

บทที่ 4

ผลการทดลอง และ การวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

เมื่อดำเนินการทดลองโดยเปลี่ยนโดยเปลี่ยนกฎการจัดสรรทรัพยากร ให้เป็นแบบ Number of job In Next Queue (NINQ), Anticipated Work In Next Queue (AWINQ) และ กฎการจัดลำดับงาน ให้เป็นแบบ Shortest Processing Time (SPT), First Come First Serve (FCFS), Random, Earliest Due Date (EDD), Minimum Slack Time (MST) ในแต่ละกฎการจัดสรรทรัพยากร และทำการ Run โปรแกรม ได้ผลดังตารางที่ 4.1



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ผลค่าเวลาไหลเฉลี่ย (ชั่วโมง) ที่แต่ละกฎการจัดสรรทรัพยากร และกฎการจัดลำดับงาน

Allocation rule	Dispatching rule				
	FCFS	SPT	RANDOM	EDD	MST
NINQ	4.61	4.01	4.45	4.47	4.52
	4.51	3.97	4.52	4.46	4.59
	4.55	3.99	4.48	4.42	4.51
	4.44	3.98	4.56	4.51	4.53
	4.49	4.01	4.68	4.57	4.52
	4.47	4.04	4.40	4.41	4.54
	4.54	3.92	4.48	4.43	4.59
	4.55	4.03	4.55	4.48	4.43
	4.46	4.04	4.46	4.53	4.55
	4.50	3.96	4.48	4.41	4.40
	4.54	4.02	4.54	4.41	4.45
	4.62	4.06	4.61	4.53	4.47
	4.66	3.95	4.49	4.50	4.50
	4.42	3.98	4.60	4.56	4.60
	4.60	3.92	4.49	4.48	4.53
	4.50	4.07	4.52	4.60	4.54
	4.50	3.92	4.44	4.49	4.46
	4.45	4.00	4.46	4.45	4.55
	4.49	3.99	4.54	4.44	4.47
	4.55	4.00	4.52	4.54	4.51

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ผลค่าเวลาไหลเฉลี่ย (ชั่วโมง) ที่แต่ละกฎการจัดสรรทรัพยากร และกฎการจัดลำดับงาน (ต่อ)

Allocation rule	Dispatching rule				
	FCFS	SPT	RANDOM	EDD	MST
WINQ	4.51	3.95	4.52	4.47	4.55
	4.45	4.03	4.47	4.46	4.53
	4.60	3.97	4.52	4.44	4.50
	4.42	4.02	4.54	4.49	4.58
	4.50	3.95	4.55	4.54	4.52
	4.44	4.03	4.40	4.47	4.45
	4.42	3.96	4.56	4.44	4.51
	4.46	3.98	4.48	4.58	4.44
	4.48	4.01	4.48	4.48	4.46
	4.43	3.94	4.49	4.48	4.71
	4.44	3.93	4.41	4.36	4.46
	4.51	3.94	4.54	4.56	4.53
	4.42	3.95	4.48	4.57	4.58
	4.46	3.94	4.52	4.45	4.50
	4.54	3.97	4.54	4.43	4.40
	4.49	3.94	4.51	4.47	4.45
	4.36	3.92	4.50	4.58	4.50
	4.51	3.94	4.55	4.45	4.51
	4.42	3.98	4.52	4.51	4.44
	4.46	4.02	4.46	4.50	4.54

4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลอง จะใช้การทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใช้แบบจำลองทางสถิติในการทดสอบสมมติฐานดังนี้

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

โดยที่ $i = 1, 2$

$j = 1, 2, \dots, 5$

$k = 1, 2, \dots, 20$

y_{ijk} = ค่าเวลาไหล

μ = ค่าเวลาไหลเฉลี่ย

τ_i = ผลกระทบต่อเวลาไหล ที่เกิดจากกฎการจัดสรรทรัพยากร ระดับที่ i

β_j = ผลกระทบต่อเวลาไหล ที่เกิดจากกฎการจัดลำดับ ระดับที่ j

$(\tau\beta)_{ij}$ = ผลกระทบต่อเวลาไหล ที่เกิดจากอันตรกิริยาระหว่าง τ_i และ β_j

ϵ_{ijk} = องค์ประกอบของความผิดพลาดแบบสุ่ม

โดยตั้งสมมติฐานสำหรับการทดสอบดังนี้

$H_0: \tau_i = 0$ สำหรับทุก i

$H_1: \tau_i \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่าของ i

$H_0: \beta_j = 0$ สำหรับทุก j

$H_1: \beta_j \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่าของ j

$H_0: (\tau\beta)_{ij} = 0$ สำหรับทุก i, j

$H_1: (\tau\beta)_{ij} \neq 0$ อย่างน้อย 1 ค่าของ i, j

เมื่อพิจารณาเวลาไหลของลวด โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ จะพบว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก ยอมรับว่าปัจจัยกฎการจัดสรรทรัพยากร และ ปัจจัยกฎการจัดลำดับมีผลกระทบต่อ เวลาไหลของลวด แต่ อันตรกิริยาระหว่างกฎการจัดสรรทรัพยากร และกฎการจัดลำดับ ไม่มีผลต่อเวลาไหลเฉลี่ย ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 และ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test ของกฎการจัดลำดับ จะพบว่ากฎการจัดลำดับที่ดี คือ SPT ส่วนกฎการจัดลำดับที่ด้อยคือ EDD, FCFS, RANDOM และ MST ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยกฎการจัดสรรทรัพยากร และ
กฎการจัดลำดับต่อค่าเวลาไหลของลวด (ชั่วโมง)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FLOWTIME

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.667 ^a	9	.963	316.680	.000
Intercept	3864.524	1	3864.524	1270796	.000
DISPATCH	8.628	4	2.157	709.280	.000
ALLOCATI	1.824E-02	1	1.824E-02	5.998	.015
DISPATCH * ALLOCATI	2.130E-02	4	5.324E-03	1.751	.141
Error	.578	190	3.041E-03		
Total	3873.769	200			
Corrected Total	9.245	199			

a. R Squared = .938 (Adjusted R Squared = .935)

ตารางที่ 4.3 ผลของ Duncan's Multiple Range Test ต่อค่าเวลาไหลของลวด (ชั่วโมง)

FLOWTIME

Duncan^{a,b}

Dispatching rule	N	Subset	
		1	2
SPT	40	3.9808	
EDD	40		4.4855
FCFS	40		4.4943
RANDOM	40		4.5077
MST	40		4.5105
Sig.		1.000	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.041E-03.

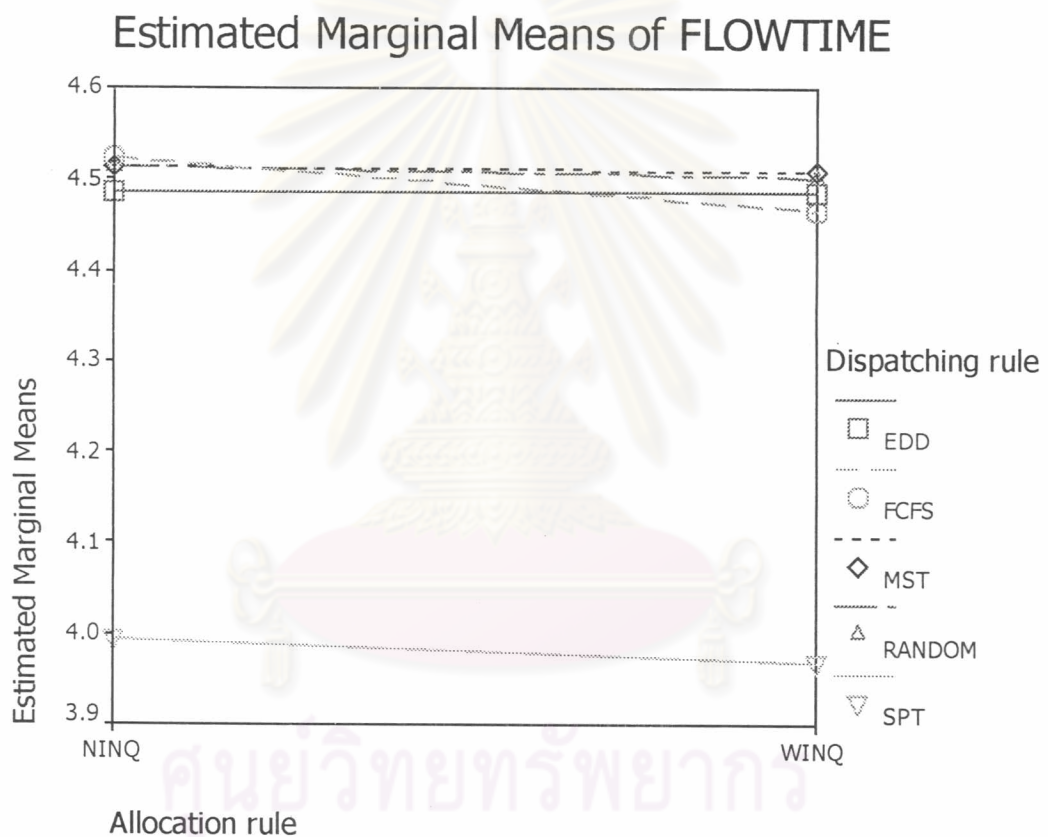
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

b. Alpha = .05.

เมื่อนำผลการทดลองของทุก Replication มาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยจะได้ดังตารางที่ 4.4
และ เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาสร้างเป็นกราฟ จะได้ดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.4 เวลาไหลเฉลี่ยทุก Replication ที่แต่ละกฎการจัดสรรทรัพยากร และกฎการจัดลำดับงาน (ชั่วโมง)

Allocation rule	Dispatching rule				
	FCFS	SPT	RANDOM	EDD	MST
NINQ	4.52	3.99	4.51	4.48	4.51
WINQ	4.47	3.97	4.50	4.49	4.51



รูปที่ 4.1 เวลาไหลเฉลี่ยทุก Replication ที่แต่ละกฎการจัดสรรทรัพยากร และ กฎการจัดลำดับงาน

จะพบว่าที่กฎการจัดลำดับงาน FCFS ถ้าเลือกใช้กฎการจัดสรรทรัพยากรเป็นแบบ WINQ แทน NINQ เวลาไหลเฉลี่ยจะลดลงคิดเป็น 1.25 เปอร์เซ็นต์ และ ถ้ากำหนดให้กฎการจัดสรรทรัพยากรเป็นแบบ NINQ แต่เปลี่ยน กฎการจัดลำดับจากแบบ FCFS เป็นแบบ SPT เวลาไหล

เฉลี่ยจะลดลงคิดเป็น 11.71 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าทำการเปลี่ยนมาใช้กฎการจัดสรรทรัพยากรเป็นแบบ WINQ และ กฎการจัดลำดับงานแบบ SPT จะช่วยให้เวลาไหลเฉลี่ยลดลงถึง 12.25 เปอร์เซ็นต์

แต่อย่างไรก็ตามกฎการจัดลำดับแบบ SPT จะมีข้อด้อยอยู่คือ จะมีกักงานไว้ในระบบยาวนานดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 ซึ่งเป็นตารางแสดงเวลาไหลสูงสุดของกฎการจัดสรรทรัพยากร และ กฎการจัดลำดับ แต่เนื่องจากในกระบวนการขึ้นรูปขาไอซี มีอยู่ด้วยกันหลาย Package จึงได้นำมาเสนอเฉพาะของ Package SOIC-008B เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ดังจะเห็นได้ว่า กฎการจัดสรรทรัพยากรแบบ SPT นั้นเก็บงานไว้นานถึง 223.79 ชั่วโมง ดังนั้นจึงควรมีการดัดแปลงกฎ SPT เล็กน้อย ก่อนนำไปใช้ในการผลิตจริง คือ ดัดแปลงให้เป็นกฎ Truncated SPT (TSPT) ซึ่งเป็นกฎที่ผสมกันระหว่าง SPT และ FCFS ผู้ใช้จะกำหนด ระยะเวลาในการกักงานของลวดว่าไม่เกินเท่าไร ถ้ามีลวดที่อยู่ใน Queue เกินกว่าค่าที่กำหนด ก็จะเปลี่ยนกฎการจัดลำดับงานมาเป็น FCFS จนกว่างานเหล่านั้นจะหมดจาก Queue แล้วจึงกลับมาใช้กฎ SPT ในการจัดลำดับต่อ แต่ระบบนี้จะมีผลทำให้ ค่าเวลาไหลเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.5 เวลาไหลสูงสุด ของ Package SOIC-008B (ชั่วโมง)

Allocation rule	Dispatching rule				
	FCFS	SPT	RANDOM	EDD	MST
NINQ	45.80	223.90	255.89	211.11	219.23
WINQ	37.25	278.87	302.22	205.69	205.95

ถึงแม้ว่าการใช้กฎการจัดสรรทรัพยากรที่เปลี่ยนจาก NINQ มาเป็น WINQ จะมีผลต่อเวลาไหลของลวดค่อนข้างน้อยก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาในแง่ของ Utilization แล้ว จะสามารถลดค่าเฉลี่ย ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ %Utilization ที่เกิดขึ้นในกลุ่มเครื่องจักรที่ใช้ผลิต Package เดียวกัน (พิจารณาเฉพาะ Package ที่มีเครื่องจักรสามารถผลิตได้มากกว่า 1 เครื่อง) ลงถึง 30.88 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่กฎการจัดลำดับยังคงเป็นแบบเดิม คือ แบบ FCFS ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางค่า % Utilization และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของเครื่องจักรกลุ่มที่ Package
มีเครื่องจักรสามารถผลิตได้มากกว่า 1 เครื่อง

SOIC-008A/ QSOP-016A			QSOP-020A/ QSOP-024A/ SOIC-014A			SOIC-008B		
	NINQ	WINQ		NINQ	WINQ		NINQ	WINQ
Mc04	53.96	54.99	Mc06	70.13	72.37	Mc32	71.36	69.53
Mc20	60.25	59.18	Mc27	82.47	80.32	Mc41	69.04	69.90
S.D.	3.14	2.10	S.D.	6.17	3.98	S.D.	1.16	0.19
QSOP-028A/ SOIC-016A			SOIC-008C/ SSOP-020A			TSSOP008B		
	NINQ	WINQ		NINQ	WINQ		NINQ	WINQ
Mc07	55.50	56.40	Mc14	32.93	32.81	Mc33	82.95	82.30
Mc18	63.55	61.80	Mc15	20.95	21.24	Mc45	79.49	80.52
S.D.	4.02	2.70	S.D.	5.99	5.79	S.D.	1.73	0.89
PDIP-008B								
	NINQ	WINQ						
Mc17	80.43	78.97						
Mc29	77.39	77.13						
Mc10	73.76	75.02						
S.D.	2.73	1.61						

4.3 สรุป

จากการจำลองแบบปัญหาของกรณีศึกษา ผลการทดลอง ยอมรับว่าปัจจัยกฎการจัดสรรทรัพยากร และ ปัจจัยกฎการจัดลำดับมีผลกระทบต่อ เวลาไหลของลวด โดยกฎการจัดลำดับงาน จะมีผลต่อการลดลงของเวลาไหลเฉลี่ยของงาน มากกว่ากฎการจัดสรรทรัพยากร แต่ อันตรกิริยาระหว่างกฎการจัดสรรทรัพยากร และ กฎการจัดลำดับ ไม่มีผลต่อเวลาไหลเฉลี่ย จากการวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test ของกฎการจัดลำดับ จะพบว่ากฎการจัดลำดับที่ดี คือ SPT ส่วนกฎการจัดลำดับที่ด้อยคือ EDD, FCFS, RANDOM และ MST แม้กระนั้นการจัดลำดับงานแบบ SPT ก็ยังมีข้อด้อยคือ กังงานบางงานให้อยู่ในระบบนานเกินไป ซึ่งวิธีแก้ไขปัญหานี้คือ การใช้กฎ TSPT ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ แต่อาจจะทำให้เวลาไหล

เฉลี่ยเพิ่มขึ้น และ เมื่อพิจารณาในแง่ของ Utilization แล้ว กฎการจัดสรรทรัพยากรที่เปลี่ยนจาก NINQ มาเป็น WINQ จะสามารถลดค่าเฉลี่ย ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ %Utilization ที่เกิดขึ้นในกลุ่มเครื่องจักรที่ใช้ผลิต Package เดียวกัน ลงถึง 30.88 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่กฎการจัดลำดับยังคงเป็นแบบ FCFS



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย