

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота №2
з дисципліни « Методи оптимізації та планування » на тему
«Проведення двофакторного експерименту
з використанням лінійного рівняння регресії»

Виконав:
студент II курсу ФІОТ
групи ІВ – 93
Підгайний Данило
Номер залікової книжки: 9323
Варіант 18
Перевірив:
ас. Регіда П.Г.

Київ – 2021

Мета роботи: провести двофакторний експеримент, перевірити однорідність дисперсії за критерієм Романовського, отримати коефіцієнти рівняння регресії, провести натуралізацію рівняння регресії.

Завдання на лабораторну роботу:

1. Записати лінійне рівняння регресії.
2. Обрати тип двофакторного експерименту і скласти матрицю планування для нього з використанням додаткового нульового фактору ($x_0=1$).
3. Провести експеримент в усіх точках повного факторного простору (знайти значення функції відгуку y). Значення функції відгуку задати випадковим чином у відповідності до варіанту у діапазоні $y_{\min} \div y_{\max}$
4. Перевірити однорідності дисперсії за критерієм Романовського
5. Знайти коефіцієнти нормованих рівнянь регресії і виконати перевірку (підставити значення нормованих факторів і коефіцієнтів у рівняння).
6. Провести натуралізацію рівняння регресії й виконати перевірку натуралізованого рівняння.
7. Написати комп'ютерну програму, яка все це виконує.

Варіант завдання:

318	20	70	-15	45
-----	----	----	-----	----

Роздруківка тексту програми:

```
let math = require('mathjs');

// <----- Варіант 318 ----->

const X1_MIN = 20
const X1_MAX = 70
const X2_MIN = -15
const X2_MAX = 45
const Y_MIN = -2880
//const Y_MAX = -2980

// <----- корисні функції ----->

y = () => parseInt(Math.random() * 100, 10) + Y_MIN;

// наші y
y_arr = () => [y(), y(), y(), y(), y()];

round = (x, m = 100) => Math.round(x * m) / m
average = arr => round(arr.reduce((a, b) => a + b, 0) / arr.length);

// дисперсія по рядку
```

```

dispersion = y_arr => {
  let average2 = average(y_arr);
  return average(y_arr.map(item => (item - average2) * (item - average2)));
}

// <----- будуюмо вихідну таблицю ----->

let tab = [
  ["X1", "X2", "Y1", "Y2", "Y3", "Y4", "Y5", "Y_aver", "dispersion", '%'],
  [X1_MIN, X2_MIN, ...y_arr()],
  [X1_MAX, X2_MIN, ...y_arr()],
  [X1_MIN, X2_MAX, ...y_arr()]
]

// отримати масив y_arr
get_arr = (n) => tab[n].slice(2, 7)

// заповнюємо поле Y_aver
tab.slice(1).map((arr, i) => arr.push(average(get_arr(i + 1))))

// шукаємо дисперсію
tab.slice(1).map((arr, i) => arr.push(dispersion(get_arr(i + 1))))

// відсоток дисперсії
let dis_aver = [...tab.slice(1).map(arr => arr[8])].reduce((a, b) => a + b, 0)
tab.slice(1).map(arr => arr.push(round(arr[8] / dis_aver)))

// Кохрена
// менші критерій 7933 / 1000

// формула Романовського
// sqrt( 2(2 * 5 - 2) / 5(5 - 4) ) = 1.79
romanovsky = (q_1, q_2, q_3) => {
  return [Math.abs(3 / 5 * (q_1 / q_2) - 1) / 1.79 < 2.16,
    Math.abs(3 / 5 * (q_3 / q_1) - 1) / 1.79 < 2.16,
    Math.abs(3 / 5 * (q_3 / q_2) - 1) / 1.79 < 2.16].every(Boolean)
}

// <----- Розрахунок нормованих коефіцієнтів рівняння регресії. ----->
norm_coefficient = () => {
  let mx1 = (tab[1][0] + tab[2][0] + tab[3][0]) / 3
  let mx2 = (tab[1][1] + tab[2][1] + tab[3][1]) / 3
  let my = ([tab[1][7] + tab[2][7] + tab[3][7]]) / 3
  let a1 = (tab[1][0] * tab[1][0] + tab[2][0] * tab[2][0] + tab[3][0] * tab[3][0]) / 3
  let a2 = (tab[1][0] * tab[1][1] + tab[2][0] * tab[2][1] + tab[3][0] * tab[3][1]) / 3
  let a3 = (tab[1][1] * tab[1][1] + tab[2][1] * tab[2][1] + tab[3][1] * tab[3][1]) / 3
  let a11 = ([tab[1][7] * tab[1][0] + tab[2][7] * tab[2][0] + tab[3][7] * tab[3][0]]) / 3
  let a22 = ([tab[1][7] * tab[1][1] + tab[2][7] * tab[2][1] + tab[3][7] * tab[3][1]]) / 3
  let denominator = math.det([[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]])
  let b0 = math.det([[my, mx1, mx2], [a11, a1, a2], [a22, a2, a3]]) / denominator
  let b1 = math.det([[1, my, mx2], [mx1, a11, a2], [mx2, a22, a3]]) / denominator
  let b2 = math.det([[1, mx1, my], [mx1, a1, a11], [mx2, a2, a22]]) / denominator

  console.log('Нормоване рівняння регресії: y = '

