

ต้นแบบเครื่องบินที่กักตำแหน่งและท่าทางการบิน

วสันต์ บัณฑิตศักดิ์สกุล^{1*}

วันที่รับ 20 พฤศจิกายน 2562 วันที่แก้ไข 11 มกราคม 2563 วันที่ตอบรับ 28 มกราคม 2563

บทคัดย่อ

การบินที่กักตำแหน่งและท่าทางการบินบนอากาศยานมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อความปลอดภัยด้านการขนส่งหรือโดยสารทางอากาศ อีกทั้งยังเป็นการบันทึกข้อมูลต่อเนื่องเพื่อแสดงเส้นทางการบิน (real time route) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดเพื่อการพัฒนาต้นแบบเครื่องบินที่กักตำแหน่งและท่าทางการบินบนเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H ซึ่งประจำการในกองทัพไทย โดยการวิจัยได้ดำเนินการออกแบบ กำหนดคุณลักษณะ ออกแบบวงจร และจัดสร้างตามแนวคิดที่ว่าต้นแบบเครื่องบินที่กักตำแหน่งและท่าทางการบิน ซึ่งสามารถรับสัญญาณระบุพิกัดพื้นโลกจากดาวเทียมกลุ่มทางเลือกอื่น ๆ อย่างน้อย 2 ระบบ อีกทั้งการทดสอบต้นแบบอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ Sensor GPS และ Sensor IMU โดยการระบุค่าพิกัดเทียบเคียงหาตำแหน่งบนพื้นโลกโดยใช้โปรแกรม Google Earth กับตำแหน่งพิกัดของจุดที่นำอุปกรณ์มาทดสอบ ได้แก่ เครื่องบินที่กักตำแหน่งท่าทางการบิน มีระยะห่างจากจุดอ้างอิง 14.18 เมตร, Garmin 296 มีระยะห่างจากจุดอ้างอิง 17.72 เมตร และ PRC-112G มีระยะห่างจากจุดอ้างอิง 9.68 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งถือว่าประสบความสำเร็จและสามารถพัฒนาเป็นเครื่องรับสัญญาณระบบ Multi-GNSS ราคาถูก ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้านการบินและด้านอื่น ๆ ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำได้ในอนาคต

คำสำคัญ : การจำลองการบิน, เฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H, ท่าทางการบิน

¹ ผู้บังคับการกองบิน 2 กองทัพอากาศ

* ผู้แต่ง, อีเมล: ricebird499@gmail.com

Prototyping the Recorder of Flight Position and Orientation

Wasan Banditsaksakul^{1*}

Abstract

Recording flight position and orientation is important and critical to the safety of air transportation or air passengers. In addition, it is continuous recordings of real-time flight route that are the underlying concept of this research. The major output is to develop the prototype of recording the flight position and orientation of the UH-1H helicopter that had been long missed at the Royal Thai Armed Forces. The research was conceptualized to obtain the design of a recording circuit so that the prototype would receive GPS signals from at least two options of GPS constellations. The research was also carried out to benchmark the received positions of the GPS and IMU sensor prototype with those collected from the Google Earth. The comparative positions were at an overall value of 14.18 m from the reference compared those of Garmin 296 that were at an overall value of 17.72 m from the reference, where as PRC-112G was at an acceptable value of 9.68 m from the reference. The research was successfully concluded and can be further studied to apply with newer and better design of avionic devices in relation to aviation and other applications with low cost of investment.

Keywords : UH-1H Helicopter, Flight Simulation, Flight Orientation

¹ Wing2 Commander, Royal Thai Air Force

* Corresponding Author, E-mail: ricebird499@gmail.com

1. บทนำ

เฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H ถูกบรรจุเข้าประจำการในกองทัพอากาศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2511 โดยยุทธโศภณธรรมดั่งกล่าวมีความสำคัญและถูกนำไปใช้ในการกิจต่าง ๆ ของกองทัพอากาศมานานมากกว่า 50 ปี ซึ่งบนเครื่อง UH-1H ไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลการบินหรือ Flight Data Recorder (FDR) ดังนั้นการจะนำข้อมูลด้านลักษณะหรือท่าทางการบินในรูปแบบการแสดงผลข้อมูล (Data Visualization) ของนักบิน เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการบินในกรณีทั้งก่อนและหลังการควบคุมการบินเป็นการยากลำบาก อีกทั้งการขาดอุปกรณ์บันทึกข้อมูลการบินทำให้ยากต่อการวางแผนการบิน และส่งผลโดยตรงต่อการแสดงผลการควบคุมอากาศยานขณะทำการบิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มระดับความปลอดภัยของอากาศยาน



รูปที่ 1 เฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H ถูกบรรจุเข้าประจำการในกองทัพอากาศไทย [1]

จากมูลเหตุข้างต้นในการแก้ปัญหาด้านข้อมูลการบิน มีแนวทางการแก้ปัญหาทางตรงคือ การจัดซื้อและติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลการบินให้กับเฮลิคอปเตอร์ UH-1H นับเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาและสาเหตุต่าง ๆ ในการควบคุมการบิน ทว่าอุปกรณ์ดังกล่าวถึงแม้จะได้รับมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในด้านความปลอดภัยทางการบิน แต่ยังคงมีราคาแพงและต้องใช้งบประมาณสูงในการจัดซื้อ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์บันทึกท่าทางการบิน รุ่น MTI-G-710 ราคาประมาณ 160,000 บาท [2] จากอุปสรรคด้านงบประมาณที่จำกัด จึงเป็นโจทย์วิจัยที่นำไปสู่การแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยและพัฒนาเพื่อประกอบรวมอุปกรณ์ต้นแบบข้างต้นที่ผลิตขึ้นเอง จะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ในระดับที่สามารถพัฒนาเพื่อต่อยอด

ต่อไปได้ กล่าวคือเครื่องบันทึกข้อมูลการบินต้นแบบควรมีภาคการรับสัญญาณที่ระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมจากกลุ่มดาวเทียมทางเลือกอื่นนอกเหนือจากกลุ่มดาวเทียม GPS ของกองทัพสหรัฐฯ เพื่อให้เกิดความอ่อนตัวและคล่องตัวในการเลือกรับสัญญาณพิกัดพื้นโลกอื่น เช่น กลุ่มดาวเทียม GLONASS ของสหพันธรัฐรัสเซีย กลุ่มดาวเทียม GALILEO ของสหภาพยุโรป แม้กระทั่งกลุ่มดาวเทียม BEIDOU ของสาธารณรัฐประชาชนจีน

ถึงแม้เฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H จะไม่ได้ติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลการบิน (รูปที่ 1) ซึ่งทำให้ยากต่อการจะนำข้อมูลการบินมาใช้และถือเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มระดับความปลอดภัยของอากาศยานก็ตาม แต่เครื่องบินรุ่นดังกล่าวยังคงมีประจำการในกองทัพอากาศไทยและใช้ปฏิบัติการกิจสำคัญต่าง ๆ เช่น การค้นหาและช่วยชีวิต การลำเลียงทางอากาศ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบินเนื่องจากสภาพการบินขณะสภาพอากาศไม่อำนวย หรือภายใต้สภาวะที่ท้องฟ้าถูกดบัง การระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมอาจจะไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ อีกทั้งระบบระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมนั้นมิได้มีการดำเนินการโดยประเทศไทย การทำงานของระบบดังกล่าวอาจจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์โลกเพื่อสร้างความมั่นคงในการใช้งานระบบระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมจึงควรที่จะอ้างอิงกับระบบประเภทเดียวกัน ซึ่งนวัตกรรมนี้สามารถนำผลลัพธ์ของโครงการไปพัฒนาต่อยอดกับอากาศยานอื่น ๆ ของกองทัพที่ ประสบปัญหาในลักษณะเดียวกันกับเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน และสามารถแสดงผลตำแหน่งและท่าทางการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ

ทั้งนี้ สมมุติฐานการวิจัยที่สามารถทำการบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบินของเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H ได้ด้วยระบบที่ออกแบบ วิจัย และพัฒนา ต้องไม่เกี่ยวข้องกับระบบ Avionics ของอากาศยาน โดยการแสดงผลตำแหน่งและท่าทางการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ จะช่วยทำให้ง่ายต่อการวางแผนการบิน การนำท่าทางการบินมาแสดงผลขณะทำการบรรยายก่อนและหลังการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ สามารถกำหนดแม่แบบในการดำเนินการได้

และการติดตามท่าทางการบินขณะฝึกนักบินใหม่ด้วยการบันทึกประวัติการบินของเครื่องบินรุ่นดังกล่าวจะช่วยเพิ่มระดับความปลอดภัยของอากาศยาน ภายใต้ขอบเขตการวิจัยที่ทำการบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบินของเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H ที่บรรจุประจำการใน บน.2 เท่านั้น และทำการแสดงผลตำแหน่งและท่าทางการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ ใน 1 ภารกิจ เพื่อสร้างแม่แบบกระบวนการและต้นแบบฐานข้อมูลประวัติการบิน

