

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดฝึกปฏิบัติการนวัตกรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยพร้อมด้วยระบบ AI ในการตรวจจับ
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป
 - 3.1. ชุดฝึกปฏิบัติการนวัตกรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยพร้อมด้วยระบบ AI ในการตรวจจับ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 3.1.1. โมดูลหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับพร้อมตรวจรักษาความปลอดภัย จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.1.1. โครงสร้างและตัวถังรถ (Chassis platform) จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.1.2. ชุดประมวลผล และเซนเซอร์ควบคุมยานพาหนะอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.1.3. ชุดเซนเซอร์ตรวจวัดวิเคราะห์สำหรับยานพาหนะอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.1.4. ชุดควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับระยะไกล จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.1.5. โปรแกรมสำหรับระบบควบคุมการเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI จำนวน 1 โปรแกรม
 - 3.1.1.6. ชุดวิเคราะห์และตรวจวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.2. โมดูลการเรียนรู้หุ่นยนต์ตรวจการภายในและภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติ จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.2.1. หุ่นยนต์ตรวจการภายในและภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติ จำนวน 2 ชุด
 - 3.1.2.2. ชุดตรวจจับความผิดปกติและตรวจวัดในงานอุตสาหกรรม จำนวน 2 ชุด
 - 3.1.2.3. โมดูลเครื่องประมวลผลในงานเรียนรู้หุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยแบบพกพา จำนวน 2 เครื่อง
4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดฝึกปฏิบัติการนวัตกรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยพร้อมด้วยระบบ AI ในการตรวจจับ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 4.1 โมดูลหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับพร้อมตรวจรักษาความปลอดภัย จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 4.1.1 โครงสร้างและตัวถังรถ (Chassis platform) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.1.1 ขนาดของแชสซีแพลตฟอร์มยานยนต์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2400×1600×600 มิลลิเมตร
 - 4.1.1.2 โครงสร้างของแชสซีแพลตฟอร์มยานยนต์ไฟฟ้าผลิตจากเหล็ก หรือดีกว่า
 - 4.1.1.3 ทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 0-30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

- 4.1.1.4 มีระบบขับเคลื่อนแบบ 2 ล้อ หรือ 4 ล้อ (Two-wheel drive or Four-wheel drive) หรือดีกว่า
- 4.1.1.5 รองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 500 กิโลกรัม
- 4.1.1.6 มีระบบกันสะเทือนอย่างน้อยแบบปีกนกคู่หน้าหลัง (Front & Rear Double Wishbone Independent Suspension) หรือดีกว่า
- 4.1.1.7 รัศมีวงเลี้ยวต่ำสุด (Min Turning Radius) ไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร
- 4.1.1.8 มีระบบบังคับเลี้ยวด้วยไฟฟ้า หรือดีกว่า
- 4.1.1.9 ระบบเลี้ยวอย่างน้อย 3 ระบบ เช่น Two-wheel/four-wheel/wedge steering หรือดีกว่า
- 4.1.1.10 ประเภทชุดบังคับเลี้ยวแบบ Ackerman Steering หรือดีกว่า
- 4.1.1.11 การตอบสนองไม่เกิน 150 มิลลิวินาที (Response Time)
- 4.1.1.12 มีช่องทางการสื่อสารแบบ CAN2.0B (Communication Protocol) หรือดีกว่า
- 4.1.1.13 มีวิธีการควบคุมแบบมุมและความเร็วเชิงมุมของล้อ (Target Steering Wheel Angle & Angular Velocity) หรือดีกว่า
- 4.1.1.14 ชนิดของเบรกสำหรับการขับขี่เป็น Braking Type for Driving Drive-by-wire Hydraulic Braking หรือดีกว่า
- 4.1.1.15 รองรับระบบเบรกและห้ามล้อแบบจานโลหะ (Brake Type Disc) หรือดีกว่า
- 4.1.1.16 ชนิดของมอเตอร์ปั๊มเบรกขับเคลื่อนแบบดีซีแบบไร้แปลงถ่านหรือแปลงถ่าน (Permanent Magnet Brush or Brushless Motor) หรือดีกว่า
- 4.1.1.17 กำลังของมอเตอร์ปั๊มเบรกไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 0.4 กิโลวัตต์ (Rated Power)
- 4.1.1.18 แรงบิดของมอเตอร์ปั๊มเบรกไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2.0 นิวตันเมตร (Rated Torque)
- 4.1.1.19 ความเร็วรอบของมอเตอร์ปั๊มเบรกไม่น้อยกว่า 1,500 รอบต่อนาที (Rated Rotating Speed)
- 4.1.1.20 ระยะทางสำหรับการเบรกที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีระยะทางไม่เกิน 10 เมตร (Max Braking Distance Full load@30km/h)
- 4.1.1.21 ชนิดของมอเตอร์ล้อแบบดีซีแบบไร้แปลงถ่านหรือแปลงถ่าน (Permanent Magnet Brush or Brushless Motor) หรือดีกว่า
- 4.1.1.22 กำลังของมอเตอร์ล้อไม่น้อยกว่า 10 กิโลวัตต์ (Rated Power)
- 4.1.1.23 แรงบิดของมอเตอร์ล้อไม่น้อยกว่า 100 นิวตันเมตร (Rated Torque)
- 4.1.1.24 ความเร็วรอบของมอเตอร์ล้อไม่น้อยกว่า 200 รอบต่อนาที (Rated Rotating Speed)
- 4.1.1.25 รองรับการควบคุมมอเตอร์ล้อแบบแรงบิด หรือ ความเร็ว (Torque Control & Speed Control) หรือดีกว่า
- 4.1.1.26 ล้อยางขนาด 215/45R17 หรือดีกว่า

- 4.1.1.27 แบตเตอรี่ชนิด Lithium มีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.1.27.1 แบตเตอรี่มีระดับแรงดันเฉลี่ยที่ 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์ หรือ 48 โวลต์ หรือ 72 โวลต์ หรือดีกว่า
 - 4.1.1.27.2 ความจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 100 แอมป์ชั่วโมง
 - 4.1.1.27.3 กำลังเอาต์พุตของแบตเตอรี่สูงสุดไม่น้อยกว่า 10 กิโลวัตต์ชั่วโมง
 - 4.1.1.27.4 มีระบบป้องกันการคายประจุเกิน (Over-discharge Protection) ด้วยระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS: Battery Management System) หรือดีกว่า
 - 4.1.1.27.5 มีระบบป้องกันแบตเตอรี่ประจุเกิน (Overcharge Protection) ด้วยระบบจัดการแบตเตอรี่ (BMS: Battery Management System) หรือดีกว่า
 - 4.1.1.27.6 มีอุปกรณ์ประจุแบตเตอรี่ด้วยโดยใช้ไฟฟ้าภายในอาคารที่ขนาดแรงดัน 110 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ หรือดีกว่า
- 4.1.1.28 มีระบบแสงไฟสัญญาณอย่างน้อยประกอบด้วย ไฟส่องสว่างด้านหน้า สัญญาณไฟเบรก และสัญญาณไฟเลี้ยว หรือดีกว่า
- 4.1.1.29 มีช่องเสียบ OBD สำหรับวินิจฉัย (OBD Diagnostic Interface) หรือดีกว่า
- 4.1.1.30 มีระบบห้ามล้ออัตโนมัติขณะดับไฟฟ้าภายในระบบ (Automatic parking with power off) หรือดีกว่า
- 4.1.1.31 มีซอฟต์แวร์ป้องกันสำหรับควบคุมความเร็ว (Software protection for steering limit) หรือดีกว่า
- 4.1.1.32 (False-touch protection for push rod of remote control) หรือดีกว่า
- 4.1.1.33 มีโหมดควบคุมความเร็วต่ำ (Low-speed remote control mode) หรือดีกว่า
- 4.1.1.34 มีปุ่มหยุดฉุกเฉินที่แชสซี (Emergency stop buttons on chassis) หรือดีกว่า
- 4.1.1.35 อุปกรณ์เสริมสำหรับการติดตั้งและโดยสาร จำนวน 1 ชุด
- 4.1.1.35.1 ชุดอลูมิเนียมสำหรับยึดอุปกรณ์ และเซนเซอร์ หรือดีกว่า
 - 4.1.1.35.2 เบาะนั่งเสริมผู้โดยสารไม่น้อยกว่า 1 ที่นั่ง
 - 4.1.1.35.3 เบาะนั่งเสริมเป็นเบาะหุ้มด้วยหนัง หรือ ผ้าไวนิล ป้องกันน้ำ หรือดีกว่า
 - 4.1.1.35.4 เบาะนั่งเสริมผู้โดยสาร ใช้น้ำหนักผู้โดยสารไม่น้อยกว่า 120 กิโลกรัม
 - 4.1.1.35.5 เบาะนั่งเสริมผู้โดยสารรองรับระบบสายรัดนิรภัย หรือดีกว่า
 - 4.1.1.35.6 สายรัดนิรภัยมีมาตรฐาน FIA หรือดีกว่า
 - 4.1.1.35.7 โครงสร้างโลหะรองรับน้ำหนักสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม
 - 4.1.1.35.8 โครงสร้างโลหะรองรับน้ำหนักทำสีป้องกันสนิม หรือดีกว่า

- 4.1.2 ชุดประมวลผล และเซนเซอร์ควบคุมยานพาหนะอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.2.1 ชุดประมวลผลสำหรับยานพาหนะอัตโนมัติ
 - 4.1.2.2 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 10 แกนหลัก (10 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 5 GHz หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
 - 4.1.2.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 24 MB หรือดีกว่า
 - 4.1.2.4 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
 - 4.1.2.4.1 เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
 - 4.1.2.5 มีช่องเสียบพีซีไออี (PCIe for GPU) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.1.2.6 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า มีขนาด 16 GB หรือดีกว่า
 - 4.1.2.7 หน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1TB จำนวน 1 หน่วย
 - 4.1.2.8 มีช่องเสียบอุปกรณ์ต่อพ่วง USB2.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.1.2.9 มีช่องเสียบอุปกรณ์ต่อพ่วง USB3.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.1.2.10 มีช่องเสียบสัญญาณอีเทอร์เน็ต (Ethernet Port) RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.1.2.11 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.1.2.12 รองรับการใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์
 - 4.1.2.13 มีจอแสดงผลแบบ LCD หรือ LED หรือดีกว่า
 - 4.1.2.13.1 ขนาดจอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว
 - 4.1.2.13.2 ความละเอียดของจอแสดงผลไม่น้อยกว่า 1920*1080 พิกเซล
 - 4.1.2.13.3 จอแสดงผลรองรับช่องเสียบสัญญาณภาพแบบ HDMI หรือ Mini HDMI หรือดีกว่า
 - 4.1.2.13.4 จอแสดงผลมีความถี่ในการแสดงผลไม่น้อยกว่า 60 เฮิรตซ์
- 4.1.3 ชุดเซนเซอร์ตรวจจับวิเคราะห์สำหรับยานพาหนะอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
- 4.1.3.1 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งรองรับสัญญาณ (Signal Tracking Positions Antenna) อย่างน้อย GPS, BDS, GLONASS, GALILEO และ GZSS หรือดีกว่า
 - 4.1.3.2 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งรองรับ Vector Antenna อย่างน้อย GPS, BDS, GLONASS, GALILEO และ GZSS หรือดีกว่า
 - 4.1.3.3 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งมีความแม่นยำแบบ RTK ไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร + 1 พีพีเอ็ม

- 4.1.3.4 ความถี่เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง (RTK Position) ไม่น้อยกว่า 10 เฮิรตซ์
- 4.1.3.5 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งมี Gyroscope ช่วงการวัด (Gyro range) ± 300 deg/s หรือดีกว่า
- 4.1.3.6 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งมี Gyro bias stability 2.5 deg/h หรือดีกว่า
- 4.1.3.7 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งมี Accelerometer $\pm 6g$ หรือดีกว่า
- 4.1.3.8 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งมีช่องเสียบสัญญาณอีเทอร์เน็ต RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.1.3.9 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งมีช่องเสียบสัญญาณอนุกรม (RS-232) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.1.3.10 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งมีช่องเสียบสัญญาณมีช่องเสียบสัญญาณ GNSS Antenna ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.1.3.11 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสงมีระยะตรวจจับที่ความสะท้อนของวัตถุร้อยละ 80 (80% reflective lambertian target) ไม่น้อยกว่า 100 เมตร
- 4.1.3.12 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสงมีความละเอียดของระยะการตรวจจับ (Range Resolution) ไม่เกิน 1.2 เซนติเมตร
- 4.1.3.13 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสงมีความละเอียดแนวตั้ง (Vertical Resolution) อย่างน้อย 128 หรือ 64 หรือ 16 หรือดีกว่า
- 4.1.3.14 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสงมีความละเอียดแนวนอน (Horizontal Resolution) อย่างน้อย 2048 หรือ 1024 หรือ 512 หรือดีกว่า
- 4.1.3.15 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสงมีความเร็วหมุนรอบต่อวินาที (Rotation Rate) ไม่น้อยกว่า 10 เฮิรตซ์
- 4.1.3.16 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยแสงมีช่องเสียบสัญญาณอีเทอร์เน็ต TCP หรือดีกว่า
- 4.1.3.17 เซนเซอร์ตรวจจับภาพมีเซนเซอร์รับภาพแบบ CMOS อย่างน้อย $1/2.6$ นิ้ว หรือดีกว่า
- 4.1.3.18 เซนเซอร์ตรวจจับภาพมีความละเอียดไม่น้อยกว่า $1920H \times 1080V$
- 4.1.3.19 เซนเซอร์ตรวจจับภาพมีเฟรมเรทไม่น้อยกว่า 60 ครั้งต่อวินาที
- 4.1.3.20 เซนเซอร์ตรวจจับภาพมีระดับป้องกันสภาพแวดล้อมไม่น้อยกว่า IP 65
- 4.1.4 ชุดควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับระยะไกล จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.4.1 ระยะการควบคุมแบบไร้สายไม่น้อยกว่า 200 เมตร
 - 4.1.4.2 หน้าจอแสดงผลแบบ LCD หรือดีกว่า
 - 4.1.4.3 สวิตช์ฉุกเฉินไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 4.1.4.4 คันโยกบังคับแบบแอนะล็อกและดันกลับด้วยสปริง ไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น
 - 4.1.4.5 สวิตช์ปุ่มกดแบบฟังก์ชันใช้งานเอนกประสงค์ เช่น ประตู (Door) ไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
 - 4.1.4.6 มีสวิตช์แบบปรับโหมดการทำงานแบบ Remote และ Self-Drive หรือดีกว่า
 - 4.1.4.7 มีสวิตช์ปิดเปิดใช้งาน (On-Off Switch) หรือดีกว่า
 - 4.1.4.8 มีอุปกรณ์ส่งเสียงแจ้งเตือนเมื่อมีข้อผิดพลาด (Buzzer) หรือดีกว่า

- 4.1.4.9 โครงสร้างมีด้ามจับและสายสะพาย หรือดีกว่า
- 4.1.4.10 คันโยกมีระดับการตอบสนองไม่น้อยกว่า 5 ระดับ หรือ 0 – 1024 หรือ 0 – 100 % หรือดีกว่า
- 4.1.4.11 มีสวิตช์กดปรับระดับความเร็วได้ (Speed Limit) หรือดีกว่า
- 4.1.4.12 มีสวิตช์เลือกโหมดควบคุม (Drive Mode) หรือดีกว่า
- 4.1.4.13 มีสวิตช์ปุ่มกดหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) หรือดีกว่า
- 4.1.4.14 มีสวิตช์เปิด-ปิดไฟส่องสว่างด้านหน้าอย่างน้อย 1 ชั้น หรือดีกว่า
- 4.1.4.15 มีสวิตช์เปิด-ปิดห้ามล้อขณะจอด (Handbrake On-Off) หรือดีกว่า
- 4.1.4.16 มีสวิตช์เลือก เดินหน้า ว่าง ถอยหลัง (D N และ R) หรือดีกว่า
- 4.1.4.17 รองรับแหล่งพลังงานด้วยแบตเตอรี่แบบ 1.5 โวลต์ ขนาด AA หรือดีกว่า
- 4.1.5 โปรแกรมสำหรับระบบควบคุมการเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI จำนวน 1 โปรแกรม มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.5.1 ระบบควบคุมจัดการและสั่งงานยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ
 - 4.1.5.2 ระบบสำหรับแสดงผลและจัดการ Robot Visualization (RVIZ) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.5.2.1 มีปุ่มควบคุม Operation Mode อย่างน้อย STOP, REMOTE, AUTO
 - 4.1.5.2.2 มีช่องแสดงสถานะการทำงาน ได้แก่ Routing, Localization, Motion
 - 4.1.5.2.3 มีช่องป้อนข้อมูลควบคุมความเร็วไม่เกินกว่าที่กำหนด (Velocity Limit)
 - 4.1.5.3 ระบบบันทึกข้อมูลและเล่นข้อมูลเซนเซอร์ผ่านคอมมานไลน์ (rosbag)
 - 4.1.5.4 ระบบสร้างแผนที่ 3 มิติด้วย Laser Odometry and Mapping (LOAM)
 - 4.1.5.5 ระบบตั้งค่าพารามิเตอร์ของตำแหน่ง Antena
 - 4.1.5.6 ระบบแสดงข้อมูล Canbus 2.0 ผ่านคอมมานไลน์
 - 4.1.5.7 ผู้เสนอราคาต้องแนบตัวอย่างโปรแกรมสำหรับระบบควบคุมการเคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
 - 4.1.5.8 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประกอบการพิจารณา
- 4.1.6 ชุดวิเคราะห์และตรวจวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.6.1 ความละเอียดของอินฟาเรด ขนาดไม่น้อยกว่า 80x60 พิกเซล
 - 4.1.6.2 ตัวตรวจจับเป็นเซนเซอร์ประเภท Focal Plane Array (FPA)
 - 4.1.6.3 มุมองภาพ FOV 48°x37° องศาหรือดีกว่า
 - 4.1.6.4 ระบบโฟกัสภาพเป็นแบบ Fixed หรือดีกว่า
 - 4.1.6.5 มีช่วงการวัดและวิเคราะห์ Measurement ช่วงอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส ถึง +150 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

4.1.6.6 มีค่าความแม่นยำ ± 2 องศาเซลเซียส หรือ $\pm 2\%$ หรือดีกว่า

4.2 โมดูลการเรียนรู้หุ่นยนต์ตรวจการภายในและภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 4.2.1 หุ่นยนต์ตรวจการภายในและภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติ จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.1.1 ชุดหุ่นยนต์ตรวจการมีขนาดของตัวหุ่นยนต์ขณะยื่น ไม่น้อยกว่า (กว้างxยาวxสูง) 68x25x35 เซนติเมตร
- 4.2.1.2 ชุดหุ่นยนต์ตรวจการมีขนาดของตัวหุ่นยนต์ขณะนั่ง ไม่น้อยกว่า (กว้างxยาวxสูง) 70x25x15 เซนติเมตร
- 4.2.1.3 ตัวเครื่องทำด้วยวัสดุอลูมิเนียม อัลลอย (Aluminium Alloy + high strength engineering plastic) หรือดีกว่า
- 4.2.1.4 ใช้ระบบจ่ายพลังงานแบบ 24V-30V หรือดีกว่า
- 4.2.1.5 มีกำลังสูงสุดขณะทำงาน ไม่น้อยกว่า 3000 W หรือดีกว่า
- 4.2.1.6 ตัวหุ่นยนต์สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 7 กิโลกรัม หรือดีกว่า
- 4.2.1.7 ตัวหุ่นยนต์มีความเร็วในการเคลื่อนที่ 0 – 2.5 m/s หรือดีกว่า
- 4.2.1.8 สามารถปีนขึ้นทางลาดชันระยะทางไม่น้อยกว่า 14 เซนติเมตร
- 4.2.1.9 สามารถปีนทางลาดชันที่ความชันสูงสุดไม่น้อยกว่า 30 องศา หรือดีกว่า
- 4.2.1.10 มีแบตเตอรี่ความจุไม่น้อยกว่า 8000 mAh หรือดีกว่า
- 4.2.1.11 มีการเชื่อมต่อด้วย 4G module , Wifi 6 with Dual-band ,Bluetooth 5.2/4.2/2.1 หรือดีกว่า
- 4.2.1.12 มีระบบสั่งงานด้วยเสียง หรือดีกว่า
- 4.2.1.13 มีระบบจับภาพ RTT 2 image Tranmission หรือดีกว่า
- 4.2.1.14 ผู้เสนอราคาต้องทำการแสดงการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างหุ่นยนต์ตรวจการภายในและหุ่นยนต์ตรวจการภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติ ร่วมกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับ
- 4.2.2 ชุดตรวจจับความผิดปกติและตรวจวัดในงานอุตสาหกรรม จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- 4.2.2.1 มีค่าความละเอียดของภาพความร้อน Infrared ได้ไม่น้อยกว่า 160x120 pixels
- 4.2.2.2 มีโหมด Super Resolution 320x240 pixels
- 4.2.2.3 โฟกัสของกล้องเป็นแบบ Fixed Focus เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 4.2.2.4 ไฟล์ภาพความร้อน เป็น IR image
- 4.2.2.5 สามารถเลือกแสดงลักษณะแบบสีภาพความร้อน (Color palettes) ได้ไม่น้อยกว่า 4 แบบ (iron, rainbow HC, cold-hot, grey)

- 4.2.2.6 มีจอแสดงผล แบบ TFT ขนาดไม่น้อยกว่า 3.5 นิ้ว ความละเอียด 320x240 pixels
- 4.2.2.7 มุมมองของภาพ 31° × 23° หรือดีกว่า
- 4.2.2.8 แบตเตอรี่เป็นแบบ rechargeable battery ใช้งานได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- 4.2.2.9 ตัวเครื่องได้รับรองมาตรฐาน Vibration IEC 60068-2-6
- 4.2.2.10 สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ -15 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส
- 4.2.2.11 ตัวเครื่องสามารถรองรับการใช้งานผ่าน PC
- 4.2.2.12 การตอบสนองความร้อน (Thermal sensitivity/NETD) ไม่เกิน 100 mK
- 4.2.2.13 มีค่า Instantaneous Field of View (IFOV) ไม่เกิน 3.4 mrad
- 4.2.2.14 มีค่า Image refresh rate ไม่น้อยกว่า 9 Hz
- 4.2.2.15 ช่วงผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิของวัตถุได้ที่ -20°C ถึง 280°C มีค่าความถูกต้อง Accuracy $\pm 2^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- 4.2.2.16 สามารถปรับค่า Emissivity ของวัตถุได้ตั้งแต่ 0.01 ถึง 1
- 4.2.2.17 ผู้ยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประกอบการพิจารณา
- 4.2.2.18 รับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.2.2.19 อุปกรณ์เพิ่มเติมประกอบในชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.2.19.1 สาย USB จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.2.19.2 สายชาร์จ จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.2.19.3 แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.2.19.4 กระเป๋าใส่อุปกรณ์ จำนวน 1 กระเป๋า
 - 4.2.2.19.5 คู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด
- 4.2.3 โมดูลเครื่องประมวลผลในงานเรียนรู้วัฒนธรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยแบบพกพา จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.3.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 10 แกนหลัก (10 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 5 GHz หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
 - 4.2.3.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 24 MB หรือดีกว่า

- 4.2.3.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB (8GBx2)
- 4.2.3.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.2.3.5 มีหน่วยประมวลผลภาพกราฟิกเป็นแผงวงจรแยกที่มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า
- 4.2.3.6 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว หรือดีกว่า
- 4.2.3.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) Connection Ports 1 x Type-C (USB3.2 Gen2 / DisplayPort / Power Delivery 3.0), 2x Type-A USB3.2 Gen2, 1x HDMI 2.1 (รองรับ 4K @ 60Hz) หรือดีกว่า
- 4.2.3.8 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.3.9 มีกล้อง (Camera) แบบ HD type (30fps@720p) หรือดีกว่า
- 4.2.3.10 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.3.11 สามารถใช้งานเครือข่ายไร้สายได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi และ Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า
- 4.2.3.12 ชุดโมดูลมาพร้อมระบบปฏิบัติการ Windows 11 เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 4.2.3.13 มีการรับประกันจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

5. ข้อกำหนดอื่น ๆ

5.1 มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่อง

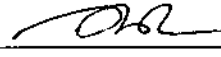
5.2 มีการจัดอบรมให้กับผู้ใช้งานไม่น้อยกว่า 1 วัน


6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย


7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน

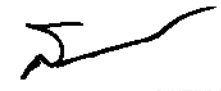
8. ระยะเวลารับประกัน 1 ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ อาคาร 6 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย จันทรเพ็ง)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ แยมแพง)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ  กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนุศักดิ์ จานทอง)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ 
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์