

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ชุดฝึกปฏิบัติการนวัตกรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยพร้อมด้วยระบบ AI ในการตรวจจับ
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป
ชุดฝึกปฏิบัติการนวัตกรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยพร้อมด้วยระบบ AI ในการตรวจจับ
จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 3.1. โมดูลหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับพร้อมตรวจจับรักษาความปลอดภัย จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.1. โครงสร้างและตัวถังรถ (Chassis platform) จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.2. ชุดประมวลผล และเซนเซอร์ควบคุมยานพาหนะอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.3. ชุดเซนเซอร์ตรวจวัดวิเคราะห์สำหรับยานพาหนะอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.4. ชุดควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับระยะไกล จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.5. โปรแกรมสำหรับระบบควบคุมการเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI จำนวน 1 โปรแกรม
 - 3.1.6. ชุดวิเคราะห์และตรวจวัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
 - 3.2 โมดูลการเรียนรู้หุ่นยนต์ตรวจการภายในและภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติ
จำนวน 1 ชุด
 - 3.2.1 หุ่นยนต์ตรวจการภายในและภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติ จำนวน 2 ชุด
 - 3.2.2 ชุดตรวจจับความผิดปกติและตรวจวัดในงานอุตสาหกรรม จำนวน 2 ชุด
 - 3.2.3 เครื่องประมวลผลในงานเรียนรู้้นวัตกรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยแบบพกพา
จำนวน 2 เครื่อง
- 4 รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดฝึกปฏิบัติการนวัตกรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยพร้อมด้วยระบบ AI ในการตรวจจับ
จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 4.1 โมดูลหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับพร้อมตรวจจับรักษาความปลอดภัย 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 ชนิดของเบรกสำหรับการขับเคลื่อนเป็น Braking Type for Driving Drive-by-wire Hydraulic Braking หรือดีกว่า
- 4.1.1.15 รองรับระบบเบรกและห้ามล้อแบบจานโลหะ (Brake Type Disc) หรือดีกว่า
- 4.1.1.16 ชนิดของมอเตอร์ปั๊มเบรกขับเคลื่อนแบบดีซีแบบไร้แปรงถ่านหรือแปรงถ่าน (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 ชนิดของมอเตอร์ล้อแบบดีซีแบบไร้แปรงถ่านหรือแปรงถ่าน (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 ชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับยึดอุปกรณ์ 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 รับน้ำหนักผู้โดยสารไม่น้อยกว่า 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 โครงสร้างโลหะรองรับน้ำหนักทำสปีป้องกันสนิม 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 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.1.2.9 มีช่องเสียบอุปกรณ์ต่อพ่วง USB3.0 หรือดีกว่า 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 มีจอแสดงผลแบบ LCD หรือ LED หรือดีกว่า
 - 4.1.2.12.1 ขนาดจอแสดงผลมีขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว
 - 4.1.2.12.2 ความละเอียดของจอแสดงผลไม่น้อยกว่า 1920*1080 พิกเซล
 - 4.1.2.12.3 จอแสดงผลรองรับช่องเสียบสัญญาณภาพแบบ HDMI หรือ Mini HDMI หรือดีกว่า
 - 4.1.2.12.4 จอแสดงผลมีความถี่ในการแสดงภาพไม่น้อยกว่า 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 QZSS หรือดีกว่า
 - 4.1.3.2 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งรองรับ Vector Antenna อย่างน้อย GPS, BDS, GLONASS, GALILEO และ QZSS 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 เฮิร์ตซ์
- 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*1080V
- 4.1.3.19 เซนเซอร์ตรวจจับภาพมีเฟรมเรตไม่น้อยกว่า 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 หรือดีกว่า (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 (rosviz)
 - 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 ความละเอียดของอินฟราเรด ขนาดไม่น้อยกว่า 80x60 พิกเซล
 - 4.1.6.2 ตัวตรวจจับเป็นเซนเซอร์ประเภท Focal Plane Array (FPA) หรือดีกว่า
 - 4.1.6.3 มุมมองภาพ 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 ชุดหุ่นยนต์ตรวจการมีขนาดของตัวหุ่นยนต์ขณะยืน 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 Transmission หรือดีกว่า

4.2.1.14 ผู้เสนอราคาต้องทำการแสดงการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างหุ่นยนต์ตรวจการภายในและหุ่นยนต์ตรวจการภายนอกอาคารพร้อมระบบตรวจจับความผิดปกติร่วมกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไร้คนขับ

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 หรือดีกว่า

4.2.2.3 โฟกัสของกล้องเป็นแบบ Fixed Focus เทียบเท่าหรือดีกว่า

4.2.2.4 ไฟล์ภาพความร้อน เป็น IR image หรือดีกว่า

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 $31^\circ \times 23^\circ$ หรือดีกว่า
- 4.2.2.8 แบตเตอรี่เป็นแบบ rechargeable battery ใช้งานได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง หรือดีกว่า
- 4.2.2.9 ตัวเครื่องได้รับรองมาตรฐาน Vibration IEC 60068-2-6 หรือดีกว่า
- 4.2.2.10 สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ -15 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 4.2.2.11 ตัวเครื่องสามารถรองรับการใช้งานผ่าน PC หรือดีกว่า
- 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 ช่วงฟการตรวจวัดค่าอุณหภูมิของวัตถุได้ที่ -20°C ถึง 280°C มีค่าความถูกต้อง Accuracy $\pm 2^\circ\text{C}$ หรือดีกว่า
- 4.2.2.16 สามารถปรับค่า Emissivity ของวัตถุได้ตั้งแต่ 0.01 ถึง 1 หรือดีกว่า
- 4.2.2.17 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมา พร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประกอบการพิจารณา
- 4.2.2.18 อุปกรณ์เพิ่มเติมประกอบในชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.2.18.1 สาย USB จำนวน 1 ชุด หรือดีกว่า
 - 4.2.2.18.2 สายชาร์จ จำนวน 1 ชุด หรือดีกว่า
 - 4.2.2.18.3 แบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด หรือดีกว่า
 - 4.2.2.18.4 กระเป๋าใส่อุปกรณ์ จำนวน 1 กระเป๋า หรือดีกว่า
 - 4.2.2.18.5 คู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด หรือดีกว่า
- 4.2.3 เครื่องประมวลผลในงานเรียนรู้วัฒนธรรมหุ่นยนต์ตรวจรักษาความปลอดภัยแบบพกพา 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)

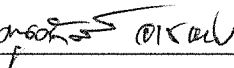
- 4.2.3.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
- 4.2.3.5 มีหน่วยประมวลผลภาพกราฟฟิกเป็นแผงวงจรแยกที่มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า
- 4.2.3.6 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว หรือดีกว่า
- 4.2.3.7 มีช่องเชื่อมต่อ 1 x Type-C, 2x Type-A, 1x HDMI หรือดีกว่า
- 4.2.3.8 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1ช่อง หรือดีกว่า
- 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 หรือดีกว่า
- 4.2.3.11 สามารถใช้งานเครือข่ายไร้สายได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi และ Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า
- 4.2.3.12 ชุดโมดูลมาพร้อมระบบปฏิบัติการ Windows 11 เทียบเท่าหรือดีกว่า

5. ข้อกำหนดอื่น ๆ

- 5.1 มีการสาธิตการใช้งานเครื่องทดลองให้แก่ผู้ใช้เครื่อง
- 5.2 มีการจัดอบรมให้กับผู้ใช้งานไม่น้อยกว่า 1 วัน
- 6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย
- 7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน
- 8. ระยะเวลาประกัน 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.มนูศักดิ์ จานทอง)
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ลงชื่อ 
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อกุล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์