บทที่ 3

การวิเคราะห์และผลการศึกษา

3.1 ระบบโปรแกรม RECOGX[23]

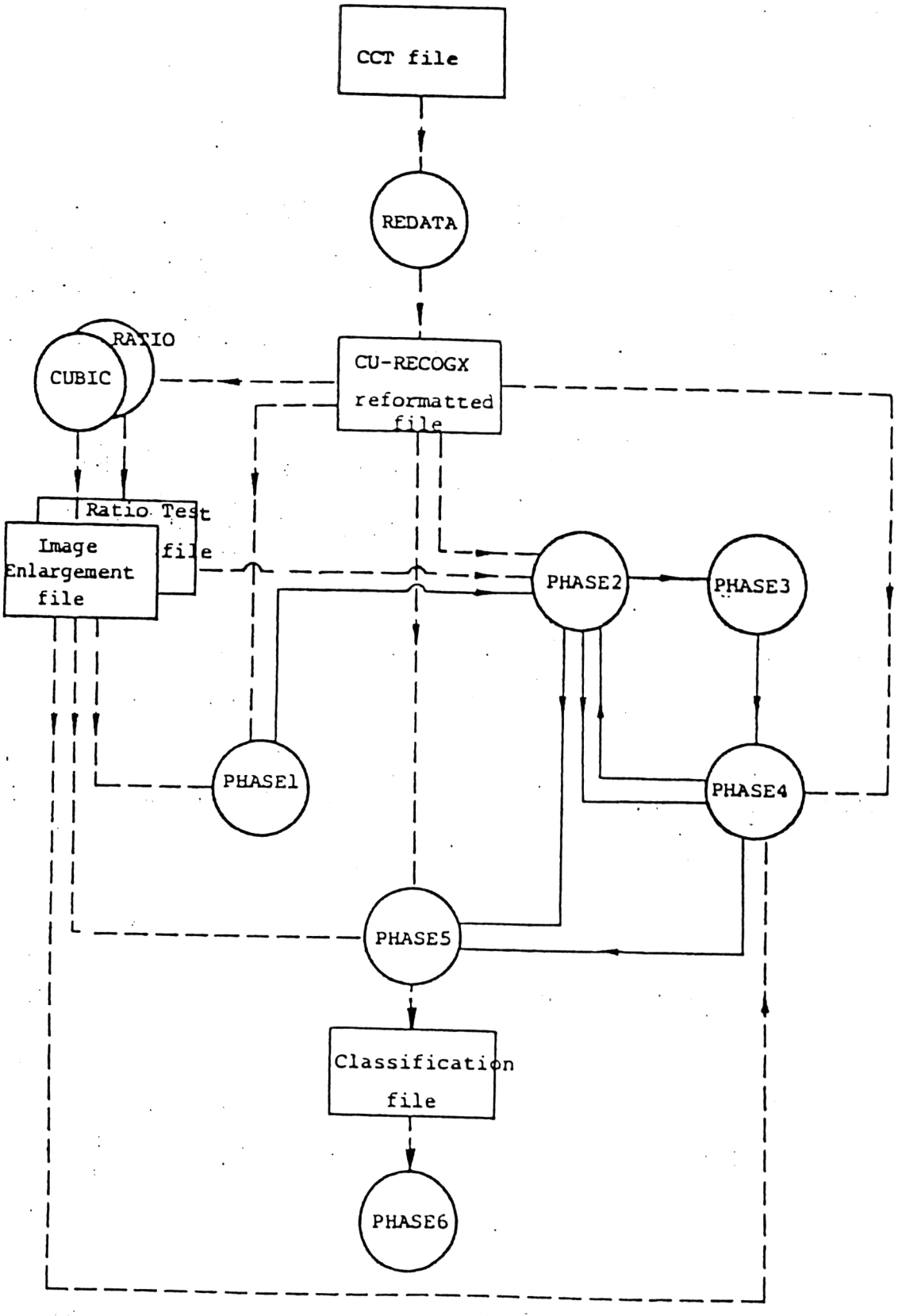
3.1.1 ความเป็นมาของ RECOGX

จากข้อตกลงที่ทำขึ้นเมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2518 ระหว่างคณะกรรมการสำรวจลุ่มแม่น้ำโขงตอนใต้กับสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ได้ให้ศูนย์คอมพิวเตอร์ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียทำการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่จะแปลความหมายของข้อมูลดาวเทียมซึ่งได้จากระบบ เอ็ม.เอส.เอส 4 แบนด์ โดยบันทึกไว้ในม้วนเทปที่เรียกว่า ซี.ซี.ที. โปรแกรมนี้มีส่วนรรถภาพในการจำแนกชนิดของข้อมูลภาคพื้นดินด้วยทฤษฎีทางสถิติ

ระบบโปรแกรม RECOGX นี้ได้มีการพัฒนาขึ้นที่คณะป่าไม้และวิทยาศาสตร์ว่าด้วยลุ่มแม่น้ำแห่งมหาวิทยาลัยโคโลราโดเสตท สหรัฐอเมริกา และนำมาใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 ต่อมากองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ และต้องการให้เทคโนโลยีแขนงนี้แพร่หลายอย่างรวดเร็ว จึงคิดที่จะนำเอามาติดตั้งไว้ ณ หน่วยราชการเช่น ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงได้อนุมัติโครงการปรับปรุงและพัฒนา RECOGX ให้ใช้งานได้ที่ศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยดัดแปลงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 370/138 โครงการนี้เริ่มเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522

3.1.2 โครงสร้างและลักษณะสมบัติของ RECOGX

โครงสร้างของ RECOGX แบ่งออกเป็นเจ็ดขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนที่ศูนย์ สาเหตุที่ต้องมีขั้นตอนที่ศูนย์นั้นเพราะการใช้งานของขั้นตอนนี้จะใช้เพียงครั้งเดียว เฉพาะตอนอ่านข้อมูลจาก ซี.ซี.ที. เท่านั้น เนื่องจากการรับสัญญาณของ เอ็ม.เอส.เอส. จากดาวเทียมมายังสถานีรับภาคพื้นดินมีความเร็วสูงมาก ข้อมูลจึงอยู่ในรูปแบบจัดเรียงข้อมูลสลับ (interleaved data) โปรแกรมในขั้นตอนที่ศูนย์จะทำการจัดเรียงข้อมูลใหม่ แล้วบันทึกลงในเทปอีกม้วนหนึ่ง เรียกว่า reformatted tape เพื่อนำไปใช้งานในขั้นตอนอื่น ๆ ดังแสดงในรูป 3.1 ลูกศร



รูปที่ 3.1 ผังภาพแสดงการทำงานของขั้นตอนต่างๆ ในระบบโปรแกรม CU-RECOGX

และเส้นเชื่อมระหว่างขั้นตอนแสดงถึงความสัมพันธ์ของการทำงานของโปรแกรม

หน้าที่การทำงานของขั้นตอนต่าง ๆ โดยย่อมีดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง ใช้เตรียมภาพพิมพ์และแผนภูมิแท่งของเขตภาพในแต่ละช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (แบนด์) เพื่อแสดงคุณสมบัติการแพร่และบ่งตำแหน่งของบริเวณที่ทำการสำรวจข้อมูลภาคพื้นดินที่เราจะใช้เป็นข้อมูลตัวอย่าง (training area) ตามลำดับ

ขั้นตอนที่สอง ใช้หาข้อมูลสถิติในรูปของบัตรเจาะ (punched card) ที่ใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลตัวอย่าง สถิติเหล่านี้ได้แก่ cavariance matrix และ mean vector การใช้งานของขั้นตอนที่สองนี้อาจมีการดำเนินการหลายเที่ยว เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลตัวอย่างไม่ได้รวมส่วนผสมของข้อมูลประเภทอื่นเข้าไปด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบของขั้นตอนนี้ก็คือ แผนภูมิแท่ง ตารางความเบี่ยงเบน และตารางความเบี่ยงเบนร่วมของข้อมูลตัวอย่าง (histrogram, spectral and co-incident spectral plots) ของหลาย ๆ แบนด์ตามแต่ผู้ใช้จะกำหนด หลังจากที่ผู้ใช้แน่ใจในข้อมูลตัวอย่างที่เลือก ขั้นตอนนี้จะผลิตบัตรเจาะตามค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่างนั้น ๆ

ขั้นตอนที่สาม โดยอาศัยบัตรเจาะจากขั้นตอนที่สองจะทำการคำนวณหาค่าความห่าง (divergence) ระหว่างข้อมูลตัวอย่างของแต่ละพื้นที่และระหว่างแบนด์ที่กำหนดให้ในบัตรเจาะ เนื่องจาก RECOGX มีไว้เพื่อใช้กับข้อมูลระบบ เอ็ม.เอส.เอส 12 แบนด์ ที่ติดตั้งบนเครื่องบิน ฉะนั้นการเลือกเพียงบางแบนด์ที่จะให้ข่าวสารสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลจึงมีความจำเป็น ทั้งนี้เพราะจำนวนแบนด์ในการประมวลผลมากเท่าใดก็จะต้องใช้เวลาคอมพิวเตอร์มากขึ้นเท่านั้น ขั้นตอนนี้จะทำการเรียงลำดับแบนด์ที่ผู้ใช้ควรจะเลือกโดยอาศัยค่าความห่างเฉลี่ยจากค่ามากไปหาน้อย

ขั้นตอนที่สี่ หลังจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่สองและขั้นตอนที่สามได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว จึงนำเอาค่าทางสถิติของข้อมูลตัวอย่างมาทำการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยทฤษฎีทางสถิติขั้นพื้นฐานคือ Level Slicing, Euclidean Distance และ Maximum Likelihood Ratio (MLR) จุดประสงค์หลักของขั้นตอนนี้เพื่อทดลองจำแนกประเภทข้อมูลเฉพาะในบริเวณข้อมูลตัวอย่างดูว่า มีความผิดพลาดจากการยอมรับและการละเลย (error of carrision and omission) ร้อยละเท่าใด

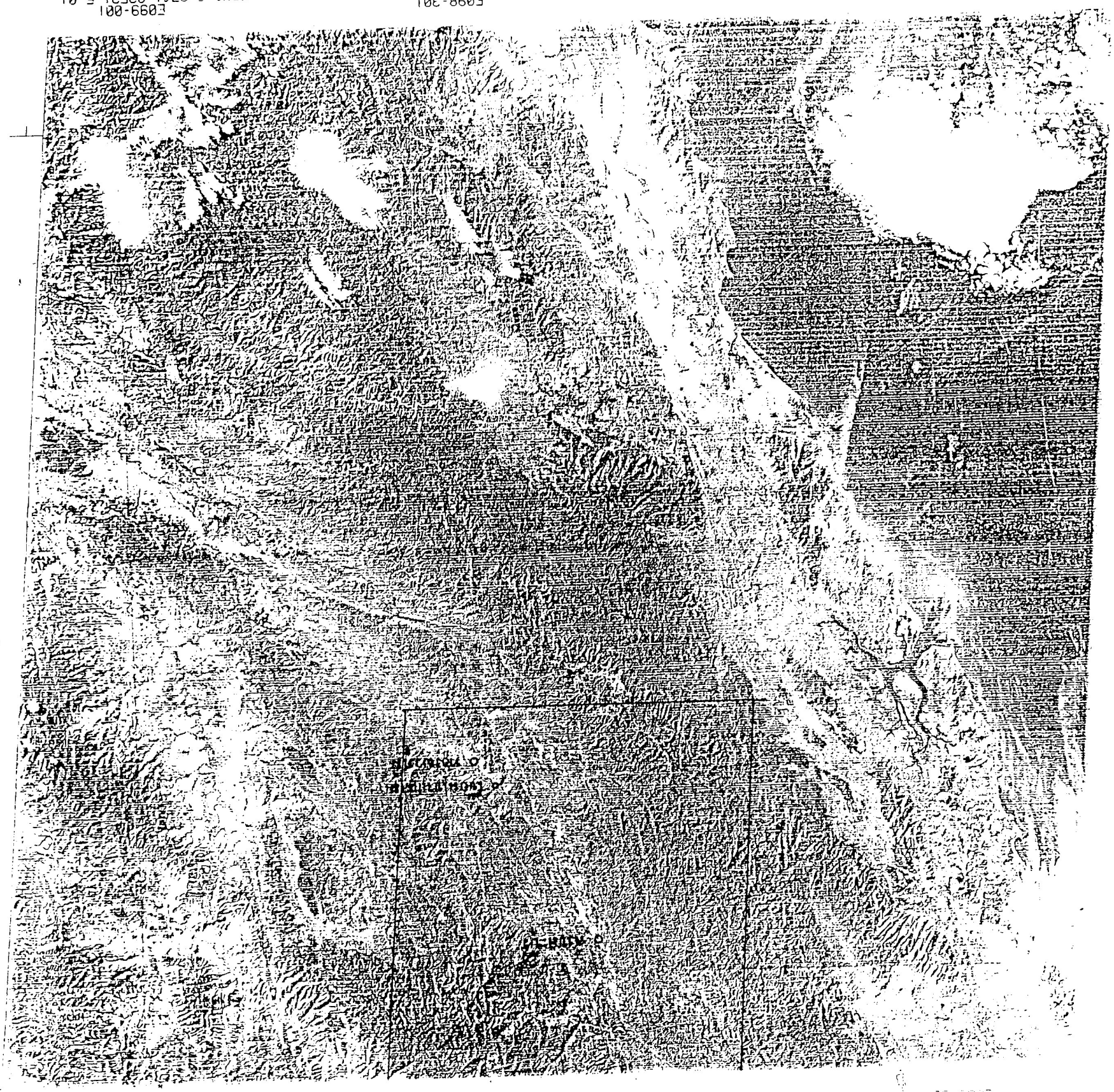
ขั้นตอนที่ห้า ขั้นตอนนี้ใช้ เอ็ม.แอล.อาร์. ในการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่เป็นเป้าหมาย ผลจากการจำแนกนี้จะถูกบันทึกลงในม้วนเทปซึ่งจะประกอบด้วยค่าสูงสุดของความเป็นไปได้ (highest conditional probability) และสัญญลักษณ์แทนประเภทข้อมูลของแต่ละจุดภาพ

ขั้นตอนที่หก โดยการระบุ thresholding index ให้กับขั้นตอนนี้ตามชนิดของประเภทข้อมูลที่ถูกจำแนกในขั้นตอนที่ห้า เพื่อไปเลือกค่า chi-square table ในโปรแกรมมาทำการตัดทอนจุดภาพที่มีค่า ซึ่งคำนวณจากขั้นตอนที่ห้ามากกว่าค่าของ chi-square และจากการกำหนดบริเวณที่ต้องการหรือเป็นเป้าหมาย ขั้นตอนนี้จะทำการพิมพ์ภาพจำแนกประเภทข้อมูลขั้นสุดท้าย (classified or recognition map) โดยที่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนสัญญลักษณ์ที่ใช้แทนประเภทข้อมูลได้ตามต้องการ

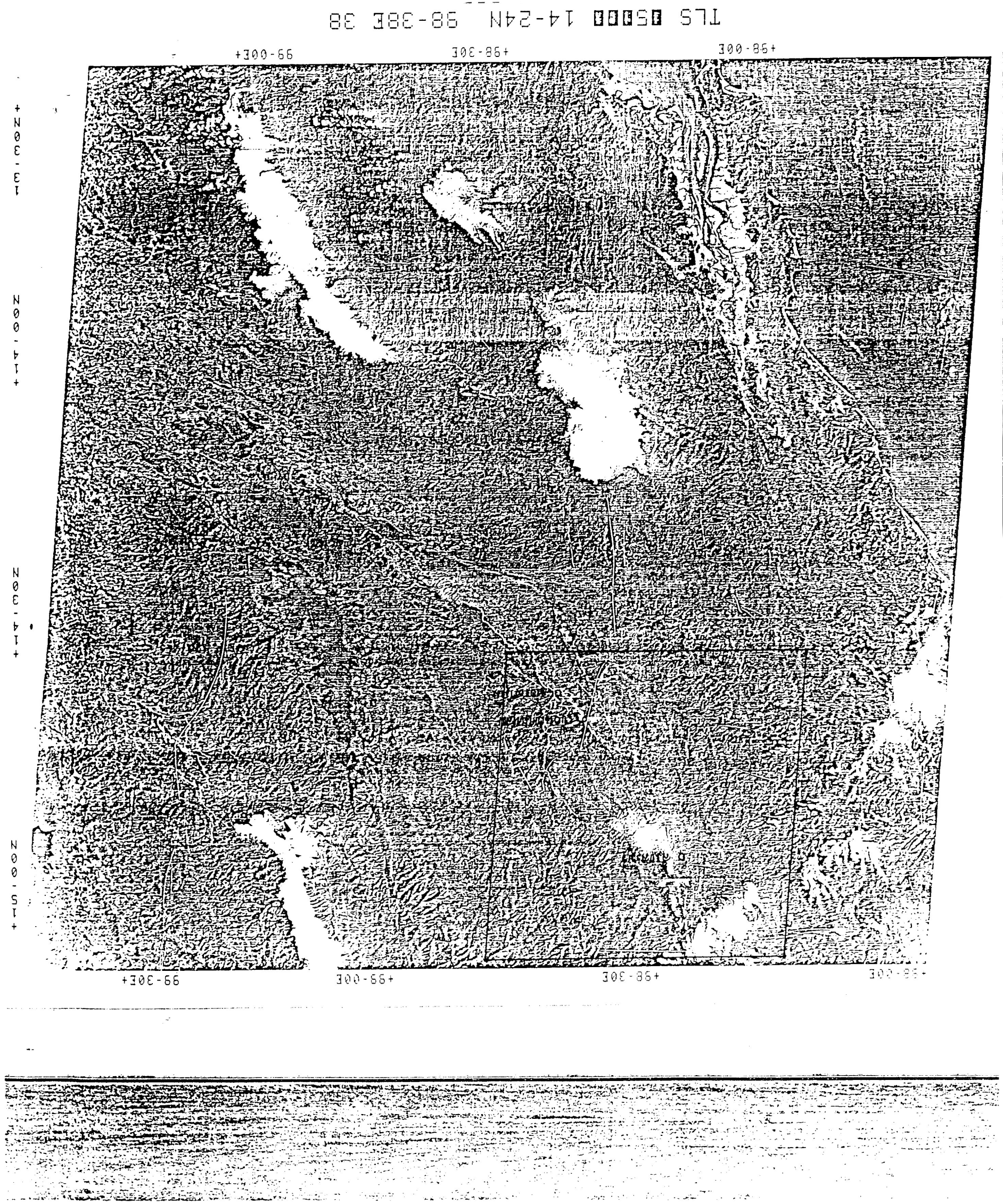
3.2 การดำเนินการในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

พื้นที่ที่ทำการศึกษาวิจัยนั้นจะอยู่ม้วน C.C.T. Tape หมายเลข THAILAND ID 6-6 ซึ่งตรงกับหมายเลขภาพ THAILAND ID 010277-6-6 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2520 ซึ่ง Format Tape เป็นแบบชนิด EDC (BIP 2)

บริเวณที่ศึกษานั้นจะอยู่ในแถบภาพที่ 2 บันทัดที่ 1-817 และสดมภ์ที่ 203-809 และในแถบภาพที่ 3 บันทัดที่ 1-817 สดมภ์ที่ 1-416 สำหรับ C.C.T. Tape หมายเลขภาพ THAILAND ID 060182-6-6 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2525 ซึ่ง Format Tape เป็นแบบชนิด CCRS (BIL) บริเวณที่ศึกษาอยู่ในแถบภาพที่ 1 บันทัดที่ 23-839 สดมภ์ที่ 530-900 และแถบภาพที่ 2 บันทัดที่ 23-839 สดมภ์ที่ 1-703 ซึ่งภาพพิมพ์ที่ได้จากทั้ง 2 เฟรมนั้นจะต้องนำไปใช้ในการทำที่หมายเปรียบเทียบ (Bench Mark) ด้วย โดยนำภาพพิมพ์ของข้อมูลต่างเฟรมและต่างเวลากันนั้นมาพิจารณาดูว่าเส้นใดของข้อมูลเฟรมแรกตรงกับเส้นที่เท่าไรของข้อมูลเฟรมที่ 2 และสดมภ์ใดของข้อมูลเฟรมแรกตรงกับสดมภ์ที่เท่าไรของข้อมูลเฟรมที่ 2 จึงจะทำให้ภาพพิมพ์ของทั้งสองเฟรมนั้นแสดงถึงอาณาบริเวณเดียวกัน ในขั้นแรกเราสามารถทำได้โดยนำภาพถ่ายจากดาวเทียมของทั้งสองปีมาพิจารณาดูว่ามีบริเวณใดที่พอจะนำมาทำที่หมายเปรียบเทียบได้ ตามรูปที่ 3.2, 3.3 และ รูป ก 1 ในภาคผนวก ก. จะเห็นว่าบริเวณที่เด่นชัดคือบริเวณที่ตั้งของตัวเชื่อนเขาแหลมและบริเวณยอดเขาใหญ่ตอนบนของภาพ ณ ละติจูด



รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายจากดาวเทียม ยาว-ดำ แบนด์ 5 แสดงบริเวณที่ใช้ศึกษาถ่ายภาพเมื่อ 1 ก.พ. 2520



รูปที่ 3.3 ภาพถ่ายจากดาวเทียม ยาว-ตำ แบนด์ 5 แสดงบริเวณที่ใช้ศึกษา ถ่ายภาพเมื่อ 6 มกราคม 2525

15^{o} 05' เหนือ ลองจิจูด 98^{o} 40' ตะวันออก และละติจูด 15^{o} 03' เหนือ ลองจิจูด 98^{o} 37' ตะวันออก ดังนั้นจึงทำ Gray map จากแบนด์ 5 ของบริเวณนี้ออกมาทั้งสองปี (ดูรูปที่ ค 1 และ ค 2 ในภาคผนวก ค.) แล้วนำมาพิจารณาดูว่าพื้นที่เดียวกันของทั้งสองเฟรมนี้จะตรงกับบันทัดและสดมภ์ที่เท่าไรในแต่ละปี ผลปรากฏว่าในปี 2520 เริ่มต้นบันทัดที่ 225 สดมภ์ที่ 1 และมีความยาว 720 บันทัด กว้าง 479 จุด ส่วนปี 2525 เริ่มต้นบันทัดที่ 210 สดมภ์ที่ 277 ในขนาดความกว้างยาวที่เท่ากันจาก Gray map ที่ได้นำมาลากเส้นตรงตามแนวยาวและแนวขวางโดยลากจากจุดที่เลือกไว้ จากการพิจารณาพบว่าทางด้านบันทัดเส้นที่ลากจากจุดที่เลือกไว้ของทั้งสองปีมีระยะห่างเท่า ๆ กัน และทางด้านสดมภ์เส้นที่ลากขึ้นแต่ละเส้นมีระยะห่างเท่า ๆ กันทั้งสองปี ดังนั้นถ้า Gray map ในปี 2520 เริ่มบันทัดที่ 1 สดมภ์ที่ 203 ในแถบภาพที่ 2 และบันทัดที่ 1 สดมภ์ที่ 1 ในแถบภาพที่ 3 ในปี 2525 จะเริ่มบันทัดที่ 23 สดมภ์ที่ 530 ในแถบภาพที่ 1 และบันทัดที่ 23 สดมภ์ที่ 237 ในแถบภาพที่ 2 (ดูตารางที่ 3.1)

	แถบภาพที่ 2		แถบภาพที่ 3	
จุดพิกัด / ปี พ.ศ.	บันทัด	สดมภ์	บันทัด	สดมภ์
2520	1	203	1	1
	แถบภาพที่ 1		แถบภาพที่ 2	
2525	23	530	23	237

ตารางที่ 3.1 จุดพิกัด พ.ศ. 2520 และ พ.ศ. 2525 ที่ให้รูปย้อนกันพอดี

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ในเรื่องของการจำแนกที่ดินนั้น ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของฝ่ายคอมพิวเตอร์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รุ่น UNIVAC 1100/60 โดยมีขนาดของเครื่อง 2 megabytes มี printer 1 unit มี Card reader 1 unit มีความเร็ว 1400 บันทัดต่อ 1 นาที และได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM ของสถาบัน

เทคโนโลยีแห่งเอเชีย โมเดล 3031 มีขนาดของเครื่อง 6 megabytes มี printer 2 unit, unit, card reader 1 unit, card punch 1 unit, diskette input 1 unit, diskette output 1 unit และมีความเร็ว 2000 บันทัดต่อ 1 นาที ซึ่งในการวิเคราะห์ได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

ก. ขั้นการเตรียมการ (preprocessing)

ข. ขั้นการประมวลผล (processing)

3.3 การเตรียมการดำเนินงาน

เป็นขั้นการจัดเรียงข้อมูลใน C.C.T. Tape ใหม่ ให้อยู่ในรูปข้อมูลจัดเรียงใหม่ (reformatted data) เพื่อให้อยู่ในสภาพง่ายต่อการใช้งาน โดยปกติเทป C.C.T. 1 ม้วน จะบรรจุข้อมูลดาวเทียมของภาพขนาด 185 x 185 ตารางกิโลเมตร และจะถูกแบ่งเป็น 4 แถบภาพ (strip) แต่ละแถบภาพจะถูกบันทึกเป็นข้อมูล 1 แฟ้ม แต่ละแฟ้มประกอบด้วยข้อมูลประมาณ 2 ล้านจุดภาพ หรือประมาณ 2340 บันทัดคูณ 810 สดมภ์ สำหรับ EDC (BIP 2) Format และประมาณ 2286 บันทัดคูณ 900 สดมภ์ สำหรับ CCRS Format ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ทำการจัดเรียงข้อมูลใหม่ของแถบภาพที่ 2 และแถบภาพที่ 3 ตั้งแต่บันทัดที่ 1-1100 ของข้อมูลเฟรม 010277-6-6 และแถบภาพที่ 1 และ 2 ตั้งแต่บันทัดที่ 1-1100 ของข้อมูลเฟรม 060182-6-6

3.4 การประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ภายหลังจากที่ได้ทำการจัดเรียงข้อมูลใหม่แล้ว (reformatted data) ขั้นตอนต่อไปคือ ขั้นการประมวลผลซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 การสร้างภาพพิมพ์ (gray map)

3.4.2 การหาค่าสถิติ (statistical computation)

3.4.3 การวิเคราะห์ประเภทข้อมูล (analysis)

3.4.4 การจำแนกประเภทข้อมูล (classification)

3.4.1 การสร้างภาพพิมพ์ (gray map)

เป็นขั้นตอนที่สั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการพิมพ์ภาพพิมพ์ (Gray Map) บริเวณที่ศึกษาโดยให้พิมพ์ภาพพิมพ์ของแถบภาพที่ 3 ของข้อมูลเฟรม 010277 บันทัดที่ 225-945 สดมภ์ที่ 1-479 และของแถบภาพที่ 2 ของข้อมูลเฟรม 060182 บันทัดที่ 210-930 สดมภ์ที่ 277-755 ทั้งแบนด์ 5 และแบนด์ 7 ออกมาทั้งสองภาพ โดยใช้โปรแกรมสั่งคอมพิวเตอร์พิมพ์ประเภทข้อมูลแต่ละชนิดโดยวิธีอัตโนมัติ (autoset) มีช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 0.6 - 0.7 และ 0.8 - 1.1 ไมโครมิเตอร์ ตามลำดับ (ดูรูปที่ ค 3, ค 4 ค 5 และ ค 6 ในภาคผนวก ค) ซึ่งการทดลองหาค่าความห่าง (divergence)[25] ระหว่างแบนด์ต่าง ๆ จากงานวิจัยที่ผ่าน ๆ มา ปรากฏว่าแบนด์ 5 และแบนด์ 7 ให้ค่าความห่างดีกว่าระหว่างแบนด์อื่น ๆ ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงได้ใช้เฉพาะแบนด์ 5 กับแบนด์ 7 เท่านั้น

3.4.2 การหาค่าสถิติ (statistical computation)

ในการเลือกประเภทข้อมูลตัวอย่างนั้นจำเป็นจะต้องทราบเสียก่อนว่าประเภทข้อมูลที่ต้องการจำแนกมีอะไรบ้าง และจะต้องรู้ลักษณะรายละเอียดสภาพภูมิประเทศพอสมควร จึงจะสามารถเลือกประเภทข้อมูลตัวอย่าง (training area) ได้ถูกต้อง ในที่นี้ได้อาศัยการตรวจสอบภาคสนาม และได้อาศัยแผนที่ระวางของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 และมาตราส่วน 1:250,000 ครอบคลุมพื้นที่ที่ศึกษา, แผนที่การจำแนกที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:250,000 ภาพถ่ายจากดาวเทียม ขาว-ดำ แบนด์ 5 และแบนด์ 7 มาตราส่วน 1:250,000 และภาพสีผสม (false color composite) มาตราส่วน 1:1,000,000

ในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างนั้น ในขั้นต้นได้จำแนกออกเป็น 6 ประเภทด้วยกันคือ

- ป่าโปร่งผสมพืชไร่ อักษรย่อที่ใช้ AFR 1
- ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดมีเงา อักษรย่อที่ใช้ MFR 1
- ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดไม่มีเงา อักษรย่อที่ใช้ MFR 2
- ป่าโปร่ง อักษรย่อที่ใช้ MFR 3
- ป่าทำลาย อักษรย่อที่ใช้ CFR 1
- ทุ่งนา อักษรย่อที่ใช้ RIC 1

1M030948

การกำหนดพื้นที่ตัวอย่างทำได้โดยนำภาพพิมพ์มา เทียบเคียงกับแผนที่ดูว่าพื้นที่ที่แสดงถึงประเภทข้อมูลที่ต้องการอยู่ในบันทัดที่เท่าไร และสดมภ์ที่เท่าไรถึงเท่าไร ก็ตีกรอบสี่เหลี่ยมแสดงว่าเป็นข้อมูลประเภทนั้น ๆ ก็จะได้พื้นที่ตัวอย่างของประเภทข้อมูลนั้น ส่วนลักษณะของแต่ละ training class ว่าแตกต่างกันอย่างไรนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับค่าสถิติที่ได้จาก training area ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละ training class นั่นเอง ซึ่งค่าสถิติเหล่านี้ได้แก่

Mean vector

Standard deviation

Correlation matrix

และ histogram ของทุก ๆ ประเภทข้อมูลกับตารางความเบี่ยงเบนของข้อมูลตัวอย่าง (spectral and co-incident spectral plots) ของทั้งแบนด์ 5 และแบนด์ 7

จากการทดลองในขั้นแรกนี้ได้นำเอาค่าความเข้มของแบนด์ 5 และแบนด์ 7 โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาเขียนรูปวิเคราะห์ผลดู (ดูรูปที่ ค 7 และ ค 8 ในภาคผนวก ค) ปรากฏว่าได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากข้อมูลที่เป็นป่าโปร่ง, ป่าโปร่งผสมพืชไร่ และป่าทำลายยังมีการทับกันมาก ควรต้องรวมเป็นข้อมูลประเภทเดียวกัน สาเหตุเนื่องจากว่าป่าโปร่งผสมพืชไร่และป่าทำลายจากการไปตรวจสอบจะอยู่บริเวณที่ลาดชันเป็นส่วนมาก ส่วนบริเวณที่เป็นทุ่งนาจะอยู่บริเวณที่ราบ ดังนั้นจึงรวมเอาป่าทำลาย, ป่าโปร่งผสมพืชไร่ และป่าโปร่งเข้าด้วยกัน ในขั้นต่อไปจึงได้ลดการจำแนกลงเหลือ 4 ประเภท คือ ป่าโปร่งผสมพืชไร่ ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดมีเงา ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดไม่มีเงา และทุ่งนา

ประเภทข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกภาพ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.2

ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	อักษรที่ใช้ในโปรแกรม
ป่าโปร่งผสมพืชไร่	Agroforest	AFR 1
ป่าทึบชนิดมีเงา	Denseforest with shadow	MFR 1
ป่าทึบชนิดไม่มีเงา	Denseforest without shadow	MFR 1
ทุ่งนา	Rice field	RIC 1

ตารางที่ 3.2 แสดงประเภทข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกภาพ

ตามรูปที่ ค 9 - ค 12 ในภาคผนวก ค เป็นภาพ Gray Map แบนด์ 5 และแบนด์ 7 ของปี พ.ศ. 2520 และปี พ.ศ. 2525 ซึ่งได้ลงข้อมูลตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทไว้ ซึ่งมีทำเลที่ตั้งพอสังเขปดังนี้

ข้อมูลตัวอย่างของป่าโปร่งผสมพืชไร่ บริเวณ บ.ห้วยเขย่ง, อำเภอทองผาภูมิ

ข้อมูลตัวอย่างของป่าทึบชนิดมีเงาและไม่มีเงา บริเวณที่เป็นภูเขาเหนือบ้านน้ำโจนขึ้นไป

ข้อมูลตัวอย่างของทุ่งนา บริเวณ บ.วังปะโท่ และ บ.ห้วยเขย่ง

CLASS NAME	FIELD NUMBER	LINES			COLUMNS		
AFR 1	1	840	850	1	385	405	1
AFR 1	2	770	778	1	351	371	1
AFR 1	3	788	796	1	459	479	1
AFR 1	4	572	580	1	347	357	1
AFR 1	5	422	432	1	333	351	1
CLD 1	1	246	254	1	83	93	1
CLD 1	2	310	318	1	137	149	1

CLASS NAME	FIELD NUMBER	LINES			COLUMNS		
CLD 1	3	332	338	1	191	203	1
CLD 1	4	382	388	1	279	293	1
MFR 1	1	224	230	1	425	437	1
MFR 1	2	252	258	1	341	351	1
MFR 1	3	604	608	1	345	353	1
MFR 1	4	696	700	1	437	443	1
MFR 1	5	558	564	1	55	57	1
MFR 2	1	256	264	1	373	385	1
MFR 2	2	538	548	1	413	429	1
MFR 2	3	574	582	1	189	199	1
MFR 2	4	874	876	1	421	433	1
RIC 1	1	530	538	1	243	247	1
RIC 1	2	774	776	1	333	339	1
RIC 1	3	800	802	1	447	455	1
RIC 1	4	590	592	1	383	389	1

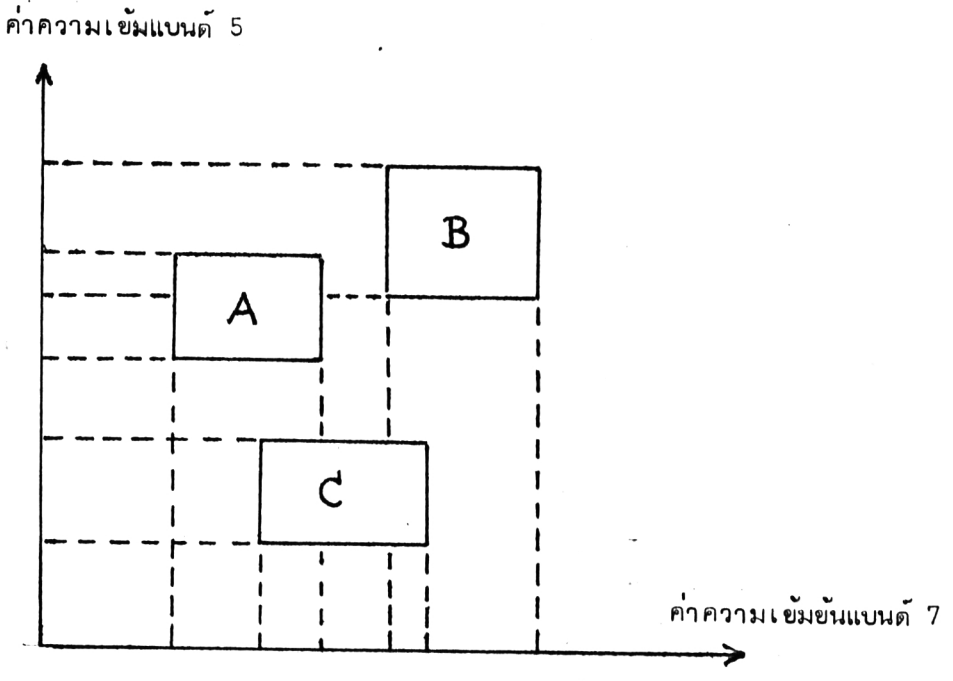
ค่าสถิติดังที่ได้กล่าวมาแล้วของประเภทข้อมูลทั้ง 4 ประเภท ที่คำนวณได้จากเทปข้อมูลปี พ.ศ. 2520 และ ปี พ.ศ. 2525 ได้แสดงไว้ในรูปที่ ค 13 และ ค 14 ในภาคผนวก ค สำหรับเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบความเชื่อถือได้ของค่าสถิติเหล่านี้ก็คือ การทำ Histogram plot เพื่อดูการกระจายของข้อมูลในแต่ละ Training class ว่าเป็น Normal Distribution หรือไม่ (ดูรูปที่ ค 15 และรูปที่ ค 16 ในภาคผนวก ค) ในขั้นตอนนี้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้ง จนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ นอกจากนี้จะต้องพิจารณาการเบี่ยงเบนของข้อมูลทั้งสองแบนด์ของแต่ละลำดับขั้นของข้อมูลตัวอย่างว่ามีการทับกันหรือไม่ (ดูรูปที่ ค 17 และ ค 18 ในภาคผนวก) ถ้ามีการทับกันในแบนด์ใดแบนด์หนึ่งข้อมูลนั้นยังใช้ได้ หากมีการทับกันทั้งสองแบนด์ (ดูรูปที่ ค 19 และ ค 20 ในภาคผนวก ค) ก็ต้องพิจารณาดูว่าทับกันทั้งมากน้อยเพียงไร ถ้าทับกันมากก็จำเป็นที่จะต้องเลือกข้อมูลตัวอย่าง (training area) ใหม่ จากรูปที่ ค 19 ในภาคผนวก ค นำเอาค่าความเข้มของแบนด์ 5 และแบนด์ 7 โดยใช้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดมาทดลองเขียนรูปวิเคราะห์ผล (ดูรูปที่ ค 21 ในภาคผนวก ค) แสดงการกระจายของแต่ละประเภทข้อมูลในปี พ.ศ. 2520 จะเห็นว่าเมื่อนำค่าสถิติที่ได้มาพิจารณาทั้งสองแบนด์จะเห็นว่าข้อมูลของแต่ละลำดับขั้นของข้อมูลตัวอย่าง (Training class) ได้แยกออกจากกันโดยเด็ดขาด ส่วนรูปที่ ค 22 ในภาคผนวก ค. แสดงการกระจายของแต่ละประเภทข้อมูลในปี พ.ศ. 2525 จะเห็นว่าข้อมูลของป่าโปร่งผสมพืชไร่กับทุ่งนาและป่าทึบชนิดไม่มีเงาทับกันเลยน้อยทั้งสองแบนด์ แม้ว่าจะได้ทำข้อมูลตัวอย่าง (training area) ใหม่แล้วก็ตาม เพื่อหาค่าสถิติใหม่แต่ก็ยังให้ภาพที่ทับกันอยู่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะของข้อมูลทั้งสามชนิดนี้ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งอันที่จริงแล้วน่าจะแยกจากกันโดยสิ้นเชิง

3.4.3 การวิเคราะห์ประเภทข้อมูล (Analysis)

หลังจากที่ได้ทำการทดลองวิเคราะห์ค่าสถิติจนเป็นที่พอใจแล้ว ในขั้นตอนนี้ได้ทดลองวิเคราะห์การจำแนกข้อมูลด้วยระบบ Level slicing เปรียบเทียบกับการจำแนกข้อมูลด้วยระบบ Maximum likelihood ratio ที่ผลจากการจำแนกภาพจากทั้งสองวิธีนั้นวิธีการใดให้ความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3.4.3.1 การจำแนกข้อมูลโดยวิธี Level Slicing

เป็นการนำค่าความเข้มในแต่ละแบนด์ โดยใช้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด จากค่าสถิติที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาทดลองเขียนภาพวิเคราะห์ดูโดยกำหนดเป็นรูปสี่เหลี่ยมบนแกนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบนด์ 5 กับแบนด์ 7 รูปสี่เหลี่ยมจะเป็นข้อมูลของแต่ละลำดับชั้นของข้อมูลตัวอย่าง (Training class) ที่เลือกนั้นถูกต้องและใช้ได้ (ดูรูปที่ 3.4)



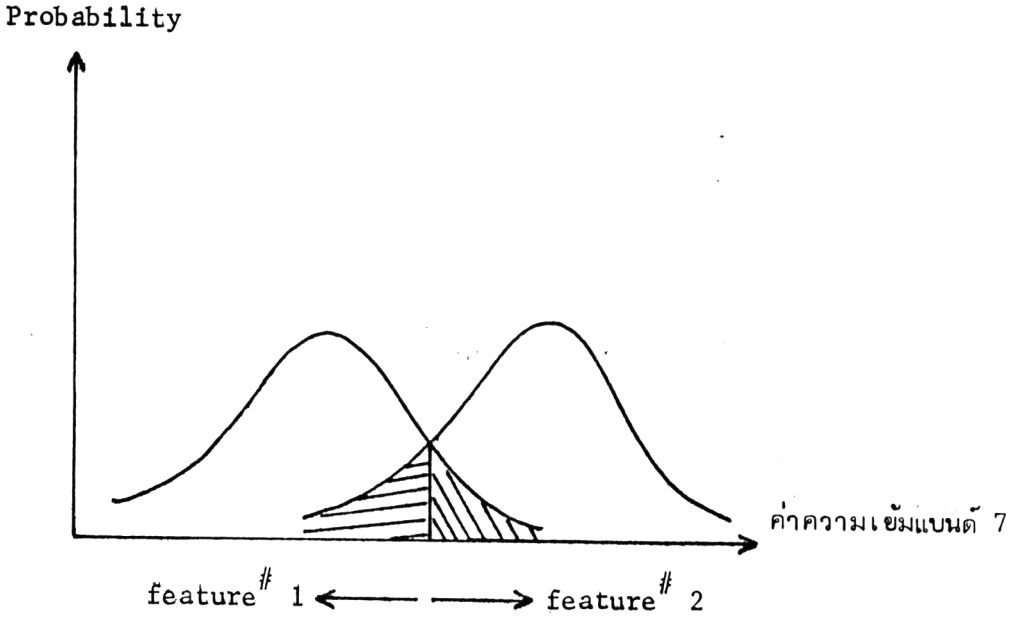
รูปที่ 3.4 แสดงการกระจายของข้อมูลประเภทต่าง ๆ ในการทดลองด้วยวิธี Level Slicing

จากรูปที่ 3.4 ถ้าข้อมูลตกอยู่ในพื้นที่ในกรอบ A, B และ C ข้อมูลนั้นก็จะเป็น A, B และ C ตามลำดับ แต่ถ้าข้อมูลที่พิจารณาไม่อยู่ในกรอบพื้นที่ A, B และ C แล้วก็จะให้ข้อมูลนั้นเป็น Blank ( ) ไป ได้ทดลองจำแนกข้อมูลด้วยวิธี level slicing ตั้งแต่บรรทัดที่ 339 - 581 และสดมภ์ที่ 1-239 ของข้อมูลปี พ.ศ. 2520 และบรรทัดที่ 342-583 สดมภ์ที่ 296-415 ของข้อมูลปี พ.ศ. 2525 ผลลัพธ์เป็นดังที่แสดงไว้ในรูป ค 23 และ ค 24 ในภาคผนวก ค. จะเห็นว่าการจำแนกข้อมูลด้วยวิธี level slicing ให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากจำแนกข้อมูลได้ไม่เต็มทั่วพื้นที่ มีพื้นที่ว่างเปล่ามาก ทั้งนี้เนื่องจากค่าความเข้มของแสง (gray tone level) ของข้อมูลตัวอย่างทั้ง 4 ประเภท

มีช่วงของค่าความเข้มของแสงแคบเกินไป ดังนั้นถ้าเป็นข้อมูลประเภทเดียวกันที่มีค่าความเข้มของแสงต่างไปจากค่าความเข้มที่ได้ทำการทดลองแล้ว วิธี level slicing ไม่สามารถจำแนกข้อมูลที่มีค่าความเข้มของแสงแคบเกินไป ดังนั้นถ้าเป็นข้อมูลประเภทเดียวกันที่มีค่าความเข้มของแสงต่างไปจากค่าความเข้มที่ได้ทำการทดลองแล้ว วิธี level slicing ไม่สามารถจำแนกข้อมูลที่มีค่าความเข้มของแสงนอกเหนือจากที่ได้ทำการทดลอง ในสภาวะการเช่นนี้เทคนิคดังกล่าวจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล

3.4.3.2 การจำแนกข้อมูลโดยวิธี Maximum Likelihood Ratio

การจำแนกวิธีนี้เป็นการนำข้อมูลของค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 มาจำแนกข้อมูลทุกจุดในเขตภาพที่ต้องการโดยดูว่าจุดภาพแต่ละจุดนั้นมีความน่าจะเป็น (probability) ที่จะถูกจำแนกเป็นข้อมูลประเภทใดมากที่สุด ก็จะถูกจำแนกให้เป็นประเภทนั้น (ดูรูปที่ 3.5)



รูปที่ 3.5 แสดงการกระจายของข้อมูลประเภทต่าง ๆ ในการทดลองด้วยวิธี Maximum Likelihood Ratio

จากรูปที่ 3.5 ถ้าหางของ feature# 1 มีค่า Probability น้อยกว่า feature# 2 ก็ให้ classified เป็น feature# 2 ได้ทดลองจำแนกข้อมูลด้วยวิธี Maximum Likelihood Ratio ตั้งแต่บันทัดที่ 339-581 และส่ดมภ์ที่ 1-239 ของข้อมูล ปี พ.ศ. 2520 และบันทัดที่ 342-583 ส่ดมภ์ที่ 296-415 ของข้อมูลปี พ.ศ. 2525 ผลการจำแนกแส่ดงอยู่ในรูป ค 25 และ ค 26 ในภาคผนวก ค จะเห็นว่าภาพพิมพ์ที่ได้มีข้อมูลเต็มเนื้อที่ ซึ่งวิธี Maximum Likelihood Ratio นั้น ถ้าข้อมูลใดมี probability ไปทางข้อมูลใดมากก็จะถูกจำแนกเป็นของข้อมูลนั้นทันที ซึ่งในบางพื้นที่ข้อมูลนั้นอาจมากเกินความเป็นจริง จึงต้องมีการปรับค่าข้อมูลของแต่ละช่นิดให้ถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่ส่ด ดังนั้นจึงต้องมีการตัดทอนจุดภาพที่มีค่าความน่าจะเป็นน้อย ๆ ออกไป โดยกำหนดค่าดัชนีการตัดทอน (Thresholding Index) ต่อไป

จากการเปรียบเทียบผลการจำแนกภาพทั้ง 2 วิธี (รูป ค 23, ค 24 กับรูป ค 25, ค 26 ในภาคผนวก ค) จะเห็นว่าในการจำแนกข้อมูลด้วยวิธี Level Slicing นั้น ถ้าในพื้นที่ทดลองจำแนกมีข้อมูลช่นิดเดียวกันแต่มีค่าความเข้มของแส่งนอกเหนือไปจากข้อมูลตัวอย่าง แล้วก็จะถูกจำแนกให้เป็นพื้นที่ว่างเปล่าไป ส่วนวิธี Maximum Likelihood Ratio ถ้าข้อมูลใดในพื้นที่ทดลองจำแนกมีความน่าจะเป็น (probability) ไปทางข้อมูลใดมากก็จะถูกพิมพ์เป็นข้อมูลนั้นทันที ซึ่งจะเห็นว่าวิธีนี้ภาพพิมพ์ที่ได้จะมีข้อมูลเต็มเนื้อที่ โดยมีอัตราเส่ี่ยงในเชิงส่ถิติ (error type I และ error type II) อยู่ด้วย แต่สำหรับกรณีของงานวิจัยนี้น่าจะยอมรับได้เพราะพื้นที่ที่ศึกษามีรายละเอียดเกือบทั้งหมดอยู่ในกลุ่มที่เลือกไว้ดังกล่าวแล้ว ดังนั้นจึงพอจะส่รุปได้ว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Maximum Likelihood Ratio เป็นวิธีที่ควรนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

3.4.4 การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

หลังจากที่ได้เลือกการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Maximum Likelihood Ratio แล้วนั้น ค่าส่ถิติที่ใช้จะถูกนำไปใช้ส่ร้างเทปการจำแนกในขั้นตอนที่ 5 ต่อไป ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการจำแนกประเภทข้อมูลในพื้นที่ที่ศึกษาคือ ข้อมูลปี พ.ศ. 2520 จะอยู่ในแถบภาพที่ 2 บันทัดที่ 1-817 ส่ดมภ์ที่ 203-809 และแถบภาพที่ 3 บันทัดที่ 1-817 ส่ดมภ์ที่ 1-467 ส่วนข้อมูลปี พ.ศ. 2525 จะอยู่ในแถบภาพที่ 1 บันทัดที่ 23-839

ส่วนมาก ที่ 1-703 (ดูรูปที่ ค 27 และ ค 28 ในภาคผนวก ค.) ข้อมูลทั้งสองชนิดให้พิมพ์บันทัดเว้นบันทัด จุดเว้นจุด และในขั้นตอนนี้จะมีการตัดทอนจุดภาพซึ่งผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดดัชนีการตัดทอนจุดภาพเองซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ของประเภทข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับประเภทข้อมูลที่มีอยู่

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้วิธีทดลองและแก้ไข (Trial and Error) คือทดลองกำหนดค่าดัชนีการตัดทอนแล้วนำผลที่ได้ไปเทียบกับแผนที่ที่มีอยู่ ถ้าพบว่าประเภทข้อมูลใดมีการตัดทอนมากน้อยเกินไปก็เปลี่ยนแปลงแก้ไขโดยการลดหรือเพิ่มในส่วนของประเภทข้อมูลนั้น ๆ ในที่นี้ได้กำหนดค่าดัชนีการตัดทอนของป่าโปร่งผลัดพืชเท่ากับหนึ่ง ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดมีเงาเท่ากับสูนย์ ป่าทึบ(เบญจพรรณ) ชนิดไม่มีเงาเท่ากับสูนย์ เขาเท่ากับหนึ่ง และทุ่งนาเท่ากับหนึ่ง ซึ่งค่าดัชนีการตัดทอนที่ให้นี้ให้ภาพพิมพ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดเมื่อเทียบกับแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 ของกรมแผนที่ทหารและภาพถ่ายจากดาวเทียมยาว-ตำ

สำหรับค่า Thresholding index นั้นจะมีค่าเป็นเลขตั้งแต่ 0-10 ถ้ากำหนดค่าระหว่าง 1-10 ขั้นตอนนี้จะทำการตัดทอนจุดภาพออกเป็นร้อยละ (ดูตารางที่ 3.3)

Thresholding index	เปอร์เซ็นต์ที่ใช้ตัดทอนจุดภาพ
1	0.1
2	0.5
3	1.0
4	2.0
5	2.5
6	5.0
7	10.0
8	20.0
9	25.0
10	50.0

ตารางที่ 3.3 แสดงค่า Thresholding index และเปอร์เซ็นต์ที่ใช้ในการตัดทอนจุดภาพ

สำหรับขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูลในขั้นสุดท้ายนี้ ผู้ใช้สามารถกำหนดสัญญลักษณ์ขึ้นใหม่ได้ เพื่อให้การแสดงผลประเภทข้อมูลแต่ละชนิดเด่นชัดขึ้น จากรูปที่ ค 27 ในภาคผนวก ค เป็นภาพแสดง classified map บริเวณพื้นที่ที่ศึกษาปี พ.ศ. 2520 โดยกำหนดสัญญลักษณ์ขึ้นใหม่ดังนี้คือ

อักษร A ใช้แทน ป่าโปร่งผสมพืชไร่

อักษร B ใช้แทน ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดมีเงา

อักษร E ใช้แทน ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดไม่มีเงา

อักษร D ใช้แทน ทุ่งนา

พื้นที่ที่จำแนกไม่ได้ (unclassfied) ไม่มีการพิมพ์เว้นว่างไว้ (blank)

ส่วนรูปที่ ค 28 ในภาคผนวก ค เป็นภาพแสดง classified map บริเวณพื้นที่ที่ศึกษาปี พ.ศ. 2525 โดยกำหนดสัญญลักษณ์ขึ้นใหม่ดังนี้คือ

อักษร A ใช้แทน ป่าโปร่งผสมพืชไร่

อักษร . ใช้แทน เมฆ

อักษร ¢ ใช้แทน ป่าทึบ(เบญจพรรณ) ชนิดมีเงา

อักษร X ใช้แทน ป่าทึบ (เบญจพรรณ) ชนิดไม่มีเงา

อักษร E ใช้แทน ทุ่งนา

พื้นที่ที่จำแนกไม่ได้ให้เว้นว่างไว้

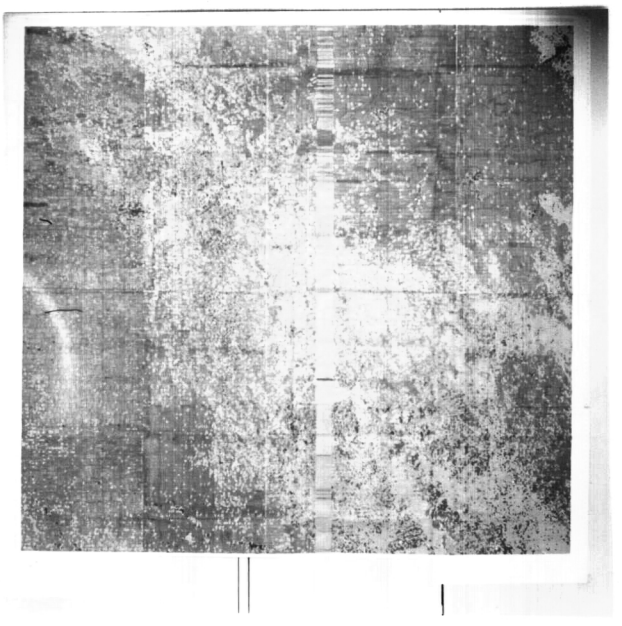
3.5 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ปี พ.ศ. 2520

จากผลการจำแนกในขั้นตอนที่ 6 (รูป ค 27 ในภาคผนวก ค และรูปที่ 3.6) ด้วยวิธี Maximum Likelihood Ratio ปรากผลออกมาตามตารางที่ 3.4

ประเภทข้อมูล	อักษรย่อ	สัญญลักษณ์	Thres-holding index	Thres-holding value	จำนวน Pixels	พื้นที่ (ก.ม.^{2})	% ของพื้นที่
ป่าโปร่งผสมพืชไร่	AFR1	A	1	13.815	54.961	972.6	25.0
ป่าทึบ(เบญจพรรณ) ชนิดมีเงา	MFR1	W	0	0.000	47,578	841.9	21.6
ป่าทึบ(เบญจพรรณ) ชนิดไม่มีเงา	MFR2	X	0	0.000	106,233	1879.9	48.3
ทุ่งนา	RIC1	D	1	13.815	11,259	199.2	5.1
Unclassified					11	0.2	0.0
รวม					220042	3893.8	100

ตารางที่ 3.4 แสดงพื้นที่ของประเภทข้อมูลที่ได้จากการจำแนกปี พ.ศ. 2520

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 รูปแสดง classified map บริเวณที่ศึกษาปี พ.ศ. 2520

จากตารางที่ 3.4 สามารถสรุปได้ดังนี้คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมดของบริเวณที่ศึกษา คือแถบภาพที่ 2 บันทัดที่ 1-817 สดมภ์ที่ 203-809 และแถบภาพที่ 3 บันทัดที่ 1-817 สดมภ์ที่ 1-467 มีจำนวนทั้งสิ้น 220042 จุดภาพ คิดเป็นพื้นที่ได้ 3893.8 ตารางกิโลเมตร โดยแสดงเป็นพื้นที่ของประเภทข้อมูลทั้ง 4 ชนิด ดังนี้

ป่าโปร่งผลัดใบข้าวไร่	คิดเป็นที่	972.6 ตารางกิโลเมตร
	หรือร้อยละ 25.0	ของพื้นที่ที่ศึกษา
ป่าทึบ (เบญจพรรณ)	ชนิดมีเงา มีพื้นที่	841.9 ตารางกิโลเมตร
	หรือร้อยละ 21.6	ของพื้นที่ที่ศึกษา
ป่าทึบ (เบญจพรรณ)	ชนิดไม่มีเงา มีพื้นที่	1879.9 ตารางกิโลเมตร
	หรือร้อยละ 48.3	ของพื้นที่ที่ศึกษา
ทุ่งนา	มีพื้นที่	199.2 ตารางกิโลเมตร
	หรือร้อยละ 5.1	ของพื้นที่ที่ศึกษา
Unclassified	มีพื้นที่	0.2 ตารางกิโลเมตร
	หรือร้อยละ 0.0	ของพื้นที่ที่ศึกษา

3.6 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ปี พ.ศ. 2525

จากผลการจำแนกในขั้นตอนที่ 6 (รูป ค 28 ในภาคผนวก ค. และรูปที่ 3.7) ด้วยวิธี Maximum Likelihood Ratio ปรากฏผลออกมาตามตารางที่ 3.5

ประเภทข้อมูล	อักษรย่อ	สัญญลักษณ์	Thres-holding index	Thres-holding Value	จำนวน Pixels	พื้นที่ (ก.ม^2)	% ของพื้นที่
ป่าโปร่งผสมพืชไร่	AFR1	A	1	13.815	84,063	1487.5	38.2
เมฆ	CLD1	.	1	13.815	6846	121.2	3.1
ป่าทึบ(เบญจพรรณ) ชนิดมีเงา	MFR1	@	0	0.000	12,532	221.8	5.7
ป่าทึบ(เบญจพรรณ) ชนิดไม่มีเงา	MFR2	N	0	0.000	69,855	1236.2	31.7
ทุ่งนา	RIC1	E	1	13.815	4,703	83.2	2.2
Unclassified					42,043	743.9	19.1
รวม					220,042	3893.8	100

ตารางที่ 3.5 แสดงพื้นที่ของประเภทข้อมูลที่ได้จากการจำแนกปี พ.ศ. 2525

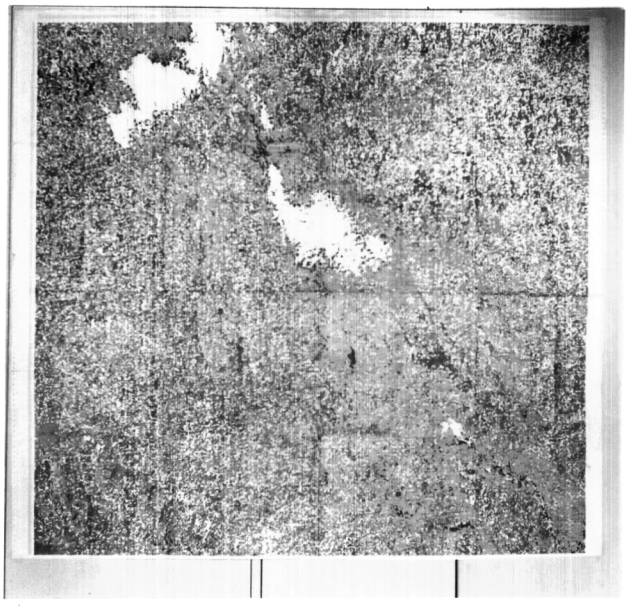
จากตารางที่ 3.5 สามารถสรุปได้ดังนี้คือจำนวนจุดภาพทั้งหมดของบริเวณที่ศึกษาคือแถบภาพที่ 1 บันทัดที่ 23-839 สดมภ์ที่ 530-900 และแถบภาพที่ 2 บันทัดที่ 23-839 สดมภ์ที่ 1-703 มีจำนวนทั้งสิ้น 220,042 จุดภาพคิดเป็นพื้นที่ได้ 3893.8 ตารางกิโลเมตร โดยแสดงเป็นพื้นที่ของประเภทข้อมูลทั้ง 5 ชนิด ดังนี้

ป่าโปร่งผสมพืชไร่ มีพื้นที่ 1,487.5 ตารางกิโลเมตร
หรือร้อยละ 38.2 ของพื้นที่ที่ศึกษา

เมฆ มีพื้นที่ 121.2 ตารางกิโลเมตร
หรือร้อยละ 3.1 ของพื้นที่ที่ศึกษา

ป่าทึบ(เบญจพรรณ) ชนิดมีเงา มีพื้นที่ 221.8 ตารางกิโลเมตร
หรือร้อยละ 5.7 ของพื้นที่ที่ศึกษา

ป่าทึบ(เบญจพรรณ)ชนิดไม่มีเงา มีพื้นที่ 1236.2 ตารางกิโลเมตร
หรือร้อยละ 31.7 ของพื้นที่ที่ศึกษา



รูปที่ 3.7 รูปแสดง classified map บริเวณที่ศึกษา
ปี พ.ศ. 2525

ทุ่งนา มีพื้นที่ 83.2 ตารางกิโลเมตร

หรือร้อยละ 2.2 ของพื้นที่ที่ศึกษา

Unclassified มีพื้นที่ 743.9 ตารางกิโลเมตร

หรือร้อยละ 19.1 ของพื้นที่ที่ศึกษา

3.7 เปรียบเทียบผลการจำแนกประเภทข้อมูลระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ปี พ.ศ. 2520 กับปี พ.ศ. 2525

จากรูป ค 27 ในภาคผนวก ค จะเห็นว่าในแถบภาพที่ 2 ตั้งแต่บันทัดที่ 1-817 สดมภ์ที่ 781-809 ข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 6 นั้นไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากว่าข้อมูลที่ได้รับจาก C.C.T. Tape ในตอนปลายของ file ที่ 2 เสีย จึงได้ทำการกันขอบเขตในส่วนที่เสียทิ้งไป แล้วนำบริเวณที่เสียนี้ไปเทียบกับรูปที่ ค 28 ในภาคผนวก ค ในส่วนบริเวณที่ตรงกันแล้วใช้วิธีนับจุดภาพว่าเป็นประเภทข้อมูลอะไรบ้าง มีจำนวนกี่จุดภาพ และในทำนองเดียวกันรูปที่ ค 28 ในภาคผนวก ค. ในส่วนบริเวณที่เป็นเมฆก็ได้ทำการกันขอบเขตแล้วนำไปเทียบกับรูปที่ ค 27 ในภาคผนวก ค ในบริเวณที่ตรงกัน แล้วใช้วิธีนับจุดภาพว่าเป็นประเภทข้อมูลอะไรบ้าง (ดูรูปที่ ค 29 และ ค 30 ในภาคผนวก ค) เมื่อได้ตัดจุดภาพในบริเวณที่เสียไปแล้ว และได้รวมเอาป่าทึบ (เบญจพรรณ) ยอดมีเงา กับป่าทึบ (เบญจพรรณ) ยอดไม่มีเงา เข้าด้วยกันเป็นป่าทึบ (เบญจพรรณ) (ดูตารางที่ 3.6)

ประเภทข้อมูล	พื้นที่			
	พ.ศ. 2520		พ.ศ. 2525	
	ตร.กม.	%	ตร.กม.	%
ป่าโปร่งผสมพืชไร่	405.0	73.0	26.7	4.8
ป่าทึบ (เบญจพรรณ)	147.6	26.6	21.4	3.9
ทุ่งนา	2.3	0.4	1.7	0.3
เมฆ	-	-	121.2	21.8
Unclassified	-	-	383.9	69.2
รวม	554.9	100.0	554.9	100.0

ตารางที่ 3.6 แสดงพื้นที่ประเภทข้อมูลที่เสียไปของทั้ง 2 ปี

จากตารางที่ 3.6 ปรากฏว่าบริเวณที่เลียไปของข้อมูลปี พ.ศ. 2520 เป็นป่าโปร่งผลัมพืชไร่ จำนวน 22,889 จุดภาพ คิดเป็นพื้นที่ 405.0 ตารางกิโลเมตร ป่าทึบ(เบญจพรรณ) จำนวน 8,339 คิดเป็นพื้นที่ 147.6 ตารางกิโลเมตร ทุ่งนา จำนวน 128 จุดภาพ คิดเป็นพื้นที่ 2.3 ตารางกิโลเมตร สำหรับข้อมูลปี พ.ศ.2525 บริเวณที่เลียไปนั้นเป็นป่าโปร่งผลัมพืชไร่ จำนวน 1,509 จุดภาพ คิดเป็นพื้นที่ 26.7 ตารางกิโลเมตร ป่าทึบ(เบญจพรรณ) จำนวน 1,212 จุดภาพ คิดเป็นพื้นที่ 21.4 ตารางกิโลเมตร ทุ่งนา จำนวน 96 จุดภาพ คิดเป็นพื้นที่ 1.7 ตารางกิโลเมตร เมฆ คิดเป็นพื้นที่ 121.2 ตารางกิโลเมตร และ unclassified คิดเป็นพื้นที่ 383.9 ตารางกิโลเมตร

จากรูปที่ ค 29 และ ค 30 ในภาคผนวก ค สามารถนำมาเปรียบเทียบพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงของแต่ละประเภทข้อมูลได้ (ตามตารางที่ 3.7)

ประเภทข้อมูล	สัญญลักษณ์		พื้นที่				ผลแตกต่าง	
	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2520		พ.ศ. 2525			
			ตร.กม.	%	ตร.กม.		ตร.กม.	%
ป่าโปร่งผลัมพืชไร่	A	A	567.5	17.0	1,460.9	43.8	+ 893.3	+ 157.4
ป่าทึบ(เบญจพรรณ)	Ⅲ, Ⅸ	Ⅶ,Ⅸ	2574.3	77.1	1,436.5	43.0	-1137.8	- 44.2
ทุ่งนา	D	E	197.0	5.9	81.5	2.4	- 115.5	- 58.6
เมฆ					121.1	3.6	-	
Unclassified			0.2	0.0	239.0	7.2		
รวม			3339.0	100	3339.0	100		

ตารางที่ 3.7 แสดงพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงของแต่ละประเภทข้อมูลในปี พ.ศ. 2520 และ พ.ศ. 2525 เฉพาะพื้นที่ที่จำแนกได้

จากตารางที่ 3.7 สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

ป่าโปร่งผลัมพืชไร่มีพื้นที่ 567.5 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2520 ได้ขยายพื้นที่เป็น 1,460.9 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2525 ช่วงเวลา 5 ปี เปลี่ยนแปลงถึง

ร้อยละ 157.4 ป่าทึบ(เบญจพรรณ) มีพื้นที่ 2,574.3 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2520 ลดลงเหลือ 1,436.5 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2525 ช่วงเวลา 5 ปี เปลี่ยนแปลงร้อยละ 44.2 ทุ่งนามีพื้นที่ 197.0 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2520 ลดเหลือ 81.5 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2525 ช่วงเวลา 5 ปี เปลี่ยนแปลงถึงร้อยละ 58.6 ทั้งนี้เนื่องจากปี พ.ศ. 2525 พื้นที่ทุ่งนามีเมฆปกคลุม

อัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการ compound percentage rates ซึ่งถ้าใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีด้วยอัตราที่เท่ากันแล้ว ค่าที่ได้นั้นจะเป็นค่าที่หยาบ อีกประการหนึ่งการเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงก็ควรจะเป็น growth rate ไม่ควรจะเป็น flat rate ซึ่งตัวแปรที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคือประชากรและประชากรเองก็มีการเปลี่ยนแปลงแบบ growth rate

ฉะนั้นจึงได้ใช้สมการ compound percentage rates

สมการที่ใช้ในการคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีคือ[26]

$$A = P(1 + r)^n$$

$$r = \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

โดยที่

A = ผลรวมของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดในปี พ.ศ. 2525

P = ผลรวมของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดในปี พ.ศ. 2520

r = อัตราการเปลี่ยนแปลงในการลดหรือเพิ่มของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิด

n = ช่วงเวลาระหว่างทั้งสองปีที่เปรียบเทียบกัน

ประเภทข้อมูล	พื้นที่ (ก.ม.^{2})			% การเปลี่ยนแปลงช่วง 5 ปี	% การเปลี่ยนแปลงช่วง 1 ปี
	พ.ศ.2520	พ.ศ.2525	ผลแตกต่าง		
ป่าโปร่งผสมพืชไร่	567.5	1,460.9	+ 893.3	+ 157.4	+ 20.8
ป่าทึบ (เบญจพรรณ)	2,574.3	1,436.5	-1,137.8	- 44.2	- 11.0
ทุ่งนา	197.0	81.5	- 115.5	- 58.6	- 16.2
เมฆ	-	121.1	-	-	-
Unclassifies	0.2	239.0			
รวม	3,339.0	3,339.0			

ตารางที่ 3.8 แสดงพื้นที่และอัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีของแต่ละประเภทข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2520 และ พ.ศ. 2525

จากตารางที่ 3.8 ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2520 ถึงปี พ.ศ. 2525 ป่าโปร่งผสมพืชไร่ได้ขยายพื้นที่จาก 567.5 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2520 เป็น 1,460.9 ตารางกิโลเมตร ในปี พ.ศ. 2525 อัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีร้อยละ + 20.8 และในทำนองเดียวกันป่าทึบ (เบญจพรรณ), ทุ่งนา ได้ลดพื้นที่ในช่วงปี พ.ศ. 2520 ถึงปี พ.ศ.2525 จาก 2,574.3 ตารางกิโลเมตร เป็น 1,436.5 ตารางกิโลเมตร และจาก 197.0 ตารางกิโลเมตร เป็น 81.5 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีร้อยละ -11.0 และ -16.2 ตามลำดับ

3.8 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก

หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ได้มีการตรวจสอบผลการจำแนกโดยการไปดูสถานที่จริงที่ได้กำหนดไว้ เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2527

จากการเปรียบเทียบผลการจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood Ratio กับภูมิประเทศจริง ได้ทำการตรวจสอบรวม 8 พื้นที่ด้วยกัน (ดูรูป ง 1 ในภาคผนวก ง) คือบริเวณอำเภอทองผาภูมิ บริเวณเขื่อนเขาแหลม บ้านไร่ บ้านวังปะโท่ อำเภอสังขละบุรี และบ้านน้ำโจน ผลปรากฏว่าการจำแนกส่วนใหญ่ให้ผลที่ใกล้เคียงกับภูมิประเทศจริง และ

ในบางส่วนที่ต่างกันไปก็คือส่วนของทุ่งนาบริเวณหลังเขาน้ำโจน ได้ถูกแปรสภาพเป็นพื้นที่ว่างเปล่า และพื้นที่ขุดลอกไม้เพื่อนำออกก่อนที่จะถูกน้ำท่วม ป่าโปร่งผสมพืชไร่บางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงเป็นป่าถูกทำลาย