



## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ลักษณะของชุดข้อมูลที่ได้จัดสร้างขึ้นให้ช่วยงานระบบประสาทจดจำ ผลการเรียนรู้และการทดสอบ จากวิธีการเรียนรู้ชนิดเพอเซปตรอน และชนิด Backpropagation ของ 6 ข่ายงาน ดังนี้

- ข่ายงานที่ 1 : รูปแบบ จุดอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม
- ข่ายงานที่ 2 : รูปแบบ เกิดเป็นแนวโน้ม
- ข่ายงานที่ 3 : รูปแบบ เข้าใกล้เส้นขีดจำกัดควบคุม
- ข่ายงานที่ 4 : รูปแบบ เข้าใกล้เส้นกึ่งกลาง
- ข่ายงานที่ 5 : รูปแบบ เกิดการเปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็ว
- ข่ายงานที่ 6 : รูปแบบ เกิดเป็นวัฏจักร

#### 5.1 ข่ายงานที่ 1 รูปแบบจุดอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม

##### 5.1.1 เพอเซปตรอน

###### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) ตั้งแต่ 20 ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

###### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุด แต่ละชุดมีข้อมูล 1 ค่า ได้แสดงเป็นตัวอย่างดังตารางที่ 5.1

- บ้อนข้อมูลเข้าครั้งแรก 20 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม และข้อมูลรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม จำนวนเท่าๆกัน คือ 1 ต่อ 1 ตามลำดับ

- เพิ่มข้อมูลเข้าเป็น 100 200 จนถึง 1,000 ชุดในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เช่น

เดิม

- เปลี่ยนอัตราส่วนข้อมูลเข้า โดยใช้ข้อมูลรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 1 ส่วน และข้อมูลรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 2 ส่วน

- ทุกครั้งที่ทำการสอนจะต้องมีการลองสลับที่ของข้อมูลแต่ละชุด

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างชุดข้อมูลเข้าควบคุมของข่ายงานที่ 1

รูปแบบ	ชุดข้อมูลที่	ข้อมูลเข้า	ข้อมูลเป้าหมาย
อยู่ในภาวะควบคุม	1	74.013	0
	2	74.011	0
	3	74.009	0
	4	74.007	0
	5	74.005	0
	6	74.003	0
	7	74.001	0
	8	73.999	0
	9	73.997	0
	10	73.995	0
	11	73.993	0
	12	73.991	0
	13	73.989	0
	14	73.992	0
ออกนอกภาวะควบคุม	1	74.015	1
	2	74.025	1
	3	74.037	1
	4	74.048	1
	5	74.059	1
	6	74.062	1
	7	74.074	1
	8	74.088	1
	9	74.095	1
	10	74.098	1
	11	74.100	1
	12	74.120	1
	13	74.130	1
	14	74.140	1

## (3) Normalization

ได้เปลี่ยนข้อมูลส่วนของรูปแบบอยู่ในภาวะการควบคุม (อยู่ในช่วง 73.988 ถึง 74.014) เป็นค่าลบ ส่วนรูปแบบที่ออกนอกภาวะควบคุม (ไม่อยู่ในช่วง 73.988 ถึง 74.014) เป็นค่าบวก ดังแสดงเป็นตัวอย่างในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างชุดข้อมูลเข้าควบคุม (Normalize แล้ว) ของข่ายงานที่ 1

รูปแบบ	ชุดข้อมูลที่	ข้อมูลเข้า	ข้อมูลเป้าหมาย
อยู่ในภาวะ ควบคุม	1	-74.013	0
	2	-74.011	0
	3	-74.009	0
	4	-74.007	0
	5	-74.005	0
	6	-74.003	0
	7	-74.001	0
	8	-73.999	0
	9	-73.997	0
	10	-73.995	0
	11	-73.993	0
	12	-73.991	0
	13	-73.989	0
	14	-73.992	0
ออกนอกภาวะ ควบคุม	1	74.015	1
	2	74.025	1
	3	74.037	1
	4	74.048	1
	5	74.059	1
	6	74.062	1
	7	74.074	1
	8	74.088	1
	9	74.095	1
	10	74.098	1
	11	74.100	1
	12	74.120	1
	13	74.130	1
	14	74.140	1

## (4) ผลการสอนให้ช่างงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับการสอนหรือทดสอบ มีทั้งหมด 1,000 Input Vectors ประกอบด้วยรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 500 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 0 และ รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 500 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 1

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เช่นเดียวกับข้อมูลเข้าและเพิ่มจำนวน Maximum Epoch ไปเรื่อยๆ ถ้าได้คำตอบตรงกับข้อมูลเป้าหมายที่กำหนดถือว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง จะแสดงผลออกมาว่า Correctly ในทางตรงข้ามถ้ามีความผิดพลาด ผลที่จะออกมาคือ Incorrectly ได้แสดงผลในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลจากการสอนและทดสอบช่างงานที่ 1

Maximum Epoch (รอบ)	ข้อมูลออก		เวลาที่ใช้ (นาที)
	การสอน	การทดสอบ	
20	Correctly	Correctly	1
40	Correctly	Correctly	1
60	Correctly	Correctly	1
80	Correctly	Correctly	1

### 5.1.2 Backpropagation

#### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนโหนด เป็น 1 ถึง 8 โหนด ในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) เท่ากับ 500 และ 1,000 รอบ

#### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุด แต่ละชุดมีข้อมูล 1 ค่า ทดลองใช้ขนาดชุดข้อมูลตั้งแต่ 20, 100, 200 จนถึง 1,000 ชุด อัตราส่วนชุดข้อมูลที่อยู่ในภาวะการควบคุมต่อชุดข้อมูลที่อยู่นอกภาวะการควบคุม เป็น 1:1 หรือ 1:2 ดังตัวอย่างตามตารางที่ 5.1

#### (3) Normalization

ได้เปลี่ยนข้อมูลส่วนของรูปแบบอยู่ในภาวะการควบคุม (อยู่ในช่วง 73.988 ถึง 74.014) เป็นค่าลบ ส่วนรูปแบบที่อยู่นอกภาวะการควบคุม (ไม่อยู่ในช่วง 73.988 ถึง 74.014) เป็นค่าบวก เช่นเดียวกับการเตรียมข้อมูลเข้าช่างงานเพื่อเซปตรอน

## (4) ผลการสอนให้ช่างงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับใช้ในการสอนหรือทดสอบ มีทั้งหมด 1,000 Input Vectors ประกอบด้วยรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 500 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 0 และ รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 500 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 1

เพิ่มจำนวนโหนดจาก 1 โหนด ไปเรื่อยๆจนถึง 8 โหนด พร้อมกับเพิ่มจำนวน Maximum Epoch จาก 500 เป็น 1,000 รอบ คำตอบที่ได้จะแสดงผลค่าความผิดพลาด (SSE) ออกมาเป็นตัวเลข โดยมีข้อมูลออก 1,000 Output Vectors ถ้าข้อมูลถูกต้องทั้งหมดจะแสดงผลออกมาว่า Network reach error goal และค่า SSE น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 ในทางตรงข้ามถ้าข้อมูลออกยังไม่ถูกต้องทั้งหมดจะแสดงผลออกมาว่า Network did not reach error goal และค่า SSE จะมากกว่า 0 ได้แสดงผลในตารางที่ 5.4 (ก) และ (ข)

ตารางที่ 5.4 (ก) ผลจากการสอนและทดสอบช่างงานที่ 1

Maximum Epoch : 500 รอบ

จำนวนโหนด (โหนด)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	0.00	0.00	30
2	0.00	0.00	30
3	0.00	0.00	30
4	0.00	0.00	30
5	0.00	0.00	35
6	0.00	0.00	35
7	0.00	0.00	35
8	0.00	0.00	35

ตารางที่ 5.4 (ข) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 1

Maximum Epoch : 1,000 รอบ

จำนวนโหนด (โหนด)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	0.00	0.00	60
2	0.00	0.00	60
3	0.00	0.00	60
4	0.00	0.00	60
5	0.00	0.00	70
6	0.00	0.00	70
7	0.00	0.00	70
8	0.00	0.00	70

จากตารางที่ 5.4 (ก) และ (ข) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนจำนวนโหนดจะไม่มีผลกับคำตอบของข่ายงานที่ 1 เนื่องจากข้อมูลได้ผ่านการทำ Normalize มาอย่างเหมาะสมแล้ว

## 5.2 ข่ายงานที่ 2 รูปแบบเกิดเป็นแนวโน้มขึ้น และ ลง

### 5.2.1 เพอเซปตรอน

#### (1) วัดถูประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) ตั้งแต่ 20 ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

#### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุด แต่ละชุดมีข้อมูล 7 ค่า ได้แสดงเป็นตัวอย่างดังตารางที่ 5.5

- ป้อนข้อมูลเข้าครั้งแรก 20 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม และข้อมูลรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม จำนวนเท่าๆกัน คือ 1 : 2 ตามลำดับ

- เพิ่มข้อมูลเข้าเป็น 100 , 200 จนถึง 1,000 ชุดในอัตราส่วน 1:2 เช่นเดิม

- ทุกครั้งที่ทำการสอนจะต้องมีการลองสลับที่ของข้อมูลแต่ละชุด

#### (3) Normalization

ได้แบ่งข้อมูลส่วนของรูปแบบอยู่ในภาวะการควบคุม เป็น 7 ค่าต่อเนื้อที่มีความชันต่ำกว่า 30 องศา ส่วนรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม เป็น 7 ค่าต่อเนื้อที่มีความชัน 30 องศาขึ้นไปถึง 80 องศา

ตารางที่ 5.5 ตัวอย่างชุดข้อมูลเข้าควบคุม (Normalize แล้ว) ของข่ายงานที่ 2

ข้อมูลที่	ชุดที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.883	1.405	1.214	0.563	1.459	0.523	0.594	1.452	0.753	0.586	-0.299	-0.266	0.542	0.100	0.255
2	2.468	1.949	1.822	1.957	2.369	2.189	2.064	1.958	1.807	1.670	-0.003	0.561	0.450	0.012	0.419
3	2.575	2.578	3.433	3.453	3.028	3.42	3.269	2.559	2.688	3.273	0.131	-0.063	0.101	-0.001	0.646
4	3.782	4.470	4.338	4.089	4.188	4.401	4.007	3.803	4.156	4.409	0.255	0.034	0.470	0.181	0.321
5	5.203	5.190	5.427	5.427	5.482	5.329	4.500	5.085	5.273	5.101	0.561	0.548	0.770	0.826	0.421
6	5.797	6.156	6.348	5.905	5.805	5.627	6.174	6.127	6.039	5.899	0.290	0.572	0.131	0.807	0.461
7	7.232	6.828	7.115	7.131	6.773	6.536	6.937	7.077	7.171	6.84	0.129	0.944	1.021	0.643	0.885
Output	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

## (4) ผลการสอนให้ช่างงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับใช้ในการสอนหรือทดสอบ มีทั้งหมด 1,000 Input Vectors ประกอบด้วยรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 0 และ รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 700 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 1

เพิ่มจำนวน Maximum Epoch ไปเรื่อยๆ จะได้ข้อมูลออก 1,000 Output Vectors ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ผิดพลาดเลยจะแสดงผลออกมาว่า Correctly ในทางตรงข้ามถ้ามีความผิดพลาด ผลที่ออกมาคือ Incorrectly ได้แสดงผลในตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ผลจากการสอนและทดสอบช่างงานที่ 2

Maximum Epoch (รอบ)	ข้อมูลออก		เวลาที่ใช้ (นาที)
	การสอน	การทดสอบ	
20	Incorrectly	Incorrectly	2
50	Incorrectly	Incorrectly	5
100	Incorrectly	Incorrectly	10
500	Incorrectly	Incorrectly	50
1,000	Incorrectly	Incorrectly	90
5,000	Incorrectly	Incorrectly	400
10,000	Correctly	Correctly	480
50,000	Correctly	Correctly	480



## 5.2.2 Backpropagation

### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนโหนด เป็น 1 ถึง 8 โหนด ในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) เท่ากับ 500 เพิ่มเป็น 1,000 แล้วเพิ่มขึ้นทีละ 1,000 จนถึง 10,000 รอบ

### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุด แต่ละชุดมีข้อมูล 7 ค่า ทดลองใช้ขนาดชุดข้อมูลตั้งแต่ 20, 100, 200 จนถึง 1,000 ชุด อัตราส่วนชุดข้อมูลที่อยู่ในภาวะการควบคุมต่อชุดข้อมูลที่ออกนอกภาวะการควบคุม เป็น 1 ต่อ 2 ดังตัวอย่างตามตารางที่ 5.7

### (3) Normalization

ได้แบ่งข้อมูลส่วนของรูปแบบอยู่ในภาวะการควบคุม เป็น 7 ค่าต่อเนื้อที่มีความชันต่ำกว่า 30 องศา ส่วนรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม เป็น 7 ค่าต่อเนื้อที่มีความชันต่ำกว่า 30 องศาขึ้นไป จนถึง 80 องศา

### (4) ผลการสอนให้ช่างงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับการสอนหรือทดสอบ มีทั้งหมด 1,000 Input Vectors ประกอบด้วยรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 0 และรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 700 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 1

เพิ่มจำนวนโหนดจาก 1 โหนด ไปเรื่อยๆจนถึง 8 โหนด พร้อมกับเพิ่มจำนวน Maximum Epoch จาก 500 เป็น 1,000 แล้วเพิ่มทีละ 1,000 จนถึง 10,000 รอบ คำตอบที่ได้จะแสดงผลค่าความผิดพลาด (SSE) ออกมาเป็นตัวเลข โดยมีข้อมูลออก 1,000 Output Vectors ถ้าข้อมูลถูกต้องทั้งหมดจะแสดงผลออกมาว่า Network reach error goal และค่า SSE น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 ในทางตรงข้ามถ้าข้อมูลออกยังไม่ถูกต้องทั้งหมดจะแสดงผลออกมาว่า Network did not reach error goal และค่า SSE จะมากกว่า 0 ได้แสดงผลในตารางที่ 5.7 (จำนวนโหนดข้อมูลเข้าที่ 1 ถึง 8)

ตารางที่ 5.7 ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 2

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 1 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	5.86E-009	0.9992	30
1,000	1.45E-019	1.0000	60
2,000	7.11E-032	1.0000	120
3,000	7.11E-032	1.0000	180
4,000	7.11E-032	1.0000	240
5,000	7.11E-032	1.0000	300
6,000	7.11E-032	1.0000	360
7,000	7.11E-032	1.0000	420
8,000	7.11E-032	1.0000	480
9,000	7.11E-032	1.0000	540
10,000	7.11E-032	1.0000	600

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 2 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	2.12E-011	1.7608	30
1,000	5.03E-022	1.9902	60
2,000	5.92E-032	2.0000	120
3,000	5.92E-032	2.0000	180
4,000	5.92E-032	2.0000	240
5,000	5.92E-032	2.0000	300
6,000	5.92E-032	2.0000	360
7,000	5.92E-032	2.0000	420
8,000	5.92E-032	2.0000	480
9,000	5.92E-032	2.0000	540
10,000	5.92E-032	2.0000	600

ตารางที่ 5.7 ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 2

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 3 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	6.34E-011	0.9998	30
1,000	1.15E-021	1.0000	60
2,000	7.82E-031	1.0000	120
3,000	7.82E-031	1.0000	180
4,000	7.82E-031	1.0000	240
5,000	7.82E-031	1.0000	300
6,000	7.82E-031	1.0000	360
7,000	7.82E-031	1.0000	420
8,000	7.82E-031	1.0000	480
9,000	7.82E-031	1.0000	540
10,000	7.82E-031	1.0000	600

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 4 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	1.35E-011	1.0138	30
1,000	2.02E-022	1.2994	60
2,000	2.19E-030	1.8378	120
3,000	2.19E-030	1.8378	180
4,000	2.19E-030	1.8378	240
5,000	2.19E-030	1.8378	300
6,000	2.19E-030	1.8378	360
7,000	2.19E-030	1.8378	420
8,000	2.19E-030	1.8378	480
9,000	2.19E-030	1.8378	540
10,000	2.19E-030	1.8378	600

ตารางที่ 5.7 ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 2

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 5 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	1.06E-010	1.3175	40
1,000	2.17E-021	1.9579	70
2,000	2.75E-031	1.9990	130
3,000	2.75E-031	1.9990	200
4,000	2.75E-031	1.9990	250
5,000	2.75E-031	1.9990	310
6,000	2.75E-031	1.9990	370
7,000	2.75E-031	1.9990	430
8,000	2.75E-031	1.9990	500
9,000	2.75E-031	1.9990	550
10,000	2.75E-031	1.9990	610

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 6 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	1.16E-010	1.2163	45
1,000	2.21E-021	1.9231	75
2,000	1.37E-030	1.9951	135
3,000	1.37E-030	1.9951	210
4,000	1.37E-030	1.9951	255
5,000	1.37E-030	1.9951	315
6,000	1.37E-030	1.9951	375
7,000	1.37E-030	1.9951	435
8,000	1.37E-030	1.9951	510
9,000	1.37E-030	1.9951	555
10,000	1.37E-030	1.9951	615

