

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ได้มีการทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่จะนำมาใช้ประกอบในการศึกษาดังนี้

1. การเลี้ยงปลาในกระชัง
2. เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics)
3. การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortion)
4. เทคนิคการปรับปรุงขนาดจุดภาพข้อมูลดาวเทียม (Resampling)
5. เทคนิคการเน้นข้อมูลดาวเทียม (Image Enhancement)
6. การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image Analysis)
7. การประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล
8. การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศทางด้านทรัพยากรประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเลี้ยงปลาในกระชัง

วิทย์ ธารชลาณกิจ (2514) ได้อธิบายการเลี้ยงปลาในกระชังว่าเป็นวิธีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีมานานแล้วโดยมีต้นกำเนิดมาจากประเทศกัมพูชา บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง ในประเทศไทยมีการเลี้ยงปลาในกระชังมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2493 ปลาที่นิยมเลี้ยงส่วนใหญ่เป็นปลากินเนื้อที่ต้องการออกซิเจนต่ำ เช่น ปลาสวาย และปลาเทโพ โดยเลี้ยงในกระชังที่วางตรึงในแม่น้ำ ต่อมาเริ่มมีการเลี้ยงปลาทะเลในกระชังบริเวณชายฝั่งแม่น้ำ กระชังที่ใช้เลี้ยงได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเป็นกระชังอวน เพื่อให้คงทนและเหมาะสมกับชนิดปลาที่เลี้ยงมากยิ่งขึ้น จำนวนผู้เลี้ยงปลาในกระชังมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากการเลี้ยงได้ผลผลิตมากกว่าการเลี้ยงในบ่อหลายเท่า ปัจจุบันปลาที่นิยมเลี้ยงในกระชัง ได้แก่ ปลาสวาย ปลาชะโด ปลาน้ำจืดที่นิยมเลี้ยงในกระชังไม่ว่าในน้ำจืดและน้ำเค็ม และกระชังไม้ตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ในจังหวัดภาคกลาง ส่วนปลาน้ำกร่อยที่นิยมเลี้ยงได้แก่ ปลากะพงขาว และปลากะรัง ซึ่งนิยมเลี้ยงในกระชังอวนบริเวณชายฝั่งทะเลในภาคใต้และภาคกลาง

1. ข้อดีของการเลี้ยงปลาในกระชัง

การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นการเลี้ยงปลาแบบหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตสูง ลดต้นทุนในการผลิตง่ายต่อการดูแลรักษาและจับขึ้นจำหน่าย นอกจากนั้นผู้เลี้ยงยังไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพ

ของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา และยังเป็นการเลี้ยงปลาที่เหมาะสมกับสภาพท้องที่ตามแหล่งน้ำตื้น เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง แหล่งน้ำกร่อยในทะเลสาบ และทะเลชายฝั่ง ซึ่งสามารถดัดแปลงเป็นที่เลี้ยงปลาได้สะดวก และสามารถเลี้ยงได้เป็นจำนวนมากอีกด้วย ผลการเปรียบเทียบผลของการเลี้ยงปลาในกระชัง กับผลของการเลี้ยงปลาในบ่อ พบว่าการเลี้ยงปลาในกระชังจะได้ผลดีกว่าการเลี้ยงปลาในบ่อหลายประการดังนี้

1.1 การที่กระชังเป็นภาชนะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำให้น้ำไหลถ่ายเทได้สะดวกตลอดเวลา เมื่อนำปลาใส่ลงเลี้ยงในกระชังแล้ว จึงไม่ต้องเฝ้าพะวงดูแลเหมือนกับการเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะมีน้ำและอาหารธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ไม่มีศัตรูปลามารบกวน

1.2 ด้านการลงทุน การเลี้ยงปลาในกระชังใช้เงินในการลงทุนน้อยมาก เพราะราคาค่าก่อสร้างกระชังนั้นน้อยกว่าการขุดบ่อเลี้ยงปลา และสามารถรวบรวมลูกปลาได้เอง หรือซื้อได้ในราคาถูก เหมาะกับผู้เลี้ยงที่มีทุนทรัพย์น้อย

1.3 สามารถเลี้ยงปลาได้หนาแน่น เมื่อเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงปลาด้วยวิธีอื่นในเนื้อที่เท่ากัน และยังง่ายต่อการดูแลรักษาเพราะอยู่ในที่แคบ การให้อาหารก็สะดวก ไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับโรคที่จะเกิดขึ้นกับปลา เพราะน้ำมีการไหลเวียนที่ดี

1.4 การเลี้ยงปลาในกระชังจะใช้ระยะเวลาเลี้ยงน้อยกว่าการเลี้ยงปลาในบ่อ และให้ผลผลิตที่สูงกว่ามาก และมีต้นทุนในการผลิตของปลาต่อหน่วยมีราคาต่ำกว่าประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะปลาสามารถใช้อาหารสมทบได้เต็มที่

1.5 ในการจับปลาไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือ สามารถจับได้ทันที แต่ถ้าหากเป็นการเลี้ยงปลาในบ่อนั้นจะต้องใช้แหหรืออวน หรือต้องใช้เครื่องมือสูบน้ำให้แห้งเสียก่อนจึงจะจับได้

2. รูปแบบของกระชังเลี้ยงปลา

ฉัตรชัย ปรีชา (2549) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบของกระชังเลี้ยงปลาว่าสามารถแบ่งรูปแบบของกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อยตามลักษณะของโครงสร้างออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ กระชังประจำที่ และกระชังลอย ซึ่งการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง จะเลือกสร้างกระชังแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ

2.1 กระชังประจำที่ ลักษณะของกระชังแบบนี้ ตัวกระชังจะผูกยึดติดกับเสาหลัก ซึ่งปักไว้กับพื้นดินอย่างแข็งแรง การเลือกใช้วัสดุ ชนิด ขนาด และความแข็งแรง ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและภัยธรรมชาติที่มักจะเกิดขึ้นอยู่ประจำ ว่าจำเป็นต้องใช้ความแข็งแรงมากน้อยเพียงใด กระชังแบบนี้จะไม่สามารถลอยขึ้นลงตามระดับน้ำ และการขึ้นลงของน้ำได้ ดังนั้นบริเวณแหล่งเลี้ยงจะมีความลึกเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดไม่เกิน 2.50 เมตร โดยมีระดับน้ำขึ้นสูงสุดต่ำสุดแตกต่างกันประมาณ 50-60 เซนติเมตร บริเวณที่เกษตรกรสามารถใช้วิธีการแบบนี้ ได้แก่ จังหวัดที่ตั้งอยู่แถบ

ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกติดกับอ่าวไทย อาทิ ระยอง จันทบุรี ตราด ทางภาคใต้ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี สงขลา ปัตตานี เป็นต้น

2.2 กระชังลอยน้ำ กระชังแบบนี้เหมาะสำหรับการเลี้ยงปลาในบริเวณแหล่งเลี้ยงที่มีน้ำลึกไม่ต่ำกว่า 2 เมตร ในช่วงน้ำลงต่ำสุด และระดับน้ำขึ้นลงแตกต่างกันมากกว่า 1 เมตรขึ้นไป ตัวกระชังจะผูกแขวนอยู่กับแพ หรือทุ่นลอย ซึ่งลอยขึ้นลงตามการขึ้นลงของกระแสน้ำ แพที่ใช้มีตั้งแต่การใช้ไม้ไผ่ผูกเป็นแพลูกบวบ บ้างก็นิยมใช้ทุ่นโฟม ทำเป็นทุ่นพวงแพ โดยใช้ไม้หรือท่อเหล็กเป็ปน้ำ ทำเป็นโครงแพ ซึ่งจะเสริมความแข็งแรงได้ดีขึ้นการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยแบบกระชังลอยนี้ นิยมทำกันบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ได้แก่ จังหวัดสตูล ตรัง กระบี่ ภูเก็ต พังงา เป็นต้น ลักษณะของการทำกระชังแบบลอยนี้สามารถแยกออกได้เป็น 2 แบบ ย่อย ๆ คือ

2.2.1 กระชังลอยแบบมีโครง กระชังแบบนี้จะมีส่วนที่ให้ความแข็งแรง และให้กระชังคงรูปอยู่ได้ เรียกว่าโครงกระชัง กระชังที่มีโครงตัวกระชังจะสามารถกางได้เต็มที่ ตามลักษณะของโครง ซึ่งจะทำให้การถ่ายเทหมุนเวียนน้ำได้ดี และกระชังไม่ลู่ไปตามกระแสน้ำ โครงกระชังทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงพอสมควร อาทิ เหล็กเป็ปกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ไม้ เป็นต้น การออกแบบโครงกระชังสามารถออกแบบให้มีโครงอยู่ด้านใน หรือด้านนอกของกระชังก็ได้ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการใช้งาน

2.2.2 กระชังลอยแบบไม่มีโครง ตัวกระชังสามารถลู่ไปตามความเร็วกระแสน้ำได้ง่าย เนื่องจากไม่มีโครงยึด จึงต้องใช้วัสดุที่มีน้ำหนักพอประมาณถ่วงตามมุมล่างกระชัง เพื่อช่วยให้กระชังคงรูปความต้องการอยู่ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อวันจะไม่กางเต็มที่ และสามารถลู่ไปตามกระแสน้ำได้ ถ้ากระแสน้ำแรงการถ่ายเทหมุนเวียนน้ำไม่ดีเท่ากับกระชังแบบมีโครง

3. วิธีการเลี้ยงปลาในกระชัง

3.1 การเลือกทำเลเพื่อการติดตั้งกระชังเลี้ยงปลา

3.1.1 เป็นบริเวณปากแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาบ หรือชายฝั่งทะเล ซึ่งมีน้ำไหลถ่ายเทได้ดีมีการขึ้นลงของกระแสน้ำ และเมื่อน้ำลงต่ำสุดในฤดูร้อนควรมีความลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร

3.1.2 เป็นบริเวณที่มีคลื่นลมสงบ เพื่อให้กระชังปลอดภัยจากการทำลายของคลื่นลม เช่น บริเวณที่ลึกลงไปในทะเลสาบ ปากแม่น้ำ ลำคลอง และอ่าวปิดบางแห่ง

3.1.3 เป็นบริเวณที่อยู่ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรม อันจะเป็นเหตุให้เกิดน้ำเสียซึ่งจะเป็นพิษต่อปลาที่เลี้ยง หรืออาจเป็นพิษแก่ผู้บริโภคเนื้อปลาได้

3.1.4 แหล่งที่วางกระชังควรอยู่ห่างจากเส้นทางสัญจรทางน้ำ เพื่อให้กระชังปลอดภัยจากการถูกรื้อถอนอันจะเป็นเหตุให้กระชังเสียหาย ปลาหนีออกจากกระชังได้

3.1.5 แหล่งที่วางกระชังเลี้ยงปลาควรมีความคมที่ดี เพื่อสะดวกกับการขนส่งปลาเหยื่อ และการจำหน่ายผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีจำหน่ายปลาที่มีชีวิต ซึ่งจะจำหน่ายได้ในราคาสูง

3.2 การเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง ชนิดของปลาที่นิยมเลี้ยง มี 3 ชนิดได้แก่

3.2.1 ปลากระพงขาว เป็นปลาน้ำกร่อยขนาดใหญ่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lates Calcarifer* (Bloch) ชื่อสามัญเรียก Giant Perch หรือ Sea Bass สามารถอาศัยอยู่ได้ ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม ปลาชนิดนี้เลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในเขตจังหวัดชายทะเลของประเทศไทย เนื่องจากเลี้ยงง่าย โตเร็ว เนื้อมีรสชาติดีและมีราคาดีอีกด้วย ปัจจุบันนี้ประเทศไทยสามารถเพาะพันธุ์ปลากระพงขาว ได้เป็นจำนวนมากเพื่อเลี้ยงในประเทศและยังส่งขายต่างประเทศ ปลากระพงขาวที่จะปล่อยเลี้ยงในกระชังต้องมีขนาดความยาว 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) ขึ้นไป จึงจะเลี้ยงได้ผลดี มีอัตราการรอดตายมากกว่า 90% ซึ่งปลาดังกล่าวนี้นี้ จะหาซื้อได้จากฟาร์มเอกชนทั่ว ๆ ไป การจัดปลาลงเลี้ยงในกระชังนั้น จะต้องคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันอยู่ในกระชังเดียวกัน เพราะถ้าปล่อยปลานขนาดต่างกันมาก ปลาใหญ่จะแย่งกินอาหารได้มากกว่า และปลานขนาดเล็กจะไม่กล้าเข้าไปแย่งอาหารทำให้ปลาเจริญเติบโตแตกต่างกัน สำหรับอัตราการปล่อยลงเลี้ยงนั้น จากผลการทดลองของกองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งพบว่า สามารถปล่อยปลากระพงขาวขนาด 4 นิ้วขึ้นไปลงเลี้ยงได้ในอัตราปล่อยตั้งแต่ 100-300 ตัวต่อตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและทำเลของที่ตั้งกระชัง โดยในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำลำคลองที่มีสภาพน้ำไม่คึก น้ำไหลถ่ายเทไม่ดีพอสามารถปล่อยเลี้ยงได้ในอัตรา 100 ตัวต่อตารางเมตร ถ้าสภาพทำเลและแหล่งน้ำดีก็ปล่อยได้มากขึ้น เช่น บริเวณชายฝั่งทะเล ตามเกาะแก่งต่าง ๆ ที่ห่างไกลจากอิทธิพลของน้ำเสียจากชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม ระดับน้ำมีความลึกมาก น้ำใสสะอาดมีการไหลถ่ายเทได้ดีมีปริมาณออกซิเจนสูง ก็สามารถปล่อยปลาลงเลี้ยงได้ในอัตราสูงถึง 300 ตัวต่อตารางเมตร ปลากระพงขาวที่เลี้ยงในกระชังจะเจริญเติบโตได้ขนาดตลาด คือ มีน้ำหนัก 500-800 กรัม ในระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 6-7 เดือน จากการศึกษาของวิเชียร สาครเศ และสมเดช สุขบรรเทิง (2525) ซึ่งได้ทำการเลี้ยงปลากระพงขาวในกระชัง โดยปล่อยปลาที่มีขนาด 10-15 เซนติเมตร ในอัตรา 100 ตัวต่อตารางเมตร เมื่อเลี้ยงได้ 6 เดือนพบว่าสามารถให้ผลผลิตสูงถึง 59 กิโลกรัม ต่อพื้นที่กระชัง 1 ตารางเมตร

3.3.2 ปลากระรังหรือปลาเก๋า ทางใต้เรียกว่า ราบู มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Epinephelus Malabaricus* ซึ่งนักอนุกรมวิธานบางท่านกล่าวว่า เป็นชื่อเดียวกับ *Epinephelus Tauvina* มีชื่อสามัญว่า Brown Spotted Grouper หรือ Estuary Grouper อีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกัน คือ *Epinephelus Salmoides* ซึ่งมีชื่อสามัญว่า Black Spotted Grouper ปลากระรังหรือปลาเก๋า เป็นปลาที่นิยมเลี้ยงกันมากเช่นกัน เนื่องจากเลี้ยงง่ายโตเร็ว การจำหน่าย

ปลามีชีวิต มีราคาสูงกว่าปลากะพงขาวมาก แต่การหาพันธุ์ปลาทำได้ยากเนื่องจากยังไม่สามารถทำการเพาะขยายพันธุ์ให้ได้ในปริมาณมาก ๆ ได้ ดังนั้นพันธุ์ปลาที่ใช้เลี้ยงจึงต้องรวบรวมจากแหล่งน้ำธรรมชาติ การเลี้ยงปลาชนิดนี้ทำได้เฉพาะในบริเวณน้ำเค็มและน้ำกร่อยเท่านั้น บริเวณใดที่มีน้ำจืดหลากหลายในฤดูฝนจะไม่สามารถเลี้ยงปลาชนิดนี้ได้ การเลี้ยงปลากะรังในกระชังนั้น การจับปลาลงเลี้ยงก็ต้อง ดำเนินการเช่นเดียวกับการเลี้ยงปลากะพงขาว กล่าวคือ ต้องคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันลงเลี้ยงในกระชังเดียวกัน สำหรับอัตราการปล่อยปลา กรมประมงได้แนะนำให้ปล่อยในอัตรา 15 ตัวต่อตารางเมตร ทั้งนี้อัตราการปล่อย ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทำเลที่ตั้ง ขนาดปลาที่เริ่มปล่อย และรูปร่างของกระชังเช่นเดียวกัน ถ้าหากสภาพแวดล้อมดีมากสามารถปล่อยปลาได้ถึง 60 ตัวต่อตารางเมตร จากการทดลองของกรมประมงซึ่งได้ผลดีแล้วพบว่า สามารถปล่อยปลาขนาด 4-5 นิ้วลงเลี้ยงได้ในอัตรา 75 ตัวต่อตารางเมตร ขณะนี้กรมประมงกำลังดำเนินการ ทดลองเพื่อเพิ่มอัตราการปล่อยให้สูงขึ้นอีก ด้านผลผลิตจากการเลี้ยงพบว่าจากการทดลองของสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยองพบว่า ปล่อยปลาขนาด 4 นิ้ว ลงเลี้ยงในกระชังด้วยอัตราปล่อย 75 ตัวต่อตารางเมตร ภายในระยะเวลา 6 เดือนจะได้ผลผลิตเท่ากับ 40 กิโลกรัม ต่อพื้นที่กระชัง 1 ตารางเมตร โดยมีอัตราการรอดตายมากกว่า 90%

3.3.3 ปลากะพงแดง ที่นิยมเลี้ยงมี 2 ชนิด คือ *Lutjanus Johni* และ *Lutjanus Argentimaculatus* เป็นปลาที่ได้จากการรวบรวมลูกพันธุ์จากธรรมชาติอย่างเดียว โดยเฉพาะ *Lutjanus Johni* สามารถรวบรวมได้ตั้งแต่ขนาดความยาว 2-3 นิ้วขึ้นไป การเลี้ยงปลากะพงแดงในกระชัง ขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการทดลอง ซึ่งสามารถปล่อยลงเลี้ยงได้ 100 ตัวต่อตารางเมตร (ปลาขนาด 500-800 กรัม) เลี้ยงด้วยอาหารปลาสด มีความถี่ในการให้อาหาร 1-3 วันต่อครั้ง โดยให้กินจนอิ่มพบว่า การเจริญเติบโตของปลาจะลดลงตามลำดับเช่นเดียวกับค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปลากะพงขาว ขนาดและความหนาแน่นเดียวกัน ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงอาหารเป็นเนื้อของปลากะพงแดงจะสูงกว่าเล็กน้อย

กรมประมง (2548) ได้รายงานสถิติการเพาะเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง ปี พ.ศ. 2548 ว่า มีเนื้อที่การเพาะเลี้ยงทั้งหมด 438 ไร่ มีปริมาณผลผลิตทั้งหมด 11,869 ตัน แยกเป็นปริมาณผลผลิตจากการเลี้ยงปลาปลากะพง 11,869 ตัน และปลากะรัง 2,316 ตัน ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 เนื้อที่เพาะเลี้ยง และปริมาณผลผลิตจากการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง ปี พ.ศ. 2548
(ตัดแปลงจากหนังสือสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2548, กลุ่มวิจัยและ
วิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง)

ปี	เนื้อที่ (ไร่)	ปริมาณผลผลิต (ตัน)		
		ปลากะพง	ปลากะรัง	รวม
2548	438	11,869	2,316	14,185

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics)

แก้ว นวลฉวี (2548 ข) ได้อธิบายเกี่ยวกับภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics) ว่าเป็น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการรวบรวมข้อมูล การบริหารจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ การแปลตีความหมาย การประมวลผล การเผยแพร่ และการใช้ข่าวสารภูมิศาสตร์ เพื่อให้เราสามารถสร้างภาพ และเข้าใจข้อมูลเชิงพื้นที่ของโลก (Geospatial Data) ที่เราอาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดี ทำให้ได้ข่าวสารที่ถูกต้องและทันสมัย ซึ่งสามารถใช้ประกอบและสนับสนุน การตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการบริหารด้านสาธารณะ และด้านการบริการเชิงธุรกิจต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศประกอบด้วยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง 3 อย่าง ได้แก่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems), การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems)

สุพรรณ กาญจนสุธรรม (2550) ได้อธิบายว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System หรือ GIS คือ กระบวนการที่เกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์ กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในพื้นที่ตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย (Spatial Data) จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับเวลาได้ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นระบบคอมพิวเตอร์สำหรับทำแผนที่เท่านั้น แม้ว่าจะระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถจัดทำแผนที่ทุกมาตราส่วนทุกระบบเส้นโครงแผนที่และสีต่าง ๆ ที่ปรากฏในแผนที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ (Analysis Tool) ที่สามารถบอกถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของสิ่งที่ปรากฏในแผนที่นั้น ๆ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไม่จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบที่ใช้กันอย่างทั่วไป

หรือไม่จัดเก็บภาพของพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ แต่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะจัดเก็บข้อมูลซึ่งสามารถที่จะสร้างภาพตามที่ต้องการและเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ และการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับสารสนเทศภูมิศาสตร์ สารสนเทศจะถูกจัดเก็บเป็นข้อมูลคุณลักษณะ (Attributes) ของลักษณะเชิงพื้นที่ เช่น เครือข่ายถนน อาจจะแทนด้วยเส้นที่มองด้วยตาเป็นภาพบนจอภาพ และสามารถจะสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับถนนไม่ว่าจะเป็นความยาว ชื่อถนน ความกว้าง จากฐานข้อมูล และเราสามารถสร้างด้วยการแสดงเป็นสัญลักษณ์ของถนนตามสารสนเทศที่ต้องการแสดง

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลหลายรูปแบบ ซึ่งในเอกสารนี้ จะบรรยายถึงการวิเคราะห์ 4 รูปแบบหลัก ๆ ดังนี้

1.1.1 พื้นที่กันชน

การสร้างแนวพื้นที่รอบสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นระยะทางตามที่กำหนดเรียกว่า การสร้างพื้นที่กันชน สำหรับข้อมูลแบบเวกเตอร์ สามารถสร้างพื้นที่กันชนรอบจุด เส้น และอาณาบริเวณได้ ส่วนข้อมูลแรสเตอร์ก็สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้เช่นกัน แต่ด้วยลักษณะโครงสร้างข้อมูลซึ่งเป็นกริดเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ากริดเซลล์มีขนาดใหญ่ การสร้างพื้นที่กันชนก็จะมีประสิทธิภาพเคลื่อนเชิงระยะทาง ดังนั้นการสร้างพื้นที่กันชนจึงมักจะใช้สำหรับข้อมูลแบบเวกเตอร์ สำหรับฟีเจอร์หนึ่ง ๆ สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้หลายช่วงตามระยะทางที่กำหนด โดยพื้นที่กันชน 1 ชั้นและ 2 ชั้นของฟีเจอร์ประเภทจุด และพื้นที่กันชนของเส้นได้ สำหรับพื้นที่กันชนของอาณาบริเวณสามารถสร้างได้หลายลักษณะ โดยสร้างออกไปด้านนอกของอาณาบริเวณ และสร้างเข้ามาภายในอาณาบริเวณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น ฟีเจอร์อาณาบริเวณถูกใช้เป็นสัญลักษณ์แทนหนองน้ำแห่งหนึ่ง แหล่งที่อยู่อาศัยของกวางต้องอยู่ห่างแหล่งน้ำไม่เกิน 1 กิโลเมตร ดังนั้นในการพิจารณาพื้นที่ที่กวางอาจอาศัยอยู่ จะต้องสร้างพื้นที่กันชนออกไปด้านนอกของหนองน้ำเป็นระยะ 1 กิโลเมตร หรือพื้นที่อนุบาลสัตว์น้ำต้องอยู่ห่างจากตลิ่งไม่เกิน 2 เมตร ดังนั้นต้องสร้างพื้นที่กันชนเข้ามาด้านในหนองน้ำเป็นระยะ 2 เมตร เป็นต้น ผลการจากสร้างพื้นที่กันชนของฟีเจอร์ทุกชนิดจะได้ฟีเจอร์ประเภทอาณาบริเวณซึ่งผู้วิเคราะห์สามารถกำหนดข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ของพื้นที่กันชน เช่น การกำหนดค่าคะแนนให้พื้นที่กันชนที่อยู่ใกล้ฟีเจอร์มีคะแนนเป็น 10 ส่วนพื้นที่กันชนที่อยู่ไกลมีค่าคะแนนเป็น 5 ข้อมูลกราฟฟิคและข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ของพื้นที่กันชนสามารถใช้วิเคราะห์เชิงพื้นที่ได้ต่อไป

1.1.2 การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่

การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายชั้นร่วมกัน โดยข้อมูลเหล่านั้นต้องอยู่ในบริเวณเดียวกันและมีคุณลักษณะต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ชั้น

ข้อมูลใหม่ เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต A โดยชั้นข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ร่วมกันประกอบด้วย การกระจายของสิ่งมีชีวิตชนิด X, Y และ Z ซึ่งมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต A ชั้นข้อมูลภูมิประเทศชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน และชั้นข้อมูลพื้นที่อนุรักษ์ ในการซ้อนทับข้อมูลมีกระบวนการในการคำนวณโดยใช้หลักพีชคณิตบูลีน (Boolean Algebra) ซึ่งมีตัวดำเนินการ คือ NOT, AND, OR และ XOR โดยกำหนดให้มีพื้นที่ A และ B เมื่อใช้ตัวดำเนินการแบบต่าง ๆ กระทำกับพื้นที่ A และ B ซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่จะมีตัวดำเนินการเพียง NOT, AND และ OR ถ้าหากการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้ XOR ก็สามารถผสมผสานตัวดำเนินการอื่น ๆ เข้าด้วยกันโดย

$$A \text{ XOR } B = (A \text{ OR } B) \text{ AND NOT } (A \text{ AND } B)$$

ในการกำหนดตัวดำเนินการเพื่อซ้อนทับข้อมูลต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์ เช่น ในหนองน้ำแห่งหนึ่งกำหนดพื้นที่อนุบาลสัตว์น้ำต้องอยู่ห่างจากตลิ่งไม่เกิน 2 เมตร และต้องมีความลึกไม่เกิน 1 เมตร ดังนั้นการหาพื้นที่ที่เหมาะสมต้องใช้ชั้นข้อมูล 2 ชั้น โดยชั้นข้อมูลแรกเป็นพื้นที่กันชนที่สร้างเข้าไปในหนองน้ำเป็นระยะ 2 เมตร ส่วนชั้นข้อมูลที่สองเป็นพื้นที่ในหนองน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 1 เมตร ในการวิเคราะห์ต้องนำชั้นข้อมูลทั้งสองมาซ้อนทับกันโดยใช้ตัวดำเนินการแบบ AND เป็นต้น

1.1.3 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

ในการวิเคราะห์โครงข่ายจะเป็นการวิเคราะห์พีเซอร์เส้นเท่านั้น พีเซอร์เส้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วยเส้นสมมติ เช่น ละติจูด ลองจิจูด และเส้นขอบเขตการปกครองส่วนท้องถิ่นอีกประเภทหนึ่งเป็นเส้นที่ปรากฏอยู่จริง เช่น เส้นถนน เส้นแม่น้ำ และเส้นทางสายไฟฟ้าในการวิเคราะห์โครงข่ายจะวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลเส้นที่ปรากฏอยู่จริงส่วนใหญ่ การวิเคราะห์โครงข่ายจะถูกนำไปประยุกต์ใช้กับเส้นทางคมนาคม เช่น การเดินทางจากบ้านไปทำงานต้องใช้เส้นทางใดจึงจะเป็นระยะทางที่สั้นที่สุด ในบางกรณีการหาระยะทางที่สั้นที่สุดไม่ใช่คำตอบที่ผู้วิเคราะห์ต้องการ แต่สิ่งที่ต้องการก็คือเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทางจากบ้านไปทำงานในการหาคำตอบที่ดีที่สุดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ผู้วิเคราะห์ต้องการนำมาพิจารณาไปด้วย เช่น ระยะทางต้องสั้นที่สุด และใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุด และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด ดังนั้นการหาเส้นทางจากบ้านไปยังที่ทำงานโดยใช้เงื่อนไขระยะทางสั้นที่สุดกับเส้นทางที่ดีที่สุดอาจได้ผลจากการวิเคราะห์แตกต่างกัน ในการวิเคราะห์หาเส้นทางจากบ้านไปยังที่ทำงานเป็นตัวอย่างการวิเคราะห์หาเส้นทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง แต่การวิเคราะห์โครงข่ายยังมีวิธีการวิเคราะห์

ในอีกรูปแบบหนึ่งก็คือ การเดินทางจากจุดหนึ่งไปให้ถึงทั่วทุกจุดที่ต้องการและกลับมายังจุดเริ่มต้น เช่น นรุษไปรษณีย์ต้องส่งจดหมายให้กับบ้านแต่ละหลังในพื้นที่รับผิดชอบและกลับมายังที่ทำการไปรษณีย์ ในการวิเคราะห์เส้นทางคมนาคมอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลที่ทันสมัย ไม่ว่าจะเป็นเส้นทางที่ตัดขึ้นมาใหม่ และสภาพการจราจร ตลอดจนการนำกฎจราจรเข้ามาร่วมพิจารณาในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ในรูปแบบนี้จึงต้องมีความละเอียดในการกำหนดปัจจัย เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้ได้จริง

1.1.4 การวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis)

การวิเคราะห์พื้นผิวเป็นการวิเคราะห์การกระจายของค่าตัวแปรหนึ่งซึ่งเปรียบเสมือนเป็นมิติที่ 3 ของข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีค่าพิกัดตามแนวแกน X และ Y ส่วนตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่า Z ที่มีการกระจายตัวครอบคลุมทั้งพื้นที่ ตัวอย่างของค่า Z ได้แก่ ข้อมูลความสูงของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และราคาที่ดิน เป็นต้น ผลจากการวิเคราะห์พื้นผิวสามารถแสดงเป็นภาพ 3 มิติให้เห็นถึงความแปรผันของข้อมูลด้วยลักษณะสูงต่ำของพื้นผิวนั้น การแสดงข้อมูลพื้นผิวสามารถใช้โครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์โดยการใช้ Triangulated Irregular Network (TIN) หรือใช้โครงสร้างแบบแรสเตอร์โดยการใช้ Digital Elevation Model (DEM) ในเบื้องต้นข้อมูลค่า Z ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นผิวมีอยู่เพียงบางจุดในพื้นที่ศึกษา เช่น ข้อมูลน้ำฝนมีอยู่ที่ตำแหน่งของสถานีน้ำฝนซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น การจะวิเคราะห์ค่า Z จึงจำเป็นต้องใช้การประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) ภายใต้สมมติฐาน 2 ข้อคือ ค่า Z ต้องมีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องค่อยเป็นค่อยไป และค่า Z ต้องมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ โดยค่า Z ของจุดที่ไม่ทราบค่าจะมีค่าใกล้เคียงกับจุดที่ทราบค่าที่อยู่ใกล้เคียงไปเป็นระยะทางน้อยที่สุด ผลจากการวิเคราะห์พื้นผิวนอกจากจะแสดงข้อมูลในแบบ 3 มิติ ยังสามารถแสดงแบบ 2 มิติได้เช่นกัน ดังเช่นผลจากการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนสามารถแสดงในรูปของเส้นชั้นน้ำฝน การแสดงข้อมูลในลักษณะนี้จะต้องมีการแบ่งชั้นข้อมูลออกเป็นช่วง ๆ การวิเคราะห์พื้นผิวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ภาพตัดขวาง การแสดงลักษณะของพื้นผิว การวิเคราะห์ความสามารถในการมองเห็นภูมิประเทศจากมุมมองต่าง ๆ การคำนวณปริมาตรของพื้นที่ และการแสดงลักษณะภูมิประเทศร่วมกับแผนที่ หรือภาพถ่าย เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat

1.1.5 การวิเคราะห์พื้นฐาน

เป็นวิธีการขั้นต้นของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการใช้ข้อมูลด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยการคำนวณพื้นที่ ระยะทาง ความยาวรอบรูป และค่าสถิติเชิงพื้นที่ของข้อมูลต่าง ๆ โดยอาศัยศักยภาพของโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ

ในการจัดทำ ซึ่งการคำนวณแบบพื้นฐานนี้จะถูกใช้มากในการจัดทำ และการเตรียมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นสูงต่อไป

1.2 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับงานด้านทรัพยากรประมง

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย พบว่าการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานด้านทรัพยากรประมงสามารถสรุปได้ 3 ด้านหลัก ๆ คือ การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรประมง การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำและแสดงผลแผนที่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการจัดทำฐานข้อมูล

ทรัพยากรประมง ในการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดทำฐานข้อมูลนั้น ส่วนมากจะเป็นการนำมาใช้สร้างฐานข้อมูลจากเทคโนโลยีอื่น เช่น การสร้างฐานข้อมูลจากการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และทำการดิจิทัลเพื่อนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ และการสำรวจจากสนามด้วยเครื่องมือสำรวจต่าง ๆ เช่น เครื่อง GPS หรือ กล้องสำรวจเป็นต้น ซึ่งเมื่อได้ข้อมูลเชิงพื้นที่แล้วจะต้องสร้างฐานข้อมูลเชิงบรรยาย เพื่อให้ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการจัดการเชิงพื้นที่ได้ วัลลภ ทิมดี และวิรงรอง ทิมดี (2548) ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูลการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยในงานวิจัยดังกล่าว ได้ใช้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ โปรแกรม ArcView GIS 3.3 มาใช้ในการจัดทำพื้นที่เลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง โดยทำการสร้างฐานข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดภาพสูง IKONOS ที่มีรายละเอียด 1 เมตร ซึ่งพบว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลกระชังเลี้ยงปลา ทำให้สามารถสืบค้น และเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว พร้อมทั้งสามารถปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลได้ที่หน่วยงานระดับจังหวัด สอดคล้องกับการศึกษาของ ประจวบ ลิริक्षाเกียรติ (2543) ซึ่งได้ทำการสำรวจและประเมินพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ป่าชายเลน จังหวัดฉะเชิงเทรา และชลบุรี ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งในการศึกษาดังกล่าวมีการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการนำเข้าข้อมูลพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งสามารถคำนวณพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้

1.2.2 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ศักยภาพ

ของพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่นั้น ส่วนมากเป็นการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของพื้นที่ต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ José and Ross (1995) ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาการสร้างแบบจำลองด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณเมืองชินาเลา ประเทศเม็กซิโก

ซึ่งในการศึกษานี้ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ โดยนำปัจจัยด้านพื้นที่ ได้แก่ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ด้านทรัพยากรน้ำและคุณภาพน้ำ มาทำการวิเคราะห์แบบ Multicriteria And Multiobjective เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ พบว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้ในการจัดการและแก้ปัญหาของพื้นที่ระหว่างพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่ทางการเกษตรได้ ส่วน Geiling, Bakelaar, Krall and Cressey (2007) ได้ศึกษากลับ ๆ กัน คือการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง บริเวณทะเลสาบ Huron โดยในการศึกษานี้ต้องการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาทำการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์เชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาว่าพื้นที่บริเวณดังกล่าวมีศักยภาพสำหรับการขยายพื้นที่เพาะเลี้ยงปลาในกระชัง ในกรณีที่เป็นกระชังที่ต้องการเลี้ยงใหม่ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวพบว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ศักยภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง ได้

1.2.3 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำและแสดงผลแผนที่
การจัดทำและแสดงผลแผนที่เป็นงานหนึ่ง ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในปัจจุบันมีโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีความสามารถในการจัดทำและแสดงผลแผนที่ เช่น โปรแกรม ArcGIS, ArcView, MapInfo เป็นต้น ซึ่งในงานด้านทรัพยากรประมงมีตัวอย่างการศึกษาของ วุฒิชัย ทิมดี และวิจิตรอง ทิมดี (2548) ได้ใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 มาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลกระชังเลี้ยงปลา และพบว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถจัดทำแผนที่เชิงเลขแสดงผลเป็นรายแปลงของข้อมูลที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) การสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538) ได้อธิบายเกี่ยวกับการสำรวจระยะไกลว่าการสำรวจจากระยะไกลเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่ใช้ในการบ่งบอก จำแนกหรือวิเคราะห์ คุณลักษณะของวัตถุต่าง ๆ โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง โดยการใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ (Remote Sensor) ที่ติดตั้งกับยานสำรวจ (Platform) ดังนั้นจึงสามารถหาคุณลักษณะของวัตถุได้ จากลักษณะการสะท้อนหรือการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุนั้น ๆ ซึ่งวัตถุแต่ละชนิด จะมีลักษณะการสะท้อนแสง หรือการแผ่รังสีเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไปโดยอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ คลื่นรังสี (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุนบนพื้นผิวโลก (Spatial) การเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

2.1 กระบวนการของการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล ประกอบด้วย 2 กระบวนการ

คือ การศึกษาเกี่ยวกับระบบการรับหรือการเก็บข้อมูล (Data Acquisition) และการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) หรือ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่บันทึกไว้ โดยทั้งสองกระบวนการมีองค์ประกอบ ดังนี้

2.1.1 ระบบการรับข้อมูล (Data Acquisition) เป็นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อมูลจากระยะไกล โดยเกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

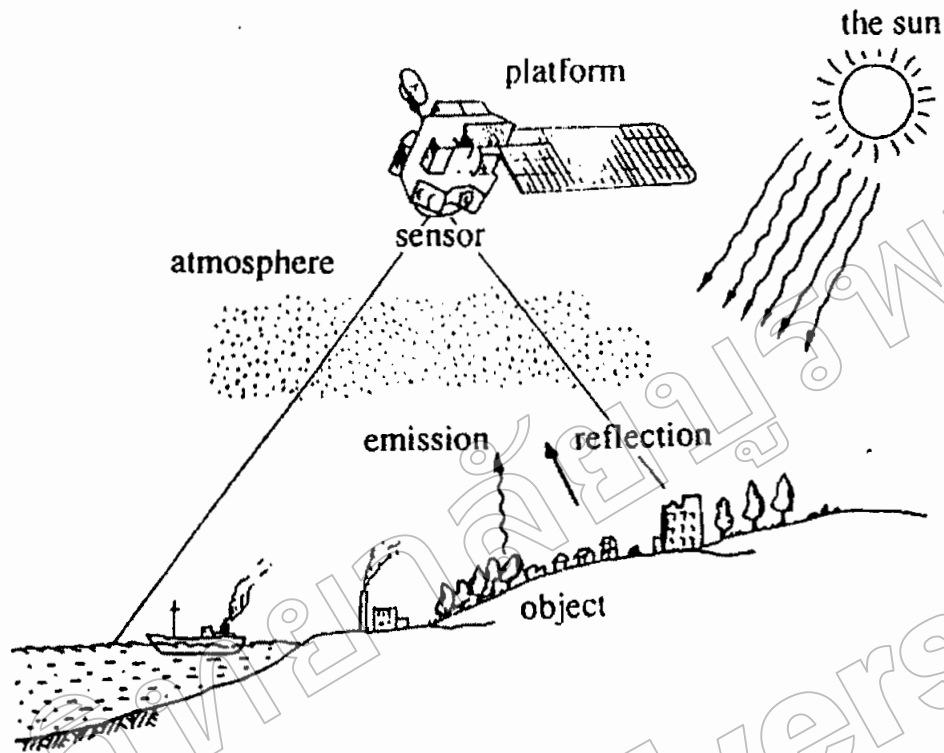
2.1.1.1 แหล่งพลังงานและการแผ่รังสี (Energy Sources and Radiation) ที่ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีทั้งแหล่งพลังงานตามธรรมชาติ (ดวงอาทิตย์) และแหล่งพลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้นมา (ระบบ RADAR หรือ ระบบ SONAR)

2.1.1.2 การถ่ายทอดพลังงานในชั้นบรรยากาศ (Propagation of Energy Through the Atmosphere) เป็นปฏิสัมพันธ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับชั้นบรรยากาศที่เป็นข้อจำกัดในบางช่วงคลื่นที่ไม่สามารถส่งผ่านมาจากพื้นผิวโลกได้ทั้งหมด เพราะถูกดูดกลืนในชั้นบรรยากาศได้ทั้งหมด เช่น รังสีในย่านอุตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) ถูกดูดกลืนโดยโอโซน (Ozone: O₃) ในบรรยากาศชั้นโอโซนสเฟียร์

2.1.1.3 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก (Energy Interaction with Earth Surface Features) เป็นลักษณะของวัตถุต่างชนิดที่มีการสะท้อน การดูดซับ การส่งผ่าน การแผ่รังสี และการกระจัดกระจายกลับ ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงคลื่นและช่วงเวลา ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการนำมาแยกแยะวัตถุนบนพื้นผิวโลกที่แสดงคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

2.1.1.4 อุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Airborne and/ or Spaceborne Sensor) เป็นเครื่องมือที่รับและบันทึกสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อน (Reflection) แผ่รังสีความร้อน (Emission) หรือกระจัดกระจายกลับ (Backscatter) จากวัตถุเป้าหมาย แล้วส่งกลับมายังสถานีรับบนพื้นโลก และแปลงสัญญาณนั้นเป็นข้อมูลเชิงเลข (Digital Data) หรือ ข้อมูลภาพ (Image Data) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาปรับแก้ขั้นต้นเพื่อลดหรือขจัดความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต และความบกพร่องของสัญญาณที่ได้รับ ณ สถานีรับสัญญาณก่อนที่จะนำข้อมูลภาพไปเผยแพร่สู่ผู้ใช้งานต่อไป

2.1.1.5 ผลลัพธ์ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลภาพหรือข้อมูลเชิงเลข (Sensor Data in Pictorial and/ or Digital Form) เป็นผลผลิตของข้อมูลที่จะเผยแพร่หรือจำหน่าย ซึ่งมีทั้งอยู่ในรูปข้อมูลเชิงเลข (Soft Copy) ซึ่งนำมาใช้ร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ และข้อมูลภาพกระดาษ (Hard Copy) ที่อาจอยู่ในรูปแบบแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Image Map) หรือข้อมูลแผ่นภาพพิมพ์ในมาตราส่วนต่าง ๆ



ภาพที่ 2-1 การเก็บข้อมูลโดยการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (JARS, 1993)

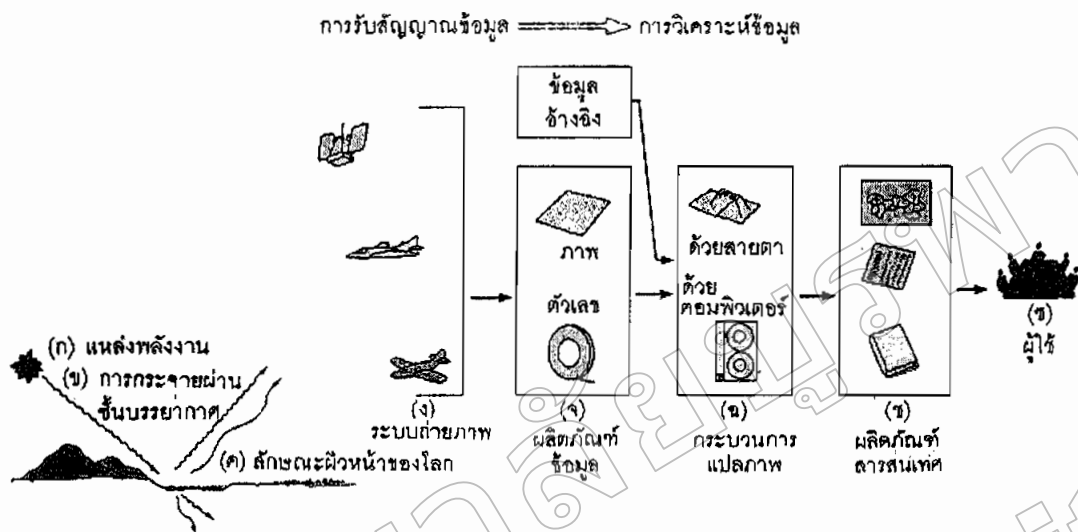
2.1.2 ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

2.1.2.1 การแปลตีความภาพด้วยสายตา และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

คอมพิวเตอร์ (Visual Interpretation and Data Computer Analysis) เป็นการแปลตีความโดยใช้สายตา หรือใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียม เพื่อสกัดข้อมูลหรือสิ่งที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

2.1.2.2 ผลิตภัณฑ์สารสนเทศ (Information Product) เป็นผลผลิตที่ได้จากการแปลตีความหรือการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลผลิตที่ได้นั้น ก่อนนำไปใช้งาน โดยทำการเปรียบเทียบกับสภาพจริงหรือข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ โดยวิธีทางสถิติ

2.1.2.3 ผู้ใช้ (User) เป็นผู้ที่นำผลิตภัณฑ์สารสนเทศที่อยู่ในรูปข้อมูลภาพหรือข้อมูลเชิงเลข ไปประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อาทิ เช่น ผลการแปลตีความการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมในหลายช่วงเวลา ผู้ใช้สามารถนำมาใช้เพื่อติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น การขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม หรือ การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น



ภาพที่ 2-2 กระบวนการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538)

2.2 ประเภทของระบบการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล สามารถจำแนกตาม

แหล่งกำเนิดพลังงาน ออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ

2.2.1 Passive Remote Sensing เป็นระบบรีโมทเซนซิงที่ใช้ตั้งแต่เริ่มแรกจนถึง

ปัจจุบัน โดยมีดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานตามธรรมชาติ ระบบนี้จึงรับสัญญาณและบันทึกข้อมูลได้ในเวลากลางวันเป็นส่วนใหญ่ ด้วยการอาศัยการสะท้อนพลังงานของวัตถุบนพื้นโลก ด้วยแสงอาทิตย์ ดังนั้นระบบนี้จึงมีข้อจำกัดด้านสภาวะอากาศ ทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ดีในช่วงฤดูฝน หรือในช่วงเวลาที่มีเมฆหมอกปกคลุมอย่างหนาแน่น อย่างไรก็ตามระบบนี้สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) ซึ่งเป็นการแผ่พลังงานความร้อน (Emission) จากวัตถุบนพื้นผิวโลกในเวลากลางคืนได้

2.2.2 Active Remote Sensing เป็นระบบรีโมทเซนซิงที่มีแหล่งกำเนิดพลังงาน

จากการสร้างขึ้นของอุปกรณ์สำรวจในช่วงคลื่นไมโครเวฟ ที่นำมาใช้ในระบบเรดาร์ (Radio Detector and Ranging) โดยส่งผ่านพลังงานนั้นไปยังพื้นที่เป้าหมายและบันทึกสัญญาณการกระจัดกระจายกลับ (Backscatter) จากพื้นที่เป้าหมาย ระบบนี้สามารถทำงานได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสภาพภูมิอากาศ ทั้งยังสามารถส่งสัญญาณทะลุผ่านกลุ่มเมฆ หมอก ฝน ทำให้สามารถบันทึกสัญญาณได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืนในทุกฤดูกาล

2.3 คุณสมบัตินภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

2.3.1 การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง (Synoptic View) ภาพจากดาวเทียมภาพ

หนึ่ง ๆ ครอบคลุมพื้นที่กว้างทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาบันทึกภาพสั้น ๆ สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในบริเวณกว้างขวางต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทั้งภาพ เช่น ภาพจาก LANDSAT MSS และ TM หนึ่งภาพคลุมพื้นที่ 185 X 185 ตร.กม. หรือ 34,225 ตร.กม. ภาพจาก SPOT คลุม พื้นที่ 3,600 ตร.กม. และ MOS คลุมพื้นที่ 10,000 ตร.กม.

2.3.2 การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น (Multispectral Scanner) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีระบบกล้อง Scanner ที่บันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นในบริเวณเดียวกัน ทั้งในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็นและช่วงคลื่น นอกเหนือสายตามนุษย์ ทำให้แยกวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจน เช่น ระบบ MSS และ MESSR มี 4 ช่วงคลื่น ระบบ TM มี 7 ช่วงคลื่น ระบบ HRV ขาวดำ และสี มี 1 และ 3 ช่วงคลื่นตามลำดับ

2.3.3 การบันทึกภาพบริเวณเดิม (Repetitive Coverage) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีวงโคจรจากเหนือลงใต้ และกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอและในช่วงเวลาที่แน่นอน กล่าวคือ LANDSAT ทุก ๆ 16 วัน MOS ทุก ๆ 17 วัน และ SPOT ทุก ๆ 26 วัน ทำให้ได้ข้อมูลบริเวณเดียวกันหลาย ๆ ช่วงเวลาที่ทันสมัยสามารถเปรียบเทียบและติดตามการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกได้เป็นอย่างดี และมีโอกาสที่จะได้ข้อมูลไม่มีเมฆปกคลุม

2.3.4 การให้รายละเอียดหลายระดับ หลักการบันทึกในลักษณะข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) มีความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ขึ้นกับรายละเอียดภาคพื้นดิน (Ground Resolution) ซึ่งหมายถึงขนาดของพื้นที่ที่เล็กที่สุดที่จะมองเห็นด้วยดาวเทียม หมายความว่า เป็นกรอบพื้นที่ขนาดเล็กที่สุด ที่จะถูกแทนที่ด้วยค่าเชิงตัวเลข 1 ค่า โดยเป็นค่าพลังงานรวมของการสะท้อนจากวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่รวมกันในรอบดังกล่าว นั้น เช่น ข้อมูลรายละเอียด 20 เมตร หมายถึงว่าแต่ละจุดขนาด 20 เมตร บนภาคพื้นดินจะมีค่าสะท้อนรวมเพียง 1 ค่า เป็นตัวแทนของวัตถุในรอบนั้น ซึ่งเมื่อนำค่าที่ได้มาสร้างภาพแสดงในลักษณะความเข้มหรือค่าระดับสีเทา (Intensity or Gray Scale) โดยแต่ละจุดบนภาพ เรียกว่า Pixel หรือ Picture Element ดังนั้นหากต้องการให้ได้รายละเอียดของข้อมูลมากก็จะต้องให้ขนาดของ Ground Resolution มีขนาดเล็ก ภาพถ่ายจากดาวเทียมให้รายละเอียดหลายระดับ มีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์

2.3.5 การให้ภาพสีผสม (False Color Composite) ภาพจากดาวเทียมขาว-ดำหนึ่งภาพในหลายช่วงคลื่นสามารถนำมาซ้อนทับกันได้ครั้งละ 3 แบนด์ โดยทำให้แต่ละแบนด์ที่เป็นสีขาว-ดำกลายเป็นสีบวก (Additive Primary Color) 3 สีหลัก คือ สีน้ำเงิน (Blue) สีเขียว (Green) และสีแดง (Red) เมื่อนำมาซ้อนทับกันทำให้ได้ภาพสีผสม ปรากฏสีต่าง ๆ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีสีคือการซ้อนทับของแม่สีบวกแต่ละคู่จะให้แม่สีลบ (Subtractive Primary Color) คือ สีเหลือง

(Yellow) สีม่วงแดง (Magenta) และสี ฟ้า (Cyan)

2.4 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird จัณทร บุญญานภาพ ได้อธิบายเกี่ยวกับภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird ว่ามีประวัติการสร้างตั้งแต่ปี ค.ศ. 1993 โดย กระทรวงพาณิชย์ของสหรัฐได้ออกใบอนุญาตให้บริษัท WorldView Imaging Corporation ทำการถ่ายภาพดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงสำหรับการค้า โดยออกแบบดาวเทียม EarlyBird1 ที่มีรายละเอียดภาพ 3 เมตร ต่อมาในปี ค.ศ. 1995 บริษัท EarthWatch Incorporation ได้เข้าควบคุมกิจการแทน และมอบหมายให้บริษัท Ball Aerospace ออกแบบและสร้างดาวเทียม QuickBird ของบริษัท EarthWatch Incorporation ในเดือนธันวาคม 1997 ดาวเทียม EarlyBird1 ถูกปล่อยจากฐานประเทศรัสเซีย สามารถขึ้นสู่วงโคจรได้สำเร็จเพียง 44 วัน และตกลงมาเนื่องจาก ปัญหาเกี่ยวกับระบบ Onboard Power ในปี ค.ศ. 2000 จึงได้มีการสร้างดาวเทียม QuickBird และ ปล่อยจากฐานของประเทศรัสเซีย แต่ไม่สามารถเข้าสู่วงโคจรได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 2001 บริษัท EarthWatch ได้เปลี่ยนชื่อเป็นบริษัท Digital Globe และได้สร้าง ดาวเทียม QuickBird 2 ร่วมกับ บริษัท Eastman KodakEastman Kodak และ Fokker B.V. ดาวเทียม QuickBird 2 เป็นดาวเทียมเชิงพาณิชย์ของ สหรัฐอเมริกา โดยบริษัท Digital Globe ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2544 จากฐานใน California ประเทศสหรัฐอเมริกา มีความละเอียดภาพ 0.61 เมตร ในแบนด์ Panchromatic และ 2.44 เมตร ในระบบหลายช่วงคลื่น บันทึกข้อมูลช่วงคลื่นตามองเห็นและ อินฟราเรดใกล้ แนวถ่ายภาพกว้างประมาณ 16.5 กิโลเมตร ซึ่งภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird 2 มีคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

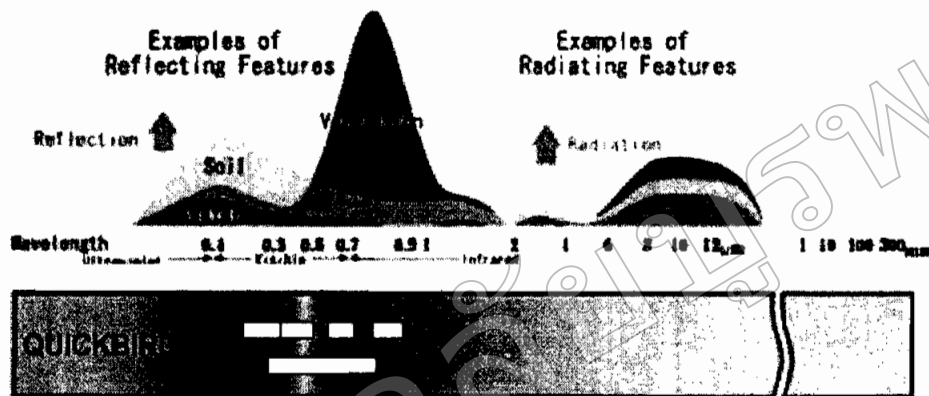
2.4.1 การ โคจร ดาวเทียม QuickBird 2 มีลักษณะการ โคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ โดยผ่านขั้วโลก มีความสูงของการ โคจร 450 กิโลเมตร เอียงทำมุมแกนโลก 98.1 องศา ความเร็ว 4 ไมล์/วินาที (17,500 ไมล์/ ชม.) หรือ 7 กม./ วินาที (26,000 กม./ ชม.) ใช้เวลาในการ โคจรรอบโลก 93.4 นาที และเวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูลคือ 10:30 น.

2.4.2 ระบบบันทึกข้อมูล ดาวเทียม QuickBird บันทึกข้อมูลในระบบ

Panchromatic และ Multispectral โดยระบบ Panchromatic มีความละเอียดภาพเท่ากับ 0.61 เมตร มีช่วงคลื่นระบบบันทึก 0.445-090 ไมโครเมตร และระบบ Multispectral มีความละเอียดภาพเท่ากับ 2.44 เมตร มีช่วงคลื่นระบบบันทึก น้ำเงิน 0.45-0.52 ไมโครเมตร, เขียว 0.52-0.60 ไมโครเมตร, แดง 0.63-0.69 ไมโครเมตร, อินฟราเรดใกล้ 0.76-0.90 ไมโครเมตร มีความกว้างแนวบันทึกข้อมูล 16.5 กิโลเมตร และมีความถี่ของการ โคจรกลับซ้ำที่จุดเดิม ทุก 1-3 วัน

2.4.3 ตำแหน่งภาพ มีขนาดภาพมาตรฐาน 11 กิโลเมตร x 11 กิโลเมตร แนวยาว

11 กิโลเมตร x 100 กิโลเมตร ถึง 11 กิโลเมตร x 1000 กิโลเมตร ภาพโมเสกต้องมีพื้นที่ 10,000 ตารางกิโลเมตรขึ้นไป



ภาพที่ 2-3 ภาพแสดงช่วงคลื่นของดาวเทียม QuickBird

2.5 การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับการนำภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูงมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาถึงศักยภาพของภาพถ่ายดาวเทียมต่อการนำไปใช้ พบว่ามีการนำไปประยุกต์ใช้ดังนี้

2.5.1 ด้านการเกษตร สามารถบอกถึงชนิดของดิน ความชื้น การประเมินการเจริญเติบโตของพืช จำแนกชนิดของพืชเศรษฐกิจ รั้วมี สุวรรณวีระกำร, สุพรรณิ ปลัดศรีช่วย และชรินทร์ มงคลสวัสดิ์ (2551) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบสมรรถนะความแยกชัดของภาพถ่ายดาวเทียมกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยศึกษาการจำแนกสิ่งปกคลุมดินตามความแยกชัดของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird ในการจำแนกข้อมูลการใช้ที่ดิน โดยใช้มาตรฐานการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน โดยพยายามจำแนกให้ถึงระดับ 3 ผลการศึกษาพบว่า ภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird มีสมรรถนะของความแยกชัดข้อมูลดาวเทียมสูงสามารถนำมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ในระดับที่ 3 ของกรมพัฒนาที่ดิน และระดับชุมชน เนื่องจากโครงสร้างต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นมักจะเป็นรูปทรงเรขาคณิตมองเห็นรูปร่างได้ชัดเจนประกอบกับภาพถ่ายดาวเทียมมีรายละเอียดสูง สามารถจะจำแนกอาคารบ้านเรือนออกได้เป็นหลัง แหล่งน้ำที่มีขนาดเล็ก การจำแนกประเภทของป่าไม้ซึ่งสามารถมองเห็นขนาดและรูปร่างได้ชัดเจนในพื้นที่ป่าปลูก และพื้นที่แปลงเกษตร รวมถึงแปลงนา ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าสมรรถนะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงและรายละเอียดสูงมาก มีความสามารถในการจำแนกวัตถุเป้าหมายที่

แตกต่างกันตามรายละเอียดของภาพ วัตถุบางอย่างจะไม่ปรากฏในภาพถ่ายหากความแยกชัดต่ำ ในมาตราส่วนที่เท่ากัน

2.5.2 ด้านแผนที่ ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird เป็นภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงสามารถนำมาใช้ในด้านทำแผนที่ การวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน ถนน ทางด่วน สะพาน ระบบชลประทาน เนื่องจากข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำสูง Holland, Boyd and Marshall (2006) ได้ศึกษาการปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศของประเทศอังกฤษให้ทันสมัย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาศักยภาพของภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศ โดยองค์กรแผนที่แห่งชาติจากการศึกษาพบว่าภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงดังกล่าว สามารถนำมาใช้แทนภาพถ่ายทางอากาศเพื่อทำแผนที่ และภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงยังมีบทบาทต่อการปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศให้มีความทันสมัยและยังมีความสำคัญต่อการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ได้ ในประเทศไทยเองก็ได้มีการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงในด้านแผนที่อย่างกว้างขวาง โดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ได้มีการจัดทำแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird มาตราส่วน 1: 4,000 ซึ่งเป็นแผนที่พร้อมใช้งาน สามารถนำไปใช้ในการสนับสนุนงานด้านต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.3 ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Kasper, Nicholas, Sarah and Yulia (2007) ศึกษาการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง ในการจำแนกกรรมสิทธิ์ที่ดินชายฝั่งแม่น้ำและระบบนิเวศวิทยาป่าไม้ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird การศึกษานี้ผู้ศึกษาต้องการสรุปความสามารถของรายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ของภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงเพื่อจำแนกข้อมูลกรรมสิทธิ์ที่ดินบริเวณอ่าว Lost Shoe และระบบนิเวศวิทยาป่าไม้ บริเวณเกาะ Vancouver, British Columbia การศึกษานี้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Semi-variograms เพื่อคำนวณความถูกต้องของความสามารถในการจำแนกโครงสร้างของพืชในลำดับต่าง ๆ และประเมินขนาดเชิงพื้นที่ที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถจำแนกได้ ระดับของพื้นที่ที่จะแสดงผลความถูกต้องอย่างอัตโนมัติเพื่อแสดงโครงสร้างของพืชทั้งหมด ในรูปแบบของ TEM สามารถแยกความแตกต่างในระดับ 3x3 และ 11x11 Pixel ซึ่งเป็นความเหมาะสมของการคำนวณโดยใช้ขนาดของ Pixel, การวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวจะแสดงผลเรื่องของความแตกต่างของสิ่งที่เหมือนและไม่เหมือนกันได้ สรุปผลการศึกษาพบว่าการใช้ค่าการสะท้อนแสงของวัตถุและลักษณะพื้นผิวของวัตถุของภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird สามารถสร้างแผนที่การจำแนกโครงสร้างของพืชได้ โดยการใช้ทั้งค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ และลักษณะพื้นผิวของวัตถุให้ค่าความถูกต้องของการจำแนกสูงมากกว่า 78.95% หากวิเคราะห์โดยรวมเอาลักษณะพื้นผิวภาพถ่ายดาวเทียมจะให้

ค่าความถูกต้องของการจำแนกโครงสร้างพืชเพิ่มขึ้นอีก 2-19% นอกจากนั้น ในปัจจุบัน Eric Sanderson (2004 cited in Kasper, Nicholas, Sarah and Yulia, 2007) นักวิทยาศาสตร์ ของสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า ซึ่งประจำอยู่ที่สวนสัตว์บรองซ์ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird เพื่อถ่ายภาพสัตว์ในสวนสัตว์ เพื่อนับจำนวนสัตว์ป่าสามารถให้รายละเอียดได้อย่างน่าประทับใจ โดยสามารถนับจำนวนสัตว์ได้เป็นรายตัว และนักวิจัยของสมาคมฯ ยังได้วางแผนที่จะใช้การถ่ายภาพนี้ในการนับสัตว์ป่าในบริเวณอื่นต่อไป ได้แก่ ช้างและยีราฟในแทนซาเนีย นกฟลามิงโกในอเมริกาใต้ และกวางเอลก์, กระตัง และละมั่งในรัฐไวโอมิงอีกด้วย ส่วนในประเทศไทยเองได้มีการนำภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง QuickBird มาได้ในด้านสิ่งแวดล้อม เช่นกัน ได้แก่การนำมาใช้ในการสนับสนุนการศึกษาน้ำเสียของแม่น้ำเจ้าพระยาจนทำให้เกิดปลาตาย โดยนำมาใช้เป็นแผนที่เพื่อวิเคราะห์ระยะทาง ที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และที่ตั้งแพปลา เพื่อใช้ประกอบการศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย

3. ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS)

สุพรรณ กาญจนสุธรรม (2550) อธิบายเกี่ยวกับระบบการกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System หรือ GPS) ระบบ GPS ว่ามีหลักการทำงานโดยอาศัยคลื่นวิทยุ และรหัสที่ส่งมาจากดาวเทียม NAVSTAR จำนวน 24 ดวง ที่โคจรรอบโลกวันละ 2 รอบ และมีตำแหน่งอยู่เหนือพื้นโลกที่ความสูง 20,200 กิโลเมตร สามารถใช้ในการหาตำแหน่งบนพื้นโลกได้ตลอด 24 ชั่วโมง ที่ทุก ๆ จุดบนผิวโลก ใช้นำร่องจากที่หนึ่งไปที่อื่นตามต้องการ ใช้ติดตามการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งของต่าง ๆ การทำแผนที่ การทำงานรังวัด (Surveying) ตลอดจนใช้อ้างอิงการวัดเวลาที่เที่ยงตรงที่สุดในโลก

3.1 องค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

3.1.1 ส่วนศูนย์ควบคุมกลาง (Control Station Segment) ซึ่งเป็นศูนย์ควบคุมระบบและบัญชาการการทำงานของระบบ GPS รวมไปถึงการตรวจตราความเรียบร้อยของระบบ ตั้งอยู่ที่ฐานทัพอากาศเมือง Colorado Spring สหรัฐอเมริกา และศูนย์ควบคุมกลางประกอบด้วย

3.1.1.1 สถานีสังเกตการณ์ (Monitor Station) จำนวน 5 แห่ง กระจายอยู่ตามจุดต่าง ๆ ของโลก ได้แก่ Hawaii, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia และ Colorado Spring

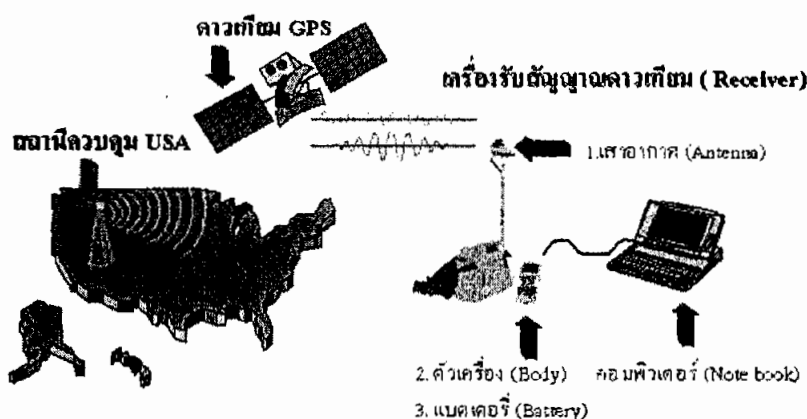
3.1.1.2 งานส่งสัญญาณภาคพื้นดิน (Ground Antennas) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 จุด ได้แก่ Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein

3.1.1.3 ศูนย์บัญชาการ (Master Control Station) ตั้งอยู่ฐานทัพอากาศสหรัฐฯ

Schriever AFB รัฐ Colorado เมื่อสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมมา เพื่อปรับแก้ไขข้อมูลวงโคจร (Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock Correction) ของดาวเทียมแต่ละดวงแล้วจะทำการส่งข้อมูลวงโคจร (Ephemeris) และข้อมูลเวลา (Clock Data) กลับไปยังดาวเทียม แล้วดาวเทียมก็จะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขแล้วมาพร้อมกับคลื่นวิทยุมายังเครื่องรับ GPS

3.1.2 ส่วนอวกาศ (Space Segment) จะประกอบด้วย ดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง แต่ละดวงโคจรรอบโลกเป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีความสูงของวงโคจรอยู่ประมาณ 11,000 ไมล์จากพื้นโลก ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีนาฬิกาอะตอม (Atomic Clock) ติดตั้งอยู่ถึง 4 เครื่อง ซึ่งจะให้เวลาที่ถูกต้องมาก มีระนาบของวงโคจร 6 ระนาบ แต่ละระนาบมีดาวเทียม 4 ดวง และเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา โครงสร้างของวงโคจร (Constellation) ในลักษณะนี้ทำให้มีดาวเทียมจำนวน 5-8 ดวง ที่เครื่องรับ GPS สามารถรับสัญญาณได้ ณ ตำแหน่งหนึ่งตำแหน่งใดได้ตลอดเวลาและดาวเทียม GPS จะมีปีกเป็นแผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Cell Panels) โดยปกติจะพยายามหมุนตัวให้สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด ดังนั้นตัวดาวเทียมจะมีการหมุนปรับตัวตลอดเวลาโดยให้ปีกเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ตั้งฉากกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในตัวดาวเทียมยังบรรจุแบตเตอรี่สำหรับให้พลังงานเมื่อดาวเทียม GPS เคลื่อนตัวอยู่ภายในเงาของโลก ตำแหน่งของดาวเทียมตลอดเวลาจะถูกคำนวณให้เครื่องรับหาตำแหน่งของผู้ใช้ที่สามารถรับข้อมูลได้ 50 bps ต่อเนื่องกัน วงโคจรของแต่ละดวงต่อระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยการตั้ง Element การโคจรที่ 15 Keplerian พร้อมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ฮาร์โมนิกเพิ่มขึ้นจากการรบกวนและแก้ไขทุก ๆ 4 ชั่วโมง

3.1.3 ส่วนผู้ใช้งาน (User Segment) ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับทางทหาร (Military) และทางพลเรือน (Civilian) ซึ่งทางพลเรือนจะได้รับสัญญาณฟรี แต่ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบหาซื้อจานรับ (Antenna) และเครื่องรับ (Receiver) ด้วยตนเองนโยบายการให้บริการข้อมูล GPS ของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 2-4 องค์ประกอบของระบบดาวเทียม GPS

3.2 การรังวัดตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS แบบรังวัด

วิชัย เขียงวีรชน (2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับเรขาคณิตของการรังวัดตำแหน่งด้วย

ดาวเทียม ว่าการรังวัดดาวเทียมนั้นต้องการรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง แต่ส่วนใหญ่แล้วจะสามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้มากกว่า 6 ดวง เนื่องจากทุกพื้นที่บนโลกมีดาวเทียมปรากฏอยู่อย่างน้อย 4 ดวง ตลอดเวลา โดยเราสามารถตรวจสอบตำแหน่งของดาวเทียมที่ปรากฏอยู่บนท้องฟ้าในช่วงเวลาที่ต้องการเป็นรูปกราฟิก (Sky Plot) ได้จากซอฟต์แวร์โปรแกรม และข้อมูลปฏิทินดาวเทียม พร้อมทั้งสามารถคำนวณสถานะภาพทางเรขาคณิตของการรับสัญญาณดาวเทียมที่เรียกว่า “Dilution Of Precision” (DOP) ซึ่งจะบอกความถูกต้องของตำแหน่งที่รังวัดว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่ต้องการความถูกต้องสูง จะทำการรังวัดด้วยวิธีวัดเฟส เทียบกับจุดที่ทราบค่าพิกัด (Know Point) โดยใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยที่เครื่องหนึ่งติดตั้งที่ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดเป็นสถานีฐาน (Base Receiver Station) และเครื่องที่เหลือจะนำไปรังวัดตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าพิกัด เป็นเครื่อง (Rover Receiver) ดังนั้นการรับสัญญาณที่เวลา และดาวเทียมชุดเดียวกันจะสามารถคำนวณค่าแก้ความคลาดเคลื่อนระบบ ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนสัญญาณนาฬิกา การหักเหผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และโทรโพสเฟียร์ ซึ่งเป็นการหาค่าพิกัดที่เรียกว่า “Relative Positioning” หรือ “Differential Positioning” โดยทั่วไปเรียกชื่อว่า “DGPS” (Differential Global Positioning System)

3.3 วิธีการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS

วิชัย เขียงวีรชน (2548) การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบรังวัดสามารถแบ่งออกได้สองประเภท คือ เครื่องรับสัญญาณแบบความถี่เดียว (Single Frequency, L1) และชนิดสองความถี่ (Dual Frequency, L1/ L2) ซึ่งปกติในการรังวัดแบบสองความถี่จะต้องใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยที่เครื่องหนึ่งติดตั้งที่ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดเป็นสถานีฐาน (Base Receiver Station) และเครื่องที่เหลือจะนำไปรังวัดตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าพิกัดเป็นเครื่อง (Rover Receiver) ด้วยวิธีการรังวัดพื้นฐาน ตามที่กล่าวไปในเบื้องต้น โดยมีวิธีการรังวัดดังนี้

3.3.1 การรังวัดแบบสถิต (Static) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้เทคนิคการรังวัดพื้นฐานแบบ DGPS ในการรังวัดเพื่อสร้างหมุดหลักฐานสำหรับงานสำรวจขั้นสูง ต้องใช้เวลาในการรับและบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียมประมาณ 1-2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นฐานและจำนวนดาวเทียมที่ปรากฏอยู่บนท้องฟ้า เพื่อนำมาประมวลผลหาค่าเลขและเส้นฐานได้ (Post Processing) โดยให้ค่าความถูกต้องในระดับต่ำกว่าเซนติเมตร (Sub-centimeter Level) ด้วยเครื่องรับสัญญาณชนิดความถี่เดียว (L1) หรือสองความถี่ (L1/ L2) หากเส้นฐานมีความยาวมากกว่า

20 กิโลเมตร จะมีผลกระทบจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้เครื่องรับสัญญาณชนิดสองความถี่ (L1/L2) จะช่วยขจัดความคลาดเคลื่อนจากการหักเหคลื่นในชั้นบรรยากาศได้

3.3.2 การรังวัดแบบสถิตชนิดเร็ว (Rapid Static) เป็นการรังวัดพื้นฐานเพื่อคำนวณตำแหน่งของเครื่อง Rover ที่ความถูกต้องในระดับเซนติเมตร (Centimeter Level) หรือน้อยกว่า ที่ใกล้เคียงกับการรังวัดแบบสถิต ด้วยการรับและบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียมที่ตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าพิกัดช่วงเวลาสั้น ๆ ใช้เวลาเพียง 5-20 นาที ขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นฐานที่ทำการรังวัดและจำนวนดาวเทียมที่ปรากฏอยู่บนท้องฟ้า โดยต้องใช้เครื่องรับสัญญาณชนิดสองความถี่ (L1/L2) และนำข้อมูล มาประมวลผลภายหลัง การหาคำตอบค่าตำแหน่งของการรังวัด (Post Processing) แบบนี้ต้องรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 6 ดวง จึงจะสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว

3.3.3 การรังวัดแบบจลน์ (Kinematic) เป็นวิธีการรังวัดที่รวดเร็วและให้ค่าความถูกต้องในระดับเซนติเมตร จากการใช้เครื่องรับสัญญาณที่เป็นชนิดความถี่เดียว ด้วยการวัดเส้นฐานเทียบกับสถานีอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่มีการเคลื่อนที่ของเครื่อง โรเวอร์ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ นั้นหมายถึงต้องมีการรับสัญญาณและบันทึกข้อมูลตลอดเวลา หรือล็อกสัญญาณดาวเทียมไว้ และนำข้อมูลที่ได้นำมาประมวลผลภายหลัง (Post Processing) ซึ่งจะได้ตำแหน่งพิกัดของจุดตามการเคลื่อนที่ของเครื่อง โรเวอร์ สิ่งที่สำคัญของการรังวัดแบบนี้ คือ การรังวัดเริ่มต้น (Initialization) โดยเครื่องโรเวอร์ต้องทำการรังวัดแบบ Static ช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณ 20-30 นาที ก่อนทุกครั้งเพื่อหาค่าตัวเลขปริศนาให้ได้เสียก่อน เรียกว่า Static Initialization ซึ่งตัวเลขปริศนาค่านี้จะไม่เปลี่ยนแปลงตราบที่ยังคงรับสัญญาณดาวเทียมอย่างต่อเนื่อง หากไม่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลที่บันทึกได้จะขาดช่วง เรียกว่า สัญญาณขาดช่วง (Cycle Slip) ต้องทำการรังวัดเริ่มต้น (Initialization) ใหม่ จึงจะรังวัดจลน์ต่อไปได้ นอกจากนี้เทคนิคการรังวัดเริ่มต้น (Initialization) ยังสามารถใช้วิธีอื่นได้ เช่น การใช้เส้นฐานที่ทราบค่าอยู่แล้วด้วยการเริ่มต้นที่จุดปลายของเส้นฐานเทียบกับสถานีฐานที่ตั้งที่จุดปลายของเส้นฐานนั้นด้วย จะทำให้หาคำตอบของตัวเลขที่ต้องการได้ภายในเวลา 1-2 นาที เท่านั้น อีกเทคนิคหนึ่ง คือ การสับเปลี่ยนตำแหน่งของเสาอากาศระหว่างเครื่องรับสถานีฐานและเครื่องโรเวอร์ เรียกว่า สลับเสาอากาศ (Antenna Swap) โดยการตั้งสถานีฐานที่จุดทราบค่าพิกัด และเครื่องโรเวอร์ที่ห่างออกไปประมาณ 5-10 เมตร รับสัญญาณพร้อมกัน 2-4 นาที และสับเปลี่ยนตำแหน่งอีกครั้ง รับสัญญาณพร้อมกัน 2-4 นาที จากนั้นเครื่องโรเวอร์จึงเคลื่อนที่ต่อไป จะเห็นว่าสองวิธีหลังใช้เวลาในการเริ่มต้นน้อยกว่าจึงเป็นที่นิยมใช้มากกว่าวิธีแรก

3.3.4 การรังวัดแบบจลน์ชนิดสตอปแอนด์โก (Stop and Go Kinematic) การรังวัด

วิธีนี้เป็นารังวัดในลักษณะเดียวกับการรังวัดแบบจลน์ (Kinematic) ต่างกันตรงที่จะมีการรับสัญญาณดาวเทียมของเครื่องโรเวอร์และบันทึกข้อมูลที่ตำแหน่งจุดต้องการทราบค่าพิกัดโดยตรงเป็นระยะเวลาสั้น ๆ ประมาณ 1-2 นาที ระหว่างการเคลื่อนย้ายเครื่องโรเวอร์จะต้องล็อกสัญญาณดาวเทียมให้ได้อย่างน้อย 4 ดวง ตลอดเวลา ซึ่งข้อมูลจะถูกนำมาประมวลผลภายหลัง และจะให้ค่าความถูกต้องในระดับเซนติเมตร ซึ่งเพียงพอกับการรังวัดที่ต้องการความถูกต้องทางตำแหน่งในระดับ 1: 5,000

3.3.5 การรังวัดแบบจลน์เสมือน (Pseudo-kinematic) วิธีนี้เป็นารผสมเทคนิคการรังวัดแบบจลน์และแบบสถิตเข้าด้วยกัน โดยไม่ต้องมีการรังวัดเริ่มต้น (Initialization) แต่ต้องมีการรับและบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียมประมาณ 5 นาที ในแต่ละจุด และต้องกลับมารับและบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียมที่ตำแหน่งเดิมอีกครั้งหลังผ่านไปประมาณ 1 ชั่วโมง โดยที่ไม่ต้องรับสัญญาณต่อเนื่องเช่นเดียวกับการรังวัดแบบสถิต สิ่งสำคัญคือ การกลับมารับสัญญาณดาวเทียมอีกครั้งหลังเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ต้องประกอบด้วยดาวเทียมดวงเดียวกันอย่างน้อย 4 ดวง ซึ่งการวางแผนการรังวัดด้วยวิธีนี้ค่อนข้างมีความสำคัญอย่างยิ่ง ข้อมูลจะถูกนำมาประมวลผลภายหลังซึ่งจะให้ค่าความถูกต้องในระดับเซนติเมตร เครื่องรับสัญญาณที่ใช้เป็นชนิดความถี่เดียว

3.3.6 การรังวัดแบบจลน์ทันทีทันใด (Real Time Kinematic, RTK) และ ออนเดอะฟลาย (On The Fly, OTF) เป็นวิธีการหาตำแหน่งพิกัดของจุดที่คล้ายกับการรังวัดแบบจลน์ โดยใช้เครื่องรับสัญญาณชนิดสองความถี่ (L1, L2) ที่ให้ความถูกต้องในระดับเซนติเมตร การหาค่าตัวเลขสามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้นเพียงรับสัญญาณขณะเคลื่อนที่ (On The Fly, OTF) ภายใน 10-30 วินาที โดยมีต้องทำการรังวัดเริ่มต้นเช่นเดียวกับการรังวัดแบบจลน์ (Kinematic) ด้วยเทคนิคการประมวลผลคลื่นความถี่ L1 ร่วมกับคลื่นความถี่ L2 เมื่อทราบค่าตัวเลขแล้วหลังจากนั้นการประมวลผลจะใช้เพียงคลื่น L1 สำหรับการคำนวณพิกัดตำแหน่งต่อไป การประมวลผลสามารถทำได้ภายหลัง หรือประมวลผลเพื่อให้ได้ค่าพิกัดในทันทีทันใด (Real Time Kinematic, RTK) เมื่อมีการเชื่อมโยงข้อมูลจากเครื่องสถานีฐานด้วยเครื่องวิทยุ เครื่องโรเวอร์จะสามารถประมวลผลได้ในทันที

การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortion)

การประมวลผลข้อมูลดาวเทียม กระบวนการปรับแก้ข้อมูลภาพเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ขั้นตอนหนึ่งที่ควรคำนึงถึง ทั้งนี้เพราะขณะดาวเทียมบันทึกภาพครั้งหนึ่ง ๆ นั้นมันจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกอยู่เสมอ ส่งผลให้ภาพมีความผิดเพี้ยนไปจากที่ควรจะเป็น และเมื่อได้นำภาพที่ได้เหล่านั้นไปใช้งานก็อาจจะทำให้ผลที่ได้ผิดเพี้ยนไปด้วย ดังนั้น

จึงควรมีการปรับแก้ข้อมูลตามความเหมาะสม อีกทั้งทำให้สามารถใช้ข้อมูลดาวเทียมร่วมกับข้อมูลอื่นได้สะดวกยิ่งขึ้น เช่น การหลอมหรือการซ้อนข้อมูลดาวเทียมต่างดวง (Data Fusion/ Merging) หรือต่างรายละเอียดเชิงพื้นที่ (ราเชนทร์ ศรีภูมิินทร์, 2546 อ้างถึงใน สุรัตน์ เจียรนัยวิวัฒน์, 2550)

อัมชา ก.บัวเกษร (2542) อธิบายว่า การได้มาซึ่งข้อมูลทางด้าน Remote Sensing โดยเฉพาะข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เช่น Landsat หรือ SPOT ข้อมูลดิบจะมีความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometrical Error) อยู่เสมอ ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น วงโคจรและความสูงที่แตกต่างกัน (Orbit and Altitude Anomalies) ความเร็วของดาวเทียมไม่คงที่ ความโค้งของผิวโลก (Earth Curvature) การหมุนรอบตัวเองของโลก (Earth Rotation) ทำให้เกิดภาพไข้ (Image Skew) การกวาดแกว่งกระจกในการเก็บข้อมูลไม่สม่ำเสมอ (Mirror Velocity Nonlinearity) และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการส่งข้อมูลในแต่ละบรรทัดผิดพลาดทำให้ขนาดของแต่ละจุดภาพไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส แนวทางแก้ไขเชิงเรขาคณิตนั้นจะต้องบิดภาพกลับ และอธิบายว่า ความบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortions) ว่า คือความคลาดเคลื่อนบนภาพระหว่างพิกัดภาพที่เป็นจริง กับพิกัดภาพอุดมคติที่ได้รับจากการฉายตามทฤษฎี โดยใช้เครื่องวัดอุดมคติและภายใต้เงื่อนไขอุดมคติ ความบิดเบี้ยวนี้อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีที่เรียกว่า การแปลงเชิงเรขาคณิต (Geometric Transformation) หรือเรียกโดยทั่วไปว่าการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

แก้ว นวลฉวี (2549) อธิบายเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortion) ว่าความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต หมายถึง ความแตกต่างระหว่างตำแหน่งที่ปรากฏบนภาพที่ได้จากการตรวจวัดกับตำแหน่งที่แท้จริงของมันที่ปรากฏตามพิกัดบนผิวโลก ทำให้ขนาดหรือทิศทางของวัตถุหรือองค์ประกอบในภาพผิดเพี้ยนไปจากที่เป็นจริง จำเป็นต้องปรับแก้ให้มีความสอดคล้องกัน ก่อนนำไปประมวลผลต่อไป

1. รูปแบบความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต มี 2 รูปแบบ คือ

1.1 ความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบ/ เชิงระบบ (Systematic Distortion) มักเป็นความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดมาจากตัวแปรคงที่ของการตรวจวัด ทั้งในส่วนของตัวระบบตรวจวัดและลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งมักไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันระหว่างการศึกษา ทำให้เราสามารถที่จะคาดคะเนรูปแบบของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวได้ล่วงหน้า สาเหตุของการคลาดเคลื่อนเชิงระบบที่สำคัญ 5 อย่างประกอบด้วย

1.1.1 การเอียงตัวของแนวกวาดภาพ (Scan Skew) เกิดจากการเคลื่อนที่ไป

ข้างหน้าของอุปกรณ์ขณะทำงาน ทำให้แนวการกวาดแต่ละรอบเกิดการเอียงตัวตามไปข้างหน้าด้วย

1.1.2 การผันแปรในอัตราเร็วของการกวาดภาพ (Mirror-scan Velocity Variation)

เป็นผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของภาพในแนวของการกวาด

1.1.3 การผันแปรในขนาดของเซลล์ภาพตามแนวการตรวจวัด (Radial Distortion) เกิดจากการเบนของมุมมองของเครื่องตรวจวัดออกจากแนวตั้งขณะตรวจวัด เช่นความคลาดเคลื่อนที่เกิดบริเวณขอบด้านนอกในภาพถ่ายมุมกว้าง (Panoramic Distortion)

1.1.4 การแปรผันในอัตราเร็วของการสำรวจ (Platform Velocity Variation) ทำให้เซลล์ภาพตามแนวโคจรมีค่าผันแปรไปด้วย

1.1.5 การหมุนของโลก (Earth Rotation) และส่วนโค้งของผิวโลก (Earth Curvature) ทำให้ภาพเกิดบิดเบี้ยวไปได้เช่นกัน

1.2 ความคลาดเคลื่อนที่ไม่เป็นระบบ ไม่ใช่เชิงระบบ (Non-systematic Distortion) มักเป็นความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากตัวแปรซึ่งไม่คงที่ของระบบตรวจวัด ทั้งในส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัด และยานสำรวจ ทำให้ไม่สามารถคาดเดารูปแบบการเกิดปัญหาได้ล่วงหน้า ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 2 ประการ

1.2.1 ความคลาดเคลื่อนของมาตราส่วน (Scale) บนภาพ เนื่องจากการผันแปรใน ความสูงของเครื่องตรวจวัดอย่างฉับพลันขณะสำรวจ (Altitude Shift) เช่นเครื่องบินตกหลุมอากาศ ขณะบินถ่าย เป็นต้น

1.2.2 ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนทิศทางของแนวการตรวจวัดไป จากแนวปกติ (Attitude Shift) มักเกิดจากการส่ายของเครื่องบินหรือดาวเทียมซึ่งเป็นยานสำรวจ ลักษณะการส่ายของยานสำรวจที่สำคัญ 3 อย่างคือ Roll, Pitch และ Yaw ขณะทำการถ่ายภาพ

2. การปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

แก้ว นวลฉวี (2549) ได้อธิบายว่าความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตเกิดจากสาเหตุที่สำคัญหลายประการ และวิธีแก้ไขความคลาดเคลื่อนก็มีหลายรูปแบบแตกต่างกันออกไป แต่ที่พบทั่วไปมีสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.1 การปรับแก้เชิงระบบ (Systematic Correction) เป็นวิธีการปรับแก้จากสาเหตุของความคลาดเคลื่อน แล้วใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาออกแบบวิธีการปรับแก้ที่เหมาะสมต่อไป เช่น การปรับแก้เนื่องจากความโค้งของโลก หรือจากการกระจายแสงของเลนส์ หรือจากการมองเฉียงออกจากแนวตั้งของอุปกรณ์ เป็นต้น เป็นการปรับแก้ให้ตรงกับสาเหตุ ซึ่งมักได้ผลมีประสิทธิภาพ ดีเสมอ

2.2 การปรับแก้ที่ไม่ใช่เชิงระบบ (Non-systematic Correction) เป็นวิธีการปรับแก้ที่ไม่คำนึงถึงสาเหตุของความคลาดเคลื่อน แต่จะแปลงพิกัดของภาพที่ยังไม่ถูกต้องให้ถูกต้องมากขึ้น โดยการใช้แผนที่หรือภาพที่มีพิกัดถูกต้องเป็นตัวอ้างอิง (Reference) การปรับแก้หรือการแปลง

ทำได้โดยใช้ “จุดอ้างอิง” (Ground Control Point: GCP) บนภาพหรือแผนที่ ที่ทราบพิกัดแน่นอน จำนวนหนึ่งเป็นตัวกำหนดรูปแบบสมการ การแปลงที่เหมาะสม เพื่อใช้แปลงตำแหน่งที่เหลือทั้งหมดของภาพ ไปสู่พิกัดใหม่ที่ต้องการ

3. ขั้นตอนในการปรับแก้ถูกต้องเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

3.1 การเลือกรูปแบบสมการในการปรับแก้

แก้ว นวลฉวี (2549) อธิบายเกี่ยวกับเทคนิคการแปลงพิกัดของเซลล์ภาพเพื่อปรับแก้ถูกต้องเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ว่าเป็นการแปลงเพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตที่ไม่ใช่เชิงระบบ (Non-systematic Correction) เป็นการหาสมการที่เหมาะสม ที่มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เรียกว่า สมการแปลงเชิงเรขาคณิต (Geometric Transformation) มีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมกันมาก และง่ายคือสมการแบบเชิงเส้นตรง (Linear Equation) และการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต นั้น จะต้องสร้างสมการการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ซึ่งโดยทั่วไปอาจแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

3.1.1 การแปลงเชิงเส้นตรง (Linear Transformation) โดยใช้สมการเชิงเส้นตรง ที่มีรูปแบบที่ง่ายและมักให้ผลการแปลงที่ดีพอสมควร ดังสมการแบบ Linear Transformation

$$X = a1 + a2U + a3V$$

$$Y = b1 + b2U + b3V$$

3.1.2 การแปลงที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง (Non-linear Transformation) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สมการแบบพหุนาม (Polynomial Equation) ระดับสองขึ้นไป ซึ่งจะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องมากกว่าสมการเชิงเส้นตรง และอาจให้ผลการแปลงที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า สมการที่นิยมใช้สำหรับ Non-linear Transformation เช่น

$$X = a1 + a2U + a3V + a4UV + a5U(2) + a6V(2)$$

$$Y = b1 + b2U + b3V + b4UV + b5U(2) + b6V(2)$$

เมื่อ (U, V) เป็นตำแหน่งพิกัดของเซลล์ภาพเริ่มต้น

3.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ (Polynomial Transformation Coefficient) ค่าพิกัดของจุดบังคับภาพ (Image Control Point)

ราเชนทร์ ศรีภูมิินทร์ (2546 อ้างถึงใน สุรัตน์ เจริญชัยวัฒน์, 2550) ได้อธิบายเกี่ยวกับการกำหนดจำนวนของจุดควบคุมภาพถ่ายว่า จำนวนจุดควบคุมขึ้นกับขนาดภาพ และลักษณะการกระจายของจุดควบคุม จำนวนของจุดควบคุมควรมากกว่าจำนวนตัวแปรไม่ทราบค่า เพื่อให้เพียงพอต่อการคำนวณความผิดพลาดต่าง ๆ แล้วแก้ไขด้วยวิธีกำลังน้อยที่สุด (Least Square)

ซึ่งความคลาดเคลื่อนของจุดควบคุมระหว่างข้อมูลภาพและข้อมูลอ้างอิงจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์
สมการถดถอยแบบยกกำลังน้อยที่สุดเพื่อตรวจสอบสัมประสิทธิ์ของสมการแปลงพิกัดซึ่งเกี่ยวกับ
กับภาพที่บิดเบี้ยวและเส้นโครงแผนที่ ที่ใช้อันดับของโพลีโนเมียลที่เลือกใช้จะต้องมีจุดควบคุม
อย่างน้อยจำนวนหนึ่งเพื่อให้เพียงพอต่อการคำนวณ ดังนี้

0th Order จะต้องมียุคควบคุมอย่างน้อย 3 จุด

1st Order จะต้องมียุคควบคุมอย่างน้อย 4 จุด

2nd Order จะต้องมียุคควบคุมอย่างน้อย 6 จุด

3rd Order จะต้องมียุคควบคุมอย่างน้อย 10 จุด

4th Order จะต้องมียุคควบคุมอย่างน้อย 16 จุด

5th Order จะต้องมียุคควบคุมอย่างน้อย 21 จุด

โดยปกติโพลีโนเมียลอันดับยิ่งสูง ค่าคงเหลือจะยิ่งต่ำ สมการโพลีโนเมียลอันดับสาม
ก็เพียงพอสำหรับภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เช่น Landsat, SPOT, IRS การเลือกใช้
สมการโพลีโนเมียล มีข้อควรระวังคือ โพลีโนเมียลอันดับสูงจะทำให้ตำแหน่งจุดภาพถูกต้องเฉพาะ
บริเวณใกล้ ๆ จุดควบคุม แต่อาจคลาดเคลื่อนมาเมื่ออยู่ห่างจุดควบคุม ดังนั้นถ้าจุดควบคุม
ครอบคลุมไม่ทั่วถึงก็อาจเกิดความคลาดเคลื่อนที่แย่กว่าเดิม (ราเชนทร์ ศรีภูมิพันธ์, 2546 อ้างถึงใน
สุรัตน์ เจริญชัยวิวัฒน์, 2550)

3.3 การเลือกจุดบังคับภาพถ่าย (Collection of Image Control Points) และจุด ตรวจสอบ (Collection of Check Points)

บรรเจิด พลและการ, เกลิมชนม์ สติระพจน์ และอิทธิ ตรีศิริสัตยวงศ์ (2547) อธิบายว่า
จุดบังคับภาพถ่าย (Image Control Point) คือ จุดที่ถูกทำการวัดค่าพิกัดภาพ (Image Coordinate)
บนภาพดาวเทียม แล้วทำการรังวัดค่าพิกัดแผนที่ (Ground or Map Coordinate) ของจุดดังกล่าวใน
พื้นที่จริง เพื่อใช้สำหรับคำนวณหาพารามิเตอร์ของการปรับแก้ภาพเชิงเรขาคณิต ส่วนจุดตรวจสอบ
(Check Point) คือจุดภาพที่ถูกทำการวัดค่าพิกัดภาพในภาพดาวเทียม แล้วรังวัดค่าพิกัดแผนที่ของจุด
ดังกล่าวในสนามเช่นเดียวกับจุดบังคับภาพ เพื่อใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้อง และเปรียบเทียบกับ
ค่าพิกัดแผนที่ที่ได้จากการปรับแก้ภาพเท่านั้น โดยไม่นำไปใช้สำหรับคำนวณหาพารามิเตอร์ของ
การปรับแก้ภาพเชิงเรขาคณิตค่าพิกัดแผนที่ที่คำนวณได้ของจุดตรวจสอบ และค่าพิกัดแผนที่จริง
จากการรังวัดในสนาม จะถูกใช้ในขั้นตอนการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองการแปลง
ค่าพิกัดภาพ เป็นค่าพิกัดแผนที่โดยนำมาคำนวณหาค่าต่างของค่าพิกัด โดยจุดที่เหมาะสมสำหรับ
การใช้เป็นจุดบังคับภาพ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

3.3.1 จุดภาพที่เลือกจะต้องมีความคมชัดเห็นได้ชัดเจนบนภาพดาวเทียม และต้อง

สามารถกำหนดตำแหน่งได้อย่างแน่นอนบนภูมิประเทศ เช่น มุมถนน ปลายสะพาน จุดตัด
เกาะกลางถนน และสะพานลอย เป็นต้น

3.3.2 จุดที่เลือกสามารถเข้าถึงได้สะดวกและไม่เป็นสถานที่ที่ไม่ได้รับอนุญาตเช่น
เขตทหาร, พื้นที่ส่วนบุคคล

3.3.3 จุดที่เลือกควรอยู่บริเวณพื้นที่โล่ง ไม่มีอุปสรรคบังสัญญาณระหว่าง
รังวัดค่าพิกัดด้วยดาวเทียม GPS เช่น หลีกเลียงบริเวณที่อยู่ใต้ต้นไม้ซึ่งมีกิ่งก้านสาขาส่งผลกระทบ
ห่างจากสายไฟแรงสูงและสถานีสื่อสารต่าง ๆ อันอาจมีผลต่อการรับสัญญาณจากดาวเทียม

3.3.4 จุดที่เลือกต้องกระจายตัวอยู่ ณ ตำแหน่งบนภาพดาวเทียมอย่างทั่วถึง และ
เหมาะสม

3.3.5 จำนวนจุดที่เลือกต้องมีจำนวนที่เพียงพอสำหรับการปรับแก้เชิงเรขาคณิต
และการตรวจสอบการแปลงค่าพิกัดเป็นระบบพิกัดแผนที่

สอดคล้องกับ ราเชนทร์ ศรีภูมิพันธ์ (2546 อ้างถึงใน สุรัตน์ เจียรนัยวิวัฒน์, 2550)
ที่อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของจุดบังคับภาพถ่ายไว้ว่า จุดบังคับภาพถ่ายควรมีลักษณะ ดังนี้

3.3.6 จะต้องเป็นตำแหน่งใด ๆ ที่สอดคล้องตรงกัน (Exactly Matching Point)
ทั้งในภาพและข้อมูลอ้างอิง

3.3.7 ควรเป็นจุดเด่นชัดสังเกตได้ง่าย (Landmarks)

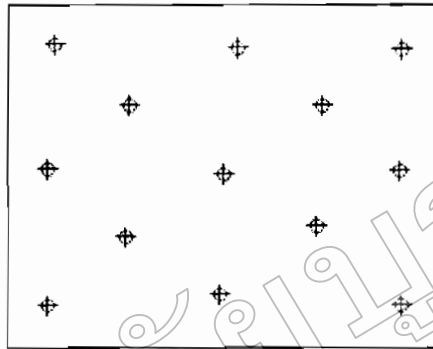
3.3.8 ควรเป็นจุดที่ค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงง่าย

3.3.9 ควรเลือกให้จุดควบคุมกระจายสม่ำเสมอทั่วทั้งภาพ หรือมีระยะห่างระหว่าง
จุดใกล้เคียงกัน

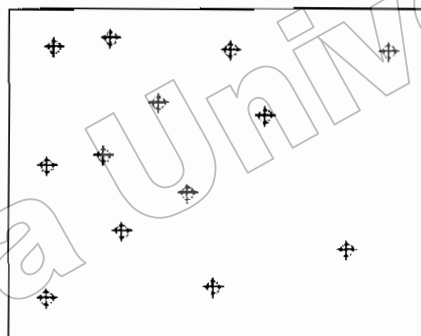
กองแผนที่และสารสนเทศภูมิศาสตร์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2550) ได้
อธิบายเกี่ยวกับโครงข่ายจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียม และการกำหนดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่าย
ดาวเทียมไว้ใน คู่มือวิธีการปฏิบัติงาน เรื่อง การสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่าย
ดาวเทียมโดยใช้ GPS ว่าการกำหนดตำแหน่งของจุดบังคับภาพถ่ายควรกระจายทั่วทั้งบริเวณของ
ภาพ เนื่องจากหากเรากำหนดจุดบังคับภาพถ่ายที่เพียงพอแต่ไม่กระจายทั่วทั้งภาพ จะทำให้แผนที่ที่
ได้มีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งการวางโครงข่ายของจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมขึ้นอยู่กับลักษณะของ
ภาพที่นำมาใช้ โดยในที่นี้จะกล่าวถึงภาพถ่ายดาวเทียมที่ลักษณะของภาพมี 2 แบบ คือ

1. กรณีที่ภาพเป็นภาพเดี่ยว คือ มี 1 ภาพ (Scene) การกำหนดจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียม
สามารถทำได้โดย เลือกจุดที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียม
โดยวางโครงข่ายของจุดให้กระจายทั่วทั้งภาพถ่ายโดยเฉพาะบริเวณขอบของภาพ ไม่เกาะกลุ่มอยู่
ด้านใดด้านหนึ่งของภาพ และมีจำนวนจุดบังคับภาพถ่ายที่เพียงพอต่อการนำไปคำนวณปรับแก้ของ

สมการ Polinomial ดังภาพที่ 2-5 และ ภาพที่ 2-6



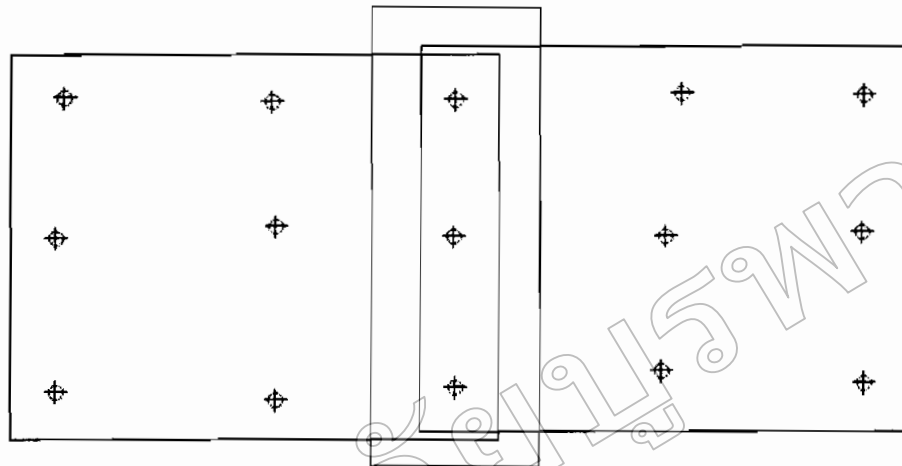
ภาพที่ 2-5 จุดบังคับภาพถ่ายที่มีการกระจายตัวทั่วบริเวณภาพ (กองแผนที่และสารสนเทศภูมิศาสตร์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2550)



ภาพที่ 2-6 จุดบังคับภาพถ่ายที่มีการกระจายตัวไม่ทั่วบริเวณภาพหรือ กระจายไปข้างใดข้างหนึ่ง (กองแผนที่และสารสนเทศภูมิศาสตร์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2550)

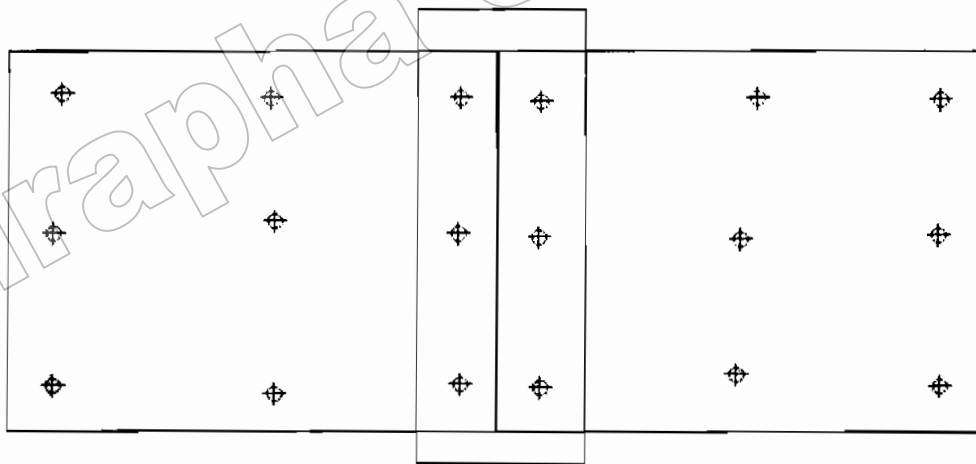
2. กรณีที่โครงการที่จัดทำมีภาพถ่ายดาวเทียมมากกว่า 1 ภาพ (Scene) มีลักษณะเฉพาะของการวางโครงข่ายจุดบังคับภาพถ่าย ดังนี้

กรณีที่ 1 ภาพถ่ายจากดาวเทียมมีส่วนซ้อน (Overlap) ให้กำหนดจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมในบริเวณที่มีการซ้อนทับกันของภาพถ่ายจากดาวเทียม เพื่อให้จุดเดียวกันของทั้งสองภาพถูกนำไปใช้ในการปรับแก้ จะทำให้บริเวณรอยต่อของภาพมีความถูกต้องและสามารถต่อกันได้สนิทพอดี ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-7 การกำหนดจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมกรณีมีส่วนซ้อน (Overlap) ของภาพ (กองแผนที่และสารสนเทศภูมิศาสตร์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2550)

กรณีที่ 2 ภาพถ่ายจากดาวเทียมไม่มีส่วนซ้อน (Overlap) ของภาพ ให้กำหนดจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมในบริเวณขอบรอยต่อของภาพทั้งสองภาพ เพื่อให้บริเวณรอยต่อของภาพมีความถูกต้องและสามารถต่อกันได้สนิทพอดี ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 การกำหนดจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมกรณีไม่มีส่วนซ้อน (Overlap) ของภาพ (กองแผนที่และสารสนเทศภูมิศาสตร์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2550)

3.4 การสำรวจรังวัดพิกัดของจุดบังคับภาพ (Image Control Point) และจุดตรวจสอบ (Check Point) ระดับของจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบัน มีการใช้กันในหลายระดับ

ความถูกต้อง ขึ้นอยู่กับขนาดของความถูกต้องที่ต้องการ ซึ่งในการศึกษานี้ต้องการใช้จุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดความถูกต้องในระดับสูงเนื่องจากการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird ดังนั้นผู้วิจัยได้สรุปเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมดังนี้

การสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบันนิยมใช้วิธีการรังวัดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS) ซึ่งมีหลายรูปแบบตามขนาดของความถูกต้อง แต่ในการประมวลผลที่ต้องการตำแหน่งที่มีค่าความถูกต้องสูงนั้นนิยมใช้การรังวัดแบบสถิต (Static) วิชัย เขียงวิระชน (2548) ได้อธิบายการรังวัดแบบสถิต (Static) ว่าเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้เทคนิคการรังวัดเส้นฐานแบบ DGPS ในการรังวัดเพื่อสร้างหมุดหลักฐานสำหรับงานสำรวจขั้นสูง ซึ่งปกติในการรังวัดแบบสองความถี่จะต้องใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยที่เครื่องหนึ่งติดตั้งที่ตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดเป็นสถานีฐาน (Base Receiver Station) และเครื่องที่เหลือจะนำไปรังวัดตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าพิกัดเป็นเครื่อง (Rover Receiver) ต้องใช้เวลาในการรับและบันทึกข้อมูลสัญญาณดาวเทียมประมาณ 1-2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นฐานและจำนวนดาวเทียมที่ปรากฏอยู่บนท้องฟ้า เพื่อนำมาประมวลผลหาค่าเลขและเส้นฐานได้ (Post Processing) โดยให้ค่าความถูกต้องในระดับต่ำกว่าเซนติเมตร (Sub-centimeter Level) ด้วยเครื่องรับสัญญาณชนิดความถี่เดียว (L1) หรือสองความถี่ (L1/ L2) หากเส้นฐานมีความยาวมากกว่า 20 กิโลเมตร จะมีผลกระทบจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้เครื่องรับสัญญาณชนิดสองความถี่ (L1/ L2) จะช่วยขจัดความคลาดเคลื่อนจากการหักเหคลื่นในชั้นบรรยากาศได้

กองแผนที่และสารสนเทศภูมิศาสตร์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2550) ได้อธิบายการสำรวจรังวัดพิกัดของจุดบังคับภาพ (Image Control Point) ไว้ในคู่มือวิธีการปฏิบัติงาน เรื่อง การสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ GPS ว่าการสำรวจด้วยวิธี Static เป็นวิธีที่ให้ความถูกต้องสูง เหมาะที่จะนำมาใช้ในการสำรวจวางหมุดควบคุม (Control Survey) ความละเอียดของการวัดด้วยวิธีนี้ผิดพลาดน้อยกว่า 1 เซนติเมตร ในงานสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมได้ใช้วิธี Static สำหรับวางหมุดควบคุมเพื่อตั้งเป็นสถานีฐาน (Base Station) ซึ่งจะต้องเคลื่อนย้ายไปตามพื้นที่สำรวจ เพื่อให้อยู่ในตำแหน่งที่สามารถส่งสัญญาณวิทยุถึงสถานีอีกแห่งหนึ่งที่ต้องการทราบค่าพิกัด การสำรวจวิธีนี้เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับงานสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมมากที่สุด เนื่องจากต้องการความละเอียดสูง เพื่อที่จะสามารถนำไปสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมได้ถูกต้องและสมบูรณ์ รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้ในงานวิเคราะห์ข้อมูลอื่น ๆ ในเชิงพื้นที่ที่เน้น

ความถูกต้องสูง ๆ การสำรวจค่าพิกัดของจุดบังคับภาพถ่าย (Ground Control Point) จะใช้เครื่อง GPS รุ่น GPS 500, GPS 1200 หรือ GPS 1230 ซึ่งเป็นเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่ กองแผนที่และสารสนเทศภูมิศาสตร์การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยใช้อยู่ในปัจจุบัน และทำการสำรวจด้วยวิธี Static ใช้หมุดหลักฐานในการออกงานของกรมแผนที่ทหาร หรือหมุดหลักฐานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่มีการหล่อไว้ตามสถานีไฟฟ้าแรงสูง โดยตั้งรับสัญญาณอย่างน้อย 45 นาที ขึ้นไปตามสภาพของดาวเทียมที่สามารถรับสัญญาณ เมื่อสำรวจจากสนามเสร็จเจ้าหน้าที่สำรวจงานสนาม จะทำการปรับตำแหน่งหรือทำสัญลักษณ์จุดบังคับภาพถ่าย ในบริเวณที่เลือกในแผนที่ออกสนาม ขนาด A4 และเขียนรายละเอียดบริเวณจุดบังคับภาพถ่าย หลังจากสำรวจจุดบังคับภาพถ่ายเสร็จ จะคำนวณปรับแก้ และตรวจสอบจุดบังคับภาพถ่ายเพื่อหาค่าพิกัดและค่าระดับของจุดบังคับภาพถ่าย โดยวิธีการคำนวณทั้งทางราบ และทางคิ่ง ตามวิธีการคำนวณด้านการสำรวจด้วยเครื่อง GPS ด้วยโปรแกรม Leica Geooffice จะได้พิกัดตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งในระดับต่ำกว่าเซนติเมตร

3.5 การประมวลผลการปรับแก้ภาพเชิงเรขาคณิต (Process of Geometric Correction)

สุรสี อิงคากุล (2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพว่า การแปลงข้อมูลภาพสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

3.5.1 การแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับแผนที่ (Image to Map) ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยระบุพิกัดของภาพ (คอลัมน์, แถว) ในภาพที่ต้องการแก้ไข และใช้แผนที่ในบริเวณเดียวกันกับภาพ โดยระบุพิกัดยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator) ที่นิยมใช้ในแผนที่ทั่วไป หรือ ละติจูด ลองจิจูด ค่าพิกัดทั้งสอง ทั้งของภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ที่นำมาวิเคราะห์ การถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square Regression Analysis) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการแปลงค่าพิกัด เพื่อใช้ในการแก้ไขเรขาคณิตของภาพ สำหรับการกำหนดจุดพิกัดอ้างอิง นั้น ปัจจุบันได้มีการใช้เครื่องบอกพิกัดบนผิวโลก (GPS) เข้ามาช่วยแล้ว ค่าพิกัดที่ได้จากเครื่อง GPS (อยู่ในรูป Latitude & Longitude) มักมีความแม่นยำสูงกว่าที่อ่านได้จากแผนที่ปกติ (ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องด้วย) นอกจากนั้นมันยังเคลื่อนที่ไปมาสะดวก ทำให้การกำหนดพิกัดอ้างอิงทำได้อย่างหลากหลายกว่าเดิม (แก้ว นวลฉวี, 2549)

3.5.2 การแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Image to Image) ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีพิกัดหรือโปรเจกชันที่ถูกต้องอยู่แล้วเป็นต้นแบบ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ยังไม่มีพิกัดมาสร้างพิกัดใหม่ ในกรณีที่ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่ถ่ายในบริเวณเดียวกันแต่ต่างวันที่ มาทำการสร้างพิกัดให้ถูกต้อง เรียกวิธีการนี้ว่า การตรึงตำแหน่งพิกัด (Registration)

3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Accuracy Assessment of Geometric Correction)

การตรวจสอบความถูกต้องของการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Accuracy Assessment of Geometric Correction) เป็นการตรวจสอบผลความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพ (Accuracy Assessment of Image Rectification) ว่าภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำการปรับแก้ มีความคลาดเคลื่อนจากค่าพิกัดจริงของตำแหน่งบนพื้นโลกอย่างไร โดยมีวิธีที่ใช้ในการประเมินความถูกต้อง คือ การวัดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของความผิดพลาด (Root Mean Square Error: RMS Error) แก้ว นวลฉวี (2549) ได้อธิบายว่า การตรวจสอบความถูกต้องของพิกัดหลังการแปลง (Accuracy Assessment) ว่าโดยทั่วไปมักมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 1 เซลล์ (สุรภี อิงคากุล, 2548) โดยมีสูตรในการหาค่า RMS Error คือ

$$\text{RMS Error} = \sqrt{\frac{(X_r - X_i)^2 + (Y_r - Y_i)^2}{n}}$$

เมื่อ X_i, Y_i คือ พิกัดต้นแบบ

X_r, Y_r คือ พิกัดที่ถูกแปลง

ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของความผิดพลาด (RMS Error) นั้น มีการวัด 2 วิธี คือ พิจารณาจากการวัดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของความผิดพลาดของจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียม เป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำการปรับแก้ ว่ามีความคลาดเคลื่อนจากค่าพิกัดจริงของตำแหน่งจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมที่รังวัดจากพื้นที่จริงอย่างไร ส่วนการวัดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของความผิดพลาดของจุดตรวจสอบ (Check Point) เป็นวิธีการตรวจสอบค่าพิกัดของตำแหน่งภาพที่เกิดจากการประมวลผลปรับแก้เชิงเรขาคณิต เทียบกับค่าของจุดตรวจสอบภาพถ่ายดาวเทียมว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเท่าไร โดยจุดที่นำมาเปรียบเทียบควรเป็นจุดที่เป็นอิสระจากจุดบังคับภาพถ่าย และจุดที่นำมาเปรียบเทียบควรกระจายอย่างเหมาะสมทั่วทั้งภาพว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเท่าไร

ในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงและทำการตรวจสอบความถูกต้องของภาพถ่ายดาวเทียมนั้น บรรเจิด พละการ , เฉลิมชนม์ สติระพจน์ และอิทธิ ตรีศิริสัตยวงศ์ (2547) ได้ศึกษาการปรับปรุงความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง IKONOS ประกอบด้วยภาพในโหมด Multispectral ที่มีความละเอียดจุดภาพ 4 เมตร จำนวน 4 แบนด์ (Blue, Green, Red และ Near IR) และภาพในโหมด Panchromatic ที่มีความละเอียดจุดภาพ 1 เมตร จำนวน 1 แบนด์ เป็นภาพที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิต เฉพาะความคลาดเคลื่อนที่มีระบบ โดยไม่มีการใช้จุดบังคับภาพ และไม่มีการปรับแก้ความสูงตำแหน่งประเทศ ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมจะมี

ความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบและทางตั้ง ± 15 เมตร โดยค่าพิกัดแผนที่ของจุดบังคับภาพจะใช้การรังวัดด้วยดาวเทียมระบบ GPS จำนวน 131 จุด ในการทำงานรังวัดพิกัดแผนที่ของจุดควบคุมภาพ และจุดตรวจสอบด้วยระบบดาวเทียม GPS สำหรับการปรับแก้ภาพเชิงเรขาคณิตของภาพดาวเทียมจะทดสอบโดยจะใช้จำนวนจุดบังคับภาพที่แตกต่างกันได้แก่ 40 จุด, 30 จุด, 20 จุด และ 10 จุด โดยการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลงค่าพิกัดในแต่ละครั้ง ได้กำหนดจุดตรวจสอบจำนวน 41 จุด แยกออกจากจุดทั้งหมดเพื่อให้การปรับแก้ภาพแต่ละครั้งมีการใช้จุดตรวจสอบเดียวกัน และทำการทดสอบการปรับแก้ภาพเชิงเรขาคณิตแบบ 2 มิติด้วยสมการ โพลีโนเมียลกับภาพดาวเทียม ซึ่งเป็นการแปลงค่าพิกัดจากระบบพิกัดของระนาบภาพไปเป็นระบบพิกัดแผนที่บนระนาบของจุดบังคับภาพ เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเรขาคณิต (Geometric Fidelity) ของภาพดาวเทียม ผลการตรวจสอบของการปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพดาวเทียมพบว่าค่า RMSE (Root Mean Square Error) รวมของจุดตรวจสอบมีขนาดประมาณ 1 จุดภาพ ขณะที่ค่า RMSE ของจุดตรวจสอบแต่ละจุดไม่พบจุดที่มีค่าแตกต่างอย่างชัดเจน นอกจากนี้ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มจำนวนของจุดบังคับภาพ และการเพิ่มดีกรีของสมการ โพลีโนเมียลมีผลต่อความถูกต้องของการแปลงค่าพิกัดของทั้งภาพไม่มากนัก สรุปว่าการปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพดาวเทียม IKONOS ที่มีมุมมองใกล้เคียง ด้วยการแปลงค่าพิกัดแบบสองมิติ ด้วยจุดบังคับภาพจำนวนไม่มากให้ความถูกต้องในทางปฏิบัติพอสมควร จึงน่าจะเป็นทางเลือกในการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของภาพดาวเทียม IKONOS นอกจากนั้นผลการศึกษาดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่าการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสมการ โพลีโนเมียล โดยใช้วิธีการตรวจสอบค่าความถูกต้องจากการวัดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของความผิดพลาดของจุดบังคับภาพถ่ายดาวเทียมและจุดทดสอบสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมได้

เทคนิคการปรับปรุงขนาดจุดภาพข้อมูลดาวเทียม (Resampling)

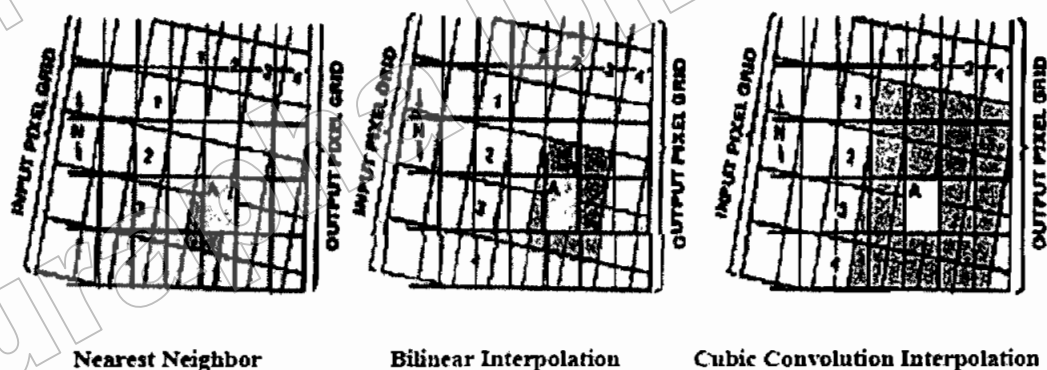
อัมชา ก.บัวเกษร (2542) ได้อธิบายเกี่ยวกับวิธีการปรับปรุงขนาดจุดภาพข้อมูลดาวเทียม (Resampling) ว่าสามารถแก้ไขโดยใช้วิธี Interpolation คือ หลังจากบิดภาพกลับแล้ว ค่าของความเข้มใน Matrix ของข้อมูลที่แก้ไขทางเรขาคณิตแล้วจะต้องคำนวณค่าความเข้มหรือ DN (Digital Number) ใหม่ ราเชนทร์ ศรีภูมิินทร์ (2546 อ้างถึงใน สุรัตน์ เกียรตินัยวิวัฒน์, 2550) ได้สรุปไว้ว่าการคำนวณค่าความเข้มโดยทั่วไปจะใช้วิธีที่เรียกว่า Resampling Method ซึ่งเป็นการปรับระดับสีเทา (Gray Level) ของจุดภาพ ณ ตำแหน่งใหม่ให้สอดคล้องกับความเข้มของจุดภาพ ณ ตำแหน่งเดิม ซึ่งมี 3 วิธีให้เลือก

1. การแทนค่าจากตำแหน่งใกล้เคียงที่สุด (Nearest Neighbor) ด้วยวิธีที่เรียกว่า Sampling-

base Resampling Method วิธีนี้ข้อมูลภาพจะได้รับการจัดใหม่ (Resampling) เป็นข้อมูลภาพใหม่ที่มีขนาดจุดภาพ และมีตำแหน่งทิศทางวางตัวที่ต่างจากเดิม โดยคำนวณได้จากระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของแต่ละจุดภาพใหม่จากสี่จุดภาพเดิม ที่ใกล้ที่สุด ค่าความเข้มของจุดภาพเดิมที่อยู่ใกล้ที่สุด จะถูกกำหนดให้เป็นค่าความเข้มของจุดภาพใหม่ โดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงใด ๆ วิธีการแทนค่าจากตำแหน่งใกล้ที่สุดนี้ เหมาะสำหรับข้อมูลภาพที่ไม่ต่อเนื่องมากกว่าข้อมูลต่อเนื่อง

2. การประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นคู่ (Bilinear Interpolation) เป็นวิธีคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าความเข้มให้กับจุดภาพใหม่จากค่าความเข้มเดิมขนาด 2×2 จุดภาพที่อยู่ติดกัน โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่าการประมาณค่าในช่วง (Interpolation-base Resampling Method) ซึ่งเป็นการประมาณค่าโดยการตั้งสมมติฐานเบื้องต้นว่าค่าความเข้มที่ต้องการนั้นอยู่บนเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดภาพที่มีขนาดจุดภาพและการวางตำแหน่งที่แตกต่างกัน

3. การประมาณค่าในช่วงเชิงลูกบาศก์ (Cubic Convolution Interpolation) จะเป็นการคำนวณค่าความเข้มให้กับจุดภาพใหม่ด้วยโพลิโนเมียลเชิงลูกบาศก์ ขนาด 4×4 จุดภาพ ที่อยู่ติดกัน โดยปกติภาพที่ได้จะมีความคมชัด และจะเรียบหรือต่อเนื่องกว่า ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 การปรับค่าความเข้มแบบต่าง ๆ (ราเชนทร์ ศรีภูมิินทร์, 2546 อ้างถึงใน สุรัตน์ เจริญยวิวัฒน์, 2550)

วิธีการจัดค่าใหม่แบบประมาณค่าในช่วงทั้งสองชนิด เหมาะสำหรับข้อมูลที่ต่อเนื่องเท่านั้น เช่น ข้อมูลภาพที่แสดงระดับสีเทา แสดงระดับความสูง แสดงการปกคลุมของพืชพรรณ อนึ่ง การแทนค่าด้วยวิธีตำแหน่งใกล้ที่สุดไม่ใช่เทคนิคการประมาณค่าในช่วง จึงไม่มีการคำนวณค่า

ความเข้มให้กับจุดภาพใหม่ เพียงแต่เป็นการแทนค่าความเข้มของจุดภาพใหม่ ด้วยค่าความเข้มจุดภาพเดิมนั้น ข้อดีของวิธีนี้คือ เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว ส่วนวิธีการประมาณค่าในช่วงเชิงลูกบาศก์จะใช้เวลาคำนวณมากกว่า จึงช้ากว่าวิธีอื่น ๆ ในทางปฏิบัติ การแปลงตำแหน่งและการปรับค่าความเข้มจะมีศัพท์เทคนิคเฉพาะ เรียกว่าการวอร์ป (Warp) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การเลือก Warp Order หรือ Polynomial Order

เทคนิคการเน้นข้อมูลดาวเทียม (Image Enhancement)

สุภาพิศ ผลงาม (2544) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเน้นข้อมูลภาพ (Image Enhancement) ว่าเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทา (Gray Level Value) หรือค่าความเข้มของข้อมูลหรือบางครั้งเรียกว่า DN (Digital Number) เพื่อเพิ่มความแตกต่างของแต่ละประเภทข้อมูล เป็นผลให้ข้อมูลที่ได้มีความชัดเจนขึ้น ง่ายต่อการจำแนกประเภทข้อมูล โดยมีหลักการในการเน้นข้อมูลภาพดังนี้

1. หลักการในการเน้นข้อมูลภาพ

1.1 ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการเน้นข้อมูล ต้องการหรือคงหวังจะได้ข้อมูลประเภทใดเด่นชัด ซึ่งสัมพันธ์กับสาขางานที่นำไปประยุกต์ใช้

1.2 ขึ้นกับค่าความเข้มของข้อมูล ซึ่งข้อมูลดาวเทียมแต่ละดวงถูกบันทึกในช่วงคลื่นแตกต่างกัน บางดวงมีช่วงคลื่นเดียวหรือหลายช่วงคลื่น จะต้องทำความเข้าใจรูปแบบของการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุพื้นฐาน เช่น พืชพรรณ ดิน และน้ำ ในแต่ละช่วงคลื่น

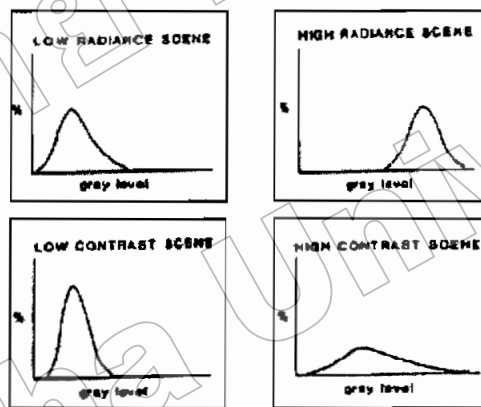
1.3 หลังการเน้นข้อมูลภาพจะต้องตรวจสอบค่าสถิติ

1.4 ขึ้นกับประสิทธิภาพ

ในการเน้นข้อมูลภาพจะใช้ตารางค้นหา (Look Up Table: LUT) เป็นตัวกลางในการปรับเปลี่ยนค่าบนจอแสดงผลภาพชั่วคราว ซึ่งค่า DN ข้อมูลภาพเดิมยังไม่เปลี่ยนแปลง แต่เมื่อต้องการเปลี่ยนข้อมูลเดิมแบบถาวรผ่านตารางค้นหา ก็ทำได้ โดยการเก็บตารางค้นหาแล้วประยุกต์ผ่านคำสั่งในการเปลี่ยนข้อมูลแบบถาวร และจะทำให้ค่าระดับสีเทาแต่ละจุดภาพของข้อมูลเดิมเปลี่ยนไป การเน้นข้อมูลภาพมีด้วยกันหลายวิธี แต่ละวิธีจะแตกต่างกันไป ผู้ใช้จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลดาวเทียมและสาขาของงาน การเน้นข้อมูลบนข้อมูลดาวเทียมระบบ Passive และ Active จะแตกต่างกัน เช่น ข้อมูลระบบ Active แบบ SAR ชนิด 16 บิต มักเลือกใช้วิธีการเน้นข้อมูลแบบรูท (Root Enhancement) ซึ่งจะให้ผลคือข้อมูลภาพที่มีการกระจายค่าระดับสีเทาเอียงไปทางขวาของแผนภูมิภาพ ผลลัพธ์ข้อมูลมีความสว่างทั้งภาพ สำหรับข้อมูล SAR ที่มีการปรับช่วงข้อมูลเป็นชนิด 8 บิต จะเลือกใช้วิธีการเปลี่ยนรูปแบบไม่เชิงเส้น (Non Linear

Contrast Stretch) ซึ่งถูกออกแบบให้ใช้กับข้อมูล SAR (สุภาพิศ ผลงาม, 2544)

Histogram หรือแผนภูมิภาพ จะเป็นตัวแทนที่จะแสดงการกระจายทางสถิติของค่าระดับสีเทาของข้อมูล ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับสีเทาของจุดภาพกับจำนวนจุดภาพทั้งหมด ในแต่ละค่าระดับสีเทานั้น ๆ โดยทั่วไป Histogram ของภาพส่วนใหญ่จะกระจายแบบ Gaussian หรือกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ในการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลทุกวิธีจะต้องใช้แผนภูมิภาพในการกำหนดช่วงข้อมูลที่ต้องการ โดยใช้ตารางค้นหา (Look Up Table: LUT) เป็นตัวกลางเพื่อแสดงข้อมูลบนจอแสดงภาพชั่วคราวในการดูความแตกต่างของข้อมูลภาพให้ชัดเจน โดยที่ข้อมูลภาพเดิมยังไม่เปลี่ยนแปลง หากต้องการเปลี่ยนข้อมูลเดิมแบบถาวรผ่านตารางค้นหา ก็กระทำได้โดยการเก็บตารางค้นหาแล้วประยุกต์ผ่านคำสั่งในการแปลงข้อมูลแบบถาวร ผลของค่าระดับสีเทาเดิมจะเปลี่ยนไป

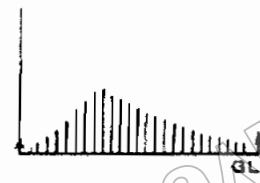
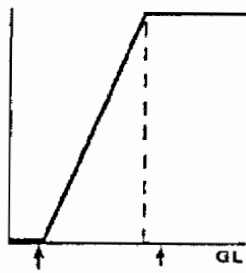


ภาพที่ 2-10 รูปแบบต่าง ๆ ของ Histogram (สุภาพิศ ผลงาม, 2544)

2. รูปแบบการเน้นข้อมูลภาพ

สุภาพิศ ผลงาม (2544) ได้อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบการเน้นข้อมูลภาพ ไว้ว่ารูปแบบการเน้นข้อมูลภาพสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

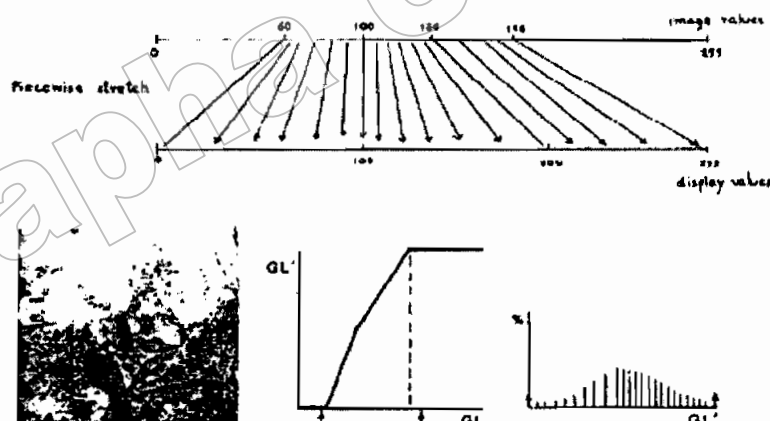
2.1 การเน้นข้อมูลภาพโดยการเปลี่ยนแปลงจุดภาพต่อจุดภาพ (Pixel by Pixel Transformation) การเปลี่ยนแปลงแบบนี้ได้แก่ การทำ Contrast Enhancement เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาให้กว้างขึ้น เป็นผลให้ข้อมูลภาพชัดเจน ซึ่งในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถทำได้หลายลักษณะ เช่น Linear Contrast Stretch เป็นการขยายขอบเขตของค่าระดับสีเทาจากค่าต่ำสุด และสูงสุดของข้อมูลไปยัง 0 และ 255 ซึ่งเป็นช่วงข้อมูลชนิด 8 บิต ดังภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาแบบ Linear Contrast Stretch (สุภาพิศ ผลงาม, 2544)

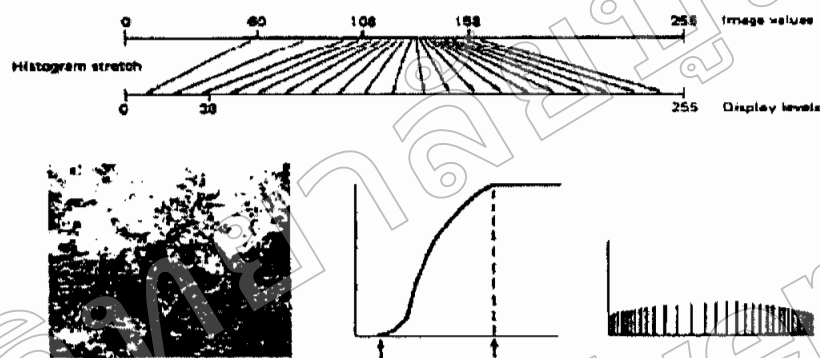
2.2 การเน้นข้อมูลภาพโดยการเปลี่ยนแปลงจุดภาพข้างเคียง (Neighborhood Transformation) การเปลี่ยนแปลงแบบนี้ได้แก่ การปรับปรุงภาพเชิงพื้นที่ (Spatial Enhancement) เป็นเทคนิคการแปลงข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Spatial Filtering ซึ่งแบ่งตาม ความถี่ ได้หลายวิธี เช่น

2.2.1 การขยายความเข้มสีเทา (Piecewise Stretch) เป็นการขยายขอบเขตของระดับสีเทาที่ต้องการเป็นหลาย ๆ ช่วง แต่ละช่วงจะขยายให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0-255 ดังภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 การเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาแบบ Piecewise Stretch (สุภาพิศ ผลงาม, 2544)

2.2.2 การยืดค่าระดับสีเทา (Histogram Equalization) เป็นการขยายขอบเขตระดับสีเทาให้เป็นแบบปกติ ซึ่งมักจะลด Contrast บริเวณที่ขาวหรือดำมาก ๆ ของข้อมูล สำหรับ Histogram Equalization ถือว่าเป็น Non Linear Contrast Enhancement ดังภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-13 การเปลี่ยนระดับสีเทาแบบ Histogram Equalization (สุภาพิศ ผลงาม, 2544)

การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image Analysis)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538) การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม (Image Analysis) ประกอบด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

I. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis And Image Processing)

เป็นการตีความ ค้นหาข้อมูลส่วนที่ต้องการ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และสถิติ ซึ่งการที่มีข้อมูลจำนวนมาก จึงไม่สะดวกที่จะทำการคำนวณด้วยมือได้ ดังนั้นจึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยให้รวดเร็วในการประมวลผล มีวิธีการแปลหรือจำแนกประเภทข้อมูลได้ 2 วิธีหลัก คือ

1.1 การแปลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) หมายถึง การที่ผู้แปลเป็นผู้กำหนดตัวอย่างของประเภทข้อมูลให้แก่คอมพิวเตอร์ โดยใช้การเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training Areas) จากความรู้ด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับพื้นที่ศึกษา รวมทั้งจากการสำรวจภาคสนาม

1.2 การแปลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) เป็นวิธีการที่ผู้แปลกำหนดให้คอมพิวเตอร์แปลข้อมูลเอง โดยใช้หลักการทางสถิติ เพียงแต่ผู้แปลกำหนดจำนวนประเภทข้อมูล (Classes) ให้แก่เครื่อง โดยไม่ต้องเลือกพื้นที่ตัวอย่างให้ ผลลัพธ์จากการแปลจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือ ก่อนนำไปใช้งานโดยการเปรียบเทียบกับสภาพ

จริงหรือข้อมูลที่นำเชื่อถือได้ โดยวิธีการทางสถิติ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation)

จรัสธร บุญญานุภาพ (2550) อธิบายเกี่ยวกับการแปลภาพด้วยสายตาว่า หมายถึง การวินิจฉัย (Identification) หรือพิสูจน์สิ่งที่ปรากฏอยู่ในภาพนั้นควรจะเป็นอะไร

2.1 ความรู้พื้นฐานการแปลภาพถ่ายดาวเทียม การแปลความหมายของภาพที่ศึกษาคควมีความรู้พื้นฐานใน 3 เรื่องต่อไปนี้ คือ

2.1.1 วัตถุหรือพื้นที่ ที่ต้องการศึกษา (Subject of Attention) เช่น การแปลภาพทางธรณีวิทยา ควรใช้ผู้มีความรู้หรือประสบการณ์ทางธรณีวิทยาโดยตรงมาทำงาน จึงจะดีที่สุด

2.1.2 รายละเอียด ของพื้นที่ (Geographic Region) การมีความรู้พื้นฐานมาก่อนถึงลักษณะสภาพแวดล้อมในพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ย่อมเป็นประโยชน์มากในการทำงาน เพราะจะช่วยให้การวินิจฉัยมีความถูกต้องมากขึ้น

2.1.3 เทคนิคการตรวจวัด (Sensor System) เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลมีอยู่หลากหลาย ดังนั้นเราควรต้องรู้กลไกการทำงานของระบบก่อน จึงจะสามารถแปลความหมายของภาพ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 องค์ประกอบในการจำแนกประเภทข้อมูล

2.2.1 ระดับความเข้มของสีและสี (Tone and Color) มีความเกี่ยวข้องกับการสะท้อนแสง ทำให้เกิดความแตกต่างของความสว่างหรือสีของวัตถุที่ปรากฏในภาพ ซึ่งระดับสีเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ใช้ในการจำแนกวัตถุประเภทต่าง ๆ ความผันแปรของระดับสีทำให้เห็นองค์ประกอบทางด้านอื่น Shape, Texture และ Pattern ชัดเจนขึ้น ระดับความเข้มของภาพ จะขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวนั้นเป็นสำคัญ โดยส่วนที่ สว่างมากจะหมายถึงการมีรังสีสะท้อนออกมามากต่างจากส่วนที่มีดซึ่งหมายถึงมีรังสีสะท้อนออกมาน้อยมาก

2.2.2 ความหยาบละเอียดหรือลวดลาย (Texture) เป็นความแตกต่างตามสภาพของพื้นผิว ซึ่งมีทั้งลักษณะราบเรียบ (Smooth) และ ขรุขระ (Rough) ลักษณะที่เห็นบนภาพจะสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความเข้มของระดับสี วัตถุที่มีพื้นผิวขรุขระจะมีความแตกต่างของระดับความเข้มสี(Tone) มาก เช่น เรือนยอดของป่าไม้ธรรมชาติ

2.2.3 ความสูงและเงา (Height and Shadow) มีความสัมพันธ์การได้รับแสงสว่างของวัตถุจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ ทำให้เห็นความสูงต่ำของภูมิประเทศ มีประโยชน์สำหรับการศึกษาด้านธรณีสัณฐาน และทำให้เกิดการสูญเสียรายละเอียดของภาพในส่วนที่ถูกบดบัง

2.2.4 รูปร่าง (Shape) เป็นลักษณะรูปทรงหรือขอบเขตที่ปรากฏตามรูปร่างสภาพ

พื้นผิวของวัตถุ บ่งบอกรูปร่างของวัตถุที่เป็นแบบเฉพาะตัว อาจสม่ำเสมอ (Regular) หรือรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) ก็ได้ ส่วนสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (Manmade Objects) มักจะมีรูปทรงทางเรขาคณิต และมีขอบเขตแบ่งแยกจากสิ่งอื่นอย่างชัดเจน ทำให้การแปลข้อมูลของเราทำได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม รูปร่างดังกล่าว ต้องเป็นรูปร่างจากการ มองลงในแนวดิ่ง ดังนั้นมันจึงอาจต่างที่เรามองเห็นในแนวระดับมากพอควร

2.2.5 ขนาด (Size) ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพซึ่งสัมพันธ์กับมาตราส่วนของภาพที่ปรากฏในรูปของความยาว กว้าง หรือพื้นที่ เช่น ความแตกต่างระหว่างแม่น้ำและคลอง หรือพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ และสวนป่า

2.2.6 รูปแบบการเรียงตัว (Pattern) ลักษณะการจัดเรียงตัวของวัตถุทำให้เห็นลักษณะเฉพาะของวัตถุที่ปรากฏบนภาพ หรือเป็นลักษณะที่ปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แม่น้ำ คลอง กับคลองชลประทาน แถวของไร่นา หลายแปลงที่อยู่ติดกัน หรือ สระน้ำกับเขื่อน หรือ เป็นองค์ประกอบของวัตถุที่รวมเข้าด้วยกัน

2.2.7 ความสัมพันธ์กับตำแหน่งและสิ่งข้างเคียง (Location and Association) ลักษณะของสิ่งบางประเภทจะพบอยู่ในสภาพภูมิประเทศที่มีลักษณะเฉพาะเท่านั้น เช่น ป่าชายเลน พบบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง สำหรับสิ่งแวดล้อมข้างเคียงเป็นการมองภาพรวมกว้าง ๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์ทั้งหมดว่า มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมากน้อยเพียงใด

2.2.8 ความเกี่ยวข้องกับสิ่งข้างเคียง (Environmental and Association) วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น บริเวณที่มีดินไม้เป็นกลุ่ม ๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน หรือ ไร่เลื่อนลอยอยู่ในพื้นที่ป่าไม้บนเขา

2.3 คุณสมบัติของนักแปลตีความ (Interpreter Characteristics)

2.3.1 ความรู้ภูมิหลัง (Background Knowledge) ผู้แปลที่ดี ควรมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษามากพอควร เช่น การแปลภาพทางธรณีวิทยา ผู้แปลควรมีความรู้ทางธรณีวิทยาที่ดีมาก่อน เพื่อการศึกษาจะได้ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.3.2 ความสามารถทางสายตา (Visual Activity) เนื่องจากการแปลภาพ เรามักต้องสังเกตรายละเอียดปลีกย่อยประกอบกันเป็นจำนวนมาก ดังนั้นความสามารถในการมองรายละเอียดดังกล่าวอย่างชัดเจน จึงนับเป็นสิ่งจำเป็นประการหนึ่ง ถึงแม้เรามักจะมีกล้องขยาย ความละเอียดเป็นตัวช่วยอยู่แล้วก็ตาม

2.3.3 ความสามารถของจิตใจ (Mental Activity) เนื่องจากการแปลภาพ บางครั้งต้องการการตัดสินใจที่เด็ดขาดในการวินิจฉัย รวมไปถึงความอดทนในการวิเคราะห์รายละเอียด ก่อนจะหาข้อสรุปสุดท้ายได้ด้วยเหตุนี้ ความสามารถทางจิตใจในการดำเนินการดังกล่าว จึงนับเป็น

ถึงจำเป็นอย่างยิ่ง

2.3.4 ประสบการณ์ (Experience) การเคยมีประสบการณ์ในการแปลภาพลักษณะคล้ายกันมาก่อน จะช่วยทำให้การวินิจฉัยปัญหา หรือ การหาข้อสรุปของการแปล ทำได้ง่ายขึ้น และมีความคลาดเคลื่อนลดลงไป ดังนั้นผู้มีประสบการณ์มากกว่า ย่อมมีโอกาสทำงานได้ดีกว่าผู้ที่ยังขาดประสบการณ์อยู่

2.4 คุณสมบัติของภาพ (Image Characteristics)

2.4.1 รายละเอียดของภาพ (Annotation) ประกอบด้วยวัน เดือน ปี ที่ทำการบันทึกภาพ ตำแหน่งที่ตั้งของภาพ ระบบการบันทึกภาพ ช่วงคลื่นที่ใช้ในการบันทึกภาพ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการแปลข้อมูลที่สามารถอ้างอิงถึงฤดูกาล ภูมิหลังเกี่ยวกับพื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้การแปลข้อมูลหรือความเข้าใจพื้นที่ สามารถทำได้ง่ายขึ้น

2.4.2 ความคมชัดของภาพ (Contrast) เป็นอัตราส่วนระหว่างส่วนที่สว่างที่สุดและส่วนที่มืดที่สุดของภาพ วัตถุสามารถสังเกตได้ชัดเจนหากสิ่งวัตถุนั้นมีความสว่างหรือมืดที่แตกต่างกันมากจากบริเวณรอบข้าง

2.4.3 มาตรฐานของภาพ (Image Scale) มาตรฐานของภาพสามารถช่วยในการพิจารณาได้ถูกต้องว่าสิ่งที่เห็นบนภาพคืออะไร เช่น อ่างเก็บ หรือ ทะเลสาบ รายละเอียดเชิงพื้นที่ของภาพ ซึ่งจะมีความสำคัญในการเลือกมาตรฐานของภาพดาวเทียมที่เหมาะสม

2.4.4 ความพร้อมของอุปกรณ์และข้อมูลเสริมประกอบ อุปกรณ์และข้อมูลเสริมประกอบจะทำให้การแปลข้อมูลภาพมีความสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้องมากขึ้น

2.5 หลักปฏิบัติของการแปลภาพ

2.5.1 เริ่มแปลจากสิ่งที่เห็นชัดเจนและวินิจฉัย ง่ายที่สุดก่อนเป็นลำดับแรก แล้วจึงค่อยขยับไปศึกษาสิ่งที่ยากยิ่งขึ้นไป (Easy To Difficult Identification)

2.5.2 ศึกษาสิ่งที่เรา ค้นเคยดีก่อนในช่วงต้น ก่อนจะศึกษาสิ่งที่เรายังไม่คุ้นเคยดีมากนักต่อไป (Around To Far)

2.5.3 จำแนกองค์ประกอบของภาพเป็น กลุ่มใหญ่ ๆ ก่อน เช่น เขตพื้นที่เกษตร เขตเมือง เขตป่าไม้ จากนั้นจึงค่อยขยับไป ศึกษารายละเอียดที่ปลีกย่อยลงไป (จากหยาบไปละเอียด) เช่น เขตพื้นที่เกษตร อาจแบ่งออกเป็น นาข้าว พืชไร่ หรือ พืชสวน เป็นต้น

2.5.4 ควรศึกษาแยก เรียง เป็นกลุ่ม ๆ ไปตามลำดับ เช่น เขตพื้นที่เกษตรแล้วไป เขตป่าไม้ แล้วเป็นเขตเมือง เป็นต้น อย่าทำสลับกันไปมา เพราะอาจทำให้ข้อมูลที่แปลได้ขาดความต่อเนื่อง และการทำงานช้าลงโดยไม่จำเป็น

2.5.5 พยายามแปล โดยนำข้อมูลแวดล้อม (Data Association) มาใช้ประโยชน์ให้

มากที่สุด เช่น นาข้าวมักอยู่ในที่ลุ่มใกล้แหล่งน้ำหรือคลองชลประทาน หรือ พืชสวนต่าง ๆ อาจอยู่ในที่เนินหรือใกล้เขตเมืองได้ เป็นต้น

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล (Accuracy Assessment of Digital Image Classification)

แก้ว นวลฉวี (2549) ได้อธิบายเกี่ยวกับการประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล (Accuracy Assessment of Digital Image Classification) ว่าเป็นข้อที่ควรปฏิบัติสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล ที่จะต้องตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ออกมาในแต่ละครั้ง การตรวจสอบหรือประเมินความถูกต้องนี้เรียกว่าเป็นเทคนิค การประเมินความถูกต้องของผลการจำแนก (Accuracy Assessment) เพื่อทดสอบความถูกต้อง เมื่อเทียบกับข้อมูลจริง หรือข้อมูลอ้างอิงเสมอ เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือในการศึกษาของเรา โดยการประเมินที่ดี ควรทำทั้งในเชิงคุณภาพ (Qualitative Assessment) และเชิงปริมาณ (Quantity Assessment) โดยการประเมินความถูกต้องเชิงคุณภาพ หมายถึง การตรวจสอบในเบื้องต้นว่าผลการจำแนก ที่ได้นั้นมีความสมจริงเพียงใด เมื่อเทียบกับตัวข้อมูลอ้างอิงของพื้นที่ซึ่งมีอยู่ โดยเราจะเน้นศึกษาความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนก มากกว่าจะดูถึงรูปแบบหรือสาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ต่างจากการประเมินเชิงปริมาณที่เรามักจะให้ความสำคัญ กับการศึกษาเรื่องรูปแบบและระดับของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด โดยค่าความถูกต้องรวมของการจำแนกซึ่งที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 70-80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และไม่ควรร้อยต่ำกว่าระดับ 50-70 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความถูกต้องดังกล่าวมักทำได้โดยเลือกพื้นที่จำนวนหนึ่งที่ปรากฏในภาพมาแบบสุ่ม (Random Sample) เพื่อให้เป็นพื้นที่ทดสอบหรือจุดอ้างอิง (Test Area หรือ Reference Point) แล้วเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่ได้มาจากการจำแนกประเภท (Classified Map) และข้อมูลอ้างอิงของพื้นที่ (Reference Map) ว่ามีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด โดยผลการศึกษา โดยสรุปที่ได้ มักแสดงไว้ในรูปตาราง เรียกว่าเป็น ตารางความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) หรือ Confusion Matrix) ซึ่งจะมีขนาดเป็น $n \times n$ เมื่อ n คือจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาความถูกต้องของการจำแนก

1. ข้อมูลอ้างอิงของพื้นที่ (Reference Map) แบ่งออกได้เป็น 2 แบบสำคัญ คือ

1.1 ข้อมูลจากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง

ซึ่งควรตรวจสอบในช่วงเวลาใกล้เคียงกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ หรือเชื่อได้ว่า มีความเหมาะสมที่จะใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ความถูกต้องได้ตามที่ต้องการ

1.2 ข้อมูลจากการออกภาคสนาม (Ground Based Data) ซึ่งมักจะมีมีความน่าเชื่อถือ

และให้รายละเอียดของพื้นที่ที่ได้ดีกว่าภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศ

2. การคัดเลือก พื้นที่ทดสอบ (Sampling of Test Area) สำหรับนำมาใช้ประกอบในการวิเคราะห์ความถูกต้องของการจำแนก เราควรคำนึงถึงตัวแปรอย่างน้อย 3 ตัว คือ

2.1 เทคนิคการคัดเลือกพื้นที่ทดสอบ (Sampling Scheme) ซึ่งอาจจะทำอย่างอิสระ (Random Sampling) หรือทำตามเงื่อนไขที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ (Systematic Sampling) หรือใช้ผสมกันทั้งสองแบบก็ได้ ที่สำคัญคือมันไม่ควรซ้อนทับกันกับส่วนที่เป็น พื้นที่ตัวอย่าง/ พื้นที่ฝึกจำแนก (Training Area) ของการจำแนกแบบควบคุม

2.2 จำนวนของพื้นที่ทดสอบ/ พื้นที่ตัวอย่าง (Number of Sample) ไม่ควรมีน้อยเกินไป อย่างน้อยควรมีประมาณ 30-50 จุดต่อกลุ่มตัวอย่างเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือทางสถิติของการวิเคราะห์

2.3 ขนาดของพื้นที่ทดสอบ/ พื้นที่ตัวอย่าง (Area of Sample) ไม่ควรให้เล็กหรือใหญ่เกินไป และควรให้มีความเป็นเอกภาพของกลุ่มตัวอย่างบนพื้นที่แต่ละจุดที่เลือกมาน้อยพอสมควร (High Homogeneity) ทั้งนี้ความถูกต้องของการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ จะขึ้นอยู่กับปัจจัยเกี่ยวข้องหลายประการ โดยที่สำคัญคือ เทคนิคการจำแนกที่เลือกใช้และวิธีการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง ด้วยเหตุนี้ เราอาจทดลองจำแนกข้อมูลบนภาพเดียวกันด้วยวิธีการและพื้นที่ตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อหา รูปแบบการจำแนกที่ให้ผลดีที่สุดต่อไป

รุ่งทิพย์ กรรณกุลสุนทร (2546) ได้อธิบายเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลภาคพื้นดิน แผนที่หรือภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อต้องการทราบค่าความแม่นยำของการแปลและวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ แผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ ที่มีมาตราส่วนเดียวกัน มาซ้อนทับกันซึ่งจะทำการจำแนกกลุ่มโดยใช้กริดขนาด 1x1 ตารางกิโลเมตร (1 Unit) เพื่อกำหนดขอบเขตของการสุ่มตัวอย่าง

2. การกำหนดขอบเขตของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง โดยการให้ค่าหมายเลขของแต่ละหน่วยตัวอย่าง (Unit)

3. แบ่งหน่วยตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วน โดยจะใช้พื้นที่ 1 ใน 4 ส่วน มาทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายแบบไม่ทดแทน โดยใช้ตารางสุ่ม พื้นที่ที่ถูกสุ่ม เรียกว่า Segment

4. ตรวจสอบข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ ว่าพื้นที่ที่ถูกสุ่มมีองค์ประกอบอะไรอยู่บ้าง องค์ประกอบแต่ละชนิดคิดเป็นพื้นที่เท่าไร (จากการนับจำนวนจุดภาพ)

5. การตรวจสอบภาคสนามเปรียบเทียบกับผลการแปลผลด้วยสายตา ในเขตพื้นที่ที่ถูกสุ่ม

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของข้อมูลที่ได้ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ความถูกต้องทั้งหมด} = \frac{\text{ผลรวมของจุดภาพที่ถูกต้องทั้งหมด}}{\text{ผลรวมของจุดภาพทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{ความถูกต้องของแต่ละจุดภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดภาพที่ถูกต้องของแต่ละประเภท}}{\text{ผลรวมจุดภาพ (ของ Omission) (ของ Comission)}} \times 100$$

การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศทางด้านทรัพยากรประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

วัลลภ ทิมดี และวิรงรอง ทิมดี (2548) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ภูมิสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูลการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพสูง IKONOS ที่มีรายละเอียด 1 เมตร ในการสำรวจพื้นที่เลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังซึ่งพบว่ามีจำนวน 94.22 ไร่ และสำรวจข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังจำนวน 207 ราย ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2547 ถึงเดือนเมษายน 2548 คิดเป็นจำนวนร้อยละของผู้เลี้ยงทั้งหมด บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ เช่น ประเภทกระชัง ขนาดกระชัง ขนาดลูกปลา ความหนาแน่นที่ปล่อย อัตรารอด ผลผลิต โรคปลา เวลาที่ใช้ในการเลี้ยง ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยง ได้นำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลการเลี้ยงปลากะพงขาวโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 ซึ่งทำให้สามารถสืบค้นและเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว พร้อมทั้งสามารถปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลได้ที่หน่วยงานระดับจังหวัด นอกจากนี้ยังสามารถจัดทำแผนที่เชิงเลขแสดงผลเป็น รายแปลงของข้อมูลที่ต้องการ ได้ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อมูลที่สำคัญ 5 ข้อมูลแสดงเป็นแผนที่เชิงเลข ได้แก่ ประเภทกระชัง ความหนาแน่นที่ปล่อย อัตรารอด ผลผลิต เวลาที่ใช้ในการเลี้ยง แผนที่เชิงเลข แสดงข้อมูลการเลี้ยงปลากะพงสามารถนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น คุณภาพน้ำ พื้นที่อนุรักษ์ในโอกาสต่อไปได้ การศึกษารังนี้แสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดสูงสามารถนำมาใช้ประเมินพื้นที่เลี้ยงและจัดทำ ฐานข้อมูลการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังได้เป็นอย่างดีทำให้เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการ ทรัพยากรประมงได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน นอกจากนี้ยังสามารถประเมินความเสี่ยงหาบ่อดินได้อย่างรวดเร็วและป้องกันการแอบอ้างขอความช่วยเหลือในกรณีเกิดภัยพิบัติได้

วัลลภ ทิมดี และวิรงรอง ทิมดี (2548) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ภูมิสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูลฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล กรณีศึกษา : จังหวัดฉะเชิงเทรา เริ่ม ดำเนินการศึกษาในเดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนมีนาคม 2548 โดยมีการประยุกต์ใช้ข้อมูลจาก ดาวเทียม Landsat 5 TM ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 30 เมตร ในการประเมินพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยใช้

การแปลตีความข้อมูลภาพจากดาวเทียมด้วยสายตา พบว่ามีพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจำนวน 188,645.01 ไร่ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการสำรวจข้อมูลฟาร์มกุ้งทะเลโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 1,300 ฟาร์ม คิดเป็นร้อยละ 20 ของฟาร์มทั้งหมดในจังหวัดฉะเชิงเทราที่ได้ใบรับรองมาตรฐาน GAP ฐานข้อมูลฟาร์มกุ้งทะเลประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญ เช่น จุดพิกัดของฟาร์ม ชนิดกุ้งที่เลี้ยง ขนาดบ่อ จำนวนบ่อ พื้นที่ฟาร์ม กรรมสิทธิ์ที่ดิน อายุฟาร์ม ผลผลิตกุ้ง โรคกุ้ง ระบบจัดการเลี้ยง การจับกุ้งลูกเงิน เป็นต้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถสืบค้นและเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก รวดเร็ว สามารถปรับปรุงและแก้ไขข้อมูล พร้อมทั้งจัดทำแผนที่เชิงเลขแสดงข้อมูลเฉพาะเรื่อง โดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3 ที่หน่วยงานภูมิภาคระดับจังหวัด ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อมูลที่สำคัญ 4 ข้อมูล ได้แก่ ชนิดกุ้งที่เลี้ยง ผลผลิตกุ้ง ปัญหาโรคกุ้ง การจับกุ้งลูกเงิน แสดงเป็นแผนที่เชิงเลข ระดับอำเภอ แผนที่เชิงเลขทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการเลี้ยงกุ้งทะเลได้อย่างถูกต้องและสามารถนำไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น คุณสมบัติดิน พื้นที่อนุรักษ์ ในโอกาสต่อไปได้ การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพปานกลางเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลในระดับจังหวัดและต่อเนื่องไปถึงระดับประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บัณฑิต กุลละวณิช (2548) ศึกษาการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลเพื่อจัดการเครื่องมือประมงชายฝั่งประจำที่ประเภทโป๊ะ บริเวณจังหวัดสมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา และชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการแปลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมต่อการศึกษาเครื่องมือประมงประเภทโป๊ะ และศึกษาดำเนินที่ตั้งของโป๊ะจากภาพถ่ายดาวเทียม ในศึกษานี้ได้นำภาพถ่ายดาวเทียม RADASAT 1 มาใช้ในการแปลข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าเมื่อทำการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีพหุนามระดับสอง และทำการปรับแต่งข้อมูลด้วยวิธีการกรองข้อมูลภาพ (Image Filter) พบว่าตัวกรองขนาด 7x7 ให้ผลของข้อมูลภาพชัดเจนที่สุด เหมาะสมสำหรับการแปลข้อมูลด้วยสายตา ผลจากการแปลข้อมูลด้วยสายตาพบว่าภาพถ่ายดาวเทียม RADASAT 1 มีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการสำรวจข้อมูลเครื่องมือประมงประจำที่ประเภทโป๊ะ เนื่องจากสามารถมองเห็น โป๊ะ ได้อย่างชัดเจน

ประสาน อินทเจริญ (2549) ศึกษาการประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการประเมินพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งทะเล และปริมาณผลผลิตในเขตพื้นที่น้ำจืด บริเวณจังหวัดชลบุรี โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM หลอมรวมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IRS-1D เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดสูง ทำการจำแนกข้อมูลด้วยสายตา พบว่าสามารถจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็น 4 ประเภท คือ บ่อเลี้ยงกุ้ง บ่อร้าง บ่อพักน้ำ และบ่อปลาอื่น ๆ และเมื่อทำการประเมินความถูกต้องจากการแปลข้อมูลด้วยสายตาพบว่ามีค่าความถูกต้องทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 84.16 มีปริมาณผลผลิต

รวมเท่ากับ 1,929,650.16 กิโลกรัม/รอบการผลิต นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยมีการนำภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 มาทำการแปลเพื่อเปรียบเทียบผล โดยผลจากการแปลและตรวจสอบค่าความถูกต้อง พบว่า มีความถูกต้องจากการแปลทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 98.57 จากผลการศึกษาเปรียบเทียบดังกล่าวสรุปได้ว่าการนำภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM มาหลอมรวมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IRS-1D ไม่เหมาะสำหรับนำมาจำแนกพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งทะเล เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องจากการแปลต่ำ ส่วนภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการแปลพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเลเนื่องจากมีค่าความถูกต้องจากการแปลสูง ซึ่งทำให้ผลของเนื้อที่ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อที่ในพื้นที่จริง

ธนัญญา จงพิร่เพียร, สุพจน์ จิงแถมปิ่น และพชรพล สุวรรณชัย (2549) ศึกษาการสำรวจระยะไกลและจัดทำสารสนเทศทางภูมิศาสตร์การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ทำการสำรวจพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเลในโครงการลุ่มน้ำปากพนัง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ศึกษา 1,244,278 ไร่ใน 6 อำเภอ 58 ตำบล ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอหัวไทร อำเภอเมือง 3 ตำบล อำเภอชะอวด 5 ตำบล และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ 3 ตำบล โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 ความละเอียด 2.5 เมตร (Pan-sharpen Image) จากการแปลภาพด้วยสายตา (Manual Visualization) พบว่ามีบ่อที่กำลังมีการเลี้ยงอยู่เพียง 648 บ่อ พื้นที่บ่อ 2,948.28 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.58 ของบ่อเลี้ยงทั้งหมด หรือ ร้อยละ 4.36 ของพื้นที่บ่อทั้งหมด ทั้งนี้อยู่ในพื้นที่น้ำเค็ม 603 บ่อ และในพื้นที่น้ำจืด 45 บ่อ เมื่อเปรียบเทียบกับ ปี 2543 ซึ่งได้มีการสำรวจไว้เฉพาะแปลงย่อย 26 แปลงที่อยู่ในพื้นที่น้ำเค็มพบว่า ในพื้นที่ดังกล่าวมีการขุดบ่อเพิ่มขึ้น 547 บ่อ คิดเป็นเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ส่วนในพื้นที่อื่นไม่สามารถเปรียบเทียบได้เนื่องจากไม่มีข้อมูลย้อนหลังและจากการทดลองใช้ภาพถ่ายดาวเทียม 3-ชนิด คือ ภาพถ่าย SPOT 5 ความละเอียด 2.5 SPOT 5 ความละเอียด 5 เมตร และ Landsat 7 ความละเอียด 25 เมตร มาใช้ในการประเมินการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล พบว่าภาพถ่าย SPOT 5 ความละเอียด 2.5 เมตร มีความเหมาะสมมากที่สุดเนื่องจากสามารถเห็นเครื่องดินน้ำที่กำลังทำงานได้ดี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2538) ศึกษาการกระจายตัวของพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา โดยภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงปี พ.ศ. 2532-2537 โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM ชนิดฟิล์มโพสิทีฟ แปลและตีความด้วยสายตา โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ภาพ (ProcomII) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้ คือ 1. ทิศทางการกระจายของพื้นที่เพาะเลี้ยงส่วนใหญ่กระจายตัวบริเวณอยู่ชายฝั่งทะเลด้าน อ่าวไทยตั้งแต่อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช เรื่อยมาจนถึง อำเภอสติงพระ จังหวัดสงขลา ในขณะที่เดียวกันยังพบแหล่ง

พะเลียงบริเวณรอบฝั่งทะเลสาบตอนกลางและตอนล่างบริเวณอำเภอปากพะยูน จังหวัดพัทลุง อำเภอสิงหนคร อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา นอกจากนี้พื้นที่พะเลียงได้ขยายรุกรานเข้ามาในแผ่นดินบริเวณสองฝั่งคลองของแม่น้ำลำคลองสายต่าง ๆ เช่น คลองเชียรใหญ่ คลองปากพูน จังหวัดนครศรีธรรมราช คลองนาทับ คลองเทพา จังหวัดสงขลา เป็นต้น 2. พื้นที่พะเลียงมีอัตราการขยายตัวสูงมาก จากผลการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2532-2537 พบว่า จังหวัดนครศรีธรรมราช มีจำนวนพื้นที่พะเลียงเพิ่มขึ้น 66,461 ไร่ จังหวัดพัทลุงจำนวนพื้นที่เพิ่มขึ้น 2,832 ไร่ และจังหวัดสงขลา จำนวนพื้นที่พะเลียงเพิ่มขึ้น 23,169 ไร่ จากผลการศึกษา ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ไม่ว่าจะเป็นทิศทางการกระจายตัวหรืออัตราขยายตัว ของพื้นที่พะเลียงส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้ประกอบการมากกว่าการชี้แนะและการควบคุมของทางราชการ ไม่ว่าจะเป็นการเลือกทำเลที่ตั้งที่อาศัยกรรมสิทธิ์ที่ดินของตัวเองโดยมิได้คำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่พะเลียงทั้งยังขาดระบบการบำบัดที่ดีก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ดังจะเห็นได้จากพื้นที่พะเลียงรอบทะเลสาบสงขลาและการพะเลียงยังเป็นไปตามความ ต้องการของตลาดโลก โดยขาดการควบคุมให้อยู่ในภาวะที่สมดุล จึงต้องเป็นหน้าที่ของทางราชการที่ต้องเข้ามาเข้มงวดและควบคุมให้ผู้ประกอบการปฏิบัติตามมาตรการต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้

พुरुชพล สุวรรณชัย และ ธนากร อกษา (2548) ศึกษาแนวทางการปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่อการขึ้นรูปแปลงพะเลียงสำดัวน้ำเพื่อสนับสนุน โครงการ SEA FOOD BANK โดยทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ArcView GIS เพื่อใช้ในการจัดทำรูปแปลงกระชังปลาและฐานข้อมูล Attribute รวมทั้งการทำแผนที่และจัดพิมพ์ พบว่าสามารถใช้ในการจัดทำรูปแปลงกระชังปลาได้

รุ่งทิพย์ กรรณกุลสุนทร (2546) ศึกษา การประมาณเนื้อที่พะเลียงกุ้งกุลาดำ โดยวิธีการสำรวจข้อมูลระยะไกล เพื่อคำนวณหาสัดส่วนเนื้อที่พะเลียงจริงของกุ้งกุลาดำ จากการสำรวจข้อมูลระยะไกลร่วมกับการสำรวจภาคสนาม โดยดำเนินการสำรวจพื้นที่เลี้ยงกุ้งในบริเวณภาคตะวันออก และคำนวณหาสัดส่วนเนื้อที่พะเลียงจริงในจังหวัดจันทบุรี ซึ่งใช้แผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศและ ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-7 ระบบ ETM+ ในการสำรวจ ผลการศึกษาพบว่า ภาคตะวันออกมีเนื้อที่น้ำกุ้งประมาณ 348,044 ไร่ อยู่บริเวณชายฝั่งทะเล น้ำกร่อยและพื้นที่น้ำจืด ครอบคลุมพื้นที่ 7 จังหวัด คือ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี ตราด ชลบุรี นครนายก และ ระยอง โดยมีเนื้อที่น้ำกุ้งกุลาดำ 118,564 ไร่, 71,098 ไร่, 45,730 ไร่, 40,702 ไร่, 32,619 ไร่, 20,433 ไร่ และ 18,898 ไร่ ตามลำดับ การตรวจสอบความถูกต้องของผลการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของภาคตะวันออกจำนวน 64 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 11.24 ของเนื้อที่น้ำกุ้ง พบว่า มีความถูกต้อง ร้อยละ 85.4 และการคำนวณหาสัดส่วนเนื้อที่ พะเลียงกุ้ง

กุลาได้จาก 20 กลุ่มตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 0.7 ของเนื้อที่นาทุ่งกุลารด้าในจังหวัดจันทบุรี พบว่ามีสัดส่วนเนื้อที่เพาะเลี้ยงกุ้งกุลารด้าจริง ร้อยละ 56.26 ของเนื้อที่นาทุ่ง เมื่อคำนวณโดยคิดจากสัดส่วนแล้วพบว่า เนื้อที่เพาะเลี้ยงกุ้งกุลารด้าของจังหวัดจันทบุรีมีจำนวนทั้งหมด 66,700 ไร่ โดยแบ่งออกเป็น อำเภอขลุง 29,248 ไร่ อำเภอแหลมสิงห์ 21,237 ไร่ อำเภอบ้านใหม่ 5,746 ไร่ อำเภอเมือง 5,245 ไร่ และอำเภอนายายอาม 5,224 ไร่ ตามลำดับ

ประจวบ ลิรักษาเกียรติ และสิริ ทุขะวินาศ (2537) การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการประเมินพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลารด้า และป่าชายเลนจังหวัดจันทบุรี ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลารด้าทั้งหมดของจังหวัดจันทบุรีนั้นรวมถึง ดันบ่อ ระบบน้ำ และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ในพื้นที่เลี้ยง แต่ในการศึกษาครั้งนี้ยังทำให้ทราบถึงพื้นที่บ่อ และจำนวนบ่อเลี้ยงกุ้งกุลารด้าเกือบตลอดแนวชายฝั่งจังหวัดจันทบุรีมีจำนวน 106,425 ไร่ และ 11,627 บ่อ

วราห์ เทพาหุติ และพชรพล สุวรรณชัย (2541) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM ในการศึกษาพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลารด้า บริเวณจังหวัดนครปฐม โดยจัดทำแผนที่แสดงปริมาณ และการกระจายตัวของพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งกุลารด้า ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะของพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนบนภาพถ่ายดังกล่าว แต่ไม่สามารถจำแนกบ่อเลี้ยงตามประเภทของสัตว์น้ำได้ นอกจากนั้นผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าภาพถ่ายดาวเทียมมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการทำแผนที่เพื่อติดตามตรวจสอบพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมสามารถนำมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้องและประหยัดกว่าภาพถ่ายทางอากาศ

ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2549) ได้ศึกษาประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด จังหวัดสงขลา โดยประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อใช้ในการประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด วิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด โดยใช้ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) และจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่มาตราส่วน 1:50,000 จากการศึกษาพบว่าจังหวัดสงขลาที่มีพื้นที่ที่ความเหมาะสมของพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืดในระดับต่าง ๆ ดังนี้ เหมาะสม 4,020 ไร่ เหมาะสมปานกลาง 1,394,674 ไร่ ไม่เหมาะสม 2,743,718 ไร่ และไม่เหมาะสมที่สุด 5,680 ไร่ โดยอำเภอจะนะ มีพื้นที่ในระดับเหมาะสม 3,021 ไร่ และเหมาะสมปานกลาง 187,900 ไร่

Ross, Mendoza and Beveridge (1993) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการเลือกที่ตั้งสำหรับทรัพยากรประมง กรณีศึกษา กระชังปลา Salmonid การศึกษานี้ใช้ข้อมูล Bathymetry, Current, Shelter และคุณภาพน้ำมาทำการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเหมาะสม

สำหรับการเลือกที่ตั้ง จากการศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเป็นที่ตั้งจำนวน 1.26 ha. หรือ 6.4 % ของพื้นที่ศึกษา จากการศึกษายังสามารถสรุปได้ว่าวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นข้อเสนอหนึ่งสำหรับเป็นแนวทางที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ได้ แต่มีข้อจำกัดในด้านการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ และสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

Hossain, Muttitanon, Tripathi and Philips (2002) ใช้ข้อมูลดาวเทียม IRS 1A ระบบ LISS II, IRS 1C ระบบ LISS III และ IRS ระบบ PAN ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นาทุ่งในบริเวณ Kandleru ของประเทศอินเดีย ซึ่งในกระบวนการศึกษานั้นได้นำเอาเทคนิคของการหลอมข้อมูลจากดาวเทียม (Image Fusion Technique) โดยวิธี PCA และ RGB/ HIS นำมาใช้เพื่อนำเข้าข้อมูลในระบบหลายช่วงคลื่น (Multiple Band : LISS) ที่มีรายละเอียดภาพต่ำกว่ามาหลอมรวมกับระบบ PAN ที่มีรายละเอียดสูงกว่าทำให้สามารถจำแนกข้อมูลของค่าการสะท้อนระหว่างพื้นที่นาทุ่ง และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ ได้ดีขึ้น ส่วนทางด้านเทคนิคของการทำ Band Ratio หรือ NDVI นั้น จะช่วยในการจำแนกค่าของการสะท้อนระหว่างพื้นน้ำกับพื้นดินได้ง่ายขึ้นด้วย ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่นั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลแบบหลายช่วงเวลา (Multi-Date) จะช่วยลดความผิดพลาดในการจำแนกของข้อมูลได้เช่นกัน

Salam, Lindsay and Beveridge (2003) นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เพื่อศึกษาเปรียบเทียบโอกาสในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลและปูทะเล ทางตะวันตกเฉียงใต้ของบังกลาเทศ โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat TM มาวิเคราะห์ร่วมกับรูปแบบจำลองของระบบ GIS ผลที่ได้ในเชิงผลรวมของผลผลิต ผลที่ได้ทางเศรษฐศาสตร์และศักยภาพของการจ้างงานพบว่า ผลผลิตในเชิงพื้นที่ของการเลี้ยงกุ้งจะมีค่าที่สูงกว่าการเลี้ยงปูทะเล นั้นหมายความว่าเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี

Geiling, Bakelaar, Krall and Cressey (2007) ศึกษาเรื่องการใช้อยู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง บริเวณทะเลสาบฮูรอน โดยการศึกษาต้องการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์เชิงพื้นที่เพื่อศึกษาว่าพื้นที่บริเวณดังกล่าวว่ามีศักยภาพสำหรับการขยายพื้นที่เพาะเลี้ยงปลาในกระชังในกรณีที่เป็นกระชังที่ต้องการเลี้ยงใหม่ โดยผลการศึกษาพบว่าพื้นที่บริเวณทะเลสาบฮูรอนไม่มีศักยภาพสำหรับการขยายพื้นที่เพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

José and Ross (1995) ศึกษาแบบการสร้างจำลองด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการพัฒนาด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณเมือง Sinaloa ประเทศเม็กซิโก ซึ่งในการศึกษานี้ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่โดยนำ

ปัจจัยด้านพื้นที่ ได้แก่ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ด้านทรัพยากรน้ำและคุณภาพน้ำ มาทำการวิเคราะห์แบบ Multicriteria and Multiobjective เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ พบว่าสามารถนำมาใช้ในการจัดการและแก้ปัญหาของพื้นที่ระหว่างพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่ทางการเกษตรได้

Hossain, Chowdhury, Das and Rahaman (2007) ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ศักยภาพการใช้ที่ดิน แบบ Multi-criteria สำหรับการทำการฟาร์มเลี้ยงปลาหมอเทศในประเทศบังกลาเทศ ในการวิจัยนี้ได้นำปัจจัยเชิงพื้นที่ ได้แก่ ปัจจัยด้านน้ำ, คุณภาพดิน, ลักษณะภูมิประเทศ, สาธารณูปโภค และสภาพทางเศรษฐกิจสังคม นอกจากนั้นยังได้นำภาพถ่ายดาวเทียม ASTER มาวิเคราะห์ด้วย โดยใช้โปรแกรม ENVI และ ArcView ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า วิธีการดังกล่าวสามารถประเมินศักยภาพเชิงพื้นที่ สามารถนำมาใช้ในการจัดการเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปลาหมอเทศและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้