บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เป็นกระบวนการได้มาซึ่งข้อมูลหรือคุณสมบัติของวัตถุ พื้นที่ หรือ ปรากฏการณ์ โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์นั้น การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล แบ่งขั้นตอนหลักเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีลำดับการทำงานดังนี้ คือ ในขั้นตอนของการบันทึกข้อมูล แหล่งพลังงานจะปลดปล่อยพลังงาน เกิดการรวมตัวกันของพลังงานในชั้นบรรยากาศ พลังงานเกิดการปฏิสัมพันธ์กับวัตถุบนผิวโลก จากนั้นเกิดการสะท้อนค่าพลังงานคืนกลับสู่บรรยากาศ อากาศยานที่ติดตั้งเครื่องบันทึกพลังงานจะรับค่าพลังงานนั้นแล้วแปลงข้อมูลที่ได้มาให้อยู่ในรูปแบบของระบบตัวเลข จากนั้นข้อมูลที่อยู่ในระบบตัวเลขจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อจำแนกและแปลความหมาย ปรับแก้ความถูกต้องของการแปลความหมายและความถูกต้องเชิงตำแหน่งโดยอ้างอิงจากแผนที่หรือการสำรวจภาคสนาม ต่อมาเป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งในรูปแบบแผนที่และตาราง จัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ส่วนขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การนำเสนอต่อผู้ใช้เพื่อประกอบในกระบวนการตัดสินใจ (Lillesand and Kiefer, 1994)

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมขององค์การนาซ่า ตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อเดือนกันยายน 2514 ภายใต้การดำเนินงานและประสานงานของกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และได้ดำเนินการจัดตั้งสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ที่เขตลาดกระบังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 และได้ทำการปรับปรุงสถานีให้มีความสามารถในการรับข้อมูลที่มีรายละเอียดสูงจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ Thematic Mapper (TM) ดาวเทียม SPOT ในระบบ High Ressolution Visible (HRV) และดาวเทียม MOS-1 (Marine Observation Sattellite) ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อการสำรวจทรัพยากรและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น (กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, 2532)

เทคนิคการสำรวจระยะไกล แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบ Passive Remote Sensing และระบบ Active Remote Sensing

ระบบ Passive Remote Sensing (PRS)

เป็นเทคนิคการสำรวจระยะไกลที่อาศัยแหล่งพลังงานจากธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ (Lillesand and Kiefer, 1994)

การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมสามารถดำเนินการได้โดยใช้ระบบ PRS ดังกล่าว ดังเช่น สุวิทย์ และคณะ (2525) ได้ศึกษาการใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติในประเทศไทยโดยใช้ภาพดาวเทียม Landsat 3 ในช่วงคลื่นที่ 4, 5, 6 และ 7 ที่บันทึกได้ในขณะเกิดน้ำท่วม วิเคราะห์และแปลภาพเปรียบเทียบกับภาพในช่วงฤดูแล้งด้วยสายตา (Visual Interpretation) สามารถแยกขอบเขตน้ำท่วมที่ไม่สลับซับซ้อน เช่น บริเวณริมตลิ่งและบริเวณที่ราบน้ำท่วมไม่ถึง สำหรับบริเวณที่น้ำท่วมน้อยหรือพื้นที่มีความชื้นในช่วงฤดูแล้ง บริเวณภูมิประเทศที่มีความสูงสลับซับซ้อน และสภาพพื้นที่ที่มีเรือนยอดไม้ปกคลุม ไม่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจน ปัญหาที่สำคัญคือข้อมูลภาพดาวเทียมมีเมฆปกคลุม ทำให้ไม่มีข้อมูลส่วนที่อยู่ต่ำกว่าเมฆ ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นเช่นเดียวกันกับการใช้ภาพดาวเทียม Landsat ระบบ TM ในการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมบริเวณลุ่มน้ำป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสุภาพิศ (2538) เนื่องจากข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นสั้น ทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลที่อยู่ใต้กลุ่มก้อนเมฆในช่วงฤดูฝนได้

ข้อมูลที่ได้จากระบบการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นสั้น เช่น ในช่วงคลื่น Visible ถึงช่วงคลื่น Mid-Infared ของดาวเทียม Landsat หรือดาวเทียม SPOT สามารถใช้ในการศึกษาพื้นที่น้ำท่วมได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามเมฆเป็นอุปสรรคสำคัญที่จำกัดการใช้ข้อมูล เนื่องจากก้อนเมฆเป็นกลุ่มของหยดน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวช่วงคลื่น Visible ดังนั้นการใช้คลื่นสัญญาณที่มีความยาวช่วงคลื่นยาวกว่าขนาดของหยดน้ำในก้อนเมฆจึงสามารถทะลุก้อนเมฆไปยังวัตถุได้ (Verbyla, 1995)

ระบบ Active Remote Sensing (ARS)

เป็นการสำรวจระยะไกลที่อาศัยแหล่งพลังงานที่ระบบบันทึกข้อมูลสร้างขึ้นเพื่อส่งออกไปยังวัตถุและสะท้อนกลับมายังอุปกรณ์บันทึกข้อมูล เช่น ระบบเรดาร์ (Lillesand and Kiefer, 1994)