ตารางที่ 5.7 ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 2

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 7 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	7.29E-012	1.7317	50
1,000	1.46E-022	1.9926	80
2,000	9.13E-031	1.9992	140
3,000	9.13E-031	1.9992	215
4,000	9.13E-031	1.9992	255
5,000	9.13E-031	1.9992	320
6,000	9.13E-031	1.9992	380
7,000	9.13E-031	1.9992	440
8,000	9.13E-031	1.9992	515
9,000	9.13E-031	1.9992	560
10,000	9.13E-031	1.9992	620

จำนวนโหนดข้อมูลเข้า : 8 โหนด

Maximum Epoch (รอบ)	SSE of Training	SSE of Testing	เวลาที่ใช้ (นาที)
500	5.21E-011	1.4668	50
1,000	9.38E-022	1.9617	85
2,000	2.17E-030	1.9978	145
3,000	2.17E-030	1.9978	220
4,000	2.17E-030	1.9978	260
5,000	2.17E-030	1.9978	325
6,000	2.17E-030	1.9978	385
7,000	2.17E-030	1.9978	445
8,000	2.17E-030	1.9978	520
9,000	2.17E-030	1.9978	565
10,000	2.17E-030	1.9978	625

### 5.3 ข่ายงานที่ 3 รูปแบบเกิดการเข้าใกล้ขีดจำกัดควบคุมบน และ ล่าง

#### 5.3.1 เพอเซปตรอน

##### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) ตั้งแต่ 20 ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

##### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุด แต่ละชุดมีข้อมูล 3 ค่า ได้แสดงเป็นตัวอย่างดังตารางที่ 5.8

- ป้อนข้อมูลเข้าครั้งแรก 20 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม และข้อมูลรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม จำนวนเท่าๆกัน คือ 1 : 1 ตามลำดับ เพิ่มข้อมูลเข้าเป็น 100 , 200 จนถึง 1,000 ชุดในอัตราส่วน 1 : 1 เช่นเดิม

- ทุกครั้งที่ทำการสอนจะต้องมีการลองสลบที่ของข้อมูลแต่ละชุด

ตารางที่ 5.8 ตัวอย่างชุดข้อมูลเข้าควบคุมของข่ายงานที่ 3

ชุดที่	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 3	Output
1	73.999	73.990	73.992	0
2	73.989	74.012	73.991	0
3	74.002	73.989	74.014	0
4	73.990	74.006	74.012	0
5	74.013	73.999	73.988	0
6	73.990	74.011	73.992	0
7	73.995	73.994	73.991	0
8	74.012	73.992	73.990	0
9	74.011	73.992	74.013	0
10	74.010	73.997	73.988	0
11	74.014	73.992	73.992	1
12	74.014	73.992	73.991	1
13	74.014	73.992	73.990	1
14	74.014	73.992	73.989	1
15	74.014	73.992	73.988	1
16	74.014	73.991	73.992	1
17	74.014	73.991	73.991	1
18	74.014	73.991	73.990	1
19	74.014	73.991	73.989	1
20	74.014	73.991	73.988	1

## (3) Normalization

ได้ปรับข้อมูลส่วนของรูปแบบอยู่ในและออกนอกภาวะการควบคุม เป็น 2 ค่า เนื่องจากข้อมูลเข้าที่แสดงรูปแบบจุดออกนอกขีดจำกัดควบคุม ไม่สามารถนำมาเป็นข้อมูลเข้าของข่ายงานระบบประสาทได้โดยตรง เพราะไม่ปรากฏความแตกต่างของข้อมูลที่แสดงภาวะอยู่ในควบคุมกับอยู่นอกภาวะควบคุมอย่างเด่นชัด จึงต้องปรับปรุงข้อมูลใหม่โดยนำข้อมูลที่ 2 หักออกจากข้อมูลที่ 3 และข้อมูลที่ 1 หักออกจากข้อมูลที่ 2 ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 ตัวอย่างชุดข้อมูลเข้าควบคุม (Normalize แล้ว) ของข่ายงานที่ 3

ชุดที่	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 2	Output
1	-0.009	0.002	0
2	0.023	-0.021	0
3	-0.013	0.025	0
4	0.016	0.006	0
5	-0.014	-0.011	0
6	0.021	-0.019	0
7	-0.001	-0.003	0
8	-0.02	-0.002	0
9	-0.019	0.021	0
10	-0.013	-0.009	0
11	-0.022	0.000	1
12	-0.022	-0.001	1
13	-0.022	-0.002	1
14	-0.022	-0.003	1
15	-0.022	-0.004	1
16	-0.023	0.001	1
17	-0.023	0.000	1
18	-0.023	-0.001	1
19	-0.023	-0.002	1
20	-0.023	-0.003	1

## (4) ผลการสอนให้ข่ายงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับใช้ในการสอนหรือทดสอบ มีทั้งหมด 1,000 Input Vectors ประกอบด้วยรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 500 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 0 และ รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 500 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 1

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เช่นเดียวกับข้อมูลเข้าและเพิ่มจำนวน Maximum Epoch ไปเรื่อยๆ ถ้าได้คำตอบตรงกับข้อมูลเป้าหมายที่กำหนดถือว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง จะแสดงผลออกมาว่า Correctly ในทางตรงข้ามถ้ามีความผิดพลาด ผลที่จะออกมาคือ Incorrectly ได้แสดงผลในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 3

Maximum Epoch (รอบ)	ข้อมูลออก		เวลาที่ใช้ (นาที)
	การสอน	การทดสอบ	
20	Incorrectly	Incorrectly	1
100	Incorrectly	Incorrectly	5
500	Incorrectly	Incorrectly	25
1,000	Correctly	Correctly	50
1,500	Correctly	Correctly	50



### 5.3.2 Backpropagation

#### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนโหนด เป็น 1 ถึง 8 โหนด ในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) เท่ากับ 500 เพิ่มเป็น 1,000 แล้วเพิ่มขึ้นทีละ 1,000 จนถึง 10,000 รอบ

#### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุด แต่ละชุดมีข้อมูล 3 ค่า ทดลองใช้ขนาดชุดข้อมูลตั้งแต่ 20, 100, 200 จนถึง 1,000 ชุด อัตราส่วนชุดข้อมูลที่อยู่ในภาวะการควบคุมต่อชุดข้อมูลที่อยู่นอกภาวะการควบคุม เป็น 1 ต่อ 1 ดังตัวอย่างตามตารางที่ 5.11

#### (3) Normalization

ได้ปรับข้อมูลส่วนของรูปแบบอยู่ในและออกนอกภาวะการควบคุม เป็น 2 ค่า เนื่องจากข้อมูลเข้าที่แสดงรูปแบบจุดออกนอกขีดจำกัดควบคุม ไม่สามารถนำมาเป็นข้อมูลเข้าของข่ายงานระบบประสาทได้โดยตรง เพราะไม่ปรากฏความแตกต่างของข้อมูลที่แสดงภาวะอยู่ในควบคุมกับอยู่นอกภาวะควบคุมอย่างเด่นชัด จึงต้องปรับปรุงข้อมูลใหม่โดยนำข้อมูลที่ 2 หักออกจากข้อมูลที่ 3 และข้อมูลที่ 1 หักออกจากข้อมูลที่ 2 ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 5.9

#### (4) ผลการสอนให้ข่ายงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับการสอนหรือทดสอบ มีทั้งหมด 1,000 Input Vectors ประกอบด้วยรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 0 และรูปแบบที่อยู่นอกภาวะการควบคุม 700 Vectors มีข้อมูลเป้าหมายเป็น 1

เพิ่มจำนวนโหนดจาก 1 โหนด ไปเรื่อยๆจนถึง 8 โหนด พร้อมกับเพิ่มจำนวน Maximum Epoch จาก 500 เป็น 1,000 แล้วเพิ่มทีละ 1,000 จนถึง 10,000 รอบ คำตอบที่ได้จะแสดงผลค่าความผิดพลาด (SSE) ออกมาเป็นตัวเลข โดยมีข้อมูลออก 1,000 Output Vectors ถ้าข้อมูลถูกต้องทั้งหมดจะแสดงผลออกมาว่า Network reach error goal และค่า SSE น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 ในทางตรงข้ามถ้าข้อมูลออกยังไม่ถูกต้องทั้งหมดจะแสดงผลออกมาว่า Network did not reach error goal และค่า SSE จะมากกว่า 0 ได้แสดงผลในตารางที่ 5.11 (ก) ถึง (จ)

ตารางที่ 5.11 (ก) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 3

Lr : 0.001

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.83341	3.94570	60
2	5.83336	3.94510	60
3	5.83333	3.94440	60
4	5.99307	4.10530	60
5	6.15688	4.08270	90
6	5.83492	3.95090	90
7	5.83484	3.94020	90
8	5.83337	3.94530	90
9	5.83373	3.94740	90
10	6.19094	4.26420	90
20	5.83360	3.94240	120
30	5.88550	4.01030	150
40	5.83335	3.94510	180
50	5.83375	3.94190	210
60	5.83335	3.94390	240
70	6.23679	4.29990	270
80	5.83333	3.94440	300
90	5.83342	3.94580	330
100	5.83334	3.94420	360

ตารางที่ 5.11 (ข) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 3

Lr : 0.01

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.83338	3.94540	60
2	5.83346	3.94610	60
3	5.84436	3.93750	60
4	5.83334	3.94420	60
5	5.83383	3.94780	90
6	5.83334	3.94460	90
7	6.08106	4.04190	90
8	5.83806	3.93820	90
9	5.86705	3.99190	90
10	6.09239	4.04790	90
20	6.11507	4.06000	120
30	5.83429	3.94930	150
40	5.83357	3.94670	180
50	5.83545	3.93960	210
60	5.83670	3.95460	240
70	5.83595	3.94420	270
80	5.83334	3.94420	300
90	5.83965	3.95950	330
100	5.83334	3.94410	360

ตารางที่ 5.11 (ค) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 3

Lr : 0.1

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.83381	3.94770	60
2	5.83341	3.94570	60
3	5.83336	3.94370	60
4	5.83333	3.94450	60
5	5.83333	3.94430	90
6	5.83543	3.93960	90
7	5.83334	3.94410	90
8	5.83334	3.94470	90
9	5.83490	3.95090	90
10	5.86376	3.98850	90
20	5.83335	3.94500	120
30	6.26105	4.31860	150
40	5.83397	3.94830	180
50	5.97009	4.08590	210
60	10.0000	7.00000	240
70	5.85418	3.97800	270
80	6.03851	4.01960	300
90	5.83374	3.94480	330
100	6.15686	4.08270	360

ตารางที่ 5.11 (ง) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 3

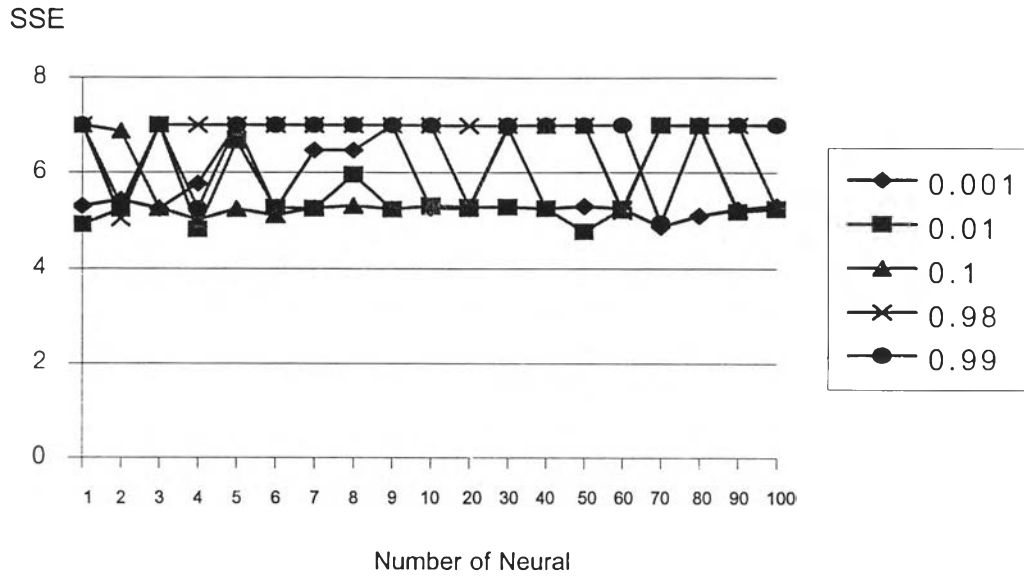
Lr : 0.98

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.83365	3.94220	60
2	5.83334	3.94480	60
3	5.83353	3.94650	60
4	5.83427	3.94920	60
5	5.99274	4.10500	90
6	5.83521	3.93980	90
7	5.84602	3.96820	90
8	5.90285	3.95490	90
9	5.83339	3.94550	90
10	5.83340	3.94340	90
20	5.85409	3.97790	120
30	5.83361	3.94240	150
40	5.83455	3.95000	180
50	5.83339	3.94550	210
60	10.0000	7.00000	240
70	5.83334	3.94400	270
80	5.83501	3.95110	300
90	10.0000	7.00000	330
100	5.83334	3.94400	360

ตารางที่ 5.11 (จ) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 3

Lr : 0.99

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.83401	3.94840	60
2	5.83333	3.94460	60
3	5.83333	3.94440	60
4	6.09199	4.04770	60
5	5.84169	3.96250	90
6	5.83589	3.95300	90
7	5.83334	3.94480	90
8	5.83333	3.94440	90
9	5.83387	3.94530	90
10	5.83470	3.94030	90
20	5.83333	3.94430	120
30	5.83334	3.94410	150
40	5.83334	3.94420	180
50	6.21254	4.11350	210
60	10.0000	7.00000	240
70	5.83333	3.94450	270
80	5.83375	3.94750	300
90	10.0000	7.00000	330
100	5.83333	3.94440	360



รูปที่ 5.1 SSE ของ Testing Data ข่ายงานที่ 3

จากรูปที่ 5.1 ค่าความผิดพลาดของอัตราการเรียนรู้ทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ค่าต่ำสุดของค่าความผิดพลาดของการทดสอบสำหรับทุกๆอัตราการเรียนรู้คือ 4.7685 ที่จำนวนโหนดเท่ากับ 50 โหนด

## 5.4 ข่ายงานที่ 4 รูปแบบเกิดการเข้าใกล้ถึงกลาง

### 5.4.1 เพอเซปตรอน

#### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) ตั้งแต่ 20 ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

#### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุดแต่ละชุดมีข้อมูล 20 ค่าแสดงเป็นตัวอย่างดังตารางที่ 5.12

- ป้อนข้อมูลเข้าครั้งแรก 20 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม และข้อมูลรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม จำนวนเท่าๆกัน คือ 1:1 ตามลำดับ

- เพิ่มข้อมูลเข้าเป็น 100 , 200 จนถึง 1,000 ชุดในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 เช่นเดิม

- ทุกครั้งที่ทำการสอนจะต้องมีการลองสลบที่ของข้อมูลแต่ละชุด

ตารางที่ 5.12 ตัวอย่างข้อมูลเข้าควบคุมของข่ายงานที่ 4

ข้อมูลที่	ชุดที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	74.007	74.003	74.003	73.002	73.998	73.998	74.003	74.003	73.988	74.014
2	74.005	73.996	74.002	73.004	73.996	73.997	74.006	74.012	73.993	74.010
3	74.000	73.997	74.006	73.005	73.999	73.995	74.005	73.999	74.006	73.993
4	74.001	73.999	73.998	73.997	74.003	74.003	74.002	74.000	73.998	74.011
5	74.000	74.000	73.996	74.001	74.006	73.999	74.000	73.990	74.008	73.995
6	74.003	74.007	73.995	74.002	74.001	74.001	74.001	73.998	74.000	73.997
7	74.007	74.005	73.996	74.003	74.005	74.004	74.004	74.014	73.999	74.006
8	74.005	74.001	74.006	74.005	74.005	74.003	74.007	73.991	74.014	73.996
9	74.004	74.003	74.003	74.002	74.002	74.001	74.001	73.996	74.007	73.999
10	74.001	74.006	74.009	73.999	74.005	74.002	74.000	74.010	73.996	74.009



ข้อมูลที	ชุดที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	74.003	73.996	74.001	73.997	73.996	73.996	74.007	73.997	74.012	73.994
12	74.004	73.995	74.000	74.002	73.998	73.998	74.006	73.995	74.013	73.998
13	74.005	73.996	73.999	73.995	73.997	74.006	74.003	74.001	73.989	74.012
14	74.003	74.006	73.996	74.006	74.005	74.003	74.005	73.994	74.011	73.992
15	74.006	74.000	73.999	74.007	74.003	74.007	74.002	73.995	74.010	73.991
16	74.007	73.999	73.995	74.003	74.002	74.006	74.004	74.013	73.997	74.000
17	74.007	73.996	74.001	74.000	74.004	74.005	74.001	73.993	74.011	73.989
18	74.001	73.998	74.003	74.001	74.006	74.003	73.997	73.988	74.009	73.990
19	74.000	74.006	74.006	74.003	74.007	73.996	73.995	74.002	73.991	74.003
20	73.999	74.005	74.000	73.996	74.005	74.002	73.996	73.989	74.001	73.988
Output	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

## (3) Normalization

ไม่มีการทำ Normalize

## (4) ผลการสอนให้ช่างงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับการสอนและทดสอบ ประกอบด้วย 1,000 Input Vectors แสดงรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors และ รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 700 Vectors

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เป็น 0 (รูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม) 300 Vectors และเป็น 1 (รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม) 700 Vectors ถ้าคำตอบที่ได้ไม่มีค่าผิดพลาดจะแสดงผลออกมาว่า Correctly ในทางตรงข้ามถ้ามีความผิดพลาดผลที่ออกมาคือ Incorrectly ดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงาน 4

Maximum Epoch (รอบ)	ข้อมูลออก		เวลาที่ใช้ (นาที)
	การสอน	การทดสอบ	
20	Incorrectly	Incorrectly	1
100	Incorrectly	Incorrectly	5
1,000	Incorrectly	Incorrectly	25
10,000	Incorrectly	Incorrectly	65
50,000	Incorrectly	Incorrectly	330
100,000	Correctly	Correctly	650
110,000	Correctly	Correctly	650

#### 5.4.2 Backpropagation

##### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลเมื่อเปลี่ยนจำนวนโหนด เป็น 1 ถึง 100 โหนด โดยกำหนด Maximum Epoch เท่ากับ 10,000

##### (2) เงื่อนไข

ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุดแต่ละชุดมีข้อมูล 2 ค่า ทดลองใช้ขนาดชุดข้อมูล คือ 20, 100, 200 ถึง 1,000 ชุด อัตราส่วนชุดข้อมูลที่อยู่ในภาวะการควบคุมต่อชุดข้อมูลที่อยู่นอกภาวะการควบคุม เป็น 1 ต่อ 2 ตัวอย่างตามตารางที่ 5.12

เพิ่มอัตราการเรียนรู้ ( Learning Rate : Lr) จาก 0.001, 0.01, 0.1, 0.98, 0.99

##### (3) Normalization

ไม่มีการทำ Normalize

##### (4) ผลการสอนให้ข่ายงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับใช้ในการสอนและทดสอบ ประกอบด้วย 1,000 Input Vectors แสดงรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors และรูปแบบที่อยู่นอกภาวะการควบคุม 700 Vectors

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เป็น 0 (รูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม) 300 Vectors และเป็น 1 (รูปแบบที่อยู่นอกภาวะการควบคุม) 700 Vectors

คำตอบที่ได้จะแสดงผลค่าความผิดพลาด (SSE) ออกมาเป็นตัวเลข ดังตารางที่ 5.14 (ก) ถึง (จ)

ตารางที่ 5.14 (ก) ผลจากการสอนและทดสอบซ้ำงานที่ 4

Lr : 0.001

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.83597	5.30670	710
2	5.85780	5.43120	710
3	5.83333	5.24940	710
4	5.99804	5.77070	710
5	7.00000	7.00000	720
6	5.83372	5.22900	720
7	5.50291	6.46860	720
8	6.50291	6.46860	720
9	7.00000	7.00000	720
10	5.83345	5.26160	720
20	5.83334	5.24830	750
30	6.95503	6.95480	780
40	5.83335	5.24610	840
50	5.83511	5.29640	900
60	5.83333	5.25020	960
70	6.02261	4.87470	1,020
80	5.85589	5.09910	1,080
90	5.83350	5.23620	1,140
100	5.83590	5.30600	1,200

ตารางที่ 5.14 (ข) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 4

Lr : 0.01

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.97095	4.91810	710
2	5.83353	5.23500	710
3	7.00000	7.00000	710
4	5.25002	4.81580	710
5	6.66662	6.65260	720
6	5.83372	5.27150	720
7	5.83334	5.24660	720
8	6.41615	5.95060	720
9	5.83359	5.23270	720
10	5.83712	5.31840	720
20	5.83441	5.28610	750
30	5.83431	5.28420	780
40	5.83333	5.25020	840
50	6.22867	4.76850	900
60	5.83334	5.24690	960
70	7.00000	7.00000	1,020
80	6.98450	6.98450	1,080
90	5.83748	5.18250	1,140
100	5.83339	5.24220	1,200

ตารางที่ 5.14 (ค) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 4

Lr : 0.1

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	7.00000	7.00000	710
2	6.87302	6.87120	710
3	5.83355	5.26600	710
4	5.89104	5.01940	710
5	5.83360	5.24420	720
6	5.85111	5.11490	720
7	5.83348	5.26310	720
8	5.83644	5.31170	720
9	5.83338	5.24290	720
10	5.83497	5.29450	720
20	5.83336	5.25600	750
30	7.00000	7.00000	780
40	7.00000	7.00000	840
50	7.00000	7.00000	900
60	5.83405	5.22140	960
70	7.00000	7.00000	1,020
80	7.00000	7.00000	1,080
90	5.83455	5.21300	1,140
100	5.83335	5.24510	1,200

ตารางที่ 5.14 (ง) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 4

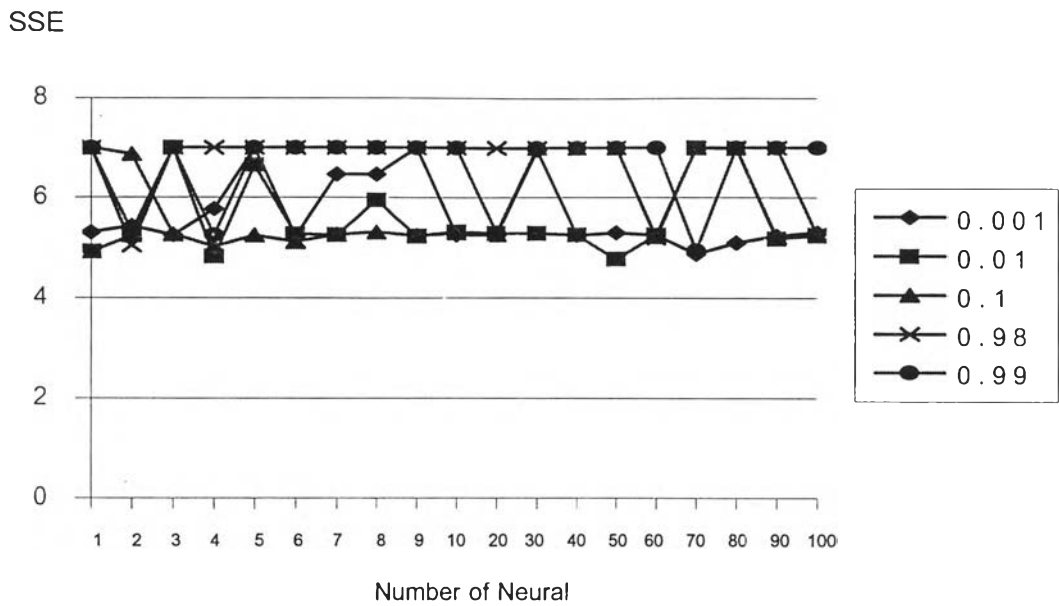
Lr : 0.98

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาทื)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	7.00000	7.00000	710
2	5.87532	5.04370	710
3	7.00000	7.00000	710
4	7.00000	7.00000	710
5	7.00000	7.00000	720
6	7.00000	7.00000	720
7	7.00000	7.00000	720
8	7.00000	7.00000	720
9	7.00000	7.00000	720
10	7.00000	7.00000	720
20	6.99445	6.99440	750
30	7.00000	7.00000	780
40	7.00000	7.00000	840
50	7.00000	7.00000	900
60	5.83615	5.19410	960
70	7.00000	7.00000	1,020
80	7.00000	7.00000	1,080
90	7.00000	7.00000	1,140
100	5.83334	5.25200	1,200

ตารางที่ 5.14 (จ) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 4

Lr : 0.99

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาทื)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	7.00000	7.00000	710
2	5.83744	5.32130	710
3	7.00000	7.00000	710
4	5.83333	5.24870	710
5	7.00000	7.00000	720
6	7.00000	7.00000	720
7	7.00000	7.00000	720
8	7.00000	7.00000	720
9	7.00000	7.00000	720
10	7.00000	7.00000	720
20	5.83487	5.29310	750
30	7.00000	7.00000	780
40	7.00000	7.00000	840
50	7.00000	7.00000	900
60	7.00000	7.00000	960
70	5.94363	4.94640	1,020
80	7.00000	7.00000	1,080
90	7.00000	7.00000	1,140
100	7.00000	7.00000	1,200



รูปที่ 5.2 SSE ของ Testing Data ของข่ายงานที่ 2

จากรูปที่ 5.2 ค่าความผิดพลาดของอัตราการเรียนรู้ทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ค่าต่ำสุดของค่าความผิดพลาดของการทดสอบสำหรับทุกๆอัตราการเรียนรู้คือ 4.9181 ที่จำนวนโหนดเท่ากับ 1 โหนด



## 5.5 ข่ายงานที่ 5 รูปแบบเกิดการเปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็ว

### 5.5.1 เพอเซปตรอน

#### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) ตั้งแต่ 20 ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

#### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุดแต่ละชุดมีข้อมูล 20 ค่าแสดงเป็นตัวอย่างดังตารางที่ 5.15

- ป้อนข้อมูลเข้าครั้งแรก 20 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม และข้อมูลรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม จำนวนเท่าๆกัน คือ 1:1 ตามลำดับ

- เพิ่มข้อมูลเข้าเป็น 100 , 200 จนถึง 1,000 ชุดในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 เช่นเดิม

- ทุกครั้งที่ทำการสอนจะต้องมีการลองสลบที่ของข้อมูลแต่ละชุด

ตารางที่ 5.15 ตัวอย่างข้อมูลเข้าควบคุมของข่ายงานที่ 5

ข้อมูลที	ชุดที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	73.998	74.005	74.002	73.997	74.009	73.996	74.003	74.003	73.988	74.014
2	74.003	74.000	73.995	74.002	74.000	73.999	73.995	74.012	73.993	74.010
3	73.999	74.003	74.005	74.000	74.005	74.006	74.007	73.999	74.006	73.993
4	74.006	74.001	74.007	74.006	73.996	74.012	74.004	74.000	73.998	74.011
5	74.008	74.002	73.999	73.998	73.999	73.999	73.998	73.990	74.008	73.995
6	73.996	73.998	73.993	73.996	74.004	74.002	74.000	73.998	74.000	73.997
7	74.000	74.003	73.998	74.004	74.008	74.008	74.009	74.014	73.999	74.006
8	74.005	74.000	74.006	73.995	73.997	73.996	74.005	73.991	74.014	73.996
9	74.003	73.999	74.004	74.000	73.993	73.998	73.999	73.996	74.007	73.999
10	74.004	74.004	74.003	74.007	74.005	74.004	74.006	74.010	73.996	74.009

ข้อมูลที	ชุดที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	73.996	73.989	73.988	73.992	73.995	73.997	73.998	73.997	74.012	73.994
12	73.992	73.994	73.996	73.995	73.989	73.992	73.992	73.995	74.013	73.998
13	73.995	73.991	73.992	73.994	73.988	73.991	73.995	74.001	73.989	74.012
14	73.989	73.995	73.995	73.989	73.996	73.998	73.989	73.994	74.011	73.992
15	73.990	73.996	73.991	73.988	73.997	73.990	73.991	73.995	74.010	73.991
16	73.997	73.988	73.994	73.996	73.991	73.989	73.994	74.013	73.997	74.000
17	73.989	73.992	73.989	73.999	73.994	73.995	73.996	73.993	74.011	73.989
18	73.996	73.994	73.996	73.990	73.988	73.996	73.990	73.988	74.009	73.990
19	73.992	73.996	73.997	73.989	73.999	73.991	73.989	74.002	73.991	74.003
20	73.991	73.991	73.992	74.000	74.000	73.995	73.997	73.989	74.001	73.988
Output	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

### (3) Normalization

ไม่มีการทำ Normalize

### (4) ผลการสอนให้ช่างงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับใช้ในการสอนและทดสอบ ประกอบด้วย 1,000 Input Vectors แสดงรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors และ รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 700 Vectors

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เป็น 0 (รูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม) 300 Vectors และเป็น 1 (รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม) 700 Vectors ถ้าคำตอบที่ได้ไม่มีค่าผิดพลาดจะแสดงผลออกมาว่า Correctly ในทางตรงข้ามถ้ามีความผิดพลาดผลที่ออกมาคือ Incorrectly ดังตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 5

Maximum Epoch (รอบ)	ข้อมูลออก		เวลาที่ใช้ (นาที)
	การสอน	การทดสอบ	
20	Incorrectly	Incorrectly	1
100	Incorrectly	Incorrectly	5
1,000	Incorrectly	Incorrectly	25
10,000	Incorrectly	Incorrectly	65
50,000	Incorrectly	Incorrectly	330
100,000	Correctly	Correctly	650
110,000	Correctly	Correctly	650

#### 5.4.2 Backpropagation

##### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลเมื่อเปลี่ยนจำนวนโหนด เป็น 1 ถึง 100 โหนด โดยกำหนด Maximum Epoch เท่ากับ 10,000

##### (2) เงื่อนไข

ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุดแต่ละชุดมีข้อมูล 2 ค่า ทดลองใช้ขนาดชุดข้อมูล คือ 20, 100, 200 ถึง 1,000 ชุด อัตราส่วนชุดข้อมูลที่อยู่ในภาวะการควบคุมต่อชุดข้อมูลที่ออกนอกภาวะการควบคุม เป็น 1 ต่อ 2 ตัวอย่างตามตารางที่ 5.15

เพิ่มอัตราการเรียนรู้ ( Learning Rate : Lr) จาก 0.001, 0.01, 0.1, 0.98, 0.99

##### (3) Normalization

ไม่มีการทำ Normalize

##### (4) ผลการสอนให้ข่ายงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับใช้ในการสอนและทดสอบ ประกอบด้วย 1,000 Input Vectors แสดงรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors และรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 700 Vectors

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เป็น 0 (รูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม) 300 Vectors และเป็น 1 (รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม) 700 Vectors

คำตอบที่ได้จะแสดงผลค่าความผิดพลาด (SSE) ออกมาเป็นตัวเลข ดังตารางที่ 5.17 (ก) ถึง (จ)

ตารางที่ 5.17 (ก) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 5

Lr : 0.001

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.60000	2.40100	710
2	5.60000	2.40220	710
3	6.69914	1.92440	710
4	5.60029	2.37710	710
5	5.70182	2.91880	720
6	5.60001	2.39540	720
7	5.60478	2.31060	720
8	5.60002	2.40610	720
9	5.60606	2.29990	720
10	5.60554	2.30410	720
20	5.68881	2.87910	750
30	5.60359	2.32210	780
40	5.75413	2.00120	840
50	5.60000	2.40050	900
60	5.60000	2.39930	960
70	5.66906	2.10380	1,020
80	5.60064	2.43470	1,080
90	5.60119	2.35440	1,140
100	5.62348	2.25450	1,200

ตารางที่ 5.17 (ข) ผลจากการสอนและทดสอบช่วงงานที่ 5

Lr : 0.01

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.62443	2.20960	710
2	5.65348	2.13370	710
3	5.60037	2.37420	710
4	5.60001	2.40390	710
5	6.58812	1.90280	720
6	5.60000	2.39890	720
7	5.60000	2.39790	720
8	5.60066	2.36580	720
9	5.60001	2.40460	720
10	5.60167	2.34620	720
20	6.83977	1.93700	750
30	5.60642	2.51380	780
40	6.03715	1.88060	840
50	5.60005	2.39090	900
60	5.60000	2.39830	960
70	5.60030	2.37670	1,020
80	5.60043	2.42860	1,080
90	5.60029	2.37720	1,140
100	5.63323	2.67500	1,200

ตารางที่ 5.17 (ค) ผลจากการสอนและทดสอบข้างงานที่ 5

Lr : 0.1

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.60012	2.38540	710
2	5.93317	1.90500	710
3	5.60026	2.42210	710
4	5.60137	2.45130	710
5	5.60096	2.44270	720
6	6.60135	1.90510	720
7	5.70442	2.05250	720
8	5.60999	2.27340	720
9	5.60138	2.35100	720
10	5.60000	2.40010	720
20	5.60020	2.38110	750
30	7.00000	2.00000	780
40	7.00000	2.00000	840
50	7.00000	2.00000	900
60	5.65772	2.77290	960
70	5.60000	2.40220	1,020
80	7.00000	2.00000	1,080
90	5.69870	2.90940	1,140
100	5.61763	2.23550	1,200

ตารางที่ 5.17 (ง) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 5

Lr : 0.98

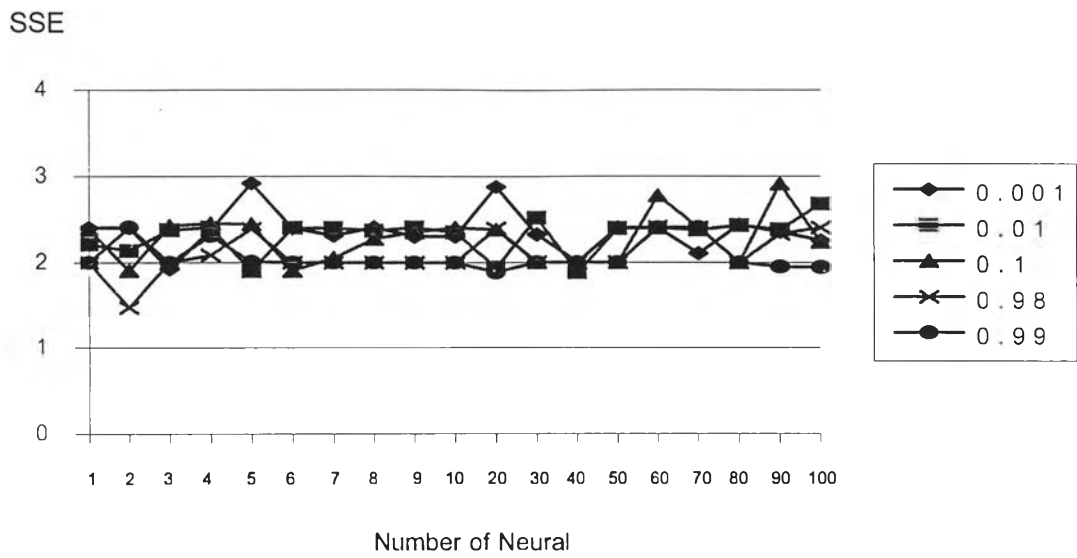
จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	7.00000	2.00000	710
2	6.93085	1.48070	710
3	7.00000	2.00000	710
4	5.68040	2.08550	710
5	5.60009	2.38760	720
6	7.00000	2.00000	720
7	7.00000	2.00000	720
8	7.00000	2.00000	720
9	7.00000	2.00000	720
10	7.00000	2.00000	720
20	5.60002	2.39370	750
30	7.00000	2.00000	780
40	7.00000	2.00000	840
50	7.00000	2.00000	900
60	5.60004	2.40800	960
70	5.60000	2.40150	1,020
80	7.00000	2.00000	1,080
90	5.60289	2.32980	1,140
100	5.60000	2.40070	1,200

ตารางที่ 5.17 (จ) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 5

Lr : 0.99

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000, รอบ		เวลาที่ใช้ (นาทื)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	7.00000	2.00000	710
2	5.60002	2.40660	710
3	7.00000	2.00000	710
4	5.60499	2.30870	710
5	5.74338	2.00900	720
6	7.00000	2.00000	720
7	7.00000	2.00000	720
8	7.00000	2.00000	720
9	7.00000	2.00000	720
10	7.00000	2.00000	720
20	6.4667	1.88400	750
30	7.00000	2.00000	780
40	7.00000	2.00000	840
50	7.00000	2.00000	900
60	5.60000	2.39890	960
70	5.60000	2.40270	1,020
80	7.00000	2.00000	1,080
90	6.81194	1.95010	1,140
100	5.84037	1.94310	1,200





รูปที่ 5.3 SSE ของ Testing Data ของข่ายงานที่ 5

จากรูปที่ 5.3 ค่าความผิดพลาดของอัตราการเรียนรู้ทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ค่าต่ำสุดของค่าความผิดพลาดของการทดสอบสำหรับทุกๆอัตราการเรียนรู้คือ 1.8806 ที่จำนวนโหนดเท่ากับ 40 โหนด

## 5.6 ข่ายงานที่ 6 รูปแบบการเกิดวัฏจักร

### 5.6.1 เพอเซปตรอน

#### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์เมื่อเปลี่ยนจำนวนรอบในการวนซ้ำมากที่สุด (Maximum Epoch) ตั้งแต่ 20 ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง

#### (2) เงื่อนไข

- ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุดแต่ละชุดมีข้อมูล 20 ค่าแสดงเป็นตัวอย่างดังตารางที่ 5.18

- ป้อนข้อมูลเข้าครั้งแรก 20 ชุด ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม และข้อมูลรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม จำนวนเท่าๆกัน คือ 1:1 ตามลำดับ

- เพิ่มข้อมูลเข้าเป็น 100 , 200 จนถึง 1,000 ชุดในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 เช่นเดิม

- ทุกครั้งที่ทำการสอนจะต้องมีการลองสลบที่ของข้อมูลแต่ละชุด

ตารางที่ 5.18 ตัวอย่างข้อมูลเข้าควบคุมของข่ายงานที่ 6

ข้อมูลที่	ชุดที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	74.002112	74.002739	74.002262	74.001124	74.002224	74.001799	74.001278	74.003	73.988	74.014
2	74.005946	74.005373	74.003602	74.004313	74.005797	74.005493	74.005605	74.012	73.993	74.010
3	74.007650	74.007739	74.006447	74.008094	74.006439	74.006320	74.006419	73.999	74.006	73.993
4	74.010162	74.010027	74.010001	74.008855	74.008991	74.009119	74.008881	74.000	73.998	74.011
5	74.011466	74.013362	74.013258	74.012007	74.013372	74.011728	74.013977	73.990	74.008	73.995
6	74.012664	74.011972	74.012461	74.013016	74.011415	74.011719	74.011860	73.998	74.000	73.997
7	74.008830	74.009277	74.011033	74.009447	74.009911	74.010682	74.010133	74.014	73.999	74.006
8	74.008052	74.007235	74.006360	74.007267	74.006954	74.008021	74.007814	73.991	74.014	73.996
9	74.004556	74.005711	74.004798	74.005586	74.005511	74.004159	74.005908	73.996	74.007	73.999
10	74.001035	74.001478	74.001802	74.001929	74.002833	74.002723	74.003238	74.010	73.996	74.009

ข้อมูลที่	ชุดที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	73.998826	73.998768	73.998631	74.000928	73.999300	73.999488	74.000676	73.997	74.012	73.994
12	73.997306	73.996197	73.998163	73.995843	73.997192	73.997683	73.997943	73.995	74.013	73.998
13	73.994673	73.995236	73.995252	73.993543	73.993819	73.994343	73.993594	74.001	73.989	74.012
14	73.991864	73.991927	73.992759	73.991336	73.992083	73.993058	73.990795	73.994	74.011	73.992
15	73.988249	73.990370	73.988701	73.990486	73.988192	73.989553	73.988902	73.995	74.010	73.991
16	73.989814	73.989395	73.990480	73.989016	73.988031	73.990583	73.988187	74.013	73.997	74.000
17	73.992127	73.991123	73.991269	73.991982	73.992344	73.991341	73.992157	73.993	74.011	73.989
18	73.994318	73.993209	73.994844	73.993916	73.995555	73.995338	73.994928	73.988	74.009	73.990
19	73.997432	73.997837	73.996889	73.997029	73.997399	73.997946	73.997208	74.002	73.991	74.003
20	73.999386	73.999281	73.998789	74.000144	74.000089	73.998791	73.999754	73.989	74.001	73.988
Output	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

## (3) Normalization

ไม่มีการทำ Normalize

## (4) ผลการสอนให้ช่างงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับใช้ในการสอนและทดสอบ ประกอบด้วย 1,000 Input Vectors แสดงรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors และ รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 700 Vectors

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เป็น 0 (รูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม) 300 Vectors และเป็น 1 (รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม) 700 Vectors ถ้าคำตอบที่ได้ไม่มีค่าผิดพลาดจะแสดงผลออกมาว่า Correctly ในทางตรงข้ามถ้ามีความผิดพลาดผลที่ออกมาคือ Incorrectly ดังตารางที่ 5.19

ตารางที่ 5.19 ผลจากการสอนและทดสอบซ้ำงานที่ 6

Maximum Epoch (รอบ)	ข้อมูลออก		เวลาที่ใช้ (นาที)
	การสอน	การทดสอบ	
20	Incorrectly	Incorrectly	1
100	Incorrectly	Incorrectly	5
1,000	Incorrectly	Incorrectly	25
10,000	Incorrectly	Incorrectly	65
50,000	Incorrectly	Incorrectly	330
100,000	Correctly	Correctly	650
110,000	Correctly	Correctly	650

### 5.6.2 Backpropagation

#### (1) วัตถุประสงค์

ตรวจสอบและเปรียบเทียบผลเมื่อเปลี่ยนจำนวนโหนด เป็น 1 ถึง 100 โหนด โดยกำหนด Maximum Epoch เท่ากับ 10,000

#### (2) เงื่อนไข

ขนาดข้อมูลเข้าคือ 1,000 ชุด แต่ละชุดมีข้อมูล 2 ค่า ทดลองใช้ขนาดชุดข้อมูล คือ 20, 100, 200 ถึง 1,000 ชุด อัตราส่วนชุดข้อมูลที่อยู่ในภาวะการควบคุมต่อชุดข้อมูลที่ออกนอกภาวะการควบคุม เป็น 1 ต่อ 2 ตัวอย่างตามตารางที่ 5.18

เพิ่มอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate : Lr) จาก 0.001, 0.01, 0.1, 0.98, 0.99

#### (3) Normalization

ไม่มีการทำ Normalize

#### (4) ผลการสอนให้ซ้ำงานเรียนรู้ และผลการทดสอบ

ข้อมูลสำหรับการสอนและทดสอบ ประกอบด้วย 1,000 Input Vectors แสดงรูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม 300 Vectors และรูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม 700 Vectors

ข้อมูลออก มี 1,000 Output Vectors เป็น 0 (รูปแบบที่อยู่ในภาวะการควบคุม) 300 Vectors และเป็น 1 (รูปแบบที่ออกนอกภาวะการควบคุม) 700 Vectors

คำตอบที่ได้จะแสดงผลค่าความผิดพลาด (SSE) ออกมาเป็นตัวเลข ดังตารางที่ 5.20 (ก) ถึง (จ)

ตารางที่ 5.20 (ก) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 6

Lr : 0.001

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.79443	5.27980	710
2	5.80592	5.25070	710
3	5.79620	5.28670	710
4	5.79336	5.26470	710
5	6.06192	5.38880	720
6	5.79310	5.26900	720
7	5.79310	5.26870	720
8	5.83821	5.36940	720
9	5.80421	5.30480	720
10	5.80444	5.30830	720
20	5.79605	5.28620	750
30	5.79317	5.26670	780
40	5.79317	5.27100	840
50	5.79608	5.28630	900
60	5.79326	5.27220	960
70	5.79310	5.26880	1,020
80	5.81235	5.32460	1,030
90	5.80041	5.29880	1,140
100	7.10160	5.22450	1,200

ตารางที่ 5.20 (ข) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 6

Lr : 0.01

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.88221	5.27450	710
2	5.80683	5.31350	710
3	5.79341	5.27380	710
4	5.79511	5.25860	710
5	6.89382	6.04930	720
6	6.34793	6.00470	720
7	5.79312	5.26980	720
8	5.79318	5.26640	720
9	5.79533	5.25820	720
10	5.79310	5.26860	720
20	5.80789	5.25030	750
30	5.79321	5.27160	780
40	5.86421	5.40910	840
50	5.79346	5.26400	900
60	5.79360	5.27250	960
70	5.80140	5.25220	1,020
80	7.00521	6.14290	1,080
90	5.79342	5.27380	1,140
100	5.79315	5.26700	1,200

ตารางที่ 5.20 (ค) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 6

Lr : 0.1

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.79312	5.26980	710
2	5.79311	5.26940	710
3	5.79613	5.25680	710
4	6.59337	5.80080	710
5	6.79555	5.28440	720
6	5.79532	5.25820	720
7	5.96210	5.54250	720
8	5.82531	5.34810	720
9	5.84712	5.38340	720
10	5.79315	5.26690	720
20	5.86320	5.40760	750
30	8.00000	7.00000	780
40	5.79311	5.26910	840
50	8.00000	7.00000	900
60	5.82151	5.34150	960
70	5.93210	5.26600	1,020
80	8.00000	7.00000	1,080
90	5.79314	5.26710	1,140
100	5.79310	5.26880	1,200

ตารางที่ 5.20 (ง) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 6

Lr : 0.98

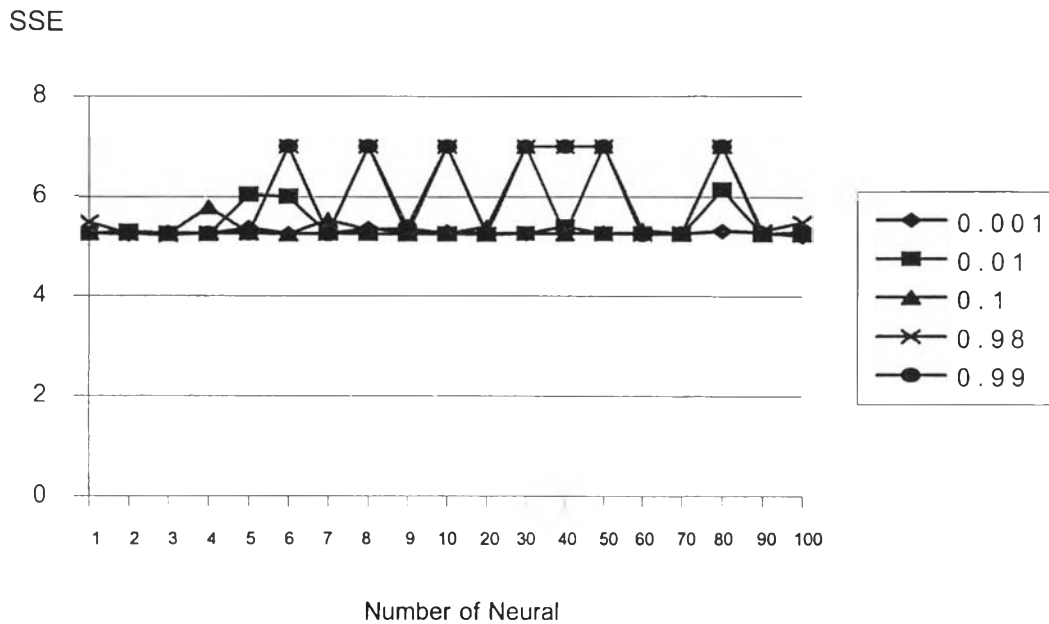
จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.92511	5.49390	710
2	5.79354	5.26350	710
3	5.79919	5.23600	710
4	5.79363	5.27540	710
5	5.79312	5.26980	720
6	8.00000	7.00000	720
7	5.79312	5.26970	720
8	8.00000	7.00000	720
9	5.79310	5.26910	720
10	8.00000	7.00000	720
20	7.79314	5.26720	750
30	8.00000	7.00000	780
40	8.00000	7.00000	840
50	8.00000	7.00000	900
60	5.79310	5.26860	960
70	5.79360	5.27520	1,020
80	8.00000	7.00000	1,080
90	5.81328	5.32640	1,140
100	5.93269	5.50400	1,200



ตารางที่ 5.20 (จ) ผลจากการสอนและทดสอบข่ายงานที่ 6

Lr : 0.99

จำนวน โหนด	Epoch : 10,000 รอบ		เวลาที่ใช้ (นาที)
	SSE of Training	SSE of Testing	
1	5.79311	5.26780	710
2	5.79315	5.27070	710
3	5.79323	5.27190	710
4	5.79318	5.27110	710
5	5.79342	5.27380	720
6	8.00000	7.00000	720
7	5.79425	5.26070	720
8	8.00000	7.00000	720
9	5.83868	5.41560	720
10	8.00000	7.00000	720
20	5.79528	5.28340	750
30	8.00000	7.00000	780
40	8.00000	7.00000	840
50	8.00000	7.00000	900
60	5.82060	5.25070	960
70	5.79311	5.26960	1,020
80	8.00000	7.00000	1,080
90	5.79346	5.27410	1,140
100	5.80421	5.30780	1,200



รูปที่ 5.4 SSE ของ Testing Data ของข่ายงานที่ 6

จากรูปที่ 5.4 ค่าความผิดพลาดของอัตราการเรียนรู้ทั้งหมดเป็นไปในทิศทางเดียวกันถึงแม้จะเพิ่มจำนวนโหนดมากเท่าไร ก็ไม่มีผลทำให้ได้ค่าตอบที่ดีกว่านี้ซึ่งมีค่าต่ำสุดของความผิดพลาดของการทดสอบสำหรับทุกๆอัตราการเรียนรู้คือ 5.26670 ที่จำนวนโหนดเท่ากับ 30 โหนด ดังนั้นจึงควรใช้จำนวนโหนดเพียง 1 โหนด เพราะค่าผิดพลาดได้ 5.2798 แต่ใช้ระยะเวลาในการสอนให้ข่ายงานการเรียนรู้สั้นกว่า 30 โหนด มาก

## 5.7 สรุป

ในบทนี้ได้นำข่า่งงานระบบประสาทมาทดลองวิเคราะห์ข้อมูลแผนภูมิควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ โดยได้ทำการทดลองทั้งหมด 6 ข่า่งงาน ปรากฏว่าค่าตอบที่ได้จากวิธีการของ Perceptron จะมีความถูกต้องใกล้เคียงกับวิธีการ Backpropagation เนื่องจาก ค่าตอบที่ได้จากวิธีการของ Perceptron มีได้สองค่า คือถูกหรือผิด และค่าตอบที่ได้จากวิธีการของ Backpropagation เป็นค่าต่อเนื่องในลักษณะตัวเอส (S Shape) ทำให้ค่าตอบมีได้หลายค่าระหว่าง 0 ถึง 1 แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในด้านเวลาที่ใช้ วิธีการของ Perceptron จะใช้เวลาน้อยกว่าสำหรับข้อมูลที่ไม่ได้ทำการ Normalize ก่อน ส่วนวิธีการของ Backpropagation จะใช้เวลามากกว่า จากส่วนนี้สามารถนำโปรแกรมไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถทำการ Normalize ข้อมูลก่อนเข้าข่า่งงานระบบประสาท หรืออาจนำวิธีการอื่นมาช่วยในการตัดสินใจแบ่งแยกความแตกต่างของข้อมูล เช่น วิธีการของ Expert Sytem หรือ Fuzzy Logic เพื่อความเหมาะสมของระบบต่อไป