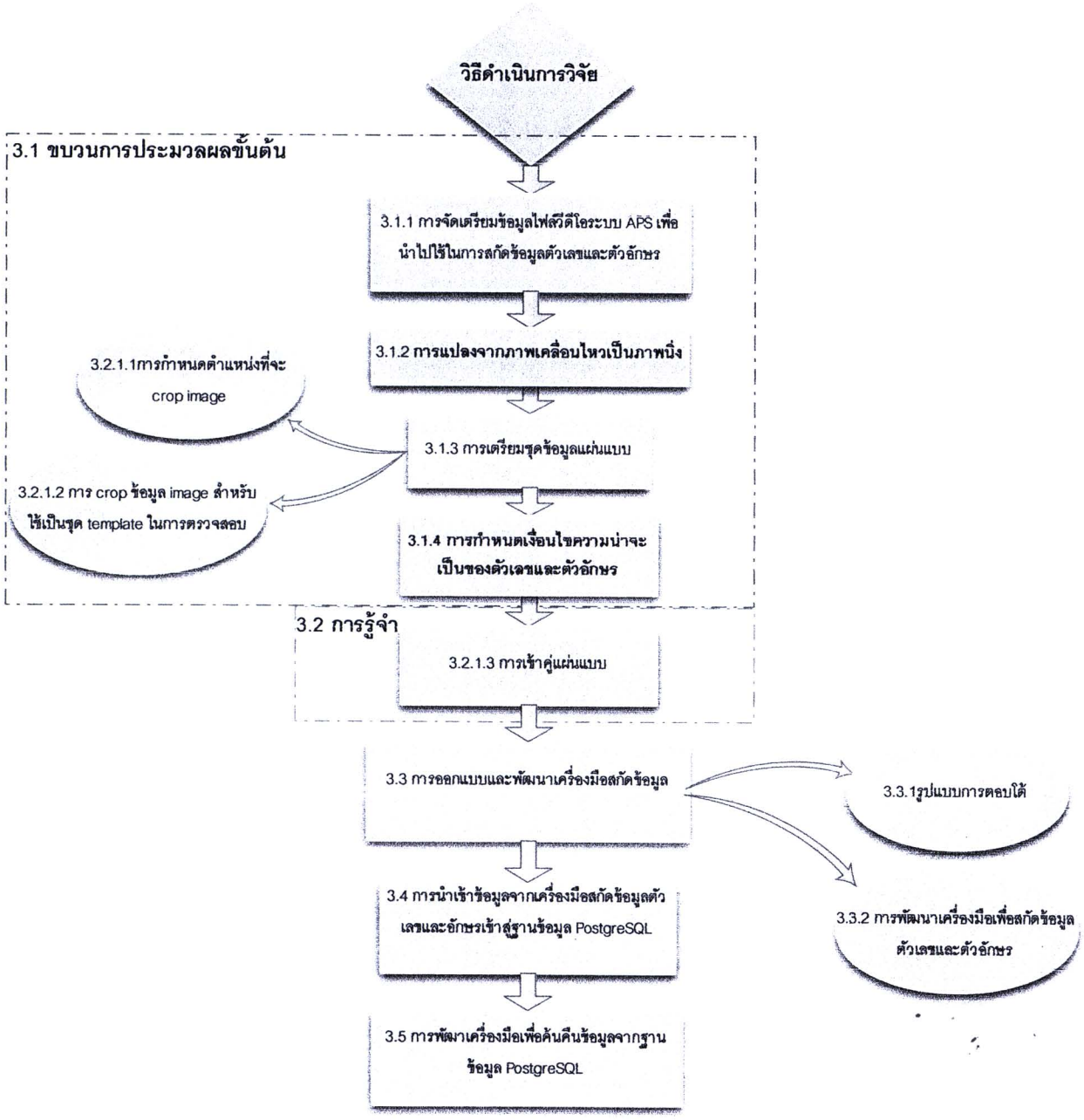
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาและวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อใช้ในการทดสอบของข้อมูลในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL โดยลำดับขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อสกัดข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อสกัดข้อมูล

3.1 ขบวนการประมวลผลขั้นต้น (Pre-Processing)

3.1.1การจัดเตรียมข้อมูลไฟล์วีดีโอระบบ APS เพื่อนำไปใช้ในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

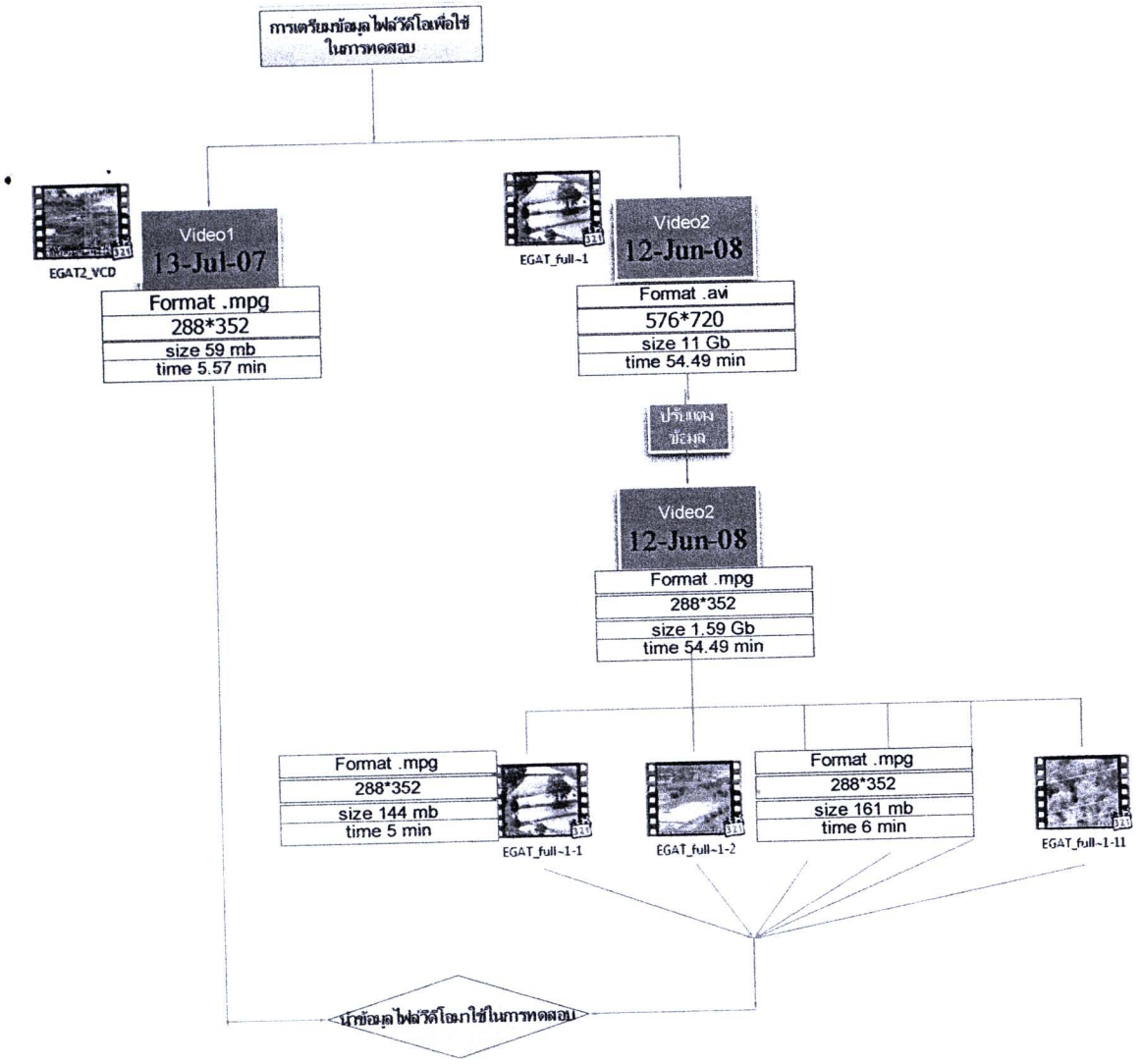
ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ทดสอบ ได้รับจาก กฟผ. จำนวน 2 ไฟล์ ดังนี้

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 และใช้ในโครการพัฒนาต้นแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อบริหารแนวเขตเดินสายส่งไฟฟ้าโดยประยุกต์ใช้ระบบตรวจแนวสายส่งไฟฟ้าด้วยเฮลิคอปเตอร์รวมกับเทคโนโลยีสำรวจระยะไกล เพื่อใช้ประมวลผลหาข้อมูลวัน เวลา พิกัด เข้าสู่ฐานข้อมูล

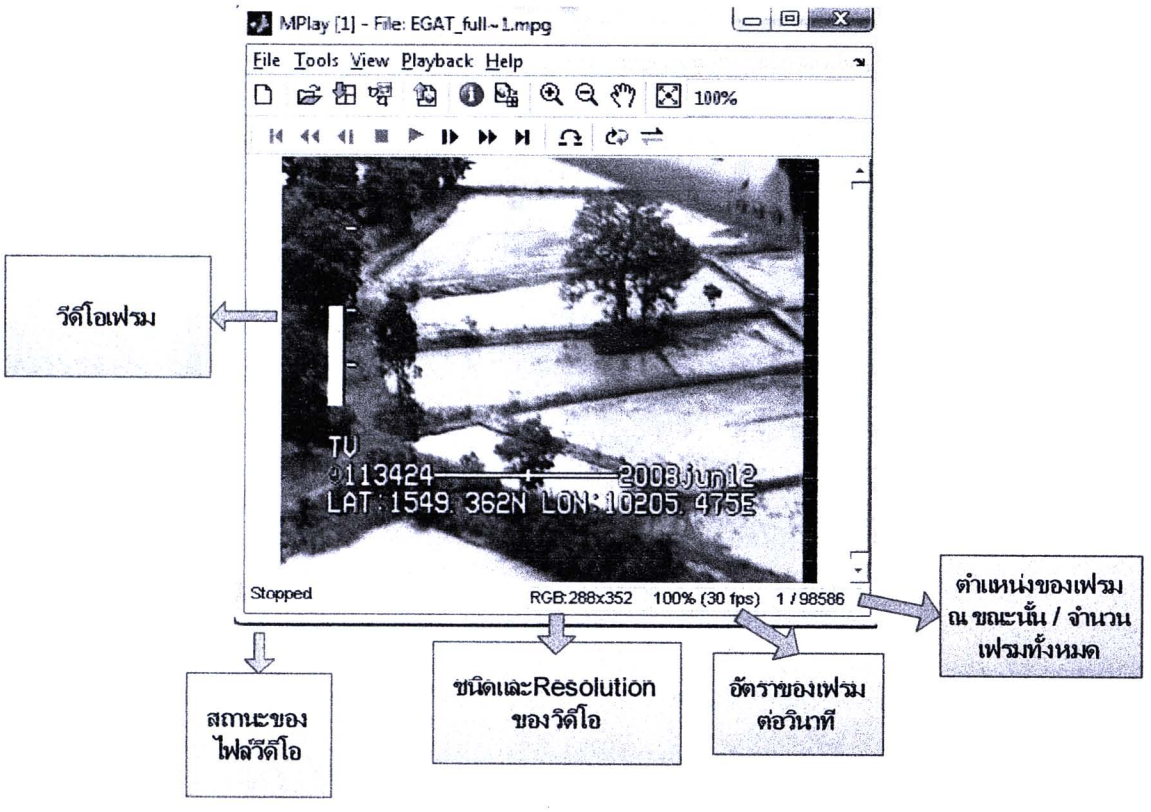
เนื่องจากไฟล์ข้อมูลทั้ง 2 ยังมีขนาดใหญ่เนื่องจากเวลาการบันทึกข้อมูลมากกว่า ทำให้การประมวลผลด้วย Matlab ยังคงปัญหา Memory Error จึงทำการตัดไฟล์ ข้อมูลทั้ง 2 ออกเป็นช่วงเวลาสั้นๆ โดยแบ่งออกเป็น 11 ช่วง ช่วงละ 6 นาที โดยที่แต่ละช่วงจะมีข้อมูลซ้อนทับกัน ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.2 การตัดแบ่งข้อมูลบางส่วนเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบและประมวลผลใช้โปรแกรม 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



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมและปรับแต่งข้อมูลไฟล์วีดีโอ

ตารางที่ 3.1 ไฟล์ก่อนทำการปรับแต่งและหลังการปรับแต่งข้อมูล

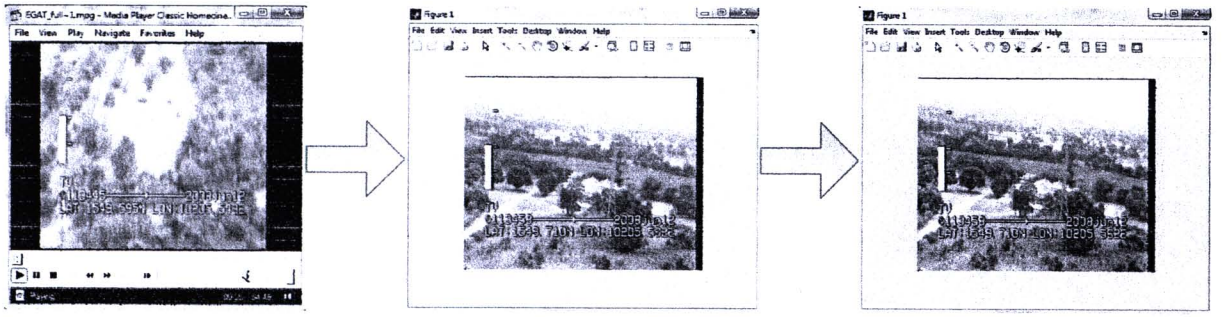
	วีดีโอ 1	วีดีโอ 2(ก่อนแปลง)	วีดีโอ 2(หลังแปลง)
วันที่	13-Jul-07	12-Jun-08	12-Jun-08
ขนาด	59 MB	11 GB	1.59 GB
รูปแบบ	.mpg	.avi	.mpg
เวลา	5.57 min	54.49 min	54.49 min
resolution	288*352	576*720	288*352



รูปที่ 3.3 ข้อมูลไฟล์วีดีโอด้วยโปรแกรม Matlab

3.1.2 การแปลงจากภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง

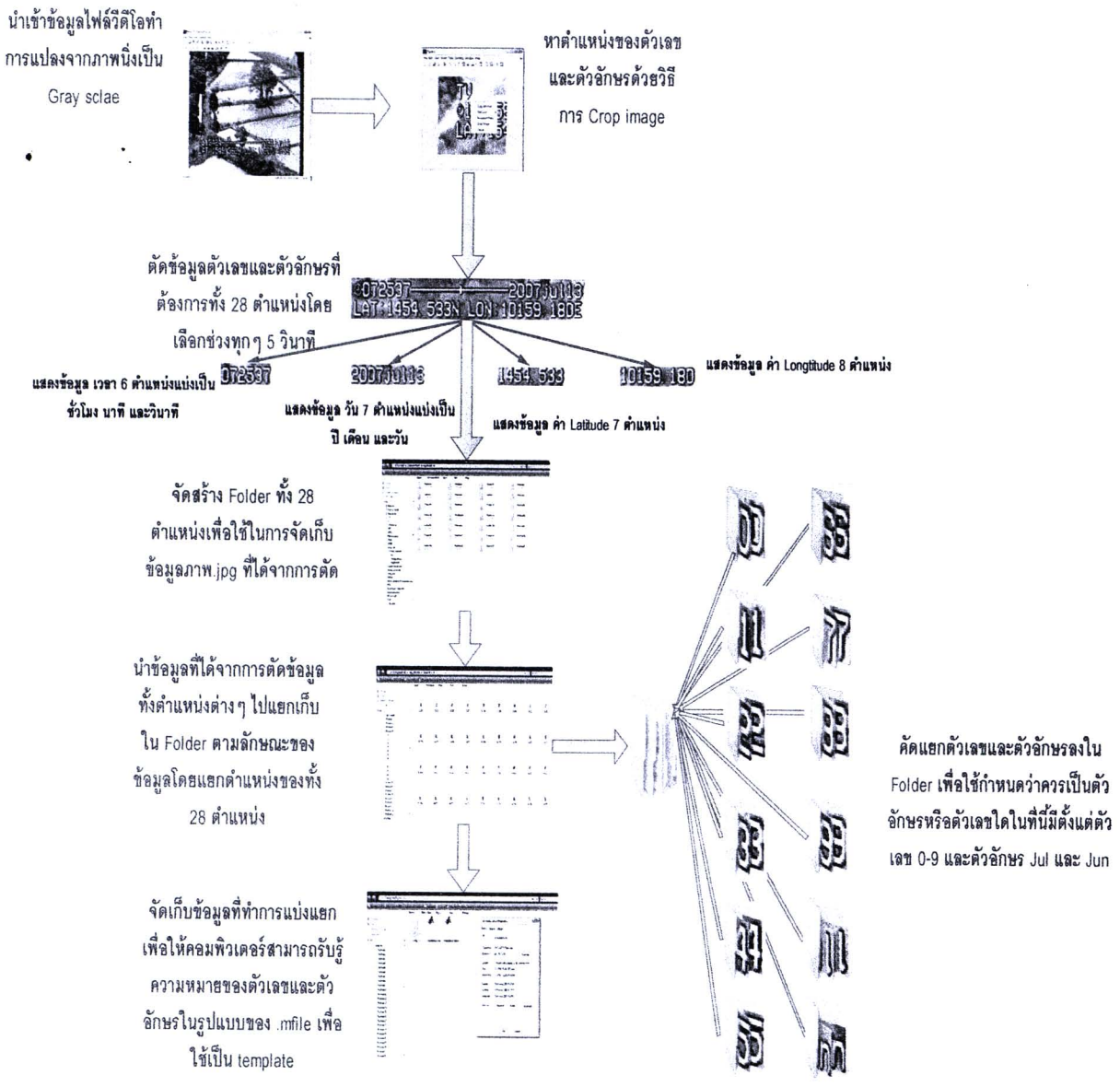
เมื่อได้ข้อมูลที่ทำการปรับแต่งไฟล์วีดีโอเรียบร้อยแล้วลำดับต่อไปจะแสดงขั้นตอนในการแปลงจากภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่งเพื่อใช้ในเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร โดยนำเข้าข้อมูลวีดีโอระบบ APS ข้อมูลที่ใช้ทดสอบเป็นวีดีโอแบบดิจิตอล (Digital Video) ซึ่งจัดเก็บอยู่ในรูปของไฟล์คอมพิวเตอร์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำสำเนาได้และสามารถปรับแต่งแก้ไข การแปลงจากภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง (เฟรม) โดยการนำเข้าภาพถ่ายวีดีโอประกอบด้วยการเรียงต่อภาพนิ่งเป็นเรื่องราวเพื่อแปลงภาพเป็นภาพนิ่ง ก่อนนำภาพนิ่งแต่ละเฟรมไปประมวลผล จากการทดสอบได้เลือกใช้ข้อมูลภาพนิ่งเนื่องจากคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแยกแยะและประมวลผลข้อมูลที่ต่อเนื่องกันได้ในทีเดียวจึงต้องทำการประมวลผลทีละเฟรมประกอบด้วยระดับสีแดง เขียว และน้ำเงิน(ภาพสี) แล้วจึงนำไปสู่กระบวนการแปลงจากภาพสีเป็นภาพเฉดเทาเพื่อลดข้อมูลในการประมวลผลภายในภาพและนำมาใช้ในการสกัดข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าละติจูดลองติจูด แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการแปลงภาพวีดีโอก่อนนำไปทดสอบ

3.1.3 การเตรียมชุดข้อมูลแผ่นแบบ

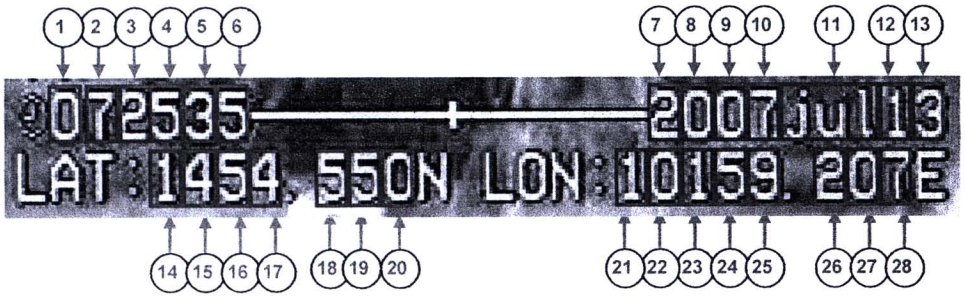
จากขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่งข้างต้นเราจะนำข้อมูลที่ได้จากการแปลงภาพดังกล่าวซึ่งอยู่ในรูปแบบภาพเฉดเทามาทำการ Crop Image เพื่อให้ได้ตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บข้อมูลแต่ละตำแหน่งอยู่ในรูปแบบfolder จัดเก็บข้อมูลภายใน Folder แต่ละตำแหน่งทำการแยกข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ m.file ขั้นตอนการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ภาพขั้นตอนในการเตรียมแผ่นแบบ

3.1.3.1 การกำหนดตำแหน่งที่จะ Crop Image

ในงานนี้ได้ทำการแปลงภาพแต่ละเฟรมในไฟล์วีดีโอให้เป็นภาพ Gray Scale เพื่อลดปริมาณข้อมูลในการวิเคราะห์โดยตัดข้อมูลออกเป็น 28 ตำแหน่ง ในที่นี้คือข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัด โดยกำหนดตำแหน่งในการ Crop Image ดังรูปภาพที่ 3.6 ของแต่ละข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรทั้งหมด 28 ตำแหน่ง เป็นการเตรียมแผ่นแบบเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูล

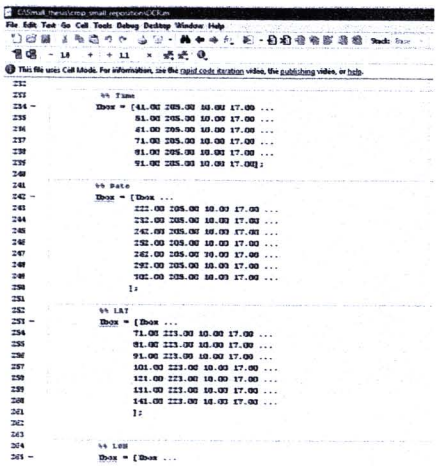


รูปที่ 3.6 ภาพ Crop Image

การจะได้มาซึ่งตำแหน่งที่จะ Crop นั้นทำได้โดยอาศัยเครื่องมือ Matlab ในการเรียกดูข้อมูลภาพเบื้องต้น โดยการดึงภาพแต่ละเฟรมเพื่อนำมาทำการ Crop Image โดยใช้คำสั่งจาก Image Tool ทำการเลือกภาพที่จะ Crop บริเวณข้อมูลที่เราสนใจเพื่อลดขั้นตอนการประมวลผลการด้วยวิธีการ Crop Image ซึ่งเป็นการหาตำแหน่งของข้อมูลภายในภาพเฉพาะตำแหน่งข้อมูลเวลา วัน เดือน ปี และค่าพิกัด เพื่อหาตำแหน่งขอบเขตของข้อมูลที่สนใจแล้วใช้คำสั่ง Copy Postion ภายใน Matlab จะมีเครื่องมือให้สามารถคัดลอกตำแหน่งของข้อมูลที่ทำการ Crop Image แสดงดังรูปที่ 3.7 เพื่อให้โปรแกรมทำการ Return ค่าของข้อมูล ณ ตำแหน่งดังกล่าว ซึ่งจะแสดงเป็น [x,y,w,h] โดยที่ x คือตำแหน่งในแนวแกน x , y คือตำแหน่งในแนวแกน y , w คือความกว้างของรูปที่ทำการ Crop และ h คือความสูงของรูปที่ทำการ Crop โดยยึดตำแหน่งตามรูปที่ 3.8

ตารางที่ 3.2 ตำแหน่ง x, y, Width และ Height เพื่อใช้ในการตัดข้อมูล

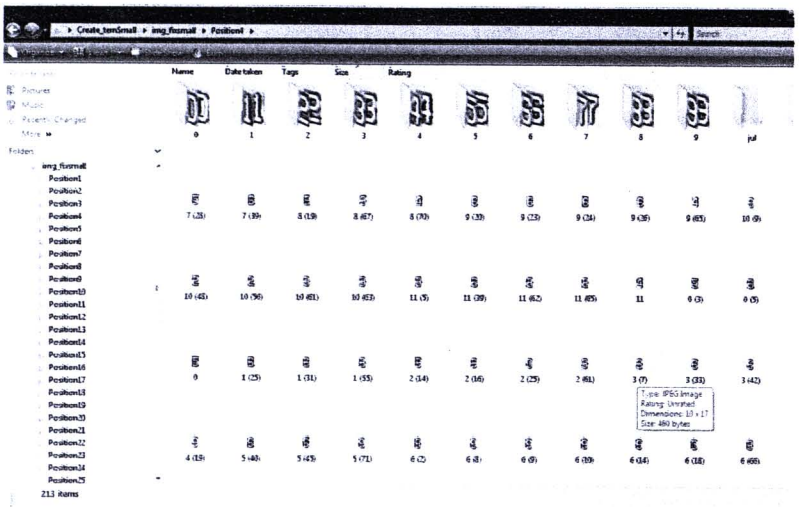
Time				
Position	x	y	Width	Height
1	40	204	10	17
2	51	204	10	17
3	61	204	10	17
4	70	204	10	17
5	80	204	10	17
6	90	204	10	17
Date				
Position	x	y	Width	Height
7	221	204	10	17
8	231	204	10	17
9	241	204	10	17
10	251	204	10	17
11	261	204	30	17
12	291	204	10	17
13	301	204	10	17
Latitude				
Position	x	y	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
Longtitude				
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



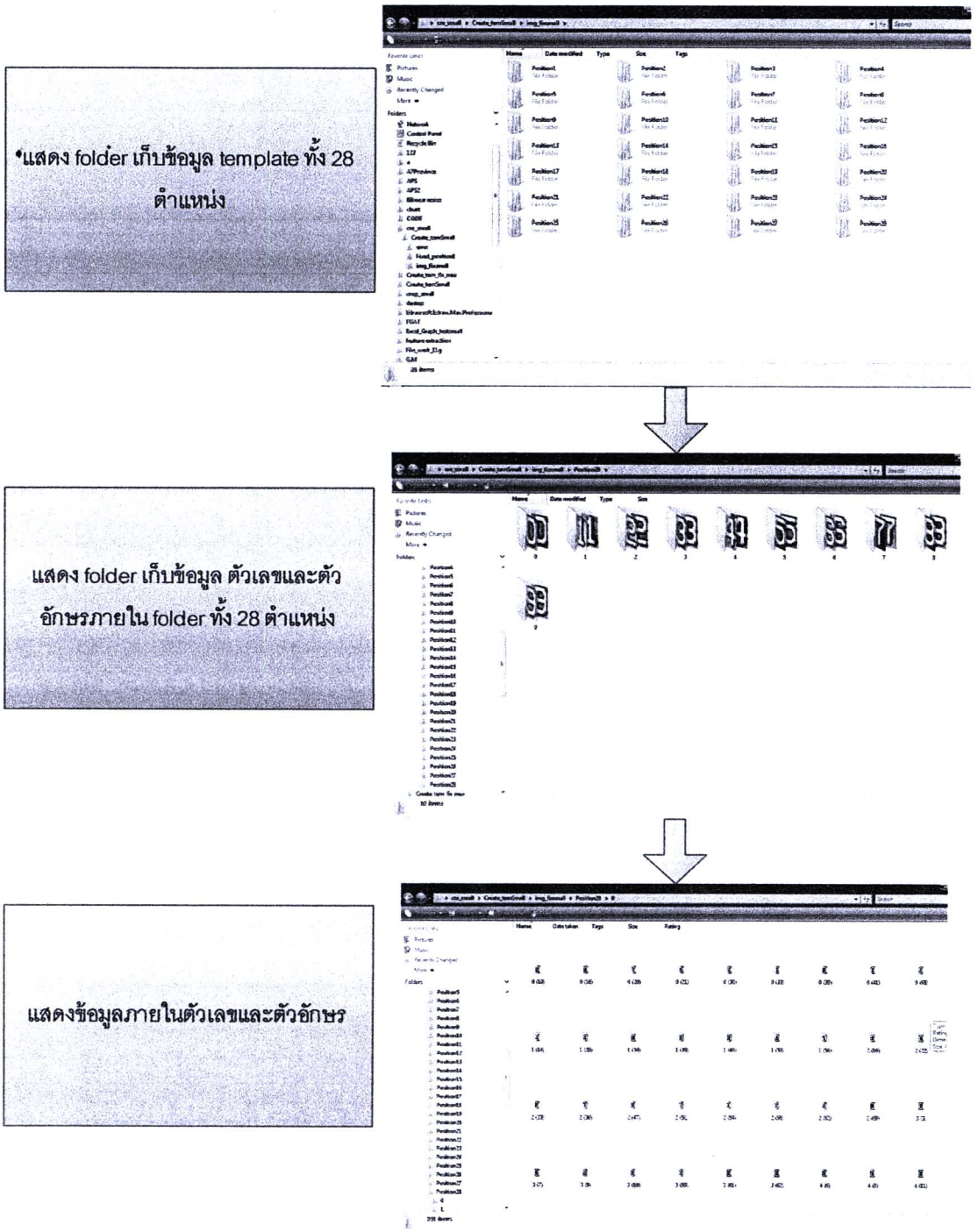
รูปที่ 3.9 ตำแหน่งที่ได้จากการ Return ค่าทั้งหมด 28 ตำแหน่ง

3.1.3.2 การ Crop ข้อมูล Image สำหรับใช้เป็นชุดแผ่นแบบตรวจสอบ

เริ่มจากการ Crop Image จากเฟรมในไฟล์วีดีโอโดยเบื้องต้นได้ทำการทดสอบโดยการตัดข้อมูลทุกๆ 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 จากข้อมูลที่ทำการ Crop Image ณ ช่วงเวลาทุกๆ 5 วินาที จำนวนข้อมูลแผ่นแบบทั้ง 28 ตำแหน่งซึ่งประกอบด้วยรูปภาพไฟล์ .jpg แสดงดังตาราง 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ เพื่อใช้เป็นชุดแผ่นแบบตรวจสอบ



รูปที่ 3.10 ข้อมูลตำแหน่งที่ทำการ Crop Image เพื่อนำมาใช้เป็นแผ่นแบบ



รูปที่ 3.11 โครงสร้างข้อมูลภายใน Folder ที่เก็บภาพแผ่นแบบ

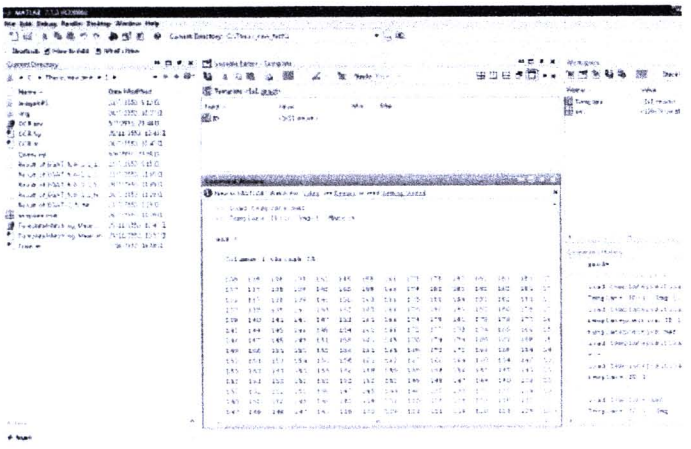
ตารางที่ 3.3 จำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 28 ตำแหน่งของไฟล์วีดีโอวันที่ 12/jun/2008

สถานะจำนวนแผ่นที่ใช้(ไฟล์วีดีโอวันที่ 12/jun/2008)													
ตัวเลขและอักษร	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		
Longtitude	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**

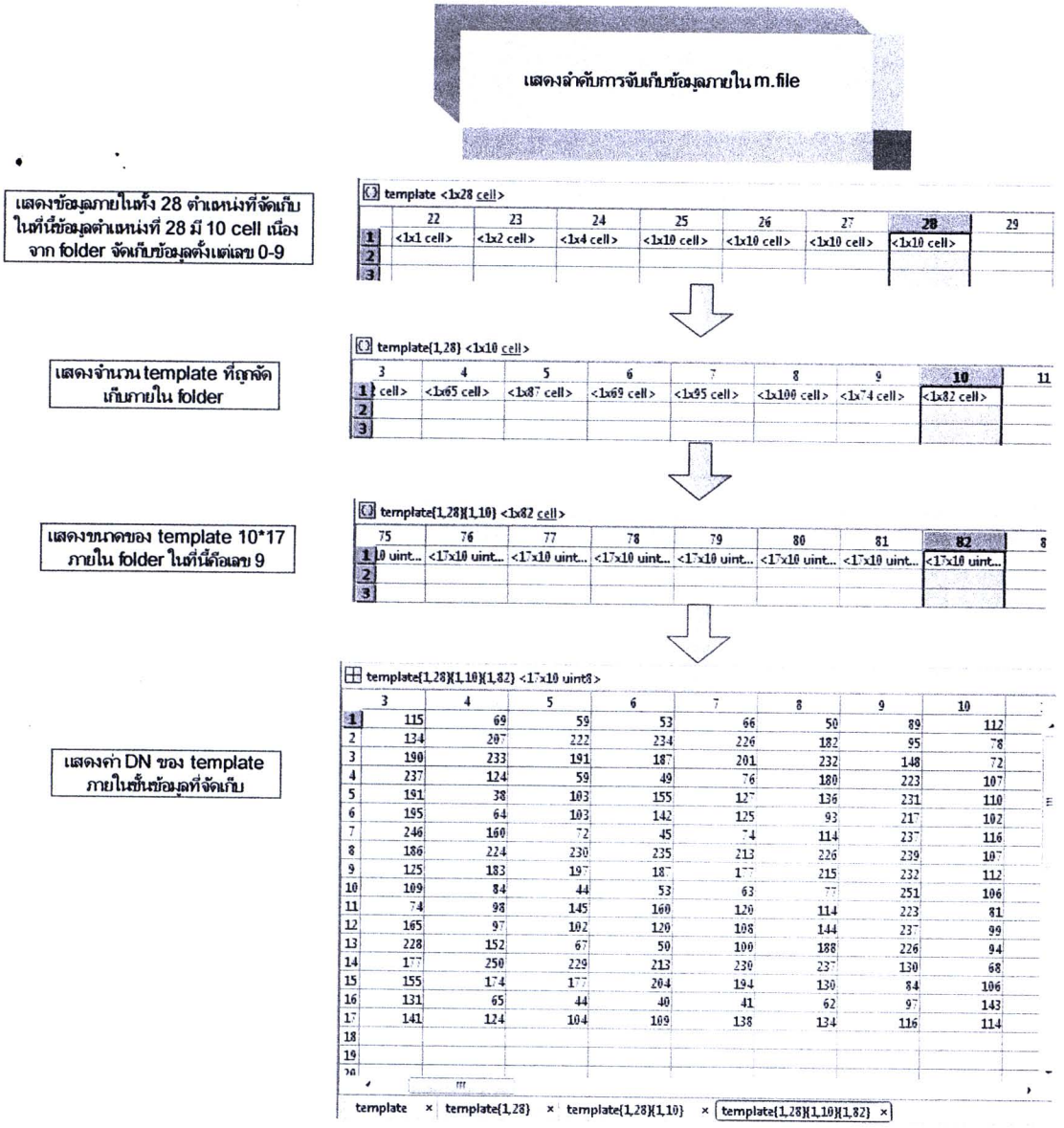
ตารางที่ 3.4 จำนวนแผ่นแบบที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 28 ตำแหน่งของไฟล์วีดีโอวันที่ 13/jun/2007

สถานะจำนวนแผ่นแบบที่ใช้(ไฟล์วีดีโอวันที่ 13/jul/2007)													
ตัวเลขและอักษร	ตำแหน่ง	ค่าข้อมูล											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	jul	jan
	1	68											
	2								68				
	3			53	15								
	4	12	3				5	12	12	12	12		
	5	12	11	10	11	12	12						
เวลา	6	34					34						
	7			68									
	8	68											
	9	68											
ปี	10								68				
เดือน	11											68	
	12		68										
วัน	13				68								
	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		
Latitude	20	10	7	4	9	5	7	8	8	5	5		
	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		
Longtitude	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



รูปที่ 3.13 ลำดับการเก็บข้อมูลภาพใน m.file

3.1.4 การกำหนดเงื่อนไขความน่าจะเป็นของตัวเลขและตัวอักษร

เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับบางส่วนมีจำกัดและความสามารถในการเก็บข้อมูลของระบบ จึงได้กำหนดเงื่อนไขความน่าจะเป็นของตัวเลขและตัวอักษรโดยจัดกลุ่มข้อมูลของตัวเลขที่เป็นไปได้จากไฟล์วีดีโอระบบ APS โดยใช้เงื่อนไขเรื่องเวลาจากเฮลิคอปเตอร์ในการปฏิบัติงานบินถ่ายบริเวณพื้นที่แนวเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง ข้อมูลไฟล์วีดีโอที่มีอยู่อย่างจำกัดและข้อมูลค่าพิกัดภูมิศาสตร์ของประเทศไทย

โดยที่ข้อมูลจะใช้เงื่อนไขในการกำหนดตัวเลขตามต่อไปนี้

- ข้อมูลเวลา เนื่องจากการบินถ่ายข้อมูลต้องทำในขณะมองเห็นสิ่งปลูกสร้างได้ชัดเจนจึงต้องบินถ่ายขณะมีแสงสว่าง 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

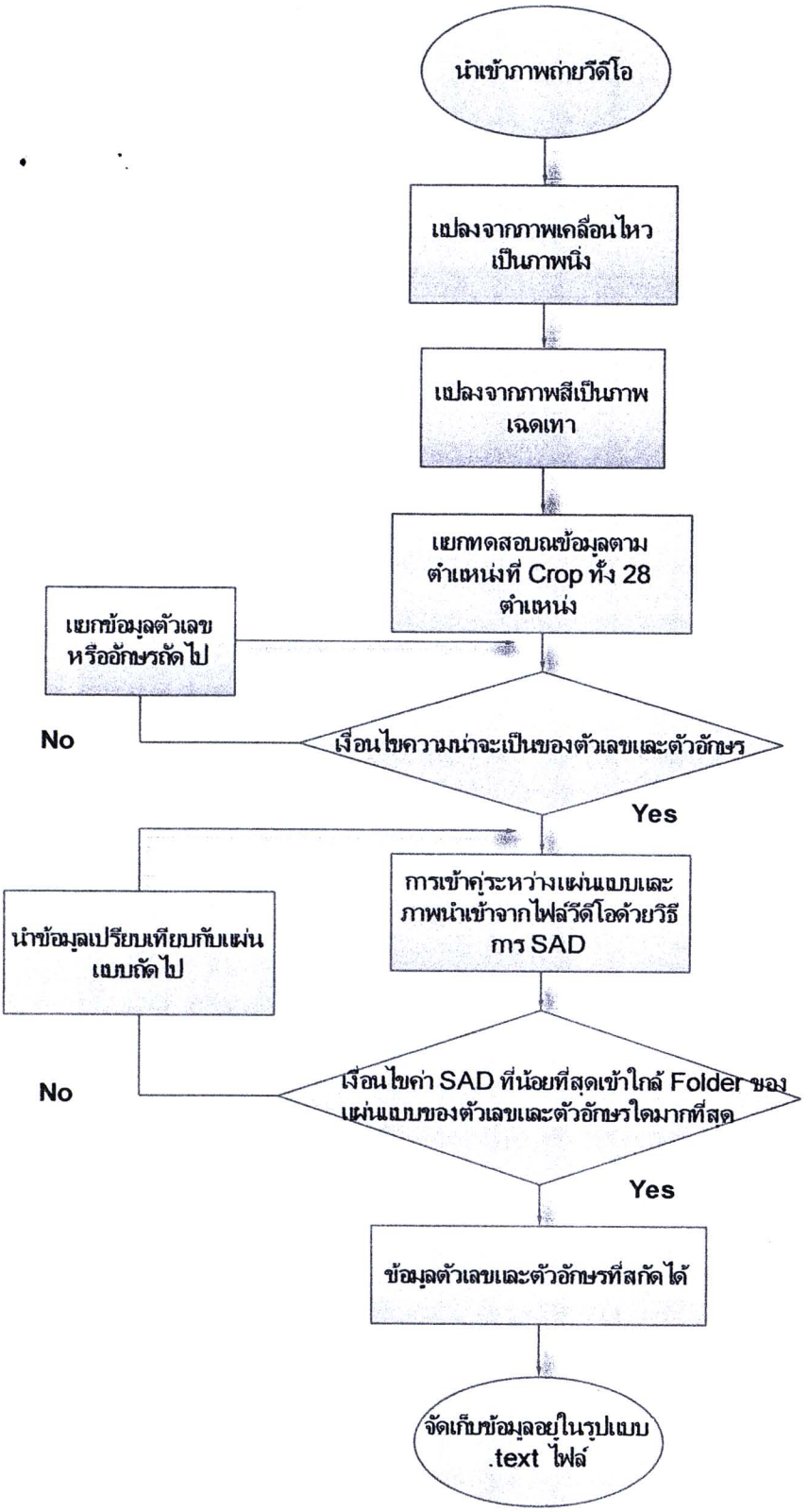
- ค่าลองจิจูดเนื่องจากอยู่ในภูมิศาสตร์ประเทศไทย และได้กำหนดตามข้อมูลที่มีจำกัด

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)

จากการศึกษาและทดลองเบื้องต้นพบว่าการข้อมูลที่นำมาทดสอบไม่มีการบิดเบือนของตัวเลขและตัวอักษรรวมทั้งมุมกล้องมาเกี่ยวข้องดังนั้นการใช้วิธีการเข้าคู่แผ่นแบบด้วยวิธีการ SAD จึงพอเพียงต่อการทดสอบ โดยขั้นตอนการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร เมื่อนำภาพถ่ายวีดีโอมาทำให้เป็นภาพนิ่ง โดยนำภาพนำเข้าแต่ละเฟรมมาแปลงภาพเป็นภาพเฉดเทาและทำการ Crop ภาพข้อมูลที่เราสนใจทั้ง 28 ตำแหน่งเข้าสู่เงื่อนไขความน่าจะเป็นของแผ่นแบบเพื่อแยกข้อมูลที่เป็นไปได้แต่ละตำแหน่งของตัวเลขและตัวอักษรหากไม่ใช่ตำแหน่งที่เลือกจะทำการประมวลผลตามตำแหน่งของภาพเฉดเทาซ้ำ นำข้อมูลภาพนำเข้าไปเปรียบเทียบเพื่อเข้าคู่ระหว่างแผ่นแบบ m.file และภาพนำเข้าจากไฟล์วีดีโอโดยใช้วิธี SAD โดยใช้ค่าที่น้อยที่สุดหากไม่ใช่จะทำการวนซ้ำจนได้ผลต่างที่น้องที่สุด ผลต่างของข้อมูลเข้าใกล้ข้อมูลที่จัดเก็บใน Folder ใดมากที่สุดคอมพิวเตอร์ก็จะตัดสินใจให้เป็นตัวเลขหรือตัวอักษรนั้นและทำการจัดเก็บข้อมูลเป็น .text ไฟล์เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดได้ต่อไปแสดงดังรูปที่ 3.14



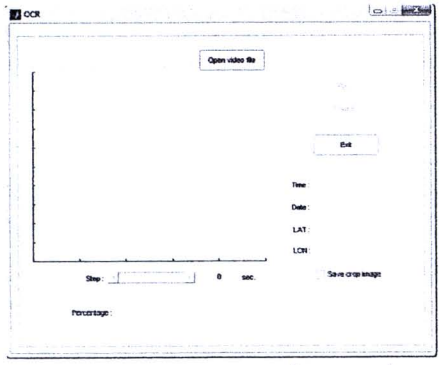
รูปที่ 3.14 การนำเข้าข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับแผ่นแบบ

3.3 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสกัดข้อมูล

ในงานนี้ได้ออกแบบโครงสร้างของเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อใช้ในการสกัดตัวเลขและตัวอักษรเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานดังต่อไปนี้

3.3.1 รูปแบบการโต้ตอบ

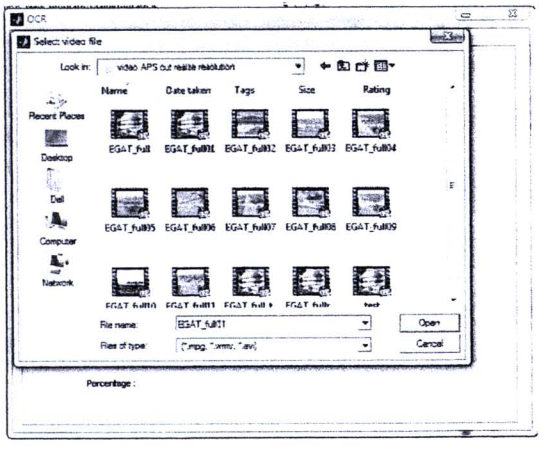
การนำข้อมูลไฟล์วีดีโอของระบบ APS ที่ได้จากการปรับแต่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อการประมวลผลโดยใช้หลักการของ OCR การพัฒนาเครื่องมือเพื่อเพิ่มความสามารถในการรู้จำและการประมวลผลของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น ให้อยู่ในรูปแบบของ Graphic User Interfac (GUI) ซึ่งง่ายต่อการใช้งานและเพิ่มความเร็วและลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการทำงาน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



รูปที่ 3.15 รูปแบบการโต้ตอบของเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

เครื่องมือที่ได้พัฒนาเพื่อประมวลผลการสกัดข้อมูล มีองค์ประกอบการเรียกใช้งานและแสดงผลดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูลไฟล์วีดีโอซึ่ง ผู้ใช้สามารถเข้าถึง Folder ที่จัดเก็บข้อมูลไฟล์วีดีโอระบบ APS โดยทำการเรียกข้อมูลจากปุ่ม Push bottom(Open video file) เพื่อให้เครื่องมือวิเคราะห์และประมวลผลตามลำดับขั้นตอนที่ได้พัฒนา การนำเข้าข้อมูลไฟล์วีดีโอระบบ APS แสดงดังรูปที่ 3.16

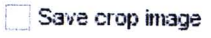


รูปที่ 3.16 การนำเข้าข้อมูลไฟล์วีดีโอของระบบ APS

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

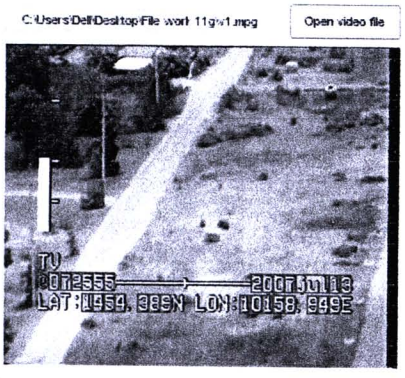
รูปที่ 3.17 การกำหนดช่วงเวลาในการสกัดข้อมูล

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



รูปที่ 3.18 ส่วนของการบันทึกรูปภาพ Crop Image ไฟล์วีดีโอ

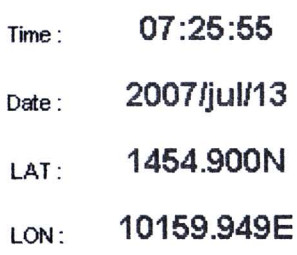
4) กำหนดส่วนแสดงผลข้อมูลภาพถ่ายวีดีโอดังแสดงในรูปที่ 3.19 เครื่องมือจะทำการเชื่อมต่อกับข้อมูลวีดีโอระบบ APS ขณะนำข้อมูลมาประมวลผล โดยจะแสดงข้อมูลและตำแหน่งที่ทำการ Crop Image เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการ Template Matching และสามารถตรวจสอบไฟล์ข้อมูลวีดีโอที่นำเข้า



รูปที่ 3.19 ส่วนของการแสดงภาพไฟล์วีดีโอ

5) เครื่องมือจะทำการเชื่อมต่อกับส่วนแสดงผลภาพถ่ายวีดีโอเพื่อนำข้อมูลที่ Crop Image มาใช้ในการสกัดข้อมูลโดยจะทำการเข้าคู่ระหว่างแผ่นแบบ ที่ได้เตรียมไว้ใน Folder ทั้ง 28

ตำแหน่ง และนำข้อมูลที่นำเข้าจากไฟล์วีดีโอ ไปเปรียบเทียบระหว่าง ภาพวัตถุที่สนใจและภาพที่ต้องการค้นหา เพื่อหาค่า SAD โดยวิเคราะห์ค่าใกล้เคียงโดยผลต่างน้อยที่สุดว่าเข้าใกล้ค่าใด้เพื่อนำไปแสดงเป็นตัวเลขและตัวอักษร ให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นได้ ส่วนแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ส่วนการแสดงผลลัพธ์การประมวลผลการสกัดข้อมูล

6) เชื่อมโยงการประมวลผลข้อมูลและตรวจสอบค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดตัวเลขและตัวอักษรด้วยกระบวนการวิธีข้างในแต่ละเฟรมแสดงในรูปที่ 3.21

รูปที่ 3.21 ค่าร้อยละของความถูกต้องในแต่ละเฟรม

โดยที่การหาค่าร้อยละของความถูกต้องใช้วิธีการดึงเฟรมจากไฟล์วีดีโอแปลงภาพสีเป็นระดับสีเทา Crop ตำแหน่งของตัวเลขและตัวอักษรซึ่งมีขนาดตัวเลข 10*17 และอักษรขนาด 30*17 เพื่อนำมาหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจาก

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

ร้อยละของความคล้ายคลึงของข้อมูล = 100 - Error

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

7) ผลที่ได้จากการสกัดข้อมูล บันทึกในรูปแบบ .text ไฟล์แสดงในรูปที่ 3.22 โดยสามารถกำหนดให้มีการจัดเก็บในลักษณะของ Path และข้อมูลที่สกัดออกมาได้จากการประมวลผลดังนี้ freame_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

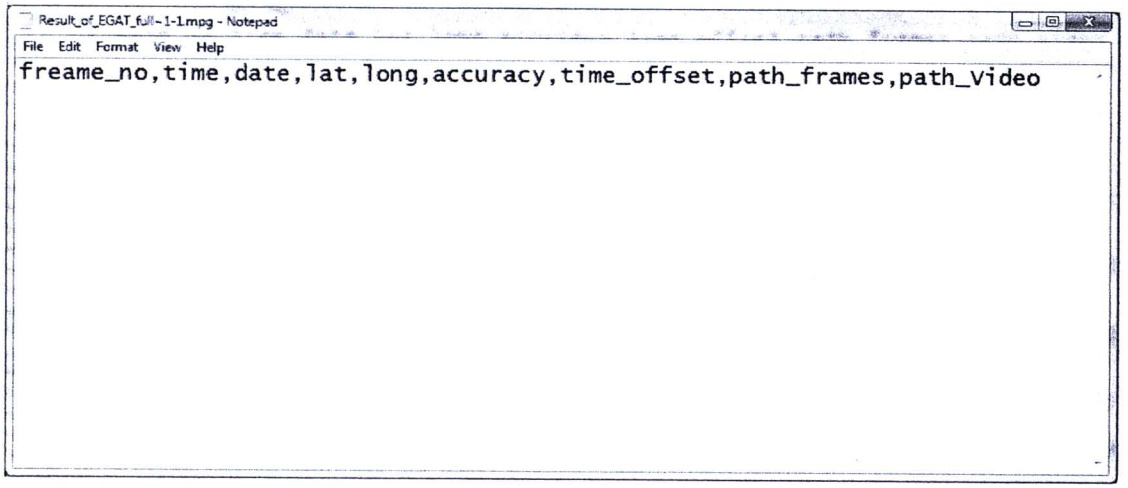
Accuracy : ค่าความถูกต้องที่ได้จากการสกัดข้อมูลของแต่เฟรม

Time_offset : เวลาที่ดำเนินการตั้งแต่เริ่มจนถึงเฟรมที่ทำการประมวลผล

Path_frames : เป็นเส้นทางถึงแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บเป็นภาพนิ่ง

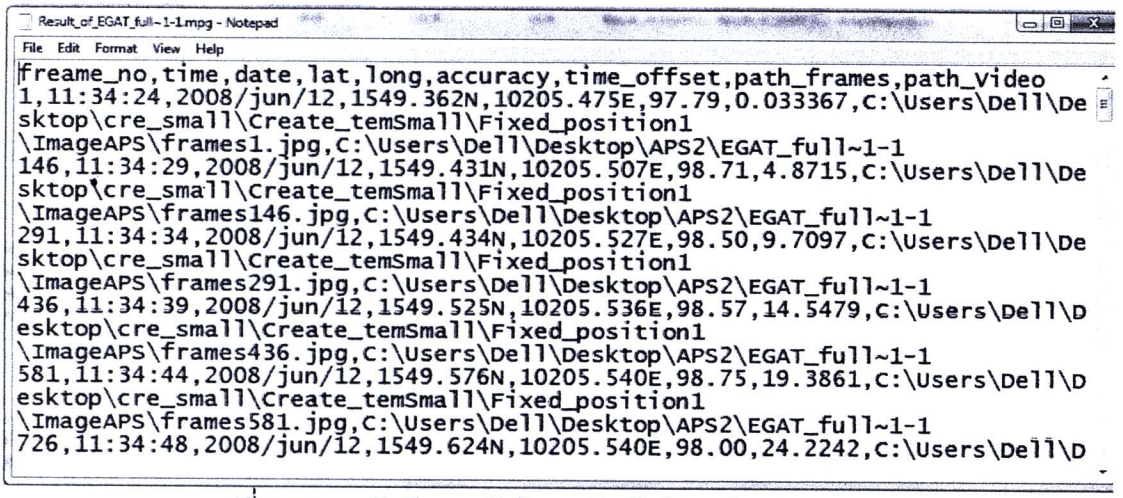
Path_video : เป็นเส้นทางถึงแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บเป็นไฟล์วีดีโอ

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



รูปที่ 3.22 การจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ .text

หลังจากที่ได้ทำการประมวลผลการสกัดข้อมูล ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงในรูปแบบ .text ไฟล์แสดงดังตัวอย่างรูปที่ 3.23



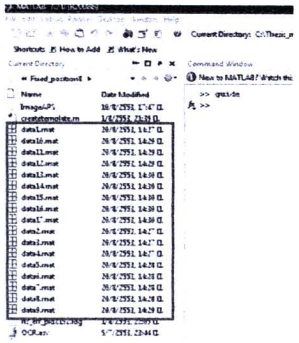
รูปที่ 3.23 ผลลัพธ์การสกัดข้อมูลจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ .text

3.4.2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือโดยใช้แนวคิด OCR เพื่อใช้ในการสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร

1) นำข้อมูลวีดีโอจากระบบ APS ซึ่งมีข้อมูลค่าพิกัดและเวลาบริเวณแนวส่งเสาไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยตามช่วงปีต่างๆที่ได้รับ ทำการเขียนโปรแกรมด้วย Matlab เพื่อทำการนำเข้า ข้อมูลไฟล์วีดีโอเพื่อให้ผลที่แสดงออกมาให้อยู่ในรูปแบบของเฟรม เพื่อปรับภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่งและมีข้อมูลตำแหน่งและเวลา วัน เดือน ปีที่ประทับอยู่บนไฟล์ภาพวีดีโอ

2) จากการทดลองเบื้องต้นพบเมื่อนำไฟล์วีดีโอทำการประมวลผลด้วยเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรโปรแกรม Matlab จะจับจองเนื้อที่ก่อนการประมวลผลหากข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการ Error ก่อนการทดสอบ ดังนั้นจึงต้องทำการตัดแยกโดยให้เครื่องมือประมวลผลทีละ 600 เฟรม โดยให้นำเข้าข้อมูลไฟล์วีดีโอและโปรแกรมจะทำหน้าที่ตัดไฟล์และบันทึกเป็นไฟล์ย่อยและนำเข้าไปประมวลผลทีละ 600 เฟรม แสดงดังภาพที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ข้อมูลไฟล์วีดีโอที่นำเข้าเครื่องมือและตัดแบ่งย่อยก่อนนำไปประมวลผล

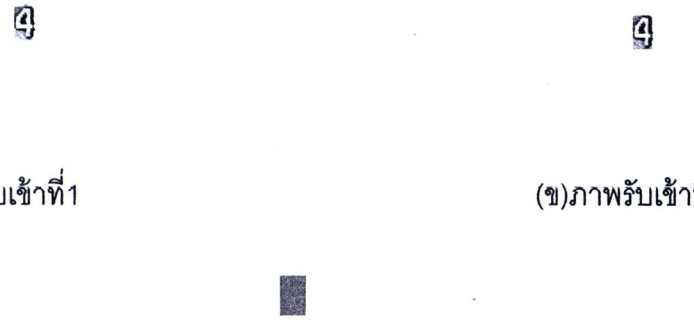
3) นำภาพ RGB ที่ได้จากกระบวนการแปลงภาพเคลื่อนไหวให้เป็นภาพนิ่งมาแบ่งภาพเฉพาะข้อมูลที่สนใจ ทำการปรับแต่งข้อมูล (Normalization) แปลงภาพสีให้เป็นภาพ Gray Scale เพื่อลดปริมาณข้อมูลภายในภาพซึ่งจะใช้วิเคราะห์หาเฉพาะความเข้มของแสง 0-255 (Rafael C. , 2004)โดยกำหนดตำแหน่งในการ Crop Image ข้อมูลเวลา วัน เดือน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

4) กำหนดเงื่อนไขและลักษณะสำคัญในการแยกอักษรแต่ละตำแหน่งจากข้อมูลระบบ APS และนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการข้างต้นเข้าสู่สมการ Template Matching เพื่อเข้าคู่และประมวลผลจากข้อมูลที่มีอยู่ว่าควรเป็นอักษรหรือตัวเลขใดโดยวิธีการของ Template Matching มีดังนี้

จากการทดสอบได้ใช้วิธีการหาค่าความแตกต่างของภาพยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ให้ผลของค่าความต่างของภาพได้ดีคือ วิธี SAD โดยค่าที่ได้จากวิธีนี้เป็นค่าความแตกต่างทั้ง 2 ด้านของภาพ ดังสมการ

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

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ทดสอบไม่มีการเปลี่ยนแปลงการบิดเบือนของลักษณะอักษรและมุมกล่องมาเกี่ยวข้องซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยากและประมวลผลไม่ซับซ้อนซึ่งพอเพียงต่อความต้องการของลักษณะข้อมูล โดยที่ภาพนำเข้าจากไฟล์วีดีโอ ($I_{i,j}$)และแผ่นแบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ($T_{i,j}$) คือ ภาพที่ต้องการหาความแตกต่างระหว่างกัน M และ N คือจำนวนแถวและคอลัมน์เพื่อให้ได้ผลต่างค่า SAD เพื่อใช้ในการหาความคล้ายคลึงว่าค่าใดเข้าใกล้ 0 มากที่สุดจึงจะใช้ในการตัดสินใจว่าเป็นตัวเลขหรือตัวอักษรใดผลลัพธ์(โสภณ)แสดงดังรูปที่ 3.25



(ก)ภาพรับเข้าที่1 (ข)ภาพรับเข้าที่ 2

รูปที่ 3.25 ผลลัพธ์ของการหาผลต่างด้วยวิธี SAD

โดยวิธีการหาค่าความแตกต่างด้วยวิธี SAD ระหว่างไฟล์วีดีโอและแผนแบบ แสดงขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลและการหาผลต่างระหว่างภาพภาพวัตถุที่สนใจและภาพที่ต้องการค้นหาจากข้อมูลจากไฟล์วีดีโอของระบบ APS ได้ดังนี้

1) นำเข้าไฟล์วีดีโอข้อมูลระบบ APS

2) ทำการนำแปลงข้อมูลเป็นภาพนิ่งเพื่อสร้าง Templat และภาพที่ต้องการค้นหา

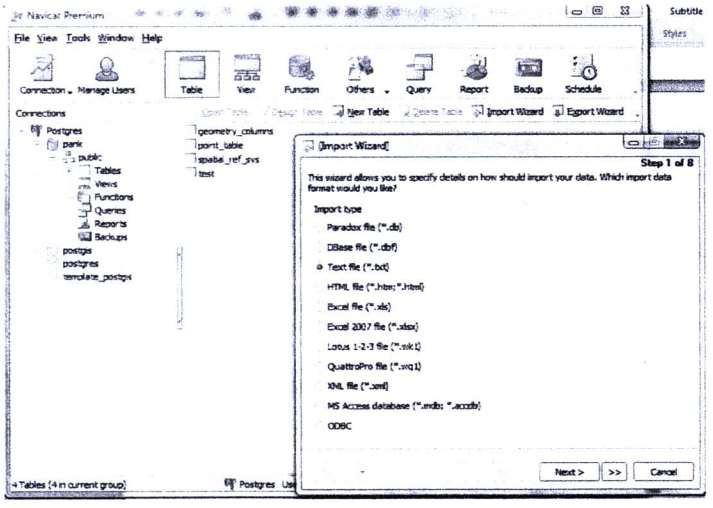
3) เปลี่ยนข้อมูลนำเข้าทั้ง 2 ชุด ไปเป็นภาพเฉดเทา (Grayscale)

4) ทำการ Crop Image ตามตำแหน่งที่ต้องการหาผลต่าง

5) การหาค่าความแตกต่างของภาพด้วยวิธี SAD การนำภาพ 2 ภาพ มาหาค่าความแตกต่างรวมทั้งหมดทั้ง 2 ภาพ

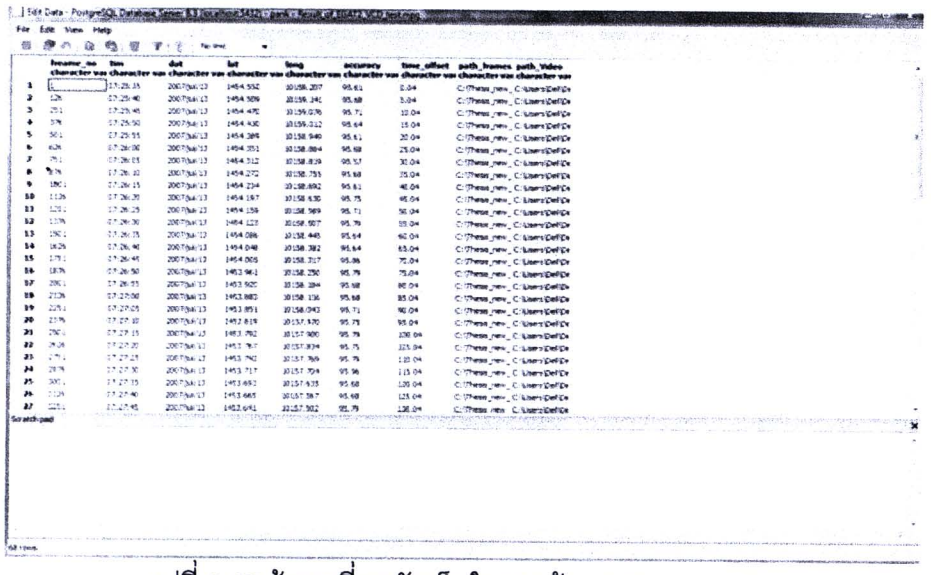
3.5 การนำเข้าข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและอักษรเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL

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

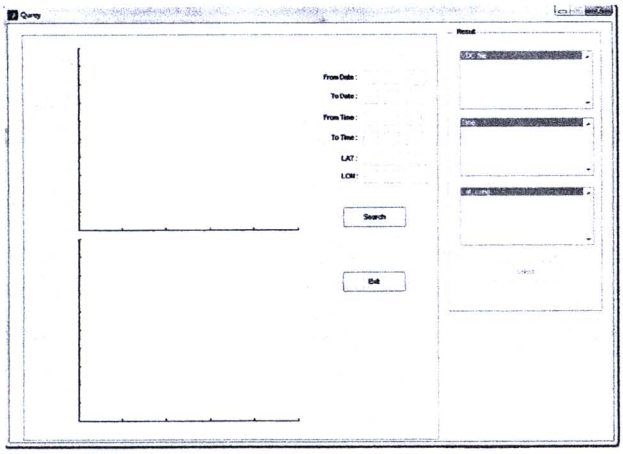
เนื่องจากข้อมูลพิกัดจากระบบ APS อยู่ในรูปแบบ NMEA แสดงดังตารางที่ 3.5 จึงต้องทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้งานทั่วไป ในที่นี้รูปแบบ DD (Decimal Degree) หมายถึง ค่าตัวเลขทศนิยม ที่เป็นเลขฐานสิบ โดยทำการแปลงค่าข้อมูลจาก NMEA ทำการแปลงให้อยู่ในระบบค่าพิกัดภูมิศาสตร์เรียกว่า องศา ลิปดา ฟิลิปดา เป็นหน่วยแบบ 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

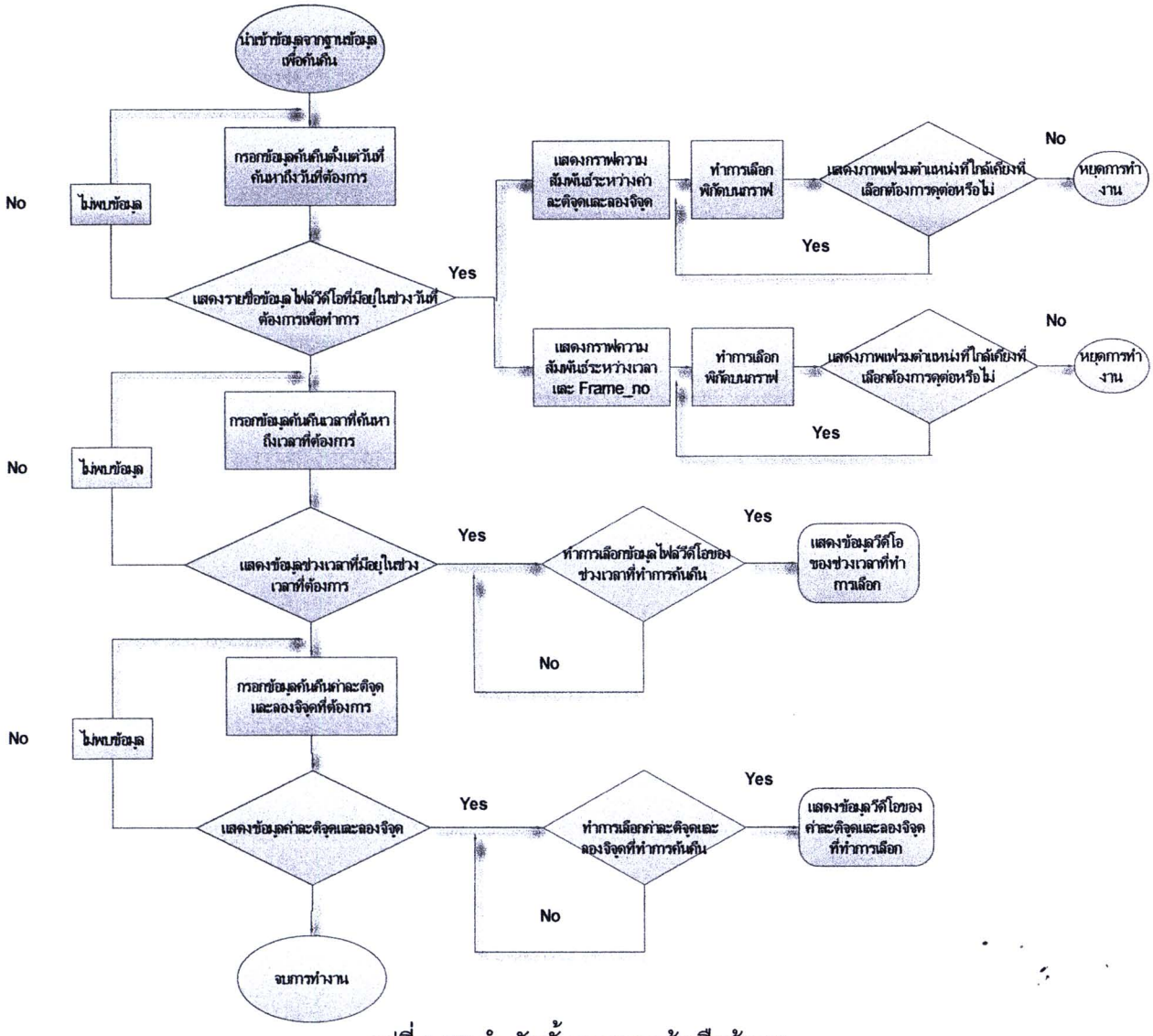
3.6 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL

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



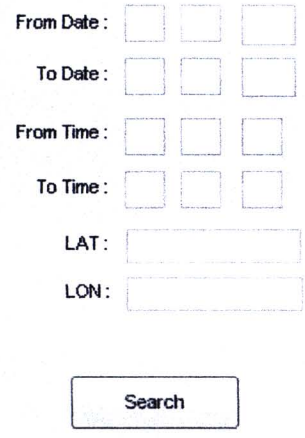
รูปที่ 3.28 เครื่องมือเพื่อค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูล PostgreSQL

โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบลักษณะโครงสร้างขั้นตอนการค้นคืนข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 ลำดับขั้นตอนการค้นคืนข้อมูล

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



รูปที่ 3.30 ช่องเพื่อกรอกข้อมูลที่ต้องการค้นคืน

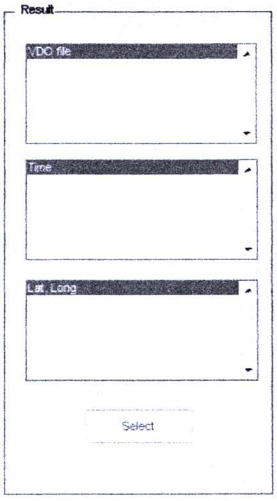
2) เมื่อทำการค้นคืนข้อมูล Date, Time และค่า Lat, Long ณ ตำแหน่งที่ต้องการสืบค้นผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนจะแสดงข้อมูลในช่อง Result แสดงดังรูปที่ 3.31 ซึ่งจะแบ่งเป็น

VDO file : แสดงรายชื่อไฟล์วีดีโอในช่วงวันที่ทำการค้นคืน

Time : แสดงช่วงเวลาที่มีจากช่วงเวลาที่ทำการค้นคืน

Lat, Long : แสดงค่าละติจูดและลองจิจูดที่มีจากค่าละติจูดและลองจิจูดที่ค้นคืน

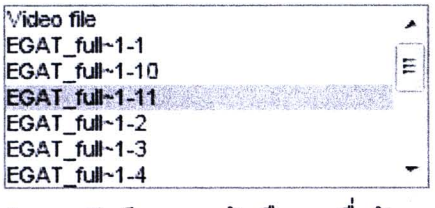
ผลของการค้นคืนคือจะแบ่งส่วนแสดงทั้งภาพและวีดีโอเพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลที่นำไปจัดเก็บว่าข้อมูลที่ทำการเรียกค้นคืนนั้นตรงกับภาพหรือวีดีโอที่นำไปจัดเก็บหรือไม่



รูปที่ 3.31 ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูล

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

รูปที่ 3.32 การกรอกข้อมูลวันที่ต้องการค้นคืน

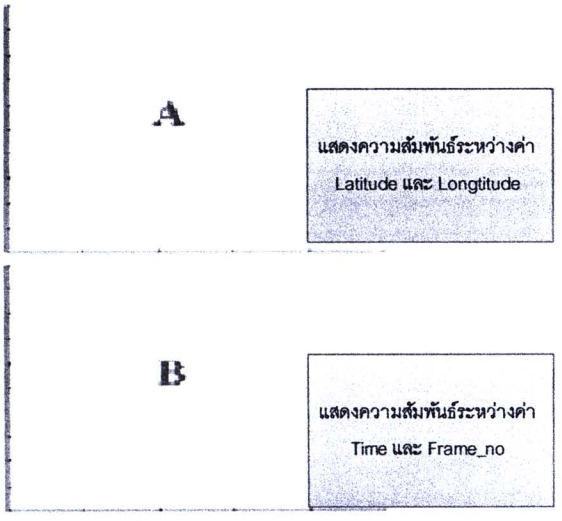


รูปที่ 3.33 ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนรายชื่อข้อมูลไฟล์วีดีโอ

เมื่อทำการเลือกผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนรายชื่อข้อมูลวีดีโอเครื่องมือจะแสดงข้อมูลกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no, ละติจูดและลองจิจูดของข้อมูลภายรายชื่อไฟล์วีดีโอต่างๆ

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

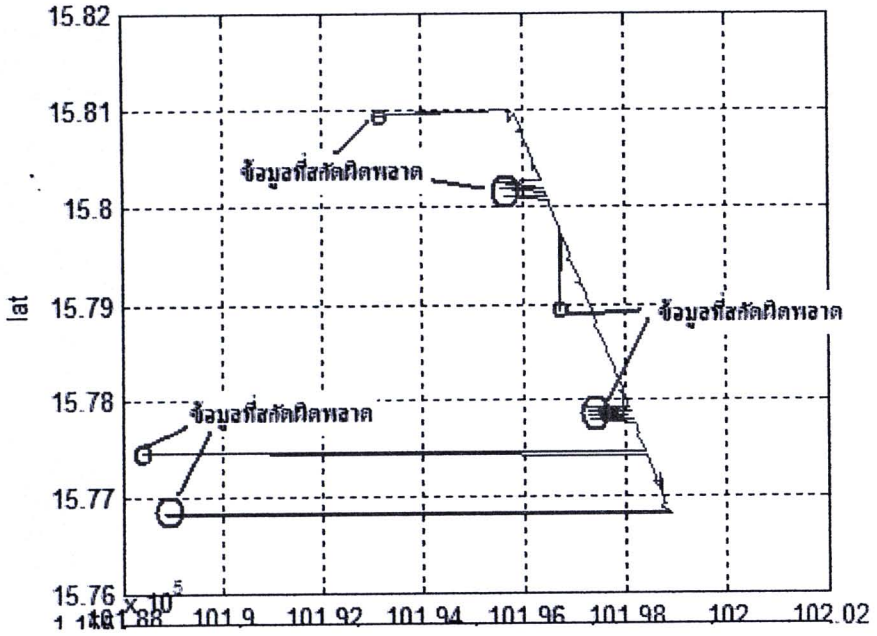
และ Frame_no เป็นแกน X แสดงดังรูปที่ 3.34 ข้อมูลจะแสดงผลตามข้อมูลที่ทำการเลือกจากรายชื่อไฟล์วีดีโอจากการค้นคืนข้อมูลวัน (From Date to Date) โดยได้ออกแบบให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากเครื่องมือสกัดข้อมูลตัวเลขและตัวอักษร โดยเครื่องมือจะทำการค้นคืนจากฐานข้อมูล PostgreSQL จากรายชื่อไฟล์วีดีโอที่เลือกแล้วนำข้อมูลมา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



รูปที่ 3.34 กราฟแสดงความสัมพันธ์

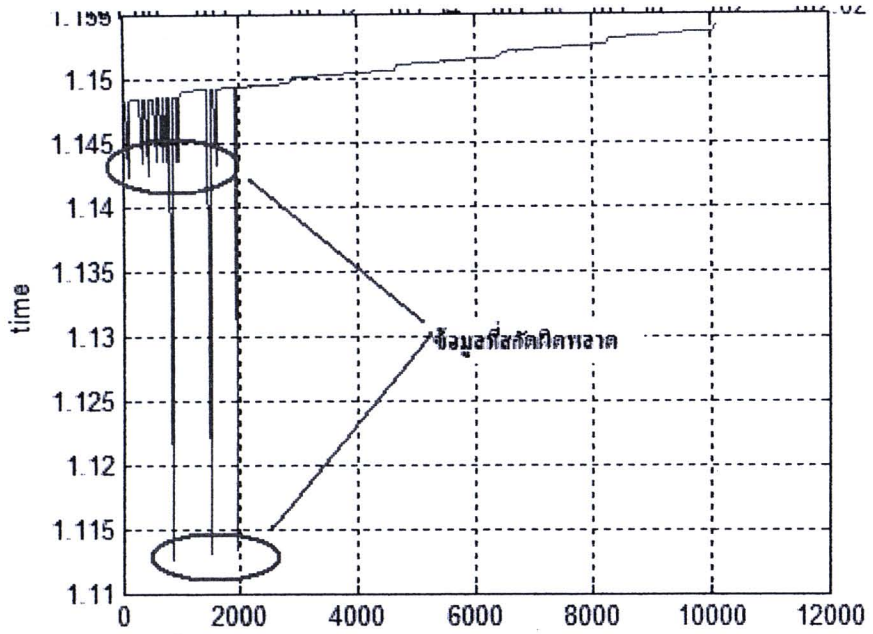
เมื่อทำการเลือกข้อมูลบนบริเวณกราฟ เครื่องมือจะทำการหาค่า Distance ที่น้อยที่สุดจากสมการปิทาโกรัส และนำระยะทางที่ใกล้ที่สุดของบริเวณที่ทำการเลือกกับข้อมูลเส้นที่ได้จากการฟร็อต จากข้อมูลรายชื่อไฟล์ที่นำไปจัดเก็บไปค้นคืน Path_frames เพื่อแสดงภาพข้อมูล ณ ตำแหน่งใกล้เคียงกับจุดที่ทำการเลือกจากกราฟ

ตัวอย่างการแสดงข้อมูลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าละติจูดและลองจิจูดแสดงดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าละติจูดและลองจิจูด

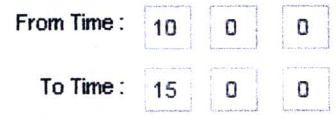
ตัวอย่างการแสดงข้อมูลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Time และ Frame_no แสดงดังรูปที่ 3.36



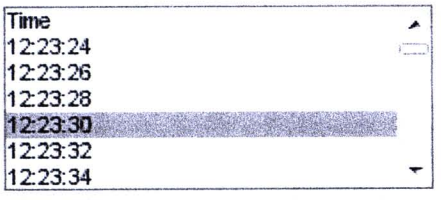
รูปที่ 3.36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Time และ Frame_no

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

เวลา เพื่อเป็นเส้นทางถึงช่วงข้อมูลเวลาที่ทำการค้นคืน ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคืนช่วงเวลาที่มีในไฟล์วีดีโอดังกล่าวจะแสดงดังรูปที่ 3.38 เมื่อทำการเลือกช่วงเวลาที่ต้องการจากผลลัพธ์ของการค้นคืนจะสามารถตรวจสอบข้อมูลไฟล์วีดีโอใกล้เคียงกับช่วงเวลานั้นโดยการค้นคืนข้อมูลไฟล์วีดีโอจาก Time_offset

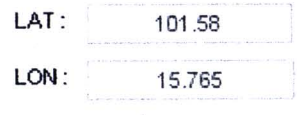


รูปที่ 3.37 การกรอกข้อมูลเวลาที่ต้องการค้นคืน

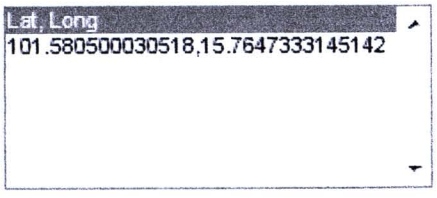


รูปที่ 3.38 ช่องผลลัพธ์ของการค้นคืนข้อมูลเวลา

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