

ขอบเขตของงาน หรือ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

(Terms of Reference : TOR)

ชื่อรายการ ชุดการเรียนรู้และปฏิบัติการระบบอุตสาหกรรม 5.0 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด

1. ความเป็นมา

เป็นเวลากว่า ๓๐ ปี ตั้งแต่ พ.ศ. ๒๕๓๒ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาทั้งในระดับปริญญาตรี โท และเอก อย่างต่อเนื่อง ผลงานวิจัยและนวัตกรรมของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลได้มีการนำไปใช้จนก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมหลายด้าน ได้แก่ การผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพสูง การผลิตงานวิจัยใหม่ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ และการคิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ผ่านองค์ความรู้วิศวกรรมเครื่องกล เป็นต้น ล้วนแล้วนำไปสู่การผลิตผลและผลผลิตจากการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรม นอกเหนือจากการศึกษาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอันเป็นรากฐานสำคัญที่ภาควิชามีความเข้มแข็งอยู่แล้ว แต่ยังมีองค์ประกอบสำคัญที่จะสนับสนุนการเรียนการสอนวิชาทางวิศวกรรมเหล่านี้ผ่านการใช้ทดลองทดสอบจริงจากเครื่องมือ ชุดทดลอง และอุปกรณ์ทางกลที่ทันสมัยและมีความแม่นยำสูง ซึ่งตอบโจทย์การพัฒนาองค์ความรู้เก่าและคิดค้นองค์ความรู้ใหม่ตามยุทธศาสตร์ชาติของประเทศได้เป็นอย่างดีเยี่ยม

อุตสาหกรรม 5.0 (Industrial 5.0) เป็น smart technology ที่เป็นการรวมกันระหว่างคนกับระบบฉลาดเข้าด้วยกัน และยังเป็นการรวมเอาองค์ความรู้ของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (10 S-Curve) อันจะเป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคตของประเทศ จนก่อให้เกิด กระบวนการทำงานที่รวดเร็ว แม่นยำ และตอบโจทย์ในยุคการแข่งขันปัจจุบันและอนาคต โดยจะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างคน ระบบอัจฉริยะ และหุ่นยนต์ สำหรับการผลิตและการทำงานในด้านต่าง ๆ อย่างไร้รอยต่อ โดยครุภัณฑ์ที่ขอจัดหานี้เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อันเกิดจากการบูรณาการความรู้ด้านหุ่นยนต์ ระบบควบคุมอัตโนมัติ และปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งทางภาควิชาฯ ขาดแคลนอย่างมาก ไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนท่ามกลางการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดนี้ เดิมทีทางภาควิชาฯ ได้ขอจัดซื้อครุภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันแล้ว 1 ชุด เมื่อปี 2566 แต่เมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนแล้วพบว่า แม้ว่าของเดิมสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษาอย่างดีเยี่ยม แต่กลับไม่เพียงพอและรองรับการใช้งานของนักศึกษาจำนวนกว่า 70 คน ต่อ ภาควิชาฯ และในแต่ละปีได้มีนักศึกษาจบการศึกษาเข้าไปทำงานที่ต้องใช้เทคโนโลยีนี้ ก็สามารถตอบสนองต่อการใช้งานหุ่นยนต์ในภาคอุตสาหกรรมได้ทันที จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่ต้องจัดหาเพื่อให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา

ครุภัณฑ์ที่ขอจัดหานี้เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ และปัญญาประดิษฐ์ ทั้งในปัจจุบันและอนาคตมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในทุกภาคส่วน โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมที่หุ่นยนต์เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่ง เพื่อเพิ่มผลผลิตและผลิตผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทดแทนการขาดแคลนแรงงาน โดยผู้ใช้งานจะเรียนรู้การทำงานของครุภัณฑ์และฝึกฝนการใช้งานจริง ผ่านการปรับแต่งระบบและตั้งค่าตัวแปรควบคุม เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานต่าง ๆ สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ ทั้งยังได้ฝึกฝนการนำเอาองค์ความรู้ด้าน AI หรือปัญญาประดิษฐ์เข้าไปควบคุม เพื่อให้หุ่นยนต์เกิดความฉลาด สามารถนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ที่ยากและซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์เชิงกายภาพที่กำลังถูกพัฒนาให้เป็นเทคโนโลยีแห่งอนาคต อันจะเข้ามามีส่วนสำคัญในชีวิตของเรามากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 มีครุภัณฑ์ในด้านเทคโนโลยีขั้นสูงรองรับอุตสาหกรรม 5.0 ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์ที่มีประสิทธิภาพและเท่าทันความก้าวหน้า

2.2 มีครุภัณฑ์ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาบรรยายและวิชาปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล รวม 4 วิชา และครอบคลุมการทำงานวิจัย

2.3 มีไว้เพื่อให้อาคารเรียนการสอนและการทดลองทดสอบครอบคลุมกับจำนวนนักศึกษากว่า 70 คน ในการเรียนการสอนหนึ่งครั้ง ต่อภาคการศึกษา

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย
2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย



3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหารผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
7. เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุ ดังกล่าว
8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอ ให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ ณ วันยื่นข้อเสนอ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการยื่นข้อเสนอครั้งนี้
9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
10. อื่น ๆ

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะดำเนินการจัดซื้อ

(ตามเอกสารแนบท้าย)

5. กำหนดเวลาส่งมอบและสถานที่ส่งมอบพัสดุ

ผู้ขายจะต้องเสนอกำหนดเวลาส่งมอบพัสดุไม่เกิน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาหรือข้อตกลง ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และการส่งมอบสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้ ไม่ว่าจะเป็นการส่งมอบเพียงครั้งเดียว หรือส่งมอบหลายครั้ง ผู้ขายจะต้องแจ้งกำหนดเวลาส่งมอบแต่ละครั้งโดยทำเป็นหนังสือนำไปยื่นต่อผู้ซื้อ ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในวันและเวลาทำการของผู้ซื้อ ก่อนวันส่งมอบไม่น้อยกว่า 3 (สาม) วันทำการของผู้ซื้อ

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

(✓) หลักเกณฑ์ราคา

() หลักเกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงินงบประมาณ 6,500,000 บาท (หกล้านห้าแสนบาทถ้วน)

แหล่งเงินงบประมาณ (✓) งบประมาณแผ่นดิน () กองทุนค่าธรรมเนียมฯ () รายได้คณะฯ ประจำปี 2570

8. งานตรวจและการจ่ายเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จะจ่ายค่าสิ่งของซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ขาย เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของครบถ้วนตามสัญญาหรือข้อตกลงและคณะกรรมการได้ทำการตรวจรับมอบสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

9. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นรายวันอัตราร้อยละ0.20..... (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

10. การกำหนดระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และหากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือเสียหายเกิดขึ้นภายในกำหนดระยะเวลาการรับประกัน ผู้ขายต้องรีบทำการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยโดยไม่ชักช้า หากสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้เกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ ผู้ขายจะต้องจัดการ

ซ่อมแซมหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน ... 7... (เจ็ด) วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ซื้อ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น หากผู้ขายไม่จัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขภายในกำหนดเวลาดังกล่าว ผู้ซื้อจะมีสิทธิที่จะทำการนั้นเองหรือจ้างผู้อื่นให้ทำการนั้นแทนผู้ขาย โดยผู้ขายต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ
(.....)

(ลงชื่อ).....กรรมการ/ผู้จัดทำร่างฯ
(รศ.ดร.ลลิตภัทร มานะมันชัยพร)

(ลงชื่อ).....กรรมการ
(.....)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

รายการ ชุดการเรียนรู้และปฏิบัติการระบบอุตสาหกรรม 5.0 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด

1. ชุดฝึกปฏิบัติการด้านหุ่นยนต์อุตสาหกรรม 5.0 จำนวน 1 ชุด
 - 1.1 ตัวหุ่นยนต์มนุษย์มีความสูงไม่น้อยกว่า 180 ซม.
 - 1.2 เป็นหุ่นยนต์รูปร่างคล้ายมนุษย์ มีองศาอิสระในการเคลื่อนที่ (Degree of freedom) ที่ตัวหุ่นยนต์ (Full Body) จำนวนไม่น้อยกว่า 31 องศาอิสระ โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 1.2.1 มีองศาอิสระในการเคลื่อนที่บริเวณขา (Legs) จำนวนไม่น้อยกว่า 6 องศาอิสระต่อข้าง
 - 1.2.2 มีองศาอิสระในการเคลื่อนที่บริเวณแขน (Arms) จำนวนไม่น้อยกว่า 7 องศาอิสระต่อข้าง
 - 1.2.3 มีองศาอิสระในการเคลื่อนที่ข้อมือ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 องศาอิสระ
 - 1.2.4 มีองศาอิสระในการเคลื่อนที่ข้อมือ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 องศาอิสระ
 - 1.3 มีคู่มือและวิธีการใช้งานแบบสืออย่างน้อย 1 ชุด
 - 1.4 มีอุปกรณ์เร่งการประมวลผลตรรกะและโครงข่ายประสาทเทียม (Advanced Logic and Neural Network Accelerator) อย่างน้อย 1 ชุด เป็นสถาปัตยกรรมระดับกาวหน้าที่มีแกนคำนวณคู่ขนานไม่น้อยกว่า 21,000 แกน ผสานหน่วยประมวลผลเมทริกซ์และหน่วยจำลองพฤติกรรมทางฟิสิกส์ขั้นสูง ทำงานร่วมกับมีหน่วยความจำสำหรับพื้นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (VRAM) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 32 กิกะไบต์ รองรับการใช้พลังงานสูงสุดไม่เกิน 600 วัตต์ พร้อมพอร์ตส่งออกข้อมูลเชิงพื้นที่ความละเอียดสูงระดับ 8K แบบไม่บีบอัด จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ช่องทาง
 - 1.5 ส่วนแขนของหุ่นยนต์สามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 7 กิโลกรัม
 - 1.6 แรงบิดสูงสุดที่ข้อต่อส่วนแขนของหุ่นยนต์มีขนาด 120 นิวตันเมตร หรือดีกว่า
 - 1.7 แรงบิดสูงสุดที่ข้อต่อส่วนขาของหุ่นยนต์มีขนาด 360 นิวตันเมตร หรือดีกว่า
 - 1.8 มีชุดมือหุ่นยนต์แบบจำลอง (Dummy Hand) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1.9 มีการโต้ตอบด้วยเสียงผ่านไมโครโฟนหรือลำโพงได้
 - 1.10 หุ่นยนต์มีระบบการระบายความร้อนด้วยอากาศ
 - 1.11 หุ่นยนต์มีหน่วยประมวลผลพื้นฐานควบคุมการเคลื่อนที่ Intel Core i5 หรือดีกว่า
 - 1.12 หุ่นยนต์มีหน่วยประมวลผลรองรับการพัฒนา Intel Core i7 หรือดีกว่า
 - 1.13 หุ่นยนต์มีหน่วยประมวลผลรองรับการพัฒนา ประสิทธิภาพระดับสูง Jetson AGX Thor (2070 TOPS) หรือดีกว่า
 - 1.14 มีหน่วยความจำ ไม่น้อยกว่า 500 GB
 - 1.15 มีกล้องสเตอริโอแบบสองตาที่มีมุมมองแนวนอน 156 องศา มุมมองแนวตั้ง 116 องศา รูรับแสง 2.0, ทางยาวโฟกัส 1.53 มิลลิเมตร, ชัตเตอร์แบบ Global shutter หรือดีกว่า
 - 1.16 รองรับระบบการสื่อสารแบบ WiFi 6 และ Bluetooth 5.2 หรือดีกว่า
 - 1.17 มีแบตเตอรี่ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 15Ah
 - 1.18 สามารถใช้งานแบตเตอรี่สำหรับหุ่นยนต์ ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง 30 นาที
 - 1.19 มีชุดชาร์จ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1.20 รองรับการอัปเดตผ่าน OTA หรือดีกว่า
 - 1.21 รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วย Secondary Development
 - 1.22 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. ชุดมือหุ่นยนต์อัจฉริยะ 5 นิ้ว จำนวน 1 ชุด
 - 2.1 ชุดมือหุ่นยนต์มีขนาดไม่น้อยกว่า 210x120x70 มิลลิเมตร
 - 2.2 ชุดมือหุ่นยนต์รูปร่างคล้ายมือมนุษย์ มีองศาอิสระในการเคลื่อนที่ (Degree of Freedom) รวมทั้งหมด ไม่น้อยกว่า 16 องศาอิสระต่อข้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้



- 2.2.1 มืองศาอิสระการเคลื่อนที่บริเวณนิ้วโป้ง (Thumb) ไม่น้อยกว่า 4 องศาอิสระ
 - 2.2.2 มืองศาอิสระการเคลื่อนที่บริเวณนิ้วชี้ (Index Finger) ไม่น้อยกว่า 3 องศาอิสระ
 - 2.2.3 มืองศาอิสระการเคลื่อนที่บริเวณนิ้วกลาง (Middle Finger) ไม่น้อยกว่า 3 องศาอิสระ
 - 2.2.4 มืองศาอิสระการเคลื่อนที่บริเวณนิ้วนาง (Ring Finger) ไม่น้อยกว่า 3 องศาอิสระ
 - 2.2.5 มืองศาอิสระการเคลื่อนที่บริเวณนิ้วก้อย (Little Finger) ไม่น้อยกว่า 3 องศาอิสระ
 - 2.3 มีคู่มือและวิธีการใช้งานแบบสืออย่างน้อย 1 ชุด
 - 2.4 มีน้ำหนักไม่เกิน 1200 กรัม
 - 2.5 มีค่า Four-Finger Lateral Swing ± 22 องศา หรือดีกว่า
 - 2.6 มีค่า Fingertip Repeat Position Accuracy ไม่เกิน ± 1 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
 - 2.7 มีค่า Fingertip strength 10 นิวตันเมตร หรือดีกว่า
 - 2.8 สามารถยกน้ำหนัก 3.5 กิโลกรัม หรือดีกว่า
 - 2.9 รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB 2.0
 - 2.10 มีเซ็นเซอร์วัดการสัมผัสที่มือหนึ่งข้างไม่น้อยกว่า 94 จุด หรือมากกว่า
 - 2.11 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
3. ชุดฝึกปฏิบัติการด้านหุ่นยนต์หลายขาขั้นสูงระดับอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด
- 3.1 หุ่นยนต์มีความสูงไม่น้อยกว่า 52 ซม.
 - 3.2 มีชุดอุปกรณ์จำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบทำงานอิสระอย่างน้อย 2 ชุด โดยติดตั้งหน่วยประมวลผลเฉพาะทางร่วมกับหน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า 12GB และความจุ 256GB แสดงผลด้วยเลนส์แบนบาง (Pancake) ความละเอียดขั้นต่ำ $2,160 \times 2,160$ พิกเซล พร้อมระบบพสานภาพจริง ผ่านกล้องสี 32 ล้านพิกเซลคู่และเซ็นเซอร์วัดระยะลึก (iToF) รองรับการเชื่อมต่อความเร็วสูง Wi-Fi 7 โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมมือแบบไร้จาวาน 6 องศาอิสระ และชุดเซ็นเซอร์ติดตามการเคลื่อนไหวแบบสวมใส่ขนาดเล็ก
 - 3.3 เป็นหุ่นยนต์หลายขา มืองศาอิสระในการเคลื่อนที่ (Degree of Freedom) รวมทั้งตัว ไม่น้อยกว่า 12 องศาอิสระ
 - 3.4 มีคู่มือและวิธีการใช้งานแบบสืออย่างน้อย 1 ชุด
 - 3.5 โครงสร้างของหุ่นยนต์ทำจากโลหะผสมอะลูมิเนียม และพลาสติกวิศวกรรมความแข็งแรงสูง
 - 3.6 หุ่นยนต์มีความสามารถในการบรรทุกสัมภาระ (load) ได้ไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัม
 - 3.7 หุ่นยนต์มีความเร็วในการเคลื่อนที่ได้ 0-3.5 เมตรต่อวินาที หรือดีกว่า
 - 3.8 แรงบิดสูงสุดที่ข้อต่อของหุ่นยนต์มีขนาด 180 นิวตันเมตร หรือดีกว่า
 - 3.9 หุ่นยนต์มีความสามารถในการเดินขึ้นและลงบันไดแต่ละขั้นสูงสุดไม่เกิน 30 ซม.
 - 3.10 หุ่นยนต์มีความสามารถในการเดินในพื้นที่ลาดเอียง ได้สูงสุด 45 องศาหรือมากกว่า
 - 3.11 หุ่นยนต์มีหน่วยประมวลผลพื้นฐานเป็นแบบ CPU ประสิทธิภาพสูง 8 Core หรือดีกว่า
 - 3.12 หุ่นยนต์มีหน่วยประมวลผลรองรับการพัฒนา Intel Core i7 หรือดีกว่า
 - 3.13 แกนข้อต่อของหุ่นยนต์ตรงลำตัว (Body) มีช่วงของการเคลื่อนไหว -50 องศา ถึง 50 องศา หรือดีกว่า
 - 3.14 แกนข้อต่อของหุ่นยนต์ตรงต้นขา (Thigh) มีช่วงของการเคลื่อนไหว -120 องศา ถึง 170 องศา หรือดีกว่า
 - 3.15 แกนข้อต่อของหุ่นยนต์ตรงก้น (Shank) มีช่วงของการเคลื่อนไหว -150 องศา ถึง -20 องศา หรือดีกว่า
 - 3.16 รองรับ WiFi 6 และ Bluetooth 5.2 หรือดีกว่า
 - 3.17 มี LiDAR 2 ตัว เพื่อการสแกนมุมกว้างรอบทิศทางช่วยให้หุ่นยนต์หลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางอัตโนมัติได้
 - 3.18 หุ่นยนต์มีระบบการระบายความร้อนด้วยอากาศ
 - 3.19 มีไมโครโฟนอินเตอร์คอมรองรับสำหรับการสื่อสาร อย่างน้อย 1 ตัว
 - 3.20 มีลำโพง อย่างน้อย 1 ตัว
 - 3.21 มีกล้องหน้าความละเอียด 2568×1448 พิกเซล มุมมองภาพ 153 องศา อย่างน้อย 1 ตัว



- 3.22 มีไฟหน้าส่องสว่างนำทางข้างหน้าอย่างน้อย 1 ดวง
 - 3.23 มีแบตเตอรี่ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 9000 mAh
 - 3.24 รองรับการอัปเดตผ่าน OTA หรือดีกว่า
 - 3.25 รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วย Secondary Development
 - 3.26 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
4. ชุดฝึกปฏิบัติการด้านหุ่นยนต์สี่ขาชั้นกลางระดับอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด
- 4.1 หุ่นยนต์มีความสูง (ขณะยืน) ไม่น้อยกว่า 45 ซม.
 - 4.2 เป็นหุ่นยนต์หลายขา มีองศาอิสระในการเคลื่อนที่ (Degree of Freedom) รวมทั้งตัว ไม่น้อยกว่า 12 องศาอิสระ
 - 4.3 มีคู่มือและวิธีการใช้งานแบบสืออย่างน้อย 1 ชุด
 - 4.4 โครงสร้างของหุ่นยนต์ทำจากโลหะผสมอะลูมิเนียม และพลาสติกวิศวกรรมความแข็งแรงสูง ทนทานต่อสภาพแวดล้อม (IP54)
 - 4.5 ทำงานที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 36 ถึง 50.4 โวลต์ หรือดีกว่า
 - 4.6 หุ่นยนต์มีความสามารถในการบรรทุกสัมภาระ (Payload) ขณะเดินต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 15 กิโลกรัม และรับน้ำหนักขณะยืนอยู่กับที่ (Standing Load) ได้ไม่น้อยกว่า 65 กิโลกรัม
 - 4.7 หุ่นยนต์มีความเร็วในการเคลื่อนที่ 0-3.7 เมตรต่อวินาที หรือทำความเร็วสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 5 เมตรต่อวินาที
 - 4.8 หุ่นยนต์มีความสามารถในการก้าวเท้า เพื่อปีนขึ้นที่สูงหรือบันไดได้ไม่น้อยกว่า 25 ซม.
 - 4.9 หุ่นยนต์มีความสามารถในการปีนเชิงมุมได้สูงสุด 40 องศา หรือมากกว่า
 - 4.10 หุ่นยนต์มีหน่วยประมวลผลพื้นฐานเป็นแบบ CPU ประสิทธิภาพสูง 8 Core หรือดีกว่า
 - 4.11 หุ่นยนต์มีหน่วยประมวลผลรองรับการพัฒนา (AI Computing) ชนิด NVIDIA Jetson Orin NX หรือดีกว่า
 - 4.12 มอเตอร์ข้อต่อมีแรงบิดสูงสุด (Max Joint Torque) ไม่น้อยกว่า 90 N·m พร้อมระบบรับรู้แรงกดหรือระบบคำนวณแรงบิดจากกระแสแบบเรียลไทม์
 - 4.13 แขนข้อต่อของหุ่นยนต์ตรงลำตัว (Body) มีช่วงของการเคลื่อนไหว -45 องศา ถึง 45 องศา หรือดีกว่า
 - 4.14 แขนข้อต่อของหุ่นยนต์ตรงต้นขา (Thigh) มีช่วงของการเคลื่อนไหว -115 องศา ถึง 200 องศา หรือดีกว่า
 - 4.15 แขนข้อต่อของหุ่นยนต์ตรงก้น (Shank) มีช่วงของการเคลื่อนไหว -159 องศา ถึง -47 องศา หรือดีกว่า
 - 4.16 รองรับ WiFi 6 และ Bluetooth 5.2 (พร้อมรองรับการเชื่อมต่อ 4G/GPS) หรือดีกว่า
 - 4.17 มีเซ็นเซอร์ LiDAR ระดับอุตสาหกรรม (Industrial 64-128 line) เพื่อสแกนมุมกว้างรอบทิศทาง ช่วยให้หุ่นยนต์หลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางอัตโนมัติได้อย่างแม่นยำ
 - 4.18 มีไมโครโฟนอินเตอร์คอมรองรับสำหรับการสื่อสาร อย่างน้อย 1 ตัว
 - 4.19 มีลำโพง อย่างน้อย 1 ตัว
 - 4.20 มีกล้องหน้าความละเอียดระดับ HD มุมมองภาพกว้าง อย่างน้อย 1 ตัว
 - 4.21 มีไฟหน้าส่องสว่างนำทางข้างหน้าอย่างน้อย 1 ดวง
 - 4.22 มีแบตเตอรี่ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 15000 mAh (648 Wh) และสามารถใช้งานต่อเนื่องเมื่อไม่บรรทุกน้ำหนักได้สูงสุด 4 ชั่วโมง หรือดีกว่า
 - 4.23 มีอุปกรณ์สำหรับตรวจจับข้อมูลทางกายวิภาคของมือแบบ 25 องศาอิสระ อย่างน้อย 1 ชุด โดยใช้เทคโนโลยีสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ติดตามแบบ 6 องศาอิสระ จำนวน 5 ตำแหน่ง ซึ่งป้องกันปัญหาการบดบังทัศนวิสัยและความคลาดเคลื่อนสะสม อุปกรณ์ติดตั้งชุดมอเตอร์แบบสันสะเทือนระบบมีอัตรารีเฟรชการเก็บข้อมูลและการตอบสนองที่ 120Hz โดยระบบสามารถสตรีมข้อมูลความหน่วงต่ำเข้าสู่แพลตฟอร์มการพัฒนามาตรฐาน (เช่น OpenXR, Unity, Unreal Engine) ได้โดยตรง นำหนักรวม

ประมาณ 178 กรัม ผลิตจากโพลีเอสเตอร์ 72% ผสมสแปนเด็กซ์ 28% สามารถถอดแยกโมดูลอิเล็กทรอนิกส์หลักออกได้

4.24 รองรับการบูรณาการหรือติดตั้งเซ็นเซอร์ 3D LiDAR เพิ่มเติม (เช่น 3D LiDAR ที่มีมุมมอง 360 องศา) สำหรับงานทำแผนที่สามมิติ

4.25 รองรับการอัปเดตเฟิร์มแวร์ผ่านเครือข่ายไร้สาย (OTA) หรือดีกว่า

4.26 รองรับการพัฒนาโปรแกรมระดับสูงด้วย Secondary Development (มี Open SDK / API / รองรับ ROS)

4.27 มีคู่มือและวิธีการใช้งานแบบสืออย่างน้อย 1 ชุด

4.28 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

