

ระบบวิเคราะห์ความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งจากข้อมูลเครื่องรับ GNSS
POSITIONING ERROR ANALYSIS SYSTEM USING GNSS INFORMATION



โดย

นายชยานันท์ ล้อมจำรูญรัตน์
นายธนวิษณุ ปลอดดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ระบบวิเคราะห์ความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งจากข้อมูลเครื่องรับ GNSS
Positioning Error Analysis System using GNSS information



โดย
นายชยานันท์ ล้อมจำรูญรัตน์
นายธนวิษณุ ปลอดภัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวิเคราะห์ความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งจากข้อมูลเครื่องรับ GNSS
Positioning Error Analysis System using GNSS information

โดย

นายชยานันท์ ลิ้มจำรูญรัตน์

53010314

นายธนวิชญ์ ปลอดดี

53010663

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

2514
ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว
P. Syle
อาจารย์ที่ปรึกษา
11.1.3.1.57
วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering
KMITL

2514
ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
13.3.57
วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering
KMITL

ปริญญาโทปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบวิเคราะห์ความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งจากข้อมูลเครื่องรับ GNSS

POSITIONING ERROR ANALYSIS SYSTEM USING GNSS INFORMATION

ผู้จัดทำ

1. นายชยานันท์ ลิมจำรูญรัตน์ 53010314
2. นายธนวิษณุ ปลอดภัย 53010663


.....
(รศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ)

อาจารย์ที่ปรึกษา


.....
(ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากคำชี้แนะจาก รศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ, ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์, ผศ.ดร.ตุลยา ลิมปิติ, คุณศราวดี รุ่งเรืองวจีเอก และคุณอัจฉราภรณ์ บำรุงกิจ ที่กรุณาให้ความรู้ ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ รวมถึงอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขผลงานจนสำเร็จลงได้

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และพี่ เพื่อนนักศึกษาทุกท่านที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาและแนะนำในหลายๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การเลี้ยงดูอบรม และส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมาในอดีตจนถึงปัจจุบันทำให้ผู้จัดทำประสบความสำเร็จในชีวิต

นายชยานันท์ ลิ้มจำรูญรัตน์
นายธนวิษญ์ ปลอดดี
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวิเคราะห์ความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งจากข้อมูลเครื่องรับ GNSS
POSITIONING ERROR ANALYSIS SYSTEM USING GNSS INFORMATION

โดย นายชยานันท์ ลิมจำรูญรัตน์ 53010314
นายธนวิชญ์ ปลอดภัย 53010663

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.ณัฐกานต์ พุทธรักษ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระบบนำร่องโดยใช้กลุ่มดาวเทียม (GNSS: Global Navigation Satellite System) ซึ่งเป็นระบบระบุตำแหน่งของผู้ใช้ที่อยู่บนพื้นผิวโลก โดยจะทำการออกแบบระบบคำนวณและแสดงผลค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง ซึ่งจะออกมาในค่าความผิดพลาดละติจูด (Latitude), ลองจิจูด (Longitude) และความสูง (Height) โดยจะรับข้อมูลมาจากเครื่องรับ GNSS ชนิดสองความถี่ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาดในแนวระนาบ ซึ่งประกอบไปด้วยความผิดพลาดของค่าละติจูด, ความผิดพลาดของค่าลองจิจูด และคำนวณค่าความผิดพลาดความสูง จากนั้นบันทึกค่าต่างๆ ในฐานข้อมูลแล้วทำการแสดงผลผ่านทางหน้าเว็บ

ABSTRACT

This project aims to study the GNSS (global navigation satellite system), which is a system to indicate a user's location on the earth's surface. This project develops a system to compute and shows the location errors including the latitude error, longitude error and height error from the received data from a GNSS receiver. Data is transmitted through the Internet and all the errors are calculated, then recorded to a database. Finally, all errors as well as the skyplots are displayed on a webpage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบจีเอนเอสเอส (GNSS: Global Navigation Satellite System)	3
2.2 หลักการทำงานของระบบจีเอนเอสเอส	6
2.3 หลักการบอกตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส	12
2.4 ระบบจีบาส (Ground Base Augmentation: GBAS)	13
2.5 พิกัด ECEF (Earth Centered Earth Fixed Coordinate)	21
2.6 ระบบพิกัดโทรโปเซนตริก (Tropocentric)	25
2.7 มุมกวาด (Azimuth) และมุมเงย (Elevation)	25
2.8 ระเบียบวิธีนิวตัน – ราฟสัน	26
2.9 ภาษาพีเอชพี	28
2.10 ฐานข้อมูล	29
2.11 แผนภาพกระแสนข้อมูล	31
2.12 AJAX	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.13 JSON	35
2.14 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)	39
2.15 HTML5	40
2.16 ค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง	42
2.17 การคำนวณหาพิกัดดาวเทียม	43
2.18 การหาค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง	48
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำโครงการ	50
3.1 การออกแบบโครงการ	50
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	51
3.3 ซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสและส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์	53
3.4 การออกแบบในการจัดการประมวลผลและบันทึกข้อมูล	68
3.5 กราฟสกายพล็อต	73
บทที่ 4	
ผลการทดลอง	75
4.1 ผลการรับข้อมูลและคัดแยกพารามิเตอร์จากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส	75
4.2 ผลการส่งข้อมูลขึ้นเซิร์ฟเวอร์	85
4.3 การบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล	87
4.4 ผลการทำงานของสกายพล็อต (Skyplot)	91
4.5 ผลการทำงานของหน้าเว็บเพจ	92
บทที่ 5	
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	106
5.1 สรุปผล	106
5.2 ข้อเสนอแนะ	106

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การระบุตำแหน่งบนผิวโลกโดยใช้ดาวเทียม 4 ดวง	7
2.2 การวัดระยะระหว่างดาวเทียมจีเอนเอสเอสกับเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส ซึ่งค่าระยะทางเทียม (P) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.2	8
2.3 ภาพรวมระบบจีบาส	14
2.4 ระยะเวลาครอบคลุมของระบบจีบาสในแนวระนาบ	15
2.5 ระยะเวลาครอบคลุมของระบบจีบาสในแนวตั้ง	15
2.6 รายละเอียดเฟรมข้อมูลของ Type-1	16
2.7 รายละเอียดภายใน Header ของข้อมูลชนิด Type-1	17
2.8 รายละเอียดภายใน Message	18
2.9 รายละเอียดภายใน Type 1 message	19
2.10 รายละเอียดภายในเฟรม Measurement Block	19
2.11 แกนของระบบพิกัด ECEF	21
2.12 แบบจำลอง WGS-84	22
2.13 แบบจำลองระบบพิกัดโทรโปเซนตริก	25
2.14 มุมทิศและมุมเงย	26
2.15 เส้นสัมผัสเส้นโค้งที่แสดงการลู่เข้าสู่คำตอบ	27
2.16 สัญลักษณ์แทนการประมวลผล	32
2.17 กระแสข้อมูล	33
2.18 แหล่งเก็บข้อมูล	33
2.19 แหล่งกำเนิดข้อมูลภายนอก	34
2.20 การทำงานของ AJAX	35
2.21 การทำงานเมื่อต้องส่งข้อมูลชนิดวัตถุ	36
2.22 การทำงานเมื่อต้องส่งข้อมูลชนิดอาเรย์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.23	37
2.24	38
2.25	39
2.26	42
2.27	43
3.1	50
3.2	51
3.3	52
3.4	52
3.5	54
3.6	55
3.7	55
3.8	56
3.9	56
3.10	57
3.11	58
3.12	59
3.13	59
3.14	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.15 แผนภาพการทำงานของการทำงานการเก็บค่าเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียม จากคำสั่ง RANGEGPSL1	61
3.16 แผนภาพการทำงานของส่วนการเก็บค่าพิกัดดาวเทียมจากคำสั่ง SATXYZ	62
3.17 แผนภาพการทำงานของส่วนเก็บค่ามุมกวาดและมุมเงยจากคำสั่ง GPGSV	63
3.18 แผนภาพการทำงานของส่วนเก็บค่าเลขดาวเทียมและ ค่าระยะทางเทียมจากคำสั่ง RANGE	64
3.19 แผนภาพการทำงานของส่วนการเก็บค่าเลขดาวเทียม, มุมเงย และมุมกวาดจากคำสั่ง SATVIS	65
3.20 แผนภาพการทำงานของส่วนของการจัดรูปแบบของข้อมูล	66
3.21 แผนภาพการส่งข้อมูลขึ้นเซิร์ฟเวอร์	67
3.22 ไตอะแกรมของระบบและการส่งข้อมูล	68
3.23 ระบบฐานข้อมูล	69
3.24 แผนภาพการทำงานของส่วนรับค่าจากโปรแกรมที่เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส	70
3.25 แผนภาพการทำงานของส่วนรับค่าเพื่อบันทึกตำแหน่งของเครื่องรับ สัญญาณจีเอนเอสเอส	71
3.26 แผนภาพการทำงานส่วนการแสดงค่าตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณ จีเอนเอสเอสด้วยการประมวลผล	72
3.27 แผนภาพการทำงานส่วนการนำค่าออกจากฐานข้อมูล	73
3.28 แผนภาพการทำงานของกราฟสกายพล็อต	74
4.1 ข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure	76
4.2 ผลการเก็บค่าความผิดพลาดทางฐานเวลา และวันเวลา	77
4.3 ผลการเก็บค่าเลขดาวเทียมที่ให้ค่าระยะทางเทียม และระยะทางเทียม	78
4.4 ผลการเก็บค่าเลขดาวเทียมที่ให้ค่าพิกัดดาวเทียมและค่าพิกัดดาวเทียม	79
4.5 ผลการเก็บค่ามุม Azimuth และ มุม Elevation	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 ข้อมูลที่ได้รับจากคำสั่ง TIME	81
4.7 ผลการตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง TIME และการเปลี่ยนระบบเวลา	81
4.8 ข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGE	82
4.9 ผลการตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGE	82
4.10 ข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATXYZ	83
4.11 ผลการตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATXYZ	83
4.12 ข้อมูลที่ได้รับจากคำสั่ง TRACKSTAT	84
4.13 ผลการตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATVIS	85
4.14 การส่งข้อมูลขึ้นเซิร์ฟเวอร์	86
4.15 การส่งข้อมูลดาวเทียมที่รับได้ขึ้นเซิร์ฟเวอร์	86
4.16 การส่งข้อมูลวันเวลาและค่าความคลาดเคลื่อนทางฐานเวลาของเครื่องรับ จีโอนอสเอส	87
4.17 การกำหนดพิกัดของเครื่องรับเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล	87
4.18 ข้อมูลพิกัดที่ถูกบันทึกลงฐานข้อมูล	88
4.19 การแก้ไขพิกัดของเครื่องรับเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล	88
4.20 ข้อมูลพิกัดที่แก้ไขถูกบันทึกลงฐานข้อมูล	89
4.21 ข้อมูลของความคลาดเคลื่อนเครื่องรับสัญญาณเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล	89
4.22 ข้อมูลของความคลาดเคลื่อนเครื่องรับสัญญาณถูกบันทึกลงฐานข้อมูล	90
4.23 ข้อมูลดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล	90
4.24 ข้อมูลดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณถูกบันทึกลงฐานข้อมูล	90
4.25 ข้อมูลที่นำมาพล็อตลงสกายพล็อต	91
4.26 กราฟสกายพล็อตที่สร้างขึ้น	92
4.27 หน้าเว็บเพจแสดงผล	93
4.28 ผลการค้นหาตำแหน่ง	94
4.29 ผลการใช้งานจริงของสกายพล็อต	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.30	ส่วนของข้อมูลอัปเดตด้านเวลาและตำแหน่งเครื่องรับ	95
4.31	กราฟแสดงค่าความผิดพลาดระยะทางเทียมของดาวเทียมแต่ละดวง	96
4.32	กราฟความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบ	96
4.33	กราฟความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งความสูง	97
4.34	ข้อมูล ณ เวลา 02:07:34 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014	98
4.35	ตัวอย่างการวิเคราะห์ดาวเทียม ณ เวลา 02:07:34 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014	99
4.36	ความผิดพลาดของตำแหน่งในแนวระนาบและความสูง ณ เวลา 02:07:34 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014	100
4.37	ข้อมูล ณ เวลา 02:10:59 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014	101
4.38	ข้อมูล ณ เวลา 02:31:54 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014	102
4.39	ตัวอย่างการวิเคราะห์ดาวเทียม ณ เวลา 02:31:54 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014	103
4.40	ความผิดพลาดของตำแหน่งในแนวระนาบและความสูง ณ เวลา 02:07:34 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014	104
4.41	ผลตอบสนองของหน้าเว็บไซต์และปริมาณข้อมูลที่ใช้	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความหมายของตัวแปรในรูปที่ 2.2 และสมการที่ 2.2	9
2.2	ความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่อระบบจีเอ็นเอสเอส	12
2.3	ตัวแปรในสมการที่ 2.5 ถึง 2.8	13
2.4	ประเภทของข้อความ MESSAGE TYPE IDENTIFIER	17
2.5	รายละเอียดภายใน MESSAGE ของ TYPE-2	20
2.6	ความหมายของตัวแปรในสมการที่ 2.9 – 2.11	24
2.7	ความหมายของตัวแปรในสมการที่ 2.25	44
2.8	ความหมายของตัวแปรในสมการที่ 2.62 – 2.64	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีนำร่องของอากาศยานได้ถูกพัฒนาไปมาก หนึ่งในเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยนั้นคือระบบจีบาส (Ground - Based Augmentation System: GBAS) ซึ่งเป็นระบบช่วยลดความผิดพลาดของระบบจีเอนเอสเอส (Global Navigation Satellite System: GNSS) สำหรับการร่อนลงของอากาศยาน โดยเทคโนโลยีจีบาสจะอาศัยเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส (GNSS Receiver) ประมาณ 4 เครื่องเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แล้วจึงส่งข้อมูลไปให้อากาศยาน โดยพารามิเตอร์ดังกล่าวคือค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง ประกอบไปด้วยความผิดพลาดในแนวระนาบ (Horizontal error) และความผิดพลาดความสูง (Vertical error) ของตำแหน่งเครื่องรับ ซึ่งพารามิเตอร์นี้มีผลกระทบต่อความแม่นยำในการนำร่องลงจอดของอากาศยาน

ปัญหานี้จึงจะนำเสนอบริการระบบคำนวณค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมจีพีเอสและโกลนาส (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sstema: GLONASS) มาทำการประมวลผลเพื่อหาค่าความผิดพลาดของระยะเทียม (Pseudorange error) และแสดงผลผ่านทางหน้าเว็บเพจ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาการทำงานของเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส ชนิดสองความถี่และชนิดของไฟล์ข้อมูลที่ได้รับ
- 2) ศึกษาวิธีการถ่ายโอนและบันทึกข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
- 3) พัฒนาระบบเรียกข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส
- 4) พัฒนาระบบคำนวณและแสดงผลค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวตั้งของเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ขอบเขตของปริญญานิพนธ์นี้คือการพัฒนาระบบคำนวณและแสดงผลค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งโดยใช้ข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการนำร่องลงจอดของอากาศยาน พร้อมทั้งแสดงผลผ่านหน้าเว็บ โดยจะแสดงข้อมูลสถานะของดาวเทียมแต่ละดวงทั้งในระบบจีพีเอสและโกลนาส ค่าความผิดพลาดการระบุตำแหน่งในแนวระนาบและแนวตั้งของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส ตำแหน่งของดาวเทียมที่เวลาต่างๆ ในรูปแบบสกายพล็อต (Skyplot) และกราฟเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบจีเอ็นเอสเอส (GNSS: Global Navigation Satellite System)

ระบบจีเอ็นเอสเอสคือระบบนำทางด้วยดาวเทียม ที่ประกอบด้วยดาวเทียมหลายระบบรวมกันทำหน้าที่ให้ข้อมูลพิกัดบนผิวโลก โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวรับสัญญาณเพื่อคำนวณและแสดงพิกัดตำแหน่ง ณ จุดที่ตัวรับสัญญาณตั้งอยู่

2.1.1 ดาวเทียมในระบบจีเอ็นเอสเอส

ระบบจีเอ็นเอสเอสประกอบไปด้วยดาวเทียมหลายระบบดังนี้

- 1) ระบบดาวเทียม GPS (Global Positioning System) ของสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วยดาวเทียมอย่างน้อย 24 ดวง
- 2) ระบบดาวเทียม GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sstema) ของรัสเซีย ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง
- 3) ระบบดาวเทียม GALILEO ของสหภาพยุโรป
- 4) ระบบดาวเทียม BEIDOU (หรือ Compass) ของประเทศจีน
- 5) ระบบดาวเทียม IRNSS (Indian Regional Navigational Satellite System) ของอินเดีย ประกอบด้วยดาวเทียม 7 ดวง มีลักษณะเป็น Geostationary orbit (GEO) เหมือนดาวเทียมไทยคมที่มองจากโลกแล้วดาวเทียมจะอยู่กับที่
- 6) ระบบดาวเทียม DORIS (Doppler Orbitography and Radio - positioning Integrated by Satellite) ของฝรั่งเศส
- 7) ระบบดาวเทียม QZSS (Quasi - Zenith Satellite System) ของญี่ปุ่น

ระบบดาวเทียมเหล่านี้เป็นระบบที่ใช้ในการหาพิกัดหรือตำแหน่งและความเร็ว รวมทั้งใช้เทียบเวลา โดยทั่วไปดาวเทียมอยู่ที่วงโคจรที่มีความสูงในช่วงปานกลาง (Medium Earth Orbit) ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Orbit: MEO) เราสามารถใช้ระบบเหล่านี้ได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง มีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของการคำนวณหาตำแหน่ง

2.1.2 ส่วนประกอบของจีเอนเอสเอส

ระบบจีเอนเอสเอสจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบสามส่วน ได้แก่

2.1.2.1 กลุ่มดาวเทียมนำร่องที่อยู่ในอวกาศทำหน้าที่แพร่คลื่นสัญญาณวิทยุมายังพื้นโลก ซึ่งสัญญาณวิทยุดังกล่าวจะมีข้อมูลนำร่องที่ภายในตัวข้อมูลนั้นจะระบุตำแหน่งของดาวเทียมนำร่องทั้งกลุ่มที่อยู่ในอวกาศ

2.1.2.2 ภาคพื้นดินซึ่งทำหน้าที่ดูแลการทำงานของกลุ่มดาวเทียมนำร่องให้ดำเนินไปอย่างถูกต้อง รวมไปถึงคอยตรวจวัดตำแหน่งดาวเทียมนำร่องในอวกาศและส่งค่าตำแหน่งดังกล่าวกลับไปยังดาวเทียมนำร่อง เพื่อให้ข้อมูลที่ระบุตำแหน่งของดาวเทียมนำร่องทั้งกลุ่มมีความถูกต้องและแม่นยำอยู่ตลอดเวลา

2.1.2.3 เครื่องรับสัญญาณวิทยุที่ผู้ใช้บนพื้นโลกใช้ในการรับสัญญาณคลื่นวิทยุที่แพร่ออกมาจากดาวเทียมนำร่อง ทั้งนี้เมื่อเครื่องรับสัญญาณวิทยุนี้รับข้อมูลนำร่องจากดาวเทียมนำร่อง ซึ่งระบุตำแหน่งของดาวเทียมนำร่องมาทำการคำนวณร่วมกับค่าระยะห่างระหว่างดาวเทียมนำร่องและเครื่องรับสัญญาณวิทยุ ซึ่งคำนวณจากข้อมูลรหัสโดยจะได้ผลลัพธ์เป็นตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณวิทยุหรือตำแหน่งของผู้ใช้

2.1.3 ระบบจีเอนเอสเอสสำหรับการบิน

ระบบจีเอนเอสเอสเป็นระบบที่สามารถให้บริการนำร่องสำหรับกิจการการบินพลเรือนได้ทั่วโลกโดยใช้ดาวเทียม ระบบนี้สามารถใช้ระบุตำแหน่ง, ความเร็วและเวลา ของอากาศยานขณะทำการบินได้ทุกมุมโลก ระบบจีเอนเอสเอสมีองค์ประกอบอยู่สามส่วน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 ดาวเทียมบอกพิกัดที่อยู่ในวงโคจร (Satellite Constellations) ซึ่งในปัจจุบันประกอบไปด้วยระบบดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจร 3 ระบบ ได้แก่ ระบบจีพีเอสของประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบดาวเทียมโกลนาสของประเทศสหพันธรัฐรัสเซีย และระบบดาวเทียมกาลิเลโอของสหภาพยุโรปที่เพิ่มขึ้นเป็นระบบที่สามในปี ค.ศ.2008

2.1.3.2 ระบบช่วยเสริมการทำงาน (Augmentation System) เป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้สัญญาณจากดาวเทียมจีออนเอสเอส ในเรื่องความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ ในการใช้งานที่เกี่ยวกับความปลอดภัย ซึ่งในปัจจุบันมีระบบช่วยเสริมการทำงานอยู่ 4 ประเภท ได้แก่

- 1) ระบบ Aircraft - Based Augmentation System (ABAS)
- 2) ระบบ Ground - Based Augmentation System (GBAS)
เช่น ระบบ Local Area Augmentation System (LAAS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- 3) ระบบ Space - Based Augmentation System (SBAS) เช่น ระบบ Wide Area Augmentation System (WAAS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบ Europe Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) ของสหภาพยุโรปและระบบ MTSAT Satellite - based Augmentation System (MSAS) ของประเทศญี่ปุ่น
- 4) ระบบ Ground - based Regional Augmentation System (GRAS) เช่น ระบบ GRAS ของประเทศออสเตรเลีย

2.1.3.3 อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนอากาศยานสำหรับผู้ใช้งาน ซึ่งได้แก่ Avionics ต่างๆ ได้แก่เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสและ Multi-Mode Receiver (MMR) เป็นต้น

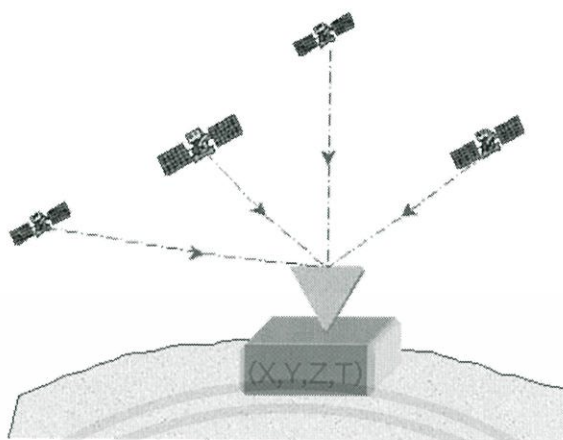
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการทำงานของระบบจีเอ็นเอสเอส

2.2.1 หลักการพื้นฐานของจีเอ็นเอสเอส

หลักการทำงานในการบอกตำแหน่งของเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสคือ ใช้ดาวเทียมในระบบจีเอ็นเอสเอส โดยหลักพื้นฐานของการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียมนั้นต้องมีดาวเทียมอย่างน้อยสี่ดวงเพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้งสี่กับเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสจะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้หากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบดังรูปที่ 2.1 แต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากลักษณะของโลกมีลักษณะกลม ดังนั้นดาวเทียมดวงที่สี่จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องมากขึ้น นอกจากนี้ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง กล่าวคือถ้าระยะห่างระหว่างดาวเทียมที่ใช้งานอยู่ห่างกันยอมให้ค่าที่แม่นยำกว่าที่อยู่ใกล้กัน และยังมีจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้มากก็ยิ่งให้ความแม่นยำมากขึ้น หากมีความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศ โดยชั้นบรรยากาศประกอบด้วยอนุภาคหลายอย่าง เช่น ในชั้นไอโอโนสเฟียร์ที่ความสูง 90 – 800 กิโลเมตร จะมีประจุอิเล็กตรอนซึ่งส่งผลให้สัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมเกิดการดีเลย์ (Delay) เป็นเหตุผลหลักของการดีเลย์ของสัญญาณในชั้นบรรยากาศ หรือในชั้นโทรโพสเฟียร์ที่ความสูง 10-12 กิโลเมตร ซึ่งประกอบไปด้วยความชื้น, อุณหภูมิและความหนาแน่นที่แปรปรวนตลอดเวลา ส่งผลให้เกิดการดีเลย์ของสัญญาณเล็กน้อย เนื่องจากคลื่นเมื่อตกกระทบกับวัตถุต่างๆ จะเกิดการหักเหทำให้สัญญาณที่ได้อ่อนลง และสิ่งแวดล้อมในบริเวณรับสัญญาณเช่นมีการบดบังจากกระจก, ละอองน้ำหรือใบไม้ จะมีผลต่อค่าความถูกต้องของความแม่นยำ เนื่องจากถ้าสัญญาณจากดาวเทียมมีการหักเหก็จะทำให้ค่าที่คำนวณได้จากเครื่องรับสัญญาณเกิดความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การระบุตำแหน่งบนผิวโลกโดยใช้ดาวเทียม 4 ดวง [1]

2.2.2 การวัดระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสกับดาวเทียม

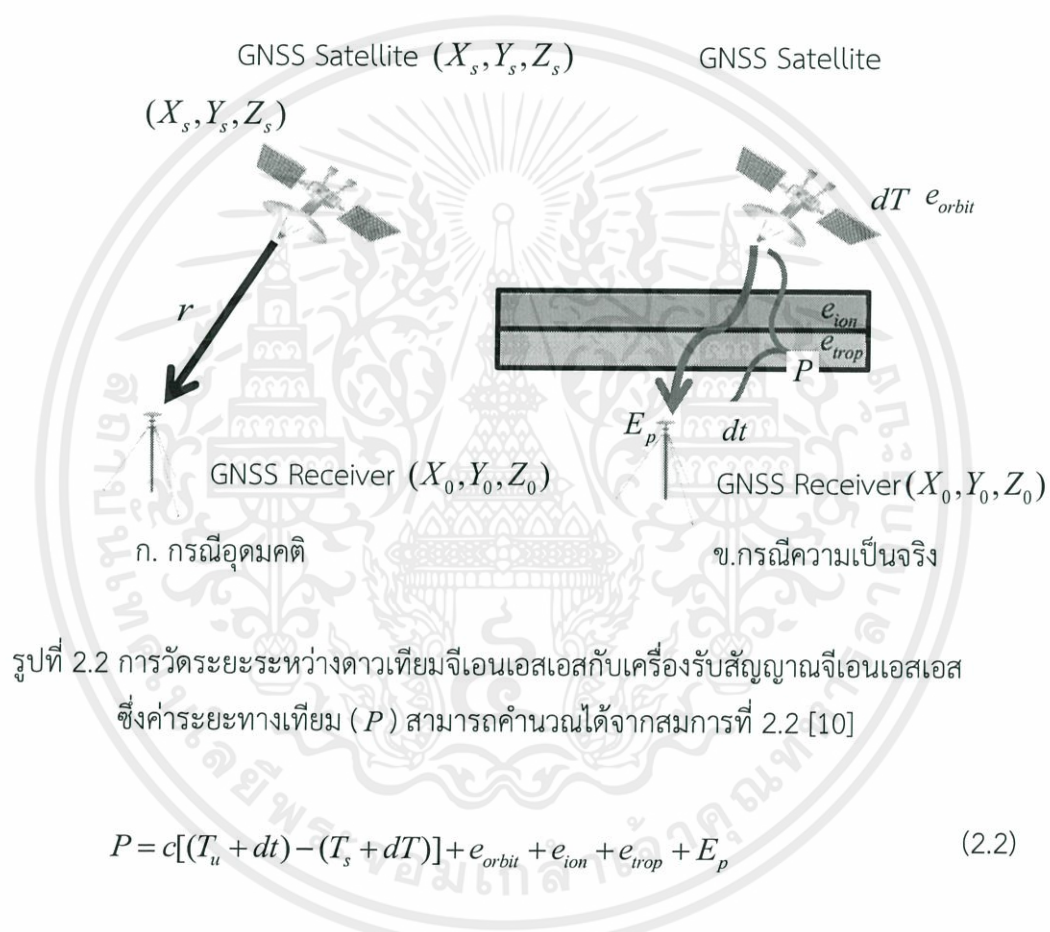
เราสามารถวัดระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสกับดาวเทียมโดยการวัดจากระยะเวลาที่คลื่นวิทยุใช้ในการเดินทางจากดาวเทียมสู่เครื่องรับโดยใช้สูตรระยะทางมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างความเร็วแสงกับเวลาที่ใช้ในการเดินทางตามสมการที่ 2.1

$$r = c \times T \quad (2.1)$$

จากสมการที่ 2.1 r คือระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส c คือความเร็วแสงและ T คือเวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทางจากดาวเทียมมาถึงเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส ซึ่งในกรณีอุดมคติการวัดระยะทางระหว่างดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสกับเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส (Range : r) จะสมมติให้นาฬิกาของทั้งบนดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสเท่ากับฐานเวลาจีเอ็นเอสเอสซึ่งฐานเวลาจีเอ็นเอสเอสนั้นเป็นฐานเวลามาตรฐานที่ใช้ในระบบจีเอ็นเอสเอสซึ่งการวัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุส่งจากดาวเทียมมายังเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสคูณด้วยความเร็วของคลื่นวิทยุจะเท่ากับระยะทางที่เครื่องรับ อยู่ห่างจากดาวเทียม โดยเวลาที่วัดได้มาจากนาฬิกาของดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูงมีความละเอียดถึงนาโนวินาที และมีการสอบทวนเสมอๆ กับสถานีภาคพื้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตได้ว่าช่วงเวลาที่ใช้คำนวณระยะในทางอุดมคติ คือ ช่วงเวลาที่สัญญาณส่งออก จากดาวเทียมกระทั่งถึงเครื่องรับ (T) แต่ในความเป็นจริงเนื่องจากนาฬิกาของทั้งดาวเทียมและ เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสนั้นคลาดเคลื่อนไปจากฐานเวลาจีเอนเอสเอสจึงทำให้ระยะระหว่าง ดาวเทียมจีเอนเอสเอสกับเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสที่ได้รวมส่วนของผลของฐานเวลาที่ คลาดเคลื่อนไปด้วย (dT และ dt) เรียกว่าระยะเทียม (Pseudorange : P) และค่าระยะเทียมนี้ ยังประกอบไปด้วยความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยอีกหลายอย่างดังรูปที่ 2.2



จากรูปที่ 2.2 และสมการที่ 2.2 สามารถอธิบายความหมายของตัวแปรต่างๆได้ดัง ตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ความหมายของตัวแปรในรูปที่ 2.2 และสมการที่ 2.2

ชื่อตัวแปร	ความหมายของตัวแปร
T_s	เวลาของระบบ ณ ขณะที่สัญญาณถูกส่งออกจากดาวเทียม
T_u	เวลาของระบบ ณ ขณะที่สัญญาณถึงเครื่องรับ
dT	ค่าออฟเซ็ทของนาฬิกาของดาวเทียมจากเวลาของระบบ
dt	ค่าออฟเซ็ทของนาฬิกาของเครื่องรับสัญญาณจากเวลาของระบบ
$T_s + dT$	นาฬิกาของดาวเทียมที่อ่านได้ ณ ขณะเวลาที่สัญญาณถูกส่งออกจากดาวเทียม
$T_u + dt$	นาฬิกาของเครื่องรับที่อ่านได้ ณ ขณะเวลาที่สัญญาณถึงเครื่องรับ
c	ความเร็วแสง
e_{orbit}	ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากวงโคจร
e_{ion}	ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์
e_{trop}	ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์
E_p	ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการสะท้อนของสัญญาณกับสิ่งก่อสร้างต่างๆ
X_0, Y_0, Z_0	พิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจีออนเอสเอส
X_s, Y_s, Z_s	พิกัดตำแหน่งของดาวเทียมจีออนเอสเอส

ทำการจัดสมการที่ 2.2 เพื่อให้ได้พจน์ $c(T_u - T_s)$ ซึ่งเป็นระยะระหว่างดาวเทียมจีออนเอสเอสกับเครื่องรับสัญญาณจีออนเอสเอส (r) ดังสมการที่ 2.3 [10]

$$P = c(T_u - T_s) + (dt - dT) + e_{orbit} + e_{ion} + e_{trop} + E_p$$

$$P = r + (dt + dT) + e_{orbit} + e_{ion} + e_{trop} + E_p \quad (2.3)$$

เนื่องจากปริณิธานพจน์นี้ได้มีการทำรังวัดพิกัดตำแหน่งจริงของเครื่องรับสัญญาณจีออนเอสเอส จึงสามารถเขียนพจน์ของ r ได้ดังสมการที่ 2.4 [10]

$$r = \sqrt{(X_s - X_0)^2 + (Y_s - Y_0)^2 + (Z_s - Z_0)^2} \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การคุ้มครองตามกฎหมายว่าด้วยลิขสิทธิ์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การทราบถึงตำแหน่งที่แน่นอนของดาวเทียมจีเอนเอสเอสในอวกาศ

เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์และผลกระทบจากดวงอาทิตย์ส่งผลให้มีการเกิดความคลาดเคลื่อนของวงโคจรดาวเทียม (Ephemeris errors) ขึ้น สถานีควบคุมจึงใช้เรดาร์ในการตรวจสอบการโคจรของดาวเทียมจีเอนเอสเอสตลอดเวลาแล้วส่งข้อมูลไปปรับแก้ข้อมูลวงโคจรและเวลาของดาวเทียมเมื่อข้อมูลได้รับการปรับแก้แล้วจะถูกส่งมายังเครื่องรับจีเอนเอสเอส

2.2.4 การแก้ไขความคลาดเคลื่อนต่างๆ

สาเหตุของความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัดที่คำนวณได้เกิดจากการเดินทางสู่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) จะมีประจุไฟฟ้า และชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) จะมีทั้งความชื้น อุณหภูมิ ความหนาแน่นที่แปรเปลี่ยนได้ตลอดเวลา การสะท้อนของคลื่นสัญญาณไปในหลายทิศทาง (Multipath error) ซึ่งที่ผิวโลกคลื่นสัญญาณต้องกระทบกับวัตถุก่อนถึงเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส ทำให้มีการหักเหของสัญญาณและสัญญาณจะอ่อน ปัญหาที่เกิดจากดาวเทียม อาจเกิดจากวงโคจรคลาดเคลื่อนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์หรืออาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของนาฬิกาเพียงเล็กน้อยจะทำให้การคำนวณระยะทางผิดพลาดได้มากเนื่องจากดาวเทียมอยู่สูงมาก

2.2.4.1 ความผิดพลาดแบบที่แก้ไขได้ (Correctable errors)

เป็นความผิดพลาดแบบที่แก้ไขได้ ข้อมูลความผิดพลาดแบบที่แก้ไขได้นี้ จะเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุได้แก่ ค่าความผิดพลาดจากความคลาดเคลื่อนของฐานเวลา, ค่าความผิดพลาดจากข้อมูลวงโคจร และความผิดพลาดจากการหน่วงสัญญาณของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และโทรโพสเฟียร์ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียม (satellite clock offset error) และข้อมูลวงโคจรของดาวเทียม นั้นเป็นค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในดาวเทียมจีเอนเอสเอส โดยที่ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากสัญญาณนาฬิกาของดาวเทียม จะเป็นค่าความผิดพลาด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ของเวลาที่ได้จากนาฬิกาซีเซียม (Cesium Atomic Clock) ภายในดาวเทียมซึ่งจะทำให้เครื่องรับจีเอนเอสเอสรับข้อมูลเกิดการผิดพลาดในการวัดตำแหน่งในขณะที่ทำการวัดแบบระยะทางเทียม ส่วนค่าความผิดพลาดข้อมูลวงโคจรดาวเทียมนั้น

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมการขนส่งทางอากาศ ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าผิดพลาดที่อยู่ในข้อมูลที่ถูกใช้โดยเครื่องรับจีเอนเอสเอสในการกำหนดการหาดาวเทียมในอวกาศ

ค่าความผิดพลาดเนื่องจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ และโทรโพสเฟียร์เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการหน่วงเวลาการเดินทางของสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศที่สัญญาณทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์นั้นเป็นชั้นบรรยากาศในส่วนบนสุดของชั้นบรรยากาศโลก ส่วนชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์จะเกี่ยวข้องกับความชื้น, อุณหภูมิ และความสูง ซึ่งชั้นบรรยากาศนี้จะมีผลทำให้เกิดการหน่วงเวลาได้น้อยกว่าชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

ซึ่งค่าความผิดพลาดทั้งหมดที่กล่าวนี้จะมีความเหมือนกันคือ ปริมาณและทิศทางของค่าความผิดพลาดในเวลาใดเวลาหนึ่ง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน ดังนั้นเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสสองเครื่องซึ่งอยู่ในระยะห่างกันที่ไม่มากนักจะได้รับผลกระทบจากค่าความผิดพลาดในปริมาณและทิศทางที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน จึงสามารถจะทำการหาค่าความผิดพลาดดังกล่าวได้

2.2.4.2 ความผิดพลาดแบบที่แก้ไขไม่ได้ (Non - Correctable Error)

ค่าความผิดพลาดแบบที่แก้ไขไม่ได้เป็นค่าความผิดพลาดที่เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสสองเครื่องในบริเวณเดียวกัน จะเกิดค่าความผิดพลาดที่ไม่เท่ากันและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ ต่อกัน ที่มาของค่าความผิดพลาดแบบนี้ได้แก่ ค่าระดับสัญญาณรบกวนในเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ไม่ว่าจะเป็นแบบชนิดใด และค่าความผิดพลาดเนื่องจากการรับสัญญาณสะท้อนจากหลายทิศทางอันเนื่องจากสภาพแวดล้อมรอบๆ บริเวณค่าความผิดพลาดแบบนี้เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องรับได้รับสัญญาณทั้งจากดาวเทียมโดยตรงและสัญญาณที่สะท้อนจากสัญญาณดังกล่าวซึ่งจะสะท้อนจากสิ่งที่มีอยู่รอบข้าง ไม่ว่าจะเป็นตึกหรือภูเขา ค่าความผิดพลาดแบบที่ไม่สามารถแก้ไขได้นี้ ไม่สามารถจะกำจัดได้จากการทำ differential ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่อระบบจีเอ็นเอสเอส

ความคลาดเคลื่อน	สาเหตุ
ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากวงโคจร (Ephemeris errors)	เกิดจากวงโคจรคลาดเคลื่อนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์
ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากชั้นบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere errors)	เนื่องจากสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมต้องทะลุผ่านชั้นบรรยากาศนี้ ทำให้เกิดการหน่วงเวลาการเดินทางของสัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมขึ้น
ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากชั้นบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere errors)	สาเหตุจะคล้ายกับในชั้นของไอโอโนสเฟียร์ อีกทั้งชั้นบรรยากาศนี้ยังมีทั้งความชื้น อุณหภูมิ ความหนาแน่น ที่แปรเปลี่ยนได้ตลอดเวลา
ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการสะท้อนของสัญญาณกับสิ่งก่อสร้างต่างๆ (Multipath errors)	สาเหตุจะคล้ายกับในชั้นของไอโอโนสเฟียร์ อีกทั้งชั้นบรรยากาศนี้ยังมีทั้งความชื้น อุณหภูมิ ความหนาแน่น ที่แปรเปลี่ยนได้ตลอดเวลา
ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องรับสัญญาณ (Receiver errors)	เกิดจากคลื่นสัญญาณกระทบกับวัตถุที่ผิวโลก ก่อนถึงเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส จึงทำให้มีการหักเหและสัญญาณจะอ่อนลง
ค่าความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องรับสัญญาณ (Receiver errors)	เกิดจากการวัดค่าที่ผิดพลาดเองของเครื่องรับ อาจเกิดจากปัจจัยด้านอุณหภูมิ หรือซอฟต์แวร์ไม่แม่นยำพอ

2.3 หลักการบอกตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส

การบอกตำแหน่งบนพื้นโลกสามารถทำได้โดยรับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อยสี่ดวง โดยดาวเทียมจะทำการส่งสัญญาณที่ถูกมอดูเลทแล้ว มาที่เครื่องรับจีเอ็นเอสเอส ข้อมูลที่ดาวเทียมส่งมามีสองอย่างคือตำแหน่งของดาวเทียม และเวลาที่สัญญาณเดินทางมาถึง ซึ่งจะทำให้ทราบระยะทางจากดาวเทียมถึงเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส โดยการนำเอาเวลาที่ได้หลังจากตัดความคลาดเคลื่อนของเวลามาคูณกับความเร็วแสง ระยะทางที่ได้นี้คือค่าระยะทางเทียม นำมาทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ขึ้นสู่สาธารณะโดยไม่ผ่านการคัดค้าน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้สมการเพื่อหาค่าที่ไม่ทราบค่าจากสมการที่ 2.5 ถึง 2.8 [10] โดยตัวแปรต่างๆสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.3

$$P_1 = \sqrt{(X_1 - X_r)^2 + (Y_1 - Y_r)^2 + (Z_1 - Z_r)^2} + c(dt - dT_1) \quad (2.5)$$

$$P_2 = \sqrt{(X_2 - X_r)^2 + (Y_2 - Y_r)^2 + (Z_2 - Z_r)^2} + c(dt - dT_2) \quad (2.6)$$

$$P_3 = \sqrt{(X_3 - X_r)^2 + (Y_3 - Y_r)^2 + (Z_3 - Z_r)^2} + c(dt - dT_3) \quad (2.7)$$

$$P_4 = \sqrt{(X_4 - X_r)^2 + (Y_4 - Y_r)^2 + (Z_4 - Z_r)^2} + c(dt - dT_4) \quad (2.8)$$

ตารางที่ 2.3 ตัวแปรในสมการที่ 2.5 ถึง 2.8

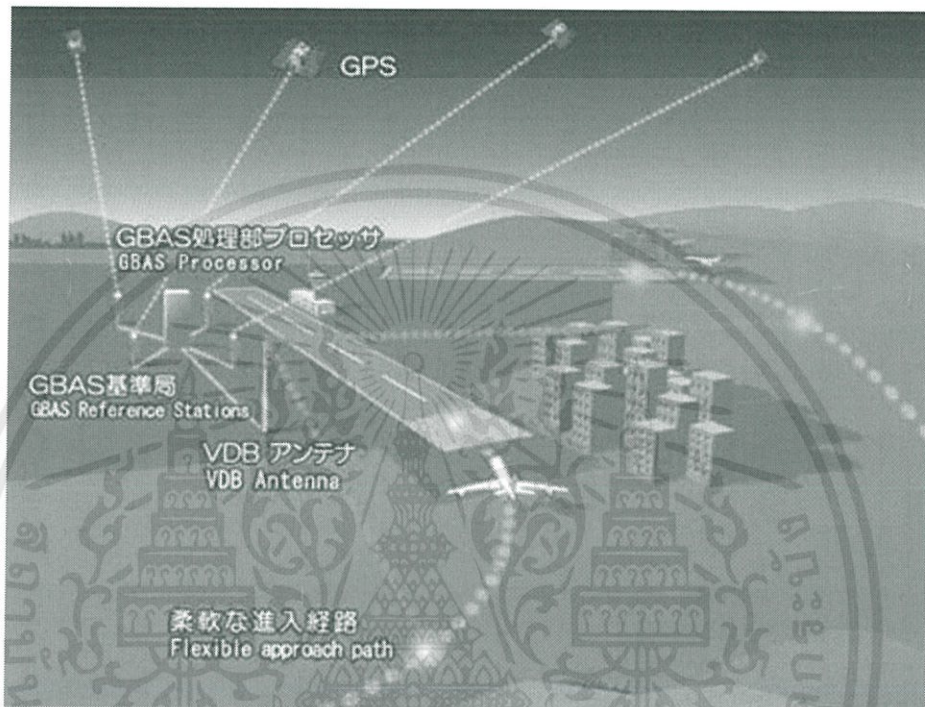
ชื่อตัวแปร	ความหมายของตัวแปร
P_1, P_2, P_3, P_4	ค่าระยะเทียมของดาวเทียมดวงที่ 1,2,3,4 ที่รับได้
X_1, Y_1, Z_1	ตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่ 1 ที่รับได้
X_2, Y_2, Z_2	ตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่ 2 ที่รับได้
X_3, Y_3, Z_3	ตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่ 3 ที่รับได้
X_4, Y_4, Z_4	ตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่ 4 ที่รับได้
X_r, Y_r, Z_r	พิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส (ไม่ทราบค่า)
dt	เวลาจากนาฬิกาของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสที่คลาดเคลื่อนไปจากฐานเวลาจีเอ็นเอสเอส
dT_1, dT_2, dT_3, dT_4	เวลาจากนาฬิกาของดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสที่คลาดเคลื่อนไปจากฐานเวลาจีเอ็นเอสเอส

2.4 ระบบจีบาส (Ground Base Augmentation: GBAS)

ระบบจีบาสเป็นระบบนำร่องลงจอดของอากาศยานที่อาศัยสัญญาณจีเอ็นเอสเอสในการคำนวณหาความค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งที่เกิดจากชั้นบรรยากาศบริเวณรอบๆ สนามบิน เช่น ค่าความผิดพลาดของระยะทางเทียม เป็นต้น โดยระบบจีบาสจะติดตั้งเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสประมาณสี่เครื่องไว้รอบๆ เพื่อเก็บค่าความผิดพลาดที่เกิดจากชั้นบรรยากาศบริเวณรอบๆ สนามบิน หลังจากนั้นระบบจีบาสจะออกอากาศข้อมูลความผิดพลาดให้เครื่องบิน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้เครื่องบินนำข้อมูลความผิดพลาดไปปรับแก้ในระบบระบุตำแหน่งของเครื่องบินเองดังรูปที่ 2.3 ระบบจีบาสมีมาตรฐานของส่วนต่างๆ ในระบบมากมาย ในปฏิญญาพนธ์นี้ได้ศึกษาคุณสมบัติของระบบของระบบจีบาส และมาตรฐานของเฟรมข้อมูลที่ใช้ในการส่งของระบบจีบาส

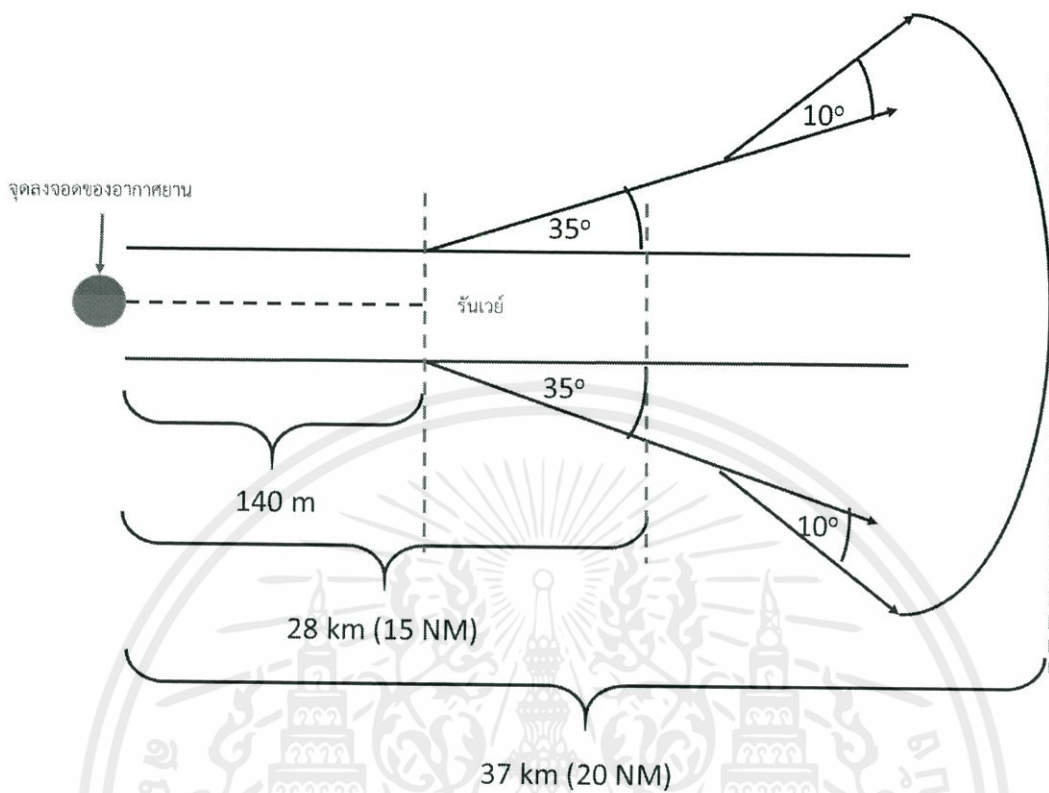


รูปที่ 2.3 ภาพรวมระบบจีบาส [2]

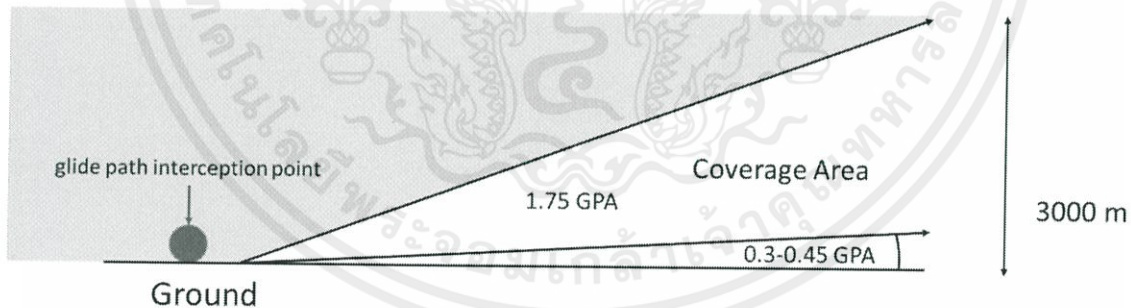
2.4.1 คุณสมบัติของระบบจีบาส

ระบบจีบาสสามารถใช้ได้ดีในอากาศยานที่กำลังจะร่อนลงจอด คือในระยะ CAT-I (มากกว่า 200 ฟุต), CAT-II (100-200 ฟุต) และ CAT-III (0-100 ฟุต) โดยระบบจีบาสจะมีความครอบคลุมพื้นที่ในแนวระนาบดังรูปที่ 2.4 และครอบคลุมพื้นที่ในแนวตั้งดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ระยะครอบคลุมของระบบจีบาสในแนวระนาบ



รูปที่ 2.5 ระยะครอบคลุมของระบบจีบาสในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 มาตรฐานของเฟรมข้อมูลที่ใช้ในการส่งของระบบจีบาส

ระบบจีบาสมีรูปแบบของข้อความที่ใช้ในการส่งหลายชนิด ปริมาณนี้ศึกษาข้อความในระบบจีบาสเพียงสองชนิดคือ Type-1 และ Type-2 เนื่องจากข้อความสองชนิดนี้มีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ในปริมาณหนึ่ง

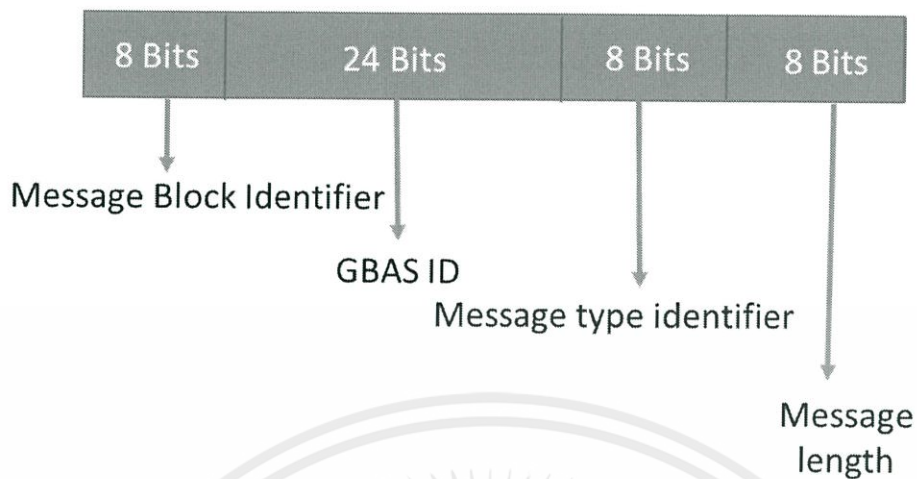
2.4.2.1 มาตรฐานเฟรมข้อมูลชนิด Type-1

มาตรฐานเฟรมข้อมูลชนิด Type-1 เป็นการส่งข้อมูลค่าความผิดพลาดของระยะทางเทียมของดาวเทียมแต่ละดวง มีการเข้ารหัสดังรูปที่ 2.6 และภายใน Message Block Header มีรายละเอียดของเฟรมข้อมูลดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 รายละเอียดเฟรมข้อมูลของ Type-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 รายละเอียดภายใน Header ของข้อมูลชนิด Type-1

Message Block Identifier สามารถมีได้สองค่าคือ 1010 1010 หมายถึง normal GBAS message และ 1111 1111 หมายถึง test GBAS message ค่าอื่นๆ คือค่าที่สำรองไว้ GBAS ID คือชื่อของสถานีส่งจีบาส เข้ารหัสตามมาตรฐาน “International Alphabet No. 5” Message type identifier คือตัวบอกชนิดของข้อความ สามารถจำแนกประเภทได้ตามตารางที่ 2.5 และ Message length คือจำนวนไบนารีของข้อมูลในข้อความทั้งหมด

ตารางที่ 2.4 ประเภทของข้อความ Message type identifier [3]

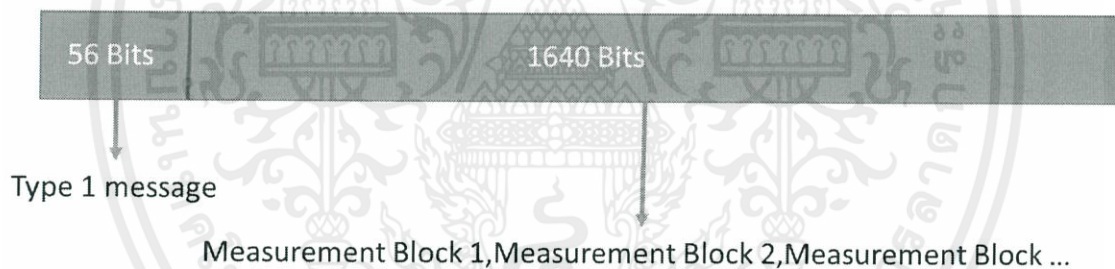
Message Type identifier	Message name
0	Spare
1	Pseudo-range corrections
2	GBAS-related data
3	Null message
4	Final approach segment (FAS) data
5	Predicted ranging source availability
6	Reserved
7	Reserved for national applications
8	Reserved for test applications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.4 ประเภทของข้อความ Message type identifier [3] (ต่อ)

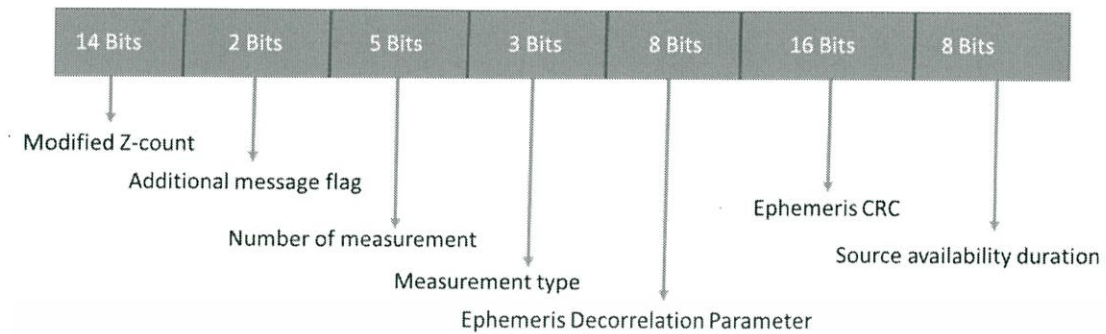
Message Type identifier	Message name
9 to 10	Spare
11	Pseudo-range corrections – 30 second Smoothed pseudoranges
12 to 100	Spare
101	GRAS pseudo-range corrections
102 to 255	Spare

จากรูปที่ 2.6 ภายใน Message มีรายละเอียดของเฟรมข้อมูลดังรูปที่ 2.8 โดย Type 1 message คือข้อความเฉพาะของข้อความชนิด Type-1 มีรายละเอียดดังรูปที่ 2.9 และ Measurement Block คือข้อมูลความผิดพลาดของระยะทางเทียมของดาวเทียมแต่ละดวงมีรายละเอียดดังรูปที่ 2.10



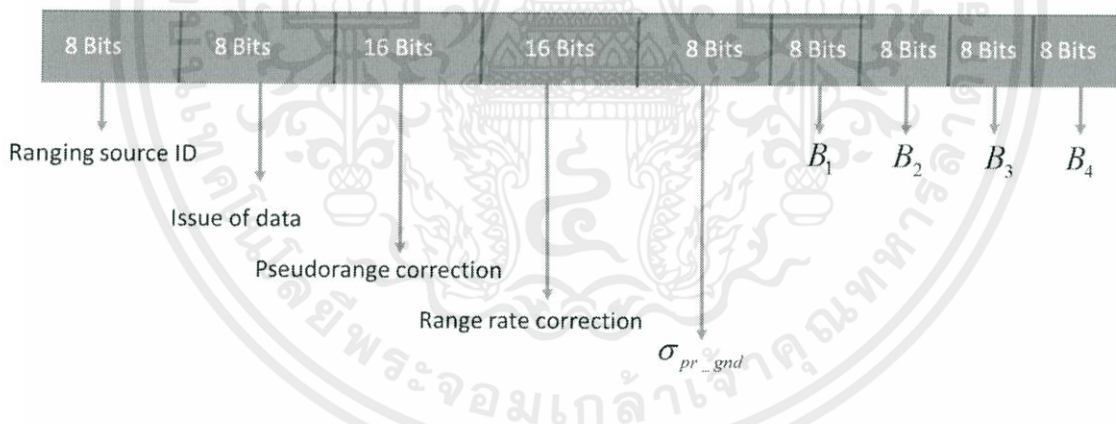
รูปที่ 2.8 รายละเอียดภายใน Message

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 รายละเอียดภายใน Type 1 message

ภายใน Type 1 message มีข้อความที่เกี่ยวข้องกับปริมาณพินธ์สองข้อความคือ Number of Measurement และ Measurement type ซึ่ง Number of Measurement คือ จำนวนดาวเทียมที่ระบบจีบาสใช้ส่งข้อมูลในข้อความนั้นๆ และ Measurement type คือประเภทของดาวเทียม เช่น จีพีเอสและโกลนาส เป็นต้น



รูปที่ 2.10 รายละเอียดภายในเฟรม Measurement Block

ภายในเฟรม Measurement Block มีข้อมูลที่สำคัญคือ Pseudorange correction ซึ่งคือค่าแก้ความผิดพลาดของระยะทางเทียมนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 มาตรฐานเฟรมข้อมูลชนิด Type-2

มาตรฐานเฟรมข้อมูลชนิด Type-2 มีลักษณะการจัดเฟรมภายนอกเหมือนกับ Type-1 ดังรูปที่ 2.6 แต่มีรายละเอียดภายใน Message ไม่เหมือนกัน รายละเอียดภายใน Message ของ Type-2 แสดงดังตารางที่ 2.6 โดย Type-2 จะให้ข้อมูลจำนวนเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสที่ระบบจีบาสที่นั่นใช้และพิกัดในระบบ WGS84 ของเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสของสถานีอ้างอิง

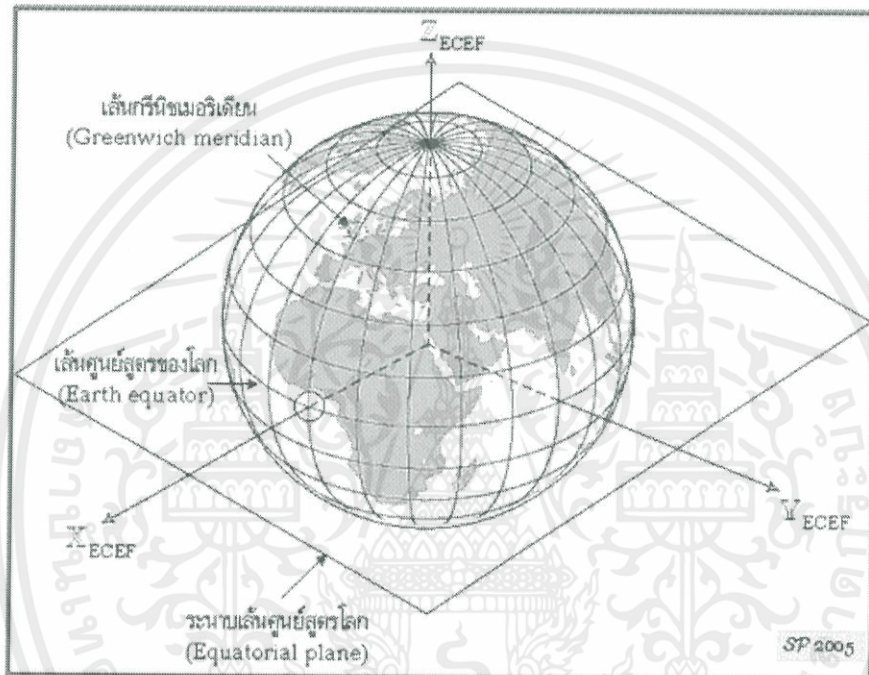
ตารางที่ 2.5 รายละเอียดภายใน Message ของ Type-2 [3]

Data Content Description	Bit used	Range of values
GBAS reference receivers	2	2 to 4
Ground accuracy designator letter	2	
Spare	1	
GBAS continuity/integrity designator	3	0 to 7
Local magnetic variation	11	$\pm 180^\circ$
Spare	5	
$\sigma_{\text{vert_iono_gradient}}$	8	0 to 25.5×10^{-6}
Refractivity index	8	16 to 781
Scale height	8	0 to 25500 m
Refractivity uncertainty	8	0 to 255
Latitude	32	$\pm 90.0^\circ$
Longitude	32	$\pm 180.0^\circ$
Ellipsoid height	24	± 83886.07 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 พิกัด ECEF (Earth Centered Earth Fixed Coordinate)

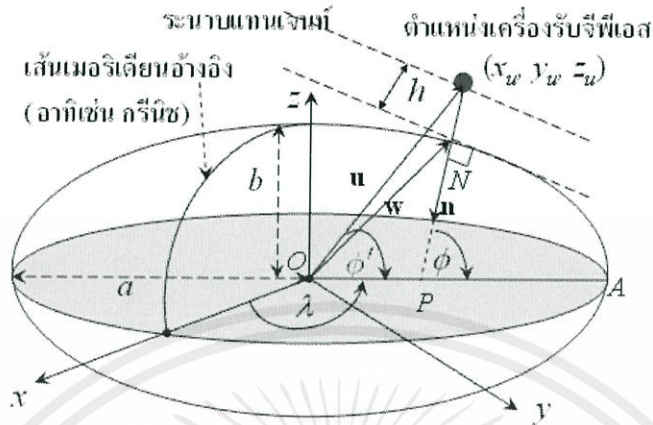
พิกัด ECEF เป็นหนึ่งในพิกัดมาตรฐานสากลที่ใช้ในการระบุตำแหน่งในโลก โดยมีจุดอ้างอิงที่ใจกลางของแกนโลก และมีการกำหนดแกนในระบบมือขวา (Right-handed System) ตามค่า XYZ แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แกนของระบบพิกัด ECEF [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของระบบพิกัด ECEF และแบบจำลอง WGS84 แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แบบจำลอง WGS-84 [5]

จากรูปที่ 2.12 แบบจำลอง WGS - 84 เป็นแบบจำลองโลกรูปทรงรี (ทรงไข่) ที่กำหนดให้รัศมีในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางโลก (a) มีค่า 6,378.137 กิโลเมตร และรัศมีในแนวขั้วโลก (b) มีค่า 6,356.7523142 กิโลเมตร โดยค่า X , Y และ Z คือพิกัดในแกนนั้นๆ นับจากจุดศูนย์กลางของทรงรี WGS84 ซึ่งตำแหน่งใดๆ ตามระบบ WGS84 ถูกอธิบายด้วย

2.5.1 จีโอดีติก ละติจูด (geodetic latitude, ϕ)

เป็นมุมที่วัดจากระนาบเส้นผ่านศูนย์กลางโลกไปยังเส้นตรงที่ตั้งฉากกับพื้นผิวทรงรี (มีค่าเป็นบวกเมื่อวัดไปทางซีกโลกเหนือ และเป็นลบเมื่อวัดไปทางซีกโลกใต้)

2.5.2 จีโอดีติก ลองจิจูด (geodetic longitude, λ)

เป็นมุมที่วัดบนระนาบเส้นผ่านศูนย์กลางโลก โดยกวาดจากเส้นเมริเดียนอ้างอิงไปยังตำแหน่ง P (มีค่าเป็นบวกเมื่อวัดจากเส้นเมริเดียนอ้างอิงไปทางตะวันออก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ความสูง (geodetic height, h)

วัดจากตำแหน่งเครื่องรับจีพีเอสไปยังพื้นผิวของทรงรีตามเส้นตรงที่ตั้งฉากกับพื้นผิวทรงรี

2.5.4 การแปลงพิกัด ECEF เป็น WGS84

การหาความผิดพลาดของการระบุพิกัดจำเป็นต้องเปลี่ยนพิกัดของเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสที่ได้ซึ่งเป็นพิกัดในระบบ ECEF ไปเป็นพิกัดในระบบ WGS84 โดยการเปลี่ยนเป็นพิกัดในระบบ WGS84 มีการคำนวณตามสมการที่ 2.9 – 2.11 มีพารามิเตอร์ที่สำคัญตามตารางที่ 2.5

$$\lambda = \arctan \frac{X}{Y} \quad (2.9)$$

$$\varphi = \arctan \frac{2 + e^2 b \sin^3 \theta}{P + e^2 b \sin^3 \theta} \quad (2.10)$$

$$h = \frac{P}{\cos(\varphi)} - N \quad (2.11)$$

โดยมีความหมายของตัวแปรตามตารางที่ 3.2 และตัวแปรมีค่าและวิธีการคำนวณตามสมการที่ 2.12 – 2.18 [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ความหมายของตัวแปรในสมการที่ 2.9 – 2.11

ชื่อตัวแปร	ความหมายของตัวแปร
a	ความยาวของรัศมีในแนวขั้วโลก
b	ความยาวรัศมีในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางโลก
e	first eccentricity
e'	second eccentricity
λ	Longitude
φ	Latitude
h	height above ellipsoid

$$a = 6,378,137 \text{ (m)} \quad (2.12)$$

$$b = 6,356,752.314244518 \text{ (m)} \quad (2.13)$$

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} \quad (2.14)$$

$$e' = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2}} \quad (2.15)$$

$$P = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (2.16)$$

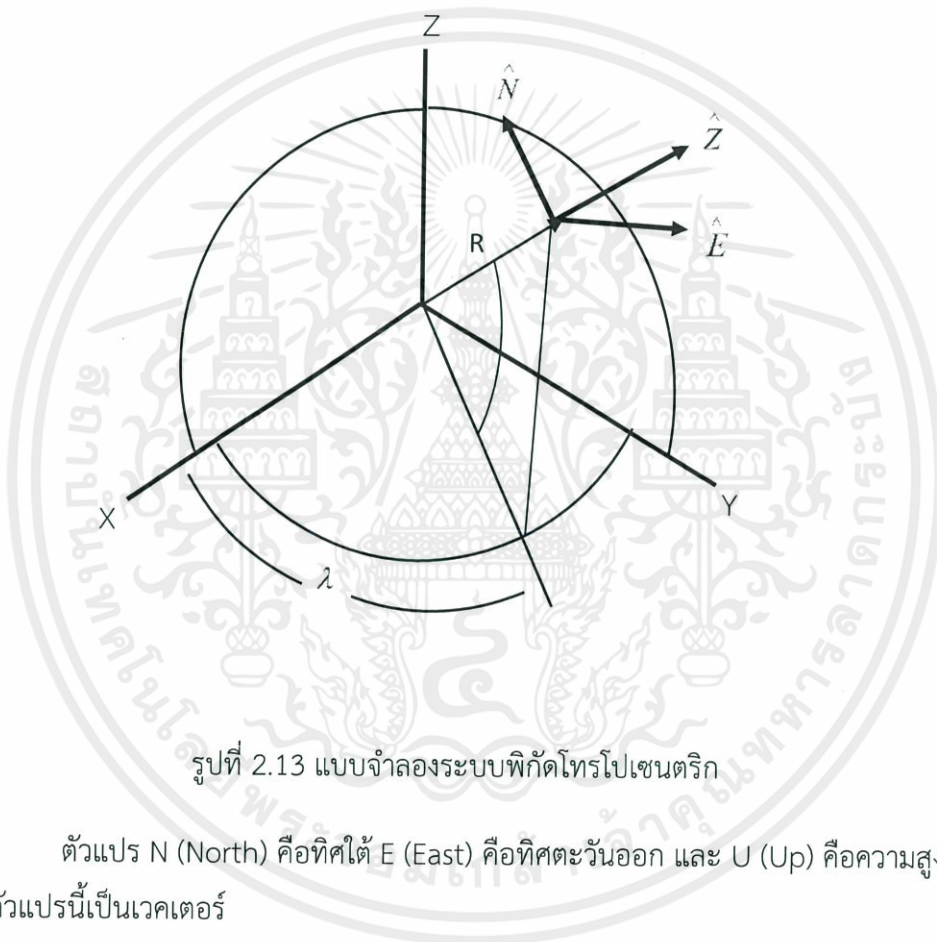
$$\theta = \arctan \frac{Za}{Pb} \quad (2.17)$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2(\varphi)}} \quad (2.18)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ระบบพิกัดโทรโปเซนตริก (Tropocentric)

ระบบพิกัดโทรโปเซนตริกเป็นอีกหนึ่งระบบพิกัด ที่ใช้สำหรับระบุตำแหน่งของวัตถุ โดยจะเป็นการอ้างอิงพิกัดของวัตถุจากวัตถุอีกก้อนหนึ่ง มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าระบบ North - East - Up (NEU) ประกอบด้วยแกนสามแกนคือ N, E และ U ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แบบจำลองระบบพิกัดโทรโปเซนตริก

ตัวแปร N (North) คือทิศใต้ E (East) คือทิศตะวันออก และ U (Up) คือความสูง โดยทั้งสามตัวแปรนี้เป็นเวกเตอร์

2.7 มุมกวาด (Azimuth) และมุมเงย (Elevation)

ใช้ในการบอกตำแหน่งของวัตถุบนท้องฟ้าเช่น ตำแหน่งดาวเทียม หรือตำแหน่งดาวบนท้องฟ้า โดยยึดจากจุดที่เครื่องรับสัญญาณตั้งอยู่

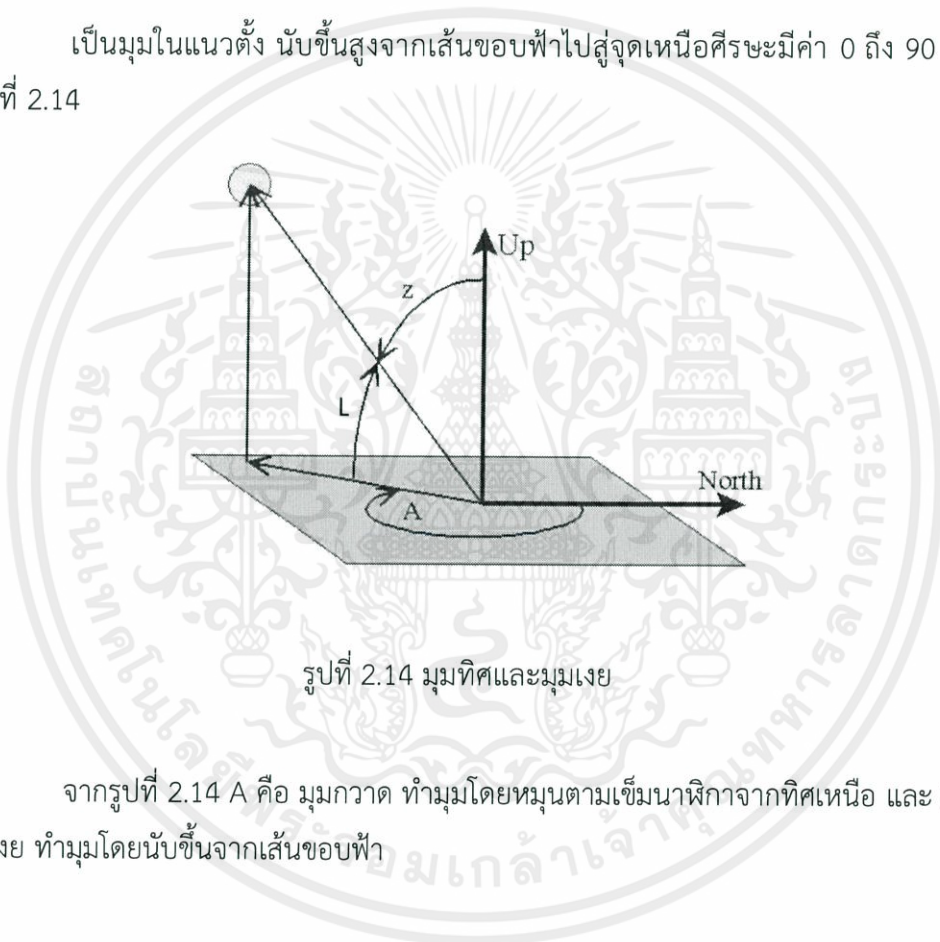
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 มุมกวาด (Azimuth)

เป็นมุมแนวราบขนานกับเส้นขอบฟ้า นับจากทิศเหนือแล้วหมุนตามเข็มนาฬิกาจนกลับมาที่ทิศเหนืออีกครั้ง มีค่า 0 ถึง 360 องศา ตามรูปที่ 2.14

2.7.2 มุมเงย (Elevation)

เป็นมุมในแนวตั้ง นับขึ้นสูงจากเส้นขอบฟ้าไปสู่จุดเหนือศีรษะมีค่า 0 ถึง 90 องศา ตามรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 มุมทิศและมุมเงย

จากรูปที่ 2.14 A คือ มุมกวาด ทำมุมโดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจากทิศเหนือ และ L คือ มุมเงย ทำมุมโดยนับขึ้นจากเส้นขอบฟ้า

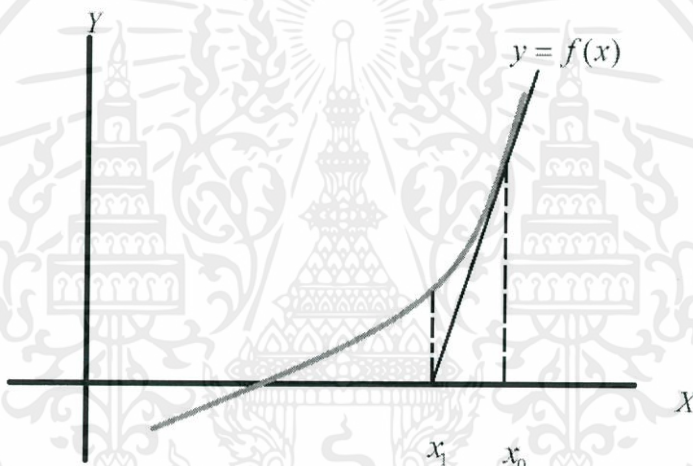
2.8 ระเบียบวิธีนิวตัน - ราฟสัน

ระเบียบวิธีนิวตัน - ราฟสัน (Newton - Raphson Method) เป็นวิธีการในการประมาณค่ารากโดยใช้เส้นสัมผัสเส้นโค้งในการประมาณค่ารากของสมการเช่น สมการที่ (2.5) ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2.8) เป็นต้น วิธีนี้จะไม่ใช่ช่วงเริ่มต้นเพื่อประมาณค่ารากของสมการแต่จะกำหนดค่าประมาณเริ่มต้น

แนวคิดของวิธีนี้คือจะประมาณกราฟของ f โดยเส้นสัมผัสที่เหมาะสม เริ่มจากจุด $(x_0, f(x_0))$ บนกราฟของ f ลากเส้นสัมผัสกราฟที่จุดนี้ตัดแกน x ที่จุด x_1 ต่อกลับเส้นสัมผัสกราฟที่จุด $(x_1, f(x_1))$ ตัดแกน x ที่จุด x_2 ทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จะได้ลำดับของจุดตัดแกน x คือ x_1, x_2, \dots ถ้าเลือกค่าเริ่มต้น x_0 ได้เหมาะสมจะได้ลำดับที่ลู่อู่เข้าสู่คำตอบด้วยอัตราที่สูง โดยสามารถดูได้จากรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 เส้นสัมผัสเส้นโค้งที่แสดงการลู่อู่เข้าสู่คำตอบ

2.7.1 การหาสูตรทำซ้ำ

จากรูปที่ 2.15 ได้ความชันที่จุด x_0 ตามสมการที่ 2.19

$$f'(x_0) = \frac{f(x_0)}{x_0 - x_1} \quad (2.19)$$

ดังนั้น

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} \quad (2.20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถหา $x_2, x_3 \dots$ จะได้สมการที่ 2.21

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, n = 1, 2, \dots \quad (2.21)$$

สูตรนี้อาจจะได้มาจากการกระจายอนุกรมเทย์เลอร์สำหรับ $f(x)$ รอบ x_0 กล่าวคือ

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n \quad (2.22)$$

เมื่อตัดเทอมกำลังสองขึ้นไปทิ้ง จะได้ f ประมาณโดย

$$f(x) = f(x_0) + f'(x_0)(x - x_0) \quad (2.23)$$

เนื่องจาก $f(x) = 0$ จะได้

$$x = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} \quad (2.24)$$

โดยขบวนการทำซ้ำ จะได้สูตรสำหรับ x_n ดังสมการที่ 2.24 และความแม่นยำเมื่อจบเงื่อนไขการคำนวณจะสามารถหาได้จาก $|x_{n+1} - x_n| \leq \varepsilon$ โดยที่ ε คือค่าตอบที่ถูกต้องถึงทศนิยมตำแหน่งที่เรากำหนด

2.9 ภาษาพีเอชพี

พีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์ - ไซด์สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์สทั้งนี้ภาษาพีเอชพีเป็นภาษาที่ไม่มีไว้สำหรับจัดทำเว็บไซต์และแสดงผลออกมาในรูปแบบเอชทีเอ็มแอล (HTML) โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษาซี, ภาษาจาวา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และภาษาเพิร์ล ซึ่งภาษาพีเอชพีนั้นมีความง่ายต่อการเรียนรู้และเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียนเว็บเพจที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ ออราเคิล dBase, PostgreSQL, IBM, DB2, MySQL, Informix, ODBC เป็นต้น นอกจากนี้พีเอชพียังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายซึ่งทำให้พีเอชพีสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ ที่รองรับมาตรฐานบนโลกนี้ได้ ยิ่งไปกว่านั้นพีเอชพีสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโพรโทคอลต่างๆ เช่น LDAP, IMAP, SNMP, NNTP, POP3, HTTP, COM (บนวินโดวส์) และอื่นๆ พีเอชพีทำให้ผู้ใช้งานสามารถเปิด Socket บนเครือข่ายโดยตรงและทำการโต้ตอบโดยใช้โพรโทคอลใดๆ ก็ได้และพีเอชพียังมีการรองรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ WDDX Complex กับ Web Programming อื่นๆ ทั่วไปได้ สำหรับส่วน Interconnection นั้นพีเอชพีมีการรองรับสำหรับ Java objects ให้เปลี่ยนมันเป็น PHP Object แล้วใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้เช่นกัน

2.10 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลประกอบด้วยกลุ่มการจัดการข้อมูลสำหรับผู้ใช้หนึ่งคนหรือหลายๆ คน โดยทั่วไปมักอยู่ในรูปแบบดิจิทัล วิธีการแบ่งชนิดของฐานข้อมูลได้รูปแบบหนึ่งคือแบ่งตามชนิดของเนื้อหา เช่น บรรณานุกรม, เอกสารตัวอักษร, สถิติ โดยฐานข้อมูลดิจิทัลจะถูกจัดการโดยใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลซึ่งเก็บเนื้อหาฐานข้อมูล โดยอนุญาตให้สร้าง, ดูแลรักษา, ค้นหา และการเข้าถึงในรูปแบบอื่นๆ

ในการจัดเก็บข้อมูลจำเป็นจะต้องมีการวางแผนการจัดเก็บที่ดีและเป็นระบบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบงานที่ต้องการและจัดการไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนหรือขัดแย้งกันของข้อมูล ซึ่งส่วนมากแล้วเรามักจัดการข้อมูลด้วยระบบฐานข้อมูลทั้งนี้หลักการของระบบฐานข้อมูลมีดังนี้

2.10.1 ประโยชน์ของการประมวลผลแบบระบบฐานข้อมูล

1) สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน 2) หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้
- 4) สามารถรักษาความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- 5) สามารถกำหนดความเป็นมาตรฐานเดียวกันของข้อมูล
- 6) สามารถกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลได้
- 7) เกิดความเป็นอิสระของข้อมูลของแต่ละค่าในฐานข้อมูล

2.10.2 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลมีความสำคัญต่อการจัดการระบบฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่อยู่ภายในฐานข้อมูลจะต้องศึกษาถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล โครงสร้างของข้อมูลการเข้าถึงข้อมูลและกระบวนการที่โปรแกรมประยุกต์จะเรียกใช้ฐานข้อมูล ดังนั้น เราจึงสามารถแบ่งวิธีการสร้างฐานข้อมูลได้สามประเภท

2.10.2.1 รูปแบบข้อมูลแบบลำดับชั้น หรือโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical data model) วิธีการสร้างฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นถูกพัฒนาโดยบริษัท ไอบีเอ็ม จำกัดในปี ค.ศ.1980 ได้รับความนิยมมาก ในการพัฒนาฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ และขนาดกลาง โดยที่โครงสร้างข้อมูลจะสร้างรูปแบบเหมือนต้นไม้ โดยความสัมพันธ์เป็นแบบหนึ่งต่อหลาย (One - to - Many)

2.10.2.2 รูปแบบข้อมูลแบบเครือข่าย (Network data model) ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายมีความคล้ายคลึงกับฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น ต่างกันที่โครงสร้างแบบเครือข่าย อาจจะมีการติดต่อหลายต่อหนึ่ง (Many – to - one) หรือ หลายต่อหลาย (Many – to - many) กล่าวคือลูก (Child) อาจมีพ่อแม่ (Parent) มากกว่าหนึ่ง สำหรับตัวอย่างฐานข้อมูลแบบเครือข่ายให้ลองพิจารณาการจัดการข้อมูลของห้องสมุด ซึ่งรายการจะประกอบด้วย ชื่อเรื่อง, ผู้แต่ง สำนักพิมพ์, ที่อยู่และประเภท

2.10.2.3 รูปแบบความสัมพันธ์ข้อมูล (Relation data model) เป็นลักษณะการออกแบบฐานข้อมูลโดยจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางที่มีระบบคล้ายแฟ้ม โดยที่ข้อมูลแต่ละแถวของตารางจะแทนเรคคอร์ดส่วนข้อมูลในแนวดิ่งจะแทนคอลัมน์ซึ่งเป็นขอบเขตของข้อมูล

แม้ว่าการออกแบบฐานข้อมูลโดยจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปของตารางที่มีระบบคล้ายแฟ้ม โดยที่ข้อมูลแต่ละแถวของตารางจะแทนเรคคอร์ดส่วนข้อมูลในแนวดิ่งจะแทนคอลัมน์ซึ่งเป็นขอบเขตของข้อมูล

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ตารางแต่ละตารางที่สร้างขึ้นจะเป็นอิสระ ดังนั้นผู้ออกแบบฐานข้อมูลจะต้องมีการวางแผนถึง ตารางข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ เช่นระบบฐานข้อมูลบริษัทแห่งหนึ่ง ประกอบด้วย ตารางประวัติ พนักงาน ตารางแผนกและตารางข้อมูลโครงการ แสดงประวัติพนักงาน ตารางแผนก และ ตารางข้อมูลโครงการ

2.11 แผนภาพกระแสข้อมูล

แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram – DFD) คือ แผนผังชนิดหนึ่งที่ใช้ในการเขียนสัญลักษณ์รูปภาพเพื่อแสดงการไหลของข้อมูลในระบบว่าข้อมูลเกิดจากแหล่งใดและไปปลายทางที่ใด

2.11.1 ชั้นของแผนภาพกระแสข้อมูล

แผนภาพกระแสข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็นชั้นต่างๆ (Layer) ได้ดังนี้

2.11.1.1 ผังงานชั้นที่ 0 (Level 0) ผังชั้นนี้มีไว้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของระบบกับสิ่งแวดล้อมภายนอกโดยจะมีกระบวนการเดียว

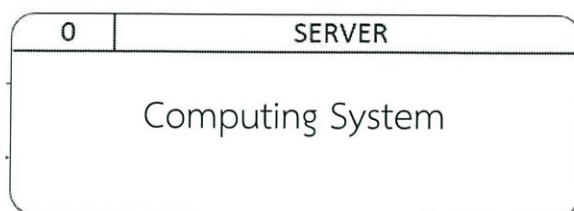
2.11.1.2 ผังงานชั้นที่ 1 (Level 1) ผังงานในชั้นนี้จะแสดงรายละเอียดการทำงานในกระบวนการที่ 0 และสามารถแตกออกไปเป็นผังงานชั้นต่างๆได้อีก

2.11.2 สัญลักษณ์ในการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล

2.11.2.1 สัญลักษณ์แทนการประมวลผล (Process)

รูปสี่เหลี่ยมมีหมายเลขและชื่อกำกับ เป็นสัญลักษณ์แทนขั้นตอนในกระบวนการทำงาน จะกระทำให้ลักษณะของข้อมูลเปลี่ยนแปลงไป ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์แทนการประมวลผล

การประมวลผลจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลขาเข้าเป็นผลลัพธ์ นั่นหมายความว่า จะต้องมีการกระทำบางอย่างต่อข้อมูลทำให้เกิดผลลัพธ์ขึ้นมา โดยปกติแล้วข้อมูลที่เข้าสู่โพรเซสจะแตกต่างจากข้อมูลเมื่อออกจากโพรเซส

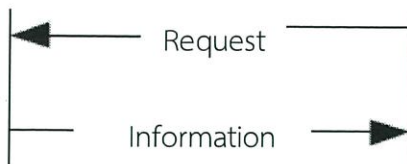
โพรเซสเป็นตัวอย่างหนึ่งของ "กล่องดำ" หมายถึง เราทราบว่าข้อมูลเป็นอะไร ผลลัพธ์อะไรที่เราต้องการ และหน้าที่โดยทั่วไปของโพรเซส แต่จะไม่ทราบว่าโพรเซสนั้นทำงานอย่างไร หลักการของกล่องดำมีประโยชน์ในการเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยที่ยังไม่ต้องการทราบในรายละเอียดว่าโพรเซสนั้นมีรายละเอียดอะไรบ้าง ซึ่งสามารถหารายละเอียดเหล่านั้นได้ในภายหลัง

ชื่อโพรเซสเป็นตัวบอกว่าโพรเซสนั้นทำหน้าที่อะไร คำที่ใช้ควรมีความหมายที่แน่นอน ควรจะใช้คำกริยา เช่น แก๊ซ พิมพ์ คำนวณ เป็นต้น ถ้าการทำงานใดที่เราไม่สามารถหาคำแทนได้อย่างเหมาะสม อาจจะหมายความว่า งานนั้นๆ ไม่ใช่โพรเซสก็ได้

2.11.2.2 กระแสข้อมูล (Data Flow)

กระแสข้อมูลแทนด้วยลูกศร โดยที่มีชื่อกำกับบนลูกศรข้อมูลจะไหลระหว่างโพรเซสต่างๆ และอาจจะเคลื่อนที่มาจากสิ่งที่อยู่นอกระบบก็ได้ ข้อมูลที่เคลื่อนที่อาจจะเพียงข้อมูลเดียวๆ เช่น เลขที่สินค้า หรือกลุ่มของข้อมูล เช่น ข้อมูลพนักงานหรือข้อมูลลูกค้า เป็นต้น ดังรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 กระแสข้อมูล

2.11.2.3 แหล่งเก็บข้อมูล (Data Store)

แทนด้วยเส้นขนาน 2 เส้น ปลายปิด 1 ด้าน และมีชื่อและหมายเลขกำกับ ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไฟล์และถูกเรียกใช้เมื่อต้องการ โดยปกติแล้วไฟล์ไม่อาจจะอยู่ในงานแม่เหล็กหรือเทปแม่เหล็กหากหัวลูกศรวิ่งเข้าสู่ไฟล์แสดงว่า มีการเขียนข้อมูลหรือการแก้ไขข้อมูลในไฟล์ และการตั้งชื่อไฟล์ควรเป็นคำนาม ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แหล่งเก็บข้อมูล

2.11.2.4 แหล่งกำเนิดข้อมูลภายนอก (External Entities)

จะใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมมุมฉากในการแสดงส่วนประกอบนี้ สำหรับส่วนประกอบนี้จะอยู่ภายนอกระบบเช่น คน, เครื่องจักร หรือระบบข้างเคียง เป็นต้น และในขณะเดียวกันก็รอคอยข้อมูลที่ออกมาจากระบบด้วย ดังรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



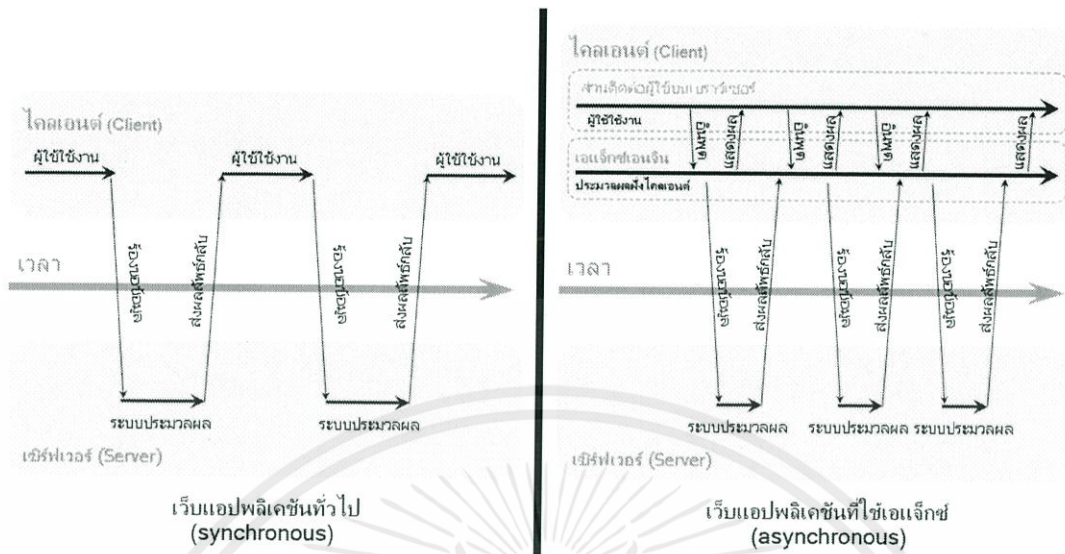
รูปที่ 2.19 แหล่งกำเนิดข้อมูลภายนอก

2.12 AJAX

AJAX เป็นกลุ่มของเทคนิคในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้ความสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ดีขึ้น โดยการรับส่งข้อมูลในฉากหลัง ทำให้ทั้งหน้าไม่ต้องโหลดใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วยทำให้เพิ่มการตอบสนอง ความรวดเร็ว และการใช้งานโดยรวม

วิธีการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันแบบเดิมนั้น โดยปกติแล้วเมื่อผู้ใช้ทำการร้องขอข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ ตัวเว็บเบราว์เซอร์จะทำการส่งข้อมูลการร้องขอโดยใช้โปรโตคอล HTTP เพื่อติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ และที่เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการประมวลผลจากการร้องขอที่ได้รับ และส่งผลลัพธ์เป็นหน้า HTML กลับไปให้ผู้ใช้ วิธีการข้างต้นเป็นวิธีการแบบการร้องขอและการตอบรับ (Request and Response) ซึ่งผู้ใช้จะต้องรอระหว่างที่เซิร์ฟเวอร์ประมวลผลอยู่ ซึ่งเป็นหลักการทำงานแบบ Synchronous แต่การทำงานของเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้เทคนิคเอแจ็กซ์จะเป็นการทำงานแบบ Asynchronous หรือการติดต่อสื่อสารแบบไม่ต่อเนื่อง โดยเซิร์ฟเวอร์จะทำการส่งผลลัพธ์เป็นเว็บเพจให้ผู้ใช้ทันทีโดยไม่ต้องรอให้ประมวลผลเสร็จก่อน หลังจากนั้นเว็บเพจที่ผู้ใช้ได้รับจะทำการดึงข้อมูลในส่วนต่างๆที่หลัง หรือจะดึงข้อมูลก็ต่อเมื่อผู้ใช้ต้องการเท่านั้น (ทำงานอยู่เบื้องหลัง) ตามรูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การทำงานของ AJAX [6]

2.13 JSON

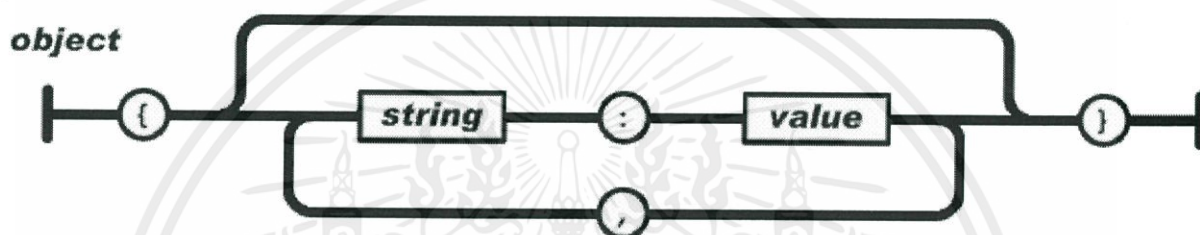
JSON (JavaScript Object Notation) เป็นฟอร์แมตสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะทางไวยากรณ์ของ JSON นั้นจะใช้รูปแบบของภาษาจาวาสคริปต์ ฟอร์แมต JSON อยู่ในรูปข้อความธรรมดา (plain text) ที่ทั้งมนุษย์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถอ่านเข้าใจได้ โดยมาตรฐานของฟอร์แมต JSON คือ RFC 4627 มี Internet media type เป็น application/json และมีนามสกุลของไฟล์เป็น .json ปรกติแล้วนิยมใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะ AJAX โดย JSON เป็นฟอร์แมตทางเลือกในการส่งข้อมูล นอกเหนือไปจาก XML ซึ่งนิยมใช้กันอยู่แต่เดิม สาเหตุที่ JSON เริ่มได้รับความนิยมเป็นเพราะกระชับและเข้าใจง่ายกว่า XML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งรูปแบบของ JSON จะถูกจัดฟอร์มได้ประมาณ 4 ลักษณะคือ

2.13.1 วัตถุ (Object)

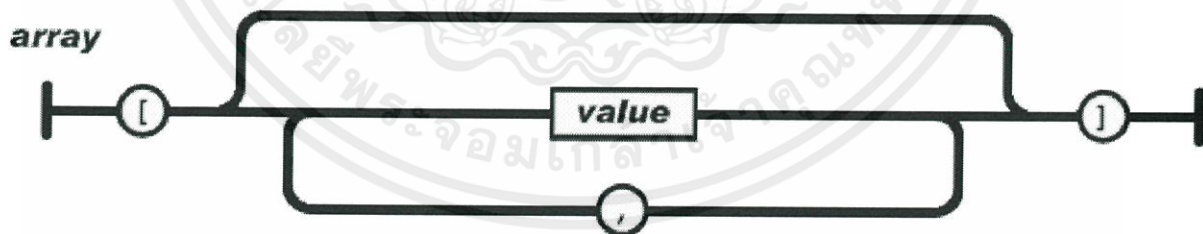
รูปแบบของวัตถุนั้นจะอยู่ในรูปของชุดเรียงลำดับของ ชื่อ/ค่า โดยวัตถุเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย '{' และจบลงด้วยเครื่องหมาย '}' ชื่อแต่ละชื่อจะตามมาโดยเครื่องหมาย ':' และชื่อ/ค่าจะถูกคั่นด้วยเครื่องหมาย ',' แสดงดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การทำงานเมื่อต้องส่งข้อมูลชนิดวัตถุ [7]

2.13.2 อาร์เรย์ (Array)

ค่านั้นจะถูกเก็บในรูปแบบของอาร์เรย์ โดยที่อาร์เรย์จะเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย '[' และจบลงด้วยเครื่องหมาย ']' ค่าที่คั่นด้วยเครื่องหมาย ',' แสดงดังรูปที่ 2.22



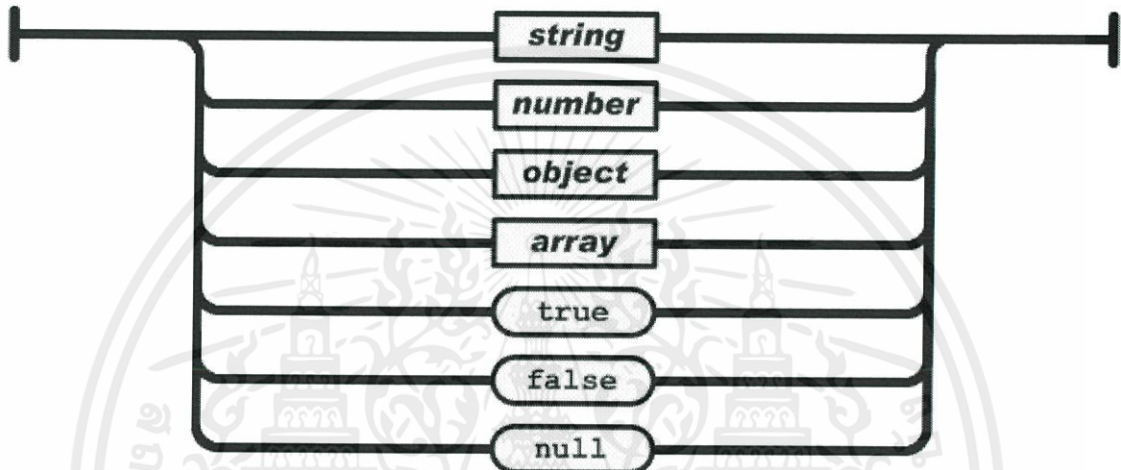
รูปที่ 2.22 การทำงานเมื่อต้องส่งข้อมูลชนิดอาร์เรย์ [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.3 ค่าตัวแปร (value)

ค่าตัวแปรที่สามารถเป็นสตริงได้โดยที่ค่าจะอยู่ในเครื่องหมายฟันทู (double quotes: ‘ ‘), หมายเลข, ค่าทางบูลีน, ค่าว่าง (null), วัตถุและอาร์เรย์ โครงสร้างเหล่านี้สามารถซ้อนกันดังรูปที่ 2.23

value

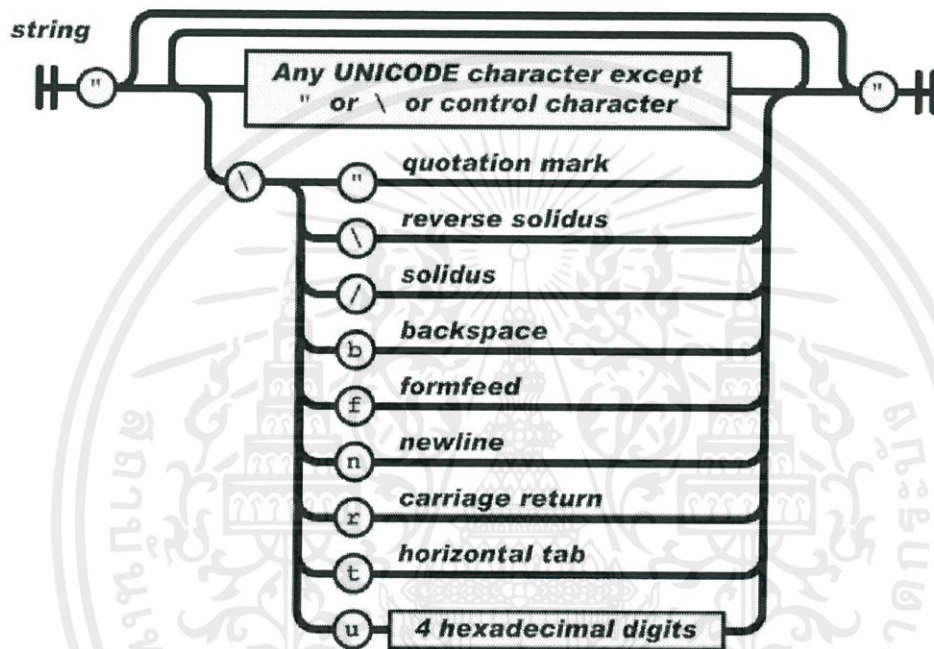


รูปที่ 2.23 การทำงานของการส่งค่าตัวแปร [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.4 สตริง (string)

สตริงที่เป็นตัวอักษร Unicode ใดๆ ยกเว้น “” (เครื่องหมายฟันทนุ), ‘\’ หรือตัวอักษรควบคุมจะถูกรวมใน “” โดยใช้เครื่องหมาย “\” ตัวอักษรเดียวจะแสดงเป็นตัวอักษรเดียว เหมือนสตริงในภาษา C หรือภาษา Java ตามรูปที่ 2.24

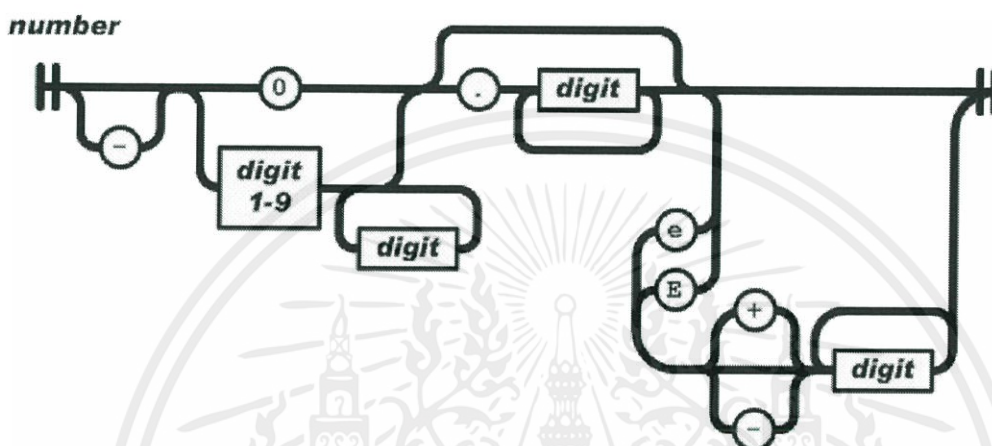


รูปที่ 2.24 การทำงานเมื่อต้องส่งข้อมูลชนิดสตริง [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.5 ตัวเลข (number)

จำนวนตัวเลขนั้นจะเหมือนในภาษา C หรือภาษา Java ยกเว้นว่าฐานแปดและเลขฐานสิบหกรูปแบบที่ไม่ได้ใช้ ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 การทำงานเมื่อต้องส่งข้อมูลชนิดตัวเลข [7]

2.14 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)

ภาษาจาวาสคริปต์เป็นภาษายุคใหม่สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง สามารถเขียนโปรแกรมจาวาสคริปต์เพิ่มเข้าไปในเว็บเพจเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับงานด้านต่างๆ ทั้งการคำนวณ, การแสดงผล, การรับ - ส่งข้อมูล และที่สำคัญคือสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันทีทันใด นอกจากนี้ยังมีความสามารถด้านอื่นๆ อีกหลายประการที่ช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับหน้าเว็บเพจได้อย่างมาก ภาษาจาวาสคริปต์ถูกพัฒนาโดยเน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับบริษัท ซันไมโครซิสเต็มส์ ปรับปรุงระบบของเบราว์เซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้และได้ปรับปรุง Live Script ใหม่เมื่อปี พ.ศ.2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่าจาวาสคริปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.1 ลักษณะการทำงานของจาวาสคริปต์

จาวาสคริปต์เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุหรือเรียกว่า อ็อบเจ็กต์โอเรียนเตด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนเอกสารด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ทำงานร่วมกับภาษา HTML และภาษาจาวาได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

2.14.1.1 Navigator JavaScript เป็น Client-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง จาวาสคริปต์ที่ถูกแปลทางฝั่งไคลเอนต์ (หมายถึงฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ ไม่ว่าจะ เป็นเครื่องพีซี เครื่องแมคอินทอชหรืออื่นๆ) จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไปเป็นส่วนใหญ่

2.14.1.2 LiveWire JavaScript เป็น Server-Side JavaScript ซึ่งหมายถึง จาวาสคริปต์ที่ถูกแปลทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (หมายถึงฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเว็บ โดย อาจจะเป็นเครื่องของซันซิลิคอมกราฟิกส์หรืออื่นๆ) สามารถใช้ได้เฉพาะกับ LiveWire ของเน็ตสเคปโดยตรง

2.15 HTML5

ภาษา HTML5 เป็นเวอร์ชันล่าสุดของภาษา HTML นิยมใช้ในการเขียนเว็บไซต์ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย WHATWG (The Web Hypertext Application Technology Working Group) โดยได้มีการปรับปรุงเพิ่ม Feature หลายอย่างเข้ามาเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถใช้งานได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

2.15.1 จุดเด่นของ HTML5

ภาษา HTML5 มีจุดเด่นดังนี้

2.15.1.1 สนับสนุนการแสดงผลบนอุปกรณ์ต่างๆ ได้เช่น PC, MAC

iPhone, iPad, Android Phone และ Tablet เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.1.2 เพิ่มลูกเล่นในการทำงาน เช่น ทำงานกับระบบแผนที่และสร้างภาพกราฟิกโดยไม่ต้องมีแฟลช เป็นต้น

2.15.1.3 เน้นการใช้งานร่วมกับ CSS (Cascading Style Sheets) และจาวาสคริปต์

2.15.1.4 ทำงานร่วมกับภาษาที่ใช้พัฒนา Web Application อื่นๆ เช่น PHP หรือ ASP ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



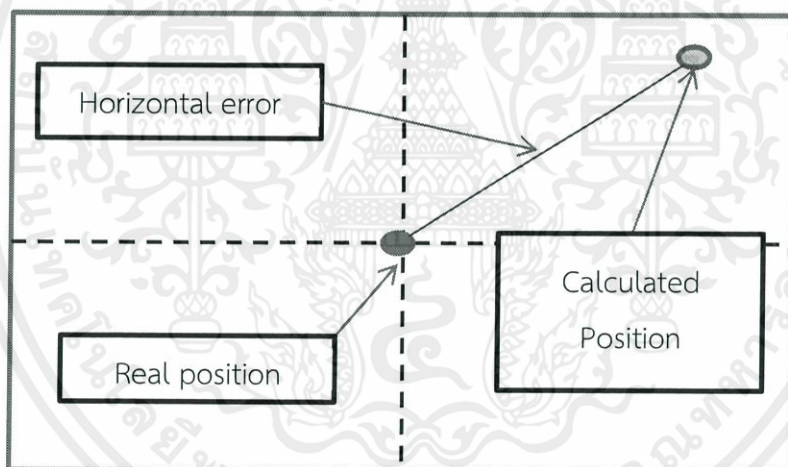
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 ค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง

ค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งคือค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการที่ตำแหน่งที่คำนวณได้ ไม่ตรงกับตำแหน่งจริงของเครื่องรับสัญญาณ แบ่งออกเป็นสองชนิดคือ ความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวระนาบ และความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวตั้งหรือความผิดพลาดของความสูง ซึ่งรวมถึงความผิดพลาดของละติจูด (latitude error) และความผิดพลาดของลองจิจูด (longitude error)

2.16.1 ความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวระนาบ

ความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวระนาบคือค่าความผิดพลาดที่สังเกตได้จากมุมมองด้านบน ค่านี้จะทำให้เห็นถึงตำแหน่งที่ระบุผิดพลาดบนผิวโลกตามรูปที่ 2.26

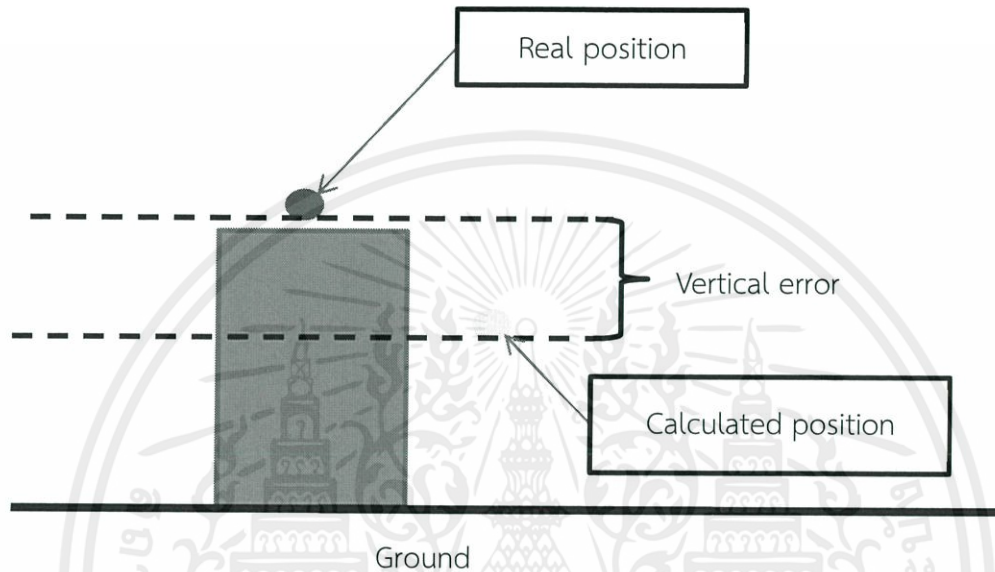


รูปที่ 2.26 ค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.2 ความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวตั้ง

ความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวตั้งเกิดจากผลต่างของความสูงจริงของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสกับความสูงที่คำนวณได้ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งในแนวตั้ง

2.17 การคำนวณหาพิกัดดาวเทียม

จากสมการการบอกตำแหน่งของระบบจีเอ็นเอสเอสในหัวข้อที่แล้ว สมการที่ 2.15 ถึง 2.18 มีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าอยู่ในเครื่องหมายรากที่สองส่งผลให้นำมาเขียนซอฟต์แวร์ได้ยาก จึงต้องหาวิธีในการประมาณค่าให้สมการอยู่ในรูปสมการเส้นตรง เพื่อง่ายต่อการเขียนโปรแกรมหนึ่งในวิธีนั้นคือ Newton – Rhapsod method ซึ่งหลักการดังกล่าวใช้การประมาณค่าต่อไปเรื่อยๆ จนเข้าสู่คำตอบของสมการ ในกรณีของสมการหาพิกัดของเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสจะเป็นตามสมการที่ 2.25 ถึง 2.63 [10] ซึ่งมีความหมายของตัวแปรตามตารางที่ 2.6

$$P = \sqrt{(X_1 - X_r)^2 + (Y_1 - Y_r)^2 + (Z_1 - Z_r)^2} + c(dt - dT_1) \quad (2.25)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ความหมายของตัวแปรในสมการที่ 2.25

ชื่อตัวแปร	ความหมายของตัวแปร
P	ค่าระยะเทียมของดาวเทียมดวงที่ 1
X_1, Y_1, Z_1	ตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่ 1 ที่รับได้
X_r, Y_r, Z_r	พิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจีโอสแตส (ไม่ทราบค่า)
dt	Receiver clock offset
dT_1	Satellite clock offset ของดาวเทียมดวงที่ 1
c	ความเร็วแสง

เราจะเริ่มคิดที่สมการที่ติดรากที่สอง โดยกำหนดให้สมการที่ 2.26

$$f(X_0, Y_0, Z_0) = \sqrt{(X_s - X_0)^2 + (Y_s - Y_0)^2 + (Z_s - Z_0)^2} \quad (2.27)$$

เราจะใช้วิธีของ Newton - Rhapsion ในการประมาณค่าตัวแปรที่ติดอยู่ในรากที่สอง โดยกำหนดให้ $X_1 = X_0 + \Delta X$, $Y_1 = Y_0 + \Delta Y$ และ $Z_1 = Z_0 + \Delta Z$ เมื่อแทนในสมการที่ 2.27 จะได้สมการที่ 2.28

$$f(X_1, Y_1, Z_1) = f(X_0 + \Delta X, Y_0 + \Delta Y, Z_0 + \Delta Z) \quad (2.28)$$

จากการกระจายเทย์เลอร์ของ $f(X_1, Y_1, Z_1)$ จะได้สมการที่ 2.29

$$\begin{aligned} f(X_1, Y_1, Z_1) = & f(X_0, Y_0, Z_0) + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial X_0} \Delta X + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Y_0} \Delta Y \\ & + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Z_0} \Delta Z + \frac{1}{2!} \frac{\partial^2 f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial X_0^2} \Delta X^2 + \dots \end{aligned} \quad (2.29)$$

เมื่อตัดเทอมกำลังสองขึ้นไปทิ้ง จะประมาณ $f(X_1, Y_1, Z_1)$ ได้เป็นสมการที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f(X_1, Y_1, Z_1) = f(X_0, Y_0, Z_0) + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial X_0} \Delta X + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Y_0} \Delta Y + \frac{\partial f(X_0, Y_0, Z_0)}{\partial Z_0} \Delta Z \quad (2.30)$$

เมื่อกำหนดให้

$$f(X_0, Y_0, Z_0) = \rho = \sqrt{(X_s - X_0)^2 + (Y_s - Y_0)^2 + (Z_s - Z_0)^2} \quad (2.31)$$

จะสามารถหาอนุพันธ์เทียบ X_0 , Y_0 และ Z_0 ได้ตามสมการที่ 2.32

$$f(X_1, Y_1, Z_1) = \rho - \frac{X_s - X_0}{\rho} \Delta X - \frac{Y_s - Y_0}{\rho} \Delta Y - \frac{Z_s - Z_0}{\rho} \Delta Z \quad (2.32)$$

โดยจะสามารถหาพิกัดของเครื่องรับสัญญาณได้จากค่า $X_1 = X_0 + \Delta X$, $Y_1 = Y_0 + \Delta Y$ และ $Z_1 = Z_0 + \Delta Z$ จะได้สมการใหม่ของดาวเทียมที่ใช้คำนวณหาพิกัดเครื่องรับสัญญาณทั้งสี่ดวงเป็นไปตามสมการที่ 2.33 - 2.36

$$P_1 = \rho_1 - \frac{X_1 - X_0}{\rho_1} \Delta X - \frac{Y_1 - Y_0}{\rho_1} \Delta Y - \frac{Z_1 - Z_0}{\rho_1} \Delta Z + c(dt - dT_1) \quad (2.33)$$

$$P_2 = \rho_2 - \frac{X_2 - X_0}{\rho_2} \Delta X - \frac{Y_2 - Y_0}{\rho_2} \Delta Y - \frac{Z_2 - Z_0}{\rho_2} \Delta Z + c(dt - dT_2) \quad (2.34)$$

$$P_3 = \rho_3 - \frac{X_3 - X_0}{\rho_3} \Delta X - \frac{Y_3 - Y_0}{\rho_3} \Delta Y - \frac{Z_3 - Z_0}{\rho_3} \Delta Z + c(dt - dT_3) \quad (2.35)$$

$$P_4 = \rho_4 - \frac{X_4 - X_0}{\rho_4} \Delta X - \frac{Y_4 - Y_0}{\rho_4} \Delta Y - \frac{Z_4 - Z_0}{\rho_4} \Delta Z + c(dt - dT_4) \quad (2.36)$$

จัดรูปสมการใหม่ได้เป็นสมการที่ 2.37 - 2.40

$$P_1 + cdT_1 - \rho_1 = -\frac{X_1 - X_0}{\rho_1} \Delta X - \frac{Y_1 - Y_0}{\rho_1} \Delta Y - \frac{Z_1 - Z_0}{\rho_1} \Delta Z + cdt \quad (2.37)$$

$$P_2 + cdT_2 - \rho_2 = -\frac{X_2 - X_0}{\rho_2} \Delta X - \frac{Y_2 - Y_0}{\rho_2} \Delta Y - \frac{Z_2 - Z_0}{\rho_2} \Delta Z + cdt \quad (2.38)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ ρ_2 เพื่อการศึกษา ρ_2 เท่านั้น ไม่อนุยให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P_3 + cdT_3 - \rho_3 = -\frac{X_3 - X_0}{\rho_3} \Delta X - \frac{Y_3 - Y_0}{\rho_3} \Delta Y - \frac{Z_3 - Z_0}{\rho_3} \Delta Z + cdt \quad (2.39)$$

$$P_4 + cdT_4 - \rho_4 = -\frac{X_4 - X_0}{\rho_4} \Delta X - \frac{Y_4 - Y_0}{\rho_4} \Delta Y - \frac{Z_4 - Z_0}{\rho_4} \Delta Z + cdt \quad (2.40)$$

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ เราจึงเปลี่ยนรูปสมการที่ 2.37 – 2.40 ได้เป็นสมการที่ 2.41 – 2.44

$$b^1 = a_x^1 \Delta X + a_y^1 \Delta Y + a_z^1 \Delta Z + cdt \quad (2.41)$$

$$b^2 = a_x^2 \Delta X + a_y^2 \Delta Y + a_z^2 \Delta Z + cdt \quad (2.42)$$

$$b^3 = a_x^3 \Delta X + a_y^3 \Delta Y + a_z^3 \Delta Z + cdt \quad (2.43)$$

$$b^4 = a_x^4 \Delta X + a_y^4 \Delta Y + a_z^4 \Delta Z + cdt \quad (2.44)$$

โดยสมการที่ 2.41 – 2.44 มีข้อกำหนดตามสมการที่ 2.45 – 2.48

$$a_x^j = -\frac{X^j - X_0}{\rho_0^j} \quad (2.45)$$

$$a_y^j = -\frac{Y^j - Y_0}{\rho_0^j} \quad (2.46)$$

$$a_z^j = -\frac{Z^j - Z_0}{\rho_0^j} \quad (2.47)$$

$$b^j = P_j + cdT_j - \rho_0^j \quad (2.48)$$

และสามารถจัดให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ได้เป็น

$$\mathbf{b} = \mathbf{Ax} \quad (2.49)$$

โดยมีข้อกำหนดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} b^1 \\ b^2 \\ b^3 \\ b^4 \end{bmatrix} \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_x^1 & a_y^1 & a_z^1 & c \\ a_x^2 & a_y^2 & a_z^2 & c \\ a_x^3 & a_y^3 & a_z^3 & c \\ a_x^4 & a_y^4 & a_z^4 & c \end{bmatrix} \quad \mathbf{x} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \\ dt \end{bmatrix}$$

แต่ในความเป็นจริงเรามีจำนวนดาวเทียมที่รับสัญญาณได้มากกว่าสี่ดวง จึงต้องใช้ดาวเทียมมากกว่าสี่ดวงเพื่อความแม่นยำในการระบุตำแหน่ง แต่การที่มีหลายสมการแต่มีตัวแปรไม่ทราบค่าเพียงสี่ตัว ทำให้ต้องใช้วิธี Least square Method มาช่วยในการคำนวณ โดยเริ่มจากการจัดรูปสมการที่ 2.49 ใหม่เป็นสมการที่ 2.50 เนื่องจากได้เพิ่มตัวแปร \mathbf{v} ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดที่ไม่ได้นำมาคิดเข้าไปด้วย

$$\mathbf{b} = \mathbf{Ax} + \mathbf{v} \quad (2.50)$$

ให้ $\hat{\mathbf{x}}$ เป็นคำตอบของสมการ และจัดรูปใหม่จะได้เป็นสมการที่ 2.51

$$\hat{\mathbf{v}} = \mathbf{b} - \mathbf{A}\hat{\mathbf{x}} \quad (2.51)$$

นำผลรวมกำลังสองของค่าความผิดพลาดมารวมกัน และจัดรูปให้เป็นฟังก์ชัน จะได้สมการที่ 2.52

$$\mathbf{J}(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^m v_j^2 = \mathbf{v}^T \mathbf{v} = (\mathbf{b} - \mathbf{Ax})^T (\mathbf{b} - \mathbf{Ax}) \quad (2.52)$$

ทำการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันเมื่ออนุพันธ์ลำดับหนึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์ เพื่อหาค่าของฟังก์ชันที่น้อยที่สุดตามสมการที่ 2.53 จากนั้นจึงแก้สมการหาค่าของตัวแปร $\hat{\mathbf{x}}$ ซึ่งเป็นคำตอบของสมการ ตามสมการ 2.54 – 2.61

$$\delta \mathbf{J}(\hat{\mathbf{x}}) = 0 \quad (2.53)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\delta \left[(\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}})^T (\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}}) \right] = 0 \quad (2.54)$$

$$\delta(\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}})^T (\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}}) + (\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}})^T \delta(\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}}) = 0 \quad (2.55)$$

$$(-\mathbf{A} \delta \mathbf{x})^T (\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}}) + (\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}})^T (-\mathbf{A} \delta \mathbf{x}) = 0 \quad (2.56)$$

$$(-2\mathbf{A} \delta \mathbf{x})^T (\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}}) = 0 \quad (2.57)$$

$$(\delta \mathbf{x}^T \mathbf{A}^T) (\mathbf{b} - \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}}) = 0 \quad (2.58)$$

$$\delta \mathbf{x}^T (\mathbf{A}^T \mathbf{b} - \mathbf{A}^T \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}}) = 0 \quad (2.59)$$

$$\mathbf{A}^T \mathbf{A} \hat{\mathbf{x}} = \mathbf{A}^T \mathbf{b} \quad (2.60)$$

$$\hat{\mathbf{x}} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{b} \quad (2.61)$$

จากสมการที่ 2.61 [10] จะได้สมการสำหรับหาค่าของ $\hat{\mathbf{x}}$ ซึ่งเป็นคำตอบของสมการที่เราต้องการ โดยภายใน $\hat{\mathbf{x}}$ มีตัวแปร $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ และ dt ซึ่งเมื่อกำหนดค่าประมาณ 4 - 5 รอบ จะได้ค่าพิกัดของเครื่องรับสัญญาณที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าพิกัดจริงและค่าความคลาดเคลื่อนทางฐานเวลาของเครื่องรับสัญญาณ โดยกำหนดค่าเริ่มต้นให้ $X_0, Y_0, Z_0 = 0$

2.18 การหาค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง

ค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งจะแบ่งเป็นสองชนิดคือ ความผิดพลาดในแนวระนาบและความผิดพลาดในแนวตั้ง โดยความผิดพลาดในแนวระนาบมีสูตรการคำนวณตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 2.62 – 2.63 [10] และความผิดพลาดในแนวตั้งมีสูตรการคำนวณตามสมการที่ 2.64 [10] โดยมีความหมายของตัวแปรตามตารางที่ 2.9

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \quad (2.62)$$

$$d = \arccos \left[(\sin(\phi_1) \times \sin(\phi_2)) + (\cos(\phi_1) \times \cos(\phi_2) \times \cos(\Delta\lambda)) \right] \times R \quad (2.63)$$

$$\Delta h = h_1 - h_2 \quad (2.64)$$

ตารางที่ 2.8 ความหมายของตัวแปรในสมการที่ 2.62 – 2.64

ตัวแปร	ความหมายของตัวแปร
d	ค่าความผิดพลาดในแนวระนาบ (เมตร)
ϕ_1	มุมละติจูดของเครื่องรับสัญญาณ
ϕ_2	มุมละติจูดของพิกัดเครื่องรับสัญญาณที่คำนวณได้
$\Delta\lambda$	ผลต่างระหว่างมุมลองจิจูดของเครื่องรับสัญญาณกับพิกัดที่คำนวณได้
R	ความสูงของเครื่องรับสัญญาณนับจากใจกลางโลก (เมตร)
$\Delta\lambda$	ผลต่างระหว่างมุมลองจิจูดของเครื่องรับสัญญาณกับพิกัดที่คำนวณได้
λ_2	มุมลองจิจูดของเครื่องรับสัญญาณ
λ_1	มุมลองจิจูดของพิกัดเครื่องรับสัญญาณที่คำนวณได้

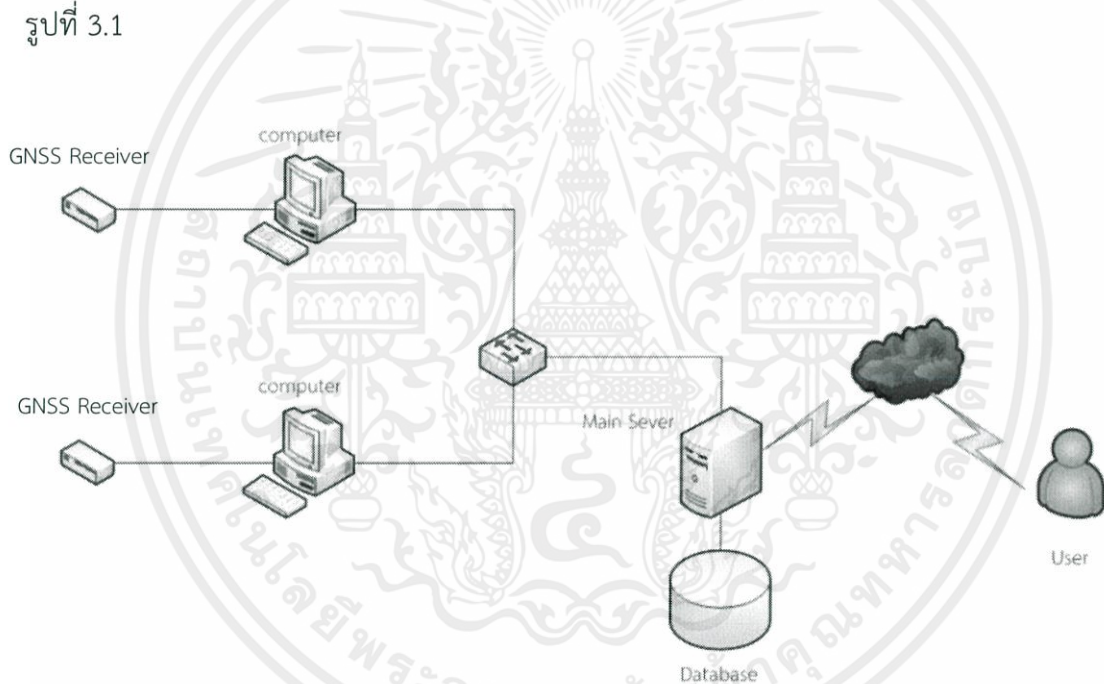
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและจัดทำโครงการงาน

3.1 การออกแบบโครงการงาน

การออกแบบและขั้นตอนการทำงานของโครงการงานนี้คือการเขียนระบบประมวลผลข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส โดยการป้อนคำสั่งเข้าไปที่เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส และจะได้ข้อมูลกลับมาเป็นลักษณะของเรียลไทม์ (real-time) จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปประมวลผลที่เซิร์ฟเวอร์แล้วจึงทำการแสดงผลออกทางเว็บเพจ โดยระบบมีโครงสร้างการทำงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบประมวลผลข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ คือเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่ ซึ่งติดตั้งอยู่สองสถานีคือที่อาคารเรียนรวมสิบสองชั้น สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และมหาวิทยาลัยนานาชาติสแตมฟอร์ด โดยที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังใช้เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure ดังรูปที่ 3.2 และที่มหาวิทยาลัยนานาชาติสแตมฟอร์ดใช้เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel ProPak-V3 ดังรูปที่ 3.3 ตัวเครื่องทั้งสองจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม อีกส่วนจะต่อกับสายอากาศรับสัญญาณชนิด choke ring ดังรูปที่ 3.4 เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสทั้งสองรุ่นสามารถรับสัญญาณในย่านความถี่ L1, L2, L2c และ L5 สามารถรับสัญญาณจากระบบดาวเทียมในระบบจีเอนเอสเอส ได้ 2 ระบบคือจีพีเอส และโกลนาส



รูปที่ 3.2 เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่
NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 เครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่
NovAtel ProPak-V3 [9]



เอกสารนี้เป็นรูปที่ 3.4 สายอากาศรับสัญญาณชนิด choke ring บนดาดฟ้า อาคารเรียนรวม 12 ชั้น โยชนด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสและส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์

ซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะแบ่งการทำงานเป็นสามส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการป้อนคำสั่งให้เครื่องรับจีเอ็นเอสเอสและรับข้อมูล ส่วนที่สองเก็บข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ และส่วนที่สามจัดรูปแบบของข้อมูลและส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์

3.3.1 ส่วนการป้อนคำสั่งให้เครื่องรับจีเอ็นเอสเอสและรับข้อมูล

การเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์นั้น เราจะต้องป้อนชุดคำสั่งเข้าไปก่อน จากนั้นเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสจะส่งข้อมูลที่เรากำลังต้องการกลับมาตามคำสั่งที่ป้อนไป ซึ่งในเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสแต่ละรุ่นจะมีลักษณะการป้อนคำสั่งที่ต่างกัน

3.3.1.1 คำสั่งที่ใช้กับเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure

ในปริญญานิพนธ์นี้มีคำสั่งที่ใช้ทั้งหมดสี่คำสั่งคือ TIME, RANGPSL1, SATXYZ และ GPGSV โดยมีการทำงานตามรูปที่ 3.5 และข้อมูลที่ได้รับดังรูปที่ 3.6 ซึ่งเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure จะสามารถรวมคำสั่งทั้งสี่คำสั่งที่ต้องใช้ในกลุ่มคำสั่งที่ชื่อว่า “gbas1” โดยทำการพิมพ์ “group add gbas1”, “grouplog add gbas1 usb1 time ontime 5”, “grouplog add gbas1 usb1 rangegpsl1 ontime 5”, “grouplog add gbas1 usb1 satxyz ontime 5” และ “grouplog add gbas1 usb1 gpgsv ontime 5” ตามลำดับลงในโปรแกรมเทอร์มินอลใดๆ ที่เชื่อมต่อกับเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสผ่านพอร์ตอนุกรม เมื่อทำการรวมทั้งสี่คำสั่งไว้เป็นกลุ่มชื่อ “gbas1” แล้ว หลังจากนั้นเมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรม โปรแกรมจะทำการสั่งให้คำสั่งในกลุ่ม “gbas1” ทำงาน โดยจะป้อนคำสั่ง “groupuse start gbas1 usb1” ไปทางพอร์ตอนุกรมเพื่อสั่งให้เครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสส่งข้อมูลต่างๆ มายังคอมพิวเตอร์ทุกห้าวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนภาพการทำงานของส่วนการป้อนคำสั่งให้เครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสและรับข้อมูลสำหรับเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสรุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Form1
COM6 Start 5
<TIME USB1 0 65.0 FINESTEERING 1718 374235.000 00000000 9924 3153
< VALID -2.258098154e-08 3.422355734e-08 -15.99999999849 2012 12 13 7 56 59000 VALID
[USB1]<RANGEGPSL1 USB1 0 65.0 FINESTEERING 1718 374235.000 00000000 5862 3153
< 11
< 21 0 24288356 534 0 790 -127636191.733373 0.023 2841.426 40.2 1230.370 08109c04
< 12 0 24851224 500 0 886 -130594054.146169 0.086 -1077.215 39.2 1158.790 08109c24
< 29 0 20696393 558 0 229 -108760346.048569 0.006 102.840 50.9 10254.700 08109c44
< 9 0 22608607 047 0 330 -118809092.654928 0.009 2361.527 47.7 4538.530 08109c64
< 5 0 23883704 415 0 521 -125509628.105919 0.015 -1557.633 43.8 12292.980 18109c84
< 24 0 22666675 398 0 427 -119124774.856017 0.012 2340.645 45.5 5955.790 18109ca4
< 26 0 21768034 385 0 315 -114391844.946546 0.009 -2958.598 48.1 16518.221 08109ce4
< 25 0 24735634 953 2 122 -129986653.734266 0.148 -1102.188 31.6 48.640 18109d04
< 18 0 23842840 326 0 513 -125295008.990525 0.012 749.004 43.9 5554.640 08109d24
< 15 0 20281238 998 0 210 -106578739.627963 0.005 -1111.477 51.7 13237.680 08109d44
< 2 0 22618058 576 0 355 -116856601.767112 0.009 -1759.785 47.1 26894.520 18109d84
[USB1]<SATXYZ USB1 0 65.0 FINESTEERING 1718 374235.000 00000000 613c 3153
< 0.0 10
< 21 11064035 3960 11863753 3996 21585597 4236 -80347.465 8 151.440556 7.695699451 0.00000000 0.00000000
< 12 -65790 1189 15870271 5354 -21349774 8480 31965.681 16.290384573 16.309958098 0.00000000 0.00000000
< 29 5269129 2949 25376193 6938 5954114 0361 115999 570 5.210216886 2.92999731 0.00000000 0.00000000
< 9 -16115685 9017 19200245 7200 -8372514 7704 51852.429 9 195211603 4 596364469 0.00000000 0.00000000
< 5 -17286718 8333 6978188 2385 18944815 9475 -111670.414 12 038581754 7 6854480785 0.00000000 0.00000000
< 24 -12388272 7449 19802114 4349 -12628140 9887 732 318 13 094356810 4 934637728 0.00000000 0.00000000
< 26 -12439701 0783 13216401 8857 18634389 7928 -52964 682 7 348435264 4 329245267 0.00000000 0.00000000
< 18 18534855 4241 16779703 0735 9847923 9473 68696 475 10 427456278 7 109909131 0.00000000 0.00000000
< 15 -5572913 5262 23205857 3225 11381777 5074 -30604 923 4 082448554 2 679062996 0.00000000 0.00000000
< 2 -22112893 8612 13934614 6323 -2559129 2899 123367 064 8 084741328 5 641189496 0.00000000 0.00000000
[USB1]<GPGSV 3,1,11,15,74,012,52,29,62,271,51,26,36,034,48,09,34,139,48*74
$GPGSV,3,2,11,24,31,154,46,02,27,109,47,18,21,287,44,05,19,044,44*78
$GPGSV,3,3,11,21,19,325,40,25,10,220,32,12,09,187,39*48

```

รูปที่ 3.6 ข้อมูลที่รับได้จากเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส

1) คำสั่ง TIME จะให้ค่าของเวลาเป็น วัน เดือน ปี ชั่วโมง นาที และมิลลิวินาที ในโซนเวลาสากลเชิงพิกัด (Universal Coordinated Time) ซึ่งต้อง +7 ชั่วโมงเข้าไปเพื่อทำให้เป็นเวลาโซนมาตรฐานกรีนิช (Greenwich Mean Time: GMT) โดยรายละเอียดของข้อมูลสามารถดูได้จากรูปที่ 3.7

```

<TIME USB1 0 65.0 FINESTEERING 1718 374235.000 00000000 9924 3153
< VALID -2.258098154e-08 3.422355734e-08 -15.99999999849 2012 12 13 7 56 59000 VALID

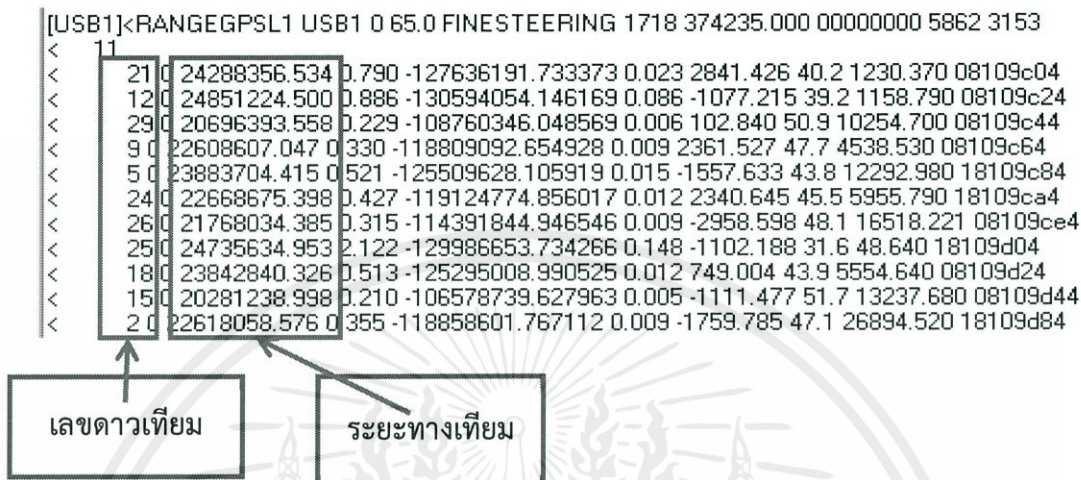
```

ปี เดือน วัน ชม. นาที มิลลิวินาที

รูปที่ 3.7 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง TIME

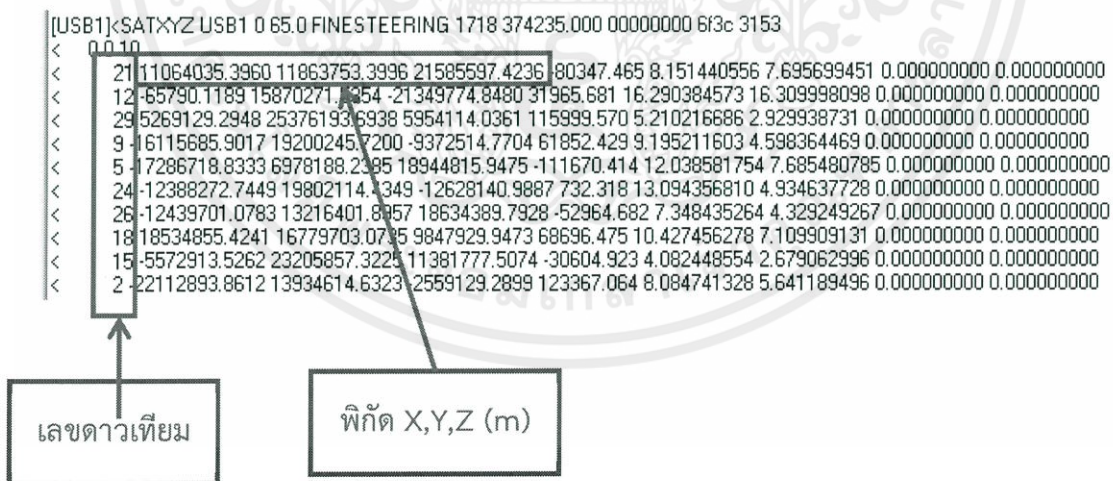
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คำสั่ง RANGGPSL1 จะให้ข้อมูลของเลขดาวเทียม และค่าของระยะทางเทียมของดาวเทียมดวงนั้น ดังรายละเอียดในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGGPSL1

3) คำสั่ง SATXYZ จะให้ข้อมูลพิกัด X, Y, Z ในระบบพิกัด ECEF ของดาวเทียมดวงนั้นๆ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATXYZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) คำสั่ง GPGSV จะให้ข้อมูลของมุม Azimuth และมุม Elevation ของดาวเทียมดวงนั้นๆ ดังรูปที่ 3.10

```
[USB1]$GPGSV,3,1,11,15,74,012,52,29,62,271,51,26,36,034,48,09,34,139,48*74
$GPGSV,3,2,11,24,31,154,46,02,27,109,47,18,21,287,44,05,19,044,44*78
$GPGSV,3,3,11,21,19,325,40,25,10,220,32,12,09,187,39*4B
```

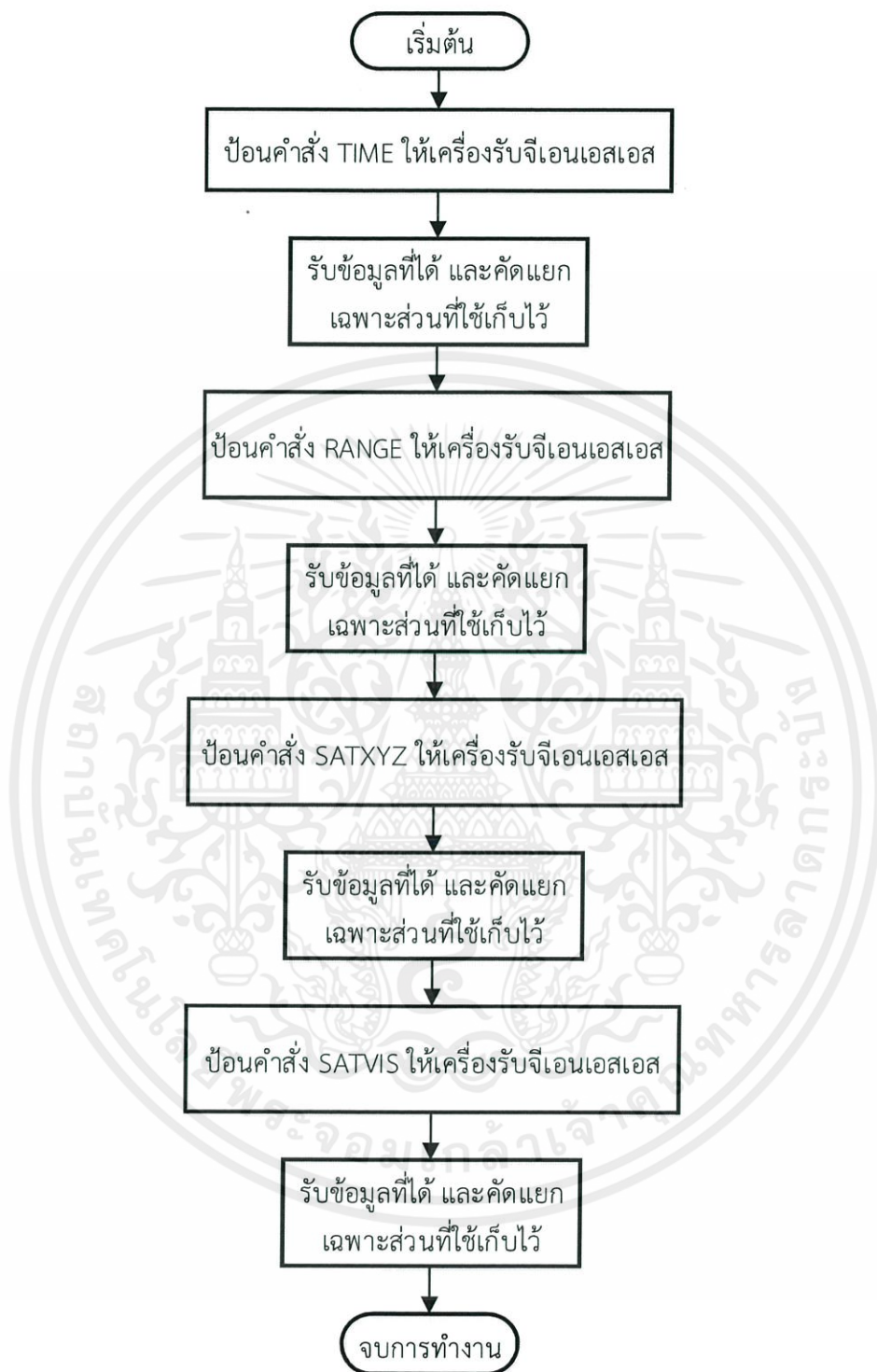
เลขดาวเทียม, Azimuth, Elevation

รูปที่ 3.10 รายละเอียดข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง GPGSV

3.3.1.2 คำสั่งที่ใช้กับเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel ProPak-V3

สำหรับเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel ProPak-V3 ไม่มีความสามารถในการสร้างกลุ่มคำสั่งจึงต้องป้อนคำสั่งเข้าไปทีละคำสั่งทุกรอบการทำงาน มีการทำงานดังรูปที่ 3.11 คำสั่งสำหรับเครื่อง NovAtel Propak-V3 มีคำสั่งที่ใช้สี่คำสั่งคือ TIME, RANGE, SATXYZ และ SATVIS โดยข้อมูลจากคำสั่ง TIME และ SATXYZ มีลักษณะเหมือนข้อมูลจากคำสั่ง TIME และ SATXYZ ของเครื่อง NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure ดังรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.9 ตามลำดับ ส่วนข้อมูลของคำสั่ง RANGE จะให้ข้อมูลค่าระยะทางเทียมที่มาจากค่าการคำนวณในคลื่นความถี่ L1 (1575.52MHz) และ L2 (1227.60MHz) และเลขดาวเทียมที่ให้ค่าระยะทางเทียมของดาวเทียมในระบบจีพีเอสและโกลนาส โดยดาวเทียมจีพีเอสจะมีเลขดาวเทียมตั้งแต่ 1 – 32 และดาวเทียมโกลนาสจะมีเลขดาวเทียมตั้งแต่ 38 – 61 ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แผนภาพการทำงานของส่วนการป้อนคำสั่งให้เครื่องรับสัญญาณจีออนเอสเอสและรับเอกสารนี้เป็นเอกสารข้อมูลสำหรับเครื่องรับสัญญาณจีออนเอสเอสรุ่น NovAtel ProPak-V3 ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
[COM1]<RANGE COM1 0 59.5 FINESTEERING 1778 295190.000 00000000 5103 6991
< 25
< 32 0 22765573.829 0.0852 -119634062.61620 0.0852 589.15 8.1520 1.95
0 08109c04
< 32 0 22765583.706 0.087 -93221468.501658 0.087 589.15 8.1520 1.95
01309c0b
< 1 0 25070746.343 0.163 -131747660.029458 0.163 589.15 8.1520 1.95
109c24
< 1 0 25070770.160 0.264 -102660604.167720 0.112 189.152 30.9 38.420 01
309c2b
< 29 0 24871362.568 0.243 -130699884.128164 0.065 492.188 33.4 252.070
18009c44
< 6 0 24808846.511 0.144 -130371384.128164 0.065 492.188 33.4 252.070
18109c64
< 6 0 24808861.478 0.265 -101588102.128164 0.065 492.188 33.4 252.070
113
< เลขดาวเทียมที่ให้ค่าระยะทางเทียม 12543332.407306 0.007 -1431.254 49.8 14068.
468
< 31 0 21416270.314 0.040 -87696171.708550 0.007 -1115.266 47.3 14062.5
80 11309c8b
```

รูปที่ 3.12 ข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGE

สำหรับคำสั่ง SATVIS จะให้ค่ามุมกวาดและมุมเงยของดาวเทียมที่ปรากฏในน่านฟ้า ดังรูปที่ 3.13

```
[COM1]<SATVIS COM1 0 61.0 FINESTEERING 1778 296049.000 00000000 0947 6991
< TRUE TIME 57
< 40 12 0 76.3 26.9 940.045 940.23
< 51 0 0 49.6 311.0 -1222.066 -122
< 31 0 0 44.3 350.1 -1509.480 -150
< 129 0 0 42.3 106.1 -0.139 0.050
< 22 0 0 41.6 154.9 -2753.486 -2753.297
< 32 0 0 40.2 319.1 2300.056 2300.244
< 14 0 0 38.5 58.8 3.663 85.852
< 39 3 0 38.3 141.9 -2857.150 -2856.9
< 137 0 7 37.4 103.8 -0.139 0.050
< 16 0 0 33.0 202.3 3362.845 3363.034
< 41 13 0 25.4 337.8 3866.134 3866.325
< 52 7 0 24.0 246.8 1661.326 1661.518
< 25 0 0 14.6 37.3 -3348.855 -3348.6
< 6 0 0 10.6 386.6 2295.779 2295.968
< 29 0 0 7.4 32.8 240.298 260.487
< 18 0 0 7.3 147.3 -3634.704 -3634.515
```

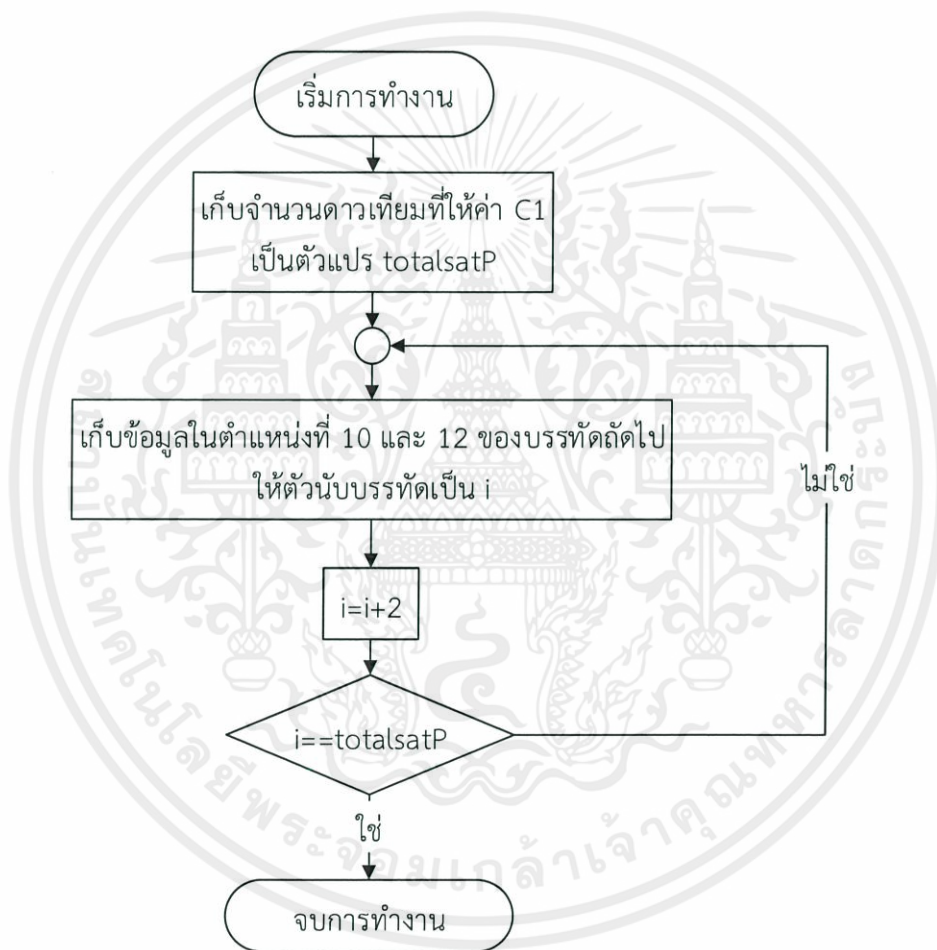
รูปที่ 3.13 ข้อมูลที่ได้รับจากคำสั่ง SATVIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 ส่วนของการเก็บค่าเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียมจากคำสั่ง

RANGEGPSL1

ส่วนของการเก็บเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียมจากคำสั่ง RANGEGPSL1 มีการทำงานดังรูปที่ 3.15 โดยข้อมูลตำแหน่งที่ศูนย์ของบรรทัดคือเลขดาวเทียม ข้อมูลตำแหน่งที่สองของบรรทัดคือค่าระยะทางเทียม



รูปที่ 3.15 แผนภาพการทำงานของกรเก็บค่าเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียม

จากคำสั่ง RANGEGPSL1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 ส่วนของการเก็บค่าพิกัดดาวเทียมจากคำสั่ง SATXYZ

ส่วนของการเก็บค่าพิกัดดาวเทียมมีการทำงานดังรูปที่ 3.16 โดยข้อมูลในตำแหน่งที่ศูนย์คือเลขดาวเทียม ตำแหน่งที่ 1-3 คือค่าพิกัด X, Y และ Z ตำแหน่งที่สี่คือค่า Clock offset ของดาวเทียม ตามลำดับ

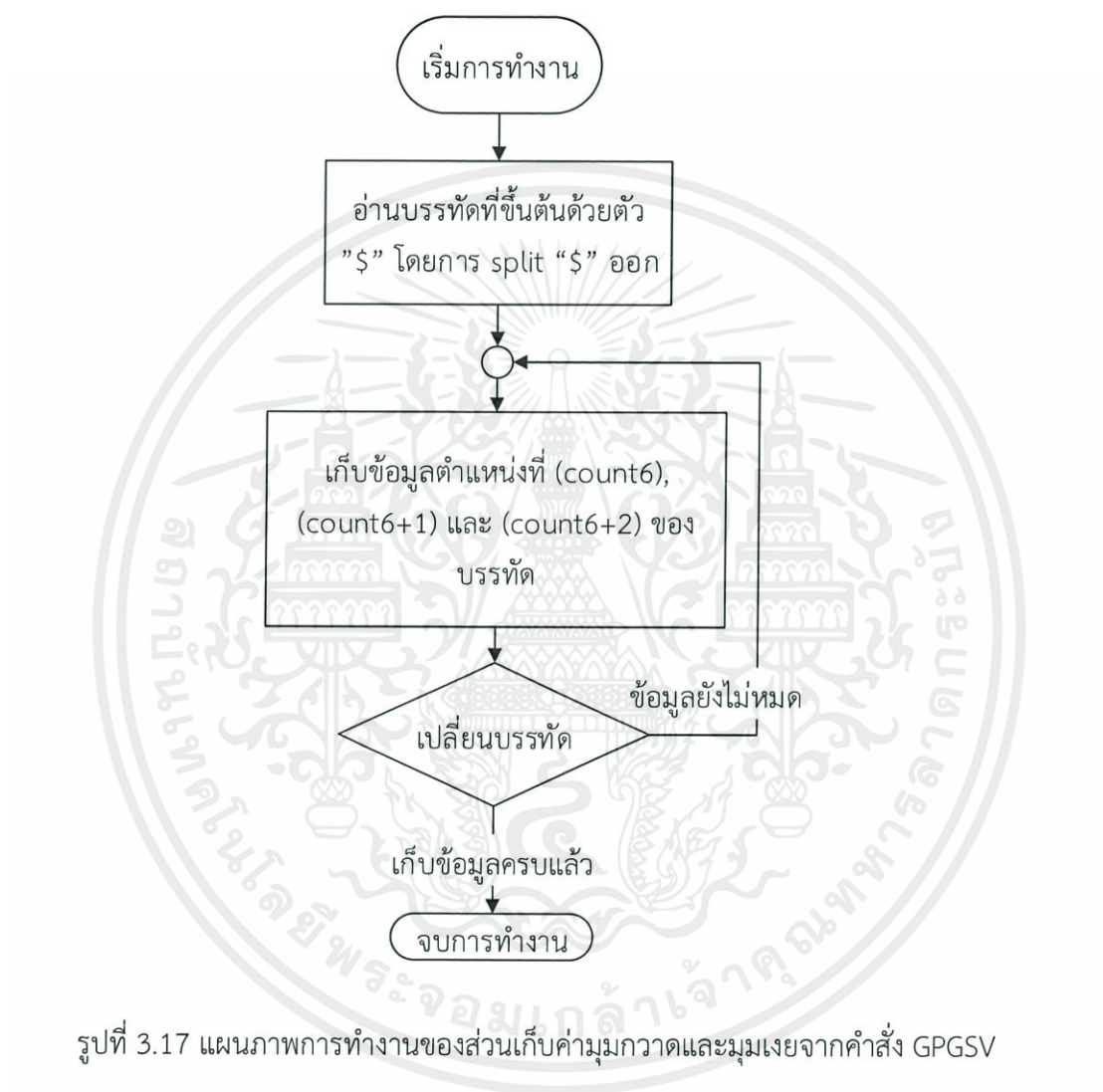


รูปที่ 3.16 แผนภาพการทำงานของส่วนการเก็บค่าพิกัดดาวเทียมจากคำสั่ง SATXYZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการขงเงินเพื่อการศึกษาค้นคว้า มีอยู่เพื่อให้นักวิจัยระดับบัณฑิตการศึกษาค้นคว้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.4 ส่วนของการเก็บค่ามุมกวาดและมุมเงยจากคำสั่ง GPGSV

ส่วนของการเก็บค่ามุมกวาดและมุมเงยมีการทำงานดังรูปที่ 3.17



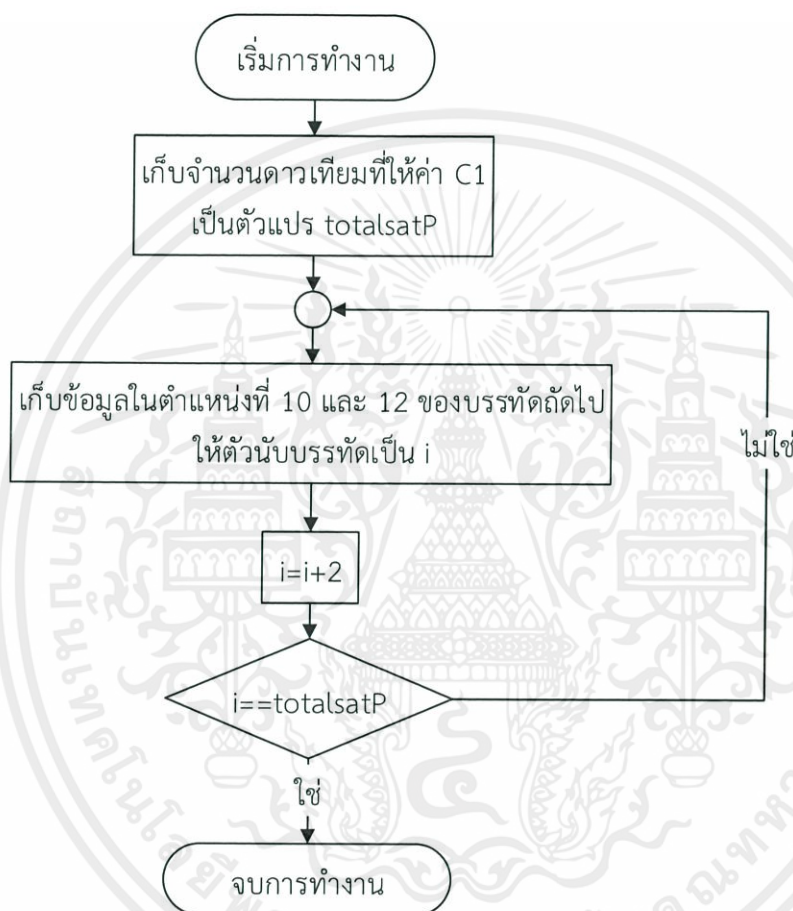
รูปที่ 3.17 แผนภาพการทำงานของส่วนเก็บค่ามุมกวาดและมุมเงยจากคำสั่ง GPGSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.5 ส่วนการเก็บค่าเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียมจากคำสั่ง

RANGE

ส่วนการเก็บค่าเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียมจากคำสั่ง RANGE จะเลือกเก็บเฉพาะค่าระยะทางเทียมจากสัญญาณความถี่ L1 เท่านั้น มีการทำงานดังรูปที่ 3.18

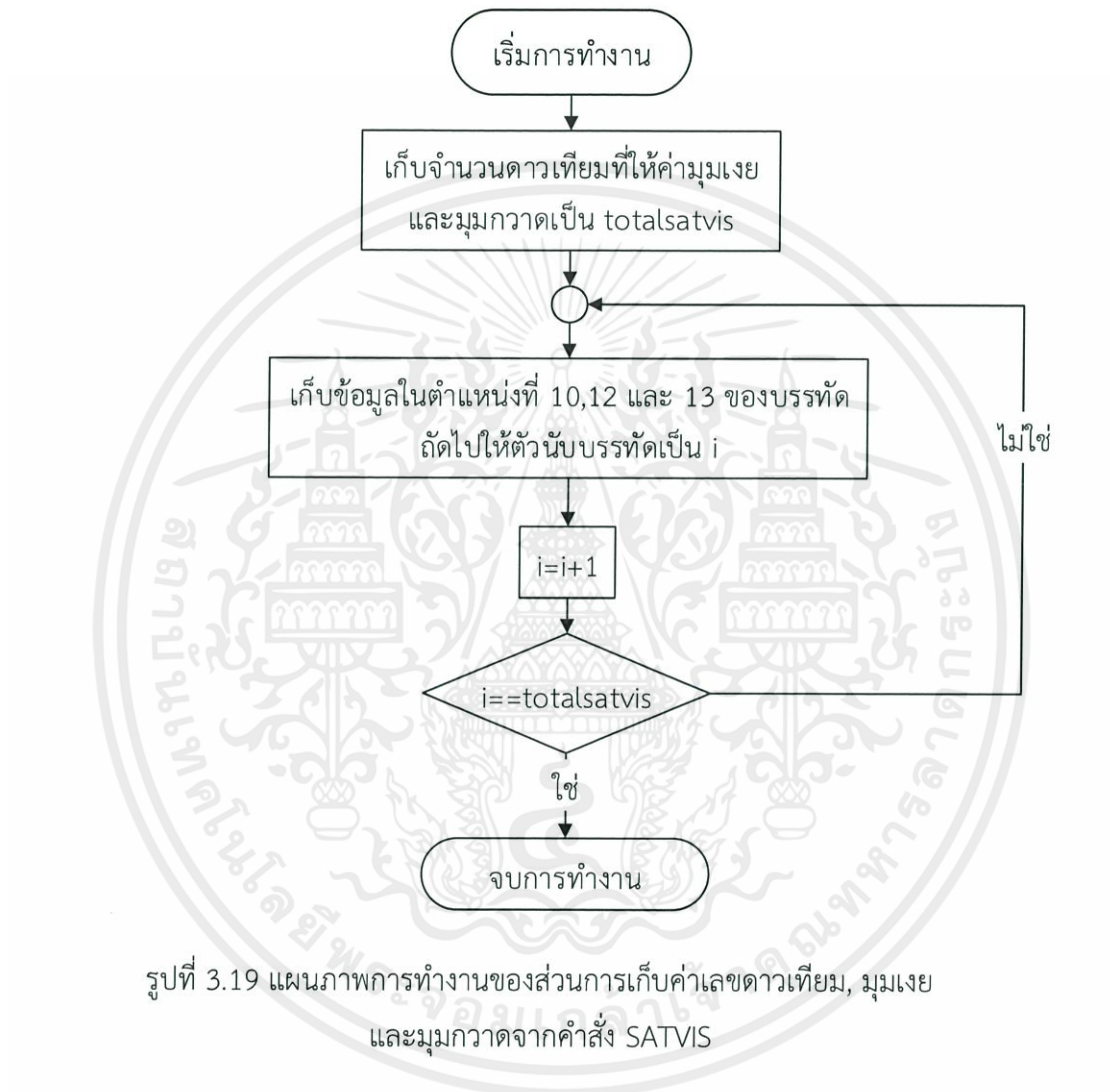


รูปที่ 3.18 แผนภาพการทำงานของส่วนเก็บค่าเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียมจากคำสั่ง RANGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.6 ส่วนการเก็บค่าเลขดาวเทียม, มุมเงย และมุมกวาดจากคำสั่ง SATVIS

ส่วนของการเก็บค่าเลขดาวเทียม, มุมเงย และมุมกวาดจากคำสั่ง SATVIS มีการทำงานดังรูปที่ 3.19

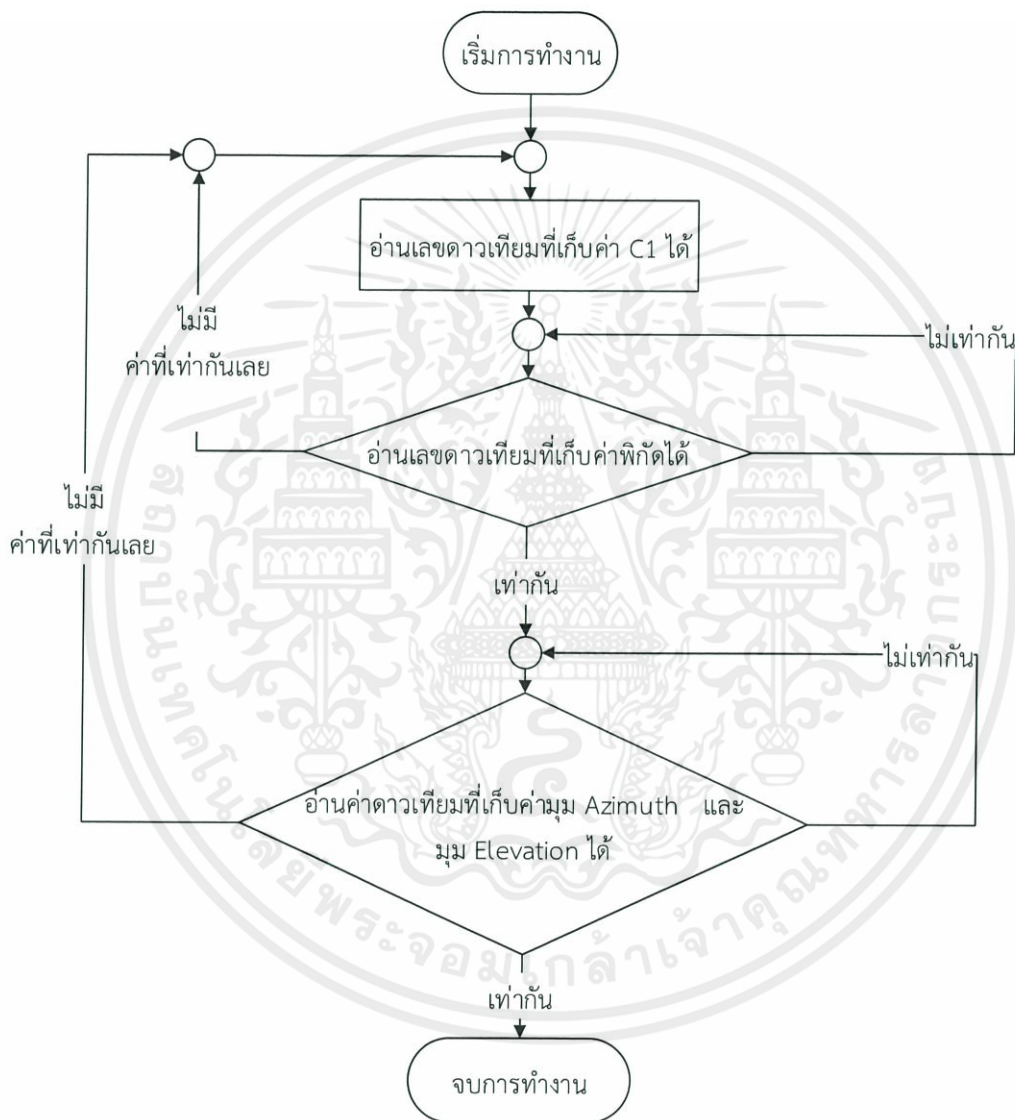


รูปที่ 3.19 แผนภาพการทำงานของส่วนการเก็บค่าเลขดาวเทียม, มุมเงย และมุมกวาดจากคำสั่ง SATVIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

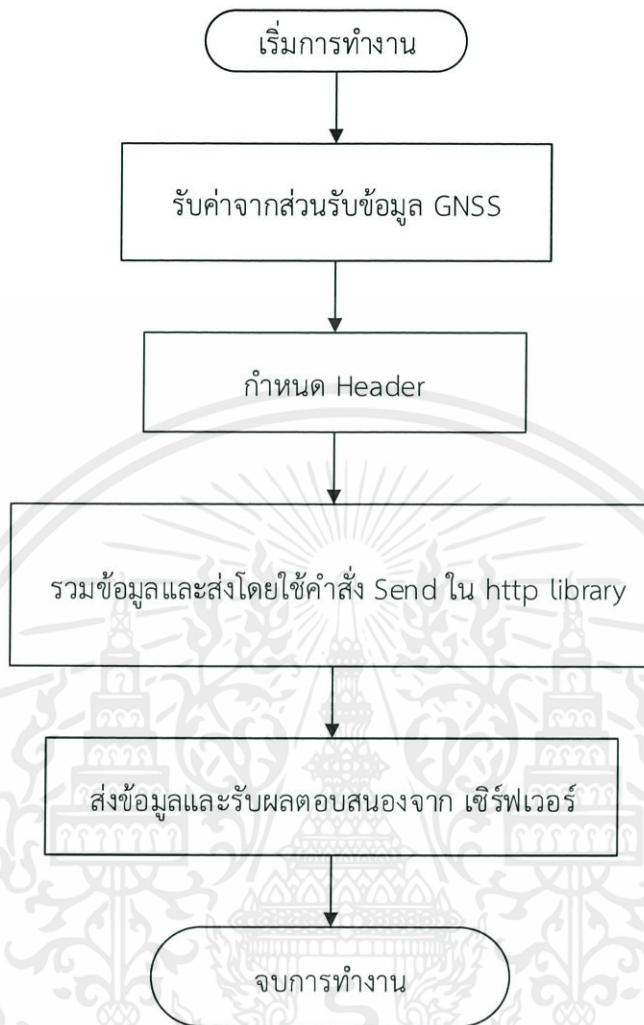
3.3.3 ส่วนของการจัดรูปแบบของข้อมูลและส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์

ส่วนของการจัดรูปแบบของข้อมูลและส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์ มีการทำงานดังรูปที่ 3.20 และ 3.21 ตามลำดับ



รูปที่ 3.20 แผนภาพการทำงานของส่วนของการจัดรูปแบบของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



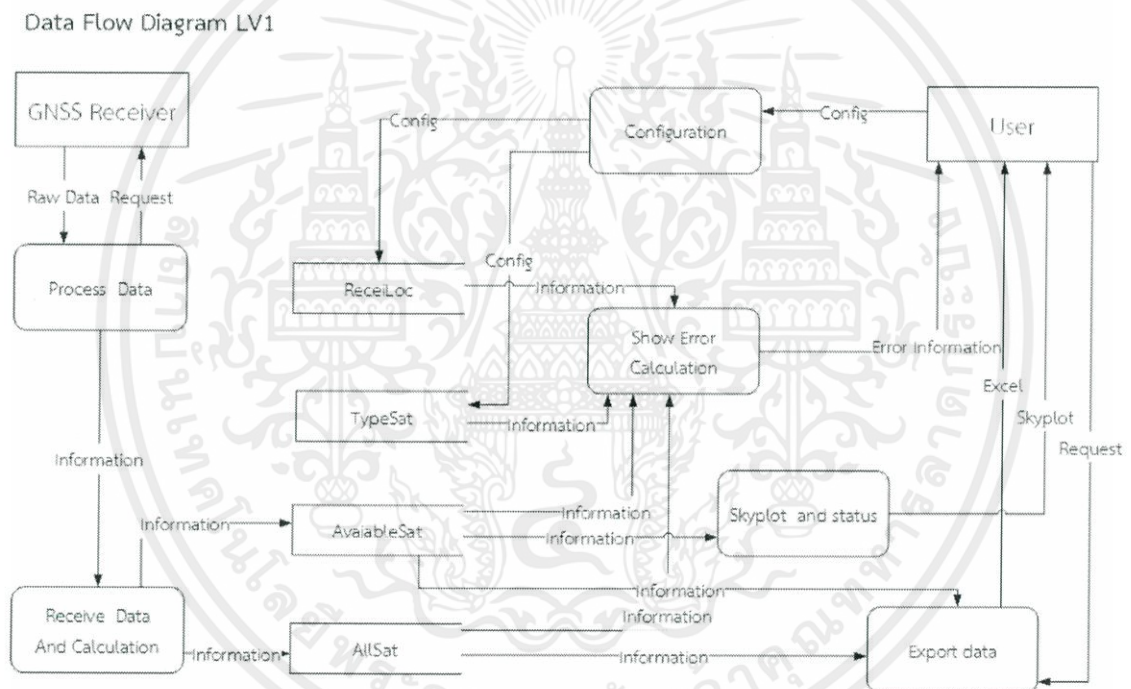
รูปที่ 3.21 แผนภาพการส่งข้อมูลขึ้นเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบในการจัดการประมวลผลและบันทึกข้อมูล

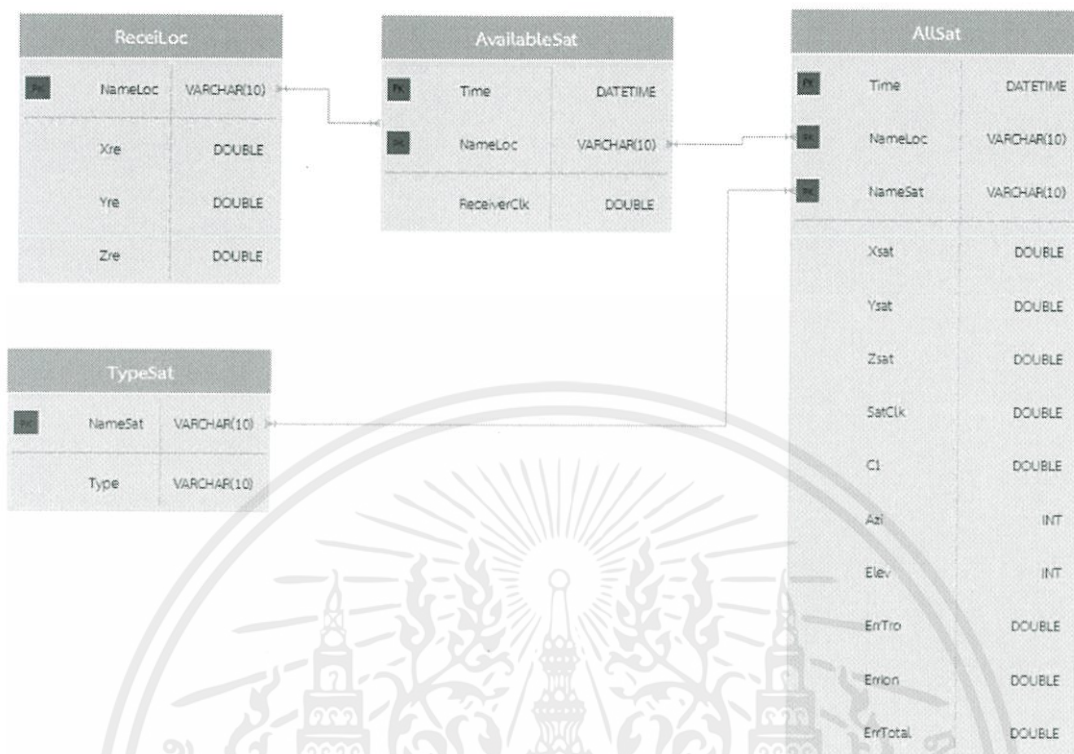
3.4.1 การออกแบบโครงสร้างของระบบโดยรวมทั้งหมด

โดยอาศัยเครื่องมือสองชนิดคือแผนภาพกระแสข้อมูลสำหรับการออกแบบระบบโดยรวมและการส่งข้อมูลระหว่างขั้นตอนการประมวลผลและโมเดลข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Entity-relationship model: ER) สำหรับการออกแบบฐานข้อมูลและทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทรีโดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.22 และ 3.23 ตามลำดับ



รูปที่ 3.22 ไดอะแกรมของระบบและการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ระบบฐานข้อมูล

จากไดอะแกรมในรูปที่ 3.22 Process Data จะทำการส่งคำขอไปที่เครื่องรับจีออนเอส หลังจากนั้นเครื่องรับจีออนเอสจะส่งข้อมูลกลับมาที่ Process Data เพื่อทำการประมวลผล และแยกข้อมูลต่างๆก่อนจะทำการส่งเข้าเซิร์ฟเวอร์แล้วบันทึกลงฐานข้อมูลต่อไป

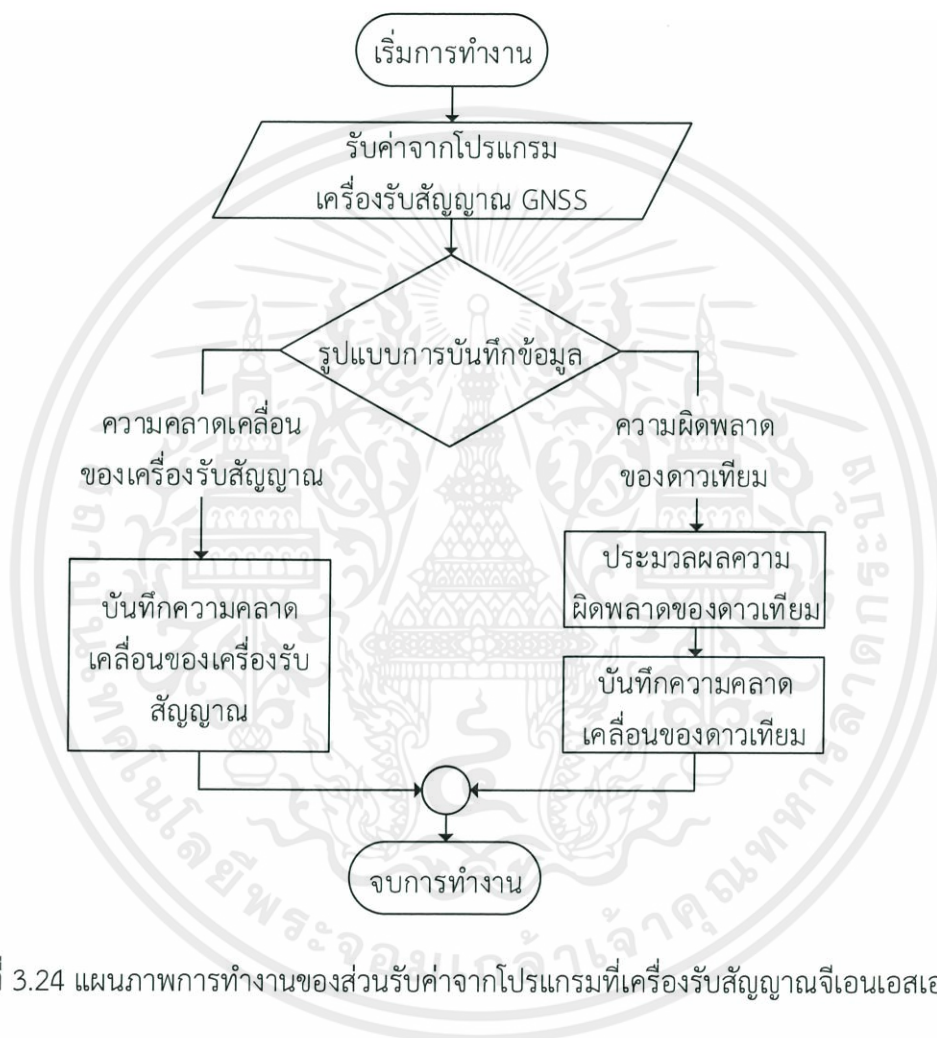
ในส่วนของผู้ใช้ระบบ (User) สามารถเข้าไปแก้ไขข้อมูลดาวเทียมประเภทของดาวเทียมและข้อมูลที่ตั้งของเครื่องรับสัญญาณได้ผ่าน Configuration ส่วนของค่าความผิดพลาดและสถานะต่างๆของดาวเทียมนั้นสามารถดูได้ผ่าน Error Calculation และ Skyplot and status ตามลำดับโดยการประมวลผลนั้นจะดึงข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลมาประมวลผลแล้วแสดงผลผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์และสามารถดึงข้อมูลออกมาได้เช่นกันผ่าน Export data

อีกส่วนหนึ่งคือฐานข้อมูลในรูปที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรเช่น NameLoc ในเอนทรี ReceiLoc, AvailableSat และ AllSat นั้นมีความสัมพันธ์กันเช่นหากเราทำการลบที่เอนทรี ReceiLoc แล้วในเอนทรีที่เหลือจะหายไปด้วยเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การสร้างระบบประมวลผล

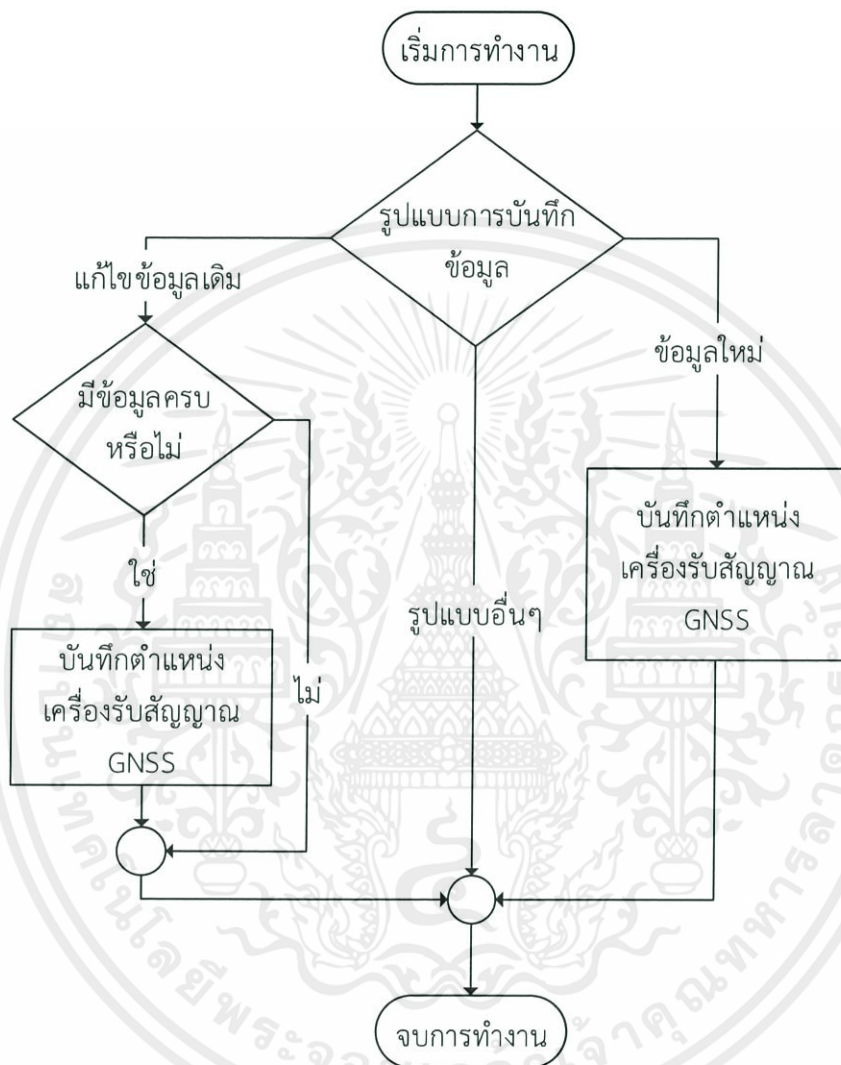
ส่วนรับค่าจากโปรแกรม (ส่วน Receive Data and calculation) ที่เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส มีการทำงานดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แผนภาพการทำงานของส่วนรับค่าจากโปรแกรมที่เครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

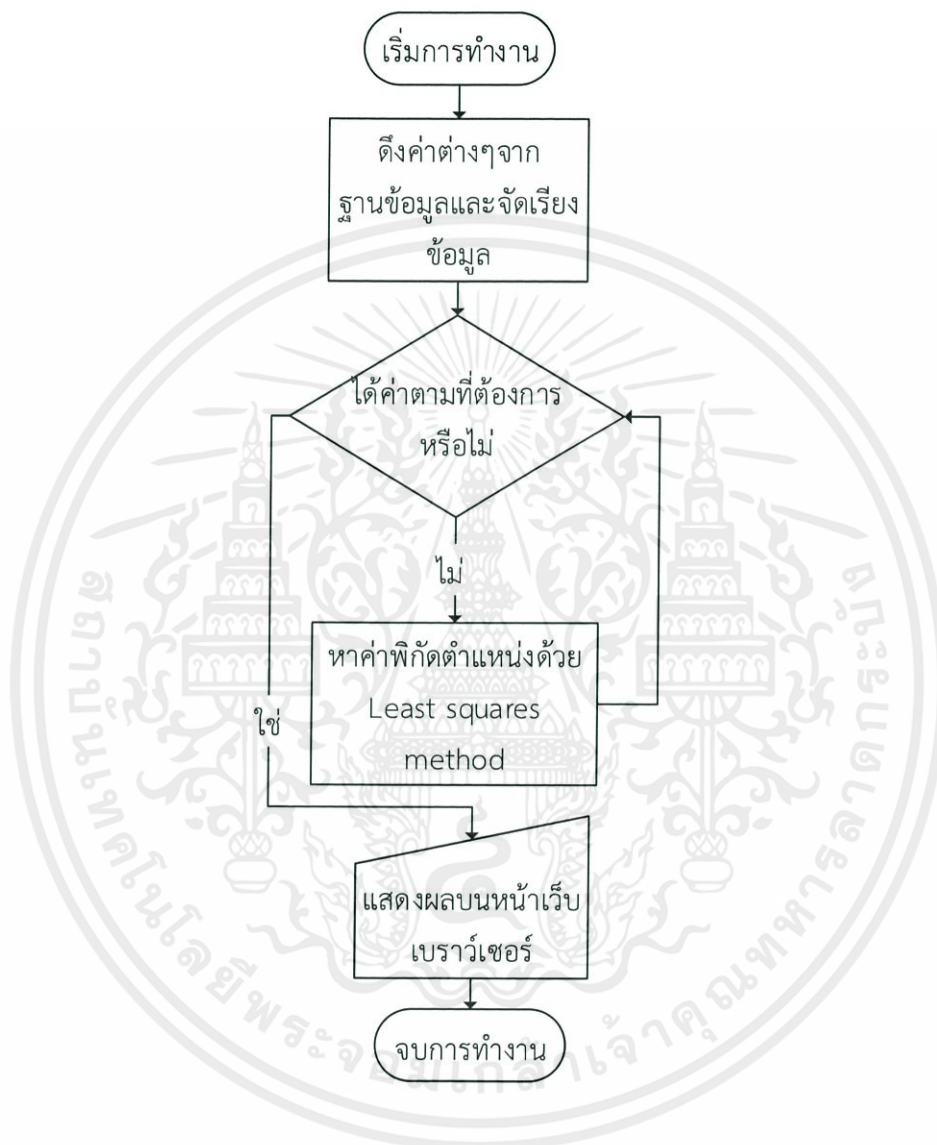
ส่วนรับและแก้ไขค่าตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส (ส่วน Configuration) โดยจะรับมาจากผู้ใช้งานมีการทำงานดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 แผนภาพการทำงานของส่วนรับค่าเพื่อบันทึกตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

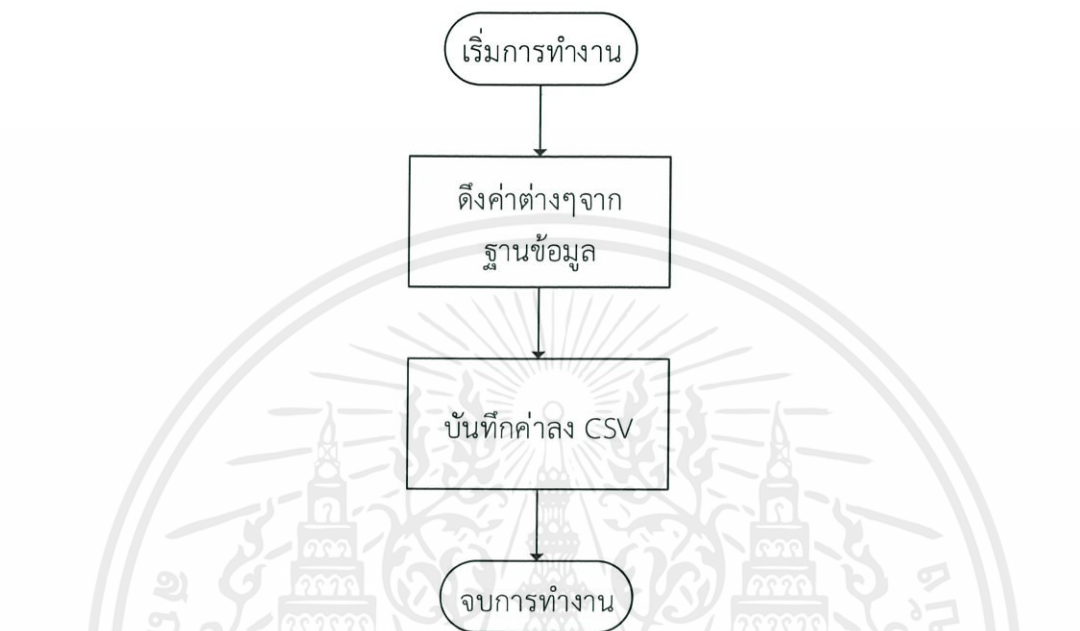
ส่วนแสดงผลค่าความผิดพลาดของเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอส (ส่วนShow Error Calculation) โดยจะดึงค่าต่างๆจากฐานข้อมูลเพื่อมาประมวลผลมีการทำงานดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แผนภาพการทำงานส่วนการแสดงผลค่าตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสด้วยการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนส่งออกข้อมูลที่บันทึกในฐานข้อมูล (ส่วน Export Data) เป็นการนำค่าที่บันทึกในฐานข้อมูลแล้วไปบันทึกเป็นไฟล์ CSV เพื่อนำข้อมูลไปใช้งานอื่น ๆ ต่อไปดังรูปที่ 3.27

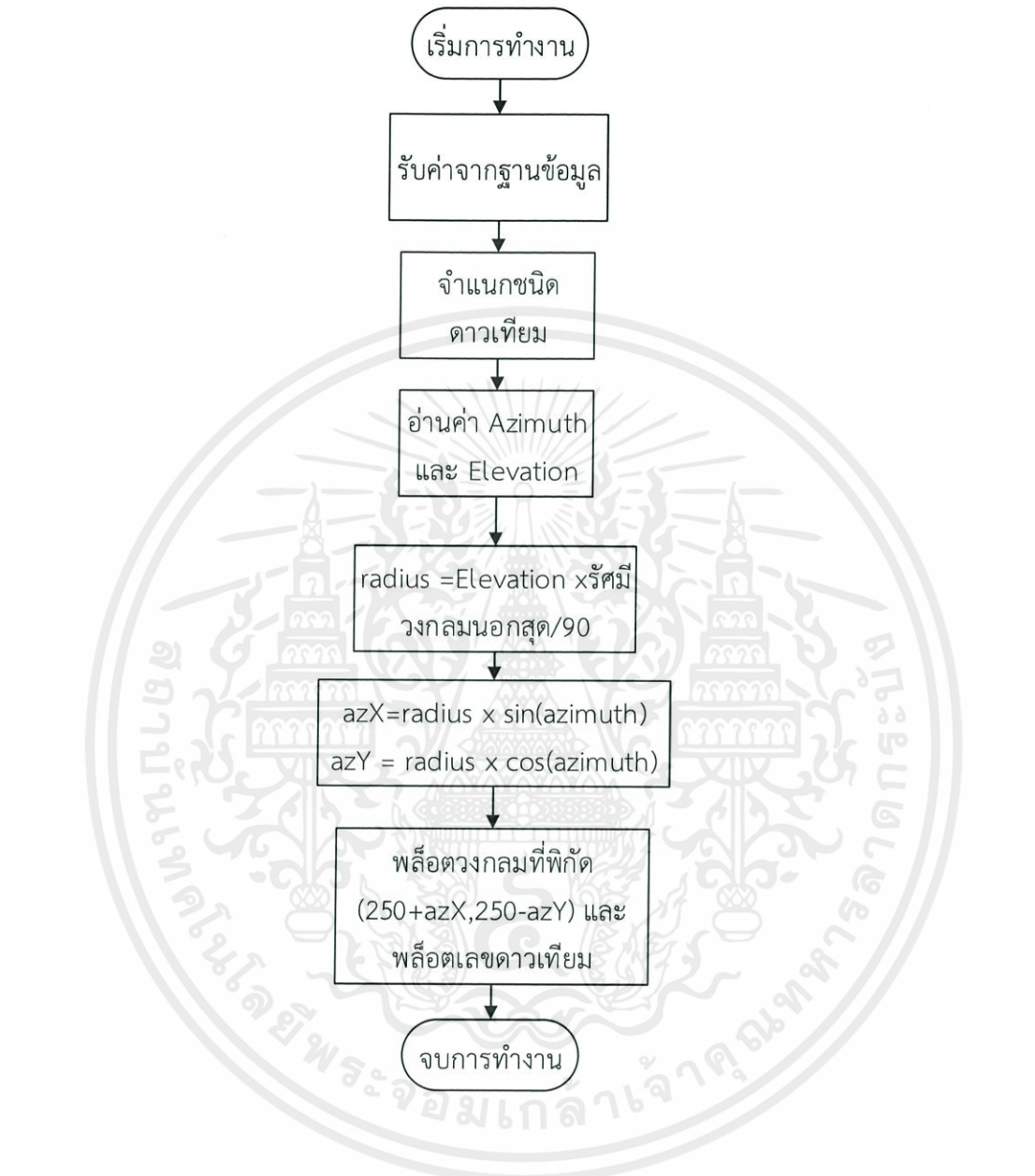


รูปที่ 3.27 แผนภาพการทำงานส่วนการนำค่าออกจากฐานข้อมูล

3.5 กราฟสกายพล็อต

ในส่วนของกราฟสกายพล็อตทำการรับค่าที่ส่งมาจากฐานข้อมูลเพื่อมาประมวลผล และพล็อตลงบนกราฟ โดยอาศัยข้อมูลที่สำคัญคือมุมเงยและมุมกวาด มีขั้นตอนการทำงานตามรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 แผนภาพการทำงานของกราฟกายพล็อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการรับข้อมูลและคัดแยกพารามิเตอร์จากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส

ผลการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของโปรแกรมที่เก็บข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure และส่วนที่เก็บข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel ProPak-V3

4.1.1 ส่วนของการเก็บข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure

ส่วนของการรับข้อมูลจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure สามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนของการรับข้อมูลที่ได้จากการป้อนคำสั่ง และส่วนของการคัดแยกข้อมูลที่จะต้องใช้ออกจากข้อมูลทั้งหมด

4.1.1.1 ส่วนของการรับข้อมูลที่ได้จากการป้อนคำสั่งจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure

ส่วนของการรับข้อมูลที่ได้จากการป้อนคำสั่งจากเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสชนิดสองความถี่รุ่น NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure ในวันที่ 19 สิงหาคม ค.ศ. 2013 มีการทำงานตามรูปที่ 3.5 ในบทที่ 3 และมีผลการทำงานตามรูปที่ 4.1 โดยข้อมูลที่ปรากฏในหน้าจอของโปรแกรมคือข้อมูลที่เครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสส่งมาให้ และจะเห็นได้ว่า เครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสส่งชุดข้อมูลที่ตรงกับชุดคำสั่งที่ป้อนเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

readfile.py F:\New folder\HACK\readfile.py
File Edit Format Run Options Windows Help
import serial
import io
import time
import datetime

Data = [
["TIME USB1 D 68.5 FINESTEERING 1754 146180.000 00000000 9924 3153
VALID -1.861666699e-09 6.778342166e-08 -15.99999999674 2010 0 19 16 16 4000 VALID
[USB1]<RANGEFSL1 USB1 D 68.5 FINESTEERING 1754 146180.000 00000000 9862 3153
10
21 0 21220565.285 0.249 -111514912.434497 0.007 2264.313 50.2 8671.160 16109c04
6 D 25768222.009 1.272 -135412913.136742 0.045 1331.496 36.0 103.170 16109c24
22 0 24580399.701 0.646 -129212906.247495 0.016 1471.910 41.9 2603.610 08109c44
14 0 23444275.314 0.644 -123726010.268954 0.023 2039.008 41.9 1498.870 08109c44
25 0 24957298.465 0.995 -151151476.805567 0.024 883.424 98.1 1414.442 15109c44
12 0 24900352.403 0.516 -130852234.752479 0.114 1042.195 38.9 95.440 06109c44
15 0 22306166.757 0.304 -117219921.418985 0.005 -2597.766 48.8 13142.380 03109c44
39 0 22405510.061 0.340 -117741791.471568 0.009 -2517.031 47.5 11857.560 16109c04
18 0 22934721.021 0.323 -119997280.067922 0.008 1153.250 47.9 9619.990 16109c44
24 0 20950403.178 0.226 -110095335.948521 0.005 65.664 51.0 9584.260 16109c44
[USB1]<SATXYZ USB1 D 68.5 FINESTEERING 1754 146180.000 00000000 9730 3153
0.0 9
21 1277605.5112 21607289.3535 15629478.2089 -94237.404 1.308991210 3.071922955 0.000000000 0.000000000
22 18093236.2499 11692155.3841 15642907.3004 24186.189 1.127688552 11.657785263 0.000000000 0.000000000
14 15613574.6115 20222632.0430 -7068970.6340 65238.367 3.754333806 7.061364449 0.000000000 0.000000000
25 -3284454.2110 14896665.6551 -21794478.2733 41182.380 9.928078950 18.395543287 0.000000000 0.000000000
15 -17633096.0460 10719644.2510 -16643613.6292 45401.046 2.397641274 19.169556922 0.000000000 0.000000000
18 -9512224.0713 13364428.4064 20818333.9886 -39866.705 4.378630273 4.324203136 0.000000000 0.000000000
29 2263114.6114 23138233.9366 -12852821.5650 138960.459 2.084340560 4.720784925 0.000000000 0.000000000
18 5929075.9024 15707635.8693 21044572.7214 60926.538 3.196666651 4.709775798 0.000000000 0.000000000
24 -15505105.4740 20917324.2161 5112752.3286 -3639.472 3.386618657 3.061245018 0.000000000 0.000000000
[USB1]<GPSV,3,1,11,24,57,093,51,21,57,335,50,15,36,022,46,18,33,333,48*7b
$GPSV,3,2,11,29,38,209,47,14,21,240,48,22,12,304,42,28,08,179,38*7b
$GPGCV,1,9,11,12,07,142,39,06,02,1307,36,05,02,089,*43***)

```

รูปที่ 4.1 ข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องรับสัญญาณจีเอนเอสเอสชนิดสองความถี่

NovAtel OEMV-3 with DL-V3 enclosure

4.1.1.2 ส่วนของการแยกข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ออกจากข้อมูลทั้งหมด

ส่วนของการแยกข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ออกจากข้อมูลทั้งหมดสามารถแบ่งได้ออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแรก ส่วนของการเก็บค่าวันเวลา และค่าความผิดพลาดทางฐานเวลา ส่วนที่ 2 ส่วนของการเก็บค่าเลขดาวเทียมและค่าระยะทางเทียม ส่วนที่ 3 ส่วนของการเก็บค่าพิกัดดาวเทียม และส่วนสุดท้าย ส่วนของการเก็บค่ามุมกวาดและมุมเงย โดยการแยกข้อมูลนี้อาศัยภาษาไพธอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

readfile.py - F:\New folder\HACK\readfile.py
File Edit Format Run Options Windows Help
import serial
import io
import time
import datetime

Data = ["TIME USE 0 68.5 F 0000 9924 3153
< VALID -1.85560690e-08 6.770342166e-08 -45.99999999874 2013 8 19 16 36 4000 VALID
[USB1]<RANGECOUNT USB1 0 68.5 FINESTEERING 1734 146100.000 00000000 5862 3153
< 10
< 21 21220565.285 0.249 -111514912 824497 0.007 2364.319 50.2 8871.160 10109c04
< 6 5768222.809 1.272 -135412923. 86742 0.045 1331.496 36.0 103.170 10109c24
< 22 24588399.781 0.646 -129212908 247495 0.016 1471.910 41.9 2603.610 08109c44
< 14 23544275.314 0.594 -123726010 266854 0.032 2055.000 49.2 4982.070 08109c64
< 25 24907290.465 0.599 -131191476 805567 0.024 803.414 38.1 1414.442 10109ca4
< 12 24900352.403 0.916 -130852234 789479 0.114 1042.195 38.9 95.440 08109cc4
< 15 22306186.757 0.304 -117219921 419995 0.008 -2597.766 48.5 19342.180 08109ce4
< 29 22405510.061 0.340 -117741791 471568 0.009 -2517.031 47.5 11857.560 10109d04
< 18 22834721.021 0.323 -119997260 087922 0.008 1152.250 47.9 9619.990 10109d44
< 24 20950403.128 0.226 -110095131 948521 0.005 63.664 51.0 8554.260 10109d64

satnum with pseudorange=
['21', '6', '12', '14', '15', '12', '15', '29', '18', '24']

Pseudorange =
['21220565.285', '2576822.809', '24588399.781', '23544275.314', '24907290.465', '24900352.403', '22306186.757', '22405510.061', '22834721.021', '20950403.128']

satnumXYZ =
['21', '22', '14', '15', '15', '29', '18', '24']

Xmat =
['1277605.5132', '1909336.2499', '1561574.8115', '3282454.2110', '-17637096.0460', '-9512224.0713', '2263214.6114', '5965075.9024', '-15505105.4740']

Ymat =
['21407263.3535', '11692155.3041', '2632232.0450', '14896665.6551', '10729541.2515', '13364476.4064', '23130236.7166', '15707665.0693', '20917324.5161']

Zmat =
['15629476.2003', '15942907.3004', '-7050770.6548', '-21794678.2734', '-16543613.6292', '20818339.9006', '-12052621.6650', '21044457.7214', '5112752.3286']

```

รูปที่ 4.3 ผลการเก็บค่าเลขดาวเทียม และค่าระยะทางเทียม

จะได้ เห็นได้ว่า สามารถแยกข้อมูลเลขดาวเทียม และค่าระยะทางเทียมออกมาจากชุดข้อมูล

3) ส่วนของการเก็บค่าเลขดาวเทียมที่ให้ค่าพิกัดดาวเทียมและค่าพิกัดดาวเทียมซึ่งมีการทำงานตามรูปที่ 3.11 ในบทที่ 3 และมีผลการทำงานตามรูปที่ 4.4

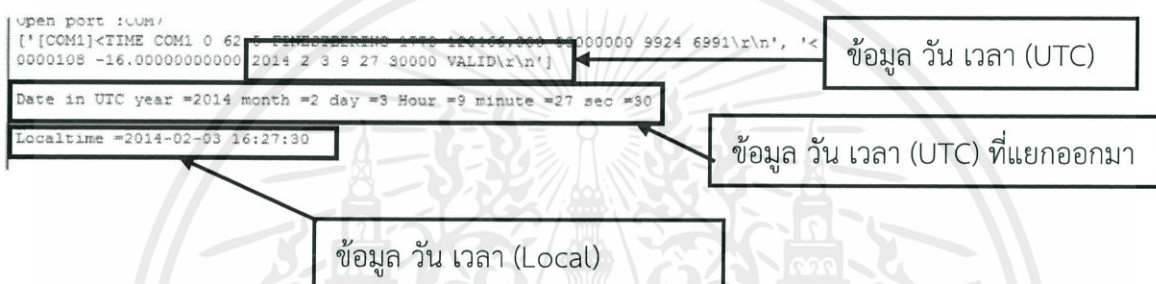
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```
open port :COM/
['[COM1]<TIME COM1 0 62.5 FINESTEERING 1778 120466.000 00000000 9924 6991\r\n', '< VALID -9.722542522e-09 0.00
0000108 -16.000000000000 2014 2 3 9 27 30000 VALID\r\n']
```

```
Date in UTC year =2014 month =2 day =3 Hour =9 minute =27 sec =30
```

```
Localtime =2014-02-03 16:27:30
```

รูปที่ 4.6 ข้อมูลที่ได้รับจากคำสั่ง TIME



รูปที่ 4.7 ผลการตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง TIME และการเปลี่ยนระบบเวลา

4.1.2.2 ส่วนของการรับและตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGE

ส่วนของการรับและตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGE มีการทำงานตามรูปที่ 3.18 ในบทที่ 3 คำสั่ง RANGE จะให้ข้อมูลของเลขดาวเทียมที่ให้ค่าระยะทางเทียมและค่าระยะทางเทียมของดาวเทียมดวงนั้นๆ ซึ่งมีผลการรับข้อมูลดังรูปที่ 4.8 และมีผลการทำงานดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

datarange=
['[COM1]<RANGE COM1 0 63.5 FINESTEERING 1778 120469.000 00000000 5103 6991\r\n', '<          32 0 24092243.762 0.0
89 -126605622.019759 0.015 3048.156 42.1 834.090 18109c04 \r\n', '<          16 0 24723647.410 0.153 -129923682.14
8862 0.024 3737.836 37.4 743.650 18109c24 \r\n', '<          31 0 20869094.935 0.034 -110536312.955492 0.006 -874.
133 50.4 883.230 18109c84 \r\n', '<          18 0 22422346.350 0.062 -118699692.987439 0.015 -2864.570 45.3 889.28
0 08109ca4 \r\n', '<          22 0 20439703.177 0.033 -108279841.816465 0.005 -1148.711 50.7 888.150 18109cc4 \r\n
', '<          25 0 22396401.812 0.056 -118562355.698524 0.011 -2118.605 46.1 888.970 08109d64 \r\n', '<
14 0 22246724.115 0.051 -117775806.936596 0.008 274.719 46.9 895.180 08109da4 \r\n', '<          48 7 20429125.780
0.237 -109167047.364898 0.017 -2841.859 39.7 834.900 08119ec4 \r\n', '<          49 6 20185600.506 0.261 -10782786
0.954690 0.020 789.742 38.8 834.900 08119ee4 \r\n', '<          38 8 20540931.035 0.200 -109803070.366246 0.015 28
31.430 41.1 834.900 08119f44 \r\n', '<          45 13 20014246.137 0.212 -107175380.638093 0.017 -568.953 40.6 834
.900 18119fa4 \r\n']

```

รูปที่ 4.8 ข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGE

```

datarange=
['[COM1]<RANGE COM1 0 63.5 FINESTEERING 1778 120469.000 00000000 5103 6991\r\n', '<          32 0 24092243.762 0.0
89 -126605622.019759 0.015 3048.156 42.1 834.090 18109c04 \r\n', '<          16 0 24723647.410 0.153 -129923682.14
8862 0.024 3737.836 37.4 743.650 18109c24 \r\n', '<          31 0 20869094.935 0.034 -110536312.955492 0.006 -874.
133 50.4 883.230 18109c84 \r\n', '<          18 0 22422346.350 0.062 -118699692.987439 0.015 -2864.570 45.3 889.28
0 08109ca4 \r\n', '<          22 0 20439703.177 0.033 -108279841.816465 0.005 -1148.711 50.7 888.150 18109cc4 \r\n
', '<          25 0 22396401.812 0.056 -118562355.698524 0.011 -2118.605 46.1 888.970 08109d64 \r\n', '<
14 0 22246724.115 0.051 -117775806.936596 0.008 274.719 46.9 895.180 08109da4 \r\n', '<          48 7 20429125.780
0.237 -109167047.364898 0.017 -2841.859 39.7 834.900 08119ec4 \r\n', '<          49 6 20185600.506 0.261 -10782786
0.954690 0.020 789.742 38.8 834.900 08119ee4 \r\n', '<          38 8 20540931.035 0.200 -109803070.366246 0.015 28
31.430 41.1 834.900 08119f44 \r\n', '<          45 13 20014246.137 0.212 -107175380.638093 0.017 -568.953 40.6 834
.900 18119fa4 \r\n']

satnumB=
['16', '31', '18', '22', '25', '14', '48', '49', '38']

Pseudorange=
['24723647.410', '20869094.935', '22422346.350', '20439703.177', '22396401.812', '22246724.115', '20429125.780', '
20185600.506', '20540931.035']

```

รูปที่ 4.9 ผลการคัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง RANGE

4.1.2.3 ส่วนของการรับและคัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATXYZ

ส่วนของการรับและคัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATXYZ มีการทำงานดังรูปที่ 3.19 ในบทที่ 3 คำสั่ง SATXYZ จะให้ข้อมูลเลขดาวเทียมที่ให้ค่าพิกัด, ค่าพิกัดของดาวเทียมดวงนั้นๆ และค่าความคลาดเคลื่อนของฐานเวลาของดาวเทียมดวงนั้นๆ ซึ่งมีผลการรับข้อมูลดังรูปที่ 4.10 และมีผลการทำงานดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

datasztxyza=
['[COM1]<SAITXYZ COM1 0 61.5 FINESTEERING 1778 120473.000 00000000 6f3c 6991\r\n', '< 0.0 11 \r\n', '<
32 11133140.2172 11503711.5092 21323679.8337 -147452.517 20.625968235 8.026686864 0.000000000 0.000000000 \r\n', '
< 16 5724871.7911 16980691.4432 -19511416.3681 -69842.906 21.697665424 14.613605712 0.000000000 0.0000000
00 \r\n', '< 31 4956531.5903 22443109.2047 13412420.3985 99808.181 6.764999127 3.101150850 0.000000000 0.
000000000 \r\n', '< 18 -16357327.2830 17663907.8774 -10407763.3280 89876.152 12.124947746 5.253683677 0.0
00000000 0.000000000 \r\n', '< 22 -10496119.3926 24306111.7976 359747.2859 63231.923 4.307416931 2.807805
089 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 25 -17227508.0369 12551819.6641 15710760.5661 3796.072 17.383252517
4.629213342 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 14 -10886312.5102 13952809.0923 19972799.0915 60367.247 12.
213615119 4.210089550 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 48 -2799207.7136 17305382.5049 18492482.8766 -730
8.361 22.410388495 3.903174649 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 49 7148130.6725 24441104.6668 2505563.81
63 -14818.635 22.021564210 3.197894732 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 38 -2779638.1557 17172989.8492 1
8658571.6659 -49990.328 25.169511625 3.535798731 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 45 -15154513.9951 2024
9406.0959 3470835.7364 -7007.484 19.372088839 3.119061848 0.000000000 0.000000000\r\n']

```

รูปที่ 4.10 ข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATXYZ

```

datasztxyza=
['[COM1]<SAITXYZ COM1 0 61.5 FINESTEERING 1778 120473.000 00000000 6f3c 6991\r\n', '< 0.0 11 \r\n', '<
32 11133140.2172 11503711.5092 21323679.8337 -147452.517 20.625968235 8.026686864 0.000000000 0.000000000 \r\n', '
< 16 5724871.7911 16980691.4432 -19511416.3681 -69842.906 21.697665424 14.613605712 0.000000000 0.0000000
00 \r\n', '< 31 4956531.5903 22443109.2047 13412420.3985 99808.181 6.764999127 3.101150850 0.000000000 0.
000000000 \r\n', '< 18 -16357327.2830 17663907.8774 -10407763.3280 89876.152 12.124947746 5.253683677 0.0
00000000 0.000000000 \r\n', '< 22 -10496119.3926 24306111.7976 359747.2859 63231.923 4.307416931 2.807805
089 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 25 -17227508.0369 12551819.6641 15710760.5661 3796.072 17.383252517
4.629213342 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 14 -10886312.5102 13952809.0923 19972799.0915 60367.247 12.
213615119 4.210089550 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 48 -2799207.7136 17305382.5049 18492482.8766 -730
8.361 22.410388495 3.903174649 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 49 7148130.6725 24441104.6668 2505563.81
63 -14818.635 22.021564210 3.197894732 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 38 -2779638.1557 17172989.8492 1
8658571.6659 -49990.328 25.169511625 3.535798731 0.000000000 0.000000000 \r\n', '< 45 -15154513.9951 2024
9406.0959 3470835.7364 -7007.484 19.372088839 3.119061848 0.000000000 0.000000000\r\n']

satnumxyz=
11

Xsat=
['11133140.2172', '5724871.7911', '4356531.5903', '-16357327.2830', '-10496119.3926', '-17227508.0369', '-10886312
.5102', '-2799207.7136', '7148130.6725', '-2779638.1557', '-15154513.9951']

Ysat=
['11503711.5092', '16980691.4432', '22443109.2047', '17663907.8774', '24306111.7976', '12551819.6641', '13952809.0
923', '17305382.5049', '24441104.6668', '17172989.8492', '20249406.0959']

Zsat=
['21323679.8337', '-19511416.3681', '13412420.3985', '-10407763.3280', '359747.2859', '15710760.5661', '19972799.0
915', '18492482.8766', '2505563.8163', '18658571.6659', '3470835.7364']

satolcoeff=
['-147452.517', '-69842.906', '99808.181', '89876.152', '63231.923', '3796.072', '60367.247', '-7308.361', '-14818
.635', '-49990.328', '-7007.484']

```

พิภพ X,Y,Z ของดาวเทียม

ค่าความคลาดเคลื่อนของฐานเวลาของดาวเทียม

รูปที่ 4.11 ผลการตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATXYZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.4 ส่วนของการรับและคัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATVIS

ส่วนของการรับและคัดแยกข้อมูลจากคำสั่ง SATVIS มีการทำงานดังรูปที่ 3.20 ในบทที่ 3 คำสั่ง SATVIS จะให้ข้อมูลเลขดาวเทียม, ค่ามุม Azimuth และค่ามุม Elevation ของดาวเทียมที่อยู่ในระยะการมองเห็น ซึ่งมีผลการรับข้อมูลดังรูปที่ 4.12 และมีผลการทำงานดังรูปที่ 4.13

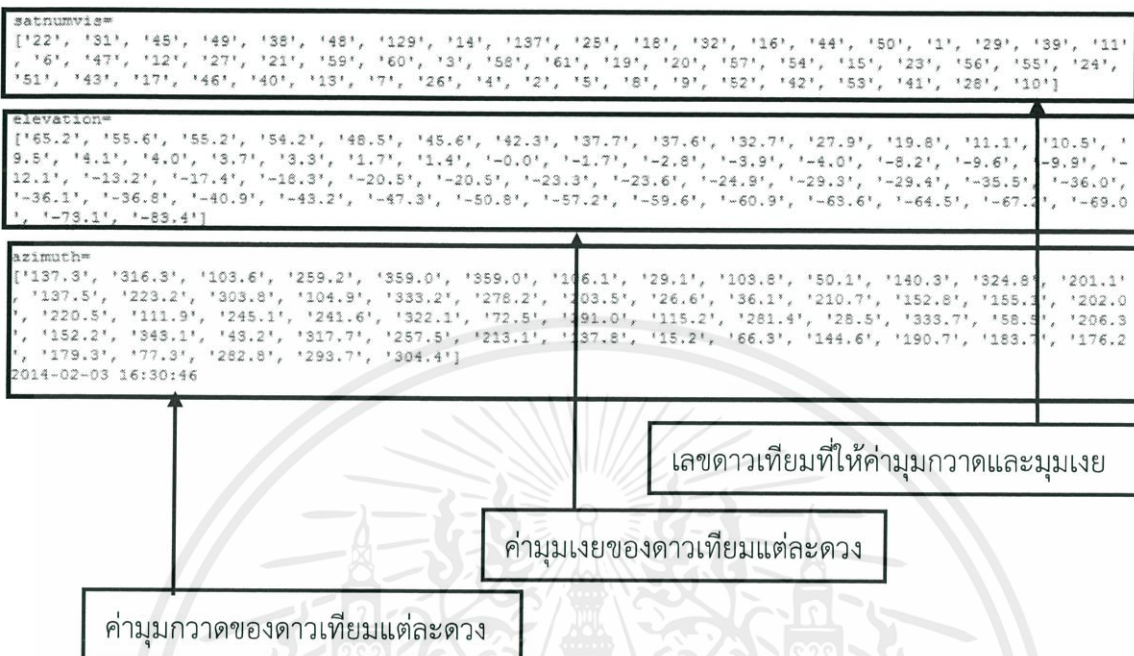
```

datavis
['\r\n', '<OK\r\n', '[COM1]<SATVIS COM1 0 71.0 FINESTEERING 1778 120673.000 00000000 0947 6991\r\n', '< TRUE T
RUE 57 \r\n', '<
22 0 0 68.2 137.3 -1263.993 -1264.197 \r\n', '<
31 0 0 55.6 316.3 -938.791 -938
.995 \r\n', '<
45 13 0 55.2 103.6 -710.001 -710.210 \r\n', '<
49 6 0 54.2 259.2 652.348 652.140
\r\n', '<
38 8 0 48.5 359.0 2754.194 2753.986 \r\n', '<
48 7 0 45.6 359.0 -2910.323 -2910.531 \r
\r\n', '<
129 0 0 42.3 106.1 -0.948 -0.552 \r\n', '<
14 0 0 37.7 29.1 278.516 278.312 \r\n', '<
137 0 7 37.6 103.8 -0.347 -0.552 \r\n', '<
25 0 0 32.7 50.1 -2221.525 -2221.729 \r\n', '<
18 0 0 27.9 140.3 -2938.430 -2938.635 \r\n', '<
32 0 0 19.8 324.8 3028.942 3028.737 \r\n', '<
16
0 0 11.1 201.1 3747.157 3746.952 \r\n', '<
44 12 0 10.5 137.5 -3241.468 -3241.676 \r\n', '<
40 5
0 9.5 223.2 3160.310 3160.102 \r\n', '<
1 0 0 4.1 303.8 1162.456 1162.251 \r\n', '<
29 0 0 4.0 1
04.9 815.416 815.211 \r\n', '<
39 3 0 3.7 393.2 3868.293 3868.085 \r\n', '<
11 0 0 3.3 278.2 -26
6.935 -267.140 \r\n', '<
6 0 0 1.7 203.5 1304.706 1304.502 \r\n', '<
47 0 0 1.4 26.6 -3793.979 -
3794.186 \r\n', '<
12 0 0 -0.0 36.1 -3291.338 -3291.543 \r\n', '<
27 0 0 -1.7 210.7 768.143 767.
939 \r\n', '<
21 0 0 -2.8 152.8 -2586.192 -2586.396 \r\n', '<
59 4 0 -3.9 155.1 670.464 670.257
\r\n', '<
60 10 0 -4.0 202.0 -461.763 -461.971 \r\n', '<
3 0 0 -8.2 220.5 873.577 873.373 \r\n', '<
58 11 0 -9.6 111.9 1257.656 1257.448 \r\n', '<
61 9 0 -9.9 245.1 -1209.326 -1209.534 \r\n', '<
19 0 0 -12.1 241.6 -119.418 -119.625 \r\n', '<
20 0 0 -13.2 322.1 3400.277 3400.072 \r\n', '<
57 9 0 -17.4 72.5 1254.683 1254.475 \r\n', '<
54 11 0 -18.3 291.0 -1208.832 -1209.040 \r\n', '<
15 0 0 -20.5 115.2 -1548.809 -1549.014 \r\n', '<
23 0 0 -20.5 281.4 1301.668 1301.463 \r\n', '<
56 10 0 -23.3 28.5 618.877 618.669 \r\n', '<
55 4 0 -23.6 333.7 -620.012 -620.219 \r\n', '<
24 0 0 -24.9 58.5 -2101.326 -2101.531 \r\n', '<
51 0 0 -29.3 206.8 3296.708 3296.501 \r\n', '<
43 3 0 -29.4 152.2 -3361.923 -3362.131 \r\n', '<
17 0 0 -35.5 343.1 -799.619 -799.823 \r\n', '<
46 5 0 -36.0 43.2 -2635.529 -2635.737 \r\n', '<
40 12 0 -36.1 317.7 2667.362 2667.154 \r\n', '<
13 0 0 -36.8 257.5 844.006 843.802 \r\n', '<
7 0 0 -40.9 213.1 2051.063 2050.859 \r\n', '<
26 0
0 -43.2 137.8 -1032.461 -1032.666 \r\n', '<
4 0 0 -47.3 15.2 1861.062 1860.857 \r\n', '<
2 0 0 -
50.8 66.3 711.541 711.336 \r\n', '<
5 0 0 -57.2 144.6 -1835.808 -1836.012 \r\n', '<
8 0 0 -59.6
190.7 1471.661 1471.457 \r\n', '<
9 0 0 -60.9 183.7 1133.258 1133.054 \r\n', '<
52 7 0 -63.6 176
.2 1874.880 1874.672 \r\n', '<
42 8 0 -64.5 179.3 -1790.262 -1790.470 \r\n', '<
53 6 0 -67.2 77.
3 -495.711 -495.919 \r\n', '<
41 13 0 -69.0 282.8 445.899 445.691 \r\n', '<
28 0 0 -73.1 293.7 -
79.767 -79.972 \r\n', '<
10 0 0 -83.4 304.4 555.216 555.012\r\n', '[COM1]', '', '', '', '', '', '
', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '', '',
'', ''

```

รูปที่ 4.12 ข้อมูลที่ได้รับจากคำสั่ง TRACKSTAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ผลการตัดแยกข้อมูลที่ได้จากคำสั่ง SATVIS

4.2 ผลการส่งข้อมูลขึ้นเซิร์ฟเวอร์

จากไฟล์ชาร์ตของรูปที่ 3.21 ในบทที่ 3 เมื่อทำการส่งข้อมูลขึ้นเซิร์ฟเวอร์ เราสามารถแสดงรูปแบบและปริมาณข้อมูลที่ทำกรส่งได้ในรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13494	20.9622230	161.246.26.31	161.246.34.35	HTTP	292	POST	/alivefish82/datain.php	HTTP/1.0	(application/x-www-form-urlencoded)
13514	20.9840660	161.246.26.31	161.246.26.31	HTTP	304	HTTP/1.1	200 OK (text/html)		
13609	21.1109630	161.246.26.31	161.246.34.35	HTTP	404	POST	/alivefish82/datain.php	HTTP/1.0	(application/x-www-form-urlencoded)
13612	21.1159960	161.246.26.31	161.246.26.31	HTTP	304	HTTP/1.1	200 OK (text/html)		
13670	21.1957810	161.246.26.31	161.246.34.35	HTTP	402	POST	/alivefish82/datain.php	HTTP/1.0	(application/x-www-form-urlencoded)
13671	21.2006870	161.246.26.31	161.246.26.31	HTTP	304	HTTP/1.1	200 OK (text/html)		
13803	21.3388080	161.246.26.31	161.246.34.35	HTTP	401	POST	/alivefish82/datain.php	HTTP/1.0	(application/x-www-form-urlencoded)
13808	21.3432540	161.246.26.31	161.246.26.31	HTTP	304	HTTP/1.1	200 OK (text/html)		
13837	21.3687610	161.246.26.31	161.246.34.35	HTTP	401	POST	/alivefish82/datain.php	HTTP/1.0	(application/x-www-form-urlencoded)
13846	21.3856830	161.246.26.31	161.246.26.31	HTTP	304	HTTP/1.1	200 OK (text/html)		

* Frame 13494: 292 bytes on wire (2336 bits), 292 bytes captured (2336 bits) on interface 0
 * Ethernet II, Src: Asustek_53:c0:27 (00:15:f2:53:c0:27), Dst: Cisco_4a:76:41 (d4:8c:b5:4a:76:41)
 * Internet Protocol Version 4, Src: 161.246.26.31 (161.246.26.31), Dst: 161.246.34.35 (161.246.34.35)
 * Transmission Control Protocol, Src Port: mctp (1100), Dst Port: http (80), Seq: 1, Ack: 1, Len: 238
 * Hypertext Transfer Protocol
 - Line-based text data: application/x-www-form-urlencoded
 Rec-ll=2.2u7899469e-0A&date=2u13-09-29+00u3A3:2K3A04\$ch=Rec-ll&Loc=MITL

รูปที่ 4.16 การส่งข้อมูลวันเวลาและค่าความคลาดเคลื่อนทางฐานเวลาของเครื่องรับจีเอ็นเอสเอส

4.3 การบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

4.3.1 การบันทึกและแก้ไขข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งเครื่องรับสัญญาณ

การบันทึกตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องรับสัญญาณจากโปรแกรมที่สร้างไว้ลงฐานข้อมูล โดยกำหนดค่าตำแหน่งของเครื่องรับแล้วส่งไปดังรูปที่ 4.17 และระบบจะทำการบันทึกลงฐานข้อมูลดังที่แสดงในรูปที่ 4.18

Request | Text Only

Method: POST Protocol: HTTP/1.0 URI: http://webserv.kmitl.ac.th/alivefish82/config.php

Header Name	Header Value	Request Data
Content-Length	55	ch=add&NameLoc=test&Xre=1.0121&Yre=2.12423&Zre=-1.21451
Host	webserv.kmitl.ac.th	

Response Headers | Response Data | View Page | HTML Structure | Analysis

Look for: HTML

1 Complete

รูปที่ 4.17 การกำหนดพิกัดของเครื่องรับเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+ Options

	Name	Loc	Xre	Yre	Zre
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Inline Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	KMITL		-1158319.0082	6087918.9276	1503747.4442
<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Inline Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	test		1.0121	2.12423	-1.21451

รูปที่ 4.18 ข้อมูลพิกัดที่ถูกบันทึกลงฐานข้อมูล

การแก้ไขตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องรับสัญญาณจากโปรแกรมที่สร้างไว้ลงฐานข้อมูล โดยกำหนดค่าตำแหน่งของเครื่องรับแล้วส่งไปดังรูปที่ 4.19 และระบบจะทำการบันทึกลงฐานข้อมูลดังที่แสดงในรูปที่ 4.20

The screenshot shows a web browser interface with the following details:

- Request Headers:**

Header Name	Header Value
Content-Length	56
Host	webserv.kmitl.ac.th
- Request Data:** 1ch=edit&NameLoc=test&Xre=1.0121&Yre=3.12423&Zre=-1.21451
- Response Headers:** Complete

Annotations in the image:

- A box labeled "ข้อมูลที่แก้ไข" (Modified data) points to the request data field.
- A box labeled "ข้อความตอบรับ" (Response message) points to the "Complete" status in the response headers.

รูปที่ 4.19 การแก้ไขพิกัดของเครื่องรับเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+ Options				
← T →				
	Name	Loc	Xre	Yre Zre
<input type="checkbox"/> Edit	Inline Edit	Copy	Delete	KMITL -1158319 0082 6087918 9276 1503747 4442
<input type="checkbox"/> Edit	Inline Edit	Copy	Delete	test 1.0121 3.12423 -1.21451

รูปที่ 4.20 ข้อมูลพิกัดที่แก้ไขถูกบันทึกลงฐานข้อมูล

4.3.2 การทดสอบบันทึกข้อมูลความคลาดเคลื่อนของเครื่องรับสัญญาณ

การบันทึกข้อมูลความคลาดเคลื่อนของเครื่องรับสัญญาณจากโปรแกรมที่สร้างไว้ลงฐานข้อมูล โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องรับแล้วส่งไปดังรูปที่ 4.21 และระบบจะทำการบันทึกลงฐานข้อมูลดังที่แสดงในรูปที่ 4.22

The screenshot shows a web browser window with the following details:

- URI: `http://webserv.kmitl.ac.th/alivefish82/datain.php`
- Method: POST
- Protocol: HTTP/1.0
- Request Headers:

Header Name	Header Value
Content-Length	57
Host	webserv.kmitl.ac.th
- Request Data: `1ch=ReClk&Loc=test&date=2013-03-12 16:06:50&ReClk=-3.16412`
- Response Headers: Complete

Annotations in Thai:

- ชื่อตำแหน่งที่ตั้ง (Location name) points to the 'Loc=test' part of the request data.
- วันเวลา และ ค่าความผิดพลาด (Time and error value) points to the 'date=2013-03-12 16:06:50&ReClk=-3.16412' part of the request data.
- ข้อความตอบรับ (Response message) points to the 'Complete' status in the response.

รูปที่ 4.21 ข้อมูลของความคลาดเคลื่อนเครื่องรับสัญญาณเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Options		Time	NameLoc	ReceiverClk
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Inline Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	2013-03-12 16:06:50	KMITL	-5.0292223688028
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Inline Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	2013-03-12 16:06:50	test	-3.16412
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Edit <input type="checkbox"/> Inline Edit <input type="checkbox"/> Copy <input type="checkbox"/> Delete	2013-03-12 16:57:44	KMITL	0.00000004566650215

รูปที่ 4.22 ข้อมูลของความคลาดเคลื่อนเครื่องรับสัญญาณถูกบันทึกลงฐานข้อมูล

4.3.3 การทดสอบบันทึกข้อมูลดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณ

การทดสอบบันทึกข้อมูลดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณจากโปรแกรมที่สร้างไว้ลงฐานข้อมูล โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องรับแล้วส่งไปดังรูปที่ 4.23 และระบบจะทำการบันทึกลงฐานข้อมูลดังที่แสดงในรูปที่ 4.24

รูปที่ 4.23 ข้อมูลดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณเพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล

Time	NameLoc	NameSat	Xsat	Ysat	Zsat	SatClk	C1	Azi	Elev	ErrTno	Errlon									
dit		PRN1		1	1	1	1	1	1	1	0									
#		PRN112	28034476	9226	10842523	1824	13340400	5200	17207	707	24170	102	002	120	14	10	74000010	5	74766	1032

รูปที่ 4.24 ข้อมูลดาวเทียมจากเครื่องรับสัญญาณถูกบันทึกลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

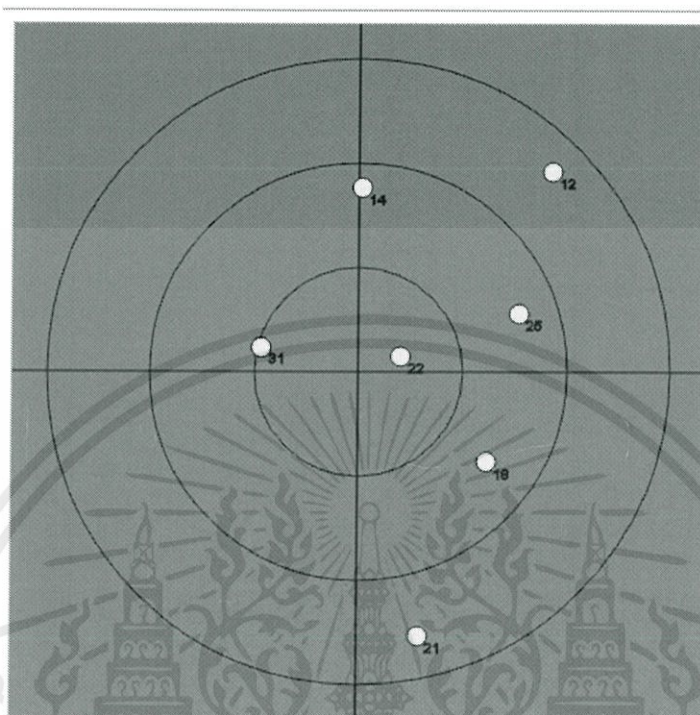
4.4 ผลการทำงานของสกายพล็อต (Skyplot)

ส่วนของสกายพล็อตมีผลการทำงานดังรูปที่ 4.26 โดยข้อมูลดาวเทียมที่พล็อตในรูปที่ 4.26 มาจากข้อมูลในฐานข้อมูลในรูปที่ 4.25 และทำการพล็อตโดยใช้ภาษา HTML5 ร่วมกันกับ JavaScript

Time	NameLoc	NameSat	Xsat	Ysat	Zsat	SatClk	C1	Azi	Elev
2013-09-29 00:34:24	KMITL	PRN12	-17794261.3905	2836254.9548	19392899.8765	47665.761	24596819.015	44	10
2013-09-29 00:34:24	KMITL	PRN14	-3106095.9177	14762320.003	22070911.8935	64362.374	22342056.299	1	37
2013-09-29 00:34:24	KMITL	PRN18	-16363499.8059	20336960.23	-3353116.3079	82906.575	21313867.64	125	45
2013-09-29 00:34:24	KMITL	PRN21	-8430880.2672	15221284.0412	-19344791.5135	-96224.822	23991218.655	167	12
2013-09-29 00:34:24	KMITL	PRN22	-8833883.8373	23835733.187	7634446.5968	56090.369	20228994.757	70	77
2013-09-29 00:34:24	KMITL	PRN25	-18662134.9329	15673596.2814	10382260.3279	45605.4	21796948.198	70	41
2013-09-29 00:34:24	KMITL	PRN31	5368075.4273	24577026.6541	8224477.4524	97975.489	20629040.72	284	61

รูปที่ 4.25 ข้อมูลสำหรับการสร้างสกายพล็อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Update Time: 2013-09-29 00:34:24

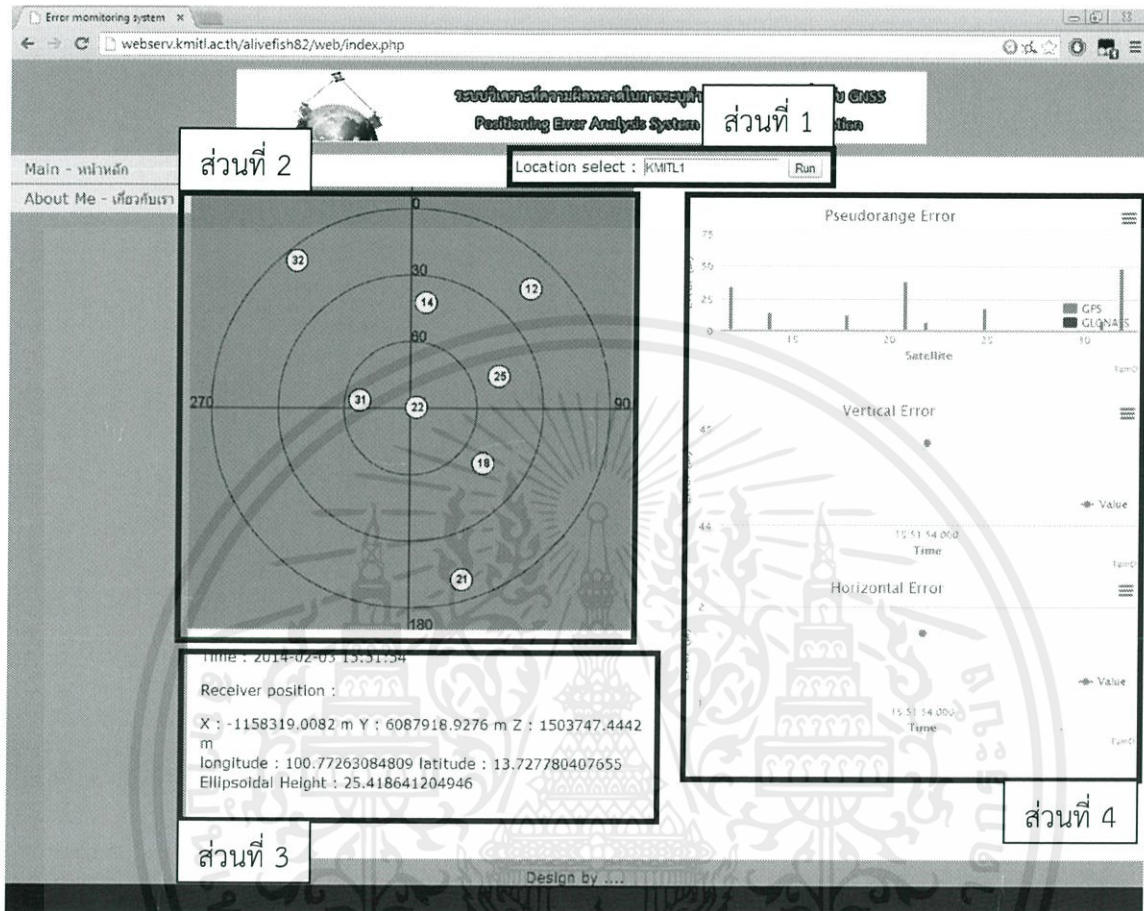
รูปที่ 4.26 กราฟสกายพล็อตที่สร้างขึ้น

4.5 ผลการทำงานของหน้าเว็บเพจ

4.5.1 หน้าเว็บไซต์แสดงความผิดพลาด

หน้าเว็บไซต์ที่ใช้แสดงความผิดพลาดจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนดังรูปที่ 4.27 โดยข้อมูลที่แสดงผลค่าความผิดพลาดนั้นจะอัปเดตกับเซิร์ฟเวอร์ทุก 1 นาทีโดยหากข้อมูลยังเป็นชุดเดิมหน้าเว็บจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

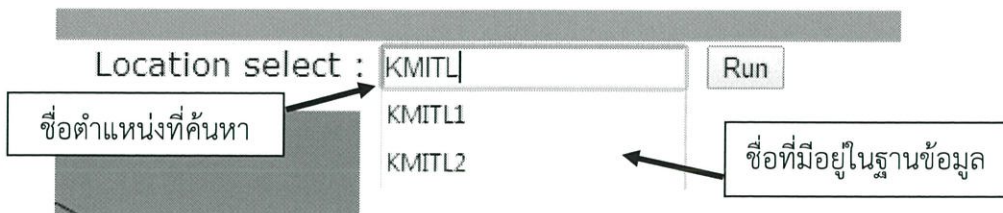
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 หน้าเว็บเพจแสดงผล

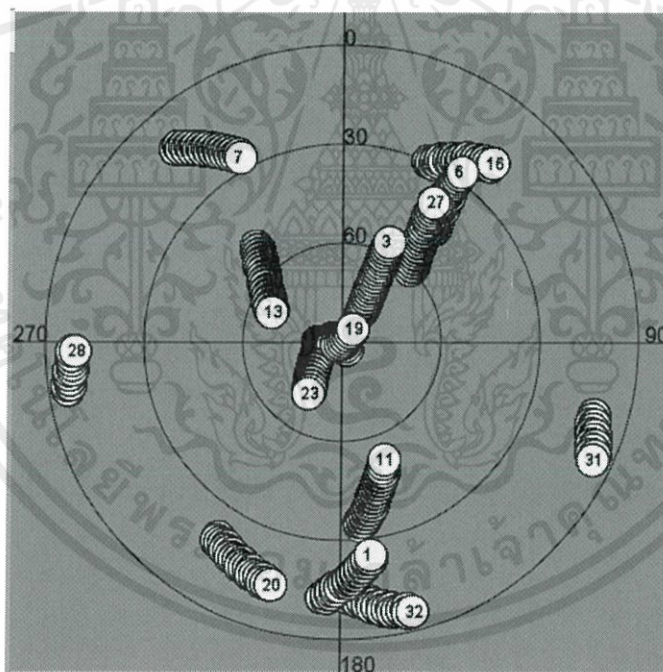
ส่วนที่ 1 เป็นการแสดงข้อมูลการค้นหาตำแหน่งเครื่องรับสัญญาณที่ถูกบันทึกอยู่ในฐานข้อมูล โดยจะแสดงผลค่าใกล้เคียงข้อมูลทั้งหมดและแสดงผลในรายชื่อด้านล่างข้อมูลดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 ผลการค้นหาตำแหน่ง

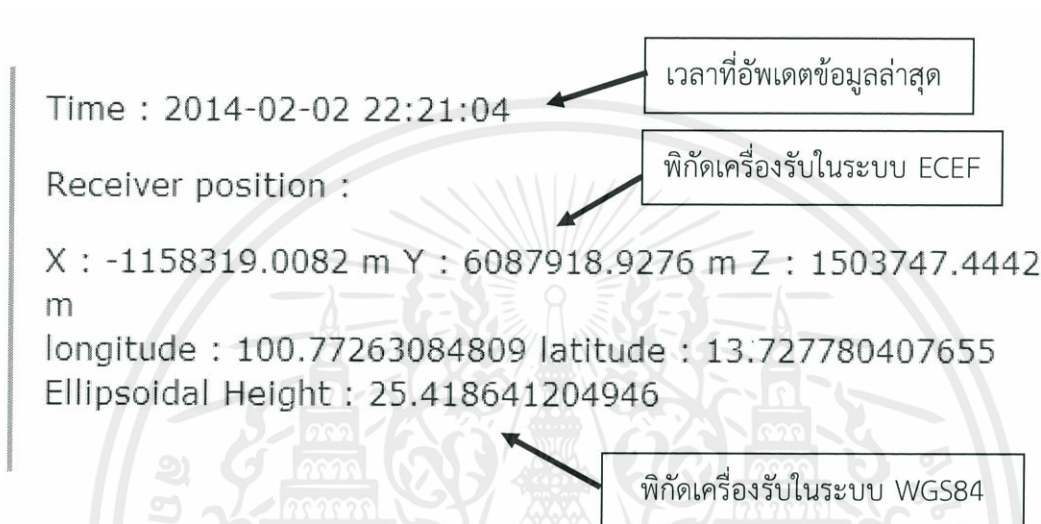
ส่วนที่ 2 เป็นการแสดงผลสกายพล็อต โดยจะแสดงตำแหน่งของดาวเทียมที่ปรากฏ ณ เวลานั้นและทำการบันทึกเส้นทางวงโคจรของดาวเทียมเพื่อใช้ในการสังเกตหรือวิเคราะห์วงโคจรดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 ผลการใช้งานจริงของสกายพล็อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

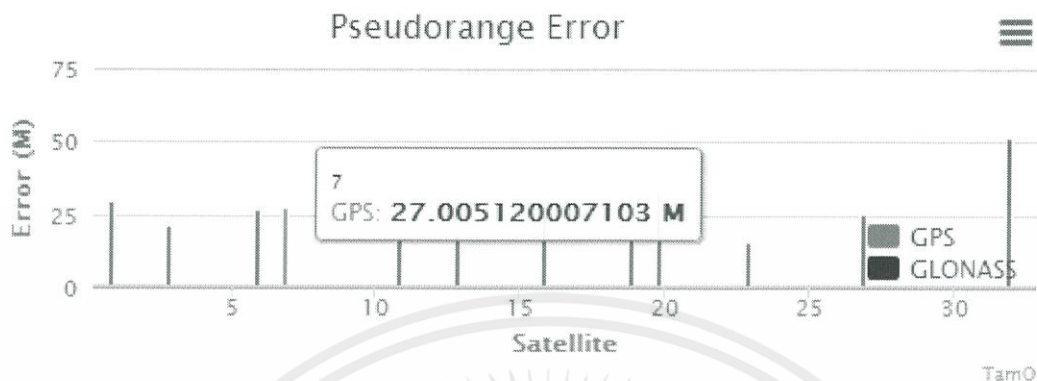
ส่วนที่ 3 เป็นส่วนการแสดงค่าเวลาล่าสุดที่ใช้ในการอัปเดตข้อมูล และแสดงตำแหน่งพิกัดของเครื่องรับสัญญาณในระบบ ECEF คือในรูปของ X,Y,Z และ WGS84 ในรูปของละติจูด, ลองจิจูด, และระดับความสูง ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ส่วนของข้อมูลอัปเดตด้านเวลาและตำแหน่งเครื่องรับ

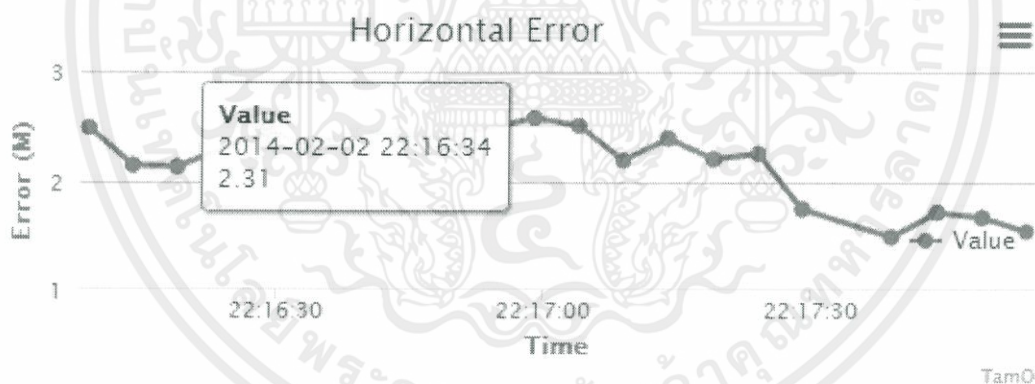
ส่วนที่ 4 เป็นส่วนของการแสดงผลค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง โดยประกอบจะแสดงผลเป็นสามกราฟด้วยกันคือ กราฟแสดงค่าความผิดพลาดระยะทางเทียมของดาวเทียมแต่ละดวง โดยกราฟในแนวแกน X จะเป็นเลขดาวเทียมที่ปรากฏ ณ ขณะนั้น และแนวแกน Y จะเป็นค่าความผิดพลาดระยะทางเทียมดังรูปที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 กราฟแสดงค่าความผิดพลาดระยะทางเทียมของดาวเทียมแต่ละดวง

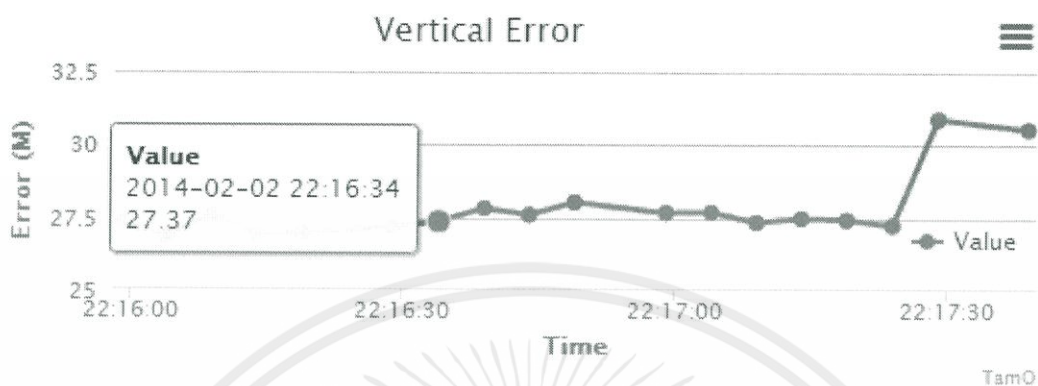
กราฟความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบ โดยกราฟในแนวแกน X จะเป็นเวลาที่ดึงจากฐานข้อมูลมาประมวลผล และ แกน Y จะเป็นความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 กราฟความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบ

กราฟความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งความสูง โดยกราฟในแนวแกน X จะเป็นเวลาที่ดึงจากฐานข้อมูลมาประมวลผล และ แกน Y จะเป็นความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งความสูงดังรูปที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 กราฟความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งความสูง

4.5.2 ตัวอย่างการใช้งาน

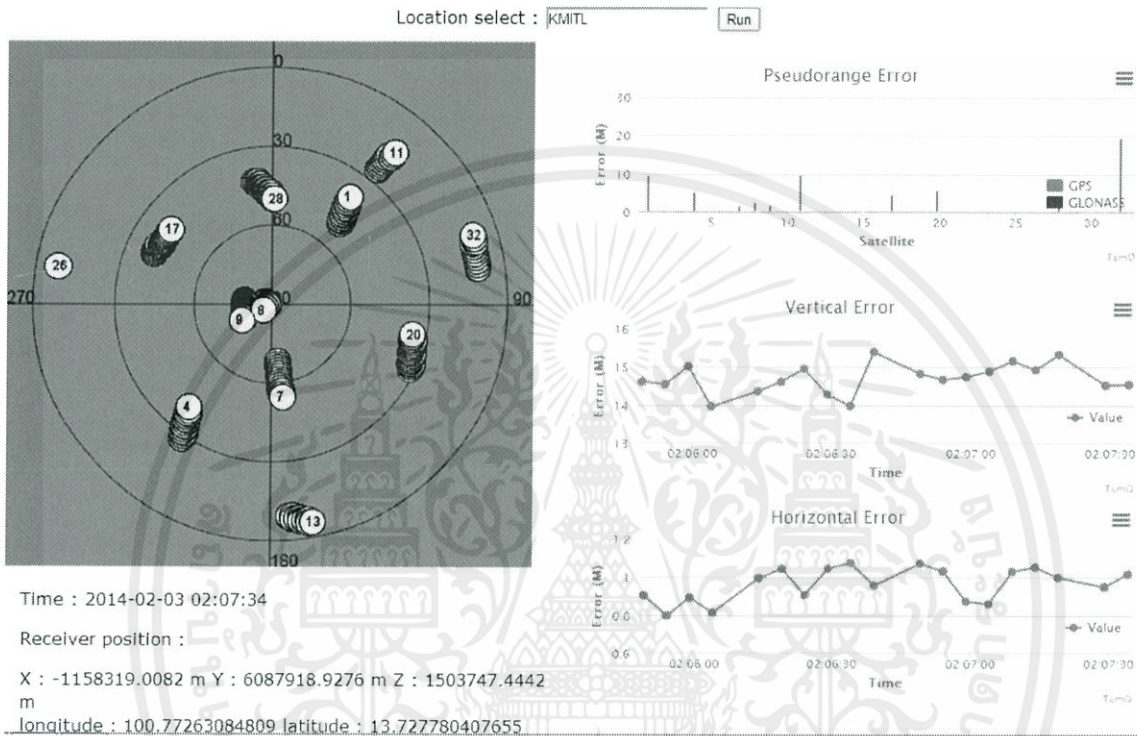
ในส่วนนี้ทำการทดสอบระบบจากเครื่องรับสัญญาณที่ติดตั้งบริเวณตึก 12 ชั้นโดยทำการเปิดหน้าเว็บเพจทิ้งไว้ตามเวลาต่างๆ

โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 กรณีคือ

กรณีที่ 1 : เปิดหน้าเว็บเพจเพื่อรับข้อมูลเป็นเวลา 10 นาที กรณีที่ 2 : เปิดหน้าเว็บเพจเพื่อรับข้อมูลเป็นเวลา 13 นาที และกรณีที่ 3 : เปิดหน้าเว็บเพจเพื่อรับข้อมูลเป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

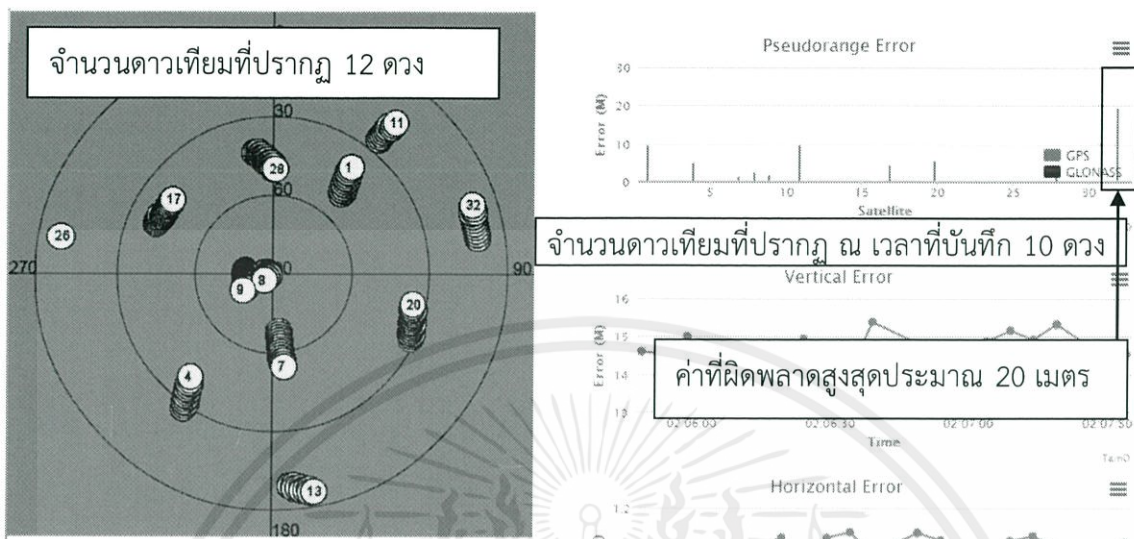
4.5.2.1 กรณีที่ 1: เปิดหน้าเว็บเพจเพื่อรับข้อมูลเป็นเวลา 10 นาที เว็บเพจแสดงผลดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 ข้อมูล ณ เวลา 02:07:34 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014

เมื่อเปิดหน้าเว็บเพจไว้เป็นเวลา 10 นาที จะเห็นได้ว่า จำนวนดาวเทียมที่ปรากฏ ณ เวลาที่ผ่านมานั้นมีทั้งหมด 12 ดวง และ ที่สามารถรับสัญญาณได้ ณ เวลานั้นมี 10 ดวง โดยมีค่าความผิดพลาดระยะทางเทียมสูงสุด ประมาณ 20 เมตร ดังรูปที่ 4.35

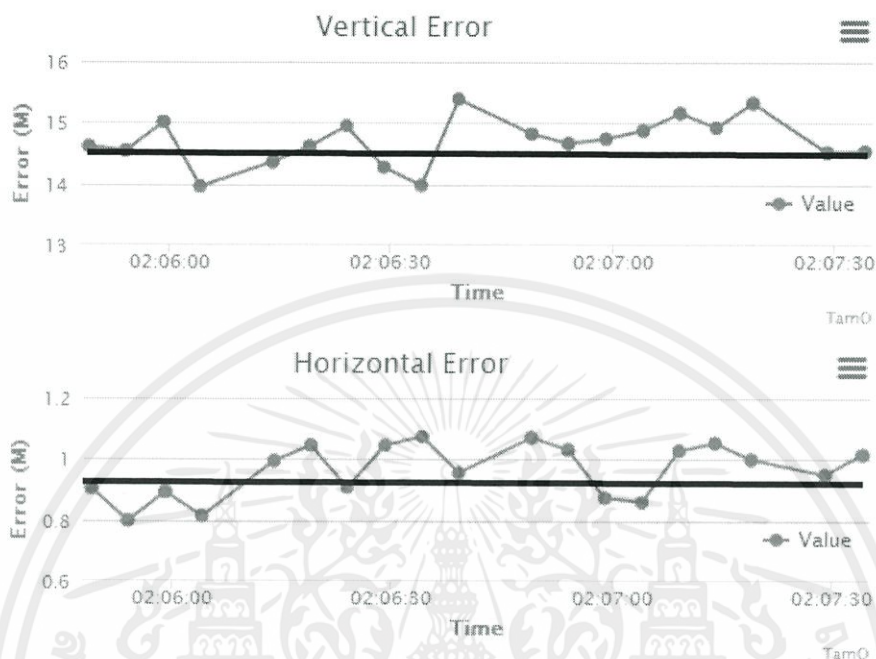
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 ตัวอย่างการวิเคราะห์ดาวเทียม ณ เวลา 02:07:34 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014

ความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบโดยเฉลี่ย ณ ช่วงเวลานั้นมีค่าประมาณ 14.5 เมตร และความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งความสูง โดยเฉลี่ย ณ ช่วงเวลานั้น มีค่าประมาณ 0.9 เมตร ดังในรูปที่ 4.36 โดยเส้นสีดำเป็นค่าเฉลี่ยโดยประมาณด้วยสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

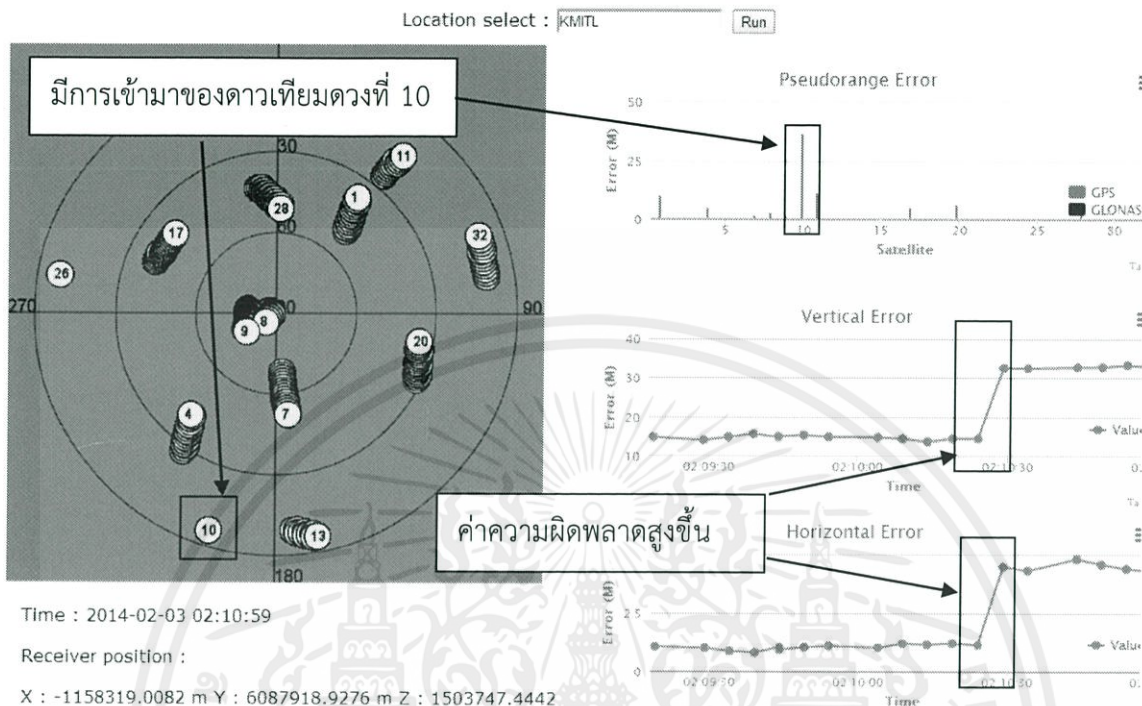


รูปที่ 4.36 ความผิดพลาดของตำแหน่งในแนวระนาบและความสูง ณ เวลา 02:07:34 วันที่ 3 เดือน
กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014

4.5.2.2 กรณีที่ 2: เปิดหน้าเว็บเพจเพื่อรับข้อมูลเป็นเวลา 13 นาที

เมื่อเปิดหน้าเว็บเพจไว้เป็นเวลา 13 นาที มีดาวเทียมดวงที่ 10 เข้ามาในสกายพลีด โดยส่งผลให้ความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบและความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งความสูง มีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนดังรูปที่ 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

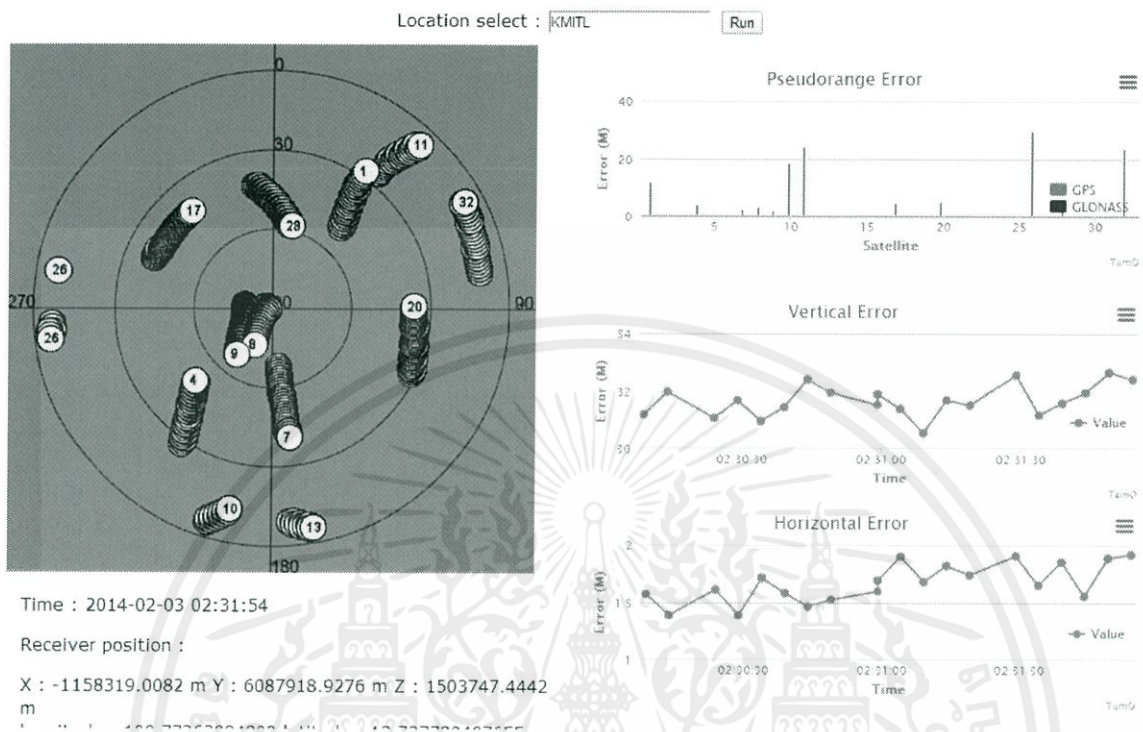


รูปที่ 4.37 ข้อมูล ณ เวลา 02:10:59 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014

4.5.2.3 กรณีที่ 3: เปิดหน้าเว็บเพจเพื่อรับข้อมูลเป็นเวลา 30 นาที

เมื่อเปิดหน้าเว็บเพจไว้เป็นเวลา 30 นาทีหลังจากนั้นเปิดผลทิ้งไว้อีกประมาณ 10 นาที เพื่อสังเกตค่าต่างๆ จะได้หน้าเว็บดังรูปที่ 4.38

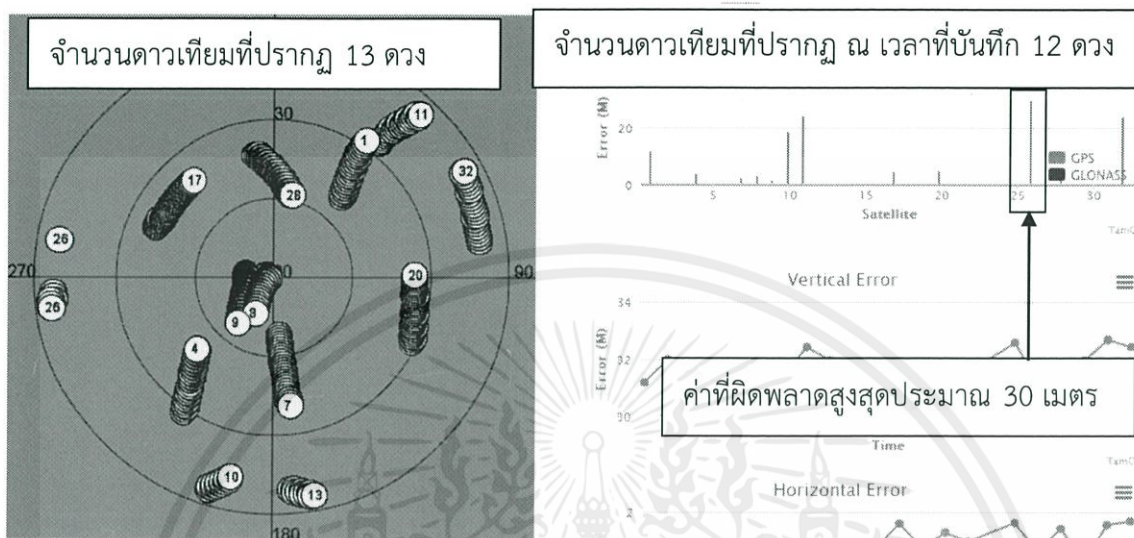
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 ข้อมูล ณ เวลา 02:31:54 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014

จะเห็นได้ว่า จำนวนดาวเทียมที่ปรากฏ ณ เวลาที่ผ่านมานั้นมีทั้งหมด 13 ดวง และ ที่สามารถรับสัญญาณได้ ณ เวลานั้นมี 12 ดวง โดยมีค่าความผิดพลาดระยะทางเทียมสูงสุด ประมาณ 30 เมตรดังรูปที่ 4.39

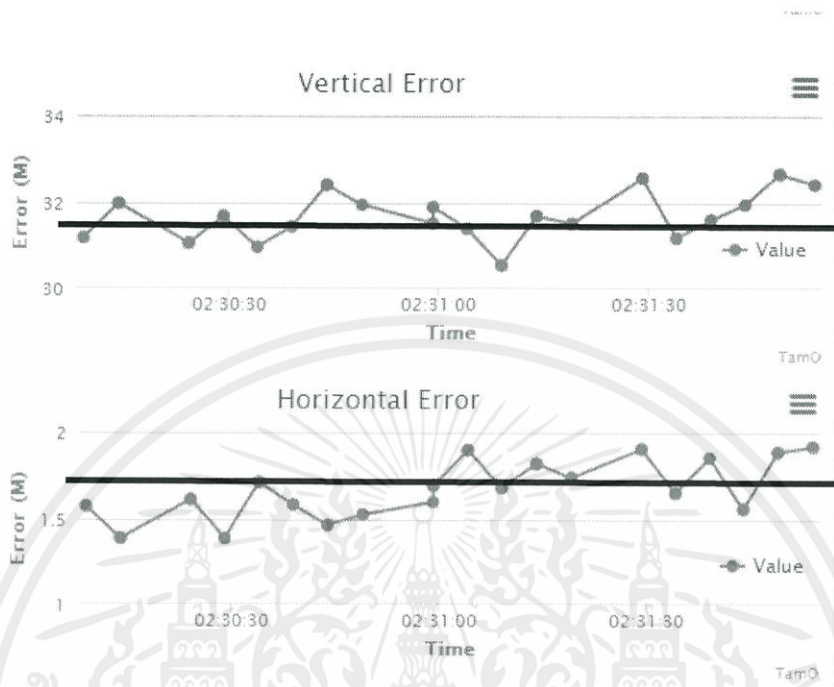
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 ตัวอย่างการวิเคราะห์ดาวเทียม ณ เวลา 02:31:54 วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014

ความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบ โดยเฉลี่ย ณ ช่วงเวลานั้น มีค่าประมาณ 31.5 เมตร และ ความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งความสูง โดยเฉลี่ย ณ ช่วงเวลานั้น มีค่าประมาณ 1.75 เมตร ดังในรูปที่ โดยเส้นสีดำเป็นค่าเฉลี่ยโดยประมาณด้วยสายตา ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อ 10 นาที ก่อนหน้าอย่างเห็นได้ชัดเจนนดังรูปที่ 4.40 เนื่องจากดาวเทียมดวงที่ 10 ที่เพิ่งปรากฏมานั้น มีมุมพิกัดต่ำ จึงส่งผลกระทบต่อให้เกิดค่าความผิดพลาดทั้งความผิดพลาดพิกัดของตำแหน่งในแนวระนาบและความสูงที่มีค่ามากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 ความผิดพลาดของตำแหน่งในแนวระนาบและความสูง ณ เวลา 02:07:34
วันที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2014

โดยสรุป จากการศึกษาทั้ง 3 กรณีพบว่าเมื่อมีจำนวนดาวเทียมจำนวนมากขึ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ในการระบุตำแหน่ง ไม่ได้หมายความว่าเมื่อมีจำนวนดาวเทียมที่มากขึ้นแล้วจะส่งผลให้ความแม่นยำในการระบุตำแหน่งมีมากขึ้น แต่อาจจะส่งผลให้มีความผิดพลาดที่เพิ่มขึ้นในการระบุตำแหน่งเกิดขึ้นมาแทน

4.5.3 ผลตอบสนองของหน้าเว็บไซต์และปริมาณข้อมูลที่ใช้

จากการทดสอบในหัวข้อที่ 4.5.2 ได้มีการเก็บค่าผลตอบสนองและปริมาณข้อมูลที่ใช้ไว้ โดยปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการตั้งแต่แสดงผลจะเก็บค่า ใช้ปริมาณข้อมูลทั้งหมด 867 KB ส่งคำขอไปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซิร์ฟเวอร์ ไปทั้งหมด 1197 ครั้ง และขนาดข้อมูลที่อัปเดตแต่ละครั้งประมาณ 750 B แสดงได้ดังรูปที่ 4.41

Name Path	Method	Status Text	Type	Initiator	Size Content	Time Latency
information.php?loc=KMITL&_id=1391368723353 /alivefish82/web	GET	200 OK	text/html	jquery.min.js:2 Script	745 B 465 B	421 ms 269 ms
information.php?loc=KMITL&_id=1391368726546 /alivefish82/web	GET	200 OK	text/html	jquery.min.js:2 Script	745 B 465 B	38 ms 36 ms
information.php?loc=KMITL&_id=1391368728381 /alivefish82/web	GET	200 OK	text/html	jquery.min.js:2 Script	745 B 465 B	37 ms 35 ms
information.php?loc=KMITL&_id=1391368730497 /alivefish82/web	GET	200 OK	text/html	jquery.min.js:2 Script	746 B 466 B	305 ms 291 ms
information.php?loc=KMITL&_id=1391368732722 /alivefish82/web	GET	200 OK	text/html	jquery.min.js:2 Script	746 B 466 B	64 ms 61 ms
information.php?loc=KMITL&_id=1391368735495 /alivefish82/web	GET	200 OK	text/html	jquery.min.js:2 Script	745 B 465 B	132 ms 113 ms
information.php?loc=KMITL&_id=1391368738062 /alivefish82/web	GET	200 OK	text/html	jquery.min.js:2 Script	745 B 465 B	638 ms 613 ms

1197 requests | 867 KB transferred

รูปที่ 4.41 ผลตอบสนองของหน้าเว็บไซต์และปริมาณข้อมูลที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้ได้พัฒนาการรับตำแหน่งดาวเทียมส่งสัญญาณ, การระบุตำแหน่งโดยรับสัญญาณจากดาวเทียมของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส, การคำนวณค่าความผิดพลาดระยะทางเทียมของดาวเทียมที่ส่งสัญญาณแต่ละดวง, การหาค่าความผิดพลาดในแนวระนาบและความสูงของการระบุตำแหน่งโดยเทียบกับตำแหน่งจริงของเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส และนำค่าความผิดพลาดต่างที่คำนวณ แสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ณ ขณะนั้น หรือใช้ในการทำนายแนวโน้มที่อาจเกิดความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งที่เปลี่ยนไป

ค่าระยะทางเทียม เกิดจากค่าระยะทางจริงรวมกับค่าความผิดพลาดต่างๆ ซึ่งเราเรียกรวมกันว่า “ค่าความผิดพลาดของระยะทางเทียม” ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดหลายๆชนิดรวมกัน ในบางค่าเราสามารถคำนวณจากพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เครื่องรับจีเอ็นเอสเอสส่งมาให้ได้ และบางค่าไม่สามารถคำนวณได้จากพารามิเตอร์ ซึ่งค่าความผิดพลาดของระยะทางเทียมนั้น มีผลทำให้พิกัดของเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนไป เราเรียกค่านี้ว่า “ค่าความผิดพลาดของพิกัดเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส” ในโครงการนี้ เราคำนวณหาค่าความผิดพลาดของพิกัดเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอส และแสดงผลผ่านทางเว็บเพจ ผลการทดลองพบว่า มีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้น ซึ่งส่งผลให้พิกัดของเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสที่คำนวณได้ มีความคลาดเคลื่อนไปจากพิกัดอ้างอิง และการพล็อตกราฟสกายพล็อต ทำให้เห็นตำแหน่งของดาวเทียม ณ ขณะเวลานั้นๆ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการ ผู้ทำควรมีความรู้เรื่องการใช้เครื่องรับจีเอ็นเอสเอสที่ใช้ให้ละเอียด เพราะเครื่องรับจีเอ็นเอสเอสที่ใช้ มีความสามารถในการให้ข้อมูลที่ละเอียด ทำให้สามารถเก็บค่าต่างๆ มาคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพ และควรมีภาษาที่จะใช้เขียนซอฟต์แวร์ก่อน เพราะจะทำให้สามารถเลือกใช้ภาษาที่เหมาะสมกับงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ธนวิทย์ กองแก้ว, “GPS: Global Positioning System”, http://www.doe.eng.cmu.ac.th/~tharadol/teach/ee442/442_48/442_48rp/45164_GPS.pdf [สืบค้นวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2556]

[2] NEC, “Ground-Based Augmentation System”, <http://www.nec.com/en/global/solutions/cns-atm/navigation/gbas.html> [สืบค้นวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2556]

[3] GBAS CAT II/III Development Baseline SARPs,” Draft proposed changes to Annex 10, Volume I, as agreed at the 17 – 28 May 2010 meeting of the Navigation Systems Panel (NSP) Working Group of the Whole”

[4] สมภพ ภูริวิกรัยพงศ์ และ สุวัฒน์ กุลธนปรีดา, “การคำนวณหาวงโคจรดาวเทียมวงโคจรโลกต่ำ โดยใช้ข้อมูลการวัดสัญญาณจีพีเอส”, <http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=navapp2> [สืบค้นวันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2556]

[5] สมภพ ภูริวิกรัยพงศ์, “แบบจำลองโลก WGS-84 (World Geodetic System 1984)”, <http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=wgs84> [สืบค้นวันที่ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2556]

[6] Pk.one. “หลักการของ AJAX”. <http://pk.homgun.com/pk/?cat=13&paged=7> [สืบค้นวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2556]

[7] Introducing JSON,” <http://www.json.org/> [สืบค้นวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2556]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

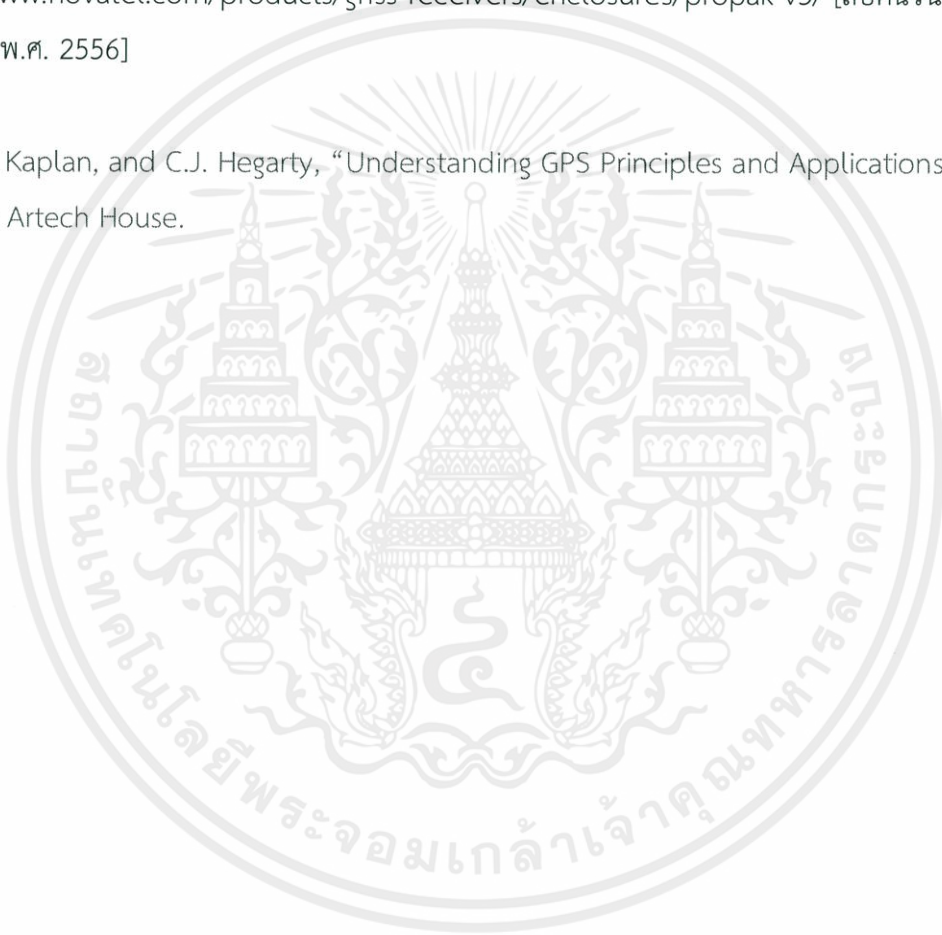
[8] NovAtel,” DL-V3 Triple-Frequency GNSS Receiver”

<http://www.novatel.com/products/gnss-receivers/enclosures/dl-v3/> [สืบค้นวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2556]

[9] NovAtel.” ProPak-V3™ Triple-Frequency GNSS Receiver”.

<http://www.novatel.com/products/gnss-receivers/enclosures/propak-v3/> [สืบค้นวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2556]

[10] E.D. Kaplan, and C.J. Hegarty, “Understanding GPS Principles and Applications”, London: Artech House.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้