



ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



โดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

RCH
LG
395
· K5
พ ๗๙๘๕

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 83682
วัน,เดือน,ปี..... 11 ก. ย. 2551

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิต
นักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในห้องสมุดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้หรือพิมพ์ซ้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง ISBN 974-15-2688-1 ของเอกสารที่
ปีงบประมาณ 2549
11๙81๙๐๘

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

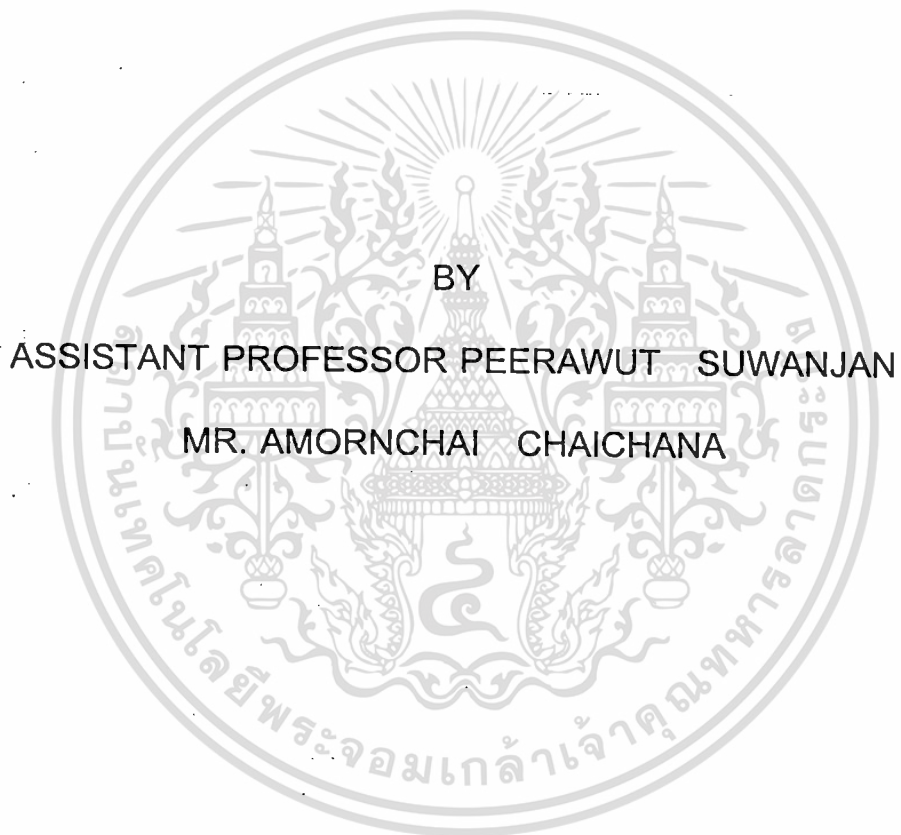


โดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิต
นักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในปีงบประมาณ 2549 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดและ ISBN 974-15-2688-1 จำหน่ายเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Geographic Information System for
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang



DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไขหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
2006
ISBN 974-15-2688-1

ชื่อโครงการวิจัย : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ดำเนินการวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
หน่วยงาน : ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้างและหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยโปรแกรม MapInfo เวอร์ชัน 7.8 ในการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลสถานที่ อาคาร สิ่งก่อสร้าง และเส้นทางของถนน รถไฟ และข้อมูลอื่นๆที่สำคัญภายในสถาบัน มีระบบฐานข้อมูล ชนิด Microsoft Access ประกอบด้วยจุดพิกัดตำแหน่ง (ละติจูดและลองจิจูด) ชื่อสถานที่ สามารถย่อและขยายแผนที่ และเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เพื่อใช้งานในการระบุพิกัดจริงได้

ผลการวิจัยพบว่าโดยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 3.89 เมตร ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดอยู่ที่ประมาณ 2.10 เมตร ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดประมาณ 6.30 เมตร ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สามารถแสดงผลข้อมูลต่างๆ มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เมตร ตรงตามสมมติฐานที่วางเอาไว้

Research Title : Geographic Information System for King Mongkut's Institute of
Technology Ladkrabang

Researchers : Assistant Professor Peerawut Suwanjan
Mr. Amornchai Chaichana

Department : Department of Engineering Education Faculty of Industrial
Education King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Year : 2006

ABSTRACT

The proposes of this research were to Construction and evaluation of efficiency for the Geographic Information System for King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. This program using MapInfo program version 7.8 and Microsoft Access Database. The research consisted of show data for building, main-road , sub-road , rail way, river and pond.

The results of study shown that the efficiency of the Geographic Information System for King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang have average position error at 3.89 meter. The less position error at 2.10 meter and most position error at 6.30 meter .Thus, the Geographic Information System for King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang which could be used effectively.

กิตติกรรมประกาศ

ความมุ่งหวังของคณะผู้วิจัยในการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อนำผลการวิจัยไปทำให้เกิดประโยชน์ด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อช่วยในการสืบค้นข้อมูล ของอาคารสถานที่ เส้นทางและตำแหน่งที่ตั้งได้สะดวกและรวดเร็ว ง่ายต่อการจัดเก็บรักษา อีกทั้งยังสามารถเพิ่มเติมข้อมูลที่ต้องการได้เช่น สถานที่ก่อสร้างใหม่ การวางแผนผังเมือง ข้อมูลระดับความสูง การวิเคราะห์แผนที่เชิงลึก

คณะผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะคณะผู้วิจัยได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ในโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2549 ของคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสคณะผู้วิจัยได้ทำการวิจัยครั้งนี้

ในโอกาสนี้คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษากลุ่มสำรวจที่ได้ให้ความร่วมมือ เสียสละเวลา และกำลังความคิดในการร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

คณะผู้วิจัย

มิถุนายน 2549

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การศึกษาหลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	4
2.2 วิธีการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	51
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
3.1 การเตรียมการวิจัย.....	55
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	55
3.3 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	70
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	70
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	70
5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	70
5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
5.5 สรุปผลการวิจัย.....	71
5.6 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	72
บรรณานุกรม.....	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มิได้เกิดแต่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และที่ยังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
บรรณานุกรม..... 73

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะของเกณฑ์การวัดในระดับต่างๆ.....	22
3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	56
3.1 (ต่อ) สัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	57
4.1 ผลการวัดสัญญาณที่ตำแหน่งต่างๆ	69
5.1 สรุปผลการวัดสัญญาณที่ตำแหน่งต่างๆ.....	71



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	5
2.2 องค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศ (Geomatics).....	6
2.3 Manual Approach โดยใช้แผ่นใส.....	8
2.4 Computer Assisted Approach.....	9
2.5 แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	10
2.6 องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์.....	11
2.7 ระดับในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่.....	22
2.8 การแปลงข้อมูล Vector เป็น Raster.....	23
2.9 ตัวอย่างข้อมูลประเภท Raster.....	24
2.10 ตัวอย่างข้อมูลประเภท Vector.....	24
2.11 รูปแบบของข้อมูลประเภทจุด.....	25
2.12 รูปแบบของข้อมูลประเภทเส้น.....	25
2.13 รูปแบบของข้อมูลประเภทโพลีกอน.....	26
2.14 เปรียบเทียบตัวแทนหรือสัญลักษณ์ของวัตถุบนพื้นผิวโลก.....	27
2.15 ผลกระทบการเปลี่ยนขนาดของมาตราส่วน.....	27
2.16 การเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนและผลต่อรูปร่างวัตถุที่แสดงบนแผนที่.....	28
2.17 การเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนและผลต่อความเรียบของวัตถุ.....	28
2.18 ข้อมูลที่ต่อเนื่อง (Continuous data) และข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete data) ความแตกต่างระหว่างข้อมูลทั้งสองชนิด.....	29
2.19 การนำเข้าข้อมูลประเภทจุดโดยประยุกต์ใช้ GIS และ GPS ร่วมกัน.....	31
2.20 การป้อนข้อมูลรูปแบบเส้นโดยอาศัยภาพถ่ายทางอากาศเป็นแผนที่ฐาน.....	32
2.21 ลักษณะการป้อนข้อมูลรูปแบบพื้นที่.....	33
2.22 ข้อผิดพลาดในการป้อนข้อมูล.....	33
2.23 เครื่องวาดพิกัด Digitizer.....	35
2.24 กระบวนการในการนำเข้าข้อมูลประเภทราสเตอร์.....	36
2.25 การนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ.....	38
2.26 การเชื่อมข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณลักษณะ.....	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 หลักการของข้อมูลสารสนเทศ.....	41
2.28 ระบบการประมวลผลเพิ่มข้อมูล.....	43
2.29 ระบบการประมวลผลฐานข้อมูล.....	46
2.30 โครงสร้างเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูล.....	50
3.1 ข้อมูลแผนที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	56
3.2 ภาพถ่ายดาวเทียมเขตพื้นที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	58
3.3 เส้นทางของ ถนนหลัก ถนนรอง ซอย เส้นทางรถไฟ.....	58
3.4 ข้อมูลแสดงสิ่งก่อสร้าง อาคารเรียน บ้านพัก และอาคารจอดรถ.....	59
3.5 แสดงข้อมูลประเภทจุดตำแหน่งที่ตั้งสถานที่สำคัญ (Landmark).....	59
3.6 แสดงข้อมูลแหล่งน้ำ ลำคลอง สระน้ำ อ่างเก็บน้ำ.....	60
3.7 แสดงข้อมูลที่เป็นข้อความของชื่อสถานที่ต่างๆ.....	60
3.8 การแสดงข้อมูลรวมในทุกเลเยอร์พร้อมๆ กัน.....	61
3.9 การแสดงข้อมูลรวมในทุกเลเยอร์บนภาพถ่ายดาวเทียม.....	61
3.10 โปรแกรม MapPointAsia.....	62
3.11 โปรแกรม ThankNet.....	62
3.12 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เสร็จสมบูรณ์.....	63
3.13 GPS ยี่ห้อ Magellan รุ่น Sportrak Map.....	63
3.14 จุดวัดทดสอบที่ 1 สะพานลอยหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม.....	64
3.15 จุดวัดทดสอบที่ 2 ทางเข้าลานจอดรถสนามกีฬาากลาง.....	64
3.16 จุดวัดทดสอบที่ 3 หน้าตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (12 ชั้น).....	65
3.17 จุดวัดทดสอบที่ 4 ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลาง.....	65
3.18 จุดวัดทดสอบที่ 5 หน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร.....	66
3.19 จุดวัดทดสอบที่ 6 หน้าหอประชุมใหญ่สถาบัน.....	66
3.20 จุดวัดทดสอบที่ 7 หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ.....	67
3.21 จุดวัดทดสอบที่ 8 หน้าอาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์.....	67
4.1 ตำแหน่งจุดที่ทำการวัดและทดสอบทั้งหมด 8 จุด.....	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในด้านการสื่อสาร ที่มีบทบาทสำคัญมากอย่างหนึ่งในปัจจุบัน คือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งได้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานในการนำร่องรถยนต์ส่วนบุคคล จะทำให้ผู้ใช้ทราบสภาพการจราจรบนท้องถนนที่แท้จริง รู้จักตำแหน่งของยานพาหนะและสถานการณ์ ส่งผลให้การจัดการจราจรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถเลี่ยงหรือเปลี่ยนเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นได้ นอกจากนี้ยังได้มีการนำมาใช้ในธุรกิจการเดินทาง การเร่งรัด การเดินรถบรรทุกน้ำมัน รถโดยสารประจำทาง ในส่วนหน่วยงานทางราชการ กรมป่าไม้ก็ใช้ระบบระบุพิกัดตำแหน่งในการตรวจสอบอาณาเขตของป่าไม้ และกิจการทางทหาร นำเอาข้อมูลจากพิกัดตำแหน่งมาใช้จัดทำแผนที่ระบบดิจิทัล คณะกรรมการการเลือกตั้ง (กกต.) ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการรายงานผลการเลือกตั้งทั่วประเทศ ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะเข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตและเป็นส่วนช่วยสร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นสถาบันการศึกษาที่มีภูมิประเทศ อาณาเขตกว้างขวางและมีสิ่งก่อสร้างมากมาย ข้อมูลดังกล่าวส่วนจะจัดเก็บในรูปแบบของเอกสารซึ่งจะเป็นการยากต่อการจัดเก็บรักษาและการค้นหา ถ้าหากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะทำให้การสืบค้นข้อมูล ของอาคารสถานที่ เส้นทางและตำแหน่งที่ตั้งได้สะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถเพิ่มเติมข้อมูลที่ต้องการได้เช่น สถานที่ก่อสร้างใหม่ การวางแผนผังเมือง ข้อมูลระดับความสูง การวิเคราะห์แผนที่เชิงลึกแบบสามมิติ

ในขณะที่เดียวกันคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2537) กำหนดให้วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 เป็นวิชาที่บังคับเรียน จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ปฏิบัติ 6 คาบต่อสัปดาห์ โดยให้มีการเรียนการสอนเรื่องทดลองปฏิบัติตามหัวข้อเกี่ยวกับการสื่อสารแบบใช้สายและการสื่อสารวิทยุแบบต่างๆ ซึ่งทางภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำหนดให้มีหัวข้อการทดลองเรื่องการระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกโดยใช้ดาวเทียม GPS ซึ่งทางภาควิชาได้มีชุดปฏิบัติการณ์ระบุพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่ใช้ในการทดลอง แต่ยังคงขาดแคลนระบบสารสนเทศ

ภูมิศาสตร์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อให้ประกอบการเรียนการสอน ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา จึงจำเป็นต้องจัดหาสื่อการเรียนการสอนประเภทระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและมีความถูกต้องแม่นยำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เพื่อทดสอบการทำงานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสามารถแสดงผลข้อมูลต่างๆ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เมตร

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

กรอบแนวความคิดในการออกแบบและสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยใช้แนวความคิดในการพัฒนาระบบของครรชิต มาลัยวงศ์ ซึ่งประกอบด้วย

1. วิเคราะห์ระบบ (System Analysis)
2. ออกแบบระบบ (System Design)
3. เขียนโปรแกรม (Programming)
4. ทดสอบระบบ (System Testing)
5. ติดตั้งดำเนินการ (Implementation)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. สามารถแสดงผลข้อมูลสถานที่ อาคารสิ่งก่อสร้าง และเส้นทางของถนน ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 2. ระบบฐานข้อมูลชนิด Microsoft Access ประกอบด้วยจุดพิกัดตำแหน่ง (ละติจูดและลองจิจูด) ชื่อสถานที่ สัญลักษณ์ และข้อมูลที่เป็น

3. สามารถย่อและขยายแผนที่ได้

4. สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เพื่อใช้งานในการระบุพิกัดจริงได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไว้สำหรับการสืบค้นข้อมูล

2. สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนสำหรับวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ยังค้นคว้าวิจัย ในการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขององค์กร ที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ โดยลำดับหัวข้อการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 การศึกษาหลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2 วิธีการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาหลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการวิจัยเพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ ระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่างๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ

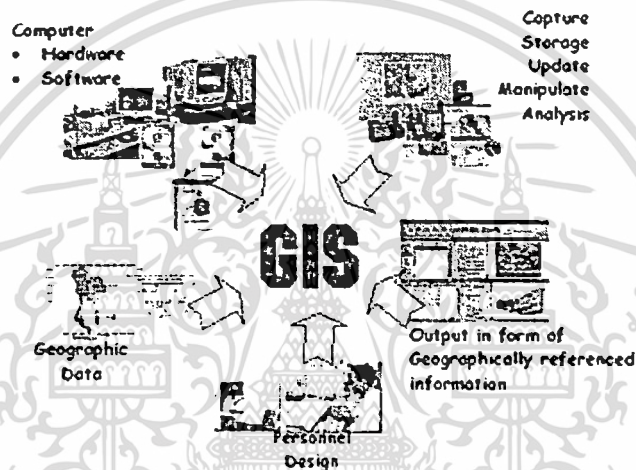
"GIS เป็นระบบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และวิธีการที่ออกแบบมาเพื่อการจัดเก็บ การจัดการ การจัดทำ การวิเคราะห์ การทำแบบจำลอง และการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อแก้ปัญหาการวางแผนที่ซับซ้อน และปัญหาในการจัดการ" เป็นคำจำกัดความที่ได้ให้ไว้โดย Federal Interagency Coordinating Committee (1988)

"ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงพื้นฐานของวัตถุทุกอย่างบนพื้นผิวโลก (Spatial) เกี่ยวกับระบบแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและแผนผังต่างๆ ของลักษณะภูมิประเทศทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น สิ่งเหล่านี้สามารถแปลความออกมาเป็นรหัสอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเรียกออกมาใช้งานแก้ไข และวิเคราะห์ข้อมูลได้" (พรทิพย์, 2531) แต่จากการสำรวจอัตราส่วนในการนำไปใช้

ประโยชน์ถือว่า ประสพผลสำเร็จน้อยมาก (Marble และ Penquet, 1983) ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่ และการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง เพราะข้อมูลที่บันทึกไว้อาจผิดพลาดได้ซึ่งเป็นเรื่องของคณิตศาสตร์และซอฟต์แวร์ (ครุฑชิต, 2529)

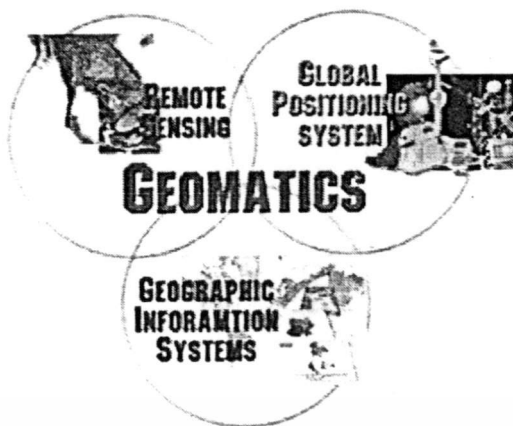
และอีกความหมายหนึ่งคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารรถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือ หมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บและการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ นั้นเอง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1.1 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ GIS

การจัดทำแผนที่ภูมิศาสตร์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น โดยปกติจะต้องใช้เทคโนโลยีหรือศาสตร์อื่นๆ มาใช้ผสมผสาน (Integrated) เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่น วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ การสำรวจและการทำแผนที่ ระบบการจัดการฐานข้อมูล การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) และการสำรวจพิกัดเชิงภูมิศาสตร์ (Global Positioning System) เป็นต้น ซึ่งบางครั้งในการผสมผสานเทคโนโลยี ระหว่าง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems) การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) และการสำรวจพิกัดเชิงภูมิศาสตร์ (Global Positioning Systems) เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ อักจึงเรียกได้ว่า Geo-informatics หรือ Geomatics



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศ (Geomatics)

วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (Computer Science) ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีและองค์ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพสูง สามารถทำงานได้รวดเร็วมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ อุปกรณ์และวิธีการหรือโปรแกรมในการนำเข้าสู่ข้อมูล ระบบการบันทึกหรือจัดเก็บสำรองข้อมูล ตลอดจนการแสดงผลหรือการส่งออกข้อมูล GIS ซึ่งผลกระทบของความก้าวหน้าทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ จะทำให้เกิดผลโดยตรงต่อการใช้และการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ นอกจากนี้ได้แก่ความรู้ทางการจัดการฐานข้อมูล (Database Management) ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการออกแบบฐานข้อมูลให้เป็นระบบมากขึ้น

การสำรวจและการทำแผนที่ (Survey and Mapping) เป็นศาสตร์ในการทำแผนที่โดยการสำรวจภาคสนาม โดยอาศัยความรู้เชิงวิศวกรรมในการใช้เครื่องมือในการสำรวจ เช่น กล้องวัดมุม ในการจัดทำวงรอบของพื้นที่ศึกษา กล้องวัดระดับในการจัดทำระดับความสูงในพื้นที่ศึกษา และการคำนวณโครงร่างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ การถ่ายค่าพิกัดหมุดหลักฐานอ้างอิงไปยังจุดสำรวจต่างๆ และวาดสัญลักษณ์ เส้น และคำอธิบายชื่อเฉพาะนั้น ดังนั้นวิชาการสำรวจและแผนที่จึงมีผลสำคัญต่อการพัฒนาการผลิตแผนที่ GIS อย่างมาก

ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์แต่เป็นการศึกษาถึงโครงสร้างและการจัดเก็บจัดการฐานข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ซึ่งทำให้การจดนำเข้าสู่ข้อมูลและควบคุมการกระทำกับข้อมูลเป็นไปได้อย่างเป็นระบบ ความสัมพันธ์ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลในสื่อ (media) ต่างๆ ซึ่งจะทำให้การจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่เสียค่าใช้จ่ายน้อยลง ซึ่งทำให้การบันทึกและจัดการกับ

เอกสาร ข้อมูล GIS เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เป็นศาสตร์ในการสำรวจข้อมูลพื้นที่ผิวโลก ปากฎการณ์ต่างๆ ในโลก โดยใช้อุปกรณ์ในการบันทึกภาพ (sensor) ในการตรวจวัดการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุเหล่านั้นขึ้นไปกระทบอุปกรณ์ในการบันทึกภาพ โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุโดยตรง ซึ่งทำให้เราสามารถวิเคราะห์และแปลภาพที่ได้ออกเป็นสภาพการใช้ที่ดินบนพื้นผิวโลกหรือทรัพยากรต่างๆ ในโลก ข้อมูลที่ได้เหล่านี้จะเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญในระบบ GIS

การสำรวจพิกัดเชิงภูมิศาสตร์ (Global Positioning System) เป็นระบบการค้นหาตำแหน่งและนำทางด้วยดาวเทียม โดยใช้คลื่นความถี่สูง ความยาวคลื่นสั้นจึงมีความเที่ยงตรงสูง และมีดาวเทียม GPS ที่โคจรรอบโลก ทำให้สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกได้ตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งสามารถใช้บอกตำแหน่งโดยอัตโนมัติ ในระดับความถูกต้อง 10-20 เมตร เป็นระบบที่ต้องอาศัยสัญญาณดาวเทียม GPS ในการทราบถึงค่าพิกัดบนพื้นผิวโลกอย่างถูกต้อง ซึ่งสามารถนำมาเข้าสู่ระบบ GIS ได้โดยตรง หรืออาจจะนำระบบ GPS เข้ามาประยุกต์ใช้กับการสำรวจและการทำแผนที่ หรือการสำรวจระยะไกล ในการตั้งหมุดหรือตั้งพิกัดแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าในระบบ GIS

ระบบ GIS เป็นระบบที่ออกแบบเพื่อแสดงลักษณะของข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้คือ

ข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร (Environmental Information) ได้แก่ ข้อมูลทางด้านทรัพยากรดิน น้ำ และป่าไม้ รวมถึงข้อมูลทางด้านสัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ อาจจะสามารถหมายรวมถึงการติดตามและจัดการมลพิษที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ข้อมูลทางด้านสาธารณูปโภค (Infrastructure Information) ได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกต่อมนุษย์ โทรศัพท์ ไฟฟ้า น้ำประปา และเครือข่ายสัญญาณมือถือ เป็นต้น

ข้อมูลที่ดินหรือสิทธิบนที่ดิน (Cadastral Information) ได้แก่ ขอบเขตความเป็นเจ้าของในที่ดิน หรือกรรมสิทธิ์ที่ดิน และการควบคุมการใช้ที่ดิน เป็นต้น

ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม (Socio-Economic Information) ได้แก่ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประชาชน หรือเศรษฐกิจการประกอบอาชีพ การทำกิน การกระจายตัวของประชากร รายได้ประชากร อาจรวมถึงศิลปวัฒนธรรมในชุมชน หรือความเชื่อ เป็นต้น

2.1.2. กระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลของ GIS

ในระบบ GIS อาจแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ออกเป็น 2 รูปแบบ ตามลักษณะของการทำงานคือ

1. Manual Approach การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยมือ หรือระบบแบบดั้งเดิม (traditional) เป็นการนำข้อมูลในรูปแบบของแผนที่หรือ ลายเส้นต่างๆ ถ่ายลงบนแผ่นใส หรือกระดาษลอกกลายใส โดยแบ่งแผ่นใส 1 แผ่นลอกกลายเพียง 1 เรื่อง เช่น แผนที่เส้นแม่น้ำ แผนที่เส้น

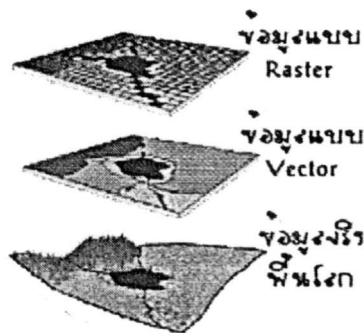
ถนน แผนที่ขอบเขตการปกครอง แล้วนำมาซ้อนทับกันบนโต๊ะฉายแสดงหรือเครื่องฉายแผ่นใส กระบวนการนี้อาจเรียกกันว่า "Overlay Techniques" การซ้อนข้อมูลแผนที่ในแต่ละปัจจัยเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ แต่วิธีการนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนแผ่นใสที่จะนำมาซ้อนทับกัน ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตา (Eyes Interpretation) จะกระทำได้ในจำนวนของแผ่นใสที่ค่อนข้างจำกัด ยิ่งจำนวนของแผ่นใสซ้อนกันมากขึ้น ยิ่งทำให้ปริมาณแสงที่สามารถส่องทะลุผ่านแผ่นใสค่อนข้างจำกัด ในขณะที่จำนวนแผ่นใสซ้อนมากขึ้น และจำเป็นต้องใช้เนื้อที่และวัสดุในการจัดเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก นอกจากนี้การตรึงพิกัดแผนที่แผ่นใสแต่ละแผ่นให้ตรงกันนั้นเป็นสิ่งที่เป็ข้อจำกัดอีกประการหนึ่ง ถึงแม้จะวาดจุดอ้างอิง (control point) ลงบนแผ่นใสแล้วก็ตาม การทำให้แผ่นใสมากกว่าสองแผ่นขึ้นไปให้มีจุดที่ตรงกันนั้น เป็นเรื่องที่ทำได้ไม่ง่ายเช่นกัน อาจจะมีผลต่อความผิดพลาดเชิงพื้นที่ หรือตำแหน่งในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 Manual Approach โดยใช้แผ่นใส

2. Computer Assisted Approach การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วย เป็นการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่และข้อมูลสารสนเทศที่จัดเก็บอยู่ในรูปของตัวเลขหรือดิจิทัล (Digital) โดยการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลแผนที่หรือลายเส้นให้อยู่ในรูปของตัวเลข นั้นหมายถึงกระบวนการวิเคราะห์หรือนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยมือ จาก 3.1 สามารถนำมาเป็นแผนที่ต้นฉบับสำหรับการนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้เช่นกัน ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กันทั้งขั้นตอนที่ 3.1 และ 3.2 แล้วนำข้อมูล Digital ที่ได้รับมาทำการซ้อนทับ (Overlay) กันโดยการนำหลักคณิตศาสตร์ เช่น นำข้อมูลมาบวก ลบ หาค่าหรือคูณกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ชุดใหม่ และตรรกศาสตร์ เช่น การทำการเปรียบเทียบแผนที่ข้อมูลที่มีอยู่ว่ามีค่าเท่ากันหรือต่างกันจุดใดบ้าง เพื่อหาการพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบนแผนที่วิธีการเก็บข้อมูลในรูปแบบเชิงตัวเลขนั้น จึงช่วยลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลลง และสามารถเรียกมาแสดงหรือทำการวิเคราะห์ซ้ำๆ ได้โดยง่าย รวมทั้งการพิมพ์ผลลัพธ์ได้โดยง่าย และรวดเร็วขึ้น ดังรูปที่ 4

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 Computer Assisted Approach

ในการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เข้ามาใช้จัดการกับข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์จะต้องคำนึงถึง การนำเข้าข้อมูล (Data input) ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปข้อมูลแผนที่ที่มีอยู่แล้ว ข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลจากเครื่องบันทึกภาพ ข้อมูลที่ป้อนแล้วสามารถจะเก็บไว้ใน ฐานข้อมูลซึ่งเรียกว่า Geographic Database ซึ่งสามารถแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ และ Geographic Database เป็นฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ และจะ จัดเก็บไว้ใน 2 รูปแบบ Spatial Data หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ คือ ข้อมูลที่ทราบตำแหน่งทางพื้นดิน สามารถอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ได้ (Geo reference) และ Non Spatial Data หรือ ข้อมูลที่ไม่อยู่ใน รูปเชิงพื้นที่ ได้แก่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้นๆ (Associated Attributes) เช่น ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลเกี่ยวกับเศรษฐกิจของประชากร เป็นต้น นอกจากนี้ การจัดการข้อมูล (Data Management) นับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งแต่ละหน่วยงานที่มีข้อมูลในรูปแบบที่ไม่เหมือนกัน หรือลักษณะของข้อมูลต่างกันจะต้องมีการ จัดการข้อมูลนั้นหมายถึง การเก็บข้อมูลและแก้ไขข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ในฐานข้อมูล ซึ่งมีวิธีการ หรือเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการฐานข้อมูลหลายวิธีที่จะใช้ในการจัดการฐานข้อมูลให้อยู่ใน รูปแบบเพิ่มข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ มีการจัดการโครงสร้างข้อมูล และการ เชื่อมโยงเพิ่มข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จะต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล (Transformation หรือ Data Analysis) คือการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูล Spatial Data มาซ้อนกัน (Overlay) ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยให้สัมพันธ์กับข้อมูล Non-Spatial Data เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อมูล สารสนเทศ (information) ที่ผู้ใช้ต้องการ และในท้ายที่สุดจะต้องมีการแสดงผล (Data Display) คือการแสดงผลข้อมูล หรือผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือ ข้อมูลภาพ (Graphic) ซึ่งอาจจะแสดงผลทาง Printer หรือ Plotter เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งานต่อไป ซึ่งผู้อ่านจะได้ทำความเข้าใจโดยละเอียดในบทถัดไป

2.2 องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Components of Geographic Information Systems)

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยหลักการแล้วจะประกอบด้วย 5 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ หน่วยงานหรือตัวบุคคล วิธีการปฏิบัติงาน และข้อมูล ในบทนี้จะเป็นการอธิบายการทำงานในระบบ GIS ในรูปแบบของ Computer Assisted Approach ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ เครื่องมือที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ, สายไฟ, ดิจิทัลไทเซอร์ เป็นต้น
2. ซอฟต์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ เช่น MS-DOS, MS-WINDOWS, Word เป็นต้น
3. บุคลากร (Peopleware) คือ ผู้มีหน้าที่จัดการให้องค์ประกอบทั้ง 4 อย่างข้างต้น ทำงานประสานกันจนได้ผลลัพธ์ออกมา
4. วิธีการปฏิบัติงาน (Methodology หรือ Procedure) คือ ขั้นตอนการทำงานซึ่งเราเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล
5. ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น และเป็นสิ่งที่เราต้องป้อนให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นผลลัพธ์ออกมา เช่น ชื่อ-สกุล ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นต้น ซึ่งจะได้อธิบายโดยละเอียดต่อไปในแต่ละหัวข้อหลักขององค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



รูปที่ 5 แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

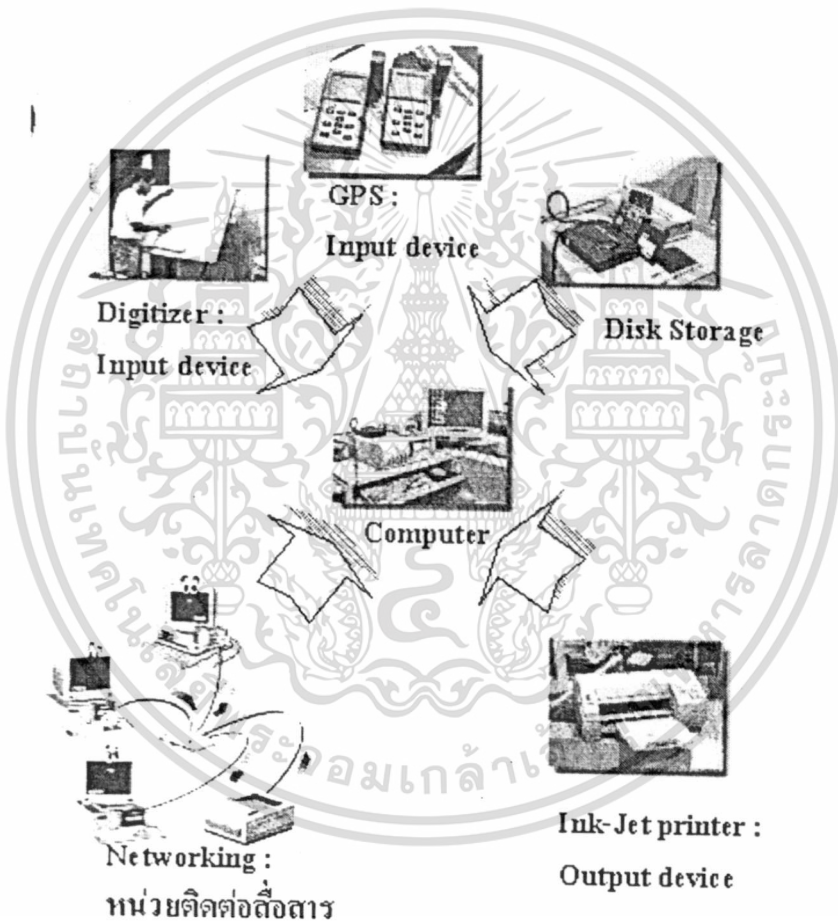
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ระบบคอมพิวเตอร์

คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานโดยมีองค์ประกอบหลายอย่างมาทำงานประสานกัน เพื่อจัดการกับข้อมูลต่างๆ ให้ได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบที่ต้องการ ผลลัพธ์ที่ได้มานี้เราเรียกว่า "สารสนเทศ" หรือ "information" เพราะการที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาประมวลผลข้อมูล ให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการนั้น จำต้องมียุติประกอบต่างๆ มาทำงานร่วมกัน

2.2.2 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

คือ ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มองเห็นและสัมผัสได้ เช่น คีย์บอร์ด, ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ, เมาส์ เป็นต้น



รูปที่ 6 องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์

2.2.3 ซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ หรือ โปรแกรม (program) คือ ชุดคำสั่งที่สั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ต้องการ ซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่จัดการการควบคุมการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ตั้งแต่เปิดเครื่องจนกระทั่งปิดเครื่องเลยทีเดียว

เครื่องคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน ไม่เช่นนั้นแล้วเครื่องจะไม่ทำอะไรให้ทั้งนั้น ซอฟต์แวร์เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนในการสั่งงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปแล้วเรามักพบเห็นซอฟต์แวร์ที่วางขายกันอยู่ในลักษณะสำเร็จรูป คือ เมื่อนำไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์เสร็จแล้ว จะใช้งานได้ทันที

เนื่องจากซอฟต์แวร์มีมากมายหลายชนิด ผู้อ่านจำเป็นต้องรู้จักภาพรวมของซอฟต์แวร์ก่อน เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับงาน และบางครั้งจำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์นี้เพื่อทำงานร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีดังนี้คือ

1. ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) หรือที่เรียกว่า Operating System (OS) เป็นโปรแกรมควบคุมระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ มีความสำคัญที่สุด และจำเป็นที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องเรียกมาใช้ก่อนซอฟต์แวร์ประเภทอื่น เพราะทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดต่อกันอยู่ด้วย โดย OS จะเป็นตัวสั่งการหน่วยควบคุม (CPU) และประสานการทำงานของส่วนต่างๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมโยงการทำงานกับซอฟต์แวร์ประยุกต์อีกด้วย

เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดจะเรียกใช้ OS ต่างกัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต เช่น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) มักใช้ MS-DOS, WINDOWS95 เครื่องมินิคอมพิวเตอร์บางชนิดมักใช้ Unix หรือ OS/2 เป็นต้น

2. ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป (Software Package) คือ โปรแกรมที่ผู้ผลิตทำไว้แล้ว เราสามารถหาซื้อมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน ใช้ทำงานเฉพาะด้าน เช่น งานพิมพ์เอกสาร, งานควบคุมสินค้าคงคลัง, งานบัญชี เป็นต้น ตัวอย่างโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ได้แก่

3. ซอฟต์แวร์จัดพิมพ์เอกสาร (Word Processing Software) เป็นโปรแกรมสำหรับงานพิมพ์เอกสารทั่วไป มีทั้งรุ่นที่พิมพ์ข้อความได้อย่างเดียว เช่น CU-Writer, Wordราชวิถี เป็นต้น และโปรแกรมรุ่นที่มีความสามารถมากมายในการจัดรูปภาพ ปรับแต่งข้อความ เช่น Microsoft Word เป็นต้น

4. ซอฟต์แวร์สำหรับงานคำนวณ (Calculation Software) ใช้กับงานทางด้านการเงิน งานบัญชีที่ต้องมีการคำนวณตัวเลขอยู่ตลอดเวลา โดยโปรแกรมจะจำลองหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นช่องๆ เรียกว่า เซลล์ (cell) เพื่อใช้ในการกรอกตัวเลขลงไป คล้ายกับกระดาษทำการของงานบัญชี จึงเรียกว่า "Spread Sheet" แต่มีลักษณะพิเศษกว่าตรงที่สามารถใส่สูตรการคำนวณของข้อมูล และให้แสดงผลลัพธ์ที่ต้องการได้ทันที เช่น LOTUS 1-2-3, Microsoft EXCEL เป็นต้น

5. ซอฟต์แวร์สำหรับนำเสนอ (Presentation Software) ใช้กับงานทางด้านการนำเสนอข้อมูล จัดทำแผ่นใส หรือ นำเสนอผ่านอุปกรณ์ในการนำเสนออื่นๆ โดยโปรแกรมจะสามารถนำเอกสารไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น เข้ามาร่วมในการนำเสนอได้ เช่น Microsoft PowerPoint, Authorware, Multimedia Toolbook เป็นต้น

6. ซอฟต์แวร์สำหรับจัดระบบฐานข้อมูล (Data Base Mangement Software) ใช้เก็บ บันทึกข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูล และมีคำสั่งงานสำหรับเรียกข้อมูลไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซอฟต์แวร์ที่จัดอยู่ในประเภทนี้ เช่น dBase III plus, FoxPro, MS-Access เป็นต้น

7. ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Software) คือ โปรแกรมที่จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ก่อนจัดทำโปรแกรมประเภทนี้ ต้องมีการศึกษางานของผู้ใช้อย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อนำมาวิเคราะห์และออกแบบระบบงานให้รัดกุม ต่อจากนั้นจึงลงมือเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ชนิดต่างๆ เช่น Passcal, COBOL, ภาษา C, Visual Basic เป็นต้น หรืออาจนำชุดคำสั่งของโปรแกรมสำเร็จรูปบางตัวมาจัดทำก็ได้ เช่น FoxPro, Visual Basic for EXCEL เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุด เช่น จัดทำข้อมูลบุคลากร, ข้อมูลบัญชี, สิ้นค้าคงคลัง เป็นต้น โดยมุ่งเน้นงานของผู้ใช้แต่ละรายเป็นเกณฑ์ (มิใช่ทำโปรแกรมมาตรฐานไว้ให้ผู้ใช้นำไปดัดแปลงเอง)

8. โปรแกรมแปลภาษา (Language Translor Programs) ใช้สำหรับแปลคำสั่งต่างๆ ในโปรแกรมที่เราเขียนขึ้นมาด้วยภาษาต่างๆ เช่น Pascal, COBOL, C เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าใจและนำไปประมวลผลได้ เนื่องจากโปรแกรมที่เราเขียนขึ้นยังเป็นรหัสที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เข้าใจ (ไม่อยู่ในรูปแบบของเลขฐานสอง) ดังนั้นจึงต้องใช้โปรแกรมแปลภาษามาทำหน้าที่แปลความให้คอมพิวเตอร์เข้าใจ

ลักษณะการเขียนโปรแกรมให้กับคอมพิวเตอร์นั้นเขาเขียนในรูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าใจได้ทันที คือ เขียนเป็นรหัสของเลขฐานสอง (เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าที่เครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อกันนั้น มีค่าตรงกับรหัสของเลขฐานสอง คือ 0 กับ 1) แต่การเขียนในรูปแบบนี้เป็นเรื่องยุ่งยากมาก จึงได้พัฒนาคำสั่งงานของโปรแกรมให้เขียนได้ง่ายขึ้น ในลักษณะข้อความคล้ายภาษาที่มนุษย์ใช้ติดต่อกัน ดังนั้นจึงต้องการใครสักคนมาเป็นผู้แปลความให้กับคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมแปลภาษาที่ใช้กันมีอยู่ 2 ลักษณะ

8.1 คอมไพเลอร์ (Compiler) ทำหน้าที่แปลคำสั่งในโปรแกรมที่เราเขียนขึ้น (Source Program) ทั้งหมดในคราวเดียวกันก่อน แล้วจึงส่งผลลัพธ์ที่ได้คือ Object Program ไปเก็บไว้เพื่อรอการเรียกไปใช้งานอีกทีหนึ่ง ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคนิคของคอมไพเลอร์มีหลายชนิด เช่น ภาษา COBOL, Pascal, C เป็นต้น ดังนั้นเมื่อเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเหล่านี้เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องส่งให้คอมไพเลอร์เป็นผู้แปลเสมอ ตัวอย่างเช่น เมื่อเขียนโปรแกรมภาษา C เสร็จแล้ว จะต้องส่งไปให้โปรแกรม C Compiler แปลความให้เป็น Object Program เสียก่อน หลังจากนั้นจึงเรียกจาก Object Program ไปใช้งานได้

8.2 อินเตอร์พรีเตอร์ (Interpreters) ทำหน้าที่แปลคำสั่งใน Source Program ที่ละคำสั่ง แล้วส่งไปทำงานประมวลผลได้ทันที (ไม่มีการเก็บเป็น Object Program) ภาษาที่ใช้อินเตอร์พรีเตอร์เป็นตัวแปล เช่น ภาษา BASIC เป็นต้น

9. โปรแกรมอรรถประโยชน์ (Utility Program) คือ โปรแกรมที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น Format แผ่นดิสเก็ตต์ เพื่อจัดเตรียมเนื้อที่บนดิสก์ข้อมูลลงดิสก์, Copy ใช้สำหรับคัดลอกข้อมูล เป็นต้น

แต่ที่ผู้เขียนขอแนะนำคือ จากความรู้เบื้องต้นในการเลือกเครื่องมือ Hardware และ Software แล้ว ถ้าเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ควรเป็นระดับ Pentium II ขึ้นไป และมีความเร็ว 800 MHz มีส่วนหน่วยความจำหลัก (RAM) สัก 128 MB เป็นอย่างน้อย มีหน่วยความจำสำรอง HardDisk ขนาดความจุ 10 GB เป็นอย่างน้อย และควรมีอุปกรณ์สำรองข้อมูล CD-ReWritable และ โปรแกรมระบบ (Operating System) ควรจะเป็น Windows XP ครับ เพื่อความสมบูรณ์ของการทำงานในระบบสารสนเทศศาสตร์ เพราะง่ายต่อผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์ในการดูแลระบบมากนัก พุดง่ายๆ ก็คือ เหมาะสำหรับผู้ดูแลเครื่องไม่ค่อยเก่งนัก ก็สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์เลยทีเดียว และ Windows XP จะช่วยดึงความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และไม่คอยมีปัญหาเรื่องเครื่องหยุดทำงานไปเฉยๆ (Hang) และ Windows XP รองรับการทำงานของโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศศาสตร์ได้อย่างดี เช่น PC ArcView รวมถึง Extension ต่างๆ ที่เพิ่มเติมเข้าไป

2.2.5 โปรแกรมทางด้านสารสนเทศศาสตร์

เมื่อเราเข้าใจถึงความต้องการระบบคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมระบบปฏิบัติการที่จำเป็นต่อการใช้งานเบื้องต้นแล้ว ต่อไปคือการเลือกใช้โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ในระบบสารสนเทศศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 5 ประการ เพื่อการใช้งานในระบบอย่างสมบูรณ์ คือ

1) การป้อนข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล (Data Input and Verification)

โปรแกรมระบบสารสนเทศศาสตร์ที่ดีนั้นควรมีระบบการป้อนข้อมูลที่ดี และมีประสิทธิภาพ โดยการนำเข้าข้อมูลนั้นอาจเป็นการเปลี่ยนข้อมูลจากแผนที่ต้นแบบ ข้อมูลดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ ให้อยู่ในรูปของดิจิทัล โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการนี้ เช่น Digitizer, Scanner เป็นต้น ซึ่งในขณะนำเข้าข้อมูลทั้ง Spatial Data และ Non-Spatial Data นั้นจะมีระบบของโปรแกรมควรมีส่วนช่วยเหลือให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเพื่อลดความผิดพลาดของการนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์

2) การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล (Data Storage and Database

management)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นว่ามีประโยชน์ในการนำมาใช้ กรุณาแจ้งให้ทราบ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ดี ควรมีระบบการจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์เกี่ยวกับรูปแบบข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Features) ประเภทต่างๆ คือ จุด เส้น หรือพื้นที่ (Point, Line, Polygon) ให้มีโครงสร้างที่สามารถจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และผู้ใช้สามารถเรียกมาใช้ได้โดยสะดวก ซึ่งจะมีโครงการหรือรูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลต่างกันในแต่ละโปรแกรมตามคุณลักษณะของโปรแกรม อาจจะจัดเก็บในรูปแบบของเวกเตอร์หรือราสเตอร์ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

3) การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis)

โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ดี ควรมีรูปแบบ การคำนวณและวิเคราะห์ผลข้อมูลหลายรูปแบบ และจะปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า Data Transformation เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลนั้นๆ โปรแกรมสามารถนำข้อมูลทั้ง Spatial และ Non-Spatial data มาใช้ในการวิเคราะห์โดยตัวเองหรืออาจจะใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกันได้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้คำตอบที่ผู้ใช้งานต้องการ

4) การรายงานผลข้อมูล (Data Output and Presentation)

โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ดีควรมีวิธีการแสดงผลของข้อมูล และข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยผลที่จะได้อยู่ในรูปแบบของแผนที่ ตาราง กราฟ ฯลฯ อ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และอาจจะพิมพ์รายงานผลโดยใช้พลอตเตอร์ หรือเครื่องพิมพ์ หรืออาจจะเชื่อมโยงกับโปรแกรมอื่นๆ ในการรายงานผลได้อย่างสมบูรณ์

5) ความสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Interaction with the User)

โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ดีนั้น จะต้องอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีการสร้างรายการ (Menu) ต่างๆ ที่ไม่ยุ่งยาก ในระบบของคำสั่งในรูปแบบกราฟฟิก (Graphic User Interface - GUI) ซึ่งสื่อความหมายของคำสั่งทำให้ผู้ใช้โปรแกรมเข้าใจได้ง่าย และมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์ หรืออนุญาตให้ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถสร้างหน้าต่างเองหรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับประเทศของตนเองได้ และสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับโปรแกรมจะตรงกับความต้องการหรือไม่ ผู้ที่จะใช้งานต้องรู้ข้อมูลในส่วนนี้ รวมถึงงบประมาณที่มีอยู่ด้วยว่ามีเพียงพอหรือไม่ ในที่นี้ขอเสนอเป็นแนวทางในการเลือกโปรแกรม GIS ดังนี้

1. หารายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรม (ทั้งทางผู้แทนจำหน่าย หรืออินเทอร์เน็ต หรือ website ที่เกี่ยวข้องกับด้าน Geomatics ที่ได้ให้คำแนะนำในการซื้อโปรแกรมอย่างดี)

2. ตรวจสอบงานที่จะดำเนินการกับโปรแกรมที่จะเลือก (ให้ตรวจสอบดูความเหมาะสมของงานที่จะดำเนินการว่า คุณลักษณะของโปรแกรมสามารถสนับสนุนการทำงานของงานหรือโครงการที่จะทำได้มากน้อยเพียงใด อาจจะขอคำแนะนำจากผู้ที่เคยผ่านการใช้งานมาบ้างก็ได้)

3. ให้ผู้ขายเสนอรายละเอียดและราคา (หลังจากที่เลือกได้โปรแกรมที่ต้องการแล้ว จากนั้นเราควรให้ผู้แทนจำหน่ายส่งรายละเอียด และราคามาให้โดยละเอียด ถ้าสนใจหลายรายก็ให้ส่งมาหลายราย แล้วทำการเปรียบเทียบ)

4. จัดทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติว่าตรงกับความต้องการหรือไม่ (เมื่อได้ข้อมูลมาหลายๆ ราย หรือหลายโปรแกรม ทำการเปรียบเทียบในด้านราคา และคุณสมบัติ การตอบสนอง ต่องานที่จะทำ และที่สำคัญบริการหลังการขาย อาจจะมีส่วนในการตัดสินใจเลือกซื้อได้เช่นกัน หรือเครือข่ายหลังการซื้อว่าสามารถติดต่อขอคำแนะนำได้ที่ไหนในการใช้งาน)

5. ขอเยี่ยมชมการสาธิตและใช้งานแต่ละโปรแกรม (ถ้าสนใจโปรแกรมใดเป็นพิเศษ หรือสนใจอยากเห็นประสิทธิภาพในการทำงานของแต่ละโปรแกรม อาจจะขอเยี่ยมชม หรือให้ตัวแทนจำหน่ายมาสาธิตวิธีการใช้โปรแกรมได้)

6. วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายต่างๆ (เมื่อเห็นราคา และได้รับชมการสาธิตแล้ว ก็อาจจะเห็นถึงคุณภาพ ว่าสมกับราคาหรือไม่ อาจจะช่วยให้การตัดสินใจของเราดีขึ้น)

7. ประเมินขีดความสามารถด้านเทคนิค (ในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเป็นประเด็นสำคัญ ว่าโปรแกรมมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของเราหรือไม่ ในการที่จะปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม และไม่ยุ่งยาก และอาจจะดูจากสถาบันการศึกษาที่เปิดการเรียนการสอน และวิจัยทางด้านนี้)

8. ประเมินขีดความสามารถของผู้ผลิตและผู้ขาย (ให้ตรวจสอบบริการหลังการขาย ทำให้ทราบถึงความสามารถของผู้ผลิต หรือการสนับสนุนทางด้านเทคนิคของผู้แทนจำหน่ายในเมืองไทย หรือถ้ามีสถาบันการศึกษาช่วยในเชิงเทคนิคมากขึ้นเพียงใด สำหรับโปรแกรมชุดนั้นๆ เพราะหากติดขัดบางครั้งไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นสูงยิ่งขึ้นไปได้)

9. เลือกโปรแกรม (หลังจากที่ได้พิจารณาประเด็นดังกล่าว จนพอใจแล้ว ทำการตัดสินใจเลือกซื้อโปรแกรม ที่เหมาะสมกับงาน และงบประมาณที่หน่วยงานมี)

2.2.6 บุคลากร (Peopleware)

บุคลากรทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ค่อนข้างมีความจำเป็นที่ต้องมีความรู้หลากหลาย และมีความสนใจเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ๆ เลื่อม และคอยติดตามข่าวสารความเป็นไปของเทคโนโลยีทางด้านนี้ อย่างน้อยบุคลากรที่จะดูแลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ดีควรมีใจรักในการทำงานทางด้านนี้เป็นอย่างยิ่ง มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งในระบบคอมพิวเตอร์ ในโลกข้อมูลข่าวสารไร้พรมแดน ที่ต้องพึ่งพาเครื่องคอมพิวเตอร์ในการทำงานนั้น มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลปริมาณมหาศาล เช่น ธนาคาร, หน่วยงานราชการ เป็นต้น การใช้คอมพิวเตอร์จึงอาจมีขั้นตอนมากขึ้น เช่น เอกสารเป็นเอกสารที่ส่งผ่านเว็บไซต์เพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาติให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บันทึกข้อมูลและส่งเข้าประมวลผลกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- ควบคุมการทำงานของระบบเครื่องคอมพิวเตอร์
- เขียนโปรแกรม และแก้ไขให้ทันสมัย
- วิเคราะห์ และออกแบบระบบงานที่ต้องการใช้คอมพิวเตอร์ประมวลผล
- ตรวจสอบ, ซ่อมแซมเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ
- งานบริหารวัสดุอุปกรณ์ และกำลังคนทางด้านคอมพิวเตอร์

งานเหล่านี้จะให้คนเพียงคนเดียวทำไม่ไหว จึงต้องอาศัยบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน มาร่วมกันทำงานเป็นทีม โดยทั่วไปมักจะตั้งเป็นหน่วยงานทางด้านคอมพิวเตอร์ขึ้นมาโดยเฉพาะ เช่น ฝ่ายคอมพิวเตอร์, ฝ่ายประมวลผลข้อมูล เป็นต้น

2.6.1 บุคลากรด้านสารสนเทศ

บุคลากรที่มีความสามารถทางด้านสารสนเทศที่ช่วยพัฒนาให้หน่วยงานทำงานอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศช่วยในการดำเนินงานขององค์กรจะมีบทบาทที่สำคัญอย่างมากที่จะทำให้ องค์กรดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องประกอบด้วยบุคลากรดังนี้

1) เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูล (Data Entry Operator) ทำงานในห้องบันทึกข้อมูลโดยมี อุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น เครื่องบันทึกข้อมูลลงแผ่นดิสเก็ตต์, เครื่องบันทึกข้อมูลลงจานแม่เหล็ก เป็นต้น งานหลักคือ บันทึกข้อมูลลงสื่อชนิดต่างๆ หรือบางทีอาจป้อนข้อมูลเข้าไปประมวลผลกับคอมพิวเตอร์โดยตรงก็ได้ (เพื่อบันทึกลงสื่อในภายหลัง)

ผู้ทำหน้าที่อาจไม่ต้องจบสาขาคอมพิวเตอร์ แต่อย่างน้อยต้องรู้จักเครื่องคอมพิวเตอร์ และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้ ที่สำคัญคือ ต้องป้อนข้อมูลได้รวดเร็วและมีความละเอียดรอบคอบ เพราะเมื่อป้อนข้อมูลแล้วจะต้องทำการตรวจทานความถูกต้องของข้อมูลด้วย

2) เจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Operator) คือ ผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะในระบบงานใหญ่ๆ เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำงานตลอด 24 ชั่วโมง เนื่องจากในแต่ละวันมีงานจำนวนมากที่จะส่งเข้ามาประมวลผลกับเครื่องคอมพิวเตอร์ตามเวลาต่างๆ เช่น งานสรุปข้อมูลทางบัญชี ต้องทำทุกเย็น งานเก็บสำรองข้อมูลต้องทำตอนกลางคืน เป็นต้น ทำให้ต้องคอยจัดโปรแกรมเข้าประมวลผลตามเวลาที่ระบุเอาไว้ นอกจากนี้ในระหว่างที่โปรแกรมกำลังทำงานจะต้องคอยตอบสนองสิ่งที่โปรแกรมต้องการ ซึ่งจะแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เช่น เรียกให้นำเทปแม่เหล็กเข้าเครื่องอ่าน ขอให้นำกระดาษใส่เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ผู้ที่ทำงานตำแหน่งนี้อาจไม่จำเป็นต้องเรียนมาทางด้านคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ แต่ควรมีพื้นฐานความรู้บ้าง และที่สำคัญคือจะต้องเป็นผู้มีความอดทนสูง เพราะจะต้องทำงานโดยเปลี่ยน

เวรกันเป็นกะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เจ้าหน้าที่พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Programmer) เป็นผู้เขียนโปรแกรมสำหรับงานที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำ คือเขียนโปรแกรมตามความต้องการของผู้ใช้นั้นเอง ดังนั้นจะต้องมีความเข้าใจในเรื่องคอมพิวเตอร์, หลักการเขียนโปรแกรมและภาษาสำหรับเขียนโปรแกรม งานที่ทำประจำวันนอกจากจะเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่แล้ว ยังต้องคอยปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมเก่าให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ที่มักจะมีเรื่องเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาด้วย

4) เจ้าหน้าที่พัฒนาโปรแกรมระบบ (System Programmer) เป็นผู้ศึกษา จัดหา และดูแลการใช้โปรแกรมระบบ (System Program) ให้เหมาะสมกับเครื่องคอมพิวเตอร์และระบบงานของหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ทำหน้าที่นี้จะต้องเข้าใจระบบการทำงานของโปรแกรมและเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี เพราะเมื่อใดก็ตามที่ระบบคอมพิวเตอร์มีปัญหา จะต้องเข้ามารับผิดชอบ และค้นหาสาเหตุเพื่อแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงไป

5) เจ้าหน้าที่วิเคราะห์และออกแบบระบบงาน (System Analyst and Designer) ทำหน้าที่ศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานที่จะใช้คอมพิวเตอร์ (ประมวลผลข้อมูล) แล้วนำมาออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่ต้องนำเข้า และผลลัพธ์ที่ได้ออกมาตลอดจนถึงขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ เช่น งานบัญชี ซึ่งเคยใช้วิธีลงบัญชีในสมุดและนั่งคำนวณด้วยมือ เมื่อต้องการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ จะเป็นหน้าที่ของ System Analyst and Designer ต้องมาศึกษางานบัญชีว่ามีการจัดทำอย่างไรบ้าง? ข้อมูลและผลลัพธ์ทางบัญชีควรมีรูปแบบเป็นอย่างไร? ต่อจากนั้นจึงนำมาออกแบบให้เข้ากับวิธีการทางคอมพิวเตอร์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าเจ้าหน้าที่เหล่านี้นอกจากจะต้องเข้าใจระบบงานต่างๆ ของแต่ละหน่วยงานแล้ว ยังต้องเข้าใจวิธีการทางคอมพิวเตอร์ด้วย และในทางปฏิบัติยังต้องเป็นผู้ประสานความเข้าใจระหว่างผู้ใช้กับผู้ปฏิบัติงานทางคอมพิวเตอร์ด้วย

6) วิศวกรระบบ (System Engineer) ทำหน้าที่ดูแลทางด้านระบบฮาร์ดแวร์โดยเฉพาะ ดังนั้นจึงต้องมีความรู้ในเรื่องเครื่องคอมพิวเตอร์, ระบบไฟฟ้า, และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี สำหรับธุรกิจทั่วไปที่ใช้คอมพิวเตอร์นั้นอาจไม่จำเป็นต้องจ้าง System Engineer ไว้เป็นพนักงานเพราะในเวลาเครื่องคอมพิวเตอร์มีปัญหาอาจติดต่อเจ้าหน้าที่ ด้านนี้จากบริษัทที่ขายคอมพิวเตอร์ให้เป็นครั้งคราวก็ได้

7) เจ้าหน้าที่จัดการฐานข้อมูล (Data Base Administration) ทำหน้าที่สร้างและควบคุมการใช้ฐานข้อมูล โดยการออกแบบลักษณะ และวิธีจัดเก็บข้อมูลตามความประสงค์ของผู้ใช้งาน รวมทั้งวางข้อกำหนดตลอดจนถึงระบบความปลอดภัยของฐานข้อมูล เพื่อป้องกันไม่ให้อื่นที่ไม่เกี่ยวข้องมาลักลอบใช้ข้อมูล ดังนั้นจะต้องมีความรู้ในการออกแบบและการจัดการฐานข้อมูล รวมถึงโปรแกรมที่ใช้สำหรับจัดการฐานข้อมูลด้วย

8) ผู้บริหารหน่วยประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (EDP Manager) EDP คือ Electronic Data Processing แปลว่า การประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงมีหน้าที่บริหารงานภายในศูนย์คอมพิวเตอร์ ดูแลเรื่องการจัดซื้อ และค่าใช้จ่ายของเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ ตลอดจนถึงโปรแกรมต่างๆ ที่จะนำมาใช้งาน นอกจากนี้ยังต้องดูแลการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ด้วย ผู้ที่จะเป็น EDP Manger ได้จะต้องมีความรู้ทั้งทางด้านคอมพิวเตอร์ และ บริหารธุรกิจควบคู่กันไป

2.6.2 บุคลากรด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์

หน่วยงานหรือตัวบุคคล เทคโนโลยีทางด้าน GIS จะต้องผสมผสานกับเทคโนโลยีอีกหลายด้าน เช่น Remote Sensing ขณะนี้ประเทศไทยก็กำลังตื่นตัวในเรื่องนี้เป็นอย่างมากทั้งในสวนราชการ และเอกชน รวมถึงสถาบันทางการศึกษาต่างๆ ผู้ที่มีความรู้ในเทคโนโลยีเหล่านี้ดีจึงได้เปรียบกว่าผู้อื่น หน่วยงานหรือส่วนราชการที่จะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อย่างสมบูรณ์แบบนั้น ควรจะประกอบด้วยบุคคลต่างๆ ดังนี้

1) ผู้จัดการ หรือผู้อำนวยการ หรือหัวหน้า บุคคลที่ทำงานในตำแหน่งนี้ควรมีความรู้ กว้างๆ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบ GIS ตลอดจนขีดความสามารถและข้อจำกัดของฐานข้อมูล ในหน่วยงานของตน มีความชำนาญในการบริหารบุคคลและทางงบประมาณมาสนับสนุน หน่วยงานของตน

2) นักวิเคราะห์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (System Analysis) เป็นผู้มีความรู้เกี่ยวกับ ระบบ GIS เป็นอย่างดี สามารถออกแบบฐานข้อมูลพร้อมด้วยวิธีการใช้ สามารถถ่ายทอดความต้องการของผู้ใช้ออกมาเป็นวิธีการดำเนินงานให้ได้ผล

3) ผู้จัดการฐานข้อมูล เป็นผู้ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับฐานข้อมูลทั้งในรูปของ Spatial data และ Non-Spatial data และสื่อในการเก็บข้อมูลตลอดจนพัฒนา และบริหารการทำแผนที่ด้วย คอมพิวเตอร์

4) ผู้ปฏิบัติงานอาวุโส เป็นผู้ปฏิบัติงานตามแผนของผู้วิเคราะห์ระบบ GIS และสามารถให้ ระบบ GIS ให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์เป็นผู้วางแผนการทำงานและดูแลระบบคอมพิวเตอร์

5) ผู้ทำแผนที่ เป็นผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในงานแผนที่ เป็นผู้ที่จะให้การสนับสนุนต่อ การใช้ระบบ GIS ในสองลักษณะคือ การป้อนข้อมูลและแสดงผลเป็นแผนที่ ในส่วนที่เกี่ยวกับการ ป้อนข้อมูลต้องมีการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง เช่น จากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูล ดาวเทียม เป็นต้น ส่วนในเรื่องการแสดงผลนั้นจะต้องออกแบบแผนที่ให้ดีซึ่งต้องอาศัยความรู้ด้าน graphics ช่วยในการควบคุมคุณภาพอีกด้วย

6) ผู้ป้อนข้อมูล (Data Entry) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้และการทำงาน ของระบบ GIS โดยเฉพาะในแง่ของการป้อนข้อมูลในลักษณะต่างๆ เช่น การ digitize ข้อมูลแผนที่

การแก้ไข การป้อนข้อมูลชนิด Attributes ต่างๆ ซึ่งจะต้องมีรายละเอียดมากมาย ผู้ป้อนข้อมูลตาม การวางแผนของผู้ปฏิบัติงานอาวุโสหรือผู้วิเคราะห์ระบบด้วย

7) ผู้บำรุงรักษา เป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบคอมพิวเตอร์ ทั้งหมด รวมทั้ง Hardware และ Software เป็นผู้ที่ทำให้ระบบงานและสิ่งอำนวยความสะดวก ต่างๆ ดำเนินไปเป็นปกติ

8) โปรแกรมเมอร์ เป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบ GIS สามารถเขียน โปรแกรมต่างๆ ได้ เช่น FORTRAN, BASIC, C, VISUAL BASIC และ PASCAL เป็นต้น และ ภาษาอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน สามารถเขียนโปรแกรมทำงานเฉพาะอย่างได้ เช่น โปรแกรมในการ แก้ไขข้อมูล โปรแกรมอ่านข้อมูลในเทปแม่เหล็ก เป็นต้น

9) ผู้ใช้ (Users) มีความสำคัญมากเพราะหากขาดผู้ใช้แล้วก็จะไม่มีระบบ GIS ผู้ใช้จะต้อง มีความรู้ และความเข้าใจในความสามารถและขีดจำกัดของงานตน ต้องรู้ในสิ่งที่ตนต้องการ ผู้ใช้ ต้องได้รับการเอาใจใส่และต้องได้รับการถ่ายทอดวิชาด้วย หากผู้ใช้มีความรู้มากก็จะเป็นผลดีแก่ผู้ ปฏิบัติเอง

ในส่วนขององค์ประกอบด้านข้อมูล (Data) และกระบวนการในการดำเนินการ (Methodology หรือ Procedure) จะได้อธิบายโดยละเอียดในบทถัดไป ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบที่ สำคัญและจะละเลยไม่ได้ในการดำเนินการด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Characteristics of GIS Information)

3.1 ประเภทข้อมูลในระบบ GIS

ข้อมูล (DATA) หมายถึง คำสังเกตุ คำจากการจัดการบันทึกคุณสมบัติของวัตถุค่าต่างๆ เหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดีจะต้องเกี่ยวข้องกับงานที่ทำมีความ แม่นยำถูกต้อง (Accuracy) และทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้วเรียกว่า information หรือสารสนเทศ ผู้บริหารอาจจะนำข้อมูลที่บันทึกไว้มากลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น โดยการหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตหาความเบี่ยงเบน และความแปรปรวน เป็นต้น ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของตนเอง และเมื่อ ทราบแล้วก็สามารถตัดสินใจว่าจะต้องทำอะไรต่อไป ในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทคือ (สุพรรณ, 2534)

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo—referenced) ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Management Information System) หรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ เป็นระบบงานคอมพิวเตอร์ซึ่งผสมผสานกับการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานด้วยมือ เพื่อจัดทำข่าวสารข้อมูลหรือสารสนเทศสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจ จะเห็นว่าระบบ MIS นั้นไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

2) ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non-spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ (Attributes) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ (Features) (ดังภาพที่ 4) คือ

- จุด (point) ได้แก่ ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จุดตัดของถนน จุดตัดของแม่น้ำ เป็นต้น
- เส้น (line) ได้แก่ ถนน ลำคลอง แม่น้ำ เป็นต้น
- พื้นที่ หรือรูปหลายเหลี่ยม (Area or Polygons) ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกพืช พื้นที่ป่า ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด เป็นต้น

3.2 ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Characteristics)

ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หมายถึง ลักษณะประจำตัวหรือ ลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่างๆตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงสถานที่ที่ทำการศึกษา ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute) อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง (Terrain Elevation) หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง (Number of Inhabitants) และชนิดของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Type) เป็นต้น ค่าความแปรผันของลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดออกเป็น 3 ระดับคือ

1. Nominal Level เป็นระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบๆ โดยจะกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ เพื่อจำแนกลักษณะของสิ่งต่างๆ เท่านั้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่หนึ่งจำแนกได้เป็น ป่าไม้ แหล่งน้ำ ทุ่งหญ้า ฯลฯ เป็นต้น ลักษณะเหล่านี้อาจจะแทนค่าโดยตัวเลขเช่น 1 = ป่าไม้ 2 = ทุ่งหญ้า 3 = แหล่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบกันได้ว่า 1 มากกว่า 2 หรือมากกว่า 3 ในแง่ของค่าตัวเลข

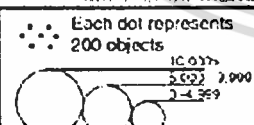
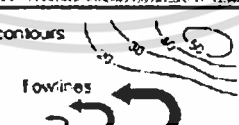
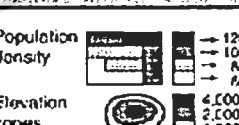
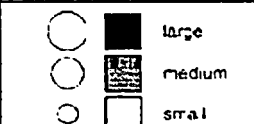
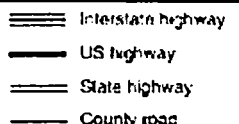
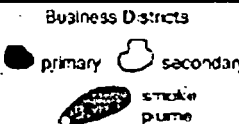
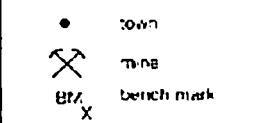
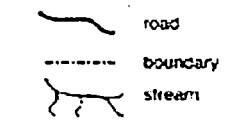
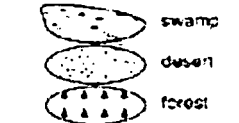
2. Ordinal Level หรือ Ranking Level เป็นการเปรียบเทียบลักษณะในแต่ละปัจจัยว่ามีขนาดเล็กกว่า เท่ากัน หรือ ใหญ่กว่า เช่น พื้นที่ป่าไม่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือ $1 > 2$ หรือ การให้สัญลักษณ์แทนลักษณะของถนน เช่น ถนนสายเอเชีย = 1 และถนน 2 เลน = 2 ถนนทางลูกรัง = 3 อาจจะบ่งบอกถึงความสำคัญว่า 1 สำคัญกว่า 2 แต่บอกไม่ได้ว่าสำคัญกว่าเป็นปริมาณเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Interval - Ratio Level เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในระหว่างแต่ละปัจจัยของ Ordinal Level ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เช่น พื้นที่ป่าไม่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้า 2 เท่า หรือเส้นชั้นความสูงที่ระดับ 500 เมตร สูงกว่าที่ระดับ 400 เมตรอยู่ 100 เมตร เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์การวัดในระดับต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะของเกณฑ์การวัดในระดับต่างๆ

	NOMINAL	ORDINAL	INTERVAL-RATIO
ความสำคัญของสารสนเทศ	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ * เปรียบเทียบหรือจัดลำดับชั้นได้	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ เปรียบเทียบหรือจัดลำดับชั้นได้ และหาค่าความแตกต่างได้
OPERATION ที่ทำได้	* Operation ทางด้านตรรกวิทยาบางคำสั่ง เช่น เท่ากัน/ไม่เท่า	Operation ทางตรรกได้ทุกคำสั่ง	Operation ทางตรรก และคณิตศาสตร์ได้
ความสัมพันธ์ทาง STATISTICS	MODE CONTINGENCY COEFFICIENT	MEDIAN PERCENTILES	MEAN, VAREANCE COEDDICIENT OF CORRELATION

	Point	Line	Area
Interval/Ratio	 <p>Each dot represents 200 objects</p> <p>10,000 5,000 2,000</p>	 <p>contours</p> <p>lowlines</p>	 <p>Population density</p> <p>Elevation zones</p>
Ordinal	 <p>large</p> <p>medium</p> <p>small</p>	 <p>interstate highway</p> <p>US highway</p> <p>state highway</p> <p>county road</p>	 <p>Business Districts</p> <p>primary secondary</p> <p>smoke plume</p>
Nominal	 <p>town</p> <p>mine</p> <p>bench mark</p>	 <p>road</p> <p>boundary</p> <p>stream</p>	 <p>swamp</p> <p>desert</p> <p>forest</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 7 ระดับในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่

Source : Michael N. Demers, Fundamentals of Geographic Information System, John Wiley & Sons, Inc., 1997, Figure 2.4, Page 30.

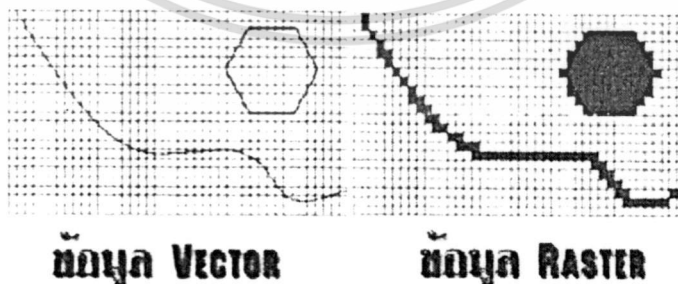
จากรูปที่ 7 ได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเกณฑ์ในการวัดของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งในรูปแบบข้อมูล (Feature) แบบจุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยมปิด ในระดับของ Nominal Level นั้นจะไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของตัวเลขได้ แต่ค่าสัญลักษณ์นั้นจะแทนวัตถุหรือสิ่งต่างๆ บนแผนที่ ถ้าในระดับ Ordinal Level จะเห็นว่าสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งในรูปแบบของปริมาณมากหรือน้อยกว่ากัน แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่ามากกว่ากันเท่าใด แต่ในระดับ Interval/Ratio นั้นสามารถบอกได้ถึงระดับค่าความแตกต่างของแต่ละสัญลักษณ์ตัวเลขที่แทนวัตถุหรือสิ่งต่างๆ บนแผนที่

3.3 ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristics)

ตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

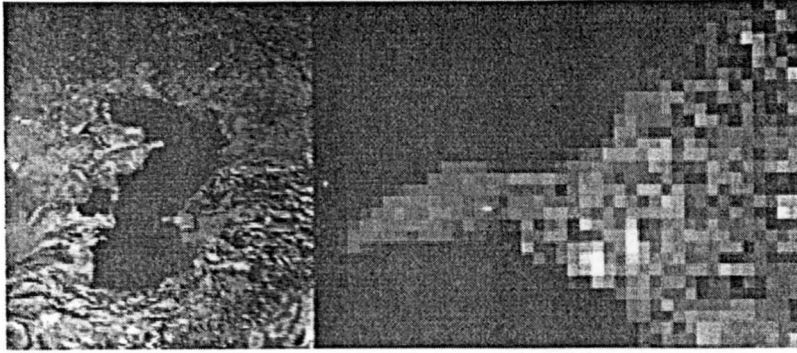
1) Raster or grid representation คือ จุดของเซลล์ ที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (grid) โครงสร้างของ Raster ประกอบด้วยชุดของ Grid cell หรือ pixel หรือ picture element cell ข้อมูลแบบ Raster เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแฉกอนและแฉกตั้ง แต่ละ cell อ้างอิงโดยแฉกและสดมภ์ภายใน grid cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูล Raster

ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลราสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งจุดนั้น ซึ่งข้อมูลประเภท Raster มีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้รวดเร็ว Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector หรือแปลงจาก Raster ไปเป็น Vector แต่เห็นได้ว่า จะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล



รูปที่ 8 การแปลงข้อมูล Vector เป็น Raster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



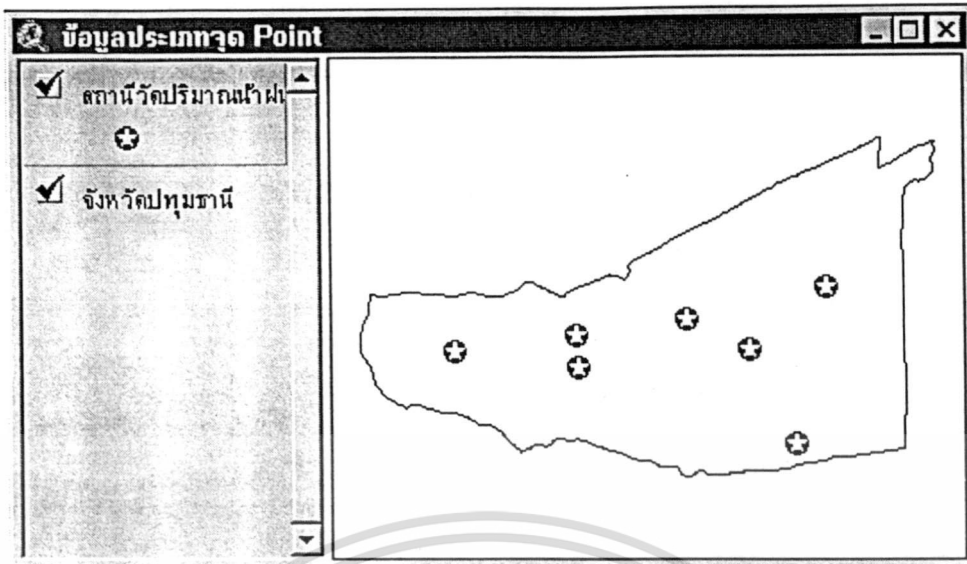
รูปที่ 9 ตัวอย่างข้อมูลประเภท Raster

2) Vector representation ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X,Y) และ/หรือ แนวตั้ง (Z) หรือ Cartesian Coordinate System ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวกันก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้าย จะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ล้ำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

รูปที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลประเภท Vector

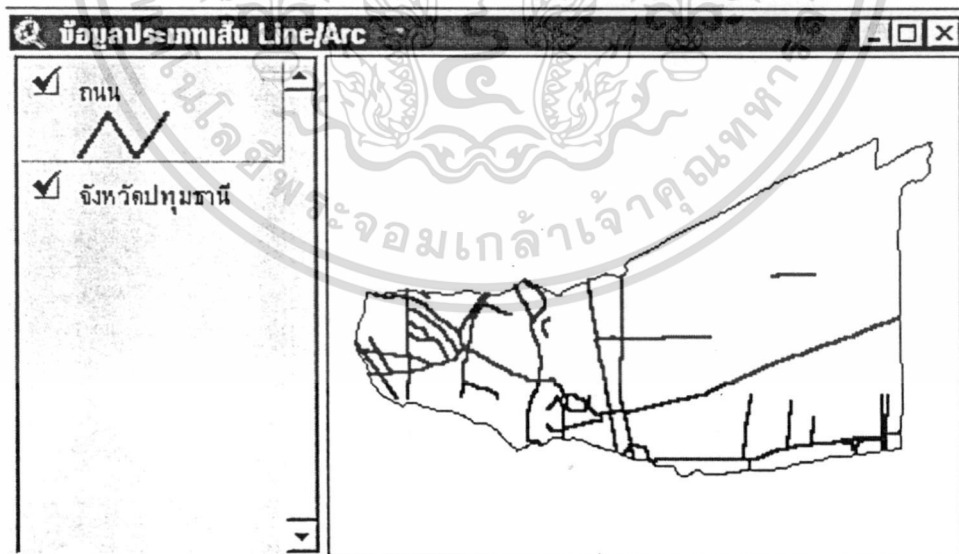
ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปแบบเวกเตอร์จะมีลักษณะและรูปแบบ (Spatial Features) ต่างๆ กัน พอสรุปได้ดังนี้คือ

3.2.1 รูปแบบของจุด (Point Features) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใดๆ ซึ่งจะสังเกตได้จากขนาดของจุดนั้นๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งของจังหวัด เป็นต้น



รูปที่ 11 รูปแบบของข้อมูลประเภทจุด

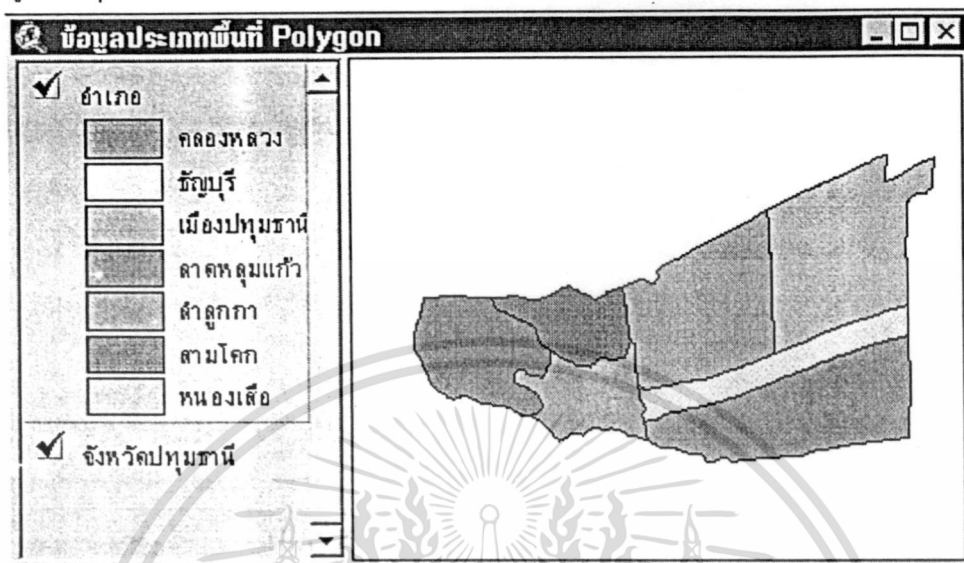
3.2.2 รูปแบบของเส้น (Linear Features) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุม และเส้นโค้ง ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้จะอธิบายถึงลักษณะต่างๆ โดยอาศัยขนาดทั้งความกว้างและความยาว เช่น ถนน หรือ แม่น้ำ เป็นต้น และในทางการทำแผนที่รวมทั้งระบบ GIS นั้น รูปแบบของเส้น หมายถึง เส้นหักมุมที่มีความกว้างเฉพาะในความยาวที่กำหนด



รูปที่ 12 รูปแบบของข้อมูลประเภทเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 รูปแบบของพื้นที่ (Area Features) เป็นลักษณะขอบเขตพื้นที่ที่เรียกว่า โพลีกอน (Polygon) ที่อธิบายถึงขอบเขตเนื้อที่และเส้นรอบวง และข้อมูลโพลีกอนลักษณะเหล่านี้จะใช้อธิบายขอบเขตของข้อมูลต่างๆ เช่น ขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น



รูปที่ 13 รูปแบบของข้อมูลประเภทโพลีกอน

ข้อสังเกตที่พบคือ ข้อมูล Vector และ Raster ทั้งสองระบบสามารถมีรูปแบบข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Features) ได้ 3 รูปแบบเหมือนกันคือ Point, Line และ Polygon แต่ข้อมูลแบบ Vector นั้นจุดจะบ่งบอกเพียงพิกัด x, y และ z ว่าอยู่ที่ตำแหน่งใด สูงเท่าใด จะไม่มีขนาดและทิศทางของข้อมูลประเภทจุด แต่ Raster ก็จะทำราวตำแหน่ง และมีขนาดเท่ากับขนาดของ pixel เช่น จุด pixel ของดาวเทียม LANDSAT TM จะมีขนาด 30 เมตร x 30 เมตร ซึ่งแตกต่างจากข้อมูล Vector

ลักษณะข้อมูล Attribute และ Spatial นี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปได้ทั้งในแบบต่อเนื่อง (Continuous) และไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ยกตัวอย่างเช่น แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) จะแสดงถึงเส้นระดับความสูงที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่จำนวนประชากร ที่อาศัยอยู่ในแต่ละชั้นระดับความสูงนั้น จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง โดยจะแปรผันไปตามปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตเท่านั้น เป็นต้น รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะข้อมูลที่ปรากฏบนโลกมนุษย์และการแสดงสัญลักษณ์บนแผนที่ ในการแสดงสัญลักษณ์บนแผนที่จากลักษณะภูมิประเทศหรือวัตถุบนพื้นผิวโลกนั้นสามารถแทนด้วยรูปแบบจุด เส้นหรือพื้นที่ ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากมาตราส่วนของแผนที่ที่จะแสดงหากแผนที่มาตราส่วนใหญ่เช่น 1:4,000 อาจจะแสดง

เอกสารนี้เป็นที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานการผังเมืองเพื่อจะแจกจ่ายแก่หน่วยงานอื่นโดยไม่คิดมูลค่าให้ไปใช้ประโยชน์ด้วยควรค่าไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

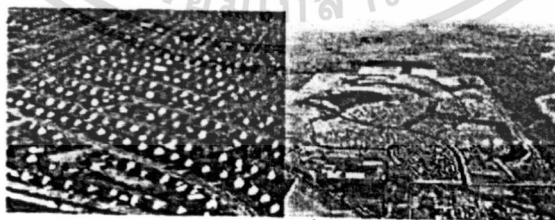
สถานีวัดปริมาณน้ำฝนอาจถูกแทนด้วยจุด หรือเส้น หรือพื้นที่ขนาดเล็กได้ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ ดังรูปที่ 14 และรูปที่ 16

Cartographer's Conception					
		point representation	line representation	area representation	volumetric representation
Real World Phenomena	point objects	tree	boulders boulder train	animals animal range	Housing density
	line objects	airport	highway	stream watershed	hedgerow density
	area objects	chemical spill	right of way power line	new subdivision	Acres Undeveloped
	volumetric objects	Open-pit mine	river valley river	irrigation drain	Acre-feet of water

รูปที่ 14 เปรียบเทียบตัวแทนหรือสัญลักษณ์ของวัตถุบนพื้นผิวโลก ตามหลักการของการทำแผนที่ ตัวอย่างของจุด เส้น รูปปิด และพื้นผิว

Source : P. C. Muehrcke, and J.O. Muehrcke, Map Use : Reading, Analysis and Interpretation, 3rd ed., JP Publication, Madison, WI, 1992, Figure 3.18, Page 84.

เมื่อแผนที่มาตราส่วนถูกเปลี่ยนแปลงไปย่อมมีผลกระทบเกิดขึ้นกับข้อมูลที่อยู่ภายในแผนที่ในการแสดงผลด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ อาจจะไม่เปลี่ยนแปลงไป เช่น บ้านพักอาศัย หากอยู่ในมาตราส่วนใหญ่ในภาพถ่ายทางอากาศหากนำมาเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์อาจจะแทนด้วยโพลีกอน แต่ถ้าหากถ่ายมาในมาตราส่วนเล็ก อาจจะแทนด้วยข้อมูลแบบจุดได้ ดังรูป 15



รูปที่ 15 ผลกระทบการเปลี่ยนขนาดของมาตราส่วน บ้านพักที่สังเกตโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ จะปรากฏเห็นความกว้างและยาวซึ่งสามารถแสดงเป็น polygon แต่ในรูปขวามือ จะไม่ปรากฏขนาดของวัตถุจึงสามารถแสดงเป็นจุดได้

Source : Michael N. Demers, Fundamentals of Geographic Information System, John Wiley & Sons, Inc., 1997, Figure 2.2, Page 27

Islands	Streams	Cities	Mountains	
				Large scale
				Small scale

รูปที่ 16 การเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนและผลต่อรูปร่างวัตถุที่แสดงบนแผนที่

Source : Michael N. Demers, Fundamentals of Geographic Information System, John Wiley & Sons, Inc., 1997, Figure 3.9, Page 70.

สิ่งที่พบจากรูปที่ 16 จะเห็นว่าการแสดงผลที่ระดับมาตราส่วน (scale) ที่แตกต่างกันย่อมมีผลต่อความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ ฉะนั้นในการใช้งานมาตราส่วนแผนที่ผู้ใช้พึงต้องระวังถึงระดับของมาตราส่วนที่เหมาะสมกับงานที่จะใช้ในการวิเคราะห์เช่นกัน ยิ่งมาตราส่วนเล็กลงมาเท่าไร นั่นหมายถึงขนาดของข้อมูลยิ่งหายไปมากเท่านั้น

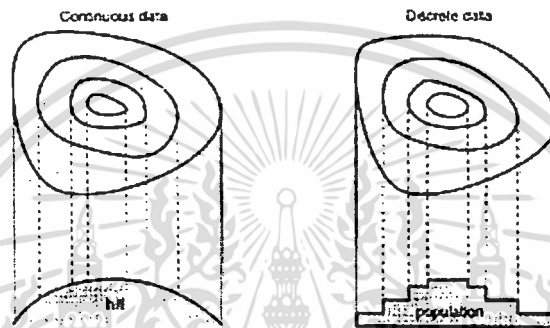
Area boundary	Linear feature	Surface	
			Large scale
			Small scale

รูปที่ 17 การเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนและผลต่อความเรียบของวัตถุ

Source : Michael N. Demers, Fundamentals of Geographic Information System, John Wiley & Sons, Inc., 1997, Figure 3.9, Page 70.

และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนของข้อมูลให้เล็กลง สิ่งที่เกิดขึ้นคือข้อมูลมีความถูกต้องลดลง เช่น พื้นที่บางส่วนไม่สามารถแสดงได้ เกาะเล็กๆ ที่แสดงด้วยโพลีกอน อาจจะต้องลบออกเนื่องจากไม่สามารถแสดงผลข้อมูลในรูปแบบโพลีกอนได้ หรือถนนที่นำเข้าไปในมาตราส่วนไม่กว้างพอๆ ทางสน ออกทางห้ามมีเขตเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่ก็จะสามารถลงรายละเอียดของข้อมูลแผนที่ได้มากกว่า หรือแม่น้ำสายย่อยสามารถแสดงได้
 ในแผนที่มาตราส่วนใหญ่ แต่ต้องละเอียดในแผนที่มาตราส่วนเล็ก ดังรูปที่ 16 และรูปที่ 17
 ในการนำเข้าสู่ข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของข้อมูลหรือ
 ประเภทข้อมูลที่มีความต่อเนื่องเช่น ระดับความสูง หรือปริมาณน้ำฝน และข้อมูลที่ไม่มีความ
 ต่อเนื่อง เช่น จำนวนประชากร หรือรายได้ของประชากร อาจจะมีผลต่อการแสดงผลในรูปแบบ 3
 มิติ ถึงแม้จะใช้สัญลักษณ์ ที่เหมือนกันคือข้อมูลแบบจุด ดังรูปที่ 18 ซึ่งในความต่อเนื่องของข้อมูล
 นั้นสามารถทำให้ผู้ใช้ข้อมูลพยากรณ์หรือคาดการณ์ได้จากข้อมูลที่สร้างขึ้น



รูปที่ 18 ข้อมูลที่ต่อเนื่อง (Continuous data) และข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete data) ความ
 แตกต่างระหว่างข้อมูลทั้งสองชนิด

4. โครงสร้างและการนำเข้าสู่ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Structure and Data Input)

ในบทนี้จะพูดถึงการนำเข้าสู่ข้อมูลในระบบ Vector ที่จะสามารถดำเนินการได้เพื่อจัดทำระบบ
 สารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้งในรูปแบบ Spatial data และ Non-Spatial data เพื่อให้เข้าไปถึงรูปแบบ
 ในการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในเบื้องต้น เพื่อสามารถที่จะนำไปปฏิบัติได้ในชั้น
 ประยุกต์

4.1 ลักษณะโครงสร้างแบบเวกเตอร์ (Vector Structure)

ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วยข้อมูลประเภทจุด เส้น หรือพื้นที่รูปปิด ซึ่งอาศัยจุด
 พิกัดในการบ่งบอกถึงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ได้ ทำให้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถที่จะสืบค้นหา
 ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ได้ ในข้อมูลระบบเวกเตอร์นั้น จะใช้ลักษณะของจุดและเส้น ในการ
 แสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์โดยจุดที่เชื่อมโยงต่อกันด้วยเส้นตรงที่เรียกว่า อาร์ค (Arc) เป็น
 องค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลรูปแบบเส้น (Linear Feature) บางครั้งอาจจะเรียกว่า Line เช่น
 ถนน แม่น้ำ เป็นต้น ปลายของอาร์คหลายๆ อาร์คที่ต่อกันจนเกิดเป็นขอบเขตนั้นเรียกว่า โพลีกอน
 (Polygon) ขบวนการของข้อมูลแบบเวกเตอร์นี้จะใช้คู่อันดับของพิกัด X และ Y เป็นตัวชี้ตำแหน่ง และ

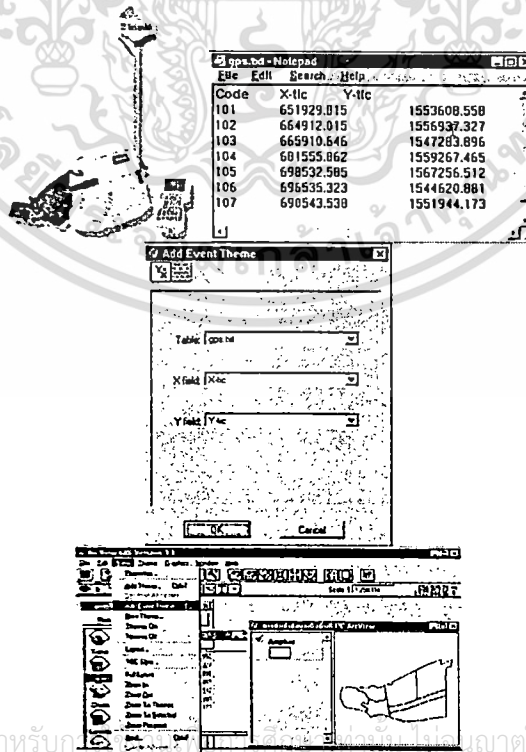
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดเท่านั้น ไม่สามารถนำไปเผยแพร่ในวงกว้างหรือการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของสิ่งต่างๆ และนำเข้าตามมาตราส่วนของแผนที่ที่เป็นต้นฉบับ จะทำให้ได้รูปร่างลักษณะ มาตราส่วน และรายละเอียดตามต้องการ

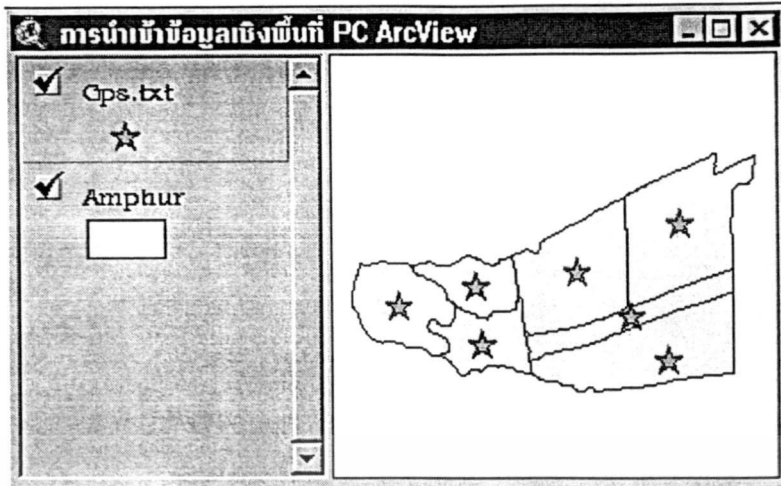
วิธีการนำเข้าข้อมูลของระบบ GIS ในลักษณะโครงสร้างแบบเวกเตอร์ แบ่งออกเป็นวิธีการในรูปแบบต่างๆ ดังนี้คือ

4.1.1 การป้อนข้อมูลที่เป็นจุด (Point Entities)

การป้อนข้อมูลที่เป็นจุดจะใช้คู่พิกัด X และ Y เพื่อแสดงตำแหน่งของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ หรือลักษณะของภาพต่างๆ นอกเหนือจากพิกัด X และ Y แล้ว ก็อาจจะระบุถึงข้อมูลอื่นๆ ที่ใช้ในการอธิบายความหมาย หรือชนิดของข้อมูลที่เป็นจุดนั้นๆ เช่น จุด อาจจะเป็นสัญลักษณ์ที่ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่น การบันทึกข้อมูลจำเป็นที่จะต้องรวมถึงข้อมูลที่ใช้อธิบายความหมายของจุดและขนาดของข้อมูลจุดนั้นๆ หรือถ้าจุดนั้นเป็นลักษณะของข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆ (Text Entity) การบันทึกข้อมูลจะต้องอธิบายถึงลักษณะที่จะใช้ในการแสดงผล รูปแบบ ตำแหน่ง และมาตราส่วนต่างๆ การนำเข้าข้อมูลแบบจุดในปัจจุบันนี้สามารถแสดงถึงตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุบนโลกมนุษย์อาจจะประยุกต์ใช้โดยนำระบบ Remote Sensing เช่น ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียมเข้ามาช่วยในการนำเข้าข้อมูลแบบจุดให้รวดเร็วขึ้น หรืออาจมีการออกภาคสนามแล้วใน Global Positioning System (GPS) ในการตรวจวัดพิกัดภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษาได้อย่างรวดเร็วและสามารถนำค่าที่ได้จาก GPS ไปใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยตรง และรวดเร็วขึ้นในปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

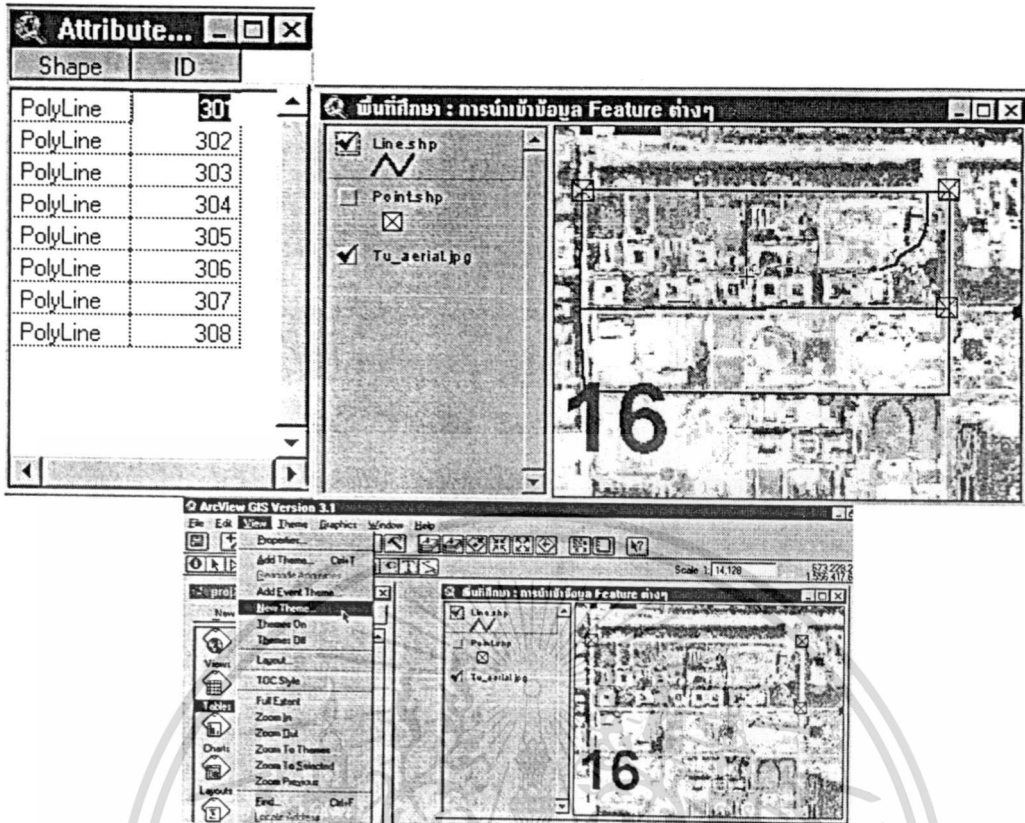


รูปที่ 19 การนำเข้าข้อมูลประเภทจุดโดยประยุกต์ใช้ GIS และ GPS ร่วมกัน

4.1.2 การป้อนข้อมูลรูปแบบเส้น (Linear Entities)

ลักษณะของข้อมูลรูปแบบเส้นนั้น สามารถแบ่งแยกได้ในลักษณะรูปแบบของเส้นที่เกิดจากการประกอบกันของเส้นตรงย่อยๆ (Segment) ที่มีพิกัดตั้งแต่ 2 พิกัดขึ้นไป ลักษณะของเส้นจะถูกเก็บข้อมูลที่จุดเริ่มต้นและจุดปลายของเส้นเป็นอย่างน้อย รวมถึงข้อมูลที่ใช้อธิบาย หรือแสดง ความหมายของสัญลักษณ์นั้นๆ สำหรับเส้นที่มีลักษณะต่อเนื่องและซับซ้อน จะใช้ลักษณะของคู่ พิกัดจำนวนมากในการใช้อธิบาย ซึ่งได้แก่ ลักษณะของอาร์คและลักษณะลูกโซ่ (Chain or String) ในการป้อนข้อมูลที่เป็นโครงข่ายต่อเนื่อง (Connectivity Network) เช่น ระบบระบายน้ำ หรือระบบ ขนส่ง เป็นต้น จึงจำเป็นที่จะต้องสร้างตัวเชื่อมหรือตัวชี้ (Pointer) ในโครงสร้างของข้อมูลเพื่อเชื่อม Chain ในแขนงต่างๆ ซึ่งจะมีจุดที่เรียกว่า Node เป็นตัวช่วย โดยที่ Node จะบันทึกข้อมูลขนาดของ มุมแต่ละ Chain ที่อยู่รวมในแต่ละ Node ในการนำเข้าข้อมูลประเภทเส้นนั้นบางครั้งเราสามารถ นำเข้าจากรูปแบบอื่นๆ เช่น AutoCAD ที่อยู่ในรูปแบบ DXF สามารถนำมาสู่ระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ โดยจะต้องทำการให้รหัส (Code) ใหม่อีกครั้ง หรืออาจจะนำเข้าจาก GPS ได้ เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



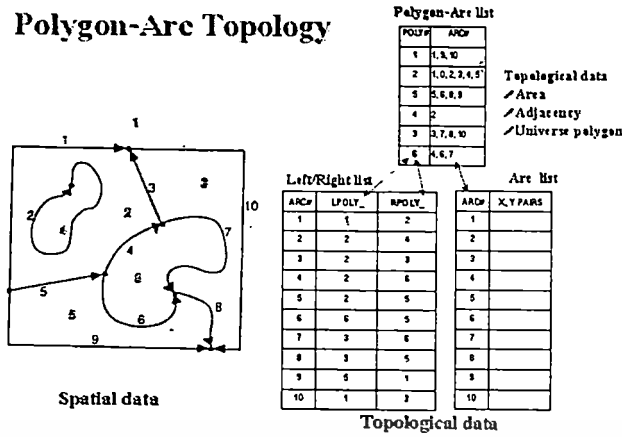
รูปที่ 20 การป้อนข้อมูลรูปแบบเส้นโดยอาศัยภาพถ่ายทางอากาศเป็นแผนที่ฐาน

4.1.3 การป้อนข้อมูลรูปแบบพื้นที่ (Area Entities)

การป้อนข้อมูลรูปแบบพื้นที่ในระบบ GIS เป็นการนำเข้าข้อมูลโดยอาศัยจุดและเส้น โดยจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดมักเรียกว่า Node และจุดที่เป็นจุดต่อหนึ่งของเส้นจะเรียกว่า Vertex พิจารณาในรูปของโพลีกอนเพื่อใช้อธิบายคุณสมบัติทางวิชาเฉพาะส่วน (Topological Properties) ของพื้นที่ซึ่งได้แก่ รูปร่าง (Shape) ข้อมูลใกล้เคียง (Neighbour) และระดับชั้นต่างๆ (Hierarchy) ในลักษณะที่สามารถแสดง และคำนวณผลเป็นข้อมูลในแผนที่ได้ วิธีการป้อนข้อมูลของข้อมูลโพลีกอนที่มีลักษณะง่ายๆ จะใช้วิธีที่เรียกว่า Point List Structure โดยจะป้อนข้อมูลคู่พิกัดของแต่ละโพลีกอนไว้ในตาราง แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดตรงที่มีคู่พิกัด (Coordinate Pairs) เป็นจำนวนมาก เช่นจุดหนึ่งๆ จะเป็นตัวแทนมากกว่า 1 โพลีกอน เป็นต้น และการแก้ไขเปลี่ยนแปลงขอบเขตของโพลีกอนทำได้ยาก ดังนั้น จึงอาจปรับปรุงวิธีการการป้อนข้อมูลไปเป็น Common Point Dictionary Structure โดยจะแยกข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นข้อมูลคู่พิกัดของจุดยอดในแต่ละโพลีกอน ส่วนที่ 2 จะบอกขอบเขตของโพลีกอนต่างๆ นอกจากนี้ สำหรับข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากขึ้นก็จะใช้ลักษณะ Chain และ Node ในการกำหนดโครงสร้างของข้อมูล

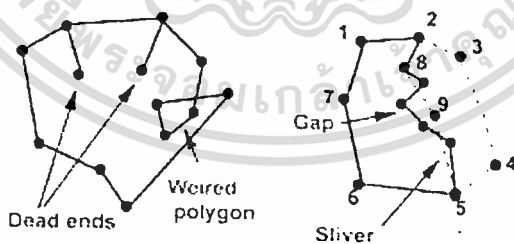
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Polygon-Arc Topology



รูปที่ 21 ลักษณะการป้อนข้อมูลรูปแบบพื้นที่

สำหรับข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในการเก็บข้อมูลของ Simple Polygon คือ การลาก (Digitize) ขอบเขตที่ติดต่อกันของแต่ละโพลีกอน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องทำการลากหรือเก็บข้อมูลซ้ำ อาจก่อให้เกิดข้อผิดพลาดที่เรียกว่า "Gap" และ "Sliver" หรือ อาจจะลากขอบเขตของโพลีกอนได้ไม่ครบถ้วนที่เรียกว่า "Dead Ends" และการลากขอบเขตซ้อนติดกันที่เรียกว่า "Weird Polygon" เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ความระมัดระวังในการนี้พอสมควร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยในกระบวนการของโปรแกรมจะสามารถช่วยได้มากในการกำหนดค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Tolerance) ก่อนการนำเข้าอาจจะมีการตั้งค่าระยะการเชื่อมต่อของข้อมูล (Snap) เพื่อให้ข้อมูลสามารถปิดได้สนิทเป็นรูปหลายเหลี่ยมปิด และลดปริมาณความผิดพลาดของข้อมูลประเภทพื้นที่ลง เพราะเป็นส่วนที่มีมักจะเจอปัญหาในการทำงานบ่อยครั้ง



รูปที่ 22 ข้อผิดพลาดในการป้อนข้อมูล

4.2 การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำเข้าข้อมูล หมายถึง การกำหนดรหัสให้แก่ข้อมูล แล้วบันทึกข้อมูลเหล่านั้นลงในฐานข้อมูล การสร้างข้อมูลตัวเลขที่ปราศจากที่ผิด (errors) เป็นงานสำคัญและซับซ้อนที่สุด

การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อาจนำเข้าได้ดังกระบวนการดังต่อไปนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) การนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ (Spatial Data) (การดิจิทัล)
- 2) การนำเข้าข้อมูลลักษณะประจำที่เกี่ยวข้องที่ไม่อิงพื้นที่ (Attribute Data)
- 3) การเชื่อมโยงข้อมูลทางพื้นที่กับข้อมูลลักษณะประจำที่ไม่อิงพื้นที่

ในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าฐานข้อมูลที่ได้ให้มีจุดที่ผิดพลาดน้อยที่สุด

4.2.1 การนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่

วิธีการนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ใน GIS มีหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ของหน่วยงานนั้นๆ หรืองบประมาณที่สามารถจัดซื้อ ลักษณะของการใช้งาน และชนิดของข้อมูลที่จะนำเข้าด้วย ชนิดของข้อมูล ได้แก่ แผนที่ที่มีอยู่แล้ว เอกสารจากการสำรวจภาคสนาม เอกสารที่เขียนด้วยมือ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายด้วยระบบการรับรู้ระยะไกล (Remotely Sensed Imagery) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม เช่น กระบวนการศึกษาชุมชนอย่างรวดเร็ว (Rural Rapid Appraisal -RRA)

(1) การนำเข้าข้อมูลสู่ระบบเวกเตอร์ด้วยมือ

ข้อมูลพื้นฐานของระบบนี้คือ จุด เส้น และพื้นที่ ค่าพิกัดของข้อมูลที่ได้จากกริดอ้างอิงที่มีอยู่ในแผนที่ หรือได้จากการอ้างอิงจากกริดที่นำมาซ้อนบนแผนที่ ข้อมูลเหล่านี้อาจจะพิมพ์เข้าเครื่องเพื่อเก็บในแฟ้มข้อมูลธรรมดา หรือนำเข้าสู่โปรแกรมก็ได้

(2) การนำเข้าข้อมูลสู่ระบบกริดด้วยมือ

สำหรับระบบกริดนั้น ทั้งจุด เส้น และพื้นที่ ล้วนแสดงด้วยช่องกริด

(2.1) เลือกขนาดของช่องกริด (ราสเตอร์) แล้ววางแผนกริดโปร่งใสตามขนาดที่เลือกซ้อนบนแผนที่

(2.2) กรอกราค่าลักษณะประจำของแผนที่หนึ่งค่าต่อช่องกริดหนึ่งช่อง หรือใช้สัญลักษณ์แทน

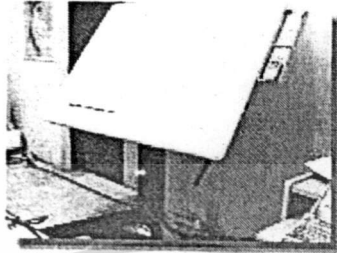
(2.3) พิมพ์เข้าแฟ้มข้อความในคอมพิวเตอร์

(3) การนำเข้าด้วยการดิจิทัล

การเขียนรหัสและพิมพ์รหัสนำเข้าแฟ้มคอมพิวเตอร์จะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง เราสามารถใช้เครื่องอ่านพิกัดในการกำหนดรหัส (X,Y) ให้แก่จุด เส้น และพื้นที่ หรือช่องกริดได้อย่างรวดเร็วขึ้น สำหรับเครื่องอ่านพิกัดที่นิยมใช้กันมากคือ Digitizer ซึ่งเครื่องที่ใช้สำหรับการทำแผนที่หรืองานกราฟิกคุณภาพสูงชนิดที่นิยมกันในปัจจุบัน ได้แก่ แบบที่ใช้หลอดเส้นเล็กๆ สานติดกันในแนวฉากเป็นกริด หรือชนิดที่ใช้ฟอสฟอรัสไฟฟ้า มีขนาดตั้งแต่ 11x11 นิ้ว ถึงขนาด 40x60 นิ้ว ทั้งแบบวางบนโต๊ะหรือมีขาตั้งในตัว ทั้งที่มีและไม่มีแสงส่องจากใต้โต๊ะ คอมพิวเตอร์จะติดต่อกับเครื่องอ่านพิกัด

ได้ด้วยคำสั่งทางเมนูกราฟิก ค่าพิกัดของจุดที่อยู่บนกระดานเครื่องอ่านพิกัดจะถูกส่งไปยัง

คอมพิวเตอร์ทางปากกาแม่เหล็กที่ลากด้วยมือ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ง่าย ๆ ที่เรียกว่า "เมาส์" (Mouse) หรือ "พัค" (Puck) สำหรับการกำหนดที่ซึ่งต้องการความถูกต้องสูง ในเมาส์จะมีขดลวดฝังอยู่ในกล่องพลาสติกซึ่งมีช่องพร้อมทั้งกากบาทซึ่งออกแบบเพื่อให้ความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น พิกัดของจุดจะถูกดิจิไทซ์ด้วยการวางเส้นกากบาทเหนือจุดที่ต้องการแล้วกดปุ่มบนเมาส์



รูปที่ 23 เครื่องวาดพิกัด Digitizer

เครื่องอ่านพิกัดใช้ในการนำเข้าสู่ข้อมูลในรูปแบบ จุด เส้น และพื้นที่หลายเหลี่ยม โดยอาศัยการทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ด้าน GIS ส่วนการแปลงเป็นฐานข้อมูลเวกเตอร์หรือกริด (ราสเตอร์) ทำด้วยโปรแกรมหลังการดิจิไทซ์

(4) การแปลงเวกเตอร์ให้เป็นกริด การแปลงข้อมูลเวกเตอร์ให้เป็นราสเตอร์ทำให้มีการสูญเสียข้อมูลโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เพราะจุดภาพที่ใกล้เส้นของมักคลาดเคลื่อนหรือมีรหัสผิดไป การสูญเสียความถูกต้องแปรผันตามขนาดของช่องกริด คือช่องกริดยิ่งเล็กมากเท่าไร ความผิดพลาดยิ่งลดลง ดังรูปที่ 24

เครื่องอ่านพิกัดที่มีความละเอียดสูง 0.001 นิ้ว (0.0254 มม.) มีค่าเบี่ยงเบนไม่ควรจะเกิน + 0.07-0.15 มม. ความผิดพลาดเกิดจากความเหนื่อยล้าจากการทำงาน ไม่ควรทำงานกับเครื่องอ่านพิกัดเกิน 4 ชั่วโมงต่อวัน ถ้าต้องการงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เมื่อแผนที่ถูกดิจิไทซ์แล้ว สามารถบันทึกเก็บไว้ในเทปแม่เหล็กเพื่อการใช้ประโยชน์ต่อไป ขณะที่การทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์มีความสำคัญมากขึ้น ได้มีการแปลงแผนที่ภูมิประเทศมาตรฐานและแผนที่ดิน ธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน ฯลฯ เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขมากขึ้น การดิจิไทซ์ก็ยังคงจะต้องกระทำในการทำแผนที่นั้นๆ ให้ทันสมัยยิ่งขึ้น แต่การดิจิไทซ์เป็นงานที่ใช้เวลา และพลังงาน การทำแผนที่ฉบับหนึ่งๆ ให้ความถูกต้อง อาจใช้เวลาเท่าๆ กับการเขียนใหม่ด้วยมือ อัตราความเร็วเฉลี่ยของการดิจิไทซ์ประมาณ 10 ซม. ต่อนาที การดิจิไทซ์แผนที่ดินมาตราส่วน 1:50,000 ขนาด 60x40 ซม. ต้องใช้เวลาประมาณ 20-40 คน-ชั่วโมง

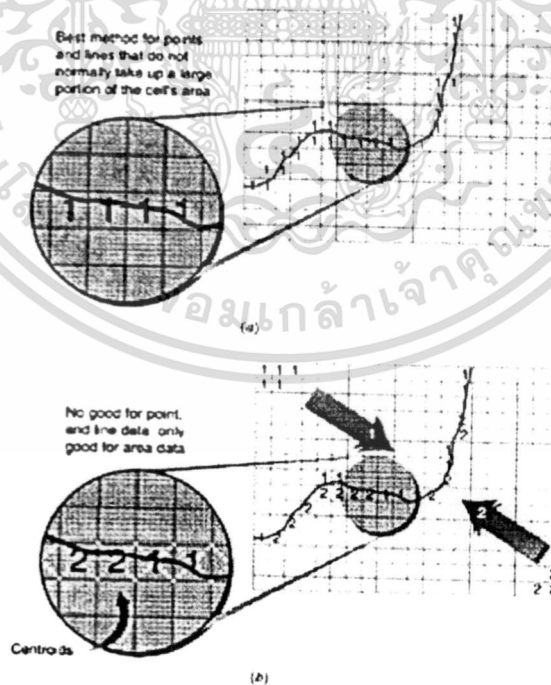
เมื่อได้มีการนำเข้าสู่ข้อมูลแผนที่เข้าสู่ระบบ Vector แล้วเราสามารถแปลงไปเป็น Raster เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นประโยชน์ของการค้า ได้โดยมีรูปแบบของทฤษฎีในการแปลงไปสู่ระบบราสเตอร์ คือ ไม่ว่ากรรมใดๆ พงษ์สน อักษรที่พิมพ์และต้องอ...เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จากรูป 2.24 a ให้พิจารณาว่า "อยู่หรือไม่อยู่บนเส้น presence/absence" เช่นการแปลงเส้นแม่น้ำซึ่งอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ ให้ไปอยู่ในรูปแบบราสเตอร์ โดยพิจารณาว่าเส้นลากผ่านที่กริดหรือเซลใด ให้เซลนั้นมีความหมายรหัสเป็น 1 คือแม่น้ำ

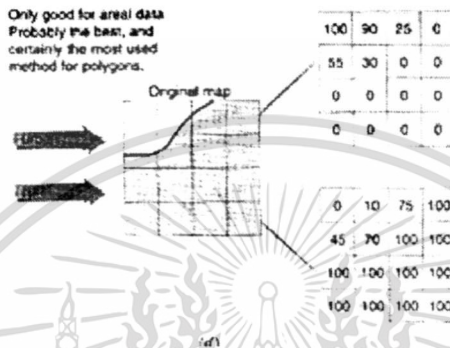
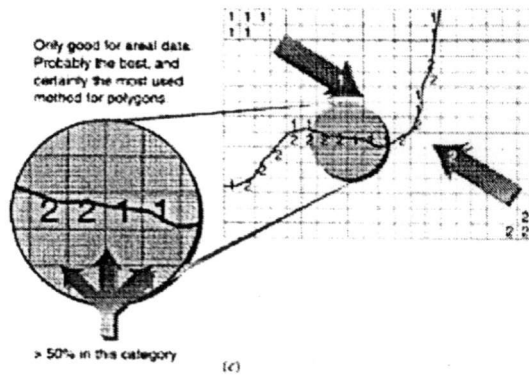
2. จากรูปที่ 2.24 b ให้พิจารณาว่า "ผ่านกึ่งกลางกริด centroid-of-cell method" ตัวอย่างเช่น ถ้ามีการแบ่งการใช้ที่ดินเป็น 2 ประเภทคือ 1 เป็นป่าไม้ และ 2 คือทุ่งหญ้า จากรูป ถ้าเราแปลงจากเวกเตอร์ซึ่งเป็นขอบเขตของโซนแบ่งการใช้ที่ดิน 2 ประเภทนั้น โดยอาศัยการพิจารณาว่า เส้นแบ่งเขตลากผ่านกึ่งกลางเซลใดมากกว่ากัน หรือขอบเขตโซนกินเนื้อที่ของกึ่งกลางเซลการใช้ที่ดินประเภทใดให้ยึดหรือจำแนกเป็นรหัสการใช้ที่ดินประเภทนั้นโดยไม่สนใจว่ารูปแบบการใช้ที่ดินใดมีเนื้อที่มากกว่ากัน แต่อาศัยจุดศูนย์กลางเซลหรือกริดเป็นตัวแบ่ง

3. รูปที่ 2.24 c ให้พิจารณาว่า "ที่มีมากที่สุด dominant type method" ตัวอย่างเช่น ให้เส้นแบ่งเขตการใช้ที่ดินเป็นตัวแบ่ง และตัวแบ่งนั้นกินเนื้อที่เขตการใช้ที่ดินประเภทใดมากกว่ากัน ให้ยึดเป็นการใช้ที่ดินประเภทที่มากนั้นเป็นหลัก

4. รูปที่ 2.24 d ให้พิจารณาว่า "คิดตามเปอร์เซ็นต์ที่ผู้ใช้สนใจหรือตั้งเงื่อนไข percent occurrence method" โดยให้พิจารณายึดผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้ตั้งเงื่อนไขความสนใจของประเภทการใช้ที่ดินนั้น และถ้าประเภทการใช้ที่ดินนั้นอยู่เต็ม pixel ให้เป็น 100% โดยถ้ามีการผสมกันให้ยึดการใช้ที่ดินที่สนใจเป็นหลัก ส่วนที่ไม่สนใจให้ค่าเป็น 0% นั่นเอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

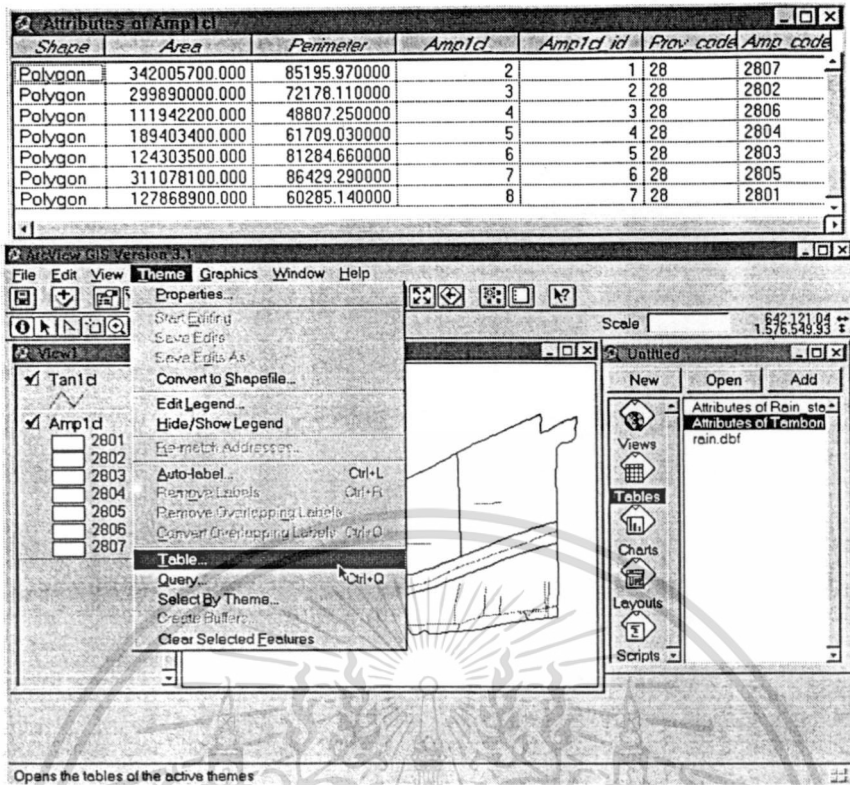


รูปที่ 24 กระบวนการในการนำเข้าสู่ข้อมูลประเภทแรสเตอร์มี 4 ขั้นตอนในการนำเข้าสู่ข้อมูลประเภทแรสเตอร์ (a) อยู่หรือไม่อยู่บนเส้น presence/absence (b) ผ่านกึ่งกลางกริด centroid-of-cell method (c) ที่มีมากที่สุด dominant type method (d) คิดตามเปอร์เซ็นต์ที่ผู้ใช้สนใจหรือตั้งเงื่อนไข percent occurrence method

4.3 การนำเข้าสู่ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือลักษณะประจำที่เกี่ยวข้องที่ไม่อิงพื้นที่ (Attribute Data) ได้แก่ คุณสมบัติของเอนติตีทางพื้นที่ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการใน GIS เช่น การดิจิทัลเส้นถนน เส้นถนนแต่ละประเภทอยู่ในรูปข้อมูลทางพื้นที่ของ GIS ซึ่งแสดงด้วยสี สัญลักษณ์ หรือตำแหน่งบนแผนที่ ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของถนน อาจรวมในสัญลักษณ์แผนที่ซึ่งมีอยู่ตามปกติอยู่แล้ว เมื่อผู้ใช้งานต้องการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับความกว้างของถนน หรือความหนาของชั้นซีเมนต์ ชนิดของซีเมนต์ วิธีการสร้าง วันที่สร้าง ตำแหน่งของสี่แยกหรือไฟแดง เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีเอนติตีทางพื้นที่ร่วมกัน เราจึงสามารถเก็บแยกและประมวลผลข้อมูลเหล่านี้ต่างหากได้ โดยไม่รวมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ หากเป็นข้อมูลประเภทขอบเขตการปกครองอาจจะใส่ข้อมูลเรื่องประชากรชายหญิง และรายได้เฉลี่ย เป็นต้น ดังรูปที่ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



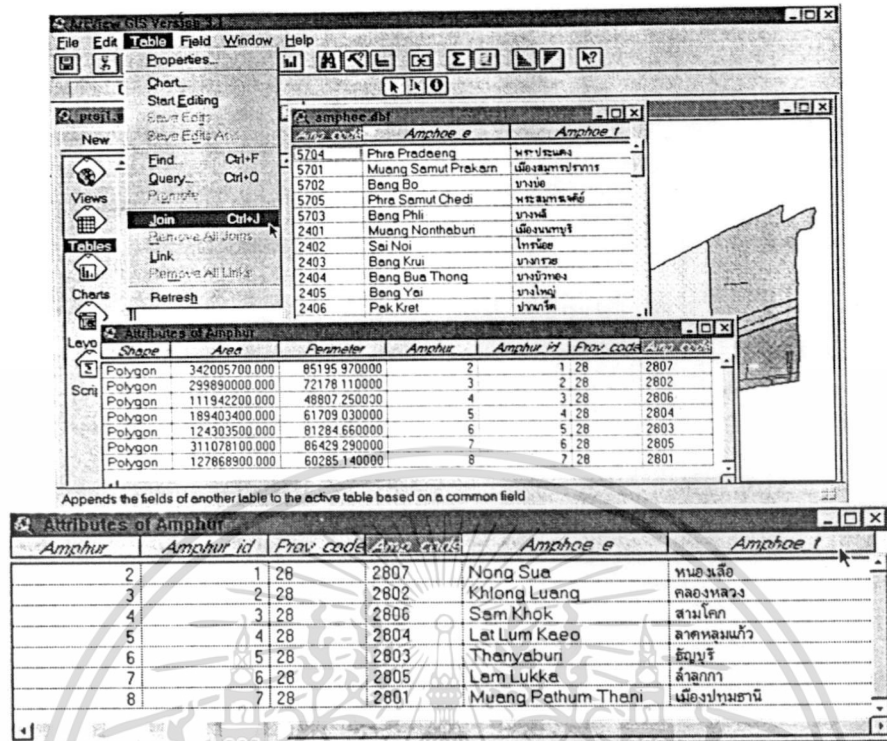
รูปที่ 25 การนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

4.2.3 การเชื่อมข้อมูลพื้นที่กับข้อมูลที่ไม่อิงพื้นที่

เราสามารถกำหนดเครื่องหมายประจำตัวให้แก่เอนติตี้กราฟิกโดยตรง ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (polygon) จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมขึ้นก่อน จากนั้นจึงจะให้เครื่องหมายประจำตัวแก่รูปหลายเหลี่ยมเหล่านั้นโดยการติจ็ข้อมูลเข้า เมื่อนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่และให้เครื่องหมายประจำเรียบร้อยแล้ว ควรมีการทวนสอบคุณภาพของข้อมูลด้วย โดยเฉพาะรหัสที่จะกำหนดเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลลักษณะในการเชื่อมต่อข้อมูลนั้นสามารถสร้างตารางคำอธิบายเสริมขึ้นมาได้เป็นจำนวนมาก ในส่วนนี้จะต้องศึกษาทฤษฎีของการออกแบบและสร้างฐานข้อมูล (Database Design) เพื่อให้การสร้างฐานข้อมูลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การเชื่อมต่อข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับข้อมูลเชิงคุณลักษณะนั้นจะสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อเพียงชั่วคราว หรือการทำให้เป็นการเชื่อมต่อแบบถาวรได้ โดยกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงขนาดของข้อมูลที่จะมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นไปด้วย ฐานข้อมูลใหม่ในตารางใหม่ที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้ในการสอบถามค้นหา หรือวิเคราะห์ในชั้น

ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากฐานข้อมูลนั้นมีความถูกต้องจากการเก็บรวบรวมอย่างมี
 ไม่ว่า ประสิทธิภาพ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26 การเชื่อมข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

5. ฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้นมีข้อมูลอยู่ 2 รูปแบบ คือ Spatial data และ Non-spatial data ซึ่งได้เรียนรู้มาในบทแรกที่เกี่ยวข้องกับการนำเข้าข้อมูลประเภท Spatial data มาแล้ว ในส่วนต่อมาที่ต้องเกี่ยวข้องกันคือ Non-spatial data หรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ที่จะต้องสร้างขึ้นเพิ่มเติม หรือค้นหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ให้สมบูรณ์ขึ้น

5.1 GIS และ ฐานข้อมูล

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้นจะมีรากฐานที่สำคัญมากที่สุดคือ ฐานข้อมูล (Database) เพราะฉะนั้นในการเรียนรู้และทำความเข้าใจเทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ถ้าเราไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับฐานข้อมูลเลยเราจะไม่สามารถที่จะเข้าใจและเรียนรู้ได้อย่างบรรลุถึงศาสตร์ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะเก็บอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้เฉพาะอย่างในการจัดการข้อมูลเหล่านั้นอย่างเป็นระบบ เช่น ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของฐานข้อมูลมาตรฐาน ว่าในปัจจุบันนี้ใน

เอกสารที่เก็บข้อมูลเหล่านั้นจะเก็บอยู่ในรูปแบบใด ศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันนี้ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System -- DBMS) ที่มีอยู่ทั่วไปก็สามารถสร้างระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ขึ้นมาได้

- จัดซื้อ หรือลงทุนซื้อ DBMS ซึ่งเป็นค่าลงทุนหลักที่สำคัญของระบบซอฟต์แวร์
 - DBMS จะมีความสามารถหลายอย่าง ซึ่งสามารถที่จะทำงานร่วมกับ GIS
- ระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) หลายๆระบบ ทำให้เกิดข้อสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในระบบ

- ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการนำมาจัดเก็บหรือนำเข้าข้อมูลดิบ (data) ที่มีอยู่ได้อย่างง่าย

- เป็นชนิดของระบบฐานข้อมูลที่เหมาะสมต่อระบบ GIS มากกว่าระบบอื่นๆ เพราะข้อมูลที่ใช้สามารถนำเข้าเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ดีกว่าระบบอื่นๆ

ผู้ใช้หลายคนมักจะคาดหวังว่า GIS เป็นทั้งเครื่องมือและฐานข้อมูล (a tool and a database) และมีความพยายามที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของหน่วยงาน ดังนั้นในบทนี้จึงกล่าวถึงฐานข้อมูลที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

5.2 หลักการและความหมายฐานข้อมูล

5.2.1 นิยามข้อมูล

ในทางทฤษฎีได้มีการให้ความหมายของคำว่า ข้อมูล (Data) ข่าวสาร (News) ข้อมูลสารสนเทศ (Information) โดยนัยจะมีความหมายที่ต่างกัน

ข้อมูล (Data) หมายถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่มีอยู่ในโลกนี้ใช้แทนด้วยตัวเลข ภาษา หรือสัญลักษณ์ที่ยังไม่มีการปรุงแต่งหรือประมวลผลใดๆ อาจแบ่งข้อมูลได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ข้อเท็จจริงที่เป็นจำนวน ปริมาณ ระยะทาง
2. ข้อเท็จจริงที่ไม่เป็นตัวเลข เช่น ชื่อ ที่อยู่ สถานภาพ ประวัติการศึกษา
3. ข่าวสารที่ยังไม่ได้ประเมิน เช่น รายงาน บันทึก คำสั่ง ระเบียบ กฎหมาย และเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่างๆ

แหล่งข้อมูลที่จะได้มานั้น หรือแหล่งต้นตอของข้อมูลเรียกว่า แหล่งปฐมภูมิ (Primary Source) เช่น การไปเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนประชากรวัยทำงานในจังหวัดลพบุรี ส่วนแหล่งข้อมูลที่ผู้อื่นรวบรวมไว้แล้วเรียกว่า แหล่งทุติยภูมิ (Secondary source) เช่น การไปเก็บข้อมูลจำนวนครัวเรือนในเขตเทศบาลจากอำเภอที่ได้รวบรวมไว้แล้วว่าทั้งหมู่บ้านหรือตำบลมีกี่ครัวเรือน เป็นต้น ลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาทั้งจากแหล่งปฐมภูมิและทุติยภูมิ อาจเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิง

เอกภาพ เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่า 5.2.2 นิยามข้อมูลสารสนเทศ แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลสารสนเทศ (information) อาจจะเป็นอะไรก็ได้ที่เชื่อว่าเป็นระบบที่สำคัญต่อการให้ความสะดวกต่อองค์กร หรืออาจจะกล่าวได้ว่า มันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกับเรื่องต่างๆ ในองค์กร

ข้อมูลสารสนเทศ (Information) หมายถึง ข้อมูลที่ได้ถูกกระทำให้มีความสัมพันธ์หรือมีความหมายนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานหรือหน่วยงาน



รูปที่ 27 หลักการของข้อมูลสารสนเทศ

ข้อมูลสารสนเทศจึงเป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสำรวจพื้นที่หรือการสัมภาษณ์ชุมชน แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาผ่านการเปลี่ยนแปลงโดยการนำข้อมูลตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีความเกี่ยวข้องกันมาจัดกระทำหรือประมวลผล เพื่อให้มีความหมายหรือมีคุณค่าเพิ่มขึ้นตามวัตถุประสงค์การใช้ เช่น เมื่อมีความต้องการรู้ว่า จำนวนโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลในชนบท 1 แห่ง จะต้องรองรับจำนวนประชาชนในบริเวณที่ใกล้เคียงจำนวนเฉลี่ยกี่คน ฉะนั้นการจะมีข้อมูลสารสนเทศได้นั้นจะต้องมีข้อมูลดิบก่อน และข้อมูลกับข้อมูลสารสนเทศจะมีความเกี่ยวข้องกัน มีความสำคัญและใช้ประโยชน์ด้วยกัน

ฉะนั้นข้อมูลที่มีความหมายเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงหรือตอบสนองกับเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อะไรบางอย่างก็สามารถเรียกได้ว่าข้อมูลสารสนเทศ (information) เช่น มีข้อมูล (Data) ว่าด้วยปริมาณรถยนต์ที่สี่แยกไฟแดงหนึ่งอยู่ 2,000 ข้อมูล อย่างนี้ก็เป็นเพียงข้อมูลธรรมดาๆ แต่ถ้าข้อมูลนี้เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับเวลาต่างๆ เช่น 9:00 มีปริมาณรถยนต์ผ่านแยกไฟแดงนาที่ละ 12 คัน 9:01 นาที่ละ 15 คัน... อย่างนี้ไปทั้งสิ้น 2,000 ชุด เราก็สามารถตั้งใจหว่า ถ้าเป้าหมายเราต้องการแก้ไขปัญหาการจราจรที่สี่แยกนี้ ข้อมูลที่ว่า จะแปรสภาพไปเป็น information

เรามี Information ดังกล่าวอยู่ในมือ ลองมาพิจารณาดูแล้ว ก็จะเกิดความเข้าใจ ชุดข้อมูลนี้ เช่น รถมากช่วงเวลาใด มาจากด้านไหน มีสัดส่วนอย่างไร สิ่งที่เราได้ก็คือ ความเข้าใจในปัญหา เหตุที่เกิดปัญหา ซึ่งถ้าเรามี Information หลายๆ ประเด็น คือมีข้อมูลหลากหลาย และนำมา

เอกสารสัมพันธ์กัน ก็จะทำให้เรายังเข้าใจปัญหามากขึ้น ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราเข้าใจถึงปัญหาแล้วสามารถถ่ายทอดให้ตัวเองและผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถ่องแท้แล้ว ปัญญา ก็จะเกิด พอเกิดปัญญาแตกฉานในปัญหา รู้เหตุที่มาที่ไป ให้ใครต่อใครเข้าใจและรู้แจ้งเท่าทันปัญหานั้น แล้วนำปัญญาไปใช้ในการปฏิบัติต่อ ถ้าทำงานด้วยปัญญา งานก็สัมฤทธิ์ผล มีประสิทธิผล ข้อมูลสารสนเทศก็เหมือนสินค้าคงคลัง คือต้องมีความหลากหลาย และประเภทที่เหมาะสม จัดเก็บและนำมาใช้ได้ ในสถานที่ที่เหมาะสม ในเวลาและบ่อยครั้งที่ต้องการ สารสนเทศที่มากเกินไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก สารสนเทศน้อยเกินไปทำให้เกิดความเสียหาย ต้องมีการป้องกันผู้ที่ไม่มีความรู้ใช้สารสนเทศนั้นได้ และในขณะเดียวกันต้องป้องกันการสูญเสียทางกายภาพ อันเนื่องมาจาก ไฟ น้ำท่วม ไฟฟ้าตกหรือดับ

โดยสรุปแล้วข้อมูลสารสนเทศ (information) มีประโยชน์คือ ทำให้เกิดความรู้, ทำให้เกิดความคิดและความเข้าใจ, ทำให้เห็นสภาพปัญหา/ สภาพการเปลี่ยนแปลงว่าก้าวหน้าหรือตกต่ำ, ทำให้ประเมินค่าได้, ทำให้เกิดความน่าสนใจและเกิดการตื่นตัว, ช่วยในการตัดสินใจได้และสามารถทำนายอนาคตได้, ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติ เมื่อได้รู้ได้เห็นจากสภาพความเป็นจริงจากข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้น

ข้อมูลสารสนเทศควรมีลักษณะที่พึงปรารถนาอย่างน้อย 5 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. สารสนเทศที่น่าเสนอชัดเจน และควรนำเสนอด้วยวิธีที่คุ้นเคยกันอยู่เพื่อให้สามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว
2. สารสนเทศนั้นควรทำให้ความเข้าใจสถานการณ์ของงานนั้นได้ละเอียดขึ้น
3. สารสนเทศที่มีคำแนะนำหรือส่วนแนะนำการตัดสินใจควรมีสิ่งช่วยที่ชัดเจนอย่างใดอย่างหนึ่งให้ผู้พิจารณาได้ว่าทำอย่างไร และทำไมจึงจะได้ผล (Results) และคำแนะนำ
4. ความต้องการต่างๆ ด้านสารสนเทศควรอยู่บนพื้นฐานของการระบุความต้องการสารสนเทศสำหรับสถานการณ์นั้นโดยเฉพาะ
5. สารสนเทศและเรื่องราวต่างๆ เกี่ยวกับการควบคุมทางการจัดการที่เสนอโดยกระบวนการสนับสนุนควรเป็นในลักษณะที่ให้ผู้ทำการตัดสินใจเป็นผู้แนะนำ (Guide) กระบวนการวินิจฉัย และการเลือกยิ่งกว่าให้ระบบสนับสนุนคอมพิวเตอร์ทำการแนะนำ กระบวนการดังกล่าว

ข้อมูล (stored Data) จึงเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ และสามารถเรียกใช้งานได้เพื่อใช้ในการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตอบวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ อาจจะอยู่ในรูปของ

- แฟ้มข้อมูล หรือ ไฟล์ (File) ซึ่งเป็นที่รวบรวมข้อมูลประเภทเดียวกันไว้ด้วยกันเพื่อสะดวก

ในการจัดเก็บและค้นหาข้อมูล ให้ตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฐานข้อมูล (Database) ซึ่งเป็นแนวความคิดที่นำข้อมูลของหน่วยงานทั้งหมดมารวมไว้ที่เดียวกัน เพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และทำให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด ข้อมูลที่จัดเก็บอยู่นั้นอาจเป็นแฟ้มข้อมูลเพียงแฟ้มเดียว หรือหลายแฟ้ม หรืออยู่ในรูปของฐานข้อมูลซึ่งจะเป็นการรวบรวมแฟ้มข้อมูลตั้งแต่หนึ่งแฟ้มขึ้นไป ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันเก็บไว้ในที่เดียวกันในหน่วยเก็บข้อมูลสำรองเช่น จานแม่เหล็กหรือดิสค์ เพื่อให้บุคคลากรจากหลายหน่วยงานสามารถใช้ข้อมูลในฐานข้อมูลนี้ร่วมกันได้

5.2.3 นิยามแฟ้มข้อมูล

แฟ้มข้อมูล (File) เป็นการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลประเภทเดียวกันไว้ด้วยกันเพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดเก็บและเรียกค้น ตามวัตถุประสงค์การใช้งานของหน่วยงาน การจัดเก็บข้อมูลของหน่วยงานไว้แต่ละหน่วยงานหรือแต่ละแผนก เช่น งานบุคคลก็จะมีแฟ้มเกี่ยวกับบุคลากรขององค์กร งานวิชาการก็จะมีแฟ้มเกี่ยวข้องกับวิชาการที่หน่วยงานเผยแพร่หรือวิจัย เป็นต้น และจะมีโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อเรียกค้นข้อมูลของหน่วยงานตนเองเพื่อการประมวลผล

หน่วยงานต่างๆ มีการจัดเก็บข้อมูลไว้ในรูปแบบแฟ้มข้อมูล จะมีผลที่เกิดขึ้นคือ ความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Data Redundancy) เช่น ทะเบียนรายชื่อบุคลากรขององค์กรก็จะมีปรากฏอยู่เกือบทุกหน่วยงานซึ่งมีแฟ้มบุคลากรเป็นของตนเอง ทำให้เกิดความซ้ำซ้อน ส่งผลให้เกิดความสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลเหล่านี้ และยังส่งผลให้การแก้ไขหรือปรับปรุงข้อมูลบุคลากรเป็นไปโดยลำบาก ทำให้แต่ละหน่วยงานจึงอาจมีข้อมูลที่ขัดแย้งกันได้ในอนาคต จึงทำให้เกิดแนวความคิดในการนำแฟ้มข้อมูลของแต่ละหน่วยงานมารวมไว้ในที่เดียวกัน หรือเรียกว่าระบบการประมวลผลฐานข้อมูล (Database)



รูปที่ 28 ระบบการประมวลผลแฟ้มข้อมูล

ในการประมวลผลแฟ้มข้อมูลซึ่งในการทำงานจะทำให้เครื่องของผู้ที่ดูแลฐานข้อมูลนั้นจะมีข้อดีคือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำให้การประมวลผลข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องไปพึ่งพารฐานข้อมูลจากส่วนกลาง หรือไม่ต้องรอข้อมูลจากส่วนกลาง

2. ค่าลงทุนในการจัดซื้ออุปกรณ์ก็จะต่ำ และไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูง ก็สามารถประมวลผลข้อมูลได้ และในปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์มีสมรรถนะสูงขึ้นและราคาถูกลง ซึ่งทำให้สามารถทำงานได้ง่าย

3. โปรแกรมประยุกต์แต่ละโปรแกรมสามารถควบคุมการใช้ข้อมูลในแฟ้มข้อมูลของตนเอง ได้ โดยไม่ต้องไปพึ่งพาโปรแกรมจากส่วนกลาง ทำให้การทำงานเร็วขึ้น

แต่ไม่ใช่ว่าในการประมวลผลแฟ้มข้อมูลจะมีข้อดีเสมอไป ข้อเสียที่เกิดขึ้นสำหรับระบบการประมวลผลแฟ้มข้อมูลคือ

1. มีความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Redundancy) การเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทเดียวกันไว้ในการทำงาน เช่นมีการรวบรวมข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน จากรูปที่ 28 มีการเก็บรวบรวมข้อมูลอาคารเรียน และห้องเรียนซ้ำซ้อนกัน ทำให้เสียเนื้อที่ในอุปกรณ์สำรองข้อมูลไปเก็บข้อมูลที่ใช้งานได้ใช้งานร่วมกันได้ในคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่อง บางครั้งในการลงทุนเพื่อเก็บข้อมูลก็ทำให้ลงทุนในงบประมาณที่ซ้ำซ้อนได้เพื่อจัดเก็บข้อมูลประเภทเดียวกัน เนื่องจากไม่ทราบว่าอีกหน่วยงานหนึ่ง นั้นมีฐานข้อมูลใดบ้าง

2. ความขัดแย้งของข้อมูล (Inconsistency) เมื่อมีการจัดเก็บข้อมูลแยกหน่วยงานกัน ในเรื่องเดียวกันนั้นย่อมมีโอกาสที่ฐานข้อมูลเกิดความขัดแย้งกันได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงชื่ออาคารเรียน หรือการเปลี่ยนแปลงชื่อห้องหรือหมายเลขห้อง แม้กระทั่งการให้รหัส (Code) ของห้องเรียน หรืออาคารเรียน ไม่มีมาตรฐาน ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาใช้ร่วมกันได้ หรืออาจจะยุ่งยากหากจะเปลี่ยนแปลงระบบให้ใช้งานฐานข้อมูลร่วมกันได้

3. ความยุ่งยากในการประมวลผลข้อมูลในแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มข้อมูล ในการสร้างผลรายงานของรหัสของแผนที่อาคารเรียนหรือห้องเรียน ต้องมีการเขียนโปรแกรมประยุกต์เช่น โปรแกรมการใช้ที่ดิน ม.ธ. เพื่อทำการดึงฐานข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลอาคารเรียน แฟ้มข้อมูลการใช้ที่ดิน แฟ้มข้อมูลห้องเรียน

4. ไม่มีผู้ควบคุมหรือรับผิดชอบระบบทั้งหมด เนื่องจากผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ ต้องดูแลเครื่องรับผิดชอบเครื่องที่ตนเองใช้งาน จะไม่มีการใช้ข้อมูลหรือทรัพยากรร่วมกันแต่อย่างใด

5. ความขึ้นต่อกัน (Dependency) ระหว่างโปรแกรมประยุกต์และโครงสร้างของแฟ้มข้อมูล เนื่องจากการจัดเก็บข้อมูลในระบบการประมวลผลแฟ้มข้อมูลนั้นจะมีโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ชุดนั้นใช้งาน เช่น ถ้ามีการเขียนโปรแกรมประยุกต์ด้วยการสร้างฐานข้อมูลจาก Microsoft Access โครงสร้างหรือแฟ้มข้อมูลที่จะ

ใช้ ตัวอย่างเช่นชื่อเขตข้อมูล (Field) ต่างๆ ขนาดของเขตข้อมูล หรือชนิดของเขตข้อมูลไม่ตรงกัน กับอีกระบบหนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ในอนาคตที่จะต้องลงทุนในการใช้ข้อมูลร่วมกันในอนาคต ซึ่งเหมือนกับต้องสร้างฐานข้อมูลอีกระบบหนึ่งใหม่หากจะมีการปรับเข้าสู่การประมวลผล ฐานข้อมูล

5.2.4 นิยามฐานข้อมูล

การประมวลผลรูปแบบใหม่ได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยลดข้อเสียของการประมวลผลในระบบ เพิ่มข้อมูล ซึ่งเรียกว่า การประมวลผลฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (Database) เป็นวิธีการที่จะเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในที่เดียวกันและ รวบรวมข้อมูลที่ไม่ซ้ำซ้อนและสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้อย่างเป็นระบบ ให้สะดวกต่อการเรียกใช้ สามารถแก้ไขได้ง่าย สำหรับผู้ใช้จำนวนมาก และสามารถป้องกันไม่ให้ผู้ไม่มีสิทธิ์ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ ในระบบการประมวลผลฐานข้อมูลนั้นมีองค์ประกอบที่เรียกว่า ระบบการจัดการฐานข้อมูล หรือ Database Management System (DBMS) เข้ามาช่วยในการลดข้อบกพร่องของการประมวลผล เพิ่มข้อมูล ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและสามารถปรับปรุงฐานข้อมูลให้ทันสมัย ทัน สถานการณ์ และมีความถูกต้อง ซึ่งวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการจัดทำระบบสารสนเทศหรือ ฐานข้อมูลนั้น เพื่อสร้าง วิเคราะห์และทำให้ผู้ใช้ที่เหมาะสมได้รับข้อมูลและสารสนเทศที่ หลากหลาย จุดเริ่มต้นก็คือการสร้างข้อมูลหรือการหา (Finding) ข้อมูลมาให้ได้ เมื่อได้ข้อมูล มาแล้ว มีขั้นตอนการดำเนินการตามมาดังนี้

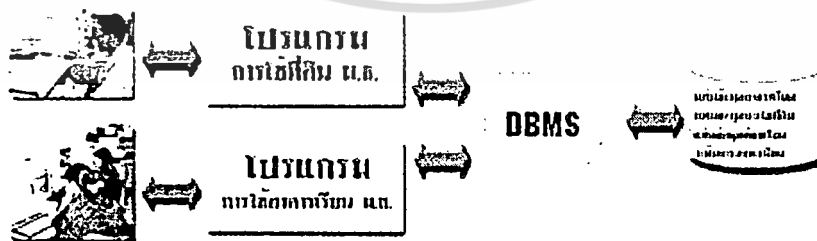
1. การจัดเก็บ (Storing) จำเป็นต้องระบุวิธีการต่างๆ ในการจัดเก็บข้อมูล โดยอาศัยเกณฑ์ ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ การเข้าถึง และผู้ที่มีศักยภาพเป็นผู้ใช้
2. การแปลงผัน (Converting) การวิเคราะห์ รูปแบบต่างๆ ที่ใช้งานได้
3. การส่ง (Conveying) ปกติแล้วข้อมูลไม่ได้มีประโยชน์แค่นั้นที่จัดเก็บต้นแหล่งเท่านั้น แต่ต้องส่งถ่ายไปยังผู้ใช้ (คนหนึ่ง หรือหลายคน)
4. การทำซ้ำ (Reproducing) อาจจำเป็นต้องทำซ้ำหลายฉบับ (Copies) ในรูปแบบต่างๆ
5. การจำแนกประเภท (Classifying) การตัดสินใจกำหนดหัวเรื่อง (Headings) ที่ถูกต้อง เพื่อจัดเก็บข้อมูลเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง
6. การสังเคราะห์ (Synthesizing) ต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อให้มีสารสนเทศ พอเพียงสำหรับการตัดสินใจ
7. การจัดกระทำ (Manipulating) ข้อมูลอาจมีความหมายมากขึ้นโดยการจัดกระทำเชิง สถิติ
8. การค้นคืน (Retrieving) การที่ผู้ใช้ที่เหมาะสมสามารถเข้าถึงข้อมูลเมื่อต้องการ เป็น เรื่องสำคัญ

9. การพิจารณาทบทวน (Reviewing) ข้อมูลอะไรที่จำเป็นต้องมีไว้ และมีไว้เป็นเวลานานแค่ไหน? ระบบจัดเก็บและสมรรถภาพในการจัดกระทำสามารถรับมือกับข้อมูลเชิงประวัติศาสตร์จำนวนมากได้หรือไม่ หรือข้อมูลบางอย่างไม่จำเป็นต้องทำลาย?

10. การทำลาย (Destroying) การพิจารณาทบทวนว่าข้อมูลใดจำเป็นหรือข้อมูลใดให้อยู่เป็นประจำอาจบ่งบอกได้ว่าควรจัดข้อมูลใดออกไป

5.2.5 ระบบการประมวลผลฐานข้อมูล

ในระบบการประมวลผลฐานข้อมูลนี้เพิ่มข้อมูลต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันหรือมีความสัมพันธ์กันจะถูกเก็บอยู่รวมกันในที่ที่เดียว ซึ่งจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องและทันสมัยอยู่ตลอด นอกจากนี้โปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้นก็จะไม่ขึ้นกับโครงสร้างของเพิ่มข้อมูลอีกด้วย ซึ่งระบบการจัดการฐานข้อมูลนี้จะทำหน้าที่ควบคุมดูแล และเรียกค้นฐานข้อมูลเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานให้สามารถใช้งานฐานข้อมูลได้อย่างง่าย ระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) เป็นระบบการจัดเก็บบันทึกข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ที่ใช้ระบบมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการบันทึกและรักษาข้อมูล (information) ฐานข้อมูลมีทั้งการรูปแบบการใช้ร่วมกัน (integrated) หรือแบ่งข้อมูลให้ใช้ (shared) ฐานข้อมูลที่หลายๆ หน่วยงานนำมา รวมกัน หรือกล่าวได้ว่าเป็นเพิ่มข้อมูลที่แตกต่างกัน คือ ไม่มีการซ้ำซ้อนของข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมด (การแบ่งข้อมูลใช้ร่วมกันในเวลาเดียวกัน คือ ผู้ใช้หลายๆคนสามารถเข้าสู่ฐานข้อมูลในเวลาเดียวกัน) แต่จะลดการซ้ำซ้อนของข้อมูลที่มีอยู่ทำให้ไม่เปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บ และนอกจากนี้ DBMS จะช่วยในการสร้าง เรียกค้น หรือสืบค้นฐานข้อมูล และปรับปรุงฐานข้อมูล โดยการทำงานนี้จะต้องผ่าน DBMS ทำให้การสร้างฐานข้อมูลหรือการปรับปรุงข้อมูลนั้นมีความสะดวกมากขึ้น โดยผู้ป้อนข้อมูลหรือสร้างฐานข้อมูลนั้นไม่ต้องสนใจรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลทางกายภาพ ผู้ป้อนข้อมูลสามารถใช้ผ่าน DBMS ในการบริหารและจัดการฐานข้อมูลได้โดยตรง เช่น การเพิ่ม การลบ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลเหล่านั้น



รูปที่ 29 ระบบการประมวลผลฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ DBMS จะช่วยในการสร้าง เรียกใช้ข้อมูล และปรับปรุงฐานข้อมูล โดยจะทำหน้าที่เสมือนตัวกลาง ระหว่างผู้ใช้ และฐานข้อมูลให้สามารถติดต่อกันได้ ให้สังเกตข้อแตกต่างระหว่างระบบ

การประมวลผลเพิ่มข้อมูลในรูป 28 และระบบการประมวลผลฐานข้อมูลในรูป 29 จะเห็นว่าเพิ่มข้อมูลต่างๆ ในรูป 28 โปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นในระบบการประมวลผลเพิ่มข้อมูล จะมีการอ่านหรือเขียนข้อมูลโดยตรง ในขณะที่โปรแกรมประยุกต์ที่สร้างในระบบการประมวลผลฐานข้อมูลนั้น จะต้องออกคำสั่งผ่าน DBMS ก่อน DBMS จึงจะทำหน้าที่อ่านข้อมูลที่ต้องการแล้วส่งต่อไปกับโปรแกรมประยุกต์อีกทีหนึ่ง

5.2.5.1 ข้อดีของการประมวลผลข้อมูลในฐานข้อมูล

1. ข้อมูลมีการเก็บอยู่รวมกันและสามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ ในระบบฐานข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บอยู่ในที่เดียวกัน ที่เรียกว่า ฐานข้อมูล โปรแกรมประยุกต์สามารถออกคำสั่งผ่าน DBMS ให้ทำการอ่านข้อมูลจากหลายตารางได้ เช่น จากรูป 29

2. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ในการประมวลผลฐานข้อมูล ข้อมูลจะมีความซ้ำซ้อนกันน้อยที่สุด เนื่องจากข้อมูลจะถูกเก็บอยู่เพียงที่เดียวในฐานข้อมูล เช่น ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด ข้อมูลระดับอำเภอ ข้อมูลระดับตำบล ซึ่งจะเป็นการประหยัดเนื้อที่การใช้งานหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง นอกจากนี้ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงข้อมูลใด ก็จะทำกับข้อมูลเพียงที่เดียวเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลลง ข้อมูลจะมีความถูกต้อง ไม่มีความขัดแย้งของข้อมูลเกิดขึ้น

3. สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งกันของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นได้ สืบเนื่องมาจากผลของข้อ 2 คือการลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล จะทำให้สามารถลดความขัดแย้งของข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นได้ด้วย ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูลระบบทะเบียนราษฎรระดับตำบล จังหวัดนครศรีธรรมราช ชื่อของประชาชน จะถูกเก็บอยู่ในตารางรายชื่อประชาชนในระดับหมู่บ้าน เพียงแห่งเดียว ดังนั้นถ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงชื่อสกุลประชาชน เช่น การตาย หรือย้ายถิ่น ก็สามารถแก้ไขในตารางรายชื่อประชาชนระดับหมู่บ้านเพียงแห่งเดียว

4. การควบคุมความคงสภาพของข้อมูล ความคงสภาพ (Integrity) หมายถึงความถูกต้อง ความคล่องจง ความสมเหตุสมผล หรือความเชื่อถือได้ของข้อมูล ซึ่งนอกจากลักษณะของข้อมูลที่ ต้องมีความซ้ำซ้อนน้อยที่สุดแล้ว ความคงสภาพของข้อมูลก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน กล่าวคือ ข้อมูลภายในฐานข้อมูลนั้นควรจะต้องมีความถูกต้อง สมเหตุสมผล เช่น อายุของประชากรในระดับหมู่บ้าน ในฐานข้อมูลไม่ควรจะเกิน 200 ปี (ในความเป็นจริงไม่ถึง 150 ปี) ระบบฐานข้อมูลที่ดีต้องมีการป้องกันการบันทึกข้อมูลที่ไม่สมเหตุสมผลนี้ โดย DBMS เป็นตัวควบคุมไม่ให้มีการบันทึกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องลงไปเก็บในฐานข้อมูล อีกตัวอย่างหนึ่งของความคงสภาพเช่น ประชาชนคนใดเสียชีวิต ในตารางรายชื่อจะต้องลบรายชื่อบุคคลนั้นออก และจำเป็นจะต้องลบข้อมูลของบุคคลนั้นออกจากตารางทะเบียนราษฎรระดับหมู่บ้าน เพื่อให้ฐานข้อมูลมีความคงสภาพของข้อมูลเกิดขึ้น

5. การจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลจะทำได้ง่าย การจัดการกับข้อมูลไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูล การเพิ่มข้อมูล การแก้ไขข้อมูล หรือการลบข้อมูลของตารางใดภายในฐานข้อมูล จะสามารถทำได้ง่ายโดยการออกคำสั่งผ่านไปยัง DBMS ซึ่ง DBMS จะเป็นตัวจัดการข้อมูลภายในฐานข้อมูลให้เอง

6. ความเป็นอิสระระหว่างโปรแกรมประยุกต์และข้อมูล โปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้นจะไม่ขึ้นกับโครงสร้างของตารางข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากโครงสร้างของตารางต่างๆ และตัวข้อมูลในแต่ละตารางจะถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมด โปรแกรมประยุกต์ไม่จำเป็นต้องเก็บโครงสร้างของตารางที่จะใช้ไว้ ซึ่งต่างกับระบบการประมวลผลเพิ่มข้อมูล ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของตาราง เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาดของเขตข้อมูลในตารางใดภายในฐานข้อมูล ก็ไม่จำเป็นต้องไปทำการแก้ไขโปรแกรมประยุกต์ที่มีการเรียกใช้เขตข้อมูลนั้น

7. การมีผู้ควบคุมระบบเพียงคนเดียว ผู้ควบคุมระบบฐานข้อมูลจะเรียกว่า DBA (Database Administrator) ซึ่งจะเป็นผู้ควบคุมและบริหารจัดการระบบฐานข้อมูลทั้งหมด โดยสามารถจัดการกับโครงสร้างฐานข้อมูลได้ เพื่อป้องกันผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานฐานข้อมูลเข้าไปก่อความเสียหายให้กับระบบฐานข้อมูลได้

5.2.5.2 ข้อเสียของการประมวลผลข้อมูลในฐานข้อมูล

1. การใช้งานฐานข้อมูลจะเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เนื่องจาก DBMS มีราคาค่อนข้างแพง นอกจากนี้การใช้งานฐานข้อมูล จะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง เช่น ต้องมีความเร็วสูง และหน่วยเก็บข้อมูลสำรองความจุสูง เป็นต้น

2. การสูญเสียข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลจะถูกเก็บอยู่ในที่ที่เดียวกัน ถ้าดิสก์ที่เก็บฐานข้อมูลนั้นเกิดมีปัญหา อาจทำให้ต้องสูญเสียข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูลได้ ในขณะที่ระบบเพิ่มข้อมูล จะสามารถเก็บเพิ่มข้อมูลต่างๆ แยกกันอยู่ในดิสก์หลายๆ ตัวได้ ถ้าดิสก์ตัวใดมีปัญหา ตัวอื่นก็ยังคงทำงานได้อยู่ ดังนั้นวิธีการป้องกันโดยต้องมีการสำรองข้อมูลทั้งหมดจากดิสก์ขึ้นเก็บไว้ในเทปแม่เหล็กทุกสิ้นเดือน หรือสัปดาห์ และเก็บไว้ในที่ที่ปลอดภัย

3. ความซับซ้อน ฐานข้อมูลจะมีการจัดเก็บซับซ้อนกว่าในรูปแบบเพิ่มข้อมูล ซึ่งระบบที่มีความซับซ้อนมากเท่าใด โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดของข้อมูลมีมากขึ้นเท่านั้น

ระบบการประมวลผลฐานข้อมูลเป็นระบบที่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของระบบการประมวลผลแบบเพิ่มข้อมูลได้ ดังนั้นในปัจจุบันนี้มีหลายหน่วยงานได้หันมาให้ความสนใจกับระบบฐานข้อมูลกันมาก บางหน่วยงานถึงกับมีการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานจากระบบเดิมคือระบบการประมวลผลเพิ่มข้อมูลมาเป็นระบบการประมวลผลฐานข้อมูล ไม่นอญาตให้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่า 5.2.6 องค์ประกอบทางด้านข้อมูล ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกองค์ประกอบหนึ่งที่จำเป็นต้องมีในระบบฐานข้อมูล ตัวอย่างของข้อมูล เช่น รหัสของจังหวัดที่เก็บอยู่ในจังหวัด ซึ่งประกอบด้วยเขตข้อมูลรหัสจังหวัด อำเภอ ตำบล และระดับหมู่บ้าน เป็นต้น ข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1) มีความถูกต้อง ทันสมัย สมเหตุสมผล เช่น ถ้ามีการเก็บข้อมูลเพศของประชาชนในพื้นที่ ควรมีข้อมูลเพศชายเป็น 1 (Male) และข้อมูลเพศหญิงเป็น 0 (Female) เป็นต้น

2) มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด เนื่องจากข้อมูลในฐานข้อมูลสามารถประกอบด้วยตารางตั้งแต่หนึ่งตารางขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กัน ข้อมูลในแต่ละตารางจะต้องมีความซ้ำซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย

3) มีการแบ่งกันใช้งานข้อมูล ข้อมูลภายในฐานข้อมูลควรมีลักษณะที่สามารถให้ผู้ใช้งานหลายคนใช้ข้อมูลนั้นร่วมกันได้ เป็นการแบ่งกันใช้ข้อมูล (Sharing) กล่าวคือผู้ใช้งานฐานข้อมูลแต่ละคน จะสามารถดึงข้อมูลขึ้นเดียวกันขึ้นมาดูได้พร้อมกัน แต่ถ้าจะทำการแก้ไขข้อมูล จะมีเพียงคนเดียวเท่านั้นที่จะสามารถทำได้ เป็นต้น

จากนิยามของฐานข้อมูลที่ว่า ฐานข้อมูลหมายถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในที่เดียวกัน จะมีโครงสร้างของข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ในแฟ้มข้อมูลและระบบฐานข้อมูลดังนี้

ข้อมูลพื้นฐานที่เล็กที่สุดภายในแฟ้มข้อมูลคือ (Bit : Binary Digit) บิต ซึ่งเป็นหน่วยข้อมูลพื้นฐานที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำภายในคอมพิวเตอร์ บิตนี้จะแทนด้วยตัวเลข 1 ตัว ได้แก่ 0 หรือ 1 อย่างไม่อย่างหนึ่ง เรียกตัวเลข 1 หรือ 0 นี้ว่าเป็น 1 บิต

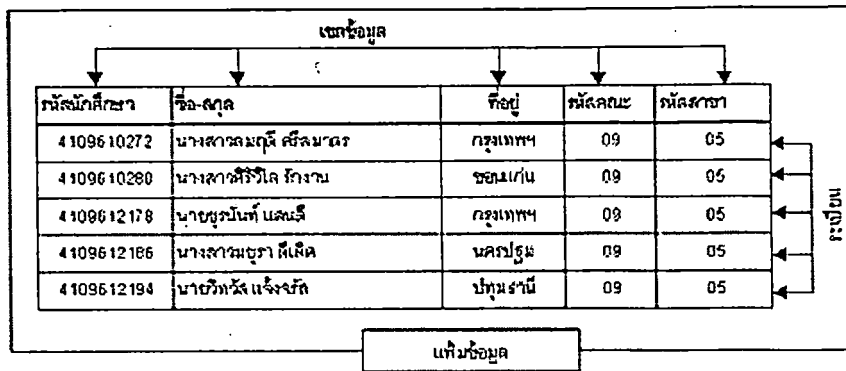
ข้อมูลซึ่งได้แก่ตัวอักษร (Character) แต่ละตัวเช่น A,B,C...,Z,0,1,....9 และสัญลักษณ์พิเศษอื่นๆ เช่น \$,&,+,-,*,./ ฯลฯ เมื่อจะถูกนำไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ จะต้องถูกแปลงอยู่ในรูปของบิตหลายบิตที่มาประกอบกัน โดยตัวอักษร 1 ตัว จะแทนด้วย บิต 7 หรือ 8 บิต ฉะนั้นตัวอักษร 1 ตัวที่เห็นจะเรียกได้อีกอย่างว่า ไบท์ (Byte) ตัวอย่างเช่น ตัวอักษร A เมื่อเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์จะเก็บเป็น 1000001 เป็นต้น

ตัวอักษรแต่ละตัวจะถูกนำมาประกอบกันเป็นกลุ่มคำซึ่งมีความหมาย เช่น ชื่อ-สกุล เป็นต้น กลุ่มตัวเลขที่ประกอบกันเป็นรหัสประจำตัว จะเรียกข้อมูลกลุ่มของตัวอักษรที่รวมกันขึ้นมาเรียกว่า เขตข้อมูลหรือฟิลด์ (Field) เช่น เขตข้อมูลรหัสอำเภอ เขตข้อมูลรหัสตำบล เป็นต้น

เมื่อนำเขตข้อมูลหลายเขตข้อมูลมารวมกันจะเรียกว่าเป็น ระเบียบหรือเรคอร์ด (Record) เช่น ระเบียบนักศึกษา ประกอบด้วยเขตข้อมูลรหัสนักศึกษา ชื่อนักศึกษา รหัสนคณะ และรหัสสาขา เป็นต้น

ระเบียบแต่ละระเบียบของข้อมูลชนิดเดียวกันจะสามารถนำมารวมกันเป็น แฟ้มข้อมูลหรือไฟล์ (File)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 30 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลในฐานะข้อมูล

ปัจจุบันนี้หลายหน่วยงานหันมาให้ความสนใจกับระบบฐานข้อมูลกันมาก บางหน่วยงานถึงกับมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานจากระบบเดิมคือระบบการประมวลผลแฟ้มข้อมูลมาเป็นระบบการประมวลผลฐานข้อมูล

จากคำนิยามของฐานข้อมูลหลายคนอาจคิดว่าถ้านำแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มข้อมูลมารวมกันไว้ในที่ที่เดียวกันก็จะกลายเป็นฐานข้อมูลได้ ซึ่งข้อความนี้ยังไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากฐานข้อมูลจะเป็นยิ่งกว่าการเก็บรวบรวมแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มเข้าด้วยกัน แต่ฐานข้อมูลยังต้องมีการเก็บคำอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของฐานข้อมูลที่เรียกว่า พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) หรืออาจเรียกอีกอย่างว่า เมตาเดต้า (Meta-Data)

5.3 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

DBMS หลายตัวจะมีการรวมพจนานุกรมข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งของ DBMS ซึ่งพจนานุกรมข้อมูลนี้จะป็นองค์ประกอบทางซอฟต์แวร์ ทำหน้าที่เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลภายในฐานข้อมูล เช่น โครงสร้างของแต่ละตาราง ใครเป็นผู้สร้าง สร้างเมื่อใด และแต่ละตารางประกอบด้วยเขตข้อมูลใดบ้าง คุณลักษณะของแต่ละเขตข้อมูลเป็นอย่างไร และมีตารางใดที่มีความสัมพันธ์กันบ้าง มีเขตข้อมูลใดเป็นคีย์บ้าง เป็นต้น

ถ้าเปรียบเทียบฐานข้อมูลเหมือนกันห้องสมุดของมหาวิทยาลัยที่มีการเก็บหนังสือเล่มต่างๆ หนังสือเหล่านั้นจะเปรียบเสมือนกับข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในฐานข้อมูล และในห้องสมุดจะต้องมีการทำบัญชีรายชื่อหนังสือต่างๆ ที่เก็บไว้ เพื่อให้บอกรายละเอียดเกี่ยวกับหนังสือแต่ละเล่มว่าใครเป็นผู้แต่ง เก็บอยู่ที่ใดในห้องสมุด บัญชีรายชื่อหนังสือนี้ก็เปรียบได้กับพจนานุกรมข้อมูล ซึ่งมีหน้าที่อธิบายลักษณะของข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในฐานข้อมูลรวมทั้งความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น ระเบียบของแฟ้มข้อมูลหนึ่งและแฟ้มข้อมูลอื่นๆ ซึ่งพจนานุกรมข้อมูลนี้จะถูกเก็บและถูกเรียกใช้

เอกสารในระหว่างที่มีการประมวลผลฐานข้อมูล การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิธีการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

วิธีการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

- 2.4.1 ขั้นตอนเตรียมเอกสาร และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 2.4.2 ขั้นตอนเตรียมการหาบุคลากร ที่จะช่วยในการสำรวจข้อมูล
- 2.4.3 ขั้นตอนดำเนินการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ขั้นตอนระเบียบวิธีการจัดสร้างแผนที่ จะไม่ต่างจากการออกแบบระบบข่าวสาร(Information System) เพราะข้อมูลแผนที่ที่จัดเก็บก็ถือว่าเป็น ข่าวสาร(Information)เช่นเดียวกัน เพียงแต่ต้องมีข้อมูลภาพ(Graphic)เกี่ยวข้องด้วย ฉะนั้นอุปกรณ์ที่นำเข้าข้อมูลแผนที่จึงเป็นอุปกรณ์ที่ค่อนข้างจะมีมากมายและพิเศษกว่าการนำเข้าข้อมูลเพื่อจัดเก็บในฐานะข้อมูลธรรมดา ยกตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลที่ได้มาจากภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม ที่ต้องมีการดำเนินการวิธีทางหลักของการสำรวจด้วยภาพถ่าย(Photogrammetry) ซึ่งอาจจะต้องมีอุปกรณ์จำพวก scanner ฟิล์มภาพถ่ายหรือเครื่องอ่าน ข้อมูลภาพจากดาวเทียม ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตแผนที่ตัวเลขมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ

ในหลักการทั่วไปของขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการสร้างแผนที่ตัวเลข อาจจะแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการกำหนดวัตถุประสงค์สำหรับการสร้างแผนที่ตัวเลข
2. ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล ด้านแผนที่
3. ขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล
4. ขั้นตอนการทำ data dictionary
5. ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลแผนที่ เพื่อให้อยู่ในรูปลักษณะตัวเลข
6. ขั้นตอนการจัดเก็บแผนที่ตัวเลข ในรูปของสื่อทางคอมพิวเตอร์ เช่น CD-ROM และแจกจ่ายต่อไป

1. ขั้นตอนการกำหนดวัตถุประสงค์สำหรับการสร้างแผนที่ตัวเลข

สำหรับขั้นตอนขั้นนี้นับเป็นส่วนสำคัญที่สุด ในการทำงาน เนื่องจากแผนที่ตัวเลข ไม่ได้เป็นสิ่งที่ เป็นคำตอบทุกอย่าง บางคนอาจเข้าใจว่า เมื่อมีแผนที่ตัวเลขแล้ว เป็นสิ่งที่สามารถทำอะไรก็ได้ ต้องทำความเข้าใจว่า แผนที่ตัวเลขอาจถูกออกแบบมาสำหรับงานด้านนี้ แต่ไม่เหมาะสมหรือ อาจต้องมีการดัดแปลงเล็กน้อยเพื่อให้เหมาะแก่การทำงานอีกประเภทหนึ่ง ยกตัวอย่าง แผนที่ตัวเลข ที่ผลิตมาสำหรับงานด้าน การเขียนแผนที่ (Cartography) อาจจะถูกออกแบบมาไม่เหมาะสมต่อ การทำงานด้าน GIS หรือ แผนที่ตัวเลขที่ใช้ด้านการทหารอาจจะมีข้อมูลน้อยไปสำหรับทางด้าน พลเรือนหรือธุรกิจ ฉะนั้นในขั้นตอนนี้ โดยมากจะเป็นการประชุมระหว่างหน่วยงานที่สร้างแผนที่ กับผู้ที่จะใช้แผนที่ตัวเลขว่า วัตถุประสงค์ในการผลิตแผนที่ตัวเลขคือนำไปใช้งานประเภทใด

2. ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล ด้านแผนที่

ขั้นตอนนี้ ต้องรวบรวมข้อมูลแผนที่ ซึ่งปกติจะอยู่ในรูปของสิ่งพิมพ์ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม ตลอดจน เอกสารประกอบหลายอย่าง ซึ่งอาจจะได้มาจากการสำรวจภาคพื้นดิน หรือการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางคอมพิวเตอร์ (Supervised or Unsupervised Classification) หรืออาจเป็นข้อมูลทางแผนที่ที่เป็นตัวเลขที่หน่วยงานอื่น จัดทำไว้แล้ว เพื่อลดปริมาณงานซ้ำซ้อนในการวางแผนงานที่ดี ผู้ที่เป็นหัวหน้าควบคุมงาน ต้องสามารถที่จะมีความรู้หลายด้าน เพื่อในการสั่งงาน ตลอดจนการตรวจสอบ เพื่อจะได้เป็นที่มั่นใจว่า ข้อมูลแผนที่ที่รวบรวมมาได้นั้น จะมีพอเพียงและมีความถูกต้องต่อมาตรฐานในการจัดทำแผนที่ตัวเลข และที่สำคัญคือตรงต่อวัตถุประสงค์ของการสร้างแผนที่ตัวเลข

3. ขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ค่อนข้างจะยากเพราะ ต้องมีการใช้ ทฤษฎีและความรู้ทางการออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) แต่ก็มีหลักการง่ายๆ คือ ประการแรก ให้ท่านแบ่งข้อมูลแผนที่ เป็นสองส่วนเสียก่อน คือส่วนแรก ในส่วนของข้อมูลภาพ ส่วนที่สองคือส่วนที่เป็นข้อมูลคำอธิบาย (Attribute) ในส่วนของที่เป็นข้อมูลภาพให้ท่านแบ่งข้อมูลภาพตามลักษณะเด่น (feature) ของข้อมูลภาพเช่น ข้อมูลภาพในส่วนที่เป็นถนน กับข้อมูลภาพในส่วนที่เป็นทางน้ำ ย่อมมีลักษณะเด่น (Feature) ของข้อมูลที่ต่างกัน แม้ว่าข้อมูลทั้งสองประเภทจะมีโครงสร้างข้อมูลที่เป็น เส้น (Line) เหมือนกัน หรือข้อมูลที่เป็นแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ หรือ อ่างเก็บน้ำ แม้ว่าจะมีลักษณะเด่น (Feature) ทางข้อมูลเหมือนกับทางน้ำ แต่มีโครงสร้างข้อมูลที่ต่างกัน คือ ทางน้ำมีโครงสร้างข้อมูลเป็น เส้น (Line) แต่ข้อมูลที่เป็นแหล่งน้ำจะมีโครงสร้างข้อมูลเป็น รูปเหลี่ยม (Polygon) จึงควรแยกข้อมูลออกจากกัน ข้อมูลที่แยกจากกันนี้เราเรียกว่า layer หรือ coverage ส่วนหลายๆ layer หรือ หลายๆ coverage รวมกันเราเรียกว่า 1 workspace จากนั้นในแต่ละ layer หรือ coverage ให้มาพิจารณาถึงข้อมูลในส่วนที่เป็นข้อมูลคำอธิบาย (Attribute) เพราะแต่ละลักษณะเด่น (Feature) ของแต่ละ layer ต้องเชื่อมต่อกับ ฐานข้อมูลเพื่ออธิบายความแตกต่างข้อมูลทั้งหมดใน layer นั้น ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับการออกแบบฐานข้อมูลที่เป็นตัวอักษรทั่วไป โดยในหลักการการออกแบบฐานข้อมูลตัวอักษรเพื่ออธิบาย ลักษณะเด่น (Feature) จะเป็นการออกแบบในลักษณะของ รูปแบบความสัมพันธ์ (Relational Model) นั่นคือการนำข้อมูลมาผ่านกระบวนการ Normalize เพื่อแยกข้อมูลที่อยู่ในลักษณะของตาราง (Table) ออกเป็น หลาย Table เพื่อให้เข้ากับกฎต่างๆของการออกแบบในลักษณะของรูปแบบความสัมพันธ์ (Relational Model)

4. ขั้นตอนการทำ data dictionary

ขั้นตอนนี้ให้ผู้ใช้ เข้าใจในโครงสร้างของข้อมูลที่เราออกแบบไว้ทั้งในส่วนข้อมูลแผนที่ที่เป็นภาพ (Graphic) ที่ถูกเราจัดแบ่งออกมาเป็น layer หรือ coverage โดยที่ส่วนของที่เป็นข้อมูล

คำอธิบาย (Attribute)ของแต่ละลักษณะเด่น (feature) จะแสดงประกอบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถรู้ถึงโครงสร้างข้อมูล

5.ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลแผนที่ เพื่อให้อยู่ในรูปลักษณะตัวเลข

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เสียเวลาที่สุด และอาจต้องใช้เวลา เกือบ 60-70 เปอร์เซ็นต์ของโครงการทั้งหมด โดยจุดมุ่งหมายของในขั้นตอนนี้ก็คือ การนำเข้าข้อมูลแผนที่ให้อยู่ในรูปของตัวเลขในรูปแบบโครงสร้างข้อมูลที่ได้ผ่านการออกแบบไว้ทั้งในส่วนของข้อมูลที่เป็นภาพ(Graphic)และส่วนของข้อมูลที่เป็นคำอธิบาย(Attribute) ความรวดเร็วของการนำเข้าข้อมูลขึ้นอยู่กับ การควบคุมและบุคลากรที่มีความสามารถ และ อุปกรณ์เครื่องมือในการนำเข้า

6.ขั้นตอนการจัดเก็บแผนที่ตัวเลข ในรูปของสื่อทางคอมพิวเตอร์ เช่น CD-ROM และ แจกจ่ายต่อไป

ปัจจุบันกระแสการจัดทำข้อมูลแผนที่ตัวเลข ให้อยู่ในรูปแบบของ metadata นั่นคืออยู่ในรูปแบบข้อมูลที่สามารถแลกเปลี่ยนและใช้ร่วมกันในระหว่าง โปรแกรม โดยไม่ต้องเสียเวลาในการ แปลง (Convert) เป็นสิ่งที่มีความต้องการของนักทำแผนที่ตัวเลขทั่วไป ในประเทศสหรัฐอเมริกาเอง ในทางทหารก็เกิดมาตรฐานข้อมูลที่เรียกว่า Digest เพื่อกำหนดโครงสร้างข้อมูลของแผนที่ตัวเลขที่ใช้ในวงการทหาร โดยในหลักการจะมีอยู่ 3 ระดับคือ

ระดับ 0 (Level 0) คือแผนที่ตัวเลขที่มีมาตรฐานในระดับมาตราส่วน 1: 1 000 000

ระดับ 1 (Level 1) คือแผนที่ตัวเลขที่มีมาตรฐานในระดับมาตราส่วน 1: 250 000

ระดับ 2 (Level 2) คือแผนที่ตัวเลขที่มีมาตรฐานในระดับมาตราส่วน 1: 50 000

ในประเทศไทยเองก็มีการพยายามให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแผนที่ตัวเลขสร้างข้อมูล(Meta data)ออกมาในลักษณะมาตรฐานใช้ร่วมกัน ทางกรมแผนที่ทหาร เองก็มีความพยายามที่จะทำแผนที่ตัวเลขให้ออกมาในลักษณะ Meta data

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพแผนที่ที่มีได้ผ่านกระบวนการตรึงให้เข้ากับพิกัดโลก(Georeference)ในส่วนของที่เป็นตัวเลข ปัจจุบันจะผลิตออกมาในลักษณะ ของ Tiff โดยที่มีการตกลงกันว่า กรมแผนที่ทหารจะผลิตข้อมูลออกมาในลักษณะ 7 รูปแบบ หน่วยงานที่มีความต้องการข้อมูลแผนที่ตัวเลข ต้องมีเครื่องมือหรือโปรแกรมที่จะรับข้อมูลทั้ง 7 รูปแบบได้ ข้อมูลที่เราสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายรูปแบบ ข้อมูลแผนที่ตัวเลขที่ผ่านการออกแบบมาเป็นอย่างดี และผลิตเพื่อแจกจ่ายที่เป็นในรูปแบบข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน นอกจากจะเป็นการลดความไม่เข้ากันในระหว่างขั้นตอนการแลกเปลี่ยนข้อมูลแล้ว ยังเป็นการลดความซ้ำซ้อนในการจัดทำข้อมูล จึงเป็นสิ่งที่หน่วยงานที่ใช้ข้อมูลแผนที่ตัวเลขควรคำนึงถึง ก่อนที่จะจัดทำระบบ ในอดีตที่ผ่านมา หลายหน่วยงานที่จัดทำระบบขึ้นมา มักจะคำนึงถึงเฉพาะเรื่อง ที่เกี่ยวกับ Hardware และ Software มากกว่าที่จะคำนึงในส่วนของ บุคลากรและข้อมูล เมื่อจัดหา

ระบบขึ้นมาใช้งาน มักจะทำงานออกมาเป็นผลผลิตไม่ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อหน่วยงานเอง จึงเป็นส่วนที่นักวิเคราะห์ระบบต้องคำนึงไว้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สมบัติ อยู่เมือง. (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วมในประเทศไทย : กรณีศึกษาในลุ่มแม่น้ำป่าสัก วิธีการโดยได้นำเสนอแนวคิดในเชิงสังเคราะห์และแนวคิดในเชิงประยุกต์ เกี่ยวกับการบริหารจัดการภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำท่วมในประเทศไทย ที่ใช้กรณีศึกษาในลุ่มแม่น้ำป่าสักเป็นต้นแบบ เพื่อใช้ในการเฝ้าระวัง การคาดการณ์ และการเตือนภัยในเชิงรุก เพื่อการเตรียมการป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วม และเตรียมความพร้อมในการเผชิญกับสภาพน้ำท่วม เพื่อลดหรือบรรเทาผลเสียหายที่อาจเกิดขึ้น โดยจัดทำเป็นต้นแบบของระบบบริหารจัดการที่ใช้ทฤษฎีขั้นพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง มาเป็นกรอบในการทดลอง และประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) และเทคโนโลยีภาพถ่ายจากดาวเทียม (Remote Sensing Technology: RS) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงพื้นที่ มาทำการวิเคราะห์และประมวลผล จัดทำแบบจำลองเชิงพื้นที่ในหลายรูปแบบขึ้น จากสารสนเทศเชิงพื้นที่ทั้งหลายที่เกี่ยวข้อง ให้เกิดผลที่เป็นรูปธรรมและเป็นพลวัต เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐทั้งหลายที่รับผิดชอบอยู่กับการจัดการน้ำท่วมสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์และนำไปปฏิบัติได้จริงในพื้นที่ได้อย่างทันการณ์ เพื่อเสริมการปฏิบัติงานที่กระทำอยู่ ในด้านการ เฝ้าระวัง การเตือนภัยก่อนการเกิดน้ำท่วม การช่วยเหลือในสถานะฉุกเฉินขณะเกิดน้ำท่วมและหลังน้ำท่วม ได้อย่างเป็นเอกภาพ มีความเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง และมีการบูรณาการการทำงานร่วมกันเป็นเครือข่าย ที่จะทำให้เกิดประสิทธิผลมากขึ้นในการจัดการปัญหาน้ำท่วมในเชิงรุกในแต่ละพื้นที่ ลุ่มน้ำของประเทศ ได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 การเตรียมการวิจัย
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเตรียมการวิจัย

ศึกษารายละเอียด ตามหัวข้อต่อไปนี้

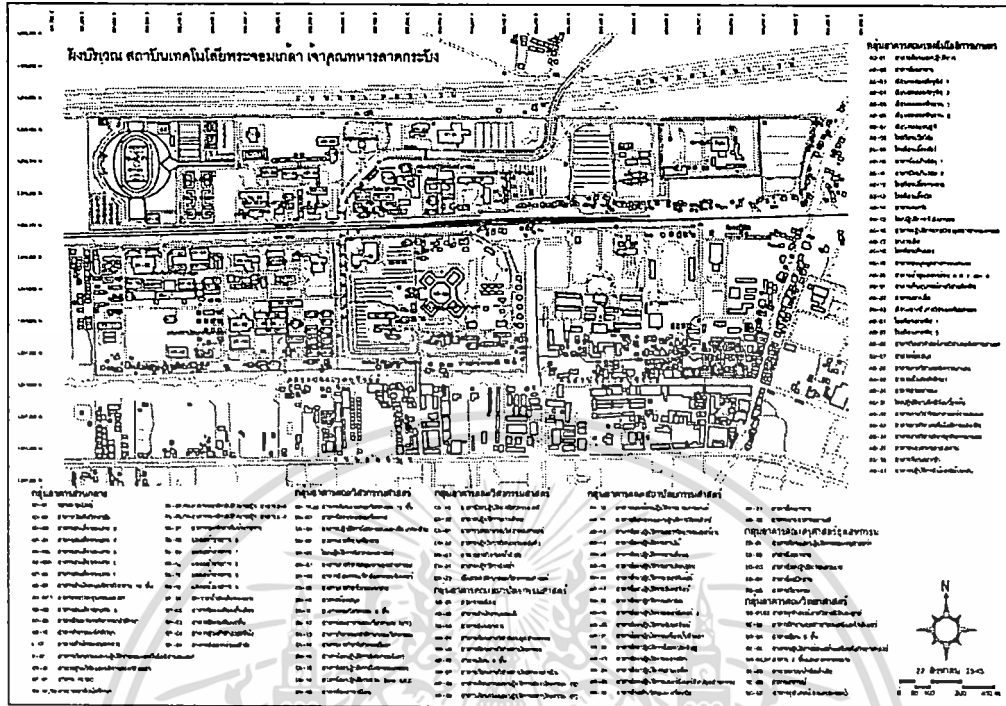
- 3.1.1 สํารวจและศึกษา ค้นคว้าจากเอกสารทางวิชาการ เพื่อจะกำหนดแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.1.2 ศึกษารายละเอียดข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 3.1.3 ศึกษาและออกแบบลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 3.1.4 ศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 3.1.5 ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สร้างขึ้น

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การสร้างเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อมูลแผนที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มากำหนดขอบเขตของแผนที่ ที่จะสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. นำภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มาตรึงพิคัดให้ตรงกับแผนที่ เพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำของค่าพิคัด
3. นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจใส่เข้าไปในระบบ โดยใช้โปรแกรม MapInfo Professional 7.8

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ข้อมูลแผนที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระบบสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

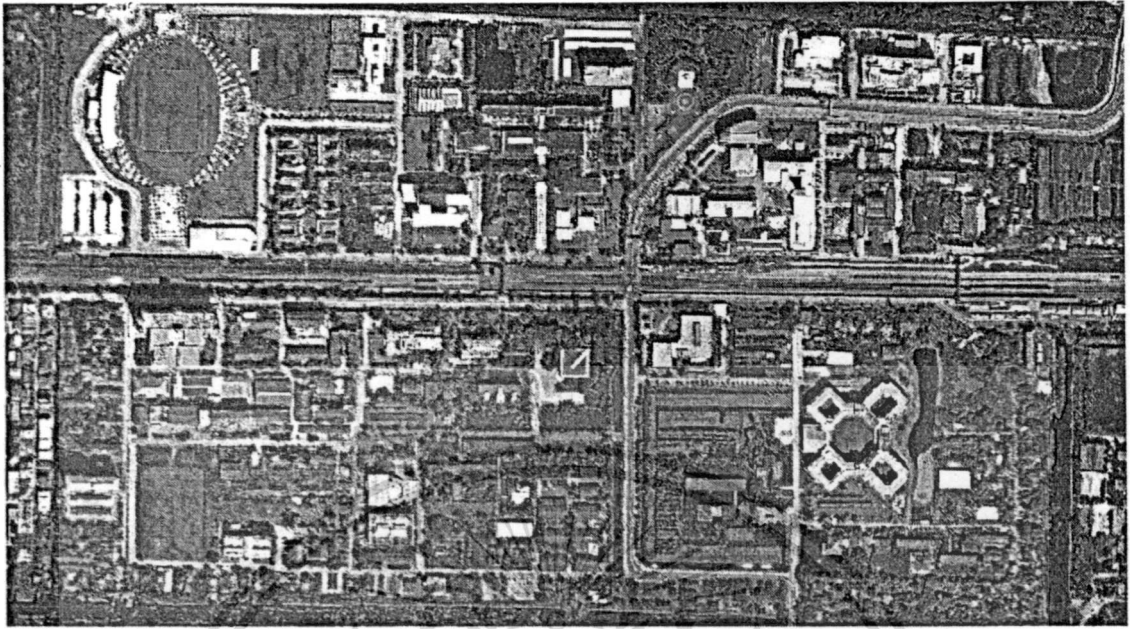
ลำดับ	สัญลักษณ์	ความหมาย
1		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2		อนุสาวรีย์รัชการที่ 4
3		สถานีรถไฟ
4		ธนาคาร หรือ ตู้ ATM ธนาคารกรุงศรีอยุธยา
5		ธนาคาร หรือ ตู้ ATM ธนาคารไทยพาณิชย์
6		ตู้ ATM ธนาคารอมสิน
7		ตู้ ATM ธนาคารกรุงเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำไปดัดแปลงหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

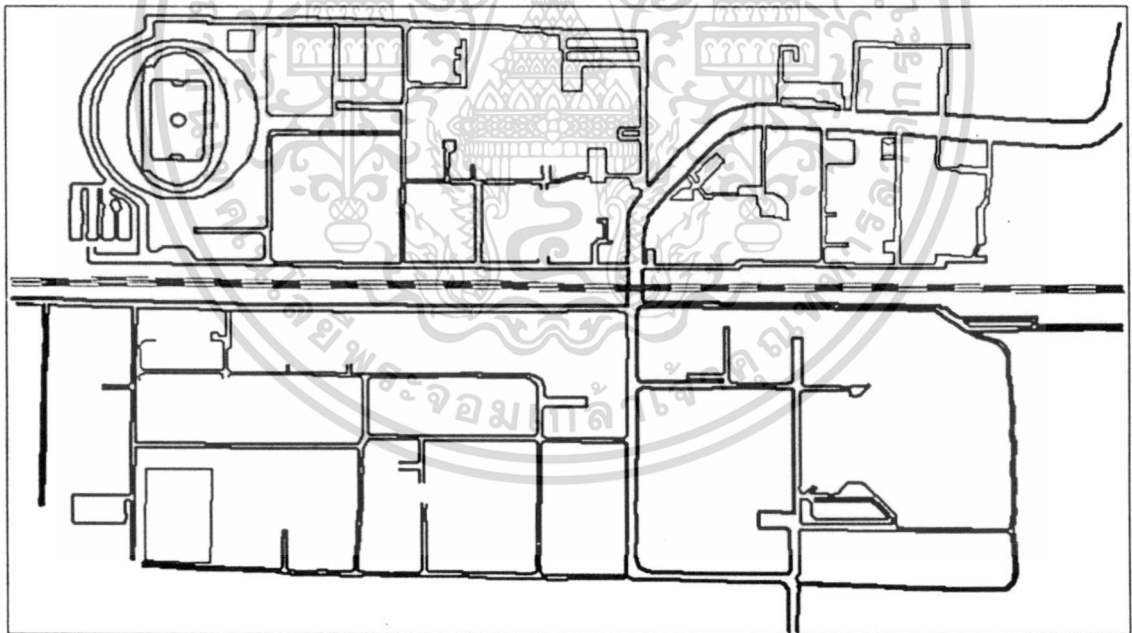
ตารางที่ 3.1 (ต่อ) สัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ลำดับ	สัญลักษณ์	ความหมาย
8		ตู้ ATM ธนาคารกรุงไทย
9		ตู้ ATM ธนาคารกสิกรไทย
10		ร้านค้าขายอาหารและเครื่องดื่ม
11		ป้ายหยุดรถประจำทาง
12		ร้านค้าสะดวกซื้อ
13		ห้องสมุด
14		อาคาร ตึก สิ่งก่อสร้าง
15		บ้านพัก
16		อาคารที่จอดรถ
17		ป้ายหยุดรถแท็กซี่มิเตอร์
18		ป้ายหยุดรถ
19		โรงงาน FBI
20		ร้านอาหาร
21		ร้านอาหาร
22		เส้นทางถนน
23		สระน้ำ บ่อน้ำ ลำคลอง
24		เส้นทางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

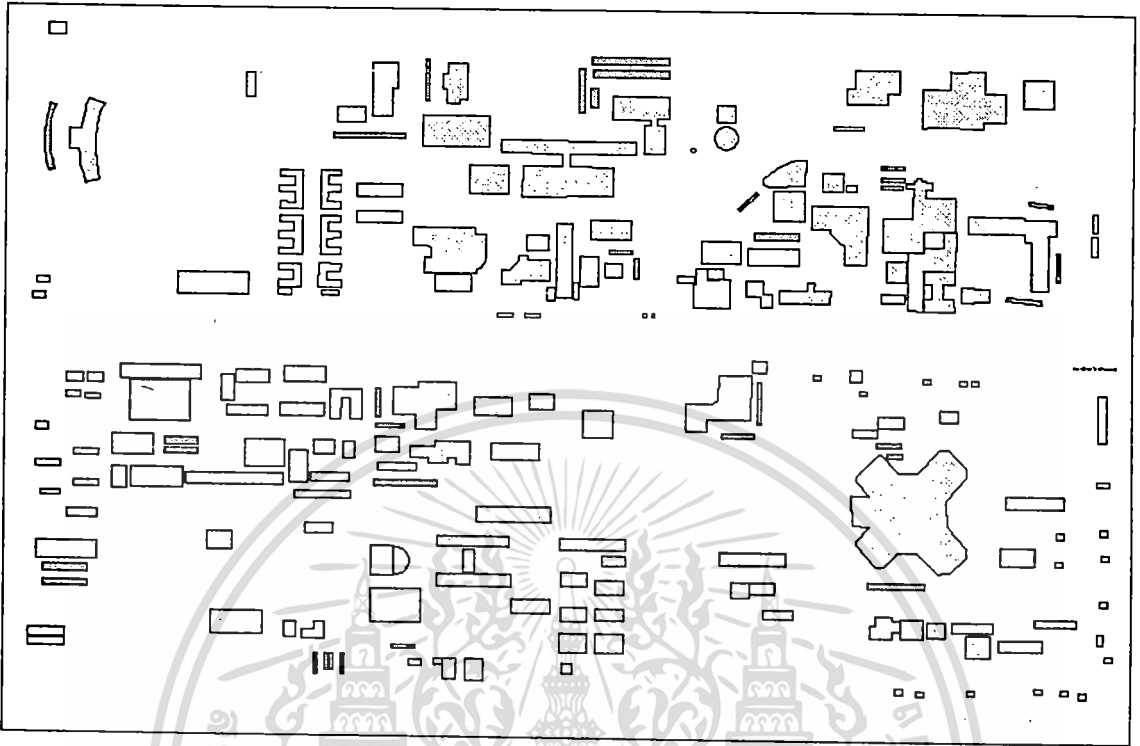


รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายดาวเทียมเขตพื้นที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

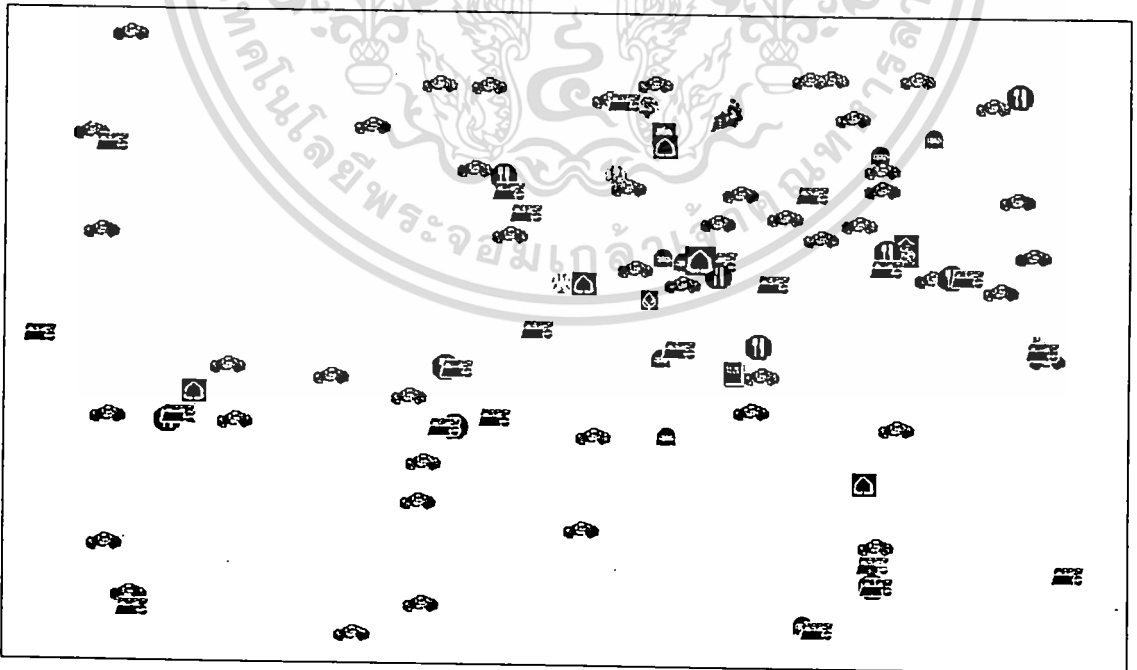


รูปที่ 3.3 เส้นทางของ ถนนหลัก ถนนรอง ซอย เส้นทางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

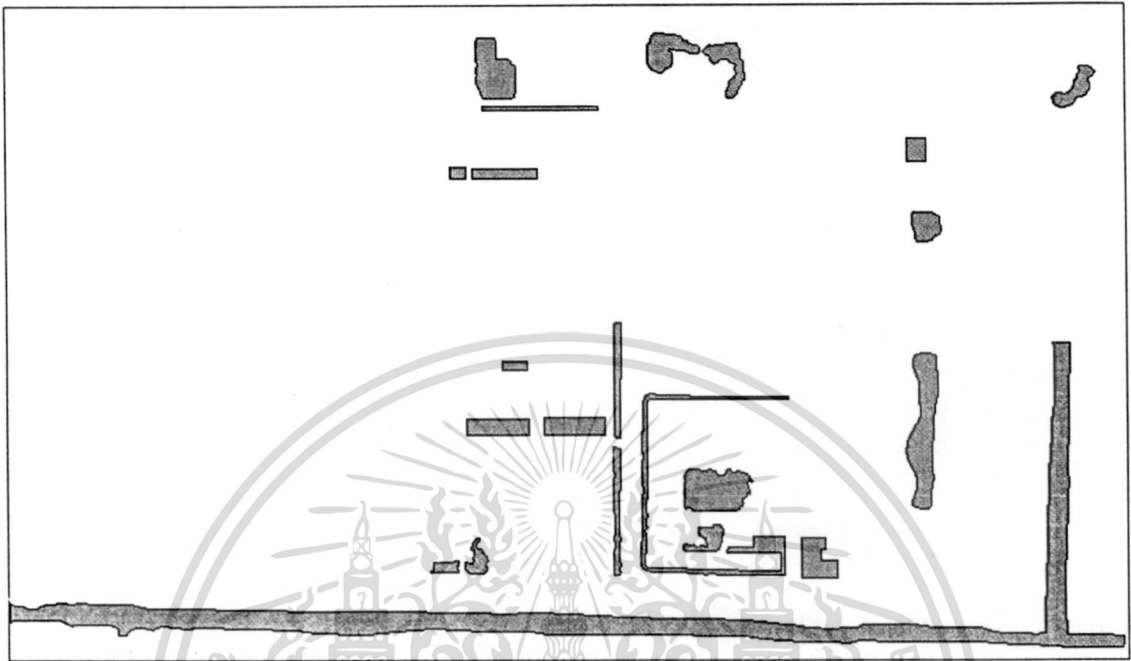


รูปที่ 3.4 ข้อมูลแสดงสิ่งก่อสร้าง อาคารเรียน บ้านพัก และอาคารจอดรถ

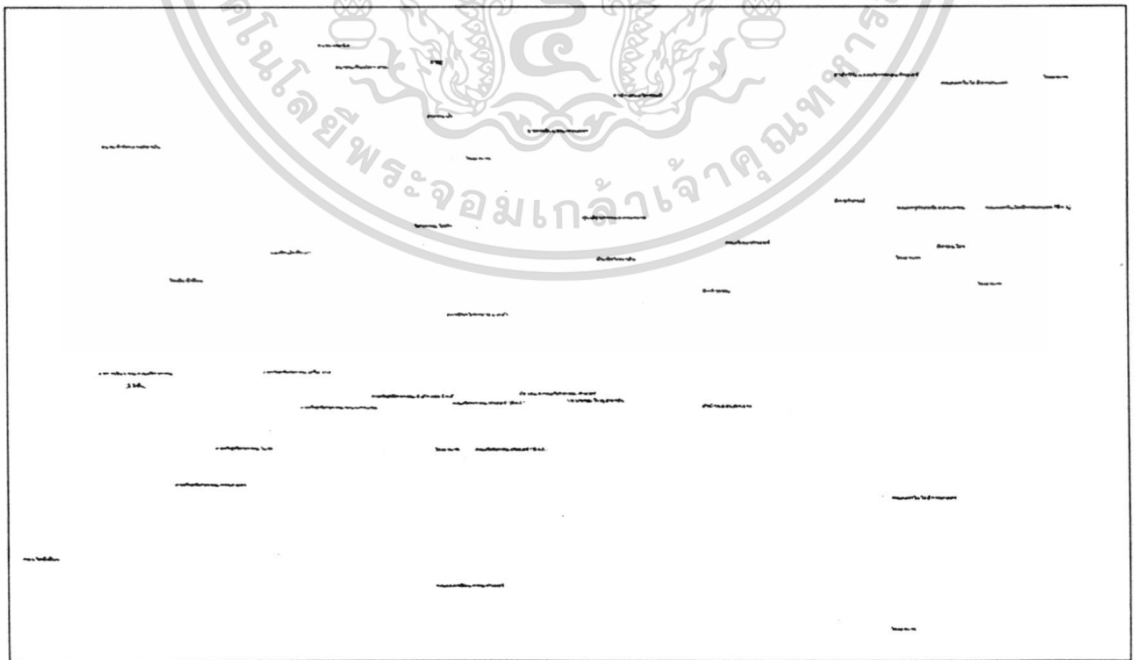


รูปที่ 3.5 แสดงข้อมูลประเภทจุดตำแหน่งที่ตั้งสถานที่สำคัญ (Landmark)

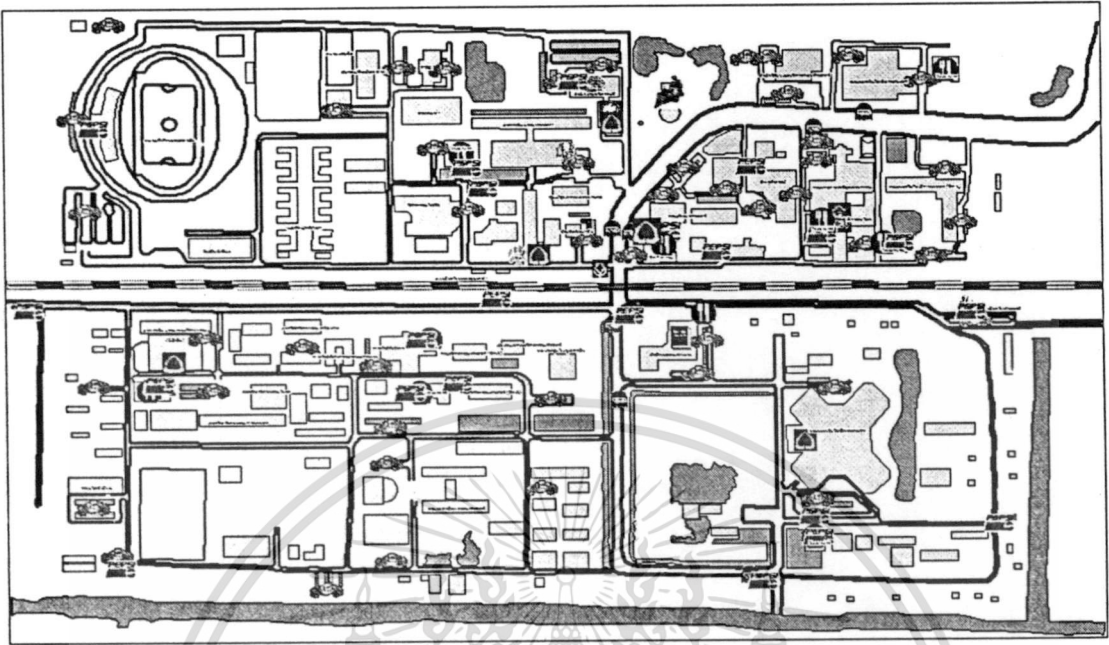
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยหน่วยงานที่การศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



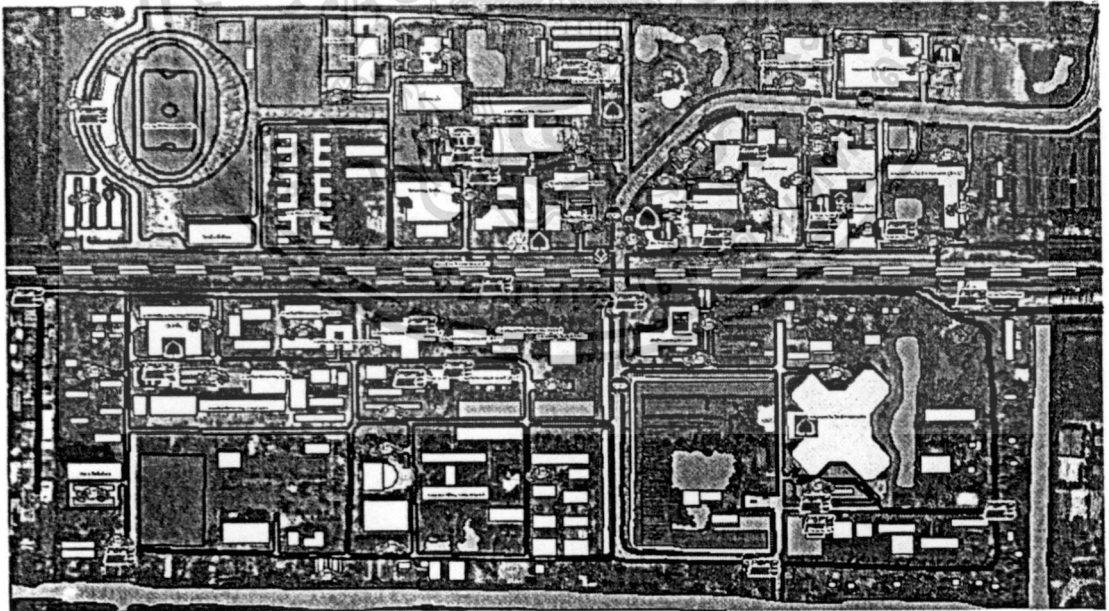
รูปที่ 3.6 แสดงข้อมูลแหล่งน้ำ ลำคลอง สระน้ำ อ่างเก็บน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งที่รูปที่ 3.7 แสดงข้อมูลที่ เป็นข้อความของชื่อสถานที่ต่างๆ ครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การแสดงข้อมูลรวมในทุกเลเยอร์พร้อมๆ กัน



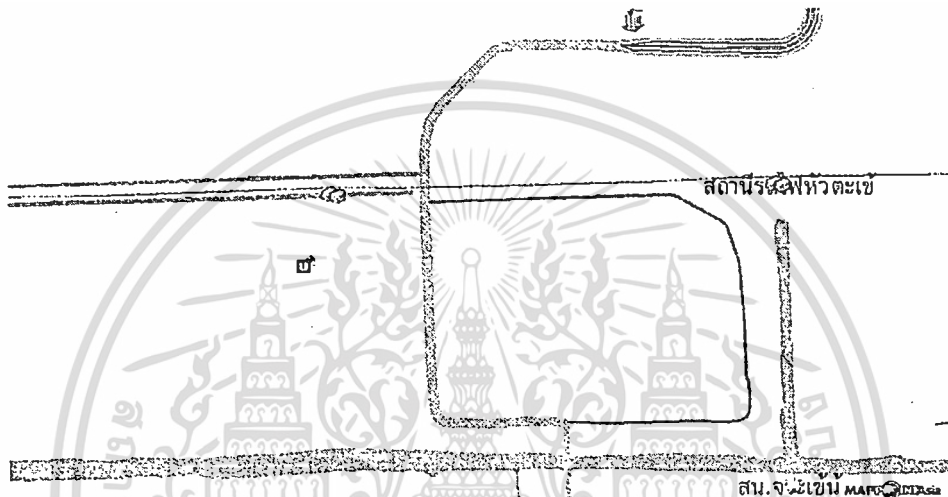
รูปที่ 3.9 การแสดงข้อมูลรวมในทุกเลเยอร์บนภาพถ่ายดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

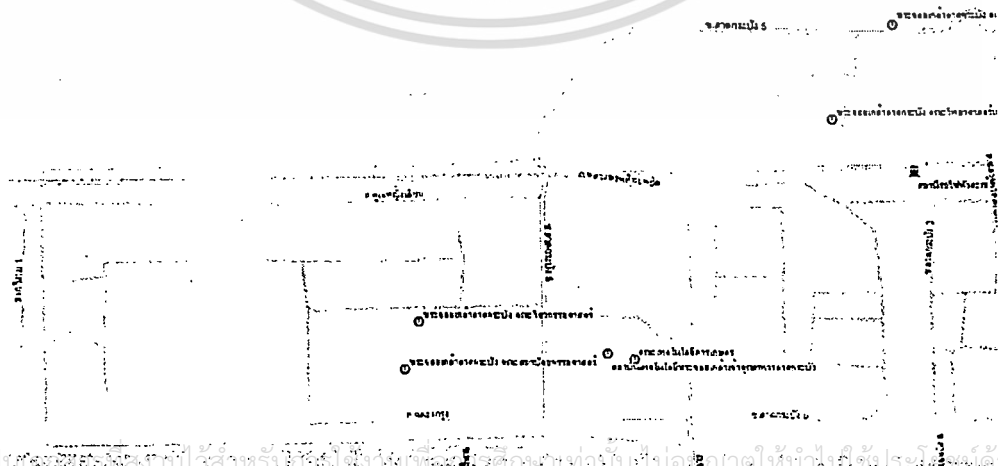
ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การดำเนินการทดลองกับโปรแกรม MapPointAsia ไม่สามารถที่จะเก็บค่าความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากไม่มีจุดอ้างอิงที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 3.10 โปรแกรม MapPointAsia

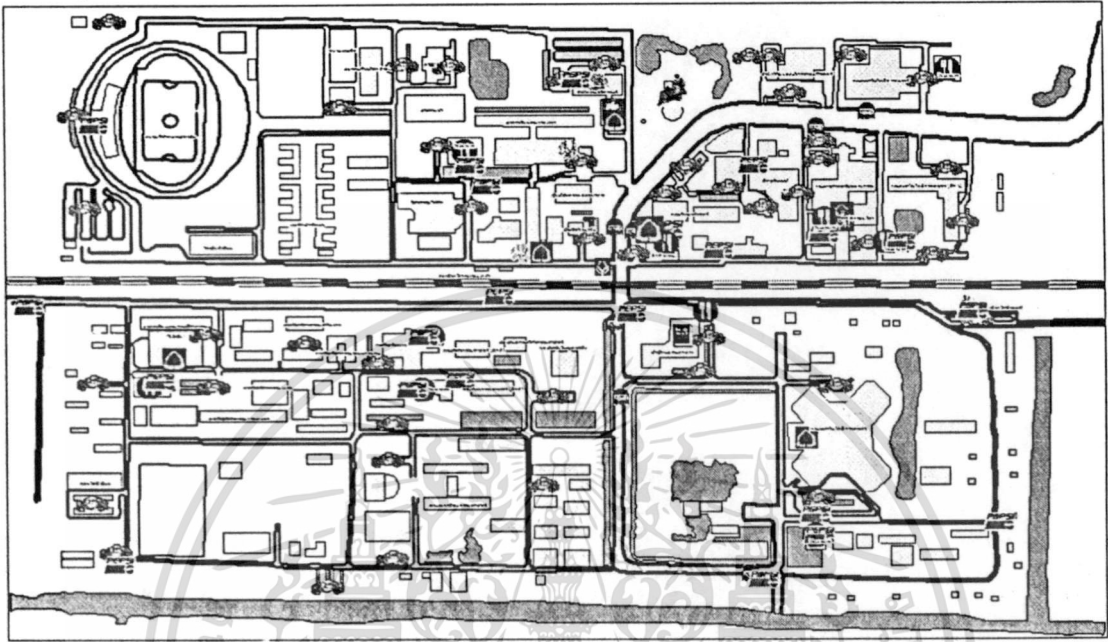
2. การดำเนินการทดลองกับโปรแกรม ThankNet ไม่สามารถที่จะเก็บค่าความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากไม่มีจุดอ้างอิงที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เช่นกัน



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของสถาบันฯ สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องแจ้งอ้างอิงถึงแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 โปรแกรม ThankNet

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 3.12 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เสร็จสมบูรณ์

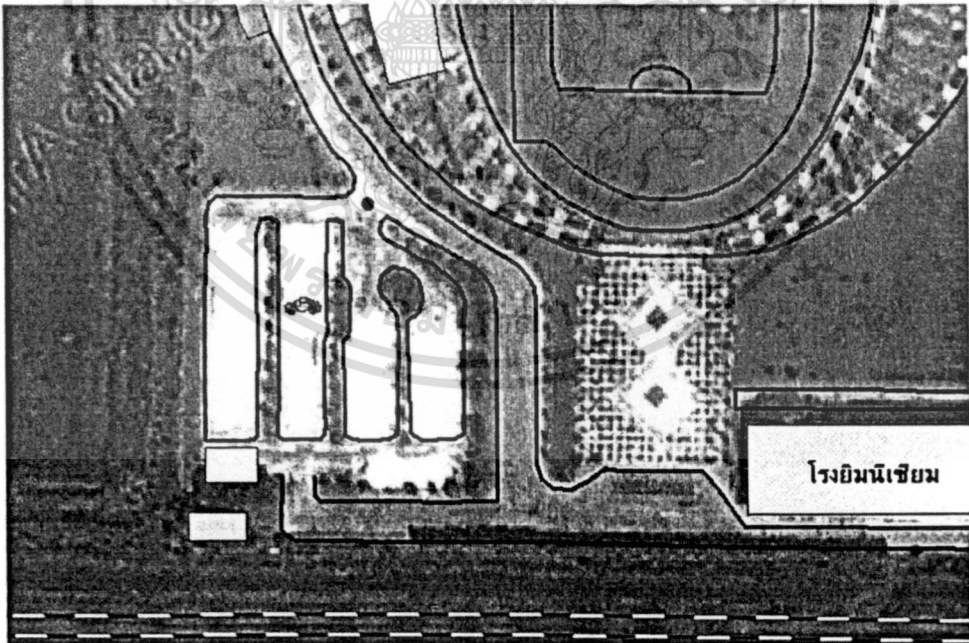


รูปที่ 3.13 GPS ยี่ห้อ Magellan รุ่น Sportrak Map

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

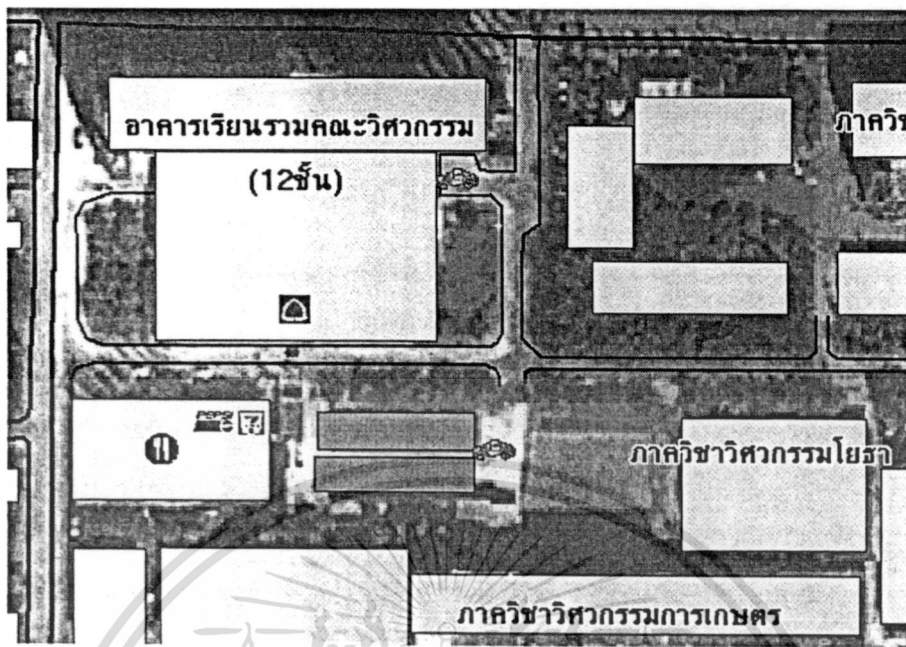


รูปที่ 3.14 จุดวัดทดสอบที่ 1 สะพานลอยหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



รูปที่ 3.15 จุดวัดทดสอบที่ 2 ทางเข้าลานจอดรถสนามกีฬากลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

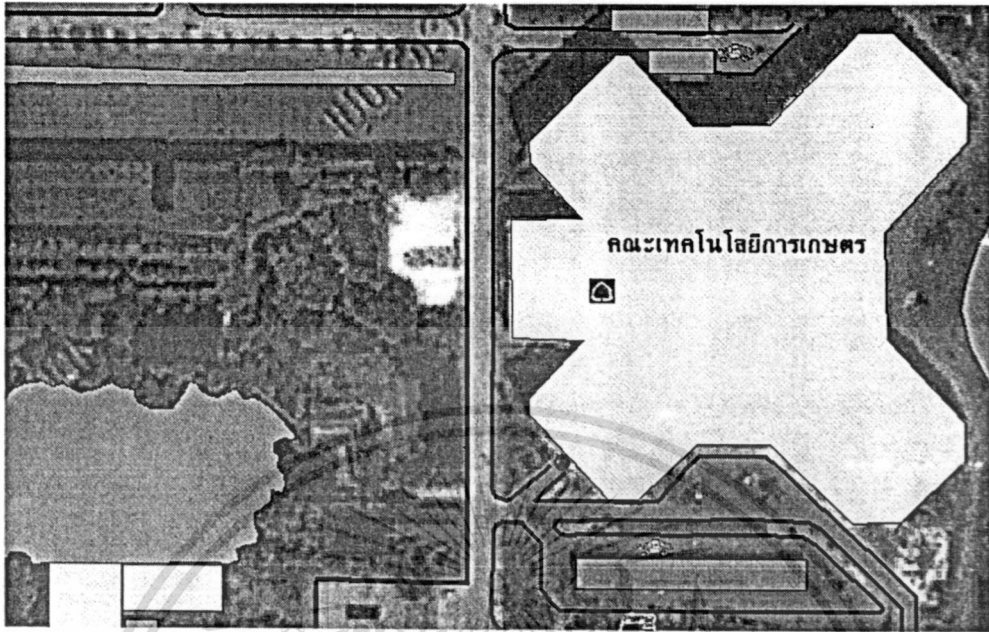


รูปที่ 3.16 จุดวัดทดสอบที่ 3 หน้าตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (12 ชั้น)

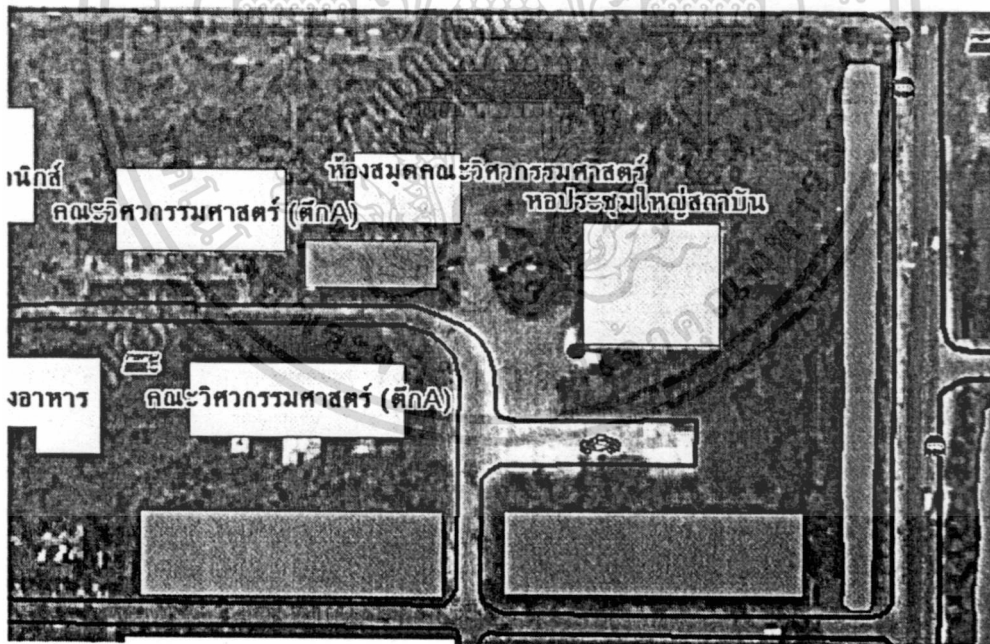


รูปที่ 3.17 จุดวัดทดสอบที่ 4 ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

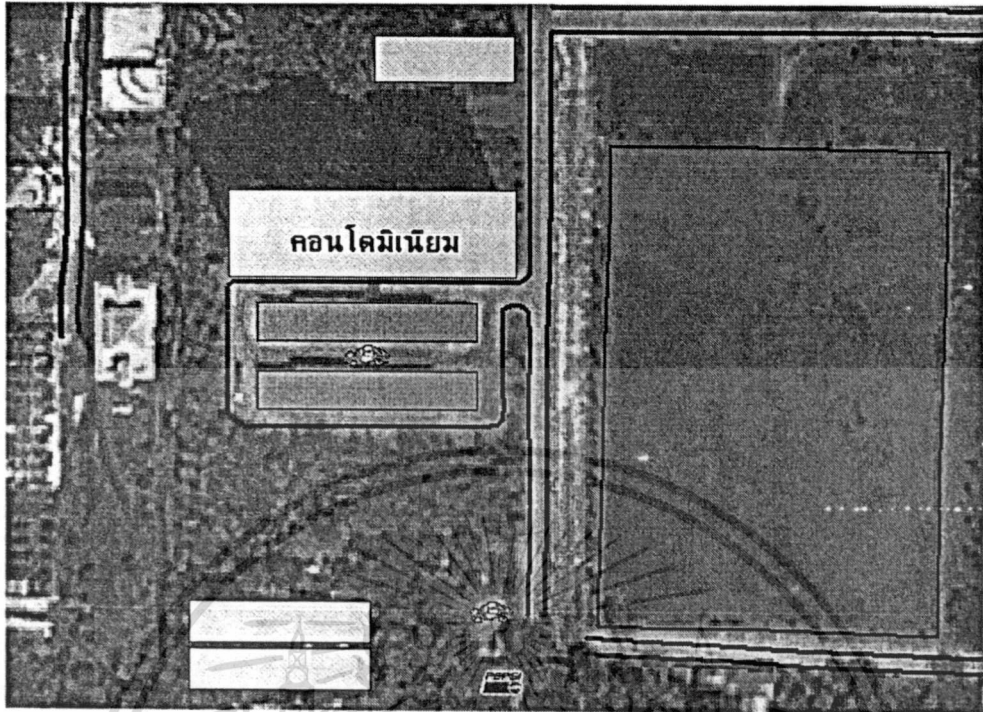


รูปที่ 3.18 จุดวัดทดสอบที่ 5 หน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร



รูปที่ 3.19 จุดวัดทดสอบที่ 6 หน้าหอประชุมใหญ่สถาบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 จุดวัดทดสอบที่ 7 หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ



รูปที่ 3.21 จุดวัดทดสอบที่ 8 หน้าอาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์

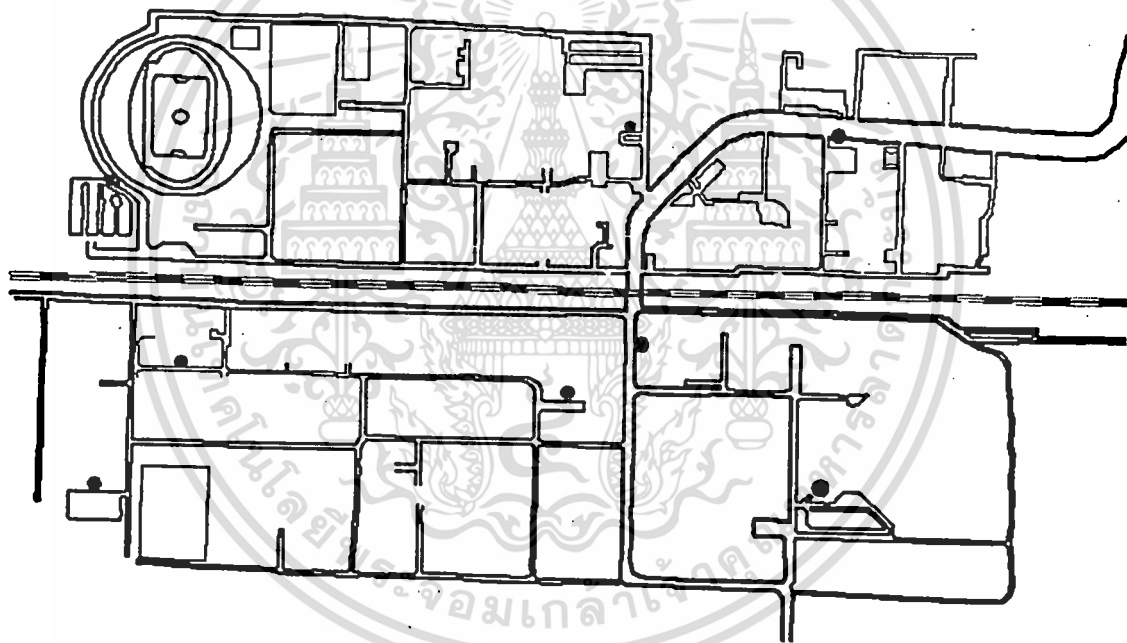
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งสามารถอธิบายผลการวิจัยได้ดังนี้

ในรูปที่ 4.1 เป็นตำแหน่งจุดที่ทำการวัดและทดสอบทั้งหมด 8 จุด ได้แก่ สะพานลอยหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ทางเข้าลานจอดรถสนามกีฬากลาง หน้าตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (12 ชั้น) ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลาง หน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร หน้าหอประชุมใหญ่สถาบัน หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ และหน้าอาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งจุดที่ทำการวัดและทดสอบทั้งหมด 8 จุด

ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว เพื่อความถูกต้อง แม่นยำของข้อมูลตำแหน่งจุดที่ทำการวัดและทดสอบ ควรจะมีให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ แต่ก็จะมีขีดจำกัด ในเรื่องของเวลาและจำนวนบุคลากร ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด โดยตำแหน่งจุดที่ทำการวัดและทดสอบตามหลักเกณฑ์แล้ว ควรมีไม่ต่ำกว่า 4 จุด ในการวิจัยนี้จึงเลือกจำนวนจุดที่มากกว่าถึงสองเท่าคือ 8 จุด ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดสัญญาณที่ตำแหน่งต่างๆ
(โดยใช้ GPS ยี่ห้อ Magellan รุ่น Sportrak Map)

ลำดับ	สถานที่	ค่า Latitude	ค่า Longitude	ค่าความคลาดเคลื่อน
1	สะพานลอยหน้าคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม	13.73035 N	100.78043 E	3.80 เมตร
2	ทางเข้าลานจอดรถสนามกีฬากลาง	13.72934 N	100.77141 E	4.25 เมตร
3	หน้าตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (12 ชั้น)	13.72707 N	100.77243 E	5.40 เมตร
4	ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลาง	13.72775 N	100.77820 E	2.10 เมตร
5	หน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร	13.72600 N	100.78042 E	3.90 เมตร
6	หน้าหอประชุมใหญ่สถาบัน	13.72717 N	100.77717 E	2.60 เมตร
7	หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พัก บุคลากรของสถาบันฯ	13.72550 N	100.77146 E	6.30 เมตร
8	หน้าอาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์	13.73040 N	100.77784 E	2.80 เมตร
ค่าเฉลี่ย				3.89 เมตร

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าผลการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้สร้างเสร็จแล้วมาทดสอบก่อนนำไปใช้งานนั้น โดยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 3.89 เมตร ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดอยู่ที่ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลางมีค่า 2.10 เมตร ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดอยู่ที่หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ มีค่า 6.30 เมตร

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ใช้สำหรับการสืบค้นข้อมูล ของอาคารสถานที่ เส้นทางและตำแหน่งที่ตั้งได้สะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถเพิ่มเติมข้อมูลที่ต้องการได้เช่น สถานที่ก่อสร้างใหม่ การวางแผนผังเมือง ข้อมูลระดับความสูง และการวิเคราะห์แผนที่เชิงลึก อีกทั้งยังสามารถ นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม รหัสวิชา 03311106 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและในสาขาวิชาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่คล้ายคลึงกัน

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เพื่อทดสอบการทำงานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสามารถแสดงผลข้อมูลต่างๆ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เมตร

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ยี่ห้อ Magellan รุ่น Sportrak Map ทำการวัดและทดสอบทั้งหมด 8 จุด และบันทึกค่า ได้แก่ สะพานลอยหน้าคณะวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตทางเข้าลานจอดรถสนามกีฬาากลาง หน้าตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (12 ชั้น) ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลาง หน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร หน้าหอประชุมใหญ่สถาบัน หน้าอาคาร

คอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ และหน้าอาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ จากนั้น นำค่าที่ได้นำมาบันทึกลงในฐานข้อมูล ซึ่งได้ค่าความคลาดเคลื่อนที่สูงที่สุดอยู่ที่ 6.30 เมตร

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวัดสัญญาณที่ตำแหน่งต่างๆ

ลำดับ	สถานที่	ค่าความคลาดเคลื่อน
1	สะพานลอยหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	3.80 เมตร
2	ทางเข้าลานจอดรถสนามกีฬากลาง	4.25 เมตร
3	หน้าตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (12 ชั้น)	5.40 เมตร
4	ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลาง	2.10 เมตร
5	หน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร	3.90 เมตร
6	หน้าหอประชุมใหญ่สถาบัน	2.60 เมตร
7	หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ	6.30 เมตร
8	หน้าอาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์	2.80 เมตร
	ค่าเฉลี่ย	3.89 เมตร

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยผลการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้สร้างเสร็จแล้วมาทดสอบก่อนนำไปใช้งานนั้น โดยค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 3.89 เมตร ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดอยู่ที่ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลางมีค่า 2.10 เมตร ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุดอยู่ที่หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ มีค่า 6.30 เมตร

5.5 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ ตำแหน่งที่มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำจะอยู่บริเวณส่วนตรงกลางของแผนที่ เช่น ประตูทางเข้าสำนักหอสมุดกลาง หน้าหอประชุมใหญ่สถาบันฯ และ หน้าอาคารกรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนที่มากจะอยู่บริเวณด้านขอบของแผนที่ เช่น หน้าอาคารคอนโดมิเนียมที่พักบุคลากรของสถาบันฯ หน้าตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ (12 ชั้น) และทางเข้าลานจอดรถสนามกีฬากลาง ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากขั้นตอนของการสร้างแผนที่ทางอากาศให้ซ้อนทับกับแผนที่ของทางสถาบันฯ ในโปรแกรม MapInfo เวอร์ชัน 7.8 ซึ่งได้ค่า Error ของ

โปรแกรม ประมาณ 4 Pixels ทำให้ด้านข้างของแผนที่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าบริเวณ
กลางแผนที่

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง สามารถแสดงผลข้อมูลต่างๆ มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 เมตร ตรง
ตามสมมติฐานที่วางเอาไว้

5.6 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เพื่อความถูกต้อง แม่นยำในการระบุพิกัดตำแหน่งด้วย GPS ให้มากขึ้น ในขั้นตอนการ
สร้างแผนที่ควรจะใช้ภาพถ่ายทางอากาศที่มีความละเอียดสูงขึ้น
2. ควรมีการพัฒนาการสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ให้สามารถแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของภาพภูมิศาสตร์แบบสามมิติ
3. ข้อมูลที่ต้องการนำมาใส่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนั้น อาจจะต้องกลั่นกรองข้อมูลจากหลายหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง
เพื่อให้ข้อมูลนั้น ถูกต้อง ครบถ้วน และทันสมัย

บรรณานุกรม

ศุภฤกษ์ ชัยชนะ."ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการสร้างแผนที่ตัวเลข" . [Online]. Available :
<http://www.resgat.net/digital.2004>

สมบัติ อยู่เมือง. " วิจัยเรื่องการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลสำรวจระยะไกล
เพื่อการประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วมในประเทศไทย : กรณีศึกษาในลุ่มแม่น้ำป่าสัก" .
[Online]. Available : <http://www.gisthai.org/research/index.html.2006>

ESRI geographic information system. Fundamental of GIS . [Online]. Available :
<http://www.esri.com/>. 2000

Geomatics Internet Service to Millennium Education. Fundamental of GIS . [Online].
Available : <http://www.gis2me.com/gis/index.htm.2002>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้