บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลอง (Simulation) ขึ้นโดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 กับเครื่อง IBM 4361 โดยมีขั้นตอนของแผนการทดลองและโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษาดังต่อไปนี้

แผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรโดยกำหนดให้ประชากรมีการแจกแจงดังต่อไปนี้

ก. การแจกแจงแบบปกติ ใช้พารามิเตอร์ $\mu = 1$, $\sigma = 0.05$, 0.10 และ 0.15

ข. การแจกแจงแบบปกติปลอมปน ใช้สเกลแฟคเตอร์(c) เท่ากับ 3 และ 10 เปอร์เซนต์การปลอมปน(p) เท่ากับ 5 และ 10

ค. การแจกแจงแบบลอกนอร์มอล กำหนดพารามิเตอร์ μ เท่ากับ 1 และ σ^2 เท่ากับ 0.05, 0.30 และ 0.70 หรือ ค่า C.V เท่ากับ 0.22 , 0.59 และ 1.00

2. ในการแจกแจงของแต่ละประชากร จะศึกษาในกรณีที่มีขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30, 50 และ 100

3. ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ

เรากำหนดระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระดังนี้

กรณีที่มีตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 สนใจศึกษา ณ ระดับความสัมพันธ์เท่ากับ (0.99) , (0.90) , (0.70) , (0.50) , (0.30) และ (0.10)

กรณีที่มีตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 สนใจศึกษา ณ ระดับความสัมพันธ์เท่ากับ (0.99,0.99) , (0.90,0.90) , (0.70,0.70) , (0.50,0.50) , (0.30,0.30) และ (0.10,0.10)[1]

ขั้นตอนในการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัยมีดังนี้คือ

1. การสร้างโปรแกรมย่อย (Subroutine) สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนตามที่ต้องการศึกษา

2. การสร้างข้อมูลของตัวแปรตาม(y) และตัวแปรอิสระ(X) เมื่อการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติและปกติปลอมปน ผู้วิจัยจะสร้างตัวแปรตาม(y) ให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรอิสระ(X) ซึ่งเป็นค่าคงที่ โดยจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเริ่มต้น β ที่ได้จากเวกเตอร์เจาะจง (eigenvector) ซึ่งสอดคล้องกับค่าเจาะจง (eigenvalue)ที่มีค่าน้อยที่สุด และค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงตามที่ศึกษา สำหรับกรณีที่การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบลอกนอร์มอล จะสร้างตัวแปรตาม(y)ให้มีการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษา

3. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถคำนวณได้เลย แต่วิธีริดจ์รีเกรสชันจะต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ k โดยใช้วิธีการค้นหาข้อมูลแบบลำดับ (Sequential Search) แล้วจึงคำนวณค่าประมาณจากวิธีริดจ์รีเกรสชัน ส่วนวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์จะต้องทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ c โดยใช้วิธีการทำซ้ำของ Hoerl และ Kennard แล้วจึงคำนวณค่าประมาณจากวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์ เมื่อการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติและปกติปลอมปน สำหรับกรณีที่การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบลอกนอร์มอลจะทำการแปลงข้อมูลก่อนโดยการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ข แล้วจึงประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถด-

---

[1] กรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ = 3 ระดับความสัมพันธ์ (0.99) , (0.90) , (0.70) , (0.50) , (0.30) , และ (0.10) หมายถึงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปร X_1, X_2, X_3 กรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ = 5 ระดับความสัมพันธ์ (0.99,0.99) , (0.90,0.90) , (0.70,0.70) , (0.50,0.50) , (0.30,0.30) และ (0.10,0.10) ค่าแรกในวงเล็บหมายถึงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปร X_1, X_2, X_3 ค่าที่สองในวงเล็บหมายถึงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปร X_4, X_5

ถอยทั้ง 3 วิธี

4. การหาค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุ โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีริดจ์รีเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์ เราสามารถหาค่าได้ในแต่ละรอบของการทดลองแล้วจึงหาค่าเฉลี่ยจาก 500 รอบในแต่ละวิธี จากนั้นจะคำนวณหาค่า PRR , PRS และ RRS ตามลำดับ

สำหรับรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

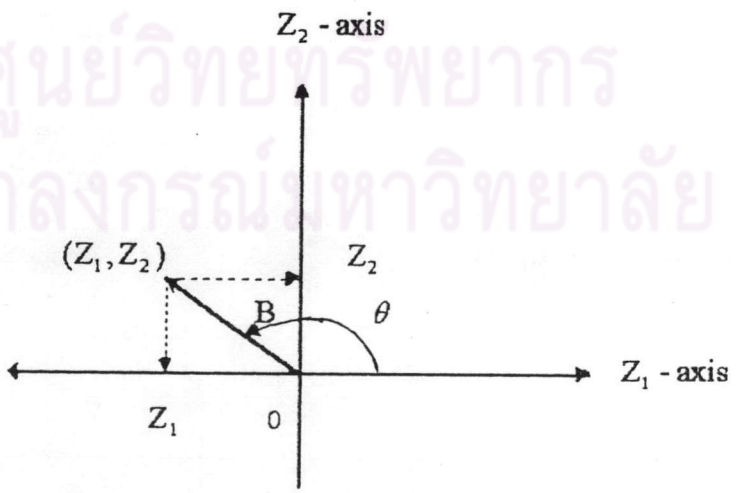
1. การสร้างการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต้องการศึกษา

