

ระบบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียม  
ENVIRONMENT CHANGE DETECTION FROM  
SATELLITE IMAGES



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2558

ระบบตรวจจัดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียม

ENVIRONMENT CHANGE DETECTION FROM  
SATELLITE IMAGES



T144364



ณภัทรา พลนารักษ์

ณัฐฐา เชื้อบุญชัย

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 144364  
รับเดือนปี 24 พ.อ. 2559

b. 12819219  
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจจัดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียม

ENVIRONMENT CHANGE DETECTION FROM SATELLITE IMAGES

ผู้จัดทำ

1. นางสาวณภัทรา พลนารักษ์ รหัสนักศึกษา 55010324

2. นางสาวณัฐษา เชื้อบุญชัย รหัสนักศึกษา 55010342



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.อรรถ จิตต์โสภาคย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบตรวจจัดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จากภาพถ่ายดาวเทียม

นางสาวณภัทรา พลนารักษ์ 55010324

นางสาวณัญญา เชื้อบุญชัย 55010342

รศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
ปีการศึกษา 2558

## บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ต่างๆ เช่นการขยายตัวของชุมชนเมือง การกัดเซาะของชายฝั่งทะเล เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และในปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่มีความก้าวหน้ามาก จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาพัฒนาเพื่อความสะดวกสบายในการติดตาม ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงต่างๆของพื้นที่ที่สนใจ โดยได้นำเสนอในรูปแบบของระบบบริการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียมบนระบบออนไลน์ ซึ่งเปิดให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกพื้นที่ที่สนใจเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาที่กำหนด สามารถบันทึกพื้นที่ที่สนใจเพื่อความสะดวกในการเข้ามาดูในครั้งต่อไป สามารถตั้งค่าให้แจ้งเตือนไปที่อีเมล (E-mail) ได้เมื่อพื้นที่ที่สนใจมีการเปลี่ยนแปลงตามที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบนี้ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงในลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับภาพถ่ายที่ถ่ายในระยะเวลาที่แตกต่างกัน เช่น การขยายตัวของชุมชนเมือง การกัดเซาะของชายฝั่ง การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ การตรวจสอบที่ดินส่วนบุคคล โดยการเปลี่ยนแปลงต่างๆจะแสดงออกมาได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น รูปภาพที่แสดงสีบริเวณที่เปลี่ยนแปลง ภาพเคลื่อนไหวโดยนำรูปภาพแต่ละช่วงเวลามาแสดงต่อกัน เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ และกราฟการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Environment Change Detection from Satellite Images

Mrs. Napatthra Pholnaruk 55010324

Mrs. Nattha Chuerboonchai 55010342

Assoc.Prof.Dr. Orachat Chitsobhuk Advisor

Academic Year 2015

## ABSTRACT

According to the environment changing in many areas such as the expansion of communities or coastal erosion, which could happen at any time. With the advance in technology nowadays, providing following and inspecting system to monitor the environmental changes would be an effective way to manage resources. In our report, a development of environment change tracking from an artificial satellite system is introduced. The users could choose the areas of interest for monitoring the suspecting changes that might occur during the specific period of time. Moreover, the users could save the tracking results in that particular area of interest for convinien retrieval. The users could set an E-mail notification when the changes exceed the limit specified in users' setting. This system will report the changes in geographical areas by comparing artificial satellite images at different periods of time. The detection results will be displayed in various ways such as the picture with coloring the changes, the animated pictures demonstrating the changes occur during each period of time, graph presentation showing percentage of changes over time.

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการดูแลจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ รศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ทำรายงานฉบับนี้พร้อมให้คำแนะนำที่ดีเสมอมาในหลายๆ ด้าน และขอขอบคุณอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาตลอด

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และห้องวิจัยฮาร์ดแวร์ซึ่งอำนวยความสะดวกสบายในสถานที่ทำโครงการ และช่วยจัดหาอุปกรณ์สำหรับทำโครงการจนโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นที่ปรึกษาด้านเทคนิค และให้กำลังใจกันเสมอมา



ณภัทรา พลนาร์ักษ์  
ณัฐฐา เชื้อบุญชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	VI
สารบัญรูป .....	XII
บทที่ 1 .....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ .....	2
1.4 วิธีดำเนินการ .....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
1.6 ส่วนประกอบของปริญญาานิพนธ์ .....	3
บทที่ 2 .....	4
2.1 คิวเทียม .....	4
2.2 ระบบพิกัด (Coordinate System) .....	8
2.3 การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล .....	10
2.4 การคำนวณคุณลักษณะของภาพ .....	13
บทที่ 3 .....	17
3.1 ภาพรวมของระบบ .....	17
3.2 ความต้องการของระบบ .....	19
3.3 ER Diagram .....	20
3.4 การทำงานของแต่ละฟังก์ชัน .....	22
3.5 ส่วนของผู้ใช้งาน (User Interface) .....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4.....	30
4.1 เงื่อนไขในการทดลอง.....	30
4.2 การทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลง ที่แตกต่างกัน.....	31
บทที่ 5.....	60
5.1 บทสรุป.....	60
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	60
5.3 แนวทางการแก้ไข.....	61
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	61



# สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 คุณสมบัติเด่นของพื้นผิวในการคำนวณ GLCM .....	14
4.1 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	32
4.2 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 180 .....	32
4.3 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 .....	32
4.4 ผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 70,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	32
4.5 ผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 100,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	33
4.6 ผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 200,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	33
4.7 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	34
4.8 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	34
4.9 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	34
4.10 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] .....	34
4.11 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	35
4.12 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.13 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 180 องศา [-1 0].....	36
4.14 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 135 องศา [-1 -1].....	36
4.15 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 0 องศา [0 1].....	37
4.16 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 45 องศา [-1 1].....	37
4.17 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 180 องศา [-1 0].....	37
4.18 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 135 องศา [-1 -1].....	37
4.19 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 0 องศา [0 -1].....	38
4.20 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 45 องศา [-1 1].....	38
4.21 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 180 องศา [-1 0].....	39
4.22 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 135 องศา [-1 -1].....	39
4.23 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างจากเทคนิค HoG และ GLCM รูปแบบต่างๆ.....	40
4.24 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90.....	41
4.25 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 180.....	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.26 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270.....	42
4.27 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด 30x30 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	43
4.28 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 0 องศา [0 1].....	44
4.29 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	44
4.30 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	44
4.31 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 135 องศา [-1 -1].....	45
4.32 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	45
4.33 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 45 องศา [-1 1].....	45
4.34 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	45
4.35 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 135 องศา [-1 -1].....	46
4.36 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 0 องศา [0 1].....	46
4.37 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 45 องศา [-1 1].....	46
4.38 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 180 องศา [-1 0].....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.39 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] .....	47
4.40 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	47
4.41 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	47
4.42 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	47
4.43 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] .....	48
4.44 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมจากเทคนิค HoG รูปแบบต่างๆ .....	48
4.45 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	49
4.46 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 180 .....	49
4.47 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 .....	50
4.48 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย HoG บล็อกขนาด 30x30 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	51
4.49 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	52
4.50 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	52
4.51 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

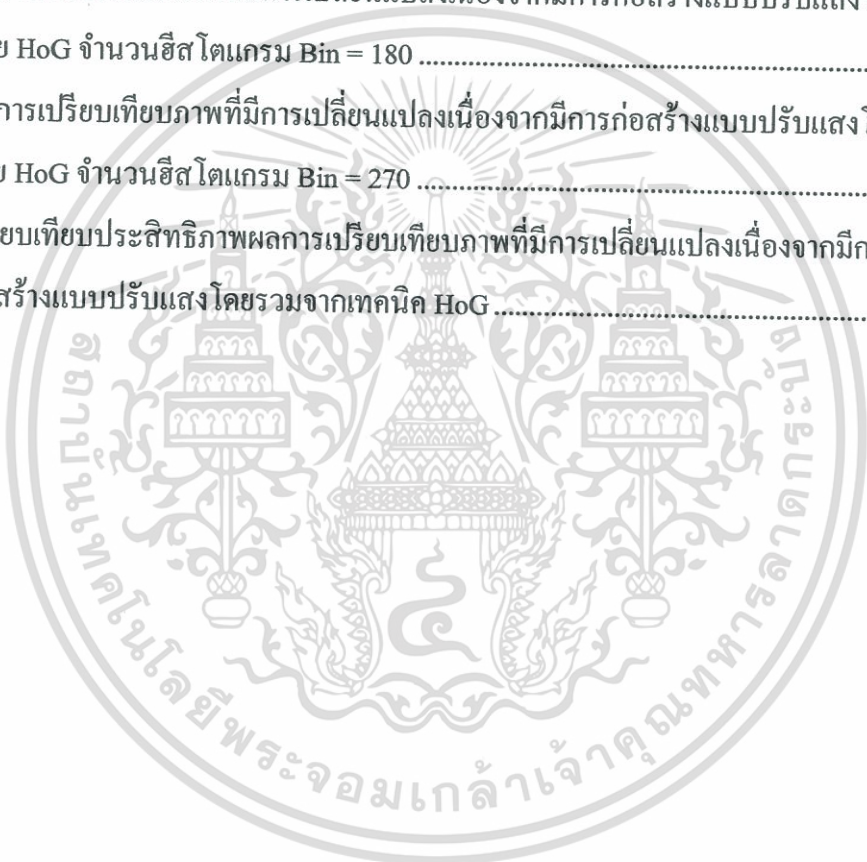
## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.52 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] .....	53
4.53 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	53
4.54 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	53
4.55 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	53
4.56 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] .....	54
4.57 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	54
4.58 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	54
4.59 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	54
4.60 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] .....	55
4.61 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 0 องศา [0 1] .....	55
4.62 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 45 องศา [-1 1] .....	55
4.63 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 180 องศา [-1 0] .....	55
4.64 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] .....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.65 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ การเกษตรจากเทคนิค HoG รูปแบบต่างๆ.....	56
4.66 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างแบบปรับแสงโดยรวม ด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 .....	57
4.67 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างแบบปรับแสงโดยรวม ด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 180 .....	58
4.68 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างแบบปรับแสงโดยรวม ด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 .....	58
4.69 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการ ก่อสร้างแบบปรับแสงโดยรวมจากเทคนิค HoG .....	59



# สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS .....	5
2.2 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 7.....	5
2.3 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT 6.....	5
2.4 ภาพถ่ายดาวเทียมประเภท Visible Satellite Imagery .....	6
2.5 ภาพถ่ายดาวเทียมประเภท Infrared Satellite Imagery.....	6
2.6 ภาพถ่ายดาวเทียมประเภท Water Vapor Satellite Imagery.....	7
2.7 ตัวอย่างการอ่านค่าจากระบบพิกัดภูมิศาสตร์ .....	8
2.8 ค่าพิกัด UTM .....	9
2.9 ภาพเชิงดิจิทัลแบบเฉดสีเทา .....	11
2.10 ภาพเชิงดิจิทัลแบบ RGB .....	11
2.11 กราฟการแปลงเฉดสีเทา .....	12
2.12 การคิดมุมแบบต่างๆ ของ GLCM .....	12
2.13 โครงสร้างการแบ่งเซลล์ของ HOG แบบสี่เหลี่ยม แบบวงกลม .....	15
3.1 ภาพรวมระบบ.....	17
3.2 Use case diagram.....	18
3.3 ER Diagram.....	20
3.4 แผนภาพการทำงานของระบบ .....	22
3.5 การแสดงผลแบบภาพนิ่ง .....	23
3.6 การแสดงผลเป็นตัวอักษรรายงาน .....	24
3.7 การแสดงผลแบบกราฟ .....	24
3.8 การเปรียบเทียบภาพเพื่อหาความเปลี่ยนแปลง.....	25
3.9 หน้าต่างเลือกพื้นที่ที่สนใจ .....	25
3.10 หน้าต่างเลือกวันที่ที่สนใจ.....	26
3.11 หน้าต่างเลือกรูปแบบผลลัพธ์.....	26
3.12 หน้าต่างเข้าสู่ระบบ .....	27
3.13 หน้าต่างแก้ไขข้อมูลสมาชิก .....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.14 หน้าต่างคูพื้นที่ที่สมาชิกที่บันทึกไว้.....	28
3.15 หน้าต่างคูพื้นที่ที่สมาชิกต้องการให้แจ้งเตือน .....	28
3.16 หน้าตาสำหรับผู้ดูแลระบบ.....	30
4.1 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้าง .....	31
4.2 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 100,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง .....	33
4.3 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 100 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent มุม 180 องศา [-1 0] ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง.....	35
4.4 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 0.4 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance มุม 135 องศา [-1 -1] ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง .....	36
4.5 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 0.5 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Entropy มุม 135 องศา [-1 -1] ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง...38	
4.6 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 1 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average มุม 135 องศา [-1 -1] ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง.....	39
4.7 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากรั่วน้ำท่วม .....	41
4.8 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 200,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากรั่วน้ำท่วมด้วย HoG ขนาดบล็อก 100x100 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง.....	42
4.9 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากรั่วน้ำท่วมตัดมาบางส่วน .....	43
4.10 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 30 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG ขนาดบล็อก 30x30 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง.....	43
4.11 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเป็นพื้นที่การเกษตร .....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.12 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 200,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG ขนาดบล็อก 100x100 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ใส่สีเพื่อการเปลี่ยนแปลง .....	50
4.13 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรตัดมาบางส่วน .....	51
4.14 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 40 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG ขนาดบล็อก 30x30 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ใส่สีเพื่อการเปลี่ยนแปลง .....	51
4.15 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบยังไม่ได้ปรับแสงของวันที่ 13/12/2002 และวันที่ 9/22/2015 .....	57
4.16 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบปรับแสงแล้วของวันที่ 13/12/2002 และวันที่ 9/22/2015 .....	57
4.17 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 300 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบปรับแสงโดยรวมด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ใส่สีเพื่อการเปลี่ยนแปลง .....	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันธุรกิจอสังหาริมทรัพย์มีการเติบโตอย่างรวดเร็วและมีการแข่งขันสูง เนื่องจากบริเวณพื้นที่ที่ดินที่มีอยู่ใน โลกมีอยู่อย่างจำกัด และในการซื้อขายดูแลอสังหาริมทรัพย์ในบางครั้งเป็นไปได้ อย่างยากลำบาก เนื่องด้วยข้อจำกัดในเรื่องเวลาและการเดินทาง รวมไปถึงในด้านของธรรมชาติ การกัดเซาะชายฝั่ง หรือการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ ภูเขา ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทำให้เรา ไม่สามารถรู้ได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ที่มากน้อยเพียงใด ทำให้ยากที่จะวางแผนเพื่อพัฒนา หรือก่อสร้างใดๆ ที่อยู่บริเวณใกล้ๆ นอกจากนี้ ในเรื่องของป่าไม้ซึ่งในปัจจุบันมีข่าวการลักลอบเข้า ตัดป่าไม้ในปริมาณมาก รวมไปถึงการเกษตรกรรม เรื่องปัญหาน้ำแล้งและการบริหารจัดการพื้นที่ เพาะปลูก ถ้ามีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ และนำผลของการเปลี่ยนแปลงมาประยุกต์ เพื่อการคำนวณระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลาได้เพื่อประโยชน์ในการจัดสรรพื้นที่ เพาะปลูกและชนิดของพืชที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำในพื้นที่ ซึ่งถ้าสามารถนำเทคโนโลยีมา ประยุกต์ใช้ในด้านนี้ได้ จะทำให้ได้รับความสะดวกสบายในการติดตาม และตรวจสอบและเกิด ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรในพื้นที่มากขึ้น

จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ ทางผู้จัดทำได้มองเห็นถึงการแก้ปัญหาและเป็นที่มาของโครงการระบบ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อช่วยในการเปรียบเทียบพื้นที่ที่ ผู้ใช้บริการสนใจในช่วงเวลาหนึ่งๆ รวมถึงอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ที่เป็นสมาชิก ให้เลือก พื้นที่ที่สนใจพร้อมระบุเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ต้องการทราบ ระบบจะทำการตรวจสอบและ ส่งแจ้งเตือนไปให้ผู้ใช้โดยอัตโนมัติเพื่อที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเข้ามาตรวจสอบภายในระบบ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียมด้วยตนเอง นอกจากนี้สมาชิกและ ผู้ใช้ทั่วไปยังสามารถดูการแสดงสถิติการเปลี่ยนแปลงในรูปของรูปภาพที่มีสีบอกการเปลี่ยนแปลง ภาพเคลื่อนไหวแสดงการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ผู้ใช้สนใจ และกราฟเปอร์เซ็นต์การ เปลี่ยนแปลงได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อให้การตรวจสอบพื้นที่ต่างๆเป็นไปอย่างสะดวกและง่ายดายมากขึ้น
- 2) เพื่อให้รับบริการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติและเตรียมการรับมือได้อย่างทันท่วงที
- 3) เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบุคคลที่มีความจำเป็นต้องตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่
- 4) เพื่อทำเทคโนโลยีที่มีมาประยุกต์ใช้งานได้ในชีวิตประจำวัน

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) สร้างเว็บไซต์ที่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ภาษา PHP
- 2) มีส่วนของผู้ใช้ทั่วไปและส่วนของสมาชิก ซึ่งสมาชิกจะสามารถใช้งานระบบได้ทุกอย่างเหมือนผู้ใช้ทั่วไป โดยสมาชิกสามารถเพิ่มพื้นที่ที่สนใจไว้เพื่อดูย้อนหลังและให้ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้ได้
- 3) ผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบได้ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้เท่านั้นและสามารถเลือกผลลัพธ์ได้ทุกรูปแบบ
- 4) การเปลี่ยนแปลงจะแสดงออกมาในรูปแบบ รูปภาพที่มีสีบอกการเปลี่ยนแปลง ภาพเคลื่อนไหวแสดงการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ผู้ใช้สนใจ กราฟเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง และตัวอักษรรายงาน
- 5) ระบบจะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงตามที่มีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพิ่มเข้ามาในระบบเท่านั้น
- 6) รูปภาพที่เพิ่มเข้ามาในระบบต้องมีพิกัดที่ตรงกับพิกัดเดิมตามที่ฐานข้อมูลเก็บเอาไว้
- 7) ผู้ใช้ทั่วไปสามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขณะที่ผู้ใช้เข้ามาใช้งาน
- 8) ระบบสามารถแจ้งเตือนให้กับสมาชิกได้เมื่อพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงตามที่สมาชิกกำหนดไว้เพื่อให้สมาชิกเข้าระบบเพื่อมาดูรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

## 1.4 วิธีดำเนินการ

- 1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับภาพถ่ายทางดาวเทียม และ Google Earth เพื่อที่จะใช้ในการรวบรวมภาพถ่ายทางดาวเทียม
- 2) ศึกษาระบบปฏิบัติการและสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง Server
- 3) ศึกษา Library OpenCV เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ออกแบบ User Interface และ โครงสร้างของตัวระบบรวมถึงฐานข้อมูล
- 5) ออกแบบระบบในการดึงข้อมูลรูปภาพจากฐานข้อมูล เพื่อนำมาใช้งานในระบบ
- 6) ออกแบบในส่วนของการเปรียบเทียบรูปภาพ
- 7) ออกแบบส่วนการจัดการผลลัพธ์ที่ส่งออก
- 8) ทำการทดสอบการตั้งค่าระบบในส่วนต่างๆก่อนนำมาทำงานร่วมกัน
- 9) ทำการทดสอบระบบโดยรวมทั้งหมด

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) นำระบบระบบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ในการตรวจสอบในพื้นที่ต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) สามารถเป็นแนวทางเพื่อแก้ปัญหาการตรวจสอบพื้นที่ที่ห่างไกล เข้าถึงยาก
- 3) อำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่
- 4) สามารถนำโครงการไปพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต

### 1.6 ส่วนประกอบของปฏิญานิพนธ์

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของ โครงการงาน วัตถุประสงค์ของโครงการงาน ขอบเขตของโครงการงาน วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และส่วนประกอบของปฏิญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึง ประเภทของดาวเทียม ภาพถ่ายจากดาวเทียม ระบบพิกัดการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล เทคนิค Gray-level Co-occurrence Matrix และเทคนิค Histograms of Oriented Gradients

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา กล่าวถึง ภาพรวมของระบบ Use case diagramความต้องการของระบบ ER diagram การทำงานของแต่ละฟังก์ชัน และส่วนของผู้ใช้งาน(User interface)

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึง การทดลองเปรียบเทียบภาพ โดยพื้นที่ที่นำมาเปรียบเทียบได้แก่ พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้าง พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วม พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตร เทคนิคที่ใช้ได้แก่ Histogram of Oriented Gradient Grey Level Co-occurrence Matrix และมีผลการทดลอง สรุปผลการทดลองในการทดสอบส่วนต่างๆของระบบที่กล่าวมาข้างต้น

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ กล่าวถึง ข้อสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และแนวทางในการพัฒนาต่อของโครงการงาน

## บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ดาวเทียม

ดาวเทียม คือวัตถุที่ถูกสร้างขึ้นมาเลียนแบบการโคจรของ ดาวบริวารของดาวเคราะห์ ใน ดาวเทียมจะมีอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอวกาศ รวมไปถึงใช้เป็น อุปกรณ์โทรคมนาคมด้วย เช่น ถ่ายทอดคลื่นวิทยุ และ โทรศัพท์ผ่านทวีป เป็นต้น

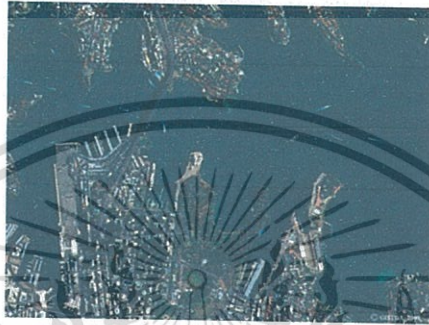
#### 2.1.1 ประเภทของดาวเทียม

ดาวเทียมแบ่งตามประเภทการใช้งานใหญ่ๆ ได้ 5 ประเภท ได้แก่

- 1) ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมสื่อสารเป็นดาวเทียมที่ต้องทำงาน เพื่อเชื่อมโยงเครือข่าย การสื่อสารของโลกโดยมันจะส่งสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดิน ผ่านอุปกรณ์ที่ เรียกว่า "Transponder" ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พักสัญญาณ เพื่อกระจายไปยังจุด ต่างๆ
- 2) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร เป็นการใช้ Remote Sensing หรือ คลื่นแสงที่เป็นพลังงาน แม่เหล็กไฟฟ้า (EME : Electro - Magnetic Energy) เป็นสื่อกลางส่งผ่านวัตถุไปยัง อุปกรณ์บันทึกข้อมูล ใช้เพื่อ สำรวจข้อมูลจากระยะไกล และ เป็นการผสมผสาน ระหว่างเทคโนโลยีการถ่ายภาพ และ โทรคมนาคม เพื่อให้สามารถถ่ายภาพและมีความ หลากหลายในรายละเอียดของภาพอย่างเหมาะสม
- 3) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา มีอุปกรณ์บนดาวเทียมคล้ายคลึงกับ ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร แต่ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานั้นจะมีหน้าที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศด้วยภาพถ่าย เรดาร์ และภาพถ่ายอินฟราเรด และจะมีการบันทึกข้อมูลภูมิอากาศเกือบตลอดเวลา จึง เป็นประโยชน์มากในการพยากรณ์อากาศและเตือนภัย
- 4) ดาวเทียมบอกตำแหน่ง เป็นดาวเทียมที่ใช้ใน ระบบหาดำแหน่ง (Global Positioning Satellite System - GPS) มีการใช้อย่างแพร่หลายในเชิงพาณิชย์ และได้มีการนำมา ประยุกต์ใช้งานอย่างอื่นอย่างกว้างขวาง
- 5) ดาวเทียมประเภทอื่นๆ ยังมีดาวเทียมอีกมากมายที่ทำหน้าที่หลากหลายอย่างแตกต่าง กันไปเช่น ดาวเทียมสมุทรศาสตร์ ทำงานทางด้านสำรวจทางทะเล ดาวเทียมสำรวจ อวกาศ ดาวเทียมจารกรรมดาวเทียมเพื่อการจารกรรมหรือสอดแนม

### 2.1.2 ภาพถ่ายจากดาวเทียม

ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นภาพที่ได้รับมาจากการส่งมาจากดาวเทียมที่มีเครื่องถ่ายภาพ หลักการก็คือใช้รังสีความร้อนในการแยกแยะสิ่งต่างๆบนพื้นผิวโลก โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นสัญญาณตัวเลข เพื่อส่งไปยังสถานีรับสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดินและแปลงตัวเลขออกเป็นภาพอีกครั้ง หนึ่ง ซึ่งเรียกว่าภาพจากดาวเทียมที่นำไปแปลความหมายต่อไปได้ ในระบบคอมพิวเตอร์สามารถจะ นำข้อมูลตัวเลขมาวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อจัดกลุ่มข้อมูลใหม่



รูป 2.1 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS



รูป 2.2 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 7



รูป 2.3 ตัวอย่างภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

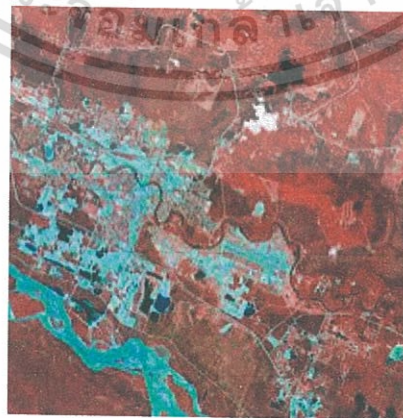
ประเภทของภาพถ่ายดาวเทียม ตามอุณหภูมิตามวิทยาเพื่อการวิจัยและองค์การนาซ่า ได้จำแนกประเภทของภาพถ่ายดาวเทียมไว้ 3 ประเภท

- 1) Visible Satellite Imagery เป็นภาพถ่ายที่แสดงผลกับวัตถุที่มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงสูงจำพวก เมฆ จะเห็นเป็นสีขาว และเห็นวัตถุที่คุณสมบัติการสะท้อนแสงต่ำ จะสะท้อนเป็นสีดำหรือเทา หรืออาจบอกได้ว่าการสะท้อนแสงจะแสดงออกมาในรูปแบบความเข้มของสี โดยแสงที่สะท้อนออกมานั้น ได้มาจากการสะท้อนของแสงพระอาทิตย์ในช่วง คลื่น visible light ที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.4 – 1.1 ไมโครเมตร



รูป 2.4 ภาพถ่ายดาวเทียมประเภท Visible Satellite Imagery

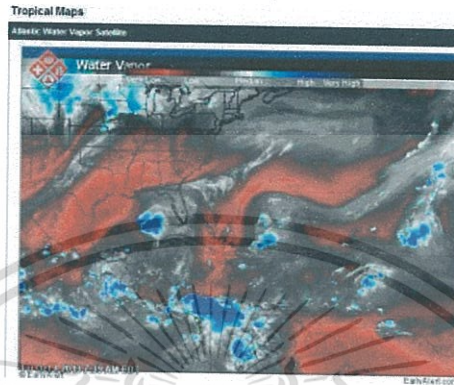
- 2) Infrared Satellite Imagery เป็นภาพถ่ายที่มีการแสดงผลตามบรรยากาศของพื้นที่นั้นๆ โดยที่ในพื้นที่ที่มีอากาศอบอุ่น หรือ ร้อนจะเป็นสีดำ หรือ เทา และจะแสดงสีขาวในพื้นที่ที่มีอากาศเย็น หลักการก็คือ ดาวเทียมจะรับรู้ความเข้มของการแผ่ความร้อนของโลก โดยส่วนใหญ่ก๊าซในชั้นบรรยากาศจะดูดกลืนคลื่นต่างๆ จึงจำเป็นต้องเลือกคลื่นที่มีความยาว 10-12 ไมโครเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงคลื่น Infrared



รูป 2.5 ภาพถ่ายดาวเทียมประเภท Infrared Satellite Imagery

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) Water Vapor Satellite Imagery เป็นภาพถ่ายที่บอกถึงระดับไอน้ำในอากาศ โดยที่จะแสดงผลสีขาวเมื่ออยู่ในชั้นบรรยากาศที่มีความชื้นต่ำ และจะ แสดงผลสีเข้มในชั้นบรรยากาศที่มีความชื้นสูงซึ่ง ดาวเทียมจะรับข้อมูลจากการแผ่รังสีของชั้น บรรยากาศ ที่ความยาวคลื่น 6.7 ไมโครเมตร



รูป 2.6 ภาพถ่ายดาวเทียมประเภท Water Vapor Satellite Imagery

ภาพดาวเทียม ประกอบด้วยองค์ประกอบเล็กๆ เรียกว่า จุดภาพ (Pixel) ซึ่งเก็บ ตัวเลขค่า สะท้อนพลังงานเฉลี่ย (Average Radiance) หรือค่าความสว่างของพื้นที่ขนาดเล็กในภาพเอาไว้ โดย ที่ความละเอียดของภาพจะขึ้นอยู่กับขนาดจุดภาพ หากจุดภาพเล็กเท่าไรภาพจะยิ่งละเอียดมากขึ้น เท่านั้นโดยปกติแล้ว ภาพที่มีคุณภาพสูง ขนาดของจุดภาพปกติมีขนาดน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ทำให้ แต่ละจุดไม่สามารถแยกแยะออกมาได้ ในภาพถ่ายดาวเทียมมักใช้ ขนาดจุดขนาดใหญ่กว่าเพื่อให้ สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ การเก็บข้อมูลภาพต้องผ่านบรรยากาศของโลก โดยกระจายโดย บรรยากาศด้วย ค่าของจุดภาพแต่ละจุดภาพเป็นตัวแทนของการสะท้อนพลังงานเข้าสู่อุปกรณ์ ตรวจวัด (Sensor) ผลจากการรับภาพจะได้ภาพหรือแผนที่ของภาพที่มีค่าสะท้อน 2 มิติ ได้จุดภาพที่ มีข้อมูล 2 มิติจำนวนมาก ทำให้ได้ภาพดิจิทัลขนาดใหญ่ ระยะทางระหว่างจุดภาพ คือ ขนาดของ จุดภาพ จุดภาพ (Pixel) มีลักษณะเชิงปริมาตร 3 ประการคือ

- 1) เป็นมิติเชิงเส้น (Linear Dimension) ใช้สำหรับตรวจวัดเพื่อเก็บข้อมูลส่งตรงลงมายังพื้นผิวโลก
- 2) เป็นระยะทางระหว่าง ไอเอฟไอวีที่เรียงต่อกันบนพื้นผิวโลก
- 3) จำนวนบิต (Bits) เป็นตัวแทนของการวัดค่าสะท้อนพลังงาน

จำนวนจุดภาพต่อภาพ (Scene) มีจำนวนมาก เช่น ดาวเทียมระบบ MSS ข้อมูลจะมี 28 ล้านจุดภาพ ต่อภาพ ระบบ TM มี 231 ล้านต่อจุดภาพ ข้อมูลเหล่านี้จะมีผลต่อเนื่องต่อการกระทำในทุกเรื่อง ซึ่ง จะมีเพียงฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์และดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้นที่จะสามารถทำการวิเคราะห์ ข้อมูลจำนวนมากมหาศาลนี้ได้ ข้อมูลภาพดาวเทียม สามารถอธิบายได้ในรูปของคุณสมบัติพื้นฐานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

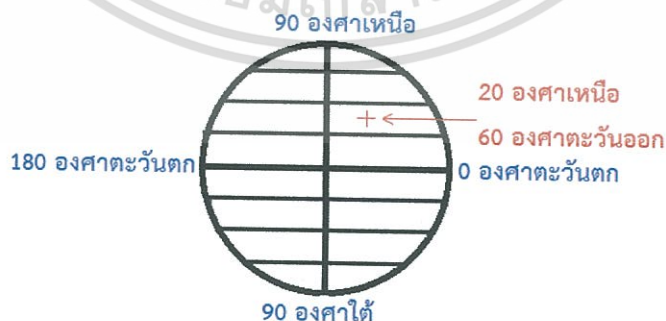
เรื่องมาตราส่วน (Scale) ความส่องสว่าง (Brightness) ความคมชัด (Contrast) และรายละเอียดภาพ (Resolution) รวมทั้งเรื่องสีและโทนสี

## 2.2 ระบบพิกัด (Coordinate System)

ระบบพิกัดเป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกจากการตัดกันของเส้นตรงสองชุด โดยเส้นตรงสองชุดนั้นถูกกำหนดให้วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตกของจุดกำเนิด (Origin) ที่กำหนดขึ้น ระยะเชิงมุม (Degree) หรือระยะทาง (Distance) ที่วัดออกจากจุดกำเนิดไปในทางเหนือหรือใต้ และตะวันออกหรือตะวันตกจะเป็นค่าพิกัดที่ใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งต่างๆ สำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงกำหนดตำแหน่งบนแผนที่ในปัจจุบันมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1) ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System) เป็นระบบพิกัดที่อ้างอิงตำแหน่งต่างๆจากระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) โดยจุดกำเนิดของละติจูด (Origin of Latitude) นั้น กำหนดจากเส้นศูนย์สูตร (Equator) ดังนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูดคือค่าเชิงมุมของเส้นศูนย์สูตรกับจุดใดๆที่สนใจโดยวัดออกไปได้ทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ซึ่งค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ 90 องศาของซีกโลกเหนือ (N) และซีกโลกใต้ (S) ส่วนระยะเชิงมุมของลองจิจูดคือค่าเชิงมุมระหว่างจุดใดๆกับเส้นเมริเดียน (Meridian) ที่ศูนย์ ซึ่งค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ 180 องศาตะวันออก (E) และองศาตะวันตก (W) การอ่านค่าพิกัดภูมิศาสตร์จะอ่านได้ 3 แบบ คือ

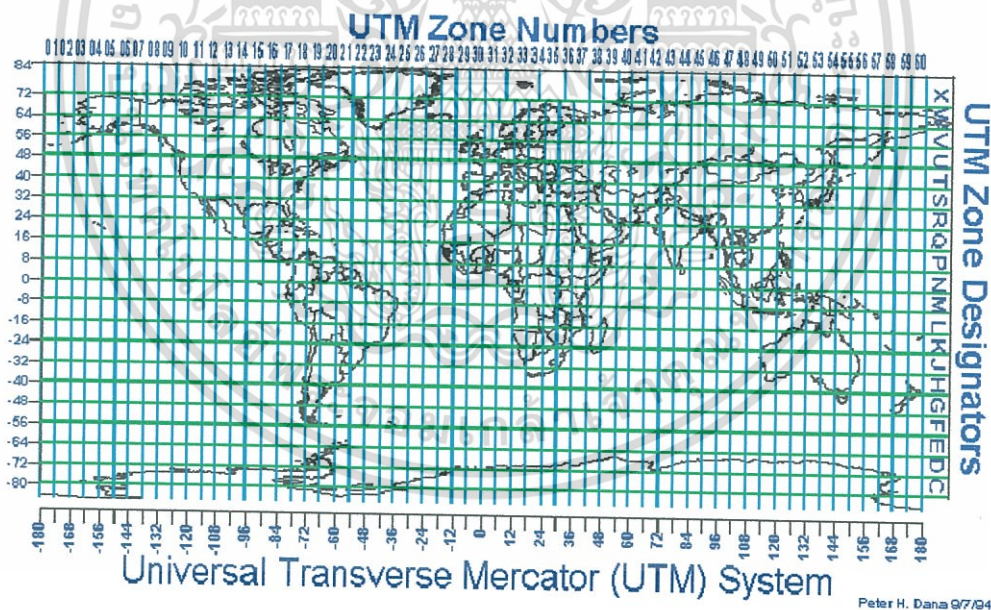
- 1.1) องศา ลิปดา ฟลิปดา เช่น 100 องศา 30 ลิปดา 30 ฟลิปดา
- 1.2) องศา ลิปดา เช่น 100 องศา 30.50 ลิปดา (1 ลิปดา = 60 ฟลิปดา)
- 1.3) องศา เช่น 100.5083 องศา (1 องศา = 60 ฟลิปดา)



รูป 2.7 ตัวอย่างการอ่านค่าจากระบบพิกัดภูมิศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ระบบพิกัดกริด UTM (Universal Transverse Mercator coordinate System) เป็นระบบตารางกริดที่นำเอา Universal Transverse Mercator Projection ของ Gauss -Krueger มาใช้ คัดแปลงการถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลก โดยใช้ทรงกระบอกตัดโลกระหว่างละติจูด 84 องศาเหนือ ถึง 80 องศาใต้ พื้นที่โลกระหว่างละติจูดที่ 80 องศาใต้ถึง 84 องศาเหนือ ถูกแบ่งออกเป็นเขต (Zone) เขตละ 6 องศาตามแนวลองจิจูด โดยแต่ละเขตจะมีหมายเลขเขตกำกับตั้งแต่ 1 ถึง 60 ตามลำดับ เขตที่ 1 จะอยู่ระหว่างลองจิจูด 180 องศาตะวันตก ถึง 174 องศาตะวันตก เขตถัดไปจะอยู่ถัดไปในด้านตะวันออก พื้นที่ในแต่ละเขตจะถูกแบ่งเป็นสี่เหลี่ยมด้วยแนวเส้นขนานละติจูดช่วงละ 8 องศา และช่องสุดท้ายเป็น 12 องศา โดยเริ่มแบ่งที่ละติจูด 80 องศาใต้ นับขึ้นไปทางเหนือ แบ่งได้ทั้งหมด 20 ช่อง แต่ละช่องจะถูกกำกับด้วยตัวอักษร C ถึง X (ไม่ใช่ I และ O) โดย C จะถูกกำหนดที่เขตของละติจูดที่ 80 องศาใต้ ช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่ละช่องเรียกว่าเขตกริด (Grid zone) ซึ่งจะมีทั้งหมด 1200 เขต การแบ่งตารางเขตกริดแบบนี้จะมีเลขอักษรประจำเขตของกริด (UTM Grid zone destination) โดยการอ่านไปทางขวาแล้วอ่านขึ้น เช่น “53 H” หมายถึง เลขกำกับเขตในแนวตั้งที่ 53 และอักษรกำกับเขตในแนวนอนที่ H



รูป 2.8 คำพิกัด UTM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล

โดยปกติแล้ว ภาพจะมีการเก็บข้อมูลในรูปแบบของฟังก์ชันที่ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกลุ่มข้อมูลระยะทาง กับค่าของฟังก์ชัน ซึ่งอาจเป็น ค่าสเกลลา หรือค่าเวกเตอร์ ตามลักษณะของภาพ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วมักเป็นตัวแทนในระนาบสองมิติ (XY) หรืออาจบอกได้ว่า ภาพเชิงดิจิทัลเป็นข้อมูลในรูปแบบอาร์เรย์ที่สามารถนำมาประมวลผลได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ การประมวลผลภาพนั้นเริ่มตั้งแต่การรับภาพเข้ามา ปรับปรุงภาพ การดึงลักษณะสำคัญในภาพ แยกส่วนภาพ บีบอัดภาพ ไปจนถึงขั้นตอนการบันทึกภาพ โดยจะใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์มากระทำกับตัวเลขที่อยู่ในอาร์เรย์ตัวเลขเท่านั้น

การแปลงข้อมูลของภาพจากพิกัดและค่าของพิกเซลไปเป็นภาพเชิงดิจิทัลสามารถทำได้โดยมีกระบวนการ 2 รูปแบบคือ คือการชักตัวอย่าง (Sampling) และการแบ่งนัย (Quantization) โดยสามารถมองในมุมมองของเซตตามรูปแบบนี้

$$\{(x, a(x)) \mid x \in X \text{ and } a(x) \in F\} \quad (2.1)$$

เมื่อ  $X$  คือ เซตของพิกัด  
 $F$  คือ เซตของค่าพิกเซล  
 $(x, a(x))$  คือ พิกเซล ซึ่งมี  $x$  เป็นพิกัดของพิกเซล และ  $a(x)$  เป็นค่าของพิกเซล และสามารถเขียนในรูปเมตริกซ์ได้

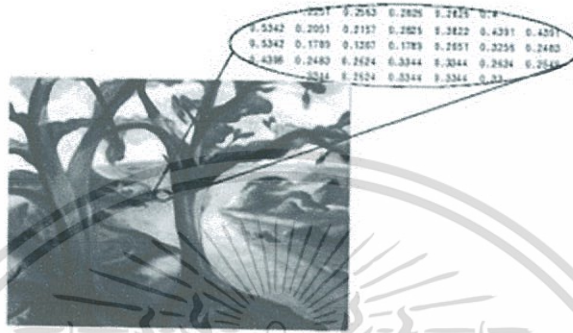
$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

จากเมตริกซ์ข้างต้น จะเห็นได้ว่า จุด(0,0) อยู่ด้านบนสุดทางซ้ายของเมตริกซ์ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของภาพและลำดับของจุดจะเรียงจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง ซึ่งค่าแต่ละค่านี้จะเรียกว่า พิกเซล (Pixel) เก็บค่าความเข้มของแสงในลักษณะเส้นจุด (raster) เรียกว่าภาพบิตแมป (Bit-mapped image) หรือภาพแรสเตอร์ (Raster image)

ชนิดของภาพเชิงดิจิทัล แบ่งได้เป็น 4 ประเภท หลักๆ ได้แก่ ภาพขาวดำ (Black and white image) ภาพเฉดสีเทา (Gray scale image) ภาพ RGB และภาพดัชนี (Indexed image) ซึ่งเป็นภาพที่มีรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน สามารถนำมาใช้งานประมวลผลได้โดยตรงทันที โดยไม่ต้องมีการแปลงทางคณิตศาสตร์ใดๆ โดยในงานนี้จะใช้ภาพเฉดสีเทา (Gray scale image) และภาพ RGB ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

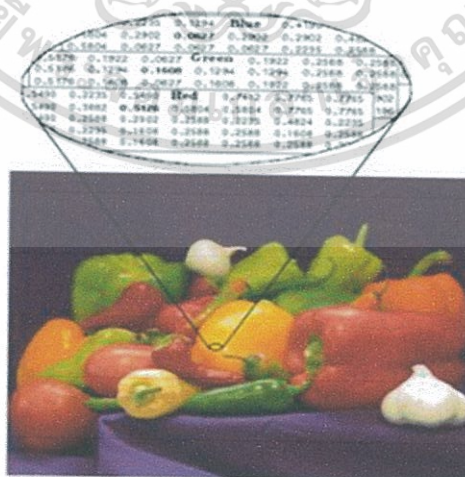
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเฉดสีเทา (Gray scale image) เป็นภาพที่ ค่าพิกเซลในอาเรย์จะเก็บเพียงค่าความเข้มแสงเท่านั้น โดยภาพจะแสดงผลออกมาในเฉดสีเดียวกัน คือสีเทาที่มีความเข้มหลายระดับตามค่าความเข้มแสงประจำพิกเซล โดยจำนวนเฉดสีเทาจะสัมพันธ์กับจำนวนบิต B ต่อพิกเซล ตามสมการ  $NG = 2^B$  โดย B คือจำนวนบิตต่อพิกเซล และ NG คือจำนวนเฉดสี เช่น ภาพเฉดสีเทาขนาด 8 บิต จะมีจำนวนเฉดสี 256 เฉด เริ่มตั้งแต่ศูนย์และต้องใช้ขนาดหน่วยความจำในการเก็บเท่ากับขนาดภาพคูณ B ตัวอย่างภาพเฉดสีเทา ดังรูป 2.9



รูป 2.9 ภาพเชิงดิจิทัลแบบเฉดสีเทา

ภาพ RGB เป็นภาพดิจิทัลที่ในพิกเซลของภาพจะเก็บค่าต่างๆ ไว้ ได้แก่ ความเข้มขององค์ประกอบของแสงสีแดง (R-Red) สีเขียว (G-Green) และสีน้ำเงิน (B-Blue) และใช้การรวมสีเพื่อแสดงผล โดยในการเก็บข้อมูลจะเก็บด้วยเลขฐานสอง และจำนวนระดับความเข้มของแสง NC จะเป็นไปตามความสัมพันธ์  $NC = 2^B$  โดย B คือจำนวนบิตต่อพิกเซล ขนาดหน่วยความจำในการเก็บเท่ากับขนาดภาพคูณ 3B หรือมีขนาดเป็นสามเท่าของภาพเฉดสีเทานั้นเอง ตัวอย่างภาพ RGB ดังรูป 2.10



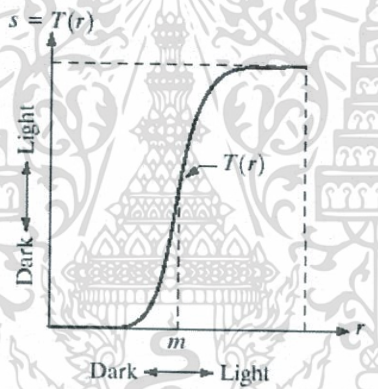
รูป 2.10 ภาพเชิงดิจิทัลแบบ RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล ที่เกี่ยวข้องในโครงการนี้

### 2.3.1 การปรับปรุงภาพ (Image enhancement)

เป็นขั้นตอนการประมวลผลขั้นต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ข้อมูลภาพที่ปรับปรุงแล้ว มีความเหมาะสมในการใช้งาน เช่น ทำให้ภาพคมชัดขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพ การปรับ ความสว่างของภาพ เป็นต้น การปรับปรุงภาพในปริภูมิระยะทาง เป็นวิธีการปรับปรุงภาพ โดย กระทำกับข้อมูลภาพภายในระนาบรูปภาพ (Image plane) การแปลงภาพระดับสีเทา (Gray level transformation) เป็นการปรับปรุงภาพที่ใช้ค่าความเข้มของแสงของพิกเซลของภาพตั้งต้นที่ละค่า เป็นอินพุต เพื่อให้ได้เอาท์พุตหนึ่งพิกเซล การแปลงนี้ จึงเป็นการแปลงพิกเซลต่อพิกเซล ในรูป ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มของแสงของภาพตั้งต้น และภาพผลลัพธ์  $S = T(r)$  โดย  $r$  และ  $s$  คือความเข้มของแสงของภาพตั้งต้น และภาพผลลัพธ์ตามลำดับ และ  $T(r)$  สามารถแสดงด้วยกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง  $r$  กับ  $s$  ดังรูป 2.11



รูป 2.11 กราฟการแปลงเจดสีเทา

### 2.3.2 การหาความสัมพันธ์ของรูปภาพ

Image Registration เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพสองภาพ โดยปกติการ ประมวลผลเพื่อเปลี่ยนลักษณะของภาพที่ 1 ไปเป็นรูปแบบเดียวกันกับภาพที่ 2 ซึ่งอัลกอริทึมที่ ใช้ในการเปรียบเทียบรูปภาพของ ที่น่าสนใจ โดยกำหนดให้ ค่าสีของ พิกเซลมีค่า ตั้งแต่ 0-255

Euclidean Distance เป็นการหาความต่างโดยอาจเรียกว่า ระยะห่างเชิงยูคลิดยอกกำลังสอง สามารถคิดได้จากผลรวมของผลต่างยกกำลังสองของทุกตัวแปรซึ่งในการคิดจะต้องใช้หน่วยของ ตัวแปรให้เหมือนกันและคำนวณได้จากสูตร

$$d_{Euclidean}(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - y_i)^2} \quad (2.3)$$

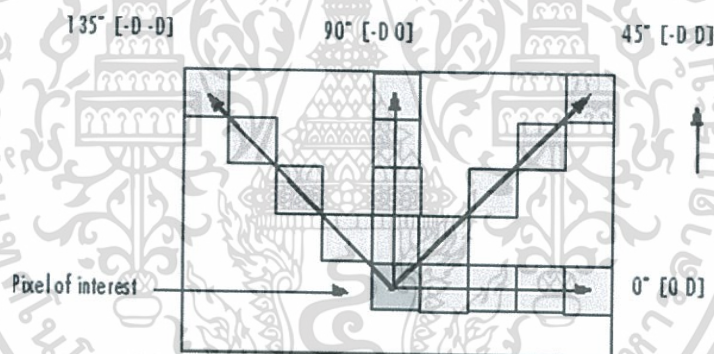
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ  $d$  คือ ค่าความต่างที่คำนวณได้  
 $i$  คือ ลำดับของตัวแปร  
 $m$  คือ จำนวนตัวแปรทั้งหมด

## 2.4 การคำนวณคุณลักษณะของภาพ

คุณลักษณะของภาพคือลักษณะที่ใช้แยกแยะสิ่งต่างๆ ในภาพออกจากกัน โดยพื้นฐานมีสามองค์ประกอบคือ ลักษณะสี ลักษณะรูปร่าง ลักษณะพื้นผิว โดยลักษณะสีนั้นเป็นลักษณะสำคัญที่จะมีในการคิดการค้นคืนภาพ และยังเป็นลักษณะที่สามารถมองเห็นได้ง่ายทำให้มักถูกเลือกมาใช้ในการแยกแยะภาพ ลักษณะรูปร่าง เป็นลักษณะที่บ่งชี้ถึงขนาดและรูปร่างของวัตถุรวมไปถึงการแยกวัตถุออกจากพื้นหลังสามารถใช้แยกแยะวัตถุประเภทต่างๆ ออกจากกันได้ ส่วนลักษณะพื้นผิวนั้นบ่งบอกได้ถึงความละเอียดและหยาบของภาพนิยมใช้ในการแยกแยะความต่างของวัตถุที่พื้นผิวต่างกัน เช่น ระหว่างชุดภาพพื้นดินที่เป็นหน้าดินกับต้นหญ้า เป็นต้น

### 2.4.1 Gray-level Co-occurrence Matrix



รูป 2.12 การคิดมุมแบบต่างๆของ GLCM

เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างของภาพที่สามารถมองเห็นได้โดยตรงจากภาพ ซึ่งในการพิจารณาโครงร่างของภาพในระดับสีเทาจำเป็นต้องใช้เมตริกซ์ขนาด 2 มิติ gray-level co-occurrence matrix ซึ่งเป็นเมตริกซ์ซึ่งได้จากการเกิดคู่ของค่าระดับสีเทาซ้ำๆกัน โดยจะสามารถตรวจจับได้ง่ายในโครงร่างที่ละเอียดและจะยากขึ้นในโครงร่างที่หยาบ สามารถเขียนความสัมพันธ์ออกมาในรูป  $P_{\Delta x, \Delta y}(i, j)$  หรือเป็นการแสดงความถี่คู่สีเทาที่  $i$  และ  $j$  โดยที่  $\Delta x = d \cos \theta$  และ  $\Delta y = d \sin \theta$  การคำนวณนั้นจะมีทิศทางในการคิดทั้งหมดสี่ทิศทาง คือ 0 45 90 135 ความคมชัดของภาพกำหนดไว้ด้วยตัวแปร  $M \times N$  ให้ค่าระดับสีเทาแบ่งออกเป็น  $G$  ระดับตั้งแต่ 0 ถึง  $G-1$  ดังตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ (2.4) คร่ำครวญว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ 
$$W = \frac{1}{(M-\Delta x)(N-\Delta y)}$$

$$Q(i, y|\Delta x, \Delta y) = \sum_{n=1}^{N-\Delta y} \sum_{m=1}^{M-\Delta x} A$$

และ 
$$A = \begin{cases} 1, & \text{if } f(m, n) = i \text{ and } f(m + \Delta x, n + \Delta y) = j \\ 0, & \text{else where} \end{cases}$$

เมื่อเราต้องทำการเปรียบเทียบฮิสโตแกรมของภาพ จากการกระจายตัวของสีเท่านั้น เมตริกซ์ GLCM มีคุณสมบัติที่สามารถบอกได้โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของพื้นผิวภาพบางประการซึ่งในโครงการนี้ใช้คุณสมบัติที่คำนวณได้จาก GLCM ดังในตาราง 2.1

ตาราง 2.1 คุณสมบัติเด่นของพื้นผิวในการคำนวณ GLCM

คุณลักษณะเด่น	สมการ
ค่าความโดดเด่นของคลัสเตอร์ Cluster prominence	$\sum_i \sum_j (i+j - \mu_x - \mu_y)^4 p(i, j)$
ค่าเอนโทรปี Entropy	$\sum_i \sum_j p(i, j) \cdot \log(p(i, j))$
ค่าผลรวมเฉลี่ย Sum average	$\sum_{i=2}^{2L} i \cdot p_{x+y}(i)$
ค่าผลต่างของความเบี่ยงเบน Difference variance	$\sum_{i=0}^{L-1} i^2 \cdot p_{x-y}(i)$

เมื่อ  $P(i, j)$  คือ ค่าความน่าจะเป็นของคู่ระดับเทา  $(i, j)$ th ภายในเมตริกซ์

$$\mu_x = \sum_i \sum_j i \cdot p(i, j)$$

$$\mu_y = \sum_i \sum_j j \cdot p(i, j)$$

$$p_{x+y}(k) = \sum_{i=1, i+j=k}^L \sum_{j=1}^L p(i, j), k = 2, 3, \dots, 2L$$

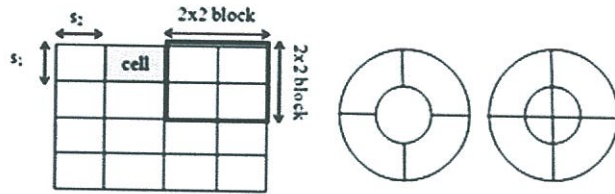
$$p_{x-y}(k) = \sum_{i=1, |i+j|=k}^L \sum_{j=1}^L p(i, j), k = 0, 1, \dots, L-1$$

#### 2.4.2 Histograms of Oriented Gradients

Histograms of Oriented Gradients หรือ HOG เป็นวิธีการดึงลักษณะเด่นของภาพ โดยพื้นฐานแล้วเทคนิคนี้จะใช้เพื่อวิเคราะห์ลักษณะเด่นของภาพด้วยรูปร่าง มักใช้วิธีการหาขอบและแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยๆ โดยวิธีการแบ่งภาพปกติแล้วนิยมแบ่งเป็นสองแบบคือ แบบสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และวงกลมดังรูป ซึ่งสิ่งที่สำคัญสำหรับ HOG คือขนาดของการแบ่งภาพย่อย (block) และทิศทางหรือจำนวนบิต



รูป 2.13 โครงสร้างการแบ่งเซลล์ของ HOG แบบสี่เหลี่ยม แบบวงกลม

เมื่อแบ่งภาพเป็นภาพย่อยได้จะต้องนำไปคำนวณเพื่อหาขนาดและทิศทางตามสมการ 2.5 และ 2.6

$$G_x = M_x * I = [-1 \ 0 \ 1] \tag{2.5}$$

$$G_y = M_y * I = [-1 \ 0 \ 1]^T \tag{2.6}$$

เมื่อ  $I$  คือ ภาพเกรดสีเทา  
 $G_x$  และ  $G_y$  คือ อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของภาพตามแนวนอนและแนวตั้งตามลำดับ  
 $\theta(x, y)$  คือ มุมของเวกเตอร์เกรเดียนต์ที่พิกัด  $(x, y)$

$$|G(x, y)| = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2} \tag{2.7}$$

$$\theta(x, y) = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \tag{2.8}$$

เมื่อคำนวณทิศทางแล้วหลังจากนั้นจะต้องหาผลรวมแต่ละทิศทางตามจำนวนบิตที่กำหนดไว้ดังสมการ

$$C_b = \sum_{i=1}^n \theta(x, y)_i = b \tag{2.9}$$

เมื่อ  $n$  คือ จำนวนตำแหน่ง  $(x, y)$  ในแต่ละภาพย่อย

$b$  คือ ทิศทางที่พิจารณา

$C_b$  คือ ผลรวมของแต่ละทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปจะเป็นการคำนวณลักษณะเด่นของภาพย่อยที่คิดไว้ในลำดับก่อนหน้านี้ตั้งสมการ และรวมเป็นลักษณะเด่นตามสมการ 2.10 จะได้ค่าลักษณะเด่นรวมทุกภาพย่อยตั้งสมการ 2.11 ก่อน จะเอาเข้าสมการ 2.12 เพื่อได้ค่าลักษณะเด่นที่ปรับอย่างเหมาะสม

$$V_k = \sum_{i=1}^n (|G(x,y)_k| * C_b | \theta(xy) = b) \quad (2.10)$$

$$V_k = \begin{bmatrix} V_{k=1} \\ \vdots \\ V_{k=b} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$$V = \frac{V_k}{\|V_k\|^2 + 1} \quad (2.12)$$

เมื่อ  $k$  คือ ลำดับภาพย่อย  
 $V_k$  คือ ลักษณะเด่นของภาพย่อย

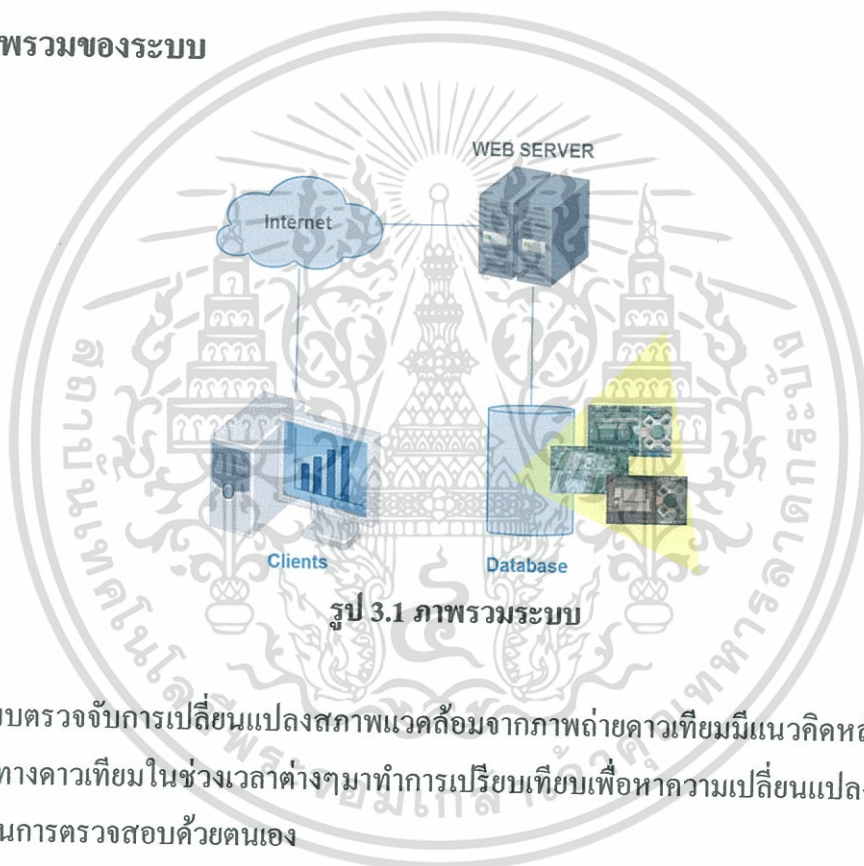


### บทที่ 3

## การออกแบบและพัฒนาระบบ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและการพัฒนาระบบ โดยจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วน คือ ภาพรวมของระบบ (Conceptual Design) ความต้องการของระบบ (System Requirement) การทำงานในแต่ละฟังก์ชัน แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (ER Diagram) การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) และแนวทางการพัฒนาต่อ

### 3.1 ภาพรวมของระบบ



รูป 3.1 ภาพรวมระบบ

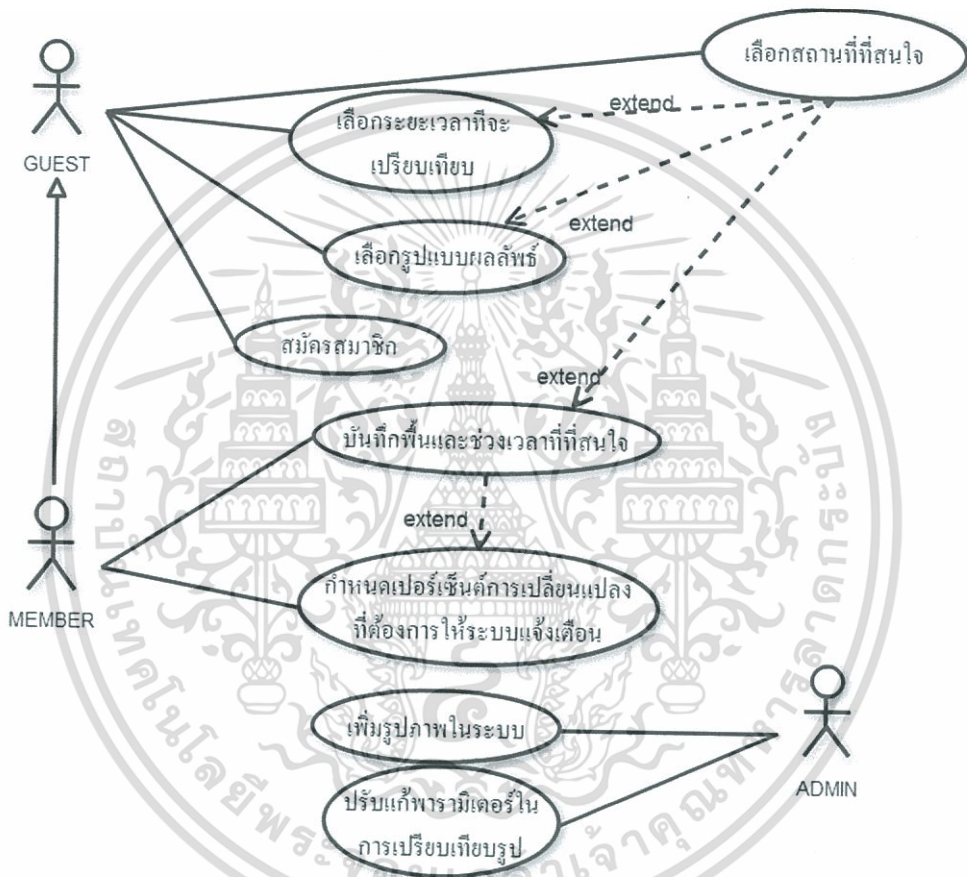
ระบบตรวจจัดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียมมีแนวคิดหลักคือ การนำภาพถ่ายทางดาวเทียมในช่วงเวลาต่างๆมาทำการเปรียบเทียบเพื่อหาความเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลานั้นๆ แทนการตรวจสอบด้วยตนเอง

ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ งาน ผู้ใช้งานจะเข้าใช้งานผ่านทางเว็บไซต์โดยป้อนพิกัดของสถานที่ที่จะเปรียบเทียบหากมีการตรวจสอบแล้วว่าสถานที่นั้นมีในฐานข้อมูล ระบบจะดึงวันที่ของรูปภาพที่มีในระบบของพื้นที่นั้นๆขึ้นมาให้ผู้ใช้เลือกวันที่ที่ผู้ใช้ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นระบบจะดึงรูปภาพในช่วงวันทั้งหมดที่ผู้ใช้เลือกขึ้นมาเพื่อทำการเปรียบเทียบ จากนั้นระบบจะให้ผู้ใช้งานเลือกว่าต้องการผลลัพธ์ในรูปแบบใด โดยสามารถแสดงผลได้ 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบของรูปภาพที่เน้นการเปลี่ยนแปลงด้วยสี รูปแบบภาพเคลื่อนไหวที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างๆ รูปแบบกราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ และรูปแบบรายงานระบุพื้นที่และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง เมื่อผู้ใช้เลือกรูปแบบของผลลัพธ์ที่

ต้องการ ระบบจะประมวลผลเพื่อสร้างผลลัพธ์ออกมาตามที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยทั้งหมดนี้จะทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ของระบบ

ผู้ใช้งานจะสามารถเข้าสู่ระบบได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งมีระบบสมาชิกให้ผู้ใช้งานสมัครได้ โดยผู้ใช้งานที่เป็นสมาชิกจะสามารถบันทึกพื้นที่ที่สนใจเก็บไว้และสามารถให้ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้เมื่อพื้นที่ที่สนใจมีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่กำหนดไว้

### 3.1.1 Use Case Diagram



รูป 3.2 Use case diagram

จากแผนภาพยูสเคส สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

- 1) สมาชิกสามารถทำได้ทุกอย่างที่ผู้ใช้งานทั่วไปใช้งานได้
- 2) ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถสมัครสมาชิกเพื่อเป็นสมาชิกได้
- 3) ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเลือกสถานที่ที่ตนเองสนใจ เลือกช่วงเวลาและเลือกรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการได้
- 4) เฉพาะสมาชิกที่สามารถบันทึกพื้นที่ที่สนใจ และวันที่เพื่อย้อนกลับมาดูภายหลังได้
- 5) เฉพาะสมาชิกที่สามารถบันทึกพื้นที่ที่สนใจและกำหนดให้ระบบแจ้งเตือนไปทาง

เฟสบุ๊คเพื่อให้สมาชิกเข้ามาดูการเปลี่ยนแปลงในระบบได้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6) ผู้ดูแลระบบสามารถปรับแก้พารามิเตอร์เพื่อเปรียบเทียบรูปและเพิ่มภาพเข้าในระบบได้

## 3.2 ความต้องการของระบบ

### 3.2.1 Input

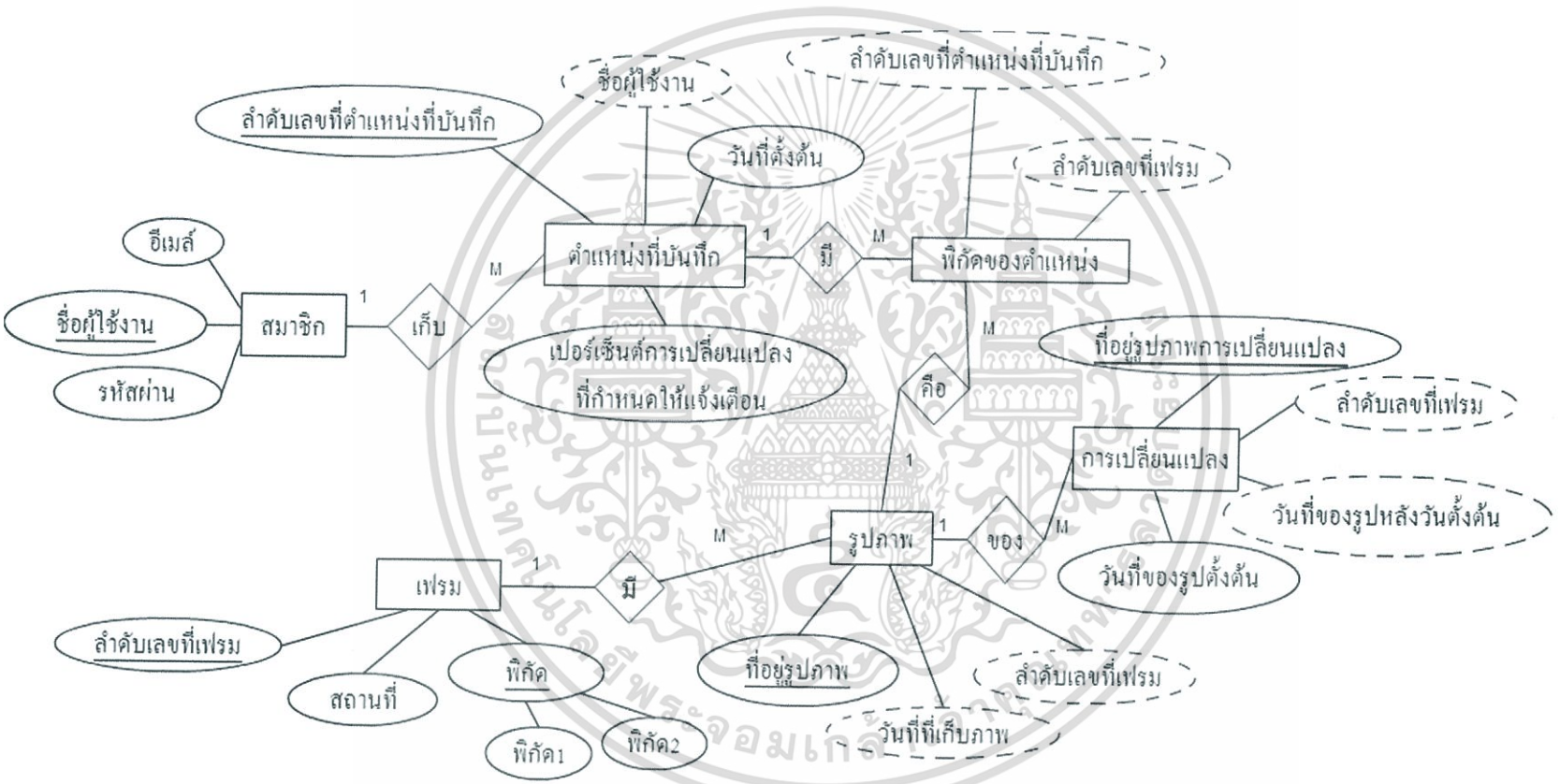
- 1) ภาพถ่ายทางดาวเทียมที่มีพิกัดตรงกับที่เก็บเอาไว้ในช่วงเวลาต่างๆ
- 2) พื้นที่ที่ผู้ใช้งานสนใจ
- 3) ช่วงเวลาที่ผู้ใช้งานต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง
- 4) รูปแบบของผลลัพธ์ที่ผู้ใช้งานต้องการ

### 3.2.2 Output

- 1) รูปภาพที่มีสีแสดงในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลง
- 2) ภาพเคลื่อนไหวแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
- 3) กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์
- 4) รายงานแจ้งผลการเปลี่ยนแปลง
- 5) แจ้งเตือนให้สมาชิกทราบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง



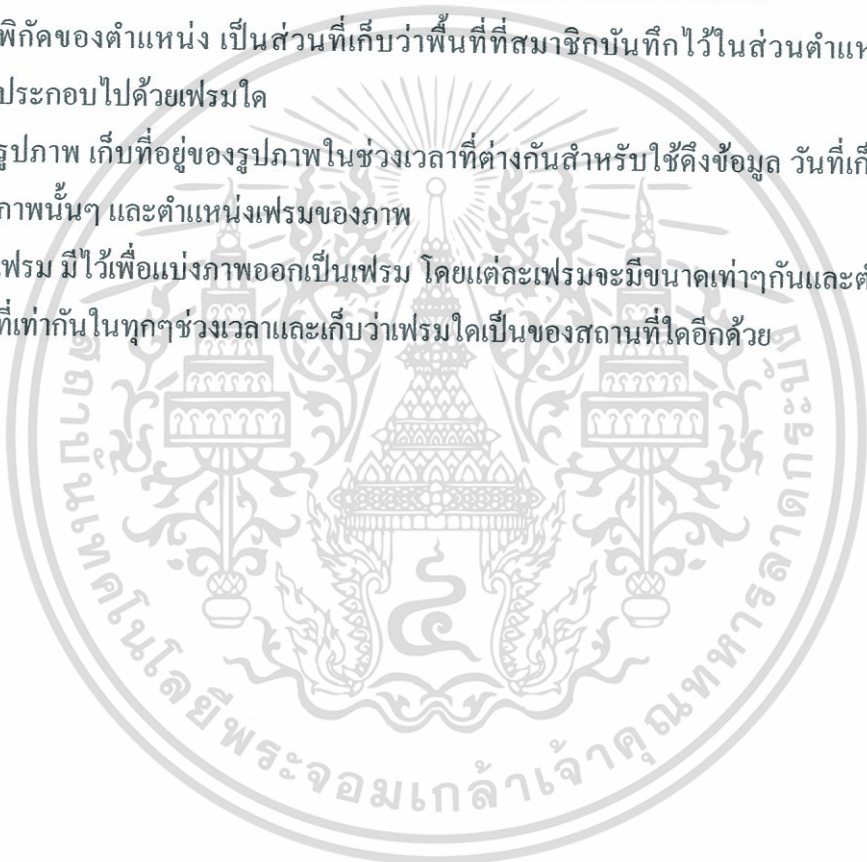
### 3.3 ER Diagram



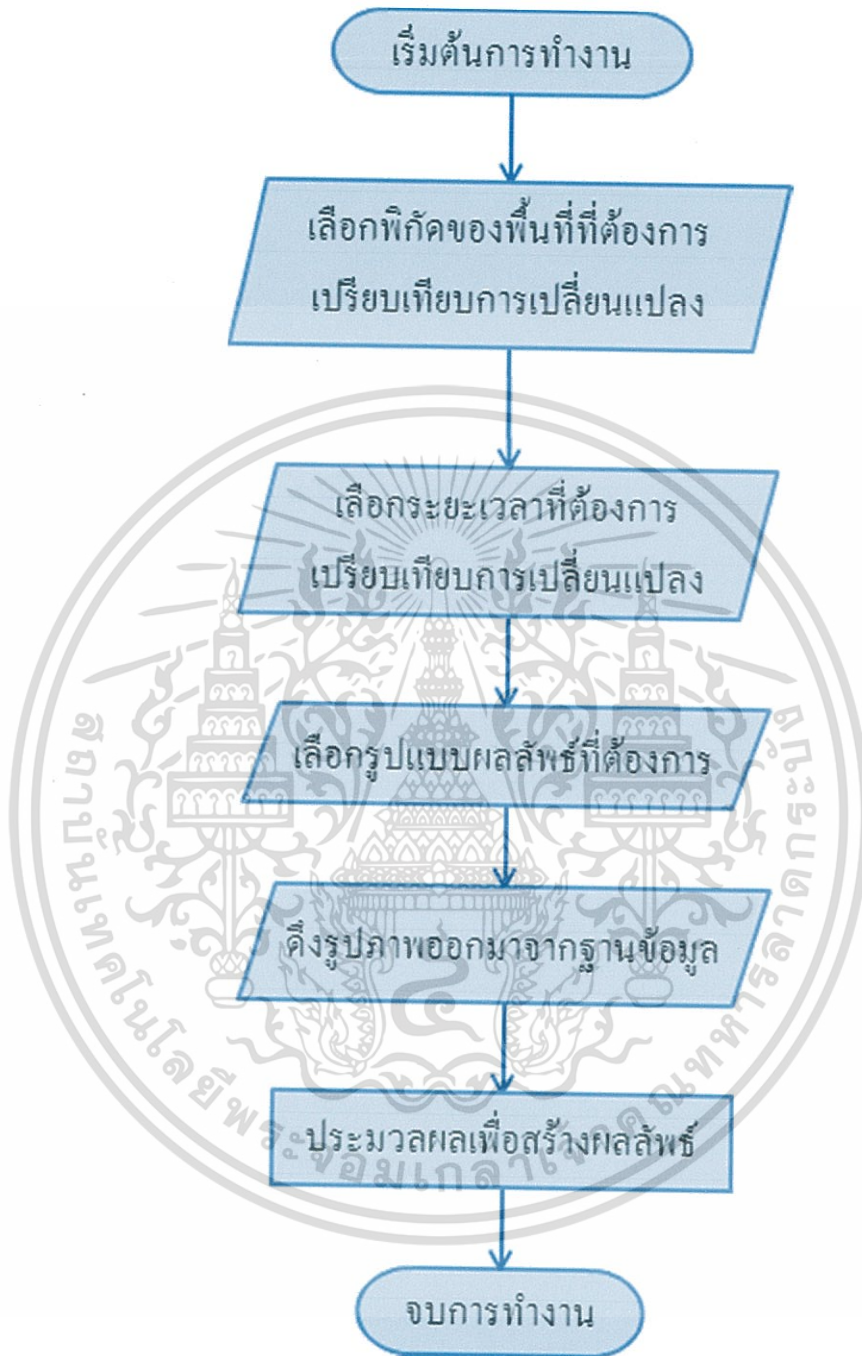
รูป 3.3 ER Diagram

ฐานข้อมูลของระบบมีการเก็บรายละเอียดสมาชิก ตำแหน่งที่สมาชิกบันทึก พิกัดของรูปภาพ ที่เก็บรูปภาพ และ เฟรมต่างๆโดยมีความสัมพันธ์ดังแสดงในรูป 3.3 และแต่ละเอนทิตี (entity) มีรายละเอียดดังนี้

- 1) สมาชิก เก็บข้อมูลส่วนตัวของสมาชิกประกอบไปด้วย ชื่อผู้ใช้งาน อีเมล และรหัสผ่าน
- 2) ตำแหน่งที่บันทึก เก็บพื้นที่ที่สมาชิกบันทึกเพื่อให้สามารถย้อนกลับมาดูภายหลังและใช้สำหรับการแจ้งเตือนทางอีเมล โดยตำแหน่งที่บันทึกประกอบไปด้วย ลำดับเลขที่ตำแหน่งที่บันทึกเป็นตัวเลขที่ระบบจะกำหนดให้ ชื่อผู้ใช้งานที่บันทึกตำแหน่งนี้ ช่วงวันที่ที่ต้องการทำการเปรียบเทียบ เปรอ์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ต้องการให้แจ้งเตือน
- 3) พิกัดของตำแหน่ง เป็นส่วนที่เก็บว่าพื้นที่ที่สมาชิกบันทึกไว้ในส่วนตำแหน่งที่บันทึกประกอบไปด้วยเฟรมใด
- 4) รูปภาพ เก็บที่อยู่ของรูปภาพในช่วงเวลาที่ต่างกันสำหรับใช้ดึงข้อมูล วันที่เก็บข้อมูลของภาพนั้นๆ และตำแหน่งเฟรมของภาพ
- 5) เฟรม มีไว้เพื่อแบ่งภาพออกเป็นเฟรม โดยแต่ละเฟรมจะมีขนาดเท่าๆกันและตำแหน่งพิกัดที่เท่ากันในทุกๆช่วงเวลาและเก็บว่าเฟรมใดเป็นของสถานที่ใดอีกด้วย



### 3.4 การทำงานของแต่ละฟังก์ชัน



รูป 3.4 แผนภาพการทำงานของระบบ

#### 3.4.1 เลือกพิกัดของพื้นที่ที่ต้องการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง

เป็นการนำพิกัดที่ผู้ใช้งานกรอกไปค้นหาวัดที่ของพิกัดที่มีในฐานข้อมูลแล้วดึงวันนั้นๆ ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการดูการเปลี่ยนแปลงของวันใดบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 เลือกระยะเวลาที่ต้องการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง

ผู้ใช้งานต้องเลือกวันที่ของพื้นที่นั้นๆอย่างน้อย 2 วันเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง โดยรูปภาพจะถูกดึงขึ้นมาตามวันที่ที่ผู้ใช้งานเลือกเท่านั้น

### 3.4.3 เลือกรูปแบบผลลัพธ์ที่ต้องการ

#### 3.4.3.1 การแสดงผลแบบภาพนิ่ง

นำรูปภาพที่มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงมาทำให้เป็นสีโปร่งใสตามเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่โดยรวม โดยจะมีสีเฉพาะบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงถึงระดับที่ผู้ดูแลกำหนดไว้แล้วซ้อนทับกับรูปภาพหลังวันที่ตั้งต้นเพื่อเน้นในจุดที่มีการเปลี่ยนแปลง ดังรูป 3.5 และแสดงรูปผลลัพธ์เปรียบเทียบตั้งแต่วันที่ตั้งต้นจนครบทุกรูป



รูป 3.5 การแสดงผลแบบภาพนิ่ง

#### 3.4.3.2 การแสดงผลแบบภาพเคลื่อนไหว

เป็นการนำรูปภาพตั้งต้น ภาพหลังวันที่ตั้งต้นที่มีในฐานข้อมูลจนถึงวันที่สุดท้ายมาเรียงต่อกันให้เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวผ่าน [www.youtube.com](http://www.youtube.com) และนำรูปภาพที่มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงทำเป็นสีโปร่งใสซ้อนทับไว้อีกที เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่อง

#### 3.4.3.3 การแสดงผลเป็นตัวอักษรรายงาน

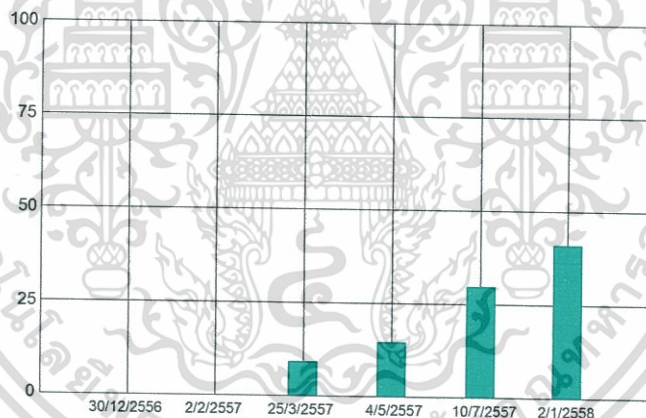
นำรูปภาพที่มีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงมาคิดเทียบออกมาว่าพื้นที่ของการเปลี่ยนแปลงในรูปเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาพทั้งหมดแล้วแสดงออกเป็นรายงานเทียบกับวันที่ที่เก็บรูปภาพได้ไปจนถึงวันสุดท้ายที่ผู้ใช้งานระบุไว้ในรูปแบบไฟล์ PDF

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณพิกัดละติจูดที่ 13.723 ถึง 13.730 และลองจิจูดที่ 100.778 ถึง 100.782 โดยนับการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่วันที่ 30 ธันวาคม 2556 จนถึงวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2557 มีการเปลี่ยนแปลง 0%  
 วันที่ 25 มีนาคม 2557 มีการเปลี่ยนแปลง 10%  
 วันที่ 4 พฤษภาคม 2557 มีการเปลี่ยนแปลง 15%  
 วันที่ 14 กรกฎาคม 2557 มีการเปลี่ยนแปลง 22%

รูป 3.6 การแสดงผลเป็นตัวอักษรรายงาน

#### 3.4.3.4 การแสดงผลแบบกราฟ

เป็นกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ โดยจะแสดงเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงตามวันที่ที่รูปภาพถูกเก็บไว้จากฐานข้อมูล เทียบกับรูปภาพในวันตั้งต้น จนถึงวันที่ผู้ใช้กำหนด และใช้APIเป็นตัวช่วยในการวาดกราฟออกมา โดยใส่ตัวเลขเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่ผู้ใช้ระบุเข้าไป



รูป 3.7 การแสดงผลแบบกราฟ

#### 3.4.4 ดึงรูปภาพออกจากฐานข้อมูล

ระบบจะส่งหมายเลขเฟรมและช่วงเวลาที่ใช้ระบุไว้ข้างต้นมาดึงรูปภาพตามเฟรมและช่วงเวลาเพื่อทำการเปรียบเทียบต่อไป

### 3.4.5 ประมวลผลเพื่อสร้างผลลัพธ์



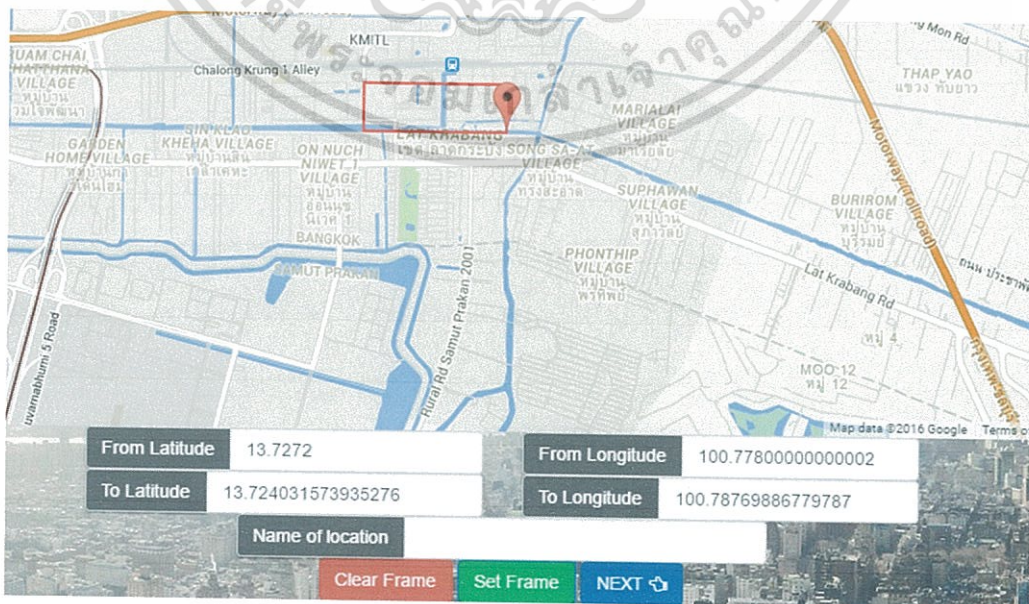
รูป 3.8 การเปรียบเทียบภาพเพื่อหาความเปลี่ยนแปลง

เปรียบเทียบรูปภาพจะดึงเฉพาะจุดที่เปลี่ยนแปลงของภาพในวันที่ตั้งต้นที่ผู้ใช้ระบุ กับภาพหลังวันที่ตั้งต้นที่มีในฐานข้อมูลจนถึงวันที่สุดท้ายที่ผู้ใช้ระบุไว้ ดังแสดงในรูป 3.8 ช่องซ้ายและช่องกลางตามลำดับ จากนั้นระบบจะสร้างภาพใหม่ซึ่งเก็บเฉพาะจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูป 3.8 ช่องขวา เพื่อเก็บไว้เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ในแบบต่างๆต่อไป

### 3.5 ส่วนของผู้ใช้งาน (User Interface)

#### 3.5.1 หน้าต่างเลือกพื้นที่ที่สนใจ

หน้าต่างนี้จะมีแผนที่จาก Google map แสดงให้ผู้ใช้ดูเพื่อระบุพิกัดพื้นที่ที่สนใจ มีหมุดสำหรับให้ผู้ใช้ลากคลุมพื้นที่ที่สนใจเพื่อเป็นการระบุพิกัด มีช่องสำหรับบันทึกชื่อเรียกของพื้นที่ที่สนใจ มีปุ่ม Set frame สำหรับติกรอบพิกัดที่ระบุ หากต้องการลบกรอบที่ Set ออกเนื่องจากต้องการจะระบุพิกัดใหม่ จะมีปุ่ม Clear frame ไว้สำหรับลบกรอบที่ Set ออก และมีปุ่ม Next สำหรับเลือกวันที่ที่สนใจในลำดับถัดไป

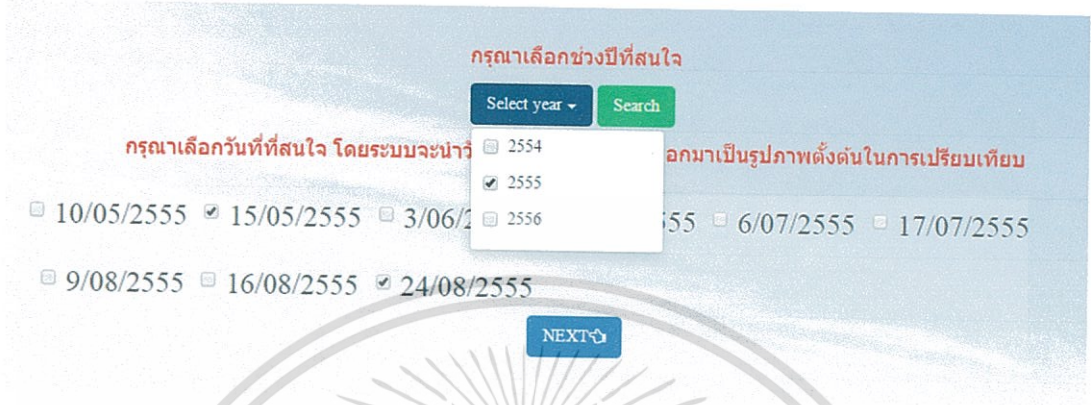


รูป 3.9 หน้าต่างเลือกพื้นที่ที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.2 หน้าต่างเลือกวันที่ที่สนใจ

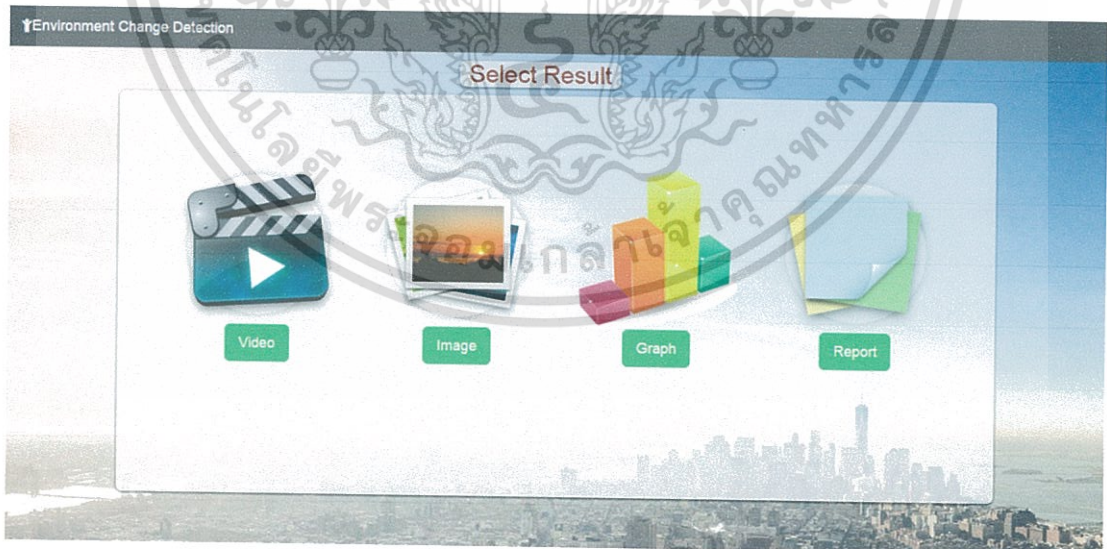
หน้าต่างนี้ มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้เลือกปีที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ เมื่อเลือกแล้วจะมีวันที่ของรูปภาพในปีที่ผู้ใช้เลือกปรากฏขึ้นมาให้เลือก



รูป 3.10 หน้าต่างเลือกวันที่ที่สนใจ

### 3.5.3 หน้าต่างเลือกรูปแบบผลลัพธ์

หน้าต่างเลือกรูปแบบผลลัพธ์ จะมีปุ่มไว้สำหรับเลือกผลลัพธ์ซึ่งมีอยู่ 4 แบบด้วยกัน คือ วิดีโอแสดงการเปลี่ยนแปลง รูปภาพที่ใส่สีเพื่อแสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลง กราฟเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง และรายงานการเปลี่ยนแปลง

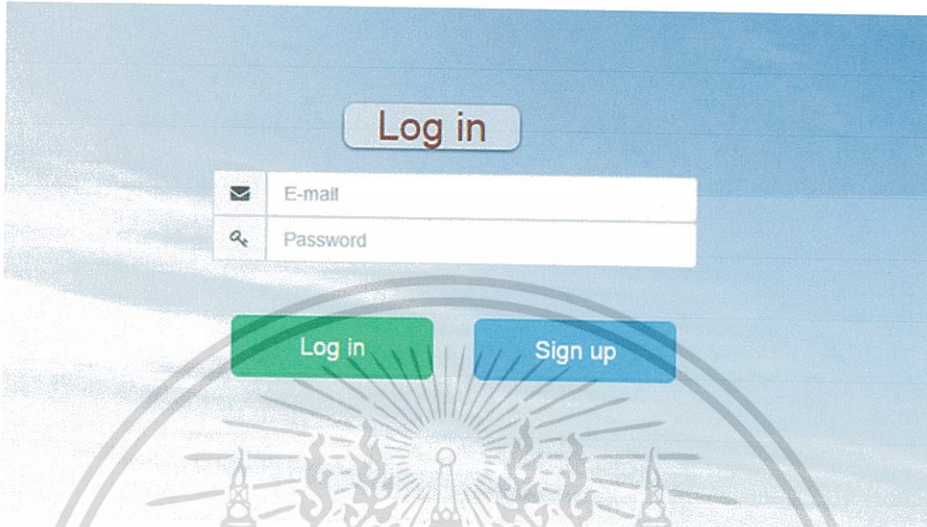


รูป 3.11 หน้าต่างเลือกรูปแบบผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.4 หน้าต่างเข้าสู่ระบบ

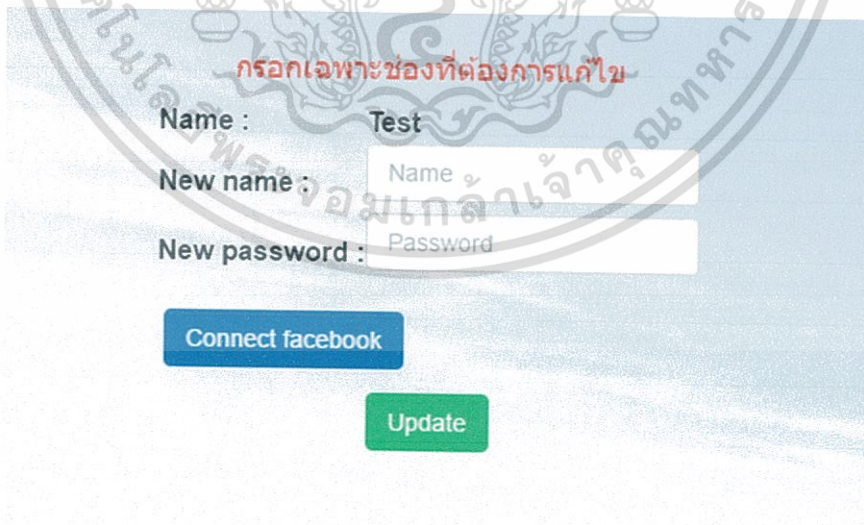
หน้าต่างเข้าสู่ระบบจะมีช่องสำหรับกรอกอีเมล และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ และมีปุ่ม Sign up สำหรับสมัครสมาชิก



รูป 3.12 หน้าต่างเข้าสู่ระบบ

### 3.5.5 หน้าต่างแก้ไขข้อมูลสมาชิก

หน้าต่านี้มีไว้สำหรับแก้ไข ชื่อและรหัสผ่านของผู้ใช้ และมีปุ่มเชื่อมต่อกับเฟสบุ๊คเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนไปที่เฟสบุ๊คของผู้ใช้งาน

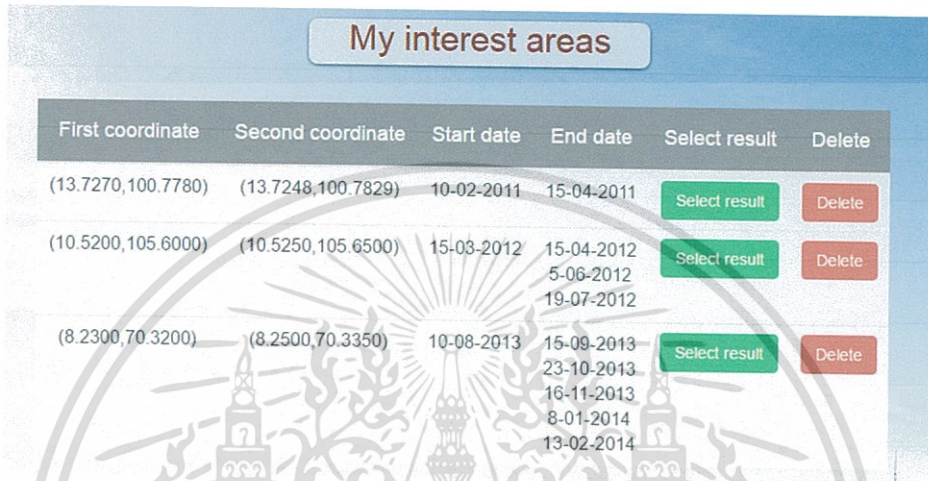


รูป 3.13 หน้าต่างแก้ไขข้อมูลสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.6 หน้าต่างดูพื้นที่ที่สมาชิกที่บันทึกไว้

หน้าต่างดูพื้นที่ที่สมาชิกที่บันทึกไว้ มีไว้สำหรับให้สมาชิกกลับมาดูพื้นที่ที่สนใจโดยไม่ต้องเลือกพื้นที่ใหม่ ในหน้าต่างนี้จะบอกถึงพิกัดของพื้นที่ที่สนใจ วันที่ของภาพตั้งต้นที่ใช้ในการเปรียบเทียบหาความเปลี่ยนแปลง วันที่ของภาพที่ผู้ใช้สนใจเลือกมาซึ่งมีได้มากกว่า 1 วัน มีปุ่มสำหรับเลือกรูปแบบผลลัพธ์ที่ผู้ใช้ต้องการดูผล และปุ่มสำหรับลบพื้นที่ที่สนใจ



First coordinate	Second coordinate	Start date	End date	Select result	Delete
(13.7270,100.7780)	(13.7248,100.7829)	10-02-2011	15-04-2011	Select result	Delete
(10.5200,105.6000)	(10.5250,105.6500)	15-03-2012	15-04-2012 5-06-2012 19-07-2012	Select result	Delete
(8.2300,70.3200)	(8.2500,70.3350)	10-08-2013	15-09-2013 23-10-2013 16-11-2013 8-01-2014 13-02-2014	Select result	Delete

รูป 3.14 หน้าต่างดูพื้นที่ที่สมาชิกที่บันทึกไว้

### 3.5.7 หน้าต่างดูพื้นที่ที่สมาชิกต้องการให้แจ้งเตือน

หน้าต่างนี้จะแสดงให้เห็นพิกัดที่ผู้ใช้สนใจ วันที่ตั้งต้นที่ใช้ในการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ผู้ใช้ระบุให้ระบบแจ้งเตือนเมื่อพื้นที่ที่สนใจมีการเปลี่ยนแปลงถึงค่าที่กำหนดไว้ ปุ่ม Edit สำหรับแก้ไข วันที่ตั้งต้น และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ปุ่ม Delete สำหรับลบพื้นที่ที่สนใจ



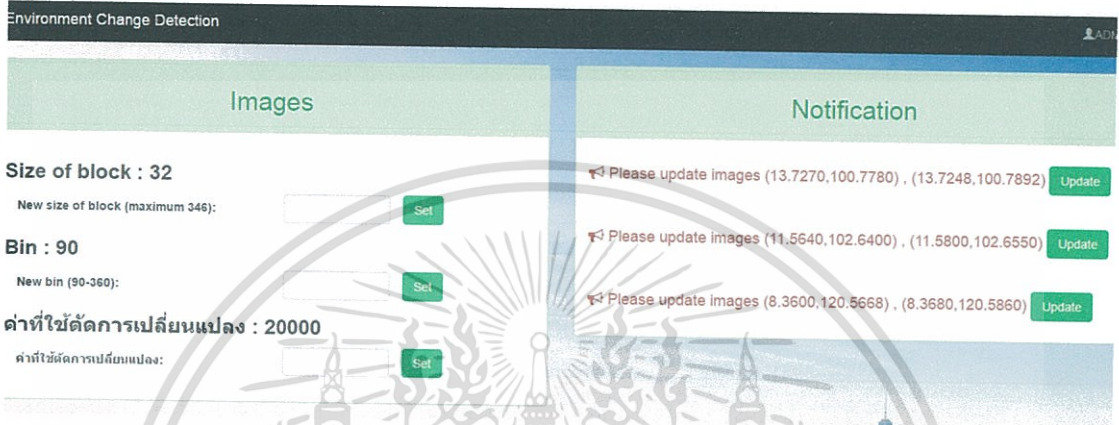
First coordinate	Second coordinate	Start date	Percent	Edit	Delete
(13.7270,100.7780)	(13.7248,100.7829)	10-02-2011	30%	Edit	Delete
(11.2300,105.6000)	(10.2250,105.6500)	15-03-2012	70%	Edit	Delete
(8.2300,70.3200)	(8.2500,70.3350)	10-08-2013	65%	Edit	Delete

รูป 3.15 หน้าต่างดูพื้นที่ที่สมาชิกต้องการให้แจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.8 หน้าต่างสำหรับผู้ดูแลระบบ

หน้าต่างนี้มีเพียงผู้ดูแลระบบที่สามารถเข้าถึงได้ เพื่อเข้ามาปรับพารามิเตอร์ในการเปรียบเทียบรูปภาพได้แก่ความละเอียดในการแบ่งรูปภาพ มุมของการคำนวณ และค่าที่ใช้ในการตัดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังแสดงหน้าแจ้งเตือนพื้นที่ที่สมาชิกบันทึกไว้เพื่อให้ระบบแจ้งเตือนเมื่อพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ผู้ดูแลระบบอัปเดตรูปภาพในระบบ



รูป 3.16 หน้าต่างสำหรับผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

โครงการนี้เป็นการศึกษาหาวิธีเพื่อเปรียบเทียบภาพถ่ายทางดาวเทียมเพื่อหาบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบแบ่งได้เป็นสามประเภทหลักๆคือ พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการก่อสร้าง พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากน้ำท่วม พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการเกษตร ในแต่ละแบบอาจจะมีเทคนิคที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบที่ต่างกัน รวมถึงการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับการเปรียบเทียบก็ต่างกันด้วย

#### 4.1 เงื่อนไขในการทดลอง

##### 4.1.1 เทคนิคที่นำมาทดสอบการเปรียบเทียบภาพ

การทดลองนี้จะทำการทดสอบเทคนิคในการเปรียบเทียบภาพในบริเวณพื้นที่ต่างๆเพื่อหาเทคนิคในการเปรียบเทียบที่มีความแม่นยำมากที่สุด โดยทำการทดสอบเทคนิคในการเปรียบเทียบสองเทคนิค คือ Histogram of Oriented Gradient และ Grey Level Co-occurrence Matrix ซึ่งในแต่ละวิธีจะมีการปรับค่าพารามิเตอร์ที่ต่างกันไปดังนี้

1) เทคนิค Histogram of Oriented Gradient

- พารามิเตอร์ที่ต้องปรับคือค่า bin ซึ่งเป็นความละเอียดในการคิดคำนวณ โดยจะทำการทดสอบทั้งหมดสามค่าคือ 90 180 270 บิน

2) เทคนิค Grey Level Co-occurrence Matrix

- เลือกค่าที่ต้องการใช้ ซึ่งในที่นี้ เลือกมา 5 ค่าที่มีความนิยมใช้ในการเปรียบเทียบ ดังนี้ Cluster Prominent , Difference Variance , Entropy และ Sum Average

- ค่ามุมที่ต้องการใช้ มี 4 ค่า ดังนี้

[0 1] ค่ามุม 0 องศา

[-1 1] ค่ามุม 45 องศา

[-1 0] ค่ามุม 180 องศา

[-1 -1] ค่ามุม 135 องศา

##### 4.1.2 ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ

รูปภาพในฐานะข้อมูลระบบเก็บแบ่งออกเป็นเฟรมละเท่าๆกัน โดยขนาดของภาพจะเป็นชนิด JPEG ขนาด 346x355 พิกเซล และมีพิกัดห่างกัน 0.0036 องศาในแนวนอน และ 0.0035 องศาในแนวตั้ง ความสูงระดับสายตา 1 กม. ส่วนรูปภาพที่นำมาทดสอบนั้น มีขนาด 1024x640 พิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีพิกัดห่างกัน 0.0100 องศาในแนวนอน และ 0.0063 องศาในแนวตั้ง ความสูงระดับสายตา 1 กิโลเมตร เช่นเดียวกับในฐานข้อมูล

## 4.2 การทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงที่ต้องการทดสอบมี 3 รูปแบบคือ พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการก่อสร้าง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะเป็นสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากน้ำท่วมจะเป็นการเปลี่ยนแปลงจากสีของน้ำที่มาแทนพื้นถนน พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการเกษตรเป็นการเปลี่ยนแปลงจากสีของพื้นที่และลวดลายของพื้นที่

### 4.2.1 การทดลองเปรียบเทียบภาพในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้าง

ภาพที่ใช้เป็นภาพจากบริเวณละติจูดที่ 13.72634444 ลองจิจูดที่ 100.7791944 เป็นรูปภาพบริเวณหอประชุมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเก็บภาพของวันที่ 13/12/2002 และวันที่ 9/22/2015 ซึ่งในภาพการเปลี่ยนแปลงที่เห็น ได้ชัดคือการสร้างหอประชุมที่เพิ่มขึ้นมา



ก)

ข)

รูป 4.1 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้าง

ก) วันที่ 13/12/2002

ข) วันที่ 9/22/2015

#### 4.2.1.1 การทดลองเปรียบเทียบด้วยเทคนิค Histogram of Oriented Gradient

ทดลองแบบ Histogram of Oriented Gradient โดยแบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ bin ทั้งหมดสามค่า คือ 90 180 270 และแสดงผลออกมาดังตาราง 4.1 - 4.3 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้จากตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวน ฮีโดแกรม Bin = 90

24987.36	23640.52	3158.81	21258.1	640.6434	31733.25	18557.74	241779.6	27731.71	164327.6	71215.67	2992.98
83744.02	187238.5	174147.7	60893.02	71222.94	37668	118638.2	7186.504	13064.02	71118.98	69750.87	176.0075
3303.281	45447.69	21447.09	1308.29	176368.5	287119.8	113564.1	1493.227	246366.4	4204.574	7525.771	40585.38
19882.77	50756.86	159081.2	122639.1	413925.6	244417.5	181285.4	78338.8	11312.41	3518.966	158.9591	62206.87
129345.1	235459.4	20796.47	114361.4	62190.53	7965.935	486795.6	6244.559	15738.41	49398.8	76566.72	15145.22
15625.53	2076.719	83788.36	11869.07	53981.02	52692.92	204007.5	1197.338	14612.58	29173.57	14307	42654.2
8909.359	2218.001	12142.56	17266.86	84486.46	7272.717	14229.05	9115.086	10958.72	11323.94	876.0395	106.8994

ตาราง 4.2 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวน ฮีโดแกรม Bin = 180

19207.39	22435.9	2002.118	12345.58	3773.948	30660.83	10223.66	177183.1	30782.55	136794.4	70996.83	2571.385
56544.17	140373.6	129733.8	42128.67	37834.07	19691.34	73894.97	4277.538	8605.297	37085.85	43796.79	1291.091
8843.589	33300.51	15367.28	995.1853	118165.7	225648.3	61902.49	2174.554	187276.4	7959.053	7977.481	32467.26
10672.23	34039.62	103797.4	92871	266956.8	169418.5	97849.44	57909.88	5833.196	5911.084	163.1712	52957.44
100586	167049.9	16572.54	77202.28	40083.39	27039.68	275423.4	16054.5	25032.4	35795.68	42691.77	11823.93
8065.653	1540.466	57117.98	7458.336	35444.38	35427.23	131359.1	1103.996	7386.076	18980.57	7481.51	29817.17
7254.1	1500.42	10346.93	14124.12	62452.8	5262.704	9796.361	6582.339	9224.598	8729.638	890.1008	199.2753

ตาราง 4.3 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวน ฮีโดแกรม Bin = 270

19207.4	22435.9	2002.12	12345.6	3773.95	30660.8	10223.7	177183	30782.6	136794	70996.8	2571.38
56544.2	140374	129734	42128.7	37834.1	19691.3	73895	4277.54	8605.3	37085.9	43796.8	1291.09
8843.59	33300.5	15367.3	995.185	118166	225648	61902.5	2174.55	187276	7959.05	7977.48	32467.3
10672.2	34039.6	103797	92871	266957	169419	97849.4	57909.9	5833.2	5911.08	163.171	52957.4
100586	167050	16572.5	77202.3	40083.4	27039.7	275423	16054.5	25032.4	35795.7	42691.8	11823.9
8065.65	1540.47	57118	7458.34	35444.4	35427.2	131359	1104	7386.08	18980.6	7481.51	29817.2
7254.1	1500.42	10346.9	14124.1	62452.8	5262.7	9796.36	6582.34	9224.6	8729.64	890.101	199.275

จากค่า ของการเปรียบเทียบทั้งสามแบบจะเห็นได้ว่า ค่า Bin ที่ 180 และ 270 ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันมาก ในขณะที่ bin=90 นั้นค่าต่างออกไปแต่เป็นในเกณฑ์ที่มากขึ้นเท่าๆกัน การตัดเกณฑ์ของทั้งสามค่าจึงได้ผลออกมาไม่ต่างกันมาก จึงควรเลือกค่า bin=90 มาเพราะเป็นความละเอียดที่ต่ำที่สุด และใช้เวลาน้อยกว่าอันอื่นซึ่งต้องดูค่าที่เหมาะสมเปรียบเทียบกับรูปภาพจริงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4.4 ผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 70,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮีโดแกรม Bin = 90

0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5 ผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 100,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90

0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตาราง 4.6 ผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 200,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90

0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

จากรูปภาพที่ ซึ่งเป็นรูปจริงจะเห็นได้ว่าบริเวณที่เปลี่ยน ไปนั้นใกล้เคียงกับผลเทคนิคแบบค่ามากกว่า 100,000 มากที่สุดโดยพิจารณาได้จากรูป 4.2 พื้นที่สีเหลืองคือพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้าง แต่พื้นที่สีส้ม คือส่วนที่คำนวณออกมาได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากแสงที่ต่างกันมากเกินไป เช่นการสะท้อนของหลังคา ในขณะที่พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่เป็นสีเหลืองบางช่องไม่สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งเกิดจากตัวพื้นผิวที่ใกล้เคียงกันมากเช่นสนามหญ้ากับลานดิน เพราะในการคำนวณความเปลี่ยนแปลง ไม่มีการเอาค่าสีมาคิดคำนวณด้วย

0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูป 4.2 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 100,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

4.2.1.2 ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค Grey Level Co-occurrence Matrix

การทดลองแบบ Grey Level Co-occurrence Matrix มีค่าคุณลักษณะเด่น ให้เลือกมากมาย แต่ค่าที่เลือกมาเพื่อทำการทดสอบมี 4 ค่าคือ ค่า Cluster Prominent ค่า Difference Variance ค่า Entropy และค่า Sum Average ซึ่งเป็นค่าที่นิยมนำมาใช้ในการเปรียบเทียบรูปภาพ

- 1) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Cluster Prominent แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.7 – 4.10 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้จากตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

**ตาราง 4.7 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Cluster Prominent ค่ามุม 0 องศา [0 1]**

80.97743	48.54357	128.9526	273.1878	19.74409	71.09615	7.386861	168.65	163.1791	174.7331	221.5402	711.7079
143.1648	57.91832	286.5347	256.1557	97.83681	230.9905	187.6587	139.619	142.8973	276.5992	164.0142	218.284
355.8091	196.7348	140.7441	0.918305	0.394052	201.0009	156.8991	253.6109	103.436	128.3563	43.00679	176.8768
218.5064	349.481	55.64841	92.90147	25.66124	211.3749	123.6361	244.1534	275.1643	113.8677	284.5222	417.517
123.7214	184.258	55.98486	26.46889	68.60397	153.8532	97.6864	168.6616	3.227037	16.4379	182.6413	538.4596
125.7456	280.9662	3.951816	33.36004	64.36149	12.42108	38.23471	59.92482	81.38508	29.45153	125.2085	373.0028
304.8247	110.2897	98.45271	116.0187	260.2068	31.67769	122.4183	301.0386	346.5338	64.0394	383.9015	72.26678

**ตาราง 4.8 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Cluster Prominent ค่ามุม 45 องศา [-1 1]**

139.793	117.6816	86.13579	268.9847	19.69901	55.7067	7.591716	139.2986	144.8883	146.1288	188.9974	671.324
117.5896	79.36655	250.8057	224.7881	79.72085	220.9275	166.8509	123.0958	125.8685	257.9745	144.6276	173.2727
348.3425	192.6053	99.01086	18.98361	14.49496	208.1022	173.2965	252.2664	103.2668	115.6331	31.11181	165.2211
200.5861	337.9036	42.04868	80.65854	31.22974	199.4944	130.6824	233.1643	268.5514	96.45217	276.3901	395.4009
102.9473	161.2741	42.51229	13.12475	53.17686	127.796	108.7366	162.3304	1.898351	12.49137	170.7342	510.0989
113.4792	268.3753	4.324416	34.11314	62.93925	13.12835	37.24478	80.37097	84.51399	22.36463	142.3704	355.9568
354.4236	100.7219	128.593	110.2634	241.6522	14.84441	115.474	287.4985	325.708	69.92087	368.9179	71.3028

**ตาราง 4.9 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Cluster Prominent ค่ามุม 180 องศา [-1 0]**

118.9825	125.1602	112.7782	244.8716	21.43183	53.68277	1.876788	146.343	145.1909	154.0018	194.4634	672.4102
109.3754	81.85787	257.2404	232.558	95.9879	228.6524	171.0656	128.264	130.6057	278.0922	146.9271	192.3565
371.3997	200.4067	99.643	9.353272	49.18287	215.9928	167.0146	256.5542	114.6424	105.4273	36.14849	167.109
203.904	344.3254	46.52423	80.98343	36.57664	204.1659	109.2906	237.0191	291.9065	97.81627	288.5195	413.9069
95.48602	151.717	46.96153	17.91781	62.90012	128.923	124.2513	175.7373	11.00879	18.93647	177.7112	542.5519
126.3854	283.7648	5.76231	40.0503	65.51085	10.80983	50.72439	87.32748	92.00062	25.66953	103.0122	371.8055
329.9932	103.3328	133.8363	33.17857	330.5158	35.75332	85.55295	266.0153	305.8059	46.73979	371.3951	56.60814

**ตาราง 4.10 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Cluster Prominent ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]**

134.758	116.5954	87.81688	251.9874	15.98209	51.31806	6.362524	136.9846	142.4293	144.2692	187.0648	665.8405
118.3265	84.25349	249.0526	223.5892	84.83537	217.8576	164.7043	123.3064	131.1149	256.4714	138.3732	174.1137
337.4825	187.1383	90.31108	14.74633	13.70676	208.2194	166.2899	245.7087	101.0595	103.0709	34.61749	167.3715
196.326	336.0025	40.23189	80.99373	31.83326	195.7853	126.7742	230.4414	273.483	88.98012	278.8797	392.2551
97.80353	154.5312	40.52409	14.81768	57.53746	124.1961	117.3462	159.6755	5.534428	15.48639	167.5531	514.8415
109.7995	258.8165	4.039359	33.08227	65.38686	10.9238	35.71175	81.36634	88.57651	14.03382	131.2477	364.297
343.349	99.52694	128.5227	97.9677	234.8465	10.2647	112.1368	282.8672	329.3079	68.73516	364.9864	68.93079

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่า ของการเปรียบเทียบของมุมทั้ง 4 แบบจะเห็น ได้ว่าค่าตัวเลขที่เปลี่ยน ในแต่ละมุมมีค่าค่อนข้างสูง และมีความผิดพลาดสูงจากตรงบริเวณภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงสีที่ไม่เหมือนเดิมแต่รายละเอียดในภาพยังคงคล้ายคลึง จากของเดิมดังตัวอย่างที่แสดงในรูป 4.3 ตัดความเปลี่ยนแปลงที่ 100 มุม 180 องศา [-1 0] ในพื้นที่สีส้ม ซึ่งเป็นในส่วนของอาคารที่มีมาอยู่แล้วเพียงแต่มีสี และมุมที่เปลี่ยนไป

1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0

รูป 4.3 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 100 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Cluster Prominent มุม 180 องศา [-1 0] ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

- 2) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Difference Variance แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.11 - 4.14 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.11 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 0 องศา [0 1]

0.481429	0.552653	0.962653	0.304388	0.225714	0.141327	0.279796	0.407041	0.12	0.214082	0.167041	0.287449
0.213367	0.37898	0.343265	0.32551	0.499796	0.373776	0.316122	0.327347	0.308265	0.628469	0.144286	0.157449
0.124184	0.163469	0.291122	0.043776	0.342857	0.114796	0.381735	0.632245	0.29551	0.200918	0.150918	0.213163
0.222755	0.359796	0.341939	0.28898	0.511633	0.181939	0.553265	0.426633	0.374184	0.352653	0.335612	0.194388
0.38051	0.270306	0.312449	0.372347	0.373061	0.273367	0.342551	0.446327	0.396327	0.284082	0.233061	0.301531
0.189388	0.308367	0.173776	0.253469	0.139796	0.208163	0.442551	0.272041	0.239592	0.209286	0.085306	0.177653
0.27051	0.057959	0.167551	1.007959	1.764286	0.077449	0.223367	0.157653	0.277959	0.28398	0.066531	0.066122

**ตาราง 4.12 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Difference Variance ค่ามุม 45 องศา [-1 1]**

0.456268	0.524052	0.945231	0.505935	0.240317	0.211891	0.504686	0.847668	0.528946	0.704915	0.488442	0.424302
0.769679	1.120471	1.080904	0.829446	0.871095	0.645564	0.67576	0.548938	0.407539	0.842149	0.291233	0.233861
0.281237	0.211266	0.590171	0.054665	0.598917	0.379738	0.674302	0.80883	0.326531	0.405248	0.304873	0.351624
0.113078	0.634631	0.669409	0.631299	0.596314	0.082153	0.55581	0.67222	0.507185	0.578092	0.485735	0.269679
0.457414	0.672428	0.50531	0.582986	0.636193	0.759892	0.423157	0.509059	0.490733	0.419096	0.3308	0.464806
0.324969	0.440233	0.174406	0.289254	0.177426	0.344232	0.499479	0.30102	0.334444	0.217618	0.166701	0.300604
0.423469	0.126926	0.276343	0.989067	1.803832	0.046022	0.383486	0.282174	0.449813	0.581216	0.107351	0.014681

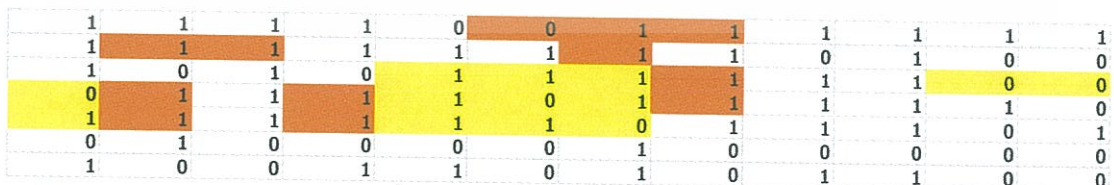
**ตาราง 4.13 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Difference Variance ค่ามุม 180 องศา [-1 0]**

0.388367	0.452653	0.707551	0.365	0.202755	0.243265	0.281224	0.64	0.512959	0.61	0.384184	0.157041
0.689796	0.987041	0.942959	0.723367	0.456531	0.40898	0.561429	0.404184	0.295408	0.426327	0.277857	0.138469
0.129388	0.194286	0.55602	0.07949	0.451837	0.475306	0.470816	0.564184	0.255408	0.48398	0.184286	0.191837
0.082755	0.406837	0.553265	0.581531	0.317143	0.118673	0.22	0.551939	0.32051	0.492959	0.222755	0.130204
0.275306	0.608673	0.355816	0.413776	0.431429	0.785714	0.20398	0.263469	0.340612	0.331837	0.182245	0.227245
0.256633	0.300714	0.118163	0.134592	0.105408	0.263163	0.197653	0.141837	0.215612	0.14898	0.061939	0.10898
0.315408	0.109286	0.194898	0.36949	1.203878	0.013265	0.329592	0.277245	0.266224	0.404286	0.106633	0.050306

**ตาราง 4.14 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Difference Variance ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]**

0.475635	0.548417	0.927426	0.588192	0.370471	0.318513	0.439296	0.899938	0.562578	0.755206	0.506456	0.417222
0.808205	1.22324	1.05883	0.861724	0.797272	0.639005	0.710537	0.543628	0.326947	0.847251	0.390983	0.25302
0.45127	0.139317	0.756143	0.021137	0.544357	0.419409	0.640879	0.858809	0.420242	0.549771	0.243753	0.32424
0.163369	0.576947	0.749688	0.712411	0.615681	0.056851	0.531133	0.518222	0.473657	0.66868	0.420346	0.29394
0.499479	0.784673	0.5303	0.591628	0.598292	0.875156	0.296647	0.546647	0.530092	0.482716	0.327051	0.433986
0.369846	0.519367	0.232924	0.33788	0.188463	0.390254	0.579134	0.34319	0.331737	0.245002	0.078092	0.210017
0.5202	0.129633	0.331112	0.848292	1.769679	0.05883	0.426281	0.341941	0.4091	0.438047	0.072262	0.006976

จากค่าการเปรียบเทียบของมุมทั้งสี่ มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับการใช้ค่า Cluster prominent เพียงแต่ถ้าเมื่อลองใช้เกณฑ์เพื่อตัดค่าความเปลี่ยนแปลงดังตัวอย่างรูปที่เป็นของมุม 135 องศา [-1 -1] โดยใช้เกณฑ์การตัดที่ 0.4 เพื่อให้ส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงจริงๆ หรือพื้นที่สีเหลืองสามารถตรวจจับได้ แต่จะเห็นได้ว่ายังมีพื้นที่อีกมากมายที่ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงจริงๆ แต่มีการตรวจจับว่าเปลี่ยนแปลงไป



**รูป 4.4 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 0.4 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Difference Variance มุม 135 องศา [-1 -1] ใส่สีเพื่อการเปลี่ยนแปลง**

## 3) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Entropy

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.15 - 4.18 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.15 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Entropy ค่ามุม 0 องศา [0 1]

0.773199	0.532828	0.090686	0.573346	0.589926	0.36249	0.271211	0.82881	0.622671	0.885738	0.813055	0.412739
0.837132	1.111445	1.27682	1.206488	0.83731	0.765061	1.040895	0.860808	0.815218	1.152419	0.703777	0.286214
0.055429	0.206352	0.860118	0.403894	0.774062	0.166904	0.615541	0.505664	0.697439	0.450517	0.558165	0.287754
0.178551	0.608593	0.90392	1.0555	0.837684	0.168774	0.631004	0.548723	0.96815	0.734668	0.528256	0.42697
0.689903	0.648373	0.815136	0.718113	0.834117	1.037862	0.733053	0.786879	0.627352	0.54505	0.589012	0.678878
0.739867	1.036809	0.511633	0.715928	0.283585	0.680704	0.819806	0.783787	1.000125	0.837144	0.901916	0.597716
0.669333	0.070612	0.433529	0.105021	0.192687	0.660318	0.471066	0.326492	0.610856	0.288909	0.085079	0.168123

ตาราง 4.16 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Entropy ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

0.773423	0.541662	0.174618	0.667531	0.585483	0.368685	0.312472	0.912187	0.755689	1.05454	0.941152	0.477741
0.972861	1.280871	1.467765	1.313086	0.900721	0.742458	1.075731	0.855632	0.707386	1.055849	0.715333	0.276927
0.087272	0.146059	0.919058	0.37428	0.812489	0.193669	0.664492	0.421178	0.66216	0.461979	0.617135	0.306554
0.119952	0.631866	0.971587	1.186031	0.796238	0.077804	0.550466	0.531828	0.979681	0.778952	0.513831	0.419433
0.722957	0.756649	0.852969	0.714366	0.909227	1.227305	0.671884	0.688982	0.540951	0.55014	0.612687	0.709105
0.773301	1.054831	0.484543	0.706419	0.242038	0.747694	0.807158	0.808208	1.077711	0.844013	0.970026	0.601143
0.676023	0.042124	0.476089	0.073396	0.233347	0.695242	0.465605	0.344326	0.618657	0.291808	0.07435	0.195062

ตาราง 4.17 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Entropy ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

0.760919	0.55266	0.208298	0.670413	0.573551	0.385266	0.287511	0.910351	0.784593	1.044531	0.922556	0.442576
0.950827	1.23856	1.444788	1.294602	0.796255	0.683038	1.051695	0.817533	0.68268	0.935485	0.715814	0.267414
0.05232	0.175267	0.934599	0.391946	0.837466	0.284439	0.637472	0.424529	0.669557	0.563618	0.577766	0.338388
0.162575	0.583856	0.931636	1.189684	0.735011	0.130046	0.475076	0.546023	0.953415	0.801316	0.479435	0.386071
0.667959	0.758541	0.791088	0.676324	0.912739	1.329811	0.633175	0.610211	0.534069	0.554649	0.586043	0.654838
0.790793	1.01876	0.467803	0.626539	0.233562	0.738985	0.70748	0.721973	1.016358	0.803816	0.905071	0.533284
0.644123	0.043647	0.463529	0.15516	0.215166	0.633191	0.461467	0.341916	0.521076	0.315732	0.086464	0.195906

ตาราง 4.18 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Entropy ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

0.777633	0.546286	0.185932	0.679459	0.622125	0.388292	0.284983	0.917905	0.769804	1.056848	0.941497	0.478723
0.96972	1.292858	1.449792	1.321041	0.873336	0.727881	1.084537	0.850061	0.667288	1.067203	0.741965	0.275341
0.113985	0.120229	0.971263	0.370044	0.79606	0.197268	0.649461	0.43734	0.724556	0.52651	0.594861	0.316443
0.148779	0.597551	0.970541	1.214986	0.77928	0.069464	0.552016	0.491921	0.985339	0.79408	0.519127	0.420579
0.719463	0.759952	0.849268	0.72335	0.898828	1.263947	0.635229	0.702779	0.571974	0.577281	0.613337	0.703071
0.803834	1.084872	0.515303	0.731868	0.267046	0.763918	0.845012	0.815465	1.076226	0.871965	0.934821	0.580455
0.695517	0.041219	0.472507	0.093202	0.207023	0.682833	0.479229	0.345288	0.591801	0.298745	0.071034	0.191203

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าการเปรียบเทียบเมื่อนำไปลดตัดเกณฑ์โดยวัดจากบล็อกที่ควรมีการเปลี่ยนแปลงจะได้การตัดเกณฑ์ที่ 0.5 ในมุมต่างๆมีผลที่ใกล้เคียงกันดังตัวอย่างในรูป ซึ่งเป็นมุม 135 องศา [-1 -1] ซึ่งจะเห็นว่ายังมีพื้นที่ที่โดนตรวจจับแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเปอร์เซ็นต์ที่มาก

1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

รูป 4.5 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 0.5 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Entropy มุม 135 องศา [-1 -1] ไล่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

- ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Sum Average แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] , ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]แสดงผลออกมาดังตาราง 4.19 - 4.22 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.19 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 0 องศา [0 -1]

1.900408	1.619592	0.958163	2.673776	3.176939	1.622347	3.403469	4.752551	3.32551	3.754286	4.25051	1.804592
3.383163	4.158367	5.031224	3.746735	4.239592	4.072143	3.460204	3.336531	3.195204	4.299694	3.107959	0.935
0.152959	1.170204	2.145612	2.148878	2.658367	0.539082	1.498673	3.37551	2.321837	1.859286	2.731531	1.107041
1.240918	2.712245	2.244388	2.67551	1.582449	4.541735	0.666735	4.077857	2.582959	2.336122	3.449694	1.39398
2.103776	3.529898	2.626735	2.965612	2.063265	0.467041	1.02949	1.500408	1.018571	1.612857	2.957347	1.862755
2.791633	2.843673	2.200918	2.381224	2.135306	2.024694	2.302143	2.351429	3.329796	2.700102	3.293265	1.380918
1.807653	0.406939	1.231633	0.600408	0.503469	1.065816	1.302755	1.270306	1.99551	1.302143	0.134082	0.409796

ตาราง 4.20 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

1.870054	1.625469	0.931279	2.694606	3.164515	1.594023	3.380571	4.766868	3.319658	3.768013	4.247918	1.796855
3.393586	4.199188	5.023219	3.737609	4.233653	4.083715	3.457518	3.311745	3.20429	4.296751	3.063828	0.905664
0.157122	1.110475	2.113494	2.129842	2.648688	0.502395	1.507497	3.402957	2.335693	1.85985	2.720533	1.088192
1.305914	2.705227	2.250625	2.666701	1.547793	4.547584	0.698667	4.132445	2.590275	2.345065	3.455539	1.362974
2.128592	3.500625	2.60985	2.990941	2.07247	0.481674	1.000625	1.53738	1.034673	1.635673	2.940754	1.860058
2.756456	2.815077	2.182736	2.382341	2.141191	2.037901	2.297897	2.377863	3.341524	2.721574	3.295398	1.37474
1.813723	0.386818	1.230529	0.585902	0.481466	1.067264	1.296231	1.231987	1.965848	1.304456	0.127343	0.410142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.21 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Sum Average ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

1.866122	1.628367	0.935714	2.695	3.15051	1.573061	3.365918	4.752857	3.31602	3.767755	4.236224	1.794184
3.362041	4.187857	5.009286	3.735408	4.21551	4.063061	3.457143	3.315204	3.20949	4.278163	3.080306	0.916837
0.113878	1.134694	2.110306	2.130714	2.613265	0.511633	1.505306	3.424388	2.356224	1.873571	2.705918	1.086122
1.310714	2.701939	2.256122	2.661939	1.506531	4.537041	0.705306	4.135816	2.602551	2.33051	3.442959	1.375102
2.115306	3.497245	2.618673	2.964592	2.047143	0.468367	0.996429	1.532653	1.040408	1.637755	2.954694	1.86602
2.75602	2.828878	2.19551	2.386429	2.138878	2.034184	2.272755	2.36551	3.331939	2.718163	3.298061	1.382653
1.79949	0.402959	1.243878	0.619082	0.475918	1.055918	1.288367	1.230102	1.953776	1.294286	0.142755	0.411327

ตาราง 4.22 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดย  
ค่า Sum Average ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

1.870262	1.626093	0.931175	2.69419	3.164931	1.593399	3.380987	4.766868	3.319554	3.768534	4.24698	1.796022
3.394211	4.1995	5.022178	3.737193	4.234798	4.082778	3.457518	3.31289	3.202416	4.296439	3.064661	0.90733
0.156393	1.111204	2.111412	2.131508	2.64494	0.501666	1.511349	3.402749	2.336943	1.860058	2.720429	1.087255
1.306851	2.705435	2.250937	2.665764	1.549875	4.546647	0.702312	4.133798	2.589858	2.344232	3.454498	1.363494
2.1288	3.500416	2.611724	2.987505	2.073719	0.483236	1.000104	1.534777	1.038213	1.635985	2.94242	1.858809
2.755102	2.816327	2.183153	2.38182	2.14015	2.038942	2.297376	2.380675	3.339234	2.720012	3.294461	1.376406
1.812786	0.387026	1.229696	0.586526	0.482299	1.06716	1.297376	1.230321	1.966576	1.305185	0.126822	0.410142

จากค่าการเปรียบเทียบเมื่อนำไปลดตัดเกณฑ์โดยวัดจากบล็อกที่ควรมีการเปลี่ยนแปลงจะ ได้การตัดเกณฑ์ที่ 1 ในมุมต่างๆมีผลที่ใกล้เคียงกันดังตัวอย่างในรูป ซึ่งเป็นมุม 135 องศา [-1 -1] ซึ่งจะเห็นว่ายังมีพื้นที่ที่โคจรจวบแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเปอร์เซ็นต์ที่มาก



รูป 4.6 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 1 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย GLCM โดยค่า Sum Average มุม 135 องศา [-1 -1] ไล่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

#### 4.2.1.3 สรุปผลการทดลอง

การใช้ HOG แบบค่า Bin = 90 เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่มีการก่อสร้างหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ แต่ก็อาจจะมีข้อผิดพลาดจากแสงสะท้อนของหลังคาหรือว่ามุมกล้องที่เปลี่ยนไปได้ ในวิธีการแบบ GLCM นั้น เนื่องจากการคำนวณแบบ GLCM มีความละเอียดสูงมาก ทำให้การนำมาเปรียบเทียบ แม้มีการเปลี่ยนแปลงจากรูปเพียงชนิดเดียวก็ตรวจจับได้ ทำให้เกิดบล็อกที่ไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงแต่โคจรจวบในปริมาณมาก ซึ่งสามารถสรุปเทียบมาเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังตาราง 4.23 โดยการคำนวณนั้นอัตราความถูกต้องเฉลี่ยคิดจากพื้นที่สีเหลืองที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งหารด้วยพื้นที่สีเหลืองทั้งหมด อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาติเนาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

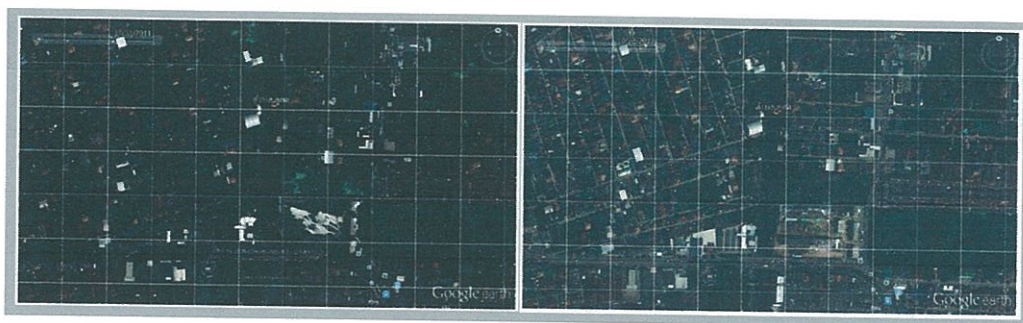
ผลกระทบของแสงคิดจากพื้นที่สีส้มที่มีผลลัพท์เป็นหนึ่งในหารด้วยพื้นที่สีส้มทั้งหมด และ อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากลักษณะพื้นที่ที่มีความใกล้เคียงกันนั้นคิดจากพื้นที่สีขาวที่มีผลลัพท์เป็นหนึ่งในหารด้วยพื้นที่สีขาวทั้งหมด

ตาราง 4.23 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างจากเทคนิค HoG และ GLCM รูปแบบต่างๆ

การวัดประสิทธิภาพ	HoG	GLCM			
		Cluster Prominent	Sum of Average	Difference Variance	Entropy
อัตราความถูกต้องเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	62	62	62	69	77
อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากผลกระทบของแสง (เปอร์เซ็นต์)	58	58	92	67	100
อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากลักษณะพื้นที่ที่มีความใกล้เคียงกัน (เปอร์เซ็นต์)	7	63	59	71	86

#### 4.2.2 การทดลองเปรียบเทียบภาพในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วม

ภาพที่ใช้เป็นภาพจากบริเวณละติจูดที่ 13.953437 ลองจิจูดที่ 100.640455 เป็นรูปภาพบริเวณอำเภออุตุค โดยเก็บภาพของวันที่ 31/10/2011 และวันที่ 22/10/2012 ซึ่งในภาพการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดคือตัวคลื่นน้ำที่เกิดขึ้นและสีถนนที่เปลี่ยนแปลง



ก)

ข)

รูป 4.7 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วม

ก) วันที่ 31/10/2011

ข) วันที่ 22/10/2012

#### 4.2.2.1 ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค HOG

ทดลองแบบ Histogram of Oriented Gradient โดยแบ่งเป็นบล็อกขนาด  $100 \times 100$  พิกเซล และบล็อกขนาด  $30 \times 30$  พิกเซล ทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ bin ทั้งหมดสามค่า คือ 90 180 270 และแสดงผลออกมาดังตาราง 4.24 – 4.26 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้จากตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

1) ผลการทดลองแบ่งบล็อกขนาด  $100 \times 100$  พิกเซล

ตาราง 4.24 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด

$100 \times 100$  พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90

49490.8	569.9639	9589.097	6678.452	91289.06	4993.701	75001.92	4999.067	3212.365	24334.69	9190.628	522.2464
116095.1	84345.52	1726.297	63445.12	103322	2898.282	582.6686	818.5291	40635.88	1815.373	13858.55	29140.57
60769.5	10775.84	30054.4	45880.91	6673.719	2266.014	39472.83	17522.46	692.748	87860.29	1150.177	16846.63
38274.24	19660.58	86117.54	8803.254	61871.87	2382.022	9777.742	84948.29	6169.772	62602.39	39996.25	7845.648
40260.7	38710.97	25841.39	114764.6	167729.7	292.1737	1781.385	6435.176	158556.8	140556.3	49217.8	1887.785
44191.26	24787.72	53856.79	14307.83	7951.497	4510.386	4904.222	81612.09	16334.45	10803.52	13051.97	6602.31
28150.57	8764.399	20324.81	1151.749	1372.354	13302.72	15613.1	39037.32	65.51652	918.6684	3904.163	1052.035

ตาราง 4.25 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด

$100 \times 100$  พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 180

30659.91	1662.897	5892.695	3405.301	53155.55	3310.173	52784.32	2780.326	2108.82	15515.02	5838.002	527.4823
62957.64	45616.98	1643.589	34876.96	57310.73	1953.33	559.7168	569.9934	28800.15	1435.498	10001.19	28583.27
33870.54	5962.437	15458.99	25230.45	3403.011	1411.729	26029.16	13307.7	398.3363	61413.53	1269.819	15926.89
21342.21	12298.17	49353.85	5933.448	41408.51	1482.46	6262.83	54860.49	4355.762	40691.46	24884.77	6987.897
28073.46	25959.21	16056.21	77560	112905.6	523.9082	8271.405	8599.002	93212.43	84649.02	29770.7	1788.907
27927.56	16644.98	33288.34	11715.6	5408.028	3620.508	2846.247	57752.4	10300.53	7380.221	8976.781	6528.338
21753.02	8598.2	15188.7	622.0661	791.1166	12171.31	13996.6	35373.67	224.3226	575.4119	3527.641	1100.398

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.26 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270

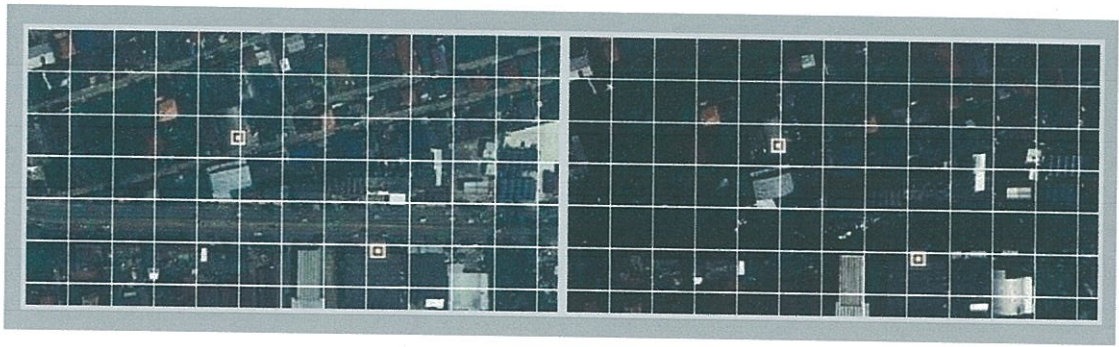
30659.91	1662.897	5892.695	3405.301	53155.55	3310.173	52784.32	2780.326	2108.82	15515.02	5838.002	527.4823
62957.64	45616.98	1643.589	34876.96	57310.73	1953.33	559.7168	569.9934	28800.15	1435.498	10001.19	28583.27
33870.54	5962.437	15458.99	25230.45	3403.011	1411.729	26029.16	13307.7	398.3363	61413.53	1269.819	15926.89
21342.21	12298.17	49353.85	5933.448	41408.51	1482.46	6262.83	54860.49	4355.762	40691.46	24884.77	6987.897
28073.46	25959.21	16056.21	77560	112905.6	523.9082	8271.405	8599.002	93212.43	84649.02	29770.7	1788.907
27927.56	16644.98	33288.34	11715.6	5408.028	3620.508	2846.247	57752.4	10300.53	7380.221	8976.781	6528.338
21753.02	8598.2	15188.7	622.0661	791.1166	12171.31	13996.6	35373.67	224.3226	575.4119	3527.641	1100.398

จากรูป 4.7 ซึ่งเป็นภาพที่นำเข้าไปเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่ารูปภาพต้นฉบับมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยมากส่วนใหญ่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงบริเวณถนนที่กลายเป็นน้ำ และจะมีคลื่นน้ำสีขาวที่เห็นอย่างชัดเจนตรงบริเวณพื้นที่สีเหลือง ซึ่งถ้าลองดูผลการทดลองแบบเอามาตัดเกณฑ์ที่ 20,000 ในค่า bin = 270 ดังรูปที่ จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงกระจัดกระจายไปตามบล็อกต่างๆด้วยในเรื่องของความละเอียดของบล็อก

1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

รูป 4.8 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 200,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย HoG ขนาดบล็อก 100x100 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ใส่สีเพื่อการเปลี่ยนแปลง

- จากผลการทดลองแบ่งบล็อกขนาด 30x30 พิกเซล ทดลองปรับขนาดของบล็อกให้ลดลงเป็น 30x30 และปรับขนาดของรูปจากรูปที่ 4.7 โดยตัดมาเพียงบางส่วนเพื่อให้ดูผลได้ง่ายขึ้น เพื่อที่จะดูผลว่าหากบล็อกเล็กลงจะสามารถเห็นผลได้ชัดเจนขึ้นหรือไม่ ภาพที่นำไปเปรียบเทียบจะเป็นดังรูป 4.9 และแสดงผลออกมาดังตาราง 4.27 หลังจากนั้นนำค่าที่ได้จากตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข



ก)

ข)

รูป 4.9 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมตมบางส่วน

ก) วันที่ 31/10/2011

ข) วันที่ 22/10/2012

ตาราง 4.27 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากน้ำท่วมด้วย HoG บล็อกขนาด

30x30 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90

33.21929	36.4422	25.77419	52.6849	25.30505	58.21264	18.90945	24.26118	43.60364	15.94906	38.25568	38.88865	33.31764
43.193	51.73669	13.39899	11.75968	30.51065	44.43013	83.72039	31.84427	33.78334	47.74301	19.08108	35.56973	5.636585
36.49664	80.27149	87.05669	46.63237	19.69819	22.23302	19.08913	16.01865	77.2275	23.45277	46.76339	25.20682	13.61532
12.05018	26.33586	19.6112	55.04118	14.98912	24.48876	42.94667	22.5508	40.38715	21.05067	64.43015	45.71052	43.06237
48.66384	20.50277	70.03783	90.78053	26.89971	44.13839	38.94327	60.59336	51.85042	18.36467	47.03006	10.87448	9.28356
15.17619	21.54962	39.76937	19.05879	24.76978	29.22397	51.05361	45.08167	18.53384	15.17965	34.06827	57.31962	20.01675
8.330227	17.42275	6.553506	38.40884	36.15041	31.11854	23.36527	27.98337	4.844613	17.50695	21.20382	12.02318	22.17254

เมื่อนำมาตัดเกณฑ์ที่ 30 จะได้ผังรูป โดยพื้นที่ที่เป็นสีเหลืองจะเป็นถนนเส้นใหญ่ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่มองเห็นได้ชัดกว่าที่อื่นจะเห็นได้ว่าผลที่ตรวจจับได้ก็ยังมี ความกระจัดกระจายเพราะว่าในการตรวจจับภาพที่เป็นน้ำท่วมนั้น สิ่งต่างออกไปอย่างชัดเจนจะเป็นสีของน้ำซึ่งไม่ได้เอามาคิดคำนวณด้วยทำให้เกิดข้อผิดพลาดเยอะกว่าการเปรียบเทียบแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบชัดเจน

1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

รูป 4.10 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 30 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย HoG ขนาดบล็อก 30x30 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90 ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.2 ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค Grey Level Co-occurrence Matrix

การทดลองแบบ Grey Level Co-occurrence Matrix มีค่าคุณลักษณะเด่นให้เลือกมากมาย แต่ค่าที่เลือกมาเพื่อทำการทดสอบมีสี่ค่าคือ ค่า Cluster Prominent ค่า Difference Variance ค่า Entropy และค่า Sum Average ซึ่งเป็นค่าที่นิยมนำมาใช้ในการเปรียบเทียบรูปภาพ

##### 1) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Cluster Prominent

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมามีตาราง 4.28 – 4.31 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.28 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

##### Cluster Prominent ค่ามุม 0 องศา [0 1]

25.89587	1.19268	451.8693	4.192637	17.88552	263.0691	10.05777	22.46953	134.1881	46.75762	50.15787	8.014391
0.475288	31.95661	14.99691	8.544364	4.701088	81.36422	58.32166	42.23006	64.99076	81.91265	1.288894	28.2123
41.70056	15.74688	358.1921	3.884284	4.087184	389.6436	100.5276	353.1369	34.41536	4.364778	6.632184	5.882576
4.765583	8.645329	103.2528	6.515703	37.91638	0.640526	93.44673	31.49018	24.84007	1.015671	6.964673	14.77351
5.682537	28.67821	0.050089	190.9947	79.59965	888.6341	447.1613	326.4475	1.231063	0.210557	0.486355	14.50118
17.34874	108.3538	128.2497	479.2325	11.5006	239.4329	7.378599	100.4638	20.77776	205.8275	8.405048	16.40257
2.869397	6.411999	19.0213	38.75828	0.398381	651.8753	10.69526	6.994725	1.646099	24.51964	55.20275	14.07376

ตาราง 4.29 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

##### Cluster Prominent ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

11.6531	7.515447	414.3478	3.35573	15.97995	245.7932	6.073598	5.428943	92.95949	43.32599	37.24651	8.972
0.08121	29.61089	9.769944	12.50352	0.604602	66.53241	45.38631	35.67519	71.87543	75.17287	1.690055	25.41004
40.99044	19.7796	335.1541	4.076199	3.917871	370.4674	82.92556	283.6446	20.20344	2.68093	6.990112	7.010294
3.562401	5.778434	93.98137	3.692716	30.01143	1.052807	85.07708	13.19662	20.12656	0.232756	4.869924	14.14317
4.446024	20.31339	0.23104	169.6222	103.6546	819.9704	391.3196	266.1113	0.601744	0.482883	0.344168	8.835014
16.69521	89.04003	109.7763	428.8417	7.237526	214.6121	1.504837	85.42514	13.14804	184.3918	4.273756	16.41786
6.178931	6.692937	2.346977	34.73592	0.166282	584.3031	8.45044	0.008345	10.64266	13.87274	38.16052	14.69478

ตาราง 4.30 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

##### Cluster Prominent ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

36.03106	6.223314	510.1881	0.025251	21.34044	251.4182	5.398505	4.378496	111.8125	58.58313	52.78854	7.929121
3.420035	21.04867	16.36404	11.38052	1.782499	120.2091	55.79944	49.9024	129.0287	104.5989	2.373958	27.43172
43.80675	18.95249	368.0224	8.889247	7.167216	384.6861	111.4929	360.6189	5.570925	1.8786	11.70843	8.714121
7.762593	9.941493	118.2616	3.963517	61.45218	1.375595	106.6798	16.97633	30.92216	0.953538	6.908653	15.75916
2.613422	29.62165	2.492091	218.925	98.53718	885.5557	424.3012	320.0153	0.370993	0.468638	2.307328	9.21116
20.40365	110.5032	134.596	475.9021	4.004241	231.5764	1.925855	113.7913	23.3314	209.9353	2.320979	7.32321
8.539845	6.617513	1.515888	46.30724	0.061751	632.0402	4.192107	4.889329	0.094693	67.39799	86.99519	16.70605

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.31 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Cluster Prominent ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

21.35893	1.210368	433.7698	0.50938	16.12851	241.262	6.590872	4.948302	95.92147	43.70599	39.93495	7.762451
2.741875	21.67922	13.25153	12.32243	2.202116	76.80625	43.37352	38.49302	80.02789	76.62543	1.43209	26.14169
25.86962	20.93617	360.9706	6.819933	5.566262	376.869	83.80616	275.4828	29.56477	1.829714	6.098682	7.627531
6.180821	6.162454	108.8065	3.87283	47.13678	0.797403	84.34335	12.22196	18.85367	0.316203	4.406403	13.81625
1.810447	20.17284	2.934669	165.4352	97.79726	817.517	457.761	293.2049	0.46853	0.491778	0.256069	9.794867
14.83096	91.98514	106.1055	421.8511	6.481982	215.517	0.976245	78.36079	16.61127	186.9658	5.538145	14.03701
6.629388	5.291109	2.919032	38.6314	0.211614	574.4936	6.856019	4.443291	8.405155	43.10731	46.50177	12.40616

2) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Difference Variance

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.32 - 4.35 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.32 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Difference Variance ค่ามุม 0 องศา [0 1]

0.064694	0.180408	0.078469	0.076735	0.132143	0.138367	0.058571	0.096122	0.441122	0.200204	0.222143	0.004184
0.222143	0.193878	0.169184	0.080204	0.09949	0.043061	0.157551	0.368776	0.09	0.259592	0.153265	0.1
0.063673	0.073163	0.303673	0.24602	0.140612	0.111735	0.047653	0.394796	0.25	0.051633	0.044184	0.011837
0.125204	0.096327	0.286327	0.020204	0.016122	0.066531	0.281939	0.142041	0.179286	0.09102	0.043163	0.063163
0.102245	0.098367	0.229082	0.028673	0.370204	0.577143	0.218163	0.296224	0.382143	0.315816	0.308469	0.017551
0.024796	0.025204	0.155204	0.012347	0.255408	0.056327	0.178878	0.048061	0.071224	0.144898	0.067347	0.031633
0.04398	0.000204	0.003878	0.022041	0.063163	0.180918	0.056837	0.110714	0.06102	0.112857	0.218469	0.048061

ตาราง 4.33 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Difference Variance ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

0.193878	0.113911	0.192107	0.088505	0.178571	0.202728	0.04748	0.050812	0.6288	0.249584	0.353915	0.027384
0.239275	0.202416	0.26364	0.097668	0.114952	0.097564	0.194711	0.355789	0.034257	0.342878	0.19242	0.128592
0.099542	0.124948	0.434506	0.3005	0.154102	0.198771	0.038421	0.67576	0.153061	0.000208	0.080696	0.004165
0.141504	0.087672	0.369429	0.02499	0.031966	0.071845	0.373907	0.148792	0.273844	0.106726	0.060183	0.052166
0.098917	0.124636	0.305914	0.028946	0.450854	0.858809	0.809559	0.679717	0.395148	0.349958	0.313099	0.007809
0.094023	0.009059	0.155977	0.07903	0.326114	0.030716	0.117243	0.078405	0.135256	0.361308	0.000312	0.036547
0.073407	0.011141	0.056435	0.046751	0.071324	0.41087	0.083507	0.165035	0.066951	0.107768	0.274469	0.046231

ตาราง 4.34 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Difference Variance ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

0.119592	0.005918	0.091939	0.063878	0.077143	0.130612	0.015918	0.052041	0.527551	0.227755	0.262959	0.015306
0.066735	0.019694	0.067653	0.011122	0.01551	0.022959	0.16	0.241327	0.104592	0.218061	0.202449	0.047755
0.007245	0.031939	0.05449	0.10051	0.03102	0.196531	0.036122	0.396224	0.137347	0.02102	0.042449	0.044592
0.003776	0.078469	0.155306	0.026939	0.067857	0.095	0.340714	0.161735	0.22898	0.096429	0.066837	0.006735
0.126224	0.131735	0.203878	0.116122	0.223673	0.487347	0.470816	0.538571	0.154286	0.262041	0.221531	0.019286
0.063061	0.027959	0.065714	0.012857	0.372041	0.202041	0.147857	0.127551	0.06898	0.190408	0.016327	0.03949
0.029898	0.03102	0.072245	0.025306	0.050612	0.254388	0.119694	0.151327	0.070306	0.013163	0.170918	0.009082

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.35 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Difference Variance ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

0.139317	0.069867	0.163994	0.055185	0.200333	0.195544	0.012911	0.033944	0.660662	0.250104	0.329446	0.013432
0.133278	0.07903	0.13359	0.037693	0.043003	0.048417	0.145773	0.35683	0.061537	0.322053	0.189504	0.125989
0.031237	0.041753	0.194815	0.193669	0.069346	0.204602	0.027905	0.704915	0.22501	0.005414	0.107559	0.009163
0.060392	0.105685	0.343919	0.007913	0.110267	0.064869	0.385569	0.127968	0.275614	0.109434	0.074032	0.054456
0.195023	0.148688	0.296022	0.06591	0.597251	0.85985	0.089546	0.244586	0.395668	0.351312	0.315389	0.011454
0.078717	0.042066	0.202416	0.072782	0.314973	0.076322	0.082466	0.080696	0.116097	0.34496	0.026447	0.027593
0.061537	0.044357	0.070804	0.031445	0.071533	0.445231	0.107455	0.165556	0.077676	0.003436	0.306643	0.057997

3) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Entropy

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 135 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 180 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.36 - 4.39 ตามลำดับหลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.36 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Entropy ค่ามุม 0 องศา [0 1]

0.105638	0.262566	0.249036	0.135798	0.190607	0.398667	0.023491	0.080066	0.34012	0.337124	0.439516	0.271619
0.220337	0.193197	0.24473	0.182921	0.162444	0.067164	0.064772	0.319905	0.277414	0.478944	0.235172	0.597467
0.252706	0.093757	0.433139	0.361307	0.217013	0.102892	0.017392	0.079998	0.00339	0.063539	0.162495	0.32448
0.200691	0.015478	0.554462	0.012566	0.035924	0.207456	1.01508	0.599232	0.089059	0.188157	0.217127	0.331373
0.296218	0.228764	0.395903	0.397922	0.978287	0.09692	0.229574	0.252023	1.05058	0.976192	0.685703	0.076745
0.286871	0.277687	0.141542	0.260974	0.205016	0.082264	0.199874	0.400578	0.053509	0.121471	0.000273	0.351958
0.552617	0.400361	0.579703	0.503311	0.11566	0.654436	0.477805	0.49479	0.419318	0.525705	0.368495	0.224215

ตาราง 4.37 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Entropy ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

0.057541	0.193332	0.219926	0.130408	0.191589	0.433695	0.060105	0.070001	0.34095	0.352678	0.490561	0.25918
0.200234	0.17314	0.265119	0.195597	0.178088	0.065413	0.074793	0.256416	0.307195	0.479359	0.200584	0.594955
0.248117	0.09566	0.447269	0.362496	0.218827	0.110054	0.085601	0.119398	0.036658	0.110729	0.182864	0.310388
0.195368	0.006886	0.570101	0.008744	0.055064	0.199952	1.09628	0.639795	0.096218	0.203976	0.22184	0.290656
0.312018	0.232688	0.41744	0.42001	1.028087	0.091212	0.286136	0.259717	1.051824	0.989956	0.65827	0.064457
0.327419	0.317299	0.182139	0.278453	0.157688	0.163229	0.249254	0.415751	0.018595	0.180321	0.05376	0.340173
0.587019	0.415476	0.617151	0.54564	0.13085	0.730161	0.46916	0.492219	0.451409	0.568746	0.404398	0.238616

ตาราง 4.38 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Entropy ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

0.050453	0.135625	0.187828	0.047708	0.16316	0.388248	0.035385	0.07311	0.364073	0.373513	0.472115	0.248597
0.163004	0.09807	0.183519	0.122496	0.125423	0.023458	0.062172	0.247281	0.295835	0.46586	0.222522	0.517152
0.196371	0.050797	0.330499	0.271625	0.169736	0.124717	0.076857	0.109102	0.023834	0.084874	0.161301	0.260144
0.147867	0.016328	0.515455	0.009586	0.051301	0.240042	1.069159	0.634842	0.113496	0.200465	0.228304	0.251554
0.318209	0.23226	0.385509	0.41759	0.917408	0.067545	0.245607	0.198209	0.909976	0.951406	0.642472	0.023697
0.320695	0.309141	0.159974	0.266486	0.1862	0.116431	0.244701	0.401666	0.009219	0.153286	0.052674	0.285334
0.572021	0.437388	0.596828	0.561317	0.168486	0.710525	0.488126	0.499597	0.445299	0.567414	0.406148	0.211399

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.39 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Entropy ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

0.058485	0.15282	0.195204	0.06841	0.197482	0.437465	0.04635	0.074004	0.35084	0.352075	0.486945	0.271699
0.177003	0.136047	0.217738	0.163852	0.146743	0.071237	0.08254	0.265032	0.303679	0.474192	0.20598	0.596311
0.221862	0.06305	0.387699	0.312913	0.205199	0.112577	0.079985	0.111262	0.028703	0.11129	0.185304	0.314186
0.173566	0.013526	0.55936	0.016061	0.075002	0.197898	1.093294	0.627862	0.102506	0.193972	0.219011	0.286684
0.335242	0.241969	0.411611	0.436468	1.052863	0.077824	0.17848	0.313948	1.051534	0.991847	0.660855	0.062336
0.321883	0.311891	0.166132	0.271966	0.155638	0.159473	0.254028	0.411637	0.032487	0.175528	0.049853	0.333777
0.576161	0.422036	0.609899	0.540807	0.130171	0.722447	0.46456	0.490508	0.445743	0.57649	0.387312	0.228326

4) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Sum Average

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 135 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.40 - 4.43 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.40 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Sum Average ค่ามุม 0 องศา [0 1]

1.747755	1.787551	1.404184	1.687551	1.816837	1.259388	1.789796	1.65	1.346429	1.468571	0.949694	0.272755
1.653776	1.623061	1.614286	1.668571	1.636429	1.408776	1.717959	1.620408	2.330204	1.298367	1.317143	0.567347
1.675306	1.55949	2.047755	1.626837	1.50102	1.431939	1.695612	1.908061	1.862245	1.759796	1.806429	0.333469
1.663163	1.462653	2.342041	1.57	1.632857	1.669388	0.935	1.322857	1.738878	1.723673	1.774796	0.407857
1.804694	1.641429	2.041327	1.949898	3.353265	1.479184	1.307755	2.428673	1.184796	1.07949	0.677245	0.198571
1.800714	2.006633	2.124388	1.963163	1.593571	2.07551	2.152959	2.302551	1.640204	1.883265	1.606327	0.404082
0.742959	0.669796	0.857959	0.812857	0.468061	1.225	0.729286	0.739694	0.816531	0.829184	0.68051	0.201327

ตาราง 4.41 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Sum Average ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

1.749688	1.791129	1.397022	1.693461	1.822678	1.260621	1.780716	1.629946	1.323511	1.481362	0.963453	0.274573
1.651812	1.622865	1.613286	1.669096	1.642441	1.405352	1.713036	1.603811	2.32601	1.294773	1.322157	0.573823
1.679092	1.55935	2.040504	1.622657	1.492711	1.427218	1.704602	1.898167	1.8611	1.743232	1.791649	0.330279
1.661287	1.464598	2.330071	1.570804	1.629425	1.676593	0.929717	1.305185	1.737818	1.730008	1.764681	0.403686
1.796543	1.647126	2.042274	1.951062	3.370054	1.47147	1.278113	2.43586	1.184819	1.08132	0.675864	0.197522
1.794565	2.017389	2.133903	1.9697	1.582466	2.06112	2.130987	2.301437	1.649	1.896085	1.621095	0.40681
0.743128	0.667118	0.855477	0.806018	0.46616	1.214494	0.726781	0.736464	0.812682	0.833923	0.68409	0.202416

ตาราง 4.42 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Sum Average ค่ามุม 135 องศา [-1 0]

41.29062	30.6564	335.9588	14.79988	23.92072	422.5004	6.299965	8.039819	26.65303	50.13416	105.6582	27.6225
8.360566	47.54998	14.091	40.67309	9.342092	152.4004	55.03754	5.338382	58.63145	36.33337	0.961528	38.35289
19.98506	45.71377	384.994	17.40052	23.63795	500.9219	12.86423	106.0069	70.94875	1.885046	25.12299	7.830329
21.83219	10.56254	379.7324	6.566781	81.83957	0.533927	199.9372	59.98924	7.303558	7.309877	16.02433	15.63428
52.62754	42.66905	47.49621	77.33812	245.3456	467.0611	47.64786	143.6198	2.132294	3.453481	0.433658	8.68099
11.40326	74.10772	37.62597	170.2492	23.37813	330.1567	27.12309	69.51628	230.4889	247.6365	22.81045	22.06149
13.97728	10.49116	27.4491	60.41348	0.957396	634.7216	15.76598	42.67408	172.2698	385.1478	410.7864	88.4553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.43 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมด้วย GLCM โดยค่า

Sum Average ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

1.749063	1.791233	1.396814	1.693669	1.822574	1.260933	1.781341	1.629738	1.322886	1.481466	0.963557	0.274573
1.651395	1.622553	1.613599	1.668888	1.642128	1.405144	1.71262	1.603186	2.326426	1.294981	1.321741	0.572886
1.680342	1.558621	2.040712	1.62349	1.492711	1.427634	1.703873	1.898584	1.860579	1.74344	1.791649	0.330279
1.660766	1.465952	2.32955	1.57122	1.629633	1.676281	0.93055	1.305185	1.737505	1.7298	1.764577	0.403894
1.796855	1.647022	2.04217	1.951999	3.370471	1.47147	1.277593	2.435131	1.184715	1.081424	0.675239	0.197626
1.795085	2.016868	2.133486	1.970533	1.582153	2.061329	2.130779	2.30227	1.648376	1.895564	1.621824	0.407226
0.742295	0.668471	0.854852	0.805914	0.465952	1.214286	0.726781	0.73636	0.813411	0.833923	0.683778	0.202103

#### 4.2.2.3 สรุปผลการทดลอง

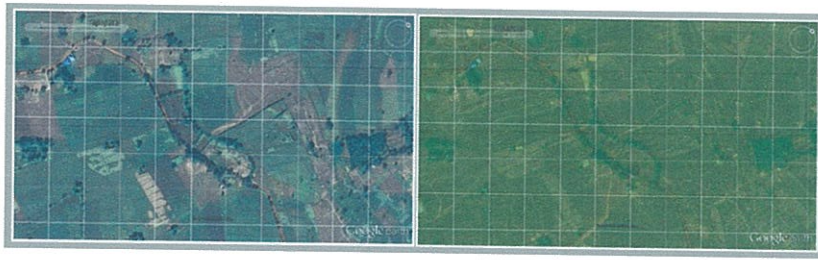
ในการเปรียบเทียบพื้นที่ที่มีน้ำท่วมนั้นอาจจะต้องใช้การแบ่งบล็อกที่ละเอียดมาก เพื่อที่จะสามารถแยกแยะได้ว่าพื้นที่ตรงไหนที่มีน้ำและต่างออกไปจากของเดิม และในส่วนของการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงนั้นอาจจะไม่สามารถตรวจจับได้ทั้งหมดเพราะพื้นถนนที่ถูกแทนที่ด้วยน้ำนั้นมีความคล้ายคลึงกับพื้นถนนเดิมมากซึ่งสามารถสรุปเทียบมาเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังตาราง 4.44 โดยการคำนวณนั้นอัตราความเฉลี่ยถูกต้องคิดจากพื้นที่สีเหลืองที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งในห้าด้วยพื้นที่สีเหลืองทั้งหมด อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากในภาพรูปแบบนี้มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแสงกระจายอยู่ที่รูปเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจึงคิดจากพื้นที่สีขาวที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งในห้าด้วยพื้นที่สีขาวทั้งหมด

ตาราง 4.44 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีน้ำท่วมจากเทคนิค HoG รูปแบบต่างๆ

การวัดประสิทธิภาพ	HoG	
	Block Size	Block Size
	100x100	30x30
อัตราความถูกต้องเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	0	63
อัตราความผิดพลาดเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	41	44

#### 4.2.3 การทดลองเปรียบเทียบภาพในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตร

ภาพที่ใช้เป็นภาพจากบริเวณละติจูดที่ 15.092770 ลองจิจูดที่ 102.477784 เป็นรูปภาพทุ่งนาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยเก็บภาพของวันที่ 31/10/2013 และวันที่ 11/12/2013 ซึ่งในภาพการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดคือสีของทุ่งนาและตัวพื้นผิวจากหน้าดิน



ก)

ข)

รูป 4.11 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตร

ก) วันที่ 31/10/2013

ข) วันที่ 11/12/2013

#### 4.2.3.1 ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค Histogram of Oriented Gradient

ทดลองแบบ Histogram of Oriented Gradient โดยแบ่งเป็นบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และ บล็อกขนาด 30x30 พิกเซล ทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ bin ทั้งหมดสามค่า คือ 90 180 270 และแสดงผลออกมาดังตาราง 4.45 - 4.47 หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

1) ผลจากการทดลองแบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล

ตาราง 4.45 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย

HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90

19022.85	13328.65	305.1491	8043.1	479043.4	314658.2	32714.68	91214.63	133588.9	95065.48	22463.22	168.1355
67344.49	24283.1	164286.8	175398	13000.03	158749.2	191673.2	9632.342	14113.47	8321.771	26915.95	2972.33
164.2507	51939.08	39423.48	181420.5	23266.11	159063.8	12930.84	2098.332	53491.96	251998.7	5646.616	712.449
9781.383	70326.36	35042.13	173110.2	11550.87	3728.978	3865.62	127124.2	125755.2	77180.75	259611.8	5079.819
179441.7	84160.57	70462.5	123029.5	115192.1	16053.66	89736.12	34730.55	225777.6	13888.68	1672.05	19403.21
293466.4	67704.06	298811.1	372609.4	17353.65	596.5069	493.3806	5167.334	27947.09	7805.167	3556.292	1204.787
132168.6	185173.4	128414.7	185806.6	14261.34	5904.734	50695.65	69583.79	48571.37	2867.913	41.89991	195.973

ตาราง 4.46 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย

HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 180

11565.87	8351.065	275.1189	4893.628	308209.2	220154.1	22480.02	56682.2	77236.79	66039.65	13756.04	123.4344
35594.47	14403.19	106176	111419.5	6659.09	94334.01	115902.5	11130.5	8730.28	5512.555	18614.67	2611.047
1965.124	35578.49	39609.4	139069.8	15206.17	97382.48	10879.12	1642.152	29212.57	183315.8	2914.372	484.0881
5821.225	45795.3	21065.89	134137.7	7678.825	4719.753	3368.834	101776.8	67451.18	40035.25	185553.3	4582.898
128984.1	65520.9	49334.43	71171.84	77533.01	10398.12	59132.75	18648.97	124295.4	9080.434	1819.138	19638.15
185143.9	42374.19	186771.9	223740	25717.57	496.3904	258.9199	4431.294	20258.11	5832.588	1922.894	960.6483
101543.6	166448.6	107966.7	148247.1	12297.29	3621.213	43644.42	57037.17	32260.67	2167.741	43.85977	334.0013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.47 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย

HoG บล็อกขนาด 100x100 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270

11565.87	8351.065	275.1189	4893.628	308209.2	220154.1	22480.02	56682.2	77236.79	66039.65	13756.04	123.4344
35594.47	14403.19	106176	111419.5	6659.09	94334.01	115902.5	11130.5	8730.28	5512.555	18614.67	2611.047
1965.124	35578.49	39609.4	139069.8	15206.17	97382.48	10879.12	1642.152	29212.57	183315.8	2914.372	484.0881
5821.225	45795.3	21065.89	134137.7	7678.825	4719.753	3368.834	101776.8	67451.18	40035.25	185553.3	4582.898
128984.1	65520.9	49334.43	71171.84	77533.01	10398.12	59132.75	18648.97	124295.4	9080.434	1819.138	19638.15
185143.9	42374.19	186771.9	223740	25717.57	496.3904	258.9199	4431.294	20258.11	5832.588	1922.894	960.6483
101543.6	166448.6	107966.7	148247.1	12297.29	3621.213	43644.42	57037.17	32260.67	2167.741	43.85977	334.0013

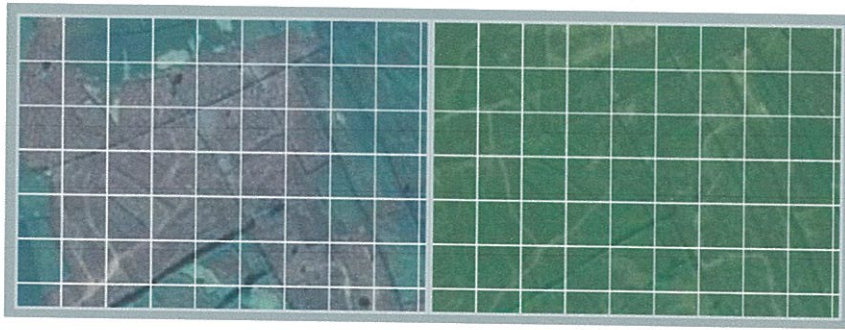
ในพื้นที่การเกษตรนั้นการเปลี่ยนแปลงจะขึ้นอยู่กับพื้นผิวของหน้าดินกับต้นไม้ที่ขึ้นมาใหม่และสีที่เปลี่ยนไปที่ทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนซึ่งถ้าดูจากผลที่ได้มาส่วนที่โคจรจวบการเปลี่ยนแปลงได้จะเป็นรอยของรถหรือต้นไม้ต้นใหญ่ที่ขึ้นเพิ่มจากเดิมมากกว่าจะเป็นบริเวณเกษตรกรรม ดังเช่นในรูปที่ โดยตัดที่เกณฑ์ที่ 20,000 ของค่า Bin = 90 ตรงพื้นที่ที่โคจรจวบจะเป็นพื้นที่ที่มีรอยรถหรือต้นไม้ทั้งหมด

0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0

รูป 4.12 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 200,000 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างด้วย HoG ขนาดบล็อก 100x100 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ใส่สีเพื่อการเปลี่ยนแปลง

2) ผลจากการทดลองแบ่งบล็อกขนาด 30x30 พิกเซล

ทดลองปรับขนาดของบล็อกให้ลดลงเป็น 30x30 และปรับขนาดของรูปจากรูป 4.11 โดยตัดมาเพียงบางส่วนเพื่อให้ดูผลได้ง่ายขึ้น เพื่อที่จะดูผลว่าหากบล็อกเล็กลงจะสามารถเห็นผลได้ชัดเจนขึ้นหรือไม่ ภาพที่นำไปเปรียบเทียบจะเป็นดังรูป 4.13 และแสดงผลออกมาดังตาราง 4.48 หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข



ก)

ข)

รูป 4.13 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรตัดมาบางส่วน

ก) วันที่ 31/10/2013

ข) วันที่ 11/12/2013

ตาราง 4.48 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่ทางการเกษตรด้วย

HoG บล็อกขนาด 30x30 พิกเซล จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90

76.9478	103.8888	77.16795	26.5829	14.65519	32.90854	41.05372	84.2606	58.55346	4.44962
25.67575	65.413	32.28202	29.37128	17.80286	25.58801	79.05356	73.43952	16.08181	8.383111
98.45154	16.71237	28.37002	53.89102	63.04747	25.3812	39.96685	73.94389	39.23192	5.822847
107.8023	62.6592	17.81602	66.09093	97.322	30.47197	22.11747	65.24403	59.2949	4.58684
66.93511	44.73791	37.63859	68.22686	36.06453	39.49663	33.40116	31.11905	30.99231	4.541223
73.50343	33.72045	30.12676	62.5345	58.41153	8.804227	79.19402	90.72768	38.84082	1.310124
19.64093	19.0169	58.54733	40.27182	45.95923	35.77564	46.69692	25.2781	36.60015	5.257436

เมื่อนำมาตัดเกณฑ์ที่ 40 จะได้ดังรูป 4.14 โดยพื้นที่ที่เป็นสีเหลืองจะเป็นพื้นที่ที่มีการเกษตรกรรมและเปลี่ยนไปจะเห็นได้ว่าการตรวจจับไม่สามารถครอบคลุมได้อย่างเป็นเพราะความละเอียดของภาพที่ทำให้มองไม่เห็นพื้นผิวของดินอย่างแท้จริงและในส่วนของพื้นที่สีส้มนั้นคือพื้นที่ที่หน้าดินมีการเปลี่ยนของแนวการปลูก จะสามารถตรวจจับได้ง่ายกว่า

1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0	1	0	0	0

รูป 4.14 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 40 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการก่อสร้างด้วย HoG ขนาดบล็อก 30x30 จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ใส่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2.3.2 ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค Grey Level Co-occurrence Matrix

การทดลองแบบ Grey Level Co-occurrence Matrix มีค่าคุณลักษณะเด่นให้เลือกมากมาย แต่ค่าที่เลือกมาเพื่อทำการทดสอบมีสี่ค่าคือ ค่า Cluster Prominent ค่า Difference Variance ค่า Entropy และค่า Sum Average ซึ่งเป็นค่าที่นิยมนำมาใช้ในการเปรียบเทียบรูปภาพ

#### 1) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Cluster Prominent

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 135 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 180 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.49 - 4.52 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.49 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 0 องศา [0 1]

1.134676	2.87904	0.267674	6.824323	9.324083	0.66926	1.035095	1.459328	0.857974	0.228326	0.194416	29.9648
14.69615	47.86202	4.258443	13.02373	27.18088	2.074773	0.762685	1.103053	0.730156	0.598547	1.88442	34.67758
24.66273	4.888545	0.32525	2.338884	13.79572	0.670725	3.881213	6.473486	2.570104	0.079598	3.606151	21.28831
20.02512	0.348436	6.991851	1.589013	11.23507	20.12002	13.21116	2.383429	16.02483	13.38643	11.77036	23.90088
11.64506	2.2579	0.96155	15.57568	16.6181	40.48077	24.43023	0.107092	2.43958	15.00224	12.9543	234.1039
2.402622	3.081277	0.555199	11.15771	12.59307	5.790558	0.7306	3.696464	1.773476	6.20539	0.182316	48.72705
35.87045	21.43933	36.24099	45.86745	37.92824	34.47686	39.71284	36.8509	74.02453	53.96909	1.951847	33.9947

ตาราง 4.50 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

1.855102	0.391968	5.922147	6.272209	9.01387	0.114031	0.235244	1.025626	0.513271	0.286987	0.824843	29.93187
11.68821	44.40978	3.169183	11.0993	24.39493	1.767358	0.484246	0.839271	0.726215	0.25261	1.809043	35.17256
21.87286	3.85756	0.267195	1.836866	12.67708	0.787831	4.340674	6.823079	2.083613	0.18493	3.588509	20.86171
17.33386	0.206183	5.597232	1.473405	9.647707	19.61343	12.28679	1.897553	13.79014	11.99711	10.36424	21.19292
10.74723	2.176031	0.77923	14.99248	15.16504	36.71823	22.51038	0.022894	1.718179	13.80434	11.00704	233.1213
2.172826	2.821748	0.575645	10.49395	11.83028	4.451534	0.432272	3.333315	1.426857	5.945172	0.634244	49.66728
35.99341	22.68735	37.32214	42.86699	34.10017	33.99093	39.71179	37.14867	72.41185	58.30078	4.092349	30.78884

ตาราง 4.51 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

2.098473	0.678679	5.113565	7.117124	9.425543	0.223349	0.329864	1.628914	0.544056	0.301287	0.85751	29.0278
19.29803	47.24496	3.730824	13.18241	26.64176	2.009054	0.767395	1.026222	0.723261	0.354871	2.004726	33.72804
26.00163	4.136194	0.268455	2.799087	15.25657	0.941265	3.490579	5.609919	2.596515	0.153446	3.733545	18.68811
18.59541	0.363847	6.113687	1.653123	11.99645	20.11466	12.36482	2.704975	16.12107	12.83678	11.60623	25.0203
11.30903	2.37745	0.855842	14.88288	17.72635	41.73583	25.56902	0.038542	2.133041	15.6175	13.57324	254.0083
2.97537	3.628657	0.550009	11.04494	11.98811	4.173785	0.325529	4.371908	2.072377	7.207128	0.390249	54.22529
35.18213	22.59834	35.90716	44.30951	36.51732	32.43431	38.30128	37.09477	72.33568	40.87611	0.88901	26.20096

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.52 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Cluster Prominent ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

1.818422	0.396213	8.348012	5.149128	7.874451	0.15041	0.302327	1.352042	0.535387	0.289099	0.418786	33.97387
13.39076	43.27584	3.805509	11.88968	23.61035	1.732204	0.466893	0.712144	0.713172	0.474684	1.569013	35.9222
19.7381	3.710677	0.188314	2.399062	11.85476	0.700277	2.191557	3.422737	2.117792	0.089616	3.097986	20.56274
16.55636	0.244608	5.434559	1.418391	9.92489	16.46646	10.08861	1.795648	14.27529	11.6338	9.715049	19.58157
8.941129	2.172664	0.860422	13.39602	16.12697	36.99382	21.63824	0.057958	1.309345	12.77156	11.47818	232.1468
2.221113	2.398411	0.545113	10.48034	11.04727	4.405077	0.296031	3.240777	1.480635	6.034366	0.347135	47.65762
35.97612	23.59088	37.85707	42.35327	36.06095	34.40093	40.45119	37.47149	72.48885	51.65176	7.054164	33.09491

- 2) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Difference Variance แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.53 - 4.56 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.53 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 0 องศา [0 1]

0.158878	0.060816	0.107041	0.000102	0.082755	0.171224	0.167857	0.129286	0.058061	0.059082	0.082041	0.035306
0.036429	0.192245	0.045102	0.118571	0.186633	0.158061	0.070714	0.02	0.234796	0.188673	0.199796	0.071327
0.302755	0.126224	0.172143	0.144184	0.140714	0.109286	0.098163	0.042653	0.126224	0.244286	0.162755	0.063163
0.141224	0.158776	0.125612	0.150612	0.045816	0.099694	0.075816	0.05	0.036122	0.064286	0.116122	0.126939
0.035612	0.201939	0.080918	0.065306	0.028776	0.305714	0.258367	0.152449	0.046531	0.153469	0.077347	0.261939
0.19	0.099898	0.257449	0.200408	0.089796	0.13449	0.274898	0.034388	0.008571	0.017755	0.008776	0.049082
0.046224	0.061735	0.103061	0.011327	0.056429	0.064388	0.118571	0.064796	0.023469	0.028265	0.028776	0.041224

ตาราง 4.54 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

0.197105	0.135673	0.014057	0.033944	0.07903	0.235319	0.198459	0.132341	0.117243	0.072157	0.108913	0.032799
0.059454	0.256556	0.020096	0.193461	0.266556	0.182736	0.094127	0.006352	0.291441	0.165556	0.23459	0.077676
0.39671	0.124115	0.225219	0.194711	0.182216	0.119429	0.127759	0.07601	0.139317	0.264369	0.171387	0.065598
0.178467	0.232507	0.149105	0.181903	0.059975	0.069971	0.086318	0.040816	0.064556	0.122865	0.188984	0.140254
0.071637	0.207414	0.042795	0.069763	0.0202	0.38182	0.344232	0.196168	0.053728	0.194086	0.104644	0.272699
0.232091	0.121095	0.309454	0.206893	0.063619	0.122345	0.287589	0.049667	0.040712	0.030716	0.008122	0.04092
0.017076	0.062474	0.065806	0.004373	0.040296	0.019263	0.050396	0.028113	0.039879	0.053207	0.004269	0.036756

ตาราง 4.55 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

0.166327	0.124796	0.000408	0.031735	0.052449	0.216122	0.182959	0.118163	0.082245	0.070102	0.084796	0.069694
0.001633	0.19398	0.015204	0.080102	0.194796	0.135714	0.069694	0.00602	0.204082	0.126327	0.198878	0.077449
0.283163	0.126429	0.229286	0.223469	0.079286	0.098265	0.081735	0.008163	0.094184	0.180306	0.121531	0.044592
0.122245	0.230612	0.156837	0.214898	0.02051	0.079082	0.103469	0.106837	0.011939	0.124694	0.152653	0.078367
0.117143	0.205	0.068163	0.066327	0.046327	0.236735	0.195918	0.15449	0.003776	0.136429	0.076429	0.048571
0.23	0.110204	0.264286	0.175306	0.037653	0.092857	0.2	0.060306	0.020918	0.020816	0.000612	0.016122
0.011939	0.065102	0.036939	0.006837	0.056939	0.003061	0.026633	0.022347	0.058163	0.067041	0.00051	0.00051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.56 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Difference Variance ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

0.194711	0.109434	0.006143	0.082362	0.045294	0.25885	0.220845	0.155352	0.076947	0.071637	0.108913	0.048626
0.088088	0.326635	0.034257	0.133798	0.29925	0.190025	0.093919	0.000104	0.234382	0.228342	0.232924	0.086422
0.446481	0.171491	0.270721	0.256352	0.207205	0.137026	0.061745	0.065702	0.117347	0.278217	0.162641	0.06289
0.217305	0.2601	0.169096	0.260621	0.036443	0.232507	0.089025	0.108601	0.054977	0.162745	0.233653	0.16743
0.043628	0.242191	0.074552	0.045814	0.042274	0.402228	0.387963	0.186797	0.024677	0.207934	0.160766	0.277801
0.265098	0.114223	0.333195	0.225843	0.012287	0.134423	0.277593	0.043211	0.013224	0.014681	0.016035	0.052582
0.015827	0.084027	0.078405	0.017076	0.043732	0.027176	0.066327	0.025406	0.052062	0.052791	0.053832	0.037797

3) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Entropy

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.57 - 4.60 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.57 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 0 องศา [0 1]

0.474055	0.128858	0.029137	0.078233	0.247727	0.773607	0.508209	0.472727	0.433566	0.235967	0.304502	0.174291
0.063565	0.603914	0.256716	0.540494	0.653145	0.303406	0.221494	0.011831	0.905036	0.461737	0.278339	0.27908
0.955258	0.451118	0.643862	0.648835	0.472079	0.554663	0.073182	0.047473	0.169446	0.737628	0.220489	0.208131
0.652535	0.581811	0.320426	0.630942	0.152076	0.453349	0.196177	0.220097	0.38674	0.578932	0.528434	0.199063
0.085398	0.66468	0.037703	0.175016	0.074776	0.895619	0.846609	0.471294	0.024118	0.603679	0.314129	0.159907
0.792007	0.315184	1.064304	0.487038	0.039404	0.42181	0.973393	0.115791	0.113652	0.18635	0.144559	0.079751
0.155984	0.289981	0.386088	0.052114	0.192179	0.158105	0.436377	0.26032	0.013346	0.053112	0.078968	0.026354

ตาราง 4.58 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

0.468266	0.157775	0.045571	0.104587	0.235142	0.823509	0.505594	0.485005	0.511717	0.241806	0.323717	0.169047
0.062933	0.607175	0.31689	0.576737	0.678305	0.294155	0.218999	0.024987	0.938919	0.400681	0.267889	0.279167
0.992704	0.441021	0.664442	0.699203	0.491095	0.572618	0.081745	0.029567	0.147809	0.703865	0.183441	0.204769
0.649217	0.621021	0.354697	0.654047	0.135956	0.424446	0.218312	0.220166	0.411353	0.649403	0.573503	0.191944
0.108077	0.663241	0.086686	0.19509	0.091888	0.918737	0.877573	0.476509	0.017102	0.61184	0.316882	0.157527
0.831946	0.322578	1.083712	0.483447	0.011662	0.411568	0.97692	0.123205	0.140794	0.172891	0.154408	0.070057
0.166615	0.315945	0.394301	0.055007	0.205887	0.152302	0.430359	0.273944	0.015814	0.058779	0.078756	0.025369

ตาราง 4.59 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

0.463481	0.151784	0.041502	0.107624	0.211637	0.809024	0.524846	0.477817	0.47327	0.247172	0.318094	0.165458
0.054105	0.60583	0.303756	0.505583	0.643998	0.27766	0.203477	0.021001	0.86911	0.381156	0.291275	0.27796
0.935562	0.435784	0.662972	0.708864	0.427769	0.54635	0.069584	0.071204	0.148499	0.632634	0.170089	0.196428
0.615449	0.619358	0.362283	0.696616	0.075237	0.441241	0.224259	0.269547	0.352801	0.663939	0.578941	0.196976
0.156689	0.669188	0.049985	0.182938	0.064325	0.863419	0.788172	0.468016	0.009794	0.584784	0.317778	0.159938
0.798551	0.309086	1.035589	0.467724	0.032863	0.410456	0.911755	0.148897	0.123263	0.140155	0.149963	0.079886
0.161835	0.315019	0.359335	0.057179	0.221061	0.147451	0.415449	0.275411	0.01408	0.054741	0.073112	0.028365

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.60 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Entropy ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

0.469298	0.133508	0.035437	0.128039	0.222722	0.840062	0.516781	0.500457	0.464055	0.242591	0.326945	0.16989
0.045681	0.642229	0.297747	0.541944	0.68339	0.300696	0.216645	0.025282	0.908661	0.451743	0.262274	0.281044
1.01956	0.478054	0.669007	0.726166	0.499234	0.578873	0.034943	0.105861	0.148108	0.724581	0.174499	0.206882
0.68003	0.635764	0.35458	0.704979	0.11863	0.514979	0.225318	0.269715	0.39826	0.682028	0.597083	0.20882
0.103767	0.68277	0.073895	0.208305	0.058158	0.916772	0.899177	0.485573	0.011714	0.623292	0.376531	0.163026
0.846444	0.317655	1.095263	0.508075	0.050707	0.437722	0.970102	0.134293	0.115966	0.175901	0.156019	0.085236
0.166363	0.326938	0.395069	0.047863	0.210075	0.157239	0.43501	0.276753	0.008666	0.056742	0.078675	0.030598

4) ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค GLCM ใช้ค่า Sum Average

แบ่งบล็อกขนาด 100x100 พิกเซล และทำการเปรียบเทียบโดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์มุมสี่ค่าด้วยกันคือ ค่ามุม 0 องศา [0 1] ค่ามุม 45 องศา [-1 1] ค่ามุม 180 องศา [-1 0] และ ค่ามุม 135 องศา [-1 -1] แสดงผลออกมาดังตาราง 4.61 - 4.64 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ตารางมาเลือกเพื่อตัดค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นว่าช่องไหนที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาจากค่าของตัวเลข

ตาราง 4.61 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 0 องศา [0 1]

0.475612	0.763469	0.880918	0.881735	0.77398	0.996939	0.750306	0.898878	0.381735	0.173776	0.420204	0.206122
0.962959	0.709388	0.268776	1.003265	0.551939	0.835408	1.196224	1.322041	1.043163	0.912551	1.430816	0.193776
1.283163	0.180306	0.35398	0.701327	0.776633	0.531122	1.504898	1.126327	1.317653	0.98898	1.615816	0.165816
0.705102	0.84898	0.762959	0.849592	0.706224	1.03602	0.871939	0.996531	1.355306	0.592653	0.695102	0.00898
0.499082	0.483571	1.250102	1.201837	1.024898	0.52898	1.349184	1.440612	1.449184	0.654286	0.97898	0.510714
0.944286	0.875204	1.18949	1.690204	1.301633	0.677347	1.040204	1.259898	1.317551	0.431224	0.567755	0.132347
0.493571	0.341939	0.528163	0.342347	0.280714	0.478469	0.584694	0.491531	0.554286	0.566224	0.120408	0.027143

ตาราง 4.62 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 45 องศา [-1 1]

0.470741	0.767493	0.876614	0.883798	0.770825	1.009163	0.752603	0.899521	0.378592	0.168576	0.421283	0.20606
0.9495	0.715743	0.274157	1.018117	0.550187	0.840379	1.200958	1.322678	1.04696	0.912536	1.428259	0.192628
1.270721	0.179092	0.359746	0.703873	0.786339	0.524261	1.508642	1.128488	1.317368	0.989275	1.61995	0.164098
0.713453	0.848084	0.752811	0.846626	0.7197	1.0404	0.865369	0.996043	1.373178	0.58913	0.691691	0.014057
0.501874	0.4798	1.249584	1.194711	1.024573	0.522387	1.350479	1.440858	1.466681	0.653269	0.983653	0.516556
0.948251	0.87474	1.197418	1.687734	1.301229	0.666493	1.038317	1.250416	1.320804	0.423469	0.566639	0.132757
0.494377	0.340275	0.532695	0.331737	0.271658	0.475739	0.58309	0.493544	0.554873	0.570908	0.117347	0.024677

ตาราง 4.63 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 180 องศา [-1 0]

0.471429	0.765204	0.879796	0.882347	0.779388	1.015102	0.753776	0.890612	0.378163	0.16602	0.423367	0.213163
0.945306	0.710714	0.281122	1.016429	0.553367	0.830816	1.206837	1.317653	1.038571	0.915714	1.42051	0.201122
1.261939	0.179694	0.362755	0.701224	0.784796	0.529898	1.500306	1.13	1.32051	0.99949	1.610306	0.171531
0.716122	0.847347	0.757245	0.850204	0.723367	1.038061	0.867143	1.001327	1.364592	0.598776	0.684898	0.017347
0.501633	0.488878	1.250204	1.192653	1.02449	0.533878	1.348776	1.437551	1.467245	0.652959	0.983367	0.523878
0.946735	0.871837	1.201837	1.694082	1.310918	0.667959	1.042449	1.248265	1.312959	0.43551	0.562857	0.138163
0.491327	0.336939	0.528163	0.337653	0.278367	0.475714	0.581531	0.492143	0.552449	0.568673	0.121327	0.026633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตาราง 4.64 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรด้วย

##### GLCM โดยค่า Sum Average ค่ามุม 135 องศา [-1 -1]

0.470845	0.766868	0.877239	0.883694	0.771033	1.008955	0.752707	0.899625	0.378696	0.168471	0.421283	0.20606
0.948147	0.716472	0.27374	1.017805	0.550812	0.83913	1.201791	1.322678	1.046751	0.912849	1.428051	0.192836
1.271762	0.178571	0.360267	0.703873	0.786131	0.524365	1.50885	1.128384	1.31768	0.988546	1.619742	0.164723
0.713349	0.847772	0.752811	0.846626	0.719075	1.041129	0.864744	0.995731	1.372345	0.590067	0.692003	0.014369
0.50177	0.4798	1.249063	1.195127	1.025823	0.521137	1.350895	1.440858	1.466576	0.652957	0.983132	0.516868
0.947522	0.875573	1.197834	1.687526	1.301333	0.666493	1.038526	1.249792	1.321429	0.423261	0.567472	0.132549
0.494169	0.340379	0.532591	0.331529	0.272387	0.475739	0.582986	0.493753	0.554769	0.571116	0.117139	0.024677

#### 4.2.3.3 สรุปผลการทดลอง

ในการเปรียบเทียบภาพในพื้นที่การเกษตรนั้นเน้นการใช้สีในการเปรียบเทียบเป็นหลักทำให้ผลที่ได้ออกมาไม่ตรงกับความเป็นจริง และในส่วนของภาพเปรียบเทียบพื้นผิวนั้นภาพถ่ายดาวเทียมยังไม่มีรายละเอียดมากพอที่จะสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างตรงนี้ได้ทำให้การหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ทางการเกษตรนั้นสามารถตรวจจับได้ในบริเวณที่มีต้นไม้ขึ้นแบบเห็นได้ชัดและในบริเวณที่มีรอยการเปลี่ยนของแนวเกษตรกรรม และรอยหน้าดินซึ่งสามารถสรุปเทียบมาเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังตาราง 4.65 โดยการคำนวณนั้นอัตราความเฉลี่ยถูกต้องคิดจากพื้นที่สีเหลืองที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งหารด้วยพื้นที่สีเหลืองทั้งหมด อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากในภาพรูปแบบนี้ไม่มีวัตถุใดที่เป็นแสงกระทบและวัตถุยังคล้ายคลึงจากของเดิมเกือบทั้งหมดอัตราความผิดพลาดเฉลี่ยจึงคิดจากพื้นที่สีขาวที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งหารด้วยพื้นที่สีขาวทั้งหมด

ตาราง 4.65 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นพื้นที่การเกษตรจากเทคนิค HoG รูปแบบต่างๆ

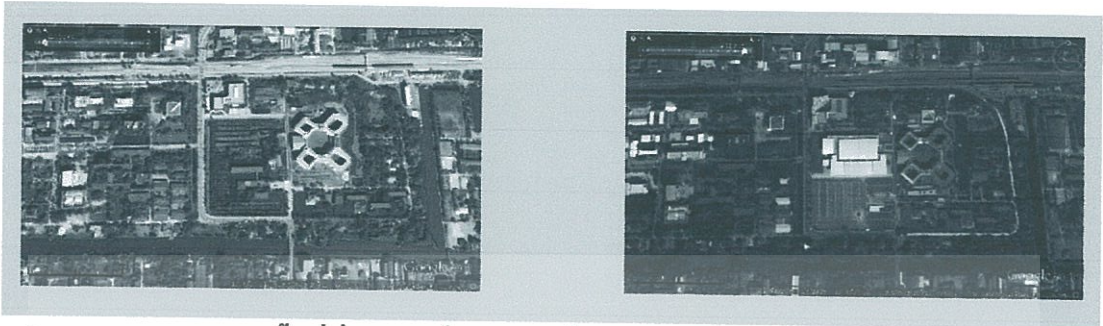
การวัดประสิทธิภาพ	HoG	
	Block Size 100x100	Block Size 30x30
อัตราความถูกต้องเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	46	45
อัตราความผิดพลาดเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	54	36

#### 4.2.4 การทดลองเปรียบเทียบภาพแบบปรับแสงโดยรวมของพื้นที่ที่มีการก่อสร้าง

จากปัญหาเรื่องแสงจากภาพถ่ายดาวเทียมที่ไม่เท่ากันในแต่ละภาพในการทดลองนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อปรับแสงรูปภาพให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน โดยคิดจากค่าเฉลี่ยของแสงในแต่ละรูป และทำการปรับแสงโดยรวมของภาพที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าให้ลดลงมาอยู่ในระดับเดียวกับอีกภาพดังในรูป และรูป แต่จะเห็นได้ว่าแม้จะมีการปรับแสงแล้วบริเวณหลังคาที่มีแสงสะท้อน ยังมีความโดดเด่นออกมาจากอีกรูป ซึ่งภาพที่ใช้เป็นภาพจากบริเวณละติจูดที่ 13.72634444 ลองติจูดที่

100.7791944 เป็นรูปภาพบริเวณหอประชุมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง โดยเก็บภาพของวันที่ 13/12/2002 และวันที่ 9/22/2015 ซึ่งในภาพการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดคือการสร้างหอประชุมที่เพิ่มขึ้นมา



รูป 4.15 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบยังไม่ได้รับแสงของวันที่ 13/12/2002 และวันที่ 9/22/2015



รูป 4.16 ภาพทดสอบในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบปรับแสงแล้วของวันที่ 13/12/2002 และวันที่ 9/22/2015

#### 4.2.4.1 ทดลองเปรียบเทียบภาพด้วยเทคนิค Histogram of Oriented Gradient ก่อนและหลังการทดสอบปรับสภาพแสงในภาพ

ตาราง 4.66 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบปรับแสง โดยรวมด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 90

233.4947	180.1546	95.92113	170.4081	69.32277	230.5014	197.5742	578.1597	224.6724	474.4911	326.2642	74.60233
349.5339	564.0179	465.5952	287.0139	317.3715	253.2122	434.3452	145.5503	187.7488	373.0498	340.0538	26.5456
150.4721	314.3358	201.3939	91.6789	550.295	743.3766	444.3496	64.58933	684.1224	126.7759	129.923	226.5036
222.3009	280.7422	520.8158	413.8936	806.8927	636.2561	620.9423	308.4522	129.3486	130.5842	32.69012	272.6421
481.0931	605.5865	222.0217	437.8038	318.6733	166.0762	850.4635	134.13	141.1773	245.0417	341.0121	132.2618
171.2432	76.32861	404.4151	161.4411	301.2801	293.0561	578.4323	75.51447	135.6138	239.5747	157.1905	217.0979
128.9745	65.34932	118.3168	171.2088	358.6279	101.9889	146.8661	118.9309	115.6764	137.0416	49.89439	19.18886

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.67 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบปรับแสง โดยรวมด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 180

233.4947	180.1546	95.92113	170.4081	135.6525	230.5014	197.5742	578.1597	237.4538	474.4911	326.2642	74.60233
349.5339	564.0179	465.5952	287.0139	317.3715	253.2122	434.3452	145.5503	187.7488	373.0498	340.0538	66.64868
229.1479	314.3358	201.3939	91.6789	550.295	743.3766	444.3496	94.84571	684.1224	186.2154	129.923	226.5036
222.3009	280.7422	520.8158	413.8936	806.8927	636.2561	620.9423	308.4522	129.3486	166.6887	36.44095	272.6421
481.0931	605.5865	222.0217	437.8038	318.6733	291.9826	850.4635	221.358	215.5087	245.0417	341.0121	132.2618
171.2432	76.32861	404.4151	161.4411	301.2801	293.0561	578.4323	75.51447	135.6138	239.5747	157.1905	217.0979
128.9745	65.34932	118.3168	171.2088	358.6279	101.9889	146.8661	118.9309	115.6764	137.0416	49.89439	24.64044

ตาราง 4.68 ผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบปรับแสง โดยรวมด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270

233.4947	180.1546	95.92113	170.4081	135.6525	230.5014	197.5742	578.1597	237.4538	474.4911	326.2642	74.60233
349.5339	564.0179	465.5952	287.0139	317.3715	253.2122	434.3452	145.5503	187.7488	373.0498	340.0538	66.64868
229.1479	314.3358	201.3939	91.6789	550.295	743.3766	444.3496	94.84571	684.1224	186.2154	129.923	226.5036
222.3009	280.7422	520.8158	413.8936	806.8927	636.2561	620.9423	308.4522	129.3486	166.6887	36.44095	272.6421
481.0931	605.5865	222.0217	437.8038	318.6733	291.9826	850.4635	221.358	215.5087	245.0417	341.0121	132.2618
171.2432	76.32861	404.4151	161.4411	301.2801	293.0561	578.4323	75.51447	135.6138	239.5747	157.1905	217.0979
128.9745	65.34932	118.3168	171.2088	358.6279	101.9889	146.8661	118.9309	115.6764	137.0416	49.89439	24.64044

จากผลการเปรียบเทียบทั้งสามเมื่อลองนำมาตัดเกณฑ์พบว่า ผลที่ได้ต่างจากการคำนวณแบบไม่ปรับความสว่างน้อยมากและพื้นที่ที่เกิดการสะท้อนจนทำให้เกิดข้อผิดพลาดนั้นยังคงสามารถตรวจจับได้เหมือนเดิม

0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

รูป 4.17 ภาพผลการตัดเกณฑ์ภาพที่ค่ามากกว่า 300 ของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการก่อสร้างแบบปรับแสงโดยรวมด้วย HoG จำนวนฮิสโตแกรม Bin = 270 ไล่สีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

4.2.4.2 สรุปผลการทดลอง

การปรับความสว่างให้ลงมาอยู่ในระดับเดียวกันนั้น ยังไม่ช่วยในการเปรียบเทียบพื้นที่ที่เกิดแสงสะท้อนหรือแสงสว่างอย่างโดดเด่นยังคงโคจรตรวจจับเช่นเดิม อาจจะต้องใช้การปรับภาพสองภาพให้เกิดแสงใกล้เคียงกันแบบบล็อกเล็กๆ ก่อนการเปรียบเทียบ จะลดความผิดพลาดในเรื่องแสงลงได้ซึ่งสามารถสรุปเทียบมาเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังตาราง 4.69 โดยการคำนวณนั้น อัตราความเฉลี่ยถูกต้องคิดจากพื้นที่สีเหลืองที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งในหารด้วยพื้นที่สีเหลืองทั้งหมด อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากผลกระทบของแสงคิดจากพื้นที่สีส้มที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งในหารด้วยพื้นที่สีส้มทั้งหมด และ อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากลักษณะพื้นที่ที่มีความใกล้เคียงกันนั้นคิดจากพื้นที่สีขาวที่มีผลลัพธ์เป็นหนึ่งในหารด้วยพื้นที่สีขาวทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.69 เปรียบเทียบประสิทธิภาพผลการเปรียบเทียบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมีการ  
ก่อสร้างแบบปรับแสงโดยรวมจากเทคนิค HoG

การวัดประสิทธิภาพ	HoG
อัตราความถูกต้องเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	69
อัตราความผิดพลาดเฉลี่ย เนื่องจากผลกระทบของแสง (เปอร์เซ็นต์)	67
อัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเนื่องจากลักษณะ พื้นที่ที่มีความใกล้เคียงกัน (เปอร์เซ็นต์)	24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการระบบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียมที่คณะผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นระบบที่สามารถใช้งานได้ผ่านเว็บไซต์ โดยจะเก็บรูปภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth เป็นหลัก และมีระบบ Image processing เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยผลลัพธ์แสดงได้ 4 รูปแบบ ได้แก่รูปแบบของรูปภาพที่เน้นการเปลี่ยนแปลงด้วยสี รูปแบบภาพเคลื่อนไหวที่แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างๆ รูปแบบกราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ และรูปแบบรายงานระบุพื้นที่และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ในส่วน of เว็บไซต์ยังมีระบบสมาชิกเพื่อให้ผู้ใช้งานที่ไม่ต้องการเข้ามาดูระบบตลอดเวลาสามารถตั้งค่าให้ระบบแจ้งเตือนได้เมื่อพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงถึงเปอร์เซ็นต์ที่กำหนด ซึ่งระบบพัฒนาโดยใช้ PHP และ OpenCV บนเซิร์ฟเวอร์ระบบ Ubuntu

โครงการนี้เหมาะสำหรับใช้ในการดูการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยเด่นชัดสามารถมองเห็นได้จากภาพถ่ายทางดาวเทียม

#### 5.1 บทสรุป

จากการพัฒนาระบบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียมจนถึงปัจจุบัน สามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ที่พัฒนา

- 1) พัฒนาในส่วนตรวจจับการเปลี่ยนแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียมได้
- 2) พัฒนาส่วนเว็บไซต์ที่สามารถใช้งานได้ผ่านอินเทอร์เน็ต
- 3) พัฒนาให้สามารถแสดงผลออกมาได้ในรูปแบบรูปภาพ วิดีโอ กราฟ เอกสาร
- 4) พัฒนาให้ผู้ใช้ที่เป็นสมาชิกสามารถกำหนดเปอร์เซ็นต์ให้แจ้งเตือนได้
- 5) ติดตั้ง Web Server เพื่อเก็บข้อมูลสำหรับสืบค้นย้อนหลังของสมาชิก

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 1) เนื่องจาก Google API มีอายุการใช้งานที่จะหมดลงในปี 2558 ทำให้การดึงภาพถ่ายทางดาวเทียมไม่สามารถใช้ API เป็นตัวช่วยในการพัฒนาได้ และต้องจัดเก็บรูปภาพลงฐานข้อมูลของระบบเอง
- 2) การจัดเก็บรูปภาพทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้จากมุมและพิกัด
- 3) ภาพถ่ายดาวเทียมแต่ละช่วงเวลามีแสง ความสว่างของรูปแตกต่างกันไปทำให้เมื่อนำมาคิดคำนวณอาจจะทำให้ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้เกินจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ภาพถ่ายทางดาวเทียมที่ระบบนำมาใช้ทั้งหมดมาจาก Google ซึ่งมีการบันทึกผลที่ไม่สม่ำเสมอ และในบางครั้งจะมีภาพจากก่อนเมฆ ทำให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีความก้าวกระโดดและเกิดข้อผิดพลาดได้
- 5) การหาความเปลี่ยนแปลงหากเป็นการเปลี่ยนแปลงเล็กๆ หรือเป็นการเปลี่ยนที่พื้นผิวหรือสี อาจจะไม่สามารถตรวจจับได้ด้วยข้อจำกัดของความละเอียดของรูปภาพดาวเทียมที่ได้จาก Google Earth และการเปรียบเทียบไม่ได้นำมาวิเคราะห์ร่วมด้วย

### 5.3 แนวทางการแก้ไข

- 1) เก็บภาพจากกูเกิ้ลเอิร์ธลงฐานข้อมูลของระบบเอง
- 2) ใช้การเปรียบเทียบโดยแบ่งรูปภาพเป็นบล็อกๆ เพื่อลดความผิดพลาดเวลาเปรียบเทียบ
- 3) ทดลองลดแสงสว่างของรูปภาพให้อยู่ในระดับเดียวกัน
- 4) เพิ่มผู้ดูแลระบบเพื่อมาคัดกรองรูปภาพก่อนจะนำเข้าฐานข้อมูล

### 5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 1) ทำระบบที่สามารถดึงภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ในระบบได้แบบอัตโนมัติ
- 2) ใช้โมเดลสีมาช่วยในการเปรียบเทียบจะทำให้สามารถเปรียบเทียบพื้นที่เกษตร หรือน้ำท่วมได้ดีขึ้น

## บรรณานุกรม

ผศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์. 2552. **Digital image processing** ทฤษฎีการประมวลผลภาพ  
กรุงเทพมหานคร: สงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. 2534. **การอ่านแผนที่และและตีความรูปถ่ายทางอากาศ** ไทยวัฒนาพานิช :  
กรุงเทพฯ

Fu, L.-L. and Cazenave,A.,1992. **Satellite Altimetry and Earth Sciences**. Japan:  
Acaiedemic Press,inc.

Natthariya Laopracha ,Umaphorn Saisangjan and Rapeeporn Chamchong. 2015. **Method  
development for verif ication the completeancient statues by image processing**. KCU  
Engineering Journal

นวกัก เอื้ออนันต์. 2555. **การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล (Digital image processing)**. ขอนแก่น  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดาวเทียม. 2555. **ดาวเทียม**. [Online]. Available :  
[http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/1682-ดาวเทียม+\(Satellite\)](http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/1682-ดาวเทียม+(Satellite))

วรรณมา ไชยศรี. 2011. **ภาพจากดาวเทียม**. [Online]. Available : <https://www.l3nr.org/posts/517215>

Pornphan Dulyakarn and Yuttapong Rangsanseri. **Textural classification of urban environment  
using Gray-level Co-occurrence Matrix**. [Online]. Available :  
<http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC3911013.pdf>

จันทร์จิรา สีนทนะ โยชิน. 2547. **การประมวลผลภาพด้วย C++**. [Online]. Available :  
<http://www.nectec.or.th/pub/book/2004-6-1-930272-C++9.pdf>