seuraavista käsittelykombinaatioista ovat mukana koesuunnitelmassa: (1), b, acd?
   - Mitkä ovat päävaikutuksen B ja yhdysvaikutuksen CD aliakset?
   - Mikä on koesuunnitelman resoluutio?

3. Pukutehtaalla verrattiin neljän eri kangaslaadun kulutuskestävyyttä. Kokeeseen otettiin neljä palaa kutakin kangaslaatua ja palojen painonmenetys (grammoina) mitattiin 10 000 hankauskerran jälkeen. Koetulokset on esitetty alla olevassa taulukossa.

Kangaslaatu			
1	2	3	4
2.45	2.55	2.15	2.05
2.38	2.65	2.35	2.10
2.40	2.75	2.31	2.13
2.25	2.70	2.28	2.20

Voidaan olettaa, että eri kangaslaatuihin liittyvien havaintojen varianssit ovat yhtä suuret.

Testaa 5 % merkitsevyystasolla, ovatko kankaiden keskimääräiset kulutuskestävyydet samat.

Aputulos: Havaintojen neliöiden summa = 89.536.

Käännä

4. Faktorien A ja B vaikutusta vasteeseen Y on tutkittu tekemällä 2^2-faktorikoe siten, että jokaisessa koepisteessä on tehty kolme riippumatonta koetoistoa. Tulokset:

A	B	Y		
$-$	$-$	15.2	14.4	12.0
$+$	$-$	22.4	18.6	18.0
$-$	$+$	23.0	26.2	25.5
$+$	$+$	30.5	27.4	28.0

Testaa tekijöiden A ja B yhdysvaikutusta merkitsevyystasolla 0.05.

Aputulos: Havaintojen neliöiden summa = 6084.82.

5. Nauriiden lehdet sisältävät paljon kalsiumia verrattuna moniin muihin vihanneksiin. Eräässä puutarhassa halutaan selvittää, onko nauriiden keskimääräisessä kalsiumpitoisuudessa eroja. Tätä varten neljästä satunnaisesti valitusta nauriista valitaan satunnaisesti kolme lehteä, joista jokaisesta otetaan kaksi 100 mg näytettä. Kalsiumin määrä näytteissä selvitetään mikrokemiallisin menetelmin. Tulokset on annettu alla olevassa taulukossa.

Kalsium-	Nauris											
pitoisuus %	1			2			3			4		
Lehti	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	3.28	3.52	2.88	2.46	1.87	2.19	2.77	3.74	2.55	3.78	4.07	3.31
	3.09	3.48	2.8	2.44	1.92	2.19	2.66	3.44	2.55	3.87	4.12	3.31

Tutki onko nauriiden ja niiden lehtien keskimääräisissä kalsiumpitoisuuksissa eroja. Käytä testeissä 5 % merkitsevyystasoa.

Aputulos: Havaintojen neliöiden summa = 228.0139.

Kaavoja

Yksisuuntainen varianssianalyysi

Neliösumma	Vapausasteet
$SST = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} y_{ji}^2 - \frac{1}{N} T^2$	$N - 1$
$SSG = \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{n_i} T_i^2 - \frac{1}{N} T^2$	$k - 1$
SSE	$N - k$

Kontrastien testaus

Hypoteesit

$$H_0 : \Gamma = \sum_{i=1}^{k} c_i \mu_i = 0$$

$$H_1 : \Gamma = \sum_{i=1}^{k} c_i \mu_i \neq 0$$

t-testisuure:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i \bar{y}_i}{\sqrt{MSE \sum_{i=1}^{k} \frac{c_i^2}{n_i}}}$$

jos H_0 pätee, niin $t \sim t(N - k)$.

Kaksisuuntainen varianssianalyysi

Neliösumma	Vapausasteet
$SST = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} y_{kij}^2 - \frac{1}{IJK}T_{...}^2$	$IJK - 1$
$SSA = \frac{1}{JK}\sum_{i=1}^{I} T_{.i.}^2 - \frac{1}{IJK}T_{...}^2$	$I - 1$
$SSB = \frac{1}{IK}\sum_{j=1}^{J} T_{..j}^2 - \frac{1}{IJK}T_{...}^2$	$J - 1$
$SS = \frac{1}{K}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} T_{.ij}^2 - \frac{1}{IJK}T_{...}^2$	
$SSAB$	$(I-1)(J-1)$
SSE	$IJ(K-1)$

$$SS = SSA + SSB + SSAB$$

Latinalaisten neliöiden koeasetelma

Neliösumma	Vapausasteet
$SST = \sum_{i=1}^{P}\sum_{j=1}^{P}\sum_{i=1}^{P} y_{kij}^2 - \frac{1}{P^2}T_{...}^2$	$P^2 - 1$
$SSA = \frac{1}{P}\sum_{k=1}^{P} T_{..k}^2 - \frac{1}{P^2}T_{...}^2$	$P - 1$
$SSR = \frac{1}{P}\sum_{i=1}^{P} T_{i..}^2 - \frac{1}{P^2}T_{...}^2$	$P - 1$
$SSC = \frac{1}{P}\sum_{j=1}^{P} T_{.j.}^2 - \frac{1}{P^2}T_{...}^2$	$P - 1$
SSE	$(P-2)(P-1)$

Satunnaistettu täydellinen lohkoasetelma

Neliösumma	Vapausasteet
$SST = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} y_{ij}^2 - \frac{1}{IJ}T_{..}^2$	$IJ-1$
$SSA = \frac{1}{J}\sum_{i=1}^{I} T_{i\cdot}^2 - \frac{1}{IJ}T_{..}^2$	$I-1$
$SSB = \frac{1}{I}\sum_{j=1}^{J} T_{\cdot j}^2 - \frac{1}{IJ}T_{..}^2$	$J-1$
SSE	$(I-1)(J-1)$

Kaksiasteinen hierarkkinen koeasetelma

Neliösumma	Vapausasteet
$SST = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{k=1}^{K} y_{kij}^2 - \frac{1}{IJK}T_{...}^2$	$IJK-1$
$SSA = \frac{1}{JK}\sum_{i=1}^{I} T_{\cdot i\cdot}^2 - \frac{1}{IJK}T_{...}^2$	$I-1$
$SSB(A) = \frac{1}{K}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} T_{\cdot ij}^2 - \frac{1}{JK}\sum_{i} T_{\cdot i\cdot}^2$	$I(J-1)$
SSE	$IJ(K-1)$

2^2-faktorikoe

Neliösumma	Vapausasteet
$SST = \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2}\sum_{k=1}^{n} y_{kij}^2 - 4n\bar{y}_{...}^2$	$4n-1$
$SSA = \frac{1}{4n}(ab+a-b-(1))^2$	1
$SSB = \frac{1}{4n}(ab-a+b-(1))^2$	1
$SSAB = \frac{1}{4n}(ab-a-b+(1))^2$	1
SSE	$4(n-1)$