ระบบควบคุมฟัซซี่และการกำจัดสัญญาณรบกวน

FUZZY CONTROL SYSTEM AND FILTER

โดย

นายกมลฐิติ กุลสงค์

นายเจริญชัย เหลืองอ่อน

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

วัน เดือน ปี -5 ต.ค. 2541

เลขทะเบียน 038494

เลขเรียกหนังสือ T 400bz ก 13 ร

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038494

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2540

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมฟัซซี่และการกำจัดสัญญาณรบกวน

ผู้จัดทำ

1.นายกมลฐิติ กุลสงค์ รหัสเลขประจำตัว 38013414

2.นายเจริญชัย เหลืองอ่อน รหัสเลขประจำตัว 38013398

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมฟัซซี่และการกำจัดสัญญาณรบกวน

กมลฐิติ กุลสงค์
เจริญชัย เหลืองอ่อน
ผศ. เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นการศึกษาทฤษฎีฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิก โดยในการศึกษาทฤษฎีของฟัซซี่เซตได้มีเปรียบเทียบกับทฤษฎีของเซตแบบเดิม เพื่อให้การศึกษาเป็นไปอย่างรวดเร็ว และในส่วนของฟัซซี่ลอจิกก็ได้มีการศึกษาเงื่อนไขทางตรรกของฟัซซี่ลอจิกเปรียบเทียบกับทฤษฎีทางตรรกศาสตร์แบบเดิม เพื่อให้สามารถที่จะนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยในส่วนของการนำทฤษฎีไปใช้งานได้แบ่งการประยุกต์ใช้งานออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของการประยุกต์เพื่อการทดสอบทฤษฎีว่าเป็นจริง ซึ่งในส่วนนี้ได้มีการจัดนำทฤษฎีทางฟัซซี่มาทำเป็นตัวควบคุมแบบฟัซซี่เพื่อนำไปควบคุมแสงสว่าง โดยได้แบ่งแยกออกเป็น 2 ลักษณะงาน คือการจัดทำเป็นตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่มีอินพุทเดียว ซึ่งใช้ค่าความผิดพลาดหรือความแตกต่างของค่าเป้าหมายกับค่าที่วัดได้จากกระบวนการ มาเป็นสัญญาณอินพุท และอีกลักษณะงานหนึ่ง คือ มี 2 อินพุท ที่ใช้ค่าความผิดพลาดของค่าเป้าหมายกับค่าที่วัดได้จากกระบวนการเป็นอินพุทที่ 1 และอินพุทที่ 2 ใช้ค่าความเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดที่ใช้ในอินพุทที่ 1

ส่วนของการประยุกต์ในงานส่วนที่ 2 คือการประยุกต์ใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ โดยได้มีการจัดทำโดยการเลียนแบบการทำงานของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ และได้ทำการเปรียบเทียบผลการกำจัดสัญญาณรบกวน กับตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUZZY CONTRON SYSTEM AND FILTER

KMOLTITI KULSONG
CHAROENCHI LUENG-ON
KASET SIRISANTISUMRIT Adviser

1997

ABSTRACT

In this thesis is a study of fuzzy set and fuzzy logic theorem for advantage and referrent by crist set and logic therem .

In the design and implementtation of fuzzy set and fuzzy logic theorem for application that dividing into two sub, application. In the first application is fuzzy controller for control lighting and dividing into sub controller , 1 input controller with error input and 2 input controller with error input , Δerror input.

In the secont application is fuzzy filter for remove impluse noise in the image. The fuzzy filter is simmilar a median filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก ผู้ช่วยศาตราจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำตลอดมา ซึ่งทำให้ได้มีความซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณสุกิจ ปั้นโอ้ คุณสุภาพร เมฆฉาย คุณวทัญญู สงวนกัน นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยี่พระจอมเกล้าพระนครเหนือ คุณศรีธบัตร กุลวงศ์ นักศึกษาสถาบันเทคโนโลยี่พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ คุณพรรณราย หงษ์มา ที่ให้ความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยี่การวัดคุมทางอุตสาหกรรม ที่ให้ความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือตลอดจนสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกจนสามารถทำปริญญานิพนธ์เสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์บูลีน 25
3.2.3 การหาข้อสรุปตามหลักการและเหตุผล 26
3.3 ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก 26
3.3.1 ค่าความจริงของประพจน์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก 26
3.3.2 การหาข้อสรุปตามหลักการและเหตุผลโดยใช้ทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก 27
3.4 ความสัมพันธ์ฟัซซี่ 28
3.4.1 ผลคูณคาร์ทีเซียน 28
3.4.2 ความสัมพันธ์ฟัซซี่ 29
3.5 การคอมโพสิชั่นแบบฟัซซี่ 29
บทที่ 4 ตัวควบคุมฟัซซี่ 32
4.1 ฐานกฎการควบคุมฟัซซี่ 32
4.2 การฟัซซี่ฟีเคชั่น 33
4.3 การอินเฟอร์เรซ์แบบฟัซซี่ 34
4.4 การดีฟัซซี่ฟีเคชั่น 35
4.4.1 การหาค่าระดับการเป็นสมาชิกสูงสุด 35
4.4.2 การหาค่าจุดศูนย์กลางของฟัซซี่ 36
4.4.3 การหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 36
4.4.4 การหาค่ากลางสูงสุด 37
บทที่ 5 การประยุกต์ฟัซซี่ในการควบคุมแสงสว่าง 39
5.1 ใช้ค่าความผิดพลาดเป็นสัญญาณอินพุทของตัวควบคุม 39
5.1.1 การออกแบบฟัซซี่เซต 40
5.1.2 การกำหนดหน่วยกฎการควบคุม 43
5.1.3 การกำหนดหน่วยฟัซซี่ฟีเคชั่น 44
5.1.4 การกำหนดฟัซซี่อินเฟอร์เรนท์ 45
5.1.5 การกำหนดหน่วยดีฟัซซี่ฟีเคชั่น 46
5.2 การใช้ความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาดเป็นสัญญาณอินพุท 47
5.2.1 การออกแบบฟัซซี่เซต 47
5.2.2 การกำหนดกฎการควบคุม 50
5.2.3 การกำหนดหน่วยฟัซซี่ฟีเคชั่น 51
5.2.4 การกำหนดหน่วยอินเฟอร์เรนท์ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

5.2.5 การกำหนดหน่วยดีฟัซซี่ฟีเคชั่น 54

5.3 ผลการทดลอง 54

5.3.1 ตัวควบคุม 1 อินพุท 55

5.3.2 ตัวควบคุมแบบ 2 อินพุท 57

5.4 วงจรใช้งาน 59

5.4.1 วงจรควบคุมการจ่ายแรงดัน 59

5.4.2 วงจรขยายสัญญาณจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ 60

5.4.3 วงจรแหล่งจ่ายไฟ 61

5.4.4 วงจรแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลและดิจิตอลเป็นอนาลอก 61

บทที่ 6 การกำจัดสัญญาณรบกวนภาพโดยใช้ฟัซซี่ 64

6.1 ข้อมูลภาพ 64

6.2 สัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ 66

6.3 มีเดียนฟิลเตอร์ 67

6.4 ฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต 68

6.4.1 ฟัซซี่นัมเบอร์ 69

6.4.2 ฟัซซี่อินเตอร์วอล 71

6.5 การหาค่ากลางของฟัซซี่เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน 74

6.6 ผลการทดลอง 76

6.7 เปรียบเทียบระหว่างตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่และมีเดียนฟิลเตอร์ 83

บทที่ 7 บทสรุป 85

บรรณานุกรม 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงคลิชป์เซต 5

รูปที่ 2.2 แสดงเอกภพสัมพัทธ์ 6

รูปที่ 2.3 แสดงการเท่ากันของเซต 7

รูปที่ 2.4 แสดงการเป็นสับเซต 8

รูปที่ 2.5 แสดงการยูเนี่ยน 9

รูปที่ 2.6 แสดงการอินเตอร์เซกชั่น 9

รูปที่ 2.7 แสดงการคอมพลีเมนต์ 10

รูปที่ 2.8 แสดงการดิฟเฟอร์เรนท์ 10

รูปที่ 2.9 แสดงคุณสมบัติ ASSOCIATIVITY $C\cup(A\cup B) = (C \cup A)\cup B$ 11

รูปที่ 2.10 แสดงคุณสมบัติ DISTRIBUTIVITY $A\cup(B\cap C) = (A\cup B)\cap(A\cup C)$ 12

รูปที่ 2.11 แสดงคุณสมบัติ DISTRIBUTIVITY $A\cap(B\cup C) = (A\cap B)\cup(A\cap C)$ 13

รูปที่ 2.12 แสดงคุณสมบัติ IDEMPOTENCY $A\cup A = A$ 13

รูปที่ 2.13 แสดงคุณสมบัติ IDEMPOTENCY $A\cap A = A$ 14

รูปที่ 2.14 แสดงคุณสมบัติ IDENTITY $A\cup\varnothing = A$ 14

รูปที่ 2.15 แสดงคุณสมบัติ IDENTIRY $A \cap U = A$ 15

รูปที่ 2.16 แสดงคุณสมบัติ IDENTITY $A\cap\varnothing =\varnothing$ 15

รูปที่ 2.17 แสดงคุณสมบัติ IDENTITY $A \cup U = U$ 16

รูปที่ 2.18 แสดงคุณสมบัติ TRANSITIVITY 16

รูปที่ 2.19 แสดงฟัซซี่เซต 17

รูปที่ 2.20 แสดงการเท่ากันของฟัซซี่เซต A กับเซต B 18

รูปที่ 2.21 แสดงการเป็นสับเซตของฟัซซี่เซต 18

รูปที่ 2.22 แสดงซัพพอร์ตเซตของฟัซซี่เซต 19

รูปที่ 2.23 แสดงฟัซซี่ซิงเกิลตัน 19

รูปที่ 2.24 แสดง $\propto$ - Level ของฟัซซี่เซต 20

รูปที่ 2.25 แสดงความสูงของฟัซซี่เซต 20

รูปที่ 2.26 (ก) แสดงคุณสมบัติการนอมอลไลซ์ฟัซซี่เซต 21

รูปที่ 2.26 (ข) แสดงฟัซซี่เซตที่ไม่มีคุณสมบัติการนอมอลไลซ์ 21

รูปที่ 2.27 (ก) แสดงการคอนเวกซ์ของฟัซซี่เซต 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สารบัญรูปต่อ)

รูปที่ 2.27 (ข) แสดงฟัซซี่เซตที่ไม่มีคุณสมบัติการคอนเวกซ์ 22
รูปที่ 2.28 แสดงฟัซซี่นัมเบอร์ 22
รูปที่ 2.29 แสดงการยูเนี่ยนฟัซซี่เซต 23
รูปที่ 2.30 แสดงการอินเตอร์เซกชั่น 23
รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ฟัซซี่ 28
รูปที่ 3.2 การคอมโพสิชั่นของความสัมพันธ์ฟัซซี่ 30
รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของตัวควบคุมฟัซซี่ 32
รูปที่ 4.2 แสดงการฟัซซี่ฟีเคชั่นแบบซิงเกิลตัน 33
รูปที่ 4.3 แสดงการอินเฟอร์เรนท์แบบฟัซซี่ 34
รูปที่ 4.4 แสดงการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นโดยใช้วิธีการหาค่าระดับการเป็นสมาชิกสูงสุด 35
รูปที่ 4.5 แสดงการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นโดยธีการหาจุดศูนกลางของฟัซซี่ 36
รูปที่ 4.6 แสดงการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นด้วยการหาค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 37
รูปที่ 4.7 แสดงการดีฟัซซ์ฤเคชั่นด้วยการหาค่ากลางสูงสุด 38
รูปที่ 5.1 แสดงการควบคุมแสงสว่างด้วยตัวควบคุมฟัซซี่ 39
รูปที่ 5.2 แสดงตัวควบคุมฟัซซี่แบบใช้ค่าความผิดพลาดเป็นอินพุท 40
รูปที่ 5.3 แสดงฟัซซี่เซตอินพุท 43
รูปที่ 5.4 แสดงฟัซซี่เซตเอาต์พุท 43
รูปที่ 5.5 แสดงกฎการควบคุม 44
รูปที่ 5.6 แสดงฟัซซี่ฟีเคชั่น 44
รูปที่ 5.7 แสดงเอาท์พุทของหน่วยฟัซซี่ฟีเคชั่น 45
รูปที่ 5.8 แสดงการอินเฟอร์เรนท์ของเซต PB 45
รูปที่ 5.9 แสดงการอินเฟอร์เรนท์ของเซต P 45
รูปที่ 5.10 แสดงค่าเอาท์พุทของหน่วยอินเฟอร์เรนท์ 46
รูปที่ 5.11 แสดงการดีฟัซซี่ฟีเคชั่น 46
รูปที่ 5.12 แสดงการทำงานของตวควบคุมแบบ 2 อินพุท 47
รูปที่ 5.13 แสดงการกำหนดกลุ่มเซตค่าความผิดพลาด 49
รูปที่ 5.14 แสดงการกำหนดกลุ่มเซตของการเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาด 50
รูปที่ 5.15 แสดงเซตเอาท์พุท 50
รูปที่ 5.16 แสดงกฎการควบคุม 51
รูปที่ 5.17 แสดงการฟัซซี่ฟีเคชั่นเซตค่าความผิดพลาด 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สารบัญรูปต่อ)

รูปที่ 5.18 แสดงการฟัซซี่ฟีเคชั่นเซตการเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาด 52
รูปที่ 5.19 แสดงค่าเอาท์พุทของหน่วยฟัซซี่ฟีเคชั่น 52
รูปที่ 5.20 แสดงการอินเฟอร์เรนท์ 53
รูปที่ 5.21 แสดงการดีฟัซซี่ฟีเคชั่น 54
รูปที่ 5.22 แสดงผลการทดลองของตัวควบคุม 1 อินพุท 56
รูปที่ 5.23 แสดงผลการทดลองของตัวควบคุม 2 อินพุท 58
รูปที่ 5.24 (ก) แสดงวงจรควบคุมการจ่ายแรงดัน 62
รูปที่ 5.24 (ข) แสดงวงจรขยายสัญญาณจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ 62
รูปที่ 5.25 (ค) แสดงแหล่งจ่ายไฟ 62
รูปที่ 5.25 แสดงวงจรแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอลและดิจิตอลเป็นอนาลอก 63
รูปที่ 6.1 แสดงฮีสโตรแกรมของภาพที่นำมาทำการทดลอง 65
รูปที่ 6.2 แสดงฮีสโตรแกรมภาพต้นแบบ 66
รูปที่ 6.3 แสดงฮีสโตรแกรมภาพที่มีสัญญาณรบกวน 66
รูปที่ 6.4 แสดงมีเดียนฟิลเตอร์ที่มิติย่อยแรก 67
รูปที่ 6.5 แสดงมีเดียนฟิลเตอร์ที่เมตริกย่อยถัดไป 67
รูปที่ 6.6 แสดงมีเดียนฟิลเตอร์ที่เมตริกย่อยสุดท้าย 68
รูปที่ 6.7 แสดงส่วนประกอบของฟัซซี่นัมเบอร์ 70
รูปที่ 6.8 แสดงส่วนประกอบของฟัซซี่อินเตอร์วอล 72
รูปที่ 6.9 แสดงการกำหนดฟัซซี่นัมเบอร์ 73
รูปที่ 6.10 แสดงการกำหนดฟัซซี่อินเตอร์วอล 73
รูปที่ 6.11 แสดงการแบ่งกลุ่มจุดภาพเพื่อหาค่ากลาง 74
รูปที่ 6.12 แสดงการคำนวนค่าฟัซซี่นัมเบอร์ 75
รูปที่ 6.13 แสดงการคำนวนค่าฟัซซี่อินเตอร์วอล 76
รูปที่ 6.14 แสดงภาพต้นแบบ "Lena" 77
รูปที่ 6.15 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 30 % 77
รูปที่ 6.16 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 60 % 78
รูปที่ 6.17 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 90 % 78
รูปที่ 6.18 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่มีสัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 30% 79
รูปที่ 6.19 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่มีสัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 60% 79
รูปที่ 6.20 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่มีสัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 90% 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สารบัญรูปต่อ)

รูปที่ 6.21 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ความหนาแน่น 30 % 81
รูปที่ 6.22 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ความหนาแน่น 60 % 81
รุปที่ 6.23 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ความหนาแน่น 90 % 81
รูปที่ 6.24 แสดงภาพต้นแบบ "Boat" 82
รูปที่ 6.25 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนที่ความหนาแน่น 60 % 82
รูปที่ 6.26 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนที่ความหนาแน่น 90 % 82
รูปที่ 6.27 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สัญญาณรบกวนความหนาแน่น 60 % 83
รูปที่ 6.28 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สัญญาณรบกวนความหนาแน่น 90 % 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

แนวความคิดในการนำเสนอปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความคิดมาจาก การที่ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ได้มีโอกาสศึกษาเทคโนโลยี่ต่างๆ มาหลายด้าน ซึ่งทำให้พบความแตกต่างของเทคโนโลยี่ในแต่ละด้านที่มีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันไปโดยขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน หรือมองอีกแง่มุมหนึ่งจะพบได้ว่าเทคโนโลยี่ด้านใดด้านหนึ่งนั้นจะถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้ดีที่สุดในลักษณะงานเพียงลักษณะเดียว แต่การจะสร้างชิ้นงานที่สมบูรณ์ขึ้นมา 1 ชิ้นนั้นจะต้องประกอบด้วยเทคโนโลยี่หลายๆ ด้าน โดยเทคโนโลยี่ที่จะถูกนำมาใช้จะถูกคัดเลือกจากข้อดีของเทคโนโลยี่ในแขนงนั้นๆ มาประกอบร่วมกันเพื่อให้เป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์ และดีที่สุด แต่ในการออกแบบชิ้นงานจริงๆยิ่งเป็นไปได้ยากที่จะนำเทคโนโลยี่ที่ดีที่สุดทั้งหมดมาประกอบร่วมกันได้

ซึ่งจากคำกล่าวข้างต้นผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ จึงได้มีความตั้งใจที่จะได้วางแนวทางที่จะนำเทคโนโลยี่ที่มีความสมบูรณ์แต่ละด้านมาประกอบร่วมกัน โดยในปริญญานิพนธ์นี้ได้เป็นการค้นคว้าเทคโนโลยี่แขนงหนึ่งเพื่อให้มีความสมบูรณ์ที่จะมาประกอบร่วมกับเทคโนโลยี่แขนงอื่นๆ โดยได้เลือกระบบฟัซซี่มาทำการค้นคว้าโดยมุ่งหวังที่จะเน้นการพัฒนาเทคโนโลยี่ระบบฟัซซี่ไปในด้านระบบสมองกล โดยการศึกษาเทคโนโลยี่ใหม่ๆ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งของการเสริมสร้างประสิทธิภาพของชิ้นงานให้เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง

ด้วยเหตุที่ระบบฟัซซีลอจิกมีหลักการทำงานที่เลียนแบบความคิดของมนุษย์ โดยมีการตัดสินใจด้วยเงื่อนไข ถ้า.....แล้ว ซึ่งเป็นระบบที่มีการตัดสินใจด้วยเหตุผลของความรู้สึก และประสบการณ์ที่เคยผ่านมา ผู้จัดทำจึงคิดว่า น่าจะเป็นเทคโนโลยี่อีกด้านหนึ่งที่ควรจะนำมาใช้งานในด้านสมองกล

และโดยอีกแนวทางหนึ่ง คือการพัฒนาเทคโนโลยี่ทางด้านต่างๆ ของโลกได้พัฒนาขึ้นไปอย่างรวดเร็ว โดยในแต่ละประเทศได้มีการแข่งขันกันทางด้านเทคโนโลยี่อย่างสูง ในการที่ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาระบบฟัซซี่ ซึ่งเป็นเทคโนโลยี่ที่มีคนสนใจกันอยู่ จึงเป็นส่วนช่วยในการพัฒนาเทคโนโลยี่ของประเทศได้

โดยจากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ได้เริ่มทำการศึกษาระบบฟัซซี่ โดยได้เริ่มทำการศึกษาทฤษฎีเบื้องต้น ซึ่งได้พยายามที่จะนำคณิตศาสตร์ของระบบฟัซซี่มาทำการศึกษามาเปรียบเทียบกับคณิตศาสตร์อื่นที่ใกล้เคียงที่เคยศึกษามาแล้วในที่นี้ได้เปรียบเทียบกับคณิตศาสตร์ของเซตแบบเดิม เพื่อให้การศึกษามีความเข้าใจ และเป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น และได้มีการพิสูจน์ทฤษฎี โดยการนำมาทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพ โดยไม่เกิดการติดขัดเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีต่อไปเรื่อยๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการนำทฤษฎีบนฟัซซี่ส่วนหนึ่งไปใช้งานนั้น ได้นำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้เป็นตัวควบคุมแบบฟัซซี่ซึ่งเป็นการนำไปใช้งานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีต่อไปอีก หาได้มีการวิจัยเพื่อให้หาข้อเด่นในตัวควบคุมไม่เพราะสามารถหาข้อมูลที่อ้างอิงได้ง่าย เพื่อให้การพัฒนาเทคโนโลยี่เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง และสามารถนำมาใช้เป็นตัวอ้างอิงในการศึกษาต่อไปได้ โดยได้พยายามแยกแยะและทดสอบกระบวนการทำงานของตัวควบคุมแต่ละส่วนอย่างเด่นชัด โดยได้แยกการค้นคว้าและวิจัยในส่วนของตัวควบคุมออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ใช้เฉพาะค่าความผิดพลาด ที่เกิดจากความแตกต่างของข้อมูลเป้าหมายที่ต้องการกับค่าที่ได้มาจากกระบวนการที่กำลังควบคุม โดยได้แบ่งการทำงานของตัวควบคุมออกเป็น 4 ส่วน คือ

1). หน่วยกฎการควบคุม (Fuzzy Rule Base)

2). หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น (Fuzzification Unit)

3). หน่วยอินเฟอร์เรนท์ (Fuzzy Inferrent)

4). หน่วยดีฟัซซีฟิเคชั่น (Defuzzification)

โดยที่หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น (Fuzzification) จะทำการรับข้อมูลอินพุทค่าความผิดพลาดเพียงอินพุทเดียว และหน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชั่น (Defuzification) จะมีข้อมูลออกมาเพียงค่าเดียว

2. ส่วนที่ใช้ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากความแตกต่างของค่าเป้าหมายที่ต้องการ กับค่าที่วัดได้จากกระบวนการ และการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดในแต่ละช่วงเวลา มาเป็นสัญญาณอินพุทโดยในส่วนนี้ก็ได้แบ่งอุปกรณ์ควบคุมออกเป็น 4 ส่วน เช่นกัน

1). หน่วยกฎการควบคุม (Fuzzy Rule Base)

2). หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น (Fuzzification Unit)

3). หน่วยอินเฟอร์เรนท์ (Fuzzy Inferrent)

4). หน่วยดิฟัซซี่ฟิเคชั่น (Defuzzification)

โดยที่หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น (Fuzzification unit) จะรับค่าความผิดพลาด และการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด ส่วนในหน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชั่น (Defuzzification) จะมีสัญญาณเอาท์พุทออกมาสัญญาณเดียว

ซึ่งจากโครงสร้างของตัวควบคุมทั้ง 2 แบบ ถ้าจะนำมาเปรียบเทียบกับตัวควบคุมแบบ PID จะพบว่าอินพุทที่เป็นค่าความผิดพลาด จะเปรียบได้กับส่วนของ P ของตัวควบคุมแบบ PID และอินพุทที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดจะเปรียบได้กับส่วนของ D และอินพุทที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดยกกำลังสอง จะเปรียบได้กับส่วนของ I ในตัวควบคุมแบบ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในส่วนของ I ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ยังไม่ได้กล่าวถึง ฉนั้นจึงเป็นข้อสรุปที่ว่าตัวควบคุมแบบฟัซซี่สามารถเลียนแบบการทำงานของตัวควบคุมแบบ PID โดยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาตัวควบคุมแบบ P และแบบ PD

ในส่วนของการนำระบบฟัซซีลอจิกมาประยุกต์ใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ (Impluse) โดยในส่วนนี้ได้ทำการออกแบบ โดยการอ้างอิงการทำงานของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ ซึ่งในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์จะทำการกำจัดสัญญาณรบกวน โดยแบ่งภาพที่ประกอบด้วยจำนวนจุดภาพมากมาย และทำการแบ่งกลุ่มของจุดภาพเป็นกลุ่มๆ โดยใน 1 กลุ่ม จะประกอบด้วยจำนวนจุดภาพอาจจะเป็น 9 จุดภาพ หรือ มากกว่า และคำนวณหาค่ากลางของระดับสีของจุดภาพในกลุ่มนั้นออกมา 1 ค่า แล้วทำการเลื่อนไปยังจุดภาพต่อไป แล้วหาค่ากลางออกมา ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทั้งภาพ ส่วนในการนำระบบฟัซซีมาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนนั้นจะใช้หลักการเลื่อนจุดภาพเช่นเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันที่การหาค่ากลาง โดยจะหาค่ากลางจากการทำดีฟัซซี่ฟิเคชั่น ซึ่งผลที่ได้จะทำให้เกิดการกำจัดสัญญาณรบกวนได้

ซึ่งจากแนวทางของการศึกษาทฤษฎี และการนำไปใช้งานที่ตั้งไว้ทำให้มีความเข้าใจ และพัฒนาระบบฟัซซี่ได้ ซึ่งเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การพัฒนาสมองที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งพิจารณาโดยพื้นฐานจะพบข้อดีของระบบฟัซซีลอจิก อยู่หลายประการ อาทิเช่น ในการใช้ระบบฟัซซี่ลอจิกไปควบคุม กระบวนการไม่จำเป็นต้องทราบสมการทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการนั้นๆ หรือสามารถควบคุมระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นได้ โดยการกำหนดกฎควบคุมแบบไม่เป็นเชิงเส้น

จุดประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการของระบบฟัซซี่ และทำการทดลองทฤษฎีฟัซซี่โดยการจำลองการทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์

2. เพื่อทดลองนำทฤษฎีและหลักการฟัซซี่ไปใช้งาน โดยนำไปควบคุมความสว่างของหลอดไฟเพื่อให้ทราบผลการปรับแต่งกฎการควบคุม และการกำหนดฟัซซี่เซต เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาในขั้นต่อไป

3. เพื่อประยุกต์ใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวน แบบอิมพัลส์ โดยเปรียบเทียบกับตัวกำจัดสัญญาณรบกวน แบบมีเดียนฟิลเตอร์

ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

จากแนวความคิดในการที่จะศึกษาระบบฟัซซี่จึงทำให้เกิดวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้เกิดขึ้นมา จึงทำให้เป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตของปริญญานิพนธ์นี้ได้ โดยแบ่งขอบเขตของปริญญานิพนธ์นี้ออกเป็น 6 บท

บทที่ 1 จะกล่าวถึงแนวความคิด และแรงจูงใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับฟัซซีเซต โดยมีการเปรียบเทียบกับทฤษฎีเซตแบบเดิมเพื่อให้การศึกษาเป็นไปในแนวทางที่ถูกต้องและเร็วยิ่งขึ้น

บทที่ 3 จะเป็นการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับฟัซซี่ลอจิก โดยมีการเปรียบเทียบกับทฤษฎีตรรกศาสตร์แบบเดิม

บทที่ 4 จะเป็นการศึกษาส่วนประกอบแต่ละส่วนของการนำระบบฟัซซี่ไปใช้งาน

บทที่ 5 จะเป็นการประยุกต์ฟัซซี่เซต และฟัซซี่ลอจิกมาใช้ในการทำเป็นตัวควบคุมโดยทำการควบคุมแสงสว่างที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้มีค่าคงที่ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

บทที่ 6 จะเป็นการประยุกต์ฟัซซี่เซต และฟัซซี่ลอจิกมาใช้เป็นตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ โดยเปรียบเทียบผลการกำจัดสัญญานรบกวนกับตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

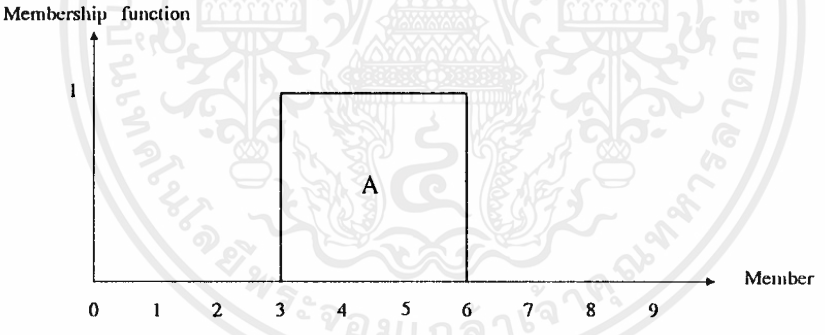
บทที่ 2
ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับฟัซซี่

ในการนำระบบฟัซซี่มาใช้งาน จะต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับฟัซซี่ เพื่อเป็นพื้นฐาน ในการทำความเข้าใจโครงสร้างของระบบฟัซซี่ เพราะฉนั้นในบทนี้เนื้อหาจะกล่าวถึงทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับฟัซซี่ โดยมีทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของเซตแบบเดิมเป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีเซตแบบเดิม (CRISP SET THEORY)

2.1.1 คลิชป์เซต (CRISP SET)

คลิชป์เซต คือ กลุ่มของสมาชิกที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนด ซึ่งอาจจะมีจำนวนจำกัดหรือไม่จำกัดก็ได้



รูปที่ 2.1 แสดงคลิชป์เซต

กำหนด

A เป็นคลิชป์เซต

U เป็นเอกภพสัมพัทธ์

u เป็นสมาชิกทั้งหมดในเอกภพสัมพัทธ์ U มีค่า $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

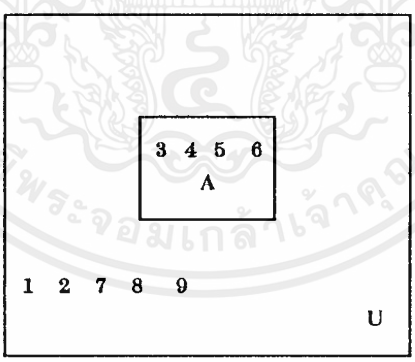
จากรูปที่ 2.1 เอกภพสัมพัทธ์ U มีสมาชิก u ทั้งหมด 10 ตัว คือ $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ โดยมีเซต A เป็นเซตในเอกภพสัมพัทธ์ และมีสมาชิก u คือ $\{3,4,5,6\}$ เป็นสมาชิกของเซต A เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 ส่วนสมาชิก u คือ $\{0,1,2,7,8,9\}$ ไม่เป็นสมาชิกของเซต A เนื่องจากมีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 ซึ่งจะพบว่าเซต A สามารถแบ่งแยกการเป็นสมาชิกได้อย่างชัดเจน คือการแบ่งแยกจากระดับการเป็นสมาชิกว่าเป็น 1 หรือ 0 ซึ่งก็คือคุณสมบัติของคลิปช์เซต จำนวนสมาชิกในคลิปช์เซต หรือการที่สมาชิก u มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 สามารถมีจำนวนเท่าใดขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของเซต A โดยอาจจะมีจำนวนจำกัด คือ $\{3,4,5,6\}$ ดังรูปที่ 2.1 หรือเซต A อาจจะมีข้อกำหนดที่กว้างทำให้ได้สมาชิกของเซต A คือ $\{1,2,3,4,...\}$ ซึ่งก็คือจะมีสมาชิกจำนวนไม่จำกัด

2.1.2 เอกภพสัมพัทธ์ (UNIVERSE OF DISCOURSE : U)

เอกภพสัมพัทธ์ คือ เซตที่มีสมาชิกเป็นสมาชิกทั้งหมดของขอบเขตที่ทำการพิจารณากำหนดให้ u เป็นสมาชิกใดๆของเอกภพสัมพัทธ์ U เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $u \in U$ ซึ่งจากรูปที่ 2.1 ที่กล่าวมาแล้ว เอกภพสัมพัทธ์ U มีสมาชิก u ทั้งหมด คือ $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ ซึ่งก็คือขอบเขตของการพิจารณาหนึ่งนั่นเอง ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ เช่น จำนวนเต็มที่มีค่ามากกว่า หรือ เท่ากับ 0 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 9 ซึ่งขอบเขตของการพิจารณาดังรูปที่ 2.1 หรืออาจจะเกิดจากเงื่อนไขอื่นก็ได้ที่ทำให้เอกภพสัมพัทธ์ U มีสมาชิก u ทั้งหมด $\{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ ซึ่งสามารถแสดงเอกภพสัมพัทธ์อีกกรณีหนึ่งดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงเอกภพสัมพัทธ์

2.1.3 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิก (MEMBERSHIP FUNCTION : μ)

ฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของเซต เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ μ ถูกนิยามดังนี้

$\mu_A(u)$ มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อ u เป็นสมาชิกของเซต A

$\mu_A(u)$ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ u ไม่เป็นสมาชิกของเซต A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

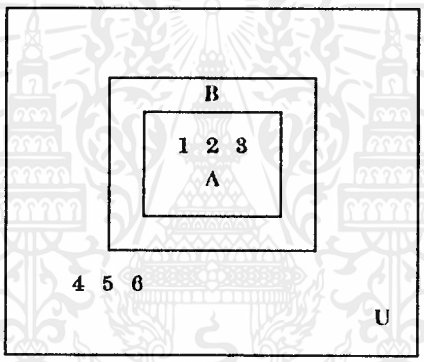
ซึ่งจากรูปที่ 2.1 จะพบว่าสมาชิกของเซต A ที่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 คือ $\{3,4,5,6\}$ และสมาชิกของเซต A ที่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 คือ $\{0,1,2,7,8,9\}$ ซึ่งทำให้สามารถสรุปได้ว่าฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของคลิชปีเซตมีอยู่ 2 ระดับ คือ ถ้าระดับการเป็นสมาชิกมีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าเป็นสมาชิกของเซต และถ้ามีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่าไม่เป็นสมาชิกของเซต

2.1.4 การเท่ากันของเซต

เซต A จะเท่ากับเซต B ก็ต่อเมื่อ สมาชิกทุกตัวของเซต A เป็นสมาชิกของเซต B และสมาชิกทุกตัวของเซต B เป็นสมาชิกของเซต A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ A=B

โดยที่

$$(A=B) \leftrightarrow \{(\forall a \in B) \wedge (\forall b \in A) ; a \in A , b \in B \}$$



รูปที่ 2.3 แสดงการเท่ากันของเซต

จากรูปที่ 2.3 พบว่า เซต A มีสมาชิก $A = \{1,2,3\}$ และเซต B ก็มีสมาชิกเท่ากับ $\{1,2,3\}$ เช่นกัน และทั้ง 2 เซตอยู่ในเอกภพสัมพัทธ์ U เดียวกัน ซึ่งแสดงว่าเซต A เท่ากับเซต B

2.1.5 การเป็นสับเซต (SUBSET)

เซต A จะเป็นสับเซตของเซต B ก็ต่อเมื่อ สมาชิกทุกตัวของเซต A เป็นสมาชิกของเซต B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $A \subseteq B$

โดยที่

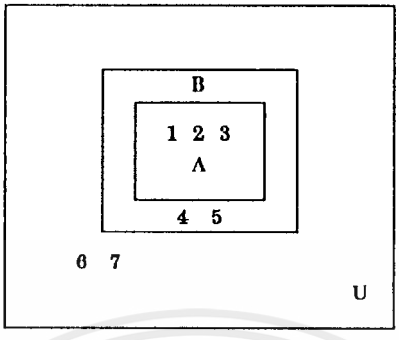
$$(A \subseteq B) \leftrightarrow \{(\forall a \in B) ; a \in A \}$$

เซต A จะเป็นสับเซตแท้ของเซต B ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกตัวของเซต A เป็นสมาชิกของเซต B และเซต A ไม่เท่ากับเซต B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $A \subset B$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$(A \subset B) \leftrightarrow \{(\forall a \in B) \wedge (A \neq B);\ a \in A\}$$



รูปที่ 2.4 แสดงการเป็นสับเซต

จากนิยามของการเป็นสับเซต ของ A เป็นสับเซต B ซึ่งจากรูปที่ 2.4 เซต A มีสมาชิกคือ $\{1,2,3\}$ และเซต B มีสมาชิก $\{1,2,3,4,5\}$ ซึ่งจะพบว่าสมาชิกทุกตัวของเซต A เป็นสมาชิกของเซต B แสดงว่ารูปที่ 2.4 เซต A เป็นสับเซต B ส่วนในรูปที่ 2.3 เซต A มีสมาชิก คือ $\{1,2,3\}$ เซต B มีสมาชิกคือ $\{1,2,3\}$ เช่นกัน ซึ่งก็ยังพบว่าเซต A เป็นสับเซต B หรือเซต B เป็นสับเซต A ก็ได้ ส่วนในนิยามของการเป็นสับเซตแท้ของเซต A เป็นสับเซตแท้ของ เซต B ย่อมจะพิจารณาได้ว่าเซตในรูปที่ 2.4 เซต A เป็นสับเซตแท้ของ B อันเนื่องจากเซต A ไม่เท่ากับเซต B แต่ในรูปที่ 2.3 เซต A ไม่เป็นสับเซตแท้ของ B เนื่องมาจากเซต A เท่ากับ เซตB

2.1.6 ปฏิบัติการพื้นฐานของเซต (OPERATIONS ON CRISP SET)

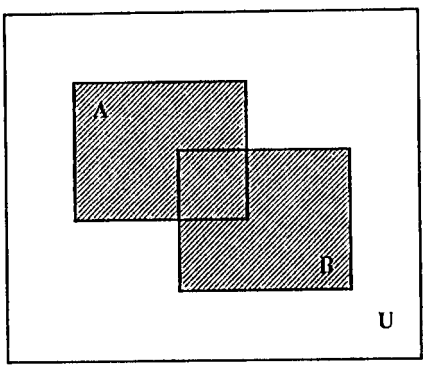
กำหนดให้เซต A และ เซต B เป็นเซตในเอกภพสัมพันธ์ U โดยมีสมาชิก u เป็นสมาชิกทั้งหมดในเอกภพสัมพัทธ์ ซึ่งสามารถแสดงการกระทำทางเซตได้ดังนี้

ก. UNION $(A \cup B) = \{u|u \in A \text{ or } u \in B\}$

โดยที่ u|u หมายถึง uโดยที่ u

ซึ่งความหมายโดยรวมหมายความว่า สมาชิกทุกตัวที่เป็นสมาชิกของเซต A หรือ เป็นสมาชิกของเซต B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



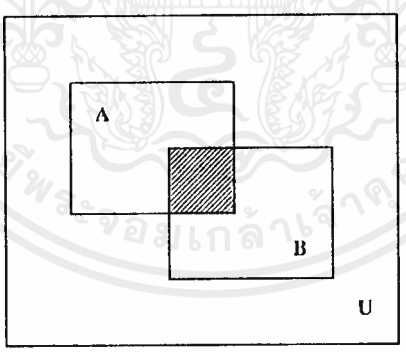
รูปที่ 2.5 แสดงการยูเนียน

จากรูปที่ 2.5 จะได้สมาชิกที่อยู่ในเซต A หรือเซต B ก็ได้ ซึ่งสามารถแสดงสมาชิกที่ได้จากการยูเนี่ยนด้วยส่วนที่แรเงาดังรูปที่ 2.5

ข. INTERSECTION $(A \cap B) = \{u | u \in A \text{ and } u \in B\}$

โดยที่ u|u หมายถึง u โดยที่ u

ซึ่งความหมายโดยรวมหมายความว่า สมาชิกที่จะต้องเป็นทั้งสมาชิกของเซต A และเซต B



รูปที่ 2.6 แสดงการอินเตอร์เซกชั่น

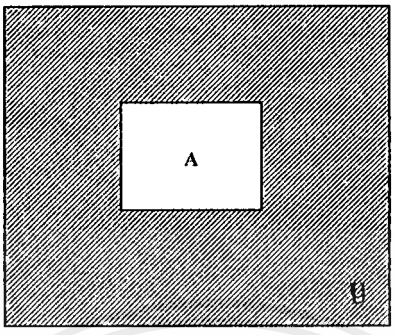
จากรูปที่ 2.6 เซต A อินเตอร์เซกชั่นเซต B จะได้สมาชิกของ u ที่เป็นสมาชิกของเซต A และต้องเป็นสมาชิกของเซต B ด้วย ซึ่งแสดงสมาชิกของ u ในส่วนที่แรเงา

ค.COMPLEMENT $\overline{A} = \{u | u \notin A, u \in U\}$

โดยที่ u|u หมายถึง u โดยที่ u

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งความหมายโดยรวมหมายความว่า เซตที่มี u เป็นสมาชิก โดยที่ u ไม่ได้เป็นสมาชิกของเซต A แต่ u เป็นสมาชิกของเอกภพสัมพัทธ์



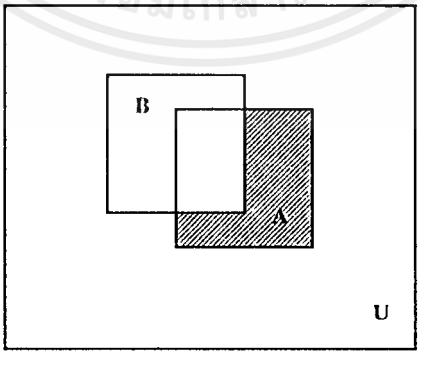
รูปที่ 2.7 แสดงการคอมพลีเมนต์

จากรูปที่ 2.7 การคอมพลีเมนต์ของเซต A จะได้สมาชิก u ที่เป็นสมาชิกของเอกภพสัมพัทธ์ แต่ไม่เป็นสมาชิกของเซต A

ง. DIFFERENCE $A/B = \{u|u \in A \text{ and } u \notin B\}$

โดยที่ u|u หมายถึง u โดยที่ u

ซึ่งความหมายโดยรวมหมายความถึง เซตที่มีสมาชิก u เป็นสมาชิก โดยมี u ต้องเป็นสมาชิกของเซต A แต่ต้องไม่เป็นสมาชิกของเซต B



รูปที่ 2.8 แสดงการดิฟเฟอร์เรนท์

จากรูปที่ 2.8 แสดงถึงเซตที่มี u เป็นสมาชิก โดยมี u เป็นสมาชิกของเซต A แต่ u ไม่ได้เป็นสมาชิกของเซต B ซึ่งแสดงในส่วนที่แรเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 คุณสมบัติของเซต (PROPERTIES OF CRISP SET)

กำหนดให้

A,B,C เป็นเซตในเอกภพสัมพัทธ์ U

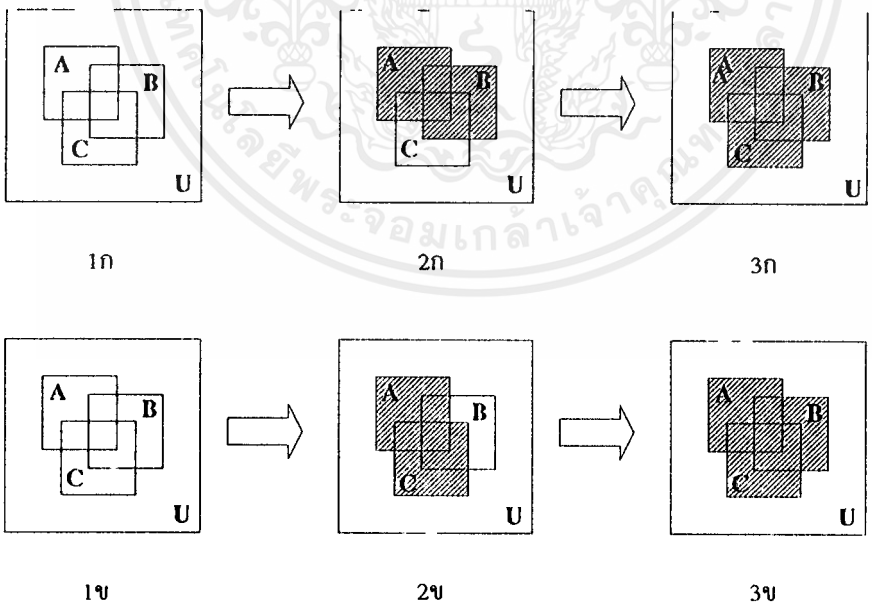
U เป็นเอกภพสัมพัทธ์

ก. COMMUTATIVITY $A \cup B = B \cup A$ (union)

$A \cap B = B \cap A$ (intersection)

จากรูปที่ 2.5 แสดงการยูเนี่ยนจึงจะพบว่าไม่ว่าเซต A ยูเนี่ยนเซต B หรือเซต B ยูนียนเซต A ก็ยังหมายความรวมถึงสมาชิกทั้งหมดที่อยู่ทั้งใน A และ B ซึ่งก็ยังคงได้ส่วนที่แรเงา ส่วนในรูปที่ 2.6 ก็ยังคงพบว่าไม่ว่าเซต A อินเตอร์เซกชั่นเซต B หรือเซต B อินเตอร์เซกชั่นเซต A ค่าของการอินเตอร์เซกชั่นยังคงต้องเป็นค่าที่อยู่ทั้งในสมาชิกของเซต A และสมาชิกของเซต B ซึ่งก็แสดงได้ในส่วนที่แรเงาเช่นกัน

ข.ASSOCIATIVITY $C \cup (A \cup B) = (C \cup A) \cup B$ (union)



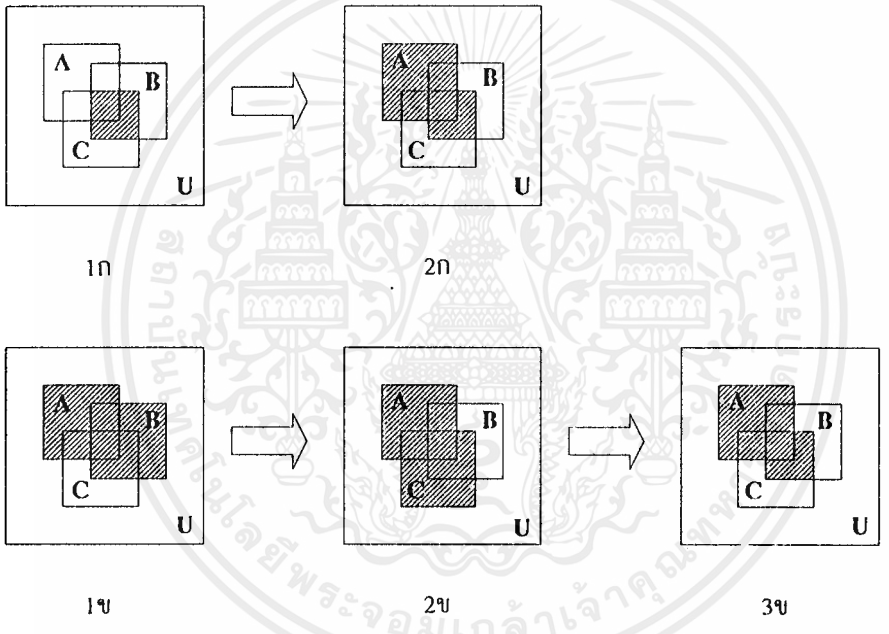
รูปที่ 2.9 แสดงคุณสมบัติ ASSOCIATIVITY $C \cup (A \cup B) = (C \cup A) \cup B$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.9 ถ้าเริ่มต้นที่เซต A,B,C, ไม่ว่าจะเริ่มทำการยูเนี่ยนเซตคู่ใดก่อน ก็จะมีผลทำให้คำตอบสุดท้ายเท่ากัน ในรูปที่ 2.9 (ก) จะเป็นการกระทำ $C \cup (A \cup B)$ โดยเริ่มจาก 2.9(2ก) จะกระทำ $A \cup B$ ก่อนแล้วจึงจะนำมาทำการยูเนี่ยนอีกทีหนึ่งกับ C ส่วนในรูป 2.9(ข) จะกระทำ $(C \cup A) \cup B$ โดยเริ่มที่กระทำ $C \cup A$ แล้วจึงทำการยูเนี่ยนกับ B ทำให้ได้ผลลัพธ์ครั้งสุดท้ายของการยูเนี่ยนเท่ากันดังแสดงในรูปที่ 2.9 (3ก),(3ข)

ค. DISTRIBUTIVITY $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$ (union $\rightarrow$ intersection)

$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ (intersection $\rightarrow$ union)

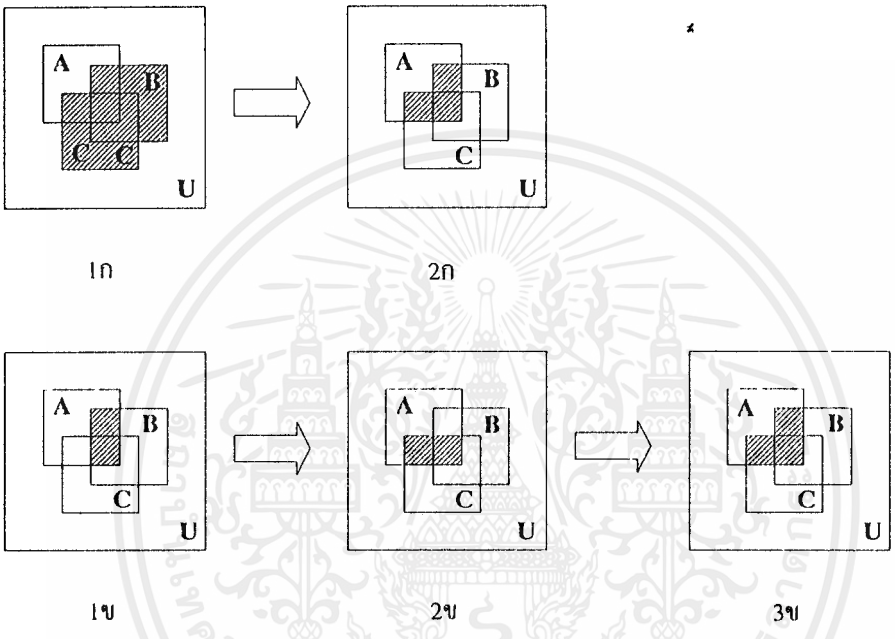


รูปที่ 2.10 แสดงคุณสมบัติ DISTRIBUTIVITY $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

จากคุณสมบัติ DISTRIBUTIVITY $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$ แสดงได้ในรูปที่ 2.10 ซึ่งจะได้พบว่าไม่ว่าจะนำเซต B มาอินเตอร์เซกชั่น กับเซต C ก่อนแล้วจึงนำไปทำการยูเนียนกับเซต A ก็จะได้ผลคำตอบสุดท้ายเท่ากับการที่นำค่าของเซต A มายูเนี่ยนกับเซต B และนำค่าเซต A มายูเนี่ยนกับเซต C อีกทีหนึ่ง และจึงนำผลของ $A \cup B$ และ $A \cup C$ มาทำการอินเตอร์เซกชั่น ก็ยังทำให้คำตอบสุดท้ายมีค่าเท่ากับการนำ $A \cup (B \cap C)$ ส่วนในรูปที่ 2.11 แสดงคุณสมบัติ DISTRIBUTIVITY ของ $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ ก็จะพบว่าการนำเซต B มายูเนี่ยนกับเซต C และจึงนำค่าที่ได้มาอินเตอร์เซกชั่นกับเซต A จะมีค่าสุดท้ายเท่ากับการนำเซต A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

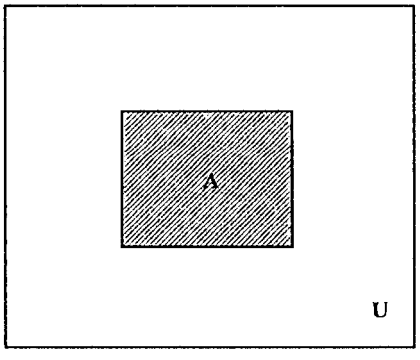
มาอินเตอร์เซกชั่นกับเซต B และนำเซต A มาอินเตอร์เซกชั่นกับเซต C แล้วจึงนำผลของ $A \cap B$ มาอินเตอร์เซกชั่นกับ $A \cap C$ ซึ่งลำดับการกระทำของเซตตามเงื่อนไขต่างๆ แสดงได้ โดย รูปที่ เป็น อักษร ก จะเป็นการแสดงการ กระทำของ $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$ โดยการกระทำเรียงลำดับจาก 1, 2, 3, ส่วนในรูปที่เป็น อักษร ข จะเป็นการแสดงการกระทำ $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ โดยเรียงลำดับจาก 1 , 2 , 3 เช่นกัน



รูปที่ 2.11 แสดง DISTRIBUTIVITY $(A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$

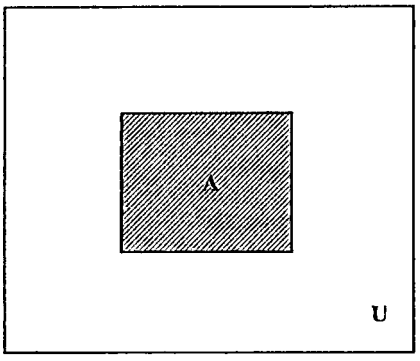
ง. IDEMPOTENCY $A \cup A = A$

$A \cap A = A$



รูปที่ 2.12 แสดงคุณสมบัติ IDEMPOTENCY $A \cup A = A$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

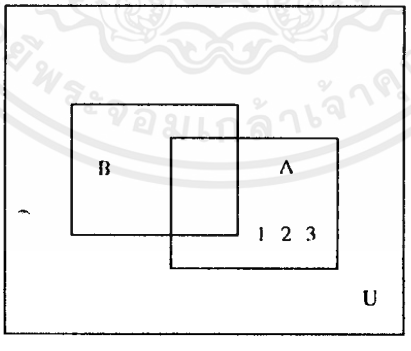


รูปที่ 2.13 แสดงคุณสมบัติ IDEMPOTENCY $A \cap A = A$

จากรูปที่ 2.12 แสดงคุณสมบัติ IDEMPOTENCY ในส่วนของ $A \cup A = A$ ซึ่งจะพบว่าถ้ามีเซต เดียวในเอกภพสัมพัทธ์ ถ้านำคุณสมบัติของการยูเนี่ยน หรือการอินเตอร์เซกชั่น ดังรูปที่ 2.13 ก็จะทำให้ได้คำตอบเท่ากับเซตนั้น

จ. IDENTITY

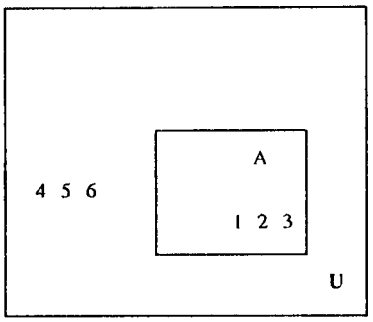
$$A \cup \varnothing = A$$
$$A \cap U = A$$
$$A \cap \varnothing = \varnothing$$
$$A \cup U = U$$



รูปที่ 2.14 แสดงคุณสมบัติ IDENTITY $A \cup \varnothing = A$

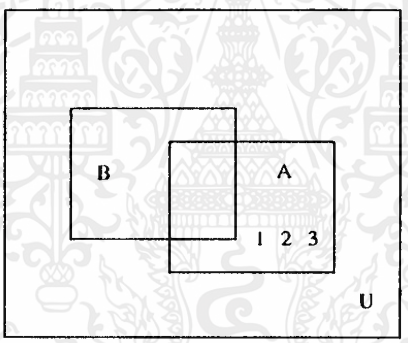
จากรูปที่ 2.14 กำหนดให้เซต A = { 1,2,3 } และเซต B = { } = $\varnothing$ คือเซต A มีสมาชิก $\{1,2,3\}$ และ B เป็นเซตว่าง ถ้านำเซต A มายูเนี่ยนกับเซต B ซึ่งเป็นเซตว่างก็ยังคงได้เซต A เพราะเซตว่างคือเซตที่ไม่มีสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงคุณสมบัติ IDENTITY $A \cap U = A$

จากรูปที่ 2.15 กำหนดให้เซต A มีสมาชิกเท่ากับ $\{1,2,3\}$ และเอกภพสัมพัทธ์มีสมาชิกเท่ากับ $\{1,2,3,4,5,6\}$ โดยเมื่อการอินเตอร์เซกชั่นระหว่างเซต A กับเอกภพสัมพัทธ์ จะทำให้ได้สมาชิกที่ซ้ำกัน คือ $\{1,2,3\}$ ซึ่งก็เท่ากับเซต A

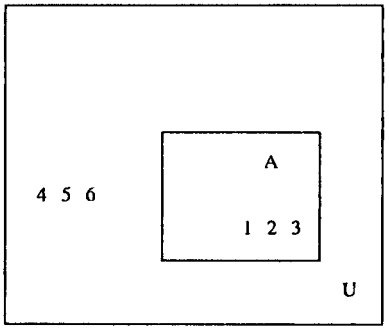


รูปที่ 2.16 แสดงคุณสมบัติ IDENTITY $A \cap \varnothing = \varnothing$

ในรูปที่ 2.16 ให้เซต A มีสมาชิกเท่ากับ $\{1,2,3\}$ และเซต B เป็นเซตว่าง เพราะฉนั้นการอินเตอร์เซกชั่นระหว่างเซต A กับเซต B จะไม่มีสมาชิกที่ซ้อนทับกัน เนื่องจากเซต B ไม่มีสมาชิกจึงทำให้ได้ค่าสุดท้ายเป็นเซตว่าง

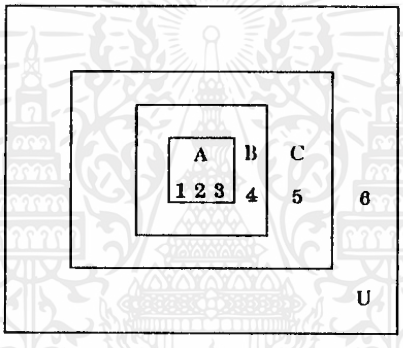
ในรูปที่ 2.17 ให้เซต A มีสมาชิกเท่ากับ {1,2,3} และเอกภพสัมพัทธ์มีสมาชิกเท่ากับ {1,2,3,4,5,6} เพราะฉนั้นการที่นำเซต A มายูเนี่ยนกับเอกภพสัมพัทธ์ก็จะทำให้ได้ค่าเซตสุดท้ายเป็นเซตที่มีสมาชิกทั้งของเซต A และเอกภพสัมพัทธ์ ซึ่งก็คือ เอกภพสัมพัทธ์ U นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงคุณสมบัติ IDENTITY $A \cup U = U$

ฉ. TRANSITIVITY IF $A \subseteq B \subseteq C$,THAN $A \subseteq C$



รูปที่ 2.18 แสดงคุณสมบัติ TRANSITIVITY

รูปที่ 2.18 จากคุณสมบัติของการเป็นสับเซต(หัวข้อ 2.1.5) ทำให้เราพบว่าเซต A เป็นสับเซตของเซต B และเซต B ก็เป็นสับเซตของเซต C ซึ่งก็จะพบว่าเซต A ก็มีคุณสมบัติเป็นสับเซตของเซต C ด้วย

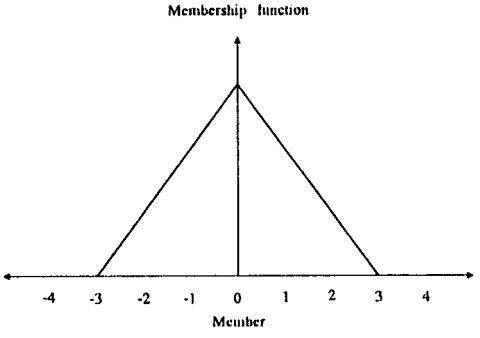
2.2 ทฤษฎีฟัซซี่เซต (Fuzzy set theory)

2.2.1ฟัซซี่เซต (Fuzzy set)

ฟัซซี่เซต คือ เซตของคู่อันดับ u และฟังก์ชันการเป็นสมาชิก $\mu_A(u)$ โดยที่ u เป็นสมาชิกใดๆ ของเอกภพสัมพันธ์ U และ A เป็นฟัซซี่เซต เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ดังนี้

$$A = \{(u, \mu_A(u)) \mid u \in U\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แสดงฟัซซี่เซต

จากรูปที่ 2.19 แสดงให้เห็นถึงฟัซซี่เซต โดยกำหนดให้เอกภพสัมพัทธ์ U มีสมาชิก $u = \{-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4\}$ ซึ่งจะพบว่ามีสมาชิก u แต่ละค่าจะมีค่าระดับการเป็นสมาชิกของสมาชิกค่านั้นๆ เป็นคู่ลำดับกันไป ซึ่งทำให้พิจารณาได้ว่า ฟัซซี่เซต จะไม่สามารถแยกแยะการเป็นสมาชิกแต่ละค่าจะมีค่าได้แต่จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 จึงทำให้ไม่สามารถกำหนดขอบเขตของเซตได้อย่างแน่นอนเหมือนกับเซตแบบเดิมที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1

2.2.2 ฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต (Membership Function of Fuzzy set : $\mu_A(u)$)

ฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต A ถูกนิยามให้มีค่าอยู่ภายในช่วง 0 ถึง 1 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\mu_A(u)$

โดยที่ ค่า $\mu_A(u)$ เป็นค่าที่ระบุความเป็นสมาชิกของ u ในฟัซซีเซต A

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า u ไม่มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่าน้อย แสดงว่า u มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A น้อย

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่ามาก แสดงว่า u มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A มาก

ถ้า $\mu_A(u)$ มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่า u มีความเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A อย่างสมบูรณ์

จะได้ว่า

$$\mu_A(u) \quad : \quad U \rightarrow [\,0,1\,]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การเท่ากันของฟัซซีเซต

ฟัซซี่เซต A จะเท่ากับฟัซซี่เซต B ก็ต่อเมื่อ สมาชิก u ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์ U มีค่า ฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต A เท่ากับค่าฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ A=B

$$(A=B) \leftrightarrow (\mu_A(u) = \mu_B(u) ; \forall u \in U)$$

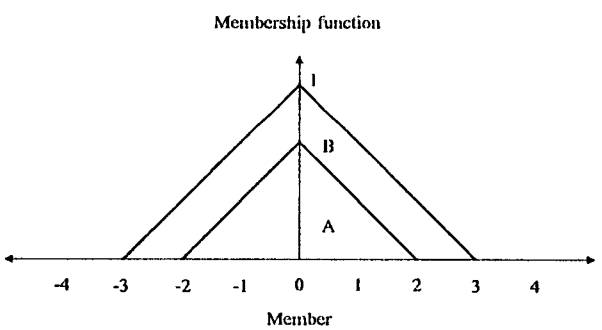
รูปที่ 2.20 แสดงการเท่ากันของฟัซซี่เซต A กับเซต B

จากรูปที่ 2.20 กำหนด U เป็นเอกภพสัมพัทธ์ u เป็นสมาชิกในเอกสัมพัทธ์ทั้งหมดมีค่า $\{-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4\}$ ฟัซซี่เซต A และเซต B อยู่ในเอกภพสัมพัทธ์เดียวกัน และสมาชิกแต่ละตัวที่มีค่าเดียวกันของฟัซซี่เซต A และฟัซซีเซต B จะมีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากัน ทุกๆ ค่าของสมาชิกแต่ละตัว ซึ่งแสดงว่าฟัซซี่เซต A เท่ากับฟัซซี่เซต B

2.2.4 การเป็นสับเซตของฟัซซี่เซต

ฟัซซี่เซต A จะเป็นสับเซตของฟัซซี่เซต B ก็ต่อเมื่อ สมาชิก u ทุกตัวในเอกภพสัมพัทธ์ U มีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต B เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $A \subset B$

$$(A \subset B) \leftrightarrow (\mu_A(u) \leq \mu_B(u) ; \forall u \in U)$$



รูปที่ 2.21 แสดงการเป็นสับเซตของฟัซซี่เซต

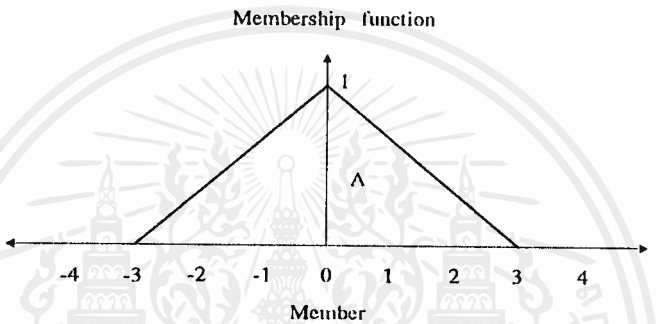
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 จะพบว่าระดับการเป็นสมาชิกของสมาชิก u ที่ค่าเดียวกันของทั้งฟัซซีเซต A และ B ค่าระดับการเป็นสมาชิกของ A จะมีค่าน้อยกว่า B ทุกๆ ค่าของสมาชิก u ซึ่งแสดงถึงการที่ A เป็นสับเซตของ B

2.2.5 ซัพพอร์ตของฟัซซีเซต (Support : S(A)

ซัพพอร์ตของฟัซซีเซต คือ เซตของสมาชิก u ในเอกภพสัมพัทธ์ U ที่มีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตมากกว่า 0 เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ดังนี้

$$S(A) = \{ | u \in U | \mu_A(u) > 0 | \}$$

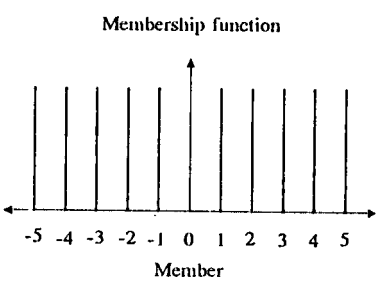


รูปที่ 2.22 แสดงซัพพอร์ตของฟัซซีเซต

จากรูปที่ 2.22 ฟัซซีเซต A มีคุณสมบัติกับซัพพอร์ตเซต เมื่อค่าสมาชิก u ที่มากกว่า -3 แต่น้อยกว่า 3 มีระดับการเป็นสมาชิกมากกว่า 0 แต่ถ้าตำแหน่งที่สมาชิก u มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 จะไม่เป็นซัพพอร์ตเซต

2.2.6 ฟัซซีซิงเกิลตัน (Fuzzy Singiction)

ฟัซซีซิงเกิลตัน คือ ฟัซซีเซตที่มีซัพพอร์ตของเซตมีสมาชิกเพียงตัวเดียวและมีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1



รูปที่ 2.23 แสดงฟัซซี่ซิงเกิลตัน

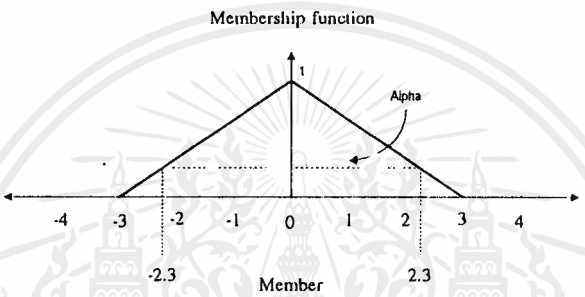
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038494

จากรูปที่ 2.23 จะพบว่าสมาชิกของแต่ละเซตจะมีค่าเดียว และจะต้องมีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับหนึ่งด้วย

2.2.7 เซต α -Level ของฟัซซีเซต (A_α)

