บทที่ 3

การสร้างแบบจำลองปัญหา

การจำลองปัญหา (Simulations) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ มาแต่โบราณกาลแล้ว แต่ได้รับความสนใจและตื่นตัวในการนำมาใช้แก้ปัญหาในสาขาอาชีพต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เป็นผลเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ในระยะแรกๆ มีผู้ให้คำจำกัดความของการจำลองแบบปัญหาตามความเห็นและวิธีการนำไปใช้ประโยชน์แต่คำจำกัดความที่เป็นที่ยอมรับว่า สามารถครอบคลุมความหมายของการจำลองปัญหาได้เหมาะสมที่สุดก็คือคำจำกัดความที่ให้โดย Shannon ซึ่งให้คำจำกัดความว่า "การจำลองปัญหาคือกระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real system) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ต่างๆ (Strategies) ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้"

จากคำจำกัดความดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระบวนการของการจำลองปัญหานั้นแบ่งเป็นสองส่วน คือ การสร้างแบบจำลองส่วนหนึ่งและการนำเอาแบบจำลองนั้นไปใช้งานเชิงวิเคราะห์อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นจะเห็นว่า กลไกของวิธีการจำลองแบบปัญหาขึ้นอยู่กับการสร้างแบบจำลองและการใช้แบบจำลอง แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองปัญหานี้อาจเป็น หุ่น ระบบ หรือ แนวความคิด ลักษณะหนึ่งลักษณะใด โดยไม่จำเป็นต้องเหมือน (Identical) กับระบบงานจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริง เพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรมและเพื่อการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบงานจริง ซึ่งขั้นตอนในการจำลองแบบปัญหาสามารถดำเนินการได้ดังนี้

3.1 การกำหนดปัญหา

เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของปัจจัย กฎการจัดสรรทรัพยากร และกฎการจัดลำดับงาน ที่มีต่อเวลาไหลเฉลี่ยของงาน ในกระบวนการขึ้นรูปขาไอซี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การกำหนดระบบงานที่ใช้ในการศึกษา

ในส่วนแรกของการสร้างแบบจำลองปัญหาต้องกำหนดระบบงานที่ทำการศึกษาในขั้นต้น ซึ่งจะบอกขอบเขตของระบบงาน โดยองค์ประกอบต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกระบบงานจะมีลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ซึ่งจะทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมเหล่านี้จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงาน (System Status) โดยการกำหนดสิ่งต่างๆเหล่านี้จะแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมของระบบที่ศึกษา

องค์ประกอบ	ลักษณะเฉพาะตัว	กิจกรรม
ชิ้นงาน	ชนิดของผลิตภัณฑ์ เวลาเข้าสู่ระบบ จำนวน กำหนดส่งงาน เวลาในการผลิต เครื่องจักรที่ต้องทำการผลิต	อยู่ระหว่างการผลิต
เครื่องจักร	หมายเลข ขีดความสามารถในการผลิต อัตราของเสีย เวลาในการซ่อมแซม เวลาในการซ่อมบำรุง	ทำงาน ว่าง
แถวคอย	จำนวนชิ้นงานในแถวคอย การจัดเรียงลำดับความสำคัญ	รับชิ้นงาน จ่ายชิ้นงาน งานคอยเครื่องจักร ว่าง

สำหรับขั้นตอนการทำงานของระบบการผลิตที่กระบวนการขึ้นรูปขาไอซีมีดังต่อไปนี้

ที่กระบวนการชุบสตริปด้วยตะกั่ว เมื่อพนักงานประจำเครื่องชุบสตริปด้วยตะกั่วทำการผลิตในแต่ละลอตเสร็จ จะนำลอตไป Key End ลงในระบบคอมพิวเตอร์ (BSMWIP: Business Strategic Manufacturing Work In Process system ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไปในบทที่ 5) โดยป้อนข้อมูล หมายเลขลอต จำนวนยูนิตออก ชนิดของเสีย และ จำนวนของเสียแต่ละชนิดที่พบในกระบวนการ แล้วแยกลอตที่ทำการชุบตะกั่วแล้วไว้ต่างหาก จึงจะถือได้ว่าลอตนั้นได้ออกจากกระบวนการชุบสตริปด้วยตะกั่ว และ เข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปขาไอซีอย่างสมบูรณ์

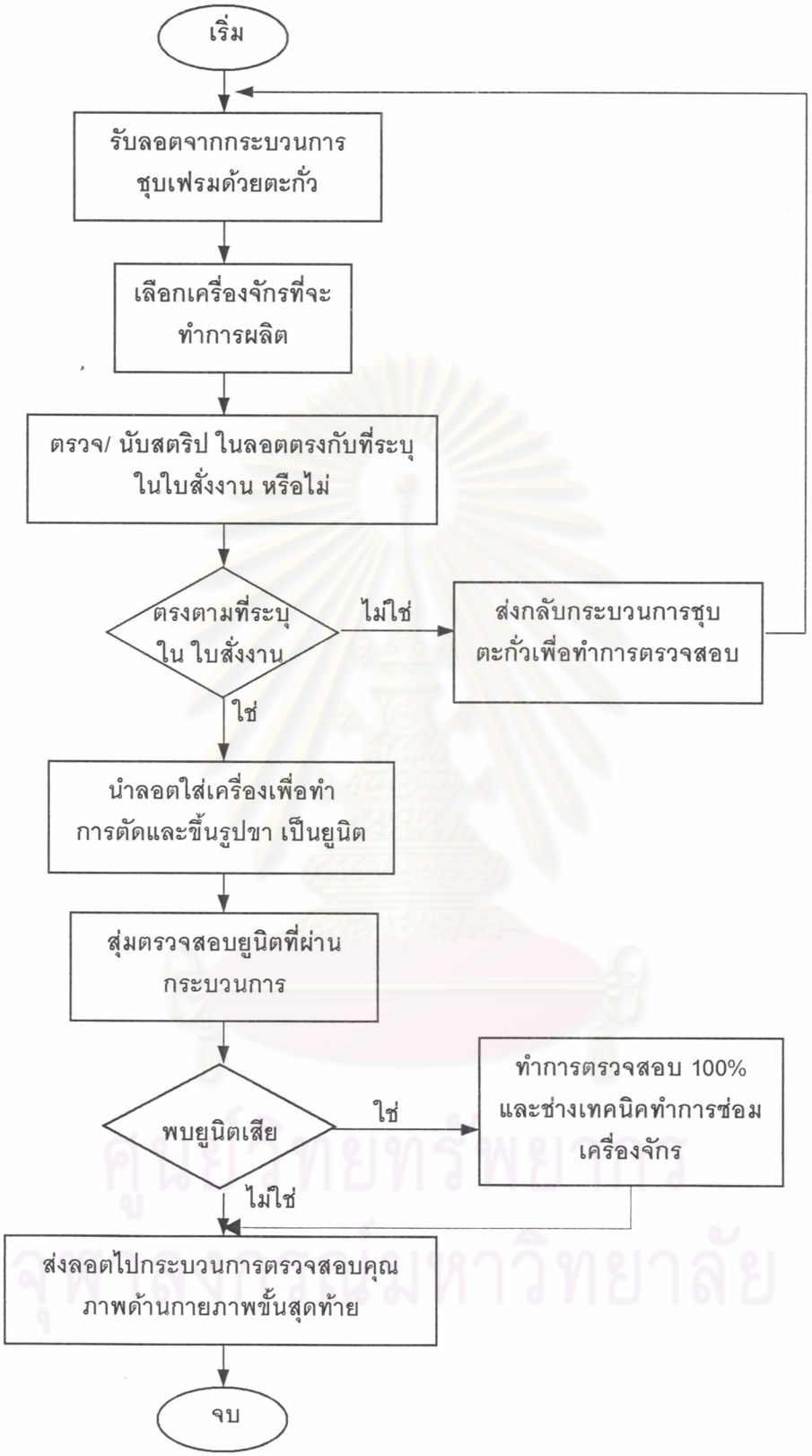
พนักงานที่ทำหน้าที่ขนถ่ายวัสดุของกระบวนการชุบสตริปด้วยตะกั่ว จะนำลอตที่แยกไว้ส่งไปยังกระบวนการขึ้นรูปขาไอซี โดยจะทำการเลือกเครื่องจักรที่สามารถผลิตลอตนั้นได้ ซึ่งแบ่งแยกตามชนิดของ Package โดยเวลาที่ใช้การขนย้ายประมาณไม่เกิน 1 นาที แต่หากลอตใด เป็น

Package ที่สามารถทำการผลิตได้หลายเครื่อง ก็จะทำการเลือกเครื่องจักรที่มีจำนวนลอต อยู่ที่เครื่องน้อยที่สุด ในการนำลอตส่งเข้าไปยังเครื่องจักรที่จะทำการผลิต

จากนั้นพนักงานประจำเครื่องขึ้นรูปขาไอซีจะทำการเลือกลอต โดยลอตที่เข้ามาคอยยังเครื่องจักรก่อนจะถูกเลือก นำไปทำการ Key Start ในระบบคอมพิวเตอร์ก่อน ซึ่งพนักงาน จะทำการป้อนข้อมูล คือ หมายเลขลอต รหัสประจำตัวของพนักงาน หมายเลขเครื่อง แล้วจึงนำลอต มาทำการตรวจ นับจำนวนสตริป และ รายละเอียดอื่นๆ ของลอตว่าตรงตามที่ระบุ ในใบสั่งงานหรือไม่ หากไม่ตรง จะทำการส่งลอต กลับกระบวนการชุบขาด้วยตะกั่วเพื่อทำการตรวจสอบ พร้อม แจ้งไปยังหัวหน้างานเพื่อรับทราบปัญหา แต่ถ้าผลการตรวจนับไม่พบสิ่งผิดปกติ ก็จะนำลอต เข้าเครื่องเพื่อทำการผลิต โดยในระหว่างที่เครื่องทำการผลิต พนักงานต้องนำหลอดที่มียูนิตบรรจุอยู่ ออกมาจากด้านขาออกของเครื่อง มาทำการอุดปลั๊กเพื่อป้องกันไม่ให้ยูนิตหลุดออกจากหลอดในระหว่างการขนย้าย และเมื่อเครื่องจักรทำการผลิตเสร็จแล้ว พนักงานจะทำการสุ่มตรวจยูนิต จำนวน 40 ยูนิต หากไม่พบของเสีย ก็จะทำการแยกลอตที่ผลิตเสร็จแล้ว ไว้ต่างหาก แต่ถ้าหากพบของเสีย ลอตจะต้องถูกทำการตรวจสอบ 100% (Rescreen) โดยในขณะเดียวกัน ช่างเทคนิค จะทำการหาสาเหตุ และ ซ่อมแซมเครื่องจักร เมื่อซ่อมเครื่องจักรเสร็จลอตต่อไปก็สามารถทำการผลิตต่อได้ทันที ส่วนลอตที่พบของเสีย เมื่อทำการตรวจสอบ 100% เสร็จแล้ว พนักงานก็จะลงบันทึกผลไว้ในใบสั่งงาน แล้วนำลอตนั้นไป Key End โดยป้อนข้อมูล จำนวนยูนิตออก ชนิดของเสีย และ จำนวนของเสียแต่ละชนิดที่พบในกระบวนการ ลงไปในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะถือได้ว่าลอตนี้ได้ออกจากกระบวนการขึ้นรูปขาไอซีอย่างสมบูรณ์ แล้วจึงแยกลอตไว้ต่างหากจากลอตที่ยังไม่ได้ทำการผลิต เพื่อให้พนักงานที่ทำหน้าที่ขนถ่ายวัสดุของกระบวนการขึ้นรูปขาไอซี นำลอตส่งไปกระบวนการถัดไป ซึ่งก็คือ กระบวนการ ตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพครั้งสุดท้าย นั่นเอง

ขั้นตอนการผลิตของกระบวนการขึ้นรูปขาไอซีดังที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปเป็นแผนภูมิได้ดังในรูปที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



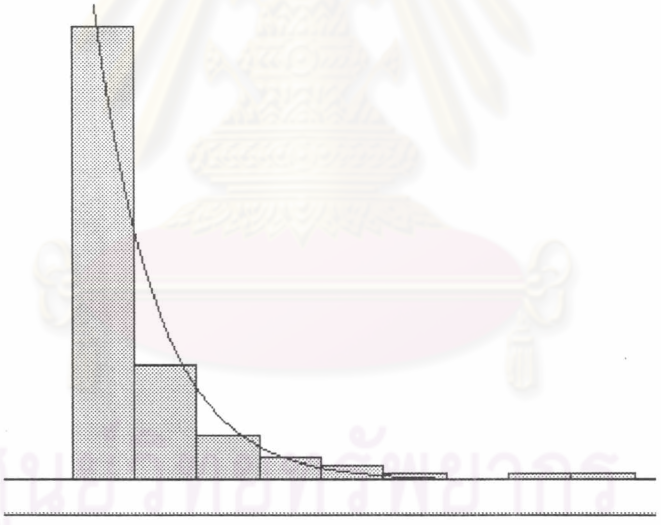
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบในแต่ละ Package

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในแบบจำลองปัญหานี้เป็นระบบของการผลิตดังนั้นข้อมูลที่สำคัญที่จะต้องใช้ในแบบจำลองปัญหาได้แก่

1. เวลาในการเข้ามาในระบบของแต่ละลอต (Time Between Arrival)

ในการเข้ามาในระบบของลอต แต่ละ Package มีการกระจายที่แตกต่างกันไป โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลแยกตามชนิดของ Package และทำการทดสอบการกระจายของข้อมูลที่ได้ด้วยการทดสอบแบบ K-S และการทดสอบไคร์สแควร์ รวมทั้งหาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการกระจายนั้นๆโดยใช้โปรแกรม ARENA ในส่วนของ Input Analyzer ในการหารูปแบบการกระจายที่เหมาะสมกับข้อมูลที่เก็บได้เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการทำ Simulation ต่อไป ซึ่งรูปแบบการกระจายที่เหมาะสม โปรแกรมจะพิจารณาจากค่า P-Value ที่สูงกว่า 0.10 โดยรูปที่ 3.2 จะเป็นตัวอย่างของการหาการกระจายด้วย Input Analyzer



```
Distribution Summary

Distribution:   Exponential
Expression:     EXPO(1.34e+003)
Square Error:   0.006153

Chi Square Test
  Number of intervals   = 3
  Degrees of freedom    = 1
  Test Statistic        = 2.21
  Corresponding p-value = 0.154
```

รูปที่ 3.2 แสดงการกระจายของอัตราการเข้ามาในระบบของลอต SOIC-016B

สำหรับรูปแบบข้อมูลข้างต้นนั้นจะนำไปใช้ในโปรแกรม ARENA ซึ่งจะมีด้วยกัน 13 แบบ ดังตารางที่ 3.2 จะแสดงถึงสัญลักษณ์และความหมายของรูปแบบข้อมูล

ตารางที่ 3.2 แสดงรูปแบบข้อมูลที่มีใช้ในโปรแกรม ARENA (Pegden)

รูปแบบการกระจาย	คำย่อ	พารามิเตอร์
Beta	BETA	($Alpha_1$,$Alpha_2$)
Continuous	CONT	($CumP_1$, Val_1, $CumP_2$, Val_2, ...)
Discrete	DISC	($CumP_1$, Val_1, $CumP_2$, Val_2, ...)
Erlang	ERLA	(ExpoMean, K)
Exponential	EXPO	(Mean)
Gamma	GAMM	(Beta, Alpha)
Johnson	JOHN	(Gamma, Delta, Lambda, Xi)
Lognormal	LOGN	(Mean, StdDev)
Normal	NORM	(Mean, StdDev)
Poisson	POIS	(Mean)
Triangular	TRIA	(Min, Mode, Max)
Uniform	UNIF	(Min, Max)
Weibull	WEIB	(Beta, Alpha)

จากตัวอย่างข้างต้น ทำให้ได้ข้อมูลการกระจายของเวลาในขั้นตอนต่างๆดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของอัตราการเข้ามาในระบบของลอต ในแต่ละ Package

Package	Time Between Arrival (Minute)
MSOP-008B	WEIB(303, 0.317)
PDIP-008A	-0.001 + WEIB(10.1, 0.434)
PDIP-018F	WEIB(259, 0.416)
PDIP-028A	GAMM(1.13e+003, 0.456)
PDIP-040A	WEIB(153, 0.345)

ตารางที่ 3.3 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของอัตราการเข้ามาในระบบของลอต ในแต่ละ Package (ต่อ)

Package	Time Between Arrival (Minute)
PLCC-032A	WEIB(304, 0.843)
QSOP-016A	-0.001 + WEIB(51.9, 0.473)
QSOP-020A	-0.001 + GAMM(165, 0.834)
QSOP-024A	3.2e+003 * BETA(0.642, 8.46)
QSOP-028A	-0.001 + WEIB(54.2, 0.504)
SOIC-008A	-0.001 + WEIB(50.8, 0.319)
SOIC-008B	-0.001 + WEIB(6.79, 0.4)
SOIC-008C	EXPO(135)
SOIC-014B	-0.001 + WEIB(45.8, 0.272)
SOIC-016A	WEIB(139, 0.401)
SOIC-016B	EXPO(1.34e+003)
SOIC-018A	WEIB(150, 0.527)
SOIC-020B	WEIB(2.09e+003, 0.506)
SOT1-004B	WEIB(304, 0.415)
SOT2-003B	WEIB(96.8, 0.5)
SOT23005B	EXPO(104)
SOT23006B	WEIB(112, 0.529)
SSOP-020A	WEIB(433, 0.36)
TSOP-032A	WEIB(358, 0.299)
TSSOP008B	-0.001 + WEIB(9.44, 0.464)
TSSOP014B	WEIB(119, 0.401)
TSSOP016B	LOGN(1.37e+004, 2.33e+006)
VSOP-032A	EXPO(278)

2. กำหนดส่งมอบของลอต ในแต่ละ Package (Due date)

ตารางที่ 3.4 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของกำหนดส่งมอบของลอต ในแต่ละ Package

Package	Due date
MSOP-008B	(1.83e+003 + WEIB(3.82e+003, 0.737))/60+TNOW
PDIP-008A	disc(6/4545,NORM(-454, 659),1,TRIA(119, 1.29e+004, 2.48e+004))/60+TNOW
PDIP-018F	(114 + 1.27e+004 * BETA(0.78, 0.678))/60+TNOW
PDIP-028A	(723 + 4.88e+004 * BETA(0.952, 5.71))/60+TNOW
PDIP-040A	(1.46e+003 + 7.01e+003 * BETA(0.615, 0.624))/60+TNOW
PLCC-032A	(NORM(1.26e+004, 4.61e+003))/60+TNOW
QSOP-016A	DISC(30/929,TRIA(-5.6e+003, -617, -258),1,98 + ERLA(1.5e+003, 3))/60+TNOW
QSOP-020A	DISC(3/873,-3950 + WEIB(467, 0.324),1,253 + GAMM(2e+003, 3.11))/60+TNOW
QSOP-024A	DISC(6/505,UNIF(-5.06e+003, -72),1,560 + WEIB(5.05e+003, 1.54))/60+TNOW
QSOP-028A	(-1830 + ERLA(1780, 4))/60+TNOW
SOIC-008A	(-682 + WEIB(19400, 1.82))/60+TNOW
SOIC-008B	disc(2/5859,-728 + EXPO(296),1,TRIA(886, 4.61e+003, 3.82e+004))/60+TNOW
SOIC-008C	DISC(4/935,UNIF(-1.05e+004, -9.2e+003),1,2.28e+003 + 1.52e+004 * BETA(1.38, 1.53))/60+TNOW
SOIC-014B	(-1400 + ERLA(2340, 4))/60+TNOW
SOIC-016A	TRIA(-934, 3.6e+003, 1.14e+004)/60+TNOW
SOIC-016B	(NORM(5.06e+003, 1.63e+003))/60+TNOW
SOIC-018A	(-1350 + ERLA(1330, 5))/60+TNOW
SOIC-020B	(-426 + 6810 * BETA(1.35, 0.611))/60+TNOW
SOT1-004B	(2.06e+003 + GAMM(2.59e+003, 1.49))/60+TNOW
SOT2-003B	DISC(2/257,-8930 + WEIB(818, 0.263),1,803 + 1.19e+004 * BETA(2.24, 6.98))/60+TNOW
SOT23005B	(-1340 + 13500 * BETA(3.99, 4.48))/60+TNOW
SOT23006B	DISC(1/526,-554,1,785 + LOGN(5.11e+003, 5.79e+003))/60+TNOW
SSOP-020A	(1.27e+003 + 5.38e+003 * BETA(1.41, 1.87))/60+TNOW

ตารางที่ 3.4 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของกำหนดส่งมอบของลอต ในแต่ละ Package (ต่อ)

Package	Due date
TSOP-032A	(4.32e+003 + WEIB(3.9e+003, 0.7))/60+TNOW
TSSOP008B	(-2310 + LOGN(13600, 6750))/60+TNOW
TSSOP014B	(NORM(5.19e+003, 1.97e+003))/60+TNOW
TSSOP016B	(NORM(4.46e+003, 1.74e+003))/60+TNOW
VSOP-032A	(1.79e+004 + GAMM(3.12e+003, 0.671))/60+TNOW

3. จำนวนยูนิตของลอต ในแต่ละ Package (Quantity)

ตารางที่ 3.5 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของจำนวนยูนิตของลอต ในแต่ละ Package

Package	Quantity
MSOP-008B	aint(disc(0.46,15360,1,TRIA(653, 4.57e+003, 1.37e+004)))
PDIP-008A	aint(disc(0.83,4480,1,200 + 4.28e+003 * BETA(1.47, 1.34)))
PDIP-018F	aint(disc(0.41,3200,0.66,2500,1,234 + 2.67e+003 * BETA(1.1, 0.919)))
PDIP-028A	aint(disc(0.71,3200,1,363 + 2.77e+003 * BETA(1.18, 0.995)))
PDIP-040A	aint(disc(0.45,1920,0.8,3840,1,UNIF(582, 3.48e+003)))
PLCC-032A	aint(disc(0.73,3200,1,552 + 2.63e+003 * BETA(0.877, 1.1)))
QSOP-016A	aint(disc(0.85,6400,1,528 + WEIB(2.84e+003, 1.42)))
QSOP-020A	aint(disc(0.84,6400,1,538 + 5.8e+003 * BETA(1.18, 1.15)))
QSOP-024A	aint(disc(0.87,6400,1,UNIF(585, 6.35e+003)))
QSOP-028A	aint(disc(0.84,6400,1,566 + 5.82e+003 * BETA(1.04, 1.07)))
SOIC-008A	aint(disc(0.43,6400,1,1.37e+003 + 5.03e+003 * BETA(0.85, 1.1)))
SOIC-008B	aint(disc(0.57,11200,1,523 + 1.07e+004 * BETA(1.44, 1.15)))
SOIC-008C	aint(disc(0.38,7680,0.71,5120,1,509 + 7.13e+003 * BETA(1.12, 1.38)))
SOIC-014B	aint(disc(0.67,10240,1,560 + 9.63e+003 * BETA(1.07, 0.652)))
SOIC-016A	aint(disc(0.56,6400,1,522 + 5.68e+003 * BETA(1.02, 1.28)))

ตารางที่ 3.5 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของจำนวนยูนิตของลอต ในแต่ละ Package (ต่อ)

Package	Quantity
SOIC-016B	aint(disc(0.13,10240,0.3,7535,1,1.1e+003 + WEIB(5.7e+003, 0.806)))
SOIC-018A	aint(disc(0.67,3840,1,328 + 4e+003 * BETA(1.27, 1.22)))
SOIC-020B	aint(disc(0.32,9020,1,935 + WEIB(1.75e+003, 0.552)))
SOT1-004B	aint(disc(0.44,25600,1,TRIA(1e+003, 1.85e+004, 2.2e+004)))
SOT2-003B	aint(disc(0.30,25600,1,597 + 2.5e+004 * BETA(1.24, 1.74)))
SOT23005B	aint(disc(0.61,15360,0.66,14500,1,400 + 1.53e+004 * BETA(0.982, 0.852)))
SOT23006B	aint(disc(0.63,15360,1,784 + 1.46e+004 * BETA(1.17, 1.26)))
SSOP-020A	aint(disc(0.33,10200,0.71,2560,1,980 + WEIB(2.09e+003, 0.444)))
TSOP-032A	aint(disc(0.54,3200,1,UNIF(564, 3.7e+003)))
TSSOP008B	aint(disc(0.77,8000,0.83,21400,1,243 + 1.83e+004 * BETA(1.07, 2.95)))
TSSOP014B	aint(disc(0.73,7680,0.86,14600,1,508 + EXPO(4.02e+003)))
TSSOP016B	aint(disc(0.56,7680,1,TRIA(763, 2.4e+003, 7.31e+003)))
VSOP-032A	aint(disc(0.78,3200,1,NORM(1.88e+003, 816)))

4. จำนวนสตริปของลอต ในแต่ละ Package (Strip)

ตารางที่ 3.6 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของจำนวนสตริปของลอต ในแต่ละ Package

