

ชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อสร้างนวัตกรรมและทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์เคลื่อนที่
จำนวน 1 ชุด

แต่ละชุดประกอบด้วย

1. ชุดอุปกรณ์ปฏิบัติการหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัจฉริยะ (AGV) จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชุด

มีคุณลักษณะอย่างน้อย ดังนี้

- 1.1 เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับการฝึกปฏิบัติการเพื่อสร้างนวัตกรรมและทักษะการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์เคลื่อนที่ รองรับการใช้งานไปใช้ในการเรียนการสอนได้หลากหลาย
- 1.2 รองรับการใช้งานร่วมกับชุดควบคุมการทำงานได้อย่างน้อยดังนี้ Micro: bit, Arduino และ/ หรือ raspberry pi
- 1.3 มีอุปกรณ์อย่างน้อย ดังนี้
 - 1.3.1 เซนเซอร์วัดระยะ (Infrared Distance Sensor)
 - 1.3.1.1 เซนเซอร์มีช่วงการตรวจจับ (Detection Range) ในช่วง 0.1 - 10 เมตร หรือดีกว่า
 - 1.3.1.2 องศาการตรวจจับ (FOV) 20 องศา หรือดีกว่า
 - 1.3.2 แขนหุ่นยนต์ (Robotic Arm)
 - 1.3.2.1 แขนของหุ่นยนต์มีช่วงการเคลื่อนไหว (Movement Range) ในแนวนอน (Horizontal) ไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และแนวตั้ง (Vertical) ไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร
 - 1.3.2.2 เป็นแกนชนิด 2 แกน (2 Axes) หรือดีกว่า
 - 1.3.3 มือจับ (Gripper) สามารถใช้งานได้ในช่วงประมาณ 10 เซนติเมตร
 - 1.3.4 เซอร์โว (Servo)
 - 1.3.4.1 สามารถตั้งโหมดการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 2 แบบ คือ Angle mode และ Speed Mode
 - 1.3.4.2 มีค่า Transmission Ratio 512:1 หรือดีกว่า
 - 1.3.5 เซนเซอร์อะแดปเตอร์ (Sensor Adaptor)
 - 1.3.5.1 มีช่องเชื่อมต่อ (Port) เป็นชนิด IO และ AD
 - 1.3.5.2 มีช่องเชื่อมต่อ (Port) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 1.3.6 โมดูลเชื่อมต่อภายนอก (Power Connector Module)
 - 1.3.6.1 ช่องเชื่อมต่อ (Communication port) เป็นชนิด CAN bus หรือดีกว่า
 - 1.3.6.2 ช่องสัญญาณออก (Output) ชนิด USB หรือดีกว่า



Handwritten signature and stamp in blue ink, likely indicating approval or completion of the document.

- 1.3.6.3 ช่องสัญญาณเข้า (Input) ชนิด TX30 power port ขนาด 12 V หรือดีกว่า
- 1.3.7 กล้อง (Camera)
 - 1.3.7.1 ขอบเขตการมองเห็น (FOV) : 120 องศา หรือดีกว่า
 - 1.3.7.2 ความละเอียดภาพนิ่งสูงสุด (Max Still Photo Resolution) ไม่น้อยกว่า 2560 x 1440
 - 1.3.7.3 ความละเอียดวิดีโอสูงสุด (Max Video Resolution) : HD 720 / 30fps หรือดีกว่า
 - 1.3.7.4 อัตราการบีบอัดไฟล์วิดีโอสูงสุด (Max Video Bitrate) 16 Mbps หรือดีกว่า
 - 1.3.7.5 เซนเซอร์รับภาพเป็นชนิด CMOS 1/4" หรือดีกว่า ความละเอียด 5 ล้านพิกเซล (MP)
- 1.3.8 อุปกรณ์ตรวจจับการกระแทก (Hit Detector)
- 1.3.9 มอเตอร์แบบไม่ใช้แปรงถ่าน (Brushless Motor)
 - 1.3.9.1 ความเร็วในการหมุนสูงสุด : 900 รอบต่อนาที
 - 1.3.9.2 แรงบิดสูงสุด : 0.25 นิวตันเมตร หรือดีกว่า
 - 1.3.9.3 กำลังขับสูงสุดไม่น้อยกว่า 12 วัตต์
 - 1.3.9.4 ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งาน (Operating Temperature Range) : -10 to 40 องศาเซลเซียส (14 to 104 องศาฟาเรนไฮต์)
 - 1.3.9.5 การขับมอเตอร์แบบ Field-oriented control (FOC)
 - 1.3.9.6 มีกระบวนการควบคุมมอเตอร์ (Control Method) แบบระบบควบคุมวงปิด (closed-loop control)
 - 1.3.9.7 มีระบบการป้องกัน อย่างน้อยดังนี้ ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Overvoltage protection) การป้องกันอุณหภูมิสูงเกิน (Over temperature protection), ซอฟสตาร์ท (Soft Start) ป้องกันการลัดวงจร (Short-circuit protection), และการตรวจจับความผิดปกติของชิปและเซนเซอร์ (Chip and sensor anomaly detection)
- 1.3.10 ตัวควบคุมอัจฉริยะ (Intelligent Controller)
 - 1.3.10.1 มีความเร็วในการตอบสนอง (Latency) เมื่อเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi โดยไม่มีสิ่งกีดขวางและไม่มีสัญญาณรบกวน 80-100 ms หรือดีกว่า
 - 1.3.10.2 มีความเร็วในการตอบสนอง (Latency) เมื่อเชื่อมต่อผ่านเราเตอร์ (Router) โดยไม่มีสิ่งกีดขวางและไม่มีสัญญาณรบกวน 100-120 ms หรือดีกว่า
 - 1.3.10.3 คุณภาพ Live View : 720p / 30fps หรือดีกว่า
 - 1.3.10.4 อัตราการบีบอัดไฟล์ Live View สูงสุด (Max Live View Bitrate) ไม่น้อยกว่า 6 Mbps



Handwritten signatures in blue ink, including a large signature and two smaller ones below it.

- 1.3.10.5 ความถี่ในการใช้งาน (Operating Frequency) 2.4 GHz, 5.1 GHz, 5.8 GHz หรือดีกว่า
- 1.3.10.6 ได้รับรองมาตรฐานการส่งสัญญาณ (Transmission Standard) : IEEE802.11a /b/g/n
- 1.3.11 แบตเตอรี่อัจฉริยะ (Intelligent Battery)
 - 1.3.11.1 แบตเตอรี่มีความจุไม่น้อยกว่า 2,400 mAh
 - 1.3.11.2 เป็นแบตเตอรี่ชนิด Li-ion หรือ LiPO หรือดีกว่า
- 1.3.12 อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ (Charger)
- 1.3.13 มีล้อ ชนิด mecanum จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ล้อ
- 1.4. มีแอปพลิเคชัน สำหรับใช้งานร่วมกัน รองรับการใช้งานร่วมกับระบบ iOS และ Android
- 1.5 คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต แบบที่ 2 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 1.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core)
 - 1.5.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 1.5.3 มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
 - 1.5.4 มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 9.7 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2,048 x 1,536 Pixel
 - 1.5.6 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (802.11b, g, n, ac), Bluetooth และ GPS
 - 1.5.7 มีอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบ 4G หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายในตัวเครื่อง (built-in)
 - 1.5.8 มีอุปกรณ์การเขียนที่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต
 - 1.5.9 มีกล้องด้านหน้าความละเอียดไม่น้อยกว่า 1.2 Megapixel
 - 1.5.10 มีกล้องด้านหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 Megapixel
- 1.6 มีอุปกรณ์เพิ่มเติม อย่างน้อย 1 ชุด ดังนี้
 - 1.6.1 ชุดปืน (Blaster) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้
 - 1.6.1.1 สามารถควบคุมการยิงได้ด้วยความถี่ 1-8 ต่อวินาที
 - 1.6.1.2 ความเร็วเริ่มต้นในการปล่อย (Initial Launching Speed) ไม่น้อยกว่า 20 m/s
 - 1.6.2 มีลูกกระสุน (Gel Bead) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 1.7 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี สำหรับแบตเตอรี่อัจฉริยะ (Intelligent Battery) รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 6 เดือน
- 1.8 บริษัทผู้จัดจำหน่าย มีเอกสารแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
- 1.9 บริษัทผู้จัดจำหน่ายได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015 เพื่อประโยชน์ในแง่การยืนยันคุณภาพการบริการหลังการขาย



Handwritten signature and stamp. The signature is in blue ink and appears to be 'กมล' (Kamol). Below it is a blue circular stamp with the name 'กมล' (Kamol) written inside.

2. ชุดอุปกรณ์ปฏิบัติการ AI อากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัด จำนวน 1 ชุด

มีคุณลักษณะอย่างน้อย ดังนี้

2.1 เป็นชุดอุปกรณ์อากาศยานไร้คนขับแบบ 4 ใบพัด ด้วยเทคโนโลยีการบินสำหรับฝึกปฏิบัติการ AI ส่งเสริมการเรียนรู้

2.2 สามารถรองรับ โปรแกรมได้อย่างน้อยดังนี้ Scratch, Python และ Swift

2.3 มีอุปกรณ์อย่างน้อย ดังนี้

2.3.1 โดรน ขนาด 98x92.5x41 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

2.3.1.1 สามารถใช้งานในฟังก์ชันมาตรฐาน ได้อย่างน้อยดังนี้ Range Finder, Barometer, LED, Vision System, 2.4 GHz 802.11n Wi-Fi, 720p Live View

2.3.1.2 มีพอร์ตชาร์จ Micro USB

2.3.1.3 สามารถรับสัญญาณการบินได้ไกลไม่น้อยกว่า 100 เมตร

2.3.1.4 สามารถรับสัญญาณการบินได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 เมตร

2.3.1.5 สามารถความเร็วในการบินสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 เมตรต่อวินาที

2.3.1.6 มีในกล้องตัวความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 5 ล้านพิกเซล

2.3.1.7 มีความละเอียดวิดีโอสูงสุดไม่น้อยกว่าระดับ 720p

2.3.1.8 มีระบบกันสั่นแบบEIS (Electronic Image Stabilization)

2.3.2 ใบพัด ขนาด 3 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 คู่

2.3.3 สาย Micro USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

2.4.4 แบตเตอรี่มีความจุไม่น้อยกว่า 1.1 Ah/3.8V จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ก้อน

2.3.5 อุปกรณ์สำหรับถอดประกอบใบพัด จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น

2.3.6 มีแผ่นภารกิจ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชิ้น

2.4. มีแอปพลิเคชัน สำหรับใช้งานร่วมกัน รองรับการใช้งานร่วมกับระบบ iOS

2.5 คู่มือการใช้งานเบื้องต้น จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เล่ม

2.6 บริษัทผู้จัดจำหน่าย มีเอกสารแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย

2.7 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.8 บริษัทผู้จัดจำหน่ายได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015 เพื่อประโยชน์ในแง่การยืนยันคุณภาพการบริการหลังการขาย



Handwritten signatures and stamps in blue ink at the bottom right of the page.

3. ชุดฝึกการออกแบบและเขียนโปรแกรม SCRATCH จำนวน 10 ชุด

มีคุณลักษณะอย่างน้อย ดังนี้

- 3.1 เป็นชุดอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับฝึกการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEAM Education เพื่อให้มีทักษะที่จำเป็นในยุคศตวรรษที่ 21
- 3.2 มีอุปกรณ์สำหรับการฝึก จำนวนไม่น้อยกว่า 528 ชิ้น ต่อ 1 ชุด
- 3.3 มีชุดประมวลผล จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด มีคุณลักษณะ ดังนี้
 - 3.3.1 มีช่องสัญญาณ Input/ Output จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่องสัญญาณ สำหรับใช้เชื่อมต่อกับมอเตอร์ หรือ เซนเซอร์ชนิดต่างๆ
 - 3.3.2 มีช่องเชื่อมต่อชนิด micro USB port สำหรับใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์หรือแท็บเล็ต
 - 3.3.3 มีลำโพงในตัว
 - 3.3.4 มีแบตเตอรี่ชนิดชาร์จซ้ำได้ (Rechargeable battery) ชนิด Lithium-ion ขนาดไม่น้อยกว่า 2000 mAH
- 3.4 มีมอเตอร์ขนาดกลาง (Medium Angular Motor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.5 มีมอเตอร์ขนาดใหญ่ (Large Angular Motor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.6 มีเซนเซอร์ ชนิดต่างๆ ดังนี้
 - 3.6.1 เซนเซอร์วัดสี (Color sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
 - 3.6.2 เซนเซอร์วัดแรง (Force sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
 - 3.6.3 เซนเซอร์วัดระยะทาง (Distance sensor) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 3.7 มีกล่องพลาสติก พร้อมถาดมีช่องแยก เพื่อสะดวกต่อการเก็บอุปกรณ์
- 3.8 รองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม SCRATCH 3.0 หรือใหม่กว่า
- 3.9 บริษัทผู้จัดจำหน่าย มีเอกสารแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
- 3.10 มีการจัดการอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ครั้ง
- 3.11 บริษัทผู้จัดจำหน่ายเป็นบริษัทที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015 เพื่อยืนยันคุณภาพการบริการหลังการขาย
- 3.12 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี



Handwritten signatures and stamps at the bottom right of the page. One signature is clearly legible as 'กมล' (Kamol). There are other illegible signatures and a red stamp with some text.