หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการวิจัยโดยการจำลองสถานการณ์การทดลองด้วยเทคนิค มอนติ คาร์โล ซิมูเลชั่น (Monte Carlo Simulation) โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และ Scientific Subroutine ภาษาฟอร์แทรน 77 เพื่อศึกษาความคงที่ของค่าพารามิเตอร์ความยากในการวิเคราะห์ข้อทดสอบแบบราสช์โมเดล ศึกษาความคงที่ของค่าพารามิเตอร์ความยากจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าพารามิเตอร์ความยาก เมื่อประชากรมีลักษณะการแจกแจงความสามารถแตกต่างกัน 3 ลักษณะคือ ประชากรมีความสามารถปานกลาง ประชากรมีความสามารถต่ำ และประชากรที่มีความสามารถสูง

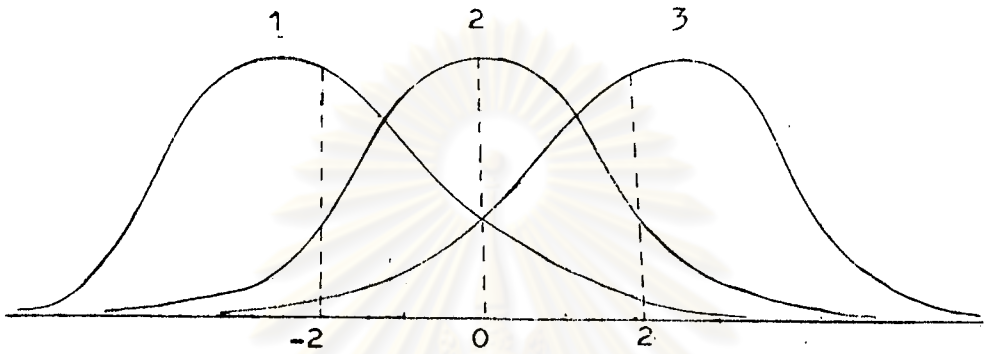
<u>ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง</u>

ประชากรที่ใช้ในการทดลองเป็นประชากรที่ได้จากการสร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และ Scientific Subroutine ประชากรแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ประชากรที่มีความสามารถต่ำ ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ลักษณะการแจกแจงของตัวเลขสุ่มเป็นแบบเบ้บวกแทนกำหนดให้มีค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงคือมัชฌิมเลขคณิต μ มีค่าเท่ากับ -2 ความแปรปรวน σ^2 มีค่าเท่ากับ 1 ความเบ้มีค่าเท่ากับ 1 และความโด่งมีค่าเท่ากับ 3

2. ประชากรมีความสามารถปานกลางในการวิจัยครั้งนี้ใช้ลักษณะการแจกแจงของตัวเลขสุ่มเป็นแบบปกติแทน กำหนดให้มีค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงเมื่อ μ มีค่าเท่ากับ 0 ความแปรปรวน σ^2 มีค่าเท่ากับ 1 ความเบ้มีค่าเท่ากับ 0 และมีความโด่งเท่ากับ 3

3. ประชากรที่มีความสามารถสูงในการวิจัยครั้งนี้ใช้ลักษณะการแจกแจงของตัวเลขสุ่มเป็นแบบเบ้ลบแทน กำหนดให้มีค่าพารามิเตอร์ ของการแจกแจงคือ μ มีค่าเท่ากับ 2 ความแปรปรวน σ^2 มีค่าเท่ากับ 1 ความเบ้มีค่าเท่ากับ -1 และความโด่งเท่ากับ 3



จากรูปแสดงลักษณะการแจกแจงความสามารถของประชากรที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม เป็นอิสระจากกัน การแจกแจงของโค้งที่ 1 เป็นการแจกแจงของประชากรที่มีความสามารถต่ำ การแจกแจงของโค้งที่ 2 เป็นการแจกแจงของประชากรที่มีความสามารถปานกลาง การแจกแจงของโค้งที่ 3 เป็นการแจกแจงของประชากรที่มีความสามารถสูง ซึ่งแสดงค่าพารามิเตอร์ในตารางที่ 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้จากการสุ่มจากประชากรที่สร้างลักษณะการแจกแจงตามที่กำหนดขึ้น โดยสุ่มมากลุ่มละ 500 มี 3 ลักษณะการแจกจงตามลักษณะประชากรเปรียบเสมือนกับผู้สอบ 3 กลุ่ม ๆ ละ 500 คน ดังแสดงค่าพารามิเตอร์ และค่าสถิติในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของประชากร และค่าสถิติของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

Distribution	Mean		Variance		Shewness		Kurtosis	
	μ	$\bar{X}$	σ^2	s^2	γ_1	s_k	β_2	kur
Normal	0	0.02	1	1.01	0	-0.05	3	2.96
Positive Skew.	-2	-2.01	1	0.99	1	0.91	3	3.09
Negative Skew.	2	1.99	1	0.99	-1	-0.93	3	3.07

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีลำดับขั้นในการทดลองดังนี้คือ

1. สร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถของประชากรที่มีการแจกแจง 3 แบบ ตามที่กำหนดในแผนการทดลองเพื่อนำไปทำข้อทดสอบ

2. กำหนดค่าความยากของข้อทดสอบ จำนวน 30 ข้อ ให้มีช่วงความยากอยู่ในช่วง + 4 ถึง -4

3. จำลองผลการตอบ จากแบบสอบและความสามารถของผู้สอนที่สร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถขึ้น เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อทดสอบแบบราสช์โมเดล

4. วิเคราะห์ข้อทดสอบที่ได้จากการทำซ้ำ 100 ครั้ง ในแต่ละลักษณะการแจกแจงความสามารถ เพื่อหาค่าความยาก b ของแต่ละข้อของการทำซ้ำในแต่ละครั้ง

แต่ละขั้นตอนการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

1. สร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถของประชากรที่มีการแจกแจง 3 แบบ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาฟอร์แทน 77 และ Scientific Subroutine มีขั้นตอนในการสร้างคือ

1.1 ใช้โปรแกรมสับรูทีน RANDUM สร้างตัวเลขสุ่ม (Random Numbers, RN) ในลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มซึ่งจะให้ตัวเลขสุ่มต่อเนื่องไม่ซ้ำกันจำนวน 2^{29} ค่า หรือ 536, 870, 912 ค่า ก่อนที่จะเกิดการซ้ำกันของตัวเลขสุ่ม เมื่อใช้ค่าเริ่มต้น (Seed) ที่ค่า 65539 โปรแกรมสับรูทีน RANDUM จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL RANDUM (IX,IY,RN) ถ้าใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะให้ตัวเลขสุ่ม RN 1 ค่า โปรแกรมสับรูทีน RANDUM แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

1.2 สร้างลักษณะของประชากรที่มีการแจกแจงความสามารถแบบปกติ โดยใช้โปรแกรมสับรูทีน GAUSS ใช้คำสั่ง CALL RANDUM (IX,IY,RN) เรียกตัวเลขสุ่มจากโปรแกรมสับรูทีน RANDUM มาสร้างลักษณะการแจกแจงแบบปกติในโปรแกรมสับรูทีน GAUSS โปรแกรมสับรูทีน GAUSS จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL GAUSS (IA,EX,STD,X) เมื่อ IA คือค่าเริ่มต้น EX คือค่ามัชฌิมเลขคณิตของการแจกแจงแบบปกติ STD คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ X คือตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อใช้คำสั่ง CALL GAUSS (IA,EX,STD,X) 1 ครั้ง จะได้ตัวเลขสุ่มจากโปรแกรมสับรูทีน GAUSS 1 ตัว ตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของตัวเลขสุ่ม โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)ความแปรปรวน(S^2) ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) โดยใช้โปรแกรมสับรูทีน VAR, SKEW และ KURTO เพื่อให้ได้ค่าสถิติต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในการทดลอง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 โปรแกรมสับรูทีน GAUSS แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

1.3 สร้างลักษณะของประชากรที่มีการแจกแจงแบบเบ้ลบ วิธีสร้างจะใช้วิธีสร้างให้มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติก่อน แล้วจึงทำให้มีการแจกแจงแบบเบ้ลบ มีวิธีการดังนี้คือ

ใช้คำสั่ง CALL RANDUM (IX,IY,RN) เรียกตัวเลขสุ่มจากสับรูทีน RANDUM มาสร้างลักษณะการแจกแจงแบบปกติในโปรแกรมสับรูทีน GAUSS จากนั้นใช้คำสั่ง CALL GAUSS (IA,EX,STD,X) เรียกตัวเลขสุ่มจากโปรแกรมสับรูทีน GAUSS ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติไปสร้างลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ลบในโปรแกรมหลักตามวิธีของ Allen I. Fleishman (1978) โดยนำตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาแทนค่าในสมการ

$Y = 2.345+1.605091X - 0.2710708X^2 - 0.092819X^3$

X คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติจากโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS

Y คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเบ้ลบ

ตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของ Y โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}$) ความแปรปรวน (S^2) ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) โดยใช้โปรแกรมสัปรูทีน VAR, SKEW และ KURTO เพื่อให้ได้ค่าสถิติต่าง ๆ ตามที่กำหนดในการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 โปรแกรมนี้แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

1.4 สร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรที่มีการแจกแจงแบบเบ้บวก วิธีสร้างใช้วิธีสร้างลักษณะการแจกแจงแบบปกติในโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS ก่อนแล้วจึงมาสร้างลักษณะการแจกแจงแบบเบ้บวก มีวิธีการดังนี้คือ

ใช้คำสั่ง CALL RANDUM (IX,IY,RN) เรียกตัวเลขสุ่มจากโปรแกรมสัปรูทีน RANDUM มาสร้างลักษณะการแจกแจงแบบปกติในโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS จากนั้นใช้คำสั่ง CALL GAUSS (IA,EX,STD,X) เรียกตัวเลขสุ่มจากโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS ไปสร้างลักษณะการแจกแจงแบบเบ้บวกในโปรแกรมหลักตามวิธีของ Allen I. Fleishman (1978) โดยนำตัวเลขสุ่มมาแทนค่าในสมการ

$Y = 2.3268+1.14050961X+0.2909708X^2-0.0886191X^3$

X คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติจากโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS

Y คือ ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเบ้บวก

ตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของ Y โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{Y}$) ความแปรปรวน (S^2) ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis) โดยใช้โปรแกรมสัปรูทีน VAR, SKEW และ KURTO เพื่อให้ได้ค่าสถิติต่าง ๆ ตามที่กำหนดในการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 โปรแกรมนี้แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

2. กำหนดค่าความยากของข้อทดสอบ จำนวน 30 ข้อ ให้มีค่าความยาก b ของทั้ง 30 ข้ออยู่ในช่วง -4 ถึง +4 โดยให้มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม ดังแสดง

ค่าความยากการจำลองแบบสอบนี้คล้ายกับการสร้างแบบสอบ จำนวน 30 ข้อที่มีความยากแตกต่างกัน จาก -4 ถึง + 4

ตารางที่ 2 แสดงค่าความยาก (b) ของข้อทดสอบที่กำหนดค่าขึ้น 30 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก(b)	ข้อที่	ค่าความยาก (b)
1	-4.000	16	0.138
2	-3.724	17	0.414
3	-3.448	18	0.689
4	-3.172	19	0.966
5	-2.897	20	1.241
6	-2.621	21	1.517
7	-2.345	22	1.793
8	-2.069	23	2.069
9	-1.793	24	2.345
10	-1.517	25	2.621
11	-1.241	26	2.897
12	-0.966	27	3.172
13	-0.689	28	3.448
14	-0.414	29	3.724
15	-0.138	30	4.000

จากตารางที่ 2 แสดงว่าความยาก (b) ของข้อทดสอบ จำนวน 30 ข้อที่กำหนดค่าความยากอยู่ในช่วง +4 ถึง -4

3. จำลองผลการตอบ จากแบบสอบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อทดสอบแบบราสช์โมเดล

3.1 หาโอกาสตอบถูกของแต่ละคนในแต่ละข้อ ของแต่ละลักษณะการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 หาโอกาสของการตอบถูกของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถปานกลาง โดยใช้คำสั่ง CALL GAUSS (IA, EX, STD, X) เรียกตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งถือเป็นความสามารถของผู้ตอบ จำนวน 500 ค่า และค่าความยากของข้อทดสอบที่กำหนดค่าความยากขึ้น 30 ข้อ มาแทนค่าในฟังก์ชั่นของราสช์โมเดล ซึ่งมีฟังก์ชั่นคือ

$$P_{vi}(\theta) = \frac{EXP(\theta_v - b_i)}{1+EXP(\theta_v - b_i)}$$

เมื่อ i มีค่า 1,2,3,----,30 และ v มีค่า 1,2,3,----,500

การแทนค่าจะแทนค่า θ 1 ค่า ต่อ ค่า B ทั้ง 30 ค่า แทนค่า θ จนครบ 500 ค่า เปรียบเสมือนผู้สอบ 500 คน ทำแบบสอบที่มีข้อทดสอบจำนวน 30 ข้อ จะได้โอกาสของการตอบถูก P_{vi} ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าโอกาสของการตอบถูกของแต่ละคนในแต่ละข้อ

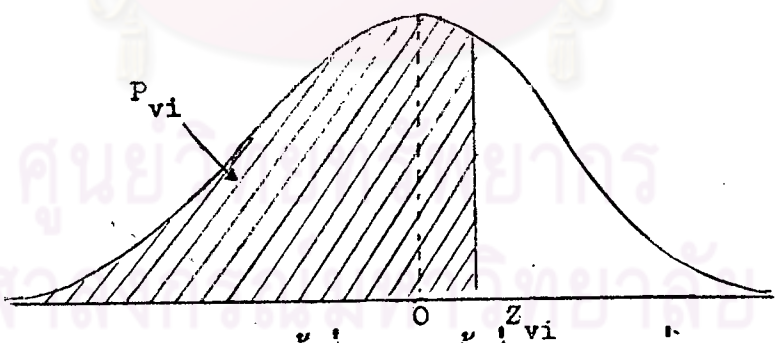
	ข้อที่ i										
	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	30
1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	-	-	-	-	-	-	-	$P_{1,30}$
2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	-	-	-	-	-	-	-	$P_{2,30}$
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	$P_{500,1}$	$P_{500,2}$	$P_{500,3}$	-	-	-	-	-	-	-	$P_{500,30}$

คนที่ v

3.1.2 หาโอกาสของการตอบถูก เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถต่ำ นำตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเบ้มาก ซึ่งถือเป็นความสามารถของผู้สอบในกลุ่มอ่อน จำนวน 500 ค่า และค่าความยากของข้อทดสอบที่กำหนดค่าความยากขึ้น จำนวน 30 ข้อ มาแทนค่าในฟังก์ชั่นของราสช์โมเดล เช่นเดียวกับเมื่อผู้สอบมีความสามารถปกติ จะได้โอกาสของการตอบถูก P_{vi} มีลักษณะเหมือนในตารางที่ 3

