บทที่ 5
การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

บทนำ

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้าง และผู้ใช้แบบจำลอง ว่าผลที่ได้จากแบบจำลองนั้น จะเป็นผลที่ถูกต้องสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง แต่การทดสอบความถูกต้องนั้น ไม่มีวิธีการทดสอบใดที่แน่ชัดว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่ถูกต้องของระบบงานหรือไม่ ความถูกต้องของแบบจำลองในที่นี้คือ ความมั่นใจว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่ถูกต้องใช้งานได้ ความมั่นใจดังกล่าว จะได้มาจากความเข้าใจในระบบงาน ความละเอียดถี่ถ้วนในการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบ กิจกรรม พฤติกรรมต่างๆขององค์ประกอบ ค่าเชิงปริมาณที่ใช้แทนองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ต่างๆของแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองที่ดีนั้นจะต้องสะท้อนถึงระบบงานที่จะจำลอง การที่เราจะสร้างแบบจำลองให้ได้ใกล้เคียงระบบงานจริงในระดับใดนั้น ขึ้นอยู่กับความสำคัญของแบบจำลองและความคุ้มค่าของโครงการ การที่เราต้องตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อเป็นการยืนยันว่าแบบจำลองนี้สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้อย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงระดับความเชื่อมั่นในการยอมรับแบบจำลอง ซึ่งได้กล่าวถึงใน บทที่ 3บ้างแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึง ในส่วนของการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลอง กับระบบงานจริง เป็นการแสดงระดับความเชื่อมั่นในการยอมรับแบบจำลองวิธีหนึ่ง ซึ่งการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยเมื่อต้องเก็บข้อมูลเป็นคู่ การทดสอบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสองประชากร และการวิเคราะห์การถดถอย

5.1 การวางแผนการทดลอง เพื่อการทดสอบความถูกต้อง

1. การทดสอบความถูกต้อง จะทดสอบโดยใช้ข้อมูลในระหว่างวันที่ 7/6/2542 ถึง 16/6/2542 รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 8 วัน
2. แบบจำลองจะถูกกำหนดให้ผลิตชิ้นงาน ตามข้อมูลจากรายงานการผลิตประจำวัน
3. การผลิตของแบบจำลองจะถูกกำหนดให้เลียนแบบระบบงานจริง ทั้งจำนวนที่ผลิต และลำดับก่อนหลังในการผลิต
4. การดำเนินการทดลองจะกำหนดให้แบบจำลองดำเนินการทดลองจนผลิตครบจำนวนที่ได้ผลิตจากข้อมูลในอดีตในวันนั้น โดยการผลิตจะเริ่มจาก กะ 2 กะ 3 และสิ้นสุดที่กะ 1 ของวันรุ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแผนการผลิตได้ถูกวางแผนไว้วันต่อวัน และเริ่มต้นผลิตที่กะ 2
5. ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลอง คือ เวลาที่ใช้ผลิต ซึ่งสามารถคำนวณได้จากเวลาที่ข้อมูลนั้นผลิตเสร็จลบด้วย เวลาที่เริ่มผลิต
6. เวลาที่ใช้ในการคำนวณจะใช้หน่วยเป็นนาที โดยกำหนดให้เริ่มต้นเวลาที่กะ 2 เป็นเวลา 0 และเวลา ณ.สิ้นกะ 1 ของวันรุ่งขึ้น เป็นเวลา 1440
7. เนื่องจากการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองใช้การทดลองแบบวันต่อวัน จึงทำการเปรียบผลทดลองของการทดลองแบบวันต่อวันกับแบบต่อเนื่อง ว่าแตกต่างกันหรือไม่

หมายเหตุ การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองนี้ มีสมมติฐานว่าการทำงานของระบบงานในช่วงที่ทดสอบความถูกต้อง กับช่วงที่ทำการทดลอง มีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน

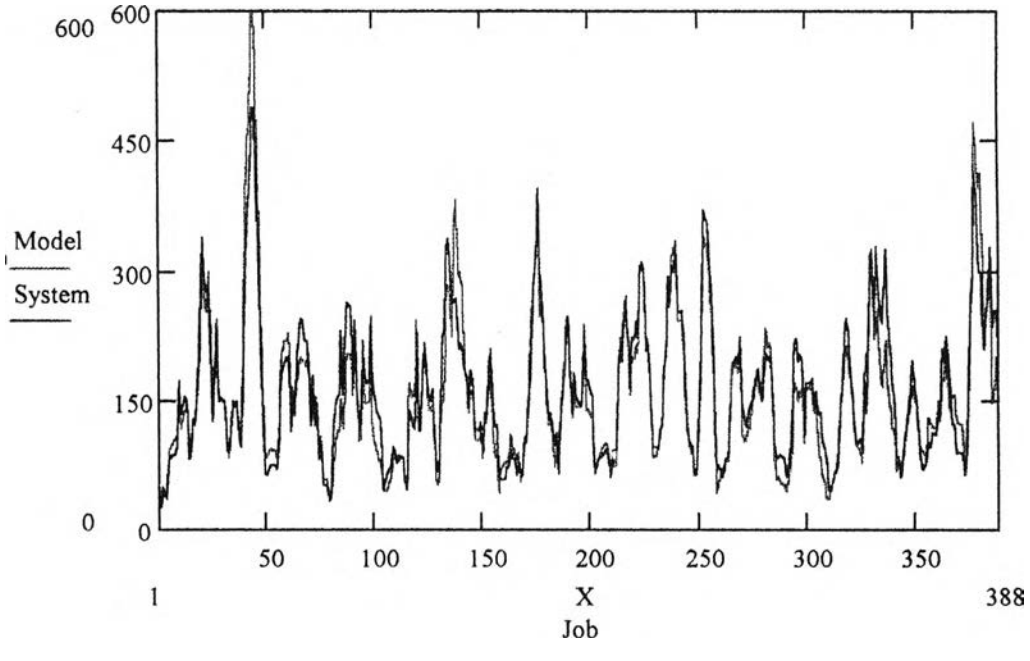
5.2 ผลการทดลอง สำหรับทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ผลการทดลองในส่วนนี้ จะได้มาจากการทดลองเพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งได้ใช้ข้อมูลดังนี้ได้กล่าวถึงในหัวข้อ 5.1 โดยการเปรียบผลลัพธ์จากแบบจำลอง และระบบงานจริง ซึ่งข้อมูลจะเปรียบเทียบของเวลาที่งานขึ้นผลิตของงานๆเดียวกัน ตัวอย่างผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.1 ส่วนผลการทดลองสำหรับการทดสอบความถูกต้องทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ฉ

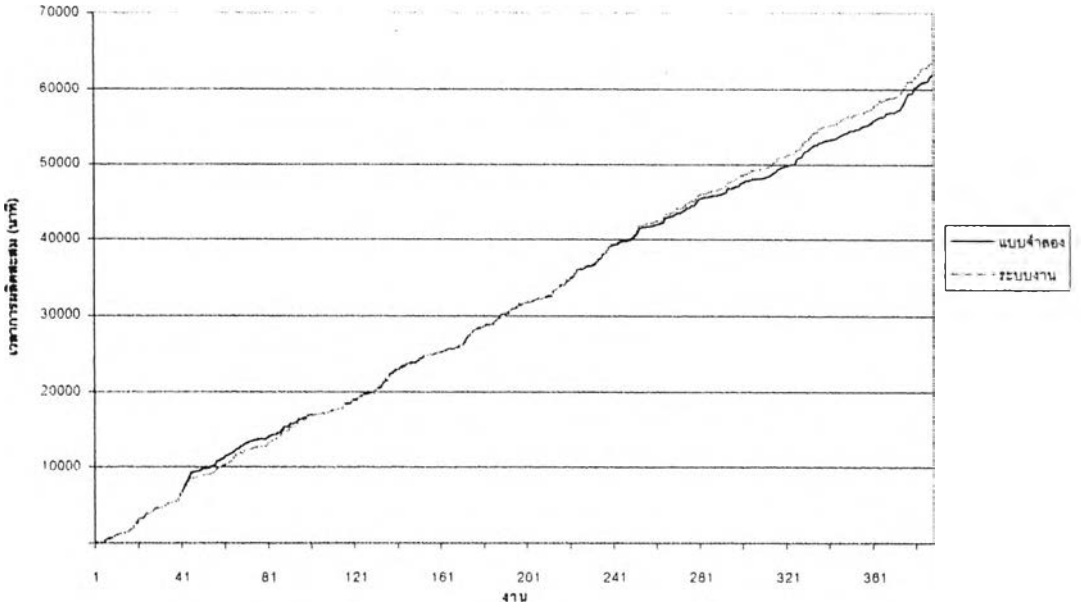
ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างผลการทดลองเบื้องต้น

Job no.	Model		System		ผลต่าง
	เริ่ม	เสร็จ	เริ่ม	เสร็จ	
1	0.00	51.87	0.00	35.00	16.87
2	51.87	66.10	35.00	50.00	-.77
3	66.10	148.62	50.00	135.00	-2.48
4	148.62	162.01	135.00	165.00	-16.61
5	162.01	237.14	165.00	180.00	60.13
6	0.00	273.35	0.00	270.00	3.35
7	273.35	335.60	270.00	300.00	32.25

จากผลการทดลองสำหรับทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสามารถนำมาแสดงผลการทดลองโดยใช้กราฟ เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการผลิตของระบบงานจริงและแบบจำลอง ซึ่งในที่นี้จะใช้กราฟ Moving Average ของเวลาการผลิต (W = 5) ดังรูปที่ 5.1 และกราฟเวลาการผลิตสะสม ดังรูปที่ 5.2 ซึ่งจะช่วยให้เปรียบเทียบเวลาการผลิตได้ง่ายขึ้น



***รูปที่ 5.1** กราฟ Moving Average ของเวลาการผลิต (W = 5)*



***รูปที่ 5.2** กราฟเวลาการผลิตสะสมของงาน*

5.3 การทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ย เมื่อต้องเก็บข้อมูลเป็นคู่

การวิเคราะห์วิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการทดสอบความถูกต้องคือการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ย เมื่อต้องเก็บข้อมูลเป็นคู่ เป็นการวิเคราะห์ผลการทดลองกับผลลัพธ์จากระบบงานจริง โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกันโดยข้อมูลของงานเดียวกัน ตั้งสมมติฐานว่า

- H0: $\mu_D = 0$ โดยที่ $D_i = X_i - Y_i$

***ตารางที่ 5.2** ผลการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ย*

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
MODEL - SYSTEM	-3.701	73.1445	3.7133	-11.00	3.5994	-.997	387	.319

ผลที่ได้จากตารางที่ 5.2 แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า เวลาที่งานอยู่ในระบบของผลลัพธ์จากแบบจำลองและระบบงานจริงไม่แตกต่างกัน ด้วยระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

5.4 การทดสอบสมมติฐานว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสองประชากรที่มีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปกติมีค่าเท่ากัน

การทดสอบสมมติฐานนี้ อาศัยสมมติฐานที่ว่าประชากรมีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบปกติ และใช้ตัวแปรสุ่ม F เป็นสถิติสำหรับทดสอบ โดยที่ $F = S^2_x/S^2_y$ มีลักษณะการกระจายขอความน่าจะเป็นแบบ F ด้วยองศาความอิสระ $n_x - 1$, $n_y - 1$ โดยตั้งสมมติฐานว่า

H0: $\sigma_x = \sigma_y$

กำหนดให้ S^2_x เป็นความแปรปรวนของผลของระบบงานจริง และ S^2_y เป็นความแปรปรวนของผลลัพธ์ของแบบจำลอง

ตารางที่ 5.3 *ผลการทดสอบสมมตฐานความเท่ากันของค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน*

รายการ	Mean	Standard Deviation	Variance	องศาอิสระ	F	Sig. (2tailed)
ระบบ	160.6671	167.8229	28164.52	387	0.79	0.779
แบบจำลอง	164.3686	157.2094	24714.78	387		

จากตารางที่ 5.2 แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเท่ากับของระบบงานจริง ด้วยระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

5.5 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (ผลลัพธ์เวลาการผลิตของระบบงานจริง) กับตัวแปรอิสระ (ผลลัพธ์จากแบบจำลอง) โดยที่กำหนดความสัมพันธ์ดังสมการ

$y = x + \varepsilon$

โดยที่ y = ผลลัพธ์เวลาการผลิตของระบบงานจริง

x = ผลลัพธ์เวลาการผลิตจากแบบจำลอง

ε = ค่าคาดเคลื่อน

ตารางที่ 5.4 ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

รายการ	N	Std. Error	R	R^2	$R^2_{adj.}$
แบบจำลอง	388	68.373	0.90	0.811	0.811

จากตารางที่ 5.4 แสดงให้ทราบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของระบบงานจริงได้ 81.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งช่วยยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง

5.6 การเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบจำลอง ระหว่างการทดลองแบบเป็นวันต่อวันและแบบต่อเนื่อง

เนื่องจากการทดลองในการตรวจสอบความถูกต้อง เป็นการทดลองในช่วงเวลา 1 วัน แล้วจึงทำการทดลองของวันต่อไป ทั้งนี้เพื่อลบอิทธิพลของการตัดสินใจของการวางแผนการผลิตในแต่ละวัน แต่ในการจะนำแบบจำลองไปใช้จะต้องนำไปใช้งานต่อเนื่องกันไป จึงทำการเปรียบเทียบระหว่างการรันแบบแต่ละวัน กับแบบต่อเนื่องกันไป ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ การเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลเฉพาะที่ขึ้นผลิต และตรวจสอบเสร็จในระหว่างวันที่ 7/6/2542 ถึง 16/6/2542 โดยตั้งสมมติฐานหลักว่าค่าเฉลี่ยของเวลาที่งานอยู่ในระบบเท่ากัน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.5 พบว่ายอมรับว่าค่าเฉลี่ยของเวลาที่งานอยู่ในระบบของการรันทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 5 %

ตารางที่ 5.5 ผลการวิเคราะห์ความเท่ากันของค่าเฉลี่ย
ระหว่างการทดลองแบบวันต่อวันและแบบต่อเนื่อง

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
วันต่อวัน ต่อเนื่อง	533.61	1541.93	344.786	-188.0350	1255.257	1.548	19	.138

5.7 สรุป

จากการทดสอบยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองทั้ง 3 วิธี ซึ่งทั้ง 3 วิธี ได้ผลแสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับระบบงานจริงเท่ากัน ด้วยระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ และแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของระบบงานจริงได้ จึงเป็นส่วนช่วยในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลองก่อนที่จะดำเนินการทดลองโดยพิจารณาปัจจัยกฎการจัดลำดับต่อไป แต่การทดสอบข้างต้นก็ไม่ได้ยืนยันว่าแบบจำลองนี้ถูกต้องหรือไม่