เกณฑ์การกำหนดขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่าง สำหรับแผนภูมิแบบผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม

นางสาว วิภาดา จูงหัตถการสาธิต

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-347-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17950223

CRITERIA FOR DETERMINING SAMPLE SIZE AND SAMPLING INTERVAL FOR CUMULATIVE-SUM CONTROL CHARTS

Miss Wipada Joonghathakarnsathit

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
department of Industrial Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1997

ISBN 974-638-347-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เกณฑ์การกำหนดขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างสำหรับแผนภูมิแบบผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม
โดย	นางสาววิภาดา จูงหัตถการสาธิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช)

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแบบเดียว

วิภาดา จูงหัตถการสาธิต : เกณฑ์การกำหนดขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างสำหรับแผนภูมิแบบผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม (CRITERIA FOR DETERMINING SAMPLE SIZE AND SAMPLING INTERVAL FOR CUMULATIVE-SUM CONTROL CHARTS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค 128 หน้า, ISBN 974-638-347-7

แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม (Cusum control chart) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่ใช้กับกระบวนการที่เลื่อนไปจากค่าเป้าหมายไม่เกิน 2 เท่าของค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการใช้แผนภูมิแบบดั้งเดิมจะเก็บตัวอย่างด้วยขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่คงที่ ทำให้แผนภูมิด้อยประสิทธิภาพในบางครั้งเนื่องจากกระบวนการผลิตได้เลื่อนไปจากค่าเป้าหมายก่อนที่จะถึงช่วงเวลาเก็บตัวอย่างตามปกติ จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการกำหนดให้ค่าขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะของกระบวนการจะทำให้แผนภูมิสามารถบอกสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปได้ไวกว่าเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับแผนภูมิชิวฮาร์ตที่เปลี่ยนแปลงค่าทั้งสองเช่นเดียวกัน พบว่าแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่สามารถบอกสภาวะที่กระบวนการเลื่อนไปจากค่าเป้าหมายได้ไวกว่าแผนภูมิการควบคุมชิวฮาร์ต ที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่ นอกจากนั้นยังสามารถใช้แผนภูมินี้กับข้อมูลที่มีการกระจายเป็นแบบบัวซองที่มีข้อมูลมากพอที่จะประมาณค่าเป็นการกระจายแบบปกติได้

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต วิภาดา จูงหัตถการสาธิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C716623 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEY WORD: CUSUM CONTROL CHART / SAMPLE SIZE / SAMPLING INTERVAL / AVERAGE TIME TO SIGNAL / TYPE I ERROR / TYPE II ERROR / WARNING LIMIT
WIPADA JOONGHATHAKARNSATHIT : CRITERIA FOR DETERMINING SAMPLE SIZE AND SAMPLING INTERVAL FOR CUMULATIVE-SUM CONTROL CHARTS. THESIS ADVOSOR : ASSO. PROF. REIN BOONDISKULCHOK, D. Eng, 128 PP.
ISBN 974-638-347-7

Cumulative-Sum (cusum) control chart is a statistical tool for detect process shift about 2 times standard deviation of data. Traditional cusum control chart used fixed sample size and sampling interval which sometimes is not efficient as process shift has occured before sampling. Cusum chart with vary sample size and sampling interval is sensitive than traditional chart. When compare this chart with Shewhart control chart in the same situation, we find that cusum chart with vary sample size and sampling interval is more sensitive than Shewhart control with vary sample size and sampling interval chart too. This chart can apply for Poisson distribution if can be approximated to normal distribution.

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต วิภาดา จูงน้ำการสถิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยการให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค รวมถึงคณะกรรมการซึ่งท่านได้ช่วยให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งตลอดมา นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณเพชรลดา สิงหเสนี หัวหน้าสายปรึกษาแนะนำด้าน ISO 14000 สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติและเพื่อนร่วมงาน ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในงานวิจัยนี้ และที่สำคัญที่สุดผู้วิจัยขอขอบคุณบุคคลที่มีส่วนอย่างมากในการให้ความช่วยเหลือ ผลักดัน และให้กำลังใจเป็นอย่างมากจนงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี คุณอุฬาร อุฬารดินนท์และครอบครัว

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยซึ่งได้ให้ความอบอุ่นและกำลังใจในการทำวิจัย ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย จนสามารถทำงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

นางสาววิภาดา จูงหัตถการสาธิต

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ฎ
สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ..... 1
วัตถุประสงค์..... 1
สภาพปัญหาในปัจจุบัน..... 2
ขอบเขตการศึกษา..... 3
ขั้นตอนการศึกษา..... 3
แนวทางการศึกษา..... 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6
2. แผนภูมิการควบคุม..... 7
Chance and Assignable Causes of Quality Variation..... 7
การทดสอบสมมติฐาน(Hypothesis Testing)..... 8
แผนภูมิการควบคุม(Control Charts)..... 10
- หลักการโดยทั่วไป..... 10
- การกำหนดค่าขอบเขตการควบคุม (Choice of Control Limits)..... 15
- Warning Limit on Control Charts..... 17
- ขนาดตัวอย่างและความถี่ในการชักตัวอย่าง (Sample Size and Sampling Frequency)..... 18
- การวิเคราะห์รูปแบบของแผนภูมิการควบคุม (Analysis of Patterns on Controls Charts) 19
3. แผนภูมิการควบคุมความเบี่ยงเบนสะสม..... 21
Traditional Cusum Control Chart..... 21

Cusum Control Chart กับ V Mask..... 24
แผนภูมิการควบคุมความเบี่ยงเบนสะสมดั่งเดิมสำหรับ Sample Mean..... 25
Shewhart - Like Cusum Control Charts..... 26
Shewhart - Like Cusum $\overline{X}$ Control Charts..... 28
4. Cusum Chart ที่มีค่าขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาการชักตัวอย่างที่ไม่คงที่..... 31
การจัดรูปข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 32
ความสัมพันธ์ของขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่าง..... 36
การเปรียบเทียบแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม 40
การหาขนาดตัวอย่างในการชักตัวอย่างสำหรับแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม..... 44
การหาช่วงเวลาในการชักตัวอย่างสำหรับแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม..... 50
การสร้างแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่ไม่คงที่..... 51
การเปรียบเทียบแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างคงที่กับแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่..... 54
การเปรียบเทียบแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับแผนภูมิชิวฮาร์ตที่มีขนาดตัวอย่างคงที่และช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่..... 59
การเปรียบเทียบแผนภูมิผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับแผนภูมิชิวฮาร์ตที่มีขนาดตัวอย่างไม่คงที่และช่วงเวลาในการชักตัวอย่างคงที่..... 63
5. แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมกับแผนภูมิชนิดอื่นๆ..... 66
การเปรียบเทียบแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมกับแผนภูมิชิวฮาร์ต..... 66
การกระจายแบบปัวซอง..... 77
แผนภูมิการควบคุมสำหรับการพิจารณาของเสีย 78
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 84
การพิจารณาขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่เหมาะสม..... 84
การกำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม..... 84
เกณฑ์กำหนดขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม..... 84
การกำหนดช่วงเวลาในการชักตัวอย่างที่เหมาะสม..... 85

เกณฑ์กำหนดช่วงเวลาในการพิจารณาที่เหมาะสม..... 85
ประสิทธิภาพของแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่กับแผนภูมิชนิดอื่นๆ..... 88
ข้อดีและข้อด้อยของแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมที่มีขนาดตัวอย่างและช่วงเวลาในการชักตัวอย่างไม่คงที่..... 89
การประยุกต์ใช้งานและงานวิจัยต่อเนื่อง 89
เอกสารอ้างอิง..... 90
ภาคผนวก ก..... 91
ข..... 109
ประวัติผู้เขียน..... 128

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ประเภทของความผิดพลาด	10
4-1	การคำนวณค่าตามสมการที่ (1)-(5)	35
4-3 ก	แสดงค่า n_1 และ n_2 เมื่อ $\delta = 0.5$ และ $\beta = 0.01$	49
4-3 ข	ค่าการทดสอบข้อมูลจากตารางที่ 4-3 ก เพื่อหาค่า β	50
4-4	แสดงค่า n_0, n_1, n_2 และ t_0, t_1และ t_2 เมื่อ $\delta = 0.5$ และ $\beta = 0.01$	51
4-5	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=1, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 0$	54
4-6	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=1, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 0.5$	55
4-7	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=1, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 1.0$	55
4-8	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=1, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 1.5$	56
4-9	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=1, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 2$	56
4-10	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=2, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 0$	57
4-11	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=2, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 0.5$	57
4-12	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=2, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 1.0$	58
4-13	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=2, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 1.5$	58
4-14	แสดงค่า ATS เมื่อ n_1=2, t_1=0.01 และ n_2 , t_2 มีค่าต่างๆ ขณะ $\delta = 2$	59
4-15	แสดงค่า ATS เมื่อค่า n และ t มีค่าไม่คงที่	60
4-16	แสดงค่า ATS เมื่อค่า n คงที่และค่า t มีค่าไม่คงที่	62
4-17	แสดงค่า ATS n,t คงที่และค่า n ไม่คงที่กับ t มีค่าคงที่	64
5-1	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 1	67
5-2	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 2	68
5-3	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 3	69
5-4	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 4	70
5-5	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 5	71
5-6	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 6	72
5-7	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 7	73
5-8	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 8	74
5-9	แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 9	75

5-10 แสดงข้อมูลที่จะนำมาสร้างแผนภูมิชุดที่ 10..... 76
5-11 แสดงข้อมูลที่ใช้สร้างแผนภูมิ u chart..... 81

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แสดงแผนภูมิการควบคุม	11
2-2	การปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แผนภูมิการควบคุม	13
2-3	แผนภูมิการควบคุมที่มีค่าขอบเขตการควบคุมเป็น 3 sigma	16
2-4	แผนภูมิการควบคุมที่มีโอกาสที่จะเกิด type I error ในทิศทางเดียวเป็น 0.001	16
2-5	แสดงถึงแผนภูมิการควบคุมที่มี warning limits	18
3-1	Two-Sided Sequential Probability Ratios สำหรับ Acceptance Samping และสำหรับแผนภูมิการควบคุมความเบี่ยงเบนสะสม	23
3-2	แผนภูมิการควบคุมความเบี่ยงเบนสะสมที่ใช้ V mask	24
3-3	ขอบเขตการควบคุมของ Cusum Chart	29
3-4	ภาพขอบเขตการควบคุมเมื่อค่าขอบเขตการควบคุมเป็น 3 sigma	29
3-5	การสร้างแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม 2 แบบ	30
4-1	แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมของ sample means	32
4-2	แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมมาตรฐาน	34
4-3	แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมเมื่อไม่เปลี่ยนรูปค่าสถิติ	35
4-4	แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมเมื่อเปลี่ยนรูปค่าสถิติ	36
4-5	ช่วงการพิจารณาบนแผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสม	37
4-6	การกระจายของ Z_0 ภายใต้สมมติฐาน H_0 และ H_1 เมื่อกระบวนการที่เลื่อนไปมีค่า mean = μ_1 และ $\delta = (\mu_1-\mu_0)/\sigma$	45
4-7	ขอบเขตการควบคุม warning limit	46
5-1	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-1	67
5-2	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-2	68
5-3	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-3	69
5-4	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-4	70
5-5	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-5	71
5-6	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-6	72
5-7	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-7	73
5-8	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-8	74

5-9	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-9	75
5-10	แผนภูมิการควบคุมจากข้อมูลในตารางที่ 5-10	76
5-11	Poisson distribution ที่มี $\lambda = 4$	78
5-12	การประมาณค่า probability distributions	78
5-13	แผนภูมิการควบคุม u chart	82
5-14	แผนภูมิการควบคุมผลรวมความเบี่ยงเบนสะสมสำหรับ u chart	83