สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมช่วยสอนวิชาการควบคุมคุณภาพ

นายมานิตย์ จิตตะกาญจน์ เลขประจำตัว 34505025
นายวีรชัย กิจเวคิน เลขประจำตัว 34505029
นางสาวหทัย ธาราสมบัติ เลขประจำตัว 34505040

ปพ.
ม153ป
2537

เลขหมู่..........
เลขทะเบียน..........
วัน,เดือน,ปี..........

6|2525571

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

COMPUTER AIDED INSTRUCTION FOR QUALITY CONTROL

Mr.Manit Chittakran
Mr.Werachai Kitvakin
Ms.Hatai Dharasombut

A special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirment for the Degree of

Bachelor of Science

Degree of Applied Statistics

King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang

Academic Year 1994

หัวข้อปัญหาพิเศษ โปรแกรมช่วยสอนวิชาการควบคุมคุณภาพ

โดย นายมานิตย์ จิตตะกาญจน์

นายวีรชัย กิจเวคิน

น.ส.หทัย ธาราสมบัติ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วีรศักดิ์ สุรพัฒน์

ภาควิชา สถิติประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

....

(ผศ.วีรศักดิ์ สุรพัฒน์) หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการปัญหาพิเศษ

....

(ผศ.วีรศักดิ์ สุรพัฒน์) ประธานกรรมการ

....

(ผศ.อุมาพร จันทศร) กรรมการ

....

(อาจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย) กรรมการ

บทคัดย่อ

หัวข้อปัญหาพิเศษ	โปรแกรมช่วยสอนวิชาการควบคุมคุณภาพ	
นักศึกษา	นายมานิตย์	จิตตะกาญจน์
	นายวีรชัย	กิจเวคิน
	น.ส.หทัย	ธาราสมบัติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วีรศักดิ์	สุรพัฒน์
ภาควิชา	สถิติประยุกต์	
ปีการศึกษา	2537	

....

โปรแกรมช่วยสอนวิชาการควบคุมคุณภาพ นับเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมความรู้ทางการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยโปรแกรมช่วยสอนนี้ได้เขียนขึ้นจากภาษาซี โดยใช้ซีพลัสพลัสเวอร์ชั่น 1 เป็นตัวแปลภาษา โดยมีลักษณะการทำงานของโปรแกรมเป็นแบบกราฟิก ซึ่งประกอบด้วยบทเรียนที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมรูปภาพประกอบบทเรียน เพื่อให้เกิดความง่ายต่อการศึกษามากที่สุด ในส่วนเนื้อหาบทเรียนจะมีลักษณะสรุปใจความสำคัญ ๆ กระทัดรัดและเข้าใจง่าย โดยที่ตัวโปรแกรมช่วยสอนนี้จะแสดงบทเรียนอย่างเรียงลำดับเนื้อหา จากพื้นฐานไปสู่วิธีการประยุกต์อื่น ๆ แต่ผู้ใช้ก็ยังสามารถเลือกหัวข้อย่อยภายในแต่ละบทนั้น ๆ ได้ นอกจากนี้โปรแกรมช่วยสอนนี้ยังมีส่วนที่เรียกว่า On-line help เป็นส่วนที่ผู้ใช้ขอความช่วยเหลือจากโปรแกรม เมื่อผู้ใช้ไม่เข้าใจหรือติดขัดในขณะที่ใช้โปรแกรมโดยการกดคีย์ซึ่งแสดงไว้บนหน้าจอ

ABSTRACT

Special Problem Title	Computer Aided Instruction for Quality Control
Student	Mr.Manit Chittakran
	Mr.Werachai Kitvakin
	Ms. Hatai Dharasombut
Advisor	Mr.Veerasak Surapat
Department	Applied Statistics
Acadamic Year	1994

....

Computer aided instruction for quality control is one trend to encourage quality control knowledge. This computer software was written by using C language and compiler C++ version 1. The programe is operated in graphics user interface (GUI) mode showing together with thai and english. The lessons for instruction were arranged in sequence from easy chapter to difficulty. Moreover, user can select any topic of the content in each chapter to learn. The software was designed for on-line help on the screen for user to consult while operating.

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ โดยความช่วยเหลือจาก ผ.ศ.วีรศักดิ์ สุรพัฒน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำตลอดการทำงาน พร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในงานด้านเอกสารและอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ทุกท่าน ได้ให้คำชี้แนะในการทำงานด้วยดี รวมถึงการประสิทธิประสาทวิชาความรู้ในทุกๆ ด้านนับแต่แรกเริ่ม

คณะผู้จัดทำ

นายมานิตย์ จิตตะกาญจน์

นายวีรชัย กิจเวคิน

นางสาวหทัย ธาราสมบัติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
2.1 ความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
2.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนไมโครคอมพิวเตอร์	4
2.3 ข้อดีของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5
2.4 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี	5
2.5 ประเภทของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	6
2.6 รูปแบบของบทเรียน	7
บทที่ 3 ขอบเขตเนื้อหาของบทเรียน	
เรื่องที่ 1	8
เรื่องที่ 2	26
เรื่องที่ 3	42
บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
4.1 คุณลักษณะโปรแกรมที่จะออกแบบและพัฒนา	56
4.2 ลำดับขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	56
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	60

ภาคผนวก ก ตัวอย่างเนื้อหาของบทเรียนที่นำเสนอ 62

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน 70

ภาคผนวก ค การพัฒนาโปรแกรม 79

ภาคผนวก ง ตารางสถิติ 109

บรรณานุกรม

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 ฮิสโตแกรม ของน้ำหนักแท่งเหล็กกลม(ก.ก.)	11
รูปที่ 2 รูปหลายเหลี่ยม ของน้ำหนักแท่งเหล็กกลม(ก.ก.)	11
รูปที่ 3 กราฟความถี่สะสม ของน้ำหนักแท่งเหล็กกลม(ก.ก.)	12
รูปที่ 4 ลักษณะของกราฟ normal	19
รูปที่ 5 กราฟ normal ที่มีค่าเฉลี่ยต่าง ๆ กัน และความแปรปรวนเท่ากัน	19
รูปที่ 6 กราฟ normal ที่มีความแปรปรวนต่าง ๆ กัน แต่ค่าเฉลี่ยเท่ากัน	19
รูปที่ 7 พื้นที่ใต้โค้ง normal	19
รูปที่ 8 แผนภูมิ x	29
รูปที่ 9 แผนภูมิ R	30
รูปที่ 10 แผนภูมิ p	34
รูปที่ 11 แผนภูมิ np	36
รูปที่ 12 แผนภูมิ c	38
รูปที่ 13 แผนภูมิ u	41
รูปที่ 14 แผนภูมิการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวเพื่อการยอมรับ	42
รูปที่ 15 เส้นโค้งแสดงคุณสมบัติเชิงปฏิบัติ	44
รูปที่ 16 เส้นโค้งแสดงคุณสมบัติเชิงปฏิบัติ (ต่อ)	44
รูปที่ 17 เส้นโค้ง AOQ	46
รูปที่ 18 แผนภูมิการสุ่มตัวอย่างคู่เพื่อการยอมรับ	47
รูปที่ 19 แผนภูมิการสุ่มตัวอย่างตามลำดับ	53
รูป A-1 การเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมช่วยสอน	72
รูป A-2 logo เมื่อเข้าโปรแกรมช่วยสอน	72
รูป A-3 สารบัญของโปรแกรมช่วยสอน	73
รูป A-4 หน้าต่างที่จะออกจากโปรแกรม	73
รูป A-5 บทเรียนที่1	74
รูป A-6 หน้าต่างควบคุมการนำเสนอของแต่ละบทเรียน	74
รูป A-7 หน้าต่างการเข้าสู่รายการย่อยเพื่อเลือกบทเรียนหรือหัวข้อ	76

รูป A-8 หน้าต่างการเลือกหัวข้อต่าง ๆ 77
รูป C-1 องค์ประกอบของโปรแกรม 82
รูป C-2 ส่วนประกอบของโปรแกรม CAI 83
รูป C-3 การเรียกใช้งานของอุปกรณ์ 84
รูป C-4 การเตรียมชุดสีที่จะใช้งานโปรแกรม 86
รูป C-5 ลักษณะตัวอักษรที่ใช้งาน 87
รูป C-6 การแปลงฐานข้อมูล 88

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง B	ตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นพิกัดควบคุม	110
ตาราง C	การแจกแจงแบบปัวร์ซอง	111
ตาราง 7.1	รหัสอักษรของขนาดตัวอย่าง	116
ตาราง 7.2.A	แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ	117
ตาราง 7.3.A	แผนการสุ่มตัวอย่างคู่สำหรับการตรวจสอบแบบปกติ	118
ตาราง 7.10	แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว Dodge - Romig เมื่อกำหนดค่า AOQL = 3.0 %	119
ตาราง 7.13	แผนการสุ่มตัวอย่างคู่ Dodge - Romig เมื่อกำหนดค่า LTPD = 1.0 %	120
ตาราง E	ตารางมาตรฐานกรมทหาร 414	122
ตาราง A - 2	Sample sige code letters	122
ตาราง B - 1	แผนการสุ่มตัวอย่างที่ตัวแปรไม่ทราบค่าสำหรับการตรวจสอบแบบปกติและเข้มงวด (พิกัดเดี่ยว - แบบ 1)	123
ตาราง B - 3	แผนการสุ่มตัวอย่างที่ตัวแปรไม่ทราบค่าสำหรับการตรวจสอบแบบผ่อนคลาย(พิกัดคู่ และแบบ 2ของพิกัดเดี่ยว)	124
ตาราง B - 5	ตารางการประมาณค่าเปอร์เซนต์ของเสียของรุ่นโดยใช้วิธีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	125
ตาราง D	คุณสมบัติทางคุณภาพของแผนการสุ่มตัวอย่างตามลำดับ	127

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบัน สังคมของมนุษย์มีความใกล้ชิดและคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้กับงานในด้านต่างๆ มากมาย ล้วนแล้วแต่ได้ประโยชน์ในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น การพัฒนาด้านการเรียนการสอนโดยนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นสื่อการสอนบทเรียนต่าง ๆ ทำให้การเรียนมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ สามารถเรียนซ้ำได้หลายๆครั้งจนกว่าจะเข้าใจ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร เพราะขาดการศึกษาค้นคว้าและร่วมมือกันอย่างจริงจัง จะมีก็แต่เฉพาะกลุ่มย่อยๆ ตามสถาบันการศึกษาต่างๆ เท่านั้น

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการนำเสนอ หลักการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นใช้จริงบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับการเรียนการสอนทางด้านการควบคุมคุณภาพ โดยพยายามนำเสนอบทเรียนให้น่าสนใจในรูปแบบต่างๆ และยังเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้ด้วย สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมดในโครงงานนี้ เขียนด้วยภาษาซี ซึ่งผู้สนใจสามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนอื่นๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาการควบคุมคุณภาพ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆ

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

โปรแกรมที่จัดทำจะรวบรวมเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ โดยจัดแบ่งเนื้อหา ที่จะแสดงดังต่อไปนี้

เรื่องที่1.สถิติเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพ (Fundamentals of Statistics for Quality Control)

1.1 ความหมาย

1.2 ประเภทของข้อมูล(Type of Data)

1.3 การแจกแจงความถี่

1.4 กราฟแสดงการแจกแจงความถี่

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น(Elementary Data Analysis Method)

1.6 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

1.7 ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Theory of Probability)

1.8 การนับจำนวนเหตุการณ์ (Counting of Events)

1.9 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง

เรื่องที่ 2 การควบคุมขบวนการผลิต (Process Control)

2.1 ความหมาย

2.2 แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ (Control charts for Variable)

2.2.1. แผนภูมิ $\bar{x}$ ($\bar{x}$ Chart)

2.2.2. แผนภูมิ R (R Chart)

2.3 แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลคุณภาพ(Control Charts for Attributes)

2.3.1 แผนภูมิควบคุมสำหรับอัตราส่วนของเสีย (p charts)

2.3.2 แผนภูมิควบคุมสำหรับจำนวนของเสีย (np charts)

2.3.3 แผนภูมิควบคุมสำหรับจำนวนรอยตำหนิ (c charts)

2.3.4 แผนภูมิจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (u charts)

เรื่องที่ 3 การควบคุมผลิตภัณฑ์ (Product Control)

3.1 ความหมาย

3.2 การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

3.1.1 แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว

3.1.2 แผนการสุ่มตัวอย่างคู่

3.3 ตารางมาตรฐานสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบคุณภาพ

3.2.1 แผนตัวอย่างมาตรฐานของกรมทหาร 105 D

3.2.2 แผนการสุ่มตัวอย่าง Dodge-Romig

3.2.3 แผนการสุ่มตัวอย่างตามลำดับ

3.3 แผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปร

3.3.1 ตารางมาตรฐานกรมทหาร 414

ซึ่งรายละเอียดของเนื้อหาจะแสดงในบทที่ 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้เป็นสื่อการสอนในเรื่องการควบคุมคุณภาพ
2. ให้ความรู้และทฤษฎีเกี่ยวกับ การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เป็นแนวทาง ในการออกแบบ และพัฒนา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน บนไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับการเรียนการสอนเรื่องอื่น ๆ
4. แสดงปัญหา และอุปสรรค เพื่อประโยชน์สำหรับ ผู้สนใจพัฒนา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

บทที่ 2
ทฤษฎีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 ความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชามาบันทึกเก็บไว้แล้วให้คอมพิวเตอร์นำบทเรียนที่บันทึกไว้อย่างเป็นระบบนี้ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้ กล่าวคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ จะทำหน้าที่เป็นสื่อในการสอนนั่นเอง โดยที่ผู้ใช้จะศึกษาเนื้อหาจากจอคอมพิวเตอร์ (Monitor) และใช้แป้นพิมพ์ (Keyboard) ในการโต้ตอบกับสื่อการสอนในที่นี้คือคอมพิวเตอร์นั่นเอง

2.2 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนไมโครคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปแล้วสามารถทำได้ 2 วิธี

1. ใช้ตัวแปลภาษา เช่น *ภาษาปาสคาล ภาษาเบสิก ภาษาซี* เป็นต้น การเลือกใช้ตัวแปลภาษามีข้อดี คือสามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีขีดความสามารถ และภาพได้สูงไม่จำกัดขึ้น อยู่กับความคิดและความสามารถของผู้พัฒนา เพราะว่าตัวแปลภาษาต่าง ๆ เหล่านี้มีคำสั่งให้ใช้มากมาย และมีความสามารถสูงในการติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ภายใน วิธีนี้จึงเหมาะสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องการความสามารถและเทคนิคพิเศษ เช่น การแสดงผลภาษาไทย เป็นต้น แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือการพัฒนาโปรแกรมจะทำได้ช้า เพราะการสร้างบทเรียนขึ้นสักเรื่องหนึ่ง มีขั้นตอนหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การออกแบบโปรแกรม แล้วจึงเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงเนื้อหา รวมทั้งลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของบทเรียนซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างรูป การแสดงคำอธิบายเทคนิคการนำเสนอ เป็นต้น และยังต้องมีความรู้ทางด้านระบบไมโครคอมพิวเตอร์และเทคนิคการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างดี

2. ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับสร้างบทเรียนช่วยสอน ปัจจุบันนี้ในท้องตลาดมีโปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างบทเรียนช่วยสอนโดยเฉพาะออกมาจำหน่ายอยู่หลายโปรแกรม เช่น พีซีสตอรีบอร์ด(PC Story Bord), โชว์พาทเนอร์(Show Partner) และ Autoware ซึ่งเป็นโปรแกรมช่วยสอนที่นิยมใช้ในเวลานี้ แต่ละโปรแกรมก็มีลักษณะการทำงานและการใช้งานที่คล้ายๆ กัน คือโปรแกรมจะให้เรากำหนดสิ่งที่ต้องการจะให้

คอมพิวเตอร์แสดงด้วยคำสั่งที่มีรูปแบบเฉพาะของโปรแกรมนั้นๆ แล้วโปรแกรมจะนำสิ่งที่เรากำหนดไว้นี้ไปแปลเป็นชุดคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามชุดคำสั่งเพื่อแสดงบทเรียนตามที่เราต้องการ ทำให้เราไม่ต้องยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม และลดเวลาในการสร้างบทเรียนลง แต่โปรแกรมสำเร็จรูปเหล่านี้มีขีดจำกัดในการใช้งานต่างๆ กันไป เช่น ต้องใช้เนื้อที่เป็นจำนวนมากในการสร้างบทเรียน และไม่สามารถแสดงผลบนจอสีเดียวเป็นต้น

2.3 ข้อดีของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. สามารถศึกษา บทเรียนจากโปรแกรมได้ เป็นการส่วนตัว ไม่จำกัดเวลา และเรียนเรื่องเดียวกันซ้ำไปซ้ำมาได้หลายๆ ครั้งจนกว่าจะเข้าใจ รวมทั้งเทคนิคพิเศษของตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเอง เช่นความสามารถในการแสดงภาพ สี การนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่น่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้

2. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการลงทุนที่ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย เพราะเพียงแต่ทำบทเรียนขึ้นมาเพียงชุดเดียว ก็สามารถนำไปแจกจ่ายให้แก่ผู้สนใจทั่วไปใช้ในกรณีที่ไม่สามารถเรียนได้จากผู้สอนโดยตรง

3. ทำให้บทเรียนสนุกสนาน น่าสนใจ ไม่น่าเบื่อหน่าย เพราะมีการโต้ตอบกับผู้เรียนตลอดเวลา นอกจากนี้การแสดงภาพและการใช้สี ยังทำให้เกิดความแปลกใหม่และเป็นที่สนใจแก่ผู้เรียนอีกด้วย

2.4 ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

1. ใช้งานง่าย โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ด้านคอมพิวเตอร์มาก่อน

2. ใช้งานได้คล่องแคล่ว และรวดเร็ว เช่น การเลือก และกดแป้นพิมพ์ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ใช้งานได้ง่าย

3. มีข้อผิดพลาดของการใช้น้อย กล่าวคือ เมื่อผู้ใช้มีการกดแป้นพิมพ์ผิด ต้องไม่เกิดข้อผิดพลาดขึ้นจนแก้ไขไม่ได้

4. สร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้ เช่น ความสวยงาม ความรวดเร็ว ความแปลกตา ไม่จำเจ

2.5 ประเภทของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบ่งตามลักษณะการใช้งาน

1. เครื่องเปิดหนังสืออิเลคทรอนิกส์ (Electronic Page Tuners) ลักษณะเหมือนหนังสือหรือตำราเรียนมี มีการแบ่งเนื้อหาบทเรียนเป็นหน้า ๆ โดยมีเมนู (Menu) หรือตัวดัชนีค้นหาเพื่อไปยังบทเรียนที่ต้องการ ลักษณะเช่นนี้จะช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงเนื้อหาได้ง่าย

2. แบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice Monitors) เป็นแบบที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติในบางครั้งอาจจะมองเห็นเสมือนเป็นข้อสอบอิเล็คทรอนิกส์ โดยเครื่องจะพิมพ์คำถามและรอคำตอบเพื่อตรวจสอบคำตอบ พิจารณาดูความถูกต้อง แล้วจะพิมพ์คำอธิบายเพื่อชี้แนะ เมื่อตอบถูกหรือผิดอีกครั้ง

3. ครูอิเลคทรอนิกส์ (CAI-Intelligent Tutoring System) เป็นแบบที่มีความฉลาดและความสามารถสูง ระบบสามารถที่จะเลือกบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้อย่างถูกจุด และสามารถแก้ปัญหาบางอย่างได้ด้วยตัวเอง เช่นหากผู้เรียนต้องการถามคำถาม คอมพิวเตอร์ก็จะสามารถตอบกลับได้

แบ่งตามลักษณะความฉลาดของระบบ

1. ประเภทคำสอนตายตัว มีลักษณะที่กำหนดคำถามไว้แน่นอน ไม่ว่าจะมีการเรียนกี่ครั้งก็ตาม เครื่องจะแสดงเนื้อหาเดิม โครงสร้างของเนื้อหาที่ชัดเจน รัดกุม คำถามเหมาะสม คำตอบที่ได้จะวัดผลได้

2. ประเภทสร้างคำสอนเอง แบบนี้จะเหมาะกับวิชาที่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัว เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. ประเภทเปลี่ยนคำสอนเอง แบบนี้จะใช้หลักการของปัญญาประดิษฐ์มากขึ้น เช่นระบบจะสร้างคำถามขึ้นเอง แล้ววัดความสามารถของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนเข้าใจ ก็จะกำหนดบทเรียนใหม่ให้ยากขึ้น ถ้าผู้เรียนยังไม่เข้าใจ หรือระดับความสามารถของผู้เรียนยังไม่ถึงขั้นก็จะลดบทเรียนให้ง่ายลง มีการวิเคราะห์ระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในรูปแบบ และเนื้อหาของบทเรียนได้ง่ายขึ้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ สามารถวิจารณ์ผู้เรียน รวมทั้งสามารถกำหนดระดับคำถาม ความยากง่ายเพื่อให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถ

ของผู้เรียน ผู้เรียนที่มีความสามารถจะได้พัฒนาขึ้นโดยไม่จำกัด ผู้เรียนที่เรียนรู้ช้าก็จะไม่ต้องถูกเร่ง ผู้เรียนที่ขี้อายก็ไม่ต้องกลัวความผิดพลาดในที่เปิดเผย

2.6 รูปแบบของบทเรียน

รูปแบบของบทเรียนแบ่งเป็น

1. บทเรียนโปรแกรมชนิดเชิงเส้น บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบ ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยเล็ก ๆ จากง่ายไปยาก ผู้เรียนทุกคนจะได้เห็นข้อความเดียวกันตามลำดับเหมือนกัน และตอบคำถามเดียวกัน ผู้เรียนจะต้องเรียนจากกรอบแรกก้าวหน้าไปจนถึง กรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดไม่ได้ สิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากกรอบแรกๆ จะเป็นพื้นฐานของการเรียนในกรอบต่อๆ ไป โดยทั่วไปจะแบ่งเป็นกรอบเสมือนสไลด์โชว์ ซึ่งอาจผสมกับข้อความก็ได้ จึงมองเห็นเป็นกรอบๆ ลักษณะของบทเรียนเชิงเส้นอาจแยกเป็นหลายบทได้

2. บทเรียนโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น บทเรียนชนิดนี้ คำนึงถึงความแตกต่างและความคิดของแต่ละคนเป็นสำคัญ โดยให้มีการทดสอบผู้เรียนเพื่อหาระดับของผู้เรียนเพื่อเลือกบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน การจัดกรอบของบทเรียนจะต้องมีการกำหนดเชื่อมโยงระหว่างกรอบอย่างเหมาะเจาะเป็นเน็ตเวร์ก ตามความสามารถของผู้ผู้เรียน

บทที่ 3
ขอบเขตเนื้อหาของบทเรียน

<u>เรื่องที่ 1 สถิติเบื้องต้นเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ (Fundamentals of Statistics for Quality Control)</u>

1. **สถิติในด้านการควบคุมคุณภาพ** หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ ประเมินผลรวมทั้งการติดตามและแก้ไขปัญหาในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. **ประเภทของข้อมูล**(Type of Data) ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

   2.1 ข้อมูลตัวแปร(Variable Data) คือข้อมูลที่วัดเป็นค่าได้ เช่น การชั่งน้ำหนัก การวัดส่วนสูง เป็นต้น

   2.2 ข้อมูลคุณภาพ(Attributes Data) คือข้อมูลที่วัดเป็นค่าไม่ได้ แต่สามารถนับจำนวนได้ เช่น การนับจำนวนชิ้นที่เสีย เป็นต้น

3. **การแจกแจงความถี่** เป็นการจัดองค์ประกอบของข้อมูลดิบ(Raw Data Organizaton) ข้อมูลที่มีอย่างกระจัดกระจายนำมาจัดเป็นความถี่ของแต่ละกลุ่ม จะทราบการกระจายของข้อมูลรอบค่ากึ่งกลาง(Midpoint)

<u>ตัวอย่าง 1</u> จำนวนหลอดไฟเสียในแต่ละรุ่น จำนวน 35 รุ่น มีดังนี้ 0, 1, 3, 0, 0, 0, 5, 4, 1, 2, 1, 0, 2, 0, 2, 0, 1, 1, 1, 2, 0, 4, 0, 3, 1, 0, 1, 4, 0, 0, 1, 3, 0, 1, และ 2 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างตารางแจกแจงความถี่ได้ดังนี้

จำนวนหลอดเสีย	ขีดจำนวน	ความถี่
0	///// ///// ///	13
1	///// /////	10
2	/////	5
3	///	3
4	///	3
5	/	1

<u>ตัวอย่าง 2</u> ข้อมูลน้ำหนักของแท่งเหล็กกลม (ก.ก.) มีดังนี้

2.559	2.556	2.556	2.546	2.561
2.570	2.546	2.565	2.543	2.538
2.560	2.560	2.545	2.551	2.568
2.546	2.555	2.551	2.554	2.574
2.568	2.572	2.550	2.556	2.551
2.561	2.560	2.564	2.567	2.560
2.551	2.562	2.542	2.549	2.561
2.556	2.550	2.561	2.558	2.556
2.559	2.557	2.532	2.575	2.551
2.550	2.559	2.565	2.552	2.560
2.534	2.547	2.569	2.559	2.549
2.544	2.550	2.552	2.536	2.570
2.564	2.553	2.558	2.538	2.564
2.552	2.543	2.562	2.571	2.553
2.539	2.569	2.552	2.536	2.537
2.532	2.552	2.575	2.545	2.551
2.547	2.537	2.547	2.533	2.538
2.571	2.545	2.545	2.556	2.543
2.551	2.569	2.559	2.534	2.561
2.567	2.572	2.558	2.542	2.574
2.570	2.542	2.552	2.551	2.553
2.546	2.531	2.563	2.554	2.544

สามารถสร้างตารางแจกแจงความถี่ ได้โดย

- หาค่าพิสัย R $= X_h - X_l$

  R : ค่าพิสัย

  X_h : ค่าสูงสุด

  X_l : ค่าต่ำสุด

จากข้อมูล ค่าพิสัย = 2.575 - 2.531 = 0.044

- หาค่าจำนวนชั้นของกลุ่มข้อมูล

C = R / i

C : จำนวนชั้น

R : ค่าพิสัย

i : ช่วงความกว้างของแต่ละชั้น

กำหนดให้ I = 0.005

ดังนั้น จำนวนชั้น = 0.044 / 0.005 = 9 ชั้น

- หาค่ากึ่งกลางของแต่ละชั้น(Midpoint of Class)

ชั้นที่1 คือ (2.531 + 0.005) / 2 = 2.533

ชั้นที่ 2 คือ 2.533 + 0.005 = 2.538

ชั้นที่ 3 คือ 2.538 + 0.005 = 2.543

ทำเช่นนี้ในทุกชั้นเรื่อยไปจนครบ

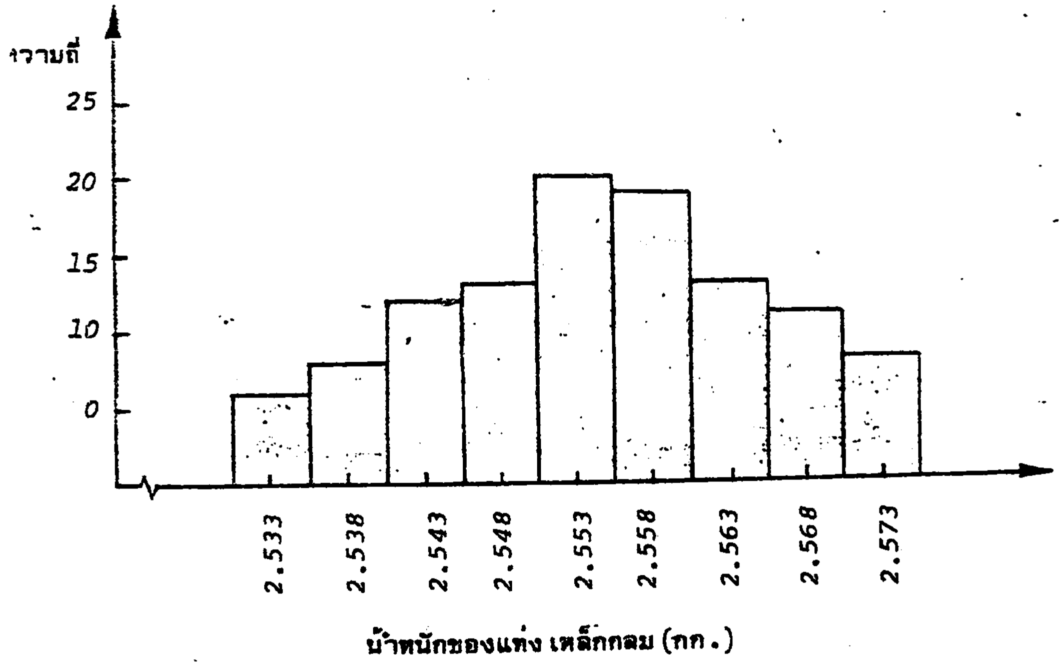
- หาค่าขอบเขตของแต่ชั้น (Cell Boundaries) เพื่อครอบคลุมข้อมูลที่อาจตกในระหว่างชั้น ค่าขอบเขตชั้นล่างและเพิ่มค่าขอบเขตชั้นบน ดังนี้ ขอบเขตล่างชั้นที่ 1 เป็น 2.5310 - 0.0005 = 2.5305 ขอบเขตชั้นบนคือ 2.5350 + 0.0005 = 2.5355 เป็นดังนี้ทุกชั้นเรื่อยไป จนครบ

- หาค่าความถี่ โดยรวมความถี่ในแต่ละชั้น จะได้ตารางแจกแจงความถี่ดังนี้

ชั้นที่	ขอบเขตของชั้น	ค่ากึ่งกลาง	ความถี่	ความถี่สะสม
1	2.5305 - 2.5354	2.533	6	6
2	2.5355 - 2.5404	2.538	8	14
3	2.5405 - 2.5454	2.543	12	26
4	2.5455 - 2.5504	2.548	13	39
5	2.5505 - 2.5554	2.553	20	59
6	2.5555 - 2.5604	2.558	19	78
7	2.5605 - 2.5654	2.563	13	91
8	2.5655 - 2.5704	2.568	11	102
9	2.5705 - 2.5754	2.573	8	110
	รวม		110	

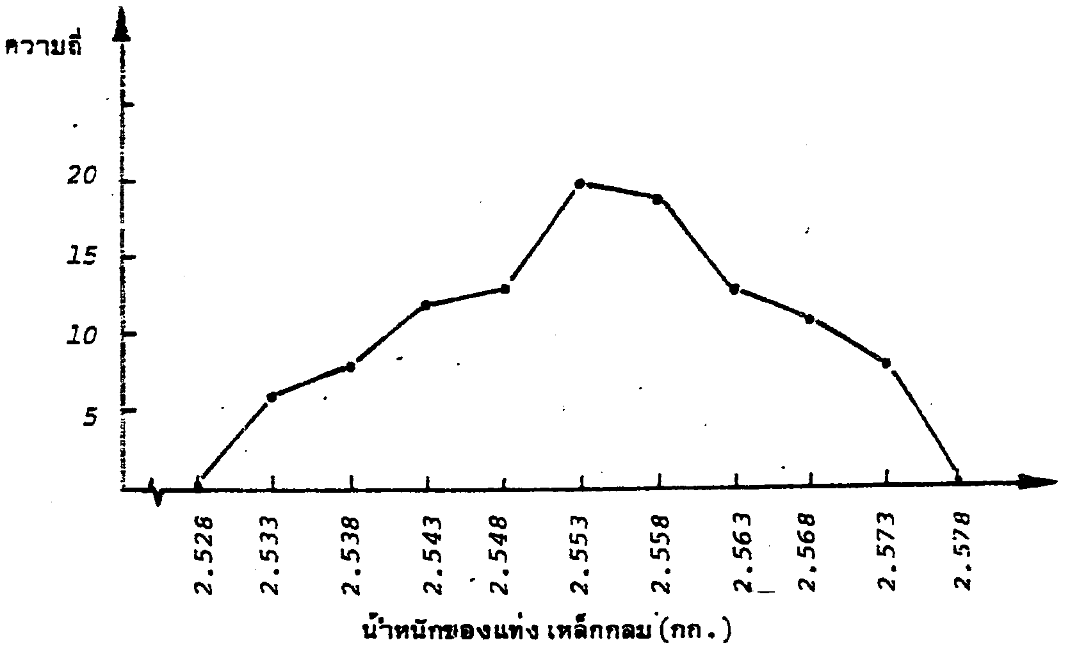
4. กราฟแสดงการแจกแจงความถี่ จากตัวอย่าง 2 นำมาแสดงในรูปของกราฟดังต่อไปนี้

4.1 ฮิสโตแกรม(Histogram) เป็นรูปสี่เหลี่ยม ฐานเป็นขอบเขตของแต่ละชั้น และความสูงแทนความถี่ของแต่ละชั้น



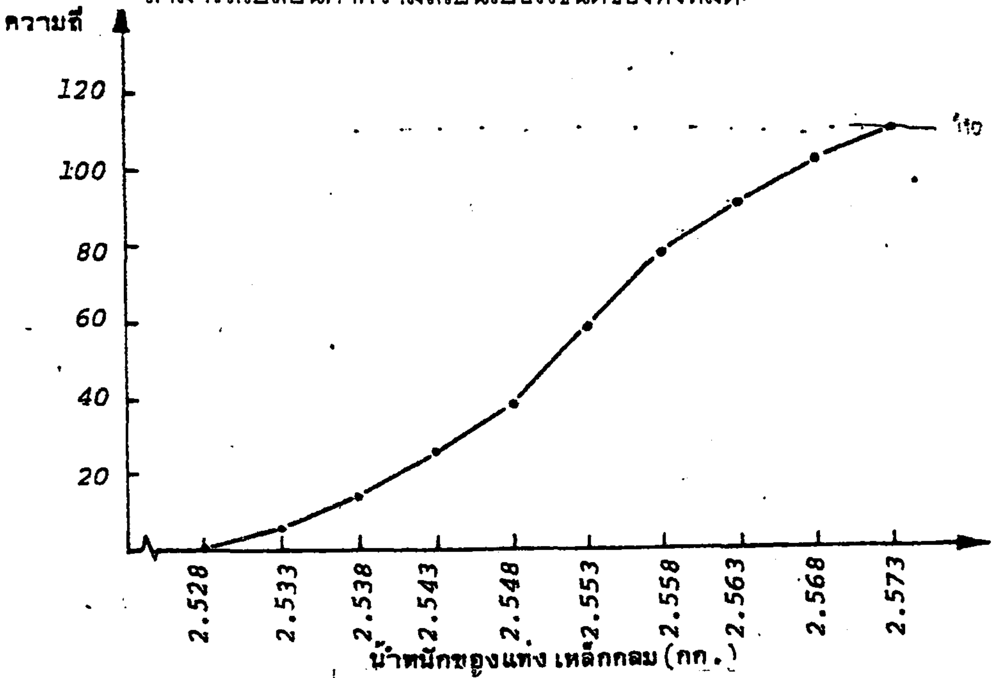
รูปที่ 1 ฮิสโตแกรม ของน้ำหนักแท่งเหล็กกลม (ก.ก.)

4.2 รูปหลายเหลี่ยม(Polygon) ใช้จุดแทนจุดกึ่งกลางของแต่ละชั้น โดยมีความสูงเป็นความถี่แต่ละค่า และสามารถเปลี่ยนค่าความถี่เป็นเปอร์เซนต์ของทั้งหมด



รูปที่ 2 รูปหลายเหลี่ยม ของน้ำหนักแท่งเหล็กกลม (ก.ก.)

4.3 กราฟความถี่สะสม(Comulative Frequency) ใช้ค่ากึ่งกลางของชั้นมาเขียนกราฟ และสามารถเปลี่ยนค่าความถี่เป็นเปอร์เซนต์ของทั้งหมด.



รูปที่ 3 กราฟความถี่สะสม ของน้ำหนักแท่งเหล็กกลม (ก.ก.)

5. **การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น(Elementary Data Analysis Method)** ต้องนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวนค่าต่างๆ ช่วยให้สรุปผลได้ แบ่งเป็น 2 วิธีคือ

5.1 การวัดค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลางของการแจกแจง(Mesures of Central Trendency) เป็นการหาค่าตัวเลขซึ่งจะเป็นตัวชี้ให้ทราบถึง ตำแหน่งกลางข้อมูลหรือข้อมูลเหล่านั้น มีแนวโน้มที่จะอยู่แนวศูนย์กลางอย่างไรมี 3 ค่าคือ

1. ค่าเฉลี่ยหรือมัชฌิมเลขคณิต(Mean) หมายถึง ผลรวมของข้อมูลหารด้วยจำนวนข้อมูล คำนวนได้ คือ ใช้ข้อมูลดิบ กรณีย์สุ่มตัวอย่างมาขนาด n

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

n = จำนวนข้อมูล

X_i = ข้อมูลในการสังเกตุครั้งที่ i

<u>ตัวอย่าง 3</u> วัดความต้านทานของขดลวด ได้ค่าดังนี้ 3.35 3.37 3.28 3.34 3.30 มีหน่วยเป็นโอห์ม และสามารถหาค่าความต้านทานเฉลี่ยของขดลวด ได้ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{3.35 + 3.37 + 3.28 + 3.34 + 3.30}{5}$$

= 3.33 โอห์ม

ดังนั้น ความต้านทานเฉลี่ยของขดลวด คือ 3.33 โอห์ม

2. ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{h} f_i X_i}{\sum_{i=1}^{h} f_i}$$

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

f_i = ความถี่ของข้อมูลชั้นที่ i

X_i = ค่ากึ่งกลางของชั้นที่ i

h = จำนวนชั้น

<u>ตัวอย่าง 4</u> กำหนดตารางการแจกแจงความถี่ของอายุการใช้งานของยางรถยนต์ 320 เส้น หน่วยเป็น 1,000 กิโลเมตร ดังตาราง

ขอบเขตของชั้น	ค่ากึ่งกลาง : X_i	ความถี่ : f_i	ผลคูณ : f_iX_i
23.6 - 26.5	25.0	4	100
26.6 - 29.5	28.0	36	1,008
29.6 - 32.5	31.0	51	1,581
32.6 - 35.5	34.0	63	2,142
35.6 - 38.5	37.0	58	2,146
38.6 - 41.5	40.0	52	2,080
41.6 - 44.5	43.0	34	1,462
44.6 - 47.5	46.0	16	736
47.6 - 50.5	49.0	6	294
รวม		320	11,549

$\overline{X}$ = (11,549) / (320)

= 36.1 (หน่วยเป็น 1,000 ก.ม.)

ดังนั้น อายุการใช้งานของยางโดยเฉลี่ย คือ 36,100 ก.ม.

3. ค่ามัธยฐาน (Median) มี 2 วิธี

กรณี ใช้ข้อมูลดิบ ถ้าเป็นจำนวนคี่ คือค่าที่อยู่ตรงกลาง ถ้าข้อมูลเป็นจำนวนคู่ ให้เฉลี่ยค่าที่อยู่ตรงกลาง 2 ตัว

<u>ตัวอย่าง 5</u> ข้อมูลจำนวน คี่ มีดังนี้8 3 4 8 6 7 5

เรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก คือ 3 4 5 6 7 8 8

ค่ามัธยฐานของข้อมูลนี้ คือ 6

<u>ตัวอย่าง 6</u> ข้อมูลจำนวนคู่ มีดังนี้ 8 3 4 8 9 7 5 6

เรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก คือ 3 4 5 6 7 8 8 9

ค่ามัธยฐานของข้อมูลนี้ คือ (6 + 7) / 2 = 6.5

4. ค่ามัธยฐานจากการแจกแจงความถี่

$$M_d = L_m + \left(\frac{\frac{n}{2} - cf_m}{f_m}\right)i$$

M_d : ค่ามัธยฐาน

L_m : ขอบเขตต่ำสุดของชั้นที่มีค่าเฉลี่ย

n : จำนวนข้อมูลทั้งหมด

cf_m : ความถี่สะสมของทุกชั้นที่ต่ำกว่า L_m

f_m : ความถี่ของชั้นที่มีค่าเฉลี่ย

i : ค่าความกว้างในแต่ละชั้น

<u>ตัวอย่าง 7</u> พิจารณาข้อมูลจากตัวอย่าง 4

L_m	= 35.6	n	= 320
cf_m	= 154	f_m	= 58
i	= 3		

M_d = 35.6 + [(320/2 - 154) / 58] * 3

= 35.9 (หน่วยเป็น 1,000 ก.ม.)

ดังนั้น อายุการใช้งานของยางมีค่ามัธยฐาน 35,900 ก.ม.

ห้องสมุดคณะวิทยาศาสตร์ สจล

5.2 *การวัดค่าการกระจาย (Measure of Dispersion)* มีดังนี้

1. *ค่าพิสัย (Range)* หมายถึง ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลทั้งหมด

$$R = X_h - X_1$$

R : ค่าพิสัย

X_h : ค่าสูงสุดของข้อมูล

X_1 : ค่าต่ำสุดของข้อมูล

<u>ตัวอย่าง 8</u> ความสูงของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง พบว่านักศึกษาที่สูงที่สุด สูง 178.5 ซ.ม. นักศึกษาที่สูงต่ำสุดสูง 152.1 ซ.ม. ดังนี้หาค่าพิสัยได้ดังนี้

R = 178.5 - 152.1

= 26.4

ดังนั้น พิสัยความสูงของนักศึกษา คือ 26.4 ซ.ม.

2. *ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน (Standard Deviation)* เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย

$$S = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

S : ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i : จำนวนข้อมูลที่ i

n : จำนวนข้อมูลทั้งหมด

<u>ตัวอย่าง 9</u> วัดความชื้นของกระดาษจากโรงงานแห่งหนึ่งได้ค่าต่อไปนี้

6.7 6.0 6.4 6.4 5.9 5.8

$$\left(\sum_{i=1}^{6} X_i\right)^2 = (6.7 + 6.0 + 6.4 + 6.4 + 5.9 + 5.8)^2$$

$$= 37.2^2$$

$$\sum_{i=1}^{6} X_i^{\ 2} = 6.7^2 + 6.0^2 + 6.4^2 + 6.4^2 + 5.9^2 + 5.8^2$$

$$= 231.26$$

$$S = \sqrt{\frac{6(231.26) - 37.2^2}{6(6-1)}}$$

$$= 0.352$$

ดังนั้น ความชื้นของกระดาษมีค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน 0.352

3.ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่

$$S = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{h}\left(f_i X_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{h} f_i X_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

S : ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i : ค่ากึ่งกลางของชั้นที่ i

f_i : ความถี่ของข้อมูลชั้นที่ i

n : จำนวนข้อมูลทั้งหมด

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

<u>ตัวอย่าง 10</u> ตารางการแจกแจงความเร็ว (km/h) ของรถในช่วงเวลา 15 นาที

ช่วงความเร็ว	ค่ากึ่งกลาง : X_i	ความถี่ : f_i	ผลคูณ : $f_iX_i^2$	ผลคูณ : f_iX_i
72.6 - 81.5	77	5	29,645	385
81.6 - 90.5	86	19	140,524	1,634
90.6 - 99.5	95	31	279,775	2,945
99.6 - 108.5	104	27	292,032	2,808
108.6 - 117.5	113	14	178,766	1,582
รวม		96	920,742	9,354

$$S=\sqrt{\frac{96(920,742)-(9,354)^2}{96(96-1)}}$$

= 9.8 (km/h)

ดังนั้น ความเร็วของรถมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็น 9.8 (km/h)

6. **การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)** ลักษณะคือสมมาตรมีฐานนิยมจุดเดียวเป็นโค้งระฆังคว่ำ มีค่าเฉลี่ยมัธยฐานและฐานนิยมเป็นค่าเดียวกัน มีสูตรมาตรฐานคือ

$$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}}e^{\frac{-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}{2}}$$

e : 2.71828

x : ข้อมูลใด ๆ

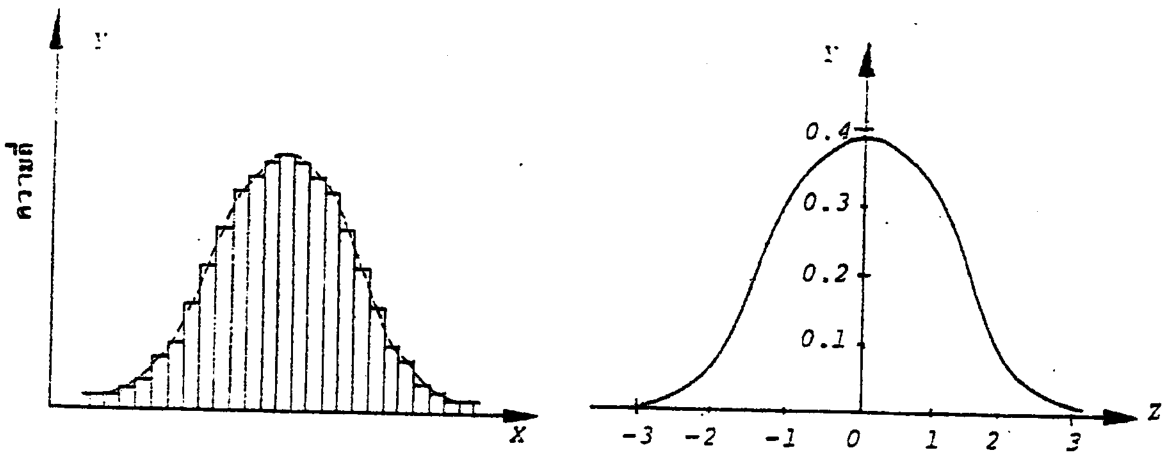
μ : ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

σ : ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด

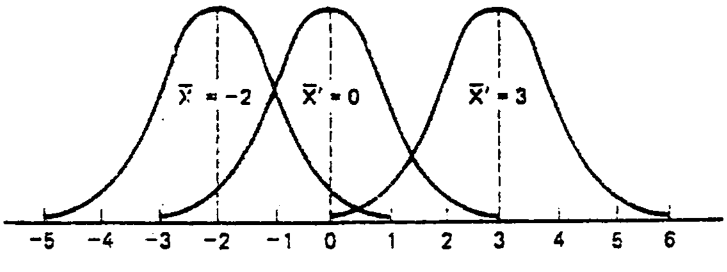
f(x) : ฟังก์ชันการแจกแจงแบบปกติ

ลักษณะของเส้นโค้งปกติ

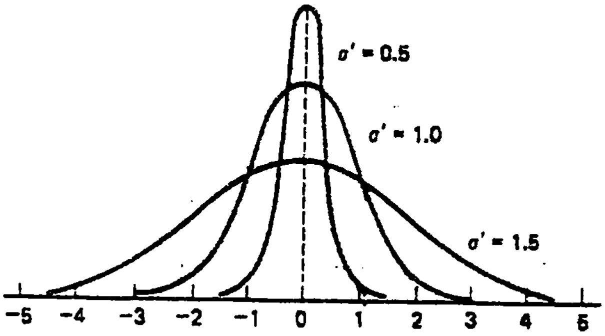
- กราฟเป็นรูประฆังคว่ำ ปลายทั้ง 2 ไม่บรรจบแกนนอน
- ความสูงของกราฟ ขึ้นกับความแปรปรวน ถ้าความแปรปรวนน้อย กราฟจะสูง ถ้าความแปรปรวนมาก กราฟจะต่ำ
- มีแนวโน้มสู่ส่วนกลางด้วยค่าเฉลี่ย
- ลักษณะทั้งซ้ายและขวาเหมือนกัน
- พื้นที่ตลอดเส้นโค้งเท่ากับ 1
- เส้นโค้งจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อ x อยู่ระหว่าง $\mu + \sigma$ และ $\mu - \sigma$
- พื้นที่ใต้โค้งจะมีค่ามากสุด ที่ x เป็น $\mu + 3\sigma$ และ $\mu - 3\sigma$



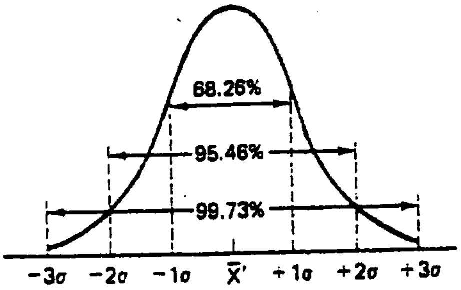
รูปที่ 4 ลักษณะกราฟ normal



รูปที่ 5 กราฟ normal ที่ค่าเฉลี่ยต่าง ๆ กัน และความแปรปรวนเท่ากัน



รูปที่ 6 กราฟ normal ที่ค่าความแปรปรวนต่าง ๆ กัน แต่ค่าเฉลี่ยเท่ากัน



รูปที่ 7 พื้นที่ใต้โค้ง normal

7. ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Theory of Probability)

ทฤษฎีที่ 1 ความน่าจะเป็น คือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจขึ้น มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0 แสดงว่าเหตุการณ์นั้นไม่มีโอกาสเกิดขึ้น ถ้าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 แสดงว่าเหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้นแน่นอน

ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ A :

P(A) = (จำนวนครั้งที่เกิดเหตุการณ์ A)/ (จำนวนเหตุการณ์ทั้งหมด)

ตัวอย่าง 11 ในการโยนเหรียญ 1 ครั้ง กำหนดให้ H เป็นเหตุการณ์ที่เกิดหน้าหัว และT เป็นเหตุ การณ์ที่เกิดหน้าก้อย ดังนั้น

ความน่าจะเป็นที่เกิดหน้าหัว :

P(H) = (จำนวนการเกิดหน้าหัว) / (จำนวนเหตุการณ์ทั้งหมด)

= 1/2

<u>ตัวอย่าง 12</u> โยนลูกเต๋า 1 ลูก กำหนดให้ A แทนเหตุการณ์ที่เกิดหน้าต่าง ๆ จะได้ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังนี้

เหตุการณ์ที่เกิด	ความน่าจะเป็นที่เกิด
ได้หน้า 1	1/6
ได้หน้า 2	1/6
ได้หน้า 3	1/6
ได้หน้า 4	1/6
ได้หน้า 5	1/6
ได้หน้า 6	1/6
รวม	1

<u>ทฤษฎีที่ 2</u> ถ้าความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ A มีค่าเป็น P(A) แล้วความน่าจะเป็นที่ไม่เกิด เหตุการณ์ A มีค่าเป็น 1 - P(A)

<u>ตัวอย่าง 13</u> การตรวจสอบการจัดเก็บภาษีพบว่า ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดในการเก็บภาษีเป็น 0.04

กำหนดให้ A เป็นความผิดพลาดในการเก็บภาษี

ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่ไม่เกิดความผิดพลาดในการเก็บภาษี = 1 - P(A)

= 1 - 0.04

= 0.96

<u>ทฤษฎีที่ 3</u> ถ้าเหตุการณ์ A และB เป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถเกิดขึ้นพร้อมกันได้ (Mutually Exclusive) ดังนั้น ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ A หรือ B คือ

P(A or B) = P(A) + P(B)

<u>ตัวอย่าง 14</u> จากตารางการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

ผู้ตรวจสอบ	จำนวนที่ใช้ได้	จำนวนที่เสีย	รวม
X	50	3	53
Y	125	6	131
Z	75	2	77
รวม	250	11	261

จงหาความน่าจะเป็นที่สุ่มหยิบผลิตภัณฑ์ขึ้นมาแล้วเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบโดย X หรือ Z

กำหนด X เป็นเหตุการณ์ที่หยิบได้ผลิตภัณฑ์ที่ X เป็นผู้ตรวจสอบ

Z เป็นเหตุการณ์ที่หยิบได้ผลิตภัณฑ์ที่ Z เป็นผู้ตรวจสอบ

X และ Z เป็น Mutually Exclusive

ดังนั้น

$$P(X \text{ or } Z) = P(x) + P(Z) = 53/261 + 77/261 = 0.498$$

<u>*ทฤษฎีที่ 4*</u> ถ้าเหตุการณ์ A และB เป็นเหตุการณ์ที่เกิดพร้อมกันได้ ดังนั้น

$$P(A \text{ or } B) = P(A) + P(B) - P(A \text{ and } B)$$

<u>ตัวอย่าง 15</u> จากตารางข้างต้น ให้หาความน่าจะเป็นในการที่จะหยิบของมา 1 ชิ้น มาจากกล่องแล้วเป็นชิ้นที่ X ตรวจสอบหรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไม่ได้

กำหนด X เป็นเหตุการณ์ที่หยิบได้ผลิตภัณฑ์ที่ X เป็นผู้ตรวจสอบ

nc เป็นเหตุการณ์ที่หยิบได้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไม่ได้

ดังนั้น

$$P(X \text{ or } nc) = P(X) + P(nc) - P(X \text{ and } nc) = (53/261) + (11/261) - (3/261) = 0.234$$

<u>*ทฤษฎีที่ 5*</u> ผลรวมของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ทั้งหมดของสถานการณ์หนึ่ง มีค่าเป็น 1

<u>ตัวอย่าง 16</u> ผู้ตรวจสอบของโรงงานแห่งหนึ่งได้ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ 3 ชิ้นใน 1 กลุ่มเพื่อที่จะตรวจสอบว่ามีของเสียหรือไม่ จากประสบการณ์ในอดีตพบว่าความน่าจะเป็นที่จะไม่มีของเสียในขนาดตัวอย่าง 3 ชิ้น นั้นมีค่า 0.89 ความน่าจะเป็นที่จะมีของเสียเพียงชิ้นเดียวในขนาดตัวอย่าง 3 ชิ้น มีค่า 0.06 และความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย 2 ชิ้น ในขนาดตัวอย่าง 3 ชิ้น มีค่า 0.03 อยากทราบว่าความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย 3 ชิ้นในขนาดตัวอย่าง 3 ชิ้นนั้นมีค่าเป็นเท่าไร

น่าจะเป็นที่จะมีของเสีย 2 ชิ้น ในขนาดตัวอย่าง 3 ชิ้น มีค่า 0.03 อยากทราบว่าความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย 3 ชิ้นในขนาดตัวอย่าง 3 ชิ้นนั้นมีค่าเป็นเท่าไร

ในสถานการณ์นี้จะเป็นเหตุการณ์ 4 อย่างที่เกิดขึ้นได้เท่านั้น คือ ไม่มีของเสียเลย มีของเสีย 1 ชิ้น 2 ชิ้น และ 3 ชิ้น ตามลำดับ จากทฤษฎี ได้ว่า

$$P(0) + P(1) + P(2) + P(3) = 1.00$$

$$0.89 + 0.06 + 0.03 + P(3) = 1.00$$

$$P(3) = 0.02$$

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย 3 ชิ้น ในขนาดตัวอย่าง 3 ชิ้นเป็น 0.02

ทฤษฎีที่ 6 ถ้าเหตุการณ์ A และB เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่เกิดเหตุการณ์ A และ B พร้อมกัน คือ

$$P(A \text{ and } B) = P(A) * P(B)$$

ตัวอย่าง 17 จากตารางข้างต้น ถ้าสุ่มหยิบชิ้นส่วนขึ้นมา 2 ชิ้น โดยหยิบทีละชิ้นแบบใส่คืน จงหาความน่าจะเป็นที่ชิ้นส่วนทั้ง 2 จะเป็นชิ้นส่วนที่ X และ Y เป็นผู้ตรวจสอบ

$$P(X \text{ and } Y) = P(X) * P(Y)$$

$$= (53/261)(131/261)$$

$$= 0.102$$

ทฤษฎีที่ 7 ถ้าเหตุการณ์ A และB ขึ้นต่อกัน (Dependent Event) คือ เมื่อเกิดเหตุการณ์ A แล้ว เหตุการณ์ B เกิดตามมา ดังนั้น

$$P(A \text{ and } B) = P(A) * P(B/A)$$

ตัวอย่าง 18 จากตัวอย่าง 17 ถ้าเป็นการหยิบแบบไม่ใส่คืน จงหาความน่าจะเป็นที่ชิ้นส่วนที่หยิบได้จะเป็นชิ้นส่วนที่ X และ Y เป็นผู้ตรวจสอบ

$$P(X \text{ and } Y) = P(X) * P(Y / X)$$

$$= (53/261) * (131/260)$$

= 0.102

8. **การนับจำนวนเหตุการณ์** (Counting of Events) กรณีมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบสม่ำเสมอ มี 3 แบบ

8.1 ***การคูณ (Simple Multiplication)*** ถ้ามีเหตุการณ์ A เกิดขึ้น n_1 วิธี แต่ละเหตุการณ์ A เกิดเหตุการณ์ B ได้ n_2 วิธี ดังนั้น จำนวนวิธีที่จะเกิด A และ B ขึ้น คือ

$n_1 \times n_2$ วิธี

<u>ตัวอย่าง 19</u> มีเสื้ออยู่ 4 ตัว กางเกง 5 ตัว จะแต่งตัวแบบไม่ซ้ำกันได้กี่แบบ

วิธีที่จะเลือกใส่เสื้อได้ 4 แบบ

วิธีที่จะเลือกใส่กางเกงมี 5 แบบ

ดังนั้น วิธีที่จะเลือกใส่เสื้อและกางเกง มี 4 *5 = 20 แบบ

8.2 ***การจัดลำดับ (Permutation)*** เป็นการจัดลำดับของเหตุการณ์โดยสลับที่กันได้

<u>ตัวอย่าง 20</u> วิธีที่จะจัดลำดับอักษร A,B และ C เป็นเท่าไร ถ้านำมาครั้งละ 2 ตัว

จากสูตร

$$^{n}P_r = \frac{n!}{(n-r)!}$$

$^{n}P_r$: จำนวนที่จัดลำดับได้

n : จำนวนวัตถุทั้งหมด

r : จำนวนวัตถุที่ดึงมาจากจำนวนทั้งหมด

จะได้

$^{n}P_r$ = 3!/(3-2)!

= 6 วิธี คือ AB, AC, BC, BA, CA, CB

8.3 ***การจัดหมู่ (Combinations)*** สลับที่กันไม่ได้

<u>ตัวอย่าง 21</u> ถ้ามีอักษร A,B และ C จะมีจำนวนที่จัดหมู่ได้เท่าไร ถ้าจัดทีละ 2 ตัว โดยที่ลำดับแต่ละตัวมีความสำคัญ คือสลับที่กันไม่ได้

จากสูตร

$$C_r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

C_r : จำนวนที่จัดหมู่ได้เป็นเท่าไร

n : จำนวนวัตถุทั้งหมด

r : จำนวนวัตถุที่ดึงมาจากจำนวนทั้งหมด

จะได้

C_r = 3!/2!(3-2)!

= 3 วิธี คือ AB, AC, BC

9. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง

9.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไฮเปอจิโอเมตริก เมื่อรู้ขนาดรุ่นของผลิตภัณฑ์ และ การสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์แบบไม่มีการใส่คืน สามารถหาค่าความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย d ชิ้น

$$P(d) = \frac{C_d^D C_{n-d}^{N-D}}{C_n^N}$$

P(d) : ความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย d ชิ้น ในขนาดตัวอย่าง n

N : จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในรุ่น

n : จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในตัวอย่าง

D : จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียในรุ่น

d : จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียในตัวอย่าง

N-D : จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ดีในรุ่น

n-d : จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ดีในตัวอย่าง

<u>ตัวอย่าง 22</u> ในกล่องใบหนึ่งมีถ่านไฟฉายขนาดเล็กอยู่ 9 ก้อน ไม่มีพลังงาน ไฟฟ้าอยู่ 3 ก้อน สุ่มถ่านไฟฉายขึ้นมา 4 ก้อน อยากทราบความน่าจะเป็นที่จะพบถ่านไฟฉายซึ่งไม่มีพลังงานไฟฟ้า 1 ก้อน

$$P(1) = \frac{C_1^3 C_{4-1}^{9-3}}{C_4^9}$$

$$P(1) = \frac{\frac{3!}{1!(3-1)!} \frac{6!}{3!(6-3)!}}{\frac{9!}{4!(9-3)!}}$$

= 0.476

ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่ได้ถ่านที่ไม่มีพลังงาน 1 ก้อน เป็น 0.476

9.2 *การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม* เมื่อไม่รู้ขนาดรุ่นของข้อมูล การผลิตต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นที่จะพบของเสียจากการสุ่มแต่ละครั้งเท่ากัน

$$P(d) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d q^{n-d}$$

P(d) : ความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย d ชิ้น

n : จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในตัวอย่าง

d : จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียในตัวอย่าง

p : สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่เสียในประชากร

q : สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ดีในประชากร มีค่าเท่ากับ 1-p

<u>ตัวอย่าง 23</u> ทำการสุ่มหยิบผลิตภัณฑ์มา 5 ชิ้น จากสายการผลิตซึ่งจะมีสัดส่วนที่จะพบผลิตภัณฑ์เสียเท่ากับ 0.10 อยากทราบความน่าจะเป็นที่จะพบชิ้นที่เสีย 1 ชิ้นจากที่สุ่มมา

$$P(1) = \frac{5!}{1!(5-1)!} 0.1^1 0.9^{5-1}$$

= 0.328

<u>เรื่องที่ 2 การควบคุมกรรมวิธีการผลิต (Process Control)</u>

1. **การควบคุมกรรมวิธีการผลิต** หมายถึง การควบคุมคุณภาพสินค้าด้วยการควบคุมความผันแปรที่เกิดจากคน เครื่องจักร หรือวัตถุดิบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดแต่พอจะยอมรับได้ไม่ต้องถูกปฏิเสธ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ง่าย ได้แก่การสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

2. **แผนภูมิควบคุมคุณภาพ** หมายถึง แผนภูมิควบคุมคุณภาพจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักสถิติเป็นเครื่องมือในการสร้างขอบเขตการยอมรับผลิตภัณฑ์

3. **แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ** (Control charts for Quality Control) ในปัญหาพิเศษนี้ ได้เลือก แผนภูมิ$\bar{x}$ และ แผนภูมิ R ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แผนภูมิ $\bar{x}$ ($\bar{x}$ Chart) ของกลุ่มข้อมูลที่บันทึกได้ บอกถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ระหว่างกลุ่ม

3.2 แผนภูมิ R (R Chart) บอกถึงการเปลี่ยนแปลงของการกระจาย

<u>ตัวอย่าง 1</u> โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งตรวจสอบความหนาของแผ่นโลหะหล่อ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ได้ข้อมูลดังนี้

ครั้งที่	1	2	3	4	$\bar{x}_j$	R_j	หมายเหตุ
กลุ่มที่ j							
1	6.35	6.40	6.32	6.33	6.35	0.08	
2	6.46	6.37	6.36	6.41	6.40	0.10	
3	6.34	6.40	6.34	6.36	6.36	0.06	
4	6.69	6.64	6.68	6.59	6.65	0.10	วัตถุดิบไม่ดี
5	6.38	6.34	6.44	6.40	6.39	0.10	
รวม					32.15	0.44	

กลุ่ม ในที่นี้คือช่วงเวลาที่บันทึกที่แตกต่างกัน

หลังจากเก็บข้อมูลแล้วเราสามารถนำข้อมูลมาคำนวนหาค่าเส้นพิกัด โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \bar{x}_j}{m}$$

$\bar{\bar{x}}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยแต่กลุ่มมารวมกัน

$\bar{x}_j$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ j

m คือ จำนวนกลุ่ม

จากข้อมูลความหนาของแผ่นโลหะนำมาสร้างแผนภูมิควบคุม $\bar{x}$ โดยมีขั้นตอนการคำนวนดังนี้

<u>ขั้นที่ 1</u> คำนวณค่า $\bar{\bar{x}}$ ได้จาก

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \bar{x}_j}{m}$$

= $(\sum_{j=1}^{5} \bar{x}_j)/m$

= (6.35 + 6.40 + 6.36 + 6.65 + 6.39) / 5

= (32.15)/5

= 6.43

<u>ขั้นที่ 2</u> คำนวณค่า $\bar{R}$ ได้จาก

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^{m} R_j}{m}$$

$\bar{R}$ คือ ค่าเฉลี่ยของพิสัยของแต่กลุ่มรวมกัน

R_j คือ พิสัยของกลุ่มที่ j

m คือ จำนวนกลุ่ม

จากข้อมูลข้างต้น จะได้

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^{5} R_j}{m}$$

= (0.08 + 0.10 + 0.06 +0.10 + 0.10) / 5

= (0.44)/5

= 0.088

<u>ขั้นที่ 3</u> หาเส้นพิกัดควบคุมคำนวน ได้ ดังสมการ

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$
$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}$$

$$UCL_R = D_4\bar{R}$$
$$LCL_R = D_3\bar{R}$$

$$CL_R = \bar{R}$$

UCL คือ เส้นพิกัดควบคุมสูง (upper control limits)

LCL คือ เส้นพิกัดควบคุมต่ำ (lower control limits)

CL คือ ค่ากึ่งกลาง (Central line)

$\bar{R}$ คือ ค่าเฉลี่ยของพิสัยแต่ละกลุ่มรวมกัน

A_2 คือ ค่าคงที่ หาค่าได้จากตาราง B ที่ค่า n = 4

D_3 ,D_4 คือค่าคงที่ หาค่าได้จากตาราง B ที่ค่า n = 4

n คือ จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างที่เก็บในแต่ละกลุ่ม

ได้ค่า

A_2 = 0.729

D_3 = 0

D_4 = 2.282

ดังนั้น

$UCL_{\bar{x}}$ = 6.43 + (0.729)(0.088)

= 6.49

$LCL_{\bar{x}}$ = 6.43 - (0.729)(0.088)

= 6.35

$CL_{\bar{x}}$ = 6.43

$UCL_R = D_4\bar{R}$

= (2.282)(0.088)

= 0.20

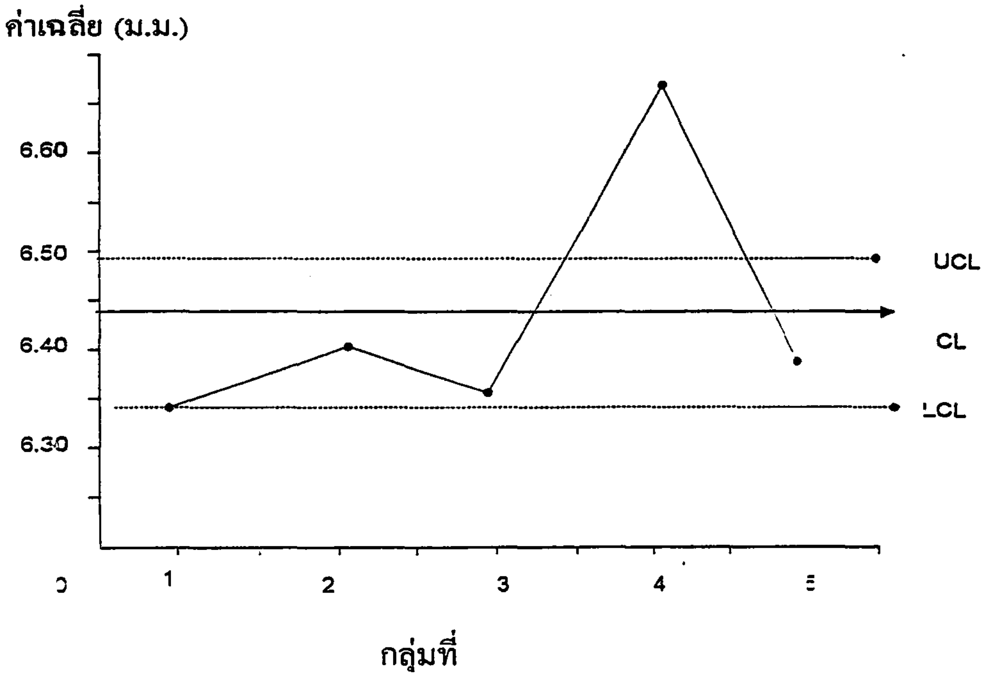
$LCL_R = D_3\bar{R}$

= (0)(0.088)

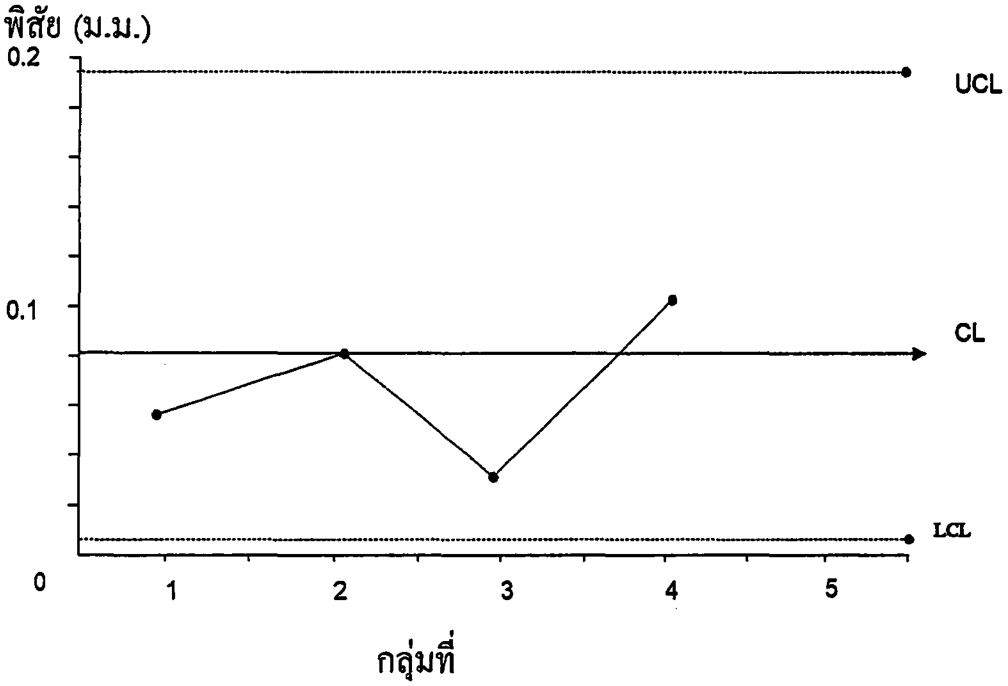
= 0

CL_R = 0.088

<u>ขั้นที่ 4</u> เขียนกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 8 แผนภูมิ $\bar{x}$



รูปที่ 9 แผนภูมิ R

<u>ขั้นที่ 5</u> คำนวณหาเส้นพิกัดควบคุมใหม่

จากแผนภูมิ R พบว่าเส้นพิกัดที่ได้เหมาะสมแล้วเพราะไม่มีจุดนอกพิกัด ดังนั้นสามารถนำแผนภูมินี้ไปใช้กับข้อมูลครั้งต่อไปได้เลย และค่า

$$\overline{R_n} = \overline{R}$$

กรณีที่มีจุดนอกเส้นพิกัดควบคุม และเป็นจุดที่สามารถหาสาเหตุได้ จะต้องคำนวนใหม่ดังนี้

$$\overline{R}_n = \frac{\sum R - R_d}{m - m_d}$$

R_d คือ ค่าพิสัยที่ตัดทิ้ง

m_d คือ จำนวนกลุ่มที่ตัดทิ้ง

เส้นพิกัดใหม่ที่จะใช้ คือ

$$UCL_R = D_2\sigma_0$$
$$LCL_R = D_1\sigma_0$$

โดยที่ D_1 และ D2 เป็นค่าคงที่ สามารถเปิดหาค่าได้จากตาราง B ที่ค่า n = 4 เส้นพิกัดควบคุมใหม่จะแคบลงและสามารถนำไปใช้กับการเก็บข้อมูลครั้งต่อไปได้

จากแผนภูมิ $\bar{x}$ ต้องพิจารณาว่าควรมีการแก้ไขเส้นพิกัดควบคุมใหม่ เพราะปรากฏมีจุดนอกเส้นพิกัดควบคุมและหาสาเหตุได้ จะต้องคำนวนเส้นพิกัดควบคุมใหม่โดยตัดจุดผิดปกติต่างๆ ที่เกิดจากสาเหตุที่สามารถระบุได้ออกไป โดยคำนวนจากสูตร

$$\bar{\bar{x}}_n = \frac{\sum\bar{x} - \overline{x_d}}{m - m_d}$$

$\bar{x}_d$ คือ ค่าเฉลี่ยที่ตัดทิ้ง

m_d คือ จำนวนกลุ่มที่ตัดทิ้ง

จะได้

$\bar{\bar{x}}_n$ = (32.15 - 6.65)/(5-1)

= 6.37 ม.ม.

เส้นพิกัดใหม่ที่จะใช้ คือ

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}_n + A\sigma_0$$
$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}_n - A\sigma_0$$

โดยที่ A เป็นค่าคงที่ หาค่าได้จากตาราง B ที่ค่า n = 4

σ_0 คำนวนได้จาก $\dfrac{\overline{R_n}}{d_2}$

$\overline{R_n} = \bar{R}$ กรณีแผนภูมิ R ไม่มีจุดอยู่นอกเส้นพิกัด

$$\bar{R}_n = \frac{\sum R - R_d}{m - m_d}$$

กรณีแผนภูมิ R มีจุดอยู่นอกเส้นพิกัดและหาสาเหตุได้

d_2 คือ ค่าคงที่ หาได้จากตาราง B ที่ค่า n = 4

ดังนั้น

$$UCL_{\bar{x}} = 6.37 + (1.50)(0.1 / 2.059)$$
$$= 6.434$$

$$LCL_{\bar{x}} = 6.37 - (1.50)(0.1 / 2.059)$$
$$= 6.306$$

เส้นพิกัดควบคุมใหม่จะแคบลงและสามารถนำไปใช้กับการเก็บข้อมูลครั้งต่อไปได้

4. **แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ (Control Charts for Attributes)**

ข้อมูลแบบคุณภาพ (Attributes) หมายถึง ลักษณะหรือคุณสมบัติทางคุณภาพ (Quality Characteristics) ที่ชี้ให้เห็นว่าดีหรือเสีย ลักษณะของคุณภาพนั้นมี 2 แบบ คือ แบบที่วัดเป็นตัวเลขไม่ได้ เช่น สี การแตกหัก หรือชิ้นส่วนที่หายไป

4.1 แผนภูมิควบคุมสำหรับอัตราส่วนของเสีย (Control Charts for Fraction Defective: P charts) เป็นแผนภูมิ แสดงถึงอัตราส่วนของเสีย (Fraction Defective) ในตัวอย่างหรือกลุ่มตัว อย่าง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดค่าอัตราส่วนของเสียของประชากร มีสมการดังนี้

$$p = \frac{np}{n}$$

p = อัตราส่วนของเสียในกลุ่มหรือตัวอย่าง

n = จำนวนทั้งหมดในกลุ่มหรือตัวอย่าง

np= จำนวนชิ้นของเสีย

<u>ตัวอย่าง 3</u> การเก็บข้อมูลจากโรงงานผลิตเตารีดไฟฟ้า ว่ามีของเสียที่ต้องทิ้งในแต่ละวัน จากจำนวนตัวอย่าง (n) 300 ตัวอย่างในแต่ละวัน

วันที่	จำนวนของเสีย (np)	อัตราส่วนของเสีย (p)	หมายเหตุ
1	5	0.017	
2	7	0.023	
3	8	0.027	
4	16	0.053	เปลี่ยนคนงาน
5	2	0.007	เปลี่ยนอุปกรณ์
รวม	38	0.127	

หลังจาก.เก็บข้อมูลและบันทึกค่า np และคำนวณค่า p แล้ว จะคำนวณหาเส้นพิกัดควบคุม จากสูตรดังนี้

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

กรณีค่า LCL มีค่า < 0 ให้ = 0

$\bar{p}$ = อัตราส่วนของเสียเฉลี่ยทั้งหมดคำนวณ ได้จาก $\frac{\sum np}{\sum n}$

n = จำนวนตรวจสอบในแต่ละกลุ่ม

ดังนั้น $\bar{p}$ = (38) / (5*300)

= 0.025

และ

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$= 0.025 + 3\sqrt{\frac{0.025(1-0.025)}{300}}$$

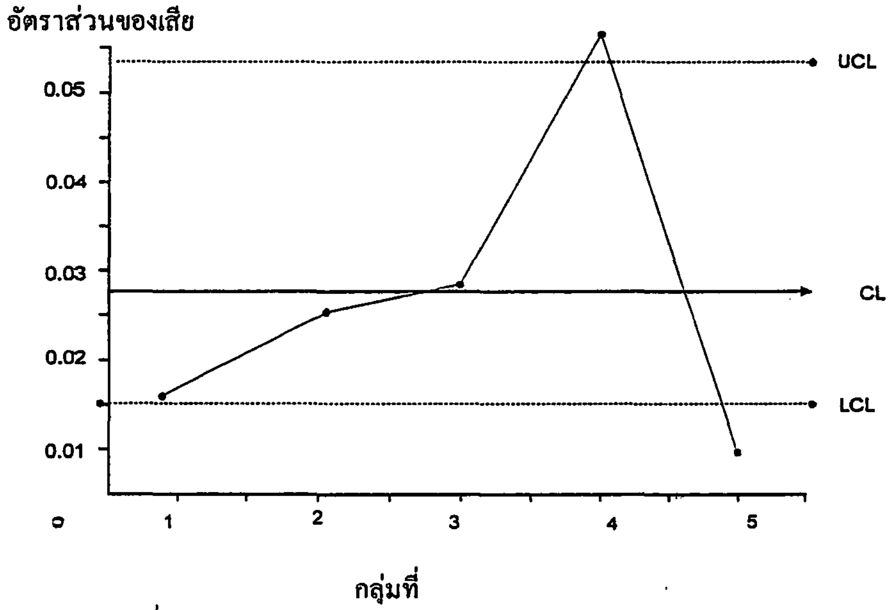
= 0.052

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$= 0.025 - 3\sqrt{\frac{0.025(1-0.025)}{300}}$$

$$= 0.016$$

จากนั้นนำมาเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



รูปที่ 10 แผนภูมิ p

แผนภูมิที่ได้ ถ้ามีจุดที่อยู่นอกเส้นพิกัดควบคุมสูงโดยเป็นผลมาจากสาเหตุที่ระบุได้จะต้องคำนวนเส้นพิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้

$$\bar{p}_n = \frac{\sum np - np_d}{\sum n - n_d}$$

np_d = จำนวนของเสียในกลุ่มที่ตัดทิ้ง

n_d = จำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ตัดทิ้ง

จะได้

$$\bar{p}_n = (38 - 16 - 2) / (1500 - 300 - 300)$$

$$= 0.022$$

และคำนวณเส้นพิกัดควบคุมใหม่ ดังนี้

$$UCL = p' + 3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$$

$$LCL = p' - 3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$$

เมื่อ p' คือสัดส่วนของเสียของประชากร

ดังนั้น

$$UCL = 0.022 + 3\sqrt{\frac{0.022(1-0.022)}{300}}$$

$$= 0.047$$

$$LCL = 0.022 - 3\sqrt{\frac{0.022(1-0.022)}{300}}$$

$$= 0.0$$

การนำแผนภูมิที่ได้ไปใช้ในครั้งต่อไป ต้องประมาณค่าอัตราส่วนของเสียใหม่จนกว่าการเปลี่ยนแปลงข้อมูลคงที่ จึงใช้แผนภูมินั้นได้เลย

4.2 *แผนภูมิควบคุมสำหรับจำนวนของเสีย (np Charts)* มีลักษณะเหมือนกับแผนภูมิ p โดยมีเส้นพิกัดควบคุมดังนี้

$$UCL = n\overline{p} + 3\sqrt{n\overline{p}(1-\overline{p})}$$

$$LCL = n\overline{p} - 3\sqrt{n\overline{p}(1-\overline{p})}$$

$n\overline{p}$ คือ จำนวนของเสียเฉลี่ย ซึ่งคำนวณได้จาก $(\sum np)/\sum n$

n คือ จำนวนตรวจสอบในแต่ละกลุ่ม

เส้นพิกัดต้องเป็นเลขจำนวนเต็ม

ค่ากึ่งกลาง CL $= n\overline{p}$

<u>ตัวอย่าง 4</u> ในการควบคุมคุณภาพของแผ่นดิสค์เก็ต จากการเก็บตัวอย่าง แผ่นดิสค์เก็ตวันละ 200 แผ่น เป็นเวลา 25 วัน ปรากฏผลดังนี้

วันที่	จำนวนชิ้นที่เสีย	วันที่	จำนวนชิ้นที่เสีย
1	2	16	4
2	2	17	2
3	1	18	3
4	3	19	1
5	1	20	6
6	5	22	4
8	4	23	3
9	2	24	2
10	1	25	2
11	4	26	4
12	6	27	1
13	2	29	5
15	5		

เส้นพิกัดควบคุมหาได้ดังนี้

CL = (75)/((25)

= 3

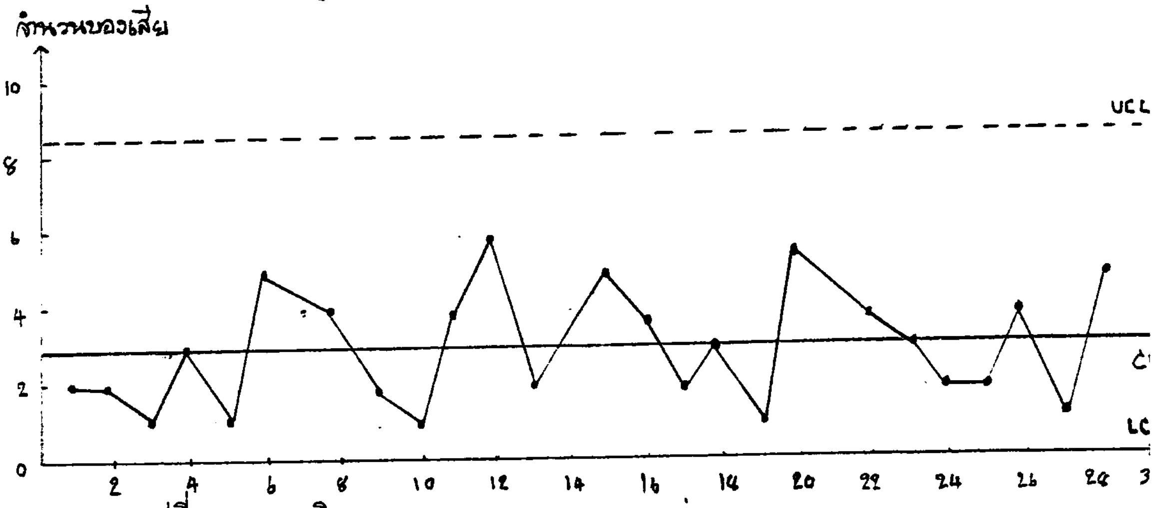
UCL $= 3+3\sqrt{3(1-3/25)}$

= 8.517

LCL $= 3-3\sqrt{3(1-3/25)}$

= 0

จากนั้นนำมาเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



รูปที่ 11 แผนภูมิ np วันที่

จากแผนภูมิ แสดงว่า กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม ถ้าระดับการควบคุมนี้คงที่ เราถือว่า จำนวนของเสียที่แท้จริงจากกระบวนการนี้เฉลี่ย เท่ากับ 3

4.3 แผนภูมิควบคุมสำหรับจำนวนรอยตำหนิ (Control Charts for Number of Defective) รอยตำหนิ หมายถึง คุณสมบัติที่ไม่คล้อยตามข้อกำหนดทางเทคนิค (not conform to specifications) ;ต้องเป็นจำนวนเต็ม

ตัวอย่าง 5 ข้อมูลจำนวนรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์พลาสติก

วันที่	จำนวนรอยตำหนิ	หมายเหตุ
1	7	
2	6	
3	6	
4	3	
5	22	แม่แบบติดกัน
รวม	44	

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูล โดยบันทึกจำนวนรอยตำหนิและหมายเหตุ แล้วทำการคำนวนพิกัดควบคุมโดยใช้สูตรดังนี้

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

$\bar{c}$ คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนรอยตำหนิของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\sum c/m$

m คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

c คือ จำนวนรอยตำหนิ

จะได้

$$\bar{c} = 44 / 5$$

$$= 8.8$$

ดังนั้น

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$= 8.8 + 3\sqrt{8.8}$$

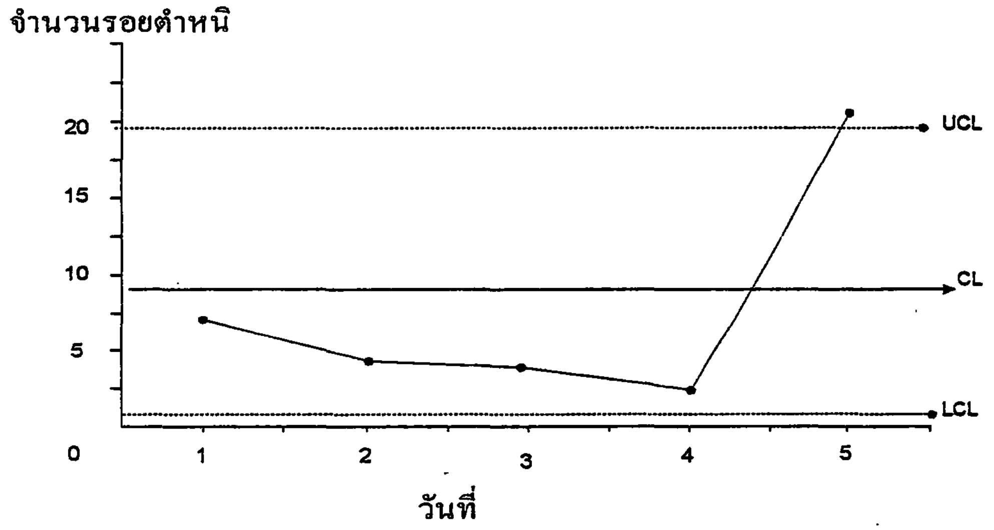
$$= 17.69$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$= 8.8 - 3\sqrt{8.8}$$

$$= 0$$

แผนภูมิที่ได้จะมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 12 แผนภูมิ c

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิหากมีจุดที่อยู่นอกการควบคุมและหาสาเหตุได้ ต้องมีการคำนวณพิกัดควบคุมใหม่ โดย

$$\bar{c}_n = \frac{\sum c - c_d}{m - m_d}$$

c_d คือ จำนวนรอยตำหนิในกลุ่มที่ตัดทิ้ง

m_d คือ ขนาดกลุ่มที่ต้องตัดทิ้ง

จากแผนภูมิ ได้ว่า

$$\bar{c}_n = \frac{\sum c - c_d}{m - m_d}$$

= (44 - 22) / (5 - 1)

= 5.5

และ

$$UCL = c' + 3\sqrt{c'}$$

เมื่อ c' คือจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยของประชากร

ดังนั้น

UCL $= 5.5 + 3\sqrt{5.5}$

= 12.53

$$LCL = c' - 3\sqrt{c'}$$

$= 5.5 - 3\sqrt{5.5}$

= 0

พิกัดควบคุมที่ได้จะนำไปใช้ควบคุมสำหรับข้อมูลชุดใหม่ถัดไป

4.4 *แผนภูมิรอยตำหนิต่อหน่วย (Defects-Per-Unit ;u charts)* แปลงมาจากแผนภูมิ c แผนภูมิ u อาจเข้าใจง่ายและสะดวกกว่า การคำนวนทำเช่นเดียวกัน จากสูตร

$$u = \frac{c}{n}$$

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

c : จำนวนรอยตำหนิของกลุ่มตัวอย่าง

n : จำนวนตรวจสอบในกลุ่มตัวอย่าง

u : จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{u}$: รอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

พิกัดควบคุม หาได้ดังนี้

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

ตัวอย่าง 6 ในการสุ่มตัวอย่างเครื่องเสียงมาตรวจสอบในแต่ละวัน วันละ 45 เครื่อง ได้ข้อมูลดังนี้

วันที่	จำนวนรอยตำหนิ (c)	รอยตำหนิต่อหน่วย (u)
1	36	0.80
2	48	1.07
3	45	1.00
4	68	1.51
5	77	1.71
รวม	274	6.09

จากข้อมูลจะได้

$\bar{u}$ = 274 / (5 *45)

= 1.22

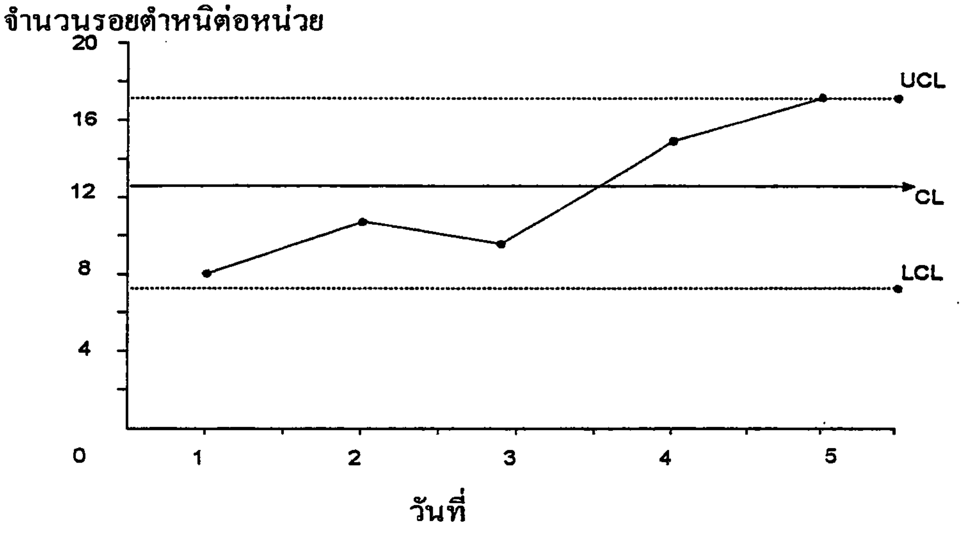
$$UCL = 1.22 + 3\sqrt{\frac{1.22}{45}}$$

= 1.71

$$LCL = 1.22 - 3\sqrt{\frac{1.22}{45}}$$

= 0.73

มีลักษณะแผนภูมิดังนี้



รูปที่ 13 แผนภูมิ u

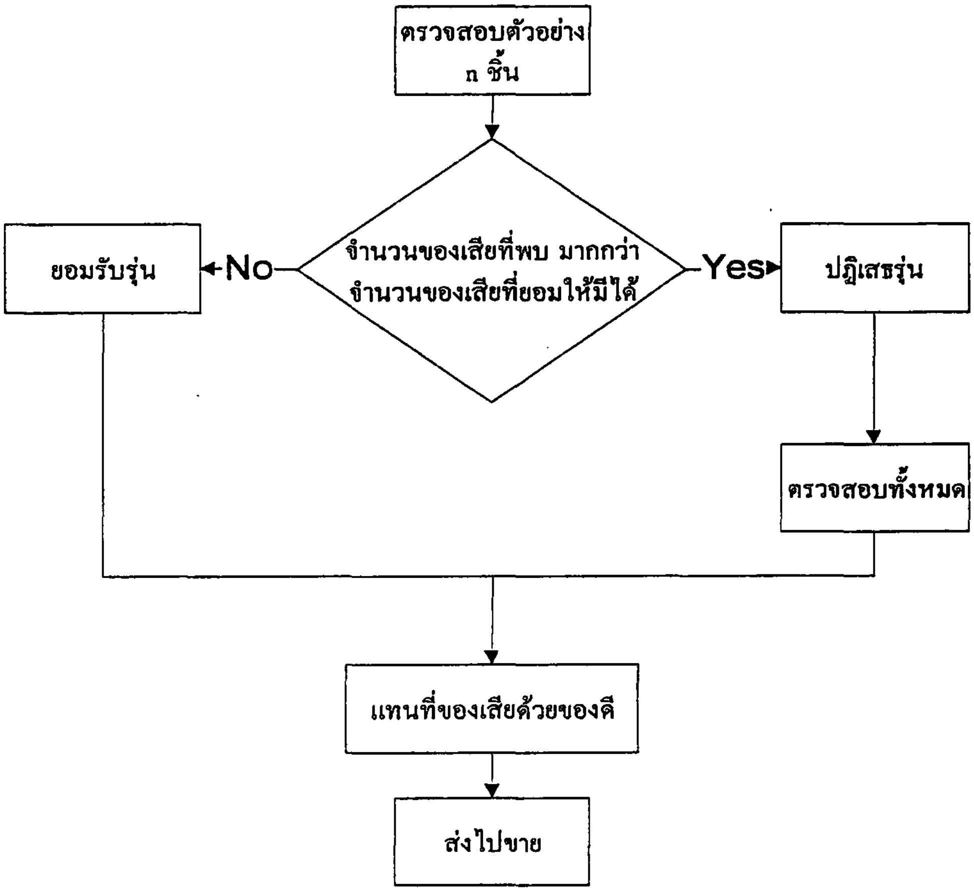
จากแผนภูมิไม่มีจุดอยู่นอกพิกัดเลย ดังนั้นไม่ต้องคำนวนพิกัดใหม่ เมื่อนำไปใช้กับข้อมูลต่อไป

<u>*เรื่องที่ 3 การควบคุมผลิตภัณฑ์ (Product Control)*</u>

1. **การควบคุมผลิตภัณฑ์** หมายถึง การตรวจสอบสินค้าที่ผลิตได้ว่ามีคุณภาพตรงตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานหรือไม่ แล้วทำการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งการตรวจสอบอาจทำก่อนการผลิต ระหว่างการผลิต หรือหลังการผลิตก็ได้ แต่การตรวจสอบสินค้าทั้งหมดบางครั้งไม่สะดวก จึงจำเป็นต้องใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เช่น ถ้ามีหลอดไฟจำนวนมาก แต่ต้องการตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปจำหน่ายหรือไม่ เราสามารถสุ่มตัวอย่างหลอดไฟมาทดสอบเพื่อการยอมรับได้

2. **การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ** หมายถึง ขบวนการในการตัดสินใจ โดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น ในการตรวจสอบตัวอย่างเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธรุ่นดังกล่าว การสุ่มตัวอย่างมีดังนี้

2.1 ***การสุ่มตัวอย่างเดี่ยว*** หมายถึงการหยิบตัวอย่างเพียงครั้งเดียว ก็สามารถตัดสินใจได้ว่าจะยอมรับรุ่นนั้นหรือไม่ สามารถเขียนแผนภูมิได้ ดังรูป



รูปที่ 14 แผนภูมิการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวเพื่อการยอมรับ

แผนการสุ่มตัวอย่างโดยทั่วไปจะอธิบายโดยใช้เส้นโค้ง oc (Operating Characteristic Curves) ซึ่งแสดงถึงความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่น (P_a) ที่ค่าอัตราส่วนของเสีย (p')ต่าง ๆ กัน

<u>ตัวอย่าง 1</u> แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว เมื่อกำหนด n = 50 , c = 3, อัตราส่วนของเสีย (p') เป็น 8 % ให้หาความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่น (P_a) และความน่าจะเป็นในการปฏิเสธรุ่น (P_r)

จากการเปิดตาราง C ที่ np' มีค่า (50)(0.08) = 4

ได้ค่าความน่าจะเป็นที่จะพบของเสีย 4 ชิ้น P(x=4) มีค่าเป็น 0.195

และความน่าจะเป็นที่จะพบของเสียน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 ชิ้น P(x ≤ 4) มีค่าเป็น 0.433

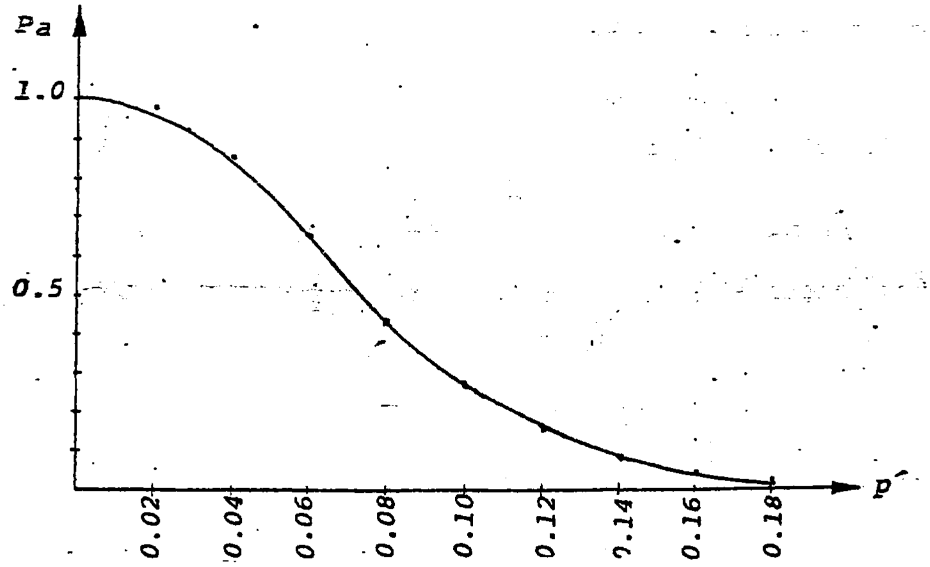
นั่นคือ ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นมีค่า 0.433

ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธรุ่นมีค่า เป็น (1 - 0.433) = 0.567

<u>ตัวอย่าง2</u> กรณีที่มีค่า p' หลายค่า เราสามารถหาค่าของ P_a ได้หลายค่าดังตาราง

p'	np'	P_a
0.02	1	0.981
0.04	2	0.857
0.06	3	0.647
0.08	4	0.433
0.10	5	0.265
0.12	6	0.151
0.14	7	0.081
0.16	8	0.043
0.18	9	0.021

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า p' และค่า P_a สามารถแสดงได้โดยกราฟที่เรียกว่า *เส้นโค้งแสดงคุณสมบัติในเชิงปฏิบัติ (OC curve)*



รูปที่ 15 เส้นโค้งแสดงคุณสมบัติในเชิงปฏิบัติ

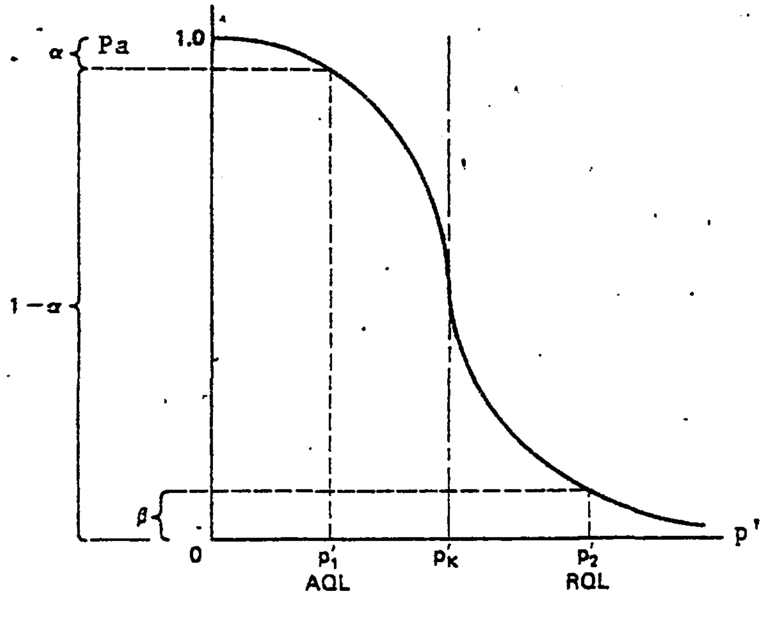
การตัดสินใจทางสถิติ สามารถแสดงให้เห็นดังตาราง

การตัดสินใจ	คุณภาพของผลิตภัณฑ์	
	ดี	ไม่ดี
ยอมรับ	ถูกต้อง	ความผิดพลาดแบบที่2
ปฏิเสธ	ความผิดพลาดแบบที่1	ถูกต้อง

ความน่าจะเป็นในการเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I error) คือ ความเสี่ยงของผู้ผลิต (α)

ความน่าจะเป็นในการเกิดความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II error) คือ ความเสี่ยงของผู้บริโภค (β)

ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคต่างต้องการให้มีค่า α และค่า β น้อย ๆ



รูปที่ 16 เส้นโค้งแสดงคุณสมบัติเชิงปฏิบัติ (ต่อ)

ณ จุด p'_1 หา P_{a1} ได้จาก $\alpha = 1 - P_{a1}$

ณ จุด p'_2 หา P_{a2} ได้จาก $\beta = Pa2$

AQL คือ คุณภาพที่ทางผู้ผลิตตั้งเป้าหมายไว้ว่า สินค้าที่ผลิตได้จะมีโอกาสได้รับความผิดพลาดในการปฏิเสธรุ่นที่ดีได้เท่ากับ α

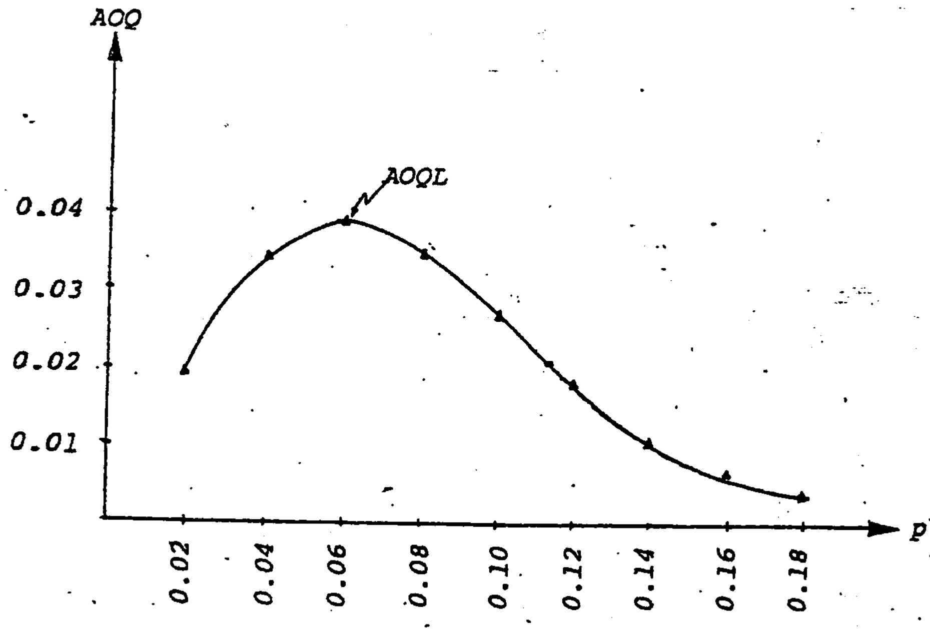
LTPD คือ คุณภาพที่ผู้บริโภคอนุโลม หรือยอมรับสินค้าไว้ โดยมีโอกาสผิดพลาดที่จะยอมรับรุ่นที่ไม่ดีเท่ากับ β

AOQ (Average Outgoing Quality) หมายถึง คุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการตรวจสอบ หาได้จากสูตร $AOQ = p' * P_a$

<u>ตัวอย่าง 3</u> กำหนดแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว เมื่อ n = 50 , c = 3, โดยกำหนดอัตราส่วนของเสีย (p') ที่ค่าต่าง ๆ กัน จากตาราง C ได้ค่า P_a และคำนวนค่า AOQ ได้ดังตาราง

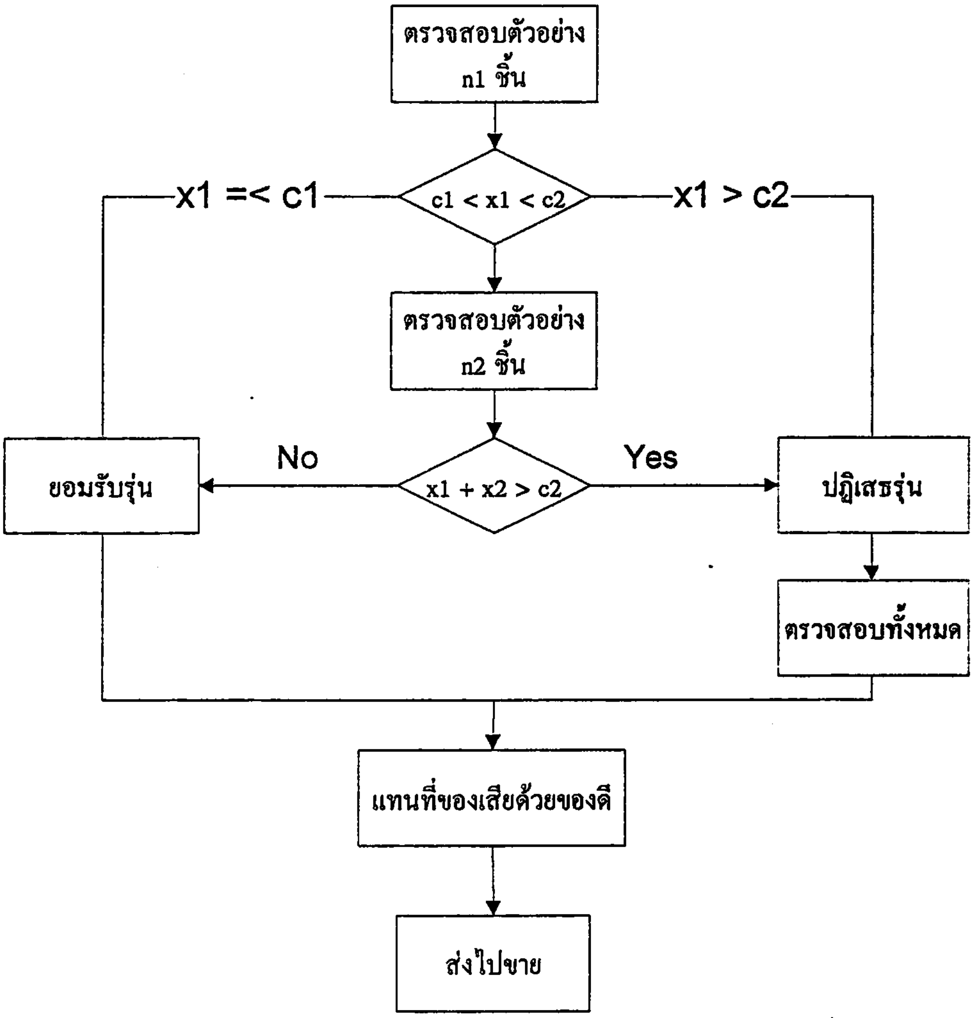
p'	P_a	AOQ
0.02	0.981	0.0196
0.04	0.857	0.0343
0.06	0.647	0.0388
0.08	0.433	0.0346
0.10	0.265	0.0265
0.12	0.151	0.0181
0.14	0.081	0.0113
0.16	0.043	0.0067
0.18	0.021	0.0038

นำมาเขียนกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 17 เส้นโค้ง AOQ

1.2 *แผนการสุ่มตัวอย่างคู่* เกี่ยวข้องกับการหยิบตัวอย่าง 2 ครั้ง การตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธอาจทำได้ทันทีหลังจากการหยิบตัวอย่างแรก หรืออาจมีการหยิบตัวอย่างเป็นครั้งที่สอง สามารถเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



n1 คือ ขนาดของตัวอย่างแรก

n2 คือ ขนาดของตัวอย่างที่สอง

c1 คือ จำนวนของเสียที่ยอมให้มีได้ ในตัวอย่างแรก

c2 คือ จำนวนของเสียที่ยอมให้มีได้ ในสองตัวอย่างรวมกัน

x1 คือ จำนวนของเสียที่พบในตัวอย่างแรก

x2 คือ จำนวนของเสียที่พบในสองตัวอย่างรวมกัน

รูปที่ 18 แผนภูมิการสุ่มตัวอย่างคู่เพื่อการยอมรับ

<u>ตัวอย่าง4</u> กำหนดอัตราของเสีย (p') 0.01 โดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างคู่ N = 2400.

n_1 = 150, n_2 = 200, c_1 = 1, c_2 = 4 จงหา

ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นจากตัวอย่างที่ 1 (P_{a1})
ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธรุ่นจากตัวอย่างที่ 1 (P_{r1})
ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นจากตัวอย่างที่ 2 (P_{a2})
ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธรุ่นจากตัวอย่างที่ 2 (P_{r2})

$P_{a1} = P(0 \leq x_1 \leq 1 / n_1p' = 1.5)$

$= 0.558$: จากตาราง C

$P_{a2} = P(x_1 = 2 / n_1p' = 1.5) * P(x_2 \leq 2 / n_2p' = 2)$

$+ P(x_1 = 3 / n_1p' = 1.5) * P(x_2 \leq 1 / n_2p' = 2)$

$+ P(x_1 = 4 / n_1p' = 1.5) * P(x_2 = 0 / n_2p' = 2)$

$= (0.251)(0.677) + (0.126)(0.406) + (0.047)(0.135)$: ตาราง C

$= 0.227$

$P_{aรวม} = P_{a1} + P_{a2}$

$= 0.558 + 0.227$

$= 0.785$

$P_{r1} = P(x_1 > 4 / n_1p' = 1.5)$

$= 1 - P(x_1 \leq 4 / n_1p' = 1.5)$

$= 1 - 0.982$

$= 0.018$

$P_{r2} = 1 - P_{a1} - P_{r1} - P_{a2}$

$= 1 - 0.558 - 0.018 - 0.227$

$= 0.197$

$P_{rรวม} = 1 - P_{aรวม}$

$= P_{r1} + P_{r2}$

$= 0.197 + 0.018$

$= 0.215$

จำนวนตัวอย่างสุ่มโดยเฉลี่ย (ASN)

แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว

ASN $= n$: n คือขนาดตัวอย่าง

แผนการสุ่มตัวอย่างคู่

ASN $= n_1 + n_2 [1 - P_{a1} - P_{r1}]$

n_1 : ขนาดตัวอย่างแรก

n_2 : ขนาดตัวอย่างที่สอง

P_{a1} : ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นจากตัวอย่าง 1

P_{r1} : ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธรุ่นจากตัวอย่าง 2

<u>ตัวอย่าง 5</u> จากตัวอย่าง 4 คำนวนหาจำนวนตัวอย่างสุ่มโดยเฉลี่ย (ASN) ได้จาก

ASN $= n_1 + n_2 [1 - P_{a1} - P_{r1}]$

$= 150 + 200[1 - 0.558 - 0.018$

$= 234.8$

แสดงว่าโดยเฉลี่ย สุ่มตัวอย่าง 235 ตัวอย่าง

จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ยต่ำสุด (ATI)

แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว

$ATI = n + (1 - p_a)(N - n)$

N : ขนาดรุ่น

n : ขนาดตัวอย่าง

P_a : ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่น

แผนการสุ่มตัวอย่างคู่

$ATI = n_1(P_{a1}) + (n_1 + n_2)(P_{a2}) + N(1 - P_{a\text{รวม}})$

N : ขนาดรุ่น

n_1 : ขนาดตัวอย่างแรก

n_2 : ขนาดตัวอย่างสอง

P_{a1} : ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นจากตัวอย่าง 1

P_{a2} : ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นจากตัวอย่าง 2

$P_{a\text{รวม}}$: ความน่าจะเป็นในการยอมรับรุ่นจากตัวอย่างทั้งหมด

<u>ตัวอย่าง 6</u> จากตัวอย่าง 4 คำนวนหาจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ยต่ำสุด (ATI) ได้

$$ATI = n_1P_{a1} + (n_1 + n_2)(P_a)_2 + N(1 - P_{a\text{รวม}})$$

$$= 150(0.558) + (150 + 200)(0.227) + 2{,}400(1 - 0.785)$$

$$= 124$$

ดังนั้น จำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ยต่ำสุด เป็น 124 ตัวอย่าง

3. ตารางมาตรฐานสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบคุณภาพ แผนการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มจากแต่ละรุ่นแบบคุณภาพ ได้ทำให้ง่ายขึ้น โดยทำเป็นตารางมาตรฐานสำเร็จรูป

3.1 แผนตัวอย่างมาตรฐานของกรมทหาร 105 D จะใช้ AQL เป็นดรรชนีในการหาขนาดตัวอย่าง มี 2 แบบ คือแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว และแผนการสุ่มตัวอย่างคู่ ซึ่งแต่ละแบบจะมี 3 ลักษณะคือ การตรวจสอบแบบปกติ แบบผ่อนคลาย และแบบเข้มงวด นอกจากนั้นยังมีระดับความรัดกุมในการตรวจสอบอีก 4 ระดับ คือ ระดับ 1,2 ,3 และ 4

<u>ตัวอย่าง7</u> ต้องการหาแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว และแผนการสุ่มตัวอย่างคู่ โดยกำหนดขนาดรุ่น 1,000 ชิ้น AQL = 2.5 % มีการตรวจสอบแบบปกติ ระดับความรัดกุมในการตรวจสอบ อยู่ในระดับ 2

จากตาราง 7.1

ขนาดรุ่น 1000 ชิ้น การตรวจสอบระดับ 2 ได้ระหัสอักษรเป็น J

จากตาราง 7.2 A สำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว

ที่ระหัสอักษร J ได้ขนาดตัวอย่าง เป็น 80 และจำนวนของเสียที่ยอมให้มีได้เป็น 5 และถ้าจำนวนของเสีย มีตั้งแต่ 6 ขึ้นไป จะปฏิเสธรุ่นนั้นทันที

ดังนั้น แผนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ $n = 80$ และ $c = 5$

จากตาราง 7.3 A สำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างคู่

ที่ระหัสอักษร J ได้ขนาดตัวอย่างในการสุ่มทั้ง 2 ครั้งเป็น 50 โดยในการสุ่มครั้งแรกยอมให้มีของเสีย 2 ชิ้น แต่ถ้ามีของเสีย 3 หรือ 4 ชิ้น หรือ 5 ชิ้น ให้ทำการสุ่มครั้งที่ 2 และถ้ามีของเสียในครั้งแรกเป็น 6 ชิ้นหรือมากกว่า 6 ชิ้น ขึ้นไป ให้ปฏิเสธรุ่นนั้น โดยไม่ต้องสุ่มครั้งที่ 2 หลังจากสุ่มครั้งที่ 2 แล้ว จะยอมให้มีของเสียรวมกัน 2 ครั้ง น้อยกว่า 6 ชิ้น จะยอมรับรุ่น

ดังนั้น แผนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ $n_1 = 50$ $c_1 = 2$

$n_2 = 50$ $c_2 = 6$

3.2 *แผนการสุ่มตัวอย่าง Dodge-Romig* จุดมุ่งหมายเพื่อลดจำนวนผลิตภัณฑ์ตรวจสอบโดยเฉลี่ยทั้งหมด แบ่งเป็น

แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว

เมื่อกำหนด AOQL มีค่า 3.0% 2.0% 2.5%

LTPD มีค่า 1.0% 2.0% 5.0%

แผนการสุ่มตัวอย่างคู่

เมื่อกำหนด AOQL มีค่า 3.0%

LTPD มีค่า 1.0%

<u>ตัวอย่าง 8</u> ต้องการหาแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว กำหนด AOQL = 3.0% ขนาดของรุ่น เป็น 1,000

จากตาราง 7.10 จะได้ n = 80 c = 4 และได้ค่า LTPD = 9.8 %

ดังนั้น

แผนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ n = 80 และ c = 4 และ LTPD = 9.8 %

<u>ตัวอย่าง 9</u> ต้องการหาแผนการสุ่มตัวอย่างคู่ กำหนด LTPD = 1.0% ขนาดของรุ่นเป็น 4,400 ค่าเฉลี่ยของขบวนการ (Process Average) เป็น 0.05 %

จากตาราง 7.13 ได้ค่า n1 = 275 n2 = 565

c1 = 0 c2 = 565

AOQL = 0.28%

3.3 *แผนการสุ่มตัวอย่างตามลำดับ* ต้องกำหนดความเสี่ยงของผู้ผลิต และความเสี่ยงของผู้บริโภค

<u>ตัวอย่าง 10</u> กำหนด $p'_1 = 0.01$' $p'_2 =$'0.08 $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

ให้คำนวนหาเส้นการยอมรับ (d_1) และ เส้นการปฏิเสธ (d_2)

$d_1 = -h_1 + sn$

$d_2 = h_2 + sn$

s คือความชันของเส้นตรง

h_1 คือระยะที่เส้นการยอมรับตัดแกนตั้ง

h_2 คือระยะที่เส้นการปฏิเสธตัดแกนตั้ง

d_1 คือจำนวนของเสียสำหรับการยอมรับ มีค่าเท่ากับ $-h_1 + sn$

d_2 คือจำนวนของเสียสำหรับการปฏิเสธ มีค่าเท่ากับ $h_2 + sn$

n คือจำนวนชิ้นที่ตรวจสอบ

สามารถหาค่า h_1, h_2, และ s ได้จากตาราง D ได้ค่าดังนี้

$h_1 = 1.0458$

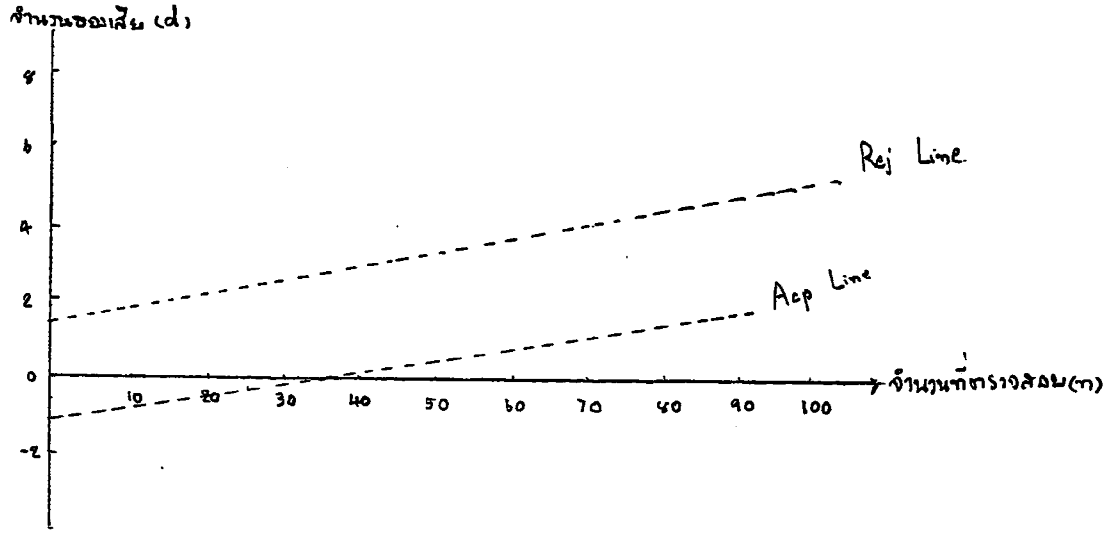
$h_2 = 1.3426$

$s = 0.03406$

การหาค่า Ac และ Re ก็แทนค่า n เป็น 1, 2, 3,...โดย Re คือ เลขจำนวนเต็มที่สูงกว่าหรือเท่ากับ d_2 และ Ac คือ เลขจำนวนเต็มที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ d1 ดังตาราง

จำนวนชิ้นที่ตรวจสอบ (n)	จำนวนของเสียที่ยอมให้มีได้(Ac)	จำนวนของเสียที่จะปฏิเสธ (Re)
1	# (ไม่มีการยอมรับ)	* (ไม่มีการปฏิเสธ)
:	:	:
5	# (ไม่มีการยอมรับ)	* (ไม่มีการปฏิเสธ)
:	:	:
10	#	2
:	:	:
20	#	3
:	:	:
35	0	3
:	:	:
50	0	4
:	:	:
65	1	4
:	:	:
80	1	5

สามารถแสดงในรูปของแผนภูมิการสุ่มตัวอย่างดังนี้



รูปที่ 19 แผนภูมิการสุ่มตัวอย่างตามลำดับ

4. แผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปร แบ่งเป็น k method และ M method โดยใช้ตารางมาตรฐานกรมทหาร 414

4.1 กรณี k method

<u>ตัวอย่าง11</u> กำหนดพิกัดสูงสุด(U) = 83 ขนาดของรุ่นเป็น 75 AQL = 1.25% ใช้การตรวจสอบระดับ 4 แบบปกติ

ขั้นที่ 1 จากตาราง A-2 ที่ขนาดรุ่น 75 การตรวจสอบระดับ 4 จะได้ระหัสอักษรเป็น F

ขั้นที่ 2 จากตาราง B-1 ที่ AQL = 1.25% การตรวจสอบปกติ และระหัสอักษร F จะได้ ขนาดตัวอย่าง (n) = 10 และ k = 1.58

ขั้นที่ 3 ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบจำนวน 10 ตัวอย่าง ได้ข้อมูลมีค่า 79, 76, 83, 84, 84, 81, 78, 85, 77 และ 82 แล้วคำนวนค่าเฉลี่ยตัวอย่าง ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

= (79+76+83+84+84+81+78+85+77+82)/7

= 565/7

= 80.7

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของรุ่น

$$s = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n}(x_i)^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{7(45,663) - 565^2}{7(7-1)}}$$

= 3.14

ขั้นที่4 คำนวนค่าพิกัดเดี่ยวสูงสุด(Q_U) = $(U - \overline{X})/S$

= (83 - 80.9) / (3.14)

= 0.72

ขั้นที่ 5 พิจารณาค่า 0.72 = Q_U < k = 1.58 จึงปฏิเสธรุ่นนี้

4.2 กรณี M method

ตัวอย่าง 12 กำหนดพิกัดสูงสุด(U) = 16.35 และพิกัดต่ำสุด(L)= 15.65 ขนาดของรุ่นเป็น 30 AQL = 0.65% ใช้การตรวจสอบระดับ 4 แบบปกติ

ขั้นที่ 1 จากตาราง A-2 ที่ขนาดรุ่น 30 การตรวจสอบระดับ 4 จะได้ระหัสอักษร เป็น D

ขั้นที่ 2 จากตาราง B-3 ที่ AQL = 0.65% การตรวจสอบปกติ และระหัสอักษร D จะได้ ขนาดตัวอย่าง (n) = 5 และ M = 1.33

ขั้นที่ 3 ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบ จำนวน 5 ชิ้นได้ข้อมูลดังนี้ 16.10 15.80 15.85 16.25 16.15 และ คำนวนค่าเฉลี่ยตัวอย่าง

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

= (16.10+15.8+15.85+16.25+16.15)/5

= 80.15/5

= 16.03

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของรุ่น

$$s = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n}(x_i)^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}{n(n-1)}}$$

$$s = \sqrt{\frac{5(1284.95) - (80.15)^2}{5(5-1)}}$$

= 0.194

ขั้นที่4 คำนวนค่าดรรชนีคุณภาพสูงสุด(Q_U) = $(U - \overline{X})/S$

= (16.35 - 16.03) / (0.194)

= 1.65

นำไปเปิดตาราง B-5 ได้ค่าพิกัดสูงสุด P_U = 1.28

และดรรชนีคุณภาพต่ำสุด(Q_L) = $(\overline{X} - L)/S$

= (16.03 - 15.65) / (0.194)

= 1.96

นำไปเปิดตาราง B-5 ได้ค่าพิกัดต่ำสุด P_L = 0.0

ดังนั้น ค่าประมาณเปอร์เซ็นต์ของเสียของรุ่น(p) = $P_U + P_L$

= 1.28 + 0

= 1.28

ขั้นที่ 5 พิจารณาค่า $p = 1.28 < 1.33 = M$ จึงยอมรับรุ่นนี้

บทที่ 4
การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วนสอนสำหรับโครงงานนี้ ได้ใช้หลักการจากทฤษฎีมาประยุกต์ใช้

4.1 คุณลักษณะโปรแกรมที่จะออกแบบและพัฒนา

1. สามารถแสดงรูปภาพที่มีสีสันสวยงาม มีทั้งรูปภาพนิ่ง และรูปภาพ ที่เคลื่อนไหวได้ และคำบรรยายประกอบรูปที่เป็นทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้
2. บทเรียนที่จะแสดงจะแบ่งเป็นหัวข้อ แต่ละหัวข้อจะเสนอบทเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ
3. เนื้อหาบทเรียนของแต่ละหัวข้อไม่ต้องศึกษาต่อเนื่องกัน เรียนหัวข้อไหนก่อนหรือหลังก็ได้
4. ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน
5. ง่ายต่อการเข้าใจตัวโปรแกรม สำหรับผู้สนใจที่จะนำไปศึกษาและพัฒนาต่อไป

4.2 ลำดับขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. เลือกเรื่องที่จะนำมาใช้เป็นบทเรียน

ปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาการควบคุมคุณภาพเป็นบทเรียน เพราะเป็นวิชาเลือกในหลักสูตรภาควิชาสถิติประยุกต์ นักศึกษาโดยมากจะเรียนในชั้นปีที่ 4 เมื่อมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะได้นำไปใช้ประกอบการเรียนในขั้นนี้ และยังเป็นหัวข้อศึกษาของนักศึกษารุ่นต่อๆ ไปได้

2. เลือกระบบคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้พัฒนาด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพราะเป็นเครื่องที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไป จึงหาใช้งานได้ง่าย และเป็นจอ VGA Color เพราะมีความละเอียดในการแสดงสูง สามารถใช้สีสันเพื่อดึงดูดความสนใจผู้ใช้

3. เลือกวิธีการพัฒนา

ปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกวิธีการพัฒนาแบบการใช้ตัวแปลภาษาเนื่องจากข้อดีดังได้กล่าวแล้วในบทที่ 2 โดยเลือกใช้ภาษาซีในการพัฒนา และใช้บอร์แลนด์ซีพลัสพลัสเป็นตัวแปลภาษา เพราะภาษาซีเป็นภาษาที่มีโครงสร้างทางภาษาที่ดี ทำให้ผู้ที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป และทำความเข้าใจโปรแกรมได้ไม่ยากนัก และผู้พัฒนาเองก็มีความรู้ทางด้านภาษาซีอยู่พอสมควร จึงไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้เพิ่มมากนัก

4. การออกแบบและสร้างบทเรียน

ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบ ได้วางแนวคิดว่าจะให้บทเรียนที่ออกมามีลักษณะอย่างไร แสดงอะไรบ้าง แล้วจึงทำการออกแบบและเขียนโปรแกรม ก่อนอื่นต้องทำการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนให้ละเอียด และนำทฤษฎีมาสรุปใจความสำคัญให้สั้น กระทัดรัด และเข้าใจง่าย เพื่อเป็นเนื้อหาสำหรับบทเรียนที่จะสร้าง แล้วเขียนลำดับขั้นตอนการแสดงของบทเรียนว่าต้องให้แสดงเนื้อหาอะไรบ้าง และแสดงอย่างไร แล้วจึงเขียนโปรแกรมแสดงรูปและคำอธิบายตามลำดับขั้น ให้สามารถสื่อความหมายให้ดีที่สุด การเขียนโปรแกรมที่ออกแบบไว้ทั้งหมด ภาษาที่จะนำมาใช้จะเป็นภาษา C การทำงานตามขั้นตอนนี้จะแบ่ง การทำงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก เตรียม source code ซึ่งจะออกมาในรูปของ text file ที่มีไวยกรณ์ถูกต้อง การเขียนโปรแกรมจะแบ่งโปรแกรมออกเป็นโปรแกรมย่อยๆ ซึ่งแต่ละโปรแกรมย่อยสามารถ ที่จะถูกเรียกใช้จากโปรแกรมอื่นๆได้อีก (function , procedure) โดยมีโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ดังนี้

4.1 โปรแกรมเกี่ยวกับการสร้างรูป โดยการออกแบบรูปภาพที่ต้องการลงบนกระดาษ แล้วกำหนดตำแหน่งบนจอภาพที่ต้องการให้รูปแสดง จากตำแหน่งบนจอภาพนำมาเขียนโปรแกรมวาดรูปโดยใช้คำสั่งต่างๆ เช่น การลากเส้น การสร้างรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ การกำหนดสี เป็นต้น ซึ่งต้องใช้ความพยายามสูงมากในการ กำหนดจุดที่ต้องการให้รูปแต่ละรูปแสดงออกมาทางหน้าจอ การทำรูปภาพให้เคลื่อนไหวก็ทำได้ไม่ยากนัก และไม่กินเนื้อที่การเก็บมากนัก

4.2 โปรแกรมสร้างตัวอักษรภาษาไทย กรรมวิธีในการแสดงผลของตัวอักษรแต่ละตัวจะใช้วิธีที่เรียกว่า บิทแมบ (BIT MAP) กล่าวคือจะกำหนดรูปแบบ

ของตัวอักษรแต่ละตัวด้วยตารางเมตริกซ์ที่มีขนาดแน่นอน แต่ละช่องของตารางจะแทนด้วยจุดที่มีสีและจุดที่ไม่มีสี แล้วจะทำการแปลงตารางที่กำหนดจุดไว้แล้ว ให้เป็นข้อมูลรหัสเลขฐานสองกลุ่มหนึ่ง โดยจะกำหนดให้จุดที่มีสีแทนด้วยบิทที่มีค่าเป็นหนึ่ง และจุดที่ไม่มีสีก็แทนด้วยบิทที่มีค่าเป็น 0 แล้วจึงนำกลุ่มของรหัสเลขฐานสองที่แทนตัวอักษรแต่ละตัวเหล่านี้มารวมกันเข้าเป็นกลุ่ม เก็บไว้ในตัวแปรค่าคงที่อาเรย์ในโปนแกรม สามารถอ้างอิงถึงแต่ละกลุ่มของรหัสเลขฐานสองด้วยรหัสที่กำหนดขึ้น การใช้งาน อ้างอิงข้อมูลในอาเรย์ด้วยรหัสของอักษรที่ต้องการจะนำออกมาแสดงบนจอภาพ โปรแกรมจะนำกลุ่มของข้อมูลที่แสดงรูปแบบของตัวอักษรที่ต้องการออกแสดงบนจอภาพ ในลัษณะเรียงทีละจุดบนจอภาพ จนได้เป็นรูปร่างตามต้องการ รหัสที่ใช้แทนอักษรในที่นี้ใช้รหัสตามมาตรฐานอุตสาหกรรม(สมอ.) ซึ่งรูปแบบต่าง ๆ ของตัวอักษรที่แสดง นี้เก็บไว้ในไฟล์ดังนี้

normal.fon	เก็บรูปแบบอักษรตัวปกติ
normal3.fon	เก็บรูปแบบอักษรตัวบาง
normalp24.fon	เก็บรูปแบบอักษรตัวใหญ่

ขั้นตอนต่อไปได้แก่การจัดเตรียม execute file โดยนำโปรแกรม (source code) ที่เขียนได้มาทำการ compiled และ link เข้าด้วยกัน

5. ทดสอบการใช้งานโปรแกรมเพื่อหาข้อผิดพลาดทั้งระหว่างการเขียนโปรแกรม ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับการแสดงรูปไม่เป็นไปตามต้องการ หรือโปรแกรมแสดงเนื้อหารวบรัดเกินไป ข้ามขั้นตอนเกินไป ทำให้ผู้เรียนเข้าใจยาก หรือใช้คำอธิบายที่ไม่เหมาะสมผู้เรียนอ่านแล้วไม่เข้าใจ ซึ่งข้อผิดพลาดเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดจาก การที่ผู้ออกแบบถ่ายทอดเนื้อหาทางทฤษฎีมาสู่ตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่ดีพอ ทั้งนี้เป็นเพราะผู้ออกแบบขาดความรู้และประสบการณ์ในการสื่อความหมาย รวมทั้งเข้าใจทฤษฎีไม่ละเอียดและลึกซึ้งพอ และข้อผิดพลาดหลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์แล้ว ข้อผิดพลาดจะเป็นการทำงานผิดพลาดของโปรแกรม ไม่ใช่จากไวยกรณ์ จึงเป็นการทดสอบการทำงานเพื่อที่จะหา bug ของโปรแกรม ซึ่งผลที่ได้อาจจะไม่เป็นตามที่วางไว้ ในการทดสอบจะใช้ทดสอบ 2 แบบ คือ

5.1 การส่งข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เมื่อมีข้อมูล ที่ผิดเข้าไป โปรแกรมจะทำงาน หรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงาน เมื่อผลลัพธ์ออกมาผิดก็หาทาง แก้ไข

5.2 การส่งข้อมูลที่เป็นไปตามข้อกำหนด หลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

6. สรุปความสามารถของระบบ หลังจากที่โปรแกรมทำงานได้ถูกต้อง สามารถตรวจสอบระบบแต่ละอย่างได้ดังนี้

6.1 On-line help เป็นการขอความช่วยเหลือ จากโปรแกรมจากขณะใดขณะหนึ่ง โปรแกรม ควรที่จะอธิบายการแก้ไขปัญหาต่างๆ เมื่อผู้ใช้กด key ขอความช่วยเหลือ

6.2 การควบคุมโปรแกรมนอก จะสามารถที่จะกำหนดการทำงาน interactive และ automatic แล้ว โปรแกรมควรจะสามารถเปลี่ยนทิศทางการทำงานของแต่ละแบบไปสู่อีกแบบหนึ่งได้ โดยที่แต่ละแบบการทำงานยังคงทำงานต่อเนื่องกันอยู่

7.จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานทั้งหมด

7.1 จัดเตรียม Document เป็นคู่มือประกอบการใช้งาน บอกถึงการใช้งานของโปรแกรมจริง รวมถึงตาราง QC ด้วย

7.2 จัดเตรียม Technical เป็นคู่มือประกอบการใช้งาน บอกถึง การทำงานของโปรแกรม โดยจะ บอก ถึงการทำงานของแต่ละโปรแกรมย่อยมีการทำงานอย่างไร ซึ่งอาจจะเขียนออกมา ในรูปของ flow charts ของแต่ละส่วนพร้อมทั้งอธิบายการทำงานของส่วนนั้น

7.3 จัดเตรียม Source code เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ปัญหาพิเศษนี้เสนอแนวทางการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการควบคุมคุณภาพ ตัวโปรแกรมทั้งหมดเขียนด้วยภาษาซี โดยใช้เทอร์โบ ซี และซีพลัสพลัส เวอร์ชั่น1 เป็นตัวแปลภาษา ทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนามีลักษณะดังนี้

1. การทำงานของโปรแกรม เป็นระบบกราฟิก ทำให้บทเรียนสามารถแสดงรูปภาพและเสียง ประกอบบทเรียนได้

2. มีคำอธิบายประกอบบทเรียนเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมทั้งสมการทางคณิตศาสตร์ และสูตรที่ใช้ในวิชาควบคุมคุณภาพ

3. บทเรียนวิชาควบคุมคุณภาพ ได้สร้างและเก็บไว้ใน database ในรูปของ Text file ทำให้ผู้ที่สนใจ สามารถใช้เป็นต้นแบบเพื่อนำไปศึกษาหรือพัฒนาบทเรียนในวิชาอื่น ๆ ต่อไปได้

ปัญหาพิเศษนี้ใช้เวลาดำเนินงานทั้งสิ้น 2 ภาคการศึกษา สามารถสร้างบทเรียนได้ 3 เรื่อง คือ สถิติเบื้องต้นสำหรับการควบคุมคุณภาพ การควบคุมขบวนการผลิต และการควบคุมผลิตภัณฑ์ ช่วงแรกของการดำเนินงาน เป็นการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบคอมพิวเตอร์ และชุดคำสั่งต่างๆ ในตัวแปลภาษาทั้งสอง ตลอดจนเนื้อหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ ส่วนใหญ่ได้รับความสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษา

หลังจากที่ได้ดำเนินงานมาตั้งแต่ต้นจนบรรลุวัตถุประสงค์ ได้พบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ยังขาดความสมบูรณ์อยู่บางประการ เช่น เนื้อหาของบทเรียนยังไม่มีคำถาม คำตอบเพื่อทดสอบความเข้าใจ อย่างไรก็ตาม การสร้างโปรแกรมได้เน้นไปในรูปแบบที่เป็น Tutorial ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนกลับไปกลับมาจนกว่าจะเข้าใจ

เพราะว่าการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เป็นการถ่ายทอดความคิดและจินตนาการของผู้ออกแบบออกมาเป็นตัวโปรแกรม ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้และ

ความคิดของผู้ออกแบบเป็นหลัก แต่เนื่องจากปัญหาพิเศษนี้จำกัดด้วยระยะเวลา ถ้าหากทุ่มเทให้การออกแบบบทเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็จะไม่มีเวลาไปออกแบบเรื่องอื่น นอกจากนี้การไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งพอ ทำให้เนื้อหาที่ถ่ายทอดออกมาไม่ชัดเจนพอ ระหว่างการทำงานนี้จึงต้องนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจดูเป็นระยะๆ

อย่างไรก็ดี โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำไปพัฒนาได้ต่อ หรือใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาใหม่ก็ได้

สำหรับผู้สนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ควรมีความรู้โดยละเอียดลึกซึ้งในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้ทางทฤษฎีของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียน

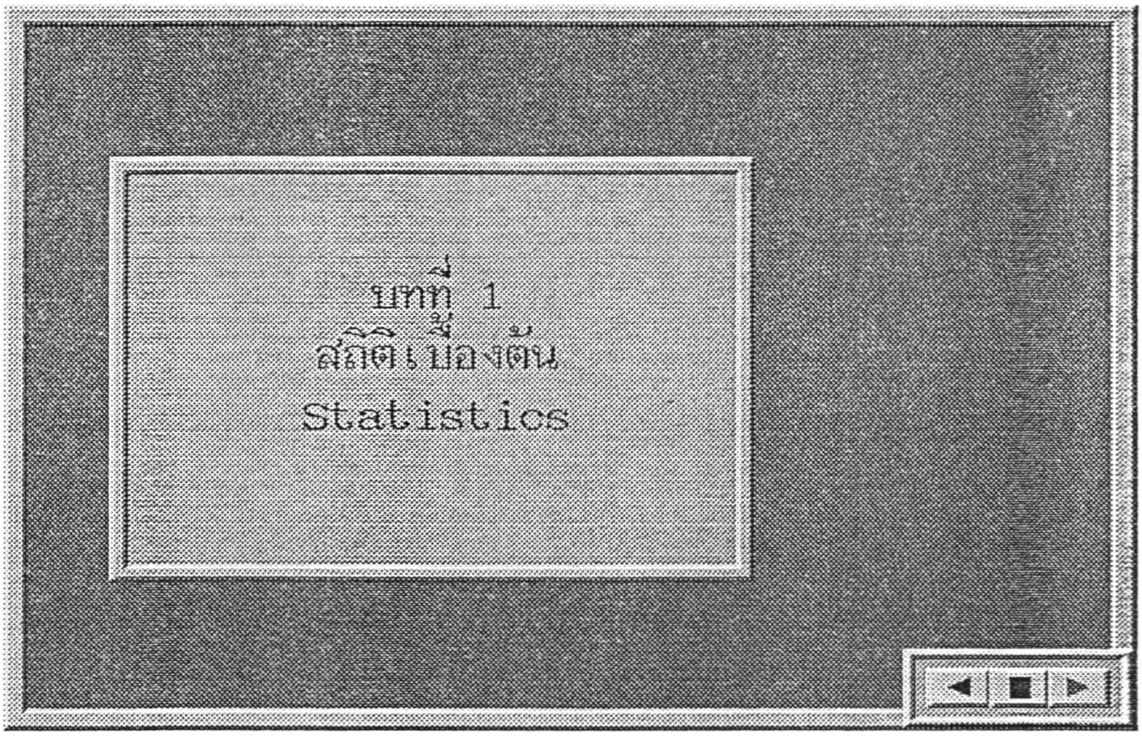
2. ความรู้เกี่ยวกับจิตวิทยาการถ่ายทอด จะต้องรู้ว่าควรนำเนื้อหาส่วนไหนมาแสดง และแสดงอย่างไร ผู้เรียนจึงไม่เกิดความเบื่อหน่าย

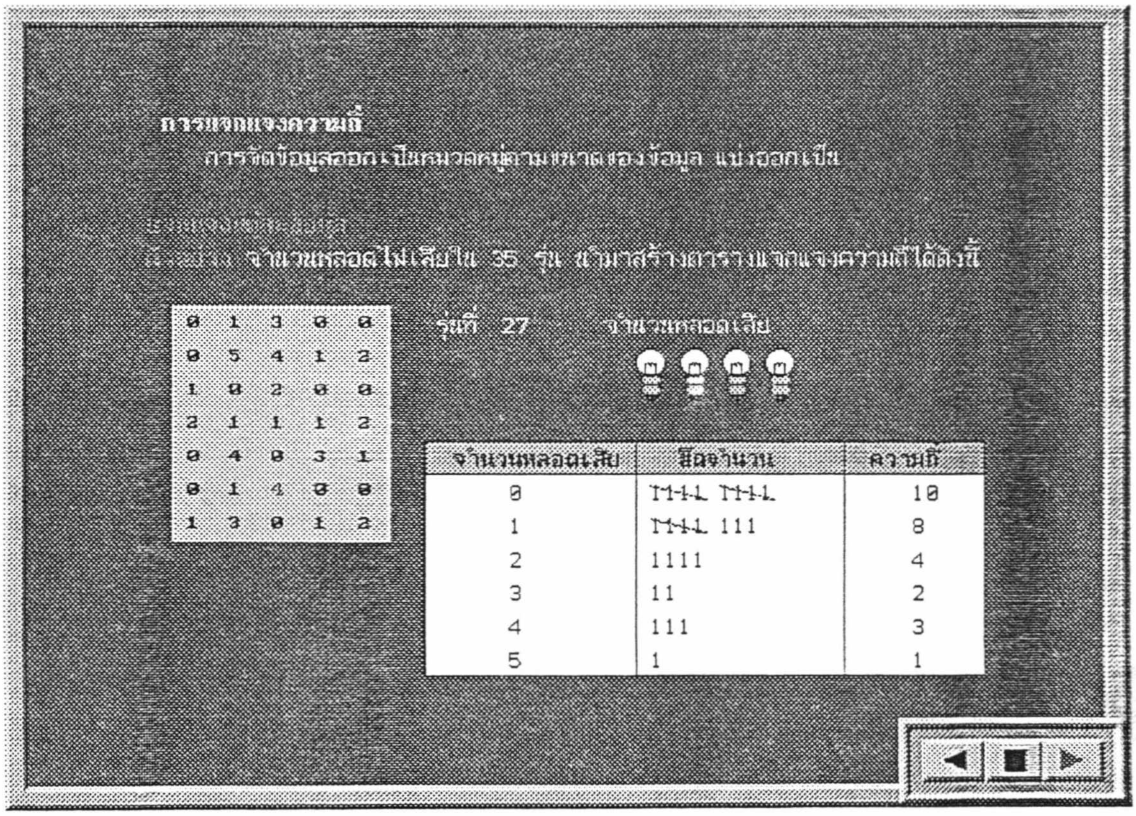
3. ความรู้ทางด้านการออกแบบทั้งรูปภาพและคำบรรยาย ตลอดจนลักษณะการนำบทเรียนออกแสดง เพื่อสร้างความสนใจแก่ผู้เรียน

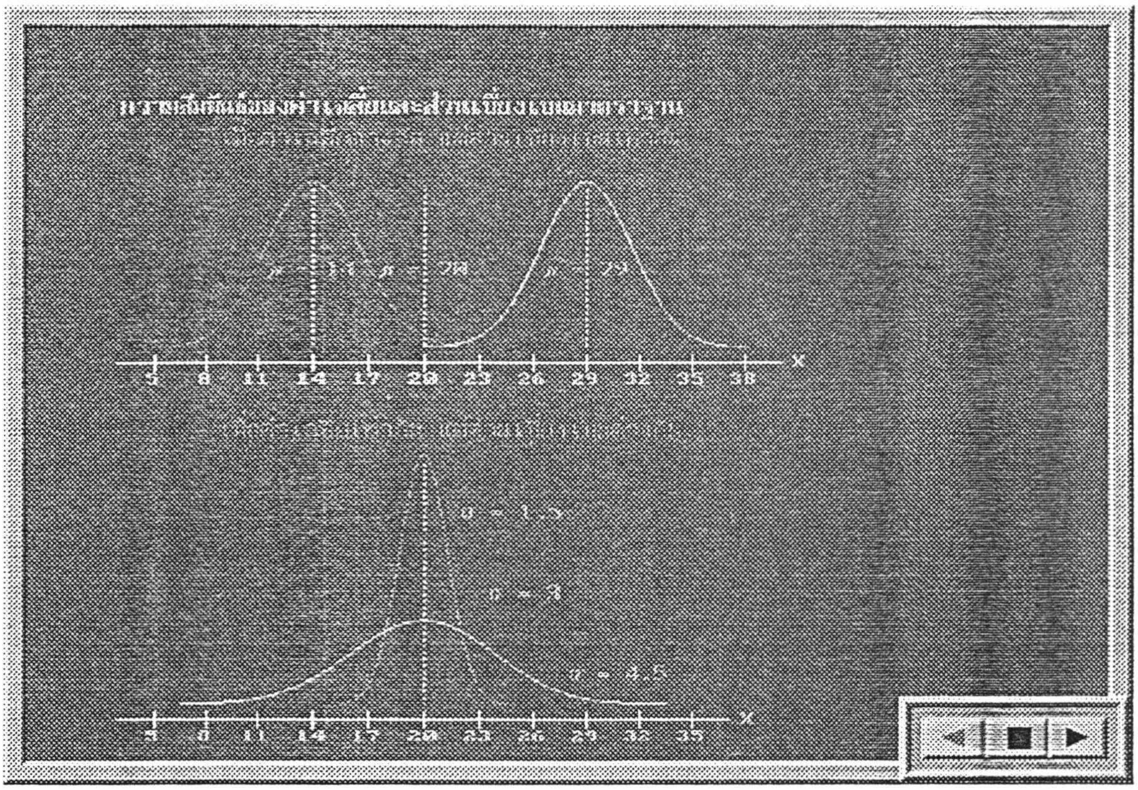
4. ความรู้เกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์และเทคนิคการเขียนโปรแกรม ยิ่งมีความรู้ทางด้านนี้มากเท่าไร ก็จะสามารถนำมาสร้างเทคนิคพิเศษต่างๆ ให้แก่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มากขึ้นเท่านั้น

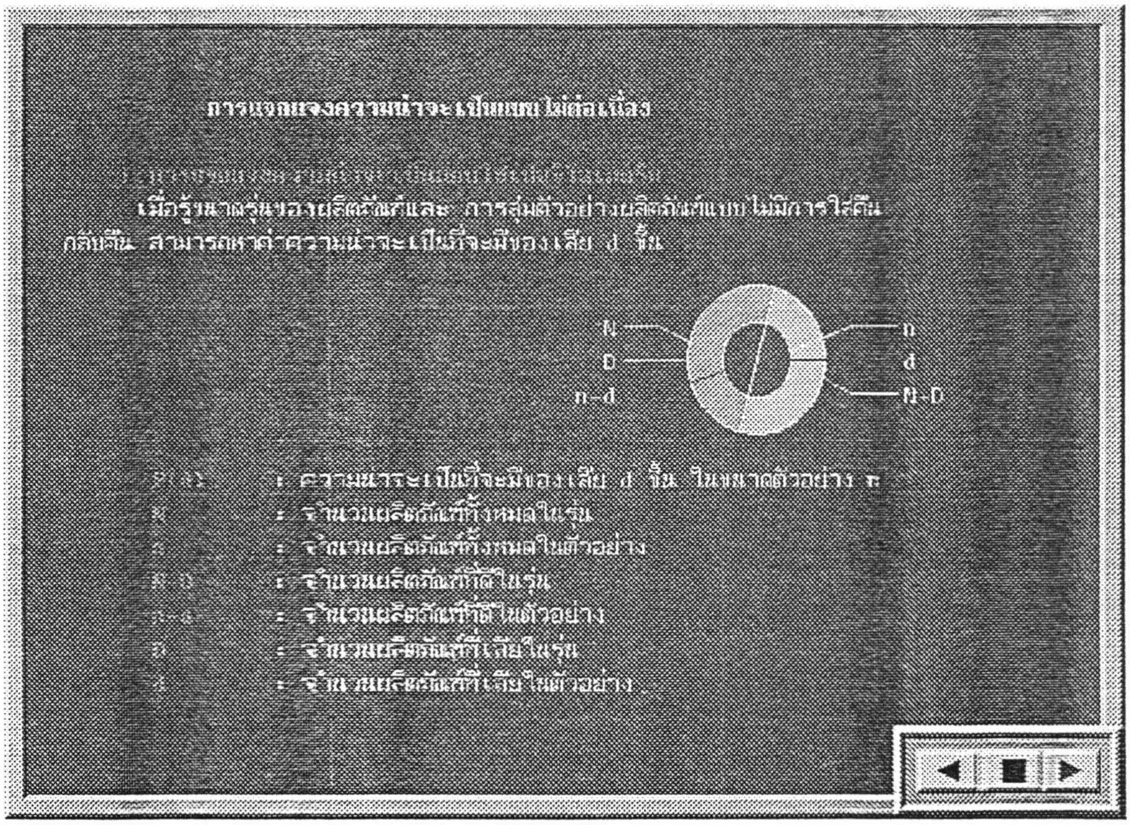
ภาคผนวก ก
ตัวอย่างเนื้อหาของบทเรียนที่นำเสนอ

เรื่องที่ 1


บทที่ 1
สถิติเบื้องต้น
Statistics

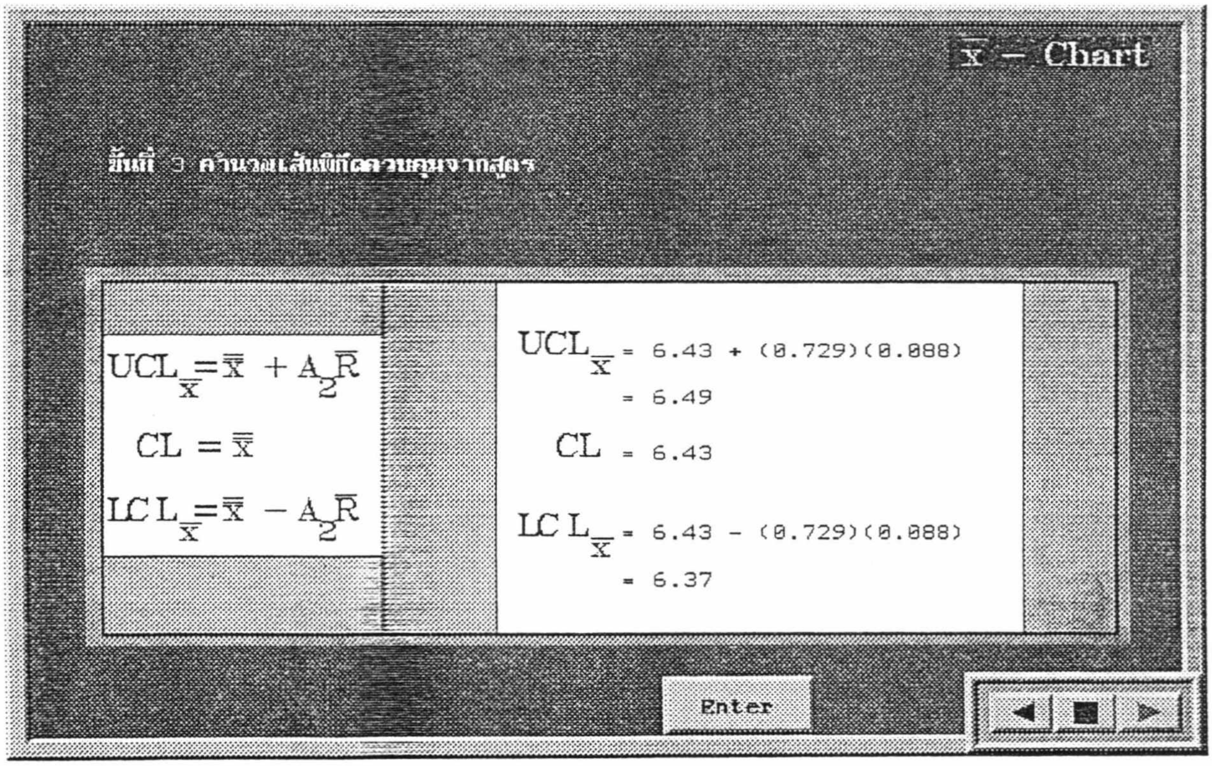

การแจกแจงความถี่
การจัดข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ตามขนาดของข้อมูล แบ่งออกเป็น
จำนวนหลอดไม่เสียใน 35 รุ่น นำมาสร้างตารางแจกแจงความถี่ได้ดังนี้
0 1 3 0 0
0 5 4 1 2
1 0 2 0 0
2 1 1 1 2
0 4 0 3 1
0 1 4 0 0
1 3 0 1 2
รุ่นที่ 27
จำนวนหลอดเสีย
จำนวนหลอดเสีย | รอยขีด | ความถี่
0 | ~~1111~~ ~~1111~~ | 10
1 | ~~1111~~ 111 | 8
2 | 1111 | 4
3 | 11 | 2
4 | 111 | 3
5 | 1 | 1


กราฟสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
μ = 14
μ = 20
μ = 29
5 8 11 14 17 20 23 26 29 32 35 38
X
σ = 1.5
σ = 3
σ = 4.5
X

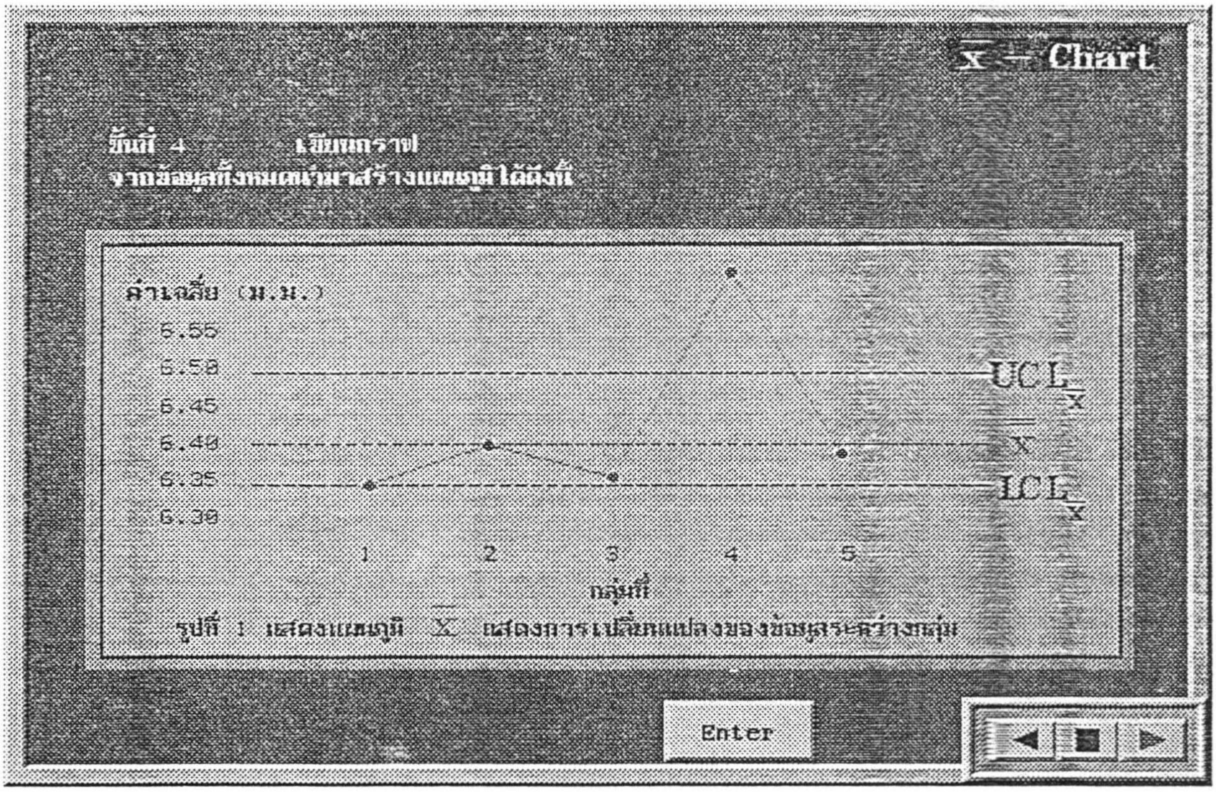

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง
เมื่อรู้ขนาดรุ่นของผลิตภัณฑ์และ การสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์แบบไม่มีการใส่คืน
กลับคืน สามารถหาค่าความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย d ชิ้น
N
D
n-d
n
d
N-D
: ความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย d ชิ้น ในขนาดตัวอย่าง n
: จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในรุ่น
: จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในตัวอย่าง
: จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ดีในรุ่น
: จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ดีในตัวอย่าง
: จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียในรุ่น
: จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียในตัวอย่าง

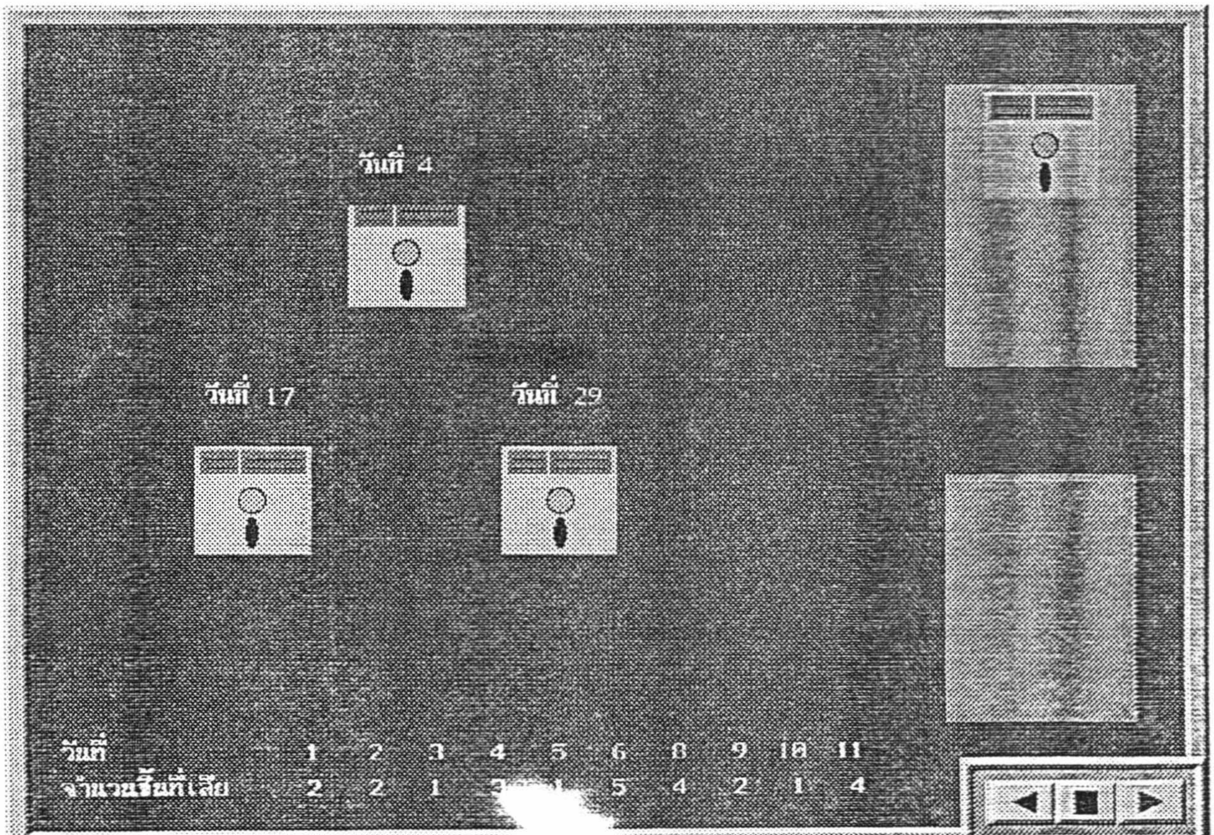
เรื่องที่ 2

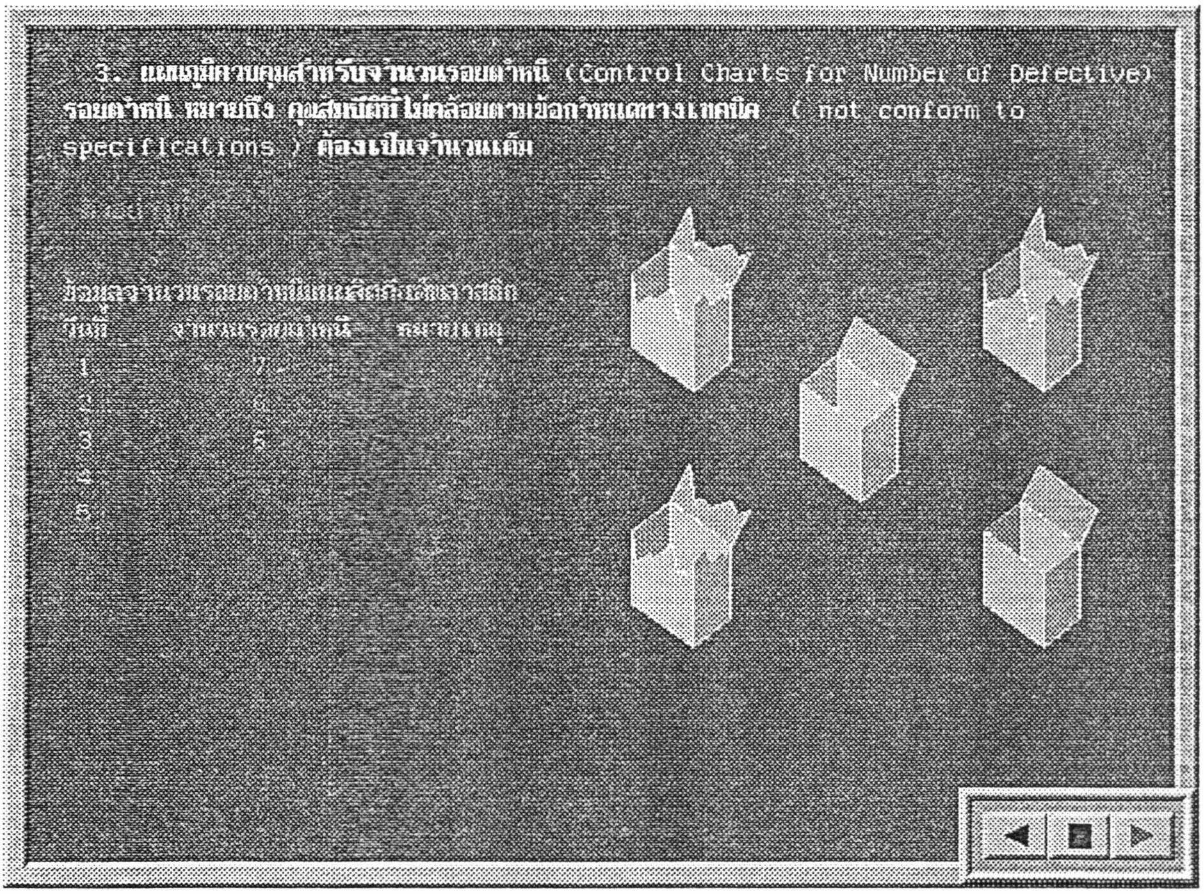
บทที่ 2
การควบคุมขบวนการผลิต
Process Control



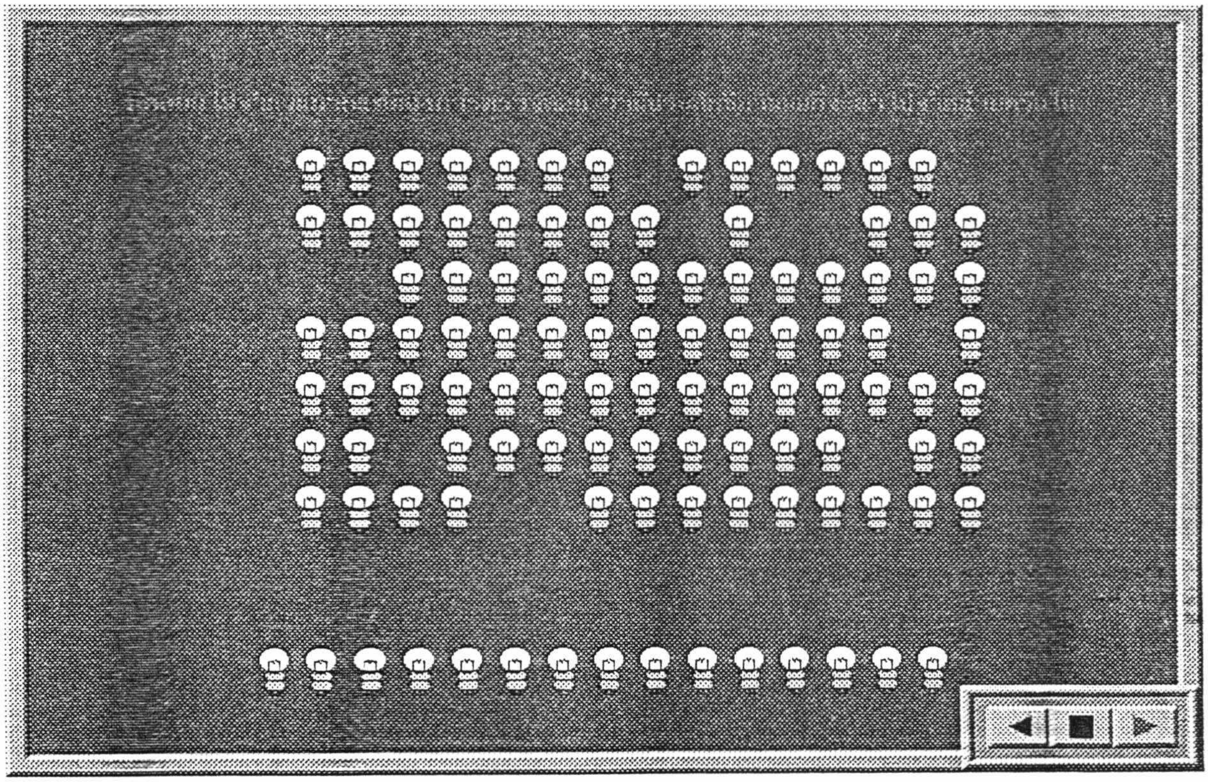
$\bar{x}$ – Chart
ขั้นที่ 3 คำนวณเส้นพิกัดควบคุมจากสูตร
$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$
$CL = \bar{\bar{x}}$
$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$
$UCL_{\bar{x}} = 6.43 + (0.729)(0.088)$
$= 6.49$
$CL = 6.43$
$LCL_{\bar{x}} = 6.43 - (0.729)(0.088)$
$= 6.37$
Enter

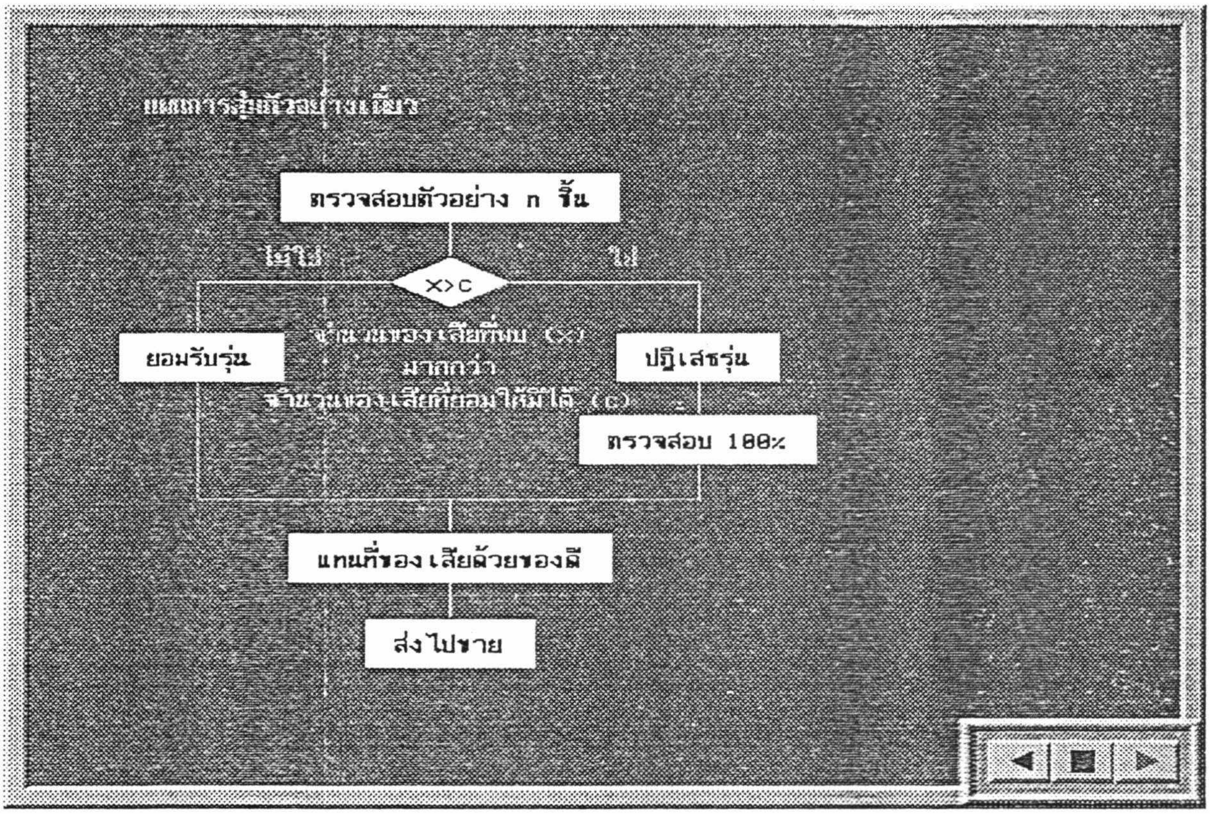

$\overline{X}$ – Chart
ขั้นที่ 4 เขียนกราฟ
จากข้อมูลทั้งหมดนำมาสร้างแผนภูมิได้ดังนี้
ค่าเฉลี่ย (ม.ม.)
6.55
6.50
6.45
6.40
6.35
6.30
$UCL_{\overline{X}}$
$\overline{X}$
$LCL_{\overline{X}}$
1 2 3 4 5
กลุ่มที่
รูปที่ 1 แสดงแผนภูมิ $\overline{X}$ แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระหว่างกลุ่ม
Enter

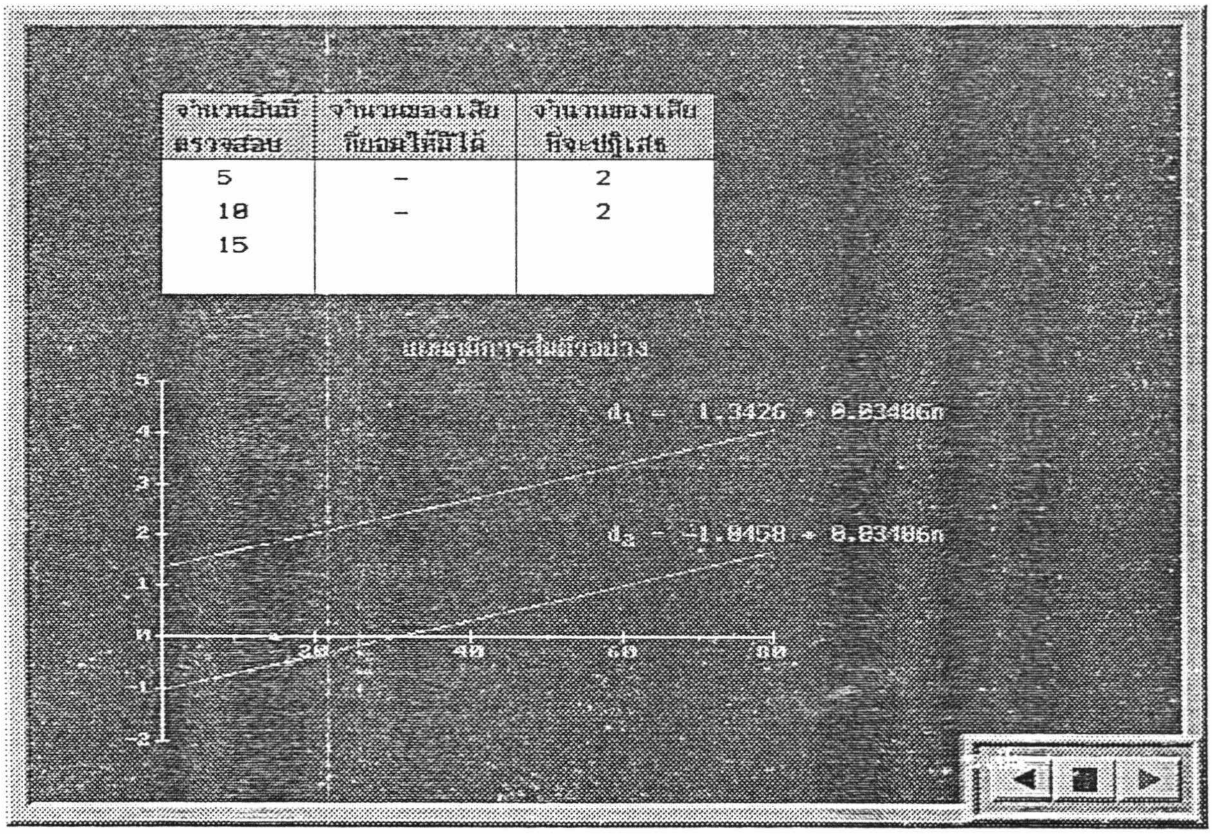

วันที่ 4
วันที่ 17
วันที่ 29
วันที่ 1 2 3 4 5 6 8 9 10 11
จำนวนชิ้นที่เสีย 2 2 1 3 1 5 4 2 1 4


3. แผนภูมิควบคุมสำหรับจำนวนรอยตำหนิ (Control Charts for Number of Defective)
รอยตำหนิ หมายถึง คุณสมบัติที่ไม่คล้อยตามข้อกำหนดทางเทคนิค (not conform to specifications) ต้องเป็นจำนวนเต็ม
วันที่ จำนวนรอยตำหนิ หมายเหตุ
1 7
2 6
3 5
4
5

เรื่องที่ 3




แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว
ตรวจสอบตัวอย่าง n ชิ้น
ไม่ใช่
ใช่
x>c
จำนวนของเสียที่พบ (x)
มากกว่า
จำนวนของเสียที่ยอมให้มีได้ (c)
ยอมรับรุ่น
ปฏิเสธรุ่น
ตรวจสอบ 100%
แทนที่ของเสียด้วยของดี
ส่งไปขาย


จำนวนชิ้นที่ตรวจสอบ
จำนวนของเสียที่ยอมให้มีได้
จำนวนของเสียที่จะปฏิเสธ
5 – 2
10 – 2
15
แผนภูมิการสุ่มตัวอย่าง
d1 = 1.3426 + 0.03406n
d2 = -1.0458 + 0.03406n
5
4
3
2
1
0
-1
-2
20
40
60
80

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งาน

ส่วนประกอบของโปรแกรม

โปรแกรมช่วยสอนพร้อมที่จะทำงานได้นั้นจะต้องมี file ต่างๆ ต่อไปนี้

1.caiqc.exe เป็น file ที่ใช้ทำงานหลักของโปรแกรม ซึ่งจะต้องเรียก file อื่นๆ มาช่วยในการทำงานซึ่ง file เหล่านี้ต้องมีสภาพที่พร้อมจะทำงาน execute file

2 lesson1.dbc เป็น file data base เกี่ยวกับบทเรียนที่ 1 ซึ่งนำเสนอในรูปของข้อความ

3 lesson2.dbc เป็น file data base เกี่ยวกับบทเรียนที่ 2 ซึ่งนำเสนอในรูปของข้อความ

4 lesson4.dbc เป็น file data base เกี่ยวกับบทเรียนที่ 3 ที่จะนำเสนอในรูปของข้อความ

5.pallet.cai เป็น file ซึ่งเก็บรูปแบบของเฉดสี ที่ใช้ในโปรแกรม ซึ่งจะมีทั้งหมด 256 สี

6.normal.fon เป็นชนิดของตัวอักษรแรก มีขนาดตัวอักษร 8x20 จุด

7.normal2.fon เป็นชนิดของตัวอักษรที่ 2 มีขนาดตัวอักษร 8x20 จุด

8.normal.p24 เป็นชนิดของตัวอักษรขนาดใหญ่ที่ใช้ขนาดตัวอักษร 15x24 จุด

วิธีการนำโปรแกรมช่วยสอนไปใช้งาน

การทำงานของโปรแกรมช่วยสอน เริ่มด้วยการพิมพ์ คำว่า ."CAIQC"ผ่านทางแป้นพิมพ์ ดังรูป A-1 ซึ่งในไดรฟ์ที่ทำงานอยู่ขณะนั้น ต้องมี file ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ครบถ้วน

c:\CAIQC

รูป A-1 การเข้าสู่การทำงานของโปรแกรมช่วยสอน

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมช่วยสอน จะปรากฏ logo ของโปรแกรมช่วยสอนขึ้นมาดังรูป A-2

รูป A-2 logo เมื่อเข้าโปรแกรมช่วยสอน

หลังจากที่แสดง logo ให้ผู้ใช้กด key ใดๆ เพื่อที่จะเข้าสู่สารบัญ ซึ่งจะปรากฏออกมาดังรูป A-3 ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกบทเรียนได้ 3 บทเรียนด้วยกัน คือ

บทเรียนที่ 1. สถิติเบื้องต้นเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ

บทเรียนที่ 2. การควบคุมขบวนการผลิต

บทเรียนที่ 3. การควบคุมผลิตภัณฑ์

ในการที่จะเลือกบทเรียนนั้นสามารถที่จะใช้ key ควบคุม คือ

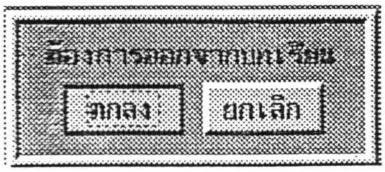
[↑] ,[↓] เพื่อที่เลื่อนขึ้นและเลื่อนลง ให้ตรงกับบทเรียนที่ต้องการ

[Enter] เพื่อที่จะเลือกบทเรียนที่ต้องการ

[F10] เพื่อที่จะออกจากโปรแกรมช่วยสอน

รูป A-3 สารบัญของโปรแกรมช่วยสอน

เมื่อถึงสารบัญ ผู้ใช้สามารถที่จะออกจากโปรแกรมได้ โดยการกดคีย์ [F10] จะปรากฏหน้าต่างซึ่งจะถามว่า ต้องการที่จะออกจากโปรแกรมหรือไม่" คำถามนี้จะเป็นการยืนยันว่าต้องการที่จะออกจากโปรแกรมจริงๆ ไม่ใช่กดคีย์พลาดไป ซึ่งหน้าต่างจะปรากฏออกมาในรูป A-4



รูป A-4 หน้าต่างที่จะออกจากโปรแกรม

เมื่อมาสู่หน้าต่างนี้ผู้ใช้จะมีตัวเลือกที่จะตอบคำถามของ หน้าต่างนี้ได้ โดยการกด key ดังนี้

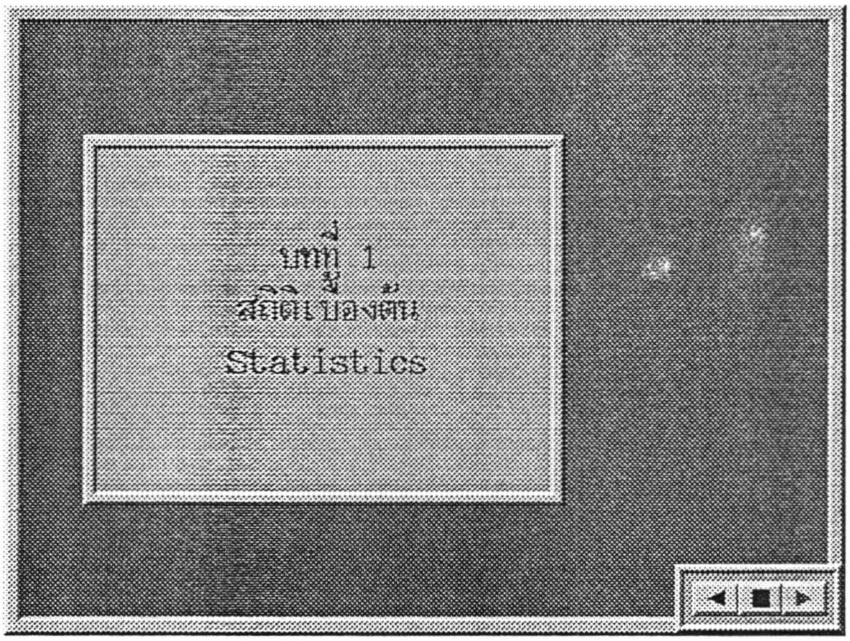
[→] ,[←] เพื่อที่เลื่อนไปตัวเลือกทางด้านขวา (ยกเลิก) และซ้าย (ตกลง)

[Enter] เพื่อที่จะเลือกตอบคำถามที่ว่าต้องการออกจากบทเรียนหรือไม่

[Esc] เพื่อที่จะยกเลิกหน้าต่างคำถาม

เมื่อเข้าสู่บทเรียน

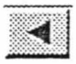
ถ้าเป็นบทเรียนที่ 1 จะปรากฏรูปแบบหน้าจอออมา ดังรูป A-5



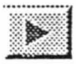
รูป A-5 บทเรียนที่ 1

จากหน้าจอจะพบว่าทางด้านมุมล่างขวาจะปรากฏหน้าต่างควบคุม ซึ่งมีลักษณะเป็นปุ่ม 3 ปุ่มดังรูป A-6 แต่ละปุ่มมีหน้าที่การทำงานดังต่อไปนี้

รูป A-6 หน้าต่างควบคุมการนำเสนอของแต่ละบทเรียน

ปุ่ม  ทำหน้าที่ เสนอเนื้อหาของบทเรียนหน้าที่แล้ว

ปุ่ม ทำหน้าที่เลือกหัวข้อในบทเรียน หรือเข้าสู่สารบัญเพื่อเลือกบทเรียนใหม่

ปุ่ม  ทำหน้าที่ เสนอเนื้อหาของบทเรียนหน้าต่อไป

ในการเลือกปุ่มใดนั้นสามารถเลือกได้โดยใช้ปุ่มควบคุมการทำงาน คือ

[→] ,[←] เพื่อเลื่อนไปปุ่มด้านขวาและซ้าย

[Enter] เพื่อให้ปุ่มที่เลือกนั้นทำหน้าที่ของตน

[F10] เพื่อที่จะเข้าสู่สารบัญ

การที่จะเลือกไปทำงานในส่วนที่เป็นหัวข้อต่างๆ หรือสารบัญ เมื่อเลือกแล้วจะปรากฏหน้าจอ ดังรูป A-7 ซึ่งจะมีรายการให้เลือกอยู่ ๒ รายการ คือ

1. สารบัญ
2. หัวข้อ....

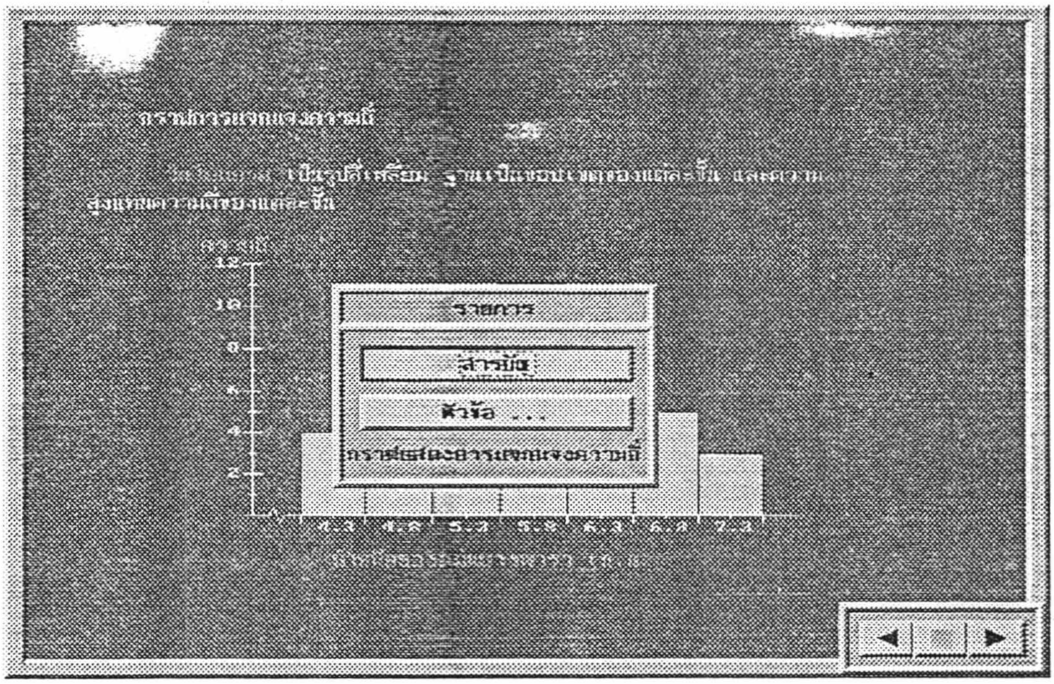
นอกจากจะมีรายการให้เลือกแล้ว ยังมีหัวข้อที่อยู่ในระหว่างการนำเสนอ แสดงอยู่ใต้ปุ่มรายการด้วย ในการเลือกรายการใดๆ นั้นสามารถที่จะใช้คีย์ดังต่อไปนี้

[↑] ,[↓] เพื่อเลื่อนขึ้นและเลื่อนลงไปยังรายการที่ต้องการ

[Esc] เพื่อออกจากการเลือกรายการ กลับไปนำเสนอเนื้อหาของบท เรียนตามปกติ

[Tab] เมื่อต้องการเลือกรายการที่ 2 (หัวข้อ) ต้องกด tab เพื่อให้แสดงหัวข้อต่าง ๆ ที่มีในบทเรียนนั้น ๆ

[Enter] เพื่อเลือกรายการที่ต้องการ



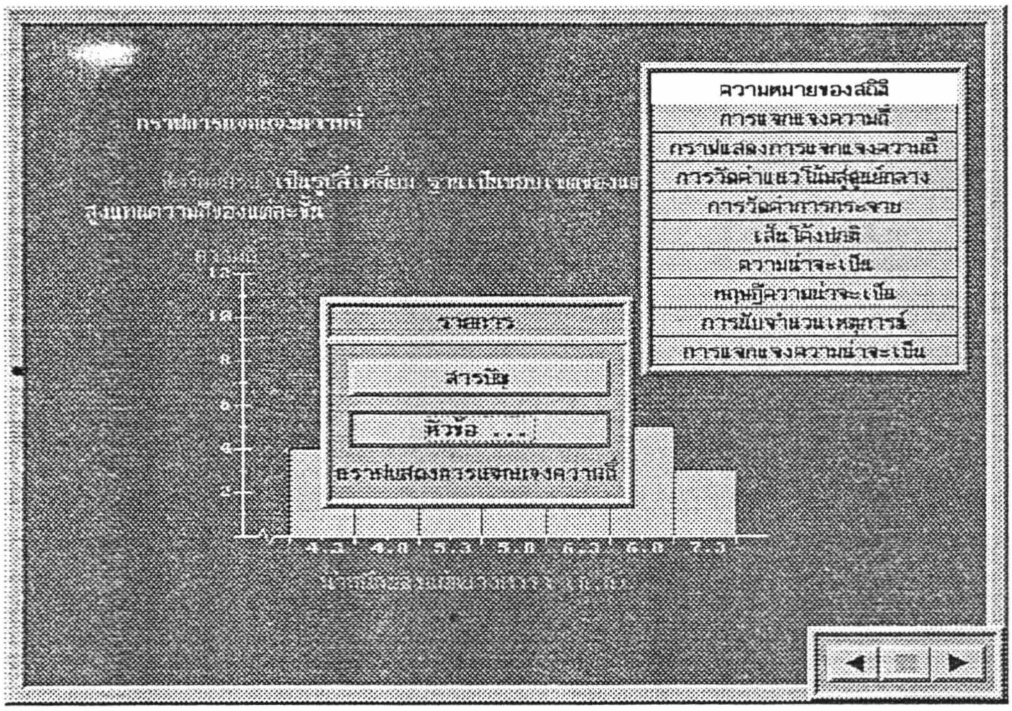
รูป A-7 แสดงหน้าต่างการเข้าสู่รายการย่อยเพื่อที่จะเลือกบทเรียน หรือหัวข้อ

เมื่อเลือกสารบัญ จะแสดงหน้าจอของการเลือกบทเรียน ดังรูป A-3 การทำงานจะเป็นไปตามเงื่อนไขเดิม แต่เมื่อเลือกรายการที่เป็นหัวข้อจะปรากฏหน้าต่างของหัวข้อต่างๆ ที่อยู่ในบทเรียนนั้น ๆ ออกมา ดังรูป A-8 ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกหัวข้อใดก็ โดยจะใช้ปุ่มควบคุมดังนี้

[↑] ,[↓] เพื่อเลื่อนขึ้นและลง หาหัวข้อที่ต้องการ

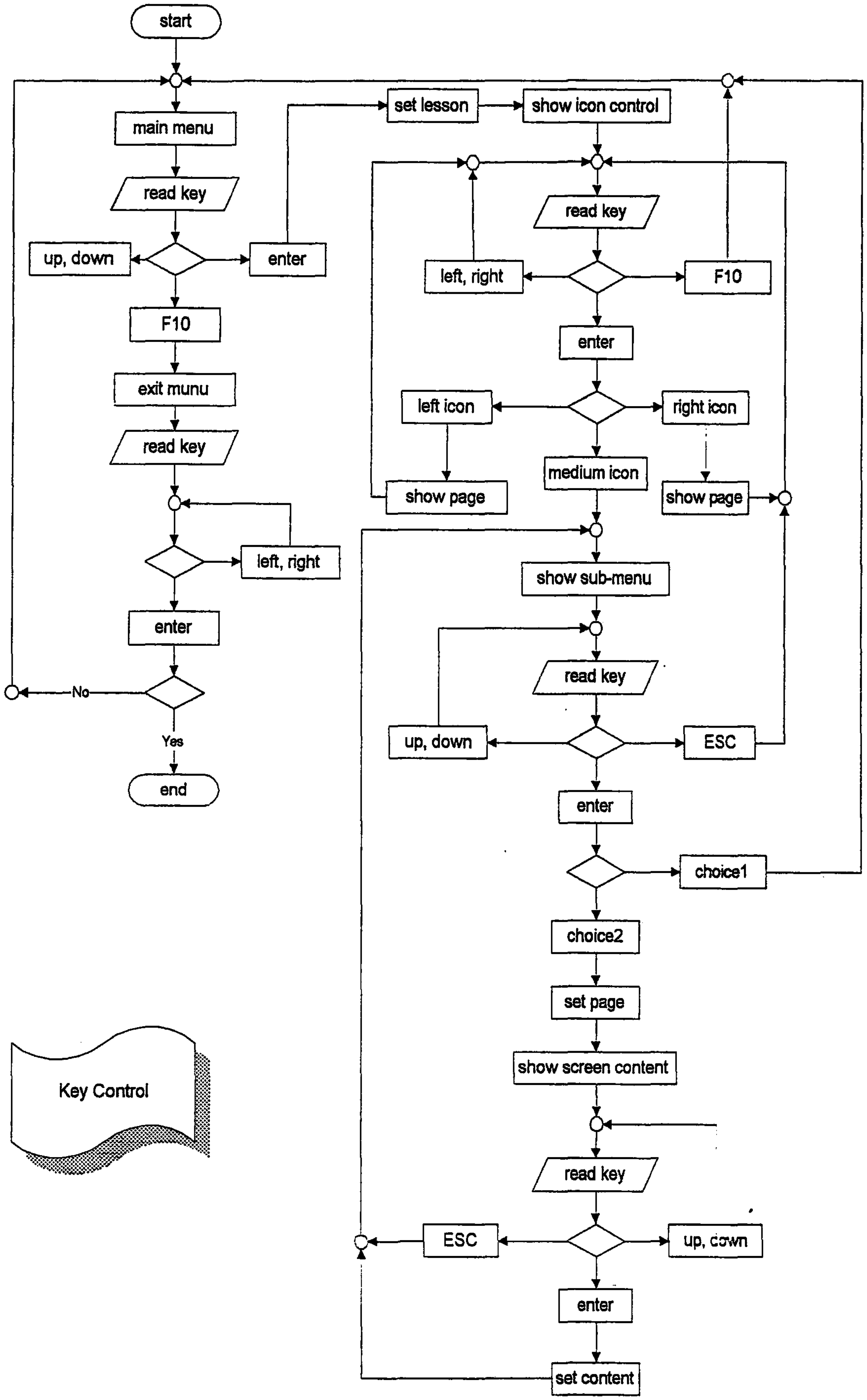
[Enter] เพื่อเลือกหัวข้อต่าง ๆ ที่อยู่ในบทเรียนนั้น

[Esc] เพื่อยกเลิกการเลือกหัวข้อใด ๆ และกลับสู่รายการย่อย

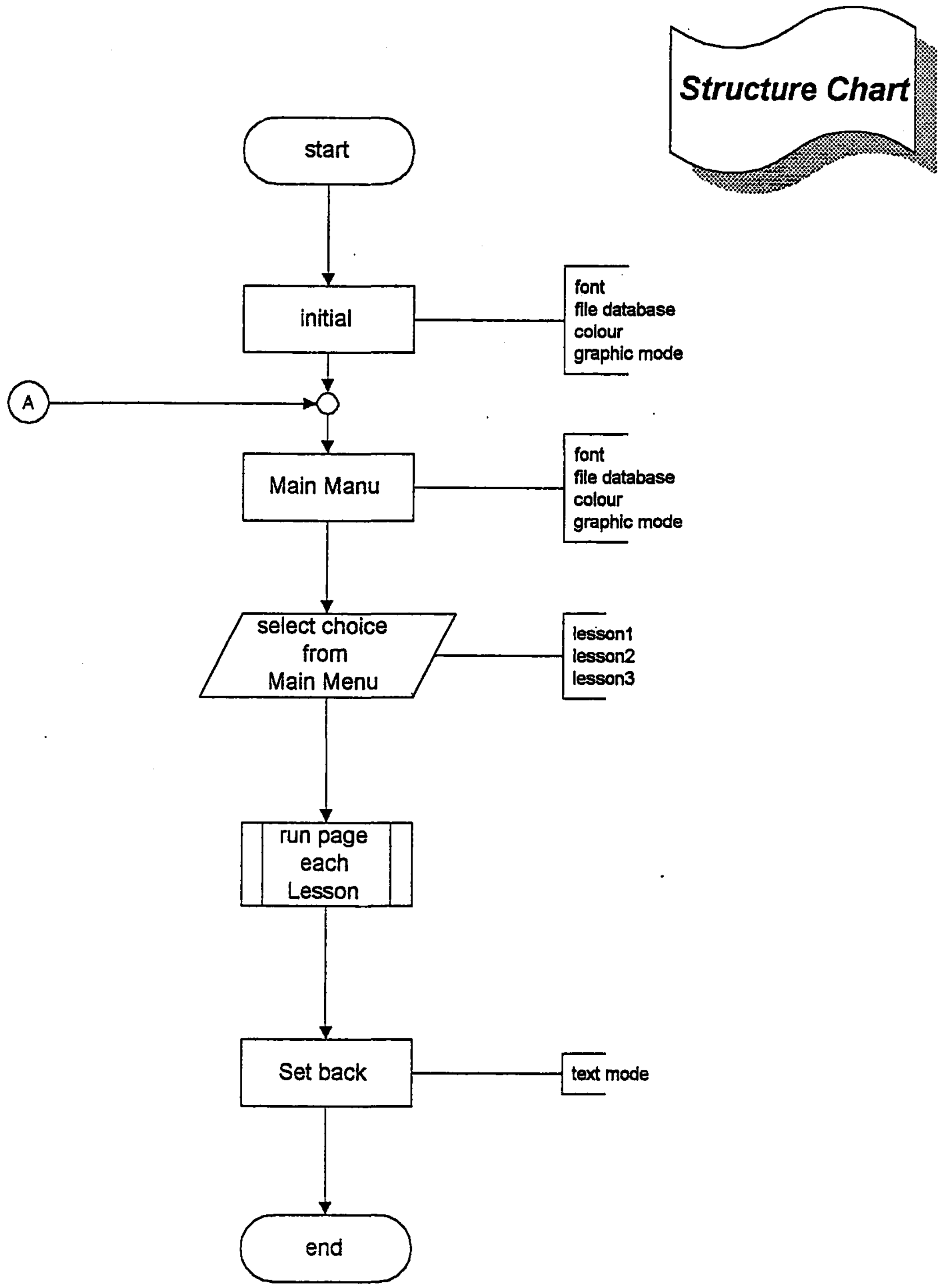


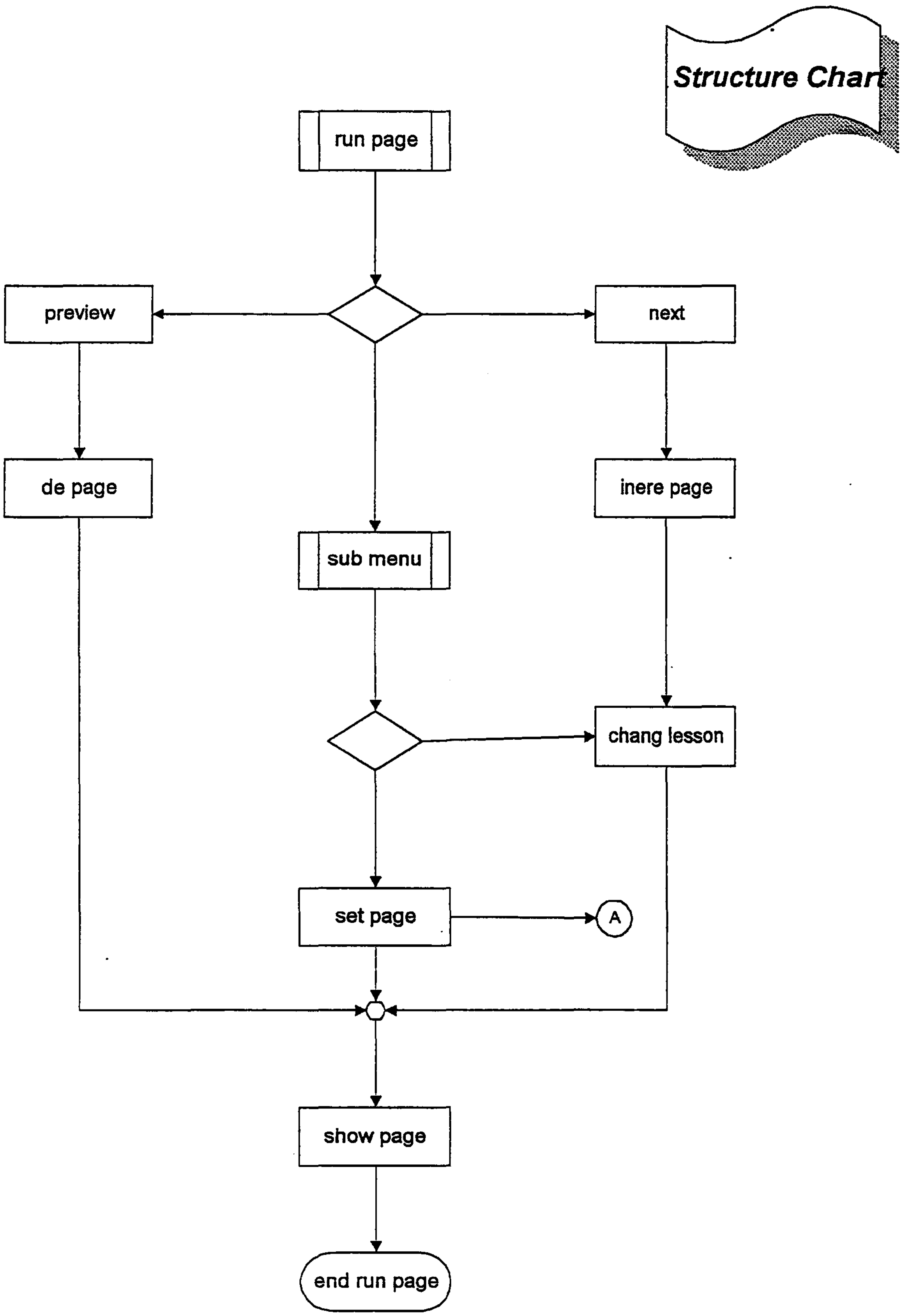
รูป A-8 หน้าต่างการเลือกหัวข้อต่างๆ

เมื่อเลือกหัวข้อแล้ว ข้อความที่แสดงหัวข้อใต้รายการทั้งสองจะเปลี่ยนไปเป็นหัวข้อที่เลือกไว้ และเมื่อกด [Enter] อีกครั้งจะไปแสดงเนื้อหาของหัวข้อนั้น ๆ และการทำงานจะเป็นไปตามเงื่อนไขต่าง ๆ ข้างต้น


start
main menu
read key
up, down
enter
F10
exit munu
read key
left, right
enter
No
Yes
end
set lesson
show icon control
read key
left, right
F10
enter
left icon
right icon
medium icon
show page
show page
show sub-menu
read key
up, down
ESC
enter
choice1
choice2
set page
show screen content
read key
ESC
up, down
enter
set content
Key Control

ภาคผนวก ค
การพัฒนาโปรแกรม

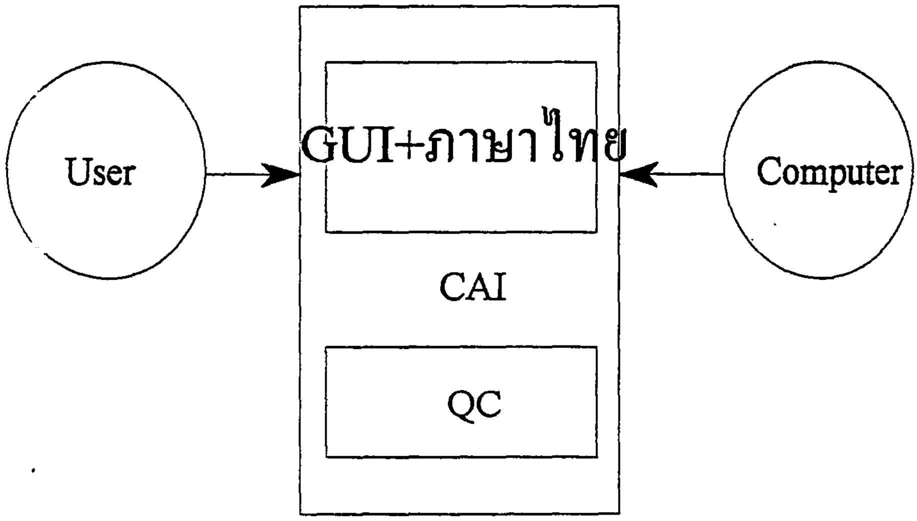

Structure Chart
start
initial
font
file database
colour
graphic mode
A
Main Manu
font
file database
colour
graphic mode
select choice
from
Main Menu
lesson1
lesson2
lesson3
run page
each
Lesson
Set back
text mode
end



Structure Chart
run page
preview
next
de page
inere page
sub menu
chang lesson
set page
A
show page
end run page

โครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรม CAI ส่วนใหญ่มีจุดประสงค์หลักในการทำงาน คือการใช้คอมพิวเตอร์ถ่ายทอดความรู้ของวิชานั้นๆ ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมมีความน่าสนใจยิ่งขึ้นจึงมีการนำเสนอโปรแกรมในรูปของกราฟิก ในโปรแกรมที่จัดทำขึ้นนี้ จะใช้กราฟิกในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งาน กับคอมพิวเตอร์ (GUI : Graphics User Interface) เพื่อให้มีความเข้าใจในเนื้อหา ที่นำเสนอจึงได้กำหนดภาษาที่ใช้เป็นภาษาไทย มีองค์ประกอบดังรูป C-1



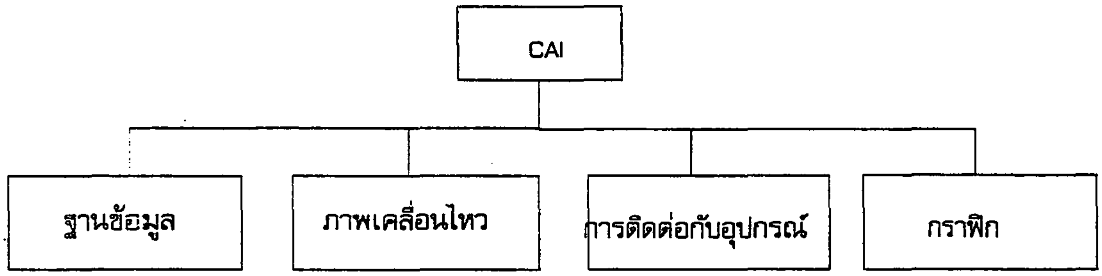
รูป C-1 องค์ประกอบของโปรแกรม

ส่วนประกอบของโปรแกรม

โปรแกรม CAI ประกอบด้วยส่วนของโปรแกรมหลัก ซึ่งโปรแกรมส่วนนี้เมื่อทำงานจริงๆ จะเรียก โปรแกรมย่อยต่างๆ ซึ่งโปรแกรมย่อยมีดังนี้

1 การเรียกใช้ฐานข้อมูล (database)
2 การสร้างภาพเคลื่อนไหว (animation)
3 การติดต่อกับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล (devices interface)
4 การแสดงผลทางกราฟิก

สามารถแสดงองค์ประกอบได้ดังรูป C-2



รูป C-2 ส่วนประกอบของโปรแกรม CAI

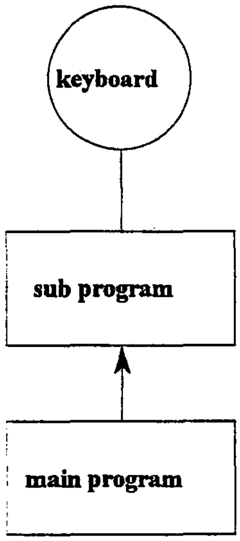
รายละเอียดของโปรแกรมย่อย มีดังนี้

1. *ฐานข้อมูล (database)* ที่ใช้ ได้กำหนดรูปแบบของ file เองซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

2. *ภาพเคลื่อนไหว (animation)* การทำงานในส่วนนี้ จะเป็นในลักษณะของการเก็บรูปในแต่ละจังหวะการเคลื่อนไหวลงหน่วยความจำ เมื่อมีการสร้างภาพเคลื่อนไหวโปรแกรมหลักจะเรียกรูปเหล่า นั้นออกมาเรียงตามลำดับจังหวะการเคลื่อนไหวก่อนหลัง

3. *การติดต่อกับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล (devices interface)* อุปกรณ์ที่ใช้ใน การติดต่อเพื่อนำข้อมูลเข้ามาใช้งาน ในที่นี้ใช้ keyboard

ในส่วนของการทำงานจะเมื่อมีโปรแกรมย่อยถูกเรียกจากโปรแกรมหลักต้องการที่นำข้อมูลเข้าข้อมูล เราสามารถนำข้อมูลเข้าโดยใช้อุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่งก็ได้ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ ในที่นี้ ใช้ keyboard เป็นอุปกรณ์ ดังรูป C-3



รูป C-3 การเรียกใช้งานของอุปกรณ์

4. *การแสดงผลทางกราฟิก* โปรแกรม CAI นี้เขียนในโหมดการทำงานของจอภาพ VGA มีความละเอียด 640 x 480 จุด สามารถแสดงสีได้อย่างต่ำ 16 สี ในการทำงานส่วนนี้จะมีหน้าที่โดยคร่าวๆดังนี้

4.1 สร้างตัวอักษร ตัวอักษรที่ใช้เป็นของโปรแกรม CU Writer ซึ่งจะมีขนาด 8 x 20 จุด ต่อตัวอักษร (ขนาด 20 byte เนื่องจากเก็บข้อมูลได้ 8 bit) มีทั้งหมด 256 ตัวอักษร โดยจะเก็บในรูป ของรหัสภาษาไทย สมอ. แฟ้มข้อมูลที่ใช้จัดเก็บตัวอักษรที่ต้องการ ซึ่งนำมาใช้ในโปรแกรมมีอยู่ 2 แฟ้มข้อมูล คือ normal.fon และ normal4.fon ทั้ง 2 แฟ้มนี้จะมีตัวอักษรที่มีรูปร่างแตกต่างกัน

4.2 รูปภาพ ภาพที่แสดงออกมาจะถูกเก็บในรูปแบบ (format) PCX เป็นแฟ้มภาพที่ ใช้ในโปรแกรม PC Paintbrush ซึ่งประกอบไปด้วย header และ palette header ทั้ง2 ส่วนนี้จะ เป็นตัวชี้ลักษณะของรูปภาพนั้นว่าขนาดกว้างยาวเท่าไร มีจำนวนสีเท่าไร เป็นต้น ส่วนสุดท้าย เป็นข้อมูลของรูปภาพ

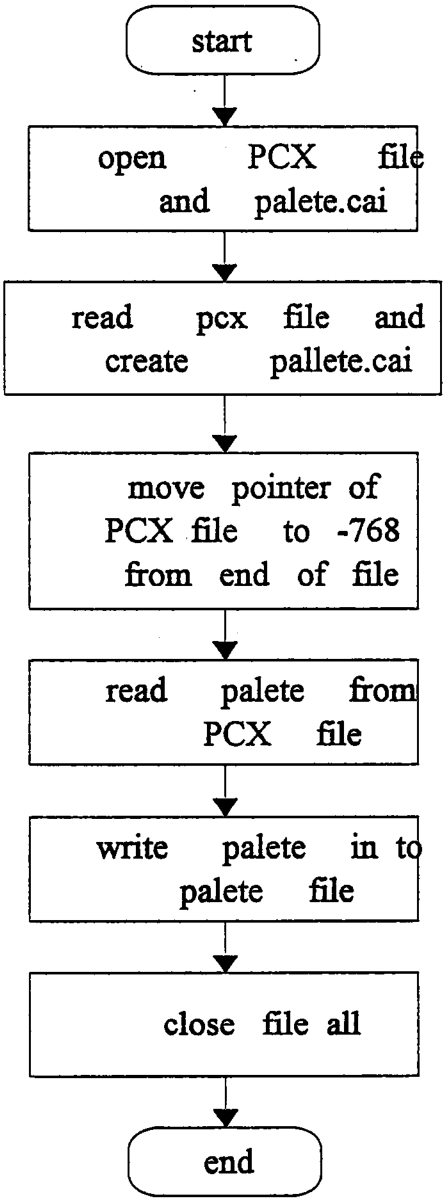
นอกจากการสร้างตัวอักษรและแสดงรูปภาพแล้วยังมีการแสดงเส้น สี ต่างๆ ซึ่งส่วนนี้ตัว Complier ได้จัดเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

การเตรียมส่วนประกอบของโปรแกรม

ส่วนที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม ที่ต้องจัดเตรียมก่อนการเขียนโปรแกรม มีดังนี้

1. *สี* สีที่ใช้ในโปรแกรม มีจำนวนสีทั้งหมด 256 สี ซึ่งลักษณะชุดสี(pallete)ได้ถูกเก็บไว้ใน file ชื่อ " pallete.cai" ชุดสีนี้จะใช้ตลอดทั้งโปรแกรม .

การสร้าง file pallete.cai. ทำได้โดยการนำ file'ที่เป็นรูปแบบของ PC printbruch (*.PCX) มาอ่านเฉพาะส่วนที่เก็บชุดของสี ซึ่งจะอยู่จากตำแหน่งท้าย file ขึ้นมา 768 bytes เมื่ออ่านเก็บไว้ในหน่วยความจำแล้ว จะนำมาเก็บไว้ใน file ชื่อ " pallete.cai. สามารถแสดงขั้นการทำงาน ดังรูป C-4

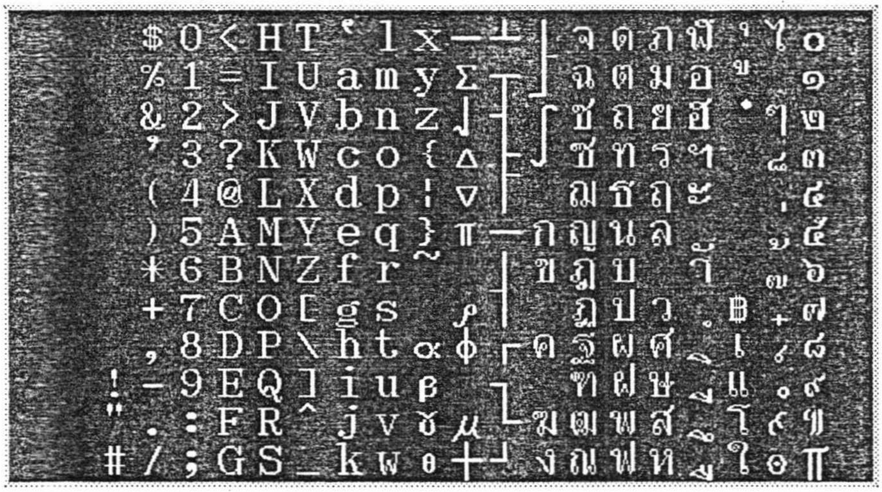


รูป C-4 แสดงการเตรียมชุดสีที่จะใช้งานโปรแกรม

ขนาดของ file ที่ได้จะมีขนาด 786 bytes ซึ่งชุดสีจะกำหนดได้ต้องใช้จำนวน 3 bytes ต่อ 1 สี ส่วน file palete.cai นี้จะนำมาใช้ตอนเริ่มต้นของโปรแกรมเพื่อที่จะกำหนดชุดสีที่ใช้ในโปรแกรม ส่วนรายละเอียดที่เป็น source code จะจัดเก็บอยู่ใน file 'save_c.c'

2. ตัวอักษร ลักษณะตัวอักษรที่ใช้จะมี 2 ขนาด คือ 8x20 มาจาก file ชื่อ 'normal.fon ' และ ' normal3.fon' โดยที่ file ทั้ง สองจะมีรูปแบบตัวอักษรที่ต่างกัน แต่

ขนาดของ fileที่ได้มีขนาดที่เท่ากัน คือ เท่ากับ 5,120 bytes ใน file นี้จะจัดเก็บตัวอักษร 255 ตัวอักษรซึ่งตรงกับจำนวนของรหัส acsii ดังนั้นจะได้ว่า ตัวอักษร 1 ตัวอักษร สามารถเก็บด้วยขนาด 20 bytes และตัวอักษรขนาด 16x24 จะมีขนาดที่ใหญ่กว่าตัวอักษรที่ถูกจัดเก็บมีจำนวน 224 ตัวอักษร ดังนั้นตัวอักษรจะจัดเก็บตั้งแต่รหัส ascii ที่ 32 เป็นต้นไป เมื่อเปรียบเทียบกับ font แบบแรก สามารถแสดงรูปแบบตัวอักษรได้ ดังรูป C-5



รูป C-5 ลักษณะตัวอักษรที่ใช้งาน

ลักษณะของการนำไปใช้งานจะอ่าน file ที่เป็นตัวอักษรเก็บลงหน่วยความจำ การจัดเตรียมหน่วยความจำจะใช้ลักษณะของ array เข้ามา โดยที่จะกำหนดขนาดของ array เท่ากับจำนวนตัวอักษรที่จะใช้ ฉะนั้นตัวอักษรที่เป็นขนาดเล็กจะกำหนดขนาดเป็น 256 array เป็นต้น

โปรแกรมในการเรียกใช้ตัวอักษรอยู่ใน sourec file ชื่อ in_out.c ซึ่งมีส่วนย่อยอีก 2 ส่วนที่สำคัญคือ

1. การอ่านตัวอักษรจาก file

2. การแสดงตัวอักษร

นอกเหนือจากนั้นจะเป็นการปรับแต่งตัวตัวอักษรที่จะแสดงออกมา

3. ฐานข้อมูล ข้อมูลในที่นี้จะเป็นข้อความที่จะแสดงบนจอภาพ การเตรียมฐานข้อมูลนั้นสามารถทำได้โดยการพิมพ์ข้อความลงใน text file ในลักษณะที่กำหนดไว้ ต่อจากนั้นจะนำมาเข้าโปรแกรมที่ทำหน้าที่แปลง text file เป็นฐานข้อมูลซึ่ง file ที่ทำหน้าที่

ดังกล่าวจะชื่อว่า transfer.exe หลังจากแปลงแล้วจะได้ file ที่มีนามสกุลเป็น " .DBC" สามารถแสดงการทำงานได้ดังรูป C-6

รูป C-6 การแปลงฐานข้อมูล

โปรแกรมที่ใช้ในการแปลงได้เขียนและเก็บไว้ใน file ชื่อ "transfer.c" หน้าที่การทำงานของโปรแกรมนอกจากจะแปลงข้อความให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการแล้ว ยังสามารถดูข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ใน file ที่แปลงแล้วได้ โดยบอกถึงตำแหน่งของข้อมูลและขนาดของข้อมูลที่แสดงการทำงานในส่วนนี้ มีดังนี้

1. <u>การเตรียม text file</u> ข้อความที่พิมพ์ลงใน file นั้นต้องมีรูปแบบ คือ ในแต่ละบรรทัดต้องมีเครื่องหมาย(" ") ที่ต้นบรรทัดและท้ายของบรรทัด

ตัวอย่าง text file เก็บไว้ในชื่อ test.dat

"**แผนการสุ่มตัวอย่าง** หมายถึง การสุ่มผลิตภัณฑ์ออกมาจากขบวนการหรือรุ่น"
"เพื่อทดสอบคุณสมบัติและให้เป็นตัวแทนของรุ่น"
"**การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ** หมายถึง ขบวนการในการตัดสินใจ โดยการตรวจสอบ"
"ตัวอย่างเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธรุ่นดังกล่าว ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้"

2. <u>การแปลงข้อมูล</u> ใช้โปรแกรม transfer.exe เพื่อทำการแปลงข้อมูล การใช้งานนั้นสามารถดูได้จากตัวโปรแกรมเองโดยเพียงพิมพ์ว่า "transfer" โปรแกรมก็จะอธิบายการใช้งานออกมาทางหน้าจอพร้อมตัวอย่าง ดังนี้

```
C:\TRANSFER
Program for project CAI QC
file for transfer data from text file to cai database
USES    : transfer <filename> [<filename>] <option>
option /a :display data
EXAMPLE : transfer  test.dat
```

การใช้งานโปรแกรม transfer.exe

การใช้งานโปรแกรมที่จะแปลง file สามารถใช้ได้โดยพิมพ์คำว่า transfer และตามด้วยชื่อ text file ที่ต้องการแปลง ต่อจากนั้นจะเป็นหน้าที่ของโปรแกรม transfer ที่จะแปลง file ในการแปลง file นั้นถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็จะแสดงออกมาทางจอภาพ ข้อผิดพลาดที่พบบ่อยๆ จะมาจากสาเหตุดังนี้

1. ไม่สามารถหา text file พบ อาจเกิดจากการระบุที่เก็บ file ผิดที่ หรือชื่อ file ผิด

2. ใน text file มีการใส่เครื่องหมายไม่ครบตามรูปแบบที่กำหนด

3. หน่วยความจำที่จะใช้ในการเก็บข้อมูลมีขนาดไม่เพียงพอ

ตัวอย่าง การแปลง file

```
C:\TRANSFER    TEST.DAT
โดยที่ TEST.DAT เป็น data file ซึ่งหลังจากนั้นก็จะมี TEST.DBC
สร้างขึ้นมา
C:\TRANSFER    TEST.DAT    TEST_CAI.DBC
จากคำสั่งนี้จะมี TEST_CAI.DBC สร้างขึ้นมา
```

การใช้งานโปรแกรมซึ่งแสดง file ที่แปลงแล้ว จะใช้โดยพิมพ์คำว่า transfer ตามด้วยชื่อ data file และ "/a" ก็สามารถดูรายละเอียดของ data file "ได้

ตัวอย่าง การใช้งานเพื่อดูรายละเอียดของ file

```
C:\TRANSFER TEST.DBC /a
ผลของการทำงานจะแสดงออกมาดังนี้
0. address 18 count 66 mass=> แผนการสุ่มตัวอย่าง หมายถึง
การสุ่มผลิตภัณฑ์ออกมาจากขบวนการหรือรุ่น
1. address 84 count 42 mass=>
เพื่อทดสอบคุณสมบัติและให้เป็นตัวแทนของรุ่น
2. address 126 count 72 mass=> การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ หมายถึง
ขบวนการในการตัดสินใจ โดยการตรวจสอบ
3. address 198 count 70 mass=>
ตัวอย่างเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธรุ่นดังกล่าว ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้
```

โครงสร้างของ data file

file ที่แปลงแล้วจะมีลักษณะที่ต่างจาก text file ธรรมดา โดย data file จะมีการเก็บตำแหน่งของข้อมูลว่าข้อมูลต่างๆ อยู่ส่วนไหนของ file จะไม่ใช้รหัส ascii ในการแบ่งบรรทัดมาใช้ จึงทำให้การเข้าสู่ข้อมูลที่อยู่ใน file จะทำได้เร็วกว่า

ส่วนประกอบของ data file จะมีอยู่ 2 ส่วน

ส่วนแรก จะเป็นรายละเอียดของ file ในตำแหน่งแรกของ file ข้อมูลนั้น จะเก็บจำนวนของข้อมูลที่มีอยู่ ต่อจากนั้นจะเป็นรายละเอียดของข้อมูลแต่ละชุด ซึ่งจะบอกตำแหน่งของข้อมูลใน file และจำนวนของข้อมูลที่บรรจุอยู่ในตำแหน่งนั้น

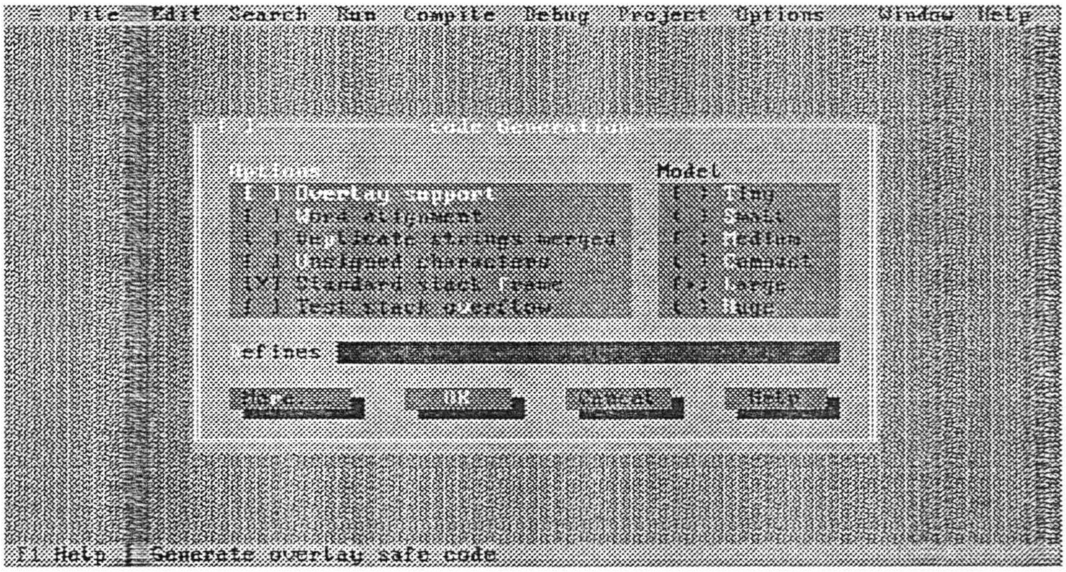
จำนวนของข้อมูลทั้งหมด (n) 2 bytes	
ตำแหน่งของข้อมูลชุดที่ 1 2 bytes	จำนวนข้อมูลชุดที่ 1 2b ytes
ตำแหน่งของข้อมูลชุดที่ 2 2 bytes	จำนวนข้อมูลชุดที่ 2 2b ytes
: :	: :
ตำแหน่งของข้อมูลชุดที่ n 2 bytes	จำนวนข้อมูลชุดที่ n 2b ytes

ส่วนสอง เป็นข้อมูลจริงๆ ที่เก็บต่อกันไปเรื่อยๆ จนครบตามจำนวนทั้งหมดที่มีอยู่

การเขียนโปรแกรม

จากที่กล่าวมาแล้วเป็นการเตรียมส่วนที่จะนำมาใช้กับโปรแกรม เมื่อได้ส่วนต่างๆเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อมาจะเป็นการเรียกใช้ส่วนที่เตรียมไว้นั้น

เนื่องจากโปรแกรมที่เขียนมีขนาดใหญ่ดังนั้นควรมีการกำหนดหน่วยความจำที่จะใช้ให้อยู่ในระดับใหญ่ ในตัว editor ที่ใช้งานสามารถกำหนดได้โดยเลือกเมนูของ option เลื่อนลงมาเข้า compiler จะส่วนที่เป็น code generation... เมื่อเข้าไปก็จะสามารถกำหนดขนาดของหน่วยความจำได้ ในที่ขณะทำงานอยู่นี้ใช้ model เป็น Large ดังรูป



ในการเขียนโปรแกรมนั้นจะแบ่งโปรแกรมออกเป็นหลายส่วน และมี project file ที่จะเรียกรวมโปรแกรมต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อสะดวกในการทำงาน และแก้ไขหรือหาส่วนที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

project file ที่ใช้งานในที่นี้คือ project.prg ส่วน file ที่แยกย่อยนั้นจะมีรายชื่อดังต่อไปนี้

- initial.c
- in_out.c
- screen.c
- lesson1.c
- lesson2.c
- lesson3.c
- project.c

ตัวโปรแกรมหลักจะอยู่ใน project.c ซึ่งจะเรียกใช้ function ใน screen.c อีกต่อหนึ่ง

โครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรมหลัก จะทำการเรียกส่วนที่ทำหน้าที่กำหนดค่าเริ่มต้นมาใช้เพื่อกำหนดลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้คือ

1. หน้าจอ ที่ใช้ในการทำงานในลักษณะของ graphics mode ซึ่งปกติจะเป็น text mode โปรแกรมที่ใช้จะกำหนดความละเอียดของจอภาพเป็น 640x480

2. สี ที่ใช้จะถูกเรียกมาจาก palete.cai อ่านมาครั้งละ 3 bytes เพื่อกำหนดลักษณะสี ซึ่งชุดสีที่ใช้มีจำนวน 256 สี เครื่องที่ใช้ต้องสามารถใช้สีเหล่านี้ได้ด้วย

3. ตัวอักษร อักษรที่ใช้ถูกเรียกจาก normal.fon, normal3.fon และ normal.p24 ในการทำงานส่วนนี้เพียงแต่อ่านรูปแบบของตัวอักษรที่จัดเก็บอยู่ใน file มาไว้ในหน่วยความจำ

หลังจากกำหนดค่าเริ่มต้นเรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นสารบัญในส่วนนี้จะมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้เลือกบทเรียน โดยการรับคีย์จากผู้ใช้มา ค่าของคีย์ที่ได้ต้องอยู่ในส่วนของโปรแกรมที่จะทำงานได้ ซึ่งในสารบัญคีย์ที่ต้องการจะเป็น

[Enter] เป็นการเลือกบทเรียนที่ต้องการ โปรแกรมก็จะเข้าสู่บทเรียนที่ต้องการ ซึ่งจะทำการกำหนดค่าของตัวแปลที่ทำหน้าเก็บหมายเลขของบทเรียนไว้ ในตัว ของ

โปรแกรมจะอยู่ใน function ของ scr_main_menu ตัวแปลที่ใช้คือ lesson จะมีรูปแบบเป็นจำนวนเต็ม

ถ้าเลือกบทที่ 1 lesson จะกำหนดเป็น 0

ถ้าเลือกบทที่ 2 lesson จะกำหนดเป็น 1

ถ้าเลือกบทที่ 3 lesson จะกำหนดเป็น 2

ตัวแปล lesson จะถูกนำไปใช้ใน function ย่อยต่อๆไป เมื่อ function นั้นมีการเรียกขึ้นมาใช้ในระหว่างการทำงาน เช่น function sub_menu ซึ่งจำเป็นที่ต้องมีการผ่านค่าของบทเรียนเข้าไป

[F10] เป็นการบอกโปรแกรมให้มีการเลิกทำงาน ซึ่งจะเรียก funtion ขึ้นมาทำงานอีกส่วนหนึ่ง เพื่อเป็นการยืนยันผู้ใช้ว่าต้องการออกจากโปรแกรมจริง โปรแกรมที่ทำหน้า ส่วนนี้จะมี ชื่อ " scr_exit " ซึ่งจะกล่าวถึงลักษณะการทำงานในครั้งต่อไป

[⇧] เมื่อมีการกดลูกศรขึ้น ก็จะมีการแสดงการเปลี่ยนตัวเลือกบนหน้าต่าง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จะมีกรอบแสดงบนตัวเลือกที่อยู่เหนือจากตัวเลือกเดิม แต่เมื่อไรตัวเลือกเก่าอยู่ที่ตำแหน่งแรกตัวเลือกตัวใหม่จะเป็นตัวเลือกสุดท้ายของหน้าต่าง

[⇩] การทำงานของการกดลูกศรลงจะคล้ายกับการกดลูกศรขึ้นแต่จะเป็นในทางตรงกันข้าม โดยที่ตัวเลือกตัวใหม่จะอยู่ใต้ตัวเลือกตัวเก่า แต่ตัวเลือกเก่าอยู่ที่ตำแหน่งสุดท้าย ตัวเลือกตัวใหม่ตัวถัดไปจะเป็นตัวเลือกตัวแรกของหน้าต่าง

ในการออกจากโปรแกรมนั้นต้องมาจากการกด [F10] เพียงอย่างเดียว เมื่อต้องการที่จะออกจากโปรแกรม โปรแกรมจะไปทำงานของส่วนที่เป็น function ของ scr_exit การทำงานของ function นี้จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ในหน้าต่างจะประกอบด้วยข้อความที่เป็นคำถามว่าจะออกจากโปรแกรมหรือไม่ และปุ่ม 2 ปุ่มเพื่อการรับคำตอบ ต่อจากนั้นจะเป็นการรับคีย์ที่เข้ามา คีย์ที่ต้องการในส่วนนี้ คือ

[Enter] เป็นการตอบรับคำถามต่อผู้ใช้ โดยที่ตัวเลือกในที่นี้เป็นการเลือกปุ่มที่อยู่ทางซ้าย(ออกจากโปรแกรม) ปุ่มที่อยู่ทางขวา (ยกเลิกการออกจากโปรแกรม)

เมื่อเลือกออกจากโปรแกรมนั้น function scre_exit จะทำงานเปลี่ยน mode ที่ทำงาน อยู่นั้นเป็น graphics mode และออกจากโปรแกรม ส่วนถ้าต้องการที่จะยกเลิกคำถาม function scr_exit จะทำให้หน้าต่างส่วนนี้หายไป ในการทำงานจะทำการเก็บ image ของบริเวณที่ แสดงหน้าต่างไว้ก่อน และเมื่อมีการยกเลิกก็เรียก image ส่วนนี้กลับมา

[Esc] ทำการยกเลิกการถามที่จะออกจากโปรแกรมนั้น ในการทำงานส่วนที่เป็นการยกเลิกกล่าวไว้แล้วในตอนต้น คือจะเรียก image ส่วนที่เก็บไว้คืนกลับมา

[⇦] เป็นการเลื่อนปุ่มเพื่อเลือกตอบคำถาม จะใช้คีย์ลูกศรขวาในการเลื่อน โดยจะเลื่อนตัวเลือก ไปทางด้านขวาของตัวเลือกเก่า แต่เมื่อตัวเลือกเก่าอยู่ในตำแหน่งทางซ้ายสุด เมื่อมีการกดคีย์ตัวเลือกใหม่จะอยู่ทางขวาสุด ซึ่งจะอยู่ในลักษณะวนซ้าย

[⇨] คีย์ที่ใช้เป็น ลูกศรขวาการทำงานจะคล้ายกับลักษณะของการใช้ลูกศรซ้าย ในการวนซ้าย แต่การใช้ในส่วนนี้จะเป็นการวนขวา โดยใช้คีย์ลูกศรขวาเพื่อวน ขวา

เมื่อเข้าสู่บทเรียนก็มีการเรียก title ของแต่ละบทเรียนออกมาแสดง ซึ่ง function ที่จัดการในการแสดงนั้นคือ title_lesson จะต้องมีการผ่านค่าเป็นหมายเลขของบทเรียนเข้ามา เพื่อแสดงชื่อของบทเรียน, จำนวนหน้า ที่จะแสดง และสีพื้นที่ใช้ในแต่ละบทเรียนได้ถูกต้องขึ้น

เมื่อผ่านส่วนนี้มาแล้วก็มาส่วนที่เป็นการแสดงเนื้อของบทเรียน เนื้อหาต่างๆ จะทำงานแบ่งออกเป็นหน้าโดยที่แต่ละหน้าจะเขียนเป็น function หนึ่ง และจะมี pointer ที่จะชี้มายัง function ของแต่ละ page อีกทีหนึ่ง

ในการตั้งชื่อของ function ในแต่ละหน้านั้นจะประกอบด้วย คำว่า 'page' + หมายเลขของบทเรียนและรวมด้วยหมายเลขหน้าที่แสดง ดังตัวอย่าง จะเป็น function ของบทที่ 2 ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หน้า 12 ทุก function จะต้องมีการผ่าน ตัวแปลที่เป็นลักษณะของ file ข้อมูลเข้ามา โดย file ในที่นี้จะเป็น file data ที่ทำการแปลงแล้วเพื่อใช้งานกับโปรแกรมในหน้านี้

```
void page2_12(FILE *file)
```

โปรแกรมในส่วนนี้จะแยกเขียนไปในแต่ละบทเรียน โดยจะแยกออกมาได้ดังต่อนี้ function ของ page ที่จะแสดงเนื้อหาบทที่ 1 จะอยู่ใน lesson1.c ซึ่งมีทั้งหมด 14 หน้าตั้งแต่ page1_1 ถึง page1_14 และเนื้อหาที่เหลือจะอยู่ใน lesson12.c ซึ่งอยู่ทั้งหมด 17 หน้า ตั้งแต่ page1_15 ถึง page1_31

function ของ page ที่จะแสดงเนื้อหาบทที่ 2 จะอยู่ใน lesson2.c ซึ่งมีทั้งหมด 28 หน้าตั้งแต่ page2_1 ถึง page2_28

function ของ page ที่จะแสดงเนื้อหาบทที่ 3 จะอยู่ใน lesson3.c ซึ่งมีทั้งหมด 31 หน้าตั้งแต่ page3_1 ถึง page3_31

ในการใช้งานจะมี pointer ในการใช้งาน ดังนั้นการเรียกหน้าหนึ่งหน้าใดมาแสดงนั้นสิ่งที่ใช้กำหนดตำแหน่งของ function คือ หมายเลขหน้า และ หมายเลขของบทเรียนที่ต้องผ่านเข้ามา จากหมายเลขทั้งสองจะทำให้การเข้าสู่บทเรียนทำได้ง่ายขึ้น

โปรแกรมส่วนที่ทำการควบคุมการแสดงของแต่ละหน้านั้น จะปรากฏออกมาในรูปของปุ่ม 3 ปุ่ม การทำงานจะมีขึ้นเมื่อมีการเลือกปุ่มที่อยู่ในตำแหน่งที่ซ้ายสุด และขวาสุด โดยที่ปุ่มที่อยู่ทางซ้ายสุดจะเป็นการลดหมายหน้าที่แสดงอยู่ขณะนั้นลงหนึ่งหน้า และปุ่มที่อยู่ทางซ้ายสุดจะเป็นการเพิ่มหมายหน้าที่แสดงอยู่ขณะนั้นขึ้นหนึ่งหน้า ส่วนปุ่มที่อยู่ตรงกลางจะเป็นการกระโดดไปในหน้าอื่นของบทเรียนนี้ หรืออาจจะเป็นการเปลี่ยนบทเรียนสู่บทเรียนอื่นก็สามารถทำได้

นอกจากนี้เมื่อมีการเลือกปุ่มกลางนั้นจะปรากฏส่วนที่เป็น function ของ sub_menu ออกมา ก่อนที่จะแสดงจะมีการเก็บ image บริเวณของหน้าจอที่สร้างขึ้น เพื่อที่จะคืนสู่สภาพปกติได้ง่ายขึ้น เมื่อมีการยกเลิกส่วนนั้น

คีย์ควบคุมที่ใช้ในโปรแกรม

[Enter]	รหัส ascii	1C0D
[Esc]	"	011B
[Tab]	"	0F09
[F10]	"	4400
[F1]	"	3B00
[F2]	"	3C00
[⇧]	"	E048
[⇩]	"	E050
[⇦]	"	E04B
[⇨]	"	E04D

function ที่ใช้ในโปรแกรม

1.initial.c

```
void read_font(void);
int huge detectEGA(void)
void checkerrors(void)
void open_graphics(void)
void setdac(int index,int R,int G ,int B)
void set_palette(void)
void set_function(void)
void print_function(void)
void initial_project(void)
```

2.in_out.c

```
unsigned char swap_bite(unsigned char b)
void read_font(void)
void show_char(int x,int y,unsigned char ascii,int font_type)
void outthaixy(int font_type,int col,int row,char  *content,int color)
void outthaixy_24(int col,int row,char  *content,int color)
void p_outthai_mid(int *x1,int *y1,int x2,int y2,char *s)
void outthai_mid(int *x1,int *y1,int x2,int y2,char *s, int color ,int font)
        int read_key(key)
char *goto_string(int address,FILE *file)
void out_page(int x,int y,int co_title,int co_mass,int no_title,int no_mass,
        inttitle[5][2],int mass[10][2],FILE *file)
void out_mass_one(int font,int x,int y,int color,int start,int count,FILE *file)
void out_const(int x,int y,int color,int count,char *str[])
void table_xy(int x,int y,char *str[25],int width[5],int row,int column)
```

```
void out_para(int tfont,int mfont,int x,int y,int tcolor,int mcolor,intstart,
                              intcount,FILE *file)
void tablethai_xy(int x,int y,char *str[25],int width[5],int row,int column)
void wait(int flage)
void clscr(int x1,int y1,int x2,int y2,int color)
void ssound(unsigned int s,unsigned int d)
void overwrite_output(int column,int row,unsigned char ch,int level,int
color)
void display_cursor(int x,int y,int thai,int color_b)
void inputthaixy(int column,int row,int mid_number,int number,char *str,
        int color,int color_b)
int input_integer(int column,int row,int lenght,int color,int color_b)
void exit_mass(char *str)
void wait_delay(int time)
int map(float x1,float x2,float r1,float r2,float t)
float normal(float x,float u,float s)
void g_normal(int x,int y,int x1,int y1,float u,float s)
void g_oc(int x,int y,int x1,int y1,float u,float s)
void outtext_lxy(int x,int y,char *str,int color)
void outthai_dxy(int x,int y,int color,int position,FILE *file)
void outthai_l24(int x,int y,char *str,int color)
void outthai_d24(int x,int y,int color,int position,FILE *file)3.screen.c
void  draw_picture(char *file_name,int xi,int yi,int mid)
void line_L(int x1,int y1,int x2,int y2,int x3,int y3,int color)
void block(int x1,int y1,int x2,int y2,int width, int color)
void block_c(int x1,int y1,int x2,int y2, int color[])
void block_d(int x1,int y1,int x2,int y2,int width,int color1[],int color2,
        int color3[],int color4)
void  win_block(int x1,int y1,int x2,int y2,int width)
```

```
void  win_cblock(int x1,int y1,int x2,int y2,int width,int color)
void win_bar(int x1,int y1,int x2,int y2,int h_bar)
void box(int x1,int y1,int x2,int y2,int color[],int color_bar)
void box_up(int x1,int y1,int x2,int y2,char *s)
void box_down(int x1,int y1,int x2,int y2,char *s)
void any_key_box(int x1,int y1,int x2,int y2,char *str)
void respone_mass(int x,int y,char *str[3],int line_b,char *botton)
void respone_umass(int x,int y,char *str,char *botton)
void fram_string(int x,int y,int x1,int y1,int thickness,int color,int border,
        char *str,int color_c,int font)
void clr_scr(int x1,int y1,int x2,int y2)
void c_screen(int x,int y,int x1,int y1,int color)
void triangle(int x,int y,int width,int thickness,int color,int border,int
direction)
void arrow(int x,int y,int width,int in_width,int thickness,int color,int border,
        int direction)
void squar(int x,int y,int x1,int y1,int thickness,int color,int border,char *str)
void linex_s(int x1,int y,int x2,int color,int start)
void linexr_s(int x1,int y,int x2,int color,int border,int start)
void liney_s(int y1,int x,int y2,int color,int start)
void lineyr_s(int y1,int x,int y2,int color,int border,int start)
void arrow_y(int y1,int x,int y2,char *function_name,int flage)
void arrow_x(int x1,int y,int x2,char *function_name,int flage)
void  show_select_box(int x1,int y1,int x2,int y2,char *s,int line_style)
void show_menu(int x,int y,char *item[],int number_item,int h_bar,int h_xs,
        int h_xi,int h_xe)
void far_screen(void far *buf[5])
void save_screen(void far *buf[5],int x,int y)
void rest_screen(void far *buf[5],int x,int y)
```

```
void rest_part_screen(void far *buf[5],int x,int y,int b_start,int b_end)
void far_menu(void far *buf)
void save_menu(void far *buf,int x,int y)
void rest_menu(void far *buf,int x,int y)
void free_alloc(void far *buf[4],int no)
void s_select(int x,int y,int x1,char *str,int flage)
void show_select(int x,int y,int number,char *str[10])
void show_one_title(int x,int y,int x,i,char *item)
int search_order(int number[10],int s_number,int num)
void boxu_control(int x1,int y1,int x2,int y2)
void boxd_control(int x1,int y1,int x2,int y2)
void left_icon(int x,int y,int width,int flage)
void middle_icon(int x,int y,int width,int flage)
void right_icon(int x,int y,int width,int flage)
void icon_control(int x,int y,int width,int type,int flage)
void scr_control(int x,int y)
void show_sub_menu(int x,int y,char *item[],char *item_n,int number_item,
        int h_bar,int h_xs,int h_xi,int h_xe)
int change_page(int x,int y,int number)
void show_ex_menu(int x,int y,char *str[2])
void return_back(int color)
void put_back(void far *buffer[5])
void wait_screen(int sec,void far *buffer[5])
void l_delay1(void)
void logo_delay(void)
void open_ex(int x,int y,int x1,int y1,int color)
void close_ex(int x,int y,int x1,int y1,int color)
void line_v(int x,int y,int width,int number,int line_in,int helf,int color)
void line_h(int x,int y,int width,int number,int line_in,int helf,int color)
```

```
void line_h(int x,int y,int width,int number,int line_in,int helf,int color)
int select_content(int number_title,char *str[20])
int sub_menu(int lesson,int page,int no_page)
void select_control(int lesson,int page,FILE *file)
void  title_lesson(int lesson)
int select_exit(void)
void select_main_menu(int x,int y,char *item[],int number_item)
void  main_menu(void)
```

3.lesson1.c

```
void wg(int x,int y)
void page1_1(FILE *file)
void light(int x,int y)
void page1_2(FILE *file)
void wg_para(int x,int y)
void page1_3(FILE *file)
void graph_show(int x,int y,int no)
void page1_4_1(FILE *file)
void page1_4_2(FILE *file)
void page1_4_3(FILE *file)
void for_mean(int x,int y,int color)
void page1_5(FILE *file)
void for_mean1(int x,int y,int color)
void page1_6(FILE *file)
void page1_7(FILE *file)
void for_med(int x,int y,int color)
void page1_8(FILE *file)
void for_range(int x,int y,int color)
void page1_9(FILE *file)
```

```
void for_sd(int x,int y,int color)
void for_sdu(int x,int y,int color)
void page1_10(FILE *file)
void for_sdg(int x,int y,int color)
void page1_11(FILE *file)
void for_normal(int x,int y,int color)
void g_pic1(int x,int y)
void page1_12_1(FILE *file)
void g_pic2(int x,int y)
void g_pic3(int x,int y)
void page1_12_2(FILE *file)
void g_pic4(int x,int y)
void for_znormal(int x,int y,int color)
void g_pic5(int x,int y)
void page1_12_3(FILE *file)
```

4.lesson12.c

```
void b_circle(int x,int y,int r)
void coin_1(int x,int y)
void coin_2(int x,int y)
void page1_13(FILE *file)
void write_down(int x,int y,int page)
void write_up(int x,int y,int page)
void tou(int x,int y,int page)
void page1_14(FILE *file)
void page1_15(FILE *file)
void ex_table(int x,int y)
void page1_16(FILE *file)
void ex_intersec(int x,int y)
```

```
void page1_17(FILE *file)
void page1_18(FILE *file)
void page1_19(FILE *file)
void page1_20(FILE *file)
void fill_circle(int x,int y,int radius,int color ,int border)
void ex_pic(int x,int y)
void for_mul(int x,int y,int color)
void page1_21(FILE *file)
void for_per(int x,int y,int color)
void ex_pic2(int x,int y)
void out_con_per(int x,int y,int color)
void page1_22(FILE *file)
void for_com(int x,int y,int color)
void ex_pic3(int x,int y)
void out_con_com(int x,int y,int color)
void page1_23(FILE *file)
void for_hyper(int x,int y,int color)
void for_u_hyper(int x,int y,int color)
void line_3(int x1,int y1,int x2,int y2,int x3,int y3,int color)
void g_pic12(int x,int y)
void betterry(int x,int y,int flage)
void pic_hyper(int x,int y)
void page1_24_1(FILE *file)
void page1_24_2(FILE *file)
void for_bino(int x,int y,int color)
void page1_25(FILE *file)
void for_poisson(int x,int y,int color)
void mouse(int x,int y)
void mouse_run(int x1,int y1)
```

```
void ex_p31(int x,int y)
void page1_26(FILE *file)
```

5.lesson2.c

```
void  page2_1(FILE *file)
void  page2_2(FILE *file)
void x_bar(int x,int y,int bar,int size,int color,char *sh,char *sub)
void  page2_3(FILE *file)
void page2_4(FILE *file)
void page2_5(FILE *file)
void page2_6(FILE *file)
void  page2_7(FILE *file)
void open_ver(void)
void close_ver(void)
void sumation(int x,int y,int color,char *sh,char *sub)
void pop_win(void)
void open_hor(void)
void close_hor(void)
void page2_8(FILE *file)
void page2_9(FILE *file)
void page2_10(FILE *file)
void page2_11(FILE *file)
void page2_12(FILE *file)
void iron(int x,int y)
void page2_14(FILE *file)
void page2_15_1(FILE *file)
void page2_15_2(FILE *file)
void page2_15_3(FILE *file)
void page2_15_4(FILE *file)
```

```
void page2_16(FILE *file)
void page2_16_1(FILE *file)
void page2_16_2(FILE *file)
void page2_16_3(FILE *file)
void good_box(int x,int y)
void bad_box(int x,int y)
void page2_17(FILE *file)
void page2_17_1(FILE *file)
void page2_17_2(FILE *file)
void page2_17_3(FILE *file)
void page2_17_4(FILE *file)
void page2_18(FILE *file)
void page2_18_1(FILE *file)
void page2_18_2(FILE *file)
```

6.lesson3.c

```
void ep_doc(int x,int y,int xi,int yi)
void page3_1(FILE *file)
void page3_2(FILE *file)
void ch_3_3(int x,int y)
void page3_3(FILE *file)
void c_3_4(int x,int y)
void page3_4(FILE *file)
void c3_5(int x,int y)
void page3_5(FILE *file)
void c_3_6(int x,int y)
void page3_6(FILE *file)
void g_3_7(int x,int y)
void page3_7(FILE *file)
```

```
void page3_8(FILE *file)

void page3_9(FILE *file)

void page3_10(FILE *file)

void page3_11(FILE *file)

void c_3_12(int x,int y)

void page3_12(FILE *file)

void g_qc(int x,int y)

void c_3_13_1(int x,int y)

void c_3_13_2(int x,int y)

void c1_3_13(int x,int y)

void page3_13(FILE *file)

void q_3_14(int x,int y)

void a_3_14(int x,int y)

void for_aoq(int x,int y,int color)

void table3_14(int x,int y)

void run_number(int x,int y)

void page3_14(FILE *file)

void c_3_15(int x,int y)

void page3_15(FILE *file)

void c31_16(int x,int y,int line_i,FILE *file)

void c32_16(int x,int y,FILE *file)

void table_3_16(int x,int y)

void page3_16(FILE *file)

void page3_17(FILE *file)

void for_asns(int x,int y,int color)

void for_asnd(int x,int y,int color)

void page3_18(FILE *file)

void for_atis(int x,int y,int color)

void page3_19( FILE*file)
```

```
void table_3_20(int x,int y)
void c_3_20(int x,int y)
void page3_20(FILE *file)
void table_21(int x,int y)
void c_3_21(int x,int y)
void table_21_2(int x,int y)
void page3_21(FILE *file)
void table_22(int x,int y)
void page3_22(FILE *file)
void table_23(int x,int y)
void c_3_23(int x,int y)
void page3_23(FILE *file)
void table_24(int x,int y)
void c_3_24(int x,int y)
void page3_24(FILE *file)
void table_25(int x,int y)
void c_3_25(int x,int y)
void for_sq(int x,int y,int color)
void show_for_sq(int x,int y,FILE *file)
void c_26(int x,int y)
void clr_26(int x,int y)
void g_3_26(int x,int y)
void page3_26(FILE *file)
void table_3_28(int x,int y)
void stepk_1(int x,int y)
void table_31_28(int x,int y)
void stepk_2(int x,int y)
void s_table_3_28(int x,int y)
void bar_s_31(int x,int y,FILE *file)
```

```
void stepk_3(int x,int y,FILE *file)

void stepk_4(int x,int y,FILE *file)

void page3_27(FILE *file)

void table_3_27(int x,int y)

void step_1(int x,int y)

void table_31_27(int x,int y)

void step_2(int x,int y)

void s_table_3_27(int x,int y)

void bar_s_3(int x,int y,FILE *file)

void step_3(int x,int y,FILE *file)

void page3_28(FILE *file)

void page3_28_1(FILE *file)

void page3_28_2(FILE *file)

void ts_4(int x,int y,int order)

void t_s_4(int x,int y,int order)

void step_4(int x,int y,FILE *file)

void page3_28_3(FILE *file)

void step_5(int x,int y,FILE *file)

void page3_28_4(FILE *file)
```

ภาคผนวก ง

ตารางสถิติ

ตาราง B ตัวประกอบสำหรับการคำนวณเส้นพิกัดควบคุม

TABLE B Factors for Computing Central Lines and 3σ Control Limits for $\bar{X}$, s, and R, Charts

Observations in Sample, n	*Chart for Averages*			Chart for Standard Deviations						Chart for Ranges						
	Factors for Control Limits			Factors for Central Line		Factors for Control Limits				Factors for Central Line		Factors for Control Limits				
	A	A_2	A_3	c_4	$1/c_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_2$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.135	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA, 19103, Reprinted with permission.

ตาราง C การแจกแจงแบบปัวร์ซอง

TABLE C The Poisson Distribution $P(c) = (np_0^c/c!)e^{-np_0}$
(Cumulative Values Are in Parentheses)

c \ np_0	0.1		0.2		0.3		0.4		0.5	
0	0.905	(0.905)	0.819	(0.819)	0.741	(0.741)	0.670	(0.670)	0.607	(0.607)
1	0.091	(0.996)	0.164	(0.983)	0.222	(0.963)	0.268	(0.938)	0.303	(0.910)
2	0.004	(1.000)	0.016	(0.999)	0.033	(0.996)	0.054	(0.992)	0.076	(0.986)
3			0.010	(1.000)	0.004	(1.000)	0.007	(0.999)	0.013	(0.999)
4							0.001	(1.000)	0.001	(1.000)

c \ np_0	0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
0	0.549	(0.549)	0.497	(0.497)	0.449	(0.449)	0.406	(0.406)	0.368	(0.368)
1	0.329	(0.878)	0.349	(0.845)	0.359	(0.808)	0.366	(0.772)	0.368	(0.735)
2	0.099	(0.977)	0.122	(0.967)	0.144	(0.952)	0.166	(0.938)	0.184	(0.920)
3	0.020	(0.997)	0.028	(0.995)	0.039	(0.991)	0.049	(0.987)	0.061	(0.981)
4	0.003	(1.000)	0.005	(1.000)	0.008	(0.999)	0.011	(0.998)	0.016	(0.997)
5					0.001	(1.000)	0.002	(1.000)	0.003	(1.000)

c \ np_0	1.1		1.2		1.3		1.4		1.5	
0	0.333	(0.333)	0.301	(0.301)	0.273	(0.273)	0.247	(0.247)	0.223	(0.223)
1	0.366	(0.699)	0.361	(0.662)	0.354	(0.627)	0.345	(0.592)	0.335	(0.558)
2	0.201	(0.900)	0.217	(0.879)	0.230	(0.857)	0.242	(0.834)	0.251	(0.809)
3	0.074	(0.974)	0.087	(0.966)	0.100	(0.957)	0.113	(0.947)	0.126	(0.935)
4	0.021	(0.995)	0.026	(0.992)	0.032	(0.989)	0.039	(0.986)	0.047	(0.982)
5	0.004	(0.999)	0.007	(0.999)	0.009	(0.998)	0.011	(0.997)	0.014	(0.996)
6	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.002	(1.000)	0.003	(1.000)	0.004	(1.000)

c \ np_0	1.6		1.7		1.8		1.9		2.0	
0	0.202	(0.202)	0.183	(0.183)	0.165	(0.165)	0.150	(0.150)	0.135	(0.135)
1	0.323	(0.525)	0.311	(0.494)	0.298	(0.463)	0.284	(0.434)	0.271	(0.406)
2	0.258	(0.783)	0.264	(0.758)	0.268	(0.731)	0.270	(0.704)	0.271	(0.677)
3	0.138	(0.921)	0.149	(0.907)	0.161	(0.892)	0.171	(0.875)	0.180	(0.857)
4	0.055	(0.976)	0.064	(0.971)	0.072	(0.964)	0.081	(0.956)	0.090	(0.947)
5	0.018	(0.994)	0.022	(0.993)	0.026	(0.990)	0.031	(0.987)	0.036	(0.983)
6	0.005	(0.999)	0.006	(0.999)	0.008	(0.998)	0.010	(0.997)	0.012	(0.995)
7	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.002	(1.000)	0.003	(1.000)	0.004	(0.999)
8									0.001	(1.000)

ตาราง C (ต่อ) การแจกแจงแบบปัวร์ซอง

TABLE C (*continued*)

c \ np_0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
0	0.123 (0.123)	0.111 (0.111)	0.100 (0.100)	0.091 (0.091)	0.082 (0.082)
1	0.257 (0.380)	0.244 (0.355)	0.231 (0.331)	0.218 (0.309)	0.205 (0.287)
2	0.270 (0.650)	0.268 (0.623)	0.265 (0.596)	0.261 (0.570)	0.256 (0.543)
3	0.189 (0.839)	0.197 (0.820)	0.203 (0.799)	0.209 (0.779)	0.214 (0.757)
4	0.099 (0.938)	0.108 (0.928)	0.117 (0.916)	0.125 (0.904)	0.134 (0.891)
5	0.042 (0.980)	0.048 (0.976)	0.054 (0.970)	0.060 (0.964)	0.067 (0.958)
6	0.015 (0.995)	0.017 (0.993)	0.021 (0.991)	0.024 (0.988)	0.028 (0.986)
7	0.004 (0.999)	0.005 (0.998)	0.007 (0.998)	0.006 (0.996)	0.010 (0.996)
8	0.001 (1.000)	0.002 (1.000)	0.002 (1.000)	0.003 (0.999)	0.003 (0.999)
9				0.001 (1.000)	0.001 (1.000)

c \ np_0	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
0	0.074 (0.074)	0.067 (0.067)	0.061 (0.061)	0.055 (0.055)	0.050 (0.050)
1	0.193 (0.267)	0.182 (0.249)	0.170 (0.231)	0.160 (0.215)	0.149 (0.199)
2	0.251 (0.518)	0.245 (0.494)	0.238 (0.469)	0.231 (0.446)	0.224 (0.423)
3	0.218 (0.736)	0.221 (0.715)	0.223 (0.692)	0.224 (0.670)	0.224 (0.647)
4	0.141 (0.877)	0.149 (0.864)	0.156 (0.848)	0.162 (0.832)	0.168 (0.815)
5	0.074 (0.951)	0.080 (0.944)	0.087 (0.935)	0.094 (0.926)	0.101 (0.916)
6	0.032 (0.983)	0.036 (0.980)	0.041 (0.976)	0.045 (0.971)	0.050 (0.966)
7	0.012 (0.995)	0.014 (0.994)	0.016 (0.992)	0.019 (0.990)	0.022 (0.988)
8	0.004 (0.999)	0.005 (0.998)	0.006 (0.998)	0.007 (0.997)	0.008 (0.996)
9	0.001 (1.000)	0.001 (1.000)	0.002 (1.000)	0.002 (0.999)	0.003 (0.999)
10				0.001 (1.000)	0.001 (1.000)

c \ np_0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
0	0.045 (0.045)	0.041 (0.041)	0.037 (0.037)	0.033 (0.033)	0.030 (0.030)
1	0.140 (0.185)	0.130 (0.171)	0.122 (0.159)	0.113 (0.146)	0.106 (0.136)
2	0.216 (0.401)	0.209 (0.380)	0.201 (0.360)	0.193 (0.339)	0.185 (0.321)
3	0.224 (0.625)	0.223 (0.603)	0.222 (0.582)	0.219 (0.558)	0.216 (0.537)
4	0.173 (0.798)	0.178 (0.781)	0.182 (0.764)	0.186 (0.744)	0.189 (0.726)
5	0.107 (0.905)	0.114 (0.895)	0.120 (0.884)	0.126 (0.870)	0.132 (0.858)
6	0.056 (0.961)	0.061 (0.956)	0.066 (0.950)	0.071 (0.941)	0.077 (0.935)
7	0.025 (0.986)	0.028 (0.984)	0.031 (0.981)	0.035 (0.976)	0.038 (0.973)
8	0.010 (0.996)	0.011 (0.995)	0.012 (0.993)	0.015 (0.991)	0.017 (0.990)
9	0.003 (0.999)	0.004 (0.999)	0.005 (0.998)	0.006 (0.997)	0.007 (0.997)
10	0.001 (1.000)	0.001 (1.000)	0.002 (1.000)	0.002 (0.999)	0.002 (0.999)
11				0.001 (1.000)	0.001 (1.000)

ตาราง C (ต่อ) การแจกแจงแบบปัวร์ซอง

TABLE C (*continued*)

c \ np_0	3.6		3.7		3.8		3.9		4.0	
0	0.027	(0.027)	0.025	(0.025)	0.022	(0.022)	0.020	(0.020)	0.018	(0.018)
1	0.098	(0.125)	0.091	(0.116)	0.085	(0.107)	0.079	(0.099)	0.073	(0.091)
2	0.177	(0.302)	0.169	(0.285)	0.161	(0.268)	0.154	(0.253)	0.147	(0.238)
3	0.213	(0.515)	0.209	(0.494)	0.205	(0.473)	0.200	(0.453)	0.195	(0.433)
4	0.191	(0.706)	0.193	(0.687)	0.194	(0.667)	0.195	(0.648)	0.195	(0.628)
5	0.138	(0.844)	0.143	(0.830)	0.148	(0.815)	0.152	(0.800)	0.157	(0.785)
6	0.083	(0.927)	0.088	(0.918)	0.094	(0.909)	0.099	(0.899)	0.104	(0.889)
7	0.042	(0.969)	0.047	(0.965)	0.051	(0.960)	0.055	(0.954)	0.060	(0.949)
8	0.019	(0.988)	0.022	(0.987)	0.024	(0.984)	0.027	(0.981)	0.030	(0.979)
9	0.008	(0.996)	0.009	(0.996)	0.010	(0.994)	0.012	(0.993)	0.013	(0.992)
10	0.003	(0.999)	0.003	(0.999)	0.004	(0.998)	0.004	(0.997)	0.005	(0.997)
11	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(0.999)	0.002	(0.999)	0.002	(0.999)
12					0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)

c \ np_0	4.1		4.2		4.3		4.4		4.5	
0	0.017	(0.017)	0.015	(0.015)	0.014	(0.014)	0.012	(0.012)	0.011	(0.011)
1	0.068	(0.085)	0.063	(0.078)	0.058	(0.072)	0.054	(0.066)	0.050	(0.061)
2	0.139	(0.224)	0.132	(0.210)	0.126	(0.198)	0.119	(0.185)	0.113	(0.174)
3	0.190	(0.414)	0.185	(0.395)	0.180	(0.378)	0.174	(0.359)	0.169	(0.343)
4	0.195	(0.609)	0.195	(0.590)	0.193	(0.571)	0.192	(0.551)	0.190	(0.533)
5	0.160	(0.769)	0.163	(0.753)	0.166	(0.737)	0.169	(0.720)	0.171	(0.704)
6	0.110	(0.879)	0.114	(0.867)	0.119	(0.856)	0.124	(0.844)	0.128	(0.832)
7	0.064	(0.943)	0.069	(0.936)	0.073	(0.929)	0.078	(0.922)	0.082	(0.914)
8	0.033	(0.976)	0.036	(0.972)	0.040	(0.969)	0.043	(0.965)	0.046	(0.960)
9	0.015	(0.991)	0.017	(0.989)	0.019	(0.988)	0.021	(0.986)	0.023	(0.983)
10	0.006	(0.997)	0.007	(0.996)	0.008	(0.996)	0.009	(0.995)	0.011	(0.994)
11	0.002	(0.999)	0.003	(0.999)	0.003	(0.999)	0.004	(0.999)	0.004	(0.998)
12	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(0.959)
13									0.001	(1.000)

ตาราง C (ต่อ) การแจกแจงแบบปัวร์ซอง

TABLE C *(continued)*

c \ np_0	4.6		4.7		4.8		4.9		5.0	
0	0.010	(0.010)	0.009	(0.009)	0.008	(0.008)	0.008	(0.008)	0.007	(0.007)
1	0.046	(0.056)	0.043	(0.052)	0.039	(0.047)	0.037	(0.045)	0.034	(0.041)
2	0.106	(0.162)	0.101	(0.153)	0.095	(0.142)	0.090	(0.135)	0.084	(0.125)
3	0.163	(0.325)	0.157	(0.310)	0.152	(0.294)	0.146	(0.281)	0.140	(0.265)
4	0.188	(0.513)	0.185	(0.495)	0.182	(0.476)	0.179	(0.460)	0.176	(0.441)
5	0.172	(0.685)	0.174	(0.669)	0.175	(0.651)	0.175	(0.635)	0.176	(0.617)
6	0.132	(0.817)	0.136	(0.805)	0.140	(0.791)	0.143	(0.778)	0.146	(0.763)
7	0.087	(0.904)	0.091	(0.896)	0.096	(0.887)	0.100	(0.878)	0.105	(0.868)
8	0.050	(0.954)	0.054	(0.950)	0.058	(0.945)	0.061	(0.939)	0.065	(0.933)
9	0.026	(0.980)	0.028	(0.978)	0.031	(0.976)	0.034	(0.973)	0.036	(0.969)
10	0.012	(0.992)	0.013	(0.991)	0.015	(0.991)	0.016	(0.989)	0.018	(0.987)
11	0.005	(0.997)	0.006	(0.997)	0.006	(0.997)	0.007	(0.996)	0.008	(0.995)
12	0.002	(0.999)	0.002	(0.999)	0.002	(0.999)	0.003	(0.999)	0.003	(0.998)
13	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(1.000)	0.001	(0.999)
14									0.001	(1.000)

c \ np_0	6.0		7.0		8.0		9.0		10.0	
0	0.002	(0.002)	0.001	(0.001)	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)	0.000	(0.000)
1	0.015	(0.017)	0.006	(0.007)	0.003	(0.003)	0.001	(0.001)	0.000	(0.000)
2	0.045	(0.062)	0.022	(0.029)	0.011	(0.014)	0.005	(0.006)	0.002	(0.002)
3	0.089	(0.151)	0.052	(0.081)	0.029	(0.043)	0.015	(0.021)	0.007	(0.009)
4	0.134	(0.285)	0.091	(0.172)	0.057	(0.100)	0.034	(0.055)	0.019	(0.028)
5	0.161	(0.446)	0.128	(0.300)	0.092	(0.192)	0.061	(0.116)	0.038	(0.066)
6	0.161	(0.607)	0.149	(0.449)	0.122	(0.314)	0.091	(0.207)	0.063	(0.129)
7	0.138	(0.745)	0.149	(0.598)	0.140	(0.454)	0.117	(0.324)	0.090	(0.219)
8	0.103	(0.848)	0.131	(0.729)	0.140	(0.594)	0.132	(0.456)	0.113	(0.332)
9	0.069	(0.917)	0.102	(0.831)	0.124	(0.718)	0.132	(0.588)	0.125	(0.457)
10	0.041	(0.958)	0.071	(0.902)	0.099	(0.817)	0.119	(0.707)	0.125	(0.582)
11	0.023	(0.981)	0.045	(0.947)	0.072	(0.889)	0.097	(0.804)	0.114	(0.696)
12	0.011	(0.992)	0.026	(0.973)	0.048	(0.937)	0.073	(0.877)	0.095	(0.791)
13	0.005	(0.997)	0.014	(0.987)	0.030	(0.967)	0.050	(0.927)	0.073	(0.864)
14	0.002	(0.999)	0.007	(0.994)	0.017	(0.984)	0.032	(0.959)	0.052	(0.916)
15	0.001	(1.000)	0.003	(0.997)	0.009	(0.993)	0.019	(0.978)	0.035	(0.951)
16			0.002	(0.999)	0.004	(0.997)	0.011	(0.989)	0.022	(0.973)
17			0.001	(1.000)	0.002	(0.999)	0.006	(0.995)	0.013	(0.986)
18					0.001	(1.000)	0.003	(0.998)	0.007	(0.993)
19							0.001	(0.999)	0.004	(0.997)
20							0.001	(1.000)	0.002	(0.999)
21									0.001	(1.000)

TABLE C *(continued)*

c \ np_0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
0	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
1	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
2	0.001 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
3	0.004 (0.005)	0.002 (0.002)	0.001 (0.001)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
4	0.010 (0.015)	0.005 (0.007)	0.003 (0.004)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)
5	0.022 (0.037)	0.013 (0.020)	0.007 (0.011)	0.004 (0.005)	0.002 (0.003)
6	0.041 (0.078)	0.025 (0.045)	0.015 (0.026)	0.009 (0.014)	0.005 (0.008)
7	0.065 (0.143)	0.044 (0.089)	0.028 (0.054)	0.017 (0.031)	0.010 (0.018)
8	0.089 (0.232)	0.066 (0.155)	0.046 (0.100)	0.031 (0.062)	0.019 (0.037)
9	0.109 (0.341)	0.087 (0.242)	0.066 (0.166)	0.047 (0.109)	0.032 (0.069)
10	0.119 (0.460)	0.105 (0.347)	0.086 (0.252)	0.066 (0.175)	0.049 (0.118)
11	0.119 (0.579)	0.114 (0.461)	0.101 (0.353)	0.084 (0.259)	0.066 (0.184)
12	0.109 (0.688)	0.114 (0.575)	0.110 (0.463)	0.099 (0.358)	0.083 (0.267)
13	0.093 (0.781)	0.106 (0.681)	0.110 (0.573)	0.106 (0.464)	0.096 (0.363)
14	0.073 (0.654)	0.091 (0.772)	0.102 (0.675)	0.106 (0.570)	0.102 (0.465)
15	0.053 (0.907)	0.072 (0.844)	0.088 (0.763)	0.099 (0.669)	0.102 (0.567)
16	0.037 (0.944)	0.054 (0.898)	0.072 (0.835)	0.087 (0.756)	0.096 (0.663)
17	0.024 (0.968)	0.038 (0.936)	0.055 (0.890)	0.071 (0.827)	0.085 (0.748)
18	0.015 (0.983)	0.026 (0.962)	0.040 (0.930)	0.056 (0.883)	0.071 (0.819)
19	0.008 (0.991)	0.016 (0.978)	0.027 (0.957)	0.041 (0.924)	0.056 (0.875)
20	0.005 (0.996)	0.010 (0.988)	0.018 (0.975)	0.029 (0.953)	0.042 (0.917)
21	0.002 (0.998)	0.006 (0.994)	0.011 (0.986)	0.019 (0.972)	0.030 (0.947)
22	0.001 (0.999)	0.003 (0.997)	0.006 (0.992)	0.012 (0.984)	0.020 (0.967)
23	0.001 (1.000)	0.002 (0.999)	0.004 (0.996)	0.007 (0.991)	0.013 (0.980)
24		0.001 (1.000)	0.002 (0.998)	0.004 (0.995)	0.008 (0.988)
25			0.001 (0.999)	0.003 (0.998)	0.005 (0.993)
26			0.001 (1.000)	0.001 (0.999)	0.003 (0.996)
27				0.001 (1.000)	0.002 (0.998)
28					0.001 (0.999)
29					0.001 (1.000)

ตารางที่ 7.1 ระหัสอักษรของขนาดตัวอย่าง

Sample size code letters—MIL-STD-105D (ABC standard)

	Special inspection levels				General inspection levels		
Lot or batch size	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2–8	A	A	A	A	A	A	B
9–15	A	A	A	A	A	B	C
16–25	A	A	B	B	B	C	D
26–50	A	B	B	C	C	D	E
51–90	B	B	C	C	C	E	F
91–150	B	B	C	D	D	F	G
151–280	B	C	D	E	E	G	H
281–500	B	C	D	E	F	H	J
501–1,200	C	C	E	F	G	J	K
1,201–3,200	C	D	E	G	H	K	L
3,201–10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001–35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001–150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001–500,000	D	E	G	J	M	P	Q
500,001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

ตารางที่ 7.2 A แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ

Master table for normal inspection (single sampling)—MIL-STD-105D (ABC standard)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection) 0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1,000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2														↓	0 1		↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
B	3													↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45
C	5												↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑
D	8											↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	
E	13										↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑		
F	20									↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑			
G	32								↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑						
H	50							↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑							
J	80						↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑								
K	125						0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑									
L	200				↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑										
M	315			↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑											
N	500			0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑												
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑													
Q	1,250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑														
R	2,000	↑		1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑															

↓ = use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100% inspection.
↑ = use first sampling plan above arrow.
Ac = acceptance number.
Re = rejection number.

ตารางที่ 7.3 A แผนการสุ่มตัวอย่างคู่ สำหรับการตรวจสอบแบบปกติ

Master table for normal inspection (double sampling)—MIL-STD-105D (ABC standard)

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																									
				0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1,000
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↓	↓	†	†	†	†	†	†	†	†	†
B	First	2	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31
	Second	2	4																	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57
C	First	3	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑
	Second	3	6																1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57	
D	First	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑	↑
	Second	5	10															1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57		
E	First	8	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	17 22	25 31	↑	↑	↑
	Second	8	16														1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27	37 38	56 57			
F	First	13	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	13	26													1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27						
G	First	20	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	20	40												1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27							
H	First	32	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	32	64											1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27								
J	First	50	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	50	100										1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27									
K	First	80	80	↓	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	80	160									1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27										
L	First	125	125	↓	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	125	250								1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27											
M	First	200	200	↓	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	200	400							1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27												
N	First	315	315	↓	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	315	630						1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27													
P	First	500	500	↓	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	500	1,000					1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27														
Q	First	800	800	†	↑	↓	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	800	1,600				1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27															
R	First	1,250	1,250	↑	↑	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	Second	1,250	2,500			1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27																

↓ = use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100% inspection.
↑ = use first sampling plan above arrow.
Ac = acceptance number.
Re = rejection number.
†Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, where available).

ตารางที่ 7.10 แผนตัวอย่างเดี่ยว ของ Dodge - Romig เพื่อกำหนดค่า **AOQL = 3 %**

Dodge-Romig Inspection table—Single-sampling plans AOQL = 3.0%

Lot Size	Process Average 0-0.06% *n*	*c*	LTPD %	0.07-0.60% *n*	*c*	LTPD %	0.61-1.20% *n*	*c*	LTPD %	1.21-1.80% *n*	*c*	LTPD %	1.81-2.40% *n*	*c*	LTPD %	2.41-3.00% *n*	*c*	LTPD %
1-10	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—
11-50	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0
51-100	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	22	1	16.4
101-200	12	0	17.0	12	0	17.0	12	0	17.0	25	1	15.1	25	1	15.1	25	1	15.1
201-300	12	0	17.0	12	0	17.0	26	1	14.6	26	1	14.6	26	1	14.6	40	2	12.8
301-400	12	0	17.1	12	0	17.1	26	1	14.7	26	1	14.7	41	2	12.7	41	2	12.7
401-500	12	0	17.2	27	1	14.1	27	1	14.1	42	2	12.4	42	2	12.4	42	2	12.4
501-600	12	0	17.3	27	1	14.2	27	1	14.2	42	2	12.4	42	2	12.4	60	3	10.8
601-800	12	0	17.3	27	1	14.2	27	1	14.2	43	2	12.1	60	3	10.9	60	3	10.9
801-1,000	12	0	17.4	27	1	14.2	44	2	11.8	44	2	11.8	60	3	11.0	80	4	9.8
1,001-2,000	12	0	17.5	28	1	13.8	45	2	11.7	65	3	10.2	80	4	9.8	100	5	9.1
2,001-3,000	12	0	17.5	28	1	13.8	45	2	11.7	65	3	10.2	100	5	9.1	140	7	8.2
3,001-4,000	12	0	17.5	28	1	13.8	65	3	10.3	85	4	9.5	125	6	8.4	165	8	7.8
4,001-5,000	28	1	13.8	28	1	13.8	65	3	10.3	85	4	9.5	125	6	8.4	210	10	7.4
5,001-7,000	28	1	13.8	45	2	11.8	65	3	10.3	105	5	8.8	145	7	8.1	235	11	7.1
7,001-10,000	28	1	13.9	46	2	11.6	65	3	10.3	105	5	8.8	170	8	7.6	280	13	6.8
10,001-20,000	28	1	13.9	46	2	11.7	85	4	9.5	125	6	8.4	215	10	7.2	380	17	6.2
20,001-50,000	28	1	13.9	65	3	10.3	105	5	8.8	170	8	7.6	310	14	6.5	560	24	5.7
50,001-100,000	28	1	13.9	65	3	10.3	125	6	8.4	215	10	7.2	385	17	6.2	690	29	5.4

ตารางที่ 7.13 แผนตัวอย่างคู่ของ Dodge - Romig เมื่อกำหนดค่า LTPD = 1.0%

Dodge-Romig double-sampling table for lot tolerance percent defective (LTPD) = 1%

	Process Average																	
	0-0.010%						0.011-0.10%						0.11-0.20%					
	Trial 1		Trial 2			AOQL	Trial 1		Trial 2			AOQL	Trial 1		Trial 2			AOQL
Lot Size	n_1	c_1	n_2	$n_1 + n_2$	c_2	%	n_1	c_1	n_2	$n_1 + n_2$	c_1	%	n_1	c_1	n_2	$n_1 + n_2$	c_2	%
1-120	All	0	—	—	—	0	All	0	—	—	—	0	All	0	—	—	—	0
121-150	120	0	—	—	—	0.06	120	0	—	—	—	0.06	120	0	—	—	—	0.06
151-200	140	0	—	—	—	0.08	140	0	—	—	—	0.08	140	0	—	—	—	0.08
201-260	165	0	—	—	—	0.10	165	0	—	—	—	0.10	165	0	—	—	—	0.10
261-300	180	0	75	255	1	0.10	180	0	75	255	1	0.10	180	0	75	255	1	0.10
301-400	200	0	90	290	1	0.12	200	0	90	290	1	0.12	200	0	90	290	1	0.12
401-500	215	0	100	315	1	0.14	215	0	100	315	1	0.14	215	0	100	315	1	0.14
501-600	225	0	115	340	1	0.15	225	0	115	340	1	0.15	225	0	115	340	1	0.15
601-800	235	0	125	360	1	0.16	235	0	125	360	1	0.16	235	0	125	360	1	0.16
801-1,000	245	0	135	380	1	0.17	245	0	135	380	1	0.17	245	0	250	495	2	0.19
1,001-2,000	265	0	155	420	1	0.18	265	0	155	420	1	0.18	265	0	285	550	2	0.21
2,001-3,000	270	0	160	430	1	0.19	270	0	300	570	2	0.22	270	0	420	690	3	0.25
3,001-4,000	275	0	160	435	1	0.19	275	0	305	580	2	0.22	275	0	435	710	3	0.25
4,001-5,000	275	0	165	440	1	0.19	275	0	310	585	2	0.23	275	0	565	840	4	0.28
5,001-7,000	275	0	170	445	1	0.20	275	0	315	590	2	0.23	275	0	580	855	4	0.29
7,001-10,000	280	0	320	600	1	0.24	280	0	460	740	3	0.26	280	0	590	870	4	0.30
10,001-20,000	280	0	325	605	1	0.24	280	0	465	745	3	0.27	450	1	700	1,150	6	0.33
20,001-50,000	280	0	325	605	1	0.25	280	0	605	885	4	0.30	450	1	830	1,280	7	0.36
50,001-100,000	280	0	325	605	1	0.25	280	0	605	885	4	0.30	450	1	960	1,410	8	0.38

(continued)

ตารางที่ 7.13 (ต่อ) แผนตัวอย่างคู่ของ Dodge - Romig เมื่อกำหนดค่า LTPD = 1.0%

	Process Average																	
	0.21-0.30%						0.31-0.40%						0.41-0.50%					
	Trial 1		Trial 2			AOQL	Trial 1		Trial 2			AOQL	Trial 1		Trial 2			AOQL
Lot Size	n_1	c_1	n_2	n_1+n_2	c_2	%	n_1	c_1	n_2	n_1+n_2	c_1	%	n_1	c_1	n_2	n_1+n_2	c_2	%
1-120	All	0	—	—	—	0	All	0	—	—	—	0	All	0	—	—	—	0
121-150	120	0	—	—	—	0.06	120	0	—	—	—	0.06	120	0	—	—	—	0.06
151-200	140	0	—	—	—	0.08	140	0	—	—	—	0.08	140	0	—	—	—	0.08
201-260	165	0	—	—	—	0.10	165	0	—	—	—	0.10	165	0	—	—	—	0.10
261-300	180	0	75	255	1	0.10	180	0	75	255	1	0.10	180	0	75	255	1	0.10
301-400	200	0	90	290	1	0.12	200	0	90	290	1	0.12	200	0	90	290	1	0.12
401-500	215	0	100	315	1	0.14	215	0	100	315	1	0.14	215	0	100	315	1	0.14
501-600	225	0	115	340	1	0.15	225	0	115	340	1	0.15	225	0	205	430	2	0.16
601-800	235	0	230	465	2	0.18	235	0	230	465	2	0.18	235	0	230	465	2	0.18
801-1,000	245	0	250	495	2	0.19	245	0	250	495	2	0.19	245	0	250	495	2	0.19
1,001-2,000	265	0	405	670	3	0.23	265	0	515	780	4	0.24	265	0	515	780	4	0.24
2,001-3,000	270	0	545	815	4	0.26	430	1	620	1,050	6	0.28	430	1	830	1,260	8	0.30
3,001-4,000	435	1	645	1,080	6	0.29	435	1	865	1,300	8	0.30	580	2	940	1,520	10	0.33
4,001-5,000	440	1	660	1,100	6	0.30	440	1	1,000	1,440	9	0.33	585	2	1,075	1,660	11	0.35
5,001-7,000	445	1	785	1,230	7	0.33	590	2	990	1,580	10	0.36	730	3	1,190	1,920	13	0.38
7,001-10,000	450	1	920	1,370	8	0.35	600	2	1,240	1,840	12	0.39	870	4	1,540	2,410	17	0.41
10,001-20,000	605	2	1,035	1,640	10	0.39	745	3	1,485	2,230	15	0.43	1,150	6	1,990	3,140	23	0.44
20,001-50,000	605	2	1,295	1,900	12	0.42	885	4	1,845	2,730	19	0.47	1,280	7	2,600	3,880	29	0.52
50,001-100,000	605	2	1,545	2,150	14	0.44	885	4	2,085	2,970	21	0.49	1,410	8	3,280	4,690	36	0.55

ตาราง E ตารางมาตรฐานกรมทหาร 414

ตาราง A-2

(Table A-2. MIL STD 414) Sample size code letters

Lot Size	Inspection Levels I	II	III	IV	V
3 to 8	B	B	B	B	C
9 to 15	B	B	B	B	D
16 to 25	B	B	B	C	E
26 to 40	B	B	B	D	F
41 to 65	B	B	C	E	G
66 to 110	B	B	D	F	H
111 to 180	B	C	E	G	I
181 to 300	B	D	F	H	J
301 to 500	C	E	G	I	K
501 to 800	D	F	H	J	L
801 to 1,300	E	G	I	K	L
1,301 to 3,200	F	H	J	L	M
3,201 to 8,000	G	I	L	M	N
8,001 to 22,000	H	J	M	N	O
22,001 to 110,000	I	K	N	O	P
110,001 to 550,000	I	K	O	P	Q
550,001 and over	I	K	P	Q	Q

ตาราง A-1

AQL Conversion Table

For specified AQL values falling within these ranges	Use this AQL value
—— to 0.049	0.04
0.050 to 0.069	0.065
0.070 to 0.109	0.10
0.110 to 0.164	0.15
0.165 to 0.279	0.25
0.280 to 0.439	0.40
0.440 to 0.699	0.65
0.700 to 1.09	1.0
1.10 to 1.64	1.5
1.65 to 2.79	2.5
2.80 to 4.39	4.0
4.40 to 6.99	6.5
7.00 to 10.9	10.0
11.00 to 16.4	15.0

ตาราง B-1 แผนการสุ่มตัวอย่างที่ตัวแปรไม่ทราบค่า สำหรับการตรวจสอบแบบ ปกติและเข้มงวด (พิกัดเดี่ยว-แบบ1)

Master table for normal and tightened inspection for plans based on variability unknown (Standard deviation method) (Single-specification limit—Form 1)
(Table B-1, MIL STD 414)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	▼	▼	1.12	.958	.765	.566	.341
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.45	1.34	1.17	1.01	.814	.617	.393
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	.874	.675	.455
E	7	↓	↓	↓	↓	2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	.955	.755	.536
F	10	↓	↓	↓	2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	.828	.611
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	.886	.664
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	.917	.695
I	25	2.72	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	.936	.712
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	.946	.723
K	35	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	.969	.745
L	40	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	.971	.746
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	.774
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	.804
O	100	2.92	2.80	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	.819
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.841
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.845
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptable Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as k value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

ตาราง B-3 แผนการสุ่มตัวอย่างที่ตัวแปรไม่ทราบค่า สำหรับการตรวจสอบแบบ

แบบปกติและเข้มงวด (พิกัดคู่ และแบบ 2 ของพิกัดเดี่ยว)

Table 14-3

Master table for normal and tightened inspection for plans based on variability unknown (Standard deviation method) (double-specification limit and Form 2—Single-specification limit) (Table B-3, MIL STD 414)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4								1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5							1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7					0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10				0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.186	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.228	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.250	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.280	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.264	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.275	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.250	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	0.147	0.228	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.220	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.203	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.204	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptability Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL and table values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as M value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

ตาราง B-5(ต่อ) ตารางการประมาณค่าเปอร์เซนต์ของเสียของรุ่น
โดยใช้วิธีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Z_{LSL} or Z_{LSL}	Sample Size															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
1.50	0.00	0.00	3.80	5.28	5.87	6.20	6.34	6.41	6.46	6.50	6.52	6.55	6.60	6.62	6.64	6.65
1.51	0.00	0.00	3.61	5.13	5.73	6.06	6.20	6.28	6.33	6.36	6.39	6.42	6.47	6.49	6.51	6.52
1.52	0.00	0.00	3.42	4.97	5.59	5.93	6.07	6.15	6.20	6.23	6.26	6.29	6.34	6.36	6.38	6.39
1.53	0.00	0.00	3.23	4.82	5.45	5.30	5.94	6.02	6.07	6.11	6.13	6.17	6.21	6.24	6.26	6.27
1.54	0.00	0.00	3.05	4.67	5.31	5.67	5.81	5.87	5.95	5.98	6.01	6.04	6.09	6.11	6.13	6.15
1.55	0.00	0.00	2.87	4.52	5.18	5.54	5.69	5.77	5.82	5.86	5.88	5.92	5.97	5.99	6.01	6.02
1.56	0.00	0.00	2.69	4.38	5.05	5.41	5.56	5.65	5.70	5.74	5.76	5.80	5.85	5.87	5.89	5.90
1.57	0.00	0.00	2.52	4.24	4.92	5.29	5.44	5.53	5.58	5.62	5.64	5.68	5.73	5.75	5.78	5.79
1.58	0.00	0.00	2.35	4.10	4.79	5.16	5.32	5.41	5.46	5.50	5.53	5.56	5.61	5.64	5.66	5.67
1.59	0.00	0.00	2.19	3.96	4.66	5.04	5.20	5.29	5.34	5.38	5.41	5.45	5.50	5.52	5.54	5.56
1.60	0.00	0.00	2.03	3.83	4.54	4.92	5.09	5.17	5.23	5.27	5.30	5.33	5.38	5.41	5.43	5.44
1.61	0.00	0.00	1.87	3.69	4.41	4.81	4.97	5.06	5.12	5.16	5.18	5.22	5.27	5.30	5.32	5.33
1.62	0.00	0.00	1.72	3.57	4.30	4.69	4.56	4.95	5.01	5.04	5.07	5.11	5.16	5.19	5.21	5.23
1.63	0.00	0.00	1.57	3.44	4.18	4.58	4.75	4.84	4.90	4.94	4.97	5.01	5.06	5.08	5.11	5.12
1.64	0.00	0.00	1.42	3.31	4.06	4.47	4.64	4.73	4.79	4.83	4.86	4.90	4.95	4.98	5.00	5.01
1.65	0.00	0.00	1.28	3.19	3.95	4.36	4.53	4.62	4.68	4.72	4.75	4.79	4.85	4.87	4.90	4.91
1.66	0.00	0.00	1.15	3.07	3.84	4.25	4.43	4.52	4.58	4.62	4.65	4.69	4.74	4.77	4.90	4.81
1.67	0.00	0.00	1.02	2.95	3.73	4.15	4.32	4.42	4.48	4.52	4.55	4.59	4.64	4.67	4.70	4.71
1.68	0.00	0.00	0.89	2.84	3.62	4.05	4.22	4.32	4.38	4.42	4.45	4.49	4.55	4.57	4.60	4.61
1.69	0.00	0.00	0.77	2.73	3.52	3.94	4.12	4.22	4.28	4.32	4.35	4.39	4.45	4.47	4.50	4.51
1.70	0.00	0.00	0.66	2.62	3.41	3.84	4.02	4.12	4.18	4.22	4.25	4.30	4.35	4.38	4.41	4.42
1.71	0.00	0.00	0.55	2.51	3.31	3.75	3.93	4.02	4.09	4.13	4.16	4.20	4.26	4.29	4.31	4.32
1.72	0.00	0.00	0.45	2.41	3.21	3.65	3.83	3.93	3.99	4.04	4.07	4.11	4.17	4.19	4.22	4.23
1.73	0.00	0.00	0.36	2.30	3.11	3.56	3.74	3.84	3.90	3.94	3.98	4.02	4.08	4.10	4.13	4.14
1.74	0.00	0.00	0.27	2.20	3.02	3.46	3.65	3.75	3.81	3.85	3.89	3.93	3.99	4.01	4.04	4.05
1.75	0.00	0.00	0.19	2.11	2.93	3.37	3.56	3.66	3.72	3.77	3.80	3.84	3.90	3.93	3.95	3.97
1.76	0.00	0.00	0.12	2.01	2.83	3.28	3.47	3.57	3.63	3.68	3.71	3.76	3.81	3.84	3.87	3.08
1.77	0.00	0.00	0.06	1.92	2.74	3.20	3.38	3.48	3.55	3.59	3.63	3.67	3.73	3.76	3.78	3.80
1.78	0.00	0.00	0.02	1.83	2.66	3.11	3.30	3.40	3.47	3.51	3.54	3.59	3.64	3.67	3.70	3.71
1.79	0.00	0.00	0.00	1.74	2.57	3.03	3.21	3.32	3.38	3.43	3.46	3.51	3.56	3.59	3.63	3.63
1.80	0.00	0.00	0.00	1.65	2.49	2.94	3.13	3.24	3.30	3.35	3.38	3.43	3.48	3.51	3.54	3.55
1.81	0.00	0.00	0.00	1.57	2.40	2.86	3.05	3.16	3.22	3.27	3.30	3.35	3.40	3.43	3.46	3.47
1.82	0.00	0.00	0.00	1.49	2.32	2.79	2.98	3.08	3.15	3.19	3.22	3.27	3.33	3.36	3.38	3.40
1.83	0.00	0.00	0.00	1.41	2.25	2.71	2.90	3.00	3.07	3.11	3.15	3.19	3.25	3.28	3.31	3.32
1.84	0.00	0.00	0.00	1.34	2.17	2.63	2.82	2.93	2.99	3.04	3.07	3.12	3.18	3.21	3.23	3.25
1.85	0.00	0.00	0.00	1.26	2.09	2.56	2.75	2.85	2.92	2.97	3.00	3.05	3.10	3.13	3.16	3.17
1.86	0.00	0.00	0.00	1.19	2.02	2.48	2.68	2.78	2.85	2.89	2.93	2.97	3.03	3.06	3.09	3.10
1.87	0.00	0.00	0.00	1.12	1.95	2.41	2.61	2.71	2.78	2.82	2.86	2.90	2.96	2.99	3.02	3.03
1.88	0.00	0.00	0.00	1.06	1.88	2.34	2.54	2.64	2.71	2.75	2.79	2.83	2.89	2.92	2.95	2.96
1.89	0.00	0.00	0.00	0.99	1.81	2.28	2.47	2.57	2.66	2.69	2.72	2.77	2.83	2.85	2.88	2.90
1.90	0.00	0.00	0.00	0.93	1.75	2.21	2.40	2.51	2.57	2.62	2.65	2.70	2.76	2.79	2.82	2.83
1.91	0.00	0.00	0.00	0.87	1.68	2.14	2.34	2.44	2.51	2.56	2.59	2.63	2.69	2.72	2.75	2.77
1.92	0.00	0.00	0.00	0.81	1.62	2.08	2.27	2.38	2.45	2.49	2.52	2.57	2.63	2.66	2.69	2.70
1.93	0.00	0.00	0.00	0.76	1.56	2.02	2.21	2.32	2.38	2.43	2.46	2.51	2.57	2.60	2.62	2.66
1.94	0.00	0.00	0.00	0.70	1.50	1.96	2.15	2.25	2.32	2.37	2.40	2.45	2.51	2.54	2.56	2.58
1.95	0.00	0.00	0.00	0.65	1.44	1.90	2.09	2.19	2.26	2.31	2.34	2.39	2.45	2.48	2.50	2.52
1.96	0.00	0.00	0.00	0.60	1.38	1.84	2.03	2.14	2.20	2.25	2.28	2.33	2.39	2.42	2.44	2.46
1.97	0.00	0.00	0.00	0.56	1.33	1.78	1.97	2.08	2.14	2.19	2.22	2.27	2.33	2.36	2.39	2.40
1.98	0.00	0.00	0.00	0.51	1.27	1.73	1.92	2.02	2.09	2.13	2.17	2.21	2.27	2.30	2.33	2.34
1.99	0.00	0.00	0.00	0.47	1.22	1.67	1.86	1.97	2.03	2.08	2.11	2.16	2.22	2.25	2.27	2.29
2.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.17	1.62	1.81	1.91	1.98	2.03	2.06	2.10	2.16	2.19	2.22	2.23
2.01	0.00	0.00	0.00	0.39	1.12	1.57	1.76	1.86	1.93	1.97	2.01	2.05	2.11	2.14	2.17	2.18
2.02	0.00	0.00	0.00	0.36	1.07	1.52	1.71	1.81	1.87	1.92	1.95	2.00	2.06	2.09	2.11	2.13
2.03	0.00	0.00	0.00	0.32	1.03	1.47	1.66	1.76	1.82	1.87	1.90	1.95	2.01	2.04	2.06	2.08
2.04	0.00	0.00	0.00	0.29	0.98	1.42	1.61	1.71	1.77	1.82	1.85	1.90	1.96	1.99	2.01	2.05
2.05	0.00	0.00	0.00	0.26	0.94	1.37	1.56	1.66	1.73	1.77	1.80	1.85	1.91	1.94	1.96	1.98
2.06	0.00	0.00	0.00	0.23	0.90	1.33	1.51	1.61	1.68	1.72	1.76	1.80	1.86	1.89	1.92	1.93
2.07	0.00	0.00	0.00	0.21	0.86	1.28	1.47	1.57	1.63	1.68	1.71	1.76	1.81	1.84	1.87	1.88
2.08	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	1.24	1.42	1.52	1.59	1.63	1.66	1.71	1.77	1.79	1.82	1.84
2.09	0.00	0.00	0.00	0.16	0.78	1.20	1.38	1.48	1.54	1.59	1.62	1.66	1.72	1.75	1.78	1.79

ตาราง B-5(ต่อ) ตารางการประมาณค่าเปอร์เซนต์ของเสียของรุ่น
โดยใช้วิธีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Z_{LSL} or Z_{USL}	Sample Size															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
2.10	0.00	0.00	0.00	0.14	0.74	1.16	1.34	1.44	1.50	1.54	1.58	1.62	1.68	1.71	1.73	1.75
2.11	0.00	0.00	0.00	0.12	0.71	1.12	1.30	1.39	1.46	1.50	1.53	1.58	1.63	1.66	1.69	1.70
2.12	0.00	0.00	0.00	0.10	0.67	1.08	1.26	1.35	1.42	1.46	1.49	1.54	1.59	1.62	1.65	1.66
2.13	0.00	0.00	0.00	0.08	0.64	1.04	1.22	1.31	1.38	1.42	1.45	1.50	1.55	1.58	1.61	1.62
2.14	0.00	0.00	0.00	0.07	0.61	1.00	1.18	1.28	1.34	1.38	1.41	1.46	1.51	1.54	1.57	1.58
2.15	0.00	0.00	0.00	0.06	0.58	0.97	1.14	1.24	1.30	1.34	1.37	1.42	1.47	1.50	1.53	1.54
2.16	0.00	0.00	0.00	0.05	0.55	0.93	1.10	1.20	1.26	1.30	1.34	1.38	1.43	1.46	1.49	1.50
2.17	0.00	0.00	0.00	0.04	0.52	0.90	1.07	1.16	1.22	1.27	1.30	1.34	1.40	1.42	1.45	1.46
2.18	0.00	0.00	0.00	0.03	0.49	0.87	1.03	1.13	1.19	1.23	1.26	1.30	1.36	1.39	1.41	1.42
2.19	0.00	0.00	0.00	0.02	0.46	0.83	1.00	1.09	1.15	1.20	1.23	1.27	1.32	1.35	1.38	1.39
2.20	0.000	0.000	0.000	0.015	0.437	0.803	0.968	1.061	1.120	1.161	1.192	1.233	1.287	1.314	1.340	1.352
2.21	0.000	0.000	0.000	0.010	0.413	0.772	0.936	1.028	1.087	1.128	1.158	1.199	1.253	1.279	1.305	1.318
2.22	0.000	0.000	0.000	0.006	0.389	0.743	0.905	0.996	1.054	1.095	1.125	1.166	1.219	1.245	1.271	1.283
2.23	0.000	0.000	0.000	0.003	0.366	0.715	0.875	0.965	1.023	1.063	1.093	1.134	1.186	1.212	1.238	1.250
2.24	0.000	0.000	0.000	0.002	0.345	0.687	0.845	0.935	0.992	1.032	1.061	1.102	1.154	1.180	1.205	1.218
2.25	0.000	0.000	0.000	0.001	0.324	0.660	0.816	0.905	0.962	1.002	1.031	1.071	1.123	1.148	1.173	1.186
2.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.304	0.634	0.789	0.876	0.933	0.972	1.001	1.041	1.092	1.117	1.142	1.155
2.27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.285	0.609	0.762	0.848	0.904	0.943	0.972	1.011	1.062	1.057	1.112	1.124
2.28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.267	0.585	0.735	0.821	0.876	0.915	0.943	0.982	1.033	1.058	1.082	1.094
2.29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.561	0.710	0.794	0.849	0.887	0.915	0.954	1.004	1.029	1.053	1.065
2.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.233	0.538	0.685	0.769	0.823	0.861	0.888	0.927	0.977	1.001	1.025	1.037
2.31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.218	0.516	0.662	0.743	0.797	0.834	0.862	0.900	0.949	0.974	0.997	1.009
2.32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.203	0.495	0.637	0.719	0.772	0.809	0.836	0.874	0.923	0.947	0.971	0.982
2.33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.189	0.474	0.614	0.695	0.748	0.784	0.811	0.848	0.897	0.921	0.944	0.956
2.34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.175	0.454	0.592	0.672	0.724	0.760	0.787	0.824	0.872	0.895	0.915	0.930
2.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.163	0.435	0.571	0.650	0.701	0.736	0.763	0.799	0.847	0.870	0.893	0.905
2.36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.151	0.416	0.550	0.628	0.678	0.714	0.740	0.776	0.823	0.846	0.869	0.880
2.37	0.000	0.000	0.000	0.000	0.139	0.398	0.530	0.606	0.656	0.691	0.717	0.753	0.799	0.822	0.845	0.856
2.38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.128	0.381	0.510	0.586	0.635	0.670	0.695	0.730	0.777	0.799	0.822	0.833
2.39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.118	0.364	0.491	0.566	0.614	0.648	0.674	0.709	0.754	0.777	0.799	0.810
2.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.109	0.348	0.473	0.546	0.594	0.628	0.653	0.687	0.732	0.755	0.777	0.737
2.41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.332	0.455	0.527	0.575	0.608	0.633	0.667	0.711	0.733	0.755	0.766
2.42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.317	0.437	0.509	0.555	0.588	0.613	0.646	0.691	0.712	0.734	0.744
2.43	0.000	0.000	0.000	0.000	0.083	0.302	0.421	0.491	0.537	0.569	0.593	0.627	0.670	0.692	0.713	0.724
2.44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.076	0.288	0.404	0.474	0.519	0.551	0.575	0.608	0.651	0.672	0.693	0.703
2.45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.069	0.275	0.389	0.457	0.501	0.533	0.556	0.589	0.632	0.653	0.673	0.684
2.46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.262	0.373	0.440	0.484	0.516	0.539	0.571	0.613	0.634	0.654	0.664
2.47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.249	0.359	0.425	0.468	0.499	0.521	0.553	0.595	0.615	0.635	0.646
2.48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.237	0.344	0.409	0.452	0.482	0.505	0.536	0.577	0.597	0.617	0.627
2.49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.226	0.331	0.394	0.436	0.466	0.488	0.519	0.560	0.580	0.600	0.609
2.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.214	0.317	0.380	0.421	0.451	0.473	0.503	0.543	0.563	0.582	0.592
2.51	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.204	0.304	0.366	0.407	0.436	0.457	0.487	0.527	0.546	0.565	0.575
2.52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.193	0.292	0.352	0.392	0.421	0.442	0.472	0.511	0.530	0.549	0.558
2.53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.184	0.280	0.339	0.379	0.407	0.428	0.457	0.495	0.514	0.533	0.542
2.54	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.174	0.268	0.326	0.365	0.393	0.413	0.442	0.480	0.499	0.517	0.527
2.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.165	0.257	0.314	0.352	0.379	0.400	0.428	0.465	0.484	0.502	0.511
2.56	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.156	0.246	0.302	0.340	0.366	0.386	0.414	0.451	0.469	0.487	0.496
2.57	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.148	0.236	0.291	0.327	0.354	0.373	0.401	0.437	0.455	0.473	0.452
2.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.140	0.226	0.279	0.316	0.341	0.361	0.388	0.429	0.441	0.459	0.468
2.59	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.133	0.216	0.269	0.304	0.330	0.349	0.375	0.410	0.428	0.445	0.454
2.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.125	0.207	0.258	0.293	0.318	0.337	0.363	0.398	0.415	0.432	0.441
2.61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.118	0.198	0.248	0.282	0.307	0.325	0.351	0.385	0.402	0.419	0.428
2.62	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.112	0.189	0.238	0.272	0.296	0.314	0.339	0.373	0.390	0.406	0.415
2.63	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.105	0.181	0.229	0.262	0.285	0.303	0.328	0.361	0.378	0.394	0.402
2.64	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.099	0.172	0.220	0.252	0.275	0.293	0.317	0.350	0.366	0.382	0.390
2.65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.094	0.165	0.211	0.243	0.265	0.282	0.307	0.339	0.355	0.371	0.379
2.66	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.088	0.157	0.202	0.233	0.256	0.273	0.296	0.328	0.344	0.359	0.367
2.67	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.083	0.150	0.194	0.224	0.246	0.263	0.286	0.317	0.333	0.348	0.356
2.68	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.078	0.143	0.186	0.216	0.237	0.254	0.277	0.307	0.322	0.338	0.345
2.69	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.073	0.136	0.179	0.208	0.229	0.245	0.267	0.297	0.312	0.327	0.335

(continued)

ตาราง D คุณสมบัติทางคุณภาพของแผนการสุ่มตัวอย่างตามลำดับ เมื่อใช้การแจกแจงแบบทวินาม สำหรับค่า p_1', p_2' หลาย ๆ ค่า โดยกำหนด α = 0.05 และ β = 0.10

p_1'	p_2'	h_2	h_1	s	$\bar{n}_0$	$\bar{n}_1$	$\bar{n}_{p_1'}$	$\bar{n}_s$	$\bar{n}_{p_2'}$
0.005	0.01	4.1398	3.2245	0.007216	447	5	1,289	1,863	1,222
	0.02	2.0624	1.6064	0.01084	149	3	244	309	185
	0.03	1.5906	1.2389	0.01400	89	2	122	143	82
	0.04	1.3664	1.0643	0.01693	63	2	79	87	49
	0.05	1.2305	0.9585	0.01970	49	2	58	61	33
	0.06	1.1371	0.8857	0.02237	40	2	45	46	25
	0.07	1.0679	0.8318	0.02496	34	2	37	36	19
0.010	0.03	2.5829	2.0118	0.01824	111	3	216	290	181
	0.04	2.0397	1.5887	0.02172	74	3	120	153	92
	0.05	1.7510	1.3639	0.02499	55	2	81	98	58
	0.06	1.5678	1.2211	0.02811	44	2	60	70	40
	0.07	1.4391	1.1209	0.03113	37	2	47	53	30
	0.08	1.3426	1.0458	0.03406	31	2	38	43	24
0.015	0.03	4.0796	3.1776	0.02166	147	5	423	612	402
	0.04	2.8716	2.2367	0.02554	88	3	188	258	163
	0.05	2.3307	1.8153	0.02917	63	3	113	149	92
	0.06	2.0169	1.5710	0.03263	49	3	79	100	61
	0.07	1.8089	1.4089	0.03596	40	2	60	74	44
0.02	0.03	6.9527	5.4154	0.02467	220	8	1,027	1,565	1,073
	0.04	4.0495	3.1541	0.02889	110	5	314	455	300
	0.05	3.0509	2.3763	0.03282	73	4	164	228	146
	0.06	2.5348	1.9743	0.03655	55	3	106	142	89
	0.07	2.2146	1.7250	0.04012	43	3	76	99	61
	0.08	1.9941	1.5532	0.04359	36	3	58	74	45
	0.09	1.8315	1.4265	0.04696	31	2	47	58	35
	0.10	1.7056	1.3285	0.05025	27	2	39	47	28

บรรณานุกรม

1. Dale H. Besterfield, ***Quality Control***, 3th ed., McGraw-Hill Book Company, 1990

2. Douglas C. Montgomery, ***Introduction to Statistical Quality Control***,John Wiley & Sons.,1985

3. Eugene L. Grant and Richard S. Leavenworth ,***Statistical Quality Control***, 6th ed.,Sirgapore : McGraw-Hill Book Company, 1988

4. Jery Banks. ***Principles of quality control***. Singapore: Wiley,1989

5. พิชิต สุขเจริญพงษ์ ***การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม***. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2535

6. มยุรี เทศผล ***การควบคุมคุณภาพ***. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2527

7. ศรี วรกุลสวัสดิ์, ***การควบคุมคุณภาพทางสถิติ***, พิมพ์ครั้งที่ 2.,บริษัท รุ่งศิลป์การพิมพ์(1977) จำกัด, 2531

8. อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, ***การควบคุมคุณภาพ***, พิมพ์ครั้งที่ 2., โรงพิมพ์ อักษรประเสริฐ, 2529