การสร้างค่าความคลาดเคลื่อนให้มีลักษณะการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษานั้นใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน 77 กับเครื่อง IBM 4361 โดยที่การสร้างลักษณะการแจกแจงต่างๆ จะต้องใช้เลขสุ่ม (Random Number) ซึ่งมีการแจกแจงสม่ำเสมอในช่วง (0, 1) เป็นพื้นฐาน

สำหรับรายละเอียดในการสร้างการแจกแจงต่างๆ มีดังนี้

1.1 <u>การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ</u>

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติใช้วิธีของ Box และ Muller (ค.ศ 1978) โดยผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐาน ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 พร้อมๆ กัน 2 ค่า ดังนี้



จากรูปจะได้ว่า

(3.1) $$Z_1 = B\cos(\theta)$$

(3.2) $$Z_2 = B\sin(\theta)$$

โดยที่ $B^2 = Z_1^2 + Z_2^2$ มีการแจกแจงไคสแควร์ด้วยระดับความเป็นอิสระเท่ากับ 2 ซึ่งเทียบเท่ากับการแจกแจงชี้กำลัง (exponential distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 ดังนั้นจะได้รัศมี B มีค่าดังนี้

(3.3) $$B = (-2\ln(R))^{1/2}$$

โดยที่ R เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ

จากการสมมาตรของการแจกแจงปกติ จะได้ว่า θ มีการแจกแจงสม่ำเสมอระหว่าง 0 กับ 2π เรเดียนและรัศมี B กับ θ เป็นอิสระซึ่งกันและกัน จากสมการ (3.1) , (3.2) และ (3.3) เราสามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติมาตรฐานจากเลขสุ่ม 2 ชุด คือ R_1 และ R_2 กล่าวคือ

$$Z_1 = (-2\ln(R_1))^{1/2}\cos(2\pi R_2)$$
$$Z_2 = (-2\ln(R_1))^{1/2}\sin(2\pi R_2)$$

ฟังก์ชันสำหรับการจำลองแบบประชากรที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ คือ FUNCTION NORMAL(DMEAN,SIGMA) ซึ่งได้จาก

$$\text{NORMAL} = \mu + \sigma Z_1$$

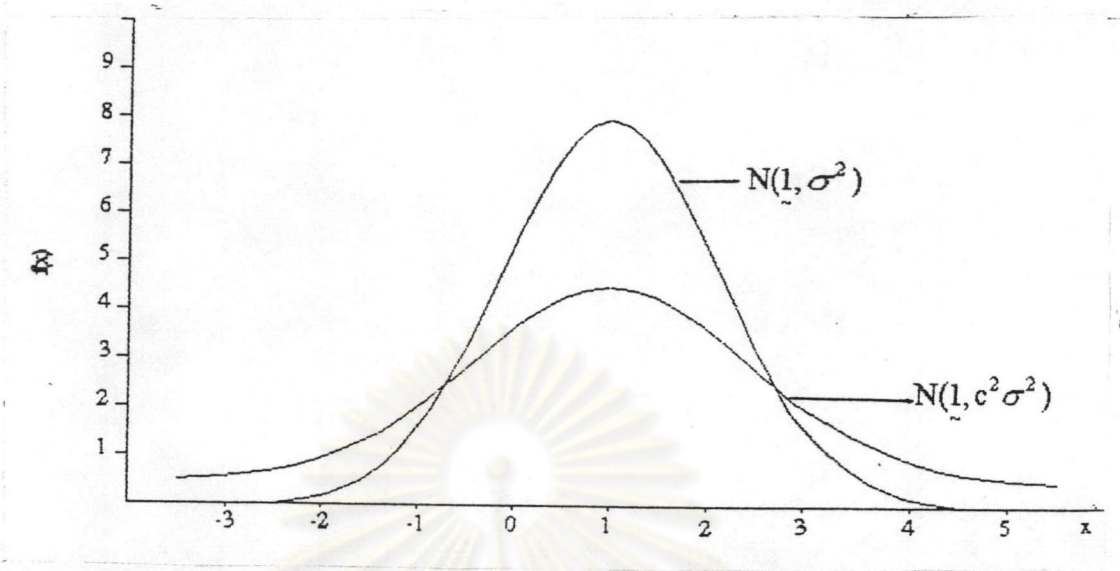
หรือ $$\text{NORMAL} = \mu + \sigma Z_2$$

โดยได้แสดง FUNCTION NORMAL(DMEAN,SIGMA) ไว้ในภาคผนวก ค

1.2 <u>การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติปลอมปน</u>

การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติปลอมปนที่มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามที่กำหนดจะใช้วิธีที่ Ramsay(ค.ศ.1977) เสนอไว้ โดยการสร้างการแจกแจงที่แปลงมาจากการแจงปกติที่มีฟังก์ชันการแจกแจงอยู่ในรูปของ

$$F(x) = (1-p)N(\mu,\sigma^2) + p\,N(\mu,c^2\sigma^2)$$



รูปที่ 3.1 แสดงเส้นโค้งการแจกแจงปกติปลอมปน

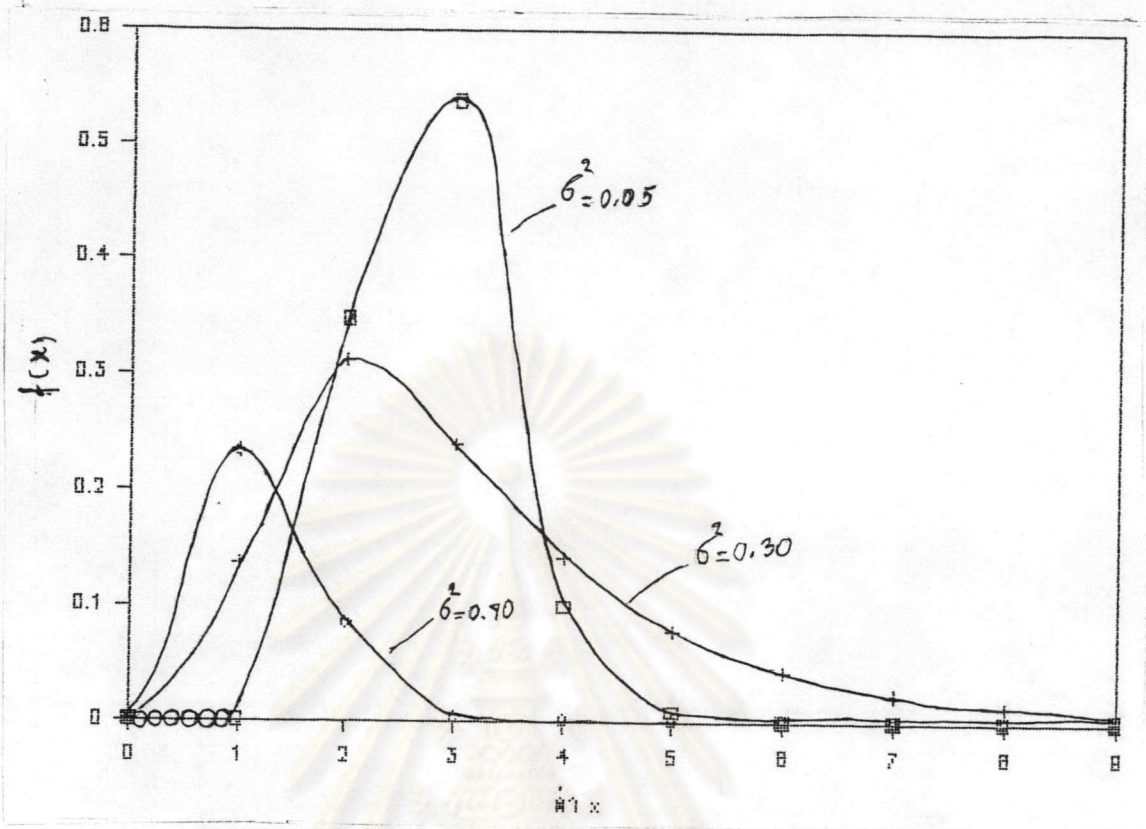
โดยที่ตัวแปรสุ่ม X มาจากการแจกแจง $N(\mu,\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น $1-p$ และการแจกแจง $N(\mu,c^2\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น p ซึ่ง μ และ σ^2 เป็นค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามลำดับ ค่า p และ c เป็นเปอร์เซนต์การปลอมปนและสเกลแฟคเตอร์ สำหรับคำสั่งในการสร้างตัวแปรให้มีการแจกแจงปกติปลอมปนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

1.3 <u>การสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงลอกนอร์มอล</u>

การแจกแจงลอกนอร์มอลมีฟังก์ชันความหนาแน่นอยู่ในรูปของ

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\dfrac{1}{2}\dfrac{(\ln(x)-\mu)^2}{\sigma^2}\right]; & x>0,\ \sigma>0, \\ & -\infty<\mu<+\infty \\ 0 & ;\ \text{อื่นๆ} \end{cases}$$

เมื่อ μ และ σ^2 เป็นค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ y ตามลำดับ โดยที่ $y = \ln(x)$ แล้ว y จะมีการแจกแจงปกติโดยมี $\exp(\sigma^2)$ เป็น scale parameter และ μ เป็น shape parameter สำหรับค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงลอกนอร์มอลคือ $\exp(\mu+\sigma^2/2)$ และ $\exp(2\mu+\sigma^2)*[\exp(\sigma^2-1)]$ ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 แสดงเส้นโค้งการแจกแจงลอกนอร์มอล เมื่อ μ = 1.00

σ^2 = 0.05 , 0.30 และ 0.70

สำหรับการสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงลอกนอร์มอลได้จาก exponential ของฟังก์ชัน NORMAL(DMEAN,SIGMA) เมื่อ DMEAN เป็นค่าเฉลี่ย และ SIGMA เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงปกติ ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค

2. การสร้างข้อมูลให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ในการสร้างตัวแปรอิสระ X จะสร้างให้มีความสัมพันธ์กันดังนี้ กรณีที่มีตัวแปรอิสระเท่ากับ 3 สนใจศึกษา ณ ระดับความสัมพันธ์ (0.99) , (0.90) , (0.70) , (0.50) , (0.30) และ (0.10) กรณีที่มีตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 สนใจศึกษา ณ ระดับความสัมพันธ์ (0.99, 0.99) , (0.90, 0.90) , (0.70, 0.70) , (0.50, 0.50) , (0.30, 0.30) และ (0.10, 0.10)

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจำลองของ Wichern และ Churchill (1978:304) สามารถสร้างตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันในระดับต่างๆ ได้ดังนี้

<u>ตัวอย่าง</u> เราต้องการสร้างข้อมูลชุดหนึ่งให้มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 ค่าของตัวแปรอิสระได้จากสมการ

$$X_{ij} = (1-\alpha^2)^{1/2} Z_{ij} + \alpha Z_{i6} \quad ; \quad j = 1,2,3$$
$$; \quad i = 1,2,3,\ldots,30$$

$$X_{ij} = (1-\alpha_*^2)^{1/2} Z_{ij} + \alpha_* Z_{i6} \quad ; \quad j = 4,5$$
$$; \quad i = 1,2,3,\ldots,30$$

โดยที่ $Z_{i1}, Z_{i2}, \ldots, Z_{i6}$ เป็นค่าตัวแปรอิสระที่สร้างขึ้นให้มีการแจกแจงแบบปกติค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนเท่ากับหนึ่ง

α^2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_1 กับ X_2 , X_1 กับ X_3 และ X_2 กับ X_3

α_*^2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X_4, X_5

$\alpha\alpha_*$ เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง $X_j (j = 1,2,3)$ และ X_4 หรือ X_5

ดังนั้นหากเราต้องการสร้างข้อมูลชุดหนึ่งให้มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 30 โดยกำหนดให้ $\alpha^2 = 0.99$ และ $\alpha_*^2 = 0.99$ จะได้ค่าตัวแปรอิสระจากสมการดังนี้

$$X_{ij} = (1-0.99)^{1/2} Z_{ij} + (0.99)^{1/2} Z_{i6} \quad ; \quad j = 1,2,3$$
$$; \quad i = 1,2,3,\ldots,30$$

$$X_{ij} = (1-0.99)^{1/2} Z_{ij} + (0.99)^{1/2} Z_{i6} \quad ; \quad j = 4,5$$
$$; \quad i = 1,2,3,\ldots,30$$

เมื่อการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติและปกติปลอมปนเราจะสร้างข้อมูลของตัวแปรอิสระ X ซึ่งเป็นค่าคงที่ก่อนดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จากนั้นจึงสร้างตัวแปรตาม y ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ X ให้มีลักษณะการแจกแจงตามความคลาดเคลื่อนที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากเวกเตอร์เจาะจง (eigenvector) ซึ่งสอดคล้องกับค่าเจาะจง (eigenvalue) ของเมตริกซ์ $X'X$ และ $\underset{\sim}{\varepsilon}$ เป็นความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเป็นแบบต่างๆ ดังที่กล่าวมาในหัวข้อที่ 1

เมื่อการแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นแบบลอกนอร์มอล เราจะสร้างตัวแปรอิสระ (X) ซึ่งเป็นค่าคงที่และมีความสัมพันธ์กันดังที่กล่าวมาในตอนต้นของหัวข้อนี้ก่อน จากนั้นสร้างตัวแปรตาม ($\underset{\sim}{y}$) ให้มีการแจกแจงเป็นแบบลอกนอร์มอลตามต้องการ แล้วใช้การแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox เพื่อสร้างตัวแปรตาม $\underset{\sim}{y}^{(\lambda)}$ ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ X ตามรูปแบบของความสัมพันธ์ คือ $\underset{\sim}{y}^{(\lambda)} = X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon}$ เมื่อ $\underset{\sim}{\beta}$ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่สร้างขึ้นมา และ λ เป็นค่าพารามิเตอร์ของการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox โดยที่ $\underset{\sim}{\varepsilon}$ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเป็นแบบสมมาตรและเป็นปกติโดยประมาณ

3. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีริดจ์รีเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์

จากหัวข้อที่ 1 เราสามารถสร้างค่าความคลาดเคลื่อนตามการแจกแจงที่ต้องการศึกษาและหัวข้อที่ 2 สามารถสร้างตัวแปรอิสระ(X) ให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตามที่กำหนดจึงทำให้สามารถสร้างตัวแปรตาม ($\underset{\sim}{y}$) ได้ แต่กรณีที่เป็นการแจกแจงแบบลอกนอร์มอลจะทำการแปลงที่ใช้การยกกำลังของ Box และ Cox ก่อนแล้วจึงทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีริดจ์รีเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์ ซึ่งขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

3.1 ทำการปรับตัวแปรอิสระ(X) ให้เป็นมาตรฐาน(standardized) เพื่อทำให้เมตริกซ์ $X'X$ อยู่ในรูปของเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ(r_{xx}) และทำการปรับตัวแปรตาม($\underset{\sim}{y}$) ให้เป็นมาตรฐาน เพื่อทำให้เมตริกซ์ $X'\underset{\sim}{y}$ อยู่ในรูปของเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (r_{xy})

3.2 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด หาค่าพารามิเตอร์ k โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับ(Sequential Search) แล้วคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุจากวิธีริดจ์รีเกรสชัน และหาค่าพารามิเตอร์ c โดยวิธีการทำซ้ำของ Hoerl และ Kennard แล้วคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์ ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

Kennard แล้วคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์ ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

4. การหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีริดจ์รีเกรสชัน และวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์

4.1 คำนวณค่า $MSE(\hat{\beta})$ ของแต่ละวิธีจากสูตร

$$MSE(\hat{\beta}) = E[(\hat{\beta}-\beta)'(\hat{\beta}-\beta)]$$
$$= \frac{1}{p}\sum_{i=1}^{p}(\hat{\beta}_i-\beta_i)^2$$

4.2 เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้กระทำซ้ำ 500 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ ดังนั้นจึงคำนวณค่าเฉลี่ยของ $MSE(\hat{\beta})$ แต่ละวิธีนั่นคือ

$$AMSE(OLS) = \frac{1}{500}\sum_{i=1}^{500}MSE(\hat{\beta})$$

$$AMSE(RR) = \frac{1}{500}\sum_{i=1}^{500}MSE(\hat{\beta}_R)$$

$$AMSE(RS) = \frac{1}{500}\sum_{i=1}^{500}MSE(\hat{\beta}_C)$$

4.3 หาความแตกต่างของ AMSE ทั้ง 3 วิธี

1) เปรียบเทียบระหว่างวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีริดจ์รีเกรสชันและเปรียบเทียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดกับวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์โดยใช้ค่า PRR และ PRS ตามลำดับ

$$PRR = \left[\frac{AMSE(OLS)-AMSE(RR)}{AMSE(OLS)}\right]\times 100$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) เปรียบเทียบระหว่างวิธีริดจ์รีเกรสชันกับวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์โดยใช้ค่า RRS ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$RRS = \left[\frac{AMSE(RS) - AMSE(RR)}{AMSE(RS)}\right] \times 100$$

เมื่อ AMSE(OLS) คือ ค่าเฉลี่ยของ $MSE(\underset{\sim}{\hat{\beta}})$ ที่คำนวณจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

AMSE(RR) คือ ค่าเฉลี่ยของ $MSE(\underset{\sim}{\hat{\beta}})$ ที่คำนวณจากวิธีริดจ์รีเกรสชัน

และ AMSE(RS) คือ ค่าเฉลี่ยของ $MSE(\underset{\sim}{\hat{\beta}})$ ที่คำนวณจากวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย

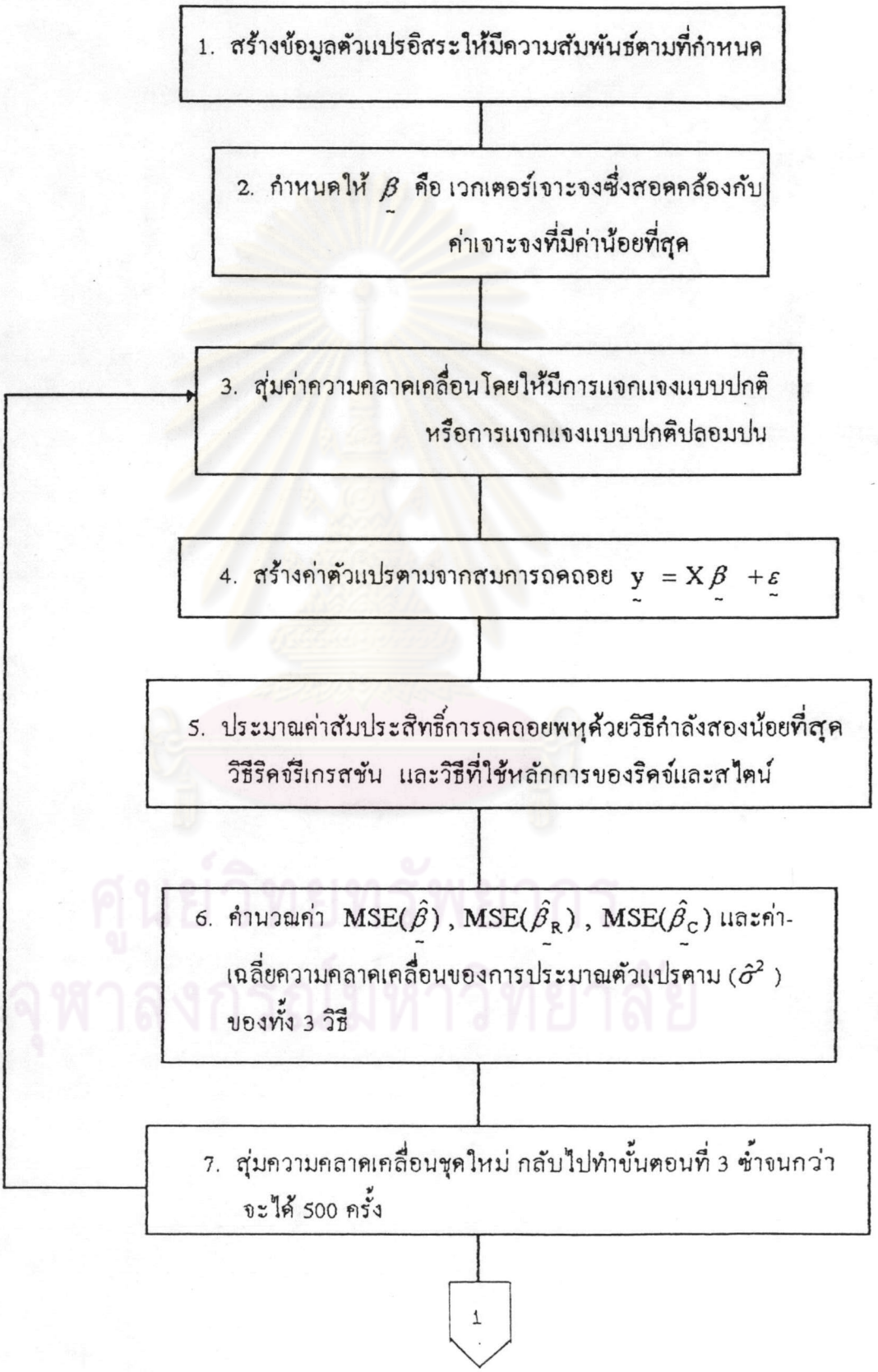
อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	คุณสมบัติของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
โปรแกรมหลัก 1	MAIN 1	-คำนวณค่า $\underset{\sim}{\hat{\beta}}$, $MSE(\underset{\sim}{\hat{\beta}})$ และ AMSE ของทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติและปกติปลอมปน	SIMNOR , VALMAT , INVMAT , BUILDY , BETAB , SIG2 , SORTEI , YMSE , SEQUEN , RSTMSE
โปรแกรมหลัก 2	MAIN 2	-คำนวณค่า $\underset{\sim}{\hat{\beta}}$, $MSE(\underset{\sim}{\hat{\beta}})$ และ AMSE ของทั้ง 3 วิธี เมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงลอกนอร์มอล	SIMNOR , VALMAT , BOXCOX , BCOX , BUILDY , INVMAT , SHAPWK , BETAB , SIG2 , SORTEI , YMSE , SEQUEN , RSTMSE

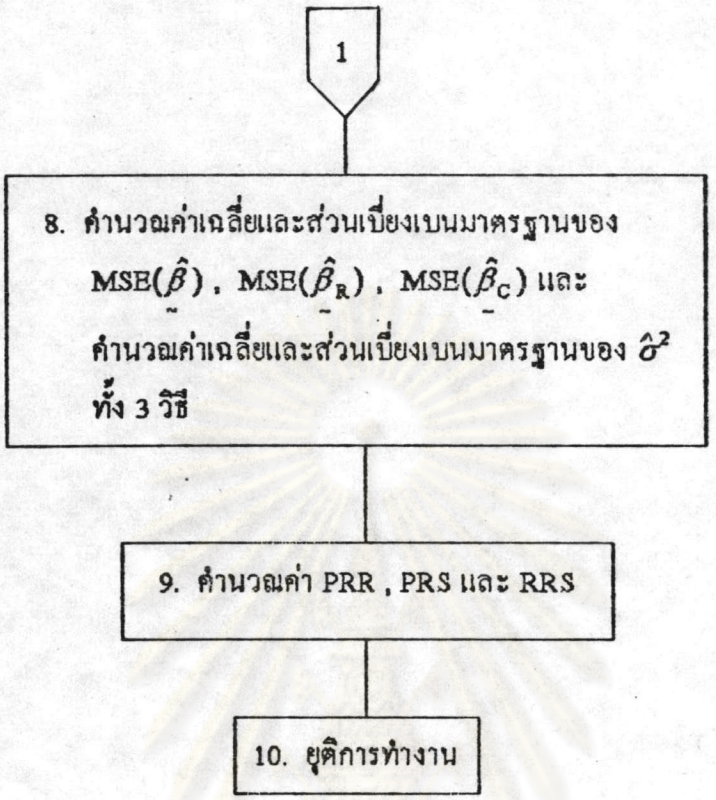
อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	คุณสมบัติของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
SUBROUTINE และ FUNCTION			
1	SIMNOR	สร้างตัวแปรอิสระให้มีความสัมพันธ์ตามที่กำหนด และหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ	NORMAL
2	NORMAL	สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ	RAND
3	RAND	สร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงสม่ำเสมอ	-
4	VALMAT	สร้างเมตริกซ์ของตัวแปรอิสระ และปรับเมตริกซ์ตัวแปรอิสระให้เป็นมาตรฐาน	EIGEN
5	EIGEN	หาค่าเจาะจง (eigenvalue) และเวกเตอร์เจาะจง (eigenvector) โดยใช้วิธีการทำซ้ำของ Jacobi	-
6	INVMAT	หา INVERSE ของเมตริกซ์	-
7	BUILDY	สร้างความคลาดเคลื่อนให้มีการแจกแจงแบบ	
		1. ปกติ	RAND,NORMAL
		2. ปกติปลอมปน	RAND,NORMAL
		3. ลอกนอร์มอล	RAND,NORMAL
8	BETAB	คำนวณค่า $\hat{\beta}$ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด , วิธีริดจ์รีเกรสชันและวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์	INVMAT

อันดับที่	ชื่อโปรแกรม	คุณสมบัติของโปรแกรม	ชื่อโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
9	SIG2	คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณ ($\hat{\sigma}^2$)	-
10	SORTEI	เรียงลำดับค่าเจาะจงจากมากไปหาน้อย	-
11	SEQUEN	หาค่า k โดยใช้วิธีการค้นหาแบบลำดับ (Sequential Search)	VBRIDG
12	VBRIDG	คำนวณหาค่า $MSE(\hat{\beta}_R(k))$ โดยวิธีริดจ์รีเกรสชัน	-
13	RSTMSE	สร้างเงื่อนไขในการหยุดทำซ้ำ	VALUEC
14	VALUEC	หาค่า c โดยใช้วิธีการทำซ้ำของ Hoerl และ Kennard	INVMAT VBRS
15	VBRS	คำนวณหาค่า $MSE(\hat{\beta}_C)$ โดยวิธีที่ใช้หลักการของริดจ์และสไตน์	-
16	BOXCOX	คำนวณพารามิเตอร์ BOX และ COX	SUMSQ
17	SUMSQ	คำนวณค่า $\hat{\beta}$ และ SSE ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	BCOX SIGBET
18	BCOX	แปลงค่า y_i ในแต่ละค่าของ λ	-
19	SIGBET	คำนวณค่า $\hat{\beta}$ จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	-
20	SHAPWK	คำนวณค่าพารามิเตอร์ W ของ Shapiro-Wilk ในการทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ	RANK
21	RANK	เรียงอันดับข้อมูลจากน้อยไปมาก	-

โปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยได้แสดงไว้ในภาคผนวก

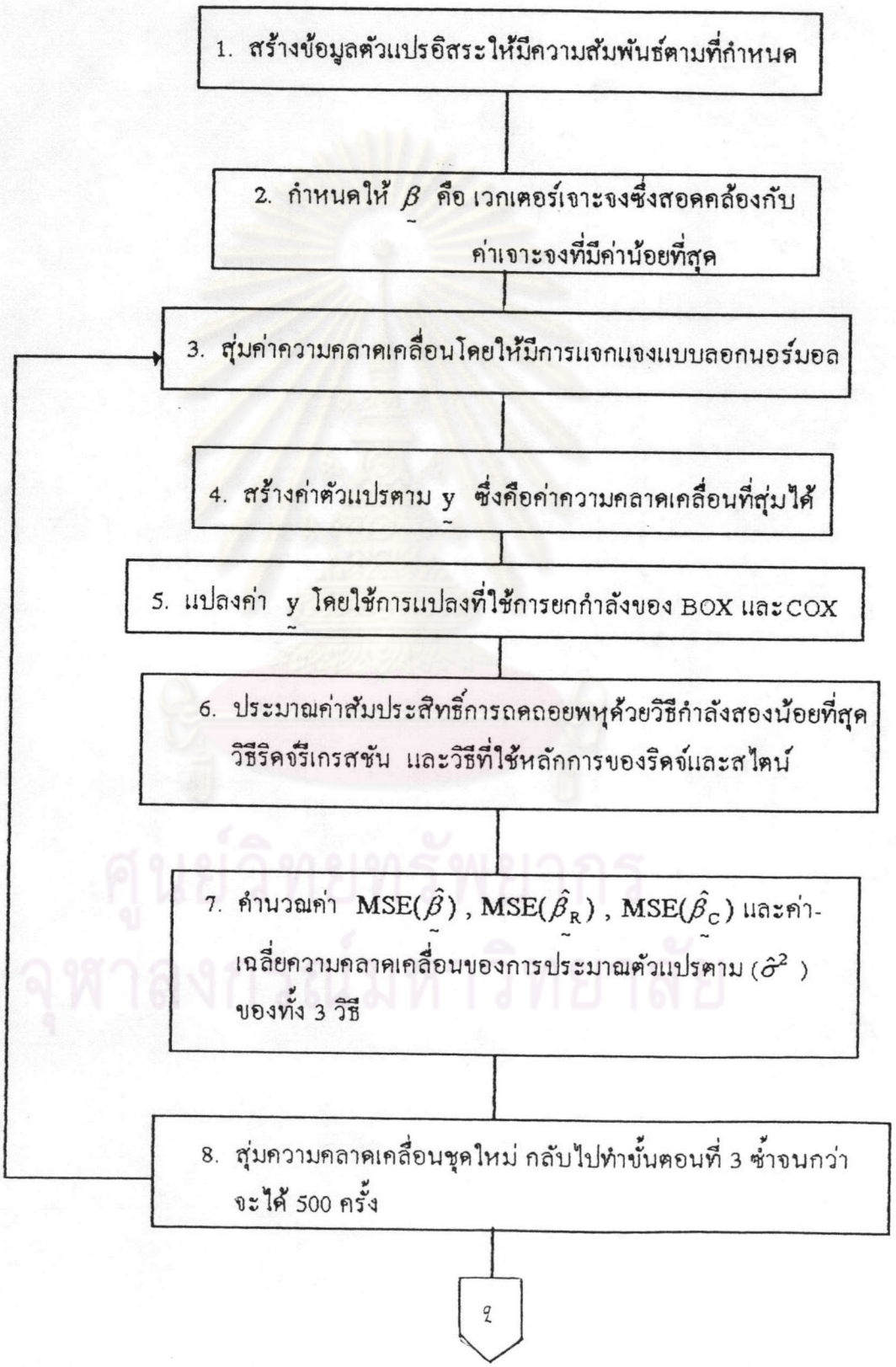
ผังงานการเขียนโปรแกรมหลักที่ 1

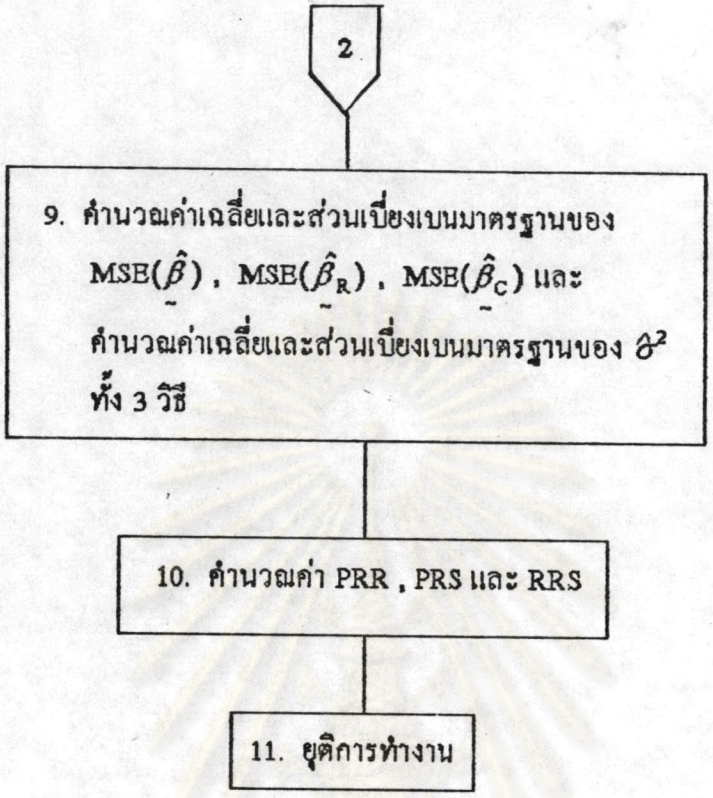




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผังงานการเขียนโปรแกรมหลักที่ 2





ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย