สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมโดยโปรแกรมเชิงขนาน

# Parallel Programming for Satellite Image Process

โดย

นายเอกพล ลูหมิงค์

นางสาวเกวรินทร์ พุกเศรษฐี

เลขหมู่... 83099
เลขทะเบียน...
วัน,เดือน,ปี... - 5 ส.ค. 2551

b 11964017
i...

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมโดยโปรแกรมเชิงขนาน


โดย

นายเอกพล ลูหมิงค์

นางสาวเกวรินทร์ พุกเศรษฐี


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Parallel Programming for Satellite Image Process

BY

Mr. Eakapon Luhmink

Ms. Kewarin Puksettee

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF**

**THE REQUIRENT FOR THE DEGREE OF**

**BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING**

**FACLTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2007**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | การประมวลภาพถ่ายดาวเทียมโดยโปรแกรมเชิงขนาน | |
| **ชื่อนักศึกษา** | นายเอกพล ลูหมิงค์ | รหัสประจำตัว 48015607 |
| | นางสาวเกวรินทร์ พุกเศรษฐี | รหัสประจำตัว 48015752 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | อาจารย์ชมพูนุท จินจาคาม | |
| **ระดับการศึกษา** | ปริญญาครีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต | |
| | สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมสารสนเทศ | |
| **ปีการศึกษา** | 2550 | |

ใบเสนอปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ชมพูนุท จินจาคาม

.....

(อาจารย์ชมพูนุท จินจาคาม)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หัวข้อปริญญานิพนธ์** การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมโดยโปรแกรมเชิงขนาน
**ชื่อนักศึกษา** นาย เอกพล ลูหมิงค์ รหัสประจำตัว 48015607
นางสาว เกวรินทร์ พุกเศรษฐี รหัสประจำตัว 48015752
**อาจารย์ที่ปรึกษา** อาจารย์ชมพูนุช จินจาคาม
**ระดับการศึกษา** ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
**ภาควิชา** วิศวกรรมสารสนเทศ
**ปีการศึกษา** 2550

## บทคัดย่อ

การเขียนโปรแกรม เพื่อการประมวลผลแบบขนาน เป็นการกระจายงานที่มีขนาดใหญ่ๆ หรืองานที่ต้องการคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถภาพในการประมวลผลสูงไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องช่วยกันทำงาน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่น่าพอใจในระดับใกล้เคียงกับการประมวลผลด้วยเครื่องซุปเปอร์คอมพิวเตอร์

ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นภาพพื้นผิวโลกที่ถูกถ่ายด้วยกล้องบนดาวเทียมด้วยความละเอียดสูง เพื่อให้ภาพที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม เกิดปัญหาขึ้นเนื่องจาก ขนาดภาพที่ใหญ่ ความละเอียดที่สูง และการกำหนดตำแหน่งของภาพด้วยแลดติจูดและลองติจูด ทำให้งานในด้านนี้ต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถภาพสูงมากเพื่อให้งานที่ได้ออกมามีประสิทธิภาพ

การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมโดยการเขียนโปรแกรมแบบขนานจะช่วยให้เราลดเวลาที่ใช้ในการประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวลงได้ อีกทั้งประสิทธิภาพที่ได้ของงาน มีความใกล้เคียงกับการประมวลผลด้วยเครื่องซุปเปอร์คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Thesis Title** Parallel programming for satellite image processing

**Student** Mr. Eakapon Luhing No. 48015607

Ms. Kewarin Puksettee No. 48015752

**Advisor** Asst. Chompunut Jinjakam

**Graduate Level** Bachelor Degree of Information Engineering

**Department** Information Engineering

**Academic Year** 2007

## ABSTRACT

The parallel processing program is a distribution of works large, or works that requires very high efficiency computers, to several computers to get a satisfied efficiency which is nearly equal to the processing done by a super computers.

Satellite images are the earth's surface taken by very high resolution cameras in order to get the images that can be applied and used effectively. But the satellite image processing has some problems because of its large size, high resolutions and setting of the latitude and longitude point of the image. Then it need high efficiency computers to get the good output.

The satellite image processing with the parallel programming help to reducing the processing time by only one computer and the work quality is quite similar compared with process done by a supercomputer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และความดูแลจากหลาย ๆ ด้วยกัน โดยเฉพาะ อ.ชมพูนุช จินจาคาม อาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงอาจารย์ในภาควิชาทุกท่านที่ให้โอกาศข้าพเข้าทั้งสองในการทำปริญญานิพจธ์ฉบับนี้ ทั้งยังคอยให้ความเอาใจใส่แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ต้องขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ นพรัตน์ พันธุ์เสนา และพี่ๆ ทุกท่านของฝ่ายควบคุมเครื่อง สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยเหลือข้อมูลและเครื่องคอมพิวเตอร์ และให้คำปรึกษาในการโครงงานครั้งนี้ และ เพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยกันให้คำแนะนำ

และท้ายที่สุดข้าพเจ้าทั้งสองต้องขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญทีสุดในชีวิต ที่ทำให้ข้าพเจ้าทั้งสองคน มีวันนี้ได้ นั่นคือ บิดา มารดา และบุคคลในครอบครัว อันเป็นที่เคารพรัก ซึ่งคอยดูแลสั่งสอน และอบรมเป็นอย่างดี พร้อมให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และคอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา ข้าพเจ้าคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุรมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญรูป | ฉ |
| สารบัญตาราง | ฌ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 บทนำ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน | 1 |
| 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| 1.4 ขอบเขตของโครงงาน | 2 |
| 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม | 4 |
| 2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม | 4 |
| 2.2 เส้นโครงแผนที่ | 18 |
| 2.3 การประมวลผลภาพ | 27 |
| 2.4 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ | 30 |
| 2.5 การหาขอบของภาพ | 32 |
| 2.6 MATLAB Image Processing Toolbox | 33 |
| 2.7 MATLAB Mapping Toolbox | 35 |
| บทที่ 3 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเชิงขนาน | 38 |
| 3.1 ขั้นการประมวลผลแบบขนาน | 38 |
| 3.2 การติดต่อสื่อสารสำหรับการเชื่อมต่อ | 41 |
| 3.3 การจัดสรรข้อมูล | 42 |
| 3.4 อัลกอริทึมแบบขนาน | 44 |
| 3.5 การเขียนโปรแกรมแบบขนาน | 44 |
| 3.6 การเขียนโปรแกรมแบบขนานด้วยแมทแลป | 45 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบโครงงาน | 48 |
| 4.1 การนำเข้าไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม | 48 |
| 4.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่สำหรับภาพถ่ายดาวเทียม | 49 |
| 4.3 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ | 52 |
| 4.4 ขั้นตอนการกำหนดจุดที่เกิดเหตุไฟไหม้ | 55 |
| 4.5 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคู่ขนาน | |
| บทที่ 5 การทดลอง | 56 |
| 5.1 การนำเข้าข้อมูล | 56 |
| 5.2 การสร้างโครงเส้นแผนที่ | 58 |
| 5.3 การประมวลภาพ | 60 |
| 5.4 การทำงานของระบบขนาน | 63 |
| สรุปผลโครงงาน | 69 |
| บรรณานุกรม | 71 |
| ภาคผนวก | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สารบัญรูปภาพ**

**เรื่อง** **หน้า**

**บทที่ 2**

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการสะท้อนของแสง 7
รูปที่ 2.2 ดาวเทียม Terra (MODIS) 10
รูปที่ 2.3 พื้นที่นาข้าวและคลองชลประทานบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง 16
รูปที่ 2.4 ป่าชายเลน อ.สวี จ.ชุมพร 16
รูปที่ 2.5 ภาพถ่ายดาวเทียมตัวเมืองกรุงเทพ 17
รูปที่ 2.6 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่ถูกไฟป่าที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง 17
รูปที่ 2.7 รูปโลกที่ได้จากการถ่ายภาพถ่ายดาวเทียม 18
รูปที่ 2.8 เส้นโครงแผนที่ 20
รูปที่ 2.9 เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นกรวยกลมเป็นพื้นแสดง 21
รูปที่ 2.10 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นผิวทรงกรวยกลม 22
รูปที่ 2.11 เส้นโครงแผนที่แบบแลมเบอร์ด 23
รูปที่ 2.12 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นผิวทรงกระบอก 24
รูปที่ 2.13 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เตอร์ 26
รูปที่ 2.14 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นแบนราบ 26
รูปที่ 2.15 เส้นโครงแผนท่แบบโฮโมโลไซน์ 27
รูปที่ 2.16 กระบวนการกระทำการกับภาพเฉพาะจุด 28
รูปที่ 2.17 กระบวนการกระทำการกับภาพเฉพาะบริเวณ 29
รูปที่ 2.18 แผนที่ที่มีการกำหนดเมืองในแผนที่ 36
รูปที่ 2.19 ภาพต้นแบบและภาพที่มีส่นขยายความสว่างของแสง 36
รูปที่ 2.20 แผนที่ที่ได้รับการหาจุดพิกัด 37
รูปที่ 2.21 ภาพดิจิตอลสภาพภูมิอากาศจากดาวเทียม 37
รูปที่ 2.22 การรวมกันของภาพถ่ายดาวเทียม 37

**บทที่ 3**

รูปที่ 3.1 การประมวลผลแบบ Sequential com puting มี 1 CPU ทำงาน 38
รูปที่ 3.2 การประมวลผลแบบ parallet computing มีมากกว่า 1 CPU ทำงาน 45
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการแบ่งงาน 46
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างงานกับงาน 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

**เรื่อง** **หน้า**

การรวมจำนวนครั้งในการรับส่งเมจเซส 47
รูปที่ 3.5 การรวมข้อมูลเพื่อให้ส่งได้น้อยครั้งลง 47
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการรวมงานหลังจากมีการกำหนดรูปแบบการติดต่อสื่อสารงาน 47
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการจัดแบ่งงานให้ตัวประมวลผล 48
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการออกแบบการประมวลผลแบบขนาน 48
รูปที่ 3.9 รูปแบบการติดต่อสื่อสาร 48
รูปที่ 3.10 การติดต่อสื่อสารสำหรับการเชื่อมต่อแบบ Mesh 49
รูปที่ 3.11 การติดต่อสื่อสารสำหรับการเชื่อมต่อแบบ Hypercube 49
รูปที่ 3.12 รูปแบบการจัดสรรข้อมูลกรณี 2-D input 50
รูปที่ 3.13 รูปแบบการจัดสรรข้อมูลแบบ Cyclic Partitioning 50
รูปที่ 3.14 Basic Distributed Computing Configuration 52
รูปที่ 3.15 Interaction of Distributed Computing Session 53
รูปที่ 3.16 Configuration with Clients and Job Manager 53

**บทที่ 4**

รูปที่ 4.1 ผังงานการปรับปรุงคุณภาพของภาพ 49
รูปที่ 4.2 ผังงานการทำงานทั้งหมด 50
รูปที่ 4.3 การแบ่งงานและการรวมงานของ worker 51
รูปที่ 4.4 ผังงานการสร้างเส้นโครงแผนที่ 51
รูปที่ 4.5 การทำงานของMap Projection from McIDAS 53
รูปที่ 4.6 ผังงานการแสดงจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้ 55

**บทที่ 5**

รูปที่ 5.1 หน้าจอการทำงานของ HDF Tool 56
รูปที่ 5.2 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม McIDAS 57
รูปที่ 5.3 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์จากไฟล์ HDF 58
รูปที่ 5.4 เส้นโครงแผนที่แบบแลมเบร์ตจากไฟล์ McIDAS 59
รูปที่ 5.5 ภาพต้นแบบจากโปรแกรม McIDAS 60
รูปที่ 5.6 ภาพที่ผ่านการปรับคุณภาพของภาพสร้างเส้นโครง
และกำหนดจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 5.7 ภาพหลังจากได้ทำการหาจุดโดย Laplacian of Gaussian Method | 61 |
| รูปที่ 5.8 ภาพหลังจากกำจัดสิ่งรบกวนของภาพด้วย Median Filter | 61 |
| รูปที่ 5.9 ภาพหลังจากกำจัดสิ่งรบกวนของภาพด้วย Average Filter | 62 |
| รูปที่ 5.10 กราฟเปรียบเทียบระบบขนานของ Log ขนาดภาพ 1356x2030 | 63 |
| รูปที่ 5.11 กราฟเปรียบเทียบระบบขนานของ LoG ขนาดภาพ 480x640 | 64 |
| รูปที่ 5.12 กราฟเปรียบเทียบระบบขนานของ Median ขนาดภาพ 1356x2030 | 65 |
| รูปที่ 5.13 กราฟเปรียบเทียบระบบขนานของ Median ขนาดภาพ 480x640 | 66 |
| รูปที่ 5.14 กราฟเปรียบเทียบระบบขนานของ Average ขนาดภาพ 1356x2030 | 67 |
| รูปที่ 5.15 กราฟเปรียบเทียบระบบขนานของ Average ขนาดภาพ 480x640 | 68 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 บทนำ

เนื่องจากความต้องการทรัพยาการในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์มากขึ้น ไม่เพียงแต่มีความต้องการที่มากขึ้นยังต้องการความรวดเร็วในการประมวลผลที่มากขึ้นเช่นกัน เช่น การประมวลภาพสามมิติ จากดาวเทียมและนำมาภาพที่ได้มาทำการประมวลผลภาพทางพีชคณิต ปรับปรุงคุณภาพของภาพให้ได้ภาพที่มีความชัดเจน และง่ายต่อการนำไปศึกษาต่อ อย่างเช่นการกำหนด หรือระบุทิศทางสถานที่ที่มีความน่าจะเกิดเหตุไฟไหม้ ทั้งนี้การนำภาพมาจากดาวเทียมและการประมวลผลภาพ ต้องใช้ระยะเวลาในการทำงานสูงจึงมีการนำวิธีการเขียนโปรแกรมเชิง-ขนาน (Parallel Processing Program) เข้ามาเพื่อช่วยย่นระยะเวลาในการทำงานและเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในโครงงานนี้ผู้พัฒนาได้นำเสนอโครงร่างในการนำเข้าภาพสามมิติจากดาวเทียม โดยใช้โปรแกรมแมคไอดราส (McIDAS) หลังจากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ โดยใช้การประมวลผลภาพทางพีชคณิต โดยการเขียนโปรแกรมแบบเชิงขนานในรูปแบบของแมทแลป (MATLAB)

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพทางพีชคณิต

1.2.2 เพื่อศึกษาการนำเข้าภาพถ่ายพื้นผิวจากดาวเทียมโดยโปรแกรม

1.2.3 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมแบบเชิงขนานโดยโปรแกรมแมทแลป

1.2.4 เพื่อนำทฤษฎีจากการประมวลผลภาพทางพีชคณิตมาประมวลผลภาพถ่ายพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้

1.2.5 เพื่อสร้างโปรแกรมแบบเชิงขนานจากภาพถ่ายพื้นผิวจากดาวเทียมที่มีการประมวล-ผลภาพ

1.2.6 ทำการวัดประสิทธิภาพโปรแกรมที่ใช้งานปกติ กับโปรแกรมที่เขียนโดยโปรแกรมเชิงขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพทางพีชคณิต

1.3.2 ได้ศึกษาพิกัดการถ่ายภาพดาวเทียมและภาพถ่ายดาวเทียม

1.3.3 ได้ศึกษาการใช้แมทแลปเพื่อเขียนโปรแกรมแบบเชิงขนาน

1.3.4 ได้ศึกษาการใช้เพื่อนำเข้าภาพถ่ายพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม

1.3.5 ได้โปรแกรมการประมวลผลภาพถ่ายพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม ที่มีความถูกต้องของพิกัดและมีความชัดเจนของภาพ

1.3.6 ได้โปรแกรมการประมวลผลภาพถ่ายพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียมที่มีประสิทธิภาพ

1.3.7 เป็นแนวทางในการการศึกษาเรื่องภาพถ่ายภาคพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม การประมวลผลภาพทางพีชคณิต และการเขียนโปรแกรมแบบเชิงขนานโดยใช้แมทแลป

## 1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 โปรแกรมสามารถนำเข้าไฟล์ภาพจากได้

1.4.2 โปรแกรมสามารถนำภาพถ่ายพื้นผิวจากดาวเทียมมาทำการประมวลผลภาพได้

1.4.3 โปรแกรมมีการทำงานแบบโปรแกรมแบบเชิงขนาน

1.4.4 โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการทำงานหลักจากมีการใช้โปรแกรมแบบเชิงมากขึ้น

## 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน

1.5.1 ขั้นตอนระบุปัญหา (Initial Problem) ศึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลภาพทางพีชคณิต การนำเข้าภาพถ่ายพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้แมคไอดราส เพื่อลดขนาดและระบุขนาดของภาพถ่ายพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียมรวมทั้งศึกษาโปรแกรมแมทแลปเพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมแบยเชิงขนาน

1.5.2 ขั้นตอนวิเคราะห์ (Analysis) นำข้อมูลที่รวบรวมมานั้นไปวิเคราะห์ เพื่อหาต้นเหตุของปัญหาและทำการแก้ไขปัญหาด้วยวัตถุประสงค์ของโครงงานเป็นที่ตั้ง

1.5.3 ขั้นตอนการออกแบบ (Design) ทำการออกแบบโปรแกรม จากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมมาโดยให้สอดคล้องกับเป้าหมายของโครงงานที่กำหนดไว้

1.5.4 ขั้นตอนการสร้าง (Implementation) ทำการนำเข้าภาพถ่ายพื้นผิวจากภาพถ่ายดาวเทียม นำภาพที่ได้มาประมวลผลภาพทางพีชคณิต เพื่อให้ได้ภาพที่สามารถใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานได้มีความคมชัดและแสดงจุดไฟไหม้ ทำการเขียนโปรแกรมทั้งหมดมาเขียนในรูปแบบโปรแกรมแบบเชิงขนาน เพื่อให้ได้โปรแกรมที่สมบูรณ์แบบทุกขั้นตอน

1.5.5 ขั้นตอนทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluation) ทดสอบโดยการวัดประสิทธิภาพโปรแกรมที่ใช้งานปกติ กับโปรแกรมที่เขียนโดยโปรแกรมแบบเชิงขนาน เพื่อจะได้ทราบถึงข้อผิดพลาดและ นำมาแก้ไขและปรับปรุงเพื่อให้ได้โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลภาพถ่ายดาวเทียม

การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม คือการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมาประยุกต์ใช้งาน การสร้างเส้นโครงแผนที่เพื่อให้สามารถสร้างภาพตามอัตราส่วน ทิศทาง และตำแหน่งของภาพได้ถูกต้องตามความเป็นจริง และการประมวลภาพเพื่อนำภาพที่ได้จากการสร้าง ไปทำการประมวลผล เช่น ปรับปรุงคุณภาพของภาพ การวิเคราะห์ภาพ และการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงภาพ

## 2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Image)

การวางแผนการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและ สภาพแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องรู้ถึงข้อมูลข้อเท็จจริงของทรัพยากรธรรมชาติในสภาวการณ์ปัจจุบัน ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นข้อมูลประเภทหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการสำรวจข้อมูลที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงอย่างประหยัดและรวดเร็ว อันเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหาในการจัดการทรัพยากรและสภาพแวดล้อม

ในการสำรวจ อาจเลือกแนวทางในการสำรวจ และตรวจวัดด้วยการลงสำรวจในพื้นที่ หรือด้วยการใช้เทคโนโลยีรีโมทเซนซิง(remote sensing)ช่วยในการสำรวจ หรือใช้ทั้งสองแนวทางผสมกัน

**การสำรวจตรวจวัดในพื้นที่ (In site sensing)** เป็นการสำรวจโดยผู้สำรวจนำเครื่องมือวัดเข้าไปในพื้นที่ที่ต้องการสำรวจ เช่น เมื่อต้องการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลสามารถดำเนินการได้โดยลงเรือสำรวจ แล้วออกไปตรวจวัดน้ำในทะเล หรือการติดเครื่องมือวัดไว้กับทุ่นลอย แล้วใช้วิทยุส่งข้อมูลที่วัดได้มายังสถานีรับ การตรวจวัดความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้วยการใช้เครื่องมือวัดไปตรวจดินให้ทั่วพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

**การตรวจวัดด้วยเทคโนโลยีรีโมทเซนซิง (Remote sensing)** เป็นการสำรวจจากระยะไกลโดยเครื่องมือวัดไม่มีการสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการตรวจวัดโดยตรง กระทำการสำรวจโดยให้เครื่องวัดอยู่ห่างจากสิ่งที่ต้องการตรวจวัด โดยอาจติดตั้งเครื่องวัดเช่น กล้องถ่ายภาพ ไว้ยังที่สูง บนบอลลูน บนเครื่องบิน ยาวอวกาศ หรือดาวเทียม แล้วอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ หรือสะท้อนมาจากสิ่งที่ต้องการสำรวจเป็นสื่อในการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.1.1 รีโมทเซนซิง**

เทคโนโลยีรีโมทเซนซิง มีองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณาคือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นสื่อที่ใช้เชื่อมระหว่างเครื่องวัด กับวัตถุที่ต้องการสำรวจเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นตัวกำหนดช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะใช้ในการตรวจวัด ตลอดจนรูปลักษณะของข้อมูลที่จะตรวจวัดได้ ยานที่ใช้ติดตั้งเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นตัวกำหนดระยะระหว่างเครื่องมือวัด กับสิ่งที่ต้องการวัด ขอบเขตพื้นที่ที่เครื่องมือวัดสามารถครอบคลุมได้ และช่วงเวลาในการตรวจวัด

การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการวัด อันเป็นกระบวนการในการแปลงข้อมูลความเข้ม และรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ ออกเป็นข้อมูลที่ต้องการสำรวจวัดอีกต่อหนึ่ง

**1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)**

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นรูปแบบหนึ่งการถ่ายเทพลังงาน จากแหล่งที่มีพลังงานสูงแผ่รังสีออกไปรอบๆ โดยมีคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ ความยาวคลื่น($\lambda$) โดยอาจวัดเป็น nanometer (nm) หรือ micrometer (mm) และความถี่คลื่น (f) ซึ่งจะวัดเป็น hertz (Hz) โดยคุณสมบัติทั้งสองมีความสัมพันธ์ผ่านค่าความเร็วแสง ในรูป $c = f\lambda$

พลังงานของคลื่น พิจารณาเป็นความเข้มของกำลังงานหรือฟลักซ์ของการแผ่รังสี ซึ่งอาจวัดจากความเข้มที่แปล่งออกมา (radiance) หรือความเข้มที่ตกกระทบ (irradiance) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถูกจำแนกออกตามย่านความยาวคลื่นต่างๆ จากคลื่นสั้นไปคลื่นยาวดังนี้คือ

- ช่วงรังสีแกรมม่า (gamma ray : $\lambda < 0.1$ nm) และช่วงรังสีเอ็กซ์ (x-ray : 0.1 nm $< \lambda <$ 300 nm) เป็นช่วงที่มีพลังงานสูง แผ่รังสีจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ หรือจากสารกัมมันตรังสี
- ช่วงอัลตราไวโอเลต เป็นช่วงที่มีพลังงานสูง เป็นอันตรายต่อเซลสิ่งมีชีวิต
- ช่วงคลื่นแสง เป็นช่วงคลื่นที่ตามนุษย์รับรู้ได้ ประกอบด้วยแสงสีม่วง ไล่ลงมาจนถึงแสงสีแดง
- ช่วงอินฟราเรด เป็นช่วงคลื่นที่มีพลังงานต่ำ ตามนุษย์มองไม่เห็น จำแนกออกเป็นอินฟราเรดคลื่นสั้น และอินฟราเรดคลื่นความร้อน
- ช่วงคลื่นวิทยุ (radio wave) เป็นช่วงคลื่นที่เกิดจากการสั่นของผลึกเนื่องจากได้รับสนามไฟฟ้า หรือเกิดจากการสลับขั้วไฟฟ้า สำหรับในช่วงไมโครเวฟ มีการให้ชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะ เช่น W-band, V-band, O-band, Ka-band, K-band, Ku-band, X-band, C-band, S-band, L-band, และ P-band

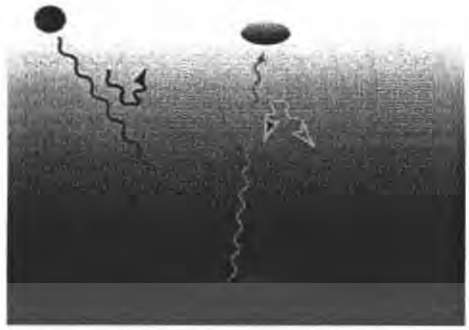
**ตารางที่ 2.1 ความยาวคลื่นชนิดต่างๆ**

| ประเภท | ความยาวคลื่น | ความถี่ |
|---|---|---|
| อัลตราไวโอเลต (ultraviolet) | 100 A-0.4 mm | 750 – 3500 THz |
| คลื่นแสง (visible light) | 0.4 - 0.7mm | 430 – 750 THz |
| อินฟราเรด (infrared) | | |
| อินฟราเรดใกล้ (near IR) | 0.7 - 1.3 mm | 230 – 430 THz |
| อินฟราเรดคลื่นสั้น (shortwave IR) | 1.3 – 8 mm | 38 – 230 THz |
| อินฟราเรดความร้อน (thermal IR) | 8 – 14 mm | 22 – 38 THz |
| อินฟราเรดไกล (far IR) | 14 – 1 mm | 0.3 – 22 THz |
| คลื่นวิทยุ (radio wave) | | |
| ไมโครเวฟ (microwave) | 0.1 - 1 mm | 0.3 THz – 3 GHz |
| คลื่นสั้น (HF) | 1 mm - 100 m | 3 – 300 MHz |
| คลื่นกลาง (MF) | 0.1 - 1 km | 0.3 – 3 MHz |
| คลื่นยาว (LF) | 1 - 10 km | 30 – 300 KHz |
| คลื่นยาวมาก (VLF) | 10 - 100 km | 3 – 30 KHz |

