บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาบทความ งานวิจัยและตำราต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขนาดตัวอย่าง และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา ผู้วิจัยจึงเสนอวรรณคดีที่เกี่ยวข้องเป็น 3 ตอน ดังนี้

การกำหนดขนาดตัวอย่างในการวิจัยทางการศึกษา

ระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนาคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การกำหนดขนาดตัวอย่างในการวิจัยทางการศึกษา

การกำหนดขนาดตัวอย่างเป็นขั้นตอนสำคัญของการออกแบบการสุ่ม (Sampling Design) ฮิงเคิล และ โอลิเวอร์ (1983) กล่าวว่า ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่มักเกิดขึ้นในการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์คือ การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับดำเนินการวิจัย การกำหนดขนาดตัวอย่างมีความยุ่งยากเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตัวอย่างกับองค์ประกอบอื่น ๆ ของสถิติทดสอบเชิงอ้างอิงที่นักวิจัยประยุกต์ใช้กับข้อมูล

องค์ประกอบสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับขนาดตัวอย่างนั้น เป็นค่าที่นักวิจัยต้องระบุเพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างที่มีความเหมาะสม โดยองค์ประกอบดังกล่าวได้แก่

1. ค่าระดับนัยสำคัญ (α)
2. ค่าอำนาจทางสถิติ (1-β)
3. ค่าขนาดอิทธิพล (effect size)

ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เป็นค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดของการสรุปที่เกิดจากผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติในลักษณะที่ปฏิเสธหรือไม่ยอมรับสมมติฐานศูนย์ ว่าถูกต้องเป็นจริง เมื่อสมมติฐานศูนย์ที่ตั้งไว้นั้นไม่ถูกต้อง ไม่เป็นจริง ซึ่งนักวิจัยจะต้องกำหนด และ

โดยทั่วไปการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ มักกำหนดระดับนัยสำคัญ .01 หรือ .05 ส่วนค่าอำนาจทางสถิติเป็นค่าความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานศูนย์ ว่าไม่ถูกต้องหรือไม่เป็นจริง เมื่อสมมติฐานศูนย์นั้น ไม่ถูกต้องหรือไม่เป็นจริง ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ค่าอำนาจทางสถิติ .08 ได้รับการพิจารณาโดยนักวิจัยหลายท่านว่าเป็นค่าอำนาจทางสถิติต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ ส่วนค่าขนาดอิทธิพลเป็นค่าที่นำเสนอเป็นครั้งแรกโดย กลาส (1977) เพื่อใช้สังเคราะห์ค่าสถิติ จากผลการวิจัยในหัวข้อเดียวกันหลาย ๆ เรื่องให้เป็นค่าเพียงค่าเดียว ขนาดอิทธิพลเป็นค่าพารามิเตอร์หรือสถิติที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจัดกระทำ (treatment) กับตัวแปรตาม ในการวิจัยเชิงทดลอง Jacob cohen เป็นผู้พัฒนาสูตรในการคำนวณหาค่าขนาดอิทธิพล ซึ่งสูตรเบื้องต้นของของขนาดอิทธิพลคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับขนาดตัวอย่างนั้น ฮิงเคิลและโอลิเวอร์ กล่าวว่า นักวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์สามารถระบุค่าระดับนัยสำคัญและอำนาจทางสถิติที่ใช้ได้โดยง่าย และ สามารถกำหนดค่าประมาณความแปรปรวนจากวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง (literature) หรือการศึกษานำร่อง (Pilot Study) อย่างไรก็ตามมีความยุ่งยากที่นักวิจัยจะระบุโดยกำหนดค่าขนาดอิทธิพล

โคเฮน (1977) กล่าวว่า ขนาดอิทธิพลเป็นระดับความมีอยู่ของปรากฏการณ์ ซึ่งความหมายดังกล่าวนั้น ค่าขนาดอิทธิพลเป็นค่าที่มีหน่วยเดียวกับการวัดตัวแปรดั้งเดิม มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้นิยามและทำให้ค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในหน่วยมาตรฐานโดยการหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (Standard Deviation of Population) เช่น

- กรณี t-test 2 กลุ่มอิสระ

$$d = \frac{\mu 1 - \mu 2}{\sigma} \qquad \text{(กรณีทดสอบแบบมีทิศทาง)}$$

$$d = \frac{|\mu 1 - \mu 2|}{\sigma} \qquad \text{(กรณีทดสอบแบบไม่มีทิศทาง)}$$

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โคเฮน ได้จำแนกขนาดอิทธิพลให้อยู่ในลักษณะเชิงคุณภาพ 3 ระดับ คือ

d = .20 ค่าขนาดอิทธิพลขนาดเล็ก

d = .50 ค่าขนาดอิทธิพลขนาดปานกลาง

d = .80 ค่าขนาดอิทธิพลขนาดใหญ่

การกำหนดขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต

โคเฮน (1977) และ เคิร์ก (1995) กล่าวถึงการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับสถิติทดสอบ t-test และ F-test โดยนำเสนอสูตรการคำนวณค่าอำนาจทางสถิติ ซึ่งสามารถใช้กำหนดขนาดตัวอย่างได้ โดยวิธีการลองผิดลองถูก (trial and error)

<u>การกำหนดขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับ t-test 1 กลุ่ม</u>

สูตรในการคำนวณ

$$z\beta = \frac{d\,(n-1)\sqrt{n}}{(n-1)+1.21(z_{\alpha}-1.06)} - z_{\alpha} \qquad \text{(Kirk ,1995)}$$

<u>การกำหนดขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับ t-test 2 กลุ่ม อิสระ</u>

สูตรในการคำนวณ

$$z\beta = \frac{d\,(n-1)\sqrt{2n}}{2(n-1)+1.21(z_{\alpha}-1.06)} - z_{\alpha} \qquad \text{(Cohen ,1977 and Kirk ,1995)}$$

<u>การกำหนดขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับ t-test 2 กลุ่ม สัมพันธ์</u>

สูตรในการคำนวณ

$$z_\beta = \frac{d\,(n-1)\sqrt{n}}{(n-1) + .605(z_\alpha - 1.06)\sqrt{2(1-\rho)}} - z_\alpha \qquad \text{(Kirk ,1995)}$$

z_β , z_α = ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่เมื่อกำหนด β , α

d = ค่าขนาดอิทธิพลของสถิติทดสอบ t

n = ค่าขนาดตัวอย่าง

ρ = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามที่ศึกษา

1.21, -1.06, .605 = ค่าคงที่ (Dixon and Massey, 1957, 253)

<u>การกำหนดขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับสถิติทดสอบ F-test</u>

เคิร์ก (Kirk , 1995) ได้กล่าวถึงการกำหนดขนาดตัวอย่าง 3 วิธี ซึ่งมีความแตกต่างกันเกี่ยวกับข้อมูลที่นักวิจัยจะต้องจัดเตรียมและเกี่ยวกับความยากง่ายสำหรับ F-test

1. วิธีการที่ต้องใช้ข้อมูลมากที่สุด

วิธีการนี้นักวิจัยต้องระบุค่า

1.1 ระดับนัยสำคัญ (α)

1.2 อำนาจทางสถิติ (1- β)

1.3 ขนาดความแปรปรวนในประชากร (σ^2_ε)

1.4 ผลรวมอิทธิพลจากสิ่งทดลองยกกำลังสอง ($\Sigma\alpha^2$)

การระบุค่าข้อมูลทั้ง 4 ประเภทนี้ ในทางปฏิบัติ σ^2_ε และ $\Sigma\alpha^2$ เป็นตัวไม่ทราบค่า อย่างไรก็ตามปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการประมาณค่า σ^2_ε และ $\Sigma\alpha^2$ จากการศึกษานำร่อง (Pilot Study) หรือ การประมาณค่าจากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่นักวิจัยกำลังประสบ

ด้วยการระบุค่าของข้อมูล 4 ประเภทดังกล่าว นักวิจัยสามารถใช้วิธีการ ลองผิดลองถูก (Trial and Error) เพื่อกำหนดขนาดตัวอย่างได้ กระบวนการลองผิดลองถูก คือการกำหนดค่าขนาดตัวอย่างทีละหนึ่งค่า ในสูตรการคำนวณซึ่งเคิร์กเสนอไว้เพื่อใช้ในการคำนวณค่าอำนาจทางสถิติ

$$\phi = \sqrt{n}\sqrt{\frac{\Sigma(\mu_j-\mu)^2/p}{\sigma_\varepsilon^2}}$$

μ_j = ค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรกลุ่มที่ j

μ = ค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร

p = จำนวนกลุ่มประชากร

n = ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

σ_ε^2 = ความแปรปรวนในประชากร (common within-population variance)

2. การกำหนดขนาดตัวอย่างโดยการใช้ค่า d

ในกรณีที่นักวิจัยไม่สามารถประมาณค่า σ_ε และ $\Sigma\alpha^2$ จากการศึกษานำร่องหรืองานวิจัยที่คล้ายคลึงกันได้ กระบวนการคำนวณค่าขนาดตัวอย่างที่อธิบายเบื้องต้นไม่สามารถทำได้ อย่างไรก็ตามมีวิธีการที่นักวิจัยสามารถเลือกใช้ได้ โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลเหล่านั้น วิธีการนี้ใช้แนวคิดทั่วไปเกี่ยวกับขนาดความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดของประชากรในเชิงสัมพัทธ์กับขนาดของ σ_ε การใช้วิธีการนี้ ความแตกต่างระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดของประชากรที่นักวิจัยต้องการตรวจสอบถูกระบุเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรหลายค่า (multiple of the population standard deviation) นั่นคือ

$\mu max - \mu min = d\,\sigma_\varepsilon$

μmax = ค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรในกลุ่มที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิตสูงสุด

μmin = ค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรในกลุ่มที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิตต่ำสุด

d = ความแตกต่างระหว่าง μmax กับ μmin ในหน่วยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในประชากร

σ_ε = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในประชากร

ตัวอย่างเช่น ความแตกต่างระหว่าง μmax กับ μmin ที่นักวิจัยต้องการตรวจสอบมีขนาดใหญ่กว่า σ_ε 1.5 เท่า ค่า d = 1.5

ค่าความแตกต่างระหว่าง μmax กับ μmin ที่นักวิจัยต้องการตรวจสอบมีขนาดใหญ่กว่า σ_ε 3/4 เท่า ค่า d = 0.75

วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างนี้ต้องการระบุค่า d แต่ไม่ต้องการระบุค่า $\Sigma\alpha^2$ เราต้องการ $\mu max - \mu min$ หรือ σ_ε เพื่อระบุค่า d จึงจำเป็นต้องใช้แนวคิดเกี่ยวกับขนาดของ $\mu max - \mu min$ ที่ต้องการตรวจสอบ และสามารถกำหนดความแตกต่างดังกล่าวในเชิงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในประชากรหลายค่า

ด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถแทน $\Sigma\alpha^2$ ด้วย $d^2\sigma^2_\varepsilon / 2$ แล้วจึงใช้วิธีการลองผิดลองถูก

$$\phi = \sqrt{n}\sqrt{\frac{(d^2\sigma^2_\varepsilon / 2)/p}{\sigma^2_\varepsilon}} = \sqrt{n}\sqrt{\frac{d^2}{2p}}$$

ข้อดีของการกำหนดขนาดตัวอย่างนี้ก็คือ ไม่จำเป็นต้องทราบค่าหรือประมาณค่า $\Sigma\alpha^2$ และ σ_ε อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นต้องระบุค่า d ซึ่งเป็นการวัดขนาดอิทธิพล (effect size) ประเภทหนึ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ค่า ω^2 และ f

วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างนี้สามารถใช้เมื่อนักวิจัยไม่ทราบค่า $\Sigma\alpha^2$ และ σ_ε และไม่สามารถประมาณค่า $\mu_{max} - \mu_{min}$ ในเชิงสัมพัทธ์ของ σ_ε หลายค่าได้ วิธีการนี้ต้องการให้นักวิจัยระบุขนาดของความเกี่ยวข้อง (strength of association : ω^2) หรือ ขนาดอิทธิพล (effect size: f)

โคเฮน ได้เสนอแนะการแปลค่า ω^2 ดังนี้

ω^2 = .010 ความเกี่ยวข้องมีขนาดเล็ก

ω^2 = .059 ความเกี่ยวข้องมีขนาดปานกลาง

ω^2 = .138 ความเกี่ยวข้องมีขนาดใหญ่

นอกจากนี้โคเฮนได้เสนอการแปลค่า f ดังนี้

f = .10 ขนาดอิทธิพลขนาดเล็ก

f = .25 ขนาดอิทธิพลขนาดปานกลาง

f = .40 ขนาดอิทธิพลขนาดใหญ่

จากการระบุค่า ω^2 หรือ ค่า f นั้น เราสามารถกำหนดขนาดตัวอย่างได้ด้วยวิธีการลองผิดลองถูก

$$\phi = \sqrt{n}\sqrt{\frac{\omega^2}{1-\omega^2}}$$

หรือ

$$\phi = \sqrt{n} \cdot f$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการกำหนดค่า ϕ นักวิจัยสามารถกำหนดขนาดตัวอย่างจาก Power Function Chart ของ เพียร์สัน และ ฮาร์ทเลย์ (1951) แต่วิธีการดังกล่าว มีความยุ่งยากในการอ่านค่าและขาดความชัดเจน อย่างไรก็ตามโคเฮนได้กล่าวถึงสูตรการคำนวณอำนาจทางสถิติ ซึ่งสามารถใช้กำหนดขนาดตัวอย่างได้ด้วยวิธีลองผิดลองถูก ดังนี้

$$Z_{1-\beta} = \frac{\sqrt{2(u+\lambda) - \frac{u+2\lambda}{u+\lambda}} - \sqrt{(2v-1)\frac{uF_c}{v}}}{\sqrt{\frac{uF_c}{v} + \frac{u+2\lambda}{u+\lambda}}}$$ (Cohen ,1977)

k = จำนวนกลุ่ม

$\lambda = f^2 n (u+1)$

v = (u+1) (n-1)

f = ค่าขนาดอิทธิพลสำหรับสถิติทดสอบ F-test

u = (k-1)

n = ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

Fc = ค่า F ที่เป็นเกณฑ์การทดสอบนัยสำคัญจากตารางอำนาจทางสถิติของ โคเฮน (Cohen,1977)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา

การวิจัยและพัฒนา (Research And Development) เป็นระเบียบวิธีการวิจัยวิธีหนึ่ง ที่ใช้ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ เป็นงานวิจัยที่มุ่งคิดค้น พัฒนาประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดประโยชน์กับสังคม ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทในการศึกษามากขึ้น รวมทั้งการวิจัยทางการศึกษา มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อทางการศึกษา ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยทางการศึกษาทำให้เกิดการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์กันมากขึ้น ซึ่งได้ยึดรูปแบบทางการวิจัยแตกต่างกันไป ไม่มีรูปแบบวิธีการวิจัยที่เป็นหลักหรือแบบอย่างที่แน่นอน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการ

ศึกษา ได้แก่ วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิตของ พลากร กรพิทักษ์(2533) เรื่อง " การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดเก็บข้อสอบโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ " , วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ของ ชัยณรงค์ วิริยะศรีสุวัฒนา(2534) เรื่อง " การพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบโดยใช้สูตรดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงโดย ฮาร์นิส และลินน์ " , วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ของ วันเพ็ญ วิงวอน(2536) เรื่อง " การพัฒนาฟอร์มข้อสอบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อผลิตข้อสอบทักษะการคำนวณพื้นฐาน " และ " คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการพัฒนาโปรแกรม " เขียนโดย วันพร ปั่นเก่า และ ธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์(2530) ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางในการใช้เป็นระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหา
2. วิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการ
3. ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. เลือกภาษาคอมพิวเตอร์และเขียนโปรแกรม
5. ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม
6. จัดทำเอกสารประกอบการใช้โปรแกรม
7. ประเมินคุณภาพของโปรแกรม

รายละเอียดในการดำเนินงานของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. <u>กำหนดปัญหา</u>

เป็นกระบวนการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการระบุให้ชัดเจนว่าผู้จะทำการวิจัยหรือผู้วิจัยมีความประสงค์จะศึกษาอะไร เมื่อได้ปัญหาที่จะทำวิจัยแล้วผู้วิจัยจะต้องทำการกำหนดประเด็นที่จะศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาวิจัยให้ชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. วิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการ

เป็นขั้นตอนที่ต่อจากการได้ปัญหามาแล้วผู้วิจัยจะต้องทำการวิเคราะห์และศึกษาปัญหานั้น ๆ เสียก่อนว่าจะให้ ทำอะไร ทำอย่างไร โดยมีส่วนที่สำคัญที่จะต้องวิเคราะห์และแจกแจงดังนี้

2.1 สิ่งที่ต้องการ เป็นการพิจารณาอย่างกว้าง ๆ ถึงงานที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำเช่น ต้องการให้คำนวณคะแนน ต้องการให้พิมพ์รายการคะแนน ต้องการให้คำนวณเวลาเรียนของนักเรียน ต้องการให้แสดงข้อคำถาม หรือ ต้องการให้แสดงข้อความที่ต้องการออกมา งานแต่ละชนิดต้องการให้คอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์อย่างไร ควรจะเขียนไว้เป็นข้อ ๆ ให้ชัดเจน การพิจารณาสิ่งที่ต้องการอาจดูได้จากคำสั่ง หรือ ปัญหาที่จะทำว่าต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำอะไรบ้าง

2.2 ผลลัพธ์ที่ต้องการแสดง เป็นการวิเคราะห์ถึงลักษณะของการรายงานหรือแบบของผลลัพธ์ที่องการให้คอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์ออกมาว่า ควรจะมีลักษณะอย่างไร มีรายละเอียดที่ต้องการในรายงานมากน้อยเพียงใด ปัญหาหรืองานบางอย่างอาจไม่กำหนดลักษณะของรายงานออกมาให้ชัดเจนว่าต้องการรายงานอย่างไร มีรายละเอียดอย่างไร ผู้วิจัยจะต้องทำการศึกษาว่าระบบเดิมหรือระบบที่สร้างมีรูปแบบใดบ้างที่ต้องการออกรายงาน เพื่อความสะดวกของผู้นำผลลัพธ์ไปใช้ การวิเคราะห์ผลลัพธ์ หรือรายงานนั้นเป็นส่วนสำคัญและจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ เพราะการวิเคราะห์รายงานได้ดีนั้น จะทำให้เราทราบจุดหมายที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำ และ จะได้หาวิธีไปสู่จุดหมายนั้นได้ ซึ่งเป็นการกำหนดขอบเขตของงานที่เราจะทำนั้นเอง ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์อาจวางรูปแบบออกมาอย่างคร่าว ๆ เหมือนกับที่จะให้คอมพิวเตอร์แสดงออกมา

2.3 ข้อมูลที่ต้องนำเข้าเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจากการวิเคราะห์ลักษณะของผลลัพธ์ คือ หลังจากได้ลักษณะของรายงานที่ต้องการแน่นอนแล้วก็ต้องมาพิจารณาต่อว่า ถ้าต้องให้ได้ลักษณะ ผลลัพธ์ดังกล่าว ข้อมูลที่ต้องนำเข้าเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานควรจะมีลักษณะหรือรูปแบบอย่างไร เพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ การพิจารณาข้อมูลนำเข้านั้น นอกจากจะดูลักษณะของผลลัพธ์แล้ว อาจจะต้องนึกถึงขั้นตอนในการประมวลผลด้วย

2.4 ตัวแปรที่ใช้ เป็นการกำหนดชื่อแทนความหมายของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงถึงข้อมูลนั้น และ รวมไปถึงการเขียนโปรแกรมด้วย การตั้งชื่อตัวแปรที่ใช้ในงานหรือปัญหาใด ๆ ควรตั้งให้มีความหมาย และ เกี่ยวข้องกับข้อมูลถ้าเป็นไปได้ ควรตั้งให้อยู่ภายใต้

กฎเกณฑ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยทั่ว ๆ ไป การตั้งชื่อตัวแปรจะพิจารณาความหมายของข้อมูล ว่าตรงกับคำใดในภาษาอังกฤษ แล้วนำมาดัดแปลงหรือย่อ ให้เข้ากับหลักเกณฑ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้

2.5 วิธีการประมวลผล เป็นการบอกขั้นตอนของวิธีการหรือการคำนวณ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ โดยเริ่มตั้งแต่การสั่งให้เครื่องรับข้อมูลแล้วนำไปประมวลผลเพื่อแสดงผลลัพธ์ออกมา ขั้นตอนนี้ต้องแสดงการทำงานที่ต่อเนื่องตามลำดับจึงต้องจัดลำดับก่อนหลังให้ถูกต้องในขั้นตอนวิธีการนี้ ถ้ายิ่งกระทำให้ละเอียดก็จะช่วยให้เขียนโปรแกรมง่ายขึ้น

3. ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เป็นการกำหนดลำดับ และ ความครบถ้วนของขั้นตอนของโปรแกรมให้ถูกต้อง โดยอาศัยการออกแบบไว้ล่วงหน้า งานในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบลักษณะว่าในโปรแกรมต้องมีขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบเป็นอะไรบ้าง มีลำดับก่อนหลังเป็นอย่างไร วิธีการในการออกแบบขั้นตอนนั้นได้มีผู้คิดไว้หลายวิธี เช่น การเขียนเป็นอัลกอริทึ่ม ซึ่งจะอธิบายการทำงานแต่ละขั้นตอนด้วยคำหรือประโยคที่สื่อความหมายให้คนเข้าใจได้ง่ายหรืออาจจะมีรูปประโยคคล้ายกับคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ซึ่งเรียกว่า Pseudo Code หรือ การเขียนผังงาน (Flow Chart) ซึ่งใช้สัญญลักษณ์ที่เป็นรูปแทนขั้นตอนต่าง ๆ เป็นต้น และ ควรกำหนดชื่อเซต หรือ รายการข้อมูล ผลลัพธ์ และ ผลลัพธ์ ชั่วคราว (ถ้ามี) ขึ้นด้วยเพื่อใช้อ้างถึงในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความสะดวกและถูกต้องในการเขียนขั้นตอน และ โปรแกรม ดังนั้นการออกแบบขั้นตอนสำหรับโปรแกรมขั้นก่อนการเขียนโปรแกรมนี้จะช่วยให้ขั้นตอน ในโปรแกรมถูกต้องรัดกุม และที่สำคัญเป็นการแยกความยุ่งยากในส่วนของขั้นตอน ออกจากงานเขียนคำสั่งในโปรแกรม ซึ่งจะต้องเขียนให้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ และ ยังต้องเก็บผลการออกแบบขั้นตอนนี้ไว้สำหรับการทำความเข้าใจขั้นตอนของโปรแกรมในภายหลัง ซึ่งสะดวกกว่าการทำความเข้าใจจากตัวโปรแกรมโดยตรงมาก หลักฐานการออกแบบขั้นตอนนี้จะถูกเก็บไว้กับรายงานโปรแกรมในเอกสารประกอบโปรแกรม

4. เลือกภาษาคอมพิวเตอร์ และ เขียนโปรแกรม

เป็นการเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในผังงานมาเขียนให้อยู่ในรูปของ

ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งตามต้องการ การจะเลือกภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะ และ ประเภทของงานนั้น ๆ ว่าเป็นงานที่ควรใช้ภาษาใด เช่น ถ้าเป็นงานด้านธุรกิจก็ควรเลือกใช้ภาษาโคบอล ถ้าเป็นงานทางด้านการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ ก็ควรใช้ภาษาฟอร์แทรน ถ้าเป็นงานเกี่ยวกับฐานข้อมูลก็ควรใช้ภาษา ดีเบส หรือ ฟอกซ์เบส นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงขีดจำกัดของเครื่องและตัวแปรภาษาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ และ การเลือกใช้ภาษายังต้องพิจารณาถึงความถนัด และ ความชำนาญของผู้เขียนโปรแกรมว่าสามารถใช้ภาษาที่เลือกนั้นได้หรือไม่ และ ในการเขียนคำสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์นั้นต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์ และหลักของภาษาที่ใช้ให้ถูกต้อง เพราะ ถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ซึ่งเรียกว่า Syntax Error โปรแกรมแปลภาษาจะไม่สามารถแปลความหมายของคำสั่งนั้นได้ ขั้นตอนการปฏิบัติการโปรแกรมก็ไม่เกิดขึ้น โปรแกรมแปลภาษาส่วนมากจะให้รายงาน หรือ แสดงข้อความออกมาให้ทราบว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหนเพราะอะไร เพื่อที่จะสะดวกต่อการแก้ไข

5. ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

เมื่อโปรแกรมที่เขียนขึ้นผ่านขั้นตอนการแปลได้เป็น Object Program แล้ว จากการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ตามคำสั่งของโปรแกรมนั้น มิได้หมายความว่าจะได้ผลลัพธ์ถูกต้องตามต้องการเสมอไป เพราะโปรแกรมนั้นอาจมีขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง หรือ มีการกำหนดการทำงานไม่ตรงกับที่ต้องการ ฉะนั้นเพื่อให้ได้โปรแกรมไว้ใช้งานอย่างมั่นใจหรือเชื่อถือได้ก็จะต้องมีการทดสอบโปรแกรมเสียก่อน วิธีการทดสอบนี้กระทำได้โดยการสั่งให้เครื่องทำงานตามคำสั่งในโปรแกรม ถ้าในโปรแกรมนั้นมีการกำหนดให้เครื่องรับข้อมูลเข้าไปประมวลผลก็จะต้องนำเอาข้อมูลตัวอย่างหรือข้อมูลจริงส่งเข้าไป แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปตรวจสอบกับผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องที่ได้มาจากวิธีการอื่น ควรทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง เช่น ส่งข้อมูลเข้าประมวลผลหลาย ๆ ชุด ถ้าเปรียบเทียบแล้วได้ผลลัพธ์ตรงกัน จึงยอมรับว่าโปรแกรมนั้นใช้งานได้ แต่ถ้าผลลัพธ์ไม่ตรงกันต้องพิจารณาว่า ความผิดพลาดนี้เกิดจากข้อมูลหรือโปรแกรม ถ้าข้อมูลผิดพลาดก็แก้ไขแล้ว ส่งเข้าไปประมวลผลใหม่ แล้วเปรียบเทียบเช่นเดิมอีก ถ้าโปรแกรมผิดพลาด ผู้วิจัยต้องค้นหาว่าผิดที่ใด อย่างไร ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการกำหนดการคำนวณหรือการเปรียบเทียบผิด การอ้างชื่อข้อมูลหรือผลลัพธ์ผิด มีการสลับที่ขั้นตอน หรือขั้นตอนไม่ครบถ้วนเป็นต้น เรียก

ข้อผิดพลาดประเภทนี้ว่า Logical Error การค้นหาข้อผิดพลาดเหล่านี้จะค้นหาจากขั้นตอนที่ออกแบบไว้ประกอบไปกับตัวโปรแกรมที่เครื่องแสดงออกมาให้ด้วยก็จะทำให้สะดวกรวดเร็วกว่าการค้นหาจากตัวโปรแกรมโดยตรง (วันพร ปั่นเก่า และ ธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์, 2530)

6. จัดทำเอกสารประกอบโปรแกรม

เนื่องจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ส่วนมากจะเป็นการทำงานที่ต่อเนื่องและใช้ระยะเวลายาวนาน ฉะนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นก็จะถูกใช้ไปตามกำหนดระยะเวลานั้นด้วย แต่เมื่อมีการใช้ไประยะหนึ่งอาจมีการเปลี่ยนไป เช่น งาน คน หรือระบบเครื่องอาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งทำให้โปรแกรมที่มีอยู่เดิมไม่เหมาะสมซึ่งจะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นใหม่ หรืออาจจะแก้ไขโปรแกรมที่มีอยู่ ฉะนั้นถ้าได้มีการจัดทำเอกสารประกอบการพัฒนาโปรแกรมไว้ ก็จะเป็นแนวทางแก้ไข หรือ ศึกษาวิธีการใช้ของโปรแกรมได้สะดวกขึ้น ในการทำเอกสารนี้ควรจะเริ่มทำ และ รวบรวมตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการพัฒนาโปรแกรมตามลำดับลงมา มิฉะนั้นอาจทำให้ลืมได้โดยเฉพาะการพัฒนาโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ซึ่งใช้เวลานาน หรือ อาจจะไม่อยากย้อนกลับไปทำ ในเอกสารประกอบโปรแกรมนี้ควรประกอบด้วย เนื้อหาของปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา สูตร หรือ ทฤษฎี ที่ใช้ขั้นตอน สำหรับโปรแกรม รูปแบบของข้อมูลและผลลัพธ์ เนื้อหาโปรแกรม รายละเอียดการใช้ และ ข้อจำกัดของโปรแกรม ตลอดจนตัวอย่างของการทำงานนั้น ๆ

7. ประเมินคุณภาพโปรแกรม

การประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา อาจดำเนินได้ 2 แนวทางคือ

7.1 การประเมินโดยผู้พัฒนาโปรแกรม

7.2 การประเมินโดยผู้ใช้โปรแกรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินในแต่ละแนวทางมีรายละเอียดในการดำเนินการดังต่อไปนี้

7.1 การประเมินโดยผู้พัฒนาโปรแกรม เป็นการประเมินระบบการทำงานภายในโปรแกรม (Systematic Internal Review) โดยการประเมินในด้านต่าง ๆ ดังนี้

7.1.1 ความสามารถของโปรแกรมที่สามารถบันทึกข้อมูลของผู้ใช้ในการใช้โปรแกรมในแต่ละด้าน (Automatic Record Keeping) เป็นการวิเคราะห์ความสามารถของโปรแกรมที่สามารถจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้โปรแกรมโดยอัตโนมัติ เช่น ข้อมูล เลขประจำตัว ระดับชั้น วิชาที่เรียน คะแนนที่ได้รับ

7.1.2 ความถูกต้องในการสั่งงานตามต้องการ เป็นการประเมินโปรแกรมว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องตามต้องการหรือไม่

7.1.3 ความเชื่อถือได้ของระบบในการใช้งาน เป็นการประเมินโปรแกรมที่สร้างขึ้นเมื่อใช้งานครั้งแรก และ ครั้งต่อไปนั้นมีความเชื่อถือได้หรือไม่

7.1.4 ความทนทานต่อความผิดพลาดของผู้ใช้ เป็นการประเมินโปรแกรมว่าโปรแกรมสามารถป้องกันการผิดพลาดของผู้ใช้โปรแกรมในขั้นตอนต่าง ๆของโปรแกรมหรือไม่

7.1.5 ความเร็วในการทำงานของโปรแกรม เป็นการประเมินในเรื่องความเร็วของโปรแกรม

7.2 การประเมินโดยผู้ใช้โปรแกรม เป็นการประเมินโปรแกรมในเรื่องผลย้อนกลับของผู้ใช้โปรแกรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

7.2.1 คู่มือการใช้โปรแกรม (Documentation) เป็นการประเมินในเรื่องของความชัดเจน สอดคล้องของคู่มือการใช้โปรแกรม

7.2.2 รูปแบบการใช้โปรแกรม (Formative) เป็นการประเมินโปรแกรมในด้านการรับข้อมูล การดำเนินงานของโปรแกรม ความรู้พื้นฐานของผู้ใช้โปรแกรม การแสดงผล และ ขั้นตอนการใช้งาน

7.2.3 ประสิทธิภาพ และประโยชน์ของโปรแกรมโดยส่วนรวม (Summative) เป็นการประเมินโปรแกรมในด้านประสิทธิภาพ ผลที่ได้รับ และประโยชน์ของโปรแกรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษานั้น ได้มีนักวิจัยทำการวิจัยและพัฒนาในหลาย ๆ แนวทาง

พลากร กรพิทักษ์ (2533) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดเก็บข้อสอบโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปสำหรับจัดเก็บข้อสอบ และ สะสมข้อสอบ และเลือกสรรข้อสอบโดยการสุ่มข้อสอบออกมาจัดพิมพ์เป็นแบบสอบได้ โดยให้จัดเรียงรูปแบบของข้อสอบได้ตามต้องการ จากการประเมินผลโปรแกรมโดยผู้ใช้โปรแกรมพบว่า ผู้ใช้มีความเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าโปรแกรมนี้ง่ายต่อการใช้งาน ในขั้นของการจัดเก็บและเพิ่มเติมข้อสอบ โดยที่ผู้สอบไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์พิมพ์ดีด หรือทางการศึกษา ก็สามารถใช้โปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชัยณรงค์ วิริยะศรีสุวัฒนา (2534) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบ โดยใช้สูตร ดัชนีเตือนที่ปรับปรุงโดย ฮาร์นิสและลินน์ ผลการวิจัยทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แบบแผนการตอบข้อสอบ และ คู่มือการใช้โปรแกรม โดยโปรแกรมสามารถวิเคราะห์คำตอบที่ใช้แบบสอบชนิดเลือกตอบไม่เกิน 5 ตัวเลือก และมีการแสดงผลค่าสถิติต่าง ๆ ดังนี้

- แผนภูมิ เอส-พี
- คะแนน
- ร้อยละของการตอบถูก
- ดัชนีชี้เตือนที่ปรับปรุงของนักเรียนและของข้อสอบ
- สัญลักษณ์ชี้เตือนที่ปรับปรุงของนักเรียนและของข้อสอบ
- ค่าความยากของข้อสอบ
- ค่าความยาก อำนาจจำแนกของแบบสอบ

แผนภูมิ เอส-พี ที่แบ่งข้อสอบตามกลุ่มเนื้อหาย่อย ตารางจำแนกและแจกแจงความถี่ของนักเรียนและของข้อสอบ สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง ค่าความเบ้ และความโด่งของคะแนน ความเที่ยง ของแบบสอบ และ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด จากการประเมินโปรแกรมพบว่า โปรแกรมสามารถทำงานตามที่สั่งได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

วันเพ็ญ วิงวอน (2536) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาฟอร์มข้อสอบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับผลิตข้อสอบ ทักษะการคำนวณพื้นฐานตามวัตถุประสงค์ โดยที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถผลิตข้อสอบตามฟอร์มข้อสอบและแสดงผลออกมาเป็นข้อสอบรายข้อจำนวนมาก จัดพิมพ์แบบสอบ โดยสุ่มข้อสอบจากแต่ละจุดประสงค์ ตามจำนวนรายข้อที่ต้องการ เฉลยข้อสอบจากแบบสอบที่จัดพิมพ์เป็นฉบับ จากการทดสอบโปรแกรมพบว่าโปรแกรมสามารถผลิตข้อสอบได้ถูกต้องตามฟอร์มทั้งข้อคำถามและตัวเลือก โปรแกรมมีความถูกต้องในการสั่งงาน และสะดวกต่อการนำไปใช้

ชลธิชา ศรีนาคา (2534) ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการหาความสัมพันธ์และการวิเคราะห์ความถดถอย ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยเสนอแนะวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และลักษณะข้อมูลที่ผู้ใช้มีอยู่ นอกจากนี้ยังได้เสนอเนื้อหารายละเอียด ของวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ และ ตัวอย่างลักษณะข้อมูลให้กับผู้ใช้ ระบบที่พัฒนาเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้ที่ยังไม่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นระบบที่ช่วยเสริมความมั่นใจในการเลือกใช้ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ หรือ วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

สุภาเพ็ญ คูณแสง (2534) ได้พัฒนาระบบการตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการพัฒนา คือ ระบบจะช่วยตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติ โดยใช้หลักเกณฑ์ของวิธีการทางสถิติ และ ข้อกำหนดของผู้ใช้ นอกจากการเสนอวิธีการทางสถิติแล้ว ยังได้เสนอเนื้อหารายละเอียดของแต่ละวิธีการ คือ ข้อดีและข้อเสีย เงื่อนไขต่าง ๆ การสุ่มทรีทเมนต์ ตัวอย่างการจัดหน่วยทดลอง และ ตัวอย่างลักษณะข้อมูล ระบบนี้จะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้ โดยกลุ่มผู้ใช้ที่มีความรู้ ทางสถิตินั้นอยจะได้รับประโยชน์ในการเลือกวิธีการทางสถิติ ส่วนกลุ่มผู้ใช้ที่มีความรู้ทางสถิติอยู่แล้ว จะได้ประโยชน์ในความมั่นใจในการเลือกวิธีการทางสถิติ

อัญชลี พลอยแก้ว (2534) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อประมาณขนาดตัวอย่างสำหรับวิธีการสุ่มอย่างง่าย เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และ ใกล้เคียงแบบปกติ ผู้ใช้สามารถประมาณขนาดตัวอย่าง ได้จากกราฟเส้น หรือ จากโปรแกรมสำเร็จรูปโดยมีการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ในการ

ประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ในการประมาณค่าสัดส่วนประชากร และค่าสัดส่วนจากตัวอย่าง นอกจากนี้ยังมีคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม ความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณขนาดตัวอย่าง และ คำศัพท์เฉพาะทางสถิติ

เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า พลากร กรพิทักษ์ , ชัยณรงค์ วิริยะศรีสุวัฒนา และ วันเพ็ญ วิงวอน จัดเป็นกลุ่มที่พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ส่วน สุภาเพ็ญ คูณแสง ,ชลธิชา ศรีนาคา และ อัญชลี พลอยแก้ว จัดเป็นกลุ่มที่พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ทางด้านสถิติและวิจัย ในกลุ่มที่พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้านสถิติวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัญชลี พลอยแก้ว นั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยออกแบบการสุ่มตัวอย่างในขั้นตอนการกำหนดขนาดตัวอย่าง ลักษณะของโปรแกรมเป็นการประมาณขนาดตัวอย่างในกรณีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม มีการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพียงค่าเดียวคือ ค่าแอลฟา เป็นโปรแกรมที่เหมาะสำหรับใช้กับการวิจัยเชิงสำรวจ นักวิจัยไม่สามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวกำหนดขนาดตัวอย่างในกรณีที่นักวิจัยต้องการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิจัยในเชิงเปรียบเทียบที่ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 1 กลุ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย