บทที่ 3
การออกแบบโปรแกรม

โปรแกรมที่ทำการพัฒนานี้มุ่งให้ผู้ใช้ที่ต้องการใช้แผนที่ภูมิประเทศในการทำงาน ซึ่งแผนที่จะประกอบด้วยเครื่องหมายและข้อความต่างๆ ในการนำแผนที่มาแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ จะต้องแสดงองค์ประกอบต่างๆ ได้ชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง ดังนั้นการเลือกความละเอียดในการสแกนแผนที่ ชนิดของภาพ จำนวนสีในภาพที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบโปรแกรม

3.1 การเลือกคุณสมบัติของภาพแผนที่

เนื่องจากการพิมพ์แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 จะใช้สีประมาณ 5 สีหลักๆ คือ สีดำ แดง น้ำเงิน น้ำตาล เขียว และอาจมีสีอื่นๆ บ้างในบางโอกาส [1] ฉะนั้นเพื่อให้แฟ้มข้อมูลภาพมีขนาดเล็ก และมีสีพอเพียงกับการใช้งานแผนที่ จึงเลือกใช้ภาพชนิด 256 สี (8 บิตต่อจุดภาพ)

Jeffcoate [7] กล่าวไว้ว่าการเลือกความละเอียดของภาพ (Resolution) ขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำไปใช้แสดงผล เช่น จอภาพคอมพิวเตอร์จะมีความละเอียดอยู่ระหว่าง 70 ถึง 200 จุดต่อนิ้ว (DPI) เครื่องพิมพ์เลเซอร์ (Laser Printer) โดยทั่วไปจะใช้ 300 จุดต่อนิ้ว ในขณะที่เครื่องพิมพ์ออฟเซ็ตใช้ความละเอียด 1,000 จุดต่อนิ้ว

โปรแกรมที่พัฒนานี้จะใช้ความละเอียดในการสแกน 50 จุดต่อเซนติเมตร (ประมาณ 127 จุดต่อนิ้ว) ซึ่งทำให้ 1 จุดภาพเทียบเท่ากับ $1 \times 10^{-2} \div 50$ เมตรบนแผนที่ สำหรับแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 1 จุดภาพจึงมีขนาดเท่ากับ $1 \times 10^{-2} \times 50{,}000 \div 50 = 10$ เมตรบนโลก

Mark J.Bunzel และ Sandra K. Morris [8] กล่าวเกี่ยวกับการเลือกชนิดของแฟ้มข้อมูลภาพไว้ว่า ต้องคำนึงถึงปัจจัยสองอย่างคือขนาดของแฟ้มข้อมูล และเวลาที่ใช้ในการอ่านข้อมูลขยายกลับสำหรับแสดงบนจอภาพ

แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 จะครอบคลุมพื้นที่กว้างประมาณ 27 กิโลเมตร ยาว 27 กิโลเมตร คิดเป็นขนาดของแผนที่กว้างยาวประมาณ $27 \times 2 = 54$ เซนติเมตร ถ้าสแกนด้วยความละเอียด 50 จุดต่อเซนติเมตรภาพที่มีความกว้างและยาวด้านละ $54 \times 50 = 2{,}700$ จุดภาพ ถ้าใช้แฟ้มข้อมูลแบบ BMP 256 สี ที่ไม่มีการบีบอัดข้อมูล หนึ่งจุดภาพมีขนาด 1 ไบต์ ก็จะมีขนาดเฉพาะส่วนข้อมูลภาพ เท่ากับ $2{,}700 \times 2{,}700 = 7{,}290{,}000$ ไบต์ ซึ่งจะกินเนื้อที่ในการเก็บมาก ในโปรแกรมนี้จึงเลือกแฟ้มข้อมูลชนิด GIF ที่มีการบีบอัดข้อมูล ซึ่งสามารถใช้กับภาพ 256 สีได้ และการขยายคืนข้อมูลก็ไม่ใช้เวลามากนัก เนื่องจากภาพแผนที่มีลักษณะเป็นพื้นที่สีเดียว ดังนั้นการบีบ

อัดข้อมูลด้วยวิธี LZW ที่แฟ้มข้อมูลชนิด GIF ใช้จึงสามารถบีบอัดข้อมูลได้ดี จากการทดลองสแกนภาพแผนที่แล้วใช้แฟ้มข้อมูลชนิด GIF จำนวน 9 ภาพด้วยความละเอียด 50 จุดต่อเซนติเมตร เป็นภาพชนิด 256 สี จะได้แฟ้มข้อมูลขนาดประมาณ 1.5 เมกกะไบต์ต่อภาพ

เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในโซนที่ 47 และ 48 ในระบบพิกัดยูทีเอ็มซึ่งการนำแผนที่ทั้งสองโซนมาต่อกันจะต้องใช้ระบบเส้นโครงแผนที่ที่สามารถแสดงพื้นที่กว้างได้ ระบบหนึ่งที่นิยมใช้คือเส้นโครงแผนที่เมอร์เคเตอร์ (ภาคผนวก ฉ) ดังนั้นภาพแผนที่เมื่อสแกนมาแล้วจึงต้องทำการปรับแก้ความผิดพลาดของการสแกนและเปลี่ยนเส้นโครงแผนที่เป็นเมอร์เคเตอร์

ส่วนของการเก็บข้อมูลอื่นๆ ของแผนที่ เช่น รายละเอียดประจำแผนที่ โปรแกรมนี้เลือกใช้แฟ้มข้อมูลของ Microsoft Access ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมโดยทั่วไปเช่น ไมโครซอฟต์วิชวล C++ มีฟังก์ชันในการจัดการแฟ้มข้อมูลชนิดนี้ไว้ให้ใช้ได้อยู่แล้ว เช่น ฟังก์ชันการเพิ่มข้อมูล การลบข้อมูล การค้นหาข้อมูล เป็นต้น

3.2 เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมที่พัฒนาจะพัฒนาด้วยภาษา C++ โดยใช้ไมโครซอฟต์วิชวล C++ รุ่น 4.0 (Microsoft Visual C++ version 4.0) ส่วนโครงสร้างหลักของโปรแกรม ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้จะใช้คลาสพื้นฐานของไมโครซอฟต์ (Microsoft Foundation Class หรือ MFC) ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมจึงต้องใช้วิธีการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming)

3.3 แนวทางการออกแบบโปรแกรมแสดงภาพแผนที่

โปรแกรมแสดงภาพแผนที่มีวัตถุประสงค์ที่ต้องการแสดงภาพแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 บนจอภาพคอมพิวเตอร์โดยผู้ใช้สามารถเลือกโดยกำหนดตำแหน่งที่ต้องการดูได้ หรือกำหนดให้แสดงแผนที่ระวางใดระวางหนึ่ง โดยระบุหมายเลขระวาง หรือเลือกจากภาพสารบัญแผนที่ ในการแสดงภาพแผนที่โปรแกรมจะมีส่วนที่จะแสดงรายละเอียดของแผนที่นั้นเพิ่มเติมคือมีส่วนของคำอธิบายเครื่องหมายที่ใช้ในแผนที่ สามารถแสดงพิกัดของตำแหน่งที่ผู้ใช้เลือกได้ทั้งระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง เส้นแวง) และระบบ UTM และผู้ใช้สามารถเลื่อนภาพแผนที่ที่แสดงภาพบนจอได้ถ้าเลื่อนจนพ้นขอบเขตของภาพแล้วโปรแกรมจะแสดงภาพของแผนที่ระวางติดกันขึ้นมา

ในการพัฒนาโปรแกรมจะแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนๆ คือ

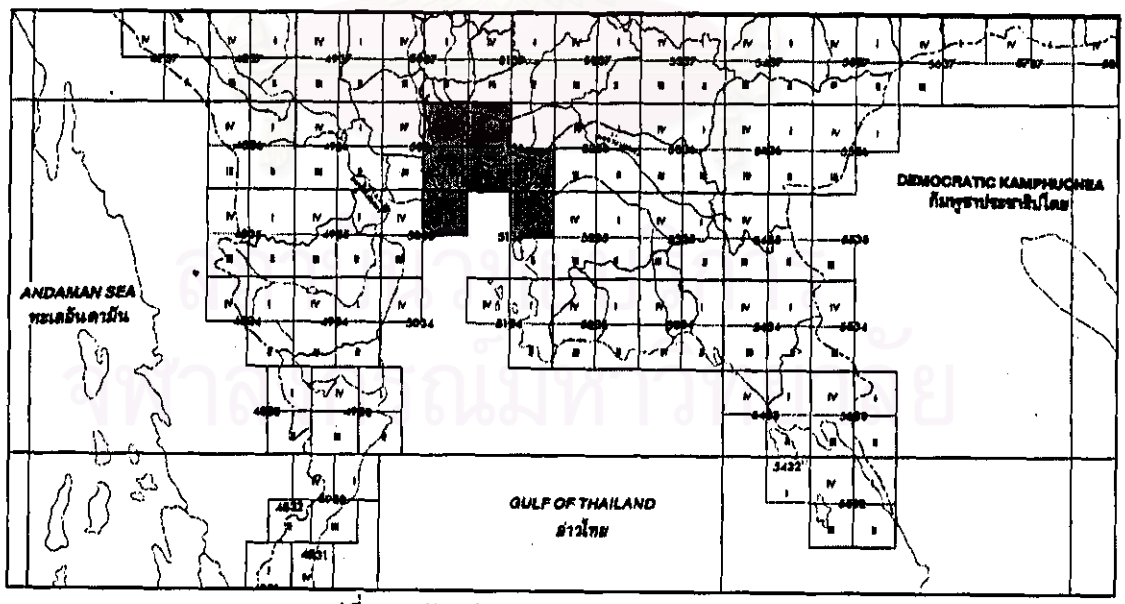
- ส่วนของ Map Index
- ส่วนของภาพสารบัญแผนที่
- ส่วนของการแปลงพิกัดแผนที่
- ส่วนของการแสดงภาพแผนที่

- ส่วนของการกำหนดและการแสดงข้อความบนแผนที่

3.3.1 ส่วนของ Map Index

เมื่อต้องการข้อมูลประจำระวางแผนที่โดยค้นหาด้วยการระบุจุดพิกัดหรือระบุหมายเลขระวาง เนื่องจากการกำหนดหมายเลขระวางของแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 มีลักษณะเป็นแถวและคอลัมน์ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.1 จึงออกแบบให้เก็บข้อมูลไว้ในตารางแฮชซึ่งเป็นอาร์เรย์ของเรคอร์ด แบบ 2 มิติ ขนาด 34 คอลัมน์ 60 แถว (รูปที่ 3.2) ซึ่งจะมีองค์ประกอบที่จำเป็นคือ

1) หมายเลขระวาง เช่น 5136 IV
2) ชื่อระวาง เช่น จังหวัดกรุงเทพ
3) เส้นรุ้งบนสุดของระวาง เช่น เส้นรุ้ง 10 องศา 30 ลิปดา เหนือ
4) เส้นรุ้งล่างสุดของระวาง เช่น เส้นรุ้ง 10 องศา 15 ลิปดา เหนือ
5) เส้นแวงซ้ายสุดของระวาง เส้นแวง 101 องศา 15 ลิปดา ตะวันออก
6) เส้นแวงขวาสุดของระวาง เส้นแวง 101 องศา 30 ลิปดา ตะวันออก
7) ปีที่พิมพ์ เช่น พ.ศ.2512
8) ครั้งที่พิมพ์ เช่น 1-RTSD
9) ชื่อแฟ้มข้อมูลแผนที่ เช่น 5136i.gif



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการกำหนดหมายเลขระวาง

ในการนำข้อมูลระวางแผนที่มาสร้างเป็นอาร์เรย์จะสามารถเข้าถึงตำแหน่งของข้อมูลได้จากหมายเลขประจำระวางได้โดยการคำนวณด้วยแฮชฟังก์ชั่น โดย

ให้ n = 1, 2, 3, 4 (เลขโรมันท้ายหมายเลขระวาง)

ถ้า n = 1 ,4; R = 59 - (r2 - 20) × 2 - 1 (1)

ถ้า n = 2, 3; R = 59 - (r2 - 20) × 2 (2)

และ ถ้า n = 1 ,2; C = (r1 - 44) × 2 + 1 (3)

ถ้า n = 3 ,4; C = (r1 - 44) × 2 (4)

เมื่อ R = ตำแหน่งของแถว

C = ตำแหน่งของคอลัมน์

r1 = เลขสองตัวแรกของหมายเลขระวาง

r2 = เลขสองตัวหลังของหมายเลขระวาง

- การค้นหาข้อมูลโดยระบุหมายเลขระวาง

เมื่อต้องการข้อมูลระวางแผนที่โดยระบุหมายเลขระวาง จะสามารถคำนวณหาตำแหน่งของข้อมูลได้ด้วยสมการที่ (1) (2) (3) และ (4)

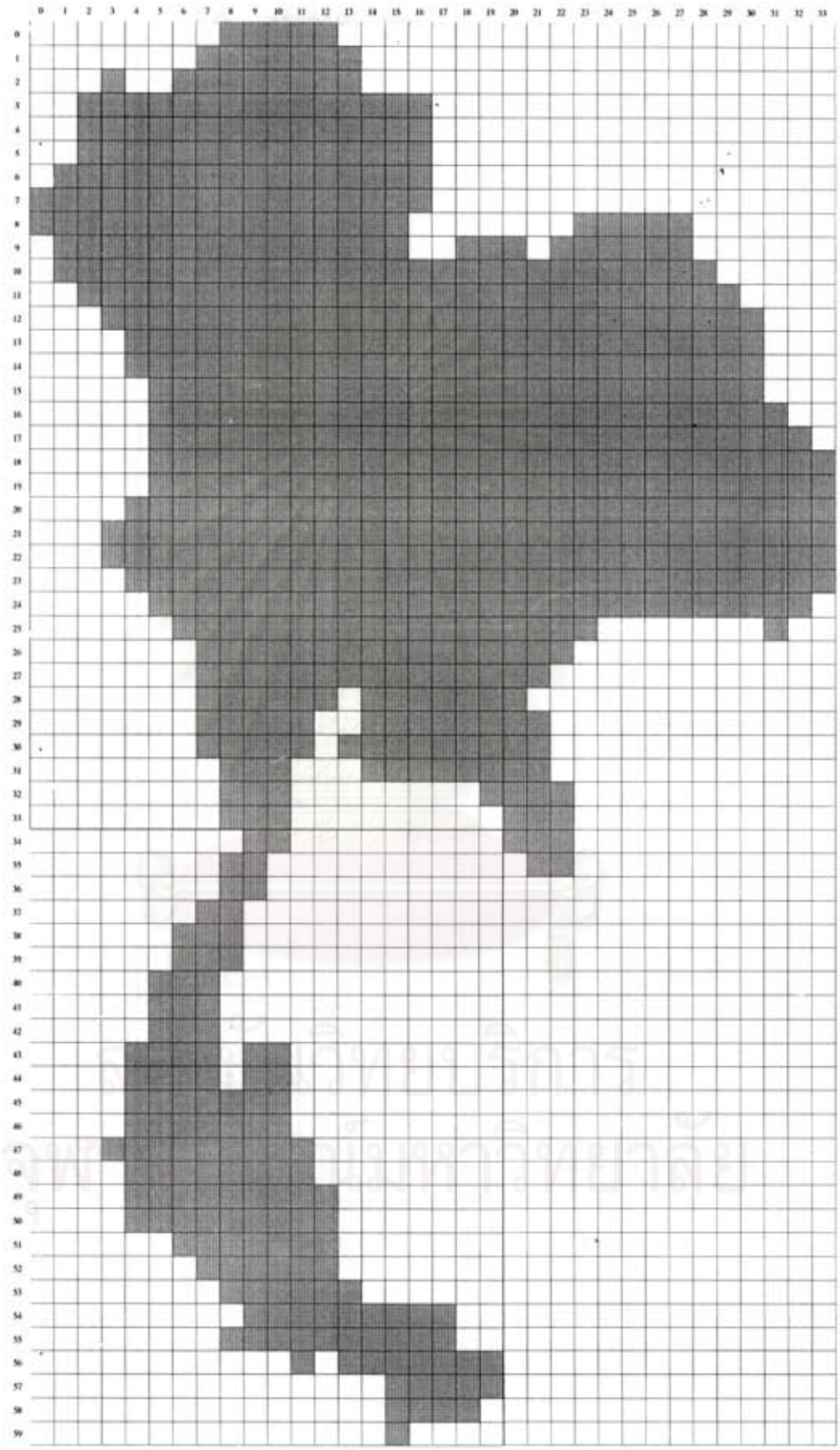
- การค้นหาข้อมูลโดยระบุพิกัด

เมื่อต้องการข้อมูลระวางแผนที่โดยระบุพิกัด จะสามารถหาตำแหน่งของข้อมูลโดยการตรวจสอบค่าของเส้นรุ้งบนสุดและล่างสุดของแผนที่แต่ละระวาง เริ่มต้นที่ตำแหน่งของอาร์เรย์แถวที่ 0 ถ้าเป็นอาร์เรย์ที่ไม่มีข้อมูลจะข้ามไปยังคอลัมน์ถัดไป ถ้าพิกัดที่ต้องการอยู่ต่ำกว่าขอบเขตของแผนที่ก็จะไปเริ่มตรวจสอบในแถวต่อไปในคอลัมน์แรกจนกว่าจะพบว่าพิกัดที่ต้องการอยู่ระหว่างเส้นรุ้งบนสุดและเส้นรุ้งล่างสุด จึงเริ่มตรวจสอบค่าของเส้นแวงไปทีละคอลัมน์ในทำนองเดียวกันต่อไป ถ้าพิกัดที่ต้องการอยู่สูงกว่าขอบเขตของแผนที่ในแถวที่ 0 หรือต่ำกว่าขอบเขตของแผนที่ในแถวที่ 59 แสดงว่าพิกัดนั้นไม่อยู่ในแผนที่ประเทศไทยระวางใดเลย

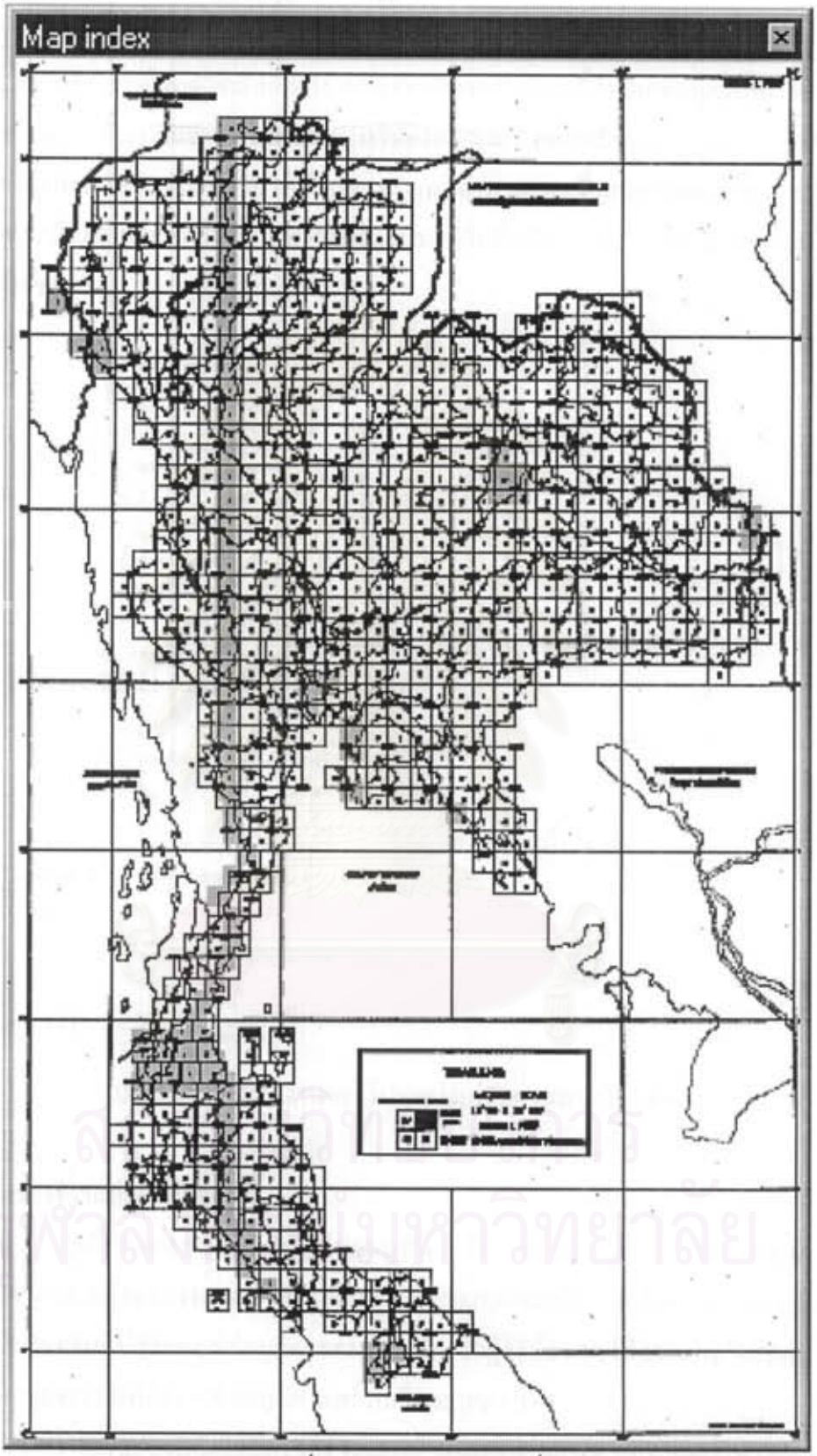
3.3.2 ส่วนของภาพสารบัญแผนที่

ภาพสารบัญแผนที่จะเป็นภาพแผนที่ประเทศไทยแสดงขอบเขตของแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ทุกระวาง โดยระวางที่มีแฟ้มข้อมูลภาพแผนที่อยู่แล้วจะแสดงเป็นพื้นสีเทา ผู้ใช้สามารถเลือกระวางแผนที่ที่ต้องการดู โดยการใช้เม้าส์เลือกจากในภาพ

ในการแสดงภาพสารบัญแผนที่จะแสดงภาพของสารบัญแผนที่ที่เป็นภาพลายเส้นซึ่งเป็นภาพที่ใช้เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ แล้วอ่านข้อมูลแผนที่จากแฟ้มข้อมูล ถ้าแผนที่ระวางใดมีแฟ้มข้อมูลภาพแผนที่อยู่แล้วจะนำขอบเขตของระวางนั้น (เส้นรุ้ง เส้นแวง) มาแปลงโดยใช้สมการเมอร์เคเตอร์โปรเจคชั่น แล้วระบายสีเทาลงในขอบเขตที่คำนวณได้ดังรูปที่ 3.3 และนำค่าที่คำนวณได้พร้อมทั้งหมายเลขระวางแผนที่มาเก็บไว้ในหน่วยความจำในรูปของอาเรย์

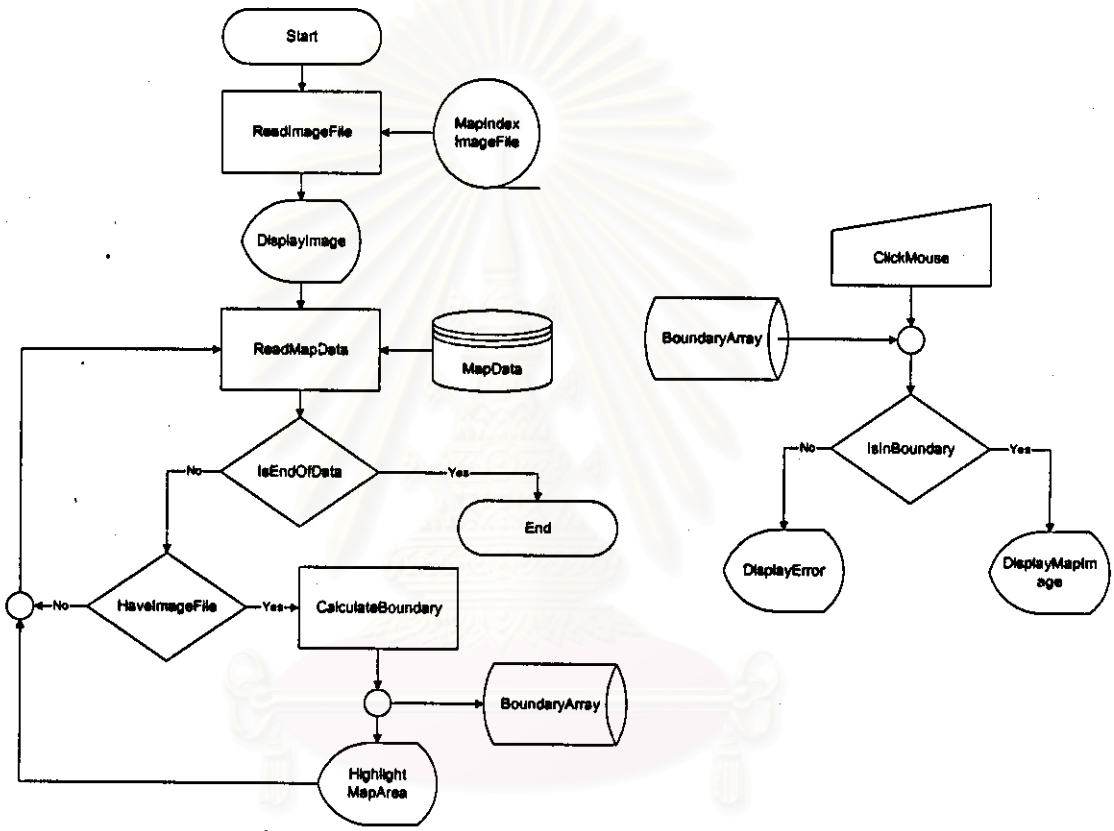


รูปที่ 3.2 ตารางข้อมูลระวางแผนที่ ช่องสีเทาคือตารางที่มีข้อมูลอยู่



รูปที่ 3.3 ภาพสารบัญแผนที่

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (รูปที่ 3.4) เมื่อผู้ใช้ใช้เม้าส์เลือกภาพสารบัญแผนที่จะตรวจสอบว่าจุดที่ผู้ใช้เลือกอยู่ในขอบเขตของระวางแผนที่ใดจากข้อมูลในหน่วยความจำโดยการตรวจสอบตั้งแต่ต้นอาเรย์ไปจนพบ หรือหมดอาเรย์ ถ้าพบว่าจุดที่เลือกอยู่ในขอบเขตของระวางใดก็จะส่งหมายเลขระวางไปให้ส่วนของการแสดงภาพแผนที่แสดงภาพแผนที่ระวางนั้นขึ้นมา ถ้าพบว่าไม่อยู่ในระวางใดเลย หรืออยู่ในระวางที่ไม่มีแฟ้มข้อมูลภาพแผนที่จะแสดงข้อความบอกให้ผู้ใช้ทราบ



รูปที่ 3.4 ผังการทำงานของโปรแกรมส่วนภาพสารบัญแผนที่

3.3.3 ส่วนของการแปลงพิกัดแผนที่

เนื่องจากระบบพิกัดที่ใช้ในแผนที่นิยมใช้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์และระบบ UTM โดยที่ขอบเขตของแต่ละระวางแผนที่ในมาตราส่วน 1:50,000 จะกว้าง 15 ลิปดา และยาว 15 ลิปดา ดังนั้นในโปรแกรมจึงใช้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์เป็นหลัก ถ้าผู้ใช้ต้องการให้แสดงผลในระบบ UTM โปรแกรมแปลงระบบพิกัดจากพิกัดภูมิศาสตร์ไปเป็นระบบ UTM

การแปลงพิกัดใช้สูตรของ National Geodetic Survey แห่ง National Oceanic and Atmospheric Administration หรือ NOAA ประเทศสหรัฐอเมริกา [9] (ภาคผนวก ง) ซึ่งโปรแกรมที่เขียนขึ้นจะแบ่งเป็น

1) การแปลงจากพิกัดภูมิศาสตร์ไปเป็นพิกัด UTM การแปลงพิกัดจะต้องระบุพิกัดเป็นเส้นรุ้ง และเส้นแวง ผลที่ได้จะเป็นพิกัดในระบบ UTM ประกอบด้วย โซน (เช่น 47) กริดโซน (เช่น Q) จตุรัสแสนเมตร (เช่น LA) และ พิกัดในหน่วยของเมตร (เช่น 2032958327941)
2) การแปลงพิกัด UTM ไปเป็นพิกัดภูมิศาสตร์ การแปลงพิกัดจะต้องระบุ โซน (เช่น 47) กริดโซน (เช่น Q) จตุรัสแสนเมตร (เช่น LA) และพิกัดในหน่วยของเมตร

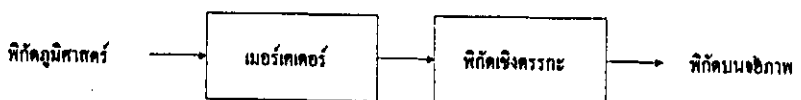
3.3.4 ส่วนของการแสดงภาพแผนที่

เมื่อทราบแฟ้มข้อมูลภาพแผนที่แล้ว จะแสดงภาพแผนที่ขึ้นบนจอภาพโดยการอ่านข้อมูลภาพแผนที่เก็บไว้บนหน่วยความจำก่อนแล้วจึงแสดงภาพลงบนจอภาพโดยจะแสดงเฉพาะส่วนที่มองเห็นบนจอเท่านั้น ในกรณีที่มีการเลื่อนภาพแผนที่ก็จะดึงข้อมูลภาพจากหน่วยความจำมาแสดงเฉพาะส่วนที่จะแสดงเพิ่มเติมเท่านั้น

เมื่อมีการเลื่อนภาพที่แสดงจะต้องตรวจสอบขอบเขตของภาพว่าเลื่อนมาใกล้จะเข้ามาในจอภาพหรือยัง ถ้าขอบของภาพใกล้เข้ามาในจอภาพ (ห่างจากจอภาพ 100 จุดภาพ ทั้งทางด้านแนวตั้งหรือแนวนอนของภาพ) จะต้องอ่านข้อมูลภาพที่ติดกันขึ้นมาไว้บนหน่วยความจำก่อน

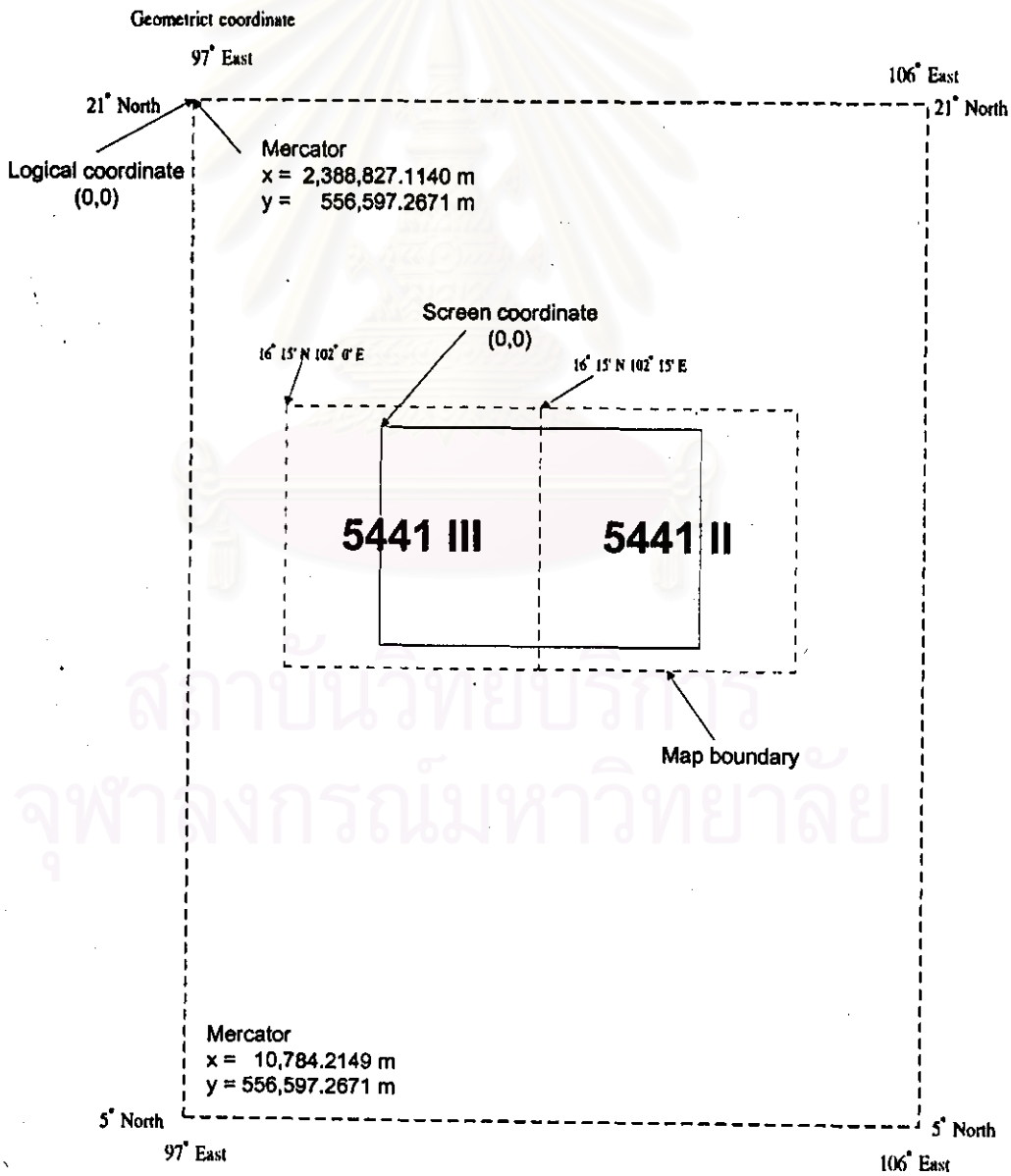
ภาพแผนที่ที่ใช้จะใช้เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ ซึ่งจะเป็นเส้นโครงแผนที่ที่มีเส้นรุ้งและเส้นแวงที่ขนานกัน โดยที่เส้นรุ้งกับเส้นแวงจะตัดกันเป็นมุมฉาก จากคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่นี้ ระยะห่างของเส้นแวงจะเท่ากัน คือ ทุก 1 องศาจะห่างกัน 111,177.4736 เมตร (ฉะนั้น แผนที่ 1:50,000 กว้าง 15 ลิปดา จะกว้าง 27,794.3683 เมตร) แต่ระยะห่างของเส้นรุ้งจะไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ในการแสดงภาพบิตแมพบนจอภาพนั้นจะต้องระบุตำแหน่งที่จะวางภาพบนจอโดยระบุตำแหน่งมุมบนซ้ายของภาพ ดังนั้นการแสดงภาพแผนที่แต่ละระวางจะคำนวนจากพิกัดภูมิศาสตร์ของมุมบนซ้ายของแผนที่ให้เป็นเมอร์เคเตอร์จากนั้นจึงแปลงเป็นพิกัดเชิงตรรกะ (Logical coordinate) และแปลงเป็นพิกัดบนจอภาพดังรูปที่ 3.5 เมื่อต้องการนำภาพแผนที่ระวางอื่นมาแสดงบนจอภาพจะสามารถหาตำแหน่งที่จะวางได้โดยคำนวณจากจุดพิกัดของมุมบนซ้ายของภาพเช่นกัน ในขณะเดียวกันจะสามารถระบุพิกัดของจุดในภาพแผนที่ที่แสดงบนจอภาพได้ โดยแปลงพิกัดของจอภาพเป็นพิกัดเชิงตรรกะและแปลงเป็นเมอร์เคเตอร์แล้วแปลงเป็นพิกัดภูมิศาสตร์



รูปที่ 3.5 ลำดับการแปลงพิกัดเพื่อแสดงภาพ

ตัวอย่างการแสดงภาพแผนที่ระวาง 5441 III (รูปที่ 3.6) ซึ่งครอบคลุม เส้นแวงที่ 102° 00' 00" ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 102° 15' 00" ตะวันออกและเส้นรุ้งที่ 16° 00' 00" เหนือถึงเส้นรุ้งที่ 16 ° 15' 00" เหนือ เมื่อแปลงพิกัดมุมบนซ้ายของระวางเป็นเมอร์เคเตอร์ได้ X=11,340,102.2819 และ Y=1,831,853.0260 จากนั้นแปลงเป็นพิกัดเชิงตรรกะและพิกัดของจอภาพตามลำดับจะได้ตำแหน่งมุมบนซ้ายของภาพแผนที่บนจอภาพ ถ้าจะแสดงภาพแผนที่ระวาง 5441 II ซึ่งครอบคลุม เส้นแวงที่ 102° 15' 00" ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ 102° 30' 00" ตะวันออก และเส้นรุ้งที่ 16° 00' 00" เหนือถึงเส้นรุ้งที่ 16° 15' 00" เหนือ ซึ่งต่อกับระวางเดิม เมื่อแปลงพิกัดมุมบนซ้ายของระวางเป็นเมอร์เคเตอร์จะได้ X=11,395,691.0186 และ Y=1,831,853.0260 จากนั้นจึงแปลงเป็นพิกัดเชิงตรรกะและพิกัดของจอภาพจะได้ตำแหน่งมุมบนซ้ายของภาพแผนที่บนจอภาพ



รูปที่ 3.6 การแสดงภาพแผนที่

ตารางที่ 3.1 แสดงระยะทางในช่วงเส้นรุ้งต่างๆ เมื่อใช้เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์

ช่วงเส้นรุ้ง (องศา)	ระยะห่างบนโลก (เมตร)	ระยะบนแผนที่ 1:50,000 (เมตร)	จำนวนจุดภาพ (50 จุด/เซนติเมตร)
5.25 - 5.5	27917.1443	0.558343	2792
5.5 - 5.75	27928.8760	0.558578	2793
5.75 - 6	27941.1497	0.558823	2794
6 - 6.25	27953.9666	0.559079	2795
6.25 - 6.5	27967.3280	0.559347	2797
6.5 - 6.75	27981.2351	0.559625	2798
6.75 - 7	27995.6894	0.559914	2800
7 - 7.25	28010.6921	0.560214	2801
7.25 - 7.5	28026.2448	0.560525	2803
7.5 - 7.75	28042.3490	0.560847	2804
7.75 - 8	28059.0062	0.56118	2806
8 - 8.25	28076.2180	0.561524	2808
8.25 - 8.5	28093.9862	0.56188	2809
8.5 - 8.75	28112.3124	0.562246	2811
8.75 - 9	28131.1985	0.562624	2813
9 - 9.25	28150.6463	0.563013	2815
9.25 - 9.5	28170.6577	0.563413	2817
9.5 - 9.75	28191.2347	0.563825	2819
9.75 - 10	28212.3793	0.564248	2821
10 - 10.25	28234.0935	0.564682	2823
10.25 - 10.5	28256.3796	0.565128	2826
10.5 - 10.75	28279.2397	0.565585	2828
10.75 - 11	28302.6762	0.566054	2830
11 - 11.25	28326.6912	0.566534	2833
11.25 - 11.5	28351.2873	0.567026	2835
11.5 - 11.75	28376.4668	0.567529	2838
11.75 - 12	28402.2323	0.568045	2840

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) แสดงระยะทางในช่วงเส้นรุ้งต่างๆ เมื่อใช้เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์

ช่วงเส้นรุ้ง (องศา)	ระยะห่างบนโลก (เมตร)	ระยะบนแผนที่ 1:50,000 (เมตร)	จำนวนจุดภาพ (50 จุด/เซนติเมตร)
12 - 12.25	28428.5864	0.568572	2843
12.25 - 12.5	28455.5317	0.569111	2846
12.5 - 12.75	28483.0709	0.569661	2848
12.75 - 13	28511.2068	0.570224	2851
13 - 13.25	28539.9423	0.570799	2854
13.25 - 13.5	28569.2802	0.571386	2857
13.5 - 13.75	28599.2235	0.571984	2860
13.75 - 14	28629.7753	0.572596	2863
14 - 14.25	28660.9387	0.573219	2866
14.25 - 14.5	28692.7169	0.573854	2869
14.5 - 14.75	28725.1131	0.574502	2873
14.75 - 15	28758.1307	0.575163	2876
15 - 15.25	28791.7731	0.575835	2879
15.25 - 15.5	28826.0437	0.576521	2883
15.5 - 15.75	28860.9462	0.577219	2886
15.75 - 16	28896.4840	0.57793	2890
16 - 16.25	28932.6610	0.578653	2893
16.25 - 16.5	28969.4810	0.57939	2897
16.5 - 16.75	29006.9477	0.580139	2901
16.75 - 17	29045.0652	0.580901	2905
17 - 17.25	29083.8374	0.581677	2908
17.25 - 17.5	29123.2685	0.582465	2912
17.5 - 17.75	29163.3626	0.583267	2916
17.75 - 18	29204.1241	0.584082	2920
18 - 18.25	29245.5572	0.584911	2925
18.25 - 18.5	29287.6665	0.585753	2929
18.5 - 18.75	29330.4564	0.586609	2933

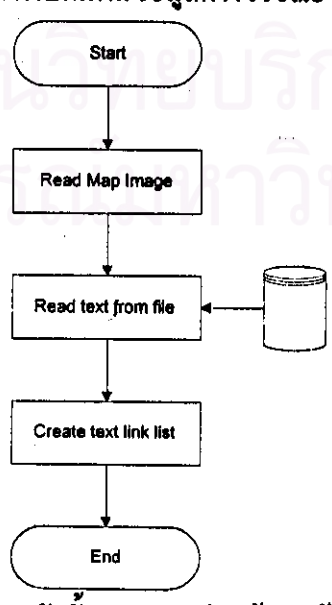
ตารางที่ 3.1 (ต่อ) แสดงระยะทางในช่วงเส้นรุ้งต่างๆ เมื่อใช้เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์

ช่วงเส้นรุ้ง (องศา)	ระยะห่างบนโลก (เมตร)	ระยะบนแผนที่ 1:50,000 (เมตร)	จำนวนจุดภาพ (50 จุด/เซนติเมตร)
18.75 - 19	29373.9316	0.587479	2937
19 - 19.25	29418.0968	0.588362	2942
19.25 - 19.5	29462.9567	0.589259	2946
19.5 - 19.75	29508.5164	0.59017	2951
19.75 - 20	29554.7807	0.591096	2955
20 - 20.25	29601.7547	0.592035	2960
20.25 - 20.5	29649.4438	0.592989	2965

3.3.5 ส่วนของการกำหนดและแสดงข้อความบนแผนที่

เมื่อมีการแสดงภาพแผนที่แบบย่อส่วน โดยอัตราส่วนต่างๆ โปรแกรมจะสามารถแสดงข้อความที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ก่อนแล้ว ณ ตำแหน่งที่ผู้ใช้กำหนด เช่น ผู้ใช้กำหนดให้แสดงข้อความ "จังหวัดกรุงเทพฯ" ที่เส้นรุ้ง 13 องศา 20 ลิปดา เหนือ เส้นแวง 100 องศา 18 ลิปดา ตะวันออก เมื่อแสดงในอัตราส่วน 1:3 เมื่อโปรแกรมแสดงภาพแผนที่ย่อในอัตรา 1:3 และตำแหน่งดังกล่าวอยู่บนจอภาพ จะปรากฏข้อความ "จังหวัดกรุงเทพฯ" ขึ้นที่จุดนั้น

การทำงานของโปรแกรม (รูปที่ 3.7) จะออกแบบให้เก็บข้อมูลไว้ในแฟ้มข้อมูล เมื่อจะนำข้อมูลมาใช้จะอ่านเฉพาะส่วนที่ต้องการมาเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อเลี่ยงการอ่านข้อมูลจากดิสก์ซึ่งจะทำงานช้า และไม่มีการเปิดแฟ้มข้อมูลค้างไว้ขณะโปรแกรมทำงาน



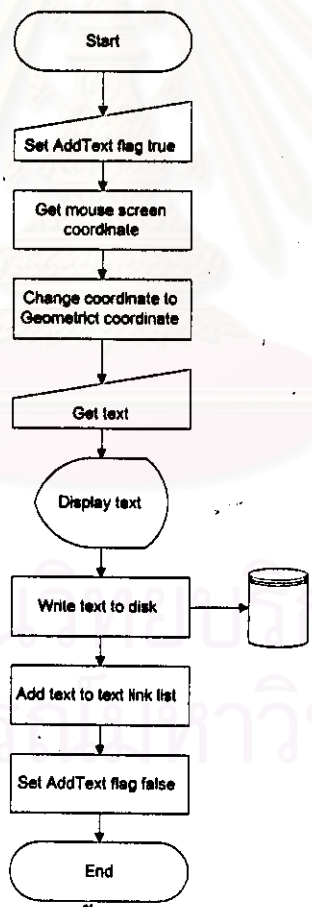
รูปที่ 3.7 ผังขั้นตอนการอ่านข้อมูลข้อความ

สำหรับการทำงานในส่วนนี้แบ่งเป็นส่วนย่อย คือ

1) ส่วนรับข้อความเพิ่ม

การรับข้อความเพิ่มจะสามารถทำได้เมื่อมีการแสดงภาพแผนที่อยู่ โดยให้ผู้ใช้กดปุ่มเม้าส์ซ้ายในตำแหน่งที่จะแสดงข้อความ จากนั้นจะมีหน้าต่างสำหรับรับข้อความปรากฏขึ้นมาให้ผู้ใช้ใส่ข้อความได้ เมื่อผู้ใช้ใส่ข้อความแล้วโปรแกรมจะเพิ่มข้อความนั้นในลิงค์ลิสต์ที่เก็บข้อความสำหรับแผนที่ระวางนั้น และเพิ่มข้อความนั้นในแฟ้มข้อมูลด้วย (รูปที่ 3.8) ข้อมูลในแต่ละโหนดประกอบด้วย

- ข้อความที่จะแสดง
- คำอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งที่แสดงข้อความ
- พิกัดที่จะแสดงข้อความเก็บเป็นพิกัดภูมิศาสตร์
- มาตราส่วนที่จะแสดงข้อความ



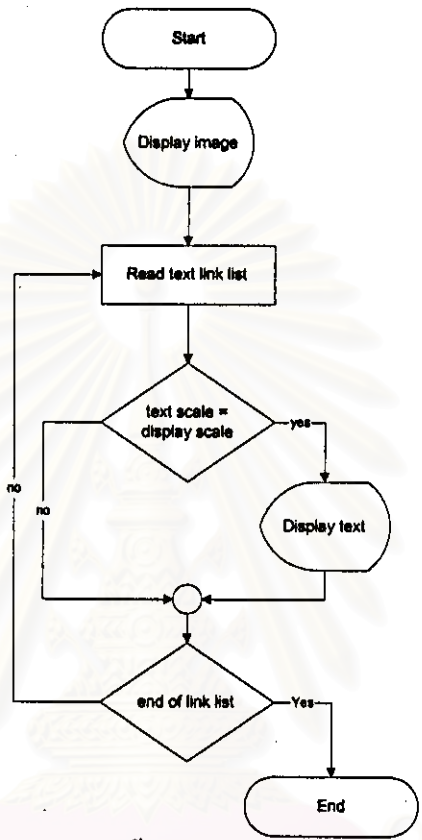
รูปที่ 3.8 ผังขั้นตอนการรับข้อความเพิ่ม

2) ส่วนแสดงข้อความ

เมื่อมีการอ่านข้อมูลภาพแผนที่ระวางใดมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ จะมีการอ่านข้อความที่อยู่ในขอบเขตของแผนที่ระวางนั้นที่เก็บในแฟ้มข้อมูลมาสร้างเป็นลิงค์ลิสต์ไว้ในหน่วย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความจำด้วย เมื่อมีการแสดงภาพแผนที่โปรแกรมจะตรวจสอบในลิงค์ลิสต์ที่สัมพันธ์กับแผนที่ที่แสดงอยู่ว่าถ้าข้อความใดอยู่ในขอบเขตของจอภาพและได้ถูกกำหนดให้แสดงข้อความนั้นๆ ในอัตราส่วนการแสดงแผนที่ที่กำลังใช้งานอยู่จริง ข้อความนั้นๆ ก็จะถูกนำมาแสดงบนจอภาพในตำแหน่งที่กำหนด (รูปที่ 3.9)



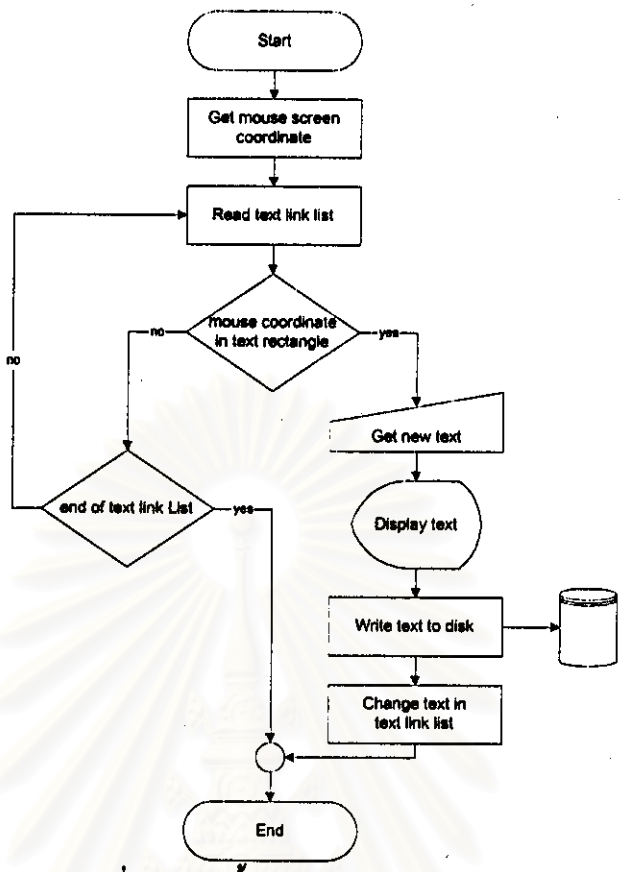
รูปที่ 3.9 ผังขั้นตอนการแสดงข้อความ

3) ส่วนแก้ไขข้อความ

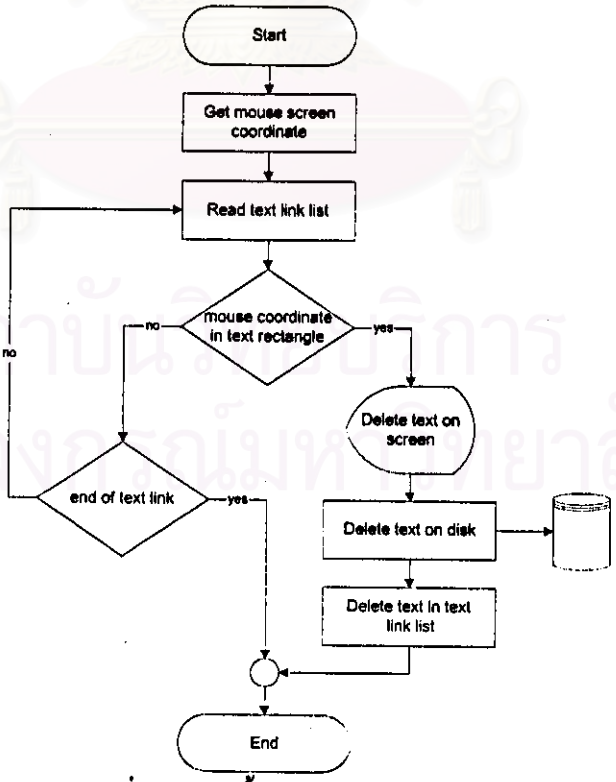
ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อความได้โดยเลือกข้อความที่ต้องการด้วยการกดปุ่มเม้าส์ซ้ายในบริเวณข้อความ จากนั้นจะมีหน้าต่างสำหรับแก้ไขข้อความปรากฏขึ้น เมื่อผู้ใช้แก้ไขข้อความแล้วโปรแกรมจะจัดเก็บข้อความใหม่แทนข้อความเดิมทั้งในลิงค์ลิสต์และในแฟ้มข้อมูล พร้อมทั้งแสดงข้อความใหม่แทนข้อความเดิม โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.10

4) ส่วนลบข้อความ

ผู้ใช้สามารถลบข้อความได้โดยเลือกข้อความที่ต้องการด้วยการกดปุ่มเม้าส์ซ้ายในบริเวณข้อความ โปรแกรมจะลบข้อความนั้นทั้งในลิงค์ลิสต์และในแฟ้มข้อมูล พร้อมทั้งลบข้อความที่แสดงอยู่บนจอภาพด้วย (รูปที่ 3.11)



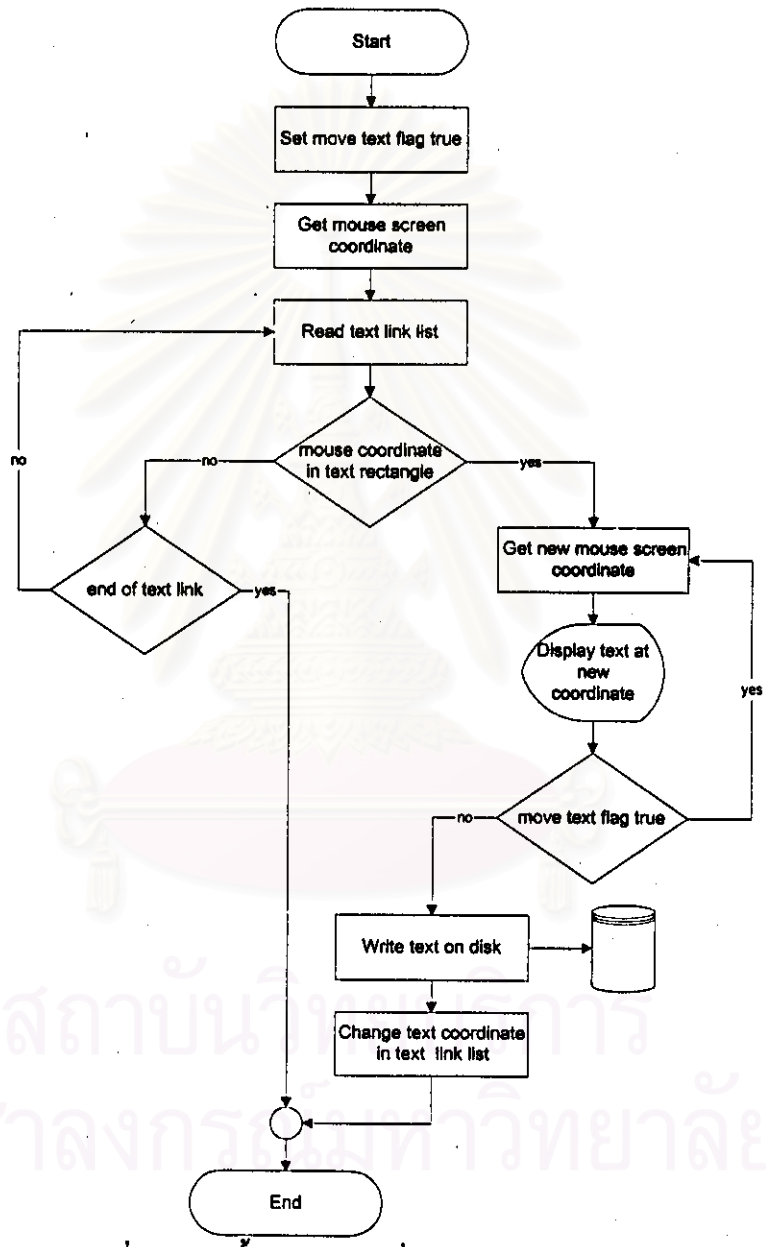
รูปที่ 3.10 ผังขั้นตอนการแก้ไขข้อความ



รูปที่ 3.11 ผังขั้นตอนการลบข้อความ

5) ส่วนเปลี่ยนตำแหน่งของข้อความ

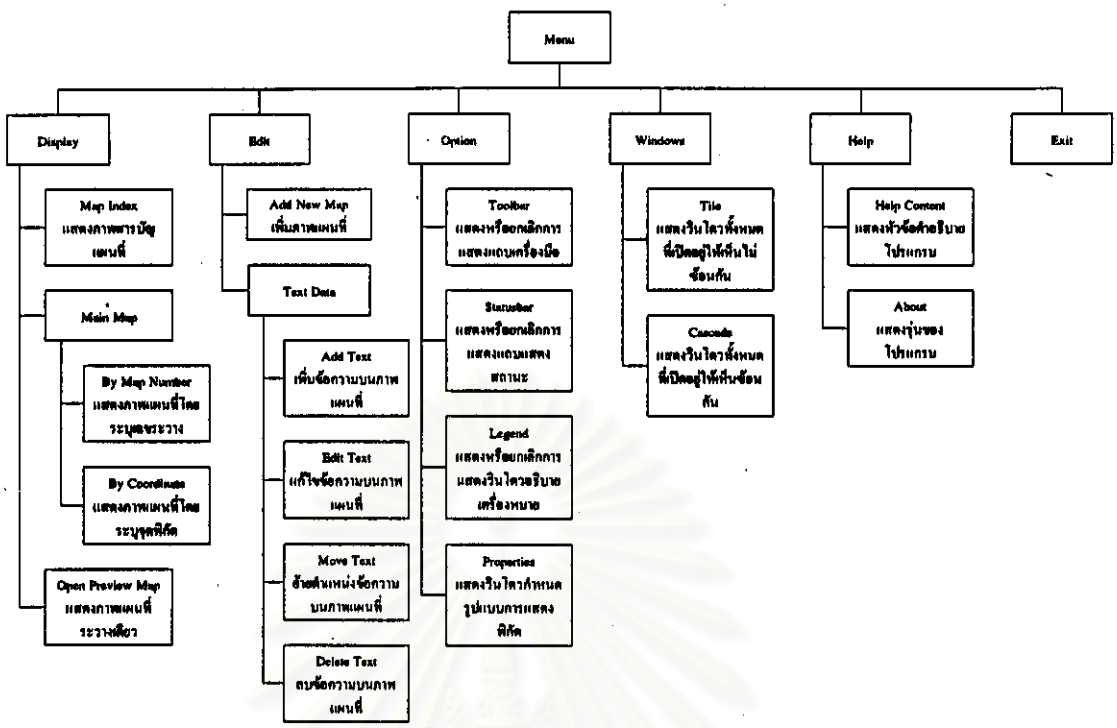
ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนตำแหน่งของข้อความได้โดยกดปุ่มเม้าส์ซ้ายค้างไว้ในขอบเขตของข้อความแล้วเลื่อนตำแหน่ง ข้อความจะเลื่อนตาม เมื่อผู้ใช้ปล่อยปุ่มเม้าส์โปรแกรมจะบันทึกตำแหน่งใหม่ทั้งในลิงค์ลิสต์และในแฟ้มข้อมูล (รูปที่ 3.12)



รูปที่ 3.12 ผังขั้นตอนการเปลี่ยนตำแหน่งของข้อความ

3.4 วิธีการใช้โปรแกรม

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถสั่งการทำงานได้โดยใช้เมนู ซึ่งจัดเป็นหมวดดังรูปที่ 3.13 การใช้งานโปรแกรมส่วนหลักๆ สามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 3.13 ผังเมนูของโปรแกรม

1) การเพิ่มแผนที่ใหม่เข้าสู่โปรแกรม โดยเมื่อมีภาพแผนที่สแกนมาใหม่และทำการแก้ไขความผิดพลาดจากการสแกนแล้วเมื่อจะนำมาแสดงด้วยโปรแกรมที่พัฒนานี้จะต้องเพิ่มข้อมูลประจำระวางของแผนที่ระวางนั้นและระบุชื่อแฟ้มข้อมูลภาพในโปรแกรมก่อน
2) การดูภาพแผนที่ โปรแกรมออกแบบให้เลือกแสดงภาพแผนที่ได้ 3 วิธี คือ
    2.1) การเลือกแสดงภาพแผนที่โดยระบุหมายเลขระวาง โดยผู้ใช้จะต้องระบุหมายเลขระวางที่ต้องการถ้าแผนที่ระวางที่ต้องการมีข้อมูลภาพอยู่แล้วโปรแกรมแสดงแผนที่ระวางนั้นขึ้นมา
    2.2) การเลือกแสดงภาพแผนที่โดยระบุจุดพิกัด โดยผู้ใช้จะต้องระบุพิกัดที่ต้องการในระบบพิกัดภูมิศาสตร์หรือระบบ UTM โปรแกรมจะค้นหาว่าพิกัดนั้นอยู่ในแผนที่ระวางใด ถ้าแผนที่ระวางนั้นมีข้อมูลภาพอยู่แล้วโปรแกรมแสดงแผนที่ระวางนั้นขึ้นมา
    2.3) การเลือกแสดงภาพแผนที่จากสารบัญแผนที่ โดยโปรแกรมจะมีภาพสารบัญแผนที่แสดงระวางที่มีข้อมลภาพแผนที่อยู่เมื่อผู้ใช้เลือกแผนที่ระวางที่ต้องการโปรแกรมจะแสดงภาพแผนที่ระวางนั้นขึ้นมา
3) การเพิ่มเติมหรือลบข้อความบนแผนที่ ผู้ใช้สามารถให้โปรแกรมแสดงข้อความที่ผู้ใช้กำหนดบนภาพแผนที่ในตำแหน่งที่ต้องการและสามารถแก้ไขข้อความ เปลี่ยนตำแหน่งการแสดงข้อความหรือลบข้อความได้

คำสั่งต่างๆ ได้แสดงไว้โดยละเอียดในคู่มือการใช้โปรแกรมในภาคผนวก ฌ