หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ส่วนการออกแบบซอฟต์แวร์

บทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบซอฟต์แวร์ในส่วนการเก็บข้อมูลจากสัญญาณที่ได้จากการวัด ส่วนแสดงผลจากการเรียนรู้ การทดสอบการตรวจวัดก๊าซโดยระบบนิวรอลเน็ตเวอร์กที่ใช้อัลกอริทึมของ back propagation

ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์

ในการวัดสัญญาณจากระบบตรวจวัดที่สร้างขึ้น จะส่งสัญญาณจากการตรวจวัดสารตัวอย่างไปสู่คอมพิวเตอร์ โดยผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์เป็นตัวควบคุมในการเก็บข้อมูลและควบคุมเวลาในการตรวจวัด หลังจากนั้นจะนำค่าสัญญาณที่วัดสารตัวอย่างพร้อมกับชนิดของสารตัวอย่างป้อนให้กับซอฟต์แวร์นิวรอลเน็ตเวอร์กโดยวิธี back propagation เรียนรู้ เมื่อซอฟต์แวร์นิวรอลเน็ตเวอร์กเรียนรู้เรียบร้อยแล้วจะได้ไฟล์ค่าน้ำหนัก ซึ่งจะใช้เป็นไฟล์สำหรับทดสอบสารที่ต้องการทดสอบว่าสารนั้นคือสารชนิดใด ดังนั้นซอฟต์แวร์จะเป็นส่วนสำคัญของระบบที่สร้างขึ้นนี้ ซึ่งจะแบ่งส่วนของซอฟต์แวร์ออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

1. <u>ส่วนการวัดสัญญาณจากระบบตรวจวัดก๊าซ</u>

ในส่วนการวัดสัญญาณจากระบบตรวจวัดก๊าซ เป็นการส่งสัญญาณที่ได้จากการตรวจวัดสารตัวอย่างของหัวตรวจวัดก๊าซผ่านวงจรวัดไปสู่คอมพิวเตอร์ สามารถทำได้โดยผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (A/D converter)

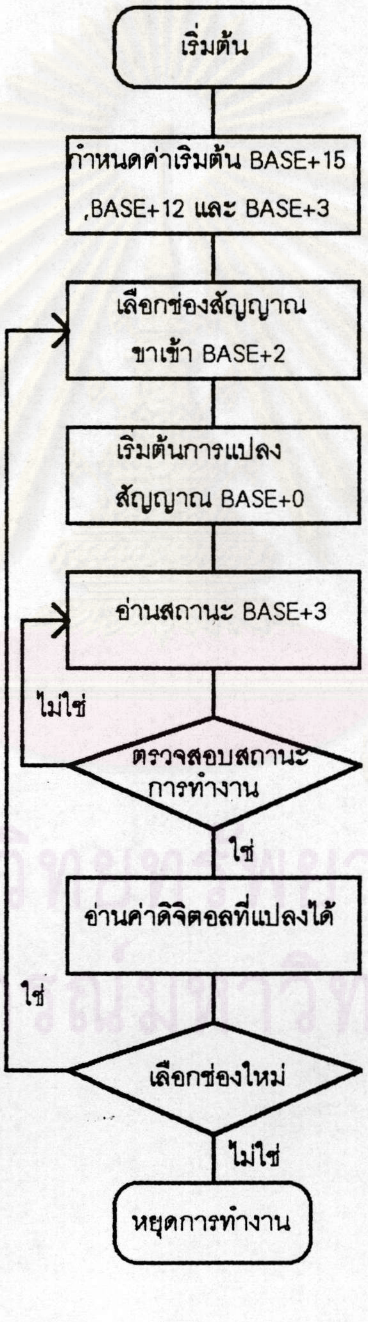
วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลที่ใช้เป็นแบบ 12 บิต ที่สามารถรับสัญญาณจากภายนอกได้ 16 ช่อง สำหรับโหมดอินพุต single-ended ,สามารถเก็บข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูงสุด 5 KHz และ สามารถเลือกรับสัญญาณขาเข้าได้ในช่วง 0 ถึง +5 โวลต์ ,0 ถึง +10 โวลต์ ,-5 ถึง +5 โวลต์ และ -10 ถึง +10 โวลต์ วงจรที่ใช้เป็นรุ่น PA-CP 12 ของบริษัท Acqutek Corporation

การควบคุมวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล สามารถควบคุมการแปลงสัญญาณได้ 3 วิธีด้วยกัน คือ

I16748785

1.1 <u>การควบคุมการทำงานจากโปรแกรม(S/W trig conversion)</u>

การแปลงสัญญาณวิธีนี้จะเป็นวิธีที่สามารถควบคุมเวลาในการแปลงสัญญาณ โดยการกำหนดจากโปรแกรมที่เขียนขึ้น ดังรูปที่ 4.1

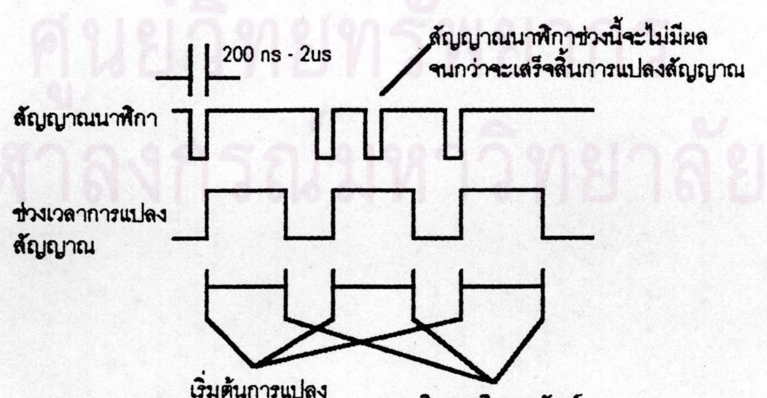


รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการแปลงสัญญาณโดยการควบคุมการทำงานจากโปรแกรม

การแปลงสัญญาณโดยการควบคุมการทำงานจากโปรแกรม จะเป็นวิธีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ เนื่องจากว่าเป็นวิธีที่สามารถตั้งเวลาได้ตามต้องการโดยการกำหนดจากโปรแกรม เริ่มจากกำหนดค่าเริ่มต้น โดยกำหนดพอร์ต BASE+15 เท่ากับ 34H , BASE+12 เท่ากับ 36H และ 00H ตามลำดับ และเขียน 20H(12 บิต) ไปยังพอร์ตที่ BASE+3 เพื่อทำการตั้งโหมด การทำงานเป็นแบบควบคุมการทำงานจากโปรแกรม (S/W trig conversion) ต่อจากนั้นจะเลือกช่องสัญญาณขาเข้าครั้งละหนึ่งช่อง โดยเขียนหมายเลขช่องสัญญาณไปยังพอร์ต BASE+2 ซึ่งในที่นี้สามารถเลือกใช้ช่องสัญญาณขาเข้าได้ตั้งแต่ 1 ถึง 5 ช่องด้วยกัน โดยใช้ช่องที่ AD7,AD8,AD9,AD10 และ AD11 หลังจากนั้นจึงเริ่มแปลงสัญญาณโดยกำหนดพอร์ต BASE+0 เท่ากับ 0 และตรวจสอบสถานะการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณโดยอ่านค่าจากพอร์ต BASE+3 โดยบิตที่ 7 จะต้องมีค่าเท่ากับ 0 การแปลงสัญญาณจึงจะเสร็จสมบูรณ์ ถ้าบิตที่ 7 ของ BASE+3 มีค่าไม่เท่ากับ 0 แล้วจะต้องอ่านค่าจากพอร์ต BASE+3 จนกว่าบิตที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อบิตที่ 7 เท่ากับ 0 แล้วจึงอ่านค่าดิจิตอลที่แปลงได้จากพอร์ต BASE+0(LSB) และ BASE+1(MSB) ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนช่องสัญญาณขาเข้าต่อไป

1.2 <u>การควบคุมการแปลงสัญญาณโดยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก (External clock source trig conversion)</u>

การควบคุมการแปลงสัญญาณเป็นการกำหนดเวลาในการแปลงสัญญาณโดยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก การแปลงสัญญาณจะเริ่มหลังจากมีพัลส์ 200ns-2us เกิด ขึ้นที่ตัวเชื่อม J4 และจะมีการอินเทอรัพท์เกิดขึ้นเมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นแล้วดังรูปที่ 4.2



