

การพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพวิดีโอสู่ฐานข้อมูล GIS กรณีศึกษา: ข้อมูลวิดีโอตรวจสอบ
แนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต



นาย พงศ์ปกรณ์ ธีรวงศ์สวัสดิ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE DEVELOPMENT OF DATA EXTRACTION TOOL FROM VIDEO TO GIS DATABASE:
CASE STUDY ON THE RIGHT OF WAY MONITORING VIDEO OF ELECTRICITY
GENERATING AUTHORITY OF THAILAND



Mr. Pongpakorn Threerawongsawad

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Survey Engineering
Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพถ่ายไอทีฐานข้อมูล
GIS กรณีศึกษา: ข้อมูลวิดีโอตรวจสอบแนวสายส่ง
ไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

โดย

นาย พงศ์ปกรณ์ ธีรวงศ์สวัสดิ์


สาขาวิชา

วิศวกรรมสำรวจ

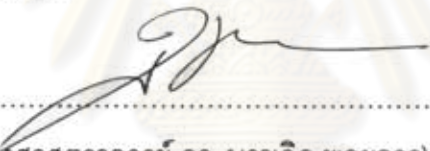
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

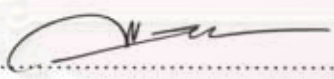
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรรเพชญ์ ชีโอนิธิไพศาล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรรเพชญ์ ชีโอนิธิไพศาล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อธิธิ ตรีสิริสัตยวงศ์)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. สุกิจ วิเศษสินธุ์)

พงศ์ปกรณ์ ธีรวงศ์สวัสดิ์ : การพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพวิดีโอกรณีศึกษา:
ข้อมูลวิดีโอตรวจสอบแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต.

(Development of Data Extraction Tool from Video: Case Study on the Right
of Way Monitoring Video of Electricity Generating Authority of Thailand.)

อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. สรรพชญ์ ชื่อนิติไพศาล, 113 หน้า.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้ดำเนินการจัดหาระบบตรวจแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงด้วย
เฮลิคอปเตอร์ เรียกว่าระบบ Aerial Patrol System (APS) ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ 3 ชนิด
ได้แก่ กล้องถ่ายภาพอินฟราเรด กล้องวิดีโอ และกล้องถ่ายภาพ พร้อมอุปกรณ์ GPS โดยการ
บันทึกค่าวันเวลา และตำแหน่งจะถูกประทับในภาพถ่ายและภาพวิดีโอ ซึ่งสามารถนำมา
จัดสร้างเป็นฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ เพื่อค้นคืนด้วยเงื่อนไขทางตำแหน่งและช่วงเวลา
ที่ต้องการได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลที่
ประทับจากภาพวิดีโอ และนำข้อมูลที่ได้นำมาจัดสร้างเป็นฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศมัลติมีเดีย
โดยใช้แนวคิด Optical Character Recognition (OCR) พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา Matlab
และใช้เทคนิคการเข้าสู่ผ่านวิธี SAD (Sum of Absolute Difference) ร่วมกับเทคนิค Neural
Network โดยการจัดเตรียมชุดข้อมูลผ่านแบบจากข้อมูลวิดีโอ ทุกๆ 5 วินาที 10 วินาที และ
แบบสุ่ม 1 ข้อมูลภาพผ่านแบบ และนำมาใช้ตรวจสอบกับข้อมูลภาพวิดีโอ ทุกๆ 3 วินาที 5
วินาที และ 7 วินาทีของข้อมูลชุดเดียวกับที่นำมาจัดทำชุดข้อมูลผ่านแบบ โดยผลลัพธ์ที่ได้
จากการเทียบกับชุดข้อมูลผ่านแบบทุกๆ 5 วินาที 10 วินาที และแบบสุ่ม 1 ข้อมูลภาพผ่าน
แบบ ได้ความถูกต้องการสกัดข้อมูลที่ 97.0 – 99.0% , 93.5 – 94.0% และ 53.8 – 55.6 %
ตามลำดับ และข้อมูลที่สกัดสามารถนำเข้าสู่ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ และแสดงผลใน
ซอฟต์แวร์สารสนเทศภูมิศาสตร์ รวมถึงสามารถค้นคืนข้อมูลตามเงื่อนไขเวลา และตำแหน่ง
ของข้อมูลวิดีโอ และแสดงผลข้อมูลวิดีโอที่ได้จากการค้นคืน ผ่านเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นได้

ภาควิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....ลายมือชื่อนิสิต.....พงศ์ปกรณ์ ธีรวงศ์สวัสดิ์
สาขาวิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2553.....

5070356321 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEYWORDS : VIDEO/ OPTICAL CHARACTER RECOGNITION/ MATLAB/ MATCHING

PONGPAKORN THEERAWONGSAWAD: DEVELOPMENT OF DATA EXTRACTION TOOL FROM VIDEO: CASE STUDY ON THE RIGHT OF WAY MONITORING VIDEO OF ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND. ADVISOR: ASST. PROF. SANPHET CHUNITHIPAISAN, Ph.D, 113 pp.

EGAT (Electricity Generating Authority of Thailand) has setup transmission line monitoring system using helicopter so-called APS (Aerial Patrol System). The system consists of three kinds of sensors: infrared, video and still camera, together with GPS built-in for recording time and location which are stamped in the recorded video and images. These data is capable of constructing geospatial database to support media query through time and location criteria. The main objective of this research is to study and develop tools to extract data from video and construct multimedia geospatial database from those extracted data. The concept of OCR (Optical Character Recognition) is used, and the data extraction tool is developed using Matlab. The techniques of SAD (Sum of Absolute Difference) and Neural Network are used for data recognition method. The templates of data are prepared from capturing video images every 5 seconds, 10 seconds and 1 random image. These prepared templates are used to determine with video frames, which is the same data set of prepared template data source, during data extraction in every 3 seconds, 5 seconds and 7 seconds. The accuracy of those extracted data comparing with three set of template data is 97.0 – 99.0%, 93.5 – 94.0% and 53.8 – 55.6 % respectively. The extracted data can be imported into geospatial database and also displayed in GIS software. Data query upon the criteria of timing and location of media can be performed through the developed data query tool.

Department : Survey Engineering.....
 Field of Study : Survey Engineering.....
 Academic Year : 2010.....

Student's Signature

Advisor's Signature

Pongpakorn
Sanphet

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ขอกราบ
ขอบพระคุณบิดามารดา อย่างสูงสำหรับการสนับสนุนและความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรรเพชญ์ ชื่อนิติไพศาล อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์จน
เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ รวมทั้งคณะกรรมการสอบ
วิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำ และให้ข้อคิดเห็นในแง่มุมต่างๆ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์
ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้องภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกคนสำหรับความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน
ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่อำนวยความสะดวกในเรื่องข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบ
หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่อง
ทั้งหมด และหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจทุกท่าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	4
บทที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลภาพและการประมวลผล.....	5
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ Optical Character Recognition (OCR).....	6
2.2.1 ประเภทของโอซีอาร์.....	6
2.2.2 โครงสร้างระบบโอซีอาร์.....	7
2.3 การจับคู่แผ่นแบบ (Template matching).....	10
2.3.1 Sum of Absolute Differences (SAD).....	11
2.3.2 Sum of Squared Differences (SSD).....	11
2.3.3 Maximum Absolute Difference (MaxAD).....	11
2.4 Window mask	12
2.5 ฐานข้อมูล PostgreSQL.....	12
2.6 Matlab	14
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	17
3.1 ขบวนการประมวลผลขั้นต้น.....	18
3.1.1 การจัดเตรียมข้อมูลไฟล์วีดิโอระบบ APS เพื่อนำไปใช้ในการสกัดข้อมูล ตัวเลขและตัวอักษร.....	18
3.1.2 การแปลงภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง.....	21
3.1.3 การเตรียมชุดข้อมูลแผ่นแบบ.....	21
3.1.3.1 การกำหนดตำแหน่งที่จะ Crop image.....	23
3.1.3.2 การ Crop ข้อมูล Image สำหรับใช้เป็นชุดแผ่นแบบทดสอบ.....	26
3.1.4 การกำหนดเงื่อนไขความน่าจะเป็นของตัวเลขและตัวอักษร.....	31
3.2 การรู้จำ.....	33
3.2.1 การเข้าคู่แผ่นแบบ.....	33
3.3 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูล.....	35
3.3.1 รูปแบบการโต้ตอบ.....	35
3.3.2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร.....	39
3.4 การนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและอักษรเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL.....	41
3.5 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL.....	42
 บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	 49
4.1 การทดสอบเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร.....	49
4.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษรด้วย การประมวลผลของโปรแกรมสกัดข้อมูล.....	50
4.1.2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษรด้วย สายตา.....	62
4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร.....	66
4.2 การทดสอบเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL.....	68
4.2.1 การนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL.....	68
4.2.2 การทดสอบเครื่องมือเพื่อค้นคืนจากฐานข้อมูล PostgreSQL.....	71

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา.....	77
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	77
5.1.1 ประเด็นสำคัญที่ค้นพบจากงานวิจัย.....	77
5.1.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร.....	78
5.1.3 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคืนข้อมูล.....	82
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	84
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	84
 รายการอ้างอิง.....	 86
ภาคผนวก.....	89
ภาคผนวก ก.....	90
ภาคผนวก ข.....	95
ภาคผนวก ค.....	107
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	113

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ชนิดการเก็บข้อมูล Geometry.....	13
2.2	ร้อยละความผิดพลาดของการระบุบุคคล.....	15
3.1	ไฟล์ก่อนทำการปรับแต่งและหลังการปรับแต่งข้อมูล.....	20
3.2	ตำแหน่ง x, y, Width และ Height เพื่อใช้ในการตัดข้อมูล.....	25
3.3	จำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 28 ตำแหน่งของไฟล์วีดีโอวันที่ 12/jun/2008.....	28
3.4	จำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 28 ตำแหน่งของไฟล์วีดีโอวันที่ 13/jun/2007.....	29
3.5	รูปแบบค่าพิกัดของระบบ GPGGA.....	42
4.1	ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 5 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที.....	53
4.2	ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 5 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 5 วินาที.....	54
4.3	ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 5 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 7 วินาที.....	55
4.4	ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 10 วินาที เทียบกับข้อมูล ทุกๆ 3 วินาที.....	56
4.5	ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 10 วินาที เทียบกับข้อมูล ทุกๆ 5 วินาที.....	57
4.6	ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 10 วินาที เทียบกับข้อมูล ทุกๆ 7 วินาที.....	58
4.7	ค่าทางสถิติของข้อมูลเทียบกับชุดข้อมูลแผ่นแบบหนึ่งรูปเทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที.....	59
4.8	ค่าทางสถิติของข้อมูลเทียบกับชุดข้อมูลแผ่นแบบหนึ่งรูปเทียบกับข้อมูลทุกๆ 5 วินาที.....	60
4.9	ค่าทางสถิติของข้อมูลเทียบกับชุดข้อมูลแผ่นแบบหนึ่งรูปเทียบกับข้อมูลทุกๆ 7 วินาที.....	61

ตารางที่		หน้า
4.10	จุดผิดพลาดของข้อมูลด้วยสายตาเทียบกับชุดข้อมูล 5 วินาที เทียบกับข้อมูล ทุกๆ 3 วินาที, 5 วินาที และ 7 วินาที.....	63
4.11	จุดผิดพลาดของข้อมูลด้วยสายตาเทียบกับชุดข้อมูล 10 วินาที เทียบกับข้อมูล ทุกๆ 3 วินาที, 5 วินาที และ 7 วินาที.....	64
4.12	จุดผิดพลาดของข้อมูลด้วยสายตาเทียบกับชุดข้อมูลรูปเดียวเทียบกับข้อมูล ทุกๆ 3 วินาที 3 วินาที, 5 วินาที และ 7 วินาที.....	65
4.13	ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ระหว่างความถูกต้องของความคล้ายคลึงของภาพที่ นำเข้าและแผ่นแบบและ Frame_no.....	66
4.14	ผลลัพธ์ร้อยละความถูกต้องจากการตรวจสอบข้อมูลด้วยสายตา.....	67
4.15	จำนวนข้อมูลที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL.....	69
5.1	ผลลัพธ์ร้อยละของความถูกต้องของเครื่องมือสกัดข้อมูลและสายตา.....	79
5.2	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบโดยเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษร.....	80

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ข้อมูลไฟล์วีดีโอที่แสดง เวลาและค่าพิกัด.....	2
1.2	การเปรียบเทียบระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่.....	3
2.1	แผนผังประเภทของไอซีอาร์	7
2.2	โครงสร้างระบบไอซีอาร์.....	7
2.3	ภาพที่ต้องการค้นหา (Source) และภาพวัตถุที่สนใจ (Template).....	10
2.4	ลักษณะการเก็บข้อมูลของเว็บไซต์ฐานข้อมูล Multimedia GIS.....	16
3.1	ลำดับขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อสกัดข้อมูล.....	17
3.2	ขั้นตอนการเตรียมและปรับแต่งข้อมูลไฟล์วีดีโอ.....	19
3.3	ข้อมูลไฟล์วีดีโอด้วยโปรแกรม Matlab.....	20
3.4	ลำดับขั้นตอนการแปลงภาพวีดีโอก่อนนำไปทดสอบ.....	21
3.5	ภาพขั้นตอนในการเตรียมแผ่นแบบ.....	22
3.6	ภาพ Crop image	23
3.7	ภาพการ return ค่าตำแหน่งบนภาพ.....	24
3.8	ภาพจุดเริ่มต้นตำแหน่งแกน x,y	24
3.9	ตำแหน่งที่ได้จากการ return ค่าทั้งหมด 28 ตำแหน่ง.....	26
3.10	ข้อมูลตำแหน่งที่ทำการ crop image เพื่อนำมาใช้เป็นแผ่นแบบ.....	26
3.11	โครงสร้างข้อมูลภายใน Folder ที่เก็บภาพแผ่นแบบ.....	27
3.12	ลักษณะการเก็บข้อมูลภาพใน m.file.....	30
3.13	ลำดับการเก็บข้อมูลภาพใน m.file.....	31
3.14	การนำเข้าข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับแผ่นแบบ.....	34
3.15	รูปแบบการโต้ตอบของเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร.....	35
3.16	การนำเข้าข้อมูลไฟล์วีดีโอของระบบ APS.....	35
3.17	การกำหนดช่วงเวลาในการสกัดข้อมูล.....	36
3.18	ส่วนของการบันทึกรูปภาพ Crop mage ไฟล์วีดีโอ.....	36
3.19	ส่วนของการแสดงผลภาพไฟล์วีดีโอ.....	36
3.20	ส่วนการแสดงผลการทำงานของผลการสกัดข้อมูล.....	37
3.21	คำอธิบายของความถูกต้องในแต่ละเฟรม.....	37
3.22	การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ .text.....	38

ภาพที่	หน้า
3.23	ผลลัพธ์การสกัดข้อมูลจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ .text..... 39
3.24	ข้อมูลไฟล์วิดีโอที่นำเข้าเครื่องมือและตัดแบ่งย่อยก่อนนำไปประมวลผล..... 39
3.25	ผลลัพธ์ของการหาผลต่างด้วยวิธี SAD..... 40
3.26	โปรแกรม Navicat Premium..... 41
3.27	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล PostgreSQL..... 42
3.28	เครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL..... 43
3.29	ลำดับขั้นตอนการค้นคืนข้อมูล..... 43
3.30	ช่องเพื่อกรอกข้อมูลที่ต้องการค้นคืน..... 44
3.31	ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูล..... 45
3.32	การกรอกข้อมูลวันที่ต้องการค้นคืน..... 45
3.33	ช่องแสดงผลลัพธ์ของการค้นคืนรายชื่อข้อมูลไฟล์วิดีโอ..... 45
3.34	กราฟแสดงความสัมพันธ์..... 46
3.35	กราฟแสดงระหว่างค่าละติจูดและลองจิจูด..... 47
3.36	กราฟแสดงระหว่าง Time และ Frame_no..... 47
3.37	การกรอกข้อมูลเวลาที่ต้องการค้นคืน..... 48
3.38	ช่องแสดงผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูลเวลา..... 48
3.39	การกรอกข้อมูลเวลาที่ต้องการค้นคืน..... 48
3.40	ช่องแสดงผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูลค่าละติจูดและลองจิจูด..... 48
4.1	ข้อมูลที่ได้จากการสกัดข้อมูลอยู่ในรูปแบบ .text ไฟล์..... 49
4.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (13/jul/2007) 51
4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (13/jul/2007) 51
4.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 1 of 11) 52
4.5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 1 of 11) 52
4.6	การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล PostgreSQL..... 66
4.7	ข้อมูลแนวบินถ่ายบริเวณแนวเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงของเฮลิคอปเตอร์ระบบ APS... 70
4.8	ลักษณะแนวบินถ่ายของเฮลิคอปเตอร์วันที่ 12/jun/2008 1 of 11..... 70
4.9	ตำแหน่งค่าพิกัดของไฟล์วิดีโอวันที่ 12/jun/2008 และวันที่ 13/jul/2007..... 71
4.10	ลักษณะการทำงานของเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL. 72

ภาพที่	หน้า
4.11	การกรอกข้อมูลวันที่ช่วงที่ต้องการค้นคืน..... 72
4.12	ผลรายชื่อไฟล์วิดีโอช่วงวันที่ ที่ทำการค้นคืน..... 73
4.13	ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าละติจูดและ Longitude..... 73
4.14	ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า เวลา และ Frame_no..... 73
4.15	การตรวจสอบบริเวณที่ผิดพลาดด้วยกราฟ..... 74
4.16	การกรอกข้อมูลเวลาที่ช่วงที่ต้องการค้นคืน..... 74
4.17	ผลรายชื่อไฟล์วิดีโอช่วงเวลา ที่ทำการค้นคืน..... 74
4.18	ตัวอย่างเลือกช่วงเวลาซึ่งแสดงผลในลักษณะไฟล์วิดีโอ..... 75
4.19	การกรอกข้อมูลเวลาที่ช่วงที่ต้องการค้นคืน..... 75
4.20	ผลรายชื่อไฟล์วิดีโอช่วงเวลา ที่ทำการค้นคืน..... 75
4.21	ตัวอย่างเลือกค่าพิกัดซึ่งแสดงผลในลักษณะไฟล์วิดีโอ..... 76
5.1	ความใกล้เคียงของข้อมูลตัวเลขและผลกระทบจากพื้นหลัง..... 80
5.2	จุดที่ผิดพลาดผลกระทบจากพื้นหลังและความใกล้เคียงของตัวเลข..... 81
5.3	ผลกระทบพื้นหลังต่อตัวเลขที่มีความคล้ายคลึง..... 81
5.4	การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตัวเลขระหว่างเลข 6 และ 7..... 82
5.5	ตัวอย่างเฟรมที่ค้นคืนและตัวเลขผิดพลาด..... 82
5.6	ข้อมูลค่าพิกัดที่ได้จากการเชื่อมต่อบริเวณข้อมูล..... 83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการสำรวจอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น กล้องรังวัด GPS ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายวีดิโอ เป็นต้น การเก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายทางอากาศมีการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับกล้องวีดิโอช่วยในการสำรวจระยะไกล ตัวอย่างระบบการบินที่ดังกล่าวที่มีใช้ในประเทศไทย ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต มีการจัดหาและติดตั้งระบบตรวจแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงด้วยเฮลิคอปเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพและวีดิโอ เรียกว่าระบบ Aerial Patrol System (APS)

ระบบ APS หรือ Digital Airborne Inspection System ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ 3 ชนิด คือ Infrared Camera, Visible Light Camera และ Still Picture Camera ซึ่งติดตั้งอยู่ใน Gyro-stabilized Gimbal พร้อมอุปกรณ์ GPS ส่วนระบบการจับเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลหรือสืบค้นในภายหลังจะใช้เทปแบบ Mini-DV ภาพถ่ายที่ได้แต่ละครั้งจะเก็บบันทึกในรูปแบบของเทปบันทึกข้อมูลเป็นหลัก(อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์และคณะ, 2551) ระบบ APS เป็นการสำรวจด้วยระยะไกลแขนงหนึ่ง โดยวิธีการบินตรวจสายส่งไฟฟ้าแรงสูงด้วยเฮลิคอปเตอร์ของการไฟฟ้า ซึ่งจะให้ข้อมูลภาพถ่ายวีดิโอที่มีรายละเอียดสูงกว่าภาพถ่ายดาวเทียม จึงสามารถบ่งชี้ได้ชัดเจนว่าสิ่งที่ปรากฏบนพื้นดินคืออะไรขณะที่ทำการบันทึกข้อมูลผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมและเฝ้าตรวจดูได้ในเวลาจริง รวมทั้งสามารถประมวลผลขั้นต้นเพื่อนำไปใช้งานเพื่อตรวจสอบสิ่งกีดขวางหรือบดบังบริเวณเสาไฟฟ้าแรงสูงต่อไป หนึ่งในข้อมูลของระบบนี้คือ ข้อมูลจากภาพถ่ายวีดิโอมีรายละเอียด เวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของประเทศไทย กฟผ. มีการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งมีเครื่องมือเรียกดูข้อมูลที่ได้จากการบินตรวจแนวเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงเป็นระบบค้นคืนผ่านเว็บไซต์ โดยใช้ข้อมูลพิกัดบริเวณแนวเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงเพื่อเรียกดูบริเวณพื้นที่สนใจ โดยระบบได้ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อรองรับค่าที่วัดได้จากระบบ APS ประกอบด้วยค่าเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัดภูมิศาสตร์

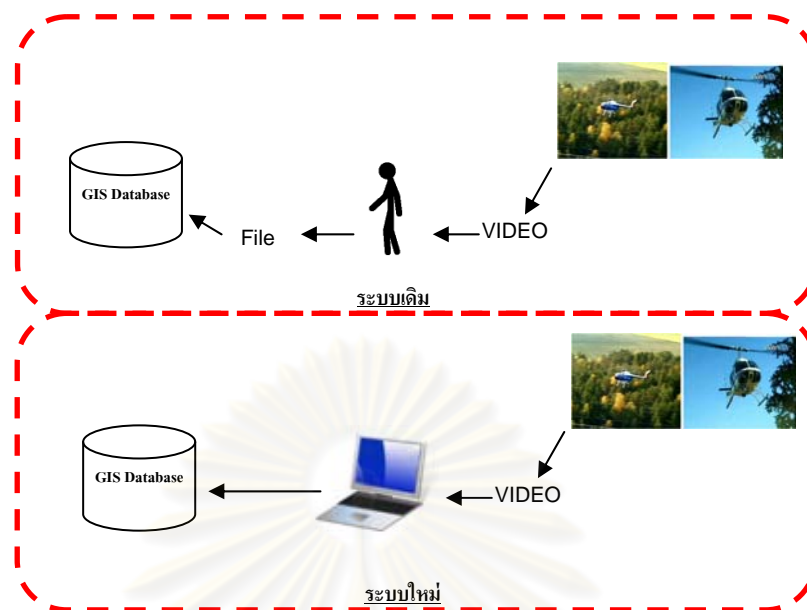
ข้อมูลในการเชื่อมโยงข้อมูลภาพวีดิโอของระบบ APS เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ใช้จากไฟล์ข้อมูลพิกัดตำแหน่งจากอุปกรณ์ GPS ซึ่งสามารถนำมาเป็นตัวเชื่อมโยงตำแหน่งกับเวลาขณะบันทึกภาพ ทำให้สามารถระบุพิกัดของภาพวีดิโอแต่ละเฟรม อย่างไรก็ตามกระบวนการดังกล่าวต้องใช้เจ้าหน้าที่ในการประมวลผลและแนะนำเข้าสู่ข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูลด้วยตนเอง ผู้ปฏิบัติงานต้องทำขั้นตอนในการแยกแยะตัวเลขหรืออักษรของไฟล์วีดิโอด้วยการอ่านค่าด้วยสายตาและยังต้องทำการจดบันทึกด้วยมือ ซึ่งระบบ APS ของ กฟผ. ไม่มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถสกัด

ข้อมูลที่ประทับ(Stamp)บนไฟล์วิดีโอและนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูลอย่างอัตโนมัติ ซึ่งถ้าเป็นระบบอัตโนมัติขั้นตอนเหล่านี้จะถูกแยกแยะด้วยการประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และจัดเก็บข้อมูลจากไฟล์วิดีโอเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลได้ในทันทีซึ่งการเก็บข้อมูลภาพวิดีโอจากระบบ APS บันทึกข้อมูล เวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัดดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ข้อมูลไฟล์วิดีโอที่แสดง เวลาและค่าพิกัด

จากปัญหาการนำเข้าข้อมูล APS เข้าสู่ระบบฐานข้อมูลข้างต้นและแนวคิดที่ต้องการจะสกัดข้อมูลที่มีการประทับบนข้อมูลวิดีโอแบบอัตโนมัติจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่ในการที่จะพัฒนาโปรแกรมที่สามารถรับรู้และแปลความหมายของตัวอักษรหรือตัวเลขเพื่อจัดเก็บข้อมูลที่นำเข้าจากระบบ APS โดยการทดลองครั้งนี้จะใช้โปรแกรม Matlab สำหรับพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลจากภาพวิดีโอและนำเข้าสู่ฐานข้อมูล GIS โดยการดึงค่าข้อมูลที่ประทับบนไฟล์วิดีโอและแปลความหมายของตัวเลขหรืออักษรที่ประทับอยู่บนข้อมูลแต่ละเฟรมที่กำหนดขึ้น การพัฒนาเครื่องมือเพื่อดึงข้อมูลบนแต่ละเฟรมของข้อมูลวิดีโอดังกล่าวมาเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลด้วยการประมวลผลของระบบคอมพิวเตอร์จะสามารถลดขั้นตอนของผู้ปฏิบัติงานและเพิ่มความถูกต้องในเรื่องของตำแหน่งของการถ่ายภาพที่แสดงบนข้อมูลวิดีโอ และจัดทำเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลเพื่อใช้ตรวจสอบข้อมูลที่ได้นำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล โดยโครงสร้างการจัดเก็บจะยึดตามแบบจากระบบค้นคืนข้อมูลของเว็บไซต์ของ กฟผ. โดยรูปที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างระบบการทำงานระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่



รูปที่ 1.2 การเปรียบเทียบระหว่างระบบเดิมและระบบใหม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาวิธีการและประยุกต์ใช้เทคนิค Optical Character Recognition (OCR) ในการสกัดข้อมูลภาพถ่ายวีดีโอ

1.2.2 พัฒนาโปรแกรมด้วย Matlab เพื่อสกัดข้อมูลจากวีดีโอเพื่อนำเข้าสู่ฐานข้อมูล GIS

1.2.3 พัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ค้นคืนข้อมูลวีดีโอจากระบบฐานข้อมูล GIS

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ข้อมูลวีดีโอจากระบบส่งเพิ่มสมรรถนะเฮลิคอปเตอร์ของ กฟผ. ในการบินตรวจสายส่งไฟฟ้าแรงสูงด้วยอุปกรณ์ APS วันที่ 13 ก.ค. 2550 (13 Jul 2007) และวันที่ 12 มิ.ย. 2551 (12 Jun 2008) กฟผ.

1.3.2 เครื่องมือและภาษาที่นำมาใช้ในการพัฒนา

- โปรแกรม Matlab (MATLAB R2008) เป็นหลักและโปรแกรมอื่นๆ
- โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล PostgreSQL

1.3.3 เงื่อนไขข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบ

ใช้ค่าข้อมูลเท่าที่มีตามข้อมูลวีดีโอที่ทดสอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถประยุกต์ใช้เทคนิค OCR ในการสกัดข้อมูลจากภาพวิดีโอ
- 1.4.2 โปรแกรมต้นแบบที่สามารถประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัด
- 1.4.3 โปรแกรมต้นแบบเพื่อค้นคืนข้อมูลวิดีโอจากฐานข้อมูลที่จัดสร้างขึ้น

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 วางแผนขั้นตอนการทำงานและความเป็นไปได้
- 1.5.2 ศึกษาเทคนิคงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.5.3 เตรียมข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดลอง
 - 1.5.3.1 ข้อมูลภาพถ่ายวิดีโอของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจากระบบ APS
- 1.5.4 เตรียมการจัดสร้างโปรแกรมเพื่อสกัดข้อมูลจากภาพถ่ายวิดีโอ
 - 1.5.4.1 ทดลองขั้นตอนการประมวลผลและการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายวิดีโอ
 - 1.5.4.2 จัดสร้างเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลเพื่อใช้แยกส่วนข้อมูลออกจากภาพ
- 1.5.5 พัฒนาเครื่องมือเพื่อจัดเก็บข้อมูลจากระบบ APS เข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL
 - 1.5.5.1 พัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นคืนและแก้ไขโปรแกรม
- 1.5.6 วิเคราะห์ขีดความสามารถของเครื่องมือให้ได้มาซึ่งตัวอักษรและตัวเลข และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลจากโปรแกรมที่ผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้น
- 1.5.7 สรุปผลและจัดทำรายงาน

บทที่ 2

แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับข้อมูลภาพและการประมวลผล

โดยทั่วไปแล้วภาพที่นำมาใช้ในการประมวลผลภาพดิจิทัลนั้นแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ๆ (คณกุล จันทรทรวง, 2552) คือ

1) ภาพเคลื่อนไหว ก็คือภาพนิ่งที่แสดงต่อเนื่องกันโดยจะต้องใช้รูปภาพอย่างน้อย 24 รูปต่อหนึ่งวินาที เนื่องจากสายตาของคนเราเมื่อนำภาพนิ่งมาฉายติดต่อกันมากกว่า 24 รูปต่อหนึ่งวินาที แล้วก็จะมองว่าภาพนั้นเป็นภาพเคลื่อนไหว โดยแยกไม่ออกเนื่องจากมีความเร็วมากเกินไป แต่หากนำภาพนิ่งมาฉายติดต่อกันน้อยกว่า 24 รูปต่อหนึ่งวินาทีแล้ว จะมองเห็นว่าภาพนั้นไม่ต่อเนื่อง

2) ภาพนิ่ง ภาพที่นำมาใช้ในการประมวลผลในคอมพิวเตอร์นั้น ถ้าในระบบ RGB จะใช้ความเข้มแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน ความหมายของภาพนิ่งก็คือมีอยู่เพียงภาพเดียว ภาพนิ่งที่นำมาใช้ก็มีอยู่หลาย Format เช่น .bmp หรือ .jpg เป็นต้น ส่วนใหญ่จะเป็น .bmp เพราะไม่ต้องมาถอดรหัสก่อน เนื่องจากภาพที่เป็น .jpg นั้นมีการบีบอัดภาพให้มีขนาดเล็ก ดังนั้นหากจะนำมาใช้ก็ต้องคลายข้อมูลออกมาก่อนที่จะนำภาพไปประมวลผลต่อไป

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นไฟล์วิดีโอที่ได้จากระบบ APS ซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหวจึงต้องทำการแปลงภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่งแล้วจึงสามารถนำภาพไปประมวลผลเบื้องต้นได้ภาพที่ได้คือ Digital Image เป็นภาพที่ประกอบขึ้นจาก Dots หรือ Pixel เรียกว่า Bit-map คือภาพที่เก็บอยู่ในรูปแบบของดิจิทัล ภาพที่มองเห็นด้วยสายตาทั่วไปนั้นเป็นภาพในลักษณะสามมิติ ส่วนภาพถ่ายหรือภาพที่แสดงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นการแปลงภาพจากสามมิติ มาเป็นภาพสองมิติ โดยการแปลงสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบอนาล็อก (John C. R., 1994) อย่างเช่น ในกล้องวิดีโอจะมีเซนเซอร์ภายในกล้องจะทำการสแกนหรือวัดผลรวมความเข้มแสงที่จุดต่าง ๆ ไปตามแนวสแกนที่เรียกว่า Raster Scan โดยลักษณะการสแกนจะมีทิศทางโดยเริ่มจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวา ภาพที่ได้จากการสแกนจะเป็นภาพแบบต่อเนื่อง (Continuous) ด้วยความเร็วทั่วไปที่ 24 ภาพต่อวินาที เช่นเดียวกันนี้ในเครื่องรับภาพวิดีโอก็จะรับภาพที่ได้มาจากเครื่องถ่ายภาพวิดีโอ และแสดงผลโดยเริ่มจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวาเช่นเดียวกัน แต่ภาพที่ได้มาจากระบบอนาล็อกนั้นยังเป็นภาพแบบต่อเนื่อง ที่ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลได้ ต้องมาทำการแปลงให้เป็นภาพเชิงตัวเลขเสียก่อนโดยแปลงจากภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่ง

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ Optical Character Recognition (OCR)

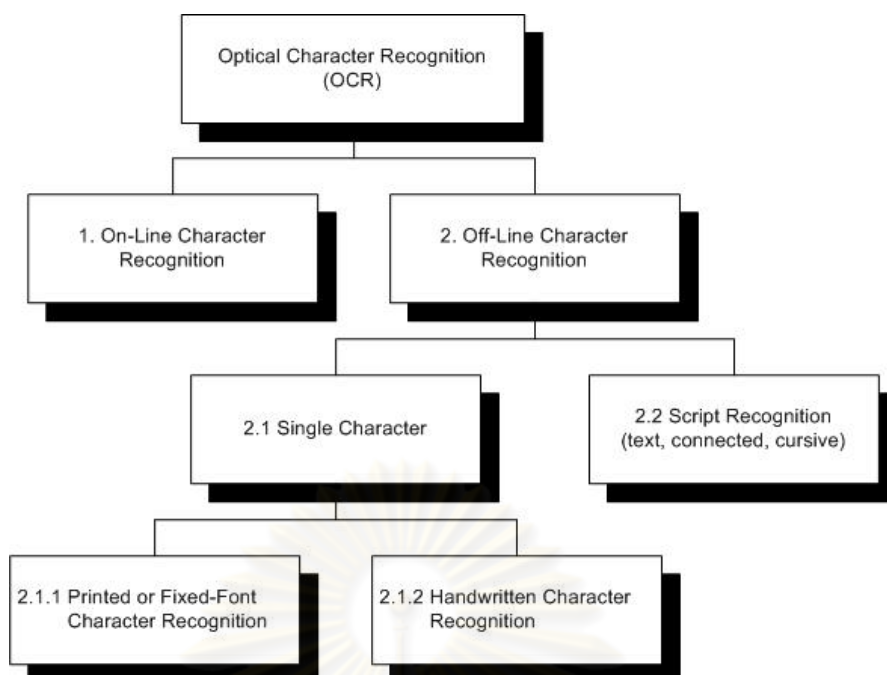
ไอซีอาร์เป็นการรู้จำรูปแบบตัวอักษร ซึ่งเป็นงานวิจัยในสาขาการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถระบุรูปแบบได้อย่างถูกต้อง การจับคู่แผ่นแบบ (Template Matching) พื้นฐานของเทคนิคคือ ภาพลักษณะตัวอักษรจะถูกกราดตรวจ (Scan) ด้วยตัวตรวจจับลำแสง (Photo detector) ผ่านแผ่นแบบ (Template) ซึ่งมีลำแสงยิงผ่าน และเมื่อผ่านแผ่นแบบที่จับคู่ได้ดีกับภาพลักษณะตัวอักษร ตัวตรวจจับลำแสงก็จะรู้จำภาพลักษณะตัวอักษรได้ (Jesse H., 2005)

2.2.1 ประเภทของไอซีอาร์

ไอซีอาร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท (ฉวีชัย หยูแก้ว, 2551) ได้ดังนี้

1) การรู้จำตัวอักษรแบบออนไลน์ (On-line Character Recognition) วิธีการนำเข้าสู่ข้อมูลของกลุ่มนี้ได้มาจากดีจิทัลไจเซอร์ หรือปากกาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ ส่วนการวิเคราะห์ตัวอักษร จะทำในขณะที่มีการลากเส้น เพื่อเขียนตัวอักษร (ออนไลน์) ถ้าจะเทียบความยากง่าย กับการรู้จำลายมือเขียนแบบออฟไลน์ กลุ่มนี้จะง่ายกว่า เพราะจะได้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับทิศทาง และลำดับการลากเส้นมาช่วยด้วย ไอซีอาร์กลุ่มนี้มักมาพร้อมกับอุปกรณ์การเขียน ที่มีการกำหนดพื้นที่ให้นำเข้าสู่ข้อมูล โดยส่วนใหญ่ก็ต้องเขียนทีละตัวอักษร โดยมีรหัสพิเศษเพื่อใช้ในการเขียนตัวอักษรแต่ละตัว ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีไอซีอาร์ มีผลเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของธุรกิจในวงการเครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ ที่เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งต้องอาศัยการใส่ นำเข้าจากปากกาอิเล็กทรอนิกส์แทนคีย์บอร์ด

2) การรู้จำตัวอักษรแบบออฟไลน์ (Off-line Character Recognition) ซึ่งสามารถแยกย่อยเป็นตัวอักษรโดด (Single Character) เช่น การรู้จำตัวพิมพ์แบบฟอนต์เฉพาะ (Printed Fixed-Font Character Recognition) การรู้จำลายมือเขียนแบบตัวโดด (Isolated Handprint Character Recognition (ICR) เป็นต้น และการรู้จำลายมือแบบเขียนต่อเนื่อง (Script Recognition) โดยโครงสร้างประเภทของไอซีอาร์แสดงดังแผนผังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังประเภทของโอซีอาร์ (ธวัชชัย หยูแก้ว, 2551)

ข้อมูลระบบ APS ที่จะใช้ในการทดลองจัดอยู่ในกลุ่มประเภทการรู้จำตัวพิมพ์แบบฟอนต์เฉพาะ (Printed Fixed-Font Character Recognition) เป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ใช้ได้กับตัวอักษรประเภทตัวพิมพ์ที่มีการกำหนดกลุ่มของ ฟอนต์ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับง่ายที่สุดในด้านการพัฒนาเทคนิคในการทำงานของโปรแกรม (ABDELWAHAB Z., 2005)

2.2.2 โครงสร้างระบบโอซีอาร์

โครงสร้างของระบบโอซีอาร์โดยทั่วไปประกอบด้วยการทำงานหลัก 3 ขั้นตอนในแต่ละขั้นตอนประกอบด้วยรายละเอียดดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างระบบโอซีอาร์ (ธวัชชัย หยูแก้ว, 2551)

1) ขบวนการประมวลผลขั้นต้น (Pre-Processing)

ในการทำงานของโปรแกรมโอซีอาร์นั้น ก่อนที่โปรแกรมจะสามารถบอกได้ว่ารูปภาพที่ส่งเข้าไปประกอบด้วยตัวอักษรอะไรบ้าง จำเป็นจะต้องผ่านขั้นตอนที่สำคัญหลายขั้นตอนดังกล่าวนี้นี้มักถูกเรียกรวมกันว่า กระบวนการประมวลผลขั้นต้น ซึ่งเป็นขั้นตอนในการปรับแต่งและจัดเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมกับขั้นตอนการรู้จำต่อไป ขั้นตอนเหล่านี้มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ เพราะหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในส่วนนี้ ก็จะส่งผลกระทบไปยังส่วนถัดไปของระบบด้วย ขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นในโปรแกรมโอซีอาร์ที่สำคัญ ได้แก่

- การกรองข้อมูลแทรกซ้อน (Noise Filtering) มีจุดประสงค์เพื่อลดทอนส่วนของรูปภาพที่เป็นสิ่งแปลกปลอมอันไม่พึงประสงค์ออกไป โดยข้อมูลแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักจะมาจากคุณภาพของเอกสารต้นฉบับที่นำมาทำการอ่าน ซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้ความถูกต้องของโปรแกรมลดลง จึงจำเป็นที่จะต้องจัดการกับส่วนเกินเหล่านี้ออกไปให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ยังไม่มียุติวิธีที่รับรองได้ว่าสามารถจัดการกับข้อมูลแทรกซ้อนได้ โดยสมบูรณ์ ดังนั้นส่วนการรู้จำของโอซีอาร์ก็จะต้องมีความทนทานต่อการแทรกซ้อนเหล่านี้ได้พอสมควร

- การปรับแต่งข้อมูล (Normalization) เป็นการปรับภาพตัวอักษรให้อยู่ในรูปแบบที่ระบบต้องการเพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไป ตัวอย่างการปรับแต่งข้อมูลในโปรแกรมโอซีอาร์ทั่วๆ ไป อาทิเช่น การปรับขนาดรูปตัวอักษร, การปรับตัวอักษรที่เอียงให้ตรง, เมื่อได้ภาพ RGB มาแล้วต้องทำการแปลงภาพให้เป็น Gray Scale เพื่อลดปริมาณข้อมูลภายในภาพเพื่อให้การประมวลผลง่ายขึ้นโดยระดับเทา (Gray Level) เป็นค่าซึ่งระบุความสว่างหรือความเข้ม ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-255 (0 คือระดับมืด 255 คือระดับสว่าง) รวมทั้งพิกัดแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งใช้ระบุตำแหน่งในแถวลำดับภาพ (Image Array) เป็นต้น

- การตัดแบ่งพื้นที่ใช้งาน(Cropping) เป็นการตัดแยกเอาเฉพาะรูปตัวอักษรออกมาจากภาพ เพื่อส่งให้ขั้นตอนการรู้จำในการระบุว่ารูปตัวอักษรนั้นเป็นรหัสอักขระอะไร หลักการพอสั่งเขตที่ใช้สำหรับการตัดรูปตัวอักษรโดยทั่วไปจะใช้พื้นที่สีขาว (สีพื้น) รอบรูปเป็นตัวกำหนดขอบเขตในการตัด ในขั้นตอนนี้มักจะประสบปัญหาที่ส่งผลกระทบต่ออัตราความถูกต้องของระบบโดยรวมอยู่สองปัญหา ปัญหาแรกคือปัญหาตัวติด เกิดจากรูปของตัวอักษรตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมีส่วนที่เชื่อมติดกัน ทำให้ไม่สามารถแยกตัวอักษรออกจากกันโดยใช้พื้นที่สีขาวรอบๆ ได้ จำเป็นต้องหาอัลกอริทึมพิเศษมาช่วยในการแยกตัวอักษรออกจากกัน ส่วนปัญหาที่สองในทางตรงกันข้าม เป็นปัญหาตัวขาดที่รูปตัวอักษรหนึ่งๆ ถูกแยกออกเป็นส่วนๆ ทำให้เวลาตัดตัวอักษรจากตัวเดียวจะได้เป็นสองตัว ซึ่งก็ต้องหาวิธีการเฉพาะสำหรับมาจัดการอีกเช่นกัน

- การสกัดลักษณะสำคัญ (Feature Extraction) เป็นอีกขบวนการหนึ่งที่สำคัญมาก บางตำราใหญ่จะแยกส่วนนี้ออกจากการประมวลผลเบื้องต้น คือจะอยู่ระหว่างขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นกับขั้นตอนการรู้จำ การสกัดลักษณะสำคัญเป็นการดึงเอาโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของตัวอักษรนั้นออกมา โดยโครงสร้างพื้นฐานที่ว่าจะต้องมีการกำหนดไว้ก่อนว่าจะมีอะไรบ้าง มีการนิยามอย่างไร ตัวอย่างเช่น สำหรับภาษาไทยอาจกำหนดว่าตัวอักษรภาษาไทยทั้งหมดประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานคือ เส้นตรง (แนวดิ่ง/นอน) เส้นเอียง หัว (วงกลม) ส่วนโค้ง ส่วนเว้า จุดตกกึ่ง จุดตัด เป็นต้น เมื่อสามารถแยกองค์ประกอบของตัวอักษรแต่ละตัวออกมาได้แล้ว จากนั้นจึงนำเสนอรูปภาพของตัวอักษรนั้นในรูปแบบของรายการขององค์ประกอบพื้นฐานต่างๆ แทน ซึ่งจะถูส่งต่อสำหรับขั้นตอนการรู้จำต่อไป

2) การรู้จำ (Recognition)

ขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจของระบบ เพราะเป็นส่วนที่จะตัดสินว่ารูปตัวอักษรที่ส่งเข้าไปเป็นรหัสตัวอักษรอะไร เช่นเดียวกับส่วนอื่นๆ ที่มีวิธีการหลากหลายซึ่งนำมาใช้เพื่อให้ได้ผลการทำงานที่ดีที่สุด เทคนิคใหม่ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับกับปัญหาที่เกิดจากเอกสารที่มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น เทคนิคเหล่านี้สามารถแบ่งเป็นกลุ่มตามแนวทางหลักที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามทฤษฎี เป็น 4 กลุ่ม คือ วิธีทางการเข้าคู่รูปแบบ (Template Matching) วิธีทางสถิติ (Statistical Approach) วิธีการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง (Structural Analysis) วิธีทางโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) (นราพงษ์ อภิรัตน์วรากุล และ นเรศ เกื้อปัญญากุล, 2552)

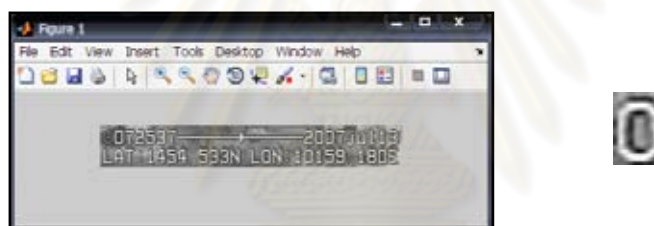
3) ขบวนการประมวลผลขั้นปลาย (Post-Processing)

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนการรู้จำแล้ว รูปตัวอักษรที่ถูกส่งเข้าไปจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นรหัสตัวอักษร ซึ่งก็ไม่ได้หมายความว่าผลลัพธ์ที่ได้มาจะถูกต้องทั้งหมดปัจจุบัน ไม่มีผลิตภัณฑ์ไอซีอาร์ตัวใด ไม่ว่าจะเป็นภาษาใดก็ตามที่รับรองความถูกต้อง 100 % ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องให้แก่โปรแกรมจึงได้มีการเสริมส่วนการตรวจสอบและแก้ไขข้อความเข้ามา โปรแกรมส่วนนี้มักจะทำงานเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำและไวยากรณ์ภาษา โดยมักจะใช้พจนานุกรมมาช่วยในการตรวจสอบคำผิด ซึ่งอาจแก้ไขให้อัตโนมัติหรือแสดงเครื่องหมายบางอย่างเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าคำดังกล่าวอาจไม่ถูกต้อง ซึ่งผู้ใช้อาจแก้หรือไม่แก้ก็ขึ้นกับการตัดสินใจของผู้ใช้เอง นอกเหนือไปจากการตรวจสอบความถูกต้องระดับคำแล้ว โปรแกรมส่วนนี้สามารถเพิ่มอัตราความถูกต้องให้แก่โปรแกรมได้ โดยเฉพาะในส่วนที่นอกเหนือจากความสามารถของส่วนการรู้จำ

2.3 การจับคู่แผ่นแบบ (Template matching)

การจับคู่แผ่นแบบเป็นวิธีการแรกๆ ที่มาใช้ในการรู้จำตัวอักษร หลักการโดยทั่วไปคือ จะต้องมียูนิฟอร์มแผ่นแบบ (Template) ที่สร้างขึ้นสำหรับอ่านตัวอักษร โดยมีการกำหนดตำแหน่งสำคัญที่สามารถใช้แยกแยะความแตกต่างระหว่างตัวอักษรแต่ละตัว โดยการให้นำรูปภาพที่ต้องการอ่านไปทาบบนแบบเพื่อวัดความคล้ายคลึงกันของภาพกับตัวแบบ จากนั้นก็ระบุว่าเป็นรหัสตัวอักษรอะไร โดยใช้ค่าผ่านระดับความเข้มแสงหรือวิธีการบางอย่างในการตัดสินใจ ข้อเสียของวิธีการนี้คือจะค่อนข้างอ่อนไหวต่อข้อมูลแทรกซ้อน ขนาด และการเอียงของตัวอักษร จึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนการปรับแต่งข้อมูลที่ดี

การจับคู่แผ่นแบบ เป็นวิธีการค้นหาตำแหน่งของวัตถุที่สนใจในภาพ (Source) หรือเรียกว่า Region of Interest (ROI) เป็นการกำหนดพื้นที่บริเวณที่สนใจในที่นี่ ROI คือ บริเวณตัวเลขเวลา วัน เดือน ปี ค่า ละติจูดและลองจิจูดเพื่อลดเวลาของการประมวลผลลง โดยการเทียบรูปของแผ่นแบบ (Template) กับทุกๆ บริเวณในภาพที่ต้องการค้นหาตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ภาพที่ต้องการค้นหา (Source) และภาพแผ่นแบบ (Template)

การจับคู่แผ่นแบบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- แผ่นแบบจะถูกเลื่อนไปบนทุกพิกเซลของภาพนำเข้าที่ต้องการ ยกเว้นบริเวณขอบโดยรอบของภาพ ซึ่งบริเวณขอบที่ยกเว้นนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นแบบ
- ในขณะที่แผ่นแบบวางตัวอยู่บนภาพนำเข้า โดยจะทำการคำนวณหาค่าความแตกต่างของค่า Intensity ของทุกๆ พิกเซลที่อยู่บนแผ่นแบบกับทุกๆ พิกเซลของภาพนำเข้าที่อยู่ตำแหน่งเดียวกัน
- เมื่อแผ่นแบบเคลื่อนที่ไปจนครบทั่วทั้งภาพนำเข้าแล้ว และจะทำการหาค่าต่ำสุดของค่าความแตกต่างที่คำนวณได้
- ตำแหน่งของค่าต่ำสุดที่หาได้ คือ ตำแหน่งหรือบริเวณในภาพนำเข้าที่มีวัตถุเหมือนกับภาพแผ่นแบบที่ใช้ในการค้นหานั้นเอง

โดยหลักการของการจับคู่แผ่นแบบมีหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับข้อมูลที่ต่างกันซึ่งมีผลกับความถูกต้องของงานวิจัยโดยวิธีที่ง่ายและใช้โดยทั่วไปมี 3 วิธีคือ Sum

of Absolute Differences (SAD), Sum of Squared Differences (SSD) และ Maximum Absolute Difference (MaxAD) (Matlab and Simulink, 2010)

2.3.1 Sum of Absolute Differences (SAD) ผลรวมของความแตกต่างสัมบูรณ์ เป็นผลรวมค่าสัมบูรณ์ของความแตกต่างระหว่างพิกเซลในภาพต้นฉบับและพิกเซลที่สอดคล้องกันในภาพแม่แบบ เมทริกซ์นี้จะเป็นบรรทัดฐานของภาพที่แตกต่างกัน SAD โดยใช้ค่าที่น้อยที่สุดในการประมาณตำแหน่งที่ดีที่สุดของแม่แบบในการค้นหารูปภาพ ระยะผลรวมของความแตกต่างสัมบูรณ์จะกลายเป็นตัวชี้วัดทั่วไป

$$d_1(I, T) = \sum_{i=1}^n |I_{i,j} - T_{i,j}| \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

2.3.2 Sum of Squared Differences (SSD) ผลรวมของความแตกต่าง Squared เป็นผลรวมกำลังสองของความแตกต่างกันแน่นอนระหว่างพิกเซลในภาพต้นฉบับและพิกเซลที่สอดคล้องกันในภาพแม่แบบ เมทริกซ์นี้จะเป็นบรรทัดฐานที่สองของความแตกต่างของภาพ SSD ตัวชี้วัดโดยทั่วไปจะกลายเป็นระยะทาง:

$$d_2(I, T) = \sum_{i=1}^n |I_{i,j} - T_{i,j}|^2 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

2.3.3 Maximum Absolute Difference (MaxAD) ความแตกต่างสูงสุดของผลลัพธ์ตัวชี้วัดนี้เป็นที่รู้จักกันเป็นระยะทางเมทริกซ์ Uniform โดยใช้จำนวนค่ามากที่สุดของค่าสัมบูรณ์ของความต่างระหว่างพิกเซลในภาพต้นฉบับและพิกเซลที่สอดคล้องกันในภาพแม่แบบนี้ตัวชี้วัดระยะทางให้กฎเกณฑ์ของภาพแตกต่าง ระยะทางจะกลายเป็นตัวชี้วัดทั่วไป MaxAD :

$$d_\infty(I, T) = \lim_{x \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n |I_{i,j} - T_{i,j}|^x \quad \dots\dots\dots (2.3a)$$

หรือ

$$d_\infty(I, T) = \max_i^n |I_{i,j} - T_{i,j}|^p \quad \dots\dots\dots (2.3b)$$

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธี SAD ในการจับคู่แผนแบบ (โสภณ ผู้มีจรรยา, 2553) (ตัวอย่างการจับคู่แผนแบบแสดงการคำนวณอยู่ในภาคผนวก ก.) เนื่องจากข้อมูลอยู่ในที่ใช้ทดสอบ OCR ประเภท Fixed-Front Character Recognition ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงการบิดเบือนของลักษณะอักษรและมุมกล้องมาเกี่ยวข้องซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากและประมวลผลไม่ซับซ้อนซึ่งพอเพียงสำหรับงานวิจัยนี้

2.4 Window Mask

เป็นลักษณะของการเคลื่อนที่ของแผ่นแบบในการวิเคราะห์บริเวณจุดที่สนใจโดยการกำจัดสิ่งรบกวนของภาพโดยวิธีการ Window Mask ช่วยในการประมวลผล ซึ่งจะสามารถปรับเปลี่ยนขนาดได้ การปรับเปลี่ยนขนาดของ Window Mask จะทำให้การกำจัดสิ่งรบกวนมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ก็มีผลทำให้สูญเสียความคมชัดของภาพโดยนำมาใช้ในการ Average Filter โดยที่ Average Filter มีวิธีการหาค่าเฉลี่ยที่ได้จาก Window Mask สามารถหาค่าได้จากสมการที่ 3 ซึ่งมีลักษณะดังนี้ (ธวัชชัย หยูแก้ว, 2551)

$f(i-1, j-1)$	$f(i, j-1)$	$f(i+1, j-1)$
$f(i-1, j)$	$f(i, j)$	$f(i+1, j)$
$f(i-1, j+1)$	$f(i, j+1)$	$f(i+1, j+1)$

ตัวอย่างลักษณะของ Window Mask ขนาด 3x3

$$g(i, j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1, j=1}^{m, n} f(i, j) \quad \dots \dots \dots (2.4)$$

$g(i, j)$ คือ ค่าเฉลี่ยของตำแหน่ง (i, j) ที่นำ Window Mask ไปครอบ

$f(i, j)$ คือ ตำแหน่งที่นำ Window Mask ไปครอบ

M, n คือ ขนาดของ Window Mask ซึ่งมีขนาดเป็น Square Matrix

2.5 ฐานข้อมูล PostgreSQL

PostgreSQL คือ ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (Object-Relational DataBase Management System หรือ ORDBMS) โดยสามารถใช้รูปแบบของภาษา SQL ได้เกือบทั้งหมด และสามารถใช้ Subselects, Transactions, User-defined types และ Functions ระบบจัดการฐานข้อมูล ที่คิดค้นขึ้นมาตั้งแต่ Version แรกๆ และพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

โดย PostgreSQL มีชนิดข้อมูลทางเรขาคณิตแทนสองมิติมีตัววัตถุ แสดงดังตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบทางเรขาคณิตที่มีอยู่ใน PostgreSQL ชนิดพื้นฐานที่สุด จุด เป็นพื้นฐานสำหรับชนิดอื่นๆ ทั้งหมด (PostgreSQL, 1996-2011)

ตารางที่ 2.1 ชนิดการเก็บข้อมูล Geometry

Name	Storage Size	Representation	Description
point	16 bytes	Point on a plane	(x,y)
line	32 bytes	Infinite line (not fully implemented)	((x1,y1),(x2,y2))
lseg	32 bytes	Finite line segment	((x1,y1),(x2,y2))
box	32 bytes	Rectangular box	((x1,y1),(x2,y2))
path	16+16n bytes	Closed path (similar to polygon)	((x1,y1),...)
path	16+16n bytes	Open path	[(x1,y1),...]
polygon	40+16n bytes	Polygon (similar to closed path)	((x1,y1),...)
circle	24 bytes	Circle	<(x,y),r> (center point and radius)

นอกจากการเก็บข้อมูลแบบเรขาคณิตฐานข้อมูล PostgreSQL ยังสนับสนุนการเก็บข้อมูลเวลา Date/Time วันและเวลาที่การป้อนข้อมูลจะยอมรับในเกือบทุกรูปแบบสมเหตุสมผล สำหรับรูปแบบบาง วัน เดือน และปีในวันที่ป้อนข้อมูลการสั่งจะคลุมเครือ และไม่มีการสนับสนุนสำหรับการระบุคำสั่งไว้ของเขตข้อมูลเหล่านี้ การตั้งค่าของพารามิเตอร์ DateStyle เป็น MDY เพื่อเลือกแปลงเดือนวันปี DMY เพื่อเลือกแปลงวันเดือนปี หรือ YMD เพื่อเลือกการตีความเนื้อความของปีเดือนวัน PostgreSQL คือมีความยืดหยุ่นในการจัดการวัน / เวลาว่าต้องใช้ SQL มาตรฐานในการป้อนข้อมูล Date/Time สามารถตั้งค่ารูปแบบผลลัพธ์ชนิดวัน / เวลาหนึ่งตามลักษณะ ISO 8601, SQL (Ingres), POSTGRES ดั้งเดิม (รูปแบบวัน Unix), หรือภาษาเยอรมันค่าเริ่มต้นคือ รูปแบบ ISO (SQL มาตรฐานต้องใช้รูปแบบ ISO 8601 ชนิดวันและเวลาตามมาตรฐาน)

2.6 Matlab

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Matlab เนื่องจากมีเครื่องมือที่สนับสนุนการทำงานด้วย Multimedia และ Image processing และมีเครื่องมือเพื่อช่วยในการเชื่อมต่อโปรแกรม Matlab กับโปรแกรมภาษาอื่น(มนัส สังวรศิลป์ และ วรรัตน์ ภัทรอมรกุล, 2543) พัฒนาเครื่องมือทางด้านการประมวลผลข้อมูลด้วยวีดีโอซึ่งแบ่งแยกเป็นสัดส่วนและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการสนับสนุนเครื่องมือในการทำงานด้าน Multimedia อย่างเช่น การนำเข้าภาพถ่ายและวีดีโอ การดูข้อมูลเบื้องต้นวีดีโอ การวิเคราะห์และการเพิ่มคุณภาพ การแปลงข้อมูล การแปลงทางเลขาคณิต การดำเนินงานทางสัตวศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ วัตถุและระบบการใช้งาน ระบบการประมวลผลเพื่อระบุวัตถุในวีดีโอ การสนับสนุนวีดีโอและการประมวลผลด้วยสมองกล (Matlab Matlab and Simulink, 2010)

Matlab คือ โปรแกรมคำนวณเชิงตัวเลขที่มีสิ่งแวดล้อมในการคำนวณของตัวเอง (Numerical Computing Environment) และมีภาษาเฉพาะตัวในการเขียนโปรแกรมได้ โดย Matlab มาจากคำ 2 คำรวมกัน คือ Matrix และ Laboratory ซึ่งหมายถึง ห้องปฏิบัติการเมทริกซ์

การพัฒนาโปรแกรมด้วย Matlab มีความง่ายและรวดเร็ว เพราะมีไลบรารีจำนวนมาก รองรับการทำงานหลายรูปแบบ และด้วยลักษณะการทำงานเชิงเมทริกซ์ทำให้สามารถจัดการกับอาร์เรย์ได้อย่างสะดวกอีกทั้ง รองรับการทำงานกราฟิกรวมถึง GUI ทำให้สะดวกในการป้อนค่าและแสดงผล นอกจากนี้ ยังสามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์และโปรแกรมภาษาอื่น ๆ ได้โดยสามารถแบ่งประโยชน์ของ Matlab ออกเป็น 3 ประเภท (ปริญญา สงวนสัจย์, 2553) ได้แก่

1) เป็นโปรแกรมคำนวณ ที่รองรับทั้ง เชิงตัวเลข (Numeric) เป็นเครื่องมือในการคำนวณธรรมดา หรือใช้งานฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงได้และ เชิงสัญลักษณ์ (Symbolic) สามารถคำนวณในเชิงตัวแปรได้ เช่น การอินทิเกรต หรือ การแก้สมการต่างๆ แบบติดตัวแปร

2) สามารถเขียนโปรแกรมได้สามารถเขียนแบบ Script ซึ่งทำงานในลักษณะชุดคำสั่งต่อเนื่องหรือเขียนเป็น ฟังก์ชัน เพื่อใช้งานก็ได้ ใช้งานได้ทั้งแบบ Interpret หรือ Compile โดยสามารถ Compile โปรแกรม Matlab ออกมาได้หลายชนิดทั้งแบบ Stalone หรือ Library เช่น .exe หรือ .dll ทั้งยังมี GUI รองรับ โดยสามารถเขียนได้ทั้งแบบใช้ GUIDE (คล้าย Visual Basic) หรือแบบไม่ใช้ก็ได้ รองรับการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุทั้งคลาสของ Matlab เองหรือคลาสของภาษาอื่น Java หรือ .NET สามารถ Debug โปรแกรมได้ และในส่วนของติดต่อกับภาษาอื่นๆ สามารถ Compile ไปเพื่อทำการ Debug ในโปรแกรมอื่นได้ด้วย

3) สามารถติดต่อ หรือใช้งานร่วมกับโปรแกรม ภาษา ฮาร์ดแวร์ หรือแฟ้มข้อมูลรูปแบบต่างๆ โดยสามารถเชื่อมต่อกับภาษา หรือโปรแกรมอื่นๆ ได้ เช่น Java, C/C++, .NET โดยอาจให้

โปรแกรมหลักเขียนโดย Matlab แล้วเชื่อมต่อเพื่อเรียกใช้งานภาษาอื่น หรือโปรแกรมอื่นเป็นหลัก แล้วเรียกใช้งาน Matlab ก็ได้ สามารถอ่านหรือเขียนแฟ้มข้อมูลสื่อสารมาตรฐานได้ เช่น ข้อความ วีดีโอ รูปภาพ เสียง วีดีโอ เป็นต้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Burr D., (1981) การเข้าคู่แผ่นแบบเป็นวิธีที่ง่ายวิธีหนึ่งที่ใช้ในการรู้จำตัวอักษร ในการค้นหาและตัดสินใจระหว่างสิ่งของสองสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันด้วยวิธีการเข้าคู่แผ่นแบบ แผ่นแบบใช้เป็นต้นแบบหรือแบบจำลองในการรู้จำโดยการนำรูปร่างของแผ่นแบบลักษณะต่างๆที่จัดเก็บไปประกอบกับข้อมูลนำเข้า โดยทั่วไปแผ่นแบบจะถูกจัดเก็บรวมๆกันเป็นชุดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประมวลผล ผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการประมวลผลของแต่ละลักษณะการใช้งาน

Pratt W., (1991) ลักษณะสำคัญของรูปภาพเองสามารถพิจารณาโดยใช้ ลักษณะสำคัญของเวกเตอร์ ของโครงสร้างพื้นฐานของความคล้ายคลึงระหว่างแผ่นแบบและรูปที่ภาพที่สนใจโดยอ้างอิงจากภาพ โดยที่ D ความต่างของระยะข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน Z คือภาพที่สนใจ Tj คือแผ่นแบบโดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของระยะผลต่างกำลังสองแสดงดังสมการที่

$$D_j = \sum_{i=1}^M |Z(X_i, Y_i) - T_i(X_i, Y_i)|^2 \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

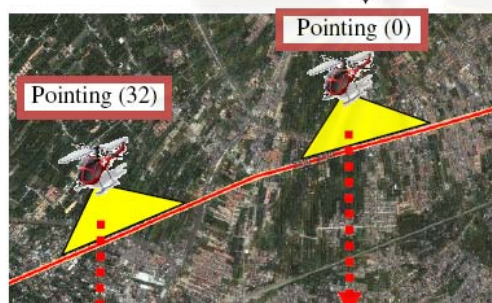
ภัทรภรณ์ อริยปรีชากุล และ นางลักษณ โคววิสารัช(2548) ได้นำเสนอการทดลองหาประสิทธิภาพของระบบในการระบุบุคคลได้จากค่าอัตราการยอมรับบุคคลผิดและอัตราการปฏิเสธบุคคลผิดโดยนำแผ่นแบบที่ได้ของภาพทดสอบมาหาค่าระยะทางกับแผ่นแบบที่อยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมดแล้วกำหนดค่าขีดแบ่งขึ้น สำหรับการหาระยะทางแบบ Regional Correlation เมื่อทำการทดลองโดยการสกัดลักษณะด้วยวิธีการแปลงแบบเวดอนแล้วใช้ฟังก์ชันระยะทาง 4 แบบได้ผลดังตารางที่ 2.2 ของการระบุบุคคลของฟังก์ชันระยะทาง 4 ชนิด

ตารางที่ 2.2 ร้อยละความผิดพลาดของการระบุบุคคล

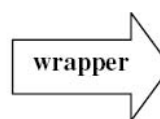
ร้อยละความผิดพลาดของการระบุบุคคล	
ฟังก์ชันระยะทาง	EER (%)
1. Regional correlation	23
2. Euclidean	18
3. Absolute	44
4. S1	56

Soravis S. and Sanphet C., (2009), การจัดการพื้นที่บริเวณเสาไฟฟ้าแรงสูง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้ทำการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าผ่านสายส่งไฟฟ้าบริเวณพื้นที่เสาไฟฟ้าแรงสูง โดยใช้ข้อมูลจากระบบ APS ในการสังเกตการณ์และตรวจสอบแนวสายส่งไฟฟ้าประกอบด้วยภาพถ่ายและวิดีโอ ซึ่งมีข้อมูลภาพถ่ายและวิดีโอจำนวนมากที่ได้ทำการบันทึกและจัดเก็บยากต่อการค้นหา การพัฒนาเว็บไซต์ฐานข้อมูล Multimedia GIS เพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นคืนข้อมูลเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ การจัดการและการรุกร้าบริเวณแนวเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงได้ทันท่วงที โดยพัฒนาเวปฐานข้อมูลอยู่บนมาตรฐานของ WMS และ WFS แสดงดังรูปที่ 2.4

<year-month-date>,<time stamp>,<latitude coordinate>,<longitude coordinate>,<file name>,<time offset>



20070713,072538,1454.542,10159.192,EGAT2_VCD.mpg,0
 20070713,072607,1454.296,10158.793,EGAT2_VCD.mpg,32
 20070713,072623,1454.174,10158.593,EGAT2_VCD.mpg,48



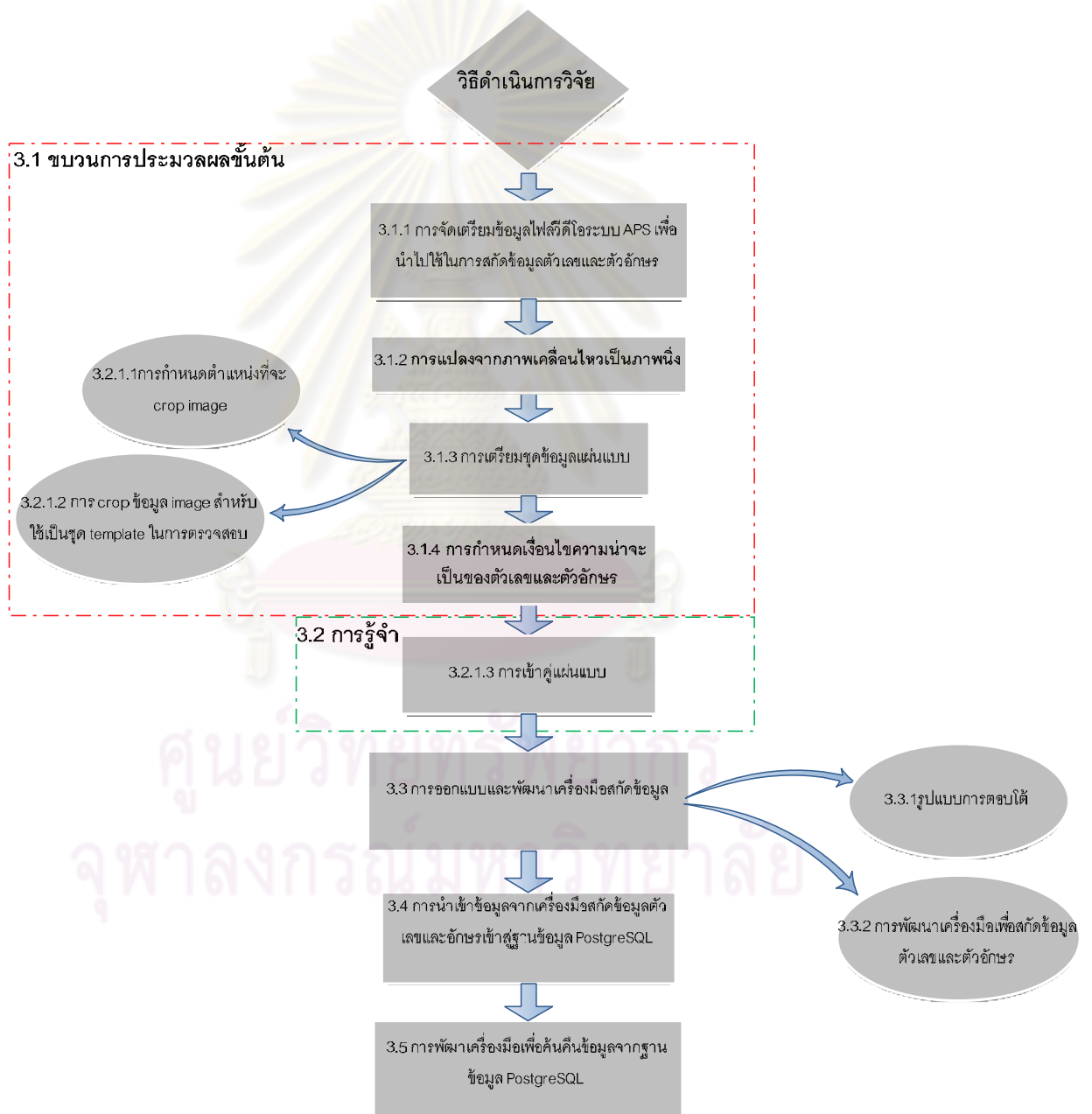
รูปที่ 2.4 ลักษณะการเก็บข้อมูลของเวปฐานข้อมูล Multimedia GIS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาและวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อใช้ในการทดสอบของข้อมูลในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL โดยลำดับขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อสกัดข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อสกัดข้อมูล

3.1 ขบวนการประมวลผลขั้นต้น (Pre-Processing)

3.1.1 การจัดเตรียมข้อมูลไฟล์วิดีโอระบบ APS เพื่อนำไปใช้ในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

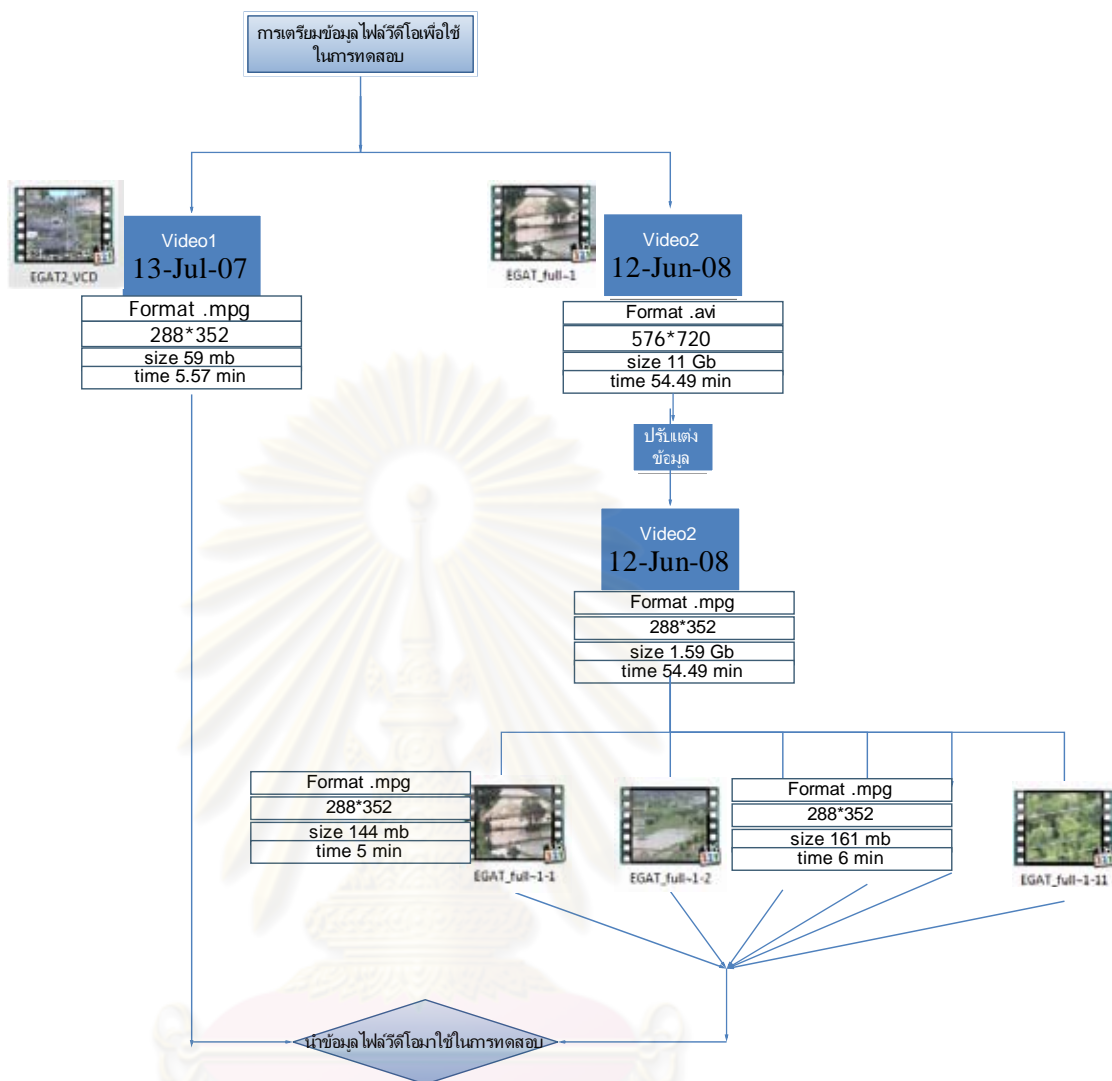
ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ทดสอบ ได้รับจาก กฟผ. จำนวน 2 ไฟล์ ดังนี้

- 1) ข้อมูลบันทึกวันที่ 13 ก.ค. 2550 รูปแบบ .mpg ขนาด 59 MB
- 2) ข้อมูลบันทึกวันที่ 12 มิ.ย. 2551 รูปแบบ .avi ขนาด 11 GB

โดยที่ไฟล์ข้อมูล .avi เป็นรูปแบบข้อมูลที่ได้จากระบบ APS สำหรับ .mpg เป็นรูปแบบข้อมูลที่ได้จากการแปลง .avi และใช้ในโครงการพัฒนาต้นแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อบริหารแนวเขตเดินสายส่งไฟฟ้าโดยประยุกต์ใช้ระบบตรวจแนวสายส่งไฟฟ้าด้วยเฮลิคอปเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีสำรวจระยะไกล เพื่อให้ประมวลผลหาข้อมูลวัน เวลา พิกัด เข้าสู่ฐานข้อมูล

เนื่องจากไฟล์ข้อมูลทั้ง 2 ยังมีขนาดใหญ่เนื่องจากเวลาการบันทึกข้อมูลมากกว่า ทำให้การประมวลผลด้วย Matlab ยังคงปัญหา Memory Error จึงทำการตัดไฟล์ ข้อมูลทั้ง 2 ออกเป็นช่วงเวลาสั้นๆ โดยแบ่งออกเป็น 11 ช่วง ช่วงละ 6 นาที โดยที่แต่ละช่วงจะมีข้อมูลซ้อนทับกัน ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.2 การตัดแบ่งข้อมูลบางส่วนเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบและประมวลผลใช้โปรแกรม Ulead VideoStudio 11 เพื่อให้ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบมีคุณลักษณะเดียวกันจึงทำการแปลง .avi เป็น .mpg และปรับ Resolution ให้มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับไฟล์ .mpg คุณลักษณะของไฟล์ .mpg และไฟล์ .avi แปลงเป็น .mpg แสดงดังตารางที่ 3.1 และตัวอย่างข้อมูลที่เปิดด้วย Matlab แสดงดังรูปที่ 3.3

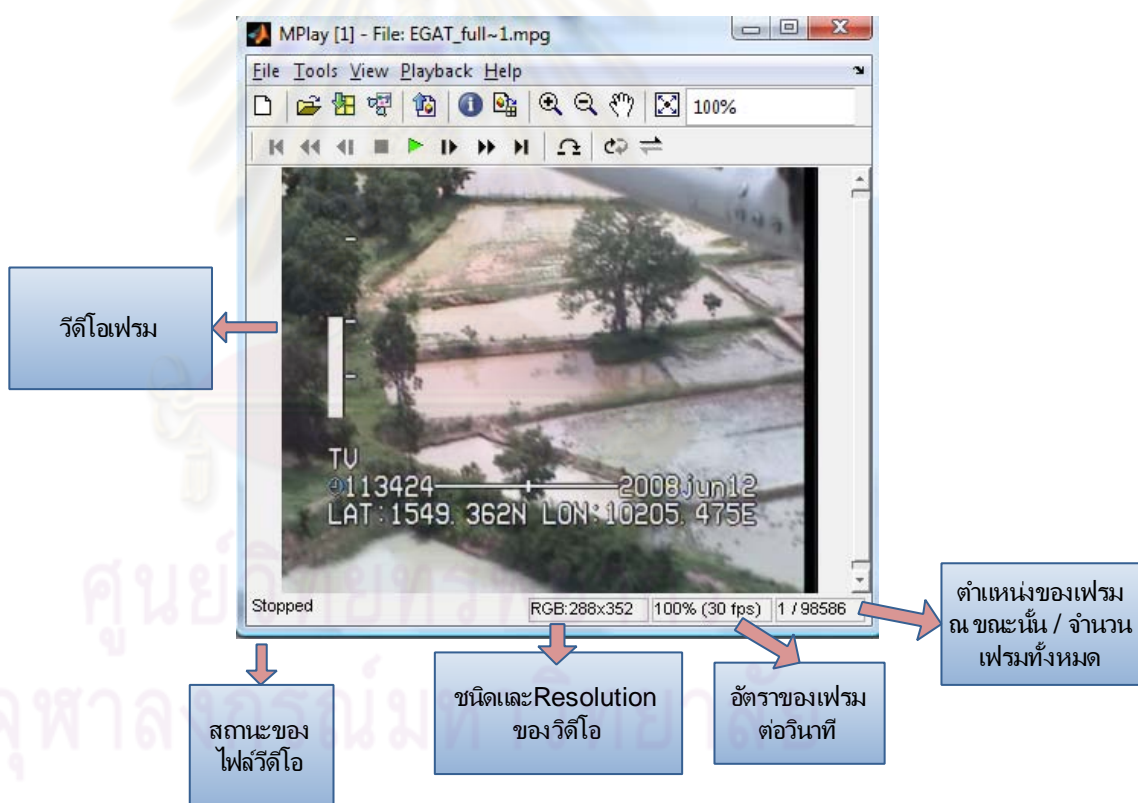
ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมและปรับแต่งข้อมูลไฟล์วิดีโอ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 ไฟล์ก่อนทำการปรับแต่งและหลังการปรับแต่งข้อมูล

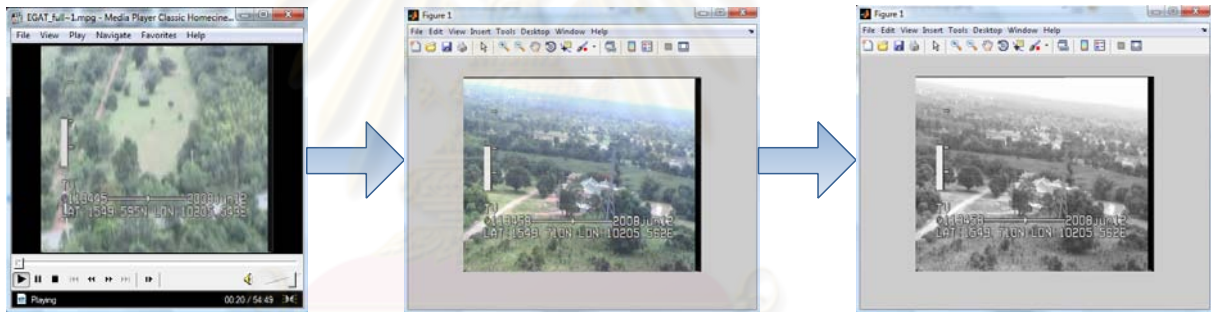
	วิดีโอ 1	วิดีโอ 2(ก่อนแปลง)	วิดีโอ 2(หลังแปลง)
วันที่	13-Jul-07	12-Jun-08	12-Jun-08
ขนาด	59 MB	11 GB	1.59 GB
รูปแบบ	.mpg	.avi	.mpg
เวลา	5.57 min	54.49 min	54.49 min
resolution	288*352	576*720	288*352



รูปที่ 3.3 ข้อมูลไฟล์วิดีโอด้วยโปรแกรม Matlab

3.1.2 การแปลงจากภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง

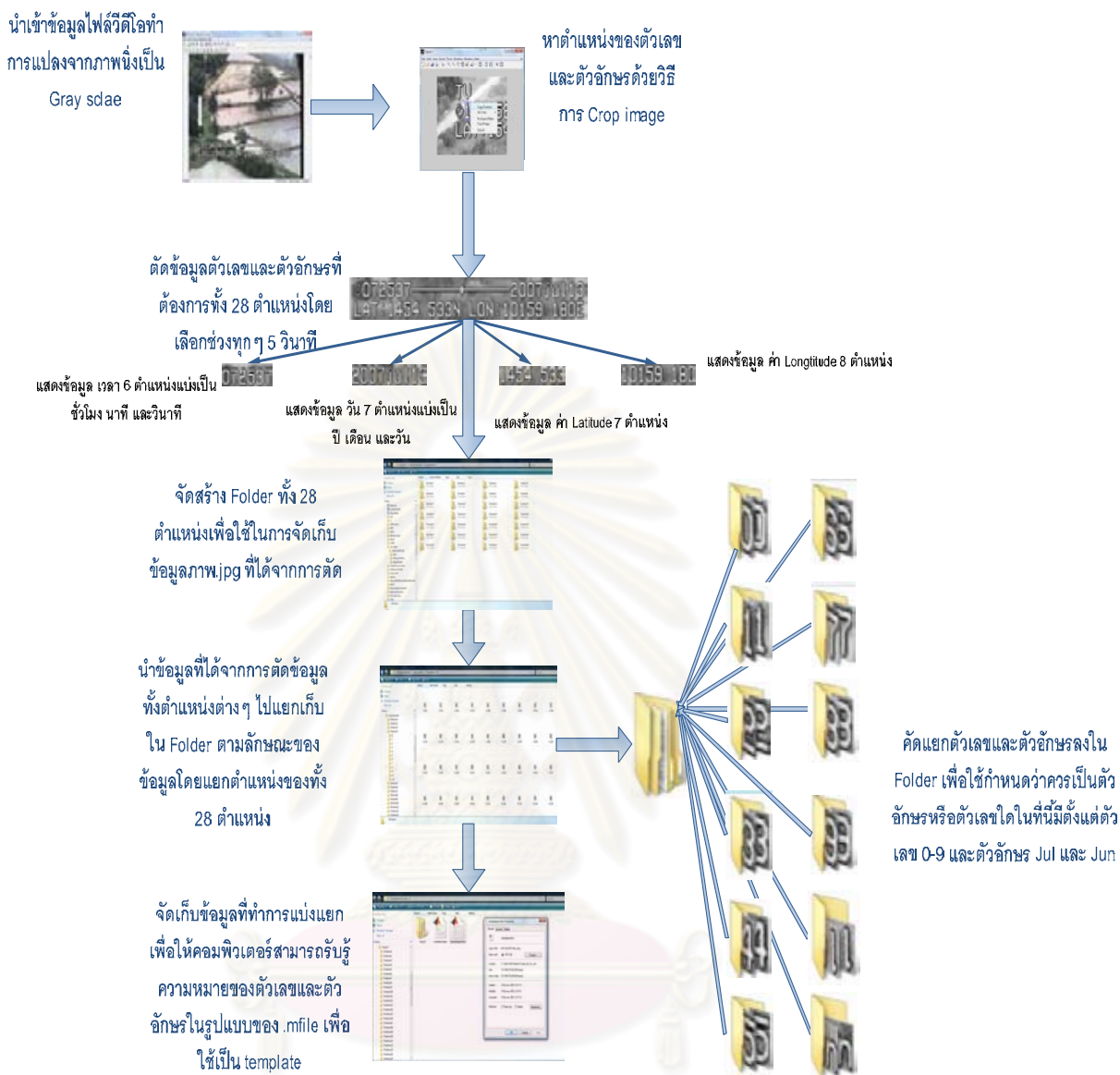
เมื่อได้ข้อมูลที่ทำกรปรับแต่งไฟล์วีดีโอเรียบร้อยแล้วลำดับต่อไปจะแสดงขั้นตอนในการแปลงจากภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่งเพื่อใช้ในเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร โดยนำเข้าข้อมูลวีดีโอระบบ APS ข้อมูลที่ใช้ทดสอบเป็นวีดีโอแบบดิจิทัล (Digital Video) ซึ่งจัดเก็บอยู่ในรูปของไฟล์คอมพิวเตอร์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำสำเนาได้และสามารถปรับแต่งแก้ไข การแปลงจากภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง (เฟรม) โดยการนำเข้าภาพถ่ายวีดีโอ ประกอบด้วยการเรียงต่อภาพนิ่งเป็นเรื่องราวเพื่อแปลงภาพเป็นภาพนิ่ง ก่อนนำภาพนิ่งแต่ละเฟรมไปประมวลผล จากการทดสอบได้เลือกใช้ข้อมูลภาพนิ่งเนื่องจากคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแยกแยะและประมวลผลข้อมูลที่ต่อเนื่องกันได้ทีเดียวจึงต้องทำการประมวลผลทีละเฟรมประกอบด้วยระดับสีแดง เขียว และน้ำเงิน(ภาพสี) แล้วจึงนำไปสู่กระบวนการแปลงจากภาพสีเป็นภาพเฉดเทา เพื่อลดข้อมูลในการประมวลผลภายในภาพและนำมาใช้ในการสกัดข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าละติจูดลองติจูด แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการแปลงภาพวีดีโอก่อนนำไปทดสอบ

3.1.3 การเตรียมชุดข้อมูลแผนแบบ

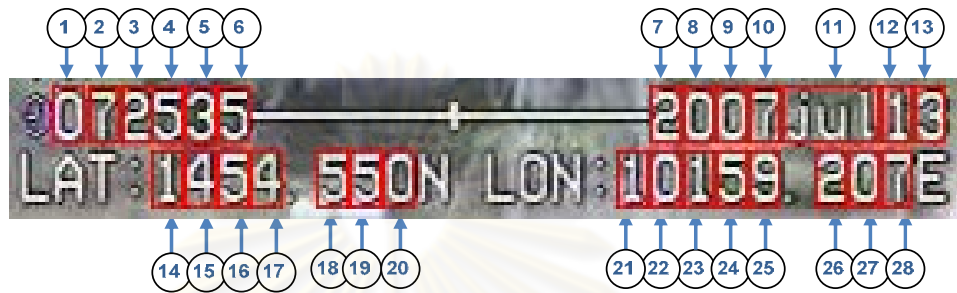
จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่งข้างต้นเราจะนำข้อมูลที่ได้จากการแปลงภาพดังกล่าวซึ่งอยู่ในรูปแบบภาพเฉดเทามาทำการ Crop Image เพื่อให้ได้ตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บข้อมูลแต่ละตำแหน่งอยู่ในรูปแบบ folder จัดเก็บข้อมูลภายใน Folder แต่ละตำแหน่งทำการแยกข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ m.file ขั้นตอนการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 3.5



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 รูปที่ 3.5 ภาพขั้นตอนในการเตรียมแผ่นแบบ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

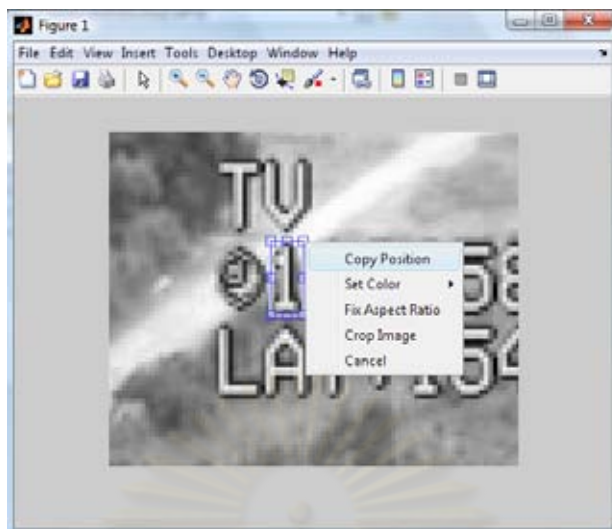
3.1.3.1 การกำหนดตำแหน่งที่จะ Crop Image

ในงานนี้ได้ทำการแปลงภาพแต่ละเฟรมในไฟล์วิดีโอให้เป็นภาพ Gray Scale เพื่อลดปริมาณข้อมูลในการวิเคราะห์โดยตัดข้อมูลออกเป็น 28 ตำแหน่ง ในที่นี้คือข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัด โดยกำหนดตำแหน่งในการ Crop Image ดังรูปภาพที่ 3.6 ของแต่ละข้อมูลตัวเลข และตัวอักษรทั้งหมด 28 ตำแหน่ง เป็นการเตรียมแผ่นแบบเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูล

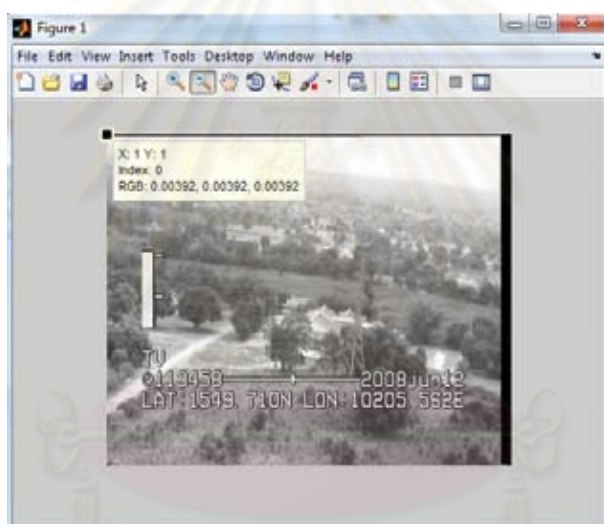


รูปที่ 3.6 ภาพ Crop Image

การจะได้มาซึ่งตำแหน่งที่จะ Crop นั้นทำได้โดยอาศัยเครื่องมือ Matlab ในการเรียกดูข้อมูลภาพเบื้องต้น โดยการดึงภาพแต่ละเฟรมเพื่อนำมาทำการ Crop Image โดยใช้คำสั่งจาก Image Tool ทำการเลือกภาพที่จะ Crop บริเวณข้อมูลที่เราสนใจเพื่อลดขั้นตอนการประมวลผลการด้วยวิธีการ Crop Image ซึ่งเป็นการหาตำแหน่งของข้อมูลภายในภาพเฉพาะตำแหน่งข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัด เพื่อหาตำแหน่งขอบเขตของข้อมูลที่เราสนใจแล้วใช้คำสั่ง Copy Position ภายใน Matlab จะมีเครื่องมือให้สามารถคัดลอกตำแหน่งของข้อมูลที่ทำกร Crop Image แสดงดังรูปที่ 3.7 เพื่อให้โปรแกรมทำการ Return ค่าของข้อมูล ณ ตำแหน่งดังกล่าว ซึ่งจะแสดงเป็น $[x,y,w,h]$ โดยที่ x คือตำแหน่งในแนวแกน x , y คือตำแหน่งในแนวแกน y , w คือความกว้างของรูปที่ทำกร Crop และ h คือความสูงของรูปที่ทำกร Crop โดยยึดตำแหน่งตามรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 ภาพการ return ค่าตำแหน่งบนภาพ

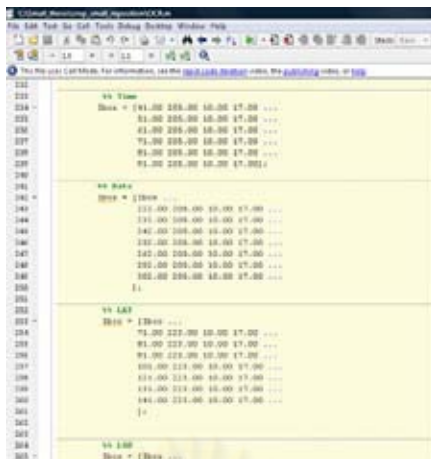


รูปที่ 3.8 ภาพจุดเริ่มต้นตำแหน่งแกน x,y

เมื่อได้ตำแหน่งของข้อมูลทั้ง 28 ตำแหน่งจากการ Crop Image การทดสอบจะต้องใช้แผ่นแบบตามตำแหน่งของข้อมูลของตนเอง โปรแกรม Matlab จะทำการ Return ค่าของบริเวณที่ข้อมูลแสดงแต่ละตำแหน่งดังตารางที่ 3.2 ซึ่งจะแบ่งย่อยเป็น Time, Date, Lat และ Long มาทำการสร้างเป็นแผ่นแบบเพื่อใช้ในกระบวนการ Template Matching และทำการป้อนคำสั่งเพื่อกำหนดตำแหน่งและบริเวณข้อมูลที่จะทำการ Crop เพื่อเปรียบเทียบระหว่าง ภาพวัตถุที่สนใจ และภาพที่ต้องการค้นหาแสดงดังรูปที่ 3.9

ตารางที่ 3.2 ตำแหน่ง x, y, Width และ Height เพื่อใช้ในการตัดข้อมูล

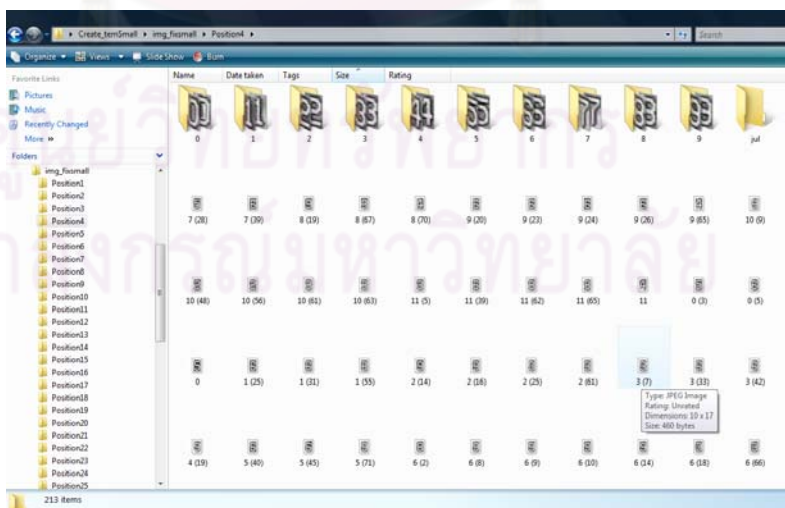
Time				
Position	x	y	Width	Height
1	40	204	10	17
2	51	204	10	17
3	61	204	10	17
4	70	204	10	17
5	80	204	10	17
6	90	204	10	17
Date				
Position	x	y	Width	Height
7	221	204	10	17
8	231	204	10	17
9	241	204	10	17
10	251	204	10	17
11	261	204	30	17
12	291	204	10	17
13	301	204	10	17
Latitude				
Position	x	y	Width	Height
14	70	223	10	17
15	80	223	10	17
16	90	223	10	17
17	100	223	10	17
18	120	223	10	17
19	130	223	10	17
20	140	223	10	17
Longitude				
Position	x	y	Width	Height
21	211	223	10	17
22	221	223	10	17
23	231	223	10	17
24	241	223	10	17
25	251	223	10	17
26	271	223	10	17
27	281	223	10	17
28	291	223	10	17



รูปที่ 3.9 ตำแหน่งที่ได้จากการ Return ค่าทั้งหมด 28 ตำแหน่ง

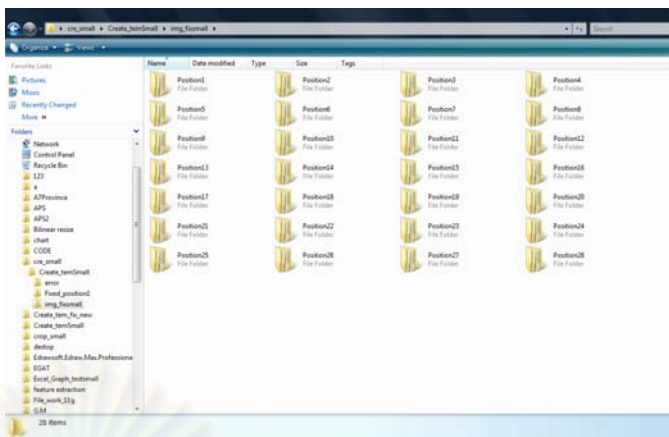
3.1.3.2 การ Crop ข้อมูล Image สำหรับใช้เป็นชุดแผ่นแบบตรวจสอบ

เริ่มจากการ Crop Image จากเฟรมในไฟล์วิดีโอโดยเบื้องต้นได้ทำการทดสอบโดยการตัดข้อมูลทุกๆ 5 วินาทีซึ่งมี Dimension ขนาด 10*17 ดังรูปที่ 3.10 เพื่อนำมาใช้เป็นแผ่นแบบซึ่งจากการทดสอบข้อมูลที่ใช้จะแบ่งออกเป็น Folder 28 ตำแหน่งตามตำแหน่งข้อมูลของเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัด แต่ละตำแหน่งจะภายในแยกเป็น Folder เพื่อจัดเก็บข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร ตั้งแต่ 0-9 และเดือนที่ได้รับตามข้อมูลที่มี โดยได้จัดเก็บตามโครงสร้างของ ตำแหน่งข้อมูล และค่าข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.11 จากข้อมูลที่ทำกร Crop Image ณ ช่วงเวลาทุกๆ 5 วินาที จำนวนข้อมูลแผ่นแบบทั้ง 28 ตำแหน่งซึ่งประกอบด้วยรูปภาพไฟล์ .jpg แสดงดังตาราง 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ เพื่อให้เป็นชุดแผ่นแบบตรวจสอบ

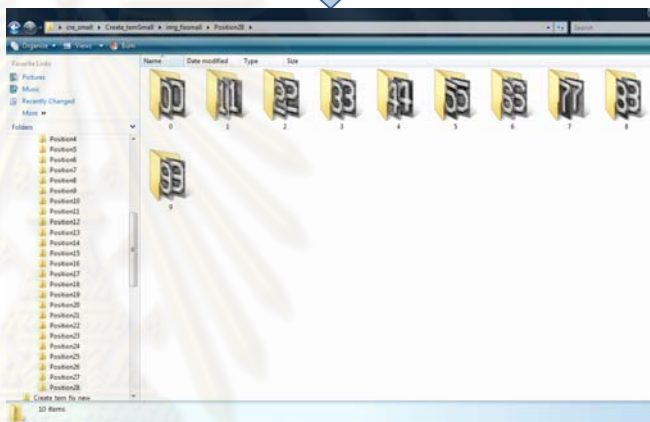


รูปที่ 3.10 ข้อมูลตำแหน่งที่ทำกร Crop Image เพื่อนำมาใช้เป็นแผ่นแบบ

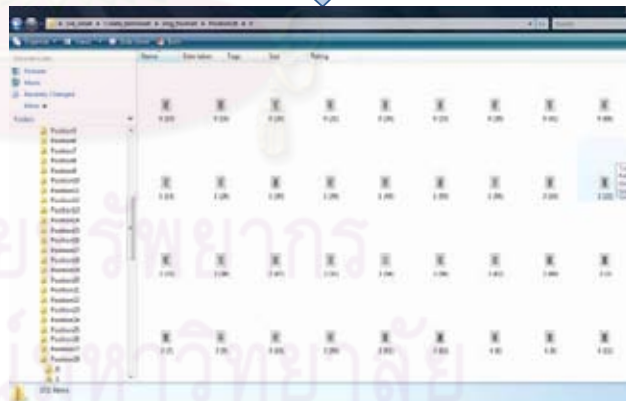
แสดง folder เก็บข้อมูล template ทั้ง 28 ตำแหน่ง



แสดง folder เก็บข้อมูล ตัวเลขและตัวอักษรภายใน folder ทั้ง 28 ตำแหน่ง



แสดงข้อมูลภายในตัวเลขและตัวอักษร



รูปที่ 3.11 โครงสร้างข้อมูลภายใน Folder ที่เก็บภาพแผ่นแบบ

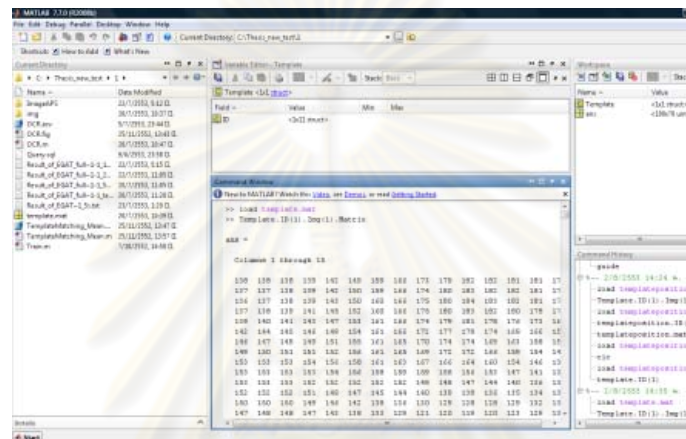
ตารางที่ 3.3 จำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 28 ตำแหน่งของไฟลิวติโอวันที่ 12/jun/2008

สถานะจำนวนแผ่นที่ใช้(ไฟลิวติโอวันที่ 12/jun/2008)													
ตัวเลขและ อักษร	ตำแหน่ง	ค่าข้อมูล											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	jul	jan
เวลา	1		58										
	2		188	213									
	3	144	140	125	78	142	139						
	4	61	63	65	104	73	78	75	74	108	67		
	5	129	115	134	128	127	131						
	6	71	78	82	71	86	70	78	78	79	69		
ปี	7		58										
	8	58											
	9	58											
	10									58			
เดือน	11												58
วัน	12		58										
	13			58									
Latitude	14		58										
	15						58						
	16					58							
	17					29	28	302	214	165	30		
	18	114	123	35	33	98	123	62	54	36	90		
	19	71	82	67	72	62	78	94	75	87	80		
	20	68	73	81	77	97	81	102	66	78	81		
Longitude	21		58										
	22	58											
	23		603	165									
	24	165	176	214	213								
	25	46	73	99	56	95	92	87	49	84	89		
	26	77	94	96	83	78	99	64	59	60	59		
	27	79	64	88	74	85	78	74	65	77	77		
	28	92	74	75	60	77	64	90	90	66	75		
SUM		1291	2236	1597	1049	1107	1119	1028	824	898	717	0	58

ตารางที่ 3.4 จำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 28 ตำแหน่งของไฟลิวรีดีไอวันที่ 13/jun/2007

สถานะจำนวนแผ่นแบบที่ใช้(ไฟลิวรีดีไอวันที่ 13/jun/2007)													
ตัวเลขและ อักษร	ตำแหน่ง	ค่าข้อมูล											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	jul	jan
เวลา	1	68											
	2								68				
	3			53	15								
	4	12	3				5	12	12	12	12		
	5	12	11	10	11	12	12						
	6	34					34						
ปี	7			68									
	8	68											
	9	68											
	10								68				
เดือน	11										68		
วัน	12		68										
	13				68								
Latitude	14		68										
	15					68							
	16						68						
	17			15	38	15							
	18	7	8	6	7	6	6	7	8	7	6		
	19	4	8	7	4	10	5	11	5	3	11		
	20	10	7	4	9	5	7	8	8	5	5		
Longitude	21		68										
	22	68											
	23		68										
	24						68						
	25					4	14	16	15	15	4		
	26	7	8	5	8	4	8	5	8	7	8		
	27	11	8	4	7	9	6	6	7	7	3		
	28	9	2	7	5	10	5	5	10	8	7		
SUM		378	327	179	172	143	238	70	209	64	56	68	0

เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการประมวลผลชุดข้อมูลแผ่นแบบที่ได้จัดเตรียมไว้จะถูกนำมาเก็บรูปแบบข้อมูลในลักษณะ Array ใน Matlab และบันทึกเป็น Matlab m.file แสดงดังรูปที่ 3.12 โดยที่ลักษณะการเก็บข้อมูลหลังแปลงข้อมูลเป็น m.file ลำดับขั้นตอนการแยกตำแหน่งในการเก็บข้อมูลแผ่นแบบ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบตามตำแหน่งของข้อมูลจากไฟล์วีดีโอระบบ APS โดยแยกเป็น ตั้งแต่ Position 1-28 ภายในประกอบด้วยภาพแผ่นแบบที่ถูกจัดเก็บเป็น Folder ย่อยตั้งแต่ 0-9 และ Jul, Jun แสดงดังรูปที่ 3.13 ซึ่งบันทึกเป็น Template.mat เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการประมวลผลแยกลักษณะสำคัญของแต่ละ Pixel ภายในภาพ



รูปที่ 3.12 ลักษณะการเก็บข้อมูลภาพใน m.file

แสดงลำดับการจับเก็บข้อมูลภายใน m.file

แสดงข้อมูลภายในทั้ง 28 ตำแหน่งที่จัดเก็บ
ในที่มีข้อมูลตำแหน่งที่ 28 มี 10 cell เนื่อง
จาก folder จัดเก็บข้อมูลตั้งแต่เลข 0-9

template <1x28 cell>								
	22	23	24	25	26	27	28	29
1	<1x1 cell>	<1x2 cell>	<1x4 cell>	<1x10 cell>	<1x10 cell>	<1x10 cell>	<1x10 cell>	
2								
3								

แสดงจำนวน template ที่ถูกจัด
เก็บภายใน folder

template[1,28] <1x10 cell>								
	3	4	5	6	7	8	9	10
1	cell>	<1x65 cell>	<1x87 cell>	<1x69 cell>	<1x95 cell>	<1x100 cell>	<1x74 cell>	<1x82 cell>
2								
3								

แสดงขนาดของ template 10*17
ภายใน folder ในที่นี้คือเลข 9

template[1,28][1,10] <1x82 cell>								
	75	76	77	78	79	80	81	82
1	10 uint...	<17x10 uint...	<17x10 uint...	<17x10 uint...	<17x10 uint...	<17x10 uint...	<17x10 uint...	<17x10 uint...
2								
3								

แสดงค่า DN ของ template
ภายในชั้นข้อมูลที่จัดเก็บ

template[1,28][1,10][1,82] <17x10 uint8>										
	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	115	69	59	53	66	50	89	112		
2	134	207	222	234	226	182	95	78		
3	190	233	191	187	201	232	148	72		
4	237	124	59	49	76	180	223	107		
5	191	38	103	155	127	136	231	110		
6	195	64	103	142	125	93	217	102		
7	246	160	72	45	74	114	237	116		
8	186	224	230	235	213	226	239	107		
9	125	183	197	187	177	215	232	112		
10	109	84	44	53	63	77	251	106		
11	74	98	145	160	120	114	223	81		
12	165	97	102	120	108	144	237	99		
13	228	152	67	50	100	188	226	94		
14	177	250	229	213	230	237	130	68		
15	155	174	177	204	194	130	84	106		
16	131	65	44	40	41	62	97	143		
17	141	124	104	109	138	134	116	114		
18										
19										
รก										

รูปที่ 3.13 ลำดับการเก็บข้อมูลภาพใน m.file

3.1.4 การกำหนดเงื่อนไขความน่าจะเป็นของตัวเลขและตัวอักษร

เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับบางส่วนมีจำกัดและความสามารถในการเก็บข้อมูลของระบบ จึงได้กำหนดเงื่อนไขความน่าจะเป็นของตัวเลขและตัวอักษรโดยจัดกลุ่มข้อมูลของตัวเลขที่เป็นไปได้จากฟิวส์ดีไอระบบ APS โดยใช้เงื่อนไขเรื่องเวลาจากเฮลิคอปเตอร์ในการปฏิบัติงานบินถ่ายบริเวณพื้นที่แนวเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง ข้อมูลฟิวส์ดีไอที่มีอยู่อย่างจำกัดและข้อมูลค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของประเทศไทย

โดยที่ข้อมูลจะใช้เงื่อนไขในการกำหนดตัวเลขตามต่อไปนี้

- ข้อมูลเวลา เนื่องจากการบินถ่ายข้อมูลต้องทำในขณะที่มองเห็นสิ่งปลูกสร้างได้ชัดเจนจึงต้องบินถ่ายขณะมีแสงสว่าง Hh/mm/ss

- ตำแหน่งที่ 1 : กำหนดให้เป็น 0 และ 1
- ตำแหน่งที่ 2 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
- ตำแหน่งที่ 3 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-6
- ตำแหน่งที่ 4 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
- ตำแหน่งที่ 5 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-6
- ตำแหน่งที่ 6 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9

- ข้อมูลวัน เนื่องจากข้อมูลที่มีจำกัดจึงสามารถกำหนดชุดข้อมูลได้ว่าไม่ควรเกินช่วงใด Dd/mm/yy โดยระบบ APS ได้จัดทำเป็นงบลงทุนในปี 2006 และเริ่มนำมาใช้งานในการตรวจสายส่งไฟฟ้าแรงสูงในปี 2007

- ตำแหน่งที่ 7 : ข้อมูลจึงได้กำหนดเป็น 2
- ตำแหน่งที่ 8 : ข้อมูลจึงได้กำหนดเป็น 0
- ตำแหน่งที่ 9 : ข้อมูลจึงได้กำหนดเป็น 0
- ตำแหน่งที่ 10 : ข้อมูลจึงได้กำหนดให้เป็น 7 หรือ 8
- ตำแหน่งที่ 11 : เนื่องจากข้อมูลเดือนมีจำกัดจึงกำหนดเป็น jun และ jul
- ตำแหน่งที่ 12 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง 0-3
- ตำแหน่งที่ 13 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9

- ค่าละติจูดเนื่องจากอยู่ในภูมิศาสตร์ประเทศไทย และได้กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด

- ตำแหน่งที่ 14 : กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด 1
- ตำแหน่งที่ 15 : กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด 4 และ 5
- ตำแหน่งที่ 16 : กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด 4 และ 5
- ตำแหน่งที่ 17 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
- ตำแหน่งที่ 18 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
- ตำแหน่งที่ 19 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
- ตำแหน่งที่ 20 : ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9

- ค่าลองจิจูดเนื่องจากอยู่ในภูมิศาสตร์ประเทศไทย และได้กำหนดตามข้อมูลที่มี

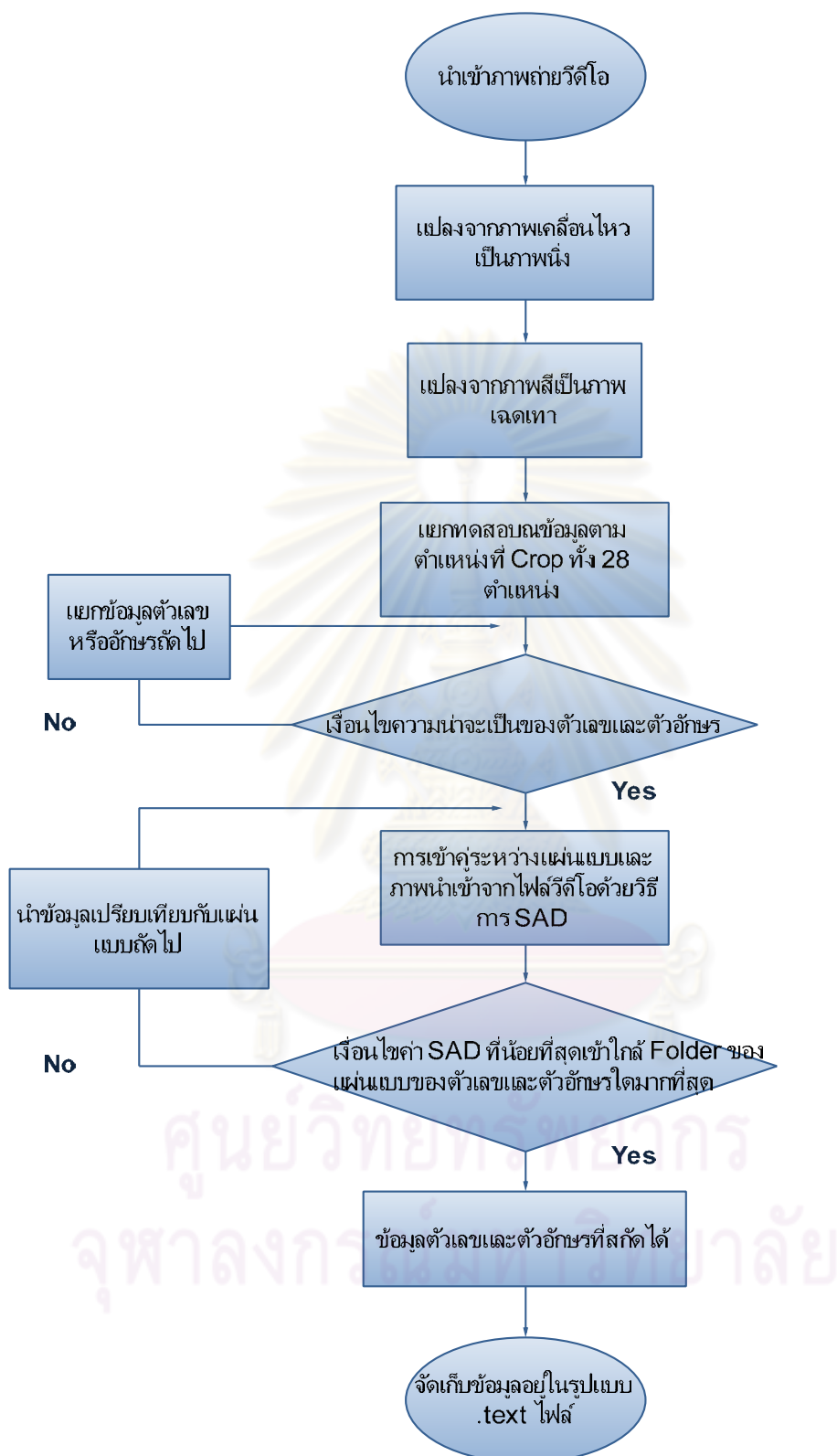
จำกัด

ตำแหน่งที่ 21	: กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด 1
ตำแหน่งที่ 22	: กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด 0
ตำแหน่งที่ 23	: กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด 1 และ 2
ตำแหน่งที่ 24	: กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด 0-5
ตำแหน่งที่ 25	: ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
ตำแหน่งที่ 26	: ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
ตำแหน่งที่ 27	: ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9
ตำแหน่งที่ 28	: ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0-9

3.2 การรู้จำ (Recognition)

3.2.1 การเข้าคู่แผ่นแบบ (Template Matching)

จากการศึกษาและทดลองเบื้องต้นพบว่าการข้อมูลที่น่ามาทดสอบไม่มีการบิดเบือนของตัวเลขและตัวอักษรรวมทั้งมุกกล้องมาเกี่ยวข้องดังนั้นการใช้วิธีการเข้าคู่แผ่นแบบด้วยวิธีการ SAD จึงพอเพียงพอต่อการทดสอบ โดยขั้นตอนการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร เมื่อนำภาพถ่ายวีดีโอมาทำให้เป็นภาพนิ่ง โดยนำภาพนำเข้าแต่ละเฟรมมาแปลงภาพเป็นภาพเฉดเทาและทำการ Crop ภาพข้อมูลที่เราสนใจทั้ง 28 ตำแหน่งเข้าสู่เงื่อนไขความน่าจะเป็นของแผ่นแบบเพื่อแยกข้อมูลที่เป็นไปได้แต่ละตำแหน่งของตัวเลขและตัวอักษรหากไม่ใช่ตำแหน่งที่เลือกจะทำการประมวลผลตามตำแหน่งของภาพเฉดเทาซ้ำ นำข้อมูลภาพนำเข้าไปเปรียบเทียบกับเข้าคู่ระหว่างแผ่นแบบ m.file และภาพนำเข้าจากไฟล์วีดีโอโดยใช้วิธี SAD โดยใช้ค่าที่น้อยที่สุดหากไม่ใช่จะทำการวนซ้ำจนได้ผลต่างที่น้อยที่สุด ผลต่างของข้อมูลเข้าใกล้ข้อมูลที่จัดเก็บใน Folder ไตมากที่สุดคอมพิวเตอร์ก็จะตัดสินใจให้เป็นตัวเลขหรือตัวอักษรนั้นและทำการจัดเก็บข้อมูลเป็น .text ไฟล์เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดได้ต่อไปแสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การนำเข้าข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับแผ่นแบบ

3.3 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูล

ในงานนี้ได้ออกแบบโครงสร้างของเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อใช้ในการสกัดตัวเลขและตัวอักษรเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานดังต่อไปนี้

3.3.1 รูปแบบการโต้ตอบ

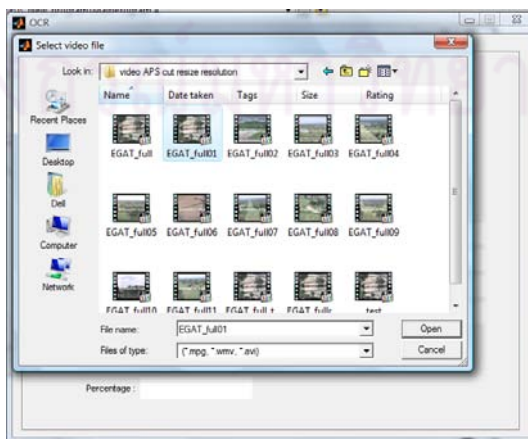
การนำข้อมูลไฟล์วิดีโอของระบบ APS ที่ได้จากการปรับแต่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อการประมวลผลโดยใช้หลักการของ OCR การพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มความสามารถในการรู้จำและการประมวลผลของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น ให้อยู่ในรูปแบบของ Graphic User Interfac (GUI) ซึ่งง่ายต่อการใช้งานและเพิ่มความเร็วและลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการทำงาน ซึ่งเครื่องมือนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมภาษา Matlab แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 รูปแบบการโต้ตอบของเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

เครื่องมือที่ได้พัฒนาเพื่อประมวลผลการสกัดข้อมูล มีองค์ประกอบการเรียกใช้งานและแสดงผลดังนี้

- 1) การนำเข้าข้อมูลไฟล์วิดีโอซึ่ง ผู้ใช้สามารถเข้าถึง Folder ที่จัดเก็บข้อมูลไฟล์วิดีโอระบบ APS โดยทำการเรียกข้อมูลจากปุ่ม Push bottom (Open video file) เพื่อให้เครื่องมือวิเคราะห์และประมวลผลตามลำดับขั้นตอนที่ได้พัฒนา การนำเข้าข้อมูลไฟล์วิดีโอระบบ APS แสดงดังรูปที่ 3.16



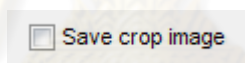
รูปที่ 3.16 การนำเข้าข้อมูลไฟล์วิดีโอของระบบ APS

2) ส่วนกำหนดช่วงเวลา(เป็นวินาที)ของแต่ละเฟรมโดยสามารถข้ามตำแหน่งของข้อมูล ณ เฟรมที่ไม่ต้องการไปยังช่วงข้อมูล ณ เฟรมที่ต้องการเป็นวินาที โดยเมื่อผู้ใช้เลือก 5 วินาที ข้อมูลจะทำการประมวลผลและเลื่อนไปยังข้อมูลวิดีโอ ณ เฟรมที่ 5, 10 ,15, ... วินาที หรือเมื่อผู้ใช้เลือก 7 วินาที ข้อมูลจะทำการประมวลผลและเลื่อนไปยังข้อมูลวิดีโอ ณ เฟรมที่ 7, 14 ,21, ... วินาที เพื่อใช้สกัดข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การกำหนดช่วงเวลาในการสกัดข้อมูล

3) เครื่องมือเพื่อตัดบริเวณที่ทำการ Crop Image ตามตำแหน่งของตัวเลขและตัวอักษร ให้สามารถบันทึกและสร้างเป็นแผ่นแบบใช้ในการประมวลผลเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร แสดงในรูปที่ 3.18 และยังสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบข้อมูลภายหลัง บริเวณข้อมูลที่สกัด และมีจุดผิดพลาดซึ่งการ Save Crop Image จะสามารถทำให้ตรวจสอบตำแหน่งและเฟรม ณ บริเวณที่ตัวเลขและตัวอักษรที่สกัดออกมาได้



รูปที่ 3.18 ส่วนของการบันทึกรูปภาพ Crop Image ไฟล์วิดีโอ

4) กำหนดส่วนแสดงผลข้อมูลภาพถ่ายวิดีโอแสดงในรูปที่ 3.19 เครื่องมือจะทำการเชื่อมต่อกับข้อมูลวิดีโอระบบ APS ขณะนำข้อมูลมาประมวลผล โดยจะแสดงข้อมูลและตำแหน่งที่ทำการ Crop Image เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการ Template Matching และสามารถตรวจสอบไฟล์ข้อมูลวิดีโอที่นำเข้า



รูปที่ 3.19 ส่วนของการแสดงผลภาพไฟล์วิดีโอ

5) เครื่องมือจะทำการเชื่อมต่อกับส่วนแสดงผลภาพถ่ายวิดีโอเพื่อนำข้อมูลที่ Crop Image มาใช้ในการสกัดข้อมูลโดยจะทำการเข้าคู่ระหว่างแผ่นแบบ ที่ได้เตรียมไว้ใน Folder ที่ 28

ตำแหน่ง และนำข้อมูลที่น่าเข้าจากไฟล์วีดีโอ ไปเปรียบเทียบระหว่าง ภาพวัตถุที่สนใจและภาพที่ต้องการค้นหา เพื่อหาค่า SAD โดยวิเคราะห์ค่าใกล้เคียงโดยผลต่างน้อยที่สุดว่าเข้าใกล้ค่าได้เพื่อนำไปแสดงเป็นตัวเลขและตัวอักษร ให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นได้ ส่วนแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 3.20

Time :	07:25:55
Date :	2007/jul/13
LAT :	1454.900N
LON :	10159.949E

รูปที่ 3.20 ส่วนการแสดงผลลัพธ์การประมวลผลการสกัดข้อมูล

6) เชื่อมโยงการประมวลผลข้อมูลและตรวจสอบค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดตัวเลขและตัวอักษรด้วยกระบวนการวิธีข้างในแต่ละเฟรมแสดงในรูปที่ 3.21

Percentage :	
--------------	--

รูปที่ 3.21 ค่าร้อยละของความถูกต้องในแต่ละเฟรม

โดยที่การหาค่าร้อยละของความถูกต้องใช้วิธีการดึงเฟรมจากไฟล์วีดีโอแปลงภาพสีเป็นระดับสีเทา Crop ตำแหน่งของตัวเลขและตัวอักษรซึ่งมีขนาดตัวเลข 10*17 และอักษรขนาด 30*17 เพื่อนำมาหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจาก

$$Error = \left(\frac{T_{i,j} - I_{i,j}}{T_{i,j}} \right) \times 100$$

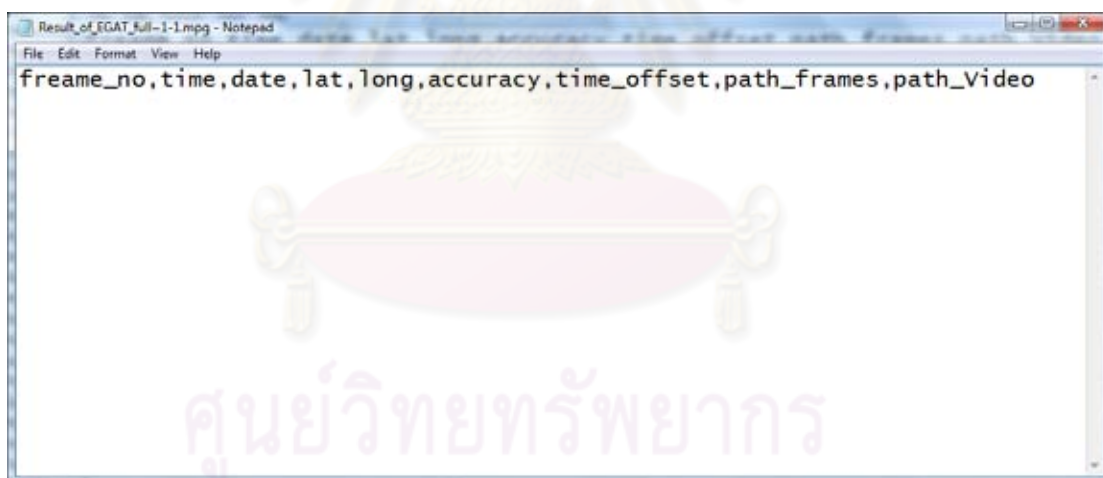
$$\text{ร้อยละของความคลาดเคลื่อนของข้อมูล} = 100 - Error$$

โดยที่ $T_{i,j}$ คือแผ่นแบบของตัวเลขและตัวอักษร $I_{i,j}$ คือภาพจากที่สนใจ โดยใช้ค่า Error ของความคลาดเคลื่อนของผลต่างที่น้อยที่สุดแล้วนำร้อยละของความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทั้งหมดทุกตำแหน่งมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนตำแหน่งของข้อมูล

7) ผลที่ได้จากการสกัดข้อมูล บันทึกในรูปแบบ .text ไฟล์แสดงในรูปที่ 3.22 โดยสามารถกำหนดให้มีการจัดเก็บในลักษณะของ Path และข้อมูลที่สกัดออกมาได้จากการประมวลผลดังนี้ frame_no, time, date, lat, long, accuracy, time_offset, path_frames และ path_Video เพื่อใช้ในการค้นคืนโดยที่

Freame_no	:	เฟรม ณ ตำแหน่งที่นำมาประมวลผล
Time	:	เวลา ชั่วโมง นาที วินาที
Date	:	วัน เดือน ปี
Lat	:	ค่าละติจูด
Long	:	ค่าลองจิจูด
Accuracy	:	ค่าความถูกต้องที่ได้จากการสกัดข้อมูลของแต่ละเฟรม
Time_offset	:	เวลาที่ดำเนินการตั้งแต่เริ่มจนถึงเฟรมที่ทำการประมวลผล
Path_frames	:	เป็นเส้นทางถึงแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บเป็นภาพนิ่ง
Path_video	:	เป็นเส้นทางถึงแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บเป็นไฟล์วิดีโอ

ผลลัพธ์ในรูปแบบ .text ไฟล์ที่ได้จะจัดเก็บใน folder ของเครื่องมือสกัดข้อมูลโดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทำการสกัดข้อมูลจะบันทึกเป็น Result_of_(ชื่อไฟล์วิดีโอ) เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบและค้นคืนข้อมูลเพื่อความถูกต้องของเครื่องมือที่สกัดตัวเลขและตัวอักษร และนำเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL ต่อไป



รูปที่ 3.22 การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ .text

หลังจากที่ได้ทำการประมวลผลการสกัดข้อมูล ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงในรูปแบบ .text ไฟล์แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 3.23

```

Result_of_EGAT_full~1-1.mpg - Notepad
File Edit Format View Help
fream_e_no,time,date,lat,long,accuracy,time_offset,path_frames,path_video
1,11:34:24,2008/jun/12,1549.362N,10205.475E,97.79,0.033367,c:\Users\Dell\De
sktop\cre_small\Create_temSmall\Fixed_position1
\ImageAPS\frames1.jpg,C:\Users\Dell\Desktop\APS2\EGAT_full~1-1
146,11:34:29,2008/jun/12,1549.431N,10205.507E,98.71,4.8715,c:\Users\Dell\De
sktop\cre_small\Create_temSmall\Fixed_position1
\ImageAPS\frames146.jpg,C:\Users\Dell\Desktop\APS2\EGAT_full~1-1
291,11:34:34,2008/jun/12,1549.434N,10205.527E,98.50,9.7097,c:\Users\Dell\De
sktop\cre_small\Create_temSmall\Fixed_position1
\ImageAPS\frames291.jpg,C:\Users\Dell\Desktop\APS2\EGAT_full~1-1
436,11:34:39,2008/jun/12,1549.525N,10205.536E,98.57,14.5479,c:\Users\Dell\D
esktop\cre_small\Create_temSmall\Fixed_position1
\ImageAPS\frames436.jpg,C:\Users\Dell\Desktop\APS2\EGAT_full~1-1
581,11:34:44,2008/jun/12,1549.576N,10205.540E,98.75,19.3861,c:\Users\Dell\D
esktop\cre_small\Create_temSmall\Fixed_position1
\ImageAPS\frames581.jpg,C:\Users\Dell\Desktop\APS2\EGAT_full~1-1
726,11:34:48,2008/jun/12,1549.624N,10205.540E,98.00,24.2242,c:\Users\Dell\D

```

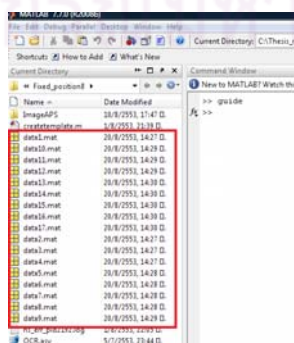
รูปที่ 3.23 ผลลัพธ์การสกัดข้อมูลจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ .text

3.4.2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือโดยใช้แนวคิด OCR เพื่อใช้ในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

1) นำข้อมูลวิดีโอจากระบบ APS ซึ่งมีข้อมูลค่าพิกัดและเวลาบริเวณแนวส่งเสาไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยตามช่วงปีต่างๆที่ได้รับ ทำการเขียนโปรแกรมด้วย Matlab เพื่อทำการนำเข้า ข้อมูลไฟล์วิดีโอเพื่อให้ผลที่แสดงออกมาให้อยู่ในรูปแบบของเฟรม เพื่อปรับภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่งและมีข้อมูลตำแหน่งและเวลา วัน เดือน ปีที่ประทับอยู่บนไฟล์ภาพวิดีโอ

2) จากการทดลองเบื้องต้นพบเมื่อนำไฟล์วิดีโอทำการประมวลผลด้วยเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรโปรแกรม Matlab จะจับจองเนื้อที่ก่อนการประมวลผลหากข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการ Error ก่อนการทดสอบ ดังนั้นจึงต้องทำการตัดแยกโดยให้เครื่องมือประมวลผลทีละ 600 เฟรม โดยให้นำเข้าข้อมูลไฟล์วิดีโอและโปรแกรมจะทำหน้าที่ตัดไฟล์และบันทึกเป็นไฟล์ย่อยและนำเข้าไปประมวลผลทีละ 600 เฟรม แสดงดังภาพที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ข้อมูลไฟล์วิดีโอที่นำเข้าเครื่องมือและตัดแบ่งย่อยก่อนนำไปประมวลผล

3) นำภาพ RGB ที่ได้จากกระบวนการแปลงภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่งมาแบ่งภาพเฉพาะข้อมูลที่น่าสนใจ ทำการปรับแต่งข้อมูล (Normalization) แปลงภาพสีให้เป็นภาพ Gray Scale เพื่อลดปริมาณข้อมูลภายในภาพซึ่งจะใช้วิเคราะห์หาเฉพาะความเข้มของแสง 0-255 (Rafael C. , 2004) โดยกำหนดตำแหน่งในการ Crop Image ข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัดมาใช้เป็นภาพที่ต้องการค้นหาของแต่ละข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรทั้งหมด 28 ตำแหน่ง เมื่อเลือกตำแหน่งเพื่อแยกแยะส่วนของข้อมูลและพื้นหลังโดยดูจากคุณสมบัติของตัวอักษรเพื่อใช้เป็นแผ่นแบบในการเข้าคู่เทียบกับภาพที่ต้องการค้นหา

4) กำหนดเงื่อนไขและลักษณะสำคัญในการแยกอักษรแต่ละตำแหน่งจากข้อมูลระบบ APS และนำข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการข้างต้นเข้าสู่สมการ Template Matching เพื่อเข้าคู่และประมวลผลจากข้อมูลที่มีอยู่ว่าควรเป็นอักษรหรือตัวเลขใดโดยวิธีการของ Template Matching มีดังนี้

จากการทดสอบได้ใช้วิธีการหาค่าความแตกต่างของภาพยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ให้ผลของค่าความต่างของภาพได้ดีคือ วิธี SAD โดยค่าที่ได้จากวิธีนี้เป็นค่าความแตกต่างทั้ง 2 ด้านของภาพ ดังสมการ

$$SAD = \sum_{j=0}^{N-1} |I_{i,j} - T_{i,j}| \dots\dots\dots (2.4)$$

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ทดสอบไม่มีการเปลี่ยนแปลงการบิดเบือนของลักษณะอักษรและมุมกล้องมาเกี่ยวข้องซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากและประมวลผลไม่ซับซ้อนซึ่งพอเพียงต่อความต้องการของลักษณะข้อมูล โดยที่ภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอ ($I_{i,j}$) และแผ่นแบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ($T_{i,j}$) คือ ภาพที่ต้องการหาความแตกต่างระหว่างกัน M และ N คือจำนวนแถวและคอลัมน์เพื่อให้ได้ผลต่างค่า SAD เพื่อใช้ในการหาความคล้ายคลึงว่าค่าใดเข้าใกล้ 0 มากที่สุดจึงจะใช้ในการตัดสินใจว่าเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรใดผลลัพธ์(โสมณ)แสดงดังรูปที่ 3.25

4

4

(ก)ภาพรับเข้าที่1

(ข)ภาพรับเข้าที่ 2

รูปที่ 3.25 ผลลัพธ์ของการหาผลต่างด้วยวิธี SAD

โดยวิธีการหาค่าความแตกต่างด้วยวิธี SAD ระหว่างไฟล์วีดีโอและแผนแบบ แสดงขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลและการหาผลต่างระหว่างภาพภาพวัตถุที่สนใจและภาพที่ต้องการ ค้นหาจากข้อมูลจากไฟล์วีดีโอของระบบ APS ได้ดังนี้

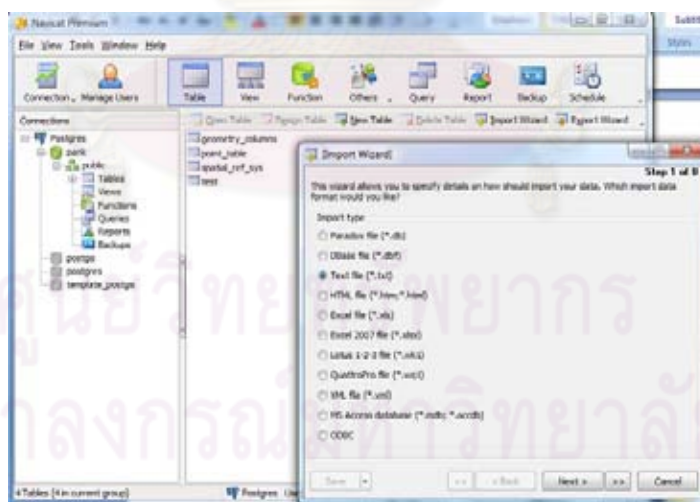
- 1) นำเข้าไฟล์วีดีโอข้อมูลระบบ APS
- 2) ทำการนำแปลงข้อมูลเป็นภาพนิ่งเพื่อสร้าง Templat และภาพที่ต้องการค้นหา
- 3) เปลี่ยนข้อมูลนำเข้าทั้ง 2 ชุด ไปเป็นภาพเฉดเทา (Grayscale)
- 4) ทำการ Crop Image ตามตำแหน่งที่ต้องการหาผลต่าง
- 5) การหาค่าความแตกต่างของภาพด้วยวิธี SAD การนำภาพ 2 ภาพ มาหาค่า

ความแตกต่างรวมทั้งหมดทั้ง 2 ภาพ

3.5 การนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและอักษรเข้าสู่ฐานข้อมูล

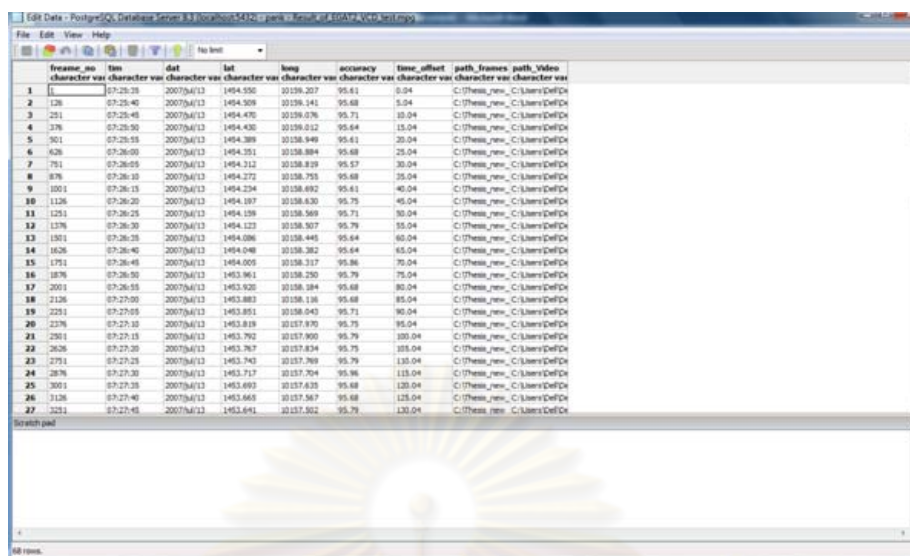
PostgreSQL

ในงานนี้ได้ใช้โปรแกรม Navicat Premium นำเข้าข้อมูล .text ไฟล์เพื่อสร้างตารางภายในฐานข้อมูล PostgreSQL แสดงในรูปที่ 3.26 เพื่อให้ง่ายต่อการนำเข้าข้อมูล .text ไฟล์ โดยได้กำหนด title ของ text และสัญลักษณ์ Comma เพื่อดึงข้อมูลที่ต้องการแยกออกจากกันในการนำเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL



รูปที่ 3.26 โปรแกรม Navicat Premium

นำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือการสกัดไปเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL เพื่อนำข้อมูลใช้ในรูปแบบ Spatial Data อยู่ในรูปแบบของ Point เพื่อให้สามารถค้นคือข้อมูลจากระบบ APS ข้อมูลที่นำเข้าจาก .text fileจะแสดงดังรูปที่ 3.27



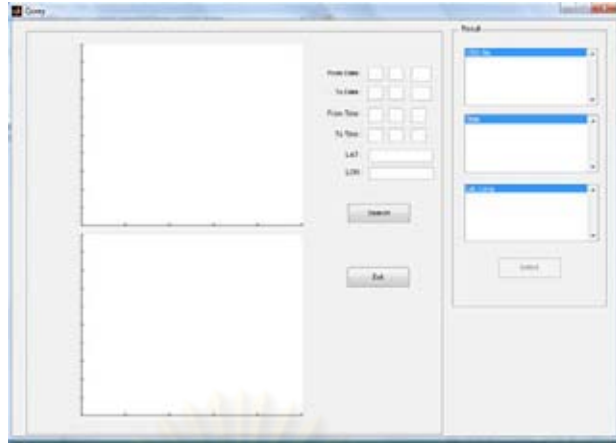
รูปที่ 3.27 ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล PostgreSQL

เนื่องจากข้อมูลพิกัดจากระบบ APS อยู่ในรูปแบบ NMEA แสดงดังตารางที่ 3.5 จึงต้องทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้งานทั่วไป ในที่นี้รูปแบบ DD (Decimal Degree) หมายถึง ค่าตัวเลขทศนิยม ที่เป็นเลขฐานสิบ โดยทำการแปลงค่าข้อมูลจาก NMEA ทำการแปลงให้อยู่ในระบบค่าพิกัดภูมิศาสตร์เรียกว่า องศา ลิปดา พิลิปดา เป็นหน่วยแบบ DMS (Degree Minute Second) แล้วจึงแปลงเป็นระบบ DD (Decimal Degree) ตารางที่ 3.5 รูปแบบค่าพิกัดของระบบ NMEA

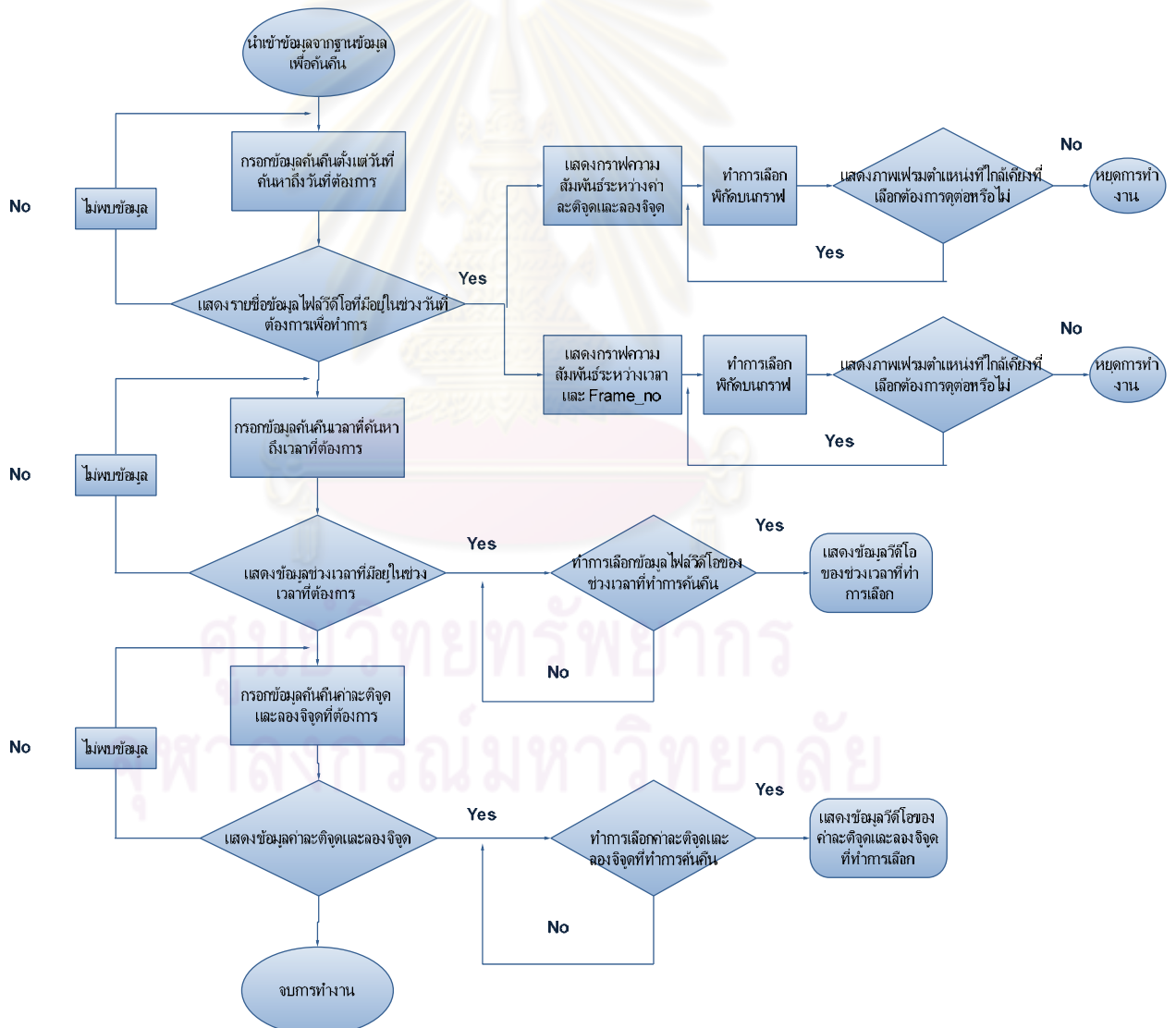
Name	NMEA	DMS	DD
Time	113424	11:34:24 Z	
Latitude	1549.362 N	15d 49.362' N	15.82267 N
Longitude	10205.475 W	102d 05.475' W	102.09125 E

3.6 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL

การพัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL โดยใช้โปรแกรม Matlab ซึ่งมีเครื่องมือสนับสนุนการทำงานมาใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL แสดงรูปหน้าจอ User Interface สำหรับใช้ในการค้นคืนข้อมูลโดยเงื่อนไขในการแสดงข้อมูลดังรูปที่ 3.28 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จัดเก็บ



รูปที่ 3.28 เครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบแบบลักษณะโครงสร้างขั้นตอนการค้นคืนข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 ลำดับขั้นตอนการค้นคืนข้อมูล

1) การค้นคืนได้กำหนดช่องให้ใช้ทำการป้อนแบบตัวเลขเพื่อให้ง่ายต่อประมวลเพื่อค้นคืนภายในฐานข้อมูลโดยได้กำหนด Date, Time เป็นช่วงและค่า Lat, Long ณ ตำแหน่งนั้นในการสืบค้นแสดงดังรูปที่ 3.30 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนด วันที่ที่ต้องการดูข้อมูล ช่วงเวลาที่ต้องการ หรือค่าพิกัดที่ต้องการหาโดยการค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL จากเครื่องมือสกัดข้อมูลจากไฟล์วิดีโอระบบ APS ที่นำไปจัดเก็บเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดตัวเลขและตัวอักษรได้

The image shows a search form with the following fields:

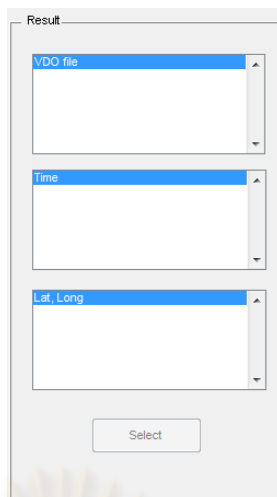
- From Date: [] [] []
- To Date: [] [] []
- From Time: [] [] []
- To Time: [] [] []
- LAT: [] [] [] [] [] []
- LON: [] [] [] [] [] []
- Search button

รูปที่ 3.30 ช่องเพื่อกรอกข้อมูลที่ต้องการค้นคืน

2) เมื่อทำการค้นคืนข้อมูล Date, Time และค่า Lat, Long ณ ตำแหน่งที่ต้องการสืบค้นผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนจะแสดงข้อมูลในช่อง Result แสดงดังรูปที่ 3.31 ซึ่งจะแบ่งเป็น

VDO file : แสดงรายชื่อไฟล์วิดีโอในช่วงวันที่ทำการค้นคืน
 Time : แสดงช่วงเวลาที่มิ้จากช่วงเวลาทำการค้นคืน
 Lat, Long : แสดงค่าละติจูดและลองจิจูดที่มีจากค่าละติจูดและลองจิจูดที่ค้นคืน

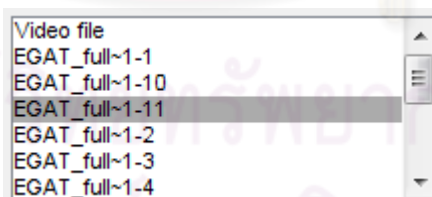
ผลของการค้นคืนคือจะแบ่งส่วนแสดงทั้งภาพและวิดีโอเพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลที่นำไปจัดเก็บว่าข้อมูลที่ทำการเรียกค้นคืนนั้นตรงกับภาพหรือวิดีโอที่นำไปจัดเก็บหรือไม่



รูปที่ 3.31 ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูล

ตัวอย่าง การกรอกข้อมูลเพื่อค้นคืนข้อมูลวัน เช่น ต้องการหาไฟล์ข้อมูลวิดีโอตั้งแต่วันที่ 1 เดือน 1 ปี 2005 ถึงวันที่ 1 เดือน 1 ปี 2020 แสดงดังรูปที่ 3.32 เครื่องมือจะทำการค้นคืนจากตัวเลขที่นำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล PostgreSQL ในรูปแบบของตารางเพื่อไปค้นคืนข้อมูลวัน เพื่อเป็นเส้นทางถึงตารางข้อมูลที่มีข้อมูลในช่วงของวันที่ทำการค้นคืน ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนของรายชื่อไฟล์วิดีโอที่มีในช่วงวันดังกล่าวจะแสดงดังรูปที่ 3.33

รูปที่ 3.32 การกรอกข้อมูลวันที่ต้องการค้นคืน



รูปที่ 3.33 ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนรายชื่อข้อมูลไฟล์วิดีโอ

เมื่อทำการเลือกผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนรายชื่อข้อมูลวิดีโอเครื่องมือจะแสดงข้อมูลกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no, ละติจูดและลองจิจูดของข้อมูลภายในรายชื่อไฟล์วิดีโอต่างๆ

กราฟ A แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Lat, Long ที่ได้จาก โดยที่ Lat เป็นแกน X และ long เป็นแกน Y กราฟ B จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no โดย Time เป็นแกน Y

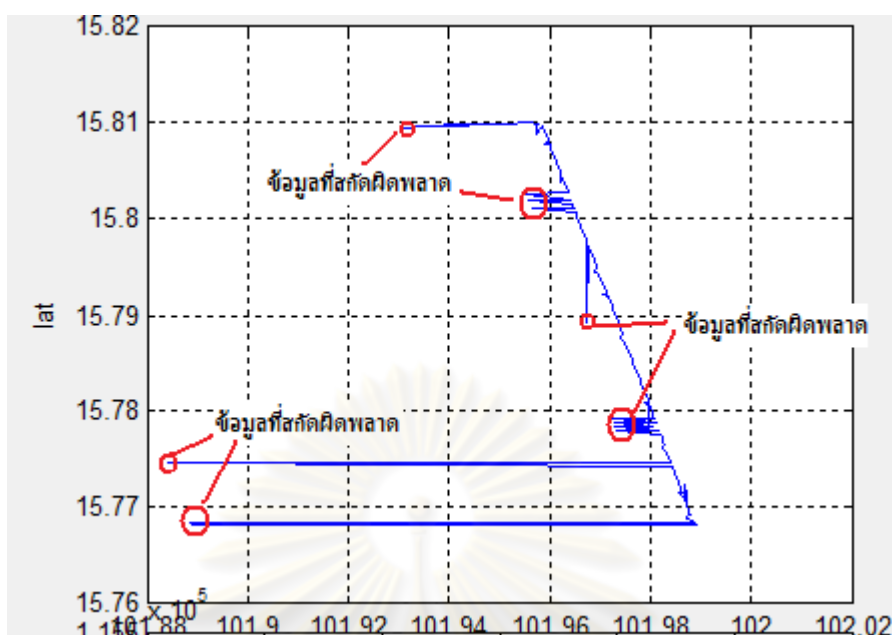
และ Frame_no เป็นแกน X แสดงดังรูปที่ 3.34 ข้อมูลจะแสดงผลตามข้อมูลที่ทำการเลือกจากรายชื่อไฟล์วิดีโอจากการค้นคืนข้อมูลวัน (From Date to Date) โดยได้ออกแบบให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร โดยเครื่องมือจะทำการค้นคืนจากฐานข้อมูล PostgreSQL จากรายชื่อไฟล์วิดีโอที่เลือกแล้วนำข้อมูลมา plot เป็น Point และ Line เพื่อแสดงให้เห็นส่วนที่ผิดพลาดจากการสกัดข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบข้อมูลที่สกัดมีความผิดพลาดจากพื้นหลังหรือความไม่ชัดเจนระหว่างตัวเลขและอักษร



รูปที่ 3.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์

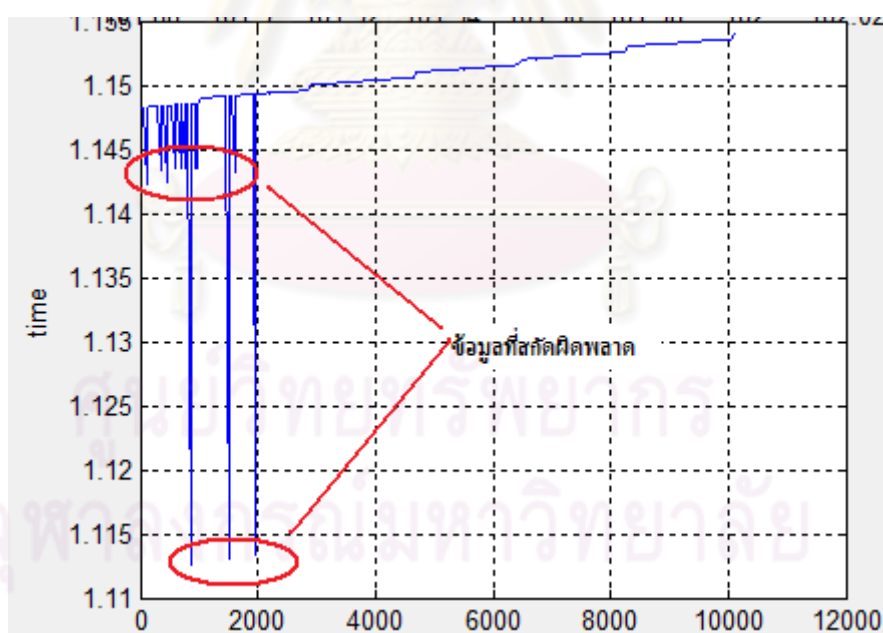
เมื่อทำการเลือกข้อมูลบนบริเวณกราฟ เครื่องมือจะทำการหาค่า Distance ที่น้อยที่สุดจากสมการพิทาโกรัส และนำระยะทางที่ใกล้ที่สุดของบริเวณที่ทำการเลือกกับข้อมูลเส้นที่ได้จากการฟรืด จากข้อมูลรายชื่อไฟล์ที่นำไปจัดเก็บไปค้นคืน Path_frames เพื่อแสดงภาพข้อมูล ณ ตำแหน่งใกล้เคียงกับจุดที่ทำการเลือกจากรูป

ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าละติจูดและลองจิจูดแสดงดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าละติจูดและลองจิจูด

ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Time และ Frame_no แสดงดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no

ตัวอย่าง การกรอกข้อมูลเพื่อค้นคืนข้อมูลเวลา เช่น ต้องการหาไฟล์ข้อมูลวิดีโอตั้งแต่ 10 นาฬิกา 0 นาที 0 วินาที ถึง 15 นาฬิกา 0 นาที 0 วินาที แสดงดังรูปที่ 3.37 เครื่องมือจะทำการค้นคืนจากตัวเลขที่นำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล PostgreSQL ในรูปแบบของตารางเพื่อไปค้นคืนข้อมูล

เวลา เพื่อเป็นเส้นทางถึงช่วงข้อมูลเวลาที่ทำการค้นคืน ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนช่วงเวลาที่มิใช่ในไฟล์วีดีโอดังกล่าวจะแสดงดังรูปที่ 3.38 เมื่อทำการเลือกช่วงเวลาที่ต้องการจากผลลัพธ์ของการค้นคืนจะสามารถตรวจสอบข้อมูลไฟล์วีดีโอใกล้เคียงกับช่วงเวลานั้นโดยการค้นคืนข้อมูลไฟล์วีดีโอจาก Time_offset

รูปที่ 3.37 การกรอกข้อมูลเวลาที่ต้องการค้นคืน

รูปที่ 3.38 ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูลเวลา

ตัวอย่าง การค้นคืนข้อมูลค่าละติจูดและลองจิจูดแสดงดังรูปที่ 3.39 เครื่องมือจะทำการค้นคืนตัวเลขที่นำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล PostgreSQL ตารางข้อมูลที่มีค่าละติจูดและลองจิจูดที่ทำการค้นคืนจากข้อมูล Point และ Line ที่นำไปจัดเก็บโดยเครื่องมือจะแสดงข้อมูลที่ใกล้เคียง ณ ตำแหน่งที่ทำการค้นคืน ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนค่าละติจูดและลองจิจูดแสดงดังรูปที่ 3.40 เมื่อทำการเลือกค่าละติจูดและลองจิจูดที่ได้จากผลลัพธ์ของการค้นคืนจะสามารถตรวจสอบข้อมูลไฟล์วีดีโอใกล้เคียงกับช่วงเวลานั้นโดยการค้นคืนข้อมูลไฟล์วีดีโอจาก Time_offset

รูปที่ 3.39 การกรอกข้อมูลเวลาที่ต้องการค้นคืน

รูปที่ 3.40 ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูลค่าละติจูดและลองจิจูด

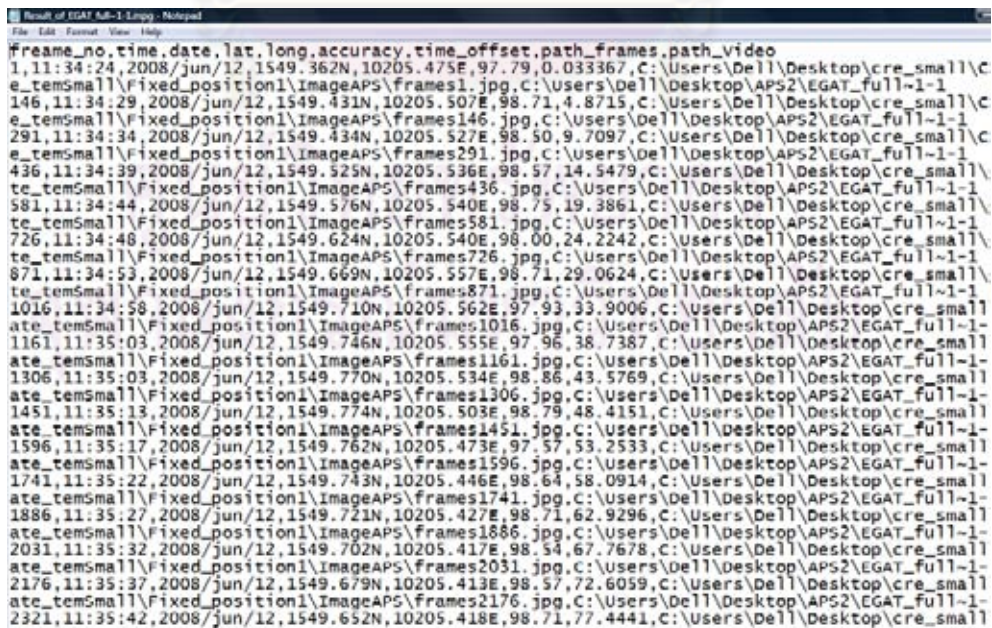
บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากบทที่ 3 ได้อธิบายถึงขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลการทำแผนแบบรวมไปถึงการพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลไฟล์วิดีโอระบบ APS และพัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL โดยในการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆคือ การสกัดข้อมูลจากไฟล์วิดีโอระบบ APS และการค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL

4.1 การทดสอบเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

จากไฟล์วิดีโอของระบบ APS วันที่ 12/jun/2008 และ 13/jul/2007 ซึ่งนำมาใช้ในการทดสอบและการเปรียบเทียบ เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างกันเรื่อง Resolution ของไฟล์ต้นแบบดังนั้นจึงต้องทำการปรับแต่งข้อมูลให้มีขนาด Resolution เท่ากันเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจากบทที่ 3 จากงานวิจัยได้ทำการทดสอบด้วยการใช้วิธีการเข้าคู่แผนแบบจากการชุดข้อมูลรูปเดียว, ชุดข้อมูลทุกๆช่วงเวลา 5 วินาที และ 10 วินาที ด้วยวิธีการ SAD เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของข้อมูลแต่ละชุด ไฟล์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบแยกย่อยออกเป็นชุดวิดีโอทดสอบ 12 ไฟล์และใช้ช่วงเวลาในการทดสอบผลการทดสอบเป็น 3 วินาที 5 วินาที และ 7 วินาที ผลลัพธ์ที่ได้จากการสกัดข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบ .text แสดงลักษณะการเก็บข้อมูลดังรูปที่ 4.1



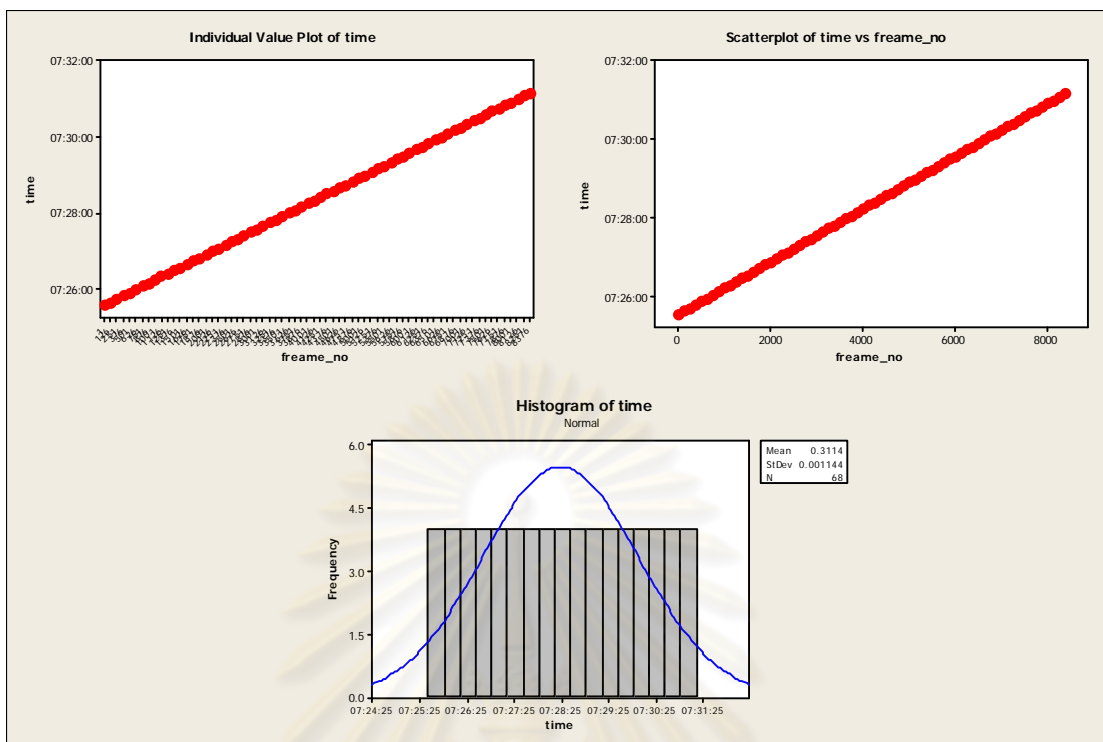
```
Result of EGAT Full-1 Empty - Notepad
File Edit Format View Help
frame_no,time,date,lat,long,accuracy,time_offset,path_frames,path_video
1,11:34:24,2008/jun/12,1549.362N,10205.475E,97.79,0.033367,C:\Users\De11\Desktop\cre_small\C
e_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
146,11:34:29,2008/jun/12,1549.431N,10205.507E,98.71,4.8715,C:\Users\De11\Desktop\cre_small\C
e_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames146.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
291,11:34:34,2008/jun/12,1549.434N,10205.527E,98.50,9.7097,C:\Users\De11\Desktop\cre_small\C
e_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames291.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
436,11:34:39,2008/jun/12,1549.525N,10205.536E,98.57,14.5479,C:\Users\De11\Desktop\cre_small\C
e_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames436.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
581,11:34:44,2008/jun/12,1549.576N,10205.540E,98.75,19.3861,C:\Users\De11\Desktop\cre_small\C
e_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames581.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
726,11:34:48,2008/jun/12,1549.624N,10205.540E,98.00,24.2242,C:\Users\De11\Desktop\cre_small\C
e_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames726.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
871,11:34:53,2008/jun/12,1549.669N,10205.557E,98.71,29.0624,C:\Users\De11\Desktop\cre_small\C
e_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames871.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
1016,11:34:58,2008/jun/12,1549.710N,10205.562E,97.93,33.9006,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1016.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
1161,11:35:03,2008/jun/12,1549.746N,10205.555E,97.96,38.7387,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1161.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
1306,11:35:03,2008/jun/12,1549.770N,10205.534E,98.86,43.5769,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1306.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
1451,11:35:13,2008/jun/12,1549.774N,10205.503E,98.79,48.4151,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1451.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
1596,11:35:17,2008/jun/12,1549.762N,10205.473E,97.57,53.2533,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1596.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
1741,11:35:22,2008/jun/12,1549.743N,10205.446E,98.64,58.0914,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1741.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
1886,11:35:27,2008/jun/12,1549.721N,10205.427E,98.71,62.9296,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames1886.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
2031,11:35:32,2008/jun/12,1549.702N,10205.417E,98.54,67.7678,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames2031.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
2176,11:35:37,2008/jun/12,1549.679N,10205.413E,98.57,72.6059,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
ate_temSmall\Fixed_position1\ImageAPS\frames2176.jpg,C:\Users\De11\Desktop\APS2\EGAT_full-1-1
2321,11:35:42,2008/jun/12,1549.652N,10205.418E,98.71,77.4441,C:\Users\De11\Desktop\cre_small
```

รูปที่ 4.1 ข้อมูลที่ได้จากการสกัดข้อมูลอยู่ในรูปแบบ .text ไฟล์

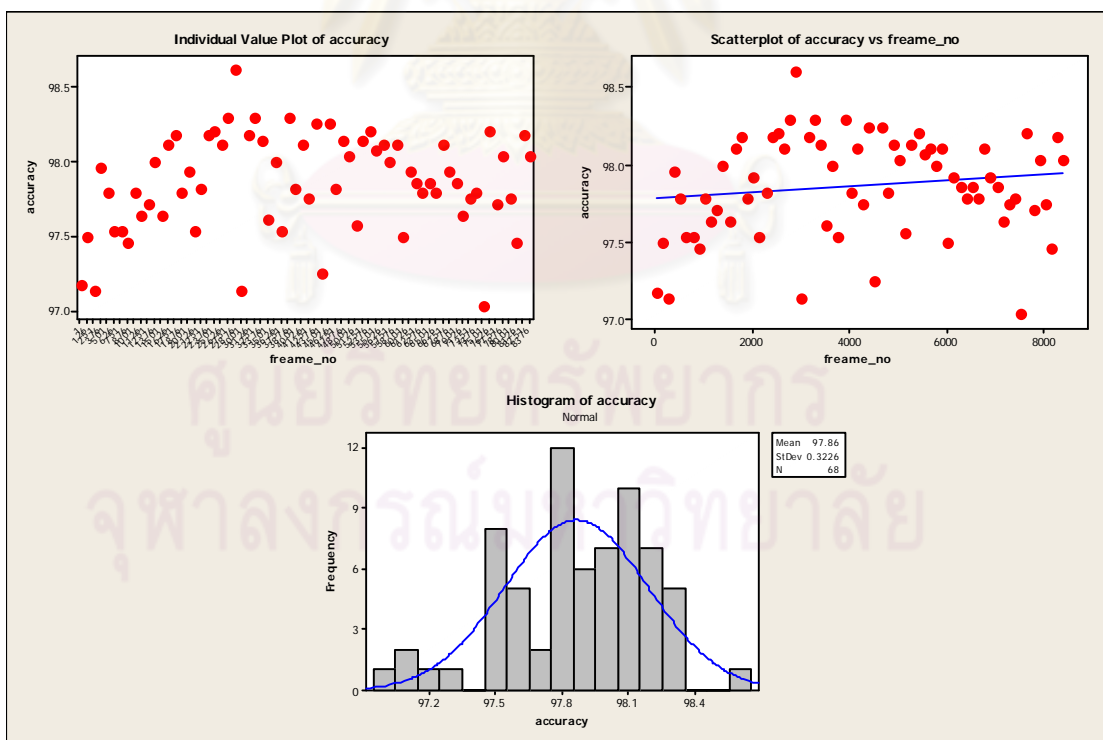
4.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษรด้วยการประมวลผลของโปรแกรมสกัดข้อมูล

โดยใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของคอมพิวเตอร์มาหาค่าทางสถิติ โดยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสกัดตัวเลขและตัวอักษรมาตรวจสอบความน่าเชื่อถือจากค่า Mean, Variance และ Standard Deviation (มณีศ และ วรรัตน์, 2543) ของข้อมูลจากข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ 12 ชุด ข้อมูลโดยแบ่งย่อยออกเป็น ไฟล์วันที่ 13/jul/2007 จำนวน 1 ไฟล์ และวันที่ 12/jun/2008 จำนวน 11 ไฟล์ และชุดข้อมูลแผ่นแบบ 1 รูป, ชุดข้อมูล แผ่นแบบทุกๆ 5 วินาทีและ 10 วินาทีตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ข้างต้น และใช้ช่วงเวลาในการทดสอบ 3 วินาที 5 วินาทีและ 7 วินาที โดยนำผลจากการสกัดข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปแบบ .text ไฟล์ นำมาคำนวณหาค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Minitab มาแสดงข้อมูลทางสถิติโดยเลือกใช้ข้อมูลเวลา และค่าความถูกต้องของการประมวลผลของเครื่องมือสกัดข้อมูลมาหาค่าดังต่อไปนี้ ค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลทดสอบด้วยเครื่องมือสกัดข้อมูล $Mean(X) = \frac{\sum x}{n}$, ค่าความแปรปรวนของข้อมูล $Variance = S.D^2$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $Standard Deviation = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{n}}$ ใช้เป็นการวัดการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูล, Video1 คือ ไฟล์ข้อมูลวันที่ 13/jun/2007 และ Video2 คือ ไฟล์ข้อมูลวันที่ 12/jun/2008 ผลลัพธ์ของข้อมูลไฟล์ วีดีโอที่สกัดได้จากทุกชุดทดสอบจะแสดงดังกราฟดังต่อไปนี้และตารางจะผลลัพธ์ของข้อมูลทางสถิติทุกๆ กราฟความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4.1-4.9

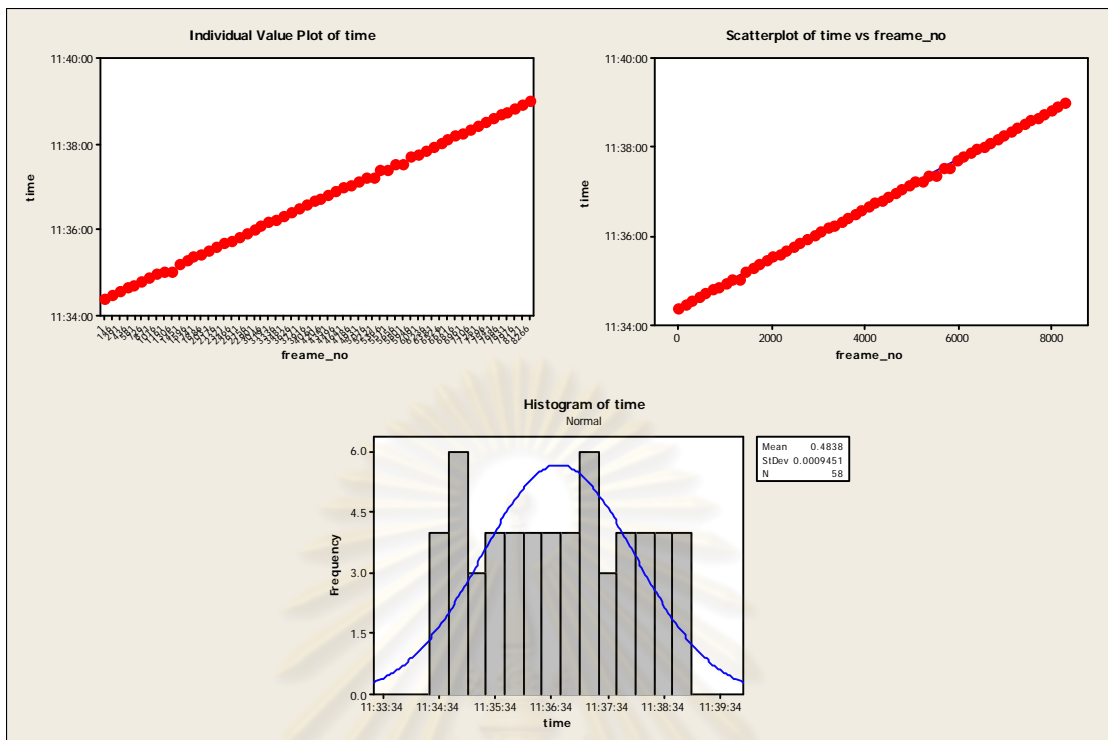
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



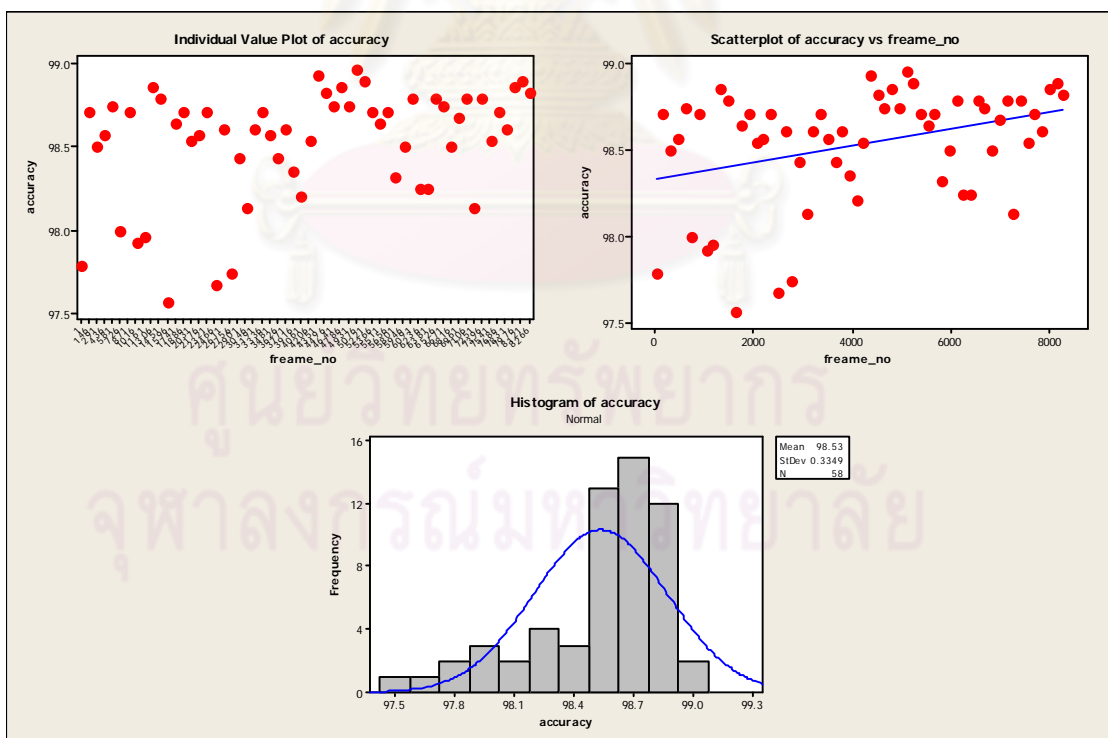
รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (13/jul/2007)



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (13/jul/2007)



รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 1 of 11)



รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 1 of 11)

(ข้อมูลที่เหลือแสดงอยู่ในภาพผนวก ข.)

ตารางที่ 4.1 ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 5 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_no และ Time(3 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	112	0.3113	0.00000136	0.001165
Video2(1)	97	0.4838	0.00000088	0.000941
Video2(2)	118	0.4870	0.00000157	0.001251
Video2(3)	118	0.4905	0.00000133	0.001155
Video2(4)	118	0.4939	0.00000132	0.001147
Video2(5)	118	0.4974	0.00000129	0.001136
Video2(6)	118	0.5008	0.00000235	0.001534
Video2(7)	118	0.5043	0.00000124	0.001112
Video2(8)	118	0.5078	0.00000147	0.001214
Video2(9)	118	0.5112	0.00000139	0.001177
Video2(10)	118	0.5148	0.00000167	0.001293
Video2(11)	118	0.5182	0.00000133	0.001154
Sum	1389	5.8210	0.0000172	0.014279
Average	115.75	0.4851	0.00000143	0.001190
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_no และ Accuracy(3 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	112	97.41	0.49547521	0.7039
Video2(1)	97	98.46	0.2088490	0.4570
Video2(2)	118	98.63	0.11148921	0.3339
Video2(3)	118	98.53	0.16192576	0.4024
Video2(4)	118	98.35	0.23319241	0.4829
Video2(5)	118	98.47	0.19775809	0.4447
Video2(6)	118	98.64	0.08916196	0.2986
Video2(7)	118	98.48	0.10361961	0.3219
Video2(8)	118	98.44	0.22686169	0.4763
Video2(9)	118	98.44	0.15729156	0.3966
Video2(10)	118	98.16	1.1109160	1.0540
Video2(11)	118	98.42	0.33120025	0.5755
Sum	1389	1180.43	3.42774075	5.9477
Average	115.75	98.37	0.28564506	0.49564

ตารางที่ 4.2 ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 5 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 5 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(5 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	68	0.3114	0.00000131	0.001144
Video2(1)	58	0.4838	0.00000089	0.000945
Video2(2)	71	0.4869	0.00000172	0.001313
Video2(3)	71	0.4905	0.00000135	0.001163
Video2(4)	71	0.4939	0.00000133	0.001154
Video2(5)	71	0.4974	0.00000127	0.001125
Video2(6)	71	0.5007	0.00000306	0.001749
Video2(7)	71	0.5043	0.00000129	0.001136
Video2(8)	71	0.5078	0.0000013	0.001140
Video2(9)	71	0.5112	0.00000141	0.001186
Video2(10)	71	0.5148	0.00000165	0.001286
Video2(11)	71	0.5182	0.00000134	0.001157
Sum	836	5.8209	0.00001792	0.014498
Average	69.67	0.4851	0.00000149	0.001208
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(5 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	68	97.86	0.10407076	0.3226
Video2(1)	58	98.53	0.11215801	0.3349
Video2(2)	71	98.66	0.07436529	0.2727
Video2(3)	71	98.59	0.09375844	0.3062
Video2(4)	71	98.36	0.27531009	0.5247
Video2(5)	71	98.45	0.23561316	0.4854
Video2(6)	71	98.63	0.09090225	0.3015
Video2(7)	71	98.54	0.07017201	0.2649
Video2(8)	71	98.51	0.15139881	0.3891
Video2(9)	71	98.50	0.09715689	0.3117
Video2(10)	71	98.21	1.0100250	1.005
Video2(11)	71	98.47	0.21077281	0.4591
Sum	836	1181.31	2.52570352	4.9778
Average	69.67	98.44	0.21047529	0.4148

ตารางที่ 4.3 ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 5 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 7 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(7 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	48	0.3112	0.00000142	0.001192
Video2(1)	42	0.4838	0.00000088	0.000936
Video2(2)	51	0.4869	0.00000190	0.001377
Video2(3)	51	0.4905	0.00000138	0.001173
Video2(4)	51	0.4939	0.00000136	0.001166
Video2(5)	51	0.4974	0.00000129	0.001135
Video2(6)	51	0.5008	0.00000284	0.001685
Video2(7)	51	0.5043	0.00000129	0.001136
Video2(8)	51	0.5078	0.00000181	0.001347
Video2(9)	51	0.5112	0.00000153	0.001235
Video2(10)	51	0.5147	0.00000275	0.001657
Video2(11)	51	0.5182	0.00000132	0.001148
Sum	600	5.8207	0.00001977	0.015187
Average	50	0.4851	0.00000165	0.001266
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(7 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	48	97.57	0.295827	0.5439
Video2(1)	42	98.46	0.330855	0.5752
Video2(2)	51	98.60	0.122220	0.3496
Video2(3)	51	98.58	0.136604	0.3696
Video2(4)	51	98.36	0.322965	0.5683
Video2(5)	51	98.38	0.313600	0.5600
Video2(6)	51	98.62	0.095296	0.3087
Video2(7)	51	98.50	0.089760	0.2996
Video2(8)	51	98.55	0.157847	0.3973
Video2(9)	51	98.47	0.133590	0.3655
Video2(10)	51	98.22	0.933156	0.9660
Video2(11)	51	98.42	0.305146	0.5524
Sum	600	1180.73	3.236867	5.8561
Average	50	98.39	0.269739	0.4880

ตารางที่ 4.4 ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 10 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(3 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	112	0.3111	0.00000149	0.001221
Video2(1)	97	0.4837	0.00000102	0.001011
Video2(2)	118	0.4686	0.00000262	0.001618
Video2(3)	118	0.4905	0.00000141	0.001187
Video2(4)	118	0.4937	0.00000273	0.001652
Video2(5)	118	0.4974	0.00000128	0.001133
Video2(6)	118	0.5009	0.00000173	0.001314
Video2(7)	118	0.5044	0.00000126	0.001122
Video2(8)	118	0.5078	0.00000148	0.001215
Video2(9)	118	0.5110	0.00000138	0.001175
Video2(10)	118	0.5148	0.00000166	0.001287
Video2(11)	118	0.5182	0.00000133	0.001153
Sum	1389	5.8021	0.00001939	0.015088
Average	115.75	0.4835	0.00000162	0.001257
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(3 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	112	96.32	0.5362631	0.7323
Video2(1)	97	98.03	0.5055210	0.7110
Video2(2)	118	98.26	0.2782563	0.5275
Video2(3)	118	98.11	0.42107121	0.6489
Video2(4)	118	97.84	0.49787136	0.7056
Video2(5)	118	97.94	0.47224384	0.6872
Video2(6)	118	98.35	0.20034576	0.4476
Video2(7)	118	98.11	0.22014864	0.4692
Video2(8)	118	98.04	0.63473089	0.7967
Video2(9)	118	97.94	0.49196196	0.7014
Video2(10)	118	97.70	2.2052250	1.4850
Video2(11)	118	98.01	0.58583716	0.7654
Sum	1389	1174.65	7.04947636	8.6778
Average	115.75	97.89	0.58745636	0.7232

ตารางที่ 4.5 ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 10 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 5 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(5 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	68	0.3111	0.00000158	0.001258
Video2(1)	58	0.4838	0.00000093	0.000966
Video2(2)	71	0.4868	0.00000269	0.001641
Video2(3)	71	0.4904	0.00000138	0.001174
Video2(4)	71	0.4937	0.00000267	0.001633
Video2(5)	71	0.4974	0.0000013	0.001139
Video2(6)	71	0.5009	0.00000168	0.001296
Video2(7)	71	0.5043	0.00000129	0.001137
Video2(8)	71	0.5078	0.0000013	0.001140
Video2(9)	71	0.5111	0.00000138	0.001175
Video2(10)	71	0.5148	0.00000165	0.001286
Video2(11)	71	0.5182	0.00000134	0.001158
Sum	836	5.8203	0.00001919	0.015003
Average	69.67	0.4850	0.00000160	0.001250
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(5 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	68	96.57	0.41938576	0.6476
Video2(1)	58	98.12	0.38365636	0.6194
Video2(2)	71	98.27	0.22667121	0.4761
Video2(3)	71	98.14	0.30349081	0.5509
Video2(4)	71	97.82	0.63059481	0.7941
Video2(5)	71	97.9	0.57805609	0.7603
Video2(6)	71	98.32	0.19873764	0.4458
Video2(7)	71	98.17	0.18844281	0.4341
Video2(8)	71	98.12	0.39853969	0.6313
Video2(9)	71	98.03	0.29289744	0.5412
Video2(10)	71	97.78	2.137444	1.462
Video2(11)	71	98.09	0.36072036	0.6006
Sum	836	1175.33	6.11863698	7.9634
Average	69.67	97.94	0.50988642	0.66362

ตารางที่ 4.6 ค่าทางสถิติของข้อมูลชุดเทียบกับข้อมูลแผ่นแบบ 10 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 7 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(7 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	48	0.3111	0.00000151	0.001228
Video2(1)	42	0.4836	0.00000108	0.001041
Video2(2)	51	0.4868	0.00000283	0.001682
Video2(3)	51	0.4902	0.0000013	0.001141
Video2(4)	51	0.4938	0.00000232	0.001523
Video2(5)	51	0.4974	0.00000133	0.001154
Video2(6)	51	0.5009	0.00000186	0.001362
Video2(7)	51	0.5043	0.00000136	0.001165
Video2(8)	51	0.5078	0.00000181	0.001347
Video2(9)	51	0.5111	0.00000156	0.001250
Video2(10)	51	0.5147	0.00000223	0.001492
Video2(11)	51	0.5181	0.00000137	0.001169
Sum	600	5.8198	0.00002056	0.015554
Average	50	0.4850	0.00000171	0.001296
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(7 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	48	96.41	0.49042009	0.7003
Video2(1)	42	98.08	0.72743841	0.8529
Video2(2)	51	98.21	0.28879876	0.5374
Video2(3)	51	98.21	0.36614601	0.6051
Video2(4)	51	97.88	0.55249489	0.7433
Video2(5)	51	97.84	0.69105969	0.8313
Video2(6)	51	98.33	0.174724	0.4180
Video2(7)	51	98.16	0.15586704	0.3948
Video2(8)	51	98.2	0.436921	0.6610
Video2(9)	51	97.98	0.40883236	0.6394
Video2(10)	51	97.78	1.865956	1.3660
Video2(11)	51	98.04	0.50381604	0.7098
Sum	600	1175.12	6.66247429	8.4593
Average	50	97.93	0.55520619	0.7049

ตารางที่ 4.7 ค่าทางสถิติของข้อมูลเทียบกับชุดข้อมูลแผนแบบหนึ่งรูปเทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(3 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	112	0.3072	0.00003676	0.006063
Video2(1)	97	0.4692	0.00009868	0.009934
Video2(2)	118	0.4845	0.00009183	0.009583
Video2(3)	118	0.4910	0.00002222	0.001490
Video2(4)	118	0.4962	0.00000912	0.003020
Video2(5)	118	0.4979	0.00000204	0.001427
Video2(6)	118	0.5026	0.00000690	0.002627
Video2(7)	118	0.5043	0.00000138	0.001173
Video2(8)	118	0.5105	0.00004238	0.006510
Video2(9)	118	0.5139	0.00005177	0.007195
Video2(10)	118	0.5158	0.00005105	0.007145
Video2(11)	118	0.5159	0.0000232	0.004817
Sum	1389	5.809	0.00041733	0.060984
Average	115.75	0.4841	0.00003478	0.005082
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(3 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	112	91.18	6.002500	2.450
Video2(1)	97	91.77	13.816089	3.717
Video2(2)	118	93.21	9.150625	3.025
Video2(3)	118	92.07	10.394176	3.224
Video2(4)	118	91.32	11.115556	3.334
Video2(5)	118	91.52	15.241216	3.904
Video2(6)	118	93.8	5.322249	2.307
Video2(7)	118	92.43	6.487209	2.547
Video2(8)	118	92.08	11.778624	3.432
Video2(9)	118	89.77	17.935225	4.235
Video2(10)	118	89.92	31.494544	5.612
Video2(11)	118	91.2	14.837904	3.852
Sum	1389	1100.27	153.575917	41.639
Average	115.75	91.69	12.797993	3.4699

ตารางที่ 4.8 ค่าทางสถิติของข้อมูลเทียบกับชุดข้อมูลแผนแบบหนึ่งรูปเทียบกับข้อมูลทุกๆ 5 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(5 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	68	0.3071	0.00004448	0.006669
Video2(1)	58	0.4680	0.00008746	0.009352
Video2(2)	71	0.4847	0.00009769	0.009884
Video2(3)	71	0.4910	0.0000022	0.001484
Video2(4)	71	0.4962	0.00000916	0.003026
Video2(5)	71	0.4979	0.00000213	0.001458
Video2(6)	71	0.5027	0.0000073	0.002701
Video2(7)	71	0.5044	0.00000161	0.001268
Video2(8)	71	0.5105	0.00004109	0.006410
Video2(9)	71	0.5158	0.00007401	0.008603
Video2(10)	71	0.5167	0.00004808	0.006934
Video2(11)	71	0.5155	0.00003031	0.005505
Sum	836	5.8105	0.00044552	0.063294
Average	69.67	0.4842	0.00003713	0.005275
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(5 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Veriance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	68	91.66	5.550736	2.356
Video2(1)	58	91.99	12.271009	3.503
Video2(2)	71	93.56	7.230721	2.689
Video2(3)	71	92.24	9.357481	3.0590
Video2(4)	71	91.47	13.010449	3.6070
Video2(5)	71	91.34	17.255716	4.1540
Video2(6)	71	93.71	6.615184	2.5720
Video2(7)	71	92.62	6.046681	2.4590
Video2(8)	71	92.26	9.529569	3.0870
Video2(9)	71	89.97	17.280649	4.1570
Video2(10)	71	89.98	41.280625	6.4250
Video2(11)	71	91.13	13.198689	3.6330
Sum	836	1101.93	158.627509	41.701
Average	69.67	91.83	13.21895908	3.4751

ตารางที่ 4.9 ค่าทางสถิติของข้อมูลเทียบกับชุดข้อมูลแผ่นแบบหนึ่งรูปเทียบกับข้อมูลทุกๆ 7 วินาที

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Time(7 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	48	0.3074	0.00003799	0.006164
Video2(1)	42	0.4714	0.00011257	0.010610
Video2(2)	51	0.4850	0.0000953	0.009762
Video2(3)	51	0.4911	0.00000215	0.001465
Video2(4)	51	0.4959	0.00000886	0.002977
Video2(5)	51	0.4981	0.00000218	0.001478
Video2(6)	51	0.5027	0.00000707	0.002659
Video2(7)	51	0.5043	0.00000163	0.001276
Video2(8)	51	0.5102	0.00003081	0.005551
Video2(9)	51	0.5144	0.00006309	0.007943
Video2(10)	51	0.5154	0.00004096	0.006400
Video2(11)	51	0.5154	0.00003343	0.005782
Sum	600	5.8113	0.00043604	0.062067
Average	50	0.4843	0.00003634	0.005172
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Frame_noและ Accuracy(7 วินาที)				
	จำนวนเฟรม(N)	Mean(X)	Variance(R)	Standard Deviation(S.D)
Video1	48	91.16	4.297329	2.073
Video2(1)	42	92.04	15.085456	3.884
Video2(2)	51	93.04	8.048569	2.837
Video2(3)	51	92.41	11.4244	3.380
Video2(4)	51	91.46	11.512449	3.393
Video2(5)	51	90.83	18.020025	4.245
Video2(6)	51	93.75	6.385729	2.527
Video2(7)	51	92.92	4.145296	2.036
Video2(8)	51	92.75	9.998244	3.162
Video2(9)	51	90.12	15.6025	3.950
Video2(10)	51	90.32	27.583504	5.252
Video2(11)	51	91.4	12.680721	3.561
Sum	600	1102.20	144.784222	40.300
Average	50	91.85	12.065351	3.3583

4.1.2 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือสเก็ตตัวเลขและตัวอักษรด้วยสายตา

โดยได้นำข้อมูลที่สเก็ตมาใช้วิธีการตรวจสอบตามความสมควรของข้อมูลโดยแบ่งแยกเป็นกลุ่มการทดสอบด้วยสายตาแบ่งเป็น

- เวลา : ใช้วิธีการนำค่า ชั่วโมง/นาที/วินาที ที่สเก็ตได้ไปพล็อตกราฟจากโปรแกรม Minitab เบื้องต้นแล้วทำการนับจุดที่ผิดพลาด
- วัน/เดือน/ปี : ใช้วิธีการนำค่า วัน/เดือน/ปี ที่สเก็ตได้มาเปลี่ยนจากตัวอักษรเป็นตัวเป็นตัวเลขจากเดือน Jul เป็น 7 และ Jun เป็น 6 แล้วนำค่าที่ได้ไปพล็อตใน Excel เพื่อนำจุดที่ผิดพลาด
- ค่าละติจูด : ใช้วิธีการนำค่าละติจูดที่สเก็ตได้ไปตรวจสอบด้วยโปรแกรม Quantum GIS Enceladus (นับจุดผิดพลาดจากแกน Y)
- ค่าลองจิจูด : ใช้วิธีการนำค่าละติจูดที่สเก็ตได้ไปตรวจสอบด้วยโปรแกรม Quantum GIS Enceladus (นับจุดผิดพลาดจากแกน X)

โดยใช้ในการทดสอบ 12 ชุดข้อมูลโดยแบ่งย่อยออกเป็น ไฟล์วันที่ 13/jul/2007 จำนวน 1 ไฟล์ และวันที่ 12/jun/2008 จำนวน 11 ไฟล์ และชุดข้อมูลแผ่นแบบ 1 รูป, ชุดข้อมูล แผ่นแบบทุกๆ 5 วินาทีและ 10 วินาที และใช้ช่วงเวลาในการทดสอบ 3 วินาที 5 วินาทีและ 7 วินาที ซึ่งผลลัพธ์ของการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือสเก็ตตัวเลขและตัวอักษรด้วยสายตาแสดงดังตารางที่ 4.10 – 4.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 จุดผิดพลาดของข้อมูลด้วยสายตาเทียบกับชุดข้อมูล 5 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที, 5 วินาที และ 7 วินาที

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ	จำนวนเฟรม (N)	3 วินาที				5 วินาที				7 วินาที			
		เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด
Video1	112	1	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0
Video2(1)	97	1	0	6	6	1	0	0	1	1	0	1	2
Video2(2)	118	0	0	6	7	0	0	3	2	0	0	4	2
Video2(3)	118	0	0	12	5	0	0	1	1	0	0	4	2
Video2(4)	118	0	0	5	8	0	0	0	3	0	0	3	3
Video2(5)	118	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Video2(6)	118	5	0	7	9	5	0	1	3	3	0	1	3
Video2(7)	118	1	0	2	6	1	0	0	0	0	0	0	2
Video2(8)	118	1	0	2	6	0	0	0	0	1	0	0	1
Video2(9)	118	4	0	10	12	3	0	0	1	4	0	4	6
Video2(10)	118	2	0	10	5	1	0	1	4	3	0	4	2
Video2(11)	118	1	0	11	7	1	0	0	2	1	0	4	2
Sum	1389	19	0	73	76	12	0	6	17	14	0	25	25
ร้อยละความถูกต้อง		98.63	100	94.74	94.53	98.56	100	99.28	97.97	97.67	100	95.83	95.83
ร้อยละความถูกต้องของชุดข้อมูล		96.98				98.95				97.33			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 จุดผิดพลาดของข้อมูลด้วยสายตาเทียบกับชุดข้อมูล 10 วินาที เทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที, 5 วินาที และ 7 วินาที

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ	จำนวนเฟรม (N)	3 วินาที				5 วินาที				7 วินาที			
		เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด
Video1	112	20	1	8	26	13	1	5	15	9	0	4	11
Video2(1)	97	6	0	7	3	14	0	4	1	4	0	3	1
Video2(2)	118	8	0	4	6	7	0	1	4	3	0	2	2
Video2(3)	118	3	0	12	4	2	0	7	3	3	0	4	3
Video2(4)	118	7	0	7	34	5	0	2	26	2	0	2	17
Video2(5)	118	2	0	12	3	1	0	5	3	1	0	5	2
Video2(6)	118	3	0	8	18	3	0	5	12	1	0	1	7
Video2(7)	118	0	0	1	44	1	0	0	35	1	0	0	27
Video2(8)	118	1	0	3	7	0	0	1	4	1	0	1	3
Video2(9)	118	9	0	7	18	5	0	3	12	6	0	3	9
Video2(10)	118	3	0	8	6	1	0	3	5	3	0	3	2
Video2(11)	118	1	0	8	8	1	0	4	4	2	0	3	4
Sum	1389	63	1	85	177	53	1	40	124	36	0	31	88
ร้อยละความถูกต้อง		95.46	99.93	93.88	87.25	93.66	99.88	95.21	85.17	94	100	94.83	85.33
ร้อยละความถูกต้องของชุดข้อมูล		94.13				93.48				93.54			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 จุดผิดพลาดของข้อมูลด้วยสายตาเทียบกับชุดข้อมูลรูปเดี่ยวเทียบกับข้อมูลทุกๆ 3 วินาที 3 วินาที, 5 วินาที และ 7 วินาที

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ	จำนวนเฟรม (N)	3 วินาที				5 วินาที				7 วินาที			
		เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด	เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด
Video1	112	69	0	25	26	39	0	11	16	26	0	9	11
Video2(1)	97	31	66	45	6	27	43	33	4	22	35	19	3
Video2(2)	118	42	91	9	7	36	53	7	6	25	39	7	3
Video2(3)	118	41	94	42	17	34	58	25	5	26	43	15	3
Video2(4)	118	63	105	101	55	43	60	63	24	26	46	44	16
Video2(5)	118	46	106	118	10	32	63	71	8	25	45	51	4
Video2(6)	118	54	111	93	17	26	68	58	7	24	46	43	7
Video2(7)	118	43	114	16	31	28	64	11	25	24	46	6	11
Video2(8)	118	34	104	39	10	19	64	21	6	13	41	13	5
Video2(9)	118	32	108	10	31	32	68	8	25	12	47	4	19
Video2(10)	118	47	109	31	28	25	67	22	16	18	46	17	11
Video2(11)	118	38	107	32	13	30	65	18	11	20	44	15	8
Sum	1389	540	1115	561	251	371	673	348	153	261	478	243	101
ร้อยละความถูกต้อง		61.12	19.73	59.61	81.93	55.62	19.5	58.37	81.7	56.5	20.33	59.5	83.17
ร้อยละความถูกต้องของชุดข้อมูล		55.6				53.8				54.88			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

การทดสอบด้วยค่าสถิติพบว่าจำนวนแผ่นแบบที่ใช้ทดสอบยังมีจำนวนมากยิ่งมีผลต่อความถูกต้องเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบจะแสดงให้เห็นว่าข้อมูลช่วงเวลา แผ่นแบบทุกๆ 5 วินาที จะมีร้อยละของความถูกต้องมากที่สุดและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดซึ่ง แสดงให้เห็นว่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่สกัดได้จากชุดข้อมูลที่ 5 วินาที มีความน่าเชื่อถือและความถูกต้องมากที่สุด ตารางผลลัพธ์ความสัมพันธ์ระหว่างความถูกต้องของความคล้ายคลึงของภาพที่นำเข้ามาและแผ่นแบบและ Frame_no ของข้อมูลที่ใช้ทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ระหว่างความถูกต้องของความคล้ายคลึงของภาพที่นำเข้ามาและแผ่นแบบและ Frame_no

ชุดข้อมูล	ช่วงเวลา	จำนวนเฟรม (N)	ร้อยละของความถูกต้องของภาพนำเข้ามาและแผ่นแบบ	Standard Deviation(s)
5 วินาที	3 วินาที	1389	98.37	0.496
	5 วินาที	836	98.44	0.415
	7 วินาที	600	98.39	0.488
10 วินาที	3 วินาที	1389	97.89	0.723
	5 วินาที	836	97.94	0.664
	7 วินาที	600	97.92	0.705
1 รูป	3 วินาที	1389	91.69	3.467
	5 วินาที	836	91.83	3.475
	7 วินาที	600	91.85	3.358

การทดสอบด้วยสายตาพบว่าจำนวนแผ่นแบบที่ใช้ทดสอบยังมีจำนวนมากยิ่งมีผลต่อความถูกต้องเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบจะแสดงให้เห็นว่าข้อมูลช่วงเวลา แผ่นแบบทุกๆ 5 วินาที จะมีร้อยละของความถูกต้องมากที่สุดและจำนวนแผ่นแบบ 1 รูป มีค่าความถูกต้องน้อยที่สุดแสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลลัพธ์ร้อยละของความถูกต้องจากการตรวจสอบข้อมูลด้วยสายตา

ชุดข้อมูล	ช่วงเวลา	ร้อยละของความถูกต้องจากสายตา					
		จำนวนเฟรม(N)	เวลา	วัน	ละติจูด	ลองจิจูด	ผลรวมของความถูกต้อง
5 วินาที	3 วินาที	1389	98.63	100	94.74	94.53	96.98
	5 วินาที	836	98.57	100	99.28	97.97	98.95
	7 วินาที	600	97.67	100	95.83	95.83	97.33
10 วินาที	3 วินาที	1389	95.46	99.93	93.88	87.26	94.13
	5 วินาที	836	93.66	99.88	95.22	85.17	93.48
	7 วินาที	600	94	100	94.83	85.33	93.54
1 รูป	3 วินาที	1389	61.12	19.73	59.61	81.93	55.6
	5 วินาที	836	55.62	19.5	58.37	81.7	53.8
	7 วินาที	600	56.5	20.33	59.5	83.17	54.88

ซึ่งผลลัพธ์จากการตรวจสอบข้อมูลทั้ง 2 วิธี พบว่าจำนวนแผ่นแบบจะส่งผลกับความถูกต้องต่อชุดข้อมูล ยิ่งจำนวนแผ่นแบบมากความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดได้จากเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษรยิ่งมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การทดสอบเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL

4.2.1 การนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL

เพื่อที่จะนำเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL ด้วยโปรแกรม Navicat Premium ดังที่ได้กล่าวในบทที่ 3 ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.6

frame_no	time	date	lat	long	accuracy	time_offset	path_frames	path_video
smallint	time(K) with date	date	character(8) with date	character(8) with date	double precision	character varying(255)	character varying(255)	character varying(255)
1	10:34:24	2009-07-12	1549.382	10205.479	93.71	0.02387	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
2	10:34:26	2009-07-12	1549.388	10205.490	93.96	1.9686	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames2.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
3	10:34:28	2009-07-12	1549.420	10205.502	94.79	5.9079	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames11.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
4	10:34:30	2009-07-12	1549.442	10205.512	95.79	11.8362	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames175.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
5	10:34:32	2009-07-12	1549.462	10205.520	95.73	7.7784	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames231.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
6	10:34:34	2009-07-12	1549.484	10205.527	95.86	9.7087	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames291.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
7	10:34:36	2009-07-12	1549.505	10205.532	95.36	11.6485	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames348.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
8	10:34:38	2009-07-12	1549.525	10205.536	95.54	13.5802	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames403.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
9	10:34:40	2009-07-12	1549.546	10205.539	95.89	15.5151	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames463.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
10	10:34:42	2009-07-12	1549.566	10205.539	94.96	17.4508	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames523.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
11	10:34:44	2009-07-12	1549.576	10205.540	96.11	19.3861	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames581.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
12	10:34:46	2009-07-12	1549.605	10205.544	95.79	21.3213	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames639.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
13	10:34:47	2009-07-12	1549.613	10205.546	95.46	23.2566	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames697.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
14	10:34:48	2009-07-12	1549.642	10205.552	95.89	25.1918	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames753.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
15	10:34:51	2009-07-12	1549.661	10205.555	95.79	27.1271	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames811.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
16	10:34:53	2009-07-12	1549.689	10205.557	96.14	29.0624	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames871.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
17	10:34:55	2009-07-12	1549.686	10205.560	95.79	30.9977	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames928.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
18	10:34:57	2009-07-12	1549.703	10205.561	95.32	32.9329	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames987.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
19	10:34:59	2009-07-12	1549.723	10205.561	94.96	34.8682	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1045.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
20	10:35:01	2009-07-12	1549.732	10205.560	95.21	36.8035	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1103.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
21	10:35:03	2009-07-12	1549.746	10205.559	95.79	38.7387	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1161.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
22	10:35:05	2009-07-12	1549.796	10205.549	94.96	40.674	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1219.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
23	10:35:07	2009-07-12	1549.766	10205.553	95.52	42.6093	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1277.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
24	10:35:09	2009-07-12	1549.772	10205.528	96.27	44.5446	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1335.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
25	10:35:11	2009-07-12	1549.775	10205.536	95.23	46.4798	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1393.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
26	10:35:13	2009-07-12	1549.774	10205.503	96.04	48.4151	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1451.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
27	10:35:15	2009-07-12	1549.773	10205.491	94.90	50.3504	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1509.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1
28	10:35:16	2009-07-12	1549.765	10205.479	94.00	52.2856	C:\Thesis_new_test\1\image\PS\frames1567.jpg	C:\Users\Def\Desktop\PS2\EGAT_A8-2-1

frame_no	time	date	lat	long	accuracy	time_offset	path_frames	path_video
smallint	time(K) with date	date	character(8) with date	character(8) with date	double precision	character varying(255)	character varying(255)	character varying(255)
5661	07:29:00	2007-07-15	1453.266	10156.504	95.71	205.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames5126.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5662	07:29:05	2007-07-15	1453.241	10156.497	95.79	210.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames5211.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5663	07:29:10	2007-07-15	1453.223	10156.383	95.71	215.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames5376.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5664	07:29:15	2007-07-15	1453.197	10156.236	95.79	220.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames5501.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5665	07:29:20	2007-07-15	1453.165	10156.237	95.79	225.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames5626.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5666	07:29:25	2007-07-15	1453.144	10156.173	95.66	230.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames5781.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5667	07:29:30	2007-07-15	1453.123	10156.114	95.82	235.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames5876.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5668	07:29:35	2007-07-15	1453.100	10156.058	95.64	240.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6001.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5669	07:29:40	2107-07-15	1453.078	10156.001	95.82	245.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6126.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5670	07:29:45	2007-07-15	1443.660	10155.954	95.75	250.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6251.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5671	07:29:50	2007-07-15	1453.033	10155.884	95.71	255.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6376.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5672	07:29:55	2007-07-15	1453.010	10155.826	95.75	260.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6501.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5673	07:30:00	2007-07-15	1452.990	10155.767	95.64	265.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6626.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5674	07:30:05	2007-07-15	1452.967	10155.708	95.71	270.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6751.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5675	07:30:10	2007-07-15	1452.944	10155.649	95.75	275.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames6876.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5676	07:30:15	2007-07-15	1452.921	10155.589	95.79	280.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7001.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5677	07:30:20	2007-07-15	1452.899	10155.523	95.68	285.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7126.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5678	07:30:25	2007-07-15	1452.874	10155.459	95.64	290.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7251.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5679	07:30:30	2007-07-15	1452.850	10155.392	95.68	295.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7376.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5680	07:30:35	2007-07-15	1452.824	10155.322	95.64	300.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7501.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5681	07:30:40	2007-07-15	1452.795	10155.247	95.82	305.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7626.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5682	07:30:45	2007-07-15	1452.766	10155.188	95.86	310.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7751.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5683	07:30:50	2007-07-15	1452.735	10155.083	95.75	315.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames7876.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5684	07:30:55	2007-07-15	1452.704	10154.993	95.79	320.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames8001.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5685	07:31:00	2007-07-15	1452.675	10154.909	95.71	325.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames8126.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5686	07:31:05	2007-07-15	1452.645	10154.828	95.82	330.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames8251.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD
5687	07:31:10	2007-07-15	1452.617	10154.750	95.86	335.04	C:\Thesis_new_test\7\image\PS\frames8376.jpg	C:\Users\Def\Desktop\Fie_work_11\EGAT2_VCD

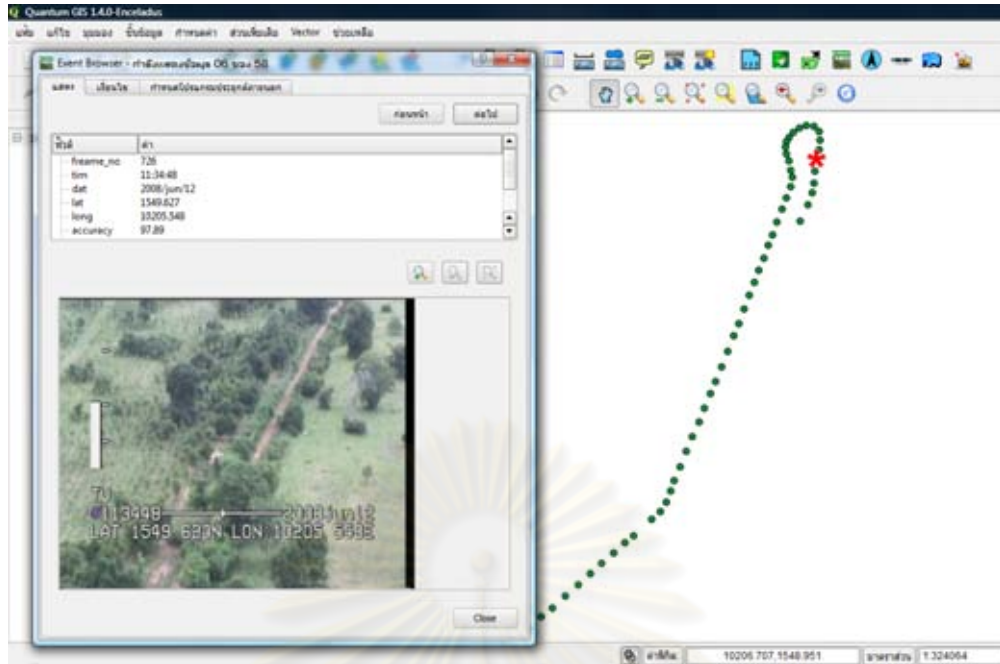
รูปที่ 4.6 การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล PostgreSQL

ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรแบ่งเป็นการทดสอบข้อมูลไฟล์วิดีโอ 12 ไฟล์และใช้ แผ่นแบบรูปเดียว, ช่วงทุกๆ 5 วินาที, 10 วินาที ดังนั้นข้อมูลที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL ทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 จำนวนข้อมูลที่น่าเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL

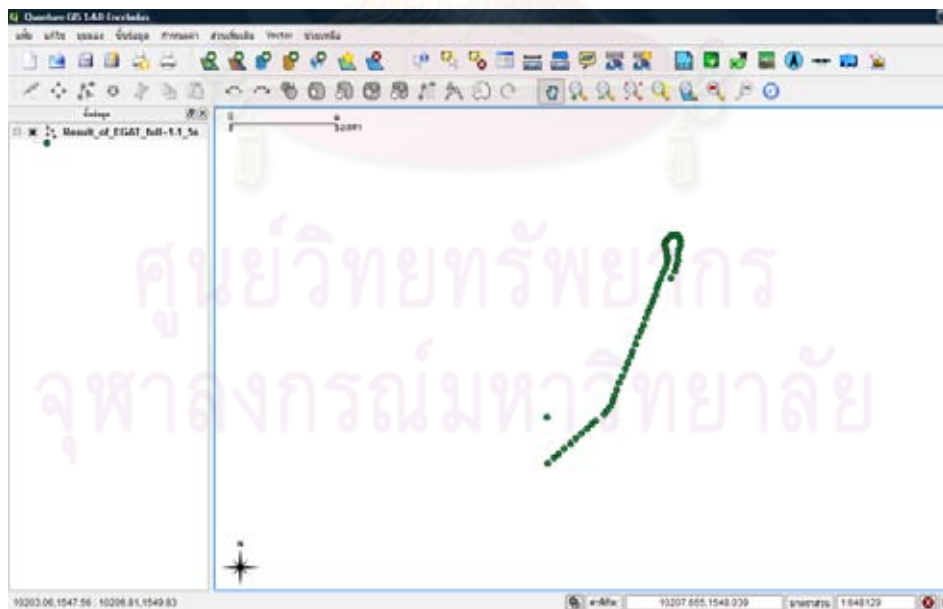
ชุดข้อมูล	จำนวนข้อมูลทดสอบเทียบกับแต่ละช่วงเวลา								
	แผนแบบ 5 วินาที			แผนแบบ 7 วินาที			แผนแบบ 1 รูป		
	3 วินาที	5 วินาที	7 วินาที	3 วินาที	5 วินาที	7 วินาที	3 วินาที	5 วินาที	7 วินาที
Video1	112	68	48	112	68	48	112	68	48
Video2(1)	97	58	42	97	58	42	97	58	42
Video2(2)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(3)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(4)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(5)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(6)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(7)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(8)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(9)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(10)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Video2(11)	118	71	51	118	71	51	118	71	51
Sum	1389	836	600	1389	836	600	1389	836	600

ข้อมูลที่ได้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลค่าพิกัดที่สกัดออกมาเบื้องต้นได้จากโปรแกรม Quantum GIS Enceladus เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยใช้ค่าพิกัด lat, long โดยนำเข้าจากข้อมูลที่เก็บเป็นไฟล์ .text ซึ่งจะประกอบด้วย frame_no, time, date, lat, long, accuracy, time_offset, path_frames, path_Video ซึ่งใช้ Path ในการเชื่อมโยงข้อมูลที่สกัดจากไฟล์วีดีโอแต่ละเฟรมสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากเครื่องมือที่พัฒนาได้ ซึ่ง path_frames สามารถใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของค่าพิกัดที่สกัดจากข้อมูลไฟล์วีดีโอระบบ APS กับข้อมูลภาพที่แสดงดังรูปที่ 4.7



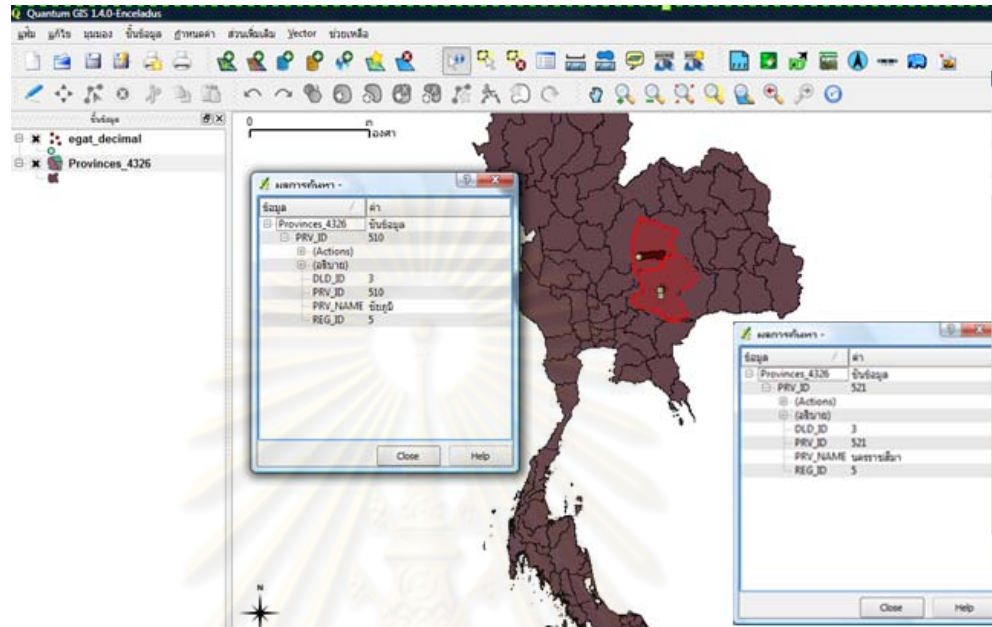
รูปที่ 4.7 ข้อมูลแนวบินถ่ายบริเวณแนวเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงของเฮลิคอปเตอร์ระบบ APS

เมื่อนำข้อมูลที่สกัดได้มาทำการเชื่อมต่อเพื่อสอบดูค่าความถูกต้องของค่าพิกัดที่สกัดออกมาได้จากไฟล์ข้อมูลวันที่ 13/jun/2007 และวันที่ 12/jun/2008 มาตรวจสอบความถูกต้องด้วยโปรแกรม Quantum GIS Enceladus จะแสดงดังรูปต่อไปนี้ ตัวอย่างรูปค่าพิกัดจากแนวบินของระบบ APS



รูปที่ 4.8 ลักษณะแนวบินถ่ายของเฮลิคอปเตอร์วันที่ 12/jun/2008 1 of 11
(ข้อมูลที่เหลือแสดงอยู่ในภาพผนวก ค.)

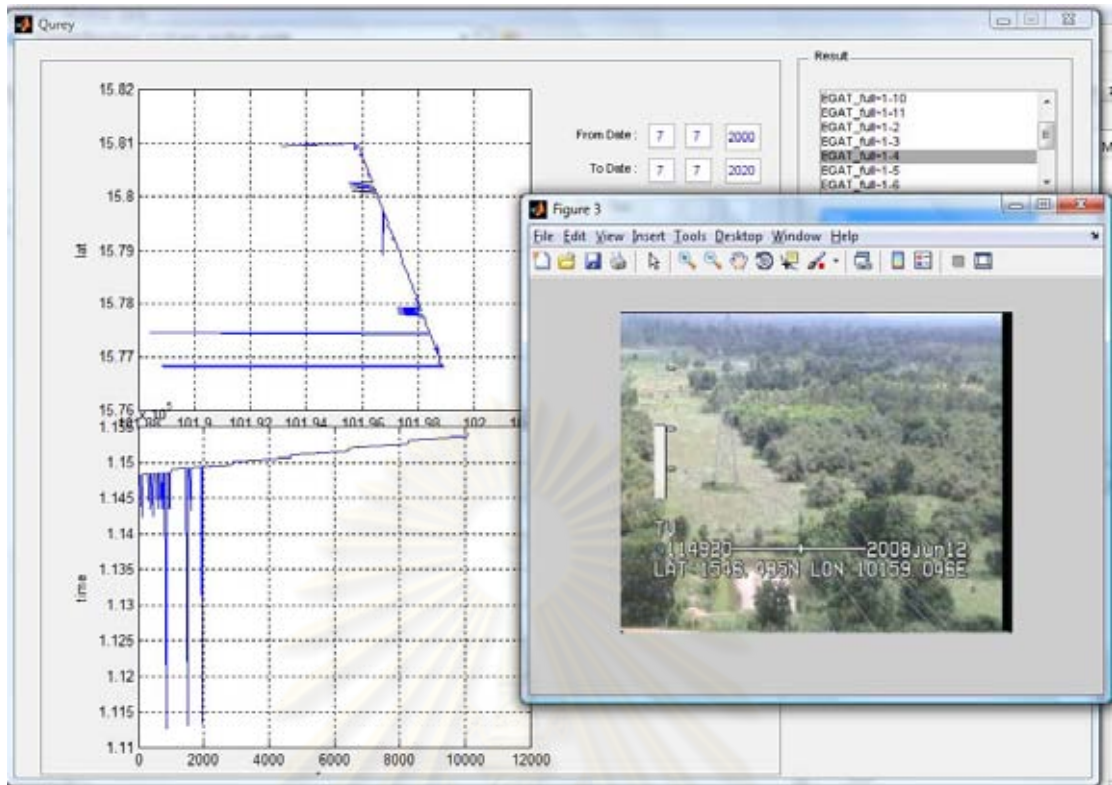
เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาแสดงร่วมกับแผนที่ประเทศไทย จะพบว่าข้อมูลดังกล่าวอยู่บนแผนที่ประเทศไทยซึ่งข้อมูลทั้ง 2 แสดงอยู่บนจังหวัด ชัยภูมิ (12/jun/2008) และนครราชสีมา (13/jul/2007) แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ตำแหน่งค่าพิกัดของไฟล์วีดีโอวันที่ 12/jun/2008 และวันที่ 13/jul/2007

4.2.2 การทดสอบเครื่องมือเพื่อค้นคืนจากฐานข้อมูล PostgreSQL

การทดสอบเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL เพื่อค้นคืนและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดจากเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร โดยตรวจสอบจาก frame_no, time, date, latitude, longitude, accuracy, time_offset, path_frames, path_Video โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการกราฟเวลาและเฟรมของไฟล์วีดีโอ, กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าละติจูดและค่าลองจิจูด เพื่อให้เห็นแนวถ่ายเฮลิคอปเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.10



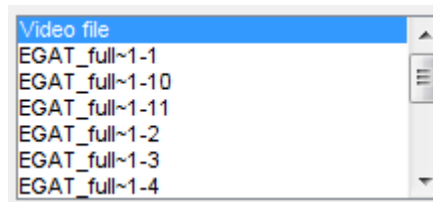
รูปที่ 4.10 ลักษณะการทำงานของเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL

โดยได้แบ่งส่วนของการค้นคืนเป็น 2 ส่วนคือส่วนแรกคือการเรียกค้นคืนข้อมูลโดยการกรอกค่าตัวเลข วัน, เวลา, ละติจูดและลองจิจูด โดยที่ส่วนของวันนั้นจะแบ่งเป็น วัน เดือน ปี เวลาจะแบ่งเป็น ชั่วโมง นาที วินาที ส่วนที่สองคือส่วนในการแสดงผล จะแสดงผลข้อมูลที่นำไปจัดเก็บในฐานข้อมูล

การค้นคืน วัน เดือน ปี ได้ทดสอบโดยการใส่ตัวเลขที่ต้องการจะทราบว่ามีไฟล์วิดีโอจากช่วง วัน เดือน ปี ถึง วัน เดือน ปี ไดบ้างตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4.11 เมื่อทำการค้นคืนข้อมูลจะแสดงรายชื่อไฟล์วิดีโอในช่วงวันที่ทำการค้นคืนนั้นแสดงดังรูปที่ 4.12 เมื่อทำการตรวจสอบกับข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกในฐานข้อมูล PostgreSQL พบว่าข้อมูลที่แสดงผลตรงกับข้อมูลที่จัดเก็บและค้นคืน

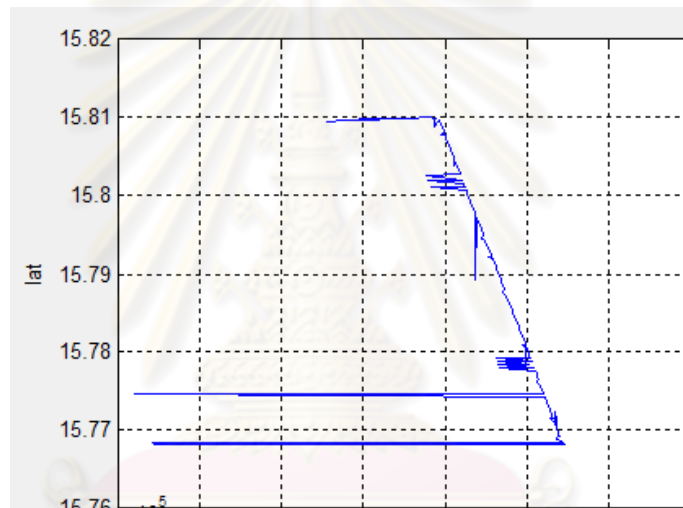
From Date :	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="2005"/>
To Date :	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="2015"/>

รูปที่ 4.11 การกรอกข้อมูลวันที่ช่วงที่ต้องการค้นคืน

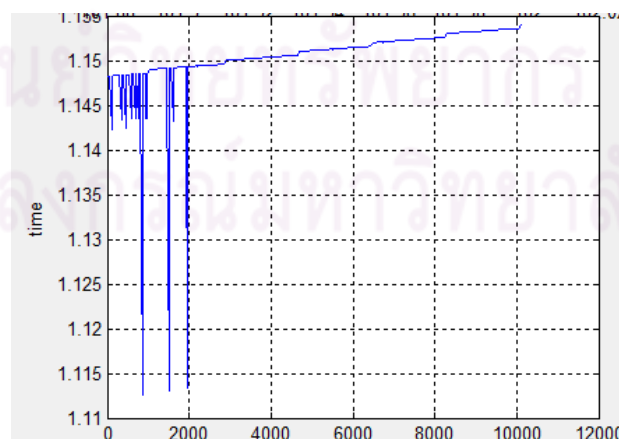


รูปที่ 4.12 ผลรายชื่อไฟล์วิดีโอช่วงวันที่ ที่ทำการค้นคืน

เมื่อทำการเลือกไฟล์วิดีโอวันที่ต้องการทดสอบจะแสดงผลกราฟ 2 ส่วนคือกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟค่าละติจูดและค่าลองจิจูดแสดงดังรูปที่ 4.13 และกราฟแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง เวลาและเฟรมที่เพิ่มขึ้นแสดงดังรูปที่ 4.14

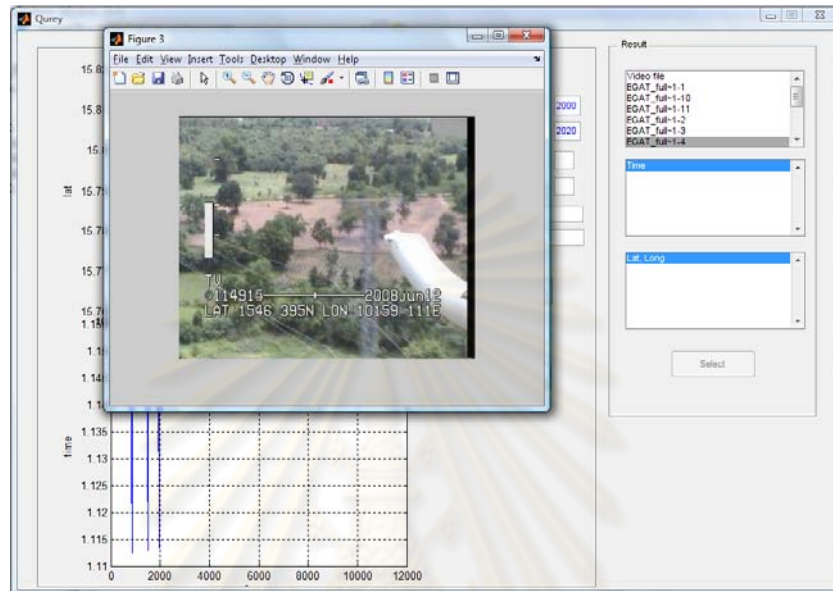


รูปที่ 4.13 ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าละติจูดและลองจิจูด



รูปที่ 4.14 ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า เวลา และ Frame_no

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องมือเพื่อค้นคืนให้สามารถตรวจสอบบริเวณที่ผิดพลาดโดยสามารถคลิกที่กราฟเพื่อแสดงข้อมูลที่ผิดพลาดจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรที่จัดเก็บลงในฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ทดลองสามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ว่าบริเวณที่สกัดข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 การตรวจสอบบริเวณที่ผิดพลาดด้วยกราฟ

การค้นคืนเวลา ชั่วโมง นาที วินาที โดยได้ทดสอบโดยการใส่ตัวเลขที่ต้องการจะทราบว่ามีไฟล์วิดีโอจากช่วง ชั่วโมง นาที วินาที ถึง ชั่วโมง นาที วินาที ได้อย่างตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4.16 เมื่อทำการค้นคืนข้อมูลจะแสดงรายชื่อไฟล์วิดีโอในช่วงเวลาที่ทำกรค้นคืนนั้นแสดงดังรูปที่ 4.17 เมื่อตรวจสอบชุดข้อมูลรายชื่อไฟล์วิดีโอที่ทำการจัดเก็บพบว่าข้อมูลที่ค้นคืนมีความถูกต้องตามข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล PostgreSQL

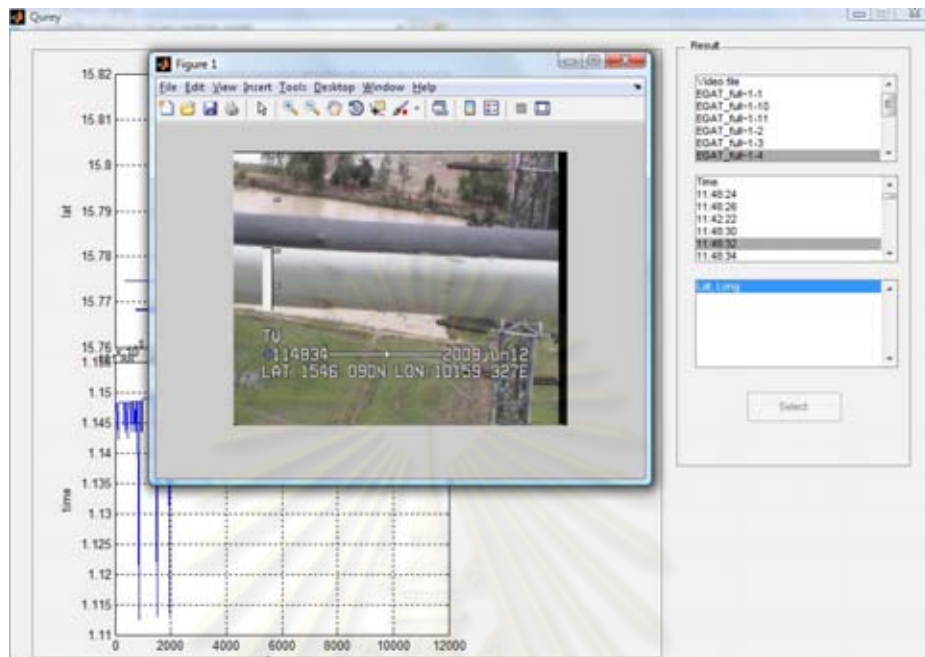
From Time : 5 0 0
To Time : 17 0 0

รูปที่ 4.16 การกรอกข้อมูลเวลาที่ช่วงที่ต้องการค้นคืน

Time
11:38:24
11:38:26
11:38:28
11:38:30
11:38:32
11:38:34

รูปที่ 4.17 ผลรายชื่อไฟล์วิดีโอช่วงเวลาที่ทำกรค้นคืน

เมื่อทำการเลือกช่วงเวลาที่ถูกทดสอบต้องการ จะแสดงผลเป็นไฟล์วิดีโอในช่วงเวลาที่เลือกดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ตัวอย่างเลือกช่วงเวลาซึ่งแสดงผลในลักษณะไฟล์วิดีโอ

การค้นคืนค่าละติจูดและลองจิจูดโดยได้ทดสอบโดยการใส่ตัวเลขที่ต้องการจะทราบว่ามีไฟล์วิดีโอจากช่วงละติจูดและลองจิจูดตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4.19 และจำแสดงผลตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับที่ค้นคืนอยู่ ณ ที่ตำแหน่งใดตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4.20

LAT :

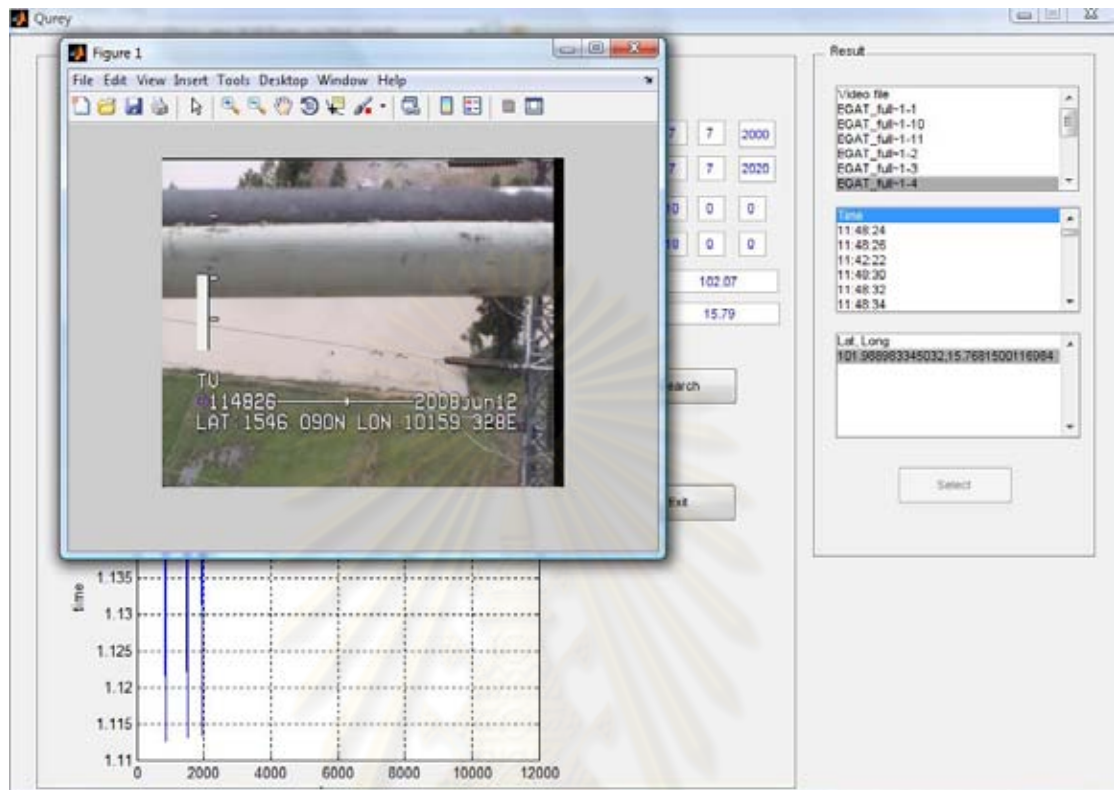
LON :

รูปที่ 4.19 การกรอกข้อมูลเวลาที่ช่วงที่ต้องการค้นคืน

Lat, Long
102.069150002797,15.7912333170573

รูปที่ 4.20 ผลรายชื่อไฟล์วิดีโอช่วงเวลาที่ทำกรค้นคืน

เมื่อทำการเลือกค่าพิกัดที่ผู้ทดสอบต้องการ จะแสดงผลเป็นไฟล์วิดีโอในช่วงเวลาที่เลือกดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ตัวอย่างเลือกค่าพิกัดซึ่งแสดงผลในลักษณะไฟล์วิดีโอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ประเด็นสำคัญที่ค้นพบจากงานวิจัย

ในช่วงแรกของงานวิจัยได้มีการทดลองด้วยวิธีการต่างๆเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้ กลุ่มแรกเป็นข้อมูลภาพสี ขาว-ดำและเฉดเทา กลุ่มสองเป็นขั้นตอนการเข้าสู่แผนแบบประกอบด้วย Pixel by Pixel, Mean, Window Mask, Sad, SSD และ Neural Network พบว่าบางวิธีทำงานง่ายและรวดเร็วแต่ผลลัพธ์ไม่เป็นที่น่าพอใจ บางวิธีช้าและขั้นตอนการเตรียมข้อมูลมาก แต่ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาดีจากการทดสอบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีและถูกต้องที่สุดเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรจึงได้ทำการทดสอบดังต่อไปนี้

1. การทดสอบด้วยวิธี SAD จากข้อมูลภาพสี ขาว-ดำและเฉดเทา แผนแบบ 1 รูป ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังต่อไปนี้

- ข้อมูลภาพ ขาว-ดำ ค่าข้อมูลแต่ละจุดภายใน Pixel เป็น 0 และ 1 ซึ่งมีความหนาแน่นมากเกินไปทำให้ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบเพื่อเข้าสู่ ไม่ชัดเจนเท่าที่ควรผลลัพธ์ที่ได้ผิดพลาดมากเนื่องจากข้อมูลเป็นไฟล์วีดิโอภาพพื้นหลังมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาส่งผลกระทบต่อการทำงาน

- ภาพสีมีความแตกต่างในเรื่องค่า DN มากจนเกินไปเนื่องจากมีค่าข้อมูล 3 Band คือ Red (R) Green (G) Blue (B) ซึ่งแต่ละ Band มีความเข้มแสงตั้งแต่ 0-255 เมื่อนำมาใช้เปรียบเทียบเพื่อเข้าสู่ ทำให้ข้อมูลที่ใช้มีความแตกต่างและซับซ้อนมากเกินไป เวลาที่ใช้ทดสอบค่อนข้างนานเนื่องจากความแตกต่างของระดับสีภายในภาพของข้อมูล

- ภาพเฉดเทาเนื่องจากข้อมูลภายในภาพเฉดเทาที่มีความเข้มแสงตั้งแต่ 0-255 เมื่อนำมาใช้เปรียบเทียบเพื่อเข้าสู่ ได้ผลข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่น่าจะเป็นมากที่สุดจึงเหมาะสมกับงานวิจัยนี้ในการนำมาใช้เปรียบเทียบเพื่อเข้าสู่

2. นอกเหนือจากวิธีการนำภาพระดับสีที่แตกต่างกันมาทำการประมวลผลเปรียบเทียบกันแล้ว ยังได้ทำการทดสอบด้วยวิธีการเข้าสู่แผนแบบ เบื้องต้นได้คิดค้นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการเข้าสู่แผนแบบหลากหลายวิธีซึ่งใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองเป็นหลัก มาใช้ในการประมวลผลเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลจากวีดิโอ สิ่งที่ได้ศึกษาประกอบด้วยวิธีดังต่อไปนี้ Pixel by Pixel, Mean, Window Mask, Sad, SSD และ Neural Network ซึ่งจากการทดสอบเบื้องต้นด้วยแผนแบบรูปเดียวทดสอบด้วยชุดข้อมูลวันที่ 13 ก.ค. 2550 พบว่า

- วิธี Pixel by Pixel ใช้เวลาค่อนข้างนานในการเข้าคู่เนื่องจากการเลื่อนตำแหน่งของภาพ และข้อมูล Pixel แต่ละจุดของภาพแผ่นแบบเปรียบเทียบกับภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอความถูกต้องที่ได้จากเครื่องมือเบื้องต้นคือร้อยละ 75-85

- วิธี Mean ใช้เวลาปานกลางในการเข้าคู่แผ่นแบบเนื่องจากข้อมูลที่ได้มาจากการเฉลี่ยนค่าของ Pixel เพื่อเปรียบเทียบภาพแผ่นแบบและภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอ ภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอมีความถูกต้องที่ได้จากเครื่องมือเบื้องต้นคือร้อยละ 80-85

- วิธี Window Mask ใช้เวลาค่อนข้างเร็วในการเข้าคู่แผ่นแบบเนื่องจากข้อมูลเลื่อนไปตามตำแหน่งที่ต้องการเปรียบเทียบเพื่อเข้าคู่โดยใช้วิธีการครอบตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการเปรียบเทียบภาพแผ่นแบบและภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอ ภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอมีความถูกต้องที่ได้จากเครื่องมือเบื้องต้นคือร้อยละ 75-80

- วิธี SAD ใช้เวลาปานกลางในการเข้าคู่แผ่นแบบเนื่องจากข้อมูลเลื่อนไปตามตำแหน่งที่ต้องการเปรียบเทียบเพื่อเข้าคู่ การเปรียบเทียบภาพแผ่นแบบและภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอ ภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอมีความถูกต้องที่ได้จากเครื่องมือเบื้องต้นคือร้อยละ 75-85

- วิธี Neural Network ใช้เวลาค่อนข้างนานในการเข้าคู่เนื่องจากการจำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีจำนวนมาก ภาพแผ่นแบบเปรียบเทียบกับภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอความถูกต้องที่ได้จากเครื่องมือเบื้องต้นคือร้อยละ 90-95

จากการทดสอบด้วยวิธีต่างๆข้างต้นทำให้พบว่าการใช้วิธี SAD และใช้หลักการในการเลื่อนตำแหน่งของข้อมูลเพื่อนำข้อมูลแผ่นแบบที่ต้องการเข้าคู่กับตำแหน่งของภาพนำเข้าจากไฟล์วิดีโอโดยตรงจะสามารถลดขั้นตอนในการเลื่อนภาพเพื่อลดระยะเวลาในการประมวลผล และใช้หลักการ Neural Network เพื่อเพิ่มจำนวนแผ่นแบบของที่นำมาใช้ในการเข้าคู่เพื่อเพิ่มความใกล้เคียงและความน่าจะเป็นของข้อมูลโดยอาจใช้เงื่อนไขในการกำหนดตัวเลขและตัวอักษรเข้ามาช่วยเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น

5.1.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

เครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพวิดีโอระบบ APS พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Matlab เพื่อให้สามารถอ่านค่าตัวเลขและตัวอักษร เพื่อวิเคราะห์และบ่งบอกให้รู้ว่าตัวเลขของเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัดนั้นเป็นอะไรก่อนที่จะนำผลที่ได้นี้เข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL โดยการนำเอาเทคนิค OCR มาใช้ในการสกัดข้อมูลได้ โดยใช้วิธี SAD เนื่องจากข้อมูลที่แสดงบนไฟล์วิดีโอของที่ไม่มีการบิดเบียงของข้อมูลและตำแหน่งของข้อมูลคงจึงพอเพียงพอต่อความต้องการของกระบวนการในการรับรู้และแปลความหมายของคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ใช้ทดสอบเป็นไฟล์วิดีโอซึ่งประกอบด้วยข้อมูลหลายๆเฟรม ซึ่งมีความแตกต่างในเรื่องการเปลี่ยนแปลงพื้นหลังบริเวณตำแหน่งข้อมูล

ตัวเลขและตัวอักษรที่สนใจ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้งานผ่านแบบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของบริเวณพื้นที่ทำการสำรวจมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่อาคารที่อยู่อาศัย ถนน พุงนา พื้นที่รกร้าง เป็นต้น ซึ่งได้ใช้วิธีแก้ไขโดยการกำหนดเงื่อนไขและเพิ่มจำนวนผ่านแบบที่หลากหลายช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับวิธีการเข้าคู่ผ่านแบบ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษรด้วยการประมวลผลของคอมพิวเตอร์และสายตาแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลลัพธ์ร้อยละของความถูกต้องของเครื่องมือสกัดข้อมูลและสายตา

ชุดข้อมูล	ช่วงเวลา	จากเครื่องมือสกัดข้อมูล		จากสายตา
		ร้อยละของความถูกต้องของภาพ นำเข้าและผ่านแบบ	Standard Deviation(s)	ร้อยละของความถูกต้อง
5 วินาที	3 วินาที	98.369	0.496	96.976
	5 วินาที	98.443	0.415	98.953
	7 วินาที	98.394	0.488	97.333
10 วินาที	3 วินาที	97.888	0.723	94.132
	5 วินาที	97.944	0.664	93.481
	7 วินาที	97.927	0.705	93.542
1 รูป	3 วินาที	91.689	3.467	55.598
	5 วินาที	91.828	3.475	53.798
	7 วินาที	91.85	3.358	54.875

จากตารางแสดงผลลัพธ์ของความถูกต้องของข้อมูลทั้ง 2 แสดงให้เห็นว่าการใช้ผ่านแบบ 1 รูป มีความถูกต้องน้อยที่สุดทุกช่วงเวลาทดสอบเนื่องจากข้อมูลผ่านแบบที่ใช้ในการเข้าคู่มีน้อยที่สุด ข้อมูลผ่านแบบ 5 วินาที มีความถูกต้องของกลุ่มชุดข้อมูลที่ใช้ทดสอบมากที่สุดเนื่องจากผ่านแบบที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนมากที่สุดโดยการเปรียบเทียบทั้งช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบในช่วง 5 วินาที ซึ่งมีความถูกต้องมากกว่าการทดสอบเวลาในช่วง 3 วินาที, 5 วินาทีและ 7 วินาทีตามลำดับ นอกจากนี้ค่า Standard Deviation ที่ใกล้เคียง 0 ยังแสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง และจำนวนของข้อมูลทุกช่วงเวลาทดสอบเท่ากันแสดงให้เห็นข้อมูลที่เลือกสกัด ณ ช่วงเวลาที่ต่างกันในแต่ละเฟรมมีความถูกต้อง ซึ่งผลลัพธ์จากการตรวจสอบข้อมูลทั้ง 2 วิธี พบว่าจำนวนผ่านแบบจะส่งผลกับความถูกต้องต่อชุดข้อมูล ยิ่งจำนวนผ่านแบบมากความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดได้จากเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษรยิ่งมาก

เวลาที่ใช้ระหว่างระบบเก่าและระบบใหม่ การทดสอบด้วยระบบเก่าต้องใช้ผู้คุมเพื่อตรวจข้อมูลตลอดเวลาในขณะที่การทำงานด้วยระบบใหม่ซึ่งเป็นแบบอัตโนมัติผู้ใช้สามารถปฏิบัติงาน

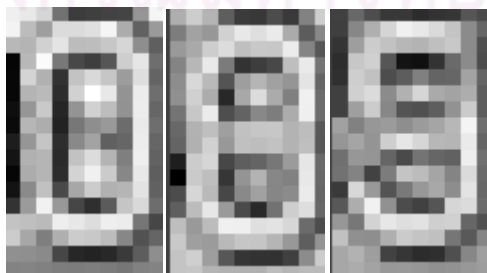
นอกเหนือจากการควบคุมเครื่องมือเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ของข้อมูล โดยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะสกัดข้อมูลอยู่ในรูปแบบ .text ไฟล์ ซึ่งง่ายต่อการใช้งานทั้งการนำเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อใช้งานต่อไป โดยระยะเวลาในการประมวลผลของเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรแสดงดังตารางที่ 5.2 ระยะเวลาในการทดสอบขึ้นอยู่กับไฟล์วิดีโอที่นำเข้าและจำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการทดสอบ ตารางที่ 5.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบโดยเครื่องมือสกัดตัวเลขและตัวอักษร

ชุดข้อมูล	ช่วงเวลา	เวลาในการประมวลผลโดยประมาณ
5 วินาที	3 วินาที	2.30 ชั่วโมง
	5 วินาที	1.30 ชั่วโมง
	7 วินาที	1.00 ชั่วโมง
10 วินาที	3 วินาที	1.30 ชั่วโมง
	5 วินาที	1.00 ชั่วโมง
	7 วินาที	30.00 นาที
1 รูป	3 วินาที	20.00 นาที
	5 วินาที	10.00 นาที
	7 วินาที	5.00 นาที

ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือสกัดเกิดจากปัจจัยหลายอย่างดังต่อไปนี้

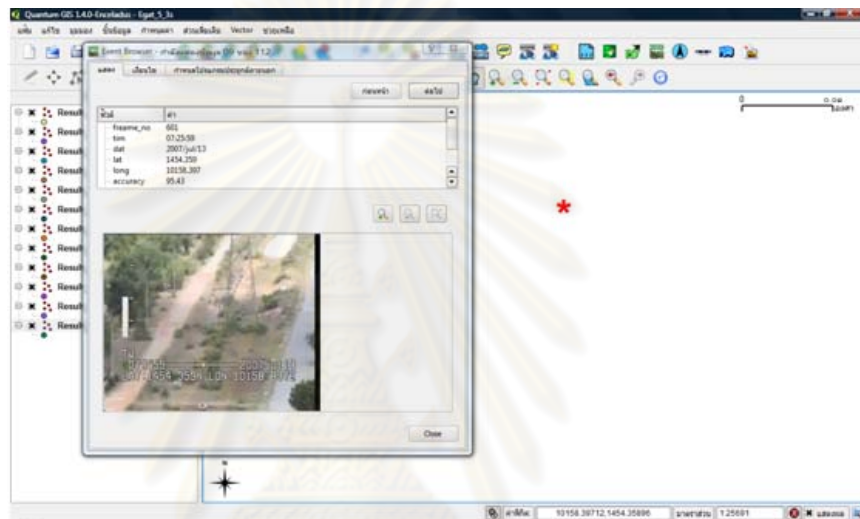
- ข้อมูลวีดีโอมีความหลากหลายของการเปลี่ยนแปลงบริเวณพื้นหลังของตัวเลขและตัวอักษรมากเกินไปจึงไม่สามารถเลือก เฟรมใดเฟรมหนึ่งมาใช้เพื่อเป็นแผ่นแบบเพราะไฟล์ข้อมูลวีดีโอที่จะนำไปประมวลผลยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาความแตกต่างของข้อมูลบริเวณพื้นหลังของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไปมาใช้ในการเปรียบเทียบกับวิธีการ SAD ได้ 100%

- ความใกล้เคียงของข้อมูลตัวเลขที่ใช้ในการประมวลผลและพื้นหลังที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ทำให้การวิเคราะห์การแปลความหมายเพื่อสกัดข้อมูลคลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่น เลข 0, 3, 6, 8 และ 9 ดังรูปที่ 5.1

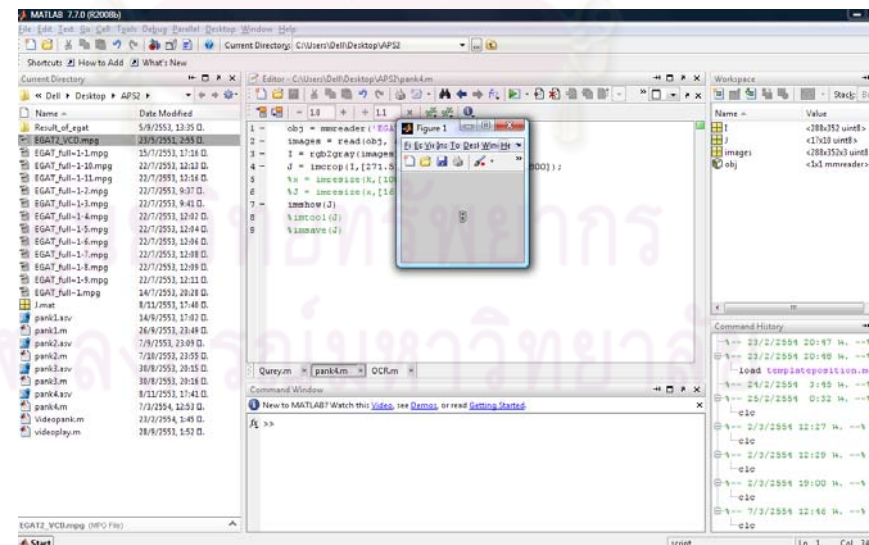


รูปที่ 5.1 ความใกล้เคียงของข้อมูลตัวเลขและผลกระทบจากพื้นหลัง

จากการทดสอบเพื่อค้นหาตำแหน่งของข้อมูลที่ผิดพลาดเนื่องจากผลกระทบจากพื้นหลังและความใกล้เคียงของตัวเลขด้วยโปรแกรม Quantum GIS Enceladus แสดงดังรูปที่ 5.2 เมื่อทำการตรวจสอบค่าพิกัดที่ได้จากข้อมูลที่สกัด จะพบตำแหน่งของเฟรมที่ผิดพลาดคือ 601 ตำแหน่งค่า longitude ข้อมูลภาพจากเฟรมที่ถูกต้องจะแสดงข้อมูล 10158.897E ข้อมูลที่สกัดได้จากเครื่องมือจะแสดงข้อมูล 10158.397E ซึ่งเมื่อเราทำการตรวจสอบด้วยโปรแกรม Matlab โดยการแปลงภาพเป็น Gray scale แล้วทำการ Crop ตำแหน่งของข้อมูลตัวเลขที่ผิดพลาดจะแสดงดังรูปที่ 5.3 ซึ่งจะเห็นผลกระทบพื้นหลังที่มีต่อความคล้ายคลึงของข้อมูลตัวเลขได้ชัดเจน



รูปที่ 5.2 จุดที่ผิดพลาดผลกระทบจากพื้นหลังและความใกล้เคียงของตัวเลข



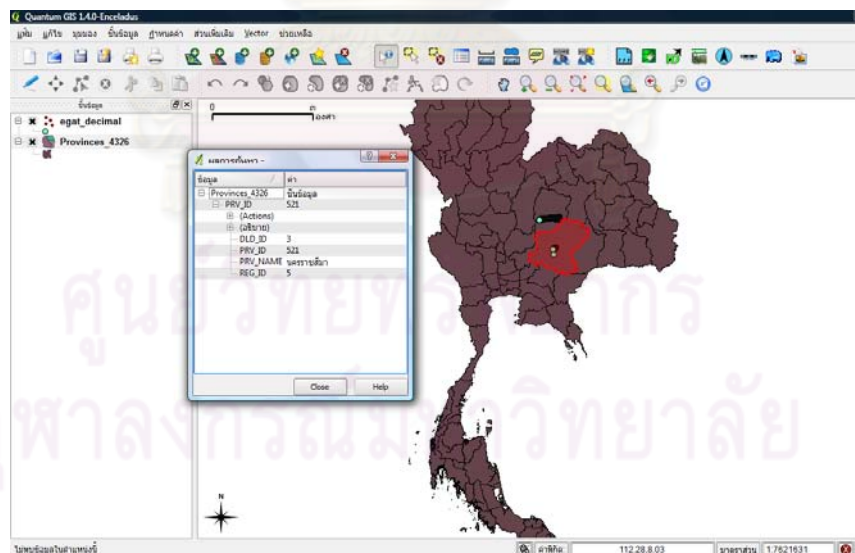
รูปที่ 5.3 ผลกระทบพื้นหลังต่อตัวเลขที่มีความคล้ายคลึง

การเลือกข้อมูลจากกราฟเพื่อให้ได้จุดที่ผิดพลาดที่อยู่ติดกันค่อนข้างยากเนื่องจากข้อมูลที่แสดงบนกราฟความสัมพันธ์ความห่างระหว่างข้อมูลเล็กน้อยทำให้การแสดงความผิดพลาดบางส่วนไม่ตรงกันข้อมูลที่ต้องการบางจุด ซึ่งแก้ไขโดยการใช้ โปรแกรม Minitab และ Quantum GIS Enceladus มาช่วยตรวจจุดที่ผิดพลาดบางส่วน

เครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพวีดิโอระบบ APS พัฒนาขึ้นโดยโปรแกรม Matlab เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องและค้นคืนข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล PostgreSQL โดยตัวโปรแกรมที่ทำงานจะมี 2 ส่วนคือ

1. ฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล (ใช้ PostgreSQL ในการจัดเก็บ)
2. เครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากภาพวีดิโอระบบ APS (ใช้ Matlab)

โดยฐานข้อมูลจะทำหน้าที่จัดเก็บ ข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพวีดิโอ เวลา, วัน, เดือน, ปี, ค่าพิกัด, ค่าความถูกต้องของแต่ละเฟรม, time offset, รวมถึง path ของไฟล์รูปและวีดิโอเพื่อใช้ในการค้นคืนข้อมูลซึ่งฐานข้อมูลยังสามารถเชื่อมต่อโปรแกรมอื่น อย่างเช่นโปรแกรม Quantum Gis Enceladus เพื่อนำไปสอบถามหาความถูกต้องของข้อมูลค่าพิกัดที่สกัดออกมาได้ ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 ข้อมูลค่าพิกัดที่ได้จากการเชื่อมต่อฐานข้อมูล

ส่วนเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากภาพวีดิโอระบบ APS สามารถป้อนข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัด และจะทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล PostgreSQL โดยอัตโนมัติ เมื่อทำการค้นคืนข้อมูลวีดิโอ ณ ตำแหน่งที่ต้องการเครื่องมือจะทำการเรียก Path ที่เก็บข้อมูลไฟล์รูปภาพแต่ละ

เฟรมและไฟล์วิดีโอนำมาแสดงบนจอภาพ รวมถึงแสดงข้อมูลที่ได้จากการสกัดข้อมูลในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา และค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูด มาแสดงผลในกราฟแกน x และ y เพื่อตรวจสอบความถูกต้องที่ได้จากการสกัดข้อมูล

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ข้อมูลที่ใช้เป็นไฟล์วิดีโอตั้งนั้นการเปลี่ยนแปลงของพื้นหลังย่อมมีผลต่อการเข้าคู่แผ่นแบบจากงานวิจัยการเตรียมข้อมูลค่อนข้างใช้เวลานานเนื่องจากต้องแยกข้อมูลแต่ละตำแหน่งเพื่อใช้เป็นแผ่นแบบเปรียบเทียบตามตำแหน่งข้อมูลทั้ง 28 ตำแหน่ง และทำการคัดแยกข้อมูลภาพที่ตัดเป็นแผ่นแบบด้วยสายตาเนื่องจากคอมพิวเตอร์ไม่สามารถรับรู้ภาพที่ตัดเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรใด

2. ความผิดพลาดที่เกิดจากการความไม่ชัดเจนระหว่างตัวเลขและตัวอักษรซึ่งคอมพิวเตอร์ไม่สามารถรับรู้ตัวเลขหรือตัวอักษรนั้นเป็นตัวเลขใด เนื่องจากได้ทำการคัดแยกข้อมูลที่ผิดพลาดส่วนดังกล่าวจึงไม่มีแผ่นแบบที่เข้าคู่และใกล้เคียงทำให้ผลของข้อมูลที่สกัดมีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาด

3. จากการทดสอบด้วยโปรแกรม Matlab มีปัญหาด้าน Memory Leak เกิดขึ้นบ่อยครั้ง สาเหตุมาจากการกำหนดคำสั่งในการประมวลผลด้วยกระบวนการ Image Processing และการเข้าคู่แผ่นแบบ ทำให้ขนาดของข้อมูลมีผลต่อการประมวลผลเนื่องจากกระบวนการดังกล่าวใช้หน่วยความจำมากขึ้น จากการทดสอบพบว่าขนาดของข้อมูลไฟล์วิดีโอที่ใช้ทดสอบมีผลต่อปัญหาดังกล่าวจึงทำให้การค้นหาวิธีแก้ไขและทดสอบค่อนข้างล่าช้า

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้ข้อมูลที่สกัดมีความถูกต้องมากขึ้นในการเข้าคู่ วิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพพื้นหลังอย่างเช่น วิธีการทำข้อมูลที่สนใจให้เป็นเส้นบาง Skeletonization of Image ในการใช้เป็นแบบในการเข้าคู่หรือการตัดแบ่งตำแหน่งของข้อมูลที่แท้จริงที่เราต้องการโดยใช้วิธีการลบพื้นหลัง Education of Background Subtraction

2. ข้อมูลบางส่วนไม่จำเป็นต้องทำทุกขั้นตอนเช่น วัน เดือน ปี ที่ใช้ทดสอบในแต่ละชุดข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่คงที่สามารถรับรู้ได้จากสายตาเมื่อเริ่มทำการทดสอบ ข้อมูลเวลาดังต้นสามารถนำไปตรวจสอบข้อมูลที่สกัดถัดไปซึ่งไม่ควรจะน้อยกว่าเวลาดังต้นเพราะค่าที่สกัดได้จากเวลามีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นแบบต่อเนื่อง ค่าละติจูดและลองจิจูด สามารถตรวจสอบได้จากการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในระดับองศา จากความเร็วโดยประมาณและระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดเพื่อตรวจสอบพิกัดเบื้องต้นโดยเทียบกับข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้ในระดับฟิลิปดา

3. ในกรณีรู้ Front ของตัวเลขหรือตัวอักษรที่ประทับอยู่บนแต่ละเฟรมของไฟล์วิดีโอ อาจจะ
ใช้ของ Front ในลักษณะของตัวเลขและตัวอักษรนั้นมาสร้างแผ่นแบบเพื่อเข้าสู่ข้อมูลโดยกำหนด
ตำแหน่งขอบเขตที่แท้จริงของภาพข้อมูลแผ่นแบบโดยใช้วิธี Labeling เพื่อหาบริเวณขอบภาพของ
ข้อมูลโดยใช้แผ่นแบบเป็นตัวตั้งเพื่อให้เงื่อนไขในการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลเมื่อแผ่น
แบบผลต่างเป็น 0 คอมพิวเตอร์จะตัดสินใจว่าเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรนั้น ใช้ได้ในกรณีที่ข้อมูล
Front ของตัวเลขมีความแตกต่างในเรื่องลักษณะโครงร่างของข้อมูลแต่ถ้าหากข้อมูลมีลักษณะของ
โครงร่างเหมือนกันอาจจะเกิดปัญหาระหว่างเลข 3 - 8 , 6 - 9 - 0 และ 1 - 4 ข้อมูลที่ใช้
เปรียบเทียบจะมีการทับซ้อนกันอาจทำให้คอมพิวเตอร์แปลความหมายผิดพลาด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

دنۇپل جۇنثرتونج, ระบบจราจรอัจฉริยะ(Smart Traffic Control), คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2550. [ออนไลน์].

แหล่งที่มา: <http://www.danupon.com/project/chapterproject.doc> [2552, มีนาคม 1]

ธวัชชัย หยุแก้ว, HandWritingOCR, สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยรังสิต, 2551.

นิตานาด เชื้อประสาท และ วรัญญา อินทร์ประเสริฐ, การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์วิชั่นสำหรับการ

ระบุตำแหน่งหนังสือ, สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนคร

วินทรวิโรฒ, 2551

นราพงษ์ อภิรัตน์วรากล และ นเรศ เกื้อปัญญากุล, การศึกษาลักษณะการจดจำตัวอักษรไทย,

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548. [

ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.braille2000.com/bri2000/docs/OCRprimer.pdf>

[2552, กุมภาพันธ์ 15]

ปริญญา สงวนสัตย์, คู่มือ Matlab ฉบับสมบูรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 1, มีนาคม 2553

พงศ์ปรกรณ์ ธีรวงศ์สวัสดิ์ และ สรรพเชษฐ ชื่อนิติไพศาล, การพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพ

วีดิโอกรณีศึกษา: ข้อมูลวีดิโอตรวจสอบแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต., ,

การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, [2553,

พฤษภาคม 12-14]

ภัทรภรณ์ อริยปริชากุล และ นงลักษณ์ ไควาวิสารัช, การทวนสอบบุคคลและระบุบุคคลด้วยแบบ

รูปผ่านตาโดยใช้วิธีการแปลงแบบเรดอน, คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

, 2548.

มนัส สังวรศิลป์ และ วรรัตน์ ภัทรอมรกุล, คู่มือการใช้งาน Matlab ฉบับสมบูรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 2,

2543.

โสภณ ผู้มีจรรยา, การจับคู่แผ่นแบบ (Template Matching). เอกสารประกอบการสอน คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยศิลปากร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา

<http://sites.google.com/site/618466/> [2553, เมษายน 10]

อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์, สรรพเชษฐ ชื่อนิติไพศาล, สุวิทย์ นาคพีระยุทธ์ และ สุภาวดี อร่ามวิทย์,

โครงการพัฒนาต้นแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อบริหารแนวเขตเดินสายส่งไฟฟ้า

โดยประยุกต์ใช้ระบบตรวจแนวสายส่งไฟฟ้าด้วยเฮลิคอปเตอร์ ร่วมกับเทคโนโลยีสำรวจ

ระยະไถด, ศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลังคณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

อำนาจ สาทสิทธิ์, ระบบตรวจหาป้ายกำหนดความเร็วจากวิดีโอ, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

- Abdelwahab, Z., and Rolf, I., Optical font recognition from projection profiles, Computer Science Institute University of Fribourg, [Online]. [1993]. Available from:<http://cajun.cs.nott.ac.uk/compsci/epo/papers/volume6/issue3/ofr.pdf>. [2005, March 5]
- Burr, D., Elastic matching of line drawings, IEEE transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1981
- Dinggang, S., and Horace, H.S. Ip, Discriminative wavelet shape descriptors for recognition of 2-D patterns, Pattern Recognition, 1999.
- Jesse, H., A Matlab Project in Optical Character Recognition (OCR), [Online]. [2002]. Available from : <http://www.ele.uri.edu/~hansenj/projects/ele585/OCR/> [2005, March 1]
- John, C., R., The Image Processing Handbook(Matlab image processing toolbox), Second Edition, bacteria 1994.
- John P. and George L. , Numerical Methods using Matlab, Department of Mechanical Engineering, Astom University, 1999.
- Matlab ,and Simulink, Video and Image processing blockset 3 user guide,2010
- PostgreSQL, Geometry and Date/Time type, PostgreSQL Golbal Development Group. [1996-2011]. [Online]. Available from: <http://www.PostgreSQL.org/> [2010, May 20]
- Pratt, W., Digital Image Processing, NY, John Willey & Sons, second ed., 1991.
- Senior, A., Off-line Handwriting Recognition: A Review and Experiments, Technical report TR 105, Cambridge University, Engineering Department, Cambridge, UK.
- Soravis, S., and Sanphet, C., The Development of Web-based Multimedia GIS for Electricity Transmission Right-Of-Way Maintenance System, The 6th International Symposium on Digital Earth, Beijing, China, 9-12 September 2009
- Rafael, C., G., Richard, E., W., and Steven, L., E., "Digital Image Processing Using MATLAB", Pearson Prentice Hall, 2004.
- Trier, O., Jain, A., and Taxt, T., Feature Extraction Methods for Character Recognition – A survey, Patter Recognition, 1996.



ภาคผนวก

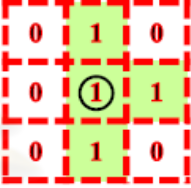
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การเข้าคู่แผนแบบ

ตัวอย่างการคำนวณ Template Matching กับภาพขาวดำ (Binary) โดยต้องการค้นหาตำแหน่งของวัตถุในภาพนำเข้าที่มีรูปร่างเหมือนกับแผนแบบที่ต้องการแสดงดังรูปที่ 2.4

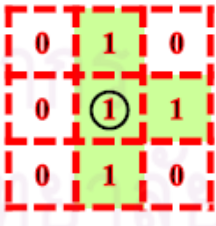
0	1	0	1	0
1	1	0	1	1
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0



รูปที่ ก.1 ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซลและแผนแบบ

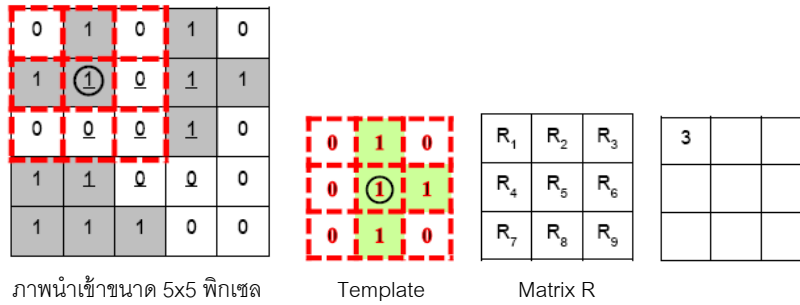
จะทำการเลื่อนแผนแบบบนทุกพิกเซลที่แผนแบบสามารถวางตัวอยู่บนภาพนำเข้าได้โดยไม่เหลื่อมล้ำออกมาภายนอกภาพนำเข้า ซึ่งในที่นี้ก็คือบริเวณส่วนเฉพาะส่วนในที่มีขนาด 3x3 ของภาพนำเข้า (พิกเซลที่โดนขีดเส้นใต้) นั่นเอง ดังนั้น เมทริกซ์ที่ใช้ในการเก็บผลลัพธ์ที่คำนวณได้ก็จะมีขนาด $\text{Size} = 3 \times 3$ ซึ่งในกรณีทั่วไปสามารถคำนวณได้โดย $\text{Size} = (W-w+1) \times (H-h+1)$ แสดงดังรูป 2.5

		W				
		0	1	0	1	0
		1	1	0	1	1
H		0	0	0	1	0
		1	1	0	0	0
		1	1	1	0	0



รูปที่ ก.2 ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซลและแผนแบบ

การเลื่อนครั้งที่ 1 เนื่องจากขนาด $\text{Size} = 3 \times 3$ เมื่อเทียบกับภาพนำเข้าจึงมีการเลื่อนตำแหน่งทั้งหมด 9 ครั้ง รูปที่ ก.3 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 1



ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซล

Template

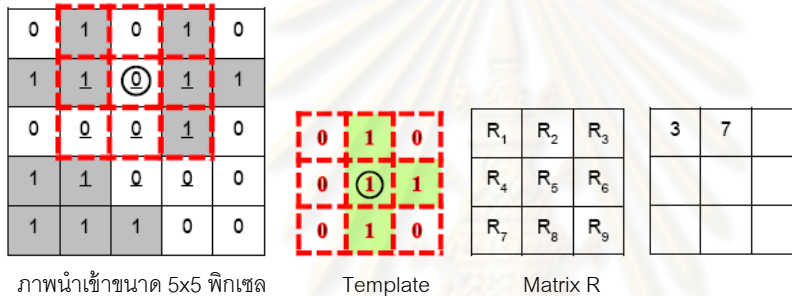
Matrix R

รูปที่ ก.3 การเลื่อนครั้งที่ 1

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₁

$$R_1 = |0 - 0| + |1 - 1| + |0 - 0| + |0 - 1| + |1 - 1| + |1 - 0| + |0 - 0| + |1 - 0| + |0 - 0| = 3$$

การเลื่อนครั้งที่ 2 รูปที่ ก.4 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 2



ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซล

Template

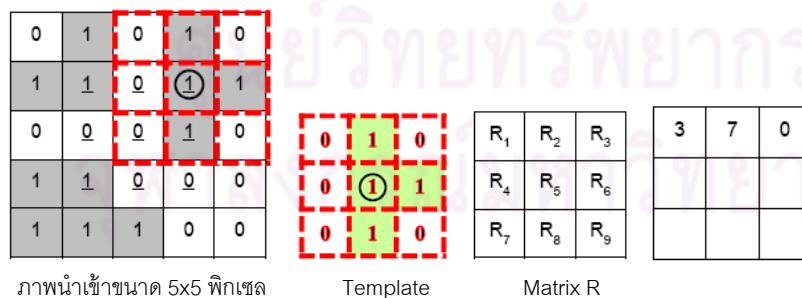
Matrix R

รูปที่ ก.4 การเลื่อนครั้งที่ 2

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₂

$$R_2 = |0 - 1| + |1 - 0| + |0 - 1| + |0 - 1| + |1 - 0| + |1 - 1| + |0 - 0| + |1 - 0| + |0 - 1| = 7$$

การเลื่อนครั้งที่ 3 รูปที่ ก.5 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 3



ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซล

Template

Matrix R

รูปที่ ก.5 การเลื่อนครั้งที่ 3

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₃

$$R_3 = |0 - 0| + |1 - 1| + |0 - 0| + |0 - 0| + |1 - 1| + |1 - 1| + |0 - 0| + |1 - 1| + |0 - 0| = 0$$

การเลื่อนครั้งที่ 4 รูปที่ ก.6 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 4

0	1	0	1	0
1	1	0	1	1
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

0	1	0
0	1	1
0	1	0

R ₁	R ₂	R ₃
R ₄	R ₅	R ₆
R ₇	R ₈	R ₉

3	7	0
4		

ภาพนำเข้ขนาด 5x5 พิกเซล

Template

Matrix R

รูปที่ ก.6 การเลื่อนครั้งที่ 4

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₄

$$R_4 = |0 - 1| + |1 - 1| + |0 - 0| + |0 - 0| + |1 - 0| + |1 - 0| + |0 - 1| + |1 - 1| + |0 - 0| = 4$$

การเลื่อนครั้งที่ 5 รูปที่ ก.7 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 5

0	1	0	1	0
1	1	0	1	1
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

0	1	0
0	1	1
0	1	0

R ₁	R ₂	R ₃
R ₄	R ₅	R ₆
R ₇	R ₈	R ₉

3	7	0
4	6	

ภาพนำเข้ขนาด 5x5 พิกเซล

Template

Matrix R

รูปที่ ก.7 การเลื่อนครั้งที่ 5

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₅

$$R_5 = |0 - 1| + |1 - 0| + |0 - 1| + |0 - 0| + |1 - 0| + |1 - 1| + |0 - 1| + |1 - 0| + |0 - 0| = 6$$

การเลื่อนครั้งที่ 6 รูปที่ ก.8 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 6

0	1	0	1	0
1	1	0	1	1
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

0	1	0
0	1	1
0	1	0

R ₁	R ₂	R ₃
R ₄	R ₅	R ₆
R ₇	R ₈	R ₉

3	7	0
4	6	3

ภาพนำเข้ขนาด 5x5 พิกเซล

Template

Matrix R

รูปที่ ก.8 การเลื่อนครั้งที่ 5

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₆

$$R_6 = |0 - 0| + |1 - 1| + |0 - 1| + |0 - 0| + |1 - 1| + |1 - 0| + |0 - 0| + |1 - 0| + |0 - 0| = 3$$

การเลื่อนครั้งที่ 7 รูปที่ ก.9 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 7

0	1	0	1	0
1	1	0	1	1
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซล

0	1	0
0	1	1
0	1	0

Template

R ₁	R ₂	R ₃
R ₄	R ₅	R ₆
R ₇	R ₈	R ₉

Matrix R

3	7	0
4	6	3
5		

รูปที่ ก.9 การเลื่อนครั้งที่ 7

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₇

$$R_7 = |0-0| + |1-0| + |0-0| + |0-1| + |1-1| + |1-0| + |0-1| + |1-1| + |0-1| = 5$$

การเลื่อนครั้งที่ 8 รูปที่ ก.10 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 8

0	1	0	1	0
1	1	0	1	1
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซล

0	1	0
0	1	1
0	1	0

Template

R ₁	R ₂	R ₃
R ₄	R ₅	R ₆
R ₇	R ₈	R ₉

Matrix R

3	7	0
4	6	3
5	6	

รูปที่ ก.10 การเลื่อนครั้งที่ 8

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₈

$$R_8 = |0-0| + |1-0| + |0-1| + |0-1| + |1-0| + |1-0| + |0-1| + |1-1| + |0-0| = 6$$

การเลื่อนครั้งที่ 9 รูปที่ ก.11 แสดงการเลื่อนครั้งที่ 9

0	1	0	1	0
1	1	0	1	1
0	0	0	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0

ภาพนำเข้าขนาด 5x5 พิกเซล

0	1	0
0	1	1
0	1	0

Template

R ₁	R ₂	R ₃
R ₄	R ₅	R ₆
R ₇	R ₈	R ₉

Matrix R

3	7	0
4	6	3
5	6	4

รูปที่ ก.11 การเลื่อนครั้งที่ 9

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Matrix R₉

$$R_9 = |0-0| + |1-1| + |0-0| + |0-0| + |1-0| + |1-0| + |0-1| + |1-0| + |0-0| = 4$$

สรุปตำแหน่งของพิกเซลที่มีค่า R น้อยที่สุดจะเป็นตำแหน่งที่บริเวณของภาพนำเข้ามีลักษณะคล้ายแผ่นแบบมากที่สุดนั่นเองแสดงดังรูปที่ 2.15

3	7	0
4	6	3
5	6	4

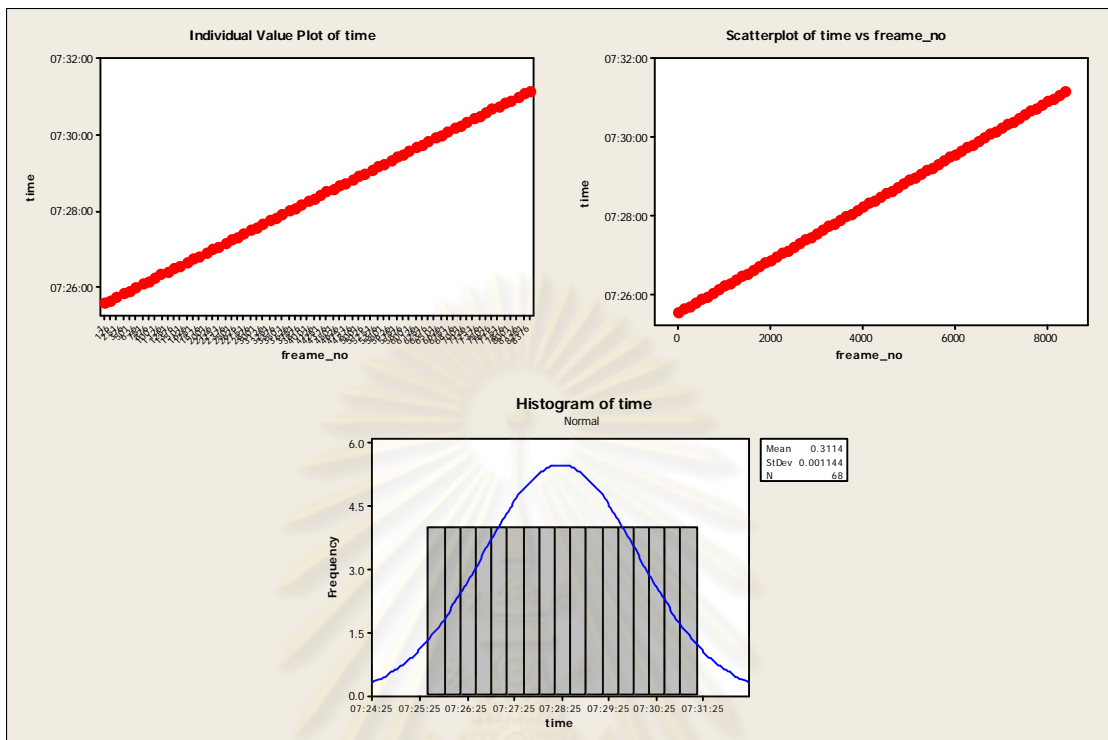
รูปที่ ก.12 ตำแหน่งของค่าน้อยที่สุดใน Matrix R



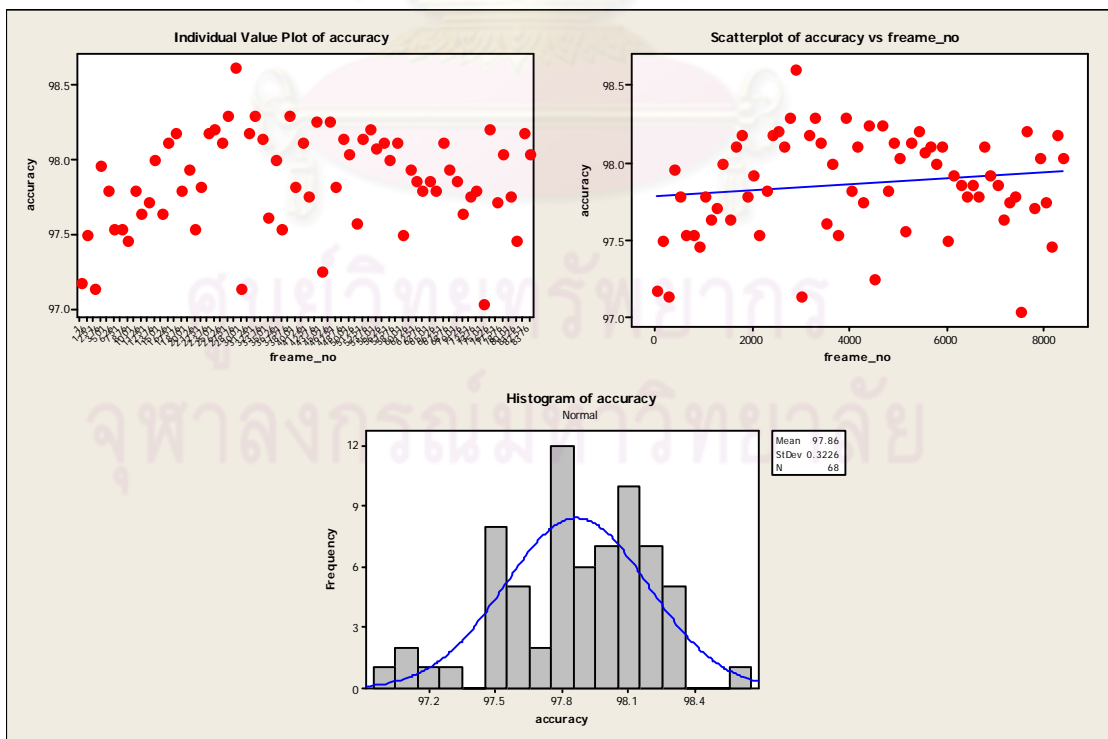
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

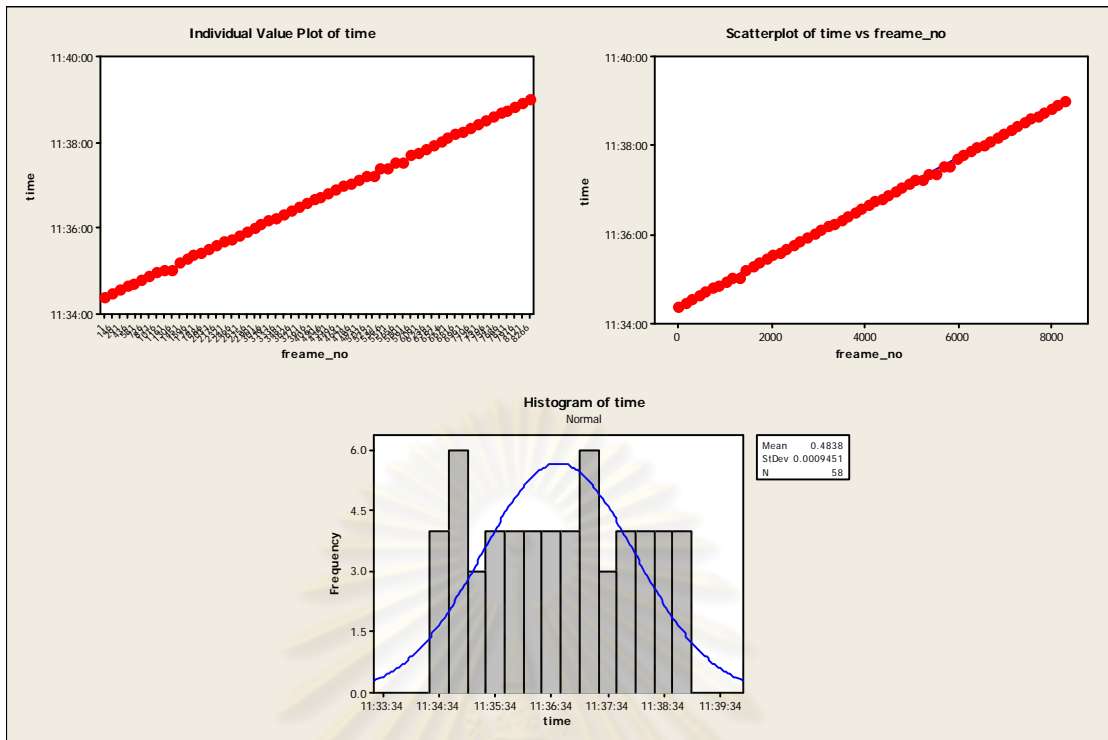
กราฟแสดงความสัมพันธ์ทางสถิติของภาพนำเข้าและแผ่นแบบ



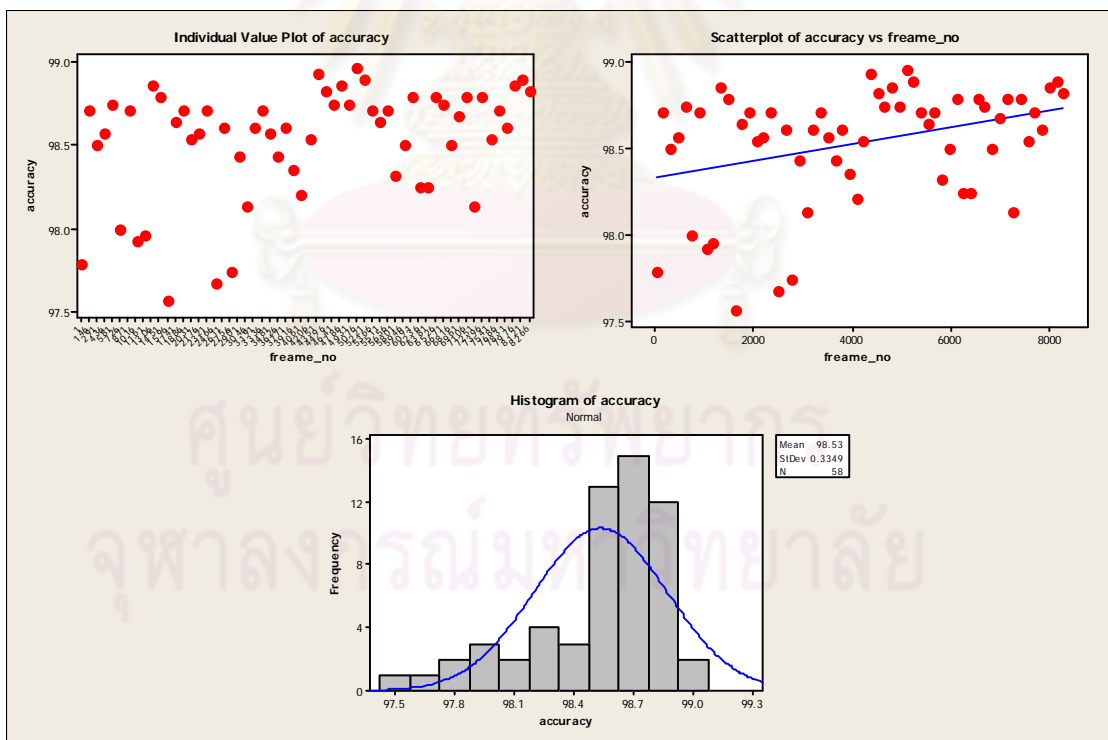
รูปที่ ข.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (13/jul/2007)



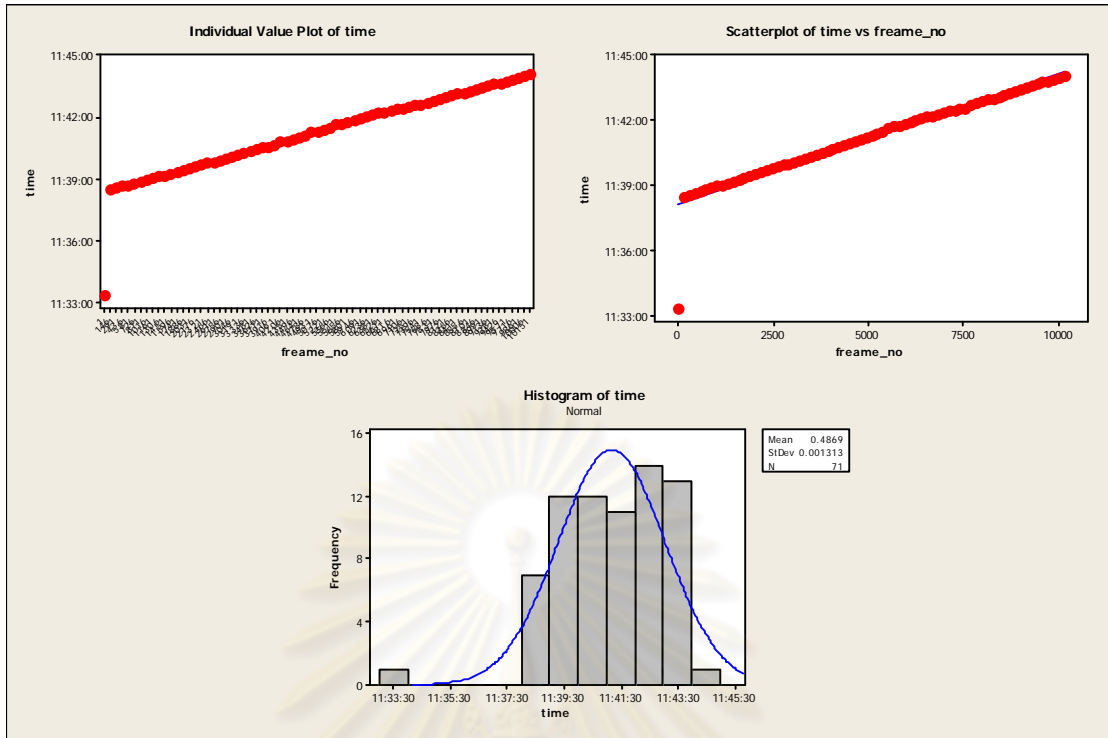
รูปที่ ข.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (13/jul/2007)



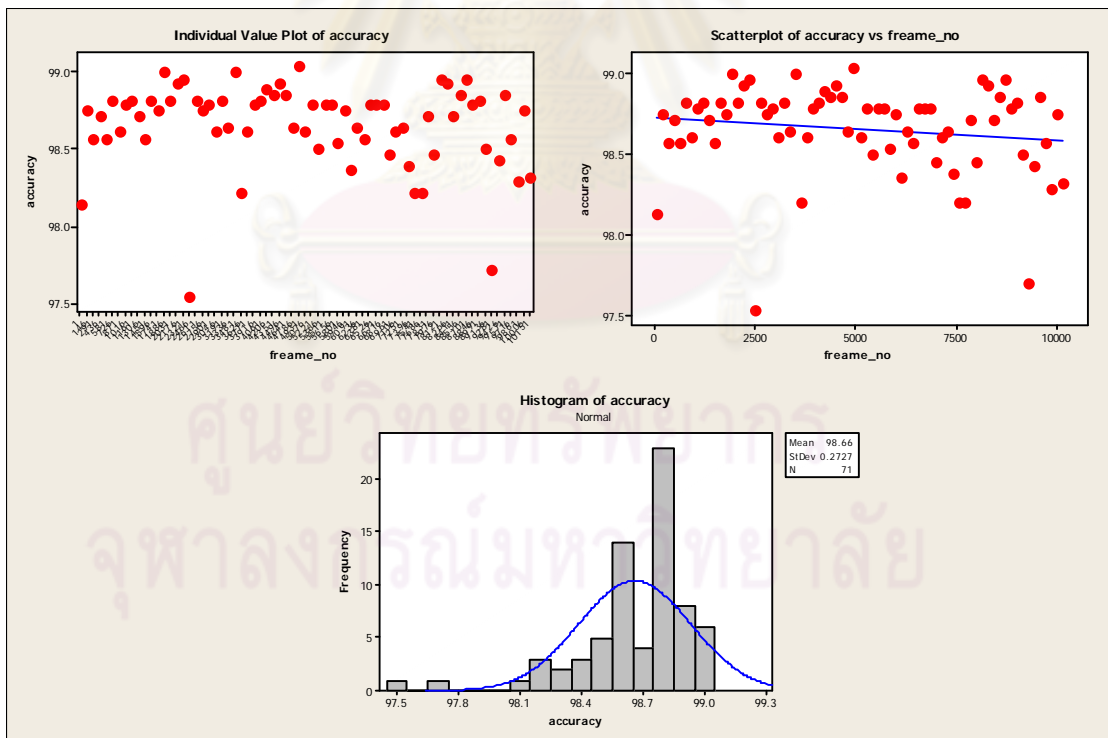
รูปที่ ข.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 1 of 11)



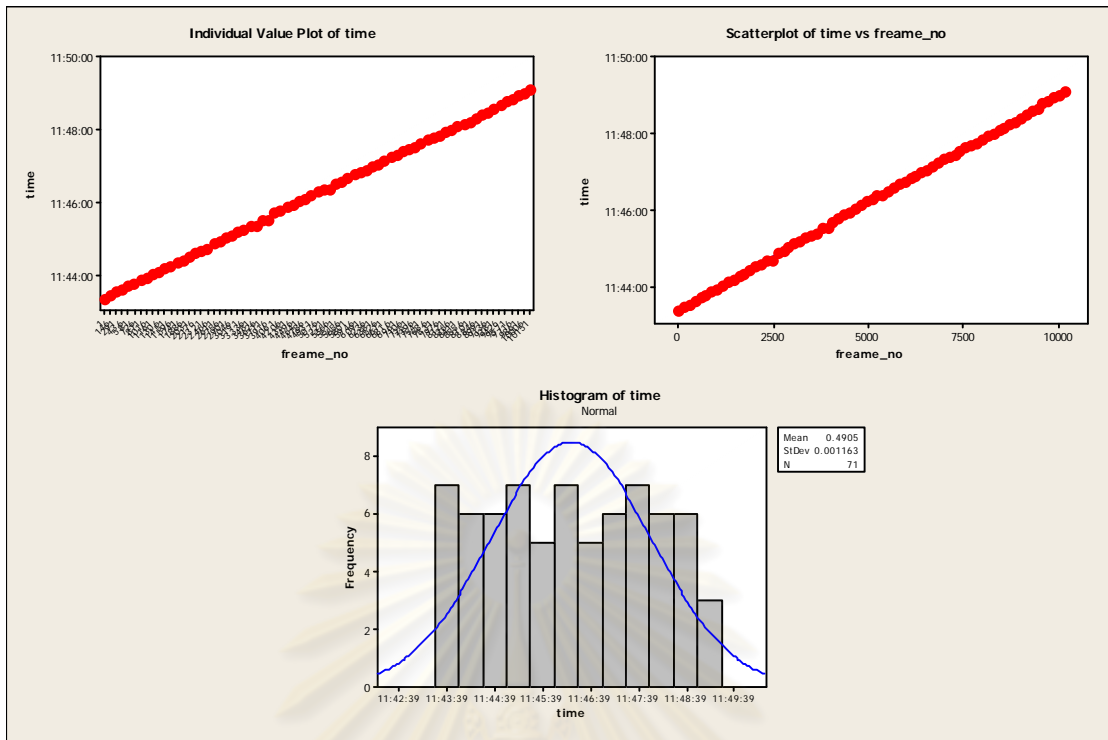
รูปที่ ข.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 1 of 11)



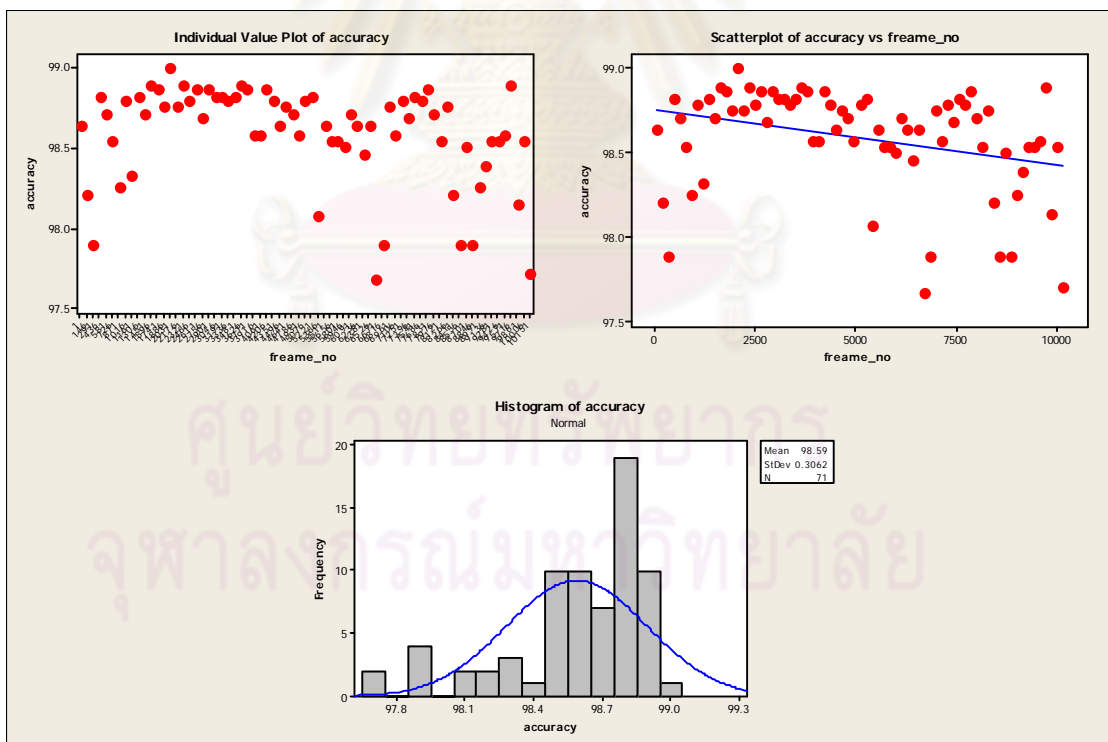
รูปที่ ข.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 2 of 11)



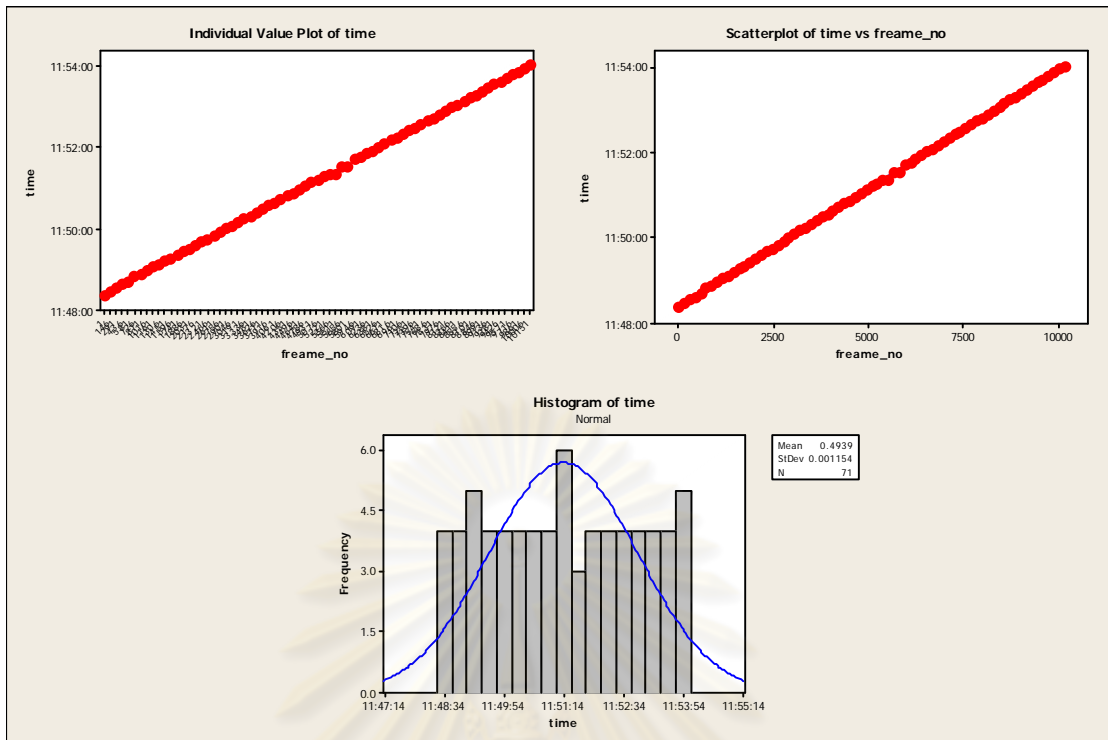
รูปที่ ข.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 2 of 11)



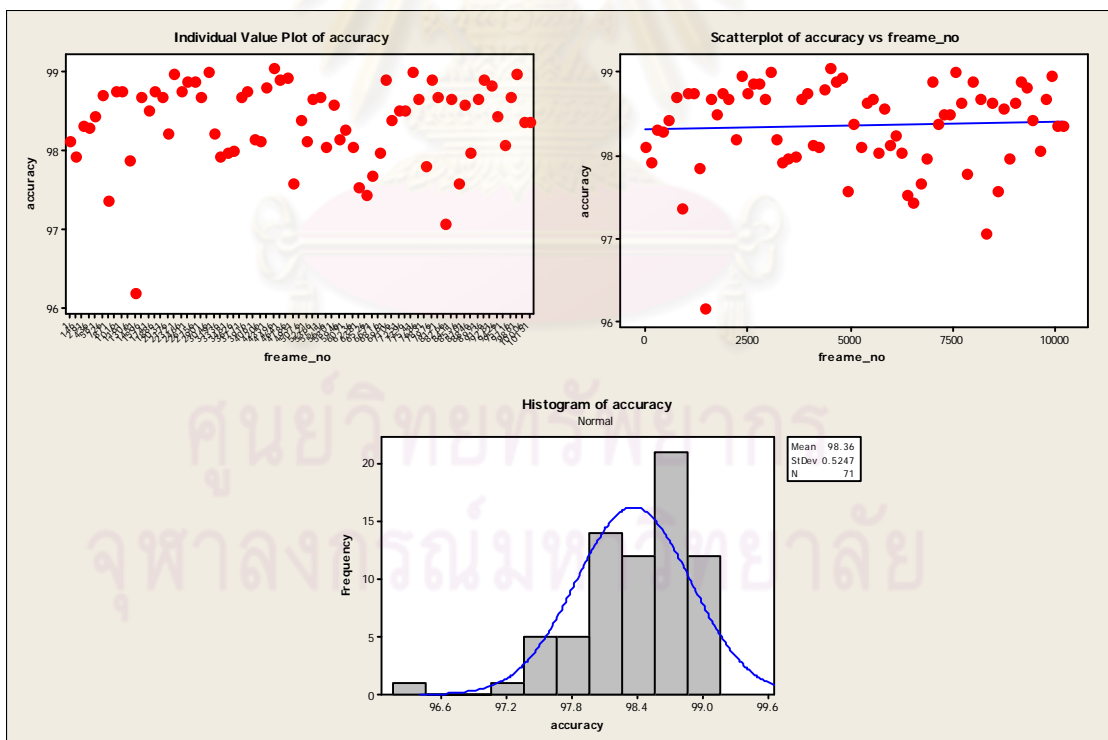
รูปที่ ข.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 3 of 11)



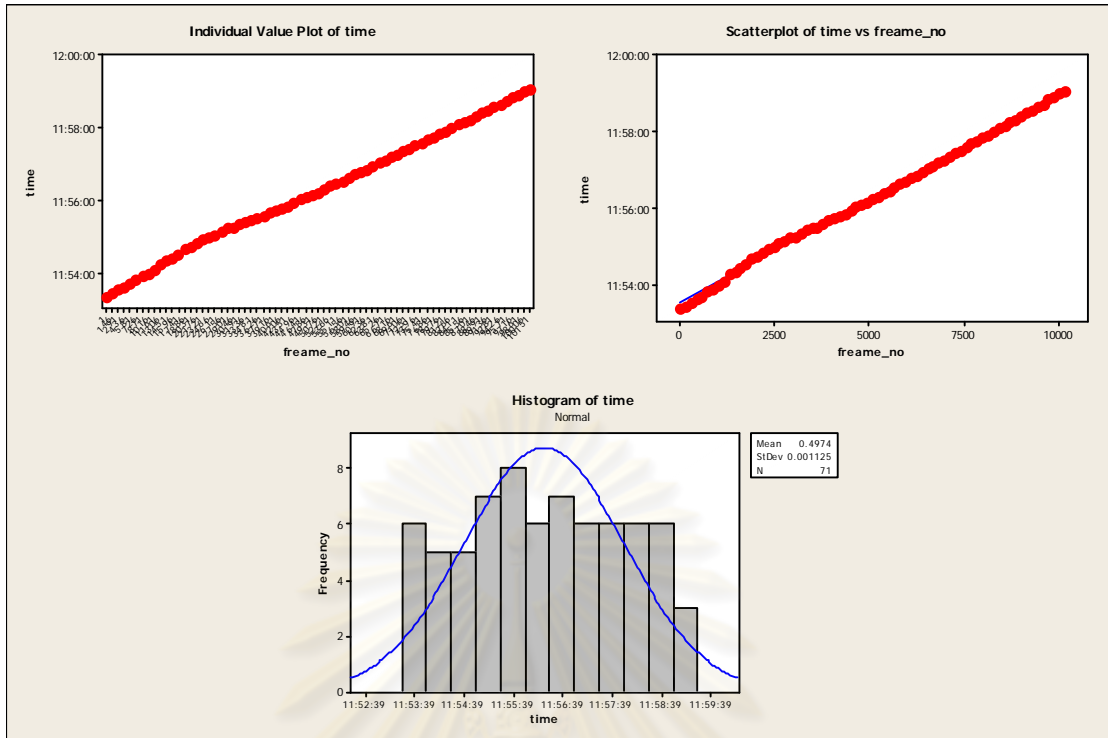
รูปที่ ข.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 3 of 11)



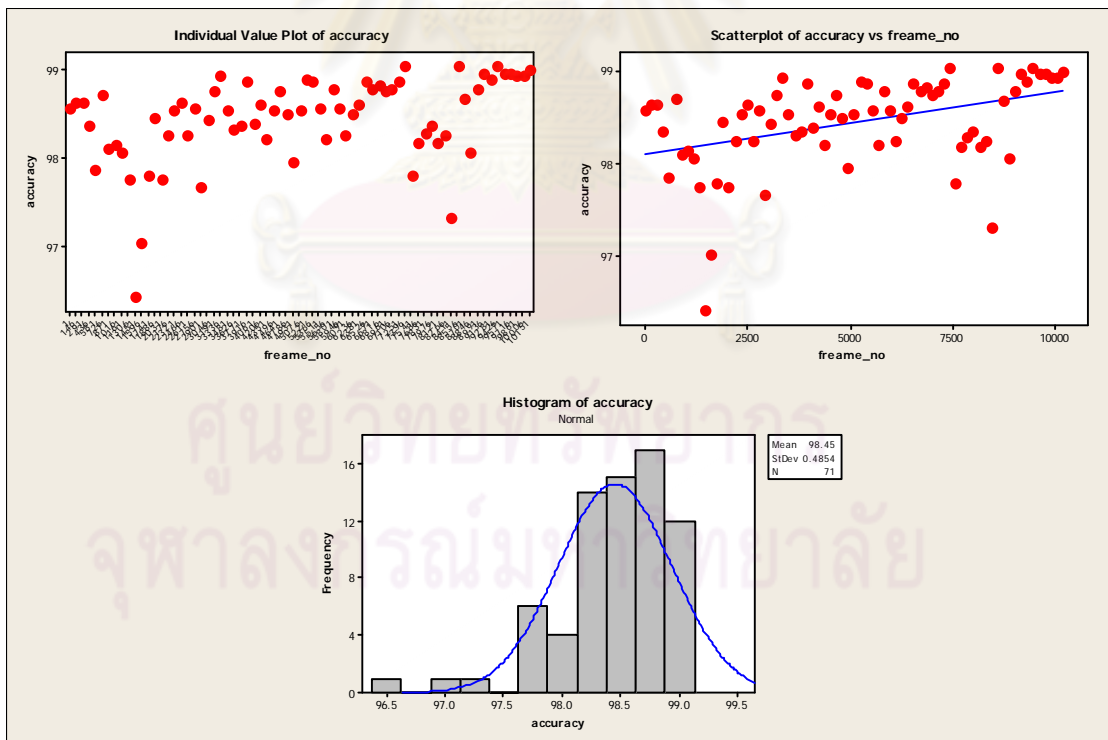
รูปที่ ข.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 4 of 11)



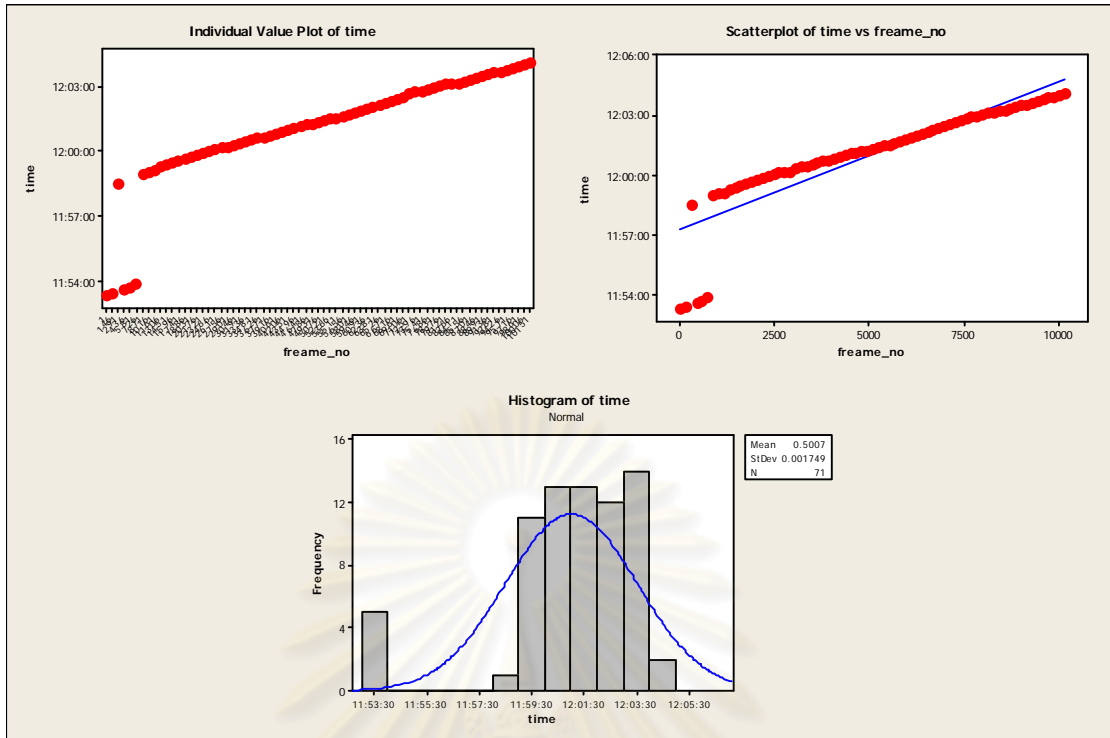
รูปที่ ข.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 4 of 11)



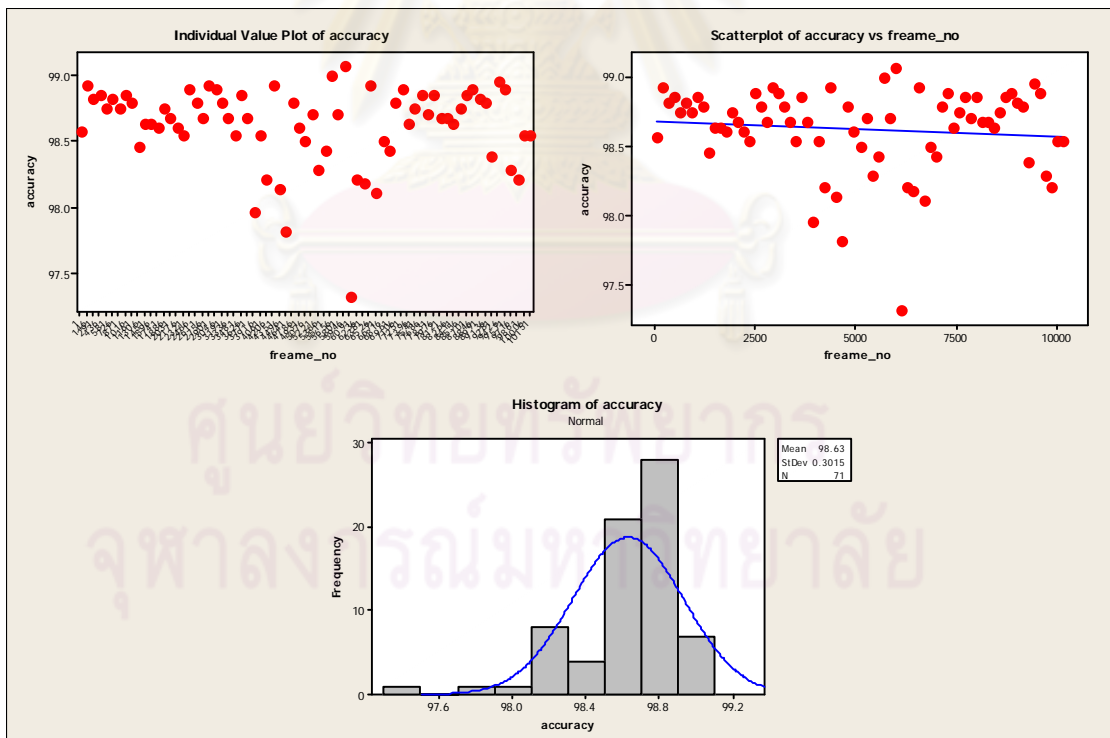
รูปที่ ข.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 5 of 11)



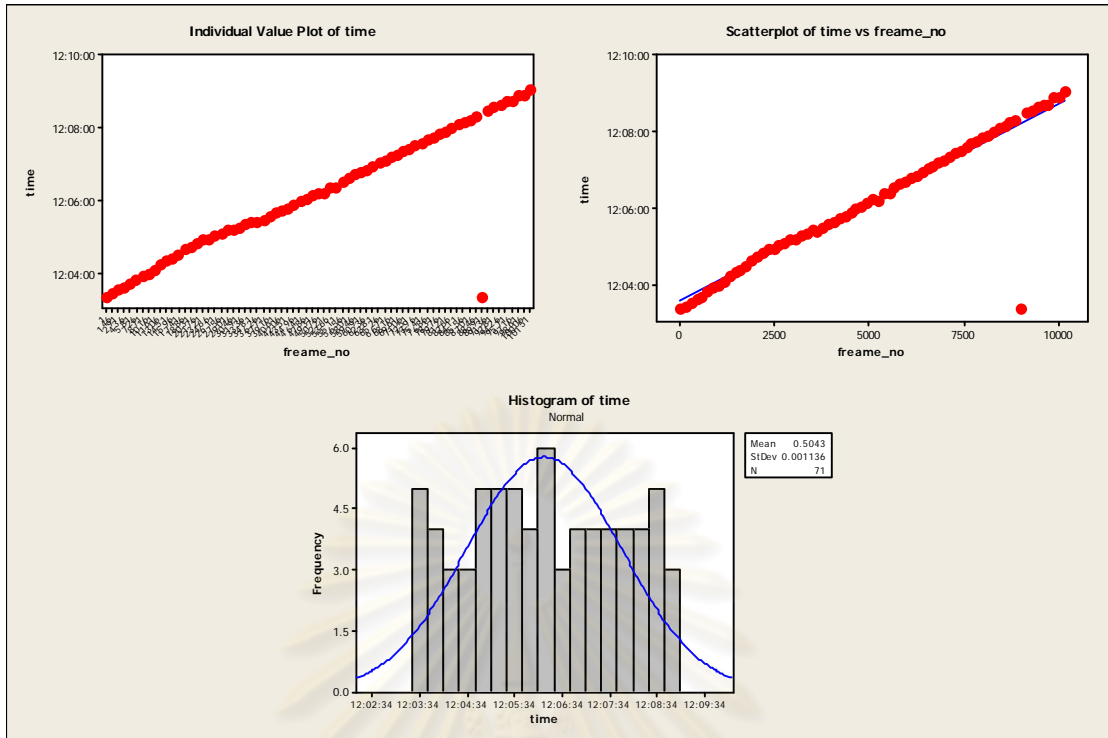
รูปที่ ข.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 5 of 11)



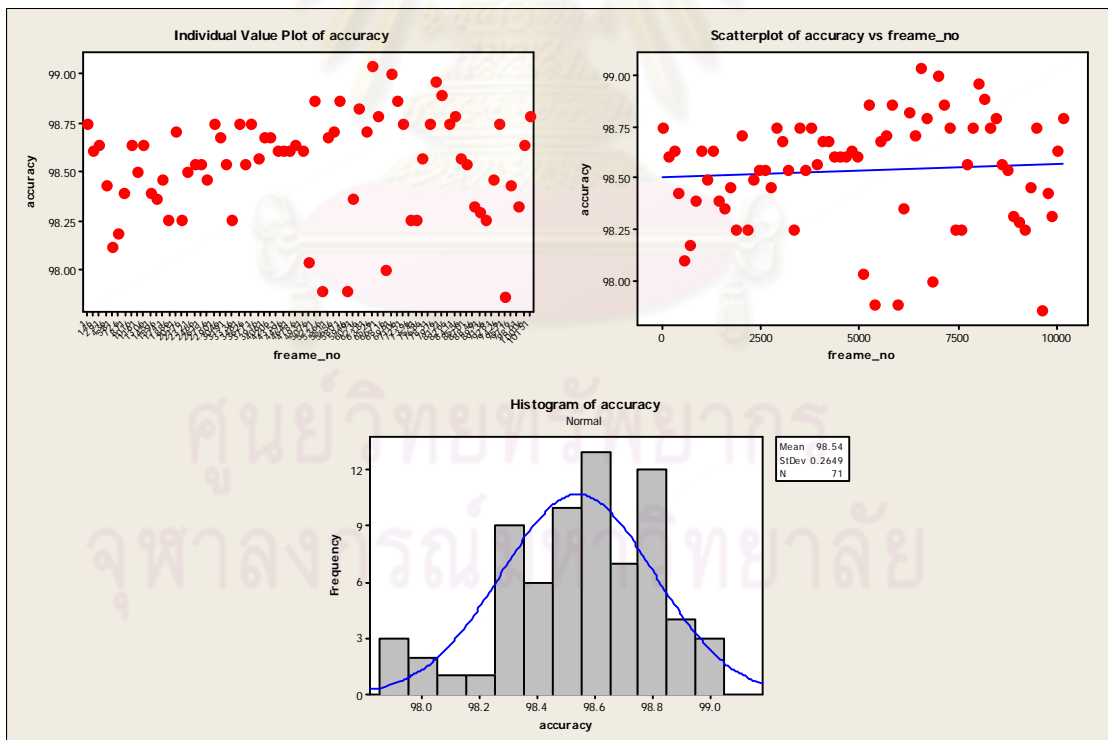
รูปที่ ข.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 6 of 11)



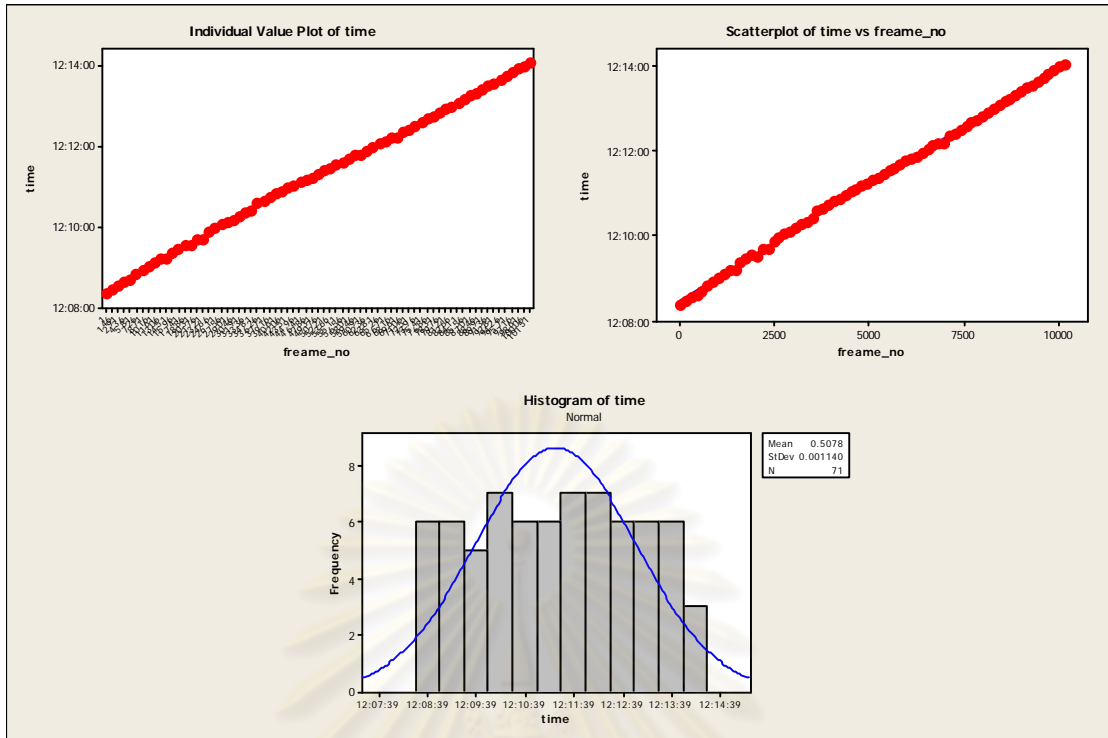
รูปที่ ข.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 6 of 11)



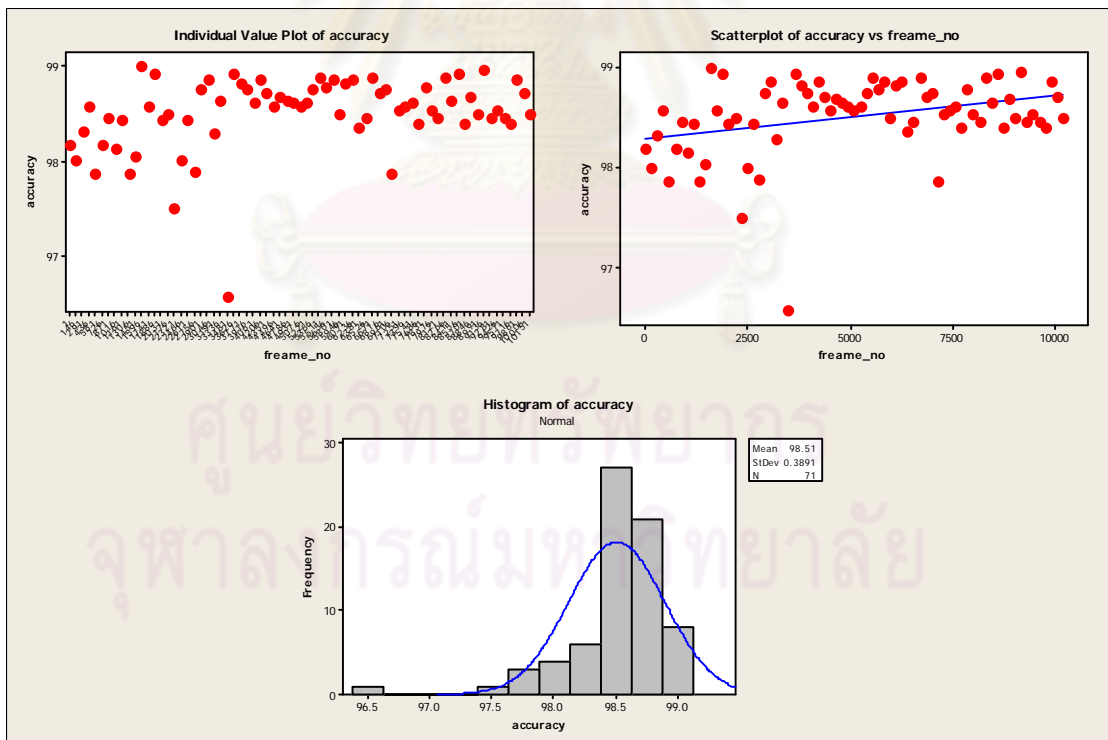
รูปที่ ข.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 7 of 11)



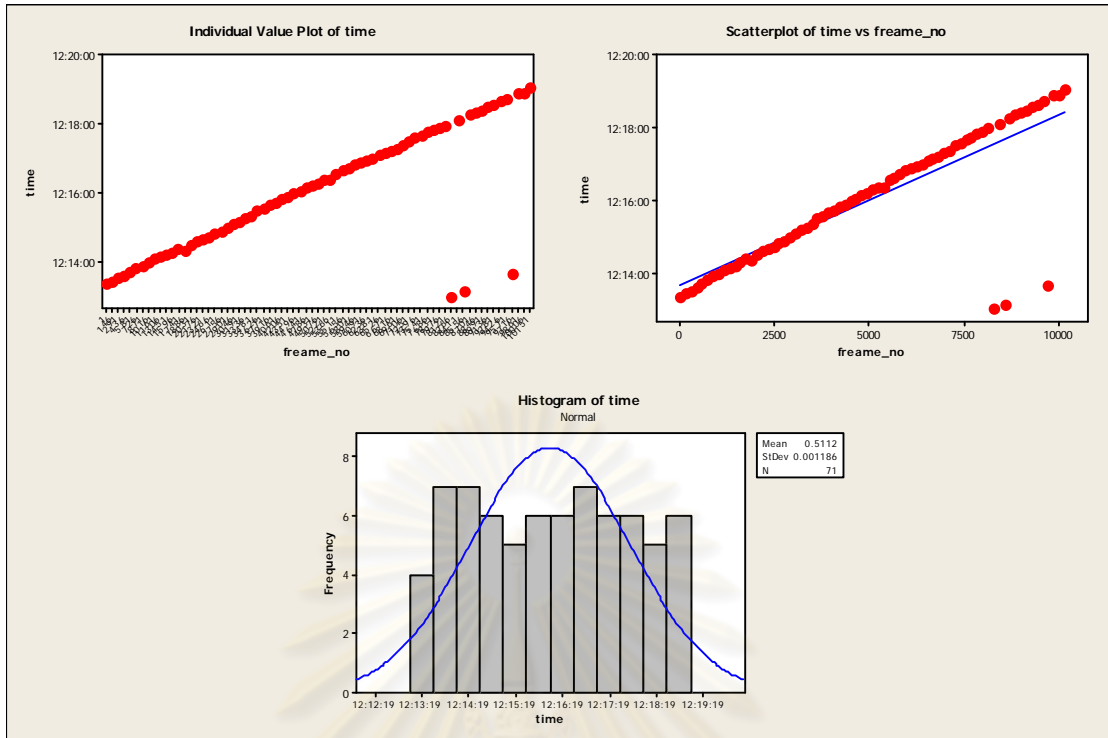
รูปที่ ข.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 7 of 11)



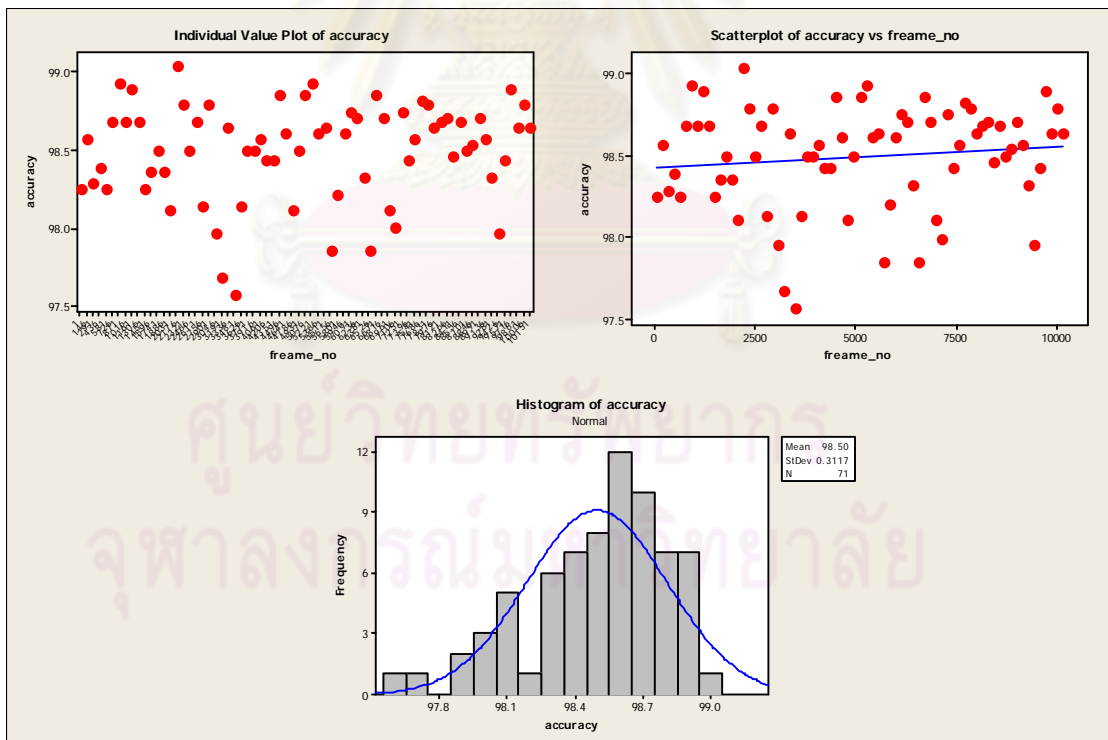
รูปที่ ๑.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 8 of 11)



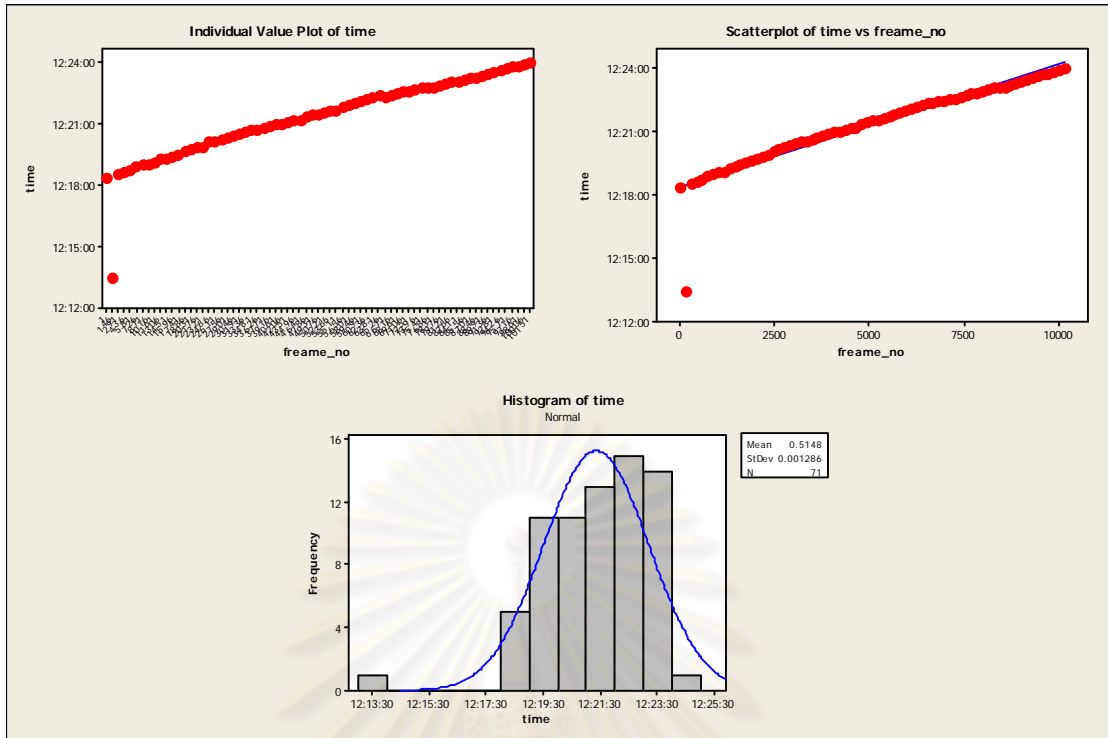
รูปที่ ๑.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 8 of 11)



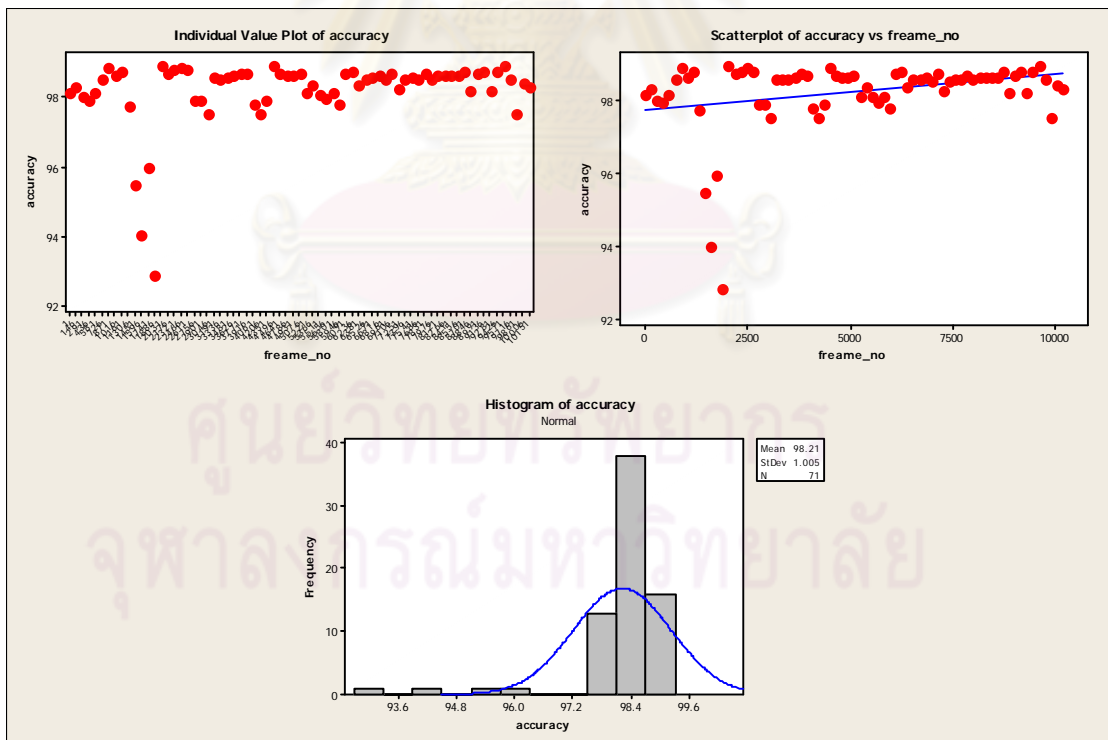
รูปที่ ข.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 9 of 11)



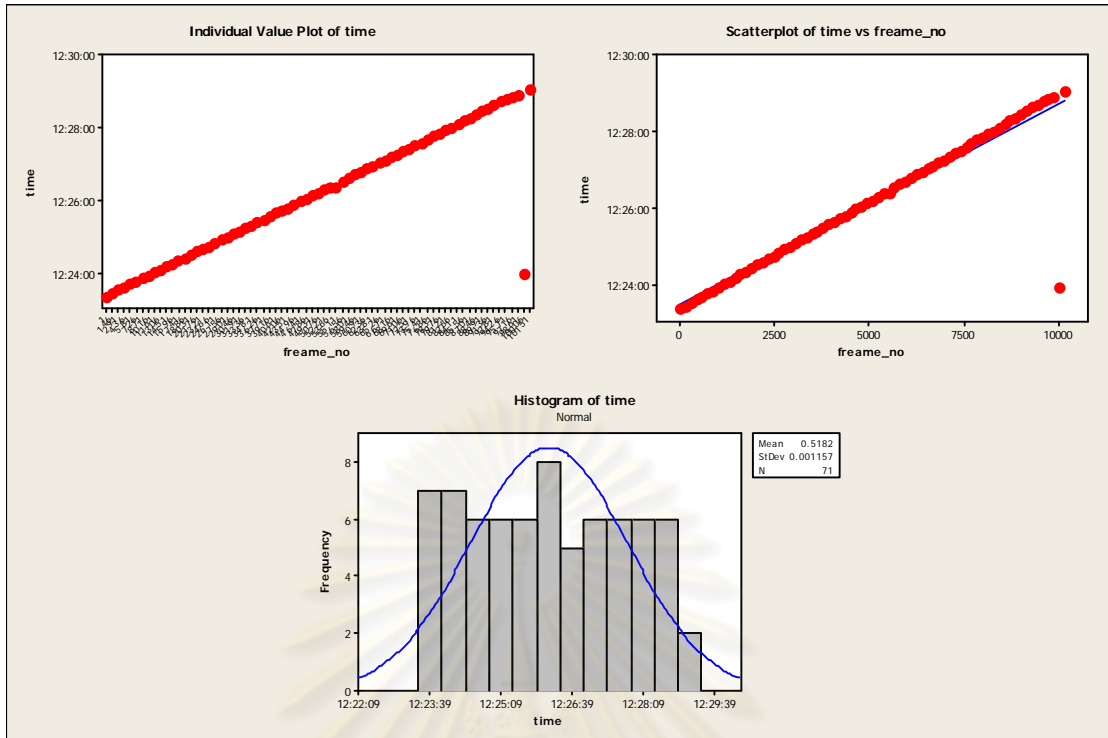
รูปที่ ข.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 9 of 11)



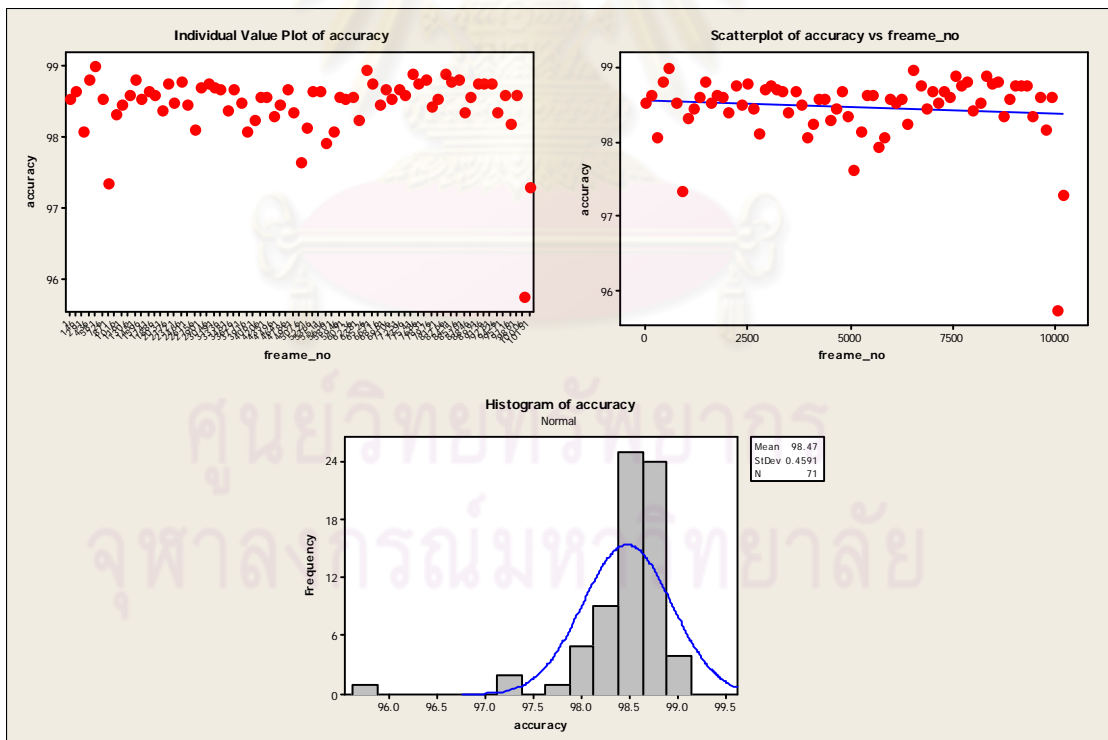
รูปที่ ข.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 10 of 11)



รูปที่ ข.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 10 of 11)



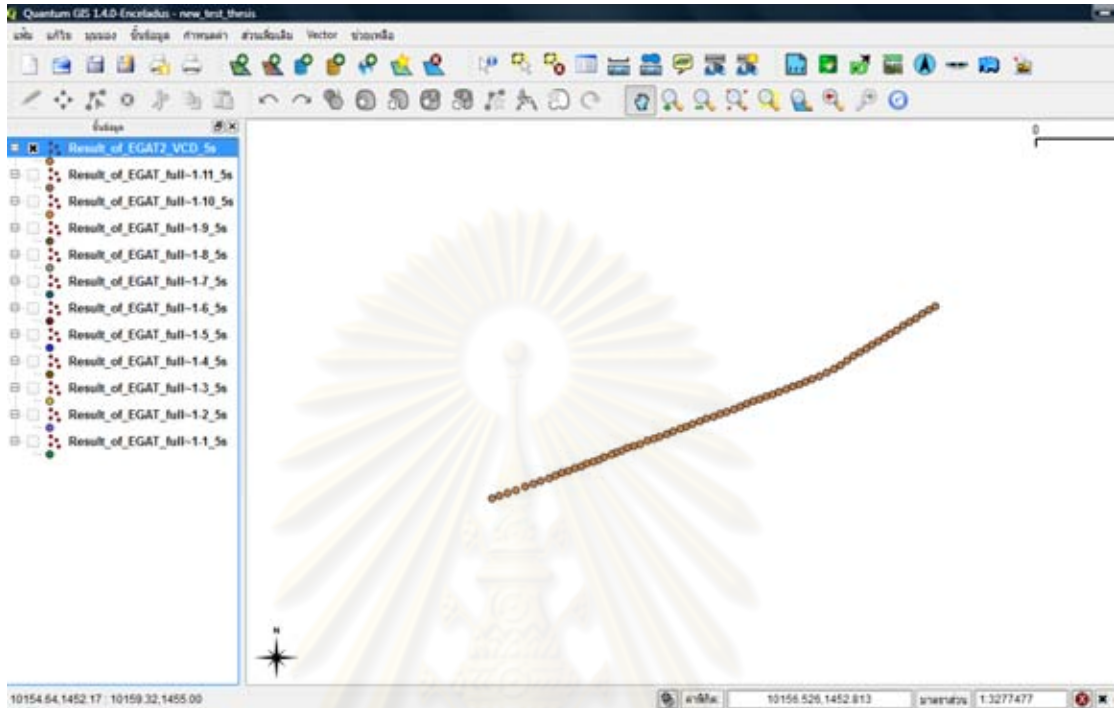
รูปที่ ข.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no (12/jun/2008 11 of 11)



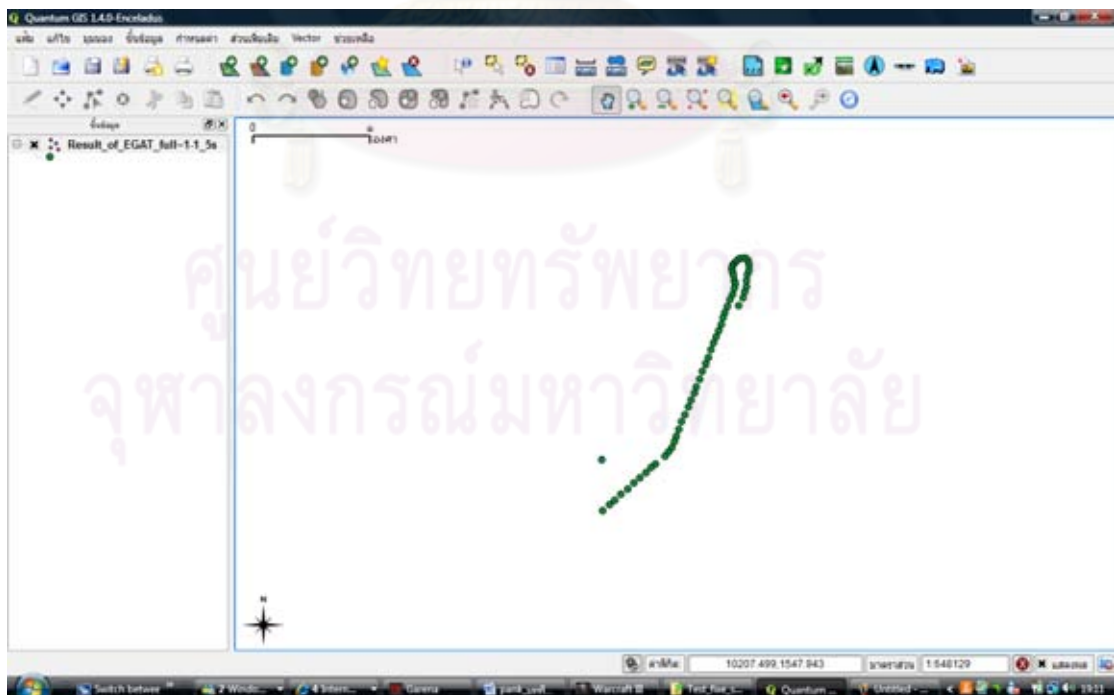
รูปที่ ข.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Accuracy และ Frame_no (12/jun/2008 11 of 11)

ภาคผนวก ค

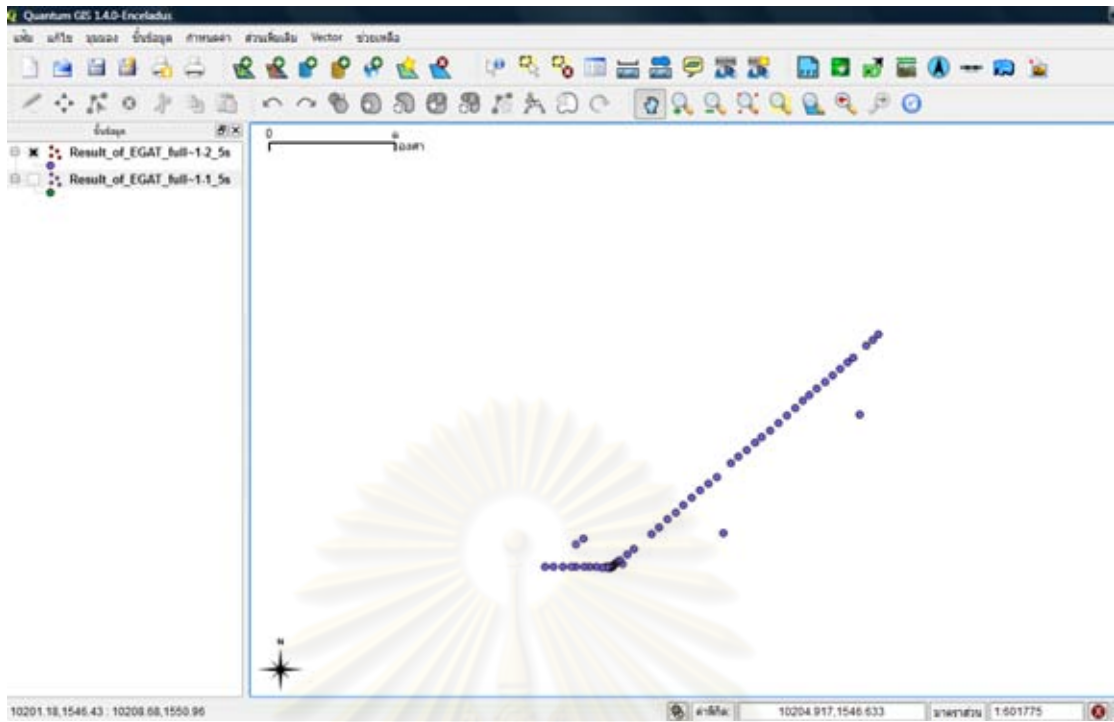
การนำค่าละติจูดและลองจิจูดมาตรวจสอบแนวบินของเฮลิคอปเตอร์



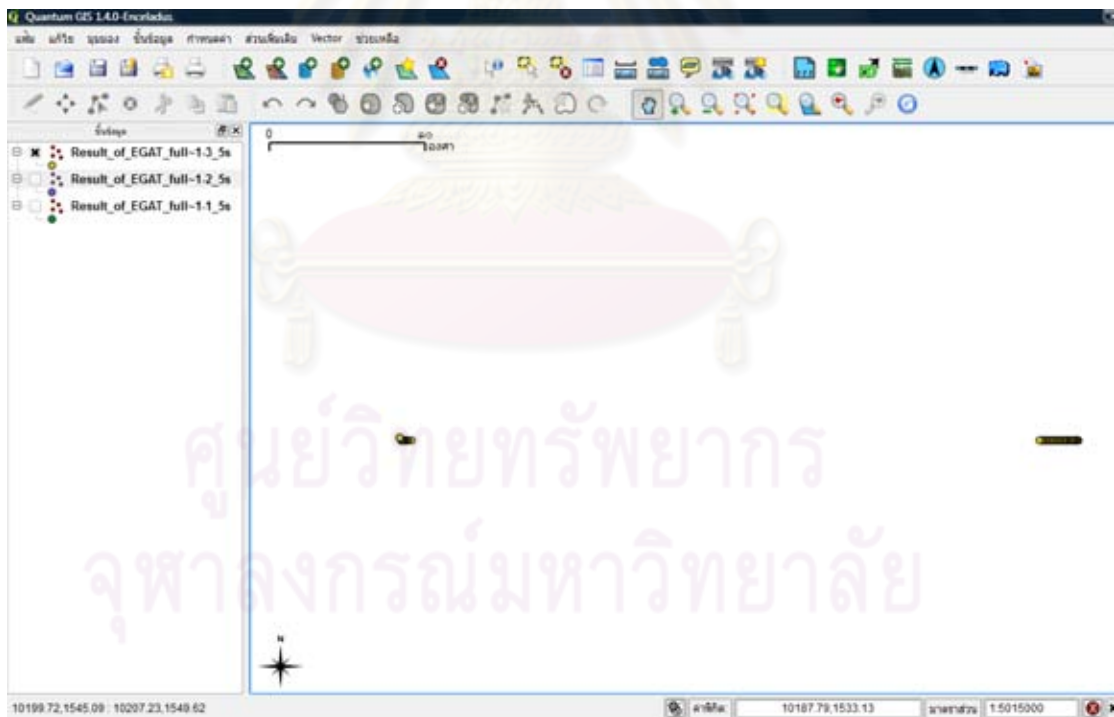
รูปที่ ค.1 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (13/jul/2008)



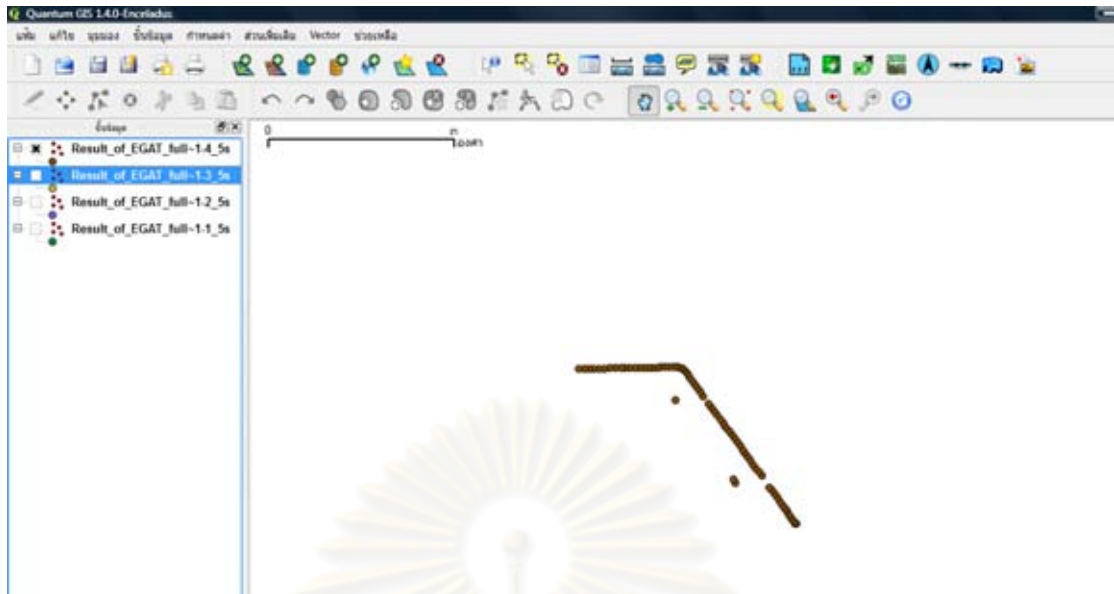
รูปที่ ค.2 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 1 of 11)



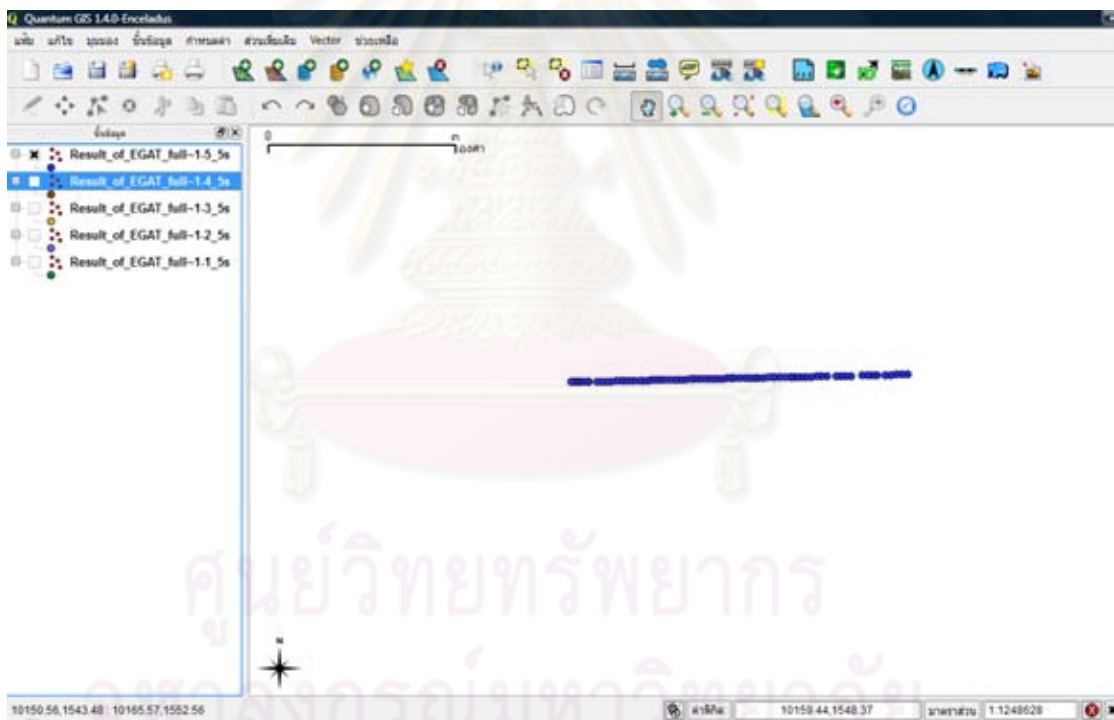
รูปที่ ค.3 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 2 of 11)



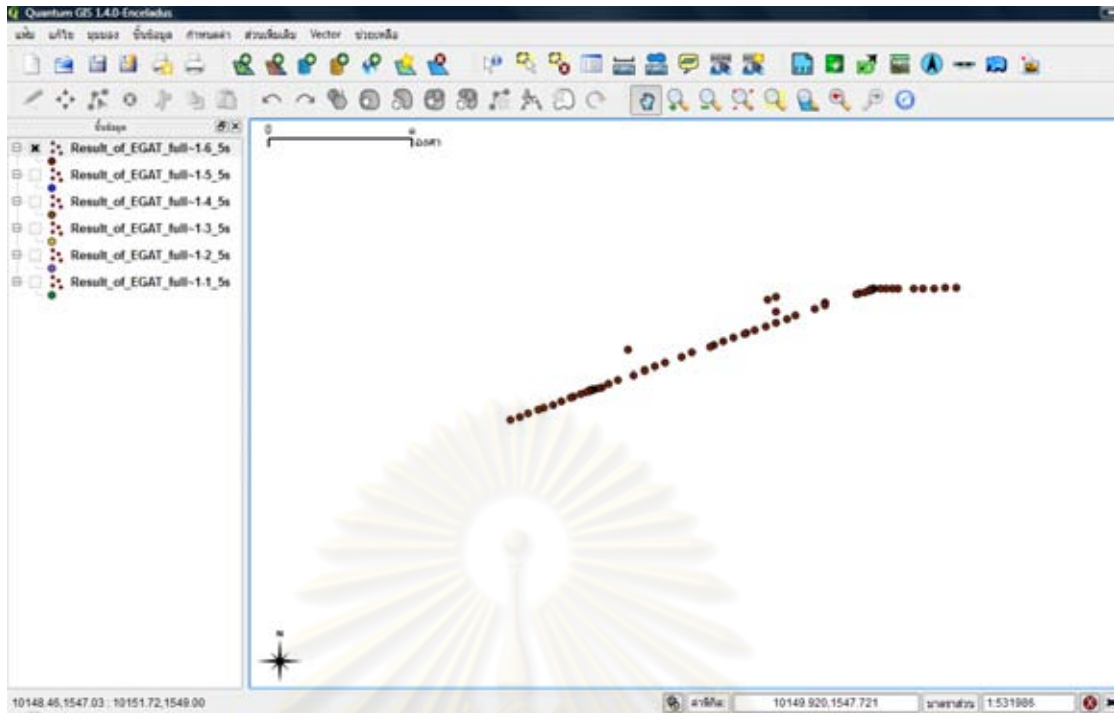
รูปที่ ค.4 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 3 of 11)



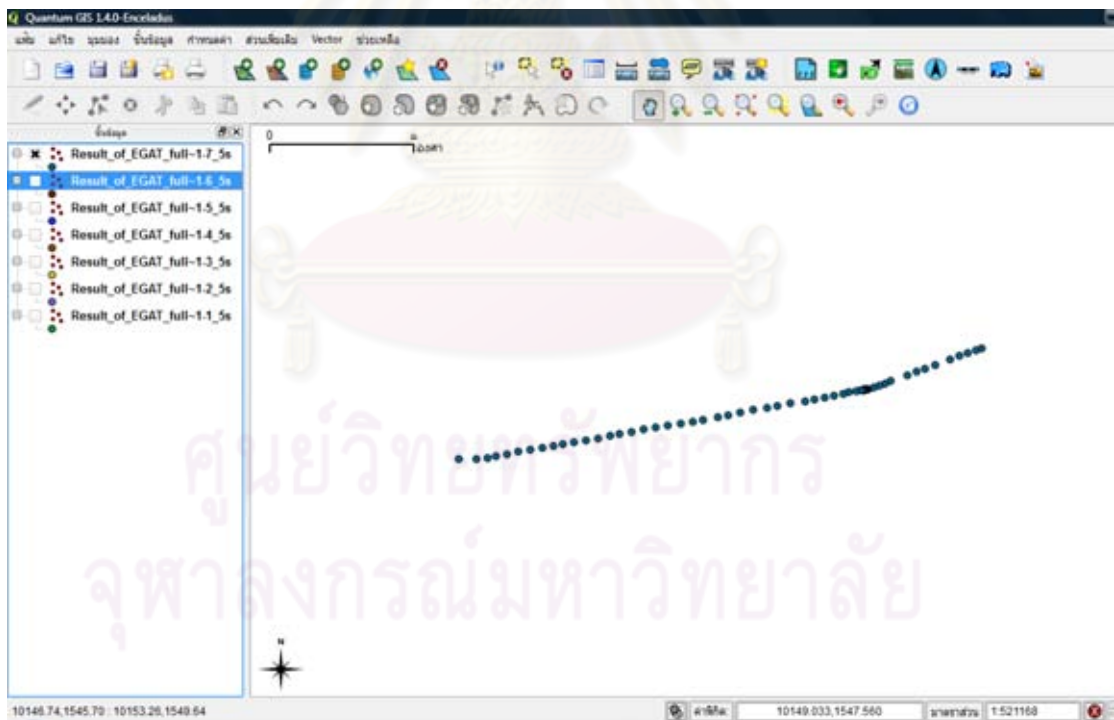
รูปที่ ค.5 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 4 of 11)



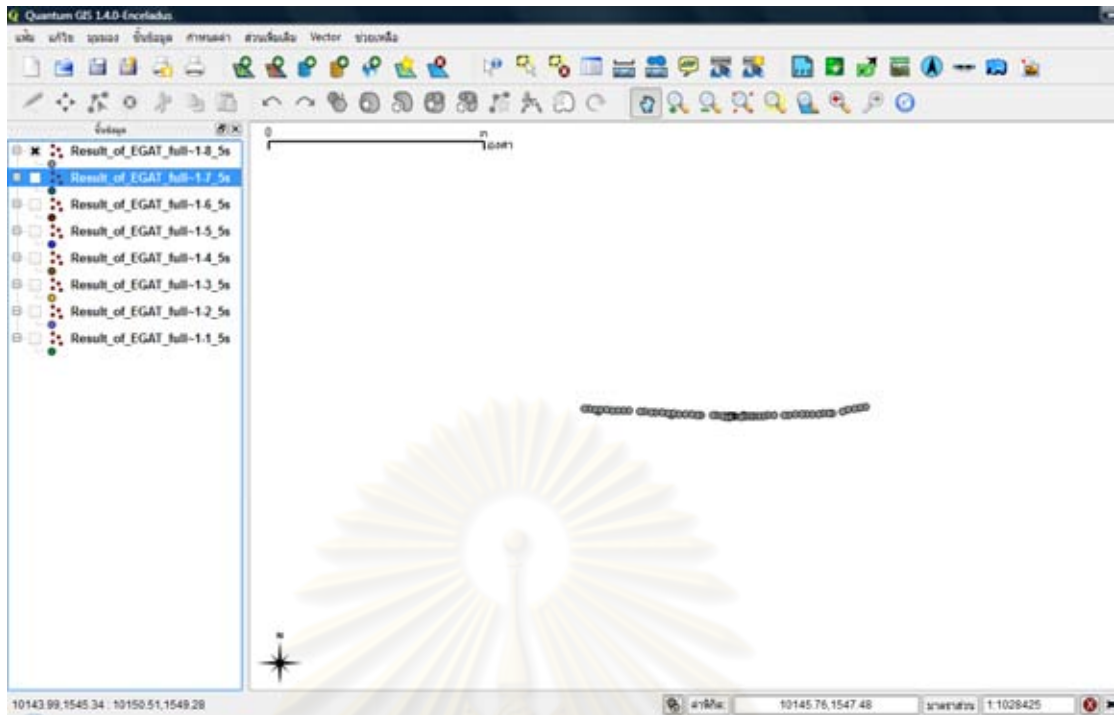
รูปที่ ค.6 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 5 of 11)



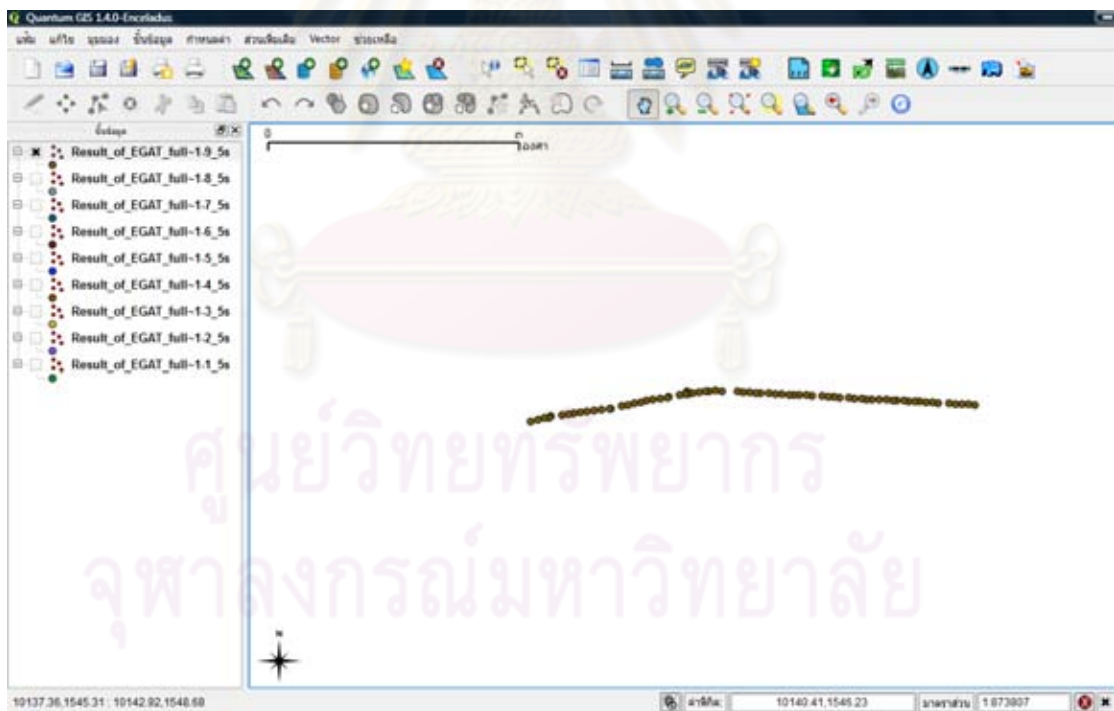
รูปที่ ค.7 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 6 of 11)



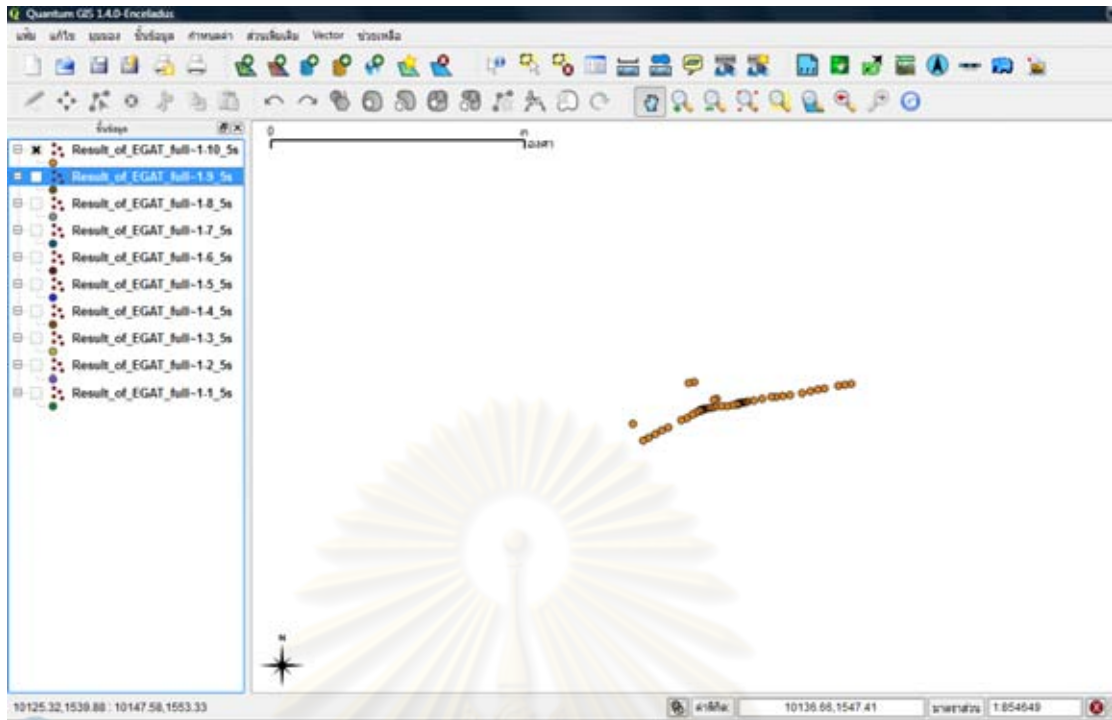
รูปที่ ค.8 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 7 of 11)



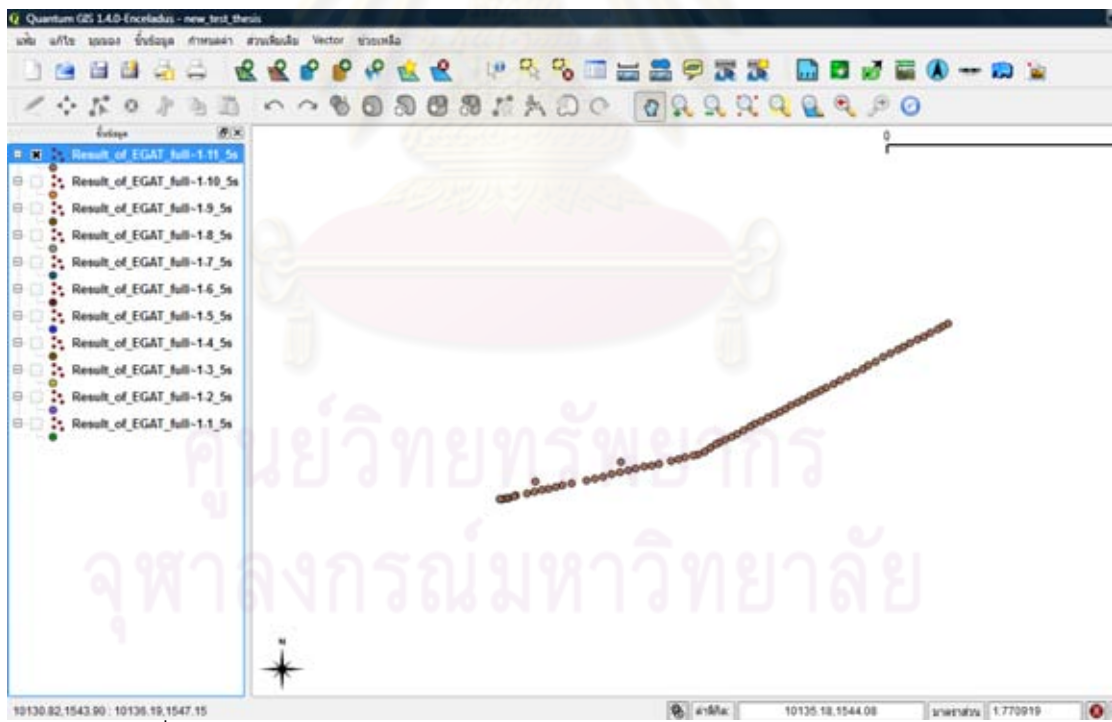
รูปที่ ค.9 แนวนบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 8 of 11)



รูปที่ ค.10 แนวนบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 9 of 11)



รูปที่ ค.11 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 10 of 11)



รูปที่ ค.12 แนวบินถ่ายจากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด (12/jun/2008 11 of 11)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ: นายพงศ์ปกรณ์ ธีรวงศ์สวัสดิ์
 วันเดือนปีเกิด: 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2526
 คุณวุฒิการศึกษา: วิศวกรรมบัณฑิตสาขาวิศวกรรมสำรวจ
 พ.ศ. 2549 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยรังสิต

ผลงานทางวิชาการ

1. พงศ์ปกรณ์ ธีรวงศ์สวัสดิ์ และ ธรรมเพชญ์ ชื่อนิติไพศาล พ.ศ. 2553, การพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูลจากภาพวีดีโอกรณีศึกษา: ข้อมูลวีดีโอตรวจสอบแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 12-14 พฤษภาคม 2553

ศูนย์วิทยพัชกร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย