



รายงานการวิจัย

GlobeSAR มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Suranaree University of Technology GlobeSAR)

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณี วรรณวิเศษ

สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2539

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มีนาคม 2542

กิติกรรมประกาศ

โครงการโกลบซาร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (SUT GlobeSAR) ไม่สามารถดำเนินได้ หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และ CCRS (Canada Center for Remote Sensing)

ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่จัดสรรทุนสนับสนุนการวิจัยประจำปี 2539 เพื่อช่วยให้การวิจัยสามารถดำเนินได้ ขอขอบคุณสำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และ CCRS ที่สนับสนุนข้อมูลเรดาร์

บุคคลที่ผู้วิจัยต้องกราบขอบพระคุณเป็นที่สุดคือ บิดา-มารดา ผู้ให้ชีวิต สติและปัญญา ครู อาจารย์ผู้ให้วิชา และครอบครัวซึ่งอยู่เบื้องหลังของความสำเริง

ขอขอบคุณบุคคลดังต่อไปนี้ที่ช่วยงานวิจัยด้วยดีตลอดมาจนงานเสร็จสมบูรณ์

นายวินัย เขาวเรศ

ผู้ช่วยงานภาคสนามและงานคอมพิวเตอร์

นางสิริลักษณ์ ดีสูงเนิน

ผู้ช่วยงานภาคสนาม งานคอมพิวเตอร์และงานพิมพ์

บทคัดย่อภาษาไทย

โครงการโกลบซาร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เป็นโครงการที่มุ่งเน้นพัฒนาวิชาการด้านการรับรู้จากระยะไกล ในช่วงความยาวคลื่นเรดาร์ที่มีคุณสมบัติส่งผ่านทะลุเมฆหมอกและฝนได้ ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลพื้นผิวโลกได้ในทุกสภาพอากาศ จึงทดลองใช้ข้อมูลเรดาร์ช่วงความยาวคลื่น C-band จาก air-borneSAR ที่อยู่ในรูปแบบ ซีซีที (CCT : Computer Compatible Tape) จากข้อมูล simulated RADARSAT ในรูปแบบ ซีดีรอม (CD-ROM) ของ บีมโหมด (Beam mode) แบบ fine mode และ standard mode ภายใต้โครงการ GlobeSAR มาทำการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่การเกษตร โดยการประมวลและวิเคราะห์ภาพข้อมูลเรดาร์ทั้ง 3 ชนิดบริเวณพื้นที่ตัวอย่างในจังหวัดชัยภูมิ ผลการประมวลและวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า ข้อมูลเรดาร์ในช่วง C-band ทั้ง 3 รูปแบบสามารถใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่การเกษตรได้ แต่ข้อมูลเรดาร์จาก air-borneSAR จะให้รายละเอียดมากกว่าข้อมูล Simulated RADARSAT ชนิด fine mode และ standard mode ตามลำดับ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Abstract

SUT GlobeSAR project emphasizes on the academic development of radar remote sensing knowledge. Since RADAR can penetrate haze, cloud and rain, then the earth surface can be recorded in all atmospheric conditions. The experiment of using RADAR data set of C-band was used in agricultural land use analysis.

Three different RADAR data sets of C-band under GlobeSAR project are CCT of air-borneSAR, CD-ROM of simulated RADARSAT of two beam modes, one is fine mode and the other is standard mode. Image processing for agricultural land use analysis of the study area of Chaiyapum province was done. The result indicates that RADAR in C-band of those three different sets can be used in agricultural land use study, but air-borneSAR gives more detail than fine mode and standard mode respectively.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
1. บทนำ	
1.1 ความสำคัญและประเด็นปัญหาการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ภูมิหลัง	2
1.5 พื้นที่ศึกษา	4
1.6 รายละเอียดของข้อมูลแนวศึกษาที่ 1 (TH-1)	5
1.7 หลักการเบื้องต้นของเรดาร์	6
1.8 สเปกตรัมของแม่เหล็กไฟฟ้า	7
1.9 ช่วงความยาวคลื่นเรดาร์	8
1.10 การทำงานของเรดาร์	9
1.11 เรดาร์และความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นในช่วงไมโครเวฟ	10
2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	
2.1 วัสดุและอุปกรณ์	11
2.2 วิธีการศึกษา	14
3. ผลการศึกษา	
3.1 ผลการประมวลข้อมูล	28
3.2 ผลของงานตรวฉบับที่ข้อมูลในภาคสนาม	39
3.3 งานวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์	47
4. ข้อวิจารณ์	50
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	
ประวัตินักวิจัย	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางแสดงการใช้แถบความยาวและความถี่แม่เหล็กไฟฟ้าด้านต่างๆ	10
ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของ Simulated RADARSAT Imagery ของ โครงการ Globe SAR	12
ตารางที่ 3 สรุปลักษณะการทำงานของ RADARSAT	16
ตารางที่ 4 รายละเอียดการเฝ้าสังเกตการณ์เรดาร์ของพืช	17
ตารางที่ 5 ตารางสรุปผลการตอบสนองพลังงานเรดาร์ช่วง C-Band ของพื้นที่ประเภทต่างๆ	48
ตารางที่ 6 สรุปงานวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์	49

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงภาพพื้นที่ทดลองบันทึกข้อมูลภายใต้โครงการโกลบซาร์ประเทศไทย	3
รูปที่ 2 แสดงพื้นที่ทำการศึกษาจังหวัดชัยภูมิพร้อมรายละเอียด	4
รูปที่ 3 แสดงรายละเอียดของการบันทึกข้อมูลของ airborne SAR ของพื้นที่ศึกษา แนวที่ 1 (TH1)	5
รูปที่ 4 แสดงหลักการเบื้องต้นของเรดาร์ (ข้อมูลจาก Guide Distance Radarsat Learning Program Geomatics International)	6
รูปที่ 5 แสดงสเปกตรัมของแม่เหล็กไฟฟ้า (ข้อมูลจาก CCRS Globe SAR)	7
รูปที่ 6 แสดงแถบความยาวคลื่นเรดาร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน	8
รูปที่ 7 แสดงการทำงานของเรดาร์ได้ทั้งกลางวันและทุกสภาพอากาศ	9
รูปที่ 8 แสดงการแบ่งแถบความยาวคลื่นในช่วงไมโครเวฟที่นิยมใช้กัน	10
รูปที่ 9 สรุปขั้นตอนขบวนการประมวลผลข้อมูลตัวเลขเป็นภาพ	15
รูปที่ 10 ตัวอย่างของการหักเหสะท้อน (Corner reflector) แบบต่างๆ	19
รูปที่ 11 แสดงลักษณะการบันทึกข้อมูลเรดาร์ของ Airborne Globe SAR พื้นที่จังหวัดชัยภูมิ เมื่อ 4 พ.ย. 2536	21
รูปที่ 12 แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานของพื้นผิวที่ราบเรียบ	21
รูปที่ 13 แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานของภูมิประเทศที่มีพื้นผิวหยาบ	22
รูปที่ 14 แสดงการสะท้อนกลับพลังงานที่เกิดจากภูมิประเทศแตกต่างกัน	23
รูปที่ 15 แสดงผลของมุมมองและทิศทางส่งคลื่นต่อการเรียงตัวของแถวและ แนวของพื้นที่การเกษตร	25
รูปที่ 16 แสดงการใช้ที่ดินในภาพรวมจากข้อมูล Airborne Globe SAR	28
รูปที่ 17 แสดงการใช้ที่ดินในภาพรวมจากข้อมูล Simulated RADARSAT แบบ Fine mode	29
รูปที่ 18 แสดงการใช้ที่ดินในภาพรวมจากข้อมูล Simulated RADARSAT แบบ Standard mode	30
รูปที่ 19 แสดงการใช้ที่ดินจากข้อมูล Airborne Globe SAR	32
รูปที่ 20 แสดงการใช้ที่ดินจากข้อมูล Simulated RADARSAT แบบ Fine mode	33
รูปที่ 21 แสดงการใช้ที่ดินจากข้อมูล Simulated RADARSAT แบบ Standard mode	34
รูปที่ 22 แสดงความหลากหลายของพื้นที่ด้านการเกษตรในอำเภอจัตุรัส	36

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 23 แสดงภาพ Airborne Globe SAR บริเวณตัวเมืองจังหวัดชัยภูมิและพื้นที่ข้างเคียงมาตราส่วน 1:50,000	38
รูปที่ 24 แสดงพื้นที่ตัวอย่างใช้ศึกษาติดตามการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจของจังหวัดชัยภูมิ	39
รูปที่ 25 แสดงพื้นที่การเกษตรที่เป็นนาข้าวในที่ลุ่ม (นาหวาน)	40
รูปที่ 26 แสดงพื้นที่การเกษตรที่เป็นนาข้าวในที่ลุ่ม (นาดำ)	41
รูปที่ 27 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกปอแก้วและอยู่ในช่วงการเก็บเกี่ยว	41
รูปที่ 28 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกพริกและอยู่ในช่วงเจริญเติบโตใกล้จะให้ผลผลิต	42
รูปที่ 29 แสดงลักษณะพื้นที่ป่าโปร่งซึ่งพืชส่วนใหญ่เป็นไม้พุ่มมีไม้ใหญ่ขึ้นต้นเพียงเล็กน้อย	42
รูปที่ 30 แสดงพื้นที่ไร่นาป่าผสมส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่นาข้าวสลับกับป่าดั้งเดิม	43
รูปที่ 31 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการเพาะปลูกมันสำปะหลังและอยู่ในช่วงการเจริญเติบโต	43
รูปที่ 32 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกข้าวโพดและอยู่ในช่วงให้ผลผลิต	44
รูปที่ 33 แสดงพื้นที่ปลูกอ้อยซึ่งอยู่ในช่วงเจริญเติบโตหลังจากให้ผลผลิตแล้ว 1 ครั้ง	44
รูปที่ 34 แสดงปฏิทินปลูกพืชของจังหวัดชัยภูมิ	46

1. บทนำ

(Introduction)

1.1 ความสำคัญและประเด็นปัญหาของการศึกษา

โครงการโกลบซาร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Suranaree University of Technology GlobeSAR) เป็นโครงการพัฒนานักวิชาการด้านการรับรู้จากระยะไกล โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับ ศูนย์การรับรู้จากระยะไกลของแคนาดา (Canada Centre for Remote Sensing : CCRS) ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ข้อมูลจากเรดาร์ที่เรียกว่าซาร์ (Synthetic Aperture Radar : SAR) ภายใต้โครงการ GlobeSAR อันเป็นความร่วมมือทางวิชาการของประเทศแคนาดา กับประเทศต่างๆ ทั่วโลก เพื่อนำมาซึ่งความรู้และเทคนิคที่เหมาะสมในการศึกษาทางด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบนโลก นอกเหนือไปจากวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ บนพื้นผิวโลกที่ได้จากการบันทึกสภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในช่วงความยาวคลื่นแสงที่มองเห็น (Visible light) และช่วงคลื่นแสงใต้แดง (Infrared) ที่มองไม่เห็น ซึ่งมีข้อจำกัดในการบันทึก เนื่องจากในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวไม่สามารถผ่านเมฆหมอกและฝนได้ และไม่สามารถบันทึกในช่วงเวลากลางคืนเนื่องจากต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมากระทบวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกแล้วสะท้อนกลับไปยังเครื่องมือตรวจวัดบันทึกข้อมูล จึงทำให้ภูมิภาคต่างๆ ของโลกที่ถูกปกคลุมด้วยเมฆไม่สามารถทำการบันทึกข้อมูลภายใต้ช่วงคลื่นดังกล่าวได้ ดังนั้นในประเทศที่มีการพัฒนาทางด้านอวกาศไม่ว่าจะเป็นยุโรป อเมริกา แคนาดา รัสเซีย และประเทศเอเชีย ได้แก่ ญี่ปุ่นและประเทศจีน ได้พยายามสร้างเครื่องมือบันทึกข้อมูลในช่วงความยาวคลื่นไมโครเวฟ (Microwave) ซึ่งมีคุณสมบัติทะลุทะลวงเมฆและฝนได้ ทำให้มีการนำข้อดีของคลื่นไมโครเวฟ ในความยาวคลื่นต่างๆ มาใช้มากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากสามารถทำการบันทึกข้อมูลได้ทุกสภาพอากาศและไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องของแสง เพราะสามารถ สร้างคลื่นไมโครเวฟในช่วงความยาวที่ต้องการได้ ให้ตรงกับความต้องการได้อย่างที่ไม่เคยทำได้มาก่อนทำให้สามารถบันทึกสภาพแวดล้อมและทรัพยากรที่อยู่ในพื้นที่เขตร้อนชื้นที่มีเมฆปกคลุมเกือบทั้งปีได้

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีเมฆปกคลุม ทำให้การบันทึกข้อมูลในช่วงออปติคัลเวฟเลงท์ (optical wavelength) เป็นไปด้วยความลำบาก และจะบันทึกข้อมูลพื้นที่ของประเทศไทยได้เฉพาะพื้นที่ที่ปลอดจากเมฆเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถมีข้อมูลในฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูเพาะปลูกของไทยได้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคใต้ของประเทศ การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงไมโครเวฟหรือเรดาร์ นับเป็นมิติใหม่ที่เผชิญหน้ากับแท้จริงของพื้นที่ที่เคยถูกปกปิดด้วยเมฆมานาน ดังนั้นข้อมูลจากเรดาร์ จึงนับว่ามีความสำคัญยิ่งต่อการนำมาใช้วิเคราะห์พื้นที่

เกษตรกรรมของประเทศ เพื่อประโยชน์ต่อการวางแผนและติดตามผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างแม่นยำ และประเมินความเสี่ยงจากอุทกภัยได้อย่างทันท่วงที ผู้วิจัยได้เข้าร่วมโครงการโกลบซาร์ประเทศไทย และเล็งเห็นความสำคัญของข้อมูลจากเรดาร์ จึงศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักการ ซึ่งมีวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังนี้

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของโครงการโกลบซาร์ มทส. (SUT GlobeSAR) มีดังนี้ คือ

1. เพื่อทำการศึกษาการตอบสนองพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าของพืชชนิดต่างๆ ในช่วงไมโครเวฟหรือเรดาร์เฉพาะในช่วงความยาวคลื่น C-Band ของโครงการโกลบซาร์
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพข้อมูลเรดาร์ของพืชต่างชนิดกันและต่างฤดูกาลกัน
3. เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นหลักฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์ทางด้านพืช ด้วยการวิเคราะห์ ด้วยสายตาและวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

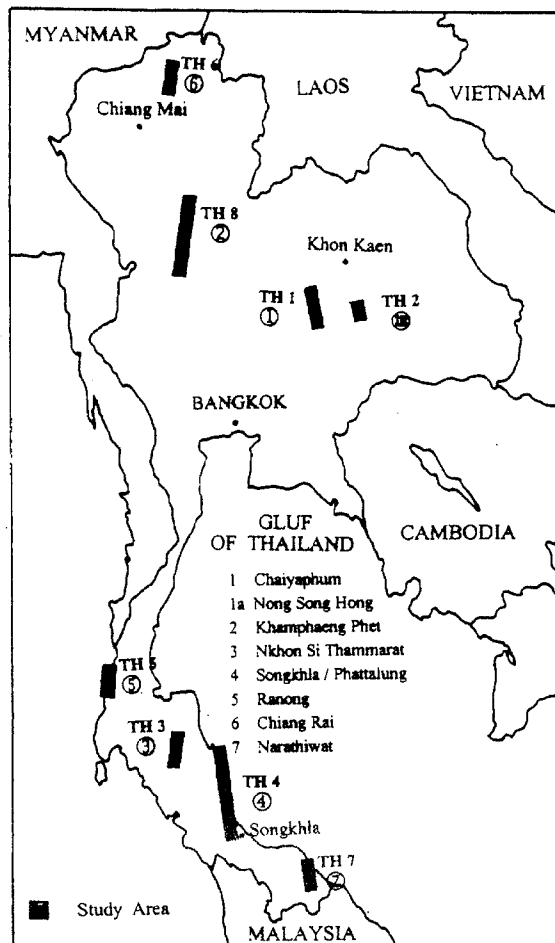
1. จะได้ข้อมูลการตอบสนองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงไมโครเวฟหรือเรดาร์ ในความยาวคลื่นช่วง C-Band
2. จะได้ข้อมูลความเปลี่ยนแปลงของพืชแต่ละชนิดในช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน
3. จะได้ข้อมูลอ้างอิงในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการเกษตรที่ได้จากการบันทึกข้อมูลในระบบเรดาร์ของ โครงการ RADARSAT ของประเทศแคนาดา

1.4 ภูมิหลัง

เนื่องจากการพัฒนาเครื่องมือบันทึกข้อมูลจากระยะไกลเป็นไปอย่างต่อเนื่องและเทคโนโลยีที่สำคัญก็คือ ซาร์ (SAR : Synthetic Aperture Radar) นับเป็นสิ่งใหม่ที่ใช้กับดาวเทียมสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Satellite Remote Sensing) โครงการดาวเทียม RADARSAT ของประเทศแคนาดาติดตั้งระบบซาร์ (SAR) เพื่อบันทึกข้อมูลจากระยะไกลในช่วงคลื่นเรดาร์ที่ความยาวคลื่น C-Band เพื่อให้บริการข้อมูลดังกล่าว โดยจะส่งดาวเทียม RADARSAT ในปี พ.ศ.2540 ขณะเดียวกัน ศูนย์การรับรู้จากระยะไกลของแคนาดา (Canada Centre for Remote Sensing : CCRS)

ได้จัดโครงการนำร่องเพื่อใช้ระบบบันทึกข้อมูลแบบซาร์ (SAR) ภายใต้โครงการที่ใช้ชื่อว่า โกลบซาร์ (GlobeSAR) โดยการเชิญชวนประเทศต่างๆ ทั่วโลกเข้าร่วมโครงการ เพื่อทำการทดลอง บันทึกข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลภาคพื้นดินและวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวอย่างเป็นระบบในกลุ่ม ประเทศที่เข้าร่วมโครงการ โดยจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีตลอดจนการศึกษาวิจัย รวมทั้งจัดให้มีการฝึกปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ตั้งแต่ ค.ศ.1993-1994 และ ค.ศ.1996-1997 ช่วงแรกจะเป็นการใช้ข้อมูลจากโครงการโกลบซาร์ (GlobeSAR) ที่ได้จากการ บันทึกในระดับต่ำ โดยเครื่องบิน(ปี ค.ศ.1993-1994) ช่วงที่สอง เป็นการทดลองใช้ข้อมูลจาก RADARSAT ในปี ค.ศ.1996-1997 ที่บันทึกจากอวกาศ

ประเทศไทยเข้าร่วมโครงการโกลบซาร์ (GlobeSAR) และ RADARSAT มาตั้งแต่ ปีค.ศ. 1993 โดยให้ความร่วมมือคัดเลือกพื้นที่ทำการบันทึกข้อมูลตามโครงการโกลบซาร์ด้วยเครื่องบิน ดังรายละเอียดพื้นที่ตัวอย่างทั่วประเทศ รวม 8 พื้นที่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1

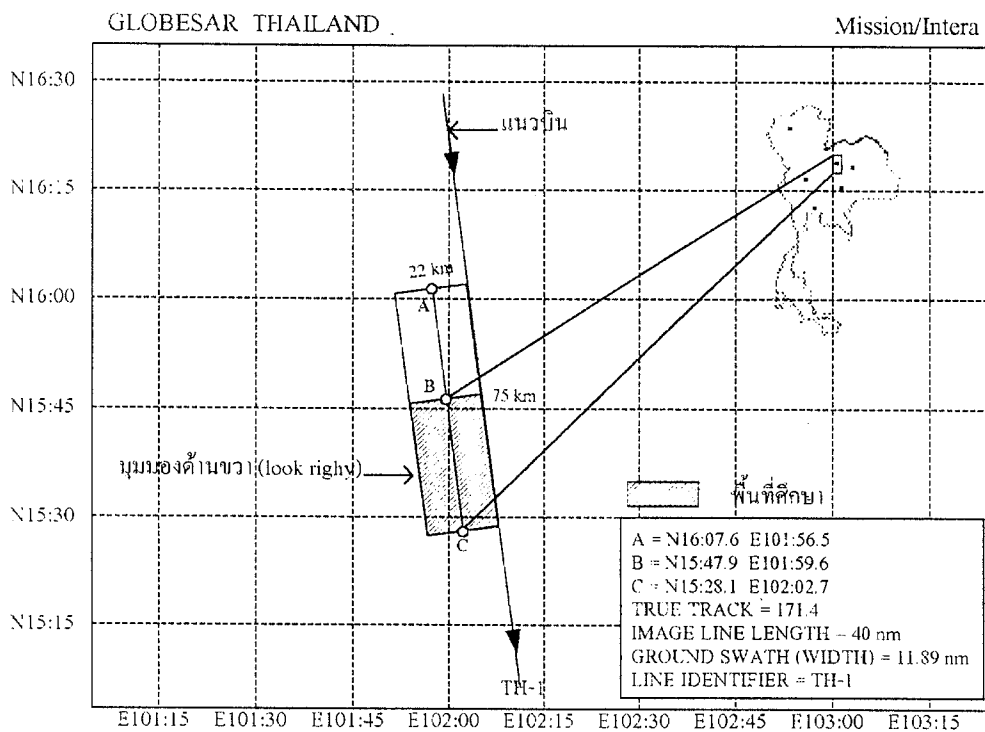


รูปที่ 1 แสดงภาพพื้นที่ที่ทดลองบันทึกข้อมูลภายใต้โครงการโกลบซาร์ประเทศไทย

1.5 พื้นที่ศึกษา

โครงการโกลบซาร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้คัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษาในพื้นที่ภาคอีสาน คือพื้นที่แนวศึกษาที่ 1 (TH1) ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดชัยภูมิ และพื้นที่ข้างเคียง ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในรูปที่ 2

พื้นที่แนวศึกษาที่ 1 : จังหวัดชัยภูมิ (TH-1)



รูปที่ 2 แสดงพื้นที่ทำการศึกษาจังหวัดชัยภูมิ พร้อมรายละเอียด

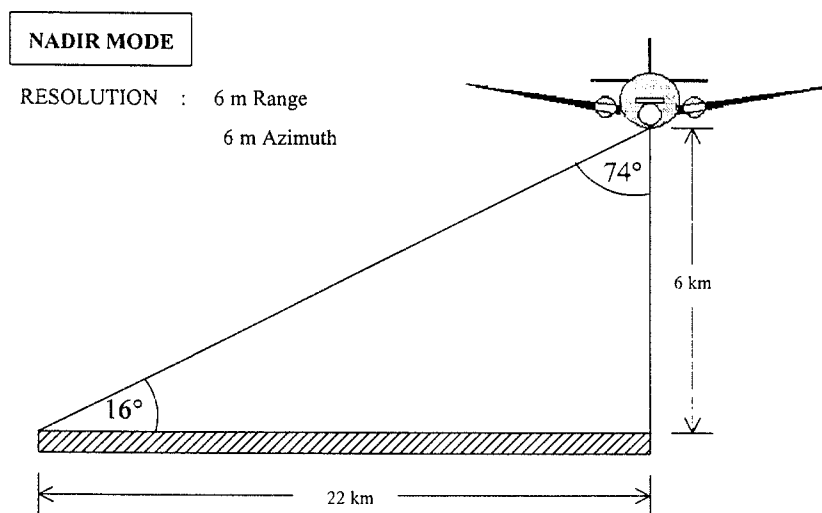
รายละเอียดที่เกี่ยวกับระบบการบันทึกซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ควรจะต้องทราบและทำความเข้าใจเพื่อใช้เป็นหลักในการทำการวิเคราะห์ข้อมูล

1.6 รายละเอียดของข้อมูลแนวศึกษาที่ 1 (TH1)

ข้อมูลที่สำคัญของการบันทึกข้อมูลเรดาร์ในประเทศไทยภายใต้โครงการโกลบซาร์ เฉพาะแนวศึกษาที่ 1 (TH1) มีดังนี้

เครื่องบินที่ใช้	:	Convair 580
ความสูงบิน ระดับ	:	6 กิโลเมตร
บันทึกข้อมูลแบบ	:	Nadir Mode
บันทึกข้อมูลเป็นแถบกว้าง	:	22 กิโลเมตร
ยาว	:	75 กิโลเมตร
แนวบินโดยประมาณ	:	จากเหนือลงใต้
ระบบบันทึกข้อมูลแบบ	:	SAR
ความยาวคลื่นที่ใช้	:	C-Band
คลื่นยาว	:	5.6 เซนติเมตร
ความถี่คลื่น	:	5.3 GHz
ความสามารถในการแยกจุดและเส้น (Resolution)	:	6x6 เมตร
โพลาไรเซชัน (Polarization)	:	HH

ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงรายละเอียดของการบันทึกข้อมูลของ airborneSAR ของพื้นที่ศึกษาแนวที่ 1 (TH1)

ก่อนที่จะนำข้อมูลเรดาร์มาใช้ ใคร่ขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการการทำงานของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงไมโครเวฟหรือเรดาร์ ดังนี้

1.7 หลักการเบื้องต้นของเรดาร์

เรดาร์ RADAR มาจาก RAdio Detection ANd Ranging

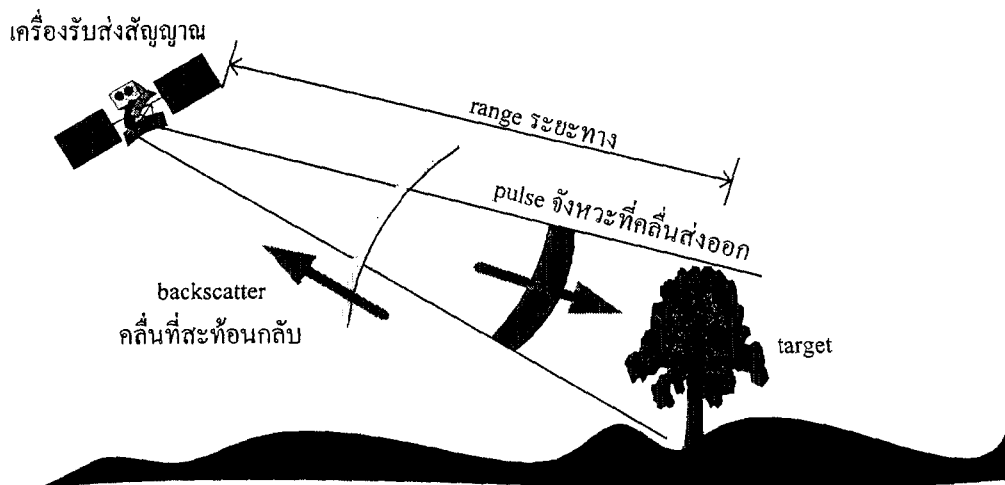
โดยหลักการ คือ การส่งคลื่นออกไปกระทบวัตถุที่ต้องการตรวจวัด แล้วคลื่นสะท้อนกลับมายังเครื่องรับ (โดยที่เครื่องจะเป็นทั้งแหล่งที่ส่งและรับคลื่น) ระยะทางไป-กลับของคลื่นดังนี้

$$\text{Round Trip Time} = 2 \times \text{Distance}/C$$

$$\text{Distance} = \text{Range} = C \times t/2$$

$$C = \text{ความเร็วแสง} (3 \times 10^8 \text{ เมตร/วินาที})$$

ดังสรุปได้ในรูปที่ 4

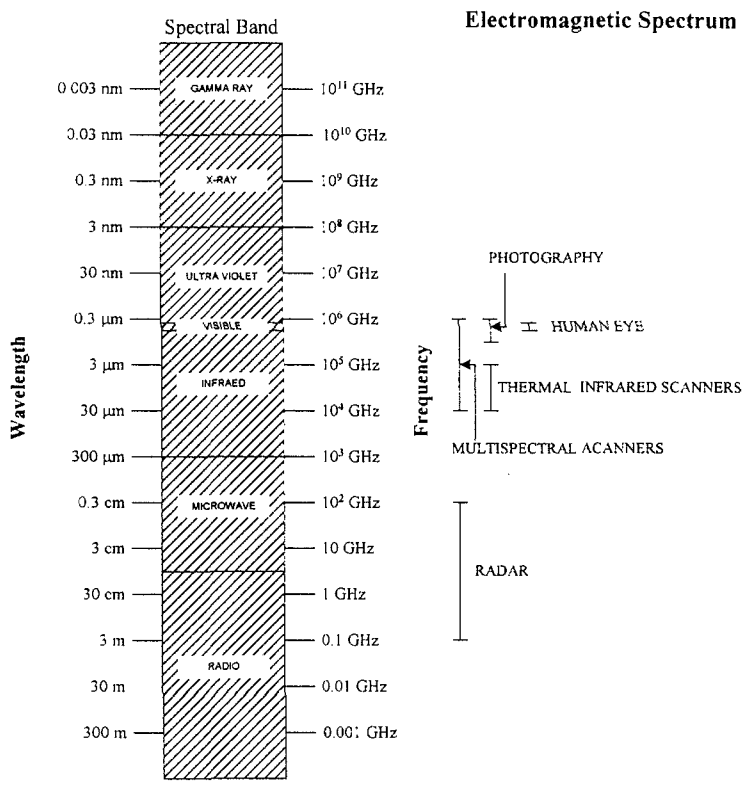


รูปที่ 4 แสดงหลักการเบื้องต้นของเรดาร์ (ข้อมูลจาก *Guide Distance Radarsat Learning Program Geomatics International*)

ดังได้กล่าวมาแล้วถึงพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่น ไมโครเวฟหรือช่วงเรดาร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า รายละเอียดดังนี้

1.8 สเปกตรัมของแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum)

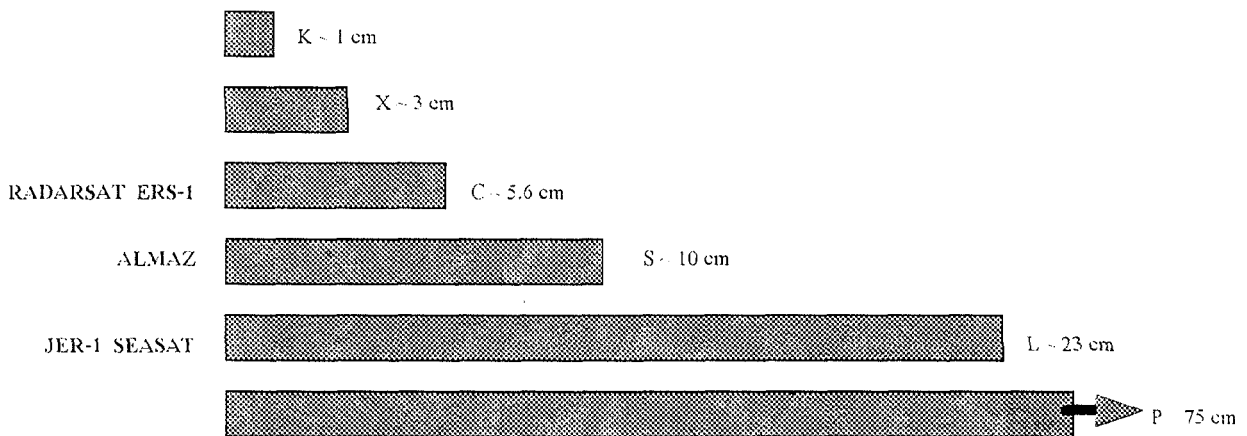
สเปกตรัมของแม่เหล็กไฟฟ้ามีการจัดเรียงตั้งแต่ความยาวคลื่นจากสั้นไปยาว หรือจากคลื่นความถี่สูงไปสู่ความถี่ต่ำ ดังนี้



รูปที่ 5 แสดงสเปกตรัมของแม่เหล็กไฟฟ้า (ข้อมูลจาก CCRS GlobeSAR)

1.9 ช่วงความยาวคลื่น เรดาร์

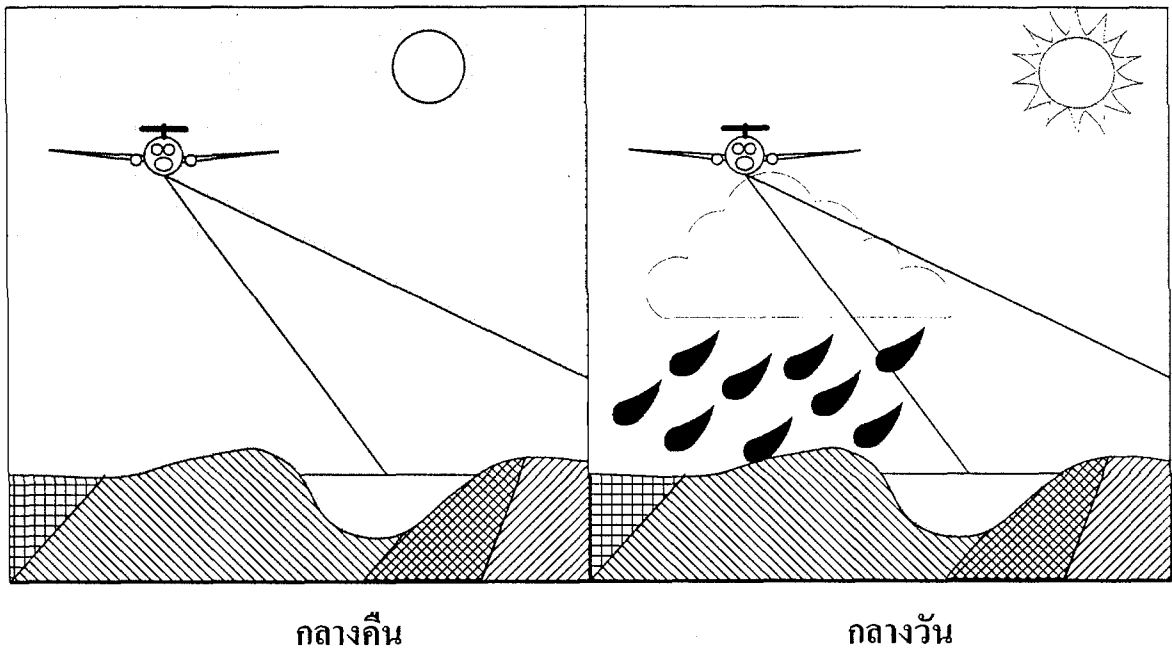
แถบความยาวคลื่นเรดาร์ที่นิยมใช้ในการบันทึกข้อมูล หรือที่เรียกว่า เรดาร์แบนด์ (Radar Bands) เนื่องจากคุณสมบัติในการทะลุทะลวงเมฆและฝนได้ จึงไม่มีข้อจำกัดในการทำงานไม่ว่าสภาพอากาศจะแปรปรวนอย่างไร จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาประเมินผลผลิตทางการเกษตร การเตือนภัยจากพายุฝนและภาวะน้ำท่วม เพื่อวางแผนป้องกันและอพยพผู้คนได้ทันต่อเหตุการณ์ และใช้ในด้านการทหาร ฯลฯ ซึ่งคลื่นไมโครเวฟถูกจัดแบ่งตามความยาวคลื่น ดังมีชื่อเรียกแถบคลื่น ดังนี้คือ K-Band , X-Band , C-Band , S-band , L-Band และ P-Band ดังแสดงใช้ในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงแถบความยาวคลื่นเรดาร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

1.10 การทำงานของเรดาร์

เนื่องจากในแถบความยาวคลื่นเรดาร์ตั้งแต่ 0.3 เซนติเมตร ถึงความยาวคลื่น 3 เมตร หรือความถี่คลื่นตั้งแต่ 10^2 GHz ถึง 0.1 GHz มีความสามารถทะลุเมฆ หมอก และหยาดน้ำฟ้าได้ และนอกจากนั้นยังทำงานได้ทั้งกลางวันและกลางคืน นับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการติดตามความเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นทั้งในเวลากลางคืน กลางวัน และในสภาพอากาศที่เต็มไปด้วยเมฆและฝน



รูปที่ 7 แสดงการทำงานของเรดาร์ได้ทั้งกลางคืนกลางวันและทุกสภาพอากาศ

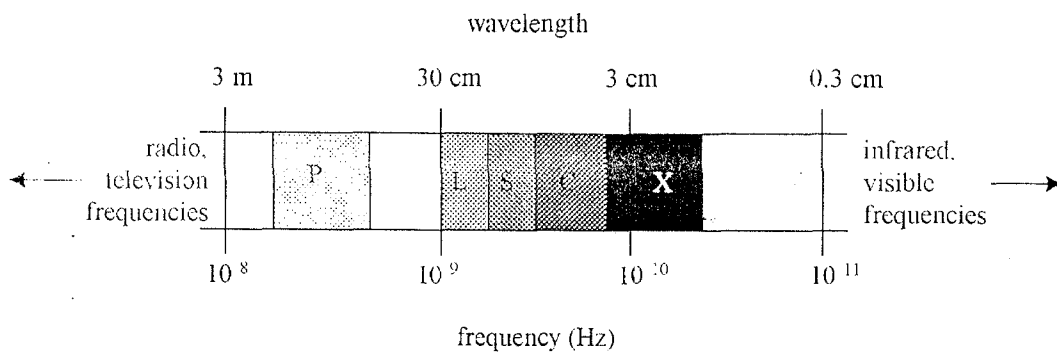
1.11 เปรียบเทียบและคุณสมบัติของความยาวคลื่นในช่วงไมโครเวฟ

ความถี่หรือความยาวคลื่นไมโครเวฟถูกแบ่งเป็นแถบความยาวคลื่นหลายแบบ ดังนั้น การเลือกแถบคลื่นที่เหมาะสมกับงานนับว่าสำคัญมาก พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงเรดาร์หรือช่วงไมโครเวฟ คือ ช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.3 เซนติเมตร ถึง 3 เมตร คือความถี่ตั้งแต่ 10^{11} Hz ถึง 10^9 Hz หรือ 10^2 GHz ถึง 0.001 GHz ซึ่งประเทศอเมริกา แคนาดา ยุโรป รัสเซีย และญี่ปุ่น เลือกใช้คลื่นเรดาร์ในงานด้านต่างๆ ดังสรุปไว้ในตารางที่ 1 และรูปที่ 8

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการใช้แถบความยาวและความถี่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าด้านต่างๆ

Band (แถบ)	Wavelength (ความยาวคลื่น)	Frequency (ความถี่)	Use (การใช้งาน)
X	2.4 to 3.8 cm	8 to 12.5 GHz	military reconnaissance, terrain surveys, Space Shuttle Imaging Radar SIR-C mission, CCRS Convair 580 airborne sensor
C	3.8 to 7.5 cm	4 to 8 GHz	Canadian RADARSAT, European Space Agency's ERS-1 and ERS-2, SIR-C, CCRS Convair 580 airborne sensor
S	7.5 to 15 cm	2 to 4 GHz	Russian Almaz
L	15 to 30 cm	1 to 2 GHz	NASA's SEASAT, Space Shuttle Imaging Radar series of sensors (SIR-A, SIR-B and SIR-C), Japanese JERS-1
P	75 to 133 cm	225 to 400 MHz	NASA JPL AirSAR airborne sensor

ข้อมูลจาก Guide Distance Radarsat Learning Program:



รูปที่ 8 แสดงการแบ่งแถบความยาวคลื่นในช่วงไมโครเวฟที่นิยมใช้กัน

2. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

(Material and Method)

โครงการโกลบซาร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (Suranaree University of Technology GlobeSAR) ได้เลือกใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ของห้องปฏิบัติการบัณฑิตศึกษาด้านวิชาการรับรู้จากระยะไกล สำนักวิทยาศาสตร์ และข้อมูลเรดาร์จากศูนย์การรับรู้จากระยะไกลของแคนาดา (Canada Centre for Remote Sensing) ภายใต้โครงการ โกลบซาร์ประเทศไทย เทคโนโลยีเรดาร์รีโมทเซนซิง (GlobeSAR Thailand Project RADARSAT Remote Sensing Technology) ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม) มีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 ข้อมูลเรดาร์

1. CCT (Computer Compatible Tape) ของ airborne SAR จากโครงการ GlobeSAR บริเวณพื้นที่ แนวศึกษาที่ 1 (ดังรูปที่ 1 และ 2) จังหวัดชัยภูมิ (TH 1) บันทึกในวันที่ 4 พฤศจิกายน 2536 รายละเอียดของข้อมูลมีดังนี้

ใช้เครื่องบิน Convair 580 บันทึกการบินที่ข้อมูล โดยมีคุณสมบัติในการปฏิบัติงานของเครื่องบินบันทึกข้อมูลซาร์ (SAR, Synthetic Aperture Radar) ดังนี้

Nadir Mode	8 bit
Incidence Angle	74 °
Swath Width	22 km
Resolution	6 m x 6 m
Frequency	C-Band (5.3 GHz)
Wavelength	5.6 cm
Polarization	HH
Aspect	Right-Looking SAR
ถ่ายทำ	วันที่ 4 พฤศจิกายน 2536

2. CD-ROM ของ Simulated RADARSAT Imagery ของโครงการ GlobeSAR บริเวณพื้นที่ศึกษาจังหวัดชัยภูมิ (TH 1) รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของ *Simulated RADARSAT Imagery* ของโครงการ *GlobeSAR*

	Fine Mode	Standard Mode
Nadir Mode	8 bit	8 bit
Swath Width	50 km	100 km
Resolution	10 m x 10 m	30 m x 30 m
Frequency	C-Band (5.3 GHz)	C-Band (5.3 GHz)
Wavelength	5.6 cm	5.6 cm
Polarization	HH	HH
Aspect	Right Looking	Right Looking SAR

เป็นข้อมูลที่จำลองจาก airborne SAR ที่ถ่ายทำ วันที่ 4 พฤศจิกายน 2536 ซึ่งจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2540 ส่วนข้อมูล RADARSAT ทำการบันทึกเมื่อวันที่ 4 กันยายน และ 7 ตุลาคม ปีพ.ศ.2539 สำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติโดยกองดาวเทียมได้รับ CD เมื่อเดือนมกราคม 2540 แต่ไม่สามารถอ่านข้อมูลจาก CD-ROM ได้ และโครงการโกลบซาร์ มทส. ไม่ได้รับข้อมูล RADARSAT

2.1.2 ข้อมูลแผนที่

1. แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารชุด L7017 มาตรฐาน 1:50,000 ระวัง 5340-I , 5340-II , 5340-III , 5340-IV , 5440-III และ 5440-IV
2. แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารชุด 1501S ระวัง ND 48-1 , NE 48-13 , NE 47-16 และ ND 47-4
3. แผนที่ธรณีวิทยา มาตรฐาน 1:100,000 และ 1:500,00

2.1.3 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

ภาพถ่ายทางอากาศ ของกรมแผนที่ทหาร มาตรฐาน 1:50,000 ถ่ายทำเมื่อเดือน พฤศจิกายน 2535 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา จังหวัดชัยภูมิ

2.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้มีดังนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง (Hardware)

- เครื่อง Workstation ของ Intergraph รุ่น IP2730 ขนาดของหน่วยความจำ 32 MB จอ 19 นิ้ว Hard Disk 1GB

- External Hard Disk ขนาด 2.1 GB
- Cartridge Tape Drive ขนาด 2.3 GB
- เครื่องอ่าน CD-ROM เป็น Drive ขนาด 1 1/4 นิ้ว
- Digitizer Tables ขนาด 36 x 48 นิ้ว
- เครื่องพิมพ์ภาพสี (Color Plotter) ของ Hewlett-Packard DesignJet รุ่น 650 C
- เครื่อง PC 486 หน่วยความจำ 16 MB

2. ซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นระบบ Intergraph ซึ่งมีดังนี้

- Mkerostation 32
- MGE System Nucleus
- MGE Basic Nucleus
- MGE Basic Admknkstrator
- MGE Base Mapper
- MGE Projection Manage
- MGE Analyst
- MGE Grid Analyst
- MGE Network Analyst
- MGE Terrain Modeler
- I/GEOVEC
- I/VEC MS
- I/RAS 32
- ISI-2
- RIS
- INFORMIX Interactive SQL Utility

3. กล้องมองภาพสามมิติ (Mirror Stereoscope)

เป็นกล้องมองภาพสามมิติรุ่น MS27 ของ SHOKKIA

4. เครื่องกำหนดตำแหน่ง (Global Positioning System : GPS) ของ Magelland

2.2 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

- งานในห้องปฏิบัติการ
- งานตรวจบันทึกข้อมูลพีชในภาคสนาม
- งานวิเคราะห์ข้อมูล
- งานตรวจสอบภาคพื้นดิน

ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานต่างๆ ดังนี้

2.2.1 งานปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ

การประมวลผลข้อมูลภาพตัวเลข (Digital Image Processing) ด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการประมวลผลข้อมูลตัวเลขที่บันทึกในรูป CCT (Computer Compatible Tape) ของข้อมูล GlobeSAR ในพื้นที่ศึกษาแนวที่ 1 จังหวัดชัยภูมิ ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. การถ่ายถอดข้อมูล CCT

ถ่ายถอดข้อมูล CCT ลงใน Extrabyte ขนาด 8 มิลลิเมตร Data Cartridge ความจุ 2.3 GB เนื่องจากห้องปฏิบัติการบัณฑิตศึกษาสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล ไม่มีเครื่องอ่าน CCT จึงต้องไปดำเนินการที่กรุงเทพฯ ที่ห้องปฏิบัติการการทำแผนที่อัตโนมัติของกรมแผนที่ทหาร

2. การนำเข้าข้อมูล GlobeSAR

ทำการนำเข้าข้อมูลของ GlobeSAR ที่อยู่ใน Extrabyte ด้วยเครื่องมือของห้องปฏิบัติการบัณฑิตศึกษาสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Workstation) ของ Intergraph รุ่น IP2730 ผ่าน Cartridge Tape Drive ขนาด 2.3 GB

3. อ่านข้อมูลและทำการปรับแก้ข้อมูลด้วยโปรแกรม ISI-2

หลังจากนำเข้าข้อมูล แปลงข้อมูลตัวเลขให้เป็นข้อมูลภาพ ขณะเดียวกันจะต้องปรับแก้ข้อมูลภาพที่ได้จาก GlobeSAR ให้ตรงตามพิกัดภูมิศาสตร์ เพื่อความถูกต้องทางพื้นที่ (ปรับแก้ทางเรขาคณิต : Geometric Correction) ก่อนอื่นจำเป็นต้องนำเข้าข้อมูลภูมิศาสตร์จากแผนที่มาตรฐานของประเทศ (แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลทางตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ที่สอดคล้องกับตำแหน่งจริงจากข้อมูลที่ได้จาก GPS (Global Positioning System) ผ่านกระบวนการใช้โปรแกรม MGE ตามขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ปรับแก้ค่าพิกัดของภาพ (raster file) ให้ตรงกับภูมิประเทศจริงจากแผนที่ (dgn file)

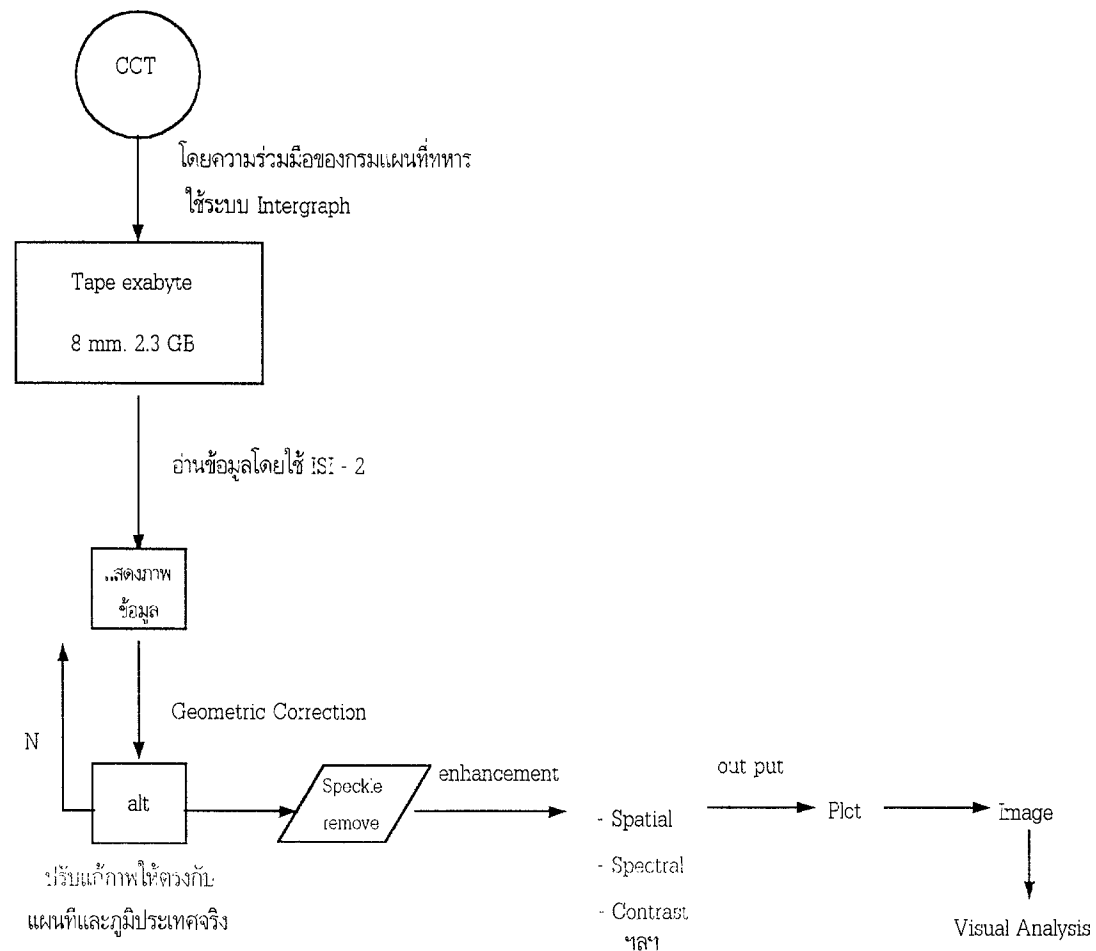
ทดสอบค่าจนกว่าภาพข้อมูลตรงกับแผนที่ของบริเวณเดียวกัน ขั้นตอนต่อไปเป็นการเน้นความคมชัดของภาพ

4. ทำการปรับปรุงข้อมูลให้มีความคมชัด

การปรับปรุงข้อมูลให้มีความคมชัด เริ่มจากการขจัดสิ่งที่รบกวน (Speckle noise) ทำให้ข้อมูลภาพไม่ชัดเจน หลังจากนั้นทำการปรับปรุงเน้น (Enhancement) ข้อมูลให้มีความคมชัด และสามารถแยกรายละเอียดออกจากกันได้ด้วยวิธีการ Enhancement แบบต่างๆ จนเป็นที่พอใจแล้วพิมพ์ภาพที่คมชัดที่สุดพร้อมที่นำมาวิเคราะห์ด้วยสายตาได้

สรุปขั้นตอนของการทำงานในห้องปฏิบัติการได้ดังรูปที่ 9

Flow Chart



รูปที่ 9 สรุปขั้นตอนกระบวนการประมวลผลข้อมูลตัวเลขเป็นภาพ

5. ทำการประมวลข้อมูล CD-ROM Simulated RADARSAT

ประมวลข้อมูล CD-ROM Simulated RADARSAT ของโครงการ GlobeSAR ซึ่งทำการจำลองข้อมูลที่ได้จากการบันทึกในระบบ airborne SAR โดยเครื่องบินให้เหมือนระบบ RADARSAT ซึ่งจะทำการส่งขึ้นสู่อวกาศปี พ.ศ. 2539 (ค.ศ.1996) มีการทำงานในแถบช่วง C-Band ความยาวคลื่น 5.6 เซนติเมตร , ความถี่คลื่น 5.3 GHz , HH Polarization และ right-looking antenna ส่วน Sensor ทำงานได้อย่างคล่องตัว ในลักษณะคลื่น (Beam Mode) ถึง 7 แบบที่มีความแตกต่างกันทั้งขนาดพื้นที่ และรายละเอียดที่เล็กที่สุดที่บันทึกได้ (resolution) ดังสรุปไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปลักษณะการทำงานของ RADARSAT

Beam Mode ลักษณะคลื่น	Prelaunch Nominal Area Covered (km) พื้นที่ครอบคลุม	Prelaunch Nominal Resolution (m) รายละเอียดที่เล็กที่สุดที่บันทึกได้
Fine	50 x 50	10
Extended High	75 x 75	25
Standard	100 x 100	30
Wide	150 x 150	30
Extended Low	170 x 170	35
ScanSAR Narrow	300 x 300	50
ScanSAR Wide	500 x 500	100

ดำเนินการประมวลข้อมูลจำลองเรดาร์แซท (Simulated RADARSAT) ที่ได้รับจากประเทศแคนาดา เฉพาะพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ จะมีลักษณะเป็นคลื่นแบบ Fine mode และ Standard mode ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเหมือนกับข้อมูล Airborne GlobeSAR รายละเอียดที่เล็กที่สุดที่บันทึกได้ (resolution) 10 เมตร ใน Fine mode และ 30 เมตร ใน Standard mode

ขั้นตอนดำเนินการประมวลข้อมูลภาพเรดาร์จากข้อมูล CD-ROM Simulated RADARSAT เนื่องจาก CD-ROM ที่ได้รับมีการปรับแก้ความถูกต้องทางพื้นที่และทำการปรับแก้ภาพมาเรียบร้อยแล้ว จากนั้นคัดเลือกพื้นที่เดียวกันกับภาพข้อมูล GlobeSAR เพื่อพิมพ์ออกมาทำการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบ

6. ติดต่อขอข้อมูล RADARSAT ปี ค.ศ.1997

ทำการติดต่อขอข้อมูล RADARSAT ปี ค.ศ.1997 ภายใตโครงการโกลบซาร์ประเทศไทย (GlobeSAR Thailand) ทางประเทศแคนาดาจะบันทึกข้อมูลของพื้นที่ศึกษาตามโครงการฯ ในปลายปี พ.ศ.2539 และส่งข้อมูลไปทำการทดลองศึกษาเพื่อให้ผู้ร่วมโครงการนำข้อมูล RADARSAT ทำการ

ทดลองศึกษา แต่ข้อมูล RADARSAT ที่บันทึกพื้นที่ศึกษาในวันที่ 4 กันยายน และ 7 ตุลาคม 2539 ส่งมาถึงกองดาวเทียมสำนักงานสภาพัฒนาการแห่งชาติในเดือนมกราคม พ.ศ. 2540 แต่ทางกองดาวเทียมไม่สามารถอ่านข้อมูลจาก CD-ROM ได้ โครงการวิจัยโกลบซาร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ไม่ได้รับข้อมูล RADARSAT จึงไม่มีการประมวลภาพข้อมูล RADARSAT ในการศึกษาครั้งนี้

2.2.2 งานตรวจบันทึกข้อมูลพืชในภาคสนาม

วางแผนการทำงานภาคสนาม ดังนี้

1. สำรวจคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง เพื่อใช้ในการวางแผนติดตามความเปลี่ยนแปลงของพืชในแต่ละช่วงฤดูกาลของพืชเศรษฐกิจของจังหวัดชัยภูมิ

ในเดือนมีนาคม 2539 ออกภาคสนาม รวบรวมภาพรวมของพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดชัยภูมิโดยใช้ภาพข้อมูล GlobeSAR เป็นหลักในการออกภาคสนาม เปรียบเทียบกับแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ในพื้นที่ทำการศึกษานวที่ 1 (TH-1)

สรุป คัดเลือกพื้นที่ศึกษาระหว่างละติจูดที่ $15^{\circ} 30' - 15^{\circ} 50'$ เหนือ และลองจิจูดที่ $102^{\circ} 56' - 102^{\circ}$ ตะวันออก ในพื้นที่ของจังหวัดชัยภูมิ

2. ออกแบบตารางเฝ้าสังเกตการเจริญเติบโตของพืช ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดการเฝ้าสังเกตการเจริญเติบโตของพืช

ชนิดของพืช	กิจกรรม	เดือน	ลักษณะที่ปรากฏ (ขนาดลำต้น ความสูง จำนวนใบ)
1. ข้าว	การเตรียมดิน การปลูก การเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยว		
2. ปอแก้ว	การเตรียมดิน การปลูก การเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยว		
3. มันสำปะหลัง	การเตรียมดิน การปลูก การเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยว		
4. ข้าวโพด	การเตรียมดิน การปลูก การเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยว		
5. อ้อย	การเตรียมดิน การปลูก การเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยว		
6. พริก	การเตรียมดิน การปลูก การเจริญเติบโต การเก็บเกี่ยว		

3. ดำรงชีพเศรษฐกิจหลักๆ ของจังหวัดชัยภูมิ ในช่วงฤดูแล้ง (ช่วงทิ้งพื้นที่ว่างเปล่า) ฤดูฝน (ฤดูเพาะปลูก) และฤดูหนาว (ฤดูเก็บเกี่ยว) ตั้งแต่เมษายน 2539 ถึง กรกฎาคม 2541
4. ทำการสรุปตารางเฝ้าสังเกตการณ์เจริญเติบโตของพืชออกมาในรูปแบบของปฏิทินการปลูกพืช

2.2.3 งานวิเคราะห์ข้อมูล GlobeSAR และ Simulated RADARSAT

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ภาพเรดาร์ของจังหวัดชัยภูมิ ที่ได้จากการประมวลและพิมพ์ภาพของ GlobeSAR, Airborne SAR, Simulated RADARSAT Fine Mode และ Standard Mode เน้นพื้นที่การเกษตร โดยวิธีการแยกพื้นที่หลักออกจากกันก่อน เช่น

- พื้นที่เมือง ชุมชน หรือพื้นที่ปลูกสร้าง
- พื้นที่น้ำ
- พื้นที่ทำการเกษตร
- พื้นที่ป่า

งานวิเคราะห์ข้อมูลใช้ข้อมูลภาพที่ได้จากการประมวลข้อมูล airborne SAR ของโครงการ GlobeSAR เนื่องจากเป็นภาพที่รายละเอียดดีกว่าภาพข้อมูลที่ได้จากการประมวลข้อมูล Simulated RADARSAT (ทั้ง Fine Mode และ Standard Mode) ประกอบกับภาพถ่ายทางอากาศ มาตรฐาน 1:50,000

เน้นการวิเคราะห์พื้นที่การเกษตร โดยใช้หลักการวิเคราะห์ที่อาศัยคุณสมบัติของวัตถุที่ตอบสนองและสะท้อนคลื่นเรดาร์ในช่วง C-Band ต้องพิจารณาจากสัญญาณที่ถูกส่งออกจากเครื่องมือรับส่งสัญญาณ (Sensor) ซึ่งรับส่งสัญญาณในแถบความยาวคลื่น C-Band โดยส่งออกไปเป็นจังหวะๆ คลื่นที่ส่งจะทะลุทะลวงวัตถุเป้าหมายแล้วจะสะท้อนกลับสู่เครื่องมือรับส่งสัญญาณ ความเข้มข้นของพลังงานที่สะท้อนกลับขึ้นอยู่กับระยะทางหรือเวลาที่คลื่นเดินทางไปและกลับ ความเข้มของพลังงานที่สะท้อนกลับขึ้นอยู่กับระยะทางหรือเวลาที่คลื่นเดินทางไปและกลับ ความเข้มของพลังงานที่รับกลับจะก่อให้เกิดความแตกต่างของระดับความมืด-สว่าง (ดำ-ขาว) ทำให้สามารถมองเห็นเป็นภาพของพื้นที่เป้าหมายได้ ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาของวัตถุกับคลื่นที่มันได้รับ

1. ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุเป้าหมายและคลื่นเรดาร์

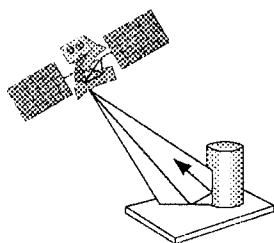
ปฏิกิริยาระหว่างวัตถุเป้าหมายและคลื่นเรดาร์ที่ได้รับ เมื่อวัตถุได้รับคลื่นพลังงานจะเกิดปฏิกิริยาและสะท้อนพลังงานกลับ ความเข้มข้นของพลังงานที่สะท้อนกลับสู่เครื่องรับสัญญาณสามารถบันทึกและประมวลเป็นภาพขาวดำได้ เกิดมาจากคุณสมบัติการสะท้อนพลังงานช่วงคลื่นเรดาร์

บริเวณที่สะท้อนพลังงานคลื่นเรดาร์น้อยจะปรากฏเป็นบริเวณคล้ำในภาพเรดาร์ บริเวณสะท้อนพลังงานคลื่นเรดาร์ปานกลางจะปรากฏเป็นพื้นที่สีเทาในภาพเรดาร์ และบริเวณสะท้อนพลังงานคลื่นเรดาร์มากจะปรากฏเป็นพื้นที่สีขาวในภาพเรดาร์ ซึ่งคุณสมบัติของวัตถุเป้าหมายเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นเรดาร์ เนื่องมาจากลักษณะรูปทรงเรขาคณิตของวัตถุ (Geometric shape) ความหยาบละเอียดของพื้นผิวหน้าของวัตถุ (Surface roughness) ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric constant) และมุมที่พลังงานตกกระทบบนวัตถุนั้น (Local incidence angle) กับความยาวคลื่น/ความถี่คลื่น (Wavelength / Frequency) โพลาริเซชัน (Polarization) และมุมมองหรือทิศทางของการส่งคลื่น (Look direction) ถ้วนแล้วแต่มีผลต่อการสะท้อนพลังงานในช่วงความยาวคลื่นเรดาร์ทั้งสิ้น

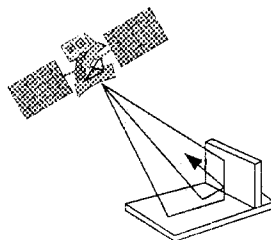
2. ผลของปฏิกิริยาที่เกิดจากรูปทรงเรขาคณิตของวัตถุ (Geometric shape)

ความแตกต่างของรูปทรงเรขาคณิตของวัตถุ (Geometric shape) จะก่อให้เกิดการกระจายและการสะท้อนกลับของคลื่น โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันทั้งความสูง ขนาดลำต้น รูปทรงพุ่ม ใบ ดอก ผล และลักษณะการปลูก ความแตกต่างเหล่านี้ย่อมมีผลต่อปริมาณพลังงานที่สะท้อนกลับ โดยหลักการแล้วผลจากรูปทรงเรขาคณิตของวัตถุก่อให้เกิดความมืด-สว่าง (ดำ-ขาว) บนภาพ ทำให้สามารถแยกความแตกต่างของพืชได้ระดับหนึ่ง

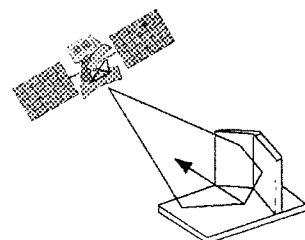
รูปทรงเรขาคณิตของสิ่งปลูกสร้างที่เกิดขึ้นโดยน้ำมือมนุษย์นั้น จะมีพื้นผิวเรียบ มีเหลี่ยมมุม และรูปทรงต่างๆ ทำให้พลังงานที่ตกกระทบเกิดการกระจาย หักเหตสะท้อนกลับไปมาก่อนแล้วสะท้อนกลับเครื่องรับส่งสัญญาณ ดังรูปที่ 10



การสะท้อนกลับของพื้นระนาบ
ตั้งฉากกับทรงกระบอก



การสะท้อนกลับจากระนาบ
2 ระนาบที่ตั้งฉากกัน



การสะท้อนกลับจากระนาบ
3 ระนาบที่ตั้งฉากกัน

รูปที่ 10 ตัวอย่างของการหักเหของมุมสะท้อน (Corner reflector) แบบต่างๆ

3. ความหยาบละเอียดของพื้นผิวหน้าวัตถุ (Surface roughness)

ความหยาบละเอียดของพื้นผิวหน้าของวัตถุ คือความขรุขระของพื้นผิว ไม่ราบเรียบ เกิดจากความสูงๆ ต่ำๆ ตะปุ่มตะป่ำของผิว จะมีผลต่อการสะท้อนพลังงานคลื่นไมโครเวฟช่วงเรดาร์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นและมุมที่ส่งคลื่นไปตกกระทบวัตถุเป้าหมาย

การสะท้อนพลังงานจากพื้นผิวที่ราบเรียบจะเป็นแบบ Specular reflection มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ออกไปจากแนวรัศมีเครื่องรับ พลังงานจึงไม่ตกกระทบเครื่องรับ ทำให้ไม่มีค่าพลังงาน ทำให้ปรากฏเป็นบริเวณสีดำในภาพเรดาร์

การสะท้อนกลับจากพื้นผิวที่หยาบและขรุขระจะเป็นแบบกระจัดกระจายสะท้อนออกทุกทิศทาง (Diffuse reflectance) ทำให้พลังงานส่วนใหญ่สะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องรับทำให้ปรากฏเป็นสีขาวหรือสว่างบนภาพ ความขาวหรือสว่างจะมีความมากน้อยแตกต่างกัน ถ้าพื้นผิวหยาบมากก็จะมี การสะท้อนกลับมาก ส่วนผิวหยาบปานกลางก็จะมี การสะท้อนกลับปานกลาง

ค่าความหยาบละเอียดพื้นผิวหน้าของวัตถุ สามารถคำนวณได้ ดังนี้

พื้นผิวเรียบ (Smooth Surface)

$$h < \lambda / 25 \sin \phi$$

พื้นผิวหยาบ (Rough Surface)

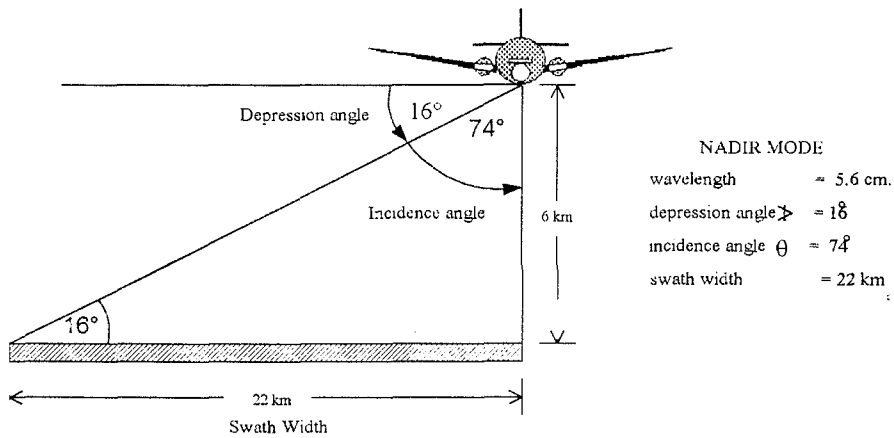
$$h > \lambda / 4.4 \sin \phi$$

h ค่าเฉลี่ยความหยาบละเอียดของพื้นผิวหน้าวัตถุ

λ ความยาวคลื่น

ϕ มุมกด (Depression angle) ที่เครื่องส่งออกไป

จากข้อมูล Airborne GlobeSAR ที่ทำการบันทึกในวันที่ 4 พฤศจิกายน 2536 ของพื้นที่ศึกษา จังหวัดชัยภูมิ (TH-1) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ศึกษาวิจัย สามารถเขียนเป็นรูปดังแสดงไว้ในรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงลักษณะการบันทึกข้อมูลเรดาร์ของ Airborne GlobeSAR พื้นที่จังหวัดชัยภูมิ เมื่อ 4 พฤศจิกายน 2536

การวิเคราะห์ข้อมูล Airborne GlobeSAR จึงจำเป็นต้องทราบค่าความหยาบละเอียดพื้นผิวหน้าของวัตถุเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

พื้นผิวราบเรียบ (smooth surface)

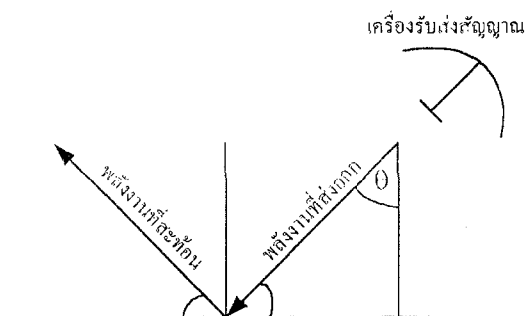
หาได้จาก

$$h < \lambda / 25 \sin \chi$$

$$h < 5.6 \text{ cm} / 25 \times 0.2756$$

$$h < 0.812 \text{ cm}$$

นั่นคือ พื้นผิวที่มีความขรุขระเฉลี่ยน้อยกว่า 0.812 เซนติเมตรจะราบเรียบ และสะท้อนพลังงานในลักษณะ specular reflect ดังแสดงในรูปที่ 12 จะปรากฏบนภาพมืดดำ เพราะไม่มีพลังงานกลับสู่เครื่องรับส่งสัญญาณ



รูปที่ 12 แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานของพื้นผิวที่ราบเรียบ

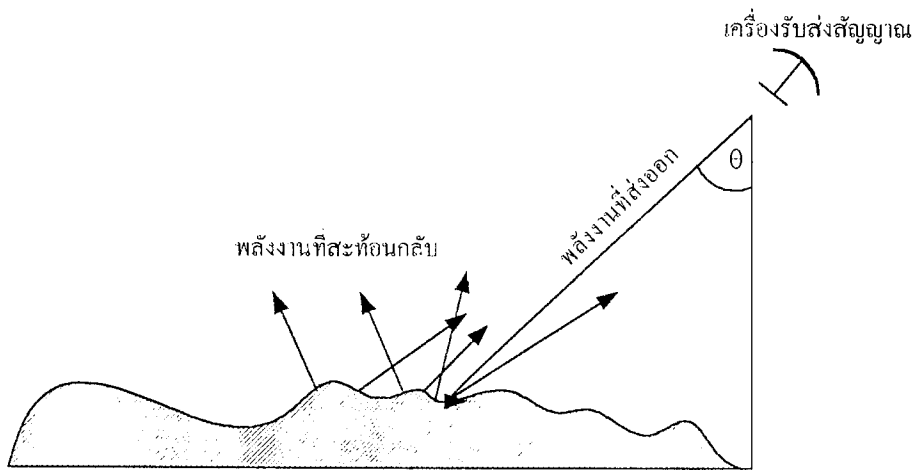
พื้นผิวหยาบ (rough surface)

$$\text{หาได้จาก } h > \lambda / 4.4 \sin \theta$$

$$h > 5.6 \text{ cm} / 4.4 \times 0.2756$$

$$h > 4.6 \text{ cm}$$

วัตถุที่มีผิวขรุขระเกิน 4.6 เซนติเมตร จัดว่าเป็นพื้นผิวหยาบจะสะท้อนพลังงานกระจายทุกทิศทาง (diffuse reflectance) ทำให้มีพลังงานสะท้อนกลับสู่เครื่องรับมาก ปรากฏบนภาพเรดาร์จะสว่างหรือขาว



รูปที่ 13 แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานของภูมิประเทศที่มีพื้นผิวหยาบ

4. ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric constant)

ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกจะบ่งบอกถึงคุณสมบัติในการดูดซับพลังงาน (absorbs) การสะท้อนพลังงาน (reflects) และการส่งผ่านพลังงาน (transmits) พลังงานในที่นี้คือ พลังงานเรดาร์ ในช่วงไมโครเวฟที่ได้รับจากเครื่องส่งสัญญาณ

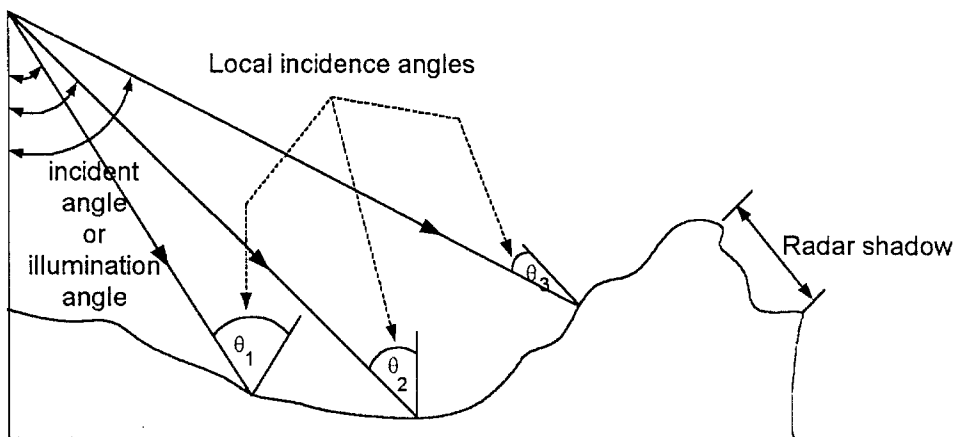
ถ้าพื้นผิววัตถุมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (dielectric constant) สูงจะตอบสนองและสะท้อนกลับพลังงานสูง จึงปรากฏบนภาพเป็นสีขาว ส่วนวัตถุที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกต่ำก็จะตอบสนองพลังงานต่ำและสะท้อนกลับพลังงานต่ำและน้อยมาก

น้ำ เกลือ โลหะ พืชที่มีชีวิต มีค่าค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูง เมื่อเปรียบเทียบกับหิน ทะเลสาบน้ำแข็ง ดินแห้ง ทรายแห้ง ต้นไม้ที่ตายแล้ว ในตัวกลางอย่างเดียวกัน ถ้ามีการเพิ่มค่าคงที่ไดอิเล็กตริกเข้าไปจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการสะท้อนพลังงานกลับ เช่น ป่าฝนในเขตร้อนชื้นจะสะท้อน

สะท้อนพลังงานสูงกว่าในช่วงที่แสง ทั้งๆ ที่เป็นพื้นที่ป่าเดียวกัน เนื่องจากช่วงฝนจะมีความชื้นสูง ซึ่งเป็นผลให้สะท้อนพลังงานสูง

5. มุมตกกระทบกับพื้นผิววัตถุ (Local incidence angle)

ปริมาณพลังงานที่ตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องรับส่งสัญญาณ ขึ้นอยู่กับมุมที่ตกกระทบพื้นผิวหน้าของวัตถุ ณ จุดที่พลังงานตกกระทบ เป็นผลมาจากลักษณะภูมิประเทศสูงๆ ต่ำๆ และความลาดเอียงของภูมิประเทศ ทำให้พลังงานที่สะท้อนกลับสู่เครื่องรับส่งพลังงานแตกต่างกันดังแสดงไว้ในรูปที่ 14



รูปที่ 14 แสดงการสะท้อนกลับพลังงานที่เกิดจากภูมิประเทศแตกต่างกัน

จากรูปที่ 14 จะพบว่ามุมตกกระทบพื้นผิว (Local incidence angle) ภูมิประเทศ ณ จุดใดจุดหนึ่งขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของภูมิประเทศและทิศทางของความลาดเท (slope aspect)

θ_1 มุมตกกระทบพื้นผิว (Local incidence angle) ที่โตจะทำให้มีผลต่อการสะท้อนพลังงานกลับสู่เครื่องรับส่งสัญญาณน้อยมากหรือไม่มีเลย ทำให้ภาพของบริเวณภูมิประเทศหรือพื้นที่ดังกล่าวปรากฏในภาพมืด

θ_2 มุมตกกระทบพื้นผิวเป็นปกติ คือ เท่ากับมุมตกกระทบ (incidence angle or illumination angle) การสะท้อนกลับพลังงานจะกลับสู่เครื่องรับส่งสัญญาณปานกลาง ทำให้เกิดภาพที่มีความสว่างปานกลาง

θ_3 มุมตกกระทบพื้นผิวเล็กจะมีผลการสะท้อนพลังงานกลับเข้าสู่เครื่องรับส่งสัญญาณสูงถึงสูงมาก ทำให้ปรากฏเป็นบริเวณสว่างหรือขาวในภาพเรดาร์

6. โพลาริเซชัน (Polarization)

โพลาริเซชัน เป็นผลที่เกิดจากสัญญาณเรดาร์ทำปฏิกิริยากับวัตถุเป้าหมายซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุ คุณสมบัติของคลื่นและเรขาคณิตของสัญญาณต่อวัตถุเป้าหมาย (Signal-target geometry) ทำให้มีผลกลับซับซ้อน ซึ่งมีค่าใดๆ ก็ได้ในขณะที่ได้รับสัญญาณเรดาร์ที่ผ่านมากระทบ หรือพื้นออกไป ซึ่งอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโพลาริเซชันของสัญญาณคลื่นเรดาร์ส่งออกไป เป็นพลังงานเดี่ยวๆ (Single-bounce) จะไม่ทำให้การส่งผ่านพลังงานไมโครเวฟ(เรดาร์) เปลี่ยนโพลาริเซชัน แต่การส่งผ่านพลังงานในรูปแบบหลากหลาย (multiple bounces) อาจก่อเกิดการดีโพลาริเซชัน (Depolarization) ของสัญญาณที่ส่งออกไป เช่น การส่งออกแบบ H Signals แต่รับกลับอาจเป็น V signals (H = horizontal , V = vertical) สรุป โพลาริเซชัน ดังนี้

พลังงาน ส่งแบบ H รับกลับแบบ H = HH

พลังงาน ส่งแบบ V รับกลับแบบ V = VV

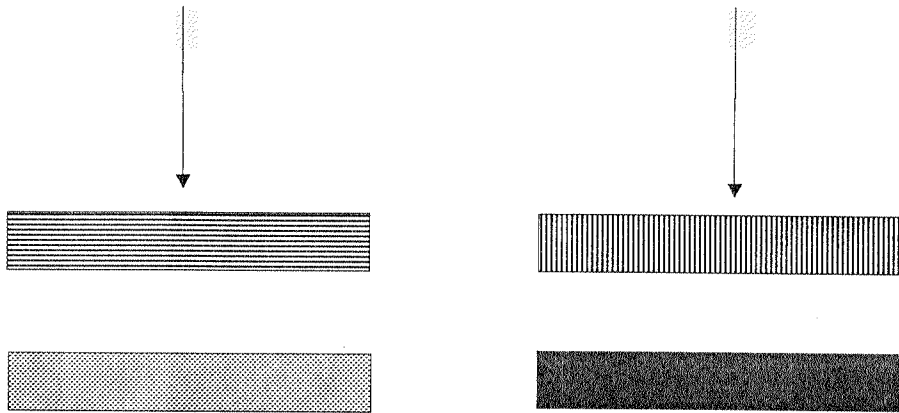
พลังงาน ส่งแบบ H รับกลับแบบ V = HV

พลังงาน ส่งแบบ V รับกลับแบบ H = VH

ซึ่งจะมีผลต่อการสะท้อนพลังงานของวัตถุอย่างเดียวกันแตกต่างกันออกไป เนื่องจากโพลาริเซชันที่แตกต่างกัน

7. มุมมองหรือทิศทางของการส่งคลื่น (Look direction)

มุมมองหรือทิศทางของการส่งคลื่น หมายถึงทิศทางการส่งพลังงานคลื่นเรดาร์ที่ถูกกำหนดให้มีมุมและทิศทางที่แน่นอนออกไปเครื่องรับส่งสัญญาณ ซึ่งมุมมองและทิศทางของการส่งคลื่นจะมีอิทธิพลภาพเรดาร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภูมิประเทศที่มีการเรียงตัว วางตัวเป็นแนว เป็นเส้น เช่น ถนน แนวการปลูกพืช ลักษณะแนวแตกหัก แยกตัว เคลื่อนตัวทางธรณี ถ้าคลื่นที่ส่งตกกระทบตั้งฉากกับแนว แนว รอยแตก จะเพิ่มความคมชัดของแนว แนว และรอยแตกในภาพให้ชัดเจน เช่น การปลูกพืชในพื้นที่การเกษตรที่เป็นพืชชนิดเดียว แต่มีการเรียงตัวของแถวแตกต่างกัน จะมีผลต่อความสว่างและมีในภาพเรดาร์ ในขณะที่มุมมองและทิศทางของการส่งคลื่นคงที่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 15



ทิศทางของแถวตั้งฉาก
มุมมองทิศทางของคลื่นที่ส่ง

ทิศทางของแถวขนาน
มุมมองทิศทางของคลื่นที่ส่ง

รูปที่ 15 แสดงผลของมุมมองและทิศทางส่งคลื่นต่อการเรียงตัวของแถวและแนวของพืชในพื้นที่การเกษตร

พื้นที่การเกษตรที่มีการปลูกพืชเป็นแถวตั้งฉากกับทิศทางของคลื่นจะปรากฏเป็นสีเทาในภาพ และพืชชนิดเดียวกันปลูกเหมือนกันทุกอย่าง แต่แถวและแนวที่ปลูกขนานกับทิศทางของคลื่นจะปรากฏเป็นสีคล้ำหรือดำในภาพเรดาร์

ภาพเรดาร์ (Radar imagery)

ภาพเรดาร์แสดงให้เห็นถึงความเข้มของคลื่นไมโครเวฟที่สะท้อนกลับสู่เรดาร์ (เครื่องรับและส่งคลื่นเรดาร์) ที่อยู่ในรูปแบบของภาพถ่าย (Photographic format) ขาว-ดำ เป็นการแสดงให้เห็นถึงปฏิกริยาระหว่างคลื่นเรดาร์กับพื้นผิวของโลก (earth's surface) ความสว่างหรือมืดในภาพ ก็จะแสดงให้เห็นถึงปริมาณพลังงานที่สะท้อนกลับตามจังหวะคลื่นเรดาร์ที่ส่งออกไปแล้วเดินทาง (สะท้อน) กลับเข้าสู่เครื่องรับ รูปร่างลักษณะที่ปรากฏบนภาพเป็นสีดำหรือคล้ำบ่งบอกถึงปริมาณพลังงานที่สะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องรับมีมากน้อยแตกต่างกัน

การบันทึกข้อมูลด้านการรับรู้จากระยะไกลด้วยเรดาร์ (Remote Sensing Radar) เกือบทั้งหมดอยู่ในรูปแบบของตัวเลข (Digital) การบันทึกข้อมูลจะเป็นสองมิติคือ การบันทึกสัญญาณตัวเลข (digital signal) หรือค่าของจุดภาพ (pixel value) ซึ่งเป็นค่าความสว่างของตำแหน่งจุดภาพ ทำให้สามารถสร้างเป็นรูปภาพ เนื่องจากค่าความสว่างในแต่ละจุดภาพที่สัญญาณแตกต่างกันเป็นสัดส่วนของสัญญาณที่ได้รับ

ศาสตร์ทางการรับรู้จากระยะไกลด้วยเรดาร์ แตกต่างไปจากการรับรู้จากระยะไกลอื่นๆ ที่สำคัญ คือ รูปทรงเรขาคณิตและคุณสมบัติทางกายภาพค่าคงที่ไดอิเล็กตริก จะต้องมีการพิจารณาอย่างพิเศษ

ในการวิเคราะห์เรดาร์ด้วยสายตาเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการพิสูจน์ทราบ (Objectives of indentifying) คือ การแปลความ (interpreting) อย่างถูกต้อง นำมาซึ่งการตัดสินความหมายและนัยสำคัญของลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏ (determining the meaning and significance of features) อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์

นอกจากใช้หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกลทั่วไป คือ ระดับความขาวดำ (tone) เนื้อภาพ (texture) คือความหยาบละเอียดของเนื้อภาพ รูปแบบ (pattern) รูปร่างและขนาด (size and shape) ความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (association) แล้ว ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์ ยังต้องเน้นคุณสมบัติอีก 3 ประการ คือ

รูปทรงของวัตถุ (Geometric Shape)

ความหยาบละเอียดของผิวหน้าวัตถุ (Surface Roughness)

ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant)

ที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงานไมโครเวฟ ที่แตกต่างกันไปจากพลังงานในช่วงอื่นๆ นอกจากนี้ นั่นแล้วจะต้องคำนึงถึง

มุมตกกระทบกับพื้นผิววัตถุ (Local Incidence Angle)

โพลาไรเซชัน (Polarization) และ

มุมมองหรือทิศทางของการส่งคลื่น (Look Direction)

ซึ่งล้วนแต่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ความเข้มข้นของพลังงานที่สะท้อนกลับจากวัตถุชนิดเดียวกันอาจแตกต่างกันออกไป

2.2.4 การตรวจสอบภาคพื้นดิน

การวิเคราะห์ข้อมูลจะมีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้ความเข้าใจในเรื่องของคุณสมบัติของคลื่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคลื่นกับวัตถุต่างๆ ของผู้วิเคราะห์ แล้ว จะต้องทำการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ภาคพื้นดินเป็นการยืนยันความถูกต้อง นอกจากนี้ แล้วจะต้องมีข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้ จากการปฏิบัติงานภาคสนามที่มีระบบการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือ GPS ตรวจสอบวัดค่าพิกัดจริงในพื้นที่ เพื่อยืนยันสิ่งที่ปรากฏจริงในพื้นที่ตรงจุดเดียวกันในภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการเกษตร พืชแต่ละชนิดจะมีวัฏจักรที่แตกต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงระยะต่างๆ และฤดูกาล ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเพาะปลูก การทำงานภาคสนามเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ถือเป็นหัวใจสำคัญของงานวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การทำคู่มือวิเคราะห์พืชเศรษฐกิจนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อสำคัญคือ การตรวจวัดการเจริญเติบโตของพืชจะต้องตรงกับวันที่ดาวเทียมโคจรผ่านมา ทำการบันทึกพื้นที่บริเวณเดียวกัน (ทั้งวัน เวลาเดียวกัน ณ จุดนั้น) ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่แท้จริงของพื้นที่ (ground truth data) เป็นความได้เปรียบของการวิเคราะห์อย่างแม่นยำ

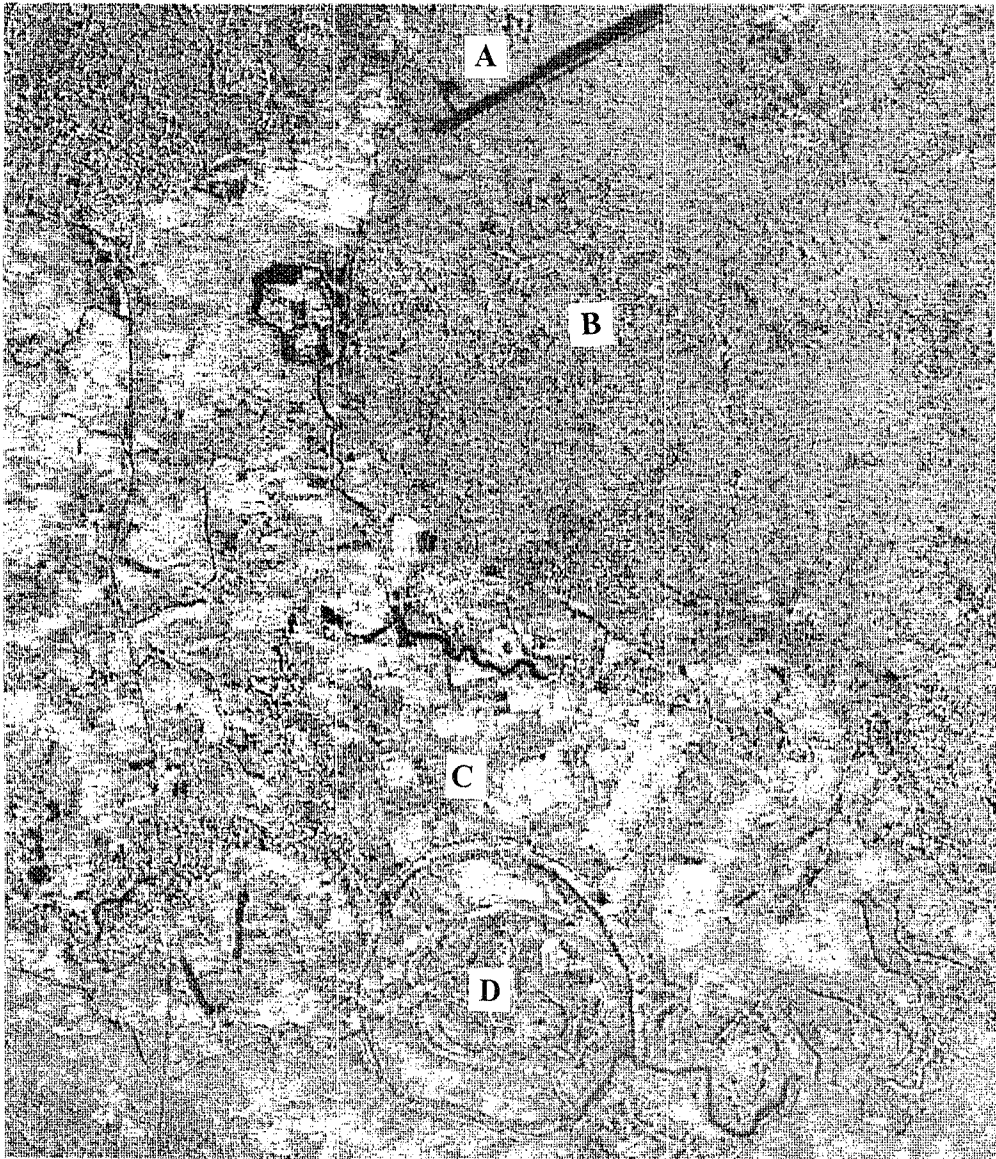
ในงานวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ มีการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ภาคสนาม เพื่อยืนยันผลการแปลภาพและวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการศึกษา

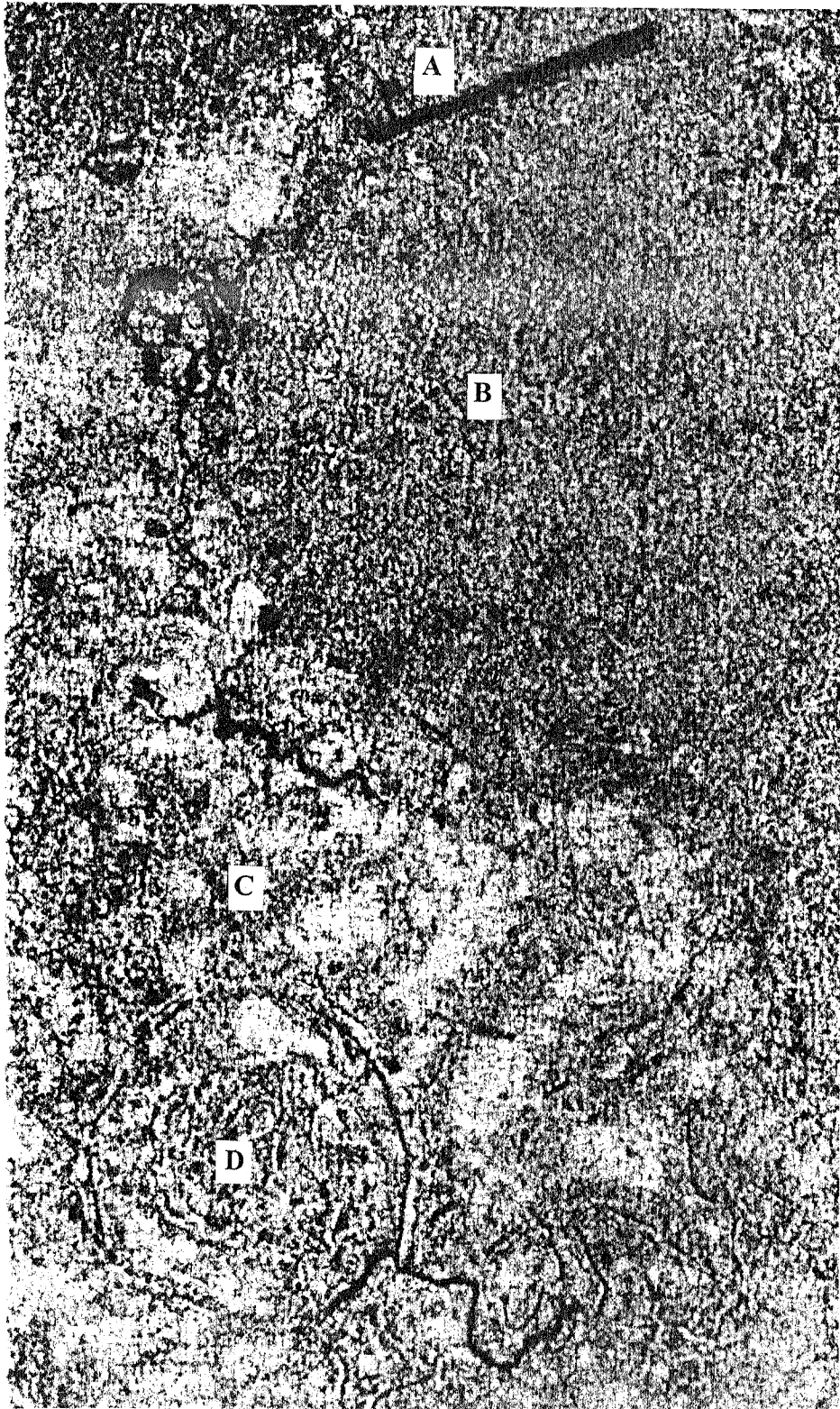
(Result)

3.1 ผลการประมวลข้อมูล

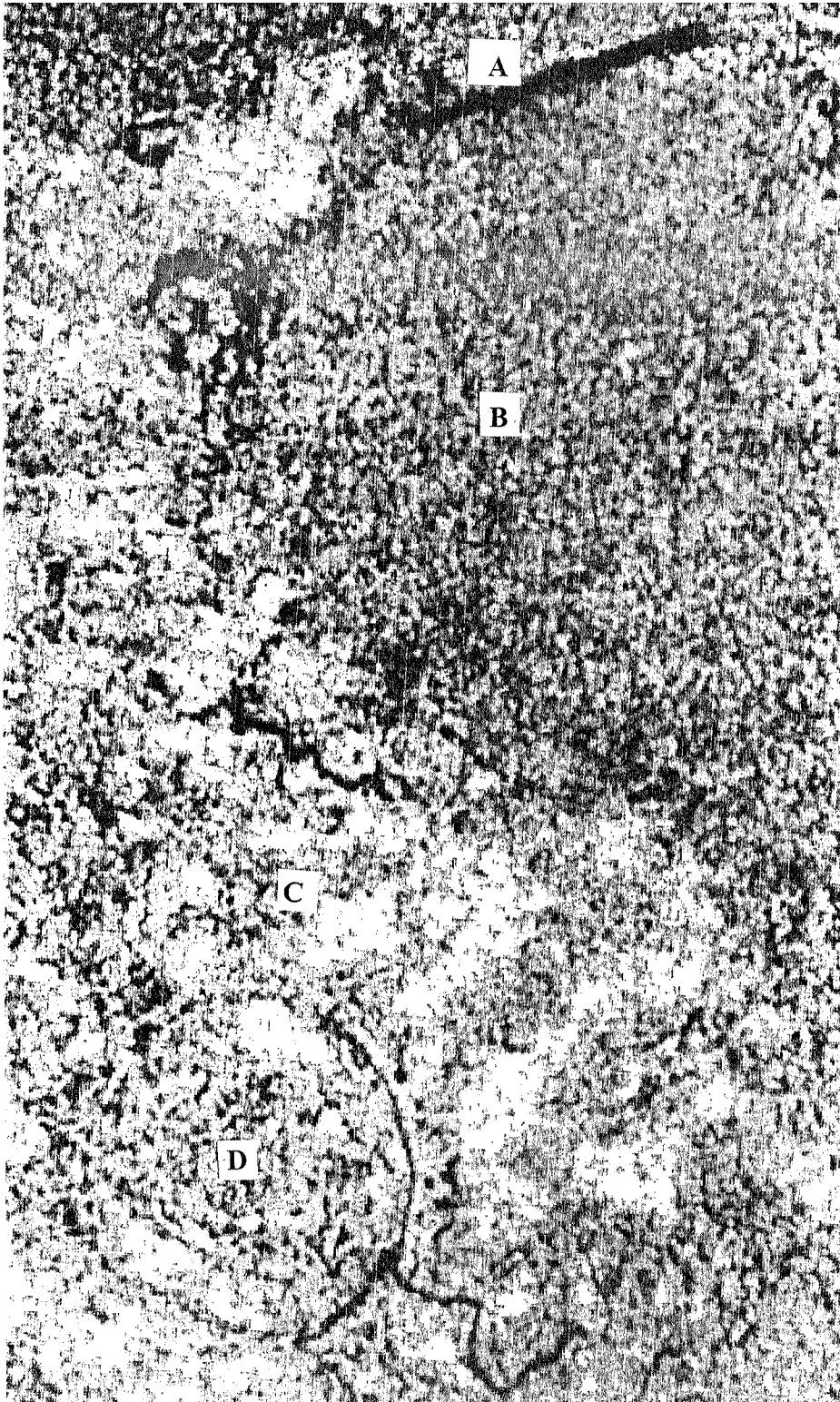
การประมวลข้อมูลภาพเรดาร์จาก Airborne GlobeSAR จาก Simulated RADARSAT fine mode และจาก Simulated RADARSAT Standard mode ได้ภาพพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ บริเวณอำเภอบ้านเขว้า เพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพของข้อมูล ดังแสดงไว้ในรูปที่ 16 , 17 และ 18 เป็นภาพรวมของพื้นที่บริเวณอำเภอบ้านเขว้า



รูปที่ 16 แสดงการใช้ที่ดินในภาพรวม จากข้อมูล Airbone GlobeSAR : A สนามบิน , B พื้นที่ป่าโปร่ง ผสมพื้นที่การเกษตรเล็กน้อย , C พื้นที่การเกษตร , D เมืองโบราณ (เมืองหามหอก)



รูปที่ 17 แสดงการใช้ที่ดินในภาพรวม จากข้อมูล *Simulated RADARSAT* แบบ *Fine Mode*
: A สนามบิน , B พื้นที่ป่าโปร่งผสมพื้นที่การเกษตรเล็กน้อย , C พื้นที่การเกษตร , D เมือง
โบราณ (เมืองทามฮอก)



รูปที่ 18 แสดงการใช้ที่ดินในภาพรวม จากข้อมูล *Simulated RADARSAT* แบบ *Standard Mode*
: A สนามบิน , B พื้นที่ป่าโปร่งผสมพื้นที่การเกษตรเล็กน้อย , C พื้นที่การเกษตร , D เมือง
โบราณ (เมืองหามทอก)

- A สนามบิน ตั้งอยู่ระหว่างบ้านหนองปลาโดกับบ้านหนองบัวขาว อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 200-229 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- B พื้นที่ป่าโปร่ง ผสมพื้นที่การเกษตรเล็กน้อยบริเวณขอบๆ ของป่า อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 190-229 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- C พื้นที่การเกษตร (ทำนาเป็นหลัก) อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 185-187 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- D เมืองโบราณ (เมืองหามหอก) มีห้วยกุดน้ำเค็มโอบรอบด้านใต้ซึ่งต่อมาจากคลองไผ่งามทางทิศตะวันตก ลักษณะมีการขุดคูเมืองล้อมรอบตัวเมืองเป็นรูปวงกลม 2 ชั้น ระดับความสูงประมาณ 185-187 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลทั้ง 3 ชนิดในระดับหนึ่ง แต่การวิเคราะห์ในรายละเอียดข้อมูลจาก Airborne GlobeSAR จะให้รายละเอียดดีที่สุด รองลงมาเป็นข้อมูล Simulated RADARSAT ชนิด Fine mode อันดับสุดท้ายเป็น Simulated RADARSAT ชนิด Standard mode

รูปที่ 19 ถึงรูปที่ 21 เป็นภาพการประมวลผลข้อมูลจากเรดาร์ Airborne GlobeSAR จาก Simulated RADARSAT fine mode และจาก Simulated RADARSAT Standard mode ได้ภาพพื้นที่ใน เขตอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ



รูปที่ 19 แสดงการใช้ที่ดิน จากข้อมูล Airborne GlobeSAR
: A, B และ C พื้นที่แหล่งน้ำ, D ถนน, E พื้นที่นา



รูปที่ 20 แสดงการใช้ที่ดิน จากข้อมูล Simulated RADARSAT แบบ Fine mode
A, B และ C พื้นที่แหล่งน้ำ, D ถนน, E พื้นที่นา



รูปที่ 21 แสดงการใช้ที่ดิน จากข้อมูล *Simulated RADARSAT* แบบ *Standard mode*

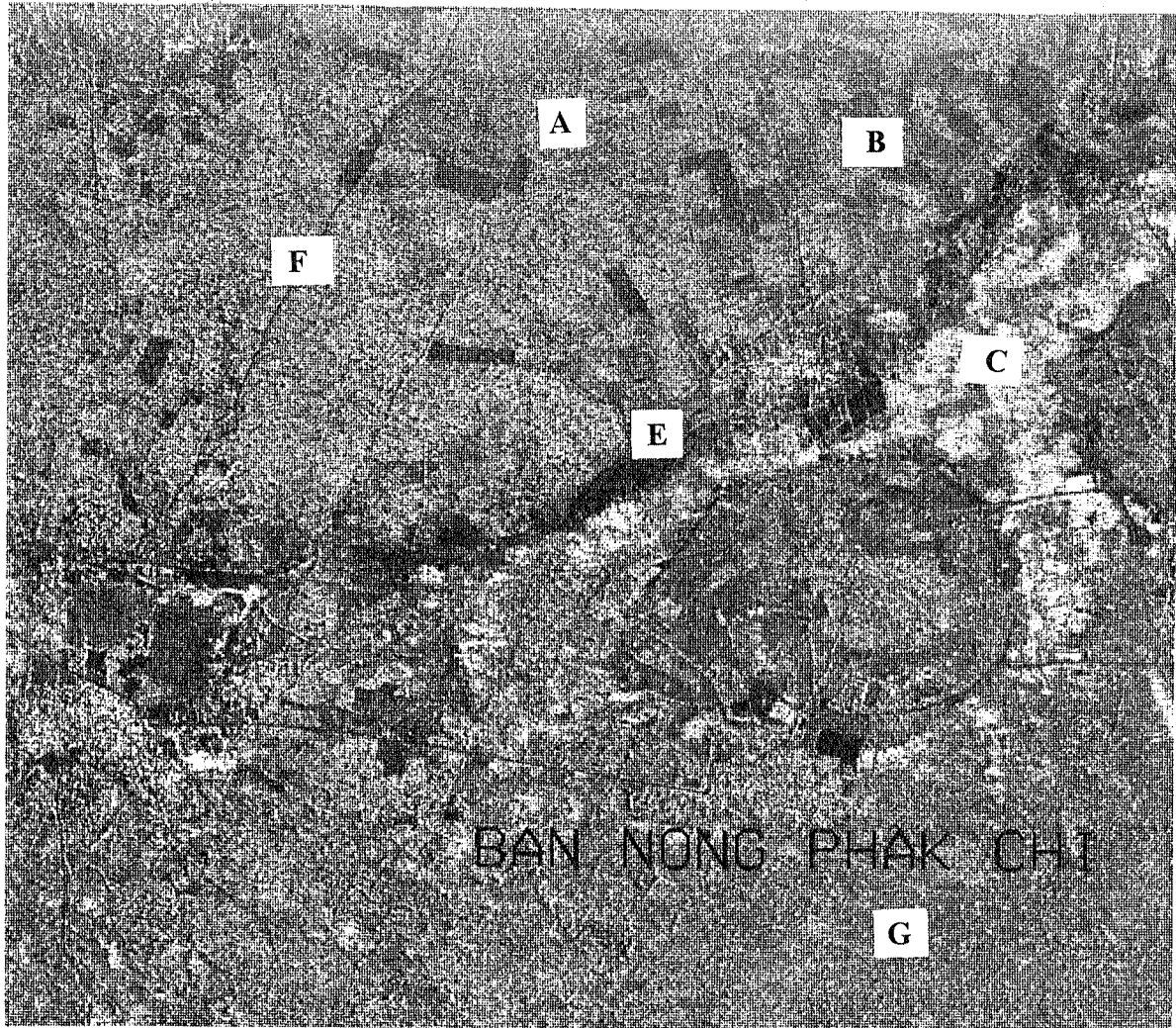
A, B และ C พื้นที่แหล่งน้ำ, D ถนน, E พื้นที่นา

- A หนองนาแซง
- B หนองบึงปิด
- C ห้วยกุดละลม
- D ทางหลวงหมายเลข 201
- E พื้นที่นาทั่วที่ลุ่ม ส่วนใหญ่ยังไม่เก็บเกี่ยว

พื้นที่นา, หนองน้ำและลำห้วย สามารถมองเห็นได้ชัดในข้อมูลภาพทั้ง 3 ชนิด ส่วนถนน ทางหลวงหมายเลข 201 เห็นได้ชัดใน Airborne GlobeSAR และ Simulated RADARSAT แบบ Fine Mode

จากรูปที่ 19 ถึงรูปที่ 21 เป็นพื้นที่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ บริเวณที่มีความสูงไม่เกิน 180 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง การใช้พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา หนองน้ำ ลำห้วย ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ในภาพข้อมูลทั้ง 3 ชนิด แต่ใน Airborne GlobeSAR ให้รายละเอียดดีที่สุด

สรุปคุณภาพของเรดาร์ที่นำมาประมวลและวิเคราะห์ในครั้งนี้จะเห็นว่าดังจะเห็นว่า ข้อมูล Airborne GlobeSAR ให้รายละเอียดมาก สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางด้านพืชและการเกษตร ดังแสดงในรูปที่ 22



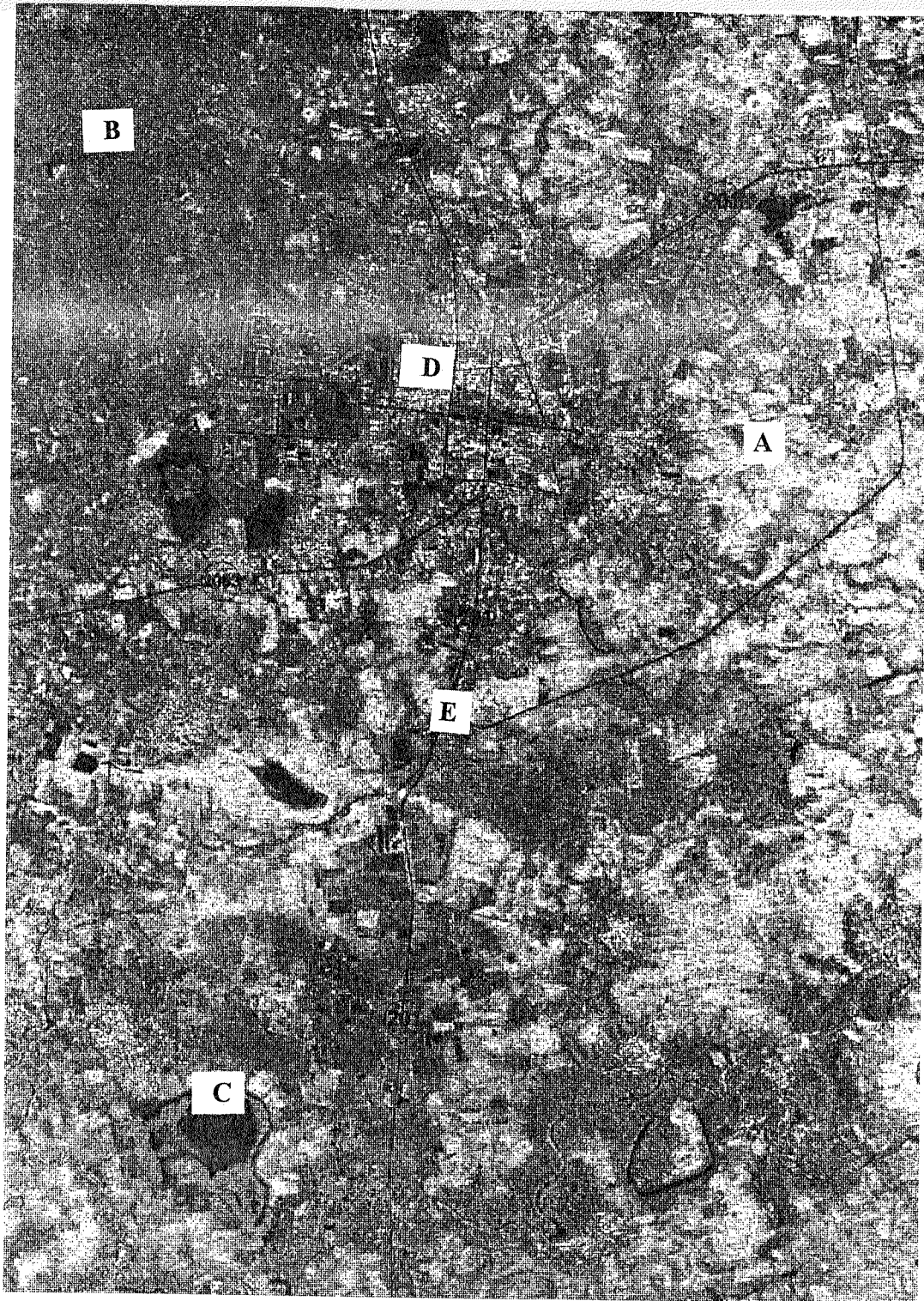
รูปที่ 22 แสดงความหลากหลายของพื้นที่ด้านการเกษตรใน อำเภองตุรัส

A ไร่นาป่าผสม, B พืชไร่ (มันสำปะหลัง, อ้อย, ข้าวโพด ฯลฯ), C นาข้าวในที่ลุ่ม, E ห้วยโป่ง, F ถนน, G ป่าโปร่ง

- A พื้นที่ไร่นาป่าผสม อยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของห้วยโป่ง อำเภอจตุรัส พื้นที่ลาดต่ำแล้วค่อยๆ สูงขึ้นทางใต้และตะวันออก สูงตั้งแต่ 200 - 250 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- B พืชไร่ อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 190-229 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- C นาข้าวในที่ลุ่ม อยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- E ห้วยโป่ง ระดับความสูงประมาณ 185-187 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง
- F ถนน
- G ป่า

การเกษตรมีรูปแบบที่หลากหลายแตกต่างกันทั้งขนาดและความเข้ม ดังจะเห็นเป็นสีเทาเข้ม-อ่อนต่างกัน น่าจะบอกถึงความแตกต่างของสภาพและชนิดพืชได้ และจะมีความถูกต้องยิ่งขึ้นหากได้มีการเก็บบันทึกข้อมูลภาคพื้นดินตรงกับวันเวลาที่ทำการบินบันทึกข้อมูลเรดาร์ในพื้นที่นี้

ในรูปที่ 23 เป็นภาพดาวเทียมจังหวัดชัยภูมิ จาก Airborne GlobeSAR ที่ทำการปรับแก้และซ้อนทับได้พอดีกับระบบถนนจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 จะสังเกตเห็น ตัวเมืองสิ่งปลูกสร้าง ระบบถนน แหล่งน้ำ ที่ชัดเจน และมีพื้นที่การเกษตรโดยรอบ



รูปที่ 23 แสดงภาพ Airborne GlobeSAR บริเวณตัวเมืองจังหวัดชัยภูมิและพื้นที่ข้างเคียง มาตรฐาน
1:50,000 : A พื้นที่การเกษตร, B พื้นที่ป่า, C พื้นที่น้ำ, D พื้นที่เมือง, E ถนน

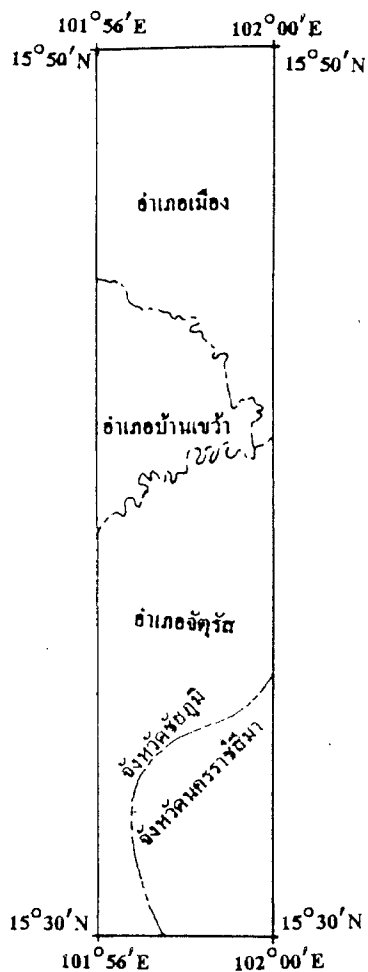
ข้อมูล Airborne GlobeSAR ให้ข้อมูลดีที่สุดในการวิเคราะห์การใช้พื้นที่ทั่วไป ตั้งแต่ ชุมชน
เมือง, พื้นที่ป่า, พื้นที่การเกษตร, พื้นที่แหล่งน้ำ, ถนน, ลำห้วย

3.2 ผลของงานตรวจบันทึกข้อมูลในภาคสนาม

ผลของงานตรวจบันทึกข้อมูลในภาคสนาม สรุปผลออกมาดังนี้

3.2.1 ผลของการคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง

ผลของการสำรวจเพื่อคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างสำหรับใช้ในการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชเศรษฐกิจตลอดฤดูกาลเพาะปลูก จนครบวงจรชีวิตพืชแต่ละชนิด ได้คัดเลือกพื้นที่ระหว่างละติจูดที่ $15^{\circ}30'$ เหนือ - $15^{\circ}50'$ เหนือ และลองจิจูดที่ $101^{\circ}56'$ ตะวันออก - 102° ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ของ 3 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอบ้านเขว้า และอำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ รวมพื้นที่ประมาณ 303 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 24 พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีลักษณะพื้นที่มีทั้งภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม เนิน มีพื้นที่การเพาะปลูกพืชหลายชนิด มีทั้งพื้นที่ป่า ไร่นาป่าผสม มีห้วย คลอง หนอง บึง รวมถึงชุมชนเมืองโบราณ นอกจากนี้สามารถเข้าถึงโดยรถยนต์ได้สะดวก ทำให้สามารถเดินทางเข้ามาทำการศึกษา ตรวจสอบและติดตามการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดได้ตามเป้าหมายและแผนงานที่วางไว้

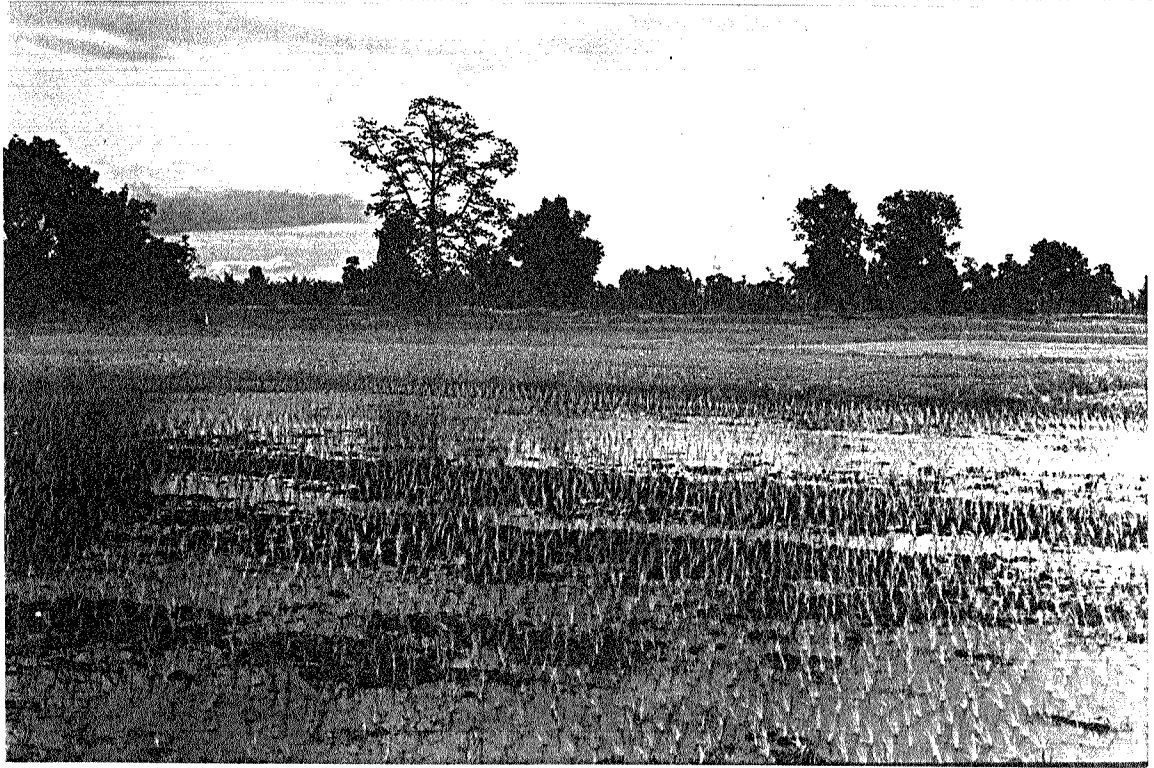


รูปที่ 24 แสดงพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ศึกษาติดตามการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจของ จังหวัดชัยภูมิ

พื้นที่ตัวอย่างที่ใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชเศรษฐกิจ , พื้นที่ป่า และพื้นที่ไร่นาป่า
ผสม แสดงไว้ในรูปที่ 25 ถึงรูปที่ 33



รูปที่ 25 แสดงพื้นที่การเกษตรที่เป็นนาข้าวในที่ลุ่ม (นาหว่าน)



รูปที่ 26 แสดงพื้นที่การเกษตรที่เป็นนาข้าวในที่ลุ่ม (นาดำ)



รูปที่ 27 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกปอแก้วและอยู่ในช่วงการเก็บเกี่ยว



รูปที่ 28 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกพริกและอยู่ในช่วงเจริญเติบโตใกล้จะให้ผลผลิต



รูปที่ 29 แสดงลักษณะพื้นที่ป่าโปร่งซึ่งพืชส่วนใหญ่เป็นไม้พุ่มมีไม้ใหญ่ยืนต้นเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 30 แสดงพื้นที่ไร่นาปาล์ม ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่นาข้าวสลับกับป่าดั้งเดิม



รูปที่ 31 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกมันสำปะหลังและอยู่ในช่วงการเจริญเติบโต



รูปที่ 32 แสดงพื้นที่การเกษตรที่ทำการปลูกข้าวโพดและอยู่ในช่วงให้ผลผลิต

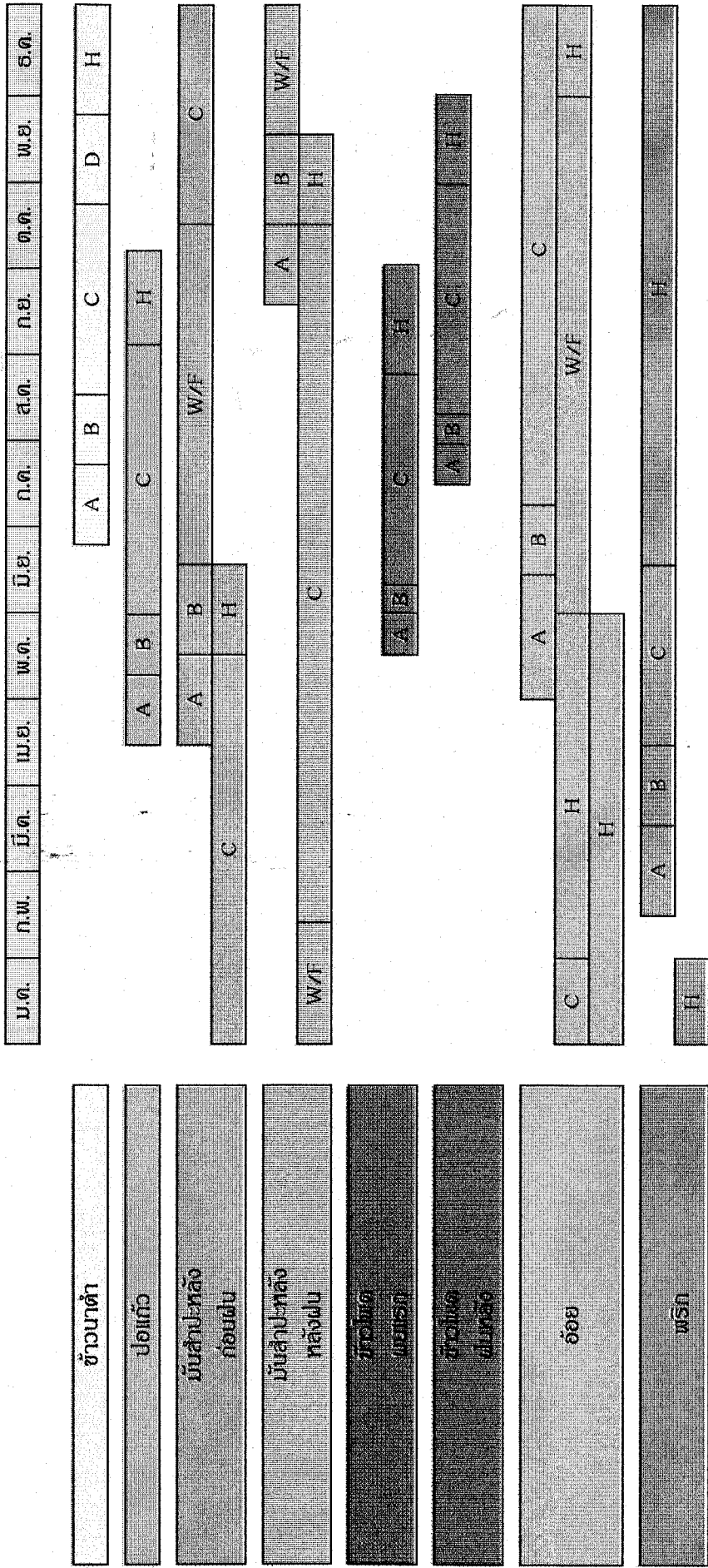


รูปที่ 33 แสดงพื้นที่ปลูกอ้อยซึ่งอยู่ในช่วงเจริญเติบโตหลังจากให้ผลผลิตแล้ว 1 ครั้ง

3.2.2 ผลการใช้ตารางเฝ้าสังเกตการเจริญเติบโตของพืช

ผลของการใช้ตารางเฝ้าสังเกตการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจ 6 ชนิด ของพื้นที่ตัวอย่าง ดังตารางที่ 4 มี ข้าว , ปอแก้ว , มันสำปะหลัง , ข้าวโพด , อ้อย และ พริก ตั้งแต่การเตรียมดิน , ปลูก , เจริญเติบโต จนถึงเก็บเกี่ยวจนครบวงจรของพืชแต่ละชนิด ในแต่ละเดือนตลอดทั้งปี ทำให้สามารถสรุปออกมา และใช้ข้อมูลสร้างปฏิทินเพาะปลูกพืชได้ดังรูปที่ 34

ปฏิทินปลูกพืช จังหวัดชัยภูมิ



รูปที่ 34 แสดงปฏิทินปลูกพืชของจังหวัดชัยภูมิ

- A = เตรียมดิน
- B = ปลูก
- C = เจริญเติบโต
- D = ให้ผลผลิต
- H = เก็บเกี่ยว
- W/F = ดูแลรักษา

3.2.3 ผลของการสำรวจจรชีวิตของพืช

ผลของการสำรวจจรชีวิตของพืชทำให้ได้ปฏิทินปลูกพืชของจังหวัดชัยภูมิ ซึ่งสรุปการใช้พื้นที่การเกษตร โดยเฉพาะการปลูกพืชหลัก 6 ชนิดที่สำคัญของจังหวัดชัยภูมิ และกิจกรรมในพื้นที่การเกษตรตลอดทั้งปี และนับเป็นหลักฐานชิ้นสำคัญใช้ในการอ้างอิง การวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกล ทางด้านการใช้พื้นที่ทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจากระดาร์ ข้อมูลจากรังสีใต้แดง (Infrared) หรือ รังสีที่สามารถมองเห็นด้วยตา (Visible) ทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องตรงกับความ เป็นจริง อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการประเมินผลผลิตทางการเกษตร หรือติดตามประเมิน ความเสียหายจากภาวบน้ำท่วม ภาวะแห้งแล้ง เพื่อจะได้เตรียมวางแผนผู้ภัยธรรมชาติได้อย่างถูกต้องตรงกับปัญหาที่แท้จริง

นอกจากนี้แล้ว ปฏิทินปลูกพืชยังจะให้ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพของพืชแต่ละชนิดในแต่ละเดือน ยังสามารถทราบถึงกิจกรรมและการใช้แรงงานทางการเกษตร ตลอดจนทราบว่าในพื้นที่การเกษตรจะปรากฏพืชอะไรให้เห็นในพื้นที่จริงในแต่ละเดือน และอยู่ในช่วงไหนของวงจรชีวิต ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวางแผน การใช้แรงงานทางการเกษตรในแต่ละท้องที่ ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้นับว่าเป็นเทคนิคสำคัญที่ใช้เป็นกุญแจไขปัญหาการวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกล หลักฐานอ้างอิงเหล่านี้จำเป็นต้องสร้างขึ้นมาใช้วิเคราะห์ในแต่ละพื้นที่ เมื่อได้หลักฐานอ้างอิงที่สมบูรณ์จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกลได้อย่างมั่นใจ และจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์จนเป็นที่พอใจเราก็จะได้กุญแจวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกลทางการเกษตรที่มีมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

3.3 งานวิเคราะห์ข้อมูลจากระดาร์

ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.1 ผลการประมวลข้อมูลได้ภาพข้อมูลของบริเวณพื้นที่เป้าหมายทั้งสามอำเภอ คือ อำเภอบ้านเขว้า อำเภอจตุรัส และอำเภอเมืองชัยภูมิ ซึ่งสรุปผลการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 5

สรุปการตอบสนองพลังงานของพื้นที่การเกษตร

การตอบสนองพลังงานไมโครเวฟ (C-Band) ความยาวคลื่น 5.6 เซนติเมตร หรือความถี่คลื่น 5.3 GHz และ HH Polarization สามารถสรุปการตอบสนองได้ดังนี้

ตารางที่ 5 ตารางสรุปผลการตอบสนองพลังงานเรดาร์ช่วง C-Band ของพื้นที่ประเภทต่างๆ

การใช้พื้นที่	ระดับสี (Tone)	เนื้อภาพ (Texture)	รูปร่าง , รูปแบบ (Shape + Pattern)	ข้อสังเกต
พื้นที่เมือง	ขาว	หยาบ	สี่เหลี่ยมเล็กๆ	อยู่เป็นกลุ่มก้อน มีเส้นตัดผ่านอย่างเป็นระบบ
ชุมชนเล็ก	ขาว	ค่อนข้างหยาบ	สี่เหลี่ยมเล็กๆ	อยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน
สิ่งปลูกสร้าง , สนามบิน	ดำ	ละเอียด	เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นแถบยาว	คล้ายถนน แต่มีขนาดกว้างกว่า
ถนน	ดำ	ละเอียด	เป็นเส้นและตัดกันอย่างเป็นระบบ การเปลี่ยนทิศทางเป็นมุมแตกต่างกันเห็นได้ชัด	เป็นเส้นตรงมีขนาดแตกต่างกันตามขนาดและสภาพของถนน มีการตัดกันของถนนในเมือง อย่างเป็นระเบียบแต่จะไม่ค่อยเป็นระเบียบในชนบท
พื้นที่น้ำ, อ่างเก็บน้ำ	ดำ	ละเอียด	รูปร่างทรงเรขาคณิต เป็นระเบียบ (มนุษย์สร้าง)	
หนองน้ำตามธรรมชาติ	ดำ	ละเอียด	รูปทรงไม่เป็นระเบียบ (ธรรมชาติ)	
ลำน้ำ, ห้วย, แม่น้ำ	ดำ		รูปร่างไม่แน่นอน คดโค้งตามธรรมชาติ	
พื้นที่ป่า, เนินเขา	เทาเข้ม	หยาบ เป็นจุดขาวๆ จับกลุ่มและกระจายทั่วพื้นที่	เป็นพื้นที่ที่กว้างไม่มีรูปร่างที่แน่นอน	จุดขาวๆ เป็นต้นไม้
พื้นที่ไร่นาป่าผสม	เทาอ่อน ถึงเข้ม	ละเอียดถึงค่อนข้างหยาบ มีจุดขาวๆ กระจาย	มีรูปแบบเป็นเหลี่ยมต่างๆ ที่ต่อกันเป็นกระจุกและกระจายทั่วพื้นที่	
พื้นที่การเกษตร	ขาว-เทาอ่อน ถึงเทาเข้ม	ละเอียดถึงค่อนข้างหยาบ	มีรูปร่างแน่นอนและไม่แน่นอน มีรูปแบบเป็นเหลี่ยมต่างๆ	อยู่ใกล้ลำน้ำ, ห้วย, แม่น้ำ ในพื้นที่ลุ่ม
พื้นที่ไร่	เทาอ่อนถึงเทาเข้ม	ค่อนข้างหยาบบานกลางถึงละเอียด	มีรูปแบบแน่นอนและไม่แน่นอน เป็นรูปเหลี่ยมต่างๆ	

การวิเคราะห์ข้อมูลจาก Airborne GlobeSAR, Simulated RADARSAT Fine Mode และ Simulated RADARSAT Standard Mode สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปงานวิเคราะห์ข้อมูลจากเรดาร์

การใช้พื้นที่	การวิเคราะห์ข้อมูลจากการรับรู้จากระยะไกลเรดาร์		
	Airborne GlobeSAR	Simulated RADARSAT Fine Mode	Simulated RADARSAT Standard Mode
พื้นที่เมือง	✓	✓	ค่อนข้างยาก
ชุมชนเล็ก	✓	พอเห็นได้	ค่อนข้างยาก
สิ่งปลูกสร้าง สนาม บิน	✓	✓	✓
ถนน	✓	✓	พอเห็นได้
พื้นที่น้ำ	✓	✓	✓
พื้นที่ป่า	✓	✓	✓
พื้นที่การเกษตร	✓	✓	✓
พื้นที่ไร่นาป่าผสม	✓	✓	✓

จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ที่ให้รายละเอียดเพิ่มมากขึ้นจะมีในข้อมูล Airborne GlobeSAR ด้วยเหตุผลที่ว่าบันทึกโดยเครื่องบินในระดับความสูง 6 กิโลเมตร ซึ่งมีรายละเอียดที่บันทึกได้ (resolution) 6 เซนติเมตร ทำให้แยกความแตกต่างของพื้นที่การเกษตรได้ดีกว่า Simulated RADARSAT ทั้ง Fine mode และ Standard mode เป็นที่น่าเสียดายที่โครงการวิจัย โกลบซาร์ มทส. ไม่ได้รับข้อมูล RADARSAT ที่แท้จริงจากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จึงไม่อาจสรุปได้ว่า ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลจากเรดาร์แห่งชาติสามารถวิเคราะห์พืชเศรษฐกิจทั้ง 6 ชนิด คือ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ปอ และพริก ออกจากกันได้หรือไม่ หากต้องการคำตอบ จำเป็นต้องมีการวางแผนการวิจัยพร้อมๆ กับการซื้อข้อมูลตามแผนการวิจัยที่เตรียมไว้เพื่อกันความผิดพลาดในการดำเนินการวิจัย จึงจะได้ผลตามเป้าหมายที่วางไว้

4. ข้อวิจารณ์ (Discussion)

โดยภาพรวม ข้อดีของข้อมูลเรดาร์คือ สามารถบันทึกข้อมูลได้ทุกสภาพอากาศ เนื่องจากเป็น Active Remote Sensing คือ สามารถสร้างคลื่นไมโครเวฟในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ แล้วส่งไปยังเป้าหมายที่ทำการศึกษา ตรวจวัดพลังงานที่สะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องรับ ซึ่งไม่ต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ สามารถปฏิบัติงานได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

พลังงานช่วงไมโครเวฟ มีคุณสมบัติทะลุผ่านเมฆและฝนได้ จึงไม่มีปัญหาในเรื่องของสภาพดินฟ้าอากาศ ฟ้าปิด ฝนตก เมฆบัง คัดปัญหานี้ได้ สามารถทำให้ได้ภาพข้อมูลของพื้นที่เดียวกันตลอดทุกฤดูกาล ซึ่งการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นอื่นๆ ทำไม่ได้

จากข้อดีดังกล่าว ทำให้สามารถบันทึกปรากฏการณ์ฝนตก น้ำท่วมได้ฉับพลัน ทำให้การติดตามประเมินผลสถานะน้ำท่วม เตรียมวางแผนป้องกัน และอพยพคนออกจากพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมได้ทันต่อเหตุการณ์ สามารถลดความเสียหายจากอุทกภัยได้ ควรแก่การนำไปใช้

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์นั้นจำเป็นจะต้องตระหนักถึง

1. ความพร้อมของบุคลากรทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์ ซึ่งเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับนักเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลในประเทศไทย
2. จำเป็นต้องสร้างนักวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์ที่มีประสิทธิภาพและให้พอเพียงสมความต้องการของหน่วยงานต่างๆ ทั้งภายในและต่างประเทศ เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีราคาสูง และจะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ฉะนั้นจะต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าของการใช้ข้อมูล เป็นสำคัญ

การสร้างบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลนับเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาบุคลากรหลายๆ ด้านไปพร้อมๆ กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านพื้นฐาน เนื่องจากมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล ทั้งๆ ที่ประเทศไทยเข้าร่วมโครงการเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลตั้งแต่เริ่มแรกร่วมกับองค์การนาซา (NASA) ของสหรัฐอเมริกาในปีค.ศ. 1972 แต่เราใช้เทคโนโลยีอย่างค่อนข้างจำกัด และพัฒนาบุคลากรให้เป็นผู้ใช้ข้อมูล ด้วยการรับข้อมูล ประมวลผลข้อมูล คือความข้อมูลถือเป็นส่วนใหญ่

ประเทศไทยยังขาดการเตรียมบุคลากรด้านวิศวกรด้านต่างๆ ที่สนับสนุนการพัฒนาทางด้านยานอวกาศและยานอวกาศ นักวิทยาศาสตร์ด้านฟิสิกส์ นักประดิษฐ์เครื่องมือ (ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์) รับส่งคลื่นในช่วงต่างๆ ฯลฯ อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลที่ยั่งยืนและเป็นของตนเองพร้อมๆ กัน การพัฒนาบุคลากรและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

ข้อทั้งด้านการผลิต การประมวลและการพิมพ์ผลข้อมูลที่ออกมาในรูปแบบพร้อมใช้ในงานต่างๆ นอกจากนั้นแล้ว การรวบรวมผลการวิเคราะห์ด้านต่างๆ การสร้างฐานข้อมูลของประเทศไทยอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งจะนำไปใช้ในการพิจารณาวางแผนและการแก้ไขปัญหาของประเทศไทยอย่างแท้จริง ถึงเวลาแล้วที่เราควรจะได้มีเวลาคิด และทบทวนการพัฒนาเทคโนโลยีทางการรับรู้จากระยะไกล และจะต้องไม่ละเลยในการปรับแผนพัฒนาที่เหมาะสมกับประเทศไทยและสภาพเศรษฐกิจปัจจุบัน ไม่มีอะไรที่จะเริ่มต้นใหม่ไม่ได้ทั้งที่เราผ่านช่วงเวลากว่า 26 ปี ของการเข้าสู่ยุคการพัฒนาการใช้ข้อมูลจากระยะไกล และนับเป็นบทเรียนของการพัฒนาประเทศไทยก่อนสิ้นศตวรรษ 2000

5. สรุปและขอเสนอแนะ

(Conclusion and Recommendation)

5.1 สรุป (Conclusion)

เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลจากเรดาร์ (RADAR Remote Sensing) นับว่าเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมแก่ภูมิภาคร้อนชื้นอย่างประเทศไทย ซึ่งมีเมฆปกคลุมเกือบตลอดทั้งปีในภาคใต้และภาคตะวันออก พื้นที่บางส่วนของประเทศไทยไม่สามารถบันทึกสภาพพื้นที่ด้วยระบบช่วงคลื่นธรรมดาได้เลย

แต่ข้อมูลเรดาร์ก็มีข้อจำกัดมากมายเช่นกันในเรดาร์ที่เป็นแบบ single beam โดยเฉพาะทิศทางและมุมมองที่ส่งคลื่น มีผลต่อการบันทึกข้อมูลพื้นที่ภูมิประเทศที่มีทิศทางความลาดเอียงแตกต่างกัน นอกจากนี้ความสูงของภูมิประเทศจะทำให้เกิดเงาเรดาร์ในพื้นที่บริเวณด้านหลังของความสูง ทำให้ไม่ได้รายละเอียดในบริเวณดังกล่าว แต่หากมีการปรับทิศทาง มุมมองและการใช้โพลาไรเซชัน Polarization ที่แตกต่างกัน อาจแก้ปัญหาได้ระดับหนึ่ง

การพัฒนาเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล เป็นความจำเป็นของประเทศ ต้องมีแผนแม่บทของประเทศที่ดีเพื่อเตรียมบุคลากรด้านการรับรู้จากระยะไกล มิใช่การพัฒนาการใช้ข้อมูลจากระยะไกลเพียงอย่างเดียว หากแต่เราต้องเตรียมพร้อมเพื่อการมีเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลที่เหมาะสมกับประเทศ ในภาวะประเทศอยู่ในช่วงของการพัฒนาควรดูแบบอย่างประเทศจีน อินเดีย ญี่ปุ่น ปากีสถาน เกาหลี เป็นต้น เพราะประเทศเหล่านี้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลเป็นของตนเองได้อย่างเป็นที่น่าภาคภูมิใจ ทั้งนี้หลายประเทศเริ่มการพัฒนาเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลหลังประเทศไทยหลายปี

5.2 ขอเสนอแนะ (Recommendation)

ถึงเวลาแล้วที่ประเทศไทยจะต้องทบทวนสถานะสภาพเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลของประเทศ เพื่อทราบข้อจำกัดอันจะนำไปสู่หนทางแก้ไข

เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ต้องใช้ศาสตร์หลายๆ แขนง อันเป็นพื้นฐานและนำไปสู่การประยุกต์ทางด้านการสร้างเครื่องมือ, สร้างยาน, สร้างเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์การสื่อสารรับส่งข้อมูลการผลิตข้อมูลการวิเคราะห์ ข้อมูลซึ่งร่วมกับศาสตร์ของกรจินตนาการและการแปลความ จะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ และนำไปสู่การใช้ข้อมูลอย่างมีน้ำใจ

บรรณานุกรม

(Reference)

1. FAO Remote Sensing Center, 1993. Radar Imagery : Theory and Interpretation Lecture Note, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 103 p.
2. Floyd M. Henderson. 1985. Active Microwave Imaging Systems, The Surveillance Science : Remote Sensing of the Environment. Second. John Wiley & Sons. Singapore. P 234-247.
3. Geomatics International Inc. 1996. RADARSAT Distance Learning Program. Ontario, Canada. 124 p.
4. National Resources Canada, 1994. Radar Basics : Introduction to Synthetic Aperture Radar Remote Sensing. Technology Transfer & Development Section Canada Centre for Remote Sensing. 75 p.
5. Radarsat International. 1994. Introduction to Radarsat and Its Use in Project Planning and Execution. GlobeSAR Regional Workshop Bangkok, Thailand November 28-December 2, 1994. 76 p.
6. Radarsat International. 1994. Radarsat Canada's Earth Observation Satellite 40 p.
7. Richard K. Moore. 1975. Microwave Remote Sensors : Manual of Remote Sensing. Vol.I the American Society of Photogrammetry Fall Church, Virginia. P. 399-535
8. Tomas M. Lillesand and Ralph W. Kiefer. 1987. Remote Sensing and Image Interpretation. Second Edition. : Microwave Remote Sensing. John Wiley & Sons. Singapore. P. 472-527.
9. Wara-Aswapati P. 1994. SAR for Land Cover Study in Northeastern Thailand. International Conference on The 15 th Asian Conference on Remote Sensing, Nov. 17-23, 1994. Science Seminar Complex. JN Tata Auditorium, Bangalore India. 7 p.

ภาคผนวก
ประวัตินักวิจัย



Asst. Prof. Dr. Punnee Wara-Aswapati

Doctorat de 3e Cycle Application de la Teledetection

Part I : Biodata

Name : Mrs. Punnee Wara-Aswapati

Academic Rank : Assistant Professor, Ph.D.

Current Position : Chair, School of Remote Sensing

e-mail: punnee@ccs.sut.ac.th

Educational Background : (in chronological order)

DEGREE /INSTITUTE /YEAR

- Cert. in Water Quality Management Tropical Region Chaing Mai, Thailand 1986
- Doctorat de 3e Cycle Application de la Teledetection Toulouse II, France 1985
- Cert. in Remote Sensing Purdue, USA 1977
- Cert. in International Remote Sensing Workshop EROS Data Center, USA 1977
- Dip. in Photo-Interpretation for Geography ITC, the Netherlands 1973
- B.S. in Geography CMU, Thailand 1969

Professional Membership

- American Society of Photogrammetry and Remote Sensing (USA)
- ITC Journal (The Netherlands)
- FTS Journal (France)
- Geographical Association of Thailand

Grants and Fellowships

ADAB 1986

USAID 1977

Consulting and Advisory

1. Computer Development for Narcotics Plant Information System. Office of The Narcotics Control Board.
2. Doi Wiang Pha Highland Development Project. Royal Forestry Department.
3. Doi Sam Mun Highland Development Project. Royal Forestry Department
4. GIS Standard for Thailand Ministry of Science, Technology and Environment / Loxley Intergraph (Thailand) Limited.

Honors and Awards

1. Awarded the Government of The Netherlands scholarship for advanced study in Natural Resources Survey at ITC. The Netherlands. 1972-1973.
2. Awarded the AID Scholarship for Special Training in Remote Sensing in U.S.A. 1977.
3. Awarded the French Government scholarship for Study-Tour in Remote Sensing Technology in France December 1980.
4. Awarded the French Government scholarship for Ph.D. Study in FRANCE. 1982-1985.
5. Best Speaker Award. The 15th Asian Conference on Remote Sensing, Bangalore India 23 Nov. 1994.
6. Honorable mention award on “Thailand Vetiver Network (THVN)” The 3rd National Workshop on Vetiver. Bangkok, 15 January 1999.

Part II Professional / Technical Data

(Please identify your study area and indicate your specialization according to your research works)

Discipline: Applied Science

Field: Remote Sensing / GIS
Sub-field: Natural Resource Survey
Environmental Management
Geographical Information System
Geoinformation Management
Specialization: Natural Resource / Environment Management

General topics of Current research;

1. GLOBESAR Project (RADARSAT)
2. Environment Information Management Using Remote Sensing and GIS
3. GIS Standard working group
4. GIS for Traffic and Transportation Project of Nakhon Ratchasima
5. Global Tropical Forest Monitoring
6. Conservation of Plant Genetic Resources. Using Remote Sensing and GIS Technique
7. Thailand Vetiver Network
8. Remote Sensing in Biodiversity Study

Part III Research and Publications

(Minimum requirements include author's name (and co-author's), title of research, books, papers, reports..., periodical name, publisher and year of publish.)

- (1) Wara-Aswapati, P. "Rural Land use of Naza Allah Blend Ben Zina (TUNISIA). ITC., Enschede, The Netherlands. 25p. 1973.
- (2) Wara-Aswapati, P. "Land Use of Kirauwan (TUNISIA). ITC., Enschede, The 22p. 1973.
- (3) Wara-Aswapati, P. "Slope map of mae Sa Watershed." Scale 1:10,000 (blue-print), Department of Geography, Faculty of Social Sciences, CMU. 1974.
- (4) Wara-Aswapati, P. "Topographic Map of Mae Sa Watershed." Scale 1:10,000 (blue-print), Department of Geography, Faculty of Social Sciences, CMU. 1974.
- (5) Wara-Aswapati, P. "Drainage and Trail System Map of Chaing Mai Province."

Scale 1:250,000 (blue-print), Department of Geography, Faculty of Social Sciences, CMU. 1975.

- (6) Wara-Aswapati, P. "Some Application of Satellite Remote Sensing in Geography and Cartography." Report of the First National Geographical Seminar. NRC, Bangkok. 1976.
- (7) Wara-Aswapati, P. "Analysis of Satellite Imagery for Geography." Paper for the 5th Remote Sensing Training at NRC., Bangkok. 1979.
- (8) Wara-Aswapati, P. "Crops Calendar of Mae Sa Watershed." Proc. of Academic Conference 1979 on Science and Technology for Developing country. Science Association of Thailand. 1979.
- (9) Wara-Aswapati, P. "Forest Fire Detection in Northern Thailand Using Landsat Imagery." Proc. of Academic conference 1979 on Science and Technology for Developing Country . Science Association of Thailand. 1979.
- (10) Wara-Aswapati, P. "Land Use of Chaing Mai Municipal Area in 1972 Using Aerial Photograph." Micro Journal of Satellite, NRC. Bangkok, Vol. 2 No. January 4, 1979.
- (11) Wara-Aswapati, P. "Maiyarab Yak." Geographical Journal, Geographical Association of Thailand, Vol. 4 No. July 2, 1979.
- (12) Wara-Aswapati, P. "Crops Calendar of Mae Sa Watershed." Micro journal of Satellite, NRC. Bangkok, Vol. 2 No. July 7, 1979.
- (13) Wara-Aswapati, P. "Application of Remote Sensing for Geography." Micro Journal of Satellite, NRC. Bangkok, Vol. 3 No. January 9, 1980.
- (14) Wara-Aswapati, P. "Land Use Mapping from Multidate Landsat MSS Digital Data in Chiang Mai Valley." Proc. Seminar on Experiment on Automatic Mapping of Agricultural Land Use in Chiang Mai Valley Using Landsat MSS Data. Chiang Mai University. 1981.
- (15) Wara-Aswapati, P. "The Result Study of Automatic Mapping of Land Use Changed in Chiang Mai Basin from Landsat Data." Proc. Seminar on The Study of Land Use Changes Mapping Using Landsat Data. NRC., Bangkok. 1982.
- (16) Wara-Aswapati, P. "The Study of Distribution of Mimosa Pigra L in Chiang Mai

- District Using Aerial Photograph." Report of the 20th Academic Conference of Kasetsart University in Social Sciences Discipline, Bangkok. 1982.
- (17) Wara-Aswapati, P. "Survey of Water Resource in Upper Northern Thailand Using Satellite Imagery." Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University. 60p.1982.
- (18) Pitragool, S., Wara-Aswapati, P. et al. Remote Sensing in Geographic Distribution of Mineral Deposits Around Chiang mai Basin. Department of Geology, Faculty of Science Chiang Mai University . 85 p.1982.
- (19) Wara-Aswapati, P. "Transformation des Formes d'Occupation du Sol dans les Zones Urbaines et suburbaines du bassin de Chiang mai, Thaïlande (1954-1982). "(These pour le Doctorat de III eme Cycle), Universite de TUOLOUSE -Le Mirail, France, 261p. 1985.
- (20) Wara-Aswapati, P. Image Processing Technique for Urban and Rural Landuse Monitoring in Northern Thailand. Journal of Thai Geosciences 1:59-63 . 1991.
- (21) อัมพวัน อภิสสรียกุล,. พรรณี วราอัศวปติ และคณะ การใช้สารพาราควอท(กราม็อกโซน) ของเกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ กรณีศึกษา:บ้านโป่ง หมู่ 1 ตำบลแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่. การสัมมนาวิชาการ เรื่องการใช้สารพาราควอทของเกษตรกรไทย ณ โรงแรมเวียงใต้ 1 กุมภาพันธ์ 2534.
- (22) อัมพวัน อภิสสรียกุล,. พรรณี วราอัศวปติ และคณะ การใช้สารพาราควอทของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่. การสัมมนาวิชาการเรื่องการใช้สารพาราควอทของเกษตรกรไทย กองระบอดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข ณ โรงแรมเอเชีย กรุงเทพฯ 26 สิงหาคม 2534.
- (23) อัมพวัน อภิสสรียกุล,. พรรณี วราอัศวปติ และคณะ การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารพาราควอท ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ การประชุมวิชาการ ณ กองระบอดวิทยา สำนักงาน คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข 23 ตุลาคม 2534.
- (24) Ramingwong, T., Wara-Aswapati, P., et al., Environmental Assessment Study of Northern Block Chiang Mai, Lampang and Prae. (Research Report to PTT Explolation and Production Company Limited. Thailand), Institute of Science and Technology Research and Development. Chiang Mai University 1992
- (25) Wara-Aswapati, P. Application of Remote Sensing for urban Study" Second International Symposium on Remote Sensing and Space'92. Hatyai Songkhla,

Thailand. January 16-18, 1992.

- (26) Apissariyakul, A., Wara-Aswapati, P., et al. Paraquat Poisoning : Accidental Contact. Princess Congress II. On Environment, Science and Technology, Shang-ri-la Hotel Bangkok ,November 2-9, 1992
- (27) Apissariyakul, A., Wara-Aswapati, P. et al., A Study of the Environmental Risk and Social Behavioral Patterns of Farmers' Utiliz Paraquat in Chaing Mai. National Conference on "Man and Environment." Providence Hotel Chiang Mai, Jan 14-16, 1993
- (28) อัมพวัน อภิสสรียกุล,. พรรณี วราอัศวปติ และคณะ พฤติกรรมการใช้สารฆ่าหญ้าของเกษตรกร ในจังหวัดเชียงใหม่. การประชุมวิชาการพฤติกรรมการใช้สารฆ่าหญ้าของเกษตรกรไทยของ กองระบาศติวิทยา กระทรวงสาธารณสุข ณ จังหวัดระยอง16-18 เมษายน 2535.
- (29) อัมพวัน อภิสสรียกุล,. พรรณี วราอัศวปติ และคณะ การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารพาราควอท ของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม. การประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์สุขภาพประจำปี ครั้งที่ 10, 2 กรกฎาคม 2535 ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.)
- (30) Wara-Aswapati,P. "Image Processing Technique for Urban and Rural Land Use Monitoring in Northern Thailand". International Seminar on Remote Sensing Data and GIS for Urban Planning and Development, Oct. 26,-Nov. 1, 1994. The Oriental Hotel Bangkok, Thailand.
- (31) Wara-Aswapati, P. "SAR for Land Cover Study in Northeastern Thailand". International Conference on The 15thAsian Conference on Remote Sensing, Nov. 17-23, 1994. Science Seminar Complex. JN Tata Auditorium, Bangalore, India.
- (32) Wara-Aswapati, P. "Preliminary Study of Airborne SAR for Land Cover". The first Regional GlobeSAR Workshop, Nov. 27,-Dec. 2, 1994. Maruay Garden Hotel, Bangkok, Thailand.
- (33) Wara-Aswapati, P. "Archaeology by Airborne SAR". The first Regional GlobeSAR Workshop, Nov. 27-Dec. 2, 1994. Maruay Garden Hotel, Bangkok, Thailand.
- (34) Wara-Aswapati, P. "An Archaeological Application of Synthetic Apperture Radar (SAR) in Thailand". Geocarto International Vol.10 No. September 3, 1995.

- (35) Wara-Aswapati, P. "An Archaeological Application of Synthetic". The 2nd Regional GlobeSAR Workshop, October 9-12, 1995, Beijing Continental Grand Hotel, Beijing, China
- (36) Wara-Aswapati, P. "An Archaeological Application of Synthetic". International Conference on The 16th Asian Conference on Remote Sensing November 20-24, 1995. Surasammanakharn Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand
- (37) Wara-Aswapati, P. "Geomorphology Study in Southern Northeast" (Research Report to SUT) School of Remote Sensing, Institute of Science, Suranaree University of Technology, 50 p, March 1996.
- (38) Wara-Aswapati, P. "GIS Application for Southern Northeast Resource Management". (Research Report to SUT) School of Remote Sensing, Institute of Science, Suranaree University of Technology, 440 p, December 1996.
- (39) Wara-Aswapati, P. "GlobeSAR Project Site TH-1 : Chaiyaphum Northeastern Thailand". International Symposium : Geomatic in The Era of Radarsat, Ottawa Congress Center Ottawa Canada, 3 p, May 24-30 , 1997.
- (40) Wara-Aswapati, P and Gracia Gracia ,L., "Forest Biodiversity Study in Thailand". Using Remote Sensing Techniques. IEEE 1997 International Geoscience and Remote Sensing Symposium. August 03-08 ,1997. Singapore International Convention & Exhibition Center. Singapore.
- (41) Wara-Aswapati, P. "An Archaeology Study from Space in Thailand". GIS User No.24, August - September 1997 , P.28.
- (42) Wara-Aswapati, P. "Lam Takong Basin in Dry Season", Chalerm Rajchakumalee Library, Amphoe Muang, Nakhon Ratchasima, 9 P. 4 June 1998.
- (43) Wara-Aswapati, P. "Model of Ho Samae San scale of 1:2,500" Under HRH Princess Sirindhon and Royal Thai Navy Project, 3 September 1998.

- (44) Wara-Aswapati, P., Model of Pa Taplan scale of 1:5,000 Under HRH Princess Sirindhon's Initiative on "Plant Genetics Conservation Project" : Seminar on Biology and Ecology Study on The Area of Pa Taplan, Khon Buri Nakhon Ratchasima. Royal Princess Hotel, Nakhon Ratchasima ,19-20 December 1998.
- (45) Wara-Aswapati, O., Wara-Aswapati, P., et al., "Thailand (THVN)", postie session for The 3rd Nationnal Workshop on Vetever. Information Building, Kasetsart University, Bangkok on 14-15 January 1999.¹

¹ cv-pun3.doc/8p