บทที่ 5
สรุปผลการทำวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการสำหรับตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงภายในภาพถ่ายวีดีทัศน์จากอากาศยาน โดยการสร้างระบบประมวลผลภาพ ซึ่งใช้หลักการสกัดเอาจุดภาพที่เรียงตัวกันเป็นเส้นตรงภายในภาพ ที่คาดว่าจะเป็นองค์ประกอบของภาพเส้นที่เป็นส่วนประกอบของเสาไฟฟ้า จากนั้นจึงเลือกเส้นเฉพาะที่วางตัวในแนวดิ่งซึ่งเป็นลักษณะโดยทั่วไปของเสาไฟฟ้าแรงสูงที่จะต้องตั้งฉากกับพื้นราบเสมอ

ขั้นตอนต่อมาเป็นการวัดประสิทธิภาพของระบบตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าที่สร้างขึ้นในกรณีศึกษาต่างๆ ที่มีทั้งการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของกลุ่มข้อมูล ได้แก่ กลุ่มข้อมูลภาพวีดิทัศน์ที่ถ่ายขณะฝนตก กลุ่มที่ถ่ายระหว่างสภาพอากาศแจ่มใส กลุ่มข้อมูลที่ขจัดภาพที่ไม่ชัดเจนจนไม่สามารถระบุตำแหน่งของเสาไฟฟ้าได้ออกไป และการปรับเปลี่ยนการกำหนดค่าตัวแปร 2 ตัวแปรที่ใช้ในขั้นตอนการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้า ได้แก่ ตัวแปรจำนวนจุดสมาชิกของเส้น และ ตัวแปรความยาวของเส้น ซึ่งตัวแปรทั้งสองถูกใช้ในการตัดสินใจเลือกว่าเส้นแต่ละเส้นเป็นสมาชิกของภาพเสาหรือไม่

การตรวจวัดประสิทธิภาพจะประกอบด้วย การหาอัตราส่วนของการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าได้ถูกต้อง และอัตราส่วนของการตรวจจับที่ผิดพลาด โดยมีการปรับเปลี่ยนค่าตัดสินจำนวนจุดสมาชิกของเส้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นเส้นโค้ง ROC แสดงประสิทธิภาพระบบ สำหรับแต่ละกรณีศึกษา และใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบเมื่อมีการปรับเปลี่ยนปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2 สรุปผลการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง

ในส่วนของการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงนั้น ได้แสดงผลการทำงานของระบบจาก 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการกรองภาพในทิศทาง x 2) การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด และการกำหนดค่าขีดแบ่ง และ 3) การเลือกจุดที่เรียงตัวเป็นเส้นตรงในแนวดิ่ง

ผลของขั้นตอนการกรองภาพในทิศทาง x แสดงให้เห็นความสามารถของระบบในยกระดับของสัญญาณภาพบริเวณที่มีลักษณะเป็นเส้นได้อย่างชัดเจน เมื่อผลลัพธ์ดังกล่าวผ่านไปยังขั้นตอน

การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด และการกำหนดค่าขีดแบ่ง ซึ่งระบบสามารถสร้างภาพไบนารีที่บอกตำแหน่งของจุดที่มีระดับสัญญาณสูงที่สุดสำหรับแต่ละบริเวณภายในภาพได้

สำหรับในขั้นตอนการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด และ การกำหนดค่าขีดแบ่งนี้ยังสามารถปรับปรุงเพิ่มเติม เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้แม้จะ มีข้อดีคือสามารถบอกตำแหน่งของเส้นที่แน่นอนได้ เพราะเป็นเส้นที่มีความกว้างเพียง 1 จุดภาพ แต่ก็เป็นการกำจัดข้อมูลภาพเสาที่อยู่ออกโดยไม่จำเป็น ซึ่งอาจแก้ไขโดยใช้เพียงการกำหนดค่าขีดแบ่ง หรือละเว้นขั้นตอนนี้ออกไปเลย

ในการขั้นตอนสุดท้ายภาพไบนารี ถูกนำไปจับกลุ่มเป็นแนวเส้นตรง แล้วเลือกเอาเฉพาะเส้นที่ทำมุมตั้งฉากกับพื้นราบ ซึ่งระบบก็สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี

5.3 สรุปผลการวัดประสิทธิภาพของระบบ

ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพของระบบนั้นมีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบอยู่ 4 รูปแบบได้แก่ 1) การศึกษาประสิทธิภาพเบื้องต้น 2) การศึกษาผลกระทบของสภาพอากาศต่อประสิทธิภาพของระบบ 3) การศึกษาผลการปรับเปลี่ยนความยาวของเส้นที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการเลือกเส้นกับประสิทธิภาพของระบบ และ 4) การศึกษาผลกระทบของคุณภาพของข้อมูลภาพที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ

ผลการศึกษาประสิทธิภาพเบื้องต้นพบว่าระบบสามารถตรวจจับการเสาไฟฟ้าภายในภาพได้ถูกต้องมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการตรวจจับที่ผิดพลาดค่อนข้างต่ำ โดยเมื่อปรับค่าตัวแปรจำนวนจุดต้องประกอบเป็นเส้นที่จะเลือกให้มีค่าสูงขึ้นแล้วจะทำให้ระบบมีความผิดพลาดต่ำลงแต่ก็ทำให้ความสามารถในการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงในภาพลดลงไปด้วย

ผลการศึกษาผลกระทบของสภาพอากาศต่อประสิทธิภาพได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบ ที่แม้จะยังสามารถตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงได้ แต่ประสิทธิภาพของระบบก็ลดลงอย่างมาก เมื่อภาพที่ใช้ในการทดสอบเป็นภาพที่ถูกเม็ดฝนบดบังอยู่ที่หน้าเลนส์ของกล้องถ่ายวีดิทัศน์

ผลการศึกษาการปรับเปลี่ยนค่าความยาวของเส้นที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการเลือกเส้น (MinLength) ให้ต่ำลง จากค่าเท่ากับ 15 เป็นค่าที่น้อยที่สุดที่เท่ากับ 1 แม้จะสามารถเพิ่มอัตราการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าได้เพียงเล็กน้อย แต่ก็เกิดการตรวจจับที่ผิดพลาดเกิดขึ้นมากกว่าจึงสรุปได้ว่าการปรับเปลี่ยนค่าดังกล่าวนั้นมีแทบไม่มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแต่อย่างไร

ผลการศึกษาผลกระทบของคุณภาพของภาพวีดิทัศน์ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบได้แสดงให้เห็นว่าหากมีการปรับปรุงระบบการเก็บภาพที่มีความชัดเจนและลดผลกระทบจากการเคลื่อนไหวของแป้นหมุนที่ติดตั้งกล้องแล้ว จะสามารถทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้นได้อีก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า ยังมีเสาอีกจำนวนหนึ่งที่ยังไม่สามารถถูกตรวจจับได้เลย เนื่องจากมีสัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมาก ทำให้บางภาพซึ่งมีเสาอยู่สองเสา แต่สามารถตรวจจับได้เพียงเสาเดียว ดังรูป 5-1 (ซ้ายบน) หรือรูปอื่นๆที่ไม่สามารถตรวจจับได้ แม้มีการปรับค่าพารามิเตอร์ในการทดสอบแล้วก็ตาม ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในส่วนของประสิทธิภาพของตัวกรองเรียกซ้ำที่มีหน้าที่สกัดจุดสมาชิกของภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงออกมาที่อาจให้มีประสิทธิภาพที่ดีนี้ โดยอาจใช้ตัวกรองเส้นแบบอื่นๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบ หรือการปรับปรุงในส่วนการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด และการกำหนดค่าขีดแบ่งที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ยังมีค่าคุณสมบัติอื่นๆของขั้นตอนการเลือกเส้นตรงและการแปลงกลับจุดระหว่างปริภูมิพารามิเตอร์กับปริภูมิตั้งฉาก เช่น ค่ามุมที่ใช้เลือกเส้นแนวดิ่ง ค่าความกว้างระหว่างส่วนของเส้นที่จะถือว่าเป็นเส้นๆ เดียวกัน เป็นต้น

รูป 5-1 ตัวอย่างรูปที่ระบบไม่สามารถตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าพบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในสถานการณ์การใช้งานจริง แหล่งข้อมูลภาพจะเป็นลำดับภาพต่อเนื่อง ดังนั้นแนวทางการพัฒนาเพิ่มเติมจึงควรใช้ประโยชน์จากลำดับภาพที่ต่อเนื่องกัน มาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง เนื่องจากลำดับภาพที่อยู่ติดต่อกันจะมีตำแหน่งของภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงแตกต่างกันไม่มาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved