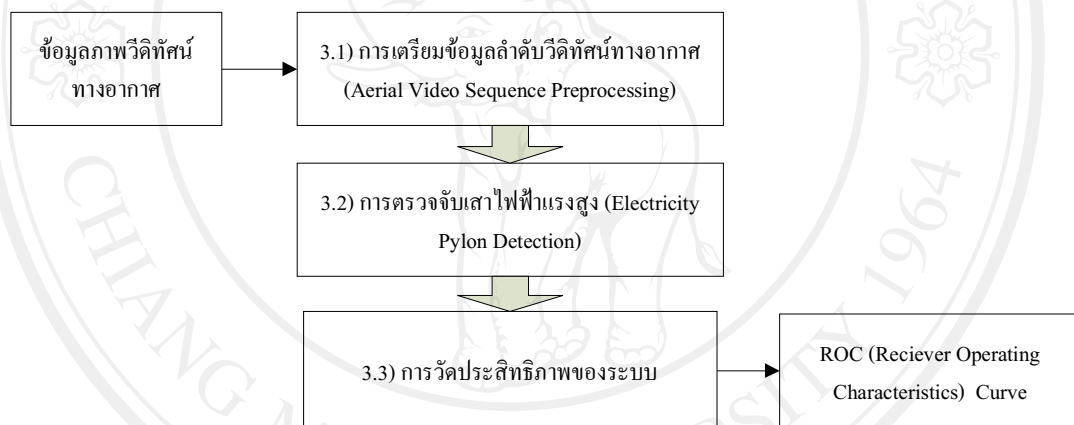


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) การเตรียมข้อมูลลำดับวิดีโอทางอากาศ 2) การตรวจจับเสาไฟฟ้าแรงสูง และ 3) การวัดประสิทธิภาพของระบบ และแสดงประสิทธิภาพด้วยเส้นโค้ง ROC (Receiver Operating Characteristics) โดยที่ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินการวิจัยถูกแสดงด้วยรูป 3-1



รูป 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

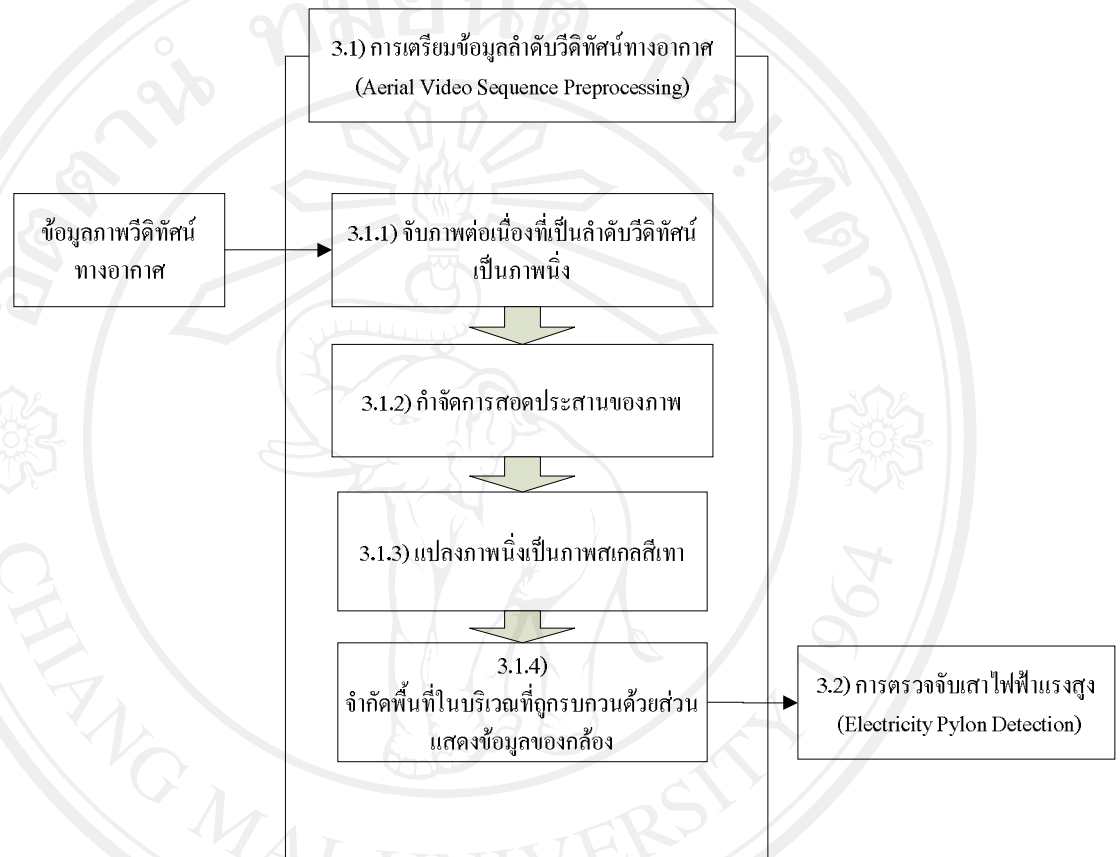
3.1 การเตรียมข้อมูลลำดับวิดีโอทางอากาศ (Aerial Image Preprocessing)

เพิ่มข้อมูลลำดับวิดีโอประกอบด้วยภาพต่อเนื่องจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องแปลงข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบภาพนิ่ง เพื่อเหมาะสมสำหรับงานวิจัย โดยมีขั้นตอนแสดงดังรูป 3-2

3.1.1 จับภาพต่อเนื่องที่เป็นลำดับวิดีโอเป็นภาพนิ่ง

ดำเนินการจับภาพต่อเนื่องที่เป็นลำดับวิดีโอเป็นภาพนิ่ง ซึ่งมีความสามารถในการจับภาพนิ่งจากเพิ่มข้อมูลลำดับวิดีโอและบันทึกในรูปแบบภาพนิ่ง ในรูปแบบภาพ JPEG (.jpg) ทุกๆ 2 วินาที ซึ่งเพิ่มลำดับวิดีโอ 2 เพิ่มซึ่งได้จากการบินสำรวจแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงระหว่างได้จากการบินสำรวจแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงระหว่าง โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล ไปยัง สถานี

ไฟฟ้านครสวรรค์ (BB-NS) และ ระหว่างโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล ไปยังสถานีไฟฟ้าตัก 2 (BB-TA2) ได้ข้อมูลภาพนิ่งรวม 1,049 ภาพ จากนั้นจึงดำเนินการจัดการสอดประสานของภาพ (Deinterlacing)



รูป 3-2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลลำดับวิดีโอทางอากาศ

3.1.2 จัดการสอดประสานของภาพ

ดำเนินการจัดการสอดประสานของภาพ โดยเลือกเอาเฉพาะเส้นของภาพที่มีลำดับเลขที่เท่ากัน เนื่องจากภาพที่ได้จากการจับภาพนิ่งมาจากภาพที่มีการบีบอัดสัญญาณด้วยเทคโนโลยี DV ซึ่งมีการสอดประสานกันระหว่างเฟรมของภาพ เปรียบเสมือนมีภาพสองภาพรวมกันอยู่ภายในภาพเดียว ทำให้เกิดปัญหาความไม่สม่ำเสมอของภาพเมื่อมีการเคลื่อนไหว และเกิดรอยหยัก ขึ้นภายในภาพซึ่งเป็นผลจากวัตถุเคลื่อนตำแหน่งระหว่างภาพที่ต่อเนื่องกัน

3.1.3 แปลงภาพนิ่งเป็นภาพสเกลสีเทา

ดำเนินการแปลงภาพนิ่งที่ได้หลังจากถูกกำจัดการสอดประสานภาพแล้ว เป็นภาพสเกลสีเทา (Grayscale Image) เพื่อลดปริมาณข้อมูลเนื่องจากงานวิจัยนี้มิได้ใช้ข้อมูลสี แต่ใช้เพียงข้อมูลปริมาณความเข้มแสงแต่ละจุดสำหรับประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งของเสาไฟฟ้าแรงสูงเท่านั้น

งานวิจัยนี้ ดำเนินการแปลงภาพสีที่มีองค์ประกอบ RGB (Red Green Blue) เป็นภาพสเกลสีเทา (Grayscale) โดยใช้วิธีการตามมาตรฐานการแปลง ค่าสีที่ใช้ในการแปลงข้อมูลสีจากระบบ RGB ไปเป็นค่าความเข้มของแสงในระบบ NTSC ที่แนะนำโดย CIE (International Commission on Illumination) [21] เมื่อกำหนดให้ R G และ B เป็นค่าของความเข้มของแสงสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินในระบบการแสดงผลแบบ RGB ตามลำดับ จะสามารถหาค่าความเข้มแสงระบบสเกลสีเทา, Y ได้ดังสมการ

$$Y = 0.2989 R + 0.5870 G + 0.1140 B \quad (3.1)$$

3.1.4 จำกัดพื้นที่บริเวณที่ถูกรบกวนด้วยส่วนแสดงข้อมูลของกล้อง

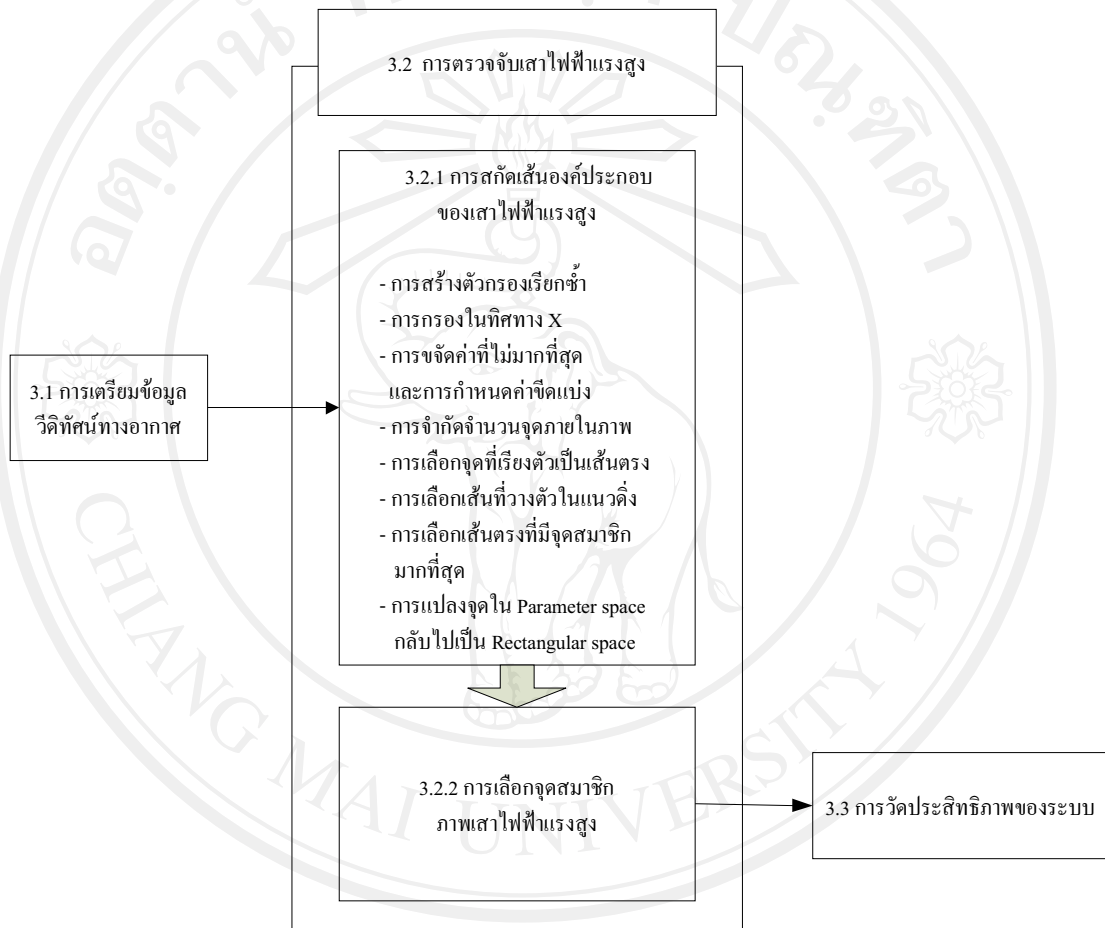
ดำเนินการแทนค่าความสว่างด้วยค่า 0 (ศูนย์) เพื่อจำกัดพื้นที่ในบริเวณที่เป็นส่วนแสดงข้อมูลตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์และข้อมูลอื่นๆ ของกล้องวิดีโอที่จำเป็นต้องประมวลผล ดังรูป 3-3 ในการวิจัยนี้ได้กำหนดให้ภาพที่ต้องการอยู่ในกรอบตำแหน่งตามทิศทาง x ตั้งแต่จุดภาพที่ 5 ถึง จุดภาพที่ 410 และ ทิศทาง y ตั้งแต่จุดภาพที่ 166 ถึง จุดภาพที่ 571



รูป 3-3 ภาพก่อน (a) และ หลัง (b) การจำกัดพื้นที่ที่ไม่จำเป็นต้องประมวลผล

3.2 การตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง

การตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงนั้น แบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนการสกัดเส้นองค์ประกอบของเสาไฟฟ้าแรงสูง และ การสร้างแผนภาพความมั่นใจการมีอยู่ของเสาไฟฟ้าแรงสูง ดังรูป 3-4



รูป 3-4 ขั้นตอนการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง

3.2.1 การสกัดเส้นองค์ประกอบของเสาไฟฟ้าแรงสูง (Pylon Line Extraction)

3.2.1.1 การสร้างตัวกรองเรียกซ้ำ (Recursive Filter)

ตัวกรองสองมิติที่ใช้ในงานวิจัย เป็นตัวกรองแบบแยกได้ในสองทิศทาง สำหรับงานวิจัยนี้ ใช้เพียงผลจากการกรองเฉพาะในทิศทาง y เพื่อค้นหาเส้นแนวตั้งที่เป็นองค์ประกอบของเสาไฟฟ้าแรงสูงเท่านั้น

ตัวกรองในทิศทาง x , $X(x,y)$ ได้จากผลคูณระหว่างฟังก์ชันการตรวจจับเส้นในหนึ่งมิติ f ในทิศทาง x และฟังก์ชันการฉาย (Projection Function) g ในทิศทาง y ดังนั้น $X(x,y) = f(x)g(y)$

การสร้างฟังก์ชันสำหรับการตรวจจับเส้นในหนึ่งมิติ f (Detection function)

เมื่อแปลงตัวกรองเส้นจากภาพในหนึ่งมิติ $f(x)$ จากสมการที่ (2.2) เป็นดิจิทัล เพื่อสร้าง ดิสครีตฟังก์ชัน $f(n)$ แล้วจะสามารถแยก $f(n)$ เป็นสองส่วนได้แก่ $f_-(n)$ และ $f_+(n)$ ดังสมการที่ (3.2) และ (3.3) ตามลำดับ

$$f_-(n) = \begin{cases} 0 & \text{if } n > 0 \\ (-1 - \mu n)e^{-sn} & \text{if } n < 0 \end{cases} \quad (3.2)$$

$$f_+(n) = \begin{cases} (-1 - \mu n)e^{-sn} & \text{if } n > 0 \\ 0 & \text{if } n < 0 \end{cases} \quad (3.3)$$

สมการที่ (3.2) และ (3.3) เป็นสมการที่สมเหตุสมผล (Casual) มีเสถียรภาพ สามารถแปลงเป็น ตัวกรองแบบเรียกซ้ำ (Recursive filter) ได้โดยเริ่มด้วยการแปลง Z ซึ่งจะได้ฟังก์ชัน ถ่ายโอน (Transfer function) ดังสมการที่ (3.4) และ (3.5) ตามลำดับ

$$t_+(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}} \quad (3.4)$$

$$t_-(z) = \frac{a_2 + a_3 z^2}{1 + b_1 z + b_2 z^2} \quad (3.5)$$

เมื่อ

$$a_0 = -1, \quad a_1 = (\mu s + 1)e^{-s}, \quad a_2 = (\mu s - 1)e^{-s} \\ a_3 = e^{-2s}, \quad b_1 = -2e^{-s}, \quad b_2 = e^{-2s}$$

และ $\mu = \frac{e^s - e^{-s}}{2}$ เป็นค่าคงที่สำหรับการนอร์มัลไลซ์เพื่อให้มั่นใจว่า $f(x)$ ให้ผลลัพธ์เป็นศูนย์เมื่อ

สัญญาณเข้าคงที่

ฟังก์ชันถ่ายโอนในสมการที่ (3.4) และ (3.5) สามารถเขียนในรูปแบบตัวกรองเรียกซ้ำได้ ดังสมการที่ (3.6) และ (3.7) ตามลำดับ

$$y_+(n) = a_0x(n) + a_1x(n-1) - b_1y_+(n-1) - b_2y_+(n-2) \quad (3.6)$$

$$y_-(n) = a_2x(n+1) + a_3x(n+2) - b_1y_-(n+1) - b_2y_-(n+2) \quad (3.7)$$

$$y(n) = y_-(n) + y_+(n) \quad (3.8)$$

การสร้างฟังก์ชันการฉาย g (Projection Function)

ฟังก์ชันการฉาย $g(n)$ ถูกสร้างด้วยวิธีเดียวกันกับ $f(n)$ ผลดังสมการ

$$y_+(n) = a_5(n) + a_6(n-1) - b_1y_+(n-1) - b_2y_+(n-2) \quad (3.5)$$

$$y_-(n) = a_7(n+1) + a_8(n+2) - b_1y_-(n+1) - b_2y_-(n+2) \quad (3.6)$$

$$y(n) = y_-(n) + y_+(n) \quad (3.7)$$

เมื่อ

$$a_5 = k, \quad a_6 = k(s-1)e^{-s}, \quad a_7 = k(s+1)e^{-s}, \quad a_8 = -k^{-2s}$$

$$k = \frac{-s^2(-e^{-2s} + 2e^{-s} + 1)}{1 + 2se^{-s} - e^{-2s}}$$

การคำนวณค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวกรองเรียกซ้ำ

งานวิจัยนี้ได้กำหนดค่า s ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ปรับตามขนาดความกว้างของเส้นที่ต้องการกรอง มีค่า 0.9900 และค่าของพารามิเตอร์ a_0 - a_8 , b_1 - b_2 , μ และ k สามารถหาได้

จาก $y_+(n) = a_0x(n) + a_1x(n-1) - b_1y_+(n-1) - b_2y_+(n-2)$ สมการ (3.2) และ (3.3) ซึ่งมีค่าดังนี้

$$a_0 = -1 \quad a_1 = 0.7982 \quad a_2 = 0.0551 \quad a_3 = 0.1381 \quad a_4 = -0.1975$$

$$a_5 = 0.2423 \quad a_6 = -9.0020e-004 \quad a_7 = 0.1791 \quad a_8 = -0.0334$$

$$b_1 = -0.7432 \quad b_2 = 0.1381 \quad \mu = 1.1598 \quad k = 0.2423$$

3.2.1.2 การกรองในทิศทาง x

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดสำหรับการสร้างตัวกรองเรียกซ้ำแล้ว จึงดำเนินการกรองภาพ I กว้าง l แถว และยาว c คอลัมน์ เพื่อค้นหาเส้นที่วางตัวในแนวดิ่ง ด้วยการกรองในทิศทาง x ภาพ I จะถูกกรองด้วยฟังก์ชันตัวกรอง $f(x)$ ตามทิศทาง x และด้วยฟังก์ชันตัวกรอง g ตามทิศทาง y

กำหนดให้ D เป็นผลลัพธ์ชั่วคราวจากการกรองแต่ละจุดภาพด้วยสมการตัวกรองเรียกซ้ำ f ในทิศทาง x ดังนี้

$$D_+(i, j) = a_0 I(i, j) + a_1 I(i, j-1) - b_1 D_+(i, j-1) - b_2 D_+(i, j-2) \\ i = 1, 2, \dots, l \quad j = 3, 4, \dots, c \quad (3.8)$$

$$D_-(i, j) = a_2 I(i, j+1) + a_3 I(i, j+2) - b_2 D_-(i, j+1) - b_2 D_-(i, j+2) \\ i = 1, 2, \dots, l \quad j = c-2, \dots, 1 \quad (3.9)$$

$$D(i, j) = D_-(i, j) + D_+(i, j) \\ i = 1, 2, \dots, l \quad j = 1, 2, \dots, c \quad (3.10)$$

ผลลัพธ์ชั่วคราว D ที่ได้จะถูกกรองอีกครั้งด้วยฟังก์ชันการฉาย g ดังนี้

$$P_+(i, j) = a_4 D(i, j) + a_5 D(i-1, j) - b_1 P_+(i-1, j) - b_2 P_+(i-2, j) \\ i = 3, 4, \dots, l \quad j = 1, 2, \dots, c \quad (3.11)$$

$$P_-(i, j) = a_6 D(i+1, j) + a_7 D(i+2, j) - b_1 P_-(i+1, j) - b_2 P_-(i+2, j) \\ i = l-2, \dots, 1 \quad j = 1, 2, \dots, c \quad (3.12)$$

ผลลัพธ์ของการกรองในทิศทาง x , $X(x, y)$ คือ $I * X = P_- + P_+$ จุดในภาพที่เป็นสมาชิกของเส้นจะถูกขยายระดับสัญญาณให้แรงกว่าจุดอื่นที่ไม่ได้เป็นสมาชิกของเส้น แล้วจึงดำเนินการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima suppression) และการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) เพื่อให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ประกอบด้วยจุดภาพที่มีความกว้างเพียง 1 จุดภาพ เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นที่แน่นอนมากขึ้น

3.2.1.3 การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima suppression) และการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

แม้ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการกรองในทิศทาง x จะเป็นภาพที่ถูกเน้นบริเวณที่เป็นภาพเส้นแล้ว แต่ภาพดังกล่าวยังมีตำแหน่งของเส้นที่ยังไม่ชัดเจน การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima suppression) เป็นการเลือกจุดภาพที่มีความโดดเด่นที่สุดเฉพาะที่ และมีทิศทางเดียวกับเกรเดียนต์ของภาพ จุดที่ไม่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะถูกกำหนดค่าเป็นศูนย์ ส่วนจุดที่มีคุณสมบัติข้างต้นจะถูกกำหนดให้มีค่าเท่าเดิม ผลลัพธ์ที่ได้จึงเป็นเส้นที่มีความบางเพียง 1 จุดภาพ

อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุดนั้น อาจยังมีเส้นอื่นๆที่เป็นสัญญาณรบกวนปรากฏอยู่ในภาพ เพื่อขจัดปัญหาดังกล่าว จึงต้องมีการกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) โดยกำหนดช่วงขนาดสัญญาณ High Threshold ($T1$) และ Low Threshold ($T2$) หากสัญญาณภาพมีค่าสูงกว่า $T1$ ให้ถือว่าเป็นสัญญาณของเส้นในภาพ หากน้อยกว่า $T2$ ก็ให้ปรับค่าเป็นศูนย์ หากระดับสัญญาณอยู่ระหว่างค่าทั้งสอง ให้พิจารณาจากจุดภาพที่บริเวณข้างเคียง หากบริเวณข้างเคียงเป็น จุดภาพสมาชิกของเส้น (มีค่ามากกว่า $T1$) แล้ว ถือว่าจุดภาพนั้นเป็นสมาชิกของเส้นด้วยเช่นกัน

ในการวิจัยนี้ ได้กำหนดค่า $T1$ เป็นค่า 0.4 เท่าของค่าระดับสัญญาณจุดภาพเส้นสูงสุดในภาพ และ $T2$ มีค่า 0.4 เท่าของ $T1$

3.2.1.4 การจำกัดจำนวนจุดภายในภาพ

ภาพที่ผ่านขั้นตอนการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด และการกำหนดค่าขีดแบ่งแล้ว อาจเกิดกรณีที่มีภาพเส้นมีสัญญาณรบกวนหลังจากการกรองแล้วเป็นจำนวนมาก ดังตัวอย่างในรูป 3-5 ซึ่งหากส่งผ่านไปยังขั้นตอนถัดไปก็จะไม่สามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ ดังนั้นภาพที่มีสัญญาณรบกวนจำนวนมากนี้จะถูกตัดสินว่าไม่มีภาพของเสาไฟฟ้าอยู่ใน

ในงานวิจัยนี้ กำหนดให้ ภาพที่มีจำนวนจุดภาพเกิน 10,000 จุดเป็นภาพที่มีสัญญาณรบกวนมาก และไม่สามารถใช้ในการค้นหาตำแหน่งของเสาไฟฟ้าได้



รูป 3-5 ตัวอย่างภาพ และ ผลการกรองที่มีสัญญาณรบกวนมาก

3.2.1.5 การเลือกจุดที่เรียงตัวเป็นเส้นตรง

ตัวกรองเรียกซ้ำที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นตัวกรองที่ตอบสนองได้ดีกับวัตถุที่มีลักษณะเป็นเส้น ทั้งเส้นตรงและเส้นโค้ง แต่สำหรับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงที่มีโครงสร้างเป็นเหล็กถักที่มีโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นเส้นตรง จึงจำเป็นต้องกรองเอาเฉพาะจุดที่เรียงตัวเป็นเส้นตรงภายในภาพเท่านั้น

งานวิจัยนี้ใช้การแปลงฮัฟ (Hough Transformation) [20] เพื่อเลือกจุดเฉพาะที่เรียงตัวเป็นเส้นตรงดังกล่าว

3.2.1.6 การเลือกเส้นที่วางตัวในแนวตั้ง

ตามปกติ เสาไฟฟ้าแรงสูงจะแสดงในภาพเป็นวัตถุที่เป็นเส้นและ วางตัวขนานไปกับแนวตั้งของภาพ ดังนั้น จึงต้องเลือกเส้นเฉพาะที่มีลักษณะดังกล่าว โดยเลือกเฉพาะเส้นที่ทำมุมกับแนวตั้งไม่เกิน 8 องศา ดังรูป 3-6

การเลือกเฉพาะเส้นที่ทำมุมไม่เกิน 8 องศา กับเส้นแนวตั้ง ดำเนินการด้วยการขจัดจุดในปริภูมิพารามิเตอร์ Theta และ Rho ที่มีค่า Theta มากกว่า 8 องศา หรือ น้อยกว่า -8 องศา ($\theta > 8$ องศา หรือ $\theta < -8$ องศา) ออกไป



รูป 3-6 ขอบเขตมุมของเส้นที่จะเลือกเอาไว้ใช้

3.2.1.7 การเลือกเส้นตรงที่มีจุดสมาชิกมากที่สุด

หลังจากขั้นตอนการเลือกเส้นที่วางตัวในแนวตั้งแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการเลือกเส้นตรงที่มีจุดสมาชิกมากที่สุด ที่เรียงตัวเป็นเส้นตรง จำนวนไม่เกิน 10 เส้น

ในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดให้ จำนวนของจุดสมาชิกที่เรียงตัวในแนวเส้นเดียวกัน เป็นค่าขีดแบ่ง (Threshold) ว่าจะนับจุดที่เรียงตัวอยู่ในแนวเส้นนั้น เป็นเส้นที่ต้องการหรือไม่ โดยมีการกำหนดค่าขีดแบ่งมีค่าระหว่าง 1 ไปจนถึง 100 แล้ววัดผลลัพธ์ของการทดสอบที่ค่าขีดแบ่งต่างๆ เพื่อนำไปสร้างเป็นเส้นโค้ง ROC (Receiver Operating Characteristics) ในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

3.2.1.8 การแปลงจุดในปริภูมิพารามิเตอร์ (Parameter space) กลับไปเป็นเส้นในปริภูมิตั้งฉาก (Rectangular space)

ข้อมูลเส้นที่ถูกเลือกจากหัวข้อ 3.2.1.8 เป็นข้อมูลที่อยู่ใน ปริภูมิพารามิเตอร์ ซึ่งมีเฉพาะค่า r และ θ ของแต่ละเส้นเท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งของเส้นที่เป็นสมาชิกของภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงได้ จึงจำเป็นต้องแปลงข้อมูลเส้นดังกล่าว กลับไปอยู่ในปริภูมิตั้งฉาก

นอกจากนี้ในขั้นตอนนี้ มีการปรับเปลี่ยนค่าความยาวที่สั้นที่สุดของเส้น ที่ใช้ในการตัดสินใจว่าเลือกเส้นนั้นหรือไม่ โดยกำหนดค่าความยาวดังกล่าวให้เป็นตัวแปร MinLength เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรดังกล่าวต่อประสิทธิภาพของระบบตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงที่พัฒนาขึ้น

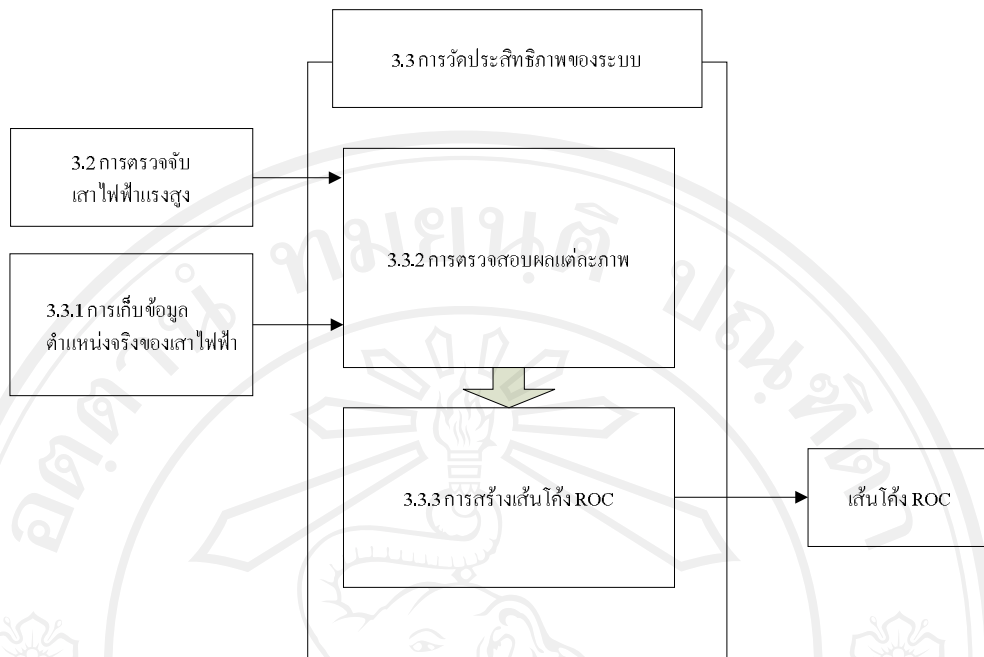
ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบ เมื่อกำหนดให้ MinLength มีค่า 1 และ 15 ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรค่านี้ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ

3.2.2 การเลือกจุดสมาชิกภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง

ผลลัพธ์ Lines ที่ได้จากหัวข้อ 3.2.1 เป็นข้อมูลของเส้นซึ่งเป็นสมาชิกภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง ข้อมูลดังกล่าวจะถูกใช้สำหรับกรองจุดผลลัพธ์ BW จาก หัวข้อ 3.2.1.3 โดยแปลงข้อมูล Lines ให้อยู่ในรูปบิตแมป (Bitmap) แล้วดำเนินการ แอนด์ (AND operator) กัน ภาพผลลัพธ์ที่ได้จึงเป็นภาพบิตแมปของจุดที่มีความน่าจะเป็นองค์ประกอบของเสาไฟฟ้าแรงสูงมากที่สุด

3.3 การวัดประสิทธิภาพของระบบ

ประสิทธิภาพของระบบในงานวิจัยนี้ วัดได้จากการเปรียบเทียบ จุดภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกจุดสมาชิกของภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงจากหัวข้อ 3.2.2 กับข้อมูลตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูป 3-7 ขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพของระบบ

3.3.1 การเก็บข้อมูลตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้า

การกำหนดตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้าแรงสูงภายในภาพ ได้จากการกำหนดขอบเขตภาพเสาที่อยู่ภายในแต่ละภาพ ทีละภาพด้วยกรอบสี่เหลี่ยม เพื่อเก็บข้อมูลตำแหน่งขอบเขตภาพเสาลงในตัวแปร ดังแสดงในรูป 3-8 ภายในกรอบเป็นบริเวณที่ถือว่าเป็นบริเวณตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้าแรงสูงภายในภาพ



รูป 3-8 ตัวอย่างการกำหนดกรอบภาพที่เป็นตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้าแรงสูง

3.3.2 การตรวจสอบผลของแต่ละภาพ

การตรวจสอบผลของแต่ละภาพเป็นการนับจำนวนของผลที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของระบบ กับข้อมูลตำแหน่งจริงของระบบดังนี้ แต่ละภาพจะถูกทดสอบโดยการวัดจำนวน 4 จำนวนดังต่อไปนี้

- (1) จำนวนกรอบเสาที่ถูกตรวจจับพบในแต่ละภาพ นั่นคือจำนวนกรอบมีจุดสมาชิกของภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงที่ได้จากหัวข้อ 3.2 อยู่ภายใน
- (2) จำนวนกรอบเสาทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอนการเก็บข้อมูลตำแหน่งจริงของภาพเสาไฟฟ้า
- (3) จำนวนของจุดที่ตรวจจับได้จากระบบในงานวิจัย ซึ่งอยู่ภายนอกกรอบภาพที่กำหนดขอบเขตตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้า ซึ่งถือเป็นผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องของระบบ
- (4) จำนวนของจุดภาพที่อยู่ภายนอกกรอบของบริเวณเสาไฟฟ้า

จำนวนทั้งสี่จำนวนนี้จะถูกใช้สำหรับการคำนวณ ค่า P_d และ P_{fa} เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ ในการทำงานของระบบตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ต่อไป

3.3.3 การสร้างเส้นโค้ง ROC (Receiver Operating Characteristics)

งานวิจัยนี้สร้างเส้นโค้ง ROC เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง P_d กับ P_{fa} โดยใช้การเปรียบเทียบข้อมูลจาก หัวข้อ 3.3.2 กับข้อมูลตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้าจากหัวข้อ 3.3.1 เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าขีดแบ่ง (Threshold) ตั้งแต่ 1-100 ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังนี้

3.3.3.1 การคำนวณหาค่า P_d และ P_{fa} สำหรับแต่ละค่าขีดแบ่ง

1) กำหนดค่าขีดแบ่งที่จะวัด P_d และ P_{fa} ในช่วง 1-100 ในที่นี้ ค่าขีดแบ่งเป็นค่า Threshold ที่ได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อ 3.2.1.6

2) หาค่า P_d (Detection Probability) จากอัตราส่วนของ จำนวนกรอบเสาทั้งหมดที่ถูกตรวจพบจากรูปทั้งหมด (ผลรวมทุกๆภาพของค่า (1) ในหัวข้อ 3.3.2) เปรียบเทียบกับ จำนวนกรอบเสาทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอนการเก็บข้อมูลตำแหน่งจริงของภาพเสาไฟฟ้า (ผลรวมของค่า (2) ทุกๆภาพ)

3) หาค่า P_{fa} (False alarm probability) จาก อัตราส่วนระหว่าง จำนวนของจุดที่ตรวจจับได้จากระบบในงานวิจัย ซึ่งอยู่ภายนอกกรอบภาพที่กำหนดขอบเขตตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้า ซึ่งถือเป็นผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องของระบบ นำมาเปรียบเทียบกับ จำนวนของจุดทั้งหมดที่อยู่ภายนอกกรอบภาพตำแหน่งของเสาไฟฟ้า

4) ดำเนินการจนได้ค่า P_d และ P_{fa} สำหรับแต่ละค่าขีดแบ่งจนครบ

3.3.3.2 การสร้างเส้นโค้ง ROC

นำค่าความสัมพันธ์ของ P_d และ P_{fa} ที่ค่าขีดแบ่งแต่ละค่า ไปวาดลงบนกราฟ โดยให้แกน x เป็นค่าของ P_{fa} และแกน y เป็นค่าของ P_d



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved