

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์
ครุภัณฑ์ประจำห้องเรียนและฝึกอบรมส่งเสริมการเรียนรู้แบบ STEM ตำบลในเมือง
อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จำนวน 1 ชุด
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
งบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2567

รายการ	จำนวน/ หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
ครุภัณฑ์ประจำห้องเรียนและฝึกอบรมส่งเสริมการเรียนรู้แบบ STEM ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น	1 ชุด		970,000
ประกอบด้วย			
1. ชุดฝึกเพื่อการเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณผ่านระบบสมองกลฝังตัว	100 บอร์ด	1,200	1,200
2. ชุดอุปกรณ์ประกอบสำหรับระบบสมองกลฝังตัวและตัวตรวจจับแบบ I ² C	50 ชุด	10,000	500,000
3. เครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ	6 เครื่อง	40,000	240,000
4. ตู้สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์	3 หลัง	10,000	30,000
5. ชุดเรียนรู้การประมวลผลภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์	25 ชุด	3,200	80,000
รวมทั้งสิ้น			970,000

คุณลักษณะทั่วไป

- ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคาโดยรวมภาษีมูลค่าเพิ่มแล้ว
- ผู้เสนอราคาต้องรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี มีบริการหลังการขาย
- อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยใช้งานมาก่อน โดยผู้เสนอราคาจะต้องส่งแคตตาล็อกและหรือรูปแบบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะไปพร้อมใบเสนอราคา
- เป็นพัสดุที่ผลิตในประเทศ (เฉพาะรายการที่ 4)

คุณลักษณะเฉพาะ (Specifications)

- ชุดฝึกเพื่อการเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณผ่านระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 100 บอร์ด

ลงชื่อ.....*Piyachit*.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์ ดร.ปิยะนุช ตั้งกิตติพล)
ลงชื่อ.....*Sanan*.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์จักรกริช ปานเรือนแสน)

ครั้งที่1..... ณ วันที่ *6 สิงหาคม 2567*

- 1.1. เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับการเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณ ซึ่งได้รับการต่อยอดจากโครงการแพลตฟอร์มเพื่อการเรียนรู้แบบ Open Source ที่ชื่อ KidBright32 ของสำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หรือ สวทช. ประเทศไทย
 - 1.2. ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่มีวงจรวีไฟ และบลูทูธกำลังงานต่ำในตัว
 - 1.3. มีส่วนแสดงผล LED ดอทเมตริกซ์ ขนาด 16 x 8 จุด
 - 1.4. มีลำโพงเปียโซขับเสียง
 - 1.5. มีวงจรวัดอุณหภูมิที่ติดตั้งขนาดใหญ่ 2 ตัว
 - 1.6. มีวงจรรูานเวลานาฬิกาจริงพร้อมแบตเตอรี่สำรองสำหรับรักษาค่าเวลาเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง
 - 1.7. มีสวิตช์ RESET การทำงาน
 - 1.8. เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ต USB โดยใช้ขั้วต่อ แบบ USB-C สำหรับการดาวน์โหลดโปรแกรมและสื่อสารข้อมูลอนุกรมและยังใช้ในการรับไฟเลี้ยง +5V ผ่านพอร์ต USB-C
 - 1.9. มีจุดต่อพอร์ตที่ใช้ขั้วต่อ JST 2 มม. แบบ 3 ขา รวม 6 จุด
 - 1.10. มีจุดต่อพอร์ตที่เป็นจุดบัดกรี ขนาดรู 4 มม. สำหรับติดตั้ง banana jack รวม 10 จุด
 - 1.11. มีจุดต่อบัส I²C สำหรับต่ออุปกรณ์ ภายนอกเพิ่มเติมเพื่อขยายระบบแบบ KB CHAIN 5 ขา
 - 1.12. ติดตั้งตัวตรวจจับแสงแบบโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ทำงานได้ดีกับย่านแสงขาว
 - 1.13. ติดตั้งตัวตรวจจับอุณหภูมิ ที่ทำงานผ่านระบบบัส I²C วัดอุณหภูมิได้ -40 ถึง 150 องศาเซลเซียส มีค่าความผิดพลาด ±1 องศาเซลเซียส
 - 1.14. รับไฟเลี้ยง +5V จากจุดต่อพอร์ต USB-C ผ่านวงจรถูกควบคุมแรงดันคงที่ ให้ได้ไฟเลี้ยงคงที่ ที่ +3.3V สำหรับเลี้ยงวงจร
 - 1.15. พร้อมสาย USB Type-C
2. ชุดอุปกรณ์ประกอบสำหรับระบบสมองกลฝังตัวและตัวตรวจจับแบบ I²C จำนวน 50 ชุด
- 2.1. เป็นอุปกรณ์ประกอบสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์และตัวตรวจจับที่ใช้งานกับบอร์ด KidBright32 ได้โดยตรง
 - 2.2. มีแผงวงจรสำหรับงานแสดงผลด้วย LED ตัวเลข 7 ส่วน 4 หลัก พร้อมจุดโคลอน (:) และจุดทศนิยม (dp) ที่ LED แต่ละหลักรวม 4 จุด ความสูงของ LED 0.4 นิ้ว หรือเทียบเท่า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์ ดร.ปิยะนุช ตั้งกิตติพล)
 ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์จักรกริช ปานเรือนแสน)

ครั้งที่1..... ณ วันที่ ๖ มีนาคม ๒๕๖๓

- 2.3. มีแผงวงจรสำหรับขับรีเลย์แบบกลไกที่มีแรงดันไฟตรงของขดลวด 5V จำนวน 2 ช่อง มีจุดต่อหน้าสัมผัส NO (Normally Open) พิกัดหน้าสัมผัส 250Vac 5A / 30Vdc 5A ใช้ไฟเลี้ยง 5V สำหรับวงจรอินพุต หรือเทียบเท่า
- 2.4. มีแผงวงจรสำหรับงานแสดงผลด้วย OLED ที่มีขนาด 0.96 นิ้ว และความละเอียด 128x69 พิกเซล หรือเทียบเท่า
- 2.5. มีแผงวงจรสำหรับรับค่าปุ่มกดแบบคีย์แพดขนาด 4x4 (Keypad 4x4 membrane) ใช้ชิปหลักเป็น PCF8574 มี Interface การเชื่อมต่อเป็น I²C หรือเทียบเท่า
- 2.6. มีแผงวงจรตรวจจับค่า Volatile Organic Compounds หรือ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย เพื่อวัดค่าดัชนีคุณภาพอากาศ หรือ Index for Air Quality ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ BM680 หรือเทียบเท่า
- 2.7. มีแผงวงจรตรวจจับความเข้มของรังสี UVA และ UVB ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ ML8511 หรือเทียบเท่า
- 2.8. มีแผงวงจรตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟราเรดแบบไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ ซึ่งวัดอุณหภูมิที่เป้าหมายแบบไร้การสัมผัสที่ -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส และวัดอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมได้ที่ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส ความละเอียดของอุณหภูมิที่วัดได้ 0.02 องศาเซลเซียส ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ MLX90614 หรือเทียบเท่า
- 2.9. มีแผงวงจรตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟราเรดแบบไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ ซึ่งวัดอุณหภูมิที่เป้าหมายแบบไร้การสัมผัสที่ -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส และวัดอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมได้ที่ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส ความละเอียดของอุณหภูมิที่วัดได้ 0.02 องศาเซลเซียส ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ MLX90614 หรือเทียบเท่า
- 2.10. มีแผงวงจรตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟราเรดแบบไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุ ซึ่งวัดอุณหภูมิที่เป้าหมายแบบไร้การสัมผัสที่ -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส และวัดอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมได้ที่ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส ความละเอียดของอุณหภูมิที่วัดได้ 0.02 องศาเซลเซียส ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ MLX90614 หรือเทียบเท่า
- 2.11. มีแผงวงจรตรวจจับสี แอาร์ทพุตที่อ่านได้ออกมาเป็นค่า Red, Green, Blue (RGB) นอกจากนั้นยังมี light source เพื่อให้การอ่านค่าสีมีความแม่นยำขึ้น ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ ISL29125 หรือเทียบเท่า
- 2.12. มีแผงวงจรตรวจจับความกดอากาศความเที่ยงตรงสูง ทั้งยังสามารถอ่านค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายในบอร์ดเดียว ใช้ชิปหลักเป็น MPL3115A2 มี Interface การเชื่อมต่อเป็น I²C การวัดความดันที่ 70 ถึง 110 kPa มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ ± 0.05 วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 °C ถึง 85 °C มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ หรือเทียบเท่า
- 2.13. มีแผงวงจรตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจ สำหรับทำต้นแบบด้าน wearable สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจและค่าความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือดได้ ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ MAX30102 หรือเทียบเท่า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์ ดร.ปิยะนุช ตั้งกิตติพล)
 ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์จักรกริช ปานเรือนแสน)

ครั้งที่1..... ณ วันที่ 6 สิงหาคม 2564

- 2.14. มีแผงวงจรตรวจจับความถี่เสียงโดยสามารถจับในย่านความถี่ 20 Hz ถึง 20 KHz หรือเทียบเท่า
- 2.15. มีแผงวงจรตรวจจับความเร่งเชิงเส้นในแกนทั้งสามแกนคือ X,Y และ Z (3-AXIS Accelerometer) ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ LIS3DH หรือเทียบเท่า
- 2.16. มีแผงวงจรตรวจจับวัตถุ (Proximity) สำหรับวัดระยะทางจากเซ็นเซอร์ถึงวัตถุที่ต้องการวัด โดยสามารถวัดได้ในระยะตั้งแต่ 0 ถึง 1.5 เมตร ติดตั้งตัวตรวจจับเบอร์ VCNL4200 หรือเทียบเท่า
- 2.17. มีแผงวงจรตรวจจับแรงกดที่กระทำลงบนแผ่น FSR (Force Sensing Resistor) ซึ่งจะเปลี่ยนค่าความต้านทานไปตามปริมาณแรงกด มีไฟ LED บอกสถานะเมื่อจ่ายไฟให้กับเซ็นเซอร์ หรือเทียบเท่า
- 2.18. มีแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ขนาดเล็กแบบกระแสตรง 1A สามารถเชื่อมต่อกับ DC Motor ได้จำนวน 2 ช่อง ติดตั้งชิป DRV8830 สื่อสารผ่าน I²C เหมาะสำหรับหุ่นยนต์ขนาดเล็ก หรือเทียบเท่า
- 2.19. มีแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ PWM/Servo สามารถเชื่อมต่อกับ Servo Motor ได้จำนวน 8 ช่อง สื่อสารผ่าน I²C ใช้ไอซีเบอร์ PCA9684 เหมาะกับนำไปใช้สร้างหุ่นแมงมุม 6 ขา หรือเทียบเท่า
- 2.20. มีแผงวงจรการจ่ายพลังงานให้แก่ KidBright32 เพื่อให้ทำงานในรูปแบบนอกสถานที่ได้อย่างเต็มรูปแบบโดยที่ไม่ต้องคอยกังวลเรื่องพลังงาน พร้อมกับความสามารถในการชาร์จแบตเตอรี่ (500mA Lithium Polymer) ในตัวผ่านทางสาย Micro USB ที่สามารถหาได้ทั่วไปตามท้องตลาด หรือเทียบเท่า
- 2.21. มีแผงวงจรสำหรับการอ่านค่าอนาล็อกไว้สำหรับเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับที่เป็นอนาล็อกใช้งานกับ KidBright32 ใช้ชิป ADS1015 ที่มีขนาด 12 Bit และรองรับช่องสัญญาณ จำนวน 4 ช่อง โดยมีขนาด Analog Input 0-5V และมีไฟแสดงสถานะการทำงานของตัวบอร์ด หรือเทียบเท่า
- 2.22. มีแผงวงจรขยายช่องสัญญาณ INPUT และ OUTPUT สำหรับ KidBright32 ที่มีขนาด 16Bit โดยแบ่งเป็น แหล่งจ่ายไฟขนาด 5V จำนวน 2 ช่อง และช่องสัญญาณจำนวน 16 ช่อง ซึ่งในแต่ละช่องสัญญาณสามารถกำหนดเป็น INPUT/OUTPUT ได้ ทำงานอยู่บนชิป MCP23017 หรือเทียบเท่า
- 2.23. มีแผงวงจรขยายช่องสัญญาณเพื่อรองรับการเชื่อมต่อได้หลายอุปกรณ์ แหล่งจ่ายไฟขนาด 5V จำนวน 2 ช่อง รองรับการเชื่อมต่อทั้งหมด 5 ช่อง สามารถรับไฟผ่านทาง Micro USB Type B ได้ หรือเทียบเท่า

3. ชุดฝึกเครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ

จำนวน 6 เครื่อง

- 3.1. ใช้วิธีขึ้นรูปชิ้นงาน 3 มิติ แบบ Fused Filament Fabrication (FFF) หรือ Fused Deposition Modeling (FDM) หรือ Stereo lithography (SLA) หรือดีกว่า
- 3.2. มีพื้นที่ผลิตชิ้นงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้
 - 1) ในกรณีพื้นที่ผลิตชิ้นงานเป็นรูปแบบสี่เหลี่ยม ต้องมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 200 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร หรือ
 - 2) ในกรณีพื้นที่ผลิตชิ้นงานเป็นรูปแบบวงกลม ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 160 มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 240 มิลลิเมตร

ลงชื่อ..... *Pujand*ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์ ดร.ปิยะนุช ตั้งกิตติพล)
 ลงชื่อ..... *วิ.อมว*ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์จักรกริช ปานเรือนแสน)

ครั้งที่1..... ณ วันที่ *6 สิงหาคม 2561*

- 3.3. สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยมีความละเอียดที่ขนาดไม่มากกว่า 0.1 มิลลิเมตรต่อชั้น (Layer) ได้
- 3.4. ความเร็วในการพิมพ์สูงสุดไม่น้อยกว่า 70 มิลลิเมตรต่อวินาที
- 3.5. มีช่องเชื่อมต่อแบบ SD-Card Reader หรือ USB หรือดีกว่า
- 3.6. สามารถใช้กับวัสดุประเภท Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) หรือ Polylactic Acid (PLA) หรือ Nylon ได้
- 3.7. สามารถพิมพ์ชิ้นงานจากไฟล์ชนิด STL หรือ OBJ ได้
- 3.8. เป็นเครื่องพิมพ์สามมิติที่มีวัสดุคลุมทั้งตัว (Fully Enclosed 3D Printer) เพื่อพิมพ์วัสดุที่ต้องการการควบคุมอุณหภูมิโดยรอบได้เป็นอย่างดี และป้องกันการสัมผัสโดยชิ้นส่วนที่มีความร้อนจากเด็ก
- 3.9. สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม Ultimaker Cura, Simplify3D, PrusaSlicer, Reoetier, Creality Print อย่างน้อยหนึ่งโปรแกรม

4. ตู้สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์

จำนวน 3 หลัง

- 4.1. ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร
- 4.2. โครงตู้ทำจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.6 มิลลิเมตร
- 4.3. มีแผ่นบานเลื่อนด้านหน้าทำจากโลหะบานทึบหรือกระจก
- 4.4. กลอนตู้ เป็นโลหะติดตั้งด้านในของหน้าบานเปิดตู้
- 4.5. กุญแจเป็นโลหะ ติดตั้งอยู่บนหน้าบาน
- 4.6. สามารถแบ่งชั้นจัดเก็บภายในตู้ได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั้น
- 4.7. มีมาตรฐานการผลิตสินค้าและเป็นวัสดุที่ผลิตในประเทศ

5. ชุดเรียนรู้การประมวลผลภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์

จำนวน 25 ชุด

- 5.1. เป็นอุปกรณ์แมชชีนวิชั่น (Machine Vision) ที่ติดตั้งกล้องและหน่วยประมวลผลด้านปัญญาประดิษฐ์ เพื่อช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับภาพ สี เส้น รูปร่างของวัตถุ หน้าของมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิต สามารถตรวจจับแท็กหรือรหัส QR code ได้
- 5.2. เชื่อมต่อและใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมสมัยได้ทุกตระกูลที่มีวงจรเชื่อมต่อ UART หรือบัส I²C ไม่ว่าจะเป็น Arduino, micro:bit, ESP32, OpenKB และ KidBright32 รวมถึงบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi หรือเทียบเท่า
- 5.3. ชิพประมวลผลหลักคือ Kendryte K210 หรือเทียบเท่า
- 5.4. โมดูลตรวจจับภาพ OV2640 เป็นโมดูลกล้องความละเอียด 2 ล้านพิกเซลหรือเทียบเท่าและดีกว่า
- 5.5. ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 ถึง 5V ต้องการกระแสไฟฟ้าในขณะทำงานปกติ 320mA ที่ไฟเลี้ยง 3.3V หรือ 230mA ที่ไฟเลี้ยง 5V หรือเทียบเท่า
- 5.6. จอแสดงผลแบบ IPS ขนาด 2 นิ้ว มีความละเอียด 320 x 240 จุด หรือเทียบเท่า
- 5.7. อัลกอริทึมที่มีมาพร้อมใช้งาน ประกอบด้วย การจดจำหน้า (Face Recognition), การติดตามวัตถุ (Object Tracking), การจดจำวัตถุ (Object Recognition), การติดตามเส้น (Line Tracking), การจดจำสี (Color Recognition) และ การจดจำแท็กหรือสัญลักษณ์ (Tag Recognition)

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์ ดร.ปิยะนุช ตั้งกิตติพล)
 ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด (อาจารย์จักรกริช ปานเรือนแสน)

ครั้งที่1..... ณ วันที่ 6 สิงหาคม 2564