



ประกาศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
เรื่อง ประกวดราคาซื้อรายการ ชุดปฏิบัติการระบบอากาศยานไร้คนขับ จำนวน ๑ ชุด
ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีความประสงค์จะประกวดราคาซื้อรายการ
ชุดปฏิบัติการระบบอากาศยานไร้คนขับ จำนวน ๑ ชุด ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) ราคาของ
งานซื้อในการประกวดราคาค้างนี้ เป็นเงินทั้งสิ้น ๙,๙๕๐,๐๐๐.๐๐ บาท (เก้าล้านเก้าแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)
ตามรายการ ดังนี้

ชุดปฏิบัติการระบบอากาศยานไร้คนขับ	จำนวน	๑	ชุด
-----------------------------------	-------	---	-----

ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

๑. มีความสามารถตามกฎหมาย
๒. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
๓. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
๔. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว
เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่า
การกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
๕. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงาน
ของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการ
ผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
๖. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหาร
พัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
๗. เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพให้ขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคา
อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
๘. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวาง
การแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
๙. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่น
ข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
๑๐. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic
Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

ผู้ยื่นข้อเสนอต้องยื่นข้อเสนอและเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ในวันที่
..... ระหว่างเวลา น. ถึง น.

ผู้สนใจสามารถขอรับเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ โดยดาวน์โหลดเอกสารผ่านทางระบบจัดซื้อ
จัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ตั้งแต่วันที่ประกาศจนถึงก่อนวันเสนอราคา

ผู้สนใจสามารถดูรายละเอียดได้ที่เว็บไซต์ www.kmutnb.ac.th หรือ www.gprocurement.go.th
หรือสอบถามทางโทรศัพท์หมายเลข ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๑๑๕๖ ในวันและเวลาราชการ

ประกาศ ณ วันที่ ๒ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

(ศาสตราจารย์ดร.สุชาติ เขียงฉิน)

อธิการบดี

หมายเหตุ ผู้ประกอบการสามารถจัดเตรียมเอกสารประกอบการเสนอราคา (เอกสารส่วนที่ ๑ และเอกสารส่วนที่ ๒)
ในระบบ e-GP ได้ตั้งแต่วันที่ ขอรับเอกสารจนถึงวันเสนอราคา

ข้อกำหนดรายละเอียดครุภัณฑ์
ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการระบบอากาศยานไร้คนขับ จำนวน 1 ชุด

หลักการและเหตุผล

เป็นระบบอากาศยานไร้คนขับหรือโดรน ทั้งในเชิงวิชาการและเชิงพาณิชย์ โดยมีเป้าหมายที่จะทำการวิจัยเชิงประยุกต์และให้บริการสำรวจพื้นที่ ทดสอบสมรรถนะของอากาศยานไร้คนขับแก่ภาคเอกชน เพื่อใช้ประโยชน์จากโดรนทั้งในรูปแบบเชิงพาณิชย์และที่เกี่ยวข้องกับกิจการความมั่นคงของประเทศ ซึ่งสามารถแบ่งรูปแบบการใช้งานโดรนต่าง ๆ ออกเป็นลักษณะการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้

1. การสำรวจพื้นที่ขนาดเล็กที่ต้องการภาพที่มีความละเอียดสูง
2. การสำรวจพื้นที่ขนาดใหญ่ หรืองานลาดตระเวนทางยาว เช่น การสำรวจตามแนวท่อส่งก๊าซ และเส้นทางโลจิสติกส์ ที่ต้องการภาพที่มีความครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด แต่สามารถนำมาใช้ในการวางแผน ออกแบบกิจกรรม หรือใช้งานในรูปแบบที่หลากหลาย
3. การสำรวจพื้นที่แบบปิด เช่น การสำรวจภายในอาคาร หรือภายในพื้นที่จำกัดขนาดเล็ก ด้วยเทคนิค Visual SLAM และ Lidar SLAM

1. อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสำหรับทำแผนที่ทางอากาศด้วยกล้องชนิด RGB, Multispectral และอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมแบบ RTK และ PPK แบบติดตั้งบน UAV (Aerial Mapping Multirotor with RGB, Multispectral Camera and GNSS RTK and PPK set) จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นอากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสามารถติดตั้งสัมภาระจำพวกกล้องความละเอียดสูงทั้งแบบ RGB ที่เหมาะกับการทำแผนที่ความละเอียดสูง อาทิ แผนที่กลุ่มอาคาร แผนที่ถนน ใช้สำหรับวางแผนก่อสร้างอาคาร ปรับปรุงทัศนียภาพ หรือนำเสนอข้อมูลภาพมุมสูง เผยให้เห็นรายละเอียดที่มากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งกล้องประเภท Multispectral ที่ใช้ในงานเกษตรแม่นยำและอารักขาพืชผ่านดัชนีพรรณพืชที่สำคัญ เช่น NDVI นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งกล้องแบบ real-time สำหรับงานประเภทรักษาความปลอดภัยและลาดตระเวนอีกด้วย สามารถประยุกต์ใช้งานวิจัยทางด้าน Image processing และ AI ได้ ซึ่งมาพร้อมกับอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมสำหรับการทำแผนที่ทางอากาศด้วยเทคนิค RTK และ PPK เพื่อเพิ่มความแม่นยำของภาพถ่ายในอยู่ในระดับเซนติเมตรโดยเทคนิค RTK และ PPK สามารถรับการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากกรมที่ดินด้วยเทคนิค VRS และ NTRIP ซึ่งโดยทั่วไปความคลาดเคลื่อนจาก GNSS มีค่าสูงมากกว่า 1.5 เมตร ไม่สามารถใช้งานเชิงวิศวกรรมขั้นสูงได้ โดยชุดนี้ยังมาพร้อมกับอุปกรณ์สำหรับการทำจุดควบคุมภาพถ่าย (GCP) ด้วย



คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

1.1. ตัวอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- อากาศยานชนิด 4 ใบพัดหรือมากกว่า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 950 แต่ไม่เกิน 1150 มิลลิเมตรหรือดีกว่า เมื่อวัดระยะจากมอเตอร์ถึงมอเตอร์ในแนวเส้นทแยงมุม (Diagonal distance)
- วัสดุคาร์บอนไฟเบอร์คอมโพสิต อะลูมิเนียมและพลาสติก หรือดีกว่า
- สามารถติดตั้งสัมภาระสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1 kg
- น้ำหนักขึ้นบินสูงสุดไม่น้อยกว่า 5 kg
- เวลาบินไม่น้อยกว่า 40 นาที เมื่อไม่มีสัมภาระ
- ติดตั้งชุดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า กิมบอล ระบบควบคุมการบินและพร้อมสำหรับการบิน
- สามารถทำการบินแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมนุษย์ได้
- แบตเตอรี่ของระบบขับเคลื่อนมีค่าพลังงานไม่น้อยกว่า 480 Wh จำนวน 2 ชุด พร้อมเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 เครื่อง

1.2. ตัวรับส่งข้อมูลการบิน (Telemetry) มีรายละเอียดดังนี้

- ระบบรับส่งข้อมูลการบิน (ภาคพื้นและภาคอากาศ)
- ทำงานด้วยระบบความถี่ 433 MHz หรือ 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz คลื่นใดคลื่นหนึ่งเป็นอย่างน้อย
- รองรับการทำงานแบบ UART Baud rate 115200
- มีช่องต่อสัญญาณสื่อสารสำหรับ Ground unit เป็นรูปแบบ USB และสำหรับ Air Unit เป็นแบบ UART

1.3. รีโมทควบคุมการบินของอากาศยาน (RC Transmitter) มีรายละเอียดดังนี้

- หน้าจอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว แบบ High Brightness LCD
- ระบบปฏิบัติการ Android และมี RAM ไม่น้อยกว่า 2GB
- สนับสนุนโหมดการควบคุมแบบ Mode 2
- สนับสนุนช่องสัญญาณไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- ทำงานด้วยระบบความถี่ 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถแสดงผลวิดีโอแบบเรียลไทม์ที่ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1080P ที่ถูกส่งมาจากอากาศยานไร้คนขับได้
- ภาคอากาศสามารถสื่อสารด้วยระบบ S.BUS หรือ PWM ได้



1.4. ตัวอากาศยานสามารถบินแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมนุษย์ได้ในโหมดการบินดังนี้

- Full-Automatic การบินอัตโนมัติโดยบินไปตามจุดที่กำหนด (Waypoint) และขึ้นลงแบบอัตโนมัติ (auto takeoff and landing)
- Stabilize (Semi-Automatic) การบินกึ่งอัตโนมัติโดย Autopilot จะพยายามรักษาเสถียรภาพของอากาศยาน หากนักบินปล่อยคันบังคับเครื่องจะคืนสู่สภาพเสถียร
- Position hold การบินรักษาความสูง ตำแหน่งทางราบและความเร็ว โดย Autopilot จะทำให้อากาศยานลอยตัวนิ่ง ณ ตำแหน่งที่ต้องการแม้จะมีลมมากระทำ
- Return to Launch (RTL) การบินกึ่งอัตโนมัติกลับที่จุดเริ่มภารกิจหากเกิดเหตุผิดปกติแล้วนักบินต้องการนำเครื่องกลับไปยังจุดเริ่มต้น สามารถเดินทางกลับได้อย่างอัตโนมัติ

1.5. มีระบบสื่อสารและส่งข้อมูลสำรองด้วยโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G/LTE หรือ 5G ที่รองรับการแสดงผลภาพแบบ real-time video บน web browser ในรูปแบบ web application ได้

1.6. ระบบควบคุมการบิน (Flight control system) ประกอบด้วย

- เซนเซอร์ชนิด Accelerometer และ Gyroscope (IMU) ไม่น้อยกว่า 3 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Magnetometer ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Barometric Pressure ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Multi-band GNSS RTK ทั้ง Base และ Rover จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- เซนเซอร์ชนิด Lidar altimeter ระยะไม่น้อยกว่า 50 เมตรจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- รองรับระบบปฏิบัติการแบบ NuttX ได้
- หน่วยประมวลผลการบินหลักเป็นแบบ ARM Cortex M7 32bit STM32H7 หรือดีกว่า
- หน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 MB
- หน่วยบันทึกข้อมูล (Memory) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 MB
- มีระบบ ADS-B แบบรับสัญญาณจากอากาศยานอื่นๆ

1.7. กล้องความละเอียดสูงแบบ RGB สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน มีรายละเอียดดังนี้

- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 36 ล้านพิกเซล
- ประเภทเซนเซอร์ถ่ายภาพเป็นแบบ CMOS
- ความเร็ว Shutter สูงสุดไม่น้อยกว่า 1/8000
- รองรับการทำงานร่วมกับระบบ PPK ได้
- เลนส์ถ่ายภาพขนาด 35 mm
- น้ำหนักพร้อมใช้งานน้อยกว่า 350 g
- สามารถเชื่อมต่อผ่าน HDMI, USB ได้เป็นอย่างดี



- ความจุของหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 32 จิกะไบต์แบบ SD Card
- 1.8. กล้องแบบ Multispectral สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน มีรายละเอียดดังนี้
- น้ำหนักพร้อมใช้งานไม่เกิน 350 g
 - Spectral Bands เป็นแบบ Blue, green, red, red edge, near-IR
 - มีค่า Ground Sample Distance (GSD) ไม่เกิน 7.7 cm per pixel (per MS band) ที่ 120 m
 - ตัว Sensor มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 2464 x 2056 สำหรับ panchromatic band
 - สามารถเชื่อมต่อผ่าน Serial, 10/100/1000 ethernet, USBได้เป็นอย่างดีน้อย
 - ความจุของหน่วยความจำ แบบ CF express
 - มีการผ่านมาตรฐาน IP rating IP4X ขึ้นไป

1.9. ตัวรับสัญญาณ GNSS RTK สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน (Rover) จำนวน 1 ชุดมีลักษณะดังนี้

- รองรับสัญญาณ GNSS ดังนี้หรือดีกว่า
 - GPS/QZSS: L1C/A
 - GLONASS: L1OF
 - Galileo: E1-B/C,E5b
 - BeiDou B1I, B2I
- ระบบ Position Static ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด
 - ความแม่นยำแบบ Horizontal 4 mm + 0.5 ppm RMS
 - ความแม่นยำแบบ Vertical 8 mm + 1 ppm RMS
- ระบบ Position kinematic ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด
 - ความแม่นยำแบบ Horizontal 7 mm + 1 ppm RMS
 - ความแม่นยำแบบ Vertical 14 mm + 1 ppm RMS
- มี Data storage ไม่น้อยกว่า 16 GB แบบ internal memory
- รองรับการปรับแก้ค่าความถูกต้องแบบ RTCM 3 ได้เป็นอย่างดีน้อย
- สามารถเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi, USB ได้เป็นอย่างดีน้อย

1.10. ซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้นมีลักษณะ ดังนี้

- เป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย พัฒนาขึ้นในประเทศไทยหรือบริษัทที่จดทะเบียนในประเทศไทย
- มีฟังก์ชันสำหรับการวางแผนการบินแบบอัตโนมัติ (mission) ในรูปแบบ survey, corridor scan, structural scan ได้



- สามารถรองรับไฟล์แบบ KML ในการสร้างแผนการบิน
- รองรับการเชื่อมต่อในรูปแบบ Serial, UDP ได้
- มีระบบลงทะเบียนและแสดงผู้ใช้ (user login) และตัวอากาศยาน (Airframe)
- มีเครื่องวัดประกอบการบินในรูปแบบเกจวัด (gauge) หรือแท่ง (bar) ดังนี้
 - มีเครื่องวัดท่าทางการบิน (attitude)
 - มีเครื่องวัดความเร็วแบบ airspeed หรือ groundspeed
 - มีเครื่องวัดความสูง (altitude)
 - มีเครื่องวัดอัตราการไต่ระดับ ลดระดับ (vertical speed)
 - มีเครื่องวัดแรงดันหรือกระแสไฟฟ้า (voltage or current)
- มีระบบ Pre-Flight check ก่อนขึ้นบิน
- มีระบบช่วยแจ้งเตือนกรณีผู้ใช้งาน (user) วางแผนการบินเกินสมรรถนะของอากาศยานที่จะสามารถทำงานได้
- มีระบบการแสดงผลแผนการบิน (flight plan) ที่ถูกบันทึกไว้ในรูปแบบภาพ
- มีระบบรองรับการนำเข้าแผนที่เองจากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ (custom map) ซ้อนทับบนแผนที่ฐาน (base map)

1.11. ชุดอุปกรณ์ภาคสนาม จำนวน 1 ชุด

- ขาตั้งแบบ 3 ขาสำหรับติดตั้ง GNSS Base ความสูงไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร จำนวน 1 ชุด
- เสาคอนกรีตเพิ่มความยาวของขาตั้ง 3 ขา ความสูงไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร จำนวน 1 ชุด

อุปกรณ์ประกอบด้วย

1. อากาศยานชนิด 4 ใบพัดจำนวน 1 ชุด
2. แบตเตอรี่ 2 ชุด และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
3. กล้องถ่ายภาพทางอากาศแบบ RGB ความละเอียดไม่น้อยกว่า 36 ล้านพิกเซล สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด
4. กล้องแบบมัลติสเปกตรัล สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด
5. อะไหล่โครงสร้างตัวลำ 1 ชุด
6. ตัวรับสัญญาณดาวเทียมแบบ Multi-band GNSS Rover สำหรับทำแผนที่ จำนวน 1 ชุด



2. อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงทางดิ่งสมรรถนะสูงสำหรับทำแผนที่ทางอากาศขนาดใหญ่และลาดตระเวนพร้อมชุดฝึกบินระบบอากาศยานขึ้นลงแนวดิ่ง (Advanced VTOL-Fixed Wing UAV for Large Area Mapping and Surveillance with VTOL UAS Pilot Training Set) จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะทั่วไป

อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงทางดิ่งสำหรับทำแผนที่ทางอากาศขนาดใหญ่โครงสร้างทำจากวัสดุคอมโพสิต ทำให้มีเสถียรภาพในการบินที่ดีและทนต่อสภาวะแวดล้อมได้ สามารถทำการบินในพื้นที่ขึ้นลงที่จำกัดน้อยกว่า 10 ตารางเมตร สามารถทำแผนที่ทางอากาศได้มากกว่าและรวดเร็วกว่าแบบมัลติโรเตอร์ ใช้ในการสำรวจพื้นที่ในระยะไกล เช่น พื้นที่ตามแนวท่อส่งก๊าซ หรือเส้นทางโลจิสติกส์ สามารถติดตั้งกล้องได้ทั้งชนิด RGB, Multispectral และ Surveillance ได้ รองรับภาระบรรทุกพิสัยความละเอียดสูงแบบ RTK/PPK มีระบบควบคุมภาคพื้นสามารถแสดงผลภาพแบบ real-time และตั้งค่าการบินแบบอัตโนมัติได้ มีโปรแกรมควบคุมภาคพื้นที่ออกแบบให้เหมาะกับผู้ใช้งานด้วยเครื่องวัดประกอบการบินที่ดูง่าย ไม่ซับซ้อน เพิ่มประสิทธิภาพในการบินและเพิ่มความปลอดภัยได้ดี

พร้อมระบบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงทางดิ่งสำหรับการฝึกบินอากาศยานในรูปแบบการขึ้นลงแนวดิ่ง เน้นทำมาใช้ในการภารกิจฝึกบิน และบินทดสอบ สามารถทำการบินในพื้นที่ขึ้นลงที่จำกัดน้อยกว่า 5 ตารางเมตร สามารถทำแผนที่ทางอากาศได้มากกว่าและรวดเร็วกว่าแบบมัลติโรเตอร์ สามารถติดตั้งกล้องได้ทั้งชนิด RGB และ Multispectral รองรับภาระบรรทุกพิสัยความละเอียดสูงแบบ RTK/PPK ได้ มีระบบควบคุมภาคพื้นสามารถแสดงผลภาพแบบ real-time และตั้งค่าการบินแบบอัตโนมัติได้ มีโปรแกรมควบคุมภาคพื้นที่ออกแบบให้เหมาะกับผู้ใช้งานด้วยเครื่องวัดประกอบการบินที่ดูง่าย ไม่ซับซ้อน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบินและเพิ่มความปลอดภัย และมีอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมสำหรับการทำแผนที่ทางอากาศด้วยเทคนิค RTK และ PPK เพื่อเพิ่มความแม่นยำของภาพถ่ายในอยู่ในระดับเซนติเมตรโดยเทคนิค RTK และ PPK สามารถรับการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากกรรมที่ดินด้วยเทคนิค VRS และ NTRIP ซึ่งโดยทั่วไปความคลาดเคลื่อนจาก GNSS มีค่าสูงมากกว่า 1.5 เมตร ไม่สามารถใช้งานเชิงวิศวกรรมขั้นสูงได้ โดยชุดนี้ยังมาพร้อมกับอุปกรณ์สำหรับการทำจุดควบคุมภาพถ่าย (GCP) อีกด้วย

คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

2.1. อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงทางดิ่งสมรรถนะสูงสำหรับทำแผนที่ทางอากาศขนาดใหญ่และลาดตระเวน ประกอบด้วย

2.1.1. UAV พร้อมบิน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงที่สามารถขึ้นและลงทางดิ่ง (VTOL) ด้วยระบบขับเคลื่อน 4 ใบ และระบบบินเดินทาง (Cruise) 1 ใบพัด มีความยาวปีกอยู่ในช่วงระหว่าง 3 ถึง 3.5 m หรือดีกว่า
- วัสดุคือ Carbon fiber, Fiberglass composite, Engineering plastics หรือดีกว่า
- สามารถติดตั้งสัมภาระสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 2 kg
- น้ำหนักขึ้นบินสูงสุดไม่น้อยกว่า 15 kg
- ระยะเวลาทำการบินไม่น้อยกว่า 120 นาที เมื่อไม่มีสัมภาระ
- สามารถทำการบินแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมนุษย์ได้
- แบตเตอรี่ของระบบขับเคลื่อนมีค่าพลังงานไม่น้อยกว่า 1100 Wh จำนวน 2 ชุด พร้อมเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ที่มีกำลังไฟไม่น้อยกว่า 1100W จำนวน 1 เครื่อง
- อากาศยานมีสมรรถนะ เสถียรภาพทางการบินและความแข็งแรงของโครงสร้างของอากาศยานที่เหมาะสม โดยมีผลการทดสอบหรือการจำลองตามหลักวิศวกรรมด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์
- มีการติดตั้งชุดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ระบบควบคุมการบินและพร้อมสำหรับทำการบิน
- ตัวอากาศยานต้องได้รับการขึ้นทะเบียนอย่างถูกต้องตามกฎหมาย

2.1.2.ตัวรับส่งข้อมูลการบิน (Telemetry) มีรายละเอียดดังนี้

- ระบบรับส่งข้อมูลการบิน (ภาคพื้นและภาคอากาศ)
- ทำงานด้วยระบบความถี่ 433 MHz หรือ 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz คลื่นใดคลื่นหนึ่งเป็นอย่างน้อย
- รองรับการทำงานแบบ UART Baud rate 115200
- มีช่องต่อสัญญาณสื่อสารสำหรับ Ground unit เป็นรูปแบบ USB และสำหรับ Air Unit เป็นแบบ UART

2.1.3.รีโมทควบคุมการบินของอากาศยาน (RC Transmitter) มีรายละเอียดดังนี้

- หน้าจอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว แบบ High Brightness LCD
- ระบบปฏิบัติการ Android และมี RAM ไม่น้อยกว่า 2GB
- สนับสนุนโหมดการควบคุมแบบ Mode 2
- สนับสนุนช่องสัญญาณไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- ทำงานด้วยระบบความถี่ 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz ได้เป็นอย่างดี
- สามารถแสดงผลวิดีโอแบบเรียลไทม์ที่ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1080P ที่ถูกส่งมาจากอากาศยานไร้คนขับได้



- ภาวอากาศสามารถสื่อสารด้วยระบบ S.BUS หรือ PWM ได้

2.1.4.ตัวอากาศยานสามารถบินแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมนุษย์ได้ในโหมดการบินดังนี้

- Full-Automatic การบินอัตโนมัติโดยบินไปตามจุดที่กำหนด (Waypoint) และขึ้นลงแบบอัตโนมัติ (auto takeoff and landing)
- Stabilize (Semi-Automatic) การบินกึ่งอัตโนมัติโดย Autopilot จะพยายามรักษาเสถียรภาพของอากาศยาน หากนักบินปล่อยคันบังคับเครื่องจะคืนสู่สภาพเสถียร
- Position hold การบินรักษาความสูง ตำแหน่งทางราบและความเร็วโดย Autopilot จะทำให้อากาศยานลอยตัวนิ่ง ณ ตำแหน่งที่ต้องการแม้จะมีลมมากระทำ
- Return to Launch (RTL) การบินกึ่งอัตโนมัติกลับที่จุดเริ่มภารกิจหากเกิดเหตุผิดปกติแล้วนักบินต้องการนำเครื่องกลับไปยังจุดเริ่มต้น สามารถเดินทางกลับได้อย่างอัตโนมัติ

2.1.5.มีระบบสื่อสารและส่งข้อมูลสำรองด้วยโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G/LTE หรือ 5G ที่รองรับการแสดงผลภาพแบบ real-time video บน web browser ในรูปแบบ web application ได้

2.1.6.อากาศยานสามารถถูกถอดประกอบชิ้นส่วนของอากาศยานเพื่อการขนย้ายได้

2.1.7.ระบบควบคุมการบิน (Flight control system) ประกอบด้วย

- เซนเซอร์ชนิด Accelerometer และ Gyroscope (IMU) ไม่น้อยกว่า 4 ตัว และ เป็นเกรดอุตสาหกรรมอย่างน้อย 1 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Magnetometer ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Barometric Pressure ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Multi-band GNSS RTK แบบ Rover จำนวน 1 ชุด
- เซนเซอร์ชนิด Lidar altimeter ระยะไม่น้อยกว่า 50 เมตรจำนวน 1 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Airspeed ระบบหลัก 1 ตัวและระบบรอง 1 ตัว
- รองรับระบบปฏิบัติการแบบ NuttX ได้
- หน่วยประมวลผลการบินหลักเป็นแบบ ARM Cortex M7 32bit STM32H7 หรือดีกว่า
- หน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 MB
- หน่วยบันทึกข้อมูล (Memory) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 MB
- มีระบบ ADS-B แบบรับสัญญาณจากอากาศยานอื่นๆ
- มีเซนเซอร์วัดความเร็วรอบมอเตอร์ fixed-wing หรือ multicopter ของอากาศยานขณะทำการบิน สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงผลบนซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้น (GCS) ในข้อ 2.1.13 ได้

- มีเซนเซอร์วัดมุมปะทะ (Angle of Attack, AoA) และมุมลื่นไถล (Angle of Sideslip, AoS) ของอากาศยานขณะทำการบิน สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงผลบนซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้น (GCS) ในข้อ 2.1.13 ได้
- ใช้ตัวเชื่อมต่อสายสัญญาณ (connector) แบบ D-SUB, Circular หรือที่ใช้ในงานประเภท อุตสาหกรรม

2.1.8. กล้องถ่ายภาพทางอากาศแบบ RGB สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 42 ล้านพิกเซล
- น้ำหนักพร้อมใช้งานน้อยกว่า 350 g
- ความจุของหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 32 GB
- ประเภทเซนเซอร์ถ่ายภาพเป็นแบบ CMOS
- ความเร็ว Shutter สูงสุดไม่น้อยกว่า 1/8000
- รองรับการทำงานร่วมกับระบบ PPK ได้
- เลนส์ถ่ายภาพขนาดไม่น้อยกว่า 35 mm
- สามารถเชื่อมต่อผ่าน HDMI, USB ได้เป็นอย่างดี

2.1.9. กล้องความละเอียดสูงแบบ Real-Time Surveillance สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1080P
- น้ำหนักพร้อมใช้งานน้อยกว่า 500 g
- ความจุของหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 16 GB
- ระยะโฟกัสครอบคลุม 9-49 mm แบบ optical zoom
- กิมบอลควบคุมมุมกล้อง 3 แกน (roll pitch yaw)
- ระบบส่งภาพวิดีโอแบบดิจิตอลมายังระบบควบคุมภาคพื้น

2.1.10. ระบบควบคุมภาคพื้นสำหรับ UAV จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- จอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว จำนวน 2 ชุดสำหรับงานกลางแจ้ง
- สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- ความพิวเตอร์มีสเปคไม่ต่ำกว่า Core i3 มี RAM ไม่น้อยกว่า 8 GB และ SSD มีความจุไม่น้อยกว่า 250 GB
- รองรับระบบปฏิบัติการ Windows และ Ubuntu 18.04 LTS หรือ Version ที่สูงกว่า
- น้ำหนักไม่เกิน 20 kg
- วัสดุ Polypropylene Blend and Aluminum dashboard หรือดีกว่า

- รองรับพอร์ตสื่อสารรูปแบบ USB, HDMI, RJ45 หรือ VGA ได้เป็นอย่างดี
- ติดตั้งซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้น ในข้อ 2.1.13
- มีระบบไฟ LED แจ้งเตือนสถานะความพร้อม ความปกติและโหมดการบินจาก UAV ได้
- รองรับระบบรับสัญญาณภาพวิดีโอแบบ real-time ได้

2.1.11. ตัวรับสัญญาณ GNSS RTK สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน (Rover) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- รองรับสัญญาณ GNSS ดังนี้หรือดีกว่า
 - GPS/QZSS: L1C/A
 - GLONASS: L1OF
 - Galileo: E1-B/C,E5b
 - BeiDou B1I, B2I
- ระบบ Position Static ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด
 - ความแม่นยำแบบ Horizontal 4 mm + 0.5 ppm RMS
 - ความแม่นยำแบบ Vertical 8 mm + 1 ppm RMS
- ระบบ Position kinematic ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด
 - ความแม่นยำแบบ Horizontal 7 mm + 1 ppm RMS
 - ความแม่นยำแบบ Vertical 14 mm + 1 ppm RMS
- มี Data storage ไม่น้อยกว่า 16 GB แบบ internal memory
- รองรับการปรับแก้ค่าความถูกต้องแบบ RTCM 3 ได้เป็นอย่างดี
- สามารถเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi, USB ได้เป็นอย่างดี

2.1.12. ตัวรับสัญญาณ GNSS แบบติดตั้งภาคพื้น (Base) จำนวน 1 ชุดมีลักษณะดังนี้

- รองรับสัญญาณ GNSS ดังนี้หรือดีกว่า
 - GPS/QZSS: L1C/A
 - GLONASS: L1OF
 - Galileo: E1-B/C,E5b
 - BeiDou B1I, B2I
- ระบบ Real Time Kinematic (RTK) ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด
 - ความแม่นยำแบบ Horizontal 7 mm + 1 ppm RMS
 - ความแม่นยำแบบ Vertical 14 mm + 1 ppm RMS
- ระบบ Post Processed Kinematic (PPK) ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด



ความแม่นยำแบบ Horizontal 5 mm + 0.5 ppm RMS

ความแม่นยำแบบ Vertical 10 mm + 1 ppm RMS

- รองรับการปรับแก้ค่าความถูกต้องแบบ RTCM 3.x ได้เป็นอย่างดีน้อย
- สามารถเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi, Bluetooth, LoRa, USB, RS-232, NTRIP ได้เป็นอย่างดีน้อย

2.1.13. ซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้นมีลักษณะ ดังนี้

- เป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยหรือบริษัทที่จดทะเบียนในประเทศไทย
- มีฟังก์ชันสำหรับการวางแผนการบินแบบอัตโนมัติ (mission) ในรูปแบบ survey, corridor scan, structural scan ได้
- สามารถรองรับไฟล์แบบ KML ในการสร้างแผนการบิน
- รองรับการเชื่อมต่อในรูปแบบ Serial, UDP ได้
- มีระบบลงทะเบียนและแสดงผู้ใช้ (user login) และตัวอากาศยาน (Airframe)
- มีเครื่องวัดประกอบการบินในรูปแบบเกจวัด (gauge) หรือแท่ง (bar) ดังนี้
 - มีเครื่องวัดท่าทางการบิน (attitude)
 - มีเครื่องวัดความเร็วแบบ airspeed หรือ groundspeed
 - มีเครื่องวัดความสูง (altitude)
 - มีเครื่องวัดอัตราการไต่ระดับ ลดระดับ (vertical speed)
 - มีเครื่องวัดแรงดันหรือกระแสไฟฟ้า (voltage or current)
- มีระบบ Pre-Flight check ก่อนขึ้นบิน
- มีระบบช่วยแจ้งเตือนกรณีผู้ใช้งาน (user) วางแผนการบินเกินสมรรถนะของอากาศยานที่จะสามารถทำงานได้
- มีระบบการแสดงผลแผนการบิน (flight plan) ที่ถูกบันทึกไว้ในรูปแบบภาพ
- มีระบบรองรับการนำเข้าแผนที่เองจากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ (custom map) ซ้อนทับบนแผนที่ฐาน (base map)

2.1.14. ชุดอุปกรณ์ภาคสนาม จำนวน 1 ชุด

- ขาตั้งแบบ 3 ขาสำหรับติดตั้ง GNSS Base ความสูงไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร จำนวน 1 ชุด
- เสาค้ำเพิ่มความยาวของขาตั้ง 3 ขา ความสูงไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร จำนวน 1 ชุด
- เสาค้ำสำหรับติดตั้ง GNSS Base สำหรับเก็บค่า GCP สูงไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร จำนวน 1 ชุด
- ชุดโต๊ะและเก้าอี้ รองรับการใช้งานภาคสนามที่สามารถพับเก็บได้ จำนวน 1 ชุด
- รถเข็นแบบ 4 ล้อสำหรับขนของภาคสนามที่สามารถพับเก็บได้ จำนวน 1 ชุด



- เต้นท์หรือชุดกำบังแดดภาคสนามความกว้างไม่น้อยกว่า 2 เมตร จำนวน 1 ชุด

2.2. ชุดฝึกบินระบบอากาศยานขึ้นลงแนวตั้ง ประกอบด้วย

2.2.1. ตัวอากาศยานจำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงที่สามารถขึ้นและลงทางตั้ง(vtol) ด้วยระบบขับเคลื่อน 4 ใบและระบบบินเดินทาง (cruise) 1 ใบพัด มีความยาวปีกอยู่ในช่วงระหว่าง 2.1 ถึง 2.5 m หรือดีกว่า
- วัสดุคือ EPO, Plastic, Carbon fiber หรือดีกว่า
- ระยะเวลาทำการบินไม่น้อยกว่า 60 นาที เมื่อไม่มีสัมภาระ
- สามารถติดตั้งสัมภาระสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.2 kg
- น้ำหนักขึ้นบินสูงสุดไม่น้อยกว่า 9 kg
- สามารถทำการบินแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมนุษย์ได้
- แบตเตอรี่ของระบบขับเคลื่อนมีค่าพลังงานไม่น้อยกว่า 550 Wh จำนวน 2 ชุด พร้อมเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ที่มีกำลังไฟไม่น้อยกว่า 1100W จำนวน 1 เครื่อง
- มีการติดตั้งชุดขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ระบบควบคุมการบินและพร้อมสำหรับทำการบิน
- ตัวอากาศยานต้องได้รับการขึ้นทะเบียนอย่างถูกต้องตามกฎหมาย

2.2.2. ตัวรับส่งข้อมูลการบิน (Telemetry) มีรายละเอียดดังนี้

- ระบบรับส่งข้อมูลการบิน (ภาคพื้นและภาคอากาศ)
- ทำงานด้วยระบบความถี่ 433 MHz หรือ 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz คลื่นใดคลื่นหนึ่งเป็นอย่างน้อย
- รองรับการทำงานแบบ UART Baud rate 115200
- มีช่องต่อสัญญาณสื่อสารสำหรับ Ground unit เป็นรูปแบบ USB และสำหรับ Air Unit เป็นแบบ UART

2.2.3. รีโมทควบคุมการบินของอากาศยาน (RC Transmitter) มีรายละเอียดดังนี้

- หน้าจอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว แบบ High Brightness LCD
- ระบบปฏิบัติการ Android และมี RAM ไม่น้อยกว่า 2GB
- สนับสนุนโหมดการควบคุมแบบ Mode 2
- สนับสนุนช่องสัญญาณไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- ทำงานด้วยระบบความถี่ 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz ได้เป็นอย่างดี
- สามารถแสดงผลวิดีโอแบบเรียลไทม์ที่ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1080P ที่ถูกส่งมาจากอากาศยานไร้คนขับได้

- ภาอากาศสามารถสื่อสารด้วยระบบ S.BUS หรือ PWM ได้

2.2.4.ตัวอากาศยานสามารถบินแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมนุษย์ได้ในโหมดการบินดังนี้

- Full-Automatic การบินอัตโนมัติโดยบินไปตามจุดที่กำหนด (Waypoint) และขึ้นลงแบบอัตโนมัติ (auto takeoff and landing)
- Stabilize (Semi-Automatic) การบินกึ่งอัตโนมัติโดย Autopilot จะพยายามรักษาเสถียรภาพของอากาศยาน หากนักบินปล่อยคันบังคับเครื่องจะคืนสู่สภาพเสถียร
- Position hold การบินรักษาความสูง ตำแหน่งทางราบและความเร็ว โดย Autopilot จะทำให้อากาศยานลอยตัวนิ่ง ณ ตำแหน่งที่ต้องการแม้จะมีลมมากระทำ
- Return to Launch (RTL) การบินกึ่งอัตโนมัติกลับที่จุดเริ่มภารกิจหากเกิดเหตุผิดปกติแล้วนักบินต้องการนำเครื่องกลับไปยังจุดเริ่มต้น สามารถเดินทางกลับได้อย่างอัตโนมัติ

2.2.5.มีระบบสื่อสารและส่งข้อมูลสำรองด้วยโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G/LTE หรือ 5G ที่รองรับการแสดงผลภาพแบบ real-time video บน web browser ในรูปแบบ web application ได้

2.2.6.อากาศยานสามารถถูกถอดประกอบชิ้นส่วนของอากาศยานเพื่อการขนย้ายได้

2.2.7.ระบบควบคุมการบิน (Flight control system) ประกอบด้วย

- เซนเซอร์ชนิด Accelerometer และ Gyroscope (IMU) ไม่น้อยกว่า 3 ตัว และ เป็นเกรดอุตสาหกรรมอย่างน้อย 1 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Magnetometer ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Barometric Pressure ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- เซนเซอร์ชนิด Multi-band GNSS RTK แบบ Rover จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- เซนเซอร์ชนิด Lidar altimeter ระยะ 50 เมตรจำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- รองรับระบบปฏิบัติการแบบ NuttX ได้เป็นอย่างดี
- หน่วยประมวลผลการบินหลักเป็นแบบ ARM Cortex M7 32bit STM32H7 หรือดีกว่า
- หน่วยความจำหลัก (RAM) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 MB
- หน่วยบันทึกข้อมูล (Memory) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 MB
- มีเซนเซอร์วัดความเร็วรอบมอเตอร์ fixed-wing หรือ multicopter ของอากาศยานขณะทำการบิน สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงผลบนซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้น (GCS) ในข้อ 2.2.11 ได้
- รองรับเซนเซอร์วัดมุมปะทะ (Angle of Attack, AoA) และมุมสไลด์ (Angle of Sideslip, AoS) ของอากาศยานขณะทำการบิน สามารถบันทึกข้อมูลและแสดงผลบนซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้น (GCS) ในข้อ 2.2.11 ได้



2.2.8. กล้องความละเอียดสูงแบบ RGB สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 36 ล้านพิกเซล
- ประเภทเซนเซอร์ถ่ายภาพเป็นแบบ CMOS
- ความเร็ว Shutter สูงสุดไม่น้อยกว่า 1/8000
- รองรับการทำงานร่วมกับระบบ PPK ได้
- เลนส์ถ่ายภาพขนาด 35 mm
- น้ำหนักพร้อมใช้งานน้อยกว่า 350 g
- สามารถเชื่อมต่อผ่าน HDMI, USB ได้เป็นอย่างดี
- ความจุของหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 32 จิกะไบต์แบบ SD Card

2.2.9. คอมพิวเตอร์แบบพกพาชนิดความทนทานสูง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ชุดประมวลผลแบบ i5-7300U เป็นอย่างน้อย
- หน่วยความจำไม่น้อยกว่า RAM 8 GB
- ความจุ SSD ไม่น้อยกว่า 256 GB
- สามารถเชื่อมต่อ Wifi และ Bluetooth
- รองรับระบบปฏิบัติการ: Window 10 Pro หรือ Version ที่สูงกว่า
- ได้มาตรฐาน MIL-STD-810G และ IP65 เป็นอย่างน้อย
- ติดตั้งซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้น ในข้อ 2.2.11

2.2.10. ตัวรับสัญญาณ GNSS RTK สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน (Rover) จำนวน 1 ชุด มีลักษณะดังนี้

- รองรับสัญญาณ GNSS ดังนี้หรือดีกว่า
 - GPS/QZSS: L1C/A
 - GLONASS: L1OF
 - Galileo: E1-B/C, E5b
 - BeiDou B1I, B2I
- ระบบ Position Static ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด
 - ความแม่นยำแบบ Horizontal 4 mm + 0.5 ppm RMS
 - ความแม่นยำแบบ Vertical 8 mm + 1 ppm RMS
- ระบบ Position kinematic ที่เงื่อนไขรับสัญญาณดีที่สุด
 - ความแม่นยำแบบ Horizontal 7 mm + 1 ppm RMS
 - ความแม่นยำแบบ Vertical 14 mm + 1 ppm RMS
- มี Data storage ไม่น้อยกว่า 16 GB แบบ internal memory



- รองรับการปรับแก้ค่าความถูกต้องแบบ RTCM 3 ได้เป็นอย่างดี
- สามารถเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi, USB ได้เป็นอย่างดี

2.2.11. ซอฟต์แวร์ควบคุมอากาศยานจากภาคพื้นมีลักษณะดังนี้

- เป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยหรือบริษัทที่จดทะเบียนในประเทศไทย
- มีฟังก์ชันสำหรับการวางแผนการบินแบบอัตโนมัติ (mission) ในรูปแบบ survey, corridor scan, structural scan ได้
- สามารถรองรับไฟล์แบบ KML ในการสร้างแผนการบิน
- รองรับการเชื่อมต่อในรูปแบบ Serial, UDP ได้
- มีระบบลงทะเบียนและแสดงผู้ใช้ (user login) และตัวอากาศยาน (Airframe)
- มีเครื่องวัดประกอบการบินในรูปแบบเกจวัด (gauge) หรือแท่ง (bar) ดังนี้
 - มีเครื่องวัดท่าทางการบิน (attitude)
 - มีเครื่องวัดความเร็วแบบ airspeed หรือ groundspeed
 - มีเครื่องวัดความสูง (altitude)
 - มีเครื่องวัดอัตราการไต่ระดับ ลดระดับ (vertical speed)
 - มีเครื่องวัดแรงดันหรือกระแสไฟฟ้า (voltage or current)
- มีระบบ Pre-Flight check ก่อนขึ้นบิน
- มีระบบช่วยแจ้งเตือนกรณีผู้ใช้งาน (user) วางแผนการบินเกินสมรรถนะของอากาศยานที่จะสามารถทำงานได้
- มีระบบการแสดงผลแผนการบิน (flight plan) ที่ถูกบันทึกไว้ในรูปแบบภาพ
- มีระบบรองรับการนำเข้าแผนที่เองจากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ (custom map) ซ้อนทับบนแผนที่ฐาน (base map)

อุปกรณ์ประกอบด้วย

อากาศยานไร้คนบินชนิดปีกตรึงขึ้นลงทางดิ่งสมรรถนะสูงสำหรับทำแผนที่ทางอากาศขนาดใหญ่และ

ลาดตระเวน

1. อากาศยานชนิด VTOL Fixed wing จำนวน 1 ชุด
2. ชุดควบคุมภาคพื้นสำหรับ UAV จำนวน 1 ชุด
3. แบตเตอรี่ จำนวน 2 ชุด และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
4. กล้องถ่ายภาพทางอากาศแบบ RGB ความละเอียดไม่น้อยกว่า 42 ล้านพิกเซลสำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด

5. กล้องความละเอียดสูงแบบ Real-Time Surveillance สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด

6. ตัวรับสัญญาณ GNSS สำหรับ RTK/PPK ทั้ง Base และ Rover สำหรับทำแผนที่ จำนวน 1 ชุด

7. ชุดอุปกรณ์ภาคสนาม จำนวน 1 ชุด

ชุดฝึกบินระบบอากาศยานขึ้นลงแนวดิ่ง

1. ชุดฝึกบินระบบอากาศยานขึ้นลงแนวดิ่ง จำนวน 1 ชุด

2. ชุดควบคุมภาคพื้นแบบทนทาน (Fully rugged notebook) จำนวน 1 ชุด

3. แบตเตอรี่ จำนวน 2 ชุด และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด

4. กล้องถ่ายภาพทางอากาศแบบ RGB ความละเอียดไม่น้อยกว่า 36 ล้านพิกเซล สำหรับติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด

5. ตัวรับสัญญาณดาวเทียมแบบ Multiband GNSS rover สำหรับการทำแผนที่ จำนวน 1 ชุด

3. อากาศยานไร้คนบินชนิดหลายใบพัดสำหรับบินในอาคารด้วยเทคนิค Laser SLAM และ Visual SLAM (Laser and Visual SLAM - Indoor Multirotor UAV) จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสำหรับบินในอาคารด้วยเทคนิค Laser SLAM สามารถทำงานได้แม้ในแสงน้อย สามารถบรรจุชุด LIDAR และระบบประมวลผลเพื่อสร้างแผนที่ภายในอาคารได้ สามารถใช้ทำงานด้านการประเมินปริมาตรของกองสารในโกดังหรืออาคารได้ รองรับการพัฒนาขีดความสามารถของนักพัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรมเพื่อปรับปรุงความแม่นยำและการบินอย่างอัตโนมัติด้วยระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ (ROS) และรองรับการประมวลผลทางด้าน AI ได้

อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสำหรับบินในอาคารด้วยเทคนิค Visual SLAM สามารถทำการบินในอาคารได้ทั้งระบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ โดยใช้เซนเซอร์ทั้งในชนิด Time of Flight (ToF), Tracking camera และ RGB camera สำหรับการรับรู้สภาพแวดล้อม ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก รองรับการทำงานไร้สายทั้ง WIFI และโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G LTE รองรับการพัฒนาขีดความสามารถของนักพัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรมเพื่อปรับปรุงความแม่นยำและการบินอย่างอัตโนมัติด้วยระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ (ROS) ลำตัวอากาศยานมีขนาดเล็กและเบา เหมาะสำหรับการบินในอาคารหรือพื้นที่ปิด

คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

3.1. อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสำหรับบินในอาคารด้วยเทคนิค Laser SLAM ประกอบด้วย

3.1.1. ตัวอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- อากาศยานชนิดมัลติโรเตอร์สำหรับบินในอาคาร

- อากาศยานชนิด 4 ใบพัดหรือมากกว่า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางช่วงระหว่าง 650 ถึง 850 มิลลิเมตรหรือดีกว่า เมื่อวัดระยะจากมอเตอร์ถึงมอเตอร์ในแนวเส้นทแยงมุม (Diagonal distance)
- วัสดุคาร์บอนไฟเบอร์ พลาสติก หรืออะลูมิเนียมหรือดีกว่า
- น้ำหนักขึ้นบินสูงสุดพร้อมบินไม่น้อยกว่า 7 kg
- มีการติดตั้งโครงสร้างกันชนสำหรับใบพัดอย่างน้อย 1 ชุด
- เวลาทำการบินไม่น้อยกว่า 10 นาที โดยไม่มีสัมภาระ
- แบตเตอรี่สำหรับทำการบิน 2 ชุด พร้อมเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จำนวน 1 เครื่อง
- อากาศยานสามารถบินในรูปแบบ Auto mission ภายในอาคารได้
- อากาศยานสามารถระบุตำแหน่งด้วย LASER/LIDAR-SLAM เป็นระบบหลักได้
- สามารถระบุตำแหน่งด้วย VIO-SLAM เป็นระบบเสริมได้
- สามารถส่งข้อมูลการบินแบบ Real-Time มายังคอมพิวเตอร์ควบคุมได้
- มีรีโมทควบคุมการบิน (RC Transmitter) และระบบส่งข้อมูลการบินตามความเหมาะสม

3.1.2.ระบบควบคุมการบินและประมวลผลขั้นสูงติดตั้งบนอากาศยาน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- สามารถสร้างแผนที่แบบ 2D SLAM ได้
- รองรับ ROS MAVROS / MAVSDK
- GPU มี Tensor cores ไม่น้อยกว่า 48 cores
- CPU: 6-core NVIDIA Carmel ARM@v8.2 64-bit หรือดีกว่า
- Memory ไม่น้อยกว่า 8 GB
- มี Interface เป็น USB ไม่น้อยกว่า 4 ช่องและมี interface GPIOs, UART, HDMI และ DP เป็นอย่างน้อย

3.1.3.ระบบเซนเซอร์ ติดตั้งบนอากาศยาน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- Lidar scanner สำหรับรับรู้สถานะแวดล้อม
- แหล่งกำเนิดแสงจาก Semiconductor laser diode และทำงานที่ความยาวคลื่นแสงเลเซอร์ 905nm
- ระยะตรวจจับต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1 m และสูงสุดไม่น้อยกว่า 30m รอบทิศทาง 270 องศา
- ความแม่นยำในการวัด ± 40 mm หรือดีกว่า
- น้ำหนักไม่มากกว่า 400 g

3.2. อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสำหรับบินในอาคารด้วยเทคนิค Visual SLAM ประกอบด้วย

3.2.1. ตัวอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- อากาศยานชนิด 4 ใบพัด ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 500 mm เมื่อวัดระยะจากมอเตอร์ถึงมอเตอร์ในแนวเส้นทแยงมุม (Diagonal distance)
- วัสดุพลาสติก และอะลูมิเนียม หรือดีกว่า
- น้ำหนักพร้อมบินไม่มากกว่า 4 kg
- ติดตั้งโครงสร้างกันชนสำหรับใบพัด สำหรับบินในอาคาร
- เวลาทำการบินไม่น้อยกว่า 7 นาที
- แบตเตอรี่สำหรับทำการบิน 4 ชุด พร้อมเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จำนวน 1 เครื่อง
- สามารถบินในรูปแบบ Auto mission ภายในอาคารได้
- สามารถระบุตำแหน่งด้วย Visual inertial odometry (VIO) SLAM เป็นระบบหลัก
- สามารถใช้การระบุตำแหน่งด้วยภาพบนพื้นหรือบนกำแพงเพื่อปรับแก้ตำแหน่งของอากาศยานขณะทำการบินได้ (position Relocalization)
- สามารถส่งภาพวิดีโอและข้อมูลการบินแบบ Real-Time มายังคอมพิวเตอร์ควบคุมได้
- มีรีโมทควบคุมการบิน (RC Transmitter) และระบบส่งข้อมูลการบินตามความเหมาะสม

3.2.2. ระบบควบคุมการบินและประมวลผลขั้นสูงติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- รองรับระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ ROS / ROS2 / MAVROS / MAVSDK
- รองรับ Open-source Linux kernel, cross-compilers, PX4, ROS, OpenCV
- ชุดประมวลผล 4 แกน ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.15GHz, มีชุดประมวลผลกราฟิกGPU, รองรับ DSP อย่างน้อย 2 ช่อง, รองรับระบบปฏิบัติการ Linux พร้อมชุดประมวลผล 32-bit ARM M7 หรือดีกว่า

3.2.3. ระบบเซนเซอร์ของระบบ Visual SLAM ติดตั้งบนอากาศยาน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- กล้องแบบ Tracking VGA Global Shutter สามารถ ก้มลงด้านล่าง-ด้านหน้า อย่างน้อย 45°
- มีกล้องแบบ Stereo VGA Global Shutter
- มีกล้องที่มีความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 4K
- มีเซนเซอร์แบบ Time of Flight (ToF)

3.2.4. คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Laptop) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้



- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีแกนประมวลผลหลักอย่างน้อย 6 คอร์ขึ้นไป (6 Cores) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.5 GHz มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 ขนาด 16 GB
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล แบบ SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 512 GB
- มีหน่วยประมวลผลภาพ (Graphic Processing Unit) มีจำนวนแกนประมวลผล (GPU core) รวมกันไม่น้อยกว่า 896 แกน
- แกน มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB แบบ GDDR5

อุปกรณ์ประกอบด้วย

อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสำหรับบินในอาคารด้วยเทคนิค Laser SLAM

1. อากาศยานชนิดมัลติโรเตอร์ เทคนิค Laser SLAM จำนวน 1 ชุด
2. เลเซอร์วัดระยะแบบรอบทิศทาง 1 ชุด
3. แบตเตอรี่ 2 ชุด และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
4. อะไหล่โครงสร้างตัวลำเทคนิค Laser SLAM 1 ชุด
5. การฝึกใช้งานด้วยการจำลองการบินในคอมพิวเตอร์และการบินจริง

อากาศยานไร้คนขับชนิดหลายใบพัดสำหรับบินในอาคารด้วยเทคนิค Visual SLAM

1. อากาศยานชนิดมัลติโรเตอร์ เทคนิค Visual SLAM จำนวน 1 ชุด ขึ้นสูง เซนเซอร์บินในอาคาร
2. แบตเตอรี่ 4 ชุด และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
3. คอมพิวเตอร์แบบพกพา (Laptop) จำนวน 1 ชุด
4. อะไหล่โครงสร้างตัวลำเทคนิค Visual SLAM 1 ชุด
5. การฝึกใช้งานด้วยการจำลองการบินในคอมพิวเตอร์และการบินจริง

4. ชุดอุปกรณ์สำหรับการทำแผนที่และนำร่องในอาคารด้วย LIDAR (LIDAR for Mapping and Indoor Navigation set) จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

ชุดอุปกรณ์สำหรับการทำแผนที่และนำร่องในอาคารด้วย LIDAR ด้วยเทคนิค SLAM สามารถนำไปติดตั้งได้ทั้งบนอากาศยานไร้คนขับ รถยนต์อัตโนมัติหรือแม้กระทั่งให้มนุษย์ถือเดินเพื่อทำแผนที่ในและนอกอาคาร ผลที่ได้คือ PointCloud ความละเอียดสูง สามารถนำไปสร้างเป็น CAD ของวัตถุที่ตรวจจับได้และยังสามารถสร้างแผนที่สำหรับนำร่องระบบอัตโนมัติโดยไม่ใช้ GPS ได้อีกด้วย



คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค ประกอบด้วย

4.1. ชุดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ระบบปฏิบัติการ: Windows 10, 64-bit และ Ubuntu 18.04 LTS หรือเวอร์ชันที่สูงกว่าที่สามารถทำงานร่วมกับระบบ Laser Scanner ในข้อ 4.2 ได้
- สามารถใช้งานระบบไฟฟ้า: 12-20 VDC หรือกว้างกว่า
- หน่วยประมวลผลกลางเป็นแบบ Intel® Core™ i7 หรือสูงกว่า
- หน่วยความจำหลัก ไม่น้อยกว่า 8GB
- หน่วยความจำสำรอง ไม่น้อยกว่า 250GB
- ติดตั้งซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย หรืออัลกอริทึมแบบรหัสเปิดที่มีขีดความสามารถในการสร้าง 3D Point Cloud บนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ (ROS) เพื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์ในข้อ 4.2

4.2. Laser Scanner จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ชนิดของเลเซอร์: Class 1 Eye-safe per IEC 60825-1:2007 & 2014
- ทำงานที่ความยาวคลื่นแสงเลเซอร์ 903 nm
- มีระยะตรวจจับไม่ต่ำกว่า 100 เมตร รอบทิศทางไม่น้อยกว่า 270 องศา
- ความแม่นยำไม่น้อยกว่า ± 3 เซนติเมตร
- มืดองศาหมุนมองในแนวตั้ง (Vertical) $+15.0^\circ$ ถึง -15.0° (30°)
- มืดองศาหมุนมองในแนวราบ (Horizontal) 360°
- ระดับการป้องกันสภาพแวดล้อม: IP67
- อินเทอร์เน็ตแบบ Ethernet ที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 100 Mbps
- น้ำหนักไม่น้อยกว่า 830 g โดยไม่รวมสายเคเบิลและกล่องพาวเวอร์ซัพพลาย

อุปกรณ์ประกอบด้วย

1. คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด
2. อุปกรณ์วัดระยะด้วยแสงเลเซอร์แบบรอบทิศทาง จำนวน 1 ชุด

5. ชุดแท่นทดสอบแรงฉุดและไดนาโมมิเตอร์สำหรับชุดใบพัดมอเตอร์ไฟฟ้าของอากาศยานไร้คนบิน
จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค ประกอบด้วย

5.1. โครงสร้างห้องกันตาข่ายเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- ขนาดห้องไม่น้อยกว่า 3×3 เมตร สูง 2.3 เมตร

- โครงทำจากวัสดุเหล็กกล่องแบนขนาดไม่น้อยกว่า 2x1 นิ้ว แปซิฟิก มอก. JIS
- กรงกันตะแกรงเหล็กฉีก V&P รุ่น XS-32 เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ 1 ชุด ขนาดตาข่ายไม่น้อยกว่า 25x61 mm
- มีประตูทางเข้าออก 1 ประตู
- มีช่องกระจกใสอะคริลิกสำหรับเพิ่มมุมมองกว้างไม่น้อยกว่า 1.2 x 2.4 เมตร ความหนาไม่น้อยกว่า 5 mm
- มีโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 0.5 x 2.4 เมตร พร้อมเก้าอี้ 1 ชุด

5.2. ชุดควบคุมสำหรับทดสอบมอเตอร์และใบพัด

- เชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านช่อง USB
- ทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้าแบบไร้แปรงถ่าน (Brushless motor) กับใบพัดได้ถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 70 นิ้ว
- สามารถวัดแรงดูดได้ไม่น้อยกว่า 70 kg
- สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 500 แอมแปร์ เป็นอย่างน้อย
- มีชุดแท่นโลหะยึดติดกับพื้น (Ground based support)
- ชุดซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย สำหรับแสดงข้อมูลแบบเวลาจริงและสามารถบันทึกข้อมูลในรูปแบบ ไฟล์ csv
- ต้องได้รับสิทธิการเป็นตัวแทนจำหน่ายอย่างถูกต้อง หรือได้รับสิทธิจากตัวแทนให้สามารถเป็นผู้จัดจำหน่ายสินค้า

5.3. ชุดคอมพิวเตอร์ประกอบตั้งโต๊ะสมรรถนะสูง 1 ชุด

5.3.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Intel 6 คอร์ (6 Core)

- จำนวนแกนหลักไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 Core)
- มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8.25 MB
- มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.8 GHz

5.3.2. หน่วยความจำหลัก (RAM)

- ชนิด DDR4 ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB

5.3.3. หน่วยจัดเก็บข้อมูล

- HDD ชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB
- SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB

5.3.4. หน่วยประมวลผลภาพ (Graphic Processing Unit)

- มีจำนวนแกนประมวลผล (GPU core) รวมกันไม่น้อยกว่า 6144 cores



- มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB แบบ GDDR6
- มี interface แบบ PCI Express 4.0 หรือดีกว่า
- เชื่อมต่อจอมอนิเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง

5.3.5. มีจอแสดงผล จำนวน 2 เครื่อง

- ขนาดไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว มีความละเอียดจอ 1920 x 1080 pixel หรือสูงกว่า
- ไม่มี dead pixel

5.3.6. มีเครื่องสำรองไฟ จำนวน 1 เครื่อง

- มีกำลังไฟสำรองสูงสุด ไม่น้อยกว่า 1,200 W
- เป็นแบตเตอรี่ ประเภท Lead-Acid battery หรือดีกว่า
- มีช่องเสียบปลั๊กด้านหลัง (Outlet) ชนิด Universal สำหรับสำรองไฟไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- มีแรงดันไฟฟ้าขาเข้า อยู่ระหว่าง 140-300 โวลต์
- มีน้ำหนักรวม ไม่น้อยกว่า 12.3 kg
- ขนาดอุปกรณ์มีขนาดกว้างxยาวxสูง ไม่เกิน 14 x 19 x 39 cm
- ระดับความป้องกันอันตรายของอุปกรณ์ไฟฟ้า IP20 เป็นอย่างน้อย
- มีระดับเสียงไม่เกิน 40 dBA

อุปกรณ์ประกอบด้วย

1. โครงสร้างห้องกันตาข่ายเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ จำนวน 1 ชุด
2. ชุดควบคุมสำหรับทดสอบมอเตอร์และใบพัด จำนวน 1 ชุด
3. ชุดคอมพิวเตอร์ประกอบตั้งโต๊ะสมรรถนะสูง จำนวน 1 ชุด



เงื่อนไขอื่นๆ

1. เงินค่าพัสดุสำหรับการซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มีผลใช้บังคับ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จากสำนักงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งดังกล่าว ส่วนราชการสามารถยกเลิกการจัดหาได้
2. ผู้เสนอราคาต้องยื่นราคาไม่น้อยกว่า 90 วัน ตั้งแต่วันเสนอราคาโดยภายในกำหนดยื่นราคา ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ได้เสนอไว้ และจะถอนการเสนอราคามีได้
3. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะของครุภัณฑ์ ซึ่งตรงหรือดีกว่าที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ โดยตรงต้องแนบแคตตาล็อกซึ่งเป็นเอกสารจากผู้ผลิต โดยระบุยี่ห้อ และรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจน ประกอบการเสนอราคา พร้อมทั้งทำเครื่องหมายในเอกสาร Catalog ให้ตรงกับในตารางเปรียบเทียบ
4. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยกับครุภัณฑ์ที่เสนอ โดยอ้างอิงหัวข้อและหน้าของเอกสารผลิตภัณฑ์พร้อมระบุหน้าที่ปรากฏใน Catalog ด้วย
5. หากผู้เสนอราคาไม่จัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบมาให้คณะกรรมการพิจารณาผลในวันเสนอราคา มหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิ์ไม่พิจารณา
6. มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี นับถัดจากวันที่ตรวจรับมอบแล้วเสร็จ
7. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ อย่างน้อย จำนวน 1 ชุด
8. ต้องฝึกอบรมการใช้งานให้กับอาจารย์ เจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 3 วันทำการ โดย ค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมต่างๆ ผู้ขายเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด
9. ส่งมอบภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
10. สำหรับสินค้าทุกรายการผู้ขายต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องอันเนื่องมาจากการใช้งานปกติหรือเกิดจากความ ผิดพลาดของผู้ผลิตตลอดอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี ภายหลังจากการตรวจรับ
11. ส่งมอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย
การจัดซื้อจัดจ้างที่มีใช้งานก่อสร้าง

1. ชื่อโครงการ รายการ ชุดปฏิบัติการระบบอากาศยานไร้คนขับ จำนวน 1 ชุด
2. หน่วยงานเจ้าของโครงการ ศูนย์เทคโนโลยีอากาศยานและการป้องกันประเทศ
อุทยานเทคโนโลยี (KMUTNB Techno Park)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร 9,950,000.00 บาท (เก้าล้านเก้าแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)
4. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ณ..... 28 พ.ย. 2565
เป็นเงิน 9,950,000.00 บาท (เก้าล้านเก้าแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)
ราคา/หน่วย (ถ้ามี).....-.....บาท
5. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง)
 - 5.1 บริษัท ไอครีเอทีฟซิสเต็มส์ จำกัด
 - 5.2 บริษัท เอสทีเอ สมาร์ทเทค จำกัด
 - 5.3 บริษัท ท็อป เอ็นจิเนียริง คอร์ปอเรชั่น จำกัด
6. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ทุกคน
 - 6.1 อาจารย์ ดร.วัยอาจ สายคง
 - 6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริอร อิศรางกูร ณ อยุธยา
 - 6.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ คลับคล้าย