ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหการ	วิศวกรรมอุตสาหการ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาไมโครซอฟต์เอกเซลแอดอินสำหรับวิธีการคัดกรองและการเลือกระบบที่ดีที่สุด

Development of Statistical Screening and Selection of the Best Procedures as Excel Add-Ins

นามผู้วิจัย นายวิชา พราหมฤทธิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑา พิชิตลำเค็ญ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์สุวิชภรณ์ วิชกูล, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาไมโครซอฟต์เอกเซลแอดอินสำหรับวิธีการคัดกรองและการเลือกระบบที่ดีที่สุด

Development of Statistical Screening and Selection of the Best Procedures as Excel Add-Ins

โดย

นายวิชา พราหมฤทธิ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)
พ.ศ. 2552

วิชา พราหมฤทธิ์ 2552: การพัฒนาไมโครซอฟต์เอกเซลแอดอินสำหรับวิธีการคัดกรองและการเลือกระบบที่ดีที่สุด ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑา พิชิตลำเค็ญ, Ph.D. 87 หน้า

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมซึ่งนำเอาผลของการจำลองสถานการณ์แบบสุ่มที่ได้จากซอฟต์แวร์ต่างๆ มาหาตัวเลือกที่ดีที่สุด โดยโปรแกรมนี้ใช้ไมโครซอฟต์เอกเซลเป็น User Interface และพัฒนาด้วยภาษา Visual Basic for Applications (VBA) โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือโปรแกรมที่ใช้คัดกรองทางเลือก (Screening) โปรแกรมที่ใช้คัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขมากที่สุด หรือน้อยที่สุด (Selecting the Best) และโปรแกรมที่ใช้เปรียบเทียบกับทางเลือกมาตรฐาน (Comparison with a Standard) การพิจารณาความถูกต้องของโปรแกรมใช้ปัญหาตัวอย่างจากตำรา พบว่าโปรแกรมที่ถูกพัฒนาสามารถให้คำตอบตรงกัน ด้วยระดับความเชื่อมั่น $1-\alpha$ ตามที่กำหนด

/ /

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Wicha Phramrit 2009: Development of Statistical Screening and Selection of the Best Procedures as Excel Add-Ins. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Juta Pichitlamken, Ph.D. 87 pages.

We develop a Microsoft Excel Add-Ins for statistical screening and selection of the best procedures for simulation outputs. This Add-Ins is developed with Visual Basic for Applications (VBA). Our software has 3 main functions: screening, selecting the best, and comparison with a standard. We validate the software with sample problems from textbooks.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฑา พิชิตลำเค็ญ ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ อ.ดร. สุวิชภรณ์ วิชกูล กรรมการที่ปรึกษา ที่ช่วยเหลือ และสนับสนุนให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างกับผู้วิจัย เพื่อนๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือในหลายๆ ด้าน และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดี

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านในสถาบันการศึกษาอันทรงเกียรติแห่งนี้ ที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้าจนมีความรู้ถึงปัจจุบัน

วิชา พราหมฤทธิ์

สิงหาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	8
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	30
ผล	30
วิจารณ์	54
สรุปและข้อเสนอแนะ	55
สรุป	55
ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	57
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก	61
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้โปรแกรม	73
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	87

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า First และ Second Stage ของระบบการจองตั๋วในตัวอย่างปัญหาที่ 1 ซึ่งใช้จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น n_0 เท่ากับ 20	31
2	ผลการคำนวณในขั้นแรก และขั้นที่สองของนโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง ซึ่งใช้จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น n_0 เท่ากับ 20 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2	38
3	ผลการคำนวณในขั้นแรก และขั้นที่สองของนโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง ซึ่งใช้จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น n_0 เท่ากับ 20 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3	43
4	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในระบบสำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4	48
5	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในระบบสำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5	51

ตารางผนวกที่

ก1	ช่วงความเชื่อมั่น MCB สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1	63
ก2	ค่า W_{ij} ที่ใช้ในการคำนวณตัวอย่างปัญหาที่ 2	64
ก3	ช่วงความเชื่อมั่น MCB สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4	68
ก4	ค่าที่ใช้ในการคำนวณตัวอย่างปัญหาที่ 6	71

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ช่วงความเชื่อมั่น MCB สำหรับ $\mu_i - \max_{j \neq i} \mu_j$ (ก) และ $\mu_i - \min_{j \neq i} \mu_j$ (ข) เมื่อ $i = 1, 2, ..., 5$	8
2	เมนู Visual Basic Editor บนไมโครซอฟต์เอกเซล	18
3	ส่วนประกอบของ VBE	19
4	โครงสร้างของโปรแกรม SimSelect	23
5	ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Screening	24
6	ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Selecting the Best	25
7	ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Selecting the Best (ต่อ)	26
8	ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Comparisons with Standard	27
9	ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Comparisons with Standard (ต่อ)	28
10	ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1	30
11	การเลือกใช้โปรแกรมการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด	31
12	Dialog Box สำหรับเลือกประเภทของข้อมูลแบบ Summary Statistics	31
13	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1	32
14	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1	32
15	ข้อมูลในตารางเอกเซลเพื่อใช้คำนวณในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1	33
16	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1	33
17	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1	34
18	การเลือกใช้โปรแกรมการคัดกรองทางเลือก	35
19	Dialog Box สำหรับเลือกประเภทของข้อมูลสำหรับโปรแกรมคัดกรองทางเลือก	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับคัดกรองทางเลือก	36
21	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับคัดกรองทางเลือก	36
22	ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2	37
23	การเลือกใช้โปรแกรมเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่น	38
24	Dialog Box สำหรับเลือกประเภทข้อมูลของโปรแกรมเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่น	38
25	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2	39
26	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2	40
27	ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2	40
28	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2	41
29	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2	41
30	ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3	42
31	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3	44
32	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3	44
33	ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3	45
34	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือก ในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3	45
35	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
36	ระบบปัจจุบันของตัวอย่างปัญหาที่ 4	47
37	ระบบที่ออกแบบใหม่จากตัวอย่างปัญหาที่ 4	47
38	ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4	49
39	Dialog Box สำหรับเลือกประเภทของข้อมูลแบบ Individual Observations	49
40	Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5	50
41	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกระบบที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5	50
42	ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5	52
43	การเลือกใช้โปรแกรมการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดแบบข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน	52
44	Dialog Box การใส่ค่าในโปรแกรมสำหรับคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดใน ขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5	53
45	ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกระบบที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5	53

ภาพผนวกที่

ก1	ตารางค่าคงที่ของ Rinott	63
ก2	ตาราง 95% Critical Values of the Multivariate t-Distribution	72
ข1	ตัวอย่างการติดตั้งโปรแกรม Comparisons Add-Ins	74
ข2	เมนูบาร์	74
ข3	เมนูบาร์เมื่อเรียกใช้โปรแกรม Comparisons	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข4	Dialog Box สำหรับเลือกประเภทข้อมูล	75
ข5	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการคัดกรองทางเลือก	76
ข6	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนสำหรับวิธีการคัดกรองทางเลือก	76
ข7	ตัวอย่างผลของการใช้โปรแกรมคัดกรองทางเลือก	77
ข8	เมนูย่อยของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด	77
ข9	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน	78
ข10	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนสำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน	78
ข11	ตัวอย่างผลของการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด	80
ข12	ตัวอย่างผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1	80
ข13	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกันในขั้นที่ 2	81
ข14	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนสำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกันในขั้นที่ 2	81
ข15	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลสำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน	83
ข16	ตัวอย่างผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 เมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน	84
ข17	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนสำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในขั้นที่ 2	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ข18	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในขั้นที่ 2	85
ข19	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 1	87
ข20	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 1	88
ข21	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 2	89
ข22	Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 2	90

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

μ	=	ค่าเฉลี่ยของประชากร
Y	=	ค่าที่ได้จากการจำลอง
$\overline{Y}$	=	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
δ	=	(Indifference- Zone Parameter) แทนค่าคงที่แสดงความแตกต่างกันขั้นต่ำของค่าเฉลี่ย 2 ค่า ($\lvert\mu_1 - \mu_2\rvert \le \delta$)
σ^2	=	ค่าความแปรปรวนของประชากร
S^2	=	ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง
$1-\alpha$	=	ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง (Probability of Correct Selection)
k	=	จำนวนทางเลือก
n_0	=	จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น (Initial Sample Size)
N	=	จำนวนตัวอย่างสุดท้าย (Final Sample Size)
MCB	=	Multiple Comparison with the Best
h	=	ค่าคงที่ของ Rinott
g	=	ค่าวิกฤต จาก $1-\alpha$ Multivariate t-distribution
CRN	=	Common Random Numbers
VBA	=	Visual Basic for Application

การพัฒนาไมโครซอฟต์เอกเซลแอดอินสำหรับวิธีการคัดกรอง และการเลือกระบบที่ดีที่สุด

Development of Statistical Screening and Selection of the Best Procedures as Excel Add-Ins

คำนำ

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) เป็นวิธีการซึ่งใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในด้านต่างๆมานานแล้ว แต่ที่ได้รับความสนใจและตื่นตัวในการนำมาใช้แก้ปัญหาในสาขาอาชีพต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบันนั้นเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ Shannon (1975) ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองปัญหาว่า “การจำลองปัญหา คือกระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่างๆที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริง”

การจำลองแบบปัญหาถูกนำมาใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย และเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง โดยสามารถจำลองได้เกือบทุกประเภท ซึ่งมีตัวอย่างที่นำไปประยุกต์ใช้ดังนี้ (ที่มา: www.geocities.com/scsprogram/html/simulation.html)

1. งานในโรงงานอุตสาหกรรม (Manufacturing) เช่น ระบบงานลำเลียงขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) ระบบงานสายการประกอบ (Assembly Line) ระบบงานผลิตแบบอัตโนมัติ (Automated Production System) ระบบงานควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control System) ระบบงานการบำรุงรักษาเครื่องจักร และการเพิ่มความไว้วางใจของเครื่องจักร(Reliability and Maintenance System) งานจัดวางผังโรงงาน (Plant Lay-out) และงานออกแบบเครื่องจักร (Machine Design) เป็นต้น

2. งานเกี่ยวกับธุรกิจ (Business) เช่นงานวิเคราะห์พัสดุและสต็อกสินค้า (Stock and Commodity Analysis) งานนโยบายการกำหนดราคา (Pricing Policy) งานกลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing Strategies) งานวิเคราะห์กระแสเงินสด (Cash Flow Analysis) งานพยากรณ์ (Forecasting) งานกำหนดระบบในการขนส่ง (Transportation Alternatives) งานวางแผนกำลังคน (Manpower Planning) เป็นต้น

3. งานด้านการปกครอง (Government) เช่นการพยากรณ์ประชากรของประเทศ (Population Forecasting) งานกำหนดการใช้ประโยชน์ของที่ดิน (Land Use) งานให้บริการดูแลและรักษาสุขภาพ (Health Care Delivery) งานควบคุมการจราจร (Traffic Control) เป็นต้น

มีการใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยสเปรดชีท (เช่นไมโครซอฟต์เอกเซล) อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะทางการเงินและบัญชี Togo (2004) ศึกษาการวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับตัวแบบทางบัญชีโดยการใช้สเปรดชีทซิมมูเลชั่น (Spreadsheet Simulation) ที่สามารถคำนวณค่าทางสถิติ และสามารถจำลองสถานการณ์ เพื่อนำผลการจำลองไปวิเคราะห์ความเสี่ยงของตัวแบบทางบัญชี โดยการจำลองสถานการณ์ให้ตัวแปรนำเข้าเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ใช้สเปรดชีทซิมมูเลชั่นในการคำนวณหามูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Net Present Value: NPV) ซึ่งต้องแสดงผลในรูปกราฟ และนำไปหาความสัมพันธ์ของความเสี่ยงกับตัวแบบทางบัญชี

บางครั้งผู้วิเคราะห์ต้องการเลือกทางเลือกที่ดีหรือดีที่สุดจึงใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่าย เช่นมีนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังให้พิจารณา4 นโยบายซึ่งแต่ละนโยบายจะให้ค่าใช้จ่ายรายเดือนเฉลี่ยแตกต่างกันไป ทั้งนี้ผลจากการจำลองสถานการณ์เป็นค่าสุ่ม ความแตกต่างในค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของแต่ละนโยบายอาจเกิดจากความไม่แน่นอน (Randomness) หรือมาจากความแตกต่างในนโยบายจริงๆ

ในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างตัวแบบจำลองบนไมโครซอฟต์เอกเซลอยู่หลายโปรแกรม เช่น @Risk หรือ Crystal Ball นอกจากนี้ยังมีซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างตัวแบบ Discrete-event simulation เช่น Arena, ProModel, Extend งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมซึ่งนำเอาผลของการจำลองที่ได้จากซอฟต์แวร์ต่างๆ มาคัดตัวเลือกที่ดีที่สุดได้ โดยโปรแกรมนี้ใช้ไมโครซอฟต์เอกเซลเป็น User Interface และพัฒนาด้วยภาษา Visual Basic for Applications (VBA) โปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือโปรแกรมที่ใช้คัดกรองทางเลือก

(Screening) โปรแกรมที่ใช้คัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขมากที่สุด หรือน้อยที่สุด (Selecting the Best) และส่วนสุดท้ายเป็นโปรแกรมที่ใช้เปรียบเทียบกับทางเลือกมาตรฐาน (Comparisons with a Standard)

วัตถุประสงค์

พัฒนา Excel Add-Ins ของวิธีการคัดกรองทางเลือก การคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด และการเปรียบเทียบกับทางเลือกมาตรฐานโดยใช้ VBA

ขอบเขตของงานวิจัย

1. พัฒนาโปรแกรม Excel Add-Ins เพื่อคัดกรองทางเลือก คัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกหลายทางเลือก และเปรียบเทียบกับทางเลือกมาตรฐานที่มีอยู่

2. ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมต้องเป็นข้อมูลที่เป็นอิสระต่อกัน มีการแจกแจงแบบเดียวกัน (Independent and Identically Distributed) และต่างทางเลือกกันต้องเป็นอิสระต่อกัน (ผลการจำลองแต่ละทางเลือกเป็นอิสระกัน) สมมติให้ Y_{ij} เป็นผลลัพธ์หรือผลการดำเนินการจากการจำลองสถานการณ์ในครั้งที่ j จากทางเลือกที่ i [Y_{ij} เป็นอิสระต่อ $Y_{i'j}$ ทุกค่า $i \neq i'$ และ ทุกค่า j]

การตรวจเอกสาร

การพัฒนาไมโครซอฟต์เอกเซลแอดอิน เพื่อคัดกรองและเลือกตัวเลือกที่ดีที่สุดได้ทำการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย วิธีการคัดกรองทางเลือก (Screening) วิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Selecting the Best) การเปรียบเทียบทางเลือกกับมาตรฐานที่มีอยู่ (Comparisons with a Standard) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้ตัวแปรสุ่มร่วม

จุดประสงค์สำคัญที่นำเอาตัวเลขสุ่มชุดเดียวกัน (Common Random Number: CRN) มาใช้ในทุก ๆ ทางเลือกเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างค่าวัดผลของแต่ละรอบทำซ้ำ ซึ่งทำให้ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างทางเลือกลดลง (Clark, 1990)

ถ้าให้มีทางเลือก 2 ทางเลือกคือทางเลือกที่ 1 และ 2 จะได้

$$V\left(X_i^{(1)} - X_i^{(2)}\right) = V\left(X_i^{(1)}\right) + V\left(X_i^{2}\right) - 2\rho\left(X_i^{1}, X_i^{2}\right)\sqrt{V\left(X_i^{(1)}\right)}\sqrt{V\left(X_i^{(2)}\right)}$$

เมื่อ

$V(X)$ คือ ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$\rho(X,Y)$ คือ ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสุ่ม X และ Y

เห็นได้ว่าถ้า $\rho\left(X^1, X^2\right) > 0$, $V\left(X^1 - X^2\right)$ ลดลงเมื่อเทียบกับกรณี $\rho\left(X^1, X^2\right) = 0$ หรือ Independent Sampling

วิธีการคัดกรองทางเลือก

เมื่อทางเลือกที่พิจารณามีมากกว่าหนึ่งทางเลือก เมื่อจำลองสถานการณ์ของแต่ละทางเลือกก็จะได้ผลลัพธ์ (เช่นเวลาที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาที่รอคอยการให้บริการที่แตกต่างกัน) การคัดกรองทางเลือกก็เพื่อหาทางเลือกที่มีผลการดำเนินงานใกล้เคียงกัน และกำจัดทางเลือกที่มีผลการดำเนินงานไม่ดีอย่างชัดเจนออกไป

วิธี Subset Selection

วิธี Subset Selection ที่นำเสนอโดย Goldsman and Nelson (1998) เป็นการคัดเลือกทางเลือกที่ต้องการออกจากกลุ่มเซตทั้งหมด สมมติมี k ทางเลือกและทางเลือกที่ให้ค่าเฉลี่ยมากที่สุด (ทางเลือกที่ดีที่สุด) คือทางเลือกที่ k นั่นคือ

$$\mu_k \geq \mu_{k-1} \geq \ldots \geq \mu_1 \tag{1}$$

ซึ่งวิธี Subset Selection รับประกันว่าจะได้มาซึ่งเซตย่อย $I \subseteq \{1, 2, \ldots, k\}$ ที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

$$\Pr\{k \in I\} \geq 1-\alpha \text{ เมื่อ } 1/k < 1-\alpha < 1$$

โดยผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดความน่าจะเป็นที่เลือกถูกต้อง (Probability of Correct Selection) $1-\alpha$ เอง เช่น 90% หรือ 95%

วิธี Subset Selection มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดจำนวนรอบทำซ้ำ หรือขนาดของข้อมูล n ความน่าจะเป็นที่เลือกถูกต้อง $1-\alpha$ และหาค่าควอนไทล์ของการแจกแจงแบบ t ด้วยองศาเสรี n -1, $t = t_{1-(1-\alpha)^{1/(k-1)},n-1}$

ขั้นที่ 2 ใช้ตัวแบบการจำลองสถานการณ์เพื่อสุ่มตัวอย่าง $Y_{i1}, Y_{i2}, \ldots, Y_{in}$, $i = 1, 2, \ldots, k$ ซึ่งผลการจำลองต้องเป็นอิสระต่อกัน (Independent)

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าทางสถิติดังต่อไปนี้

3.1 ค่าเฉลี่ยของทางเลือก i : $\overline{Y_i} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} Y_{ij}$ (2)

3.2 ค่าความแปรปรวนของทางเลือก i : $S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n}(Y_{ij} - \overline{Y_i})^2}{n-1}$, สำหรับ $i = 1, 2, ..., k$

3.3 $W_{ij} = t\left(\frac{S_i^2 + S_j^2}{n}\right)^{1/2}$ สำหรับทางเลือก $i \neq j$

ขั้นที่ 4 เปรียบเทียบค่า $\overline{Y_i}$

โดยการเปรียบเทียบค่า $\overline{Y_i}$ จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเลือกซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

- ในกรณีที่ค่าที่น้อยที่สุดเป็นค่าที่ต้องการ จะเก็บทางเลือก i ไว้ในเซต I ถ้า

  $\overline{Y_i} \leq \overline{Y_j} + W_{ij}$ สำหรับ $i \neq j$

- กรณีที่ 2 ในกรณีที่ค่าที่มากที่สุดเป็นค่าที่ต้องการ จะเก็บทางเลือก i ไว้ไว้ในเซต I ถ้า

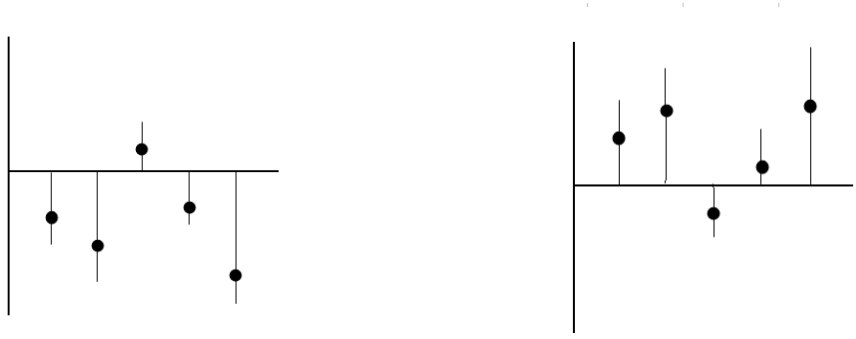
  $\overline{Y_i} \geq \overline{Y_j} - W_{ij}$ สำหรับ $i \neq j$

เมื่อสิ้นสุดการเปรียบเทียบแล้วระบุเซตที่มีตัวเลือกที่ดีที่สุดว่าเป็นเซต I

การเปรียบเทียบเชิงซ้อน

ถ้ากำหนดระบบที่ให้ค่า μ_i มากที่สุดเป็นระบบที่ดีที่สุด Multiple Comparisons with the Best (MCB) จะให้ช่วงความเชื่อมั่น $\mu_i - \max_{j\neq i} \mu_j$ สำหรับ $i = 1,2,...,k$ ช่วงความเชื่อมั่นนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพของแต่ละระบบกับระบบที่ดีที่สุด สำหรับปัญหาที่ต้องการระบบที่ให้ค่า μ_i น้อยที่สุดเป็นระบบที่ดีที่สุด จะพิจารณาค่าช่วงความเชื่อมั่น $\mu_i - \min_{j\neq i} \mu_j$ สำหรับ $i = 1,2,...,k$ วิธีการของ MCB จะสมมติว่าค่าของความแปรปรวนระหว่างระบบมีค่าเท่ากัน $\sigma_i^2 = \sigma^2$ สำหรับ $i = 1,2,...,k$ (Hochberg and Tamhane, 1987)

วิธี MCB สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาได้อย่างหลากหลาย ถ้าระบบที่ทำการเปรียบเทียบมีระบบที่ดีที่สุดเพียงระบบเดียว ค่าช่วงความเชื่อมั่น $\mu_i - \max_{j\neq i} \mu_j$ จะมีเพียงค่าเดียวที่เป็นบวก ส่วนค่าอื่นๆจะมีค่าเป็นลบ ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 1 โดยจุด ● คือค่าพารามิเตอร์ของ $\mu_i - \max_{j\neq i} \mu_j$ สำหรับ i = 1, 2, ..., 5 และเส้นแนวดิ่งที่ผ่านจุดคือช่วงความเชื่อมั่น (Hsu and Nelson, 1988)



(ก) (ข)

ภาพที่ 1 ช่วงความเชื่อมั่น MCB สำหรับ $\mu_i - \max_{j\neq i} \mu_j$ (ก) และ $\mu_i - \min_{j\neq i} \mu_j$ (ข) เมื่อ i = 1, 2, ..., 5

วิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

วิธีการคัดกรองทางเลือกอาจให้ตัวเลือกที่ดีมากกว่า 1 ตัว ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์อาจต้องการตัวเลือกที่ดีที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว ซึ่งวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดถูกออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว โดยวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดที่ใช้ขึ้นอยู่กับว่ามีการใช้ตัวแปรสุ่มร่วม (Common Random Numbers; CRN) ในการจำลองหรือไม่

1. ข้อมูลของทางเลือกเป็นอิสระต่อกัน (Independent Sampling)

Matejcik and Nelson (1995) นำเสนอวิธีซึ่งเป็นการรวมวิธี Two-Stage Indifference-Zone ของ Rinott (1978) ร่วมกับวิธี MCB ภายใต้กรอบของสมการที่ (1) วิธีนี้รับประกันว่า

$$\Pr\{k \text{ is selected}\} \geq 1-\alpha \text{ เมื่อ } |\mu_k - \mu_{k-1}| \geq \delta$$

โดยผู้วิเคราะห์กำหนดความน่าจะเป็นที่เลือกถูกต้อง $1-\alpha$ และขนาดของ Indifference-Zone (δ)

วิธี Rinott + MCB สำหรับข้อมูลทางเลือกที่เป็นอิสระต่อกันมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดค่า δ ความเชื่อมั่น $1-\alpha$ จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น $n_0 \geq 2$ และค่าคงที่ของ Rinott (h_α) (ค่าคงที่นี้สามารถค้นได้จาก Bechhofer *et al*., 1995)

ขั้นที่ 2 ใช้ตัวแบบการจำลองสถานการณ์เพื่อสุ่มตัวอย่าง $Y_{i1}, Y_{i2}, ..., Y_{in_0}$, $i = 1, 2, ..., k$ ซึ่งการจำลองต้องเป็นอิสระต่อกัน หมายถึง Y_{ij} เป็นอิสระต่อ $Y_{\ell j}, i \neq \ell$ (ไม่ใช้ Common Random Numbers)

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_0}(Y_{ij} - \overline{Y}_i)^2}{n_0 - 1} = \frac{\sum_{j=1}^{n_0} Y_{ij}^2 - n_0 \overline{Y}_i^2}{n_0 - 1} \quad \text{สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

โดย $\overline{Y}_i$ สามารถคำนวณจากสมการ (2)

ขั้นที่ 4 คำนวณขนาดตัวอย่าง N_i ที่ต้องการสำหรับทางเลือกที่ i (Final Sample Size)

$$N_i = \max\left\{n_0, \left\lceil \left(\frac{h_\alpha S_i}{\delta}\right)^2 \right\rceil\right\} \text{ สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

$\lceil . \rceil$ หมายถึงการปัดขึ้นให้เป็นเลขจำนวนเต็มที่ใกล้ที่สุด เช่น $\lceil 3.4 \rceil = 4$

ขั้นที่ 5 ถ้าค่า $N_i > n_0$ จะต้องทำการจำลองเพิ่มขึ้นจำนวน $N_i - n_0$ รอบสำหรับทางเลือกที่ i นั้นๆ

ขั้นที่ 6 คำนวณค่าเฉลี่ยรวม (Overall Sample Means)

$$\overline{\overline{Y}}_i = \frac{1}{N_i}\sum_{j=1}^{N_i} Y_{ij} \text{ สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

ขั้นที่ 7 เปรียบเทียบค่า $\overline{\overline{Y}}_i$ โดยจะขึ้นอยู่กับความต้องการของปัญหาซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

- ถ้าต้องการค่าที่มากที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เลือกทางเลือกที่ให้ค่า $\overline{\overline{Y}}_i$ มากที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด และช่วงความเชื่อมั่นของ MCB สำหรับ $\mu_i - \max_{j \neq i} \mu_j$ คือ

$$\left[-\left(\overline{\overline{Y}}_i - \max_{j \neq i} \overline{\overline{Y}}_j - \delta\right)^-, \left(\overline{\overline{Y}}_i - \max_{j \neq i} \overline{\overline{Y}}_j + \delta\right)^+\right] \text{ สำหรับ } i = 1, 2, ..., k \qquad (3)$$

- ถ้าต้องการค่าที่น้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เลือกทางเลือกที่ให้ค่า $\overline{\overline{Y}}_i$ น้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด และช่วงความเชื่อมั่นของ MCB สำหรับ $\mu_i - \min_{j \neq i} \mu_j$ คือ

$$\left[-\left(\overline{\overline{Y}}_i - \min_{j\neq i}\overline{\overline{Y}}_j - \delta\right)^-, \left(\overline{\overline{Y}}_i - \min_{j\neq i}\overline{\overline{Y}}_j + \delta\right)^+\right] \quad \text{สำหรับ } i = 1, 2, ..., k \qquad (4)$$

โดยที่ $(a)^+ = \max\{0, a\}$ และ $-(b)^- = \min\{0, b\}$

2. ข้อมูลของทางเลือกมีความสัมพันธ์กัน (Correlated Sampling)

Nelson and Matejcik (1995) ได้ใช้ Common Random Number เพื่อลดจำนวนของข้อมูลที่ต้องจำลองลง วิธีนี้กำหนดให้ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างแบบจับคู่ ($Var[Y_{ij} - Y_{lj}], \forall i \neq l$ เมื่อ $i, l = 1, 2, \ldots, k$ และ $j = 1, 2, \ldots, n$) ของทางเลือกมีค่าเท่ากันภายใต้กรอบของสมการที่ (1) วิธีนี้รับประกันว่า

$$\Pr\{k \text{ is selected}\} \geq 1 - \alpha \text{ เมื่อ } |\mu_k - \mu_{k-1}| \geq \delta$$

การใช้ Common Random Number คือในรอบทำซ้ำเดียวกันของแต่ละทางเลือกใช้ตัวเลขสุ่มชุดเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ค่าวัดผลมีความสัมพันธ์กัน

วิธี NM+ MCB สำหรับข้อมูลทางเลือกที่มีความสัมพันธ์กันมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดค่า δ กำหนดสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น $1 - \alpha$ จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น n_0 และค่าคงที่ $g = T^{(1-\alpha)}_{k-1,(k-1)(n_0-1),1/2}$

โดย $T^{(1-\alpha)}_{k-1,(k-1)(n_0-1),1/2}$ คือค่าวิกฤต จาก $1 - \alpha$ Multivariate t-distribution ด้วยขนาด k - 1 องศาเสรี $(k - 1)(n_0 - 1)$ และค่า Common correlation = 0.5 ซึ่งค่าคงที่นี้สามารถหาได้จาก Appendix 3, Table 4; ใน Bechhofer *et al*. (1995) หรือ Banks *et al*. (1998)

ขั้นที่ 2 ใช้ตัวแบบการจำลองสถานการณ์เพื่อสุ่มตัวอย่าง $Y_{i1}, Y_{i2}, \ldots, Y_{in_0}$ เมื่อ $i = 1, 2, \ldots, k$ ซึ่งการจำลองใช้ CRN

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง

$$S^2 = \frac{2\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}\left(Y_{ij} - \overline{Y_{i.}} - \overline{Y_{.j}} + \overline{Y}_{..}\right)^2}{(k-1)(n_0-1)}$$

โดย $\overline{Y}_{..} = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_0}\frac{Y_{ij}}{kn_0}$

ขั้นที่ 4 คำนวณขนาดตัวอย่าง N ที่ต้องการ

$$N = \max\left\{n_0, \left\lceil\left(\frac{gS}{\delta}\right)^2\right\rceil\right\}$$

ขั้นที่ 5 ถ้าได้ค่า $N > n_0$ จะต้องทำการจำลองเพิ่มขึ้นจำนวน $N - n_0$ รอบในทุกๆ ทางเลือก โดยใช้ CRN

ขั้นที่ 6 คำนวณค่าเฉลี่ยรวม

$$\overline{\overline{Y_i}} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} Y_{ij} \text{ สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

ขั้นที่ 7 เปรียบเทียบค่า $\overline{\overline{Y_i}}$

โดยการเปรียบเทียบค่า $\overline{\overline{Y_i}}$ จะขึ้นอยู่กับความต้องการของปัญหาซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

- ถ้าต้องการค่าที่มากที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ให้เลือกทางเลือกที่ให้ค่า $\overline{\overline{Y_i}}$ มากที่สุด และจะได้ช่วงความเชื่อมั่นของ MCB สำหรับ $\mu_i - \max_{j\neq i}\mu_j$ คือ

$$\left[-\left(\overline{\overline{Y_i}} - \max_{j\neq i}\overline{\overline{Y_j}} - \delta\right)^-, \left(\overline{\overline{Y_i}} - \max_{j\neq i}\overline{\overline{Y_j}} + \delta\right)^+\right] \text{ สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

- ถ้าต้องการค่าที่น้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ให้เลือกทางเลือกที่ให้ค่า $\overline{\overline{Y_i}}$ น้อยที่สุด และจะได้ช่วงความเชื่อมั่นของ MCB สำหรับ $\mu_i - \min_{j\neq i}\mu_j$ คือ

$$\left[-\left(\overline{\overline{Y_i}} - \min_{j \neq i} \overline{\overline{Y_j}} - \delta \right)^{-} , \left(\overline{\overline{Y_i}} - \min_{j \neq i} \overline{\overline{Y_j}} + \delta \right)^{+} \right] \quad \text{สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในกรณีที่ทางเลือกมีจำนวนมาก

Nelson *et al*. (2001) ได้รวมวิธี Subset Selection และขั้นตอนวิธีของ Rinott + MCB สำหรับข้อมูลที่เป็นอิสระต่อกัน เพื่อคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อทางเลือกมีจำนวนมากๆ (k มากกว่า 10) ภายใต้เงื่อนไขของสมการที่ (1) วิธีนี้รับประกันว่า

$$\Pr\{k \text{ is selected}\} \geq 1 - \alpha \text{ เมื่อ } |\mu_k - \mu_{k-1}| \geq \delta$$

ขั้นตอนวิธี Subset Selection + Rinott + MCB มีวิธีการดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดค่า δ ความเชื่อมั่น $1 - \alpha$ จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น $n_0 \geq 2$ คำนวณค่าจากการแจกแจงแบบ t ด้วยองศาเสรี $n_0 - 1$ โดย $t = t_{1-(1-\alpha/2)^{1/(k-1)}, n_0 - 1}$ และค่าคงที่ของ Rinott ($h_{\alpha/2}$)

ขั้นที่ 2 ใช้ตัวแบบการจำลองสถานการณ์เพื่อสุ่มตัวอย่าง $Y_{i1}, Y_{i2}, ..., Y_{in_0}$, $i = 1, 2, ..., k$ ซึ่งจำลองอย่างเป็นอิสระต่อกัน

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n} (Y_{ij} - \overline{Y_{i.}})^2}{n_0 - 1} = \frac{\sum Y_{ij}^2 - n_0 \overline{Y}_{i.}^2}{n_0 - 1} \quad \text{สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

ขั้นที่ 4 คำนวณน้ำหนักสำหรับค่าเฉลี่ย

$$W_{ij} = t\left(\frac{S_i^2 + S_j^2}{n_0} \right)^{1/2} \text{ เมื่อ } i \neq j$$

จะเก็บทางเลือกที่ i ไว้ในเซตย่อย I ถ้า

$$\overline{Y_i} \geq \overline{Y_j} - \left(W_{ij} - \delta\right)^+ \text{ สำหรับ } i \neq j$$

ขั้นที่ 5 ถ้าจำนวนทางเลือกในเซตย่อย I มีเพียงทางเลือกเดียว จะได้ว่าทางเลือกดังกล่าวเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ถ้ามีมากกว่าหนึ่งทางเลือกให้นำทางเลือกที่อยู่ในเซตย่อย I มาคำนวณต่อ

ขั้นที่ 6 คำนวณขนาดตัวอย่าง N_i ที่ต้องการสำหรับทางเลือกที่ i

$$N_i = \max\left\{n_0, \left\lceil \left(\frac{h_{\alpha/2} S_i}{\delta}\right)^2 \right\rceil\right\},\ i \in I$$

ขั้นที่ 7 ถ้าขนาดตัวอย่างเริ่มต้น n_0 น้อยกว่าค่า N_i ที่คำนวณได้ในขั้นที่ 5 ให้คำนวณขนาดตัวอย่างที่ต้องจำลองเพิ่มจำนวน $N_i - n_0$ รอบ แล้วทำการจำลองเพิ่ม

ขั้นที่ 8 คำนวณค่าเฉลี่ยรวม

$$\overline{\overline{Y_{i.}}} = \frac{1}{N_i}\sum_{j=1}^{N_i} Y_{ij} \text{ สำหรับ } i \in I$$

ขั้นที่ 9 ทำการเปรียบเทียบทางเลือก

- ถ้าต้องการค่าน้อยที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ให้เลือกทางเลือกที่ให้ค่า $\overline{\overline{Y}}_i$ ในเซต I ที่น้อยที่สุด

- ถ้าต้องการค่ามากที่สุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ให้เลือกทางเลือกที่ให้ค่า $\overline{\overline{Y}}_i$ ในเซต I ที่มากที่สุด

การเปรียบเทียบทางเลือกกับมาตรฐานที่มีอยู่

Nelson and Goldsman (1997) ได้เสนอวิธีการสำหรับแก้ไขปัญหาการเปรียบเทียบทางเลือก กับมาตรฐาน (Standard) ที่มีอยู่ เช่น วิธีที่ใช้ปัจจุบัน กำหนดให้ μ_0 เป็นดัชนีชี้วัดของทางเลือกมาตรฐาน โดย μ_0 จะทราบค่าหรือไม่ก็ได้ สำหรับค่าคงที่ α และ δ ที่ผู้ใช้กำหนด วิธีนี้รับประกันว่า ภายใต้เงื่อนไขของสมการที่ (1)

$$\Pr\{\text{Select the standard}\} \geq 1-\alpha \qquad \text{เมื่อ } \mu_k \leq \mu_0$$

และ $$\Pr\{\text{Select the best strategy}\} \geq 1-\alpha \qquad \text{เมื่อ } \mu_k \geq \max\{\mu_0,\ \mu_{k-1}\}+\delta$$

ขั้นตอนวิธีการเปรียบเทียบทางเลือกกับมาตรฐานที่มีอยู่ (Comparisons with Standard) มีวิธีการดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดค่า Indifference-Zone Parameter δ ความน่าจะเป็นที่เลือกถูกต้อง $1-\alpha$ จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น n_0 ค่าคงที่ h และ g โดย $g = T^{(1-\alpha)}_{k-1,(k-1)(n_0-1)}$ และกำหนดให้ $c = \delta h / g$

ขั้นที่ 2 ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์เพื่อสุ่มตัวอย่าง $Y_{i1},\ Y_{i2},\ ...,\ Y_{in_o}$, สำหรับ $i = 0, 1, 2, ..., k$

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าความแปรปรวน S_i^2 สำหรับทางเลือกที่ i

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n}(Y_{ij}-\overline{Y_{i.}})^2}{n_0-1} = \frac{\sum Y_{ij}^2 - n_0\overline{Y_{i.}}^2}{n_0-1} \quad \text{สำหรับ } i = 1, 2, ..., k$$

ขั้นที่ 4 คำนวณขนาดตัวอย่างทั้งหมดที่ต้องใช้

$$N_i = \max\left\{n_0, \left\lceil\left(\frac{gS_i}{\delta}\right)^2\right\rceil\right\}$$

ขั้นที่ 5 ถ้า $n_0 < N_i$ ที่คำนวณได้ในขั้นที่ 4 ให้คำนวณขนาดตัวอย่างที่ต้องจำลองเพิ่ม ซึ่งก็คือ $N_i - n_0$ แล้วเก็บข้อมูลจากการจำลองเพิ่ม จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยรวม

$$\overline{\overline{Y}}_{i.} = \frac{1}{N_i}\sum_{j=1}^{N_i} Y_{ij} \quad \text{สำหรับ } i = 0, 1, 2, ..., k$$

ขั้นที่ 6 แยกพิจารณาตามจุดประสงค์ของการทดลองดังนี้

6.1 *ในกรณีที่ปัญหาต้องการค่าที่<u>มากที่สุด</u>เป็นค่าที่ดีที่สุด* ให้พิจารณากรณีต่อไปนี้

6.1.1 ถ้า $\max_{1 \le i \le k} \overline{\overline{Y}}_i \le \overline{\overline{Y}}_0 + c$ ให้เลือกทางเลือกมาตรฐาน และจะได้ช่วงความเชื่อมั่นข้างเดียว (One-Sided Confidence Intervals) คือ

$$\mu_0 - \mu_i \le \overline{\overline{Y}}_i - \overline{\overline{Y}}_0 + c \tag{5}$$

6.1.2 ถ้าไม่เป็นตามกรณีที่แรกให้เลือกทางเลือกที่ให้ค่าเฉลี่ยมากที่สุด และจะได้ช่วงความเชื่อมั่นของ MCB สำหรับ $\mu_i - \max_{j \ne i} \mu_j$ คือ

$$\left[-\left(\overline{\overline{Y}}_i - \max_{j \ne i} \overline{\overline{Y}}_j - \delta \right)^-, \left(\overline{\overline{Y}}_i - \max_{j \ne i} \overline{\overline{Y}}_j + \delta \right)^+ \right] \text{ สำหรับ } i = 0, 1, 2, ..., k \tag{6}$$

6.2 *ในกรณีที่ปัญหาต้องการค่าที่<u>น้อยที่สุด</u>เป็นค่าที่ดีที่สุด* ให้พิจารณากรณีต่อไปนี้

6.2.1 ถ้า $\min_{1 \le i \le k} \overline{\overline{Y}}_i \ge \overline{\overline{Y}}_0 - c$ ให้เลือกทางเลือกมาตรฐาน และจะได้ช่วงความเชื่อมั่นข้างเดียวคือ

$$\mu_0 - \mu_i \ge \overline{\overline{Y}}_i - \overline{\overline{Y}}_0 - c \tag{7}$$

6.2.2 ถ้าไม่เป็นตามกรณีที่แรกให้เลือกทางเลือกที่ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด และจะได้ช่วงความเชื่อมั่นของ MCB สำหรับ $\mu_i - \min_{j \neq i} \mu_j$ คือ

$$\left[-\left(\overline{\overline{Y_i}} - \min_{j \neq i} \overline{\overline{Y_j}} - \delta \right)^{-}, \left(\overline{\overline{Y_i}} - \min_{j \neq i} \overline{\overline{Y_j}} + \delta \right)^{+} \right] \text{ สำหรับ } i = 0, 1, 2, ..., k \quad (8)$$

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับVBA

Visual Basic for Application หรือ VBA เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชั่นในไมโครซอฟต์ออฟฟิศโดยใช้ภาษา Visual basic ส่วนมากมักใช้ VBA สร้างฟังก์ชันเพิ่มเติมในกรณีที่ฟังก์ชันในไมโครซอฟต์ออฟฟิศไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน และใช้ VBA พัฒนาแอปพลิเคชั่นเพื่อจัดการทางเลือกงานที่มีความซับซ้อนมากๆ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้

หลักการของ VBA จะอาศัยแนวคิดแบบวัตถุ Object-Oriented Programming (OOP) ซึ่งให้ความสนใจกับวัตถุสิ่งต่างๆซึ่งเรียกว่าออบเจ็กต์ (Object) ดังนั้นการพัฒนาแอปพลิเคชั่นด้วย VBA จึงต้องศึกษาออบเจ็กต์ต่างๆในเอกเซลเพื่อให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นได้

ในการเขียนชุดคำสั่ง VBA บนเอกเซลจะมีลักษณะภาษาแบบสคริปต์ (Script) คือไม่มีการแปลง (Compile) ซอร์สโค้ด (Source Code) เป็นภาษาเครื่อง VBA มีลักษณะการทำงานเป็นแบบทำงานตามคำสั่งทีละคำสั่ง (Interpreter) โดยการทำงานของโปรแกรมต้องรันชุดคำสั่งผ่านโปรแกรม Excel เท่านั้น ซึ่งโปรแกรมที่เขียนขึ้นนั้นจะถูกเก็บรวมไว้ในไฟล์เอกเซล (อำนาจ, 2550)

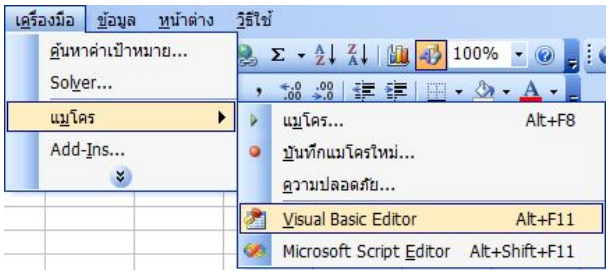
ความแตกต่างระหว่าง VBA กับแมโคร

การใช้แมโครต้องมีการบันทึกการทำงานที่เกิดขึ้นจริงก่อน แล้วจึงเรียกมาใช้งานภายหลัง ส่วนการใช้ VBA เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชั่นขึ้นมา แล้วเรียกมาใช้งาน นอกจากนี้ VBA ยังช่วยงานบางอย่างที่ตัวบันทึกแมโครทำไม่ได้ เช่นสร้างฟังก์ชันคำนวณที่คิดขึ้นเอง สร้างกล่องโต้ตอบ (Dialog Box) และสร้างกล่องรับข้อมูล (Input Box) เป็นต้น ดังนั้นการใช้ VBA จึงช่วยลดเวลาและขั้นตอนการทำงาน รวมทั้งจัดการระบบงานที่มีความซับซ้อนได้ดีกว่าแมโคร

โปรแกรม VBA มีส่วนประกอบที่ใช้ควบคุมการทำงาน ดังนี้

- โปรเจกต์ (Project) แสดงชื่อของงานที่ทำการสร้าง
- ออบเจ็กต์ (Objects) สิ่งที่เราสร้างขึ้นมาเอง โดยการกำหนดคุณสมบัติ (Properties) ให้กับออบเจ็กต์ ให้มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น การสร้างชีท
- ฟอร์ม (Form) เป็นการสร้างบล็อกสำหรับแสดงหน้าต่างของโปรเจกต์ที่ทำการสร้างขึ้นมา
- โมดูล (Module) มีหน้าที่สำหรับเก็บชุดคำสั่ง VBA หรือการทำงานของแมโครที่ทำการบันทึก

การเขียนชุดคำสั่ง VBA จำเป็นต้องเรียกใช้เมนู Visual Basic Editor (VBE) ที่มีอยู่ในไมโครซอฟต์เอกเซล ดังรูป ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เมนู Visual Basic Editor บนไมโครซอฟต์เอกเซล

ส่วนประกอบของ VBE ในการเขียนชุดคำสั่ง VBA ดังแสดงใน ภาพที่ 3 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. Menu Bar แสดงแถบเมนูที่มีอยู่ในโปรแกรม VBE

2. Toolbars เครื่องมือช่วยในการใช้โปรแกรม VBE ให้สะดวกยิ่งขึ้น

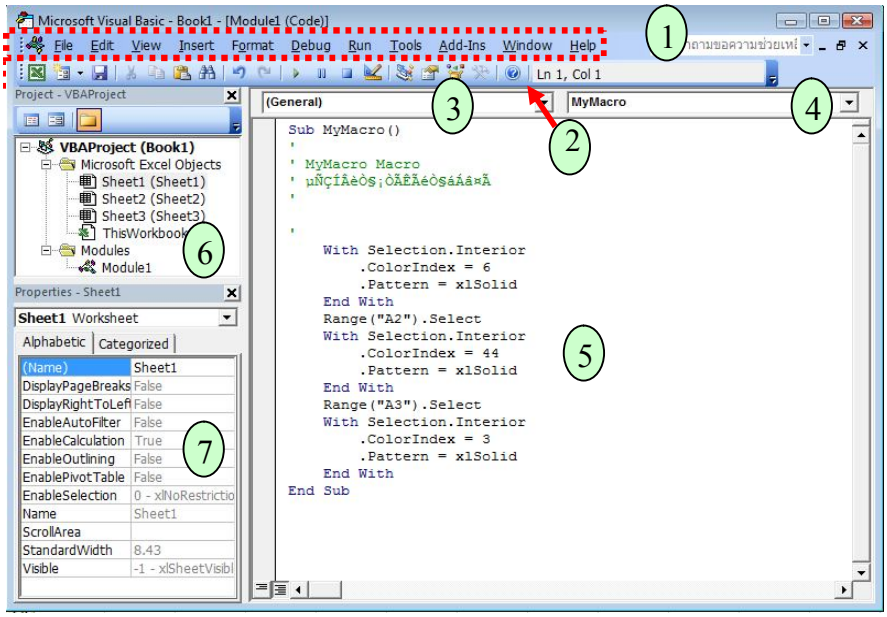
3. Object List Box แสดงรายการของออบเจ็กต์ที่มีอยู่ในโปรเจกต์ Worksheet, Listbox

4. Procedure List Box แสดงรายชื่อฟังก์ชัน หรือชุดคำสั่งที่มี

5. Code Window ใช้สำหรับเขียนและแสดงชุดคำสั่ง VBA

6. Project Explorer แสดงรายการโปรเจกต์ทั้งหมด

7. Properties Window เป็นส่วนที่แสดงคุณสมบัติของแต่ละออบเจ็กต์



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของ VBE

เนื่องจากโปรแกรม VBA เป็นโปรแกรมประยุกต์ใช้งานควบคู่กับโปรแกรมอื่น ชุดคำสั่งจึงถูกเก็บไว้ในไฟล์ของโปรแกรมที่เรียกใช้งาน VBA เท่านั้น ไม่สามารถเปิดกับโปรแกรมอื่นได้ เช่น โปรแกรม VBA ใน Microsoft Office Excel จะเรียกใช้งานผ่านโปรแกรม Microsoft Office Excel ได้เท่านั้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โปรแกรมการจำลองบนสเปรดชีท (Spreadsheet Simulation Software) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือซอฟต์แวร์ประเภทฟรีแวร์ (Freeware) และซอฟต์แวร์ประเภทเพื่อการพาณิชย์ (Commercial Software)

ฟรีแวร์ คือ ซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้ในทุกจุดประสงค์โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย (เช่นราคาขายหรือค่าลิขสิทธิ์) ฟรีแวร์เป็นลักษณะก้ำกึ่งระหว่างซอฟต์แวร์พาณิชย์และซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ซ คืออนุญาตให้กลุ่มผู้พัฒนามีส่วนร่วมในการสร้างซอฟต์แวร์ แต่ก็ไม่เผยแพร่รหัสต้นฉบับสู่สาธารณชนเพื่อรักษาความลับทางการค้า ซอฟต์แวร์การจำลองบนสเปรดชีทประเภทฟรีแวร์ที่นิยมใช้ เช่น Poptool (http://www.cse.csiro.au/poptools), Simtools (http://home.uchicago.edu/~rmyerson) เป็นต้น

ซอฟต์แวร์เพื่อการพาณิชย์ หรือซอฟต์แวร์ปิด เป็นซอฟต์แวร์ที่มีการจัดจำหน่ายภายใต้เงื่อนไขสิทธิการใช้ในเชิงพาณิชย์ โดยปกติต้องมีค่าใช้จ่าย ข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างซอฟต์แวร์เพื่อการพาณิชย์กับซอฟต์แวร์เปิดคือผู้ที่ได้รับสิทธิการใช้ของซอฟต์แวร์พาณิชย์จะไม่สามารถทำสำเนา แก้ไข หรือจัดจำหน่ายซอฟต์แวร์นั้นโดยปราศจากค่าลิขสิทธิ์หรือพันธะผูกพัน ซอฟต์แวร์การจำลองบนสเปรดชีทประเภทเพื่อการพาณิชย์ที่นิยมใช้ เช่น @Risk™ (http://www.palisade.com), Crystal Ball™ (http://www.decisioneering.com) เป็นต้น

Thiriez (2001) ศึกษาปรับปรุงการใช้งานสเปรดชีทในงานการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) โดยแสดงตัวอย่างการใช้งานสเปรดชีทซิมมูเลชั่นดังนี้ (1) ทฤษฎีการตัดสินใจ โดยแสดงความสามารถของโปรแกรม Excel ให้เห็นการตัดสินใจแบบแขนงต้นไม้ (Decision Tree) (2) กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) โดยแสดงการคำนวณหาสมการเป้าหมาย (Objective Function) และความสามารถในการแสดงผลในรูปกราฟ (3) Dynamic Programming โดยใช้ฟังก์ชัน Solver โปรแกรม Excel (4) การจำลองคำนวณแบบ Stochastic โดยใช้โปรแกรม @RISK และ Crystal Ball ที่เป็นฟังก์ชัน Add-Ins ในโปรแกรม Excel

Goldsman (2002) ได้นำเสนอหลักการใช้งานโปรแกรม Crystal Ball 2000 Professional Edition ซึ่งเป็นฟังก์ชัน Add-Ins ในโปรแกรม Excel ที่ช่วยในการวิเคราะห์ความเสี่ยง และความไม่แน่นอนในตัวแบบสเปรดชีท โดยใช้ Monte Carlo Simulation เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง มีการแนะนำแถบเครื่องมือในการทำจำลองโดยแบ่งเป็น (1) Define Assumption (2) Define Forecast (3) Run Preferences (4) Run (5) Stop (6) Single Step (7) Forecast Windows (8) Sensitivity Analysis (9) Create Report (10) Help Goldman (2002) เสนอตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Crystal Ball 2000 โดยกำหนดข้อสันนิษฐาน การประมาณการล่วงหน้า (Forecast) การกำหนดจำนวนครั้งที่ทำซิมมูเลชั่น ผลการทำซิมมูเลชั่น การแสดงผล และการวิเคราะห์ข้อมูล

Irannajad *et al*. (2006) ศึกษาระบบการโม่แบบปิด เพื่อจำลองระบบการโม่วัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุด โดยสร้างสเปรดชีทซิมมูเลชั่นขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการดำเนินการของอุตสาหกรรมถลุงแร่ สเปรดชีทซิมมูเลชั่นที่สร้างขึ้นเรียกว่า COMSIM เป็นฟังก์ชัน Add-Ins ในโปรแกรม Excel ผู้สร้างได้พัฒนาสเปรดชีทซิมมูเลชั่นให้ง่ายต่อการใช้งาน มีการสร้างรูปแบบของระบบการโม่ให้เลือกทำซิมมูเลชั่น และข้อมูลการนำเข้า การส่งออก ผลลัพธ์จากการทำซิมมูเลชั่นสามารถนำไปใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆได้

Discrete- Event Simulation Software เช่นโปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่นิยมใช้งานอย่างแพร่หลายสำหรับสร้างตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่การวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (รุ่งรัตน์, 2551) เมื่อสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบระบบ ผลของการจำลองที่ได้ซึ่งเป็น Summary Statistics สามารถนำมาใช้ในการหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้

กานต์ (2552) พัฒนาซอฟต์แวร์ SimXL สำหรับสร้างตัวแบบการจำลองสถานการณ์บนโปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซล โดยใช้โปรแกรม VBA เพื่อเขียนชุดคำสั่งที่ใช้สร้างตัวแปรสุ่มเพื่อให้ผู้ที่ต้องการสร้างตัวแบบการจำลองสถานการณ์ นำซอฟต์แวร์นี้ไปประยุกต์ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองบนโปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลได้ โดยซอฟต์แวร์นี้แสดงผลของการสร้างตัวแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยค่าสถิติเชิงสรุป เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

2. โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 2003

วิธีการ

1. ขั้นเตรียมการ

เป็นการศึกษาวิธีคัดกรองทางเลือก การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด การเปรียบเทียบทางเลือกกับมาตรฐานที่มีอยู่ การเตรียมข้อมูล และรายละเอียดต่างๆเพื่อใช้พัฒนาโปรแกรม การกำหนดส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)

วิธีเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลทางเลือกเป็นอิสระต่อกันมีหลายวิธีเช่น วิธีการของ Rinott วิธีการของ Dudewicz and Dalal (1975) เป็นต้น ส่วนวิธีเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลทางเลือกมีความสัมพันธ์กันก็มีหลายวิธีเช่น วิธีการของ Clark and Yang (1986) วิธีการของ Nelson and Matejcik (1995) และสามารถนำมาใช้ร่วมกับการหาช่วงความเชื่อมั่น MCB ได้

2. ขั้นวิเคราะห์งาน

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแบ่งส่วนต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยตามหน้าที่เพื่อให้แต่ละส่วนสามารถทำงานได้เป็นอิสระต่อกัน โดยแยกเป็น

2.1 ส่วนการคัดกรองทางเลือก

2.2 ส่วนที่ใช้คัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขมากที่สุด หรือน้อยที่สุด

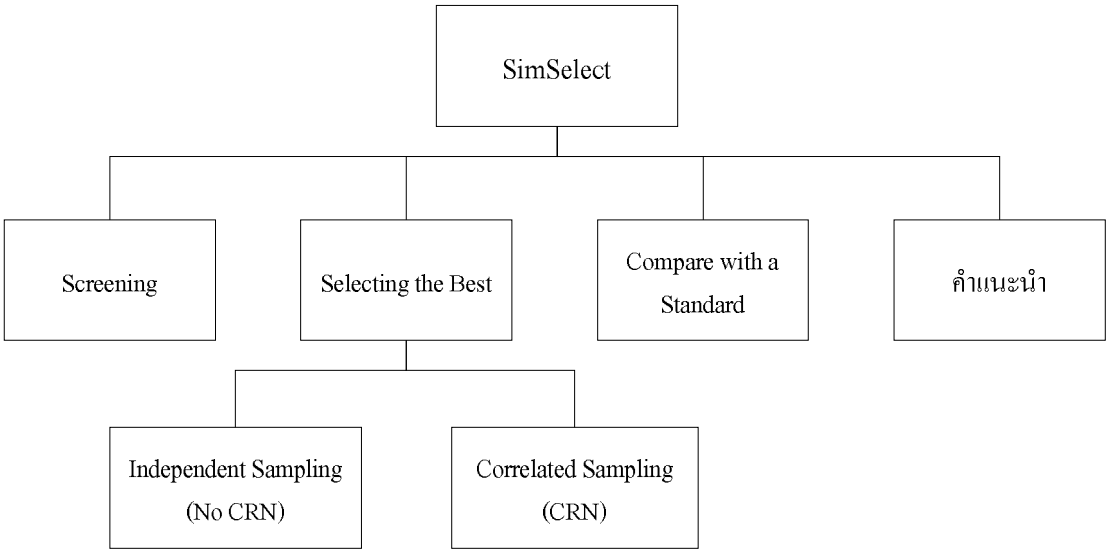
- ข้อมูลทางเลือกเป็นอิสระต่อกัน (ไม่ใช้ CRN)
- ข้อมูลทางเลือกมีความสัมพันธ์กัน (ใช้ CRN)

2.3 ส่วนที่ใช้เปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่น ๆ

2.4 ส่วนคำแนะนำ

2.5 ส่วนที่ใช้คำนวณค่าคงที่ของ Rinott และค่าคงที่ $1-\alpha$ Multivariate t-distribution

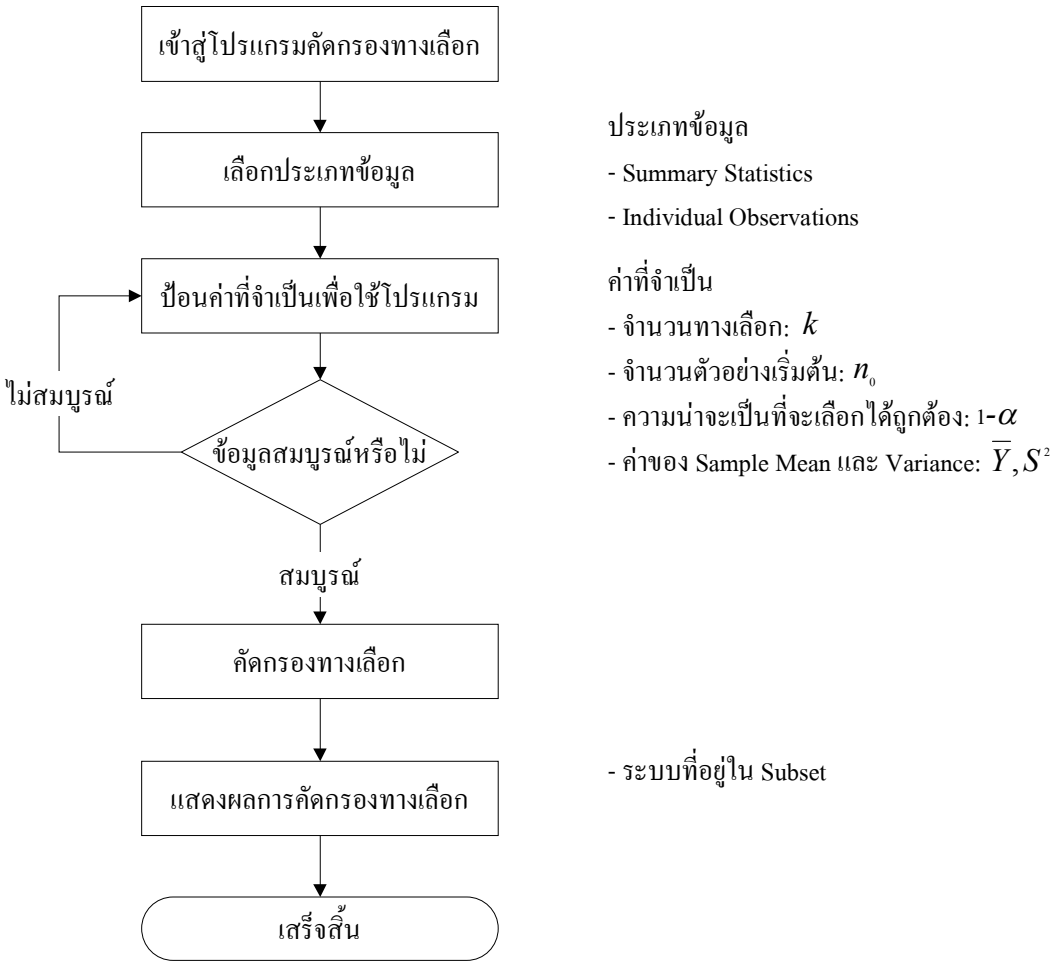
งานวิจัยนี้เลือกใช้การสร้าง VBA บน Microsoft Excel เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง โครงสร้างของโปรแกรมแสดงให้เห็นในภาพที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้เรียกโปรแกรมดังกล่าวว่า *SimSelect*



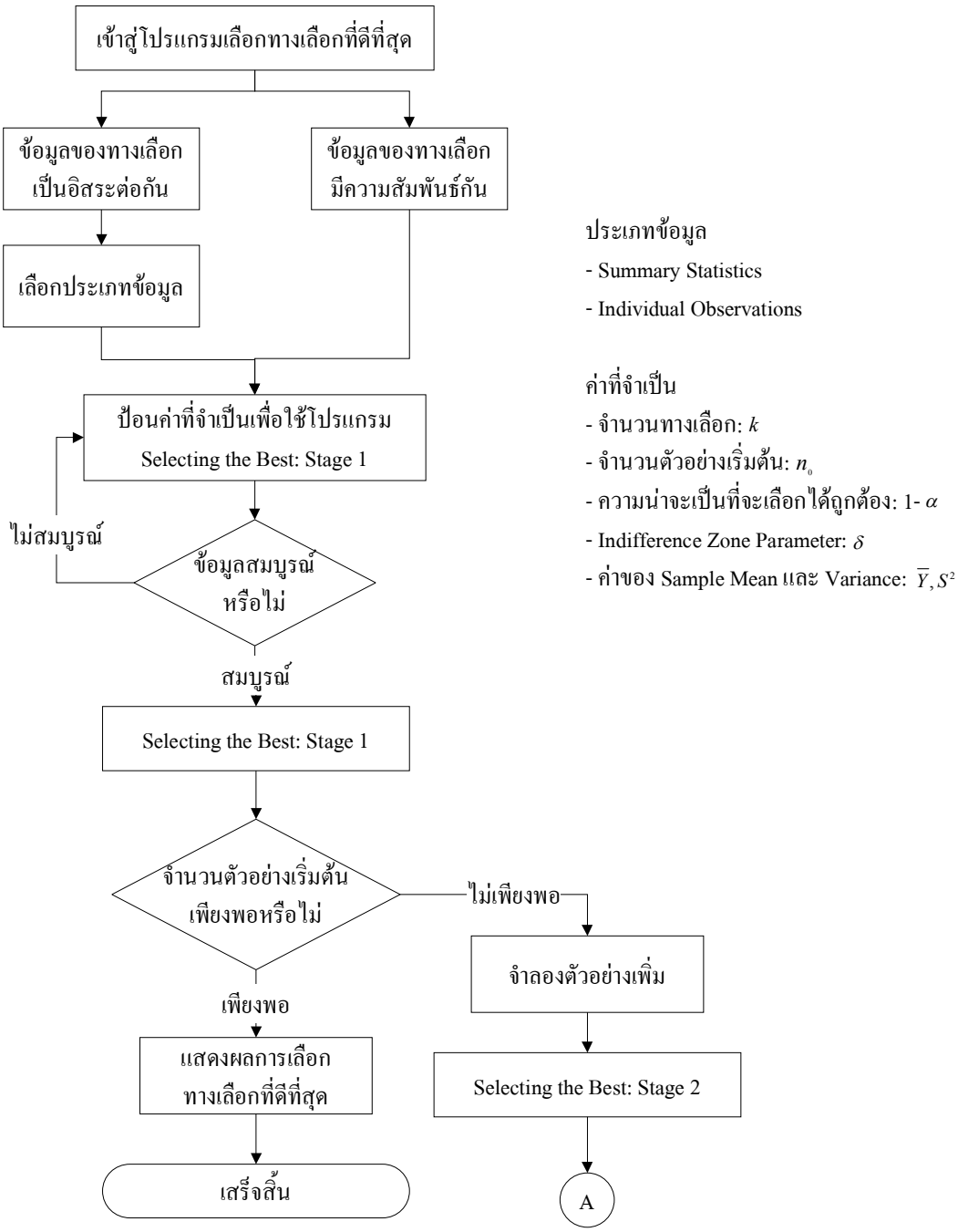
ภาพที่ 4 โครงสร้างของโปรแกรม SimSelect

3. ขั้นพัฒนาโปรแกรม

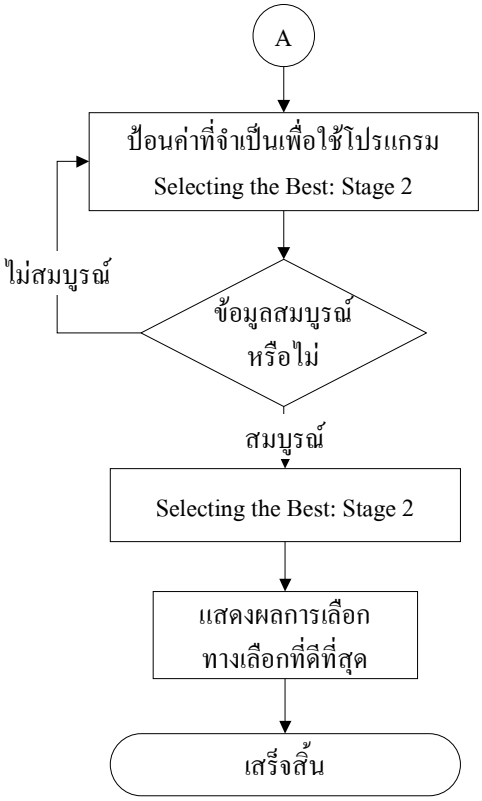
นำเอาแนวคิดจากขั้นตอนที่ 2 มาเขียนผังงานเพื่อพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา VBA ดังภาพที่ 5, 6, 7, 8 และ 9



ภาพที่ 5 ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Screening



ภาพที่ 6 ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Selecting the Best



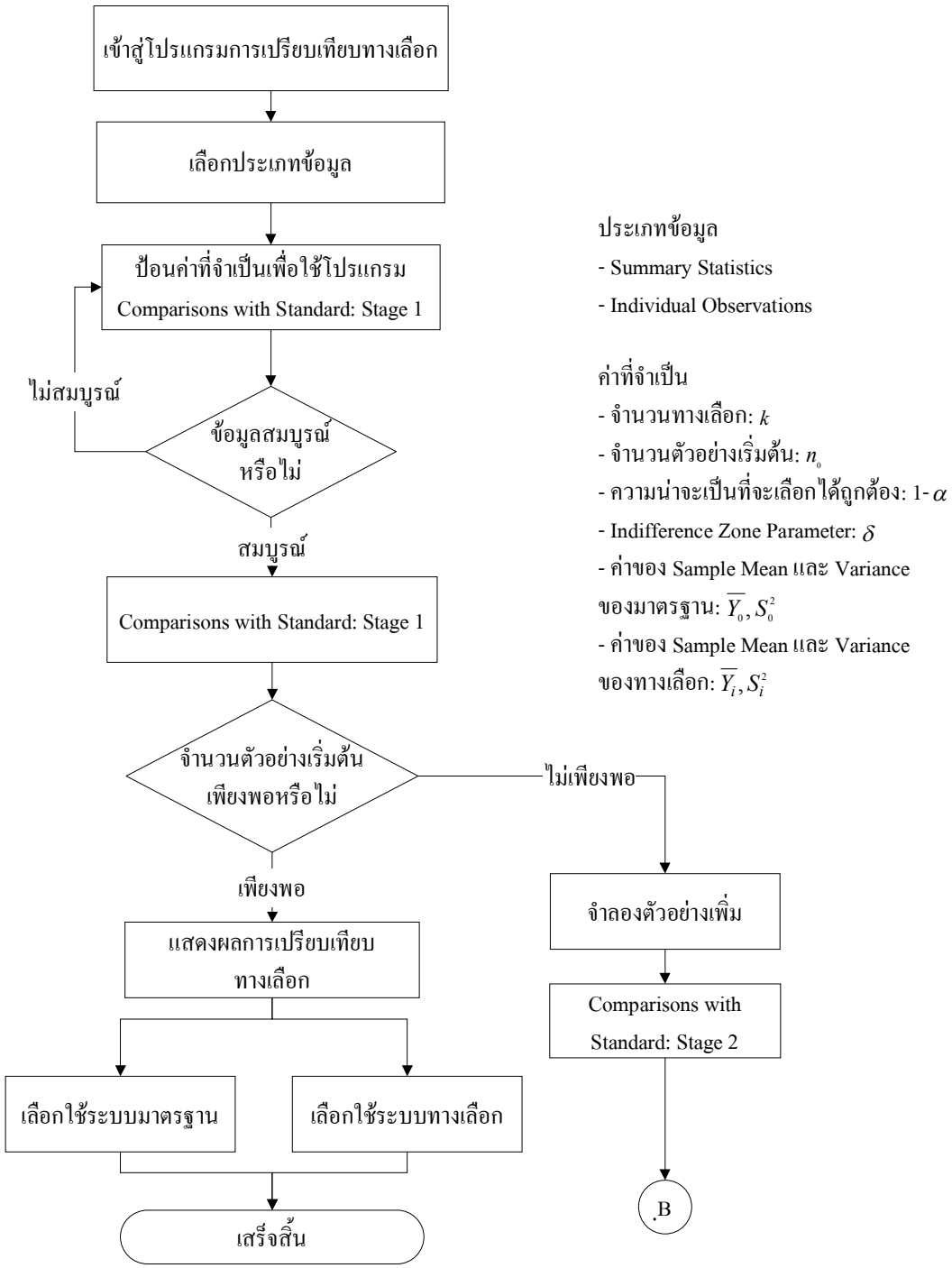
ค่าที่จำเป็น

- จำนวนทางเลือก: k
- จำนวนตัวอย่างสุดท้าย: N
- ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้ถูกต้อง: 1-α
- Indifference Zone Parameter: δ
- ค่าของ Sample Mean: $\bar{Y}$

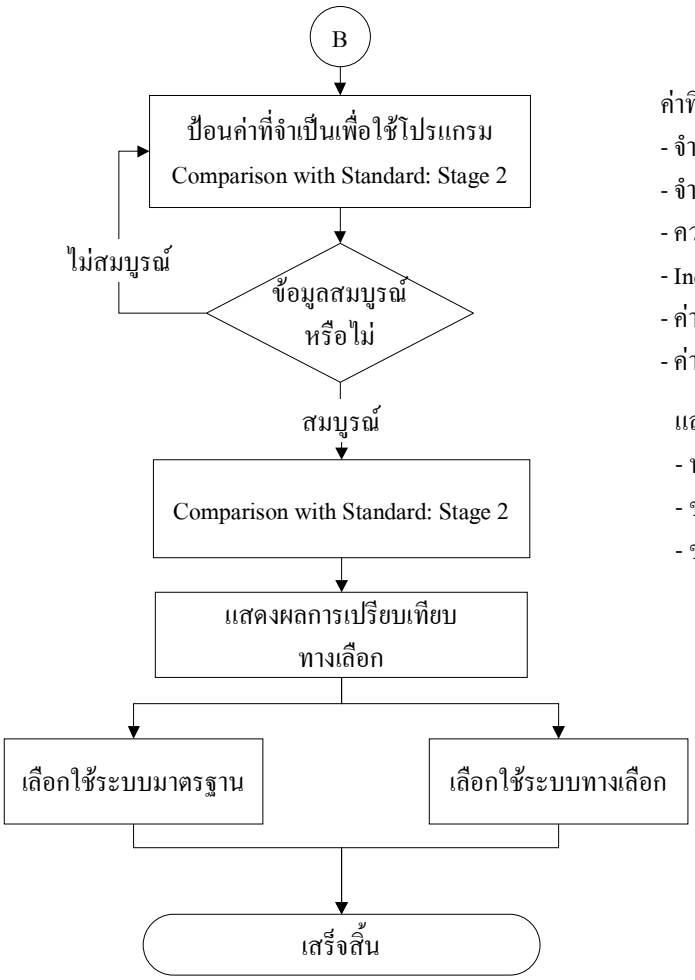
แสดงผล

- ทางเลือกที่ดีที่สุด
- ช่วงความเชื่อมั่น MCB (สมการที่ 3, 4)

ภาพที่ 7 ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Selecting the Best (ต่อ)



ภาพที่ 8 ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Comparisons with Standard



ภาพที่ 9 ผังงานการพัฒนาฟังก์ชัน Comparisons with Standard (ต่อ)

ข้อจำกัดทางสถิติของโปรแกรม SimSelect

1. จำนวนทางเลือก k ≥ 2
2. ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง $(1-\alpha)$ จะอยู่ในช่วง $1/k < 1-\alpha < 1$
3. จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น
   3.1 ฟังก์ชัน Screening รับค่า $n_0 \geq 5$
   3.2 ฟังก์ชัน Selecting the Best และ Comparisons with Standard รับค่าในช่วง $6 \leq n_0 \leq 50$ เนื่องจากโปรแกรมที่นำมาใช้หาค่าคงที่ของ Rinott สามารถคำนวณค่าได้ในช่วงนี้เท่านั้น

4. ฟังก์ชัน Screening และ Comparisons with Standard รับข้อมูลได้เฉพาะข้อมูลที่เป็นอิสระต่อกัน

5. ฟังก์ชัน Selecting the Best รับข้อมูลได้ทั้งข้อมูลที่เป็นอิสระต่อกัน และข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน

6. การแจงแจงของข้อมูลต้องเป็นการแจกแจงปกติ

4. ขั้นทดสอบ และแก้ไขโปรแกรม

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม SimSelect แล้วป้อนค่าที่จำเป็นสำหรับการคัดกรองทางเลือก การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขมากที่สุด หรือน้อยที่สุด หรือการเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นๆเลือกจนครบถ้วน และถูกต้องแล้ว โปรแกรมจะดำเนินการหาทางเลือกที่ดีที่สุดตามวิธีที่ต้องการ

ในขั้นตอนนี้จึงทำการทดลองใช้โปรแกรมกับตัวอย่างที่มีผู้ศึกษาไว้ในหนังสือเรียนและบทความทางวิชาการต่างๆ แล้วนำข้อบกพร่องมาแก้ไขใน ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ การแสดงผล และความถูกต้องของคำตอบที่ได้จากโปรแกรม

ผลและวิจารณ์

ผล

โปรแกรม SimSelect เป็น Add-Ins ที่ใช้ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel สามารถใช้ผลจากโปรแกรมการจำลองต่างๆ มาใช้หาทางเลือกที่ดีที่สุด

คุณสมบัติของโปรแกรม

1. โปรแกรมนี้ประกอบด้วย 3 ฟังก์ชันหลัก ได้แก่ Screening, Selecting the Best และ Comparisons with Standard
2. จำนวนทางเลือก $k \geq 2$
3. จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น n_0 อยู่ในช่วง 6 ถึง 50 ข้อมูล
4. สามารถรับข้อมูลได้ 2 รูปแบบคือ Individual Observations และ Summary Statistics
5. ฟังก์ชัน Selecting the Best สามารถรองรับข้อมูลที่ใช้ตัวแปรสุ่มร่วม (CRN) ได้

เพื่อแสดงให้เห็นวิธีใช้งาน และความถูกต้องของโปรแกรมผู้วิจัยจึงทดลองใช้โปรแกรมกับตัวอย่างปัญหาดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

ตัวอย่างปัญหาที่ 1: Goldsman *et al.* (1991) พิจารณาระบบการจองตั๋วของสายการบินซึ่งมี 4 ระบบ ดัชนีวัดผลของระบบคือระยะเวลาการทำงานของระบบก่อนที่ระบบจะมีการชำรุด ระยะเวลาที่นานบ่งบอกว่าระบบเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ สำหรับตัวอย่างนี้กำหนดค่า δ เท่ากับ 3000 นาที และค่าความน่าจะเป็นที่จะเลือกระบบที่ดีที่สุดได้ถูกต้อง $1-\alpha$ เท่ากับ 0.9 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลจากการทดลองขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ของระบบการจองตั๋วในตัวอย่างปัญหาที่ 1 ซึ่งใช้จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น n_0 เท่ากับ 20

Summary Statistics	ทางเลือก (i)			
	1	2	3	4
$\overline{Y}_i(n_0)$	108286	107686	96167.7	89747.9
S_i	29157.3	24289.9	25319.5	20810.8
N_i	699	486	528	357
$\overline{Y}_i(N_i)$	110816.5	106411.8	99093.1	86568.9
$S_i(N_i)$	872.0	1046.5	894.2	985.8

ที่มา: Goldsman *et al.* (1991)

วิธีการ

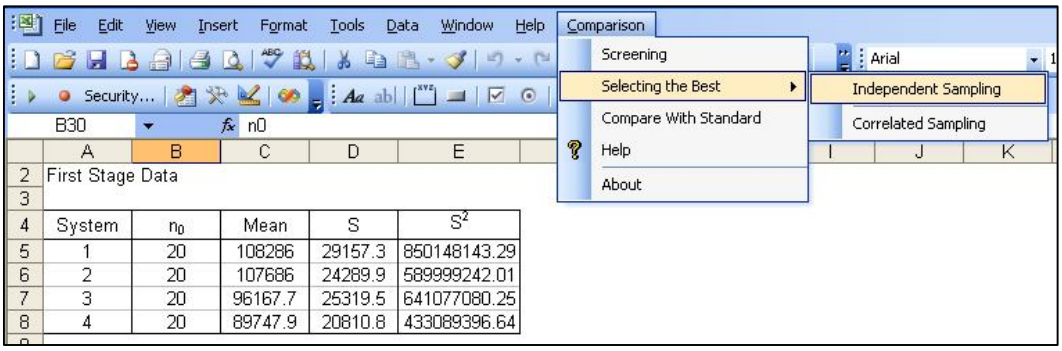
1. ใส่ข้อมูลของขั้นแรก ซึ่งอยู่ในตารางที่ 1 ได้แก่จำนวนข้อมูลเริ่มต้น (n_0), ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S), และคำนวณค่าความแปรปรวน (S^2) ลงในตารางไมโครซอฟต์เอกเซลตามภาพที่ 10

First Stage Data

System	n_0	Mean	S	S^2
1	20	108286	29157.3	850148143.29
2	20	107686	24289.9	589999242.01
3	20	96167.7	25319.5	641077080.25
4	20	89747.9	20810.8	433089396.64

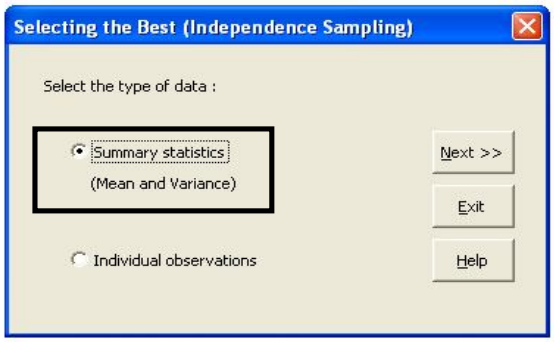
ภาพที่ 10 ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1

2. เลือก Comparison จากเมนูบาร์ เลือก Selecting the Best จากนั้นเลือก Independent Sampling ตามภาพที่ 11 จะปรากฏ Dialog Box ตามภาพที่ 12



ภาพที่ 11 การเลือกใช้โปรแกรมการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

3. เนื่องจากข้อมูลที่มีเป็นแบบ Summary Statistics จึงเลือก Data Type ตามภาพที่ 12



ภาพที่ 12 Dialog Box สำหรับเลือกประเภทของข้อมูลแบบ Summary Statistics

4. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อหาผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 ตามภาพที่ 13 ซึ่งข้อมูลได้แก่

4.1 Number of Alternatives (k) = 4 ระบบ

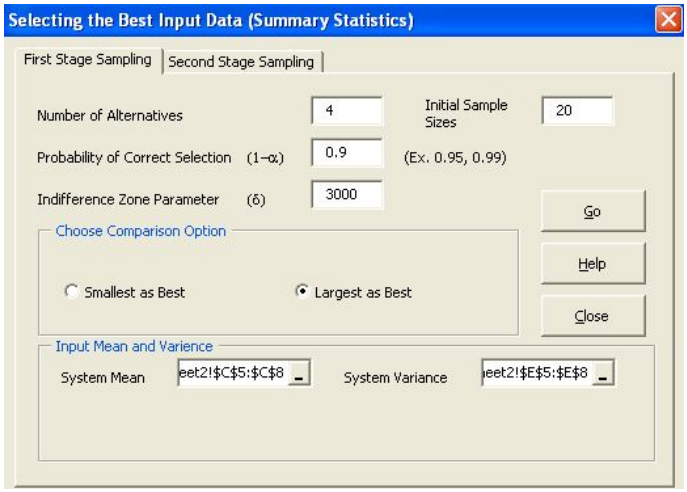
4.2 Initial Sample Size (n_0) = 20 รอบ

4.3 Probability of Correct Selection ($1-\alpha$) = 0.9

4.4 Indifference-Zone Parameter (δ)= 3000 นาที

4.5 เลือก Largest as Best

4.6 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean (เซลล์ C5-C8) และ Variance (เซลล์ E5-E8)



ภาพที่ 13 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1

5. ประมวลผล จะได้ผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 แสดงดังภาพที่ 14 พบว่าจำนวนข้อมูลที่มียังไม่เพียงพอจึงต้องทำการจำลองเพิ่ม ซึ่งจำนวนที่ต้องทำการจำลอง (เซลล์ E8-E11) ตรงกับค่าในตำราซึ่งแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นทำการจำลองเพิ่ม และนำข้อมูลใส่ลงในตารางเอกเซลตามภาพที่ 15

	A	B	C	D	E
1	SELECTING THE BEST SYSTEM SUMMARY				
2	Largest as Best				
3					
4	Prpbability of Correct Selection		0.9		
5	Indifference Zone Parameter		3000		
6					
7	System Number	Overall Mean	Variance	Final Sample Size	Additional Number of Observations
8	1	108,286.00	850,148,200.00	699	679
9	2	107,686.00	589,999,200.00	486	466
10	3	96,167.70	641,077,100.00	528	508
11	4	89,747.90	433,089,400.00	357	337

ภาพที่ 14 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1

จากภาพที่ 14 พบว่าระบบที่ 1 ต้องการจำนวนตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 699-20 = 679 ตัวอย่าง ระบบที่ 2 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 486-20=466 ตัวอย่าง ระบบที่ 3 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่ม 528-20=508 ตัวอย่าง และระบบที่ 4 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 357-20=337 ตัวอย่าง

Second Stage Data

System	N_i	Mean
1	699	110816.5
2	485	106411.8
3	527	99093
4	357	86568.9

ภาพที่ 15 ข้อมูลในตารางเอกเซลเพื่อใช้คำนวณในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1

6. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อใช้หาผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 ตามภาพที่ 16 ซึ่งได้แก่

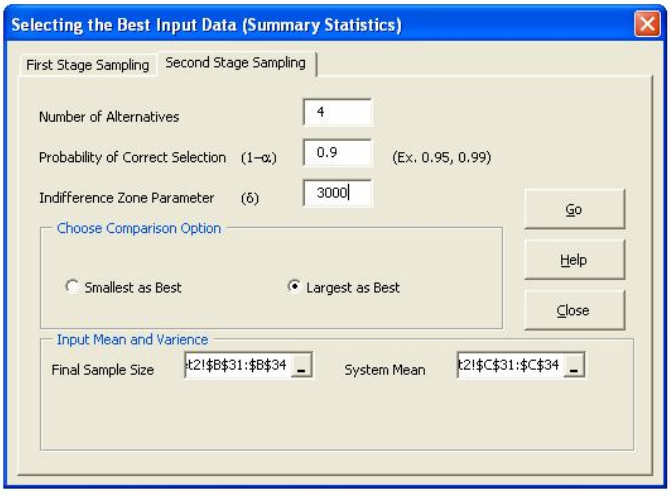
6.1 Number of Alternatives (k) = 4 ระบบ

6.2 Probability of Correct Selection $(1-\alpha)$ = 0.9

6.3 Indifference-Zone Parameter (δ) = 3000 นาที

6.4 เลือก Largest as Best

6.5 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Final Sample Size (เซลล์ B31-B34) และ Mean (เซลล์ C31-C34)



ภาพที่ 16 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1

ทำการประมวลผล จะได้ผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 แสดงดังภาพที่ 17

	A	B	C	D	E
1	SELECTING THE BEST SYSTEM SUMMARY				
2	Largest as Best				
3					
4	Prpbability of Correct Selection			0.9	
5	Indifference Zone Parameter			3000	
6	The Best System is System No.			1	
7					
8	MCB Results for Problem				
9					
10	System(i)	Ni	Mean	lower	upper
11	1	699	110,816.50	0	7,404.70
12	2	485	106,411.80	-7,404.70	0
13	3	527	99,093.00	-14,723.50	0
14	4	357	86,568.90	-27,247.60	0
15					

ภาพที่ 17 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1

จากผลลัพธ์การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 พบว่าด้วยความเชื่อมั่น $1-\alpha$ เท่ากับ 0.9 และค่า Indifference-Zone เท่ากับ 3000 นาที ทางเลือกที่ดีที่สุด คือทางเลือกที่ 1 ซึ่งเป็นระบบที่ให้ค่าเฉลี่ยของเวลาก่อนที่ระบบจะเสียมากที่สุด และได้ช่วงความความเชื่อมั่นของ MCB ตามภาพที่ 17

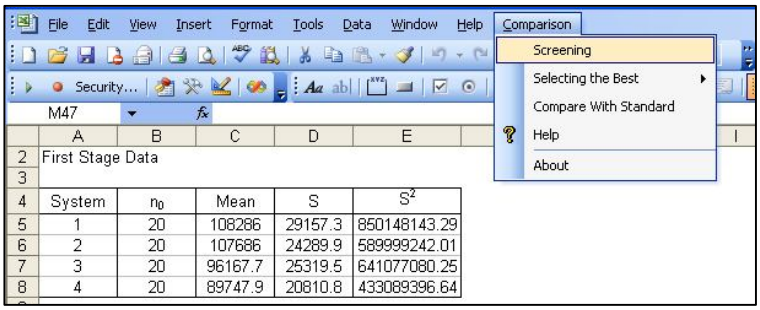
ตัวอย่างการใช้โปรแกรมการคัดกรองทางเลือก

ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างปัญหาที่ 1 เพื่อแสดงการใช้งานและความถูกต้องของโปรแกรมคัดกรองทางเลือก

วิธีการ

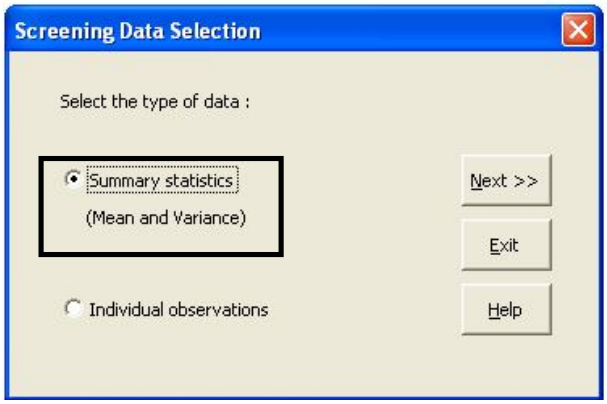
1. เนื่องจากใช้ข้อมูลจากตัวอย่างปัญหาที่ 1 จึงใส่ข้อมูลลงในตารางของไมโครซอฟต์เอกเซลตามภาพที่ 9

2. เลือก Comparison จากเมนูบาร์ จากนั้นเลือก Screening ตามภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การเลือกใช้โปรแกรมการคัดกรองทางเลือก

3. เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Summary Statistics จึงเลือก Data Type ตามภาพที่ 19



ภาพที่ 19 Dialog Box สำหรับเลือกประเภทของข้อมูลสำหรับโปรแกรมคัดกรองทางเลือก

4. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อใช้หาผลลัพธ์ของการคัดกรองทางเลือกตามภาพที่ 20 ซึ่งได้แก่

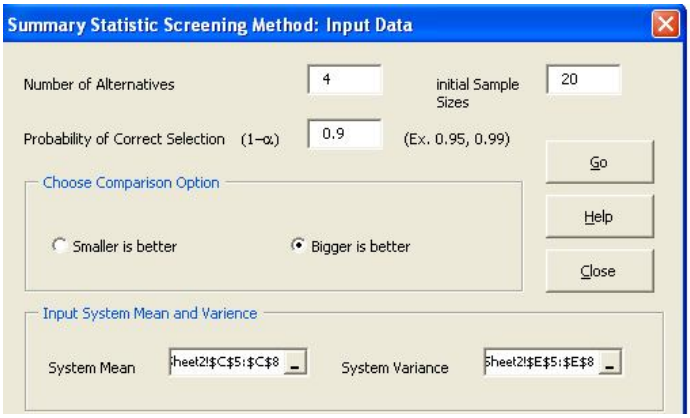
4.1 Number of Alternatives (k) = 4 ระบบ

4.2 Initial Sample Size (n_0) = 20 รอบ

4.3 Probability of Correct Selection ($1-\alpha$) = 0.9

4.4 เลือก Bigger is Better

4.5 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean (เซลล์ C5-C8) และ Variance (เซลล์ E5-E8)



ภาพที่ 20 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับคัดกรองทางเลือก

ทำการประมวลผล จะได้ผลลัพธ์ของการคัดกรองระบบ แสดงดังภาพที่ 21

	A	B	C	D
1	SCREENING SUMMARY			
2	Larger is Better			
3	Probability of Correct Selection		0.9	
4				
5	System Number	Overall Mean	Variance	In Subset of Selected System
6	1	108,286.00	850,148,143.29	Yes
7	2	107,686.00	589,999,242.01	Yes
8	3	96,167.70	641,077,080.25	Yes
9	4	89,747.90	433,089,396.64	No
10				

ภาพที่ 21 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับคัดกรองทางเลือก

จากภาพที่ 21 พบว่าเมื่อนำโปรแกรมสำหรับคัดกรองทางเลือก มาทำการคัดกรองระบบที่ไม่ดีออกไปภายใต้ค่า $1-\alpha$ เท่ากับ 0.9 พบว่าระบบที่คาดว่าจะเป็นระบบที่ดีที่สุด คือระบบที่ 1, 2, และ 3 จะเห็นว่าระบบที่ดีที่สุดซึ่งได้จากการใช้โปรแกรมการคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากตัวอย่างปัญหาที่ 1 (ระบบที่ 1) อยู่ภายใน Subset ที่เก็บไว้

ตัวอย่างการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่น

ตัวอย่างปัญหาที่ 2: มานพ (2550) พิจารณานโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง กำหนดให้นโยบายที่ 0 คือนโยบายมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทางบริษัทต้องการปรับเปลี่ยนนโยบายให้มีค่าใช้จ่ายรายเดือนต่ำที่สุดโดยมีนโยบายทางเลือกอีก 3 นโยบายที่นำมาพิจารณา เพื่อตัดสินใจว่า

ควรปรับเปลี่ยนนโยบายสินค้าคงคลังหรือไม่ โดยกำหนดค่า $1-\alpha = 0.95$ และค่า $\delta = 2$ บาท ข้อมูลค่าใช้จ่ายรายเดือนของแต่ละนโยบายแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณในขั้นแรก และขั้นที่สองของนโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง ซึ่งใช้จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น (n_0) เท่ากับ 20 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2

