

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 експерименту»

Тема: «Проведення двофакторного експерименту з використанням лінійного рівняння регресії»

Виконав:

Студент 2 курсу кафедри ОТ
ФІОТ,

Навчальної групи ІО-91

Щурик Є.В.

Номер залікової книжки - 9129

Перевірив:

Ас. Регіда П.Г.

Київ 2021

Мета:

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

Завдання:

- 1) Записати лінійне рівняння регресії.
- 2) Обрати тип двофакторного експерименту і скласти матрицю планування для нього з використанням додаткового нульового фактору.
- 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 $y_{\min} : y_{\max}$

Варіанти обираються по номеру в списку в журналі викладача.

Варіант:

124	-20	15	-15	35
-----	-----	----	-----	----

Роздруківка коду:

```
from random import randrange
import math as mt
import numpy as np
m = 5
X = [[-1, 1, -1], [-1, -1, 1]]
Y = []

minX1 = -20
maxX1 = 15

minX2 = -15
maxX2 = 35

minY1 = -40
maxY1 = 60

# Generating Y
for i in range(5):
    Y.append([])
    for j in range(3):
        Y[i].append(randrange(minY1, maxY1+1))

# Full table
table = []
for i in range(3):
    table.append([X[0][i], X[1][i], Y[0][i], Y[1][i], Y[2][i], Y[3][i], Y[4][i]])

print("- *29)
print(" {:^5} {} {:^5} {} {:^5} {} {:^5} {} {:^5} {} {:^5} {} {:^5} {}".format("X1", "|",
"X2", "|", "Y1", "|", "Y2", "|", "Y3", "|", "Y4", "|", "Y5", "|"))

for i in range(3):
    for j in range(7):
        print("{:>6.1f}".format(table[i][j]), end=" |")
    print("\t")

# Average Y
```

```

avgY1 = sum([elem[0] for elem in Y])/5
avgY2 = sum([elem[1] for elem in Y])/5
avgY3 = sum([elem[2] for elem in Y])/5

# Dispersion
dis1 = sum([((elem[0] - avgY1) ** 2) for elem in Y])/5
dis2 = sum([((elem[1] - avgY2) ** 2) for elem in Y])/5
dis3 = sum([((elem[2] - avgY3) ** 2) for elem in Y])/5

# Deviation
deviation = mt.sqrt((2 * (2 * m - 2)) / (m * (m - 4)))

fuv1 = dis1/dis2
fuv2 = dis3/dis1
fuv3 = dis3/dis2

sigmaUv1 = ((m - 2) / m) * fuv1
sigmaUv2 = ((m - 2) / m) * fuv2
sigmaUv3 = ((m - 2) / m) * fuv3

ruv1 = abs(sigmaUv1 - 1) / deviation
ruv2 = abs(sigmaUv2 - 1) / deviation
ruv3 = abs(sigmaUv3 - 1) / deviation

print("\n" + "- " * 29)
print("Average Y1: {}\nAverage Y2: {}\nAverage Y3: {}".format(avgY1, avgY2, avgY3))

print("\n" + "- " * 29)
print("Dispersion 1: {}\nDispersion 2: {}\nDispersion 3: {}".format(dis1, dis2, dis3))

print("\n" + "- " * 29)
print("Deviation: {}".format(deviation))

print("\n" + "- " * 29)
print("Fuv 1: {}\nfuv 2: {}\nfuv 3: {}".format(fuv1, fuv2, fuv3))

print("\n" + "- " * 29)
print("Sigma 1: {}\nSigma 2: {}\nSigma 3: {}".format(sigmaUv1, sigmaUv2, sigmaUv3))

print("\n" + "- " * 29)
print("Ruv 1: {}\nRuv 2: {}\nRuv 3: {}".format(ruv1, ruv2, ruv3))

print("\n" + "- " * 29)
print("Check of dispersion`s uniformity is..")
if ruv1 <= 2 and ruv2 <= 2 and ruv3 <= 2:
    print("Successful")
else:
    print("Failed")

mx1 = sum(X[0])/3
mx2 = sum(X[1])/3
my = (avgY1 + avgY2 + avgY3)/3
a1 = sum([elem ** 2 for elem in X[0]])/3
a2 = ((X[0][0] * X[1][0]) + (X[0][1] * X[1][1]) + (X[0][2] * X[1][2]))/3
a3 = sum([elem ** 2 for elem in X[1]])/3
a11 = (X[0][0] * avgY1 + X[0][1] * avgY2 + X[0][2] * avgY3)/3
a22 = (X[1][0] * avgY1 + X[1][1] * avgY2 + X[1][2] * avgY3)/3

# Determinants
b0 = np.linalg.det([[my, mx1, mx2], [a11, a1, a2], [a22, a2, a3]])/np.linalg.det(
    [[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]])
b1 = np.linalg.det([[1, my, mx2], [mx1, a11, a2], [mx2, a22, a3]])/np.linalg.det(
    [[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]])
b2 = np.linalg.det([[1, mx1, my], [mx1, a1, a11], [mx2, a2, a22]])/np.linalg.det(
    [[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]])

print("\n" + "- " * 29)
print("Normalized regression equation: y = {:.1f} + {:.1f}x1 + {:.1f}x2".format(b0, b1, b2))

```

```

dx1 = abs(maxX1 - minX1)/2
dx2 = abs(maxX2 - minX2)/2
x10 = (maxX1 + minX1)/2
x20 = (maxX2 + minX2)/2
a0 = b0 - b1 * (x10 / dx1) - b2 * (x20/dx2)
a1 = b1/dx1
a2 = b2/dx2

print("\n" + "- "*29)
print("Naturalized regression equation: y = {:.1f} + {:.1f}x1 + {:.1f}x2".format(a0, a1, a2))

```

Результат виконання програми:

```

-----
X1 | X2 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 |
-1.0 | -1.0 | -35.0 | 44.0 | -34.0 | 56.0 | -24.0 |
1.0 | -1.0 | 46.0 | 60.0 | -5.0 | -7.0 | 9.0 |
-1.0 | 1.0 | 38.0 | 37.0 | 15.0 | 60.0 | 56.0 |

```

```

-----
Average Y1: 1.4

```

```

Average Y2: 20.6

```

```

Average Y3: 41.2

```

```

-----
Dispersion 1: 1603.8400000000001

```

```

Dispersion 2: 749.84

```

```

Dispersion 3: 257.36

```

```

-----
Deviation: 1.7888543819998317

```

```

-----
Fuv 1: 2.138909634055265

```

```

fuv 2: 0.16046488427773342

```

```

fuv 3: 0.3432198869092073

```

```

-----
Sigma 1: 1.283345780433159

```

```

Sigma 2: 0.09627893056664005

```

```

Sigma 3: 0.20593193214552438

```

Ruv 1: 0.1583951065465683

Ruv 2: 0.50519543598795

Ruv 3: 0.44389754462113074

Check of dispersion`s uniformity is..

Successful

Normalized regression equation: $y = 30.9 + 9.6x_1 + 19.9x_2$

Naturalized regression equation: $y = 24.3 + 0.5x_1 + 0.8x_2$

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 . Найчастіше в якості базисної функції використовується ряд Тейлора , який має скінченну кількість членів.

2) Визначення однорідності дисперсії?

Однорідність дисперсії показує відсутність грубих помилок в результатах експерименту(тобто дисперсія результатів задовільная критерій Романовського, результати експерименту мають приблизно однакові значення).

3) Що називається повним факторним експериментом?

Повним факторним експериментом (ПФЕ) називається такий експеримент, при реалізації якого визначається значення параметра оптимізації при всіх можливих поєднаннях рівнів варіювання факторів.

Висновок:

В ході лабораторної роботи проведено двофакторний експеримент в якому перевірено однорідність дисперсії за критерієм Романовського та отримано коефіцієнти рівняння регресії, проведено натуралізацію рівняння регресії. В ході реалізації завдання було розроблено програму, завдяки чому отримані знання закріплено практично.