การพัฒนาต้นแบบระบบค้นคืนภาพถ่ายทางอากาศบนอินเตอร์เน็ต

นายอาทิตย์ วงศ์เยาว์ฟ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-1429-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DEVELOPMENT OF PROTOTYPE OF AERIAL PHOTO INQUIRY SYSTEM ON THE INTERNET

Mr. Arthit Wongyaofa

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Spatial Information System
Department of Survey Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2001

ISBN 974-03-1429-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาต้นแบบระบบค้นคืนภาพถ่ายทางอากาศบนอินเตอร์เน็ต
โดย	นาย อาทิตย์ วงศ์เยาว์ฟ้า
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศภูมิทางวิศวกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาทิตย์ วงศ์เยาว์ฟ้า : การพัฒนาต้นแบบระบบค้นคืนภาพถ่ายทางอากาศบนอินเตอร์เน็ต (A Development of Prototype of Aerial Photo Inquiry System on the Internet) อ.ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์, 72 หน้า, ISBN 974-03-1429-5

ข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่บนภาพถ่ายทางอากาศทำให้มองเห็นความเป็นไปและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในภูมิประเทศได้อย่างชัดเจน ภาพถ่ายทางอากาศจึงเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่มีความสำคัญในงานสำรวจและผลิตแผนที่ นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศในโครงการต่างๆ อีกมากมาย เช่น งานก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ งานด้านสิ่งแวดล้อม การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ (Change Detection) เป็นต้น ในปัจจุบัน กรมแผนที่ทหารเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ดูแลกำกับการบินถ่ายภาพทางอากาศและให้บริการภาพถ่ายทางอากาศ อย่างไรก็ตาม การใช้บริการภาพถ่ายยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ

ด้วยปริมาณภาพถ่ายที่มีอยู่ไม่น้อยกว่า 2 ล้านภาพ กอปรกับการค้นหาภาพด้วยวิธีเชิงเอกสาร ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการข้อมูลของผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากเงื่อนไขที่ค้นหามีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น การค้นหาภาพถ่ายที่ครอบคลุมแม่น้ำปิงบริเวณเมืองกำแพงเพชร โดยขยายพื้นที่เป็นระยะ 1 กิโลเมตรจากริมแม่น้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ การใช้บริการภาพถ่ายยังจำกัดอยู่เฉพาะช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้น การพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อช่วยในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศจึงเป็นแนวทางที่จะให้การให้บริการภาพถ่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้ผู้ใช้และสังคมโดยรวมได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่จากการใช้งานระบบ

ระบบต้นแบบสำหรับค้นหาภาพถ่ายทางอากาศบนอินเตอร์เน็ตถูกพัฒนาขึ้นเพื่อขจัดอุปสรรคที่เกิดจากการทำงานโดยวิธีดั้งเดิม โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้เพื่อออกแบบโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งได้ออกแบบไว้ให้สามารถใช้งานโดยผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ 2) การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อรองรับเงื่อนไขในการค้นหาภาพ คือ เงื่อนไขเชิงบรรยาย และเงื่อนไขเชิงตำแหน่ง การคำนวณเชิงตำแหน่งจำเป็นต้องอาศัยความสามารถของระบบภูมิสารสนเทศซึ่งจะทำงานอยู่เบื้องหลัง เพื่อให้ได้มาซึ่งภาพถ่ายทางอากาศที่ตรงตามเงื่อนไข 3) การวิเคราะห์เพื่อกำหนดขนาดและความละเอียดที่เหมาะสมของภาพสแกนสำหรับการเผยแพร่บนอินเตอร์เน็ต เพื่อประโยชน์ในการเรียกดูภาพเบื้องต้น

จากการทดสอบระบบสามารถสรุปได้ว่าระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถค้นหาภาพถ่ายทางอากาศผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วกว่าการค้นหาโดยใช้วิธีเดิม และเพื่อประโยชน์ต่อสังคมในวงกว้าง ควรมีการศึกษาในประเด็นเกี่ยวกับการให้บริการข้อมูลอื่นๆ ต่อไป เช่น การประยุกต์ใช้กับภาพถ่ายดาวเทียม การศึกษาการบีบอัดภาพถ่าย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา .....วิศวกรรมสำรวจ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา .....ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา ....2544..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4270663921 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM

KEY WORD: Aerial Photography / Spatial Data Clearinghouse / National Spatial Data Infrastructure

ARTHIT WONGYAOFA : A DEVELOPMENT OF PROTOTYPE OF AERIAL PHOTO INQUIRY SYSTEM ON THE INTERNET. THESIS ADVISOR : ITTHI TRISIRISATAYAWONG, Ph.D. 72 pp. ISBN 974-03-1429-5

The matters of fact that are manifested in aerial photographs obviously show the proceeding of real world. Thus, aerial photograph has been the primary source in the field of surveying and mapping and also applied in so many other national development projects such as infrastructure development, environmental researches, change detection and monitoring. The Royal Thai Survey Department (RTSD) is the government agency that provides the aerial photograph service. Unfortunately, there are some limitations in using the service.

Recently RTSD maintains more than 2 million aerial photographs. Such a huge number of data makes it time-consuming to search for desired photographs using document-based approach. In Addition, the current procedure cannot respond complex search-conditions arisen from user requirements; for instance,. finding aerial photographs covering the area extending 1 km from banks of a river passing through a specified area. Also, the service is available only on working time. To eliminate the limitations of aerial photograph service, the implementation of the automatic search engine is needed.

The development procedure of the internet-based aerial-photograph search engine prototype comprises 1) user requirement analysis and application design. The application is designed to be accessed via internet in order to make the system 24-hour available no matter where the users are. 2) Database is designed to support the search conditions including attribute- and location-based search conditions. The later is the key factor that GIS technology is needed for the implementation. 3) Which is the appropriate size and resolution for low-resolution scanned images of aerial photograph is also studied to make the preview image.

The experiment shows that using the prototype to search for desired aerial-photograph improves the performance of the current service. To fully utilize the research result to the public, further studies are required, for instance, applying the system to search satellite imageries and the study of digital image compression.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department/Program .....Survey Engineering..... Student's signature .....

Field of study .....Spatial Information System..... Advisor's signature .....

Academic year ...2001..... Co-advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. อิทธิ ตริสิริสัตยกุล ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในระหว่างการค้นคว้าวิจัยมาโดยตลอด

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของกองทำแผนที่ กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด, บริษัท จีไอเอสดาต้า จำกัด และกองทำแผนที่และรูปถ่ายทางอากาศ ที่ได้ทดลองใช้งานระบบต้นแบบและให้คำแนะนำ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยในงานวิจัย และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกคนในครอบครัวของข้าพเจ้า ที่สนับสนุนและให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าจนสำเร็จการศึกษา

อาทิตย์ วงศ์เยาว์ฟ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญภาพ.....ญ

บทที่

1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.1.1 สภาพการณ์การใช้บริการภาพถ่ายในปัจจุบัน.....2
1.1.2 การค้นหาภาพถ่ายโดยใช้ระบบอัตโนมัติ.....4
1.2 วัตถุประสงค์.....12
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....12
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....13
2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....14
2.1 การจัดเก็บและให้บริการภาพถ่ายทางอากาศ.....14
2.2 เงื่อนไขในการค้นหาภาพถ่าย.....15
2.3 การค้นหาภาพถ่ายทางอากาศด้วย GIS.....16
2.4 ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการค้นหาภาพถ่าย.....19
2.5 ระบบอินเตอร์เน็ต.....19
2.6 สรุปความต้องการของผู้ใช้งาน.....19
3 การออกแบบและพัฒนาระบบ.....21
3.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ.....21
3.1.1 โครงสร้างของ Web Page.....23
3.1.2 แฟ้มข้อมูล mapwrite.js และเอกสาร map.htm.....24
3.1.3 มาตรฐานของ URL (Universal Resource Locator).....25
3.1.4 Java Applet.....27
3.2 การคำนวณตำแหน่งจุดกึ่งกลางภาพถ่ายบนแนวบิน.....27
3.3 การทำ Intersection เพื่อเลือกแนวบิน.....31
4 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล.....33
4.1 กลุ่มข้อมูลแผนที่ฐาน.....33
4.2 กลุ่มข้อมูลแนวบินของภาพถ่ายทางอากาศ.....34
4.3 กลุ่มข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (Digital Aerial Photograph).....34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5 การทดสอบและใช้งานระบบต้นแบบ.....37
5.1 การทดสอบระบบ.....37
5.2 ตัวอย่างการทดสอบระบบ.....39
5.2.1 การค้นหาภาพจากข้อมูลเชิงบรรยาย.....39
5.2.2 การค้นหาภาพจากการคำนวณเชิงตำแหน่ง.....39
5.2.3 การแสดงภาพถ่ายในเชิงเปรียบเทียบ (Change Detection).....40
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....47
6.1 สรุปผลการวิจัย.....47
6.2 ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย.....48
6.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....48
6.4 ข้อเสนอแนะ.....49
รายการอ้างอิง.....50
ภาคผนวก.....51
ภาคผนวก ก. การติดตั้งระบบต้นแบบ.....52
ภาคผนวก ข. เอกสาร HTML และ JavaScript ที่สำคัญ.....55
ภาคผนวก ค. Class, Method และรูปแบบ URL ใน Applet.....58
ภาคผนวก ง. โครงสร้างฐานข้อมูล.....64
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....72

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 3.1 อธิบายตัวแปรที่ใช้ใน <PARAM> 25
ตาราง 3.2 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคำนวณจุดกึ่งกลางภาพถ่าย.....31
ตาราง 5.1 คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ทดสอบ.....38
ตาราง 5.2 การทดสอบความเร็วในการใช้งานระบบ.....38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ดัชนีภาพถ่ายทางอากาศ....2
รูปที่ 1.2 การค้นหาภาพถ่ายโดยใช้เงื่อนไขเชิงตำแหน่งและ Metadata....4
รูปที่ 1.3 การค้นหาภาพถ่ายดาวเทียมใน GISTDA....6
รูปที่ 1.4 การค้นหาภาพใน MIT Digital Orthophoto Browser....7
รูปที่ 1.5 Microsoft TerraServer....7
รูปที่ 1.6 การค้นหาภาพใน National Aerial Photography Program....8
รูปที่ 1.7 การกำหนดเงื่อนไขในการค้นหาภาพใน EarthExplorer....9
รูปที่ 1.8 ผลการค้นหาภาพใน EarthExplorer....10
รูปที่ 1.9 การกำหนดเงื่อนไขในการค้นหาภาพใน AUSLIG....10
รูปที่ 1.10 ผลการค้นหาภาพใน AUSLIG....11
รูปที่ 2.1 การซ้อนทับกันของภาพถ่ายทางอากาศ....14
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการค้นหาภาพถ่ายในงานวิจัย....17
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ Spatial Data Clearinghouse....20
รูปที่ 3.1 การทำงานของระบบ....21
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ Web Page....23
รูปที่ 3.3 การคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายทางอากาศโดยใช้คำสั่ง ALONG....28
รูปที่ 3.4 การคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายโดยใช้ POLYLINEM....29
รูปที่ 3.5 การคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายโดยใช้บัฟเฟอร์....30
รูปที่ 3.6 การคำนวณจุดกึ่งกลางภาพถ่ายบนแนวบิน....31
รูปที่ 3.7 การทำ Intersection เพื่อเลือกแนวบิน....32
รูปที่ 5.1 การกำหนด (อำเภอ) ที่ต้องการค้นหา....41
รูปที่ 5.2 เลือกอำเภอจากรายการ....41
รูปที่ 5.3 กำหนดมาตราส่วนภาพและวันที่ถ่ายภาพ....42
รูปที่ 5.4 แสดงร่างภาพถ่ายจากการค้นหาบนแผนที่....42
รูปที่ 5.5 แสดงรายละเอียดของภาพถ่ายจากการค้นหา....43
รูปที่ 5.6 เรียกดูภาพถ่าย (Image Preview)....43
รูปที่ 5.7 การกำหนดชื่อ (แม่น้ำ) ที่ต้องการค้นหา....44
รูปที่ 5.8 เลือกข้อมูลแม่น้ำช่วงที่ผ่านเมืองกำแพงเพชร....44
รูปที่ 5.9 กำหนดระยะบัฟเฟอร์จากแนวแม่น้ำ....45
รูปที่ 5.10 ผลการค้นหาจากการทำบัฟเฟอร์....45
รูปที่ 5.11 ค้นหาภาพถ่ายในเชิงเปรียบเทียบ....46
รูปที่ 5.12 ผลการค้นหาภาพถ่ายในเชิงเปรียบเทียบ....46
รูปที่ ก.1 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลซอฟต์แวร์ Web Server....52
รูปที่ ก.2 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลโปรแกรมประยุกต์....53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

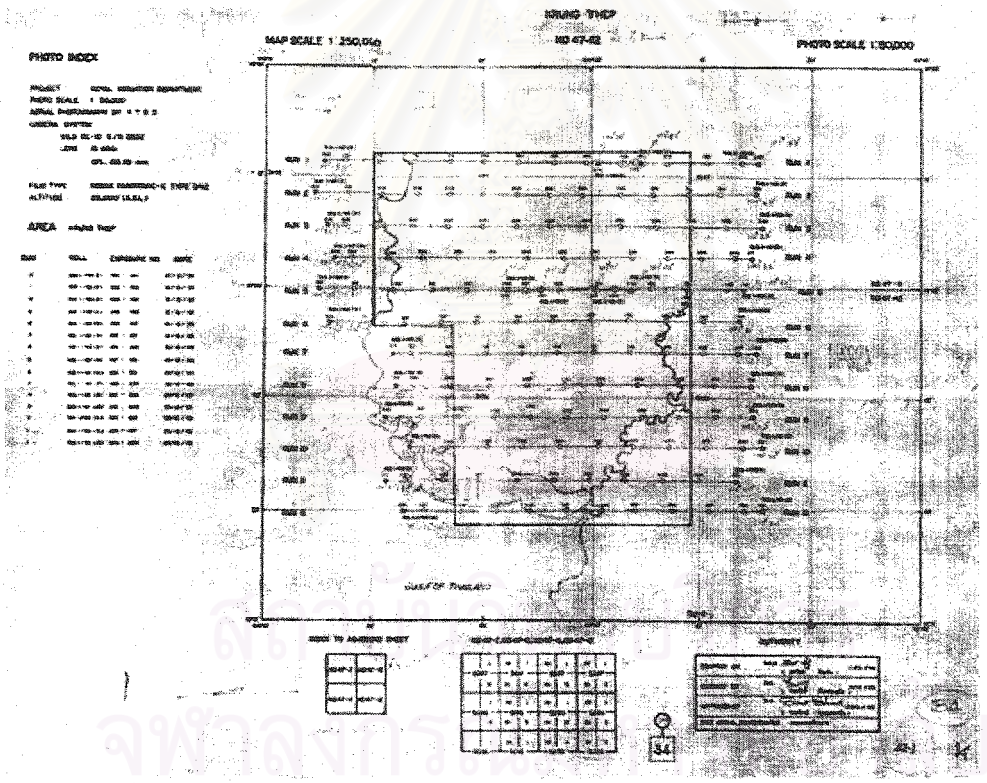
ภาพถ่ายทางอากาศแสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงและความเป็นไปของภูมิประเทศในพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ภาพถ่ายทางอากาศจึงเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินกิจกรรมด้านต่างๆ จำนวนมาก ยกตัวอย่างเช่น การผลิตและปรับปรุงแผนที่ตั้งแต่มาตราส่วนเล็กจนถึงมาตราส่วนใหญ่ สามารถทำได้โดยการนำภาพถ่ายทางอากาศที่ผ่านขั้นตอนการกำหนดค่าพิกัดให้ถูกต้องโดยอาศัยจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) แล้วนำมาเป็นพื้นหลัง (Background) ในการนำเข้าข้อมูลหรือขึ้นรูปแผนที่เป็นชั้นข้อมูลต่างๆ เช่น ถนน แม่น้ำ อาคาร เป็นต้น ซึ่งเมื่อนำแผนที่เหล่านี้มาใช้ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ ก็สามารถใช้ในการวางแผนและออกแบบงานก่อสร้างและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่อไปได้ เช่น การวางระบบโทรคมนาคมขนส่ง การวางระบบไฟฟ้าและประปา การวางระบบสาธารณูปโภคต่างๆ การวางท่อขนส่งก๊าซและน้ำมันเป็นตัวอย่างอีกประการหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการใช้ภาพถ่ายทางอากาศสำหรับการวิเคราะห์ลักษณะของพื้นที่ เพื่อกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมในการวางแนวท่อขนส่ง ภาพถ่ายใช้ทำแผนที่มาตราส่วนเล็กสำหรับการออกแบบและวางแผนงานเบื้องต้น ใช้ทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่สำหรับการทำงานในรายละเอียดขั้นสุดท้าย และยังสามารถใช้คำนวณหาปริมาตรของดินที่ใช้ในการสร้างเส้นทาง เพื่อการคิดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างหรือประมูลงาน โดยวิธีการมองภาพแบบสามมิติ

ในงานด้านที่ดิน ภาพถ่ายทางอากาศสามารถแสดงขอบเขตคร่าวๆ ของการถือครองที่ดินได้ ทำให้สามารถที่จะเขียนขอบเขตของที่ดินขึ้นเป็นแผนที่ระวางที่ดิน เพื่อใช้ในการออกเอกสารสิทธิ์การถือครองที่ดินได้ นอกจากนี้ การจำแนกข้อมูลประเภทของที่ดิน (Land Cover) และข้อมูลประเภทการใช้ที่ดิน (Land Use) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สามารถจำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศ ก็เป็นข้อมูลที่จำเป็นในการวางแผนและจัดการกิจกรรมที่เกี่ยวข้องการใช้ที่ดินและการวางผังเมือง เช่น การจัดพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม การจัดพื้นการเกษตร การจัดพื้นที่ที่เป็นที่อยู่อาศัย เป็นต้น

งานด้านป่าไม้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศร่วมกับข้อมูลแผนที่อื่นๆ ในการตรวจสอบการรุกล้ำพื้นที่ป่าสงวนและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ การตรวจสอบการลักลอบตัดไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการใช้ภาพถ่ายทางอากาศกับงานด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน การศึกษาการพังทลายของตลิ่ง โดยการสังเกตและศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ (Change Detection) จากภาพถ่ายทางอากาศ ด้วยการนำภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่เดียวกันซึ่งถ่ายไว้ที่เวลาต่างกัน มาเปรียบเทียบกัน อย่างกรณีของการศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน ภาพถ่ายสามารถแสดงให้เห็นถึงป่าชายเลนที่ถูกทำลายได้อย่างชัดเจน และงานด้านการป้องกันอุบัติภัย เช่น การป้องกันและตรวจสอบพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วม การตรวจสอบพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ เพื่อประเมินความเสียหายและการฟื้นฟูพื้นที่ และโครงการพัฒนาอื่นๆ อีกมากมาย ได้แก่ การปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม การชลประทาน การศึกษาด้านทรัพยากรธรณี การศึกษาการกระจายตัวของเขตชุมชน ล้วนแต่เป็นกิจกรรมที่ใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายทางอากาศทั้งสิ้น

จากตัวอย่างที่ได้กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการใช้งานภาพถ่ายทางอากาศมิได้จำกัดอยู่เฉพาะงานด้านแผนที่เท่านั้น แต่ยังถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในหน่วยงานด้านต่างๆ อีกด้วย ซึ่งทำให้ความต้องการใช้ภาพถ่ายทางอากาศเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด เป็นหน่วยงานซึ่งทำหน้าที่กำกับดูแลการบินถ่ายภาพทางอากาศและยังเป็นศูนย์กลางให้บริการภาพถ่ายแก่หน่วยงานภายในและหน่วยงานอื่นๆ ภายนอก ทั้งภาครัฐและเอกชน ปัจจุบัน กรมแผนที่ทหารมีภาพถ่ายอยู่ในคลังไม่น้อยกว่า 2 ล้านภาพ ด้วยปริมาณภาพถ่ายจำนวนมากเช่นนี้ จึงเป็นอุปสรรคสำคัญอย่างยิ่งในการค้นหาภาพถ่ายเมื่อต้องการใช้งาน โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนหรือมีเหตุฉุกเฉิน นอกจากนี้ ยังไม่สามารถรองรับการค้นหาภาพถ่ายโดยเงื่อนไขที่ซับซ้อนอีกด้วย ดังนั้น การประยุกต์ใช้งานระบบค้นหาภาพถ่ายแบบอัตโนมัติ จะทำให้ผู้ใช้บริการได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้นจากการใช้บริการ

1.1.1 สภาพการณ์การใช้บริการภาพถ่ายในปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 ดัชนีภาพถ่ายทางอากาศ

การดำเนินงานการบินถ่ายภาพในแต่ละโครงการจะเริ่มจากการเตรียมแผนผังการบินไว้ล่วงหน้า หลังจากเสร็จสิ้นการบินแล้ว จะมีการปรับแผนผังการบินให้เป็นเป็นแนวบินจริงวาดเป็นแนวบินแต่ละเส้นลงในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000 และและ 1:50,000 พร้อมทั้งใส่หมายเลขภาพเริ่มต้นและสิ้นสุดของแนวบินแต่ละเส้นเพื่อใช้ในการอ้างอิง ดังรูปที่ 1.1 หลังจากนั้นภาพถ่ายทางอากาศจะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบ

ของม้วนฟิล์ม (Negative Film) เข้าคลังโดยจัดหมวดหมู่ตาม ปีที่ทำการบินถ่ายภาพ โครงการบินถ่ายภาพ มาตราส่วนภาพถ่าย พื้นที่ และลำดับหมายเลขของม้วนฟิล์ม ซึ่งเป็นดัชนีสำคัญที่ใช้ในการค้นหาภาพต่อไป

ปัจจุบัน สภาพการณ์การใช้บริการภาพถ่ายพอกล่าวเป็นสังเขปได้ดังนี้ เมื่อผู้ใช้มีความประสงค์ที่จะใช้ภาพถ่าย โดยทั่วไป ผู้ใช้จะแจ้งเงื่อนไขไปยังกรมแผนที่ทหาร โดยกำหนดเป็นชื่อของพื้นที่ (เช่น อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ถนนพระราม 2 หรือตลาดจตุจักร) หรือชื่อโครงการบินถ่ายภาพ พร้อมข้อกำหนดอื่น เช่น มาตราส่วนภาพถ่าย และวันที่ที่ทำการถ่ายภาพ ในการค้นหาภาพเจ้าหน้าจะอาศัยข้อมูลเหล่านี้ประกอบกันเป็นกลุ่มของดัชนี (Index) เพื่อค้นหาภาพ หากเงื่อนไขไม่มีความซับซ้อน ผู้ใช้สามารถทราบคำตอบในเบื้องต้นจากเจ้าหน้าที่ได้ว่ามีภาพถ่ายที่ครอบคลุมบริเวณดังกล่าวหรือไม่ โดยใช้เวลาไม่นานนัก อย่างไรก็ตาม ด้วยปริมาณของภาพถ่ายจำนวนมหาศาลที่มีอยู่ในคลังภาพถ่ายดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น กอปรกับการค้นหาภาพถ่ายด้วยวิธีเชิงเอกสารที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทำให้ต้องใช้เวลาในการค้นหาภาพ

นอกจากนี้ หากเงื่อนไขถูกกำหนดโดยใช้ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ หรือพื้นที่ที่กำหนดขอบเขตบนแผนที่ หรืออีกประการหนึ่งคือการกำหนดเป็นพื้นที่ขยายจากแนวหรือจุดอ้างอิงหรือการทำบัฟเฟอร์ (Buffer) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่มีความซับซ้อนมากขึ้น นั้นก็ยิ่งทำให้การค้นหาภาพถ่ายเป็นไปได้อย่างยากลำบากและใช้เวลานานขึ้น ตัวอย่างเช่น การค้นหาภาพบริเวณแนวแม่น้ำปิงที่ไหลผ่านเมืองกำแพงเพชรและครอบคลุมพื้นที่จากขอบแม่น้ำเป็นระยะ 2 กิโลเมตรในปีล่าสุด ดังรูปที่ 1.2 เป็นต้น

อุปสรรคที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ในการใช้บริการภาพถ่าย บางครั้งผู้ใช้บริการมีความจำเป็นต้องตรวจสอบข้อเท็จจริงบนภาพถ่ายที่ได้ร้องขอไว้ว่ามีคุณสมบัติตรงกับความต้องการหรือไม่ โดยการเรียกดูภาพในเบื้องต้น (Image Preview) หรืออย่างกรณีเร่งด่วน ที่ต้องการเห็นภาพเบื้องต้นโดยทันทีเพื่อใช้การตัดสินใจ ระบบปัจจุบันก็ยังไม่สามารถรองรับกระบวนการเหล่านี้ได้ เนื่องจากระบบยังคงเก็บภาพถ่ายในรูปแบบของม้วนฟิล์ม และการที่จะให้ได้มาซึ่งภาพถ่าย จะต้องผ่านกระบวนการการดำเนินงานต่างๆ ณ ศูนย์บริการเท่านั้น กล่าวคือผู้ใช้บริการจะต้องเดินทางมาติดต่อที่ศูนย์บริการด้วยตนเอง หรือในบางครั้งถึงแม้ว่าจะสามารถติดต่อดำเนินการได้โดยทางโทรศัพท์ แต่ภาพถ่ายจะต้องผ่านขั้นตอนการเดินทางขนส่งจึงจะถึงมือผู้ใช้บริการได้ เหล่านี้ล้วนทำให้เกิดความยากลำบากในการใช้บริการทั้งสิ้น และปัญหาประการสุดท้ายคือ การใช้บริการภาพถ่ายยังจำกัดอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง (เช่น สามารถใช้บริการได้เฉพาะช่วงเวลาราชการเท่านั้น)

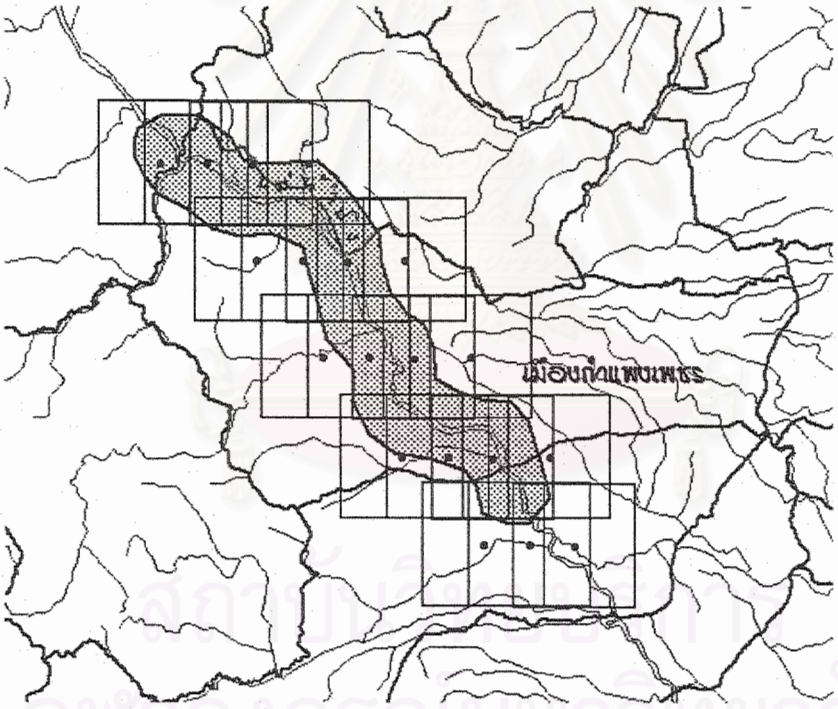
โดยสรุป การใช้บริการภาพถ่ายในปัจจุบัน ยังคงมีข้อจำกัดอยู่หลายประการด้วยกัน ดังต่อไปนี้

- สิ้นเปลืองเวลามากในการค้นหาภาพ
- หากเงื่อนไขในการค้นหามีความซับซ้อน ก็จะทำให้สิ้นเปลืองเวลามากยิ่งขึ้น
- ไม่สามารถสนองต่อความต้องการใช้ภาพถ่ายในกรณีสถานการณ์เร่งด่วนหรือฉุกเฉินได้
- ผู้ใช้ไม่สามารถเรียกดูภาพในเบื้องต้น เนื่องจากภาพถ่ายถูกจัดเป็นในรูปแบบม้วนฟิล์ม
- จำกัดการใช้บริการได้เฉพาะช่วงเวลาเท่านั้น

1.1.2 การค้นหาภาพถ่ายโดยใช้ระบบอัตโนมัติ

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการให้บริการภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานทางด้านเอกสาร การค้นหาภาพถ่ายโดยวิธีเชิงเอกสาร จนได้หมายเลขม้วนฟิล์มที่ต้องการ และการล้างอัดภาพเพื่อส่งมอบให้กับผู้ใช้บริการ จะเห็นได้ว่า ในการบวนการทั้งหมด สามารถที่จะปรับเปลี่ยนขั้นตอนการค้นหาภาพถ่ายให้เป็นระบบการค้นหาภาพถ่ายแบบอัตโนมัติได้ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้บริการสามารถทราบคำตอบในเบื้องต้นได้อย่างรวดเร็วว่ามีภาพถ่ายครอบคลุมบริเวณที่ต้องการหรือไม่ ไม่ว่าเงื่อนไขการค้นหาจะมีความซับซ้อนเพียงใดก็ตาม

ในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ สามารถแบ่งเงื่อนไขในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศออกเป็นเงื่อนไขทางด้านตำแหน่ง เงื่อนไขทางด้านเวลา เงื่อนไขทางด้านคุณลักษณะของภาพถ่าย ได้แก่ มาตราส่วนภาพถ่าย เป็นภาพสีหรือขาวดำ เป็นต้น



รูปที่ 1.2 การค้นหาภาพถ่ายโดยใช้เงื่อนไขเชิงตำแหน่งและ Metadata

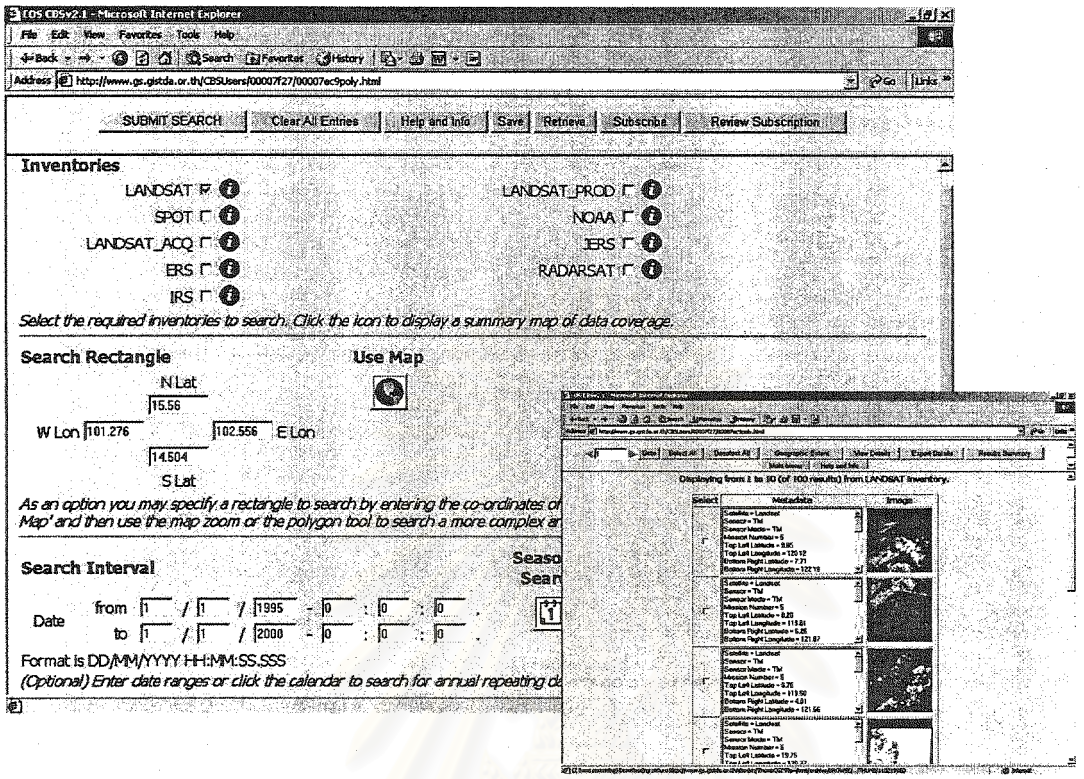
การค้นหาภาพถ่ายโดยใช้เงื่อนไขทางด้านเวลาและเงื่อนไขทางด้านคุณลักษณะของภาพ ซึ่งเป็น Metadata ของภาพถ่ายที่จัดเก็บอยู่ในตารางข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) จะใช้ความสามารถของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ในการค้นหา แต่เงื่อนไขทางด้านตำแหน่งซึ่งเป็นเงื่อนไขที่มีความซับซ้อนจะต้องผ่านการคำนวณเชิงตำแหน่ง เช่น การทำ Intersection การทำบัฟเฟอร์ เป็นต้น ซึ่งไม่สามารถใช้วิธีการค้นหาแบบตารางข้อมูลเชิงสัมพันธ์ จำเป็นต้องอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System : GIS) ในการค้นหาภาพ ตัวอย่างการใช้เงื่อนไขเชิงตำแหน่งร่วมกับ

Metadata ได้แก่ การค้นหาภาพถ่ายบริเวณแนวแม่น้ำปิงซึ่งผ่านอำเภอเมืองกำแพงเพชร โดยครอบคลุมพื้นที่จากแม่น้ำเป็นระยะ 5 กิโลเมตรในปีล่าสุด ดังรูปที่ 1.2 เป็นต้น

ดังได้กล่าวแล้วว่าการใช้บริการภาพถ่ายในระบบปัจจุบันถูกจำกัดเฉพาะในช่วงเวลาหนึ่ง นอกจากนี้ระบบยังไม่สามารถแสดงให้เห็นภาพถ่ายเบื้องต้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การตัดสินใจเลือกภาพถ่ายมีความถูกต้องมากขึ้น หากผู้ใช้บริการต้องการเห็นรายละเอียดของภาพถ่ายจะต้องเดินทางมาตรวจสอบภาพที่จุดให้บริการด้วยตัวเอง ดังนั้น เพื่อให้การใช้บริการภาพถ่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ โครงการวิจัยนี้ จึงถูกออกแบบให้สามารถค้นหาภาพโดยผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้ ซึ่งผู้ใช้บริการสามารถเรียกดูภาพถ่ายในเบื้องต้นได้โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต ซึ่งทำให้ผู้ใช้ได้ประโยชน์จากการใช้บริการมากขึ้น นอกจากนี้ ยังเป็นการแก้ปัญหาความล่าช้าในการเดินทางขนส่งภาพอีกด้วย และยังตอบสนองต่อความต้องการภาพในกรณีฉุกเฉินได้เช่นเดียวกับการเพิ่มความรวดเร็วในการค้นหาภาพ

อย่างไรก็ตาม การเรียกดูภาพถ่ายดิจิตอลในเบื้องต้นโดยผ่านทางอินเตอร์เน็ตมีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของภาพถ่ายที่จะเรียกดู จะต้องมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ดังนั้น ภาพถ่ายทางอากาศซึ่งมีขนาดค่อนข้างใหญ่อยู่แล้ว จะต้องผ่านขั้นตอนการทำให้มีขนาดเล็กลงมากที่สุด แต่กระบวนการดังกล่าวจะต้องพิจารณาถึงการรักษาคุณภาพของภาพถ่ายโดยไม่ทำให้การแปลความหมายของภาพถ่ายคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงด้วย

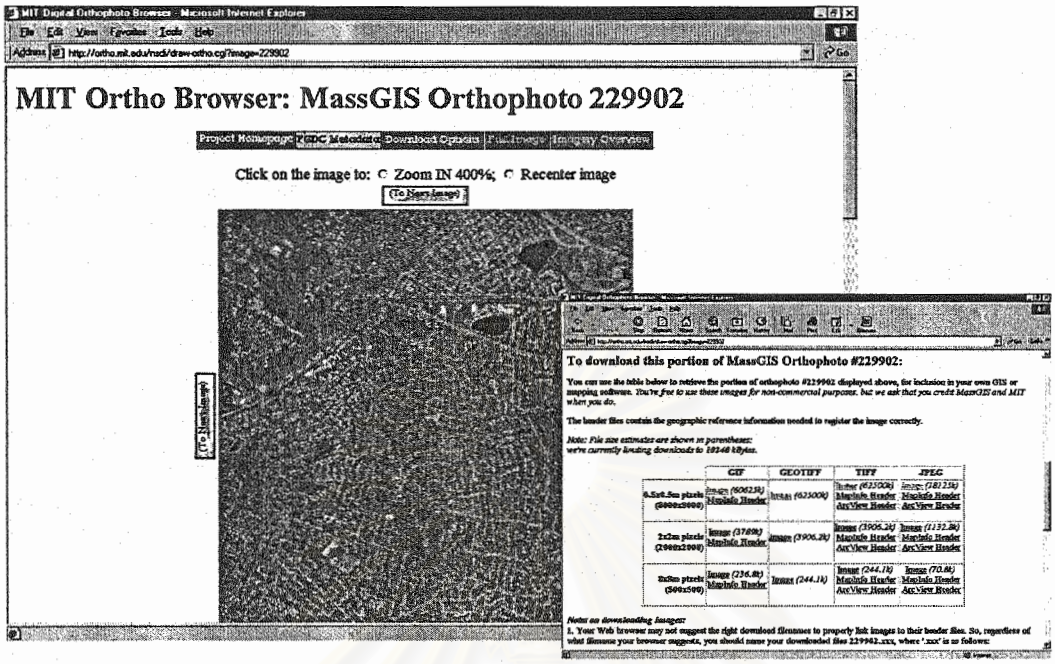
งานวิจัยนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งของแนวความคิดในการพัฒนา National Spatial Data Infrastructure[4] ซึ่งเป็นแนวความคิดในการพัฒนาระบบในการค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลจากคลังข้อมูลดิจิตอล ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยผ่านระบบเครือข่ายและมีสิทธิใช้งานได้ตามที่กำหนดไว้ในระบบ ข้อมูลที่ได้จะเป็นไปตามเงื่อนไขในการค้นหาที่ผู้ใช้งานกำหนด ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศ โดยความร่วมมือทั้งภาครัฐและเอกชน แนวความคิดในการพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อค้นหาภาพถ่ายทางอากาศเป็นแนวความคิดที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศที่พัฒนาแล้ว อย่างประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมิได้จำกัดแต่เพียงการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการค้นหาข้อมูลปริภูมิอื่นๆ เข้าไปด้วย เช่น แผนที่ ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงศักยภาพของบุคลากร ทรัพยากร และเทคโนโลยีต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทยซึ่งถือได้ว่าเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา ก็สามารถที่จะพัฒนาและประยุกต์ใช้แนวความคิดนี้กับข้อมูลที่มีอยู่ในประเทศได้อย่างทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้ว ตัวอย่างที่แสดงให้ถึงการพัฒนา National Spatial Data Infrastructure ทั้งที่ปรากฏอยู่ในประเทศไทยและในต่างประเทศ ได้แก่ ระบบ Catalogue and Browse System (UBS) [7] เป็นระบบค้นหาภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งพัฒนาโดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทภอ หรือ GISTDA) ดังรูปที่ 1.3 ซึ่งสามารถค้นภาพถ่ายดาวเทียมโดยการกำหนดค่าพิกัด หรือการกำหนดบริเวณบนรูปแผนที่ ร่วมกับการกำหนดช่วงเวลาที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม ระบบไม่สามารถกำหนดเงื่อนไขโดยใช้ชื่อ (Name Search) หรือระวางแผนที่ได้ ผลลัพธ์การค้นหาสามารถแสดงเป็นภาพเบื้องต้น พร้อมทั้งร่างภาพถ่ายบนรูปแผนที่ได้ ซึ่งทำให้เห็นภาพและตำแหน่งบนแผนที่ได้ทันที แต่จะแสดงผลของภาพถ่ายทั้งหมด ไม่สามารถแสดงชี้ชัดว่าภาพแต่ละภาพคือตำแหน่งใดบนแผนที่



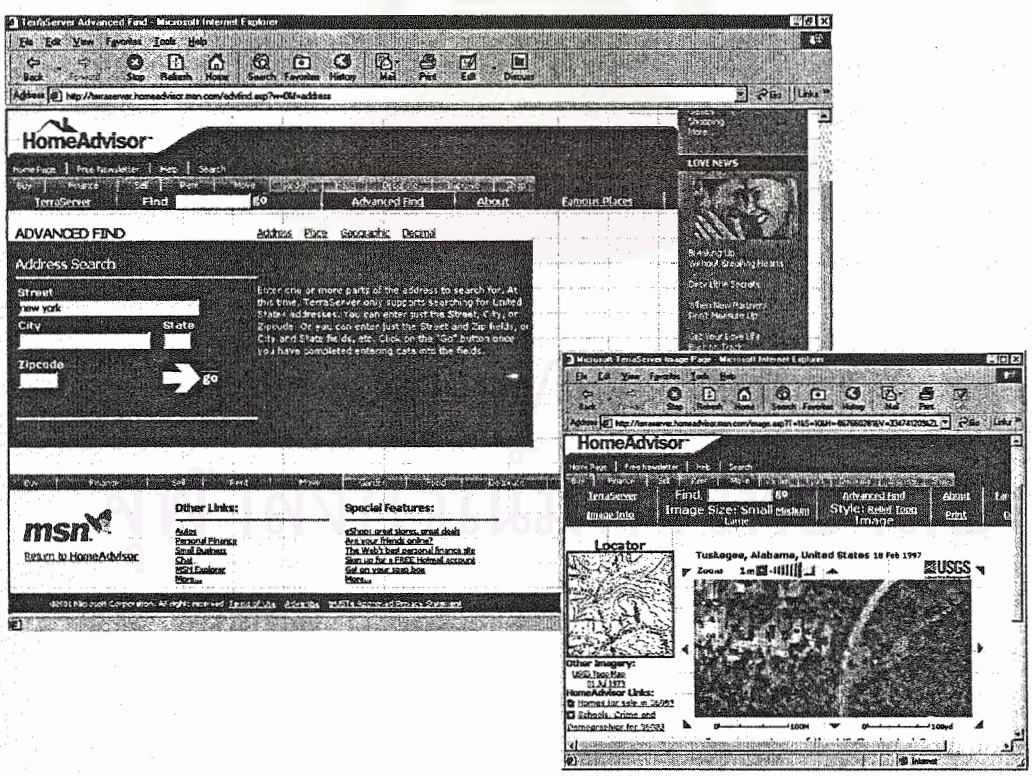
รูปที่ 1.3 การค้นหาภาพถ่ายดาวเทียมใน GISTDA

MIT Digital Orthophoto Browser [8] เป็นตัวอย่าง Web Site ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาระบบค้นหาภาพถ่ายทางอากาศในอีกลักษณะหนึ่ง คือ การนำเสนอภาพถ่ายที่มีค่าพิกัด (Orthophoto) ให้ผู้ใช้ได้ตอบและเห็นภาพได้ทันที ดังรูปที่ 1.4 ผู้ใช้สามารถค้นหาภาพถ่ายได้จากการเลือกภาพบนรูปแผนที่ที่ได้เตรียมไว้ กำหนดค่าพิกัด หรือค้นหาโดยการกำหนดชื่อ และสามารถกำหนดช่วงเวลาได้ นอกจากนี้ ระบบยังอนุญาตให้คัดลอกภาพถ่าย (Download) โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้ โดยรูปแบบภาพที่กำหนดไว้คือ GIF, GeoTIFF, TIFF และ JPEG

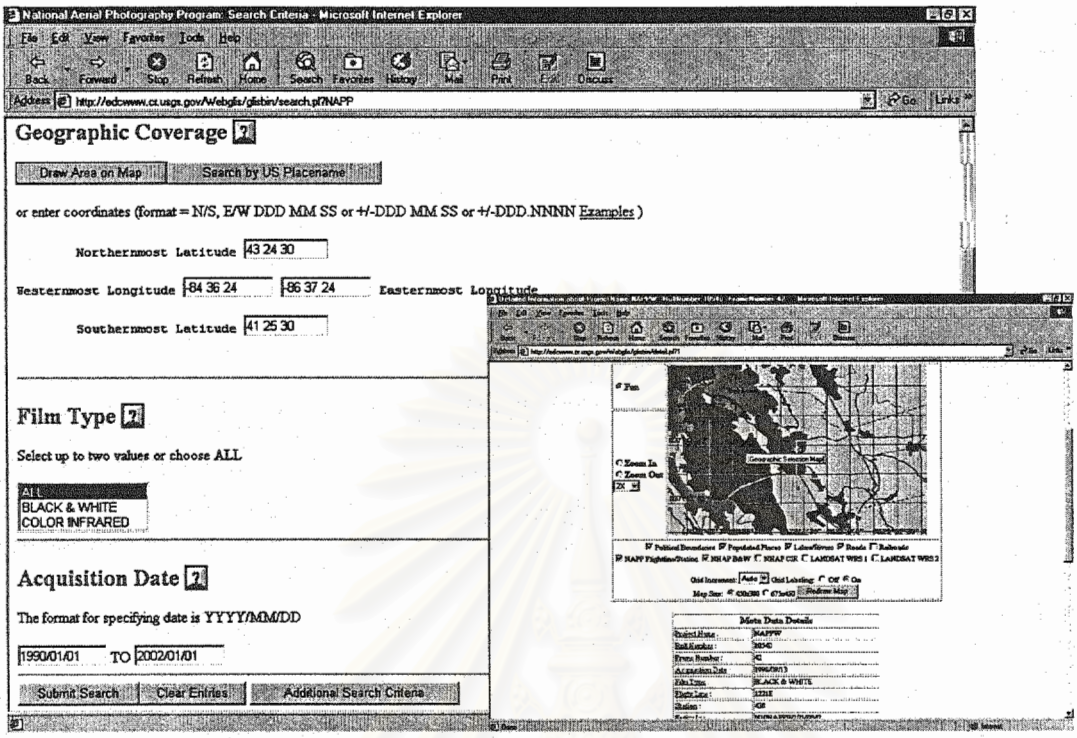
Microsoft Terraserver [9] เป็น Web Site ที่ให้บริการภาพถ่ายทางอากาศโดยบริษัทไมโครซอฟร์ร่วมกับหน่วยงานแผนที่ของสหรัฐอเมริกา USGS ซึ่งจะใช้ภาพในลักษณะเดียวกันกับระบบของ MIT การค้นหาภาพถ่ายสามารถกำหนดได้โดยการกำหนดชื่อสถานที่ การกำหนดค่าพิกัด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดเงื่อนไขโดยที่อยู่ (Geocoding) ซึ่งไม่สามารถใช้งานได้ในประเทศไทย เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาจะแสดงเป็นภาพถ่ายทางอากาศในรูปแบบ Digital Orthophoto Quadrangle Imagery ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.4 การค้นหาภาพใน MIT Digital Orthophoto Browser



รูปที่ 1.5 Microsoft TerraServer

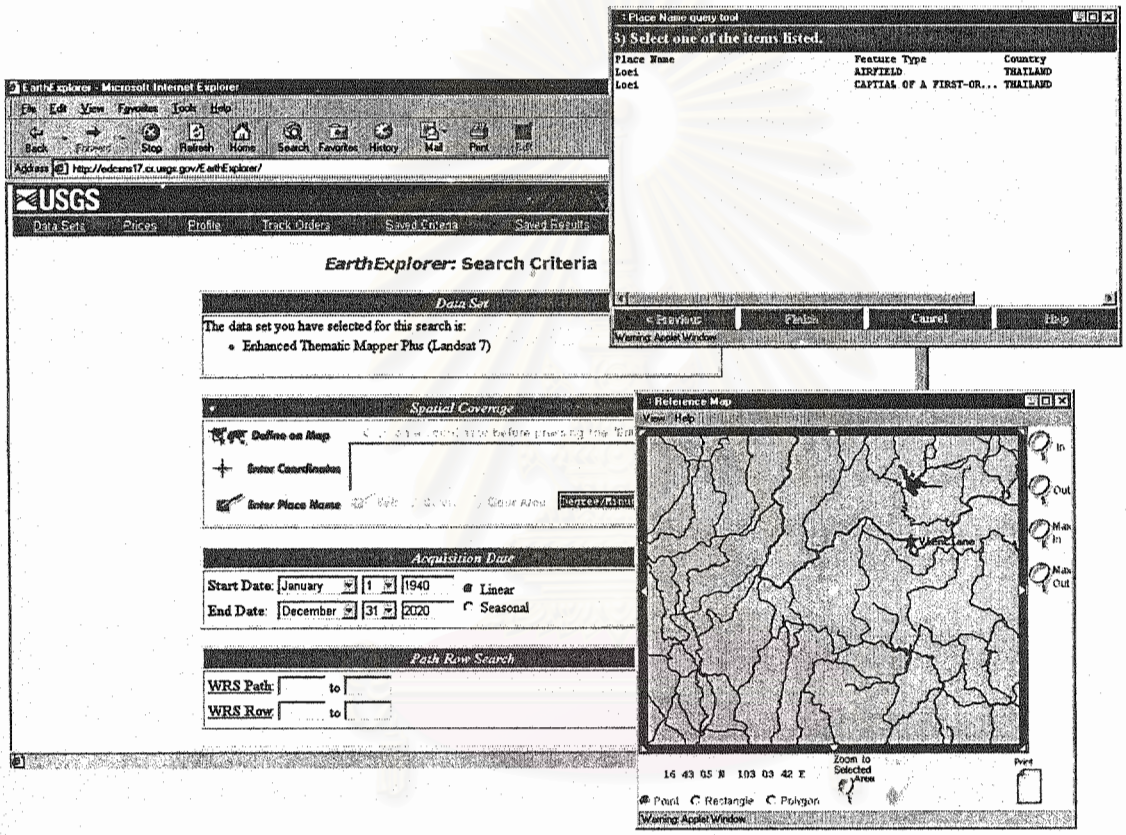


รูปที่ 1.6 การค้นหาภาพใน National Aerial Photography Program

National Aerial Photography Program (NAPP) [10] เป็นระบบค้นหาภาพถ่ายทางอากาศบนอินเตอร์เน็ตของหน่วยงานแผนที่ USGS ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลได้จากการกำหนดค่าพิกัดภูมิศาสตร์ ชื่อสถานที่ หรือการกำหนดบริเวณเป็นจุด (Point) หรือสี่เหลี่ยม (Rectangle) บนแผนที่ ร่วมกับการกำหนดเงื่อนไขของ Metadata เช่น ช่วงวันที่ที่ถ่ายภาพ เป็นต้น ผลลัพธ์การค้นหาจะแสดงโครงร่างของภาพถ่าย (Footprint) บนแผนที่ได้เพียงภาพเดียว พร้อมทั้งแสดง Metadata แต่ไม่สามารถเรียดดูภาพเบื้องต้นได้ ดังรูปที่ 1.6

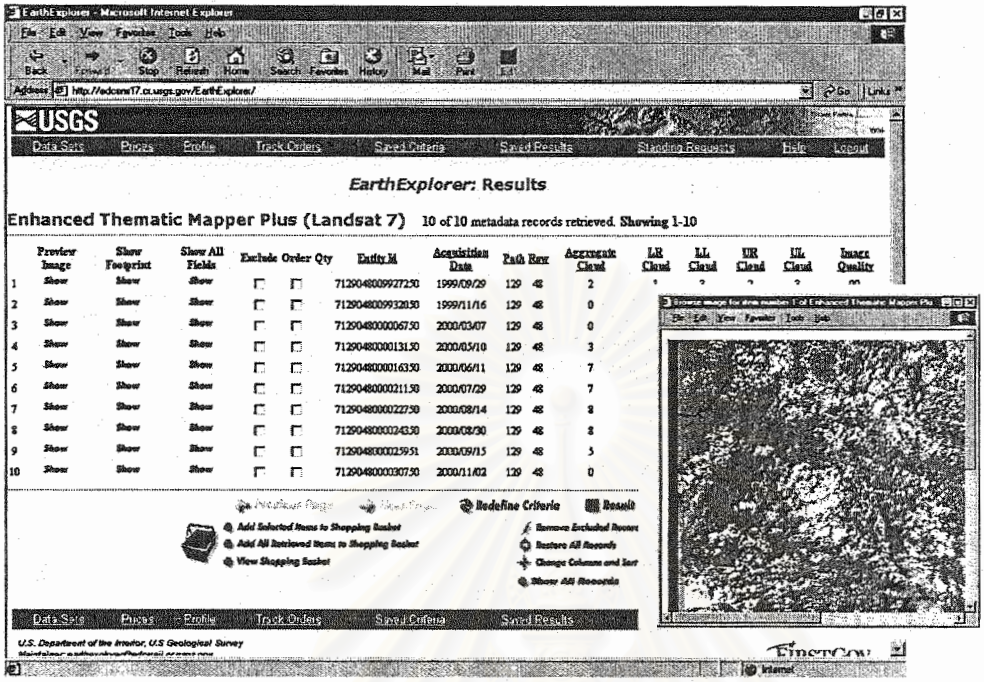
EarthExplorer [12] เป็นตัวอย่างของระบบค้นหาข้อมูลปริภูมิของ USGS ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมิได้จำกัดแต่เพียงข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเท่านั้น แต่ยังสามารถค้นหาข้อมูลปริภูมิอื่นๆ ได้ด้วย การค้นหาข้อมูลสามารถกำหนดเงื่อนไขได้เช่นเดียวกับ National Aerial Photography Program ผลจากการค้นหาจะแสดงเป็นโครงร่างของภาพ นอกจากนี้ ยังสามารถแสดงภาพถ่ายเบื้องต้นของข้อมูลได้ ยกเว้นภาพถ่ายทางอากาศ ดังรูปที่ 1.7 และ 1.8

Geoscience Australia : Austrarian Surveying and Land Information Group (AUSLIG) [11] พัฒนาโดยหน่วยงานแผนที่ในประเทศออสเตรเลีย เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่แสดงถึงข้อจำกัดในการค้นหาข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ กล่าวคือ ผู้ใช้สามารถกำหนดการค้นหาได้จากรายการดัชนีที่เตรียมไว้เท่านั้น ผลลัพธ์คือภาพสแกนของแผนที่ที่มีการเตรียมเส้นแนวบินไว้ ไม่สามารถแสดงภาพถ่ายเบื้องต้นได้ ดังรูปที่ 1.9 และ 1.10

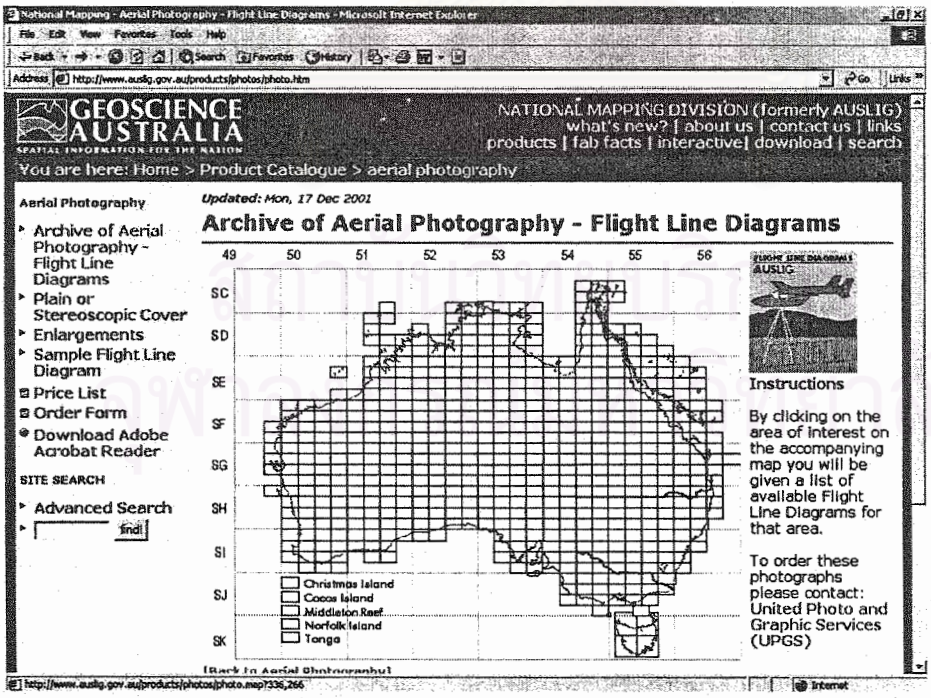


รูปที่ 1.7 การกำหนดเงื่อนไขในการค้นหาภาพใน EarthExplorer

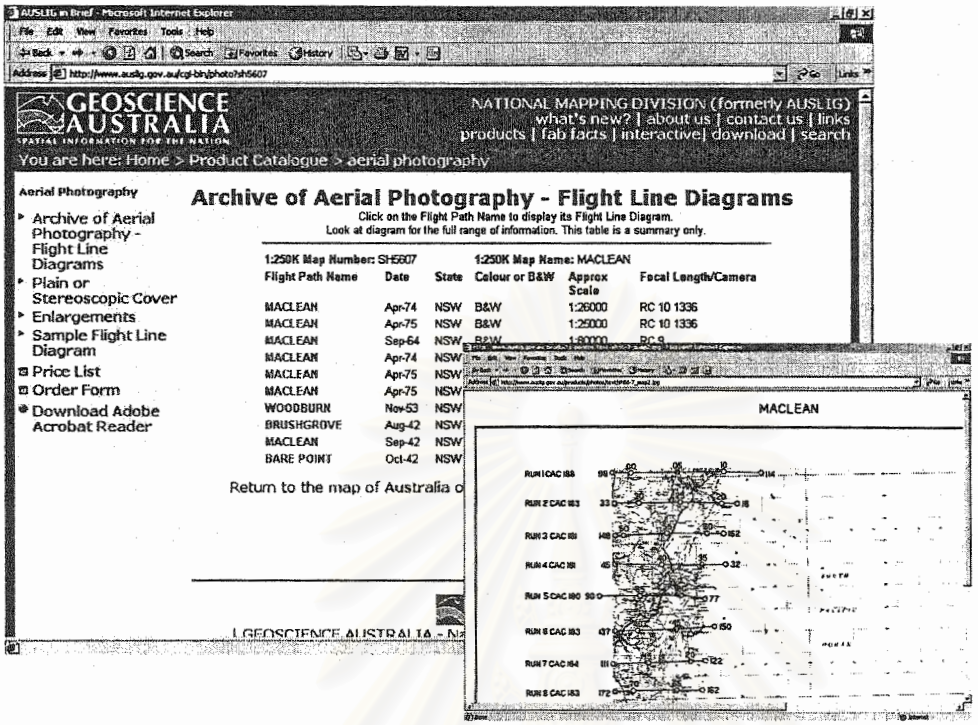
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.8 ผลการค้นหาภาพใน EarthExplorer



รูปที่ 1.9 การกำหนดเงื่อนไขในการค้นหาภาพใน AUSLIG



รูปที่ 1.10 ผลการค้นหาภาพใน AUSLIG

นอกจากนี้ ระบบงานที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีระบบงานของหน่วยงานอื่นๆ อีกมากมายทั่วโลกที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เช่น ระบบค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ PhotoFinder [13] ของหน่วยงาน USGS ประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ California Air Photo Database [14] พัฒนาโดย University of California of Berkeley เป็นต้น ซึ่งให้ผลการค้นหาเป็น พื้นที่บนแผนที่ แต่ไม่สามารถเรียกดูภาพถ่ายเบื้องต้นได้

จากการศึกษาระบบงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ทั้งที่มีอยู่ในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งบางระบบงานมิได้จำกัดแต่เพียงการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศเท่านั้น หรือบางระบบเป็นการค้นหาภาพถ่ายดาวเทียม จะเห็นได้ว่าแต่ละระบบมีความแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยงาน โดยเฉพาะวิธีการนำเสนอการกำหนดเงื่อนในการค้นหา ตลอดจนผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงพยายามรวบรวมจุดเด่นที่มีอยู่ในระบบงานแต่ละระบบ และแก้ไขข้อด้อยที่เห็นได้ชัดเจน เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ เช่น ความสามารถในการแสดงภาพถ่ายเบื้องต้น การรองรับเงื่อนไขที่ซับซ้อน การทำ Buffer หรือการค้นหาโดยการทำ Intersection กันระหว่างชั้นข้อมูล (เช่น ข้อมูลถนนและเขตการปกครอง เพื่อให้สามารถเลือกช่วงถนนได้) เป็นต้น โดยสามารถสรุปเป็นความต้องการของผู้ใช้งานได้ดังนี้

1) ผู้ใช้ต้องการระบบอัตโนมัติเพื่อช่วยในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง
2) ระบบต้องสามารถรองรับการค้นหาโดยเงื่อนไขเชิงบรรยายและเชิงตำแหน่งได้
3) ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ตลอดเวลาโดยไม่จำกัดสถานที่
4) ผู้ใช้สามารถเรียกดูภาพถ่ายเบื้องต้นได้ทันทีโดยไม่ต้องเดินทางไปที่ศูนย์ให้บริการ

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาและนำเสนอระบบต้นแบบเพื่อการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศผ่านทางอินเตอร์เน็ต
2) เพื่อศึกษาและนำเสนอขนาดและคุณภาพที่เหมาะสมของภาพถ่ายทางอากาศเพื่อการเรียกดูภาพถ่ายเบื้องต้น (Preview Image) ผ่านทางอินเตอร์เน็ต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

1) สามารถค้นหาภาพถ่ายโดยการกำหนดเงื่อนไขเชิงบรรยาย ได้แก่ การค้นหาโดยกำหนดช่วงวันที่ที่ถ่ายภาพ การค้นหาโดยกำหนดมาตราส่วนของภาพถ่าย
2) สามารถค้นหาภาพถ่ายโดยกำหนดเงื่อนไขเชิงตำแหน่ง ได้แก่ การค้นหาโดยกำหนดชื่อสถานที่ การค้นหาโดยกำหนดค่าพิกัดภูมิศาสตร์ การค้นหาโดยกำหนดระยะขยาย (Buffer)
3) สามารถแสดงภาพแผนที่ของบริเวณพื้นที่ที่ค้นหาได้
4) สามารถเรียกดูภาพถ่ายทางอากาศเบื้องต้นได้ พร้อมทั้งข้อมูลเชิงบรรยายของภาพถ่ายทางอากาศตามเงื่อนไขที่กำหนด
5) สามารถเรียกใช้งานโปรแกรมประยุกต์ได้โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต

1.3.2 เงื่อนไขในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ ประกอบด้วย

1) การค้นหาภาพถ่ายโดยการกำหนดชื่อขอบเขตการปกครอง (จังหวัด อำเภอ ตำบล) ชื่อภูมิประเทศ (ชื่อแม่น้ำ ชื่อถนน สถานที่สำคัญ) ชื่อสถานที่ และชื่อโครงการ
2) การค้นหาภาพถ่ายโดยกำหนดค่าพิกัดภูมิศาสตร์
3) การค้นหาภาพถ่ายโดยกำหนดบริเวณบนแผนที่
4) การค้นหาภาพถ่ายโดยกำหนดชื่อระวางในดัชนีระวางแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000
5) การค้นหาภาพถ่ายโดยกำหนด วัน-เดือน-ปี ที่ถ่ายภาพ และมาตราส่วนของภาพถ่าย
6) การค้นหาภาพถ่ายโดยการกำหนดระยะขยาย (Buffer) ของข้อมูล

1.3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) ข้อมูลแผนที่พื้นฐานของประเทศไทยมาตราส่วน 1:250,000 ประกอบด้วย ขอบเขตการปกครอง เส้นถนน เส้นแม่น้ำ สถานที่สำคัญ
2) ข้อมูลดัชนีระวางแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000

3) ข้อมูลแนวบินครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย ซึ่งได้จากงานวิจัยอื่น โดยมีคุณลักษณะดังนี้

- แนวบินจัดเก็บในรูปแบบข้อมูลเส้น (Line Feature) และเป็นแฟ้มข้อมูลชนิด Shape File
- แต่ละแนวบินจะบันทึกเฉพาะหมายเลขภาพเริ่มต้นและภาพสุดท้าย
- แต่ละแนวเป็นเส้นที่ผ่านจุดกึ่งกลางภาพถ่าย
- แต่ละแนวบินมีระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางภาพคงที่และแน่นอน

4) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศซึ่งสแกนที่ความละเอียดต่ำ จำนวน 1-2 แนวบิน แนวบินละ 2-3 ภาพ

1.3.4 คุณสมบัติของภาพถ่ายทางอากาศและการคำนวณหาภาพถ่ายที่พิจารณาในการวิจัย ประกอบด้วย

1) ภาพถ่ายแต่ละภาพมีขนาด 23 X 23 เซนติเมตร
2) การคำนวณหาพื้นที่ที่ครอบคลุมตามเงื่อนไขจะอิงอยู่กับสมมติฐานที่ว่าภาพถ่ายทุกภาพในแต่ละแนวบินมีมาตราส่วนที่ถูกต้องและเท่ากัน และการคำนวณระยะในแนวราบของภาพถ่ายจะถือว่าภาพถ่ายอยู่ในแนวดิ่งจริง

1.3.5 ศึกษาวิธีการพิจารณาขนาดและคุณภาพของภาพถ่ายทางอากาศที่อยู่ในรูปแบบดิจิตอลที่เหมาะสมสำหรับการเรียกดูภาพในเบื้องต้นผ่านทางอินเตอร์เน็ต

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

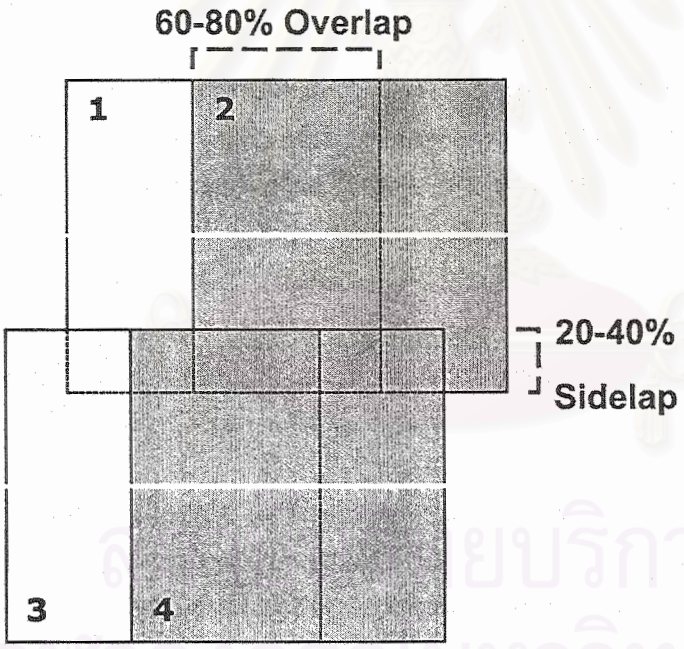
1) ศึกษาคุณลักษณะการทำงานและโครงสร้างของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2) ศึกษาอัลกอริธึมที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศในฐานข้อมูล
3) วิเคราะห์ความต้องการเพื่อออกแบบเงื่อนไขในการค้นหาและออกแบบฐานข้อมูล
4) รวบรวม นำเข้า และปรับโครงสร้างข้อมูลที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูล
5) ศึกษาและทดลองหาขนาดและคุณภาพที่เหมาะสมของภาพถ่ายทางอากาศเพื่อแสดงผลบนอินเตอร์เน็ต
6) ศึกษาวิธีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอินเตอร์เน็ต
7) ออกแบบอินเตอร์เฟซของโปรแกรมประยุกต์บนอินเตอร์เน็ต
8) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์และทดสอบระบบ
9) สรุปและประเมินผลการทดสอบ และทำการแก้ไขปรับปรุง
10) สรุปผลการวิจัยและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

บทที่ 2

แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาภายในบทนี้ จะกล่าวถึงการวิเคราะห์แนวความคิดในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เพื่อสรุปเป็นความต้องการทางด้านข้อมูลและระบบอัตโนมัติสำหรับค้นหาภาพถ่ายของผู้ใช้งาน และจะเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การออกแบบและนำเสนอแนวความคิดในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศด้วยระบบอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนการกำหนดเงื่อนไขและโครงสร้างของฐานข้อมูลที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำเทคโนโลยี GIS มาประยุกต์ใช้งานในส่วนของการค้นหาข้อมูลเชิงตำแหน่งร่วมกับข้อมูลเชิงบรรยาย

2.1 การจัดเก็บและให้บริการภาพถ่ายทางอากาศ



รูปที่ 2.1 การซ้อนทับกันของภาพถ่ายทางอากาศ

ภาพถ่ายทางอากาศ หมายถึง ภาพถ่ายของภูมิประเทศซึ่งได้จากการบินถ่ายภาพ โดยทั่วไปจะมีขนาดความกว้างและความยาวประมาณ 23 X 23 เซนติเมตร ตามมาตรฐาน ในการบินถ่ายภาพจะกำหนดให้มีพื้นที่ซ้อนทับกันระหว่างภาพ (Overlap) ประมาณร้อยละ 60 - 80 ในแนวบินเดียวกัน และกำหนดให้มีพื้นที่ซ้อนทับกันของภาพระหว่างแนวบิน (Sidelap) ประมาณร้อยละ 20 - 40 ดังรูปที่ 2.1 หลังจากที่บินถ่ายภาพแล้ว ภาพถ่ายจะถูกบันทึกอยู่ในรูปแบบม้วนฟิล์ม พร้อมทั้งข้อมูลเชิงบรรยายของภาพ ได้แก่ วันที่ที่บินถ่าย

ภาพ ชื่อโครงการบินถ่ายภาพ มาตราส่วน ชื่อพื้นที่ หมายเลขม้วนฟิล์ม หมายเลขแนวบิน และหมายเลขภาพ สำหรับการอ้างอิงในในการค้นหาภาพภายหลัง

ข้อมูลเชิงบรรยายของภาพถ่ายเป็นกลุ่มข้อมูลซึ่งเจ้าหน้าที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ภาพถ่ายเพื่อการค้นหาภาพ โดยทั่วไป ผู้ใช้บริการจะไม่ทราบข้อมูลเหล่านี้ แต่ความประสงค์ขอภาพถ่ายจะถูกกำหนดเงื่อนไขโดยชื่อของพื้นที่ เช่น ต้องการภาพถ่ายบริเวณจังหวัดนนทบุรี เป็นต้น พร้อมกับข้อกำหนดอื่นๆ เช่น ชื่อโครงการ ปีที่บินถ่ายภาพ และมาตราส่วนภาพถ่าย ขั้นตอนการค้นหาจะสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1) เจ้าหน้าที่กรมแผนที่ทหารรับแจ้งพื้นที่และข้อกำหนดอื่นๆ จากผู้ประสงค์ขอภาพถ่าย
2) เลือกแผนผังการบินที่ตรงกับปี โครงการ และมาตราส่วนของภาพถ่าย และกำหนดขอบเขตให้ครอบคลุมพื้นที่บนแผนผัง
3) เลือกแนวบินที่อยู่ในขอบเขตของพื้นที่และสอดคล้องกับข้อกำหนดที่ได้รับแจ้งมา
4) กำหนดหมายเลขม้วนฟิล์มและหมายเลขรูปจากแนวบิน
5) ทำการบันทึกและทำใบสั่งภาพ
6) ล้างอัดภาพ

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการให้บริการภาพถ่าย จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนแรกจะเป็นส่วนที่รับเงื่อนไขในการค้นหาภาพ ส่วนขั้นตอนที่ 2, 3 และ 4 สามารถปรับเปลี่ยนให้เป็นการทำงานโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ได้ และในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นส่วนที่แสดงผลลัพธ์ของการค้นหาในโปรแกรมประยุกต์ ตามลำดับ

2.2 เงื่อนไขในการค้นหาภาพถ่าย

เมื่อวิเคราะห์ถึงข้อกำหนดที่ได้รับแจ้งจากผู้ใช้บริการ สามารถแบ่งเงื่อนไขในการค้นหาภาพถ่ายออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) เงื่อนไขทางด้านตำแหน่ง ได้แก่ การค้นหาภาพโดยการระบุชื่อสถานที่หรือภูมิประเทศ พิกัดภูมิศาสตร์ หมายเลขระวางแผนที่ 1:50,000 และ 1:250,000 หรือการกำหนดระยะขยายจากตำแหน่งที่กำหนด เช่น การค้นหาภาพถ่ายที่ครอบคลุมบริเวณที่ห่างจากแม่น้ำป่าสักเป็นระยะทาง 1 กิโลเมตร เป็นต้น
2) เงื่อนไขทางด้านเวลา โดยทั่วไป มักจะใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (Change Detection) เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หรือข้อมูลอื่นๆ เช่น การพังทลายของตลิ่งริมแม่น้ำ หรือการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของชุมชน เป็นต้น
3) เงื่อนไขทางด้านคุณลักษณะของภาพถ่าย เช่น มาตราส่วนภาพถ่าย เป็นภาพสีหรือขาวดำ หรือวันที่ที่ถ่ายภาพ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม มีบ่อยครั้งที่เงื่อนไขไม่ได้ถูกกำหนดโดยเงื่อนไขทั้ง 3 ประเภท แต่จะเป็นการกำหนดขอบเขตพื้นที่โดยตรงลงบนแผนที่ เช่น การกำหนดรูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม หรือ จุด เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยจึง

ถูกออกแบบให้สามารถรองรับการกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวได้อีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยจึงจัดกลุ่มเงื่อนไขตามความต้องการของผู้ใช้ได้ดังนี้

1) ค้นหาโดยกำหนดชื่อ (Name Search) ซึ่งประกอบด้วย ชื่อจังหวัด อำเภอ ตำบล สถานที่สำคัญ ถนน แม่น้ำ หรือโครงการ
2) ค้นหากำหนดชื่อหรือหมายเลขระวางแผนที่ 1:50,000 หรือ 1:250,000
3) ค้นหาโดยการกำหนดค่าพิกัดหรือวาดขอบเขตลงบนแผนที่ โดยสามารถกำหนดของเขตเป็นรูปสี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยม รูปวงกลม และจุด
4) กำหนดเงื่อนไขของภาพถ่าย ซึ่งประกอบด้วย มาตราส่วนภาพถ่าย และวันที่ถ่ายภาพ

2.3 การค้นหาภาพถ่ายทางอากาศด้วย GIS

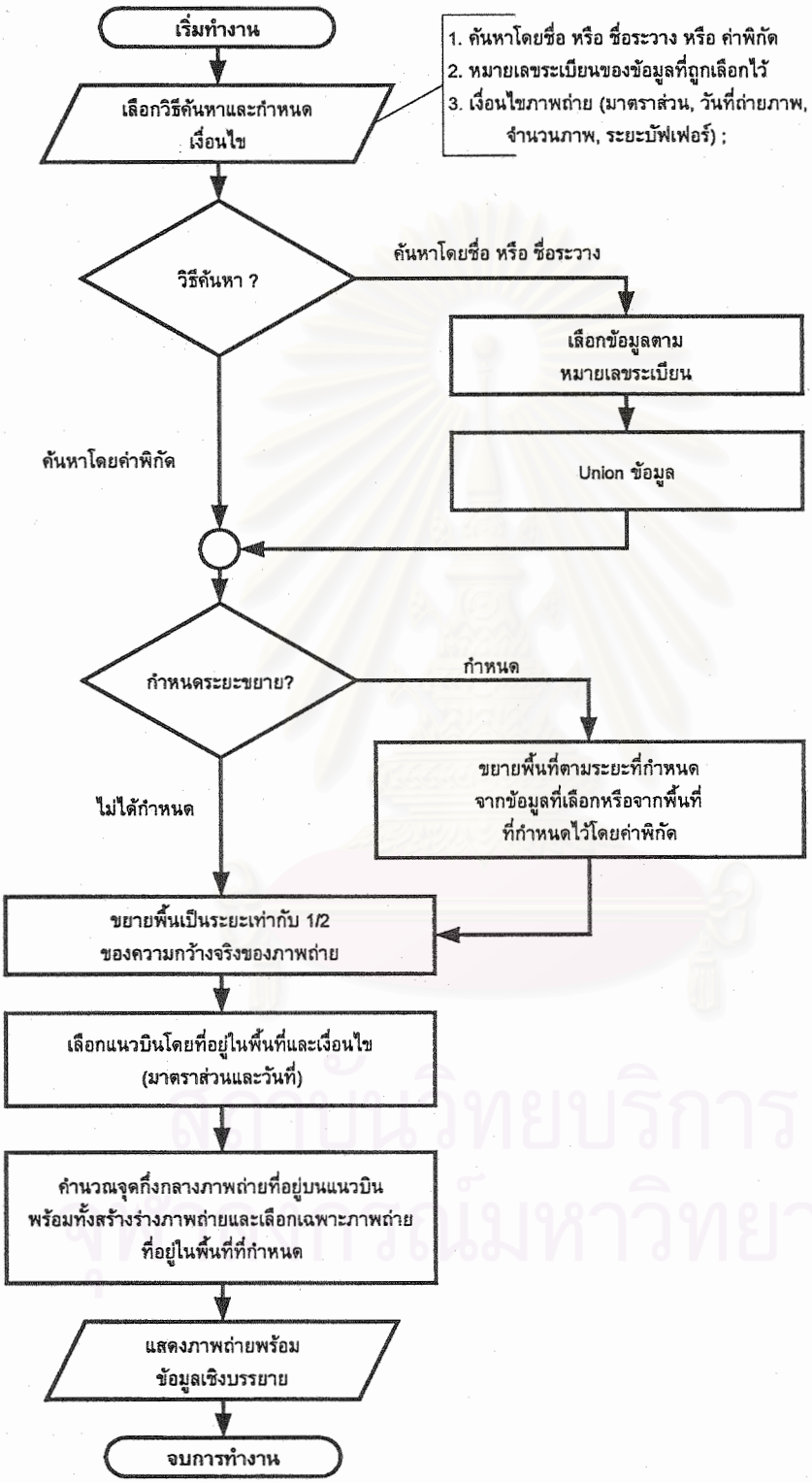
หากพิจารณาเงื่อนไขเบื้องต้นที่ใช้ในการค้นหาภาพถ่ายแล้ว จะเห็นได้ว่าโดยส่วนใหญ่เป็นการค้นหาด้วยเงื่อนไขเชิงบรรยาย เช่น การกำหนดชื่อพื้นที่ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อได้ขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการข้อมูลแล้ว ในท้ายที่สุดการค้นหาภาพถ่ายก็ยังคงต้องนำขอบเขตที่ได้มาคำนวณเชิงพื้นที่ระหว่างแนวบินกับพื้นที่ที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่ถูกต้อง ดังนั้น จึงต้องอาศัยเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือพื้นฐานสำคัญที่ช่วยในการค้นหาภาพ

ระบบภูมิสารสนเทศเป็นระบบที่ประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับจัดการ ประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของข้อมูล เช่น การทำ Intersection, Union หรือ การทำบัฟเฟอร์ (Buffer) เป็นต้น การประยุกต์ใช้ GIS ในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศในงานวิจัยนี้ สามารถกำหนดเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1) รับข้อกำหนดหรือเงื่อนไขจากผู้ใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย ชื่อพื้นที่หรือภูมิประเทศ (ได้แก่ ชื่อจังหวัด อำเภอ ตำบล ชื่อโครงการ ชื่อถนน แม่น้ำ ชื่อสถานที่สำคัญ) หรือการกำหนดค่าพิกัดหรือกำหนดชื่อระวางแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 หรือ 1:250,000
2) กำหนดมาตราส่วนและวันที่ของภาพถ่าย
3) เลือกแนวบินที่สอดคล้องกับเงื่อนไขโดยการวิเคราะห์เชิงตำแหน่งกับพื้นที่
4) คำนวณหมายเลขภาพในแต่ละแนวบิน
5) แสดงข้อมูลอธิบายและภาพ

การค้นหาภาพถ่ายสามารถทำได้ตามขั้นตอนในรูปที่ 2.2

ประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณา คือ การจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณ และวิธีที่ใช้ในการคำนวณ กล่าวคือ จะต้องทราบขอบเขตพื้นที่ของภาพถ่ายแต่ละภาพเพื่อที่จะนำไป Intersect กับพื้นที่ที่กำหนด วิธีที่ตรงไปตรงมาที่สุดคือ การบันทึกขอบเขตของภาพถ่ายโดยใช้สี่เหลี่ยม (Rectangle) ซึ่งมีขนาดพื้นที่ตามมาตราส่วนของภาพถ่ายแทนขอบเขตของภาพ (Image Footprint) แล้วเลือกเฉพาะสี่เหลี่ยมที่สามารถ Intersect กับพื้นที่ที่กำหนดได้ อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีนี้ จำนวนจุดที่จะต้อง



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการค้นหาภาพถ่ายในงานวิจัย

บันทึกจะเป็น 4 เท่าของจำนวนภาพถ่าย ซึ่งทำให้เนื้อที่ในการจัดเก็บมีขนาดใหญ่มาก นอกจากนี้ ยังเสียเวลาในการทำ Intersect เนื่องจากจะต้องทำ Intersect กับข้อมูลทั้งหมด (ซึ่งมีมากกว่า 2 ล้านภาพ)

อีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้คือ การบันทึกเฉพาะจุดกึ่งกลางของภาพถ่าย และเมื่อต้องการวิเคราะห์ข้อมูล จึงคำนวณหาขอบเขตรูปสี่เหลี่ยมจากขนาดและมาตราส่วนของภาพถ่าย ซึ่งจะช่วยลดจำนวนจุดที่จะต้องบันทึกให้เหลือเท่ากับจำนวนภาพ แต่จะต้องใช้เวลาเพิ่มเติมในการคำนวณเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยมของภาพถ่ายขึ้น และยังคงต้องใช้เวลาในการทำ Intersect กับข้อมูลทั้งหมดเช่นเดียวกับวิธีแรก

จะเห็นได้ว่า วิธีการข้างต้นจะใช้เวลาและเนื้อที่มากในการทำงาน ดังนั้น ในโครงการวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีบันทึกตำแหน่งของภาพถ่ายเป็นเส้นแนวบิน โดยที่เส้นแนวบินแต่ละเส้นจะลากผ่านจุดกึ่งกลางของภาพ และในแต่ละเส้นบันทึกหมายเลขภาพเริ่มต้นและสุดท้ายของแต่ละแนวบินไว้เป็น Metadata โดยกำหนดให้ในแต่ละแนวบินช่วงห่างของการบินถ่ายภาพมีระยะที่แน่นอนคงที่ วิธีนี้จะทำให้จุดที่ต้องบันทึกมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนภาพ กล่าวคือบันทึกเฉพาะจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเส้นแนวบินเท่านั้น และสามารถคำนวณหาจุดกึ่งกลางของภาพถ่ายบนแนวบินแต่ละแนวได้โดย

$$\text{ช่วงห่างระหว่างจุดกึ่งกลางภาพ} = \frac{\text{ความยาวของแนวบิน}}{\text{หมายเลขภาพสิ้นสุด - หมายเลขภาพเริ่มต้น}}$$

โดยที่

ความยาวของแนวบินมีหน่วยเป็นเมตร

และคำนวณหาสี่เหลี่ยมขอบเขตภาพถ่ายได้โดยขยายจุดกึ่งกลางภาพทั้งสี่ด้านเป็นระยะที่เท่ากัน โดยสามารถคำนวณระยะขยายได้จาก

$$\text{ระยะขยายจากจุดกึ่งกลาง} = \frac{\text{ความกว้างของภาพถ่าย} \times \text{มาตราส่วนของภาพถ่าย}}{2 \times 100}$$

โดยที่

ความกว้างของภาพถ่ายมีหน่วยเป็นเซนติเมตร
ระยะขยายจากจุดกึ่งกลางมีหน่วยเป็นเมตร

จะเห็นได้ว่าวิธีนี้ทำให้สามารถทำ Intersect กับข้อมูลที่มีปริมาณน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม ยังคงต้องใช้เวลาในการคำนวณเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยมขึ้นในระหว่างการวิเคราะห์ข้อมูล

2.4 ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการค้นหาภาพถ่าย

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ จะพิจารณาจากความต้องการของผู้ใช้ โดยเฉพาะการพิจารณาจากเงื่อนไขที่จะใช้ในการค้นหาภาพ และวิธีการที่จะใช้ในการคำนวณตำแหน่งภาพถ่าย จึงสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (ดูรายละเอียดของข้อมูลได้ในบทที่ 4)

1) ข้อมูลตำแหน่งภาพถ่ายทางอากาศในรูปแบบเส้นแนวบิน แต่ละเส้นผ่านจุดกึ่งกลางของภาพถ่าย พร้อมทั้ง Metadata ในรูปแบบตาราง ซึ่งบันทึกจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของหมายเลขภาพ เพื่อใช้ในการคำนวณหาหมายเลขภาพบนแนวบิน และข้อมูลเชิงบรรยายอื่นๆ ของภาพถ่าย เช่น วันที่ถ่ายภาพ หมายเลขม้วนฟิล์ม เป็นต้น
2) ชั้นข้อมูลต่างๆ ของแผนที่พื้นฐาน ได้แก่ เขตการปกครอง แนวแม่น้ำลำธาร ถนน จุดแสดงตำแหน่งสถานที่สำคัญ และขอบเขตระวางแผนที่ เพื่อใช้อ้างอิงและค้นหาตำแหน่ง นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดเงื่อนไขและสำหรับโต้ตอบกับผู้ใช้งาน
3) ภาพสแกนของภาพถ่ายทางอากาศที่ความละเอียดต่ำ เพื่อใช้ในการเรียกดูภาพถ่ายในเบื้องต้น (Preview Image) ได้โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต

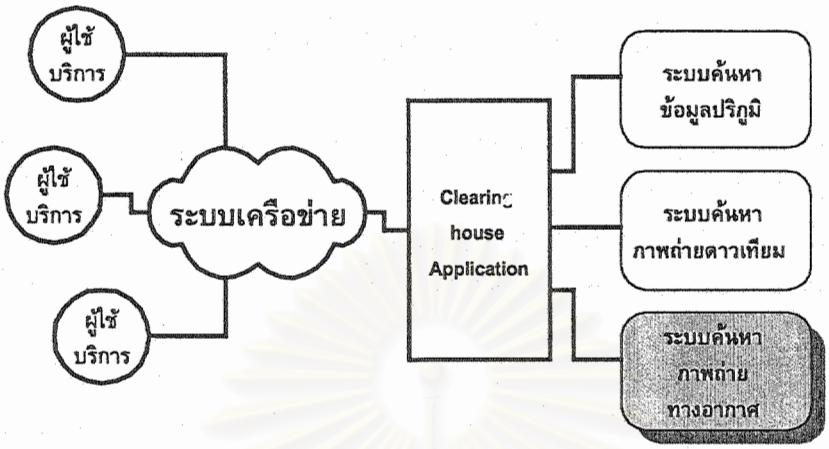
2.5 ระบบอินเตอร์เน็ต

องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งของระบบค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ นอกเหนือจากข้อมูล เครื่องมือ และวิธีที่ใช้ในการค้นหาภาพ คือ การกำหนดช่องทางในการเข้าถึงข้อมูลที่จัดเก็บไว้ โดยในงานวิจัยนี้ ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานและเข้าถึงระบบได้โดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาและตรวจสอบข้อมูลภาพถ่ายได้ด้วยตนเองทันทีว่ามีข้อมูลบริเวณที่ต้องการหรือไม่ และการออกแบบระบบให้สามารถเรียกดูภาพในเบื้องต้นได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นรายละเอียดของภาพเพื่อใช้ในการพิจารณาว่าข้อมูลที่ค้นหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานหรือไม่ นอกจากนี้ การนำเสนอระบบบนอินเตอร์เน็ตยังทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถใช้งานระบบได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่อีกด้วย การพัฒนาระบบในลักษณะนี้เป็นแนวความคิดที่สามารถพัฒนาต่อไปจนเป็นระบบที่ให้บริการเต็มรูปแบบ Spatial Data Clearinghouse[1] ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมโดยรวมต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] Clearinghouse เป็นระบบโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นให้สามารถเข้าถึงและค้นหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยผ่านทางระบบเครือข่าย โดยจะค้นหาข้อมูลโดยใช้ Metadata เป็นหลัก นอกจากนี้ระบบยังกำหนดให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลปริภูมิตามสิทธิที่กำหนดไว้โดยระบบ เช่น การเรียกดูข้อมูล การสำเนาข้อมูล เป็นต้น (*A clearing house is an application that is located on a network that is used by people who have access to the network to obtain copies of datasets that the datasets custodian has made available on the network.*)[4]



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ Spatial Data Clearinghouse

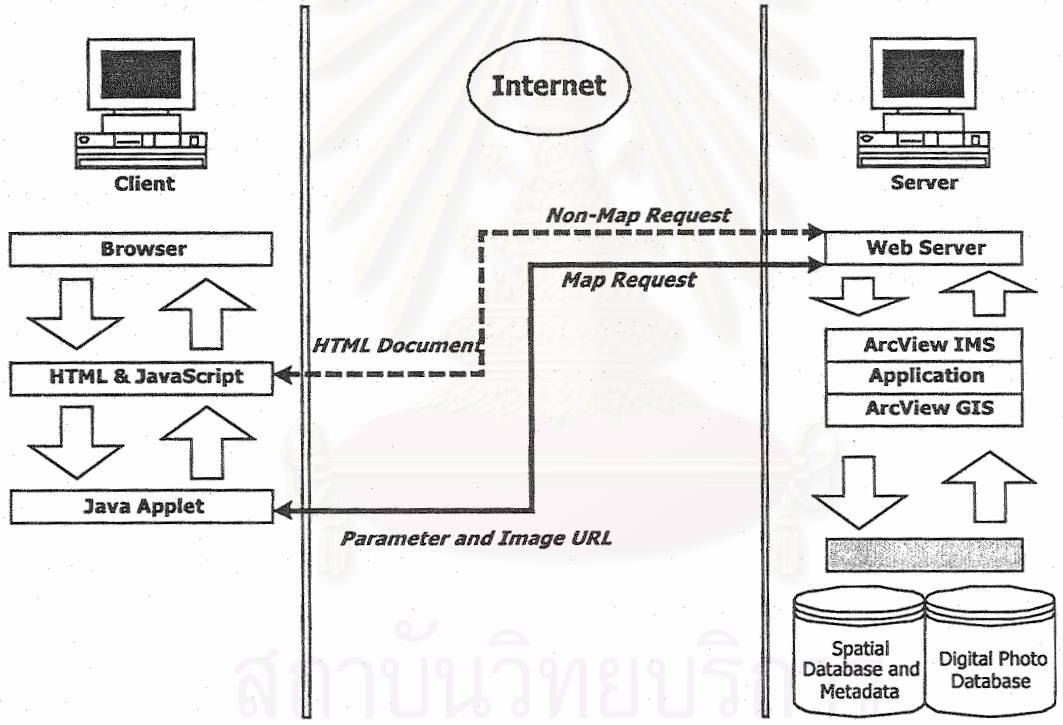
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาระบบ

หลังจากสรุปหน้าที่การทำงานและองค์ประกอบต่างๆ ของระบบจากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้แล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการออกแบบระบบ ทั้งในส่วนที่เป็น User Interface ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานบนอินเตอร์เน็ตและส่วนที่เป็นเทคโนโลยี GIS ซึ่งทำงานอยู่เบื้องหลัง ตลอดจนซอฟต์แวร์และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบและโปรแกรมประยุกต์ รวมทั้งอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณเพื่อค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งจะแสดงในรูปแบบของ Pseudo Code

3.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ



รูปที่ 3.1 การทำงานของระบบ

โปรแกรมประยุกต์ในงานวิจัยนี้ถูกออกแบบและพัฒนาให้ใช้งานโดยผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งการทำงานทั้งหมดจะอยู่ที่เครื่องที่ให้บริการหรือเครื่องแม่ข่าย (Server) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการทำงานของระบบเป็นแบบผู้ใช้หลายคน (Multiuser) จึงจำเป็นต้องบันทึกสถานะการทำงานบางส่วนของผู้ใช้แต่ละคนไว้ที่เครื่องผู้ใช้บริการหรือเครื่องลูกข่าย (Client) เช่น หมายเลขระเบียนของข้อมูลที่เลือกไว้ เป็นต้น ดังนั้น ระบบจะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ดังรูปที่ 3.1 คือ

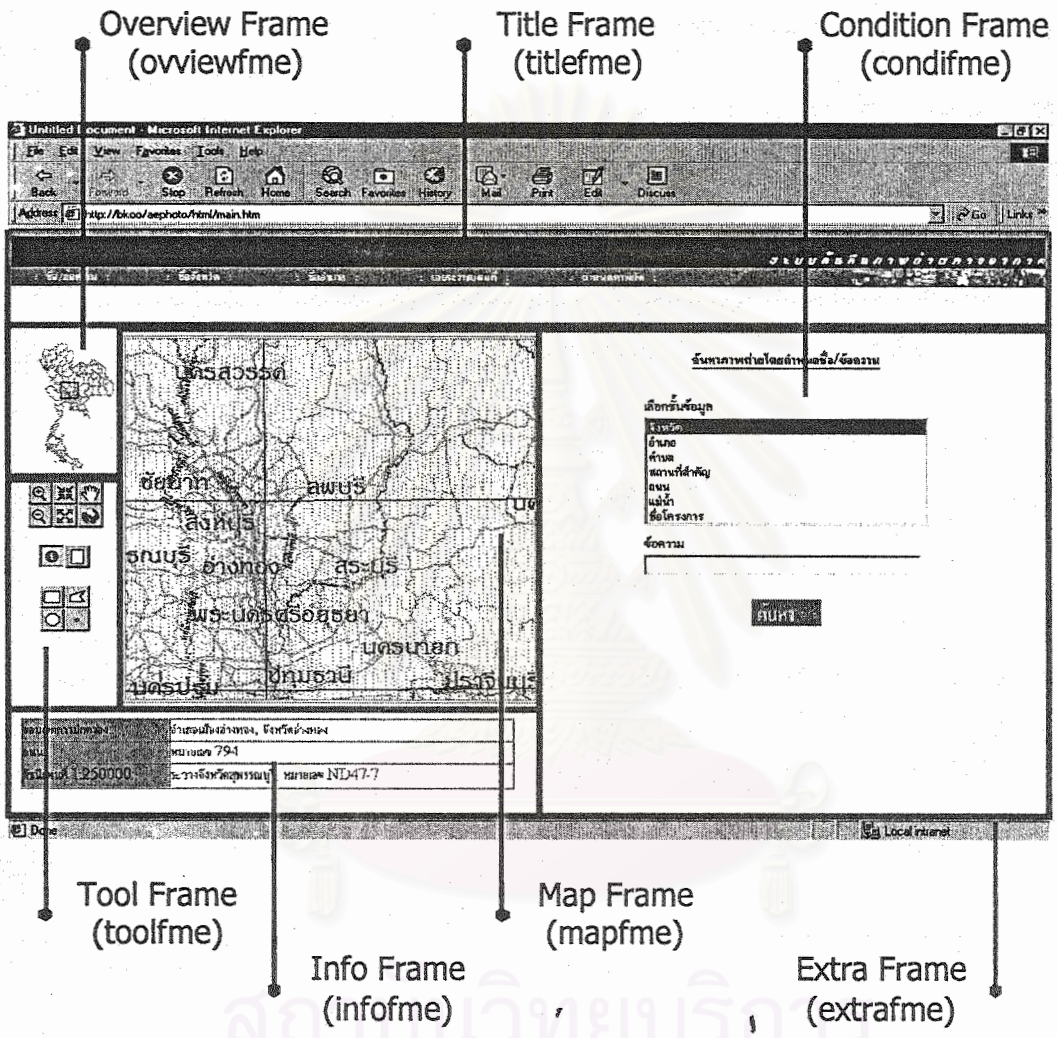
1) ส่วนที่ทำงานอยู่บนเครื่องลูกข่าย (Client) จะทำงานผ่านซอฟต์แวร์ Internet Explorer Version 5.0 ขึ้นไป เมื่อมีการเรียกใช้งานระบบ เอกสาร HTML JavaScript และ Java Applet จะถูกส่งมาแสดงผลที่เครื่องผู้ใช้งานเป็น User Interface ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับระบบที่เครื่องแม่ข่ายได้ เช่น การกำหนดเงื่อนไขการค้นหา การย่อและขยายแผนที่ เป็นต้น
2) ส่วนที่ทำงานอยู่บนเครื่องแม่ข่าย (Server) จะประกอบด้วย
   - Web Server จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้
   - ArcView IMS เป็นซอฟต์แวร์ส่วนขยายของ ArcView ที่ให้บริการแผนที่โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต
   - ArcView GIS และโปรแกรมประยุกต์ เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการคำนวณและค้นหาภาพถ่ายตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งทำงานอยู่เบื้องหลัง
3) ส่วนฐานข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูลปริภูมิพร้อมด้วย Metadata และข้อมูลภาพสแกนภาพถ่าย (รายละเอียดข้อมูลอยู่ในบทที่ 4)
4) ระบบเครือข่าย เป็นส่วนที่เชื่อมโยงระบบทั้งหมดเข้าด้วยกัน ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตการศึกษา

การทำงานของระบบจะทำงานผ่าน Internet Explorer Version 5.0 ขึ้นไป ซึ่งจะใช้ภาษา HTML และภาษา JavaScript พัฒนาในส่วน User Interface และในส่วนของ Java Applet สำหรับการแสดงผลและโต้ตอบกับแผนที่บนอินเตอร์เน็ต จะพัฒนาโดยใช้ภาษา Java Version 1.2.2 เช่น การกำหนดบริเวณบนแผนที่ การย่อ/ขยายแผนที่ การเรียกดูข้อมูลจากแผนที่ เป็นต้น โดยซอฟต์แวร์ที่ทำงานอยู่เบื้องหลัง คือ ArcView GIS Version 3.2 เป็นซอฟต์แวร์ GIS ที่ใช้ในการคำนวณเชิงตำแหน่งเพื่อค้นหาภาพถ่าย และการค้นหาจาก Metadata ในส่วนของการแสดงแผนที่บนอินเตอร์เน็ตสามารถทำได้โดยโปรแกรมส่วนขยายของ ArcView คือ Internet Map Server Version 1.0 ทำหน้าที่ให้บริการแผนที่บนอินเตอร์เน็ต โดยในส่วนโปรแกรมที่ทำงานอยู่เบื้องหลังจะพัฒนาโดยใช้ภาษา Avenue ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บน ArcView การทำงานของระบบจะเป็นดังรูปที่ 3.1

การทำงานของระบบเริ่มจากผู้ใช้กำหนดเงื่อนไขโดยการกรอกข้อมูลในเอกสารที่สร้างโดย HTML และส่งคำร้อง (Request) โดยจะมี JavaScript ทำหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้องของคำร้องและจัดรูปแบบคำร้องให้เป็น URL ที่ถูกต้อง เพื่อส่งไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) เพื่อขอเอกสาร HTML ถัดไปมาแสดงผล ในกรณีที่เป็นคำร้องที่ไม่เกี่ยวกับแผนที่ (Non-Map Request) ส่วนคำร้องที่เกี่ยวข้องกับการแสดงแผนที่ (Map Request) จะถูกส่งผ่าน Java Applet ไปทำงานที่โปรแกรมประยุกต์บน ArcView โดยโปรแกรม ArcView IMS จะทำหน้าที่แปลงคำร้องที่ได้รับให้โปรแกรมประยุกต์บน ArcView ทำงานและทำการปรับปรุงแผนที่และสร้างภาพแผนที่เพื่อส่งกลับมาให้ Java Applet แสดงภาพแผนที่บน Internet Browser ในระหว่างที่ Java Applet ได้รับข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายจะมีการบันทึกตัวแปรที่จำเป็นสำหรับการทำงานในครั้งต่อไป เช่น การบันทึกหมายเลขระเบียนของข้อมูลที่มีการเลือกไว้ เป็นต้น

3.1.1 โครงสร้างของ Web Page

Web Page ในงานวิจัยจะแบ่งออกเป็นเฟรม (Frame) ต่างๆ 7 เฟรม ซึ่งจะแสดงโดยเอกสาร main.htm ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ Web Page

1) Title Frame (titlefme) สำหรับแสดงเอกสาร title.htm ซึ่งจะแสดงชื่อระบบและเมนูหลักของระบบ สำหรับให้กำหนดการวิธีการค้นหาภาพถ่าย
2) Map Frame (mapfme) เป็นพื้นที่สำหรับแสดงเอกสาร map.htm โดยใช้ Java Applet สำหรับจัดการและแสดงภาพแผนที่ พร้อมทั้งบันทึกตัวแปรที่จำเป็นสำหรับการค้นหาภาพถ่าย
3) Overview Frame (ovviewfme) สำหรับเอกสาร overview.htm สำหรับแสดง Overview Map ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งปัจจุบันของแผนที่ว่าอยู่ส่วนไหนของประเทศไทย
4) Tool Frame (toolfme) แสดงเอกสาร tool.htm ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับจัดการกับแผนที่ เช่น การย่อขยายแผนที่ การกำหนดบริเวณบนแผนที่ เป็นต้น

5) Condition Frame (condifme) แสดงเอกสาร namesearch.htm ในตอนเริ่มต้นของระบบ และจะเปลี่ยนเอกสารไปเรื่อยๆ ตามการใช้งาน เฟรมนี้จะใช้สำหรับการกำหนดการเลือกข้อมูลและเงื่อนไขในการค้นหาภาพถ่าย
6) Info Frame (infofme) แสดงเอกสาร blank.htm ซึ่งเป็นหน้าว่างเปล่าในตอนเริ่มต้นของระบบ และจะเปลี่ยนเอกสารไปเรื่อยๆ เมื่อมีการสอบถามข้อมูลจากแผนที่ (Identify) ซึ่งจะแสดงเป็นข้อมูลบรรยายแผนที่
7) Extra Frame (extrafme) แสดงเอกสาร blank.htm เป็นเฟรมที่ซ่อนไว้สำหรับแสดงเอกสารที่ไม่ต้องการให้ผู้ใช้งานมองเห็น ซึ่งเอกสารเหล่านี้เป็นเอกสารที่ใช้ควบคุมการทำงานและแสดงผลข้อมูลในเฟรมอื่นๆ

นอกจากเฟรมต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นแล้ว ระบบยังสามารถแสดงเอกสารอื่นๆ โดยการเปิด Browser ขึ้นมาใหม่ เพื่อความเหมาะสมในการอ่านเอกสาร เช่น การแสดงรายการภาพถ่ายที่ค้นหาได้ เป็นต้น

การสร้างและกำหนดคุณสมบัติของเฟรมต่างๆ ในเอกสาร HTML สามารถทำได้โดยการใช้คำสั่ง <FRAMESET>...</FRAMESET> และ <FRAME> (รายละเอียดในภาพผนวก ข.)

3.1.2 แฟ้มข้อมูล mapwrite.js และเอกสาร map.htm

การทำงานและแสดงผลแผนที่ผ่านทางอินเตอร์เน็ต จะทำงานโดยการส่งคำร้องผ่าน Java Applet ไปยังเครื่องที่ให้บริการ หรือ Web Server ซึ่งจะต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้น (Initial value) สำหรับ Java Applet เมื่อมีการเรียกระบบครั้งแรกโดยการเรียกเอกสาร HTML map.htm ซึ่งเอกสาร map.htm จะเรียกใช้แฟ้มข้อมูล mapwrite.js ซึ่งเป็นภาษา JavaScript อีกครั้งหนึ่งเพื่อเขียนคำสั่งให้แสดง Applet บน Browser โดยมีรูปแบบคำสั่ง คือ

```
<APPLET
        CODE="myMap.class"
        CODEBASE="/java"
        ARCHIVE="/java/myMap.jar"
        WIDTH=400
        HEIGHT=390
        NAME=myMap
>
<PARAM NAME=xxxxx VALUE=xxxxx>
...
</APPLET>
```

โดยจะมีการกำหนดตัวแปรต่างไว้ในคำสั่ง <PARAM> ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อธิบายตัวแปรที่ใช้ใน <PARAM>

serverURL	ชื่อเครื่องที่ให้บริการ ซึ่งกำหนดโดย URL เช่น http://pcmua12
imageLoc	ชื่อพร้อม Virtual Directory ที่เก็บแฟ้มข้อมูลรูปภาพซึ่งจะกำหนดไว้ที่ /temp/thailand.jpg
CgiLoc	ชื่อพร้อม Virtual Directory ที่เก็บแฟ้มข้อมูล esrimap.dll ซึ่งเป็น CGI ของระบบ จะกำหนดไว้ที่ /scripts/esrimap.dll
MapService	ชื่อ Map Service กำหนดให้เป็น aepmap
aLeft	ค่าพิกัดทางด้านซ้ายสุดของแผนที่ หน่วยเป็นเมตร (UTM-47)
aRight	ค่าพิกัดทางด้านขวาสุดของแผนที่ หน่วยเป็นเมตร (UTM-47)
aTop	ค่าพิกัดทางด้านเหนือสุดของแผนที่ หน่วยเป็นเมตร (UTM-47)
aBottom	ค่าพิกัดทางด้านใต้สุดของแผนที่ หน่วยเป็นเมตร (UTM-47)
LayerVis	กำหนดการแสดงผลชั้นข้อมูลในแผนที่โดยกำหนดเป็น 111011111111 ซึ่งแทนชั้นข้อมูลแต่ละชั้นตามลำดับโดยที่ 1 หมายถึง ให้แสดงชั้นข้อมูล (Visible) และ 0 หมายถึงให้ซ่อนชั้นข้อมูล (Invisible) ในที่นี้จะซ่อนชั้นข้อมูลแนวบิน
aTargetFrame	กำหนดชื่อเฟรมที่จะให้แสดงข้อมูลบรรยายจากการ Identify ซึ่งกำหนดชื่อเป็น infofme
anOvFrame	กำหนดชื่อเฟรมที่จะให้แสดงแผนที่ Overview ซึ่งกำหนดชื่อเป็น ovviewfme

3.1.3 มาตรฐานของ URL (Universal Resource Locator)

คำร้องในระบบจะถูกส่งไปให้เครื่องแม่ข่ายในรูปแบบของ URL ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ในการติดต่อระหว่าง Browser และเครื่องแม่ข่ายโดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต ผลลัพธ์ที่ได้จากคำร้องจะอยู่ในรูปแบบเอกสาร HTML และ/หรือ URL ที่เชื่อมโยงไปยังภาพแผนที่ (ในกรณีที่มีการส่งคำร้องเพื่อแสดงภาพแผนที่) ดังนั้น จึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานที่แน่นอนในการกำหนดรูปแบบของ URL เพื่อให้ระบบสามารถที่จะรับคำสั่งและตัวแปร (Argument หรือ Parameter) ต่างๆ ไปทำงานได้อย่างถูกต้อง ดังนี้

http://*server*/scripts/*esrimap.dll*?name=*mapservice*&cmd=*scriptname*.....

server	ชื่อเครื่องที่ให้บริการ
esrimap.dll	Dynamic Link Library ของ ArcView Internet Map Server ที่เป็นตัวกลางในการส่งคำขอระหว่าง Browser กับ Web Server ซึ่งจะเก็บไว้ที่ Inetpub/scripts
mapservice	ชื่อ Map Service กำหนดให้เป็น aepmap ซึ่งจะกำหนดอยู่ในตัวแปรชื่อ name
scriptname	ชื่อโปรแกรมหรือ Avenue Script ใน ArcView ที่จะทำงาน โดยจะกำหนดอยู่ในตัวแปรชื่อ cmd
.....	ตัวแปรหรือ Argument อื่นๆ ที่ต้องการใช้ในการทำงานซึ่งจะกำหนดในรูปแบบ &key=value

ตัวอย่างการกำหนด URL ในฟังก์ชั่น ZoomIn ซึ่งใช้ในการขยายภาพแผนที่

```
...&cmd=zoomin&x1=xxx&y1=xxx&x2=xxx&y2=xxx&left=xxx&right=xxx
&top=xxx&bottom=xxx&layervis=xxx&targettheme=xxx&recordset=xxx
```

cmd=zoomin	กำหนดให้เรียกใช้โปรแกรมชื่อ zoomin
x1,y1,x2,y2	ค่าพิกัดมุมล่างซ้ายและมุมบนขวาที่ผู้ใช้กำหนดบนแผนที่ตามลำดับ
left,right,top,bottom	ค่าพิกัดที่แสดงอยู่ในปัจจุบัน
Layervis	กำหนดการแสดงและซ่อนชั้นข้อมูล
targettheme	หมายเลขชั้นข้อมูลที่เลือกข้อมูลไว้
recordset	หมายเลขระเบียนที่เลือกไว้

และฟังก์ชั่น DoSearchImage สำหรับการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ

```
...&cmd=dosearchimage&layervis=xxx&targettheme=xxx&recordset=xxx
&scale=xxx&stdate=xxx&endate=xxx&buffer=xxx&buffunit=xxx
&startitem=xxx&numitem=xxx&ctype=xxx&ccoor=xxx
```

cmd=dosearchimage	กำหนดให้เรียกใช้โปรแกรมชื่อ zoomin
layervis	กำหนดการแสดงและซ่อนชั้นข้อมูล
targettheme	หมายเลขชั้นข้อมูลที่เลือกข้อมูลไว้
recordset	หมายเลขระเบียนที่เลือกไว้
scale	มาตราส่วนภาพถ่ายที่ต้องการค้นหา
stdate,endate	วันที่ของภาพถ่ายที่ต้องการค้นหา
buffer,buffunit	กำหนดระยะบัฟเฟอร์และหน่วยตามลำดับ
startitem	กำหนดหมายเลขภาพเริ่มต้น
numitem	กำหนดจำนวนภาพที่ต้องการค้นหา
ctype	ประเภทของการค้นหาโดยกำหนดค่าพิกัด
ccoor	รายการค่าพิกัดที่ต้องการค้นหา

รายละเอียดของ URL สำหรับฟังก์ชั่นต่างๆ จะแสดงไว้ในภาคผนวก ค.

3.1.4 Java Applet

Java Applet เป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับแผนที่ และแสดงภาพแผนที่ได้ นอกจากนี้ ยังเป็นส่วนที่ใช้ในการบันทึกตัวแปรที่จำเป็นสำหรับการแสดงแผนที่และการค้นหาภาพถ่ายอีกด้วย ในงานวิจัยนี้จะใช้ซอฟต์แวร์ JDK 1.1.2 เป็นเครื่องมือในการพัฒนา Java Applet โดยกำหนดให้มีคลาสหลัก 3 คลาสดังนี้

1) myMap เป็นคลาสที่ใช้สำหรับควบคุมการโต้ตอบและแสดงแผนที่ และควบคุมคำขอในการค้นหาภาพถ่าย โดยถ่ายทอดคุณสมบัติมาจาก java.awt.Applet ครั้งแรกที่มีการเรียก Web Page myMap กำหนดค่าตัวแปรเบื้องต้นจากเอกสาร map.htm และ mapwrite.js ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรต่างๆ ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1.2
2) myUtil เป็นคลาสซึ่งประกอบด้วย Method ต่างๆ ที่ใช้ในการแปลงค่าพิกัดบนแผนที่และค่าพิกัดบนจอภาพ ซึ่งจะเรียกใช้โดย myMap
3) waitBox เป็นคลาสที่ใช้ในการแสดงการทำงานของโปรแกรม และจะปิดตัวเองเมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จ โดยเฉพาะการแสดงภาพแผนที่

โดยแต่ละคลาสจะรับการถ่ายทอดคุณสมบัติจากคลาสหลักของภาษา Java คือ java.applet.Applet การอ้างอิงถึงชื่อคลาสใน Applet จะเป็นแบบ Case Sensitive (อักษรตัวเล็กหรือตัวใหญ่มีความแตกต่างกัน เช่น myUtil ไม่เหมือนกับ myutil หรือ MyUtil) รายละเอียดของ Method ใน Java Applet ที่ได้เตรียมไว้จะแสดงไว้ในภาคผนวก ค

3.2 การคำนวณตำแหน่งจุดกึ่งกลางภาพถ่ายบนแนวบิน

การคำนวณตำแหน่งจุดกึ่งกลางภาพถ่ายบนแนวบินจะอาศัยคำสั่งในการค้นหาข้อมูลเชิงตำแหน่งโดยพัฒนาด้วยภาษา Avenue ของ ArcView GIS ซึ่งเป็นภาษาแบบ Object Oriented [10] สามารถคำนวณได้หลายวิธี และแต่ละวิธีจะใช้เวลาในการคำนวณหาผลลัพธ์แตกต่างกัน ดังนี้

1) การใช้คำสั่ง ALONG ของคลาส POLYLINE

POLYLINE เป็นคลาสที่แสดงถึงข้อมูลประเภทเส้น (Line Feature) ในภาษา Avenue การคำนวณตำแหน่งของจุดที่อยู่บน POLYLINE สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง ALONG โดยการกำหนดตำแหน่งของจุดที่ต้องการเป็นสัดส่วนร้อยละตามแนวเส้นซึ่งเริ่มจากจุดเริ่มต้นของเส้น สิ่งที่ได้กลับมาคือ POINT (เป็นคลาสที่แสดงถึงข้อมูลประเภทจุดใน Avenue) ของจุดที่ต้องการ ลักษณะการทำงานจะเป็นดังรูปที่ 3.3

```
theView = av.FindDoc("View1")
theTheme = theView.FindTheme("Theme1.shp")
theFtab = theTheme.GetFtab
theBit = theFtab.GetSelection

fShape = theFtab.FindField("Shape")

np = 500                    'Number of point interpolated
pc = 100 / np               'Percentage of each interval in a line

' Using request "Along" of Polyline
aPointList = {}
for each r in theBit
   pl = theFtab.ReturnValue(fShape,r)
   for each i in 0..np
      aPoint = pl.Along(pc * i)
      aPointList.Add(aPoint)
   end
end
```

รูปที่ 3.3 การคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายโดยใช้คำสั่ง ALONG

2) การใช้คุณสมบัติของคลาส POLYLINEM

POLYLINEM เป็นคลาสของข้อมูลประเภทเส้นอีกชนิดหนึ่ง โดยถ่ายทอด (Inherit) คุณสมบัติส่วนหนึ่งจากคลาส POLYLINE และมีคุณสมบัติตัวเอง ได้แก่ ความสามารถในการบันทึกข้อมูลในมิติที่ 3 ได้ ซึ่งกำหนดให้เป็น M ซึ่งหมายถึงการวัด (Measurement) เช่น เวลาหรือระยะทาง เป็นต้น แต่สำหรับในงานวิจัย M จะหมายถึงหมายเลขภาพถ่าย

ขั้นตอนการคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายบน POLYLINEM ทำได้โดยใช้คำสั่ง SETMATPOSITION ในการกำหนดค่า M ณ ตำแหน่งบน POLYLINEM ตามสัดส่วนร้อยละที่กำหนด เป็นระยะตามแนว POLYLINEM และสามารถค้นหาตำแหน่งของภาพบนเส้นได้โดยใช้คำสั่ง POINTEVENT ให้ผลลัพธ์เป็นจุดซึ่งเป็นตำแหน่งบน POLYLINEM ที่ตรงกับค่า M ที่กำหนด ดังรูปที่ 3.4

```
theView = av.FindDoc("View1")
theTheme = theView.FindTheme("Theme1.shp")
theFtab = theTheme.GetFtab
theBit = theFtab.GetSelection

fShape = theFtab.FindField("Shape")

np = 500                    'Number of point interpolated
pc = 100 / np               'Percentage of each interval in a line

' Using PolylineM
aPointList = {}
for each r in theBit
   pl = theFtab.ReturnValue(fShape,r)
   plm = pl.AsPolylineM
   for each i in 0..np
      n = plm.SetMAtPosition(pc * i,i)
      aPoint = plm.PointEvent(i,0).ReturnCenter
      aPointList.Add(aPoint)
   end
end
```

รูปที่ 3.4 การคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายโดยใช้ POLYLINEM

3) การทำ INTERSECTION โดยใช้ BUFFER

วิธีนี้เป็นการคำนวณโดยการสร้างบัฟเฟอร์ของจุดให้ระยะเท่ากับระยะห่างระหว่างตำแหน่งภาพถ่าย โดยใช้คำสั่ง RETURNBUFFERED ซึ่งเป็นคำสั่งในการการสร้าง BUFFER จากข้อมูล POINT หลังจากนั้นจึงใช้คำสั่ง RETUREINTERSECTION ในการทำ Intersection ระหว่างบัฟเฟอร์ที่ได้มาและข้อมูล POLYLINE เพื่อให้ได้จุดถัดไป และทำเช่นเดียวกันตลอดทุกตำแหน่งภาพถ่ายบนแนวบิน ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.5

```
theView = av.FindDoc("View1")
theTheme = theView.FindTheme("Theme1.shp")
theFtab = theTheme.GetFtab
theBit = theFtab.GetSelection

fShape = theFtab.FindField("Shape")

np = 500                    'Number of point interpolated
pc = 100 / np               'Percentage of each interval in a line

' Using buffer with even distance
aPointList = {}
for each r in theBit
    pl = theFtab.ReturnValue(fShape,r)
    aDistance = pl.ReturnLength / np
    for each i in 0..np
        if (i = 0) then
            aPoint = pl.AsLine.ReturnStart
        elseif (i = np) then
            aPoint = pl.AsLine.ReturnEnd
        else
            bf = aPoint.ReturnBuffered(aDistance)
            aPoint = bf.ReturnIntersection(pl).AsLine.ReturnEnd
        end
        aPointList.Add(aPoint)
    end
end
```

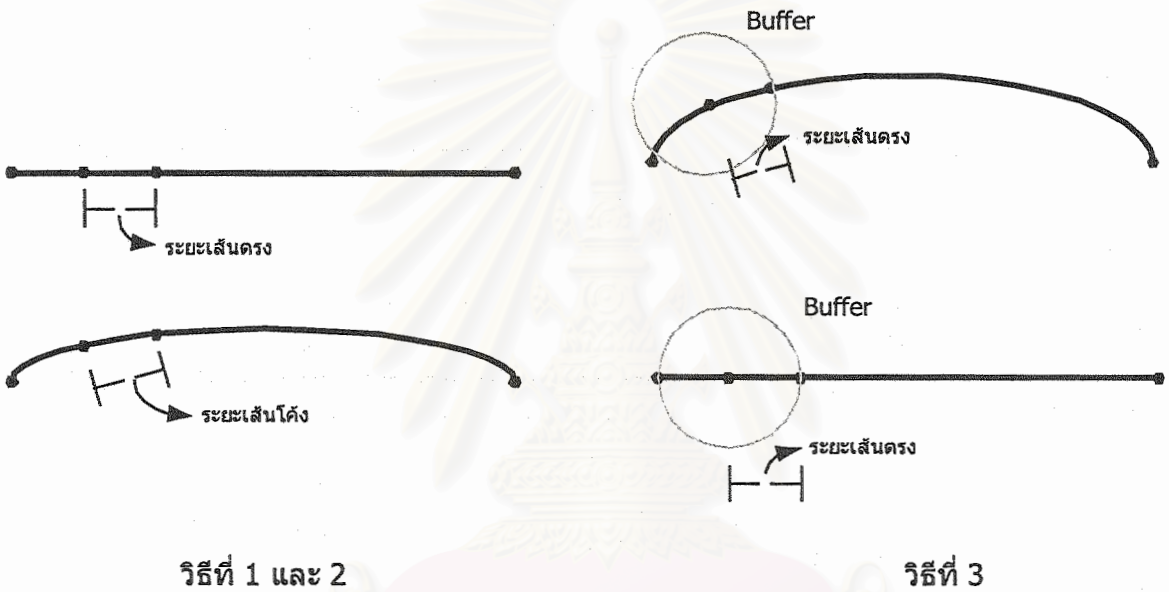
รูปที่ 3.5 การคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายโดยใช้บัฟเฟอร์

ความคาดหวังของผู้ใช้ระบบ คือ ระบบสามารถตอบคำถามที่ผู้ระบุได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น ประเด็นที่จะพิจารณาในการเลือกวิธีที่ใช้ในการค้นหาตำแหน่งภาพถ่ายทางอากาศบนแนวบิน คือ ความเร็วในการประมวลผลและความถูกต้องของตำแหน่งจุดกึ่งกลางภาพถ่าย จากการทดลองคำนวณจุดกึ่งกลางภาพถ่ายด้วยวิธีทั้งสามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น บนแนวบินจำนวน 5 แนว ซึ่งแต่ละแนวผ่านจุดกึ่งกลางภาพจำนวน 200 จุด ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป พบว่า ให้ผลเวลาที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตาราง 3.2 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคำนวณจุดกึ่งกลางภาพถ่าย

วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
8 วินาที	9 วินาที	26 วินาที

การคำนวณจุดโดยวิธีที่ 1 และ 2 จะได้ตำแหน่งของจุดตามแนวเส้นแนวบิน นั่นคือ จะได้ตำแหน่งของจุดที่ถูกต้องแม้ว่าแนวบินจะไม่ได้เป็นเส้นตรงก็ตาม เช่น เส้นโค้งหรือเส้นหยัก ในขณะที่วิธีที่ 3 จะได้ตำแหน่งของจุดตามเส้นแนวบินที่เป็นเส้นตรงเท่านั้น ดังรูปที่ 3.6

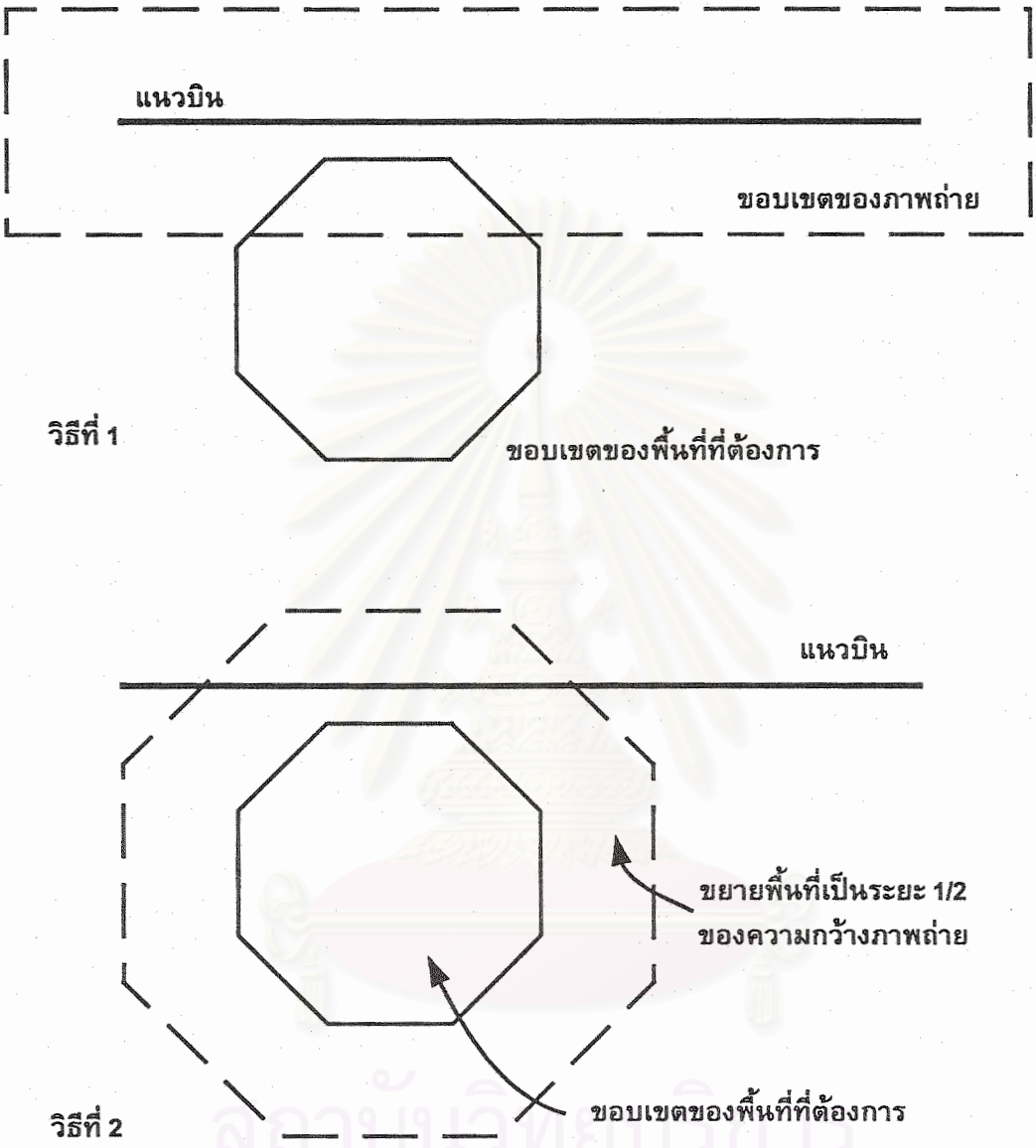


รูปที่ 3.6 การคำนวณจุดกึ่งกลางภาพถ่ายบนแนวบิน

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า วิธีที่ 1 เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการคำนวณจุดกึ่งกลางภาพถ่ายบนแนวบิน เนื่องจากใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุด และได้ตำแหน่งของจุดกึ่งกลางภาพที่ถูกต้องตามแนวบิน

3.3 การทำ Intersection เพื่อเลือกแนวบิน

ก่อนที่ระบบจะได้แนวบินเพื่อใช้ในการคำนวณและสร้าง Footprint ของภาพถ่ายแต่ละภาพบนแนวบิน ระบบจะต้องเลือกแนวบินที่จะนำมาใช้ก่อน โดยการใช้ขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการค้นหาเลือกแนวบินที่ต้องการ โดยวิธีการทำ Intersection เนื่องจากแนวบินที่บันทึกไว้ เป็นเพียงเส้นที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางของภาพถ่าย หากต้องการตรวจว่าแนวบินแต่ละแนวครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการหรือไม่ ระบบจะต้องขยายแนวบินออกด้านข้างเป็นระยะครึ่งหนึ่งของความกว้างจริงของภาพถ่ายบนแนวบินนั้นทุกแนวบิน ดังรูปที่ 3.7 (วิธีที่ 1) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามาก อย่างไรก็ตาม หากปรับเปลี่ยนโดยการขยายพื้นที่เป็นระยะครึ่งหนึ่งของความกว้างจริงของภาพถ่ายจากพื้นที่ที่ต้องการ แล้วจึงนำมาเลือกแนวบิน จะทำให้การประมวลผลของระบบน้อยลง ดังรูปที่ 3.7 (วิธีที่ 2)



รูปที่ 3.7 การทำ Intersection เพื่อเลือกแนวบิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเป็นส่วนที่มีความสำคัญมากอีกส่วนหนึ่งของระบบ การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลและวิธีการบันทึกข้อมูลที่จะสนับสนุนการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศที่ดี จะทำให้การทำงานของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดโครงสร้างฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้

หากพิจารณาลักษณะของเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนดเพื่อค้นหาภาพแล้ว จะเห็นได้ว่าการค้นหาภาพสามารถจำแนกเงื่อนไขพื้นฐานได้เป็น 3 ประเภท คือ 1) เงื่อนไขทางด้านตำแหน่ง 2) เงื่อนไขทางด้านเวลา และ 3) เงื่อนไขทางด้านคุณลักษณะของภาพถ่าย อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ระบบสามารถรองรับเงื่อนไขทั้งสามประเภทได้ และทำให้ผู้ใช้มีความเข้าใจในการใช้งานระบบได้ง่าย วิธีการค้นหาภาพจึงถูกออกแบบไว้เป็น 4 ลักษณะ คือ

1) ค้นหาโดยกำหนดชื่อ (Name Search) ซึ่งประกอบด้วย ชื่อจังหวัด อำเภอ ตำบล สถานที่สำคัญ ถนน แม่น้ำ หรือโครงการ
2) ค้นหาโดยกำหนดชื่อหรือหมายเลขระวางแผนที่ 1:50,000 หรือ 1:250,000
3) ค้นหาโดยการกำหนดค่าพิกัดหรือวาดขอบเขตลงบนแผนที่ โดยสามารถกำหนดของเขตเป็นรูปสี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยม รูปวงกลม และจุด
4) กำหนดเงื่อนไขของภาพถ่าย ซึ่งประกอบด้วย มาตราส่วนภาพถ่าย และวันที่ถ่ายภาพ

นั่นคือ กลุ่มข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ข้อมูลแผนพื้นฐานทั่วประเทศไทย ข้อมูลแนวบินทั่วประเทศไทยพร้อม Metadata ของภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ โดยข้อมูลในสองกลุ่มแรกจะอยู่ในรูปแบบ Shape File เนื่องจากเป็นรูปแบบข้อมูลของ ArcView ส่วนข้อมูลภาพสแกนจะบันทึกในรูปแบบ JPEG ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานของการแสดงภาพบนอินเตอร์เน็ต จะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (รายละเอียดตารางข้อมูลในภาคผนวก ง)

4.1 กลุ่มข้อมูลแผนที่ฐาน

เป็นกลุ่มข้อมูลสำหรับการอ้างอิงเพื่อแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของข้อมูลบนแผนที่ เมื่อผู้ใช้มีการค้นหาข้อมูลโดยใช้ชื่อ หรือแสดงให้เห็นถึงขอบเขตของพื้นที่ เมื่อมีการค้นหาโดยการกำหนดค่าพิกัดบนแผนที่ ซึ่งตำแหน่งของข้อมูลที่เลือกได้จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณร่วมกับกลุ่มข้อมูลแนวบินของภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่ครอบคลุมเฉพาะบริเวณที่ต้องการ และแสดงร่างภาพถ่าย (Footprint) ให้เห็นบนแผนที่ เช่น การค้นหาภาพถ่ายบริเวณอำเภอศรีราชา ระบบจะแสดงให้เห็นพื้นที่ของอำเภอศรีราชา และนำพื้นที่ไปทำ Intersection เพื่อเลือกแนวบินและคำนวณภาพถ่ายต่อไป

ข้อมูลกลุ่มนี้ ประกอบด้วยข้อมูลเชิงตำแหน่งและข้อมูลเชิงบรรยายสำหรับการค้นหาข้อมูล ได้แก่

1) ขอบเขตการปกครอง ประกอบด้วย ชื่อจังหวัด ชื่ออำเภอ และชื่อตำบล
2) ถนนหลัก ประกอบด้วย ชื่อถนน
3) เส้นทางน้ำ ประกอบด้วย ชื่อแม่น้ำ
4) สถานที่สำคัญ ประกอบด้วย ชื่อสถานที่สำคัญ
5) ดัชนีระวางแผนที่ 1:50000 ประกอบด้วย ชื่อหรือหมายเลขระวางแผนที่ 1:50000
6) ดัชนีระวางแผนที่ 1:250000 ประกอบด้วย ชื่อหรือหมายเลขระวางแผนที่ 1:250000

4.2 กลุ่มข้อมูลแนวบินของภาพถ่ายทางอากาศ

เป็นข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน คือ ตำแหน่งเส้นแนวบินและข้อมูลเชิงบรรยายหรือ Metadata ของแนวบิน ข้อมูลในส่วนตำแหน่งเส้นแนวบินแต่ละเส้นจะลากผ่านจุดกึ่งกลางของภาพถ่าย และภาพในแนวบินแต่ละแนวจะมีระยะห่างเท่ากันและมีมาตราส่วนเดียวกันตลอดทั้งแนวซึ่งสมมติฐานในการทำวิจัย ดังนั้น ระบบจึงสามารถคำนวณตำแหน่งภาพถ่ายบนแนวบินได้ ซึ่งเมื่อนำไป Intersection กับข้อมูลแผนที่ฐานที่เลือกไว้ ก็จะได้เฉพาะภาพถ่ายที่ต้องการ ในส่วนข้อมูลเชิงบรรยายของแต่ละแนวบิน ประกอบด้วย

1) ชื่อโครงการ วันที่ถ่ายภาพ และมาตราส่วน ใช้เป็นเงื่อนไขในการค้นหาภาพ
2) หมายเลขเริ่มต้นและสิ้นสุดของภาพ ใช้เป็นข้อมูลหลักร่วมกับคุณสมบัติของตำแหน่งภาพบนแนวบินดังได้กล่าวข้างต้นในการคำนวณตำแหน่งภาพถ่าย
3) หมายเลขม้วนฟิล์ม ใช้เป็นข้อมูลที่อ้างอิงไปยังชื่อไดเรคทอรีและชื่อภาพถ่าย (ตั้งชื่อตามหมายเลขภาพ) ที่บันทึกไว้ เพื่อแสดงภาพถ่ายบนอินเตอร์เน็ต
4) หมายเลขแนวบิน และข้อมูลที่กล่าวข้างต้น ใช้ในการค้นหาฟิล์มโดยเจ้าหน้าที่
5) ข้อมูลอื่นๆ เช่น ความสูงที่ถ่ายภาพ ชนิดกล้อง ชนิดเลนส์ ชนิดฟิล์ม เป็นต้น

4.3 กลุ่มข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

ประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาในการแสดงข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต คือ ความเร็วในการแสดงผลข้อมูล โดยเฉพาะภาพสแกน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของภาพ กล่าวคือ ภาพที่มีขนาดเล็กจะแสดงผลได้เร็วกว่าภาพที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้น ภาพถ่ายจะต้องถูกสแกนโดยใช้ความละเอียดต่ำและบีบอัดให้มีขนาดเล็กมากที่สุด ในงานวิจัยนี้ จะต้องใช้การบีบอัดภาพโดยบันทึกภาพในรูปแบบ JPEG เนื่องจากเป็นรูปแบบมาตรฐานของภาพที่สามารถแสดงผลบนอินเตอร์เน็ตได้ทันทีโดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมพิเศษเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม กระบวนการดังกล่าวจะต้องไม่ทำให้รายละเอียดสำคัญของภาพเสียไป

4.3.1 ขนาดของภาพ

การแสดงภาพโดยผ่านอินเตอร์เน็ตจะทำได้โดยการส่งข้อมูลผ่านทางระบบเครือข่าย ดังนั้น ปัจจัยเบื้องต้นที่จะกำหนดขนาดของภาพที่เหมาะสม คือ ความเร็วในการรับส่งข้อมูลของระบบเครือข่าย สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดสอบการแสดงภาพโดยผ่านระบบเครือข่ายที่ความเร็ว 100 Mbps (เมกกะบิตต่อวินาที) โดยกำหนดให้เวลาที่ยอมรับได้ในการแสดงผลภาพจะต้องไม่เกิน 5 วินาที จากการคำนวณจะได้ว่าใน

การสแกนและบีบอัดจะต้องได้ขนาดของภาพไม่เกิน 500 KB (กิโลไบท์) โดยประมาณ แต่ในการทดลองกับภาพสแกนขนาด 340-390 KB พบว่าระบบใช้เวลาเฉลี่ย 3 วินาทีในการแสดงภาพ อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการรับส่งข้อมูลของระบบเครือข่ายมิใช่เป็นเพียงปัจจัยเดียวที่มีผลต่อความเร็วในการแสดงภาพ แต่ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตการวิจัยนี้

ความเร็วที่ใช้ในการคำนวณขนาดของภาพเป็นความเร็วของระบบเครือข่ายภายในเท่านั้น หากทดสอบแสดงภาพโดยผ่านทางอินเตอร์เน็ตจริงจะใช้เวลามากกว่านี้ ดังนั้นจึงต้องปรับขนาดของภาพให้เล็กลงไปอีก อย่างไรก็ตาม ในเบื้องต้นสามารถคำนวณขนาดของภาพได้จากความเร็วในการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต เช่น Modem ซึ่งโดยทั่วไปมีความเร็ว 56 KBps เป็นต้น

4.3.2 รายละเอียดของภาพ

การสแกนภาพที่ความละเอียดต่ำและการบีบอัดภาพจะทำให้ภาพมีขนาดเล็กลง ในขณะเดียวกันย่อมทำให้สูญเสียรายละเอียดของภาพไปบางส่วน จึงเป็นประเด็นที่ต้องพิจารณาร่วมกับการกำหนดขนาดของภาพ เนื่องจากภาพที่นำเสนอในงานวิจัย เป็นภาพสำหรับการเรียกดูเบื้องต้นเท่านั้น และในมุมมองของผู้ใช้เอง ต้องการเพียงภาพที่พิจารณาแล้วสามารถแยกแยะรายละเอียดที่สำคัญของภาพได้ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ การใช้ที่ดินบางส่วน (ทุ่งนา สวนสาธารณะ ที่อยู่อาศัย) เป็นต้น เพื่อใช้ในการอ้างอิงกับตำแหน่งของ Footprint บนแผนที่ได้โดยประมาณ

โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่ได้กล่าวข้างต้น จะสามารถกำหนดคุณสมบัติของภาพสแกนของภาพถ่ายได้ และเพื่อความเหมาะสมในการแสดงภาพ จะแบ่งภาพสแกนออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) Thumbnail Image เป็นภาพสแกนขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดประมาณ 80 X 80 จุดภาพ สำหรับแสดงภาพหลายภาพพร้อมกันในหนึ่งเพ็จ ซึ่งกำหนดให้สแกนภาพที่ความละเอียด 50 dpi (มีขนาดระหว่าง 29-35 กิโลไบท์)
2) Preview Image เป็นภาพถ่ายที่แสดงให้เห็นรายละเอียดที่ชัดเจนขึ้นจาก Thumbnail Image จะมีขนาดเท่ากับภาพถ่ายต้นฉบับประมาณ 700 X 700 จุดภาพ และกำหนดให้สแกนภาพที่ความละเอียด 100 dpi (มีขนาดระหว่าง 340-390 กิโลไบท์)

ภาพสแกนของภาพถ่ายทางอากาศแต่ละภาพจะถูกบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูลรูปภาพ (Image File) ในรูปแบบของ JPEG หรือ JPG ภายใต้ไดเร็คทอรี "PHOTOS" โดยมีโครงสร้างการจัดเก็บดังนี้

/ PHOTOS / <*Rollid*> / <*Resolution-Imageno*>.*Extension*

<Rollid>	หมายเลขม้วนฟิล์ม ที่จัดรูปแบบแล้ว เช่น ALRO-1-40-1 หมายถึง ALRO 1-40(1)
<Resolution-Imageno>.Extension	ชื่อแฟ้มล์ข้อมูลภาพถ่ายโดยตั้งชื่อตามความละเอียดของภาพและหมายเลขภาพ โดยมีนามสกุลตามชนิดของแฟ้มข้อมูล เช่น 100-123.jpg หมายถึง ภาพสแกนที่ความละเอียด 100 dpi หมายเลข 123 เป็นภาพถ่ายชนิด JPEG เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การทดสอบและใช้งานระบบต้นแบบ

ถึงแม้ว่า ภาพถ่ายทางอากาศจะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ หลายด้าน ดังได้กล่าวไว้แล้วในช่วงต้นของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลา การขาดแคลนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบระบบ และหลายองค์กรหรือหน่วยงาน เช่น กรมแผนที่ทหาร และบริษัท จีไอเอ็สดาต้า จำกัด ไม่อนุญาตให้นำระบบเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเตอร์เน็ตได้ (เนื่องจากอาจเกิดผลกระทบต่อระบบรักษาความปลอดภัยของระบบอินเตอร์เน็ตที่มีการใช้งานอยู่ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้) จึงไม่สามารถทดสอบระบบกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด นอกจากนี้ การทดสอบระบบต้นแบบโปรแกรมค้นหาภาพถ่ายทางอากาศจะจำกัดอยู่เฉพาะระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN: Local Area Network) โดยอาศัยโปรโตคอล TCP/IP ของ Microsoft Window ที่มีอยู่ในองค์กรหรือหน่วยงานเป็นหลัก เมื่อพิจารณาถึงความพร้อมของอุปกรณ์และบุคลากรแล้ว องค์กรหรือหน่วยงานที่ผู้วิจัยใช้เป็นที่ทดสอบระบบ ได้แก่ บริษัท จีไอเอ็สดาต้า จำกัด (GIS Data) ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำงานเกี่ยวกับการผลิตแผนที่โดยตรง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยภาพถ่ายทางอากาศ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีระบบค้นหาภาพถ่ายทางอากาศที่มีประสิทธิภาพ กอปรกับขณะนี้ บริษัท จีไอเอ็สดาต้า มีภาพถ่ายที่มีการใช้งานอยู่ตลอดเวลาอยู่มากกว่า 25000 ภาพ

แม้ว่าการทดสอบระบบจะจำกัดอยู่ในระบบเครือข่ายท้องถิ่น โดยหลักการการทำงานแล้ว สามารถอาศัยหลักการเดียวกันในการเผยแพร่ระบบในอินเตอร์เน็ตได้โดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขใดๆ ในการทดสอบระบบจึงไม่มีความแตกต่างในเรื่องการใช้งานระบบระหว่างระบบเครือข่ายท้องถิ่นและระบบอินเตอร์เน็ต

5.1 การทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบที่บริษัท จีไอเอ็สดาต้า จำกัด จะประกอบด้วยเครื่อง Client จำนวน 2 เครื่องเรียกใช้ระบบงานจากเครื่อง Server ซึ่งจะมีคุณสมบัติตามตารางที่ 5.1 และข้อมูลแนวบินที่ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยจำนวนแนวบินทั้งหมด 1017 แนวบิน และข้อมูลภาพถ่ายในรูปแบบ JPEG ซึ่งมีขนาดระหว่าง 340 – 390 กิโลไบท์ โดยผู้วิจัยจะทดสอบระบบในเรื่องความเร็วในการใช้งานระบบและความถูกต้องจากการค้นหาภาพถ่าย ดังนี้

ตารางที่ 5.1 คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ทดสอบ

เครื่อง Server	ซอฟต์แวร์
- Pentium III 866 MHz Duel CPU - RAM 256 MB - Network Speed 100 Mbps	**ซอฟต์แวร์ประยุกต์** - ArcView GIS 3.2 - ArcView Internet Map Server 1.0 - myMap Java Applet พัฒนาด้วย JDK 1.2.2 - โปรแกรมค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ **ซอฟต์แวร์ระบบ** - MS Window 2000 Server - IIS
เครื่อง Client I	
- Pentium II 350 MHz - RAM 160 MB	- MS Window 98 - MS Internet Explorer 5.5
เครื่อง Client II	
- Pentium III 800 MHz - RAM 256 MB	- MS Window 2000 Professional - MS Internet Explorer 5.5

5.1.1 การทดสอบความเร็วในการใช้งานระบบ

ตารางที่ 5.2 การทดสอบความเร็วในการใช้งานระบบ

รายการทดสอบ	ความเร็ว (นาที)		จำนวนภาพถ่ายที่ค้นหาได้
	Client I	Client II	
1. การเปิดหน้าแรก	0:37	0:06	-
2. ค้นหาจากการกำหนดชื่ออำเภอ	1:15	0:45	14
3. ค้นหาจากการทำบัฟเฟอร์จากถนน	1:20	0:55	30
4. ค้นหาจากชื่อระวางแผนที่	0:55	0:40	72
5. ค้นหาจากการกำหนดค่าพิกัดบนแผนที่	0:50	0:35	44
6. การแสดงภาพถ่ายในเชิงเปรียบเทียบ (Change Detection)	1:35	1:10	23
7. การเรียกดูภาพถ่าย (Image Preview)	0:03	0:03	-

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าความเร็วเฉลี่ยในการค้นหาข้อมูลจนกระทั่งได้ภาพถ่ายจะอยู่ในช่วง 50 วินาที ถึง 1 นาที 35 วินาที ซึ่งถือว่าเป็นความเร็วที่ยอมรับได้ในการใช้งาน และยังเป็นการค้นหาข้อมูลที่ใช้เวลา

น้อยกว่าวิธีการค้นหาเชิงเอกสาร นอกจากนี้ การค้นหาระบบยังสามารถบอกได้ทันทีว่ามีภาพถ่ายในบริเวณที่กำหนดหรือไม่ และสามารถตรวจสอบภาพถ่ายได้ทันทีจากภาพถ่ายเบื้องต้น

อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้งานระบบโดยผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เวลาในการใช้งานระบบจะมากกว่าเวลาที่ได้จากผลการทดลองข้างต้น เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น จำนวนผู้ใช้งานระบบ ความเร็วของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ต ความเร็วของระบบเครือข่ายในระบบอินเตอร์เน็ต เป็นต้น

5.1.2 การทดสอบความถูกต้องในการค้นหาภาพถ่าย

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบในการค้นหาภาพถ่ายระหว่างระบบในงานวิจัยนี้ กับการค้นหาโดยวิธีเชิงเอกสารของศูนย์ข้อมูล กรมแผนที่ทหาร โดยกำหนดบริเวณที่จะค้นหาภาพที่ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยใช้มาตราส่วน 1:6000 พบว่ารายการภาพถ่ายที่ได้จากการค้นหาของทั้งสองระบบมีความถูกต้องตรงกัน

และจากการทดสอบระบบงานที่บริษัท จีไอเอ็สดาต้า จำกัด พบว่าระบบสามารถแสดงผลลัพธ์จากการค้นหาภาพถ่ายบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ได้ถูกต้องตรงกับรายการภาพถ่ายที่บริษัทมีอยู่

นอกจากการทดสอบประเด็นที่กล่าวข้างต้นแล้ว จากแบบสอบถาม (ภาคผนวก จ) ที่ได้รับจากบริษัท จีไอเอ็สดาต้า จำกัด นอกจากประเด็นหน้าที่การใช้งานระบบซึ่งจะต้องปรับปรุงให้ตรงกับงานเฉพาะด้านของบริษัท และประเด็นข้อผิดพลาดทางด้านการพัฒนาโปรแกรม (Program Bug) แล้ว การใช้งานโดยทั่วไปถือว่าเป็นระบบที่มีประโยชน์อย่างยิ่งหากนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

5.2 ตัวอย่างการทดสอบระบบ

5.2.1 การค้นหาภาพจากข้อมูลเชิงบรรยาย

ค้นหาข้อมูลบริเวณอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยเลือกชั้นข้อมูล "อำเภอ" พิมพ์คำสำคัญ "ศรี" ระบบจะแสดงรายชื่อพื้นที่ที่มีคำว่า "ศรี" อยู่ในชื่อ แล้วจึงเลือกพื้นที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จากรายการ และกำหนดเงื่อนไขการค้นหาโดยมาตราส่วน 1:6000 (รูปที่ 5.1 – 5.6)

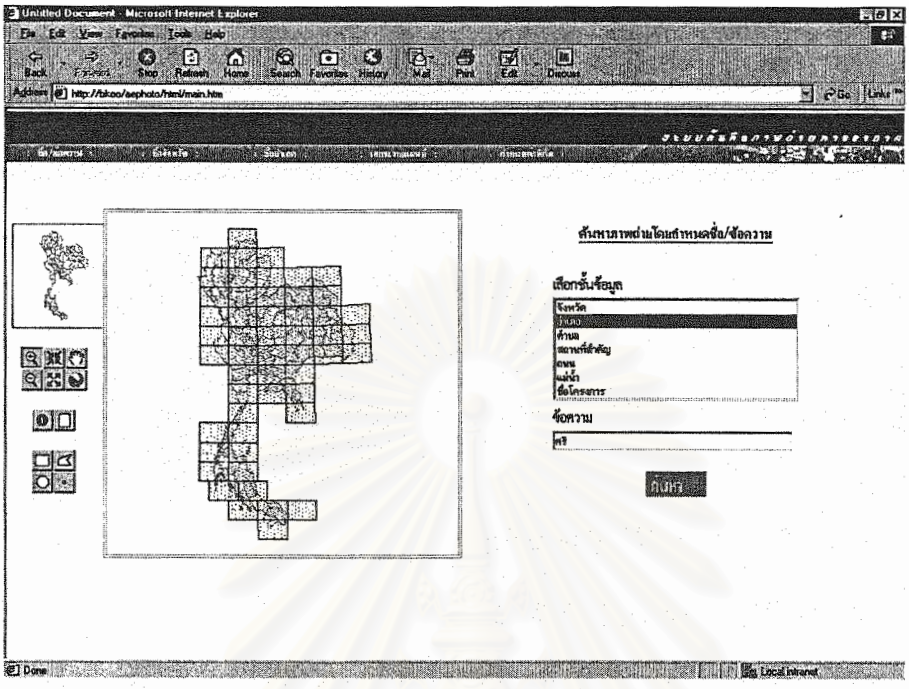
5.2.2 การค้นหาภาพจากการคำนวณเชิงตำแหน่ง

ค้นหาข้อมูลบริเวณแนวแม่น้ำปิง โดยเลือกชั้นข้อมูล "แม่น้ำ" พิมพ์คำสำคัญ "ปิง" ระบบจะแสดงรายชื่อพื้นที่ที่มีคำว่า "ปิง" อยู่ในชื่อ แล้วจึงเลือกข้อมูลชื่อแม่น้ำปิงจากรายการ และกำหนดช่วงของแม่น้ำที่ผ่านเมืองกำแพงเพชร ตามลำดับ และกำหนดเงื่อนไขการค้นหาโดยมาตราส่วน 1:50000 และกำหนดระยะบัฟเฟอร์ 1000 เมตร (รูปที่ 5.7 – 5.10)

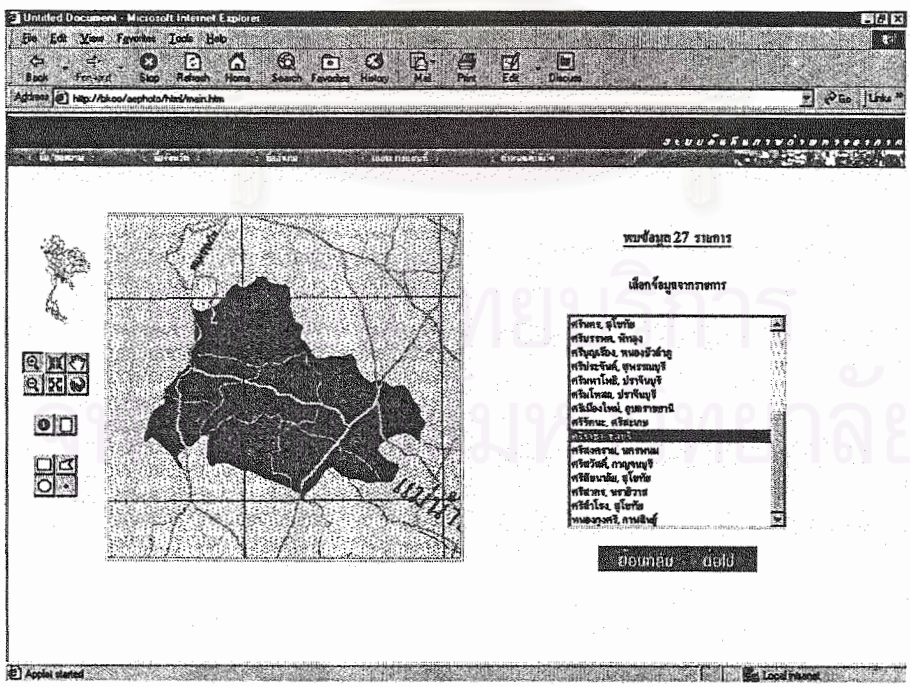
5.2.3 การแสดงภาพถ่ายในเชิงเปรียบเทียบ (Change Detection)

เป็นการแสดงการค้นหาภาพถ่ายโดยการกำหนดพื้นที่ที่จะค้นหาในบริเวณเดียวกัน และกำหนดวันที่ถ่ายภาพให้ต่างกันหรือเป็นช่วงเวลา ในตัวอย่างเป็นการแสดงภาพถ่ายบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่มาตราส่วน 1:6000 และ 1:15000 ซึ่งเป็นภาพถ่ายเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2536 และวันที่ 17 ธันวาคม 2542 ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ (รูปที่ 5.11 – 5.12)

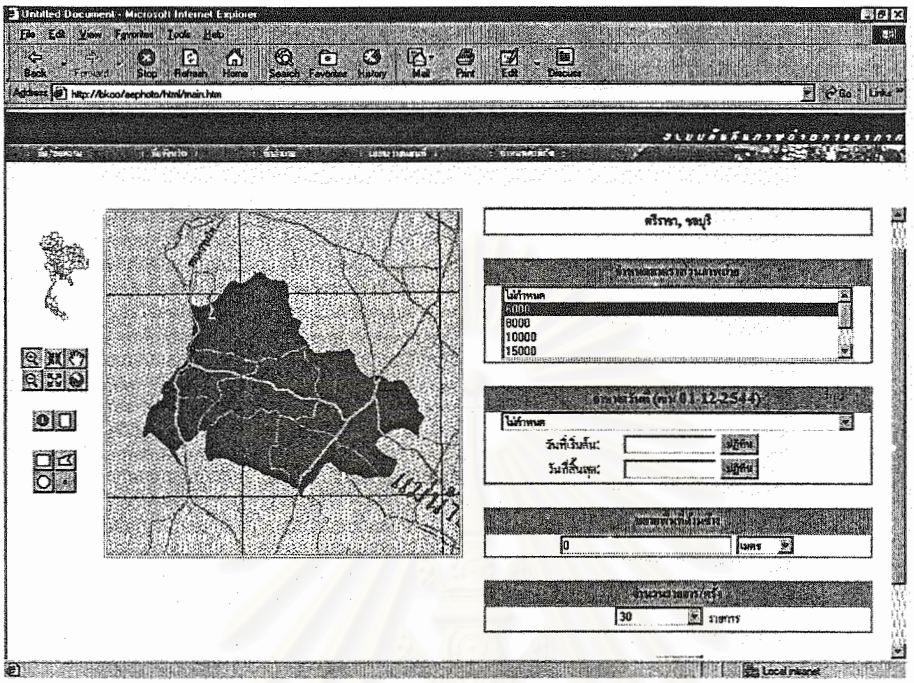
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



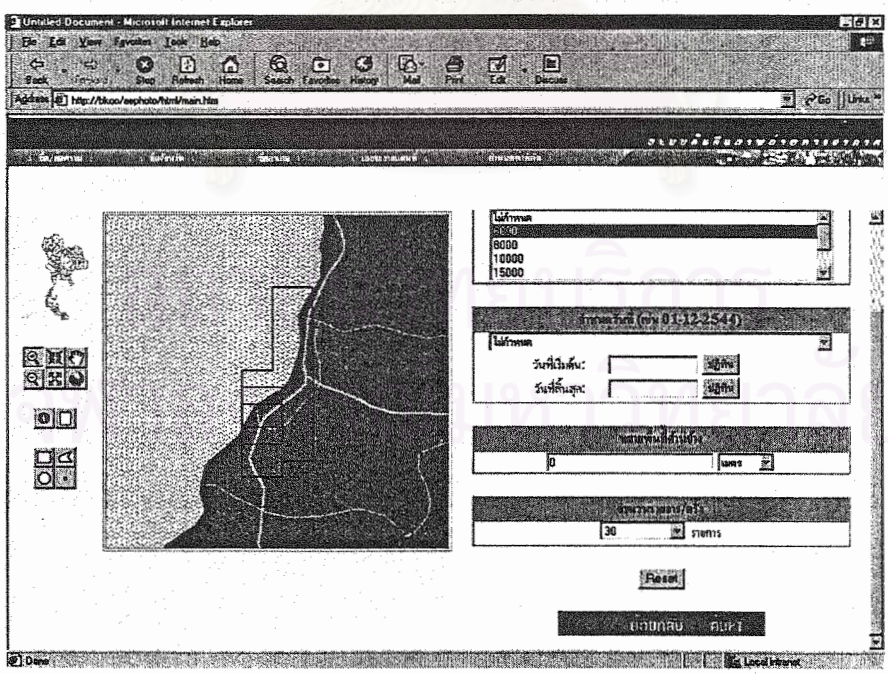
รูปที่ 5.1 การกำหนดชื่อ (อำเภอ) ที่ต้องการค้นหา



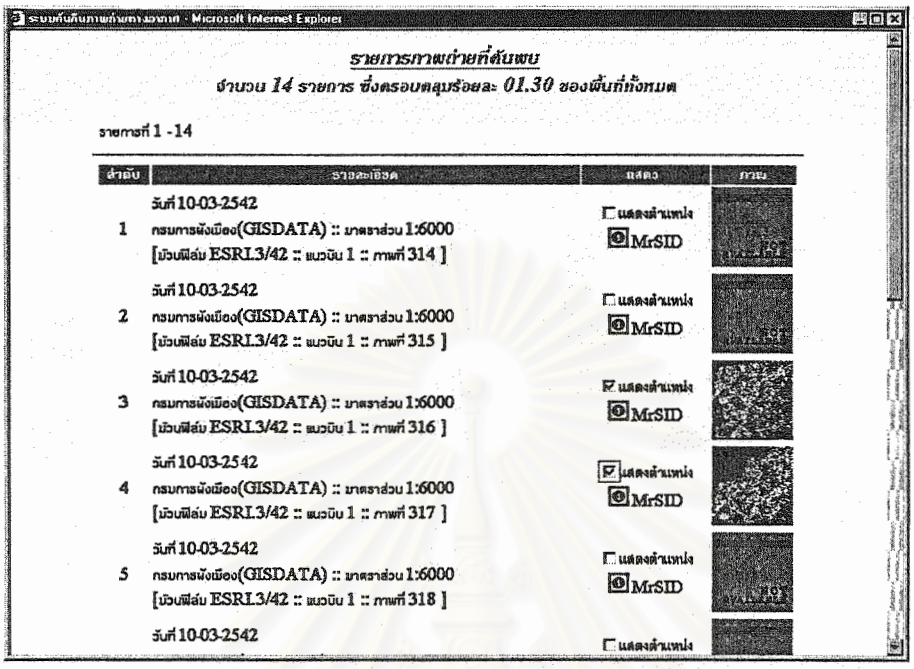
รูปที่ 5.2 เลือกอำเภอจากรายการ



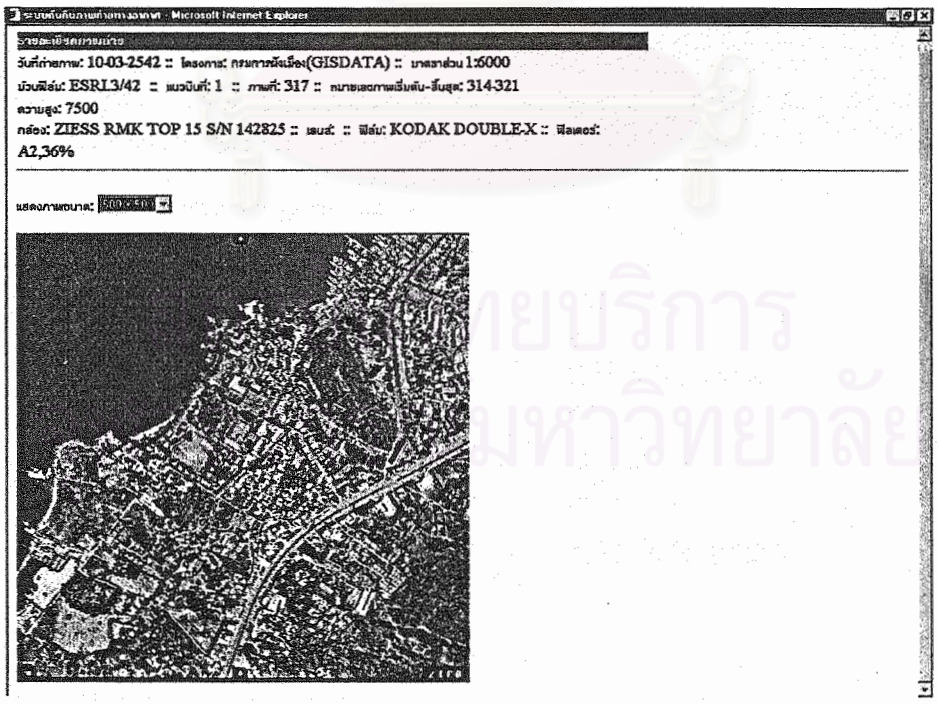
รูปที่ 5.3 กำหนดมาตราส่วนภาพและวันที่ถ่ายภาพ



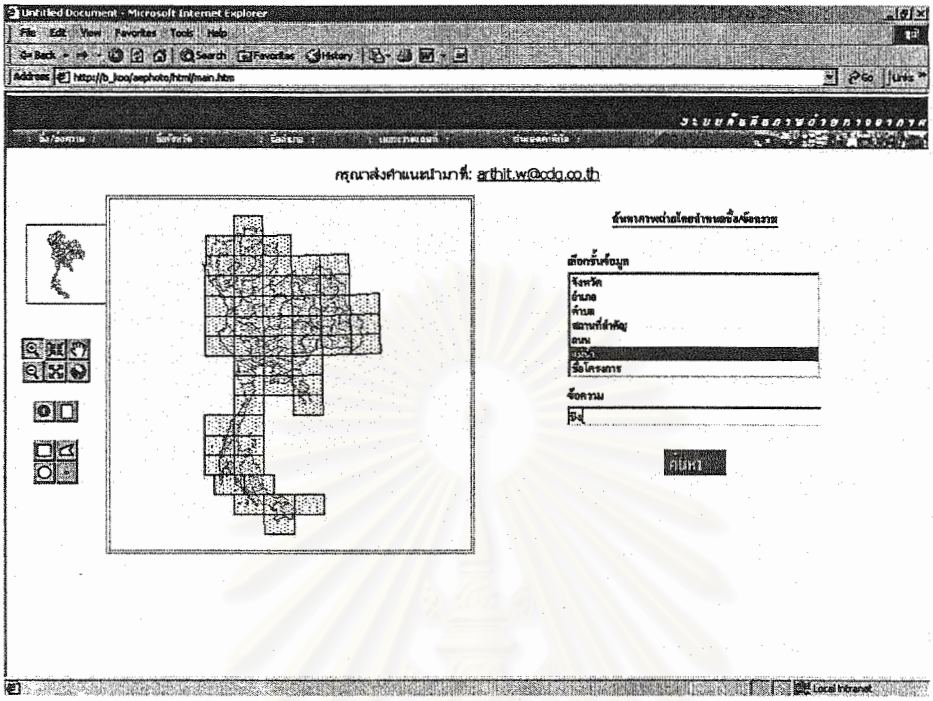
รูปที่ 5.4 แสดงร่างภาพถ่ายจากการค้นหาบนแผนที่



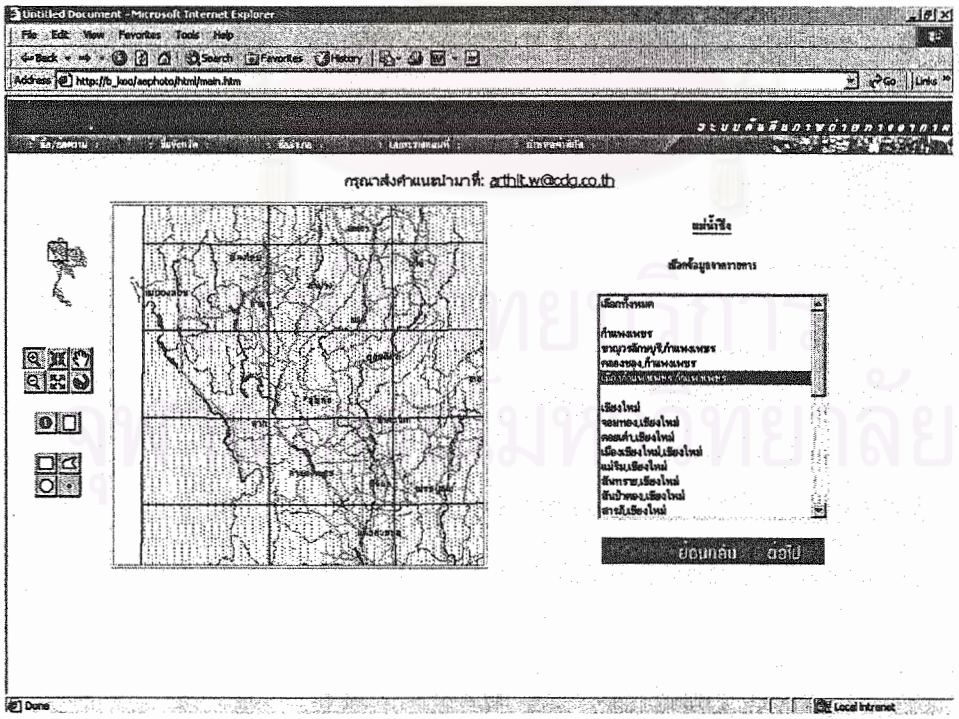
รูปที่ 5.5 แสดงรายละเอียดของภาพถ่ายจากการค้นหา



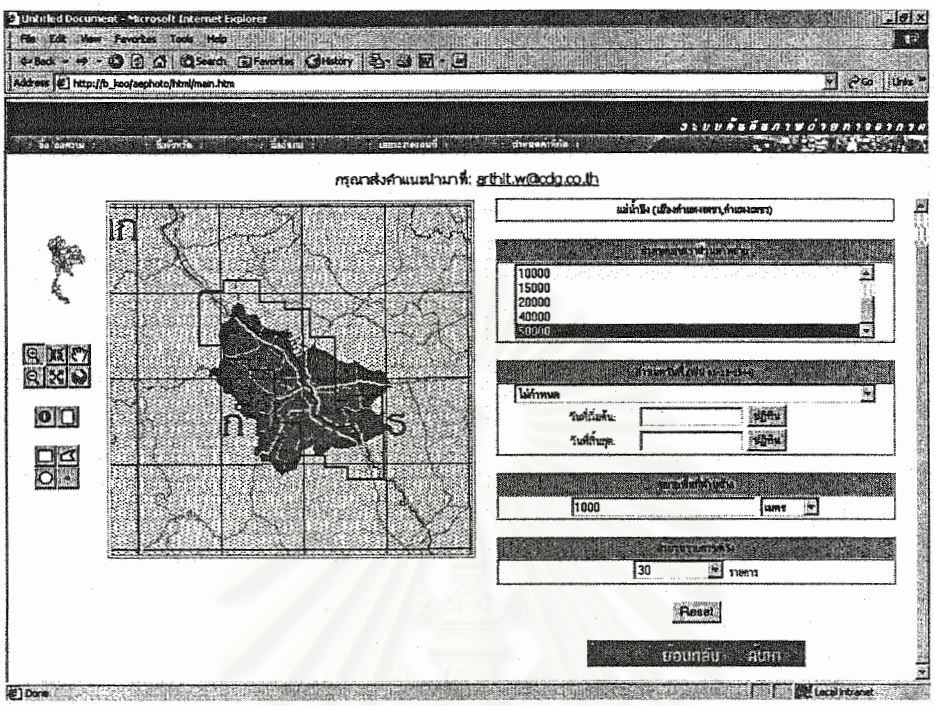
รูปที่ 5.6 เรียกดูภาพถ่าย (Image Preview)



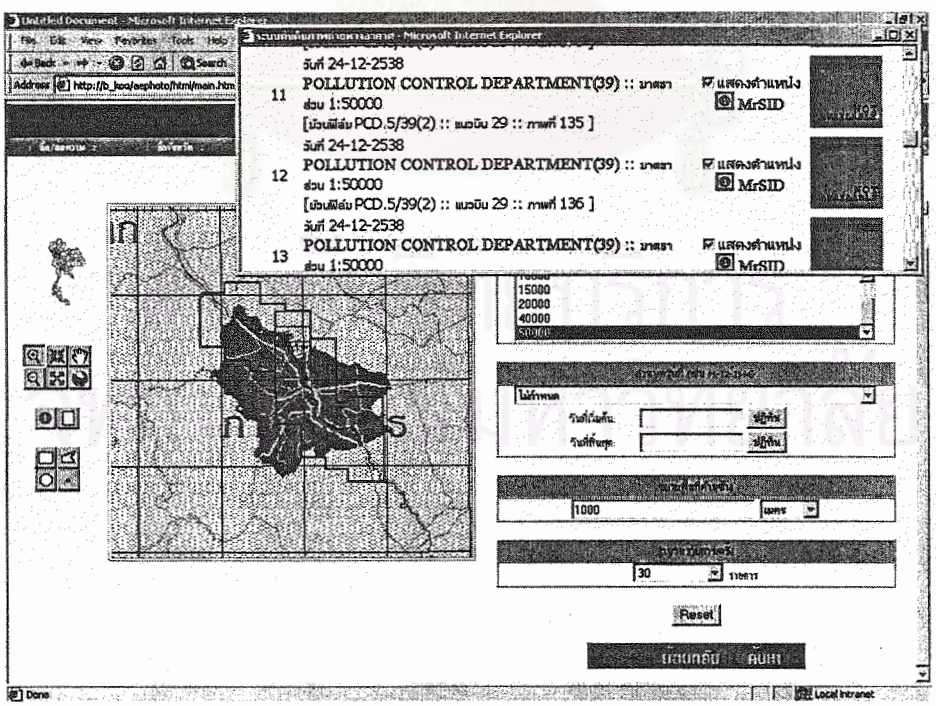
รูปที่ 5.7 การกำหนดชื่อ (แม่น้ำ) ที่ต้องการค้นหา



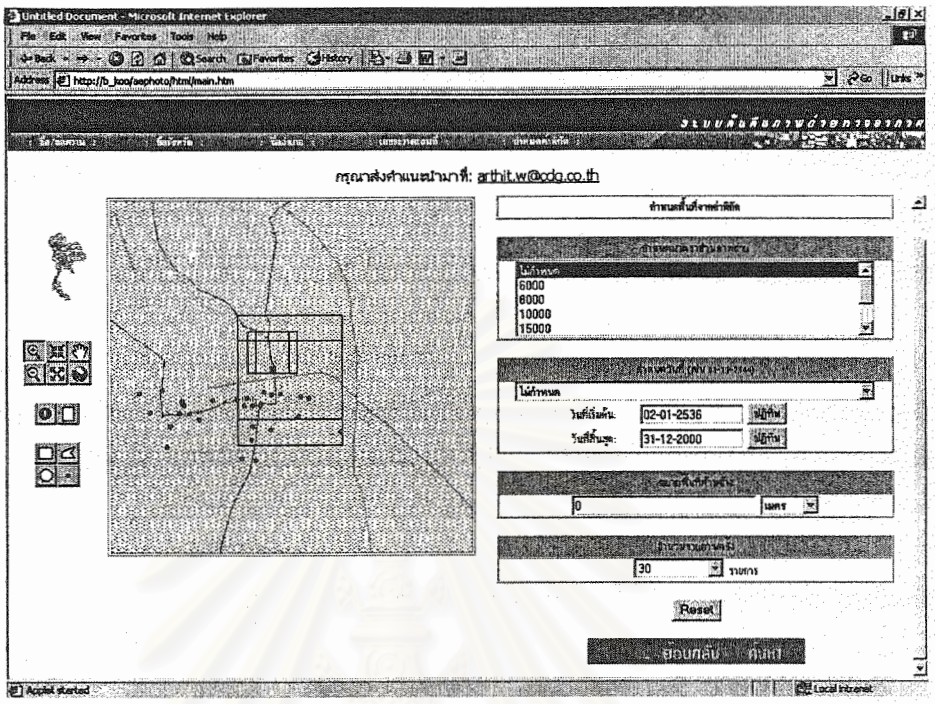
รูปที่ 5.8 เลือกข้อมูลแม่น้ำช่วงที่ผ่านเมืองกำแพงเพชร



รูปที่ 5.9 กำหนดระยะบัฟเฟอร์จากแนวแม่น้ำ



รูปที่ 5.10 ผลการค้นหาจากการทำบัฟเฟอร์



รูปที่ 5.11 ค้นหาภาพถ่ายในเชิงเปรียบเทียบ

รูปที่ 5.12 ผลการค้นหาภาพถ่ายในเชิงเปรียบเทียบ

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ถึงความต้องการของผู้ใช้ ตลอดจนการพัฒนาและทดสอบระบบงาน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ระบบต้นแบบเพื่อการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศเป็นระบบที่ทำให้การค้นหาภาพถ่ายทางอากาศจากคลังข้อมูลภาพถ่ายเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีความถูกต้อง และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเทียบกับการค้นหาโดยวิธีเชิงเอกสาร

2. ในการพัฒนาระบบค้นหาภาพถ่ายทางอากาศบนอินเตอร์เน็ตให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีหลายอย่างประกอบกัน ได้แก่

   1) เทคโนโลยีทางด้านอินเตอร์เน็ต เช่น CGI, Java Applet, JavaScript, HTML เป็นต้น ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้
   2) เทคโนโลยี Internet Map Server ทำให้ระบบสามารถเผยแพร่ข้อมูลแผนที่บนอินเตอร์เน็ตได้
   3) เทคโนโลยี GIS ทำให้การจัดการและประมวลผลข้อมูลแผนที่หรือข้อมูลเชิงตำแหน่งทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ในงานวิจัยได้แบ่งเงื่อนการค้นหาภาพถ่ายเป็น 3 ประเภท คือ 1) เงื่อนไขด้านตำแหน่ง 2) เงื่อนไขด้านเวลา และ 3) เงื่อนไขด้านคุณลักษณะของภาพถ่าย ซึ่งถือได้ว่าเป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่จำเป็นและสำคัญในการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ นอกจากนี้ ยังเป็นเงื่อนไขพื้นฐานสำหรับการค้นหาข้อมูลปริภูมิอื่นๆ อีกด้วย

4. องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ขาดไม่ได้ในงานวิจัย คือ ข้อมูลที่มีการออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสมกับการค้นหา และนำเข้าได้อย่างถูกต้อง ซึ่งได้แก่

   1) ข้อมูลตำแหน่งภาพถ่ายในรูปแบบเส้นแนวบินพร้อมทั้ง Metadata ซึ่งใช้ในการคำนวณและค้นหาภาพถ่าย
   2) ข้อมูลแผนที่ฐาน สำหรับใช้เป็น User Interface ของระบบ เพื่อกำหนดเงื่อนไขในการค้นหาภาพ และเป็นข้อมูลที่ใช้คำนวณหาภาพร่วมกับแนวบินด้วย
   3) ภาพสแกนของภาพถ่ายทางอากาศที่ความละเอียดต่ำ เป็นข้อมูลสำหรับการเรียกดูภาพเบื้องต้น

6.2 ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย

การทดสอบระบบ

1. ถึงแม้ว่างานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานผ่านระบบอินเตอร์เน็ต แต่ในการทดสอบจริงไม่ได้ผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เป็นการทดสอบผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นเท่านั้น เนื่องจากไม่ได้รับอนุญาตให้ติดตั้งจากหน่วยงานที่ทดสอบระบบ อย่างไรก็ตาม การติดตั้งและใช้งานระบบบนอินเตอร์เน็ตสามารถทำได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการแก้ไขส่วนใดของระบบ

2. เนื่องจากศูนย์ข้อมูล กรมแผนที่ทหาร เป็นหน่วยงานของประเทศเพียงหน่วยงานเดียวที่ให้บริการภาพถ่าย จึงเหมาะสมที่จะเป็นสถานที่ทดสอบระบบ อย่างไรก็ตาม การทดสอบระบบที่ศูนย์ข้อมูลไม่สามารถทำได้เนื่องจากขาดแคลนอุปกรณ์ในการทดสอบ

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

3. ถึงแม้ว่า ArcView IMS จะถูกออกแบบมาให้สามารถเผยแพร่ข้อมูลแผนที่บนอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะต้องรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายคน (Multi-user) แต่ความสามารถของ ArcView IMS ยังคงเป็นแบบผู้ใช้คนเดียว (Single user) ดังนั้น การพัฒนาระบบจึงต้องอาศัยการพัฒนา Java Applet ช่วยจัดเก็บสถานะการทำงานของผู้ใช้แต่ละคนไว้ เช่น การย่อ / ขยายภาพ แผนที่โดยที่ยังคงแสดงสถานะการเลือกข้อมูลอยู่ เป็นต้น

4. "esrimap.dll" ซึ่งเป็น CGI ของ ArcView IMS สามารถรองรับ URL จาก Web Browser ได้ยาวสูงสุด 1024 ตัวอักษร ดังนั้น โปรแกรมในส่วนของการแสดงแผนที่จะไม่สามารถทำงานต่อไปได้ เมื่อผู้ใช้มีการเลือกข้อมูลจำนวนมาก เช่น การเลือกข้อมูลตำบลทั้งหมดของกรุงเทพ เป็นต้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ของโปรแกรมด้วย

5. ArcView IMS เป็นซอฟต์แวร์ Map Server ที่ไม่คงทน (Unstable) กล่าวคือ ปัญหาที่เกิดขึ้นในข้อ 5 หรือข้อผิดพลาดอื่นๆ อาจจะทำให้ ArcView IMS หยุดทำงาน และไม่สามารถเริ่มทำงานอัตโนมัติได้ ผู้ควบคุมระบบจะต้อง Restart โปรแกรมที่ Server เอง อย่างไรก็ตาม ปัญหานี้ขึ้นอยู่สภาพแวดล้อมของ Web Server เองด้วย

6.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. การวิจัยนี้จะเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบเพื่อค้นหาภาพถ่ายทางอากาศโดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการหรือการใช้งานภาพถ่ายทางอากาศ เช่น กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด และหน่วยงานอื่นๆ เป็นต้น สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียกใช้ภาพถ่ายทางอากาศภายในหน่วยงานหรือระหว่างหน่วยงานได้ นอกจากนี้ การพัฒนาระบบมิได้จำกัดอยู่เพียงการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์และพัฒนาต่อไปเป็นระบบเพื่อค้นหาข้อมูลปริภูมิอื่นๆ ได้อีกด้วย ในอนาคต

2. ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นช่วยขจัดข้อจำกัดหลายประการในการใช้บริการภาพถ่ายทางอากาศ ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ ระบบก็สามารถตอบคำถามได้ทันที่โดยค้นหาและเรียกดูภาพเบื้องต้น ซึ่งไม่สามารถทำได้เมื่อเทียบกับระบบเดิม และถ้าพัฒนาจนเป็นระบบให้บริการเต็มรูปแบบก็จะเป็นโยชน์แก่สังคมในวงกว้างต่อไป

6.4 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งอาศัยเทคโนโลยี GIS เป็นเครื่องมือช่วยในการค้นหาเชิงตำแหน่ง โดยหลักการทำงานแล้ว สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการค้นหาข้อมูลปริภูมิอื่นๆ ได้โดยอาศัยหลักการเดียวกัน เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลแผนที่ เป็นต้น และปรับเงื่อนไขในการค้นหาข้อมูลให้เหมาะสมกับข้อมูล

2. ArcView IMS ไม่สามารถรองรับปริมาณข้อมูลและผู้ใช้จำนวนมากได้ ดังนั้น หากจะพัฒนาระบบต่อไปควรพิจารณาถึงซอฟต์แวร์ Map Server และ Web Server รวมถึงขีดความสามารถของฮาร์ดแวร์ที่สามารถรองรับปริมาณข้อมูลและผู้ใช้ขนาดนั้นได้

3. การเรียกดูภาพเบื้องต้นผ่านทางอินเตอร์เน็ตจะต้องใช้ภาพที่มีขนาดเล็ก โดยการสแกนภาพที่ความละเอียดต่ำและบีบอัดให้เล็กลง ขนาดของภาพที่ลดลงเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อเทียบกับปริมาณภาพที่มีจำนวนมาก ก็จะทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บภาพได้มากทีเดียว ดังนั้น ประเด็นการศึกษาเพื่อกำหนดขนาดและคุณภาพที่เหมาะสมในการบีบอัดภาพ จึงเป็นเรื่องที่ควรจะมีการศึกษาและพัฒนาต่อไป

4. ประเด็นที่ควรจะพัฒนาถัดไป คือ การขยายระบบจนเป็นระบบให้บริการซื้อขายภาพถ่ายทางอากาศบนอินเตอร์เน็ต ซึ่งเป็นลักษณะของการทำธุรกิจบนสื่ออิเลคโทรนิค (E-Business) ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้บริการภาพถ่ายได้โดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปที่ศูนย์บริการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. สรรเพชญ ชื้อนิธิไพศาล. **การศึกษาการเผยแพร่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านทางอินเตอร์เนต.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
2. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์, ดร., และ อนุเทพ ภาณุมาศตระกูล, ร.อ.. การค้นหาภาพถ่ายทางอากาศจากคลังภาพถ่ายโดย GIS. **วิศวกรรมสาร ฉบับ ว.ส.ท. เทคโนโลยี** ปีที่ 52 เล่มที่ 11 (พฤศจิกายน 2542): 64-68.
3. Evans, J. D. Interoperable Web-based Services for Digital Orthophoto Imagery. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing** Vol.65 No.5 (May 1999): 567-571.
4. Phillips, A. Spatial Data Infrastructure Concepts. **The Australian Surveyor** Vol.44 No.1 (June 1999): 20-28.
5. Environmental Systems Research Institute, Inc. **Using Avenue.** 1996.
6. อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์, ดร., กัลยา พวงสมบัติ, ร.อ.หญิง, และอาทิตย์ วงศ์เยาว์ฟ้า. ระบบต้นแบบเพื่อการค้นหาภาพถ่ายทางอากาศผ่านทางอินเตอร์เน็ต. **การประชุมวิชาการการแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ**, หน้า 31. 17 – 18 ธันวาคม 2544 ณ โรงแรมมณเฑียร ริเวอร์ไซด์ กรุงเทพมหานคร.
7. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. **Catalogue and Browse System** [Online]. แหล่งที่มา: http://gs.gistda.or.th[ธันวาคม 2544]
8. MIT. **MIT Orthophoto Browser** [Online]. 1996. Available from: http://ortho.mit.edu [2001, December]
9. Microsoft. **Microsoft TerraServer** [Online]. 1998. Available from: http://terraserver.microsoft.com[2001, December]
10. USGS. **National Aerial Photography Program** [Online]. Available from: http://edcwww.cr.usgs.gov/Webglis/glisbin/search.pl?NAPP[2001, December]
11. Geoscience Australia. **Austratian Surveying and Land Information Group (AUSLIG)** [Online]. Available from: http://www.auslig.gov.au[2001, December]
12. USGS. **EarthExplorer** [Online]. Available from: http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer [2001, December]
13. USGS. **PhotoFindder** [Online]. Available from: http://edcwww.cr.usgs.gov[2001, December]
14. UCB. **California Air Photo Database** [Online]. Available from: http://library.berkeley.edu/EART/air-catalog.html#form[2001, December]

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

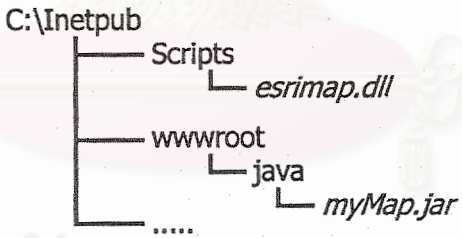
การติดตั้งระบบต้นแบบ

ระบบต้นแบบสำหรับค้นหาภาพถ่ายทางอากาศถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถทำงานได้โดยผ่านทางอินเตอร์เน็ต และอยู่ภาพใต้การทำงานของระบบปฏิบัติการ Microsoft Window ดังนั้น เครื่องที่จะใช้บริการระบบจึงติดตั้งเพียงซอฟต์แวร์ Microsoft Internet Explorer Version 5.0 ขึ้นไป เท่านั้น เพื่อเรียกใช้ระบบจากเครื่องที่ให้บริการระบบ (Server) และในส่วนของเครื่องที่ให้บริการระบบจะต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ ดังนี้

1) ซอฟต์แวร์ Web Server จะแตกต่างกันไปตามระบบปฏิบัติการ ดังนี้

ระบบปฏิบัติการ	Web Server
MS Window 95 หรือ 98	Personal Web Server Version 4.0
MS Window NT Server	Internet Information Service (IIS)
MS Window NT Workstation	Peer Web Server
MS Window 2000	Internet Information Service (IIS)

โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลและไดเรคทอรีหลังจากการติดตั้งซอฟต์แวร์ Web Server จะเป็นดัง (รูปที่ ก.1)

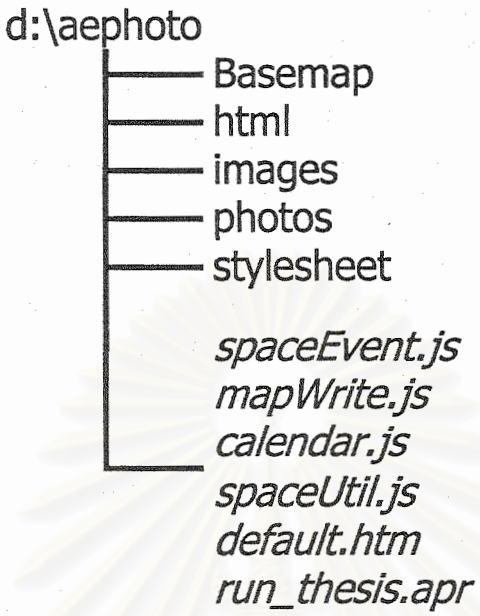


รูปที่ ก.1 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลซอฟต์แวร์ Web Server

แฟ้มข้อมูล esrimap.dll จะเกิดขึ้นเมื่อติดตั้ง ArcView Internet Map Server ส่วนแฟ้มข้อมูล myMap.jar ได้จากการคัดลอกมาจากแฟ้มข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์ระบบต้นแบบ

2) ArcView GIS Version 3.2
3) ArcView Internet Map Server Version 1.0
4) myMap Java Applet (JDK 1.2.2)
5) โปรแกรมประยุกต์ระบบค้นหาภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งจะมีโครงสร้างการจัดเก็บแฟ้มข้อมูลต่างๆ ดังรูปที่ ก.2 (ติดตั้งโดยการคัดลอกทั้งไดเรคทอรี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.2 โครงสร้างแฟ้มข้อมูลโปรแกรมประยุกต์

เมื่อติดตั้งซอฟต์แวร์ที่จำเป็นเสร็จแล้ว จะต้องสร้าง Virtual Directory เพื่อให้สามารถให้บริการระบบผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้ โดยการใช้โปรแกรม Internet Service Manage สำหรับเครื่องที่ติดตั้ง IIS หรือโปรแกรม Personal Web Manage สำหรับเครื่องที่ติดตั้ง Personal Web Server ดังนี้

Virtual Directory	Directory
Aephoto	D:\aephoto
Images	D:\aephoto\images
Photos	D:\aephoto\photos

Virtual Directory	Directory
Scripts	C:\inetpub\scripts
Java	C:\inetpub\wwwroot\java
Temp	C:\temp

ในการติดตั้งระบบบนเครื่อง Server หากมีการเปลี่ยนแปลงชื่อเครื่อง Server จะต้องแก้ไขแฟ้มข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยการแก้ไขค่าตัวแปรให้อ้างอิงชื่อเครื่อง Server ให้ถูกต้อง ดังนี้

แฟ้มข้อมูล	ตัวแปร
spaceEvent.js	serverURL = "http://server"
mapWrite.js	serverURL = "http://server"
Script ชื่อ "web.Initialize ในRun_thesis.apr	_webServer = "server"

ในระหว่างการใช้งานระบบ จะเกิดแฟ้มข้อมูลรูปภาพชื่อ inetxxxxxxxxxx.jpg ขึ้นเรื่อยๆ ภายใต้ไดเรคทอรี C:\temp ของเครื่องที่ให้บริการระบบ แฟ้มข้อมูลเหล่านี้เป็นแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้ชั่วคราว ดังนั้น ผู้ดูแลระบบจะต้องกำหนดช่วงเวลาในการลบแฟ้มข้อมูลเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อมิให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ของหน่วยความจำหลัก

เมื่อติดตั้งซอฟต์แวร์ที่จำเป็นครบแล้ว ระบบจะเริ่มทำงานที่เครื่องให้บริการ โดยการเรียกใช้แฟ้มข้อมูลโปรเจกต์ชื่อ run_thesis.apr และในขณะที่มีการให้บริการโปรแกรมดังกล่าวจะต้องอยู่ในสถานะรอรับการทำงานอยู่ตลอดเวลา สำหรับผู้ใช้บริการสามารถเรียกใช้โปรแกรมโดยใช้ Internet Explorer เรียกมาที่ http://server/aephoto

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

เอกสาร HTML และ JavaSript ที่สำคัญ

1. เอกสาร main.htm

การทำงานของระบบจะเริ่มต้นที่เอกสาร main.htm ซึ่งจะทำหน้าที่แบ่ง Web Page ออกเป็น 7 ส่วน ดังได้กล่าวไว้แล้ว เอกสาร main.htm จะมีลักษณะดังนี้

```
<html>
    <head>
    <title>Untitled Document</title>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
    <script language="JavaScript"></script>
</head>

<frameset rows="112,*,1" frameborder="NO" border="0" framespacing="0" cols="*">
    <frame name="titlefme" scrolling="NO" noresize src="title.htm" frameborder="NO" >
    <frameset cols="520,*" frameborder="NO" border="0" framespacing="0" rows="*">
        <frameset rows="401,*" frameborder="NO" border="0" framespacing="0" cols="*">
            <frameset cols="109,*" frameborder="NO" border="0" framespacing="0" rows="*">
                <frameset rows="155,*" frameborder="NO" border="0" framespacing="0" cols="*">
                    <frame name="ovviewfme" scrolling="NO" noresize src="overview.htm" frameborder="NO">
                    <frame name="toolfme" scrolling="NO" noresize src="tools.htm" frameborder="NO">
                </frameset>
                <frame name="mapfme" scrolling="NO" noresize src="map.htm" frameborder="NO">
            </frameset>
            <frame name="infofme" noresize src="blank.htm" frameborder="NO">
        </frameset>
        <frame name="condifme" src="namesearch.htm" frameborder="NO" noresize>
    </frameset>
    <frame name="extrafme" scrolling="NO" noresize src="blank.htm">
</frameset>
<noframes>
<body bgcolor="#FFFFFF" text="#000000">
</body>
</noframes>
</html>
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เอกสาร mapwrite.js และ map.htm

เป็นเอกสารที่อ้างอิงโดย MapFrame สำหรับการเริ่มต้นการทำงาน (Initialize) ของ Java Applet ซึ่งใช้ในการแสดงและโต้ตอบกับแผนที่ เอกสาร mapwrite.js และ map.htm จะเป็นดังนี้

```
<html>
<head><title>ระบบค้นคืนภาพถ่ายทางอากาศ</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-874">
</head>

<script src="../mapWrite.js"></script>

<body bgcolor="#FFFFFF" text="#000000" leftmargin="0" topmargin="2">
<script language="JavaScript"> openMap(); </script>
</body>
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
var serverURL = 'http://bkoo';
var serviceName = 'aepmap';
var appService = 'aephoto';
var photoService = 'photos';
var cgiName = 'scripts/esrimap.dll';
var baseURL = serverURL + '/' + appService;
function openMap() {
	document.write('<html>\n');
	document.write('<head>\n');
	document.write('<title>ระบบค้นคืนภาพถ่ายทางอากาศ</title>\n');
	document.write('<meta http-equiv\=\"Content-Type\" content\=\"text\/html\; charset\=windows\-874\">\n');
	document.write('</head>\n\n');
	document.write('<body bgcolor\=\"\#FFFFFF\" text\=\"\#000000\" leftmargin\=\"0\" topmargin\=\"2\">\n');
	document.write('<table width\=\"400\" border\=\"1\" cellspacing\=\"2\" cellpadding\=\"0\" height\=\"390\"
			bordercolor\=\"\#999999\" align\=\"center\">\n');
	 document.write('<tr>\n');
	 document.write('  <td><applet code\=\"myMap.class\" codebase\=\"\/java\" archive\=\"\/java\/myMap.jar\"
			width\=\"400\" height\=\"390\" name\=\"myMap\">\n');
	 document.write('	<param name\=serverURL value\=\"' + serverURL + '\">\n');
	 document.write('	<param name\=imageLoc value\=\"\/temp\/thailand.jpg\">\n');
	 document.write('	<param name\=cgiLoc value\=\"\/' + cgiName + '\">\n');
	 document.write('	<param name\=mapService value\="'  + serviceName + '\">\n');
	 document.write('	<param name\=aLeft value\=\"464322.71875\">\n');
	 document.write('	<param name\=aRight value\=\"2667061.14555\">\n');
	 document.write('	<param name\=aTop value\=\"2411238.15625\">\n');
	 document.write('	<param name\=aBottom value\=\"-1040079.20805\">\n');
	 document.write('	<param name\=LayerVis value\=\"111011111111\">\n');
	 document.write('	<param name\=aTargetFrame value\=\"infofme\">\n');
	 document.write('	<param name\=anOvFrame value\=\"ovviewfme\">\n');
	 document.write('  </applet></td>\n');
	 document.write('</tr>\n');
	 document.write('</table>\n');
	 document.write('</body>\n');
	 document.write('</html>\n');
}
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

Class, Method และรูปแบบ URL ใน Applet

Java Applet ที่พัฒนาขึ้นสำหรับการโต้ตอบกับแผนที่ในงานวิจัยนี้ พัฒนาโดยอาศัยเทคโนโลยีการพัฒนาโปรแกรมแบบ Object Oriented Programming ประกอบด้วย Class และ Method ที่สำคัญ ซึ่งทำหน้าที่ในการรับส่งคำสั่งต่างๆ ระหว่าง Applet และ ArcView โดยใช้ URL

http://*server*/scripts/*esrimap.dll*?*nameX*=mapname...

server =	ชื่อเครื่องที่ให้บริการข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต (Web server name)
esrimap.dll =	โปรแกรมซึ่งเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่าง Browser และ ArcView ซึ่งจะเก็บไว้ที่ไดเร็คทอรีชื่อ drive:\inetpub\scripts (Virtual Directory ชื่อ scripts)
nameX =	ชื่อ Map service (ในที่นี้กำหนดเป็นชื่อ aepmap)

นำหน้าและตามด้วยตัวแปรหรือ Argument ซึ่งมีรูปแบบ **"&Key=Value"** (ขั้นด้วยเครื่องหมาย Ampersand "&" ถ้ามี Argument หลายตัว) และรับ URL ซึ่งอ้างอิงไปยังภาพแผนที่ที่สร้างโดย ArcView ในรูปแบบ JPEG พร้อมทั้งตัวแปรที่จำเป็น คือ

http://*server*/temp/*image.jpg*|*left*|*right*|*top*|*bottom*|*targettheme*|*recordset*

server =	ชื่อเครื่องที่ให้บริการข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต (Web server name)
image.jpg =	แฟ้มข้อมูลภาพแผนที่ในรูปแบบ JPEG สร้างจาก ArcView และเก็บไว้ที่ไดเร็กทอรี่ drive:\temp (Virtual Directory ชื่อ temp)
left*|*right*|*top*|*bottom =	ค่าพิกัดของแผนที่
targettheme =	ชั้นข้อมูลที่เลือกไว้ ขั้นระหว่างชั้นข้อมูลด้วย Colon ":"
recordset =	หมายเลขระเบียนที่เลือกไว้ ขั้นระหว่างชั้นข้อมูลด้วย Colon ":" และขั้นระหว่างระเบียนด้วย Comma "," ด้วย

targettheme หรือชั้นข้อมูลจะกำหนดด้วยรหัสของชั้นข้อมูล และกำหนดการแสดงชั้นข้อมูลในตัวแปร ***layervis*** ดังนี้

รหัส	ชั้นข้อมูล	การแสดง
0	Lab_index50.shp	1
1	Lab_index250.shp	1
2	Lab_province.shp	1
3	Test2.shp	0
4	Index250.shp	1
5	Index50.shp	1
6	Land.shp	1
7	Mainroad.shp	1
8	Stream.shp	1
9	Province.shp	1
10	AmphoeId.shp	1
111	Amphoe.shp (ระดับตำบล)	1
112	Amphoe.shp (ระดับอำเภอ)	1
113	Amphoe.shp (ระดับจังหวัด)	1

1 = Visible, 0 = Invisible

1. **Class myMap** ประกอบด้วย Method

1) public void zoomFull(void)

Description: แสดงภาพเต็มของแผนที่

URL:

...&cmd=zoomfull&layervis=layervis&targettheme=targettheme&recordset=recordset

Argument:

layervis = กำหนดการแสดงชั้นข้อมูล

targettheme = ชั้นข้อมูลที่เลือกไว้

recordset = หมายเลขระเบียนที่เลือกไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) public void zoomTo(String param)

Description: แสดงภาพแผนที่ตามขอบเขตที่กำหนดใน Argument

URL:

...&cmd=zoomto&param=param&layervis=layervis&targettheme=targettheme
&recordset=recordset

Argument:

param =	ตัวแปรอื่นที่ได้จากการเรียกใช้ Method ซึ่งจะอยู่ในตัวแปรชื่อ param
layervis =	กำหนดการแสดงชั้นข้อมูล
targettheme =	ชั้นข้อมูลที่เลือกไว้
recordset =	หมายเลขระเบียนที่เลือกไว้

3) public void fzoomOut()

Description: ย่อภาพแผนที่ 2 เท่า

URL:

เรียกใช้ zoomTo โดยส่งค่าพิกัดของแผนที่ในรูปแบบ
&left=left&right=right&top=top&bottom=bottom&dsc=FzoomOut

4) public void fzoomIn(void)

Description: ขยายภาพแผนที่ 2 เท่า

URL:

เรียกใช้ zoomTo โดยส่งค่าพิกัดของแผนที่ในรูปแบบ
&left=left&right=right&top=top&bottom=bottom&dsc=FzoomIn

5) public void locateByAttribute(String aCond)

Description: ค้นหาและแสดงภาพแผนที่ตามเงื่อนไขของการค้นหาแผนที่ เช่น อำเภอศรีราชา เป็นต้น

URL:

...&cmd=locatebyattribute&condition=acon

Argument:

condition =	เงื่อนไขการค้นหาในรูปแบบ targettheme|conditionstring targettheme = รหัสชั้นข้อมูล conditionstring = คำที่ต้องการค้นหาคั่นด้วย Comma ","

6) public void doSearchImage(void)

Description: ค้นหาภาพถ่ายและแสดงผลการค้นหา

URL:

...&cmd=dosearchimage&layervis=layervis&targettheme=targettheme
&recordset=recordset&scale=scale&stdate=stdate&endate=endate&buffer=buffer
&buffunit=buffunit&startitem=startitem&numitem=numitem&ctype=ctype&ccoor=ccoor

Argument:

Layervis =	กำหนดการแสดงชั้นข้อมูล
targettheme =	ชั้นข้อมูลที่เลือกไว้
recordset =	หมายเลขระเบียนที่เลือกไว้
Scale =	มาตราส่วนของภาพถ่าย
Stdate =	วันที่เริ่มต้น
Endate =	วันที่สิ้นสุด
Buffer =	ระยะบัฟเฟอร์
Buffunit =	หน่วยของระยะบัฟเฟอร์
Startitem =	หมายเลขภาพถ่ายเริ่มต้น
Numitem =	จำนวนภาพถ่ายที่จะค้นหา
Ctype =	ประเภทของการค้นหาโดยการกำหนดพื้นที่หรือค่าพิกัด
Ccoor =	ค่าพิกัดที่จะค้นหา

7) private void drawCoordinate(void)
Description: วาดแนวเส้นเมื่อกำหนดพื้นที่บนแผนที่ ได้แก่ รูปสี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยม รูปวงกลม และรูปจุด

8) public void clrCoordinate(void)
Description: ลบภาพเนวเส้นที่กำหนดบนแผนที่

9) public void putFootprint(int aKey, String aVal)
Description: จัดเก็บร่างภาพถ่ายไว้ใน Hashtable เพื่อการอ้างอิงในภายหลัง

10) public void clrFootprint(void)
Description: ลบข้อมูลภาพถ่ายที่เก็บไว้ใน Hashtable

11) public Hashtable getFootprint(int aKey)
Description: รับภาพถ่ายจาก Hashtable โดยใช้ aKey ในการอ้างอิง

12) public String getFpImageNo(int aKey)
Description: รับค่าหมายเลขภาพถ่ายจาก Hashtable โดยใช้ aKey ในการอ้างอิง

13) public String getFpRecordNo(int aKey)
Description: รับค่าหมายเลขระเบียนของภาพถ่ายจาก Hashtable โดยใช้ aKey ในการอ้างอิง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

14) public void setFpLocation(int aKey, String aVal)
Description: จัดเก็บร่างภาพถ่ายพร้อมคำอธิบายไว้ใน Hashtable

15) public void drawFpLocation(void)
Description: วาดร่างภาพถ่ายบนแผนที่

16) public void undrawFootprint(void)
Description: ลบร่างภาพถ่ายบนแผนที่

17) public void setCommand(String cmd) และ public String getCommand()
Description: กำหนดและรับคำสั่งที่ใช้ในการโต้ตอบกับแผนที่ เช่น ZoomIn เป็นการกำหนดสถานะเมื่อนำเมาส์ไปคลิกบนแผนที่ให้เป็นการขยายแผนที่

18) public String getTargetTheme(void) และ public void setTargetTheme(String aTheme)
Description: รับและกำหนดค่ารหัสชั้นข้อมูลเพื่อเลือกชั้นข้อมูล

19) public Double getLeft(void), public Double getRight(void), public Double getTop(void) และ public Double getBottom(void)
Description: รับค่าพิกัดของแผนที่

20) public String getRecordset(void) และ public void setRecordset(String aRec)
Description: รับและกำหนดค่าหมายเลขระเบียนของข้อมูลที่เลือกไว้

21) public String getCondScale(void) และ public void setCondScale(String aScale)
Description: รับและกำหนดค่ามาตราส่วนภาพถ่าย

22) public String getCondDate(void) และ public void setCondDate(String stDate, String enDate)
Description: รับและกำหนดวันที่เริ่มต้นและวันที่สิ้นสุดซึ่งใช้ในการค้นหาภาพถ่าย

23) public String getBuffer(void), public void setBuffer(String aBuffer) และ public void setBufferUnit(String aBuffUnit)
Description: รับและกำหนดค่าระยะบัฟเฟอร์ พร้อมทั้งหน่วยที่ใช้

24) public String getPageControl(void) และ public void setPageControl(String si, String ni)
Description: รับและกำหนดชื่อเฟรมสำหรับแสดงเครื่องมือที่ใช้กับแผนที่ (Tool Frame)

25) public void mysetTargetFrame(String aTarget) และ public String mygetTargetFrame(void)
Description: รับและกำหนดชื่อเฟรมสำหรับแสดงข้อมูลเชิงบรรยายของแผนที่ (Info Frame)

26) public void setOvFrame(String aTarget) และ public String getOvFrame(void)
Description: รับและกำหนดชื่อเฟรมสำหรับแสดง Overview Map (Overview Frame)

27) public void setCoordinateInfo(String cType,String cEach) และ public String getCoordinateInfo(String infoType)
Description: รับและกำหนดค่าพิกัดสำหรับการค้นหาภาพถ่ายโดยการกำหนดพื้นที่บนแผนที่

2. **Class myUtil** ประกอบด้วย Method

1) public static String SendReceiveURL(String theURLStr)
Description: ทำหน้าที่รับและส่ง URL ไปให้ ArcView
Return: URL ของภาพแผนที่และตัวแปรที่จำเป็น

2) public static String[] convertXYAsString(int x, int y, myMap theMap)
Description: ทำหน้าที่ในการแปลงค่าพิกัดของแผนที่ซึ่งมีชนิดข้อมูลเป็น Numeric ให้เป็น String
Return: ค่าพิกัดของแผนที่ในรูปแบบชนิดข้อมูลเป็น String

3) public static double[] convertXYAsDouble(int x, int y, myMap theMap)
Description: ทำหน้าที่แปลงค่าพิกัดของจอภาพให้เป็นค่าพิกัดแผนที่ในรูปชนิดข้อมูลเป็น Double
Return: ค่าพิกัดแผนที่ในรูปแบบชนิดข้อมูล Double

4) public static int[] convertXYAsInt(Double x, Double y, myMap theMap)
Description: ทำหน้าที่แปลงค่าพิกัดแผนที่ให้เป็นค่าพิกัดของจอภาพ
Return: ค่าพิกัดของจอภาพ

5) public static List extractList(String token, String sourceList)
Description: ทำหน้าที่ตัดคำหรือตัวอักษรในตัวแปร sourceList โดยใช้ตัวอักษรใน token เป็นหลัก
Return: List ของคำหรือตัวอักษร

3. **Class waitBox** ประกอบด้วย Method

1) public void showWait(void)
Description: แสดงหน้าต่างเพื่อแสดงสถานะการทำงาน

2) public void hideWait(void)
Description: ซ่อนหน้าต่างแสดงสถานะการทำงาน

ภาคผนวก ง

โครงสร้างฐานข้อมูล

<u>อธิบายสัญลักษณ์ของตารางบรรยายข้อมูล (DATA TYPE)</u>

A,B,C เช่น 50,C,0

A หมายถึง ความกว้างของข้อมูลที่จะจัดเก็บ หน่วยเป็น BYTE

B หมายถึง ชนิดของข้อมูล ประกอบด้วย

- C (Character) หมายถึง ชนิดข้อมูลที่เป็นตัวอักษร
- N (Number) หมายถึง ชนิดข้อมูลที่เป็นตัวเลข
- B (Boolean) หมายถึง ชนิดข้อมูลที่มีค่าเป็นจริงหรือเท็จเท่านั้น
- D (Date) หมายถึง ชนิดข้อมูลที่เป็นวันที่

C หมายถึง จำนวนตำแหน่งจุดทศนิยม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ข้อมูลแผนที่ฐาน (Basemap)

1.1 ขอบเขตการปกครอง (Politic Boundary)

SHAPE FILE: M250BND
ชื่อชั้นข้อมูล: AMP'HOE.SHP
ประเภทข้อมูล: POLYGON
ชื่อตาราง: M250BND.DBF
แหล่งข้อมูล: สำนักงานสถิติแห่งชาติ แผนที่มาตราส่วน 1:250,000
กรมแผนที่ทหาร แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000
กรมการพัฒนาชุมชน (กชช2ค)

VARIABLE	ITEM NAME	DATA TYPE
Province Code	PROV_CODE	2,C,0
Amphor Code	AMP_CODE	4,C,0
Tambon Code	TAM_CODE	6,C,0
Province Thai	PROVINCE_T	50,C,0
Province English	PROVINCE_E	50,C,0
District Thai	DISTRICT_T	50,C,0
District English	DISTRICT_E	50,C,0
Tambon Thai	TAMBON_T	50,C,0
Tambon English	TAMBON_E	50,C,0

รหัสและคำอธิบายรายละเอียด

PROV_CODE รหัสจังหวัด 2 หลัก จากกรมการพัฒนาชุมชน (กชช2ค)
AMP_CODE รหัสอำเภอ 4 หลัก จากกรมการพัฒนาชุมชน (กชช2ค)
รหัสจังหวัด + รหัสอำเภอ
TAM_CODE รหัสตำบล 6 หลัก
รหัสจังหวัด + รหัสอำเภอ + รหัสตำบล
PROVINCE_T ชื่อจังหวัด (ภาษาไทย)
PROVINCE_E ชื่อจังหวัด (ภาษาอังกฤษ)
DISTRICT_T ชื่ออำเภอ (ภาษาไทย)
DISTRICT_E ชื่ออำเภอ (ภาษาอังกฤษ)
TAMBON_T ชื่อตำบล (ภาษาไทย)
TAMBON_E ชื่อตำบล (ภาษาอังกฤษ)

1.2 ถนนหลัก (Main Road)

SHAPE FILE: MAINROAD
ชื่อชั้นข้อมูล: MAINROAD.SHP
ประเภทข้อมูล: LINE
ชื่อตาราง: MAINROAD.DBF
แหล่งข้อมูล: กรมแผนที่ทหาร แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000
กรมทางหลวง

VARIABLE	ITEM NAME	DATA TYPE
Road ID	ROAD_ID	8,C,0
Road Name	ROAD_NAME	80,C,0

รหัสและคำอธิบายรายละเอียด

ROAD_ID รหัสถนนตามหมายเลขทางหลวงของกรมทางหลวง
ROAD_NAME ชื่อถนนของกรมทางหลวง

1.3 เส้นทางน้ำ (Hydro)

SHAPE FILE: STREAM
ชื่อชั้นข้อมูล: STREAM.SHP
ประเภทข้อมูล: LINE
ชื่อตาราง: STREAM.DBF
แหล่งข้อมูล: กรมแผนที่ทหาร แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000

VARIABLE	ITEM NAME	DATA TYPE
Hydro Name	HYDRO_NAME	50,C,0

รหัสและคำอธิบายรายละเอียด

HYDRO_NAME ชื่อแม่น้ำ ลำคลอง

1.4 สถานที่สำคัญ (Landmark)

SHAPE FILE: LAND
ชื่อชั้นข้อมูล: LAND.SHP
ประเภทข้อมูล: POINT
ชื่อตาราง: LAND.DBF
แหล่งข้อมูล:

VARIABLE	ITEM NAME	DATA TYPE
Landmark Name	NAME	80,C,0

รหัสและคำอธิบายรายละเอียด

LANDMARK_NAME ชื่อสถานที่สำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ดัชนีแผนที่ 1:50,000

SHAPE FILE: INDEX50
ชื่อชั้นข้อมูล: INDEX50.SHP
ประเภทข้อมูล: POLYGON
ชื่อตาราง: INDEX50.DBF
แหล่งข้อมูล: กรมแผนที่ทหาร แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000

VARIABLE	ITEM NAME	DATA TYPE
Sheet No	MAPSHEET	7,C,0
Sheet Name English	SHEET_NAME	50,C,0
Sheet Name Thai	THAI_NAME	50,C,0
Edition	EDITION	10,C,0
Year	RTSD_YEAR	4,N,0
Sheet 1:250,000	MAP250K	10,C,0

รหัสและคำอธิบายรายละเอียด

MAPSHEET หมายเลขระวางแผนที่ ประกอบด้วย

- ตัวเลข 4 หลัก
- ตามด้วยเลขโรมัน I, II, III หรือ IV

เช่น 5136III, 4949IV เป็นต้น

SHEET_NAME ชื่อระวางแผนที่ (ภาษาอังกฤษ)
THAI_NAME ชื่อระวางแผนที่ (ภาษาไทย)
EDITION ครั้งที่พิมพ์ เช่น 3-RTSD, 2-DMA เป็นต้น
RTSD_YEAR ปีที่พิมพ์
SHEET250K หมายเลขระวางในสารบัญมาตราส่วน 1:250,000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 ดัชนีแผนที่ 1:250,000

SHAPE FILE: INDEX250
ชื่อชั้นข้อมูล: INDEX250.SHP
ประเภทข้อมูล: POLYGON
ชื่อตาราง: INDEX250.DBF
แหล่งข้อมูล: กรมแผนที่ทหาร แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000

VARIABLE	ITEM NAME	DATA TYPE
Sheet No	SHEET	10,C,0
Sheet Name English	NAME_E	50,C,0
Sheet Name Thai	NAME_T	50,C,0

รหัสและคำอธิบายรายละเอียด

SHEET หมายเลขระวางแผนที่
NAME_E ชื่อระวางแผนที่ (ภาษาอังกฤษ)
NAME_T ชื่อระวางแผนที่ (ภาษาไทย)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ข้อมูลแนวบิน (Flight Line)

SHAPE FILE: TEST2
ชื่อชั้นข้อมูล: TEST2.SHP
ประเภทข้อมูล: LINE
ชื่อตาราง: TEST.DBF
แหล่งข้อมูล: กรมแผนที่ทหาร

VARIABLE	ITEM NAME	DATA TYPE
Project Date	DATE	10,D,0
Project	PROJECT	80,C,0
Roll No	ROLL	20,C,0
Roll ID	ROLLID	20,C,0
Run No	RUN	3,C,0
Start Exposure	START_NO	4,N,0
End Exposure	END_NO	4,N,0
Scale	SCALE	10,C,0
Altitude	ALTITUDE	8,N,0
Film Type	FILMTYPE	50,C,0
Camera	CAMERA	50,C,0
Lense	LENSE	50,C,0
Filter	FILTER	50,C,0

รหัสและคำอธิบายรายละเอียด

DATE วันที่บินถ่ายภาพ (yyyyMMDD) เช่น 19970113
PROJECT ชื่อโครงการที่บินถ่ายภาพ
ROLL หมายเลขม้วนฟิล์ม เช่น “ALRO. 2/40”, “R.T.S.D. 8/40(1)”
ROLLID หมายเลขม้วนฟิล์ม ซึ่งแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถอ้างไปยังไดเรคทอรีได้ เช่น “ALRO-2-40”, “RTSD-8-40-1” (แทนเว้นวรรคและจุดด้วย “-“)
RUN_NO หมายเลขแนวบิน
START_NO หมายเลขเริ่มต้นภาพถ่าย
END_NO หมายเลขสิ้นสุดภาพถ่าย
SCALE มาตราส่วนภาพถ่าย
ALTITUDE ความสูงขณะถ่ายภาพ มีหน่วยเป็นฟุต
FILMTYPE ชนิดของฟิล์ม

CAMERA	รายละเอียดของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพ
LENSE	รายละเอียดของเลนส์
FILTER	รายละเอียดฟิลเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนชื่อ นายอาทิตย์ วงศ์เยาว์ฟ้า เกิดเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2515 ที่จังหวัด สุราษฎ์ธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่ บริษัท อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัด ตำแหน่งผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สารสนเทศภูมิศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย