
Nonparametric Statistics (Unfinished)

Sunthud Pornprasertmanit
Chulalongkorn University

Topics

- Nonparametric Statistics
- The Single-Sample Case
- Two Related Samples
- Two Independent Samples
- k Related Samples

Nonparametric Statistics

- สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) เป็นการนำข้อมูลจากค่าสถิติไปใช้ตรวจสอบ ประมวลค่า หรืออ้างอิงไปยังค่าพารามิเตอร์
- รูปแบบการอ้างอิงไปยังประชากรมี 2 แบบ
 - สถิติที่กำหนดรูปแบบของประชากร (Parametric Statistics)
 - สถิติที่ไม่กำหนดรูปแบบของประชากร (Nonparametric Statistics)

Nonparametric Statistics

- ข้อแตกต่างระหว่าง Parametric และ Nonparametric Statistics
 - Parametric Statistics กำหนดรูปแบบการกระจายของประชากร
 - Parametric Statistics จะมีอำนาจ (Power) ในการทดสอบสมมติฐานมากกว่า
 - ระดับการวัดของข้อมูลที่ทำให้ค่าสถิติมีความหมายแตกต่างกัน

Nonparametric Statistics

- Parametric Statistics กำหนดรูปแบบการกระจายของประชากรและรูปแบบการสุ่ม
 - รูปแบบการกระจายของประชากร และรูปแบบการสุ่มจะแสดงให้เห็นในรูปข้อสมมติฐานเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์สถิติ (Statistical Assumption)
 - สถิติที่มีข้อสมมติฐานเบื้องต้นมาก มักเป็นสถิติที่มีอำนาจในการทดสอบสูง

Nonparametric Statistics

- Parametric Statistics กำหนดรูปแบบการกระจายของประชากรและรูปแบบการสุ่ม
 - เช่น ข้อสมมติฐานเบื้องต้นก่อนการใช้ t-test
 1. การวัดแต่ละครั้งเป็นอิสระจากกัน
 2. การวัดถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีการกระจายเป็น โค้งปกติ
 3. ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสองกลุ่ม กลุ่มทั้งสองต้องมีค่าความแปรปรวนเท่ากัน
 4. ระดับการวัดของตัวแปรควรมีระดับอันตรภาคขึ้นไป เพื่อการแปรผลได้

Nonparametric Statistics

- Parametric Statistics กำหนดรูปแบบการกระจายของประชากรและรูปแบบการสุ่ม
 - ถ้าไม่เป็นไปตามข้อสมมติฐานเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ อาจทำให้การอ้างอิงไปยังประชากรไม่ถูกต้อง

Nonparametric Statistics

- Parametric Statistics จะมีอำนาจ (Power) ในการทดสอบสมมติฐานมากกว่า
 - ยิ่งข้อสมมติฐานเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติบ่อย ค่าสถิติทดสอบสมมติฐานจะมีอำนาจในการทดสอบน้อยลง
 - Power-efficiency เป็นตัวชี้วัดที่บอกว่าควรต้องใช้กลุ่มตัวอย่างในสถิติทดสอบแบบ B เท่าไร จึงจะได้อำนาจในการทดสอบสมมติฐานเท่ากับสถิติทดสอบแบบ A เมื่อให้กลุ่มตัวอย่างของสถิติทดสอบ A คงที่

Nonparametric Statistics

- Parametric Statistics จะมีอำนาจ (Power) ในการทดสอบสมมติฐานมากกว่า
 - Power-efficiency

$$\text{Power - efficiency of test B} = \frac{100N_A}{N_B} \text{ percent}$$

ถ้าค่านี้เท่ากับ 90 % หมายความว่าสถิติทดสอบ B ใช้กลุ่มตัวอย่าง 100 คนจะเท่ากับที่สถิติทดสอบ A ใช้กลุ่มตัวอย่าง 90 คน จึงจะมีอำนาจในการทดสอบเท่ากัน

Nonparametric Statistics

- ระดับการวัดของข้อมูลที่ทำให้ค่าสถิติมีความหมายแตกต่างกัน

	Nominal	Ordinal	Interval	Ratio
Equivalence	✓			
Greater than	✓	✓		
Known ratio of any two intervals	✓	✓	✓	
Known ratio of any two scale values	✓	✓	✓	✓

