

ขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR)

งานจัดซื้อครุภัณฑ์โครงการ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์
จำนวน 7 รายการ

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

1. ความเป็นมา

ด้วยสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ได้เปิดรับนักศึกษา ประจำปีการศึกษา 2565 เป็นปีแรก ตามนโยบาย 5 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-curve) ของประเทศไทย อีกทั้งทาง คณะและมหาวิทยาลัยได้เล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาบัณฑิตด้านวิศวกรรม เพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานในประเทศไทย สาขาวิชา มีวัตถุประสงค์ ได้แก่ เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีองค์ความรู้ทางวิศวกรรมหุ่นยนต์ โดยเน้นให้บัณฑิตสามารถ ออกแบบ พัฒนา และสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ และมีทักษะในการประกอบอาชีพด้านวิศวกรรมหุ่นยนต์ เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การสื่อสาร ความร่วมมือ คิดอย่าง มีวิจารณญาณ และมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้บัณฑิตเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม มีความรู้ มีทักษะทางปัญญา มีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และมีทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี

ดังนั้นสาขาวิชา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมี ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมด้วย เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการออกแบบ การสร้าง และการพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่ขนาดเล็ก ในการเรียนการสอน และใช้เป็นศูนย์กลางในการสนับสนุนสาขาวิชาต่าง ๆ ภายในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ส่งผล ต่อคุณภาพของนักศึกษาที่จะต้องเป็นบัณฑิตที่มีคุณภาพ รวมถึงบุคคลภายนอกที่สนใจเข้าร่วมอบรมทักษะด้านหุ่นยนต์ และพัฒนาประเทศชาติต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเป็นชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับเสริมสร้าง ทักษะ ด้านการเขียนโปรแกรม ทางด้านการออกแบบกราฟิก องค์กรประกอบ ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ การจำลอง การทำงานของหุ่นยนต์ ตลอดจนเป็นการฝึกทักษะและประสบการณ์จากการควบคุมหุ่นยนต์

2.2 เพื่อให้สอดคล้องต่อหลักสูตรและสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ นโยบายของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และภารกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา และเป็นไปตามนโยบาย 5 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-curve) ของ ประเทศไทย

2.3 เพื่อเป็นศูนย์กลางในการสนับสนุนสาขาวิชาต่าง ๆ ภายในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ส่งผลต่อคุณภาพ ของนักศึกษาที่จะต้องเป็นบัณฑิตที่มีคุณภาพ รวมถึงบุคคลภายนอกที่สนใจเข้าร่วมอบรมทักษะด้านหุ่นยนต์ และพัฒนา ประเทศชาติต่อไป

SA 9u.

1/20

อ.วิภากร อธิษฐาน

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

3.1 เป็นนิติบุคคล/บุคคล ผู้ประสงค์เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพรับจำหน่าย

3.2 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.3 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.4 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

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

3.6 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.7 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.8 ใช้รายละเอียดขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR) ประกอบการพิจารณาผลการเสนอราคา

3.9 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารยืนยันเรื่องศูนย์บริการหลังการขายของรูปแบบและรายการครุภัณฑ์ประกอบจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต พร้อมทั้งระบุการรับประกันอย่างน้อย 2 ปี พร้อมทั้งระบุให้การสนับสนุนด้านเทคนิคกับทางมหาวิทยาลัยฯ เพื่อความสะดวกในการบริการหลังการขายทางมหาวิทยาลัยฯ กรณีไม่สามารถติดต่อผู้รับจำหน่ายได้หรือผู้รับจำหน่ายยกเลิกกิจการหรือสิ้นสุดการค้าประกันสินค้ากับทางมหาวิทยาลัยฯ

3.10 ผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารแคตตาล็อกหรือคุณสมบัติทางเทคนิคของวัสดุอุปกรณ์หลักที่นำเสนอตามที่กำหนดในเอกสารแบบรูปและรายการที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

3.11 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

4. เอกสารประกอบที่ต้องยื่นข้อเสนอประกอบการพิจารณา

ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเสนอเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ - อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้งกับคุณสมบัติของวัสดุ - อุปกรณ์ตามข้อกำหนด โดยให้ระบุเอกสารอ้างอิงและทำเครื่องหมายขีดเส้นใต้หรือไฮไลท์หรือใส่หมายเลขกำกับในเอกสารแคตตาล็อกในส่วนของรายการครุภัณฑ์ประกอบให้ชัดเจนเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบ โดยให้แนบมาพร้อมกับเอกสารยื่นข้อเสนอเพื่อประกอบการพิจารณา หลักฐานดังกล่าวนี้มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

หากจะยึดไว้เป็นเอกสารของทางราชการ สำหรับเอกสารที่แนบให้พิจารณาหากเป็นสำเนารูปถ่ายจะต้องรับรองสำเนาถูกต้องโดยมีผู้มีอำนาจทำนิติกรรมแทนนิติบุคคล จะไม่รับพิจารณาผู้เสนอที่ยื่นรายการประกอบไม่ครบดังกล่าว

5. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ครุภัณฑ์โครงการ.ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 7 รายการ มีรายละเอียด ดังนี้

5.1 รายละเอียดทั่วไป

5.1.1 รายการที่ 1 ชุดฝึกเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์ด้านหุ่นยนต์ให้บริการเคลื่อนที่ จำนวน 2 ชุด

เป็นชุดการเรียนรู้พัฒนาปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งด้านหุ่นยนต์ ให้บริการ ในการเขียนโปรแกรมออกแบบสั่งงาน โดยในชุดฝึกหุ่นยนต์ให้บริการมีชุดไมโครโฟนและลำโพงสำหรับรองรับ การเรียนรู้จดจำเสียงพูดบนพื้นฐานคลาวด์และการเล่นไฟล์เสียง มีชุดโมดูลเซ็นเซอร์ IoT รวมถึงส่วนขับเคลื่อนแบบล้อ Omni 3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์และลดการหมุนรัศมี

5.1.2 รายการที่ 2 ชุดเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์หุ่นยนต์อัจฉริยะคล้ายมนุษย์ จำนวน 5 ชุด

5.1.2.1 เป็นชุดทดลองหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้แบบมนุษย์ (Humanoid Robot)

5.1.2.2 ชุดทดลองถูกออกแบบมาสำหรับเรียนรู้การประยุกต์ด้านการประมวลผลด้านภาพ (Image Processing) ได้

5.1.2.3 สามารถเรียนรู้การเขียนโปรแกรมขั้นสูงโดยใช้ OpenCV และประยุกต์การเขียน โปรแกรมด้านการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ได้

5.1.2.4 มีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้

5.1.2.4.1 Introduction to Robot

5.1.2.4.2 Structure of Intelligent Biped Robot

5.1.2.4.3 Development Environment of Intelligent Robot

5.1.2.4.4 Brain of Intelligent Robot

5.1.2.4.5 Controlling Operation of Intelligent Robot

5.1.2.4.6 Vision of Intelligent Robot

5.1.2.4.7 Image Processing for Intelligent Robot

5.1.2.4.8 Robot Control by Brightness

5.1.2.4.9 Color Recognition Robot

5.1.2.4.10 Moving Object Tracking Robot

5.1.2.4.11 Shape Recognition Robot Using Circularity

5.1.2.4.12 Position Finding Robot

5.1.3 รายการที่ 3 ชุดจำลองการผลิตในอุตสาหกรรมและจัดเก็บคลังสินค้าแบบอัตโนมัติ

จำนวน 1 ชุด

5.1.4 รายการที่ 4 ชุดเรียนรู้พื้นฐานและระบบควบคุมระยะไกลเทคโนโลยี จำนวน 2 ชุด

5.1.4.1 เป็นชุดที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมและประยุกต์การใช้งาน เซนเซอร์แบบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับทางด้านอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง สามารถใช้เรียนรู้พื้นฐานของ IoT และใช้เรียนรู้ระบบควบคุมระยะไกล IoT ในรูปแบบต่างๆ โดยชุดทดลองบรรจุมาเป็นแบบชุดกระเป๋าออลูมิเนียม

5.1.4.2 สามารถใช้เรียนรู้ควบคุมเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆได้ไม่น้อยกว่า 30 ชนิด

5.1.4.3 สามารถเรียนรู้การสร้างเซิร์ฟเวอร์ IoT ได้

5.1.4.4 สามารถเรียนรู้ Raspberry Pi หรือ Linux ได้

5.1.4.5 สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารด้วยบลูทูธได้

5.1.4.6 สามารถเรียนรู้โปรโตคอล HTTP และการสื่อสารเซิร์ฟเวอร์/ไคลเอ็นต์ ได้

5.1.4.7 สามารถเรียนรู้อินเทอร์เน็ตเฟิร์มแวร์ผ่านโปรแกรมผ่าน CGI หรือดีกว่า

5.1.4.8 รองรับภาษาการเขียนโปรแกรมที่หลากหลาย เช่น C, HTML, PHP และ JavaScript หรือดีกว่า

5.1.5 รายการที่ 5 ชุดเครื่องพิมพ์ 3D สำหรับงานออกแบบขั้นสูง จำนวน 2 ชุด

5.1.6 รายการที่ 6 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้สำหรับงานหุ่นยนต์ จำนวน 1 ชุด

5.1.7 รายการที่ 7 ชุดฝึกการเรียนรู้แบบ Deep Learning หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ จำนวน 5

ชุด

5.1.7.1 เป็นชุดการเรียนรู้พัฒนาปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งด้าน หุ่นยนต์ให้บริการ ในการเขียนโปรแกรมออกแบบสิ่งงาน สามารถประกอบได้และ ประกอบด้วยโมดูลสมองและโมดูลการขับเคลื่อน

5.1.7.2 ชุดขับเคลื่อนใช้ล้อ Omni ไม่น้อยกว่า 3 แกน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ ของหุ่นยนต์สูงสุดและลดรัศมีการเลี้ยว

5.1.7.3 มี Gigabit Ethernet, Wi-Fi และ Bluetooth สำหรับการเชื่อมต่อ IoT หรือดีกว่า

5.1.7.4 มีอัลกอริธึมการขับเคลื่อนด้วยตนเองแบบใช้กล้องวิชันซิสเต็มนำมาใช้สำหรับการรู้จำ แบบ AI หรือดีกว่า

5.1.7.5 รองรับระบบปฏิบัติการ Soda OS และ Pop library หรือดีกว่า

5.1.7.6 รองรับการพัฒนา C/C++ สำหรับการเขียนโปรแกรม IoT รวมถึง Python 3 หรือ ดีกว่า

5.1.7.7 รองรับการเรียนรู้บนเว็บเบราว์เซอร์ที่สามารถเรียนรู้ Python 3 และ C/C++ บน พีซีและแท็บเล็ต หรือดีกว่า

5.1.7.8 การพัฒนาแบบบูรณาการสำหรับการใช้งานสาธารณะ บน Visual Studio Code
สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน ตั้งโปรแกรม หรือดีกว่า

5.1.7.9 มีเนื้อหาการเรียนรู้ IoT และโมเดลการเรียนรู้หุ่นยนต์บริการแบบ Deep Learning
ไม่น้อยกว่าดังนี้

5.1.7.9.1. Introduction

- Configuration
- Assembly
- Practice

5.1.7.9.2. IoT Sensor and Actuator Control Technology

- Sensor Control and Usage
- Control and Usage of Actuator
- MQTT Base of Communication Application

5.1.7.9.3. Artificial Intelligence Technology

- Data Processing Technology
- Linear Logistic Regression and Data Prediction
- Perceptron and Logical Operation

5.1.7.9.4. Service Robot Application Technology

- Remote Control
- Deep Learning – Base Driving Practice

5.1.7.9.5. Intelligent Service Robot Project

- Sensor and Driving Algorithm
- Localization and point to point movement

5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

5.2.1. รายการที่ 1 ชุดฝึกเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์ด้านหุ่นยนต์ให้บริการเคลื่อนที่ จำนวน 2 ชุด
มีรายละเอียดดังนี้

5.2.1.1 บอร์ดควบคุมมอเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

5.2.1.1.1 มีแบตเตอรี่แรงดันไม่น้อยกว่า 11.1V จ่ายกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1,400mA

5.2.1.1.2 ล้อขับเคลื่อน แบบ Omni ไม่น้อยกว่า 3 ล้อ

5.2.1.1.3 ดิซีมอเตอร์แรงดันไฟ 12V ไม่น้อยกว่า 3 ตัว, อัตราส่วน Gear 1:50

ความเร็วรอบ 6000 RPM หรือดีกว่า

Handwritten signatures and stamps in blue ink, including a signature, the letters 'MPT', and a circular stamp with Thai text.

5.2.1.2 ชุดโมดูลหลัก มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.1.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 4 แกนหลัก (4 core) และมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.43 GHz หรือดีกว่า
- 5.2.1.2.2 หน่วยประมวลผลภาพ แบบ Maxwell หรือดีกว่า
- 5.2.1.2.3 หน่วยความจำ แบบ LPDDR4 64-bit หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB
- 5.2.1.2.4 รองรับความจุในการเก็บข้อมูล ไม่น้อยกว่า 64 GB
- 5.2.1.2.5 การเข้ารหัสวิดีโอ รองรับ ความละเอียด 4K ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 1080p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 720p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที (H.264/H.265)
- 5.2.1.2.6 การถอดรหัสวิดีโอ รองรับ ความละเอียด 4K ที่ 60 เฟรมต่อวินาที | ความละเอียด 4K ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 1080p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 720p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที (H.264/H.265)
- 5.2.1.2.7 กล้อง ตามมาตรฐาน MIPI CSI-2 DPHY หรือดีกว่า
- 5.2.1.2.8 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Dual – band 802.11ac ไร้สาย หรือดีกว่า และ Bluetooth 4 หรือดีกว่า และ Gigabit Ethernet
- 5.2.1.2.9 มีช่องเชื่อมต่อการแสดงผลแบบ HDMI และ Display port หรือดีกว่า
- 5.2.1.2.10 ช่องการเชื่อมต่อภายนอก แบบ Micro-B รองรับ USB 3.0, USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

5.2.1.3 ชุดบอร์ดพื้นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.1.3.1 ชุดรับสัญญาณเสียง แบบ Digital Microphone จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
- 5.2.1.3.2 ชุดส่งสัญญาณเสียง กำลังขยายไม่น้อยกว่า 3 วัตต์ จำนวน 2 ตัว เชื่อมต่อผ่าน 3.5mm Audio Jack ตอบสนองความถี่ 30Hz ถึง 20KHz หรือดีกว่า
- 5.2.1.3.3 มีช่องการเชื่อมต่อรองรับ +5V,+3.3V,I2C, ADC, GPIO, SPI
- 5.2.1.3.4 ชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว แบบ 6 แกน แบบ 16 bit หรือดีกว่า
- 5.2.1.3.5 ชุดกล้องความละเอียดไม่น้อยกว่า 8M pixel รองรับการจัด ภาพเคลื่อนไหว อย่างน้อย 1080p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที, 720p ที่ 60 เฟรมต่อวินาที และ 640x480p 90 เฟรมต่อวินาที มุมของการรับภาพไม่น้อยกว่า 160 องศา
- 5.2.1.3.6 ชุดจอแบบ TFT LCD หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว เชื่อมต่อแบบ HDMI มีความละเอียด 1,024 x 600 หรือดีกว่า

5.2.1.4 ชุดฝักหุ้มยนต์มีขนาดไม่น้อยกว่า 250 x 250 x 280 mm และมีน้ำหนักโดยรวม ไม่น้อยกว่า 4.0 Kg

5.2.1.5 ชุดซอฟต์แวร์และชุดประมวลผล มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.1.5.1. ระบบปฏิบัติการแบบโอเพนซอร์ส มีคุณลักษณะดังนี้

Handwritten signatures and text at the bottom right of the page, including a signature and the text "25/11/2018".

- 5.2.1.5.1.1. Linux Kernel เวอร์ชัน 4.19 หรือดีกว่า
 - 5.2.1.5.1.2. รองรับการใช้งานแบบเดสก์ท็อป X-Server,Openbox, LightDM เป็นอย่างน้อย
 - 5.2.1.5.1.3. รองรับการใช้งานแบบ Command Line Interface (CLI)
 - 5.2.1.5.1.4. รองรับ Tool Chain GCC, JDK,Node JS, Python3, Clang เป็นอย่างน้อย
 - 5.2.1.5.1.5. รองรับโปรแกรมสำหรับพัฒนาโปรแกรม (IDE) Visual Studio Code ,NeoVim, Geany เป็นอย่างน้อย
 - 5.2.1.5.1.6. รองรับการเชื่อมต่อ MQTT, Bluez, mtr, nmap, iptraf, Blynk Server ,Remove Desktop Server เป็นอย่างน้อย
 - 5.2.1.5.1.7. รองรับการเชื่อมต่อมัลติมีเดีย portaudio,sox,OpenCV,snowboy,Google Assistant เป็นอย่างน้อย
 - 5.2.1.5.1.8. รองรับการทางด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูลและ AI สนับสนุน Python3, GymScikit-learn, Tensorflow, Keras เป็นอย่างน้อย
- 5.2.1.5.2. ระบบไลบรารี รองรับการใช้งานไม่น้อยกว่าดังนี้
- 5.2.1.5.2.1. เอาดท์พุด รองรับ (C/C++, Python3) Led, Laser, Buzzer, Relay, RGBLed, DCMotor, StepMotor, Oled,PiezoBuzzer, PixelDisplay, TextLCD, FND, Led Bar
 - 5.2.1.5.2.2. อินพุต รองรับ Object (C/C++, Python3)Switch, Touch, Reed, LimitSwitch, Mercury, Knock, Tilt, Opto, Pir, FlameLineTrace, TempHumi, UltraSonic, Shock, Sound, Potentiometer, CdsSoilMoisture, Thermistor, Temperature, Gas, Dust, Psd. Gesture, Soil Moisture, Thermistor, Temperature, Gas, Dust, Psd. Gesture
 - 5.2.1.5.2.3. มัลติมีเดีย รองรับ (Python3) AudioPlay, AudioPlayList, AudioRecord, Tone, SoundMeter
 - 5.2.1.5.2.4. Voice Assistant (Python3) รองรับ GAssistant, create_conversation_stream





5.2.1.5.2.5. AI (Python3) รองรับ Linear Regression, Logistic Regression, Perceptron, ANN, DNN, CNN, DQN

5.2.1.6 อุปกรณ์เพิ่มเติม มีรายละเอียดดังนี้

- 5.2.1.6.1 ชุดชาร์จ ขนาด 12V 4A จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.1.6.2 ชุดสายเชื่อมต่อ Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.1.6.3 ชุดโมดูล LIDAR จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.1.6.4 ชุดคู่มือประกอบการใช้งาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.1.7 ตู้เก็บอุปกรณ์สำหรับหุ่นยนต์ จำนวน 2 ตู้

- 5.2.1.7.1 ชนิดบานเปิดกระจกจัดเก็บไม่น้อยกว่า 4 ชั้น
- 5.2.1.7.2 แผ่นชั้นวางปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 3 แผ่น
- 5.2.1.7.3 ทำสึด้วยระบบ Epoxy สีเนียนเรียบไปกับเนื้อเหล็ก
- 5.2.1.7.4 บานเปิดกระจก 2 ประตู พร้อมกุญแจล็อก

5.2.1.8 รายละเอียดอื่น ๆ

- 5.2.1.8.1 ชุดทดลองมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศเพื่อสะดวกในการบริการหลักการขายและการซ่อมบำรุง พร้อมแนบเอกสารยืนยันมาในวันยื่นซอง

5.2.2 รายการที่ 2 ชุดเรียนรู้ปัญญาประดิษฐ์หุ่นยนต์อัจฉริยะคล้ายมนุษย์ จำนวน 5 ชุด

5.2.2.1. สถานีหุ่นยนต์เคลื่อนไหวคล้ายมนุษย์ มีรายละเอียดดังนี้

5.2.2.1.1. หน่วยประมวลผลหลัก

- 5.2.2.1.1.1 มีหน่วยประมวลผล Amlogic ARM Cortex-A53 หรือดีกว่า
- 5.2.2.1.1.2 มีหน่วยประมวลผล GPU รุ่น Mali-450 หรือดีกว่า
- 5.2.2.1.1.3 มีหน่วยความจำขนาด 2Gbyte DDR3 SDRAM หรือดีกว่า
- 5.2.2.1.1.4 มี HDMI และ Ethernet
- 5.2.2.1.1.5 มีพอร์ต GPIO ไม่น้อยกว่า 40 พิน และ พอร์ต I2S ไม่น้อยกว่า 7 พิน

5.2.2.1.2. ส่วนประกอบรวมในหุ่นยนต์

- 5.2.2.1.2.1 มีเซอร์โวมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 24 ตัว
- 5.2.2.1.2.2 มี I/O ที่สามารถต่อรวมอุปกรณ์อื่นได้ไม่น้อยกว่า 32 input/output ports (I/O)
- 5.2.2.1.2.3 มีพอร์ต PWM ไม่น้อยกว่า 3 พอร์ต
- 5.2.2.1.2.4 มีช่องสัญญาณ A/D ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง





- 5.2.2.1.2.5 รองรับการควบคุมผ่าน Serial
- 5.2.2.1.2.6 มีโมดูล LCD
- 5.2.2.1.2.7 รองรับการสื่อสารผ่าน UART
- 5.2.2.1.2.8 มี Flash memory ติดตั้งภายใน
- 5.2.2.1.2.9 รองรับ ROBOBASIC V2.5 หรือดีกว่า
- 5.2.2.1.2.10 รองรับการควบคุมผ่านรีโมทไร้สาย
- 5.2.2.1.2.11 สามารถรองรับ Tilt sensor ได้
- 5.2.2.1.3. ซอร์ฟแวร์ที่สามารถรองรับในชุดควบคุมหลัก
 - 5.2.2.1.3.1 Ubuntu 16.04 หรือดีกว่า
 - 5.2.2.1.3.2 Kernel Linux 3.16.57 หรือดีกว่า
 - 5.2.2.1.3.3 บูตโหลดเดอร์ U-Boot 2015.01 หรือดีกว่า
 - 5.2.2.1.3.4 OpenCV 3.4.2 หรือดีกว่า
- 5.2.2.1.4. คู่มือประกอบการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 5.2.3 รายการที่ 3 ชุดจำลองการผลิตในอุตสาหกรรมและจัดเก็บคลังสินค้าแบบอัตโนมัติ
จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.3.1. ชุดสถานีผลิต ขึ้นรูปชิ้นงาน จำนวน 1 ชุด
รายละเอียดทางเทคนิค
 - 5.2.3.1.1. ชุดถาดหมุนแบบมีร่องใส่ชิ้นงาน
 - 5.2.3.1.1.1. เป็นถาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 250 มม. มีความสูงจากพื้นโต๊ะไม่น้อยกว่า 100 มม.
 - 5.2.3.1.1.2. ถาดหมุนมีร่องใส่ชิ้นงานไม่น้อยกว่า 6 ร่อง พร้อมมีขอบรับชิ้นงาน
 - 5.2.3.1.1.3. ชุดถาดหมุนมีล้อประคองด้านล่างไม่น้อยกว่า 2 ล้อ
 - 5.2.3.1.1.4. มีช่องสำหรับติดตั้งเซนเซอร์ในการเช็คชิ้นงาน
 - 5.2.3.1.1.5. มีเซนเซอร์ในการตรวจจับตำแหน่งการหมุนของถาดไม่น้อยกว่า 2 ตัว
 - 5.2.3.1.1.6. มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมเกียร์ทดรอบเป็นตัวขับเคลื่อนถาด และมีอินเวอร์เตอร์ควบคุมการทำงาน
 - 5.2.3.1.2. ชุดป้อนชิ้นงาน
 - 5.2.3.1.2.1. ชิ้นงานมีขนาดไม่น้อยกว่า เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. สูง 25 มม. จำนวน 20 ชุด







- 5.2.3.1.2.2. ชุดนำส่งชิ้นงานขนาดกว้าง 55 มม. และความสูงไม่น้อยกว่า 260 มม. อุปกรณ์ประกอบชุดสำเร็จติดตั้งอยู่บนแผงอลูมิเนียมโปรไฟล์
- 5.2.3.1.2.3. มีกระบอกลมในการป้อนชิ้นงานขนาดความโตของลูกสูบไม่น้อยกว่า 10 มม. ระยะเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 20 มม. จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5.2.3.1.2.4. มีเซ็นเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5.2.3.1.2.5. มีเซ็นเซอร์ตรวจจับชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 5.2.3.1.3. ชุดจำลองการเจาะชิ้นงาน
 - 5.2.3.1.3.1 ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 5.2.3.1.3.2 กระบอกสูบแบบแกนคู่สำหรับยก ขึ้น-ลง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
 - 5.2.3.1.3.3 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งการทำงานของกระบอกสูบ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 5.2.3.1.4. ชุดจำลองการเจียรชิ้นงาน
 - 5.2.3.1.4.1 ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 5.2.3.1.4.2 กระบอกสูบแบบแกนคู่สำหรับยก ขึ้น-ลง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
 - 5.2.3.1.4.3 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งการทำงานของกระบอกสูบ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 5.2.3.1.5. โต๊ะจัดวางชุดฝึกสถานีจำลอง
 - 5.2.3.1.5.1 โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดภัย หรือดีกว่า
 - 5.2.3.1.5.2 มีล้อไม่น้อยกว่า 4 ล้อ และสามารถล็อกล้อได้
 - 5.2.3.1.5.3 มีขนาดความสูงวัดจากพื้นรวมล้อไม่น้อยกว่า 700 มม.
 - 5.2.3.1.5.4 สามารถจัดวางชุดฝึกได้อย่างเหมาะสม และเข้ากันได้พอดี
 - 5.2.3.1.5.5 มีเทอร์มินอลบาร์พร้อมสายรองรับการปฏิบัติงาน และเชื่อมต่อกับสถานีอื่น
- 5.2.3.1.6. พีแอลซีควบคุมระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.1.6.1 มีดิจิทัลอินพุตแบบดีซี สามารถเชื่อมต่อวงจรแบบ Sink และแบบ Source ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 5.2.3.1.6.2 มีดิจิทัลเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์เชื่อมต่อวงจร Sink จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด

- 5.2.3.1.6.3 มีอนาล็อกอินพุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด
- 5.2.3.1.6.4 มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 5.2.3.1.6.5 รองรับการขยายสัญญาณ I/O ได้ไม่น้อยกว่า 256 จุด
- 5.2.3.1.6.6 มีพอร์ตสื่อสารแบบ RS485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.1.6.7 มีพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ในการรับ-ส่งข้อมูล ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.1.6.8 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Ladder Diagram(LD) , Structured Text(ST) หรือ Function Block(FB) หรือดีกว่า
- 5.2.3.1.6.9 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 220 VAC 50 Hz
- 5.2.3.1.6.10 ใช้ระดับสัญญาณไฟฟ้าภาคควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
- 5.2.3.1.6.11 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ได้ หรือดีกว่า
- 5.2.3.1.7. จอสัมผัสสำหรับควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.1.7.1 เป็นหน้าจอสัมผัสทางอุตสาหกรรม ชนิด TFT Color LCD แสดงเฉดสีได้ไม่น้อยกว่า 65,536 เฉดสี มีขนาดหน้าจอสถงผลไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว
 - 5.2.3.1.7.2 มีค่าความละเอียด 800x480 จุด หรือดีกว่า
 - 5.2.3.1.7.3 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
 - 5.2.3.1.7.4 มีหน่วยความจำ Flash memory ไม่น้อยกว่า 9 MB
 - 5.2.3.1.7.5 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.1.7.6 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-422/485 รองรับ Protocol Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.1.7.7 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.1.7.8 มีช่องเสียบ การ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.2 สถานีล้างชิ้นงานด้วยลม จำนวน 1 ชุด
 - รายละเอียดทางเทคนิค
 - 5.2.3.2.1 ชุดเคลื่อนย้ายชิ้นงานแนวราบ (ซ้าย - ขวา)







- 5.2.3.2.1.1 เป็นแกนเคลื่อนย้ายแบบสายพาน มีระยะการเคลื่อนย้ายไม่น้อยกว่า 600 มม. มีตัวประกอบข้างสองด้าน ขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์
- 5.2.3.2.1.2 ชุดเคลื่อนย้ายแนวตั้งเป็นกระบอกลมแบบแกนคู่มีความโตขนาดลูกสูบไม่น้อยกว่า 10 มม. ระยะการเคลื่อนไม่น้อยกว่า 50 มม.
- 5.2.3.2.1.3 ชุดมือจับงานเป็นแบบลูกสูบมีขนาดไม่น้อยกว่า 6 มม.
- 5.2.3.2.1.4 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
- 5.2.3.2.1.5 มีรางกระดุกงูเก็บสายไฟ และสายลม
- 5.2.3.2.1.6 ชุดเคลื่อนย้ายชิ้นงานแนวราบสามารถปรับระยะได้
- 5.2.3.2.2 เซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.3.2.2.1 เซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับขนาดไม่น้อยกว่า 100 วัตต์ มี Coupling เพื่อเชื่อมต่อมอเตอร์กับชุดแกนเคลื่อนย้าย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 5.2.3.2.2.2 ชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์มีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน
 - 5.2.3.2.2.3 ชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์มีหน้าจอแสดง Error ที่เกิดขึ้นได้
 - 5.2.3.2.2.4 สามารถเชื่อมต่อรับคำสั่งจากพีแอลซีได้
- 5.2.3.2.3 ชุดล้างชิ้นงานด้วยลม
 - 5.2.3.2.3.1 ชุดเป่าลมล้างชิ้นงานจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 5.2.3.2.3.2 เซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 5.2.3.2.4 โต๊ะจัดวางชุดฝึกสถานีจำลอง จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.3.2.4.1 โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดภัย
 - 5.2.3.2.4.2 มีล้อไม่น้อยกว่า 4 ล้อสามารถล็อกล้อได้
 - 5.2.3.2.4.3 มีขนาดความสูงวัดจากพื้นรวมล้อไม่น้อยกว่า 700 มม.
 - 5.2.3.2.4.4 สามารถจัดวางชุดฝึกได้อย่างเหมาะสม และเข้ากันได้พอดี
 - 5.2.3.2.4.5 มีเทอร์มินอลบาร์พร้อมสายรองรับการปฏิบัติงาน และเชื่อมต่อกับสถานีอื่น
 - 5.2.3.2.4.6 มีอุปกรณ์จับยึดที่มั่นคงแข็งแรงเมื่อแยกปฏิบัติงาน หรือประกอบร่วมกับสถานีอื่น
- 5.2.3.2.5 พีแอลซีควบคุมระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.2.5.1 มีดิจิทัลอินพุตแบบดีซี สามารถเชื่อมต่อวงจรแบบ Sink และแบบ Source ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด








- 5.2.3.2.5.2 มีดิจิทัลเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์เชื่อมต่อวงจร Sink จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
- 5.2.3.2.5.3 มีอนาล็อกอินพุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด
- 5.2.3.2.5.4 มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 5.2.3.2.5.5 รองรับการขยายสัญญาณ I/O ได้ไม่น้อยกว่า 256 จุด
- 5.2.3.2.5.6 มีพอร์ตสื่อสารแบบ RS485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.2.5.7 มีพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ในการรับ-ส่งข้อมูล ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.2.5.8 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Ladder Diagram(LD) , Structured Text(ST) หรือ Function Block(FB) หรือดีกว่า
- 5.2.3.2.5.9 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 220 VAC. 50 Hz หรือดีกว่า
- 5.2.3.2.5.10 ใช้ระดับสัญญาณไฟฟ้าภาคควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
- 5.2.3.2.5.11 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ได้
- 5.2.3.2.6 จอสัมผัสสำหรับควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.2.6.1 เป็นหน้าจอสัมผัสทางอุตสาหกรรม ชนิด TFT Color LCD แสดงเฉดสีได้ไม่น้อยกว่า 65,536 เฉดสี มีขนาดหน้าจอสถงผลไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว
 - 5.2.3.2.6.2 มีค่าความละเอียด 800x480 จุด หรือดีกว่า
 - 5.2.3.2.6.3 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
 - 5.2.3.2.6.4 มีหน่วยความจำ Flash memory ไม่น้อยกว่า 9 MB
 - 5.2.3.2.6.5 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.2.6.6 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-422/485 รองรับ Protocol Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.2.6.7 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.2.6.8 มีช่องเสียบ การ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.3 สถานีตรวจสอบชิ้นงานด้วยกล้อง (Vision) จำนวน 1 ชุด
 - รายละเอียดทางเทคนิค
 - 5.2.3.3.1 สายพานลำเลียง







- 5.2.3.3.1.1 สายพานลำเลียงยาวไม่น้อยกว่า 500 มม. และกว้างไม่น้อยกว่า 80 มม.
- 5.2.3.3.1.2 มีลูกกลิ้งชุดขับเคลื่อนสายพานไม่น้อยกว่า 1 ชุด ยึดตรงกับแกนกำลังของมอเตอร์
- 5.2.3.3.1.3 ชุดประกอบชิ้นงานเพื่อนำเสียงเป็นอคูมิเนียมโพรไฟล์
- 5.2.3.3.1.4 มีความกว้างพร้อมชุดประกอบข้างไม่น้อยกว่า 60 มม.
- 5.2.3.3.1.5 มีเซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
- 5.2.3.3.1.6 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมเกียร์ทดรอบเป็นตัวขับเคลื่อน และมีอินเวอร์เตอร์ควบคุมการทำงาน
- 5.2.3.3.2 กล้องตรวจสอบชิ้นงาน
 - 5.2.3.3.2.1 มีเซนเซอร์รับภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.5" CMOS
 - 5.2.3.3.2.2 มี Effective Pixels ขนาดไม่น้อยกว่า 5.0MP
 - 5.2.3.3.2.3 มี Resolution ขนาดไม่น้อยกว่า 640x480 หรือดีกว่า
 - 5.2.3.3.2.4 มี Software ควบคุมการทำงาน
 - 5.2.3.3.2.5 มีเอาต์พุตสำหรับส่งงานภายนอกได้
 - 5.2.3.3.2.6 ตัวโปรแกรมมีเครื่องมือที่ใช้ในการจำรูปแบบของชิ้นงานได้
- 5.2.3.3.3 โต๊ะจัดวางชุดฝึกสถานีจำลอง จำนวน 1 ชุด
 - 5.2.3.3.3.1 โครงสร้างเป็นอคูมิเนียมโพรไฟล์ปลอดภัย
 - 5.2.3.3.3.2 มีล้อไม่น้อยกว่า 4 ล้อสามารถถล้อคล้อได้
 - 5.2.3.3.3.3 มีขนาดความสูงวัดจากพื้นรวมล้อไม่น้อยกว่า 700 มม.
 - 5.2.3.3.3.4 สามารถจัดวางชุดฝึกได้อย่างเหมาะสม และเข้ากันได้เป็นอย่างดี
 - 5.2.3.3.3.5 มีเทอร์มินอลบาร์พร้อมสายรองรับการปฏิบัติงาน และเชื่อมต่อกับสถานีอื่น
 - 5.2.3.3.3.6 มีอุปกรณ์จับยึดที่มั่นคงแข็งแรงเมื่อแยกปฏิบัติงาน หรือประกอบร่วมกับสถานีอื่น
- 5.2.3.3.4 พีแอลซีควบคุมระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.3.4.1 มีดิจิทัลอินพุตแบบดีซี สามารถเชื่อมต่อวงจรแบบ Sink และแบบ Source ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 5.2.3.3.4.2 มีดิจิทัลเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์เชื่อมต่อวงจร Sink จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 5.2.3.3.4.3 มีอนาล็อกอินพุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด







- 5.2.3.3.4.4 มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
- 5.2.3.3.4.5 รองรับการขยายสัญญาณ I/O ได้ไม่น้อยกว่า 256 จุด
- 5.2.3.3.4.6 มีพอร์ตสื่อสารแบบ RS485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.3.4.7 มีพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ในการรับ-ส่งข้อมูล ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.3.4.8 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Ladder Diagram(LD) , Structured Text(ST) หรือ Function Block(FB) หรือดีกว่า
- 5.2.3.3.4.9 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 220 VAC. 50 Hz หรือดีกว่า
- 5.2.3.3.4.10 ใช้ระดับสัญญาณไฟฟ้าภาคควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
- 5.2.3.3.4.11 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ได้

5.2.3.3.5 จอสัมผัสสำหรับควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ

- 5.2.3.3.5.1 เป็นหน้าจอสัมผัสทางอุตสาหกรรม ชนิด TFT Color LCD แสดงเฉดสีได้ไม่น้อยกว่า 65,536 เฉดสี มีขนาดหน้าจอสถิตแสดงผลไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว
- 5.2.3.3.5.2 มีค่าความละเอียด 800x480 จุด หรือดีกว่า
- 5.2.3.3.5.3 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
- 5.2.3.3.5.4 มีหน่วยความจำ Flash memory ไม่น้อยกว่า 9 MB
- 5.2.3.3.5.5 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.3.5.6 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-422/485 รองรับ Protocol Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.3.5.7 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.3.5.8 มีช่องเสียบ การ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.4 สถานีคัดแยกและจัดเก็บชิ้นงาน จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

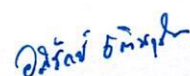
5.2.3.4.1 ถาดรองรับชิ้นงาน

- 5.2.3.4.1.1 เป็นถาดขนาดไม่น้อยกว่า 100 x 300 มม.
- 5.2.3.4.1.2 มีช่องใส่ชิ้นงานจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 5.2.3.4.1.3 ถาดสามารถปรับเคลื่อนย้ายได้

5.2.3.4.2 ชุดเคลื่อนย้ายชิ้นงานแนวราบ (ซ้าย - ขวา)







- 5.2.3.4.2.1 เป็นแกนเคลื่อนย้ายแบบสายพาน มีระยะการเคลื่อนย้ายไม่น้อยกว่า 500 มม. มีตัวประกอบข้างสองด้าน ขับเคลื่อนด้วยสตีปป์มอเตอร์
- 5.2.3.4.2.2 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
- 5.2.3.4.2.3 มีรางกระดูกงูเก็บสายไฟ และสายลม
- 5.2.3.4.2.4 ชุดเคลื่อนย้ายชิ้นงานแนวราบสามารถปรับระยะได้
- 5.2.3.4.2.5 ชุดเคลื่อนย้ายแนวตั้งเป็นกระบอกลมแบบแกนคู่มีความโตขนาดลูกสูบไม่น้อยกว่า 10 มม. ระยะการเคลื่อนไม่น้อยกว่า 30 มม.
- 5.2.3.4.2.6 ชุดมือจับงานเป็นแบบลูกสูบมีขนาดไม่น้อยกว่า 6 มม.
- 5.2.3.4.3 โต๊ะจัดวางชุดฝึกสถานีจำลอง
 - 5.2.3.4.3.1 โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดภัย
 - 5.2.3.4.3.2 มีล้อไม่น้อยกว่า 4 ล้อ และสามารถล็อกล้อได้
 - 5.2.3.4.3.3 มีขนาดความสูงวัดจากพื้นรวมล้อไม่น้อยกว่า 700 มม.
 - 5.2.3.4.3.4 สามารถจัดวางชุดฝึกได้อย่างเหมาะสม และเข้ากันได้เป็นอย่างดี
 - 5.2.3.4.3.5 มีเทอร์มินอลบาร์พร้อมสายรองรับการปฏิบัติงาน และเชื่อมต่อกับสถานีอื่น
 - 5.2.3.4.3.6 มีอุปกรณ์จับยึดที่มั่นคงแข็งแรงเมื่อแยกปฏิบัติงาน หรือประกอบร่วมกับสถานีอื่น
- 5.2.3.4.4 พีแอลซีควบคุมระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.4.4.1 มีดิจิทัลอินพุตแบบดีซี สามารถเชื่อมต่อวงจรแบบ Sink และแบบ Source ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 5.2.3.4.4.2 มีดิจิทัลเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์เชื่อมต่อวงจร Sink จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 5.2.3.4.4.3 มีอนาล็อกอินพุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด
 - 5.2.3.4.4.4 มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
 - 5.2.3.4.4.5 รองรับการขยายสัญญาณ I/O ได้ไม่น้อยกว่า 256 จุด
 - 5.2.3.4.4.6 มีพอร์ตสื่อสารแบบ RS485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง



- 5.2.3.4.4.7 มีพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ในการรับ-ส่งข้อมูล ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.4.4.8 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Ladder Diagram(LD) , Structured Text(ST) หรือ Function Block(FB) หรือดีกว่า
- 5.2.3.4.4.9 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 220 VAC. 50 Hz หรือดีกว่า
- 5.2.3.4.4.10 ใช้ระดับสัญญาณไฟฟ้าภาคควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
- 5.2.3.4.4.11 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ได้
- 5.2.3.4.5 จอสัมผัสสำหรับควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.4.5.1 เป็นหน้าจอสัมผัสทางอุตสาหกรรม ชนิด TFT Color LCD แสดงเฉดสีได้ไม่น้อยกว่า 65,536 เฉดสี มีขนาดหน้าจอสถิตผลไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว
 - 5.2.3.4.5.2 มีค่าความละเอียด 800x480 จุด หรือดีกว่า
 - 5.2.3.4.5.3 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC
 - 5.2.3.4.5.4 มีหน่วยความจำ Flash memory ไม่น้อยกว่า 9 MB
 - 5.2.3.4.5.5 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.4.5.6 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-422/485 รองรับ Protocol Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.4.5.7 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.4.5.8 มีช่องเสียบ การ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.3.5 สถานีเคลื่อนย้ายชิ้นงานด้วยแขนกลอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
 - รายละเอียดทางเทคนิค
 - 5.2.3.5.1 แขนกลอัตโนมัติ
 - 5.2.3.5.1.1 มีโครงสร้างแขนกลเป็นแบบ vertical articulated arm หรือดีกว่า และเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์โดยที่ไม่ต้องมี รั้วป้องกันอันตราย (Collaborative robot)
 - 5.2.3.5.1.2 สามารถบรรทุกชิ้นงานรวมไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัม
 - 5.2.3.5.1.3 มีแกนในการเคลื่อนที่ของแขนกลจำนวนไม่น้อยกว่า 6 แกน
 - 5.2.3.5.1.4 มีระดับการป้องกันเป็น IP54 หรือดีกว่า
 - 5.2.3.5.1.5 มีระดับมาตรฐานความปลอดภัยของตัวหุ่นยนต์ไม่ต่ำกว่า Category 3, PL d





- 5.2.3.5.1.6 รองรับการทำให้โปรแกรมแบบใช้มือจับที่แขนของหุ่นแล้วลาก เพื่อ Teaching ตำแหน่งของตัวหุ่นยนต์ได้ (Lead-through programming)
- 5.2.3.5.1.7 มีปุ่มกดบนตัวหุ่นยนต์เพื่อรองรับการจดจำตำแหน่ง (Arm-Side Interface)
- 5.2.3.5.1.8 มีระยะการเอื้อมของแขนไม่น้อยกว่า 940 มม.
- 5.2.3.5.1.9 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย แสดงอย่างชัดเจน โดยยื่นเสนอมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ เพื่อสะดวกในการรับบริการหลังการขาย
- 5.2.3.5.1.10 มีการเคลื่อนไหวของแกน ระยะการทำงาน และความเร็วสูงสุดแต่ละแกนตามรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 5.2.3.5.1.10.1 แกน 1 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $120^{\circ}/s$
- 5.2.3.5.1.10.2 แกน 2 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $120^{\circ}/s$
- 5.2.3.5.1.10.3 แกน 3 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -220° ถึง $+80^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $135^{\circ}/s$
- 5.2.3.5.1.10.4 แกน 4 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $195^{\circ}/s$
- 5.2.3.5.1.10.5 แกน 5 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่ -175° ถึง $+175^{\circ}$ หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า $195^{\circ}/s$







5.2.3.5.1.10.6 แกน 6 มีระยะการหมุนของแกนตั้งแต่-175° ถึง +175° หรือดีกว่า ความเร็วไม่ต่ำกว่า 195°/s

5.2.3.5.1.10.7 ความคลาดเคลื่อนในการทำซ้ำที่ตำแหน่งเดิม (RP) ไม่เกิน 0.1 มม.

5.2.3.5.1.11 ควบคุมการทำงานของแขนกล จำนวน 1 ตัว

5.2.3.5.1.11.1 เป็นตัวควบคุมที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับ ตัวหุ่นยนต์

5.2.3.5.1.11.2 มี Inputs/Outputs เป็นแบบ Standard 16/16, 24VDC หรือดีกว่า

5.2.3.5.1.11.3 สามารถรองรับการเชื่อมต่อเป็นแบบ Ethernet/IP และ Socket messaging หรือ ดีกว่า

5.2.3.5.1.11.4 ตัวควบคุมต้องมีการประมวลผลแบบ Computer unit หรือดีกว่า

5.2.3.5.1.11.5 มีระดับการป้องกันเป็น IP20 หรือดีกว่า

5.2.3.5.1.11.6 ตัวควบคุมสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับ โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ (Robot simulation software) ที่อยู่ภายใต้ เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวหุ่นยนต์ และต้องสามารถแก้ไขค่าพารามิเตอร์จากตัว โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ได้ โดยตรงโดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า

5.2.3.5.1.11.7 สามารถแสดงผลข้อมูลสถานะของ input/output, event message ผ่าน web service หรือดีกว่า

5.2.3.5.1.12 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของแขนกล จำนวน 1 ตัว

5.2.3.5.1.12.1 แผงควบคุมแสดงผลแบบสัมผัสและแสดงผล แบบสี มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 7.5 นิ้ว

อภินันท์ อภินันท์

- 5.2.3.5.1.12.2 รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB เพื่อทำการโหลดโปรแกรมได้
- 5.2.3.5.1.12.3 การบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นแบบ Joystick ที่สามารถควบคุมความเร็วในการ Jogging โดยปรับความเร็วตามน้ำหนักมือที่ใช้ในการโยก
- 5.2.3.5.1.12.4 แผงควบคุมต้องมีระบบสวิตช์การป้องกันไม่น้อยกว่า 3 ระดับ (3-position enabling switch)
- 5.2.3.5.1.13 โปรแกรมจำลองการทำงานของแขนกลเสมือนจริงแบบออฟไลน์และออนไลน์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 5.2.3.5.1.13.1 เป็นโปรแกรมออกแบบและจำลองเสมือนจริงของตัวหุ่นยนต์ แบบ Network License ที่สามารถรองรับการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 50 เครื่องพร้อมๆกันที่อยู่ภายใต้การเชื่อมต่อบนวงแลนเดียวกัน (1 network license)
 - 5.2.3.5.1.13.2 สามารถรองรับไฟล์ ACIS (.sat), 3DS, VRML ได้ หรือมากกว่า
 - 5.2.3.5.1.13.3 สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ และความเร็วได้โดยให้ผลออกมาเป็นกราฟ (Signal Analyzer) ได้
 - 5.2.3.5.1.13.4 โปรแกรมสามารถสร้างการเคลื่อนที่ได้อย่างอัตโนมัติจากการเลือกขอบของชิ้นงาน (Auto Path)
 - 5.2.3.5.1.13.5 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริงได้ โดยผ่านสายแลน หรือดีกว่า
 - 5.2.3.5.1.13.6 โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์จริงเพื่อเข้าไปแก้ไขโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์ได้



5.2.3.5.1.13.7 โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ต้อง
เป็นโปรแกรมที่เป็นเครื่องหมายการค้า
เดียวกันกับหุ่นยนต์

5.2.3.5.2 โต๊ะสถานีเคลื่อนย้ายชิ้นงานด้วยแขนกลอัตโนมัติ

5.2.3.5.2.1 โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดภัยรองรับแขนกล
อัตโนมัติได้มั่นคงแข็งแรง

5.2.3.5.2.2 มีล้อไม่น้อยกว่า 4 ล้อ และสามารถล็อกล้อได้

5.2.3.5.2.3 มีขนาดความสูงวัดจากพื้นรวมล้อไม่น้อยกว่า 700 มม.

5.2.3.5.2.4 สามารถจัดวางชุดฝึกได้อย่างเหมาะสม และเข้ากันได้อย่างดี

5.2.3.5.2.5 มีเทอร์มินอลบาร์พร้อมสายรองรับการปฏิบัติงาน และ
เชื่อมต่อกับสถานีอื่น

5.2.3.5.2.6 มีอุปกรณ์จับยึดที่มั่นคงแข็งแรงเมื่อแยกปฏิบัติงาน หรือ
ประกอบร่วมกับสถานีอื่น

5.2.3.5.3 พีแอลซีควบคุมระบบอัตโนมัติ

5.2.3.5.3.1 มีดิจิทัลอินพุตแบบดีซี สามารถเชื่อมต่อวงจรแบบ Sink และ
แบบ Source ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด

5.2.3.5.3.2 มีดิจิทัลเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์เชื่อมต่อวงจร Sink จำนวน
ไม่น้อยกว่า 16 จุด

5.2.3.5.3.3 มีอนาล็อกอินพุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อย
กว่า 2 จุด

5.2.3.5.3.4 มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อย
กว่า 1 จุด

5.2.3.5.3.5 รองรับการขยายสัญญาณ I/O ได้ไม่น้อยกว่า 256 จุด

5.2.3.5.3.6 มีพอร์ตสื่อสารแบบ RS485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus
ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.5.3.7 มีพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ในการรับ-ส่งข้อมูล ไม่น้อย
กว่า 1 ช่อง

5.2.3.5.3.8 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Ladder Diagram(LD) ,
Structured Text(ST) หรือ Function Block(FB) หรือดีกว่า

5.2.3.5.3.9 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 220 VAC. 50 Hz หรือดีกว่า

5.2.3.5.3.10 ใช้ระดับสัญญาณไฟฟ้าภาคควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC

5.2.3.5.3.11 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ
Ethernet ได้

๒๖/๑๒/๒๕๖๓

5.2.3.5.4 จอสัมผัสสำหรับควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ

5.2.3.5.4.1 เป็นหน้าจอสัมผัสทางอุตสาหกรรม ชนิด TFT Color LCD แสดงเฉดสีได้ไม่น้อยกว่า 65,536 เฉดสี มีขนาดหน้าจอสัมผัสแสดงผลไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว

5.2.3.5.4.2 มีค่าความละเอียด 800x480 จุด หรือดีกว่า

5.2.3.5.4.3 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 24 VDC

5.2.3.5.4.4 มีหน่วยความจำ Flash memory ไม่น้อยกว่า 9 MB

5.2.3.5.4.5 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.5.4.6 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-422/485 รองรับ Protocol Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.5.4.7 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.5.4.8 มีช่องเสียบ การ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.6 สถานีจัดเก็บและนำออกคลังสินค้าแบบชั้น จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

5.2.3.6.1 รายละเอียดทางเทคนิคชุดรับ - ส่งสินค้า

5.2.3.6.1.1 เป็นเบ้ารับสินค้าติดตั้งอยู่บนเสาปรับระยะชั้นลงได้ จำนวน 2 ชุด

5.2.3.6.1.2 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับสินค้า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว

5.2.3.6.1.3 โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์

5.2.3.6.2 ชุดคลังสินค้า

5.2.3.6.2.1 ชุดคลังสินค้า มีจำนวนชั้นวางไม่น้อยกว่า 3 ชั้น

5.2.3.6.2.2 ชั้นวางมีช่องสำหรับวางสินค้าไม่น้อยกว่าจำนวน 3 ช่องต่อชั้น

5.2.3.6.2.3 โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์

5.2.3.6.3 ชุดเคลื่อนย้ายสินค้าแนวราบ (ช้าย - ขวา)

5.2.3.6.3.1 เป็นแกนเคลื่อนย้ายแบบสายพาน มีระยะการเคลื่อนย้ายไม่น้อยกว่า 250 มม. มีตัวประกอบข้างสองด้าน ขับเคลื่อนด้วยสแต็ปปีงมอเตอร์

5.2.3.6.3.2 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว

5.2.3.6.3.3 มีรางกระดุกงูเก็บสายไฟ และสายลม

5.2.3.6.3.4 ชุดเคลื่อนย้ายชั้นงานแนวราบสามารถปรับระยะได้

5.2.3.6.4 ชุดเคลื่อนย้ายชั้นงานแนวตั้ง (บน - ล่าง)

- 5.2.3.6.4.1 เป็นแกนเคลื่อนย้ายแบบบอลสกรูมีระยะการเคลื่อนย้ายไม่น้อยกว่า 300 มม. ขับเคลื่อนด้วยสตีปปีงมอเตอร์
- 5.2.3.6.4.2 ชุดมือจับงานเป็นแบบลูกสูบมีขนาดไม่น้อยกว่า 6 มม.
- 5.2.3.6.4.3 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
- 5.2.3.6.4.4 มีรางกระดูกงูเก็บสายไฟ และสายลม
- 5.2.3.6.4.5 ชุดเคลื่อนย้ายชิ้นงานแนวราบสามารถปรับระยะได้
- 5.2.3.6.5 โต๊ะจัดวางชุดฝึกสถานีจำลอง
 - 5.2.3.6.5.1 โครงสร้างเป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ปลอดภัย
 - 5.2.3.6.5.2 มีล้อไม่น้อยกว่า 4 ล้อ และสามารถล็อกล้อได้
 - 5.2.3.6.5.3 มีขนาดความสูงวัดจากพื้นรวมล้อไม่น้อยกว่า 700 มม.
 - 5.2.3.6.5.4 สามารถจัดวางชุดฝึกได้อย่างเหมาะสม และเข้ากันได้เป็นอย่างดี
 - 5.2.3.6.5.5 มีเทอร์มินอลบาร์พร้อมสายรองรับการปฏิบัติงาน และเชื่อมต่อกับสถานีอื่น
 - 5.2.3.6.5.6 มีอุปกรณ์จับยึดที่มั่นคงแข็งแรงเมื่อแยกปฏิบัติงาน หรือประกอบร่วมกับสถานีอื่น
- 5.2.3.6.6 พีแอลซีควบคุมระบบอัตโนมัติ
 - 5.2.3.6.6.1 ดิจิทัลอินพุตแบบดีซี สามารถเชื่อมต่อวงจรแบบ Sink และแบบ Source ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 5.2.3.6.6.2 มีดิจิทัลเอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์เชื่อมต่อวงจร Sink จำนวนไม่น้อยกว่า 16 จุด
 - 5.2.3.6.6.3 มีอนาล็อกอินพุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด
 - 5.2.3.6.6.4 มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาดสัญญาณ 0-10 VDC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด
 - 5.2.3.6.6.5 รองรับการขยายสัญญาณ I/O ได้ไม่น้อยกว่า 256 จุด
 - 5.2.3.6.6.6 มีพอร์ตสื่อสารแบบ RS485 รองรับการสื่อสารแบบ Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.6.6.7 มีพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ในการรับ-ส่งข้อมูล ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.3.6.6.8 รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Ladder Diagram(LD) , Structured Text(ST) หรือ Function Block(FB) หรือดีกว่า
 - 5.2.3.6.6.9 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 220 VAC. 50 Hz หรือดีกว่า







5.2.3.6.6.10 ใช้ระดับสัญญาณไฟฟ้าภาคควบคุมขนาดไม่น้อยกว่า 24 VDC

5.2.3.6.6.11 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบ Ethernet ได้

5.2.3.6.7 จอสัมผัสสำหรับควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติ

5.2.3.6.7.1 เป็นหน้าจอสัมผัสทางอุตสาหกรรม ชนิด TFT Color LCD แสดงเฉดสีได้ไม่น้อยกว่า 65,536 เฉดสี มีขนาดหน้าจอสื่อแสดงผลไม่ต่ำกว่า 7 นิ้ว

5.2.3.6.7.2 มีค่าความละเอียด 800x480 จุด หรือดีกว่า

5.2.3.6.7.3 ใช้ระดับแรงดันไฟเลี้ยงขนาด 24 VDC

5.2.3.6.7.4 มีหน่วยความจำ Flash memory ไม่น้อยกว่า 9 MB

5.2.3.6.7.5 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.6.7.6 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ RS-422/485 รองรับ Protocol Modbus ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.6.7.7 มีช่องเชื่อมต่อสื่อสารแบบ Ethernet ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.3.6.7.8 มีช่องเสียบ การ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.2.4 รายการที่ 4 ชุดเรียนรู้พื้นฐานและระบบควบคุมระยะไกลเทคโนโลยี จำนวน 2 ชุด

5.2.4.1 โมดูลชุด Raspberry Pi

5.2.4.1.1 มีไมโครคอนโทรลเลอร์ประเภท Broadcom BCM2837 (1.2GHz) Cortex-A53 Quad-core หรือดีกว่า

5.2.4.1.2 มีหน่วยความจำ SDRAM 1GB หรือดีกว่า

5.2.4.1.3 มีความจุ MicroSD 8GB หรือดีกว่า

5.2.4.1.4 มี Power Micro USB socket 5V, 2A หรือดีกว่า

5.2.4.1.5 มี Audio ขนาด 3.5mm A/V Jack หรือดีกว่า

5.2.4.1.6 มี Video แบบ HDMI 1.4 Video หรือดีกว่า

5.2.4.1.7 มี Ethernet 10/100 Base T หรือดีกว่า

5.2.4.1.8 มี Wireless 802.11n, Bluetooth 4.0 หรือดีกว่า




5.2.4.2 โมดูลประกอบการเรียนรู้ ประกอบด้วย

5.2.4.2.1 โมดูล PIR

5.2.4.2.1.1 Sensor: RE200B หรือดีกว่า

5.2.4.2.1.2 Sensing Range: 110 Degree หรือดีกว่า

- 5.2.4.2.1.3 Operating Voltage: 3.3V หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.1.4 I/O Interface: 1pin Digital Out หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.2 โมดูล Sound Sensor
 - 5.2.4.2.2.1 Sensor : Microphone หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.2.2 Feature : ambient sound detection, sound level detection หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.2.3 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.2.4 I/O Interface : 1pin Analog Output
- 5.2.4.2.3 โมดูล Humidity Temperature Sensor
 - 5.2.4.2.3.1 Sensor : DHT11 หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.3.2 Feature : temperature and humidity sensor, ambient temperature and humidity detection หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.3.3 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.3.4 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.4 โมดูล UltraSonic
 - 5.2.4.2.4.1 Sensor : HC-SR04 หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.4.2 Feature : 2~500cm distance หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.4.3 measuring range, 40kHz Frequency หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.4.4 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.4.5 I/O Interface : 2pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.5 โมดูล Light Sensor
 - 5.2.4.2.5.1 Sensor : CdS หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.5.2 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.5.3 I/O Interface : 1pin Analog Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.6 โมดูล Variable Resistor
 - 5.2.4.2.6.1 Sensor : 1k Ω Variable Resistor หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.6.2 Feature : 0~5V DC Variable Voltage out หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.6.3 I/O Interface : 1pin Analog Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.7 โมดูล Tilt Sensor
 - 5.2.4.2.7.1 Contact Resistance : 50m Ω max หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.7.2 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.7.3 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.8 โมดูล Mercury Sensor

- 5.2.4.2.8.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.8.2 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.9 โมดูล Reed Sensor
 - 5.2.4.2.9.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.9.2 Switching Current : 0.5A หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.9.3 Contact Rating : 10W/VA หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.9.4 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.10 โมดูล IR obstacle Sensor
 - 5.2.4.2.10.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.10.2 Sensing Range : 2~40cm หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.10.3 I/O Interface : 1pin Digital Output,1pin Analog Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.11 โมดูล Flame Sensor
 - 5.2.4.2.11.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.11.2 Sensing Range : 60 Degree หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.11.3 Adjustable Sensitivity :Variable Resistor หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.11.4 I/O Interface : 1pin Digital Output,1pin Analog Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.12 โมดูล Touch Sensor
 - 5.2.4.2.12.1 Sensor : TTP223 หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.12.2 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.12.3 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.13 โมดูล Photo Diode
 - 5.2.4.2.13.1 Sensor : FC33 หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.13.2 Operating Voltage : 3.3~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.13.3 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.14 โมดูล Hit Sensor
 - 5.2.4.2.14.1 Sensor : SW-420 หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.14.2 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.14.3 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.15 โมดูล Dust Sensor
 - 5.2.4.2.15.1 Sensor : GP2Y1014AU0F หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.15.2 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า



อนันต์ วัฒนกุล

5.2.4.2.15.3 I/O Interface : 1pin Digital Input,1pin Analog Output
หรือดีกว่า

5.2.4.2.16 โมดูล Gas Sensor

5.2.4.2.16.1 Sensor : MQ-2 หรือดีกว่า

5.2.4.2.16.2 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.16.3 I/O Interface : 1pin Analog Output หรือดีกว่า

5.2.4.2.17 โมดูล Soil Moisture

5.2.4.2.17.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.17.2 I/O Interface : 1pin Analog Output หรือดีกว่า

5.2.4.2.18 โมดูล IR Tracking

5.2.4.2.18.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.18.2 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า

5.2.4.2.19 โมดูล Thermistor Temperature

5.2.4.2.19.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.19.2 I/O Interface : 1pin Analog Output หรือดีกว่า

5.2.4.2.20 โมดูล Temperature

5.2.4.2.20.1 Sensor : LM35 หรือดีกว่า

5.2.4.2.20.2 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.20.3 I/O Interface : 1pin Analog Output หรือดีกว่า

5.2.4.2.21 โมดูล Limit Switch

5.2.4.2.21.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.21.2 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า

5.2.4.2.22 โมดูล Knock Sensor

5.2.4.2.22.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.22.2 I/O Interface : 1pin Digital Output หรือดีกว่า

5.2.4.2.23 โมดูล Relay

5.2.4.2.23.1 Feature : NC/NO Relay, 250VAC หรือดีกว่า

5.2.4.2.23.2 10A / 30VDC หรือดีกว่า

5.2.4.2.23.3 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

5.2.4.2.23.4 I/O Interface : 1pin Digital Input

5.2.4.2.24 โมดูล LED Module

5.2.4.2.24.1 Feature : RED หรือดีกว่า

5.2.4.2.24.2 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า

อ.ดร. วิเศษ

- 5.2.4.2.24.3 Current : 20mA หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.24.4 Lumminous Intensity :6000~7000mcd at 20mA หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.24.5 View Angle : 30 Degree หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.24.6 I/O Interface : 1pin Digital Input หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.25 โมดูล DC Motor
 - 5.2.4.2.25.1 Motor : Micro Type DC Motor หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.25.2 Motor Driver : TB6552 หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.25.3 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.25.4 I/O Interface : 2pin Digital Input หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.26 โมดูล Step Motor
 - 5.2.4.2.26.1 Feature : 32 Step, 1/16 Gear Motor หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.26.2 Motor Driver : ULN2003 หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.26.3 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.26.4 I/O Interface : 4pin Digital Input หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.27 โมดูล Switch Module
 - 5.2.4.2.27.1 Feature : Tact Button หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.27.2 I/O Interface : 1pin Digital Input หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.28 โมดูล Buzzer Module
 - 5.2.4.2.28.1 Sound Output at 10cm : 60dB (Min) หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.28.2 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.28.3 Current Consumption : 2mA หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.28.4 I/O Interface : 1pin Digital Input หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.29 โมดูล Laser Module
 - 5.2.4.2.29.1 Wavelength : 650nm หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.29.2 Operating Voltage : 5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.29.3 I/O Interface : 1pin Digital Input หรือดีกว่า
- 5.2.4.2.30 โมดูล RGB LED
 - 5.2.4.2.30.1 Operating Voltage : 3.3V~5V หรือดีกว่า
 - 5.2.4.2.30.2 I/O Interface : 3pin Digital Input หรือดีกว่า
- 5.2.4.3 มีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้
 - 5.2.4.3.1 Overview of IoT
 - 5.2.4.3.2 Configuring IoT Smart Server and Practice Environment



อลิษา อภิสิทธิ์

- 5.2.4.3.3 Practice for Smart Sensor Control Using Raspberry Pi
- 5.2.4.3.4 Remote Control Using Bluetooth
- 5.2.4.3.5 Web Server Construction Using Lighttpd
- 5.2.4.3.6 Remote Control Using PHP
- 5.2.4.3.7 Configuring Interface Using JavaScript
- 5.2.4.4 รองรับการใช้งานซอฟต์แวร์ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้
 - 5.2.4.4.1 RaspberryPi 3B : Raspbian , Kernel , GCC
 - 5.2.4.4.2 Android Application : SDK , JRE
 - 5.2.4.4.3 Server Software : lighttpd , PHP , Bluetoothctl
- 5.2.5 รายการที่ 5 ชุดเครื่องพิมพ์ 3D สำหรับงานออกแบบขั้นสูง จำนวน 2 ชุด
รายละเอียดทางเทคนิค
 - 5.2.5.1 เครื่องพิมพ์ 3D สำหรับงานออกแบบสถาปัตยกรรมขั้นสูง
 - 5.2.5.1.1 เครื่องพิมพ์สามมิติ ที่มีขนาดพิมพ์ขนาดไม่น้อยกว่า400*300*520mm
เครื่องพิมพ์มีจำนวนหัวฉีด 2 หัวฉีดหรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.2 โครงสร้างทั้งหมดเป็นเหล็ก หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.3 มีฐานทำความร้อนสามารถใช้วัสดุพิมพ์ได้หลากหลาย เช่น PLA, ABS, HIPS, PETG หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.4 สามารถใช้งานเส้นพลาสติกขนาดไม่น้อยกว่า 1.75mm หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.5 ควบคุมเครื่องด้วย หน้าจอสี ระบบ Touch Screen หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.6 สามารถพิมพ์ที่ความละเอียดสูงสุด 20micron และความเร็วในการพิมพ์ 120 mm/sec หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.7 หัวฉีดสามารถปรับระดับสูงต่ำได้ หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.8 มีแผ่นอะครีลิคใสปิด เพื่อกันฝุ่น เสียง หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.9 มีระบบ Auto Sleep และ Auto Shutdown เมื่อพิมพ์เสร็จหรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.10 สั่งพิมพ์ด้วย USB Drive หรือ เชื่อมต่อโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.11 รองรับไฟล์ STL, OBJ, Gcode หรือดีกว่า
 - 5.2.5.1.12 มีระบบตรวจวัสดุอัตโนมัติ Filament Detectionเมื่อวัสดุหมดเครื่องจะแจ้งเตือน และหยุดเครื่องชั่วคราว







- 5.2.5.1.13 เส้นพลาสติกไม่น้อยกว่า 1.75 มม. หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 30 ชุด
- 5.2.5.1.14 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศเพื่อสะดวกในการบริการหลังการขาย และการซ่อมบำรุง พร้อมแนบเอกสารยืนยันมาในวันยื่นซอง
- 5.2.5.1.15 ผู้เสนอราคาจะต้องมีการจัดอบรมการใช้งานเครื่องพิมพ์ 3D สำหรับงานออกแบบขั้นสูงให้กับอาจารย์หรือผู้เกี่ยวข้อง ให้สามารถใช้งานได้ อย่างถูกต้อง

5.2.6 รายการที่ 6 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้สำหรับงานหุ่นยนต์ จำนวน 1 ชุด
รายละเอียดทางเทคนิค

5.2.6.1 เครื่องประมวลผลภาพสำหรับงานหุ่นยนต์แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 5 เครื่อง

- 5.2.6.1.1 CPU แบบ 8-core และมี GPU 8 คอร์ หรือดีกว่า
- 5.2.6.1.2 พื้นที่เก็บข้อมูล SSD ความจุไม่น้อยกว่า 512GB
- 5.2.6.1.3 หน่วยความจำแบบรวม ขนาดไม่น้อยกว่า 8GB
- 5.2.6.1.4 จอภาพ Retina 4.5K ขนาดไม่น้อยกว่า 23.5 นิ้ว
- 5.2.6.1.5 ความละเอียด 4480 x 2520 ที่ 218 พิกเซลต่อนิ้ว หรือดีกว่า
- 5.2.6.1.6 กล้อง FaceTime HD ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1080p พร้อมโปรเซสเซอร์รับสัญญาณภาพในชิป M1 หรือดีกว่า
- 5.2.6.1.7 พอร์ต Thunderbolt / USB 4 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 5.2.6.1.8 อุปกรณ์อื่นๆ
 - Magic Keyboard หรือดีกว่า
 - Magic Mouse หรือดีกว่า
 - อะแดปเตอร์แปลงไฟ ขนาด 143 วัตต์ หรือดีกว่า
 - สาย USB-C เป็น Lightning หรือดีกว่า

5.2.6.2 เครื่องประมวลผลภาพสำหรับงานหุ่นยนต์ชนิดพกพา จำนวน 5 เครื่อง

- 5.2.6.2.1 CPU แบบ 8-core และมี GPU แบบ 10-core หรือดีกว่า
- 5.2.6.2.2 จอภาพ Retina ขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว
- 5.2.6.2.3 พื้นที่เก็บข้อมูล SSD ความจุไม่น้อยกว่า 512GB
- 5.2.6.2.4 หน่วยความจำแบบรวม ขนาดไม่น้อยกว่า 8GB

อลิสา อภิชาติ

5.2.6.2.5 พอร์ต Thunderbolt / USB 4 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

5.2.6.2.6 ประสิทธิภาพชิป M2 หรือดีกว่า

5.2.6.2.7 การชาร์จ DisplayPort หรือดีกว่า

5.2.7 รายการที่ 7 ชุดฝึกการเรียนรู้แบบ Deep Learning รุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ จำนวน 5 ชุด

5.2.7.1 บอร์ดควบคุมมอเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

5.2.7.1.1 มีแบตเตอรี่แรงดันไม่น้อยกว่า 11.1V จ่ายกระแสได้ไม่น้อยกว่า 5,800mA

5.2.7.1.2 ล้อขับเคลื่อน แบบ Omni ไม่น้อยกว่า 3 ล้อ

5.2.7.1.3 ดีซีมอเตอร์ ไม่น้อยกว่า 3 ตัว, ความเร็วรอบ 170 RPM หรือดีกว่า

5.2.7.2 ชุดโมดูลหลัก มีรายละเอียดดังนี้

5.2.7.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 4 แกนหลัก (4 core) และมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 1.43 GHz หรือดีกว่า

5.2.7.2.2 หน่วยประมวลผลภาพ แบบ Maxwell หรือดีกว่า

5.2.7.2.3 หน่วยความจำ แบบ LPDDR4 64-bit หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB

5.2.7.2.4 รองรับความจุในการเก็บข้อมูล ไม่น้อยกว่า 64 GB

5.2.7.2.5 การเข้ารหัสวิดีโอ รองรับ ความละเอียด 4K ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 1080p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 720p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที (H.264/H.265)

5.2.7.2.6 การถอดรหัสวิดีโอ รองรับ ความละเอียด 4K ที่ 60 เฟรมต่อวินาที | ความละเอียด 4K ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 1080p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที | 720p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที (H.264/H.265)

5.2.7.2.7 กล้อง ตามมาตรฐาน MIPI CSI-2 DPHY หรือดีกว่า

5.2.7.2.8 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Dual – band 802.11ac ไร้สาย หรือดีกว่า และ Bluetooth 4 หรือดีกว่า และ Gigabit Ethernet

5.2.7.2.9 มีช่องเชื่อมต่อการแสดงผลแบบ HDMI และ Display port หรือดีกว่า

5.2.7.2.10 ช่องการเชื่อมต่อภายนอก แบบ Micro-B รองรับ USB 3.0, USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

5.2.7.3 ชุดบอร์ดพื้นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

5.2.7.3.1 ชุดเซ็นเซอร์ IMU แบบ Gyroscope Range: $\pm 125^\circ/s$ to $\pm 2000^\circ$ Accelerometer Range: $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g/\pm 16g$ Magnetic field

อลิษา อินทร์

range: $\pm 1300\mu\text{T}$ (X-, Y-axis), $\pm 2500\mu\text{T}$ (Z-axis) Interface: I2C
Supply Voltage: 3.3V หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.7.3.2 กล้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 8M pixel รองรับการจับภาพเคลื่อนไหว อย่างน้อย 1080p ที่ 30 เฟรมต่อวินาที, 720p ที่ 60 เฟรมต่อวินาที และ 640x480p 90 เฟรมต่อวินาที มุมของการรับภาพไม่น้อยกว่า 160 องศา

5.2.7.4 ชุดฝึกหุ่นยนต์มีขนาดไม่น้อยกว่า 280 x 280 x 120 mm และมีน้ำหนักโดยรวมไม่น้อยกว่า 3.0 Kg

5.2.7.5 ชุดซอฟต์แวร์และชุดประมวลผล มีรายละเอียดดังนี้

5.2.7.5.1 ระบบปฏิบัติการแบบโอเพนซอร์ส (Soda OS) มีคุณลักษณะดังนี้

5.2.7.5.1.1 Linux Kernel arch64 หรือดีกว่า

5.2.7.5.1.2 รองรับการใช้งานแบบเดสก์ทอป X-Server, Openbox, xdm, Tint2, blueman, network-manager, conky pcmanfm, lxterminal เป็นอย่างน้อย

5.2.7.5.1.3 รองรับการใช้งานแบบ Command Line Interface (CLI)

5.2.7.5.1.4 รองรับ Tool Chain : GCC (c, c++), JDK, Node JS, Python3, Cling, Clang เป็นอย่างน้อย

5.2.7.5.1.5 รองรับโปรแกรมสำหรับพัฒนาโปรแกรม (IDE) Visual Studio Code ,NeoVim เป็นอย่างน้อย

5.2.7.5.1.6 รองรับการเชื่อมต่อ SSH Server, Samba Server, Remote Desktop Server, mDNS(avahi) Bluez, MQTT Server(Mosquitto), Blynk Server เป็นอย่างน้อย

5.2.7.5.1.7 รองรับการเชื่อมต่อมัลติมีเดีย PulseAudio, sox (lame, oggenc), Google Assistant OpenGL ES, CUDA, OpenCV 4, Qt5 เป็นอย่างน้อย

5.2.7.5.1.8 รองรับการทางด้านวิทยาศาสตร์ข้อมูลและAI สนับสนุน Numpy, Matplotlib, Pandas, Scipy, Seaborn Scikit-learn, TensorFlow, TensorRT, Keras, PyTorch, TorchVision, OpenAI Gym เป็นอย่างน้อย

5.2.7.5.2 ระบบไลบรารี (Pop Library) รองรับการใช้งานไม่น้อยกว่าดังนี้

5.2.7.5.2.1 เอาต์พุต รองรับ Led, Laser, Buzzer, Relay, RGBLed, DCMotor, StepMotor, OLed PiezoBuzzer, PixelDisplay, TextLCD, FND, Led Bar



Handwritten signatures and stamps at the bottom right of the page.

5.2.7.5.2.2 อินพุต รองรับ Switch, Touch, Reed, LimitSwitch, Mercury, Knock, Tilt, Opto, Pir, Flame LineTrace, TempHumi, UltraSonic, Shock, Sound, Potentiometer, CdS SoilMoisture, Thermistor, Temperature, Gas, Dust, Psd, Gesture Co2, Thermopile, Microwave, Lidar

5.2.7.5.2.3 มัลติมีเดีย รองรับ AudioPlay, AudioPlaylist, AudioRecord, Tone, SoundMeter, Camera(Single&Stereo)

5.2.7.5.2.4 Voice Assistant รองรับ GAssistant, create_conversation_stream

5.2.7.5.2.5 AI (Python3) รองรับ Linear Regression, Logistic Regression, Perceptron, ANN, DNN, CNN, DQN

5.2.7.6 อุปกรณ์เพิ่มเติม มีรายละเอียดดังนี้


- 5.2.7.6.1 ชุดชาร์จ ขนาด 19V 2.1A จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.7.6.2 ชุดสายเชื่อมต่อ Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.7.6.3 ชุดสายเชื่อมต่อ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.7.6.4 ชุด Adapter USB to Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.2.7.6.5 ชุดคู่มือประกอบการใช้งาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

5.2.7.7 รายละเอียดอื่น ๆ

- 5.2.7.7.1 ชุดทดลองที่เสนอต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิต หรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศเพื่อสะดวกในการบริการหลักการ ขยายและการซ่อมบำรุง พร้อมแนบเอกสารยืนยันมาในวันยื่นของ

5.3 รายละเอียดอื่นๆ

1. ต้องมีการจัดฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้รับผิดชอบของทางมหาวิทยาลัยฯ
2. มีการรับประกันการใช้งานเป็นระยะเวลา 2 ปี
3. ทางคณะกรรมการคงไว้ซึ่งสิทธิที่จะขอเรียกดูครุภัณฑ์บางส่วนหรือทั้งหมด เพื่อให้เป็นไปตาม ความถูกต้องของรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของชุดฝึกปฏิบัติการ
4. ผู้ขายต้องส่งมอบอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 180 วัน หลังจากวันที่ทำสัญญา
5. บริษัทต้องทำการติดตั้งระบบรางและระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานให้สามารถใช้งานครุภัณฑ์ได้ อย่างประสิทธิภาพ



อภินันท์ ชินะ

6. ข้อกำหนดคุณสมบัติด้านการวางแผนงานและการเข้าใจลักษณะงานของผู้ต้องยื่นข้อเสนอประกอบการพิจารณา

6.1 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ขาดคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง ทางมหาวิทยาลัยฯ จะถือว่าเป็นผู้ขาดคุณสมบัติตามข้อกำหนดและเงื่อนไขการจัดซื้อในครั้งนี้อย่างแน่นอนและไม่รับพิจารณาแม้ว่าเสนอราคาต่ำสุดก็ตาม

7. ระยะเวลาดำเนินการ

ไม่เกิน 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

8. กำหนดการส่งมอบ

ผู้ชนะการเสนอราคาจะต้องส่งมอบและติดตั้งครุภัณฑ์โครงการ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 7 รายการ ให้แล้วเสร็จภายใน 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

9. วงเงินในการจัดหา ราคากลาง เป็นเงิน 6,730,000 - (.หกล้านเจ็ดแสนสามหมื่นบาทถ้วน)

ลงชื่อ  ประธานคณะกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศรษฐกาล โปร่งนุช)

ลงชื่อ  กรรมการ
(อาจารย์กฤษกร อินตะวิชัย)

ลงชื่อ  กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์อภิรักษ์ ธิตินฤมิต)