3.1.3 หาโอกาสของการตอบถูก เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถสูง นำตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเบ้ลบ ซึ่งถือเป็นความสามารถของผู้สอบในกลุ่มเก่งจำนวน 500 ค่า และค่าความยากของข้อทดสอบที่กำหนดค่าความยากของข้อทดสอบที่กำหนดค่าความยากขึ้นจำนวน 30 ข้อ มาแทนค่าในฟังก์ชั่นของราสช์-โมเดล เช่นเดียวกับเมื่อผู้สอบมีความสามารถปกติ และความสามารถสูง จะได้โอกาสของการตอบถูก P_{vi} ทั้งหมดเหมือนในตารางที่ 3

3.2 หาขอบเขตพื้นที่ของค่า P_{vi} แต่ละค่าในการแจกแจงปกติมาตรฐาน โดยใช้คำสั่ง CALL NDTRI (P,Z,D, IER) เรียกค่าซี (Z-Score)ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ของ P_{vi} แต่ละตัว



รูปแสดง พื้นที่และเขตพื้นที่ Z_{vi} ของค่า P_{vi}

ค่า P_{vi} แต่ละค่าจะได้ขอบเขต Z_{vi} ดังแสดงในตารางที่ 4

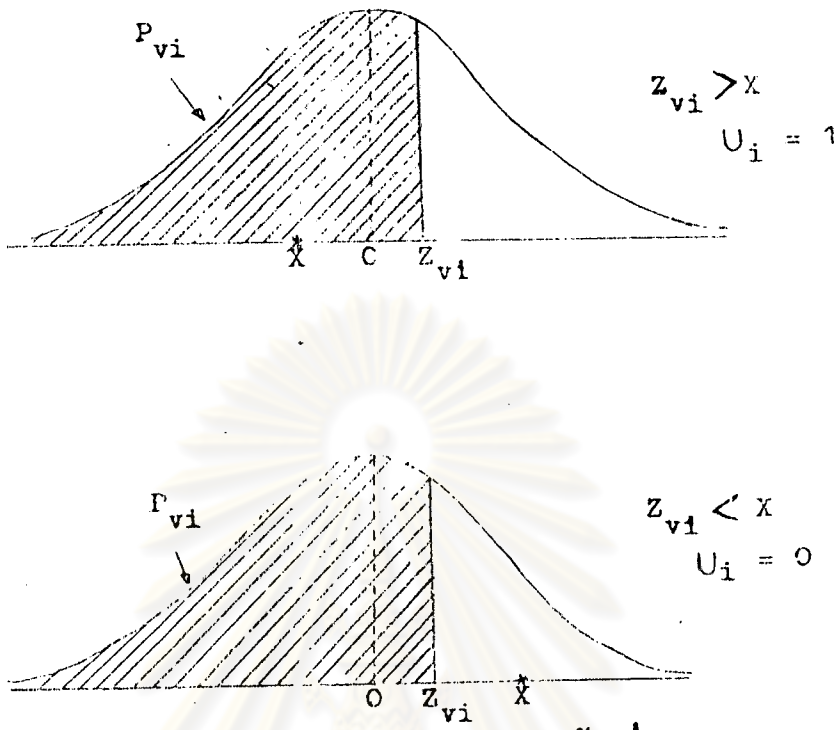
ตารางที่ 4 แสดงค่าคะแนนมาตรฐานซี ที่เป็นเชตสูงสุดของ P_{vi} แต่ละค่า

ข้อที่ i

คนที่ v	1	2	3	-	-	-	30
1	z_{11}	z_{12}	z_{13}	-	-	-	$z_{1,30}$
2	z_{21}	z_{22}	z_{23}	-	-	-	$z_{2,30}$
3	z_{31}	z_{32}	z_{33}	-	-	-	$z_{3,30}$
.	-	-	-	-	-	-	-
.	-	-	-	-	-	-	-
.	-	-	-	-	-	-	-
.	-	-	-	-	-	-	-
500	$z_{500,1}$	$z_{500,2}$	$z_{500,3}$	-	-	-	$z_{500,30}$

3.3 หาผลการตอบของแต่ละคนในแต่ละข้อ เรียกตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ จำนวน 100 ค่า ถ้าค่าน้อยกว่าค่า z_{vi} ถือว่าตอบถูก เพราะตกอยู่ในพื้นที่ใต้โค้งปกติของค่า P_{vi} ให้ผลการตอบ $U_i=1$ ถ้าค่าตัวเลขสุ่มมีค่ามากกว่า z_{vi} ถือว่าตอบผิด เพราะตกอยู่นอกพื้นที่ใต้โค้งปกติของค่า P_{vi} ให้ผลตอบ $U_i = 0$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปแสดง ผลการตอบในการทำซ้ำแต่ละครั้ง

จากรูป แสดงผลการตอบในแต่ละครั้ง เมื่อ X เป็นตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ รูปแรกเมื่อ ($Z_{vi} > X$) ผลการตอบ $U_i=1$ รูปที่สองเมื่อ ($Z_{vi} < X$) ผลการตอบ $U_i = 0$ เมื่อเปรียบเทียบครบ 100 ครั้งแล้วจะได้ผลการตอบเป็น 1 จำนวน $P \times 100$ ค่า และเป็น 0 จำนวน $(1-P) \times 100$ มีลักษณะเป็นไปโดยสุ่ม เมื่อหาผลการตอบทุกค่าของ P_{vi} ของทั้ง 3 ลักษณะการแจกแจงความสามารถแล้ว จะได้เมตริกซ์ผลการตอบแต่ละลักษณ์การแจกแจงชุดนี้ซ้ำ 100 ครั้ง

4. นำผลการตอบซ้ำแต่ละครั้งของแต่ละกลุ่มผู้สอบไปวิเคราะห์ข้อทดสอบแบบราสช์โมเดลด้วยโปรแกรม BICAL(Wright and Mead, 1978) เพื่อหาค่าความยาก b ของแต่ละข้อ เมื่อวิเคราะห์ข้อทดสอบเสร็จแล้วจะได้ค่าความยาก b ของแต่ละกลุ่มผู้สอบในแต่ละข้อ 100 ค่า

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความยาก b ในแต่ละข้อของแต่ละกลุ่มผู้สอบ

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าความยาก b ในแต่ละข้อของแต่ละกลุ่มผู้สอบ กับค่าความยาก b ที่จำลองขึ้นด้วย t-test (Snedecor and Cochran 1980 : 70)

3. ทดสอบความแตกต่างของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความยาก b เมื่อผู้สอบมีความสามารถแตกต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้ Kruskall Wallis - test (Marascuilo and McSweeney 1977 : 300)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง มี 3 โปรแกรม คือ

1. โปรแกรมจำลองสถานการณ์ เมื่อผู้สอบมีความสามารถปกติ
2. โปรแกรมจำลองสถานการณ์ เมื่อผู้สอนมีความสามารถต่ำ
3. โปรแกรมจำลองสถานการณ์ เมื่อผู้สอนมีความสามารถสูง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองแต่ละโปรแกรมมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เมื่อผู้สอบมีความสามารถปกติ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถปานกลางโดยเรียกตัวเลขสุ่ม 500 ค่า จากโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS (IA,EX,STD,X) ซึ่งถือเป็นความสามารถของผู้สอบที่มีความสามารถปกติ

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าโอกาสของการตอบถูก P_{vi} ของผู้สอบที่มีความสามารถปกติ โดยนำตัวเลขสุ่มจำนวน 500 ค่า ซึ่งถือเป็นความสามารถของผู้สอบที่มีความสามารถปกติ และค่าความยาก b ของข้อทดสอบที่กำหนดค่าความยากขึ้น 30 ค่า ไปแทนค่าในฟังก์ชั่นของราสช์โมเดล ในโปรแกรมสัปรูทีน POB (B,ZETA) จะได้โอกาสของการตอบถูก P_{vi} ของผู้สอบ 500 คน ที่ทำข้อทดสอบ 30 ข้อ

ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนหาผลการตอบซ้ำ 100 ครั้ง ของแต่ละคนในแต่ละข้อ ใช้คำสั่ง CALL NDTRI (P,Z,D,IER) เรียกค่า Z_{vi} ที่เป็นค่าแสดงเขตพื้นที่ของค่า P_{vi} ในการแจกแจงปกติมาตรฐาน เรียกตัวเลขสุ่มจากโปรแกรมสัปรูทีน

GAUSS (IA,EX,STD,X) จำนวน 100 ค่า มาเปรียบเทียบกับค่า Z_{vi} แต่ละค่า ถ้าตัวเลขสุ่มจากสัปรูทีน GAUSS แต่ละค่าตกอยู่ในเขตพื้นที่ของค่า P_{vi} ในการแจกแจงปกติมาตรฐาน ถือว่าตอบถูกให้ $U_i = 1$ แต่ถ้าตัวเลขสุ่มตกอยู่นอกเขตพื้นที่ P_{vi} ถือว่าตอบผิดให้ $U_i = 0$ จะได้ผลการตอบถูกและตอบผิด 100 ครั้ง ถือเป็นการตอบซ้ำของแต่ละคนในแต่ละข้อ 100 ครั้ง บันทึกผลการตอบซ้ำแต่ละครั้งของผู้สอบ 500 คน ทำข้อสอบ 30 ข้อ ในรูปเมเตริกซ์ 500 x 30 ลงในเทป ซึ่งจะมีทั้งหมด 100 เมตริกซ์

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนที่นำเมตริกซ์ ผลการตอบซ้ำแต่ละครั้งไปวิเคราะห์แบบราสช์โมเดล โดยใช้คำสั่ง CALL BICAL เรียกสัปโปแกรม สัปรูทีน BICAL มาวิเคราะห์ผลการตอบซ้ำแต่ละครั้งจนครบ ผลการตอบซ้ำ 100 ครั้ง จะได้ค่าความยาก b ของแต่ละข้อ 100 ค่า

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถต่ำ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างลักษณะการแจกแจงความสามารถของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถต่ำ โดยเรียกตัวเลขสุ่ม 500 ค่า จากโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS ซึ่งมีการแจกแจงปกติไปทำให้มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ลบในโปรแกรมฟังก์ชั่น POP (ZETA) โดยนำตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ X ไปแทนค่าในฟังก์ชั่น

$$Y = 2.345+1.605091X-0.2710708X^2-0.092819X^3$$

ในโปรแกรมฟังก์ชั่น POP (ZETA) จะได้ค่า Y จำนวน 500 ค่า มีการแจกแจงแบบเบ้ลบ ซึ่งถือเป็นความสามารถของผู้ตอบ 500 คน ที่มีความสามารถต่ำ

ขั้นตอนที่ 2, 3 และ 4 มีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหมือนการทำงานของโปรแกรมที่ 1 เมื่อผู้สอบมีความสามารถปกติ

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถสูง โดยเรียกตัวเลขสุ่ม 500 ค่า จากโปรแกรมสัปรูทีน GAUSS ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติ ไปทำให้มีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้บวกในโปรแกรมฟังก์ชั่น POB (ZETA) โดยนำตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ X ไปแทนค่าในฟังก์ชั่น

$$Y = 2.3268+1.14050961X+0.2909708X^2-0.1886191X^3$$

ในโปรแกรมฟังก์ชั่น POP (ZETA) จะได้ค่า Y จำนวน 500 ค่า มีการแจกแจงแบบเบ้บวก ซึ่งถือเป็นความสามารถของผู้สอบ 500 คน ที่มีความสามารถสูง

ขั้นตอนที่ 2, 3 และ 4 มีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหมือนการทำงานของโปรแกรมที่ 1 และ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย