การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับตัวแปรลักษณะทางคุณภาพ 2 ตัวแปร ที่มีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ

นายพงษ์ศักดิ์ อภิเรืองธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4671-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I22174977

A COMPARISON ON EFFICIENCY OF QUALITY CONTROL CHARTS FOR BIVARIATE NORMAL DISTRIBUTED CHARACTERISTICS

Mr. Pongsak Apirungtum

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-17-4671-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับตัวแปรลักษณะทางคุณภาพ 2 ตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ
โดย	นายพงษ์ศักดิ์ อภิเรืองธรรม
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดนุชา คุณพนิชกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อรุณี กำลัง)

พงษ์ศักดิ์ อภิเรืองธรรม : การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับตัวแปรลักษณะทางคุณภาพ 2 ตัวแปร ที่มีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ (A COMPARISON ON EFFICIENCY OF QUALITY CONTROL CHARTS FOR BIVARIATE NORMAL DISTRIBUTED CHARACTERISTICS) อ.ที่ปรึกษา : อ. ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์,130 หน้า.
ISBN 974-17-4671-7.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมสำหรับ 2 ตัวแปร เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยในกระบวนการผลิต แผนภูมิควบคุมที่ศึกษาได้แก่ 1) แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\overline{X}$ 2) แผนภูมิควบคุม Hotelling และ 3) แผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\overline{X}$ การเปรียบเทียบใช้ค่าประมาณจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (Average Run Length : ARL) ตัวแบบของตัวแปรควบคุมเป็นตัวแบบอนุกรมเวลาแบบค่าเฉลี่ยคงที่เฉพาะช่วงเวลา โดยศึกษาภายใต้สถานการณ์ต่างๆดังนี้ ชุดตัวอย่างสุ่มมาจากประชากร X_1 และ X_2 ที่มีการแจกแจงแบบทวิคูณปกติ โดยที่ ค่าเฉลี่ย μ_{01} และ $\mu_{02} = 0$ ค่าความแปรปรวน σ_1^2 และ $\sigma_2^2 = 1$ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) =0,0.5,-0.5,0.9และ-0.9 กระบวนการผลิตจะมีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปเป็น $\mu_{1i} = \mu_{0i} + \delta_i\sigma_i \;; i = 1,2$ ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย $(\delta\sigma)$ ทำการศึกษา 2 กรณีคือ กรณี 1 ค่า $\delta_1\sigma_1 = 0.0, \delta_2\sigma_2 \neq 0.0$ และ กรณี 2 ค่า $\delta_1\sigma_1 \neq 0.0, \delta_2\sigma_2 \neq 0.0$ กำหนดให้ค่า $\delta_1\sigma_1$ = 0.0,0.1,0.3,0.5และ0.7 ส่วนค่า $\delta_2\sigma_2 = \pm$0.1,0.3,0.5,0.7,0.9,1.1และ 1.3 ขนาดตัวอย่าง (n) ในการสุ่มแต่ละชุดตัวอย่างเท่ากับ 10 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล 10,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

เมื่อ $\rho = 0$

กรณี1 ค่า $\delta_1\sigma_1$ =0.0, $\delta_2\sigma_2 \neq 0.0$ โดยที่ ค่า $0.1 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 1.3$ แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\overline{X}$ และแผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\overline{X}$ มีประสิทธิภาพดีที่สุด

กรณี2 ค่า $\delta_1\sigma_1 \neq 0.0, \delta_2\sigma_2 \neq 0.0$ โดยที่ถ้าค่า $\delta_1\sigma_1$ =0.1, $0.1 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 0.5$และค่า $0.3 \leq \delta_1\sigma_1 \leq 0.7$, $0.5 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 1.3$ แผนภูมิควบคุม Hotelling มีประสิทธิภาพดีที่สุด แต่ถ้าค่า $\delta_1\sigma_1$ =0.1,$0.5 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 1.3$ แผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยว $\overline{X}$ และแผนภูมิควบคุมเชิงพหุ Shewhart $\overline{X}$ มีประสิทธิภาพดีที่สุด

เมื่อ ρ =0.5,-0.5,0.9และ-0.9

ถ้าค่า $\delta_1\sigma_1$ และ $\delta_2\sigma_2$ มีการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 กรณี พบว่ามีบางสถานการณ์ที่ผลสรุปมีรูปแบบที่ไม่ชัดเจน ซึ่งความไร้รูปแบบสามารถอธิบายด้วยค่าผลต่างระหว่างระยะทาง Mahalanobis(D_M)กับระยะทางยูคลิด(D_E)

ภาควิชา.....สถิติ..... ลายมือชื่อนิสิต.....พงษ์ศักดิ์ อภิเรืองธรรม.....

สาขาวิชา.....สถิติ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2548.....

4582295926 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD : CONTROL CHARTS/ MEAN SHIFTS / BIVARIATE NORMAL / PROCESS MEAN / AVERAGE RUN LENGTH

PONGSAK APIRUNGTUM : A COMPARISON ON EFFICIENCY OF QUALITY CONTROL CHARTS FOR BIVARIATE NORMAL DISTRIBUTED CHARACTERISTICS. THESIS ADVISOR : SEKSAN KIATSUPAIBUL,130 pp.

ISBN 974-17-4671-7.

The purpose of this study is to compare the efficiency of control charts for 2 variables when there are shifts in the process means. The control charts under consideration include 1) Univariate $\overline{X}$ Control Chart, 2) Hotelling Control Chart and 3) Multivariate Shewhart $\overline{X}$ -Chart. The comparison employs the average run length (ARL) as the performance measure. The control variables assume time series constant time model. The study is made under the following situation. The distribution of X_1 and X_2 is assumed to be the bivariate normal distribution with population means μ_{01} and μ_{02} =0, variances σ_1^2 and σ_2^2 =1 and correlation coefficient ρ =0,0.5,-0.5,0.9,-0.9. The shift in the process mean is assumed to be of the form $\mu_{1i} = \mu_{0i} + \delta_i\sigma_i$;i = 1,2 . The study of the mean shift $(\delta\sigma)$ is divided into 2 cases. Case 1: $\delta_1\sigma_1 = 0.0, \delta_2\sigma_2 \neq 0.0$, and case 2: $\delta_1\sigma_1 \neq 0.0, \delta_2\sigma_2 \neq 0.0$, where the levels of the shift are $\delta_1\sigma_1$ = 0.0,0.1,0.3,0.5,0.7 and $\delta_2\sigma_2 = \pm$0.1,0.3,0.5,0.7,0.9,1.1,1.3. The sample sizes (n) is fixed at 10. The data in this study is obtained via the Mote Carlo simulation technique and the experiment is done under 10,000 iterations in each case.

The results of the study are as follows.

ρ =0:

Case 1: $\delta_1\sigma_1$ =0.0, $\delta_2\sigma_2 \neq 0.0$. When $0.1 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 1.3$, the experiment shows that Univariate $\overline{X}$ Control Chart and Multivariate Shewhart $\overline{X}$ - Chart are the most efficient.

Case 2: $\delta_1\sigma_1 \neq 0.0$, $\delta_2\sigma_2 \neq 0.0$. When $\delta_1\sigma_1$ =0.1,$0.1 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 0.5$ and $0.3 \leq \delta_1\sigma_1 \leq 0.7$, $0.5 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 1.3$, the experiment shows that Hotelling Control Chart is the most efficient control chart, but, when $\delta_1\sigma_1$ =0.1,$0.5 \leq |\delta_2\sigma_2| \leq 1.3$, Univariate $\overline{X}$ Control Chart and Multivariate Shewhart $\overline{X}$ - Chart are the most efficient control charts.

ρ =0.5,-0.5,0.9and -0.9:

If there exist mean shifts in both variables, the experiment shows no pattern. This lack of pattern can be explained by the difference between Mahalanobis distance(D_M)and Euclidean distance(D_E).

Department.....Statistics..... Student's signature.....

Field of study..... Statistics..... Advisor's signature.....

Academic year.....2548.....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่มีประโยชน์ รวมทั้งตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์อีก 3 ท่าน คือ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา ในฐานะประธานกรรมการ
2. รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังสี ในฐานะกรรมการ
3. อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง ในฐานะกรรมการ

ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำชี้แนะอันเป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เพิ่มเติมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ครู - อาจารย์ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่การศึกษาในระดับขั้นต้นจนถึงปัจจุบัน

สิ่งที่สำคัญที่สุดในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษาอย่างเต็มที่และเป็นกำลังใจให้โดยตลอด และขอขอบคุณ น้อง และเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
	1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
	1.4 ขอบเขตการวิจัย	5
	1.5 เกณฑ์ที่ใช้การตัดสินใจ	7
	1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในกาวิจัย	9
	1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
บทที่ 2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	10
	2.1 การแจกแจงแบบทวิคูณปกติ(Bivariate Normal Distribution)	10
	2.2 การแจกแจงไคสแควร์ที่ไม่เบี่ยงเบนไปจากศูนย์กลาง(Non-central chi-square Distribution)	12
	2.3 แผนภูมิควบคุมที่ใช้ในการทดสอบ	13
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	20
	3.1 การวางแผนการทดลอง	20
	3.2 ขั้นตอนในการวิจัย	22

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 34
4.1 ค่าระดับนัยสำคัญรวม ($\alpha_{overall}$) ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบ ในแต่ละกรณีที่ศึกษา..... 35
4.2 ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุม..... 36
4.3 การเปรียบเทียบค่าประมาณจำนวนความยาววิ่งโดยเฉลี่ย (ARL)..... 38

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 67
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 68
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 73

รายการอ้างอิง..... 77
ภาคผนวก..... 79
ภาคผนวก ก..... 80
ภาคผนวก ข..... 82
ภาคผนวก ค..... 107
ภาคผนวก ง..... 114
ภาคผนวก จ..... 121
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 130

ตาราง		หน้า
4.6	แสดงค่า ARL ที่คำนวณจากหลักการคำนวณเชิงตัวเลขเทียบกับ ค่าประมาณแบบช่วงของ μ_{RL} ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล และแสดงค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล พร้อมกับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง ARL ประชากร 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยน แปลงของค่าเฉลี่ย เมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เท่ากับ 0.9.....	56
4.7	แสดงค่า ARL ที่คำนวณจากหลักการคำนวณเชิงตัวเลขเทียบกับ ค่าประมาณแบบช่วงของ μ_{RL} ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล และแสดงค่าประมาณ ARL ของแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบคำนวณจากหลักการจำลองข้อมูล พร้อมกับสรุปผลการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่าง ARL ประชากร 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยน แปลงของค่าเฉลี่ย เมื่อสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) เท่ากับ -0.9.....	61
5.1	แผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จำแนกตาม ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) และระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย $(\delta\sigma)$ เมื่อกำหนดให้ $\delta_1\sigma_1 = 0$ และ $\delta_2\sigma_2 \neq 0$	71
5.2	แผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จำแนกตาม ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ρ) และระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย $(\delta\sigma)$ เมื่อกำหนดให้ $\delta_1\sigma_1 \neq 0$ และ $\delta_2\sigma_2 \neq 0$	72
5.3	แผนภูมิควบคุมที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด จำแนกตามค่าผลต่างของระยะทาง Mahalanobis กับระยะทางยูคลิด เมื่อค่า $\rho, \delta_1\sigma_1$ และ $\delta_2\sigma_2$ เกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามที่กำหนด.....	74

ตาราง		หน้า
ข1.	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.....	82
ข2.	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5.....	87
ข3.	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.5.....	92
ข4.	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9.....	97
ข5.	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของ ARL ประชากร (μ_{RL}) ระหว่าง 2 แผนภูมิควบคุมแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำแนกตามระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้ง X_1 และ X_2 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.9.....	102
ค.	ค่าระยะทางแบบต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานในแผนภูมิควบคุมทั้ง 3 แบบที่ทำการศึกษา	107