

1

## ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ (Term of Reference : TOR)

### ชุดปฏิบัติการระบบหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับการผลิตสมัยใหม่

#### ตำบลองค์กร อำเภององค์กร จังหวัดนครนายก

#### 1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกอบรมและรองรับงานวิจัยทางด้านหุ่นยนต์อัจฉริยะ เพื่อเพิ่มสมรรถนะวิชาชีพให้กับนิสิตและภาคอุตสาหกรรม รวมถึงเพิ่มศักยภาพด้านการวิจัยเกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อทำงานในกระบวนการผลิตสมัยใหม่ ที่มีแนวโน้มเติบโตในอนาคตและสร้างมูลค่าได้มาก เป็นพื้นฐานการขับเคลื่อนนวัตกรรม นำไปสู่การพัฒนาประเทศตามยุทธศาสตร์ชาติ

ทั้งนี้ รายการ “ชุดปฏิบัติการระบบหุ่นยนต์อัจฉริยะสำหรับการผลิตสมัยใหม่ ตำบลองค์กร อำเภององค์กร จังหวัดนครนายก” จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. ชุดแกนกลอุตสาหกรรมสำหรับการทำงานร่วมกับมนุษย์        | จำนวน 1 ชุด |
| 2. ชุดแกนกลอุตสาหกรรมขั้นสูงสำหรับการทำงานร่วมกับมนุษย์ | จำนวน 1 ชุด |
| 3. ชุดแกนกลสำหรับงานบริการเชิงพาณิชย์                   | จำนวน 2 ชุด |
| 4. อุปกรณ์วัดแรงและแรงบิด (Force/Torque Sensor)         | จำนวน 1 ชุด |
| 5. ชุดประมวลผลสำหรับชุดปฏิบัติการ                       | จำนวน 2 ชุด |
| 6. ชุดอุปกรณ์ประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ   | จำนวน 4 ชุด |

#### 2. รายละเอียดทางเทคนิค

แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

##### 2.1. ชุดแกนกลอุตสาหกรรมสำหรับการทำงานร่วมกับมนุษย์ จำนวน 1 ชุด

2.1.1. แกนกลมีแกนในการเคลื่อนที่จำนวน 6 แกน โดยแต่ละแกน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1.1. แกนที่ 1 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุม

ไม่น้อยกว่า 180 องศาต่อวินาที

2.1.1.2. แกนที่ 2 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่

น้อยกว่า 180 องศาต่อวินาที

2.1.1.3. แกนที่ 3 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -160 ถึง 160 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่

น้อยกว่า 180 องศาต่อวินาที


2.1.1.4. แกนที่ 4 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่

น้อยกว่า 223 องศาต่อวินาที

2.1.1.5. แกนที่ 5 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่

น้อยกว่า 223 องศาต่อวินาที

- 2.1.1.6. แกนที่ 6 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 223 องศาต่อวินาที
- 2.1.2. เป็นแขนกลที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้ (Collaborative Robot)
- 2.1.3. น้ำหนักของแขนกลไม่เกิน 26 กิโลกรัม
- 2.1.4. สามารถยกน้ำหนัก (Payload) ได้ไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัม
- 2.1.5. รัศมีการทำงานของแขนกล (Working Radius) ไม่ต่ำกว่า 900 มิลลิเมตร
- 2.1.6. ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) เท่ากับหรือดีกว่า  $\pm 0.02$  มิลลิเมตร
- 2.1.7. มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบดิจิทัลที่ปลายแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.1.8. มีจุดเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบดิจิทัลที่ปลายแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.1.9. มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบแอนะล็อก/ช่องสื่อสารแบบ RS485 ที่ปลายแขนกล
- 2.1.10. แขนกลมีฟังก์ชันการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า
- 2.1.11. แขนกลสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า
- 2.1.12. ใช้กำลังไฟฟ้า (Typical power consumption) ไม่เกิน 160 วัตต์
- 2.1.13. มีสวิตช์หยุดฉุกเฉินการทำงานแขนกลอย่างน้อย จำนวน 1 ตัว
- 2.1.14. มีไฟแสดงสถานะการทำงานบนแขนกล
- 2.1.15. มีปุ่มที่ปลายแขนกลให้สามารถเปิดฟังก์ชันการลากแขนกลด้วยมือเพื่อนำทางและบันทึกเส้นทางการเคลื่อนที่ได้
- 2.1.16. มีความสามารถในการหยุดการทำงานของแขนกล ในขณะที่แขนกลนั้นไปชนกับสิ่งกีดขวาง
- 2.1.17. วัสดุโครงสร้างของแขนกลทำจากอลูมิเนียมอัลลอย และพลาสติก ABS
- 2.1.18. กล้องควบคุมแขนกล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
- 2.1.18.1. สามารถใช้งานร่วมกับแขนกลอุตสาหกรรมในหัวข้อ 2.1.1 ได้เป็นอย่างดีและผลิตจากผู้ผลิตเดียวกับแขนกล
- 2.1.18.2. สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220 VAC, 50 Hz
- 2.1.18.3. มีช่องสัญญาณอินพุตแบบดิจิทัล จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ (PNP or NPN)
- 2.1.18.4. มีช่องสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัล จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ (PNP or NPN)
- 2.1.18.5. มีช่องสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ (voltage/current mode: 0V~10V, 4mA~20mA)



- 2.1.18.6. มีช่องสัญญาณเอาต์พุตแบบแอนะล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ  
(voltage/current mode: 0V~10V, 4mA~20mA)
- 2.1.18.7. มีช่องสื่อสาร (Communication Interface) LAN (TCP/IP, Modbus TCP) , Wi-Fi, RS485 เป็นอย่างน้อย
- 2.1.18.8. มีช่องรับสัญญาณจากเอ็นโค้ดเดอร์ชนิด ABZ Incremental Encoder
- 2.1.18.9. มีฟังก์ชันการป้องกัน IP20 หรือดีกว่า
- 2.1.18.10. ได้รับมาตรฐานข้อกำหนดด้านความปลอดภัย (Technical Specification) สำหรับระบบหุ่นยนต์อุตสาหกรรมร่วมปฏิบัติงาน (ISO 15066) หรือดีกว่า
- 2.1.18.11. ได้รับมาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยของเครื่องจักรที่กำหนดหลักการออกแบบและบูรณาการชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบควบคุม (ISO13849)
- 2.1.19. มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกล มีรายละเอียดดังนี้
  - 2.1.19.1. เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับแขนกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับ การควบคุมแบบแมนนวล และเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกล
  - 2.1.19.2. รองรับการใช้โปรแกรมในรูปแบบบล็อกเพื่อง่ายต่อการเรียนรู้และเขียนโปรแกรมในรูปแบบสคริปต์เพื่อประยุกต์ในการเขียนโปรแกรมขั้นสูง
  - 2.1.19.3. สามารถทำงานบน PC รวมถึง Tablets ระบบ Android
- 2.1.20. ที่ปลายแขนกลติดตั้งอุปกรณ์จับชิ้นงานแบบไฟฟ้า (Electric gripper) มีรายละเอียดดังนี้
  - 2.1.20.1. สามารถตั้งค่าแรงในการจับชิ้นงานได้ตั้งแต่ 45 – 160 นิวตัน หรือดีกว่า
  - 2.1.20.2. ระยะในการจับชิ้นงานกว้างสุดไม่น้อยกว่า 95 มิลลิเมตร
  - 2.1.20.3. น้ำหนักชิ้นงานที่สามารถรับได้ไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม
  - 2.1.20.4. เวลาที่ใช้ในการจับปล่อยชิ้นงาน ไม่ช้ากว่า 0.7 วินาที
  - 2.1.20.5. ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) เท่ากับหรือดีกว่า  $\pm 0.03$  มิลลิเมตร
  - 2.1.20.6. ตัวอุปกรณ์จับชิ้นงานแบบไฟฟ้าหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม
  - 2.1.20.7. รับแรงสถิตในแนวตั้งได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 300 นิวตัน
  - 2.1.20.8. รับโมเมนต์ตามแนวแกน x, y, z ได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 4.75 นิวตันเมตร
  - 2.1.20.9. มีช่องทางสื่อสารแบบ Modbus RTU (RS485) และ Digital I/O เป็นอย่างน้อย
  - 2.1.20.10. มีมาตรฐานการป้องกันสากลระดับ IP54 หรือดีกว่า
  - 2.1.20.11. อุปกรณ์ต้องมีมาตรฐาน CE เป็นอย่างน้อย

2.1.20.12. สามารถใช้งานร่วมกับแขนกลอุตสาหกรรมรวมถึงโปรแกรมควบคุมแขนกลข้างต้นได้เป็นอย่างดี

2.1.21. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายแขนกลโดยตรงจากผู้ผลิต โดยให้ยื่นขอเสนอราคา เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อทางราชการในการรับบริการหลังการขายที่มีคุณภาพ

2.2. ชุดแขนกลอุตสาหกรรมขั้นสูงสำหรับการทำงานร่วมกับมนุษย์ จำนวน 1 ชุด

2.2.1. แขนกลมีแกนในการเคลื่อนที่จำนวน 6 แกน โดยแต่ละแกน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1.1. แกนที่ 1 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 180 องศาต่อวินาที

2.2.1.2. แกนที่ 2 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 180 องศาต่อวินาที

2.2.1.3. แกนที่ 3 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -160 ถึง 160 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 180 องศาต่อวินาที

2.2.1.4. แกนที่ 4 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 223 องศาต่อวินาที

2.2.1.5. แกนที่ 5 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 223 องศาต่อวินาที

2.2.1.6. แกนที่ 6 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 223 องศาต่อวินาที

2.2.2. เป็นแขนกลที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้ (Collaborative Robot)

2.2.3. น้ำหนักของแขนกลไม่เกิน 26 กิโลกรัม

2.2.4. สามารถยกน้ำหนัก (Payload) ได้ไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัม

2.2.5. รัศมีการทำงานของแขนกล (Working Radius) ไม่ต่ำกว่า 900 มิลลิเมตร

2.2.6. ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) เท่ากับหรือดีกว่า  $\pm 0.02$  มิลลิเมตร

2.2.7. มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบดิจิทัลที่ปลายแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.2.8. มีจุดเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบดิจิทัลที่ปลายแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.2.9. มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบแอนะล็อก/ช่องสื่อสารแบบ RS485 ที่ปลายแขนกล

2.2.10. แขนกลมีฟังก์ชันการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า

2.2.11. แขนกลสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า

2.2.12. ใช้กำลังไฟฟ้า (Typical power consumption) ไม่เกิน 160 วัตต์

- 2.2.13. มีสวิตช์หยุดฉุกเฉินการทำงานแขนกลอย่างน้อย จำนวน 1 ตัว
- 2.2.14. มีไฟแสดงสถานะการทำงานบนแขนกล
- 2.2.15. มีปุ่มที่ปลายแขนกลให้สามารถเปิดฟังก์ชันการลากแขนกลด้วยมือเพื่อนำทางและบันทึกเส้นทางการเคลื่อนที่ได้
- 2.2.16. มีความสามารถในการหยุดการทำงานของแขนกล ในขณะที่แขนกลนั้นไปชนกับสิ่งกีดขวาง
- 2.2.17. วัสดุโครงสร้างของแขนกลทำจากอลูมิเนียมอัลลอย และพลาสติก ABS
- 2.2.18. มีเซ็นเซอร์วัดแรงและแรงบิด (Force/Torque Sensor) ติดตั้งภายใน (Build-in) ปลายแขนกลจากโรงงานผู้ผลิตแขนกล มีรายละเอียดดังนี้
  - 2.2.18.1. วัดแรงในแนวเชิงเส้นตามแกน x, y, z ได้ไม่น้อยกว่าแกนละ 150 นิวตัน
  - 2.2.18.2. วัดแรงบิดตามแกน x, y, z ได้ไม่น้อยกว่าแกนละ 15 นิวตันเมตร
  - 2.2.18.3. รองรับการใช้งาน Overload ได้ไม่น้อยกว่า 500% F.S.
  - 2.2.18.4. มีความแม่นยำ (Accuracy) เท่ากับหรือดีกว่า 1% F.S.
  - 2.2.18.5. มีความละเอียด (Precision) เท่ากับหรือดีกว่า 0.5% F.S.
- 2.2.19. กล้องควบคุมแขนกล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
  - 2.2.19.1. สามารถใช้งานร่วมกับแขนกลอุตสาหกรรมในหัวข้อ 2.2.1 ได้เป็นอย่างดีและผลิตจากผู้ผลิตเดียวกับแขนกล
  - 2.2.19.2. สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220 VAC, 50 Hz
  - 2.2.19.3. มีช่องสัญญาณอินพุตแบบดิจิทัล จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ (PNP or NPN)
  - 2.2.19.4. มีช่องสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัล จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ (PNP or NPN)
  - 2.2.19.5. มีช่องสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ (voltage/current mode: 0V~10V, 4mA~20mA)
  - 2.2.19.6. มีช่องสัญญาณเอาต์พุตแบบแอนะล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ (voltage/current mode: 0V~10V, 4mA~20mA)
  - 2.2.19.7. มีช่องสื่อสาร (Communication Interfaces) Ethernet (TCP/IP, Modbus TCP, Ethernet/IP, Profinet) , Wi-Fi, RS485 (Modbus RTU) เป็นอย่างน้อย
  - 2.2.19.8. มีช่องรับสัญญาณจากเอ็นโค้ดเดอร์ชนิด ABZ Incremental Encoder
  - 2.2.19.9. มีฟังก์ชันการป้องกัน IP20 หรือดีกว่า

- 2.2.19.10.ได้รับมาตรฐานข้อกำหนดด้านความปลอดภัย (Technical Specification) สำหรับระบบหุ่นยนต์อุตสาหกรรมร่วมปฏิบัติงาน (ISO 15066) หรือดีกว่า
- 2.2.19.11.ได้รับมาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยของเครื่องจักรที่กำหนดหลักการออกแบบและบูรณาการชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของระบบควบคุม (ISO13849)
- 2.2.20. มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกล มีรายละเอียดดังนี้
- 2.2.20.1. เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับแขนกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับการควบคุมแบบแมนนวล และเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกล
- 2.2.20.2. รองรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบบล็อกเพื่อง่ายต่อการเรียนรู้และเขียนโปรแกรมในรูปแบบสคริปต์เพื่อประยุกต์ในการเขียนโปรแกรมขั้นสูง
- 2.2.20.3. สามารถทำงานบน PC รวมถึง Tablets ระบบ Android
- 2.2.21. ที่ปลายแขนกลติดตั้งอุปกรณ์จับชิ้นงานแบบไฟฟ้า (Electric gripper) มีรายละเอียดดังนี้
- 2.2.21.1. สามารถตั้งค่าแรงในการจับชิ้นงานได้ตั้งแต่ 45 – 160 นิวตัน หรือดีกว่า
- 2.2.21.2. ระยะในการจับชิ้นงานกว้างสุดไม่น้อยกว่า 95 มิลลิเมตร
- 2.2.21.3. น้ำหนักชิ้นงานที่สามารถรับได้ไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม
- 2.2.21.4. เวลาที่ใช้ในการจับปล่อยชิ้นงาน ไม่ช้ากว่า 0.7 วินาที
- 2.2.21.5. ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) เท่ากับหรือดีกว่า  $\pm 0.03$  มิลลิเมตร
- 2.2.21.6. ตัวอุปกรณ์จับชิ้นงานแบบไฟฟ้าหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม
- 2.2.21.7. รับแรงสถิติในแนวตั้งได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 300 นิวตัน
- 2.2.21.8. รับโมเมนต์ตามแนวแกน x, y, z ได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 4.75 นิวตันเมตร
- 2.2.21.9. มีช่องทางสื่อสารแบบ Modbus RTU (RS485) และ Digital I/O เป็นอย่างน้อย
- 2.2.21.10.มีมาตรฐานการป้องกันสากระดับ IP54 หรือดีกว่า
- 2.2.21.11.อุปกรณ์ต้องมีมาตรฐาน CE เป็นอย่างน้อย
- 2.2.21.12.สามารถใช้งานร่วมกับแขนกลอุตสาหกรรมรวมถึงโปรแกรมควบคุมแขนกลข้างต้นได้เป็นอย่างดี
- 2.2.22. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายแขนกลโดยตรงจากผู้ผลิต โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อทางราชการในการรับบริการหลังการขายที่มีคุณภาพ

2.3. ชุดแขนกลสำหรับงานบริการเชิงพาณิชย์

จำนวน 2 ชุด

2.3.1. แขนกลมีแกนในการเคลื่อนที่จำนวน 6 แกน โดยแต่ละแกน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1.1. แกนที่ 1 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 100 องศาต่อวินาที

2.3.1.2. แกนที่ 2 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -180 ถึง 180 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 100 องศาต่อวินาที

2.3.1.3. แกนที่ 3 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -160 ถึง 160 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 100 องศาต่อวินาที

2.3.1.4. แกนที่ 4 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 100 องศาต่อวินาที

2.3.1.5. แกนที่ 5 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 100 องศาต่อวินาที

2.3.1.6. แกนที่ 6 มีระยะเคลื่อนที่เชิงมุมไม่น้อยกว่า -360 ถึง 360 องศา และมีความเร็วเชิงมุมไม่น้อยกว่า 100 องศาต่อวินาที

2.3.2. เป็นแขนกลที่สามารถทำงานร่วมกับมนุษย์ได้ (Collaborative Robot)

2.3.3. น้ำหนักของแขนกลไม่เกิน 15 กิโลกรัม

2.3.4. น้ำหนักของชิ้นงานที่ยกได้ไม่ต่ำกว่า 5 กิโลกรัม

2.3.5. รัศมีการทำงานของแขนกล (Working Radius) ไม่น้อยกว่า 850 มิลลิเมตร

2.3.6. ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) เท่ากับหรือดีกว่า  $\pm 0.05$  มิลลิเมตร

2.3.7. มีจุดเชื่อมต่ออินพุตแบบดิจิทัลที่ปลายแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.3.8. มีจุดเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบดิจิทัลที่ปลายแขนกล จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.3.9. มีช่องสื่อสารแบบ RS485 ที่ปลายแขนกล

2.3.10. แขนกลมีฟังก์ชันการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า

2.3.11. แขนกลสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า

2.3.12. ใช้กำลังไฟฟ้าทั่วไป (Typical power consumption) ไม่เกิน 240 วัตต์

2.3.13. มีสวิตช์หยุดฉุกเฉินการทำงานแขนกลอย่างน้อย จำนวน 1 ตัว

2.3.14. มีไฟแสดงสถานะการทำงานบนแขนกล

2.3.15. มีปุ่มที่ปลายแขนกลให้สามารถเปิดฟังก์ชันการลากแขนกลด้วยมือเพื่อนำทางและบันทึกเส้นทางการเคลื่อนที่ได้

2.3.16. มีความสามารถในการหยุดการทำงานของแขนกล ในขณะที่แขนกลนั้นไปชนกับสิ่งกีดขวาง

2.3.17. วัสดุโครงสร้างของแขนกลทำจาก Acrylonitrile butadiene styrene plastic หรือดีกว่า

2.3.18. กล้องควบคุมแขนกล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.18.1. สามารถใช้งานร่วมกับแขนกลอุตสาหกรรมในหัวข้อ 2.3.1 ได้เป็นอย่างดีและผลิตจากผู้ผลิตเดียวกับแขนกล

2.3.18.2. สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 30–60V DC

2.3.18.3. มีแหล่งจากไฟฟ้าขนาด 30–60 V DC กำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 770 วัตต์

2.3.18.4. มีช่องสัญญาณอินพุตแบบดิจิทัล จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ (PNP or NPN)

2.3.18.5. มีช่องสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัล จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ (PNP or NPN)

2.3.18.6. มีช่องสัญญาณอินพุตแบบแอนะล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ

2.3.18.7. มีช่องสัญญาณเอาต์พุตแบบแอนะล็อก จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ

2.3.18.8. มีช่องสื่อสาร (Communication Interface) LAN, RS485 เป็นอย่างน้อย

2.3.18.9. มีฟังก์ชันการป้องกัน IP20 หรือดีกว่า

2.3.18.10. สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0-50 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า

2.3.18.11. น้ำหนักของกล้องควบคุมแขนกลไม่เกิน 1.5 กิโลกรัม

2.3.19. มีโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกล มีรายละเอียดดังนี้

2.3.19.1. เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับแขนกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับ การควบคุมแบบแมนนวล และเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกล

2.3.19.2. รองรับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบบล็อกเพื่อง่ายต่อการเรียนรู้และเขียนโปรแกรมในรูปแบบสคริปต์เพื่อประยุกต์ในการเขียนโปรแกรมขั้นสูง

2.3.19.3. สามารถทำงานบน PC (Windows) รวมถึง Tablets ระบบ Android

2.3.20. ที่ปลายแขนกลติดตั้งอุปกรณ์จับชิ้นงานแบบไฟฟ้า (Electric gripper) มีรายละเอียดดังนี้

2.3.20.1. แรงในการจับชิ้นงานไม่น้อยกว่า 30 นิวตัน

2.3.20.2. ระยะในการจับชิ้นงานกว้างสุดไม่น้อยกว่า 144 มิลลิเมตร

2.3.20.3. เวลาที่ใช้ในการจับปล่อยชิ้นงาน ไม่เกิน 7 วินาที

2.3.20.4. ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) เท่ากับหรือดีกว่า +/- 0.95 มิลลิเมตร

2.3.20.5. ตัวอุปกรณ์จับชิ้นงานแบบไฟฟ้าหนักไม่เกิน 950 กรัม

2.3.20.6. มีช่องทางสื่อสารแบบ Modbus RTU (RS485) และ Digital I/O เป็นอย่างน้อย

2.3.20.7. สามารถตั้งค่าระยะจับชิ้นงานและแรงจับชิ้นงานได้



2.3.20.8. มีไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์จับชิ้นงาน

2.3.20.9. สามารถใช้งานร่วมกับแขนกลอุตสาหกรรมรวมถึงโปรแกรมควบคุมแขนกลข้างต้นได้เป็นอย่างดี

2.3.21. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายแขนกลโดยตรงจากผู้ผลิต โดยให้ยื่นขอเสนอราคา เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อทางราชการในการรับบริการหลังการขายที่มีคุณภาพ

#### 2.4. อุปกรณ์วัดแรงและแรงบิด (Force/Torque Sensor)

จำนวน 1 ชุด

2.4.1. วัดแรงในแนวเชิงเส้นตามแกน x, y, z ได้ไม่น้อยกว่าแกนละ 200 นิวตัน

2.4.2. วัดแรงบิดตามแกน x, y, z ได้ไม่น้อยกว่าแกนละ 8 นิวตันเมตร

2.4.3. วัสดุทำจาก Aluminum alloy หรือดีกว่า

2.4.4. รับภาระเกิน (Overloading) ได้ไม่ต่ำกว่า 300 %FS

2.4.5. ความละเอียดในการวัด (Resolution) เท่ากับหรือดีกว่า 0.03 %FS

2.4.6. ความแม่นยำในการวัด (Precision) เท่ากับหรือดีกว่า 0.1 %FS

2.4.7. ความเที่ยงตรงในการวัด (Accuracy) เท่ากับหรือดีกว่า 0.5 %FS

2.4.8. น้ำหนักของอุปกรณ์ไม่เกิน 0.3 กิโลกรัม

2.4.9. มีฟังก์ชันการป้องกัน IP64 หรือดีกว่า

2.4.10. ความถี่ในการส่งข้อมูลไม่ต่ำกว่า 1,000 Hz

2.4.11. รองรับแหล่งจ่ายไฟ 12-48 VDC

2.4.12. มีแหล่งจ่ายไฟเพื่อใช้กับอุปกรณ์วัดแรงและแรงบิดอย่างเหมาะสม

2.4.13. รองรับการสื่อสารแบบ RS422, RS485, MODBUS เป็นอย่างน้อย

2.4.14. มีโมดูลสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง USB

2.4.15. สามารถนำไปต่อใช้งานกับแขนกลอุตสาหกรรมในหัวข้อ 2.1 ได้เป็นอย่างดี

#### 2.5. ชุดประมวลผลสำหรับชุดปฏิบัติการ

จำนวน 2 ชุด

2.5.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็น Intel Core i7 หรือดีกว่า

2.5.2. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 24 GB

2.5.3. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SSD M.2 หรือดีกว่า ความจุไม่น้อยกว่า 512 GB

2.5.4. ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 15.6 นิ้ว

2.5.5. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 LAN หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.5.6. สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้

2.5.7. มีพอร์ตสำหรับต่อจอ (HDMI) ภายนอกหรืออุปกรณ์แสดงผลภายนอกได้

2.5.8. มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB-A 3.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ USB-C ไม่

น้อยกว่า 1 ช่อง

2.5.9. มีกล้องและไมโครโฟนติดตั้งมาพร้อมกับตัวเครื่อง

2.5.10. ติดตั้งระบบปฏิบัติการรวมถึงโปรแกรมทางด้านเอกสารและการนำเสนอที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

2.5.11. มีการรับประกันไม่น้อยกว่า 3 ปี

## 2.6. ชุดอุปกรณ์ประกอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ

จำนวน 4 ชุด

2.6.1. โต๊ะปฏิบัติการสำหรับวางอุปกรณ์ของชุดฝึก มีรายละเอียดดังนี้

2.6.1.1. สามารถติดตั้งอุปกรณ์ในข้อ 2.1 ถึงข้อ 2.3 หนึ่งโต๊ะปฏิบัติการต่อแขนกลหนึ่งตัว รวมถึงมีพื้นที่ว่างเหลือสำหรับทำงานที่พอเพียงต่อการทดลองต่างๆ โดยขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างXยาวXสูง) 860X1200X840 เซนติเมตร

2.6.1.2. ทำจากวัสดุอะลูมิเนียมโปรไฟล์หลอดสี่เหลี่ยม ขนาด 30x30 มิลลิเมตร หรือดีกว่า และมีล้อ เพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก รวมถึงสามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้

2.6.1.3. ด้านล่างของโต๊ะปฏิบัติการสามารถเก็บของได้ มีประตู เปิด-ปิด อย่างน้อย 2 บาน

2.6.2. ชุดตู้ควบคุมการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

2.6.2.1. มีตู้ไฟฟ้าอุตสาหกรรม จำนวน 1 ตู้ มีขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างXยาวXสูง) 500X240X600 มิลลิเมตร ติดตั้งไว้ด้านล่างของโต๊ะปฏิบัติการ

2.6.2.2. มีสวิตช์ปุ่มกด จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ตัว

2.6.2.3. มีสวิตช์ปุ่มบิด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

2.6.2.4. มีสวิตช์ฉุกเฉิน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

2.6.2.5. มีหลอดไฟแสดงสถานะ จำนวนไม่น้อยกว่า 5 หลอด

2.6.2.6. มีระบบเซอร์กิตเบรกเกอร์ รางยึดอุปกรณ์ รางเก็บสายไฟ

2.6.2.7. มีชุดเทอร์มินอลบล็อกสำหรับใช้ในการต่อสายไฟจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน

2.6.3. สถานีจ่ายชิ้นงานและจัดเก็บชิ้นงาน มีรายละเอียดดังนี้

2.6.3.1. มีถาดจ่ายชิ้นงานพร้อมชิ้นงานทดสอบ จำนวนไม่น้อยกว่า 9 ชิ้น และมีสีที่ต่างกันไม่น้อยกว่า 3 สี

2.6.3.2. มีถาดวางชิ้นงานแนวราบที่สามารถใช้จัดเก็บชิ้นงานในข้อ 2.6.3.1 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 อัน

2.6.3.3. มีชุดวางชิ้นงานต่างระดับไม่น้อยกว่า 3 ชั้น แต่ละชั้นสามารถวางชิ้นงานในข้อ 2.6.3.1 ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น

2.6.4. สถานีตรวจสอบชิ้นงาน มีรายละเอียดดังนี้

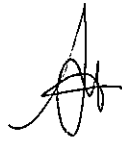
2.6.4.1. มีเซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงาน ชนิดโฟโต้เซนเซอร์ (Photoelectric sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น

2.6.4.2. มีเซนเซอร์ตรวจจับสี (Color sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น

11

3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 3.1. ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์ภายในระยะเวลา 120 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 3.2. ผู้ขายต้องยื่นเอกสารแคตตาล็อกมาพร้อมกันในวันยื่นเสนอราคาผ่านวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) เพื่อประกอบการพิจารณาตามความถูกต้องของรายละเอียดของครุภัณฑ์ที่นำเสนอ
- 3.3. ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการจัดส่งของถึง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
- 3.4. ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบครุภัณฑ์และทำการทดสอบครุภัณฑ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่างๆ ที่กล่าวถึงข้างต้น โดยครุภัณฑ์ที่ส่งมอบเป็นครุภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานการสาธิตมาก่อน
- 3.5. ผู้ขายต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จำนวนอย่างน้อย 2 วัน หลังจากการส่งมอบ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมมอบเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3.6. ผู้ขายต้องรับประกันสินค้าพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่เป็นระยะเวลา 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สงกรานต์ วิริยะศาสตร์)



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไทร คระนันท์)



กรรมการ

(นายguanai ปาลกะเชนทร์)