เอกสารประกอบทางเทคนิค

ประกอบการแข่งขันโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.)

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

บทนำ

คู่มือ การใช้งานตัวรับสัญญาณระบุตำแหน่ง GNSS รุ่น PANTAI RB 1 นี้ จัดทำขึ้นโดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) เพื่อใช้ประกอบแข่งขันในโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ (Smart Precision Farming) ทั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากมหาวิทยาลัยบูรพา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และบริษัท ทรู คอปเปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) จัดกิจกรรมประกวดสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมด้านเทคโนโลยีการเกษตร โดยรับสมัครนักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ทั่วประเทศเข้ามาเรียนรู้ทางด้านการเกษตรกรรมด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและ GNSS และคัดเลือกทีมผู้ผ่านเข้ารอบ โดยภายในกิจกรรมจะให้นักเรียนที่ได้ผ่านการคัดเลือกนำเสนอชิ้นงานการพัฒนาต่อยอดสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถใช้งานร่วมกัน สร้างนวัตกรรมสู่ภาคการเกษตร รวมทั้งพัฒนาระบบที่รองรับการเชื่อมต่อ GNSS แบบพิกัดแม่นยำสูง เพื่อนำมาประยุกต์การใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีการเกษตร ทำให้คุณภาพชีวิตของเกษตรกรดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะเพื่อรองรับการพัฒนาประเทศในยุค Thailand 4.0 และรองรับเกษตรกรรม 4.0 โดยในคู่มือมีเนื้อหาประกอบด้วยดังนี้ 1). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ GPS และ GNSS 2). การใช้งานเครื่องรับสัญญาณ GNSS รุ่น PANTAI RB1 และ 3). ตัวอย่างการนำค่าพิกัดจากตัวรับสัญญาณ PANTAI RB 1 ไปใช้กับบอร์ดคอนโทรลเลอร์

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจ

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	**1**
สารบัญ	**2**
บทที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ GPS และ GNSS	**3**
-GPS คืออะไร	3
-การทำงานของระบบ GPS	3
-ความแตกต่างระหว่าง GPS และ GNSS	4
-การประยุกต์ใช้งานระบบ GNSS	7
บทที่ 2 การใช้งานเครื่องรับสัญญาณ GNSS รุ่น PANTAI RB1	**8**
-คุณลักษณะทั่วไป	8
-ส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ	9
-การเชื่อมต่อและการใช้งานเครื่องรับสัญญาณ	10
-ขั้นตอนการตั้งค่า PANTAI-RB1	11
-การตั้งค่าเพื่อรับค่าแก้ RTK จากสถานีฐาน	12
-ขั้นตอนการตั้งค่า PANTAI-RB1 ให้เป็น Base station	16
บทที่ 3 ตัวอย่างการนำค่าพิกัดจากตัวรับสัญญาณ PANTAI RB 1 ไปใช้กับบอร์ดคอนโทรลเลอร์	**17**
ภาคผนวก	**21**

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

บทที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ GPS และ GNSS

GPS คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ย่อมาจากคำว่า Global Positioning System ซึ่งระบบ GPS ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก

1.ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยเครือข่ายดาวเทียม ซึ่งในโลกเรานี้มีใช้งานอยู่ คือ

- อเมริกา ชื่อ NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Rankging GPS) มีดาวเทียม 28 ดวง ใช้งานจริง 24 ดวง อีก 4 ดวงเป็นตัวสำรอง บริหารงานโดย Department of Defenses ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง

ในขณะนี้ประชาชนทั่วโลกสามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมของทางอเมริกา (NAVSTAR) ได้ฟรีเนื่องจากนโยบายสิทธิการเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารสำหรับประชาชนของรัฐบาลสหรัฐ จึงเปิดให้ประชาชนสามารถใช้ข้อมูลในระดับความแม่นยำที่ไม่เป็นภัยต่อความมั่นคงของรัฐกล่าวคือมีความแม่นยำในระดับบวก/ลบ10เมตร

2. ส่วนควบคุม ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดิน สถานีใหญ่อยู่ที่ Falcon Air Force Base ประเทศอเมริกา และศูนย์ควบคุมย่อยอีก 5 จุด กระจายไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก

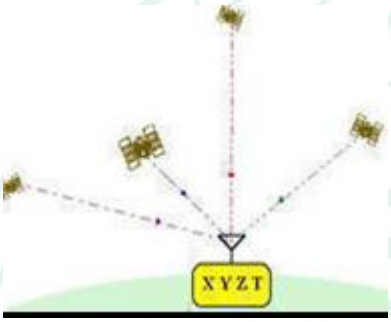
3. ส่วนผู้ใช้งานผู้ใช้งานต้องมีเครื่องรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นและแปรรหัสจากดาวเทียมเพื่อ นำมาประมวลผลให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

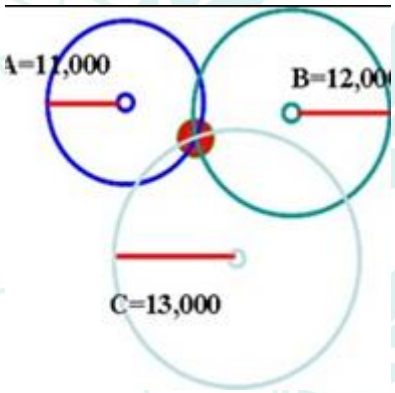
การทำงานของระบบ GPS

ดาวเทียม GPS (Navstar) ประกอบด้วยดาวเทียม 24 ดวง โดยแบ่งเป็น 6 รอบวงโคจร การโคจรจะเอียงทำมุมเอียง 55 องศากับเส้นศูนย์สูตร (Equator) ในลักษณะสานกันคล้าย ลูกตะกร้อแต่ละวงโคจรมีดาวเทียม 4 ดวง รัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กม. หรือ 12,600 ไมล์ ดาวเทียมแต่ละดวงใช้ เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโม GPS ทำงานโดยการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง โดยสัญญาณดาวเทียมนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ระบุตำแหน่งและเวลาขณะส่งสัญญาณ ตัวเครื่องรับสัญญาณ GPS จะต้องประมวลผลความแตกต่างของเวลาในการรับสัญญาณเทียบกับเวลาจริง ณ ปัจจุบันเพื่อแปรเป็นระยะทางระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมแต่ละดวง ซึ่งได้ระบุมีตำแหน่งของมันมากับสัญญาณดังกล่าวข้างต้น

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการค้นหาตำแหน่งด้วยดาวเทียม ต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อบอกตำแหน่งบนผิวโลก ซึ่งระยะห่างจากดาวเทียมทั้ง 3 กับเครื่อง GPS (ที่จุดสีแดง) จะสามารถระบุตำแหน่งบนผิวโลกได้หากพื้นโลกอยู่ในแนวระนาบแต่ในความเป็นจริงพื้นโลกมีความโค้งเนื่องจากสัณฐานของโลกมีลักษณะกลมดังนั้นดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้สามารถคำนวณเรื่องความสูงเพื่อทำให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องมากขึ้น การวัดระยะห่างระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับทำได้โดยใช้สูตรคำนวณ ระยะทาง = ความเร็ว * ระยะเวลา วัดระยะเวลาที่คลื่นวิทยุส่งจากดาวเทียมมายังเครื่องรับ GPS คูณด้วยความเร็วของคลื่นวิทยุจะเท่ากับระยะทางที่เครื่องรับ อยู่ห่างจากดาวเทียม โดยเวลาที่วัดได้มาจากนาฬิกาของดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูงมีความละเอียดถึง 3 นาโนวินาที (nanoseconds) หรือมีความเที่ยงตรง 0.000000003 ของวินาที หรือ 3e-9 และมีการสอบทวนสัญญาณ
เสมอๆกับสถานีภาคพื้นดิน องค์ประกอบสุดท้ายก็คือตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงในขณะที่ส่งสัญญาณมาว่าอยู่ที่ใด (Almanac) มายังเครื่องรับ GPS





GPS และ GNSS

ถึงแม้ว่าเราจะคุ้นเคยกับคำว่า GPS เพราะว่าเป็นคำที่เราใช้ในชีวิตประจำเมื่อเราต้องการเดินทางไปยังที่ๆไม่คุ้นเคย เราก็แค่เปิด GPS, ค้นหาใน Google map เป็นต้น แต่รู้หรือไม่ว่าจริงๆ แล้ว GPS เป็นแค่ส่วนหนึ่งของระบบ GNSS เท่านั้น โดย GNSS ย่อมาจากคำว่า Global Navigation Satellite System ซึ่งเป็นคำที่ทั่วโลกใช้เรียก ระบบดาวเทียมที่มีการเปิดให้บริการอยู่ในปัจจุบัน และที่มีการวางแผนจะเปิดให้บริการในอนาคต ซึ่งดาวเทียมต่างๆ ในระบบ GNSS ประกอบด้วย

- GPS ย่อมาจาก Global Positioning System ซึ่งเป็นดาวเทียมระบบแรกของโลกที่ออกแบบโดยประเทศสหรัฐอเมริกา มีดาวเทียมทั่วโลกทั้งหมด 28 ดวง
- GLONASS เป็นระบบดาวเทียมของประเทศรัสเซีย มีดาวเทียมทั่วโลกทั้งหมด 24 ดวง
- Galileo เป็นระบบดาวเทียมของสหภาพยุโรป ซึ่งทั้งระบบจะมีดาวเทียมทั่วโลกทั้งหมด 27 ดวง ภายในปี 2020

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

- BeiDo เป็นดาวเทียมน้องใหม่ของประเทศจีน ปัจจุบันเปิดให้บริการเฉพาะโซนเอเชียเท่านั้น แต่ระบบนี้มีแผนจะเปิดให้บริการทั่วโลกภายในปี 2020
- IRNSS เป็นระบบดาวเทียมระดับภูมิภาค (Regional navigation Satellite System) ของประเทศอินเดีย ซึ่งให้บริการเฉพาะประเทศอินเดียและประเทศใกล้เคียง
- QZSS เป็นระบบดาวเทียมระดับภูมิภาคของประเทศญี่ปุ่น เช่นเดียวกับ IRNSS เปิดให้บริการเฉพาะประเทศญี่ปุ่นและ ประเทศแถบ Asia-Oceania

ซึ่งในอนาคตอันใกล้คาดว่าจะมีดาวเทียมที่ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งมากถึง 134 ดวง และการที่มีดาวเทียมที่มากขึ้นทำให้ Continuity , Accuracy , Reliability , Availability และ Efficiency เพิ่มขึ้น

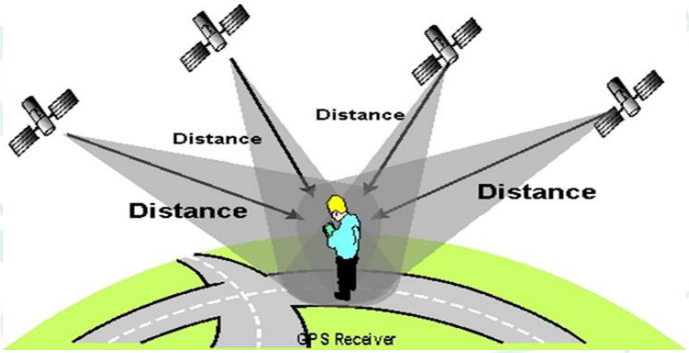
Continuity :: ทุกระบบ มีความเป็นอิสระจากกัน จึงมีโอกาสน้อยมากที่ทุกระบบจะทำงานไม่ได้พร้อมกัน

Accuracy :: จำนวนดาวเทียมมากขึ้นทำให้มีข้อมูลมากขึ้นและนำไปสู่การหาตำแหน่งที่ถูกต้องสูงได้เร็วขึ้น

Reliability :: ช่วยในการตรวจจับข้อมูลที่ผิดพลาดได้ดีขึ้น

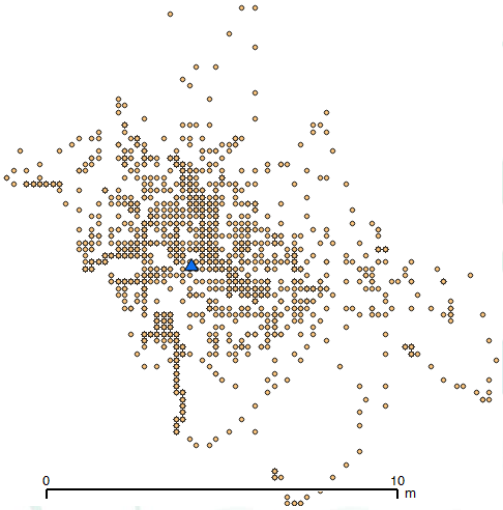
Availability :: เพิ่มโอกาสให้พื้นที่เมืองหรือพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางทำงานได้ดีขึ้น

Efficiency :: การใช้งานในโหมด RTK จะใช้เวลาในการ initialize สั้นลง

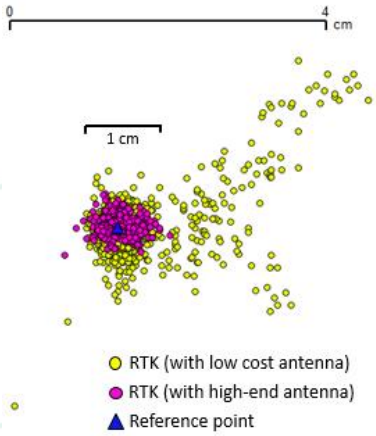


สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

ข้อแตกต่างระหว่าง GPS ธรรมดากับ GNSS แบบแม่นยำสูง



GPS ทั่วไปค่าพิกัดจะแกว่งประมาณ 10-15 เมตร



GNSS RTK ค่าพิกัดจะดีขึ้นในระดับเซนติเมตร

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

การประยุกต์ใช้งาน GPS

ปัจจุบันนี้ได้มีการใช้งาน GPS ในรูปแบบต่างๆดังนี้

1. การกำหนดพิกัดของสถานที่ต่าง ๆ การทำแผนที่ งานสำรวจ
2. การนำทาง สามารถนำทางได้ทั้งภาพและเสียง ใช้ได้หลายภาษา บางแบบมีภาพเสมือนจริง
3. การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินโครงข่ายหมุดดาวเทียม GPS ของกรมที่ดิน (DOLVRS)
4. การกำหนดจุดเพื่อบรรเทาสาธารณะภัย เช่น เสื้อกั๊กชูชีพที่มีเครื่องส่งสัญญาณจีพีเอส
5. การนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการยุติธรรม เช่นการติดตามบุคคล การติดตามการค้ายาเสพติด
6. การนำไปใช้ประโยชน์ทางทหาร
7. การกีฬา เช่นใช้ในการฝึกฝนเพื่อวัดความเร็ว ระยะทาง แคลลอรี่ที่เผาผลาญ หรือ ใช้ในสนามกอล์ฟเพื่อคำนวณระยะจากจุดที่อยู่ถึงหลุม
8. การนันทนาการ เช่น กำหนดจุดตกปลา หาระยะเวลาที่เหมาะสมในการตกปลา การวัดความเร็ว ระยะทางบันทึกเส้นทางเครื่องบิน/รถบังคับวิทยุ
9. ระบบการควบคุมหรือติดตามยานพาหนะ การติดตามบุคคล นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้ในการป้องกันการโจรกรรมและติดตามทรัพย์สินคืน
10. การนำข้อมูล GPS มาประกอบกับภาพถ่ายเพื่อการท่องเที่ยว การทำรายงานกิจกรรม เป็นต้น โดยจะต้องมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมติดตั้งอยู่กับกล้องบางรุ่น หรือการใช้ GPS Data Logger ร่วมกับ Software
11. การประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตร ในปัจจุบันซึ่งรัฐบาลกำลังผลักดันและเป็นที่นิยมในการใช้ระบบพิกัดตำแหน่งมาช่วยกำหนดพื้นที่ทำเกษตรโดยอาศัยเครื่องมืออัตโนมัติเช่น หุ่นยนต์ อากาศยานไร้คนขับ UAV เพื่อลดเวลาและลดต้นทุนการผลิต แต่ได้ผลผลิตสูงขึ้น

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

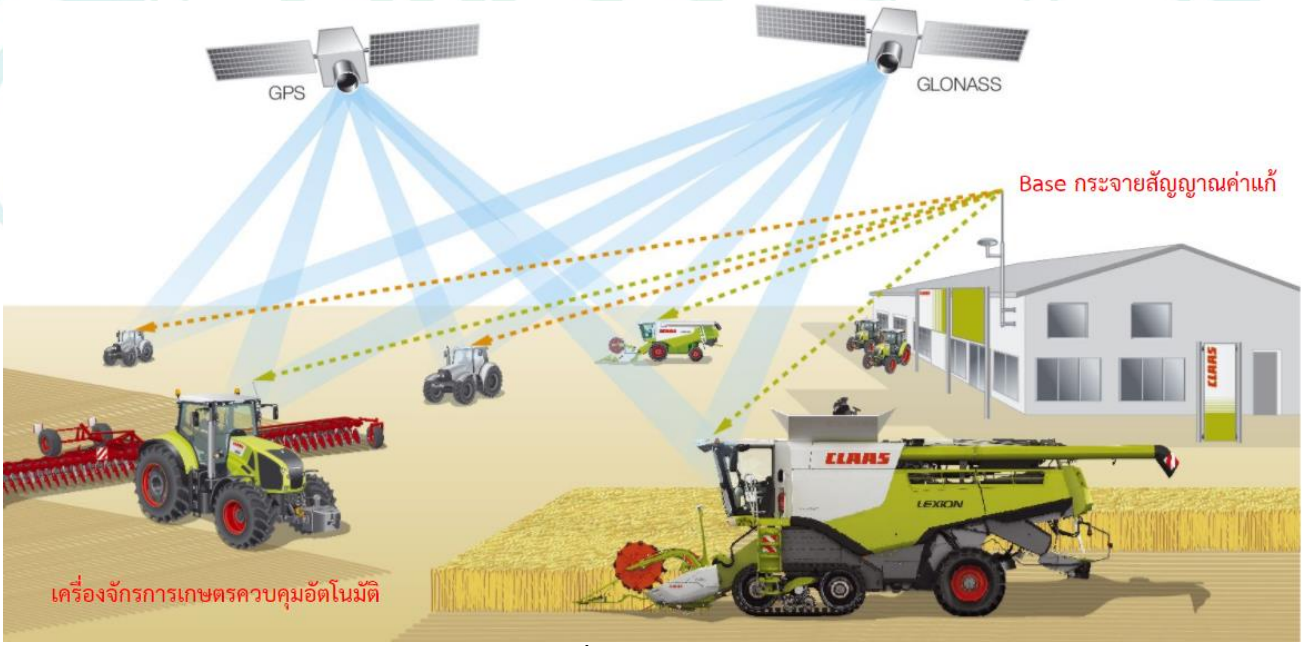
บทที่ 2 การใช้งานเครื่องรับสัญญาณGNSSรุ่น PANTAI RB1

1. คุณลักษณะ PANTAI -RB1

ชุดรับสัญญาณ GNSS (Global Navigation Satellite Systems) ในระบบ RTK (Real Time Kinematic) ความละเอียดของพิกัดได้สูงสุดที่ 3 เซนติเมตร ในโหมด Static และน้อยกว่า 1 เมตรในโหมด Kinematic (ระยะ baseline ไม่เกิน 10 กิโลเมตร

.การใช้งาน

- มีฟังก์ชั่น 3G ในตัว เพื่อรับค่าแก้ RTK ผ่านอินเทอร์เน็ตมาปรับแก้ค่าพิกัด
- เชื่อมต่อส่งค่าพิกัดที่ปรับแก้แล้วผ่าน WiFi
- เครื่องจักรกลการเกษตรที่มีหน่วยประมวลผลของตัวเองสามารถเชื่อมต่อกับ PANTAI-RB1 ผ่าน WiFi
- จำเป็นต้องอยู่ในพื้นที่ฟ้าเปิดเพื่อรับสัญญาณดาวเทียม GNSS



GNSS ความแม่นยำสูงเพื่อการประยุกต์ใช้งานด้านการเกษตร

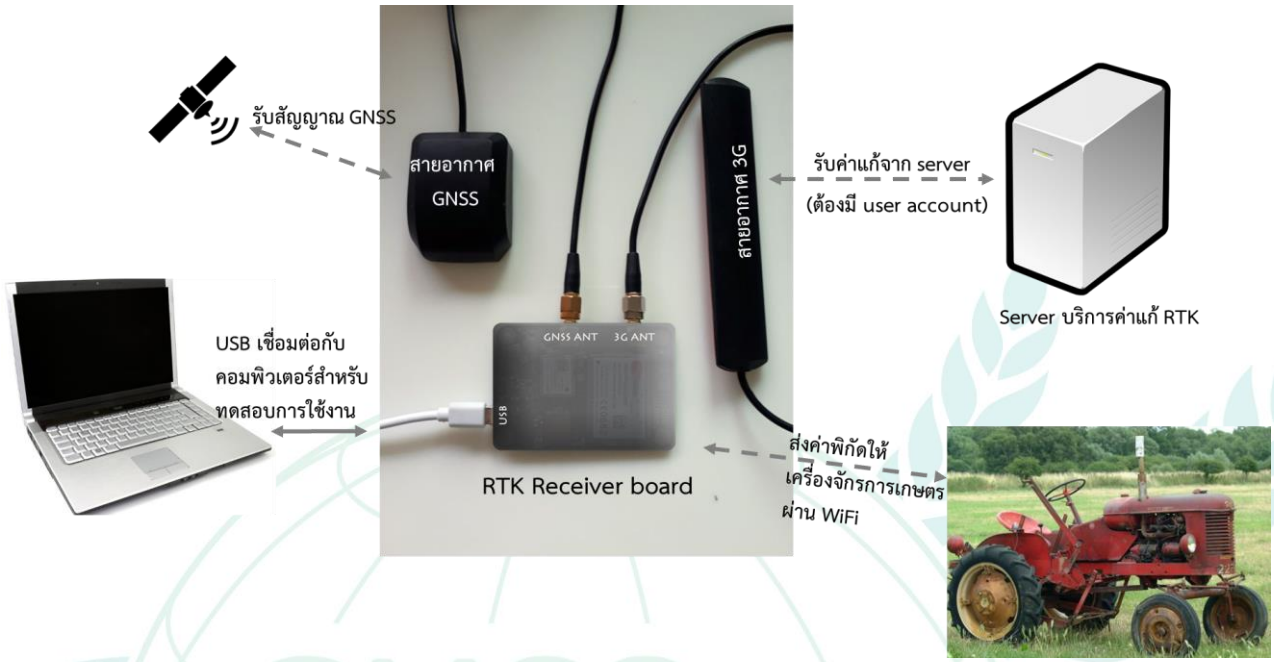
สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

อุปกรณ์ภาครับสัญญาณประกอบด้วย

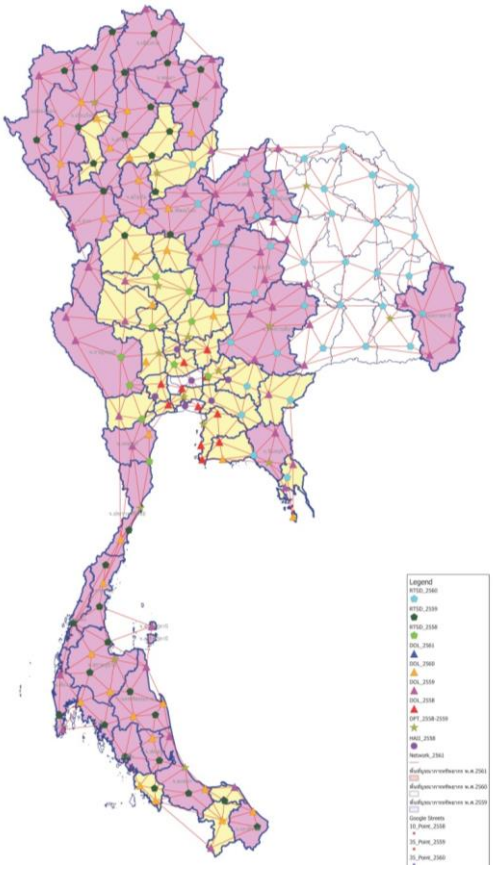
1. บอร์ด Receiver PANTAI RB1 (GNSS RTK Receiver) บอร์ดภาครับสัญญาณมี WiFi ในตัว
2. GSM Antenna สายอากาศรับส่งสัญญาณ โทรศัพท์ 3G
3. GNSS Antenna สายอากาศรับส่งสัญญาณ ระบบพิกัด ตำแหน่ง
4. USB Cable สายรับส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ 1 เส้น

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

การเชื่อมต่อและใช้งาน RTK Receiver board รุ่น PANTAI RB 1



จักรกลการเกษตร อัตโนมัติ
(มีบอร์ดประมวลผล)



พื้นที่ให้บริการ RTK ของกรมที่ดิน

ปี 2559 (สีม่วง) ดำเนินการ 30 จังหวัด
ปี 2560 (สีเหลือง) ดำเนินการ 29 จังหวัด

<u>ข้อควรทราบก่อนการใช้งาน</u>

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

PANTAI-RB1 สามารถให้ค่าพิกัดที่มีความแม่นยำในระดับ 5 เซนติเมตรได้ภายใต้สภาวะเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. รับสัญญาณภายใต้ฟ้าเปิด ไม่มีสิ่งกีดขวางสัญญาณดาวเทียม เช่น อาคาร หลังคา รถบรรทุกขนาดใหญ่ หรือต้นไม้หนาทึบ
2. สามารถรับค่าแก้จาก RTK Server ได้
3. สามารถคำนวณค่าพิกัด RTK Fixed ได้ ทั้งนี้แม้จะมีเงื่อนไขข้อ 1 และ 2 ครบ แต่ค่าพิกัดอาจจะไม่เป็น RTK Fixed ก็ได้ ซึ่งอาจขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ ที่ควบคุมไม่ได้ เช่น ความแปรปรวนของชั้นบรรยายขณะนั้น
4. แม้ได้ค่าพิกัดแบบ RTK Fixed แล้ว ในบางขณะค่าพิกัดอาจปรับไปอยู่ในสถานะ RTK Float ได้ ซึ่งกรณีนี้จะมีความแม่นยำที่ประมาณ 20-30 เซนติเมตร
5. PANTAI-RB1 จะคำนวณค่าพิกัดให้วินาทีละ 1 ค่า (ปรับเพิ่มสูงสุดได้ 4 ค่าต่อวินาที) การดึงค่าพิกัดไปใช้งาน หากต้องการระดับความถูกต้องสูงสุดควรเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจสอบว่าให้ดึงค่าพิกัดชนิดที่เป็น RTK Fixed เท่านั้นไปใช้งาน

ขั้นตอนการตั้งค่า PANTAI-RB1

1. การตั้งค่า PANTAI

โดยทำการต่อสาย USB ระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PANTAI RB 1 แล้วเข้าผ่าน Web browser พิมพ์ ที่ช่อง Address = http://192.168.2.15 (ค่าไอพีนี้จะใช้ได้เมื่อเสียบสาย USB เท่านั้น)

2. ก่อนที่จะเริ่มต้นจำเป็นต้องทำการตั้งค่า WiFi และค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เครื่องรับสัญญาณทำงานได้ถูกต้อง โดยคลิกที่ Menu แล้วเลือกหัวข้อ Setting

3. เลือกเครือข่าย WiFi ที่จะทำการเชื่อมต่อหรือพิมพ์ที่ช่องเครือข่าย WiFi ใส่รหัสผ่าน WiFi และทำการทดสอบการเชื่อมต่อโดยกดที่ปุ่ม เชื่อมต่อเครือข่าย ที่หน้าจอจะต้องแสดงสถานะการเชื่อมต่อสำเร็จ
เมื่อ PANTAI เชื่อมต่อเข้ากับ WiFi สำเร็จเราจะสามารถ เข้าไปที่ไอพีเบอร์ใหม่ที่ได้หลังจากการเชื่อมต่อ WIFI

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

การตั้งค่าเพื่อรับค่าแก้ RTK จากสถานีฐาน

กรอกข้อมูล 4 อย่าง คือ

1) IP ของสถานีฐาน

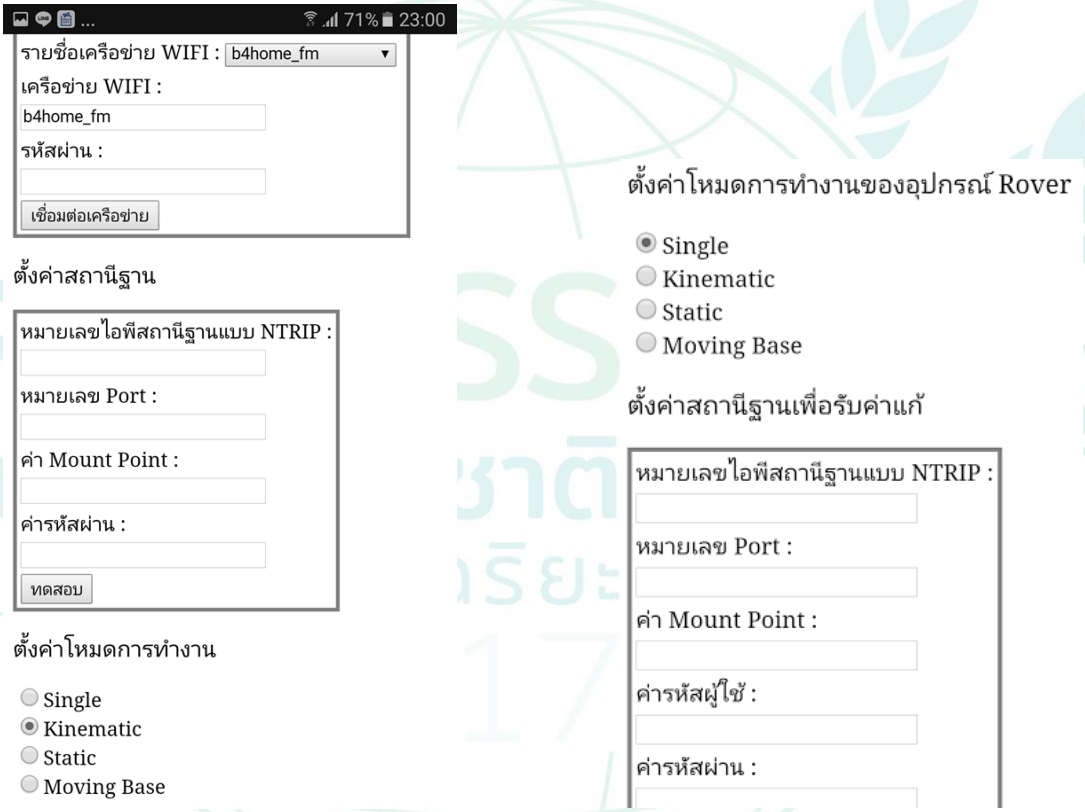
2) หมายเลข Port ที่ใช้เชื่อมต่อ

3) ค่า Mount Point และ

4) รหัสผ่านที่ถูกต้อง (สอบถามรหัสผ่านจากผู้ให้บริการสถานีฐาน)

เลือกโหมดการทำงานของเครื่องรับสัญญาณเป็น Single, Kinematic, Static หรือ Moving Base แล้วแต่สภาพการใช้งานจริง

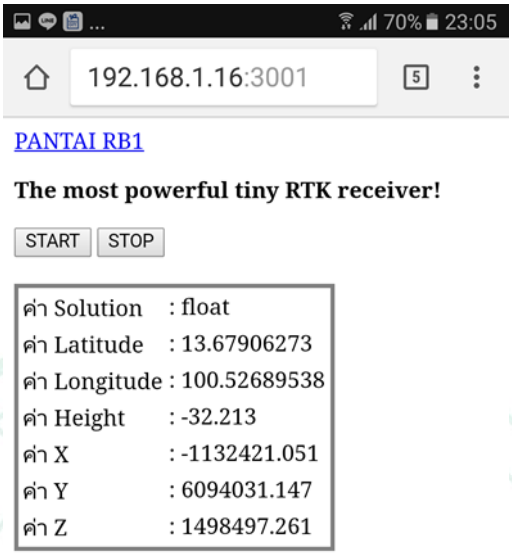
- กรณี RTK เครื่องรับตั้งอยู่นิ่งกับที่ให้เลือก Static หากเครื่องรับมีการเคลื่อนที่ให้เลือก Kinematic



สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

การอ่านค่าผลลัพธ์ผ่านทาง Web Browser

เข้าสู่เมนู Status ถ้าค่าต่างๆ ไม่มีการเคลื่อนไหวให้กดปุ่ม START เพื่อเริ่มการประมวลผล หรือกดปุ่ม STOP เพื่อหยุดการประมวลผล



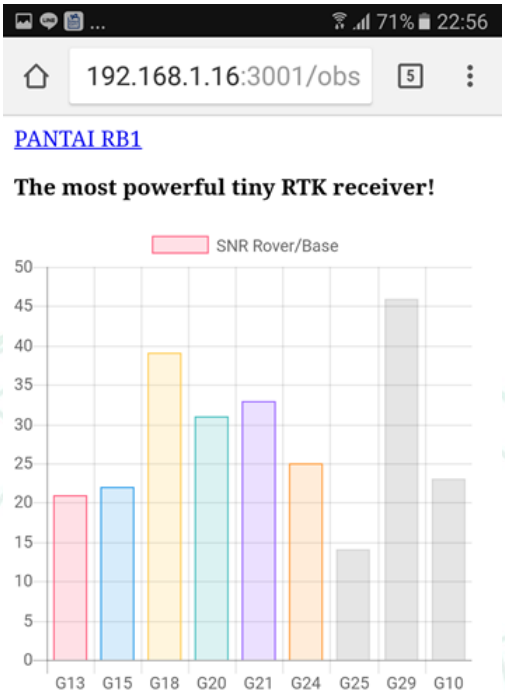
เมื่อ PANTAI เข้าสู่การประมวลผลจะปรากฏค่าต่างๆ แยกออกเป็นประเภทดังนี้

1. ค่า Solution เป็นค่าสถานะปัจจุบันของการประมวลผล ซึ่งอาจเป็น
2. ค่า ‘-’ แสดงว่ายังไม่มีผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้
3. ค่า ‘Single’ แสดงว่าค่าที่คำนวณได้มาจากเครื่องรับเท่านั้นไม่มีค่าแก้จากสถานีฐาน
4. ค่า ‘Float’ แสดงว่าค่าที่คำนวณได้มาจากทั้งเครื่องรับและสถานีฐานแต่ความถูกต้องของพิกัดยังอยู่ในระดับ 1 เมตรหรือน้อยกว่า
5. ค่า ‘Fix’ แสดงว่าค่าที่คำนวณได้มาจากทั้งเครื่องรับและสถานีฐานและความถูกต้องของพิกัด อยู่ในโหมด RTK Fixซึ่งจะมีระดับความถูกต้องสูงสุด

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

การอ่านค่าสัญญาณดาวเทียม

เข้าเมนู Observation เราสามารถอ่านค่าความแรงของสัญญาณจากดาวเทียมที่มาจากทั้ง Rover (ตัวเครื่องรับ PANTAI) หรือจาก Base (สถานีฐาน)



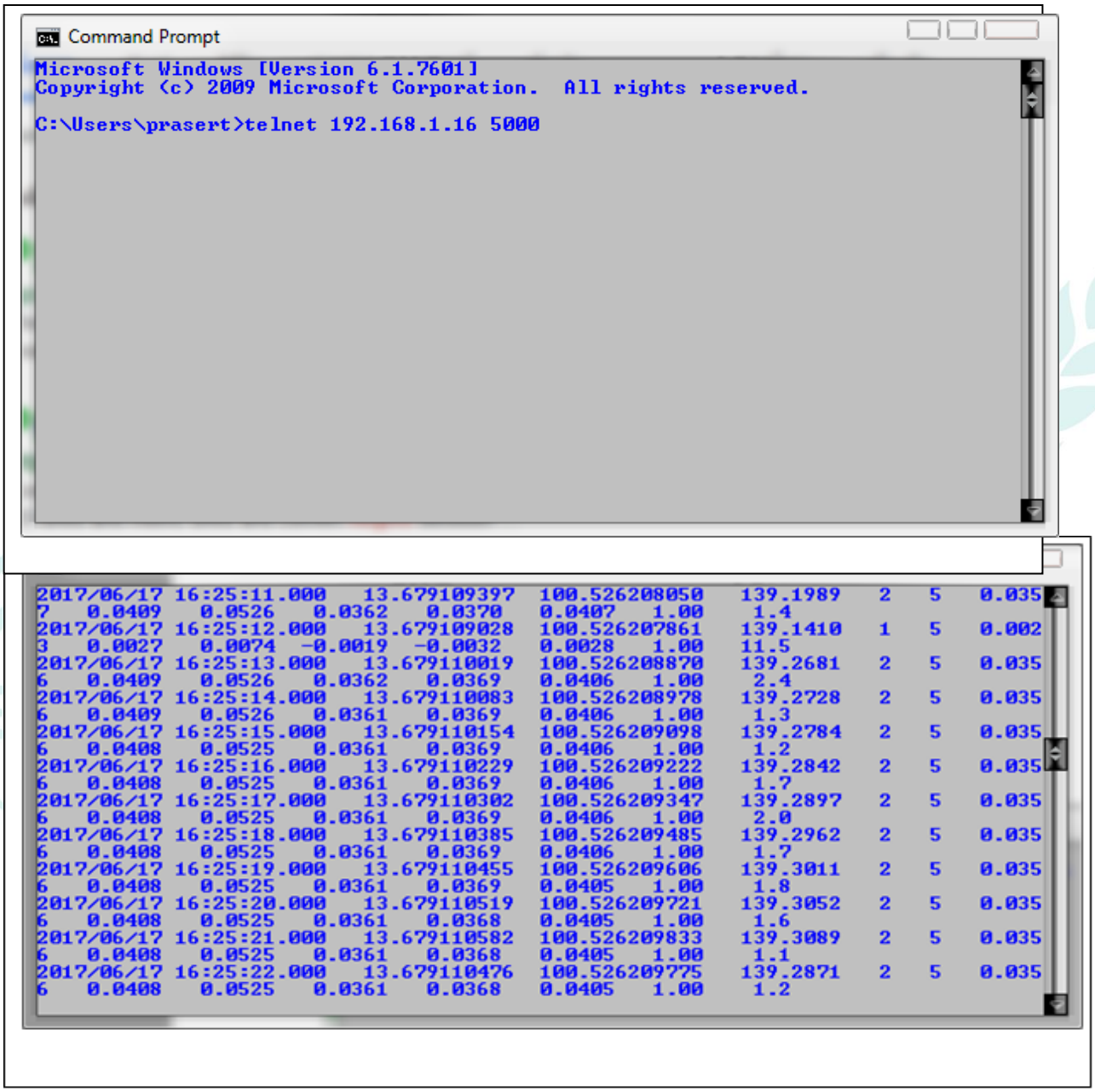
กราฟตัวอย่างที่แสดงด้านบนจะเห็นดาวเทียมที่ใช้ในการคำนวณค่าพิกัดในขณะนั้นๆ ค่าในแนวตั้งจะเป็นระดับความแรงของสัญญาณของดาวเทียมแต่ละดวง

- ชื่อดาวเทียมขึ้นค้นด้วยอักษร G คือกลุ่มดาวเทียม GPS ของอเมริกา
- ชื่อดาวเทียมขึ้นค้นด้วยอักษร R คือกลุ่มดาวเทียม GLONASS ของรัสเซีย
- ชื่อดาวเทียมขึ้นค้นด้วยอักษร C คือกลุ่มดาวเทียม Beidou ของจีน

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

2. การใช้งานค่าพิกัด

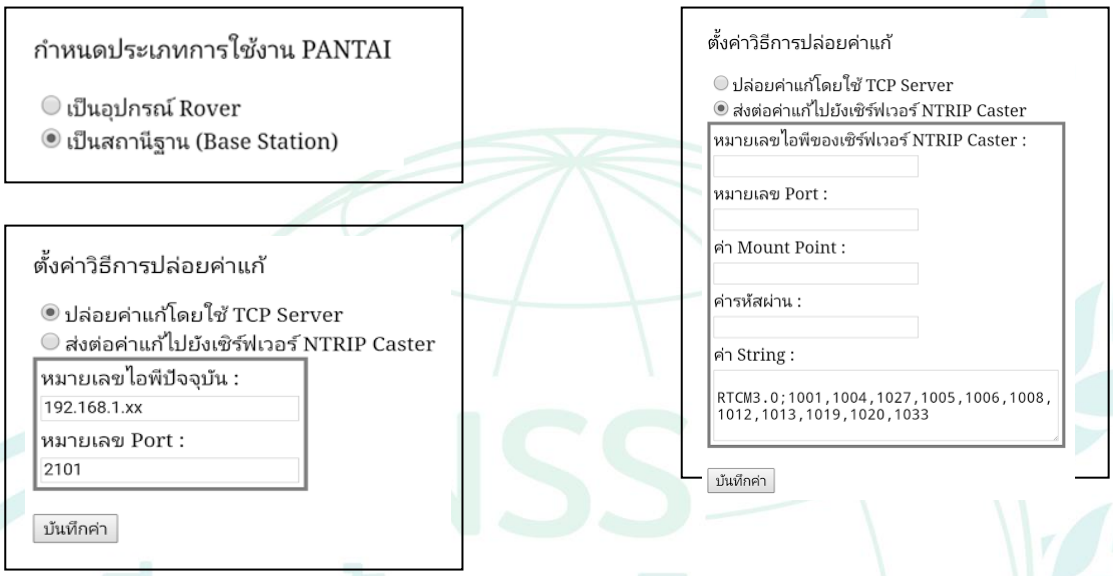
ค่าพิกัดที่ได้สามารถเชื่อมต่อออกสู่ภายนอกได้โดยผ่านทาง port 5000 ยกตัวอย่างกรณีใช้โปแกรม Telnet เชื่อมต่อเข้าไปอ่านค่าดังภาพ



สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

วิธีตั้งค่า PANTAI เพื่อใช้เป็นสถานีฐาน (Base Station)

PANTAI สามารถทำงานได้ในแบบอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Rover) หรือเป็นสถานีฐาน (Base Station) ในกรณีต้องการติดตั้งเป็นสถานีฐานเพื่อเป็นจุดอ้างอิงพิกัด จะต้องกำหนดพิกัดตำแหน่งอย่างถาวรให้กับสถานีฐาน (ต้องรังวัดค่าพิกัดที่แม่นยำล่วงหน้าด้วยวิธีการด้านการสำรวจและแผนที่) โดยสถานีฐานจะนำค่าพิกัดดังกล่าวพร้อมข้อมูลดิบจากการรังวัดดาวเทียมมาปล่อยให้กับอุปกรณ์ Rover ที่อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตร สามารถนำค่าไปอ้างอิงและปรับค่าความถูกต้องตามเทคนิค RTK ได้ ทำให้อุปกรณ์ Rover มีความละเอียดของพิกัดอยู่ในระดับต่ำกว่าเมตรหรือไม่กี่เซ็นติเมตร



ทำการเลือกวิธีการปล่อยค่าแก้ซึ่ง PANTAI สามารถรองรับได้ 2 วิธีกล่าวคือ

วิธีที่ 1) PANTAI ปล่อยค่าแก้เองโดยจำลองตัวเองเป็น TCP Server วิธีนี้เหมาะกับกรณีที่ Rover ไม่สามารถเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ปล่อยค่าแก้ (NTRIP Caster) ได้โดยตรง เช่นไม่สามารถเชื่อมต่อกับโครงข่ายอินเตอร์เน็ตได้ อย่างไรก็ตาม การตั้งสถานีฐานเองแต่วิธีการนี้ไม่เหมาะกับการใช้สถานีแบบถาวรที่ต้องการปล่อยค่าแก้ให้หน่วยงานอื่นๆ

- กรณีเลือกแบบปล่อยค่าแก้เอง จะต้องทำการกำหนดหมายเลขไอพีและ Port เพื่อให้ Rover สามารถเชื่อมต่อเข้ามารับค่าแก้ได้

หากมีเซิร์ฟเวอร์ที่ติดตั้งเพื่อรับค่าแก้ไปประมวลผล แนะนำให้ใช้วิธีที่ 2

วิธีที่ 2) PANTAI ส่งต่อค่าแก้เข้าสู่เซิร์ฟเวอร์ NTRIP Caster โดยต้องทราบข้อมูลจากผู้ให้บริการเซิร์ฟเวอร์ดังนี้

1) หมายเลขไอพี ของ NTRIP Caster
2) หมายเลข Port ของ NTRIP Caster
3) ค่า Mount Point ค่านี้เราเป็นผู้กำหนดเอง และจะไปปรากฏที่ NTRIP Caster table
4) ค่ารหัสผ่าน ค่ารหัสผ่าน NTRIP Caster จะเป็นผู้กำหนด
5) ค่า String เพื่อกำหนด RTCM Message type ที่ต้องการปล่อยออกไปยัง NTRIP Caster ตามความต้องการที่จะใช้

<u>หมายเหตุ</u> การส่งค่าแก้ไปที่เซิร์ฟเวอร์ NTRIP Caster จะต้องปรึกษากับผู้ให้บริการ เช่น สทอภ. ก่อน

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

ตัวอย่างโปรเจคการควบคุมยานอัตโนมัติ

การทดลองนี้จะยกตัวอย่างกรณีที่เราต้องการโปรแกรมให้ยานอัตโนมัติเดินทางจากตำแหน่งพิกัดที่อยู่ปัจจุบัน (Home) ไปยังพิกัดที่กำหนดตามรูปที่ 1 นั้น ยานอัตโนมัติจะนำค่าพิกัดปัจจุบันซึ่งได้รับจากจีพีเอสและค่าพิกัดปลายทางมาทำการคำนวณหาทิศทางหรือที่นิยมเรียกว่า “แบริ่ง” และระยะทางที่จะไป ส่วนของการคำนวณหาค่าแบริ่ง (ตัวเลขสามหลักหน่วยเป็นองศาแสดงทิศทาง นับจาก 000 – 359 โดยที่ 000 คือทิศเหนือ) และระยะทางนั้น โดยทั่วไปหากเป็นตำบลที่ซึ่งอยู่ห่างกันตั้งแต่ 20 กิโลเมตร หรือ 12 ไมล์ ขึ้นไปจะต้องใช้สมการ Haversine ซึ่งใช้หลักการของตรีโกณมิติทรงกลมในการคำนวณ เนื่องจากความโค้งของโลกมีส่วนเกี่ยวข้องด้วย แต่สำหรับกรณีของการเดินทางระยะสั้น ๆ ไม่เกิน 12 ไมล์ จะใช้วิธีการคำนวณด้วยตรีโกณมิติบนพื้นระนาบ และการใช้ทฤษฎีของพิธากอรัส ก็สามารถให้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงได้ โดยจะต้องแปลงค่าระยะห่างของสองพิกัดที่เป็นองศาของ ละติจูด และลองจิจูด ให้เป็นค่าบนพิกัดฉาก (Cartesian Coordinate) ก่อน ซึ่งเป็นการถ่ายตำแหน่งบนผิวทรงกลมลงไปบนพื้นระนาบโดยใช้วิธี การหาค่าประมาณของอิควิเรกแทงกูลาร์ (Equirectangular Approximation) และพิกัดที่นำมาเป็นตัวอย่างนั้นอยู่สูงจากเส้นศูนย์สูตรไม่เกิน ละติจูด ที่ 13 องศาเหนือ จึงได้รับอิทธิพลจากความโค้งของโลกน้อย ทำให้มีเพียงการแก้ไขความคาดเคลื่อนในการถ่ายพิกัดลองจิจูด ลงบนพื้นระนาบเท่านั้น การหาค่าประมาณของอิควิเรกแทงกูลาร์ เป็นดังสมการต่อไปนี้

$$x = (Lo_2 - Lo_1)\cos\left(\frac{La_1 + La_2}{2}\right)$$

$$y = La_2 - La_1$$

โดยที่ x คือ ระยะบนพิกัดฉากในแนวนอนมีค่าเท่ากับผลต่างของ ลองจิจูด คูณด้วย cos ของ ละติจูด เฉลี่ย
y คือ ระยะบนพิกัดฉากในแนวตั้งซึ่งมีค่าเท่ากับผลต่างของ Latitude
La_1, La_2 คือ ค่าพิกัด ละติจูด เป็นองศาของทั้ง 2 ตำบลที่
Lo_1, Lo_2คือ ค่าพิกัด ลองจิจูด เป็นองศาของทั้ง 2 ตำบลที่

รูปที่ 1 การหาแบริ่งและระยะทางระหว่างพิกัดละติจูด/ลองจิจูด 2 จุดใด ๆ บนพื้นโลก

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

เมื่อได้ระยะบนพื้นระนาบ แล้วจึงทำการคำนวณหามุมแบริ่ง และระยะทางจากสมการ tangent โดยใช้ทฤษฎีของพิธากอรัสดังนี้

$$b = \left[450 - 180 \times \left(\frac{\text{atan2}(y,x)}{\pi} \right) \right] \bmod 360$$

$$r = 6317 \times \sqrt{x^2 + y^2} \times 1000$$

โดยที่ b คือ แบริ่งจากยานไปยังจุดที่กำหนด atan2 คือ ฟังก์ชั่นที่ให้ค่าเป็นเรเดียนส์และมีเงื่อนไขซึ่งพิจารณาไปตามค่าของ x, y ดังนี้

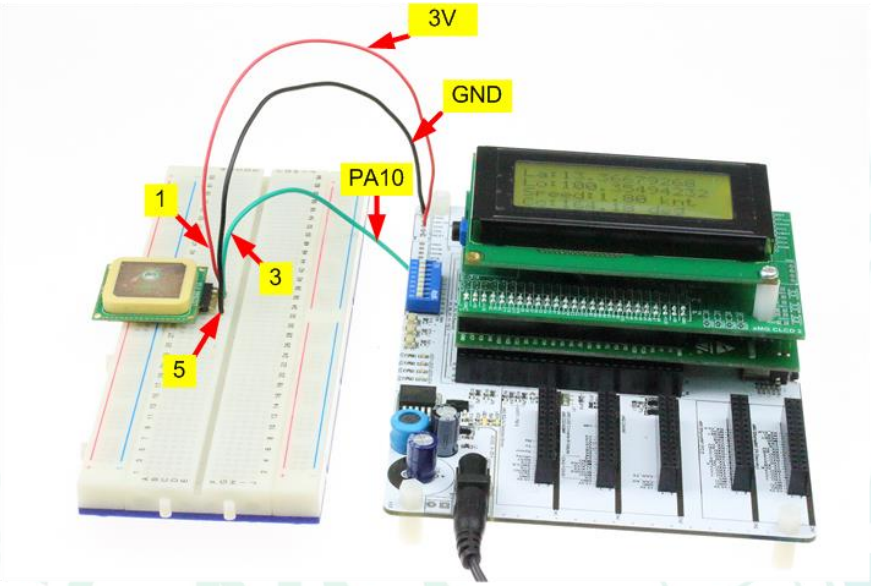
$$\text{atan2} = \begin{cases} \arctan\left(\frac{y}{x}\right) & , x > 0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right) + \pi & , y \geq 0,\ x < 0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right) - \pi & , y < 0,\ x < 0 \\ +\frac{\pi}{2} & , y > 0,\ x = 0 \\ -\frac{\pi}{2} & , y < 0,\ x = 0 \\ \text{undefined} & , y = 0,\ x = 0 \end{cases}$$

m mod n คือ ฟังก์ชั่นที่ให้เศษที่เหลือจากการหารของ
r คือ ระยะจากยานไปยังจุดที่กำหนดหน่วยเป็นเมตร
ตัวเลข 6371 คือ รัศมีความโค้งของโลก
ตัวเลข 450 หมายถึง ปกติแล้วการวัดมุมองศาจะวัดทวนเข็มนาฬิกาจาก จุด 0,0 ที่แกน x แต่การวัดแบริ่ง ต้องย้ายจุด 0,0 ไปที่แกน y แล้ววัดมุมในทิศตามเข็มนาฬิกาดังนั้น ที่จุด (0,0) ณ แกน y คือมุม 360 + 90 = 450 องศา
สมการที่อธิบายมาทั้งหมดสามารถเขียนด้วยโปรแกรมแมทแลปได้ดังนี้

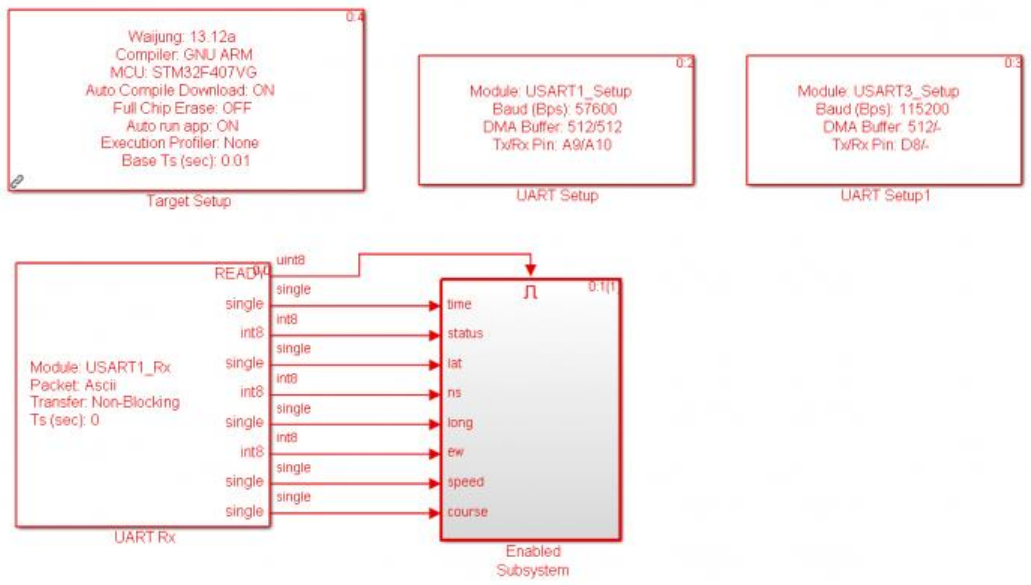
```
function [b,r] = bearing_range(la1,lo1,la2,lo2)

% Converse degree to radian
la1 = la1*pi/180;
la2 = la2*pi/180;
lo1 = lo1*pi/180;
lo2 = lo2*pi/180;

x = (lo2-lo1)*cos((la1+la2)/2);
y = la2-la1;
r = 6371*sqrt(x^2+y^2)*1000;      % Range(metre)
b0 = 450-180/pi*atan2(y,x);
b = mod(b0,360);                  % Bearing(degree)
```

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

เมื่อคำนวณหาแบริ่งและระยะทางได้แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปสั่งควบคุมการหันเลี้ยว เพื่อให้หันหน้าไปยังทิศทางที่กำหนด และเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางตามที่ได้คำนวณไว้ ตามตัวอย่างชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมยานอัตโนมัติ ตามรูปที่ 2 การโปรแกรมเฟิร์มแวร์ในส่วนของฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงตามรูปที่ 3 และการโปรแกรมในฝั่งของพีซีตามรูปที่ 4 อัลกอริทึมสำหรับการคำนวณหาแบริ่งและระยะทางอยู่ในกล่อง MATLAB Function

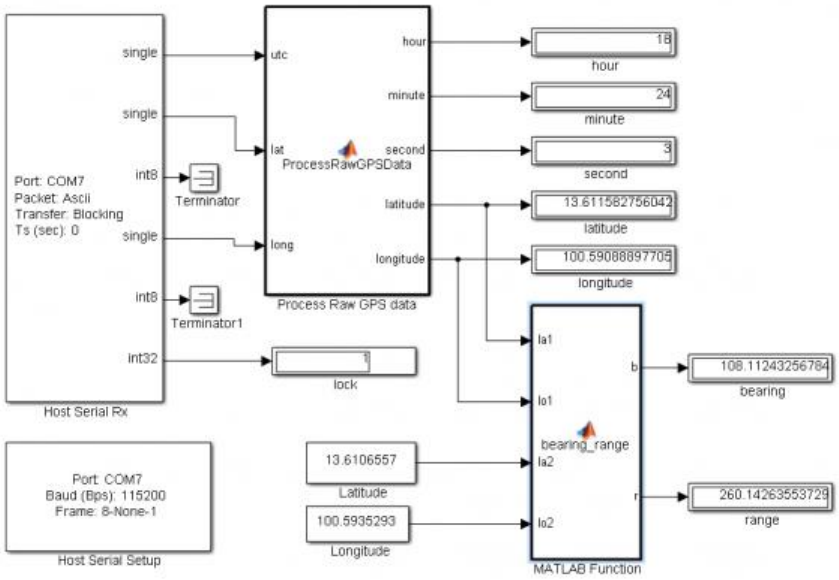


รูปที่ 2 การทดลองต่อเชื่อมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจะใช้บอร์ด aMG Lab Kit – F4



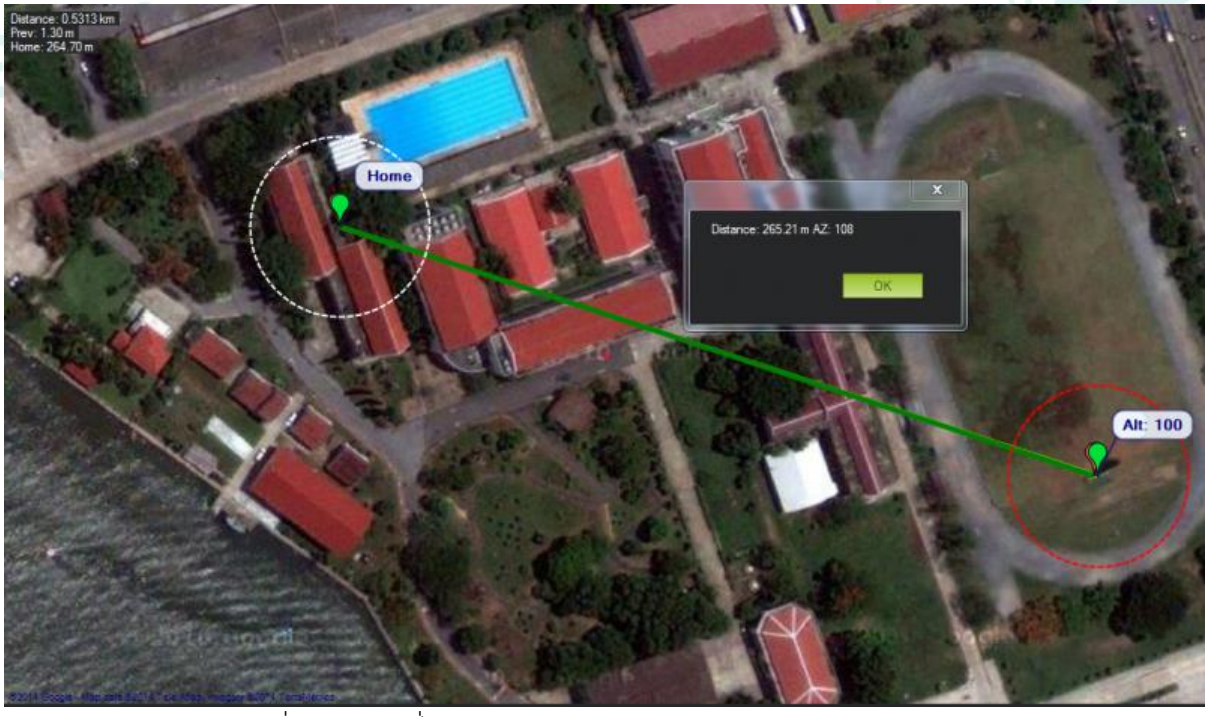
รูปที่ 3 การโปรแกรมเฟิร์มแวร์ในฝั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA



รูปที่ 4 การโปรแกรมในฝั่งของพีซี

รูปที่ 5 เป็นการทดสอบอัลกอริทึมด้วยโปรแกรม Mission Planner ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นักพัฒนา DIY Drones นิยมใช้กัน โดยได้กำหนดระยะห่างระหว่างจุดสองจุดในแผนที่และวัดหาแบริ่งได้เท่ากับ 108 องศา ระยะทาง 265.21 เมตร ส่วนโปรแกรมที่เขียนขึ้นเองคำนวรได้แบริ่งประมาณ 108 องศา หาระยะทางได้ประมาณ 260.14 เมตร ซึ่งถือว่ามีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้



รูปที่ 5 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Mission Planner

ที่มา http://aimagin.com/blog/gps-

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

ภาคผนวก

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

ภาคผนวก ก

โครงสร้างข้อมูล Positioning Solution File ตามมาตรฐาน RTKLIB

Positioning Solution File มีทั้งหมด 7 ฟิลด์ ดังรายละเอียดด้านล่าง (คัดลอกจากคู่มือ RTKLIB version 2.4.2)

No	Record/Field	Description	Notes
1	File header	The lines starting with "%" are header lines. The header lines contains some additional information or processing options as follows. % **program** : program version % **inp file** : Input file path % **obs start**: Observation data start time in GPS time % **obs end**: Observation data end time in GPS time % **pos mode**: Positioning mode option % **freqs**: Frequencies option % **solution**: Solution type option % **elev mask**: Elevation mask angle option % **snr mask**: SNR mask option % **ionos est**: Ionospheric parameter estimation option % **tropos est**: Tropospheric parameters estimation option % **amb res**: Integer ambiguity resolution options % **val thres**: Integer ambiguity validation option % **ref pos**: position of the antenna of the base station	
2	Field indicator	Field indicator starting with "%" line follows after File header. To recognize the field formats, RTKLIB uses these lines. Do not delete them.	
3	Solution body	Solution body consists of the following fields. The field contents are varied according to the positioning options.	
(1)	Time	The epoch time of the solution indicating the true receiver signal reception time (not indicates the time by receiver clock). The format is varied to the options. **yyyy/mm/dd HH:MM:SS.SSS** : Calendar time in GPST, UTC or JST, the time system is indicated in Field indicator **WWWW SSSSSSS.SSS** : GPS week and TOW (time of week) in seconds.	
(2)	Receiver Position	The rover receive antenna or marker position estimated varied according to the positioning options.	

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA

No	Record/Field	Description	Notes
		+ddd.dddddddd +ddd.dddddddd hhhh.hhhh : Latitude, longitude in degrees and height in m. Minus value means south latitude or west longitude. The height indicates ellipsoidal or geodetic according to the positioning options. **+ddd mm ss.sss +ddd mm ss.sss hhhh.hhhh** : Latitude, longitude in degree, minute and second and height in m. **+xxxxxxxxx.xxxx +yyyyyyyyy.yyyy +zzzzzzzz.zzzz** : X/Y/Z components of ECEF frame in m. **+eeeeeeeee.eeee +nnnnnnnnn.nnnn +uuuuuuuuu.uuuu** : E/N/U components of baseline vector in m. The local coordinate is referenced to the rover position.	
(3)	Quality flag (Q)	The flag which indicates the solution quality. **1** : Fixed, solution by carrier-based relative positioning and the integer ambiguity is properly resolved. **2** : Float, solution by carrier-based relative positioning but the integer ambiguity is not resolved. **3** : Reserved **4** : DGPS, solution by code-based DGPS solutions or single point positioning with SBAS corrections **5** : Single, solution by single point positioning	
(4)	Number of valid satellites (ns)	The number of valid satellites for solution estimation.	
(5)	Standard deviations (sdn, sde, sdu, sdne, sdeu, sdun)	The estimated standard deviations of the solution assuming a priori error model and error parameters by the positioning options. The sdn, sde or sdu means N (north), E (east) or U (up) component of the standard deviations in m. The absolute value of sdne, sdeu or sdun means square root of the absolute value of NE, EU or UN component of the estimated covariance matrix. The sign represents the sign of the covariance. With all of the values, user can reconstruct the full covariance matrix.	
(6)	Age of differential (age)	The time difference between the observation data epochs of the rover receiver and the base station in second.	
(7)	Ratio factor (ratio)	The ratio factor of "ratio-test" for standard integer ambiguity validation strategy. The value means the ratio of the squared sum of the residuals with the second best integer vector to with the best integer vector.	

สงวนลิขสิทธิ์เอกสารประกอบทางเทคนิคใช้สำหรับประกอบการแข่งขันการโครงการอาชีวะสร้างชาติเกษตรอัจฉริยะ 2017
Copyright © By GISTDA