ค่าทางสถิติ	ทางเลือก			
	0	1	2	3
$\overline{Y}(n_0)$	82.83	95.84	86.00	89.84
S_i^2	41.35	66.34	50.92	41.21
N_i	46	75	57	46
$\overline{Y}_i(N_i)$	82.20	89.53	85.49	87.45

ที่มา: มานพ (2550)

วิธีการ

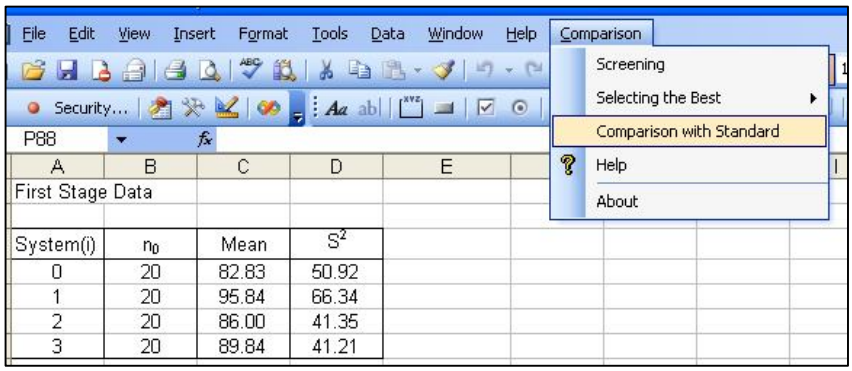
1. ใส่ข้อมูลของขั้นที่ 1 ซึ่งได้แก่จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น (n_0), ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าความแปรปรวน (S^2) ลงในตารางของไมโครซอฟต์เอกเซลตามภาพที่ 22

First Stage Data

System(i)	n_0	Mean	S^2
0	20	82.83	41.35
1	20	95.84	66.34
2	20	86.00	50.92
3	20	89.84	41.21

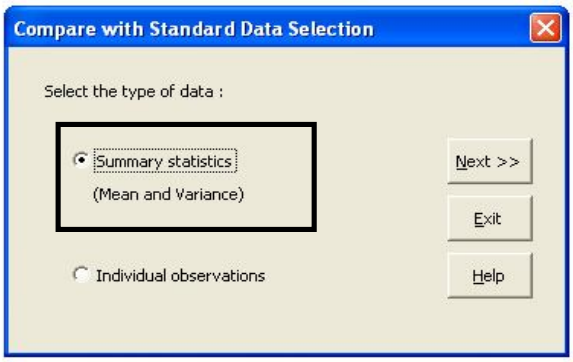
ภาพที่ 22 ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2

2. เลือก Comparison จากเมนูบาร์ เลือก Comparisons with Standard ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 23 การเลือกใช้โปรแกรมเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่น

3. เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Summary Statistics จึงเลือก Data Type ตามภาพที่ 24



ภาพที่ 24 Dialog Box สำหรับเลือกประเภทข้อมูลของโปรแกรมเปรียบเทียบทางเลือก

4. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อใช้หาผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 ตามภาพที่ 25 ซึ่งได้แก่

4.1 Number of Alternatives include Standard System (k) = 4 ระบบ

4.2 Initial Sample Sizes (n_0) = 20 รอบ

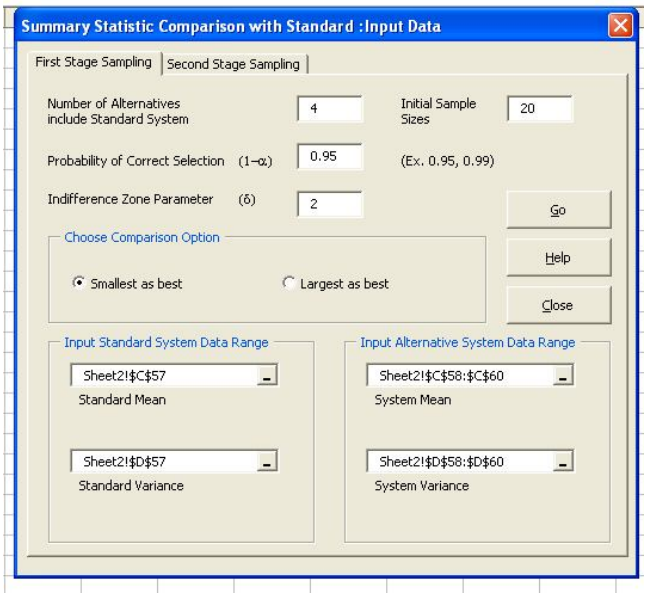
4.3 Probability of Correct Selection ($1-\alpha$) = 0.95

4.4 Indifference-Zone Parameter (δ) = 2 บาท

4.5 เลือก Smallest as Best

4.6 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean (เซลล์ C57) และ Variance (เซลล์ D57) ของ Standard System

4.7 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean (เซลล์ C58-C60) และ Variance (เซลล์ D58-D60) ของ Alternative System



ภาพที่ 25 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2

ประมวลผล จะได้ผลการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 แสดงดังภาพที่ 26 พบว่าจำนวนข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะให้คำตอบที่ถูกต้องได้ จึงต้องทำการจำลองเพิ่ม ซึ่งพบว่าจำนวนที่ต้องทำการจำลองตรงกับค่าในตำราซึ่งแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นทำการจำลองเพิ่ม และนำข้อมูลที่จำลองเพิ่มใส่ลงในตารางเอกเซลตามภาพที่ 27

COMPARISON WITH A STANDARD (1st Stage)				
Smallest as Best				
Prpbability of Correct Selection	0.95			
Indifference Zone Parameter	2			
System Number	Overall Mean	Variance	Final Sample Size	Additional Number of Observations
0	82.83	41.35	46	26
1	95.84	66.34	74	54
2	86	50.92	57	37
3	89.84	41.21	46	26
**System No.0 is the Standard System				

ภาพที่ 26 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่าง ปัญหาที่ 2

จากภาพที่ 26 พบว่าระบบที่ 0 ต้องการจำนวนตัวอย่างจำลองเพิ่มอีกเท่ากับ 46-20 = 26 ตัวอย่าง ระบบที่ 1 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 74-20=54 ตัวอย่าง ระบบที่ 2 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่ม 57-20=37 ตัวอย่าง และระบบที่ 3 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 46-20=26 ตัวอย่าง

Second Stage Data	
System(i)	Mean
0	82.2
1	89.53
2	85.49
3	87.45

ภาพที่ 27 ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2

5. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box ตามภาพที่ 26 เพื่อใช้หาผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 ซึ่งได้แก่

5.1 Number of Alternatives include Standard System (k) = 4 ระบบ

5.2 Initial Sample Sizes (n_0) = 20 รอบ

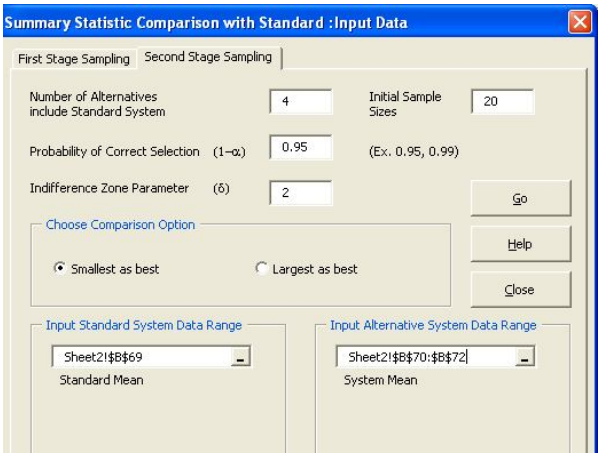
5.3 Probability of Correct Selection ($1-\alpha$) = 0.95

5.4 Indifference-Zone Parameter (δ) = 2 บาท

5.5 เลือก Smallest as Best

5.6 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean ของ Standard System (เซลล์ B69)

5.7 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean ของ Alternative System (เซลล์ B70-B72)



ภาพที่ 28 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2

ประมวลผลเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 2 จะได้ผลแสดงดังภาพที่ 29

1	COMPARISON WITH A STANDARD		
2			
3	Smallest as Best		
4	Prpbability of Correct Selection		0.95
5	Indifference Zone Parameter		2
6			
7	Recommendation: Used the Standard		
8	One-side Confidence Intervals		
9	System	Mean	One-side Confidence Intervals
10			$\mu_0-\mu_i \leq$
11	1	89.53	4.29
12	2	85.49	0.25
13	3	87.45	2.21
14			
15			
16	**System No.0 is the Standard System		

ภาพที่ 29 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 2

จากการเปรียบเทียบนโยบายทางเลือกกับนโยบายมาตรฐานตามภาพที่ 29 พบว่าด้วยความเชื่อมั่น $1-\alpha$ เท่ากับ 0.95 และค่า Indifference-Zone (δ) เท่ากับ 2 นโยบายที่ควรใช้ต่อไปคือ นโยบายปัจจุบัน

ตัวอย่างปัญหาที่ 3 เพื่อแสดงให้เห็นว่าถ้าระบบปัจจุบันไม่ใช่ระบบที่ดีที่สุดโปรแกรมก็สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องจึงใช้ข้อมูลจากตัวอย่างปัญหาที่ 2 โดยเปลี่ยนนโยบายที่ใช้ในปัจจุบันใหม่ (นโยบายที่ 0) ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณในขั้นแรก และขั้นที่สองของนโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง ซึ่งใช้จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น (n_0) เท่ากับ 20 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3

ค่าทางสถิติ	ทางเลือก			
	0	1	2	3
$\overline{Y}(n_0)$	86.00	95.84	82.83	89.84
S_i^2	50.92	66.34	41.35	41.21
N_i	57	74	46	46
$\overline{Y}_i(N_i)$	85.49	89.53	82.20	87.45

วิธีการ

1. ใส่ข้อมูลของขั้นที่ 1 ซึ่งได้แก่จำนวนตัวอย่างเริ่มต้น (n_0), ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าความแปรปรวน (S^2) ลงในตารางของไมโครซอฟต์เอกเซลตามภาพที่ 30

First Stage Data

System(i)	n_0	Mean	S^2
0	20	86.00	50.92
1	20	95.84	66.34
2	20	82.83	41.35
3	20	89.84	41.21

ภาพที่ 30 ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3

2. เลือก Comparison จากเมนูบาร์ เลือก Comparisons with standard ตามภาพที่ 23

3. เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Summary Statistic จึงเลือก Data type ตามภาพที่ 24

4. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อใช้หาผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 ตามภาพที่ 31 ซึ่งได้แก่

4.1 Number of Alternatives include Standard System (k)= 4 ระบบ

4.2 Initial Sample Sizes (n_0) = 20 รอบ

4.3 Probability of Correct Selection ($1-\alpha$) = 0.95

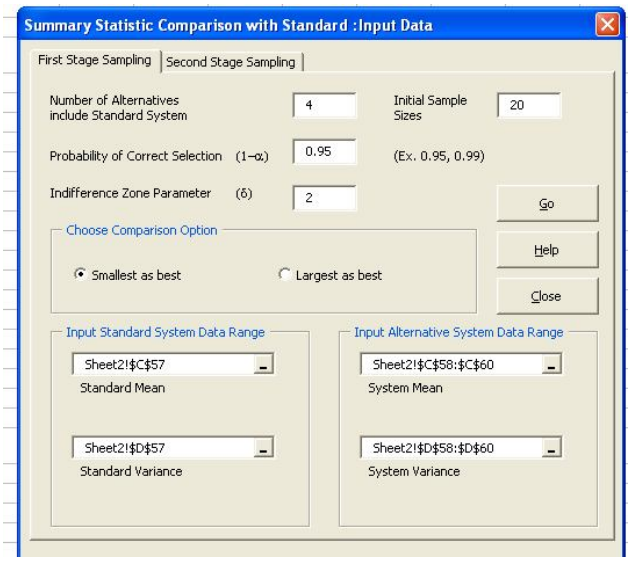
4.4 Indifference-Zone Parameter (δ) = 2 บาท

4.5 เลือก Smallest as Best

4.6 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean (เซลล์ C57) และ Variance (เซลล์ D57) ของ Standard System

4.7 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean (เซลล์ C58-C60) และ Variance (เซลล์ D58-D60) ของ Alternative System

ประมวลผล จะได้ผลการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 แสดงดังภาพที่ 32 พบว่าจำนวนข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะให้คำตอบที่ถูกต้องได้ จึงต้องทำการจำลองเพิ่ม ซึ่งพบว่าจำนวนที่ต้องทำการจำลองตรงกับค่าในตำราซึ่งแสดงในตารางที่ 3 จากนั้นทำการจำลองเพิ่ม และนำข้อมูลที่จำลองเพิ่มใส่ลงในตารางเอกเซลตามภาพที่ 33



ภาพที่ 31 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3

COMPARISON WITH A STANDARD (1st Stage)				
Smallest as Best				
Prpbability of Correct Selection		0.95		
Indifference Zone Parameter		2		
System Number	Overall Mean	Variance	Final Sample Size	Additional Number of Observations
0	86	50.92	57	37
1	95.84	66.34	74	54
2	82.83	41.35	46	26
3	89.84	41.21	46	26
**System No.0 is the Standard System				

ภาพที่ 32 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3

จากภาพที่ 32 พบว่าระบบที่ 0 ต้องการจำนวนตัวอย่างจำลองเพิ่มอีกเท่ากับ 57-20=37 ตัวอย่าง ระบบที่ 1 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 74-20=54 ตัวอย่าง ระบบที่ 2 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่ม 46-20 = 26 ตัวอย่าง และระบบที่ 3 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 46-20=26 ตัวอย่าง

66	Second Stage Data	
67		
68	System(i)	Mean
69	0	85.49
70	1	89.53
71	2	82.2
72	3	87.45

ภาพที่ 33 ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3

5. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อใช้หาผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 ตามภาพที่ 34 ซึ่งได้แก่

5.1 Number of Alternatives include Standard System (k) = 4 ระบบ

5.2 Initial Sample Sizes (n_0) = 20 รอบ

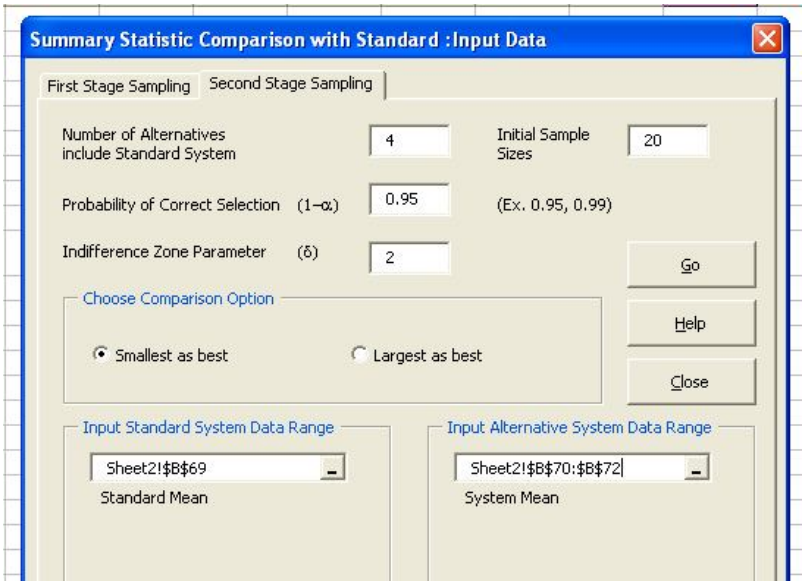
5.3 Probability of Correct Selection ($1-\alpha$) = 0.95

5.4 Indifference-Zone Parameter (δ) = 2 บาท

5.5 เลือก Smallest as Best

5.6 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean ของ Standard System (เซลล์ B69)

5.7 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ค่าของ Mean ของ Alternative System (เซลล์ B70-B72)



ภาพที่ 34 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับการเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3

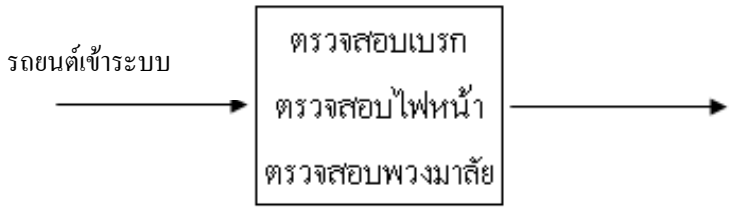
ประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นจะได้ผลแสดงดังภาพที่ 35

	A	B	C	D
1	COMPARISON WITH A STANDARD			
2	Smallest as Best			
3				
4	Prpbability of Correct Selection			0.95
5	Indifference Zone Parameter			2
6	The Best System is System No.			2
7				
8	MCB Results for Problem			
9				
10	System(i)	Mean	lower	upper
11	0	85.49	0	5.29
12	1	89.53	0	9.33
13	2	82.2	-5.29	0
14	3	87.45	0	7.25
15				
16	**System No.0 is the Standard System			

ภาพที่ 35 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเปรียบเทียบทางเลือกในขั้นที่ 2 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 3

จากการเปรียบเทียบนโยบายทางเลือกกับนโยบายมาตรฐานตามภาพที่ 35 พบว่าด้วยความเชื่อมั่น $1-\alpha$ เท่ากับ 0.95 และค่า Indifference-Zone เท่ากับ 2 พบว่าควรยกเลิกนโยบายเดิม และเปลี่ยนมาใช้นโยบายที่ 2

ตัวอย่างปัญหาที่ 4: Banks *et al*. (2005) พิจารณาระบบการตรวจสอบความปลอดภัยของรถยนต์ซึ่งประกอบไปด้วยงานที่ต้องตรวจสอบ 3 งานคือ (1) ตรวจสอบเบรก (2) ตรวจสอบไฟหน้า (3) ตรวจสอบพวงมาลัย ระบบปัจจุบันแสดงดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 ระบบปัจจุบันของตัวอย่างปัญหาที่ 4

ได้มีการออกแบบระบบการตรวจสอบความปลอดภัยใหม่ตามภาพที่ 37 โดยให้แต่ละสถานีงานทำการตรวจสอบเพียงอย่างเดียวแต่ได้กำหนดให้มีพื้นที่ใช้จอดรถระหว่างสถานีดังนี้
(1) ไม่มีพื้นที่ระหว่างสถานี (2) มีพื้นที่ระหว่างการตรวจสอบเบรกกับไฟหน้า (3) มีพื้นที่ระหว่างการตรวจสอบไฟหน้ากับพวงมาลัย

ภาพที่ 37 ระบบที่ออกแบบใหม่จากตัวอย่างปัญหาที่ 4

ทำการจำลองสถานการณ์ของระบบทั้ง 4 ระบบด้วยจำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น 10 ค่า โดยบันทึกค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในระบบ ผลการจำลองที่ได้แสดงดังตารางที่ 4 ต้องการเลือกระบบที่ดีที่สุดด้วยความน่าจะเป็น $1-\alpha$ เท่ากับ 0.95 และ Indifference-Zone Parameter เท่ากับ 2 วินาที

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในระบบสำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4

จำนวนรอบทำซ้ำ	ค่าเวลาเฉลี่ยในระบบ			
	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3	ระบบที่ 4
1	63.72	59.37	52.00	59.03
2	32.24	50.06	47.04	49.97
3	40.28	60.63	53.21	60.18
4	36.94	46.36	40.88	45.44
5	36.29	68.87	50.85	66.65
6	56.94	66.44	60.42	66.03
7	34.10	27.51	26.70	27.45
8	63.36	47.98	40.12	47.50
9	49.29	29.92	28.59	29.84
10	87.20	47.14	41.62	46.44
ค่าเฉลี่ย	50.04	50.43	44.14	49.85
ความแปรปรวน	313.38	195.54	115.73	185.98

ที่มา: Banks *et al*. (2005)

วิธีการ

1. นำข้อมูลเวลาในแต่ละรอบทำซ้ำของแต่ละระบบใส่ ลงในตารางของไมโครซอฟต์เอกเซลตามภาพที่ 38

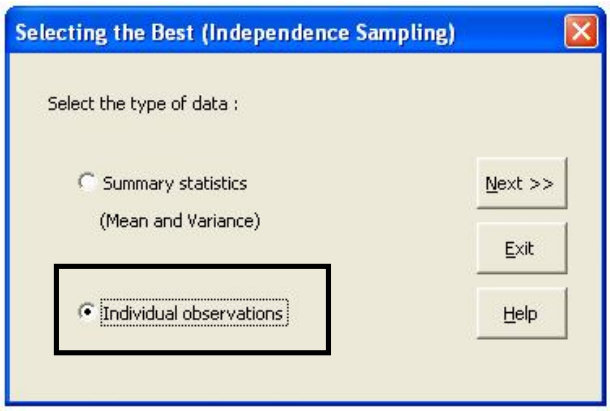
ค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในระบบสำหรับตัวอย่างที่ 4

รอบทำซ้ำ	ค่าเวลาเฉลี่ยในระบบ			
	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3	ระบบที่ 4
1	63.72	59.37	52	59.03
2	32.24	50.06	47.04	49.97
3	40.28	60.63	53.21	60.18
4	36.94	46.36	40.88	45.44
5	36.29	68.87	50.85	66.65
6	56.94	66.44	60.42	66.03
7	34.1	27.51	26.7	27.45
8	63.36	47.98	40.12	47.5
9	49.29	29.92	28.59	29.84
10	87.2	47.14	41.62	46.44

ภาพที่ 38 ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4

2. เลือก Comparison จากเมนูบาร์ เลือก Selecting the Best และเลือก Independent Sampling ตามภาพที่ 11

3. เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Individual Observations จึงเลือก Data Type ตามภาพที่ 39



ภาพที่ 39 Dialog Box สำหรับเลือกประเภทของข้อมูลแบบ Individual observations

4. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อหาผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 ตามภาพที่ 40 ซึ่งได้แก่

4.1 Number of Alternatives (k) = 4 ระบบ

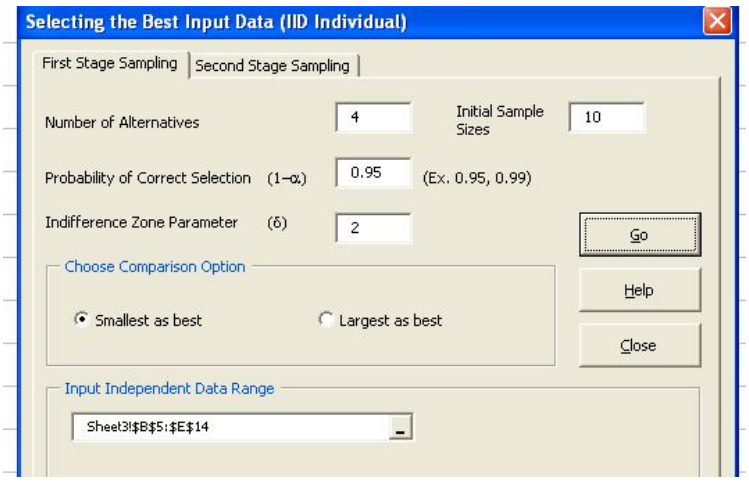
4.2 Initial Sample Size (n_0) = 10 รอบ

4.3 Probability of Correct Selection ($1-\alpha$) = 0.95

4.4 Indifference-Zone Parameter (δ) = 2 วินาที

4.5 เลือก Smallest as Best

4.6 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ข้อมูล (เซลล์ B5-E14)



ภาพที่ 40 Dialog Box การใส่ค่าของโปรแกรมสำหรับคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4

ทำการประมวลผล จะได้ผลการเลือกระบบที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 แสดงดังภาพที่ 41 พบว่าจำนวนข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะให้คำตอบที่ถูกต้องได้ จึงต้องทำการจำลองเพิ่ม

A	B	C	D	E
SELECTING THE BEST SYSTEM SUMMARY (1 st Stage)				
Smallest as Best				
Prpbability of Correct Selection		0.95		
Indifference Zone Parameter		2		
System Number	Overall Mean	Variance	Final Sample Size	Additional Number of Observations
1	50.04	313.38	947	937
2	50.43	195.54	591	581
3	44.14	115.73	350	340
4	49.85	185.98	562	552

ภาพที่ 41 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกระบบที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4

จากภาพที่ 41 พบว่าระบบที่ 1 ต้องการจำนวนตัวอย่างจำลองเพิ่มอีกเท่ากับ 947-10 = 937 ตัวอย่าง ระบบที่ 2 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 591-10 = 581 ตัวอย่าง ระบบที่ 3 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่ม 350-10 = 340 ตัวอย่าง และระบบที่ 4 ต้องการตัวอย่างจำลองเพิ่มอีก 562-10 = 552 ตัวอย่าง (เซลล์ E8-E11)

ตัวอย่างปัญหาที่ 5 นำ Common Random Number (CRN) มาใช้ทำการจำลองตัวอย่างปัญหาที่ 4 ได้ผลแสดงดังตารางที่ 5 ต้องการเลือกระบบที่ดีที่สุดด้วยความน่าจะเป็น $1-\alpha$ เท่ากับ 0.95 และค่า Indifference-Zone (δ) เท่ากับ 2 วินาที

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในระบบสำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5

จำนวนรอบทำซ้ำ	ค่าเวลาเฉลี่ยในระบบใช้ CRN			
	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3	ระบบที่ 4
1	63.72	63.06	57.74	62.63
2	32.24	31.78	29.65	31.56
3	40.28	40.32	36.52	39.87
4	36.94	37.71	35.71	37.35
5	36.29	36.79	33.81	36.65
6	56.94	57.93	51.54	57.15
7	34.10	33.39	31.39	33.30
8	63.36	62.92	57.24	62.21
9	49.29	47.67	42.63	47.46
10	87.20	80.79	67.27	79.60

ที่มา: Banks *et al*. (2005)

วิธีการ

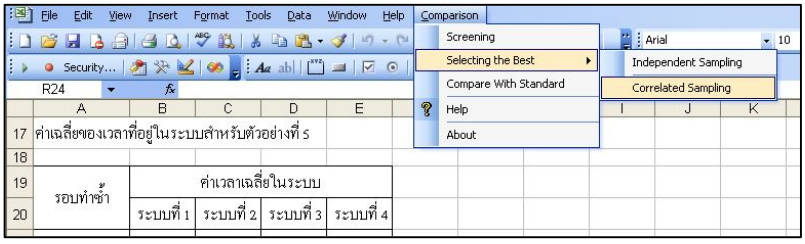
1. นำข้อมูลเวลาในแต่ละรอบทำซ้ำของแต่ละระบบใส่ ลงในตารางของไมโครซอฟต์เอกเซลตามภาพที่ 42

ค่าเฉลี่ยของเวลาที่อยู่ในระบบสำหรับตัวอย่างที่ 5

รอบทำซ้ำ	ค่าเวลาเฉลี่ยในระบบ			
	ระบบที่ 1	ระบบที่ 2	ระบบที่ 3	ระบบที่ 4
1	63.72	63.06	57.74	62.63
2	32.24	31.78	29.65	31.56
3	40.28	40.32	36.52	39.87
4	36.94	37.71	35.71	37.35
5	36.29	36.79	33.81	36.65
6	56.94	57.93	51.54	57.15
7	34.10	33.39	31.39	33.30
8	63.36	62.92	57.24	62.21
9	49.29	47.67	42.63	47.46
10	87.20	80.79	67.27	79.60

ภาพที่ 42 ข้อมูลในตารางเอกเซลในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5

2. เลือก Comparison จากเมนูบาร์ เลือก Selecting the Best และเลือก Correlated Sampling ดังภาพที่ 43



ภาพที่ 43 การเลือกใช้โปรแกรมการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดแบบข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน

3. ใส่ข้อมูลลงใน Dialog Box เพื่อหาผลลัพธ์ของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 ตามภาพที่ 44 ซึ่งได้แก่

3.1 Number of Alternatives (k)= 4 ระบบ

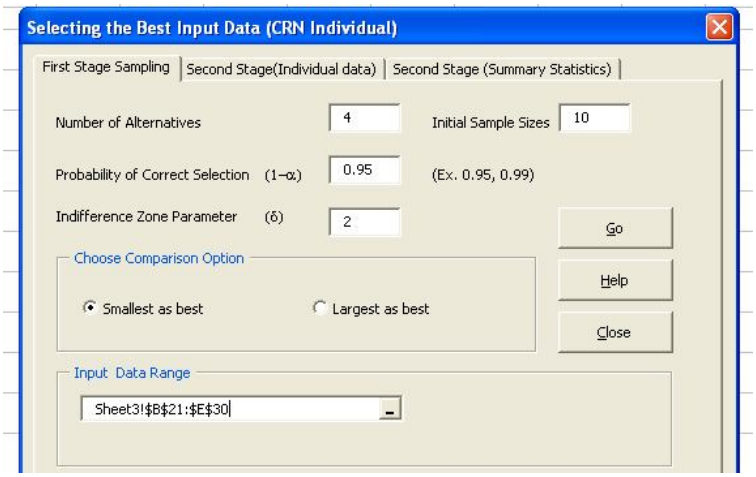
3.2 Initial Sample Size (n_0)= 10 รอบ

3.3 Probability of Correct Selection $(1-\alpha)$ = 0.95

3.4 Indifference-Zone Parameter (δ) = 2 วินาที

3.5 เลือก Smallest as Best

3.6 เลือกเซลล์บนชีทงานที่ใส่ข้อมูล (เซลล์ B21-E30)



ภาพที่ 44 Dialog Box การใส่ค่าในโปรแกรมสำหรับคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5

ทำการประมวลผล จะได้ผลการเลือกระบบที่ดีที่สุด แสดงดังภาพที่ 45 พบว่าจำนวนข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะให้คำตอบที่ถูกต้องได้ จึงต้องทำการจำลองเพิ่ม

	A	B	C	D	E
1	SELECTING THE BEST SYSTEM - CRN (1st Stage)				
2	Smallest as Best				
3					
4	Prpbability of Correct Selection		0.95		
5	Indifference Zone Parameter		2		
6					
7	System Number	Overall Mean	Variance	Final Sample Size	Additional Number of Observations
8	1	50.04	313.38	12	2
9	2	49.24	263.9	12	2
10	3	44.35	172.95	12	2
11	4	48.78	254.13	12	2
12					

ภาพที่ 45 ผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกระบบที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 5

จากภาพที่ 45 พบว่าทุกระบบต้องการจำนวนตัวอย่างจำลองเพิ่มอีกเท่ากับ 12 -10 = 2 ตัวอย่าง (เซลล์ E8-E11)

วิจารณ์

ผลของการคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดด้วยโปรแกรม SimSelect ที่พัฒนานี้ขึ้นอยู่กับค่าความน่าจะเป็น $1-\alpha$ ค่า δ และค่าความแปรปรวนของระบบ ซึ่งส่งผลให้จำนวนรอบที่ต้องจำลองมีมากหรือน้อย เมื่อนำโปรแกรมมาทดลองใช้ด้วยค่า $1-\alpha$ และ δ ที่เหมือนกับตัวอย่างในตำรา ผลลัพธ์ที่ออกมาก็ถูกต้องตรงกับค่าที่ปรากฏในตำรา

ข้อจำกัดหนึ่งของโปรแกรม SimSelect คือไม่สามารถตรวจซ้ำได้ว่าจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในขั้นที่ 2 นั้นพอเพียงหรือไม่ ผู้ใช้โปรแกรมจึงต้องมั่นใจว่าจำนวนข้อมูลที่ใช้เท่ากับจำนวนข้อมูลที่ได้รับการแนะนำมาจากการใช้โปรแกรมในขั้นตอนที่ 1 จึงจะทำให้การคัดเลือกถูกต้องด้วยความน่าจะเป็น $1-\alpha$ ตามที่ต้องการ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนาโปรแกรม SimSelect ซึ่งเป็น Excel Add-Ins เพื่อคัดกรองทางเลือก คัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกหลายทางเลือก และการเปรียบเทียบทางเลือกกับมาตรฐานที่มีอยู่เพื่อให้ผู้ที่ต้องการใช้งานโปรแกรมสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ผลของงานวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. โปรแกรม SimSelect ใช้วิธี Subset Selection ในการคัดกรองระบบ วิธี Rinott + MCB ในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน วิธี NM + MCB ในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กันและใช้วิธีของ Nelson and Goldsman (1997) ในการเปรียบเทียบทางเลือกกับมาตรฐานที่มีอยู่

2. โปรแกรม SimSelect สามารถหาคำตอบของปัญหาการคัดกรองทางเลือก การคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขมากที่สุด หรือน้อยที่สุด และการเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นๆ ด้วยความน่าจะเป็น $1-\alpha$ ตามที่ผู้ใช้กำหนด

3. การทดสอบความถูกต้องของ โปรแกรม SimSelect ทำโดยการทดลองใช้โปรแกรมกับตัวอย่างปัญหาทั้งหมด 5 ตัวอย่างซึ่งครอบคลุมวิธีที่กล่าวไว้ในข้อที่ 2 ผลลัพธ์ที่ได้คือสามารถให้คำตอบของการคัดเลือกได้อย่างถูกต้องด้วยระดับความน่าจะเป็น $1-\alpha$ ที่ผู้ใช้งานต้องการ

ข้อเสนอแนะ

ในการทำงานวิจัยนี้พัฒนาฟังก์ชัน Add-Ins ให้สามารถเลือกระบบที่ดีที่สุดได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยเห็นว่า จุดที่ควรจะพัฒนาเพื่อช่วยให้การเลือกมีความถูกต้องสมบูรณ์มีดังต่อไปนี้

เนื่องจากโปรแกรมนี้ใช้ค่าคงที่ของ Rinott ในการหาระบบที่ดีที่สุดผู้วิจัยจึงนำเอาโปรแกรมที่ใช้หาค่านี้ซึ่งเดิมเป็นภาษาฟอร์แทรน (Fortran) มาดัดแปลงให้เป็นภาษา VBA ซึ่งต้นแบบโปรแกรมสามารถหาค่าคงที่ของ Rinott เมื่อจำนวนข้อมูลเริ่มต้นอยู่ในช่วง 6 ถึง 50 ค่าเท่านั้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าอาจหาตัวแบบโปรแกรมอื่นๆ มาใช้คำนวณค่าคงที่ของ Rinott เพื่อทำให้จำนวนข้อมูลเริ่มต้นที่จะนำมาใช้ในโปรแกรมมีช่วงกว้างมากขึ้น และสามารถทำให้โปรแกรมในขั้นที่สองตรวจสอบจำนวนข้อมูลว่าพอเพียงหรือไม่ได้อีกด้วย

โปรแกรมที่พัฒนานี้ใช้ค่าที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรมต่างๆ แต่ไม่ได้ทำการเชื่อมต่อกับผลของโปรแกรมเหล่านั้นโดยตรง ผู้ใช้งานต้องนำค่ามาใส่ในโปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลเองจึงจะสามารถใช้โปรแกรม SimSelect ได้ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าอาจจะต้องทำการเชื่อมต่อกับโปรแกรมจำลองต่างๆเพื่อรับค่ามาใช้หาทางเลือกที่ดีที่สุดโดยตรงโดยเพื่อความสะดวก และลดความผิดพลาดเนื่องจากการใส่ข้อมูลลงตารางเอกเซล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กานต์ กานต์กนก. 2552. **VBA ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างตัวแบบการจำลองสถานการณ์บนไมโครซอฟต์เอกเซล.** วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มานพ วราภักดิ์. 2550. **การจำลอง.** ครั้งที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วี พริ้นท์ (1991) จำกัด.

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. 2551. **คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena.** ครั้งที่ 1. ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, วี.พริ้นท์.

อำนาจ นุตะมาน. 2550. **เขียนโปรแกรมและพัฒนาแอปพลิเคชันด้วย VBA บน Excel ฉบับโปรแกรมเมอร์.** ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

Banks, J., J. S. Carson II, B.L. Nelson and D.M. Nicol. 2004. **Discrete-Event System Simulation.** 4th ed. Prentice Hall International, Inc., USA.

Bechhofer, R.E., T.J. Santner. and D.M.Goldsman. 1995. **Design and Analysis of Experiments for Statistical Selection, Screening and Multiple Comparisons.** Wiley, New York.

Clark, G.M. 1990. Use of Common Random Numbers in Comparing Alternatives, pp. 367-371. *In* O. Balci, R.P. Sadowski and R.E. Nance, eds. **Proceeding of the 1990 Winter Simulation Conference.** Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, New Jersey, USA.

_____ and W.N. Yang. 1986. A Bonferroni Selection Procedure when Using Common Random Numbers with Unknown Variances, pp. 313-315. *In* J.R. Wilson, J.O. Henriksen and S.D. Roberts, eds. **Proceedings of the 1986 Winter Simulation Conference** . Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, New Jersey, USA.

Dudewicz, E.J. and S.R. Dalal. 1975. Allocation of observations in ranking and selection with unequal variances. **Sankhya: The Indian Journal of Statistics** 1 (37): 28-78.

Goldman, L.I. 2002. Crystal Ball professional introductory tutorial. pp. 1539-1545. *In* E. Yucesan, C.H. Chen, J. L. Snowdon, and J. M. Charnes, eds. **Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference**, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, New Jersey, USA.

Goldsman, D.M. and B.L. Nelson. 1998. Statistical Screening, Selection, and Multiple Comparisons in Computer Simulation, pp. 159-166. *In* D.J. Medeiros, E.F. Watson, , J.S. Carson and M.S. Manivannan, eds. **Proceeding of the 1998 Winter Simulation Conference** . Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, New Jersey, USA.

Hochberg, Y., and A.C.Tamhane. 1987. **Multiple Comparison Procedure.** Wiley, New York.

Hsu, J.C. and B. L. Nelson. 1988. Optimization Over a Finite Number of System Designs with One-Stage Sampling and Multiple Comparisons with the Best, pp. 451-457. *In* **the 1988 Winter simulation conference** . Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, New Jersey, USA.

Irannajad, M., A. Farzanegan and S.M. Razavian. 2006. Spreadsheet-based simulation of closed ball milling circuits. **Minerals Engineering**. 19: 1495-1504.

Matejcik, F.J., and B.L.Nelson. 1995. Two-Stage Multiple Comparison with the Best for Computer Simulation. **Operations Research** 1995 (43): 633-640.

Nelson, B.L., and D.M. Goldsman. 1997. Comparisons with a Standard in Simulation Experiments. **Management Science** 2001 (47): 449-463.

Nelson, B.L. and F.J. Matejcik. 1995. Using Common Random Numbers for Indifference-Zone Selection and Multiple Comparisons in Simulation. **Management Science** (41): 1935 - 1945.

Nelson, B.L., J. Swann., D.M.Goldsman., and W. Song. 2001. Simple Procedure for Selecting the Best System when the Number of Alternative is Large.**Operations Research** 46 (6): 950-963.

Rinott, Y. 1978. On Two-Stage Selection Procedures and Related Probability-Inequalities. **Communications in Statistics - Theory and Methods.** 7 (8): 799 - 811.

Shannon, R.E. 1975. **Systems Simulation: The Art and Science.** Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

Thiriez, H. 2001. Improved OR Education through the Use of Spreadsheet Models. **European Journal of Operational Research.** 135: 461-476.

Togo, D.F. 2004. Risk analysis for accounting models: A spreadsheet simulation approach. **Journal of Accounting Education**. 22: 153-163.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณตัวอย่างปัญหา

ตัวอย่างปัญหาที่ 1 (Goldsman *et al.*, 1991) พิจารณาระบบการจองตั๋วของสายการบินซึ่งมี 4 ระบบ ดัชนีวัดผลของระบบคือระยะเวลาการทำงานของระบบก่อนที่ระบบจะมีการชำรุด ระยะเวลาที่นานบ่งบอกว่าระบบเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ สำหรับตัวอย่างนี้กำหนดค่า δ เท่ากับ 3000 นาที และค่าความน่าจะเป็นที่จะเลือกระบบที่ดีที่สุดได้ถูกต้อง $1-\alpha$ เท่ากับ 0.9 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1 นำวิธีของ Rinott + MCB มาใช้กับปัญหาได้ดังนี้

1. δ = 3000 นาที $1-\alpha = 0.90$ $k = 4$ ระบบการจำลองเริ่มต้นของทุกระบบ = 20 รอบ และค่าคงที่ของ Rinott ($h_{0.9,\,4,\,19}$) = 2.720 (จากภาพผนวกที่ 1)

2. $N_1 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.72)(29157.3)}{3000} \right)^2 \right\rceil \right\} = \max\{20, 699\} = 699$ รอบ

$N_2 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.72)(24289.9)}{3000} \right)^2 \right\rceil \right\} = \max\{20, 486\} = 486$ รอบ

$N_3 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.72)(25319.5)}{3000} \right)^2 \right\rceil \right\} = \max\{20, 528\} = 528$ รอบ

$N_4 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.72)(20810.8)}{3000} \right)^2 \right\rceil \right\} = \max\{20, 357\} = 357$ รอบ

4. จำนวนรอบที่ต้องจำลองเพิ่ม N_1 =699-20 = 679 รอบ N_2 = 486-20 = 466 รอบ N_3 = 528-20 = 508 รอบ N_4 = 357-20 = 337 รอบ

5. ทำการจำลองเพิ่มอีกตามข้อ 4 ได้ผลตามบรรทัดที่ 5 ของตารางที่ 1

6. เลือกระบบที่ให้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดเป็นระบบที่ดีที่สุดนั่นคือระบบที่ 1

7. คำนวณค่าช่วงความเชื่อมั่น MCB ได้ดังนี้

ตารางผนวกที่ ก1 ช่วงความเชื่อมั่น MCB สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 1

ระบบที่	จำนวนตัวอย่าง	ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง
1	699	0	-7404.70
2	485	-7404.70	0
3	527	-14723.50	0
4	357	-27247.60	0

TABLE 8.3 Values of h Required by the Procedure Rinott + MCB

		k								
α	n_0	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.10	5	2.291	3.058	3.511	3.837	4.093	4.305	4.486	4.644	4.786
	6	2.177	2.871	3.270	3.552	3.771	3.951	4.103	4.235	4.352
	7	2.107	2.758	3.126	3.384	3.582	3.744	3.881	3.999	4.103
	8	2.059	2.682	3.031	3.273	3.459	3.609	3.736	3.845	3.941
	9	2.025	2.628	2.963	3.195	3.372	3.515	3.635	3.738	3.829
	10	1.999	2.587	2.913	3.137	3.307	3.445	3.560	3.659	3.746
	11	1.978	2.556	2.874	3.092	3.258	3.391	3.503	3.598	3.682
	12	1.962	2.531	2.843	3.056	3.218	3.349	3.457	3.551	3.632
	13	1.948	2.510	2.817	3.027	3.186	3.314	3.420	3.512	3.592
	14	1.937	2.493	2.796	3.003	3.160	3.285	3.390	3.480	3.558
	15	1.928	2.479	2.779	2.983	3.138	3.261	3.364	3.453	3.530
	16	1.919	2.467	2.764	2.966	3.119	3.241	3.343	3.430	3.506
	17	1.912	2.456	2.751	2.951	3.102	3.223	3.324	3.410	3.485
	18	1.906	2.447	2.739	2.938	3.088	3.208	3.308	3.393	3.467
	19	1.901	2.438	2.729	2.926	3.075	3.194	3.293	3.378	3.451
	20	1.896	2.431	2.720	2.916	3.064	3.182	3.280	3.364	3.437
	30	1.866	2.387	2.666	2.855	2.997	3.110	3.204	3.284	3.354
	40	1.852	2.366	2.641	2.827	2.966	3.077	3.169	3.247	3.315
	50	1.844	2.354	2.627	2.810	2.948	3.057	3.148	3.225	3.292
0.05	5	3.107	3.905	4.390	4.744	5.025	5.259	5.461	5.638	5.797
	6	2.910	3.602	4.010	4.303	4.533	4.722	4.884	5.025	5.150
	7	2.791	3.424	3.791	4.051	4.253	4.419	4.559	4.681	4.789
	8	2.712	3.308	3.649	3.889	4.074	4.225	4.353	4.463	4.561
	9	2.656	3.226	3.550	3.776	3.950	4.091	4.210	4.313	4.404
	10	2.614	3.166	3.476	3.693	3.859	3.993	4.106	4.204	4.290
	11	2.582	3.119	3.420	3.629	3.789	3.918	4.027	4.121	4.203
	12	2.556	3.082	3.376	3.579	3.734	3.860	3.965	4.055	4.135
	13	2.534	3.052	3.340	3.539	3.690	3.812	3.915	4.003	4.080
	14	2.517	3.027	3.310	3.505	3.654	3.773	3.874	3.960	4.035
	15	2.502	3.006	3.285	3.477	3.623	3.741	3.839	3.924	3.998
	16	2.489	2.988	3.264	3.453	3.597	3.713	3.810	3.893	3.966
	17	2.478	2.973	3.246	3.433	3.575	3.689	3.785	3.867	3.938
	18	2.468	2.959	3.230	3.415	3.556	3.669	3.763	3.844	3.914
	19	2.460	2.948	3.216	3.399	3.539	3.650	3.744	3.824	3.894
	20	2.452	2.937	3.203	3.385	3.523	3.634	3.727	3.806	3.875
	30	2.407	2.874	3.129	3.303	3.434	3.539	3.626	3.701	3.766
	40	2.386	2.845	3.094	3.264	3.392	3.495	3.580	3.652	3.716
	50	2.373	2.828	3.074	3.242	3.368	3.469	3.553	3.624	3.687

ภาพผนวกที่ ก1 ตารางค่าคงที่ของ Rinott

ที่มา: Banks *et al.* (1998)

ใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 1 เพื่อแสดงการคำนวณการคัดกรองทางเลือก

1. การจำลองเริ่มต้นของทุกระบบ = 20 รอบ $1-\alpha = 0.90$ $k = 4$ ระบบ และค่า $t = t_{1-(0.9)^{\frac{1}{3}},20-1} = t_{0.0345,19} = 2.288$

2. จากตารางที่ 1 จะได้ $\overline{Y}_1$ =108286, $\overline{Y}_2$ =107686, $\overline{Y}_3$ = 96167.7, $\overline{Y}_4$ = 89747.9และ S_1 = 29157.3, S_2 = 24289.9, S_3 = 25319.5, S_4 = 20810.8

3. คำนวณค่า $W_{ij} = t\left(\frac{S_i^2 + S_j^2}{n}\right)^{1/2}$ ได้ผลดังตารางผนวกที่ ก2

ตารางผนวกที่ ก2 ค่า W_{ij} ที่ใช้ในการคำนวณตัวอย่างปัญหาที่ 2

W_{ij}	1	2	3	4
1	21096.16	19415.32	19756.62	18327.13
2		17574.45	17950.79	16364.31
3			18319.40	16767.83
4				15057.22

4. หาระบบที่อยู่ใน Sub set โดยจะเก็บระบบไว้เมื่อ $\overline{Y_i} \geq \overline{Y_j} - W_{ij}$ สำหรับ $i \neq j$ ดังนั้นจะตัดระบบที่ 4 ออกจาก Sub set เนื่องจาก $\overline{Y_4} < \overline{Y_2} - W_{42}$ และได้ระบบที่คาดว่าจะเป็นระบบที่ดีที่สุดคือระบบที่ 1, 2, 3

ตัวอย่างปัญหาที่ 2 มานพ (2550) พิจารณานโยบายการจัดการสินค้าคงคลัง กำหนดให้นโยบายที่ 0 คือนโยบายมาตรฐานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทางบริษัทต้องการปรับเปลี่ยนนโยบายให้มีค่าใช้จ่ายรายเดือนต่ำที่สุดโดยมีนโยบายทางเลือกอีก 3 นโยบายที่จะนำมาพิจารณาเพื่อตัดสินใจว่าควรปรับเปลี่ยนนโยบายสินค้าคงคลังหรือไม่ โดยกำหนดค่า $1-\alpha = 0.95$ และค่า $\delta = 2$ บาท ข้อมูลค่าใช้จ่ายรายเดือนของแต่ละนโยบายแสดงดังตารางที่ 2 นำวิธีของ Nelson and Goldsman มาใช้กับปัญหาได้ดังนี้

1. $k = 4$ ระบบ $\delta = 2$ บาท $1-\alpha = 0.95$ การจำลองเริ่มต้นของทุกระบบ = 20 รอบ ค่าคงที่ g = $T^{0.95}_{3,57,0.5} = 2.10$ (จากภาพผนวกที่ 2) และค่าคงที่ของ Rinott (h) = $h_{0.95,\,4,\,19} = 3.203$ (จากภาพผนวกที่ 1) จะได้ $c = 2 \times 3.203/2.10 = 3.05$

2. จากตารางที่ 2 จะได้ $\bar{Y}_0 = 82.83$, $\bar{Y}_1 = 95.84$, $\bar{Y}_2 = 86.00$, $\bar{Y}_3 = 89.84$ และ $S_0^2 = 41.35$, $S_1^2 = 66.34$, $S_2^2 = 50.92$, $S_3^2 = 41.21$

3. $N_0 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (41.35)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max(20, 46) = 46$ รอบ

$N_1 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (66.34)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max(20, 74) = 74$ รอบ

$N_2 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (50.92)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max(20, 57) = 57$ รอบ

$N_3 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (41.21)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max(20, 46) = 46$ รอบ

4. ทำการจำลองเพิ่มตามข้อ 3 และจากตารางที่ 2 จะได้ $\bar{\bar{Y}}_0 = 82.20$, $\bar{\bar{Y}}_1 = 89.53$, $\bar{\bar{Y}}_2 = 85.49$, $\bar{\bar{Y}}_3 = 87.45$

5. เนื่องจาก $\min_{1\le i\le k} \overline{\overline{Y}}_i \ge \overline{\overline{Y}}_0 - 3.05$ ทุกๆค่า i จึงเลือกใช้ระบบมาตรฐาน และได้ช่วงความเชื่อมั่นด้านเดียวคือ

$$\mu_0 - \mu_1 \le 4.29$$

$$\mu_0 - \mu_2 \le 0.25$$

$$\mu_0 - \mu_3 \le 2.21$$

ตัวอย่างปัญหาที่ 3 เพื่อแสดงให้เห็นว่าถ้าระบบปัจจุบันไม่ใช่ระบบที่ดีที่สุดโปรแกรมก็สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องจึงใช้ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 3 โดยเปลี่ยนนโยบายที่ใช้ในปัจจุบันใหม่ (นโยบายที่ 0) ตามตารางที่ 3 นำวิธีของ Nelson and Goldsman มาใช้กับปัญหาได้ดังนี้

1. k = 4 ระบบ δ = 2 บาท $1-\alpha$ = 0.95 การจำลองเริ่มต้นของทุกระบบ = 20 รอบ ค่าคงที่ g = $T^{0.95}_{3,57,0.5}$ = 2.10 (จากภาพผนวกที่ 2) และค่าคงที่ของ Rinott (h) = $h_{0.95,\,4,\,19}$ = 3.203 (จากภาพผนวกที่ 1) จะได้ c = 2 x 3.203/2.10 = 3.05

2. จากตารางที่ 3 จะได้ $\bar{Y}_0$ = 86.00, $\bar{Y}_1$ = 95.84, $\bar{Y}_2$ = 82.83, $\bar{Y}_3$ = 89.84 และ S_0^2 = 50.92, S_1^2 = 66.34, S_2^2 = 41.35, S_3^2 = 41.21

3. $N_0 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (50.92)}{2^2} \right) \right\rceil \right\}$ = max (20, 57) = 57 รอบ

$N_1 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (66.34)}{2^2} \right) \right\rceil \right\}$ = max (20, 74) = 74 รอบ

$N_2 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (41.35)}{2^2} \right) \right\rceil \right\}$ = max (20, 46) = 46 รอบ

$N_3 = \max\left\{20, \left\lceil \left(\frac{(2.10)^2 (41.21)}{2^2} \right) \right\rceil \right\}$ = max (20, 46) = 46 รอบ

4. ทำการจำลองเพิ่มตามข้อ 3 และจากตารางที่ 2 จะได้ $\bar{\bar{Y}}_0$ = 85.49, $\bar{\bar{Y}}_1$ = 89.53, $\bar{\bar{Y}}_2$ = 82.20, $\bar{\bar{Y}}_3$ = 87.45

5. เนื่องจาก $\bar{\bar{Y}}_1 \geq \bar{\bar{Y}}_0 - 3.05$ และ $\bar{\bar{Y}}_3 \geq \bar{\bar{Y}}_0 - 3.05$ จึงเลือกใช้ระบบทางเลือกที่ 2 เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด และได้ช่วงความเชื่อมั่น MCB คือ

ตารางผนวกที่ ก3 ช่วงความเชื่อมั่น MCB สำหรับตัวอย่างปัญหาที่ 4

ระบบที่	จำนวนตัวอย่าง	ขอบเขตบน	ขอบเขตล่าง
0	57	0	5.29
1	74	0	9.33
2	46	-5.29	0
3	46	0	7.25

ตัวอย่างปัญหาที่ 4 (Banks, 2005) พิจารณาระบบการตรวจสอบความปลอดภัยของรถยนต์ที่แตกต่างกัน 4 ระบบ กำหนดให้ความน่าจะเป็นที่จะเลือกระบบได้อย่างถูกต้อง $1-\alpha$ ไม่น้อยกว่า 0.95 และต้องการระบบที่ให้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นระบบที่ดีที่สุด โดยกำหนดให้ค่า δ เท่ากับ 2 นาที โดยการจำลองเป็นอิสระต่อกัน
นำวิธีของ Rinott + MCB มาใช้กับปัญหาได้ดังนี้

1. $\delta = 2$ นาที $1-\alpha = 0.95$ $k = 4$ ระบบ การจำลองเริ่มต้นของทุกระบบ = 10 รอบ และค่าคงที่ของ Rinott ($h_{0.95,\,4,\,9}$) = 3.476 (จากภาพผนวกที่ 1)

2. จากตารางที่ 4 จะได้ $\bar{Y}_1 = 50.04,\ \bar{Y}_2 = 50.43,\ \bar{Y}_3 = 44.14,\ \bar{Y}_4 = 49.85$ และ $S_1^2 = 313.38,\ S_2^2 = 195.54,\ S_3^2 = 115.73,\ S_4^2 = 185.98$

3. $N_1 = \max\left\{10, \left\lceil \left(\frac{(3.476)^2 (313.38)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max\{20, 947\} = 947$ รอบ

$N_2 = \max\left\{10, \left\lceil \left(\frac{(3.476)^2 (195.54)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max\{20, 591\} = 591$ รอบ

$N_3 = \max\left\{10, \left\lceil \left(\frac{(3.476)^2 (115.73)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max\{20, 350\} = 350$ รอบ

$N_4 = \max\left\{10, \left\lceil \left(\frac{(3.476)^2 (185.98)}{2^2} \right) \right\rceil \right\} = \max\{20, 562\} = 562$ รอบ

4. จำนวนรอบที่ต้องจำลองเพิ่ม N_1 =947-10 = 937 รอบ N_2 = 591-10 = 581 รอบ N_3 = 350-10 = 340 รอบ N_4 = 562-10 = 552 รอบ

5. ทำการจำลองเพิ่มอีกตามข้อ 4

6. เลือกระบบที่ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นระบบที่ดีที่สุด

ตัวอย่างปัญหาที่ 5 (Banks, 2005) พิจารณาระบบการตรวจสอบความปลอดภัยของรถยนต์ที่แตกต่างกัน 4 ระบบ กำหนดให้ความน่าจะเป็นที่จะเลือกระบบได้อย่างถูกต้อง $1-\alpha$ ไม่น้อยกว่า 0.95 และต้องการระบบที่ให้เวลาเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นระบบที่ดีที่สุด โดยกำหนดให้ค่า δ เท่ากับ 2 นาที และจำลองโดยใช้ CRN นำวิธี NM+ MCB มาใช้กับปัญหาได้ดังนี้

1. δ = 2 นาที $1-\alpha$ = 0.95 ผลการจำลองเริ่มต้นของทุกระบบ = 10 รอบ และค่าคงที่ g = $T^{0.95}_{3,27,0.5}$ = 2.16 (จากภาพผนวกที่ 2)

ตารางผนวกที่ ก4 ค่าที่ใช้ในการคำนวณตัวอย่างปัญหาที่ 6

Replication	Average Response Time for System Design				$\overline{Y}_{.j}$
	1	2	3	4	
1	63.72	63.06	57.74	62.63	61.79
2	32.24	31.78	29.65	31.56	31.31
3	40.28	40.32	36.52	39.87	39.25
4	36.94	37.71	35.71	37.35	36.93
5	36.29	36.79	33.81	36.65	35.89
6	56.94	57.93	51.54	57.15	55.89
7	34.10	33.39	31.39	33.30	33.05
8	63.36	62.92	57.24	62.21	61.43
9	49.29	47.67	42.63	47.46	46.76
10	87.20	80.79	67.27	79.60	78.72
$\overline{Y}_{i.}$	50.04	49.24	44.35	48.78	

$\overline{Y}_{..}$ = 48.10

2. จากข้อมูลในตารางผนวกที่ 1 คำนวณค่า $S^2 = \dfrac{2\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_0}\left(Y_{ij}-\overline{Y}_{i.}-\overline{Y}_{.j}+\overline{Y}_{..}\right)^2}{(k-1)(n_0-1)}$ =

10.05

3. $N = \max\left\{10, \left\lceil \frac{2.16^2 \times 10.05}{2^2} \right\rceil\right\} = \max\{10, 12\} = 12$ รอบ

4. จำนวนรอบที่ต้องจำลองเพิ่ม $N - n_0 = 12 - 10 = 2$ รอบ

5. ทำการจำลองเพิ่มอีกตามข้อ 4

6. เลือกระบบที่ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นระบบที่ดีที่สุด

TABLE 8.2 95% Critical Values $T_{p,\nu}^{(0.05)}$ of the Multivariate *t*-Distribution with Common Correlation 1/2

	p								
ν	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6.31	9.51	11.58	13.10	14.27	15.23	16.04	16.73	17.34
2	2.92	3.80	4.34	4.71	5.00	5.24	5.44	5.60	5.75
3	2.35	2.94	3.28	3.52	3.70	3.85	3.97	4.08	4.17
4	2.13	2.61	2.88	3.08	3.22	3.34	3.44	3.52	3.59
5	2.02	2.44	2.68	2.85	2.98	3.08	3.16	3.24	3.30
6	1.94	2.34	2.56	2.71	2.83	2.92	3.00	3.06	3.12
7	1.89	2.27	2.48	2.62	2.73	2.82	2.89	2.95	3.00
8	1.86	2.22	2.42	2.55	2.66	2.74	2.81	2.87	2.92
9	1.83	2.18	2.37	2.50	2.60	2.68	2.75	2.81	2.86
10	1.81	2.15	2.34	2.47	2.56	2.64	2.70	2.76	2.81
11	1.80	2.13	2.31	2.43	2.53	2.60	2.67	2.72	2.77
12	1.78	2.11	2.29	2.41	2.50	2.58	2.64	2.69	2.74
13	1.77	2.09	2.27	2.39	2.48	2.55	2.61	2.66	2.71
14	1.76	2.08	2.25	2.37	2.46	2.53	2.59	2.64	2.69
15	1.75	2.07	2.24	2.36	2.44	2.52	2.57	2.62	2.67
16	1.75	2.06	2.23	2.34	2.43	2.50	2.56	2.61	2.65
17	1.74	2.05	2.22	2.33	2.42	2.49	2.54	2.59	2.64
18	1.73	2.04	2.21	2.32	2.41	2.48	2.53	2.58	2.62
19	1.73	2.03	2.20	2.31	2.40	2.47	2.52	2.57	2.61
20	1.72	2.03	2.19	2.30	2.39	2.46	2.51	2.56	2.60
25	1.71	2.00	2.17	2.27	2.36	2.42	2.48	2.52	2.56
30	1.70	1.99	2.15	2.25	2.34	2.40	2.45	2.50	2.54
35	1.69	1.98	2.13	2.24	2.32	2.38	2.44	2.48	2.52
40	1.68	1.97	2.13	2.23	2.31	2.37	2.42	2.47	2.51
45	1.68	1.96	2.12	2.22	2.30	2.36	2.41	2.46	2.50
50	1.68	1.96	2.11	2.22	2.29	2.36	2.41	2.45	2.49
55	1.67	1.96	2.11	2.21	2.29	2.35	2.40	2.44	2.48
60	1.67	1.95	2.10	2.21	2.28	2.35	2.40	2.44	2.48
120	1.66	1.93	2.08	2.18	2.26	2.32	2.37	2.41	2.45
∞	1.65	1.92	2.06	2.16	2.23	2.29	2.34	2.38	2.42

ภาพผนวกที่ ก2 ตาราง 95% Critical Values $T_{p,\nu}^{0.05}$ of the Multivariate t-Distribution

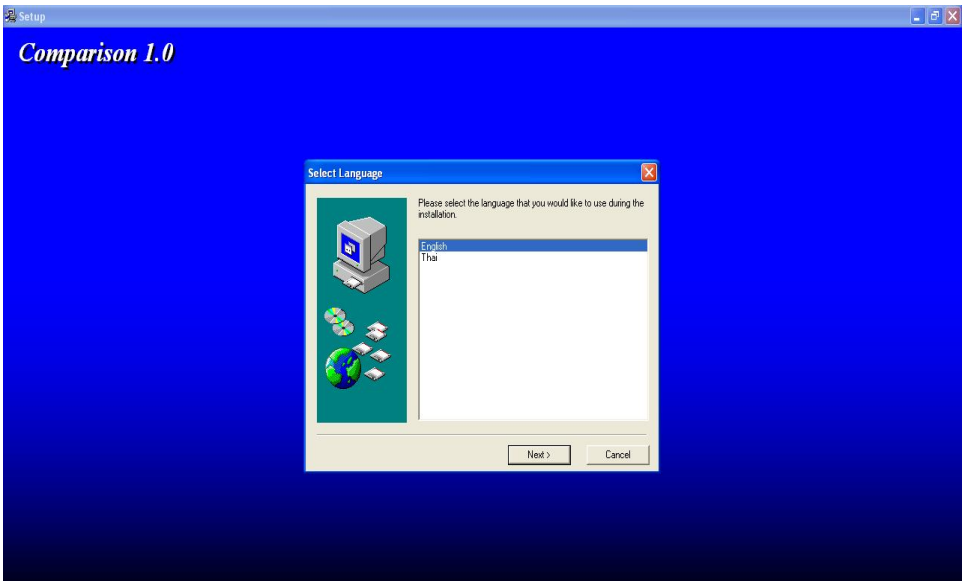
ที่มา: Banks *et al*. 1998

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานโปรแกรม

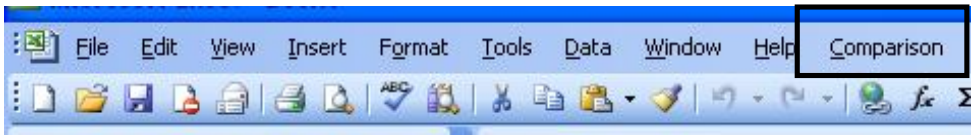
การใช้งานโปรแกรม SimSelect

1. ติดตั้งโปรแกรมตามภาพผนวกที่ ข1



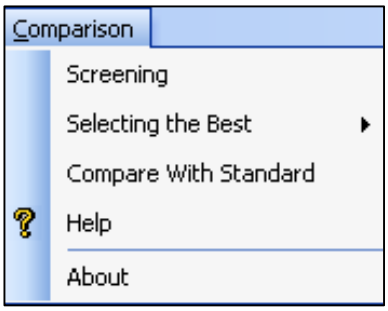
ภาพผนวกที่ ข1 ตัวอย่างการติดตั้งโปรแกรม Comparisons Add-Ins

2. เปิดโปรแกรมไมโครซอฟต์เอกเซลที่เมนูบาร์จะปรากฏเมนู Comparison ดังภาพผนวกที่ ข2



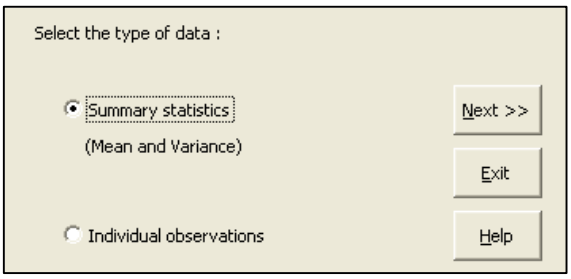
ภาพผนวกที่ ข2 เมนูบาร์

3. เรียกใช้งานโปรแกรมโปรแกรม Comparisons ดังภาพผนวกที่ ข3



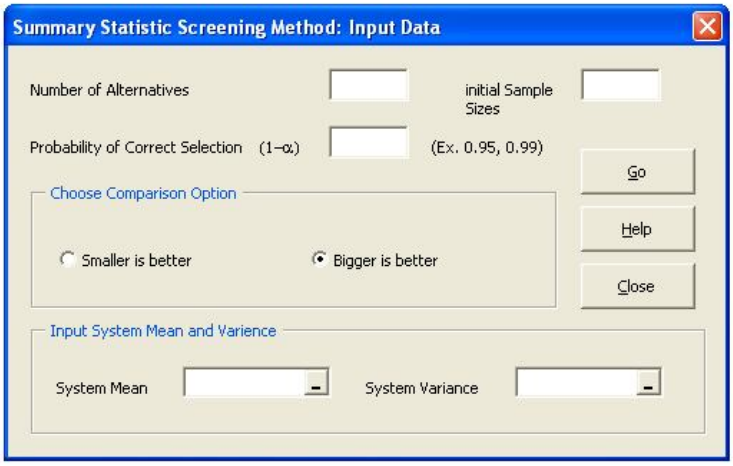
ภาพผนวกที่ ข3 เมนูบาร์เมื่อเรียกใช้โปรแกรม Comparisons

3.1 Screening เลือกหัวข้อนี้เมื่อต้องการใช้วิธีการคัดกรองทางเลือก จะปรากฏ Dialog Boxตามภาพผนวกที่ ข4 เลือกประเภทของข้อมูล แล้วคลิกปุ่ม Next >> เพื่อดำเนินการในขั้นต่อไป คลิกปุ่ม Exit เพื่อออกจากโปรแกรม หรือคลิกปุ่ม Help หากต้องการทราบเกี่ยวกับการใช้งาน Dialog Box นี้

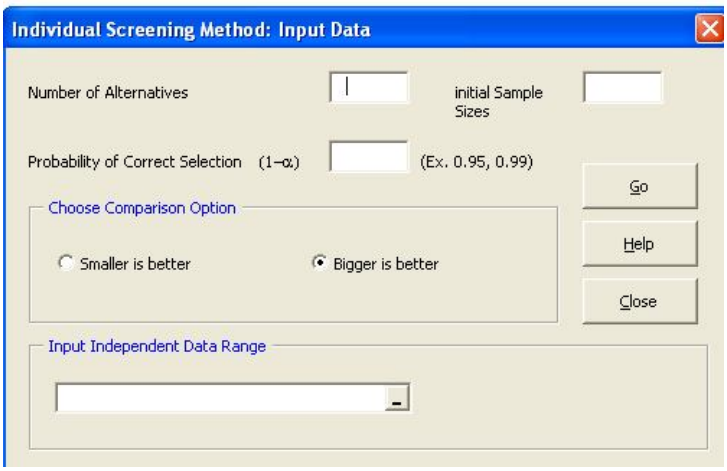


ภาพผนวกที่ ข4 Dialog Box สำหรับเลือกประเภทข้อมูล

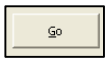
ผู้ใช้ที่มีข้อมูลค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือก Summary statistics แล้วคลิกปุ่ม Next >> จะปรากฏ Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลต่างๆ ดังภาพผนวกที่ ข5 ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนให้เลือก Individual observations แล้วคลิกปุ่ม Next >> จะปรากฏ Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลต่างๆ ดังภาพผนวกที่ ข6



ภาพผนวกที่ ข5 Dialog Box ใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการคัดกรองทางเลือก



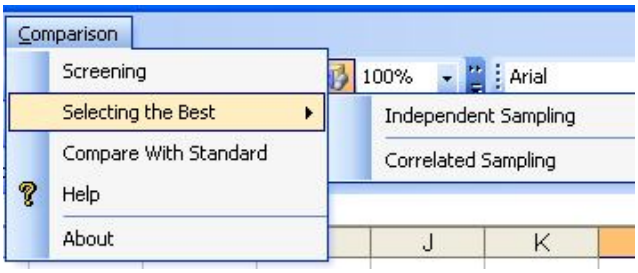
ภาพผนวกที่ ข6 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนสำหรับวิธีการคัดกรองทางเลือก

ป้อนข้อมูลให้ครบซึ่งได้แก่ จำนวนทางเลือก, จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น, ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง, ช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าเฉลี่ย และช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าความแปรปรวน ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือกช่วงเซลล์ของข้อมูลดิบเมื่อครบแล้วคลิกปุ่ม  จะปรากฏผลของการคัดกรองทางเลือกตามภาพผนวกที่ ข7

	A	B	C	D
1	SCREENING SUMMARY			
2	Larger is Better			
3	Probability of Correct Selection		0.95	
4				
5	System Number	Overall Mean	Variance	In Subset of Selected System
6	1	82.83	41.35	No
7	2	95.84	66.34	Yes
8	3	86	50.92	No
9	4	89.84	41.21	No
10				

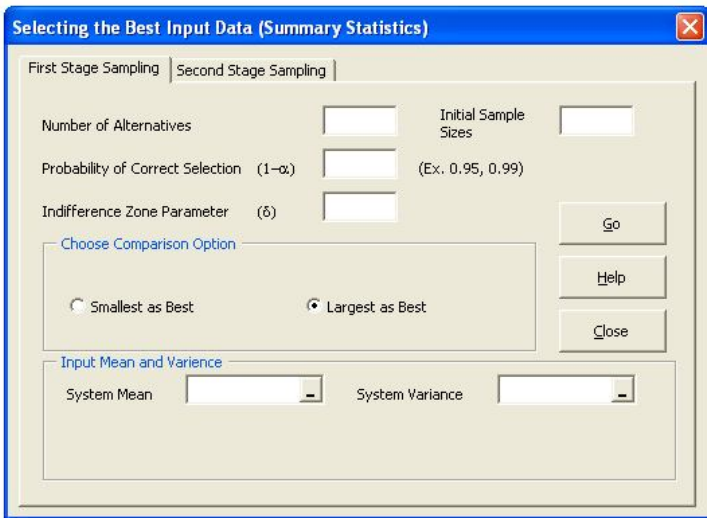
ภาพผนวกที่ ข7 ตัวอย่างผลของการใช้โปรแกรมคัดกรองทางเลือก

3.2 Selecting the Best เลือกหัวข้อนี้เมื่อต้องการทราบทางเลือกที่ดีที่สุด เมื่อเลือกหัวข้อนี้จะปรากฏหน้าต่างตามภาพผนวกที่ ข8

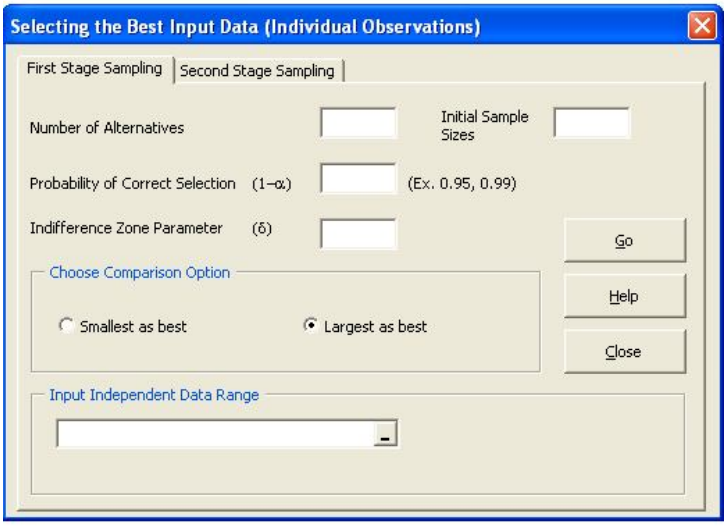


ภาพผนวกที่ ข8 เมนูย่อยของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

3.2.1 Independent Sampling เลือกหัวข้อนี้เมื่อผู้ใช้มีข้อมูลการจำลองที่เป็นอิสระต่อกันจะปรากฏ Dialog Box ตามภาพผนวกที่ ข4 เพื่อเลือกประเภทของข้อมูล โดยผู้ใช้ที่มีข้อมูลค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือก Summary statistics แล้วคลิกปุ่ม Next >> จะปรากฏ Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลต่างๆ ดังภาพผนวกที่ ข9 ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือก Individual observations แล้วคลิกปุ่ม Next >> จะปรากฏ Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลต่างๆ ดังภาพผนวกที่ ข10



ภาพผนวกที่ ข9 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน



ภาพผนวกที่ ข10 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน

ป้อนข้อมูลให้ครบซึ่งได้แก่ จำนวนทางเลือก, จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น, ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง, ค่าความแตกต่างขั้นต่ำ, ช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าเฉลี่ย และช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าความแปรปรวน ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือกช่วงเซลล์ของข้อมูล

ดิบเมื่อครบแล้วคลิกปุ่ม [Go] จะปรากฏผลของการทางเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ

ก. จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้นเพียงพอจะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตามภาพผนวกที่ ข11

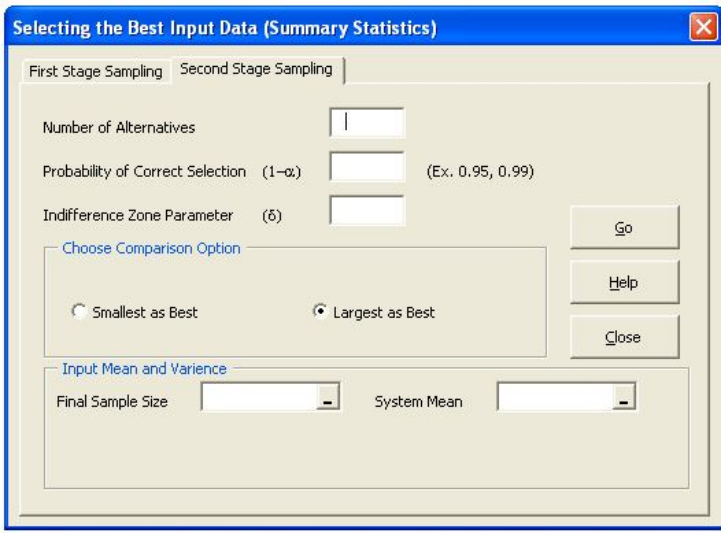
	A	B	C	D	E
1	SELECTING THE BEST SYSTEM SUMMARY				
2	Largest as Best				
3					
4	Prpbability of Correct Selection			0.9	
5	Indifference Zone Parameter			3000	
6	The Best System is System No.			1	
7					
8	MCB Results for Problem				
9					
10	System(i)	Ni	Mean	lower	upper
11	1	699	110,816.50	0	7,404.70
12	2	485	106,411.80	-7,404.70	0
13	3	527	99,093.00	-14,723.50	0
14	4	357	86,568.90	-27,247.60	0
15					

ภาพผนวกที่ ข11 ตัวอย่างผลของการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

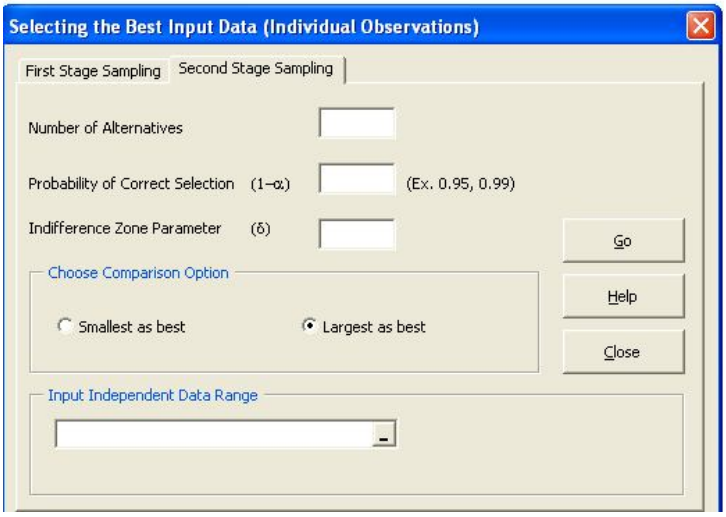
ข. จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้นไม่เพียงพอจะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 ตามภาพผนวกที่ ข12 ให้ทำการจำลองเพิ่มตามจำนวนที่แนะนำไว้ จากนั้นเลือกใช้โปรแกรมการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 ตามภาพผนวกที่ ข13 ถ้าทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน และตามภาพผนวกที่ ข14 ถ้าไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน

	A	B	C	D	E
1	SELECTING THE BEST SYSTEM SUMMARY				
2	Largest as Best				
3					
4	Prpbability of Correct Selection		0.9		
5	Indifference Zone Parameter		3000		
6					
7	System Number	Overall Mean	Variance	Final Sample Size	Additional Number of Observations
8	1	108,286.00	850,148,200.00	699	679
9	2	107,686.00	589,999,200.00	486	466
10	3	96,167.70	641,077,100.00	528	508
11	4	89,747.90	433,089,400.00	357	337

ภาพผนวกที่ ข12 ตัวอย่างผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1



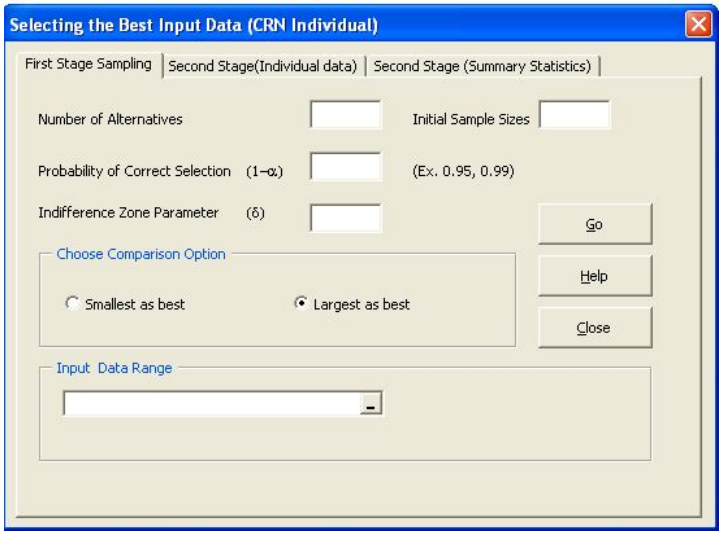
ภาพผนวกที่ ข13 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกันในขั้นที่ 2



ภาพผนวกที่ ข14 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลเป็นอิสระต่อกันในขั้นที่ 2

ป้อนข้อมูลให้ครบซึ่งได้แก่ จำนวนทางเลือก, ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง, ค่าความแตกต่างขั้นต่ำ, ช่วงเซลล์ที่ใส่จำนวนรอบทำซ้ำ และช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าความเฉลี่ยส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย ให้เลือกช่วงเซลล์ของข้อมูลดิบเมื่อครบแล้วคลิกปุ่ม จะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตามภาพผนวกที่ ข11

3.2.2 Correlated Sampling เลือกหัวข้อนี้เมื่อผู้ใช้มีข้อมูลจากการจำลองที่มีความสัมพันธ์กัน (ใช้ CRN) จะปรากฏ Dialog Box ตามภาพผนวกที่ ข15



ภาพผนวกที่ ข15 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลสำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน

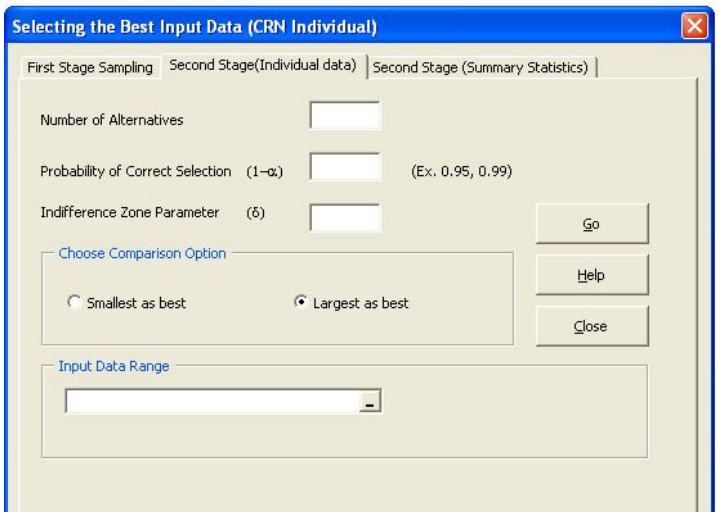
ป้อนข้อมูลให้ครบซึ่งได้แก่ จำนวนทางเลือก, จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น, ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง, ค่าความแตกต่างขั้นต่ำ, ช่วงเซลล์ของข้อมูลดิบเมื่อครบแล้วคลิกปุ่ม จะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ

ก. จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้นเพียงพอจะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตามภาพผนวกที่ ข11

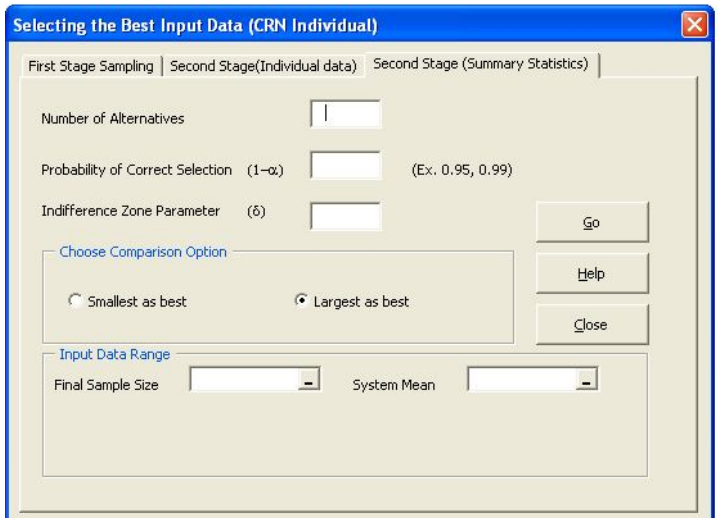
ข. จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้นไม่เพียงพอจะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 ตามภาพผนวกที่ ข16 ให้ทำการจำลองเพิ่มตามจำนวนที่แนะนำไว้ จากนั้นเลือกใช้โปรแกรมการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 2 ตามภาพผนวกที่ ข17 ถ้าทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน และตามภาพผนวกที่ ข18 ถ้าไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน

	A	B	C	D	E
1	SELECTING THE BEST SYSTEM - CRN (1st Stage)				
2	Smallest as Best				
3					
4	Prpbability of Correct Selection		0.95		
5	Indifference Zone Parameter		2		
6					
7	System Number	Overall Mean	Variance	Final Sample Size	Additional Number of Observations
8	1	50.04	313.38	12	2
9	2	49.24	263.9	12	2
10	3	44.35	172.95	12	2
11	4	48.78	254.13	12	2
12					

ภาพผนวกที่ ข16 ตัวอย่างผลการใช้โปรแกรมสำหรับเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 เมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน



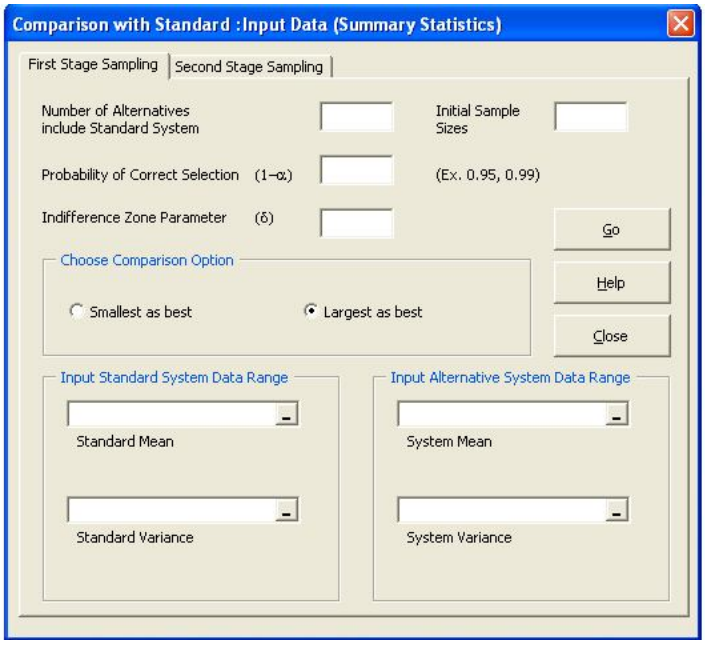
ภาพผนวกที่ ข17 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในขั้นที่2



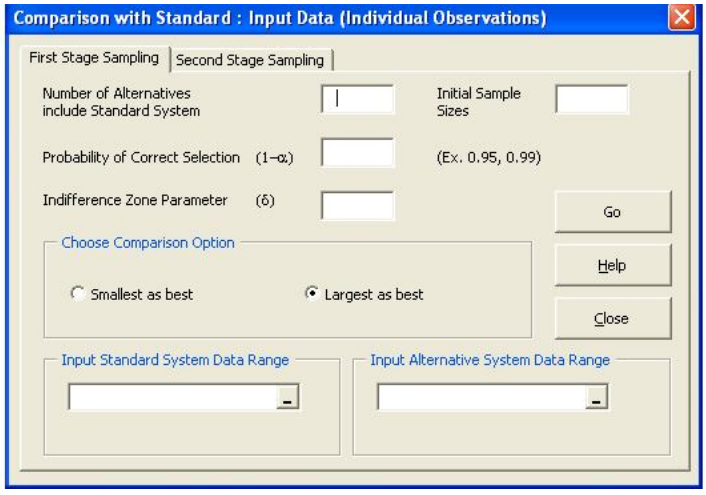
ภาพผนวกที่ ข18 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับวิธีการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดชนิดข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในขั้นที่ 2

ป้อนข้อมูลให้ครบซึ่งได้แก่ จำนวนทางเลือก, ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง, ค่าความแตกต่างขั้นต่ำ, ช่วงเซลล์ที่ใส่จำนวนรอบทำซ้ำ และช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าความเฉลี่ย ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย ให้เลือกช่วงเซลล์ของข้อมูลดิบเมื่อครบแล้วคลิกปุ่ม Go จะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตามภาพผนวกที่ ข11

3.3 Compare with Standard เลือกหัวข้อนี้เมื่อต้องการเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นๆ จะปรากฏ Dialog Box ตามภาพผนวกที่ ข4 เพื่อเลือกประเภทของข้อมูล โดยผู้ใช้ที่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือก Summary statistics แล้วคลิกปุ่ม Next >> จะปรากฏ Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลต่างๆ ดังภาพผนวกที่ ข19 ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือก Individual observations แล้วคลิกปุ่ม Next >> จะปรากฏ Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลต่างๆ ดังภาพผนวกที่ ข20



ภาพผนวกที่ ข19 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 1



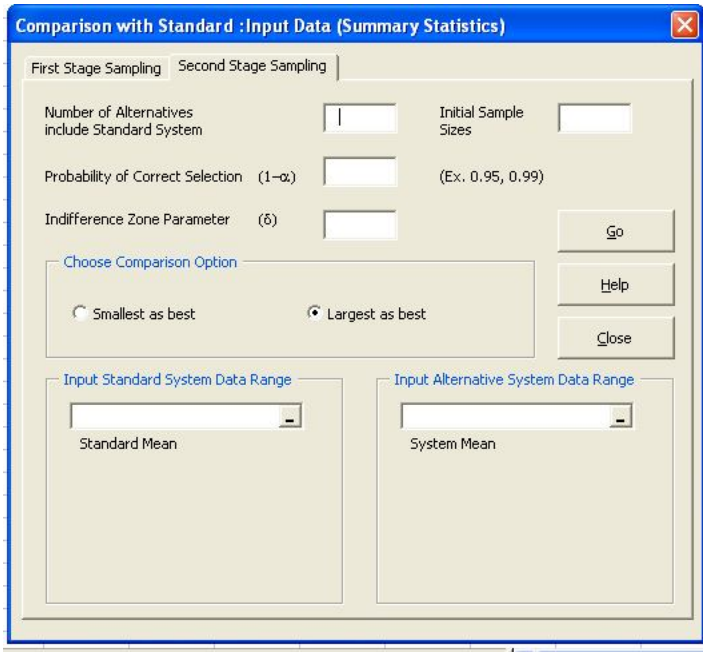
ภาพผนวกที่ ข20 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 1

ป้อนข้อมูลให้ครบซึ่งได้แก่ จำนวนทางเลือก, จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น, ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง, ค่าความแตกต่างขั้นต่ำ, ช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าเฉลี่ยของทางเลือกมาตรฐาน ช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าความแปรปรวนของทางเลือกมาตรฐาน, ช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าเฉลี่ยของทางเลือกอื่น

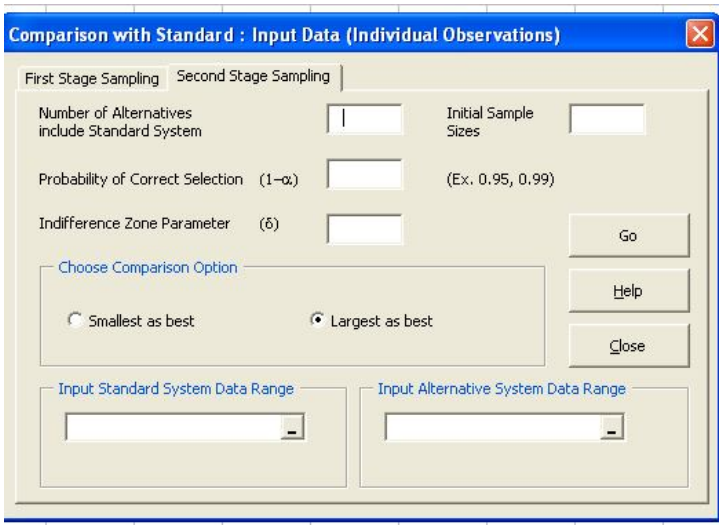
และช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าความแปรปรวนของทางเลือกอื่น ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนให้เลือกช่วงเซลล์ของข้อมูลดิบของทางเลือกมาตรฐาน และช่วงเซลล์ของข้อมูลดิบของทางเลือกอื่นเมื่อครบแล้วคลิกปุ่ม Go จะปรากฏผลของการเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ

ก. จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้นเพียงพอจะปรากฏผลของการเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นตามภาพผนวกที่ ข11

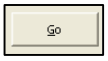
ข. จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้นไม่เพียงพอจะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดในขั้นที่ 1 ตามภาพผนวกที่ ข12 ให้ทำการจำลองเพิ่มตามจำนวนที่แนะนำไว้ จากนั้นเลือกใช้โปรแกรมการเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 2 ตามภาพผนวกที่ ข21 ถ้าทราบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน และตามภาพผนวกที่ ข22 ถ้าไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน



ภาพผนวกที่ ข21 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อทราบค่าเฉลี่ย สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 2



ภาพผนวกที่ ข22 Dialog Box เพื่อใส่ข้อมูลเมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน สำหรับเปรียบเทียบทางเลือกมาตรฐานกับทางเลือกอื่นในขั้นที่ 2

ป้อนข้อมูลให้ครบซึ่งได้แก่ จำนวนทางเลือก, จำนวนรอบทำซ้ำเริ่มต้น, ความน่าจะเป็นที่จะเลือกได้อย่างถูกต้อง, ค่าความแตกต่างขั้นต่ำ, และช่วงเซลล์ที่ใส่ค่าความเฉลี่ย ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ทราบค่าเฉลี่ย ให้เลือกช่วงเซลล์ของข้อมูลดิบเมื่อครบแล้วคลิกปุ่ม  จะปรากฏผลของการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดตามภาพผนวกที่ ข11

3.4 Help เลือกหัวข้อนี้เมื่อต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับโปรแกรม

3.5 About เลือกหัวข้อนี้เมื่อต้องการทราบรายละเอียดเกี่ยวกับผู้จัดทำ

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายวิชา พราหมฤทธิ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 19 กรกฎาคม 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรสงคราม
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (อุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ.2543)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	