Nonparametric Statistics

- ข้อดีของ Nonparametric Statistics
 - If the sample size is very small, there may be no alternative to using a nonparametric statistical test unless the nature of the population distribution is known exactly
 - Make fewer assumptions and may be more relevant to a particular situation
 - Available to analyze data which are inherently in ranks

Nonparametric Statistics

- ข้อดีของ Nonparametric Statistics
 - Available to treat data which are simply classificatory or categorical
 - They are suitable for treating samples made up of observations from several different populations. (i.e. heterogeneity of variance)
 - Interpretation is more direct than parametric statistics

Nonparametric Statistics

- ข้อดีของ Nonparametric Statistics
 - Less power-efficiency
 - They are not systematic. Although this is partly true, it does not seem to us that the value of systematic approaches justifies the cost. (Indeed, systematic)
 - Tables necessary to implement nonparametric tests are scattered widely and appear in different formats.

Nonparametric Statistics

- การเลือกใช้ระหว่าง Parametric และ Nonparametric Statistics ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อสมมติฐานเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ
- ถ้าเลือกได้ ควรใช้ Parametric Statistics ก่อน เพราะ Nonparametric Statistics เป็นการทำลายข้อมูล (เช่น ระยะห่างระหว่างช่วงเท่ากัน)

The Single-Sample Case

- The one-sample test is often a goodness-of-fit test.
- Test the hypothesis that the sample was drawn from a population with a specified distribution or specified characteristics

The Single-Sample Case

- In the one-sample case, a common parametric technique is to apply a t test.
- Many situations that t test cannot use.
 - Assumptions and requirements for proper interpretation
 - Gain greater generality for the conclusions.
 - Data in ranks or categorical
 - No useful parametric test for particular statistics

The Single-Sample Case

- The binomial test
 - Dichotomous data \rightarrow binary population
(Denote each outcome as either 1 or 0)
 - p = probability of sampling an object from first category and $q = 1 - p$
 - Despite fixed P in population, there is sampling error making p in samples varies.
 - Binomial distribution uses as statistical model.
-

The Single-Sample Case

■ The binomial test

- The binomial test ถูกใช้เพื่อทดสอบว่าค่า p ที่ได้ มีโอกาสเกิดมากน้อยเพียงใด ถ้าถูกสุ่มมาจากประชากรที่มีค่าความเป็นไปได้ชัดเจน
- เช่น ในการโยนเหรียญ 100 ครั้ง ได้หัวทั้งหมด 30 ครั้ง อยากถามว่าโอกาสที่จะได้หัว 30 ครั้งหรือน้อยกว่า มีค่าเท่ากับเท่าใด ถ้าโอกาสการเกิดหัวเท่ากับ 50 %
- สามารถทดสอบได้ทั้งทางเดียวหรือสองหาง

The Single-Sample Case

■ The chi-square test

- ตัวแปรที่ทดสอบสามารถกระจายไปอยู่ได้หลายกลุ่ม เช่น ศาสนา, รูปแบบการตอบแบบทดสอบ Rorschach
- สามารถทดสอบได้ว่าความถี่ในแต่ละกลุ่มที่เกิดขึ้น มีโอกาสเป็นไปได้ที่จะสุ่มมาจากค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้มากน้อยเพียงใด
- เช่น ทดสอบการโยนลูกเต๋า 120 ครั้ง ได้เลข 1-6 เท่ากับ 10, 15, 10, 35, 25, 25 ตามลำดับ ถ้าลูกเต๋านี้ยุติธรรม (โอกาสออกเลขต่างๆ เท่ากัน โอกาสเกิดความถี่แบบนี้เท่ากับเท่าไร)

The Single-Sample Case

- The chi-square test

- จากตัวอย่างนี้ สมมติฐานหลักคือ

$$H_0 : P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = \frac{1}{6}$$

- ถ้าสมมติฐานนี้เป็นจริง ความถี่ของการเกิดเลข 1-6 ที่น่าจะเกิดขึ้นคือ 20, 20, 20, 20, 20, 20 ซึ่งความถี่นี้เรียกว่าค่าคาดหวัง (Expected frequency)

The Single-Sample Case

■ The chi-square test

- ค่านี้จะนำมาเปรียบเทียบกับความถี่ที่สำรวจได้ (Observed frequency) เพื่อคำนวณค่าไคสแควร์ แล้วทดสอบว่าถ้าสมมติฐานหลักเป็นจริง โอกาสที่จะสุ่มได้ความถี่นี้เท่ากับเท่าไร
- ถ้าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ก็จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก
- การดูค่าไคสแควร์ที่ระดับนัยสำคัญใด ให้ดูจากการกระจายแบบไคสแควร์ที่ $df = k - 1$

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

The Single-Sample Case

■ The chi-square test

- ถ้า $df = 1$ ค่าความถี่คาดหวังในแต่ละกลุ่มควรมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 5
- ถ้า $df > 1$ (หรือกลุ่มมากกว่า 2 กลุ่ม) ควรมีกลุ่มที่มีค่าคาดหวังน้อยกว่า 5 ไม่เกินร้อยละ 20 และไม่มีกลุ่มใดที่ค่าคาดหวังน้อยกว่า 1 เลย
- เนื่องจากไค้การกระจายจากเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง จะไม่ใกล้เคียงกับการกระจายแบบไคสแควร์ อาจแก้ไขได้ด้วยการรวมกลุ่ม

The Single-Sample Case

- The Kolmogorov-Smirnov test
 - เป็นสถิติเปรียบเทียบระหว่างการกระจายของข้อมูลที่ได้ และการกระจายตามที่ได้ตั้งเอาไว้ในทฤษฎี (เช่น การกระจายรูปโค้งปกติ)
 - ในการทดสอบด้วยสถิตินี้ จะต้องนำความถี่สะสมของข้อมูลที่ได้ และความถี่สะสมจากการกระจายที่ได้ตั้งไว้ในทฤษฎี แล้วดูว่าในค่าแต่ละค่า จะได้ความถี่สะสมเท่ากับเท่าใด
 - ถ้าความถี่สะสมแตกต่างกันมาก จะหมายความว่า การกระจายมีแนวโน้มที่จะไม่ได้มาจากทฤษฎีที่ตั้งเอาไว้

The Single-Sample Case

■ The Kolmogorov-Smirnov test

- เช่น สมมติว่าทดสอบการกระจายของข้อมูลว่าอยู่ในรูปโค้งปกติหรือไม่

T-score	30	40	50	60	70
cp_o	.03	.10	.34	.52	.97
cp_e	.01	.16	.50	.64	.99
Abs(D)	.02	.06	.16	.12	.02

- สถิตินี้จะหาว่าค่าสูงสุดของ Abs(D) เท่ากับเท่าไร โอกาสที่เกิดขึ้นจากการสุ่มเท่ากับเท่าไร

The Single-Sample Case

- The Kolmogorov-Smirnov test
 - ถ้าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ แสดงว่าการกระจายของข้อมูลจริง ไม่สอดคล้องกับการกระจายจากทฤษฎี

The Single-Sample Case

■ The Run Test

- บางครั้ง ในการ โยนเหรียญ แม้ว่าโอกาสในการเกิดหัวและเกิดก้อยเท่ากัน แต่เหรียญนี้อาจมีอคติได้ ถ้าลำดับการเกิดหัวหรือก้อยมีรูปแบบบางอย่าง
- เช่น เกิดหัวติดต่อกัน 5 ครั้ง แล้วจึงเกิดก้อยติดต่อกัน 5 ครั้ง
- หรือใน 10 ครั้ง เกิดหัวหรือก้อยสลับกันทุกครั้ง
- ทั้งสองกรณี โอกาสเกิดขึ้นได้ แต่น้อยมาก

The Single-Sample Case

■ The Run Test

- สถิตินี้จะดูลักษณะการจับกลุ่มของการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ว่าการจับกลุ่มรูปแบบต่างๆ มีโอกาสเกิดจากการสุ่มมากน้อยเพียงใด โดยไม่สนใจโอกาสการเกิดแต่ละเหตุการณ์
- การใช้สถิตินี้ ต้องดูการเกิดการจับกลุ่ม (Run) ของข้อมูล

TTTTTHHHHH $r = 2$

HTHTHTHT $r = 10$

HHTHTTTHTH $r = 6$

The Single-Sample Case

■ The Run Test

- สถิตินี้จะดูว่าถ้ารูปแบบการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ เป็นการสุ่มจริง จำนวนการจับกลุ่มที่สังเกตได้มี โอกาสเกิดขึ้นเท่ากับเท่าไร
- ถ้าต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ จะบอกว่าลำดับการเกิดเหตุการณ์ ไม่ได้เกิดขึ้นโดยสุ่ม

Two Related Sample

- Related or dependent sample may be occur by matching, repeated-measured or relatives.

Two Related Samples

- The usual parametric technique for analyzing data from two related samples is the dependent t-test.
- Sometimes, it is not appropriate because
 - Violated assumptions or requirement
 - Researcher want greater generality
 - Differences between pairs cannot measure
 - The scores are simply classificatory.

Two Related Samples

■ The McNemar Change Test

- ตัวแปรตามในสถิตินี้ต้องเป็นแบบ dichotomous
- สมมติว่าตัวแปรตามมีรูปแบบการตอบคือ A และ B การทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบว่าคนที่เปลี่ยนจาก A ไป B เท่ากับ B ไป A หรือไม่
- จากนั้นทดสอบความถี่จาก A ไป B และความถี่จาก B ไป A ด้วย binomial test หรือ Chi-square test
- เช่น การปราศรัย ส่งผลให้คนเปลี่ยนแปลงการเลือกหรือไม่เลือกพรรคไทยรักไทยอย่างไร คนเปลี่ยนเข้ามาเลือก เท่ากับคนเปลี่ยนไปไม่เลือกหรือไม่

Two Related Samples

■ The McNemar Change Test

- สมมติฐานอาจเป็นทางเดียวหรือสองทาง

ก่อน\หลัง	เลือก	ไม่เลือก
เลือก	A	B
ไม่เลือก	C	D

สมมติฐานหลัก

$$H_0 : f_B = f_C$$

การเลือกเปลี่ยนแปลงไป

$$H_1 : f_B \neq f_C$$

คนเปลี่ยนใจเป็นไม่เลือกมากกว่าเดิม

$$H_1 : f_B > f_C$$

Two Related Samples

■ The Sign Test

- สถิตินี้จะดูการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มตัวอย่าง ว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คะแนนเปลี่ยนแปลงไปทางบวกเท่ากับที่เปลี่ยนแปลงไปทางลบหรือไม่
- ไม่สนใจปริมาณการเปลี่ยนแปลง
- สมมติฐานทดสอบคือ

$$H_0 : P[X_i > Y_i] = P[X_i < Y_i] = 0.5$$

- การทดสอบใช้ Binomial test โดยตัดกรณีที่คะแนนเท่ากันทิ้ง

Two Related Samples

■ The Wilcoxon Signed Rank Test

- สถิตินี้จะดูการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มตัวอย่าง ว่าเปลี่ยนแปลงไปทางบวกหรือลบจำนวนเท่าใด และมากน้อยเพียงใด
- สถิตินี้คล้ายกับ **Dependent t-test** มาก เพียงแต่ว่าไม่ได้ใช้ค่าของคะแนนจริง ใช้ลำดับของขนาดความแตกต่างแทน
- เป็นการทดสอบว่าค่ามัธยฐานของการวัดทั้งสองครั้งเท่ากันหรือไม่

Two Related Samples

■ The Wilcoxon Signed Rank Test

- กระบวนการคือว่า จะเรียงลำดับขนาดความแตกต่างจากมากไปหาน้อย
- จากนั้น ดูว่าความแตกต่างใดเป็นบวก ความแตกต่างใดเป็นลบ
- และดูว่า ผลรวมของลำดับความแตกต่างในบวก กับลบเท่ากันหรือไม่
- ถ้าผลรวมแตกต่างกันเกินระดับนัยสำคัญ ถือว่าการวัดทั้งสองครั้งมีค่ามัธยฐานแตกต่างกัน
- สำหรับกรณีใดที่ค่าไม่เปลี่ยนแปลง จะนำออกจากการวิเคราะห์

Two Independent Samples

- Can be obtained by either of two methods
 - Each be drawn at random from two populations
 - Arise from the assignment at random of two treatments to the members of some sample the origins of which are arbitrary.
- It is not necessary that the two samples be of the same size

Two Independent Samples

- The usual parametric technique for analyzing data from two independent samples is the independent t-test.
- Sometimes t-test is not applicable because
 - The assumptions of t-test is unrealistic
 - Avoid making the assumptions and thus to give the conclusions greater generality
 - The “scores” may not be truly numerical.

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - ใช้ทดสอบว่า 2 กลุ่ม มีร้อยละการเลือกในอีกตัวแปรหนึ่งแตกต่างกันหรือไม่
 - ดูว่าความแตกต่างนั้น มีขนาดมากเพียงพอที่จะยืนยันว่าไม่เกิดจากการสุ่ม และบอกว่าสองกลุ่มนี้เลือกแตกต่างกันจริงในประชากร
 - การทดสอบจะต้องสร้างตารางไขว้ขึ้น

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - การทดสอบจะต้องสร้างตารางไขว้ขึ้น

Var\Group	1	2	Combined
1	n_{11}	n_{12}	R_1
2	n_{21}	n_{22}	R_2
3	n_{31}	n_{32}	R_3
Total	C_1	C_2	N

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - จากนั้นจะสร้างค่าคาดหวังในแต่ละเซลล์ ค่าคาดหวัง (Expected value) คือถ้าสมมติฐานหลักเป็นจริง ค่าแต่ละเซลล์ควรเป็นอย่างไร หาค่าได้จาก

$$E_{ij} = \frac{R_i C_j}{N}$$

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - ต่อมาหาค่าไคสแควร์ตั้งสูตรด้านล่าง แล้วจึงดูว่าค่าไคสแควร์ที่ได้นั้นมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าไรถ้าสมมติฐานหลักเป็นจริง จากการกระจายรูปไคสแควร์ที่ $df = (r - 1)(c - 1)$ แล้วดูว่าต่ำกว่าค่าอัลฟาที่ตั้งไว้หรือไม่

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - ถึงแม้ว่า สองกลุ่มจะมีอัตราส่วนของตัวแปรตามที่แตกต่างกัน ก็อาจมีคำถามต่อว่า ความแตกต่างนั้นเกิดจากการเลือกค่าอะไร
 - วิธีการหาเรียกว่า การแบ่งส่วนองศาอิสระ (Partitioning the degrees of freedom; Siegel & Castellan, 1988)
 - การแบ่ง จะต้องแบ่งตารางไขว้ จาก $r \times 2$ เป็นตารางย่อยขนาด 2×2 จำนวน $r - 1$ ตาราง แต่ละตารางย่อยมี $df = 1$ ดังนี้

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - จากตาราง 3 x 2 ตารางย่อยจะเป็นดังนี้

ตารางย่อยที่ 1

n_{11}	n_{12}	R_1
n_{21}	n_{22}	R_2
C_1	C_2	N

ตารางย่อยที่ 2

$n_{11}+n_{21}$	$n_{12}+n_{22}$	R_1+R_2
n_{31}	n_{32}	R_3
C_1	C_2	N

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - ต่อจากนั้นให้หาค่าตามสูตรด้านล่างในแต่ละตาราง ก็จะทราบได้ว่าความแตกต่างเกิดจากอะไร
 - อย่างไรก็ตาม การเรียงแถวควรจะเรียงแถวให้ตารางย่อยที่ 1 และตารางย่อยที่ 2 มีความหมาย

$$\chi_t^2 = \frac{N^2 (n_{t+1,2} \sum_{i=1}^t n_{i1} - n_{t+1,1} \sum_{i=1}^t n_{i2})^2}{C_1 C_2 R_{t+1} (\sum_{i=1}^t R_i) (\sum_{i=1}^{t+1} R_i)}$$

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - ถ้าตารางเป็นแบบ 3 x 2 จะได้สูตรทดสอบไคสแควร์สองสูตร ดังนี้

$$\chi_1^2 = \frac{N^2 (n_{22}n_{11} - n_{21}n_{12})^2}{C_1 C_2 R_2 R_1 (R_1 + R_2)}$$

$$\chi_2^2 = \frac{N^2 [n_{32}(n_{11} + n_{21}) - n_{31}(n_{12} + n_{22})]^2}{C_1 C_2 R_3 (R_1 + R_2) N}$$

Two Independent Samples

- The Chi-square test: 2 independent samples
 - ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ คือ
 - ในกรณี $df = 1$ ค่าคาดหวังของทุกเซลล์ต้องสูงกว่า 5
 - ในกรณี $df > 1$ ค่าคาดหวังต่ำกว่า 5 ได้ไม่เกิน 20 % แต่ค่าคาดหวังทุกเซลล์ต้องไม่ต่ำกว่า 1

Two Independent Samples

■ The Median Test

- เป็นการทดสอบว่าประชากรสองกลุ่ม มีค่ามัธยฐานเท่ากันหรือไม่
- ตัวแปรตามต้องมีการวัดเป็น ordinal scale เป็นอย่างน้อย
- มักใช้ในกรณีข้อมูลที่ดีมีลักษณะ Floor or Ceiling effect ซึ่งเรียกข้อมูลแบบนี้ว่า Truncated Data

Two Independent Samples

■ The Mann Whitney U Test

- สถิตินี้ใช้ทดสอบว่ากลุ่มสองกลุ่มมีค่ากลางแตกต่างกันหรือไม่
- การทดสอบจะนำค่าของทั้งสองกลุ่มมารวมกัน แล้วเรียงลำดับรวมทั้งหมด
- ถ้ากลุ่มสองกลุ่มมีค่ากลางใกล้เคียงกัน ข้อมูลในกลุ่มแรก ควรจะมีค่ามากกว่าข้อมูลกลุ่มที่สอง พอๆ กับที่น้อยกว่าข้อมูลของกลุ่มที่สอง
- หมายความว่า ลำดับที่ได้ในทั้งสองกลุ่มต้องใกล้เคียงๆ กัน

Two Independent Samples

- The Komogorov Smirnov: Two sample test
 - เป็นสถิติที่ทดสอบว่าการกระจายของทั้งสองกลุ่มเหมือนกันหรือไม่
 - การกระจายในที่นี้หมายถึง ทั้งค่ากลาง การกระจาย ความเบ้ ความโด่ง และอื่นๆ
 - การทดสอบ จะทำโดยนำข้อมูลดิบมาสร้างความถี่สะสมในข้อมูลทั้งสองกลุ่ม
 - แล้วหาค่าข้อมูลดิบใด ที่ความถี่สะสมของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันมากที่สุด

Two Independent Samples

- The Komogorov Smirnov: Two sample test
 - แล้วทดสอบว่าค่าความแตกต่างนั้นมีโอกาสเกิดขึ้นจากการสุ่มมากน้อยเพียงใด
 - ถ้าน้อยกว่าค่าอัลฟาที่ตั้งไว้ ก็จะปฏิเสธสมมติฐานหลักว่าการกระจายของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน

Two Independent Samples

■ The Moses Test for Scale Differences

- ใช้ในการเปรียบเทียบการกระจายของสองกลุ่ม ว่าแตกต่างกันหรือไม่
- หลักการคือ จะแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มย่อยๆ
- เช่น มีเพศชาย 20 คน เพศหญิง 25 คน ข้อมูลแบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละ 4 คน จะทำให้เพศชายมีกลุ่มย่อย 5 กลุ่ม และเพศหญิงมีกลุ่มย่อย 6 กลุ่ม
- จากนั้นสร้าง Sum of squared difference ในแต่ละกลุ่ม
- แล้วดูว่าค่าเฉลี่ยของ SS ในเพศชาย และเพศหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้ Mann Whitney U Test

k Related Samples

- Testing null hypothesis that k samples have been drawn from the same population or identical population.
- It is necessary to use a statistical test which will indicate whether there is an overall difference among the k samples or conditions before one picks out any pair of samples to test the significance of the difference between them.

k Related Samples

- The parametric test for testing whether several samples have come from identical populations is the repeated-measure analysis of variance.
- Sometimes assumptions are unrealistic, the scores do not meet the measurement requirements, or wishes to avoid making the assumptions in order to increase the generality of findings.

k Related Samples

- The Cochran Q Test

