บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

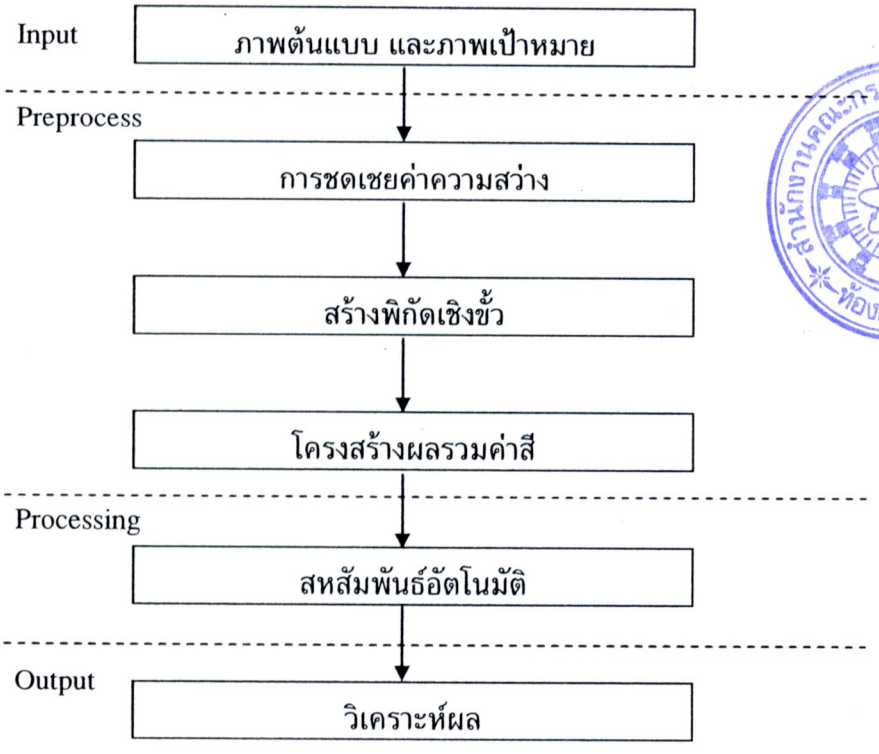
ในบทนี้จะอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย โดยจะมีการแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกส่วนของการประมวลผลก่อน (Preprocessing) เป็นส่วนของการเตรียมข้อมูลให้มีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้งานได้ โดยจะกล่าวถึงการสร้างตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการชดเชยค่าความสว่าง โดยอาศัยสร้างกฎที่ได้จากการสร้างของตรรกศาสตร์คลุมเครือ แล้วนำมาแปลงโครงสร้างข้อมูลแบบพิกัดเชิงขั้ว ตามด้วยการสร้างโครงสร้างข้อมูลความถี่ค่าความเข้มแสง และส่วนที่สองคือส่วนขอจะกล่าวถึงวิธีการเปรียบเทียบภาพต้นแบบและภาพเป้าหมายด้วยการวัดความคล้ายซึ่งจะเป็นส่วนของการประมวลผลหลัก เพื่อพิจารณาความคล้ายของภาพต้นแบบและภาพเป้าหมายโดยใช้สหสัมพันธ์อัตโนมัติ (Autocorrelation)

1. โครงสร้างการดำเนินงานวิจัย

โครงสร้างลำดับการทำงานของวิธีการการที่นำเสนอ เริ่มด้วยการเตรียมข้อมูลภาพด้วยการชดเชยค่าความสว่าง ก่อนจะแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในพิกัดเชิงขั้วสำหรับช่วยพิจารณาการหมุนภาพ และการขยายภาพ แล้วทำการแปลงข้อมูลที่อยู่พิกัดเชิงขั้วให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างข้อมูลแบบความถี่ค่าความเข้มแสง หลังจากนั้นก็ใช้วิธีการสหสัมพันธ์อัตโนมัติ (Autocorrelation) ในการวัดความคล้าย ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้การเปรียบเทียบภาพต้นแบบ และภาพเป้าหมาย ไม่มีผลกระทบจากค่าสีและลวดลาย รวมทั้งความสว่างที่ต่างกันได้ ด้วยคำนวณหาลำดับข้อมูลที่มีความคล้ายกัน แล้วพิจารณาผลการเปรียบเทียบภาพว่ามีความแตกต่างกันหรือคล้ายกัน สำหรับโครงสร้างและลำดับขั้นตอนการทำงานแสดงได้ดังภาพที่ 32

กระบวนการทำงานของโครงสร้างประกอบ 4 ส่วนประกอบที่สำคัญคือ ส่วนที่หนึ่งคือ Input ส่วนที่สองเป็นส่วนของการ Preprocess ในส่วนที่สามเป็นขั้นตอนการ Processing และขั้นตอนส่วนสุดท้ายคือส่วนของการแสดง Output ตามลำดับ ในส่วนของ Input นั้นเป็นส่วนของการนำเข้าภาพที่ต้องการเปรียบเทียบ คือข้อมูลที่เป็นภาพต้นแบบและภาพเป้าหมาย โดยภาพเป้าหมายอาจจะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น การหมุน การขยาย ค่าความสว่างอาจจะมีแสงมาก หรือมีแสงน้อยเป็นต้น เมื่อนำเข้าข้อมูลที่ต้องการทดสอบแล้ว ขั้นตอนถัดมาก็คือส่วนของการเตรียมข้อมูลให้มีความเหมาะสมสำหรับการประมวลผลต่อไป โดยขั้นตอนแรกในการเตรียมข้อมูลก็คือการชดเชยค่าแสงเนื่องจากว่าการนำเข้าข้อมูลอาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่แสงสองภาพอาจจะมีความแตกต่างกันได้ โดยทำการชดเชยค่าแสงที่ภาพเป้าหมาย ส่วนภาพต้นแบบถือว่าเป็นภาพที่ปกติ ดังนั้นจึงไม่มีการปรับค่าหรือการชดเชยค่าความสว่าง ส่วนของการเตรียมข้อมูลถัดมาคือการแปลงข้อมูลให้อยู่ในพิกัดเชิงขั้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพิจารณาการหมุน การขยายของภาพ

ได้ดียิ่งขึ้น ลำดับสุดท้ายของการเตรียมข้อมูลคือ การจัดสร้างข้อมูลแบบความถี่ค่าความเข้มแสง โดยหลักการจะทำการรวมค่าความสว่างของแต่ละคอลัมน์ข้อมูลในพิกัดเชิงขั้ว ลักษณะข้อมูลที่ได้จะคล้ายจะคล้ายฮิสโทแกรมแต่ไม่ใช่ฮิสโทแกรมเนื่องจากเนื่องฮิสโทแกรมเป็นการหาความถี่ของค่าจุดภาพทั้งภาพแล้วนำมาแสดงผล แต่การสร้างรูปแบบข้อมูลแบบความถี่ค่าความเข้มแสงนี้จะเป็นค่าข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับองศาการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างข้อมูลแบบพิกัดเชิงขั้ว เมื่อได้โครงสร้างข้อมูลความถี่ค่าความเข้มแสงแล้ว ก็พร้อมที่จะนำเข้าสู่กระบวนการที่เป็นการวัดความคล้ายซึ่งจะเป็นกระบวนการทำงานหลักของการจดจำภาพ โดยใช้วิธีการสหสัมพันธ์อัตโนมัติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ลำดับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ได้จากพิกัดเชิงขั้ว โดยจะทำการพิจารณาลำดับของข้อมูลที่มีความคล้ายกัน โดยทำการค้นหาตำแหน่งที่จะเป็นไปได้ในทุก ๆ ตำแหน่งที่มีข้อมูล แล้วนำผลมาวิเคราะห์ว่าสองภาพที่นำมาเปรียบเทียบมีความคล้ายกันหรือแตกต่างกัน โดยหลักการวิเคราะห์ผลการนั้น ได้กล่าวไว้แล้วในส่วนของทฤษฎี



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพที่ 32 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงาน

2. การสร้างตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการชดเชยค่าแสง

บทความวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการชดเชยค่าความสว่างของรูปภาพ ด้วยตรรกศาสตร์คลุมเครือ [29] ด้วยการเรียนรู้จากชุดฝึกสอนจำนวน 7 กลุ่ม และแต่ละกลุ่มจำนวนข้อมูล 150 ข้อมูล

ข้อมูล 7 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยภาพที่มีแสงน้อยทำให้ภาพที่อยู่กลุ่มนี้จะมีลักษณะมืด กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยภาพต้นฉบับที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสว่าง กลุ่มที่ 5 ถึงกลุ่มที่ 7 ประกอบด้วยภาพที่มีความสว่างมาก ตามลำดับ

2.1 **การสร้างตัวแปรกลุ่มนำเข้าข้อมูล**

ในการพิจารณาการชดเชยค่าแสง บทความวิจัยได้เลือกใช้โมเดลสีแบบ HSV (Hue Saturation Value) มาช่วยสำหรับการพิจารณาค่าความสว่าง เนื่องจากโมเดลสีแบบ HSV นั้นมีการแยกช่องสัญญาณข้อมูลสำหรับค่าแสงโดยเฉพาะ ช่วยให้การพิจาณาค่าข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของแสงมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งโมเดลสีแบบ HSV จะแยกออกเป็น 3 องค์ประกอบคือ H (ค่าสี) S (ค่าความอิ่มตัว) และ V (ค่าความสว่าง) โดยจะทำการพิจารณาจากค่าสำหรับนำเข้าข้อมูล (Input) จำนวน 1 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยของค่าความสว่าง (V) และทำการปรับชุดข้อมูลให้มีค่าเฉลี่ยของข้อมูลอยู่ในช่วง 0-1 โดยแสดงช่วงของค่าความสว่างเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มข้อมูลได้ในตารางที่ 4

โดยแต่ละกลุ่มของค่าความสว่าง (V) จะมีจำนวนสมาชิก N ตัว ดังสมการที่ (37) และสมาชิกแต่ละตัวคือการหาค่าความสว่างเฉลี่ยทั้งภาพได้จากสมการที่ (38)

$$V = \{\overline{v_i} \mid 1 \le i \le N\} \tag{37}$$

$$\overline{v_i} = \frac{\sum_{1}^{n} v_i}{n} \tag{38}$$

เมื่อ V คือเซตของกลุ่มการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง

i คือลำดับสมาชิกในเซต

$\overline{v_i}$ คือค่าความสว่างเฉลี่ยลำดับ i

v_i คือค่าความสว่างของภาพลำดับที่ i

การหาขอบเขตช่วงค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มจะต้องหาค่าน้อยสุดและค่ามากสุดซึ่งพิจารณาได้ดังสมการที่ (39) และ สมการที่ (40)

$$V_{\min} = MIN(V) \tag{39}$$

$$V_{\max} = MAX(V) \tag{40}$$

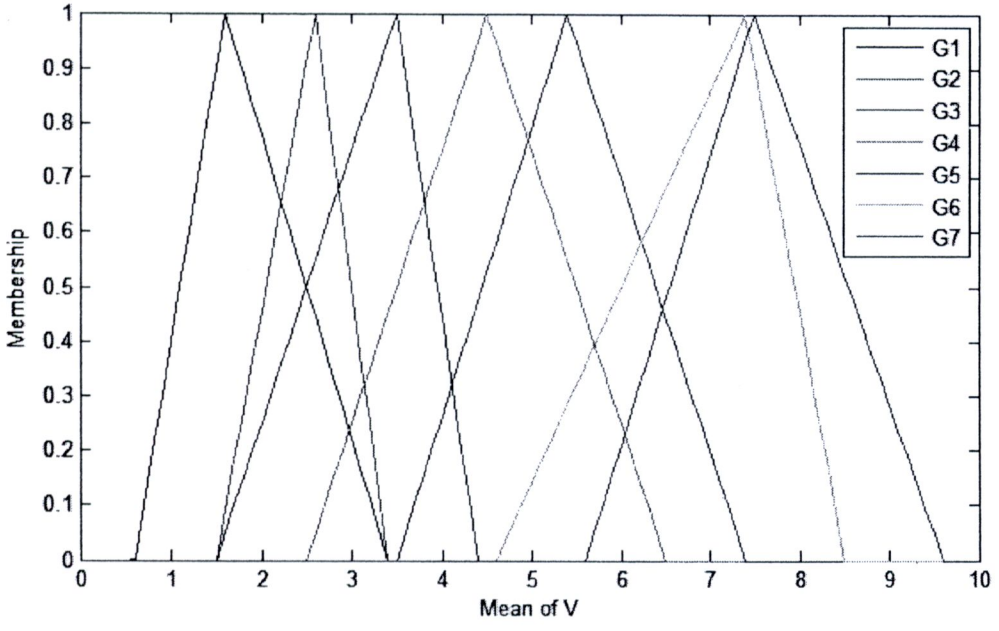
เมื่อ $V_{\min}$ คือค่าน้อยสุดของกลุ่ม และ $V_{\max}$ คือค่ามากสุดของกลุ่ม เพื่อนำไปใช้สำหรับการสร้างช่วงขอบเขตของสมาชิกของแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของแสงที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของความสว่าง (V)

การเปลี่ยนแปลงของแสง	ช่วงของค่าเฉลี่ย V
กลุ่มที่ 1	0.06- 0.34
กลุ่มที่ 2	0.15- 0.34
กลุ่มที่ 3	0.15- 0.44
กลุ่มที่ 4	0.25-0.65
กลุ่มที่ 5	0.35- 0.74
กลุ่มที่ 6	0.46- 0.85
กลุ่มที่ 7	0.56- 0.96

จากตารางที่ 4 แสดงข้อมูลในส่วนของช่วงค่าความสว่างของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม โดยข้อมูลในช่วงนี้จะแสดงขอบเขตล่างและขอบเขตบนของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม เพื่อกำหนดช่วงการเปลี่ยนแปลงในแต่ละกลุ่มจะสังเกตว่าช่วงข้อมูลบางกลุ่มของอาจจะมีส่วนที่คาบเกี่ยวกัน เนื่องจากว่าภาพที่นำมาเป็นข้อมูลสำหรับการฝึกสอนนั้นมีลักษณะภาพต้นฉบับมีความหลากหลาย เช่น เป็นภาพที่มีความมืดหรือมีความสว่าง แต่ต่างกันนั่นเอง

จากลักษณะชุดข้อมูลที่ได้ในตารางที่ 4 นั้นมีลักษณะของแต่ละกลุ่มเป็นข้อมูลที่ประกอบไปด้วยขอบเขตล่าง และขอบเขต รวมทั้งในแต่ละกลุ่มก็จะมีค่าเฉลี่ยภายในซึ่งแสดงถึงค่าที่มีความเปลี่ยนแปลงสูงสุดในแต่ละกลุ่ม ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยม (Triangular membership function) สำหรับการระบุระดับความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องที่ได้อธิบายแล้วคือ จากลักษณะของช่วงการเปลี่ยนของข้อมูลค่าความสว่างนั้นจะมีขอบเขตล่าง และขอบขอบเขตบนของการเปลี่ยนแปลง และช่วงระหว่างขอบเขตล่างและขอบเขตบนนั้นจะมีช่วงหนึ่งของข้อมูลที่เป็นส่วนของการเปลี่ยนแปลงสูงสุด ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยมเข้ามาประมาณค่าความเป็นสมาชิก จากช่วงข้อมูลในตารางที่ 4 นำมาสร้างความเป็นสมาชิกด้วยฟังก์ชันสามเหลี่ยมแสดงได้ ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

จากภาพที่ 33 แสดงให้เห็นลักษณะความเป็นสมาชิกของข้อมูลซึ่งอาจจะสังเกตได้ว่าลักษณะบางช่วงของแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะของค่าที่ใกล้เคียงกันแต่ลักษณะช่วงฐานของแต่ละกลุ่มก็ยังมีความแตกต่างกันมาก และการชดเชยค่าความสว่างควรมีการชดเชยอย่างละเอียดเพื่อลดผลกระทบที่อาจจะมีผลต่อข้อมูลค่าความสว่างเดิม เนื่องจากการปรับหรือชดเชยค่าความสว่างโดยใช้จำนวนกลุ่มที่น้อยกว่าจะส่งผลให้ค่าที่ใช้ในการชดเชยค่าความสว่างในแต่ละกลุ่มมีค่าค่อนข้างมากทำให้การชดเชยค่าความสว่างอาจจะมีลักษณะที่ผิดไปจากธรรมชาติการชดเชยค่าความสว่างที่ถูกต้อง

2.2 การสร้างตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์

ค่าตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์ (Output) ของการชดเชยค่าความสว่าง ใช้การพิจารณาจากค่าผลต่างค่าเฉลี่ยความสว่างที่อยู่ระหว่างกลุ่ม โดยค่าผลลัพธ์ (Output) นี้จะใช้ในการปรับค่าแสงของข้อมูลภาพที่แสดงความเป็นสมาชิกในแต่ละกลุ่ม แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าการปรับชดเชยค่าแสง

การเปลี่ยนแปลงของแสง	ค่าแสงชดเชย
กลุ่มที่ 1	0.24
กลุ่มที่ 2	0.17
กลุ่มที่ 3	0.08
กลุ่มที่ 4	0.00
กลุ่มที่ 5	0.19
กลุ่มที่ 6	0.27
กลุ่มที่ 7	0.23

2.3 การสร้างกฎสำหรับปรับชดเชยค่าความสว่าง

การสร้างกฎการตัดสินใจสำหรับการปรับค่าความสว่างจากข้อมูลนำเข้า (Input) และข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ (Output) ที่แสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5 กล่าวคือหากค่าที่ได้จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกได้แล้ว ก็จะสามารถระบุค่าของการชดเชยค่าแสงได้ หากพิจารณาจากภาพที่ 33 ข้อมูลที่อยู่ในแนวแกนนอนนั้นจะเป็นของค่าความสว่าง ข้อมูลในแนวแกนตั้งเป็นระดับความเป็นสมาชิกของข้อมูล ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้หากนำมาเขียนกฎการปรับค่าความสว่างของภาพได้ดังนี้

ตารางที่ 6 สรุปกฎที่เป็นไปได้

ช่วงการปรับค่าที่ 1 ค่าความสว่างใหม่จะถูกปรับเพิ่มขึ้น 0.24
ช่วงการปรับค่าที่ 2 ค่าความสว่างใหม่จะถูกปรับเพิ่มขึ้น 0.17
ช่วงการปรับค่าที่ 3 ค่าความสว่างใหม่จะถูกปรับเพิ่มขึ้น 0.08
ช่วงการปรับค่าที่ 4 ค่าความสว่างใหม่จะไม่มีการปรับค่า 0.00
ช่วงการปรับค่าที่ 5 ค่าความสว่างใหม่จะถูกปรับลดลง 0.19
ช่วงการปรับค่าที่ 6 ค่าความสว่างใหม่จะถูกปรับลดลง 0.27
ช่วงการปรับค่าที่ 7 ค่าความสว่างใหม่จะถูกปรับลดลง 0.23

จากข้อมูลในตารางที่ 6 เป็นการสรุปกฎที่เป็นได้ในการปรับค่าความสว่าง เช่น หากค่าความสว่างของภาพอยู่ระหว่างช่วงข้อมูลที่ 1 การปรับค่าความสว่างก็จะเพิ่มขึ้น 0.24 แต่ถ้าอยู่ในกลุ่มที่ 7 ค่าความว่างจะถูกลดลง 0.23 เป็นต้น

แต่ว่าเนื่องจากค่าความสว่างที่พิจารณาแต่ละครั้งไม่ได้อยู่ในขอบเขตของช่วงการปรับค่าความสว่างเพียงค่าเดียว แต่อาจจะอยู่คาบเกี่ยวกันหลายกลุ่ม ดังนั้นเมื่อนำกฎไปใช้งานนั้น จึงใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเพื่อให้น้ำหนักสำหรับการปรับของค่าใด ๆ นั้น เกิดการเปรียบเทียบเฉลี่ยไปตามระดับความเป็นสมาชิกของแต่ละช่วงกลุ่ม เพื่อให้ผลการคำนวณค่าความสว่างมีความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งการคำนวณค่าสำหรับการชดเชยค่าความสว่างแบบค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักหาได้จากสมการที่ (41)

$$\overline{X} = \sum \frac{W_i X_i}{W_i} \qquad (41)$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าความสว่างใหม่

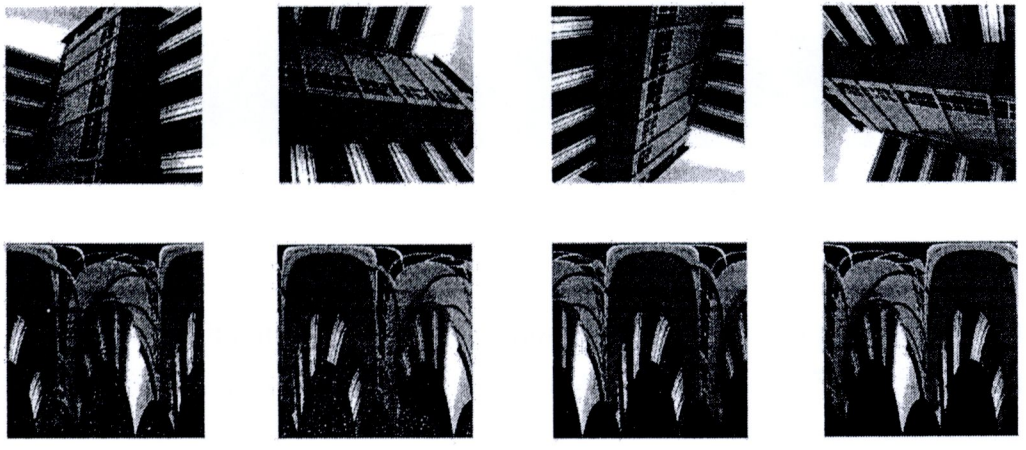
W_i คือ ค่าการปรับช่วงลำดับที่ i

X_i คือ ค่าความเป็นสมาชิกในกลุ่มที่ i

i คือ กลุ่มของช่วงการปรับค่าความสว่าง

3. การแปลงข้อมูลเป็นพิกัดเชิงขั้ว

เป็นขั้นตอนการแปลงภาพที่อยู่ระบบพิกัดแบบ 2 มิติ ให้อยู่ในระบบพิกัดเชิงขั้ว โดยความสัมพันธ์ของการแปลงระบบพิกัดทั้งสอง ผลการแปลงระบบพิกัดสามารถแสดงได้ ดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 การแปลงระบบพิกัด จากภาพคู่ของความสัมพันธ์ของภาพที่เป็นแนวตั้งภาพด้านบนจะเป็นระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน และแถวด้านล่างจะเป็นระบบพิกัดแบบเชิงขั้ว จากภาพมี 4 คอลัมน์ก็จะแสดงถึงภาพเดียวกันแต่อยู่คนละระบบพิกัด

ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบพิกัดเชิงขั้วคือ ลำดับความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสามารถพิจารณาได้ง่าย จากภาพที่ 34 จากด้านซ้ายไปขวาด้านบนจะเห็นว่าภาพตั้งแต่ภาพด้านซ้ายไปด้านขวาข้อมูลภาพคือการเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยการหมุนครั้งละ 90 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกาข้อมูลด้านล่างที่เป็นภาพที่อยู่ในพิกัดเชิงขั้วนั้นจะมีความสัมพันธ์กับการหมุนของภาพคือการขยับเลื่อนข้อมูลในแนวนอน จากตัวอย่างที่ได้นำเสนอลำดับข้อมูลที่อยู่ในพิกัดเชิงขั้วจะเปลี่ยนแปลงด้วยการขยับไปทางขวาช่วงละ 90 องศา เช่นกัน หากการพิจารณาข้อมูลบนโครงสร้างข้อมูลแบบพิกัดเชิงขั้วนั้นจะมีความง่ายมากกว่าการพิจารณาบนการหมุนของภาพที่อยู่ยังเป็นพิกัดข้อมูลแบบคาร์ทีเซียนแบบปกติ เมื่อการหมุนของภาพมีความสัมพันธ์ในลำดับแนวนอนของพิกัดเชิงขั้วแล้ว การย่อหรือการขยายข้อมูลก็มีผลต่อพิกัดเชิงขั้วด้วยเช่นกัน โดยการเปลี่ยนแปลงจะของการย่อหรือการขยายจะมีผลต่อข้อมูลในแนวตั้งของพิกัดเชิงขั้ว

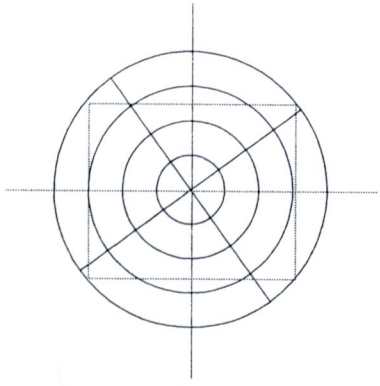
จากโครงสร้างข้อมูลพิกัดเชิงขั้วที่ได้ยกตัวอย่างนั้นจะสังเกตเห็นว่าโครงสร้างข้อมูลที่ได้ผ่านการแปลงเรียบร้อยแล้วจะมีส่วนบริเวณสีดำในกรอบเส้นประที่แสดงอยู่ด้านล่างภาพ ดังตัวอย่างภาพที่ 35

ภาพที่ 35 ส่วนบริเวณสีดำที่อยู่ด้านล่างภาพ

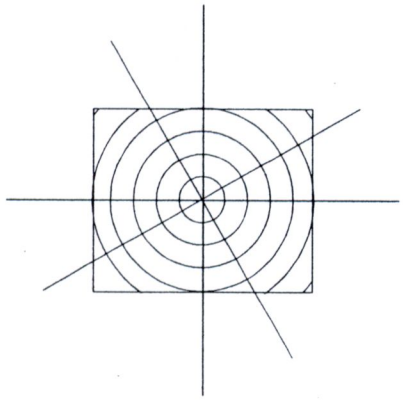
จากบริเวณที่เป็นส่วนสีดำนี้คือส่วนบริเวณขอบภาพที่เกินเนื่องจากอยู่นอกขอบเขตบริเวณของภาพต้นฉบับ ซึ่งบริเวณตรงนี้อาจจะจุดรบกวน และหากนำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้นอาจจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนได้เนื่องจากเป็นบริเวณที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยไม่ได้อิงกับข้อมูลที่เป็นจริงของภาพต้นฉบับ

เนื่องจากการสร้างโครงสร้างข้อมูลแบบพิกัดเชิงขั้วแบบเดิมนั้นจะสร้างขนาดขอบเขตของพิกัดเชิงชั้วให้อยู่ภายนอกภาพดังภาพที่ 36 (ก) จึงทำให้ได้ผลลัพธ์ได้ดังภาพที่ 35 ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการสร้างโครงสร้างข้อมูลแบบพิกัดเชิงขั้วให้มีขนาดขอบเขตพื้นที่ของพิกัด

เชิงขั้วที่มีที่สามารถอ้างอิงข้อมูลบนภาพได้ ด้วยการปรับช่วงของตำแหน่งขอบบริเวณของพิกัดเชิงขั้วมีอยู่ในช่วงขนาดของภาพต้นฉบับแสดงได้ดังภาพที่ 36 (ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 36 โครงสร้างข้อมูลพิกัดเชิงขั้ว (ก) เป็นการกำหนดขนาดของพิกัดเชิงขั้วแบบเดิม (ข) ขนาดของพิกัดเชิงขั้วที่ถูกปรับให้อยู่ในขนาดของภาพต้นแบบ

สำหรับการปรับช่วงของขนาดพิกัดเชิงขั้วสามารถหาได้จากสมการที่ (42)

$$v_{inew} = \left[\frac{v_{iold} - \min_{old}}{\max_{old} - \min_{old}} \right] * \left[(\max_{new} - \min_{new}) + \min_{new} \right] \qquad (42)$$

เมื่อ v_{inew} คือผลของการปรับช่วงของข้อมูลลำดับที่ i

v_{iold} คือค่าข้อมูลเก่าลำดับที่ i

$\min_{old}$ คือค่าน้อยที่สุดของช่วงข้อมูลเก่า

$\max_{old}$ คือค่ามากที่สุดของช่วงข้อมูลเก่า

$\min_{new}$ คือขนาดด้านที่ยาวของภาพ

$\max_{new}$ คือขนาดด้านที่สั้นของภาพ

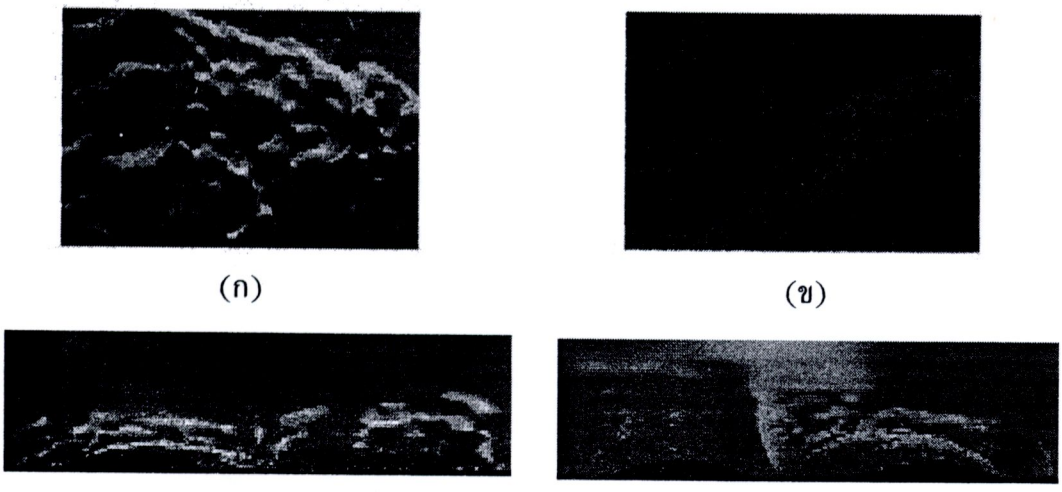
และผลของการปรับช่วงตำแหน่งใหม่นั้นสามารถสร้างเป็นข้อมูลพิกัดเชิงขั้วได้ดังภาพที่ 37

ภาพที่ 37 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลพิกัดเชิงขั้วแบบใหม่

จากภาพตัวอย่างของการแปลงข้อมูลให้อยู่ในพิกัดเชิงขั้วจากภาพที่ 35 และ ภาพที่ 37 จะแสดงให้เห็นว่าภาพที่ 37 ลดสัญญาณรบกวนที่อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณขึ้นได้

4. โครงสร้างผลรวมค่าความเข้มแสง

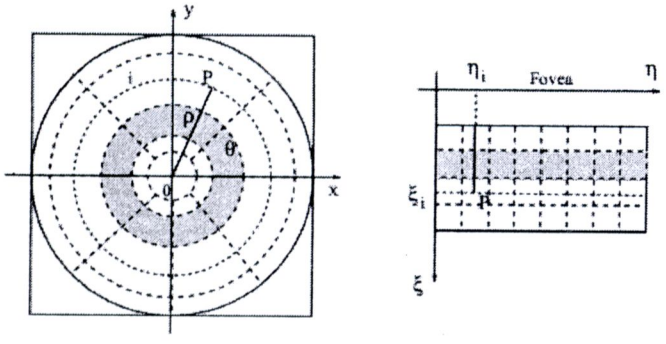
การสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างผลรวมค่าความเข้มแสง เป็นการจัดเตรียมข้อมูลของภาพเพื่อให้เหมาะสมกับการคำนวณหาความคล้ายด้วยวิธีสหสัมพันธ์อัตโนมัติ โดยใช้หลักการแปลงโครงสร้างข้อมูลแบบพิกัดเชิงขั้วให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างผลรวมค่าความเข้มแสง



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 38 การแปลงพิกัดเชิงขั้ว (ก) และ (ข) โครงสร้างข้อมูลภาพปกติ ส่วน (ค) และ (ง) โครงสร้างแบบพิกัดเชิงขั้ว

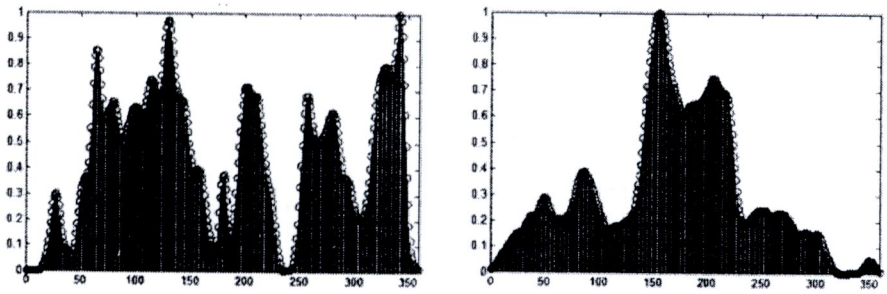


ภาพที่ 39 แผนภาพสัมพันธ์ระหว่างพิกัดเชิงขั้วและพิกัดคาร์ทีเซียน [29]

การสร้างโครงสร้างผลรวมค่าความเข้มแสงนั้น คือการนับจำนวนของค่าความเข้มแสงที่อยู่ในแต่ละคอลัมน์ของโครงสร้างข้อมูลแบบพิกัดเชิงขั้ว ในภาพที่ 38 (ค) และ (ง) แสดงให้ลักษณะของข้อมูลที่ชัดเจน หากเปรียบเทียบให้เห็นโครงสร้างที่ชัดเจนขึ้นก็จะเสมือนภาพที่ 39 ด้านขวา ข้อมูลแต่ละคอลัมน์แสดงถึงลำดับขององศาที่เกิดจากการหมุน ซึ่งในตรงนี้สามารถนำมาใช้แสดงเป็นลำดับการเปลี่ยนแปลงของการหมุนของภาพได้ สมมติให้ภาพที่มีโครงสร้างแบบพิกัดเชิงขั้วมีขนาด $P_{M\times N}$ เมื่อ M หมายถึงแถว และ N หมายถึงคอลัมน์ ผลลัพธ์ของการสร้างโครงสร้างผลรวมค่าความเข้มแสงจะมีขนาด $F_{1\times N}$ หมายถึงข้อมูล 1 แถว N คอลัมน์ ซึ่งกำหนดความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$F(i)=\sum_{J=1}^{M} P_{i,j} \qquad (43)$$

เมื่อ i มีค่า $1 \le i \le N$ เมื่อข้อมูลรูปภาพผ่านการทำงานของสมการที่ (43) แล้วจะได้ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นเป็นที่มี 1 แถว N คอลัมน์ ซึ่งแต่ละคอลัมน์จะเก็บค่าความถี่ค่าความเข้มแสงเอาไว้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 40



(ก) (ข)

ภาพที่ 40 โครงสร้างผลรวมค่าความเข้มแสง

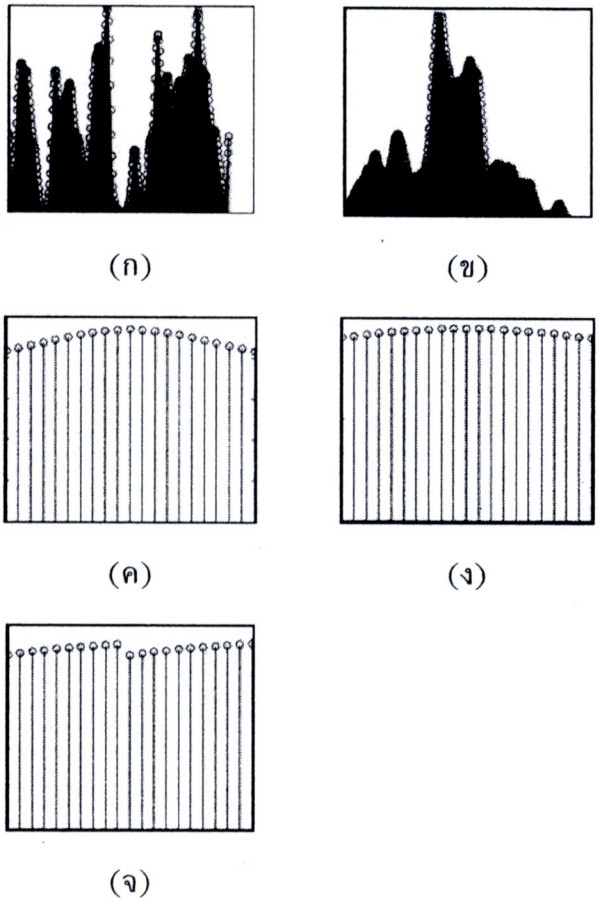
5. สหสัมพันธ์อัตโนมัติ (Autocorrelation)

เป็นเทคนิคที่ประยุกต์การทำงานของระบบการประมวลผลสัญญาณดิจิตอล โดยมีความสามารถในการการเปรียบเทียบความคล้ายของชุดข้อมูล ซึ่งสามารถจำแนกข้อมูลได้ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทดสอบกับข้อมูลที่เราต้องการเปรียบเทียบ โดยจะใช้หลักการหารูปที่คล้าย ๆ ในแต่ละข้อมูล โดยในบทความวิจัยนี้ได้ใช้สหสัมพันธ์อัตโนมัติพื้นฐาน [20, 21] สำหรับการวัดความคล้ายข้อมูล โดยกำหนดให้ภาพต้นแบบ เป็นภาพที่เราต้องการ และนำภาพเป้าหมายเปรียบเทียบกับภาพต้นแบบที่เราได้กำหนดเอาไว้แล้ว หลังจากนั้นก็พิจารณาผลการวัดความคล้ายว่าภาพต้นแบบ และภาพเป้าหมายมีความคล้ายกัน หรือแตกต่างกัน วิธีการเปรียบเทียบหาได้จากสมการที่ (44)

$$R_{xy}[p]=\sum_{m=-\infty}^{\infty} x[m]y[p+m] \qquad (44)$$

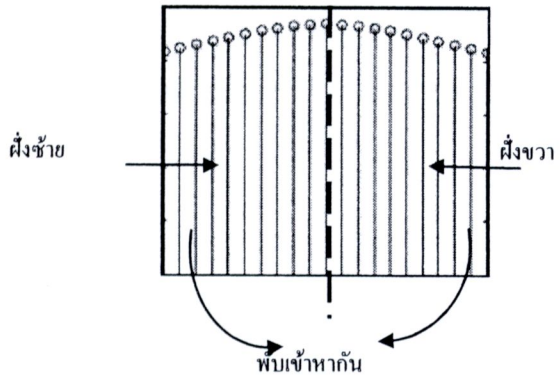
จากสมการที่ (44) ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณนั้นจะได้ค่าออกมาชุดหนึ่ง ซึ่งค่าที่ได้ออกมานั้นสามารถนำมาวิเคราะห์ความผลลัพธ์ได้ โดยมีหลักการพิจารณาคือหากแบ่งครึ่งลักษณะชุดข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์แล้วทั้งสองข้างมีค่าเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันก็จะสรุปว่าต้นแบบและ ภาพเป้าหมายนั้นมีความคลายกัน ในกรณีกลับกันหากผลการการแบ่งครึ่งผลลัพธ์แล้วส่วนที่แบ่งทั้ง

สองข้างไม่เท่ากัน หรือมีความแตกต่างกันมากก็จะแสดงว่าข้อมูลภาพต้นแบบ และภาพเป้าหมายนั้นมีความแตกต่างกัน ดังแสดงได้ดังภาพที่ 41

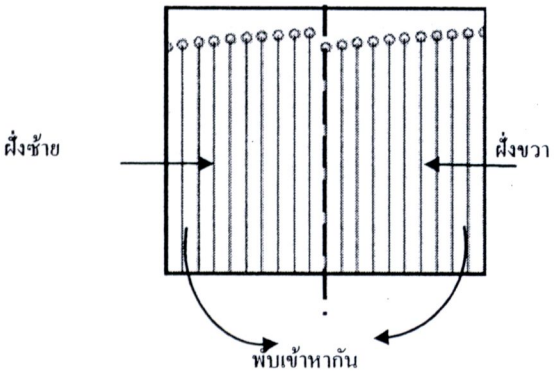


ภาพที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบข้อมูล

จากภาพที่ 41 (ก) คือภาพต้นแบบ (ข) คือภาพเป้าหมาย จุดประสงค์เพื่อต้องการเปรียบเทียบความเหมือนว่าภาพ (ก) และ (ข) ว่ามีความคล้ายกันหรือแตกต่างกัน ลำดับถัดมา คือ (ค) คือ ผลการเปรียบเทียบภาพต้นแบบเทียบกับข้อมูลของตัวเอง และ (ง) คือ ผลการเปรียบเทียบภาพเป้าหมายเทียบกับข้อมูลของตัวเอง จะเห็นว่าภาพที่ 41 (ค) และ (ง) จะให้ผลลัพธ์ที่เมื่อแบ่งตรงกลางข้อมูลฝั่งซ้าย และข้อมูลฝั่งขวาสมมาตรกัน แสดงให้เห็นว่าสองข้อมูลที่นำมาเทียบเป็นข้อมูลที่มีความคล้ายกัน ดังแสดงได้ดังภาพที่ 42 (ก) และภาพที่ 42 (ข) ก็แสดงถึงผลการเปรียบเทียบความคล้ายระหว่างภาพต้นแบบและภาพเป้าหมายจะเห็นว่า เมื่อแบ่งข้อมูลฝั่งซ้ายและข้อมูลฝั่งขวาแล้ว ข้อมูลทั้งสองฝั่งไม่สมมาตรกัน จึงสรุปได้ว่าข้อมูลมีความแตกต่างกัน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 42 แสดงการวิเคราะห์ผลลัพธ์

6. การวัดผลการทดลอง

ทำการวัดประสิทธิภาพของวิธีการจดจำภาพ ด้วยวิธีการหาร้อยละความถูกต้อง โดยพิจารณาจากสัดส่วนการจำนวนข้อมูลที่บอกถูกต้อง และจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด ดังสมการที่ (45)

$$ร้อยละความถูกต้อง = \frac{จำนวนข้อมูลที่บอกถูกต้อง}{จำนวนข้อมูลทั้งหมด} \times 100 \qquad (45)$$