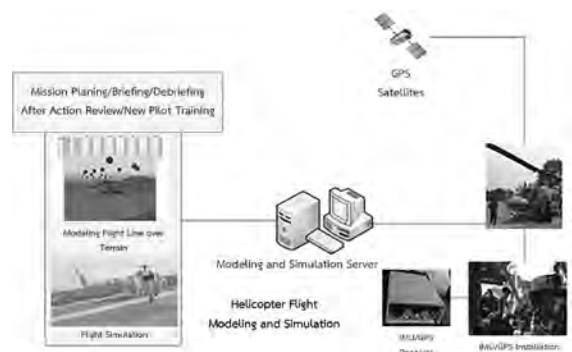
2. ทฤษฎี กรอบแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากโจทย์วิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าการสร้างต้นแบบระบบเครื่องบันทึกข้อมูลการบินมีความจำเป็นต้องตอบสนองความต้องการอย่างน้อย 2 ข้อ ได้แก่ 1) ต้องสามารถรองรับระบบระบุพิกัด 2) สามารถบันทึกท่าทางการบินของเฮลิคอปเตอร์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงมุ่งเน้นที่องค์ประกอบทั้งสองส่วนเป็นหลักการระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System) เป็นกระบวนการของการกำหนดตำแหน่งแนวทางและความเร็วของวัตถุ (รูปที่ 2) นอกจากนั้นระบบระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมยังเป็นระบบที่ใช้งานได้ง่ายและพร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยมีเงื่อนไขคือ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจะต้องสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้อย่างน้อย 4 ดวงในเวลาเดียวกัน ซึ่งในวันที่สภาพอากาศไม่อำนวยการระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมอาจจะไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ ประกอบกับระบบระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมนั้นมิได้มีการดำเนินการโดยประเทศไทย การทำงานของระบบดังกล่าวอาจจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์โลก เพื่อสร้างความมั่นคงในการใช้งานระบบระบุพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียม ระบบจึงควรอ้างอิงกับระบบประเภทรองรับดาวเทียมหลายระบบหรือที่เรียกว่าระบบนำทางทั่วโลกหลายระบบ (Multi-Global Navigation Satellite Systems/Multi-GNSS) โดยเป็นการรับสัญญาณดาวเทียมที่กระจายจากระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นว่ามีการอ้างอิงพิกัดพื้นโลกด้วยดาวเทียมหลายระบบ ซึ่งจะช่วยให้การกำหนดตำแหน่งมีความแม่นยำสูงขึ้น [3-6]

Sensor เพื่อวัดท่าทางการบินใช้ประโยชน์จากความเฉื่อยที่จะต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนที่ตามกฎของข้อที่ 1 ของนิวตัน โดย Sensor IMU จะอ่านค่าการเปลี่ยนแปลง

ของความเร็วเชิงเส้น และการเปลี่ยนแปลงของมุมในแนวแกน X Y Z และในบางครั้งอาจจะใช้ Sensor อื่น ๆ ประกอบด้วย Sensor แม่เหล็กในการอ่านมุมที่กระทำต่อเส้นแนวแรงแม่เหล็กของโลกที่อยู่ในแนวทิศเหนือ - ใต้ และ Sensor อ่านความดันเพื่อช่วยในการคำนวณความสูง ในการคำนวณค่ามุมของท่าทางการบินจากค่าของ Sensor นั้นจะใช้หลักการคำนวณที่เรียกว่า Sensor Mechanization จาก Accelerometer และ Gyroscope ซึ่งโดยพื้นฐานก็คือการ Transform อัตราการหมุนบนแกนของ Sensor ไปยังแกนของโลกและ Integrate ความเร่งและอัตราการหมุน เพื่อหามุมของท่าทางการบินเทียบกับทิศ เหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก

ดังนั้นอุปกรณ์ภาครับสัญญาณเป็นการออกแบบระบบเครื่องรับ-ส่งสัญญาณ GPS แบบฝังตัว โดยใช้อุปกรณ์ย่อยที่ประกอบด้วย Sensor GPS และ Sensor IMU ติดตั้งบนอากาศยาน โดยไม่รบกวนและยุ่งเกี่ยวกับระบบ Avionics เพื่ออ่านค่าพิกัดและท่าทางการบินเข้าสู่ระบบประมวลผลในเครื่องแม่ข่ายการจำลองและแสดงท่าทางการบิน อุปกรณ์บันทึกตำแหน่งและท่าทางการบินที่ใช้ประกอบด้วยการอ่านค่า Latitude ค่า Longitude ค่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเล มุม Roll มุม Pitch และมุม Yaw ซึ่งบันทึกด้วยอุปกรณ์ต้นแบบหน่วยความจำแบบ Flash Memory การแสดงท่าทางการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ เป็นการนำผลการจำลองและแสดงท่าทางการบินมาสร้างวิดีโอแอนิเมชัน 3 มิติ ด้วยซอฟต์แวร์จำลองและแสดงท่าทางการบิน [7-8]

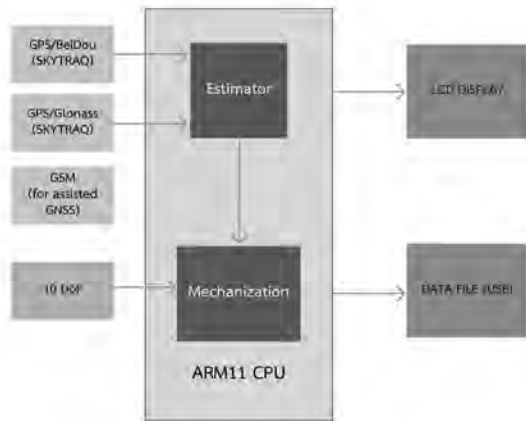


รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

3. การวิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน

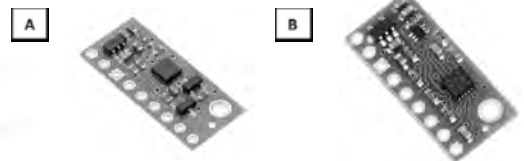
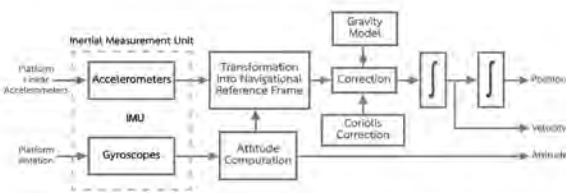
3.1 การพัฒนาระบบ รับ-ส่ง สัญญาณ GPS

เป็นการออกแบบติดตั้ง Sensor GPS และ Sensor IMU เพื่ออ่านค่าพิกัดและท่าทางการบิน การออกแบบ Diagram จะประกอบด้วย ต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและการบันทึกท่าทางการบินดังแสดงในรูปที่ 3

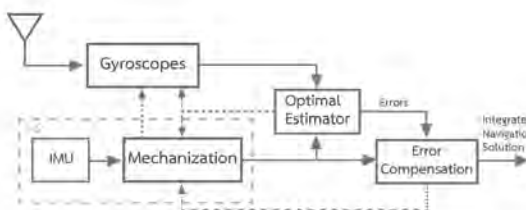


รูปที่ 3 แผนภาพแสดงส่วนประกอบและการทำงานของต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน

แนวคิดการทำงานของต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน (รูปที่ 4) เมื่อเริ่มทำงาน ระบบ GNSS ยังคงต้องใช้เวลาในการรอสัญญาณจากดาวเทียม ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เวลาประมาณ 30 จนถึง 100 วินาที โดยเครื่องต้นแบบจะนำสัญญาณตำแหน่งคร่าว ๆ จากระบบ GSM มาช่วยในการเร่งความเร็วในการ Lock ของระบบ GNSS เครื่องต้นแบบใช้กับระบบ GNSS ได้ถึง 3 ระบบ คือ GPS, Glonass และ BeiDou ซึ่งจะลดโอกาสที่สัญญาณดาวเทียมหลุด และลดกำลังของสัญญาณกวนพร้อมเพิ่มความแม่นยำตามหลักการทางสถิติ เนื่องจากระบบ GNSS จะสามารถระบุได้เพียงตำแหน่งและมุม Heading ในกรณีที่วัตถุมีความเร็ว ดังนั้นเราจำเป็นต้องทราบข้อมูลตำแหน่งเชิงมุมอย่างน้อย 2 ตำแหน่ง ได้แก่ Pitch และ Roll ทั้งนี้ Sensor 10 DoF จะทำการอ่านค่าข้อมูลจาก MEM Sensor Accelerometer Gyroscope Magnetic Sensor และ Barometer และเนื่องจาก Gyroscope แบบ MEM Sensor จะอ่านค่าอัตราการหมุน ไม่ใช่มุม เราจึงต้องทำการคำนวณโดยวิธี Mechanization (รูปที่ 5) ซึ่งค่าตำแหน่งเชิงเส้นและเชิงมุมที่ได้จากการ Mechanization จะถูกนำมารวมกับค่าตำแหน่งที่อ่านได้จาก GNSS Sensor โดยใช้ Estimator



รูปที่ 4 Diagram ของการทำ Mechanization จาก Accelerometer (A) และ Gyroscope (B)



รูปที่ 5 การรวมค่าจาก MEM Sensor และ GNSS Sensor

การพัฒนาอุปกรณ์บันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน เป็นการออกแบบส่วนเชื่อมต่อเพื่อการอ่านค่าพิกัดและท่าทางการบิน การออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบบันทึกข้อมูลการบินได้อย่างต่อเนื่อง และการออกแบบระบบจัดการข้อมูลพิกัดและท่าทางการบิน

4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การแสดงผลท่าทางการบิน

เป็นการเชื่อมต่อระบบแสดงผลท่าทางการบินและระบบจำลองท่าทางการบิน และการจัดเก็บข้อมูลท่าทางการบิน

จากเครื่องต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน นำมาเปรียบเทียบการอ่านค่าตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกเทียบกับเครื่องรับ GPS รุ่นต่าง ๆ ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยนำต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งท่าทางการบิน การบอกพิกัดตำแหน่งเปรียบเทียบกับ Garmin 296 และ PRC-112 G แล้วนำค่าพิกัดหาตำแหน่งบนพื้นโลกโดยใช้โปรแกรม Google Earth ได้ค่าแสดงตำแหน่งเปรียบเทียบกับจุดที่นำอุปกรณ์มาทดสอบ ดังนี้ เครื่องบันทึกตำแหน่งท่าทางการบิน มีระยะห่างจากจุดอ้างอิง 14.18 เมตร, Garmin 296 มีระยะห่างจากจุดอ้างอิง 17.72 เมตร และ PRC-112G มีระยะห่างจากจุดอ้างอิง 9.68 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้แสดงตามรูปที่ 6

4.2 การแสดงท่าทางการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ

เป็นการสร้างวิดีโอแอนิเมชัน 3 มิติ ด้วยซอฟต์แวร์จำลองและแสดงท่าทางการบิน และประเมินผลการใช้ต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน

ทดสอบการบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน ครั้งที่ 1 โดยนำต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งท่าทางการบินทดสอบบนเฮลิคอปเตอร์ แบบ UH-1H เส้นทางบินดอนเมือง-โคกกระทิง เมื่อวันที่ 23 ก.พ. 60 และนำไฟล์ที่ได้จากการบันทึกมาถอดรหัสด้วยโปรแกรม gps_data.pl ได้ข้อมูลแสดงดังรูปที่ 7

จะเห็นว่าต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบินสามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างน้อย 2 ระบบคือระบบดาวเทียม GLONASS ของประเทศสหพันธรัฐรัสเซีย และระบบดาวเทียม Compass ของสาธารณรัฐประชาชนจีน

และเมื่อนำข้อมูลที่บันทึกได้แปลงเป็นไฟล์ KML เพื่อใช้งานกับ Google Earth จะสามารถเห็นเส้นทางการบินได้บนแผนที่แสดงดังรูปที่ 8 ซ้าย และเมื่อนำข้อมูลที่บันทึกได้เชื่อมต่อกับโปรแกรม Flight Gear สามารถแสดงผลเป็นภาพจำลองท่าทางการบินได้แสดงดังรูปที่ 8 ขวา

ทดสอบการบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน ครั้งที่ 2 โดยนำต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งท่าทางการบินทดสอบบนเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H บริเวณสนามบินโคกกระทิง เมื่อวันที่ 10 พ.ค. 60 ได้ผลดังแสดงดังรูปที่ 9 เมื่อนำค่าที่บันทึกได้มาแสดงบนโปรแกรม Google Earth จะได้แผนที่เส้นทางการบินที่สามารถบอกทิศทางระยะทางและความสูงของเฮลิคอปเตอร์ แสดงดังรูปที่ 10

การนำข้อมูลการบินที่บันทึกได้มาแสดงบนโปรแกรมจำลองการบิน Flight Gear โดยใช้การเชื่อมต่อแบบ TCP/IP ซึ่งจะส่งข้อมูล Lat Long และค่ามุมต่าง ๆ จาก Log File ที่ได้บันทึกไว้ ผ่านเข้าไปยังโปรแกรมจำลองการบิน และจะนำข้อมูลไปบังคับให้เครื่องบินจำลอง บินตามเส้นทางที่บันทึกไว้โดยโปรแกรมจำลองการบิน Flight Gear จะแสดงผลเป็นภาพจำลองการบินในรูปแบบมิติจากค่าข้อมูลที่บันทึกจากเฮลิคอปเตอร์ และจะแสดงเป็นรูปแบบไฟล์วิดีโอ แสดงดังรูปที่ 11

4.3 การพัฒนาต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งท่าทางการบิน

การพัฒนาต้นแบบเครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบิน (รูปที่ 12) เป็นการออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อให้มีขนาดเล็ก gọn และทดสอบการส่งสัญญาณข้อมูลจากเครื่องบินบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบินมายัง server แม่ข่ายทางระบบ 3G โดยใช้สัญญาณโทรศัพท์มือถือ และสามารถเปิดดูได้ใน server ภาคพื้น โดยวงจรไฟฟ้าจะประกอบด้วย

1. ส่วนประมวลผล คือ แผงวงจรประมวลผล ใช้ CPU BCM2835 (ARM11 ความเร็ว 800 MHz)
2. ส่วนหน่วยรับสัญญาณ GNSS ใช้ Ublox Series 8 รับสัญญาณได้สองความถี่ในเวลาเดียวกัน สามารถประมวลผลตำแหน่งจากสัญญาณดาวเทียม 3 ระบบ
3. ส่วนหน่วยอ่านท่าทางการบิน ใช้ AHRS sensors แบบ Magnetic Compass
4. ส่วนสื่อสาร ใช้ GPRS/2G/3G

5. ส่วนสำรองไฟฟ้าเป็น Battery

ทดสอบการบินที่กาดำแหน่งและท่าทางการบิน ครั้งที่ 2 โดยนำต้นแบบเครื่องบินที่กาดำแหน่งท่าทางการบินทดสอบบนเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H บริเวณสนามบินดอนเมือง เมื่อวันที่ 22 มี.ค. 61 แสดงดังรูปที่ 13

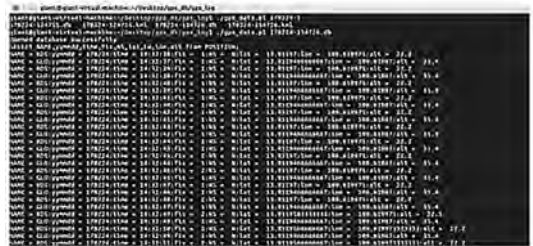
การทดสอบค่าที่บันทึกได้จากเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H โดยทดสอบการส่งสัญญาณจากต้นแบบเครื่องบินที่กาดำแหน่งและท่าทางการบินมายัง เซิร์ฟเวอร์แม่ข่ายทางระบบ 3G โดยใช้สัญญาณโทรศัพท์มือถือ ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูล และสามารถเปิดดูข้อมูลท่าทางการบินย้อนหลังได้จากข้อมูล

การบินที่บันทึกไว้ในเซิร์ฟเวอร์ www.blackbox.homeunix.com/cgi-bin/gps.log.pl แสดงดังรูปที่ 14

เมื่อนำข้อมูลที่ต้องการมาแสดงใน google map โดยกำหนดค่า line เริ่มต้น จนถึง line สิ้นสุด โดยทำการเปิดไฟล์นำเข้าข้อมูลการบินที่บันทึกไว้ได้จากการทดลองผ่านลิงก์ www.blackbox.homeunix.com/cgi-bin/gps_plot.p?from_line=10300_line=15570 และทำการบันทึกท่าทางการบินเป็นไฟล์ .kml แสดงดังรูปที่ 15 และนำไฟล์ที่บันทึกได้เปิดในโปรแกรม Google Earth จะได้ข้อมูลแสดงดังรูปที่ 16 เมื่อนำค่าที่ได้มาแสดงบนโปรแกรม Flight Gear ได้ข้อมูลดังรูปที่ 17



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบตำแหน่งของต้นแบบเครื่องบินที่กาดำแหน่งท่าทางการบินกับเครื่องรับ GPS รุ่น Garmin 296 และ PRC-112G เทียบกับจุดอ้างอิง



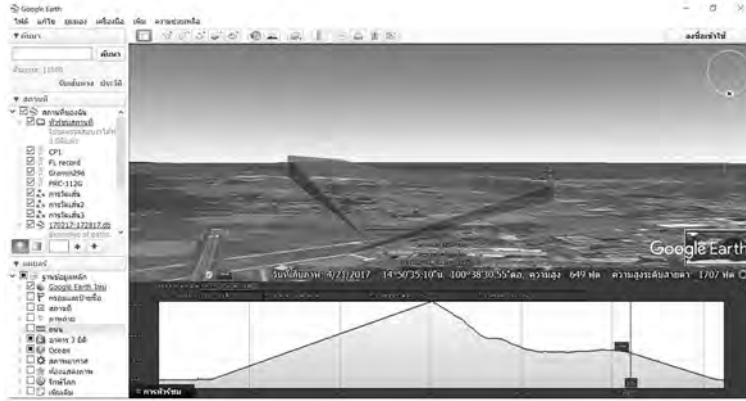
รูปที่ 7 ข้อมูลที่เครื่องบันทึกตำแหน่งและท่าทางการบินบันทึก



รูปที่ 8 ตัวอย่างเส้นทางการบินของเฮลิคอปเตอร์ และการจำลองท่าทางการบิน



รูปที่ 9 แสดงการติดตั้งต้นแบบเครื่องบินที่กาดำแหน่งและท่าทางการบินบนเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H



รูปที่ 10 แสดงการติดตั้งต้นแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบินบนเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H



รูปที่ 11 การจำลองท่าทางการบินของเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H



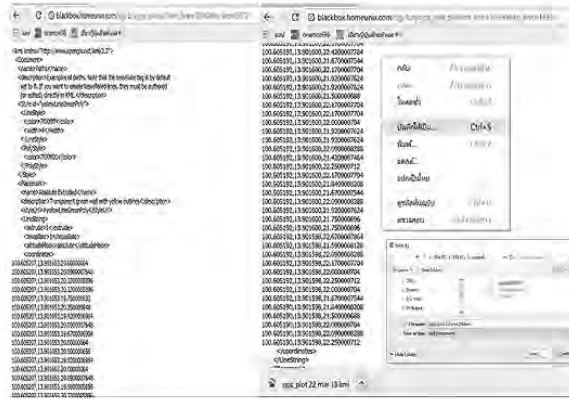
รูปที่ 12 การพัฒนาต้นแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบิน



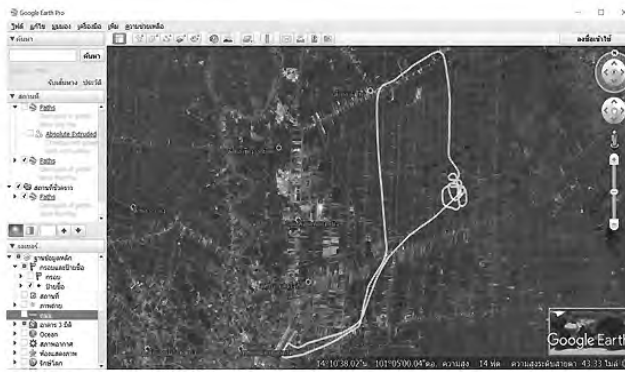
รูปที่ 13 การติดตั้งต้นแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบิน

9330	22.94e-2018.9.27.22	025742.600	13.901853	900.805207	94.228861	91.000000	1.620000	0.990000	28.43
9331	22.94e-2018.9.27.23	025745.000	13.901853	900.805207	95.437970	91.000000	1.190000	-0.710000	28.43
9332	22.94e-2018.9.27.24	025744.000	13.901853	900.805207	95.091669	91.000000	1.190000	-0.720000	28.50
9333	22.94e-2018.9.27.25	025745.000	13.901853	900.805207	92.891753	91.000000	1.190000	-0.470000	28.50
9334	22.94e-2018.9.27.26	025748.000	13.901853	900.805207	88.173441	91.000000	1.430000	-0.720000	28.50
9335	22.94e-2018.9.27.27	025741.000	13.901853	900.805207	82.813793	91.000000	0.950000	1.180000	28.50
9336	22.94e-2018.9.27.28	025748.000	13.901853	900.805207	83.713911	91.000000	1.190000	1.190000	28.50
9337	22.94e-2018.9.27.29	025749.000	13.901853	900.805207	85.912078	91.000000	1.480000	1.210000	28.60
9338	22.94e-2018.9.27.29	025750.000	13.901853	900.805207	85.304333	91.000000	2.150000	1.190000	28.60
9339	22.94e-2018.9.27.21	025751.000	13.901853	900.805207	84.228967	91.000000	1.190000	1.190000	28.60
9340	22.94e-2018.9.27.22	025752.000	13.901853	900.805207	84.769590	91.000000	2.170000	1.200000	28.60
9341	22.94e-2018.9.27.23	025753.000	13.901853	900.805207	83.694933	91.000000	1.190000	-0.930000	28.60
9342	22.94e-2018.9.27.24	025754.000	13.901853	900.805207	84.234122	91.000000	1.200000	0.720000	28.70
9343	22.94e-2018.9.27.25	025755.000	13.901853	900.805207	84.233647	91.000000	1.700000	1.470000	28.70
9344	22.94e-2018.9.27.26	025756.000	13.901853	900.805207	85.344333	91.000000	2.330000	0.930000	28.70
9345	22.94e-2018.9.27.27	025757.000	13.901853	900.805207	85.831866	91.000000	0.950000	1.470000	28.70
9346	22.94e-2018.9.27.28	025758.000	13.901853	900.805207	83.414037	91.000000	1.640000	-0.720000	28.70
9347	22.94e-2018.9.27.29	025759.000	13.901853	900.805207	81.551570	91.000000	1.680000	1.680000	28.80

รูปที่ 14 การบันทึกข้อมูลแสดงใน serve



รูปที่ 15 การบันทึกเป็นไฟล์ .kml



รูปที่ 16 การแสดงเส้นทางบินที่บันทึกได้เปรียบเทียบกับแผนการบินของนักบิน



รูปที่ 17 ตัวอย่างท่าทางการบินในรูปแบบสามมิติ โดยใช้โปรแกรม Flight Gear

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

แนวคิดการวิจัยและออกแบบ ต้นแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบิน เป็นการใช้อุปกรณ์ Sensor ที่มีอยู่ในท้องตลาดและได้ดำเนินการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยระบบที่ใช้งานในการวิจัยจะต้องรับสัญญาณจากดาวเทียมกลุ่มทางเลือกอื่น ๆ อย่างน้อย 2 ระบบ นอกเหนือจากกลุ่มดาวเทียม GPS ของกองทัพสหรัฐฯ เช่น กลุ่มดาวเทียม GLONASS ของสหพันธรัฐรัสเซีย และกลุ่มดาวเทียม BEIDOU ของสาธารณรัฐประชาชนจีน การรับสัญญาณจากดาวเทียมหลายระบบทำให้สามารถขยายความสามารถในการประมวลผลของสัญญาณ ทำให้ลดข้อจำกัดต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

จากการทดสอบต้นแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบิน อุปกรณ์ภาครับสัญญาณ Sensor GPS และ Sensor IMU เมื่อทำการติดตั้งต้นแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบินบนเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H ไม่มีการกวนของสัญญาณไปยังระบบ Avionic หรือระบบต่าง ๆ ของอากาศยาน และการบันทึกค่าพิกัดและท่าทางการบิน มีความใกล้เคียงกับเส้นทางบิน หรือแผนการบินที่นักบินผู้ทำการบินกำหนดไว้ การใช้อุปกรณ์หน่วยความจำแบบ Flash Memory สามารถบันทึกข้อมูลการบินได้ตลอดแผนการบินที่กำหนดไว้ เมื่อนำข้อมูลมาแปลงค่า โดยใช้โปรแกรม Google Earth และโปรแกรม Flight Gear (รูปที่ 17) สามารถแปลค่าเป็นเส้นทางการบิน และท่าทางการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ

ต้นแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบินของนักบินผู้บิน 203 กองบิน 2 และหน่วยงานในกระทรวงกลาโหมที่มีเฮลิคอปเตอร์แบบ UH-1H สามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบิน และไปใช้งานบนเส้นทางการบินและท่าทางการบินในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ สามารถนำมาประกอบการบรรยายสรุปก่อนและหลังทำการบินของนักบิน ทำให้นักบินสามารถเห็นภาพการปฏิบัติการบินได้ง่าย เกิดทักษะการเรียนรู้ มีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพในการบินมากยิ่งขึ้น

แนวคิดการนำระบบระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลกหลายระบบ (Multi-GNSS) มาประยุกต์ใช้กับเครื่องบินที่ตำแหน่งและท่าทางการบิน สามารถขยายผลไปประยุกต์และปรับใช้กับอากาศยานแบบอื่น ๆ รวมถึงการขยายผลของอุปกรณ์รับสัญญาณจากดาวเทียมนำร่องอื่น เพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด ซึ่งจะเป็นการ

ต่อยอดการใช้องค์ความรู้ของการนำระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลกหลายระบบ (Multi-GNSS) มาประยุกต์ใช้กับงานด้านการบินได้หลากหลายรูปแบบ สามารถปรับปรุงพัฒนา เพื่อให้การใช้งานมีความถูกต้องในการระบุตำแหน่ง มีความแม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้งในอนาคตอุปกรณ์เครื่องรับสัญญาณระบบ Multi-GNSS จะมีการค้าถูก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ให้นักวิจัยสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้านการบิน และด้านอื่น ๆ ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำได้ในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] <https://www.flickr.com/photos/urklesaviation/46456020304>
- [2] Xsens Technologies B.V., <https://www.xsens.com/products/mti-g-710/>, Retrieved 25 July 2018
- [3] U.S. Patent No. 10, 386, 492 B2 (2019)
- [4] U.S. Patent No. D640,265 S (2011)
- [5] Trotter M. G., Lamb D. W., Hinch G. N., Guppy C. N. (2010) Global navigation satellite system livestock tracking: system development and data interpretation. *Animal Production Science* 50, 616-623.
- [6] ปิติภูมิ โปสวาง สกิตโชค โพธิ์สอาด และวสันต์ ภัทรอธิคม. ก้าวสู่โลกแห่งการระบุตำแหน่งที่แม่นยำ: พัฒนาการในปัจจุบันและอนาคตของระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลกหลายระบบ. วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, ปีที่ 9 ฉบับที่ 10 กรกฎาคม - ธันวาคม 2560
- [7] Innovation: Getting a Grip on Multi-GNSS. [Online]. Available: <http://gpsworld.com/innovation-getting-a-grip-on-multi-gnss-the-international-gnss-service-mgex-campaign/>, Retrieved 25 July 2018
- [8] Glocker, M.; Landau, H.; Leandro, R.; Nitschke, M. Global precise multi-GNSS positioning with trimble centerpoint RTX. *Satellite Navigation Technologies and European Workshop on GNSS Signals and Signal Processing, (NAVITEC), 2012 6th ESA Workshop on*, vol., no., pp.1,8, 5-7 Dec. 2012.