```

```

        + round(b0, 1000) + ' + ' + round(b1, 1000) + 'x1 + ' + round(b2,
1000) + 'x2')
    // todo

    let delta_x1 = Math.abs(X1_MAX - X1_MIN) / 2
    let delta_x2 = Math.abs(X2_MAX - X2_MIN) / 2

    let x10 = (X1_MAX + X1_MIN) / 2
    let x20 = (X2_MAX + X2_MIN) / 2

    let a_0 = b0 - (b1 * x10 / delta_x1) - (b2 * x20 / delta_x2)
    let a_1 = b1 / delta_x1
    let a_2 = b2 / delta_x2

    console.log('Натуралізоване рівняння регресії: y = ' +
        round(a_0, 1000) + ' + ' + round(a_1, 1000) + 'x1 + ' + round(a_2,
1000) + 'x2')

    console.log('Перевірка:')
    console.table([
        ['y_нормальне', 'y_aver', 'y_натуралізоване'],
        [round(b0 + b1 * tab[1][0] + b2 * tab[1][1]), tab[1][7], round(a_0 +
a_1 * tab[1][0] + a_2 * tab[1][1])],
        [round(b0 + b1 * tab[2][0] + b2 * tab[2][1]), tab[2][7], round(a_0 +
a_1 * tab[2][0] + a_2 * tab[2][1])],
        [round(b0 + b1 * tab[3][0] + b2 * tab[3][1]), tab[3][7], round(a_0 +
a_1 * tab[3][0] + a_2 * tab[3][1])]
    ])
}

// <----- вивід даних ----->

// таблиця в студію
console.table(tab)

// Критерій Романовського
console.log('експеримент проведено ' + (romanovsky(tab[1][8], tab[2][8],
tab[3][8]) ? 'нормально' : 'ненормально'));

// нормальне рівняння
norm_coefficient()

```

Результати роботи програми:

```
"C:\Program Files\nodejs\node.exe" D:\lab2\script\main.js
```

(index)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	'X1'	'X2'	'Y1'	'Y2'	'Y3'	'Y4'	'Y5'	'Y_aver'	'dispersion'	'%'
1	20	-15	-2827	-2834	-2875	-2792	-2870	-2839.6	926.64	0.3
2	70	-15	-2808	-2874	-2821	-2870	-2805	-2835.6	913.84	0.3
3	20	45	-2878	-2791	-2861	-2794	-2831	-2831	1215.6	0.4

експеримент проведено нормально
Нормоване рівняння регресії: $y = -2839.05 + 0.08x_1 + 0.143x_2$
Натуралізоване рівняння регресії: $y = -2839.266 + 0.003x_1 + 0.005x_2$
Перевірка:

(index)	0	1	2
0	'y_нормальне'	'y_aver'	'y_натуралізоване'
1	-2839.6	-2839.6	-2839.27
2	-2835.6	-2835.6	-2839.11
3	-2831	-2831	-2838.99

Process finished with exit code 0

Відповіді на контрольні запитання:

1. Що таке регресійні поліноми і де вони застосовуються?

В теорії планування експерименту найважливішою частиною є оцінка результатів вимірів. При цьому використовують апроксимуючі поліноми, за допомогою яких ми можемо описати нашу функцію. В ТПЕ ці поліноми отримали спеціальну назву - регресійні поліноми, а їх знаходження та аналіз - регресійний аналіз.

2. Визначення однорідності дисперсій.

Обирають так названу «довірчу ймовірність» p – ймовірність, з якою вимагається підтвердити гіпотезу про однорідність дисперсій. У відповідності до p і кількості дослідів m обирають з таблиці критичне значення критерію. Кожне експериментальне значення R_{uv} критерію Романовського порівнюється з $R_{кр.}$ (значення критерію Романовського за різних довірчих ймовірностей p) і якщо для усіх кожне $R_{uv} < R_{кр.}$, то гіпотеза про однорідність дисперсій підтверджується з ймовірністю p .

3. Що називається повним факторним експериментом?

ПФЕ називається такий експеримент, при реалізації якого визначається значення параметра оптимізації при всіх можливих поєднаннях рівнів варіювання факторів. Якщо в багатофакторному експерименті використані всі можливі комбінації рівнів факторів, то такий експеримент називається повним факторним експериментом.

Висновки:

Під час виконання даної роботи я змодельював двофакторний експеримент, перевіряв однорідність дисперсії за критерієм Романовського, отримав коефіцієнти рівняння регресії та провів натуралізацію рівняння регресії. Результат натуралізації невдалий, можливо через невірне представлення чисел з плаваючою комою, або округленням. Інші дані коректні, а отже головна мета роботи досягнута