ระบบเรดาร์ (Radio Detection and Ranging, RADAR) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการตรวจจับวัตถุและแสดงขนาดของวัตถุนั้น โดยอาศัยการสะท้อนสัญญาณคลื่นไมโครเวฟจากวัตถุ บันทึกค่าสัญญาณการสะท้อน และนำมาแปลความหมาย ลักษณะการสะท้อนของคลื่นไมโครเวฟจากวัตถุบนโลกมีความสัมพันธ์กับรูปร่างลักษณะของวัตถุโดยตรง เช่น การสะท้อนของพืชพรรณและชุมชนที่มีอาคารสูงต่ำสลับกัน ค่าการสะท้อนจะขึ้นอยู่กับกลุ่มของตัวอาคารและลักษณะเรือนยอดไม้ ลักษณะใบ ลำต้น กิ่งก้านสาขาของต้นไม้ เรือนยอดที่มีความหนาแน่นมาก การสะท้อนจะมีลักษณะเด่นชัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความยาวช่วงคลื่นที่ใช้ในการบันทึก นอกจากนี้ปริมาณน้ำในต้นพืชยังมีความสัมพันธ์กับการสะท้อนของคลื่นเช่นกัน โดยที่พืชพรรณที่มีความชื้นมากกว่า จะมีการสะท้อนของพลังงานมากกว่าพืชที่มีความชื้นน้อยกว่า (Lillesand and Kiefer, 1994) ด้วยเหตุผลดังกล่าว ระบบบันทึกภาพที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นไมโครเวฟจึงเป็นประโยชน์ต่อการบันทึกข้อมูลในช่วงที่สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการบันทึกข้อมูล โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อนซึ่งมีเมฆปกคลุมในช่วงฤดูฝน (เชาวลิต, 2536; Wang et al., 1995; Profeti and Macintosh, 1997; Smith, 1997)

ลักษณะการบันทึกข้อมูลด้วยระบบ Synthetic Aperture Radar (SAR) เป็นการบันทึกสัญญาณสะท้อนกลับจากวัตถุ โดยระบบจะส่งสัญญาณช่วงคลื่นออกไปผ่านจานรับ-ส่งสัญญาณไปยังพื้นที่หรือวัตถุเป้าหมาย จากนั้นจะรับสัญญาณสะท้อนกลับจากพื้นที่เป้าหมายนั้นเพื่อทำการบันทึกภาพต่อไป เนื่องจากเป็นระบบที่ผลิตสัญญาณส่งได้เอง ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลได้โดยไม่จำกัดเวลา ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน (เชาวลิต, 2536)

ดาวเทียมที่ใช้ระบบเรดาร์ในการบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีหลายดวง ได้แก่ ERS-1 ของ the European Space Agency (ESA), Fuyo-1 (JERS-1) เป็นดาวเทียมของประเทศญี่ปุ่น,. SIR-A และ SIR-B (Shuttle Image Radar) เป็นดาวเทียมขององค์การ NASA, RADARSAT ของประเทศแคนาดา และ Almaz ของประเทศรัสเซีย (ERDAS, 1991)

ดาวเทียม JERS-1 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของ the National Space Development Agency (NASDA) ประเทศญี่ปุ่น ถูกส่งขึ้นไปปฏิบัติการในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1992 มีระบบบันทึกข้อมูล 2 ระบบ คือ ระบบ Optical Sensor (OPS) และระบบ SAR การโคจรของดาวเทียมเป็นแบบ Sun-synchronous เป็นจำนวน 15 รอบต่อวัน อยู่ที่ระดับความสูงเหนือเส้นศูนย์สูตร 568 กิโลเมตร และโคจรกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมทุก 44 วัน ในระบบ SAR ดาวเทียมใช้ความถี่ 1275 MHz ในช่วงคลื่น L band มีความละเอียดของจุดภาพ 12.5 เมตร ความ

กว้างของแนวบันทึก 75 กิโลเมตร ระหว่างแนวบันทึกมีการซ้อนทับกัน 19% (Koopmans, 1992; Nishidai, 1993) ข้อมูลภาพเรดาร์ระบบ SAR จากดาวเทียม JERS-1 สามารถนำมาใช้ในการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมได้ (Miranda et al., 1998) พบว่า พื้นที่น้ำท่วมในบริเวณทำการเกษตร สามารถแยกได้จากพื้นที่สูงโดยอาศัยค่าการสะท้อนของคลื่นไมโครเวฟจากพื้นที่ต่างๆ ซึ่งจะมีลักษณะการสะท้อนที่ค่อนข้างจำเพาะในแต่ละลักษณะการใช้ที่ดิน

นอกจากนี้ ข้อมูลภาพเรดาร์สามารถนำมาใช้ในงานด้านอุทกวิทยา เนื่องจากสามารถวัดปริมาณความชื้นในดิน (Augusteijn and Warrender, 1998) และการทำแผนที่การแพร่กระจายของหิมะและแหล่งน้ำบนผิวโลก (Kwok and Baltzer, 1995; Wohl, 1995)

Chihlar et al. (1992) ใช้ข้อมูล SAR ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในหลายช่วงเวลาครอบคลุมทุกฤดูในประเทศแคนาดา พบว่า สามารถบันทึกข้อมูลได้ตลอดทั้งปี โดยลักษณะของการสะท้อนไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ที่มีต้นไม้และบริเวณชุมชนมีค่าการสะท้อนสูงมาก พืชไร่ที่ปลูกเป็นแปลง เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง มีค่าการสะท้อนปานกลาง ในพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือดินที่โล่ง การสะท้อนสัญญาณจะต่ำเนื่องจากลักษณะพื้นที่ผิวเป็นแบบราบเรียบ สำหรับด้านข้อมูลทรัพยากรน้ำ ลักษณะน้ำที่มีคลื่น การสะท้อนจะสูง ส่วนผิวน้ำที่ราบเรียบ การสะท้อนสัญญาณกลับสู่อุปกรณ์บันทึกข้อมูลจะมีน้อยมากหรือไม่มีเลย (เชาวลิต, 2536)

Brackenridge et al. (1998) ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ERS-1 ในการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมบริเวณที่ราบตอนบนของแม่น้ำ Mississippy ในปี ค.ศ. 1993 ร่วมกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์อื่นๆ พบว่าสามารถจำแนกพื้นที่น้ำท่วมและประมาณความลึกของระดับน้ำได้

Delmeire (1997) ใช้ข้อมูลภาพเรดาร์ 3 ช่วงเวลาจากดาวเทียม ERS-1 เพื่อจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยการวิเคราะห์ภาพสีผสมแดง เขียว และน้ำเงิน การเลือกใช้ช่วงเวลาการบันทึกจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก ช่วงเวลาที่เหมาะสมคือช่วงหลังหรือใกล้เคียงกับเวลาที่น้ำท่วมมีระดับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และในอีกช่วงเวลาหนึ่งอาจเป็นช่วงก่อนหรือหลังจากภาวะน้ำท่วมสิ้นสุดแล้ว (Oberstadler et al., 1997)

การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม

การจำแนกข้อมูลเป็นกระบวนการจัดลำดับค่าการสะท้อนของข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปของกลุ่ม หรือลำดับของข้อมูล โดยอาศัยพื้นฐานจากค่าการสะท้อนของพื้นที่ วัตถุ หรือปรากฏการณ์ ถ้าค่าการสะท้อนมีบรรทัดฐานในการจำแนก กลุ่มหรือลำดับของข้อมูลจะถูกจัดตามบรรทัดฐานนั้น (ERDAS, 1991)

การจำแนกแบบควบคุม (Supervised Classification)

องค์ประกอบสำคัญของการจำแนกแบบควบคุม คือ พื้นที่ตัวอย่าง (training area) ซึ่งภายในพื้นที่ตัวอย่างจะมีกลุ่มของข้อมูลค่าการสะท้อน (Spectral Signature) ซึ่งมีค่าสถิติที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ต่างๆ กัน ผู้ทำการจำแนกสามารถเลือกพารามิเตอร์และตัดสินใจได้ว่ากลุ่มค่าการสะท้อนใดมีการใช้ประโยชน์ชนิดใด ซึ่งเป็นการตัดสินใจก่อนทำการจำแนก อย่างไรก็ตามการจำแนกแบบควบคุมมีข้อจำกัดหลายประการ ประการแรก ผู้จำแนกจะต้องมีพื้นที่ตัวอย่างสำหรับทุกชนิดการใช้ประโยชน์ของข้อมูลภาพที่จะทำการจำแนก นอกจากนี้พื้นที่ตัวอย่างที่เลือกให้ครอบคลุมชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น อาจไม่มีความแตกต่างของค่าการสะท้อน ทำให้ไม่สามารถจำแนกชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นได้ (Verbyla, 1995)

การจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification)

การจำแนกแบบไม่ควบคุม เป็นกระบวนการรวมกลุ่มของพื้นที่ที่มีค่าการสะท้อนใกล้เคียงกัน แต่ละกลุ่มจะถูกเรียกว่า Spectral Class โดยแต่ละกลุ่มถือว่าเป็นการแสดงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิด การจำแนกแบบไม่ควบคุมเป็นการจำแนกที่ผู้จำแนกไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ เนื่องจากกระบวนการจะทำการจัดกลุ่มตามค่าการสะท้อนที่ใกล้เคียงกัน (Verbyla, 1995)

รัศมี (2540) ใช้ข้อมูลดาวเทียม JERS-1 ระบบเรดาร์ในการจำแนกพื้นที่น้ำท่วม โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกก่อนเกิดน้ำท่วมและขณะเกิดน้ำท่วม แล้วจำแนกด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่น้ำท่วมบริเวณจังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา และตรัง

การสร้างภาพดัชนี (Indices)

เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียมมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการคำนวณแบบพีชคณิต (Image Algebra) ระหว่างข้อมูลหลายชั้นได้ หนึ่งในวิธีการดังกล่าวคือวิธีการสร้างภาพดัชนี ซึ่งเป็นการสร้างภาพใหม่ด้วยการผสมผสานวิธีการทางคณิตศาสตร์

เพื่อใช้ในการคำนวณค่าการดูดกลืนและการสะท้อนของข้อมูลต่างชั้นข้อมูลกัน วิธีการนี้มักมีการนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกพืชพรรณ แร่ธาตุ และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในช่วงเวลาต่างกัน (ERDAS, 1991)

ค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) เป็นตัวอย่างของการสร้างค่าดัชนีที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางด้วยข้อมูล AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) และข้อมูลอื่น (Lyon et al., 1998; Hardy and Burgan, 1999; Ricotta et al., 1999; Chen et al., 1999) โดยอาศัยข้อมูลที่บันทึกได้ในช่วงคลื่น 0.60-0.70 μm และช่วงคลื่น 0.80-1.10 μm ดังสมการที่ (1)

$$NDVI = \frac{BandX - BandY}{BandX + BandY} \qquad \text{.....(1)}$$

โดยที่ BandX = ข้อมูลบันทึกในช่วงคลื่น 0.80-1.10 μm

BandY = ข้อมูลบันทึกในช่วงคลื่น 0.60-0.70 μm

พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมจะมีค่าดัชนีสูง เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของชั้นข้อมูลที่มีช่วงคลื่นยาวมีค่าการสะท้อนสูง และชั้นข้อมูลที่มีช่วงคลื่นสั้นกว่ามีค่าการสะท้อนต่ำ ทำให้ค่าสัดส่วนของค่าการสะท้อนมีค่าสูง พื้นที่แหล่งน้ำหรือก้อนเมฆจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นสั้นสูงกว่าในช่วงคลื่นยาว ทำให้ค่าดัชนีมีค่าเป็นลบ ส่วนพื้นที่ที่เป็นแผ่นหินหรือพื้นที่ดินว่างเปล่าจะมีค่าการสะท้อนทั้งสองช่วงคลื่นที่ใกล้กัน ทำให้ค่าดัชนีมีค่าใกล้เคียงค่าศูนย์ (Lillesand and Kiefer, 1994)

Wang et al. (1995) อาศัยค่าการสะท้อนพลังงานจากปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน ในการศึกษาสัญญาณภาพเรดาร์ของพื้นที่น้ำท่วมป่าในประเทศบราซิล โดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนของค่าการสะท้อนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่ที่ไม่ถูกน้ำท่วมด้วยสัญญาณที่สร้างขึ้นในช่วงคลื่น C, L และ P ในระบบเรดาร์ พบว่าที่ความยาวช่วงคลื่นและมุมตกกระทบเดียวกัน ค่าอัตราส่วนของสัญญาณสะท้อนจากพื้นที่น้ำท่วมต่อพื้นที่น้ำไม่ท่วมในระบบ HH polarization จะสูงกว่าระบบ VV polarization เมื่อกำหนดความยาวช่วงคลื่นและระบบ polarization เป็นแบบเดียวกัน สัญญาณที่

มีช่วงคลื่นยาวจะมีค่าอัตราส่วนมากกว่าช่วงคลื่นสั้น ในพื้นที่ป่าที่ไม่ถูกน้ำท่วม เมื่อความชื้นของดินมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 10% เป็น 50% ของปริมาณความชื้นดิน ค่าอัตราส่วนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมต่อพื้นที่น้ำไม่ท่วมจะเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นนี้เกิดขึ้นในช่วงคลื่น C และ L เพียงเล็กน้อย แต่เพิ่มขึ้นมากในช่วงคลื่น P การศึกษายังพบว่า ขนาดของใบไม้ที่ปกคลุมพื้นที่ มีผลต่อค่าอัตราส่วนของการสะท้อนในช่วงคลื่น C แต่ไม่มีผลในช่วงคลื่น L และ P

ปัจจัยที่สำคัญของการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูลคือ การสร้างอัตราส่วนข้อมูลตอบสนองต่อการอ้างอิงเชิงตำแหน่งของข้อมูลเป็นอย่างมาก เนื่องจากวิธีการนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลระดับช่องกริดต่อช่องกริด หากชั้นข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งมาก ผลการจำแนกจะมีความถูกต้องน้อย (Singh, 1989) นอกจากนี้ การแบ่งช่วงค่าสัดส่วนเพื่อให้สัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่ที่ต้องการจำแนก ยังเป็นส่วนสำคัญที่บ่งชี้ความถูกต้องของการจำแนกอีกด้วย (Metternicht, 1999)

การประเมินความถูกต้องของการจำแนก

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นเพื่อให้การใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีความถูกต้อง ขั้นตอนนี้จะทำเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกรรมวิธีข้อมูล เพื่อสร้างความมั่นใจให้ผู้ใช้ข้อมูลว่าข้อมูลที่ได้จากการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพจากดาวเทียมนั้น มีความน่าเชื่อถือ การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมจะไม่สมบูรณ์จนกระทั่งได้ทำการประเมินค่าความถูกต้องเป็นที่เรียบร้อยแล้ว (Lillesand and Kiefer, 1994)

ความถูกต้องของการจำแนกอาจตรวจสอบได้จากตาราง Error Matrix ซึ่งเป็นตารางที่สร้างขึ้น โดยการนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้จากผลการจำแนกข้อมูลภาพ (predicted data) มาจัดเรียงให้อยู่ในแถวของตาราง และนำข้อมูลจริงในภาคสนาม (reference data) จัดให้อยู่ในสดมภ์ของตาราง ค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) สามารถคำนวณได้จากสัดส่วนของจำนวนจุดตัวอย่างที่มีการจำแนกได้ถูกต้องกับจำนวนจุดสุ่มตัวอย่างทั้งหมด สำหรับการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดสามารถแสดงได้เป็น 2 ชนิด คือ ความถูกต้องในแง่ของผู้ใช้ (user's accuracy) และความถูกต้องในแง่ของผู้จำแนก (producer's accuracy) (Verbyla, 1995)

ความถูกต้องของการจำแนกอาจอธิบายค่าสถิติของ Kappa ($\hat{K}$) (Congalton, 1991) ค่าสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$\hat{K} = \frac{\text{Overall Classification Accuracy} - \text{Expected Classification Accuracy}}{1 - \text{Expected Classification Accuracy}} \quad ..(2)$$

อย่างไรก็ตามในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลต่างช่วงเวลามักทำได้ยาก เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น การหาข้อมูลอ้างอิงซึ่งเป็นข้อมูลระหว่างช่วงเวลา การสุ่มตัวอย่างเพื่อให้ครอบคลุมลักษณะความเปลี่ยนแปลง เป็นต้น ด้วยปัญหาดังกล่าว จึงเป็นการยากที่จะหาวิธีการศึกษาวิธีการจำแนกข้อมูลต่างช่วงเวลาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (Maclead and Congalton, 1998)

การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับข้อมูลการสำรวจระยะไกล

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ คำว่า ภูมิศาสตร์ หมายถึง ตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุใดๆ ซึ่งเป็นระบบพิกัดและสามารถคำนวณได้ ส่วนสารสนเทศในความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้นหมายถึง ข้อมูลในระบบที่ได้รับการวิเคราะห์และเรียบเรียงแล้ว มักอยู่ในรูปของแผนที่หรือข้อมูลภาพซึ่งเป็นสัญลักษณ์ทางสถิติ ตาราง หรือผลการค้นข้อมูลรูปแบบอื่นๆ สำหรับคำว่า "ระบบ" เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นจากความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ ด้วยหน้าที่ที่แตกต่างกัน ซึ่งระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มีความสามารถหลายประการในการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเข้า การจัดการ การแสดงภาพ การรวมข้อมูล การเรียกค้น การวิเคราะห์ การจำลองสถานการณ์ และการแสดงผล ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยฐานข้อมูล ฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ของคอมพิวเตอร์ ที่สามารถแสดงในรูปเชิงซ้อน (multiple layers) ของข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่างๆ เมื่อนำเข้าข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แล้ว สามารถทำการปรับปรุงแก้ไขให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเพื่อประกอบการตัดสินใจ และการวางแผนของผู้บริหารระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพกว่าระบบอื่นๆ (Bonham-Carter, 1994)

ลักษณะของข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถแสดงได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. แบบเวคเตอร์ โครงสร้างของข้อมูลแบบเวคเตอร์ประกอบด้วย จุด (point) เป็นสิ่งที่บอกถึงตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งต่างๆ ที่ไม่มีขนาด เช่น จุดสูงสุดของภูเขา ที่ตั้งโรงเรียน เป็นต้น เส้น (line) แสดงลักษณะที่มีความยาวแต่ไม่มีพื้นที่ เช่น ถนน ทางน้ำ เส้นชั้นความสูง เป็นต้น และพื้นที่ (areas) เป็นลักษณะที่มีรูปร่างและตำแหน่งของสิ่งที่มีลักษณะเดียวกัน เช่น ชนิดดิน ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น (ESRI, 1995)

2. แบบราสเตอร์ โครงสร้างข้อมูลราสเตอร์ จะอยู่ในรูปของกริดโดยเรียกเป็นจุดภาพ (cells หรือ pixels) ที่แสดงตำแหน่งบนผิวโลกอย่างต่อเนื่องและมีค่าในแต่ละจุดภาพ เช่นเดียวกับลักษณะโครงสร้างที่เป็นเวคเตอร์ โดยลักษณะที่เป็นจุดจะถูกแสดงด้วยจุดภาพ 1 จุดภาพ ในขณะที่เส้นจะแสดงด้วยจุดภาพที่เรียงต่อกัน สำหรับพื้นที่เป็นกลุ่มของจุดภาพที่อยู่ติดกัน (ESRI, 1995)

ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลในการสร้างและจัดเก็บแผนที่น้ำท่วมให้อยู่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มากขึ้น (Schultz, 1996; Badji and Dautrebande, 1997; Oberstadler et al., 1997; Smith, 1997; Turner and Congalton, 1998) นอกจากนี้ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมที่เก็บบันทึกไว้ยังสามารถนำมาวิเคราะห์ความถี่ในการเกิดน้ำท่วมอีกด้วย (Tholey et al., 1997)

ในประเทศไทยมีการใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลร่วมกับข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการประเมินพื้นที่เสียหายจากพายุไต้ฝุ่นเกย์ ในพื้นที่จังหวัดชุมพร โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม SPOT บันทึกภาพก่อนเกิดพายุและหลังเกิดพายุมาซ้อนทับกันด้วยระบบคอมพิวเตอร์ แล้วสร้างขอบเขตของพื้นที่ตัวอย่างที่ได้ตามข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม สามารถประเมินความเสียหายของยางพาราและปาล์มได้ (สุวิทย์ และคณะ, 2533)

แบบจำลองภูมิประเทศ (Digital Terrain Model, DTM)

Weibel และ Heller (1991) ได้อธิบายความหมายของแบบจำลองภูมิประเทศว่า เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่ใช้ในการแสดงลักษณะต่างๆ ของพื้นผิวโลก สามารถจำลองลักษณะ วิเคราะห์ และแสดงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกด้วยการเก็บคุณสมบัติของผิวโลกที่ตำแหน่งพิกัดต่างๆ ไว้ในตารางอรรถาธิบายของข้อมูล คุณภาพของแบบจำลองภูมิประเทศขึ้นอยู่กับแหล่งข้อมูลและเทคนิคการเก็บตัวอย่างข้อมูลในภูมิประเทศ ข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศ ประกอบด้วย ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ รวมทั้งคุณสมบัติอื่น ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ เช่น

ลักษณะการระบายน้ำ แนวสันเขา หรือแนวการเปลี่ยนแปลงค่าความชัน เป็นต้น ลักษณะโครงสร้างข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ โครงสร้างแบบช่องกริดสี่เหลี่ยม (rectangle grid) และโครงสร้างแบบโครงข่ายสามเหลี่ยม (Triangulated Irregular Networks, TINs)

แบบจำลองภูมิประเทศแบบช่องกริดสี่เหลี่ยม (rectangle grid)

แบบจำลองภูมิประเทศแบบช่องกริดสี่เหลี่ยม เป็นรูปแบบทั่วไปของข้อมูลเชิงตัวเลขที่ใช้ในการแสดงลักษณะภูมิประเทศ โดยเก็บค่าข้อมูลความสูงในรูปแบบกริดที่มีขนาดเท่าๆ กัน เนื่องจากเป็นการเก็บค่าความสูงของพื้นที่ ดังนั้น จึงมีการใช้คำว่า Digital Elevation Model (DEM) จำกัดความหมายของแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขสำหรับเก็บข้อมูลค่าความสูงต่ำของพื้นผิวโลก (Weibel and Heller, 1991) ค่าความสูงเป็นค่าที่เกิดจากการประมาณระหว่างแต่ละจุดตัวอย่าง ค่าความสูงที่เก็บอยู่ในช่องกริดสี่เหลี่ยมหนึ่งๆ ถือว่าในพื้นที่สี่เหลี่ยมนั้นมีค่าความสูงเท่ากัน ข้อมูลความสูงที่จัดเก็บในรูปแบบของกริดมีประโยชน์ในการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศมาก เช่น สร้างเส้นชั้นความสูง ค่าความลาดชันและทิศทางความลาดชัน ลักษณะเงาแสง และการสร้างขอบเขตลุ่มน้ำ แต่ลักษณะการเก็บข้อมูลในรูปแบบกริด ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ ความถูกต้องของแต่ละช่องกริดที่แสดงลักษณะภูมิประเทศขึ้นอยู่กับระยะระหว่างจุดตัวอย่างหรือความกว้างของช่องกริด ด้วยเหตุนี้ ลักษณะภูมิประเทศบางประการ เช่น เส้นทางน้ำ สันเขา หรือยอดเขา ไม่สามารถแสดงได้อย่างถูกต้องในรูปแบบของกริด ดังนั้น เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการแสดงลักษณะดังกล่าว จำเป็นต้องใช้วิธีการเพิ่มความละเอียดของช่องกริด แต่การเพิ่มความละเอียดโดยการลดระยะระหว่างช่องกริด จะเป็นการเพิ่มข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันในบางพื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ราบ ซึ่งหมายถึงการเพิ่มขนาดของข้อมูล (ESRI, 1994b)

แหล่งข้อมูลในการสร้าง DEM มาได้จากหลายแหล่งข้อมูล ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลทางตรงอาจได้มาจาก การสำรวจในภาคสนามด้วยกล้องสำรวจหรือ GPS ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม และการนำเข้าเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศ สำหรับข้อมูลทางอ้อมจะมาจากงานด้าน Photogrammetry โดยการสร้างภาพซ้อนทับจากคู่ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลเส้นชั้นความสูง เป็นข้อมูลที่พร้อมและจัดหาได้ง่ายสำหรับการสร้าง DEM เพื่อให้ความถูกต้องในขั้นตอนการสร้าง สามารถใช้ข้อมูลประกอบอื่นๆ ได้ เช่น จุดกำหนดความสูง จุดยอดเขา แนวสันเขา ขอบเขตพื้นที่ราบ หรือแนวการเปลี่ยนความลาดชันมาร่วมในการสร้างข้อมูล อย่างไรก็ตาม ข้อมูล DEM ที่ได้จะมีคุณภาพต่ำกว่าการสร้าง DEM จากข้อมูลที่ได้จากงาน Photogrammetric โดยตรง (Burrough and Rachael, 1998)

แบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยม

TINs เป็นแบบจำลองสภาพภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นการประกอบกันของสามเหลี่ยม ซึ่งประกอบด้วยมุมของสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งของจุดสำรวจ โครงสร้างข้อมูลของแบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยม ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ จุดซึ่งแสดงตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์และค่าความสูง และกลุ่มของเส้นที่เชื่อมต่อกันระหว่างจุดเพื่อประกอบเป็นรูปสามเหลี่ยม โดยมีหลักการว่า ที่จุดยอดของสามเหลี่ยมใดๆ ต้องสามารถสร้างวงกลมเชื่อมต่อกันได้ทั้งหมด (ESRI, 1994c)

การสร้าง TINs ทำได้หลายวิธีการ รวมทั้งการแปลงข้อมูลจาก DEM ในรูปแบบกริด เป็นลักษณะโครงข่ายสามเหลี่ยม โดยอาศัยหลักการหารูปสามเหลี่ยมที่มีหน้าตัดเล็กที่สุดที่เป็นไปได้ในแต่ละสภาพภูมิประเทศของ DEM เพื่อแสดงค่าสูงที่จุดยอดของสามเหลี่ยมแต่ละรูป TINs สามารถเก็บข้อมูลลักษณะภูมิประเทศที่มีขนาดใหญ่โดยไม่มีปัญหาการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันในพื้นที่ราบ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงลักษณะที่มีความต่อเนื่องในสภาพภูมิประเทศ เช่น ลักษณะแนวสันเขา ร่องน้ำ จุดสูงสุด ที่ราบ หรือแนวที่เปลี่ยนความลาดชัน ตามค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งที่ต้องการ (Burrough and Rachael, 1998)

แบบจำลองทางอุทกวิทยา

แบบจำลอง (model) เป็นวิธีการเลียนแบบหรือจำลองระบบหนึ่งๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ศึกษาหรือเกี่ยวข้องกับระบบนั้น ได้เข้าใจและเรียนรู้ภาพรวมของระบบได้ง่ายกว่าการดูหรือศึกษาถึงระบบจริง (ศักดิ์ดา, 2536) แบบจำลองพฤติกรรมลุ่มน้ำ หมายถึงการเลียนแบบสภาพกระบวนการทางอุทกวิยาบางส่วนหรือทั้งระบบของลุ่มน้ำ โดยอาศัยวิธีการคำนวณในเชิงตัวเลข มีความหมายรวมถึง การจำลองเชิงกายภาพ (physical) และการจำลองด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (mathematical) (ประกอบ, 2539)

แบบจำลอง Distributed Basin Simulator (DBSIM) เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ Garrote และ Bras (1995) ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินส่วนเกินที่จะกลายเป็นพื้นที่น้ำท่วม ลักษณะภูมิประเทศที่ใช้ในแบบจำลองได้จาก DEM ที่แสดงด้วยลักษณะเป็นช่องกริด นอกจากนี้ยังอาศัยข้อมูลคุณสมบัติของดินและพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยาต่างๆ ในการพยากรณ์ อย่างไรก็ตาม แบบจำลองยังต้องการการปรับค่าพารามิเตอร์บางตัว เพื่อให้สามารถตอบสนองการพยากรณ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ในการศึกษาพื้นที่น้ำท่วมที่มีขนาดใหญ่ Ammentorp และคณะ (1998) ใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม NOAA ที่บันทึกในระบบ SAR ร่วมกับแบบจำลอง Mike11 และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากทั้งสองแหล่งข้อมูล ข้อมูลการไหลบ่าของน้ำและพัฒนาระบบการตัดสินใจเฝ้าระวังภัยน้ำท่วม Anderson (1998) ได้พัฒนาโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายกัน เรียกว่า MIKE INFO โดยเป็นส่วนโปรแกรมขยายของโปรแกรม ArcView 3.0 ทำให้สามารถเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ข้อมูลการสำรวจภาคสนาม ภาพถ่าย รวมทั้งข้อมูลคุณภาพน้ำ และสามารถแสดงเป็นแผนที่ได้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ในประเทศไทย วัชรี (2536) ใช้โปรแกรมแบบจำลอง DLCM ซึ่งเป็นแบบจำลองสำหรับพยากรณ์น้ำ ที่พัฒนาโดย Research Center for Water Resource Development หรือ VITUKI ประเทศฮังการี พยากรณ์ระดับน้ำและปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำปราจีนบุรี โดยใช้ตำแหน่งสถานีวัดน้ำในลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ลุ่มน้ำละ 1 สถานี เป็นตัวแทน พบว่าระดับน้ำสูงสุดของการพยากรณ์ เป็นวันเดียวกันกับวันที่ตรวจวัดจริง และปริมาณน้ำคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ มีค่าอยู่ระหว่าง –0.3 ถึง 13 เปอร์เซ็นต์ ใน 1 วัน

ต่อมา วัชรี (2538) ศึกษาการจำลองน้ำท่วมในลุ่มน้ำอู่ตะเภา โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute ประเทศเดนมาร์ก แบบจำลองใช้ค่าข้อมูลน้ำฝนรายวันเฉลี่ย ปริมาณน้ำระเหยรายวันเฉลี่ย สร้างเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Thiessen Polygon ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาถูกนำเข้าเพื่อใช้ในการพยากรณ์น้ำในจุดต่างๆ ของลำน้ำ ผลที่ได้พบว่า ปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาที่เกิดน้ำขึ้นสูงสุด แต่ในช่วงที่น้ำลด ค่าที่ได้จากการจำลองมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด

มีการนำแบบจำลอง HEC-1 และ SSARR มาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองขึ้นใช้เฉพาะกรณี ตัวอย่างเช่น ประกอบและคณะ (2539) ใช้แบบจำลองลุ่มน้ำขนาดเล็กที่ประกอบด้วยฝายและพื้นที่นา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้ในการจำลองสภาพลุ่มน้ำ แล้วคำนวณหาปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านในแต่ละวันตามจุดต่างๆ บนลำน้ำ เช่น จุดที่สร้างฝาย หรือจุดที่น้ำไหลออกจากลุ่มน้ำ เป็นต้น ผลการจำลองสรุปว่า แบบจำลองสามารถเลียนแบบพฤติกรรมของลุ่มน้ำที่มีฝายและพื้นที่มีการผันน้ำเข้าที่นาได้ดีพอสมควร และสามารถคำนวณปริมาณน้ำในส่วนต่างๆ ของกระบวนการทางอุทกวิทยาในแต่ละวันได้อย่างแม่นยำพอสมควร โดยเฉพาะปริมาณน้ำที่ผันเข้าที่นาและที่ไหลออกจากลุ่มน้ำเป็นรายเดือน แต่ยังพบข้อจำกัดของการจำลอง คือ ความจำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบปรับค่า

พารามิเตอร์ของแบบจำลองจากข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่า ทำให้เกิดปัญหาในการประยุกต์ใช้แบบจำลองสำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีข้อมูลการวัดปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าที่ไหลออกจากลุ่มน้ำ

การพัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยาในปัจจุบันได้เน้นการเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยอาศัยความสามารถของระบบ GIS ในการนำเข้าและแสดงผลข้อมูล ตัวอย่างได้แก่งานของ Richard และ Kraus (1999) ซึ่งใช้แบบจำลอง HEC-RAS ร่วมกับโปรแกรม ArcView GIS ในการสร้างพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยม โดยโปรแกรมจะรวบรวมข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทางอุทกวิทยาและข้อมูลภาคตัดขวางของลำน้ำ และใช้สมการของ Manning (Manning's Equation) ในการคำนวณลักษณะผิวน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ และอัตราการไหล รวมถึงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณบริเวณท่อลอดและสะพาน อย่างไรก็ตาม ค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองการไหลบ่าหน้าดินและสมดุลย์ของน้ำ อาจได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกล ร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความชื้นในดิน และแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Portmann, 1997)

สถาบันวิจัยของมหาวิทยาลัย Quebec ประเทศแคนาดา ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองอุทกวิทยาซึ่งอาศัยข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และได้ทดสอบในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ โดยสร้างแผนที่เขตน้ำท่วมและแสดงระดับความลึกของน้ำได้ (Secretan and Leclerc, 1998)

ระบบจำลองลุ่มน้ำ (Watershed Modeling System, WMS)

ระบบจำลองลุ่มน้ำ WMS เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นโดย Engineering Computer Graphic Laboratory มหาวิทยาลัย Brigham Young ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำหน้าที่จัดการรวบรวมข้อมูลทั้งในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์ และข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิประเทศ เพื่อใช้ในการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ในงานด้านวิศวชลศาสตร์ ข้อมูลสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์อาจประกอบด้วย ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษา เส้นทางน้ำ หรือข้อมูลทางชลศาสตร์อื่นๆ โดยเป็นข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบจุด เส้น หรือรูปเหลี่ยมปิด รวมทั้งข้อมูลอรรถาธิบาย สำหรับข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศ ระบบฯ สามารถสร้างข้อมูลได้จากแบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยม (TINs) แบบจำลองสภาพภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) และข้อมูลเวคเตอร์อื่นๆ ด้วยแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขและข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ระบบฯ สามารถคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในงานด้านวิศวชลศาสตร์ได้ รวมทั้งการสร้างพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น (ECGL, 1997)

การเทียบค่าเป็นสิ่งสำคัญของการพัฒนาแบบจำลอง การเทียบค่าเป็นกระบวนการปรับปรุงพารามิเตอร์ที่เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณและแสดงผลเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการสำรวจ ระบบจำลองลุ่มน้ำ WMS ได้รับการเทียบค่าที่เป็นข้อมูลเชิงตำแหน่งและข้อมูลที่เป็นช่วงเวลาเพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำยิ่งขึ้น (Jones and Edris, 1998)

ได้มีการศึกษาการใช้ระบบ WMS ในลุ่มน้ำขนาด 1,900 ตารางไมล์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วยแบบจำลองภูมิประเทศชนิดโครงข่ายสามเหลี่ยมและระดับความสูงของน้ำในแม่น้ำตามสถานีวัดน้ำเพื่อสร้างเป็นขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม พร้อมทั้งนำข้อมูลเส้นทางถนน และข้อมูลอ้างอิงตำแหน่งอื่นๆ ซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วม พบว่าสามารถแสดงบริเวณที่เกิดปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาได้เป็นอย่างดี (ECGL, 1997)

ขอบเขตน้ำท่วมในระบบ WMS สร้างจากการประมาณค่าระดับน้ำด้วยวิธีการ Inverse Distance Weighted (IDW) ในแต่ละตำแหน่งของสถานีวัดน้ำที่กำหนดค่าระดับน้ำ ระบบจะสร้างพื้นผิวและกำหนดความลาดชันจากค่าระดับน้ำและแบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยม โดยในแต่ละตำแหน่งของพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำลอง ระดับความสูงของผิวน้ำจะได้จากการคำนวณตามค่าน้ำหนักของระยะทางจากสถานีวัดน้ำ (ECGL, 1997)

บทบาทของแผนที่เขตน้ำท่วมในการประมาณการณ์ผลผลิตข้าว

เมธีและคณะ (2543) ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว สำหรับการวางแผนการผลิตข้าวในระดับจังหวัด โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างระบบข้อมูลเชิงพื้นที่และแบบจำลองผลผลิตข้าว ระบบดังกล่าวสามารถประมาณผลผลิตข้าวของแต่ละหน่วยแผนที่เพื่อการจำลอง (Simulation Mapping Unit, SMU) ซึ่งสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ทับซ้อนชั้นข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว เขตภูมิอากาศ ชุดดิน พื้นที่รับน้ำชลประทาน และความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม แต่ละหน่วยการจำลองจะเป็นตัวแทนของระบบการผลิตข้าวภายใต้สภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตที่เฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับการนำเข้าในแบบจำลองข้าว โปรแกรมจะทำการประมาณผลผลิตข้าวทุกหน่วยการจำลอง ผลผลิตที่ได้จะแตกต่างกันตามคุณสมบัติที่อธิบายอยู่ในข้อมูลอรรถาธิบาย ซึ่งสามารถแสดงผลในโปรแกรม โพสพ 1.0 ได้ (พนมศักดิ์ และคณะ, 2543) ดังนั้น แผนที่เขตน้ำท่วมจึงเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สำคัญ ที่ใช้ในการสร้าง SMU และใช้คำนวณผลผลิตของแต่ละ SMU ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเสียหายจากภัยน้ำท่วมในระดับที่แตกต่างกันไป