สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญตาราง	ฌ
สารบาญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตการทำวิจัย	6
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการการวิจัย	7
1.6 ขั้นตอนการทำวิจัย	7
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 การตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง	8
2.1.1 การกรองจุดภาพด้วยตัวกรองเรียกซ้ำ (Recursive Filter)	9
2.1.2 การสกัดเส้นด้วยการแปลงฮัฟ (Hough Transform)	12
2.1.3 การตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าภายในภาพจากเส้นโครงร่าง	12
2.2 การแสดงประสิทธิภาพของระบบด้วยเส้นโค้ง ROC	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
3.1 การเตรียมข้อมูลลำดับวีดิทัศน์ทางอากาศ (Aerial Image Preprocessing)	15
3.1.1 จับภาพต่อเนื่องที่เป็นลำดับวีดิทัศน์เป็นภาพนิ่ง	15
3.1.2 กำจัดการสอดประสานของภาพ	16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.3 แปลงภาพนิ่งเป็นภาพสเกลสีเทา 17
3.1.4 จำกัดพื้นที่บริเวณที่ถูกรบกวนด้วยส่วนแสดงข้อมูลของกล้อง 17
3.2 การตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง 18
3.2.1 การสกัดเส้นองค์ประกอบของเสาไฟฟ้าแรงสูง (Pylon Line Extraction) 18
3.2.2 การเลือกจุดสมาชิกภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง 25
3.3 การวัดประสิทธิภาพของระบบ 25
3.3.1 การเก็บข้อมูลตำแหน่งจริงของเสาภาพไฟฟ้า 26
3.3.2 การตรวจสอบผลของแต่ละภาพ 27
3.3.3 การสร้างเส้นโค้ง ROC (Receiver Operating Characteristics) 27

บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย 29
4.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย 29
4.2 ผลการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง 30
4.2.1 ผลการทำงานของขั้นตอนการสกัดเส้นองค์ประกอบของเสาไฟฟ้าแรงสูง 30
4.2.2 ผลการเลือกจุดสมาชิกของภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง 33
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ 36
4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น 36
4.3.2 การทดสอบเพื่อศึกษาผลกระทบของสภาพอากาศ
ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ 37
4.3.3 การทดสอบเพื่อศึกษาผลของการปรับเปลี่ยนความยาวของเส้นที่สั้นที่สุด
ที่ใช้ในการเลือกเส้นต่อประสิทธิภาพของระบบ 43
4.3.4 การทดสอบเพื่อศึกษาผลกระทบของคุณภาพของภาพวีดิทัศน์
ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง 46

บทที่ 5 สรุปผลการทำวิจัยและข้อเสนอแนะ 51
5.1 สรุปผลงานวิจัย 51
5.2 สรุปผลการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง 51
5.3 สรุปผลการวัดประสิทธิภาพของระบบ 52

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง 55
ประวัติผู้เขียน 57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
4-1	ลักษณะข้อมูลไฟล์วีดิทัศน์ที่นำมาใช้ในการทดสอบ	29
4-2	ข้อมูล Pfa และ Pd จากการวัดประสิทธิภาพของระบบ เมื่อปรับเปลี่ยนค่าขีดแบ่งตั้งแต่ 0-100 และค่า MinLength =15	37
4-3	ผลการทดสอบกับข้อมูลแนวสายส่ง BB-NS และค่า MinLength = 15	39
4-4	ผลการทดสอบกับข้อมูลแนวสายส่ง TA2-BB และค่า MinLength = 15	40
4-5	ข้อมูลเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากจากข้อมูล สายส่งในแนว BB-NS และ TA2-BB แต่ละแนวและข้อมูลที่ได้ จากการประมวลผลข้อมูลทั้งหมดรวมกัน (All)	42
4-6	ข้อมูลผลการวัดประสิทธิภาพจากข้อมูลทุกแนวสายส่ง และค่า MinLength = 1	44
4-7	ข้อมูลเปรียบเทียบข้อมูลประสิทธิภาพระบบ กรณีเมื่อกำหนดให้ MinLength = 15 และกรณี MinLength = 1	45
4-8	ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบเมื่อทดสอบกับข้อมูลภาพ จาก TA2-BB และกำหนดค่า MinLength มีค่า 1 จุดภาพ	47
4-9	ข้อมูลประสิทธิภาพของระบบเมื่อทดสอบกับข้อมูลภาพ จาก TA2-BB ที่ตัดภาพคุณภาพต่ำออกไป และค่า MinLength = 1 จุดภาพ	48
4-10	ข้อมูลประสิทธิภาพเปรียบเทียบกัน ระหว่างกรณีข้อมูล TA1-BB ปกติ กับกรณีข้อมูล TA2-BB ที่ตัดภาพที่คุณภาพต่ำออกไป	50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
1-1	แท่นหมุนกันกระเทือนถูกติดตั้งใต้ลำตัวเฮลิคอปเตอร์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	1
1-2	กล้องวีดิทัศน์ถูกติดตั้งไว้ภายในแท่นหมุนกันกระเทือน	2
1-3	ระบบติดตามภาพเสาไฟฟ้าสำหรับแท่นหมุนโดยอัตโนมัติที่นำเสนอโดย Whitworth และคณะ	2
1-4	เสาไฟฟ้าในระบบจำหน่าย	3
1-5	ตัวอย่างรูปแบบของเสาไฟฟ้าโครงเหล็กถักแบบต่างๆที่มีใช้ในการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	3
1-6	ตัวอย่างภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงจากเฮลิคอปเตอร์	4
1-7	ภาพขยายบริเวณภาพที่เป็นเสาไฟฟ้าแรงสูง	5
2-1	การแปลงฮัฟเพื่อตรวจจับเส้น (a) ภาพเริ่มต้น (b) เส้นขอบในภาพ (c) มิติพารามิเตอร์ (d) เส้นที่ตรวจจับได้	13
2-2	ตัวอย่างเส้นโค้ง ROC	14
3-1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	15
3-2	ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลลำดับวีดิทัศน์ทางอากาศ	16
3-3	ภาพก่อน (a) และ หลัง (b) การกำจัดพื้นที่ที่ไม่จำเป็นต้องประมวลผล	17
3-4	ขั้นตอนการตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง	18
3-5	ตัวอย่างภาพ และ ผลการกรองที่มีสัญญาณรบกวนมาก	23
3-6	ขอบเขตมุมของเส้นที่จะเลือกเอาไว้ใช้	24
3-7	ขั้นตอนการวัดประสิทธิภาพของระบบ	26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3-8	ตัวอย่างการกำหนดกรอบภาพ ที่เป็นตำแหน่งจริงของเสาไฟฟ้าแรงสูง	26
4-1	(a) ตัวอย่างรูปเสาไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการวิจัย (b) ตัวอย่างผลที่ได้จากการกรองภาพ (a) ในทิศทาง x	31
4-2	(a) ตัวอย่างผลที่ได้จากการกรองภาพ ในทิศทาง x (b) ภาพหลังจากผ่านการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด และการกำหนดค่าขีดแบ่ง	32
4-3	(a) ผลที่ได้จากการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด และการกำหนดค่าขีดแบ่ง (b) ผลการเลือกเส้นตรงที่เรียงตัวเป็นเส้นตรงแนวดิ่ง ภาพ (a)	34
4-4	(a) ผลการเลือกเส้นตรงที่เรียงตัวเป็นเส้นตรงแนวดิ่ง (b) ผลการเลือกจุดสมาชิกของภาพเสาไฟฟ้าแรงสูงจาก ภาพ (a)	35
4-5	เส้นโค้ง ROC แสดงประสิทธิภาพเบื้องต้นของระบบ	36
4-6	ตัวอย่างภาพจากวีดิทัศน์แนวสายส่ง BB-NS ที่มีหยดน้ำเกาะอยู่หน้ากล้อง	38
4-7	เส้นโค้ง ROC จากการทดสอบกับข้อมูลแนวสายส่ง BB-NS และค่า MinLength = 15	39
4-8	เส้นโค้ง ROC จากการทดสอบกับข้อมูลแนวสายส่ง TA2-BB และค่า MinLength = 15	40
4-9	เส้นโค้ง ROC เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบที่ได้ จากข้อมูลสายส่งแต่ละแนว (BB-NS และ TA2-BB) และข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลทั้งหมดรวมกัน (All)	41
4-10	เส้นโค้ง ROC แสดงผลการวัดประสิทธิภาพจากข้อมูลทุกแนวสายส่ง และค่า MinLength = 1	43
4-11	ROC Curve เปรียบเทียบข้อมูลประสิทธิภาพระบบ กรณีเมื่อกำหนดให้ MinLength = 15 และกรณี MinLength = 1	44
4-12	ตัวอย่างภาพที่ตัดทิ้งไปเนื่องจากความไม่ชัดเจนของภาพ	46
4-13	เส้นโค้ง ROC แสดงประสิทธิภาพของระบบเมื่อทดสอบกับข้อมูลภาพ จาก TA2-BB และกำหนดค่า MinLength มีค่า 1 จุดภาพ	47

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4-14	เส้นโค้ง ROC แสดงประสิทธิภาพของระบบเมื่อทดสอบกับข้อมูลภาพ จาก TA2-BB ที่ตัดภาพคุณภาพต่ำออกไป และค่า MinLength = 1 จุดภาพ	48
4-15	เส้นโค้ง ROC เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบระหว่างกรณี ข้อมูล TA1-BB ปกติ (TA2-BB) กับกรณีข้อมูล TA2-BB ที่ตัดภาพที่คุณภาพต่ำออกไป (TA2-BB No blur)	49
5-1	ตัวอย่างรูปที่ระบบไม่สามารถตรวจจับภาพเสาไฟฟ้าพบ	53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved