**บทที่ 2**

**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ในการจัดทำโครงงาน ชื่อเรื่อง ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการประกอบการดำเนินงาน โดยผู้จัดทำได้แบ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เห็ดนางฟ้า

2.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 ตัวต้านทานตรวจสอบกระแส (Current Sense Resistors)

2.1.4 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

2.1.5 วินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application)

2.1.6 ภาษาที่เกี่ยวข้อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ไอโอทีแพลทฟอร์มในโรงเพาะเห็ด

2.2.2 IOT for Smart Farm: A case study of the Lingzhi Mushroom Farm at Maejo

University

2.2.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า

2.2.4 IOT BASED DESIGN IMPLEMENTATION OF MUSHROOM FARM MONITORING

USING ARDUINO MICROCONTROLLERS & SENSORS

**2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

2.1.1 เห็ดนางฟ้า

เห็ดนางฟ้ามีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกับเห็ดนางรม เห็ดทั้งสองชนิดจัดอยู่ในวงศ์ (family) เดียวกันชื่อ “เห็ดนางฟ้า” เป็นชื่อที่ตั้งขึ้นในเมืองไทย คนไทยบางคนเรียกว่าเห็ดแขก เนื่องจากมีผู้พบเห็นเห็ดนี้ครั้งแรกที่ประเทศอินเดีย พบขึ้นตามธรรมชาติบนตอไม้เนื้ออ่อนที่กำลังผุ ในแถบเมืองแจมมู (Jammu) บริเวณเชิงเขาหิมาลัย ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Pleurotus sajor-caju (Fr.) Singer

เห็ดนางฟ้าถูกนำไปเลี้ยงในอาหารวุ้นเป็นครั้งแรกโดย Jandaik ในปี ค.ศ. 1947 ต่อมา Rangaswami และ Nadu แห่ง Agricultural University, Coimbattore ในอินเดียเป็นผู้นำเชื้อบริสุทธิ์ของเห็ดนางฟ้าเข้ามาฝากไว้ที่ American Type Culture Collection (ATCC) ในอเมริกาเมื่อปี ค.ศ. 1975 ได้ทราบว่าประมาณปี ค.ศ. 1977 ทางกองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร เป็นผู้นำเชื้อจาก ATCC เข้ามาประเทศไทยเพื่อทดลองเพาะดูปรากฏว่าเจริญได้ดี

อีกสายพันธุ์หนึ่ง เป็นเห็ดที่มีผู้นำเข้ามาจากประเทศภูฐาน มาเผยแพร่แก่นักเพาะเห็ดไทย ได้มีการเรียกเชื้อเห็ดนี้ว่า เห็ดนางฟ้าภูฐาน มีหลายสายพันธุ์ซึ่งชอบอุณหภูมิที่แตกต่างกันบางพันธุ์ออกได้ดีในฤดูร้อน บางพันธุ์ออกได้ดีในฤดูหนาว เป็นที่นิยมนำมาเพาะเป็นการค้ากันมาก

ลักษณะของดอกเห็ดนางฟ้า มีลักษณะคล้ายกับดอกเห็ดเป๋าฮื้อ และดอกเห็ดนางรม เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดเป๋าฮื้อ ดอกเห็ดนางฟ้าจะสีอ่อนกว่า และมีครีบอยู่ชิดกันมากกว่าเห็ดนางฟ้าสามารถเก็บไว้ในตู้เย็นได้นานหลายวัน เช่นเดียวกับเห็ดเป๋าฮื้อ เนื่องจากเห็ดชนิดนี้ไม่มีการย่อตัวเหมือนเห็ดนางรม ด้านบนของดอกจะมีสีนวลๆ ถึงสีน้ำตาลอ่อน ในอินเดียดอกเห็ดมีขนาดตั้งแต่ 5-14 เซนติเมตร และจะมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 30-120 กรัม เห็ดนางฟ้ามีรสอร่อย เมื่อจะนำเห็ดมาปรุงอาหาร ก็นำไปแช่น้ำเห็ดจะคืนรูปเดิมได้

วงจรชีวิตของเห็ดนางฟ้า ก็เป็นแบบเห็ดทำลายไม้ทั่วๆไป คือมีชีวิตอยู่ข้ามฤดูอัตคัด ด้วยคลามีโดสปอร์ในท่อนไม้ พอถึงฤดูชุ่มชื้อก็งอกมาเป็นเส้นใย แล้วสร้างดอกเห็ดขึ้น ปล่อยสปอร์ลอยไป สปอร์งอกเป็นเส้นใยแล้วเจริญไปบนอาหารจนสร้างดอกเห็ดอีก วนเวียนไปอย่างนี้

เห็ดนางฟ้าเติบโตดีที่ pH. 5-5.2 (เป็นกรดเล็กน้อย) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อเส้นใยคือ 32 องศาเซลเซียส และสร้างดอกเห็ดได้ดีที่ 25 องศาเซลเซียส เส้นใยสีขาวจัด มีความสามารถเชื่อมต่อเส้นใยได้ดี ใช้น้ำตาลในแง่ของอาหารคาร์โบไฮเดรตได้ดีกว่าพวก โพลีแซคคาไรค์ หรืออาหารซับซ้อน

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.1 วงจรชีวิตเห็ดนางฟ้า |

1. ดอกเห็ดนางฟ้าเมื่อโตเต็มที่จะสร้างสปอร์บริเวรครับ โดยการปล่อยสปอร์เมื่อแก่ออกเป็น

ระยะๆ

2. เมื่อดอกเห็ดปล่อยสปอร์ออกมาแล้ว สปอร์ก็ปลิวไปตามกระแสลม

3. เมื่อสปอร์ปลิวไปตกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ก็จะงอกออกมาเป็นเส้นใยขั้นต้นมี 1

นิวเคลียส

4. เส้นใยขั้นที่ 1 เมื่อเจริญเต็มที่แล้ว ก็จะมารวมตัวกัน ซึ่งอาจมาจากต่างสปอร์กัน การรวมตัว

ของเส้นใยขั้นที่ 1 จะเป็นการเชื่อมต่อกันแล้วถ่ายทอดนิวเคลียสมาอยู่ในเซลล์เดียวกัน

กลายเป็นเส้นใยขั้นที่สอง

5. หลังจากเส้นใยขั้นที่ 1 รวมตัวกันกลายเป็นเส้นใยขั้นที่ 2 แล้ว ก็จะเจริญเติบโตและสร้างเส้น

ใยเห็ดแทนเส้นใยขั้นที่ 1 อย่างรวดเร็วบนอาหาร

6. เมื่อเส้นใยขั้นที่ 2 เจริญบนอาหารและเติบโตเต็มที่แล้ว จะสะสมอาหารแล้วรวมตัวกันอีก

ครั้งเพื่อสร้างดอกเห็ดต่อไป

7. ดอกเห็ดนางฟ้าที่เกิดจากการรวมตัวของเส้นใยเห็ดขั้นที่ 2

ขั้นตอนการเพาะเห็ดนางฟ้า

การเพาะเห็ดนางฟ้ามีระบบการผลิตแยกชัดเจนได้เป็น 4 ขั้นตอนด้วยกัน คือ 1) การผลิตเชื้อวุ้น 2) การทำหัวเชื้อเห็ด 3) การผลิตถุงหรือก้อนเชื้อ 4) การเพาะให้เกิดเป็นดอก การลงทุนจะมากในขั้นตอนที่ 1-3 ส่วนขั้นที่ 4 คือการผลิตดอกเห็ดจะทำขนาดเล็กใหญ่เท่าใดก็ได้ไม่ต้องลงทุนมาก หรือจะดัดแปลงจากโรงเรือนอื่นๆ ที่มีอยู่แล้วมาใช้ได้ และในขั้นตอนนี้ ผู้ที่ต้องการเพาะจะทำครบทุกขั้นตอนเลยก็ได้หรืออาจจะทำเป็นบางขั้นตอนก็ได้ เช่น จะทำเฉพาะหัวเชื้อเห็ด โดยการนำก้อนเชื้อที่ทำสำเร็จรูปแล้วมาเปิดดอกรดน้ำให้เกิดดอกเห็ดเลยก็ได้ ซึ่งระบบการตั้งฟาร์มเห็ด ได้รับการแนะนำให้ทำเป็นขั้นๆ ดังต่อไปนี้

1. เรียนรู้วิธีการกินเห็ด เราจะทำธุรกิจเห็ดต้องกินเห็ดเก่ง ต้องปรุงอาหารจากเห็ดหลายชนิดทำให้อร่อย สามารถแนะนำผู้ชื้อเห็ดไปปรุงเองได้อย่างมั่นใจ

2. ผลิตดอกกเห็ดขาย 90% ของฟาร์มเห็ดที่ทำอยู่เริ่มจากวิธีนี้ โดยทำโรงเรือนขนาดย่อมๆ เพื่อใช้เพาะเอาดอกเห็ด ซื้อถุงเชื้อจากฟาร์มผลิตดอก โดยหาความชำนานและความรู้ไปเรื่อยๆ จนเชี่ยวชาญ ขั้นนี้อย่างเพิ่งลงทุนทำถุงเชื้อเอง ให้ซื้อถุงเชื้อจากฟาร์มที่ทำขายก่อน เริ่มจากทยอยทำน้อยๆ

3. ผลิตถุงเชื้อเห็ด ถ้าตลาดรับซื้ออเห็ดและถุงเชื้อมากพอจึงตั้งหน่วยผลิตถุงเชื้อได้แต่ถ้าคํานวณ ว่าซื้อถุงถูกกว่าผลิตเองก็ไมควรทำาควรไปดูฟาร์มทำถุงเชื้อหลายๆฟาร์มแล้วมาคำนวณว่าเครื่องมือและ วิธีการแบบใดดีที่สุด เตรียมการเอาคนคุมงานไปฝึกงานในฟาร์ม หรือติดต่อจ้างคนชำนาญในฟาร์มเก่ามาทำ ฟาร์มใหม่่ ขั้นตอนนี้ก็ควรซื้อเชื้อข้าวฟ้าง ยังไม่ควรทำเอง การลงทุนขนาดเล็กจะใช้หม้อต้มไอน้ำต่างหาก (สตีมเม่อร์)์ แล้วต่อท่อมาอบถุงขี้เลื่อยในอีกหม้อต่างหาก ถ้างานนี้มากขึ้นเรื่อยๆ จนเห็นสมควร แล้วค่อยผลิตเชื้อข้าวฟ่างและซื้อวุ้นต่อไป

4. ผลิตเชื้อวุ้นและข้าวฟ่าง เริ่มทำเมื่องานฟาร์มมีขนาดใหญ่มาก สำหรับระยะ 1-2 ปี ที่ผ่านมานั้นถ้ายังไม่ทำเชื้อวุ้นและเชื้อข้าวฟ่างมาก่อน ก็ไม่ควรทำขึ้นใหม่ มีผู้ทำขายมากอยู่แล้ว

2.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1.2.1 ESP32 LoRa

ESP32 LoRa เป็นบอร์ดที่รวมเอา ESP32 และโมดูล LoRa SX1278 ไว้ในบอร์ดเดียวทำให้สามารถสื่อสารแบบ Wi-Fi Bluetooth และสามารถส่งข้อมูลระยะไกลแบบ LoRa

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.2 ESP32 LoRa |

รายละเอียด ESP32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน โดยไอซี ESP32 มีสเปคโดยละเอียด ดังนี้

* ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240MHz
* มีแรมในตัว 512KB
* รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16MB
* มาพร้อมกับ WiFi มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct
* มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE
* ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6V ถึง 3V
* ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40◦C ถึง 125◦C
* นอกจากนี้ ESP32 ยังมีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาในตัวด้วย ดังนี้
* วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ
* เซ็นเซอร์แม่เหล็ก
* เซ็นเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง
* รองรับการเชื่อมต่อคลิสตอล 32.768kHz สำหรับใช้กับส่วนวงจรนับเวลาโดยเฉพาะ
* ขาใช้งานต่าง ๆ ของ ESP32 รองรับการเชื่อมต่อบัสต่าง ๆ ดังนี้
* มี GPIO จำนวน 28 ช่อง
* รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
* รองรับ SPI จำนวน 2 ช่อง
* รองรับ I2C จำนวน 2 ช่อง
* รองรับ 12-bits ADC จำนวน 18 ช่อง
* รองรับ 8-bits DAC จำนวน 2 ช่อง
* รองรับ I2S จำนวน 1 ช่อง
* รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
* รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card
* นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชั่นเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้
* รองรับการเข้ารหัส WiFi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
* รับ – ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b
* เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 135Mbps
* ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5uA

รายละเอียด LoRa SX1278 ทำงานร่วมกับโปรโตคอลการสื่อสาร SPI ดังนั้นจึงสามารถใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับ SPI ได้ จำเป็นต้องใช้ Ariel (เสาอากาศ) ร่วมกับโมดูลมิฉะนั้นอาจทำให้โมดูลเสียหายอย่างถาวร โมดูลควรใช้พลังงาน 3.3V เท่านั้นโดยมีคุณสมบัติต่างดังนี้

* ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 3.3V
* ความถี่ในการทำงาน 433MHz
* การสื่อสาร SPI แบบ Half-Duplex
* เทคนิคการมอดูเลต FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa
* Packet size: 256 bytes
* ความไว: -148db

2.1.2.2 Raspberry Pi 3 Model B

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.3 Raspberry Pi 3 Model B |

Raspberry Pi 3 Model B เปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับ จอ เมาส์ และคีย์บอร์ดได้ สามารถทำงานได้เหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป เช่น การทำงานเอกสาร ดูหนัง ฟังเพลง การใช้งานอินเทอร์เน็ต การเขียนโปรแกรม เป็นต้น

Raspberry Pi สามารถรองรับระบบปฏิบัติการ Linux ได้หลาย Distros เช่น Respbian Ubuntu Pidora และ Arch Linux โดยติดตั้งระบบปฏิบัติการลงใน SD Card โดย Raspberry Pi สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำสิ่งต่างๆได้มากมาย เช่น Database Server Robot Microcontroller

คุณสมบัติของ Raspberry Pi 3 Model B มีดังนี้

* Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU
* 1GB RAM
* BCM43438 wireless LAN and Bluetooth Low Energy (BLE) on board
* 100 Base Ethernet
* 40-pin extended GPIO
* 4 USB 2 ports
* 4 Pole stereo output and composite video port
* Full size HDMI
* CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera
* DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display
* Micro SD port for loading your operating system and storing data
* Upgraded switched Micro USB power source up to 2.5A

2.1.2.3 AM2315

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.4 AM2315 |

AM2315 คือเซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นคุณภาพสูงที่มีเอาท์พุทเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยมีการสอบเทียบสัญญาณดิจิตอลเอาท์พุทแล้ว ใช้โมดูลตรวจจับอุณหภูมิละความชื้นคุณภาพสูงเพื่อให้แน่ใจว่ามีการวัดค่าที่แม่นยำและมีความทนทาน เซ็นเซอร์ประกอบด้วยตัววัดความชื้นประเภทความจุไฟฟ้า อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่มีความแม่นยำสูง และเชื่อมต่อด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิตประสิทธิภาพสูง AM2315 สื่อสารด้วย I2C ผู้ใช้สามารถเชื่อต่อ I2C bus ได้โดยตรง

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.5 AM2315 pin assignment |

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.6 AM2315 wiring diagram |

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.7 AM2315 relative humidity performance table |

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.8 AM2315 relative temperature performance table |

2.1.2.4 4-Channel Relay Module

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.9 4-Channel Relay Module |

รีเลย์เป็นสวิตช์ที่ทำงานด้วยไฟฟ้าและเช่นเดียวกับสวิตช์อื่น ๆ ที่สามารถเปิดหรือปิดได้โดยปล่อยให้กระแสไหลผ่านหรือไม่ สามารถควบคุมด้วยแรงดันไฟฟ้าต่ำเช่น 3.3V ที่ให้มาโดย Microcontroller GPIO และช่วยให้สามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าสูงเช่น 12V, 24V หรือแรงดันไฟหลัก (220V)

คุณสมบัติของ 4-Channel Relay Module มีดังนี้

* 4-Channel Relay breakout
* Power supply range from 5V~7.5V
* Onboard Photocoupler isolation
* Equiped with high-current relay, AC250V 10A ; DC30V 10A.
* Relay Output Indicator LED
* VCC is system power source, and JD\_VCC is relay power source. Ship 5V relay by default. Plug jumper cap to use
* TTL logic interface can be directly connected to microcontroller (Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, etc )

จากรูปที่ 2.9 ประกอบด้วย relay จำนวน 4 ตัว แต่ละตัวมีสามช่อง common(COM), Normally Closed(NC), Normally Open(NO)

* COM เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน (220V, 12V, 24V)
* NC (Normally Closed) ใช้เมื่อต้องการให้รีเลย์ทำงานแบบ Normally Closed หมายความว่าวงจรปิด(กระแสไหล) เว้นแต่จะส่งสัญญาณจาก Microcontroller ไปยังโมดูลรีเลย์เพื่อเปิดวงจรและหยุดการไหลของกระแส
* NO (Normally Open) ใช้เมื่อต้องการให้รีเลย์ทำงานแบบ Normally Open หมายความว่าวงจรเปิด(กระแสไม่ไหล) เว้นแต่จะส่งสัญญาณจาก Microcontroller เพื่อปิดวงจร

ด้านแรงดันไฟต่ำ(ต่อกับ Microcontroller) ประกอบด้วย 6 พินดังนี้

* VCC แรงดันไฟฟ้าบวก
* GND Ground
* IN1-IN4 พอร์ตควบคุมรีเลย์

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.10 4-channel relay schematic |

จากรูปด้านบน เมื่อพอร์ตสัญญาณ(IN) อยู่ในระดับต่ำ(LOW) ไฟสัญญาณจะสว่างขึ้นและออปโตคัปเปลอร์ 817c จะแปลงแสงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ออปโตคัปเปลอร์ 817c สามารถแยกสัญญาณไฟฟ้าอินพุตและเอาต์พุตออกจากกัน จากนั้นทรานซิสเตอร์จะทำงาน ขดลวดรีเลย์จะถูกกระแสไฟฟ้า และหน้าสัมผัส(Contact) ที่เปิดตามปกติ(Normally Open) ของรีเลย์จะปิดลง เมื่อพอร์ตสัญญาณ(IN) อยู่ในระดับสูง(HIGH) หน้าสัมผัส(Contact) ที่ปิดตามปกติ(Normally Close) ของรีเลย์จะปิด

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.11 4-channel relay PCB |

2.1.2.5 จอแอลซีดี (I2C LCD)

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.12 จอแอลซีดี (I2C LCD) |

I2C LCD ประกอบด้วยวงจรเสริมขนาดเล็กที่ติดตั้งที่ด้านหลังของโมดูล คือชิป PCF8574 ใช้สำหรับการสื่อสาร I2C และโพเทนชิออมิเตอร์เพื่อปรับแสงจอ (backlight) ข้อดีของ I2C LCD คือการต่อสายทำได้ง่ายใช้เพียงสองพินในการควบคุม LCD โดยทั่วไปแล้ว LCD มาตรฐานต้องการการเชื่อมต่อประมาณ 12 พินซึ่งอาจเป็นปัญหาได้หากคุณไม่มีพิน GPIO เหลือพอ

บัส I2C เป็นบัสอนุกรมที่คิดค้นโดย PHLIPS เป็นบัสอนุกรมประสิทธิภาพสูงซึ่งมีการกำหนดเวลาบัสและฟังก์ชันซิงโครไนซ์อุปกรณ์ความเร็วสูงหรือต่ำที่ระบบโฮสต์หลายระบบต้องการ บัส I2C มีเพียงสองสายสัญญาณสองทิศทาง Serial Data Line (SDA) และ Serial Clock Line (SCL)

ข้อมูลจำเพาะของ 16 × 2, 20 × 4 และ LCD ขนาดอื่น ๆ ส่วนใหญ่จะเหมือนกัน เพาะทั้งหมดใช้ตัวควบคุม HD44780 Hitachi LCD เหมือนกัน

ตารางที่ 2.ป คุณสมบัติของ I2C LCD

|  |  |
| --- | --- |
| Operating voltage | 5 V |
| Controller | Hitachi HD44780 LCD controller |
| Default address | 0x27 |
| Screen resolution | 2-lines × 16 characters |
| Character resolution | 5 × 8 pixels |
| Module dimensions | 80 × 36 × 12 mm |
| Viewing area dimensions | 64.5 × 16.4 mm |

2.1.3 ตัวต้านทานตรวจสอบกระแส (Current Sense Resistors)

2.1.4 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.ป ตัวอย่างเว็บแอปพลิเคชัน |

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือเว็บที่นำเอา โปรแกรมประยุกต์ (Application) มารวมไว้ในเว็บโดยการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์เชิงโปรแกรมมิ่งเช่น PHP, NodeJS, Python, .NET, Java ฯลฯ เช่น การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถคำนวณได้เหมือนเครื่องคิดเลข

เว็บไชต์ (Website) — เป็นเว็บไซต์ที่ไว้นำเสนอข้อมูลความรู้ แต่ไม่สามารถคำนวณ หรือทำงานอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) — เป็นเว็บที่นำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในเว็บซึ่งเชื่อมต่อฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สามารถเปลี่ยนข้อมูลที่แสดงในเว็บได้อย่าง่ายดายโดยไม่ต้องแก้ไข HTML, CSS และ Javascript จะเห็นตัวอย่างได้ในเว็บต่าง ๆ เว็บขายของ ฯลฯ

จุดเด่นของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

* Web Application เหมาะกับองค์กรขนาดเล็กเพราะมีค่าใช้จ่ายต่ำ และคิดค่าใช้จ่ายตามจำนวนการใช้งานจริง
* การใช้งานในองค์กรทำได้ง่าย เพียงแค่มีเว็บบราวเซอร์ซึ่งเป็นสิ่งพื้นฐานในคอมพิวเตอร์ปัจจุบันแทบทุกเครื่องก็ใช้งานได้
* ข้อมูลจัดเก็บที่เดียว ง่ายต่อการจัดการ และไม่เกิดความซ้ำซ้อน
* ไม่ต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงซึ่งมีราคาแพง
* อยู่ที่ไหนก็ทำงานได้เพราะสามารถล๊อกอินเข้าใช้งานได้เลยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรม
* ไม่ต้องมีบุคคลากรด้านเทคนิคเป็นของตัวเอง เพราะผู้ให้บริการดูแลเซิฟเวอร์และการบำรุงรักษาเองทั้งหมด
* ส่วน มากใช้ได้หลากหลายแพลทฟอร์มทั้ง Windows, Linux และ Mac ทำให้องค์กรสามารถเลือกใช้บางเครื่องเป็น Linux ได้เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธ์
* เชื่อมต่อกับเว็บแอพหรือบริการออนไลน์อื่นๆได้ง่าย

2.1.5 วินโดว์แอปพลิเคชัน (Windows Application)

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.ป ตัวอย่างวินโดว์แอปพลิเคชัน |

Windows Application หรือ WinAPP เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) เรียกง่ายๆก็คือ โปรแกรมประเภทนี้เป็นโปรแกรมที่จะติดต่อหรือตอบสนองกับผู้ใช้ (User) ผ่านทางระบบภาพ Graphic เพื่อให้มีการใช้งานที่ง่ายและเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้นนั่นเอง ในสมัยก่อนนั้น โปรแกรมประเภทนี้ จะต้องผ่านการเขียนโปรแกรมขึ้นมาด้วยข้อความหรือ Text จากโปรแกรมอย่างเช่น Notepad หรือ Editplus แต่หากเป็นในปัจจุบัน มีโปรแกรมที่สามารถใช้วิธีคลิ๊กวาง ลากวางให้สามารถจัดการสร้างสรรค์โปรแกรมได้ง่ายยิ่งขึ้น แต่ถึงอย่างไรก็ควรที่จะมีการศึกษาในเรื่องของหลักการพัฒนาโปรแกรมไว้บ้าง เพื่อความสะดวกในการแก้ไขและจัดการโปรแกรมในภายหลัง

2.1.6 ภาษาที่เกี่ยวข้อง

2.1.6.1 ภาษา C++

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.ป ภาษา C++ |

C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบออบเจ็ค และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำนอกจากนี้มันยังถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบต่างๆ มากมาย เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว (Embedded) ไมโครคอนโทรลเลอร์ เว็บเซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาเกม และแอพพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพอย่างสูง

ภาษา C++ เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาในการเขียนโปรแกรมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบโปรแกรมสูง C++ เป็นภาษาที่ต้องคอมไพล์ก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในหลายๆ แพลตฟอร์ม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยองค์กรต่างๆ ที่ประกอบไปด้วย Free Software Foundation (FSF's GCC) LLVM Microsoft Intel และ IBM

C++ นั้นถูกกำหนดให้เป็นภาษาที่เป็นมาตรฐานโดย International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งเวอร์ชันล่าสุดนั้นเผยแพร่ในธันวาคม 2014 คือ ISO/IEC 14882:2014 หรือที่รู้จักกันในชื่อของ C++14 โดยที่ภาษา C++ ได้เริ่มกำหนดมาตราฐานครั้งแรกในปี 1998 คือ ISO/IEC 14882:1998 ภาษา C++ ถูกพัฒนาโดย Bjarne Stroustrup ที่ Bell Labs ตั้งแต่ปี 1979 ซึ่งในตอนแรกเป็นส่วนขยายของภาษา C โดยที่เขาต้องการที่จะพัฒนาภาษาที่มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นเหมือนกับภาษา C และยังมีคุณสมบัติใหม่ที่สูงกว่าสำหรับพัฒนาโปรแกรม

Bjarne Stroustrup นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ชาวเดนมาร์ก ได้สร้างภาษา C++ ขึ้นในปี 1979 โดยเขาเริ่มจาก "C with Classes" ซึ่งเป็นภาษาก่อนหน้าของภาษา C++ แรงจูงใจสำหรับการสร้างภาษาใหม่นั้นมีต้นกำเนิดมาจากประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมสำหรับงานวิจัยในการศึกษาระดับปริญญาเอกของเขา ในขณะที่ Stroustrup เริ่มต้นการทำงานที่ AT&T Bell Labs เขามีปัญหาในการวิเคราะห์ UNIX kernel ซึ่งเกี่ยวกับ distributed computing จากการจดจำในประสบการณ์ปริญญาเอกของเขา Stroustrup ตั้งใจว่าจะเพิ่มความสามารถให้ภาษา C กับคุณสมบัติที่เหมือนภาษา Simula เขาเลือกภาษา C เพราะว่ามันเป็นภาษาเขียนโปรแกรมเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ที่ทำงานเร็ว สะดวกใช้งานง่ายและใช้กันอย่างแพร่หลาย จนกระทั่งในปี 2011 มาตฐานของ C++11 ได้ถูกเผยแพร่ โดยการเพิ่มคุณสมบัติใหม่เข้ามามากมาย รวมทั้งการเพิ่มเติมขนาดของไลบรารี่มาตรฐาน และให้ความสะดวกแก่โปรแกรมเมอร์ภาษา C++ เป็นอย่างมาก

คอมไพเลอร์คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือกลุ่มของโปรแกรมที่แปลงซอสโค้ดที่เขียนขึ้นในภาษา C++ ไปเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Target language) หลังจากที่ทำการแปลงแล้วจะได้ข้อมูลในรูปแบบของฐานสอง (Binary) ที่เรียกกันว่า Object code เหตุผลที่ต้องแปลงโปรแกรมจากภาษาเขียนโปรแกรมไปเป็นภาษาเครื่องโดยคอมไพเลอร์ก็เพื่อสร้างโปรแกรมที่สามารทำงานได้ (Executable program) คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจแค่ภาษาเครื่อง ภาษาที่ประกอบไปด้วยตัวเลข 1 และ 0 เราจำเป็นต้องใช้คอมไพเลอร์เพื่อแปลงโปรแกรมที่เราเขียนไปเป็นภาษาเครื่องที่ให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้คอมไพเลอร์ช่วยให้โปรแกรมเมอร์พัฒนาโปรแกรมของพวกเขาได้อย่างง่ายดายในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูง อย่างเช่น ภาษา C++

2.1.6.2 ภาษา Visual Basic.NET

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.ป ภาษา Visual Basic.NET |

Visual Basic .NET (VB.NET) เป็นภาษารุ่นที่สามในการเขียนโปรแกรมแบบ event-driven programming (การเขียนโปรแกรมที่ขึ้นกับเหตุการณ์) ซึ่งมาพร้อมกับเครื่องมือพัฒนาจาก Microsoft เปิดตัวครั้งแรกในปี 1991 และได้รับการพัฒนาให้ดีมากขึ้นจนถึงปี 2008 โดย ภาษา Visual Basic นั้นถูกออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้และง่ายต่อการใช้งาน ภาษา Visual Basic นั้นถูกพัฒนามาจากภาษา Basic ภาษาเขียนโปรแกรมที่เข้าใจง่ายสำหรับผู้เริ่มต้น

ภาษา Visual Basic สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมแบบ rapid application development (RAD) และ graphical user interface (GUI) การเข้าถึงฐานข้อมูล และอื่นๆ ที่ทำงานภายใต้ .NET Framework เวอร์ชันล่าสุดของ Visual Basic นั้นสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุอย่างเต็มรูปแบบ และยังถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว โปรแกรมเมอร์สามารถสร้างโปรแกรม GUI อย่างง่ายไปจนถึงซับซ้อน การเขียนโปรแกรมใน VB นั้นสามารถออกแบบได้โดยการลากและวางส่วนประกอบต่างๆ ของตัวควบคุมหรือฟอร์ม การระบุแอตทริบิวต์เพิ่มเติมสำหรับส่วนประกอบเหล่านั้น และเขียนโค้ดเพิ่มเติมสำหรับการทำงาน เพราะว่า VB ได้มีการกำหนดค่าแอตทริบิวต์และฟังก์ชันพื้นฐานในการทำงานของโค้ด โปรแกรมเมอร์จึงไม่จำเป็นที่จะเขียนโค้ดเป็นจำนวนมากในการพัฒนาโปรแกรม ข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างของหน้าออกแบบฟอร์มที่ว่างปล่าวใน Visual Studio 2019 ในภาษา Visual Basic

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.ป ตัวอย่างของหน้าออกแบบฟอร์มที่ว่างปล่าวใน Visual Studio 2019 |

VB 1.0 นั้นถูกแนะนำครั้งแรกในปี 1991 การออกแบบหน้าตาโดยการลากและวางนั้นได้รับการสืบทอดมาจากตัวสร้าง Prototype ที่พัฒนาโดย Alan Cooper และบริษัทของเขาชื่อว่า Tripod หละงจากนั้น Microsoft ได้ทำการติดต่อกับ Cooper เพื่อพัฒนา Tripod สำหรับระบบฟอร์มที่สามารถเขียนโปรแกรมได้ ภายใต้โค้ดที่มีชื่อว่า Ruby (ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับภาษา Ruby ในปัจจุบัน) ซึ่ง Tripod ไม่ได้รวมเกี่ยวกับภาษาเขียนโปรแกรมทั้งหมด Microsoft จึงตัดสินใจที่จะรวม Ruby กับ Basic เพื่อสร้างภาษา Visual Basic โดย Interfaces ของ Ruby เป็นตัวสร้างส่วนที่มองเห็นได้ด้วยสายตา (Visual) ของ Visual Basic และได้นำไปรวมกับ "EB" Embedded BASIC engine ที่ออกแบบโดย Microsoft Ruby ยังให้ความสามารถในการเชื่อมโยงกับการโหลดไลบรารี่แบบไดนามิกส์ ที่สนับสนุนการควมคุมเพื่มเติมที่ภายหลังกลายมาเป็น VBX interface

2.1.6.3 ภาษา PHP

|  |
| --- |
| รูปที่ 2.ป ภาษา PHP |

**2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

2.2.1 ขันติชัย, ชยุต (2560) ได้ศึกษา ออกแบบ และสร้างไอโอทีแพลทฟอร์มสำหรับใช้ในโรงเพาะเห็ด โดยการใช้ Raspberry Pi 3 Model B ซึ่งเป็น Microcontroller มาใช้วัดค่าอุณหภูมิและ ความชื้นจากเซนเซอร์ภายในโรงเรือน จากนั้นจึงส่งข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ไปยัง Platform และเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นลงบนฐานข้อมูลโดยใช้ MySQL เป็นทั้งฐานข้อมูล และตัวจัดการฐานข้อมูล นอกจากนั้นยังมีระบบ Web Application เพื่อใช้แสดงผลค่าอุณหภูมิและ ความชื้นที่ถูกส่งมาจาก Raspberry Pi หรือประวัติของค่าอุณหภูมิและความชื้นที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล โดย Protocol ที่เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่าง Raspberry Pi, Platform และ Web Application คือ MQTT Protocol และใช้ร่วมกับ NodeJS ซึ่งเป็น Service หลักที่ใช้ภายใน Platform

2.2.2 Oran, Anukit (2560) ได้นำเทคโนโลยีไอโอทีมาใช้ในการเพาะเห็ดหลินจือ โดยวัดค่าความชื้นในโรงเพาะเห็ดหลินจือ และแสดงผลบนโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ผ่าน NETPIE การควบคุมการทำงานของสปริงเกอร์และปั๊มหมอกเป็นแบบอัตโนมัติและแจ้งเตือนสถานะการทำงานของสปริงเกอร์และปั๊มหมอกผ่าน แอปพลิเคชัน LINE

2.2.3 วีรศักดิ์, สุรพงษ์ม, รัฐสิทธิ์ (2561) ได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ดตลอดจนการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก 2 ส่วนคือการทดสอบในส่วนของระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิต ของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยนำก้อนเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบจำนวน 300 ก้อนและเปรียบเทียบประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือน โดยประยุกต์ใช้ระบบไอโอทีที่ใช้เซ็นเซอร์วัดประกอบด้วย วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเห็ดนางฟ้าและควบคุมการเปิดปิดปั้มน้ำให้สปริงเกอร์และพ่นหมอกแบบอัตโนมัติ และเซอร์วิสที่ใช้ในการ ส่งข้อมูลขึ้นระบบอินเตอร์เน็ตคือ NETPIE และเซอร์วิสย่อยคือ NETPIE freeboard ในการแสดงสถาณะความชื้น และเวลาแบบเรลไทม์(real time) และ NETPIE FEED ในการบันทึกข้อมูลความชื้นและเวลาและการดึงข้อมูลมาใช้งานคือ Node.JS ผ่านเซอร์วิส NETPIE REST API มาเป็นไฟล์ CSV ในส่วนแสดงสถาณะการทำงานของการให้น้ำ แบบสปริงเกอร์และพ่นหมอกแบบอัตโนมัติผ่านมือถือ

2.2.4 Parvati, Megha (2561) ในงานวิจัยฉบับนี้นำเสนอระบบการตรวจสอบและควบคุมสิ่งแวดล้อมเพื่อตรวจสอบและควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มเห็ด ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความเข้มของแสงในฟาร์มเห็ดบนอุปกรณ์ Android โดยใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ thing Speak ส่วนของตัวควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มเห็ดจะควบคุมสภาพแวดล้อมให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้กำหนด ข้อมูลสถานะของสภาพแวดล้อมในฟาร์มเห็ดจะถูกส่งไปแสดงผลผ่าน ESP8266 WiFi modem