Ф

Introducción

Condiciones u-test

▼ Ejemplo

Librerías

Datos Hipótesis

Condiciones

U-Test

Conclusión

Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con : Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía

Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (test) con Python

Joaquín Amat Rodrigo Diciembre, 2021

Más sobre ciencia de datos: cienciadedatos.net (https://cienciadedatos.net)

- Análisis de normalidad con python (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats06-analisis-nc python.html)
- Análisis de homocedasticidad y heterocedasticidad con (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats07-test-homocedasticidad-heterocedasticidad-python.htm
- Análisis de varianza (ANOVA) con Python (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats09-arvarianza-anova-python.html)
- T-test con Python (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats10-t-test-python.html)
- Bootstrapping para intervalos de confianza y contraste de hipótesis con (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats04-bootstrapping-python.html)
- <u>Test de permutación para el contraste de hipótesis con Python (https://www.cienciadedatos.net/documentos/rtest-permutacion-python.html)</u>

Introducción

El test U de Mann-Whitney-Wilcoxon, también conocido como u-test, prueba de suma de rangos Wilcoxon o rank-sum test, es un test no paramétrico que contrasta la hipótesis nula de que, dados dos valores x e y aleatoriamente de dos muestras independientes, la probabilidad de que x sea mayor que y es igual a la proba que y sea mayor que y. Se trata, por lo tanto, de un test para contrastar si dos muestras proceden de po equidistribuidas.

La idea sobre la que se fundamenta el u-test es la siguiente: si las dos muestras comparadas proceden de población, al combinar todas las observaciones y ordenarlas de menor a mayor, cabría esperar que, las observa una y otra muestra, estuviesen intercaladas aleatoriamente. Por lo contrario, si una de las muestras pertene población con valores mayores o menores que la otra población, al ordenar las observaciones, estas te agruparse de modo que, las de una muestra, queden por encima de las de la otra.

٥

Introducción

Condiciones u-test

▼ Ejemplo

Librerías

Datos

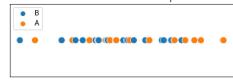
Hipótesis

Condiciones

U-Test

Conclusión

Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con : Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía Muestras obtenidas de la misma población



Muestras procedentes de distintas poblaciones



Acorde a esta idea, el u-test contrasta que la probabilidad de que una observación x de la población A super observación y de la población B es igual a la probabilidad de que una observación de la población B supere a población A. Es decir, que los valores de una población no tienden a ser mayores que los de la otra.

$$H_0: P(x > y) = P(y > x) \ H_a: P(x > y) \neq P(y > x)$$

o equivalente:

$$H_0: P(x > y) = 0.5 \ H_a: P(x > y) \neq 0.5$$

Es común encontrar mencionado que el u-test compara medianas, sin embargo, esto solo es cierto cu poblaciones comparadas difieren únicamente es su localización pero, el resto de características (dispersión, asir son iguales.

El u-test se considera la versión no paramétrica del t-test (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats python.html) de muestras independientes. Como que ocurre con muchos test no paramétricos, el u-test es menc que el t-test (tienen menos probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando realmente es falsa) ya que, al utiliza ignora valores extremos. Esto hace a su vez que el u-test sea una prueba más robusta que el t-test.

En este documento se muestra cómo utilizar las implementaciones disponibles en la librería <u>Pingouin (https://stats.org/generated/pingouin.ttest.html)</u> para realizar u-test en python.

Condiciones u-test

Las condiciones que se deben cumplir para que los resultados del u-test sean estrictamente válidos son:

- · Los datos tienen que ser independientes.
- Los datos tienen que ser ordinales o bien se tienen que poder ordenarse de menor a mayor.
- No es necesario asumir que las muestras se distribuyen de forma normal o que proceden de poblaciones Sin embargo, para que el test compare medianas, ambas han de tener el mismo tipo de distribución asimetría, ...).
- Igualdad de varianza entre grupos (homocedasticidad).

Introducción

Condiciones u-test

▼ Ejemplo

Librerías

Datos

Hipótesis

Condiciones

U-Test Conclusión

Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con : Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía

Ejemplo

Supóngase que se dispone de dos muestras, de las que no se conoce el tipo de distribución de las poblaciones y cuyo tamaño es demasiado pequeño para determinar si siguen una distribución normal. ¿Existe una significativa entre poblaciones?

Nota: se emplean muestras pequeñas para poder ilustrar fácilmente los pasos, no significa que con mue pequeñas el u-test sea preciso.

Librerías

Las librerías utilizadas en este ejemplo son:

```
In [37]: import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from scipy import stats
import pingouin as pg
```

Datos

Out[38]:

	valor	muestra
0	1.1	Α
1	3.4	Α
2	4.3	Α
3	2.1	Α
4	7.0	Α
5	2.5	Α
6	7.0	В
7	8.0	В
8	3.0	В
9	5.0	В
10	6.2	В
11	4.4	В

.....

Introducción

Condiciones u-test

▼ Ejemplo

Librerías Datos

Hipótesis

Condiciones

U-Test Conclusión

Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con a Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía

Hipótesis

- H_0 : la probabilidad de que una observación de la población A sea mayor que una observación de la pobla igual que la probabilidad de que una observación de la población B sea mayor que una observación de la pot
- H_a : la probabilidad de que una observación de la población A sea mayor que una observación de la població igual que la probabilidad de que una observación de la población B sea mayor que una observación de la pot

Condiciones

Para poder aplicar el u-test, se requiere que la varianza sea igual en los dos grupos. Los test más recomenda analizar homocedasticidad en estos casos son el test de Levene o el test de Fligner-Killeen, ambos trabaja mediana por lo que son menos sensibles a la falta de normalidad. Si se está empleando un u-test suele ser p datos no se distribuyen de forma normal.

```
In [39]: # Test de homocedasticidad
          pg.homoscedasticity(data=datos, dv='valor', group='muestra', method='levene')
Out[39]:
                      w
                             pval equal var
           levene 0.002562 0.960625
                                      True
```

No hay evidencias en contra de la igualdad de varianzas.

U-Test

Una vez comprobadas las condiciones necesarias para que el u-test sea válido, se procede a calcular su estavalue asociado y tamaño de efecto. Para ello, se utiliza la función mwu de la librería pingouin.

```
In [40]: | # U-test (p-value y tamaño de efecto)
          pg.mwu(x=valores A, y=valores B, alternative='two-sided')
Out[40]:
                U-val alternative
                                  p-va
                                            RBC
                                                   CLES
                 6.5 two-sided 0.077648 0.638889 0.180556
```

Conclusión

El u-test no muestra evidencias notables (p-value = 0.06926) para rechazar la hipótesis nula de que, las observa una muestra, tienen mayor probabilidad de tener valores superiores a las de la otra muestra.

Introducción

Condiciones u-test

▼ Ejemplo

Librerías

Datos

Hipótesis

Condiciones U-Test

Conclusión

Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con a Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía

Comparación entre t-test y u-test

Una de las aplicaciones más frecuentes del u-test es su uso como alternativa al t-test cuando las muestras no de poblaciones con distribución normal o porque tienen un tamaño demasiado reducido para poder afirr importante tener en cuenta que, aunque ambos test permiten realizar inferencia sobre la diferencia entre poblac hipótesis contrastadas no son las mismas. Mientras que el t-test siempre compara las medias de los grupos, el menos específico. Si las distribuciones de las poblaciones subyacentes se diferencian únicamente en loc entonces, el u-test compara medianas, para el resto de escenarios (poblaciones con distinta distribución, d asimetría...) contrasta si P(X > Y) = P(Y > X). En este segundo caso, la interpretación de los p-values directa. Es debido a esta naturaleza flexible por lo que hay que ser cauteloso con el u-test. Por ejemplo, s muestras comparadas proceden de poblaciones con asimetrías en direcciones opuestas, a pesar de que tanto como la mediana sean exactamente las mismas en ambos grupos, el p-value obtenido puede ser muy bajo.

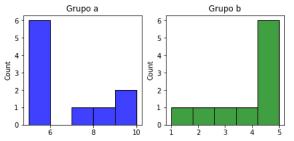
En la práctica, el escenario en el que la única diferencia entre poblaciones es la localización es poco realis distribuciones tienen colas (asimetría) y las medias o medianas son distintas, es muy probable que las varianza lo sean. De hecho, la distribución normal es la única distribución estándar en la que la media y la vari independientes. Por lo tanto, si el u-test se está aplicando por falta de normalidad y las medias-medianas no so lo más seguro es que no se cumpla con total rigurosidad la igualdad de varianzas. Es necesario evalu características para poder determinar si el u-test es suficientemente robusto para el estudio en cuestión.

Cuando la hipótesis que se quiere contrastar tiene que ser exclusivamente la igualdad de medianas se puede re regresión cuantiles, concreto al cuantil 0.5, en test perm (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats03-test-permutacion-python.html) boo (https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats04-bootstrapping-python.html).

U-test aplicado a muestras con asimetría opuesta

Supóngase que se dispone de las siguientes muestras y de que se desea conocer si existe diferencia significa las poblaciones de origen.

```
In [41]: # Datos
         grupo_a = np.array([5, 5, 5, 5, 5, 5, 7, 8, 9, 10])
         grupo_b = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5])
         fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(7, 3))
         sns.histplot(grupo_a, color="blue", ax=axs[0])
         axs[0].set title('Grupo a')
         sns.histplot(grupo_b, color="green", ax=axs[1])
         axs[1].set_title('Grupo b');
```



En vista de que el tamaño muestral es pequeño y de que ambos grupos muestran una clara asimetría, el t-te descartado. Una posible alternativa es emplear el u-test con la intención de comparar las medianas.

ò

Introducción

Condiciones u-test

▼ Ejemplo

Librerías

Datos

Hipótesis

Condiciones U-Test

Conclusión

Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con a Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía

```
In [42]: # U-test
          # ====
          pg.mwu(x=grupo_a, y=grupo_b, alternative='two-sided')
Out[42]:
                 U-val alternative
                                    p-val RBC CLES
           MWU
                        two-sided 0.007196
                 82.0
                                         -0.64
                                                 0.82
```

El p-value obtenido indica claras evidencias en contra de la hipótesis nula de que las medianas de ambos gr iguales. Sin embargo, si se calculan las medianas de las muestras, el resultado es el mismo.

```
In [43]: print('Mediana grupo a: ', np.median(grupo_a))
         print('Mediana grupo b: ', np.median(grupo_b))
         Mediana grupo a: 5.0
         Mediana grupo b: 5.0
```

¿Cómo es posible que, siendo las medianas exactamente las mismas, el p-value obtenido en el test sea signific este caso, el problema no se encuentra en el test de Mann-Whitney-Wilcoxon en sí mismo, sino en la aplicacio le quiere dar. Como las dos poblaciones tienen asimetrías en direcciones opuestas, es decir, sus diferencias var de la localización, el u-test no puede emplearse para comparar medianas. Lo que nos está indicando es qu evidencias suficientes para afirmar que los miembros de un grupo tienen mayor probabilidad de estar por encir del otro.

Potencial problema del u-test con tamaños muestrales grandes

Suele recomendarse emplear el u-test en lugar del t-test cuando los tamaños muestrales son pequeños y no evidencias de que las poblaciones de origen siguen una distribución normal. Si bien esta práctica está fundamentada, no hay que confundirla con la de utilizar el u-test como alternativa al t-test siempre que no se normalidad y sin tener en cuenta el tamaño muestral.

A medida que el número de observaciones aumenta, también lo hace la robustez del t-test frente a desviacio normalidad. Por otro lado, el u-test incrementa su sensibilidad a diferencias más allá de las medianas. Por aumenta el poder estadístico de detectar diferencias significativas en la probabilidad de que observaciones de superen a las del otro debido únicamente a diferencias en la dispersión de las poblaciones de origen y no pomedianas sean distintas.

Si el objetivo del estudio es identificar cualquier diferencia distribucional, esto no supone un problema pero, si quiere comparar son las medianas, se obtendrán p-values que no se corresponden con la pregunta que el inv quiere responder.

Considérense dos muestras que proceden de dos poblaciones distintas, una con distribución normal y distribución log-normal (asimetría derecha). Ambas poblaciones tienen la misma mediana pero clarament distribuciones distintas.

- Distribución normal: media = mediana
- Distribución log-normal: media = $exp(\mu + rac{\sigma^2}{2})$, mediana = $exp(\mu)$

Tabla de contenidos Introducción Condiciones u-test Figemplo Librerías Datos Hipótesis Condiciones U-Test Conclusión Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con i

Potencial problema del u-test co

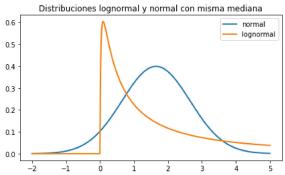
Información de sesión

Bibliografía

```
In [44]: # Función de densidad de La distribución normal
    x = np.linspace(-2, 5, num=1000)
    dist_norm = stats.norm(loc=1.648721, scale=1)
    y = dist_norm.pdf(x)
    fig, ax = plt.subplots(figsize=(7, 4))
    ax.plot(x, y, linewidth=2, label='normal')

# Función de densidad de La distribución Log_normal
    dist_lognorm = stats.lognorm(s=1.7, scale=np.exp(0.5))
    y = dist_lognorm.pdf(x)
    ax.plot(x, y, linewidth=2, label='lognormal')

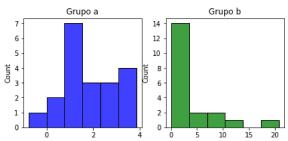
ax.set_title('Distribuciones lognormal y normal con misma mediana')
    ax.legend();
```



Supóngase ahora que el investigador, que desconoce la distribución real de las poblaciones, obtiene dos muest observaciones cada una.

```
In [45]: np.random.seed(123)
    muestra_a = dist_norm.rvs(size=20)
    muestra_b = dist_lognorm.rvs(size=20)

fig, axs = plt.subplots(1, 2, figsize=(7, 3))
    sns.histplot(muestra_a, color="blue", ax=axs[0])
    axs[0].set_title('Grupo a')
    sns.histplot(muestra_b, color="green", ax=axs[1])
    axs[1].set_title('Grupo b');
```



Dada la falta de normalidad, el investigador considera que el t-test no es adecuado para comparar la localizaci poblaciones y decide que quiere comparar medianas con el u-test.

El resultado indica que no hay evidencias para considerar que la localización de las poblaciones es distinta y que las medianas de ambas poblaciones son iguales.

Véase lo que ocurre si el tamaño muestral se incrementa de 20 a 1000 observaciones.

Introducción

Condiciones u-test

▼ Ejemplo

Librerías

Datos

Hipótesis

Condiciones

U-Test

Conclusión

Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con a Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía

```
In [47]: np.random.seed(123)
          muestra_a = dist_norm.rvs(size=1000)
          muestra_b = dist_lognorm.rvs(size=1000)
          pg.mwu(x=muestra a, y=muestra b, alternative='two-sided')
Out[47]:
                                                         CLES
                   U-val alternative
                                                  RBC
                         two-sided 4.552605e-07 0.130276 0.434862
          MWU 434862.0
```

En este caso, la conclusión obtenida es totalmente opuesta, hay muchas evidencias en contra de la hipótesis nu ambas poblaciones tienen la misma localización por lo que el investigador podría concluir erróneamente que las de ambas poblaciones son distintas.

Este ejemplo pone de manifiesto la importancia que tiene el tamaño muestral en la potencia del u-test y la neci entender que, si las distribuciones no son iguales a excepción de su localización, el test es muy sensible de diferencias en las distribuciones a pesar de que sus medianas sean las mismas. En este caso, el investigador so concluir que hay evidencias de que la distribución de las dos poblaciones se diferencia en algún aspecto, pero concretar cuál.

Información de sesión

```
In [48]: import session_info
         session_info.show(html=False)
         ipykernel
                              6.2.0
                              3.4.3
         matplotlib
         numpv
                              1.19.5
                              1.2.5
         pandas
         pingouin
                              0.5.0
         scipy
                              1.7.1
         seaborn
                              0.11.0
         session info
                              1.0.0
         IPython
                              7.26.0
         jupyter_client
                              6.1.7
         jupyter_core
                              4.6.3
         jupyterlab
                              2.1.3
         notebook
                              6.4.0
         Python 3.7.9 (default, Aug 31 2020, 12:42:55) [GCC 7.3.0]
         Linux-5.11.0-43-generic-x86_64-with-debian-bullseye-sid
         Session information updated at 2021-12-29 16:12
```

Bibliografía

t-tests, non-parametric tests, and large studies—a paradox of statistical practice?, Morten W Fagerland

The Wilcoxon-Mann-Whitney test under scrutiny, Fagerland MW, Sandvik L.

Performance of five two-sample location tests for skewed distributions with unequal variances, Fagerland MW, Sa

Should we always choose a nonparametric test when comparing two apparently nonnormal distributions?, Sk Fenstad GU.

Wilcoxon-Mann-Whitney or t-test? On assumptions for hypothesis tests and multiple interpretations of decis Michael P.Fay and Michael A.Proschan

What hypotheses do "nonparametric" two-group tests actually test?, Conroy, Ronán M.

23/3/23, 1:04 Tabla de contenidos € Ф Introducción Condiciones u-test ▼ Ejemplo Librerías Datos Hipótesis

Condiciones

U-Test

Conclusión Comparación entre t-test y u-tes U-test aplicado a muestras con : Potencial problema del u-test co Información de sesión Bibliografía

¿Cómo citar este documento?

Test U de Mann-Whitney-Wilcoxon (U-test) con Python by Joaquín Amat Rodrigo, available under a Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) at https://www.cienciadedatos.net/documentos/pystats10-t-test-python.html

¿Te ha gustado el artículo? Tu ayuda es importante

Mantener un sitio web tiene unos costes elevados, tu contribución me ayudará a seguir generando contenido divu gratuito. ¡Muchísimas gracias! 😊





(http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

This work by Joaquín Amat Rodrigo is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Internationa (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

