

## ขอบเขตงาน (Terms of Reference: TOR)

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการ AI และหุ่นยนต์ แขนงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑ ชุด

### ๑. ความเป็นมา

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และหุ่นยนต์บริการ (Service Robots) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในภาคอุตสาหกรรม การบริการ และชีวิตประจำวันของมนุษย์อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมยุคใหม่ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบอัตโนมัติและข้อมูล (Automation and Data-Driven Industry) เช่น อุตสาหกรรมการผลิตอัจฉริยะ (Smart Manufacturing) โลจิสติกส์อัจฉริยะ (Smart Logistics) และบริการสุขภาพสมัยใหม่ (Smart Healthcare) ซึ่งล้วนต้องการบุคลากรที่มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการออกแบบ พัฒนา และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังประสบปัญหาการขาดแคลนกำลังคนด้าน AI และหุ่นยนต์บริการในระดับปฏิบัติการและระดับวิชาชีพ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการยกระดับขีดความสามารถทางการแข่งขันของประเทศ และการก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรมอนาคต (Future Industry) ตามแนวทางประเทศไทย ๔.๐ ดังนั้น การจัดตั้ง “ห้องปฏิบัติการ AI และหุ่นยนต์บริการเพื่อพัฒนากำลังคนศักยภาพสูง” จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ และพัฒนาทักษะเชิงลึกให้กับนักศึกษา บุคลากร และผู้ประกอบการในสาขาที่เกี่ยวข้อง

โครงการนี้จะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ทันสมัย ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงบูรณาการระหว่าง ทฤษฎีและการปฏิบัติ (Learning by Doing) รวมถึงเป็นฐานในการวิจัย พัฒนา และนวัตกรรมด้าน AI และหุ่นยนต์ บริการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในภาคอุตสาหกรรม ทั้งยังช่วยยกระดับคุณภาพของกำลังคนให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต และสนับสนุนนโยบายของประเทศในการพัฒนาเศรษฐกิจฐานนวัตกรรมอย่างยั่งยืน

### ๒. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการ AI และหุ่นยนต์ เพื่อพัฒนา กำลังคนศักยภาพสูง รองรับอุตสาหกรรมในอนาคต โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การยกระดับคุณภาพมาตรฐาน และการสร้างทักษะกำลังคน ที่สอดคล้องกับความต้องการในยุคเทคโนโลยีดิจิทัล

### ๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง กำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ กรม ฅ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

๓.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง ตามที่คณะกรรมการป.ป.ช. กำหนด

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

๓.๑๓ ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

#### ๔. รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะ

ชื่อรายการประกอบที่ ๑ หุ่นยนต์สำหรับฝึกทักษะ จำนวน ๒๔ ชุด

##### คุณลักษณะทั่วไป

เป็นหุ่นยนต์สำหรับฝึกทักษะ ซึ่งทำให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์จริง รวมถึงปรับแต่งอัลกอริทึม Navigation, Control, SLAM ได้จริง ล้อ Mecanum เคลื่อนที่อิสระในแนวต่าง ๆ

##### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. โมเดล Raspberry Pi ๔B RAM ๔GB หรือ Raspberry Pi ๕ RAM ๔,๘,๑๖GB Mecanum ROS Robot
๒. ใช้ OS Ubuntu for arm๖๔ หรือ Raspberry OS เป็นระบบควบคุมบนระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ (ROS๒)
๓. การควบคุมการเคลื่อนไหว (Motion controller) ผ่าน TESR STM๓๒ Controller
๔. ความเร็วสูงสุด โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - ๔.๑ ความเร็วสูงสุดเชิงเส้น ไม่น้อยกว่า ๑.๒ เมตรต่อวินาที
  - ๔.๒ ความเร็วสูงสุดเชิงมุม ไม่น้อยกว่า ๗.๘ เรเดียนต่อวินาที
๕. สามารถควบคุมหุ่นยนต์ระยะไกล (Remote) ผ่านเน็ตเวิร์คได้
๖. สามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้อิสระโดยไม่พึ่งพาระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์ (Joystick on board)
๗. ความสามารถในการรับน้ำหนักสูงสุด (Maximum load) ๘ กิโลกรัม
๘. หุ่นยนต์มีขนาด (กว้าง\*ยาว\*สูง) ๒๕๐ มิลลิเมตร x ๒๕๐ มิลลิเมตร x ๑๖๐ มิลลิเมตร
๙. น้ำหนักรวมของหุ่นยนต์ ไม่น้อยกว่า ๒.๙ กิโลกรัม
๑๐. รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย ROS ๒ Humble Hawksbill(๒๐๒๕) หรือ ROS ๒ Jazzy(๒๐๒๖), Bottom C, ROS/C++/Python
๑๑. หุ่นยนต์ใช้กล้องแบบ ๓ มิติในการประมวลผลภาพ
  - ๑๑.๑ กล้องมีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง\*ยาว) ๓๑ มิลลิเมตร x ๑๐๙ มิลลิเมตร
  - ๑๑.๒ ความละเอียดของภาพ
    - ๑๑.๒.๑ Depth ๑,๒๘๐x๗๒๐

๑๑.๒.๒ RGB ๑,๙๒๐x๑,๐๘๐

๑๒. พร้อมคู่มือการใช้งานเบื้องต้นในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์

๑๓. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานทักษะ ROS Moblie ไม่น้อยกว่า ๓๐ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

## รายการประกอบที่ ๒ หุ่นยนต์เคลื่อนย้ายอัตโนมัติ AMR (Autonomous Mobile Robot)

จำนวน ๓ ชุด

### คุณลักษณะทั่วไป

เป็นหุ่นยนต์เหมาะสำหรับการเรียนรู้และพัฒนาเทคโนโลยีหุ่นยนต์จริง สามารถเรียนเรื่อง Navigation, SLAM และการวางแผนเส้นทางได้ครบถ้วน

### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน ๖๐ กิโลกรัม
๒. มีความเร็วสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๑.๗๕ เมตรต่อวินาที
๓. มีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ยาว x สูง) ๕๗๕ มิลลิเมตร x ๗๐๐ มิลลิเมตร x ๒๙๐ มิลลิเมตร
๔. ใช้ระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu ๒๐.๐๔, ROS ๒ Foxy
๕. มีกล้อง Depth ดังนี้
  - ๕.๑ มีช่วงระยะการวัด ไม่น้อยกว่า ๐.๒๕ มิลลิเมตร – ๒.๕ มิลลิเมตร
  - ๕.๒ ความละเอียดของภาพ Depth
    - ๕.๒.๑ ความละเอียดที่ ๑,๒๘๐x๘๐๐ ที่ ๓๐ เฟรมต่อวินาที
    - ๕.๒.๒ ความละเอียดที่ ๖๔๐x๔๐๐ ที่ ๖๐ เฟรมต่อวินาที
    - ๕.๒.๓ ความละเอียดที่ ๖๔๐x๔๐๐ ที่ ๓๐ เฟรมต่อวินาที
  - ๕.๓ ความละเอียดของภาพสี
    - ๕.๓.๑ ความละเอียดที่ ๑,๙๒๐x๑,๐๘๐ ที่ ๓๐ เฟรมต่อวินาที
    - ๕.๓.๒ ความละเอียดที่ ๑,๒๘๐x๗๒๐ ที่ ๓๐ เฟรมต่อวินาที
    - ๕.๓.๓ ความละเอียดที่ ๖๔๐x๔๘๐ ที่ ๓๐ เฟรมต่อวินาที
- ๕.๔ ขนาดไม่น้อยกว่า ๖๕ มิลลิเมตร x ๒๐ มิลลิเมตร x ๑๐ มิลลิเมตร
- ๕.๕ มีช่วงอุณหภูมิการทำงานที่ ๑๐ องศาเซลเซียส – ๔๐ องศาเซลเซียส
- ๕.๖ ขั้วสำหรับเชื่อมต่อเป็นแบบ USB Type C
- ๕.๗ อัตราการกินพลังงานเฉลี่ย ไม่น้อยกว่า ๒.๒ วัตต์
- ๕.๘ มีความแม่นยำ ไม่น้อยกว่า  $\pm ๑-๕$  มิลลิเมตร ที่ระยะ ๑ เมตร
- ๕.๙ ประเภทของเลเซอร์ Class ๑ Laser Product
๖. เซ็นเซอร์ Lidar
  - ๖.๑ มีระยะในการวัดสูงสุด ๑๐ มิลลิเมตร
  - ๖.๒ มีความถี่ในการสแกน ไม่น้อยกว่า ๑๒ Hz
  - ๖.๓ มีความละเอียดเชิงมุม ไม่น้อยกว่า ๐.๒๒ องศา
  - ๖.๔ รูปแบบข้อมูลการสื่อสารเป็นแบบ Serial Port
๗. แบตเตอรี่
  - ๗.๑ มีความจุไม่น้อยกว่า ๒๔ V ๒๐,๐๐๐ mAh
  - ๗.๒ รูปแบบช่องเสียบ เป็น T-Type Discharge Plug

- ๗.๓ มีน้ำหนัก ๒.๒ กิโลกรัม
- ๗.๔ ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๕๕ มิลลิเมตร x ๑๒๐ มิลลิเมตร x ๗๐ มิลลิเมตร
๘. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานทักษะการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนย้ายอัตโนมัติไม่น้อยกว่า ๑๘ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบ โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

### ชื่อรายการประกอบที่ ๓ หุ่นยนต์เสิร์ฟอาหาร จำนวน ๒ ชุด

#### คุณลักษณะทั่วไป

เป็นหุ่นยนต์เสิร์ฟอาหาร เหมาะกับโจทย์ส่งของภายในอาคาร เช่น ร้านอาหาร หีบของออกได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว ใช้การนำทางอัตโนมัติแบบหลายเซนเซอร์ (multi-sensor navigation) และหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ ผู้เรียนสามารถทดลอง SLAM, การ วางแผนเส้นทาง, การหลบหลีกได้จริง

#### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. หุ่นยนต์มีขนาด ไม่น้อยกว่า (กว้าง x ยาว x สูง) ๔๘๐ x ๕๐๐ x ๑,๒๐๐ มิลลิเมตร
๒. หุ่นยนต์มีความสามารถในการรับน้ำหนักสูงสุด (Maximum load) ไม่น้อยกว่า ๓๐ กิโลกรัม
๓. ตัวโครงสร้างผลิตจากวัสดุ PC หรือ ABS หรือดีกว่า
๔. มีความเร็วสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๐.๘ เมตร/วินาที
๕. มีจอแสดงผล ไม่น้อยกว่า ๑๐ นิ้ว
๖. มีชั้นวางของโดยมีคุณลักษณะดังนี้
  - ๖.๑ มีชั้นวางของทั้งหมด ไม่น้อยกว่า ๓ ชั้น
  - ๖.๒ แต่ละชั้นสามารถรับน้ำหนักได้ ไม่น้อยกว่า ๑๐ กิโลกรัม
๗. มีความสามารถในการสร้างแผนที่ โดยมีคุณลักษณะดังนี้
  - ๗.๑ สามารถสร้างแผนที่ได้ในพื้นที่สูงสุด ๒๐๐ x ๒๐๐ เมตร
๘. รองรับการเชื่อมต่อ WIFI
๙. มีชุดเซนเซอร์ โดยมีคุณลักษณะดังนี้
  - ๙.๑ มีเซนเซอร์ LiDAR จำนวน ๑ ตัว ระยะตรวจจับสูงสุด ๒๐ เมตร
  - ๙.๒ เซนเซอร์ตรวจวัดความลึก (Depth Sensor) จำนวน ๒ ตัว ระยะการตรวจจับ ๐.๑ – ๑.๕ เมตร
  - ๙.๓ มีแถบเซนเซอร์กันชนฉุกเฉิน (Emergency Sensing Strip) จำนวน 1 ชุด
๑๐. มีระบบตรวจจับสิ่งกีดขวาง โดยใช้ LiDAR, Stereo Vision Sensor, Image Module, Collision Sensor, กล้อง หรือเซนเซอร์ประเภทอื่น ที่มีสมรรถนะเทียบเท่าหรือดีกว่า
๑๑. แบตเตอรี่และการชาร์จ โดยมีคุณลักษณะดังนี้
  - ๑๑.๑ เป็นแบตเตอรี่ลิเธียม หรือดีกว่า
  - ๑๑.๒ แบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้า ๔๘ โวลต์ และมีความจุ ไม่น้อยกว่า ๑๒ Ah
  - ๑๑.๓ โหมดการชาร์จ สามารถชาร์จอัตโนมัติด้วยแท่นชาร์จ หรือสามารถชาร์จด้วยเครื่องชาร์จได้
๑๒. ระบบการทำงานเป็นแบบ Linux หรือ Android หรือดีกว่า
๑๓. ระบบการทำงานรองรับได้ไม่น้อยกว่า ๓ ภาษา เช่น จีน อังกฤษ ญี่ปุ่น หรือมากกว่า
๑๔. มีเสียงแจ้งเตือนหรือเสียงแนะนำที่แตกต่างกันตามโหมดการทำงานและการใช้งานทั่วไป
๑๕. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษไม่น้อยกว่า ๑ ชุด







๑๖. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานทักษะการควบคุมหุ่นยนต์เสิร์ฟอาหารไม่น้อยกว่า ๑๘ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

#### ชื่อรายการประกอบที่ ๔ หุ่นยนต์ส่งของอัตโนมัติ จำนวน ๒ ชุด

##### คุณลักษณะทั่วไป

เป็นหุ่นยนต์เรียนรู้ในการส่งของในอุตสาหกรรมหรือระบบ Warehouse สามารถติดตั้งอุปกรณ์ เซนเซอร์ หรือของทดลองได้มากและหลากหลาย

##### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. หุ่นยนต์มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘๙๐ x ๕๐๐ x ๑,๒๐๐ มิลลิเมตร
๒. หุ่นยนต์มีความสามารถในการรับน้ำหนักสูงสุด (Maximum load) ๓๐๐ กิโลกรัม
๓. ความเร็วสูงสุดเมื่อบรรทุกสูงสุด ๑.๐ เมตร/วินาที
๔. มีความแม่นยำในการไปยังจุดเป้าหมาย  $< \pm ๔๐\text{mm}$ ,  $๒^{\circ}$
๕. ความแม่นยำในการกำหนดตำแหน่งปลายทาง  $< \pm ๑๐\text{mm}$ ,  $๑^{\circ}$
๖. มีชุดเซนเซอร์
  - ๖.๑ RPLIDAR S๓E
  - ๖.๒ Depth Camera
๗. ขับเคลื่อนแบบล้อคู่
๘. ความละเอียดแผนที่ ๕ เซนติเมตร
๙. พื้นที่การทำแผนที่สูงสุดต่อครั้ง ๕๐๐ x ๕๐๐ เมตร
๑๐. ความจุแบตเตอรี่: ลิเทียมไอออน พอร์สเฟส ๒๔V ๓๐AH
๑๑. เวลาการทำงานต่อเนื่อง ๑๒ ชั่วโมง (ไม่มีโหลด) และ ๔.๕ ชั่วโมง (โหลดทั่วไป)
๑๒. รองรับการเชื่อมต่อ WIFI
๑๓. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานทักษะการควบคุมหุ่นยนต์ส่งของอัตโนมัติ ไม่น้อยกว่า ๑๘ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

#### ชื่อรายการประกอบที่ ๕ หุ่นยนต์บริการ (Service Robot) จำนวน ๒ ชุด

##### คุณลักษณะทั่วไป

เป็นหุ่นยนต์สำหรับการเรียนรู้การประชาสัมพันธ์ในโรงแรม โรงพยาบาล ตัวอย่างการใช้งานเช่น โกวัดนำทาง ตอบคำถามประชาสัมพันธ์ แสดงข้อมูลภาพและเสียงได้

##### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. สามารถเคลื่อนที่เองได้ หลบสิ่งกีดขวาง และกลับเส้นทางอัตโนมัติได้
๒. มีจอ Touch Screen สำหรับเลือกเมนูและแสดงข้อมูล ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๐ นิ้ว
๓. สามารถพูดเสียงภาษาไทยชัดเจนตามคลิปเสียงที่ตั้งไว้ได้
๔. สามารถแสดงข้อความ ภาพ วิดีโอ และข้อมูลประชาสัมพันธ์แบบโต้ตอบได้
๕. สามารถพาผู้ใช้งานไปยังจุดที่กำหนดได้
๖. สามารถตอบคำถามอัตโนมัติด้วยเสียงหรือข้อความได้
๗. รองรับ Wi-Fi /๔G/๕G สำหรับควบคุมและอัปเดตข้อมูล
๘. ดีไซน์เหมาะกับพื้นที่สาธารณะ สวยงาม ปลอดภัย เหมาะกับศูนย์บริการหรือสถานที่ราชการ
๙. วัสดุหุ่นยนต์ environmentally friendly ABS material







๑๐. สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว ๐-๑.๒ เมตรต่อวินาที
๑๑. มีความแม่นยำในการระบุตำแหน่ง  $\pm 50$  มิลลิเมตร
๑๒. แบตเตอรี่มีความจุ ไม่น้อยกว่า ๒๐ Ah
๑๓. สามารถทำงานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ ชั่วโมง
๑๔. ใช้ระบบนำทางด้วย Laser autonomous navigation
๑๕. ใช้ระบบควบคุมบน Android
๑๖. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานทักษะการควบคุมหุ่นยนต์บริการ ไม่น้อยกว่า ๑๘ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

**ชื่อรายการประกอบที่ ๖ ชุดบอร์ดสำหรับเรียนรู้ระบบ AI ตรวจจับและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเซนเซอร์แบบ  
อัจฉริยะ จำนวน ๓๐ ชุด**

**คุณลักษณะทางเทคนิค**

๑. มีหน่วยประมวลผล ไม่น้อยกว่า ๖ คอร์ NVIDIA Carmel ARM® v๘.๒ ๖๔ bit พร้อมหน่วยความจำ แคช L๒ ขนาดไม่น้อยกว่า ๖ MB
๒. หน่วยประมวลผลกราฟิก NVIDIA Volta™ พร้อมแกนประมวลผล ๓๘๔ CUDA® Cores และ ๔๘ Tensor Cores
๓. การประมวลผลเชิงลึก (Deep Learning Accelerator-DLA) จำนวน ๒ หน่วย NVIDIA Engines
๔. ตัวเร่งการประมวลผลภาพ (Vision Accelerator) แบบ ๗-way VLIW Vision Processor
๕. หน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB LPDDR๔
๖. หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) รองรับ microSD และสามารถเชื่อมต่อ SSD ๑๒๘ GB (M.๒ NVMe) ได้
๗. รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi /Bluetooth
๘. พอร์ตเชื่อมต่อ มีดังนี้
  - ๘.๑ พอร์ต USB ๓.๑ Gen ๒ Type-A จำนวน ๔ พอร์ต
  - ๘.๒ พอร์ต USB ๒.๐ Micro-B จำนวน ๑ พอร์ต
  - ๘.๓ พอร์ต HDMI/DisplayPort
  - ๘.๔ หัวต่อ ๔๐ พิน (๔๐-pin Header) : รองรับ GPIOs, I๒C, I๒S, SPI, UART
  - ๘.๕ ช่องต่อกล้อง MIPI-CSI จำนวน ๒ ช่อง
  - ๘.๖ ช่องต่อพัดลม (Fan Connector)
๙. มีเซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม มีรายละเอียดดังนี้
  - ๙.๑ มีแรงดันไฟฟ้าทำงาน (Operating Voltage) ไม่น้อยกว่า ๓.๓ ~ ๕ V Dc
  - ๙.๒ กระแสไฟฟ้าขณะทำงาน (Operating Current) ไม่น้อยกว่า ๕ mA (เมื่อเปิดโหมดวัด VOC กระแสจะเพิ่มเป็น ๒๕ mA)
  - ๙.๓ สัญญาณเอาต์พุต (Output Signal) I<sup>2</sup>C/SPI
  - ๙.๔ ช่วงการวัดอุณหภูมิ (Temperature Range) -๔๐ ~ +๘๕°C
  - ๙.๕ ความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิ (Temperature Accuracy)  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  (ที่ช่วง ๐~๖๕°C)
  - ๙.๖ ช่วงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity Range) ๐~๑๐๐% r.H.
  - ๙.๗ ความแม่นยำในการวัดความชื้น (Humidity Accuracy)  $\pm 3\%$  r.H. (ที่ช่วง ๒๐~๘๐% r.H., @๒๕°C)

๙.๘ ช่วงการวัดความดันบรรยากาศ (Pressure Range) ๓๐๐~๑๐๐๐ hPa

๙.๙ ความแม่นยำในการวัดความดัน (Pressure Accuracy)  $\pm 0.6$  hPa (ที่ช่วง ๓๐๐~๑,๑๐๐ hPa, @ ๐~๖๕°C)

๑๐. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานทักษะการควบคุมชุดบอร์ด สำหรับเรียนรู้ระบบ AI ตรวจจับและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเซนเซอร์แบบอัจฉริยะ ไม่น้อยกว่า ๓๐ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

### ชื่อรายการประกอบที่ ๗ โมดูลกล้องความละเอียดสูง จำนวน ๑๐ ชุด

#### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. รองรับการใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์ม Raspberry Pi และ NVIDIA Jetson
๒. มีขนาดพิกเซล (Pixel Size) ไม่น้อยกว่า ๑.๑๒ x ๑.๑๒ ไมโครเมตร
๓. มีขนาดพื้นที่รับภาพ (Active Array) ไม่น้อยกว่า ๓,๒๘๐ x ๒,๔๖๔ พิกเซล
๔. รองรับอินเทอร์เฟซแบบ MIPI CSI-๒ จำนวน ๒ Lane
๕. มีช่องสัญญาณภาพออกแบบ CSI-๒ จำนวน ๑ ช่อง และรองรับความเร็ว ๑.๐ Gbps/Lane
๖. รองรับรูปแบบข้อมูลภาพแบบ RAW๘ และ RAW๑๐
๗. รองรับอัตราเฟรมเมื่อใช้งานร่วมกับ NVIDIA Jetson ดังนี้

๗.๑ กรณี L๔T ๓๒.x

- ความละเอียด ๘MP ที่ ๑๐.๕ fps
- ๑,๙๒๐ x ๑,๐๘๐ ที่ ๑๕ fps
- ๑,๒๘๐ x ๗๒๐ ที่ ๓๐ fps

๗.๒ กรณี L๔T ๓๕.x

- ๓,๒๘๐ x ๒,๔๖๔ ที่ ๑๐.๕ fps
- ๓,๒๘๐ x ๑,๘๔๘ ที่ ๑๔ fps
- ๑,๙๒๐ x ๑,๐๘๐ ที่ ๑๕ fps
- ๑,๖๔๐ x ๑,๒๓๒ ที่ ๑๕ fps
- ๑,๒๘๐ x ๗๒๐ ที่ ๓๐ fps

๘. มีระบบกรองแสงอินฟราเรด (IR Cut Filter) และรองรับการถ่ายภาพในช่วงแสงที่มองเห็น (Visible Light)

### ชื่อรายการประกอบที่ ๘ ซอฟต์แวร์ระบบบริหารคลังสินค้า จำนวน ๒๔ ชุด

#### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. ระบบบริหารคลังสินค้า (Inventory Management System) ต้องเป็นระบบที่สามารถจัดการสินค้าเข้า-ออก ตรวจสอบสต็อก และติดตามสถานะสินค้าได้แบบเรียลไทม์ได้
๒. เชื่อมต่อกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ (Mobile Robot Integration) ระบบสามารถเชื่อมต่อและสั่งการหุ่นยนต์เคลื่อนที่ เช่น รับ-ส่งสินค้า หรือย้ายของภายในคลังผ่าน API หรือ MQTT
๓. มีระบบระบุสินค้าอัตโนมัติ (Barcode / QR Code) รองรับการอ่านบาร์โค้ดหรือ QR Code ผ่านกล้องมือถือ หรือสแกนเนอร์ เพื่อยืนยันข้อมูลสินค้าและตำแหน่งจัดเก็บ
๔. แสดงข้อมูลตำแหน่งสินค้า (Real-Time Location) สามารถแสดงตำแหน่งของสินค้าบนแผนที่คลัง หรือผังพื้นที่ที่หุ่นยนต์ใช้งาน เพื่อให้การจัดการง่ายและแม่นยำ

Signature lines for approval.

๕. มีระบบรับ-จ่ายสินค้าอัตโนมัติ (Automated Picking Delivery) หุ่นยนต์สามารถรับคำสั่งจาก Odoo เพื่อไปรับ-ส่งสินค้าในตำแหน่งที่กำหนดได้อัตโนมัติ
๖. มีแดชบอร์ดแสดงสถานะ (Dashboard & Monitoring) มีหน้าจอ Dashboard แสดงสถานะสินค้า ปริมาณคงเหลือ และสถานะของหุ่นยนต์แบบเรียลไทม์
๗. มีระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ (Alert & Notification) แจ้งเตือนเมื่อสินค้าคงเหลือต่ำกว่ากำหนดหรือ หุ่นยนต์ทำภารกิจสำเร็จ/ล้มเหลว ผ่านอีเมล LINE OA หรือระบบภายใน
๘. รองรับการทำงานผ่านมือถือและแท็บเล็ต (Mobile Access) ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบ Odoo Inventory ผ่านมือถือ แท็บเล็ต หรือเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์และตรวจสอบข้อมูล
๙. มีระบบความปลอดภัยและสิทธิ์ผู้ใช้งาน (User Access Control) มีการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง ข้อมูลแต่ละระดับ เช่น แอดมิน พนักงานคลัง หรือเจ้าหน้าที่เทคนิค เพื่อความปลอดภัยของข้อมูล
๑๐. บำรุงรักษาและบริการหลังการติดตั้ง (Maintenance & Support) การใช้งานบำรุงรักษาระบบ และรับประกันซอฟต์แวร์และการเชื่อมต่อไม่น้อยกว่า ๑ ปี
๑๑. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานซอฟต์แวร์ระบบบริหารคลังสินค้า ไม่น้อยกว่า ๑๒ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

#### ชื่อรายการประกอบที่ ๙ สนามประลองหุ่นยนต์ จำนวน ๑ ชุด

##### คุณลักษณะทั่วไป

สนามถูกออกแบบให้เป็น พื้นที่ฝึกจำลองคลังสินค้าอัจฉริยะ (Smart Warehouse Simulation Zone) สำหรับใช้สอนหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ (AMR) โดยเน้นการเรียนรู้ครบวงจร ตั้งแต่การรับสินค้า-จัดเก็บ-หยิบสินค้า-และส่งต่อยังพื้นที่อื่น ด้วยระบบที่จำลองสถานการณ์จริงในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์

##### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. มีขนาดพื้นที่ ไม่น้อยกว่า ๓ x ๕ เมตร
๒. มีรั้วล้อมรอบพื้นที่สนามอย่างชัดเจน โดยเป็นรั้วสนามปรับได้
๓. มีช่องทางเข้า - ออก ของพื้นที่สนาม ทั้ง ๔ ด้าน
๔. มีแผนผังสนามเรียบร้อย
๕. ภายในพื้นที่สนามแบ่งเป็นสถานี (Station) ทั้งหมด ๔ จุด ดังนี้
  - ๕.๑ สถานีที่ ๑ ชั้นวางสินค้าแบบ FIFO (First In – First Out) เป็นชั้นวางของ ๓ ชั้น
  - ๕.๒ สถานีที่ ๒ พื้นที่นำเข้าสินค้า (Inbound Zone)
  - ๕.๓ สถานีที่ ๓ ชั้นวางสินค้าทั่วไป (General Storage) เป็นชั้นวางของ ๔ ชั้น ขนาดไม่น้อยกว่า ๒x๒ เมตร
  - ๕.๔ สถานีที่ ๔ โต๊ะเตรียมอาหาร / โต๊ะแพ็กสินค้า (Packing or Delivery Zone) เป็นโต๊ะ ขนาดไม่เกิน ๑๑๐ x ๗๐ x ๗๕ เซนติเมตร

#### ชื่อรายการประกอบที่ ๑๐ จอแสดงภาพสำหรับห้องประลอง ขนาดไม่น้อยกว่า ๖๕ นิ้ว

##### คุณลักษณะทางเทคนิค

๑. มีความละเอียดภาพคมชัดระดับ ๔K (๓๘๔๐x๒๑๖๐) หรือดีกว่า
๒. มีรีโมทใช้งานได้เสมือนเมาส์ไร้สาย
๓. อัตราการรีเฟรชภาพ ๖๐ Hz







๔. จอแสดงภาพมีขนาดไม่น้อยกว่า ๖.๕ นิ้ว
๕. ระบบลำโพงแบบ ๒.๐ Channel หรือดีกว่า
๖. เอาต์พุตเสียงไม่น้อยกว่า ๑๐ วัตต์
๗. สามารถเชื่อมต่อ WIFI หรือ Bluetooth ได้
๘. มีขาตั้งแบบล้อเลื่อน จำนวน ๑ ชุด

**ชื่อรายการประกอบที่ ๑๑ จอระบบสัมผัสอัจฉริยะ ขนาดไม่น้อยกว่า ๘.๖ นิ้ว จำนวน ๑ ชุด**  
**คุณลักษณะทางเทคนิค**

๑. จอแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า ๘.๖ นิ้ว โดยจะต้องวัดแบบเส้นทแยงมุมภายในไม่รวมขอบจอ
๒. ต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่า UHD ๓,๘๔๐ x ๒,๑๖๐ พิกเซล และมีอัตราส่วนของจอภาพไม่น้อยกว่า ๑๖:๙ หรือดีกว่า
๓. จอภาพจะต้องรองรับการมองเห็นได้ไม่น้อยกว่า ๑๗๘ องศาทั้งแนวนอนและแนวตั้ง หรือดีกว่า โดยที่หน้าจอจะต้องจะมีการเคลือบกระจกจอด้วยกระบวนการ Etched-AG Technology เพื่อลดแสงสะท้อน (Non-Glare) และมีค่าความฟุ้งของแสง (Haze) ไม่เกิน ๒๕% เพื่อให้ยังคงความชัดเจนของภาพไว้ได้
๔. กระจกจอภาพจะต้องมีความหนา (Thickness) ไม่เกิน ๓ มิลลิเมตร โดยจะต้องเป็นกระจกนิรภัย (Tempered Glass) ที่มีความแข็งตามมาตรฐาน (Mohs Scale) ไม่น้อยกว่าระดับ ๙H หรือดีกว่า และจะต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนในการมองเห็นจากมุมต่างๆ (Zero Parallax)
๕. จอภาพจะต้องมีความสว่างไม่น้อยกว่า ๔๕๐ nits (cd/m<sup>2</sup>) โดยจะต้องมีเซ็นเซอร์วัดแสงโดยรอบ (Ambient Light Sensor) และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิสีโดยรอบ (Ambient Color Temperature Sensor) เป็นอย่างน้อย
๖. จอภาพต้องมีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า ๕,๕๐๐:๑ และสามารถแสดงสีได้ไม่น้อยกว่า ๑.๐๗ พันล้านสี (๑๐ Bits) โดยมีขอบเขตของสี (Color Gamut) ครอบคลุมตามมาตรฐาน sRGB ไม่ต่ำกว่า ๙๘% และต้องมีความแม่นยำของสี (Color Accuracy) ตามมาตรฐาน Delta E ( $\Delta E$ )  $\leq 1$  หรือดีกว่า เพื่อให้การแสดงผลได้ตรงตามมาตรฐานได้ดีที่สุด
๗. หน้าจอจะต้องมีการตอบสนองภาพ (Response Time) ได้ไม่น้อยกว่า ๖ มิลลิวินาที และมีอัตราการรีเฟรชภาพ (Refresh Rate) ไม่น้อยกว่า ๖๐ เฮิรตซ์
๘. จอแสดงภาพต้องผ่านมาตรฐาน TUV Flicker Free และ TUV Low Blue Light เพื่อการถนอมสายตาผู้ใช้งานเป็นอย่างน้อย
๙. จอแสดงผลต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๖๐,๐๐๐ ชั่วโมงหรือดีกว่า
๑๐. จอระบบสัมผัสอัจฉริยะใช้เทคโนโลยีสัมผัสแบบ Infrared Recognition รองรับการสัมผัสพร้อมกันได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ จุด มาพร้อมระบบ Palm Rejection เพื่อป้องกันมือสัมผัสแล้วเกิดการเขียนแบบทับซ้อน
๑๑. ระบบสัมผัสจะต้องมีการตอบสนองต่อการสัมผัส (Response Time) น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๕ มิลลิวินาที โดยมีความคลาดเคลื่อน (Accuracy) ไม่เกินกว่า  $\pm 1.5$  มิลลิเมตร
๑๒. จอระบบสัมผัสอัจฉริยะจะต้องมาพร้อมระบบปฏิบัติการอยู่ภายใน โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
  - ๑๒.๑. ระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชันไม่น้อยกว่า ๑๖ หรือดีกว่า
  - ๑๒.๒. ต้องมีหน่วยประมวลผล (CPU) ไม่น้อยกว่า ๘ แกน (Octa-Core) และมีชิปเซ็ตเป็น A๗๖x๔ + A๕๓x๔ ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๒.๒GHz
  - ๑๒.๓. ต้องมีหน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) Mali-G๕๒ รุ่นไม่น้อยกว่า MC๓







- ๑๒.๔. ต้องมีหน่วยประมวลผลพิเศษสำหรับงานด้านปัญญาประดิษฐ์ (NPU) ไม่น้อยกว่า ๖ TOPS
- ๑๒.๕. มีหน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ไม่น้อยกว่า ๘ GB
- ๑๒.๖. มีพื้นที่เก็บข้อมูลหรือหน่วยความจำถาวร (ROM) ไม่น้อยกว่า ๑๒๘ GB
๑๓. ระบบปฏิบัติการ Android จะต้องมาพร้อมกับ Google EDLA Certification โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
- ๑๓.๑. ต้องมีฟังก์ชันการใช้งานได้เปรียบเสมือนแท็บเล็ตในปัจจุบัน โดยรองรับการใช้งาน Google Mobile Services หรือ Google Play Store เป็นอย่างน้อย
- ๑๓.๒. รองรับการใช้งานบริการหลักของ Google เช่น Google Search, Google Drive, Google Chrome และ YouTube ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑๓.๓. รองรับการใช้งาน Google Editor เพื่อแก้ไขเอกสาร เช่น Word, Excel ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑๓.๔. ต้องมีฟังก์ชัน AI ภายใต้แบรนด์ของจอร์บบัสมัศจรรย์จะเป็นไอคอนแบบลอย เพื่อให้สะดวกกับการใช้งานและสามารถเลือกใช้ AI Circle & Go, AI Painter, AI Video Pilot, AI Live Subtitle และ Ask AI ได้เป็นอย่างน้อย
๑๔. ต้องสามารถบันทึกการใช้งานหน้าจอแบบวิดีโอ จากแอปพลิเคชันที่ถูกติดตั้งมาจากระบบได้
๑๕. ต้องมีลำโพงติดตั้งอยู่ขอบจอด้านบนตัวเครื่องเพื่อให้เสียงกระจายได้ไกลและทั่วถึงทั้งห้องอย่างน้อย ๒ ตัว พร้อมซับวูฟเฟอร์ ๒ ตัว และมีช่องสัญญาณเสียง (Sound Channel) เท่ากับ ๒.๒ แชนแนล โดยมี กำลังขับสูงสุด ๑๒ วัตต์ทั้ง ๒ ตัวสำหรับลำโพง และ ๒๕ วัตต์ทั้ง ๒ ตัวสำหรับซับวูฟเฟอร์เป็นอย่างน้อย
๑๖. จอร์บบัสมัศจรรย์จะต้องมีช่องเชื่อมต่ออย่างน้อยดังนี้
- ๑๖.๑. ช่อง HDMI Input อย่างน้อย ๓ ช่อง โดยจะต้องรองรับ Up to ๔K@๖๐Hz, HDCP ๑,๔&๒.๒&๒.๓, CEC เป็นอย่างน้อย
- ๑๖.๒. ช่อง USB ๒.๐ อย่างน้อย ๑ ช่อง และ USB ๓.๐ อย่างน้อย ๓ ช่อง
- ๑๖.๓. ช่อง USB Type B ๓.๐ (Touch) อย่างน้อย ๒ ช่อง
- ๑๖.๔. ช่อง USB Type C อย่างน้อย ๑ ช่อง
- ๑๖.๕. ช่อง Audio Input ๓.๕mm อย่างน้อย ๑ ช่อง
- ๑๖.๖. ช่อง RS๒๓๒ อย่างน้อย ๑ ช่อง
- ๑๖.๗. ช่อง RJ๔๕ Input อย่างน้อย ๑ ช่อง
- ๑๖.๘. ช่อง HDMI Output อย่างน้อย ๑ ช่อง โดยต้องรองรับ Up to ๔K@๖๐Hz เป็นอย่างน้อย
- ๑๖.๙. ช่อง Audio Output ๓.๕mm อย่างน้อย ๑ ช่อง
- ๑๖.๑๐. ช่อง SPDIF อย่างน้อย ๑ ช่อง
๑๗. ต้องรองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi ๖ (๘๐๒.๑๑ax) และมาตรฐาน Wi-Fi ๘๐๒.๑๑ac/b/g/n/a โดยสามารถทำงานได้ทั้งย่านความถี่ ๒.๔GHz และ ๕GHz อีกทั้งจอร์บบัสมัศจรรย์จะต้องมี Bluetooth เวอร์ชัน ๕.๒ เป็นอย่างน้อย
๑๘. จอร์บบัสมัศจรรย์จะต้องรองรับการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยไม่เกิน ๑๙๐ วัตต์ และมีใบรับรอง Energy Star
๑๙. จอร์บบัสมัศจรรย์จะต้องมีโปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดติดตั้งมากับตัวเครื่อง โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
- ๑๙.๑. เป็นกระดานไวท์บอร์ด ที่มีเครื่องมือสำหรับการเขียน รองรับการวาดเขียนและลบได้







- ๑๙.๒. สามารถแชร์และส่งออกข้อมูลและเนื้อหาของกระดานไวท์บอร์ดด้วย QR Code, E-Mail ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑๙.๓. สามารถบันทึกเนื้อหาของกระดานไวท์บอร์ดเป็นไฟล์นามสกุล MHB, PDF, PNG ได้เป็นอย่างน้อย
- ๑๙.๔. มีฟังก์ชันที่สามารถแบ่งหน้าจอสำหรับเขียนได้สูงสุด ๔ ส่วนเพื่อรองรับการเขียนพร้อมกันได้
- ๑๙.๕. สามารถค้นหารูปภาพและวิดีโอโดยไม่ต้องเปิดโปรแกรมอื่นในการใช้งานและสามารถเพิ่มรูปเข้าไปในหน้ากระดานไวท์บอร์ดได้เป็นอย่างน้อย
- ๑๙.๖. มีฟังก์ชันช่วยสอนที่สามารถสาธิตในชั้นเรียนได้มากกว่า ๑๐๐ แบบ โดยมีแบบสาธิตสำหรับหมวด ฟิสิกส์, เคมี, ชีววิทยา, คณิตศาสตร์ และธรณีวิทยา เป็นอย่างน้อย
๒๐. จอระบบสัมผัสอัจฉริยะจะต้องมีโปรแกรมไวท์บอร์ดที่รองรับการเรียนการสอนแบบไฮบริด (Hybrid Classroom) โดยมีคุณสมบัติและฟังก์ชันอย่างน้อยดังนี้
- ๒๐.๑. เป็นกระดานไวท์บอร์ด ที่มีเครื่องมือสำหรับการเขียน รองรับการวาดเขียนและลบได้ โดยสามารถสอนได้ทั้งแบบภายในห้องเรียนผ่านจอระบบสัมผัสอัจฉริยะ และผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์เป็นอย่างน้อย
- ๒๐.๒. รองรับการใช้งานคู่กับบัญชีสำหรับครูผู้สอนที่สามารถสมัครและใช้งานได้ผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์สำหรับการเตรียมการสอนหรือเตรียมหลักสูตรได้ โดยบัญชีของครูผู้สอนต้องมีรองรับการทำงานได้อย่างน้อยดังนี้
- ๒๐.๒.๑. รองรับการจัดทำหรือสร้างสไลด์ได้จากครูผู้สอนหรือด้วยระบบ AI โดยระบบ AI ต้องสามารถสร้างหลักสูตรเป็นสไลด์ไม่น้อยกว่า ๙ ภาษา ดังนี้ อังกฤษ, อาหรับ, อินโดนีเซีย, มลายู, จีนตัวย่อ, จีนดั้งเดิม, ไทย และสเปน
- ๒๐.๒.๒. รองรับการสร้างเกมหรือกิจกรรมไว้ล่วงหน้าได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ แบบ ดังนี้
- ๒๐.๒.๒.๑. แบบคลาสสิก (Classification)
- ๒๐.๒.๒.๒. แบบซูเปอร์คลาสสิก (Super Classification)
- ๒๐.๒.๒.๓. แบบเติมคำ (Word Filling)
- ๒๐.๒.๒.๔. แบบจับคู่ (Matching)
- ๒๐.๒.๒.๕. แบบการแข่งขันแบบกลุ่ม (Group Competition)
- ๒๐.๒.๒.๖. แบบถูกผิด (True or False)
- ๒๐.๒.๒.๗. แบบตัวเลือก (Fun Choice)
- ๒๐.๒.๒.๘. แบบการ์ดความจำ (Memory Card)
- ๒๐.๒.๒.๙. แบบสะกดคำ (Spelling)
- ๒๐.๒.๒.๑๐. แบบเรียงลำดับ (Sorting)
- ๒๐.๒.๓. รองรับการสร้างคำถามล่วงหน้าจากครูผู้สอนหรือด้วยระบบ AI โดยสามารถตั้งโจทย์และคำตอบแบบตัวเลือกได้
- ๒๐.๒.๔. รองรับการสร้างชั้นเรียน หรือนำเข้าชั้นเรียนจาก Google Classroom, Teams และ Canvas ได้เป็นอย่างน้อย
- ๒๐.๓. รองรับการลือคอินเข้าบนจอระบบสัมผัสอัจฉริยะผ่าน QR Code บนจอ, NFC Card และรหัสจากหน้าจอระบบสัมผัสอัจฉริยะได้เป็นอย่างน้อย
- ๒๐.๔. นักเรียนสามารถลือคอินบัญชีของตนเองเข้าผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์บนอุปกรณ์ของตนเองได้ โดยต้องรองรับการทำงานได้อย่างน้อยดังนี้







๒๐.๔.๑. เข้าเพื่อดูการสอนสดแบบออนไลน์และมีส่วนร่วมกับกิจกรรมต่างๆในห้องเรียน

๒๐.๔.๒. สามารถเข้าไปดูสไลด์และการกิจกรรมย้อนหลังในแต่ละห้องเรียนที่เคยเรียนได้อย่างน้อยดังนี้

๒๐.๔.๒.๑. คะแนนเรียนที่ได้ในห้องเรียน

๒๐.๔.๒.๒. คำถามคำตอบที่ครูผู้สอนเคยให้ตอบ

๒๐.๔.๒.๓. ทดลองและเล่นแบบจำลอง (Simulation) ที่ครูผู้สอนเคยให้ลองขณะเรียนย้อนหลังได้

๒๑. จอระบบสัมผัสอัจฉริยะจะต้องมีโปรแกรมบริหารจัดการอุปกรณ์ (Device Management Software) ที่มีชื่อยี่ห้อหรือแบรนด์เดียวกันตัวเครื่องเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

๒๑.๑. โปรแกรมบริหารจัดการอุปกรณ์จะต้องทำงานผ่านระบบ Cloud System โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้ผ่านหน้า Web Browser เป็นอย่างน้อย แบบไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

๒๑.๒. โปรแกรมบริหารจัดการอุปกรณ์จะต้องมีพื้นที่เก็บข้อมูลบน Cloud อย่างน้อย ๒๐ GB หรือดีกว่า

๒๑.๓. โปรแกรมจะต้องสามารถเปลี่ยนภาษาเมนูได้ไม่น้อยกว่า ๑๔ ภาษา ดังนี้ อังกฤษ, ญี่ปุ่น, ดอยท์ซ์ (เยอรมัน), ดัตช์ (เนเธอร์แลนด์), สเปน, อิตาลี, เกาหลี, จีนตัวเต็ม (จีนดั้งเดิม), รัสเซีย, กรีก, ฝรั่งเศส, เวียดนาม, อาหรับ และไทย

๒๑.๔. ตัวโปรแกรมจะต้องมีหน้าแดชบอร์ด เพื่อแสดงผลภาพรวมของการทำงานของอุปกรณ์ โดยจะต้องแสดงผลหรือบอกรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

๒๑.๔.๑. จำนวนเครื่องหรืออุปกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ในระบบ

๒๑.๔.๒. จำนวนเครื่องหรืออุปกรณ์ที่เปิดใช้งานและมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

๒๑.๔.๓. สถิติการออนไลน์ที่ผ่านมาของเครื่องหรืออุปกรณ์ โดยสามารถบอกได้ว่ามีออนไลน์กี่เครื่องจากเครื่องทั้งหมด, บอกถึงเปอร์เซ็นต์เครื่องที่ถูกเปิดใช้งานจากเครื่องหรืออุปกรณ์ทั้งหมดที่มีในระบบ, สามารถเลือกวันที่ย้อนหลังดูได้ในระยะเวลา ๓๐ วันย้อนหลัง และสามารถบันทึกออกมาเป็นไฟล์ Excel ได้เป็นอย่างน้อย

๒๑.๔.๔. มีสถิติการใช้งานแอปพลิเคชันทั้งแบบจำนวนครั้งที่ใช้งาน และระยะเวลาที่ใช้งานรวมของเครื่องหรืออุปกรณ์ทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ โดยสามารถเลือกวันที่ย้อนหลังดูได้ในระยะเวลา ๓๐ วันย้อนหลัง และสามารถบันทึกออกมาเป็นไฟล์ Excel ได้เป็นอย่างน้อย

๒๑.๔.๕. แสดงเครื่องหรืออุปกรณ์ในระบบที่ไม่ได้ออนไลน์มากกว่า ๗ วัน, เวลาที่ออนไลน์ล่าสุด และสามารถบันทึกออกมาเป็นไฟล์ Excel ได้เป็นอย่างน้อย

๒๑.๕. รองรับการอัปเดตเฟิร์มแวร์และการตั้งค่าได้ผ่านโปรแกรมแบบออนไลน์

๒๑.๖. รองรับการผูกบัญชีกับการ์ด NFC สำหรับสื่อคอนบนจอร์บบสัมผัสอัจฉริยะบนระบบ Android

๒๑.๗. สามารถตั้งค่าให้แจ้งเตือนเหตุการณ์ด้วยการส่งเข้าอีเมลได้อย่างน้อยดังนี้

๒๑.๗.๑. เครื่องหรืออุปกรณ์ถูกยกเลิกการลงทะเบียนกับโปรแกรมบริหารจัดการ

๒๑.๗.๒. เครื่องหรืออุปกรณ์ออฟไลน์

๒๑.๗.๓. ซีพียู (CPU) มีอุณหภูมิสูงกว่า ๘๐ องศาเซลเซียสเกิน ๕ นาที

๒๑.๗.๔. พื้นที่เก็บข้อมูลถูกใช้งานไปเกินกว่า ๘๐%

๒๑.๗.๕. การอัปเดตเฟิร์มแวร์ล้มเหลว

๒๑.๗.๖. อุปกรณ์ต่อพ่วงถูกตัดการเชื่อมต่อ

๒๒. จอระบบสัมผัสอัจฉริยะต้องมีแอปพลิเคชันที่เป็นแบรนด์เดียวกันกับตัวเครื่องสำหรับรองรับพีเจอาร์และฟังก์ชันต่างๆ โดยต้องมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

- ๒๒.๑. ต้องรองรับการแชร์หน้าจอจากอุปกรณ์ภายนอกอย่าง เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก, โทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์แท็บเล็ต ทั้งจากระบบ Windows, MacOS, iOS, Android, Chrome OS แบบไร้สาย ผ่านแอปพลิเคชัน, Airplay และอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพและเสียงแบบไร้สาย (Wireless Dongle) ที่เป็นภายใต้เดียวกันกับแบรนด์ของจอระบบสัมผัสอัจฉริยะ ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า ๙ อุปกรณ์พร้อมกัน
- ๒๒.๒. สามารถย่อหน้าจอที่ถูกแชร์จากอุปกรณ์ภายนอกมายังจอระบบสัมผัสอัจฉริยะเป็นแบบหน้าต่างลอยได้
- ๒๒.๓. ต้องมีฟังก์ชันสำหรับการอนุญาตให้อุปกรณ์ภายนอกควบคุมจอระบบสัมผัสอัจฉริยะผ่านระบบไร้สายด้วยโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันภายใต้แบรนด์เดียวกันกับจอระบบสัมผัสอัจฉริยะ
- ๒๒.๔. ต้องมีสามารถตั้งค่าสิทธิในการยอมรับหรือปฏิเสธการแชร์ภาพหรือสะท้อนหน้าจอจากอุปกรณ์ภายนอกมายังจอระบบสัมผัสอัจฉริยะได้
- ๒๒.๕. ต้องสามารถส่งไฟล์หรือรับไฟล์ระหว่างจอระบบสัมผัสอัจฉริยะและอุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่ออย่าง เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก, โทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์แท็บเล็ต ได้
- ๒๒.๖. มีฟังก์ชันควบคุมหน้าจอ iPad ผ่านหน้าจอระบบสัมผัสอัจฉริยะโดยใช้ร่วมกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพและเสียงแบบไร้สาย (Wireless Dongle) ขณะแชร์หน้าจอจาก iPad ไปยังจอระบบสัมผัสอัจฉริยะ
- ๒๒.๗. ต้องรองรับการบริหารหน้าจอระบบสัมผัสอัจฉริยะอื่นที่อยู่ภายใต้แบรนด์เดียวกันได้ โดยสามารถตั้งเป็นจอหลักและสร้างกลุ่มเพื่อเพิ่มจอระบบสัมผัสอัจฉริยะอื่นที่เป็นแบรนด์เดียวกันกับจอหลัก และอยู่ภายใต้ระบบเครือข่ายเดียวกันลงในกลุ่มได้ โดยจะต้องทำงานได้อย่างน้อยดังนี้
  - ๒๒.๗.๑. สามารถแชร์หน้าจอ (Broadcast) จากจอระบบสัมผัสอัจฉริยะที่เป็นผู้สร้างกลุ่มออกหรือจอหลักไปยังจอย่อยภายในกลุ่มได้
  - ๒๒.๗.๒. สามารถเลือกจากจอหลักเพื่อแชร์หน้าจอจากจอย่อยไปยังจอหลักพร้อมกับจอย่อยอื่นๆในกลุ่มได้
  - ๒๒.๗.๓. สามารถเลือกดึงหน้าจอจอย่อยภายในกลุ่มมาขึ้นจอหลักและควบคุมจอย่อยจากจอหลักได้
๒๓. จอระบบสัมผัสอัจฉริยะต้องรองรับการติดตั้งอุปกรณ์เสริม อย่างเครื่องอ่านบัตร NFC เป็นอย่างน้อยสำหรับการถือคิอการใช้งานเครื่องผ่าน NFC Card
๒๔. บริษัทผู้ชนะการเสนอราคาต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมการใช้งานจอระบบสัมผัสอัจฉริยะไม่น้อยกว่า ๖ ชั่วโมง ก่อนครบสัญญาให้กับบุคลากร อาจารย์ผู้รับผิดชอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย

## ๑๒. คุณสมบัติอื่นๆ

๑. สินค้าทุกรายการต้องรับประกันการใช้งานอย่างน้อย ๑ ปี
๒. สินค้าต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
๓. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษอย่างน้อย ๑ ชุด

๕. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๑๒๐ วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

๖. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาแบ่งเป็น ๒ ขั้นตอน ดังนี้

๖.๑ ขั้นตอนที่ ๑ คณะกรรมการฯ จะพิจารณาเอกสารที่ยื่นข้อเสนอได้เสนอมา โดยพิจารณาคุณสมบัติ ความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไข

๖.๒ ขั้นตอนที่ ๒ คณะกรรมการฯ จะพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ราคา พิจารณาจากราคารวม

๗. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงิน ๑๘,๘๕๐,๐๐๐ บาท (สิบแปดล้านแปดแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

๘. งวดงานและการจ่ายเงิน

๑ งวด ๑ ครั้ง ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์

๙. อัตราค่าปรับ

อัตราร้อยละ ๐.๒๐ ต่อวันของราคาของที่ยังไม่ได้รับมอบ

๑๐. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

รับประกันการใช้งานอย่างน้อย ๑ ปี

หมายเหตุ ประชาชนผู้สนใจสามารถวิจารณ์เสนอข้อคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ (TERMS OF REFERENCE : TOR) เป็นลายลักษณ์อักษรที่ระบุชื่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ ดังนี้

๑. ทางไปรษณีย์

ส่งถึง ผู้อำนวยการกองคลัง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เลขที่ ๓๔๙ หมู่ ๓ ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล

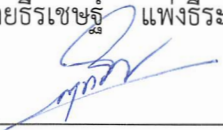
เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๒. โทรศัพท์ ๐-๒๒๘๒-๙๐๐๙-๑๕

๓. โทรสาร ๐-๒๒๘๑-๐๐๗๕

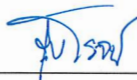
๔. ทางเว็บไซต์ [www.rmutp.ac.th](http://www.rmutp.ac.th)

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ  
(นายธีระเชษฐ์ แพ่งธีระสุขมัย)

ลงชื่อ  กรรมการ  
(ดร.พุทธิพงศ์ เลอะชัยวรกุล)

ลงชื่อ  กรรมการ  
(นายปฐมพงษ์ จำนงค์พันธ์)

ลงชื่อ  กรรมการ  
(นายจิระเดช สายสุโชค)

ลงชื่อ  กรรมการและเลขานุการ  
(นายรุ่งโรจน์ แส่นคำราง)