ความยาวช่วงคลื่นและความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ดวงอาทิตย์ มีอุณหภูมิ 6000 K จะแผ่พลังงานในช่วงคลื่นแสงมากที่สุด วัตถุต่างๆ บนพื้นโลกส่วนมากจะมีอุณหภูมิประมาณ 300 K จะแผ่พลังงานในช่วงอินฟราเรดความร้อนมากที่สุด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ จะถูกโมเลกุลอากาศ และฝุ่นละอองในอากาศดูดกลืน และขวางไว้ทำให้คลื่นกระเจิงคลื่นออกไป คลื่นส่วนที่กระทบถูกวัตถุจะสะท้อนกลับ และเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศมาตกสู่อุปกรณ์วัดคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะการสะท้อนแสง**

เนื่องจากวัตถุต่างๆ มีคุณสมบัติการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ช่วงคลื่นต่างๆ ไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสำรวจจากระยะไกลได้ รูปต่อไปนี้แสดงลักษณะการสะท้อนแสงเปรียบเทียบระหว่างวัตถุต่างชนิดกันที่ช่วงคลื่นต่างๆ กัน ความสามารถในการสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกสามารถสรุปได้ดังนี้

- น้ำสะท้อนแสงในช่วงแสงสีน้ำเงินได้ดี และดูดกลืนคลื่นในช่วงอื่นๆ และให้สังเกตว่าน้ำจะดูดกลืนคลื่น IR ช่วง 0.91 mm ในช่วงนี้ได้ดีมาก
- ดินสะท้อนแสงในช่วงคลื่นแสงได้ดีทุกสี
- พืชสะท้อนแสงช่วงสีเขียวได้ดี และสะท้อนช่วงอินฟราเรดได้ดีกว่าน้ำและดินมาก

**2. เครื่องมือวัด (Sensors)**

เครื่องมือวัดในเทคโนโลยีรีโมทเซนซิงคือ เครื่องมือที่วัดพลังงานคลื่นแม่เหล็ก-ไฟฟ้า เครื่องมือซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีคือกล้องถ่ายรูป กล้องถ่ายวีดีโอ และเรดาร์ โดยเครื่องมือวัดจะประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนคือ

- ส่วนรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (receiver) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับ และขยายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้มีความเข้มเพียงพอที่จะทำให้อุปกรณ์วัดสามารถรับรู้ได้ ตัวอย่างของส่วนเครื่องมือนี้คือ เลนส์ของกล้อง และส่วนรับคลื่นวิทยุ (antenna) ซึ่งอาจเป็นเส้นเหมือนเสาวิทยุ หรือเป็นจานกลม (แบบจานรับสัญญาณดาวเทียม) รูปแบบขนาดและวัสดุที่ใช้ของอุปกรณ์ส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ต้องการตรวจวัด และรายละเอียดของข้อมูลของสิ่งที่ต้องการสำรวจ เช่นในช่วงคลื่นแสง ส่วนที่รับมักจะเป็นเลนส์ที่ทำจากผลึก quartz โดยมีขนาดและรูปทรงขึ้นอยู่กับว่าต้องการกำลังขยายภาพเท่าใด ในช่วงคลื่นวิทยุ ส่วนที่รับมักจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จานวิทยุ หรือเสาวิทยุ โดยมีขนาดใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับว่าสิ่งที่เล็กที่สุดที่ต้องการให้มองเห็นมีขนาดเท่าใด

- ส่วนที่ทำการวัดพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (detector) เป็นส่วนที่แปลงพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ต้องการวัด ให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องมือวัดจะเปรียบเทียบค่าได้ ซึ่งการวัดพลังงานอาจใช้

  (1) ปฏิกิริยาเคมี โดยการเคลือบสารที่ทำปฏิกิริยากับแสง (เช่น silver nitrate) ลงบนแผ่นฟิล์ม ซึ่งขนาดของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดกับสารที่เคลือบจะแปรผันตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบ

  (2) การเปลี่ยนพลังงานเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ซึ่งจะให้ความเข้มของสัญญาณไฟฟ้าแปรผันตามความเข้มแสงที่ตกกระทบ

  นอกจากนั้นส่วน detector อาจเป็นแผ่นมีมิติกว้าง-ยาว เช่นแผ่นฟิล์ม ซึ่งสามารถบันทึกภาพได้ทั้งภาพในครั้งเดียว หรืออาจเป็น scanner ซึ่งมักจะประกอบขึ้นจากแถวของอุปกรณ์รับแสง ที่จะบันทึกภาพด้วยการกวาดอุปกรณ์รับแสงนี้ไปที่ละส่วนของภาพ (คล้ายกับการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร ที่จะค่อยๆ กวาดภาพจากหัวกระดาษไปยังท้ายกระดาษจึงจะได้ภาพทั้งภาพ)
- ส่วนที่ทำการบันทึกค่าพลังงานที่วัดได้ (recorder) อาจเป็นตัวแผ่นฟิล์มเองในกรณีการใช้แผ่นฟิล์มเป็นส่วนทำการวัดพลังงาน แต่ถ้าเป็นการวัดโดยแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่วนนี้อาจจะเป็นแถบแม่เหล็ก (เช่นเดียวกับที่ใช้ในกล้องถ่ายวีดีโอ) หรืออาจใช้หน่วยเก็บความจำอื่น เช่นฮาร์ดดิสก์ หรือ RAM เช่นเดียวกับที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

**3. ยานสำรวจ (Platform)**

เพื่อให้เครื่องมือวัดอยู่ห่างจากสิ่งที่ต้องการสำรวจ จึงมักติดตั้งเครื่องมือวัดไว้ในที่สูง ซึ่งอาจเป็นการติดตั้งเครื่องมือไว้บนเสาสูง ยอดตึก หรือบนภูเขา ซึ่งการติดตั้งในลักษณะนี้จะมีข้อดี คือสามารถตรวจวัดเฝ้าระวังสิ่งที่สนใจได้อย่างต่อเนื่องแต่มีข้อจำกัดที่การตรวจวัดจะมีขอบเขตพื้นที่คงที่ตามตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือวัดเท่านั้น

การติดตั้งเครื่องมือสำรวจด้วยเทคโนโลยีรีโมทเซน ซึ่งมักติดตั้งบนพาหนะที่ลอยได้ ซึ่งอาจเป็นบอลลูน เครื่องบินบังคับ เครื่องบินขนาดเล็ก เครื่องบินที่มีพิสัยการบินสูง ยานอวกาศ หรือดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่2.2 ประเภทของยานสำรวจ**

| ยานสำรวจ | ระดับความสูง | ลักษณะการสำรวจ |
|---|---|---|
| ดาวเทียมค้างฟ้า | 500 - 36,000 กม. | สำรวจแบบประจำ มีจุดสำรวจคงที่ |
| ดาวเทียมโคจรรอบโลก | 500 – 3000 กม. | สำรวจแบบประจำ ครอบคลุมพื้นที่กว้าง |
| ยานอวกาศ | 240 – 350 กม. | สำรวจตามภารกิจ |
| เครื่องบินไอพ่น | 10 – 12 กม. | พื้นที่สำรวจกว้างมาก ต้องการรายละเอียดปานกลาง |
| เครื่องบิน | 500 – 8,000 ม. | พื้นที่สำรวจกว้าง ต้องการรายละเอียดมาก |
| บอลลูน | < 800 ม. | พื้นที่สำรวจไม่กว้าง ต้องการรายละเอียดมาก |
| เครื่องบินบังคับด้วยวิทยุ | < 500 ม. | พื้นที่สำรวจไม่กว้าง |
| เสาสูง ยอดตึก ภูเขา | < 300 ม. | จุดสำรวจคงที่ พื้นที่สำรวจเล็กๆ |

นอกจากดาวเทียมแล้ว ยานสำรวจที่เหลือจะเป็นการบินสำรวจตามภารกิจที่ต้องมีการกำหนดเส้นทางบิน และระดับความสูงการบินเฉพาะ ช่วงเวลาในการสำรวจจะจำกัดตามความจุเชื้อเพลิงของยานพาหนะที่เลือกใช้ ดังนั้นช่วงเวลา และพื้นที่สำรวจมักครอบคลุมบริเวณใดบริเวณหนึ่งตามที่กำหนด โดยภารกิจการสำรวจเท่านั้น

การใช้ดาวเทียมเป็นยานสำรวจ จะมีข้อดีคือดาวเทียมอาศัยหลักการสมดุลระหว่างแรงหนีศูนย์กลาง และแรงดึงดูดของโลกมาเป็นตัวรักษาวงโคจรของดาวเทียม (แทนที่จะใช้เชื้อเพลิงมาขับเคลื่อนไม่ให้ยานตกลงสู่พื้นโลก) ดาวเทียมจึงไม่มีข้อจำกัดในด้านความจุเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของดาวเทียม และทำให้ดาวเทียมสามารถโคจรรอบโลกอยู่ได้นานทำให้การสำรวจสามารถครอบคลุมเวลาได้นานเป็นปีๆ และสามารถเลือกพื้นที่ที่จะให้ดาวเทียมบินสำรวจได้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง โดยขึ้นอยู่กับวงโคจรที่จะให้ดาวเทียมเคลื่อนที่

- **รายละเอียดดาวเทียม Terra (MODIS)** Moderate Resolution Imaging Spectraradiometer เป็นเครื่องวัดคลื่นเชิงสเปกตรัม ที่ถูกติดตั้งบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียม Terra ถูกออกแบบขึ้น เพื่อใช้ในการติดตามและตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ MODIS มีความกว้างของ Swath ประมาณ 2,330 กิโลเมตร และสามารถบันทึกข้อมูล ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกได้ภายใน 2 วัน ข้อมูลที่ได้รับจาก MODIS ประกอบไปด้วย 36 ช่วงคลื่น ระหว่าง 0.4 ถึง 14 mm. โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงคลื่น ตั้งแต่ 250 เมตร ถึง 1000 เมตร สำหรับการบันทึกข้อมูลนั้น MODIS จะกวาดภาพจากด้านหนึ่งของภาพไปสู่อีกด้านหนึ่ง โดยมีมุมกวาดได้สูงสุดถึง 55 องศาในแต่ละด้าน สำหรับผู้ที่สนใจ ข้อมูล MODIS สามารถติดต่อได้ที่ mailtto:info@userservice.gistda.or.th และค้นหาข้อมูลที่การบริการข้อมูล MODIS Catalog

- http://www.acrors.ait.ac.th/modis/Catalogue.html

**รูปที่ 2.2 ดาวเทียม Terra (MODIS)**

**ตารางที่2.3 คุณลักษณะรายละเอียดดาวเทียม Terra**

| | |
|---|---|
| เส้นผ่าศูนย์กลาง | 3.5 เมตร |
| ความยาว | 6.8 เมตร |
| น้ำหนัก | 5,190 กิโลกรัม |
| ความสูงของการโคจร | 705 กิโลเมตร |
| ลักษณะการโคจร | สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก |
| เอียงทำมุมกับแกนโลก | 98.2 องศา |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่2.3 คุณลักษณะรายละเอียดดาวเทียม (ต่อ)**

| | |
|---|---|
| เวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล | 10:30 น. |
| เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ | 98.88 นาที |
| บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม | ทุก16 วัน |
| ระบบบันทึกข้อมูล | ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) |
| | CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System) |
| | MISR (Multi-angle Imaging Spectroradiometer) |
| | MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) |
| | MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere) |
| อายุการทำงาน | 5 ปี |

**ตารางที่2.4 แสดงรายละเอียดของภาพในแต่ละแบนด์**

| Primary Use | Band | Bandwidth ** | Saturation * | Required SNR # |
|---|---|---|---|---|
| Land/Cloud | 1 | 620-670 | 1.5555 | 128 |
| Boundaries | 2 | 841-876 | 1.0490 | 201 |
| Land/cloud/Aerosol Properties | 3 | 459-479 | 1.0696 | 243 |
| | 4 | 545-565 | 1.0130 | 228 |
| | 5 | 1230-1250 | 0.8420 | 74 |
| | 6 | 1628-1652 | 1.0338 | 275 |
| | 7 | 2105-2155 | 0.3249 | 110 |
| Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry | 8 | 405-420 | 0.3728 | 880 |
| | 9 | 438-448 | 0.2593 | 838 |
| | 10 | 483-493 | 0.1913 | 802 |
| | 11 | 526-536 | 0.1580 | 754 |
| | 12 | 546-556 | 0.1243 | 750 |
| | 13 | 662-672 | 0.0750 | 910 |
| | 14 | 673-683 | 0.0748 | 1087 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่2.4 แสดงรายละเอียดของภาพในแต่ละแบนด์ (ต่อ)**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 743-753 | 0.0741 | 586 |
| | 16 | 862-877 | 0.0599 | 516 |
| Atmospheric | 17 | 890-920 | 0.7490 | 167 |
| Water Vapor | 18 | 931-941 | 1.1422 | 57 |
| | 19 | 915-965 | 0.8447 | 250 |
| Cirrus Clouds | 26 | 1.360-1.390 | 0.8944 | 1504 |
| **Primary Use** | **Band** | **Bandwidth **** | **Saturation*** | **Required NE[delta]T(K) ##** |
| Surface/Cloud Temperature | 20 | 3.660-3.840 | 333 | 0.05 |
| | 21 | 3.929-3.989 | 429 | 2.00 |
| | 22 | 3.929-3.989 | 329 | 0.07 |
| | 23 | 4.020-4.080 | 329 | 0.07 |
| Atmospheric Temperature Water Vapor | 24 | 4.433-4.498 | 318 | 0.25 |
| | 25 | 4.482-4.549 | 314 | 0.25 |
| | 27 | 6.535-6.895 | 323 | 0.25 |
| | 28 | 7.175-7.475 | 320 | 0.25 |
| | 29 | 8.400-8.700 | 330 | 0.05 |
| Ozone Surface/Cloud Temperature Cloud Top Altitude | 30 | 9.580-9.880 | 364 | 0.25 |
| | 31 | 10.780-11.280 | 399 | 0.05 |
| | 32 | 11.770-12.270 | 391 | 0.05 |
| | 33 | 13.185-13.485 | 335 | 0.25 |
| | 34 | 13.485-13.785 | 341 | 0.25 |
| | 35 | 13.785-14.085 | 339 | 0.25 |
| | 36 | 14.085-14.385 | 371 | 0.35 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.1.2 การแปลความหมายของข้อมูล (Data interpretation)**

เครื่องวัดของระบบรีโมทเซนซิง ทำการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ 3 ลักษณะคือ

- วัดค่าความเข้มของคลื่นที่เครื่องได้รับ ขนาดของความเข้มของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละช่วงคลื่นที่ใช้ บอกคุณสมบัติของวัตถุที่กำลังพิจารณา ข้อมูลที่มีค่าสูง แสดงว่าความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากจุดที่กำลังพิจารณามีค่าสูง (วัตถุมีคุณสมบัติการสะท้อนที่ดี หรือมีคุณสมบัติการแผ่รังสีที่ดี)
- วัดช่วงเวลาระหว่างการส่งและรับสัญญาณ เพื่อใช้ในการคำนวณระยะห่างระหว่างเครื่องวัด กับสิ่งที่กำลังวัด (ตัวอย่างเช่น การใช้เรดาร์วัดระยะห่างของก้อนเมฆ)
- วัดความเปลี่ยนแปลงระหว่างความถี่ของสัญญาณที่ส่ง กับสัญญาณที่สะท้อนกลับ เพื่อพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของสิ่งที่กำลังสังเกต (เรดาร์วัดอัตราการเคลื่อนที่ของพายุโดยใช้หลักของ Doppler's)

นอกจากการพิจารณาข้อมูลแต่ละค่าที่เครื่องวัดบันทึกไว้ ถ้าสามารถสร้างภาพจากข้อมูลรีโมทเซนซิงได้ (เช่นถ้าใช้กล้องถ่ายภาพ ก็สามารถล้าง และอัดภาพออกมาได้) สามารถแปลความหมายข้อมูลโดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏในภาพได้อีกด้วย ทั้งนี้การแปลภาพจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของภาพ และกำลังแยกของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างภาพ

**2.1.3 องค์ประกอบของภาพ** ประกอบด้วย

- รูปทรง (shape) เช่นเรือนยอดไม้สนจะมีลักษณะกลม ไม้อื่นๆ จะมีลักษณะแตกต่างไป อาคารจะมีรูปทรงเรขาคณิต
- รูปแบบ (pattern) เช่นสวนผลไม้ จะมีลักษณะของแถวของเรือนยอดไม้สลับกับแนวดู
- ขนาด (size) จะต้องพิจารณาว่าในสภาพจริงมีขนาดอย่างไร เช่นรูปทรงสี่เหลี่ยมที่มีขนาดประมาณ 10 x 10 ตร.เมตร อาจเป็นอาคาร แต่ถ้ามีขนาด 100 x 100 ตร.ม. ก็ไม่มีทางเป็นอาคารอยู่อาศัย
- ตำแหน่งที่ตั้ง (position) เช่นป่าชายเลนจะอยู่ใกล้ทะเล และไม่อยู่บนภูเขา
- สี (color) เช่น พืชพรรณต่างชนิดมีสีต่างกัน
- ความสว่างของสี (tone) เช่นดินแห้งจะสว่างกว่าดินชุ่มน้ำ
- ความหยาบละเอียด (texture) เช่นพื้นที่ที่เป็นท้องนาจะมีความละเอียดดูเนียนกว่าส่วนที่เป็นยอดไม้เบญจพรรณ
- เงา (shadow) ช่วยให้ทราบถึงความสูงต่ำของสิ่งที่สังเกต
- องค์ประกอบข้างเคียง (associated context) เช่นรูปทรงเรขาคณิตที่อยู่ติดกับแนวถนน มักเป็นอาคารพาณิชย์ บ่อน้ำรูปสี่เหลี่ยมใกล้ชายฝั่งมักเป็นบ่อกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล** (Data Analysis) ประกอบด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

**1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา** (Visual interpretation) เป็นการแปลตีความจากลักษณะองค์ประกอบของภาพ โดยอาศัยการพิจารณาปัจจัยด้านต่างๆ ได้แก่ สี (color, shade, tone) เงา (shadow) รูปทรง (front) ขนาดของวัตถุ (size) รูปแบบ (pattern) ลวดลายหรือลักษณะเฉพาะ (texture) และองค์ประกอบทางพื้นที่ (spatial components) ซึ่งเป็นหลักการตีความ เช่นเดียวกับการแปลภาพถ่ายทางอากาศ

**2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์** (Digital analysis and image processing) เป็นการตีความ ค้นหาข้อมูลส่วนที่ต้องการ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และสถิติ ซึ่งการที่มีข้อมูลจำนวนมาก จึงไม่สะดวกที่จะทำการคำนวณด้วยมือได้ ดังนั้นจึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ ช่วยให้รวดเร็วในการประมวลผล มีวิธีการแปลหรือจำแนกประเภทข้อมูลได้ 2 วิธีหลัก คือ

- การแปลแบบกำกับดูแล (Supervised classification) หมายถึง การที่ผู้แปล เป็นผู้กำหนดตัวอย่างของประเภทข้อมูลให้แก่คอมพิวเตอร์ โดยใช้การเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (training areas) จากความรู้ด้านต่างๆเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษา รวมทั้งจากการสำรวจภาคสนาม
- การแปลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification) เป็นวิธีการที่ผู้แปลกำหนดให้คอมพิวเตอร์แปลข้อมูลเอง โดยใช้หลักการทางสถิติ เพียงแต่ผู้แปลกำหนดจำนวน ประเภทข้อมูล (classes) ให้แก่เครื่อง โดยไม่ต้องเลือกพื้นที่ตัวอย่างให้ ผลลัพธ์จากการแปลจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ ก่อนนำไปใช้งานโดยการเปรียบเทียบกับสภาพจริงหรือข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ โดยวิธีการทางสถิติ

**2.1.5 คุณสมบัติของภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร**

**การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง** (Synoptic view) ภาพจากดาวเทียมภาพหนึ่งๆ ครอบคลุมพื้นที่กว้างทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาบันทึกภาพสั้นๆ สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณกว้างขวางต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทั้นภาพ เช่น ภาพจาก LANDSAT MSS และ TM หนึ่งภาพคลุมพื้นที่ 185x185 ตร.กม. หรือ 34,225 ตร.กม. ภาพจาก SPOT คลุมพื้นที่ 3,600 ตร.กม. เป็นต้น

**การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น** ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีระบบกล้องสแกนเนอร์ ที่บันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นในบริเวณเดียวกัน ทั้งในช่วงคลื่นที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า และช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นนอกเหนือสายตามนุษย์ ทำให้แยกวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจน เช่น ระบบ TM มี 7 ช่วงคลื่น เป็นต้น

**การบันทึกภาพบริเวณเดิม** (Repetitive coverage) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีวงโคจรจากเหนือลงใต้ และกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอและในช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น LANDSAT ทุก ๆ 16 วัน MOS ทุกๆ 17 วัน เป็นต้น ทำให้ได้ข้อมูลบริเวณเดียวกันหลายๆ ช่วงเวลาที่ทันสมัยสามารถเปรียบเทียบและติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ บนพื้นผิวโลกได้เป็นอย่างดี และมีโอกาสที่จะได้ข้อมูลไม่มีเมฆปกคลุม

**การให้รายละเอียดหลายระดับ** ภาพจากดาวเทียมให้รายละเอียดหลายระดับ มีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ เช่น ภาพจากดาวเทียม SPOT ระบบ PLA มีรายละเอียด 10 ม. สามารถศึกษาตัวเมือง เส้นทางคมนาคมระดับหมู่บ้าน ภาพสีระบบ MLA มีรายละเอียด 20 ม. ศึกษาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เฉพาะจุดเล็กๆ และแหล่งน้ำขนาดเล็ก และภาพระบบ TM รายละเอียด 30 ม. ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินระดับจังหวัด เป็นต้น

**ภาพจากดาวเทียมสามารถให้ภาพสีผสม** (False color composite) ภาพจากดาวเทียมสีขาวดำหนึ่งภาพในหลายช่วงคลื่นสามารถนำมาซ้อนทับกันได้ครั้งละ 3 แบนด์ โดยทำให้แต่ละแบนด์ที่เป็นสีขาวดำกลายเป็นสีบวก 3 สีหลัก คือ สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง เมื่อนำมาซ้อนทับกัน ทำให้ได้ภาพจากดาวเทียมสีผสม ปรากฏสีต่างๆ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีสี

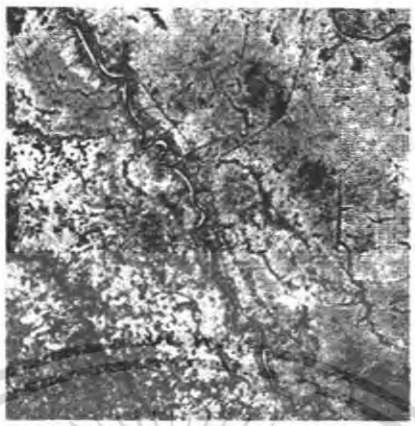
**การเน้นคุณภาพของภาพ** (Image enhancement) ภาพจากดาวเทียมต้นฉบับสามารถนำมาปรับปรุงคุณภาพให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนค่าความเข้ม ระดับสีเทา เพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการศึกษาให้เด่นชัดขึ้น โดยทั่วไปนิยมใช้ 2 วิธีคือ การขยายค่าความเข้มระดับสีเทาให้กระจายจนเต็มช่วง โดยให้มีการกระจายข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละค่าความเข้มให้มีปริมาณใกล้เคียงกัน

### 2.1.7 การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม

ภาพถ่ายดาวเทียม สามารถประยุกต์ใช้ได้กับซอฟท์แวร์ด้านต่างๆ อาทิเช่น การทำแผนที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) การสำรวจระยะไกล และโฟโตแกรมเมตตรี (Photogram metry) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

- **การเกษตร** ข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับการวางแผนการเกษตร โดยเน้นเกี่ยวกับการศึกษาพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ สามารถนำมาทำการประมวลผลเพื่อแยกแยะชนิดของพืชได้ ทำให้สามารถพยากรณ์และประเมินผลิตผลการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2.3 พื้นที่นาข้าวและคลองชลประทานบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง จากดาวเทียม LANDSAT 5**

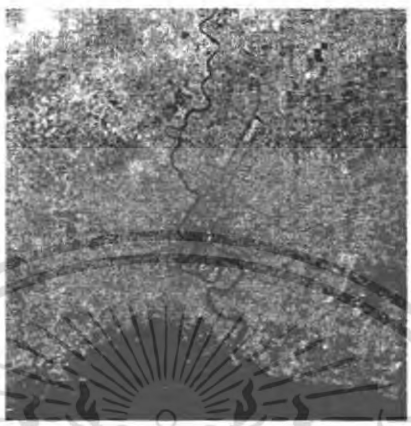
- **การป่าไม้** การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในส่วนการการป่าไม้ ภาพถ่ายดาวเทียมถูกนำมาใช้ในการศึกษาหาพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศ และติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร การสำรวจหาพื้นที่อุดมสมบูรณ์ และป่าเสื่อมโทรมทั่วประเทศ เพื่อวางแผนการป้องกันและฟื้นฟู รวมทั้งการปลูกสร้างสวนป่า การติดตามป่าชายเลน

**รูปที่ 2.4 ป่าชายเลน อ.สวี จ.ชุมพร**

- **การศึกษาตัวเมือง** การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในส่วนการศึกษาตัวเมือง ภาพถ่ายดาวเทียมถูกนำมาใช้ในการศึกษาพื้นที่ในระดับจังหวัด ระดับภาคหรือระดับประเทศ ใช้ทำแผนที่แสดงอาคารในพื้นที่ชุมชนในอนาคต และพัฒนาการสำรวจข้อมูลเพื่อจัดทำ

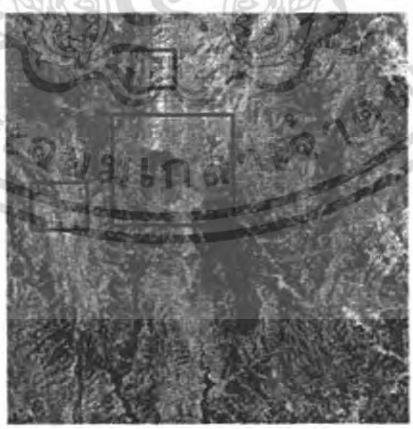
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนที่ ประกอบกับเทคโนโลยีการสำรวจรังวัดดาวเทียมระบบ GPS (Global Positioning System)



**รูปที่ 2.5 ภาพถ่ายดาวเทียมตัวเมืองกรุงเทพมหานคร**

- **สิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติ** การประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศในส่วนการติดตามสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติ ภาพถ่ายดาวเทียมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสำรวจสภาพแวดล้อมต่างๆ และการติดตามภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งได้แก่ เหตุการณ์แผ่นดินถล่ม น้ำท่วม และไฟป่าเป็น



**รูปที่ 2.6 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่ถูกไฟป่าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง**
เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2541

83099
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 เส้นโครงแผนที่ (Map Projection)

การถ่ายทอดจำลองสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏอยู่บนผิวโลก ณ บริเวณที่ต้องการลงบนแผ่นแบนราบ ซึ่งจะเป็นกระดาษหรือวัตถุอื่นใด ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวโลกที่ต้องการจะแสดงนั้นมีขนาดเล็ก (เนื้อที่ไม่เกิน 300 ตารางไมล์) และยอมให้เป็นพื้นราบโดยความคลาดเคลื่อน (errors) ที่เกิดขึ้นไม่มีนัยสำคัญแล้ว การจำลองลวดลายลงบนแผ่นกระดาษจะไม่มีความยุ่งยากใดๆ เพียงอาศัยวิชาเรขาคณิตพื้นราบธรรมดาเท่านั้นก็สามารถทำได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโลกเป็นรูปทรงรี (spheroid) มีพื้นผิวเป็นพื้นโค้ง แต่กระดาษที่ใช้เป็นพื้นแสดงนั้นเป็นพื้นแบนราบ (Plane) โดยเหตุที่พื้นผิวทั้งสองมีลักษณะแตกต่างกันเช่นนี้นับเป็นอุปสรรคที่สำคัญยิ่งในการทำรูปภาพแผนที่ โดยจะเห็นได้ง่ายๆ ว่าการที่จะแสดงรายละเอียดบนพื้นโค้งลงบนพื้นแบนราบให้ถูกต้องสมบูรณ์นั้นเป็นสิ่งที่ไม่อาจทำได้ ถ้าผ่าผลส้มหรือลูกบอลออกแล้วแผ่แนบลงไปบนแผ่นกระดาษ จะเห็นว่าการที่ผิวส้มหรือผิวลูกบอลจะแนบสนิทกับกระดาษได้ต้องมีรอยย่น หรือมีรอยฉีกขาดเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดหรือขาดไปของผิวทรงกลม (ผิวโค้ง) เมื่อแนบเป็นแผ่นแบนราบ รอยย่นหรือ รอยฉีกขาดนี้เรียกว่า "ความบิดเบี้ยว"

**รูปที่ 2.7 รูปโลกที่ได้จากการถ่ายภาพดาวเทียม**

จากข้อเท็จจริงดังกล่าวจึงไม่สามารถทำรูปภาพแผนที่ จากผิวทรงกลมลงบนแผ่นกระดาษได้ถูกต้องทุกส่วน คือไม่มีรูปภาพแผนที่ใดที่แสดงลักษณะต่างๆ บนผิวโลกตามสภาพความเป็นจริงของมันให้ถูกต้องได้ทั้งหมด ถ้าจะกระทำให้ได้ก็เลือกพื้นผิวที่จะแสดงขึ้นใหม่ คือต้องใช้ลูกโลกซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมใกล้เคียงกับโลก แต่ลูกโลกมีขนาดเล็กเกินไปจนไม่สามารถนำมาใช้แสดงรายละเอียดบนผิวโลกได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน โดยเหตุนี้จึงเกิดแนวคิดในการสร้างเส้นโครงแผนที่ (Map Projection) ขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ โดยการวางกฎเกณฑ์ให้ได้มาซึ่งคุณสมบัติที่เหมาะสมกับความต้องการใช้ภาพแผนที่นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นโครงแผนที่มีมากมายหลายแบบ บางชนิดเส้นเมอริเดียนและเส้นละติจูดเป็นเส้นตรง บางชนิดเป็นเส้นโค้ง บางชนิดเส้นเมอริเดียนเป็นเส้นตรงเส้นละติจูดเป็นเส้นโค้ง ฯ ลฯ แต่ละแบบจะแสดงส่วนที่เป็นแผ่นดินในลักษณะต่างๆ กัน บางแบบถึงขนาดที่อาจทำให้ผู้ดูเกิดความเข้าใจผิดขึ้นก็ได้ ที่เห็นชัดเจนที่สุดคือ ขนาดของเกาะกรีนแลนด์ในแผนที่บางแบบจะโตเท่าทวีบอเมริกาใต้ทั้ง ๆ ที่ตามความจริงเกาะนี้มีขนาดเล็กกว่าอเมริกาใต้มาก ดังนั้นจึงต้องมีความเข้าใจในเส้นโครงแผนที่ และหากเลือกเส้นโครงแผนที่แบบต่างๆ มาใช้ให้เหมาะสมกับความมุ่งหมายของผู้ใช้รูปภาพแผนที่แล้วจะได้ประโยชน์อย่างมากเนื่องจากประเทศต่างๆ บางประเทศเหมาะสมที่จะใช้เส้นโครงแผนที่ชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ

**2.2.1 คุณสมบัติของรูปภาพอันเนื่องมาจากเส้นโครงแผนที่**

แม้ว่าจะทำรูปภาพแผนที่หรือ รูปแสดงส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวโลกให้ถูกต้องไม่ได้ดังกล่าวแล้วก็ตาม แต่ก็สามารถแสดงรายละเอียดส่วนใดส่วนหนึ่งของผิวโลก โดยอาศัยเส้นโครงแผนที่ให้รูปภาพที่ได้ รักษาคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งคือ

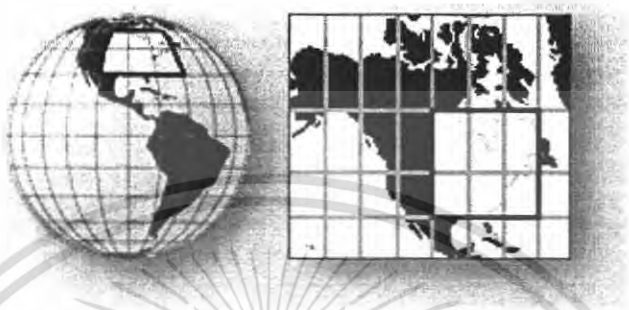
1. รักษาพื้นที่(Preservation of area) คือให้รูปภาพแผนที่ที่มีพื้นที่เป็นสัดส่วนสัมพันธ์กับพื้นที่จริงบนผิวโลกหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าให้รูปภาพรักษาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่แต่ละแห่งที่ตรงกันทั้งในรูปนั้นกับบนผิวโลกให้อยู่ในลักษณะคงที่เท่าๆ กันทั่วทั้งแผ่น
2. รักษารูปร่าง (Preservation of shape) คือให้รูปภาพรักษารูปร่างของพื้นที่บริเวณเล็กๆ แต่ละแห่งในรูปภาพแผนที่นั้นเหมือนกับ ที่เป็นจริงบนผิวโลกโดยทางทฤษฎีแล้วใช้กับจุดเท่านั้น
3. รักษาระยะหรือรักษามาตราส่วน (Preservation of scale) คือให้รูปภาพแผนที่ มีระยะจริงได้สัดส่วนสัมพันธ์กับระยะจริงบนผิวโลก นั่นคือรักษาระยะตามเส้นเมอริเดียนหรือเส้นขนานบางเส้น ดังนั้นระยะห่างระหว่างรายละเอียดบนผิวโลกและในรูปภาพแผนที่จึงสามารถเปรียบเทียบกันได้
4. รักษาทิศทาง (Azimuthal) คือให้รูปภาพแผนที่ มีคุณสมบัติรักษาทิศทางได้ส่วนสัมพันธ์กับทิศทางบนผิวโลก นั่นคือทิศทางของแนวที่ลากออกไปจากจุดศูนย์กลางของการสร้างเส้นโครงแผนที่นั้นๆ ตรงกับความเป็นจริงบนผิวโลก

**2.2.2 ระบบเส้นโครงแผนที่**

ระบบเส้นโครงแผนที่ คือการแสดงโครงข่ายของละติจูดและลองติจูด ลงบนแผ่นกระดาษ หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เส้นโครงแผนที่เป็นระบบของการเขียนแนวเส้นที่แทนเมอริเดียนและเส้นขนานของโลกทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่งลงบนพื้นแบนราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ถูกต้องตามมาตราส่วน ประโยชน์ของเส้นโครงแผนที่ก็คือเพื่อแสดงให้แน่ชัดว่ารายละเอียดในรูปภาพแผนที่อยู่ ณ ตำแหน่งใดบนผิวโลก



**รูปที่ 2.8 เส้นโครงแผนที่**

**2.2.3 การสร้างเส้นโครงแผนที่**

หลักการสร้างเส้นโครงแผนที่มีกำเนิดมาจากแนวความคิดในการฉายเงาของสิ่งต่างๆ ที่มีทรวดทรงไปยังจอแบนราบ เช่นเงาของศีรษะมนุษย์เป็นต้น เงาของศีรษะมนุษย์จะไม่ปรากฏบนจอในลักษณะแบนราบเสมอ กับจะมีรูปร่างและขนาดต่างๆ กันสุดแต่จะให้แหล่งแสงอยู่ที่ใด ดังนั้นถ้าสมมุติให้มีโลกโปร่งใสที่มีเส้นขนานและเส้นเมอริเดียนเขียนไว้ที่ผิวแล้วฉายแสงให้ผ่านลูกโลกนั้นไปเกิดเงาที่จอ เงาที่ปรากฏจะแสดงเส้นขนานและเส้นเมอริเดียนในลักษณะต่างๆ กันเมื่อแหล่งแสงเปลี่ยนที่ไป และถ้าหากใช้จอที่มีรูปร่างต่างกัน คือเป็นจอ-แบนราบได้ จอโค้งเป็นรูปทรงกระบอกหรือรูปทรงกรวยกลม ซึ่งอาจผ่าแล้วคลี่ออกเป็นแผ่นแบนราบได้ บ้างแล้ว ลักษณะของเงาเส้นขนานและเส้นเมอริเดียนที่ปรากฏก็จะผิดแผกแตกต่างกันไปอีกมากมายหลายแบบ

**2.2.4 ผื้นผิวที่ใช้ในการแสดงเส้นโครงแผนที่**

ไม่มีส่วนใดของผิวทรงกลมหรือ ทรงรีที่จะทาบลงไปบนพื้นราบหรือพื้นแบนได้แนบสนิทโดยมิให้มีรอยย่นหรือรอยฉีกขาด อย่างไรก็ตามมีพื้นผิวบางชนิดเมื่อคลี่ออกแล้วแนบลงไปบนพื้นราบได้แนบสนิทจริงๆ โดยไม่มีรอยย่น ยืดออก หรือฉีกขาด พื้นผิวดังกล่าวนี้ได้มีการพัฒนาจนเป็นที่แน่ใจแล้วว่าเป็นพื้นผิวที่ใช้แสดงเส้นโครงแผนที่ได้ดีที่สุด (Developable surface) ได้แก่

1. พื้นผิวรูปทรงกรวย (Conic ,Circle Cone)
2. พื้นผิวรูปทรงกระบอก (Cylinder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พื้นแบนหรือพื้นระนาบ (Plane ,Azimuthal)

พื้นผิวทรงกรวย เมื่อผ่าออกจากฐานกรวยถึงยอด แล้วคลี่ออกอาจแนบลงไปบนพื้นราบได้อย่างแนบสนิทปราศจากรอยย่น รอยยืดออก หรือรอยฉีกขาดใดๆ และในทำนองเดียวกันรูปทรงกระบอกเมื่อผ่าจากฐานหนึ่งถึงอีกฐานหนึ่งแล้วคลี่ออกสามารถแนบลงบนพื้นราบได้สนิทโดยปราศจากรอยย่น รอยยืด หรือรอยฉีกขาดใด

**รูปที่ 2.9 เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นกรวยกลมเป็นพื้นแสดง**

**2.2.5 การจำแนกชนิดของเส้นโครงแผนที่**

เส้นโครงแผนที่ที่ใช้ในการทำรูปภาพแผนที่มีอยู่มากมายหลายชนิด (200 กว่าชนิด) จนไม่สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้โดยโดดเดี่ยว แต่อาจแบ่งได้โดยกำหนดตามพื้นผิวที่ใช้เป็นพื้นแสดงเส้นโครงแผนที่ คือ

1. เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นกรวยกลมเป็นพื้นแสดงเส้นเมอริเดียน และเส้นขนานของโลกเรียกว่า "Conic Projection"
2. เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นรูปทรงกระบอกเป็นพื้นแสดงเส้นเมอริเดียน และเส้นขนานของโลก เรียกว่า "Cylindrical Projection"
3. เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นแบนราบเป็นพื้นแสดงเส้นเมอริเดียน และเส้นขนานของโลกเรียกว่า "Azimuthal Projection หรือ Zenithal Projection"

พื้นผิวทั้งสามแบบนี้อาจใช้สัมผัส หรือตัดเข้าไปในโลกที่ใดที่หนึ่งที่พิจารณาตำแหน่งที่พื้นผิวทั้งสามจะสัมผัสหรือตัดโลกได้มีอยู่ 3 แห่งคือ

- ที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้
- ที่เส้นศูนย์สูตร (Equator)
- ที่ใดที่หนึ่งที่ไม่ใช่ขั้วโลกและอิเควเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งเส้นโครงทั้ง 3 ชนิดนั้นออกเป็นส่วนย่อยอีกตามลักษณะของเส้นศูนย์กลางเส้นโครงแผนที่ คือถ้าใช้ศูนย์กลางของเส้นโครงแผนที่หรือแกนของรูปทรงกรวยกลมหรือแกนรูปทรงกระบอกอยู่ตรงไหน ก็มีชื่อเรียกของมันไปคนละอย่าง คือ

ถ้าใช้ศูนย์กลางเส้นโครงแผนที่ (โปรเจคชั่น) อยู่ที่ขั้วโลกเรียกว่า Normal เช่นถ้าใช้พื้นแบนสัมผัสที่ขั้วโลกแล้วฉายเส้นเมอริเดียนและเส้นขนานไปบนพื้นแบนนั้น เรียกว่า "Azimuthal Normal Projection" ถ้าใช้พื้นแบนสัมผัสที่อิเควเตอร์เรียกว่า "Azimuthal Equatorial Projection" และถ้าใช้พื้นแบนสัมผัสที่ใดที่หนึ่งซึ่งไม่ใช่ขั้วโลกและอิเควเตอร์เรียกว่า "Azimuthal Transverse Projection"

ในทำนองเดียวกันถ้าให้แกนรูปทรงกรวยกลมอยู่ตามจุดต่างๆ ทั้ง 3 แห่งนี้ก็จะเรียก "Conic Normal Projection, Conic Equatorial Projection" และ "Conic Transverse Projection" ตามลำดับ หรือถ้าให้แกนรูปทรงกระบอกอยู่ตามจุดต่างๆ ทั้ง 3 แห่งนี้ก็จะเรียก "Cylindrical Normal Projection, Cylindrical Equatorial Projection" และ "Cylindrical Transverse Projection" ตามลำดับ

## การพิจารณาเส้นโครงแผนที่แบบต่างๆ

### 2.2.5.1 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นผิวทรงกรวยกลม

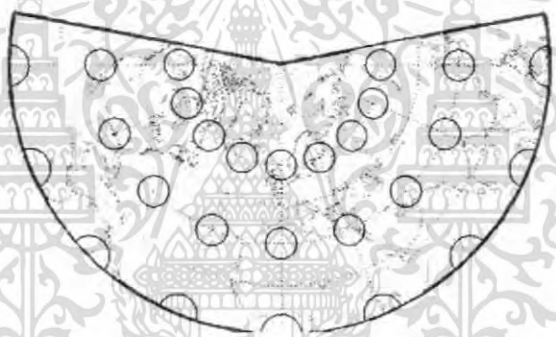
เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ใช้พื้นผิวทรงกรวยเป็นพื้นแสดงเมอริเดียน และเส้นขนาน เมื่อผ่ากรวยจากฐานถึงยอดกรวยแล้วคลี่ออก ปรากฏว่าเส้นเมอริเดียนที่มีอยู่ 360 องศา นั้นจะอยู่บนเซกเตอร์ของวงกลม ซึ่งมีลักษณะคล้ายเป็นซี่พัด เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ใช้แหล่งแสงอยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลกแต่เวลาทำจริงๆ ทำโดยการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์

**รูปที่ 2.10 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นผิวทรงกรวยกลม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.5.2 เส้นโครงแผนที่รักษารูปร่างอาศัยกรวยแบบของแลมเบอร์ต(Lambert Conformal Conic Projection)**

เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ใช้ผิวกรวยเป็นพื้นแสดงเส้นเมอริเดียนและละติจูด โดยใช้กรวยตัดเข้าไปยังผิวโลกบริเวณเส้นขนานหลัก 2 เส้น ผู้คิดประดิษฐ์เส้นโครงแผนที่แบบนี้ คือ โจฮัน ไฮน์ริช แลมเบอร์ต (Johan Heinrich Lambert) ซึ่งเป็นนักคำนวน นักฟิสิกส์ และนักดาราศาสตร์ งานทางเส้นโครงแผนที่อันสำคัญยิ่งของเขาก็คือ การศึกษาพิจารณาวิชาเส้นโครงแผนที่โดยการถ่ายทอดจากรูปมีทรงกลมมายังพื้นแบน โดยเฉพาะเกี่ยวกับ เส้นโครงแผนที่รักษารูปร่าง (Conformal) และรักษาพื้นที่ (Equal area) ทั้งสองอย่างนี้มีความสำคัญแก่นักเขียนแผนที่อย่างมาก ฉะนั้นเพื่อเป็นอนุสรณ์แก่เขาจึงให้ชื่อเส้นโครงแผนที่ว่า "แลมเบอร์ต" (Lambert)



**รูปที่ 2.11 เส้นโครงแผนที่แบบแลมเบอร์ต**

ลักษณะของเส้นโครงแผนที่แบบของแลมเบอร์ตนี้ เป็นแบบเดียวกับแบบอาศัยกรวยทั่วๆ ไป คือเส้นโครงแผนที่มีลักษณะดังนี้

1. เส้นเมอริเดียนทุกเส้นเป็นเส้นตรงไปรวมกันที่จุดๆ หนึ่งนอกแผนที่
2. เส้นละติจูดทุกเส้นเป็นเส้นโค้งเล็กน้อย (เกือบเป็นเส้นตรง) ขนานกันโดยตลอดและมีจุดศูนย์กลางรวมกัน (concentric) อยู่ตรงจุดรวมของเส้นเมอริเดียน
3. เส้นเมอริเดียนกับเส้นขนานตัดกันเป็นมุมฉากเหมือนกับบนโลก

เนื่องจากรูปกรวยตัด Spheroid หรือโลกที่เส้นขนานหลัก 2 เส้นในบริเวณที่ต้องการทำแผนที่ โดยปรกติแล้วเลือกเส้นขนานหลัก (Standard Parallels) ให้อยู่ถัดจากแนวเขตเหนือ-ใต้ของบริเวณทำรูปภาพแผนที่ 1/6 ของระยะทั้งหมดตามแนวเมอ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

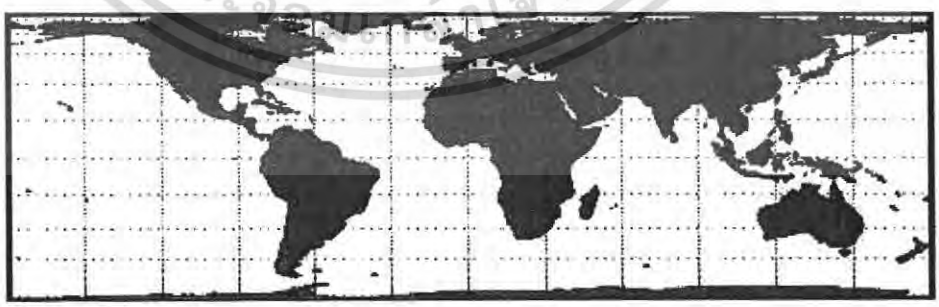
ริเดียนย่านกลางจากเขตเหนือ-ใต้ ระยะระหว่างเส้นขนานหลักคิดเป็น 4/6 ของระยะตามแนวเมอริเดียน

**2.2.5.3 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นที่รูปทรงกระบอก (Cylindrical Projection)**

เส้นโครงแผนที่แบบนี้ได้แนวความคิดในการฉายเส้นขนาน และเส้นเมอริเดียนจากแหล่งแสงในแบบต่างๆ กันลงบนพื้นผิวทรงกระบอกที่จัดให้สัมผัสหรือตัดผ่านผิวโลก ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่ง แล้วผ่าทรงกระบอกออกเป็นแผ่นแบนราบก็จะได้เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นรูปทรงกระบอก

เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นรูปทรงกระบอกที่รู้จักกันแพร่หลายคือ เส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้นโดยนำรูปทรงกระบอกสวมและให้สัมผัสกับโลกที่อิเควเตอร์ แล้วจัดให้แกนของทรงกระบอกทับกับแกนหมุนของโลก เสร็จแล้วฉายแสงให้เส้นขนานและเมอริเดียนปรากฏลงบนพื้นผิวของรูปทรงกระบอก เมื่อนำทรงกระบอกนี้ไปผ่าตามแนวเหนือใต้และคลี่ออกไปจะได้เส้นโครงแผนที่มีลักษณะดังนี้

1. เส้นเมอริเดียนและเส้นขนานทั้งหมดเป็นเส้นตรง ตัดกันเป็นมุมฉาก
2. มาตราส่วนเมื่อเทียบเคียงกันระหว่างจุดต่างๆ จะถูกต้องโดยประมาณใกล้ๆ อิเควเตอร์ แต่จะผิดมากบริเวณละติจูดสูงๆ ขึ้นไป
3. เส้นเมอริเดียนทุกเส้นขนานกันโดยตลอด
4. เส้นขนานทุกเส้นขนานกัน และระยะห่างจากกันจะมีมากขึ้นเมื่อละติจูดเพิ่มขึ้น
5. มาตราส่วนของแผนที่ไม่เหมือนกันถ้าต่างละติจูดกัน
6. มาตราส่วนทางเมอริเดียนกับทางเส้นขนานไม่เหมือนกัน



**รูปที่ 2.12 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นผิวทรงกระบอก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้จะมีคุณสมบัติรักษารูป ณ บริเวณจุดสัมผัสคือตามแนวอิเควเตอร์ แค่อาการบิดเบี้ยวจะทวีมากขึ้นอย่างรวดเร็วในเมื่อตำแหน่งที่พิจารณาเคลื่อนที่เข้าไปใกล้ขั้วโลก และที่น่าสังเกตคือขั้วโลกซึ่งเป็นจุดในทางทฤษฎีจะถูกแทนด้วยท่อนเส้นที่ยาวเท่ากับเส้นอิเควเตอร์ ซึ่งเรื่องนี้นับว่าผิดจากสภาพที่เป็นจริง แสดงให้เห็นว่ามีความบิดเบี้ยวเกิดขึ้นมากในบริเวณที่ใกล้ไปทางขั้วโลก ดังนั้นแผนที่ซึ่งมีโปรเจคชั่นลักษณะนี้จึงไม่นิยมเอาไปใช้สำหรับบริเวณที่มีละติจูดมากกว่า 80 – 85 องศา

นอกจากรูปทรงกระบอกไม่จำเป็นต้องให้สัมผัสที่อิเควเตอร์แล้ว แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการเขียนเส้นโครงแผนที่แบบอาศัยทรงกระบอกนี้ยังอาจอยู่ในที่ต่างๆ กัน เช่นอยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลก (Gnomonic) อยู่ที่จุดตรงข้ามจุดสัมผัส (Stereographic) หรืออยู่ที่อินฟินนิตี้ (Orthographic) ก็ได้

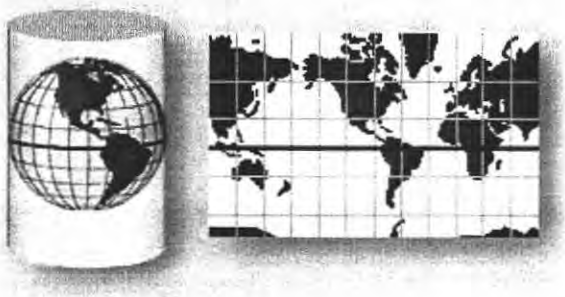
**2.2.5.4 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ (Mercator Projection)**

เส้นโครงแผนที่แบบนี้เป็นแบบที่แพร่หลาย เส้นโครงแผนที่นี้สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการที่ว่าใช้รูปทรงกระบอกสัมผัสผิวโลกที่อิเควเตอร์ แล้วฉายแสงให้เส้นเมอริเดียนและเส้นขนานปรากฏบนพื้นทรงกระบอกนั้น แต่ในทางปฏิบัติใช้หลักการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ ปรับขยายช่วงห่างของเส้นขนานใหม่เพื่อให้มีคุณสมบัติในการรักษารูป ลักษณะของเส้นโครงแผนที่

1. เส้นเมอริเดียนเป็นเส้นตรงขนานกัน ช่วงห่างระหว่างเส้นเมอริเดียนแต่ละเส้นเท่าๆ กัน
2. เส้นขนานเป็นเส้นตรงขนานกัน ช่วงห่างระหว่างเส้นขนานจะมากขึ้นเมื่อไปทางขั้วโลก

คุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ คือ รักษารูปในบริเวณจุดสัมผัสตามแนวอิเควเตอร์ เกาะหรือประเทศเล็กๆ ที่อยู่ในบริเวณอิเควเตอร์จะมีรูปร่างถูกต้องมาตราส่วนก็ถูกต้องตามแนวอิเควเตอร์ แต่อาการบิดเบี้ยว (ผิดทั้งรูปร่างและมาตราส่วน) จะมีมากขึ้นอย่างรวดเร็วในบริเวณที่อยู่ใกล้ขั้วโลก ขั้วโลกซึ่งเป็นจุดในทางทฤษฎีจะถูกแทนด้วยเส้นที่ยาวเท่ากับเส้นอิเควเตอร์ ซึ่งเรื่องนี้นับว่าผิดจากสภาพที่เป็นจริง ดังนั้นรูปภาพแผนที่ซึ่งมีลักษณะเช่นนี้จึงไม่นิยมเอาไปใช้ในบริเวณที่มีละติจูดมากกว่า 80 ถึง 85 เหนือและใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2.13 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์**

**2.2.5.5 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นแบบ (Azimuthal Projection)**

เส้นโครงแผนที่นี้ใช้พื้นแบนราบเป็นพื้นแสดงเส้นโครงแผนที่ โดยใช้พื้นแบบสัมผัสผิวโลก ณ จุดใดจุดหนึ่ง แล้วฉายแสงให้รายละเอียดของโลกปรากฏลงบนพื้นแบนนั้น โดยปกติใช้พื้นแบนสัมผัสผิวโลกที่ขั้วโลกทั้งสองและที่อิเควเตอร์ ส่วนการใช้พื้นแบนสัมผัสที่จุดใดจุดหนึ่งที่ไม่ใช่ขั้วโลกหรืออิเควเตอร์ซึ่งเรียกว่า "ทรานส-เวอร์ส"

**รูปที่ 2.14 เส้นโครงแผนที่อาศัยพื้นแบนราบ**

## เส้นโครงแผนที่ชนิดอื่นๆ

**2.2.5.6 เส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลไซน์ (Homolosine Projection)**

เส้นโครงแผนที่แบบนี้อาจเรียกว่า "Good's Interrupted Homolographic" โดยรวมเอาเส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลกราฟิคและเส้นโครงแบบซินซอยดัลเข้าไว้ด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลไซน์นี้บริเวณขั้วโลก (ทั้งเหนือและใต้) จะขาดตอนหรือแยกออกจากกันเป็นส่วนๆ (section) อย่างเด่นชัด แต่ละส่วนจะมีเมอริเดียนกลางซึ่งจะช่วยลดความบิดเบี้ยวลงได้ ทำให้แผนที่มีความถูกต้องและรูปร่างดีขึ้น เส้นเมอริเดียนเส้นอื่นๆ เป็นเส้นโค้งและสอบเข้าหากันบริเวณขั้วโลก เส้นขนานจะเป็นเส้นตรงแต่ไม่ต่อเนื่องกัน ช่วงระยะระหว่างเส้นขนานจะชิดกันมากขึ้นเมื่อไปทางขั้วโลก

**รูปที่ 2.15 เส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลไซน์**

เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้มีคุณสมบัติในการรักษาพื้นที่ และมีเมอริเดียนย่านกลางอยู่หลายแห่ง (มีอยู่ในทุกทวีป) ซึ่งช่วยในการรักษารูปร่าง เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้จะคลุมบริเวณทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ ยูเรเซีย แอฟริกา และออสเตรเรีย ซึ่งแต่ละทวีปจะอยู่ในบริเวณเมอริเดียนที่เหมาะสมที่สุด และเนื่องจากเส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ไม่สามารถปรับดินแดนภูมิภาคต่างๆ ให้เข้าด้วยกันได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามถ้าต้องการแสดงบริเวณมหาสมุทรต่างๆ ของโลกก็อาจสร้างให้ศูนย์กลางของมหาสมุทรอยู่บนเมอริเดียนย่านกลางได้โดยให้บริเวณภาคพื้นทวีปขาดตอนออกจากกัน

ต่อไปเป็นทฤษฎีการประมวลผลภาพแบบต่างๆ ประกอบด้วย สปาเชียลทรานสฟอร์เมชั่น (Spatial Transformation) และ การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (image Enhancement)

## 2.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพดิจิตอล คือ กระบวนการที่กระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งกับการนำภาพเข้า(input image) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์(output image) มีลักษณะของภาพให้เป็นไปตามต้องการ ซึ่งกระบวนการกระทำการกับภาพที่ใช้ในการประมวลผลภาพดิจิตอลมีอยู่มากมายหลายแบบ ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะ และการแยกแยะประเภทของการกระทำกับภาพ จะช่วยให้สามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่จะได้จากกระบวนการกระทำแต่ละแบบ หรือประมาณความซับซ้อนของกระบวนการกระทำกับภาพที่จะนำไปใช้ได้

กระบวนกากระทำกับภาพในการประมวลผลภาพดิจิตอลสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ กระบวนการกระทำการกับภาพเฉพาะจุด (Point Processing) กระบวนการกระทำการกับภาพเฉพาะบริเวณ (Local Processing) และกระบวนการกระทำกับภาพทั้งหมด

**2.3.1 กระบวนการทำกับภาพเฉพาะจุด (Point Processing)**

กระบวนการทำกับภาพแบบนี้ ค่าระดับความเข้มเทาที่แสดงในแต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์จะขึ้นกับค่าระดับควาเข้มเทาของพิกเซลในภาพนำเข้าพิกเซลต่อพิเซล

**รูปที่ 2.16 กระบวนการกระทำการกับภาพเฉพาะจุด**

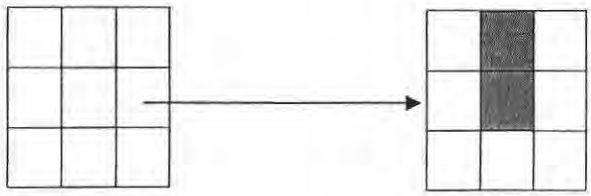
การประมวลผลภาพแบบจุดต่อจุดนั้นสามารถแบ่งฟังก์ชั่นง่ายๆ ได้ 3 ประเภทคือ

- ฟังก์ชั่นแบบเชิงเส้น (Linear Function)
- ฟังก์ชั่นลอกการิทึม (Logarithm Function)
- ฟังก์ชั่นยกกำลัง (Power-Law Function)

**2.3.2 กระบวนการทำกับภาพเฉพาะบริเวณ (Local Processing)**

กระบวนการทำภาพแบบนี้ค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซลแต่ละจุดในภาพผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับค่าระดับความเข้มเทาของกลุ่มพิกเซลที่อยู่บริเวณข้างเคียง (Neighborhood Pixels) ของภาพต้นแบบ ตัวอย่างได้แก่ การกรองสัญญาณในสเปเชียลโดเมน (Spatial Filtering) หรือที่นิยมเรียกว่า การคอนโวลูชั่น (Convolution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Input Image Output Image

**รูปที่ 2.17 กระบวนการกระทำการกับภาพเฉพาะบริเวณ**

– การคอนโวลูชั่นแบบ 2 มิติ (Two-dimensional convolution) กระบวนการกระทำกับภาพแบบนี้ ค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซลแต่ละจุดของภาพผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับค่าระดับความเข้มเทาของกลุ่มพิกเซลที่อยู่ในบริเวณข้างเคียง การคอนโวลูชันก็คือการกรองสัญญาภาพแบบเชิงเส้นในสเปเชียลโดเมน เพื่อต้องการปรับปรุงภาพให้ดีขึ้น

– การทำ Zero padding เนื่องจากกระบวนการทำคอนโวลูชัน ในบางครั้งของเมตริกซ์ที่เป็นฟิลเตอร์(Mask) เมื่อวางทาบลงไป บริเวณขอบภาพจะพบว่ามีบางตำแหน่งพิกเซลที่ไม่ซ้อนทับกัน ซึ่งก็คือตำแหน่งพิกเซลของมาส์กที่อยู่นอกบริเวณขอบภาพดังนั้นในการคำนวณจำทำการกำหนดให้พิกเซลเหล่านี้มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งก็คือจะคำนวณเฉพาะตำแหน่งพิกเซลที่วางซ้อนทับกัน

**2.3.3 กระบวนการทำกับภาพทั้งหมด (Global Processing)**

กระบวนการแบบนี้ ค่าระดับความเข้มเทาแสดงในแต่ละตำแหน่งพิกเซลของภาพผลลัพธ์ จะขึ้นอยู่กับค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซลทั้งหมดของภาพต้นแบบ ลักษณะการกระทำของภาพเช่นนี้ ได้แก่ การทำเทรสโฮสดิ้ง (Thresholding) และกาทำ Histogram Equalization เป็นต้น

– การกำหนดเทสโชลด์ (Thresholding) เทคนิคการกำหนดเทรสโชลด์ คือการกำหนดค่าระดับความเข้มเทาคงที่ค่าหนึ่งเพื่อแยกสิ่งที่ต้องการ (Object) ออกจากพื้นหลังของภาพ และยังเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อใช้ในการสร้างภาพแบบไบนารี ซึ่งในการกำหนดค่าเทรสโชลด์ ถ้าได้ค่าเทรสโชลด์ที่ไม่เหมาะสม เช่น ค่าเทรสโชลด์ที่มีค่าน้อยหรือมากเกินไปอาจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพวัตถุที่ต้องการขาดหายไป หรือภาพจะมีสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ปนมาด้วยเช่น สัญญาณรบกวน (Noise) ดังนั้นจะต้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement)

รูปภาพดิจิตอลที่ใช้งานจริง ในบางครั้งภาพต้นแบบอาจมีสัญญาณรบกวน ปนอยู่ด้วย หรือภาพต้นแบบมีลักษณะเบลอไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีวิธีการในการประมวลผลที่จะมาทำให้คุณภาพของภาพต้นแบบมีคุณภาพดีขึ้น

### 2.4.1 สัญญาณรบกวน (Noise)

โดยทั่วไปสัญญาณรบกวนของภาพส่วนใหญ่ เกิดขึ้นเนื่องจากขั้นตอนในการเปลี่ยนสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟ ซึ่งลักษณะของสัญญาณรบกวนแต่ละประเภทจะถูกแบ่งออกไปตามลักษณะในรูปของฟังก์ชั่นการกระจายตัวของสัญญาณรบกวน ดังนั้นในกระบวนการลดสัญญาณรบกวน ในการประมวลผลภาพจึงต้องมีการจำลองลักษณะของสัญญาณรบกวนในแบบต่างๆ ซึ่งสัญญาณรบกวนที่นิยมใช้กันจะเป็นสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน (Gaussian noise) สัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform noise) และสัญญาณรบกวนแบบจุด (Impluse noise)

### 2.4.2 รูปแบบของสัญญาณรบกวน (Noise Model)

สัญญาณรบกวนแบบต่างๆ จะมีการกระจายของข้อมูลของสัญญาณรบกวนตามรูปแบบของฟังก์ชั่น Probability density function (PDF) โดยลักษณะของการสุ่มของสัญญาณรบกวนชนิดต่างๆ จะเป็นไปตามหลักการทั่วไปของทฤษฎีความน่าจะเป็น

### 2.4.3 การลดสัญญาณรบกวนของภาพ (Image Noise Reduction)

กระบวนการลดสัญญาณรบกวนของภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น การลดสัญญาณรบกวนแบบเป็นเชิงเส้น และไม่เป็นเชิงเส้น

การลดสัญญาณรบกวนแบบเชิงเส้น เป็นการทำให้ภาพเรียบ หรือการขจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ มีวัตถุประสงค์ในการกำจัดสัญญาณรบกวนซึ่งเป็นสัญญาณประเภทความถี่สูง โดยมีพื้นฐานอาศัยหลักการทำการเฉลี่ยค่าความเข้มแสดงเฉพาะบริเวณ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน (Low-pass Filtering) ผลกระทบของการกรองด้วยสัญญาณความถี่ต่ำผ่านจะทำให้สัญญาณรบกวนถูกทำให้ลดลง ในขณะที่ภาพผลลัพธ์จะมีความเรียบ การทำให้ภาพเรียบในบางกรณีภาพผลลัพธ์จะพร่ามัว (Blurring Effect) มีความคมชัดน้อยลง เนื่องจากขอบของวัตถุในรูปภาพจะเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนระดับความเข้มแสง และจัดว่าเป็นสัญญาณความถี่สูงถูกกรองออกไปดังนั้นเทคนิคการทำภาพให้เรียบส่วนใหญ่จะเน้นที่การกำจัดสัญญาณรบกวนแต่จะไม่ทำลายขอบของวัตถุในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวกรองแบบค่าเฉลี่ย (Averaging operator) คือตัวกรองแบบความถี่ต่ำผ่านชนิดหนึ่ง ซึ่งผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองชนิดนี้ จะมีค่าเป็นหนึ่ง ข้อดีและข้อเสียกล่าวคือ การเพิ่มขนาดของมาส์กจะช่วยลดสัญญาณรบกวนได้มากขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า เมื่อขนาดของมาส์กยิ่งมีขนาดใหญ่เท่าไร รบกวนก็จะถูกลดลงไปได้มากเท่านั้น แต่ลักษณะของภาพจะมีลักษณะพร่ามัวยิ่งขึ้น
- ตัวกรองแบบเกาส์เซียน (Gaussian operator) โดยทั่วไปตัวกรองแบบเกาส์เซียนจะเป็นที่นิยมใช้มากกว่าแบบค่าเฉลี่ยเนื่องจากว่าจะมีผลกระทบต่อการพร่ามัว (Blur) ของภาพต้นฉบับน้อยกว่าการใช้ตัวกรองแบบค่าเฉลี่ย นอกจากนี้มาส์กแบบเกาส์เซียนจะเหมาะสำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบเกาส์เซียน ซึ่งผลลัพธ์จากการใช้การกรองสัญญาณรบกวนด้วยตัวกรองความถี่แบบเกาส์เซียนสามารถช่วยลดผลกระทบจากการสูญเสียของข้อมูลภาพได้มาก เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการกรองสัญญาณด้วยตัวกรองความถี่แบบเฉลี่ย โดยการเพิ่มขนาดของมาส์กจะไม่ผลกับข้อมูลภาพมากนัก
- ตัวกรองแบบมีเดียน (median filter) เป็นการใช้ค่ากลางของบริเวณข้างเคียง เป็นตัวคำนวณมีเดียน เป็นที่นิยมมากสำหรับการกำจัดสิ่งรบกวนที่เป็นแบบสุ่ม และที่สำคัญสามารถลดการเบลอของรูปได้ดีได้ผลเป็นพิเศษกับ impulse noise หรือที่เรียกว่า salt-and-pepper noise ที่มีลักษณะเป็นจุดสีขาวและดำอยู่กระจัดกระจายบนรูป

**2.4.4 การทำให้ภาพคมชัดขึ้น (Image Sharpening)**

จุดมุ่งหมายสำคัญของการทำให้ภาพมีความคมชัด (Sharpening) เพิ่มขึ้น มีวิธีดังนี้คือ การเน้นเส้นขอบระหว่างพิกเซลที่อยู่ติดกันที่มีค่าระดับความเข้มเทาต่างกันมาก จึงมีผลทำให้รายละเอียดต่างๆ ของภาพมีลักษณะเด่นขึ้นมา เช่นเดียวกันกับการปรับรายละเอียดของภาพที่มีลักษณะเบลอ วิธีการทำให้ภาพคมชัดขึ้นนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายด้าน ยกตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้งานต่างๆ ที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์การพิมพ์ การเพิ่มคุณภาพของภาพทางด้านการแพทย์ เช่นภาพเอ็กซเรย์ ภาพอัตรโซนิกส์เป็นต้น

- Unsharp Masking เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ปรับแต่งรายละเอียดของภาพให้มีความคมชัดขึ้น โดยวิธีการของ Unsharp Masking นี้ก็คือจะเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลบรายละเอียดส่วนที่เบลอของรูปภาพออกจากภาพต้นฉบับดังเดิม ทำให้ภาพที่ได้ขึ้นมาใหม่ มีลักษณะคมชัดกว่าเดิม

## 2.5 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

เนื่องจากขอบภาพ (Edge) นั้นประกอบด้วยประกอบข้อมูลของภาพที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ตัวอย่างเช่นขอบของภาพสามารถนำไปใช้ในการระบุถึงขนาดของวัตถุที่อยู่ในภาพ การนำไปใช้ในการแยกแยะระหว่างวัตถุหรือข้อมูลในภาพกับส่วนของพื้นหลังภาพ (Background) หรือการนำไปใช้ในการระบุหรือแยกแยะวัตถุที่อยู่ในภาพ ซึ่งอาจกล่างได้ว่าขอบของภาพ คือ ส่วนที่เกิดจากความไม่ต่อเนื่องของค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซล(Pixel) ที่อยู่ติดกันกล่าวคือ ค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซลที่อยู่ติดกันมีค่าแตกต่างกันมาก

### 2.5.1 การหาอนุพันธ์ของภาพ

– การหาอนุพันธ์ของภาพอันดับที่1 เมื่อทำการสร้างภาพที่แสดงค่าระดับความเข้มเทาของภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยขอบภาพ 2 ชนิด คือ ขอบภาพทีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับความเข้มเทาอย่างต่อเนื่องที่ละน้อย (Ramp edge) และขอบภาพที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับความเข้มเทาอย่างทันทีทันใด ถ้ากำหนดให้ขอบภาพของภาพต้นแบบ คือ f(x) และค่าอนุพันธ์ของขอบภาพต้นแบบคือ f'(x) ดังนั้นผลของการหาอนุพันธ์ของขอบภาพจะพบได้ว่าจะได้ศูนย์เมื่อทุกๆ ส่วน หรือ ตำแหน่งของภาพต้นแบบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับความเข้มเทาและจะได้ค่าไม่เท่ากับศูนย์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง ตัวปฏิบัติการที่ใช้ในการขอบของภาพส่วนใหญ่จะมีวิธีการมาจากทฤษฎีพื้นฐานของการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชั่น f(x) ใดๆ

– มาส์ค (Masks) ที่ใช้สำหรับการหาอนุพันธ์ของภาพอันดับที่1 มาส์ก 1 มิติ ที สามารถนำไปใช้หาขอบของภาพในแนวแถว และหลักของภาพ ส่วนมาส์ 2 มิติ ที่เป็นที่นิยมนำไปใช้หาขอบของภาพในแนวแถว และหลักของภาพ คือ Prewitt operator และ Sobel operator

– การหาอนุพันธ์ของภาพอันดับที่2 หรือเรียกอีกอย่างว่า Laplacian of Gaussian เป็นการนำเอาวิธีการหาค่าอนุพันธ์ลำดับที่2 มาประยุกต์ใช้ หรือ ที่นิยมเรียกว่าการกระทำแบบลาเพนเชียน (Laplacian operator) วิธีการของพาเพลเชียน คือ การนำเอาผลรวมของการหาค่าอนุพันธ์อันดับที่2 ของภาพในแนวแถว และหลักมารวมกัน ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ได้มาส์ค 2 มิติของการกระทำแบบลาเพลเซียน และเมื่อนำมาคอนโวลูชั่น กับภาพต้นแบบ ผลลัพธ์ของขอบภาพอาจชัดเจนแต่ไว้ต่อสัญญาณรบกวน

## 2.6 MATLAB Image Processing Toolbox

Image processing เรียกอีกอย่างว่า การประมวลผล หมายถึง การใช้ขั้นตอน หรือ กรรมวิธีใดๆ มากระทำกับภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น ความคมชัด หรือ การประหยัดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล การประมวลผลภาพสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ

1. กระบวนการในโดเมนความถี่ (frequency domain)

กระบวนการในโดเมนความถี่เป็นการแปลงฟูเรียร์ มาประยุกต์ให้

2. กระบวนการในสปาเชียลโดเมน (spatial domain)

สปาเชียลโดเมน หมายถึง ตัวระนาบภาพ (image plane) กระบวนการในสปาเชียลโดเมนจึงเป็นกระบวนการที่กระทำบนจุดภาพโดยตรง อย่างเช่น กระบวนการในสปาเชียลโดเมน ที่เลือกใช้ได้แก่ ฮิสโตแกรมอิควอไลเซชั่น (Histogram Equalization) การบีบอัดไดนามิกเรนจ์ (Dynamic-range compression) การแปลงระดับสีเทา (Gray scaling)

ทูลบ๊อกที่ใช้ใน MATLAB Image Processing Toolbox ได้แก่

### 2.6.1 Spatial image transformations

Spatial image transformation เป็นฟังก์ชั่นที่อยู่ใน Image Processing Toolbox ซึ่งสามารถแก้ไขความสัมพันธ์ระหว่าง spatial กับ pixel ให้มีความกลมกลืนเข้าด้วยกันได้ ทั้งยังปะติดปะต่อตำแหน่งของรูปภาพนำเข้าให้รูปภาพผลลัพธ์อยู่ในตำแหน่งใหม่ หรือมีลักษณะเปลี่ยนไป spatial transformation ยังมีฟังก์ชั่นในการตัดภาพ, ลด, เพิ่มขนาดและ หมุนภาพ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะของ ภาพสองมิติที่อยู่ในฟังก์ชั่น f(x,y) และ ภาพ N มิติ โดยที่ลักษณะสัดส่วนของภาพยังคงสัดส่วนเดิมอยู่

### 2.6.2 Morphological operations

ตัวปฏิบัติการรูปแบบโครงสร้าง คือ การตั้งค่าในการคำนวณการประมวลผลภาพ โดยอาศัยรูปร่างลักษณะของภาพ ตัวปฏิบัติการรูปแบบโครงสร้างจะทำการปรับเปลี่ยนค่าโครงสร้างอิลิเมนต์ (element) ของรูปภาพนำเข้า แล้วสร้างภาพผลลัพธ์ที่มีขนาดเท่ากันกับภาพนำเข้าเดิม พื้นฐานของตัวปฏิบัติการรูปแบบโครงร่างจะทำการคำนวณ กาขยายตัว การลดตัว ในการคำนวณของรูปแบบโครงร่าง ค่าของแต่ละจุดภาพในภาพผลลัพธ์ จะทำการเปรียบเทียบกับจุดภาพหรือจุดข้างเคียงของภาพนำเข้า โดยมีการเลือกจากขนาดและ รูปร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของจุดข้างเคียง ยกตัวอย่างการทำงาน เช่น สามารถกำหนดให้มีการรู้จำรูปร่างและขนาดของรูปภาพนำเข้าได้

**2.6.3 Neighborhood and block operations**

เป็นตัวปฏิบัตการที่กระทำกับจุดภาพที่อยู่บริเวณรอบๆ กับจุดที่กำลังกระทำอยู่ หมายถึง เมื่อต้องการจะให้ตัวปฏิบัติการกระทำกับจุดใด ๆ แล้วนั้นตัวปฏิบัติการจะต้องนำเอาค่าข้างเคียงของจุดนั้นมาคำนวณด้วยเสมอ เรียกการทำงานแบบนี้ว่า การทำงานที่ต้องใช้จุดข้างเคียง (Neighborhood operation)

**2.6.4 Linear filtering and filter design**

ฟิวเตอร์ คือ เทคนิคการกรองแยกส่วนที่ดีของภาพเพื่อให้ได้รูปภาพที่ได้รับการแก้ไขหรือการลักษณะขยายใดๆของรูป หรือ ความถี่ เช่น การกรองรูปภาพเพื่อที่จะเน้นความสามารถ หรือ เน้นความสามารถอื่นๆ ในการคำนวณการประมวลผลของรูปภาพ ที่จะทำการ ฟิวเตอร์ จึงมีการเรียกใช้ฟังก์ชั่น smoothing, sharpening และ edge enhancement. Linear filtering หรือการกรองเชิงเส้น คือการกรองค่าของ พิกเซลผลลัพธ์ของรูปภาพ ซึ่งก็คือการนำค่า pixel neighborhood มารวมเข้าไว้ด้วยกัน

**2.6.5 Transforms**

เป็นการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ของรูปภาพในฟังก์ชั่นสองตัวแปล f(x,y) ของ สปาเชียล ค่าของฟังก์ชั่นที่ตำแหน่งนั้นๆ เจาะจงความเข้มข้นของภาพ เรียกสิ่งนั้นว่า สปาเชียลโดเมน เทอมของ Transforms จะมีการอ้างถึง หลักการทางคณิตศาสตร์ของรูปภาพ เป็นต้นว่า ฟูเรียร์ทรานฟอร์มคือการบ่งบอกรูปภาพซึ่งเป็นการรวมของเอคโปเน็นเชียล ที่มีความซับซ้อนของขนาดที่หลากหลาย รวมทั้งความถี่และ เฟส เรียกเรียกว่า โดเมนความถี่ ทรานฟอร์ม ใช้สำหรับขยายระยะกว้างของความต้องการ รวมถึง convolution, enhancement, feature detection, compression

**2.6.6 Image analysis and enhancement**

การวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพให้กับรูปภาพให้ภาพมีความคมชัด โดยการกำจัดสิ่งรบกวนให้กับภาพ การวิเคราะห์เพิ่มและลดความเข้มของภาพ ให้เหมาะกับการใช้งานในแต่ละชนิด

**2.6.7 Image registration**

การรีจีสรูปเป็นกระบวนการทำให้รูปทั้งสอง หรือมากกว่าสองอยู่ในแถวหรือทิศทางเดียวกัน การรีจีสรูปถูกใช้เป็นขั้นตอนในการประมวลผลรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.8 Deblurring**

คือการทำให้เบลอ หรือ สลายตัวรูปภาพให้รูปภาพมีความพร่า เป็นการปรับปรุงรูปแบบของภาพให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการ

## 2.7 MATLAB Mapping Toolbox

Mapping เป็นการรวมฟังก์ชั่นของ MATLAB ติดต่อในส่วนของผู้ใช้ ตัวอย่างการตั้งค่าเป็นกระบวนการแปลงภาพให้มีความสอดคล้อง เป็นการนำแผนที่แต่ละชิ้นมารวมเป็นชิ้นเดียวกันโดยอ้างอิงจาก Latitude และ Longitude โดยมีทูลบ๊อกที่ได้ อันได้แก่

**2.7.1 การสร้างและอ้างอิงเมตริกซ์**

เป็นการสร้างเมตริกซ์ที่อ้างอิงสำหรับรูปภาพ เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแต่ละมุมทั้งสี่มุมได้แสดงพิกัดของภาพตามระบบแผนที่

**2.7.2 การสร้างแผนที่โดยใช้ GEOSHOW**

เป็นการเขียนระยะประกอบของแผนที่ โดยใช้ GEOSHOW สร้างโดยอาจจะพิจารณารูปแบบเค้าโครงแผนที่ที่จะนำมาใช้เพื่อความเหมาะสมและครอบคลุมพื้นที่ในส่วนของแผนที่

**2.7.3 การสร้างแผนที่โดยใช้ MAPSHOW**

เป็นการเขียนระยะประกอบของแผนที่ โดยใช้ MAPSHOW สร้าง ซึ่งจะแสดงโครงสร้างข้อมูล Geographic และแสดงพื้นที่เค้าโครงถนน พิกัดถนนและแนวระนาบของถนน แม่น้ำ และสามารถที่จะดูภูมิประเทศแบบภูเขาเป็นแบบ สามมิติได้

**2.7.4 การกำหนดตำแหน่งเมืองในแผนที่**

เมื่อมีสร้างแผนที่ตัวอย่างภูเขา และภูมิประเทศในส่วนนี้จะเป็นการแสดงพิกัด หรือตำแหน่งของเมืองต่างๆ ที่อยู่บนแผนที่ โดยจะคำนวณจากพิกัดของแผนที่ แล้วแสดงเป็นสัญลักษณ์ตามที่ผู้ใช้ต้องการแสดงออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.18 แสดงแผนที่ ที่มีการกำหนดเมืองในแผนที่**

### 2.7.5 Enhancing Multispectral GeoTIFF Images

เป็นส่วนที่ขยายความสว่างของแสงเมื่อภาพที่ได้มามีการสะท้อนของแสง ทำให้ภาพที่ได้มาไม่มีความสว่างมากพอ ส่วนนี้จึงเป็นส่วนที่ใช้เพิ่มความคมชัดของภาพ ซึ่งภาพถูกเก็บในรูปแบบของ GeoTIFF

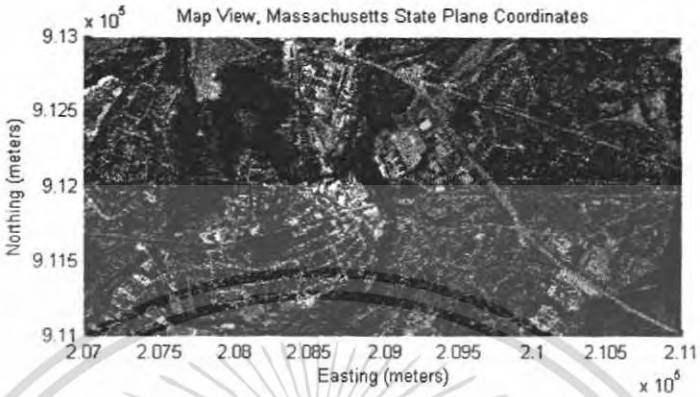
**รูปที่ 2.19 ภาพต้นแบบและภาพที่มีส่วนขยายความสว่างของแสง**

### 2.7.6 Georeferencing an Image to an Orthotile Base Layer

ส่วนนี้เป็นส่วนที่ได้ทำการนำภาพ Georegister รวมกับภาพที่ได้ทำการหาพิกัดของโลกเข้าไว้ด้วยกัน โดยที่ภาพแต่ละภาพต้องอยู่ในแนวพิกัด ระบบแนวระนาบของโลกเดียวกัน ซึ่งภาพที่จะนำมารวมกับภาพแนวพิกัด อาจเป็นภาพถ่ายดิจิตอลสภาพภูมิอากาศ

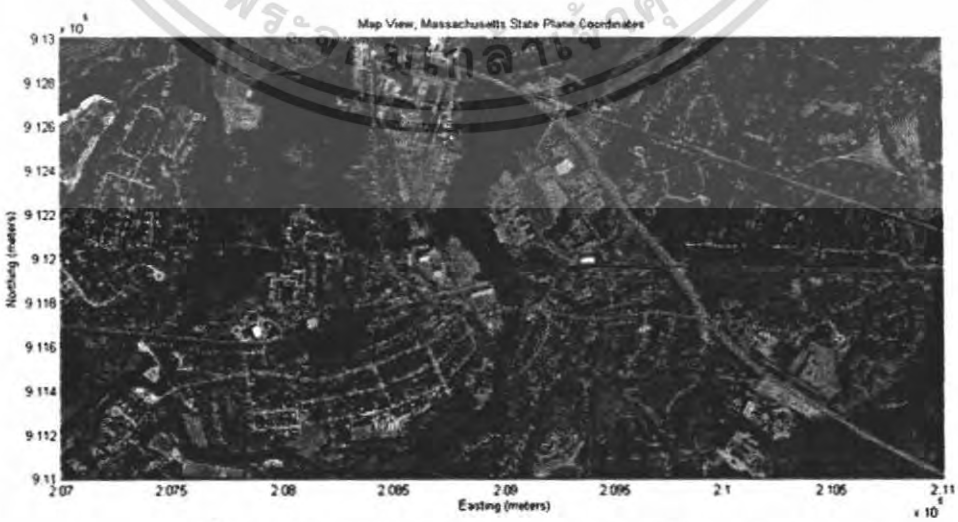
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันนี้มีความสามารถพิเศษในการเก็บภาพที่หน่วยต่อจุดตรงกันเช่น ขอบของถนน แม่น้ำ ดังนั้นจึงเหมาะกับการนำภาพมารวมเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในงานต่างๆ กัน




**รูปที่ 2.20 แผนที่ที่ได้รับการหาจุดพิกัด**

**รูปที่ 2.21 ภาพดิจิตอลสภาพภูมิอากาศจากดาวเทียม**



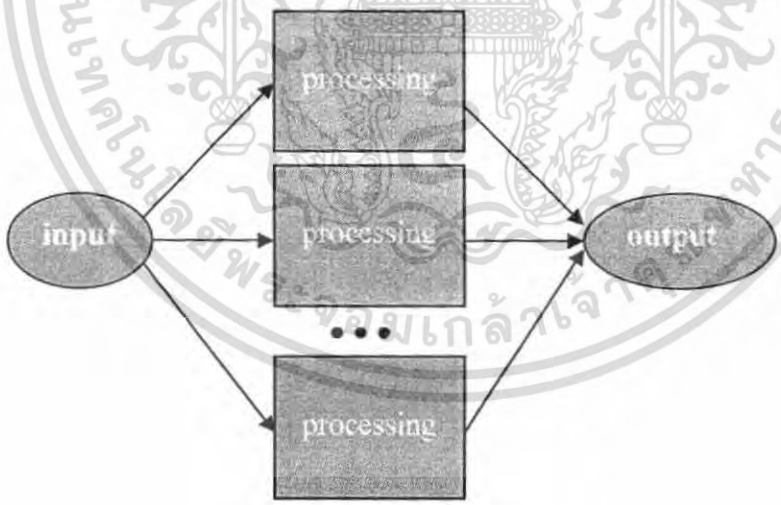

**รูปที่ 2.22 การรวมกันของภาพถ่ายดาวเทียมกับภาพถ่ายดิจิตอล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเชิงขนาน

แนวความคิดของการเขียนโปรแกรมเชิงขนาน เกิดจากการที่มีงานหนึ่งซึ่งเป็นงานที่มีขนาดใหญ่มาก ถ้ามีตัวประมวลผลเพียงตัวเดียวจะต้องใช้เวลามากในการประมวลผล จึงนำงานนั้นมาแบ่งเป็นงานหลาย ๆ งาน ซึ่งทำให้ปัญหานั้นมีขนาดเล็กลง จากนั้นให้ตัวประมวลผลหลาย ๆ ตัวช่วยทำงาน จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ในการประมวลกลับมาประกอบกันเป็นงาน ๆ เดียว ทำให้มีการประมวลผลที่รวดเร็วขึ้น โดยขั้นตอนในการประมวลผลประกอบไปด้วย การแบ่งงาน การกำหนดรูปแบบการติดต่อสื่อสาร การรวมงาน และการจัดการงาน

**รูปที่ 3.1 การประมวลผลแบบ Sequential computing มี 1 CPU ทำงาน**




**รูปที่ 3.2 การประมวลผลแบบ parallel computing มีมากกว่า 1 CPU ช่วยกันทำงาน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.1 ขั้นตอนการประมวลผลแบบขนาน

ขั้นตอนการประมวลผลแบบขนาน Parallel/Grid ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน

1. **การแบ่งงาน (Partitioning)**

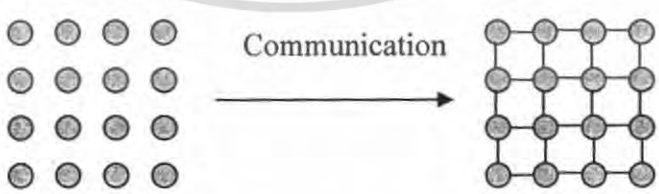
   การแบ่งงาน 1 ชิ้นออกเป็นส่วนย่อยๆ N ส่วน (1→N)แบ่งได้เป็นสองวิธี

   - Domain Decomposition เป็นการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ ก่อนแล้วจึงกำหนดการคำนวณให้ข้อมูลนั้น ๆ
   - Functional Decomposition แบ่งการคำนวณออกเป็นฟังก์ชันต่าง ๆ ก่อนแล้วจึงกำหนดข้อมูลให้การคำนวณนั้น ๆ

**รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการแบ่งงาน**

2. **การกำหนดรูปแบบ (Communication)**

การกำหนดรูปแบบการสื่อสารระหว่างงาน ซึ่งจะมีแต่เฉพาะการประมวลผลแบบขนานและ กริดเท่านั้น เพราะการประมวลผลแบบซีเควนเชียล (Sequential) 1 CPU ไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสำหรับงาน ซึ่งการออกแบบการประมวลผลแบบขนาน นักวิจัยส่วนใหญ่จะให้ความสนใจกับวิธีในการลดเวลาให้การติดต่อระหว่างงานหลาย ๆ งาน ซึ่งการรวมงานเป็นการลดการติดต่อระหว่างงานได้




**รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างงานกับงาน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. การรวมงาน (Agglomeration)**

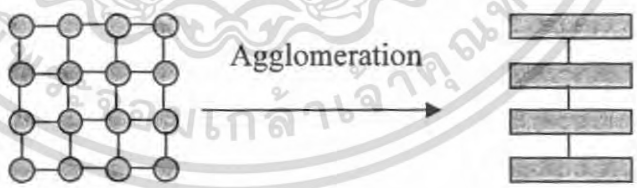
การรวมงานขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ เช่น ลดเวลาในการติดต่อระหว่างงานลงได้ หรือเป็นการทำให้โปรแกรมถูกพัฒนาได้ง่ายขึ้น

- การรวมงานเป็นการรวมจำนวนครั้งในการรับส่งเมจเซสด้วย (send/receive)

**รูปที่ 3.5 การรวมจำนวนครั้งในการรับส่งเมจเซส**

- ในระบบคลัสเตอร์/กริด การส่งข้อมูลขนาดใหญ่แต่น้อยครั้งจะเร็วกว่าการส่งข้อมูลขนาดเล็กแต่มากครั้ง

**รูปที่ 3.6 การรวมข้อมูลเพื่อให้ส่งได้น้อยครั้งลง**




**รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการรวมงานหลังจากมีการกำหนดรูปแบบการติดต่อสื่อสารระหว่างงาน**

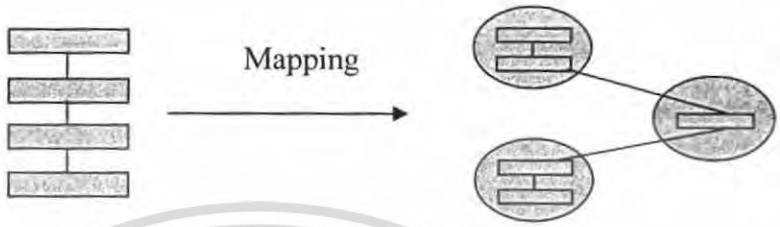
**4. การจัดงาน (Mapping)**

การจัดงานเป็นส่วนของการจัดงานให้กับตัวประมวลผล ซึ่งหนึ่งตัวประมวลผลเป็นไปได้ว่าอาจจะประมวลได้หนึ่งงานหรือมากกว่า หนึ่งงาน โดยขั้นตอนการจัดงานมีจุดประสงค์เพื่อ

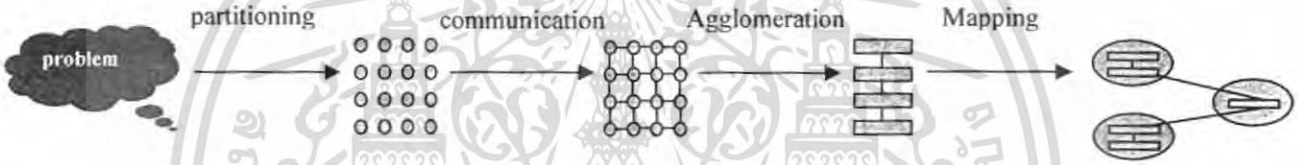
- เพื่อให้ตัวประมวลผลทำงานได้มากที่สุด (maximize processor utilization) เช่น ให้แต่ละตัวประมวลผลได้ประมวลผลในปริมาณงานเท่าๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อให้แต่ละตัวประมวลมีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันน้อยที่สุด (minimize communication) เช่น ให้ระหว่างงานสองงานที่ต้องติดต่อกันประมวลผลในตัวประมวลผลเดียวกัน




**รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการจัดการแบ่งงานให้ตัวประมวล**



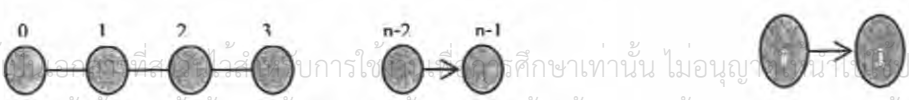

**รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการออกแบบการประมวลผลแบบขนาน**

## 3.2 การติดต่อสื่อสารสำหรับการเชื่อมต่อ

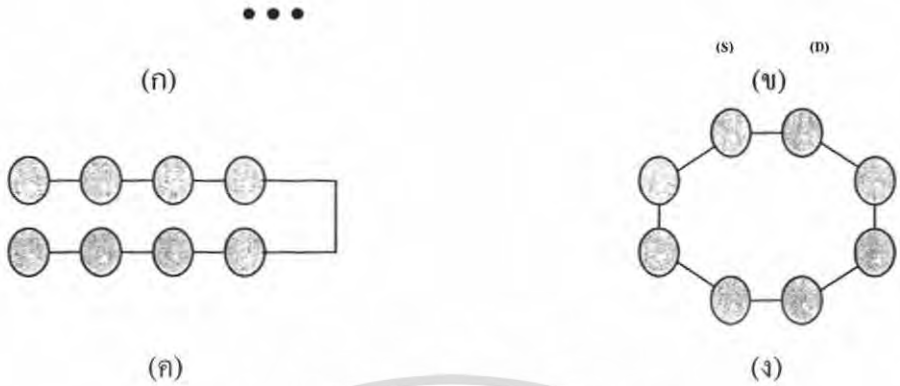
การติดต่อสื่อสาร (Interconnection Network) ที่ใช้สำหรับเชื่อมการติดต่อระหว่าง Processor, Memory Modules, I/O Disk Arrays โดยมีรูปแบบการติดต่อสื่อสาร ที่นิยมใช้อันได้แก่

3.2.1 Linear array (1-D Array)

Linear array เป็น 1-D Network ที่มี N Nodes เชื่อมต่อกันโดยใช้ N-1 links ในแนวเส้นตรง ส่วน ring เป็นการเชื่อม 2 โหนด ปลายของ linear array เข้าด้วยกัน โดยใช้ ลิงค์ เพิ่มอีกเพียง 1 เส้น โดยมี Routing Function "Self routing" ซึ่งแต่ละโหนด ( ต้นทางและโหนดกลาง ) จะรู้ว่าจะต้องส่งต่อไปยังปลายทิศทางใด ( ซ้ายหรือขวา )โดยโหนด I เปรียบเทียบ ID ของตนเองกับ ID ปลายทาง ถ้า D > ส่ง $\longrightarrow$ และถ้า D < ส่ง $\longleftarrow$ (Node = N, Diameter = N-1, Degree = 1, 2)




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

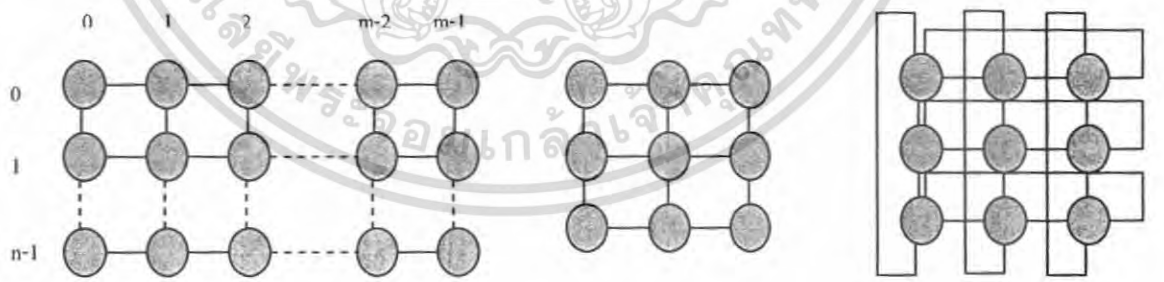



**รูปที่ 3.10 รูปแบบการติดต่อสื่อสาร**

**(ก) 1-D Array (ข) Self routing (ค) N-1 link (ง) ring**

3.2.2 Mesh (2-D Array)

Mesh มีรูปแบบอันได้แก่ 2-D Mesh (2 dimensions) มี N = n1 x n2 node และ k-D Mesh (k-dimensions) มี N = n1 x n2 x … x nk node หรือ N = nk nodes (ถ้า ni = n, i = 1,2,…, k) และ Torus สร้างจาก mesh โดยมีการเชื่อมต่อแบบ ring ทั้งในแต่ละ แถว และ คอลัมภ์ โดยมี Routing Function "Rowwise routing" ซึ่งโหนดต้นทาง และโหนดกลางเปรียบเทียบ แถวก่อน (แถวของตนเองกับแถวของปลายทาง) ถ้า D > ส่ง ↓ และถ้า D < ส่ง ↑ แล้วเปรียบเทียบกับคอลัมภ์ (คอลัมภ์ตนเองกับคอลัมภ์ของปลายทาง) ถ้า D > ส่ง ⟶ และถ้า D < ส่ง ⟵ (Node = N, Diameter = N-1, Degree = 2, 3, 4 )



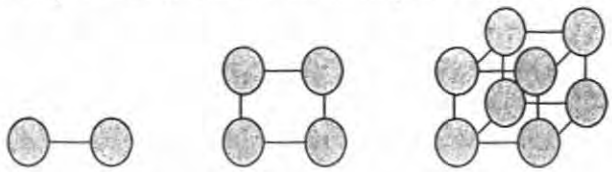

**รูปที่ 3.1 การติดต่อสื่อสารสำหรับเชื่อมต่อแบบ Mesh**

**(ก) 2-D Mesh Array (ข) k-D Mesh (ค) Torus**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Hypercube (Binary k-cubes)

เป็นกรณีพิเศษของ k-D array (2 node/dim) ทุกโหนดมีหมายเลข ID แบบ k bits มีการสร้าง k-cubeโดยเชื่อม (k-1)-cubes 2 ชุดใน dimที่ k และ 2 โหนดใดๆ จะติดกันถ้ามี ID ต่างกันเพียง 1 bit




**รูปที่ 3.12 การติดต่อสื่อสารสำหรับเชื่อมต่อแบบ Hypercube**

**(ก) 1-cube (ข) 2-cube (ค) 3-cube**

## 3.3 การจัดสรรข้อมูล (Data Partitioning)

การจัดสรรข้อมูลที่ใช้สามารถแบ่งได้ 2 วิธี อันได้แก่

3.3.1 กรณี 1-D input data ขนาด N ($X_1, X_2, \ldots, X_N$)และแต่ละโปรเซสเซอร์ จำนวน P($P_1, P_2, \ldots, P_N$) ถ้า P = N แต่ละ processor $P_i$ มี 1 input data ($X_i$) ถ้า P < N ต้องทำ Data Partitioning โดย data workload = [N/P] ต่อ processor โดยวิธี Data Partitioning ทำได้ 2 แบบ

— Block Partitioning

| X1...X20 | X21...X40 | X41...X60 | ... | X81...X100 |
|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | | $P_4$ |

— Cyclic Partitioning

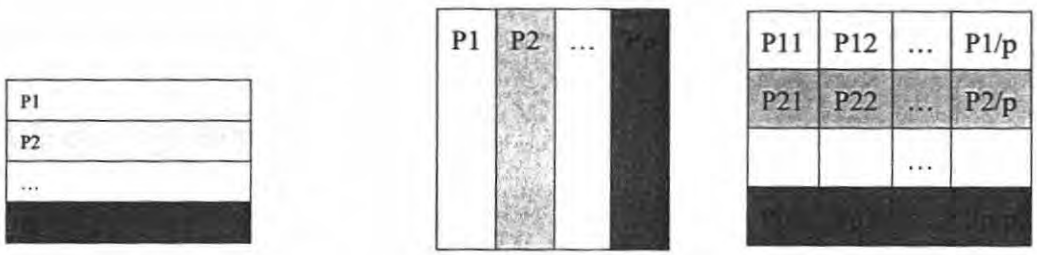
| 1 | 2 | ... | 5 | 6 | 7 | ... | 10 | 11 | 12 | ... | 15 | ... | 99 | 97 | ... | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_1$ | $P_2$ | ... | $P_p$ | $P_1$ | $P_2$ | ... | $P_p$ | $P_1$ | $P_2$ | ... | $P_p$ | ... | $P_1$ | $P_2$ | ... | $P_p$ |

**Total Time = SeqTime + ParTime + CommTime**

3.3.2 กรณี 2-D input data ขนาด N x M($X_{1j}, X_{2j}, \ldots, X_{mj}$)( j = 1, 2, ...,n) และมี processors จำนวน P($P_1, P_2, \ldots, P_p$) ถ้า P < N วิธี Data Partitioning ทำได้ 2 แบบ

— Block Partitioning

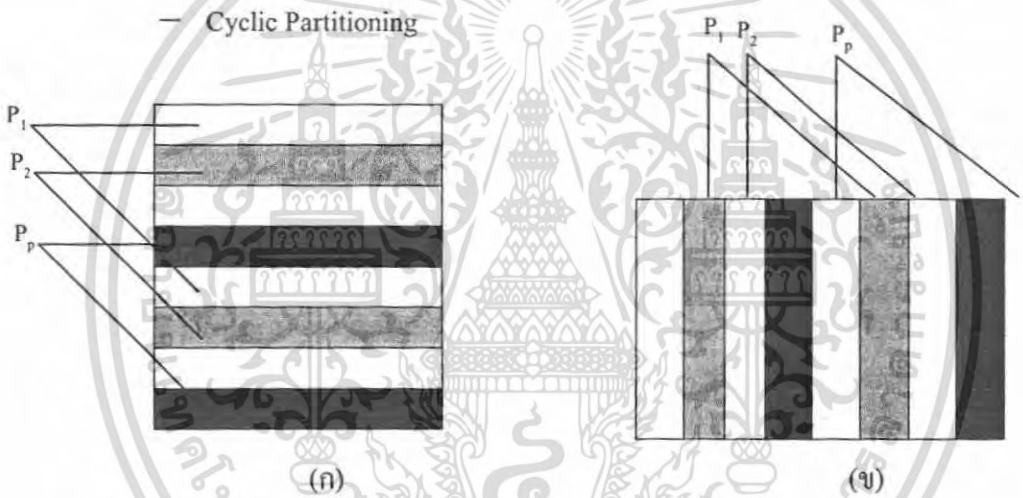
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




(ก) (ข) (ค)

**รูปที่ 3.13 รูปแบบการจัดสรรข้อมูลกรณี 2-D input**

**(ก) Rowwise Block-Striped (ข) Columwise (ค) Block-Checkerboard**




(ก) (ข)

**รูปที่ 3.14 รูปแบบการจัดสรรข้อมูลแบบ Cyclic Partitioning**

**(ก) Rowwise Cycilc (ข) Columwise Clycile**

## 3.4 อัลกอริทึมแบบขนาน

เป็นการอธิบายขั้นตอนการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการออกแบบพัฒนาโปรแกรมแบบขนานในการแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ และใช้เวลาในการประมวลผลนานๆ อัลกอริทึมที่นิยมใช้ในหลายๆ แอพพริเคชัน คือ

3.4.1 Summation มีรายละเอียด

- Input คือ ข้อมูล array ขนาด N ($a_0, a_1, \ldots, a_{N-1}$)
- Output คือ คำนวณ sum = $a_0 + a_1 + \ldots + a_{N-1}$
- Time complexity ได้แก่ Sequential O(N) และ Parallel O(log N)

3.4.2 Prefix sum

- Input คือ ข้อมูล array ขนาด N ($a_0, a_1, \ldots, a_{N-1}$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Output คือ คำนวณ $A_0, A_1, \ldots, A_{N-1}$(โดย $A_{N-1} = a_0 * a_1 * \ldots * a_{N-1}$)
- Time complexity ได้แก่ Sequential $O(N^2)$ และ Parallel O(log N)

3.4.3 Matrix multiplication อาจมี time ที่แตกต่างกันเวลาประมวลผลบน network เพราะ มีเวลาการติดต่อที่แตกต่างกัน มีทั้งแบบ linear Array และ Mesh

3.4.4 Sorting

- Input คือ ข้อมูลที่ยังไม่เรียงลำดับ ขนาด n $\{S = S_0, S_1, \ldots, S_n\}$ เช่น {3, 5, 1}
- Output คือ ข้อมูลที่เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก $\{S = S_0, S_1, \ldots, S_n\}$ เช่น {1, 3, 5}
- Parallel sorting ที่นิยมได้แก่ Bionic sorting และ Sorting network

## 3.5 การเขียนโปรแกรมแบบขนาน

3.5.1 การเขียนคอมไพเลอร์ที่ค่อนข้างจะอัจฉริยะมาแปลงโปรแกรมที่เป็นแบบขนาน มีคนมากมายพยายามทำแบบมีปัญหาคือ การวิเคราะห์ยังไม่ฉลาดเท่าคนลงไปแปลงเอง แต่มีการพัฒนาต่อมา เช่น Open MP Fortran

3.5.2 ออกแบบภาษาโปรแกรมใหม่เป็นแบบขนาน เช่น ภาษา OCCAM

3.5.3 เขียนโปรแกรมโดยใช้เทคนิค เรียกว่า การส่งผ่านเมสเซส (Message Passing) เป็นการส่งข้อมูลสำหรับการสื่อสารระหว่างภายในระบบ

- PVM (parallel Virtual Machine) เป็น message passing library ถูกใช้ในภาษาฟอร์แทรน และ C
- MPI (Message Passing interface)

3.5.4 การใช้ไลบรารี่ (Library) แบบขนาน มีการทำไลบรารี่ทางคณิตศาสตร์ออกมา เช่น SetSc, Scalapack สามารถเรียกใช้ได้ตามปกติ

## 3.6 การเขียนโปรแกรมแบบขนานด้วยแมทแลป

### 3.3.1 MATLAB Distributed Computing

Distributed Computing คือ Distributed Computing Toolbox กับ Distributed Computing Engine ทำให้ผู้ใช้ MATLAB สามารถทำงานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องพร้อมกัน โดยการนำโค้ตโปรแกรมมาประมวลผลบนระบบคลัสเตอร์ซึ่งแต่ละเครื่องจะแยกกันประมวลผล วิธีการนี้จะช่วยให้การประมวลผล ของงานที่มีขนาดใหญ่ทำงานได้เร็วกว่าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว

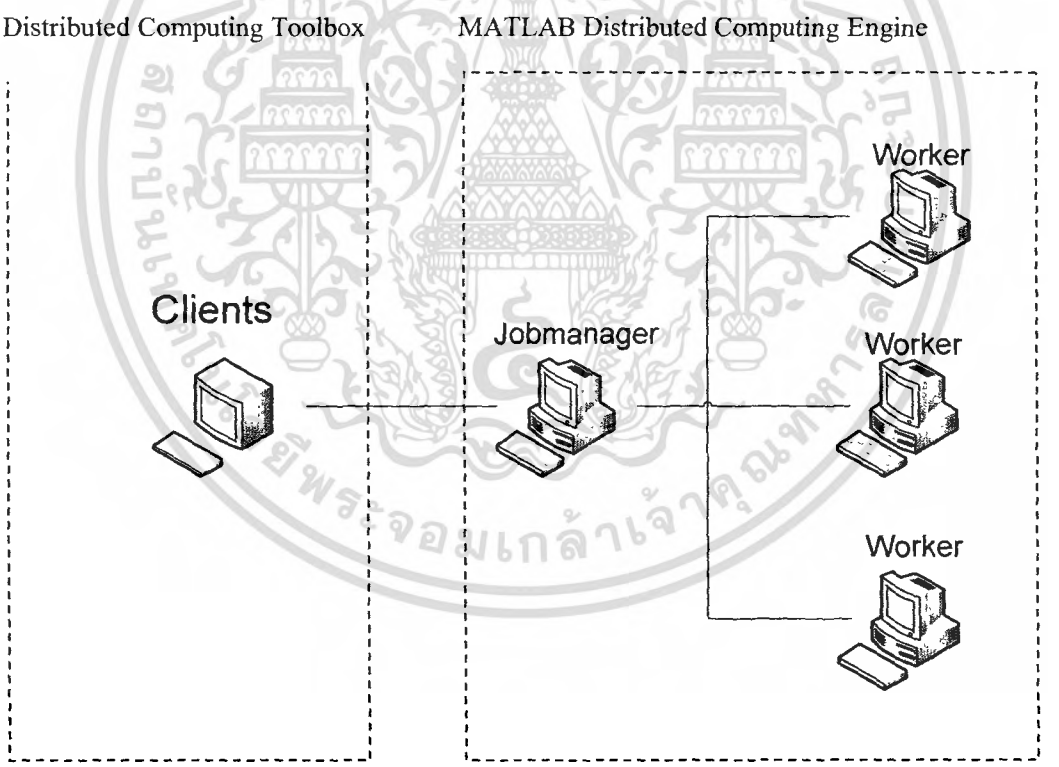
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 Distributed Computing Toolbox

คือส่วนที่มีไว้ติดต่อกับผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้เขียนโค้ดโปรแกรมขึ้นมาเสร็จแล้วต้องการประมวลผล ก็จะต้องสั่งงานผ่านเครื่องที่ติดตั้ง Toolbox ในส่วนนี้เอาไว้ สามารถเรียกเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านี้ว่า Clients ก็ได้ ซึ่งตัวโปรแกรมเองก็จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับส่วนของ Engine อีกต่อหนึ่ง

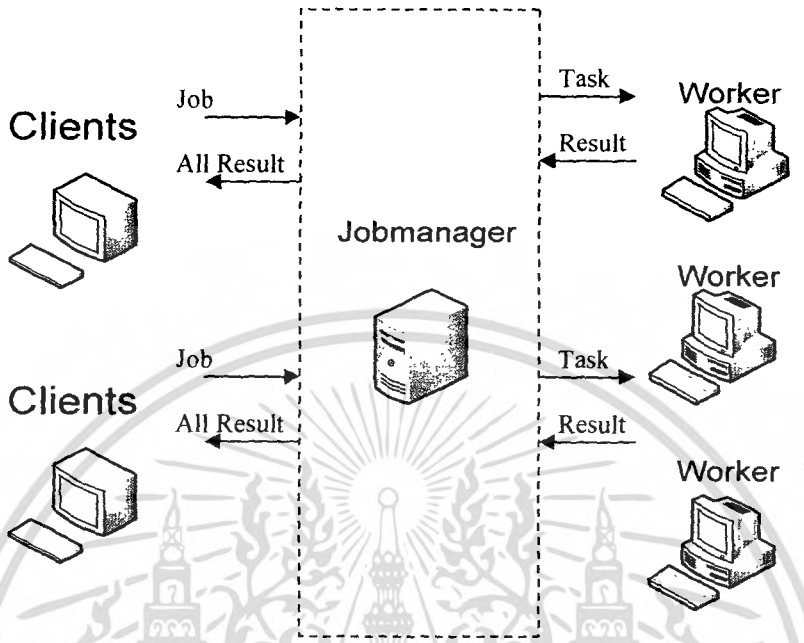
### 3.3.3 MATLAB Distributed Computing Engine (MDCE)

คือส่วนที่คอยรับคำสั่งจากผู้ใช้ เพื่อนำมาประมวลผล โดยมีสองส่วนคือ jobmanager และ worker Jobmanager ทำหน้าที่ในการรับงานจากผู้ใช้ แล้วกระจายงานออกไปให้กับ worker ที่เชื่อมต่ออยู่เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วก็ส่งกลับมาให้กับ jobmanager ซึ่งจะรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล ส่งกลับคืนไปยังผู้ใช้

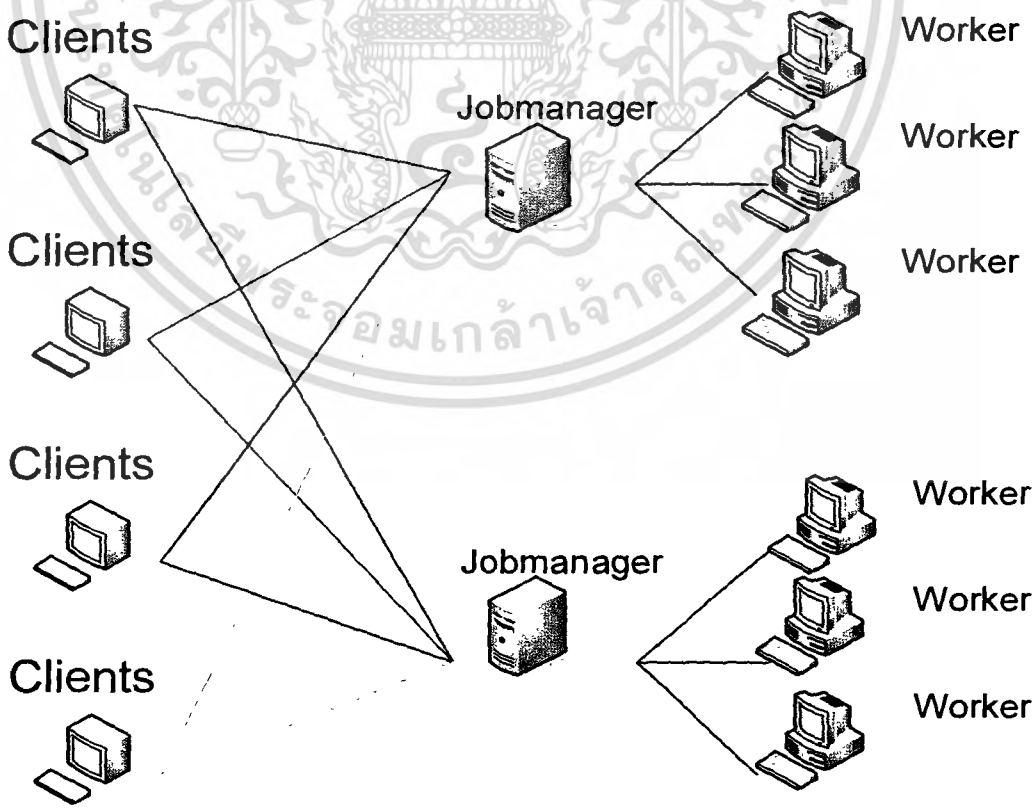



**รูปที่ 3.15 Basic Distributed Computing Configuration**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.16 Interactions of Distributed Computing Sessions**




**รูปที่ 3.17 Configuration with Multiple Clients and Job Managers**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1.1 Content of MDCE

- Job คือ ออบเจกต์ชนิดหนึ่งใน MATLAB ที่ครอบคลุมงานทั้งหมดของ MDCE หน้าที่ของ job คือการเก็บ jobmanager เอาไว้ และสร้าง task ขึ้น ซึ่งผู้ใช้จะต้องสร้างขึ้นเองในขั้นตอนของการเขียนโปรแกรม และส่งงานไปให้ jobmanager เพื่อทำการประมวลผล
- Task คือส่วนย่อยๆที่อยู่ใน job ออบเจกต์ เป็นฟังก์ชั่นที่แบ่งออกมา เพื่อกระจายงานไปให้กับ worker
- Clients คือเครื่องที่มีหน้าที่ในการติดต่อกับผู้ใช้ หรือเป็นเครื่องของผู้ใช้ติดต่อเข้ามายังเซอร์วิซของ MDCE เอง เครื่องที่เป็น clients จะทำหน้าที่ในการสร้าง job และประมวลผลโปรแกรมส่วนอื่นๆที่ไม่ใช้ MDCE
- Jobmanager เป็นส่วนหนึ่งใน MATLAB Distributed Computing engine ทำหน้าที่ในการกระจายงานหรือ task ไปให้กับ worker แต่ละเครื่อง แต่ละ jobmanager จะมี worker เป็นของตนเอง ไม่สามารถเรียกใช้งาน worker ที่อยู่ใน jobmanager ตัวอื่นได้
- Worker ทำหน้าที่ในการประมวลผล task ที่ได้รับมาจาก jobmanager worker จะติดต่ออยู่กับ jobmanager ตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น แต่เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องสามารถมี worker ได้มากกว่า 1 ตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องด้วย

ในการทำงานสามารถมี jobmanager และ worker กี่ตัวก็ได้ในระบบ network และทั้ง clients, jobmanager และ worker สามารถอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ขั้นตอนการออกแบบโครงงาน

ในส่วนขั้นตอนการออกแบบการประมวลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ การนำเข้าไฟล์ภาพ การประมวลผลภาพ การเขียนโปรแกรมคู่ขนาน และ การสร้างโครงเส้นแผนที่

## 4.1 การนำเข้าไฟล์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

แหล่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาใช้งานจะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ ข้อมูลที่เป็นไฟล์ HDF และไฟล์ภาพจากการดาวน์โหลดโดยโปรแกรมดาวน์โหลดภาพดาวเทียม McIDAS ซึ่งลักษณะของไฟล์ทั้ง 2 ชนิดจะมีความแตกต่างกันดังนี้

### 4.1.1 HDF (Hierarchical Data Format)

HDF เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของระบบ EOS (Earth Observing System) ขององค์กร NASA (National Aeronautics and Space Administration) ทั้งหมด เป็นการพัฒนาโปรเจ็คร่วมของ HDF Group รูปแบบวิธีการเก็บแบบนี้ เป็นการเก็บแฟ้มข้อมูลไว้ในโฟลเดอร์ และเมื่อเปิดเข้าไปในแต่ละโฟลเดอร์ ก็จะมองเห็นแฟ้มข้อมูล หรืออาจจะมีโฟลเดอร์ย่อยอยู่ภายในโฟลเดอร์อีกทีหนึ่ง ข้อมูลจะประกอบด้วย ข้อมูลภาพในแต่ละแบนด์และในแต่ละความละเอียด ข้อมูลตำแหน่ง ละติจูดลองติจูด และรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งทำให้มีขนาดของข้อมูลขนาดใหญ่ 50MB – 800MB ทำให้ต้องใช้เวลาในการดาวน์โหลดนาน และข้อมูลชนิดนี้จะไม่ได้ข้อมูลภาพล่าสุดจากดาวเทียมเพราะต้องผ่านการปรับปรุงข้อมูลของผู้ให้บริการก่อน

### 4.1.2 McIDAS File

MCIDAS(**M**an computer **I**nteractive **D**ata **A**ccess **S**ystem) คือชุดโปรแกรมประยุกต์การถอดรหัส การวิเคราะห์และการแสดงของข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา สำหรับการวิจัยและการศึกษา พัฒนาโดย SSEC (Space Science and Engineering Center) โดยมหาวิทยาลัย Wisconsin-Madison ในปีค.ศ. 1972 โปรแกรม McIDAS สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับยุทธศาสตร์การสำรวจ ดาวเทียม และข้อมูลตำแหน่งกริด

ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม McIDAS จะเป็นข้อมูลรูปภาพจากภาพถ่ายดาวเทียม พร้อมตำแหน่งของภาพ (ละติจูดและลองติจูด) สามารถเลือกดูข้อมูลเฉพาะแบนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

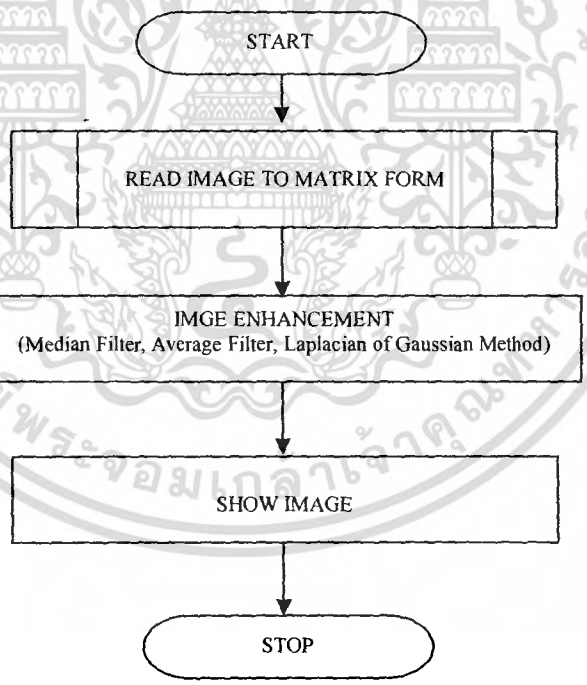
เลือกขนาดความละเอียดของภาพได้ เลือกตำแหน่งของภาพ วันที่ เวลาที่ถ่ายได้ และสามารถดาว์นโหลดข้อมูลภาพล่าสุดจากเซร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการได้ ข้อดีของข้มูลชนิดนี้จะเป็นข้อมูลใหม่ที่สามารถเลือกขนาดได้เอง และมีขนาดเล็กประมาณ 10MB-25MB เท่านั้น

## 4.2 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ (image Processing)

ในการนำเข้าภาพถ่ายดาวเทียมนั้น ภาพที่ได้อาจไม่มีความคมชัด หรือยังไม่เหมาะต่อการใช้งานดังนั้นจึงมีฟังก์ชั่นในการประมวลภาพถ่ายเพื่อให้เหมาะต่อการใช้งาน

**การปรับปรุงคุณภาพของภาพ**

บางครั้งภาพต้นแบบอาจมีสัญญาณรบกวนปนอยู่ด้วย หรือภาพต้นแบบมีลักษณะเบลอไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีวิธีการในการประมวลผลที่จะมาทำให้คุณภาพของภาพต้นแบบมีคุณภาพดีขึ้นโดยใช้วิธีการรบสัญญาณกวนไว้ 3 ชนิด คือ Median Filter, Average Filter, Laplacian of Gaussian Method




**รูปที่ 4.1 ผังงานการปรับปรุงคุณภาพของภาพ**

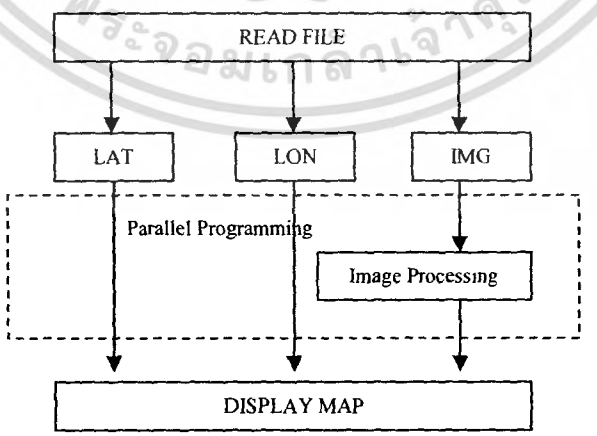
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ**

1. การนำเข้าไฟล์ภาพ ภาพที่ได้จะถูกนำทำแมททริกซ์ สองมิติ หรือ มากกว่าสอง
2. ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วย **Averaging filter** กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จะช่วยลดสัญญาณรบกวนแบบความถี่ต่ำของภาพลงได้ ช่วยขจัดสัญญาณรบกวนความถี่ต่ำได้ และทำ **median filter** กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะช่วยลดสัญญาณรบกวนแบบสุ่ม และสัญญาณแบบ salt-and-pepper noise ที่มีลักษณะเป็นจุดสีขาวและดำอยู่กระจัดกระจายบนภาพได้ด้วย และมีผลต่อความเบลอของภาพ และทำPoint detection ด้วยวิธีการ **Laplacian of Gaussian** สามารถค้นหาจุดที่อยู่บนภาพได้ และช่วยขจัดสัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบเกาส์เซียน ที่มักจะเกิดเมื่อทำการค้นหาจุดบนภาพด้วย Laplacian Operator เพียงอย่างเดียว จะช่วยเน้นให้เห็นจุดบนภาพได้ชัดเจนขึ้น เพื่อช่วยในการพิจารณาจุดที่เกิดไฟไหม้ เทียบกันกับข้อมูลจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้
3. การแสดงภาพที่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อนำไปใช้งานต่อไปตามด้านที่ต้องการ

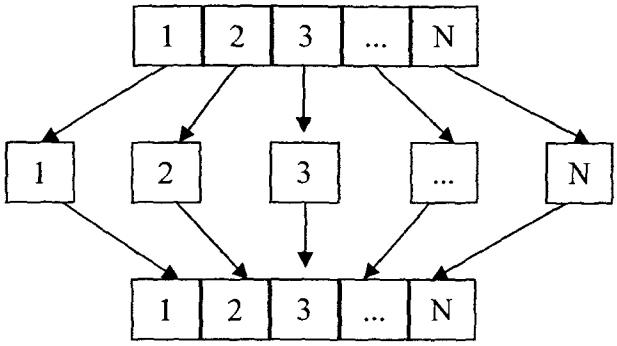
## 4.3 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมคู่ขนาน

เมื่อได้ภาพจากการนำเข้าไฟล์ข้อมูล และได้ทำการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม แยกส่วนของการประมวลภาพถ่ายดาวเทียมมาทำการรันในระบบขนาน แบ่งงานให้ worker และกำหนดให้ทุก worker มีฟังก์ชั่นการทำเหมือนเหมือนกันหมดทุกตัว หลังจากนั้นนำงานที่ได้แต่ละ worker มารวมเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเส้นโครงแผนที่ต่อไป




**รูปที่ 4.2 ผังงานการทำงานทั้งหมด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

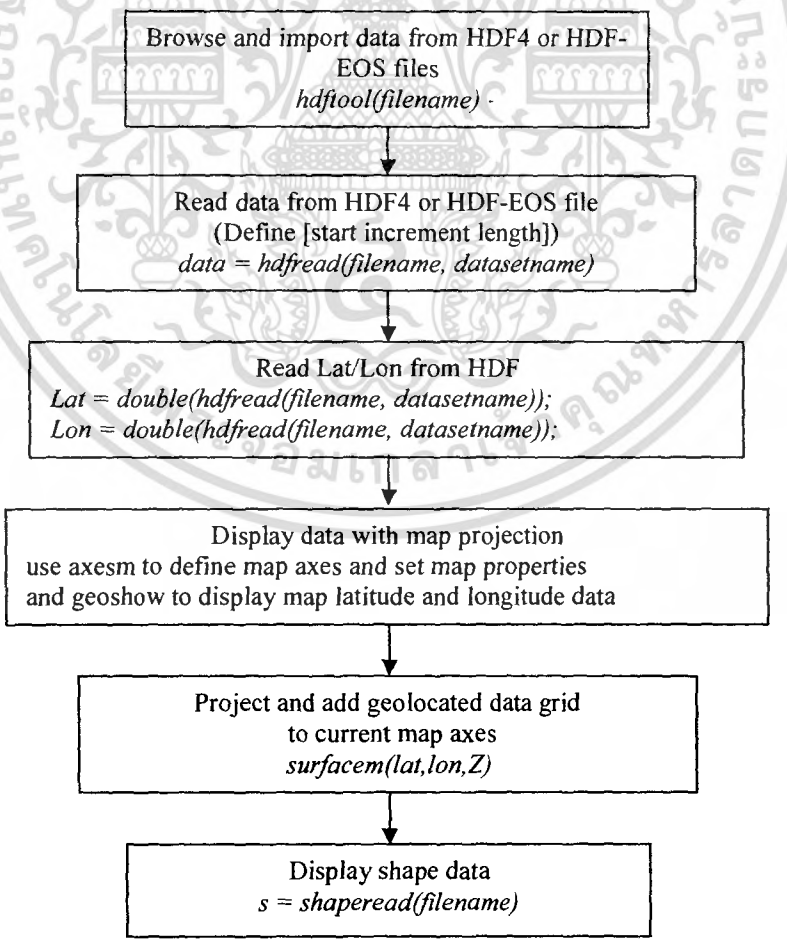



**รูปที่ 4.3 การแบ่งงานและการรวมงานของ worker**

## 4.4 การสร้างเส้นโครงแผนที่สำหรับภาพถ่ายดาวเทียม

การจะนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไปใช้งานในด้านต่างๆ จำเป็นที่จะต้องมีการสร้างเส้นโครงแผนที่สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมเสียก่อน เพื่อให้ได้ภาพที่มีลักษณะเป็นจริงตรงตามความต้องการของงานที่ใช้ การสร้างเส้นโครงแผนที่ในโครงงานนี้จะกระทำในโปรแกรม MATLAB เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเส้นโครงแผนที่คือ Mapping Toolbox

### 4.4.1 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ HDF




**รูปที่ 4.4 ผังงานการสร้างเส้นโครงแผนที่**

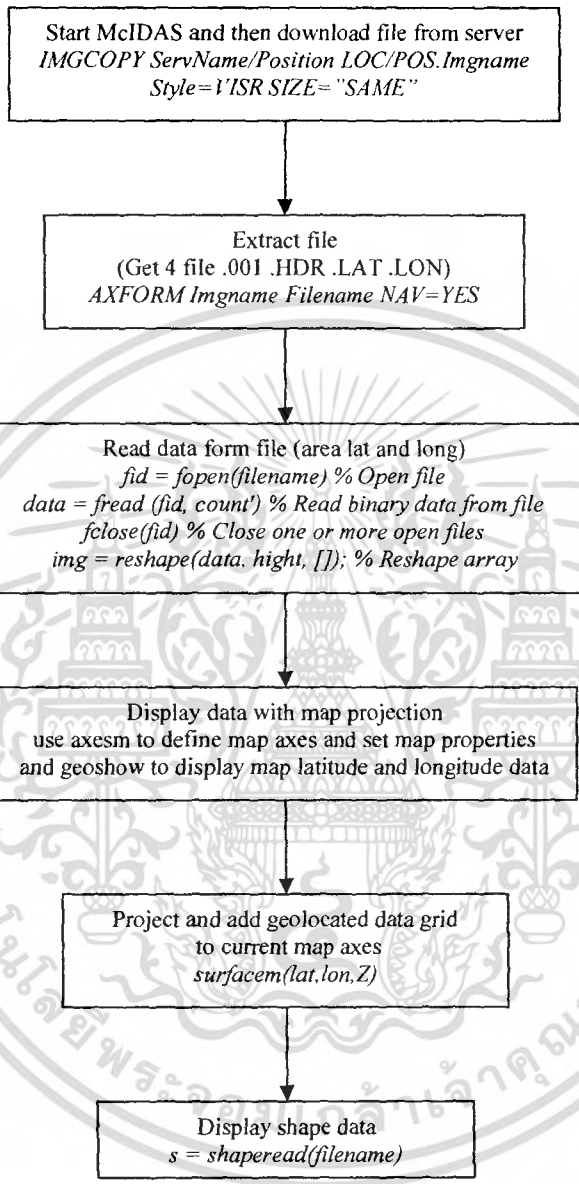
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป ได้แสดงลำดับขั้นตอนในการประมวลผลของการทำงานจากไฟล์ HDF ซึ่งได้ลำดับขั้นตอนการทำงานไว้ดังนี้

1. ดาว์นโหลดไฟล์ที่ต้องการผ่านเว็บไซต์ โดยเลือกตำแหน่ง วันที่ และเวลาตามต้องการ
2. นำไฟล์ภาพที่ต้องการสร้างเส้นโครงแผนที่เข้าสู่โปรแกรม MATLAB โดยการเปิดไฟล์ด้วย HDFtool (เครื่องมือสำหรับจัดการไฟล์ HDF ของโปรแกรม)
3. นำไฟล์ภาพเข้าสู่พื้นที่การทำงาน (workspace) โดยสามารถเลือกความละเอียดของภาพและแบนด์ที่ต้องการได้ คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ "*Imgdata = hdfread(filename, datasetname)*"
4. อ่านละติจูดและลองติจูดของภาพเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งของภาพให้ถูกต้อง คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ "*Lat = double(hdfread(filename, datasetname)); Lon = double(hdfread(filename, datasetname));*"
5. สร้างเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "axesm" โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ที่ต้องการได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ
6. แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ลงบนเส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ "*surfacem(Lat,Lonlimgdata)*"
7. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลงบนเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "Geoshow"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.4.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ภาพโดยโปรแกรม McIDAS




**รูปที่ 4.5 การทำงานของMap Projection from McIDAS**

จากรูป 4.5 ได้แสดงลำดับขั้นตอนในการประมวลผลของการทำงานจากโปรแกรม McIDAS เพื่อดาว์นโหลดไฟล์ภาพและจากการดาวน์โหลดไฟล์ภาพจะปรากฏ ไฟล์ 4 ชนิด ด้วยกันอันได้แก่ .001 .HDR .LAT .LON ซึ่งได้ลำดับขั้นตอนการทำงานไว้ดังนี้

1. ใช้โปรแกรม McIDAS เพื่อดาว์นโหลดไฟล์ภาพที่ต้องการ จากเซริ์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการภาพถ่ายดาวเทียม สามารถเลือกวันที่ เวลา ตำแหน่ง แบนด์ และความละเอียดของภาพได้เอง และสามารถเลือกดาว์นโหลดไฟล์ใหม่ล่าสุดของเซริ์ฟเวอร์ได้

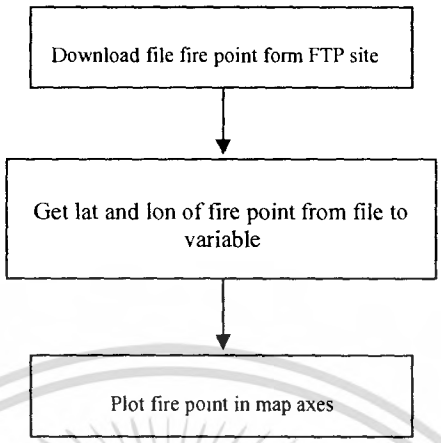
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไฟล์ภาพที่ดาว์นโหลดมาจะสามารถใช้ได้เฉพาะในโปรแกรม McIDAS ดังนั้นจะต้องมีการแตกไฟล์เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ด้วยคำสั่ง "AXFROM" จะได้ไฟล์ 4 ชนิดคือ ภาพ เฮดเดอร์ ละติจูด และลองติจูด โดยมีชื่อขึ้นต้นเหมือนกันตามที่กำหนด (Filename)
3. นำไฟล์เข้าสู่พื้นที่การทำงาน (workspace) โดยการเปิดไฟล์ด้วยคำสั่ง "fopen" แล้วอ่านข้อมูลไบนารี่ด้วยคำสั่ง "fread" แล้วจัดเรียงข้อมูลภาพที่ได้ให้ตรงกับขนาดจริงของภาพด้วยคำสั่ง "reshape" (สามารถดูขนาดของภาพจากได้ไฟล์เฮดเดอร์)
4. อ่านละติจูดและลองติจูดของภาพเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งของภาพให้ถูกต้อง โดยการเปิดไฟล์ด้วยคำสั่ง "fopen" แล้วอ่านข้อมูลไบนารี่ด้วยคำสั่ง "fread" แล้วจัดเรียงข้อมูลภาพที่ได้ให้ตรงกับขนาดจริงของภาพด้วยคำสั่ง "reshape" (สามารถดูขนาดจากได้ไฟล์เฮดเดอร์
5. สร้างเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "axesm" โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ที่ต้องการได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ
6. แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ลงบนเส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ "*surfacem(Lat,Lonlimgdata)*"
7. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลงบนเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "Geoshow"

## 4.5 ขั้นตอนการกำหนดจุดที่เกิดเหตุไฟไหม้ (Firer point)

หลังจากที่ได้ทำการสร้างเส้นโครงแผนที่จากภาพถ่ายดาวเทียมแล้ว สามารถนำภาพที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้ ตัวอย่าง เช่น การแสดงจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้ขึ้น เพื่อใช้ในตรวจสอบและการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น โดยการนำภาพที่มีการประมวลผลภาพโดย Laplacian of Gaussian เปรียบเทียบจุดที่อาจเกิดไฟไหม้ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีวิเคราะห์มาแล้ว เพื่อความแน่ใจในกรณีที่ตำแหน่งที่อาจเกิดไฟไหม้กับจุดที่มีความสว่างที่สุดของภาพอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน อาจสรุปได้ว่าเป็นตำแหน่งที่อาจเกิดไฟไหม้ขึ้นจริง ซึ่งมีขั้นตอนในการแสดงจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.6 ผังงานการแสดงจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

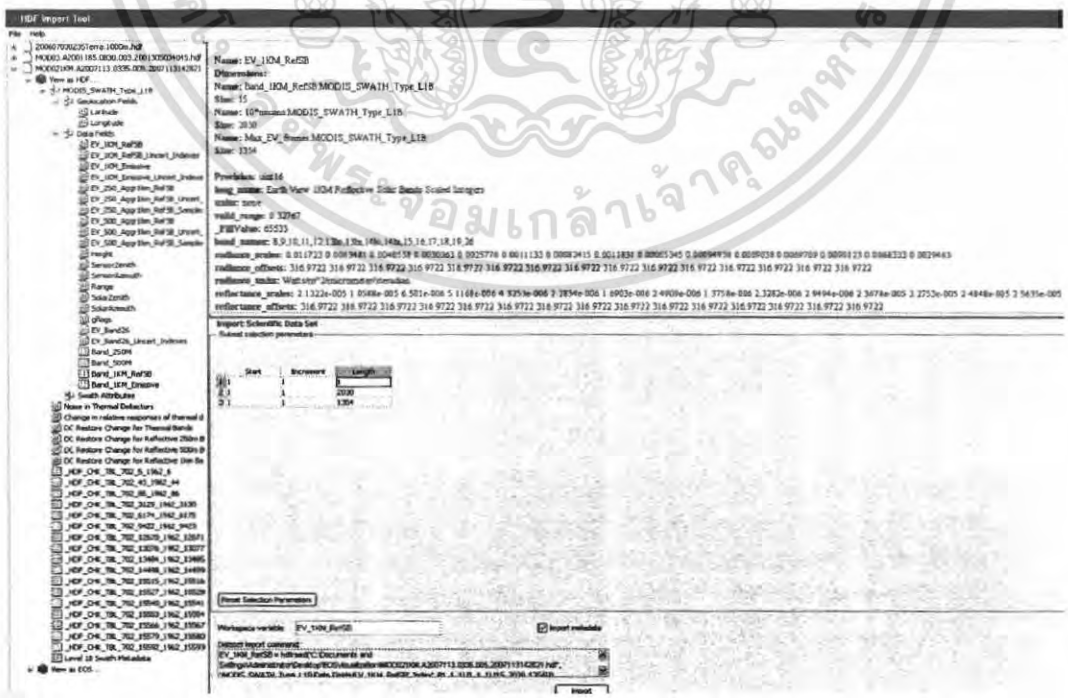
# ผลการทดลอง

## 5.1 การนำเข้าไฟล์ข้อมูล

### 5.1.1 การนำไฟล์ HDF เข้าสู่โปรแกรม MATLAB ด้วย HDF Tool

เริ่มโปรแกรม MATLAB เข้าสู่ HDF Tool ด้วยคำสั่ง "hdftool" มีลักษณะการทำงานดังนี้

1. นำไฟล์เข้าสู่ HDF Tool โดยเลือกที่เมนู File > Open แล้วเลือกไฟล์ HDF ที่ต้องการ
2. การนำไฟล์ภาพเข้าให้เลือกที่ View as HDF > Data Fieldsแล้วเลือกที่ภาพที่ต้องการ โดยดูจากความละเอียดของภาพและรูปแบบของภาพที่ต้องการ ข้อมูลจะเป็นลักษณะของเมตริก
3. กำหนดแบนด์ของภาพในช่อง Length เพื่อเลือกเฉพาะแบนด์ที่ต้องการใช้งาน
4. เลือกที่ Import เพื่อนำไฟล์เข้าสู่พื้นที่การทำงาน โดยจะสามารถตั้งชื่อไฟล์ได้
5. การนำไฟล์ตำแหน่งของภาพ (ละติจูดและลองติจูด) เข้าสู่พื้นที่การทำงานจะกระทำเช่นเดียวกัน แตกต่างกันตรงที่เลือกที่ View as HDF > Geolocation Fields และไม่ต้องกำหนดแบนด์ โดยจะเก็บอยู่ในตัวแปร Lat และตัวแปร Long




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 5.1 หน้าจอการทำงานของ HDF Tool**

### 5.1.2 การดาวน์โหลดไฟล์ด้วยโปรแกรม McIDAS และการแตกไฟล์เพื่อนำไปใช้

เริ่มโปรแกรม McIDAS เพื่อดาวน์โหลดและแตกไฟล์โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

1. ดาวน์โหลดไฟล์ด้วยคำสั่ง "IMGCOPY" ระบุเซร์ฟเวอร์และดาวเทียมที่ต้องการ ชื่อภาพที่ต้องการดาวน์โหลด ความละเอียด แบนด์ ขนาดของภาพ ตามที่ต้องการ โดยสามาถดูรายละเอียดของภาพถ่ายแต่ละภาพได้จากเว็บไซต์ผู้ให้บริการ
2. แตกไฟล์เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ด้วยคำสั่ง "AXFORM" ตั้งชื่อข้อมูล (ชื่อที่ได้จะเหมือนกันแตกต่างที่ชนิดของไฟล์) จะได้ไฟล์ 4 ชนิดคือ ภาพ เฮดเดอร์ ละติจูด และลองติจูด
3. การนำไฟล์เข้าสู่โปรแกรม MATLAB จะต้องเปิดไฟล์ด้วยคำสั่ง "fopen" อ่านข้อมูลไบนารี่ด้วยคำสั่ง "fread" แล้วจัดเรียงข้อมูลภาพที่ได้ให้ตรงกับขนาดจริงของภาพด้วยคำสั่ง "reshape" (สามารถดูขนาดของภาพจากได้ไฟล์เฮดเดอร์)

**รูปที่ 5.2 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม McIDAS**

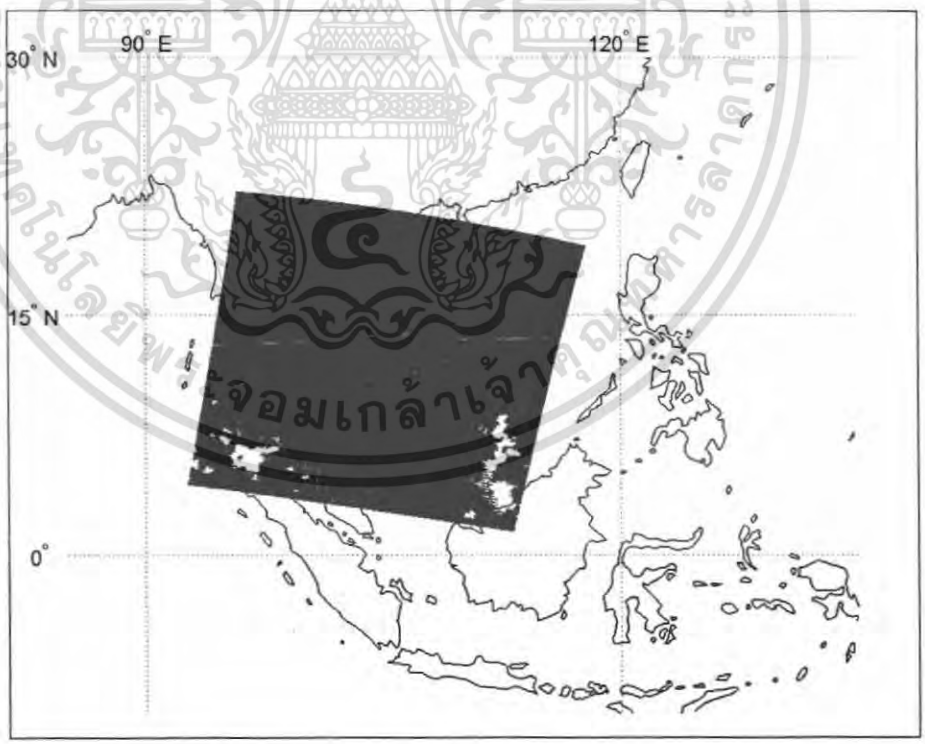
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 การสร้างโครงเส้นแผนที่

### 5.2.1 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ HDF

เมื่อนำไฟล์ภาพ ละติจูดและลองติจูดของภาพจาก HDF เข้าสู่พื้นที่การทำงานแล้ว การสร้างเส้นโครงแผนที่มีวิธีการดังนี้

1. สร้างเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "axesm" โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ที่ต้องการได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ โดยจะต้องเลือกใช้รูปแบบของเส้นโครงแผนที่ให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ
2. แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ลงบนเส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ "*surfacem(Lat,Lon,Iimgdata)*"
3. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลงบนเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "Geoshow"



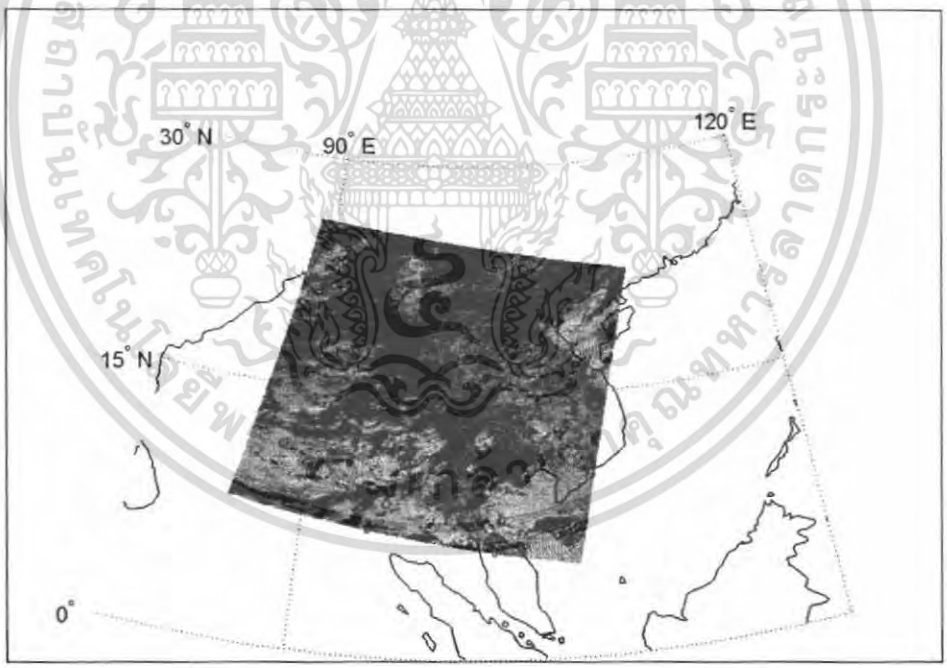

**รูปที่ 5.3 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์จากไฟล์ HDF**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.2 การสร้างเส้นโครงแผนที่จากไฟล์ McIDAS

เมื่อนำไฟล์ภาพ ละติจูดและลองติจูดของภาพจากโปรแกรม McIDAS เข้าสู่พื้นที่การทำงานแล้ว การสร้างเส้นโครงแผนที่มีวิธีการดังนี้

1. สร้างเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "axesm" โดยสามารถกำหนดคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ที่ต้องการได้ เช่น กำหนดรูปแบบของเส้นโครงแผนที่ ตำแหน่งของภาพที่ต้องการแสดง การแสดงผลแบบกริด ฯลฯ โดยจะต้องเลือกใช้รูปแบบของเส้นโครงแผนที่ให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ทำ
2. แสดงภาพถ่ายดาวเทียม ลงบนเส้นโครงแผนที่ที่สร้างขึ้น คำสั่งที่ใช้ในการทำงานคือ "*surfacem(Lat,Lon,Iimgdata)*"
3. แสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น เส้นขอบทวีป ชายแดนประเทศ หรือรอยต่อระหว่างพื้นที่ลงบนเส้นโครงแผนที่ด้วยฟังค์ชัน "Geoshow"



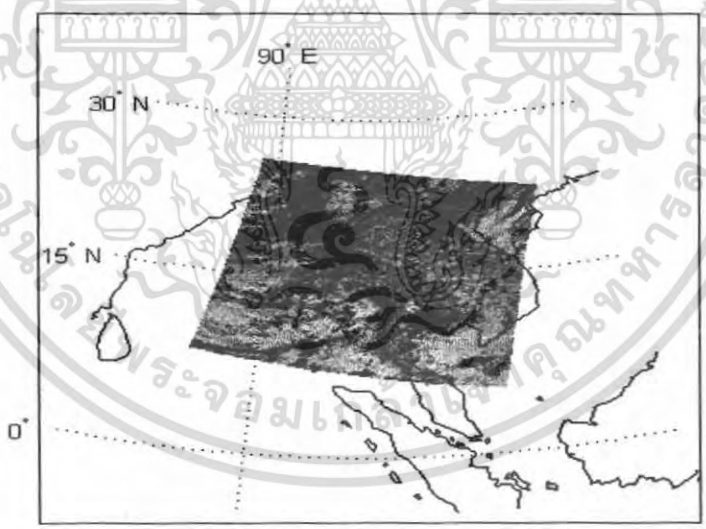

**รูปที่ 5.4 เส้นโครงแผนที่แบบแลมเบร์ตจากไฟล์ McIDAS**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 การประมวลผลภาพ

### 5.3.1 การทำ Point Detection with Laplacian of Gaussian Method

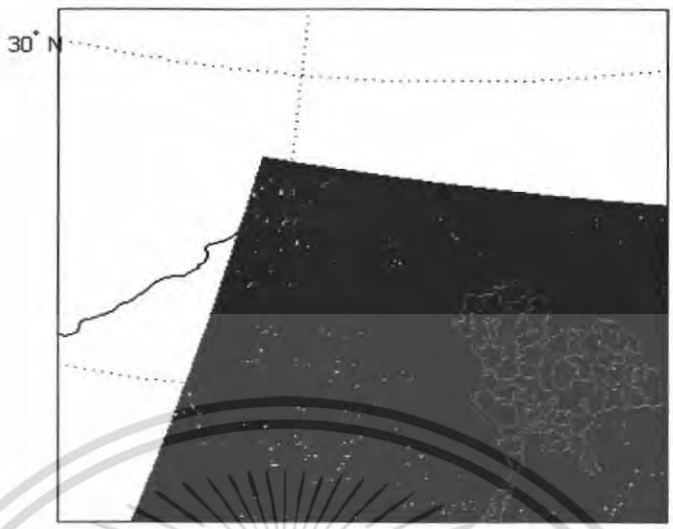
**รูปที่ 5.5 ภาพต้นแบบจากโปรแกรม McIDAS**




**รูปที่ 5.6 ภาพที่ผ่านการปรับคุณภาพของภาพสร้างเส้นโครงและกำหนดจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้**

จากรูปที่ 5.5 ได้ทำการทดลองโดยการปรับคุณภาพของภาพให้มีความสว่างดังรูปที่ 5.6

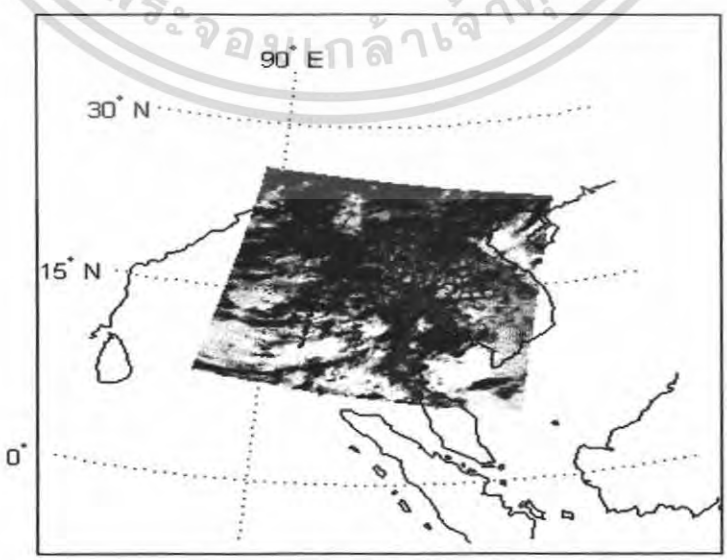
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 5.7 ภาพหลังจากได้ทำการหาจุดโดย Laplacian of Gaussian Method (LoG)**

ผลที่ได้จากรูปที่ 5.7 การทำ Point detection ด้วย Laplacian of Gaussian จะช่วยค้นหาจุด (จุดสีขาวบนพื้นสีดำ) บนภาพและช่วยขจัดสัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบเกาส์-เซียน ที่มักจะเกิดเมื่อทำการค้นหาจุดบนภาพด้วย Laplacian Operator เพียงอย่างเดียว เมื่อทำการเปลี่ยนภาพเป็นภาพขาว – ดำ (Thresholding) จะช่วยเน้นให้เห็นจุดบนภาพได้ชัดเจนขึ้น เพื่อช่วยในการพิจารณาจุดที่เกิดไฟไหม้ เทียบกันกับข้อมูลจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้

**5.3.2 ทำ Median Filter**

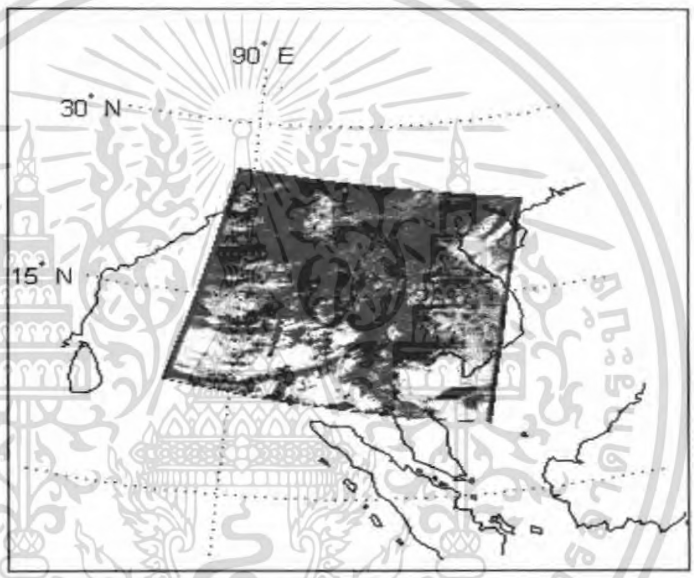



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 5.8 ภาพหลังจากกำจัดสิ่งรบกวนของภาพด้วย Median Filter**

จากรูปที่ 5.8 ผลที่ได้จากการทำ median filter กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะช่วยลดสัญญาณรบกวนแบบสุ่ม และสัญญาณแบบ salt-and-pepper noise ที่มีลักษณะเป็นจุดสีขาวและดำอยู่กระจัดกระจายบนภาพได้ด้วย และมีผลต่อความเบลอของภาพน้อย เมื่อเลือกใช้ขนาดของ Mask คือ 15x15 เพื่อให้ภาพที่ได้ไม่พร่ามัวจนเกินไปและสามารถขจัดสัญญาณรบกวนความถี่ต่ำได้ในระดับที่น่าพอใจ

### 5.3.3 ทำ Average Filter




**รูปที่ 5.9 ภาพหลังจากกำจัดสิ่งรบกวนของภาพด้วย Average Filter**

จากรูปที่ 5.9 จากการทำ Averaging filter กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งช่วยลดสัญญาณรบกวนแบบความถี่ต่ำของภาพลงได้ โดยเลือกใช้ขนาดของ Mask คือ 15x15 เพื่อให้ภาพที่ได้ไม่พร่ามัวจนเกินไป

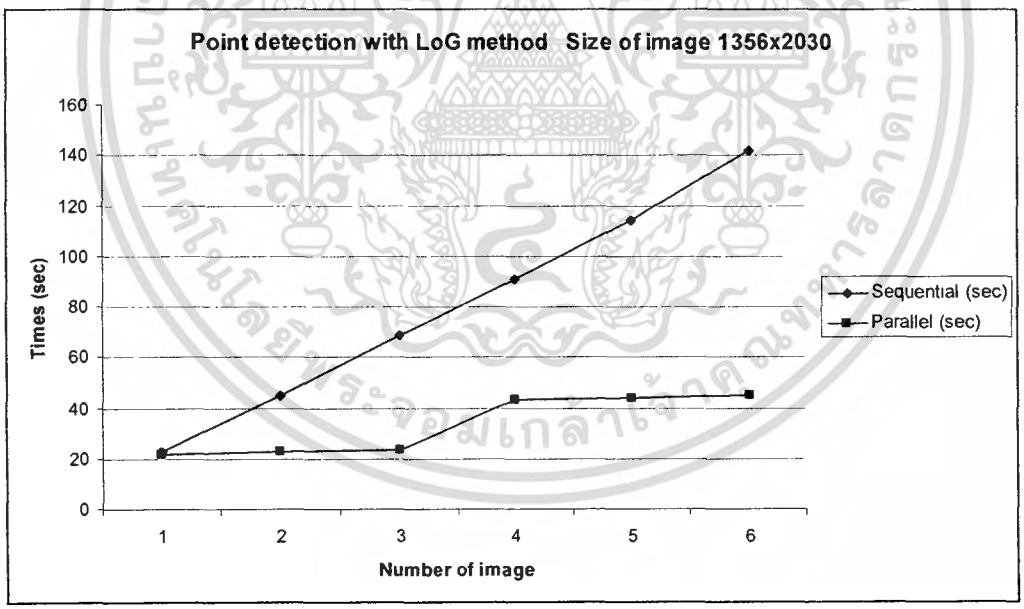
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 การทำงานของระบบขนาน

### 5.4.1 เวลาที่ใช้ในการทำงาน ของการประมวลผลภาพ Point detection with LoG method

**ตารางที่ 5.1 เวลาในการประมวลผลขนาดภาพ 1356x2030 ของ LoG**

| จำนวนภาพ | ตัวประมวลเดียว (วินาที) | ระบบขนาน (วินาที) |
|---|---|---|
| 1 | 22.6 | 21.7 |
| 2 | 44.8 | 22.5 |
| 3 | 68.4 | 23.3 |
| 4 | 90.5 | 43.1 |
| 5 | 113.9 | 43.9 |
| 6 | 142.0 | 44.6 |

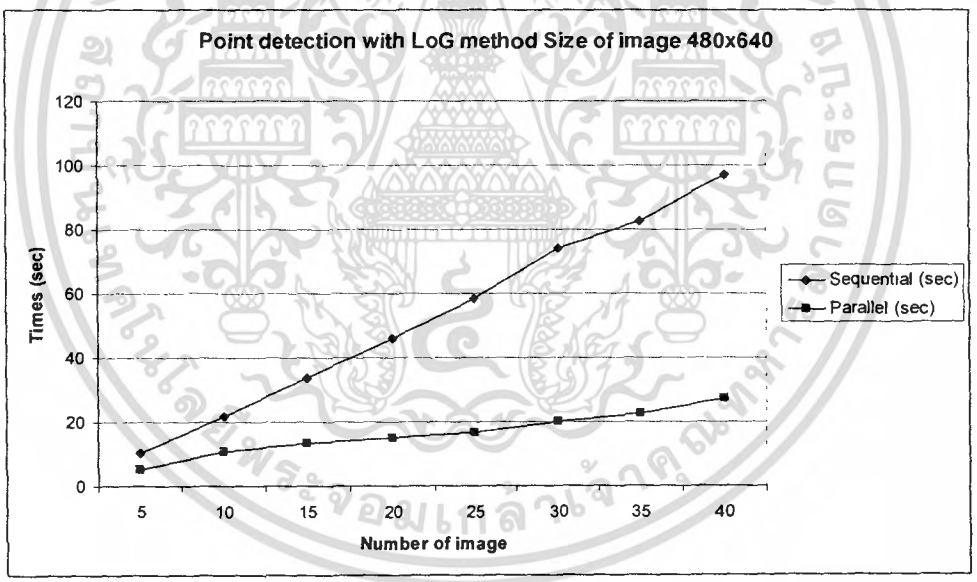



**รูปที่ 5.10 กราฟเปรียบเทียบการทำงานระหว่างตัวประมวลผลเดียวกับระบบขนานของ LoG ขนาดภาพ 1356x2030**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.2 ขนาดภาพ 480x640 ของ Log**

| จำนวนภาพ | ตัวประมวลเดียว (วินาที) | ระบบขนาน (วินาที) |
|---|---|---|
| 5 | 10.2 | 5.3 |
| 10 | 21.6 | 10.8 |
| 15 | 33.7 | 13.2 |
| 20 | 46.1 | 14.8 |
| 25 | 58.4 | 16.4 |
| 30 | 73.9 | 19.8 |
| 35 | 82.6 | 22.6 |
| 40 | 97.0 | 27.1 |




**รูปที่ 5.11 กราฟเปรียบเทียบการทำงานระหว่างตัวประมวลผลเดียวกับระบบขนานของ LoG ขนาดภาพ 480x640**

จากการทดลองได้ทำการประมวลผลภาพพร้อมทั้งจับเวลา และได้ทำการเปรียบเทียบเวลาในตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 ระหว่างตัวประมวลผลเดียว กับตัวประมวลผลหลายตัวในระบบขนาน พบได้ว่างานที่มีขนาดใหญ่และใช้เวลาในการประมวลสูงเมื่อนำมาประมวลผลด้วยการประมวลผล

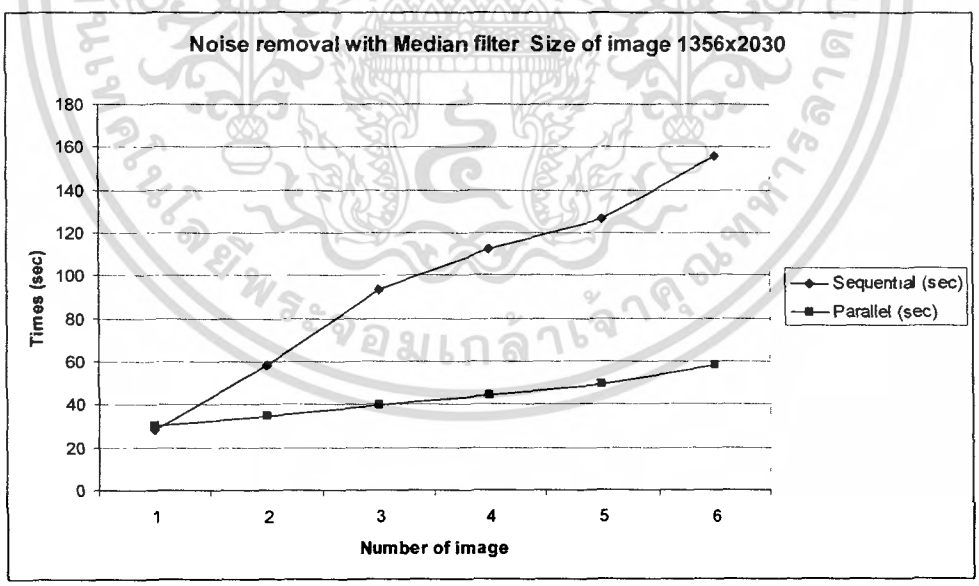
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขนาน สามารถช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลได้จริงเมื่อมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยกราฟดังที่แสดงในรูปที่ 5.10 และ 5.11

### 5.4.2 เวลาที่ใช้ในการทำงาน ของการประมวลผลภาพด้วย Median filter

**ตารางที่ 5.3 เวลาในการประมวลผลขนาดภาพ 1356x2030 ของ Median filter**

| จำนวนภาพ | ตัวประมวลเดียว (วินาที) | ระบบขนาน (วินาที) |
|---|---|---|
| 1 | 28.1 | 29.8 |
| 2 | 58.0 | 34.3 |
| 3 | 93.5 | 39.7 |
| 4 | 112.5 | 44.1 |
| 5 | 126.3 | 49.3 |
| 6 | 155.8 | 58.2 |

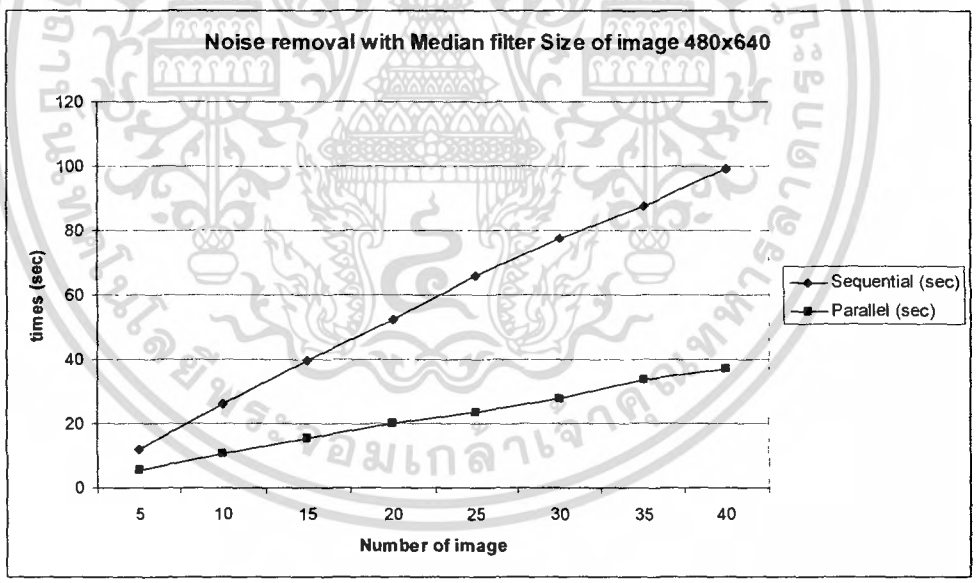



**รูปที่ 5.12 กราฟเปรียบเทียบการทำงานระหว่างตัวประมวลผลเดียวกับระบบขนานของ Median ขนาดภาพ 1356x2030**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.4 เวลาในการประมวลผลขนาดภาพ 480x640 ของ Median filter**

| จำนวนภาพ | ตัวประมวลเดียว (วินาที) | ระบบขนาน (วินาที) |
|---|---|---|
| 5 | 11.8 | 5.6 |
| 10 | 25.8 | 10.6 |
| 15 | 39.7 | 15.3 |
| 20 | 52.2 | 20.1 |
| 25 | 66.1 | 23.3 |
| 30 | 77.5 | 27.8 |
| 35 | 87.5 | 33.5 |
| 40 | 99.2 | 37.2 |




**รูปที่ 5.13 กราฟเปรียบเทียบการทำงานระหว่างตัวประมวลผลเดียวกับระบบขนานของ Median ขนาดภาพ 480x640**

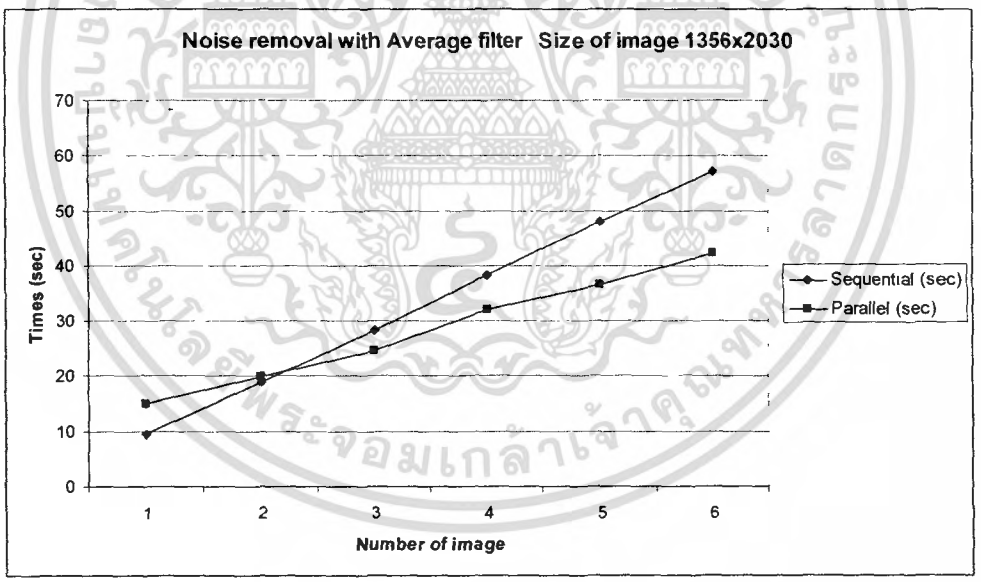
จากกราฟที่ 5.3, 54 และรูปที่ 5.12, 5.13 ได้ทดลองประมวลผลภาพของ Median Filter ซึ่งเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ของตัวประมวลผลเดียวกับตัวประมวลผลหลายตัวในระบบขนาน ช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผล และเพิ่มประสิทธิภาพได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.4.3 เวลาที่ใช้ในการทำงาน ของการประมวลผลภาพด้วย Average filter

**ตารางที่ 5.5 เวลาในการประมวลผลขนาดภาพ 1356x2030 ของ Average filter**

| จำนวนภาพ | ตัวประมวลเดียว (วินาที) | ระบบขนาน (วินาที) |
|---|---|---|
| 1 | 9.5 | 14.8 |
| 2 | 18.8 | 19.9 |
| 3 | 28.2 | 24.6 |
| 4 | 38.3 | 31.9 |
| 5 | 47.8 | 36.4 |
| 6 | 57.2 | 42.2 |

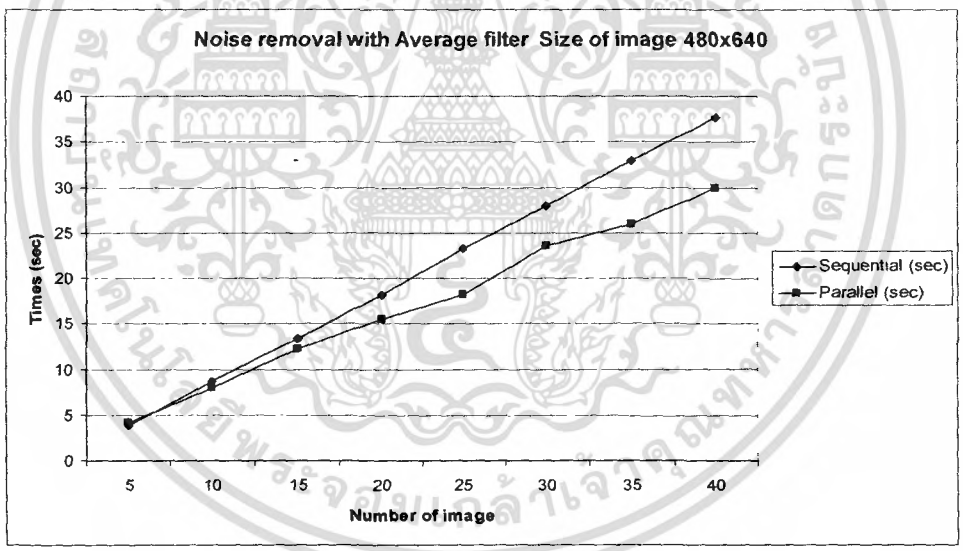



**รูปที่ 5.14 กราฟเปรียบเทียบการทำงานระหว่างตัวประมวลผลเดียวกับระบบขนานของ Average ขนาดภาพ 1356x2030**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5.6 ขนาดภาพ 480x640 ของ Average filter**

| จำนวนภาพ | ตัวประมวลเดียว (วินาที) | ระบบขนาน (วินาที) |
|---|---|---|
| 5 | 3.8 | 4.1 |
| 10 | 8.6 | 8.0 |
| 15 | 13.3 | 12.2 |
| 20 | 18.1 | 15.5 |
| 25 | 23.3 | 18.1 |
| 30 | 28.0 | 23.5 |
| 35 | 32.9 | 26.0 |
| 40 | 37.7 | 30.0 |




**รูปที่ 5.15 กราฟเปรียบเทียบการทำงานระหว่างตัวประมวลผลเดียวกับระบบขนานของ Average ขนาดภาพ 480x640**

จากการทดลองได้ทำการประมวลผลภาพของ Average Filter ซึ่งใช้เวลาในการประมวลผล และได้ทำการเปรียบเทียบเวลาระหว่างตัวประมวลผลเดียว กับตัวประมวลผลหลายตัวในระบบขนาน สามารถสรุปได้ว่าการมวลผลโดยใช้ระบบขนานสามารถที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลได้

จากผลการทดลองทั้งหมดระบบขนานสามารถช่วยให้การประมวลผลภาพมีประสิทธิภาพมากขึ้นและ ช่วยลดระยะเวลาในการประมวลผลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองการประมวลผลด้วยระบบขนาน สามารถลดเวลาในการประมวลผลได้ โดยเมื่อเปรียบเทียบจากการประมวลผลด้วยตัวประมวลผลเดียว ที่มีความเร็วขนาด 2.4 GHz หน่วยความจำ 1.5 GB กับการประมวลผลบนระบบขนาน ประสิทธิภาพที่ได้บนระบบขนานช่วยลดความเร็วในการประมวลผลลง เท่ากับการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีตัวประมวลผลขนาด 2.8 GHz จำนวน 8 ตัว หน่วยความจำ 16 GB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สรุปผลโครงงาน

**1. เป้าหมาย**

ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม โดยการเขียนโปรแกรมเชิงขนาน เพื่อช่วยลดเวลาในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมลง เมื่อทำงานบนระบบขนาน เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว และสร้างเส้นโครงแผนที่เพื่อแสดงผลภาพจากการประมวลผลเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

**2. วิธีดำเนินการ**

2.1. ดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียมจากเซริ์ฟเวอร์ของนาซ่า ผ่านโปรแกรม McIDAS แล้วแตกไฟล์ออกเป็นไฟล์ภาพ และไฟล์พิกัด เพื่อสามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป

2.2. นำภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้เข้าสู่โปรแกรมประมวลผล MATLAB เพื่อเปลี่ยนไฟล์ภาพเป็นข้อมูลภาพที่ใช้ในการประมวล และเปลี่ยนไฟล์พิกัดเป็นข้อมูลพิกัดเพื่อระบุตำแหน่งของภาพบนเส้นโครงแผนที่

2.3. นำข้อมูลภาพไปประมวลผล ดังนี้

2.3.1. ค้นหาจุดที่เกิดขึ้นบนภาพ ด้วยวิธีการ Laplacian of Gaussian นำภาพที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้ เพื่อนำไปพิจารณาความน่าจะเป็นในการเกิดไฟไหม้จากข้อมูลภาพ

2.3.2. ลดสัญญาณรบกวนของข้อมูลภาพด้วยวิธีการ Median Filter เพื่อตัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นบนข้อมูลภาพออกไป

2.3.3. ลดสัญญาณรบกวนของข้อมูลภาพด้วยวิธีการ Averaging Filter เพื่อตัดสัญญาณรบกวนแบบความถี่ต่ำที่เกิดขึ้นบนข้อมูลภาพออกไป

2.4. ทำการประมวลผลข้อมูลภาพบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว และทำการประมวลผลเช่นเดียวกันบนระบบขนาน เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประมวลผลทั้งสองแบบ นำเวลาที่ได้ไปเขียนกราฟเปรียบเทียบเวลาในการประมวลผลบนทั้งสองระบบ

2.5. สร้างเส้นโครงแผนที่ แล้วแสดงภาพถ่ายดาวเทียม และจุดที่คาดว่าเกิดไฟไหม้ลงบนเส้นโครงแผนที่ เปรียบเทียบกันกับภาพที่ผ่านการค้นหาจุดบนภาพ เพื่อพิจารณาความน่าจะเป็นในการเกิดไฟไหม้จากข้อมูลภาพ และแสดงภาพที่ผ่านการตัดสัญญาณรบกวน เพื่อให้เห็นลายละเอียดที่แท้จริงของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. ประสิทธิภาพของโครงงาน**

3.1. สามารถดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียมด้วยโปรแกรม McIDAS แล้วนำไฟล์ภาพและไฟล์พิกัดเข้าสู่โปรแกรม MATLAB ได้

3.2. สามารถประมวลผลภาพ ค้นหาจุดที่เกิดขึ้นบนภาพด้วยวิธีการ Laplacian of Gaussian ตัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการ Median Filter และ Averaging Filter ได้

3.3. สามารถสร้างเส้นโครงแผนที่เพื่อแสดงภาพถ่ายดาวเทียม ภาพที่ผ่านการประมวลผล จุดที่คาดว่าเกิดไฟ เส้นแสดงขอบทวีป เส้นแสดงพื้นที่ประเทศไทยได้.

3.4. สามารถลดเวลาในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมลงได้ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว กับระบบขนาน

**4. ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน**

4.1. ได้โปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง เช่นการนำไปวิเคราะห์ไฟป่า หรือภัยพิบัติต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

4.2. การประมวลผลบนระบบขนานสามารถลดเวลาที่ใช้ในการประมวลผลลงได้ ช่วยให้สามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น เมื่อมีข้อมูลภาพที่มีขนาดและมีจำนวนมาก

4.3. เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาการประมวลผลภาพและ การประมวลผลแบบขนานต่อไป

**5.ข้อเสนอสำหรับโครงงานในอนาคต**

5.1. พัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมเพิ่มเติมเช่น การสร้างภาพสีจริง การค้นหาจุดไฟไหม้จากภาพ ฯลฯ เพื่อเป็นประโยชน์ในการป้องกันภัยพิบัติ และการประยุกต์ใช้งานภาพถ่ายดาวเทียมในด้านอื่นๆ ต่อไป

5.2. พัฒนาการเขียนโปรแกรมแบบขนาน ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น มีความเร็วในการทำงานเพิ่มขึ้น หรือสามารถประมวลผลข้อมูลภาพแบบอื่นๆ ที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนมาก ซึ่งต้องใช้เวลาในการประมวลผลมากได้ เช่นเดียวกันกับภาพถ่ายดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Parallel Programming for Image Processing**

```
%define file image
dirInput = dir('IMG*.001');
IMG = {dirInput.name}';
%define file lat
dirInput = dir('IMG*.LAT');
LAT = {dirInput.name}';
%define file lon
dirInput = dir('IMG*.LON');
LON = {dirInput.name}';
%define loop for processing
loop = 40;

%Start time 1
tic;
%read area funtion
for i=1:loop
   [map{i}, lat{i}, lon{i}] = readarea2(IMG{i}, LAT{i}, LON{i});
end
%Stop time 1
time1 = toc;

processFilePath = 'pointdetect.m';
type(processFilePath);

jobmanager = findResource('jobmanager')

job = createJob(jobmanager,'FileDependencies', ...
   {processFilePath,'MOD14.A2007221.1630.dat'});
get(job)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output = 1;
% task = createTask(job, @pointdetect,output,...
%     {map{1,1}})
%Start time 2
tic;
%Create Task
for a = 1:loop
   task(a) = createTask(job, @pointdetect,output,...
            {map{1,a}});
end
alltasks = get(job, 'Tasks' );
set( alltasks, 'CaptureCommandWindowOutput', true);
submit(job)
waitForState(job)

results = getAllOutputArguments(job)
%get results
for b = 1:loop
   point{b} = results{b,1};
end
%Stop time 2
time2 = toc;

%error msg
outputMessage = get (alltasks, 'CommandWindowOutput')
errmessage = get(job.Tasks, {'errorMessage'});
nonempty = ~cellfun(@isempty, errmessage);
celldisp(errmessage(nonempty));
destroy(job);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Sequential Programming for Image Processing**

```
%define file image
dirInput = dir('THI*.001');
IMG = {dirInput.name}';

%define file lat
dirInput = dir('THI*.LAT');
LAT = {dirInput.name}';

%define file lon
dirInput = dir('THI*.LON');
LON = {dirInput.name}';

%define loop for processing
loop = 4;

%Start time 1
tic;
%read area funtion
for i=1:loop
   [map{i}, lat{i}, lon{i}] = readarea2(IMG{i}, LAT{i}, LON{i});
end
%Stop time 1
time1 = toc;
%Start time 2
tic;
%point detection function
for x=1:loop
   [point{x}] = pointdetect(map{x});
end
%Stop time 2
time2 = toc;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Function readarea**

```
function [map, Alat, Alon] = readarea(IMG, LAT, LON)


%Define McIDAS file
%McFile = 'file';
hight = 1356;
%Read area
%fname = strcat(file,'.001');
fid = fopen (IMG);
raw_data = fread (fid, '*uint16');
fclose (fid);
map = reshape (raw_data, hight, []);

%Read Lat
%fname = strcat(file,'.LAT');
fid = fopen (LAT,'r');
raw_data = fread (fid, 'int16=>double');
fclose (fid);
lat = reshape (raw_data, hight, []);

%Read Lon
%fname = strcat(file,'.LON');
fid = fopen (LON,'r');
raw_data = fread (fid, 'int16=>doble');
fclose (fid);
lon = reshape (raw_data, hight, []);

%Adjust lat and lon
Alat = lat / 100;
Alon = - (lon / 100);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Function Point detection with Laplacian of Gaussian**

```
function [point] = pointdetect(map)

%point detection
point = edge(double(map),'log',3,8);
```

**Function Median Filter of image**

```
function [medf] = medianf(map)

medf = medfilt2(double(map),[15 15]);
```

**Function Averageing Filter**

```
function [avgf] = averagef(map)

N = 35;
mask = ones(N)*1/(N^2);
avgf = conv2(double(map),mask);
```

**Function Display Map**

```
%find maximum,minimum lat&lon for figure
for k=1:loop
   %map = histeq(map{1,k});
   minlat{k} = lat{1,k}(5,5);
   maxlat{k} = lat{1,k}(end-5,end-5);

   minlon{k} = lon{1,k}(5,5);
   maxlon{k} = lon{1,k}(end-5,end-5);
end

%Original Image
%Display data with map projection
%use axesm to define map axes and set map properties
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%and geoshow to display map latitude and longitude data
for j=1:loop
figure
colormap(gray);
ax = axesm('MapProjection','lambert',...
    'MapLatLimit', [minlat{1,j}-30 maxlat{1,j}+30], 'MapLonLimit', [minlon{1,j}-10
maxlon{1,j}+10],...
    'Grid','on','MeridianLabel','on','ParallelLabel','on');

%Project and add geolocated data grid to current map axes
surfacem(lat{1,j}, lon{1,j}, double(map{1,j}));
%demcmap(double(map));

%Display shape data
land = shaperead('landareas.shp', 'UseGeoCoords', true);
ll = geoshow([land.Lat],[land.Lon]);
thailand = shaperead('Shape/thailanddecimal.shp', 'UseGeoCoords', true);
lt = geoshow([thailand.Lat],[thailand.Lon], 'Color','green');

%read area of firepoint from file to array
fire = csvread('MOD14.A2007221.1630.dat', 1, 0, [1,0,3,1]);

%read long & lat from of firepoint array row 1
Flon = fire(:,1);
Flat = fire(:,2);

%plot Firepoint on axesm
plotm(Flat, Flon, 'r*');
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

[1] ธวัช บุรีรักษ์, บัญชา ดูเจริญไพบูลย์ **การแปลความหมายในแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ (MAP & AERIAL PHOTOGRAPHY INTERPRETATION)** สำนักพิมพ์อักษรพัฒนา กรุงเทพฯ : 2533

[2] ประมาณ เทพสงเคราะห์ **เทคนิคทางแผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ** งานส่งเสริมการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยทักษิน สงขลา : 2541

[3] ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมหรรษากุล **การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Fundamental of Digital Image processing)** ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ แผนกตำรา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : 2550

[4] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins **Digital Image Processing using MATLAB** Pearson Prentice Hall : 2004

[5] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods **Digital Image Processing second Edition** Prentice-Hall,Inc : 2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้