Package	Strip
MSOP-008B	aint(quantity/192)+min(1,mod(quantity,192))
PDIP-008A	aint(quantity/28)+min(1,mod(quantity,28))
PDIP-018F	aint(quantity/10)+min(1,mod(quantity,10))
PDIP-028A	aint(quantity/10)+min(1,mod(quantity,10))
PDIP-040A	aint(quantity/6)+min(1,mod(quantity,6))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 แสดงรูปแบบข้อมูลการกระจายที่ใช้ในโปรแกรมของจำนวนสตริปของลอต ในแต่ละ Package (ต่อ)

Package	Strip
PLCC-032A	aint(quantity/10)+min(1,mod(quantity,10))
QSOP-016A	aint(quantity/40)+min(1,mod(quantity,40))
QSOP-020A	aint(quantity/40)+min(1,mod(quantity,40))
QSOP-024A	aint(quantity/40)+min(1,mod(quantity,40))
QSOP-028A	aint(quantity/40)+min(1,mod(quantity,40))
SOIC-008A	aint(quantity/40)+min(1,mod(quantity,40))
SOIC-008B	aint(quantity/140)+min(1,mod(quantity,140))
SOIC-008C	aint(quantity/32)+min(1,mod(quantity,32))
SOIC-014B	aint(quantity/64)+min(1,mod(quantity,64))
SOIC-016A	aint(quantity/40)+min(1,mod(quantity,40))
SOIC-016B	aint(quantity/64)+min(1,mod(quantity,64))
SOIC-018A	aint(quantity/12)+min(1,mod(quantity,12))
SOIC-020B	aint(quantity/36)+min(1,mod(quantity,36))
SOT1-004B	aint(quantity/320)+min(1,mod(quantity,320))
SOT2-003B	aint(quantity/320)+min(1,mod(quantity,320))
SOT23005B	aint(quantity/192)+min(1,mod(quantity,192))
SOT23006B	aint(quantity/192)+min(1,mod(quantity,192))
SSOP-020A	aint(quantity/32)+min(1,mod(quantity,32))
TSOP-032A	aint(quantity/10)+min(1,mod(quantity,10))
TSSOP008B	aint(quantity/100)+min(1,mod(quantity,100))
TSSOP014B	aint(quantity/96)+min(1,mod(quantity,96))
TSSOP016B	aint(quantity/96)+min(1,mod(quantity,96))
VSOP-032A	aint(quantity/10)+min(1,mod(quantity,10))

5. หมายเลขเครื่องจักรที่สามารถใช้งานในแต่ละ Package และ อัตราการผลิตของแต่ละเครื่อง (Quantity Units per Hour)

ตารางที่ 3.7 แสดงหมายเลขเครื่องจักรที่สามารถใช้งานในแต่ละ Package และอัตราการผลิตของแต่ละเครื่อง

Machine number	Package	Quantity Units per Hour (Uph)
04	SOIC-008A/ QSOP-016A	3562
06	QSOP-020A/ QSOP-024A/ SOIC-014A	2882
07	QSOP-028A/ SOIC-016A	3603
10	PDIP-008A	4769
12	PDIP-040A	1587
14	SOIC-008C/ SSOP-020A	8332
15	SOIC-008C/ SSOP-020A	3657
16	SOIC-018A	2494
17	PDIP-008A	5099
18	QSOP-028A/ SOIC-016A	4032
19	PDIP-018F	1204
20	SOIC-008A/ QSOP-016A	4152
22	PLCC-032A	937
24	SOIC-016B	2592
25	SOIC-020B	2849
27	QSOP-020A/ QSOP-024A/ SOIC-014A	2944
28	PDIP-028A	857
29	PDIP-008A	4831
31	TSOP-028A/ TSOP-032A	958
32	SOIC-008B	19115
33	TSSOP008B	20392
35	SOT2-003B/ SOT1-004B	16826

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 แสดงหมายเลขเครื่องจักรที่สามารถใช้งานในแต่ละ Package และอัตราการผลิตของแต่ละเครื่อง (ต่อ)

Machine number	Package	Quantity Units per Hour (Uph)
36	SOT23005B/ SOT23006B	19208
39	TSSOP014B/ TSSOP016B	6232
40	SOIC-014B	13025
41	SOIC-008B	32662
42	MSOP-008B/ MSOP-010B	16054
43	VSOP-028A/ VSOP-032A	1559
45	TSSOP008B	19620

6. กำหนดการซ่อมบำรุงของเครื่องจักร (Preventive Maintenance; PM) โดยบริษัทกำหนดให้มีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องจักรทุกๆ 28 วัน (4 สัปดาห์) อัตราการเกิดของเสีย (%LRR) และ เวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร (Repair Time) แต่ละหมายเลขเมื่อมีของเสียเกิดขึ้น

ตารางที่ 3.8 แสดงวันที่ ในการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 8 ชม./วัน อัตราการเกิดของเสีย และเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่อง ของเครื่องจักรแต่ละหมายเลข

Machine number	Preventive maintenance date	%LRR	Repair time (Minute)
04	4	3.17	5 + GAMM(12.9, 0.641)
06	15	2.23	5 + EXPO(11.9)
07	22	2.29	NORM(15.1, 7.43)
10	23	1.10	TRIA(5, 9.8, 29)
12	8	0.00	0
14	23	2.54	TRIA(5, 20.9, 71)
15	11	2.10	NORM(21.3, 14.1)

ตารางที่ 3.8 แสดงวันที่ ในการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 8 ชม./วัน , อัตราการเกิดของเสีย และเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่อง ของเครื่องจักรแต่ละหมายเลข (ต่อ)

Machine number	Preventive maintenance date	%LRR	Repair time (Minute)
16	3	1.54	TRIA(9, 19.5, 61)
17	18	0.60	6 + GAMM(22.7, 0.449)
18	16	3.50	TRIA(7, 11.2, 57)
19	9	1.81	7 + WEIB(4.54, 0.317)
20	15	2.82	NORM(15.1, 7.5)
22	8	3.66	TRIA(5, 18, 58)
24	24	0.00	0
25	16	0.00	0
27	21	1.93	8 + WEIB(27.3, 0.537)
28	22	1.80	25 + EXPO(15.5)
29	3	0.69	5 + WEIB(15.2, 0.644)
31	21	2.17	33
32	9	1.41	8 + EXPO(19.6)
33	14	1.63	5 + 37 * BETA(0.911, 2.1)
35	10	0.44	UNIF(5, 20)
36	22	0.17	6 + WEIB(2.37, 0.326)
39	7	4.42	7 + EXPO(25.7)
40	14	0.67	41
41	4	0.60	5 + 22 * BETA(0.574, 1.23)
42	11	3.70	36 + WEIB(4.7, 0.212)
43	17	0.00	0
45	25	1.91	6 + GAMM(19.2, 0.897)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ เช่น การตรวจนับสตริปก่อนนำเข้าเครื่องจักร, การสุ่มตรวจหลังผ่านเครื่องจักร และ การตรวจสอบ 100% เมื่อพบของเสียจากการสุ่มตรวจ

ตารางที่ 3.9 แสดงเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบต่างๆ (นาที)

กิจกรรม	เวลา
การตรวจนับสริปก่อนนำเข้าเครื่องจักร	strip*NORM(2.55, 0.31)/80
การสุ่มตรวจหลังผ่านเครื่องจักร	NORM(6.67, 1.12)
การตรวจสอบ 100% เมื่อพบของเสียจากการสุ่มตรวจ	quantity*NORM(71.5, 3.16)/8000

8. เนื่องในการผลิตจริง หัวหน้างานจะทำหน้าที่ในการวางแผนกำลังคน ให้เพียงพอกับปริมาณงานที่จะต้องทำโดยการจ้างงานล่วงเวลา ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงไม่ได้นำข้อจำกัดของกำลังคนมาพิจารณา

3.4 การพัฒนาโปรแกรม

สำหรับการจำลองแบบปัญหาในงานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ การจำลองแบบปัญหาในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นแบบจำลองที่ได้นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถนำไปใช้ได้กับรูปแบบระบบงานได้หลากหลาย สะดวกในการจัดทำและวิเคราะห์ผล

สำหรับการสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ARENA Version 5.00 ในการเขียนโปรแกรม โดยข้อดีของ ARENA Version ใหม่ที่แตกต่างกับโปรแกรม Siman คือ

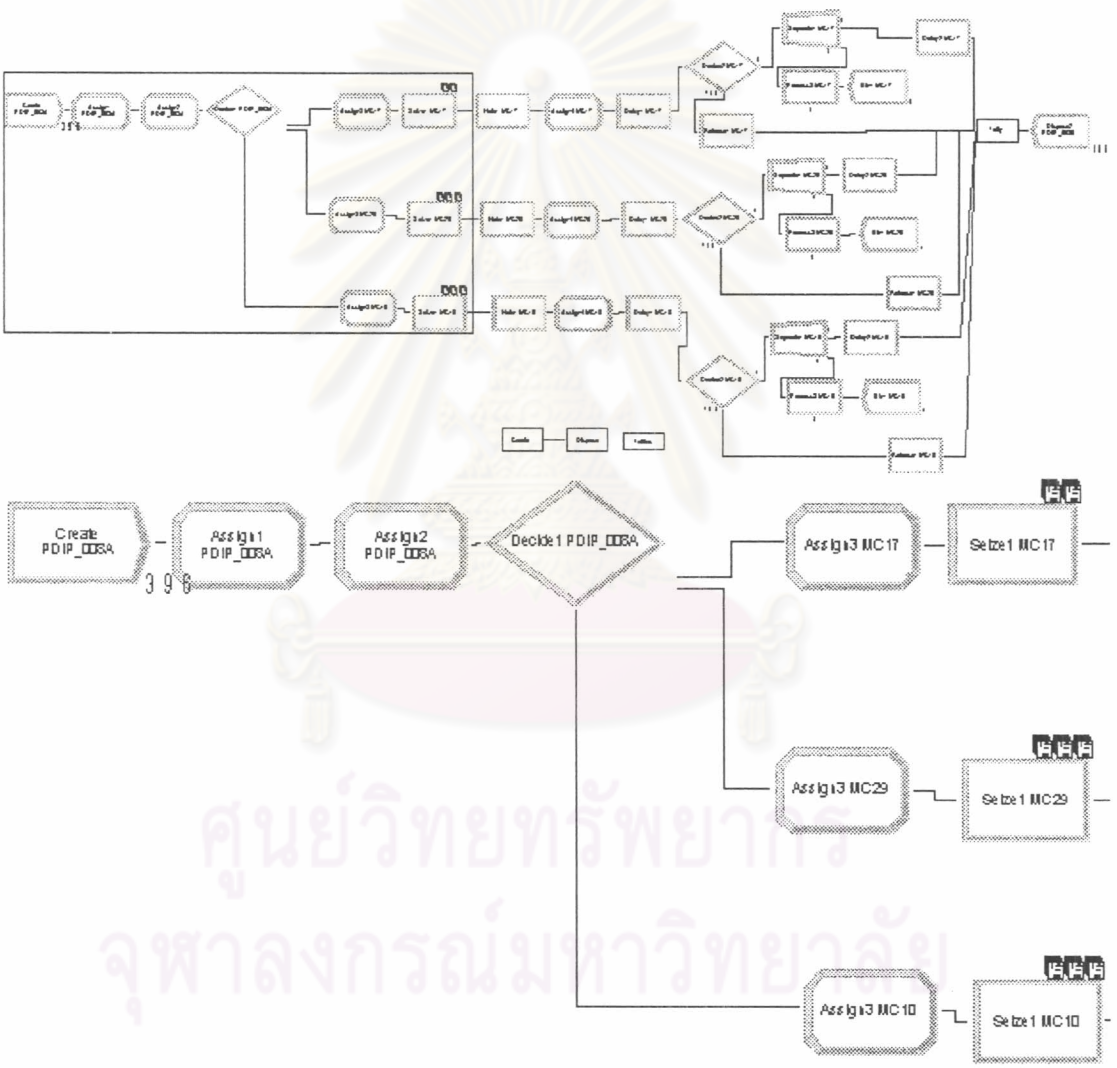
1. ในโปรแกรม ARENA ไม่ต้องเขียนส่วน Model กับส่วน Experiment แยกกัน เนื่องจากในโปรแกรม ARENA ใหม่จะมี Basic Process และส่วน Support ที่สามารถรวมทั้ง Model และ Experiment เรียบร้อยแล้ว ทำให้การเขียนโปรแกรมมีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

2. มีฟังก์ชันรูปภาพ Animation ทำให้สามารถทำ Verification ได้ง่ายขึ้น รวมถึงสะดวกในการนำเสนองานให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจระบบงานได้เข้าใจระบบงานได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. จำนวน Array ในโปรแกรมที่รองรับการ Run โปรแกรมที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถจำลองแบบปัญหาใหญ่ๆได้

รูปที่ 3.3 เป็นตัวอย่างของโปรแกรม ARENA ของการผลิต Package PDIP-008A ที่มีเครื่องจักร 3 เครื่องที่มีอัตราการผลิตไม่เท่ากัน ทำการผลิต



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างของโปรแกรม ARENA ของการผลิต Package PDIP-008A

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จซึ่งจะเป็น Source File เมื่อทำการ Run โปรแกรมก็จะทำการ Compile และ Link เป็นไฟล์ .p ที่ใช้สำหรับการ Run โปรแกรม เมื่อ Compile และ Link ไม่มีข้อผิดพลาดจึงจะสามารถ Run โปรแกรมศึกษาระบบการผลิตได้

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Verification and Validation)

3.5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

หลังจากทำการสร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่สำคัญยิ่งสำหรับการจำลองแบบปัญหาคือ การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งในโปรแกรม ARENA นี้จะมีคำสั่งต่างๆ ที่ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอยู่หลายคำสั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพ Animation จะทำให้การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเป็นไปอย่างง่ายยิ่งขึ้น

สำหรับโปรแกรมที่จัดทำขึ้นมานี้จะมีภาพเคลื่อนไหว (Animation) ด้วยซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบ แต่เนื่องจากภาพขณะเคลื่อนไหวไม่สามารถที่จะทำการบันทึกให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของ Entity แต่ละชิ้นได้ ดังนั้นจึงจะนำเสนอขั้นตอนบางขั้นตอนที่สำคัญ

- Step และ Go command คำสั่ง Step จะเป็นคำสั่งที่ใช้ในแสดงการไหลที่ละขั้นของชิ้นงานที่ผ่าน Block ต่างๆ โดยการไหลจะไหลตามลำดับของการสร้าง Block การใช้ Step 1 ครั้ง โปรแกรมจะแสดง เวลาที่ชิ้นงานไหลผ่าน Block นั้น และรายละเอียดของ Block ที่ชิ้นงานไหลผ่าน ทำให้สามารถตรวจสอบขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองได้อย่างละเอียด แต่ถ้าต้องการตรวจสอบแบบจำลองบางช่วงเวลาเราสามารถใช้คำสั่ง Go until แล้วตามด้วยเวลาที่ต้องการ SIMAN จะรันโปรแกรมผ่านช่วงเวลาที่ไม่ต้องการแล้วหยุดที่เวลาที่ต้องการ หลังจากนั้นเราสามารถใช้คำสั่ง Step ต่อได้โดยที่ไม่ต้องเสียเวลา Step ในช่วงที่ไม่ต้องการซึ่งเป็นการเสียเวลา ทำให้การตรวจสอบแบบจำลองทำได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้ Step อย่างเดียว ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Step และ Go แสดงได้ดังรูปที่ 3.4

```
Reading program file: C:\VALIDATE\NINQ-FCFS.P
Beginning replication 1 of 1


0.0>st

SIMAN Run Controller.

 *    55 30$              CREATE,1:0.25:NEXT(31$);


0.0>go until 90
Break at time: 90.0


90.0>
```

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Step และ Go until

- Set และ Cancel Command คำสั่ง Set เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดให้โปรแกรมทำตามเงื่อนไขที่กำหนด ส่วนคำสั่ง Cancel นั้นเป็นการใช้เพื่อยกเลิกคำสั่ง Set ซึ่งสามารถดำเนินการได้ดังนี้

  1. Set break ใช้สำหรับการกำหนดจุดหยุดชั่วคราว ณ Block ที่กำหนด เพื่อตรวจสอบสถานะหรือการทำงานของชิ้นงานที่ Block นั้นๆ เมื่อต้องการยกเลิกคำสั่งนี้ให้ใช้ Cancel break แล้วตามด้วยชื่อ Block ที่ต้องการยกเลิก ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set break แสดงดังรูปที่ 3.5

  2. Set watch ใช้สำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหรือเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการ SIMAN จะสั่งให้โปรแกรมหยุดทำงานชั่วคราวเมื่อเงื่อนไขที่กำหนดมีค่าเปลี่ยนไป ทำให้สามารถตรวจสอบค่าต่างๆ ที่ต้องการได้ หากต้องการยกเลิกคำสั่งนี้ให้ใช้ Cancel watch แล้วตามด้วยเงื่อนไขที่ต้องการยกเลิก ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set watch และ Cancel watch แสดงได้ดังรูปที่ 3.5

```
Reading program file: C:\VALIDATE\NINQ-FCFS.P
Beginning replication 1 of 1


0.0>set break 9
***  Break set on block 9


0.0>
Break on current block.
 *     9 4$              QUEUE,Seizel MC41.Queue;


0.0079611945>cancel break 9
***  Break cancelled on block 9


0.0079611945>set watch NQ(Seizel MC32.Queue)>2

Set Watch Expression:
Expr#  Stop  Entity  Value          Expression
    1     Y          FALSE          NQ(Seizel MC32.Queue)>2


0.0079611945>***  NQ(Seizel MC32.Queue)>2
     Changed value at time 19.86886
     Old value = FALSE      New value = TRUE


19.86886>cancel watch NQ(Seizel MC32.Queue)>2
***  1 watch expressions cancelled.
```

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set break และ Set watch

3. Set Intercept Command ใช้สำหรับให้หยุดเมื่อมี Entity ที่ Set Intercept ไว้เข้ามาสู่การคำนวณ ใช้โดยตามด้วยเลขที่ Entity ที่ต้องการให้ (หยุด) ตรวจสอบ ส่วนการยกเลิกทำโดย Cancel intercept ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set trace แสดงดังรูปที่ 3.6

4. Set trace block การใช้คำสั่งจะคล้ายกับการใช้ Step แต่การใช้ Step 1 ครั้งจะแสดง Block ที่ชิ้นงานไหลผ่านเพียง 1 Block เท่านั้นแต่การ Set trace 1 ครั้งจะแสดง Block ทั้งหมดที่ชิ้นงานหนึ่งๆ ไหลผ่าน หรือแสดง Block ต่างๆ ที่ชิ้นงานไหลผ่านในช่วงเวลาที่กำหนด ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set trace แสดงดังรูปที่ 3.6

5. Set Trace Entity สำหรับแสดงข้อมูลโดยการกำหนดให้แสดงเฉพาะ Entity ที่กำหนด ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set trace แสดงดังรูปที่ 3.6

```
19.86886>set intercept 3
***  Intercept set on entity 3


19.86886>
Entity 3 intercepted.


176.0>cancel intercept 3
***  Intercept on entity 3 cancelled.


176.0>set trace blocks 9..11


176.0>cancel trace blocks 9..11
***  Trace on block range 9 through 11 cancelled.


176.0>set trace entity 3
***  Trace set on entity 3


176.0>Time: 187.7246  Entity: 3
                                Scheduled capacity change for Mc22
                                Capacity changed from 0 to 1
                                Entity 68 removed from queue Seizel MC22.Queue
                                Tally Seizel MC22.Queue.WaitingTime recorded 6.4610965
                                Resource allocated to entity 68
                                Seized 1 unit(s) of resource Mc22

SIMAN Run Controller.


205.24335>cancel trace entity 3
***  Trace on Entity 3 cancelled.
```

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Set intercept และ Set trace

- Show command เป็นคำสั่งที่ใช้แสดงค่าของตัวแปรหรือเงื่อนไขต่างๆ ณ เวลานั้นๆ แต่การใช้คำสั่ง Show นั้นจะมีข้อจำกัดคือจะแสดงค่าได้เฉพาะเงื่อนไขที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งตัวอย่างของการใช้คำสั่งนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.7

```
205.24335>show tnow
    tnow =     205.24335


205.24335>show NQ(seizel MC32.Queue)
    NQ(seizel MC32.Queue) =            1
```

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Show

จากวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองข้างต้นได้นำมาวิเคราะห์ร่วมกับผู้ปฏิบัติงานจริงของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อรับรองความถูกต้องของแบบจำลองเหมือนกับระบบงานจริงมากที่สุด

3.5.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation)

การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง เป็นการวิเคราะห์แบบจำลองนั้นสามารถใช้แทนระบบงานจริงได้หรือไม่ ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับระบบงานจริงว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบเวลาไหลเฉลี่ยในแต่ละวันดังแสดงในตารางที่ 3.10 ซึ่งจะแสดงข้อมูลเวลาไหลเฉลี่ยในระบบจริง และในตารางที่ 3.11 จะแสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง (เป็นการ Batch ข้อมูลในเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 14 วัน ที่ผ่านช่วง Warm-up period แล้วซึ่งจะแสดงวิธีวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป) ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลเวลาไหลเฉลี่ยที่ได้ในโรงงานกรณีตัวอย่างเป็นข้อมูลที่เก็บได้จริงส่วนข้อมูลด้านอื่นๆ ไม่มีการเก็บจริงในโรงงานกรณีตัวอย่างดังนั้นจึงใช้ข้อมูลเวลาไหลเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละวันเป็นข้อมูลในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลเวลาไหลเฉลี่ยของระบบงานจริงช่วง WW#04 DAY1 ถึง WW#05 DAY7 ปี 2002

WW#	Day	Average Flow time (Hrs.)
4	1	2.98
4	2	3.49
4	3	5.98
4	4	6.05
4	5	2.67
4	6	3.93
4	7	3.29
5	1	4.48
5	2	4.47
5	3	3.54
5	4	3.42
5	5	5.30
5	6	5.13
5	7	6.06

ตารางที่ 3.11 แสดงข้อมูลเวลาไหลเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง 14 Replicates

Replicates	Model
1	3.00
2	3.43
3	4.18
4	4.47
5	4.97
6	3.86
7	4.45
8	6.71
9	6.04
10	4.63
11	3.39
12	4.17
13	2.99
14	3.48

หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ ANOVA ด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อวิเคราะห์ว่าทั้ง 2 ระบบแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือไม่ ด้วยวิธี Mann-Whitney Test ดังรูปที่ 3.8

Mann-Whitney Test and CI: Actual, Model

```
Actual      N =  14     Median =       4.200
Model       N =  14     Median =       4.175
Point estimate for ETA1-ETA2 is        0.020
95.4 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0.810,1.080)
W = 207.5
Test of ETA1 = ETA2  vs  ETA1 not = ETA2 is significant at 0.8542
The test is significant at 0.8542 (adjusted for ties)

Cannot reject at alpha = 0.05
```

รูปที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์โดย Mann-Whitney Test โปรแกรม Minitab

จากผลข้างต้น จะเห็นว่าความแตกต่างระหว่าง ระบบงานจริง กับ แบบจำลอง จะแตกต่างกันที่นัยสำคัญ 0.8542 จึงสรุปได้ว่า ทั้ง 2 ระบบไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นแสดงว่าแบบจำลองที่จัดทำขึ้นมาสามารถแทนระบบการผลิตจริงได้

3.6 การออกแบบการทดลองและการใช้งานการจำลองแบบปัญหา

ก่อนที่จะดำเนินการทดลองต้องมีการวิเคราะห์ก่อนว่าระบบที่ศึกษามีลักษณะเป็นแบบใด ซึ่งโดยปกติแล้วในการวิเคราะห์ระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ

1. แบบ Terminating System เป็นระบบที่มีจุดเริ่มต้นและจบการทำงานในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด และเมื่อจบสิ้นการทำงานในแต่ละช่วงเวลานั้นแล้ว ผลของช่วงเวลานั้นจะไม่เกี่ยวเนื่องกับช่วงเวลาถัดไป ซึ่งได้แก่ ระบบร้านขายอาหาร จะไม่มีคนรอคิวซื้ออาหารจากเมื่อวาน รอจนถึงวันถัดมา หรือระบบการผลิตที่ต้องผลิตสินค้าที่ทำตามจำนวนที่สั่งภายในวันนั้นๆเป็นต้น

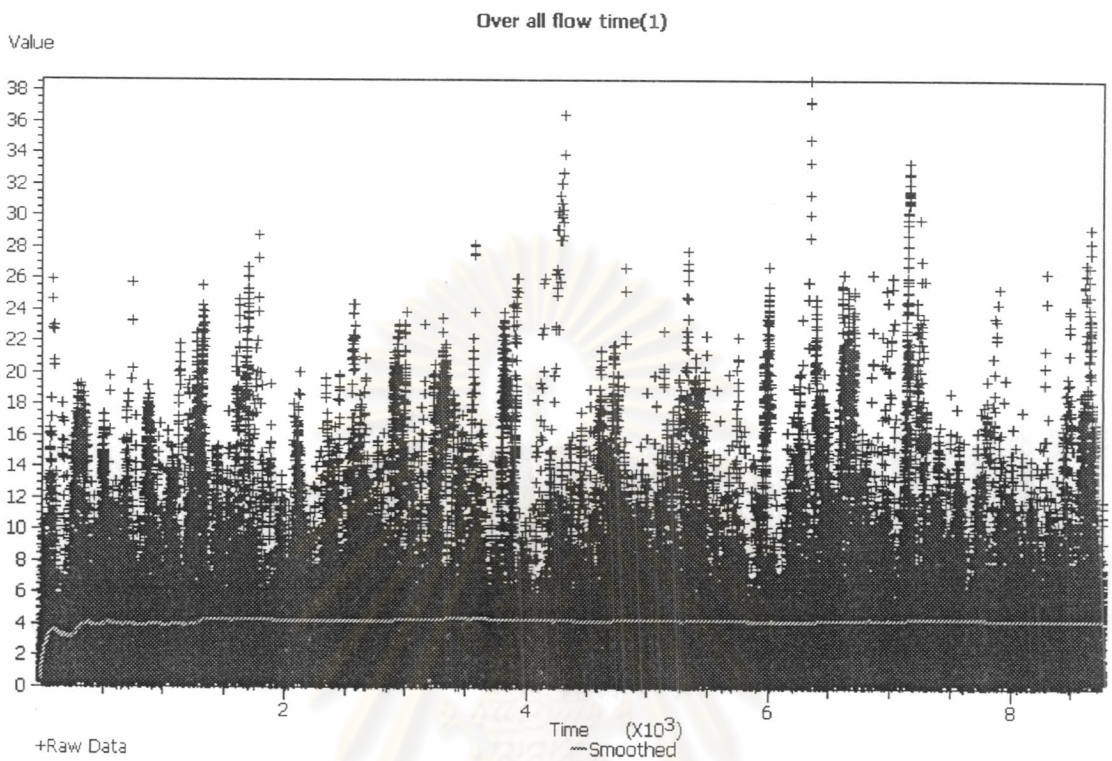
2. แบบ Non-Terminating System หรือ Steady-State เป็นระบบที่ผลของช่วงเวลาก่อนหน้ามีส่วนเกี่ยวเนื่องกับช่วงเวลาถัดมา เช่นในระบบการผลิตสินค้า จะมีการผลิตต่อเนื่องไปเรื่อยๆ เมื่อผลิตวันนี้ผลผลิตที่ยังผลิตไม่เสร็จซึ่งก็คือชิ้นงานระหว่างการผลิตก็จะนำไปผลิตต่อในวันถัดไป เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

สำหรับแบบจำลองปัญหาที่ได้จัดทำขึ้นเป็นระบบแบบ Non Terminating System ซึ่งจะเป็นการผลิตแบบ 8 ชั่วโมงต่อกะ และ 3 กะต่อวันซึ่งผลของช่วงเวลาก่อนหน้าจะมีผลกับช่วงเวลาถัดไป นั่นคือมีการนำค่าของช่วงเวลาก่อนหน้ามาทำต่อนั่นเอง

ดังนั้นในการเก็บข้อมูลจะต้องทำการ Pilot Run เพื่อหาเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงตัว และขนาดของข้อมูลที่เหมาะสมต่อการจัดกลุ่ม 1 ครั้ง (Batch Size) เพื่อให้ข้อมูลที่ได้เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจะมีวิธีการทำดังนี้

1. ในการหาเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการเก็บข้อมูลจริง เนื่องจากในช่วงแรกข้อมูลที่ได้จะมีการแกว่งทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลส่วนนั้นมาวิเคราะห์ระบบได้ โดยข้อมูลส่วนนั้นจะต้องตัดทิ้ง ซึ่งจะเรียกช่วงนี้ว่า Warm-up Period ในการทดลอง Run ช่วงแรกจะทำการ Run 1 Replicate โดยตั้งเวลาเท่ากับการผลิต 365 วัน แล้วนำผลที่ได้ไปพลอตกราฟระหว่างเวลากับ Flow Time โดยใช้โปรแกรม Output Analyzer ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่อยู่ในโปรแกรม ARENA อีกครั้งหนึ่ง และเมื่อพล็อตกราฟ Moving average แบบ Cumulative ก็จะได้ดังรูป 3.9 ซึ่ง

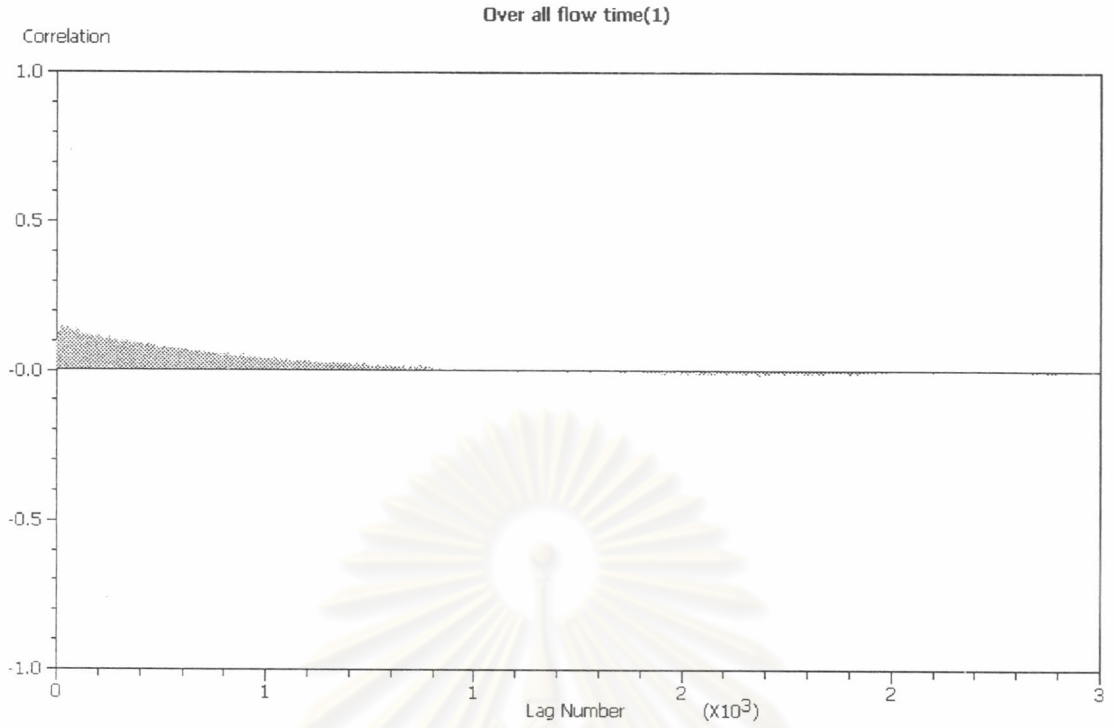
พบว่าที่เวลา 1,500 ชั่วโมง ระบบจึงจะเริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัว ดังนั้นช่วง Warm-up period ก็คือ 1,500 ชั่วโมง



รูปที่ 3.9 กราฟ Moving average ของการ Run

2. ทำการหาขนาดของจำนวนข้อมูลที่เหมาะสมต่อการจัดกลุ่มข้อมูล (Batch size) ทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีแต่วิธีที่ง่ายและสะดวกคือ การพล๊อตกราฟโดยใช้คำสั่ง Correlogram และใช้ ข้อมูลอย่างต่ำ 10 เท่าของจำนวน Lag ทำให้ข้อมูลสองชุดเป็นอิสระต่อกัน โดยจำนวน Lag จะพิจารณาจากจุดที่ความสัมพันธ์ที่กราฟตัดกับแกน X ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.10 กราฟ Correlogram ของการ Run

ซึ่งจากรูปที่ 3.10 จะพบว่าข้อมูลที่จะทำการจัดกลุ่มคือประมาณ 1,000 x 10 = 10,000 ข้อมูลขึ้นไป แต่เนื่องจากข้อมูลจากแบบจำลองมีความแปรปรวนมาก จึงตั้งการจัดกลุ่มอยู่ที่ 1,000 เท่า ซึ่งคิดเป็นกลุ่มข้อมูลเท่ากับ 1,000,000 ข้อมูล ต่อ 1 กลุ่ม แต่เนื่องจาก ด้วยข้อจำกัดของโปรแกรม Output Analyzer ซึ่ง สามารถจัดกลุ่มข้อมูลได้ batch size มากที่สุดเท่ากับ 999,999 ข้อมูล จึงต้องจัดกลุ่มตามขนาดข้อมูลดังกล่าว ซึ่งไม่แตกต่างจากการจัดกลุ่ม 1,000,000 ข้อมูล ต่อ 1 กลุ่ม นัก และ เมื่อต้องการให้ได้จำนวน Replicate ทั้งสิ้น 20 Replicates ต่อหนึ่งการทดลอง ดั้งนั้นจึงต้องตั้งเวลาในการ Run เป็น 68,000 วัน แล้วจึงมาทำการ batch ด้วยจำนวน 999,999 ข้อมูล

3.7 การดำเนินการทดลอง

นำแบบจำลองที่ได้มาดำเนินการทดลอง โดยใช้กฎการจัดสรรทรัพยากรเป็นแบบ Number of Job In Next Queue (NINQ), Anticipated Work In Next Queue (AWINQ หรือ WINQ) และ ใช้กฎการจัดลำดับงาน เป็นแบบ Shortest Processing Time (SPT), First Come First Serve (FCFS), Random, Earliest Due Date (EDD), Minimum Slack Time (MST) ในแต่ละระดับของกฎการจัดสรรทรัพยากร

3.8 การวิเคราะห์และประเมินผล

เมื่อได้แบบจำลองที่เชื่อถือได้และนำแบบจำลองมาใช้ ก็จะทำการวิเคราะห์และประเมินผลของการทดลอง ในบทที่ 4 และ ได้เสนอแนวทางในการนำผลการทดลองไปใช้ในโรงงานกรณีศึกษาใน บทที่ 5 ต่อไป

3.9 ข้อดีและข้อเสียของการใช้การจำลองแบบปัญหา

การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นเครื่องมือซึ่งใช้บอกผลต่างๆ อันจะเกิดจากระบบงานภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ผลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นอาจนำไปใช้งานได้โดยตรงหรืออาจต้องนำไปวิเคราะห์ต่อ การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆ วิธีที่อาจใช้ช่วยแก้ปัญหาในการดำเนินงานของระบบงานได้ ดังนั้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจึงต้องวิเคราะห์ปัญหานั้นๆ เสียก่อนว่าควรใช้เครื่องมือใดเข้าไปช่วยแก้ปัญหา เมื่อเป็นดังนี้จึงเป็นความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อดีข้อเสียของเครื่องมือเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าเครื่องมือนั้นๆ เหมาะสมเพียงใดในการนำไปใช้แก้ปัญหา

โดยที่แบบจำลองนั้นเป็นตัวแทนของระบบงานจริง ในเมื่อมีระบบงานจริงอยู่แล้ว ทำไมจึงต้องสร้างแบบจำลองขึ้นใช้ทดลองแทน ทำไมจึงไม่ทดลองกับระบบงานจริง คำตอบอาจสรุปได้ดังนี้

1. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริง อาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามปกติ
2. เพราะในการทดลองกับระบบงานจริงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลของสมรรถนะของคนอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของตนเอง จึงทำให้ได้ข้อมูลที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าความเป็นจริง
3. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ของการทดลองให้คงที่ ทำให้ผลการทดลองที่ได้แต่ละครั้งของการทดลองอาจไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นใต้เงื่อนไขในกลุ่มเดียวกัน
4. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริง อาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบที่ต้องการ

5. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้รับข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์

จากอุปสรรคที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองกับระบบงานจริงได้ จึงคิดที่จะใช้การจำลองแบบปัญหาในการช่วยแก้ไขปัญหา โดยสรุปเราควรจะพิจารณาใช้การจำลองแบบปัญหาเมื่อเงื่อนไขข้อหนึ่งข้อใดต่อไปนี้เกิดขึ้น

1. กรณีที่ไม่มีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์
2. กรณีที่มีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ แต่การคำนวณและขั้นตอนในการวิเคราะห์ยุ่งยากทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก และการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ง่าย
3. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยากมาก แต่เกินกว่าขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่ และค่าใช้จ่ายในการใช้การจำลองแบบปัญหาถูกกว่าการจ้างผู้เชี่ยวชาญในวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นมาแก้ปัญหา
4. กรณีที่มีความจำเป็นในการสร้างสถานะการณ์ในอดีตขึ้น เพื่อศึกษาหรือประเมินค่าพารามิเตอร์
5. กรณีที่การจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีเดียวที่จะสามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากไม่อาจทำการทดลองและวัดผลในสภาพจริง
6. กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบงานในช่วงระยะเวลาการใช้งานระบบนานๆ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ

ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของการจำลองแบบปัญหาก็คือ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบงาน เพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปได้และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ภายในระบบงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและองค์ประกอบต่างๆ ของระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่เข้าไปใช้ในการดำเนินงานของระบบงาน ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการจะนำเครื่องมือใดไปใช้ ควรต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือนั้นๆ ดังนั้นจึงควรที่จะทราบว่าเพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้การจำลองแบบปัญหา สรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

1. การที่จะได้มาซึ่งแบบจำลองที่ดีนั้น ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก รวมทั้งต้องอาศัยความสามารถอย่างสูงของผู้ออกแบบการทดลอง
2. แบบจำลองที่ได้ในบางครั้ง ดูเหมือนว่าใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้แต่ในความเป็นจริงแบบจำลองนั้นอาจไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆ และการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ก็ไม่ใช่เรื่องง่าย
3. ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองที่ไม่มีความแม่นยำ และ ไม่สามารถวัดขนาดของความไม่แม่นยำได้แม้ว่าจะทำการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียข้อนี้หายไปได้
4. เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้น โดยปกติจะเป็นตัวเลข ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาว่า ผู้สร้างแบบจำลอง อาจให้ความสำคัญกับตัวเลขเหล่านั้นมากเกินไป และ พยายามที่จะทดสอบความถูกต้องของตัวเลข แทนที่จะทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองที่ได้อาจไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน

3.10 สรุป

การจำลองแบบปัญหาเป็นการออกแบบจำลองของระบบงานจริง แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้น เพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำแบบจำลองมาศึกษาถึงผลกระทบของกฎการจัดสรรทรัพยากร และ กฎการการจัดลำดับงานที่มีต่อเวลาไหลเฉลี่ยของงาน ในกระบวนการขึ้นรูปขาไอซี โดยได้กำหนดระบบงานที่จะทำการศึกษา คือ องค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมที่เกิดขึ้น ซึ่งองค์ประกอบที่นำมาพิจารณาคือ ชิ้นงาน เครื่องจักร และ แถวคอย เมื่อได้ศึกษาถึงขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียด ตั้งแต่ลอตเข้ามาในระบบ จนกระทั่ง ลอตออกจากระบบแล้ว หลังจากนั้นจึงได้ทำการเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น เวลาในการเข้ามาในระบบของแต่ละลอต กำหนดส่งมอบ จำนวนยูนิตของลอต เป็นต้น แล้วนำมาวิเคราะห์การกระจายตัวเพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

เมื่อได้แบบจำลองแล้ว จะต้องนำแบบจำลองมาทำการตรวจสอบความถูกต้อง และ ความสมเหตุสมผลของแบบจำลองก่อนที่จะนำแบบจำลองมาใช้ได้ หากแบบจำลองสามารถแทนระบบงานจริงได้ จึงนำมาหา เวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว เพื่อตัดข้อมูลในช่วงแรกที่มีการแกว่งค่อนข้างมากออกไป โดยจากการวิเคราะห์จะได้เวลาที่ระบบจะเข้าสู่สภาวะคงตัวคือ 1,500 ชั่วโมง และเมื่อทำการวิเคราะห์ถึงการจัดกลุ่ม เพื่อให้ได้ข้อมูล ที่จะใช้ในการวิเคราะห์เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ จะได้การจัดกลุ่มเป็น 10,000 ข้อมูล ขึ้นไป แต่เนื่องจากข้อมูลจากแบบจำลอง มี

ความแปรปรวนมากจึง ตั้งการจัดกลุ่มอยู่ที่ 999,999 ข้อมูลต่อ 1 กลุ่ม เนื่องจากเป็นการจัด Batch Size มากที่สุด เท่าที่โปรแกรม Output Analyzer สามารถทำได้ และ เพื่อให้ได้จำนวน Replicate ทั้งสิ้น 20 Replicates จึงตั้งเวลาในการ Run เป็น 68,000 วัน ในแต่ละการดำเนินการทดลอง จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ถึงกฎที่มีผลต่อเวลาไหลเฉลี่ย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย