



รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดปฏิบัติการแบบจำลองเสมือนของวัตถุทางกายภาพ (Digital Twin)
สำหรับงานอุตสาหกรรม 4.0
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. รายการจัดซื้อจัดจ้าง	ชุดปฏิบัติการแบบจำลองเสมือนของวัตถุทางกายภาพ (Digital Twin) จำนวน 1 ชุด สำหรับงานอุตสาหกรรม 4.0
2. กำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะของพัสดุ	
2.1 คุณลักษณะทั่วไป	เป็นชุดเรียนรู้ พัฒนาและปฏิบัติการ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT, AI, AR และ Digital Twin ในอุตสาหกรรม 4.0 โดยจำลองกระบวนการระบายความร้อนด้วยน้ำในอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถนำมาเป็นสื่อในการเรียนรู้หลักการทำงานของ IoT, AI, AR และ Digital Twin สร้างความเข้าใจในขั้นตอนการประยุกต์ใช้ รวมถึงผู้ใช้งานสามารถฝึกฝนทักษะด้าน IoT, AI, AR และ Digital Twin ผ่านสื่อการสอนเชิงโต้ตอบได้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2.2 คุณลักษณะเฉพาะ	ชุดปฏิบัติการแบบจำลองเสมือนของวัตถุทางกายภาพ (Digital Twin) สำหรับงานอุตสาหกรรม 4.0 ประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none">ชุดโปรแกรมในการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT, AR และ Digital Twin จำนวน 1 ชุด<ol style="list-style-type: none">สามารถสนับสนุน Software Development Kit (SDK) สำหรับการพัฒนา เช่น C language SDK หรือ .Net SDK หรือ Android SDK หรือ Java SDK ได้เป็นอย่างดีซอฟต์แวร์จะต้องให้ผู้ใช้งาน สามารถสร้างและปรับแต่ง APIs เพิ่มเติมเองได้มี Web-based User Interface สำหรับบริหารจัดการอุปกรณ์ในระบบ จะต้องเป็นแบบ Responsive Web Design คือ เว็บไซต์ต้องสามารถทำงานบนหน้าจออุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม เช่น Desktop, Tabletสามารถ import และ export flow การจัดการการเชื่อมโยงข้อมูล เช่น ข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ในรูปแบบ JSON หรือ .csv ได้เป็นอย่างดีสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานได้ เมื่อมีการแจ้งเตือนความผิดปกติจากอุปกรณ์หรือความผิดปกติจากซอฟต์แวร์ได้เป็นอย่างดีสามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้น เช่น Mean, Median, Max, Min และ Correlation ได้เป็นอย่างดีสามารถสร้างโมเดลทำนายพฤติกรรมของอุปกรณ์โดยใช้ Advanced Predictive Modelling และ prescriptive analytics ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมเอง ด้วยเครื่องมือทางสถิติ ได้แก่ Linear Regression และ Decision Trees เป็นต้นมีฟังก์ชันในการสร้าง User interface แบบ Drag and Drop เพื่อให้ทั้งผู้ใช้และผู้พัฒนาสามารถสร้าง interactive application, dashboard, collaborative workspaces และ mobile interface ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมสามารถแสดงผลเป็นแบบ interactive ที่ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนและกรองข้อมูลที่ต้องการแสดง และปรับเปลี่ยนคุณลักษณะที่ใช้แสดงผลได้ เช่น สี ชื่อของกราฟ สเกลที่ใช้แสดงผลผ่าน web interface ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม

- 1.10 สามารถดึงข้อมูลในรูปแบบ Batch (ดึงข้อมูลเป็นชุดข้อมูล) จากฐานข้อมูลที่บันทึกข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลระบบ ในรูปแบบ .csv หรือ .txt เพื่อมาทำ Machine learning หรือ Data analytics ได้
- 1.11 รองรับการเชื่อมโยงข้อมูลกับอุปกรณ์ IoT ในรูปแบบ MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) หรือ RESTful APIs เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประมวลผลโดย AR ในรูปแบบ Digital Twin ได้โดยตรง หรือผ่านฐานข้อมูล ได้อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นอย่างน้อย
- 1.12 แพลตฟอร์มรองรับการใช้งาน REST API สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลกับแอปพลิเคชันอื่นๆ โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทำการเขียนโค้ดคำสั่งเพื่อใช้งาน REST API ได้
- 1.13 แพลตฟอร์มรองรับการส่งข้อมูลไปยังแพลตฟอร์มสำหรับการวิเคราะห์ และสำหรับการแสดงผลแบบ AR ตามแพลตฟอร์มมาตรฐานได้ เช่น ARCore (by Google) หรือ ARKit (by Apple) หรือ Vuforia (by PTC) หรือ Unity (Unity AR Foundation) หรือ Snap Lens Studio หรือ ZapWorks หรือ Wikitude หรือ Microsoft Mixed Reality Toolkit (MRTK) ได้อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นอย่างน้อย
- 1.14 ซอฟต์แวร์สามารถรองรับการเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล OPC Unified Architecture (OPC UA), OPC Data Access (OPC DA) หรือ OPC Historical Data Access (OPC HDA) ได้ ซอฟต์แวร์สามารถรองรับการเชื่อมต่อโดยใช้ไอโอทีโปรโตคอล เช่น MQTT และ REST API ได้
- 1.15 ซอฟต์แวร์สามารถรองรับการเชื่อมต่อไปยังแพลตฟอร์มไอโอทีมาตรฐาน เช่น IBM Watson IoT Platform หรือ Azure IoT Hub (Microsoft Azure) หรือ Google Cloud IoT Core หรือ AWS IoT Core หรือ Losant หรือ ThingSpeak หรือ Particle Cloud หรือ Cayenne อย่างใดอย่างหนึ่งได้โดยตรง ผ่าน Interface ของแพลตฟอร์มไอโอที
- 1.16 ซอฟต์แวร์สามารถรองรับการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลผ่านโปรโตคอล ODBC เพื่อจัดเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรและโปรโตคอล SNMP เพื่อให้ข้อมูลกับระบบจัดการเครือข่าย (Network Management System: NMS)
- 1.17 ซอฟต์แวร์รองรับการเชื่อมต่อของโปรโตคอลที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม จำนวนไม่น้อยกว่า 30 ชนิด พร้อมทั้งรองรับการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล และการเชื่อมต่อกับ OPC Server อื่นๆ ได้
- 1.18 มีแพลตฟอร์มการวิเคราะห์ข้อมูลรองรับการทำหน้าที่เป็น Microservices สำหรับรับข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ แล้วทำการส่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปยังแพลตฟอร์ม IoT
- 1.19 ชุดเครื่องประมวลผลแบบแม่ข่ายจำนวน 1 ชุด
 - 1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 10 แกนหลัก (10 core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.0 GHz จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 2) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 13 MB
 - 3) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) มีขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
 - 4) สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5
 - 5) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SCSI หรือ SAS หรือ SATA ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบต่อวินาที ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย

- 6) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 7) มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย
 - 8) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
 - 9) มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
2. โปรแกรมสร้างความเป็นจริงเสริม จำนวน 1 ชุด
- 2.1 สามารถใช้งานร่วมกับระบบ ชุดโปรแกรมในการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT, AR และ Digital Twin ได้
 - 2.2 สามารถทำงานบนอุปกรณ์ Eye Wearable device เช่น Microsoft Hololens ได้เป็นอย่างดีน้อย
 - 2.3 รองรับการใช้งาน ไฟล์โมเดลสามมิติ จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบชิ้นงาน (Computer Aided Design, CAD) จาก CAD Software เช่น AutoCAD, SketchUp, Autodesk Maya, Autodesk 3ds Max, Blender, Rhino (Rhino3D), Daz 3D, Houdini, ZBrush, Revit ได้เป็นอย่างดี และสามารถทำ 3d Optimize เพื่อเพิ่มความเร็วในการใช้งานระบบ AR ได้
 - 2.4 มี Widget for input เพื่อช่วยในการพัฒนา หน้าจอแสดงผล เช่น Button, Checkbox, selector, slider, text input, toggle button
 - 2.5 มี Widget เพื่อช่วยแสดงผล รูปภาพ, เสียง, วิดีโอ
 - 2.6 มี Widget เพื่อสร้าง Hyperlink หรือ สนับสนุนการวาง link เพื่อ download ข้อมูลลงในอุปกรณ์ได้
3. ชุดอุปกรณ์เรียนรู้การประยุกต์ใช้ IoT, AR และ Digital Twin จำนวน 5 ชุด
- 3.1 ระบบควบคุมการทำงานด้วยระบบ PLC ในการควบคุมอุปกรณ์แบบดิจิทัลซึ่งจะประกอบด้วยปั้มน้ำ พัดลมระบายความร้อนและฮีตเตอร์ และสามารถให้ PLC อ่านค่าจากเซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ และใช้ในการควบคุมรีเลย์สวิตช์เปิด/ปิดของปั้มน้ำ พัดลมและเสาไฟบอกสถานการณ์ทำงาน(Tower light)
 - 3.2 มีแผงหน้าปัดเพื่อควบคุมการทำงานของพัดลมระบายความร้อน ฮีตเตอร์ และปั้มน้ำ แบบ manual ได้ โดยมีสวิตช์ปิด / เปิด และปุ่มมือหมุนเพื่อปรับความเร็วของพัดลมและปั้มน้ำ ส่วนการปรับความแรงของฮีตเตอร์จะเป็นการปรับระดับความแรง 3 ระดับโดยสวิตช์ก้านโยก 3 ทาง
 - 3.3 ชุดควบคุมจะมีไมโครคอนโทรลเลอร์อีกหนึ่งชุดเพื่อรับค่าเซ็นเซอร์แบบอนาล็อกซึ่งติดตั้งอยู่บนชุดจำลองระบบหมุนเวียนน้ำระบายความร้อนในอุตสาหกรรม
 - 3.4 มีชุดจำลองระบบหมุนเวียนน้ำระบายความร้อนในอุตสาหกรรม
 - 3.5 ชุดจำลองระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อระบายความร้อนในอุตสาหกรรมประกอบด้วยปั้มน้ำไฟฟ้าเรดิเอเตอร์ พัดลมระบายความร้อน และชุดฮีตเตอร์พร้อมชุดบล็อกน้ำระบายความร้อนเพื่อระบายความร้อนจากฮีตเตอร์
 - 3.6 ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำและเซ็นเซอร์วัดความสั่นสะเทือน โดยค่าของเซ็นเซอร์ทั้งหมดจะส่งไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์
 - 3.7 อุปกรณ์ต่างๆ ต้องติดตั้งอยู่บนโครงโลหะ สามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ต่างๆได้โดยไม่บิดงอ ตลอดจนสามารถเคลื่อนย้ายและตั้งบนพื้นที่เรียบได้
 - 3.8 ชุดโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 1) มีจำนวนจุดต่อภาคอินพุทไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 2) มีจำนวนจุดต่อภาคเอาต์พุทไม่น้อยกว่า 16 จุด

- 3) มีเอาท์พุทแบบปริเลย์ หรือ ทรานซิสเตอร์
 - 4) มีช่องต่อสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อกจำนวน 2 ช่องสัญญาณ
 - 5) มีช่องต่อสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาล็อกจำนวน 1 ช่องสัญญาณ
 - 6) มีขนาดหน่วยความจำของโปรแกรมไม่น้อยกว่า 64K step
 - 7) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 8) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ RS485 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 9) สายโหดข้อมูล จำนวน 1 เส้น
 - 10) มีโปรแกรม PLC เพื่อประกอบการใช้งานจำนวน 1 ชุด
 - 11) ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้า และคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิต หรืออยู่นอกสายการผลิตหรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
4. อุปกรณ์ประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ จำนวน 1 ชุด
- 4.1 ชุดอุปกรณ์แว่นแสดงผลความเป็นจริงเสริม (AR) จำนวน 10ชุด
 - 4.1.1 เป็นแว่นตาแสดงผลความเป็นจริงเสริม (AR)
 - 4.1.2 มีหน่วยประมวลผลแบบ Qualcomm Snapdragon 850 หรือดีกว่า
 - 4.1.3 มีหน่วยความจำ (LPDDR4x system DRAM) ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
 - 4.1.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ UFS 2.1 ไม่น้อยกว่า 64 GB
 - 4.1.5 มีความละเอียด 1920 x 1080 (pixels per eye) หรือดีกว่า
 - 4.1.6 มี Eye tracking ด้วย IR cameras ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
 - 4.1.7 มี Accelerometer, gyroscope, magnetometer
 - 4.1.8 สามารถใช้งาน Wi-Fi (IEEE 802.11 ac) และ Bluetooth
 - 4.1.9 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB-C 3.0 หรือดีกว่า และมีสายรัดศีรษะ
 - 4.1.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้า และคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิต หรืออยู่นอกสายการผลิตหรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
 - 4.2 ชุดอุปกรณ์ทดสอบการแสดงผลความเป็นจริงเสริม (AR) จำนวน 1 ชุด
 - 4.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ M1 with next-generation Neural Engine1 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 4.2.2 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ความจุไม่น้อยกว่า 256GB หรือดีกว่า
 - 4.2.3 มีจอภาพ Liquid Retina display หรือดีกว่า และมีขนาดการแสดงผลไม่น้อยกว่า 10.9 นิ้ว
 - 4.2.4 มีการเชื่อมต่อแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย (WiFi) และ สัญญาณเครือข่าย

- โทรศัพท์มือถือ (Cellular) หรือดีกว่า
- 4.2.5 มีพอร์ตเชื่อมต่อ USB-C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- 4.2.6 มีระบบปฏิบัติการแบบ iPadOS ไม่น้อยกว่าเวอร์ชัน 15
- 4.3 ชุดประมวลผลสำหรับประมวลผลระบบเสมือนจริง จำนวน 5 ชุด
 - 4.3.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.0 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB
 - 4.3.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
 - 4.3.4 มีหน่วยประมวลผล เพื่อแสดงภาพที่มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 4.3.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่าขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย
 - 4.3.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.3.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - 4.3.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
 - 4.3.9 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว
- 4.4 อุปกรณ์แสดงผลระบบสัมผัสสำหรับชุดปฏิบัติการ จำนวน 1 ชุด
 - 4.4.1 หน้าจอมีขนาด 65 นิ้ว (1429 x 804 mm.) โดยวัดตามแนวทแยงมุม
 - 4.4.2 มีระบบของแผงจอภาพประเภท TFT LCD (Direct LED Backlight)
 - 4.4.3 มีเทคโนโลยีลดแสงสีฟ้า (Blue Light Reduction)
 - 4.4.4 มีค่าความละเอียดของจอภาพแบบ 4K หรือดีกว่า
 - 4.4.5 มีค่าความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) 5000:1
 - 4.4.6 มีค่าความสว่างของหน้าจอ 400 cd/m²
 - 4.4.7 หน้าจอใช้เทคโนโลยีสัมผัสแบบ Vellum
 - 4.4.8 รองรับการสัมผัสสูงสุดได้ 20 จุดพร้อมกัน
 - 4.4.9 มีอัตราการตอบสนองของระบบสัมผัส ≤ 8 ms
 - 4.4.10 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างปากกาและนิ้วสัมผัส
 - 4.4.11 มีแอปพลิเคชันที่ติดตั้งมาจากโรงงานดังนี้ Whiteboard, Annotate, Timer, Spinner, Screen Capture, Screen Share, Browser, PDF Reader และ Media Player
 - 4.4.12 มีหน่วยความจำชั่วคราว (Ram)ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB และหน่วยความจำภายในเครื่อง (Internal Storage)ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
 - 4.4.13 มีช่องเชื่อมต่อ USB-A, RJ45, HDMI, USB-C
 - 4.4.14 รองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย Wi-Fi และ Bluetooth
 - 4.4.15 มีปากกาสำหรับเขียน จำนวน 2 ด้าม

- 4.4.16 มีระบบจัดการหน้าจอที่สามารถบริหารจัดการได้จากส่วนกลางภายใต้ชื่อแบรนด์เดียวกันกับผลิตภัณฑ์
- 4.4.17 ซอฟต์แวร์เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลภาพระบบสัมผัส ที่ไม่กำหนดวันหมดอายุ
- 4.4.18 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้า และคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิต หรืออยู่นอกสายการผลิตหรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
- 4.4.19 มีเมนูการใช้งานภาษาไทยและภาษาอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 30 ภาษา
- 1) มีเมนูการใช้งานภาษาไทยและภาษาอื่นๆ ไม่น้อยกว่า 30 ภาษา
 - 2) สามารถนำเสนอรูปแบบ ภาพนิ่ง วิดีโอ เสียง และสามารถเขียน ไฮไลท์ ข้อความบนซอฟต์แวร์อื่นได้
 - 3) สามารถดึงข้อมูลไฟล์วิดีโอ ลงหน้ากระดาน (Flipchart) และสามารถบันทึกข้อมูลโดยไม่ต้องนำข้อมูลและไฟล์วิดีโอต้นฉบับตามไปด้วย
 - 4) มีฟังก์ชันปากกา และไฮไลท์โดยสามารถเลือกขนาดได้ และมีช่องของสีสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 ช่อง
 - 5) มีเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ทั้งไม้บรรทัด ไม้โปรแทรกเตอร์ ไม้ฉาก วงเวียน ลูกเต๋า ที่สามารถใช้งานได้ เสมือนจริง และเครื่องคิดเลขสามารถดึงโจทย์และผลการคำนวณออกมาเป็นข้อความในหน้ากระดานได้
 - 6) มีเครื่องมือตัวเปิดแสดง และ สปอตไลท์ซึ่งสามารถเลือกรูปแบบสปอตไลท์ได้ทั้งแบบวงกลมและสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในการนำเสนอสื่อการเรียนการสอน และสามารถตั้งค่าให้ทำงานไว้ล่วงหน้าได้
 - 7) มีเครื่องมือสำหรับถ่ายภาพที่สามารถถ่ายภาพได้ไม่น้อยกว่า 5 รูปแบบ
 - 8) มีเครื่องมือ Equation สำหรับสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ทั้งเศษส่วน ราก ลิมิต และตัวแปรชนิดต่างๆ
 - 9) มีเครื่องมือหมึกล่องหน (Magic Ink) สำหรับมองทะลุผ่านรูปภาพในตำแหน่งที่ต้องการเพื่อสร้างสื่อในลักษณะการจับคู่คำถามและคำตอบได้
 - 10) มีคำสั่งแถบเลื่อนฝ้าแสง (More Translucent) เพื่อกำหนดให้วัตถุค่อยๆ จางหายไป และ คำสั่ง Less Translucent เพื่อให้วัตถุค่อยๆ ปรากฏขึ้นมา
 - 11) ซอฟต์แวร์มีแอคชั่น (Action) ในการสร้างสื่อมากกว่า 200 แอคชั่น (Action)
 - 12) สามารถบันทึกข้อมูลในรูปแบบ .Flipchart, .PDF, .BMP, .JPEG รวมทั้ง Video File หรือดีกว่าได้
 - 13) มีเครื่องมือบันทึกวิดีโอที่สามารถเลือกรูปแบบการบันทึกได้ทั้งแบบเต็มหน้าจอ หรือบางส่วน ได้
 - 14) สามารถดาวน์โหลดสื่อการสอนสำเร็จรูปในรูปแบบไฟล์ .Flipchart ได้มากกว่า 33,000

ข้อมูล จากเว็บไซต์เจ้าของผลิตภัณฑ์

4.5 ชุดฝึกแขนกลแบบ 4 แขน จำนวน 1 ชุด

- 4.5.1 มีจำนวนแกนการเคลื่อนที่ 4 แกนการเคลื่อนที่
- 4.5.2 สามารถยกน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 500 กรัม
- 4.5.3 สามารถรองรับการเชื่อมต่อแบบ USB หรือ WIFI หรือ Bluetooth หรือดีกว่า
- 4.5.4 แกนที่ 1 (Base) มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -90 องศา ถึง +90 องศา
- 4.5.5 แกนที่ 1 (Base) มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 250 องศาต่อวินาที
- 4.5.6 แกนที่ 2 (Rear Arm) มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า 0 องศา ถึง +85 องศา
- 4.5.7 แกนที่ 2 (Rear Arm) มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 250 องศาต่อวินาที
- 4.5.8 แกนที่ 3 (Forearm) มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า -10 องศา ถึง +90 องศา
- 4.5.9 แกนที่ 3 (Forearm) มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 250 องศาต่อวินาที
- 4.5.10 แกนที่ 4 (Rotation Servo) มีระยะการเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า+90 องศา ถึง -90 องศา
- 4.5.11 แกนที่ 4 (Rotation Servo) มีความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 300 องศาต่อวินาที
- 4.5.12 มีคอนโทรลเลอร์ ชนิด DobotInegrated Controller
- 4.5.13 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows
- 4.5.14 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้า และคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิต หรืออยู่นอกสายการผลิตหรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
- 4.5.15 มีอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติมดังนี้
 - 1) มีหัวเครื่องปรีน 3 มิติขนาดเล็ก
 - 2) มีหัวเครื่องยิงเลเซอร์
 - 3) มีหัวจับปากกา
 - 4) มีหัวดูดสูญญากาศ
 - 5) หัวมือจับ

4.6 ชุดฝึกทักษะหุ่นยนต์แบบ Collaborative จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 4.6.1 เป็นชุดฝึกที่ออกแบบสำหรับเรียนรู้การประยุกต์หุ่นยนต์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ระบบควบคุมหุ่นยนต์ ระบบ Vision สำหรับตรวจสอบชิ้นงาน ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น
- 4.6.2 ชุดฝึกสามารถปรับการเรียนรู้การใช้หุ่นยนต์ในระบบอัตโนมัติได้ เช่น การตรวจจับวัตถุ การหยิบจับชิ้นงานในรูปแบบต่าง ๆ
- 4.6.3 มีแผงลูมิเนียมโปรไฟล์สำหรับยึดอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 500 x 800 มิลลิเมตร
- 4.6.4 มีโมดูลสายพานลำเลียง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1) มีชุดสำหรับป้อนชิ้นงานทดสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 2) มีชุดต้นชิ้นงานขับเคลื่อนด้วยสแต็ปมอเตอร์ หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 3) มีเซนเซอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

- 4) มีเอ็นโค้ดเดอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.6.5 มีแหล่งจ่ายลมขนาดเล็ก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1) สามารถสร้างแรงดันสุญญากาศได้
 - 2) สามารถสร้างแรงดันลมออกได้
- 4.6.6 มีแผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1) แผ่นเพลทสำหรับการเรียนรู้จัดวางแบบพาเลท หรือดีกว่า
 - 2) แผ่นเพลทสำหรับเรียนรู้การตรวจสอบ หรือดีกว่า
 - 3) แผ่นเพลทสำหรับเรียนรู้โมเดลจำลองมือถือ หรือดีกว่า
 - 4) แผ่นเพลทหน้าร่องประกอบ หรือดีกว่า
- 4.6.7 มีกล่องพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเรียนรู้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1) ไขควงหรือประแจหกเหลี่ยม หรือดีกว่า
 - 2) ชั่งงานทดสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชั่ง
 - 3) เครื่องมือสำหรับการสอบเทียบ (Calibration)
- 4.6.8 มีโมดูลไฟแสดงสถานะการทำงานไม่น้อยกว่า 3 สี พร้อมบัชเซอร์ในตัว จำนวน 1 ชุด
- 4.6.9 มีกล่องโมดูลอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 4.6.10 มีกล้องตรวจสอบชิ้นงาน (Vision Camera) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 4.6.10.1 ชุดกล้อง (Camera)
 - 1) เซนเซอร์รับแสงแบบสี CMOS ขนาด 1/2.5" หรือดีกว่า
 - 2) ความละเอียดรับภาพอย่างน้อย 2,000 x 1,500 พิกเซล
 - 3) อัตราการเปลี่ยนเฟรมภาพ (Frame rate) อย่างน้อย 25 fps หรือดีกว่า
 - 4) การปรับรับแสงกล้องเป็นแบบ Automatic หรือ Manual หรือดีกว่า
 - 5) รองรับการเชื่อมต่อด้วย USB 3.0 หรือดีกว่า
 - 4.6.10.2 ชุดแหล่งกำเนิดแสง (Light Source)
 - 1) ให้กำเนิดแสงสีขาวด้วย LED จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ดวง
 - 2) แสงที่ได้มีค่า Illumination ไม่น้อยกว่า 30,000 Lux
 - 4.6.10.3 ชุดเลนส์กล้อง (Camera Lens)
 - 1) สามารถปรับระยะโฟกัสไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
 - 2) ค่ารับแสงระหว่าง F2.8 – F16 หรือกว้างกว่า
 - 3) ปรับรับแสงและจุดโฟกัสด้วยมือ หรือดีกว่า
- 4.6.11 หุ่นยนต์ร่วมปฏิบัติงานแบบ Collaborative ขนาด 4 แกน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 4.6.11.1 หุ่นยนต์เป็นชนิดตั้งโต๊ะ ใช้งานได้ง่าย และมีความปลอดภัยในการใช้งาน
 - 4.6.11.2 เป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมแบบ Collaborative ขนาดไม่น้อยกว่า 4 แกน
 - 4.6.11.3 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม มีระยะเอื้อม (Reach) ไม่น้อยกว่า 440 มิลลิเมตร
 - 4.6.11.4 รองรับสัญญาณ Power supply ขนาด 100–240 VAC, 50–60 Hz หรือดีกว่า
 - 4.6.11.5 รองรับการสื่อสารแบบ TCP/IP หรือ Modbus TCP หรือดีกว่า
 - 4.6.11.6 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณอินพุต จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
 - 4.6.11.7 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเอาต์พุต จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง

- 4.6.11.8 ช่อง I/O รองรับสัญญาณขนาด 24 VDC หรือดีกว่า
 - 4.6.11.9 มีช่องเชื่อมต่อแบบ Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.6.11.10 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.6.11.11 มีช่องเชื่อมต่อ Encoder Input จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.6.11.12 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณลม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
 - 4.6.11.13 มีช่องเชื่อมต่อกับสวิทช์ฉุกเฉิน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.6.11.14 มีสวิทช์ฉุกเฉินพร้อมสายเชื่อมต่อ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 4.6.11.15 ที่แขนหุ่นยนต์มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าและสัญญาณลมรองรับการใช้งานของอุปกรณ์ End Effector หรือดีกว่า
 - 4.6.11.16 มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows หรือดีกว่า
- 4.6.12 บริษัทผู้นำเสนอต้องเป็นบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติที่นำเสนอโดยต้องมีเอกสารรับรองที่ออกโดยหน่วยงานภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงอุตสาหกรรม แนบมาพร้อมกับการเสนอราคาทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการจัดหลักสูตรการอบรม และรวมถึงการรับประกันซ่อมบำรุงดูแลรักษาการใช้งานครุภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.6.13 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้า และคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์ สินค้าเลิกผลิต หรืออยู่นอกสายการผลิตหรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

3. ข้อกำหนดอื่นๆ

1. ต้องมีเอกสารแคตตาล็อกในวันยื่นซองเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณาตามความถูกต้องของรายละเอียดของครุภัณฑ์ที่นำเสนอ
2. การรับประกันและการตีทะเบียน
 - 2.1 รับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี
 - 2.2 ผู้ที่เสนอราคาได้จะต้องเป็นผู้ดำเนินการตีทะเบียนครุภัณฑ์ พร้อมถ่ายรูปภาพแนบประกอบรายการให้แก่สถาบัน
3. ต้องส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 180 วัน นับหลังจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
4. หลังการส่งมอบต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องจำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน มีระยะเวลาในการอบรมไม่น้อยกว่า 3 วันโดยผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมทั้งหมด
5. ข้อกำหนดตามหนังสือ คณะกรรมการวินิจฉัยปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างและบริหารพัสดุภาครัฐ ด่วนที่สุด ที่กค (กวจ) 0405.4/ว41 ลว. 24 ม.ค. 67 เรื่อง แนวทางปฏิบัติในการเตรียมการจัดซื้อจัดจ้างและการเร่งรัดการใช้จ่ายเงินงบประมาณ พ.ศ. 2567
 - 5.1 การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567 มีผลใช้บังคับและได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่าย

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567 จากสำนักงานงบประมาณแล้วและกรณีที่หน่วยงานของรัฐไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งดังกล่าวหน่วยงานของรัฐสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้

6. วงเงินงบประมาณในการจัดซื้อ 7,590,000.00 บาท (เจ็ดล้านห้าแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)
7. ราคากลาง จำนวน 7,590,000.00 บาท (เจ็ดล้านห้าแสนเก้าหมื่นบาทถ้วน)
8. วงเงินหลักประกันซอง จำนวน 379,500.00 บาท (สามแสนเจ็ดหมื่นเก้าพันห้าร้อยบาทถ้วน)
9. สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม และส่งข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็นสามารถส่งข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะวิจารณ์เกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ได้ที่

สถานที่ติดต่อ : สำนักงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี

โทรศัพท์ 0-2329-8124 โทรสาร 0-2329-8125

E-mail : pasada@kmitl.ac.th

เว็บไซต์ : <https://www.kmitl.ac.th/th/procurement>

สาธารณชนที่ต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็น ต้องเปิดเผยชื่อและที่อยู่ของผู้ให้ข้อเสนอแนะ วิจารณ์หรือมีความเห็นด้วย

4. สถานที่ติดตั้ง

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง