

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
วิธีโครงข่ายประสาทเทียม	4
ระบบควบคุมการผลิตแบบดั้ง	18
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	24
ผลและการวิจารณ์	53
สรุปและข้อเสนอแนะ	139
สรุป	139
ข้อเสนอแนะ	143
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	144
ภาคผนวก	147
ภาคผนวก ก การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	148
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรม MATLAB	194
ประวัติการทำงาน	197

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 พารามิเตอร์ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับระบบการผลิตแบบดึงที่มี 3 สถานีงาน	29
2 จำนวนชิ้นงานในตำแหน่งต่างๆ ในระบบการผลิตที่มี 3 สถานีงานจาก การคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel	31
3 จำนวนชิ้นงานในตำแหน่งต่างๆ ในระบบการผลิตที่มี 3 สถานีงานจาก แบบจำลองสถานการณ์	32
4 พารามิเตอร์ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับระบบการผลิตแบบดึงที่มี 4 สถานีงาน	33
5 จำนวนชิ้นงานในตำแหน่งต่างๆ ในระบบการผลิตที่มี 4 สถานีงานจาก การคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel	34
6 จำนวนชิ้นงานในตำแหน่งต่างๆ ในระบบการผลิตที่มี 4 สถานีงานจาก แบบจำลองสถานการณ์	35
7 ตัวอย่างคำตอบที่เป็นไปได้ของขนาดบัฟเฟอร์สำหรับ 3 สถานีงาน	40
8 ตัวอย่างคำตอบที่เป็นไปได้ของขนาดบัฟเฟอร์สำหรับ 4 สถานีงาน	41
9 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการทดลอง	53
10 ค่า RMSE และค่า MAPE สำหรับโครงข่ายที่สร้างขึ้นด้วยตัวแปร อินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 %	54
11 ค่า RMSE และค่า MAPE สำหรับโครงข่ายที่สร้างขึ้นด้วยตัวแปร อินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 %	54
12 ค่า RMSE และค่า MAPE สำหรับโครงข่ายที่สร้างขึ้นด้วยตัวแปรอินพุต ที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล	55
13 ขนาดคัมบังที่เป็นไปได้และผลการดำเนินงานที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย โครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัวแปรอินพุตแบบปกติที่มี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5%	136

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ขนาดคัมบังที่เป็นไปได้และผลการดำเนินงานที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง สถานการณ์	137
15	สมการความสัมพันธ์และความถูกต้องในการพยากรณ์ (R_{adj}^2) สำหรับการ พยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ย	140
16	สมการความสัมพันธ์และความถูกต้องในการพยากรณ์ (R_{adj}^2) สำหรับการ พยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ย	140
17	สมการความสัมพันธ์และความถูกต้องในการพยากรณ์ (R_{adj}^2) สำหรับการ พยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ย	141
18	สมการความสัมพันธ์และความถูกต้องในการพยากรณ์ (R_{adj}^2) สำหรับการ พยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ย	141

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะทั่วไปของโครงสร้างเซลล์ประสาทของสมองมนุษย์	5
2 ลักษณะของโหนดภายในโครงข่ายประสาทเทียม	6
3 ลักษณะโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น	8
4 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ	9
5 รูปแบบของระบบควบคุมการผลิตแบบดึง	17
6 แผนภูมิแสดงกลไกการควบคุมการผลิตแบบดึงสำหรับแบบจำลองสถานการณ์ ...	26
7 แบบจำลองสถานการณ์ของระบบควบคุมการผลิตดึงที่มี 3 สถานะงาน	27
8 แบบจำลองสถานการณ์ของระบบควบคุมการผลิตดึงที่มี 4 สถานะงาน	28
9 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่พยากรณ์ค่าเฉลี่ย งานระหว่างกระบวนการผลิตสำหรับระบบการผลิต ที่มี 3 สถานะงาน	44
10 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่พยากรณ์ค่าจำนวน ครั้งเฉลี่ยที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการการผลิตได้ สำหรับระบบการผลิตที่มี 3 สถานะงาน	45
11 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่พยากรณ์ค่าจำนวน ครั้งเฉลี่ยที่ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการการผลิต ได้สำหรับระบบการผลิตที่มี 3 สถานะงาน	46
12 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่พยากรณ์ค่าเฉลี่ยรอบ ระยะเวลาการผลิตสำหรับระบบการผลิตที่มี 3 สถานะงาน	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
13 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 %	57
14 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม	58
15 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x)	60
16 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาท	61
17 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x)	63
18 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x)	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
19	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x) 66
20	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x) 68
21	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า WIP ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล(x) 69
22	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x) 71
23	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x) 72
24	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x) 74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
25 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย โครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจง แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x)	76
36 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย โครงข่ายประสาท	77
27 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย โครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจง แบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x)	79
28 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย โครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจง แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x)	80
29 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย โครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจง แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x)	82
30 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย โครงข่ายประสาท	83

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
31 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจก แจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x)	85
32 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่าย	86
33 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจก แจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x)	88
34 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจก แจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x)	90
35 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่าย ประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจก แจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x)	91
36 Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และมีตัวแปรอินพุตที่มีการแจก แจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล	93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
37	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจก แจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x) 95
38	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจก แจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x) 96
39	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Lost Sale ที่ได้จากการพยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการ แจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x) 98
40	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Cycle Time ที่ได้จากการ พยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มี การแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x) 100
41	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Cycle Time ที่ได้จากการ พยากรณ์ ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มี การแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x) 101
42	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Cycle Time ที่ได้จากการ พยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 10 % และตัวแปรอินพุตที่มี การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x) 103

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
43	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Production Time เหลือที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Cycle Time ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 %(x) 104
44	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Cycle Time เหลือที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และจากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x) 106
45	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Cycle Time เหลือที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และจากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 20 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x) 107
46	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Cycle Time เหลือที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และจากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % (x) 109
47	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Cycle Time เหลือที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และจากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % (x) 110
48	Regression Plot และการทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยระหว่างค่า Production Time เหลือที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ (y) และค่า Cycle Time ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มี Train Data 30 % และตัวแปรอินพุตที่มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (x) 112

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
49	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ย	114
50	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ย	115
51	กราฟอันตรกิริยาแบบสองปัจจัย (Interaction Plot) ในการวิเคราะห์ความแปร ปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ย	116
52	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ย	117
53	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ย	118
54	กราฟอันตรกิริยาแบบสองปัจจัย (Interaction Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรป รวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ย	119
55	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ย ...	120
56	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ย	121
57	กราฟอันตรกิริยาแบบสองปัจจัย (Interaction Plot) ในการวิเคราะห์ความ แปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ย	132
58	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ย.....	123
59	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ย	124
60	กราฟอันตรกิริยาแบบสองปัจจัย (Interaction Plot) ในการวิเคราะห์ความแปร ปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ย	125

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
61	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ยของ โครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุตเท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 127
62	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ยของโครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุตเท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 128
63	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ยของ โครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุตเท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 129
64	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ยของโครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุตเท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 130
65	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ย ของโครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุตเท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 131
66	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ยของโครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุต เท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 132
67	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ย ของโครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุตเท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 133
68	กราฟปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า RMSE ของการพยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ยของโครงข่ายที่มีขนาดของตัวแปรอินพุต เท่ากับ 13 และ 16 ตัวแปร 134

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก1 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เหลือที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของ ตัวแปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 10%	150
ก2 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เหลือที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของ ตัวแปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 10%	151
ก3 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เหลือที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของ ตัวแปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 10%	152
ก4 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เหลือที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของ ตัวแปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 20%	153
ก5 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เหลือที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของ ตัวแปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 20%	154

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก6 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 20%	155
ก7 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 30%	156
ก8 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 30%	157
ก9 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า WIP เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองสถาน การณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัวแปร อินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 30%	158
ก10 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 10%	159

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก11 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 10%	160
ก12 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 10%	161
ก13 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 20%	162
ก14 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 20%	163
ก15 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 20%	164

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก16 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 30%	165
ก17 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 30%	166
ก18 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 30%	167
ก19 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 10%	168
ก20 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 10%	169

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก21 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 10%	170
ก22 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 20%	171
ก23 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 20%	172
ก24 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 20%	173
ก25 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 30%	174
ก26 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 30%	175

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก27 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Lost Sale เฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง สถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจกแจงของตัว แปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 30%	176
ก28 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 10%	177
ก29 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 10%	178
ก30 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 10%	179
ก31 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุต แบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 20%	180

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก32 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 20%	181
ก33 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 20%	182
ก34 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 % และ Train Data 30%	183
ก35 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุตแบบปกติที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 % และ Train Data 30%	184
ก36 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการสร้างสมการถดถอยและ การทดสอบนัยสำคัญของการถดถอยของค่า Cycle Time เฉลี่ยที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการแจก แจงของตัวแปรอินพุตแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล และ Train Data 30%	185

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก37 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ย	186
ก38 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ย	187
ก39 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ย	188
ก40 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ย	189
ก41 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยขนาดตัวแปรอินพุทของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า WIP เฉลี่ย	190
ก42 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยขนาดตัวแปรอินพุทของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Sale เฉลี่ย	191
ก43 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยขนาดตัวแปรอินพุทของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Lost Sale เฉลี่ย	192
ก44 Residual Plot และ Normal Probability Plot สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปัจจัยขนาดตัวแปรอินพุทของค่า RMSE ในการพยากรณ์ค่า Cycle Time เฉลี่ย	193