บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่ใช้เป็นกรณีศึกษาคือ อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ จากรายงานสำนักสถิติการเกษตรภาคเหนือ ปี พ.ศ 2539/2540 พบว่ามีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 25,978 ไร่ และพื้นที่ปลูกข้าวไร่ 23,476 ไร่ คิดเป็น 4.4 เปอร์เซ็นต์ และ 37.6 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและพื้นที่ปลูกข้าวไร่ทั้งจังหวัดตามลำดับ ประกอบกับพื้นที่ปลูกข้าวนาปีวางตัวอยู่ในลักษณะภูมิประเทศ 2 รูปแบบคือ นาข้าวในพื้นที่ราบขนาดใหญ่ และนาข้าวในร่องเขาขนาดเล็ก สภาพพื้นที่บริเวณนี้จะค่อนข้างราบเรียบหรือเป็นลูกคลื่นมีความลาดเทไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวไร่อยู่บริเวณไหล่เขาที่มีความลาดชันอยู่ในช่วง 12 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (บัณฑิต และ คณะ, 2536) จากข้อมูลดังกล่าวสามารถแบ่งพื้นที่ปลูกข้าวตามลักษณะภูมิประเทศออกเป็น 3 รูปแบบคือ 1) พื้นที่ปลูกข้าวในที่ราบขนาดใหญ่ 2) พื้นที่ปลูกข้าวในร่องเขาขนาดเล็ก และ 3) พื้นที่ปลูกข้าวไร่บริเวณไหล่เขา จากลักษณะดังกล่าว อำเภออมก๋อยจึงเป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกข้าวที่ดีในการวิจัยเพื่อปรับปรุงวิธีการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกลร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

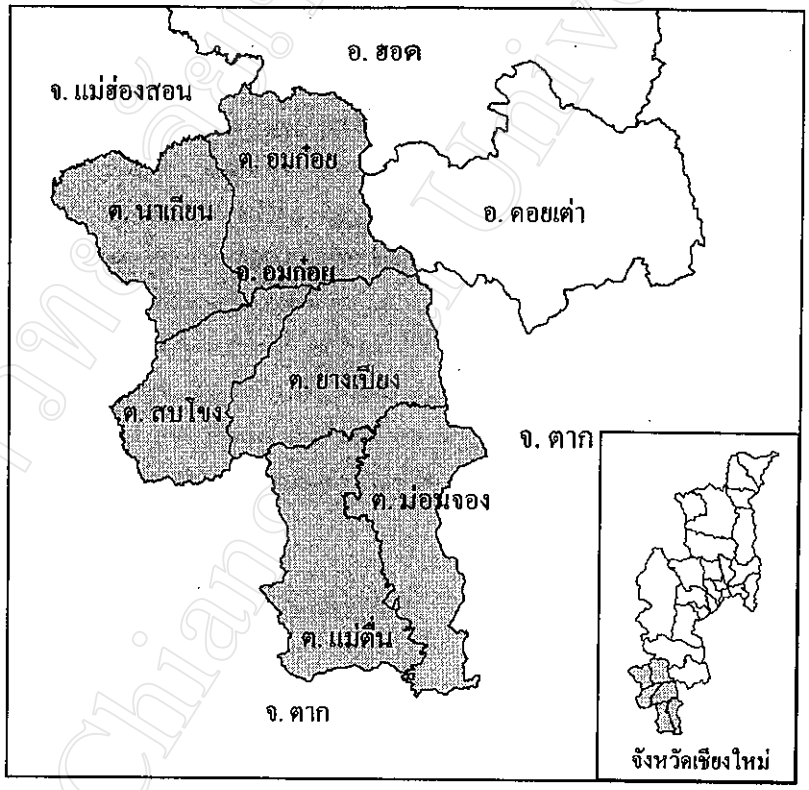
3.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

อำเภออมก๋อยตั้งอยู่ส่วนล่างสุดของจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเส้นละจิจูดที่ 17-18 องศาเหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 98-98.5 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ทั้งหมด 2,764 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจากตัวเมืองจังหวัดเชียงใหม่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นระยะทาง 130 กิโลเมตร แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 6 ตำบลคือ ตำบลอมก๋อย ตำบลนาเกียน ตำบลยางเปียง ตำบลสบโขง ตำบลแม่ตื่น และตำบลม่อนจอง มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียงดังนี้คือ (รูปที่1) ทิศเหนือติดต่อกับอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดตาก ทิศตะวันตกติดต่อกับจังหวัดแม่ฮ่องสอน และทิศใต้ติดต่อกับจังหวัดตาก

3.1.2 ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพ

สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ของอำเภออมก๋อยเป็นภูเขาสลับซับซ้อนปกคลุมไปด้วยป่าไม้ ความสูงของพื้นที่เหนือจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 380-1,800 เมตร มีที่ราบส่วนน้อยอยู่ระหว่างภูเขาและถูกใช้เพื่อการปลูกข้าวเป็นส่วนใหญ่ มีแหล่งน้ำธรรมชาติสำคัญ 3 สายไหลผ่าน คือ แม่น้ำแม่

ตื่น แม่น้ำแม่ต๋อม และแม่น้ำแม่ละมีด มีจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด 110 หมู่บ้าน มีเนื้อที่ถือครองเพื่อใช้ในการเกษตรประมาณห้าหมื่นแปดร้อยไร่ (สำนักงานสถิติการเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2540/2541) ในจำนวนนี้เป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาดำ 25,978 ไร่ พื้นที่ปลูกข้าวไร่ 23,476 ไร่ ในฤดูฝนเกษตรกรปลูกข้าวนาปีและข้าวไร่เป็นหลัก ตามด้วยพืชฤดูที่สองคือ กะหล่ำ คะน้า มะเขือเทศ และพริก ส่วนนาปรังจะปลูกในพื้นที่เขตชลประทานขนาดกลางและและขนาดเล็ก ซึ่งอาศัยน้ำจากโครงการชลประทานขนาดกลางและสถานีสูบน้ำพลังไฟฟ้าตามลำดับ



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

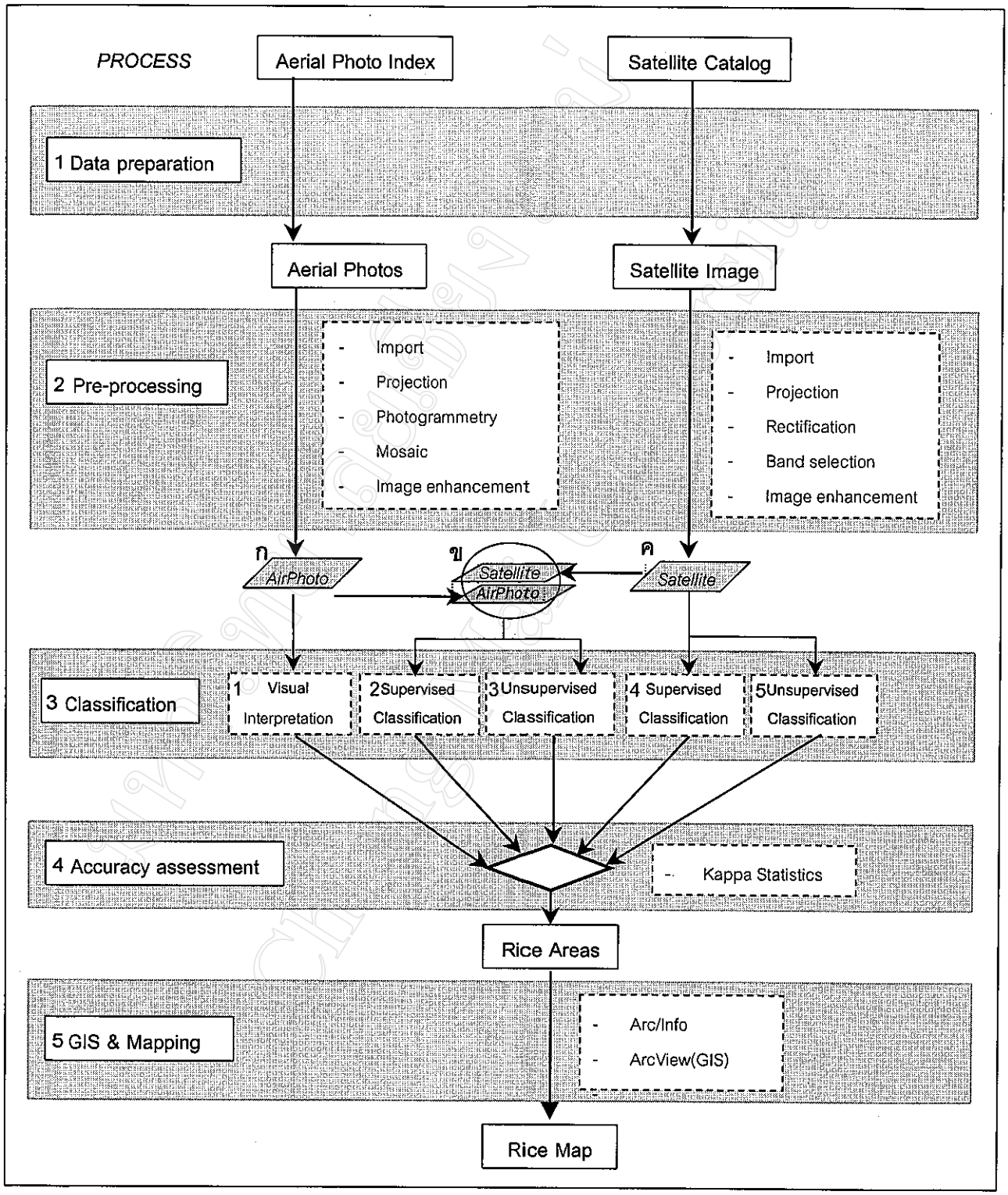
3.2 ขั้นตอนหลักของการศึกษา

เป้าหมายหลักของการศึกษานี้คือ การปรับปรุงวิธีการและเพิ่มความถูกต้องของผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าว รวมทั้งสามารถแสดงตำแหน่งและขนาดของพื้นที่ปลูกข้าวได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกลร่วมกับการประมวลผลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ขั้นตอนหลักของการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมคือ 1) การเตรียมข้อมูล (Data preparation) 2) การจัดการก่อนกรรมวิธีข้อมูล (Pre-processing) 3) การจำแนกข้อมูล (Classification) 4) การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Accessment) และ5) การปรับปรุงข้อมูลและการสร้างแผนที่ (GIS&Mapping) ดังรูปที่ 2

3.2.1 การเตรียมข้อมูล

ก. การเตรียมข้อมูล ภาพดาวเทียม

การเลือกใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT สามารถเลือกภาพตัวอย่างที่ได้จากระบบอินเตอร์เนท (http://userservice.nrct.go.th) โดยผู้สืบค้นสามารถกำหนดเงื่อนไขในการเรียกค้นภาพภาพดาวเทียมของแต่ละรอบการโคจรและเปอร์เซนต์การปกคลุมของเมฆตามที่กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติได้แสดงเป็นปฏิทินการโคจรของดาวเทียมไว้ ข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่พื้นที่ถูกปกคลุมด้วยเมฆมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นอุปสรรคในการวิเคราะห์และศึกษารายละเอียดภายในภาพ เนื่องจากเมฆเป็นสิ่งปิดกั้นค่าการสะท้อนของคลื่นแสงที่จะนำรายละเอียดจากพื้นโลกเข้าสู่ตัวรับสัญญาณบนดาวเทียม ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกภาพที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเมฆต่ำ จะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่ศึกษาได้ดีกว่า งานวิจัยในครั้งนี้พิจารณาข้อมูลภาพที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเมฆต่ำกว่า 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ณ ตำแหน่ง Path 131 Row 48 ทุก 16 วันในรอบปีระหว่างปี พ.ศ. 2531 ถึง 2540 เพื่อใช้ในการจำแนกที่ปลูกข้าว ผลการตรวจสอบข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM จากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พบว่าข้อมูลภาพจากดาวเทียมบันทึกวันที่ 16 พฤศจิกายน 2540 สามารถนำมาใช้จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวนาปี และข้าวไร่ ซึ่งเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่บันทึกภาพได้ ข้อมูลภาพดาวเทียมถูกจัดเก็บในรูปแบบ BSQ (Band Sequential) อยู่ในเทป Exabyte ขนาด 8 ม.ม จากนั้นนำเข้าให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรม ER mapper สามารถประมวลผลได้



รูปที่ 2 ขั้นตอนหลักในการศึกษา

ข. การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

การเลือกข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน พิจารณาจากข้อมูลภาพที่ทำการบันทึกปีล่าสุด มีมาตราส่วนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ และความสัมพันธ์ระหว่างรายละเอียดและมาตราส่วนของแผนที่ รายละเอียดของข้อมูลสามารถตรวจสอบได้จากตารางการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศของกรมแผนที่ทหาร จากการตรวจสอบข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศบริเวณอำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ บันทึกโดยกรมแผนที่ทหาร มีมาตราส่วน 1:50,000 บันทึกภาพช่วงเดือนธันวาคม 2538 ถึงเดือนมกราคม 2539 โดยกล้องรุ่น WILD RMK TOP 15 ระยะโฟกัส 153.135 มิลลิเมตร ภาพถ่ายมีขนาด 9x9 นิ้ว มี fiducial mark จำนวน 8 จุด แนวของการบินบันทึกภาพ (flight line) อยู่ในแนวเหนือใต้ มีทั้งหมด 8 แนวบิน จากนั้นนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศให้อยู่ในรูปข้อมูลภาพเชิงตัวเลขโดยวิธีการ Scan โดยอาศัยเครื่องกราดภาพ (Scanner) รุ่น ScanPlus III 800T ในระดับความละเอียดที่ 200 dpi (dot per inch) กำหนดค่าความส่องสว่าง (brightness) อยู่ในช่วง 50–90 และค่าความคมชัด (contrast) ในช่วง 55–70 ภาพถ่ายที่อยู่ในแนวบินเดียวกันควรกำหนดค่าความส่องสว่างและค่าความคมชัดเท่ากัน เพื่อข้อมูลภาพที่มีความชัดเจนอย่างสม่ำเสมอและสะดวกในขั้นตอนการเชื่อมต่อภาพ (orthophoto mosaic) ภาพมีจำนวนทั้งหมด 62 ภาพ ถูกจัดเก็บในรูปแบบ TIFF ซึ่งโปรแกรม ER mapper สามารถนำเข้าให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมสามารถประมวลผลได้

3.2.2 กรรมวิธีก่อนการจำแนกรายละเอียดข้อมูล

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลและการจำแนกรายละเอียดข้อมูล คือการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลเพื่อความชัดเจนของค่าการสะท้อนรังสีของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท และความถูกต้องของรายละเอียดในเชิงตำแหน่ง แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนได้แก่ 1. การจัดการรายละเอียดข้อมูล (data arrangement) 2. การปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (Image rectification) 3. การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล (Image enhancement) และ 4. การตรวจสอบภาคสนาม (field check)

ก. การจัดการรายละเอียดข้อมูล

การจัดรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ทั้งหมด 7 ช่วงคลื่น (bands) ขนาดรายละเอียด (resolution) 30 เมตร บันทึกข้อมูลวันที่ 16 พฤศจิกายน 2540 อยู่ในช่วงปลายฤดูปลูกข้าวนาปี ข้อมูลภาพมีขนาด 183 x 172 ต.ร.กม อยู่ใน path 131 row 48 เมื่อผ่านขั้นตอนการนำเข้าโดยโปรแกรม ER Mapper ข้อมูลต้นฉบับ (raw data) ขนาด 1 Bulk full scene ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ 280

MB การจัดการข้อมูลพื้นฐานของข้อมูลภาพคือ กำหนดพื้นหลักฐาน (datum) เป็น Indian 75, ระบบพิกัด (coordinate system) คือ NUTM (North/Universal Transverse Mercator) และกริดโซน (grid zone) เท่ากับ 47 , ขนาดข้อมูลภาพ (row-column) เท่ากับ 6920 x 5728 มีหน่วยการจัดการภาพ (unit) เป็นเมตร และขนาดจุดภาพ (cell size) เท่ากับ 30 เมตร,

ส่วนการจัดการรายละเอียดข้อมูลพื้นฐานภาพถ่ายทางอากาศ กำหนดพื้นหลักฐาน เป็น Indian 75, ระบบพิกัด คือ NUTM กริดโซน เท่ากับ 47 หน่วยการจัดการภาพเป็นเมตร และขนาดของจุดภาพเท่ากับ 7 เมตร ข้อมูลแต่ละภาพใช้พื้นที่จัดเก็บ เท่ากับ 3.4 Mb รวมทั้งหมด 62 ภาพ ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล 211 Mb

ข. การปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง

ขั้นตอนการปรับแก้เชิงตำแหน่งข้อมูลภาพจากดาวเทียม ใช้วิธีการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Errors, RMSE) แบบ Image to map rectification โดยการวางจุดควบคุมภาคพื้น (ERDAS, 1991) ให้กระจายกันทั่วทั้งพื้นที่ข้อมูลภาพเป็นอย่างน้อยจำนวน 50 จุด ซึ่งอ้างอิงค่าพิกัดตำแหน่งจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร (reference data) หรืออ้างอิงจากการสำรวจรังวัดพิกัดในภาคสนาม ด้วยระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System, GPS) หรือจากพิกัดของข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ทำการปรับแก้ให้มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งแล้ว ซึ่งจะเป็นการแก้แบบ Image to image rectification โดยวิธีนี้ใช้สำหรับการปรับแก้เชิงตำแหน่งของข้อมูลสำหรับการจำแนกพื้นที่ข้าวนาปรัง ค่าความคลาดเคลื่อนที่ถูกปรับจะคำนวณได้จากชุด GCPs ด้วย Least mean square regression ผลการคำนวณจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำมาประกอบการคำนวณหาค่า RMSE เป็นสมการโพลีโนเมียล ซึ่งค่า RMSE จะเป็นค่าระบุเกณฑ์การยอมรับได้ของความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการปรับแก้แต่ละภาพ โดยปกติค่า RMSE ต้องไม่เกินขนาดรายละเอียด (resolution) ของข้อมูลภาพ ในกรณีนี้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM มีความละเอียดเท่ากับ 30 เมตร

ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเชิงตัวเลขที่ถูกนำเข้าแล้ว โดยปกติมีความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งไม่ว่าจะเกิดจากภายในระบบบันทึกข้อมูลเอง (interior errors) เช่น ความไม่สมบูรณ์ของเลนส์บันทึกภาพ (lens distortion) หรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากภายนอกระบบบันทึกข้อมูล (exterior errors) เช่น การเอียงของแกนกล้องหรือเครื่องบินขณะทำการบันทึก ที่เป็นได้ทั้งแนวแกน X และ Y รวมถึงความสูงต่ำของภูมิประเทศ (relief displacement) ในแนวแกน Z ความคลาดเคลื่อนเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการปรับแก้ เพื่อให้ข้อมูลเสมือนอยู่ในแนวระนาบ หรือที่เรียกว่าภาพ Orthophoto เมื่อข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศผ่านขั้นตอนการนำเข้าแล้ว จะได้รับการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง เรียกว่าวิธี

Othrorectification แบบปกติ ด้วยโปรแกรม ER Mapper 6.0 (ER Mapper, 1998b) ซึ่งต้องอาศัยข้อมูล 3 ประเภทคือ 1. ข้อมูลการปรับแก้กล้องที่บันทึกภาพ (Camera calibration information) อันประกอบด้วย ชื่อและชนิดของกล้อง ระยะโฟกัส ขนาดของภาพ ระยะทางจุดควบคุมภาพ (fiducial point offset) และจำนวน fiducial mark 2. แบบจำลองสภาพภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) และ 3. ข้อมูลจุดควบคุมภาคพื้น ซึ่งกำหนดตำแหน่งจากข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งแล้ว ระดับการยอมรับความถูกต้องของข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศพิจารณาจากค่า RMSE ของจุดควบคุมต้องมีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของรายละเอียดจุดภาพของข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (น้อยกว่า 7 เมตร)

ค. การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล

ขั้นตอนของการปรับปรุงคุณภาพข้อมูล เป็นการทำให้ข้อมูลภาพมีความชัดเจนด้วยวิธีการปรับความชัดเจนของค่าการสะท้อนรังสีของข้อมูลในแต่ละแบนด์ให้มีการกระจายตัวที่ดีขึ้น เพื่อแสดงความแตกต่างของพื้นที่ปลูกข้าวและพื้นที่อื่นอย่างชัดเจนด้วยวิธีการสร้างภาพสีผสม โดยเลือกช่วงคลื่นที่มีคุณสมบัติเด่นชัดสำหรับการวิเคร าะห์และสามารถแยกพื้นที่ปลูกข้าวออกจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ โดยกำหนดจำนวน 3-4 ช่วงคลื่น ผ่านแม่สีแสงหลัก คือ แดง (red) เขียว (green) น้ำเงิน (blue) และ Intensity จะทำให้ทราบว่าช่วงคลื่นใดมีคุณภาพในการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวได้ดี ซึ่งถือเป็นขั้นตอนหนึ่งของการปรับปรุงคุณภาพข้อมูล โดยพิจารณาประกอบกับข้อมูลค่าความถี่สะสม (histogram) ของการสะท้อนช่วงคลื่นและปรับให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมด้วยวิธี linear stretching และ histogram equalization ซึ่งจะเป็นผลให้ค่าข้อมูลในภาพมีการกระจายออกในสัดส่วนที่ต่อเนื่องเท่า ๆ กันบนพื้นฐานของสมการเส้นตรง (linear equation) และที่ไม่ใช่เส้นตรง (non-linear equation) ตามลำดับเพื่อสร้างเป็นภาพใหม่ที่ชัดเจนกว่า ส่วนการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสามารถเชื่อมต่อและปรับค่าความชัดเจนเข้าด้วยกันด้วยวิธี orthophoto mosaic (Arnold, 1997) และ Color Balancing (ER Mapper, 1998b) ตามลำดับ ก่อนที่จะนำไปจำแนกรายละเอียดต่อไป

ง. การตรวจสอบภาคสนาม

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามจะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนการจำแนกข้อมูลภาพจากดาวเทียม เนื่องจากเป็นหลักฐานที่ใช้อ้างอิงข้อมูลประเภทการใช้ที่ดินในขั้นตอนการจำแนก ขั้นตอนแรกคือการกำหนดจุดสำรวจจากข้อมูลภาพดาวเทียมบริเวณมีความสงสัยหรือไม่ทราบความหมาย เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนรังสีและลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุม ณ ตำแหน่งที่กำหนดไว้โดยอาศัยอุปกรณ์รังวัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) เพื่อนำทางไปสู่จุดที่ต้องการ

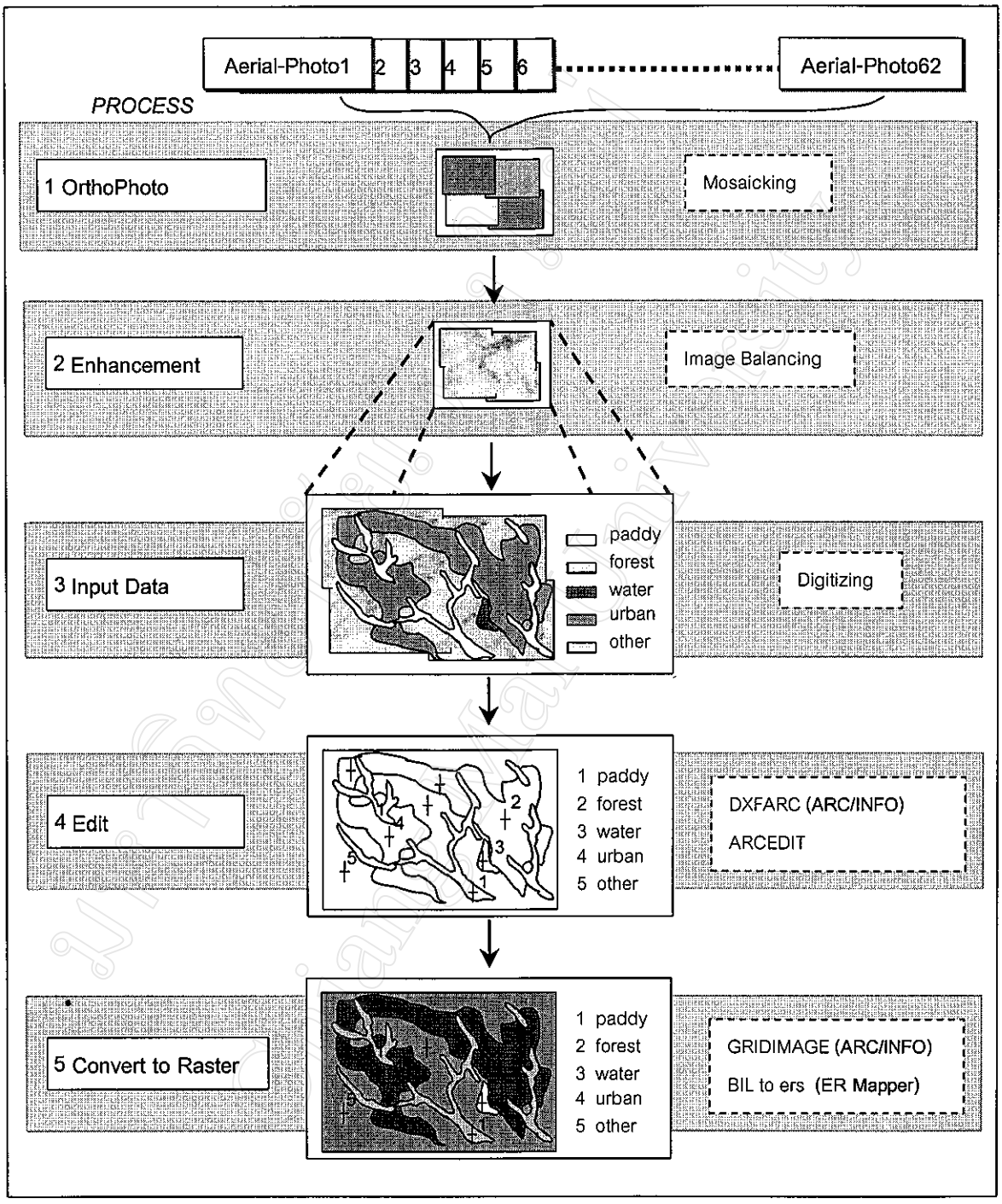
ทราบความหมาย (waypoint navigator) โดยกำหนดคู่พิกัด x, y ที่เป็นตัวแทนจุดที่ต้องการตรวจสอบลงใน GPS (Trimble, 1996) ประกอบกับแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 แล้วเก็บบันทึกลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณนั้น จากนั้น นำข้อมูลตำแหน่งที่บันทึกได้มาทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของข้อมูลจุด โดยอาศัยโปรแกรม Pathfinder เพื่อปรับปรุงตำแหน่งที่รังวัดได้ให้มีความถูกต้องแม่นยำขึ้น โดยอ้างอิงพิกัดหมุดอ้างอิง (Base) ที่ทราบตำแหน่งแน่นอนและบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน เรียกวิธีการนี้ว่า differential correction (Trimble, 1999) จุดสำรวจที่ทราบลักษณะการใช้ที่ดินดังกล่าวจะช่วยในการจำแนกเมื่อทำการซ้อนทับลงบนข้อมูลภาพดาวเทียม

3.2.3 การจำแนกรายละเอียดข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ทำการจำแนกพื้นที่นาข้าวจากข้อมูลสามกลุ่มหลักคือ จำแนกจากภาพถ่ายทางอากาศ จำแนกจากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงคลื่น 1, 3, 5 และจำแนกโดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียม แบ่งวิธีการในการจำแนกออกเป็น 5 วิธีการ (รูปที่2) มีรายละเอียดดังนี้คือ

วิธีการที่ 1 การจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา (visual Interpretation) การจำแนกด้วยวิธีนี้ เริ่มจากนำภาพที่เชื่อมต่อกันแล้วมาจำแนกด้วยสายตาจากการแสดงภาพบนจอคอมพิวเตอร์ และนำเข้าข้อมูลเส้นขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการดิจิไทซ์จากหน้าจอ ในรูปแบบข้อมูลเชิงเส้น (vector file) จากนั้นส่งข้อมูลออกในรูปแบบ Data Exchange Format: DXF ถูกจัดเก็บข้อมูลเวคเตอร์ในรูปแบบ ASCII หรือ binary สามารถนำเข้าสู่โปรแกรม ARC/INFO เพื่อปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูลลายเส้นและฐานข้อมูลภายใน สามารถจัดแบ่งกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภทคือ หมายเลข 1 หมายถึงนาข้าว 2 หมายถึงพืชไร่และพื้นที่อื่นๆ หมายเลข 3 หมายถึงป่าไม้ หมายเลข 4 หมายถึงชุมชน หมายเลข 5 หมายถึงแหล่งน้ำ จากนั้นแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบราสเตอร์ โดยคำสั่ง POLYGRID และ GRIDIMAGE ตามลำดับ เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องในลำดับต่อไป แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3

วิธีการที่ 2 จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเพียงอย่างเดียวด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม (supervised classification) แบ่งวิธีการออกเป็นสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยทั่วไปจากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมช่วงคลื่น 5431/RGBIntensity ขั้นตอนที่สองคือการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลช่วงคลื่น 153/RGB ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลแบบควบคุม



รูปที่ 3 ขั้นตอนการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายทางอากาศ

(supervised classification) ด้วยวิธีการคำนวณแบบ Maximum Likelihood Standard เริ่มจากการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างจากข้อมูลการสำรวจภาคสนามและการรู้จักพื้นที่ แบ่งกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างออกเป็นห้ากลุ่มหลัก คือ กลุ่มที่1 พื้นที่ปลูกข้าว ประกอบด้วยพื้นที่ตัวอย่างของพื้นที่นาข้าวที่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว และนาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้วปล่อยทิ้งร้าง กลุ่มที่2 พื้นที่ปลูกพืชไร่และพื้นที่อื่นๆ ประกอบด้วยพื้นที่ตัวอย่างของพื้นที่ปลูกพืชไร่และทุ่งหญ้ารกร้าง กลุ่มที่ 3 พื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้น ประกอบด้วยพื้นที่ตัวอย่างของพื้นที่ป่าดิบเขาและป่าเต็งรังผสมสนและไม้ยืนต้น กลุ่มที่ 4 พื้นที่ชุมชน ประกอบด้วยพื้นที่ตัวอย่างของพื้นที่ชุมชน ถนน พื้นที่ดินว่างเปล่า และกลุ่มที่ 5 พื้นที่แหล่งน้ำ จากนั้นนำผลการจำแนกมาจัดกลุ่มรวมเป็นห้ากลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก

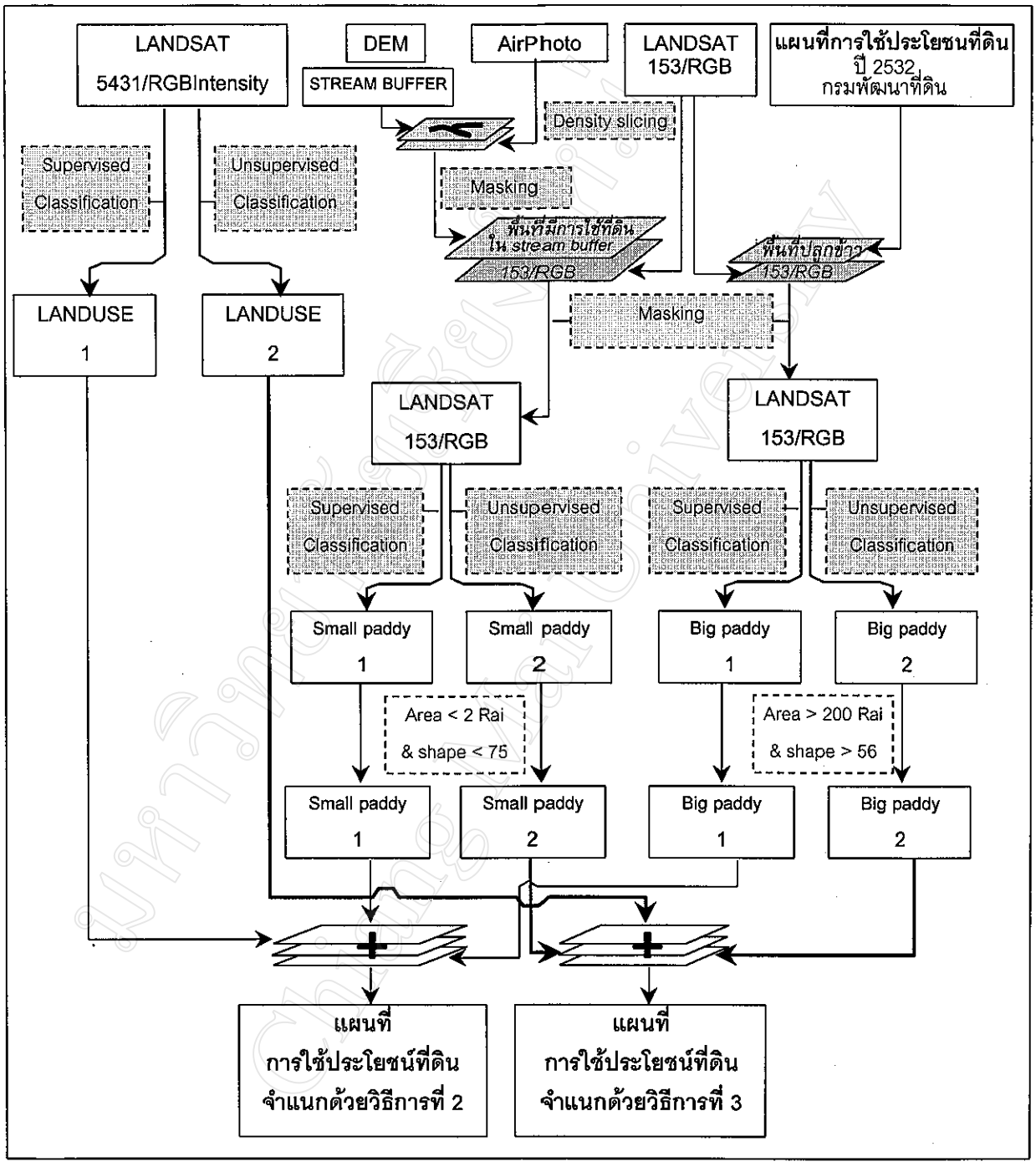
ขั้นตอนที่สองแบ่งการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวตามลักษณะภูมิประเทศและขนาดพื้นที่ออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือนาข้าวขนาดใหญ่ จากการนำพื้นที่ปลูกข้าวที่แยกจากชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2532) มาซ้อนทับกับข้อมูลภาพดาวเทียม เพื่อแยกข้อมูลภาพดาวเทียมมาทำการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ภายในขอบเขตดังกล่าว จากนั้นปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูลด้วยโปรแกรม ARC/INFO เพื่อทำการเชื่อมต่อนาข้าวให้เป็นผืนใหญ่ (ใช้คำสั่ง EXPAND and SHRINK) (ESRI, 1994a) แล้วกำหนดเงื่อนไขการแยกเก็บพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ไว้ คือ ต้องมีพื้นที่มากกว่า 200 ไร่ และค่าคงรูปร่างต้องมากกว่า 56 ตารางเมตร/เมตร รูปร่างของแปลงนาคำนวณจากสัดส่วนระหว่าง พื้นที่ (area) กับเส้นรอบรูป (perimeter) ของแต่ละพื้นที่ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้โปรแกรม ARC/INFO

ส่วนที่สองคือจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กจากการนำข้อมูลภาพดาวเทียมช่วงคลื่น 153RGB ไปวิเคราะห์เชิงซ้อนทับร่วมกับชั้นข้อมูลเขตสองฟากลำน้ำ (stream buffer) ขยายออกไปด้านข้างทั้งสองด้านเป็นระยะทาง 120 เมตร ของลำน้ำอันดับ 2-6 เหตุผลในการใช้เขตสองฟากลำน้ำในการวิเคราะห์ร่วมด้วย เนื่องจากมักพบพื้นที่นาในร่องเขาขนาดเล็กในจังหวัดเชียงใหม่ในบริเวณแคบ ๆ สองฟากลำน้ำสาขา การสร้าง stream buffer จึงต้องอาศัยข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) เพื่อสร้างลำน้ำสาขาลำดับต่างๆ ทั้งหมด 7 อันดับ อันดับที่ 1 คือลำน้ำขนาดย่อยสุด (อยู่ต้นน้ำ) และอันดับที่ 7 เป็นอันดับสุดท้ายที่น้ำไหลมารวมกันเป็นลำน้ำใหญ่สุดในพื้นที่ ที่ราบสองฝั่งลำน้ำอันดับ 7 ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่นาขนาดใหญ่ที่สามารถจำแนกได้ไม่ยากนักโดยกรรมวิธีข้างต้น และตัดลำน้ำลำดับที่ 1 ออกเนื่องจากอยู่บริเวณยอดเขาหรือต้นของลุ่มน้ำ การแยกพื้นที่นาในร่องเขาขนาดเล็กบริเวณสองฟาก

ลำน้ำอันดับ 2-6 ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นประกอบด้วยพื้นที่นาและพื้นที่การเกษตรประเภทอื่น จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงโดยการกำหนดเงื่อนไขให้ขนาดพื้นที่ต้องไม่ต่ำกว่า 2 ไร่ และค่าคงรูปร่างต้องมีค่าต่ำกว่า 75 ตารางเมตร/เมตร แล้วจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลนาขนาดเล็ก จากนั้นจึงนำพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดรวมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จำแนกไว้ในขั้นตอนแรก แล้วสร้างเป็นชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ดินของพื้นที่ศึกษา แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ดังรูปที่ 4