เซต α -Level ของฟัซซีเซต A คือ เซตของสมาชิก u ในเอกภพสัมพัทธ์ U ที่มีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A มากกว่าหรือเท่า α เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ดังนี้

$$A_\alpha = \{ [u \in U \mid \mu_A(u) \geq \alpha] \}$$



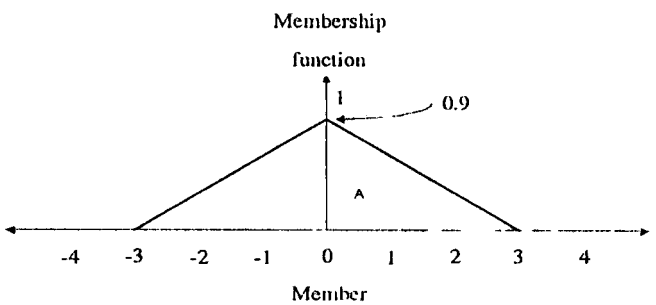
รูปที่ 2.24 แสดง α - Level ของฟัซซีเซต

จากรูปที่ 2.24 จะพบว่า α level ของฟัซซีเซต A จะมีสมาชิกอยู่ในช่วงมีมากกว่า -2.3 แต่น้อยกว่า 2.3 ซึ่งเป็นช่วงที่มีระดับการเป็นสมาชิมากกว่าระดับ α

2.2.8 ความสูงของฟัซซีเซต (Height of Fuzzy set)

ความสูงของฟัซซีเซต A คือ ค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกสูงสุดของฟัซซีเซต A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ hgt (A)

$$\text{hgt}(A) = \underset{u \in U}{\text{MAX}} \ \mu_A(u)$$



รูปที่ 2.25 แสดงความสูงของฟัซซีเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.25 จะพบว่าค่าสูงสุดของฟังก์ชัน การเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A มีค่าเท่ากับ 0.9 ซึ่งแสดงว่า ความสูงของฟัซซีเซต A มีค่าเท่ากับ 0.9

2.2.9คุณสมบัติของนอมอลไลซ์ฟัซซีเซต (Normalization)

ฟัซซีเซต A จะมีคุณสมบัติการนอมอลไลซ์ก็ต่อเมื่อ ฟัซซีเซต A มีความสมบูรณ์เท่ากับ 1

$$A \text{ is Normalized} \leftrightarrow \text{hgt}(A) = 1$$

รูปที่ 2.26 (ก) แสดงคุณสมบัติการนอมอลไลซ์ฟัซซีเซต
รูปที่ 2.26 (ข) แสดงฟัซซีเซตที่ไม่มีคุณสมบัติการนอมอลไลซ์

จากรูปที่ 2.26 (ก) แสดงการนอมอลไลซ์ฟัซซีเซตนั้นมาจากมีสมาชิกที่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 ส่วนในรูปที่ 2.26 (ข) จะไม่มีคุณสมบัติการนอมอลไลซ์ เนื่องจากสมาชิกไม่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1

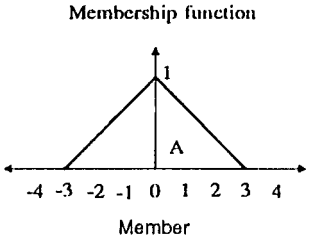
2.2.10คุณสมบัติการคอนเวกซ์ของฟัซซีเซต (CONVEXITY)

ฟัซซีเซต A จะมีคุณสมบัติการคอนเวกซ์ ก็ต่อเมื่อ ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของ A สอดคล้องตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

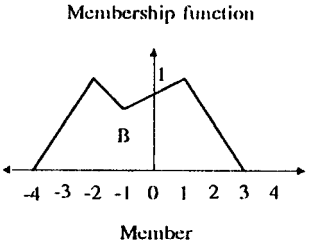
$$A \text{ is Convexity} \leftrightarrow \mu_A(\lambda u_1 + (1-\lambda)u_2) \geq \min\{\mu_A(u_1), \mu_A(u_2)\};\ u_1, u_2 \in U,\ \lambda \in [0,1]$$

จากรูปที่ 2.27 (ก) ฟัซซีเซต A จะมีคุณสมบัติของการคอนเวกซ์ก็ต่อเมื่อฟัซซีเซต มีค่าระดับการเป็นสมาชิกที่มีค่าสูงสุดเพียงค่าเดียวโดยไม่จำเป็นต้องมีความสูงเท่ากับ 1 ส่วนในรูป 2.27 (ข) จะมีความสูงของระดับการเป็นสมาชิกสูงสุดมากกว่า 1 ค่า จึงไม่มีคุณสมบัติการคอนเวกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก



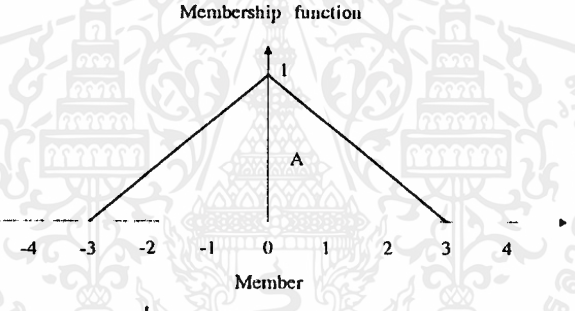
ข

รูปที่ 2.27 (ก) แสดงการคอนเวกซ์ของฟัซซีเซต

รูปที่ 2.27 (ข) แสดงฟัซซีเซตที่ไม่มีคุณสมบัติการคอนเวกซ์

2.2.11ฟัซซีนัมเบอร์(Fuzzy Number)

ฟัซซีนัมเบอร์ คือ ฟัซซีเซตที่มีคุณสมบัติการนอมอลไลซ์และการคอนเวกซ์



รูปที่ 2.28 แสดงฟัซซีนัมเบอร์

จากรูปที่ 2.28 จะพบว่าฟัซซีนัมเบอร์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อจะต้องมีคุณสมบัติการนอมอลไลซ์ ก็คือ คือค่าสูงสุดของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกจะต้องมีค่าเท่ากับ 1 และจะต้องมีคุณสมบัติการคอนเวกซ์ คือ จะต้องมีค่าสูงสุดของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกค่าเดียว ซึ่งเมื่อนำทั้งสองคุณสมบัติการรวมกัน จะได้คุณสมบัติของฟัซซีนัมเบอร์ คือจะต้องมีคุณสมบัติมีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกสูงสุดเท่ากับ 1 และจะต้องมีเพียงค่าเดียวในเซตนั้นๆ

2.2.12 คาร์ดินาลิตีของฟัซซีเซต (Cardinality)

สกาลาร์คาร์ดินาลิตี (Scalar Cardinality) ของฟัซซีเซต A บนเอกภพสัมพัทธ์ U คือ ผลบวกของค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของ u ทุกตัวในฟัซซีเซต A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ดังนี้

$$|A| = \sum_{u \in U} \mu_A(u)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

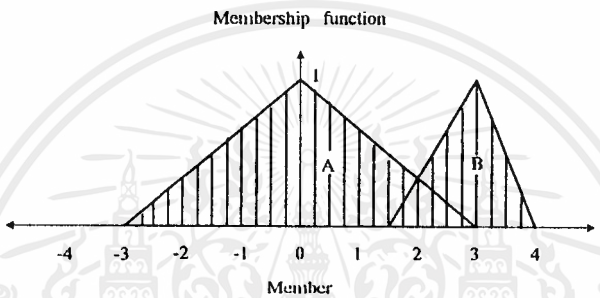
คาร์ดินาลิตีสัมพัทธ์ (Relation Cardinality) ของฟัซซี่เซต A บนเอกภพสัมพัทธ์ U คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสกาลาร์คาร์ดินาลิตีของฟัซซีเซต A กับ ค่าสกาลาร์คาร์ดินาลิตีของเอกภพสัมพัทธ์ U เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ดังนี้

$$||A|| = |A| / |U|$$

2.2.13 ปฏิบัติการพื้นฐานของฟัซซีเซต (Fuzzy set operations)

กำหนดฟัซซีเซต A,B ในเอกภพสัมพัทธ์ U แสดงการกระทำ ดังนี้

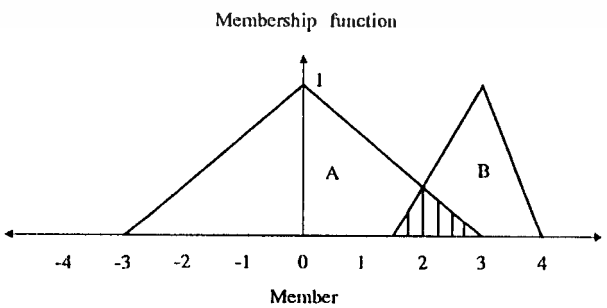
ก. Union $\mu_A \cup \mu_B(u) = \mu_A(u) \vee \mu_B(u)$



รูปที่ 2.29 แสดงการยูเนียนของฟัซซีเซต

จากรูปที่ 2.29 แสดงการยูเนียน ของฟัซซีเซต A กับฟัซซีเซต B โดยผลที่ได้คือ พื้นที่แรเงาทั้งหมด

ข. Intersection $\mu_A \cap \mu_B(u) = \mu_A(u) \wedge \mu_B(u)$



รูปที่ 2.30 แสดงการอินเตอร์เซกชั่น

จากรูปที่ 2.30 ค่าที่ได้จากการอินเตอร์เซกชั่นคือส่วนที่แรเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ฟัซซี่ลอจิก

3.1 ตัวแปรลิงกวิสติก (Linguistic Variable)

ตัวแปรลิงกวีสติกคือตัวแปรทางภาษา เหตุที่เรียกว่าตัวแปรทางภาษาก็อันเนื่องมาจาก มีการใช้ตัวแปรนี้มาแทนความรู้สึกของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งที่บอกขอบเขตที่แน่นอนไม่ได้ โดยสามารถนิยามตัวแปลลิงกวิสติก "Truth" ดังสมการต่อไปนี้

T(Truth) = {not true , very ture , not very ture , ..., not false , very false , not very false ,.....}

- นิยามเทอมปฐม(primary term) ของตัวแปลลิงกวิสติก "Truth" คือ "true" และ "false"
- นิยามส่วนขยาย(modifier or hedge) ของตัวแปลลิงกวีสติก คือ not , very , not very , ...,
- นิยาม T คือ ตัวแปรลิงกวีสติก

ซึ่งจากนิยามทั้งหมดข้างต้น สามารถที่จะยกตัวอย่างตัวแปรลิงกวีสติก หรือความรู้สึกของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันเป็นสมการได้ดังนี้

ถ้ามองที่ผิวของคนๆหนึ่งสมมุติว่าชื่อสมชาย จะพบว่าแต่ละความรู้สึกของคนอื่นๆที่มองดูที่ผิวของสมชายแล้วบอกถึงสีที่ไม่ตรงกัน แต่สามารถที่จะแบ่งได้กว้างๆว่าเป็นสีขาว และ สี ดำ ฉนั้นจึงสามารถที่จะกำหนดให้

- เทอมปฐม(primart term) ของตัวแปรลิงกวีสติก "ผิว" คือ "ขาว" และ "ดำ"

และเมื่อมองความรู้สึกของคนเหล่านั้น สามารถที่จะแยกความรู้สึกย่อยออกไปได้ว่า ขาวมากๆ , ขาวมาก , ขาว , ดำ , ดำมาก , ดำมากๆ ซึ่งจากข้อความตรงนี้เองที่สามารถกำหนดส่วนขยายของตัวแปรลิงกวีสติกได้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●ส่วนขยาย(modifier or hedge)ของตัวแปรลิงกวีสติก คือ มากๆ , มาก , ไม่รู้สึกมากหรือน้อย

ซึ่งสามารถที่จะนำมาเขียนเป็นตัวแปรลิงกวีสติกได้ดังนี้

● T(ผิว) = {ขาวมากๆ , ขาวมาก , ขาว , ดำ , ดำมาก , ดำมากๆ}

ซึ่งจากนิยามและตัวอย่างทั้งหมดจะสามารถนำไปใช้กำหนดฟัซซี่เซตได้ โดยจะกำหนดได้เป็นเซตของ ขาวมากๆ , ขาวมาก , ขาว , ดำ , ดำมาก , ดำมากๆ ซึ่งรูปร่างของเซตจะต้องใช้ความชำนาญหรือข้อมูลทางสถิติมาใช้เป็นตัวกำหนดว่าช่วงของแต่ละเซตว่าควรมีค่าระดับการเป็นสมาชิกเท่าใดซึ่งจะทำให้เกิดรูปร่างของเซตนั้นขึ้นมา

3.2 ทฤษฎีตรรกศาสตร์แบบเดิม

ทฤษฎีตรรกศาสตร์ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของการหาข้อสรุปโดยใช้เหตุผล ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ค่าความจริง (truth value) การปฏิบัติการ (vocabulary) และวิธีการหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผล (reasoning procedure) ในตรรกศาสตร์บูลีนได้นิยามส่วนประกอบแต่ละส่วนประกอบดังนี้

3.2.1 ค่าความจริงของประพจน์ในตรรกศาสตร์บูลีน

นิยามของประพจน์ คือ ข้อความที่บ่งบอกได้ว่าสิ่งที่สนใจอยู่นั้นเป็นความจริงหรือเท็จโดยที่ประพจน์ในตรรกศาสตร์บูลีน จะมีค่าความจริงเท่ากับ 0 เมื่อประพจน์เป็นเท็จ

จะมีค่าความจริงเท่ากับ 1 เมื่อประพจน์เป็นจริง

3.2.2 ปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์บูลีน

ปฏิบัติการทางตรรกศาสร์บูลีน คือ การกระทำทางลอจิกของประพจน์ซึ่งผลของการกระทำจะแสดงออกมาในรูปของค่าความจริงของประพจน์โดยตัวกระทำพื้นฐานมีดังนี้

ตัวกระทำ	“และ”	ใช้สัญลักษณ์	$\wedge$
ตัวกระทำ	“หรือ”	ใช้สัญลักษณ์	$\vee$
ตัวกระทำ	“ถ้า.....แล้ว”	ใช้สัญลักษณ์	$\rightarrow$
ตัวกระทำ	“....ก็ต่อเมื่อ.....”	ใช้สัญลักษณ์	$\leftrightarrow$
ตัวกระทำ	“ตรงข้าม”	ใช้สัญลักษณ์	$\neg$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผล

การหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผลโดยใช้ทฤษฎีตรรกศาสตร์แบบเดิม จะใช้สัจจนิรันดร์ (tautogy) สำหรับเป็นพื้นฐานในการหาข้อสรุป

โดยนิยามของสัจจนิรันดร์ คือ ประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นจริงเสมอตัวอย่างสัจจนิรันดร์ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผล(forward data - driven) แสดงดังนี้

modus ponens : $(A \wedge (A \rightarrow B)) \rightarrow B$

ซึ่งจากเงื่อนไขของ modus ponens สามารถอธิบายได้ดังนี้

modus ponens เป็นพื้นฐานของการหาข้อสรุป โดยการแจกแจงจากเหตุสู่ผล ของตรรกศาสตร์แบบเดิม โดยการแจกแจงจากเหตุสู่ผล

กำหนดให้

A แทน หลักฐาน(Premise)ที่หาได้

B แทน ข้อสรุป(Conclusion)ที่ได้

ซึ่งสามารถเขียนการแจกแจงจากเหตุสู่ผลได้คือ IF A THEN B หรือ $A \rightarrow B$

หรือ

A	หลักฐาน(Premise)
$A \rightarrow B$	การแจงเหตุสู่ผล(Implication)
B	ข้อสรุป(Conclusion)

ซึ่งมีความหมายว่า ถ้ามีเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นเป็นเหตุการณ์ A ที่เหมือนกับเหตุการณ์ A ที่อยู่ใน $(A \rightarrow B)$ แล้ว ผลของการเกิดเหตุการณ์นี้จะได้ผลลัพเท่ากับ B แต่ถ้าเหตุการณ์ที่เกิดไม่เหมือนกับเหตุการณ์ A ที่อยู่ใน $(A \rightarrow B)$ แล้วผลลัพธ์ที่ได้จะไม่เท่ากับ B ซึ่งเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงการหาข้อสรุปจากเหตุที่เกิดไปสู่ผลที่จะได้

3.3 ทฤษฎีฟัซซีลอจิก

ฟัซซีลอจิกเป็นทฤษฎีทางตรรกศาสตร์ ที่ขยายมาจากทฤษฎีตรรกศาสตร์หลายค่า (multivalued logic) โดยนิยามค่าความจริงของประพจน์เป็นตัวแปรลิงกวิสติก ได้มีการนิยามการปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์สำหรับฟัซซีลอจิกไว้ต่างๆ กัน ในปริญญานิพนธ์นี้ จะอ้างอิงนิยามดั้งเดิมของ Zadeh

3.3.1ค่าความจริงของประพจน์ในทฤษฎีฟัซซี่ลอจิก

กำหนดให้ v(A) เป็นฟัซซี่เซตในเอกภพสัมพัทธ์ V

โดย v(A) จะแทนค่าความจริงของประพจน์ A

ซึ่ง V จะแทนเอกภพสัมพัทธ์ โดย V = [0.,1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้หมายความว่าประพจน์ A จะมีค่าความจริงอยู่ในช่วงของเอกภพสัมพัทธ์คือ 0 ถึง 1 ซึ่งต่างจากประพจน์ของเซตแบบเดิมที่มีค่า 2 ค่าคือ 0 และ 1

จะได้ว่า $v(A) = \{(v_i,\mu_i) \mid i = 1,2,.....,n ; v_i \in [0,1]\}$

$v(\text{not } A) = 1\text{-}v(A) = \{(1\text{-}v_i,\mu_i) \mid i = 1,2,.....,n ; v_i \in [0,1]\}$

3.3.2 การหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผลโดยใช้ทฤษฎีฟัซซีลอจิก

การหาข้อสรุปตามหลักการเหตุผล โดยใช้ทฤษฎีฟัซซีลอจิก จะเป็นการขยายนิยามของสัจจนิรันดร์ที่ใช้ในตรรกศาสตร์แบบเดิม เพื่อใช้หาข้อสรุปตามหลักการเหตุผลของประพจน์ที่เป็นฟัซซีเซต โดยนำการขยายนิยามของ Modus Ponens สำหรับฟัซซีลอจิก เรียกว่า Generalized Modus Ponens : GMP

- Generalized Modus Ponens คือ การหาข้อสรุปจากเหตุไปหาผล (forward data - driven) ซึ่งการหาข้อสรุปของฟัซซี่โดยนำหลักการของในตรรกศาสตร์แบบเดิมมาใช้นั้น จะมีหลักการคล้ายกันคือ

กำหนดให้ A1 แทนหลักฐานแบบฟัซซี่(Fuzzy Premise)

$A2 \rightarrow B$ แทนการแจงเหตุสู่ผลแบบฟัซซี่(Fuzzy Implication)

$A1 \circ (A2 \rightarrow B)$ แทนข้อสรุปแบบฟัซซี่(Fuzzy Conclusion)

ซึ่งจากข้อกำหนดข้างต้นมีความหมายว่าเหตุการณ์ A1 ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นหลักฐานแบบฟัซซี่ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับเหตุการณ์ A2 ใน $(A2 \rightarrow B)$ ทุกประการณ์นั้นข้อสรุปแบบฟัซซี่จึงต้องทำการคอมโพสิชั่น(compositon (o))ระหว่าง A1 และ $(A2 \rightarrow B)$ จึงจะได้ข้อสรุปแบบฟัซซี่ออกมา

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีหลักฐานแบบฟัซซี่ (A2) กำหนดไว้ว่า ออกลูกเป็นไข่ และ อาศัยอยู่ในน้ำ จะได้ข้อสรุป (B) เป็น สัตว์น้ำ หรือสามารถเขียนแทนการแจกแจงเหตุสู่ผลแบบฟัซซี่ได้ว่า

ออกลูกเป็นไข่ และ อาศัยอยู่ในน้ำ $\rightarrow$ สัตว์น้ำ

ซึ่งถ้ามีเหตุการณ์ (A1) เกิดขึ้น คือ กบ จะ ออกลูกเป็นไข่ แต่ อาศัยอยู่ในน้ำบ้างบนบกบ้าง โดยถ้าเหตุการณ์ (A1) นี้เกิดขึ้นกับตรรกศาสตร์แบบเดิม จะได้ข้อสรุปออกมาว่า กบ ไม่ใช่สัตว์น้ำ เพราะมีเหตุการณ์ที่ A1 ไม่เหมือน A2 ทั้งหมด คือ ไม่ได้อาศัยอยู่ในน้ำตลอด เนื่องจากตรรกศาสตร์แบบเดิมมีข้อสรุปเพียง ข้อคือ ใช่ และ ไม่ใช่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าเหตุการณ์ข้างต้นเกิดกับฟัซซี่ลอจิก ข้อสรุปที่ได้จะต้องมาจาก การนำ A1 ไปทำการคอมโพสิชั่นกับ (A2 $\rightarrow$ B) เพราะ A1 และ A2 ไม่เหมือนกันทั้งหมด จึงทำให้ฟัซซี่ลอจิกไม่สามารถหาข้อสรุปได้ทันที อันเนื่องจากฟัซซี่ลอจิกมีข้อสรุปมากมายที่จะเป็นไปได้ เพราะค่าความจริงของฟัซซี่ลอจิกจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ไม่ใช่มีแค่ 0 และ 1 เหมือนอย่างในตรรกศาสตร์แบบเดิม ซึ่งเมื่อทำการคอมโพสิชั่นแล้ว ข้อสรุปที่ได้อาจจะมีค่าความจริงประมาณ 0.5 ซึ่งก็อาจสรุปได้ว่า กบเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ โดยค่าความจริงที่ได้ออกมาจากการคอมโพสิชั่น จะขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปร่างของเซต A1 , A2 และ B

3.4 ความสัมพันธ์ฟัซซี (Fuzzy Relation)

3.4.1 ผลคูณคาร์ทีเชียน (Cartesian product)

กำหนดให้ A_1 ,....,A_n เป็นฟัซซีเซตในเอกภพสัมพัทธ์ U_1,....,U_n

โดยที่ u_1,....,$u_n \in U_1$,....,U_n

ผลคูณคาร์ทีเชียนของ A_1 ,....,A_n คือ ฟัซซีเซตในเอกภพสัมพัทธ์ U_1 x....x U_n ที่มีฟังชั่นการเป็นสมาชิกดังนี้

$$\mu A1 \times \ldots \times An\,(u1, \ldots, un) = \min\{\mu A1(u1), \ldots, \mu An(un)\}$$

ตัวอย่าง ถ้า $A1 = \{(1,0.2), (2,0.5), (3,1.0), (4,0.6)\}$

$A2 = \{(4,0.1), (5,0.4), (6,0.9), (7,0.3)\}$

ผลคูณคาร์ทีเชี่ยน ของ A1 x A2 หาได้จาก

โดย $\mu A1 \times \mu A2 = \min\{\mu A1(u1), \mu A2(u2)\}$

โดย u1 , u2 แทนสมาชิกของเซต A1 และ A2 ตามลำดับ

ซึ่งจากรูปที่ 3.1 แสดงการหาความสัมพันธ์ ของ A1 x A2 ซึ่งในการหาความสัมพันธ์ดังในรูปจะใช้วิธีการคำนวณโดยใช้ผลคูณคาร์ทีเชี่ยน ซึ่งจะจับคู่ของระดับการเป็นสมาชิกทุกคู่ ซึ่งในแต่ละคู่จะเลือกใช้เฉพาะค่าที่มีค่าน้อยเป็นคำตอบ

A1 x A2 =

A1 \ A2	4	5	6	7
1	0.1	0.2	0.2	0.2
2	0.1	0.4	0.5	0.3
3	0.1	0.4	0.9	0.3
4	0.1	0.4	0.6	0.3

รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ฟัซซี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ความสัมพันธ์ฟัซซี่

กำหนดให้ R เป็นความสัมพันธ์ฟัซซี่จากเซต A ไปยังฟัซซี่เซต B

โดยที่ A เป็นฟัซซี่เซตในเอกภพสัมพัทธ์ U

และ B เป็นฟัซซี่เซตในเอกภพสัมพัทธ์ V

จะได้ว่า $R(uxv) = A \times B = \{((u,v),\mu R(u,v)) \mid (u,v) \in U \times V\}$

$$\mu R(u,v) = \mu AxB(u,v) = \min\{\mu A(u),\mu B(v)\} \quad \text{min - intersection}$$

โดยที่ min - intersection คือการปฏิบัติการอินเตอร์เซ็กชั่นของฟัซซี่ โดยจะมีหลักการปฏิบัติการ คือ จะทำการเลือกค่าระดับการเป็นสมาชิกที่มีค่าต่ำสุด ที่อยู่ในขอบเขตที่พิจารณา

ตัวอย่างเช่น ถ้ามีกลุ่มเซตกลุ่มหนึ่งประกอบด้วย เซต A และ เซต B ที่อยู่ในขอบเขตที่พิจารณาและมี u ใดๆ เป็นสมาชิกของเซต ทั้ง 2 ดังนั้นถ้ามีสมาชิก u ค่าใดค่าหนึ่งเกิดขึ้นแล้วทำให้ได้ระดับการเป็นสมาชิกของเซต A เท่ากับ 0.7 ($\mu A(u) = 0.7$) และระดับการเป็นสมาชิกของเซต B เท่ากับ 0.3 ($\mu B(u) = 0.3$) ซึ่งถ้ามีการนำข้อมูลที่เกิดขึ้นนี้มาทำ min - intersection จะสามารถเขียนได้ว่า $\min\{\mu A(u),\mu B(u)\}$ หรือ $\min\{0.7,0.3\}$ และจะได้คำตอบของการกระทำ min - intersection มีค่าเท่ากับ 0.3 เนื่องจากเป็นค่าที่ต่ำที่สุดของขอบเขตที่พิจารณาคือ 0.3 และ 0.7

โดยในการหาความสัมพันธ์ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ของ A1 x A2 โดยใช้วิธีการคำนวณโดยใช้ผลคูณคาร์ทีเซี่ยน ซึ่งส่งผลให้ได้ความสัมพันธ์ของสมาชิกแต่ละคู่ของเซต A1 และ A2

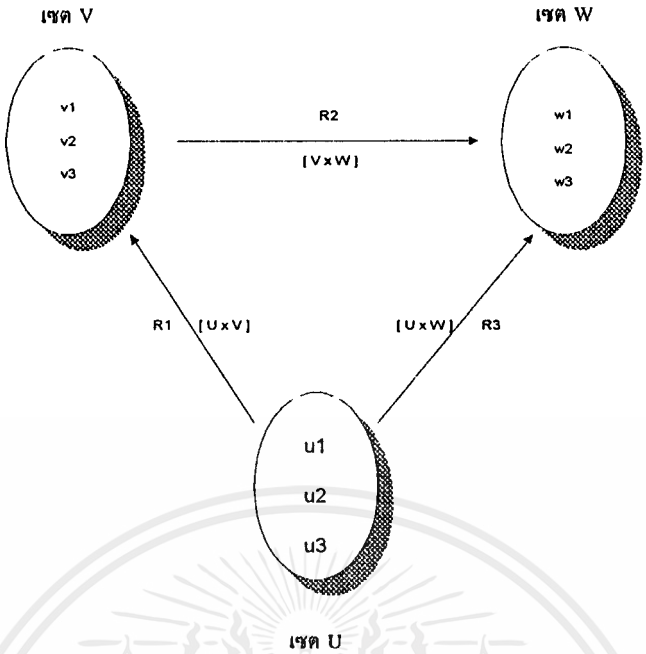
3.5 การคอมโพสิชันแบบฟัซซี (Fuzzy Composition)

กำหนดให้ $R_1(u,v)$ เป็นความสัมพันธ์จากเอกภพสัมพัทธ์ U ไป V โดยที่ $(u,v) \in UxV$

และ $R_2(v,w)$ เป็นความสัมพันธ์จากเอกภพสัมพัทธ์ V ไป W โดยที่ $(v,w) \in VxW$

การคอมโพสิชัน คือ ปฏิบัติการในการหาความสัมพันธ์ $R_3(u,w)$ จากความสัมพันธ์ที่ถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ $R_1(u,v)$ และ $R_2(v,w)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การคอมโพสิชั่นของความสัมพันธ์ฟัซซี่

กำหนดให้ $R_1(u,v)$ เป็นความสัมพันธ์ฟัซซี บนระนาบ U xV โดยที่ $(u,v) \in UxV$

$R_2(u,v)$ เป็นความสัมพันธ์ฟัซซี บนระนาบ VxW โดยที่ $(v,w) \in VxW$

การคอมโพสิชันของความสัมพันธ์ฟัซซีที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้และเป็นวิธีการที่นิยมมากที่สุดจะใช้วิธีของการ Max-Min Composition ซึ่งถูกนิยามดังนี

Max - Min Composition

$$R_3 = R_1 \circ R_2 = \left\{ \left((u,w), \max_{v \in V} \left\{ \min \left[\mu_{R1}(u,v), \mu_{R2}(v,w) \right] \right\} \right) \middle| u \in U, v \in V, w \in W \right\}$$

ซึ่งในการทำการคอมโพสิชั่นก็ยังมีวิธีการอื่นๆอีกที่ไม่ได้นำมาใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ซึ่งจะได้แสดงนิยามให้เห็นดังต่อไปนี้

Max - Product Composition

$$R_3 = R_1 * R_2 = \left\{ \left((u,w), \max_{v \in V} \left\{ \mu_{R1}(u,v) \cdot \mu_{R2}(v,w) \right\} \right) \middle| u \in U, v \in V, w \in W \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Max - Average Composition

$$R_3 = R_1 \text{ av } R_2 = \left\{ \left((u,w), \max_{v \in V} \left\{ \mu_{R1}(u,v) + \mu_{R2}(v,w)/2 \right\} \right) \middle| \, u \in U, v \in V, w \in W \right\}$$

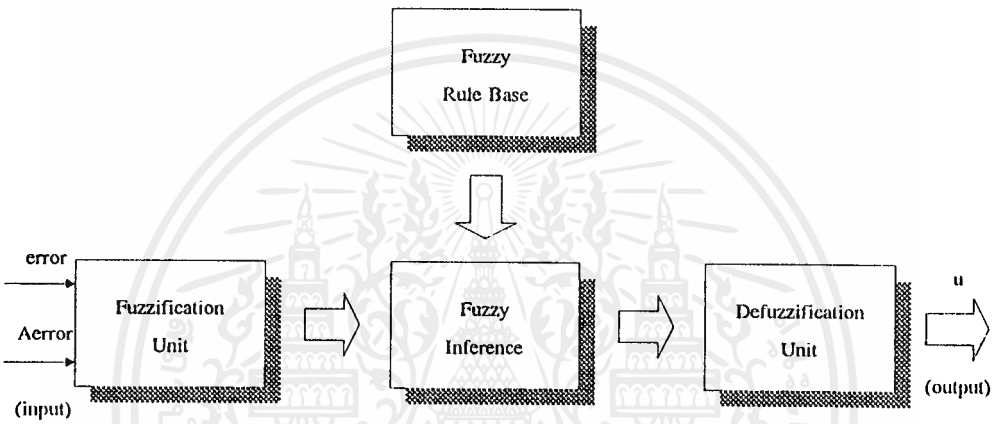
Min - Max Composition

$$R_3 = R_1 \bullet R_2 = \left\{ \left((u,w), \min_{v \in V} \left\{ \max \left[\mu_{R1}(u,v), \mu_{R2}(v,w) \right] \right\} \right) \middle| \, u \in U, v \in V, w \in W \right\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ตัวควบคุมฟัซซี่

โครงสร้างของตัวควบคุมฟัซซี่ประกอบด้วย 4 หน่วยคือ หน่วยฐานกฎการควบคุม (Fuzzy rule base) หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น (Fuzzification unit) หน่วยอินเฟอเรนซ์ (Interence unit) และดีฟัซซี่ฟิเคชั่น(Defuzification unit)ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งการทำงานของแต่ละหน่วยได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของตัวควบคุมฟัซซี่

4.1 ฐานกฎการควบคุมฟัซซี่ (Fuzzy Rule Base)

ฐานกฎการควบคุมฟัซซี่ เป็นหน่วยที่รวบรวมกฎการควบคุมแบบฟัซซี่ซึ่งอยู่ในรูปแบบ IF....THEN....

กำหนดให้ กฎการควบคุมอยู่ในรูปแบบดังนี้

$$\text{IF } x_1 \text{ is } X_1^k \text{ and ..... and } x_m \text{ is } X_m^k \text{ THEN } y \text{ is } Y^k$$

หรือ $$\text{IF } x \text{ is } X^k \text{ THEN } y \text{ is } Y^k \quad ; k = 1,2,....,M$$

โดยที่ x คือ ตัวแปรสถานะของกระบวนการ ซึ่งใช้เป็นอินพุทของตัวควบคุมฟัซซี่

$x = [x_1, ..., x_m]^T$

X^k คือ ฟัซซีเซตของตัวแปรอินพุท ในส่วนเหตุของกฎการควบคุม

$X^k = X_1^k \times ..... \times X_m^k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

m คือ จำนวนตัวแปรอินพุทของตัวควบคุม

y คือ ตัวแปรเอาต์พุทของตัวควบคุมฟัซซี่

Y^k คือ ฟัซซี่เซตของตัวแปรเอาต์พุทในส่วนผลของกฎการควบคุมที่ k

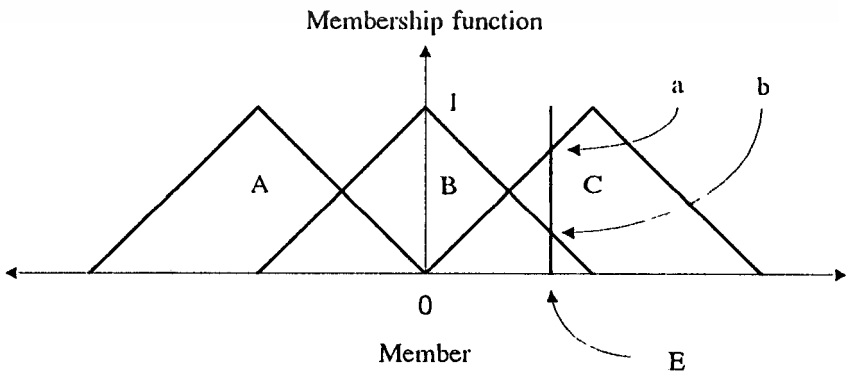
M คือ จำนวนกฎการควบคุมทั้งหมดในฐานกฎการควบคุม

ซึ่งจากคำจำกัดความในรูปสมการข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่ากฎการควบคุมจะถูกกำหนดตามเงื่อนไข ถ้า.....แล้ว เช่น ถ้า เจ็บคอ แล้ว จะเป็นไข้หวัด ซึ่งเงื่อนไขของกฎการควบคุมนี้จะถูกกำหนดมาจากสิ่งที่เคยพบมาหลายๆ ครั้งจนเกิดความเคยชินจนมีความรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่น่าจะเป็นไปได้สูงซึ่งเรียกว่าความชำนาญหรือประสบการณ์ซึ่งจุดตรงนี้เองที่จะนำไปเป็นหลักฐานในการหาข้อสรุปในส่วนของอินเฟอร์เรนท์ ซึ่งตัวอย่างของกฎการควบคุมที่อยู่ในรูปของสมการกฎการควบคุมแบบฟัซซี่ เช่น

IF input signal IS positive THEN output signal IS negative

4.2 การฟัซซี่ฟิเคชั่น (Fuzzification)

การฟัซซี่ฟิเคชั่น คือ กระบวนการหาค่าฟัซซี่เซตบนเอกภพสัมพัทธ์ U ของอินพุท เพื่อเป็นตัวแทนของอินพุท ซึ่งมีค่าเป็นตัวเลขสำหรับใช้เป็นอินพุทของระบบฟัซซี่ หรืออีกนัยหนึ่งคือการแปลงค่าตัวแปรของกระบวนการให้เป็นตัวแปรของฟัซซี่ โดยค่าของฟัซซี่จะเป็นค่าตัวเลขที่ได้จากฟัซซี่เซตบนเอกภพสัมพัทธ์ U ซึ่งการฟัซซิฟิเคชั่นจะสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยใช้ฟัซซี่ซิงเกิลตัน , การฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยใช้ฟัซซี่นัมเบอร์ , การฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยใช้ ไฮบริดนัมเบอร์ ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะในส่วนของการฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยใช้ ฟัซซี่ซิงเกิลตัน ซึ่งสามารถแสดงการกระทำได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 แสดงการฟัซซี่ฟิเคชั่นแบบซิงเกิลตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ E เป็นฟัซซี่ซิงเกิลตันซึ่งมี S(E) = {uo}

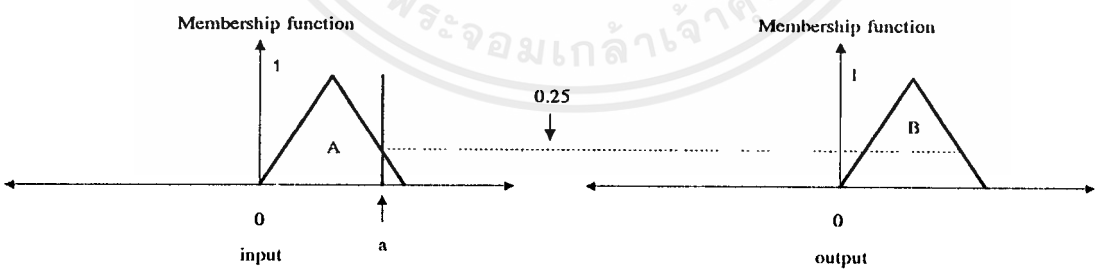
$\mu E(u) = 1 ; u = uo$

$\mu E(u) = 0 ; u \neq uo$

จากรูปที่ 4.2 สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าการหาฟัซซี่ฟิเคชั่นด้วยวิธีการใช้ฟัซซี่ซิงเกิลตันนั้น จะใช้หลักการการอินเตอร์เซกชั่นระหว่างกลุ่มเซตทางอินพุทที่ถูกกำหนดขึ้นกับเซตแบบซิงเกิลตันซึ่ง จากรูปจะเห็นได้ว่าได้กำหนดให้กลุ่มเซตทางอินพุทประกอบด้วยเซต A,B,C ซึ่งเป็นฟัซซี่เซตแบบฟัซซี่นัมเบอร์ และเซตที่จะถูกนำมาอินเตอร์เซกชั่นคือเซต E ซึ่งเป็นเซตแบบซิงเกิลตันซึ่งจะเกิดขึ้นในตำแหน่งที่มีอินพุทเข้ามา ซึ่งเมื่อทำการอินเตอร์เซกชั่นหรือการซ้อนทับกันจะทำให้เกิดจุดซ้อนทับกัน 2 จุด คือจุด a ซึ่งเป็นจุดที่เซต E ซ้อนทับกับเซต C และจุด b ซึ่งเป็นจุดที่เซต E ซ้อนทับกับเซต B ซึ่งทั้งจุด a และจุด b จะเป็นค่าระดับการเป็นสมาชิกที่จะนำมาใช้เป็นตัวแทนทางอินพุท

4.3 การอินเฟอเรนซ์แบบฟัซซี (Fuzzy Inferrenc)

การอินเฟอเรนซ์ คือกระบวนการในการหาข้อสรุป (conclusion) จากหลักฐาน (premise) ซึ่งในขบวนการอินเฟอร์เรนท์หลักฐานที่จะนำมาใช้จะได้มาจากส่วนของกฎการควบคุมที่ถูกกำหนดขึ้นมาจากความชำนาญ



รูปที่ 4.3 แสดงการอินเฟอร์เรนท์แบบฟัซซี่

ซึ่งจากรูปที่ 4.3 ถ้าส่วนกำหนดกฎการควบคุมกำหนดไว้ว่า ถ้ามีข้อมูลอินพุทเข้ามาที่เซต A ค่าเอาต์พุทที่ได้จะต้องเป็นเซต B ซึ่งจากหลักฐานนี้เองทำให้หน่วยอินเฟอร์เรนท์สามารถที่จะหาข้อสรุปออกมาได้โดยให้อินพุท a อยู่ในช่วงสมาชิกของเซต A จึงสามารถที่จะระบุได้เลยว่าข้อสรุปที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

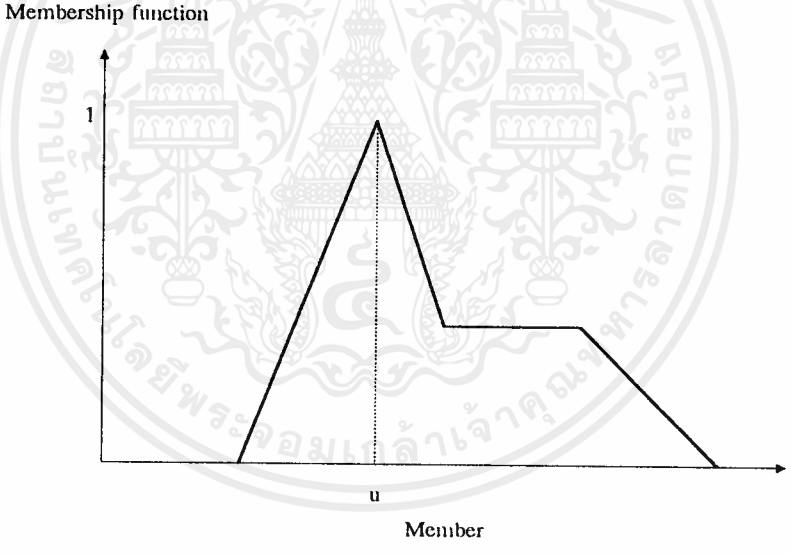
จะต้องเป็นสมาชิกของเซต B ซึ่งในรูปจะเห็นได้ว่าการที่สมาชิกแต่ละตัวมีระดับการเป็นสมาชิกไม่เท่ากันจึงทำให้ข้อสรุปจะต้องขึ้นอยู่กับระดับการเป็นสมาชิกของเซตด้วย

4.4 การดีฟัซซิฟิเคชั่น (Defuzzification)

การดีฟัซซิฟิเคชั่น คือกระบวนการหาค่าเอาต์พุทเพียงค่าเดียว (ซิงเกิลตัน) ที่เหมาะสมที่สุด เพื่อเป็นตัวแทนของฟัซซี่เอาต์พุท โดยค่าที่ได้จะกระจายอยู่บนเอกภพสัมพัทธ์ของเอาต์พุทนั้น หรือจะกล่าวอีกลักษณะหนึ่งคือการแปลงค่าตัวแปรทางฟัซซี่ให้เป็นตัวแปรของกระบวนการที่จะนำไปควบคุมกระบวนการต่อไป โดยการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นจะสามารถกระทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

4.4.1 การหาค่าระดับการเป็นสมาชิกสูงสุด (Max - membership principle)

ซึ่งรู้จักในชื่อของ Hight method ซึ่งวิธีนี้จะใช้วิธีการหาค่าโดยเลือกค่าเอาทต์พุทที่มีค่าระดับการเป็นสมาชิกสูงสุดเพียงค่าเดียว

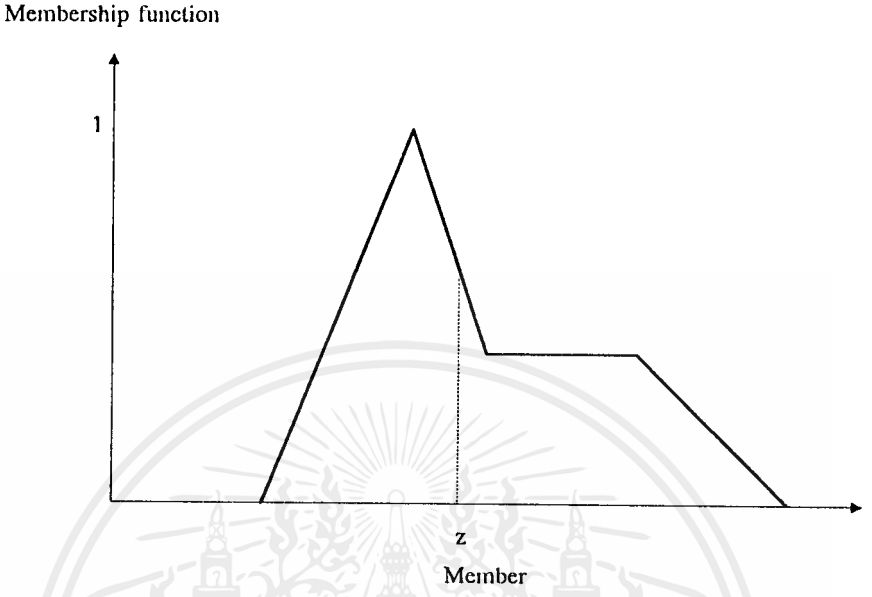


รูปที่ 4.4 แสดงการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยใช้วิธีการหาค่าระดับการเป็นสมาชิกสูงสุด

ซึ่งจากรูปที่ 4.4 จะแสดงถึงเซตเอาท์พุทที่ได้มาจากหน่วยอินเฟอร์เรนท์จะเห็นว่าค่าเอาท์พุทที่มีระดับการเป็นสมาชิกสูงสุด คือค่า u ซึ่งก็คือค่าที่เป็นตัวแทนของเอาท์พุทนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การหาค่าจุดศูนย์กลางของฟัซซี่ (Centroid method)



รูปที่ 4.5 แสดงการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นโดยใช้วิธีการหาจุดศูนย์กลางของฟัซซี่

ในรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าการหาค่าเอาท์พุทของการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นด้วยวิธีการหาจุดศูนย์ของฟัซซี่จะเป็นการหาจุดที่เป็นจุดศูนย์กลางของพื้นที่ซึ่งได้มาจากการอินเฟอร์เรนท์ โดยในรูปที่ 4.5 คำตอบของการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นที่ได้คือ z ซึ่งถ้ากำหนดให้เซตในรูปที่ 4.5 คือ เซต C จะสามารถหาค่า z ได้จาก สมการต่อไปนี้

$$z = \int \mu C(u) u du \; / \; \int \mu C(u) du$$

กำหนดให้

C คือ เซตเอาท์พุท

u คือ สมาชิกของเอกภพสัมพัทธ์ทางเอาท์พุท

z คือ ค่าที่ได้จากการดีฟัซซี่ฟีเคชั่น

4.4.3 การหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก(Weighted average method)

จะเป็นวิธีที่หาค่าเอาต์พุทที่เหมาะสม ซึ่งหาค่าได้จากสมการ

$$v_0 = \{ \sum \mu_B (\bar{v}) \bar{v} \} / \{ \sum \mu_B (\bar{v}) \}$$

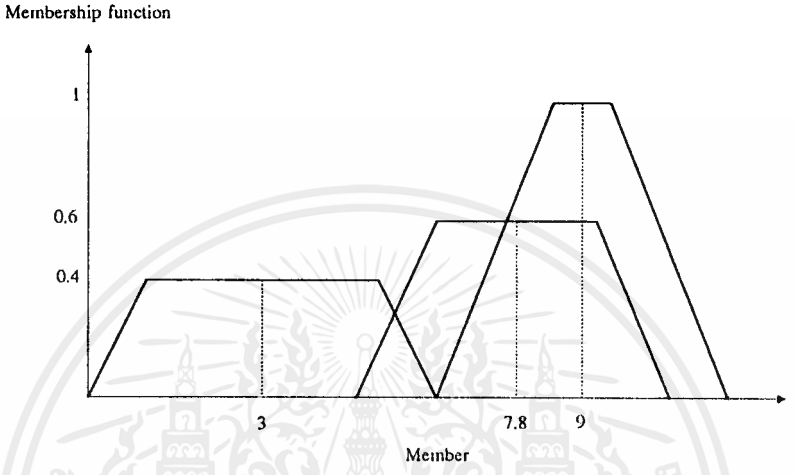
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

B คือ เซตเอาท์พุท

v คือ สมาชิกของเอกภพสัมพัทธ์เอาท์พุท

vo คือ ค่าจากการดีฟัซซี่ฟีเคชั่น



รูปที่ 4.6 แสดงการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นด้วยการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก

ในการใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมาทำการดีฟัซซี่ฟีเคชั่นโดยจากรูปที่ 3.5 จะพบได้ว่าก่อนที่จะทำการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักจะต้องแยกกลุ่มเซตเอาท์พุทที่จะนำมาทำการดีฟัซซี่ว่าประกอบด้วยเซตใดบ้างซึ่งในรูป 3.5 สมมุติว่าประกอบด้วยเซต A,B,C ขั้นตอนต่อไปของหาค่าดีฟัซซฟีเคชั่นด้วยวิธีนี้โดยการหาค่ากลางของสมาชิกของแต่ละเซตซึ่งจากรูปคือตำแหน่งที่ลากเส้นประลงมาในแต่ละเซตแล้วนำค่ากลางในแต่ละเซตที่ได้คูณกับค่าระดับการเป็นสมาชิกของค่ากลางหรือค่าสมาชิกที่เกิดค่ากลางนั้นๆแล้วจึงนำค่าที่ได้ของแต่ละเซตมาบวกเข้าด้วยกันแล้วจึงนำผลบวกที่ได้มาหารด้วยผลรวมของระดับการเป็นสมาชิกที่ตำแหน่งค่ากลางของทุกเซตซึ่งค่าที่ได้จึงเป็นคำตอบของการดีฟัซซี่ด้วยวิธีนี้ ซึ่งจากในรูปค่ากลางของแต่ละเซตคือ 3 , 7.8 , 9

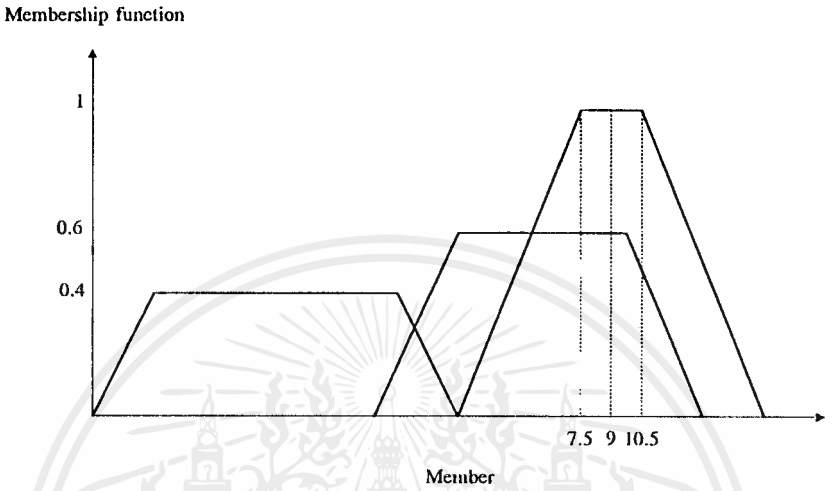
4.4.4 การหาค่ากลางสูงสุด(Mean - max - membership)

เป็นการหาค่ากลางของค่าสูงสุดของระดับการเป็นสมาชิกที่ตำแหน่งสูงสุด

การหาค่าดีฟัซซี่ฟีเคชั่นด้วยวิธีนี้จะเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดจากการที่เซตที่จะนำมาทำการดีฟัซซี่มีค่าระดับการเป็นสมาชิกสูงสุดอยู่หลายค่าซึ่งการหาค่าดีฟัซซี่ฟีเคชั่นด้วยวิธีการของการหาค่าสูงสุดไม่สามารถกระทำได้ ซึ่งจากรูปที่ 4.7 จะพบได้ว่าเซตมีค่าระดับการเป็นสมาชิกสูงสุดอยู่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าจึงต้องใช้วิธีการหาค่ากลางของค่าสูงสุดมาทำการดีฟัซซี่ ซึ่งในการหาค่ากลางจะหาค่าเฉพาะช่วงที่มีค่าสูงสุดตามเส้นประที่ลากลงมาดังในรูปซึ่งจะทำให้ได้ค่าการดีฟัซซี่ออกมา



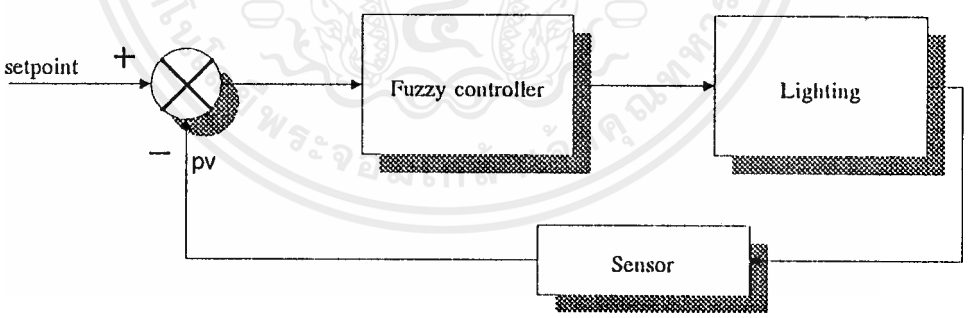
รูปที่ 4.7 แสดงการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยการหาค่ากลางสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การประยุกต์ฟัซซี่ในการควบคุมแสงสว่าง

ในการศึกษาและทดลองทฤษฎีที่ผ่านมา ทำให้สามารถที่จะนำทฤษฎีฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมแสงสว่าง เพื่อเป็นการพัฒนาการศึกษาฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นและจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการประยุกต์ใช้ฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกในการใช้งานต่อไป

โดยในการควบคุมแสงสว่างจะมีจุดประสงค์เพื่อให้แสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์(ในการทดลองใช้ LDR เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์)มีค่าคงที่ ซึ่งการทำงานของชุดควมคุมแสงสว่างโดยรวมดังแสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่มีหน้าที่ในการตรวจวัดแสงสว่างแล้วนำสัญญาณที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย แล้วจึงส่งสัญญาณความแตกต่างที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าเป้าหมายและค่าที่วัดได้จากตัวเซ็นเซอร์(ค่าความผิดพลาด)เข้าไปยังตัวควบคุมแบบฟัซซี่เพื่อส่งสัญญานไปควบคุมความสว่างของหลอดไฟให้ปรับความสว่างของแสงที่จะตกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้มีค่าคงที่ตามค่าเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งในการทดสอบได้แบ่งลักษณะของตัวควบคุม ฟัซซี่ออกเป็น 2 ลักษณะ



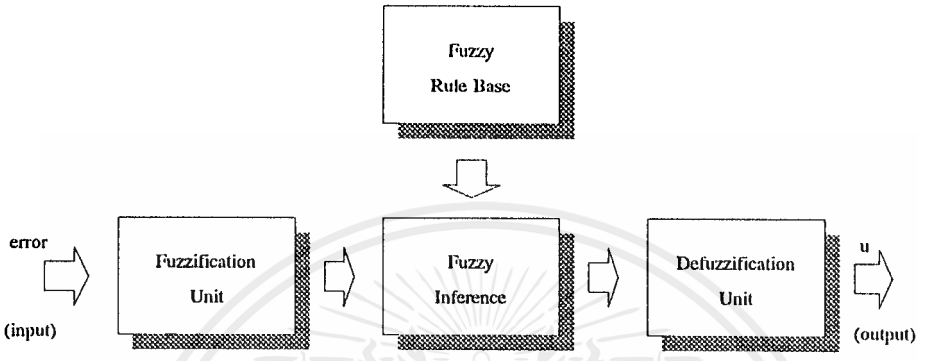
รูปที่ 5.1 แสดงการควบคุมแสงสว่างด้วยตัวควบคุมฟัซซี่

5.1 ใช้ค่าความผิดพลาดเป็นสัญญาณอินพุทของตัวควบคุม (1 อินพุท)

ในการนำทฤษฎีของฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิก มาประยุกต์ใช้เป็นตัวควบคุมแบบฟัซซี่ เพื่อนำไปควมคุมแสงสว่างโดยทำการทดลองนำค่าความผิดพลาดซึ่งเกิดจากความแตกต่างของค่าเป้าหมายและข้อมูลที่ได้รับมาจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์มาใช้เป็นสัญญาณอินพุทของตัวควบคุมเพียงสัญญาณเดียว เพื่อให้ได้สัญญาณเอาต์พุทออกจากตัวควบคุมไปทำการควบคุมแสงสว่างของหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟ ซึ่งการทำงานโดยรวมของตัวควบคุมแบบฟัซซี่มีส่วนประกอบของการทำงานดังแสดงได้ในรูปที่ 5.2 ซึ่งจะพบว่าการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่จะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ 4 ส่วนที่ทำหน้าที่ต่างๆกัน ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 คือ ส่วนของ กฎการควบคุม , ฟัซซี่ฟิเคชั่น , ฟัซซี่อินเฟอร์เรนท์ , ดีฟัซซี่ฟิเคชั่น โดยในแต่ละส่วนจะมีเงื่อนไขการออกแบบดังนี้ดังนี้



รูปที่ 5.2 แสดงตัวควบคุมฟัซซี่แบบใช้ค่าความผิดพลาดเป็นอินพุท

5.1.1 การออกแบบฟัซซี่เซต

ในการออกแบบตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่ใช้สัญญาณอินพุทสัญญาณเดียว จะต้องกำหนดกลุ่มของเซตออกมา 2 กลุ่ม โดยแบ่งเป็น

- กลุ่มของเซตอินพุท
- กลุ่มของเซตเอาต์พุท

ซึ่งเซตทั้ง 2 กลุ่มนี้จำเป็นที่จะต้องกำหนด เนื่องมาจากกลุ่มเซตทั้ง 2 จำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในแต่ละหน่วยของตัวควบคุม โดยกลุ่มของเซตอินพุทจะถูกนำมาใช้ในส่วนของ หน่วยกฎการควบคุม , หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น , หน่วยอินเฟอร์เรนท์ ส่วนกลุ่มของเซตเอาท์พุท จะถูกนำมาใช้ในส่วนของ หน่วยกฎการควบคุม , หน่วยอินเฟอร์เรนท์ , หน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชั่น โดยแบ่งการออกแบบทั้ง 2 กลุ่มของเซต ดังนี้

การออกแบบกลุ่มของเซตอินพุทและเซตเอาต์พุทได้มีหลักการกำหนดดังนี้

- กำหนดกลุ่มของเซตอินพุทเป็นรูปสามเหลี่ยม

เพื่อให้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และการคำนวนระดับการเป็นสมาชิกของแต่ละอินพุทเป็นไปง่าย เพราะสามารถคำนวนค่าความเอียงทั้งทางด้านซ้ายและทางด้านขวาได้ง่ายกว่าการกำหนดเป็นลักษณะของรูประฆังคว่ำ เพราะการกำหนดเซตเป็นรูปสามเหลี่ยมจะใช้ สมการเส้นตรงในการคำนวน และเนื่องจากการปรับแต่งตัวควบคุมแบบฟัซซี่จะสามารถปรับแต่งที่กฎการควบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุมจะได้ผลที่เร็วและง่ายกว่ากว่าการปรับแต่งจากรูปร่างของเซต จึงไม่จำเป็นที่จะต้องกำหนดรูปร่างของเซตให้ซับซ้อนมากนัก เพราะฉนั้นจึงได้กำหนดกลุ่มของเซตอินพุทเป็นรูปสามเหลี่ยม

- กำหนดกลุ่มของเซตอินพุทซ้อนทับกัน 25 %

เพื่อให้การควบคุมมีเสถียรภาพ จึงมีการกำหนดให้เซตแต่ละเซตมีการซ้อนทับกัน 25 % ดังแสดงในรูปที่ 5.3 เพื่อว่าข้อมูลทางอินพุทแต่ละข้อมูลที่รับเข้ามา จะมีความสัมพันธ์กับ เซตอินพุทอย่างน้อย 2 เซต และให้ได้กฎการควบคุมอย่างน้อย 2 กฎการควบคุม เนื่องจากการซ้อนทับกัน 25 % ของเซตอินพุท จะทำให้เมื่อทำการฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยใช้เซตแบบฟัซซี่ซิงเกิลตันมาอินเตอร์เซกชั่นกับกลุ่มของเซตอินพุทที่ซ้อนทับกัน 25 % จะทำให้เกิดการอินเตอร์เซกชั่นถึง 2 เซตพร้อมกัน ซึ่งก็จะทำให้ได้กฎการควบคุม 2 กฎการควบคุมเป็นผลให้เพิ่มเงื่อนไขการตัดสินใจของตัวควบคุม เนื่องมาจากเมื่อมีกฎการควบคุม 2 กฎการควบคุมจะทำให้พื้นที่กราฟที่ออกจากหน่วยอินเฟอร์เรนท์เพื่อเป็นอินพุทให้กับหน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชั่นมีพื้นที่มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้การดีฟัซซี่ฟิเคชั่นได้ค่าที่เหมาะสมมากขึ้น ส่วนการใช้เซต 1 เซต และกฎการควบคุม 1 กฎการควบคุม ต่อข้อมูลทางด้านอินพุท 1 ค่านั้นจะทำให้ระบบทำงานไม่ได้เสถียรภาพถึง 100 % เพราะการใช้กฎการควบคุม 1 กฎการควบคุมต่อค่าอินพุท 1 ค่า ซึ่งจะมีเงื่อนไขการตัดสินใจเพียงเงื่อนไขเดียวเท่านั้น จะทำให้ได้พื้นที่ที่จะทำการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นมีเพียงพื้นที่ของเซตเดียว ซึ่งจะทำให้ค่าเอาต์พุทที่ได้ไม่เหมาะสมเท่าที่ควร

- กำหนดกลุ่มของเซตอินพุทมีทั้งด้านบวกและด้านลบ

ซึ่งในการกำหนดกลุ่มเซตของอินพุทจะกำหนดให้มีทั้งด้านบวกและด้านลบเนื่องมาจากค่าความผิดพลาดที่นำมาเป็นสัญญาณอินพุทมีทั้งค่าบวกและค่าลบ

- กำหนดช่วงของกลุ่มเซตอยู่ในช่วง -150 ถึง 150

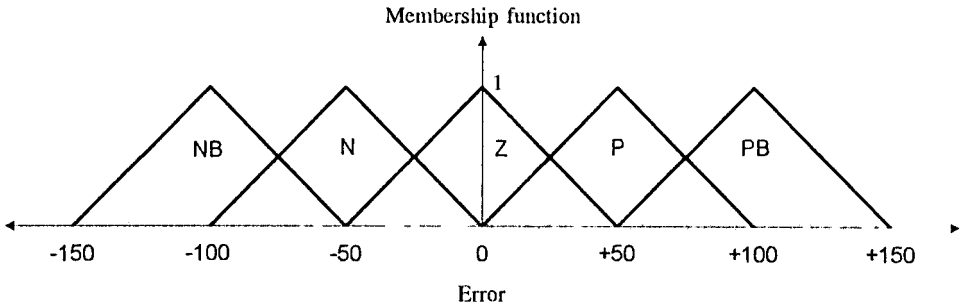
ในการกำหนดความกว้างของกลุ่มเซตอินพุท เพื่อใช้รับค่าของข้อมูลอินพุท โดยกำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง -150 ถึง 150 อันเนื่องมาจากขั้นตอนของการวัดค่าจากขบวนการ จะต้องใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาลอกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งใช้ชนิด 8 บิท(ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 0 ถึง 255) และในส่วนของค่าเป้าหมาย ซึ่งกำหนดไว้อยู่ในย่าน 0 ถึง 100 % และเมื่อทำการปรับเทียบค่าเป้าหมายเพื่อแปลงค่าเป้าหมายให้อยู่ในย่านเดียวกันกับค่าที่ได้รับมาจากการวัดจากขบวนการ(จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์)ซึ่งจะถูกแปลงออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอลในช่วง 0 ถึง 255 จึงทำให้ต้องแปลงค่าเป้าหมายจาก 0 ถึง 100 %เป็น 0 ถึง 255 เพื่อจะได้หาค่าความผิดพลาดได้ และเมื่อทำการหาค่าความแตกต่างของค่าเป้าหมายและค่าที่วัดได้จากขบวนการ(ค่าความผิดพลาด) ทำให้ได้ค่าความผิดพลาดอยู่ในช่วง -255 ถึง 255 แต่เนื่องจากต้องการให้การตอบสนองของตัวควบคุมแบบฟัซซี่มีความเร็ว จึงได้กำหนดให้ช่วงของเซตอินพุท มีค่าน้อยกว่าค่าจริง(-255 ถึง 255) จึงได้กำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง -150 ถึง 150 เพราะว่าถ้าค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีค่าอยู่นอกช่วง -150 ถึง 150 จะทำให้ตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

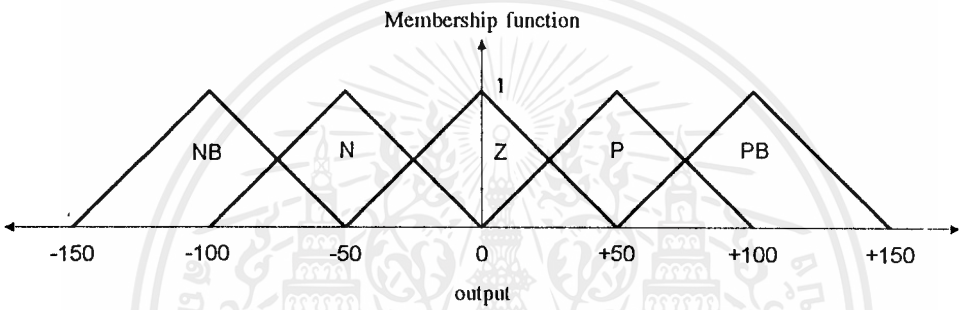
ฟัซซี่ถือว่าค่าที่อยู่นอกช่วงนั้นมีค่าความผิดพลาดมีค่าเท่ากับ -150 เมื่อค่าความผิดพลาดมีค่าน้อยกว่า -150 และ จะถือว่าค่าความผิดพลาดมีค่าเท่ากับ 150 เมื่อค่าความผิดพลาดมีค่ามากกว่า 150 เพราะฉนั้นถ้ามีค่าความผิดพลาดเข้ามานอกช่วงที่กำหนด จะทำให้ค่าความผิดพลาดที่ได้อยู่ที่ขอบของเซต คือ ทางด้านบวกสูงสุด(150)หรือลบสูงสุด(-150) ซึ่งมีผลทำให้เซตที่มีค่าบวกสูงสุดเป็นสมาชิกโดยในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ชื่อ PB(บวกสูงสุด) หรือเซตที่มีค่าลบต่ำสุดเป็นสมาชิกซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ชื่อ NB(ลบต่ำสุด) ถูกเรียกใช้ เนื่องจากค่า -150 เป็นสมาชิกของเซต NB และ 150 เป็นสมาชิกของเซต PB ซึ่งเมื่อเซตทั้ง 2 ถูกเรียกใช้ จะทำให้การตอบสนองของตัวควบคุมมีความเร็ว เนื่องจากเซตทั้ง 2 ถูกกำหนดในกฎการควบคุมให้มีการส่งข้อมูลที่มีค่าสูงหรือต่ำมากๆออกเอาต์พุท แต่ถ้าในการออกแบบเซตกำหนดให้ช่วงของเซตมีค่าเท่ากับ -255 ถึง 255 จะทำให้ค่าความผิดพลาดที่มีค่าอยู่ในช่วง -150 ถึง-255 และค่าความผิดพลาดที่อยู่ในช่วง 150 ถึง 255 ไม่อยู่ในเซตที่มีค่าบากสูงสุดและค่าลบต่ำสุดเป็นสมาชิก เช่น ถ้าค่าความผิดพลาดมีค่าเท่ากับ 170 จะทำที่เป็น PB ไม่ถูกเลือกมาใช้เพราะเซต PB จะถูกกำหนดอยู่ที่ช่วง 200 ถึง 255 หรือค่า 170 ไม่เป็นสมาชิกของเซต PB จึงทำให้ค่าเอาต์พุทที่ได้ไม่ใช่ค่าที่มีค่าบวกหรือลบมากๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการกำหนดช่วงของเซตที่แคบจะทำให้การตอบสนองของเซตมีความเร็วขึ้นเนื่องจากใช้ค่าความผิดพลาดที่น้อยก็ทำให้เอาต์พุทเปลี่ยนแปลงอย่างมากแต่การที่จะทำให้การตอบสนองของอินพุทมีความเร็วขึ้นนั้นสามารถที่จะทำได้อีกหลายวิธี เช่น การเพิ่มอัตราขยายทางด้านอินพุทและเอาต์พุทซึ่งจะทำให้ค่าความผิดพลาดและค่าเอาต์พุทมีค่ามากกว่าค่าที่เป็นจริงจึงทำให้การตอบสนองเร็วขึ้นได้ หรืออีกวิธีหนึ่งคือการกำหนดกฎการควบคุมให้ค่าเอาต์พุทที่จะออกไปควบคุมมีค่ามากขึ้น

ส่วนในการกำหนดกลุ่มของเซตทางด้านเอาท์พุท จะกำหนดลักษณะเหมือนกับกลุ่มเซตของเซตอินพุทเนื่องจากทางด้านเอาท์พุทจะยังคงมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกขนาด 8 บิทเช่นเดียวกับทางด้านอินพุทคือค่าของเอาต์พุทจะยังคงอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 และเพื่อให้ง่ายกับการกำหนดกฎการควบคุมจึงได้กำหนดเซตทางด้านเอาต์พุทให้มีค่าเหมือนกับเซตทางด้านอินพุท ซึ่งการกำหนดกลุ่มเซตของข้อมูลอินพุทและเอาท์พุทแสดงดังรูปที่ 5.3 และรูปที่ 5.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงฟัซซี่เซตอินพุท



รูปที่ 5.4 แสดงฟัซซี่เซตเอาท์พุท

5.1.2 การกำหนดหน่วยกฎการควบคุม

การกำหนดกฎการควบคุมจะเป็นการกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจของตัวควบคุมแบบฟัซซี่ โดยจะเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของเซตทางอินพุทและเซตทางเอาต์พุทเพื่อให้ได้สัญญาณเอาต์พุทที่มีประสิทธิภาพ

- หลักเกณฑ์การกำหนดกฎการควบคุม

ซึ่งในการกำหนดกฎการควบคุมจะพิจารณาค่าความผิดพลาดที่เป็นสัญญานอินพุทว่ามีค่าเท่าใด สมมุติว่ามีค่าเป็นบวกก็แสดงว่าค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่วัดจากขบวนการ เพราะฉนั้นจะต้องเพิ่มสัญญาณทางด้านเอาท์พุทให้มากขึ้นเพื่อให้สัญญาณเอาท์พุทมีค่าเท่ากับค่าเป้าหมาย ซึ่งจากข้อสมมุติข้างต้นทำให้พิจารณาได้ว่า ถ้าอินพุทมีค่าเป็นบวก (Positive) ค่าเอาท์พุทจะต้องเป็นบวก (Positive) ด้วย แต่ถ้าค่าอินพุทเป็นลบ (Negative) ค่าเอาท์พุทก็ควรจะมีค่าเป็นลบ(Negative) เพื่อให้ค่าเอาต์พุทมีค่าเท่ากับค่าเป้าหมาย และถ้าค่าเอาท์พุทมีค่าเท่ากับค่าเป้าหมายก็แสดงว่าค่าความผิดพลาดเป็นศูนย์ ค่าเอาท์พุทจึงไม่ควรมีการปรับเปลี่ยน ซึ่งจากรูปที่ 5.5 เป็นกฎการควบคุมที่ตั้งขึ้นจากข้อสมมุติฐานข้างต้น

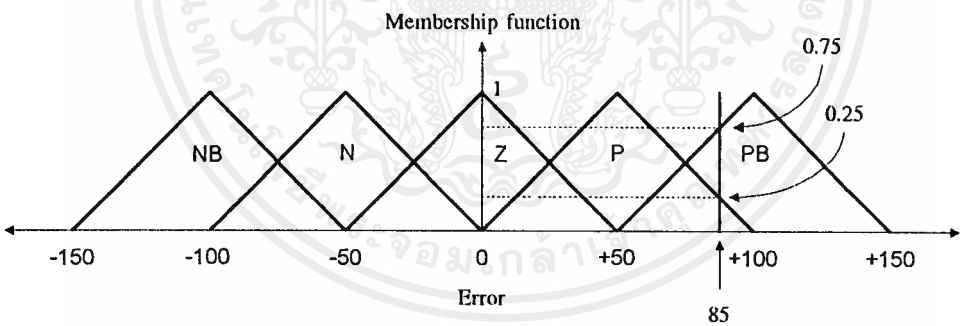
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

error	NB	N	Z	P	PB
output	NB	N	Z	P	PB

รูปที่ 5.5 แสดงกฎการควบคุม

5.1.3 การกำหนดหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น

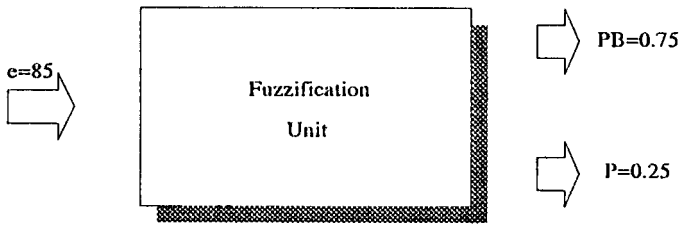
การทำงานของหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นจะมีหน้าที่ใน การแปลงข้อมูลตัวแปรของอินพุทให้เป็นข้อมูลตัวแปรของฟัซซี่เพื่อให้หน่วยอินเฟอร์เรนท์ทำการตัดสินใจต่อไป โดยขั้นตอนในการแปลงข้อมูลจะใช้หลักการที่ให้ค่าอินพุทเข้ามาเป็นเซตซิงเกิลตัน ซึ่งเมื่อเกิดมีอินพุทเข้ามาเซตซิงเกิลตันในตำแหน่งนั้นจะทำการอินเตอร์เซกชั่นกับเซตทางอินพุทของฟัซซี่ที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว ซึ่งผลลัพของของการอินเตอร์เซกชั่นที่ได้จะเป็นค่าระดับการเป็นสมาชิกของสัญญาณอินพุท(ค่าความผิดพลาด) ซึ่งค่านี้เองที่ถูกแปลงมาจากตัวแปรขบวนการให้เป็นตัวแปรฟัซซี่ดังแสดงในรูปที่ 5.6 และ รูปที่ 5.7



รูปที่ 5.6 แสดงการฟัซซี่ฟิเคชั่น

จากรูปที่ 5.6 ถ้าให้ค่าอินพุทที่ 85 เป็นเซตซิงเกิลตันจะทำให้เกิดการอินเตอร์เซกชั่นกับเซต P และPB มีค่าเท่ากับ 0.25 และ 0.75 ตามลำดับซึ่งก็คือการแปลงตัวแปรของขบวนการคือ 85 มาเป็นตัวแปรของฟัซซี่ คือ 0.25 และ 0.75 ซึ่งสามารถสรุปการแสดงการฟัซซี่ฟิเคชั่นโดยรวมได้ในรูปที่ 5.7 ซึ่งจะพบว่า ในรูปที่ 5.7 จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงการที่มีอินพุทมีค่าเท่ากับ 85 เข้ามาในหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น และทำให้ได้ค่าเอาต์พุทของหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นเป็น เซต PB มีค่าระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.75 และเซต P มีค่าระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.25

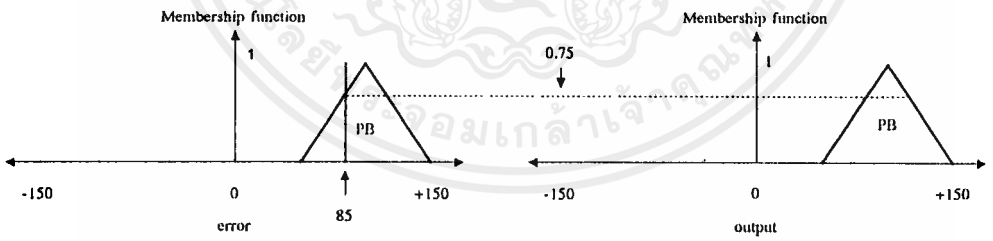
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



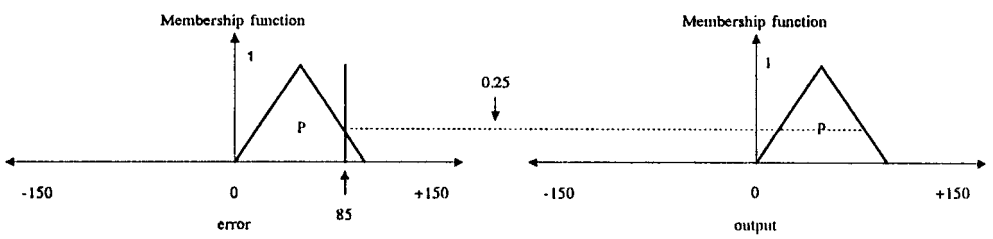
รูปที่ 5.7 แสดงค่าเอาท์พุทของหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น

5.1.4 การกำหนดหน่วยฟัซซี่อินเฟอร์เรนท์

การทำงานของหน่วยอินเฟอร์เรนท์มีหน้าที่ในการตัดสินใจทีจะเลือกค่าเอาต์พุท โดยจะเลือกตามกฎการควบคุมที่กำหนดไว้ในหน่วยกำหนดกฎการควบคุมซึ่งเมื่อพิจรณาจากรูปที่ 5.6 จะพบว่าถ้าค่าความผิดพลาดมีค่า 85 ซึ่งเมื่อให้ 85 เป็นเซตซิงเกิลตันดังรูปที่ 5.6 จะเกิดการอินเตอร์เซกชั่นกับเซต PB และเซต P ส่วนอีกด้านหนึ่งในรูปที่ 5.5 จะพบว่าถ้าอินพุทเป็น PB เอาท์พุทจะเป็น PB ด้วย และถ้ามีอินพุทเป็น P เอาท์พุทก็จะเป็น P ด้วย ซึ่งในรูปที่ 5.8 และรูปที่ 5.9 ระดับการเป็นสมาชิกของการอินเตอร์เซกชั่นระหว่างเซตซิงเกิลตันของอินพุทกับเซต PB และเซต P มีค่าเท่ากับ 0.75 และ 0.25 ตามลำดับ ซึ่งก็คือตัวแปรฟัซซี่นั่นเอง และเมื่อทำการอินเฟอร์เรนท์ตามค่าตัวแปรฟัซซี่ที่ได้ ในส่วนของเซต PB จะได้รูปร่างของเซตถูกตัดเท่ากับ 0.75 และเซต P ก็จะได้รูปร่างของเซตถูกตัดที่ระดับ 0.25 ซึ่งได้แสดงให้เห็นถึงการอินเฟอร์เรนท์ร่วมกันของทั้ง 2 เซตในรูปที่ 5.10

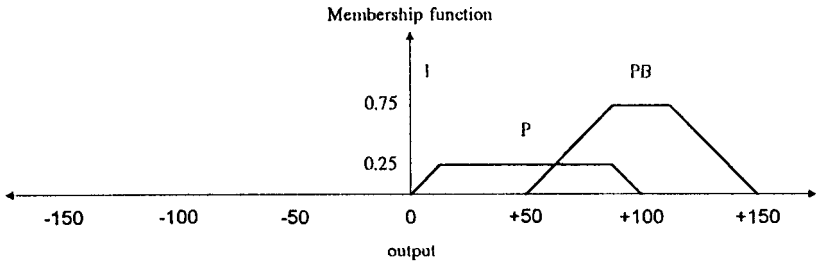


รูปที่ 5.8 แสดงการอินเฟอร์เรนท์ของเซต PB



รูปที่ 5.9 แสดงการอินเฟอร์เรนท์ของเซต P

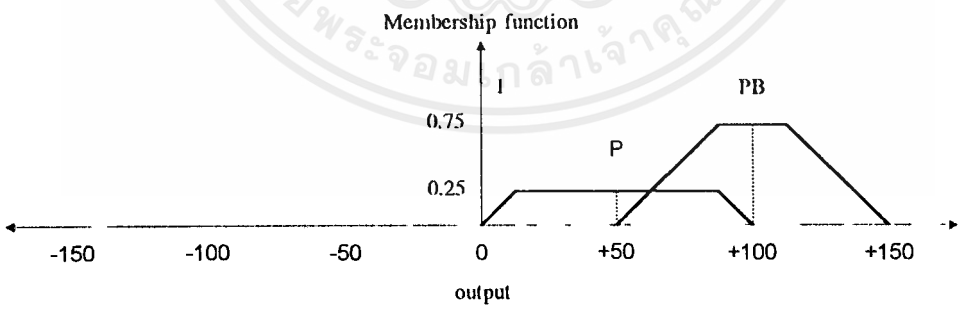
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงค่าเอาท์พุทของหน่วยอินเฟอร์เรนท์

5.1.5 การกำหนดหน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชัน

การทำงานของหน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชั่นมีหน้าที่ในการแปลงข้อมูลของฟัซซี่ไปเป็นข้อมูลของตัวแปรเอาต์พุท โดยในที่นี้จะใช้วิธีการของ การเฉลี่ยน้ำหนักของเซตที่ได้มาจากการอินเฟอร์เรนท์โดย ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 5.11 ซึ่งก็คือการนำค่ากลางของเซต P คือ 50 คูณเข้ากับระดับการเป็นสมาชิกของ 50 ในเซต P ที่ได้จากเอาท์พุทของหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นซึ่งก็คือ 0.25 แล้วนำมาบวกเข้ากับผลคูณของค่ากลางของเซต PB คือ 100 กับระดับการเป็นสมาชิกของ 100 คือ 0.75 ซึ่งเมื่อได้ผลรวมแล้วจึงนำมาหารด้วยผลบวกของระดับการเป็นสมาชิกทั้งสอง จึงทำให้ได้ค่าเอาท์พุทออกมาคือ 87.5 ดังแสดงกราฟการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นและการคำนวนได้ในรูปที่ 5.11



$$u = \frac{(50*0.25)+(100*0.75)}{(0.25+0.75)}$$

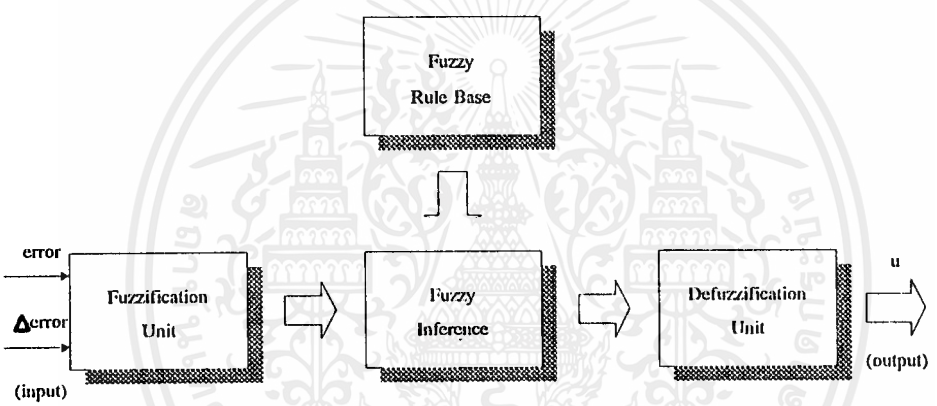
$$= 87.5$$

รูปที่ 5.11 แสดงการดีฟัซซี่ฟิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การใช้ความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดเป็นสัญญาณอินพุท (2 อินพุท)

ในการประยุกต์ใช้งานเพื่อทดสอบทฤษฎีของฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกโดยให้มี 2 อินพุท เพื่อทดสอบผลตอบสนองของตัวควบคุมแบบฟัซซี่ทั้งทางด้านความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดว่ามีความแตกต่างจากตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวมากน้อยเพียงใดและในด้านใดบ้างเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบฟัซซี่ต่อไปโดยโครงสร้างโดยรวมดังแสดงในรูปที่ 5.12 ซึ่งยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกับตัวควบคุมแบบอินพุทเดียว จะมีส่วนที่แตกต่างอยู่ตรงที่หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นจะมี 2 อินพุท และกฎการควบคุมจะมีค่ามากขึ้น คือ จะเป็น 2 เท่าของกฎการควบคุมในตัวควบคุมแบบที่มีค่าความผิดพลาดเป็นอินพุทเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 5.12 แสดงการทำงานของตัวควบคุมแบบ 2 อินพุท

5.2.1 การออกแบบฟัซซี่เซต

การออกแบบฟัซซี่เซตโดยรวมจะยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกับการออกแบบฟัซซี่เซตของตัวควบคุมแบบอินพุทเดียวแต่จะแตกต่างจากการออกแบบเซตที่ใช้ในตัวตวบคุมที่มีอินพุทเดียวที่ในส่วนของเซตจะถูกเพิ่มขึ้นมาอีก 1 กลุ่มเซตซึ่งจะเป็นกลุ่มเซตที่ใช้สำหรับอินพุทที่เพิ่มขึ้นมาคือในส่วนของการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดและในส่วนของเซตเอาต์พุทจะมีการเปลี่ยนแปลงจากเซตเอาต์พุทของตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวโดยเซตเอาต์พุทของตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทจะใช้เป็นเซตซิงเกิลตันเพราะฉนั้นในการออกแบบฟัซซี่เซตของตัวตวบคุมที่มี 2 อินพุทจะสามารถแบ่งกลุ่มของเซตออกเป็น 3 กลุ่มคือ

- กลุ่มของเซตอินพุทที่เป็นค่าความผิดพลาด
- กลุ่มของเซตอินพุทที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด
- กลุ่มของเซตเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดเซตอินพุทและเซตเอาต์พุททั้งในส่วนของค่าความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดไว้ดังนี้

- กำหนดเซตเป็นรูปสามเหลี่ยม

เพื่อความง่ายต่อการออกแบบจึงออกแบบโดยกำหนดให้กลุ่มของเซตของค่าความผิดพลาดและกลุ่มของเซตของการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดมีลักษณะเหมือนกันคือกำหนดให้มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมและในการออกแบบเซตเป็นรูปสามเหลี่ยมนั้นจะช่วยให้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความง่ายในการคำนวนหาค่าระดับการเป็นสมาชิกของเซต ซึ่งในส่วนอื่นๆ ก็จะมีเงื่อนไขเหมือนกับการออกแบบตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว

- กำหนดเซตซ้อนทับกัน 25 %

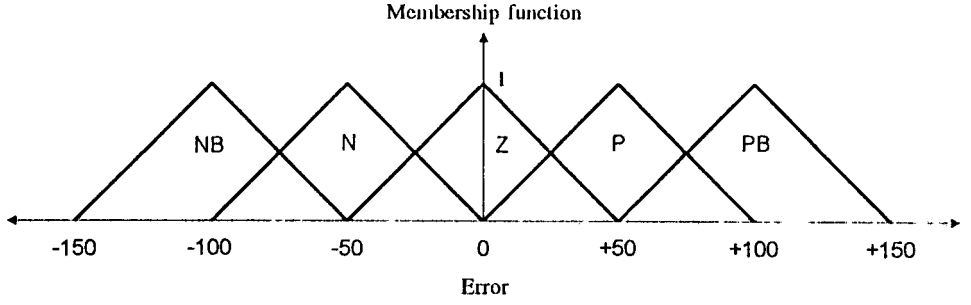
ในการกำหนดเพื่อให้เซตซ้อนทับกัน 25% เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ของกฎการควบคุมอย่างน้อย 2 กฎการควบคุมต่ออินพุทภายนอก(คืออินพุทที่ได้จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์)ที่เข้ามา 1 ค่า ด้วยเหตุผลที่จะเกิดการอินเตอร์เซกชั่นในหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นพร้อมกัน 2 เซตที่อินพุท 1 ค่า เพราะฉนั้นตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทจะได้กฎการควบคุม 4 กฎการควบคุม อันเนื่องมาจากขณะที่อินพุทภายนอก(อินพุทที่ได้จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์)เข้ามา 1 ค่า จะทำให้อินพุทแต่ละตัวของตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท คืออินพุทที่ 1 คือค่าความผิดพลาดจะมีอินพุทที่เป็นสมาชิกของเซตค่าความผิดพลาด(อินพุทที่คำนวณออกมาในรูปค่าความผิดพลาด)เกิดขึ้น 1 ค่า และ อินพุทที่ 2 คือการเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาดก็จะมีอินพุทที่เป็นสมาชิกของเซตการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด(อินพุทที่คำนวนออกมาในรูปของการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด)เกิดขึ้นมา 1 ค่าเช่นกัน ซึ่งอินพุทที่เกิดขึ้นแต่ละค่าและเป็นสมาชิกของเซตอินพุททั้ง 2 จะได้รับกฎการควบคุมอินพุทละ 2 กฎการควบคุมเพราะฉนั้นตัวตวบคุมที่มี 2 อินพุทจะได้รับกฎการควบคุม 4 กฎการควบคุม

เมื่อกฎการควบคุมมีความสัมพันธ์กันมากขึ้นก็จะทำให้การตัดสินใจของกฎการควบคุมและการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากการที่จะส่งค่าเอาท์พุทออกไป 1 ค่าจะต้องมีการคำนวนโดยอ้างอิงกฎการควบคุมถึง 4 กฎการควบคุมซึ่งจะส่งผลให้ค่าเอาต์พุทถูกส่งออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ

- กำหนดเซตมีทั้งด้านบวกและด้านลบ

อันเนื่องมาจากค่าความผิดพลาดและค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดสามารถที่จะเกิดขึ้นได้ทั้งค่าบวกและค่าลบจึงทำให้จำเป็นที่จะต้องกำหนดเซตให้มีทั้งด้านบวกและด้านลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.13 แสดงการกำหนดกลุ่มเซตค่าความผิดพลาด

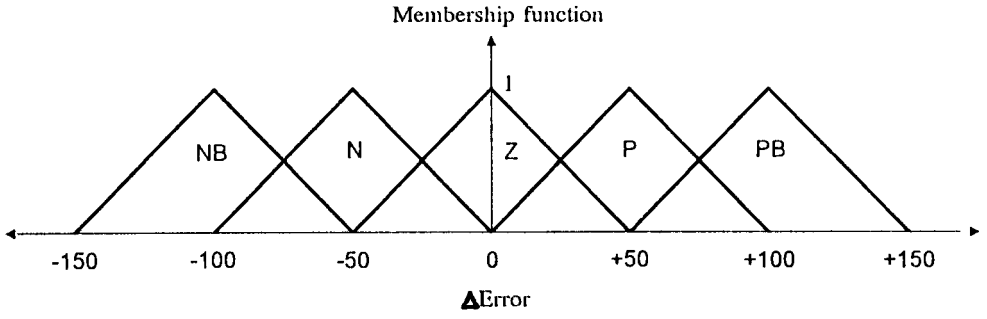
• กำหนดกลุ่มเซตอินพุทให้อยู่ในช่วง -150 ถึง 150

ซึ่งเหมือนกับตัวควบคุมอินพุทเดียว โดยหลักเกณฑ์การกำหนดย่านการวัดยังคงใช้หลักการคือ +150 ถึง -150 เช่นเดียวกันกับตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว ทั้งในส่วนของค่าความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด เพราะค่าความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดจะมีค่าอยู่ในช่วง -255 ถึง 255 เช่นเดียวกับค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว ซึ่งการกำหนดเซตให้มีค่าอยู่ในช่วง -150 ถึง 150 ก็เพื่อต้องการการตอบสนองที่รวดเร็วเช่นเดียวกับการออกแบบเซตของตัวตวบคุมที่มีอินพุทเดียว

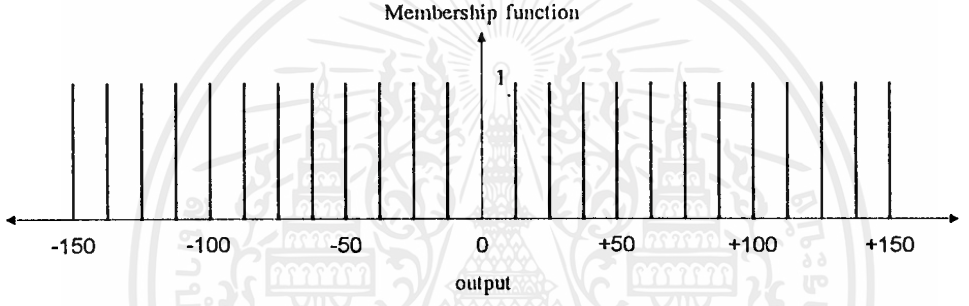
ซึ่งในรูปที่ 5.13 และรูปที่ 5.14 เป็นการแสดงให้เห็นถึงการกำหนดกลุ่มเซตของค่าความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาดตามลำดับ

ในส่วนของการกำหนดกลุ่มของเซตเอาท์พุทในส่วนของตัวควบคุมแบบ 2 อินพุทนี้จะกำหนดกลุ่มของเซตเอาท์พุทเป็นรูปแบบของเซตซิงเกิลตันจำนวน 301 เซต อันเนื่องมาจากย่านเอาท์พุทที่กำหนดจะถูกกำหนดไว้ในช่วง -150 ถึง 150 เพื่อให้มีช่วงค่าเท่ากับเซตทางด้านอินพุท แต่ทุกๆ ค่าของกลุ่มเซตทางด้านเอาต์พุทจะประกอบด้วยเซต 1 เซต ซึ่งเป็นเซตแบบซิงเกิลตัน ซึ่งในช่วง -150 ถึง 150 จะมีค่าทั้งหมด 301 ค่า จึงทำให้สามารถกำหนดเซตได้ 301 เซต แต่เหตุผลที่กำหนดเป็นเซตแบบซิงเกิลตันเพราะทำให้ขั้นตอนการคำนวนหาค่าดีฟัซซี่ฟิเคชั่นจะไม่ต้องกระทำขั้นตอนการหาค่ากลางของแต่ละเซตเพื่อนำมาคูณกับระดับการเป็นสมาชิกเหมือนกับการที่มีการกำหนดเซตเป็นรูปสามเหลี่ยมในตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวเพราะเซตแบบซิงเกิลตันจะมีค่าเพียงค่าเดียว จึงทำให้การประมวลผลเร็วขึ้นเพราะลดขั้นตอนของการคำนวนไป 1 ขั้นตอน แต่จะมีข้อเสียที่การกำหนดกฎการควบคุมกระทำได้ยากเนื่องจากเซตทางด้านเอาต์พุทมีมากทำให้การเลือกเซตเอาต์พุทที่เหมาะสมกับกฎการควบคุมเป็นไปอย่างยาก ซึ่งเงื่อนไขและรูปแบบของเซตทางด้านเอาต์พุทสามารถที่จะแสดงได้ในรูปที่ 5.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 แสดงการกำหนดกลุ่มเซตของการเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาด



รูปที่ 5.15 แสดงเซตเอาท์พุท

5.2.2 การกำหนดกฎการควบคุม

กฎการควบคุมของตัวควบคุมแบบ 2 อินพุทยังคงกำหนดให้มีหน้าที่เช่นเดียวกับการกำหนดกฎการควบคุมของตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวคือเป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจของหน่วยอินเฟอร์เรนท์ แต่จะมีเงื่อนไขของการตัดสินใจที่มากขึ้นอันเนื่องมาจากการมีอินพุทเพิ่มขึ้นเป็น 2 อินพุท ซึ่งจากรูปที่ 5.16 ค่าเอาพุทที่ได้ออกมาจะต้องสัมพันธ์กับอินพุททั้ง 2 ด้วย ซึ่งส่งผลให้กฎการควบคุมมีกฎการควบคุมถึง 25 กฎการควบคุม

โดยในขั้นตอนของการกำหนดกฎการควบคุมจะใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาจากค่าของอินพุทแต่ละค่าเพื่อจะระบุค่าเอาท์พุทที่เหมาะสมลงในตาราง โดยในการเลือกเซตเอาท์พุทซึ่งเป็นเซตซิงเกิลตันลงในตารางกฎการควบคุมนั้นจะต้องพิจารณาว่า อินพุทค่าความผิดพลาดมีค่าเป็นอย่างไร สมมุติว่ามีค่าเป็นบวกแสดงว่าค่าสัญญาณเอาท์พุทยังต่ำกว่าค่าเป้าหมาย ในขั้นตอนต่อไปพิจารณาที่อินพุทการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดว่ามีค่าเป็นอย่างไร ถ้ามีค่าเป็นบวกก็แสดงว่าแนวโน้มของการเกิดค่าความผิดพลาด(แนวโน้วที่ค่าเอาต์พุทจะออกห่างจากค่าเป้าหมาย)มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาได้ทั้ง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

error \ Δerror	NB	N	Z	P	PB
NB	-150	-100	-50	20	40
N	-100	-70	-40	40	50
Z	-40	-20	10	50	70
P	10	30	50	70	100
PB	30	50	70	100	150

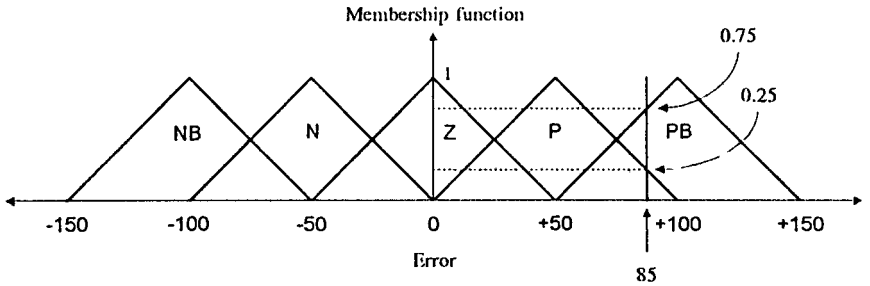
รูปที่ 5.16 แสดงกฎการควบคุม

อินพุทแล้ว ได้ว่าค่าเอาท์พุทยังไม่ถึงค่าเป้าหมายและยังมีแน้วโน้มว่ายังไม่เข้าใกล้ค่าเป้าหมาย ฉนั้น เซตซิงเกิลตันทางเอาท์พุทที่จะถูกเลือกในกรณีของเหตุการณ์ที่เกิดกับอินพุทนี้จะต้องเลือกเซตเอาท์พุทที่มีค่าบวกมากๆลงไปในตารางกฎการควบคุมของความสัมพันธ์อินพุทนี้ ซึ่งจากเหตุการณ์สมมุติข้างต้นจึงนำไปพิจรณาเงื่อนไขอินพุทในรูปที่ 5.16 เพื่อกำหนดค่าเอาท์พุทในตาราง แล้วนำกฎที่กำหนดไปทดสอบควบคุมกระบวนการ ซึ่งในทางตรงกันข้ามถ้าค่าเอาต์พุทมีค่ามากกว่าเป้าหมายและมีแนวโน้วที่จะมากขึ้นก็ควรที่จะเลือกเซตเอาต์พุทที่เป็นเซตซิงเกิลตันที่มีค่าน้อยลง

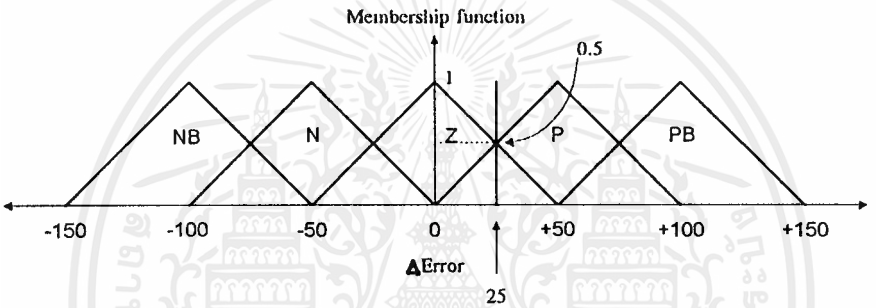
5.2.3 การกำหนดหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น

การแปลงตัวแปรของกระบวนการให้เป็นตัวแปรฟัซซี่ยังคงใช้หลักการเดียวกันกับตัวควบคุมแบบอินพุทเดียวเพียงแต่จะมีอินพุทเพิ่มขึ้นมาเท่านั้น จากรูปที่ 5.17 และรูปที่ 5.18 จะเห็นได้ว่า ถ้าค่าความผิดพลาดมีค่าเท่ากับ 85 จะสามารถแปลงเป็นตัวแปรแบบฟัซซี่ ได้เซต PB ที่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.75 และเซต P ที่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.25 และถ้าการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดมีค่าเท่ากับ 25 ทำให้การแปลงตัวแปรของกระบวนการไปเป็นตัวแปรแบบฟัซซี่มีค่าเป็นเซตของ P และ Z มีค่าระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.5 ซึ่งในรูปที่ 5.19 แสดงให้เห็นถึงผลลัพที่ได้จากการฟัซซี่ฟิเคชั่นเมื่อมีอินพุทเข้ามาทั้ง 2 อินพุท

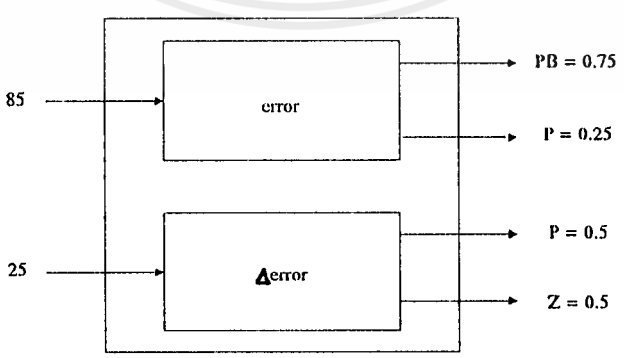
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 แสดงการฟัซซี่ฟิเคชั่นเซตค่าความผิดพลาด



รูปที่ 5.18 แสดงการฟัซซี่ฟิเคชั่นเซตการเปลี่ยนแปลงค่าความผิดพลาด



รูปที่ 5.19 แสดงค่าเอาท์พุทของหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การกำหนดหน่วยอินเฟอร์เรนท์

ในการตัดสินใจของหน่วยอินเฟอร์เรนท์จะพิจารณาจากรูปที่ 5.20 ซึ่งจะเป็นการเลือกเซตเอาท์พุทจากกฎการควบคุมเมื่อมีอินพุทค่าต่างๆเข้ามา โดยเมื่อมีอินพุทเข้ามาที่หน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นก็จะถูกแปลงให้จากตัวแปรของกระบวนการไปเป็นตัวแปรทางฟัซซี่ตามขั้นตอนของหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้ ซึ่งเมื่อเสร็จขั้นตอนของหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นก็จะทำให้ได้ค่าตัวแปรฟัซซี่ออกมาที่ประกอบด้วยเซตและระดับการเป็นสมาชิกของเซตนั้น ขั้นตอนการอินเฟอร์เรนท์ก็จะนำเซตที่ได้จากหน่วยฟัซซี่ฟิเคชั่นมาเปรียบเทียบกับตารางกฎการควบคุมที่กำหนดไว้ในหน่วยกฎการควบคุมโดยพิจารณาทางด้านของค่าความผิดพลาดว่าตรงกับเซตใดบ้าง และในส่วนของเซตทางด้านการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดว่าตรงเซตใดบ้างซึ่งถ้าอินพุททั้ง 2 เป็นไปตามตัวอย่างที่ผ่านมาจะทำให้หน่วยฟัซซี่อินเฟอร์เรนท์ทำการตัดสินใจเลือกค่าเอาท์พุทตามที่วงกลมไว้ในตารางกฎการควบคุมในรูปที่ 5.20

error \ Δerror	NB	N	Z	P	PB
NB	-150	-100	-50	20	40
N	-100	-70	-40	40	50
Z	-40	-20	10	50	70
P	10	30	(50)	(70)	100
PB	30	50	(70)	(100)	150

รูปที่ 5.20 แสดงการอิเฟอร์เรนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

set(Δerror,error)	output	membership function
Z,P	50	0.25
Z,PB	70	0.5
P,P	70	0.25
P,PB	100	0.5

รูปที่ 5.21 แสดงการดีฟัซซี่ฟิเคชั่น

5.2.5 การกำหนดหน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชั่น

ในส่วนของการหาค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมแบบฟัซซี่หรือการแปลงตัวแปรแบบฟัซซี่มาเป็นตัวแปรของกระบวนการในหน่วยดีฟัซซี่ฟิเคชั่นนี้จะใช้วิธีการของการเฉลี่ยน้ำหนักโดยในรูปที่ 5.21 จะนำค่าของเซตเอาท์พุทที่ได้จากหน่วยอินเฟอร์เรนท์มาคำนวนโดยในรูปที่ 5.21 ในตารางช่องแรก เซต Z,P ได้ค่าเอาท์พุทเท่ากับ 50 และมีระดับการเป็นสมาชิก 2 ค่าคือ 0.25 และ 0.5 ดังในรูปที่ 5.19 แต่ในการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นด้วยวิธีนี้จะใช้หลักการของ การกระทำแบบมิน (Min Operator) ก็คือการเลือกค่าระดับการเป็นสมาชิกที่ต่ำกว่า ฉนั้นเราจึงเลือกค่าระดับการเป็นสมาชิกที่ 0.25 ของเงื่อนไขอินพุทนี้ ฉนั้นในตารางช่องถัดไปของรูปที่ 5.21 จะใช้หลักการเดียวกันทั้งหมด ในส่วนของค่าเอาต์พุทสุดท้ายสามารถคำนวนได้ดังนี้

$$\text{output} = (50*0.25)+(70*0.5)+(70*0.25)+(100*0.5)/(0.25+0.5+0.25+0.5)$$
$$= 76.66$$

5.3 ผลการทดลอง

ในส่วนของผลการทดลองได้จัดแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่ได้จัดทำขึ้น โดยในขั้นตอนของการออกแบบตัวควบคุมได้ทำการกำหนดช่วงของแสงที่จะทำการทดลองไว้ที่ระดับความเข้มของแสง 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยได้ทำการเปรียบเทียบค่าที่เป็นเปอร์เซ็นที่ตั้งไว้กับค่าที่ทำการวัดได้จาก ลักซ์มิเตอร์(มิเตอร์วัดแสงสว่าง) ไว้ที่ค่า 0 เปอร์เซ็นมีค่าเท่ากับ 5 ลักซ์ และค่า 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 400 ลักซ์ โดยค่าของเปอร์เซ็นต์ และค่าของความสว่างของแสงที่กล่าวมาข้างต้นจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น ซึ่งการเทียบค่าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ความสว่างของแสงและค่าที่เป็นความเข้มของแสงที่วัดได้จากมิเตอร์กับค่าที่ถูกแปลงจากสัญญาณอนาลอกที่เป็นความสว่างไปเป็นสัญญาณดิจิตอลสามารถเทียบค่าโดยประมาณได้ดังนี้

ที่ 0 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 5 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 0
ที่ 10 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 39.5 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 25.5
ที่ 20 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 79 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 51
ที่ 30 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 118.5 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 76.5
ที่ 40 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 158 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 102
ที่ 50 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 197.5 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 127.5
ที่ 60 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 237 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 153
ที่ 70 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 276.5 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 178.5
ที่ 80 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 316 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 204
ที่ 90 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 355.5 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 229.5
ที่ 100 % ค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 400 ลักซ์ ค่าที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 255

โดยในการน~
ในรูปกราฟ โดยจะมีการแยกการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของผลการทดลองที่ได้จากการใช้ตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว(ค่าความผิดพลาด)ทำการควบคุมแสงสว่าง และส่วนของผลการทดลองที่ได้จากการใช้ตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท(ค่าความผิดพลาดและการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด)ทำการควบคุมแสงสว่าง ซึ่งสามารถที่จะแสดงผลการทดลองได้ดังนี้

5.3.1 ตัวควบคุม 1 อินพุท

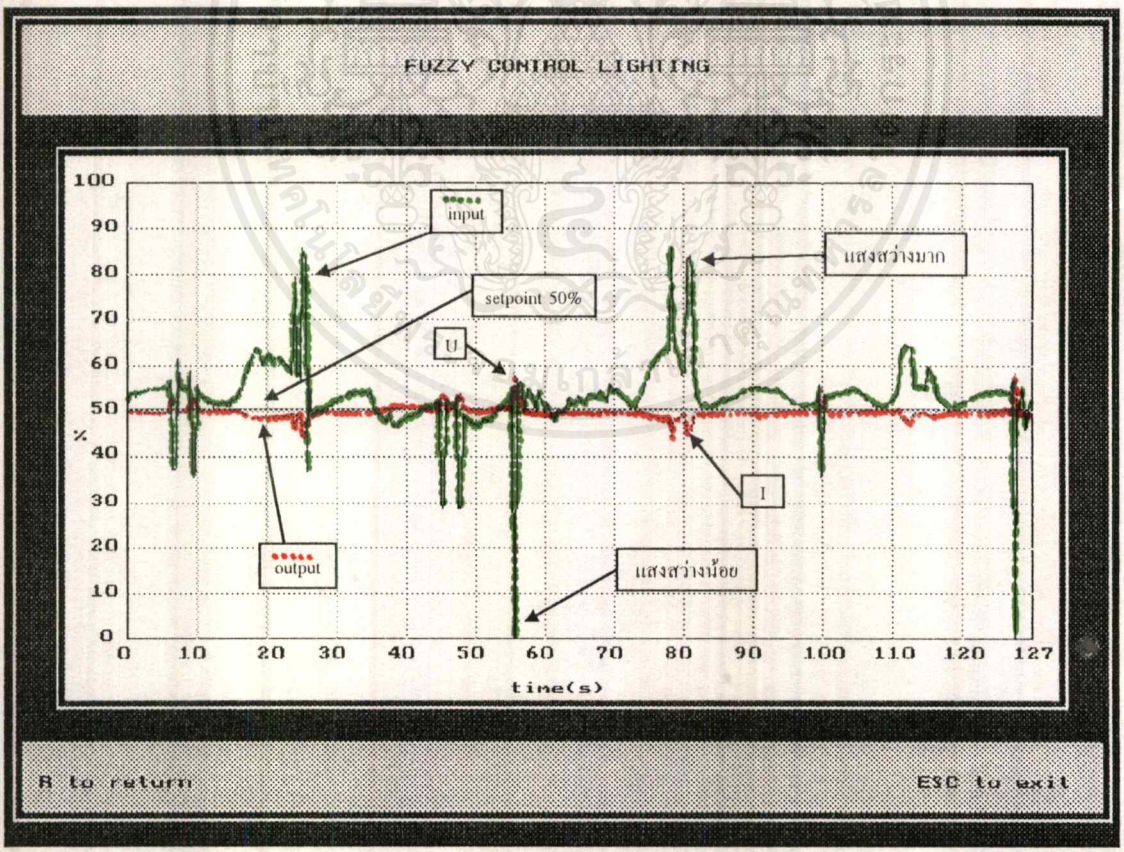
จากผลการทดลองที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.22 เป็นการแสดงผลการควบคุมแสงสว่างที่ตกกระทบลงบนอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้มีค่าคงที่ โดยในการทดลองได้ตั้งความสว่างของแสงไว้ที่ 50 % ของแสงที่ได้จัดเทียบไว้ 100 % หรือค่าความเข้มของแสงที่ 197.5 ลัก

โดยผลที่ได้จากการทดลองในรูปที่ 5.22 จะมีการบันทึกผลไว้เป็นระยะเวลา 127 วินาทีซึ่งในกราฟจะประกอบด้วยสัญญาณทั้งหมด 3 สัญญาณ คือ สัญญาณอินพุทที่วัดได้จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ สัญญาณเอาต์พุทที่วัดได้จากเอาต์พุทของตัวควบคุม และสัญญาณค่าเป้าหมายที่กำหนดขึ้นซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดไว้ที่ 50 % โดยในการทดลองได้มีการกำเนิดสัญญาณรบกวนเป็นช่วง ๆ โดยมีการกำเนิดสัญญาณรบกวนในลักษณะที่มีแสงสว่างมากซึ่งกระทำโดยการเพิ่มแสงสว่างที่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ด้วยวิธีการเปิดหลอดไฟที่ไม่ใช่ชุดที่ถูกควบคุมด้วยตัวควบคุม และในลักษณะที่มีแสงสว่างน้อยโดยการปิดบริเวณที่กระจกรับแสงของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ซึ่งการกำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณรบกวนจะกระทำในลักษณะการสุ่มซึ่งไม่มีการกำหนดเวลาและระดับของการเกิดสัญญาณรบกวนที่แน่นอน ซึ่งการกระทำทั้งหมดเพื่อหาผลของการควบคุมแสงสว่าง

โดยถ้าสังเกตุผลการทดลองในรูปที่ 5.22 ในช่วงเวลาประมาณวินาทีที่ 80 ซึ่งตรงกับตำแหน่งที่มีสัญญาณรบกวนในลักษณะที่มีแสงสว่างมาก โดยมีความสว่างถึงประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ จะพบว่าตัวควบคุมฟัซซี่แบบ I อินพุทที่ใช้ค่าความผิดพลาดเป็นสัญญาณอินพุทสามารถที่จะควบคุมสัญญาณเอาต์พุทที่จะไปควบคุมความสว่างของหลอดไฟให้มีค่าน้อยลงซึ่งได้ปรับค่าระดับของสัญญาณเอาท์พุทที่จะใช้ในการควบคุมแสงสว่างลงมาที่ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ ดังผลที่ได้ในรูปที่ 5.22 โดยได้แสดงไว้ด้วยตัวอักษร I เพื่อปรับแสงสว่างที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายที่ 50 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด ซึ่งในทางตรงกันข้ามในช่วงเวลาประมาณวินาทีที่ 57 ซึ่งตรงกับตำแหน่งที่มีสัญญาณรบกวนในลักษณะที่ทำให้ความสว่างของแสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีค่าลดน้อยลงมาต่ำกว่า 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงดังผลของกราฟที่บันทึกไว้ ซึ่งตัวควบคุมก็สามารถที่จะปรับความสว่างของแสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้มีค่าเพิ่มขึ้นได้ไปอยู่ที่ระดับประมาณ 58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถแสดงได้ในกราฟเป็นรูปตัว U โดยจาก



รูปที่ 5.22 แสดงผลการทดลองของตัวควบคุม I อินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

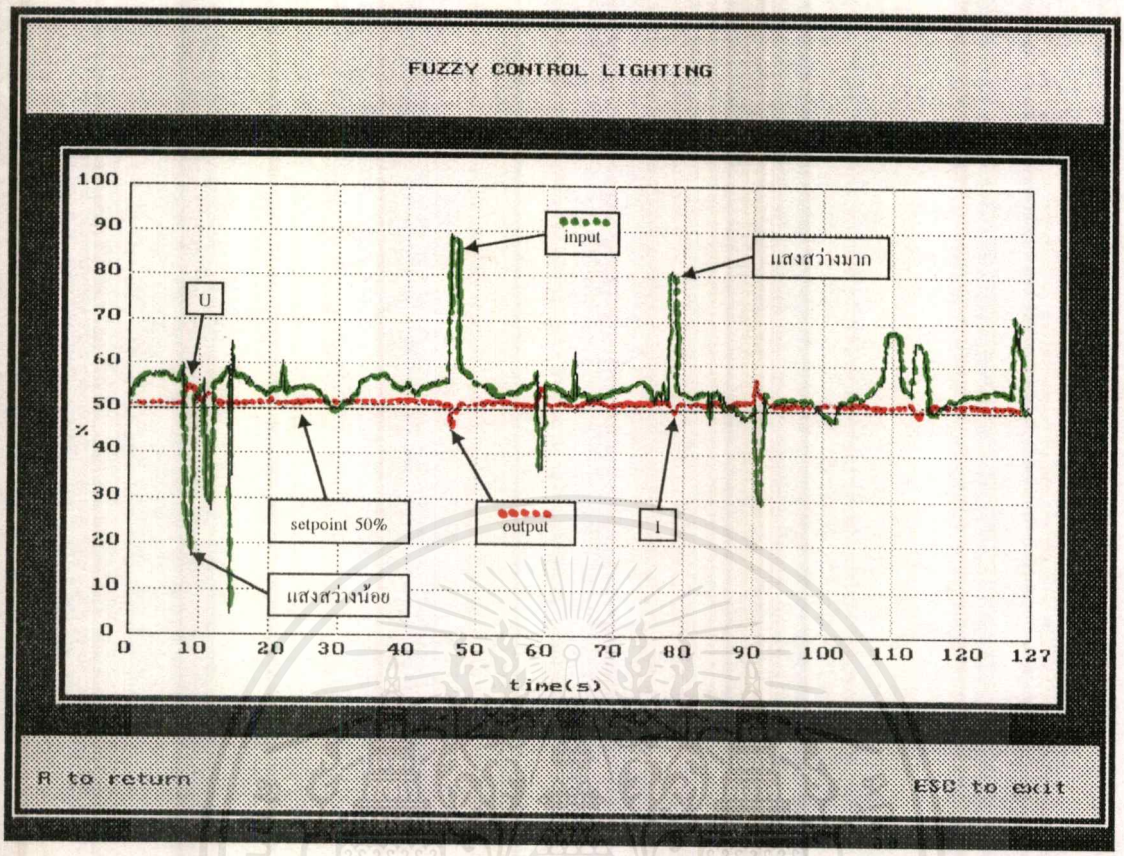
โดยจากตัวอย่างของผลการทดลองที่แสดงไว้แล้วข้างต้นจะสามารถเป็นตัวแสดงได้ว่าตัวควบคุมแบบฟัซซี่ที่มีสัญญาณอินพุทเพียงสัญญาณเดียวจะสามารถที่จะควบคุมระดับของแสงสว่างให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าของเป้าหมายได้ ซึ่งจะพบว่าการตอบสนองของตัวควบคุมแบบฟัซซี่ต่อสัญญาณอินพุทมีค่าค่อนข้างเร็วอันเนื่องมาจากการกำหนดช่วงของเซตทางอินพุทที่มีค่าน้อยกว่าค่าของอินพุทที่จะเกิดขึ้นจริงและการที่ตัวควบคุมมีอินพุทเพียงอินพุทเดียวทำให้การตัดสินใจของตัวควบคุมเป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลดีในด้านที่ทำให้การตอบสนองต่อสัญญาณอินพุททีที่รวดเร็ว แต่มีข้อเสียในส่วนที่ทำให้สัญญาณเอาต์พุทไม่สามารถรักษาระดับที่คงที่ไว้ได้นาน คือเมื่อมีสัญญาณอินพุทที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เอาต์พุทเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วทำให้หลอดไฟเกิดการกระพริบ

5.3.2 ตัวควบคุมแบบ 2 อินพุท

ซึ่งจากที่กล่าวมาแล้วว่าตัวควบคุมแบบ 2 อินพุทจะเพิ่มอินพุทที่เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดเข้ามาซึ่งจากผลการทดลองในรูปที่ 5.23 จะเป็นการทดลองในลักษณะสภาวะแวดล้อมเดียวกันกับการทดลองของตัวควบคุมที่มี 1 อินพุท โดยได้ใช้ช่วงเวลาที่เท่ากันคือ 127 วินาที ซึ่งได้จัดให้มีสัญญาณรบกวนที่มีลักษณะคล้ายกันมาใช้ คือมีทั้งสัญญาณที่ทำให้แสงมีความสว่างมากและสัญญาณที่ทำให้แสงสว่างน้อยด้วยวิธีการกำเนิดสัญญาณรบกวนแบบเดียวกัน โดยในการทดลองครั้งนี้ยังคงกำหนดค่าเป้าหมายไว้ที่ 50 ซึ่งถ้าดูในรูปที่ 5.23 จะพบว่าในช่วงเวลาที่มีสัญญาณรบกวนที่ทำให้แสงสว่างมีทั้งสว่างมากและสว่างน้อยนั้น เอาท์พุทของตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทก็ยังคงรักษาระดับการควบคุมของแสงไว้โดยทำการเพิ่มค่าทางด้านเอาต์พุทเมื่อแสงภายนอกมีค่าลดลง ดังแสดงไว้ในช่วงเวลาวินาทีที่ 9 โดยสัญญาณเอาต์พุทสามารถที่จะแสดงได้โดยตัวอักษร U ของรูปที่ 5.23 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีค่าลดต่ำลงมาอยู่ที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตัวควบคุมก็สามารถที่จะเพิ่มสัญญาณควบคุมทางเอาต์พุทขึ้นไปที่ 60 เปอร์เซ็นต์เพื่อเพิ่มแสงสว่างที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้มีค่ามากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามตัวควบคุมก็ได้ทำการลดค่าสัญญาณเอาต์พุทลง เมื่อแสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีความสว่างมากขึ้น ดังช่วงเวลาวินาทีที่ 78 ของรูปที่ 5.23 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีค่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตัวควบคุมก็ได้ทำการลดค่าของสัญญาณเอาต์พุทลงไว้ในระดับที่แสดงไว้ด้วยตัวอักษร I ของรูปที่ 5.23 ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้แสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีค่าน้อยลง

โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลองของทั้งสองอินพุทจะพบว่า การควบคุมระดับสัญญานเอาต์พุทของตัวควบคุมทีมี 2 อินพุท สามารถตอบสนองสัญญาณอินพุทที่ราบเรียบกว่า ตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว ซึ่งพิจรณาได้จากในรูปที่ 5.22 และ รูปที่ 5.23 โดยเมื่อพิจรณาที่กราฟของเส้นสัญญาณเอาต์พุทของตัวควบคุมทั้ง 2 ลักษณะเปรียบเทียบกัน ซึ่งจะพบว่าสัญญาณเอาต์พุท ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.23 แสดงผลการทดลองของตัวควบคุม 2 อินพุท

ตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท จะมีการรักษาระดับของสัญญาณที่คงที่กว่าสัญญาณเอาต์พุทของตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว โดยไม่ว่าสัญญาณที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะมีค่าเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยเพียงใด แต่เมื่อพิจรณาสัญญาณเอาต์พุทในรูปที่ 5.22 ซึ่งเป็นสัญญาณเอาต์พุทของตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวจะพบว่าสัญญาณเอาต์พุทมีการรักษาระดับของสัญญาณที่ไม่ดีเท่ากับตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท ซึ่งเงื่อนไขของการรัษาระดับที่ดีของตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท จะได้มาจากตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทจะมีเงื่อนไขของกฎการควบคุมที่มากกว่าตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวซึ่งจากการที่กำหนดให้เซตทางด้านอินพุทมีการซ้อนทับกัน 25 % ทำให้เมื่อมีสัญญาณอินพุทเข้ามา 1 ค่า จะทำให้ตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวได้รับกฎการควบคุม 2 กฎการควบคุมแต่ในขณะที่ตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท จะได้รับกฎการควบคุมถึง 4 กฎการควบคุม(อันเนื่องมาจาก 1 อินพุท จะได้รับ 2 กฎการควบคุม)

ซึ่งทำให้การตัดสินใจของตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว มีการตัดสินใจที่รวดเร็วซึ่งส่งผลให้ตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวมีการตอบสนองต่อสัญญาณอินพุทที่รวดเร็ว ซึ่งได้กล่าวไว้ในตอนต้นแล้วแต่ตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวจะมีข้อเสียในเรื่องของความแน่นอนและความถูกต้องของการตัดสินใจเนื่องจากมีกฎการควบคุมเพียง 2 กฎการควบคุมต่อสัญญาณอินพุทที่เข้ามา 1 ค่า แต่เมื่อมองในส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท จะพบว่ามีการตอบสนองต่อสัญญาณอินพุทที่ช้ากว่าตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว เนื่องมาจากเมื่อมีสัญญาณอินพุท 1 ค่าเข้ามาในตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทจะทำให้ตัวควบคุมได้รับกฎการควบคุม 4 กฎการควบคุม จึงต้องมีเงื่อนไขของการตัดสินใจมากขึ้นกว่าตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทมีการรักษาระดับของสัญญาณที่ดีและการตอบสนองที่ช้ากว่าตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียว แต่ในด้านของความถูกต้องของสัญญาณเอาต์พุทตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทจะมีความถูกต้องมากกว่าตัวควบคุมที่มีอินพุทเดียวแน่นอน โดยในส่วนของข้อเสียของตัวควบคุมที่มี 2 อินพุทในเรื่องของการตอบสนองต่อสัญญาณอินพุทที่ช้านั้น สามารถที่จะแก้ไขได้โดยการลดช่วงของเซตอินพุทลงดังทีเคยกล่าวไว้แล้ว หรือการเพิ่มอัตราขยายทางด้านอินพุทและเอาต์พุทให้มีค่ามากขึ้น ซึ่งในการทดลองในปริญญานิพนธ์ครั้งนี้มีการกำหนดอัตราขยายทั้งทางด้านอินพุทและเอาต์พุทของตัวควบคุมทั้ง 2 แบบไว้เท่ากับ 1 ซึ่งวิธีการที่กล่าวไว้ทั้ง 2 วิธีจะช่วยให้การตอบสนองต่อสัญญาณอินพุทมีความรวดเร็วขึ้น

5.4 วงจรใช้งาน

วงจรที่นำมาใช้งานในการทดลองครั้งนี้จะประกอบด้วยวงจรที่ทำงานส่วนต่างๆ คือ วงจรที่จะนำมาใช้ในการแปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อแปลงค่าของแสงสว่างที่ตกกระทบบนอุปกรณ์เซ็นเซอร์จากสัญญาณอนาลอกเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถที่จะประมวลผลได้และวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกเพื่อที่จะแปลงสัญญาณดิจิตอลจากคอมพิวเตอร์หลังจากที่คอมพิวเตอร์ประมวลผลแล้ว มาเป็นสัญญาณอนาลอกเพื่อส่งออกไปเป็นสัญญาณควบคุมหลอดไฟ ส่วนอีกวงจรหนึ่ง คือ วงจรที่ทำงานในส่วนของการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับหลอดไฟโดยจะถูกควบคุมการจ่ายกระแสจากสัญญาณอนาลอกที่ถูกแปลงมาจากสัญญาณดิจิตอลของคอมพิวเตอร์ และวงจรที่สำคัญอีกวงจรหนึ่งคือวงจรที่ใช้ในการขยายและปรับสัญญาณจากตัวเซ็นเซอร์ให้อยู่ในระดับที่ใช้งานได้เนื่องจากระดับแรงดันที่วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลจะสามารถรับแรงดันได้ในช่วง 0 ถึง 5 โวลท์ และวงจรที่ขาดไม่ได้ก็คือวงจรจ่ายไฟโดยจะจ่ายไฟให้กับวงจรต่างๆ โดยสามารถแยกอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

5.4.1 วงจรควบคุมการจ่ายแรงดัน

วงจรจ่ายแรงดันสามารถแสดงได้ในรูปที่ 5.24 ก ซึ่งการทำงานของวงจรโดยรวมจะมีหน้าที่ควบคุมแรงดันให้กับหลอดไฟที่ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ ไตรแอก เบอร์ MAC 15 ที่ใช้เป็นตัวควบคุมแรงดันให้กับหลอดไฟโดยจะควบคุมแรงดันที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 220 โวลท์ เนื่องจากหลอดไฟที่จะใช้เป็นหลอดไฟขนาด 20 วัตต์ 220 โวลท์ ซึ่งในการควบคุมตัวไตรแอกให้สามารถควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันได้นั้นจะเป็นการปรับแรงดันให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 220 โวลท์ ซึ่งตัวไตรแอกจะถูกควบคุมการทำงานที่ขา เกต ซึ่งสัญญาณที่ส่งมาควบคุมที่ขา เกต ของไตรแอกนั้นจะเป็นสัญญาณควบคุมมุมจุดฉนวนที่ถูกส่งออกมาจาก IC ควบคุมมุมจุดฉนวน เบอร์ TCA 785

โดยการควบคุมหลอดไฟจะเริ่มจาก TCA 785 จะรับสัญญาณที่ควบคุมการสร้างมุมจุดฉนวนที่จะเข้ามาที่ขา 2 โดยจะมีย่านของแรงดันที่จะเข้ามาที่ ขา 2 ของ TCA 785 จะอยู่ในช่วง 3 ถึง 5 โวลท์ โดยที่ระดับแรงดันที่ 5 โวลท์ จะทำให้ TCA 785 กำเนิดพัลส์ที่จะนำไปจุดฉนวนเกิดขึ้นที่มุม 0 องศา และที่ระดับแรงดัน 3 โวลท์ จะทำให้ TCA 785 กำเนิดพัลส์ที่จะนำไปจุดฉนวนเกิดขึ้นที่ 180 องศา เพระฉนั้นในการปรับค่าแรงดันที่จะเข้าสู่ TCA 785 ช่วง 5 ถึง 3 โวลท์ทำให้ TCA785 ปรับมุมจุดฉนวนได้ในช่วง 0 ถึง 180 องศา โดยพัลส์ที่ TCA 785 ทำการกำเนิดออกมานั้นจะถูกส่งออกไปยังขา เกต ของไตรแอก โดยผ่านทาง opto isolate เบอร์ MOC 3021 เพื่อทำการแยกกราวด์ทางไฟฟ้ากระแสสลับ และ กราวด์ของไฟฟ้ากระแสตรงออกจากกัน

5.4.2 วงจรขยายสัญญาณญาณจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์

วงจรนี้จะทำหน้าที่ในการควบคุมแรงดันที่จะเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลท์เนื่องมาจากวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลสามารถที่จะรับแรงดันอินพุทได้ในช่วง 0 ถึง 5 โวลท์ ซึ่งจะใช้วงจร Instument amp ที่จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากชุดวงจรบริดจ์ ที่มีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ประกอบร่วมอยู่ โดยเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างจะทำให้ค่าความต้านทานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์มีการเปลี่ยนแปลงทำให้แรงดันของวงจรบริดจ์เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้ชุดวงจร Instument amp จะทำการขยายและปรับสัญญาณให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลท์

โดยอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวเซ็นเซอร์จะใช้ LDR เป็นตัวเซ็นเซอร์ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามแสงที่ได้รับ โดยเมื่อแสงที่ตกกระทบ LDR มีค่ามากจะทำให้ค่าความต้านทานของ LDR มีค่าน้อยลง และเมื่อแสงที่ตกกระทบ LDR มีค่าน้อยจะทำให้ความต้านทานของ LDR มีค่ามากขึ้น โดยเมื่อไม่มีแสงสว่างตกกระทบ LDR เลยจะทำให้ค่าความต้านทานของ LDR มีค่าเท่ากับ 50 KΩ ซึ่งเมื่อแสงเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างจะทำให้ค่าความต้านทานของวงจรบริดจ์เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งส่งผลให้แรงดันของวงจรบริดจ์เกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งสุดท้ายก็จะทำให้ได้ค่าเอาท์พุทของวงจร Instument amp มีการเปลี่ยนแปลงตามค่าของความสว่างของแสงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.3 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

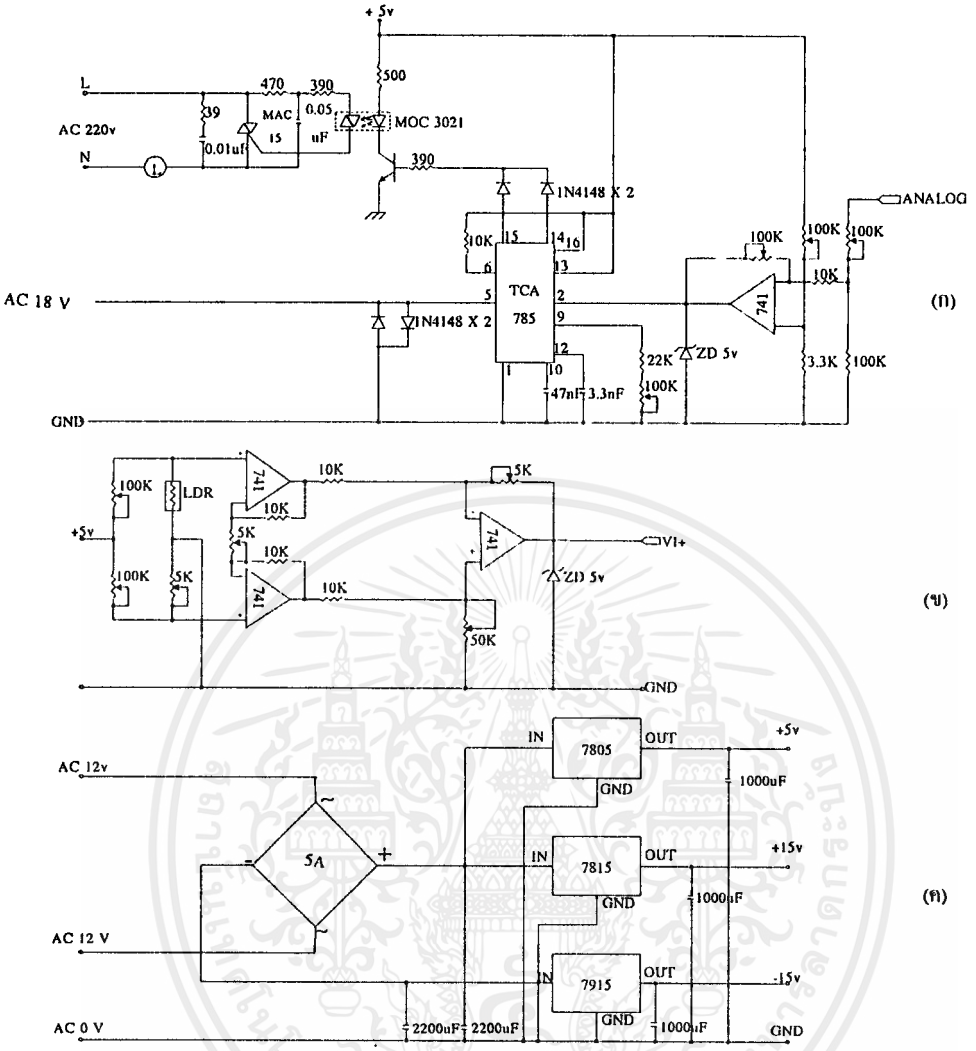
จะแสดงได้ในรูปที่ 5.24 ค ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมแรงดันให้คงที่ เพื่อจ่ายให้กับวงจรต่างๆ โดยแรงดันที่กำหนดไว้ มีอยู่ 3 ระดับ คือ +5 โวลท์, +15 โวลท์, -15 โวลท์ ซึ่งระดับแรงดันทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยผ่าน IC เบอร์ 7805 , 7815 , 7915 ตามลำดับ

5.4.4 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก

วงจรแปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่แสดงในรูปที่ 5.25 ซึ่งจะเป็นลักษณะของแผงวงจรที่จะเสียบลงบนช่อง slot ของ pc ซึ่งในแผงวงจรจะประกอบด้วยทั้งวงจรที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลและวงจรที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก โดยในการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกเพื่อส่งข้อมูลที่ทำการประมวลผลแล้วออกไปเป็นสัญญาณควบคุมต่อไป โดยจะใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ DAC0832 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แปลงสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิท เป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งจะให้แรงดันออกมาอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลท์ และส่วนในการรับค่าของข้อมูลจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ซึ่งเป็นข้อมูลอนาลอกในช่วง 0 ถึง 5 โวลท์ เพื่อนำมาแปลงเป็นข้อมูลทางด้านดิจิตอลขนาด 8 บิท เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปทำการประมวลผล โดยจะใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ DAC0804

โดยในการรับและส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอก กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ จะติดต่อทางพอร์ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการส่งข้อมูลออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้หมายเลขพอร์ต 20 AH และในการรับข้อมูลเข้ามายังเครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้หมายเลขพอร์ต 108H โดยจะมีการวนรับข้อมูลและส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 18.2 ครั้ง/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

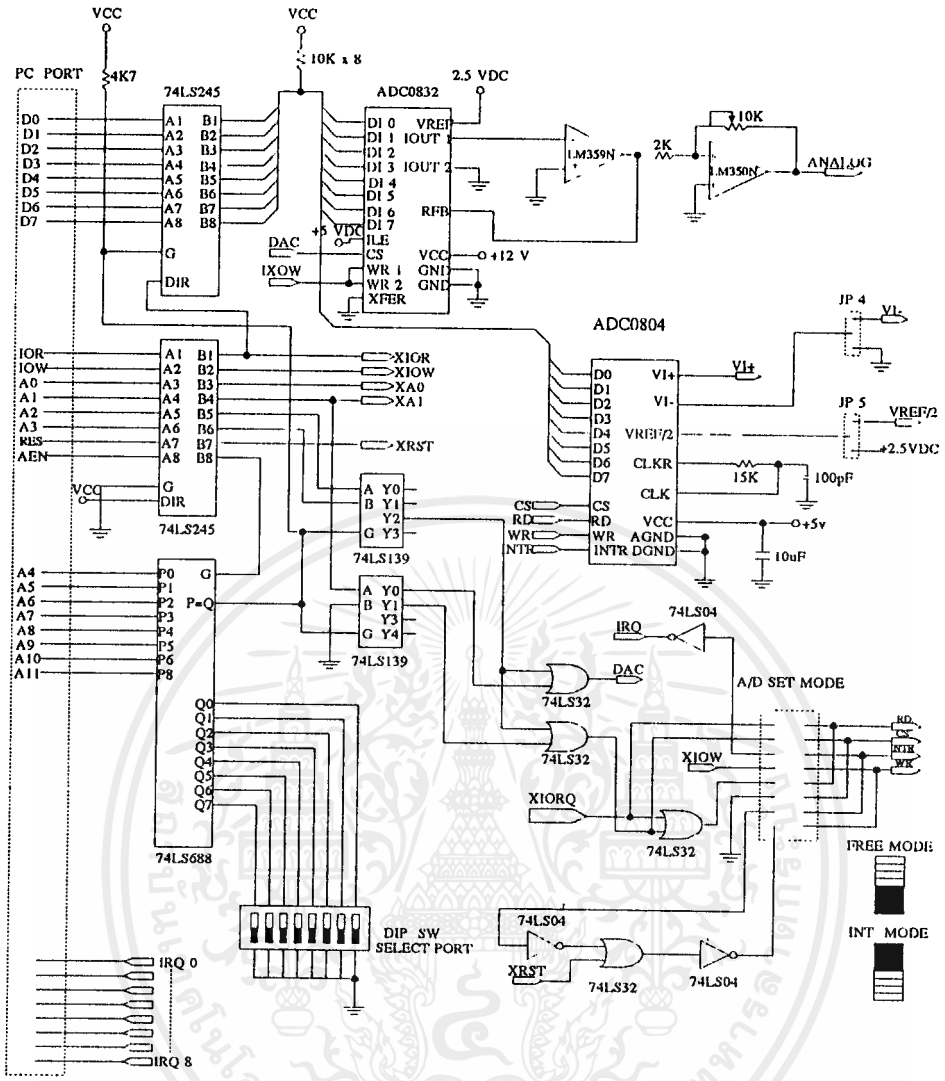


รูปที่ 5.24 แสดงวงจร ก วงจรควบคุมการจ่ายแรงดัน

ข วงจรขยายสัญญาณจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์

ค วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.25 แสดงวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล
และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การกำจัดสัญญาณรบกวนภาพโดยใช้ฟัซซี่

จากการศึกษาและการทดสอบการนำทฤษฎีฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกไปใช้งาน ทำให้สามารถพัฒนาและประยุกต์ฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกมาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ ที่รวมมากับสัญญาณภาพ ซึ่งจะเป็นการทำงานที่เลียนแบบตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์แต่จะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้โดดเด่นกว่าตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ระดับความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนที่สูงๆ โดยสัญญาณเอาต์พุทที่ได้ออกมาจากตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ จะเป็นสัญญาณค่ากลางของการสุ่มสัญญาณแบบเมตริกซ์ของจุดภาพ ซึ่งค่าที่ได้ออกมาจากตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตที่กำหนดไว้ในตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ โดยค่ากลางที่ได้ออกมาจากตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะเป็นค่าที่ได้ทำการกำจัดสัญญาณรบกวนแล้ว ซึ่งสัญญาณที่นำมาเป็นสัญญาณอินพุทของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะเป็นสัญญาณระดับสีเทาที่มีทั้งหมด 256 ระดับสีเทา ส่วนสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์จะเป็นสัญญาณที่มีระดับสีเทามีค่าต่ำมากๆ หรือ สูงมากๆ ซึ่งสัญญาณรบกวนประเภทนี้จะรวมมากับสัญญาณภาพได้หลายทาง เช่น จากขั้นตอนของการส่งออกอากาศ , จากสายส่งสัญญาณ หรือแม้กระทั่งสัญญาณรบกวนที่มาจากไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งสัญญาณรบกวนนี้จะปรากฏให้เห็นเป็นจุดสีขาว และจุดสีดำอยู่บนภาพ ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถที่จะมองเห็นภาพได้ชัดเจน เพราะฉนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องนำระบบที่มีความฉลาดที่สามารถแยกสัญญาณรบกวนและสัญาณภาพออกจากกันได้ มาทำหน้าที่ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ออก เพื่อให้ได้ภาพที่คมชัด ซึ่งในการออกแบบตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะต้องมีการศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

6.1 ข้อมูลภาพ (Picture information)

จากภาพที่นำมาทดลองในครั้งนี้จะเป็นภาพที่มีระดับสีเทา 256 ระดับ โดยมีขนาด 256 x 256 จุดภาพ หรืออาจมองอีกแง่มุมหนึ่งก็คือในแต่ละจุดภาพจะมีความเป็นไปได้ที่จะมีระดับสีเทาได้ 256 ระดับโดยขึ้นอยู่กับภาพนั้นว่าแต่ละจุดภาพจะมีความสว่างมากน้อยเพียงใด ซึ่งภาพที่มีความสว่างมาก ค่าระดับสีเทาที่จุดภาพนั้นจะมีค่าสูง แต่ถ้าภาพที่มีความสว่างน้อยจะทำให้จุดภาพตำแหน่งนั้นจะมีระดับสีเทาที่ต่ำ ซึ่งโดยปกติภาพต้นแบบที่ยังไม่มีการรวมสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลเข้าไปจะมีการกระจายของระดับสีเทาเป็นกลุ่มตามรูปร่างของภาพที่อยู่ภายในภาพนั้น ซึ่งสามารถที่จะ

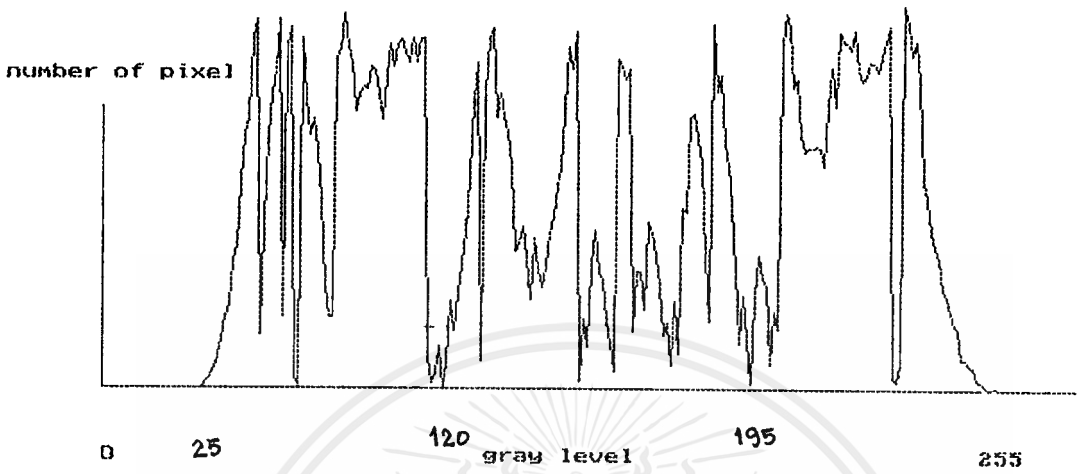
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

ฮีสโตรแกรม ในรูป 6.1 เป็นฮีสโตรแกรม ของภาพ Lena ตามรูปข้างบนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

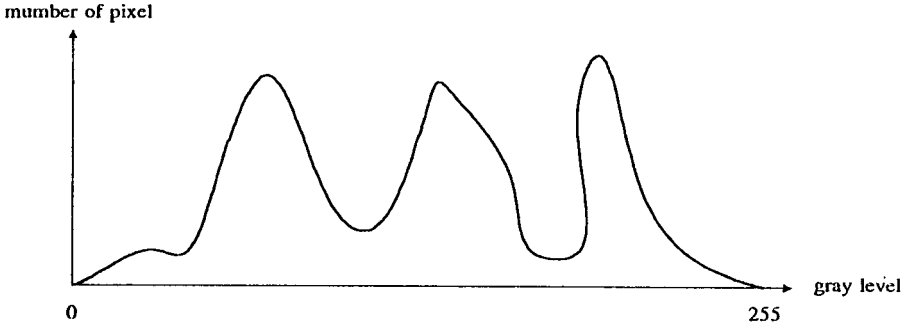
ทราบการแบ่งกลุ่มของระดับสีเทาได้โดยการนำมาเขียนเป็นกราฟที่เรียกว่าฮีสโตรแกรมภาพ ดังแสดงในรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.1 แสดงฮีสโตรแกรมของภาพที่นำมาทำการทดลอง

ซึ่งจะเป็นการแสดงฮีสโตรแกรมของภาพที่มีระดับสีเทา 256 ระดับ โดยฮีสโตรแกรมของภาพในรูปที่ 6.2 จะสามารถแบ่งกลุ่มของระดับสีเทาออกมาได้ 3 กลุ่ม ซึ่งเมื่อสังเกตุดูจะพบว่าฮีสโตรแกรมของภาพจะปรากฏออกมาในลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยม ซึ่งในตำแหน่งที่กราฟมีค่าสูงจะแสดงว่าที่ระดับสีเทาตรงนั้นมีจำนวนระดับสีเทาเดียวกันมาก ส่วนในตำแหน่งที่กราฟมีค่าต่ำจะเป็นการแสดงว่าระดับสีเทาค่านั้นมีจำนวนระดับสีเทาเดียวกันน้อย ซึ่งฮีสโตรแกรมของภาพสามารถที่จะเขียนขึ้นมาได้จากการกำหนดให้แกน Y ซึ่งเป็นแกนในแนวตั้งแทนจำนวนจุดภาพที่มีระดับสีเทาเดียวกัน และให้แกน X ซึ่งเป็นแกนในแนวนอนแทนค่าระดับสีเทาต่างๆในภาพ โดยในการที่จะเขียนฮีสโตรแกรมภาพจะเขียนโดยการกำหนดว่าที่ระดับสีเทาค่านั้นๆ มีกี่จุดภาพ โดยเริ่มเขียนจากตำแหน่งที่ระดับสีเทาต่ำสุดจนระดับสีเทาสูงสุดซึ่งเมื่อเขียนจุดภาพต่อกันก็จะทำให้ได้รูปร่างของฮีสโตรแกรมของภาพออกมาดังฮีสโตรแกรมในรูปที่ 6.2 ซึ่งฮีสโตรแกรมของภาพนี้จะมีประโยชน์อย่างมากในการนำภาพนั้น ไปทำการวิเคราะห์หาข้อมูลของภาพนั้นๆ ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ก็ได้นำฮีสโตรแกรมของภาพมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อมูลของภาพต้นแบบเพื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ฮิสโตรแกรมของภาพทีมีสัญญาณรบกวนผสมอยู่ เพื่อประโยชน์ในการกำหนดฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ โดยในการทดลองครั้งนี้ภาพที่นำมาทดลองสามารถที่จะแสดงฮีสโตรแกรมได้ดังรูปที่ 6.1 ซึ่งจะสามารถที่จะแบ่งกลุ่มของฮีสโตรแกรมออกเป็นกลุ่มๆ โดยในการทดลอง จะทำการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

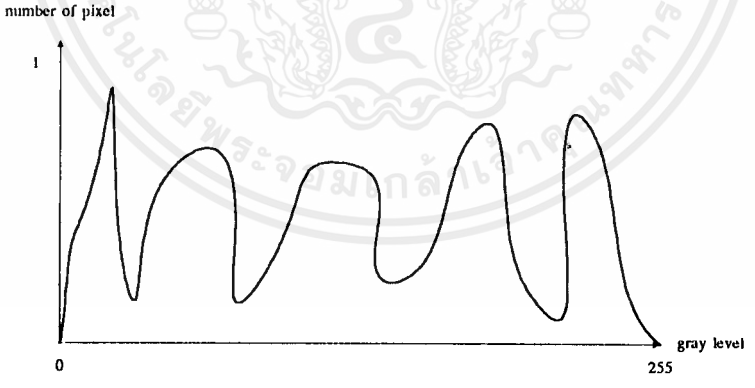
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 แสดงฮีสโตรแกรมภาพต้นแบบ

6.2 สัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์(Impluse noise)

จากรูปที่ 6.3 แสดงอีสโตรแกรมของภาพที่มีสัญญาณรบกวนรวมเข้ามารวมกับภาพต้นแบบ ซึ่งเป็นสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ โดยเมื่อพิจารณาที่ฮีสโตรแกรมของภาพจะพบว่าตำแหน่งที่มีระดับสีเทาต่ำและตำแหน่งที่มีระดับสีเทาสูง กราฟจะมีการพุ่งขึ้นสูงแสดงให้เห็นได้ว่าคุณสมบัติสัญญาณรบกวนแบบอิพัลส์จะแสดงออกมาในรูปของระดับสีเทาที่มีค่าต่ำและค่าสูง ซึ่งถ้าปรากฏบนภาพจะทำให้เกิดจุดสีดำเมื่อระดับสีมีค่าต่ำและจุดสีขาวเมื่อระดับสีเทามีค่าสูงเกิดขึ้นซึ่งจากคุณสมบัติ

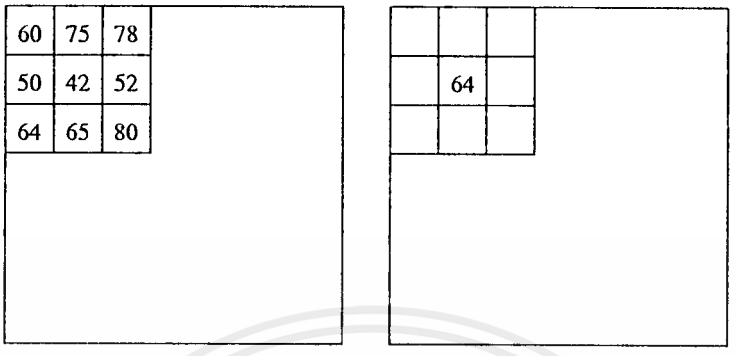


รูปที่ 6.3 แสดงฮีสโตรแกรมของภาพที่มีสัญญาณรบกวน

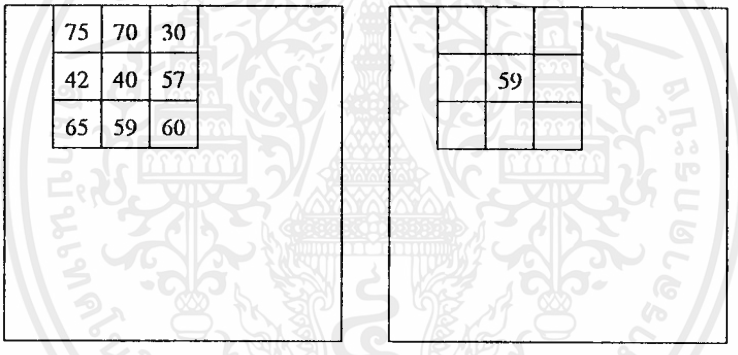
ข้อนี้เองที่นำมาเป็นหลักเกณฑ์ในการทำตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ คือ จะต้องกำจัดระดับสีเทาที่มีค่าต่ำมากๆ และสูงมากๆเมื่อเทียบกับค่าของระดับสีเทาของภาพมาตรฐานเดิม โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับสีเทาของภาพมาตรฐานเดิมก่อนที่จะมีการรวมสัญญาณรบกวนแบบอิพัลส์เข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 มีเดียนฟิลเตอร์



รูปที่ 6.4 แสดงมีเดี่ยนฟิลเตอร์ที่เมตริกซ์ย่อยแรก



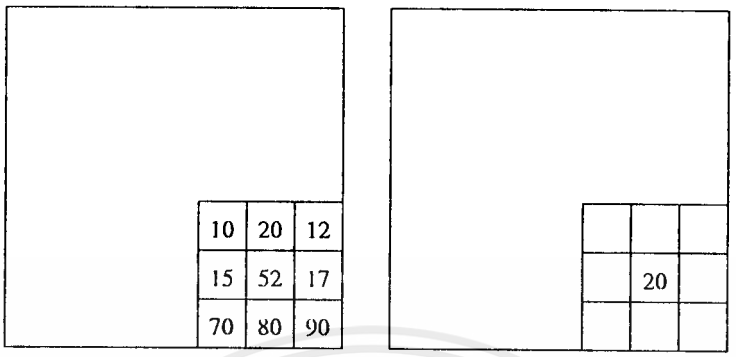
รูปที่ 6.5 แสดงมีเดียนฟิลเตอร์เมตริกซ์ย่อยที่ 2

จากรูปที่ 6.4 จะเป็นขั้นตอนแรกของการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์โดยใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์ โดยในขั้นตอนแรกจะแบ่งจุดภาพออกเป็นเมตริกซ์ย่อยแบบจตุรัสขนาด 9 จุดภาพ หรือขนาด 3 x 3 จุดภาพ ซึ่งในการหาค่ากลางจะหาค่าโดยวิธีการเรียงลำดับค่าของระดับสีเทาในเมตริกซ์ย่อย จากค่าน้อย ไป หา ค่ามาก แล้วนำค่าตำแหน่งตรงกลางของการเรียงลำดับค่าระดับสีเทาของจุดภาพในเมตริกย่อยแบบจตุรัสที่กำลังหาค่ากลางอยู่ มาเป็นคำตอบของค่ากลางของจุดภาพตรงตำแหน่งตรงกลางของเมตริกซ์ย่อยแบบจตุรัสนั้นๆ

ซึ่งถ้ามีค่าระดับสีเทาดังรูปที่ 6.4 ดังต่อไปนี้ 42,50,52,60,64,65,75,78,80 ซึ่งจะสามารถหาค่ากลางของเมตริกซ์ย่อยเท่ากับ 64 ซึ่งก็คือค่ากลางของการเรียงลำดับจากน้อยไปหาค่ามาก และยังเป็นคำตอบของจุภาพตรงกลางของเมตริกซ์ย่อยด้วย โดยในขั้นตอนต่อไปก็จะเลื่อนเมตริกซ์ย่อยไปอีก 1 จุดภาพ แล้วหาค่ากลางของเมตริกซ์ย่อยที่เลื่อนไปนั้น ตอ่ไปก็เลื่อนเมตริกซ์ย่อยไปจนหมดภาพ ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.5 และ รูปที่ 6.6 ซึ่งก็จะทำให้ได้ภาพที่ได้รับการฟิลเตอร์ ด้วยตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ออกมา



รูปที่ 6.6 แสดงมีเดียนฟิลเตอร์ที่เมตริกซ์ย่อยสุดท้าย

6.4 ฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต(Membership function)

เนื่องจากเงื่อนไขของการออกแบบตัวกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้ระบบฟัซซี่ ที่มีการออกแบบโดยการเลียนแบบการทำงานของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ คือมีการหาค่ากลางของระดับสีเทาของแต่ละจุดภาพจากกลุ่มของจุดภาพย่อยที่ถูกแบ่งออกเป็นเมตริกซ์แบบจตุรัส แต่ในการหาค่ากลางของระดับสีเทาในแต่ละจุดภาพในตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ จะแตกต่างจากการหาค่ากลางของแต่ละจุดภาพในตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ ตรงที่ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์จะนำค่าของระดับสีเทา ในแต่ละจุดภาพของเมตริกซ์ย่อยมาเรียงกันจากน้อยไปหามาก แล้วจึงนำค่าระดับสีเทาตรงตำแหน่งตรงกลางของการเรียงลำดับจากน้อยไปหามากออกมาเป็นค่ากลางของจุดภาพตรงตำแหน่งจุดภาพตรงกลางของเมตริกซ์ย่อยแบบจตุรัส แต่อันเนื่องมาจากในระบบฟัซซี่จะมีการประมวลผลโดยใช้เซตของฟัซซี่เพราะฉนั้นในการหาค่ากลางจึงจำเป็นต้องใช้เซตของฟัซซี่ในการหาค่ากลางของระดับสีเทาของจุดภาพแต่ในการหาค่ากลางของระดับสีเทาของจุดภาพจากเซตของฟัซซี่ จะต้องหาค่ากลางโดยผ่านการหาค่าเฉลี่ยของระดับสีเทาในเมตริกซ์ย่อยนั้นๆ เพราะการใช้เซตไม่สามารถเรียงลำดับค่าของระดับสีเทาได้ เพราะฉนั้นจึงต้องมีการกำหนดเซตเพื่อใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของระดับสีเทาในเมตริกย่อยนั้นๆแต่ในการหาค่าเฉลี่ยของระดับสีเทาในเมตริกซ์ย่อยนั้นเพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะนำค่าที่ได้มาเป็นตัวแทนของค่ากลางของระดับสีเทาของจุดภาพตรงกลางของเมตริกย่อยแบบจตุรัสได้ อันเนื่องมาจากค่าของระดับสีเทาของแต่ละจุดภาพทีอยู่ในเมตริกซ์ย่อยจะมีค่าระดับสีเทาที่แตกต่างกันมากซึ่งบางจุดภาพอาจมีค่าระดับสีเทาต่ำแต่บางจุดภาพอาจมีระดับสีเทาสูง โดยเฉพาะในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์รวมเข้ามา ฉนั้นจึงต้องมีการแบ่งระดับสีเทาของภาพออกเป็นช่วงๆ เพื่อที่จะหาค่าระดับสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทาในแต่ละช่วงนั้นเพื่อให้ได้ค่าระดับสีเทาที่เหมาะสมกับค่าที่ควรเป็นจริง โดยในการแบ่งช่วงของระดับสีเทาจะแบ่งออกตามฮีสโตรแกรมของภาพ(จากภาพที่ 6.2 ฮีสโตรแกรมถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วง) และเมื่อได้ค่าของระดับสีเทาในแต่ละช่วงแล้ว ก็จะเลือกค่าที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยที่กล่าวมาข้างต้น เพราะการหาค่ากลางของระดับสีเทาจากค่าเฉลี่ยเพียงอย่างเดียวจะไม่ใช้ค่ากลางของระดับสีเทาที่ใกล้เคียงความเป็นจริงเพราะค่าเฉลี่ยเป็นค่าที่หาได้มาจากการกำหนดเซตของฟัซซี่ที่มีเงื่อนไขที่กว้างแต่ค่ากลางของระดับสีเทาของจุดภาพที่หาได้มาจากแต่ละช่วงของระดับสีเทาตามฮีสโตรแกรมของภาพก็จะเป็นค่าที่ไม่ถูกต้องเนื่องมาจากการกำหนดเซตของฟัซซี่ในการหาค่าระดับสีเทาในแต่ละช่วงมีการกำหนดที่เงื่อนไขแคบเกินไป จึงส่งผลให้ต้องมีการหาค่ากลางของระดับสีเทาโดยใช้ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าของระดับสีในแต่ละช่วง ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นทำให้มีการกำหนดเซตออกมา 2 ลักษณะ คือเซตที่เหมาะสมกับการหาค่าเฉลี่ยจะใช้เซตแบบอินเตอร์วอล และเซตที่เหมาะสมกับการหาค่าระดับสีเทาในแต่ละช่วงจะใช้เซตแบบฟัซซี่นัมเบอร์ โดยจะได้กล่าวต่อไปนี้

6.4.1 ฟัซซี่นัมเบอร์(Fuzzy number)

เนื่องจากเงื่อนไขของการกำหนดส่วนประกอบของการนำระบบฟัซซี่ลอจิกไปใช้งานในด้านต่างๆส่วนประกอบส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งคือการกำหนดเซตของฟัซซี่ ซึ่งโดยทั่วไปของการกำหนดเซตของฟัซซี่จะมีการกำหนดตามเงื่อนไขของการนำไปใช้งานนั้นๆ เช่น ในการนำระบบฟัซซี่ไปใช้ทำเป็นตัวควบคุม จะมีการกำหนดฟัซซี่เซตเป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วนในการกำหนดเซตของฟัซซี่ในการนำระบบฟัซซี่ไปใช้ในการทำเป็นตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ จะสามารถกำหนดเซตของฟัซซี่ได้ 2 ลักษณะ คือการกำหนดเซตของฟัซซี่ตามความชำนาญของผู้ออกแบบตัวกำจัดสัญญาณรบกวน และ การกำหนดเซตของฟัซซี่ตามลักษณะฮีสโตรแกรมของภาพที่จะนำมากำจัดสัญญาณรบกวน โดยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ใช้วิธีการกำหนดเซตของฟัซซี่ตามลักษณะฮีโตรแกรมของภาพที่จะนำมาทำการกำจัดสัญญาณรบกวน ซึ่งการที่จะมีการกำหนดเซตของฟัซซี่ตามลักษณะของฮีสโตแกรมของภาพที่จะนำมากำจัดสัญญาณรบกวน จะต้องทราบลักษณะรูปร่างฮีสโตแกรมของภาพนั้นๆ ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมาจากหัวข้อข้างต้นจะพบว่าการทดลองของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลักษณะของฮีสโตรแกรมที่นำมาทำการกำหนดเซตของฟัซซี่ จะเป็นลักษณะกราฟแสดงรูปร่างการกระจายของระดับสีเทาของภาพที่จะนำมากำจัดสัญญาณรบกวน ซึ่งรูปร่างของฮีสโตรแกรมที่ได้ในการทดลองของปริญญานิพนธ์นี้ จะมีการกระจายเป็นลักษณะรูปสามเหลี่ยมโดยสามารถแบ่งกลุ่มระดับสีเทาออกได้ 3 กลุ่ม ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นมีเงื่อนไขของการนำหลักการของฟัซซี่นัมเบอร์มาใช้ในการกำหนดเซตของฟัซซี่คือการที่นำภาพมาทำการกำจัดสัญญานรบกวนแล้วได้ฮีสโตรแกรมของภาพที่มีลักษณะของการกระจายของระดับสีเทาเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วแบ่งระดับสีเทาได้ 3 กลุ่มกระจายอยู่ในภาพ ซึ่งทำให้สามารถที่จะนำระบบฟัซซี่นัมเบอร์มาใช้ในการกำหนดเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของฟัซซี่ได้เนื่องจากฟัซซี่นัมเบอร์มีหลักการของการกำหนดรูปร่างเป็นลักษณะรูปสามเหลี่ยมเช่นเดียวกับฮีสโตรแกรมของภาพ

สามารถกำหนดรูปแบบของฟัซซี่นัมเบอร์ได้ดังนี้

$$f(\alpha) = \begin{cases} L(m-x/a) & \text{for } x \leq m \\ R(x-m/B) & \text{for } x \geq m \end{cases}$$

โดยกำหนด

$f(\alpha)$ = ค่าระดับการเป็นสมาชิกใดๆของฟัซซี่นัมเบอร์

$L(m-x/a)$ = ค่าระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซี่นัมเบอร์เมื่อ $x \leq m$

$R(x-m/B)$ = ค่าระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซี่นัมเบอร์เมื่อ $x \geq m$

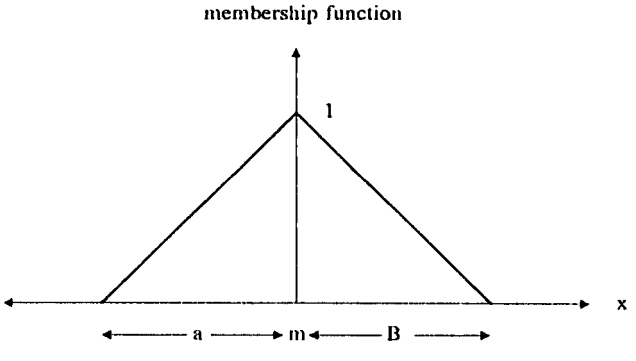
m = ค่ากลางของฟัซซี่นัมเบอร์

x = ค่าอินพุทที่เป็นสมาชิกของฟัซซี่นัมเบอร์

a = ระยะจากตรงกลางถึงขอบด้านซ้าย

B = ระยะจากตรงกลางถึงขอบด้านขวา

โดยฟัซซี่นัมเบอร์จะเป็นฟัซซี่ที่มีลักษณะของเซตที่มีค่าฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกสูงสุดเท่ากับ 1 และใน 1 เซตจะต้องมีค่าสูงสุดเพียงค่าเดียวเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 6.7 ซึ่งรูปแบบที่ใช้ในการคำนวนนั้นจะทำการคำนวนระดับการเป็นสมาชิกโดยแยกคำนวนระดับการเป็นสมาชิกของแนวเอียงด้านซ้ายและด้านขวาของเซตได้จากรูปแบบที่กำหนดข้างต้น



รูปที่ 6.7 แสดงส่วนประกอบของฟัซซี่นัมเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.2 ฟัซซี่อินเตอร์วอล (Fuzzy interval)

ซึ่งจากหลักการของการออกแบบตัวกำจัดสัญญาณแบบฟัซซี่จะมีจุดประสงค์ของการหาค่ากลางเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยของระดับสีเทา เพื่อเป็นตัวในการเลือกว่าจุดภาพใดควรใช้ค่าของเซตใดที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยมากที่สุดเป็นค่าเอาท์พุท เพราะฉนั้นในการกำหนดเซตของฟัซซี่ของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะต้องมีการกำหนดเซตของฟัซซี่เพื่อเป็นตัวกำหนดค่าเฉลี่ยของระดับสีเทาซึ่งได้มีการกำหนดเซตของฟัซซี่ของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้หลักการของฟัซซี่อินเตอร์วอลเพราะฟัซซี่อินเตอร์วอลสามารถที่จะนำมากำหนดเซตของฟัซซี่ของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนให้สามารถที่จะทำให้เซตของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนสามารถครอบคลุมระดับการเป็นสีเท่าได้ทั้งหมดเนื่องจากฟัซซี่อินเตอร์วอลสามารถที่จะกำหนดค่าสูงสุดได้มากกว่าหนึ่งค่า ทำให้ครอบครุมพื้นที่ระดับสีเทาทั้งหมดได้ ซึ่งสามารถกำหนดลักษณะของฟัซซี่อินเตอร์วอลได้ดังนี้

$$f(\alpha) = \begin{cases} L(ml-x/a) & \text{for } x \leq ml \\ 1 & \text{for } ml \leq x \leq mr \\ R(x-mr/B) & \text{for } x \geq mr \end{cases}$$

โดยกำหนด

$f(\alpha)$ = ค่าฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกใดๆ ของฟัซซี่อิเตอร์วอล

$L(ml-x/a)$ = ค่าฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่อินเตอร์วอลเมื่อ $x \leq ml$

$R(x-mr/B)$ = ค่าฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของฟัซซี่อินเตอร์วอลเมื่อ $x \geq mr$

ml = ค่าสมาชิกของฟัซซี่อินเตอร์วอลตำแหน่งแรกที่ระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 จากด้านซ้าย

mr = ค่าสมาชิกของฟัซซี่อินเตอร์วอลตำแหน่งแรกที่ระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 จากด้านขวา

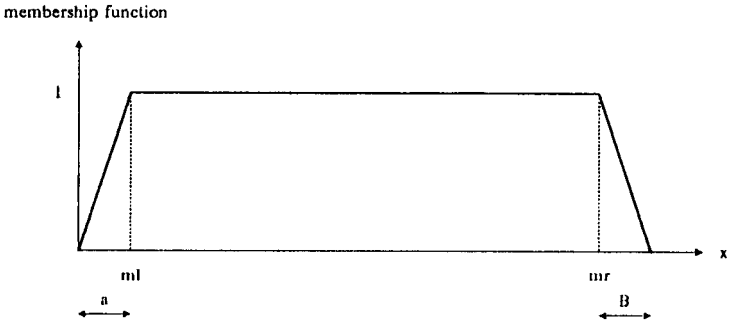
x = ค่าอินพุทที่เป็นสมาชิกของฟัซซี่อินเตอร์วอล

a = ระยะจาก ml ถึงขอบด้านซ้าย

B = ระยะจาก mr ถึงขอบด้านขวา

ฟัซซี่อินเตอร์วอล คือฟัซซี่เซตที่มีค่าสูงสุดที่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 มากกว่า 1 ค่า ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 6.8 ซึ่งในการคำนวนค่าระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตจะแบ่งช่วงการคำนวณออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแนวเอียงด้านซ้าย ช่วงที่มีระดับการเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 และช่วงแนวเอียงด้านขวา โดยรูปแบบของการคำนวนกำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.8 แสดงส่วนประกอบของฟัซซี่อินเตอร์วอล

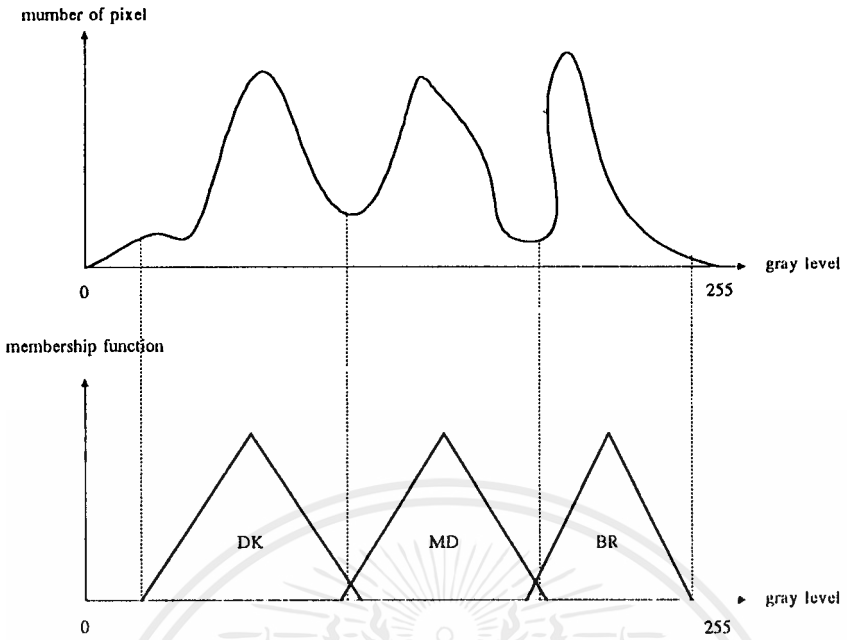
ซึ่งจากหลักการของฟัซซี่นัมเบอร์และฟัซซี่อินเตอร์วอล จะนำมากำหนดเป็นฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกของการใช้กำจัดสัญญาณรบกวน โดยสามารถสรุปวิธีการกำหนดเซตของฟัซซี่นัมเบอร์และฟัซซี่อินเตอร์วอล จะใช้ 2 หลักการ

- การใช้ความชำนาญในการกำหนด
- การกำหนดตามรูปร่างของฮีสโตรแกรม(Histrogram)ของภาพ

โดยในการกำหนดรูปร่างของฟังก์ชั่นการเป็นสมาชิกโดยใช้ความชำนาญของผู้กำหนดนั้นผู้ทำหน้าที่กำหนดรูปร่างและจำนวนของฟัซซี่เซตจะต้องมีความชำนาญในการพิจารณาภาพโดยไม่ต้องพิจารณาจากฮีสโตรแกรมภาพและแบ่งช่วงระดับสีเทาได้อย่างแม่นยำ ซึ่งตรงนี้จะต้องใช้ความสามารถส่วนตัวของผู้กำหนดหรือผู้ออกแบบตัวกำจัดสัญญาณรบกวน ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้จะไม่กล่าวถึง

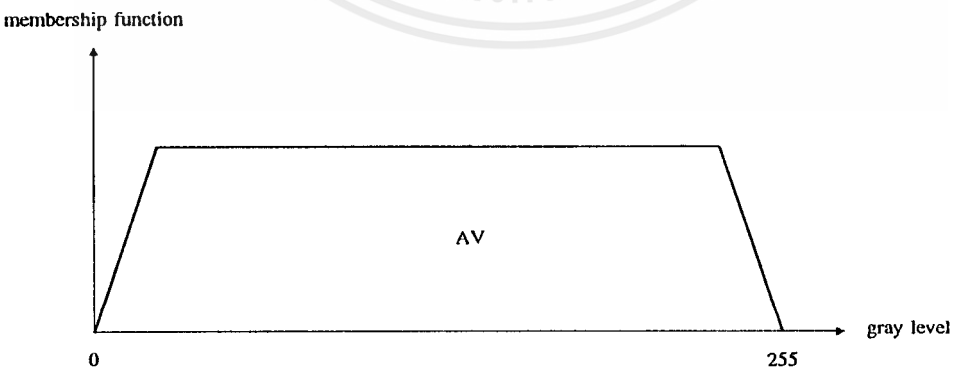
ส่วนการกำหนดฟัซซี่นัมเบอร์ตามฮีสโตรแกรมของภาพนั้น จะต้องทราบรูปร่างของฮีสโตรแกรมของภาพที่จะนำมาทำการกำจัดสัญญาณรบกวน แล้วทำการแบ่งฮีสโตรแกรมของภาพนั้นๆออกเป็นส่วนๆดังรูปที่ 6.9 แล้วนำมากำหนดเซตของฟัซซี่นัมเบอร์ตามส่วนของฮีสโตรแกรมที่แบ่งออก ซึ่งในการปริญญานิพนธ์นี้จากภาพต้นแบบสาสารถแบ่งช่วงของฮีสโตรแกรมออกได้ 3 ช่วงที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมโดยในที่นี้ได้กำหนดชื่อไว้ว่า DARK(DK) , MEDIAN DARK(MD) , BRIGHT(BR) เป็นส่วนของฟัซซี่นัมเบอร์ และได้กำหนดให้ฟัซซี่อินเตอร์วอลคลุมพื้นที่ทั้งหมดของระดับสีเทาของภาพดังรูปที่ 6.10 เพื่อเป็นการหาค่าเฉลี่ยของระดับสีเทาที่ปรากฏบนภาพที่จะนำมาทำการกำจัดสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 แสดงการกำหนดฟัซซี่นัมเบอร์

ซึ่งในการแบ่งสัดส่วนของฮีสโตรแกรมของภาพนั้น แต่ละภาพจะมีการแบ่งกลุ่ม ของฮีสโตรแกรมไม่เท่ากันและรูปร่างของการกระจายก็จะไม่เหมือนกัน ขนาดของฮีสโตรแกรมของแต่ละกลุ่มก็จะไม่เท่ากันเพราะฉนั้นการกำหนดฟัซซี่เซต 1 ครั้งจะใช้ได้กับรูปภาพเพียงภาพเดียวเท่านั้น ซึ่งทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนภาพใหม่ จะต้องมีการกำหนดฟัซซี่เซตใหม่ทุกครั้ง ในส่วนของฟัซซี่อินเตอร์วอลนั้น มีไว้เพื่อหาค่าเฉลี่ยของระดับสีเทา



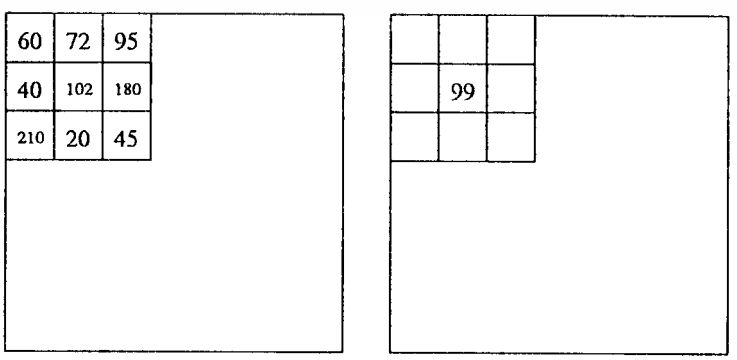
รูปที่ 6.10 แสดงการกำหนดฟัซซี่อินเตอร์วอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 การหาค่ากลางของฟัซซี่เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน

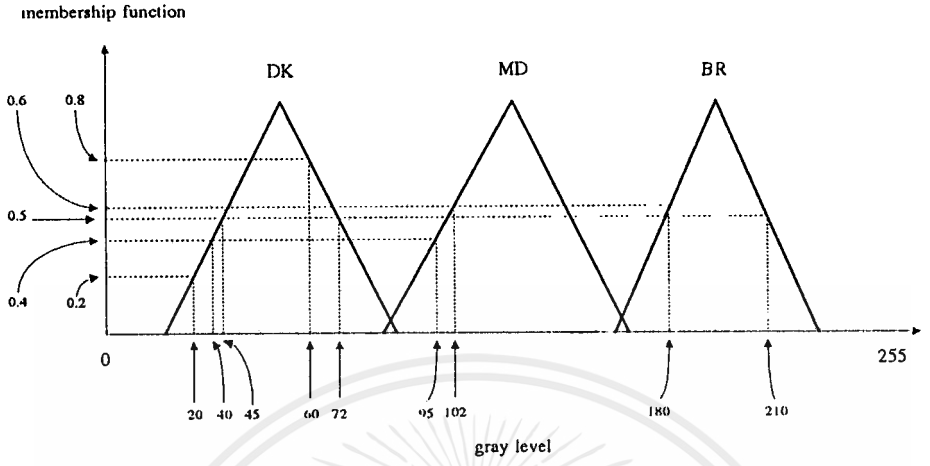
โดยในการกำจัดสัญญาณรบกวนนั้นจะแบ่งสัญญาณภาพออกเป็นเมตริกซ์ย่อยๆโดยที่แต่ละเมตริกซ์ย่อยในที่นี้กำหนดให้เมตริกซ์มีขนาด 3 x 3 จุดภาพ แล้วทำการประมวลผลด้วยหลักการของฟัซซี่(กล่าวไว้ตอนท้ายของหัวข้อนี้) ทีละเมตริกซ์ย่อย โดยเมื่อได้ผลออกมาแล้วก็ให้เลื่อนเมตริกซ์ย่อยไปเลื่อยๆจนครบทุกเมตริกซ์ย่อยของภาพ ซึ่งวิธีการลื่อนเมตริกซ์ย่อยจะแสดงไว้ในหัวข้อของมีเดียนฟิลเตอร์ ซึ่งในภาพจริงจะประกอบด้วยจุดภาพเล็กๆเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของภาพที่ใช้ในการทดลองว่ามีขนาดใหญ่เพียงใด โดยในการทดลองครั้งนี้จะใช้ภาพมาตรฐานขนาด 256 x 256 จุดภาพ โดยจะเป็นภาพที่ระดับเป็นสีเทา 256 ระดับ ซึ่งภาพต้นแบบที่ได้นำมาทำการทดลองจะเป็นภาพมาตรฐานที่มีชื่อว่า เลน่า(LENA) ซึ่งฮีสโตรแกรมที่ได้จากภาพต้นแบบจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งทำให้กำหนด ฟัซซี่นัมเบอร์ ได้เป็น 3 ส่วนตามฮีสโตรแกรมของภาพ โดยได้กำหนดให้มีชื่อต่างๆ ตามความรู้สึกของผู้กำหนด

โดยในการพิจารณาจากฮีสโตรแกรมของภาพเมื่อเทียบกับหลักการของการกำหนดฟัซซี่นัมเบอร์ทำให้สามารถกำหนดฟัซซี่นัมเบอร์ได้ชื่อดังนี้คือ DARK(DK) , MEDIANDARK(MD) , BRIGHT(BR) ซึ่งได้กำหนดให้ส่วนของ DK มีค่า m เท่ากับ 52 และค่า a เท่ากับ 38 ค่า B เท่ากับ 38 และในส่วนของ MD มีค่า m เท่ากับ 127 และค่า a เท่ากับ 38 ค่า B เท่ากับ 38 ในส่วนของ BR มีค่า m เท่ากับ 202 ค่า a เท่ากับ 38 ค่า B เท่ากับ 38 ซึ่งจะทำให้ได้ฟัซซี่นัมเบอร์ออกมาโดยค่าของฟัซซี่นัมเบอร์ที่กล่าวข้างต้นจะกำหนดมาจากขนาดและรูปร่างของฮีสโตรแกรมของภาพมาตรฐาน และได้กำหนดโครงสร้างของฟัซซี่อินเตอร์วอลไว้ดังนี้คือ ml มีค่าเท่ากับ 1 mr มีค่าเท่ากับ 245 a มีค่าเท่ากับ 1 และ B มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งจะทำให้ได้โครงสร้างของฟัซซี่อินเตอร์วอลออกมาเช่นกัน และค่าที่ได้ก็ยังคงได้มาจากรูปร่างและขนาดของฮีสโตรแกรมของภาพ



รูปที่ 6.11 แสดงการแบ่งกลุ่มจุดภาพเพื่อหาค่ากลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.12 แสดงการคำนวนค่าฟัซซี่นัมเบอร์

ซึ่งเมื่อนำข้อมูลระดับสีเทามาทำการประมวลผลแบบฟัซซี่ ซึ่งจะทำการประมวลผลทีละเมตริกซ์ย่อย โดยถ้ายกตัวอย่างให้มีข้อมูลภาพของเมตริกซ์ย่อยดังรูปที่ 6.8 ซึ่งในรูปจะได้คำตอบจากการประมวลผลด้วยฟัซซี่มีค่าเท่ากับ 99 ซึ่งสามารถหาได้จาก การนำค่าระดับสีเทาในแต่ละจุดภาพ มาทำการดีฟัซซี่ฟิเคชั่นด้วยวิธีของการเฉลี่ยน้ำหนักทั้งในส่วนของฟัซซี่นัมเบอร์และฟัซซี่อินเตอร์วอล แล้วนำคำตอบที่ได้จาก แต่ละเซตของฟัซซี่นัมเบอร์ มาทำการเปรียบเทียบกับคำตอบของฟัซซี่อินเตอร์วอล แล้วใช้คำตอบในส่วนของฟัซซี่นัมเบอร์ ที่มีค่าใกล้เคียงกับฟัซซี่อินเตอร์วอลมากที่สุด เป็นคำตอบของเมตริกซ์ย่อยนั้น แล้วจึงนำมาเก็บไว้ที่จุดกลางของเมตริกซ์ย่อยตำแหน่งเดียวกันแต่ย้ายไปยังหน่วยความจำอีกที่หนึ่ง ซึ่งมีขั้นตอนในการหาค่าดังนี้

DK = ((20*0.2)+(40*0.4)+(45*0.5)+(60*0.8)+(72*0.5)) / (.2+0.4+0.5+0.8+0.5)

= 52

MD = ((95*0.4)+(102*0.6)) / (0.4+0.6)

= 99

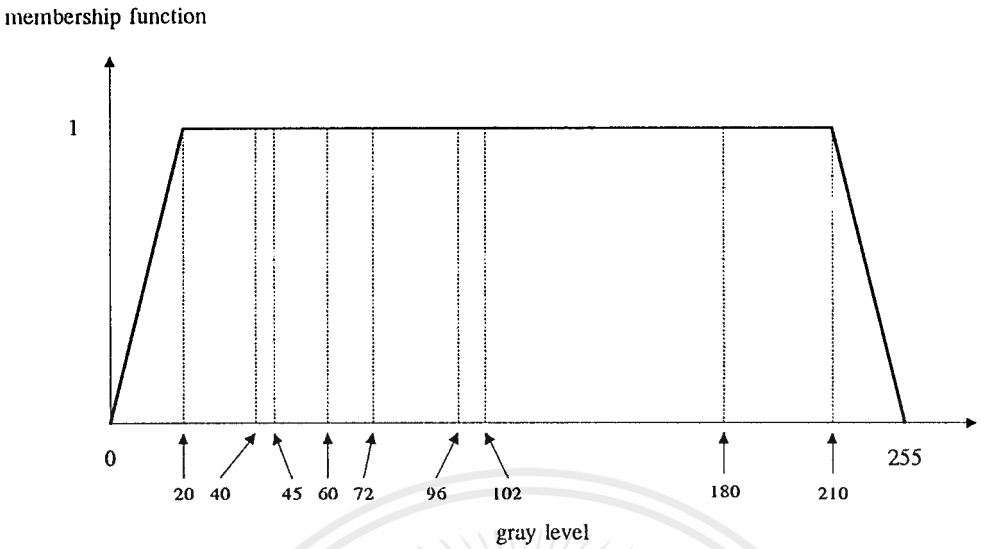
BR = ((180*0.6)+(210*0.5)) / (0.5+0.6)

= 213

AV = ((20+1)+(40*1)+(45*1)+(60*1)+(92*1)+(95*1)+(102*+)+(180*1)+(210*1)) / 9

= 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.13 แสดงการคำนวนค่าฟัซซี่อินเตอร์วอล

ซึ่งจากการคำนวนข้างต้นจะพบว่าค่าเฉลียของฟัซซี่อิเตอร์วอล(AV) มีค่าเท่ากับ 91 ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าของฟัซซี่นัมเบอร์ทั้ง 3 ส่วน จะพบว่าส่วนที่มีค่าใกล้เคียงกับฟัซซี่อินเตอร์วอลมากที่สุดคือ ส่วนของ MEDIAN DARK (MD) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 99 เพราะฉนั้นในการหาค่ากลางของฟัซซี่ก็จะได้คำตอบออกมาเท่ากับ 99 ซึ่งก็เท่ากับค่าของเมตริกซ์ย่อยแรก

6.6 ผลการทดลอง

จากที่แสดงในรูปที่ 6.14 จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพต้นแบบที่จะนำมาทำการทดลองกำจัดสัญญาณรบกวน โดยจะใช้ภาพนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลองกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่และโดยใช้การกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ระดับของสัญญาณรบกวน 30% , 60% , 90% ซึ่งจากภาพที่เห็นจะเป็นภาพมาตรฐาน ชื่อว่า เลน่า โดยเป็นภาพที่มีระดับของสีเทา 256 ระดับ และในตอนท้ายของหัวข้อผลการทดลอง ก็ยังได้มีผลการทดลองของภาพอื่นๆ อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.14 แสดงภาพต้นแบบ “Lena”

จากรูปที่ 6.15 จะแสดงให้เห็นของการรวมสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์เข้าไปที่ภาพมาตรฐานในรูปที่ 6.14 โดยความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนที่รวมเข้าไปกับภาพมาตรฐานมีความหนาแน่นเท่ากับ 30% ซึ่งจะเห็นว่าภาพมาตรฐานที่ถูกรวมสัญญาณรบกวนเข้าไปในรูปที่ 6.15 นั้นมีจุดสีดำ และ จุดสีขาว กระจายอยู่ตลอดทั่วทั้งภาพ โดยในการรวมสัญญาณรบกวนเข้าไปในภาพจะรวมสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ด้วยวิธีการสุ่มทั้งในส่วนของช่วงเวลาที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนและในส่วนของการเกิดสัญญาณแบบอิมพัลส์(การเกิดค่าระดับสีเทาที่สูงหรือต่ำกว่าปรกติ)

รูปที่ 6.15 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 30 %

จากรูปที่ 6.16 จะแสดงให้เห็นภาพของที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 60% โดยในภาพนี้ได้ทำการรวมสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์เข้าไปกับภาพมาตรฐานในรูปที่ 6.14 โดยในการกำเนิดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ที่ระดับความหนาแน่น 60 % นี้จะใช้วิธีการกำหนดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์รวมเข้ากับภาพมาตรฐานโดยการสุ่มสัญญาณทั้งในส่วนของความหนาแน่นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณและรูปแบบของสัญญาณอิมพัลส์(การเกิดค่าระดับสีเทาที่สูงหรือต่ำกว่าปรกติ) เช่นเดียวกับภาพที่มีสัญญาณรบกวน 30% โดยภาพที่มีสัญญาณรบกวน 60% จะมีตำแหน่งของการเกิดจุดสีขาวและสีดำมีความหนาแน่นมากกว่าภาพที่มีสัญญาณรบกวน 30%

รูปที่ 6.16 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 60 %

จากรูปที่ 6.17 จะเห็นว่าภาพมีความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์มากขึ้นกว่ารูปที่ 6.15 และ รูปที่ 6.16 ซึ่งในภาพนี้จะเป็นการแสดงถึงภาพที่มีสัญญาณรบกวนที่มีความหนาแน่น 90% โดยรูปแบบของการกำหนดสัญญาณรบกวนจะยังคงใช้วิธีกำเนิดสัญญาณรบกวนเช่นเดียวกับภาพที่มีการกำเนิดสัญญาณรบกวนด้วยความหนาแน่น 30% และ 60% ซึ่งจะแตกต่างเพียงแต่ความหนาแน่นของการเกิดจุดสีดำและจุดสีขาวเท่านั้น

รูปที่ 6.17 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 90 %

จากผลการทดลองในรูปที่ 6.18 จะแสดงให้เห็นถึงการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่มาเป็นตัวกำจัดสัญญาณรบกวนของภาพในรูปที่ 6.15 ซึ่งภาพที่ได้ในรูปนี้จะเป็นการแสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบใช้ฟัซซี่เป็นตัวกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีความหนาแน่นของสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30% โดยภาพที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบที่เป็นภาพมาตรฐานที่แสดงข้างต้นและภาพที่มีสัญญาณรบกวน จะพบว่าตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์จะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนของภาพที่มีสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ออกได้ในระดับหนึ่งซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับภาพมาตราฐานที่ยังไม่ได้มีการรวมสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์เข้าไป ก็จะเห็นความแตกต่างของภาพ ซึ่งจะเห็นว่าภาพที่ได้รับการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้

รูปที่ 6.18 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 30%

จากรูปที่ 6.19 จะเป็นการแสดงการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ที่มีความหนาแน่นของสัญญาณรบกวน 60% โดยผลของการทดลองเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบก่อนการรวมสัญญาณรบกวนและภาพที่มีการรวมสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์เข้าไปแล้ว จะพบว่าผลของการกำจัดสัญญาณรบกวนจะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนที่แสดงออกมาในรูปของจุดสีขาวและสีดำได้ลดลงในระดับที่มากกว่าที่ใช้กำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ที่มีความหนาแน่น 30%

รูปที่ 6.19 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 6.20 จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถอันโดดเด่นของตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ได้ดีในระดับที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่นสูง ๆ โดยในภาพนี้จะแสดงให้เห็นถึงการนำตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ที่มีความหนาแน่น 90% โดยในการกำจัดสัญญาณรบกวนซึ่งผลที่ได้จะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนจะมีผลที่ดีกว่าการกำจัดสัญญาณรบกวนภาพที่มีความหนาแน่น 30 % และ 60 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าภาพที่ได้รับการกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีความหนวแน่น 90% จะสามารถกำจัดจุดสีขาวและจุดสีดำออกได้เกือบทั้งหมดมีเพียงบางจุดของภาพที่ยังคงมีสัญญาณรบกวนหลงเหลืออยู่บ้างแต่ผลที่ได้เมื่อพิจารณาโดยรวมจะเป็นผลที่สามารถยอมรับได้ว่าการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนที่ระดับความหนาแน่นสูง ๆ ได้ดี

รูปที่ 6.20 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 90 %

จากรูป 6.21 จะเป็นการแสดงถึงการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ที่มีความหนาแน่นของสัญญาณรบกวน 30% และในรูปที่ 6.22 จะเป็นการแสดงถึงความสามารถของการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีความหนาแน่น 60% และสุดท้ายในรูปที่ 6.23 จะแสดงให้เห็นถึงการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีความหนาแน่น90%ซึ่งการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์มากำจัดสัญญาณรบกวนของภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่นทั้ง 3 ค่าที่กล่าวมาข้างต้นจะใช้เงื่อนไขของการกำหนดความหนาแน่นและรูปแบบของสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ เช่นเดียวกับการนำภาพมากำจัดสัญญาณรบกวนด้วยตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ซึ่งเมื่อดูผลการทดลองจะเห็นได้ว่าตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์จะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ที่มีความหนาแน่นต่ำ ๆ ได้ดีกว่าภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่นสูง ๆ ซึ่งสามารถพิสูจน์จากภาพที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.21 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ความหนาแน่น 30 %

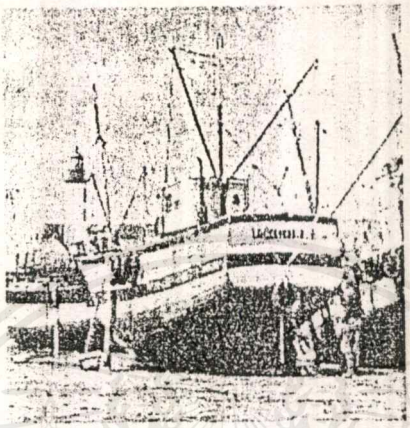
รูปที่ 6.22 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ความหนาแน่น 60 %

รูปที่ 6.23 แสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ที่ความหนาแน่น 90 %

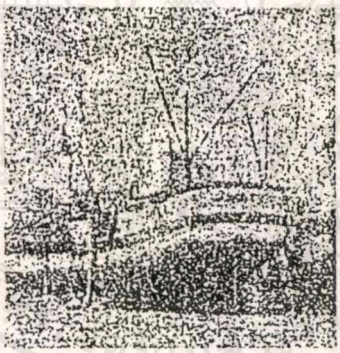
โดยได้มีการทดลองนำตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ทำการทำการกำจัดสัญญาณรบกวนภาพ "Boat" ซึ่งเป็นภาพมาตรฐานที่ใช้ในการทดลองเช่นเดียวกับภาพ "Lena" โดยทำการกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

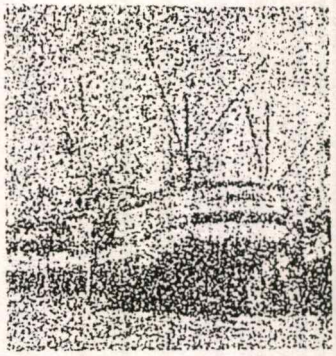
สัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ที่ระดับความหนาแน่นของสัญญาณรบกวน 60 % และ 90 % ซึ่งใช้ค่าเซตของฟัซซี่ นัมเบอร์คือ [40,30,30]DK, [130,60,60]MD,[200,60,60]BR โดยในส่วนของฟัซซี่อินเตอร์วอล ยังใช้ค่าเหมือนกับการกำจัดสัญญาณรบกวนของภาพ "Lena"ซึ่งสามารถแสดงการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ ได้ดังในรูปที่ 6.24 ถึง รูปที่ 6.28



รูปที่ 6.24 แสดงภาพต้นแบบ"Boat"

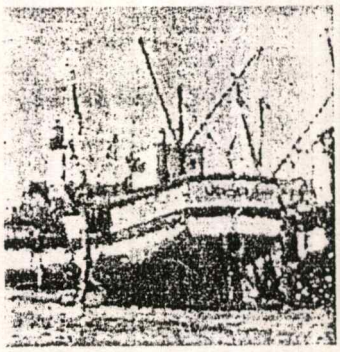


รูปที่ 6.25 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 60 %

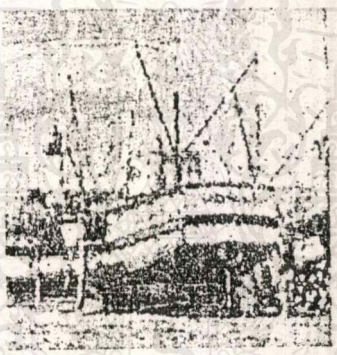


รูปที่ 6.26 แสดงภาพที่มีสัญญาณรบกวนความหนาแน่น 90 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.27 แสดงภาพการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 60 %



รูปที่ 6.28 แสดงภาพการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่น 90 %

6.7 เปรียบเทียบผลของการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่และแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์

ซึ่งจากผลของการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ จะพบว่าตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนภาพที่มีความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนที่สูงได้ดีกว่าภาพที่มีความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนที่ต่ำซึ่งได้แสดงไว้ในภาพข้างต้นส่วนในการใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่อนฟิลเตอร์มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนที่ระดับความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนในระดับเดียวกับภาพที่นำมาใช้ในตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ซึ่งจะพบว่าสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีในระดับที่มีความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนที่มีระดับต่ำ แต่ในส่วนของการเปรียบเทียบระหว่างการนำตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่และแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์มาใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนซึ่งจะพบว่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนฟิลเตอร์ที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่นสูง ๆ แต่ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดี่ยนจะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ที่ระดับสัญญาณรบกวนที่มีความหนาแน่นต่ำ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทสรุป

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอถึงการศึกษาระบบฟัซซี่เซต และ ฟัซซี่ลอจิก โดยแบ่งเป็นการศึกษาทางทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งการศึกษาในส่วนของทฤษฎีจะเป็นการศึกษาทฤษฎีของฟัซซี่เซตและฟัซซี่ลอจิกเปรียบเทียบกับทฤษฎีของเซตแบบเดิม

ในส่วนของการประยุกต์ใช้งานได้แบ่งการประยุกต์ใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การนำระบบฟัซซี่ลอจิกไปประยุกต์ใช้เป็นระบบควบคุม และการนำระบบฟัซซี่ลอจิกไปประยุกต์ใช้เป็นตัวกำจัดสัญญาณรบกวน

ซึ่งในส่วนของการประยุกต์ใช้เป็นตัวควบคุมมีจุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าทฤษฎีเป็นจริงโดยในส่วนนี้ได้แบ่งตัวควบคุมออกเป็น 2 ลักษณะ

1. ตัวควบคุมที่มี 1 อินพุท โดยใช้ค่าความผิดพลาดเป็นสัญญาณอินพุท

2. ตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท โดยใช้ค่าความผิดพลาดเป็นอินพุทที่ 1 และใช้การเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดเป็นอินพุทที่ 2

ซึ่งในการควบคุมได้ทำการควบคุมแสงที่ตกกระทบอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้มีค่าคงที่ โดยผลที่ได้จากตัวควบคุมที่มี 1 อินพุท จะมีข้อดีคือ จะสามารถตอบสนองต่อระบบได้รวดเร็ว โดยเมื่อมีอินพุทเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จะทำให้เอาต์พุทสามารถปรับค่าได้มาก แต่มีข้อเสียที่ว่าระบบที่ทำการควบคุมจะมีการสั่นของสัญญาณเอาต์พุท คือ เอาต์พุทที่สังเกตุได้จากกราฟผลการทดลองจะไม่สามารถรักษาระดับที่ค่าเดิมอยู่ได้นานเมื่ออินพุทมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ส่วนในตัวควบคุมที่มี 2 อินพุท จะสามารถตอบสนองต่อระบบได้ช้ากว่าตัวควบคุมที่มี 1 อินพุท แต่จะมีข้อดีกว่าตัวควบคุมที่มี 1 อินพุท คือจะสามารถรักษาระดับของสัญญาณเอาต์พุทไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงไปมากเมื่ออินพุทมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบตัวควบคุมทั้ง 2 จะพบว่ามีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการเลือกใช้งาน โดยในการทดลองครั้งนี้มิได้เป็นการทดลองให้มีการพัฒนาตัวควบคุม แต่เป็นการทดลองทางด้านระบบควบคุมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ระบบฟัซซี่ที่นำไปพัฒนางานอื่นต่อไป โดยเหตุผลที่เลือกทดลองตัวควบคุมอันเนื่องมาจากหาข้อมูลได้ง่าย

ส่วนในการนำระบบฟัซซี่ไปเป็นตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์โดยหลักจะเป็นการเลียนแบบตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนฟิลเตอร์ ซึ่งในการทดลองได้มีการเปรียบเทียบผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองกำจัดสัญญาณรบกวน ระหว่างตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่และตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียนซึ่งผลที่ได้ คือ ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบมีเดียน จะมีการกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีในระดับที่สัญญาณรบกวนมีความหนาแน่นไม่สูงมาก แต่ที่ระดับที่มีความหนาแน่นสูงตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่ จะสามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า แต่ที่ระดับความหนาแน่นของสัญญาณรบกวนต่ำ ๆ ตัวกำจัดสัญญาณรบกวนแบบฟัซซี่จะกำจัดสัญญาณรบกวนได้ไม่ดีเท่ากับระดับความหนาแน่นของสัญญาณสูงๆ ซึ่งจากผลของการกำจัดสัญญาณรบกวนที่กล่าวมาข้างต้น ความสามารถของการกำจัดสัญญาณรบกวน จะขึ้นอยู่กับการกำหนดเซตของฟัซซี่นัมเบอร์และการกำหนดเซตของฟัซซี่อินเตอร์วอล โดยเซตของฟัซซี่นัมเบอร์จะต้องกำหนดให้สามารถที่จะมีลักษณะเหมือนกับฮีสโตรแกรมมากที่สุด ซึ่งในความเป็นจริงไม่สามารถกำหนดได้ เนื่องจากถ้ามีการกำหนดให้มีลักษณะเหมือนกับฮีสโตรแกรมจะไม่สามารถคำนวณระดับการเป็นสมาชิกได้ เพราะฉนั้นจึงได้กำหนดให้มีเซตแบบฟัซซี่อินเตอร์วอลซ้อนทับอีกชั้นหนึ่ง แต่การกำหนดฟัซซี่อินเตอร์วอลต้องไม่กำหนดให้เกินของเขตของฮีสโตรแกรมากเกินไป เพราะจะทำให้ไม่สามารถที่จะกำจัดสัญญาณรบกวนได้หมด

ปัญหาที่พบในงานวิจัย คือ ในการศึกษาทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิกไม่สามารถหาข้อมูลได้มากนัก ซึ่งตำราส่วนใหญ่จะเป็นภาษาต่างประเทศและในตำราบางเล่มยังไม่สามารถอธิบายได้ละเอียดซึ่งในการศึกษาจากตำราต่างประเทศหลายๆเล่ม ในหัวข้อบางหัวข้อของฟัซซี่จะมีวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างกันออกไปทำให้การเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่งมาใช้จำเป็นต้องมีการทดลองก่อนเพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสม

โดยปัญหาที่พบอีกอย่างหนึ่งก็ คือ ตัวอย่างการนำระบบฟัซซี่ลอจิกไปใช้งานในตำรายังมีไม่มากนักส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะซ้ำๆกัน จึงทำให้มีปัญญหาเกิดขึ้นกับในส่วนของการจัดทำโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในเรื่องการเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมกับระบบ

ข้อเสนอแนะในส่วนของการจัดทำวิจัยให้มีความรวดเร็วจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ได้เป็นอยางดีและในส่วนของการนำไปประยุกต์ใช้งานควรต้องมีการพิสูน์ทฤษฎีฟัซซี่ให้มีความเข้าใจอย่างจริง ก่อนที่จะลงมือเขียนโปรแกรมเพื่อให้การประยุกต์ใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและเพื่อให้แน่ใจได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้ออกมา จากการกระทำของโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างถูกต้อง และควรมีการคำนวณสมการจากภายนอกก่อนแล้วจึงนำผลลัพธ์ไปเปรียบเทียบกัยผลที่ได้ออกมาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. TIMOTHY J.ROSS, "FUZZY LOGIC WITH ENGINEERING APPLICATION" MCGRAW-HILL,INC.
2. EARL COX, "FUZZY SYSTEM HANDBOOK"APPROFRESSIONAL.
3. BART KOSKO, "FUZZY ENGINEERING" PRENTICE HALL.
4. FUZZY SET AND SYSTEM 89 (1997) 157 - 180
5. ธิดาพร พิทักษ์พันธ์ "ตัวควบคุมฟัซซี่แบบปรับแต่งพารามิเตอร์ด้วยตนเอง"
6. ธันวา ศรีประโมง "การเขียนโปรแกรมภาษาซี สำหรับวิศวกรรม"
7. สมพัฒน์ รุ่งตะวันเรืองศรี "เรียนรู้คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ 2 มิติ ด้วยภาษาซี"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้