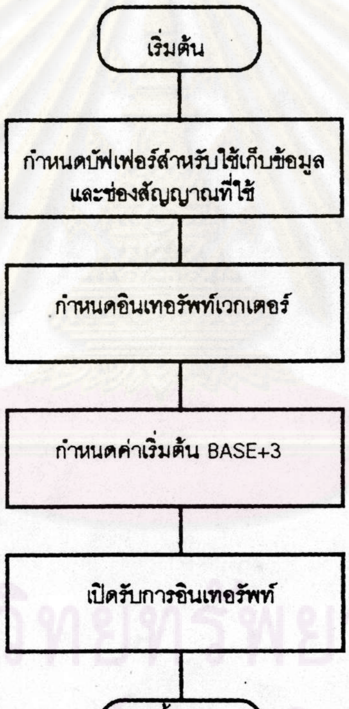
รูปที่ 4.2 การควบคุมการแปลงสัญญาณจากสัญญาณนาฬิกาภายนอก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำงานของการแปลงสัญญาณจากสัญญาณนาฬิกาภายนอกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.2.1 <u>ส่วนการกำหนดค่าเริ่มต้น</u>

เริ่มต้นโดยการกำหนดบัฟเฟอร์สำหรับใช้ในการเก็บข้อมูล ,หมายเลขช่องสัญญาณขาเข้า และอินเทอรัพท์เวกเตอร์ ต่อจากนั้นจะเขียนค่า 03H(12bit) ไปยังพอร์ต BASE+3 เพื่อทำการตั้งโหมดการทำงานเป็นแบบควบคุมการแปลงสัญญาณโดยสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก (External clock source trig conversion) จากนั้นจึงเปิดรับสัญญาณการอินเทอรัพท์จากตัวควบคุมการอินเทอรัพท์ 8259 รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนของส่วนกำหนดค่าเริ่มต้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.3 ขั้นตอนของส่วนกำหนดค่าเริ่มต้น

1.2.2 <u>ส่วนของการอินเทอรัพท์</u>

เมื่อการแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นแล้ว จะเกิดสัญญาณอินเทอรัพท์ขึ้น และเริ่มอ่านข้อมูลที่แปลงได้จากพอร์ต BASE+0 และ BASE+1 จากนั้นช่องสัญญาณขาเข้าจะถูกเปลี่ยนไปยังช่องถัดไป ข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บลงในบัฟเฟอร์ที่ได้กำหนดไว้ และส่งสัญญาณเสร็จสิ้นการ

อินเทอรัพท์ไปยัง 8259 โดยการเขียน 20H ไปยังพอร์ต 20H รูปที่ 4.4 แสดงขั้นตอนส่วนของการอินเทอรัพท์

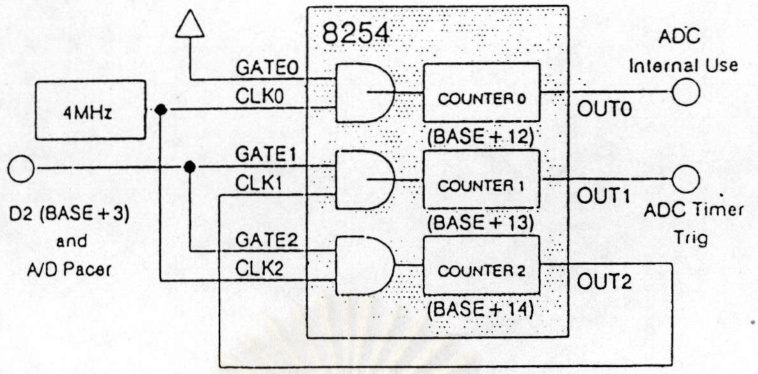
รูปที่ 4.4 ขั้นตอนส่วนของการอินเทอรัพท์

1.2.3 <u>ส่วนปิดการทำงาน (Shut down)</u>

เริ่มจากปิดการอินเทอรัพท์ที่ตัวควบคุมการอินเทอรัพท์ 8259 จากนั้นจึงกำหนดอินเทอรัพท์เวกเตอร์ให้เหมือนเดิม

1.3 <u>การควบคุมการแปลงสัญญาณโดยใช้สัญญาณนาฬิกาจากตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 8254 (Timer trigger conversion with 8254)</u>

การแปลงสัญญาณโดยใช้สัญญาณนาฬิกา 8254 จะคล้ายคลึงกับการแปลงสัญญาณโดยใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก จะแตกต่างกันที่ตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 8254 ดังรูปที่ 4.5 มีอยู่ในวงจรแปลงสัญญาณเอง การกำหนดความถี่หรือเวลาการแปลงสัญญาณสามารถทำได้โดยการกำหนดค่าที่พอร์ต BASE+15 ,BASE+14 และBASE+13



รูปที่ 4.5 ตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 8254

ส่วนค่าที่กำหนดแสดงได้จากตารางที่ 4.1 โดยกำหนดค่าจากพอร์ต BASE+15 ,BASE+14 (Counter 2) และ BASE+15 ,BASE+13 (Counter 1) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ค่าที่ใช้ในการกำหนดพอร์ตสำหรับการกำหนดเวลาที่ใช้ในการแปลงสัญญาณ (A/D Card Instruction Manual,Acqutek Corporation,1991)

Analog to Digital (A/D) Conversion Frequency		Data For 8254 Initialization					
		8254 Counter 2			8254 Counter 1		
		BASE + 15	BASE + 14	BASE + 14	BASE + 15	BASE + 13	BASE + 13
5KHz	200us	B4H	4	0	74H	200	0
4KHz	250us	B4H	4	0	74H	250	0
2KHz	500us	B4H	4	0	74H	244	1
1KHz	1ms	B4H	4	0	74H	232	3
500Hz	2ms	B4H	4	0	74H	208	7
400Hz	2.5ms	B4H	4	0	74H	196	9
200Hz	5ms	B4H	4	0	74H	136	19
100Hz	10ms	B4H	4	0	74H	16	39
50Hz	20ms	B4H	4	0	74H	32	78
40Hz	25ms	B4H	4	0	74H	168	97
20Hz	50ms	B4H	4	0	74H	80	195
10Hz	100ms	B4H	40	0	74H	16	39
5Hz	200ms	B4H	40	0	74H	32	78
4Hz	250ms	B4H	40	0	74H	169	97
2Hz	500ms	B4H	40	0	74H	80	195
1Hz	1s	B4H	144	1	74H	16	39

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซอฟต์แวร์สำหรับใช้ในการวัดสัญญาณจากระบบตรวจวัดก๊าซ สามารถแบ่งออกเป็น 6 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ส่วนเลือกช่องสัญญาณขาเข้า (Select channel)

ส่วนเลือกช่องสัญญาณขาเข้า สามารถเลือกช่องสัญญาณในการวัดได้ตั้งแต่ 1 ถึง 5 ช่องสัญญาณ โดยแต่ละช่องสัญญาณสามารถที่จะกำหนดชื่อหัวตรวจวัดก๊าซที่ใช้และกำหนดค่าความต้านทาน(R_L)ที่ต่อกับหัวตรวจวัดก๊าซ

2. ส่วนกำหนดแกน X-Y (Select X-Y)

ส่วนกำหนดแกน สามารถที่จะกำหนดแกน Y เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าหรือค่าความต้านทานไฟฟ้า และแกน X สามารถเลือกเวลาในการวัดค่าสัญญาณได้เป็น 10 นาที,20นาที หรือ 60นาที และในส่วนนี้สามารถที่จะกำหนดเวลาในการเปิด-ปิดวาล์วในการวัดต่อครั้ง

3. ส่วนการเก็บข้อมูลจากสัญญาณที่วัด (A/D converter)

ส่วนการเก็บข้อมูล จะกำหนดค่าเริ่มต้นของวงจรแปลงสัญญาณเป็นดังนี้

- ความละเอียดในการแปลงสัญญาณเป็น 12 บิต
- ขั้วสัญญาณขาเข้าเป็นแบบ unipolar และอินพุตแบบ single-ended
- สามารถรับสัญญาณขาเข้าในช่วง 0 ถึง 10 โวลต์
- ช่องรับสัญญาณขาเข้าสามารถเลือกใช้ตั้งแต่1 ถึง 5 ช่องด้วยกัน ซึ่งในที่นี้เลือกใช้ช่องสัญญาณขาเข้า 3 ช่องด้วยกันประกอบด้วย ช่องที่ 7(AD7) รับ สัญญาณจากหัวตรวจวัด TGS-800 ,ช่องที่ 8(AD8) รับสัญญาณจากหัวตรวจวัด TGS-813 และ ช่องที่ 9(AD9) รับสัญญาณจากหัวตรวจวัด TGS-822
- จำนวนการเก็บค่าสัญญาณที่แปลงได้เป็น 2000 ค่าต่อ 20 นาที , 2000 ค่าต่อ 10 นาที หรือ2000 ค่าต่อ 60 นาที (สามารถกำหนดจากโปรแกรม) ซึ่งการควบคุมการแปลงสัญญาณทำโดยการสั่งงานจากโปรแกรมโดยใช้สัญญาณนาฬิกาจากคอมพิวเตอร์(biostime)
- ในขณะวัดสัญญาณจะใช้พอร์ตเอาท์พุต BASE+8 (CON1 8 บิตดิจิตอล) ขา 8 (D7 +5V) และขา 10 (Ground) ของวงจรแปลงสัญญาณในการควบคุมการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์ว ซึ่งวงจรในการควบคุมการเปิด-ปิด ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 2

การเก็บข้อมูลเริ่มต้นจากเลือกช่องสัญญาณขาเข้า จากนั้นรับสัญญาณที่แปลงได้จากพอร์ต BASE+0 และ BASE+1 ทำการรวมค่าทั้ง 2 เข้าด้วยกันและแปลงค่าที่ได้เป็นค่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แรงดันไฟฟ้าและนำค่าสัญญาณทั้ง 3 ช่องไปแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ในเวลาที่กำหนด(2000 ค่า ต่อ 10 นาที ,2000 ค่า ต่อ 20 นาที หรือ 2000 ค่าต่อ 60 นาที) ในขณะวัดสัญญาณจะทำการตรวจสอบการกดคีย์บอร์ด เพื่อควบคุมการทำงาน คีย์ที่ใช้ในการควบคุมประกอบด้วย

- เมื่อกดคีย์ใดก็ได้บนคีย์บอร์ด การเก็บข้อมูลจะหยุด เมื่อต้องการเก็บข้อมูลต่อให้กดคีย์ 'ENTER'
- เมื่อกดคีย์ 's' จะแสดงคำว่า 'SCANNING SENSOR' คือการควบคุมให้โซลินอยด์วาลว์ที่ใช้ในการโฟลว์ก๊าซเปิดตลอดการเก็บข้อมูล เพื่อให้ค่าความนำไฟฟ้าพื้นหลัง (Background)ของหัวตรวจวัดก๊าซคงที่ก่อนการตรวจวัด
- เมื่อกดคีย์ 'q' จะแสดงคำว่า 'QUIT TO DOS' คือการออกจากส่วนการเก็บข้อมูล

4. ส่วนการนำข้อมูลที่เก็บไว้มาแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ (Get data)

การนำไฟล์ข้อมูลที่เก็บไว้มาแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ จะสามารถแสดงได้ 2 วิธีด้วยกันคือ

4.1 แกนนอน(X) แสดงเวลาในการวัด แกนตั้ง(Y) แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ของหัวตรวจวัดทั้ง 3 ตัว

4.2 แกนนอน(X) แสดงเวลาในการวัด แกนตั้ง(Y) แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าของหัวตรวจวัดทั้ง 3 ตัวโดยนำค่าแรงดันไฟฟ้ามาคำนวน

5. ส่วนไฟล์ชุดข้อมูลสำหรับเข้าระบบนิวรอลเน็ตเวอร์ก(File to network)

ส่วนนี้จะทำการสร้างไฟล์ชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการเรียนรู้หรือใช้ในการทดสอบ โดยสามารถกำหนดเวลาในการนำค่าการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าที่สูงสุด ,ค่าการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าในขณะคงที่และค่าการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าในขณะลดลง ของหัวตรวจวัดทั้ง 3 ตัว พร้อมกับค่าไบนารี่แทนชื่อสารตัวอย่าง(เอาท์พุตเป้าหมาย)สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ ข้อมูลทั้งหมดนี้จะนำมาจากไฟล์ข้อมูลที่เก็บไว้จากการวัดในหัว ข้อที่ 3

6. ส่วนออกจากโปรแกรม(Quit)

ซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจวัดก๊าซทั้งหมดนี้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

2 <u>ส่วนของระบบนิวรอลเน็ตเวอร์ก</u>

ซอฟต์แวร์ของระบบนิวรอลเน็ตเวอร์กที่สร้างขึ้นจะใช้อัลกอริทึมของ back propagation ดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 มาเขียนโปรแกรมขึ้น ซึ่งโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 9 ขั้นตอนด้วยกันคือ

2.1 ส่วนการกำหนดโครงสร้างเน็ตเวอร์ก(New network)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนกำหนดโครงสร้างเน็ตเวอร์กสำหรับเริ่มการเรียนรู้ใหม่ทุกครั้ง การกำหนดโครงสร้างจะประกอบด้วย

- จำนวนรอบเริ่มต้นในการเรียนรู้ (start iteration)
- จำนวนรอบหยุดการเรียนรู้(stop iteration)
- จำนวนเลเยอร์ของโครงสร้างเน็ตเวอร์ก(Number layer)
- จำนวนโหนดของอินพุตเลเยอร์ (Number nodes of input layer)
- จำนวนโหนดของเลเยอร์ภายใน (Number nodes of hidden layer)
- จำนวนโหนดของเอาท์พุตเลเยอร์ (Number nodes of output layer)
- ชนิดของฟังก์ชันที่ใช้ในการเรียนรู้ ของแต่ละเลเยอร์(Type function ซึ่ง 0 แทนด้วยฟังก์ชันซิกมอยด์)
- กำหนดช่วงการสุ่มค่าน้ำหนักที่เรียนรู้ (Random weight)

2.2 ส่วนการรับชุดข้อมูล(Load data)

ส่วนการรับชุดข้อมูลจะรับชุดข้อมูลจากไฟล์ชุดข้อมูลสำหรับเข้าระบบนิวรอลเน็ตเวอร์กสำหรับการเรียนรู้(มีการกำหนดเอาท์พุตเป้าหมาย) หรือทำการทดสอบ(ไม่มีการกำหนดเอาท์พุตเป้าหมาย)

2.3 ส่วนการเรียนรู้ (Training)

หลังจากกำหนดโครงสร้างเน็ตเวอร์กและนำไฟล์ชุดข้อมูลเข้าระบบนิวรอลเน็ตเวอร์กแล้วจะเข้าส่วนการเรียนรู้ ซึ่งจะนำค่าเอาท์พุตเป้าหมายและเอาท์พุตจากการฝึกมาแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ และสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ Momentum rate ,Learning rate และ Bias rate ได้ในระหว่างการเรียนรู้ การปรับค่าพารามิเตอร์ทำเพื่อให้การเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นโดยดูผลการเรียนรู้ได้จากค่าความผิดพลาด(sum squared error) ซึ่งแสดงบนจอคอมพิวเตอร์เช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 ส่วนของการเก็บไฟล์เน็ตเวอร์ก (Save network)

เมื่อระบบนิวรอลเน็ตเวอร์กเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว จะเก็บค่าที่กำหนดไว้จากหัวข้อ 2.1 และค่าน้ำหนักที่ได้จากเรียนรู้เข้าไฟล์

2.5 ส่วนของการเก็บไฟล์ผลการเรียนรู้ (Save train output)

จะเก็บค่าเอาท์พุตที่ได้จากการฝึกฝน(Training output) ,จำนวนรอบการเรียนรู้ (Iteration) และ ค่าความผิดพลาด(sum squared error)

2.6 ส่วนของการเรียกไฟล์เน็ตเวอร์กที่เก็บไว้ (Load network)

ส่วนนี้จะนำไฟล์ที่เก็บไว้จากหัวข้อ 2.4 มาเข้าสู่หน่วยความจำ เพื่อใช้ในการเรียนรู้เพิ่มหรือใช้ในการทดสอบ

2.7 ส่วนการทดสอบ (Testing)

เมื่อต้องการทดสอบจะเรียกไฟล์เน็ตเวอร์กจากหัวข้อ 2.4 และไฟล์ชุดข้อมูลที่ต้องการทดสอบจากหัวข้อ 2.2 หลังจากนั้นจะเข้าในส่วนการทดสอบ โดยโปรแกรมจะถามถึงจำนวนชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ จากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ออกมาว่าสารที่ใช้ทดสอบคือสารชนิดใด

2.8 ส่วนของการเก็บไฟล์ผลการทดสอบ (Save test output)

ส่วนนี้จะเก็บผลของค่าเอาท์พุตจากการทดสอบและชนิดของสารที่ใช้ในการทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.9. ส่วนออกจากโปรแกรม(Quit)

ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของระบบนิวรอลเน็ตเวอร์กโดยวิธี back propagation network สำหรับการตรวจวัดก๊าซได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

<u>สรุป</u>

ในบทนี้ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ที่ได้จัดสร้างขึ้น โดยซอฟต์แวร์ที่ได้จัดสร้างขึ้น มีส่วนประกอบที่สำคัญๆ อยู่ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนการวัดสัญญาณจากระบบตรวจวัดก๊าซ

ส่วนนี้จะเป็นส่วนเก็บสัญญาณและสร้างไฟล์ชุดข้อมูลสำหรับนิวรอลเน็ตเวอร์ก ซึ่งสามารถเรียกใช้จากโปรแกรม atodf5.exe

2. ส่วนของระบบนิวรอลเน็ตเวอร์ก

ส่วนนี้จะเป็นส่วนระบบนิวรอลเน็ตเวอร์ก ซึ่งใช้ในการเรียนรู้และทดสอบ โดยสามารเรียกใช้จากโปรแกรม nnn.exe

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย