



27 พ.ย. 2539

การพัฒนาซอฟต์แวร์

เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

SOFTWARE DEVELOPMENT

FOR GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM INSTRUCTION



อภินันทนาการ

จาก

นิวัฒน์ ภูนั้นทวารากร ม.มหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

ณ

พ.ศ. 2539

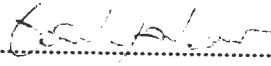
๒๒๖๖๓

Copyright by Mahidol University

๒๕๓๙


39717

วิทยานิพนธ์  
เรื่อง  
การพัฒนาซอฟต์แวร์  
เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



นิวัฒน์ ภู่นันทวารากร

ผู้วิจัย



รุ่งริศ ทุดะเจริญ, วท.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



สุระ พัฒนเกียรติ, วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



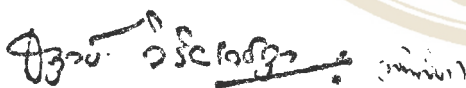
อุทัย เจริญวงศ์, B.A., M.Sc., M.A.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



เกษม กุลประดิษฐ์, วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

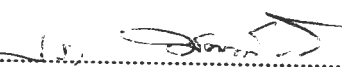


อดุลย์ วิริยเวชกุล

ราชบัณฑิต, น.บ., พ.บ., F.R.C.P.

กณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย



สุระ / พัฒนเกียรติ, วท.ม.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ

วิชาเอก การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อม

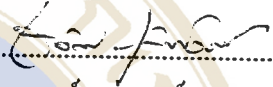
และทรัพยากร


คณะสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรศาสตร์


วิทยานิพนธ์  
เรื่อง  
การพัฒนาซอฟต์แวร์  
เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

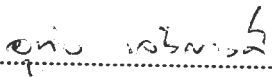
ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ

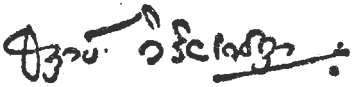
วันที่ 19 กันยายน 2539

  
.....  
นิวัฒน์ ภูนั้นทวารากร  
ผู้วิจัย

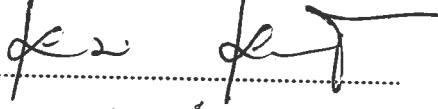
  
.....  
รุ่งจรัส หุตะเจริญ, วท.ม.  
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

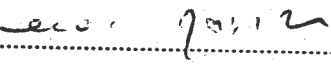
  
.....  
สุระ พัฒนเกียรติ, วท.ม.  
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....  
อุทัย เจริญวงศ์, B.A., M.Sc., M.A.  
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... (กษัตริย์)  
อคุลย์ วิริยเวชกุล

ราชบัณฑิต, น.บ., พ.บ., F.R.C.P.  
คณบดี  
บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยมหิดล

  
.....  
เกษม กุลประดิษฐ์, วท.ม.  
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....  
รุ่งจรัส หุตะเจริญ, วท.ม.  
คณบดี  
คณะสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหิดล

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายนิวัฒน์ ภู่นันทวารากร
วัน เดือน ปีเกิด	19 มิถุนายน พ.ศ. 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางเขน , พ.ศ. 2533 - 2536 วิทยาศาสตร์บัณฑิต ( สถิติ ) มหาวิทยาลัยมหิดล , พ.ศ. 2537 - 2538 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ( เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ )
ทุนการศึกษา	ทุนเรียนดี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2538
ทุนวิจัย	ได้รับทุนสนับสนุน การทำวิทยานิพนธ์บางส่วน สำหรับนักศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล









## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.3 ขอบเขตการศึกษา	4
1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	5
1.5 คำนิยามศัพท์	6
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	6
<b>บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม</b>	<b>7</b>
2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	7
2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลการวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
2.3 ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	13
2.4 ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์	16
2.5 วิศวกรรมซอฟต์แวร์	20
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	<b>25</b>
3.1 ศึกษาวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิชาพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง และกำหนดเนื้อหาวิชาที่ใช้ในงานศึกษาวิจัยนี้	28
3.2 พัฒนาซอฟต์แวร์	28
3.3 ประเมินผลการวิจัย	45



## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	48
4.1 ผลการศึกษาผลการประเมินการทดสอบซอฟต์แวร์หลังการใช้งาน	48
4.2 นำเสนอข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ที่ทำกรทดสอบ	51
4.3 ผลการศึกษาผลการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาซอฟต์แวร์	53
4.4 ข้อคิดเห็นจากอาจารย์ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญ	55
บทที่ 5 สรุป วิเคราะห์ และ ข้อเสนอแนะ	56
5.1 ความสามารถการทำงานของโปรแกรม	57
5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมที่แสดงผลโดยใช้ระบบไฮเปอร์เท็กซ์	58
5.3 ข้อจำกัดโปรแกรมย่อยระบบกราฟิก	58
5.4 ปัญหาที่พบในการวิจัย	58
5.5 ข้อเสนอแนะ	59
5.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	59
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก ก : คู่มือซอฟต์แวร์ และการใช้งานโปรแกรม GIS	62
ภาคผนวก ข : แบบประเมินผล	99

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2-1	แสดงข้อมูลการใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยในประเทศไทย	8
ตารางที่ 3-1	แสดงระยะเวลาการปฏิบัติงาน	47
ตารางที่ 3-2	แสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	47
ตารางที่ 4-1	แสดงผลการประเมินผลหลังการทดสอบใช้งานซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น	49
ตารางที่ 4-2	แสดงผลการประเมินผลสอบด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	53
ตารางที่ 6-1	แสดงรายการโปรแกรม หลังจากที่ได้ติดตั้งโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว	83
ตารางที่ 6-2	แสดงโครงสร้าง และ โมดูลต่าง ๆ ในการพัฒนา และการนำไปใช้งาน	86
ตารางที่ 6-3	แสดงการเก็บข้อมูลของแฟ้มข้อมูลแบบ PCX	89

## สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 3-1	แสดงโครงสร้างการทำงาน	26
รูปที่ 3-2	แสดงการวิเคราะห์ระบบงาน	27
รูปที่ 3-3	แสดงการวิเคราะห์ และออกแบบระบบโดยรวม เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม	30
รูปที่ 3-4	แสดงการวิเคราะห์ และการออกแบบระบบ โปรแกรมย่อยในระบบ	31

# บทที่ 1

## บทนำ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อการวางแผนการพัฒนาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของประเทศอย่างจริงจัง ( 4 ) เทคโนโลยีด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้เจริญเติบโตขึ้นตามลำดับ หน่วยงานจำนวนมากได้นำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในงานของตน สถานการณ์ของการพัฒนางานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในประเทศไทย กำลังอยู่ในระยะเริ่มต้น ( 10 ) ในส่วนราชการที่ได้นำ GIS มาประยุกต์ใช้กำลังประสบปัญหาด้านทรัพยากรบุคคลที่จะมาใช้ GIS ให้ประสบผลสำเร็จ ปัญหาเริ่มตั้งแต่การขาดแคลนเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูล เจ้าหน้าที่ในการออกแบบระบบ GIS และเจ้าหน้าที่ในระดับปฏิบัติการ ความต้องการผู้ที่มีความรู้ด้าน GIS ยังคงเป็นที่ต้องการของทั้งหน่วยงานราชการและภาคเอกชน ปัญหาการขาดแคลนเจ้าหน้าที่ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลถึงความล่าช้าในการจะพัฒนาระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ และจะส่งผลต่อนโยบายการวางแผนระดับชาติ ( 4 )

การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ GIS มาประยุกต์ใช้เพื่อการวางแผน และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้และเหมาะสมอย่างยิ่ง ( 10 ) ดังนั้น การทำความเข้าใจในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักวางแผนและนักจัดการโดยทั่วไป และเพื่อให้ นักวางแผนและนักจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความเข้าใจในระบบนี้อย่างแท้จริงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีแผน และวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างจริงจัง

ในปัจจุบันขณะที่เรายังมีบุคลากรที่สามารถให้ความรู้ในงานระบบนี้ในจำนวนจำกัด การเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของระบบนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ นักวางแผนและนักจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ได้อย่างแท้จริง

## 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ( GIS หรือ Geographic Information System ) เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาอย่างแท้จริง จำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งถูกนำมาพัฒนาเป็นวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ ศาสตร์ความรู้ในเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ด้วยเหตุนี้เอง ปัญหาที่ผู้เรียนมักพบเสมอคือการทำความเข้าใจในองค์ความรู้ทั้งหมดนี้ เพื่อที่จะสามารถเรียนรู้ในวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพ จำเป็นจะต้องใช้เวลาในการศึกษาวิชาพื้นฐานดังกล่าวที่เกี่ยวข้อง จากปัญหานี้เองทำให้ในการเรียนการสอนในวิชาดังกล่าวด้วยประสิทธิภาพลงไป เหตุผลที่เป็นเช่นนั้นก็มีหลายประการ ( 11 ) ประการแรก ผู้สอนต้องสอนช้า ๆ เพื่อรอนักเรียนที่มีความสามารถน้อยกว่าตามบทเรียนนั้น สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถมากกว่าจะมีความรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ เหตุผลประการต่อมาคือในระบบงานสารสนเทศภูมิศาสตร์ องค์ความรู้ของระบบสามารถที่จะอธิบายได้โดยการแสดงภาพ ( 17 ) ดังนั้นถ้าสามารถอธิบายให้เห็นภาพและความรู้ใหม่ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้อีกด้วย

จากปัญหาในเบื้องต้นนี้พอสรุปได้ดังนี้ การเรียนในห้องเรียนปกตินักเรียนแต่ละคนย่อมมีความสามารถในการเรียนต่างกัน ผู้ที่เรียนได้เร็วจะมีความรู้สึกที่ผู้สอนให้บทเรียนน้อยเกินไป ในขณะที่ผู้เรียนช้ากว่าจะมีความรู้สึกที่ผู้สอนให้บทเรียนมากเกินไปทำให้ตามบทเรียนไม่ทัน และเมื่อบทเรียนมีมากขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ผู้ที่เรียนช้ามีปัญหาในการเรียนมากยิ่งขึ้น ( 11 ) ผู้สอนต้องอธิบายความรู้ที่เป็นความรู้ใหม่ที่เป็นทฤษฎีและความรู้ที่สามารถอธิบายได้โดยภาพ ทำให้บางครั้งในสถานการณ์บางอย่างอาจทำให้ผู้สอนและผู้เรียน สื่อความหมายได้ไม่ตรงกัน

เนื่องจากในการศึกษาวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในปัจจุบัน การเรียนการสอนมักจะมี การแบ่งช่วงของการสอนในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติออกจากกัน ดังนั้นในขณะที่ผู้เรียนกำลังศึกษาใน ส่วนของภาคทฤษฎีจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องอาศัยจินตนาการให้ได้ว่าลักษณะของทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้มี ลักษณะ และวิธีการในการดำเนินการมีรูปแบบเป็นอย่างไร เพื่อให้เข้าใจในทฤษฎีต่าง ๆ นั้น เพราะ



ส่วนใหญ่ความรู้ในวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถอธิบายได้โดยอาศัยสื่อ ที่เป็นภาพกราฟฟิค และสามารถเรียนรู้ได้ดีโดยใช้ทักษะการลงมือปฏิบัติจากการทำงานจริง และในขณะที่ผู้เรียนกำลังศึกษาในส่วนของ การปฏิบัติ เช่น ส่วนของการแสดงผลข้อมูล ผู้เรียนก็ต้องนึกย้อนไปให้ได้ว่า ในส่วนของทฤษฎีมีการกล่าวไว้อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้ลดต่ำลง ดังนั้นหากผู้เรียนมีปัญหา ไม่เข้าใจในเนื้อหาและต้องการทำความเข้าใจในส่วนใดส่วนหนึ่ง ย่อมต้องใช้เวลากลับย้อนกลับไปทบทวนเพื่อให้เข้าใจในความรู้ อีกส่วนหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลต่อความรู้ในบทเรียนต่อ ๆ ไปที่จะได้รับ

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ในสาขาวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เวลาและทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพ และให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาทั้งหมดได้ในคราวเดียวกัน วิธีการที่สะดวกและทำได้อย่างรวดเร็ว ก็คือการอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องในรูปแบบของข้อความ ทฤษฎี แนวคิด วิธีการ ไปพร้อม ๆ กับส่วนของการแสดงผลในรูปแบบของกราฟฟิค และการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และความรู้ที่เกี่ยวข้องได้ในเวลาเดียวกัน และง่ายต่อการทำความเข้าใจ

แนวทางแก้ไขปัญหานี้ เพื่อให้การเรียนการสอนในวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นไปโดยรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือ การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซอฟต์แวร์ช่วยสอนนี้ ( 11 ) จะทำให้ผู้ที่มีความสามารถในการเรียนต่างกันสามารถใช้ความสามารถในการเรียนของตนเองได้อย่างเต็มที่ ไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนและผู้เรียนยังสามารถเรียนได้เมื่อตนเองพร้อม ซึ่งขึ้นอยู่กับความกระตือรือร้นของแต่ละคน ซอฟต์แวร์ดังกล่าวควรจะช่วยอธิบายองค์ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องซึ่งถูกนำมาประยุกต์ และพัฒนาเป็นวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยอธิบายเนื้อหาสาระในระดับเพียงพอที่ผู้เรียนควรจะทราบ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ในวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรจะอธิบายคำศัพท์พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง , อธิบายองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ( Computer - Technology ) ที่ได้นำมาประยุกต์ , โครงสร้างข้อมูล ( Data Structure ) และความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง



## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

อันจะเป็นแนวทางให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในศาสตร์วิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มากยิ่งขึ้นซึ่งผู้เรียนสามารถจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ซอฟต์แวร์ที่จะพัฒนาขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น จะประกอบไปด้วย

1) เนื้อหาความรู้ขั้นพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2) เนื้อหาความรู้ในขั้นการปฏิบัติการ จากโปรแกรมตัวอย่าง โดยที่เนื้อหาวิชา

จะพิจารณาจากรายวิชา ENIM 537 : ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ตามหลักสูตรปริญญาโท ของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ พ.ศ.2538 เป็นหลัก และพิจารณาจากเนื้อหาความรู้จาก หนังสือเรียน คู่มือ ที่มีลักษณะเดียวกันเพื่อให้เนื้อหามีความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

1.3.2 ซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ความรู้ที่แสดงได้ในรูปของตัวอักษร ในรูปของไฮเปอร์เท็กซ์

2) ความรู้ที่แสดงได้ในรูปของภาพกราฟฟิก

3) โปรแกรมตัวอย่าง เพื่อนำเสนอขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4) แสดงผลได้ 2 ภาษา คือ ภาษาไทย และอังกฤษ

### 1.3.3 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ผู้เรียนวิชา ENIM 537 : ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการจัดการ-  
ทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 20 คน
- 2) อาจารย์ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 5 ท่าน

### 1.3.4 ประเมินผล และจัดทำข้อเสนอแนะ

จัดทำข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มประชากร ซึ่งจะได้ออกจากการทำแบบประเมิน โดยให้กลุ่มประชากรทดลองใช้งานซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น แล้วจึงทำการประเมินผล

## 1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

### 1.4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ( Hardware )

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ AT หรือ compatible ที่มีรายละเอียดดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง ( CPU ) หมายเลข 80486 รุ่น DX2-66
- หน่วยความจำหลักขนาด 8 เมกะไบต์
- หน่วยความจำสำรอง ประเภทจานบันทึกแม่เหล็กแบบแข็ง ( Harddisk ) ที่  
สามารถบรรจุข้อมูลมีขนาดตั้งแต่ 240 เมกะไบต์
- เม้าส์ชนิด 3 ปุ่ม
- หน่วยความจำจอภาพ ( VGA CARD RAM ) ขนาด 1 MB.

### 1.4.2 ซอฟต์แวร์ ( Software ) และ โปรแกรม อื่นที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ระบบปฏิบัติการ ดอส เวอร์ชัน 6.22
- 2) คอมไพเลอร์ภาษาปาสคาล ของเทอร์โบปาสคาลเวอร์ชัน 5.5 เพื่อใช้ในการ  
ปรับปรุงซอฟต์แวร์
- 3) โปรแกรมเพื่อใช้ในการแสดงผลภาษาไทย ( Thai Driver ) โปรแกรม  
THAI.COM ของศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) โปรแกรมควบคุมการทำงานของเมาส์ ( Mouse Driver ) โปรแกรม AMOUSE.COM ของ บริษัทไมโครซอฟท์ หรือไดรเวอร์อื่น เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเมาส์

5) โปรแกรม ANSI.SYS เพื่อใช้ในการควบคุมแถบแสงของรายการคำสั่งที่เขียนโดยแบทช์ไฟล์ ( Batch file ) และบรรทัดในไฟล์ CONFIG.SYS

ดังนี้ “DEVICE = C:\DOS\ANSI.SYS“

#### 1.4.3 แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์

### 1.5 นิยามศัพท์

1.5.1 ซอฟต์แวร์ หมายถึง ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นคำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ ( 11 )

1.5.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( CAI = Computer Assisted Instruction ) หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อ หรือเครื่องมือในการเรียนการสอน ( 7 )

1.5.3 วิชาการระบบสารสนเทศศาสตร์ หมายถึง วิชา ENIM 537 : ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ตามหลักสูตรปริญญาโทของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ พ.ศ. 2538 และรวมถึงความรู้ และหลักการเบื้องต้นของระบบสารสนเทศศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1.5.4 ไฮเปอร์เท็กซ์ ( Hypertext ) หมายถึง ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ประเภทหนึ่ง ( Relational Database Management System ) ที่จะทำให้เราสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่อยู่ในรูปของข้อความ ( Text ) และสามารถเชื่อมโยง จัดเก็บ และค้นหาข้อความเหล่านั้นได้โดยง่าย

### 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนในวิชาการระบบสารสนเทศศาสตร์

1.6.2 ได้แนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้งานระบบสารสนเทศศาสตร์

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลการวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
4. ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์
5. วิศวกรรมซอฟต์แวร์

#### 2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ได้ถูกออกแบบให้รองรับข้อมูลเชิงพื้นที่ในปริมาณมากและสามารถรองรับข้อมูลได้จากหลายประเภท ซึ่งการออกแบบนี้รวมถึง ประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การนำข้อมูลกลับมาใช้ การจัดการ การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผล ( 17 ) การพัฒนาสาขาวิชานี้ได้เริ่มขึ้นมากกว่า 2 ทศวรรษ ปัจจุบันงานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เจริญเติบโตไปอย่างรวดเร็วเหตุผลที่เป็นเช่นนั้นเพราะว่าเทคโนโลยีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ผลในงานต่าง ๆ มากมาย ได้ผลดีและสามารถนำไปจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ( 4 )

มีหน่วยงานในต่างประเทศที่ได้เห็นความสำคัญของเทคโนโลยีนี้ และได้นำไปใช้งานในประเทศของตน มีการจัดตั้งศูนย์วิจัยด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ระดับชาติขึ้น 3 แห่ง ได้แก่ แคนาดา ( Institute for GIS Education , IDISE ) ในอเมริกา ( National Center for Geographic Information and Analysis , NCGIA ) และในอังกฤษ ( Regional Research Laboratories , RRL ) เพื่อทำหน้าที่เผยแพร่เทคโนโลยีในด้านนี้ ( 4 )

สำหรับในประเทศไทยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้เริ่มเข้ามาโดยเริ่มจากการที่ธนาคารโลกได้นำ GIS มาใช้ในการศึกษา ใช้ระบบนี้เพื่อการวิเคราะห์นโยบายที่ดินในประเทศ ( พ.ศ. 2528 ) โดยทีมบริษัทที่ปรึกษา AUTOGIS และมีพัฒนาการของการนำ GIS เข้ามาประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่าง ๆ เรื่อยมา

พัฒนาการของ GIS ในประเทศไทยมีการพัฒนาค่อนข้างช้า แต่ได้ตื่นตัวอย่างมากในระยะเวลาที่ผ่านมานี้ โดยจำนวนผู้ใช้ได้เพิ่มขึ้นเป็นลำดับเรื่อยมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2531 ประมาณได้ว่ามีผู้ใช้ GIS ในประเทศมีอยู่อย่างน้อย 30 แห่ง และมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างคงที่เรื่อย ๆ ในปัจจุบันมีมหาวิทยาลัยมากกว่า 10 แห่งที่ทำการสอน หรือใช้ GIS ในงานวิจัย ซึ่งสามารถแสดงโดยตารางข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 2-1 แสดงข้อมูลการใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในมหาวิทยาลัยในประเทศไทย

มหาวิทยาลัย	ระบบที่ใช้
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย	Arc/Info , PAMAP
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	Arc/Info , ILWIS
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	Arc/Info
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	Arc/Info , PAMAP
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	Arc/Info , SPANS
มหาวิทยาลัยรามคำแหง	SPANS
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	SPANS
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	Arc/Info , ERDAS , IDRISI
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	Intergraph
มหาวิทยาลัยมหิดล	Arc/Info , SPANS , ILWIS



ปัญหาที่พบในกระบวนการพัฒนางานในศาสตร์นี้ สามารถแสดงได้จากจำนวนบุคลากรพบว่ากำลังเจ้าหน้าที่ทางด้าน GIS ร้อยละ 75 ของหน่วยงานในราชการมีความต้องการเจ้าหน้าที่เพิ่มอีกเท่าตัว ปัญหานี้พบมากในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในสาขาด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสาขาที่มีผลต่อสภาพความเป็นอยู่ที่ดีของคนในประเทศ เมื่อได้รวบรวมจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำงานเกี่ยวข้องเฉพาะ GIS จากหน่วยงานต่าง ๆ พบว่ามีเพียงประมาณ 150 คน ซึ่งหน่วยงานส่วนมากต้องการกำลังเจ้าหน้าที่เพิ่มขึ้นอีก เท่าตัวของปัจจุบัน ( 4 ) เพื่อตอบสนองความต้องการในปัจจุบัน แต่พบว่าในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ สามารถผลิตบัณฑิตผู้มีความรู้ด้าน GIS อย่างมีประสิทธิภาพได้เพียงปีละ 50 คน

ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบทางหนึ่งก็คือ การที่เราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากรผู้ใช้ระบบ ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้ระบบมีความรู้ความเข้าใจในข้อมูลและเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ ดังนั้นผู้จำเป็นที่จะต้องรู้ว่าตนกำลังทำอะไรอยู่ในระบบ และกำลังเกิดอะไรขึ้นในระบบนั้น ( 4 ) เมื่อผู้ใช้สามารถเข้าใจในเทคโนโลยีนี้ และมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่ดีแล้ว เมื่อผนวกความรู้ทั้งสองด้านเข้าด้วยกันย่อมจะส่งผลดีต่อการพัฒนาของประเทศ

## 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลการวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( Computer Assisted Instruction ) หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้ ( 7 ) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวิธีการสอนหลายรูปแบบ อาจเป็นการสร้างสถานการณ์จำลอง การให้คิดแก้ปัญหา เกม ในวงการศึกษากลับไปเชื่อว่า การเรียนในชั้นเรียน โดยมีครูสอนหน้าชั้น และมีชอล์กให้เขียนบนกระดานดำอย่างเดิวนั้นไม่เป็นการเพียงพอ จึงมีการคิดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยเสริมคำอธิบายของครู เป็นต้นว่า แผนที่ กราฟ ภาพ ซึ่งล้วนแล้วแต่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ช่วยเสริมให้อุปกรณ์การเรียนการสอนมีมากขึ้น เช่น การใช้แผ่นใส โทรทัศน์ วีดีโอเทป ล้วนแล้วแต่จะช่วยให้เห็นภาพจนเข้าใจและมีความรู้มากขึ้น ( 14 )

การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องช่วยสอน นับเป็นเครื่องช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น สามารถจดจำบทเรียนต่าง ๆ สามารถนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของตัวอักษรและภาพได้ สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ สามารถค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนต้องการได้อย่างรวดเร็ว ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ( 12 ) การนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนจำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ควบคุม ซึ่งจะต้องพัฒนาให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้วย

## 2.2.1 พัฒนาการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องช่วยสอนในสมัยแรก ๆ เพรชซี ( Dr.Sedney Pressey ) ได้ประดิษฐ์ขึ้นในปี พ.ศ. 2463 ที่มหาวิทยาลัยไอโฮไอ โดยเริ่มประดิษฐ์ แบบง่าย ๆ ก่อน ต่อมาได้ดัดแปลงให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ โดยในปี พ.ศ. 2493 เพรชซีได้ประดิษฐ์เครื่องช่วยสอนแบบเจาะรูขึ้น เป็นเครื่องที่มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมด้านข้างของเครื่องช่วยสอน สามารถเปิดออกได้ ซึ่งใช้สำหรับวางแผ่นกระดาษเจาะรูที่เป็นคำตอบ แผ่นกระดาษนี้มีรูตรงกับคำตอบข้างบนเฉพาะกับคำตอบข้อที่ถูก เครื่องนี้จะให้คำถามพร้อมตัวเลือกประมาณ 3 - 4 ตัวเลือก เมื่อผู้เรียนตอบข้อไหนก็กดปุ่มข้อนั้น และจะทราบผลทันทีว่าคำตอบถูกหรือผิด เมื่อผิดก็พยายามเลือกใหม่โดยที่เครื่องสามารถรวบรวมจำนวนครั้งของการตอบผิดด้วย แต่เครื่องนี้ยังมีผู้สนใจน้อย ( 11 )

จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2497 บี เอฟ สกินเนอร์ ( B.F. Skinner ) ได้ปรับปรุงเครื่องนี้ให้ทำงานได้ดีขึ้น ในระยะแรก ๆ สกินเนอร์ ได้สร้างเครื่องช่วยสอนโดยใช้บัตรแสดงเนื้อหา พิมพ์ลงไปด้วย มีคำถามให้มุมหนึ่ง และมีช่องว่างให้อีกมุมหนึ่ง เมื่อผู้เรียนตอบคำถามแล้วจะมีคำตอบที่ถูกเลื่อนออกมาให้เห็นถ้าทำไม่ถูกต้องให้พยายามทำใหม่ เครื่องมือของเขาเรียกว่าเครื่องช่วยสอน

( Teaching Machine ) และวิธีการสอนแบบใหม่ที่ทำขึ้นเรียกว่า การสอนแบบโปรแกรม

( Programmed Instruction ) บทเรียนที่ทำขึ้นเรียกว่า Programmed Lesson และการสอนแบบโปรแกรมนี้เองเป็นจุดที่นักคอมพิวเตอร์ทั้งหลายนำไปดัดปรับปรุงใช้กับนักคอมพิวเตอร์ในเวลาต่อมา

( 14 )

เครื่องช่วยสอนที่ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเดิมก็คือเครื่องไอบีเอ็ม โดยแรท แอนเดอร์สัน และ เบรนนาร์ด ( Rath Anderson and Breennard ) ได้ร่วมกันประดิษฐ์ขึ้นในปี พ.ศ.2502 เพื่อใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเครื่องนี้สามารถจัดบทเรียนในรูปแบบต่าง ๆ และสามารถสร้างคำถามใหม่ ๆ ได้อีกด้วย

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับการยอมรับในสังคมพอสมควร มีการประเมินผลงานวิจัย จากการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในมหาวิทยาลัยฟลอริดา ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งบทเรียนอยู่ในรูปของการทบทวน ผลของการประเมินสรุปได้ว่าใช้เวลาในการสอนลดลงร้อยละ 17 นักเรียนทำคะแนนสอบปลายปีได้สูงขึ้น และมีความรู้ในสาขาวิชานี้อย่างแจ่มแจ้งจริง ๆ ( 14 )

### 2.2.2 ผลการวิจัยของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มหาวิทยาลัยแสตนฟอร์ด ทำบทเรียนสอนภาษารัสเซีย ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนแสดงผลลัพธ์เชิงบวกต่อการสอนด้วยวิธีนี้ พฤติกรรมของผู้เรียน และความรู้ที่ได้รับส่งผลโดยตรงจากการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการสอน ( 14 )

ในปี พ.ศ.2525 โอเดน ( Oden ) ศึกษาการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีการสอนปกติ ( 7 )

ในปี พ.ศ. 2529 สุทธิชิต สว่างอารมณ์ ( 11 ) ได้พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อช่วยจัดบทเรียนแบบเบ็ดเสร็จ โดยพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้เก็บบทเรียน แบบทดสอบบทเรียน รายชื่อผู้เรียน และลำดับขั้นตอนการสอน โดยมีการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ เก็บในระบบฐานข้อมูล

ในปี พ.ศ. 2530 ดวงใจ ศรีรัชชัช ( 7 ) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมปลาย

โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความรู้เท่ากับ 0.4404 กับนักเรียน 34 คน โดยใช้สถิติในการวิจัยโดยใช้ T - Test ผลการวิจัยพบว่า คะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 การพัฒนางานในส่วนนี้มีจุดด้อยตรงระบบไม่สามารถตอบคำถามที่ผู้เรียนต้องการได้ ทำให้เมื่อผู้เรียนไม่มีความเข้าใจในส่วนใดแล้ว จะทำให้ผู้เรียนไม่ยอมทำความเข้าใจในเนื้อหาต่อ แต่ข้อเด่นคือ มีการนำภาพ เสียงดนตรี และมีคำชมเชย เมื่อผู้เรียนตอบปัญหาทำให้สามารถดึงดูดผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ตัวอักษรในการแสดงผลขนาดใหญ่ทำให้มองเห็นได้ชัดเจน

ในปี พ.ศ. 2537 โชติพงษ์ ศรีสวัสดิ์ ( 12 ) ได้พัฒนาโปรแกรมระบบสร้างบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลบทเรียน ส่วนของการประกอบข้อมูลในส่วนแรกเข้าเป็นข้อมูลบทเรียน และส่วนการนำเสนอบทเรียน โปรแกรมสร้างบทเรียนนี้เป็นวิธีการที่พยายามมองปัญหาที่เกิดขึ้นในการพัฒนาบทเรียน และพยายามสร้างตัวโปรแกรมที่สามารถจะสร้างบทเรียนขึ้นมาให้ได้ แต่ตัวโปรแกรมนี้อาจมีลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกับของสุทธิชิต แต่ได้มีการพัฒนาในส่วนของความน่าใช้งาน การเชื่อมโยงข้อมูล ระหว่างภาพและเสียง แต่จุดที่ยังขาดคือในเรื่องของการนำเสนอแสดงภาพเคลื่อนไหว

การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยถ่ายทอดความรู้จากบทเรียน เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะในบทเรียน และยังจะช่วยลดเวลาในการสอนและทำความเข้าใจได้เป็นอย่างดี ( 7 ) ผลของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ใช้เวลาเรียนน้อยลง ผู้เรียนส่วนใหญ่พอใจเพราะเน้นในเรื่องของการเรียนตามอัตราภาพของแต่ละบุคคล ( 14 )

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้ในด้านหลักการสอน การถ่ายทอด การแทนความรู้ จิตวิทยา ตลอดจนหลักการ และเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ เพราะฉะนั้นผู้ที่พัฒนาโปรแกรมช่วยสอนได้จึงต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวกับวิชาที่จะสอนและรู้เรื่องเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เทคนิคในด้านต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ แล้วนำความรู้เหล่านี้มาประกอบกันสร้างเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( 12 ) แต่เมื่อเราสามารถสร้างบทเรียนที่มีประสิทธิภาพได้ เราก็จะสามารถสร้างบุคลากรที่มีประสิทธิภาพให้ดีขึ้นได้เช่นกัน



## 2.3 ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

### 2.3.1 การวิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการสอนวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในประเทศไทย

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ( AIT ) และสถาบันศูนย์คอมพิวเตอร์แห่งประเทศนอร์เวย์ ได้มีเขียนโปรแกรม GIS เพื่อใช้ในการศึกษา ( 10 ) ที่เรียกว่าโปรแกรม ( GIST ) Geographical Information Systems Tutorial ซึ่งพัฒนาโดย Md Eshan Ullah จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ประเทศไทย และ Geir-Harald Strand จากสถาบันศูนย์คอมพิวเตอร์แห่งประเทศนอร์เวย์ โปรแกรม GIST นี้เป็นโปรแกรมที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อให้อธิบายถึงหลักเกณฑ์และวิธีการในการจัดการ GIS โดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในศึกษาการทำงาน และเป็นซอฟต์แวร์ที่แจกจ่ายโดยไม่คิดมูลค่า

ต่อมาได้มีการนำเอาระบบ ERDAS เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนและงานวิจัยในบางส่วน ในปัจจุบัน AIT โดยความร่วมมือของ UNEP / GRID และ UNITAR ได้มีการนำซอฟต์แวร์ ARC / INFO และ IDRISI เข้ามาใช้ในการฝึกอบรมบุคลากรจากประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก โดยมีประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พบว่า สุระ พัฒนเกียรติ และคณะได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อให้อธิบายองค์ความรู้ของ GIS โดยอธิบายโครงสร้างข้อมูล วิธีการ และหลักการเบื้องต้นของ GIS โดยใช้ระบบกราฟิก โดยพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า GIS Manage Program เพื่อให้อธิบายองค์ความรู้ดังกล่าว โปรแกรม GIST และ GIS Manage ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาปาสคาล



### 2.3.1 ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในประเทศ

Arc/Info เป็นซอฟต์แวร์ของบริษัท ( 10 ) Environmental Systems Research Institute หรือ ESRI อยู่ในเมืองเรดแลนด์ รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานได้ดีกับคอมพิวเตอร์หลายยี่ห้อ สามารถทำงานได้ทั้งบนไมโครคอมพิวเตอร์ เวิร์กสเตชัน มินิคอมพิวเตอร์ และเมนเฟรม เป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบแผ่นซ้อนชนิดข้อมูลเวกเตอร์ ( 13 ) มีการปฏิบัติการกับข้อมูลกริดและแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข โดยใช้ TIN's ( เครือข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ - Triangulated Irregular Network )

Arc/Info เป็นซอฟต์แวร์ระบบใหญ่ สำหรับระบบที่จะพิจารณาเพื่อใช้ในการเรียนรู้ระบบงานสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะวิเคราะห์ในระดับซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในไมโครคอมพิวเตอร์ ข้อดีของระบบคือ สามารถทำงานได้อย่างครอบคลุม และมีประสิทธิภาพดี ข้อด้อยคือไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นระบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในราคาของซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็น เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความสลับซับซ้อน ดังนั้นถ้าจะเรียนรู้ระบบงานสารสนเทศภูมิศาสตร์จากซอฟต์แวร์นี้จำเป็นต้องอาศัย ระยะเวลา และงบประมาณจำนวนมาก

ERDAS เป็นซอฟต์แวร์ที่จัดเก็บข้อมูลในระบบบราวเซอร์ ( 10 ) ผลิตโดยบริษัท Earth Resources Data Analysis Systems รัฐแอ็ดแลนต้า สหรัฐอเมริกา เป็นซอฟต์แวร์สำหรับ ( 13 ) การทำแผนที่แผ่นซ้อน และการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม

ILWIS ( Integrated Land and Watershed Management Information System ) โดยสถาบัน ITC ( International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences ) ประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นซอฟต์แวร์ที่จัดเก็บข้อมูลในระบบบราวเซอร์ ( 10 )

SPANS ( Spatial Analysis System ) จากประเทศแคนาดา เป็นซอฟต์แวร์ที่จัดเก็บข้อมูลในระบบบราวเซอร์ ( 10 )

GIST ( Geographic Information System Tutorial ) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเรียนการสอน พัฒนาโดยสถาบัน เทคโนโลยีแห่งเอเชีย

GIS Manage เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยอธิบายหลักการ และวิธีการปฏิบัติงาน โครงสร้าง ของงานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เมื่อพิจารณาซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีใช้ในประเทศซึ่งส่วนมากเป็นซอฟต์แวร์ทางการค้าซอฟต์แวร์เหล่านี้ไม่ได้มีจุดมุ่งหมายที่จะอธิบายองค์ความรู้ที่เป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แต่มุ่งเน้นในการนำระบบไปใช้เพื่อผลประโยชน์ทางธุรกิจ และไม่ได้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยเนื้อหา แต่มุ่งเน้นให้ศึกษาจากวิธีการใช้งานตามที่บริษัทผู้ผลิตได้กำหนดไว้ในซอฟต์แวร์เหล่านั้น ดังนั้นหากผู้ใช้มีความเข้าใจเพียงการใช้งานในระดับเบื้องต้นเทียบเท่ากับมีความรู้เพียงวิธีการใช้งานในซอฟต์แวร์เหล่านั้น ผู้ใช้เหล่านั้นก็จะไม่มีทางทราบได้เลยว่าในระบบดังกล่าวมีขั้นตอนการทำงานอย่างไร และเมื่อเป็นเช่นนั้นแล้วความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริง ๆ ย่อมไม่เกิดขึ้น และจะส่งผลต่อการพัฒนางานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แต่เมื่อเราพิจารณาซอฟต์แวร์ GIST และ GIS Manage พบว่า ซอฟต์แวร์ทั้งสองตัวนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งนับว่าเป็นการเริ่มต้นที่ดีต่อการการเรียนรู้งานด้านนี้ ทำให้ผู้ที่ได้ศึกษาและใช้งานโปรแกรม มีความรู้ และความเข้าใจในเนื้อหาของวิชาสารสนเทศภูมิศาสตร์มากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปพัฒนาความรู้ในขั้นสูง และนำไปปฏิบัติการได้ ซึ่งซอฟต์แวร์ทั้งสองก็มีทั้งข้อเด่นและข้อด้อยในตัวเอง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

ข้อเด่นซึ่งควรได้รับการนำไปพัฒนาต่อ

- 1) GIST มีคำสั่งเป็นแบบรายการให้เลือก โดยแถบแสงให้เลือก ซึ่งง่ายต่อการใช้งาน
- 2) GIS Manage มีคำสั่งแบบใช้เลือกจากแป้นพิมพ์โดยการเลือกตัวอักษรที่ถูกกำหนดให้ใช้เป็นตัวเลือกในการเลือกปฏิบัติตามคำสั่งนั้น ( Hot Key ) ง่ายต่อการเลือก
- 3) สามารถจัดเก็บ และแก้ไขข้อมูลได้
- 4) เป็นโปรแกรมที่มีวิธีการแสดงผลที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีในระดับหนึ่ง

ข้อค้อยที่ควรได้รับการปรับปรุง

- 1) ไม่สามารถแสดงวิธีการจัดเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์บนระบบเวกเตอร์จริงได้
2. ไม่สามารถแสดงผลโดยภาษาไทยได้
3. ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิง-บรรยายได้
4. ไม่สามารถแสดงเนื้อหา คำบรรยาย ข้อมูลความรู้จากสื่ออื่น นอกจากการใช้งานโปรแกรมแต่เพียงอย่างเดียว
5. เพิ่มข้อมูลที่จัดเก็บไว้แล้ว เมื่อต้องการนำออกมาใช้งาน โดยการเรียกค้นคืน (Retrievable) ทำได้โดยยาก
6. ไม่ได้มีแสดงคำอธิบายในขั้นตอนของการปฏิบัติงานในขั้นตอนนั้น ๆ ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ

#### 2.4 ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ( 2 ) สิ่งแรกที่เราควรคำนึงถึงในการเรียนรู้ก็คือ ต้องรู้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เองเป็นเพียงเครื่องจักรชนิดหนึ่ง ดังนั้นหากเราต้องการใช้เครื่องจักรชนิดนี้จำเป็นต้องเรียนรู้ภาษาที่ใช้สั่งงานเสียก่อน ภาษาที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้เรียกว่า ภาษาเครื่อง ( Machine language ) เพราะปกติเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องสามารถเข้าใจภาษาเครื่องซึ่งประกอบด้วยรหัสเลขฐานสอง “0” หรือ “1” เท่านั้น มนุษย์เราไม่สามารถที่จะจดจำรหัสคำสั่งภาษาเครื่องเหล่านี้ได้ถูกต้องครบถ้วนเหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการอื่นเพื่อให้สามารถติดต่อกับเครื่องได้โดยใช้คำสั่งซึ่งเป็นภาษาที่มนุษย์เข้าใจได้ง่ายขึ้น แล้วใช้ламแปลให้ภาษาเครื่องอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อให้เครื่องเข้าใจได้

การสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานนั้น ( 6 ) จำเป็นต้องใช้ภาษาที่มีรูปแบบไวยากรณ์ที่รัดกุมสำหรับเป็นสื่อในการเขียนคำสั่ง ซึ่งต้องอาศัยตัวแปลภาษาที่มีรูปแบบ ( ภาษาสูง ) นั้นให้เป็นภาษาเครื่องอีกทีหนึ่ง ซึ่งเราเรียกว่าโปรแกรมตัวแปลภาษา

โปรแกรมตัวแปลภาษาคอมพิวเตอร์ ( Programming Language Translator ) ที่ใช้ในการแปลภาษาสูง ( High Level Language ) เป็นภาษาเครื่อง ( Machine Language ) คือรหัสคำสั่งเครื่อง ( Machine Code ) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ( 3 )

1) อินเตอร์พรีเตอร์ ( Interpreter ) เป็นการแปลภาษาสูงให้เป็นภาษาเครื่องแล้วปฏิบัติทันทีครั้งละ 1 คำสั่ง ข้อดีคือสามารถพบที่ผิดพลาดได้ทันทีที่ผิดและให้ความรู้สึกเสมือนเป็นการใช้งาน แต่ต้องเสียเวลาในการทำงานในส่วนนี้มาก เพราะต้องแปลภาษาทุกครั้งที่ทำงาน ภาษาที่รู้จักกันแพร่หลายคือ ภาษาเบสิก

2) คอมไพเลอร์ ( Compiler ) จะแปลภาษาสูงเป็นภาษาเครื่องหมดทั้งโปรแกรมก่อน แล้วจึงทำงาน ข้อดีคือ โปรแกรมที่แปลด้วยคอมไพเลอร์จะทำงานได้เร็วกว่า ภาษาที่มีวิธีแปลแบบนี้ ได้แก่ ภาษาฟอร์แทรน โคบอล ซี ปาสคาล และอื่น ๆ

ภาษาที่มนุษย์เราได้นำมาเป็นคำสั่งต่าง ๆ นั้น เราเรียกว่า ภาษาโปรแกรม ( Programming Language ) ภาษาโปรแกรมได้ถูกพัฒนาขึ้นมาหลายภาษาด้วยกัน แต่ที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ ภาษา C , FORTRAN , COBOL , BASIC , ALGOL และ PASCAL

ด้วยเหตุที่มีการพัฒนาภาษาโปรแกรมขึ้นเพื่อใช้งาน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ตรงกับความต้องการ ทำให้มีภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมคำสั่งเกิดขึ้นมากมาย จึงมีเกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถของโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้น

เกณฑ์การพิจารณาเลือกภาษาในการเขียนโปรแกรม ( 16 )

1. มีความสะดวกในการนิยามข้อกำหนดต่าง ๆ
2. มีความถูกต้องในการทำงานได้กำหนดข้อกำหนดไว้ 3 ประการ คือ
  - 1) สามารถตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่าทำงานได้ถูกต้องจากผู้เขียนโปรแกรม
  - 2) สามารถตรวจสอบการทำงาน และมีความถูกต้องในการแปลคำสั่งของการแปลภาษาของโปรแกรมนั้นไปเป็นภาษาเครื่อง



- 3) สามารถตรวจสอบความถูกต้อง ได้จากการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์
3. ความยืดหยุ่น มีความง่ายในการที่จะปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม
4. แปลคำสั่งได้เร็ว หมายถึงกระบวนการที่โปรแกรม จะแปลจากภาษาโปรแกรมนั้นไปเป็นภาษาเครื่องได้เร็ว
5. มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ และมีความง่ายในการใช้งานเพื่อบรรลุประสงค์ตรงกับงาน

เมื่อได้พิจารณาเกณฑ์ที่ได้กำหนดนี้แล้วพบว่า ภาษาปาสคาลมีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ที่จะเลือกใช้เป็น โปรแกรมภาษาเพื่อใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และเพื่อให้มีความเข้าใจว่าตัวภาษานี้ ผู้ออกแบบมีเป้าหมายในสร้างภาษานี้อย่างไร มีความเป็นมาอย่างไร จึงควรทราบกระบวนการพัฒนา และ หลักการ ของภาษา ( 1 ) ภาษาปาสคาล เป็นภาษาที่พัฒนามาจากภาษา ALGOL 60 โดยศาสตราจารย์เวิร์ธ จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งซุริก สวิสเซอร์แลนด์ ในปี 1970 โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาภาษานี้ดังนี้

เป้าหมายในการออกแบบโปรแกรมภาษาปาสคาล ( 16 )

- 1) ให้ภาษาที่พัฒนาขึ้นมีระบบ และกระบวนการ การโปรแกรมคำสั่งมีความชัดเจนตรงกับแนวคิด และโครงสร้างการโปรแกรม
- 2) ให้ภาษาที่พัฒนาขึ้นมีการพัฒนาระบบงานต่อจากระบบงานเดิมได้
- 3) ให้เป็นภาษาที่แสดงที่มีความยืดหยุ่น ทางด้านโครงสร้าง และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ให้เป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นของโครงสร้างข้อมูล โครงสร้างโปรแกรม และเพิ่มความสามารถด้านการอ่านข้อมูล การตรวจสอบข้อมูล และการจัดลำดับ โดยไม่ได้ลดประสิทธิภาพการทำงานลงไป
- 5) เป็นภาษาที่ช่วยให้ง่ายต่อการเห็นวิธีการของโครงสร้างโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ และสามารถดูแลระบบงานได้
- 6) เป็นภาษาที่มีระบบตรวจสอบข้อผิดพลาดที่ดี ซึ่งผลให้ภาษาปาสคาลเป็นเครื่องมือในการสอนการโปรแกรม หรือเหมาะสำหรับผู้เริ่มการเขียนโปรแกรม



เมื่อกล่าวโดยรวมแล้ว ( 1 ) ปาสคาลมีลักษณะของภาษาที่เป็นโครงสร้างทันสมัย มีการดำเนินการเป็นบล็อก ซึ่งนับเป็นลักษณะเด่นของภาษา ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างสะดวก และมีขั้นตอน มีความยืดหยุ่นของรูปแบบในการเขียนโปรแกรม

ปาสคาลเป็นภาษาที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนกันอย่างกว้างขวาง ( 5 ) เป็นภาษาที่มีโครงสร้างอยู่ในระดับที่สูง และเป็นภาษาที่มีวิธีการตรวจสอบรูปแบบข้อมูลที่ดี เป็นที่ยอมรับกันว่ามันเป็นภาษาที่มีโครงสร้างในการเขียนคล้ายคลึงกับภาษาซีมากที่สุด มากกว่าที่จะมีโครงสร้างเหมือนกับภาษาเบสิก แต่มันก็ยังคงขาดในเรื่องความรวดเร็วที่ภาษาซีมี

แต่ข้อเสียที่สำคัญของภาษาซี ( 16 ) คือความยากในการเขียนโปรแกรม และความยากในการแก้ไขโปรแกรม ทำให้ยากในการพัฒนาและการทำความเข้าใจ ( 9 ) ภาษาปาสคาลเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ช่วยสร้างภาพกราฟิกได้ดี โดยเฉพาะเทอร์โบปาสคาล มีความสามารถในด้านนี้มาก การเขียนกราฟฟิกบนปาสคาลจึงค่อนข้างทำได้ง่ายเป็น โปรแกรมภาษาที่ทำงานถูกต้อง ( 8 ) และเชื่อถือได้ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เป็นภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานระดับอาชีพ จากสถิติเมื่อปี พ.ศ .2533 มีผู้ใช้เทอร์โบปาสคาลอย่างเป็นทางการอยู่ในสหรัฐอเมริกาจำนวนมากกว่า 1.5 ล้านคน และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

คุณสมบัติเด่นของเทอร์โบปาสคาล ได้แก่ ( 8 )

- 1) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท คอมไพเลอร์ ( Compiler )
- 2) มีอิดิเตอร์ ( Editor ) รวมอยู่กับตัวคอมไพเลอร์ ช่วยให้สามารถสร้าง แก้ไข และปรับปรุงโปรแกรมได้สะดวก รวดเร็ว อิดิเตอร์มีวิธีการใช้งาน
- 3) เมื่อคอมไพล์ ( แปลภาษา ) โปรแกรมไม่ผ่านเทอร์โบปาสคาลจะกลับไปให้อิดิเตอร์พร้อมแสดงตำแหน่งและสาเหตุของความผิดพลาด ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาค้นหาด้วยตัวเอง
- 4) สามารถใช้กับระบบกราฟฟิก ( Graphics Adapter ) เกือบทุกชนิดที่มีใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ยุคปัจจุบัน ทำให้สามารถสร้าง โปรแกรมกราฟฟิก เพื่อใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดต่าง ๆ ได้

จากเอกสาร และการทดสอบโปรแกรมที่นำมาใช้เป็นภาษาโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ทำให้สรุปได้ว่าเราจะเลือกภาษาปาสคาลเป็นเครื่องมือเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนี้

## 2.5 วิศวกรรมซอฟต์แวร์ ( Software Engineering )

วิศวกรรมซอฟต์แวร์เป็นศาสตร์ความรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างกระบวนการผลิตซอฟต์แวร์โดยมีหลักการ และทฤษฎีโดยมีจุดมุ่งหมายให้สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ และเหมาะสม ( 22 )

### 2.5.1 กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์

รูปแบบและลักษณะการดำเนินการที่ใช้เรียกว่า WATERFALL MODEL คือการพัฒนาส่วนต่าง ๆ และเรียงตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) วิศวกรรมระบบ และการวิเคราะห์ ( System Engineering and Analysis ) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบที่มีขนาดใหญ่ เพื่อจัดสร้างและกำหนดองค์ประกอบที่จำเป็นในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และยังรวมถึงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่เกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์ในด้านอื่น ๆ อีกเช่น เครื่องมือและอุปกรณ์ ( Hardware ) , บุคลากร ( People ) และฐานข้อมูล ( Database ) จะเห็นได้ว่ากระบวนการทำงานในส่วนนี้คือ การวิเคราะห์ คัดแยก และกำหนดองค์ประกอบที่จำเป็น ให้เป็นองค์ประกอบที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งเราเรียกกระบวนการวิเคราะห์แบบนี้ว่า การวิเคราะห์และออกแบบระบบจากด้านบนลงล่าง ( Top Level Design )

2) การวิเคราะห์ ( Analysis ) หรือ ( Software Requirements Analysis ) เป็นกระบวนการที่มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความต้องการของความจำเป็นที่จะมีกระบวนการ ( Process ) ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์การทำงานของซอฟต์แวร์ได้ โดยทำความเข้าใจในความจำเป็นและความต้องการในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นที่จะต้องถูกบรรจุในซอฟต์แวร์เพื่อให้ซอฟต์แวร์สามารถปฏิบัติงานได้ตรงกับความต้องการ เช่น การวิเคราะห์ และทำความเข้าใจในข้อมูล การวิเคราะห์หน้าที่

( Function ) , ประสิทธิภาพ ( Performance ) และการเชื่อมโยงข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ( Interface ) และรวมถึงการวิเคราะห์ความต้องการของเอกสาร ที่ใช้อธิบายการทำงานของซอฟต์แวร์

3) การออกแบบ ( Design ) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการออกแบบซอฟต์แวร์โดยมีการออกแบบ 4 หัวข้อคือ โครงสร้างข้อมูล, สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์, รายละเอียดของโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการโปรแกรม และลักษณะรูปแบบการนำเสนอข้อมูล จุดประสงค์ของการออกแบบ คือการพยายามที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของความต้องการในการพัฒนาซอฟต์แวร์นั้น ๆ โดยการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการพัฒนาซอฟต์แวร์

4) การเขียนโปรแกรม ( Coding ) คือขั้นตอนของการทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเข้าใจและปฏิบัติงานได้ และถ้ากระบวนการการออกแบบโปรแกรมได้ออกแบบไว้ครบถ้วน จะทำให้ขั้นตอนการ โปรแกรมสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้โดยง่าย

5) การทดสอบ ( Testing ) คือขั้นตอนการตรวจสอบโปรแกรมโดยมีจุดหมายที่จะทดสอบความถูกต้องในระดับการเขียนโปรแกรม ( Coding ) ในส่วนต่าง ๆ และแก้ไขข้อบกพร่องจนมั่นใจได้ว่าจะสามารถยอมรับในผลการทดสอบ

6) การปรับปรุง และดูแล ( Maintenance ) เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถ บรรลุวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานได้ตลอดเวลา ดังนั้นในขั้นตอนนี้ คือการปรับปรุงและดูแลซอฟต์แวร์ได้ที่พัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

### 2.5.2 การทดสอบ ( Testing )

องค์ประกอบสำคัญของกระบวนการทั้งหมดหลังจากที่ได้วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาซอฟต์แวร์แล้ว คือกระบวนการที่จะทดสอบ ( Testing ) ประสิทธิภาพ คุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งได้แก่ การออกแบบ การเขียนโปรแกรมคำสั่ง และการนำระบบไปใช้งานจริง ( 19 )

โดยปกติค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดสอบซอฟต์แวร์ทางธุรกิจอาจมีจำนวนมากเป็นครั้งหนึ่งของค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ แต่ก็เป็นที่ยอมรับถึงค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ ด้วยเหตุผลที่กระบวนการทดสอบจะค้นหาข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ที่ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ อันได้แก่ ผู้วิเคราะห์ระบบ ( System Analyst ) และนักโปรแกรมคำสั่ง ( Programmer ) หรือผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาซอฟต์แวร์นั้น ๆ ขณะที่กลุ่มคนเหล่านี้ไม่สามารถค้นหาข้อผิดพลาดในขณะที่ทำการพัฒนา ดังนั้นเพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานก่อนการนำไปใช้งาน

### 1) วัตถุประสงค์ของการทดสอบ ( Testing Objectives )

- 1.1) เพื่อที่จะตรวจสอบหาข้อผิดพลาดของซอฟต์แวร์
- 1.2) วิธีการทดสอบที่ดีจะมีโอกาสที่จะสามารถค้นพบข้อผิดพลาดของซอฟต์แวร์ที่ยังไม่พบได้
- 1.3) ผลความสำเร็จของการทดสอบ คือการไม่ค้นพบข้อผิดพลาด หรือยังไม่พบข้อผิดพลาดหลังจากที่ได้ทำการทดสอบไปแล้ว

### 2) การตรวจสอบ และการทดสอบความถูกต้อง ( Verification and Validation )

การทดสอบแบบการตรวจสอบ ( Verification ) คือกระบวนการที่ใช้ในการทดสอบหาความผิดพลาดที่อยู่ภายในซอฟต์แวร์ โดยการจะสร้างสภาพแวดล้อมจำลอง ( Simulated Environment ) เพื่อใช้ในการทดสอบในขณะที่การทดสอบแบบการทดสอบความถูกต้อง ( Validation ) คือกระบวนการทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ภายใต้สภาพแวดล้อมการทำงานจริง ( Live Environment ) เพื่อที่จะค้นหาข้อผิดพลาดการทำงาน

### 3) การตรวจสอบความถูกต้องของการโปรแกรมคำสั่ง ( Code Testing )

เพื่อทดสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการโปรแกรมคำสั่ง ทั้งนี้นักวิเคราะห์ระบบ หรือนักโปรแกรมจะต้องมีวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ในทุก ๆ ขั้นตอนของการเขียนคำสั่งให้เป็นไปตามหลักการและวิธีการการโปรแกรมคำสั่งที่ถูกต้อง



#### 4) การทดสอบเฉพาะส่วน ( Specification Testing )

คือกระบวนการที่นักวิเคราะห์ระบบใช้ในการทดสอบแบบเฉพาะส่วนซึ่งจะแตกต่างจากการทดสอบที่ควรจะใช้ทดสอบทั่วไปอยู่แล้ว การทดสอบด้วยวิธีการนี้จะมีความแตกต่างของวิธีการ สภาพ และเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบจากแบบปกติ โดยมุ่งเน้นตามวัตถุประสงค์และสภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ต้องการทดสอบ

#### 5) การทดสอบภาพรวมของระบบ ( System Testing )

คือการทดสอบความถูกต้องของความสัมพันธ์ของการทำงานขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายใต้การทำงานในแต่ละส่วนของซอฟต์แวร์ โดยนักวิเคราะห์ระบบจะกำหนดขอบเขตและพื้นที่ของการทดสอบของระบบในแต่ละส่วน และภายใต้การทดสอบความสัมพันธ์ขององค์ประกอบแต่ละส่วนที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

#### 6) การทดสอบพิเศษ ( Special Systems Testing )

เป็นการทดสอบที่แตกต่างจากการทดสอบปกติ การทดสอบในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ภายใต้สภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ไม่ปกติ ซึ่งมี 6 การทดสอบที่จำเป็นต่อการทดสอบ

1.1) Peak Load Testing เป็นการทดสอบการทำงานของระบบภายใต้สภาวะวิกฤติ ( Critical times ) ในระบบการทำงานแบบออนไลน์ ( Online System ) เพื่อตรวจลำดับ วิธีการ และความถูกต้องของการทำงานภายใต้สภาวะที่ผู้ใช้งานระบบต้องการใช้งานข้อมูลในเวลาเดียวกัน

1.2) Storage Testing นักวิเคราะห์จะกำหนดจำนวน ปริมาณ และโครงสร้างของระบบการทดสอบนี้คือการทดสอบความถูกต้องของการทำงานภายใต้เงื่อนไขสภาพของจำนวนและปริมาณข้อมูลที่มีในระบบ



1.3) Performance Time Testing การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบในส่วนของเวลาที่ใช้ในการประมวลผลการทำงานในส่วนต่าง ๆ ทั้งนี้กระบวนการทดสอบนี้รวมถึงการทดสอบประสิทธิภาพของเวลาที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล การประมวลผลข้อมูล และการนำเสนอผลข้อมูล

1.4) Recovery Testing นักวิเคราะห์จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานให้ระบบเสีย ( Fail ) และข้อมูลบางส่วนถูกทำให้เสียหาย หรือสูญหาย เมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้จำเป็นต้องมีการออกแบบกระบวนการที่จะสามารถกู้คืน ( Recovery Data) การทดสอบอาจทำได้โดยทำให้ข้อมูลได้รับความเสียหาย และทดสอบการกู้คืนข้อมูล

1.5) Procedure Testing เอกสารและคู่มือการใช้งานซอฟต์แวร์ควรจะบอกวิธีการและลำดับขั้นตอนการใช้งานซอฟต์แวร์กับผู้ใช้ ให้สามารถเข้าใจและใช้งานได้โดยง่าย แต่ก็เกิดเหตุการณ์ที่แตกต่างไปจากเหตุการณ์ปกติซึ่งเนื่องจากการใช้งานที่ผิดพลาด หรือวิธีการใช้งานของผู้ใช้ เช่นกดแป้นคำสั่งผิด เปิดฝาที่เก็บแผ่นดิสก์ขณะกำลังอ่านข้อมูล และเหตุการณ์อื่น ๆ คงจะเป็นการยากที่นักวิเคราะห์ระบบจะสามารถอธิบายในรายละเอียดและปัญหาทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นได้ แต่นักวิเคราะห์ระบบควรพิจารณาและแก้ไขในข้อผิดพลาดและรายละเอียดที่สำคัญของระบบ และควรอธิบายไว้ในเอกสารประกอบการใช้งาน บ่อยครั้งที่ไม่มีข้อมูลรายละเอียดในคู่มือการใช้งาน นักวิเคราะห์ระบบควรจะให้คำแนะนำกับผู้ใช้เพื่อที่จะทำให้ระบบงานสามารถดำเนินงานไปได้อย่างปกติ

1.6) Human Factors Testing คือการทดสอบระบบทั้งหมดภายใต้วัตถุประสงค์ที่ทำให้ผู้ใช้งานระบบไม่มี หรือมีปฏิกิริยาต่อต้านการใช้งานระบบให้น้อยที่สุดโดยการทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขงานในส่วนนั้น ๆ ภายใต้สภาวะการทำงานผู้วิเคราะห์และออกแบบระบบควรจะทำให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถทำให้ผู้ใช้ทราบว่ากำลังทำงานอยู่ในส่วนใด และลำดับขั้นตอนต่อไปเป็นอย่างไร ควรจะทำอะไรต่อไปอย่างไรและอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการทำงาน ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบงานและผู้ใช้สามารถดำเนินงานไปได้ด้วยดี

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งหัวข้อในการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

#### 3.1 ศึกษาวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิชาพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

และกำหนดเนื้อหาวิชาที่ใช้ในงานศึกษาวิจัยนี้

#### 3.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์

#### 3.3 ประเมินผลการวิจัย

เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาการดำเนินการวิจัยได้โดยง่าย ผู้วิจัยขอนำเสนอรูปแบบการแสดงผลการวิเคราะห์และการออกแบบระบบโดยใช้ภาพ เพื่อนำเสนอแนวทางการดำเนินการวิจัย ดังนี้ ภาพแสดงการออกแบบโครงสร้างการทำงาน เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 3-1 ภาพแสดงโครงสร้างการทำงาน และเพื่อแสดงให้เห็นวิธีการดำเนินงานและลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย จึงได้มีการออกแบบและการวิเคราะห์ระบบงานเพื่อใช้ในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 3-2 ภาพแสดงการวิเคราะห์ระบบงาน

รูปที่ 3-1 ภาพแสดงโครงสร้างการทำงาน



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงการวิเคราะห์ระบบงาน



## ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย และการดำเนินงาน

### 3.1 ศึกษาวิเคราะห์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิชาพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง และ กำหนดเนื้อหาวิชาที่ใช้ในงานศึกษาวิจัยนี้

จากการศึกษาเนื้อหาวิชาในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งหัวข้อการศึกษา และการเรียนรู้ออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

#### 3.1.1 ศึกษาเนื้อหาความรู้ขั้นพื้นฐานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในส่วนนี้จะเป็นการศึกษาเนื้อหาความรู้ขั้นพื้นฐานของวิชาในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้อาจจะอยู่รูปของคำอธิบาย คำนิยามต่าง ๆ ชื่อกระบวนการ ชื่ออุปกรณ์ โครงสร้างข้อมูล และองค์ประกอบต่าง ๆ

#### 3.1.2 ศึกษาเนื้อหาความรู้ในขั้นการปฏิบัติการ

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาเนื้อหาความรู้ในขั้นการดำเนินการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ไปประยุกต์ใช้ รวมทั้งศึกษาองค์ความรู้ของวิชาในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จำเป็นจะต้องอาศัยทักษะการเรียนรู้จากการปฏิบัติการ

### 3.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์

เพื่อให้การนำเสนอวิชาในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาวิชานี้ ดังนั้นจึงมีการกำหนดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาวิชาแบ่งได้เป็น 2 ส่วน เช่นกัน ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ

- 1) การนำเสนอความรู้ในรูปแบบของตัวอักษร และภาพ โดยที่เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอเนื้อหาความรู้ ชื่อกระบวนการ หรือวิธีการต่าง ๆ ของวิชาในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่สามารถใช้การอ่าน และการดูภาพ ก็เพียงพอต่อการทำความเข้าใจได้
- 2) การเสนอความรู้ในรูปแบบของโปรแกรมการทำงาน โดยจะมีการนำเสนอโปรแกรมตัวอย่างของการประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้เห็นลำดับ และวิธีการดำเนินงานของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปใช้



สนทศกฏมิศาสตรไปประยุคไซ เนื้อหาในขั้นนี้มุ่งเน้นการเรียนรูโดยไซทักษะการเรียนรูจากการปฏิบัติงานจริงจากการใช้งานคอมพิวเตอร์

ในส่วแรกเป็นการนำเสนอความรู้โดยไซรูปแบบของไฮเปอร์เท็กซ์ แสดงข้อมูลตัวอักษรและรูปภาพที่จัดเก็บในฐานข้อมูลความรู้ ซึ่งสามารถจัดทำและจัดเก็บข้อมูลจากหนังสือ ตำรา และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเนื้อหาที่สามารถนำมาจัดเก็บนั้น โปรแกรมสามารถรองรับจำนวนข้อมูลได้ไม่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเนื้อที่อุปกรณ์ที่ไซในการจัดเก็บข้อมูล

ในส่วที่สอง จะเป็นการนำเสนอความรู้ผ่านกระบวนการใช้งาน โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย คือ

- 1) โปรแกรมการแสดงผลการนำเข้ข้อมูล แบบเวกเตอร์
- 2) โปรแกรมตัวอย่างแสดงการใช้งานระบบสารสนเทศกฏมิศาสตร

### 3.2.1 การวิเคราะห์และออกแบระบบ

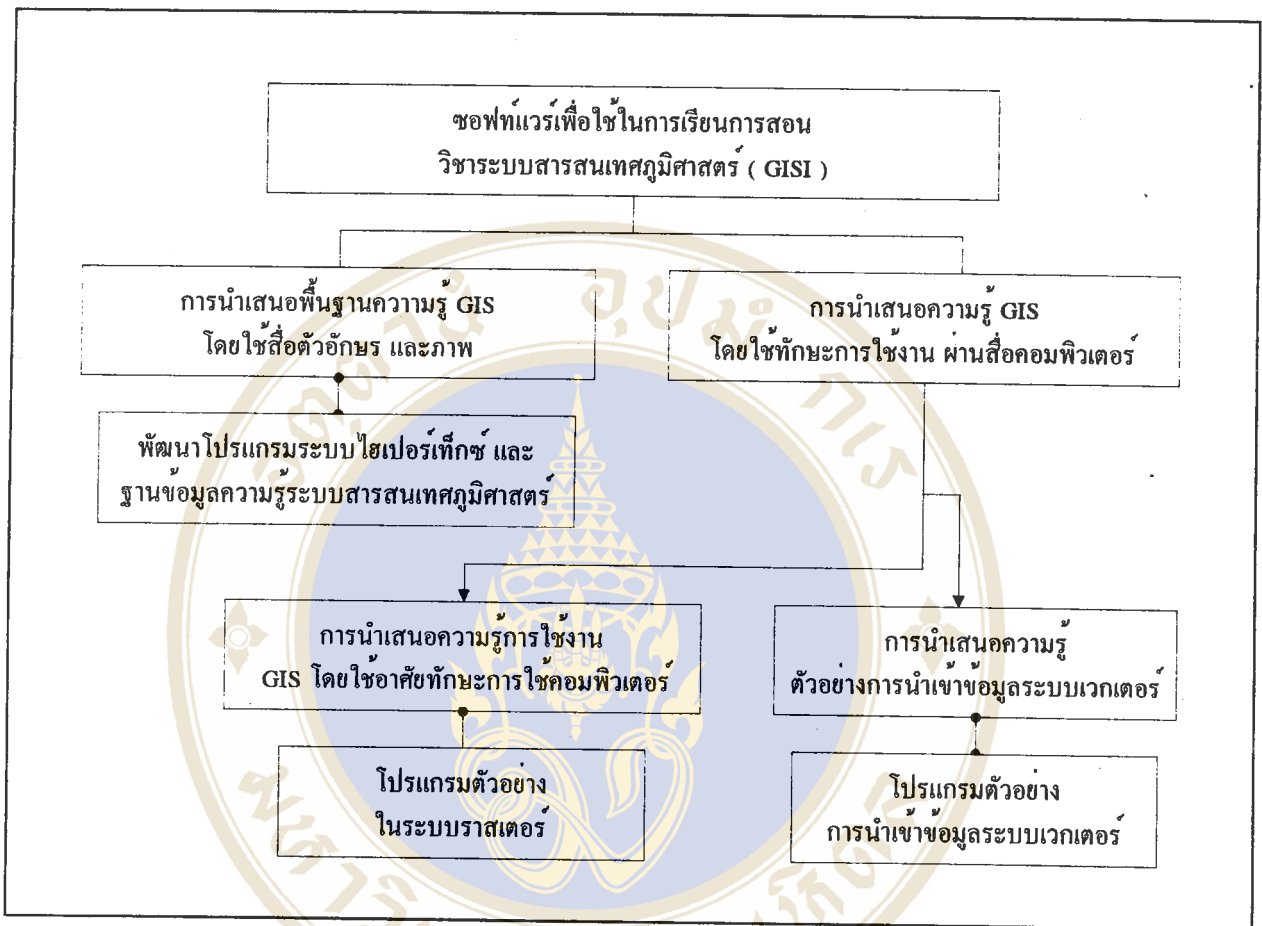
เพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดในการนำเสนอเนื้อหาวิชาและขอบเขตการศึกษาในส่วของการพัฒนาซอฟต์แวร์และสอดคล้องกับแนวคิดในเบื้องต้น ต่อไปนี้จะเป็นแสดงให้เห็นถึงกระบวนการที่ไซในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบที่พัฒนาขึ้น

### 3.2.2 แนวคิดหลักในการพัฒนาซอฟต์แวร์

- 1) สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้
- 2) สามารถนำไปไซในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศกฏมิศาสตรได้เป็นอย่างดีตามข้อจำกัดและขอบเขตการวิจัย
- 3) สามารถปรับปรุง เพิ่มเติมและแก้ไขโปรแกรมในรุ่นถัดไปได้โดยง่าย

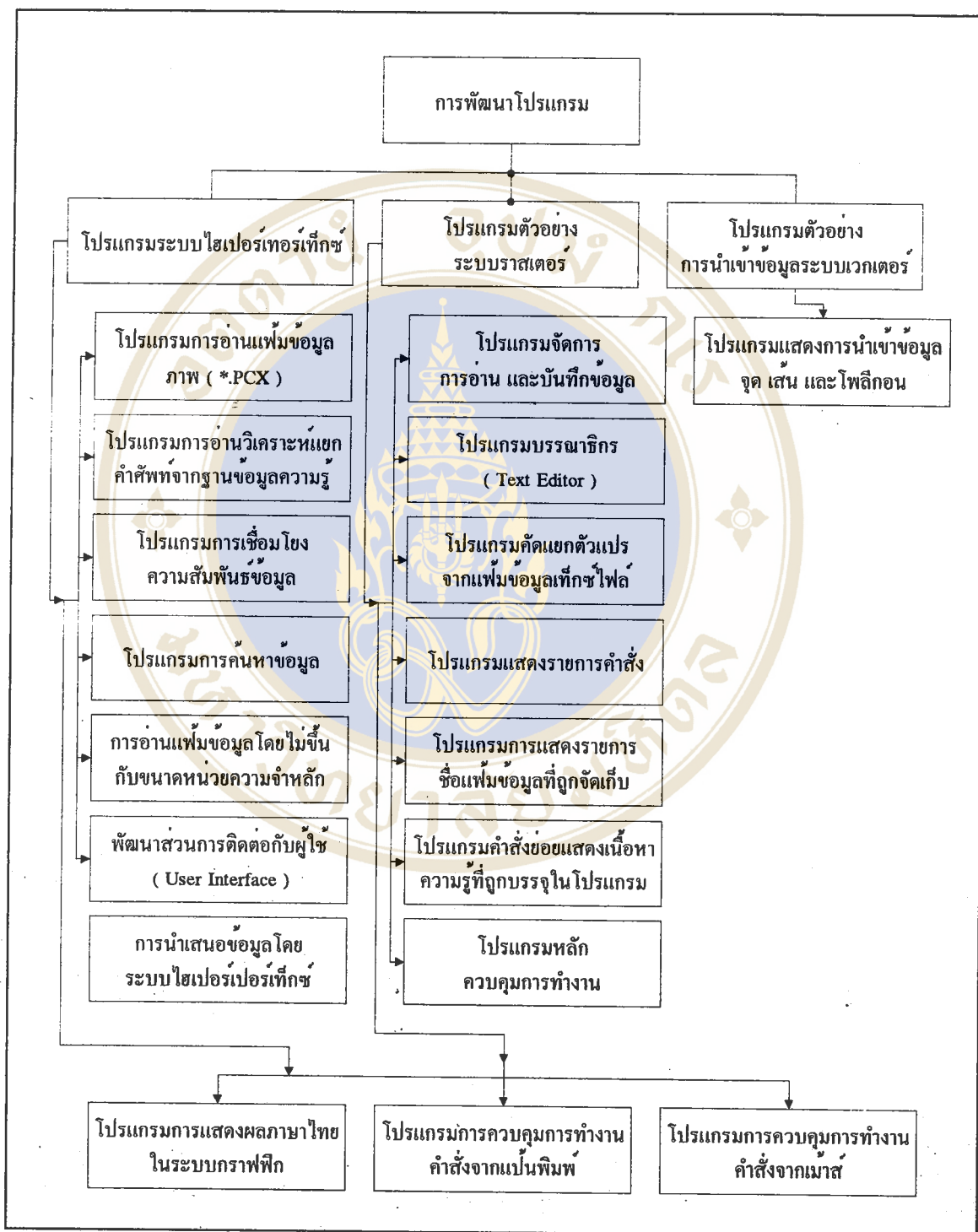
เพื่อให้แสดงลำดับขั้นตอนและส่วประกอบของโปรแกรมระบบสารสนเทศกฏมิศาสตรเพื่อไซในการเรียนการสอนนี้ จึงได้ออกแบบโครงสร้างการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถแสดงให้เห็นภาพโครงสร้างและองค์ประกอบในพัฒนาโปรแกรมในแต่ละส่ว ดังแสดงในรูปที่ 3-3 ภาพแสดงการวิเคราะห์และออกแบระบบโดยรวม เพื่อไซในการพัฒนาโปรแกรม

รูปที่ 3-3 ภาพแสดงการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยรวมเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม



การพัฒนาโปรแกรมในระบบทั้งสามนี้เพื่อให้โปรแกรมที่ได้รับการออกแบบนี้สามารถพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมได้โดยง่ายทั้งนี้การออกแบบโปรแกรมให้สามารถแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมได้โดยง่ายนั้น จะต้องออกแบบโปรแกรมให้เป็นโปรแกรมย่อยที่มีขนาดเล็กเพื่อให้สามารถหาจุดบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้โดยง่าย และจึงนำส่วนประกอบของโปรแกรมย่อยเหล่านี้มาประกอบเป็นโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้การวิจัยในครั้งนี้ได้ออกโปรแกรมโดยประกอบขึ้นจากหลายโปรแกรมย่อย เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังที่กล่าวมาแล้ว และเพื่อให้สามารถเข้าใจในการออกแบบระบบโปรแกรมและรูปแบบการวิเคราะห์ระบบได้โดยง่าย จึงขอแสดงภาพการออกแบบและวิเคราะห์ระบบโปรแกรมย่อยซึ่งจะเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาโปรแกรมหดังในภาพที่ 3-4 ภาพแสดงการวิเคราะห์และการออกแบบระบบ โปรแกรมย่อยในระบบ

รูปที่ 3-4 ภาพแสดงการวิเคราะห์ และการออกแบบระบบ โปรแกรมย่อยในระบบ



### 3.2.3 พัฒนาโปรแกรมย่อยในส่วนที่ 1 ( การพัฒนาระบบการแสดงผลไฮเปอร์เท็กซ์ )

เพื่อให้สามารถอธิบายองค์ความรู้ที่สามารถอธิบายโดยใช้สื่อตัวอักษร และภาพจำเป็นจะต้องพัฒนาโปรแกรมย่อยขึ้นมาทำหน้าที่ในส่วนนี้ และวิธีการที่จะนำเสนอเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาในแนวคิดนี้ได้ คือการนำองค์ความรู้ของระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ( Relational Database ) โดยใช้วิธีการนำเสนอแบบ ไฮเปอร์เท็กซ์ ( Hypertext )

#### 1) แนวคิดในการพัฒนาระบบไฮเปอร์เท็กซ์

1.1) สามารถแสดงผลข้อมูลตัวอักษรภาษาไทย และภาษาอังกฤษบนระบบการแสดงผลข้อมูลแบบกราฟฟิก

1.2) สามารถนำแสดงผลข้อมูลที่เป็นภาพได้

1.3) สามารถจัดเก็บข้อมูลได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของเนื้อที่หน่วยความจำหลัก เพื่อให้สามารถเพิ่มเติมข้อมูลความรู้ได้จำนวนมาก ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำสำรองเพียงอย่างเดียว

1.4) สามารถเพิ่มเติม และแก้ไขเนื้อหาความรู้ที่จัดเก็บในระบบได้โดยไม่ต้องปรับปรุงโปรแกรม

1.5) สามารถแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างข้อมูลตัวอักษรกับตัวอักษร และตัวอักษรกับภาพได้

1.6) สามารถนำไปใช้แสดงเนื้อหาความรู้วิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้

#### 2) การออกแบบโครงสร้างข้อมูลระบบไฮเปอร์เท็กซ์ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

2.1) โครงสร้างข้อมูลการจัดเก็บเนื้อหาวิชา และคำที่ใช้ในการค้นหา

2.2) โครงสร้างข้อมูลส่วนเก็บรายละเอียดแหล่งของข้อมูลภาพ ( Path ) ที่สามารถนำมาแสดงได้

2.3) โครงสร้างการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ข้อมูลระหว่างข้อมูลตัวอักษรที่ใช้เป็นคำในการค้นหา ไปยังข้อมูลตัวอักษรที่คำอธิบายเนื้อหา

2.4) โครงสร้างการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ข้อมูลระหว่าง ข้อมูลตัวอักษรที่ใช้ในการอธิบายเนื้อหา ไปยังภาพที่สามารถอธิบายเนื้อหา นั้นได้





### 3) ส่วนประกอบของระบบไฮเปอร์เท็กซ์

- 3.1) การพัฒนาระบบภาษาไทยบนระบบกราฟฟิก
- 3.2) การพัฒนาส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ ( User Interface )
- 3.3) การพัฒนาส่วนการควบคุมแป้นพิมพ์ ( Keyboard Control )
- 3.4) การพัฒนาส่วนการควบคุมระบบตัวชี้ ( Mouse Control )
- 3.5) การพัฒนาโปรแกรมการอ่านไฟล์ข้อมูลรูปภาพ
- 3.6) การพัฒนาโปรแกรมการอ่านแฟ้มข้อมูล โดยไม่ขึ้นกับขนาดของหน่วยความ

จำหลัก

3.7) การพัฒนาโปรแกรมการอ่านแฟ้มข้อมูล วิเคราะห์แยกคำศัพท์ที่ใช้เป็นคำเชื่อมโยง คำศัพท์อื่นนอกจากฐานข้อมูลความรู้

3.8) การพัฒนาโปรแกรม การอ่านแฟ้มข้อมูล โครงสร้างการเชื่อมโยงคำศัพท์กับภาพ โดยวิเคราะห์แยกคำศัพท์ และชื่อแฟ้มข้อมูลภาพ ตำแหน่งที่จัดเก็บเพื่อให้สามารถเชื่อมโยงไปยังแฟ้มข้อมูลภาพที่ใช้อธิบายได้

3.9) การพัฒนาโปรแกรมการค้นหาคำศัพท์ที่จัดเก็บในฐานข้อมูลความรู้

3.10) การพัฒนาส่วนการแสดงผลข้อมูลในระบบไฮเปอร์เท็กซ์

### 4) การพัฒนาส่วนการแสดงผลตัวอักษรภาษาไทยในระบบกราฟฟิก

#### 4.1) แนวคิดในพัฒนาการแสดงผลอักษรภาษาไทยในระบบกราฟฟิก

เนื่องจาก โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นในครั้งนึ้ระบบการแสดงผลทั้งหมดถูกพัฒนาขึ้นบนระบบการแสดงผลระบบกราฟฟิก และโปรแกรมที่ใช้พัฒนาภาษาปาสคาล ไม่มีส่วนของการ โปรแกรมคำสั่งเพื่อให้สามารถแสดงผลภาษาไทยบนระบบกราฟฟิกได้โดยตรง จึงต้องมีการพัฒนาโปรแกรมย่อยในส่วนนี้ขึ้น โดยการนำรูปแบบของตัวอักษรภาษาไทยที่ใช้เป็นมาตรฐานในปัจจุบันจากเวิร์คดูพามาเป็นแฟ้มข้อมูลรูปแบบตัวอักษรภาษาไทยที่จะใช้ในการแสดงผล ( Normal.Fon ) และพัฒนาโปรแกรมย่อยเพื่อควบคุมตำแหน่งของตัวอักษรเหล่านี้บนระบบการแสดงผลแบบกราฟฟิก ระบบกราฟฟิกที่ใช้แสดงผลนี้สามารถแสดงผลข้อมูลได้ด้วยความละเอียดของข้อมูล 640x480 จุดจอภาพ ( Dot Pixel ) ในแนวแกนตั้ง และแนวแกนนอนตามลำดับ ดังนั้น การนำเสนอข้อมูลตัวอักษรภาษาไทยจึงต้องมีการคำนวณขนาด และรูปแบบการแสดงผลของภาษาไทย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ด้วยเหตุที่ภาษาไทยเอง แตกต่างจากภาษาอังกฤษที่มีระดับของตัว



ไทยซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ด้วยเหตุที่ภาษาไทยเอง แตกต่างจากภาษาอังกฤษที่มีระดับของตัวอักษรที่แตกต่างกันถึง 3 ระดับการแสดงผล เช่น สู้ ซึ่งเห็นได้ชัดว่ามีความแตกต่างกันในระดับของการแสดงผลสระบน (ไม้โท) และสระล่าง (สระอุ) อีกทั้งยังต้องมีการจำแนกระดับของการแสดงผลของสระบน ให้มีระดับที่แตกต่างในสถานการณ์การใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น ล้น และ ล้น ซึ่งในโปรแกรมจะเห็นได้ว่า ไม้เอก ยังมีความแตกต่างกันของระดับการแสดงผลอีกด้วย ภาษาไทยเป็นภาษาที่มีความละเอียดและมีความหมายในตัวเองในแต่ละรูปแบบของการแสดงผล ดังนั้น จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจ จึงจะสามารถนำมาถ่ายทอดเป็นการแสดงผลในระบบคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้อง และมีความสวยงาม

4.2) ส่วนประกอบของระบบส่วนการผลตัวอักษรภาษาไทย มี 3 ส่วน คือ

- 1) เพิ่มข้อมูลที่จัดเก็บรูปแบบของตัวอักษรภาษาไทยจากเวิร์ดจุฬา เพิ่มข้อมูล Normal.Fon ขนาด 5120 ไบต์ เพิ่มข้อมูลนี้ขึ้นมาจากส่วนหนึ่งของโปรแกรมเวิร์ดจุฬา
- 2) โปรแกรมอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูล โดยการพัฒนาโปรแกรมย่อยเพื่ออ่านข้อมูลรูปแบบตัวอักษรจาก Normal.Fon
- 3) ส่วนของการนำตัวอักษรออกแสดงบนโหมคกราฟฟิก โดยการพัฒนาโปรแกรมย่อยควบคุมตำแหน่งของการแสดงผลตัวอักษรบนจอภาพ

4.3) รูปแบบรหัสตัวอักษรภาษาไทย

รหัสตัวอักษรภาษาไทยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้ถูกกำหนดรหัสขึ้นมาจากรหัสตัวอักษรแอสกี (Ascii Code) ซึ่งมีจำนวน 256 รูปแบบตัวอักษร และพบว่าจำนวน 128 รูปแบบตัวอักษรหลังไม่ได้ถูกนำมาใช้ในงานการแสดงผลตัวอักษร จึงได้มีการเปลี่ยนรหัสตัวอักษรในช่วงนี้ให้เป็นรหัสตัวอักษรภาษาไทยซึ่งจะเริ่มจากรหัสตัวอักษรที่ 161 เป็นต้นไป

โดยรูปแบบตัวอักษรที่จัดเก็บในแฟ้มข้อมูล Normal.Fon และถูกนำมาใช้งานได้มีดังนี้  
พยัญชนะ ได้แก่ ตัวพยัญชนะในภาษาไทยทั้งหมด 46 ตัว รวมทั้ง ข.ขวด และ ค.คน  
สระ ได้แก่ สระทั้งหมดในภาษาไทย ทั้งหมด 15 ตัว

วรรณยุกต์ และการ์นต์ ทั้งหมด 5 ตัว

เครื่องหมายพิเศษอีก 7 ตัว

อักษรเลขไทยอีก 10 ตัว

และรหัสผสมจำนวน 21 ตัว สระผสมเป็นการนำสระสองตัวมารวมกัน เพื่อกำหนดเป็นรหัสผสมหนึ่งตัวซึ่งจะทำให้การแสดงผลภาษาไทยแบบ 3 ระดับบนจอภาพ

ไทยที่ใช้ในการพัฒนานี้ จะใช้รหัสภาษาไทยสมอ. ซึ่งเป็นรหัสภาษาไทยที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประกาศร่างรหัสนี้เป็นมาตรฐานหนึ่ง

เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยง่ายจึงต้องมีการพัฒนาโปรแกรมในส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งานให้มีความสะดวก และเข้าใจง่าย ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของภาษาปาสคาลเองไม่สามารถพัฒนาส่วนการติดต่อกับผู้ใช้จากรูปแบบของภาษาได้โดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการออกแบบ และพัฒนาองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการพัฒนางานวิจัยนี้ มีดังนี้

#### 5) แป้นคำสั่ง 3 มิติ ( Button 3D )

##### 5.1) แนวคิดในพัฒนาแป้นคำสั่ง 3 มิติ

ปุ่มที่มีลักษณะมองได้ 3 มิติ เพื่อให้การใช้งานของผู้ใช้สามารถมองเห็นความแตกต่าง ของตัวอักษรปกติ และตัวอักษรที่เป็นคำสั่ง ตัวอักษรที่คำศัพท์ สามารถเชื่อมโยงไปยังคำศัพท์ หรือภาพอื่นได้ ชัดเจน และง่ายต่อการใช้งาน

##### 5.2) ส่วนประกอบของการพัฒนาแป้นคำสั่ง 3 มิติ ประกอบขึ้นจาก 3 ส่วน คือ

- 1) ส่วนของการแสดงภาพแป้นคำสั่ง
- 2) ส่วนของการตรวจสอบสถานะการทำงานตัวชี้ของเมาส์กับแป้นคำสั่ง
- 3) ส่วนของการส่งคำสั่งสั่งงาน ไปยังโปรแกรมย่อยอื่น

#### 6) การพัฒนาส่วนการควบคุมแป้นพิมพ์

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถงานสามารถควบคุมการทำงานจากแป้นพิมพ์ได้ และเพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมจึงควรมีการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ขึ้นเพื่อนำไปใช้ป็นองค์ของโปรแกรมย่อยอื่นต่อไป

##### 6.1) แนวคิดในการพัฒนาส่วนการควบคุมแป้นพิมพ์

เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมคำสั่งที่จะถูกส่งไปยังแป้นพิมพ์ ซึ่งจากเดิมจะถูกสั่งให้ทำงานโดยรหัสตัวเลข การพัฒนางานส่วนนี้จะเปลี่ยนคำสั่งรหัสตัวเลข ให้เป็นชื่อเรียกตำแหน่งของแป้นพิมพ์แทน เพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนางานในขั้นตอนต่อไป

การพัฒนางานในส่วนนี้คือ การกำหนดชื่อแป้นพิมพ์ ให้ตรงกับรหัสประจำ ( Scan code ) แป้นพิมพ์ และสามารถใช้อักษรของแป้นพิมพ์ แทนการเรียกรหัสประจำแป้นพิมพ์ ในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนอื่น ๆ

6.2) ส่วนประกอบของการพัฒนาส่วนการควบคุมแป้นพิมพ์ มี 2 ส่วน คือ

- 1) ตัวแปรชื่อแป้นพิมพ์ และรหัสค่าหมายเลขประจำแป้นพิมพ์
- 2) ส่วนของการตรวจสอบสถานะการใช้งานแป้นพิมพ์ และการส่งค่ารหัสแป้นพิมพ์ที่ถูกส่งงานไปตรวจสอบยัง โปรแกรมย่อยอื่น

7) การพัฒนาส่วนการควบคุมเมาส์

เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสะดวกต่อการใช้งานต่อผู้ใช้งานมากที่สุด ดังนั้นจึงมีการพัฒนาส่วนการควบคุมให้สามารถควบคุมการทำงานโดยเมาส์ได้

7.1) แนวคิดในการพัฒนาส่วนการควบคุมเมาส์

เพื่อใช้ในการติดต่อจากอุปกรณ์ควบคุมเมาส์ไปยังระบบโปรแกรมสามารถใช้งานได้โดยง่าย ให้ผู้ใช้เลือกใช้ได้ทั้งเมาส์ และแป้นพิมพ์

ลักษณะการทำงานของเมาส์มีลำดับการทำงานดังนี้ หลังจากที่เราริเริ่มใช้งานโปรแกรมเมาส์ ไครวเวอร์ ( Amouse.Com )แล้วหมายถึงการกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถ รับ และส่งข้อมูลจากเมาส์ และส่งข้อมูลเข้าสู่พอร์ต และรับข้อมูลเข้าสู่ระบบการทำงาน เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการใช้สามารถใช้เมาส์ในการควบคุม สามารถรับ และส่งค่าข้อมูลจากเมาส์ได้ การทำงานของเมาส์ถูกกำหนดค่าตำแหน่งการตรวจสอบสถานะการทำงานที่รีจิสเตอร์หมายเลข 33 ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมย่อยในส่วนนี้คือการพัฒนาโปรแกรมการตรวจสอบการเกิดอินเทอร์รัพท์ รีจิสเตอร์หมายเลข 33 เพื่อใช้ในการแปลงรหัสข้อมูลว่ามีการดำเนินการอย่างไรเกิดขึ้น เกิดการส่ง หรือรับข้อมูลอย่างไร รหัสข้อมูลบางส่วนถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่ เพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ของเมาส์ เช่น การเปิด / ปิด สถานะการแสดงผลของตัวชี้ตำแหน่งเมาส์ ( Mouse Pointer ) การกำหนดขอบเขตของตัวชี้บนจอภาพ และสถานะการกดปุ่มต่าง ๆ บนตัวควบคุมของเมาส์เอง

7.2) ส่วนประกอบของการพัฒนาส่วนการควบคุมระบบตัวชี้ มี 3 ส่วน คือ

- 1) กำหนดค่ารหัสประจำ และชื่อเรียกปุ่มที่ปรากฏบนเมาส์เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงาน
- 2) ตรวจสอบสถานะการทำงานของเมาส์ โดยตรวจสอบอินเตอร์รัพท์ หมายเลข 33 ตามสถานะต่าง ๆ ที่ใช้งานในโปรแกรม
- 3) ส่งค่าที่ตรวจสอบได้ไปยังโปรแกรมย่อยอื่น

8) การพัฒนาโปรแกรมการอ่านไฟล์ข้อมูลรูปภาพ

เพื่อนำเสนอข้อมูลความรู้ ที่สามารถแสดงได้โดยภาพ นามสกุล PCX

8.1) ส่วนประกอบของการพัฒนาการอ่านไฟล์ข้อมูลรูปภาพ มี 3 ส่วน คือ

- 1) กำหนดรูปแบบโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลภาพที่ต้องการอ่าน
- 2) พัฒนาโปรแกรมย่อย เพื่ออ่านภาพตามกระบวนการ ที่ถูกกำหนดขึ้น จากรูปแบบของแฟ้มข้อมูลภาพตามนามสกุลภาพ PCX
- 3) แปลงค่าข้อมูลที่ได้เป็นค่าสีให้สามารถแสดงผลได้ที่ระดับ 16 สี
- 4) นำผลที่ได้ออกแสดงที่จอภาพ

9) การพัฒนาโปรแกรมส่วนการควบคุมการอ่านไฟล์ข้อมูลแบบไม่ขึ้นกับขนาดหน่วยความจำหลัก

เพื่อให้ฐานข้อมูลความรู้ที่นำมาบรรจุไว้ในซอฟต์แวร์ สามารถเพิ่มเติมข้อมูลได้อย่างไม่มีขีดจำกัด ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไข และเพิ่มเติม ความรู้ที่มีอยู่ให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา

9.1) แนวคิดการพัฒนาโปรแกรมส่วนการควบคุมการอ่านไฟล์ข้อมูล

เนื่องจากหน่วยความจำหลักมีขนาดที่จำกัด ซึ่งมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะเก็บข้อมูลเนื้อหาที่จะนำมาใช้เป็นฐานความรู้ ดังนั้นในการจัดทำโปรแกรมจึงจะต้องอาศัยหน่วยความจำชนิดอื่น นำมาใช้แทน ซึ่งแนวคิดที่นำมาใช้ เราจะนำหน่วยความจำสำรอง ( Secondary Storage ) เช่น ฮาร์ดดิสก์เพื่อใช้เป็นที่จัดเก็บข้อมูลที่ยังไม่ต้องใช้งานไว้อีกก่อน และเมื่อต้องการใช้งานจึงจะอ่านข้อมูลที่มีอยู่ในหน่วยความจำรองขึ้นไปใช้งานบนหน่วยความจำหลัก



9.2) ส่วนประกอบของการพัฒนาโปรแกรมส่วนการควบคุมการอ่านไฟล์ข้อมูล ประกอบขึ้นจาก 2 ส่วน คือ

- 1) โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำรอง มาเก็บยังหน่วยความจำหลักจนกระทั่ง ครบตามจำนวนที่ต้องการ
- 2) โปรแกรมตรวจสอบการทำงาน ความต้องการอ่านข้อมูล ที่ยังถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง ขึ้นมาใช้งานเมื่อมีความต้องการใช้งาน

10) การพัฒนาโปรแกรมการอ่านแฟ้มข้อมูล วิเคราะห์แยกคำศัพท์ที่ใช้เป็นคำเชื่อมโยง คำศัพท์อื่น

ข้อมูลฐานความรู้ทั้งหมดถูกจัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันทั้งหมด ข้อมูลความรู้ที่เป็นคำศัพท์ความรู้ที่สามารถเชื่อมโยงไปยังคำศัพท์คำอื่น คำศัพท์ที่สามารถอธิบาย และเชื่อมโยงไปยังคำศัพท์อื่น หรือ สามารถเชื่อมโยงไปยังภาพ จะถูกทำให้แตกต่างโดยใช้สัญลักษณ์ ค้นเนื้อหา คำศัพท์นั้น

เช่น “...ความหมายของ !ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์! เราสามารถอธิบายได้...”

คำว่า “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” ถูกค้นโดย “!” ซึ่งเป็นคำศัพท์ที่สามารถใช้เชื่อมโยงไปยังคำศัพท์อื่น ได้ ดังนั้นในการอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลความรู้จะต้องสามารถแยกความแตกต่าง ๆ ระหว่างตัวอักษรที่เป็นเนื้อหาธรรมดา กับตัวอักษรเนื้อหาที่สามารถใช้เป็นคำเชื่อมไปสู่คำศัพท์คำอื่น ๆ ได้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกแยกออกจากฐานข้อมูลความรู้ โดยคัดแยกคำศัพท์ที่อยู่ระหว่างตัวกัน ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น แล้วนำไปจัดสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่ เพื่อใช้ในการตรวจสอบการเชื่อมโยงความ คำศัพท์ต่างในขั้นต่อไป

10.1) ส่วนประกอบของการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ ประกอบขึ้นจาก 2 ส่วน คือ

- 1) การอ่านแฟ้มข้อมูลความรู้ และตรวจสอบตัวอักษรที่ใช้เป็นคำศัพท์ที่จะใช้เป็นคำเชื่อมโยงไปยังคำศัพท์คำอื่น ๆ
- 2) ในคำศัพท์ที่ตรวจสอบได้นำมาจัดสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลใหม่ โดยเพิ่มตำแหน่ง ขนาดความยาวของคำศัพท์ และ ข้อความของคำศัพท์นั้นลงในแฟ้มข้อมูล เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูลในขั้นต่อไป

## 11) การพัฒนาโปรแกรมการอ่านแฟ้มข้อมูลการเชื่อมโยงคำศัพท์กับภาพ

โดยวิเคราะห์แยกคำศัพท์ และชื่อแฟ้มข้อมูลภาพตำแหน่งที่จัดเก็บ เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงไปยังแฟ้มข้อมูลภาพที่อธิบายได้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลการเชื่อมโยงต่าง ๆ ได้โดยง่ายดังนั้นการใช้งานในส่วนนี้จึงต้องการให้ผู้ใช้งานแก้ไขข้อมูลการเชื่อมโยงข้อมูลคำศัพท์ และภาพในลักษณะต่าง โดยแก้ไขในแฟ้มข้อมูลชนิดเท็กซ์ไฟล์ โดยมีกำหนดรูปแบบการเขียนคำสั่งการเชื่อมโยง ระหว่างคำศัพท์ที่ต้องการให้มีการเชื่อมโยงไปยังแฟ้มข้อมูลภาพ โดยให้มีการกำหนดชื่อคำศัพท์ ชื่อแฟ้มข้อมูลภาพและ ตำแหน่ง ( Path ) ที่ใช้ในการจัดเก็บของแฟ้มข้อมูลนั้น

11.1) ส่วนประกอบของการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ ประกอบขึ้นจาก 2 ส่วน คือ

1) การอ่านแฟ้มข้อมูล และตรวจสอบตัวอักษรที่ใช้เป็นคำศัพท์ที่จะใช้เป็นคำเชื่อมโยงไปยังแฟ้มข้อมูลภาพ

2) โปรแกรมจัดเตรียมค่าตัวแปร คำศัพท์ที่ตรวจสอบได้ และข้อมูลชื่อคำศัพท์ ชื่อแฟ้มข้อมูลภาพ และตำแหน่งที่จัดเก็บ เพื่อนำไปจัดสร้างแฟ้มข้อมูล และจัดเก็บลงไฟล์เพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลคำศัพท์ของ โปรแกรมการค้นหาข้อมูลคำศัพท์โครงสร้างและการจัดเก็บแฟ้มข้อมูล

ตัวอย่าง แฟ้มข้อมูล Picfile.dta ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลการเชื่อมโยงข้อมูลคำศัพท์กับแฟ้มข้อมูลภาพ

```
~PLOTTER~ = ~c:\pict\plott3.pcx~
```

```
~LASER~ = ~c:\pict\laser_16.pcx~
```

อธิบายโครงสร้าง ดังนี้

ข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องหมาย “~”..(คำศัพท์ที่ใช้เชื่อมโยงข้อมูล).. “~” คือคำศัพท์ที่ใช้ในการเชื่อมข้อมูลจากแฟ้มข้อมูล Help.dta ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บคำศัพท์ และเนื้อหาความรู้กับแฟ้มข้อมูลภาพ และจากข้อมูล Picfile.dta นี้เราจะใช้ในการเชื่อมโยงไปยังแฟ้มข้อมูลภาพ กับตำแหน่งที่จัดเก็บแฟ้มข้อมูลภาพ ซึ่งถูกอธิบายภายหลังจากคำศัพท์ที่กำหนด และหลังจากเครื่องหมาย “=” ภายใต้อำนาจเครื่องหมาย “~”..(ชื่อแฟ้มข้อมูล และตำแหน่งที่จัดเก็บ)..“~” เช่นกัน

อธิบายความหมายดังนี้

~PLOTTER~ = ~c:\pict\plott3.pcx~

PLOTTER คือชื่อคำศัพท์ที่มีแฟ้มข้อมูลภาพเชื่อมโยงอยู่ และใช้เป็นภาพที่อธิบายคำศัพท์นี้ โดยตำแหน่งที่จัดเก็บ และชื่อแฟ้มข้อมูลคือ "c:\pict\plott3.pcx"

## 12) การพัฒนาโปรแกรมการค้นหาคำศัพท์ที่จัดเก็บในฐานข้อมูลความรู้

เพื่อให้สามารถค้นหาข้อมูลที่มีปริมาณมากนี้ได้โดยง่าย โดยการจัดทำโปรแกรมย่อยให้เดิมชื่อคำศัพท์ที่ต้องการค้นหา โปรแกรมก็จะนำคำศัพท์ที่ใส่ค้นหา ไปเปรียบเทียบกับคำศัพท์ที่มีในฐานข้อมูล ถ้าการตรวจสอบพบว่ามีข้อมูลที่ตรงกับข้อมูลที่ต้องการค้นหาในฐานข้อมูล ก็จะข้อมูลคำศัพท์นั้นมาแสดงเป็นรายการคำศัพท์ที่ค้นหาได้ แล้วให้ผู้ใช้เลือกคำศัพท์ที่ต้องการดูข้อมูลจากรายการที่ค้นหาได้ในเบื้องต้น

12.1) ส่วนประกอบของการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ ประกอบขึ้นจาก 2 ส่วน คือ

- 1) โปรแกรมย่อยการเติมข้อมูลที่ต้องการค้นหา
- 2) โปรแกรมค้นหาข้อมูลคำศัพท์
- 3) นำเสนอข้อมูลข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกับคำศัพท์ที่ต้องการค้นหา

## 13) พัฒนาระบบการแสดงผลข้อมูลในระบบไฮเปอร์เท็กซ์

เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ใช้โปรแกรมได้เหมือนกับการอ่านหนังสือ และสามารถเรียกดูความหมายคำศัพท์ หรือความรู้ใหม่ที่ไม่เข้าใจ โดยการคลิก หรือเลื่อนตำแหน่งของเคอร์เซอร์ และกดปุ่มคำศัพท์นั้น ๆ ข้อมูลหรือความรู้ที่ผู้ใช้ไม่ทราบก่อนก็จะปรากฏขึ้น โดยที่แต่ละเนื้อหาของบทเรียนจะถูกเรียบเรียงขึ้นอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และสามารถเรียกดูข้อมูลในแต่ละเนื้อหาเสมือนการเปิดอ่านหนังสือ โดยสามารถเลือกเป็นพิมพ์ หรือเมาส์ ใช้ควบคุมการเปิด และเลือกดูข้อมูลการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ คือการนำแนวคิด และส่วนประกอบทั้งหมดที่นำเสนอไปในเบื้องต้น นำมาประกอบเป็นโปรแกรมนำเสนอข้อมูลโดยระบบไฮเปอร์เท็กซ์

### 3.2.4 การพัฒนาโปรแกรมตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน

#### 1) โปรแกรมแสดงการเพิ่มข้อมูลในระบบเวกเตอร์

เป็นการนำเสนอรูปแบบวิธีการนำเข้าข้อมูล และโครงสร้างของการจัดเก็บข้อมูลในระบบเวกเตอร์ ทั้งนี้โปรแกรมจะอธิบายการเพิ่มข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ จุด ( Point ), เส้น ( Line ) และพื้นที่รูปปิด ( Polygon ) เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจในรูปแบบของกระบวนการจัดเก็บข้อมูล และโครงสร้างข้อมูลในระดับพื้นฐานการจัดเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์ ( Vector Format )

#### 2) โปรแกรมย่อยแสดงตัวอย่างการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นำเสนอตัวอย่างรูปแบบการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง โดยการเรียนรู้จากการใช้งานโปรแกรม โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของราสเตอร์ ( Raster Format ) ลักษณะของโปรแกรมจะเป็นโปรแกรมที่มีรายการคำสั่ง ( Menu ) ให้เลือกใช้คำสั่งต่างที่ปรากฏดังรายการ การทำงานจะดำเนินไปตามข้อแนะนำที่จะปรากฏแสดงในแต่ละรายการคำสั่ง

แนวคิดที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมโปรแกรมย่อยนี้มียังประกอบด้วย ๖ ดังนี้

- 1) ให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเรียนรู้การทำงานได้โดยตนเอง
- 2) สามารถแสดงให้เห็นภาพรวมของโครงสร้าง และวิธีการจัดเก็บข้อมูลขั้นพื้นฐาน ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้
- 3) สามารถแสดงให้เห็นกระบวนการ เชื่อมโยง และสามารถแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ ( Spatial ) และข้อมูลเชิงบรรยาย ( Attribute ) ได้
- 4) สามารถแสดงให้เห็นถึงแนวคิดของกระบวนการวิเคราะห์ โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 5) สามารถแก้ไข และเพิ่มเติมเนื้อหาวิชาเข้าสู่โปรแกรมได้โดยง่าย

2.1) การวิเคราะห์และออกแบบระบบโปรแกรมย่อยแสดงตัวอย่างการทำงานของ GIS โปรแกรมดังกล่าวประกอบด้วยโปรแกรมย่อย ดังนี้



1) โปรแกรมย่อยวิเคราะห์แฟ้มข้อมูลโครงสร้างการจัดเก็บของคำอธิบายเนื้อหาข้อมูล เป็นโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการวิเคราะห์แฟ้มข้อมูลเท็กซ์ไฟล์ ที่ใช้บันทึก รายละเอียดของข้อมูลแผนที่ที่แสดงในโปรแกรม คือข้อมูลคำบรรยายของแผนที่ ( Attribute ) โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ คัดแยกข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้งานได้จากแฟ้มข้อมูล เท็กซ์ไฟล์ที่ผู้ใช้ได้ทำการบันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูลแสดงคำอธิบายเนื้อหาข้อมูล ซึ่งถูกเก็บไว้ในแฟ้ม ข้อมูลที่มีนามสกุล \*.DOC ตามที่ได้ถูกสร้างไว้ในโปรแกรม

#### 2) โปรแกรมย่อยเขียนแฟ้มข้อมูลตัวอักษร ( Text file Editor )

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียน และแก้ไข ข้อมูลเท็กซ์ไฟล์เพื่อใช้ในการ บันทึก และแก้ไขข้อมูลคำบรรยายของแผนที่ ทั้งนี้โปรแกรมย่อยนี้ถูกพัฒนาขึ้น และแสดงผลโดย เท็กซ์โหมด ( Text mode ) สามารถแสดงผล และบันทึกข้อมูลได้ทั้งภาษาไทย และอังกฤษ สามารถจัดเก็บ ( Save ) และเรียกค้นคืนข้อมูล ( Retrieval ) ได้

#### 3) โปรแกรมย่อยจัดสร้างรายการคำสั่ง

เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน โปรแกรมจึงมีการเลือกวิธีการออกคำสั่งให้ โปรแกรมทำงานโดยกำหนดให้ผู้เลือกรายการคำสั่งจากรายการคำสั่ง ( Menu ) และเพื่อให้ง่ายต่อ การพัฒนาโปรแกรม ผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมย่อย เพื่อใช้ในการสร้าง และควบคุมรายการคำสั่งที่ แสดงในโปรแกรมอีกทีหนึ่ง และสามารถนำไปใช้ในรายการคำสั่งอื่น ๆ ได้โดยง่าย เพื่อให้ง่ายกับ การพัฒนาโปรแกรม และการแก้ไข เพิ่มเติมโปรแกรมในอนาคต

#### 4) โปรแกรมหลัก ( Main Program )

เป็นส่วนของการควบคุมรายการคำสั่งย่อยทั้งหมดที่ถูกบรรจุไว้ใน โปรแกรม

#### 5) โครงสร้างข้อมูลในโปรแกรม ( Structure Data )

ข้อมูลที่ใช้งานในโปรแกรมแสดงตัวอย่างการทำงานของระบบสารสนเทศ- ภูมิศาสตร์นี้จะจัดเก็บข้อมูลเพื่อนำเสนอรูปแบบวิธีการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงบรรยาย ดังนั้นโครงสร้างการจัดเก็บ และการนำเสนอข้อมูลจึงมีความแตกต่างกัน ตามองค์ประกอบและ โครงสร้าง สามารถแสดงได้ดังนี้



ตัวอย่างโครงสร้าง และการจัดเก็บแฟ้มข้อมูล Document ( \*.DOC ) ในโปรแกรม เช่น แฟ้มข้อมูลชื่อ “salaya.doc”

```
[Configuration_File]
<Filename_of_Doc> = <salaya.doc> Filename for keeping this file.
<Filename_of_Data> = <salaya.dta> Filename for keeping data of map.
<Name_of_Data> = <salaya soil map> Name of map.
<Scale> 1 : = <50000> (1,2,3..50000)
<Measurement_Unit> = <1> (1=Meters,2=Feet,3=Km.)
[Legend]
<Class1> = <ดินเหนียว> Lengend for show class of map.
<Class2> = <ดินร่วน>
<Class3> = <ดินปนทราย>
<Class4> = <กำลังทำการสำรวจ>
```

**หมายเหตุ** ข้อความที่ภายหลัง เครื่องหมาย ‘=’ และอยู่ภายในเครื่องหมาย “<” .... “>” คือข้อความที่ใช้ในการใส่ข้อมูลของข้อมูลเชิงบรรยาย ที่จะปรากฏในการแสดงผลในโปรแกรม เช่น “<ดินปนทราย>” หมายถึงชื่อกลุ่มที่ใช้ข้อมูลในกลุ่มที่ 3

#### 6) รายการคำสั่งหลัก มีดังนี้

- 6.1) การแก้ไขข้อมูลเชิงพื้นที่ ( Editing ) ใช้เป็นคำสั่งในการแก้ไขข้อมูล เพิ่มเติม และจัดทำข้อมูลแผนที่ ที่ปรากฏ
- 6.2) การใส่ข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้รูปแบบของเวกเตอร์ ( Vector Inputting ) ใช้เป็นคำสั่งในการแสดง วิธีการนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์
- 6.3) การใส่ข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้รูปแบบของราสเตอร์ ( Raster Inputting ) ใช้เป็นคำสั่งในการแสดง วิธีการนำเข้าข้อมูลแบบราสเตอร์
- 6.4) เครื่องมืออรรถประโยชน์ ( Utility ) เป็นคำสั่งที่ประกอบขึ้นจากหลายโปรแกรมย่อย ทั้งนี้เพื่อให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ประกอบด้วย Fill, Fill\_All, Copy, Copy\_On, Mask, Random, Save, Show\_Value
- 6.5) การแปลงรหัสข้อมูล ( Recode ) ใช้เป็นคำสั่งแสดงการเปลี่ยนค่าข้อมูล
- 6.6) คำนวณค่าทางสถิติ ( Statistics ) แสดงผลการคำนวณค่าตัวเลขทางสถิติ
- 6.7) กระบวนการวิเคราะห์ ( Analysing ) ใช้เป็นคำสั่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.8) โปรแกรมเชล ( Shell ) ใช้เป็นคำสั่งเพื่อใช้ในการหยุดการทำงานของโปรแกรมชั่วคราว แล้วกลับไปสู่ระบบปฏิบัติการ ( DOS )

6.9) โปรแกรมแก้ไขข้อมูลเชิงบรรยาย ( Edit Document ) ใช้เป็นคำสั่งเรียกโปรแกรมบรรณาธิการ ( Editor ) เพื่อใช้ในการแก้ไขข้อมูลคำอธิบาย ( Attribute ) ที่ใช้อธิบายเนื้อหาของข้อมูลในโปรแกรม

6.10) โปรแกรมการจัดการแฟ้มข้อมูล ( File Management ) เป็นคำสั่งเพื่อใช้ในการจัดการแฟ้มข้อมูล ได้แก่ การเรียกค้นคืนข้อมูล และการจัดเก็บแฟ้มข้อมูล

### 3.3 ประเมินผลการวิจัย

เป็นส่วนที่ประเมินประสิทธิภาพ และสรุปข้อเสนอแนะของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น ที่ได้รับจากกลุ่มประชากร ซึ่งมีข้อกำหนด และวิธีการดังนี้

#### 3.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เรียนวิชา ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จำนวน 20 คน และ อาจารย์ผู้สอนวิชา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 ท่าน

#### 3.3.2 จัดทำแบบประเมินผลการวิจัย

เป้าหมายของการประเมินผล คือประเมินประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ และหาแนวทางในการปรับปรุงงานในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ทั้งระบบ ตรวจสอบความถูกต้องการทำงาน
- 2) ประสิทธิภาพการติดต่อกับผู้ใช้ ตรวจสอบความสะดวก และการสื่อสารระหว่างซอฟต์แวร์ กับผู้ใช้ ( User Interface ) และความน่าใช้งาน ( User Friendly )
- 3) ประสิทธิภาพที่คาดว่าจะได้รับจากซอฟต์แวร์นี้ เมื่อนำมาใช้งาน
- 4) การประเมินประสิทธิภาพการทำงานโดยกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์

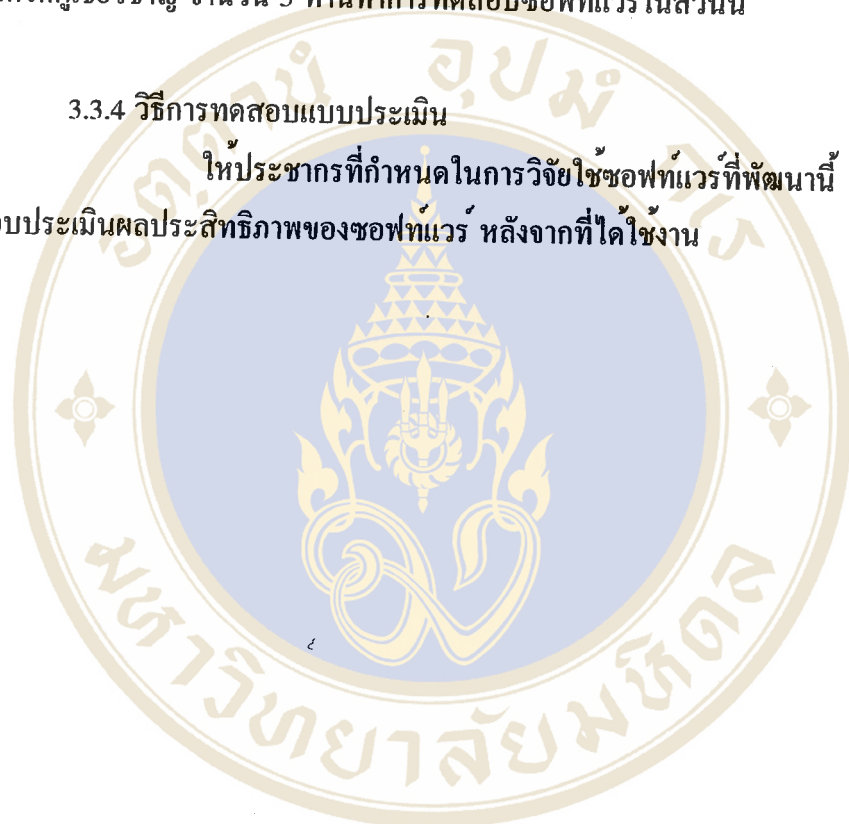


### 3.3.3 วิธีการประเมินผล

- 1) ใช้วิธีการตั้งคำถามปลายเปิด และแบบให้กรอกคะแนน โดยจะยึดหลักตามเป้าหมายของการประเมินผลในข้อที่ 3.3.2 การประเมินผลการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นประเด็นในการเก็บรวบรวมข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงซอฟต์แวร์นี้ในโอกาสต่อไป
- 2) วิธีการประเมินโดยยึดหลักของกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จะมีการกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านทำการทดสอบซอฟต์แวร์ในส่วนนี้

### 3.3.4 วิธีการทดสอบแบบประเมิน

ให้ประชากรที่กำหนดในการวิจัยใช้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนานี้ และให้ทำแบบทดสอบประเมินผลประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ หลังจากที่ได้ใช้งาน



ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงระยะเวลาการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระยะเวลาการทำงาน ( หน่วย : เดือน )							
	2	4	6	8	10	12	14	16
ศึกษา และทดสอบการ โปรแกรมคำสั่ง	x	x	x	x	x			
ศึกษาศาสตร์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง	x	x	x	x	x	x		
ศึกษาองค์ความรู้ของ GIS		x	x	x	x	x	x	
พัฒนาซอฟต์แวร์			x	x	x	x	x	
ทำแบบทดสอบ						x		
ทดสอบ และประเมินผลซอฟต์แวร์							x	
สรุปผล และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์						x	x	x

ตารางที่ 3-2 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน
ค่าหนังสือ และคู่มือประกอบการพัฒนาซอฟต์แวร์	5,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการจัดทำแบบทดสอบ	2,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการจัดทำวิทยานิพนธ์	4,000 บาท
ค่าถ่ายเอกสารประกอบในการวิจัย	2,000 บาท
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	3,000 บาท
เงินสำรอง เพื่อใช้ในการวิจัย	4,000 บาท
<b>*** รวมเป็นเงิน ***</b>	<b>20,000 บาท</b>

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จะนำเสนอผลของการประเมินการวิจัยที่ได้รับการประเมินผล จากผู้ที่ได้ทดลองใช้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น

#### ตอนที่ 1 การประเมินผลจากผู้เรียนจำนวน 20 คน

การประเมินผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินผล และประเมินผลโดยการเก็บรวบรวมผลการประเมินโดยการให้กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง โดยมีการกำหนดคุณสมบัติของนักศึกษาผู้เข้าทดสอบไว้ก่อนแล้ว จำนวน 20 ตัวอย่าง ผลการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลการประเมินการทดสอบซอฟต์แวร์หลังการใช้งาน

ตอนที่ 2 นำเสนอข้อคิดเห็นและขอแนะนำจากผู้ที่ทำกรทดสอบ

#### 4.1 ผลการศึกษาผลการประเมินการทดสอบซอฟต์แวร์หลังการใช้งาน

ในแบบประเมินผลการทดสอบในตอนต้นที่ 1 ประกอบด้วยคำถามเรียงตามหมายเลขข้อ และคำอธิบายคำถามโดยย่อ โดยกำหนดให้ผู้ประเมินเลือกตอบคำตอบเพื่อให้ระดับคะแนนที่ควรจะได้รับจาก 0 คือระดับคะแนนที่ต่ำที่สุด ถึง 10 คือระดับคะแนนที่สูงที่สุด โดยกำหนดให้เกณฑ์การผ่านการทดสอบที่ระดับคะแนน 5

ผลการประเมินการทดสอบซอฟต์แวร์หลังการใช้งาน ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ตารางแสดงผลการประเมินผลหลังการทดสอบใช้งานซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น

ผู้ตอบแบบทดสอบ	หมายเลขข้อที่ใช้การทำการทดสอบ							ค่าเฉลี่ย	ผลรวม
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7		
1	8	8	9	7	7	7	7	7.57	53
2	5	7	9	7	9	9	8	7.71	54
3	7	8	6	6	7	7	7	6.86	48
4	9	8	10	8	9	8	9	8.71	61
5	7	6	8	7	8	5	7	6.86	48
6	8	8	7	7	9	8	8	7.86	55
7	8	8	8	7	8	8	9	8.00	56
8	7	8	5	5	7	8	7	6.71	47
9	8	8	4	5	7	7	7	6.57	46
10	8	7	7	6	7	7	7	7.00	49
11	6	6	6	4	6	6	6	5.71	40
12	5	8	4	4	7	7	9	6.29	44
13	7	8	8	8	7	6	7	7.29	51
14	8	7	9	8	7	8	8	7.86	55
15	9	8	8	8	8	9	8	8.26	58
16	9	8	8	7	7	7	7	7.57	53
17	7	8	6	6	8	7	7	7.00	49
18	9	9	8	7	8	7	8	8.00	56
19	8	9	6	8	9	8	7	7.87	55
20	6	7	6	8	7	7	6	6.71	47
ผลรวมคะแนน	149	154	142	133	152	146	149	146.4	1025
ระดับคะแนนเฉลี่ย	<u>7.45</u>	<u>7.70</u>	<u>7.10</u>	<u>6.65</u>	<u>7.60</u>	<u>7.30</u>	<u>7.45</u>	<u>7.32</u>	<u>51.25</u>
เปอร์เซ็นต์ (%)	74.50	77.70	71.00	66.50	76.00	73.00	74.50	<u>73.20</u>	
ค่าคะแนนสูงสุด	9	9	10	8	9	9	9	8.71	61
ค่าคะแนนต่ำสุด	5	6	4	4	6	5	6	5.71	40



จากตารางการทดสอบที่ 4.1.1 พบว่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่ซอฟต์แวร์นี้ได้รับอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 7.32 คะแนนซึ่งถ้าเทียบเกณฑ์แล้วจะพบว่าประสิทธิภาพของภาพรวมของซอฟต์แวร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์การทดสอบที่ระดับคะแนน 5

ผลการทดสอบในข้อที่ 1 ประสิทธิภาพของโปรแกรม ในความคิดเห็นของผู้ประเมินระดับคะแนนของการทดสอบ ได้ระดับคะแนนที่ 7.45

ผลการทดสอบในข้อที่ 2 รูปแบบที่โปรแกรมใช้ในการนำเสนอ รวมถึงการออกแบบและวิธีการที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาที่บรรจุในโปรแกรม ได้ระดับคะแนน 7.70

ผลการทดสอบในข้อที่ 3 ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม ได้ระดับคะแนน 7.10

ผลการทดสอบในข้อที่ 4 ภาษาที่ใช้ในการอธิบายการใช้งานโปรแกรม หมายถึงข้อความ หรือคำแนะนำที่ปรากฏในโปรแกรมเพื่อให้เป็นข้อความแนะนำอธิบายการใช้งานโปรแกรม ผลการประเมินได้ระดับคะแนน 6.65

ผลการทดสอบในข้อที่ 5 การแสดงเนื้อหาความรู้ วิธีการ และรูปแบบที่ใช้ในโปรแกรมเพื่อให้นำเสนอเนื้อหาความรู้วิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้ระดับคะแนน 7.60

ผลการทดสอบในข้อที่ 6 เนื้อหาความรู้ที่ได้นำเสนอ หมายถึงระดับเนื้อหา ขนาด และความเหมาะสมของเนื้อหาวิชาที่บรรจุในโปรแกรม ได้ระดับคะแนน 7.30

ผลการทดสอบในข้อที่ 7 ประสิทธิภาพการนำโปรแกรมนี้ไปใช้งานในการเรียนการสอนวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้ระดับคะแนน 7.45

จากผลคะแนนที่ได้รับจากการทดสอบ ทุกผลการทดสอบมีค่าระดับคะแนนมากกว่า 5 คะแนนซึ่งหมายถึง ทุกผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ประเมินผลการผ่านการทดสอบ ตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดเกณฑ์การประเมินผล

ผลคะแนนที่ได้รับสูงสุดคือ 7.70 ในคำถามข้อที่ 2 หมายถึงรูปแบบที่โปรแกรมใช้ในการเสนอได้รับคะแนนสูงสุด และผลคะแนนที่ได้น้อยที่สุดคือคำถามในข้อที่ 4 คือข้อความ และคำอธิบาย เพื่ออธิบายผู้ใช้งานโปรแกรมได้รับคะแนน 6.65 ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำที่สุด

## 4.2 นำเสนอข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทำการทดสอบ

การนำเสนอเนื้อหาในส่วนนี้ ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นการสรุปข้อมูลที่ได้รับจากข้อคิดเห็นจากผู้ประเมินโปรแกรมโดยตรง และมีได้มีการปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูล

### 4.2.1 ข้อเด่นที่ผู้ทดสอบมีความเห็นว่า ควรได้รับการส่งเสริม และนำไปพัฒนา

1. รูปแบบ และแนวคิดที่ใช้ในการนำเสนอ
2. ความรวดเร็วในประมวลผล และการแสดงผล
3. การนำเสนอเนื้อหาเรียบง่าย แต่ไม่ล้าสมัย
4. สามารถเห็นภาพ และการทำงานได้พร้อมกัน
5. มีรายละเอียดเพื่อใช้ในการเรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ครบถ้วน
6. สามารถปรับปรุง และแก้ไขข้อมูลได้
7. สามารถนำไปพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมได้ง่าย
8. มีความสะดวกในการใช้งาน เพราะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง
9. การใช้งานที่ง่าย
10. การนำรูปภาพจริงมาใช้ในการนำเสนอ
11. สี สันสวยงาม

### 4.2.2 ข้อด้อยของโปรแกรมที่ผู้ทดสอบมีความเห็นว่าควรได้รับการปรับปรุง และแก้ไข

1. ควรจะเพิ่มรายการคำสั่งภาษาไทย และแสดงคำอธิบายโดยย่อ
2. ควรปรับปรุงปริมาณเนื้อหาที่แสดงผลบนหน้าจอ ให้มีความเหมาะสม
3. ควรปรับปรุงรายการคำสั่งให้มีขนาดใหญ่ เห็นได้ชัดเจนกว่าที่เป็นอยู่
4. ควรเพิ่มขนาดของแผนที่ ที่ใช้แสดง ให้มีขนาดมากขึ้น
5. โปรแกรมมีรายละเอียดค่อนข้างมาก ควรเพิ่มเติมคำอธิบาย
6. ลักษณะการใช้งานควรแสดงลำดับเป็นขั้นตอนที่ง่าย และสะดวกต่อผู้

ใช้ เพื่อให้ง่ายต่อการทำการใช้งาน และการทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน

#### 4.2.3 สิ่งที่คุณตอบแบบทดสอบมีความเห็นว่าควรเพิ่มเติมเข้าไปในโปรแกรม

1. ควรเพิ่มเติมระบบแนะนำการใช้งาน ( Help System )
2. ควรเพิ่มระบบสื่อประสม ( Multimedia ) เช่น เสียง และภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น
3. ควรมีการแสดงลำดับขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม ให้สามารถศึกษาได้ด้วยตัวเองได้โดยง่าย และควรมีการแสดงคำอธิบายเนื้อหาโดยย่อของแต่ละเนื้อหาความรู้ที่จะนำเสนอ ก่อนการใช้งานโปรแกรม

#### 4.2.4 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม จากผู้ตอบแบบทดสอบ

1. ควรจะปรับปรุงแก้ไขหาปัญหาเกี่ยวกับปัญหาเรื่องหน่วยความจำหลัก ซึ่งส่งผลกระทบต่อการพัฒนาโปรแกรม
2. ควรจัดทำหมีคำอธิบายเป็นภาษาไทยทุกขั้นตอน
3. ควรเพิ่มเติมฐานความรู้ที่มีอยู่เดิมให้มากยิ่งขึ้น และจัดฐานความรู้ให้เป็นลำดับ และ ขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา และนำไปใช้งานจริง
4. ภาษาที่ใช้ในการแสดงคำอธิบายควรใช้เป็นภาษาอังกฤษ เพื่อความเป็นสากล

#### ตอนที่ 2 การประเมินผลจากอาจารย์ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 5 ท่าน

การประเมินผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบประเมินผล และประเมินผลโดยการเก็บรวบรวมผลการประเมินโดยการให้อาจารย์ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ 5 ท่าน

ผลการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลการประเมินผลประสิทธิภาพของการพัฒนาซอฟต์แวร์ จากการตรวจสอบเอกสารประกอบการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการทดสอบใช้งานโปรแกรม

ตอนที่ 2 นำเสนอข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากผู้ทำการทดสอบ

#### 4.3 ผลการศึกษาผลการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาซอฟต์แวร์

ในแบบประเมินผลการทดสอบในตอนี่ 2 ประกอบด้วยคำถามเรียงตามหมายเลขข้อ และคำอธิบายคำถามโดยย่อ โดยกำหนดให้ผู้ประเมินเลือกตอบคำตอบเพื่อให้ระดับคะแนนที่ควรจะได้รับจาก 0 คือระดับคะแนนที่ต่ำที่สุด ถึง 10 คือระดับคะแนนที่สูงที่สุด โดยกำหนดให้เกณฑ์การผ่านการทดสอบที่ระดับคะแนน 5 ผลการประเมินการทดสอบซอฟต์แวร์หลังการใช้งาน ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงผลการประเมินผลสอบด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์

การทดสอบ	ผู้ที่ตอบแบบทดสอบ					คะแนน		
	1	2	3	4	5	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
<b>General Requirement</b>								
1. มีคู่มือการใช้งาน ที่เรียบร้อยชัดเจน	3	4	4	5	3	5	3	3.8
2. มีคู่มือระบบ ที่เรียบร้อยชัดเจน	3	4	5	4	3	5	3	3.8
3. มีการกำหนดคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ รายละเอียด และความสามารถในการทำงานชัดเจน	3	4	4	4	4	4	3	3.8
4. มีการกำหนดคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ รายละเอียด และความสามารถในการทำงานชัดเจน	4	3	4	4	4	4	3	3.8
5. การพัฒนาซอฟต์แวร์ มีการกำหนดรายละเอียดของโครงสร้างซอฟต์แวร์ และรายละเอียดแต่ละโมดูลย่อยไว้ชัดเจน	3	3	4	4	2	4	2	3.2
6. การพัฒนาซอฟต์แวร์ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนา เครื่องมือในการทดสอบ ให้บรรลุวัตถุประสงค์เหมาะสม และชัดเจน	3	4	4	5	4	5	3	4.0
คะแนนเฉลี่ย	3.16	3.33	4.16	4.35	3.33	4.50	2.83	3.73



ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงผลการประเมินผลสอบด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ( ต่อ )

การทดสอบ	ผู้ตอบแบบทดสอบ						คะแนน	
	1	2	3	4	5	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
<b>Install</b>								
1. การติดตั้งโปรแกรม มีการกำหนดขั้นตอนการ ใช้อย่างละเอียดชัดเจน ในคู่มือการใช้งาน	4	3	4	5	3	5	3	3.8
2. การติดตั้งซอฟต์แวร์รวมทั้งอุปกรณ์รอบข้าง เช่น เม้าส์ สามารถทำได้โดยสะดวกรวดเร็ว	2	3	4	5	2	5	2	3.2
คะแนนเฉลี่ย	3.00	3.00	4.00	5.00	1.50	5.00	2.50	3.50
<b>Implementation</b>								
1. แต่ละโมดูลย่อยสามารถทำงานตามฟังก์ชันที่ กำหนดไว้ในคุณสมบัติเฉพาะได้อย่างถูกต้อง	2	5	3	4	3	5	2	3.4
2. การนำเข้ข้อมูล สามารถทำได้โดยสะดวก ง่าย ต่อการใช้งาน ทั้งจากแป้นพิมพ์ และเม้าส์	3	5	4	4	3	5	3	3.8
3. ผลลัพธ์จากจอภาพ มีความชัดเจน ครบถ้วน	3	5	3	5	3	5	3	3.8
4. การติดต่อกับผู้ใช้มีความสวยงาม สะดวกแก่การ ใช้งาน และเข้าใจง่าย	3	3	4	5	2	5	2	3.4
5. มี HELP ที่สะดวกแก่การใช้เมื่อเกิดปัญหา	0	0	0	0	0	0*	0*	0*
คะแนนเฉลี่ย	2.75	4.50	3.50	4.50	2.75	5.00	2.50	3.60

จากตารางผลการทดสอบที่ 4.3.1 พบว่าระดับคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบอยู่ระหว่างระดับคะแนนเฉลี่ย 3.20 - 3.80 คะแนนสำหรับทุกผลการทดสอบ ยกเว้นในการทดสอบในส่วนที่ 3 คือ Implementation ในส่วนของคำถามที่ 5 ได้รับคะแนน 0 สำหรับทุกผู้ตอบทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากซอฟต์แวร์ไม่ได้มีการพัฒนางานในส่วนนี้ ดังนั้นจึงไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ยของการคะแนนการทดสอบ

#### 4.4 ข้อคิดเห็นจากอาจารย์ผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญ

1. วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอน ควรมีวัตถุประสงค์เฉพาะตัวซึ่งผู้ใช้งานซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมี 2 ระดับคือ อาจารย์ผู้สอน และผู้เรียน
  - สำหรับอาจารย์ผู้สอน ส่วนสำคัญขึ้นอยู่กับวิธีการในการเตรียมความรู้ให้ผู้เรียน เช่น ความเหมาะสม ปริมาณเนื้อหา และวิธีการนำเข้าสู่ซอฟต์แวร์
  - สำหรับผู้เรียน ส่วนสำคัญขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ที่จะสามารถถ่ายทอดความรู้ตามกระบวนการของซอฟต์แวร์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่อาจารย์ผู้สอนต้องการ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ และเป็นฐานความรู้ในการพัฒนาความรู้ระดับสูงต่อไป
2. สำหรับผู้ที่เริ่มศึกษาวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซอฟต์แวร์นี้น่าจะมีประโยชน์สำหรับใช้ในการเรียนการสอน
3. สำหรับภาพรวม ความสามารถ และประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์อยู่ในระดับปานกลางถึงมาก และควรจะมีการศึกษาในการทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ในด้านต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมขึ้น
4. ซอฟต์แวร์นี้สามารถนำข้อมูลที่มีลักษณะแตกต่างกันมาทำงานภายใต้แนวความคิดของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ชัดเจน และแสดงคำอธิบายได้ในเวลาเดียวกัน
5. การพัฒนางานในส่วนของการแสดงผลแบบเวกเตอร์ และราสเตอร์ มีความชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ
6. ในส่วนของการแสดงผลแบบกราฟฟิก ในส่วนของการแก้ไขข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และการแสดงผล ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ดี
7. ควรแก้ไขปัญหาในส่วนของการแสดงผลแบบไฮเปอร์เท็กซ์ เช่นปรับขนาดของแป้นเพื่อใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูลให้มีขนาดเหมาะสม, ปรับปรุงขนาดของจอภาพให้เหมาะสม และพิจารณาเทคโนโลยี หรือวิธีการอื่นเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุง

## บทที่ 5

### สรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายขึ้นเพื่อที่จะพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้สามารถนำซอฟต์แวร์นี้ไปใช้ในการเรียนการสอน ได้จริง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พยายามเปิดกว้างในส่วนของเพิ่มเติม และสามารถปรับปรุงซอฟต์แวร์ให้ ได้มากที่สุด เพื่อให้ผู้วิจัยท่านอื่นสามารถเข้ามาปรับปรุง หรือนำบางส่วนบางตอนของการวิจัยครั้งนี้ ไปปรับปรุงเพื่อใช้ในการพัฒนาองค์ความรู้ในศาสตร์ของการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อ ใช้ในการพัฒนาวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ในอนาคต

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อยหลายโปรแกรม ซึ่ง แต่ส่วนของการพัฒนาได้นำเสนอแนวคิด นำเสนอวิธีการออกแบบโปรแกรม และวิธีการพัฒนา ดังที่ได้แสดงไว้ในแต่ละส่วน ซึ่งมีรายละเอียดตามที่ได้เสนอในตอนต้น ส่วนโปรแกรมหลักของ ซอฟต์แวร์มี 3 โปรแกรม คือ

1. การนำเสนอองค์ความรู้โดยใช้ระบบไฮเปอร์เท็กซ์
2. การนำเสนอการนำเข้าข้อมูลโดยระบบเวกเตอร์
3. การนำเสนอความรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้ทักษะการใช้งานคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยเชื่อว่าโปรแกรมย่อย และโปรแกรมหลักที่ได้พัฒนาขึ้นเหล่านี้ สามารถนำมา ปรับปรุงและพัฒนาให้เป็นซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการนำเสนอศาสตร์ของวิชาระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ ได้ในการพัฒนา และปรับปรุงในรุ่นถัดไป

## 5.1 ความสามารถการทำงานของโปรแกรม

### 5.1.1 โปรแกรมการนำเสนอองค์ความรู้โดยระบบไฮเปอร์เท็กซ์

- 1) สามารถแสดงความรู้ในรูปแบบของตัวอักษรภาษาไทย / อังกฤษ และภาพ ในระบบการแสดงผลแบบกราฟฟิกได้
- 2) สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลคำศัพท์ตัวอักษรไปยังคำศัพท์อื่น ที่สามารถใช้อธิบายเนื้อหาวิชา และสามารถเชื่อมโยงคำศัพท์ไปยังภาพที่ใช้ในการอธิบายเนื้อหาคำศัพท์นั้นได้
- 3) สามารถเพิ่มเติมข้อมูลตัวอักษร และภาพได้ไม่จำกัดขนาดความยาวของข้อมูล ( ไม่ขึ้นกับขนาดของหน่วยความจำหลัก ) ทั้งขึ้นกับขนาดของหน่วยความจำสำรองเพียงอย่างเดียว
- 4) สามารถใช้เมาส์ และแป้นพิมพ์ในการควบคุมการทำงาน การเปิดอ่านแฟ้มข้อมูล และใช้ในการควบคุมคำสั่งการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้ได้
- 5) โปรแกรมภาพสามารถอ่านแฟ้มข้อมูลภาพที่เป็นรูปแบบ พีซี เพนท์บริธ ที่เป็นนามสกุล PCX ได้ที่ระดับ 256 ระดับสี
- 6) สามารถค้นหาคำศัพท์ที่ต้องการ จากฐานข้อมูลความรู้ที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลในโปรแกรมได้

### 5.1.2 โปรแกรมแสดงการนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์

- 1) แสดงการนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์โดยใช้เมาส์ในการควบคุม
- 2) สามารถแสดงรูปแบบการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบของ จุด เส้น และพื้นที่รูปปิด

### 5.1.3 โปรแกรมนำเสนอความรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดย พัฒนาคำความรู้จากการใช้ทักษะการใช้งานคอมพิวเตอร์

- 1) สามารถแสดงผลได้ทั้งภาษาไทย และอังกฤษบนการแสดงผลแบบกราฟฟิก
- 2) สามารถจัดเก็บ ( Save ), เรียกคืน ( Retrieavable ), นำเสนอข้อมูล และจัดการข้อมูลเชิงบรรยาย ( Attribute Data ) และข้อมูลเชิงพื้นที่ ( Spatial Data )
- 3) นำเสนอรูปแบบการนำเข้าข้อมูลลักษณะต่าง ๆ
- 4) นำเสนอรูปแบบและแนวคิดคำสั่งเบื้องต้น เพื่อนำแนวคิดที่ได้จากโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งานในโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั่วไป



## 5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมที่แสดงผลโดยใช้ระบบไฮเปอร์เท็กซ์

5.2.1 รูปภาพที่นำมาแสดงผล สามารถแสดงผลได้ที่ระดับ 256 ระดับสี แต่สามารถเลือกนำมาแสดงได้เพียงครั้ง 16 ระดับสีที่เหมาะสมที่สุดเท่านั้น ทั้งนี้จากข้อจำกัดเนื่องจากของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไม่สามารถแสดงผลได้สูงกว่าระดับ 256 ระดับสีได้โดยตรง และข้อจำกัดด้านเวลาที่ผู้วิจัยไม่ได้วิจัยและพัฒนาให้สามารถแสดงผลให้จำนวนระดับสีที่มากไปกว่านี้ เพราะจะต้องศึกษาภาษาแอสเซมบลีเพิ่มเติมสำหรับการพัฒนางานในส่วนนี้

5.2.2 สามารถแสดงสีได้สูงสุดที่ 16 ระดับสี

## 5.3 ข้อจำกัดโปรแกรมย่อยระบบกราฟ

5.3.1 สามารถรองรับจำนวนกลุ่มของผลการวิเคราะห์ได้สูงสุด 16 กลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมใช้ความแตกต่างของสีในการจำแนกกลุ่ม ซึ่งมีค่าสูงสุดไม่เกิน 16 ระดับสี

5.3.2 สามารถรองรับจำนวนกลุ่มของการวิเคราะห์ได้เพียง 4 กลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ที่ 16 กลุ่มดังนั้นจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มสูงสุดนี้จึงถูกกำหนดได้เพียง 4 กลุ่มข้อมูลการวิเคราะห์

## 5.4 ปัญหาที่พบในการพัฒนางานวิจัย

5.4.1 การพัฒนาในส่วนของการแสดงผลภาพกราฟฟิคทำได้ยาก เนื่องจากรูปแบบโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลภาพกราฟฟิคมีความแตกต่าง มีความซับซ้อน และมีหลายรูปแบบ

5.4.2 การพัฒนาโปรแกรมบนกราฟฟิคโหมดทำได้ยาก เนื่องจากจำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรมย่อยขึ้นมารองรับการทำงานเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่าโปรแกรมภาษาที่นำมาใช้งานเป็นโปรแกรมภาษาสั่งงานเบื้องต้น ซึ่งเหมาะกับการเรียนรูระบบงาน เพื่อนำไปพัฒนาโดยใช้โปรแกรมภาษาอื่น เช่น ภาษาซี ซีพลัสพลัส แอสเซมบลี และคอมพิวเตอร์ภาษาอื่นที่มีประสิทธิภาพในอนาคต แต่จากวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมย่อยจำนวนมากขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบได้เป็นจำนวนมากและสามารถนำโปรแกรมย่อยเหล่านี้ไปพัฒนางานวิจัยอื่นที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกันได้

5.4.3 การพัฒนาระบบภาษาไทยในระบบกราฟฟิคเพื่อใช้ในการแสดงผล ต้องพิจารณารายละเอียดในส่วนต่าง ๆ ของการนำเสนอรูปแบบตัวอักษรในระดับต่าง ๆ พอสสมควร

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ควรเพิ่มเติมความสามารถในด้านอื่น ๆ ในการนำเสนอความรู้ ที่เห็นสมควร โดยจัดทำให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอน เพื่อกำหนดบทเรียนเข้าสู่ซอฟต์แวร์ให้มีความเหมาะสม

5.5.2 ควรพัฒนาโปรแกรมให้สามารถแสดงได้มากกว่า 16 ระดับสี

5.5.3 ควรพัฒนาให้ระบบทั้งหมดสามารถเชื่อมโยงเข้าด้วยกันได้ เพื่อให้สามารถถ่ายเทข้อมูล และส่งงานข้ามระบบกันได้

5.5.4 ควรเพิ่มคำสั่งในการพิมพ์ผล ออกเครื่องพิมพ์ในลักษณะต่าง ๆ

5.5.5 ปรับปรุงเนื้อหาวิชาในฐานข้อมูลความรู้ในจุดที่เห็นสมควร

5.5.6 ควรปรับปรุง หรือเพิ่มเติมกระบวนการที่ใช้ในการทดสอบงานวิจัย ในด้านของ ประสิทธิภาพทางการศึกษาจากการที่ได้ใช้ซอฟต์แวร์นี้

5.5.7 ควรเพิ่มเติมโปรแกรมแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ และ ข้อมูลเชิงบรรยาย โดยใช้รูปแบบการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลแบบเวกเตอร์

5.5.8 ผลการประเมินผลที่ได้สรุปจากการทำการวิจัยในครั้งนี้ ยังไม่สามารถอธิบายถึง ประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์เมื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน ดังนั้นควรมีการศึกษากระบวนการศึกษาวิจัยในส่วนของ การประเมินผลประสิทธิภาพจากการใช้งานซอฟต์แวร์นี้เพิ่มเติม

5.5.9 ควรเพิ่มเติมกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้แสดงเนื้อหาวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ

## 5.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

5.6.1 ได้รูปแบบและแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรุ่นต่อไป

5.6.2 ได้โปรแกรมที่สามารถนำไปใช้เป็นที่อื่นในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้

5.6.3 ได้โปรแกรมย่อยที่สามารถนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมอื่น ที่มีลักษณะการแสดงผลข้อมูล หรือลักษณะการทำงาน ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้โดยง่าย

5.6.4 ผู้เรียนสามารถใช้ความสามารถในการเรียนรู้คำสั่งการใช้งาน และความรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควบคู่ไปกับการใช้ทักษะการใช้งานคอมพิวเตอร์

## บรรณานุกรม

1. ชัชวาล ขนด่ห่งส์. แนะนำปาสกาล โดย เทอร์โบปาสกาล. กรุงเทพฯ; โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์. 258 หน้า.
2. ธนัท ชัยยุทธ และกมลพ แก้วพิชัย. การเขียนโปรแกรมภาษาปาสกาลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2532; 474 หน้า.
3. บุญเลิศ เอี่ยมทัศน. คู่มือเทอร์โบปาสกาล. กรุงเทพฯ; บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2532; 228 หน้า.
4. ฝ่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. โครงการจัดทำแผนหลักการจัดตั้งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. 2537; 209 หน้า.
5. รวิณ สุขพล. DELPHI เครื่องมือในการพัฒนาแอปพลิเคชันระดับมืออาชีพ. ไอทีซอฟต์แวร์ 2538; ปีที่ 4, ฉบับที่ 40, หน้า 68-78.
6. ครรชิต มาลัยวงศ์. เทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ; เอ.อาร์.อินฟอร์เมชัน แอนด์ พับลิเคชัน จำกัด. 2535; หน้า 65 -70.
7. ดวงใจ ศรีธวัชชัย. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม. คณะสิ่งแวดล้อมฯ, มหาวิทยาลัยมหิดล, 2535; หน้า 1 - 98.
8. นุกูล กระจาย. การเขียนโปรแกรมและประมวลผลข้อมูลด้วยเทอร์โบปาสกาล. กรุงเทพฯ; บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2535; 493 หน้า.
9. อาจหาญ สัตยารักษ์. การเขียนกราฟฟิกบนเทอร์โบปาสกาล. กรุงเทพฯ; บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2535; 260 หน้า.
10. สุระ พัฒนเกียรติ. หลักเบื้องต้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ; สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2535; 85 หน้า.
11. สุทธิชล สว่างอารมณ์. โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดบทเรียนแบบเบ็ดเสร็จ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2529; หน้า 1 - 4.

12. โชติพงษ์ ศรีสวัสดิ์. การพัฒนาระบบสร้างบทเรียน.  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
 ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์,  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537; หน้า 1 - 33, 102 - 107.
13. ศรีสะอาด ตั้งประเสริฐ. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการประเมินค่าทรัพยากรที่ดิน.  
 พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ; ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ,  
 2537;
14. ทักษิณา สวานานนท์. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ;  
 องค์การคาคูรสภา, 2530.
15. กานดา พูนลาภทวี. สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ; ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์,  
 2530.
16. Appleby D. Programming Languages Paradigm and Practice. USA;  
 Mcgraw-hill Publishing company, 1991; P.15-21, and 145-146.
17. Duane F. and Donna J. Geographic Information Systems and Remote Sensing.  
 In Manual Of Remote Sensing Vol 1. Robert N. 2nd Edition. USA;  
 American Society of Photogrammetry, 1983; P.923 - 937.
18. Hearn D. and Baker M. Computer Graphics. 2nd Edition. USA;  
 Prentice Hall Internation Inc, 1994.
19. Senn, James A. Analysis & Design of Information Systems. 2nd Edition. Singapore;  
 Mcgraw-hill Publishing company, 1989.
20. Eastman R. User's guide IDRISI. Massachusettes, USA; Clark University, 1992.
21. Eastman R. Technical Reference IDRISI. Massachusettes, USA; Clark University, 1992.
22. Roger S. Pressman. Software Engineering a Practitioner's Approach. 3rd Edition.  
 Singapore; Mcgraw-hill Publishing company, 1992.







## คู่มือซอฟต์แวร์ และการใช้งานโปรแกรม GIS

### บทที่ 1 แนะนำโปรแกรม

1.1 คุณสมบัติของเครื่องมือ และอุปกรณ์ ( Hardware Specification ) สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการใช้งาน

1.2 คุณสมบัติของซอฟต์แวร์ ( Software Specification ) สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการใช้งานโปรแกรม

1.3 การติดตั้งโปรแกรม

### บทที่ 2 การใช้งานซอฟต์แวร์

2.1 เนื้อหาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยวิธีการแสดงผลไฮเปอร์เท็กซ์

2.2 การนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์

2.3 ตัวอย่างโปรแกรมในระบบสารสนเทศ

### บทที่ 3 คู่มือการพัฒนา และปรับปรุงซอฟต์แวร์

## บทที่ 1

### แนะนำโปรแกรม

ซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ( GIS ) หรือ ( Geographic Information System Instruction ) นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และสามารถนำมาปรับปรุง พัฒนา และแก้ไขซอฟต์แวร์เพื่อให้มีประสิทธิภาพได้ ซอฟต์แวร์ทั้งหมดถูกพัฒนาขึ้นโดยภาษาปาสคาลเวอร์ชัน 5.5 เป็นภาษาหลักในการพัฒนา ส่วนองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ในด้านการใช้งาน และการนำไปปรับปรุงจะขอเสนอในลำดับต่อไป

#### 1.1 คุณสมบัติของเครื่องมือ และอุปกรณ์ ( Hardware Specification )

##### สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการใช้งาน

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ AT หรือ compatible ที่มีรายละเอียดดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง ( CPU = Central Processing Unit ) ควรใช้ตัวประมวลผลที่มีประสิทธิภาพการประมวลผลมากกว่ารุ่น 80386 ขึ้นไป
2. หน่วยความจำหลักขนาด 1 เมกะไบต์ขึ้นไป
3. หน่วยความจำสำรอง ประเภทจานบันทึกแม่เหล็กแบบแข็ง ( Harddisk ) ที่สามารถบรรจุข้อมูลควรมีขนาดตั้งแต่ 4 เมกะไบต์ขึ้นไป ( ใช้สำหรับการปรับปรุงซอฟต์แวร์ หรือถ้าต้องการความรวดเร็วในการทำงานซอฟต์แวร์ )
4. เมาส์ที่มีอย่างน้อย 2 ปุ่ม
5. จอภาพ VGA ( Video Graphics Adapter ) ชนิดจอสี
6. ดิสก์ไดรว์ขนาด 3.5 นิ้ว ที่สามารถอ่านข้อมูลที่ความจุมากกว่า 1.44 เมกะไบต์หนึ่งไดรว์

## 1.2 คุณสมบัติของซอฟต์แวร์ ( Software Specification )

### สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการใช้งานโปรแกรม

1. ระบบปฏิบัติการ ดอส เวอร์ชัน 5.00 ขึ้นไป
2. คอมพิวเตอร์ภาษาปาสคาล ของเทอร์โบปาสคาลเวอร์ชัน 5.5 ขึ้นไป เพื่อใช้ในการปรับปรุงซอฟต์แวร์
3. โปรแกรมเพื่อใช้ในการแสดงผลภาษาไทย ( Thai driver ) โปรแกรม THAI.COM ของศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. โปรแกรมควบคุมการทำงานของเมาส์ ( Mouse Driver ) โปรแกรม AMOUSE.COM ของ บริษัทไมโครซอฟท์ หรือเมาส์ไดรฟ์เวอร์อื่น เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเมาส์
5. โปรแกรม ANSISYS เพื่อใช้ในการควบคุมแถบแสงของรายการคำสั่งที่เขียนโดยแบทช์ไฟล์ ( Batch file ) โดยการเขียนคำสั่งการติดตั้งโปรแกรม ANSISYS โดยการเขียนคำสั่งนี้ “Device = C:\DOS\ANSISYS“ ลงในบรรทัดบรรทัดหนึ่งในไฟล์ CONFIG.SYS
6. โปรแกรม XCOPY.EXE เพื่อใช้ในการคัดลอกโปรแกรม
7. ชุดของโปรแกรม GIS



### 1.3 การติดตั้งโปรแกรม ( Installation )

#### 1. กรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานไม่มีฮาร์ดดิสก์ ( Harddisk )

ใส่แผ่นดิสก์เก็ทที่บรรจุโปรแกรมในช่องไดรว์ A: ปิดฝาไดรว์ และเปิดเครื่อง  
จะมีข้อความปรากฏที่เครื่องว่า A:> ให้พิมพ์ข้อความลงไปดังนี้

“GIS” ที่คอสพร้อมท์ (A:>)

A:> GIS ( และกดแป้น ENTER ซึ่งจะเป็นการเข้าสู่โปรแกรม )

#### 2. กรณีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานมีฮาร์ดดิสก์ ( Harddisk )

##### 2.1 กรณีไม่ใช้การติดตั้งอัตโนมัติจาก โปรแกรม INSTALL.BAT

ขั้นแรกจะต้องทำการคัดลอกโปรแกรมจากแผ่นดิสก์ที่บรรจุโปรแกรมไว้  
ภายใน ลงสู่ฮาร์ดดิสก์ที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนี้

หลังจากเปิดเครื่อง จะมีข้อความปรากฏว่า C:>

##### 2.1.1 สร้าง ไคเรกทอรีย่อย ( Sub Directory ) ชื่อ GISI

โดยพิมพ์คำสั่ง ดังนี้ “MD GISI”

C:>MD GISI ( และกดแป้น ENTER )

2.1.2 เมื่อสร้างไคเรกทอรีย่อยแล้ว ให้เข้าไปในไคเรกทอรีย่อยนั้น  
โดยพิมพ์คำสั่งต่อไปนี้ “CD GISI”

C:>CD GISI ( และกดแป้น ENTER )

จะปรากฏข้อความ C:\GISI> เพื่อปฏิบัติขั้นตอนนี้ต่อไป

2.1.3 ใส่แผ่นดิสก์ที่บรรจุโปรแกรมลงในไดรว์ A: หรือ B: ปิดฝา  
ไดรว์ และทำการคัดลอกโปรแกรมทั้งหมดจากแผ่นดิสก์ที่จัดเก็บโปรแกรม  
ไว้ลงในไคเรกทอรีย่อยชื่อ GISI นี้

( สมมุติให้โปรแกรมจัดเก็บไว้ในไดรว์ A: ถ้าใช้ไดรว์ B ก็ให้พิมพ์ “B:” )

พิมพ์คำสั่ง “XCOPY A: C: /S”

C:\GISI> XCOPY A: C: /S ( และกดแป้น ENTER )

เมื่อคัดลอกโปรแกรมทั้งหมดเสร็จแล้วก็สามารถใช้งานโปรแกรมได้  
ทันทีโดยพิมพ์คำสั่ง GISI ที่ไคเรกทอรีย่อย C:\GISI>

2.2 กรณีใช้คำสั่งติดตั้งโปรแกรม ( Install ) ที่จัดทำขึ้นให้ที่บรรจุใน

โปรแกรมหลังจากเปิดเครื่อง จะมีข้อความปรากฏว่า C:\>

2.2.1 ให้นำแผ่นโปรแกรมที่บรรจุโปรแกรมเพื่อใช้ในการเรียนการสอนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ใส่ในไดรว์ A: หรือ B:

( สมมติให้ใส่ไว้ในไดรว์ A: )

2.2.2 ย้ายไดเรกทอรีปัจจุบัน จาก C:\> ให้ไปเป็นไดรว์ A:>

โดยพิมพ์ “A:”

ดังนี้ C:\> A: ( และกดแป้น ENTER )

2.2.3 จะปรากฏข้อความ A:\>

ต่อจากนั้นให้พิมพ์ “INSTALL A: C:”

( พิมพ์ “INSTALL” คานวรรค “A:” คานวรรค “C:” และกด ENTER )

ดังนี้ A:\> INSTALL A: C: ( และกดแป้น ENTER )

2.2.4 โปรแกรมจะทำการติดตั้งโปรแกรม และเรียกโปรแกรมซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ขึ้นมาเพื่อใช้งาน

2.2.5 ในครั้งต่อไปของการทำงานผู้ใช้งานสามารถเรียกโปรแกรมได้ที่ไดเรกทอรีย่อย C:\>GISI และพิมพ์คำสั่ง GIS เพื่อใช้งานโปรแกรม

โดยพิมพ์ “CDGISI” ที่ C:\>

C:\>CDGISI ( และกดแป้น ENTER ) จะปรากฏข้อความ

C:\GISI>

และพิมพ์ “GIS” เพื่อเรียกโปรแกรมขึ้นมาใช้งานที่ C:\GISI>

C:\GISI>GIS ( และกดแป้น ENTER )

โปรแกรม INSTALL.BAT นี้กำหนดค่าพารามิเตอร์ดังนี้

**INSTALL** ไดรว์ต้นทาง ไดรว์ปลายทาง เช่น INSTALL A: C:

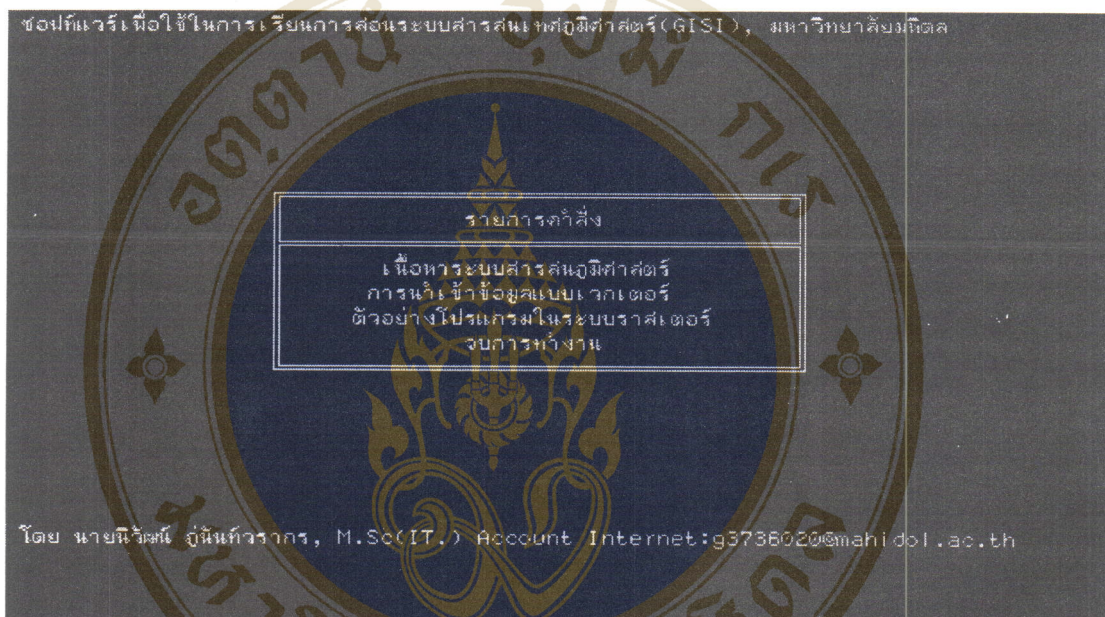
ไดรว์ต้นทาง หมายถึงไดรว์ที่มีโปรแกรมต้นฉบับโปรแกรม GISI

ไดรว์ปลายทาง หมายถึงไดรว์ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมไว้ใช้งาน

## บทที่ 2

### การใช้งานซอฟต์แวร์

หลังจากที่ท่านได้ทำการติดตั้งโปรแกรม และได้เข้าสู่โปรแกรมโดยการพิมพ์คำสั่ง “GIS” ที่ไคเรททอรีที่จัดเก็บโปรแกรมต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายวิธีการใช้งาน



ภาพแสดงหน้าจอการแสดงผลของโปรแกรม แสดงรายการคำสั่งที่จะปรากฏเป็นหน้าจอแรก

หน้าจอแรกที่ท่านจะปรากฏขึ้น คือรายการคำสั่งซึ่งประกอบด้วย 4 รายการหลัก

1. เนื้อหาของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยวิธีการแสดงผลไฮเปอร์เท็กซ์
2. การนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์
3. ตัวอย่างโปรแกรมในระบบกราฟิกส์
4. จบการทำงาน

การเลือกรายการคำสั่ง ทำได้โดยการกดแป้นลูกศรเพื่อเลื่อนแถบแสงไปยังรายการที่ต้องการ กดแป้น <ENTER> เพื่อตกลงทำรายการคำสั่งนั้น และการกดแป้น <ESC> หมายถึงการเลิกการทำงาน



## ความหมายของเครื่องหมาย และสัญลักษณ์ที่กำหนดในโปรแกรม

### 1. ภายใต้อเครื่องหมาย “ < ... > ” นี้

หมายถึง ชื่อแป้นพิมพ์ที่กำหนดไว้ในการใช้งานโปรแกรม เช่น

<ESC> = ออก หมายถึง เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากโปรแกรมให้กดแป้น ESC

<CTRL+ลูกศร> = หมายถึง ต้องกดแป้น CTRL ค้างไว้ และ กดปุ่มลูกศรพร้อมกัน

### 2. ภายใต้อเครื่องหมาย “ [ ... ] ” นี้

หมายถึง ทางเลือกที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ ( ให้เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง ) เช่น

[1][2][3] หมายถึง ให้ผู้ใช้เลือกกดแป้นพิมพ์หมายเลข 1 , 2 หรือ 3 เพื่อให้โปรแกรมสามารถดำเนินงานในขั้นตอนนี้ต่อไป

## การควบคุม และสั่งงานโดยแป้นพิมพ์ และเมาส์

### 1. ความหมายเบื้องต้นของการสั่งงานโดยแป้นพิมพ์

แป้น <ENTER> หมายถึง การตกลง การยอมรับ การเข้าสู่ระบบต่อไป

แป้น <ESC> หมายถึง การไม่ตกลง การปฏิเสธ การยกเลิกการทำงาน การออกจากการทำงานในส่วนนั้น ๆ

แป้น <CTRL+ชื่อแป้นพิมพ์> หมายถึง ต้องกดแป้น CTRL ค้างไว้ และ กดชื่อแป้นที่กำหนดพร้อมกัน

การใส่ค่าข้อมูลที่เป็นตัวเลขเข้าสู่โปรแกรม

ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการใส่ค่า 8 ( แปด ) ให้พิมพ์ “08”

ถ้าต้องการใส่ค่า 21 ( ยี่สิบเอ็ด ) ให้พิมพ์ “21”

### 2. ความหมายเบื้องต้นของการสั่งงานโดยเมาส์

ใช้ควบคุมโดยการเลื่อนตำแหน่งตัวชี้ของเมาส์ และการกดปุ่มบนเมาส์ด้านซ้าย หรือ ด้านขวามือของเมาส์ โดยจะมีคำอธิบายในส่วนต่าง ๆ ของการทำงาน

การทำงานโดยการเลื่อนตำแหน่งตัวชี้ของเมาส์ไปในบริเวณ หรือขอบเขตที่กำหนด ในการดำเนินการคำสั่ง

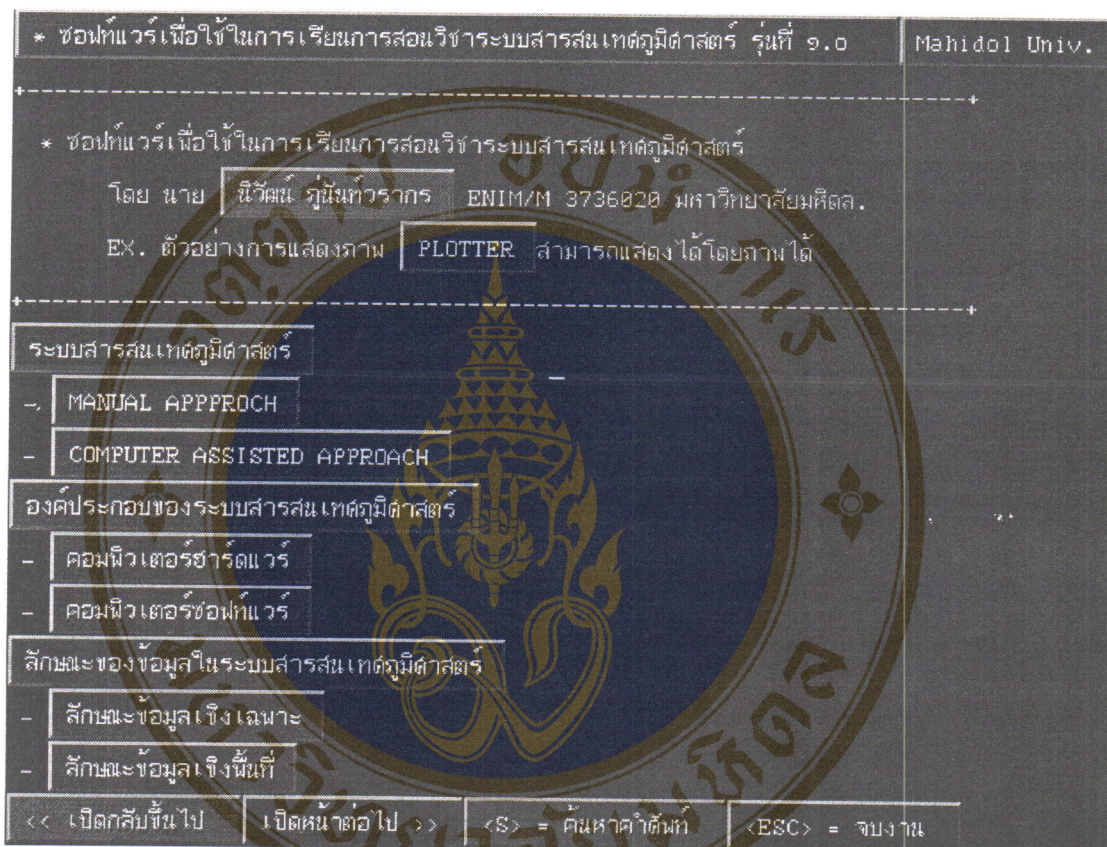
การกดปุ่มเมาส์ด้านซ้าย หมายถึง การตกลง การยอมรับ

การกดปุ่มเมาส์ด้านขวา สำหรับโปรแกรมนี้ใช้สำหรับการนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์หมายถึงการกำหนดจุดปิดของโพลีกอน



## 1. โปรแกรมแสดงเนื้อหาความรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ( รายการที่ 1 )

เป็นโปรแกรมที่ใช้แสดงเนื้อหาวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยนำเสนอในรูปแบบของไฮเปอร์เท็กซ์ ตัวอักษร และภาพ



ภาพแสดงหน้าจอการแสดงผลของโปรแกรมการแสดงผลแบบไฮเปอร์เท็กซ์

### 1.1 การควบคุมการทำงานสามารถใช้ได้ทั้งแป้นพิมพ์ และเมาส์ดังนี้

1.1.2 โดยแป้นพิมพ์ โดยเลื่อนตำแหน่งของเคอร์เซอร์ ( Cursor ) ไปยังบริเวณเป็นคำสั่งที่ปรากฏมีลักษณะคล้ายปุ่ม กดแป้น <ENTER> เพื่อให้โปรแกรมทำงานภายใต้คำสั่งนั้น

กดแป้น <S> เพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลคำศัพท์

กดแป้น <ESC> เพื่อออกจากการทำงาน

1.1.3 โดยเมาส์ โดยการเลื่อนตำแหน่งตัวชี้ของเมาส์ ( Mouse Pointer ) ไปยังบริเวณเป็นคำสั่งที่ปรากฏมีลักษณะคล้ายปุ่ม กดปุ่มเม้าส์ด้านซ้ายเพื่อให้โปรแกรมทำงานภายใต้คำสั่งนั้น

## 1.2 ขั้นตอนการทำงาน

หน้าจอแรกที่จะปรากฏคือโปรแกรมแสดงข้อความให้ผู้ใช้ทราบว่ากำลังอ่านฐานข้อมูลความรู้เข้าสู่ระบบการ ผู้ใช้จะต้องรอก่อนกว่าโปรแกรมจะอ่านข้อมูลเสร็จ

หลังจากนั้นจะปรากฏข้อความที่มีลักษณะ และสีสันแสดงให้ผู้ใช้ทราบว่าได้เข้าสู่ระบบการแสดงผลแบบไฮเปอร์เท็กซ์ และพร้อมรับคำสั่งใช้งาน

หน้าจอการนำเสนอแบบไฮเปอร์เท็กซ์นี้จะแสดงข้อความเนื้อหาวิชาระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์โดยเนื้อหาวิชาที่เป็นคำศัพท์ที่สามารถเชื่อมโยงไปยังคำศัพท์คำอื่น ( มีลักษณะเป็นเป็น สีชมพู ) หรือเป็นคำศัพท์ที่ใช่เป็นคำอธิบายคำศัพท์ ( มีลักษณะเป็นสีฟ้าอ่อน ) นั้นแล้ว จะมีลักษณะเป็นปุ่ม ( Button ) ผู้ใช้สามารถเลื่อนตำแหน่งของเคอร์เซอร์ โดยการกดแป้น <ลูกศร> ไปยังบริเวณคำศัพท์นั้น และกดแป้น <ENTER> เพื่อเลือกดูข้อมูล

ถ้าข้อมูลคำศัพท์นั้นสามารถเชื่อมโยงต่อไปคำศัพท์คำอื่นได้ ก็จะปรากฏหน้าจอและข้อความคำศัพท์ที่เชื่อมโยงกันอยู่ปรากฏขึ้น และถ้าข้อความคำศัพท์นั้นสามารถอธิบายโดยภาพ ก็จะปรากฏภาพที่ใช้อธิบายข้อมูลคำศัพท์นั้น ขณะปรากฏภาพต้องรอก่อนกว่าภาพจะปรากฏขึ้น สมบูรณ์ หลังจากนั้นถ้าต้องการกลับไปสู่หน้าจอเดิม ให้กดแป้น <คานวรรค> (SPACEBAR) ถ้าต้องการจบการใช้งานโปรแกรมกดแป้น <ESC> เพื่อกลับสู่รายการคำสั่งหลักเพื่อเลือกการ คำสั่งอื่นต่อไป

## 1.3 การเพิ่มเติมฐานข้อมูลความรู้ และการเชื่อมโยงข้อมูลในระบบไฮเปอร์เท็กซ์

1.3.1 ต้องจัดสร้างฐานข้อมูลความรู้ โดยกำหนดให้ชื่อแฟ้มเป็น HELP.TXT โดยให้โปรแกรมบรรณาธิการที่สามารถจัดการแฟ้มข้อมูลเท็กซ์ไฟล์ได้ เช่น Q.EXE

1.3.2 รูปแบบการเขียนข้อมูลเพื่อกำหนดแฟ้มข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานมีดังนี้

- 1) ขนาดของความยาวตัวอักษรในแต่ละบรรทัดข้อมูลมีความยาวไม่เกิน 80 ตัวอักษร
- 2) เมื่อต้องกำหนดให้คำศัพท์นั้นเป็นคำศัพท์รากฐานที่ใช้ในการอธิบายคำศัพท์อื่น ให้ใช้เครื่องหมาย “!” เริ่มต้น และปิดท้ายคำศัพท์นั้น

เช่น “.....!ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์! หมายถึง การ...”

หมายเหตุ รากศัพท์หมายถึงคำศัพท์ที่เป็นความหมายที่แท้จริงของคำศัพท์นั้นแล้วไม่สามารถเชื่อมโยงไปยังคำศัพท์คำอื่น ๆ ได้อีก

- 3) ต้องการกำหนดให้คำศัพท์นั้นเป็นคำศัพท์ที่สามารถเชื่อมโยงไปยังคำศัพท์ หรือภาพที่ใช้ในการอธิบายข้อมูลให้มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น

ให้ใช้เครื่องหมาย “@” เริ่มต้น และปิดท้ายคำศัพท์นั้น



เช่น “..... ดังนั้น @ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์@ สามารถนำไปใช้...”

4) เมื่อต้องการกำหนดให้คำศัพท์นั้นสามารถอธิบายได้โดยใช้ภาพได้

ให้เพิ่มข้อมูลแฟ้มภาพ และคำศัพท์ลงในแฟ้มข้อมูล PICFILE.DTA ตัวอย่าง  
ดังนี้ ตัวอย่างข้อมูลในแฟ้ม PICFILE.DTA

“~PLOTTER~ = ~plott3.pcx~”

หมายถึง คำศัพท์ “PLOTTER” เป็นคำศัพท์ที่สามารถใช้ภาพเพิ่มข้อมูลชื่อ

“PLOTT3.PCX” แสดงภาพเพื่อแสดงได้ อธิบายการทำงานได้ดังนี้

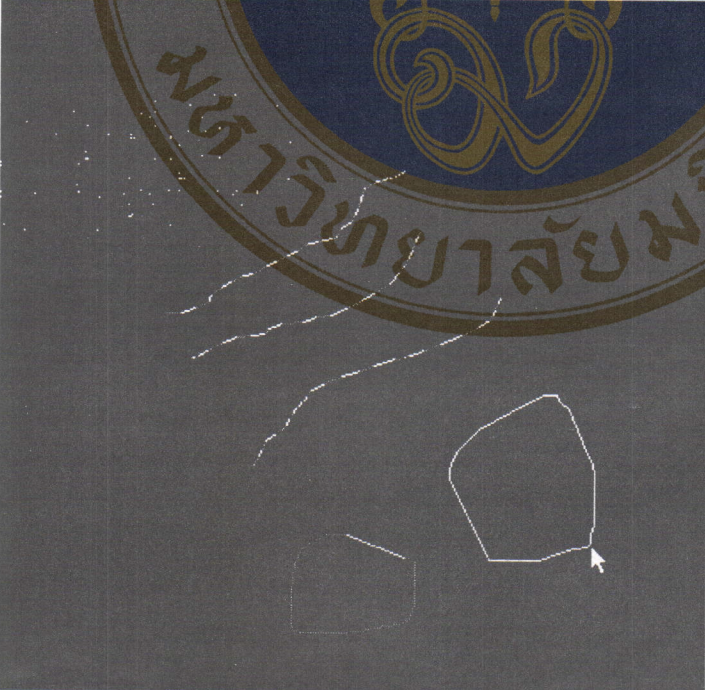
ภายในเครื่องหมาย “~” คู่แรกคือชื่อคำศัพท์ที่สามารถแสดงได้โดยภาพได้

ภายในเครื่องหมาย “~” คู่ที่สองคือตำแหน่ง ( Path ) และชื่อแฟ้มข้อมูลภาพ

( Filename ) ที่แสดงถ้าผู้ใช้งาน โปรแกรมต้องการทราบรายละเอียด

## 2. โปรแกรมแสดงการนำเข้าข้อมูลในระบบเวกเตอร์ ( รายการที่ 2 )

เป็นโปรแกรมที่ใช้การแสดงผลการนำเข้าข้อมูลโดยระบบเวกเตอร์

Vector Format Inputting	Data Structure Format
	2:Polygon(241, 332, 241, 328) 2:Polygon(241, 328, 241, 325) 2:Polygon(241, 325, 240, 322) 2:Polygon(240, 322, 238, 322) 2:Polygon(238, 322, 237, 322) 2:Polygon(237, 322, 236, 322) 2:Polygon(236, 322, 235, 322) 2:Polygon(235, 322, 202, 309)
<1> = Point, <2> = Line, <3> = Polygon, <0> = Clear, <Esc> = Quit <Arrow-key> = Move, <Space-bar> = Input, <Enter> = Closing polygon	(343, 315):247 Polygon

ภาพแสดงหน้าจอการแสดงผลของโปรแกรมการนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์

## 2.1 การควบคุมการทำงานสามารถใช้ได้ทั้งแป้นพิมพ์ และเมาส์ดังนี้

### 2.1.1 การทำงานเลือกคำสั่งเพื่อทำงานโดยใช้แป้นพิมพ์เลือกคำสั่ง

<1> = การนำเข้ข้อมูลแบบจุด ( Point Inputting )

<2> = การนำเข้ข้อมูลแบบเส้น ( Line Inputting )

<3> = การนำเข้ข้อมูลแบบโพลีกอน ( Polygon Inputting )

<C> = การลบหน้าจอ ( Clear )

<Arrow-key> = การกดแป้นลูกศรเพื่อเลื่อนตำแหน่งของตัวชี้

<ESC> = การจบโปรแกรม

<Space-bar> = การนำเข้ข้อมูลด้วยลักษณะต่าง ๆ ที่ได้เลือกไว้ก่อนหน้าแล้ว

<ENTER> = ใช้สำหรับการปิดโพลีกอน

### 2.1.2 การทำงานเลื่อนตำแหน่งและการแสดงการนำเข้ข้อมูลโดยใช้เมาส์

- เลื่อนตำแหน่งตัวชี้เมาส์ โดยการเลื่อนเมาส์

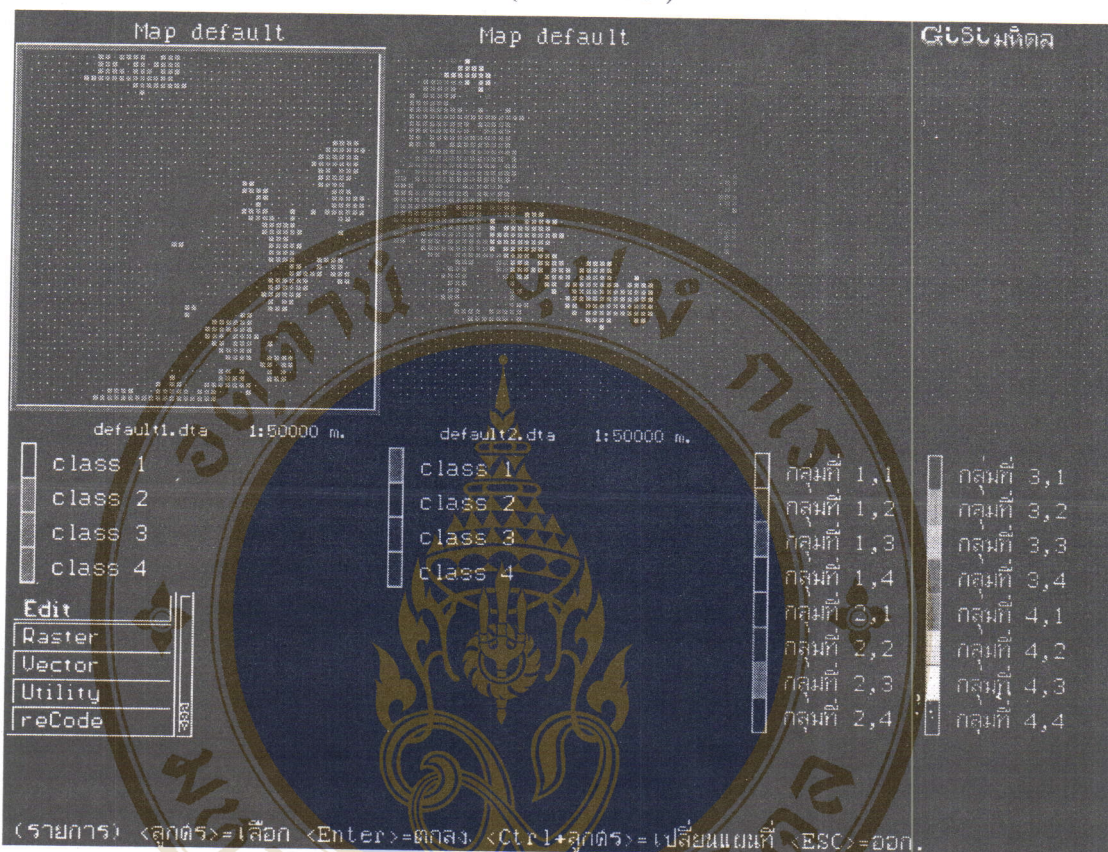
- การนำเข้ข้อมูล ( Inputting ) โดยการ กดปุ่มเมาส์ทางด้านซ้ายสำหรับการนำเข้เมาส์

- สำหรับการปุ่มเมาส์ด้านขวา มีไว้เพื่อการนำเข้ข้อมูลแบบโพลีกอนเท่านั้น และมีไว้เพื่อการปิดโพลีกอน



### 3. โปรแกรมแสดงตัวอย่างการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในระบบบราวเซอร์

( รายการที่ 3 )



ภาพแสดงโปรแกรมตัวอย่างการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.1 การควบคุมการทำงานใช้ได้จากแป้นพิมพ์

3.2 การเลือกรายการ

ทำได้โดยเลือกรายการคำสั่งที่แสดงโดยการกดแป้น <ลูกศร> ขึ้นหรือลง เพื่อเลื่อนแถบแสง ( สีนํ้าเงิน ) ไปยังรายการคำสั่งที่ต้องการ และกดแป้น <ENTER> หรือกดแป้น <ลูกศรขวา> เพื่อตกลงทำรายการคำสั่งนั้น หรือเลือกกดแป้นพิมพ์ที่แสดงตัวอักษรสีเขียวที่แสดงในชื่อคำสั่งที่ปรากฏ ก็จะเป็นการตกลงและทำรายการคำสั่งนั้นเช่นเดียวกัน

การกลับสู่รายการที่ได้เลือกไว้แล้วทำได้โดยการกดแป้น <ESC> หรือกดแป้น <ลูกศรซ้าย>

<ESC> = ใช้สำหรับการยกเลิก การจบการทำงาน สำหรับทุก ๆ ขั้นตอน

3.3 คำอธิบายสำหรับการแสดงผล หน้าจอที่ใช้ในการทำงานแบ่งได้เป็น 5 ส่วนดังนี้

1. ส่วนแสดงข้อมูลแผนที่ ( Map ) และคำอธิบายแผนที่ เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นมีลักษณะเป็นกรอบสี่เหลี่ยม 3 กรอบ

ด้านบนของกรอบแผนที่คือ ชื่อแผนที่กำหนด

ตัวแปรที่ใช้คือ Name\_of\_Data ด้านล่างซ้ายของกรอบแผนที่คือ ชื่อแฟ้มข้อมูล

ตัวแปรที่ใช้คือ Filename\_of\_Data ข้อมูลที่จัดเก็บจะมีนามสกุลเป็น DTA ซึ่ง

จะเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ ส่วนแฟ้มข้อมูลที่ใช้จัดเก็บข้อมูลเชิงบรรยายจะมีนามสกุลเป็น

DOC และมักจะกำหนดให้มีชื่อแฟ้มข้อมูลเหมือนกับชื่อแฟ้มข้อมูลเชิงพื้นที่ตัวแปร

ที่ใช้ในการเก็บชื่อแฟ้มข้อมูลเชิงบรรยายคือ Filename\_of\_Doc

ด้านล่างขวาของกรอบแผนที่คือ รายละเอียดเพิ่มเติม

ข้อมูลในส่วนนี้คือมาตราส่วน ( Scale ) และหน่วยวัด ( Measurement Unit )

ตัวแปรที่ใช้สำหรับจัดเก็บมาตราส่วนคือ Scale

ตัวแปรที่ใช้สำหรับจัดเก็บหน่วยวัด คือ Measurement\_Unit ซึ่งในการกำหนดข้อมูล

กำหนดให้ ค่า 1 หมายถึง เมตร , 2 หมายถึง ฟุต และ 3 หมายถึง กิโลเมตร

ข้อมูลตัวแปรเหล่านี้จะนำไปใช้ในการขั้นตอนการกำหนดค่าการนำเข้าข้อมูล เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงบรรยายสำหรับขั้นตอนต่อไป

2. ส่วนแสดงใช้ในการอธิบายข้อมูลที่อยู่ภายในแผนที่ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงบรรยาย มีลักษณะเป็นกรอบที่มีสี และมีคำอธิบายมีอยู่ด้านล่าง

ตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดค่าต่าง ๆ คือ Class1, Class2, Class3 และ Class4

3. ส่วนแสดงรายการคำสั่ง

4. ส่วนการนำเข้าข้อมูล การติดต่อการทำงานระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม มีพื้นที่อยู่ระหว่างส่วนที่ 3 และส่วนที่ 5

5. ส่วนอธิบายคำสั่ง วิธีการใช้งาน และข้อความคำแนะนำให้กับผู้ใช้

3.4 รายการคำสั่งที่บรรจุในโปรแกรมมีดังนี้

3.4.1 Edit การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดแป้น <E> เมื่อปรากฏรายการคำสั่งนี้ คำสั่งนี้มีไว้สำหรับการแก้ไขข้อมูล หรือเพิ่มข้อมูล หลังจากที่เลือกรายการคำสั่งนี้แล้ว สามารถแก้ไขข้อมูล และเพิ่มเติมข้อมูลได้โดยการเลือกกดแป้นพิมพ์ [0][1][2][3][4] อย่างไม่อย่างหนึ่ง และการเลื่อนตำแหน่งโดยใช้ <แป้นลูกศร>

สำหรับการเปลี่ยนแผนที่โดยการกดแป้น <CTRL+ลูกศร> และออกจากรายการโดยการกดแป้น <ESC>

### 3.4.2 Raster การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดแป้น <R>

คำสั่งนี้มีไว้สำหรับการนำเสนอเนื้อหาวิธีการนำเข้าสู่ข้อมูลแบบราสเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. Chain\_code คือการนำเข้าสู่ข้อมูล แบบลูกโซ่ ( Chain Code )

การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <C>

2. Run\_length คือการนำเข้าสู่ข้อมูลแบบช่วงยาว ( Runlength Code )

การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <R>

3. Block\_code คือการนำเข้าสู่ข้อมูลแบบบล็อก ( Block Code )

การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <B>

### 3.4.3 Vector การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดแป้น <V> เมื่อปรากฏรายการ

คำสั่ง คำสั่งนี้มีไว้สำหรับการนำเสนอเนื้อหาวิธีการนำเข้าสู่ข้อมูลแบบเวกเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. poInt คือการนำเข้าสู่ข้อมูล แบบจุด ( Point )

การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <I>

2. Line คือการนำเข้าสู่ข้อมูลแบบเส้น ( Line )

การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <L>

3. pOlygon คือการนำเข้าสู่ข้อมูลแบบโพลีกอน ( Polygon )

การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <O>

### 3.4.5 Utility ( เครื่องมือช่วยงาน )

การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดแป้น <U> เมื่อปรากฏรายการคำสั่ง คำสั่งนี้มีไว้สำหรับจัดการข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

1. Fill คือการเติมค่าข้อมูลในพื้นที่รูปปิดใด พื้นที่รูปปิดหนึ่งด้วยค่าข้อมูลที่ต้องการ

การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <F>

2. fill\_All คือการเติมค่าข้อมูล ค่าใดค่าหนึ่งลงในแผนที่ใดแผนที่ทั้งหมดตามที่ผู้ใช้กำหนด



การเลือกทำรายการสามารถเป็น <A>

3. Copy คือการคัดลอกข้อทั้งแผ่นที่ ไปยังอีกแผ่นที่หนึ่ง  
การเลือกทำรายการสามารถเป็น <C>

4. copy\_On คือการคัดลอกข้อมูลจากแผ่นที่ใดแผ่นที่หนึ่งที่มีข้อมูล  
ไปยังอีกแผ่นที่หนึ่ง การทำรายการสามารถเป็น <O>

5. Mask คือการตัดข้อมูลเฉพาะค่าที่ต้องการ ไปยังแผ่นที่อื่น  
การเลือกทำรายการสามารถเป็น <M>

6. Random\_map คือการจัดสร้างแผ่นที่ตัวอย่างขึ้นใหม่  
การเลือกทำรายการสามารถเป็น <R>

6.1 One\_map จัดสร้างข้อมูลแผ่นที่ใหม่ภายใต้กรอบที่  
กำหนด การเลือกทำรายการสามารถเป็น <O>

6.2 All\_map จัดสร้างข้อมูลแผ่นที่ใหม่ในแผ่นที่ที่ 1 และ 2  
การเลือกทำรายการสามารถเป็น <A>

7. saVe คือการจัดการบันทึกข้อมูล ลงสู่ดิสก์  
การเลือกทำรายการสามารถเป็น <V>

8. shoW\_value คือการแสดงค่าข้อมูลตัวเลขที่จัดเก็บในแผ่นที่  
การเลือกทำรายการสามารถเป็น <W>

### 3.4.6 reCode ( การเปลี่ยนรหัสข้อมูล )

การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดแป้น <C> เมื่อปรากฏรายการคำสั่ง  
คำสั่งนี้มีไว้สำหรับการเปลี่ยนค่าข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

1. Single คือการเปลี่ยนค่าข้อมูลตัวเลข จากค่าข้อมูลหนึ่งไปเป็นอีก  
ค่าข้อมูลหนึ่ง ( One to One )

การเลือกทำรายการสามารถเป็น <S>

2. Corridor คือการเปลี่ยนค่าข้อมูลตัวเลข จากค่าข้อมูลหนึ่งไปเป็น  
อีกค่าข้อมูลหนึ่งภายใต้บริเวณขอบเขตที่กำหนด ( One to Many )

การเลือกท

### 3.4.7 stAt ( การคำนวณค่าทางสถิติ )

การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดแป้น <A> เมื่อปรากฏรายการคำสั่ง  
คำสั่งนี้มีไว้สำหรับการเปลี่ยนค่าข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย



1. **Frequency** คือการนับจำนวนค่าข้อมูลที่ปรากฏในแผนที่แต่ละแผนที่ การเลือกทำรายการสามารถเป็น <F>
2. **pPercentage** คือการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าข้อมูลที่ปรากฏในแผนที่แต่ละแผนที่ การเลือกทำรายการสามารถเป็น <E>
3. **Area** คือการคำนวณค่าพื้นที่ที่ปรากฏในแผนที่แต่ละแผนที่ การเลือกทำรายการสามารถเป็น <A>

#### 3.4.8 aNalyze ( การวิเคราะห์ข้อมูล )

การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดปุ่ม <N> เมื่อปรากฏรายการคำสั่ง คำสั่งนี้มีไว้สำหรับการแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าข้อมูลแบบการวิเคราะห์เชิงซ้อน ( Overlay ) การเลือกทำรายการสามารถเป็น <O> ซึ่งประกอบด้วย

1. **Union** คือการซ้อนทับค่าข้อมูลจากแผนที่ที่ 1 และ 2 ที่มีอยู่ทั้งหมดและแสดงผลที่แผนที่ที่ 3 การเลือกทำรายการสามารถเป็น <U>
2. **Intersect** คือการซ้อนทับค่าข้อมูลจากแผนที่ที่ 1 และ 2 ที่มีข้อมูลในแผนที่ทั้งสองและแสดงผลที่แผนที่ที่ 3 การเลือกทำรายการสามารถเป็น <I>

#### 3.4.9 Os\_shell ( คอสเชลล์ )

คือ การหยุดการทำงานของโปรแกรมชั่วคราว และกลับออกไปสู่คอสพร้อมท์ การกลับจากคอสพร้อมท์เพื่อกลับเข้ามาทำงานต่อโดยการพิมพ์คำสั่ง "EXIT" ที่คอสพร้อมท์ การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดปุ่ม <O> เมื่อปรากฏรายการคำสั่ง

### 3.4.10 eDit\_doc

คือ รายการที่ใช้ในการแก้ไข หรือเพิ่มเติมข้อมูลเชิงบรรยายให้กับแผนที่ หลังจากที่เราใส่รายการคำสั่งนี้โปรแกรมจะแสดงค่าตัวที่ใช้ในการอธิบายข้อมูล ดังนี้

#### [Configuration\_File]

<Filename\_of\_Doc> = <default1.doc> Filename for keeping this file.

<Filename\_of\_Data> = <default1.dta> Filename for keeping data of map.

<Name\_of\_Data> = <Map default> Name of map.

<Scale> 1 := <50000> (1,2,3..50000)

<Measurement\_Unit> = <1> (1=Meters,2=Feet,3=Km.)

#### [Legend]

<Class1> = <class 1> Lengend for show class of map.

<Class2> = <class 2>

<Class3> = <class 3>

<Class4> = <class 4>

อธิบายได้ดังนี้

ข้อความที่อยู่ภายในเครื่องหมาย

[ ... ] หมายถึง ชื่อหัวข้อของคำอธิบายข้อมูล

< ... > ด้านซ้ายมือของเครื่องหมายเท่ากับ คือชื่อตัวแปรข้อมูล

< ... > ด้านขวามือของเครื่องหมายเท่ากับ คือค่าข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน

การควบคุมการทำงาน

กดแป้น <ALT+S> เพื่อบันทึกข้อมูลลงสู่ดิสก์

กดแป้น <CTRL++> เพื่อเข้าสู่รายการคำสั่งแสดงผลภาษาไทย

กดแป้น <-> เพื่อเปลี่ยนรูปแบบตัวอักษร ภาษาไทย กับ ภาษาอังกฤษ

กดแป้น <ESC> เพื่อกลับเข้าสู่รายการคำสั่งก่อนหน้า

ลำดับขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลเชิงบรรยาย

1. ให้กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการเก็บข้อมูลรายละเอียดนี้ ( ข้อมูลเชิงบรรยาย ) โดยการเปลี่ยนจาก default1.doc เป็นชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ เช่น Salaya.doc เป็นต้น
2. ให้กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการเก็บข้อมูล ( ข้อมูลเชิงพื้นที่ ) โดยการเปลี่ยนจาก default1.dta เป็นชื่อแฟ้มข้อมูลที่ต้องการ เช่น Salaya.dta เป็นต้น
3. กำหนดชื่อแผนที่ หรือชื่อข้อมูล โดยการกำหนดข้อมูลตัวแปร Name\_of\_data ใหม่ จาก “Map Defalut” เป็นชื่อที่ทันต้องการ
4. กำหนดมาตราส่วนที่ต้องการ โดยการกำหนดตัวข้อมูลตัวแปร Scale
5. กำหนดหน่วยที่ใช้ในการวัดของมาตราส่วนที่ใช้ กำหนดให้ 1 หมายถึง เมตร , 2 หมายถึง ฟุต และ 3 หมายถึง กิโลเมตร
6. กำหนดคำอธิบายชื่อกลุ่มข้อมูลในหัวข้อ [Legend] ตามที่ต้องการ
7. บันทึกข้อมูลลงสู่ดิสก์ โดยการกดแป้น <CTRL+S> เพื่อบันทึกแฟ้มข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายแผนที่ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงบรรยายนี้
8. กลับสู่รายการคำสั่งก่อนหน้านี้  
การเลือกใช้งานคำสั่ง EDIT DOC นี้สามารถเลือกได้โดยกดแป้น <D> เมื่อปรากฏรายการคำสั่ง

#### 3.4.11 File ( การจัดการแฟ้มข้อมูล )

การเลือกใช้งานสามารถเลือกได้โดยกดแป้น <F> เมื่อปรากฏรายการคำสั่ง คำสั่งนี้มีไว้สำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

1. Load คือเรียกค้นคืนข้อมูล ( Retrieval ) โดยจะแสดงรายการชื่อแฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุลเป็น DOC และให้ผู้ใช้เลือกใช้งาน การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <L>
2. Save คือการบันทึกข้อมูลลงสู่ดิสก์ โดยจะบันทึกทั้งข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย และข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการบันทึกข้อมูล การเลือกทำรายการสามารถกดแป้น <S>

### บทที่ 3

#### คู่มือการพัฒนา และปรับปรุงซอฟต์แวร์

รายการโปรแกรมทั้งหมดที่พัฒนาขึ้น และโปรแกรมอื่นที่จำเป็นต่อการใช้งาน

โปรแกรมแสดงเนื้อหาความรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยโปรแกรมหาดังนี้

HYP.EXE เป็นโปรแกรมหลักที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูลแบบไฮเปอร์เท็กซ์

HYP.PAS เป็นแฟ้มข้อมูลภาษาปาสคาล ( Source Code )

HELP.TXT เป็นแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บฐานข้อมูลความรู้

HELP1.TXT และ HELP2.TXT

เป็นแฟ้มข้อมูลที่เกิดจากการวิเคราะห์ และคัดแยก คำศัพท์ออกจาก  
ฐานข้อมูลความรู้ HELP.TXT

PICFILE.DTA เป็นแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บแฟ้ม และชื่อแฟ้มข้อมูลภาพ

( Graphical File ) ของคำศัพท์ที่สามารถแสดงโดยภาพได้

Q.EXE เป็นโปรแกรมบรรณาธิกร ( Editor ) ที่ใช้ในการแก้ไข และเพิ่มเติม  
ข้อมูลเท็กซ์ไฟล์

โปรแกรมแสดงการนำเข้าข้อมูลในระบบเวกเตอร์ ประกอบด้วยโปรแกรมหาดังนี้

VECT.EXE เป็นโปรแกรมหลักที่ใช้ในการแสดงวิธีการนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์

VECT.PAS เป็นแฟ้มข้อมูลภาษาปาสคาล ( Source Code )

โปรแกรมแสดงตัวอย่างการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในระบบกราฟิกส์

ประกอบด้วยโปรแกรมหาดังนี้

GISI.EXE เป็นโปรแกรมหลัก

GISI.PAS เป็นแฟ้มข้อมูลภาษาปาสคาล ( Source Code )

GIS.LOG เป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อใช้แสดงสัญลักษณ์ ( LOGO ) ในโปรแกรมแฟ้ม  
ข้อมูลที่มีนามสกุล DOC เป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูล  
เชิงบรรยาย ( Attribute Data หรือ Non-Spatial Data )

แฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุล DTA เป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่

( Spatial Data )



โปรแกรมย่อยอื่นเพื่อใช้เป็นโปรแกรมสนับสนุนการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด

THAIFONT.PAS

เป็นแกรมภาษาปาสคาลเพื่อใช้ในการแสดงผลภาษาไทยใน  
ระบบการแสดงผลแบบกราฟฟิก

NORMAL.FON และ ITALIC.FON

เพื่อเพิ่มข้อมูลที่จัดเก็บรูปแบบของตัวอักษรภาษาไทย

KEYBOARD.PAS

เป็น โปรแกรมภาษาปาสคาลเพื่อใช้ในการควบคุมคำสั่งจากแป้น  
พิมพ์

OPENGR.PAS เป็น โปรแกรมภาษาปาสคาลเพื่อใช้ในการเข้าสู่การทำงานในระบบ  
กราฟฟิกในปาสคาล

GRAPH.TPU เป็นเพิ่มข้อมูลโปรแกรมเทอร์โบปาสคาล เพื่อใช้เข้าสู่ระบบการ  
แสดงผลแบบกราฟฟิก

GISI.BAT เป็นโปรแกรมแบทซ์ไฟล์เพื่อใช้แสดงรายการคำสั่ง

REPLY.COM เป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในการรอรับคำสั่งจากแป้นพิมพ์

FAST.COM เป็นโปรแกรมเพื่อใช้ในเพิ่มความเร็วการแสดงผลคำสั่งจากแป้น  
พิมพ์

ตารางที่ 6-1 ตารางแสดงข้อมูลรายการโปรแกรม หลังจากที่ติดตั้งโปรแกรมสมบูรณ์แล้ว

แฟ้มข้อมูลที่อยู่ภายในไดเรกทอรี C:\GIS\*.*	
ชื่อแฟ้มข้อมูล	คำอธิบายแฟ้มข้อมูล
3d1_16pcx	แฟ้มข้อมูลภาพ
3d2_16pcx	แฟ้มข้อมูลภาพ
amouse.com	ไดรวเวอร์โปรแกรมควบคุมการทำงานของเมาส์
default1.doc	แฟ้มข้อมูลคำเริ่มต้นของโปรแกรม GIS
default2.doc	แฟ้มข้อมูลคำเริ่มต้นของโปรแกรม GIS
egavga.bgi	แฟ้มข้อมูลใช้ในเทอร์โบปาสคาลในการแสดงกราฟฟิก
fast.com	โปรแกรมเพิ่มความเร็วสถานะการรับค่าจากแป้นพิมพ์
filltest.doc	แฟ้มข้อมูลคำบรรยาย ( Attribute Data ) ใช้ในโปรแกรม GIS
filltest.dta	แฟ้มข้อมูลเชิงพื้นที่ ( Spatial Data ) ใช้ในโปรแกรม GIS
frame_sh.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
gendoc.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
gis.bat	โปรแกรมแบทช์ไฟล์ ใช้ในการเรียกโปรแกรมเพื่อใช้งาน
gis.log	ข้อมูลโลโก้ของโปรแกรม
gisi.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
gisi.exe	โปรแกรมแสดงตัวอย่างการใช้งาน GIS ( รายการที่ 3 )
gislogo.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
graphics.com	โปรแกรมของดอสเพื่อใช้ในการพิมพ์ผล
help.txt	ฐานข้อมูลความรู้ในระบบไฮเปอร์เท็กซ์
help1.txt	คำศัพท์ที่คัดแยกจาก help.txt ที่เป็นรากศัพท์
help2.txt	คำศัพท์ที่คัดแยกจาก help.txt ที่เชื่อมโยงไปยังรากศัพท์ได้
hyp.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
hyp.exe	โปรแกรมการแสดงผลระบบไฮเปอร์เท็กซ์ ( รายการที่ 1 )
install.bat	โปรแกรมแบทช์ไฟล์ ใช้ในการติดตั้งโปรแกรมครั้งแรก
italic.fon	ข้อมูลรูปแบบตัวอักษร จากเวิร์ดจุกา

( ต่อ ) แฟ้มข้อมูลที่อยู่ภายในไดเรกทอรี C:\GIS\*.*	
ชื่อแฟ้มข้อมูล	คำอธิบายแฟ้มข้อมูล
litt.chr	ข้อมูลรูปแบบตัวอักษร จากเทอร์โบปาสคาล
me.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
me.exe	โปรแกรมแสดงรายชื่อผู้วิจัย และอาจารย์ที่ปรึกษา
menu_gr.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
mouse.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
normal.fon	ข้อมูลรูปแบบตัวอักษร จากเวิร์ดจุกา
photo_16.pcx	แฟ้มข้อมูลภาพ
picfile.dta	แฟ้มข้อมูลที่ใช้จัดการการเชื่อมคำศัพท์กับภาพ
plott3.pcx	แฟ้มข้อมูลภาพ
q.exe	โปรแกรมบรรณาธิการ ( Editor )
reply.com	โปรแกรมรอร์รับค่าจากแป้นพิมพ์ ใช้ในแบทซ์ไฟล์
r_doc.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
salaya.doc	แฟ้มข้อมูลคำบรรยาย ( Attribute Data ) ใช้ในโปรแกรม GIS
salaya.dta	แฟ้มข้อมูลเชิงพื้นที่ ( Spatial Data ) ใช้ในโปรแกรม GIS
thai.com	โปรแกรมไควร์เวอร์เพื่อแสดงภาษาไทยบนเท็กซ์โหมด
turbo.exe	โปรแกรมเทอร์โบปาสคาล
turbo.hlp	ชุดโปรแกรมของเทอร์โบปาสคาล
turbo.pif	ชุดโปรแกรมของเทอร์โบปาสคาล
turbo.tp	ชุดโปรแกรมของเทอร์โบปาสคาล
turbo.tpd	ชุดโปรแกรมของเทอร์โบปาสคาล
turbo.tpl	ชุดโปรแกรมของเทอร์โบปาสคาล
vect.exe	โปรแกรมแสดงการนำเข้าข้อมูลแบบเวกเตอร์
vect.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
wat2.pcx	แฟ้มข้อมูลภาพ
water.doc	แฟ้มข้อมูลคำบรรยาย ( Attribute Data ) ใช้ในโปรแกรม GIS
water.dta	แฟ้มข้อมูลเชิงพื้นที่ ( Spatial Data ) ใช้ในโปรแกรม GIS
word.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล

ข้อมูลที่อยู่ภายในไดเรกทอรี C:\GIS\TPU\*.*	
ชื่อแฟ้มข้อมูล	คำอธิบายแฟ้มข้อมูล
graph.tpu	ยูนิตโปรแกรมใช้ในการควบคุมการทำงานกราฟฟิก
keyboard.tpu	ยูนิตโปรแกรมใช้ในการควบคุมการทำงานของแป้นพิมพ์
keyboard.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
opengr.tpu	ยูนิตโปรแกรมใช้ในการควบคุมการทำงานกราฟฟิก
opengr.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
read_pcx.tpu	ยูนิตโปรแกรมใช้ในการควบคุมการแสดงผลภาพกราฟฟิก
read_pcx.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
set_pal.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล
set_pal.tpu	ยูนิตโปรแกรมใช้ในการควบคุมการทำงานกราฟฟิก
thaifont.tpu	ยูนิตโปรแกรมใช้ในการควบคุมการทำงานการแสดงผลภาษาไทย
thaifont.pas	ชุดคำสั่งโปรแกรมที่เขียนโดยเทอร์โบปาสคาล



ตารางที่ 6-2 แสดงโครงสร้าง และโมดูลต่าง ๆ ในการพัฒนา และการนำไปใช้งาน

<b>โปรแกรมที่ต้องเรียกใช้งานก่อนการเรียกโปรแกรม GISI เพื่อทำงาน</b>		
เรียกโปรแกรม COMMAND.COM, ANSI.SYS จากระบบปฏิบัติการดอส ของไมโครซอฟท์		
โปรแกรมไทยไดรวเวอร์จาก THAI.COM เป็นโปรแกรมของศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเป็นโปรแกรมหนึ่งในเวิร์คจุฬา		
เรียกโปรแกรมเมาส์ไดรวเวอร์จาก AMOUSE.COM เป็นโปรแกรมของบริษัทไมโครซอฟท์ เวอร์ชัน 7.82 หรือโปรแกรมเมาส์ไดรวเวอร์อื่น		
เรียกโปรแกรม FAST.COM เพื่อเร่งความเร็วการรับส่งข้อมูลจากแป้นพิมพ์พัฒนาโดยภาษาแอสแซมบลี		
<b>ระบบพร้อมผู้การทำงาน</b>		
<b>ติดตั้งโปรแกรมโดยเรียกคำสั่งจาก INSTALL.BAT</b>		
หลังการติดตั้งเรียกโปรแกรมเพื่อใช้งานโดยใช้คำสั่ง GIS.BAT ในไดเรกทอรี \GISI		
<b>GIS.BAT</b>		
เรียกโปรแกรม REPLY.COM เพื่อรับค่าข้อมูลจากแป้นพิมพ์ที่ผู้ใช้กดเป็นเลือกรายการคำสั่ง GIS.BAT ตรวจสอบรายการคำสั่งที่ผู้ใช้ต้องการเรียกโปรแกรมเพื่อใช้งาน		
HYPE.EXE	GIST.EXE	VECT.EXE
พัฒนาจากภาษาปาสคาล		
HYPE.PAS	GIST.PAS	VECT.PAS
<b>ยูนิตโปรแกรมที่ใช้งาน</b>		
GRAPH.TPU เป็นยูนิตหนึ่งในโปรแกรมเทอร์โบปาสคาลเวอร์ชัน 5.5		
พัฒนาโปรแกรมย่อยและจัดทำเป็นยูนิตกลาง ( Libraly Unit )		
OPENGR.TPU เพื่อใช้ในการเข้าสู่ระบบกราฟฟิก		
THAIFONT.TPU เพื่อแสดงผลภาษาไทยในระบบกราฟฟิก		
KEYBOARD.TPU เพื่อใช้ในการควบคุมแป้นพิมพ์		
ชื่อแฟ้มข้อมูลที่เป็นชุดคำสั่งที่เขียนโดยภาษาปาสคาล ( Source Code )		
THAIFONT.PAS, KEYBOARD.PAS, OPENGR.PAS		

ยูนิตที่ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม		
ยูนิต โปรแกรมที่ใช้งาน SETPAL.TPU ใช้ควบคุมระบบสี READPCX.TPU ใช้อ่านแฟ้มข้อมูลภาพ PCX	-	-
ชื่อแฟ้มข้อมูลที่เป็นชุดคำสั่งที่เขียน โดยภาษาปาสคาล ( Source Code ) SETPAL.PAS READPCX.PAS		
<b>แฟ้มข้อมูลที่เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาโปรแกรม</b>		
EGA VGA.BGI เป็นไดรวเวอร์เพื่อใช้ในการแสดงผลกราฟฟิกของเทอร์โมปาสคาล ควบคุมการแสดงผลกราฟฟิกบนจอแสดงผลแบบ EGA ( Enhanced Graphics Adapter ) และ จอภาพแสดงผลแบบ VGA ( Vedio Graphics Adapter )		
แฟ้มข้อมูล NORMAL.FON และ ITALIC.FON ซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลรูปแบบตัวอักษร และใช้งานโดย ยูนิต THAIFONT		
แฟ้มข้อมูล LITT.CHR เป็นแฟ้มข้อมูลรูปแบบตัวอักษร และใช้งานโดย GRAPH.TPU ซึ่งเป็นรูปแบบตัวอักษรหนึ่งในเทอร์โมปาสคาล		
<b>รายชื่อโปรแกรมย่อยที่ใช้เชื่อมโยง ( Include File )</b>		
-	R_DOC.PAS วิเคราะห์ตัวแปรข้อมูล จากแฟ้มข้อมูลเท็กซ์ไฟล์	MOUSE.PAS โปรแกรมการควบคุม การรับส่งข้อมูลโดยเมาส์
-	GISILOGO.PAS โปรแกรมแสดงโลโก้โดยอ่าน ข้อมูลจาก GIS.LOG	-
-	GENDOC.PAS โปรแกรมจัดสร้างแฟ้มข้อมูล เชิงบรรยายเบื้องต้น ( Default Non-Spatial data file )	-

รายชื่อโปรแกรมย่อยที่ใช้เชื่อมโยง ( Include File ) ( ต่อ )		
-	FRAME_SH.PAS โปรแกรมแสดงกรอบ การใช้งานของแผนที่	-
โปรแกรมที่ใช้ในการแก้ไขแบบทซ์ไฟล์ และแก้ไขเพิ่ม / เติมข้อมูลเท็กซ์ไฟล์		
โดย Q.EXE	แฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุลไฟล์เป็น DOC เก็บข้อมูลเชิงบรรยาย ( Non-Spatial Data )	-
แฟ้มข้อมูลที่ใช้งาน ( Data Working File )	แฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุลไฟล์เป็น DOC เก็บข้อมูลเชิงบรรยาย ( Non-Spatial Data )	-
HELP.TXT เก็บข้อมูลความรู้ในรูปแบบของ ไฮเปอร์เท็กซ์	แฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุลไฟล์เป็น DTA เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ ( Spatial Data )	-
HELP1.TXT , HELP2.TXT โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ และคัดแยกกลุ่มคำศัพท์ออก จากแฟ้ม HELP.TXT เอง	GIS.LOG จัดเก็บรูปโลโก้ของโปรแกรม GISI.EXE	-
PICFILE.DTA แฟ้มข้อมูลจัดเก็บการเชื่อมโยง คำศัพท์กับแฟ้มข้อมูลภาพ		
โปรแกรมที่ใช้ในการแสดงการจบการทำงาน		
ME.EXE พัฒนาจากภาษาปาสคาลโดย ME.PAS		

หมายเหตุ      แฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุลไฟล์เป็น TXT, DTA, LOG, PAS และ DOC จัดเก็บข้อมูลใน  
รูปของเท็กซ์ไฟล์

## โครงสร้างแฟ้มข้อมูลภาพนามสกุล PCX

ข้อมูลส่วนหัว ( Header File ) คือ ข้อมูลส่วนที่แสดงคุณลักษณะของรูปภาพ เช่น ขนาดภาพ จำนวนระนาบที่ใช้ในการแสดงภาพ จำนวนบิตต่อพิกเซล เป็นต้น ข้อมูลส่วนนี้มีขนาด 128 ไบต์ และสามารถอ้างอิงรายละเอียดได้ดังตาราง

ส่วนเนื้อข้อมูล คือ ส่วนข้อมูลของรูปภาพที่ปรากฏบนจอ โดยเป็นข้อมูลที่ถูกอ่านจากซ้ายไปขวา บนลงล่าง ของจอภาพ โดยที่จอภาพอาจเป็นจอภาพแบบสีเดียว ( Monochrome ) หรือ จอภาพสี ( Color Monitor )

วิธีการถอดรหัสข้อมูล จากความต้องการลดขนาดของข้อมูลของแฟ้มรูปภาพแบบ PCX ใช้วิธีการเข้ารหัสข้อมูลที่เรียกว่า Run Length Encoding ( RLE ) เพื่ออัดข้อมูล ( Compressed Data ) รูปภาพให้เล็กลงโดยมีขั้นตอนดังนี้ คือ อ่านข้อมูลมา 2 ไบต์เก็บในตัวแปร A และ B และกำหนดค่าตัวนับ X เป็น 0 แล้วตรวจสอบว่า A เท่ากับ B หรือไม่ ถ้าใช่ ตรวจสอบค่า X น้อยกว่า 63 หรือไม่ ถ้าใช่เพิ่มค่าอีก 1 และอ่านข้อมูลไบต์ถัดไปเก็บไว้ใน B แล้ววนตรวจสอบว่า A เท่ากับ B หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ จะตรวจสอบค่า X มากกว่า 0 หรือไม่ ถ้าใช่บันทึกอินเด็กซ์ไบต์ด้วยค่า X และบันทึกค่าข้อมูลที่เก็บใน A จากนั้นกำหนดให้ A เก็บค่า B แล้วอ่านข้อมูลอีก 1 ไบต์เก็บใน B เพื่อเปรียบเทียบกับ A ต่อไป แต่ถ้าค่า X มีค่า 0 จะตรวจสอบค่า 2 บิตบนของ A ว่ามีค่าเท่า '11' หรือไม่ โดยให้  $A=A \& C0h$  ถ้าใช่ A จะมีค่า  $C0h$  จะบันทึกค่าอินเด็กซ์ไบต์ด้วย  $C1h$  แล้วจึงบันทึกข้อมูล A ลงในแฟ้ม แต่ถ้าค่า 2 บิตบนของ A ไม่เท่ากับ '11' ก็จะไม่บันทึกค่า A เท่านั้น จากนั้นจึงกำหนดให้ A เก็บค่า B ถ้า B ไม่ใช่ไบต์สุดท้ายของบรรทัด ก็จะอ่านข้อมูลอีก 1 ไบต์เก็บใน B เพื่อเปรียบเทียบกับ A ต่อไป แต่ถ้า B เป็นไบต์สุดท้ายของบรรทัด จะจบการทำงาน

ส่วนการอ่านข้อมูลภาพจากแฟ้ม PCX มาแสดงบนจอมีขั้นตอนดังนี้ ซึ่งการอ่านภาพมาแสดงก็คือการถอดรหัสข้อมูลนั่นเอง คือ อ่านข้อมูลมา 1 ไบต์ เก็บใน A ตรวจสอบว่า A เป็นอินเด็กซ์หรือไม่ โดย  $A=A \& c0h$  ถ้าไม่ใช่ จะบันทึก A ลงในหน่วยความจำจอภาพ ถ้าใช่ A จะมีค่า  $C0h$  จากนั้นกำหนดให้ 2 บิตบนของ A มีค่า 0 โดย  $A=A \& 3Ch$  แล้วอ่านข้อมูล 1 ไบต์เก็บใน B จากนั้นบันทึก B ลงในหน่วยความจำจอภาพให้มีจำนวนเท่ากับ A แล้วตรวจสอบว่าถอดรหัสข้อมูลทั้งบรรทัดหรือยัง ถ้าไม่ จะอ่านข้อมูลอีก 1 ไบต์เก็บใน A แต่ถ้าใช่จะจบการทำงาน



ตารางที่ 6-3 แสดงการเก็บข้อมูลของแฟ้มข้อมูลแบบ PCX

ชื่อตัวแปรข้อมูล	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
Identifier	byte	1	บอกประเภทแฟ้มข้อมูล มีค่าปกติเป็น 0x0A
Version	byte	1	เวอร์ชันของพีซี เพนทับริช ที่สร้างแฟ้ม
Encoding	byte	1	บอกความแฟ้มข้อมูลนี้ถูกเข้ารหัสบีบอัดข้อมูล มีค่า 1 เสมอ
BitesPerPixel	byte	1	จำนวนบิตต่อหนึ่งพิกเซล
Xstart	int	2	จุดพิกัดในแนวนอน ด้านบนซ้ายของภาพ
Ystart	int	2	จุดพิกัดในแนวตั้ง ด้านบนซ้ายของภาพ
Xend	int	2	จุดพิกัดในแนวนอน ด้านล่างขวาของภาพ
Yend	int	2	จุดพิกัดในแนวตั้ง ด้านล่างขวาของภาพ
HorzRes	int	2	ความละเอียดแนวนอนของอุปกรณ์สร้างภาพ
VertRes	int	2	ความละเอียดแนวตั้งของอุปกรณ์สร้างภาพ
Palette	byte	48	บัฟเฟอร์เก็บค่าสี
Reserved1	byte	1	สำรอง ปกติมีค่าเป็น 0
NumBitPlanes	byte	1	จำนวน plane ที่ใช้ในการแสดงภาพ
BytesPerLine	int	2	จำนวนไบต์ต่อหนึ่งบรรทัดของรูปภาพ
PaletteType	int	2	กำหนดว่าภาพถูกแสดงด้วย palette แบบใด ( 1 = Gray scale , 2 = สี )
HorzScreenSize	int	2	ขนาดของภาพในแนวนอน
VertScreenSize	int	2	ขนาดของภาพในแนวตั้ง
Reserved2	byte	54	สำรอง ปกติมีค่าเป็น 0
รวม		128	ไบต์

## Structure Flow Working

### + GISI

#### + HYPERTEXT PROGRAM

- component
  - blue button is the primary vocab. ( vocabulary = keyword )
  - pink button is the secondary vocab.
- control by
  - mouse
  - keyboard
- menu command
  - keyboard
    - page\_up\_key for page up
    - page\_dn\_key for page down
    - <S> for searching vocab.
    - inputting vocab. you want to search
      - If found, program shows only 5 first vocab. found.
        - selecting vocab. by up/down key and <ENTER> to selecting
      - If not, program shows message "not found"
        - press <SPACE BAR> or any key for go back before this screen.
- <ESC> for exit this program
- <SPACE\_BAR> after finish see the picture
- <ARROW\_KEY> for move cursor
- <ENTER> for selecting area to search
- mouse
  - move mouse for move mouse pointer
  - selecting by press left button of mouse

## + VECTOR INPUTTING PROGRAM

- working for
  - point, line, polygon inputting.
- screen
  - 2 main sections screen
    - left screen area for show vector inputting
    - right screen area for show vector format ( Data Structure )
- control by
  - mouse
  - keyboard
- menu command
  - keyboard
    - <1> point inputting
    - <2> line inputting
    - <3> polygon inputting
    - <C> clear working space area.
    - <ESC> for exit this program
    - <ARROW\_KEY> for moving position
    - <SPACE\_BAR> for Input data
    - <ENTER> for closing polygon
  - mouse
    - move mouse for move mouse pointer, and position of coordinate ( X, Y )
    - inputting by press left button and right of mouse
      - use left mouse button for start inputting, and the next for point, line and polygon
      - use right mouse button for closing polygon inputting

- structure component ( Data Structure )
  - point inputting
    - Point (  $X1$  ,  $Y1$  )
  - line inputting
    - Line (  $X1$  ,  $Y1$  ,  $X2$  ,  $Y2$  )
  - polygon inputting
    - Polygon (  $X1$  ,  $Y1$  ,  $X2$  ,  $Y2$  ) <press left button of mouse>
    - Polygon (  $X2$  ,  $Y2$  ,  $X3$  ,  $Y3$  ) <press left button of mouse>
    - Polygon (  $X_{n-1}$  ,  $Y_{n-1}$  ,  $Y_n$  ,  $Y_n$  ) <press left button of mouse>
    - Polygon (  $X_n$  ,  $Y_n$  ,  $X1$  ,  $Y1$  ) <press right button of mouse>

#### + EXAMPLE PROGRAM ( Rastor format )

- screen have 5 sections on the screen
  - working area (spatial data area)
    - classify 3 map sections (count on left to right, is map1, map2 and map3)
      - for map1 and map2 is the inputting of process
      - map3 is the solution
  - explanation map area (non-spatial data area)
    - legend, by using color and explanation by text (Thai/Eng.)
  - menu command
    - scroll menu bar
  - input data area
  - explanation processing area, at the bottom of the screen (Thai/Eng.)
    - this area have purpose for suggestion, showing user who use this program where are they living in program, and what they are using, and what's the next they [have to]/[should] do.
- control
  - keyboard



- all of keyboard ( see User 's Manual )
- <ESC> for quit all each steps in program
- menu
  - main\_menu
    - <CTRL\_ARROW\_KEY> for chang map working area
  - edit
    - for edit/input spatial data
  - raster
    - chain\_code
      1. select map [1][2][3]
      2. select (x,y) [1..50],[1..50]
      3. input value for this inputting [0][1][2][3][4]
      4. select direction by
        - <N> or <UP\_ARROW\_KEY> for north direction
        - <W> or <LEFT\_ARROW\_KEY> for west direction
        - <S> or <DOWN\_ARROW\_KEY> for south direction
        - <E> or <RIGHT\_ARROW\_KEY> for east direction
      5. input number of pixel for inputting ( count from the the first position with that derrection ) [1..9]
      6. go back to 4.
  - run\_length
    1. select map [1][2][3]
    2. input the line data for inputting [1..50]
    3. input value for this inputting [0][1][2][3][4]
    4. input number of pixel for inputting ( count from the the first position with left to right derrection )
    5. go back to 3
      - until full the line, and go back to 2.

- block\_code

1. select map [1][2][3]
2. input first position at the upper left corner (X1,Y1) [1..50,1..50]
3. input second position at the lower right corner (X2,Y2) [1..50,1..50]
4. input value for this inputting [0][1][2][3][4]
5. go back to 2

- vector

- point

1. select map [1][2][3]
2. input position (X1,Y1) for inputting [1..50,1..50]
3. input value for this inputting [0][1][2][3][4]
4. go back to 2

- line

1. select map [1][2][3]
2. input first position for the first point of line (X1,Y1) [1..50,1..50]
3. input second position for the end point of line (X2,Y2) [1..50,1..50]
4. input value for this inputting [0][1][2][3][4]
5. go back to 2

- polygon

1. select map [1][2][3]
2. input value for this inputting [0][1][2][3][4]
3. input first position for the first point of polygon (X1,Y1) [1..50,1..50]
4. input next position for the next point (X2,Y2) [1..50,1..50]
5. go back to 4, until input value  $X2 = X1$  and  $Y2 = Y1$  ( end polygon )

- Utility

- Fill

- for fill value in the close area in the map,
  - <ARROW\_KEY> for change position for filling
  - <CTRL\_ARROW\_KEY> for change map
  - [1][2][3][4] for input value, this is the end of this process of filling.
1. select map which you want to fill by <CTRL\_ARROW\_KEY>
  2. select position and area you want to fill in the map you were selected
  3. select [1][2][3][4] for inputting.
  4. go back to 1

- fill\_All

- this command is fill value in a map,  
new value will erase the old value in that old map.
1. select map which you want to fill by <CTRL\_ARROW\_KEY>
  2. select [0][1][2][3][4] for inputting.
  3. go back to 1

- Copy

- copy spatial data from a map which that position have value to another map
1. select map which you want to copy (this is the resource)
  2. select map which you want copy to (this is the target)
  3. go back to 1

- copy\_On

- copy spatial data from a map on another map
1. select map which you want to copy (this is the resource)
  2. select map which you want copy to (this is the target)
  3. go back to 1

- Mask
  - Masking some data to another map
    1. select map [1][2][3] area to mask
    2. select value for masking [0][1][2][3][4]
    3. select map for masking to
    4. go back to 1
- Random\_map
  - Random data for created example data
    - One\_map
      - random example data which working map area selected
    - All
      - random data in map1 and map2
  - saVe
    - saving all data
  - shoW\_value
    - showing value in a map which working map area selected
- recode
  - Single ( one-to-one )
    1. select map [1][2][3]
    2. select value for recoding [0][1][2][3][4]
    3. select value recoding to [0][1][2][3][4]
    4. go back to 1
  - Corridor ( one-to-many )
    1. select map [1][2][3]
    2. select value for recoding [0][1][2][3][4]
    3. select map for recoding to [1][2][3]
    4. select value for recoding to [0][1][2][3][4]
    5. input number of pixel of the corridor [1..9]
    6. go back to 1
- stAt



- Frequency
  - count frequency
- pErcentage
  - calutate percentage
- Area
  - show area
- aNalyze
  - Overlay
    - overlay map from map 1 and map 2 and outputting show at map 3
  - Union
  - Intersect
- Os\_shell
  - Shell program to DOS
- eDit\_doc
  - editing non-spatial data on the text editor
    - key control
      - <ALT\_S> = saving text
      - <CTRL+~> = Call Thai driver
      - <~> = change language <Thai/Eng.>
      - <ESC> = exit editor
      - <ARROW\_KEY> moving cursor
- File
  - Load
    - showing data file in on the list
      - <ARROW\_KEY> moving
      - <ENTER> selecting
  - Save
    - save data
- + quit program
  - quit program and go to DOS prompt again..

ภาคผนวก ข  
แบบประเมินผล

ตอนที่ 1

ส่วนที่ 1 แบบประเมินผลลักษณะตัวเลือก

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ โดยการให้คะแนน

ส่วนที่ 2 แบบประเมินผลลักษณะคำบรรยาย

เพื่อจัดเก็บข้อมูลแสดงข้อคิดเห็น และแนวคิดของผู้ทดสอบโปรแกรม เพื่อนำไปใช้  
ในการปรับปรุงซอฟต์แวร์ในอนาคต

ตอนที่ 2

การประเมินผลประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์โดยกระบวนการทางวิศวกรรม  
ซอฟต์แวร์

( ตัวอย่างแบบประเมินผล ตอนที่ 1 )

แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโปรแกรม  
ซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ( GIS )

กรุณาตอบคำถามที่ท่านคิดว่าจะมีความเหมาะสมมากที่สุด และกรุณาตอบให้ได้มากที่สุด  
สุด ในแต่ละคำถามเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมในรุ่นต่อไป

วิธีการให้คำตอบ แบบทดสอบมี 2 ตอน ดังนี้

1. ข้อคิดเห็นที่ให้ผู้ตอบแบบทดสอบ ตอบ ด้วยการทำเครื่องหมาย “X” ในช่องคะแนน

ผู้วิจัยกำหนดระดับคะแนนเพื่อใช้ในการเลือกตอบ 11 ระดับ ดังนี้

คือ ตั้งแต่ “0” ถึง “10”

( “0” หมายถึงระดับคะแนนน้อยที่สุด, “5” หมายถึงระดับคะแนนที่ผ่านการทดสอบ  
และ “10” คือระดับคะแนนที่มากที่สุด )

2. ข้อคิดเห็นที่ให้ผู้ตอบแบบทดสอบ

ตอบ ด้วยคำบรรยายโดยเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด

เพื่อให้การนำคำตอบที่ผู้ตอบ ถูกนำไปปรับปรุง แก้ไข และ พัฒนา ดังนั้นเพื่อให้การ  
ตอบของผู้ตอบแบบทดสอบสามารถนำไปพัฒนา และปรับปรุงโปรแกรมได้จริง จึงขอความ  
กรุณาให้ผู้ตอบกรุณาให้คำตอบ พร้อมทั้งแสดงเหตุผล และแนวคิดต่าง ๆ ได้ ตามที่ท่านเห็น  
สมควร

ขอขอบคุณ ผู้ตอบแบบทดสอบทุกท่าน...

นาย นิวัฒน์ ภู่นันทวารกร ผู้วิจัย

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ

**ส่วนที่ 1 การประเมินผล แบ่งหัวข้อการประเมินผลได้ดังนี้**

1. ประสิทธิภาพการใช้งานของโปรแกรม หมายถึงในภาพรวมของการใช้งานโปรแกรมหลังจากที่ได้ทดลองใช้งานแล้วมีประสิทธิภาพเป็นการใช้อยู่ในระดับใด

[ 0 ] [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] [ 6 ] [ 7 ] [ 8 ] [ 9 ] [ 10 ]

2. การนำเสนอของโปรแกรม หมายถึง รูปแบบการออกแบบโปรแกรม และวิธีที่ใช้ในโปรแกรมที่ใช้นำเสนอเนื้อหาที่บรรจุภายในโปรแกรมมีลักษณะเป็นอย่างไร

[ 0 ] [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] [ 6 ] [ 7 ] [ 8 ] [ 9 ] [ 10 ]

3. ความสะดวกในการใช้งาน หมายถึง ระดับความ ยาก-ง่าย ของการใช้งานโปรแกรมในความคิดเห็นของท่าน

[ 0 ] [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] [ 6 ] [ 7 ] [ 8 ] [ 9 ] [ 10 ]

4. ภาษาที่ใช้ในการอธิบายการทำงาน หมายถึง ข้อความหรือข้อเสนอแนะที่ปรากฏในโปรแกรมเพื่อใช้เป็นข้อความแนะนำท่านเพื่อใช้อธิบายการใช้งานของโปรแกรมมีลักษณะเป็นอย่างไร

[ 0 ] [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] [ 6 ] [ 7 ] [ 8 ] [ 9 ] [ 10 ]

5. การแสดงเนื้อหาความรู้ หมายถึง รูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาความรู้ที่อยู่ในโปรแกรมเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหาความรู้ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีลักษณะเป็นอย่างไร

[ 0 ] [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] [ 6 ] [ 7 ] [ 8 ] [ 9 ] [ 10 ]

6. เนื้อหาความรู้ที่นำเสนอ หมายถึงให้ท่านประเมินเนื้อหาความรู้ที่บรรจุไว้ในโปรแกรมมีความเหมาะสม อยู่ในระดับใด

[ 0 ] [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] [ 6 ] [ 7 ] [ 8 ] [ 9 ] [ 10 ]

7. ท่านคิดว่าประสิทธิภาพการนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับใด

[ 0 ] [ 1 ] [ 2 ] [ 3 ] [ 4 ] [ 5 ] [ 6 ] [ 7 ] [ 8 ] [ 9 ] [ 10 ]



**ส่วนที่ 2** ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

ข้อเด่นของโปรแกรมที่ท่านคิดว่าควรได้รับการส่งเสริม คือ \_\_\_\_\_

วิธีการ หรือแนวคิดที่ท่านคิดว่าควรได้รับการส่งเสริม และนำไปพัฒนาต่อ \_\_\_\_\_

ข้อด้อยของโปรแกรมที่ท่านคิดว่าควรได้รับการปรับปรุง คือ \_\_\_\_\_

ด้วยเหตุผลดังนี้ \_\_\_\_\_

วิธีการ หรือแนวคิดที่ท่านคิดว่าควรนำไปใช้ในการปรับปรุง และแก้ไข \_\_\_\_\_

สิ่งที่ท่านคิดว่าควรเพิ่มเติม \_\_\_\_\_

สิ่งที่ท่านคิดว่าควรได้รับการปรับปรุง \_\_\_\_\_

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม \_\_\_\_\_

( ตัวอย่างแบบประเมินผล ตอนที่ 2 )

## Software Quality Measurement Diagnostic

แบบประเมินซอฟต์แวร์นี้ออกแบบขึ้นโดยใช้แนวทางของการทดสอบซอฟต์แวร์ ( Software Testing ) กำหนดค่าระดับคะแนนการทดสอบ ตั้งแต่ 0 - 5 คะแนน ( 5 คือค่าคะแนนสูงสุด และ 0 คือค่าคะแนนต่ำที่สุด ) โดยกำหนดใส่ค่าคะแนนลงในช่องว่างที่กำหนด

### A. General Requirement

- \_\_\_\_\_ 1. มีคู่มือการใช้งาน ( User Manual ) ที่เรียบร้อย มีความชัดเจน เข้าใจง่าย
- \_\_\_\_\_ 2. มีคู่มือระบบ ( System Manual ) ที่เรียบร้อย มีความชัดเจน เข้าใจง่าย
- \_\_\_\_\_ 3. มีการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะ ( Specification ) ของซอฟต์แวร์ ที่กำหนดรายละเอียด และความสามารถในการทำงานของซอฟต์แวร์อย่างชัดเจน
- \_\_\_\_\_ 4. มีการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะ ( Specification ) ของฮาร์ดแวร์ ที่ใช้อย่างละเอียดครบถ้วน
- \_\_\_\_\_ 5. การพัฒนาซอฟต์แวร์ มีการกำหนดรายละเอียดของโครงสร้างซอฟต์แวร์ และรายละเอียดแต่ละโมดูลย่อย ( Sub-Module ) ไว้อย่างเพียงพอ และชัดเจน
- \_\_\_\_\_ 6. การพัฒนาซอฟต์แวร์ มีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนา เครื่องมือในการทดสอบซอฟต์แวร์ ให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างเหมาะสม และชัดเจน

### B. Installation

- \_\_\_\_\_ 1. การติดตั้งโปรแกรม มีการกำหนดขั้นตอนใช้อย่างละเอียดชัดเจนในคู่มือการใช้งาน
- \_\_\_\_\_ 2. การติดตั้งซอฟต์แวร์รวมทั้งอุปกรณ์รอบข้างอื่น ๆ เช่น เมาส์ สามารถทำได้โดยสะดวกรวดเร็ว

### C. การใช้งาน ( Implementation )

- \_\_\_\_\_ 1. ในแต่ละโมดูลย่อยสามารถทำงานตามฟังก์ชันที่กำหนดไว้ในคุณสมบัติเฉพาะได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
- \_\_\_\_\_ 2. การนำเข้าข้อมูล ( Input Data ) ในแต่ละโมดูลย่อยสามารถทำได้โดยสะดวกต่อการใช้งาน ทั้งจากแป้นพิมพ์ และเมาส์



- \_\_\_\_\_ 3. ผลลัพธ์ของซอฟต์แวร์ ( Output ) จากจอภาพ มีความชัดเจน ครบถ้วน ใช้งานง่าย
- \_\_\_\_\_ 4. การติดต่อกับผู้ใช้ ( User Interface ) มีความ สวยงาม สะดวกแก่การใช้งาน และเข้าใจง่าย
- \_\_\_\_\_ 5. มี Help ที่สะดวกแก่การใช้สำหรับการใช้งานเมื่อเกิดปัญหา

#### D. Over All

1. ในภาพรวมซอฟต์แวร์ชุดนี้ มีความสามารถ และประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์มากที่สุดน้อยเพียงใด

2. จุดเด่น

3. จุดด้อย

ผู้ประเมิน \_\_\_\_\_