

ボンフェローニの方法などによる平均値の多重比較

青木繁伸

2020年3月17日

1 目的

ボンフェローニの方法, ホルムの方法, シェイファーの方法, ホランド・コペンハーバーの方法による多重比較を行う。

2 使用法

原データを用いる場合

```
import sys
sys.path.append("statlib")
from xtest import Bonferroni_test
Bonferroni_test(data, group, method="Bonferroni_test", alpha=0.05)
```

二次データを用いる場合

```
import sys
sys.path.append("statlib")
from xtest import Bonferroni_test2
Bonferroni_test2(n, m, u, verbose=True)
```

2.1 引数

<code>method</code>	デフォルトは <code>Bonferroni_test</code> 。他に指定できるのは, <code>"Holm"</code> , <code>"Shaffer"</code> , <code>"Holland-Copenhaver"</code> 。 なお, <code>"Shaffer"</code> , <code>"Holland-Copenhaver"</code> は, 群の数が 10 以上の場合には統計表の都合上実行できないので, <code>"Holm"</code> に変更される。
<code>alpha</code>	有意水準 (デフォルトは 0.05)
<code>n</code>	各群のサンプルサイズを指定するベクトルまたはリスト
<code>m</code>	各群の平均値を指定するベクトルまたはリスト
<code>u</code>	各群の不偏分散を指定するベクトルまたはリスト
<code>verbose</code>	必要最小限のプリント出力をする

2.2 戻り値の名前

"method"	検定手法名
"alpha"	有意水準
"k"	行われる検定数
"result1"	各群の集計結果
"result2"	多重比較の結果表
"phi"	誤差分散の自由度
"v"	誤差分散

3 使用例

3.1 一次データを用いる場合

```
import numpy as np

data = [
    10.7, 9.7, 8.5, 9.4, 8.8, 8.4, 10.6, # 第 1 群のデータ, 7 例
    8.1, 8.3, 8.7, 6.9, 5.7, 9.5, 6.7, # 第 2 群のデータ, 7 例
    7.9, 7.5, 7.4, 9.2, 5.7, 8.3, 9.7, # 第 3 群のデータ, 7 例
    6.2, 7.1, 5.5, 4.7, 6.3, 6.9, 7.5 # 第 4 群のデータ, 7 例
]
group = np.repeat(range(4), 7)
```

3.2 ボンフェローニの方法

```
import sys
sys.path.append("statlib")
from xtest import Bonferroni_test

a = Bonferroni_test(data, group)
```

Multiple comparison of tow means (Bonferroni)

	n	mean	variance
Group-1	7	9.442857	0.896190
Group-2	7	7.700000	1.733333
Group-3	7	7.957143	1.719524
Group-4	7	6.314286	0.941429

	t value	p value	p threshold	judge
1:2	2.835166	0.009149	0.008333	not significant

1:3	2.416862	0.023620	0.008333	not significant
1:4	5.089355	0.000033	0.008333	significant
2:3	0.418303	0.679445	0.008333	not significant
2:4	2.254189	0.033587	0.008333	not significant
3:4	2.672492	0.013319	0.008333	not significant

3.3 ホルムの方法

```
import sys
sys.path.append("statlib")
from xtest import Bonferroni_test

a = Bonferroni_test(data, group, method="Holm")
```

Multiple comparison of two means (Holm)

	n	mean	variance
Group-1	7	9.442857	0.896190
Group-2	7	7.700000	1.733333
Group-3	7	7.957143	1.719524
Group-4	7	6.314286	0.941429

	t value	p value	p threshold	judge
1:4	5.089355	0.000033	0.008333	significant
1:2	2.835166	0.009149	0.010000	significant
3:4	2.672492	0.013319	0.012500	suspended
1:3	2.416862	0.023620	0.016667	suspended
2:4	2.254189	0.033587	0.025000	suspended
2:3	0.418303	0.679445	0.050000	suspended

3.4 シェイファーの方法

```
import sys
sys.path.append("statlib")
from xtest import Bonferroni_test

a = Bonferroni_test(data, group, method="Shaffer")
```

Multiple comparison of two means (Shaffer)

	n	mean	variance
Group-1	7	9.442857	0.896190
Group-2	7	7.700000	1.733333

```
Group-3 7 7.957143 1.719524
Group-4 7 6.314286 0.941429
```

```

      t value  p value  p threshold  judge
1:4  5.089355  0.000033   0.008333  significant
1:2  2.835166  0.009149   0.016667  significant
3:4  2.672492  0.013319   0.016667  significant
1:3  2.416862  0.023620   0.016667  suspended
2:4  2.254189  0.033587   0.025000  suspended
2:3  0.418303  0.679445   0.050000  suspended

```

3.5 ホランド・コペンハーバーの方法

```
import sys
sys.path.append("statlib")
from xtest import Bonferroni_test

a = Bonferroni_test(data, group, method="Holland_Copenhaver")
```

Multiple comparison of tow means (Holland_Copenhaver)

```

      n      mean  variance
Group-1 7  9.442857  0.896190
Group-2 7  7.700000  1.733333
Group-3 7  7.957143  1.719524
Group-4 7  6.314286  0.941429

      t value  p value  p threshold  judge
1:4  5.089355  0.000033   0.008512  significant
1:2  2.835166  0.009149   0.016952  significant
3:4  2.672492  0.013319   0.016952  significant
1:3  2.416862  0.023620   0.016952  not significant
2:4  2.254189  0.033587   0.025321  not significant
2:3  0.418303  0.679445   0.050000  not significant

```

3.6 二次データを用いる場合

```
d = [[10.7, 9.7, 8.5, 9.4, 8.8, 8.4, 10.6], # 第 1 群のデータ, 7 例
      [8.1, 8.3, 8.7, 6.9, 5.7, 9.5, 6.7], # 第 2 群のデータ, 7 例
      [7.9, 7.5, 7.4, 9.2, 5.7, 8.3, 9.7], # 第 3 群のデータ, 7 例
      [6.2, 7.1, 5.5, 4.7, 6.3, 6.9, 7.5]] # 第 4 群のデータ, 7 例
n = list(map(len, d))
```

```
m = list(map(np.mean, d))
u = list(map(lambda x: np.var(x, ddof=1), d))
```

各群のサンプルサイズ, 平均値, 不偏分散さえ分かれば検定できる。

```
print("n =", n)
print("m =", m)
print("u =", u)
```

```
n = [7, 7, 7, 7]
m = [9.442857142857141, 7.700000000000001, 7.957142857142857, 6.314285714285715]
u = [0.8961904761904753, 1.733333333333332, 1.7195238095238086, 0.9414285714285714]
```

```
from xtest import Bonferroni_test2

a = Bonferroni_test2(n, m, u, method="Holland_Copenhaver")
```

Multiple comparison of tow means (Holland_Copenhaver)

	n	mean	variance
Group-1	7	9.442857	0.896190
Group-2	7	7.700000	1.733333
Group-3	7	7.957143	1.719524
Group-4	7	6.314286	0.941429

	t value	p value	p threshold	judge
1:4	5.089355	0.000033	0.008512	significant
1:2	2.835166	0.009149	0.016952	significant
3:4	2.672492	0.013319	0.016952	significant
1:3	2.416862	0.023620	0.016952	not significant
2:4	2.254189	0.033587	0.025321	not significant
2:3	0.418303	0.679445	0.050000	not significant