วิธีการที่ 3 จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเพียงอย่างเดียวด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification) มีวิธีปฏิบัติคล้ายกับวิธีการที่ 2 แต่แตกต่างกันตรงที่การเปลี่ยนวิธีการจำแนกจากการจำแนกแบบควบคุม เป็นวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม โดยใช้เทคนิค ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) ในขั้นตอนแรกกำหนดจำนวนครั้งในการทำซ้ำ (iteration)เท่ากับ 100 ครั้ง เปอร์เซนต์ความคงที่ของผลการจำแนก (percent unchanged) เท่ากับ 98% จำนวนกลุ่มข้อมูล (class) ที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนก (number of class) เท่ากับ 150 ชั้นข้อมูล ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูล เท่ากับ 0.1 และความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูล (minimum distance to mean) เท่ากับ 0.3 ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกำหนดความละเอียดของผลการจำแนกแบบไม่ควบคุม จากนั้นจึงยุบรวมเป็นชั้นข้อมูลประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบด้วยนาข้าว พืชไร่และพื้นที่อื่นๆ ป่าไม้ ชุมชน และแหล่งน้ำ ส่วนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวในขั้นตอนที่สองกำหนดจำนวนครั้งในการทำซ้ำ เท่ากับ 100 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนก เท่ากับ 98% จำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนก เท่ากับ 100 ชั้นข้อมูล ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูลและความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลกำหนดคงเดิม แล้วนำข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวทั้งสองส่วนเข้าสู่โปรแกรม ARC/INFO เพื่อแยกพื้นที่จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กและขนาดใหญ่โดยใช้เงื่อนไขเดียวกับวิธีการที่ 2 จากนั้นนำผลการจำแนกทั้งหมดมารวมกันสร้างเป็นชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ดังรูปที่ 4

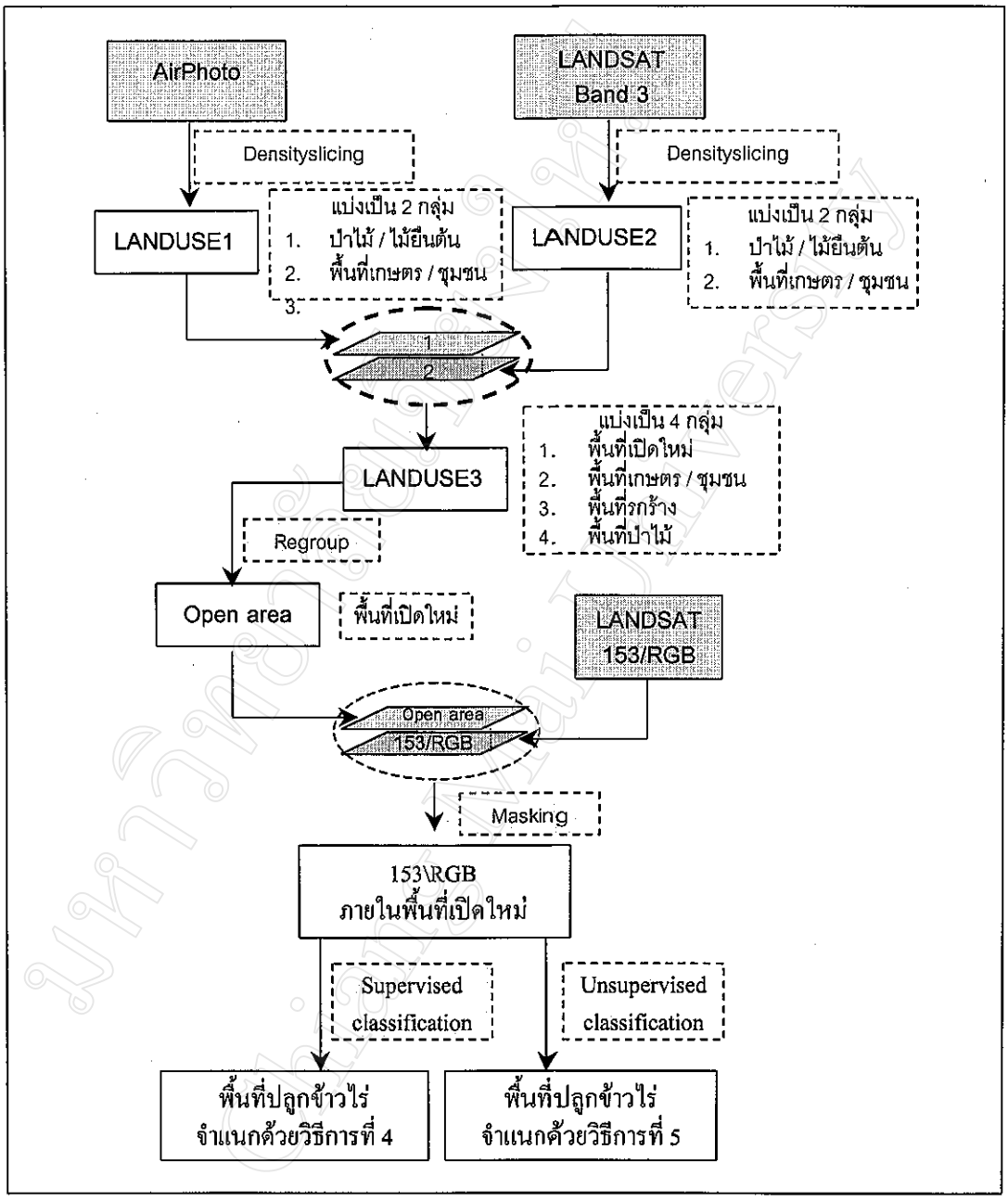
วิธีการที่ 4 จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากการวิเคราะห์ร่วมกันของข้อมูลภาพดาวเทียมและข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม แบ่งขั้นตอนการจำแนกออกเป็นสามขั้นตอน ขั้นตอนแรกวิเคราะห์เช่นเดียวกับวิธีการที่ 2 ส่วนขั้นตอนที่สองแบ่งพื้นที่ที่สนใจออกเป็นสามส่วน ส่วนที่หนึ่งคือการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็ก โดยนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศมาร่วมในการจำแนก เนื่อง



รูปที่ 4 ขั้นตอนการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ

จากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสามารถให้รายละเอียดของพื้นที่นาขนาดเล็กในร่องเขาชัดเจนกว่าภาพถ่ายดาวเทียม ดังนั้นจึงนำเอาชั้นข้อมูลพื้นที่ขนาดเล็กในร่องเขาที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการ density slicing กำหนดช่วงค่าการสะท้อนของพื้นที่ปลูกข้าวเท่ากับ 120-255 ไปซ้อนทับกับข้อมูลภาพดาวเทียม เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุมภายในพื้นที่ดังกล่าว แล้วทำการปรับปรุงพื้นที่ปลูกข้าวด้วยโปรแกรม ARC/INFO ด้วยเงื่อนไขขนาดพื้นที่ต้องไม่ต่ำกว่า 2 ไร่ และรูปร่าง (shape) มีค่าต่ำกว่า 75 ตรม./ม. รูปร่างของแปลงนา ส่วนที่สองคือการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ ซึ่งจำแนกด้วยวิธีการเดียวกันกับวิธีการที่ 2 และกำหนดเงื่อนไขพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ต้องมีขนาดใหญ่กว่า 200 ไร่ และค่ารูปร่างมากกว่า 56 ตรม./ม. แล้วจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลนาข้าวขนาดใหญ่

ส่วนที่สามคือการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวไร่ (รูปที่5) ในขั้นต้นนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่ได้รับการปรับแก้เชิงตำแหน่งแล้วมาทำการจำแนกค่าการสะท้อนออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือกลุ่มที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทางเกษตรและกลุ่มที่เป็นพื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้น โดยใช้วิธีแยกชั้นข้อมูลตามการสะท้อนคลื่นแสงที่กำหนด (density slicing) ให้เหลือเพียง 2 ชั้นข้อมูล นำภาพถ่ายทางอากาศ (ธ.ค. 39) ที่ถูกแยกช่วงข้อมูลเป็น 2 กลุ่มการใช้ที่ดินหลักแล้ว มาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับร่วมกับข้อมูลภาพจากดาวเทียม (พ.ย.40) ที่ถูกแยกเป็น 2 กลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้วเช่นเดียวกันจากช่วงคลื่นที่ 3 (red visible, 0.63-0.69 μm) ผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นหน่วยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 4 ประเภทคือ (1) พื้นที่เกษตรรกร้าง ซึ่งเป็นผลมาจากพื้นที่เกษตรปี 39 กลายเป็นพื้นที่ป่าไม้ปี 40 (2) พื้นที่เกษตรถาวร ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรทั้งในปี 39 และปี 40 และพื้นที่ชุมชน (3) พื้นที่เกษตรหมุนเวียน ซึ่งเกิดจากพื้นที่ป่าไม้ปี 39 กลายเป็นพื้นที่เกษตรปี 40 และ (4) พื้นที่ป่าไม้และไม้ยืนต้นถาวร จากนั้นแยกพื้นที่เกษตรหมุนเวียนที่ถูกเปิดใหม่อีกครั้งในปี 2540 ออกจากชั้นข้อมูลอื่น พื้นที่ที่แยกมาได้จะเป็นพื้นที่ปลูกข้าวไร่ พื้นที่ปลูกพืชไร่ที่มีการขยายพื้นที่ใหม่และถนนที่มีการเปิดพื้นที่ใหม่เพื่อขยายถนน จากนั้นนำเข้าโปรแกรม ARC/INFO เพื่อแยกพื้นที่ปลูกข้าวไร่ออกโดยใช้หลักเกณฑ์ว่าพื้นที่ข้าวไร่จะต้องมีขนาดน้อยกว่า 150 ไร่ ค่ารูปร่างมากกว่า 15 ตารางเมตร/เมตร เพื่อแยกพื้นที่ขยายถนนออกไป จากนั้นจึงนำพื้นที่ที่เหลือไปครอบ (mask) ลงบนข้อมูลภาพดาวเทียมในช่วงคลื่น 1,3 และ 5 แล้วนำไปจำแนกแบบควบคุมและจึงยุบรวมชั้นข้อมูลลงจนได้จำนวนชั้นที่ต้องการ ขั้นตอนสุดท้ายคือการรวมผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก พื้นที่ปลูกข้าวไร่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นเข้าด้วยกัน



รูปที่ 5 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวไร่จากการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ

วิธีการที่ 5 จำแนกพื้นที่ปลูกข้าวจากการวิเคราะห์ร่วมกันของข้อมูลภาพดาวเทียมและข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม อาศัยกระบวนการจัดการข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลภาพดาวเทียมเช่นเดียวกับวิธีการที่ 4 แต่เปลี่ยนวิธีการจำแนกแบบควบคุมเป็นวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม โดยใช้เทคนิค ISODATA กำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนก เท่ากับ 100 ชั้นข้อมูล เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ส่วนการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดเล็กและพื้นที่ปลูกข้าวไร่ กำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลที่กำหนดให้โปรแกรมจำแนก เท่ากับ 50 ชั้นข้อมูล โดยตัวแปลอื่นๆ กำหนดเท่ากันคือ จำนวนครั้งในการทำซ้ำ เท่ากับ 100 ครั้ง เปอร์เซนต์ความคงที่ของผลการจำแนก เท่ากับ 98% ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูล เท่ากับ 0.1 และความแตกต่างที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูล เท่ากับ 0.3 จากนั้นจึงยุบรวมลงจนได้จำนวนชั้นข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวไร่ ขั้นตอนสุดท้ายคือการรวมผลการจำแนกพื้นที่ปลูกข้าวขนาดใหญ่ขนาดเล็ก พื้นที่ปลูกข้าวไร่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินทุกประเภทเข้าด้วยกัน

3.2.4 การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy assessment)

ผลการจำแนกทั้ง 5 วิธีการ ถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ด้วยการกำหนดจุดสำรวจของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทด้วยวิธีการสุ่ม กำหนดจำนวนจุดสำรวจจากมากไปหาน้อยตามลำดับความสำคัญของการใช้ประโยชน์ที่ดินตามวัตถุประสงค์ และขนาดของพื้นที่เป็นจำนวน 476 จุด จากนั้นออกตรวจสอบภาคสนาม โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศประกอบในการตรวจสอบ เนื่องจากข้อมูลจุดมีจำนวนมาก และบางจุดเข้าถึงได้ยาก แล้วนำผลการตรวจสอบที่ได้มาสร้างเป็นตาราง Error matrix แสดงค่าความถูกต้องของผลการจำแนกของแต่ละวิธีการ ซึ่งจะได้รายงานในผลการศึกษาต่อไป

3.2.5 การปรับปรุงข้อมูลด้วย GIS และการทำแผนที่ (GIS & Mapping)

ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวที่ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง และมีความถูกต้องสูงที่สุดจะถูกแปลงเป็นข้อมูลเวคเตอร์ในรูปแบบ coverage เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้วยโปรแกรม Arc/Info เนื่องจากโครงสร้างของข้อมูลในรูปแบบราสเตอร์มีรูปแบบเป็นเหลี่ยมจึงต้องปรับปรุงรูปร่างของขอบเขตพื้นที่ปลูกข้าวให้มีความโค้งเอียงตามธรรมชาติของพื้นที่ปลูกข้าว โดยใช้คำสั่ง SPLINE (ESRI, 1994b) กำหนดระยะทางที่น้อยที่สุดในการปรับเส้นเข้าหากัน (GRAIN) เท่ากับ 20 และปรับปรุงฐานข้อมูล (Attribute) ของ coverage ให้มีความสมบูรณ์ จากนั้นอาศัยโปรแกรม ArcView ช่วยในขั้นตอนการทำแผนที่พื้นที่ปลูกข้าวของพื้นที่ศึกษา