

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. **ชื่อครุภัณฑ์** ชุดปฏิบัติการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านปัญญาประดิษฐ์ AI และหุ่นยนต์ระบบอัตโนมัติเพื่อรองรับและพัฒนางานด้านเคมีคอนดักเตอร์

2. **จำนวนที่ต้องการ** 1 ชุด

3. **รายละเอียดทั่วไป**

ชุดปฏิบัติการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านปัญญาประดิษฐ์ AI และหุ่นยนต์ระบบอัตโนมัติเพื่อรองรับและพัฒนางานด้านเคมีคอนดักเตอร์เพื่อก้าวเข้าสู่ยุคหุ่นยนต์ (Robot Revolution) ในการยกระดับวิสาหกิจเริ่มต้นทางด้านเทคโนโลยี (Tech Startup) ประกอบด้วย

3.1 ชุดฝึกปฏิบัติการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อยกระดับวิสาหกิจขนาดเล็ก จำนวน 3 ชุด

3.2 ชุดฝึกปฏิบัติการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อยกระดับวิสาหกิจขนาดกลาง จำนวน 2 ชุด

3.3 ชุดฝึกปฏิบัติการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อยกระดับวิสาหกิจขนาดใหญ่ จำนวน 1 ชุด

3.4 ชุดฝึกหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 ชุด

3.5 ชุดอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพทางด้านเทคโนโลยี (Tech Startup) จำนวน 1 ชุด

3.6 ชุดจออินเตอร์แอคทีฟอัจฉริยะระบบสัมผัส จำนวน 1 ชุด

4. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

4.1 ชุดฝึกปฏิบัติการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อยกระดับวิสาหกิจขนาดเล็ก จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 เป็นชุดฝึกที่ออกแบบสำหรับเรียนรู้การประยุกต์หุ่นยนต์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ระบบควบคุมหุ่นยนต์ ระบบ Vision สำหรับตรวจสอบชิ้นงาน ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น

4.1.2 ชุดฝึกสามารถปรับการเรียนรู้การใช้หุ่นยนต์ในระบบอัตโนมัติได้ เช่น การตรวจจับวัตถุ การหยิบจับชิ้นงานในรูปแบบต่าง ๆ

4.1.3 มีแผงอลูมิเนียมโปรไฟล์สำหรับยึดอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 500 x 800 มิลลิเมตร

4.1.4 มีโมดูลสายพานลำเลียง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.1.4.1 มีชุดสำหรับป้อนชิ้นงานทดสอบ จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า

4.1.4.2 มีชุดต้นชิ้นงานขับเคลื่อนด้วยสเต็ปมอเตอร์ หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า

4.1.4.3 มีเซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงานแบบ Photo จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า

4.1.4.4 มีเอ็นโค้ดเดอร์ จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า

4.1.5 แหล่งจ่ายลมขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.1.5.1 สามารถสร้างแรงดันสุญญากาศได้

4.1.5.2 สามารถสร้างแรงดันลมออกได้

- 4.1.6 มีแผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.6.1 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้จัดวางแบบพาเลท หรือดีกว่า
 - 4.1.6.2 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้การตรวจสอบ หรือดีกว่า
 - 4.1.6.3 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้โมเดลจำลองมือถือ หรือดีกว่า
 - 4.1.6.4 แผ่นเพลทหน้าร่องประกอบ หรือดีกว่า
- 4.1.7 มีกล่องพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.7.1 ชิ้นงานทดสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
 - 4.1.7.2 มีแท่งสำหรับการสอบเทียบ (Calibration) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
- 4.1.8 มีโมดูลไฟแสดงสถานะการทำงานไม่น้อยกว่า 3 สี พร้อมบัชเซอร์ในตัว จำนวน 1 ชุด
- 4.1.9 มีกล่องโมดูลอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.1.10 มีกล่องตรวจสอบชิ้นงาน (Vision Camera) จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
 - 4.1.10.1 กล้อง (Camera) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.10.1.1 เซนเซอร์รับแสงแบบสี CMOS ขนาด 1/2.5" หรือดีกว่า
 - 4.1.10.1.2 ความละเอียดรับภาพอย่างน้อย 2,000 x 1,500 พิกเซล
 - 4.1.10.1.3 อัตราการเปลี่ยนเฟรมภาพ (Frame rate) อย่างน้อย 25 fps หรือ ดีกว่า
 - 4.1.10.1.4 การปรับรับแสงกล้องเป็นแบบ Automatic หรือ Manual หรือดีกว่า
 - 4.1.10.1.5 รองรับการเชื่อมต่อด้วย USB 3.0 หรือดีกว่า
 - 4.1.10.2 ชุดแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.10.2.1 ให้กำเนิดแสงสีขาวด้วย LED จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ดวง
 - 4.1.10.2.2 แสงที่ได้มีค่า Illumination ไม่น้อยกว่า 30,000 Lux
 - 4.1.10.3 ชุดเลนส์กล้อง (Camera Lens) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.1.10.3.1 ระยะโฟกัสไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
 - 4.1.10.3.2 ค่ารับแสงระหว่าง F2.8 – F16 หรือกว้างกว่า
 - 4.1.10.3.3 ปรับรับแสงและจุดโฟกัสด้วยมือ หรือดีกว่า
- 4.1.11 หุ่นยนต์ร่วมปฏิบัติงานแบบ Collaborative ขนาด 4 แกน จำนวน 1 ชุด
 - 4.1.11.1 หุ่นยนต์เป็นชนิดตั้งโต๊ะ ใช้งานได้ง่าย และมีความปลอดภัยในการใช้งาน
 - 4.1.11.2 เป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบ Collaborative ขนาดไม่น้อยกว่า 4 แกน
 - 4.1.11.3 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม มีระยะเอื้อม (Reach) ไม่น้อยกว่า 440 มิลลิเมตร
 - 4.1.11.4 รองรับสัญญาณ Power supply ขนาด 100–240 VAC, 50–60 Hz หรือดีกว่า

- 4.1.11.5 รองรับการสื่อสารแบบ TCP/IP หรือ Modbus TCP หรือดีกว่า
- 4.1.11.6 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณอินพุต จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.1.11.7 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเอาต์พุต จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.1.11.8 ช่อง I/O รองรับสัญญาณขนาด 24 VDC หรือดีกว่า
- 4.1.11.9 มีช่องเชื่อมต่อแบบ Ethernet จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.1.11.10 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.1.11.11 มีช่องเชื่อมต่อ Encoder Input จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.1.11.12 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณลม จำนวน 1 จุด หรือมากกว่า
- 4.1.11.13 มีช่องเชื่อมต่อกับสวิทช์ฉุกเฉิน จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.1.11.14 มีสวิทช์ฉุกเฉินพร้อมสายเชื่อมต่อ จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
- 4.1.11.15 ที่แขนหุ่นยนต์มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณมรรองรับการใช้งานของอุปกรณ์ End Effector หรือดีกว่า
- 4.1.11.16 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows หรือดีกว่า

4.2 ชุดฝึกปฏิบัติการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อยกระดับวิสาหกิจขนาดกลาง จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

- 4.2.1 เป็นชุดฝึกที่ออกแบบสำหรับเรียนรู้การประยุกต์หุ่นยนต์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ระบบควบคุมหุ่นยนต์ ระบบ Vision สำหรับตรวจสอบชิ้นงาน ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น
- 4.2.2 ชุดฝึกสามารถปรับการเรียนรู้การใช้หุ่นยนต์ในระบบอัตโนมัติได้ เช่น การตรวจจับวัตถุ การหยิบจับชิ้นงานในรูปแบบต่าง ๆ
- 4.2.3 มีแผงอลูมิเนียมโปรไฟล์สำหรับยึดอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 500 x 800 มิลลิเมตร
- 4.2.4 มีโมดูลสายพานลำเลียง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.4.1 มีชุดสำหรับป้อนชิ้นงาน จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
 - 4.2.4.2 มีชุดดันชิ้นงานขับเคลื่อนด้วยสแต็ปมอเตอร์ หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
 - 4.2.4.3 มีเซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงานแบบ Photo จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
 - 4.2.4.4 มีเอ็นโค้ดเดอร์ จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
- 4.2.5 มีแหล่งจ่ายลมขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.5.1 สามารถสร้างแรงดันสุญญากาศได้ - 50 kPa หรือดีกว่า
 - 4.2.5.2 สามารถสร้างแรงดันลมออกได้ 100 kPa หรือดีกว่า

- 4.2.6 มีแผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.6.1 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้จัดวางแบบพาเลท หรือดีกว่า
 - 4.2.6.2 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้การตรวจสอบ หรือดีกว่า
 - 4.2.6.3 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้โมเดลจำลองมือถือ หรือดีกว่า
 - 4.2.6.4 แผ่นเพลทนำร่องประกอบ หรือดีกว่า
- 4.2.7 มีกล่องพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.7.1 ชิ้นงานทดสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
 - 4.2.7.2 มีแท่งสำหรับการสอบเทียบ (Calibration) จำนวน 1 ชิ้น หรือมากกว่า
- 4.2.8 มีโมดูลไฟแสดงสถานะการทำงานไม่น้อยกว่า 3 สี พร้อมบัชเซอร์ในตัว จำนวน 1 ชุด
- 4.2.9 มีกล่องโมดูลอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 4.2.10 มีกล่องตรวจสอบชิ้นงาน (Vision Camera) จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.10.1 กล้อง (Camera) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.10.1.1 เซนเซอร์รับแสงแบบสี CMOS ขนาด 1/2.5" หรือดีกว่า
 - 4.2.10.1.2 ความละเอียดรับภาพอย่างน้อย 2,000 x 1,500 พิกเซล
 - 4.2.10.1.3 อัตราการเปลี่ยนเฟรมภาพ (Frame rate) อย่างน้อย 25 fps หรือดีกว่า
 - 4.2.10.1.4 การปรับรูรับแสงกล้องเป็นแบบ Automatic หรือ Manual หรือดีกว่า
 - 4.2.10.1.5 รองรับการเชื่อมต่อด้วย USB 3.0 หรือดีกว่า
 - 4.2.10.2 ชุดแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.10.2.1 ให้กำเนิดแสงสีขาวด้วย LED จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ดวง
 - 4.2.10.2.2 แสงที่ได้มีค่า Illumination ไม่น้อยกว่า 30,000 Lux
 - 4.2.10.3 ชุดเลนส์กล้อง (Camera Lens) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.10.3.1 ระยะโฟกัสไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
 - 4.2.10.3.2 ค่ารูรับแสงระหว่าง F2.8 – F16 หรือกว้างกว่า
 - 4.2.10.3.3 ปรับรูรับแสงและจุดโฟกัสด้วยมือ หรือดีกว่า
- 4.2.11 หุ่นยนต์ร่วมปฏิบัติงานแบบ Collaborative ขนาด 6 แกน จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.11.1 หุ่นยนต์เป็นชนิด Collaborative สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้อย่างปลอดภัย
 - 4.2.11.2 หุ่นยนต์สามารถยกน้ำหนักได้ 0.7 กิโลกรัมหรือมากกว่า
 - 4.2.11.3 หุ่นยนต์มีระยะเอื้อม (Reach) ไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร
 - 4.2.11.4 หุ่นยนต์มีค่า Repeatability +/- 0.1 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

- 4.2.11.5 แกนที่ 1 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -350 ถึง +350 องศา
- 4.2.11.6 แกนที่ 2 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -130 ถึง +130 องศา
- 4.2.11.7 แกนที่ 3 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -150 ถึง +150 องศา
- 4.2.11.8 แกนที่ 4 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -155 ถึง +155 องศา
- 4.2.11.9 แกนที่ 5 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -165 ถึง +165 องศา
- 4.2.11.10 แกนที่ 6 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -350 ถึง +350 องศา
- 4.2.11.11 มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบดิจิทัลที่ End Effectors จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.2.11.12 มีจุดเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบดิจิทัลที่ End Effectors จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.2.11.13 รองรับการสื่อสารแบบ TCP/IP และ Modbus TCP หรือดีกว่า
- 4.2.11.14 มีฟังก์ชันความปลอดภัยแบบ Collision detection
- 4.2.11.15 มีกล่องควบคุมอยู่ที่ฐานหุ่นยนต์โดยมีช่องสัญญาณต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.11.15.1 มีช่องสัญญาณอินพุตแบบดิจิทัล จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.2.11.15.2 มีช่องสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัล จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.2.11.15.3 มีช่องเชื่อมต่อเอ็นโคเดอร์ จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.2.11.15.4 มีช่องเชื่อมต่อ Ethernet จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
- 4.2.11.16 หุ่นยนต์มีฟังก์ชันการป้องกัน IP20 หรือดีกว่า
- 4.2.11.17 มีอะแดปเตอร์สำหรับจ่ายไฟหรืออุปกรณ์ที่สามารถจ่ายไฟให้หุ่นยนต์ได้
- 4.2.11.18 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ซึ่งทำงานบนคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ

Windows

4.3 ชุดฝึกปฏิบัติการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพื่อยกระดับวิสาหกิจขนาดใหญ่ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 4.3.1 เป็นชุดฝึกที่ออกแบบสำหรับเรียนรู้การประยุกต์หุ่นยนต์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ระบบควบคุมหุ่นยนต์ ระบบ Vision สำหรับตรวจสอบชิ้นงาน ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น
- 4.3.2 ชุดฝึกสามารถปรับการเรียนรู้การใช้หุ่นยนต์ในระบบอัตโนมัติได้ เช่น การตรวจจับวัตถุ การหยิบจับชิ้นงานในรูปแบบต่าง ๆ
- 4.3.3 มีแผงอลูมิเนียมโปรไฟล์สำหรับยึดอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 500 x 800 มิลลิเมตร
- 4.3.4 มีโมดูลสายพานลำเลียง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.4.1 มีชุดสำหรับป้อนชิ้นงานทดสอบ จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
 - 4.3.4.2 มีชุดดันชิ้นงานขับเคลื่อนด้วยสแต็ปมอเตอร์ หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า

- 4.3.4.3 มีเซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงานแบบ Photo จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
- 4.3.4.4 มีเอ็นโค้ดเดอร์ จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า
- 4.3.5 มีแหล่งจ่ายลมขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.5.1 สามารถสร้างแรงดันสุญญากาศได้ -50 kPa หรือดีกว่า
 - 4.3.5.2 สามารถสร้างแรงดันลมออกได้ 100 kPa หรือดีกว่า
- 3.3.6 มีแผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.6.1 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้จัดวางแบบพาเลท หรือดีกว่า
 - 4.3.6.2 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้การตรวจสอบ หรือดีกว่า
 - 4.3.6.3 แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้โมเดลจำลองมือถือ หรือดีกว่า
 - 4.3.6.4 แผ่นเพลทนำร่องประกอบ หรือดีกว่า
- 4.3.7 มีกล่องพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.7.1 ชิ้นงานทดสอบ จำนวน 3 ชิ้น หรือมากกว่า
 - 4.3.7.2 มีแท่งสำหรับการสอบเทียบ (Calibration) จำนวน 1 ชิ้น หรือมากกว่า
- 4.3.8 มีโมดูลไฟแสดงสถานะการทำงานไม่น้อยกว่า 3 สี พร้อมบัชเซอร์ในตัว จำนวน 1 ชุด
- 4.3.9 มีกล่องโมดูลอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 4.3.10 มีกล่องตรวจสอบชิ้นงาน (Vision Camera) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.10.1 กล้อง (Camera) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.10.1.1 เซนเซอร์รับแสงแบบสี CMOS ขนาด 1/2.5" หรือดีกว่า
 - 4.3.10.1.2 ความละเอียดรับภาพอย่างน้อย 2,000 x 1,500 พิกเซล
 - 4.3.10.1.3 อัตราการเปลี่ยนเฟรมภาพ (Frame rate) อย่างน้อย 25 fps หรือดีกว่า
 - 4.3.10.1.4 การปรับรูรับแสงกล้องเป็นแบบ Automatic หรือ Manual หรือดีกว่า
 - 4.3.10.1.5 รองรับการเชื่อมต่อด้วย USB 3.0 หรือดีกว่า
 - 4.3.10.2 ชุดแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.10.2.1 ให้กำเนิดแสงสีขาวด้วย LED จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ดวง
 - 4.3.10.2.2 แสงที่ได้มีค่า Illumination ไม่น้อยกว่า 30,000 Lux
 - 4.3.10.3 ชุดเลนส์กล้อง (Camera Lens) มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.10.3.1 ระยะโฟกัสไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
 - 4.3.10.3.2 ค่ารูรับแสงระหว่าง F2.8 – F16 หรือกว้างกว่า
 - 4.3.10.3.3 ปรับรูรับแสงและจุดโฟกัสด้วยมือ หรือดีกว่า

- 4.3.11 หุ่นยนต์ร่วมปฏิบัติงานแบบ Collaborative ชนิดอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.11.1 หุ่นยนต์เป็นชนิด Collaborative รองรับการทำงานร่วมกับมนุษย์ได้
 - 4.3.11.2 หุ่นยนต์สามารถยกน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม
 - 4.3.11.3 แขนกลมีระยะเอื้อม (Reach) ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร
 - 4.3.11.4 แกนที่ 1 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -300 ถึง +300 องศา
 - 4.3.11.5 แกนที่ 2 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -300 ถึง +300 องศา
 - 4.3.11.6 แกนที่ 3 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -150 ถึง +150 องศา
 - 4.3.11.7 แกนที่ 4 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -300 ถึง +300 องศา
 - 4.3.11.8 แกนที่ 5 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -300 ถึง +300 องศา
 - 4.3.11.9 แกนที่ 6 มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -300 ถึง +300 องศา
 - 4.3.11.10 แกนที่ 1 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 150 องศาต่อวินาที
 - 4.3.11.11 แกนที่ 2 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 150 องศาต่อวินาที
 - 4.3.11.12 แกนที่ 3 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 150 องศาต่อวินาที
 - 4.3.11.13 แกนที่ 4 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 150 องศาต่อวินาที
 - 4.3.11.14 แกนที่ 5 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 150 องศาต่อวินาที
 - 4.3.11.15 แกนที่ 6 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 150 องศาต่อวินาที
 - 4.3.11.16 มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบดิจิตอลจากอุปกรณ์ End Effectors จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.3.11.17 มีจุดเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบดิจิตอลจากอุปกรณ์ End Effectors จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.3.11.18 มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบอนาล็อกจากอุปกรณ์ End Effectors จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.3.11.19 มีจุดเชื่อมต่อแบบ RS-485 จากอุปกรณ์ End Effectors จำนวน 1 ช่องหรือมากกว่า
 - 4.3.11.20 ตัวแขนกลมีพิสัยการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า
 - 4.3.11.21 รองรับการสื่อสารแบบ TCP/IP, Modbus, WIFI หรือดีกว่า
 - 4.3.11.22 ที่กล่องควบคุมแขนกลมีช่องรับสัญญาณต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.3.11.22.1 มีช่องรับสัญญาณอินพุตแบบดิจิตอล จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.3.11.22.2 มีช่องรับสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิตอล จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า
 - 4.3.11.22.3 มีช่องรับสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อก จำนวน 2 ช่องหรือมากกว่า
 - 4.3.11.22.4 มีช่องรับสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาล็อก จำนวน 2 ช่องหรือมากกว่า

4.3.11.22.5 มีช่องรับสัญญาณจาก ABZ Incremental Encoder จำนวน 1 ช่องหรือมากกว่า

4.3.11.23 รองรับสัญญาณ Power Supply ขนาด 100–240 VAC, 50–60 Hz.

4.3.11.24 กล่องควบคุมมีฟังก์ชันการป้องกัน IP20 หรือดีกว่า

4.3.11.25 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลซึ่งทำงานบน Tablets หรือ คอมพิวเตอร์ หรือดีกว่า

4.4 ชุดฝึกหุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

เป็นชุดฝึกหุ่นยนต์ COBOT 2 ตัวทำงานร่วมกัน โดยสามารถควบคุมหุ่นยนต์แต่ละตัวด้วยชุดแขนควบคุม 6 แขนความละเอียดสูง (Teleoperated Hand) ใช้สำหรับเรียนรู้ วิจัยและพัฒนาในการนำ AI มาประยุกต์ร่วมกับหุ่นยนต์ในงานด้านอุตสาหกรรม ชุดฝึกใช้หุ่นยนต์แบบ COBOT มีกล้องถ่ายระยะชัดลึกภาพได้ (Depth Camera) เพื่อประยุกต์ใช้ร่วมกับ AI ในการหยิบสิ่งของได้แม่นยำ สามารถฝึก (Train) โมเดลด้าน AI ได้รวดเร็วและง่าย ด้วย Open API interface โดยรองรับโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมอัจฉริยะ ในการฝึกโมเดลด้าน AI และสามารถนำไปต่อยอดในงานวิจัยได้ แพลตฟอร์มซอฟต์แวร์ในชุดฝึก สามารถรวบรวมข้อมูลที่หลากหลาย เช่น รูปภาพ วิดีโอ และข้อมูลตำแหน่ง ในการฝึกโมเดล AI เพื่อการรวบรวมข้อมูลทั่วไปในการประยุกต์ใช้งานทั้งทางภาคการศึกษาและอุตสาหกรรม และสามารถนำโมเดลไปปรับใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์โดยตรงได้ มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 มีชุดแขนควบคุม 6 แขนความละเอียดสูง จำนวน 2 ตัวมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1.1 มีจำนวนแกน 6 แกน หรือมากกว่า

4.4.1.2 มีพื้นที่การทำงานไม่น้อยกว่า 430 มิลลิเมตร

4.4.1.3 มีมอเตอร์แบบเซอร์โวหรือดีกว่า

4.4.1.4 มีปุ่มสำหรับ Unlock และปุ่มสำหรับบันทึก

4.4.1.5 รองรับแรงดันทำงาน DC12V/2A หรือดีกว่า

4.4.1.6 มีช่องเชื่อมต่อ USB จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า

4.4.2 หุ่นยนต์เป็นแบบ COBOT (Collaborative Robot) จำนวน 2 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

4.4.2.1 มีจำนวนแกน 6 แกน หรือมากกว่า

4.4.2.2 หุ่นยนต์สามารถยกน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัมหรือมากกว่า

4.4.2.3 หุ่นยนต์มีระยะเอื้อม (Reach) 620 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

4.4.2.4 หุ่นยนต์มีค่า Repeatability 0.05 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

4.4.2.5 มีคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ รองรับการสื่อสารผ่าน TCP/IP หรือดีกว่า

4.4.3 กริปเปอร์สำหรับติดตั้งที่ปลายแขนหุ่นยนต์ จำนวน 2 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

4.4.3.1 มีระยะในการเคลื่อนที่ 95 มิลลิเมตร หรือมากกว่า

4.4.3.2 มีแรงบิดในการหยิบวัตถุ 0-15N หรือมากกว่า

4.4.4 กล้องสำหรับติดตั้งที่ปลายแขนหุ่นยนต์ จำนวน 2 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

4.4.4.1 เป็นกล้องถ่ายภาพระยะชัดลึกภาพได้ (Depth Camera)

4.4.4.2 มีขอบเขตภาพ (FOV) $87^{\circ} \times 58^{\circ}$ หรือดีกว่า

4.4.4.3 มีค่าความละเอียดความลึกภาพ 1280x720 หรือดีกว่า

4.4.4.4 มีการเชื่อมต่อแบบ USB หรือดีกว่า

4.4.5 มีชุดฐานอลูมิเนียมสำหรับยึดอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.4.5.1 ขนาดของแผงอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 1520x960x380 มิลลิเมตร

4.4.5.2 มีแหล่งจ่ายไฟ DC24V หรือดีกว่า

4.4.5.3 มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อ Ethernet จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า

4.4.5.4 มีสวิตช์หยุดฉุกเฉิน จำนวน 2 ตัว หรือมากกว่า

4.4.5.5 กล้องถ่ายภาพระยะชัดลึก (Depth Camera) จำนวน 1 ตัว หรือมากกว่า

4.5 ชุดอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพทางด้านเทคโนโลยี (Tech Startup) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 6 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) จำนวน 1 หน่วย โดยมีความเร็วของสัญญาณนาฬิกา 4 GHz หรือมากกว่า

4.5.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB

4.5.1.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB

4.5.1.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

4.5.1.5 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว

4.5.1.6 มีกล้องความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280 x 720 pixel หรือ 720p

4.5.1.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

4.5.1.8 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.5.1.9 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่าแบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก(External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.5.1.10 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11 ax) และ Bluetooth

4.5.2 โต๊ะสำหรับปฏิบัติการ จำนวน 6 ตัว แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

4.5.2.1 เป็นโต๊ะที่ใช้ในการรองรับการสอน หรือ การอบรม

4.5.2.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 1600 x ลึก 700 x สูง 700 มิลลิเมตร

4.5.2.3 โครงสร้างทำจากเหล็กกล่อง เคลือบสี Epoxy หรือดีกว่า

4.5.2.4 มีเต้ารับ 220 V ติดตั้งบนพื้นโต๊ะ จำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า

4.5.2.5 สายไฟพร้อมปลั๊ก 220V จำนวน 1 เส้น หรือมากกว่า

4.5.3 เก้าอี้สำหรับปฏิบัติการ จำนวน 12 ตัว แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

4.5.3.1 เป็นเก้าอี้เอนกประสงค์ชนิดหุ้มเบาะรองนั่ง หรือ ชนิดหุ้มตาข่าย หรือดีกว่า

4.5.3.2 พนักพิงสูงระดับหลัง หรือดีกว่า

4.5.3.3 โครงขาเหล็กชุบโครเมียม หรือดีกว่า

4.5.4 ตู้เก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ตู้ มีรายละเอียดดังนี้

4.5.4.1 ตู้เก็บอุปกรณ์มีลักษณะเป็นตู้เหล็กหรือดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 90 x ลึก 40 x สูง 90 เซนติเมตร

4.5.4.2 เป็นตู้แบบบานเลื่อน หรือ แบบเปิดหน้า หรือดีกว่า

4.5.4.3 มีชั้นวางของภายในจำนวน 3 ชั้นหรือมากกว่า

4.5.4.4 ชั้นวางของสามารถปรับระดับได้

4.5.5 อุปกรณ์แสดงผลภาพ จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.5.5.1 ระดับความละเอียดไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 พิกเซล

4.5.5.2 ขนาดจอภาพไม่น้อยกว่า 40 นิ้ว

4.5.5.3 แสดงภาพด้วยหลอดภาพ แบบ LED Backlight หรือดีกว่า

4.5.5.4 สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ (Smart TV)

4.5.5.5 เป็นระบบปฏิบัติการ Android Tizen หรือ VIDAA U หรือ webOS หรืออื่นๆ

4.5.5.6 มีช่องต่อ HDMI จำนวน 2 ช่อง หรือมากกว่า

4.5.5.7 ช่องต่อ USB จำนวน 1 ช่อง หรือมากกว่า

4.5.5.8 มีตัวรับสัญญาณดิจิทัล (Digital) ในตัว

4.6 ชุดจออินเทอร์แอคทีฟอัจฉริยะระบบสัมผัส จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 4.6.1 หน้าจามีขนาดไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว โดยวัดตามแนวทแยงมุม
- 4.6.2 มีเทคโนโลยีลดแสงสีฟ้า (Blue Light Reduction)
- 4.6.3 มีค่าความละเอียดของจอภาพแบบ 4K@ 60 Hz หรือดีกว่า
- 4.6.4 มีอายุการใช้งานหลอด LED 50,000 ชั่วโมง หรือดีกว่า
- 4.6.5 มีค่าความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) 5000:1 หรือดีกว่า
- 4.6.6 มีค่าความสว่างของหน้าจอ 400 cd/m² หรือดีกว่า
- 4.6.7 รองรับการสัมผัสสูงสุดได้ 20 จุดพร้อมกัน หรือมากกว่า
- 4.6.8 มีอัตราการตอบสนองของระบบสัมผัส 10 ms หรือดีกว่า
- 4.6.9 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างปากกาและนิ้วสัมผัส
- 4.6.10 มีระบบปฏิบัติการมาพร้อมกับตัวเครื่อง (OPS) โดยมีหน่วยความจำชั่วคราว (Ram) ไม่น้อยกว่า 4 GB และหน่วยความจำภายในเครื่อง (Internal Storage) ไม่น้อยกว่า 32 GB รองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย Wi-Fi 6 และ Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า
- 4.6.11 มีลำโพง 1 คู่ กำลังขับข้างละไม่น้อยกว่า 15 Watt หรือดีกว่า โดยติดตั้งมาพร้อมกับจอภาพจากโรงงานผู้ผลิต
- 4.6.12 มีช่องเชื่อมต่อ USB-A, RJ45, HDMI, USB-C 3.2, และ Audio Out (3.5 mm)
- 4.6.13 มีโปรแกรมสำหรับควบคุมใช้งานร่วมการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้
 - 4.6.13.1 มีเมนูการใช้งานภาษาไทยและภาษาอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 30 ภาษา
 - 4.6.13.2 สามารถนำเสนอรูปแบบ ภาพนิ่ง วิดีโอ เสียง และสามารถเขียน ไฮไลท์ ข้อความบนซอฟต์แวร์อื่นได้
 - 4.6.13.3 สามารถดึงข้อมูลไฟล์วิดีโอ ลงหน้ากระดาษ (Flipchart) และสามารถบันทึกข้อมูลโดยไม่ต้องนำข้อมูลและไฟล์วิดีโอต้นฉบับตามไปด้วย
 - 4.6.13.4 มีฟังก์ชันปากกา และไฮไลท์โดยสามารถเลือกขนาดตั้งแต่ 0 – 100 และมีช่องของสีสูงสุด 24 ช่องหรือมากกว่า ซึ่งแต่ละช่องสามารถเปลี่ยนสีได้ไม่จำกัด
 - 4.6.13.5 มีเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ทั้งไม้บรรทัด ไม้โปรแทรกเตอร์ ไม้ฉาก วงเวียน ลูกเต๋า ที่สามารถใช้งานได้ เสมือนจริง และเครื่องคิดเลขสามารถดึงโจทย์และผลการคำนวณออกมาเป็นข้อความในหน้ากระดาษได้
 - 4.6.13.6 มีเครื่องมือตัวเปิดแสดง และ สปอตไลท์ซึ่งสามารถเลือกรูปแบบสปอตไลท์ได้ทั้งแบบวงกลม และ สี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการนำเสนอสื่อการเรียนการสอน และสามารถตั้งค่าให้ทำงานไว้ล่วงหน้าได้

4.6.13.7 มีเครื่องมือกล้องถ่ายรูปที่สามารถถ่ายภาพได้ 5 รูปแบบ หรือมากกว่า

4.6.13.8 มีเครื่องมือ Equation สำหรับสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ทั้งเศษส่วน รุท ลิมิต และตัวแปรชนิดต่างๆ

4.6.13.9 มีเครื่องมือหมึกกลองหน (Magic Ink) สำหรับมองทะลุผ่านรูปภาพในตำแหน่งที่ต้องการ คำสั่ง Container เพื่อสร้างสื่อในลักษณะการจับคู่คำถามและคำตอบได้

4.6.13.10 มีคำสั่งแถบเลื่อนผ้าแสง (More Translucent) เพื่อกำหนดให้วัตถุค่อยๆ จางหายไปและคำสั่ง Less Translucent เพื่อให้วัตถุค่อยๆ ปรากฏขึ้นมา

4.6.13.11 ซอฟต์แวร์มีแอคชั่น (Action) ในการสร้างสื่อมากกว่า 200 แอคชั่น (Action)

4.6.13.12 สามารถบันทึกข้อมูลในรูปแบบ .Flipchart , .PDF, .BMP, .JPEG รวมทั้ง Video File ได้

4.6.13.13 มีเครื่องมือบันทึกวิดีโอที่สามารถเลือกรูปแบบการบันทึกได้ทั้งแบบเต็มหน้าจอ หรือบางส่วนได้

4.6.13.14 สามารถดาวน์โหลดสื่อการสอนสำเร็จรูปในรูปแบบไฟล์ .Flipchart ได้มากกว่า 33,000 ข้อมูล จากเว็บไซต์เจ้าของผลิตภัณฑ์

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

5.1. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้า และคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิต หรืออยู่นอกสายการผลิตหรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชิ้นสามารถใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต ได้

5.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นเป็นของใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานหรือการสาธิตการใช้งานมาก่อน

5.4 มีเอกสารคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 3 ชุด

5.5 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าให้เครื่องมือทำงานได้เป็นอย่างดี

5.6 ทำการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือให้กับผู้ใช้ (on-site training) จนสามารถใช้งานได้

5.7 มีแบบแสดงชิ้นส่วนและการประกอบเครื่องจักร มีแบบวงจรไฟฟ้า (wiring diagram) สำหรับกรณีตรวจสอบ ซ่อมบำรุงเครื่องจักรเบื้องต้น

5.8 ผู้จำหน่ายจะต้องแสดงใบอนุญาตการเป็นผู้แทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายหรือมีเอกสารประกอบกิจการสำหรับประกอบกิจการผลิตเครื่องจักรในประเทศไทยในรายการที่

4.1.11, 4.2.11, 4.3.11, 4.4, 4.5.5. 4.6 โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

5.9 ต้องมีการตรวจเช็คอุปกรณ์และบริการหลังการขายปีละอย่างน้อย 2 ครั้งต่อเนื่องอย่างน้อย 3 ปี โดยไม่คิดบริการ

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มีมหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน
8. ระยะเวลารับประกัน 3 ปี นับตั้งแต่วันที่ได้ส่งมอบ
9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

ลงชื่อ ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรณศิริ จักรบุตร)
ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ

ลงชื่อ ผู้กำหนดรายละเอียด
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย วีระนิติสกุล)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ

ลงชื่อ ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลวดี สังข์สนิท)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ

ลงชื่อ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อสกุล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

