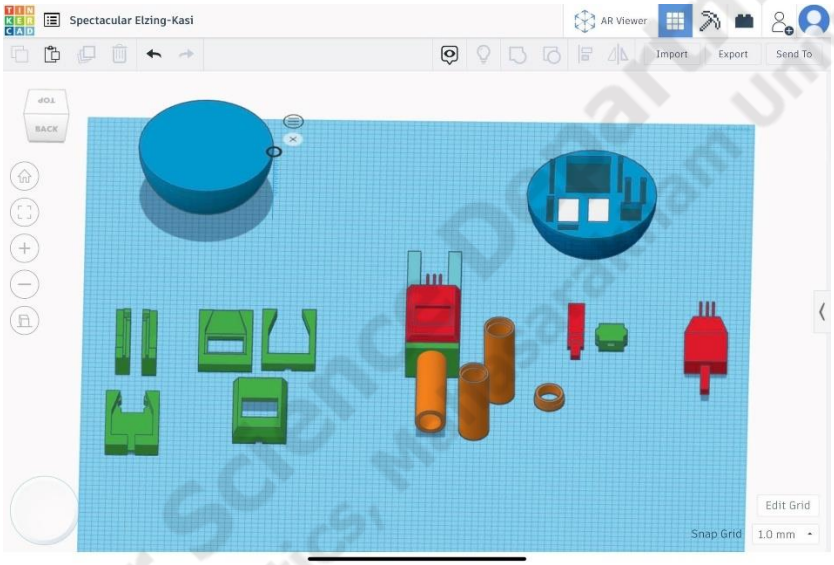
บทที่ 3

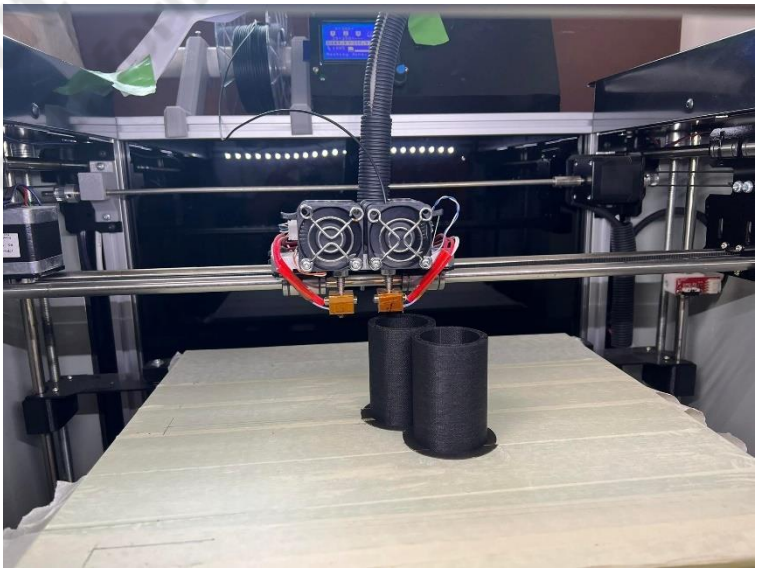
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ออกแบบกล่องเก็บอุปกรณ์

การออกแบบโมเดลเพื่อนำไป Print 3D โดยออกแบบผ่าน แอพพลิเคชัน Tinkercad นำไปปริ้นเป็นชิ้นงานทีละชิ้น เพื่อนำมาประกอบเป็นกล่องเก็บอุปกรณ์ ได้ดังภาพประกอบที่ 3.3



ภาพประกอบที่ 3.1 ออกแบบกล่องเก็บอุปกรณ์



ภาพประกอบที่ 3.2 การ Print 3D

Computer Science Department Faculty of Informatics Mahasarakham University

ภาพประกอบที่ 3.3 กล่องเก็บอุปกรณ์

3.2 เชื่อมต่อบอร์ดอุปกรณ์เข้ากับ Node MCU ESP8266

การต่ออุปกรณ์ IOT เข้ากับ Node MCU ESP8266 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม และ ส่วนอุปกรณ์เซนเซอร์

3.2.1 อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม

รายละเอียดอุปกรณ์ มีดังนี้

(1) ไดโอด จำนวน 8 ชิ้น

(2) ตัวเก็บประจุ จำนวน 1 ชิ้น

(3) แบตเตอรี่ลิเธียม จำนวน 4 ก้อน

(4) รางแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชิ้น

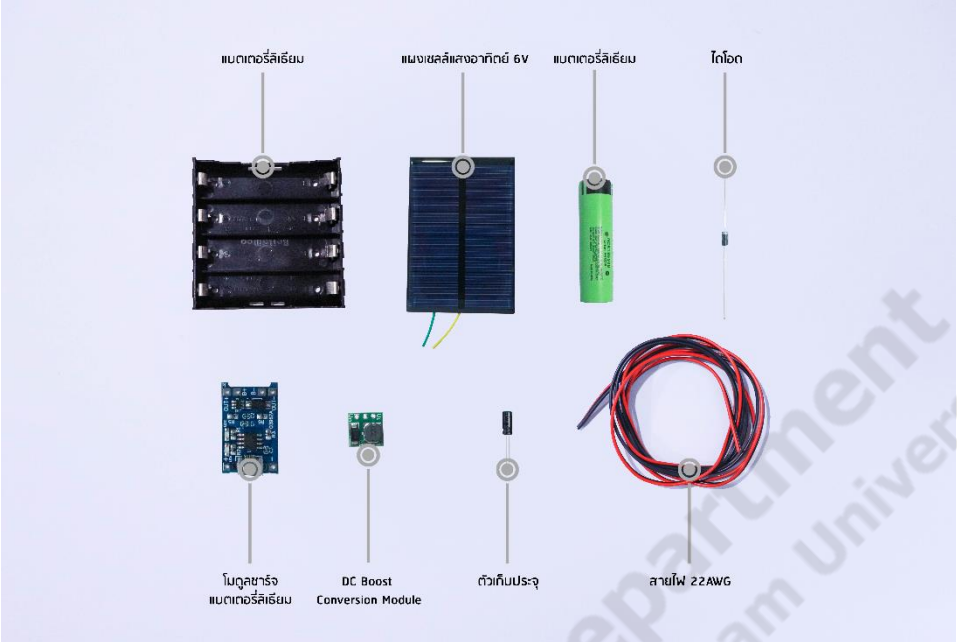
(5) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6V จำนวน 4 แผง

(6) โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม จำนวน 4 ชิ้น

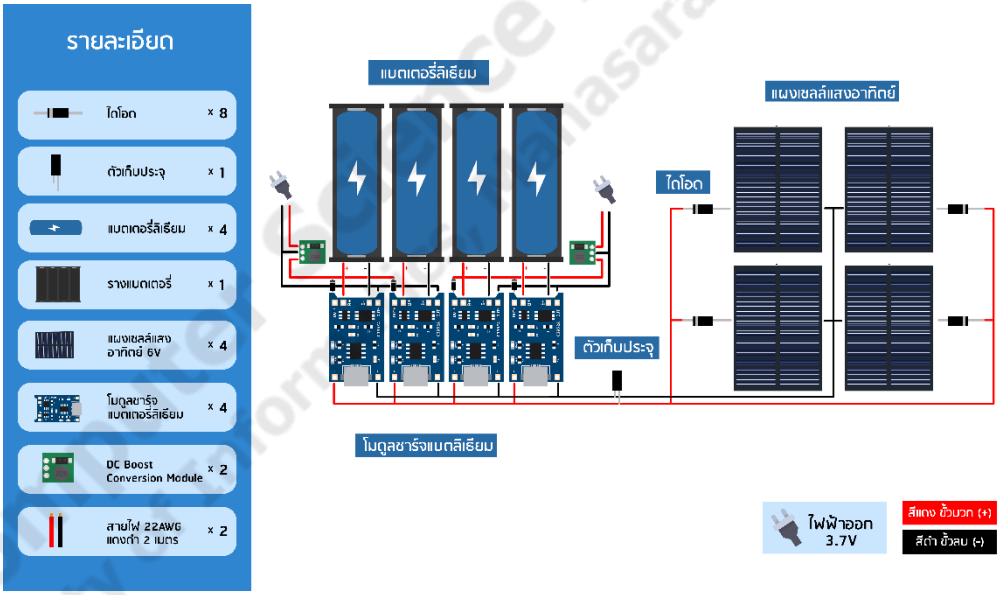
(7) DC Boost Conversion Module จำนวน 2 ชิ้น

(8) สายไฟ 22AWG ความยาว 2 เมตร จำนวน 2 เส้น

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 3.4 รายละเอียดอุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม

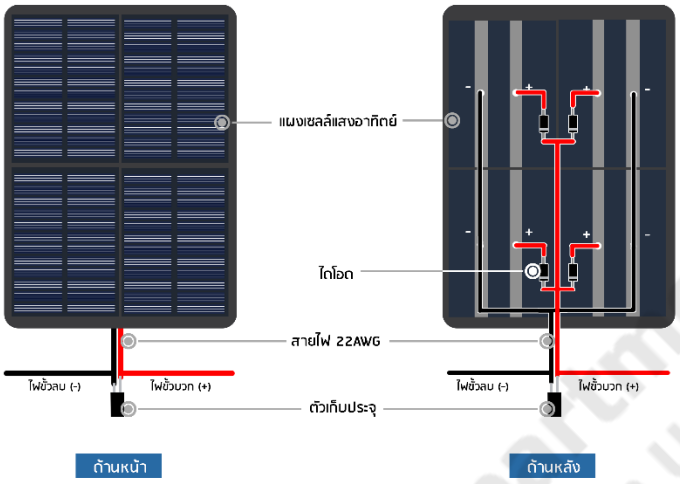


ภาพประกอบที่ 3.5 ภาพรวมการต่ออุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม

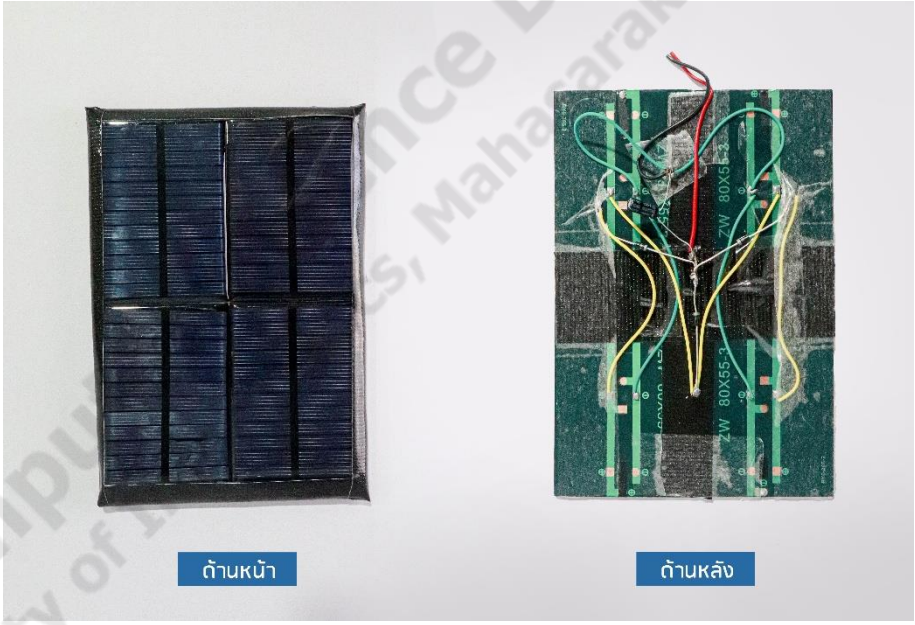
ขั้นตอนการเชื่อมต่ออุปกรณ์

(1) ประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6V จำนวน 4 แผงต่อเข้าด้วยกันแบบขนาน โดยแต่ละแผงมีการต่อไดโอดออกจากขั้วบวก (+) เพื่อป้องกันกระแสไฟย้อนกลับหลังจากที่ต่อไดโอดเสร็จแล้ว ให้นำขั้วลบ (-) ของแต่ละแผงมารวมกันให้กระแสไฟไหลไปทางเดียว นำขั้วบวกที่ได้จากการต่อไดโอดมารวมกัน เช่นเดียวกับขั้วลบ (-) จากนั้นเอามาต่อเข้ากับตัวเก็บประจุ ดังภาพประกอบที่ 3.6 ก็จะได้ไฟขั้วบวก (+) และ ขั้วลบ (-) ที่สามารถนำไปต่อกับโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ต่อไป

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

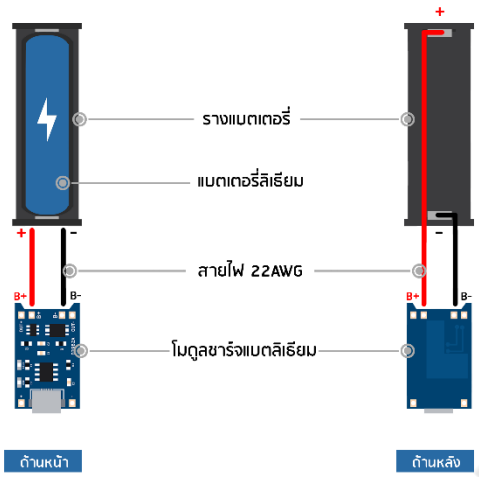


ภาพประกอบที่ 3.6 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6V จำนวน 4 แผ่ง

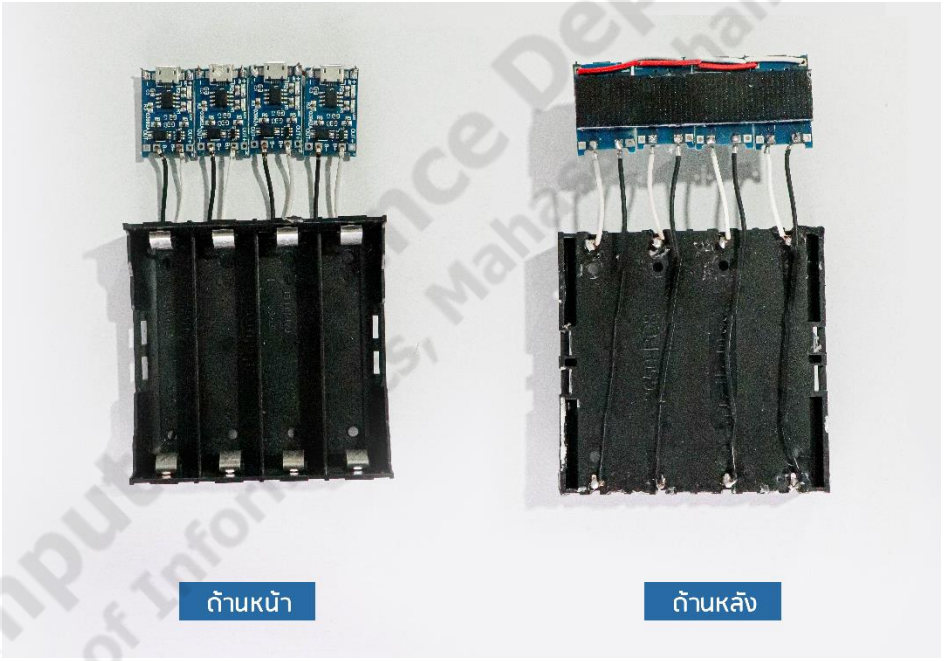


ภาพประกอบที่ 3.7 ภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 6V จำนวน 4 แผ่ง

(2) เชื่อมต่อรางแบตเตอรี่ทั้งหมด 4 ช่อง เข้ากับโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม ทั้งหมด 4 โมดูลโดย 1 โมดูลเชื่อมกับร่างแบตเตอรี่ได้ 1 ช่อง ขั้วบวก (B+) และขั้วลบ (B-) ของโมดูล ต่อสายไฟ 22AWG เข้าขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ของรางแบตเตอรี่ตามลำดับให้ครบทั้ง 4 โมดูล และครบทั้ง 4 ช่องแบตเตอรี่ หลังจากต่ออุปกรณ์เสร็จ ให้ใส่แบตเตอรี่ลิเธียมเป็นขั้นตอนต่อไป ดังภาพประกอบที่ 3.8

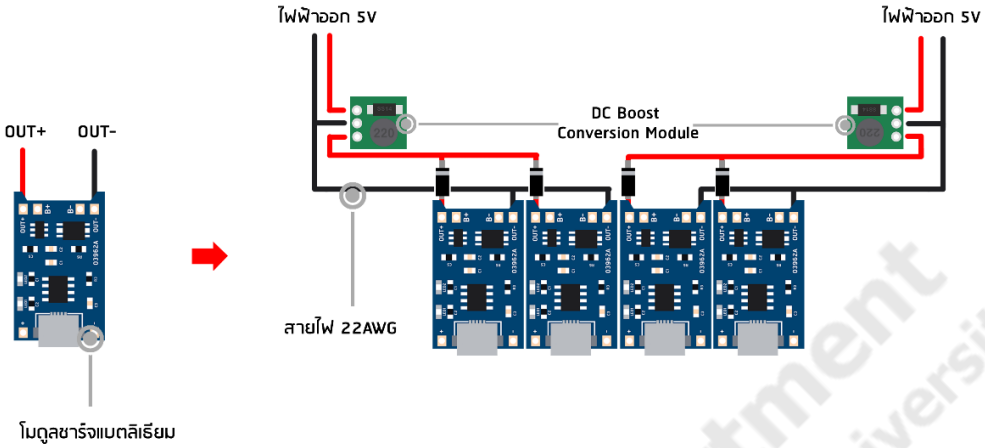


ภาพประกอบที่ 3.8 โมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียมต่อกับรางแบตเตอรี่



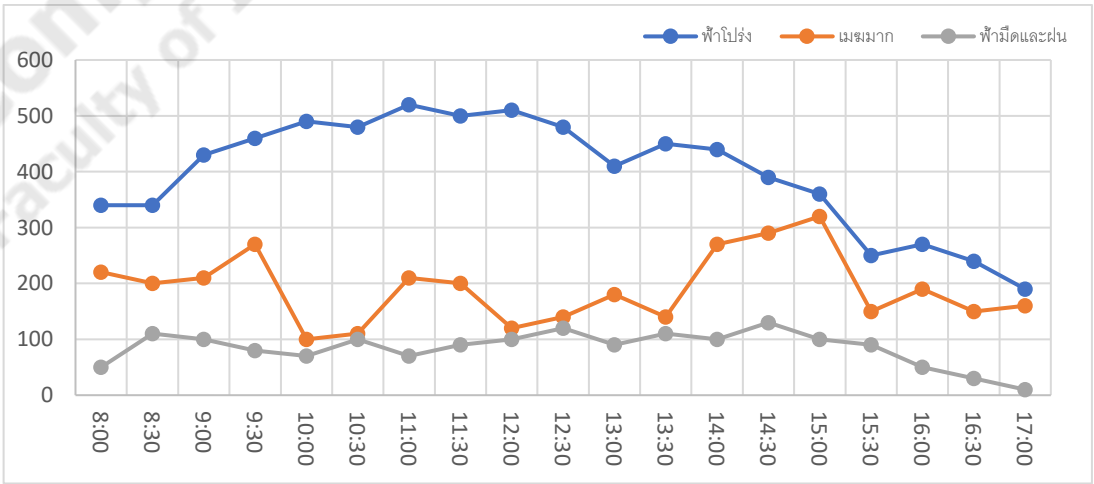
ภาพประกอบที่ 3.9 ภาพโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียมต่อกับรางแบตเตอรี่

(3) ทำการต่อสายไฟฟ้าขาออก เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจร โดย แยกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งใช้สำหรับจ่ายไฟให้กับ Node MCU ESP8266 ส่วนที่สองใช้สำหรับจ่ายไฟให้กับปั๊มน้ำ การต่อไฟออกสามารถต่อออกได้จากขั้วบวก (OUT+) และขั้วลบ (OUT-) ของโมดูลชาร์จแบตเตอรี่ โดยไฟขาออกต่อเข้ากับไดโอดออกจากขั้วบวก (+) ของแต่ละโมดูล ในแต่ละส่วนใช้ต่อไฟขาออก 2 โมดูล จากนั้นนำไฟขาออกที่ 3.7V มาแปลงเป็นไฟ 5 V ด้วยการต่อเข้ากับ DC Boost Conversion Module ดังภาพประกอบที่ 3.10



ภาพประกอบที่ 3.10 การต่อไฟขาออกและแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็น 5V

ภาพประกอบที่ 3.11 อุปกรณ์ชาร์จแบตเตอรี่ลิเธียม



ภาพประกอบที่ 3.12 การผลิตพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สภาวะอากาศต่างๆ

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

คำอธิบาย ภาพประกอบที่ 3.12 การทดสอบประสิทธิภาพในการการผลิตพลังงานของแผ่งเซลล์แสง อาทิตย์ ตั้งแผ่งหันไปทางทิศใต้ ทำมุมเอียง 15 องศา ซึ่งเป็นทิศทางที่สามารถผลิตพลังงานได้ดีที่สุด โดยตลอดการทดสอบสามารถแบ่งตามสภาพอากาศออกเป็นได้ 3 แบบ คือ ฟ้าโปร่ง เมฆมาก ฟ้ามืดและฝน ซึ่งเริ่มเก็บข้อมูล ตั้งแต่ 08:00 – 17:00 น. โดยเฉลี่ยสามารถผลิตพลังงานในแต่ละวันได้ประมาณ 9 ชั่วโมงหรืออาจจะผลิตได้น้อยกว่านั้นขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและพื้นที่ติดตั้งแผ่งเซลล์แสงอาทิตย์ของแต่ละพื้นที่

3.2.2 อุปกรณ์เซนเซอร์

รายละเอียดอุปกรณ์ มีดังนี้

(1) Node MCU ESP8266 V3 จำนวน 1 ชิ้น

(2) บอร์ดขยายขา ESP8266 จำนวน 1 ชิ้น

(3) Capacitive Soil Moisture Sensor V2.0 จำนวน 1 ชิ้น

(4) DHT11 จำนวน 1 ชิ้น

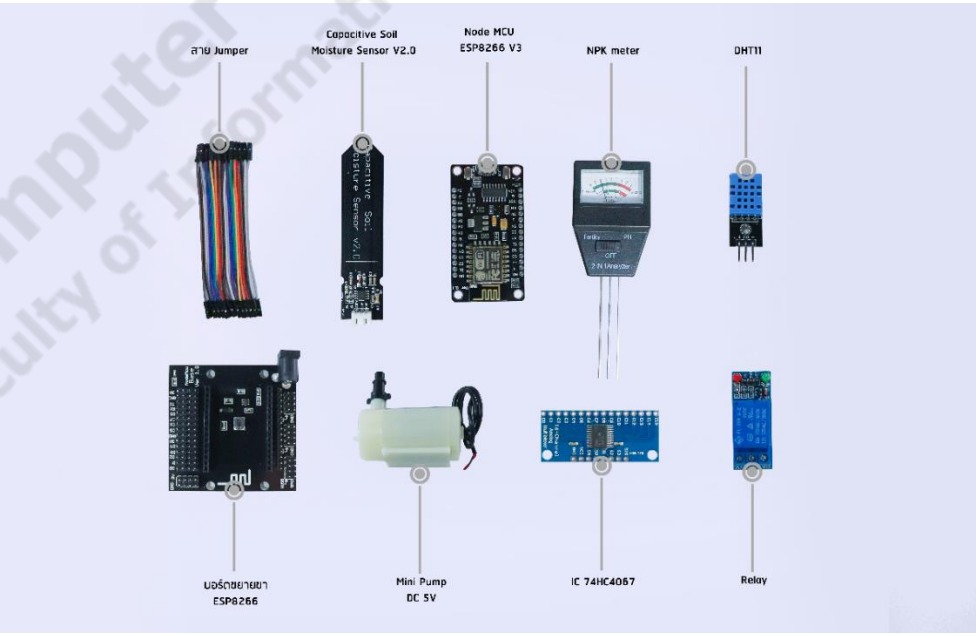
(5) NPK meter จำนวน 1 ชิ้น

(6) Relay จำนวน 1 ชิ้น

(7) Mini Pump DC 5V จำนวน 1 ชิ้น

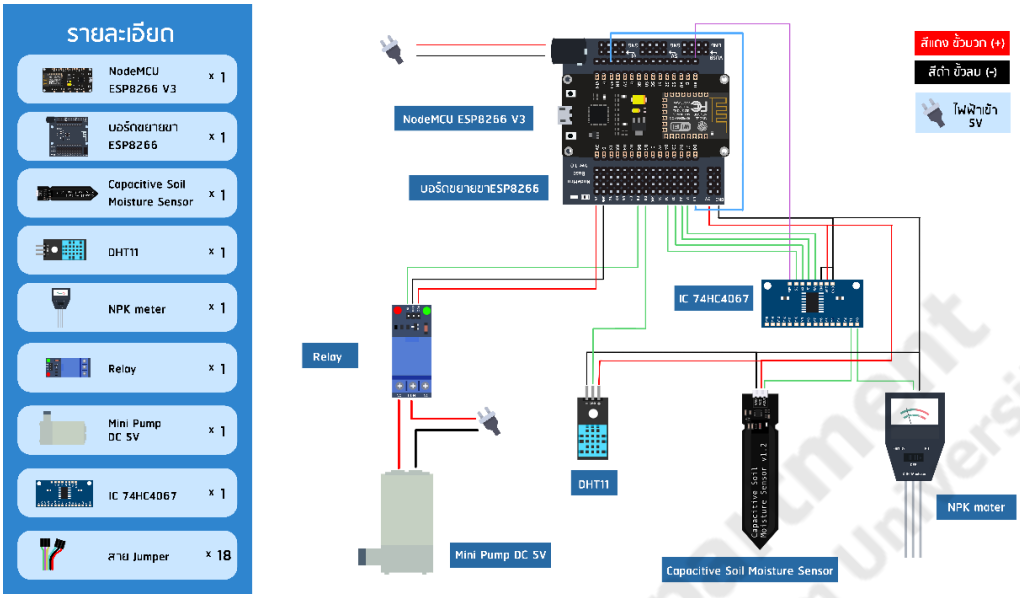
(8) IC 74HC4067 ขยายขา Analog/Digital 16 channel จำนวน 1 ชิ้น

(9) สาย Jumper



ภาพประกอบที่ 3.13 รายละเอียดอุปกรณ์เซนเซอร์

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 3.14 ภาพรวมการต่ออุปกรณ์เซนเซอร์

ขั้นตอนการเชื่อมต่ออุปกรณ์

(1) Node MCU ESP8266 V3 ต่อเข้า บอร์ดขยายขา ESP8266 โดยหันทางช่อง Micro USB ของ Node MCU ESP8266 ไปทางเดียวกับช่อง USB DC ของ บอร์ดขยายขา ESP8266

(2) IC 74HC4067 เชื่อมต่อสายJumperเข้าบอร์ดขยายขา ESP8266 มีการเชื่อมสาย Jumper ดังภาพประกอบที่ 3.15 ระหว่าง บอร์ดขยายขา ESP8266 และ IC 74HC4067 ดังนี้

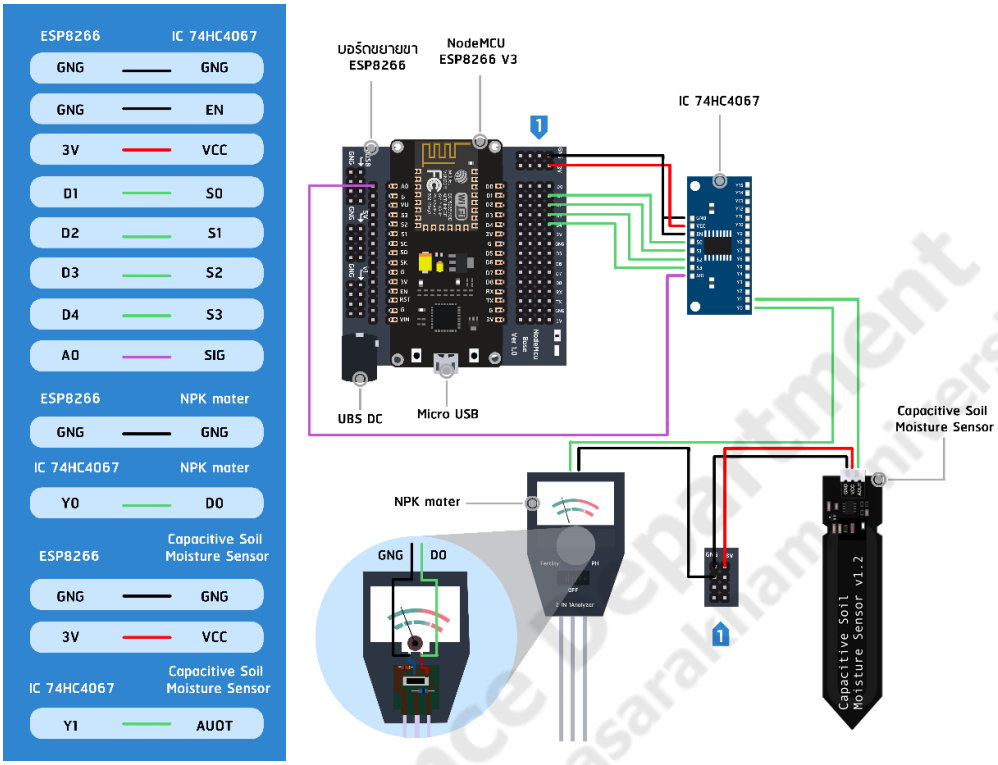
- GNG -> GNG
- GNG -> EN
- 3V -> VCC
- D1 -> S0
- D2 -> S1
- D3 -> S2
- D4 -> S3
- A0 -> SIG

(3) NPK meter ต่อเข้า IC 74HC4067 โดยมีการดัดแปลงสายต่อออกจากตัว NPK meter ขั้วบวก(สีแดง) ต่อออกมาเป็น D0 ส่วนขั้วลบ(สีฟ้า) ต่อออกมาเป็น GNG ซึ่ง D0 ต่อเข้าขา Y0 ของ IC 74HC4067 ส่วน GNG ต่อเข้า บอร์ดขยายขา ESP8266 ที่ช่อง GNG ดังภาพประกอบที่ 3.15

(4) Capacitive Soil Moisture Sensor V2.0 ต่อเข้า IC 74HC4067 โดยขา AUOT ของเซนเซอร์ต่อเข้าขา Y1 ของ IC 74HC4067 ขา GNG และ VCC ของเซนเซอร์ต่อเข้า บอร์ดขยายขา

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

ESP8266 ที่ขา GNGและ 3V ตามลำดับ ดังภาพประกอบที่ 3.15



ภาพประกอบที่ 3.15 Capacitive Soil Moisture Sensor V2.0 และ NPK meter ต่อเข้า Node MCU ESP8266

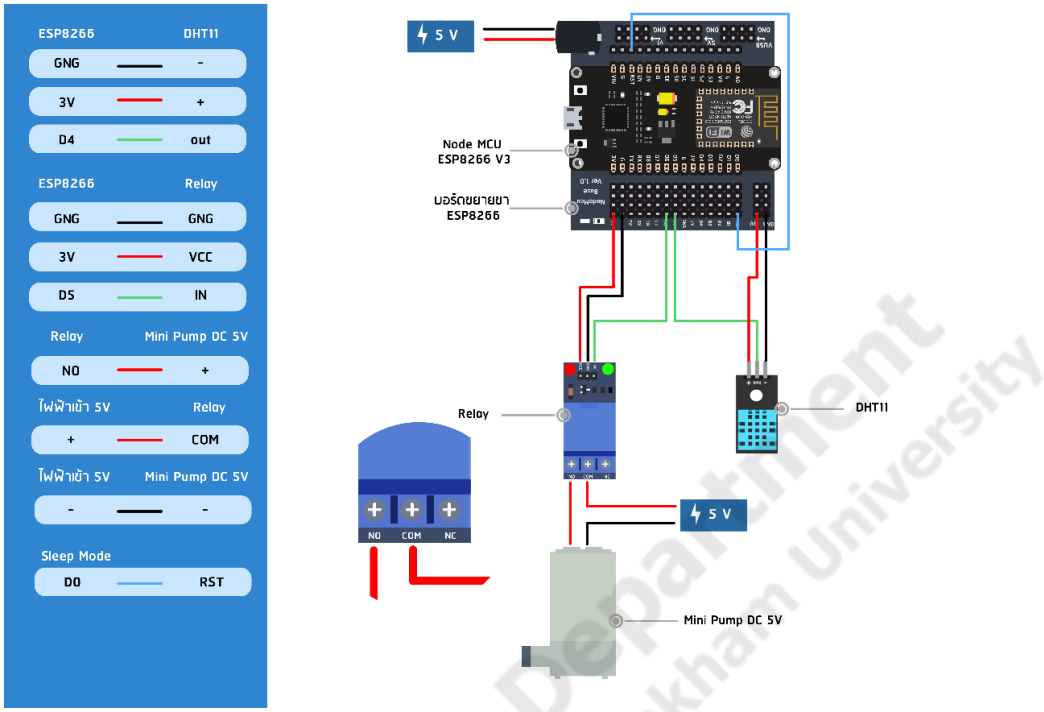
(5) DHT11 ต่อเข้า บอร์ดขยายขา ESP8266 โดยขา out เซนเซอร์ต่อเข้าขา D5 ของบอร์ดขยายขา ESP8266 และ ขา + และ - ของเซนเซอร์ ต่อเข้าขา GNG และ ขา 3V ของบอร์ดขยายขา ESP8266ตามลำดับ ดังภาพประกอบที่ 3.16

(6) Relay ต่อเข้า บอร์ดขยายขา ESP8266 โดยขา IN เซนเซอร์ต่อเข้าขา D6 ของบอร์ดขยาย ขา ESP8266 และ ขา VCC และ GNG ของเซนเซอร์ ต่อเข้าขา GNG และ ขา 3V ของบอร์ดขยายขา ESP8266 ตามลำดับ ดังภาพประกอบที่ 3.16

(7) Mini Pump DC 5V ต่อเข้า Relay โดยมีไฟฟ้า 5V ขั้วบวก (+) ต่อเข้าช่อง COM ของ Relay จากนั้น ช่อง NO ของ Relay ต่อเข้ากับตัวปั๊มน้ำขั้วบวก (+) ไฟฟ้า 5V ขั้วลบ (-) ต่อเข้าปั๊มน้ำขั้วลบ (-) ดังภาพประกอบที่ 3.16

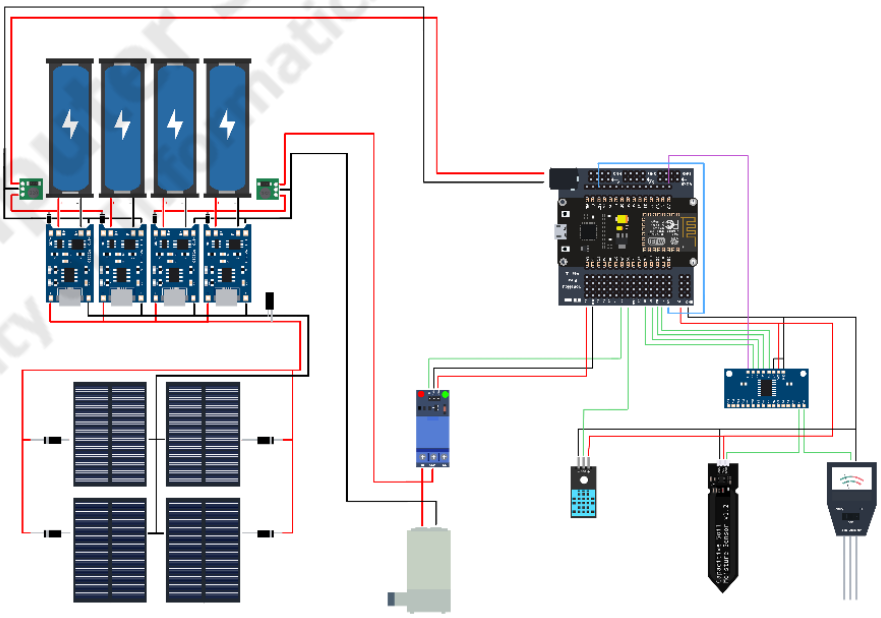
(8) Sleep Mode เป็นโหมดที่ทำให้ประหยัดพลังงาน โดยการต่อจากขา D0 ต่อเข้าขา RST ของบอร์ด (แต่ตอนอัพโหลดโค้ดเข้าบอร์ดให้ถอดการเชื่อมต่อนี้ออกก่อน) ดังภาพประกอบที่ 3.16

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 3.16 DHT11 และ Relay เชื่อมปั๊มน้ำ ต่อเข้า บอร์ดขยายขา ESP8266

(9) ต่อไฟฟ้า 5V จากแบตเตอรี่ลิเธียม ที่แยกเป็น 2 ส่วนต่อเข้าเซนเซอร์ โดยส่วนที่ 1 ต่อเข้าตรงบอร์ดขยายขา ESP8266 ช่อง USB DC ส่วนที่ 2 ขั้วบวกต่อเข้า Relay ขั้วลบต่อเข้าขั้วลบของ Mini Pump DC 5V ดังภาพประกอบที่ 3.17



ภาพประกอบที่ 3.17 ภาพรวมระบบอุปกรณ์ทั้งหมด

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

3.3 ส่วนทดสอบการประมวลผลของเซนเซอร์

3.3.1 ทดสอบการประมวลผลเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

การวัดความชื้นในดิน เป็นการวัดปริมาณของน้ำที่กระจายอยู่ตามช่องระหว่างเม็ดดิน ซึ่งสามารถวัดความชื้นในดินได้ด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดินโดยการเก็บตัวอย่างดินแห้งจากนั้นเติมน้ำในปริมาณเท่ากันวัดผลและบันทึกข้อมูลที่อ่านได้จากเซนเซอร์

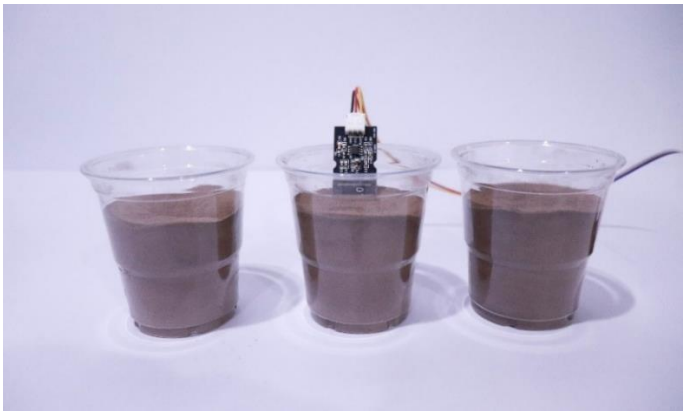
ในการวัดความชื้นในดินได้นำตัวอย่างดินที่อยู่ในอำเภอกันทรวิชัย ตำบลขามเรียง จังหวัดมหาสารคาม มา 3 ตัวอย่างโดยแต่ละตัวอย่างเก็บห่างกัน 100 เมตร

ขั้นตอนการหาความชื้นในดินมีดังนี้

(1) นำดินที่เตรียมไว้ 3 ตัวอย่างนำมาร่อนด้วยตะแกรงเพื่อนำเศษหิน เศษใบไม้ที่ไม่ต้องการออกให้เหลือแต่เนื้อดินและนำมาตากแดดให้แห้ง ชั่งน้ำหนักดินที่เตรียมไว้ทั้ง 3 ตัวอย่างให้เท่ากันดังภาพประกอบที่ 3.18

ภาพประกอบที่ 3.18 ดินแห้งทั้ง 3 ตัวอย่างชั่งดินในปริมาณเท่ากัน

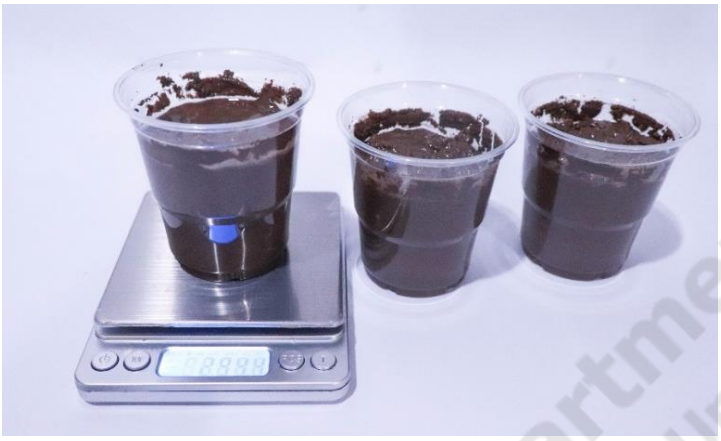
(2) วัดความชื้นดินแห้งด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน บันทึกและเก็บข้อมูลดินทั้ง 3 ตัวอย่าง



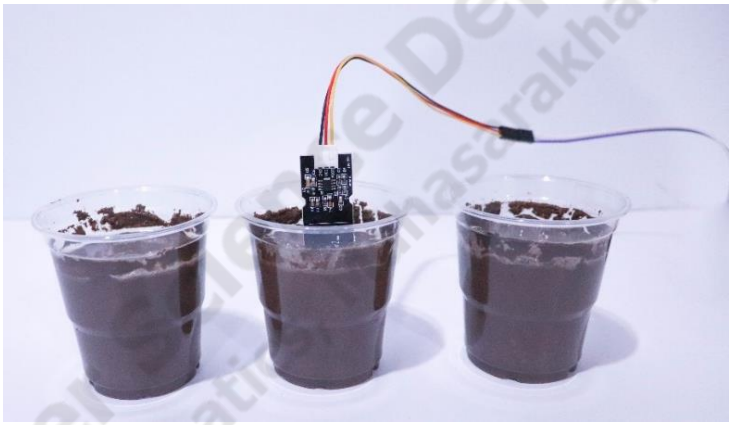
ภาพประกอบที่ 3.19 วัดความชื้นดินแห้งด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

(3) เติมน้ำใส่ดินในแต่ละตัวอย่างในปริมาณเท่ากันจนดินเปียกดังภาพประกอบที่ 3.20 และทำการวัดด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ดังภาพประกอบที่ 3.21



ภาพประกอบที่ 3.20 เติมน้ำในปริมาณเท่ากัน



ภาพประกอบที่ 3.21 วัดความชื้นดินเปียกชุ่มด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

(4) สรุปผลการทดลองดินทั้ง 3 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 สรุปผลการทดลองเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

ดินตัวอย่าง	ดินแห้ง		ดินเปียกชุ่ม เติมน้ำ 50 กรัม	
	น้ำหนัก (กรัม)	ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์	น้ำหนัก (กรัม)	ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์
ดินที่ 1	250	595	294.4	276
ดินที่ 2	250	586	295.2	274
ดินที่ 3	250	585	295.6	278
ค่าเฉลี่ย	250	589	295	276

Computer Science Department Faculty of Information Technology Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus

สรุปผลการทดลอง

น้ำหนักของดินแต่ละตัวอย่างคิดหน่วยเป็น กรัม ส่วนค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดจากประจุไฟฟ้าในดิน ดินแต่ละตัวอย่างหลังจากเติมน้ำ 50 กรัมเพื่อเพิ่มความชื้นในดิน จะเห็นได้ว่าน้ำหนักจะแตกต่างกันออกไปสาเหตุเกิดจาก ในขณะผสมดินกับน้ำให้เข้ากัน มีการสูญเสียเนื้อดินขณะผสมกันส่งผลให้มีน้ำหนักแตกต่างกันออกไป

จากตารางที่ 3.1 จะได้ค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ ดินแห้ง ได้ 589 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน 0 เปอร์เซ็นต์ ดินเปียกชุ่มที่เติมน้ำได้ 276 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำค่าที่ได้เปลี่ยนเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินได้สมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในดิน(\%)} = 100 - \left(\frac{\text{ความชื้นที่วัดได้-ความชื้นดินเปียกชุ่ม}}{\text{ความชื้นดินแห้ง-ความชื้นดินเปียกชุ่ม}} \times 100 \right) \quad (1)$$

3.3.2 ทดสอบการประมวลผลเซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดิน

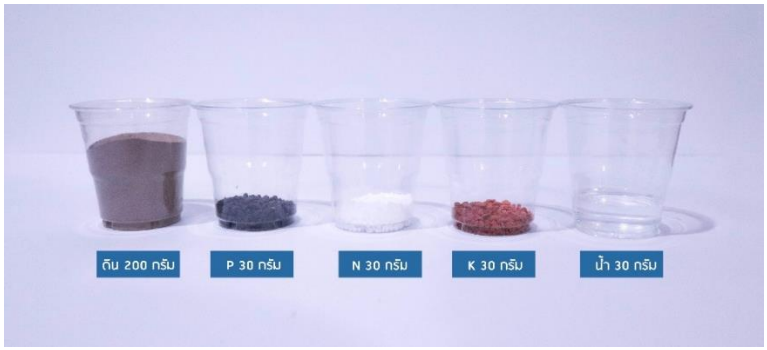
การวัดความสมบูรณ์ในดินเป็นการวัดหาความต่างศักย์ไฟฟ้าในดินซึ่งสามารถวัดด้วยเซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดิน NPK meter โดยนำตัวอย่างปุ๋ยละลายน้ำผสมลงในดิน วัดผลและบันทึกข้อมูลที่อ่านได้จากเซนเซอร์

ในการวัดความสมบูรณ์ในดินได้นำตัวอย่างดินที่อยู่ในอำเภอกันทรวิชัย ตำบลขามเรียง จังหวัดมหาสาร คาม มา 3 ตัวอย่างโดยแต่ละตัวอย่างเก็บหางกัน 100 เมตร

ขั้นตอนการหาความสมบูรณ์ในดินมีดังนี้

(1) นำดินที่เตรียมไว้ มาร่อนด้วยตะแกรงเพื่อนำเศษหิน เศษใบไม้ที่ไม่ต้องการออก ให้เหลือแต่เนื้อดิน ชั่งน้ำหนักดินที่เตรียมไว้ 200 กรัม และชั่งแม่ปุ๋ยที่ใช้ในการทดสอบ อย่างละ 30 กรัม โดยแม่ปุ๋ยที่ชั่งมี 3 แบบดังนี้

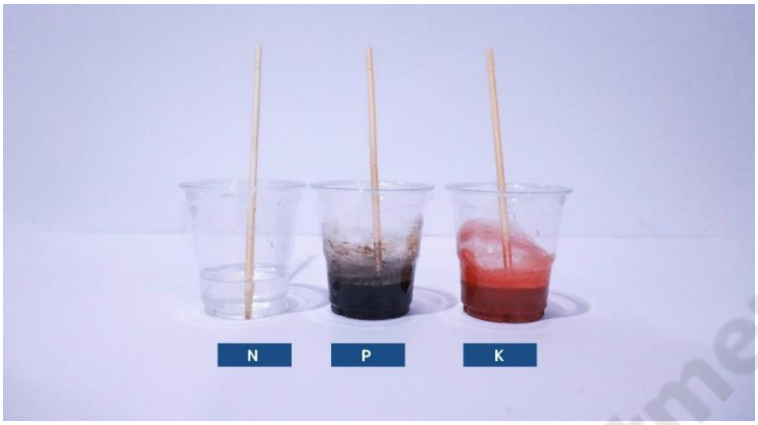
- N ไนโตรเจน สูตร 46-0-0
- P ฟอสฟอรัส สูตร 18-46-0
- K โพแทสเซียม สูตร 0-0-60



ภาพประกอบที่ 3.22 การชั่งน้ำหนักของ ดิน,P,N,K และ น้ำ

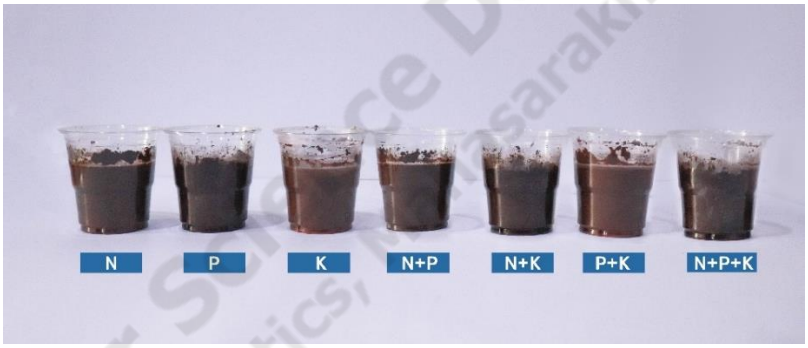
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

(2) ทำการผสมน้ำ 30 กรัมใส่ในแม่ปุ๋ยแต่ละแบบให้ละลายดังภาพประกอบที่ 3.23



ภาพประกอบที่ 3.23 ผสมน้ำ 30 กรัมให้แม่ปุ๋ยละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

(3) เทน้ำที่ผสมกับแม่ปุ๋ยแต่ละประเภทลงผสมเข้ากับดินที่เตรียมไว้ และมีการผสมแม่ปุ๋ย N+P,N+K, P+K และ N+P+K ใช้ในการทดสอบ ดังภาพประกอบที่ 3.24



ภาพประกอบที่ 3.24 ผสมดินเข้ากับน้ำที่มีการผสมแม่ปุ๋ยจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

(4) วัดผลการทดลองด้วยเซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดิน NPK meter ของดินที่ผสมน้ำปุ๋ยแต่ละประเภท ทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที

ภาพประกอบที่ 3.25 การวัดผลด้วยเซนเซอร์ NPK meter

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

(5) สรุปผลการทดลองดินที่ผสมน้ำปุ๋ยในแต่ละประเภท

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนการผสมปุ๋ย น้ำ และดิน

ลำดับ	น้ำหนัก (กรัม)					น้ำหนักรวม (กรัม)
	ดิน	น้ำ	N	P	K	
1	200	30	30	0	0	260
2	200	30	0	30	0	260
3	200	30	0	0	30	260
4	400	60	30	30	0	520
5	400	60	30	0	30	520
6	400	60	0	30	30	520
7	600	90	30	30	30	780

คำอธิบายตารางที่ 3.2 อัตราส่วนในการผสม ดิน คิดจากน้ำ 30 กรัม ต่อ ดิน 200 กรัม อัตราส่วนในการผสมปุ๋ย ผลรวมของ N,P,K ต่อน้ำ คิดเป็นอัตราส่วน 1:1 ตัวอย่างในตารางลำดับที่ 1 ปุ๋ย N,P,K รวมกันได้ 30 กรัม ต้องผสมกับน้ำ 30 กรัม ดังนั้นจะได้ดินที่ผสมปุ๋ยในแต่ละประเภท มีอัตราส่วนเท่ากัน ลำดับที่ 4 ปุ๋ย N,P,K รวมกันได้ 60 กรัม ต้องผสมกับน้ำ 60 กรัม ดังนั้นจะได้ดินที่ผสมปุ๋ยในแต่ละประเภท มีอัตราส่วนเท่ากัน ลำดับที่ 7 ปุ๋ย N,P,K รวมกันได้ 90 กรัม ต้องผสมกับน้ำ 90 กรัม ดังนั้นจะได้ดินที่ผสมปุ๋ยในแต่ละประเภท มีอัตราส่วนเท่ากัน น้ำหนักรวมคิดจาก น้ำหนักดินเริ่มต้น + น้ำหนักน้ำ + น้ำหนักปุ๋ย N,P,K

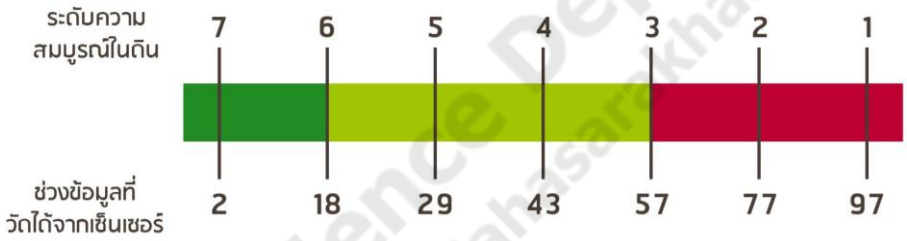
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลการวัดค่าด้วยเซนเซอร์ ของแม่ปุ๋ยแต่ละประเภท

คุณสมบัติ	น้ำหนักตอนวัดค่า (กรัม)	ค่าที่ได้จากเซนเซอร์				ค่าเฉลี่ย	ช่วงของเข็ม
		5 นาที	10 นาที	15 นาที	20 นาที		
ดินเปียก	256	26	24	22	22	23.5	5.5
น้ำเปล่า	150	18	18	18	18	18	6
ลำดับ 1 ดินผสมกับ N	259	29	27	24	22	25.5	5.4
ลำดับ 2 ดินผสมกับ P	260	46	40	36	32	38.5	4.4
ลำดับ 3 ดินผสมกับ K	258	40	38	38	37	38.25	4.4

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลการวัดค่าด้วยเซนเซอร์ ของแม่ปุ๋ยแต่ละประเภท (ต่อ)

คุณสมบัติ	น้ำหนักตอนวัดค่า (กรัม)	ค่าที่ได้จากเซนเซอร์				ค่าเฉลี่ย	ช่วงของเข็ม
		5 นาที	10 นาที	15 นาที	20 นาที		
ลำดับ 4 ดินผสมกับ N+P	260	19	14	12	10	13.75	6.3
ลำดับ 5 ดินผสมกับ N+K	260	48	40	38	37	40.75	4.2
ลำดับ 6 ดินผสมกับ P+K	260	24	20	17	14	18.75	6
ลำดับ 7 ดินผสมกับ N+P+K	261	48	20	17	17	25.5	5.4



ภาพประกอบที่ 3.26 ช่วงข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์

คำอธิบายตารางที่ 3.3 การทดลองดินที่ผสมน้ำปุ๋ย แบ่งออกเป็น 7 ประเภท และมี ดินเปียก น้ำเปล่า ที่ใช้ในการผสม ในการทดสอบแต่ละครั้งจะมีการน้ำดินที่ผสมน้ำปุ๋ย ทั้ง 7 ประเภทชั่งน้ำหนัก ก่อนทำการวัดค่าด้วยเซนเซอร์ในดิน จากนั้นทำการเก็บข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์ ทุกๆ 5 นาที โดยใช้เวลาทั้งหมด 20 นาที ทำการเก็บข้อมูลของเข็มบนหน้าปัดเซนเซอร์เพื่อหาระดับความสมบูนณ์ในดิน จากข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์ ที่มีความสัมพันธ์ต่อเข็มบนหน้าปัดเซนเซอร์ จะได้ช่วงข้อมูลดังภาพประกอบที่ 3.26 แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

- Too Little ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ มีค่าน้อยกว่า 18 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 7 ถึง 6 หมายถึง ดินมีปริมาณสารอาหารไม่เพียงพอ (สีเขียวแก่)
- Ideal ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์มีค่าอยู่ระหว่าง 18 – 57 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 6 ถึง 3 หมายถึง ดินมีปริมาณสารอาหารเพียงพอเหมาะสม (สีเขียวอ่อน)
- Too Much ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ มีค่ามากกว่า 57 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 3 ถึง 1 หมายถึง ดินมีปริมาณสารอาหารมากเกินไป (สีแดง)

3.4 ส่วนทดสอบการประมวลผล fuzzy logic

การทดสอบประมวลผล fuzzy logic มีส่วนที่เป็น input 3 คือ Temperature, Air humidity

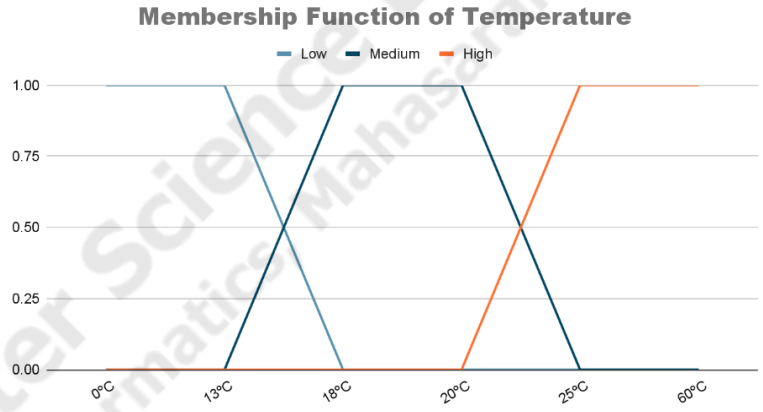
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

และ Soil moisture ส่วน output 1 คือ Water pump ทั้งนี้เนื่องจากผักแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิ ความชื้น ที่แตกจากกัน ในการทดลองเลยจำลอง fuzzy logic ของผักกาดขาว จากตารางที่ 2.1 ข้อมูลช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ [18-20] ข้อมูลช่วงความชื้นในดินที่เหมาะสมอยู่ที่ [65-85] และช่วงข้อมูลความชื้นในอากาศจะเป็นค่าพื้นฐานที่ใช้สำหรับพื้นทั้งหมดในการปลูกจะมีค่าช่วงที่เหมาะสมอยู่ที่ [60-70] โดยทั้ง 3 ค่านี้สามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบ Low(ต่ำ) , Medium(เหมาะสม) , High(สูง) ได้ดังนี้

- อุณหภูมิ Low <18, Medium = 18-20, High > 20
- ความชื้นในอากาศ Low <60, Medium = 60-70, High >70
- ความชื้นในดิน Low <65, Medium = 65-85, High > 85

จากข้อมูลปัจจัยที่ทำให้ผักเจริญเติบโตที่มีค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นในอากาศ และค่าความชื้นในดินจากการศึกษาจากแหล่งข้อมูลที่มีผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อมูลไว้ นำข้อมูลมากำหนดช่วงค่าต่างๆได้ดังนี้

3.4.1 การกำหนดค่าอุณหภูมิ



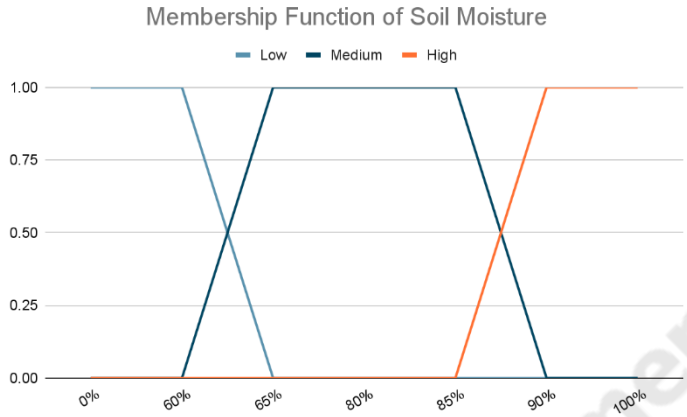
ภาพประกอบที่ 3.27 fuzzy logic ของ ช่วงอุณหภูมิ

ภาพประกอบที่ 3.27 เป็นภาพกราฟแสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดขาว โดยกำหนดให้ Low (อุณหภูมิต่ำ) , Medium (อุณหภูมิเหมาะสม) และ High (อุณหภูมิสูง) โดยกำหนด

- ค่าความเป็นสมาชิกของ Low จะอยู่ระหว่าง 0 - 18°C
- ค่าความเป็นสมาชิกของ Medium จะอยู่ระหว่าง 13 - 25°C
- ค่าความเป็นสมาชิกของ High จะอยู่ระหว่าง 20 - 60°C

3.4.2 การกำหนดค่าความชื้นในดิน

Computer Science Department Faculty of Informatics Mahasarakham University

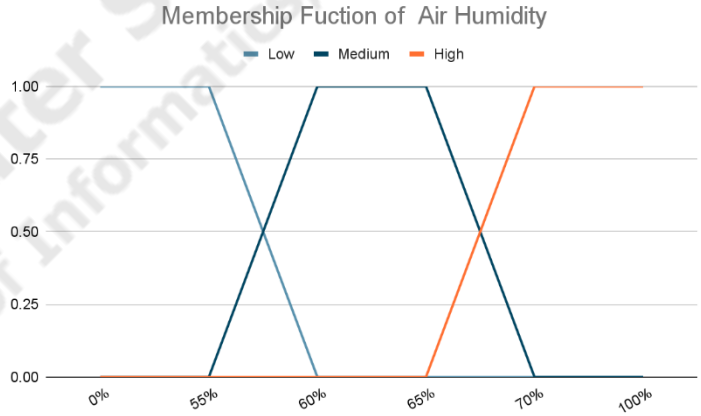


ภาพประกอบที่ 3.28 fuzzy logic ของ ช่วงความชื้นในดิน

ภาพประกอบที่ 3.28 เป็นภาพกราฟแสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ของความชื้นในดินที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดขาว โดยกำหนดให้ Low (ความชื้นต่ำ) , Medium (ความชื้นเหมาะสม) และ High (ความชื้นสูง) โดยกำหนด

- ค่าความเป็นสมาชิกของ Low จะอยู่ระหว่าง 0 – 65%
- ค่าความเป็นสมาชิกของ Medium จะอยู่ระหว่าง 60 – 90%
- ค่าความเป็นสมาชิกของ High จะอยู่ระหว่าง 85 – 100%

3.4.3 การกำหนดค่าความชื้นในอากาศ



ภาพประกอบที่ 3.29 fuzzy logic ของ ช่วงความชื้นในอากาศ

ภาพประกอบที่ 3.29 เป็นภาพกราฟแสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ของความชื้นในอากาศที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดขาว โดยกำหนดให้ Low (ความชื้นในอากาศต่ำ) , Medium (ความชื้นในอากาศเหมาะสม) และ High (ความชื้นในอากาศสูง) โดยกำหนด

- ค่าความเป็นสมาชิกของ Low จะอยู่ระหว่าง 0 – 60%
- ค่าความเป็นสมาชิกของ Medium จะอยู่ระหว่าง 55 – 70%

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

- ค่าความเป็นสมาชิกของ High จะอยู่ระหว่าง 65 – 100%

3.4.4 เงื่อนไขในการตัดสินใจของ Fuzzy Logic

เงื่อนไขในการตัดสินใจของ Fuzzy Logic หรือที่เรียกว่า Fuzzy Rule ใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มน้ำ เพื่อให้มีการควบคุมอย่างชาญฉลาดและแม่นยำ จึงได้กำหนดเงื่อนไขโดยอาศัยของมูลจากค่าอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เงื่อนไข Fuzzy Logic

Case	อุณหภูมิ	ความชื้นในอากาศ	ความชื้นในดิน	สถานะการเปิดปิดปั๊มน้ำ	สภาพอากาศ
1	High	High	High	off	อากาศร้อน ความชื้นสูง
2	High	High	Medium	off	อากาศร้อน ความชื้นสูง
3	High	High	Low	on	อากาศร้อน ความชื้นสูง
4	High	Medium	High	off	อากาศแห้ง ความชื้นสูง
5	High	Medium	Medium	off	อากาศแห้ง ความชื้นปกติ
6	High	Medium	Low	off	อากาศแห้ง ความชื้นพอดี ดินแห้ง
7	High	Low	High	off	อากาศร้อน ความชื้นต่ำ
8	High	Low	Medium	off	อากาศร้อน ความชื้นต่ำ
9	High	Low	Low	on	อากาศร้อน ความชื้นต่ำ ดินแห้ง
10	Medium	High	High	off	อากาศอุ่น ความชื้นสูง
11	Medium	High	Medium	off	อากาศอุ่น ความชื้นสูง
12	Medium	High	Low	on	อากาศอุ่น ความชื้นสูง ดินแห้ง

ตารางที่ 3.4 เป็นตารางแสดงเงื่อนไขของ Fuzzy Logic ในตารางประกอบด้วย Input มี อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน ที่ได้จากการกำหนดค่าช่วงข้อข้อมูลที่เหมาะสมจากค่าอุณหภูมิ ดังภาพประกอบที่ 3.27 , ค่าความชื้นในอากาศ ดังภาพประกอบที่ 3.29 และค่าความชื้นในดิน ดังภาพประกอบที่ 3.28 จากนั้นจะมีการกำหนด สถานการณ์เปิดปิดปั๊มน้ำ โดยมองจากภาพรวมของ Input ทั้ง 3 ค่า และ สภาพอากาศ นำมาเป็นค่าการเปิดปิดปั๊มน้ำ off ปิดปั๊มน้ำ , on เปิดปั๊มน้ำ

3.4.5 ผลการทดสอบ Fuzzy Logic

หลังจากได้กำหนดค่า inputทั้ง 3 ค่าแล้ว คือ ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นในอากาศ และ

Computer Science Department Faculty of Informatics Mahasarakham University

ค่าความชื้นในดิน โดยกำหนด Fuzzy Rule สามารถนำมาออกแบบสร้างและทดสอบ Fuzzy Logic ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ผลการทดสอบประมวลผลของ Fuzzy Logic

ลำดับ	อุณหภูมิ	ความชื้นในอากาศ	ความชื้นในดิน	ผลลัพธ์จาก Fuzzy Logic
1	33 (High)	30 (Low)	66 (Medium)	0.33
2	7 (Low)	72 (High)	68 (Medium)	0.37
3	20 (Medium)	23 (Low)	49 (Low)	0.89
4	24 (High)	35 (Low)	20 (Low)	0.66
5	24 (High)	10 (Low)	62 (Low)	0.55
6	24 (High)	60 (Medium)	49 (Low)	0.40
7	20 (Medium)	56 (Low)	32 (Low)	0.66
8	12 (Low)	13 (Low)	90 (High)	0.33
9	15 (Low)	49 (Low)	27 (Low)	0.63
10	36 (High)	49 (Low)	56 (Low)	0.89

ตารางที่ 3.5 Fuzzy Logic โดยจะมี Input ทั้งหมด 3 ค่า คือ อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน นำมาเข้ากระบวนการ Fuzzy Logic ที่กำหนดช่วงของข้อมูลและกำหนด

Computer Science Department Faculty of Informatics Mahasarakham University

เงื่อนไขหรือ Fuzzy Rule ดังตารางที่ 3.4 จะมีค่าผลลัพธ์ออกมาอยู่ในช่วงระหว่าง 0-1 ซึ่งเป็นค่า Output ที่นำไปใช้ในการเปิดปิดปั๊มน้ำ

3.4.6 ทดสอบการประมวลผล Fuzzy Logic ในการรดน้ำ

ภาพประกอบที่ 3.30 การทดสอบรดน้ำด้วย Fuzzy Logic

ค่าที่ได้จาก Fuzzy Logic ที่ใช้ในการรดน้ำ ค่าจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0-1 ซึ่งจะนำไปเป็นเวลาในการสั่ง รีเลย์ให้ทำการรดน้ำ ในการทดสอบจะทำการวัดค่าก่อนรดน้ำ จากนั้นจับเวลาในการเปิดปั๊มน้ำ จะหยุดปั๊มน้ำก็ต่อเมื่อดินมีสถานะที่เหมาะสม โดยวัดจากการสัมผัสและการมอง ดังภาพประกอบที่ 3.31

ภาพประกอบที่ 3.31 การรดน้ำจากการสัมผัสและการมอง

ตารางที่ 3.6 การประมวลผล Fuzzy Logic และการจับเวลาในการรดน้ำ

การรดน้ำ	ก่อนรดน้ำ						เวลา (วินาที)
	ลักษณะ	S	T	H	F	O	
ก่อน	แห้งเป็นก้อนแข็ง	39	29	49	9	0.89	83
หลัง	ดินชุ่มไม่เป็นโคลน	72	28	50	28	0.33	83

ตารางที่ 3.6 การประมวลผล Fuzzy Logic และการจับเวลาในการรดน้ำ (ต่อ)

การรดน้ำ	ก่อนรดน้ำ						เวลา (วินาที)
	ลักษณะ	S	T	H	F	O	
ก่อน	ดินร่วนชุ่มไม่เปียก	57	28	54	18	0.89	33
หลัง	ดินชุ่มมีน้ำขังเล็กน้อย	80	28	55	60	0.33	
ก่อน	ดินชุ่มมีน้ำขัง	80	28	55	60	0.33	0
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						
ก่อน	ดินร่วนชุ่มน้ำ	76	30	36	45	0.33	0
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						
ก่อน	ดินแห้งเป็นผง	27	29	30	16	0.89	92
หลัง	ดินชุ่มมีน้ำขังเล็กน้อย	86	30	35	49	0.33	
ก่อน	ดินร่วนชุ่มไม่เปียก	49	24	60	21	0.40	0
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						
ก่อน	ดินเปียกมีน้ำขัง	97	31	29	38	0.33	0
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						
ก่อน	แห้งเป็นก้อนแข็ง	32	20	56	12	0.66	85
หลัง	ดินชุ่มไม่เป็นโคลน	78	23	58	34	0.33	
ก่อน	ดินแห้งเป็นผง	16	25	78	8	0.89	95
หลัง	ดินชุ่มมีน้ำขังเล็กน้อย	82	25	75	48	0.34	
ก่อน	ร้อนชื้นดินแห้ง	13	31	87	4	0.89	90
หลัง	ดินชุ่มไม่เป็นโคลน	78	31	85	36	0.34	
ก่อน	อากาศเย็นมีน้ำขัง	90	35	91	36	0.37	0
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						
ก่อน	ดินร่วนชุ่มไม่เปียก	50	19	95	38	0.89	24
หลัง	ดินชุ่มไม่เป็นโคลน	80	20	92	45	0.33	
ก่อน	ดินร่วนชุ่มไม่เปียก	62	30	13	42	0.55	0
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						
ก่อน	อากาศเย็นดินแห้ง	47	14	73	10	0.63	0

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.6 การประมวลผล Fuzzy Logic และการจับเวลาในการรดน้ำ (ต่อ)

การรดน้ำ	ก่อนรดน้ำ						เวลา (วินาที)
	ลักษณะ	S	T	H	F	O	
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						0
ก่อน	ดินร่วนซุ่มไม่เปียก	53	35	53	24	0.89	34
หลัง	ดินซุ่มมีน้ำขังเล็กน้อย	82	35	62	35	0.33	
ก่อน	อากาศเย็นดินแห้ง	30	14	81	21	0.66	56
หลัง	ดินซุ่มไม่เป็นโคลน	75	15	80	46	0.33	
ก่อน	ดินร่วนซุ่มไม่เปียก	46	27	16	16	0.89	18
หลัง	ดินซุ่มมีน้ำขังเล็กน้อย	85	27	21	38	0.33	
ก่อน	ดินโคลน	88	22	97	56	0.37	0
หลัง	ไม่มีการรดน้ำ						

ตารางที่ 3.6 โดยกำหนด S=ความชื้นในดิน (มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์),T=อุณหภูมิ (มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส), H=ความชื้นในอากาศ (มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์) ,F=ความสมบูรณ์ดิน (มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์), O=ค่า Output จาก fuzzy logic และเวลาของการรดน้ำ (มีหน่วยเป็นวินาที) จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่า Output จาก fuzzy logic ก่อนรดน้ำ ที่มีค่าน้อยกว่า 0.63 (ในตารางสีเขียว) จะไม่มีการรดน้ำ เพราะจากการสัมผัสและการมองอากาศโดยรอบโดยตาเปล่าและค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์บ่งบอกถึงค่าอุณหภูมิค่าความชื้นในอากาศและดินยังมีความชื้นเหมาะสมอยู่ สำหรับค่าที่มากกว่า 0.63 สามารถแสดงข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.7 เวลาเฉลี่ยในการรดน้ำ

กรณีที่	Output จาก fuzzy logic	เวลา
1	0.89	83
2	0.89	33
5	0.89	92
9	0.89	95
10	0.89	90
12	0.89	24
15	0.89	34

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

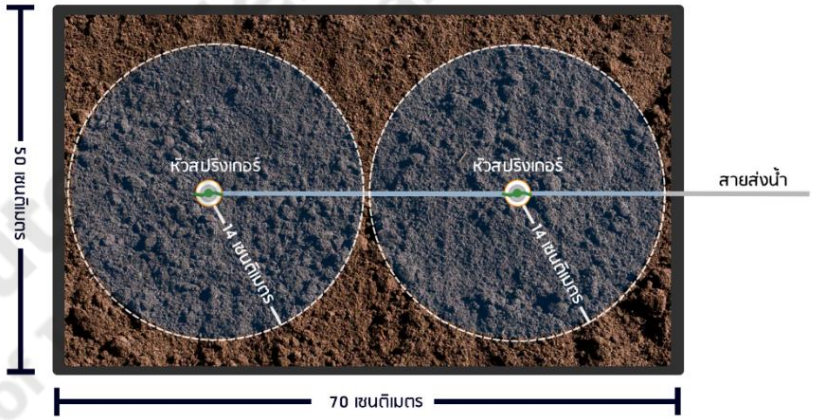
ตารางที่ 3.7 เวลาเฉลี่ยในการรดน้ำ (ต่อ)

กรณีที่	Output จาก fuzzy logic	เวลา
16	0.89	48
เฉลี่ย	62 วินาที	
8	0.66	85
16	0.66	56
21	0.66	81
เฉลี่ย	74 วินาที	

จากตารางที่ 3.7 ค่า Output จาก fuzzy logic ที่ได้ 0.89 จะทำการรดน้ำ 62 วินาที ส่วนค่า 0.66 จะรดที่ 74 วินาที

3.5 ประสิทธิภาพของชุดเซนเซอร์ต่อพื้นที่

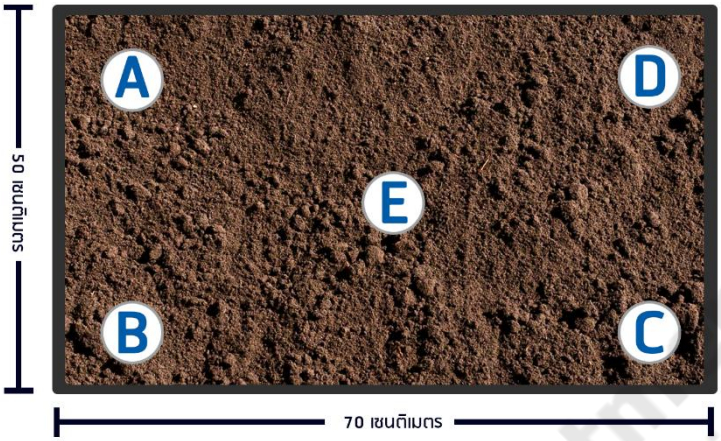
3.5.1 ระยะการจายน้ำของ Mini Pump และการวางจุดเซนเซอร์



ภาพประกอบที่ 3.32 ระยะการกระจายน้ำของสปริงเกอร์

ระยะในการจายน้ำของ Mini Pump สามารถต่อหัวสปริงเกอร์สูงสุด 2 หัว โดย ถ้าต่อ 1 หัว สามารถกระจายน้ำได้รัศมี 22 เซนติเมตร หากถ้าต่อ เป็น 2 หัว ในแต่ละหัวกระจายน้ำได้รัศมี 14 เซนติเมตร ดังภาพประกอบที่ 3.32

Computer Science Department
Faculty of Science Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 3.33 ตำแหน่งจุดวางเซนเซอร์

การวางจุดเซนเซอร์เป็นสิ่งที่สำคัญในการวัดหาค่าต่างๆเพื่อให้คำนวณผลในระยะพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ โดยมีการทดสอบ วัดตามจุด A , B , C , D และ E ดังภาพประกอบที่ 3.33

ตารางที่ 3.8 ระดับความชื้นในดิน ในแต่ละจุด

รายการ	ตำแหน่งจุดวางเซนเซอร์					ค่าเฉลี่ย	SD
	A	B	C	D	E		
ก่อนรดน้ำ	453	464	377	438	459	438.2	35.57
รดน้ำ	314	317	319	321	308	315.8	5.06
หลังรดน้ำ 1 ซม.	368	354	328	342	325	343.4	17.99
หลังรดน้ำ 2 ซม.	363	360	326	348	338	347	15.39
หลังรดน้ำ 3 ซม.	364	373	333	355	339	352.8	16.73
หลังรดน้ำ 4 ซม.	393	382	354	372	363	372.8	15.35
หลังรดน้ำ 5 ซม.	384	381	346	341	343	359	21.55

ตารางที่ 3.8 แสดงให้เห็นถึงการวัดของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน ของจุด A , B , C , D และ E โดยวัดก่อนรดน้ำ รดน้ำ และวัดหลังจากรดน้ำเสร็จทุกๆ 1 ชั่วโมง คำนวณค่าเฉลี่ยในแต่ละจุด จากนั้นคำนวณ ค่า SD จะแสดงให้เห็นถึงค่าข้อมูลแต่ละตัวต่างจากค่าเฉลี่ยอยู่เท่าไหร่ จากตารางในช่องสีเหลืองหมายถึงจุดนั้นมีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยมากที่สุด จะเห็นได้ว่า ตำแหน่งจุด D มีค่าที่ใกล้เคียงกับ

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ค่าเฉลี่ยมากกว่าจุดอื่น ดังนั้นการวางเซนเซอร์วัดความชื้นในดินไว้ที่จุด D เป็นตำแหน่งที่ดีที่สุด ที่จะสามารถวัดค่าความชื้นในดินได้ทั้งแปลง

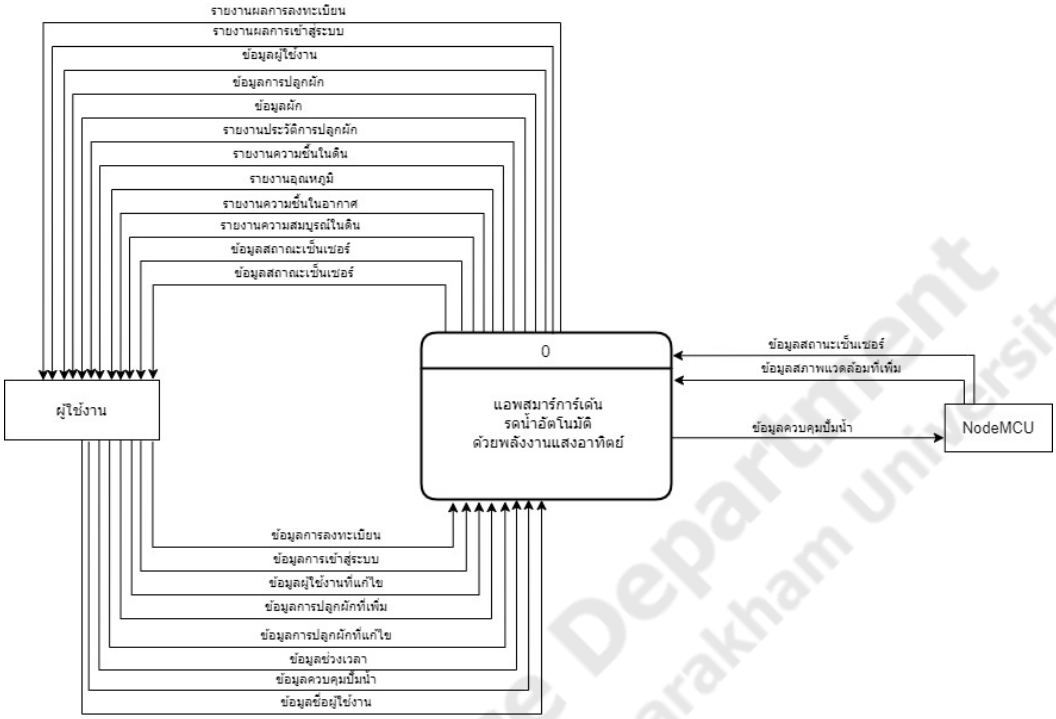
ตารางที่ 3.9 ระดับความสมบูรณ์ในดิน ในแต่ละจุด

รายการ	ตำแหน่งจุดวางเซนเซอร์					ค่าเฉลี่ย	SD
	A	B	C	D	E		
ก่อนรดน้ำ	18	17	13	16	18	16.4	2.07
รดน้ำ	40	42	45	30	60	43.4	10.85
หลังรดน้ำ 1 ซม.	35	30	29	29	48	34.2	8.10
หลังรดน้ำ 2 ซม.	29	28	20	21	39	27.4	7.63
หลังรดน้ำ 3 ซม.	21	26	24	28	38	27.4	6.46
หลังรดน้ำ 4 ซม.	24	20	27	25	29	25	3.39
หลังรดน้ำ 5 ซม.	23	19	21	24	28	23.8	3.27

จาก ตารางที่ 3.9 แสดงให้เห็นถึงการวัดของเซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดิน ของจุด A , B , C , D และ E โดยวัดก่อนรดน้ำ รดน้ำ และวัดหลังจากรดน้ำเสร็จทุกๆ 1 ชั่วโมง คำนวณค่าเฉลี่ยในแต่ละจุด จากนั้นคำนวณ ค่า SD จะแสดงให้เห็นถึงค่าข้อมูลแต่ละตัวต่างจากค่าเฉลี่ยอยู่เท่าไหร่ จากตารางในช่องสีเหลืองหมายถึงจุดนั้นมีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยมากที่สุด จะเห็นได้ว่า ตำแหน่งจุด D มีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยมากกว่าจุดอื่น ดังนั้นการวางเซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดินไว้ที่จุด D เป็นตำแหน่งที่ดีที่สุด ที่จะสามารถวัดค่าความสมบูรณ์ในดินได้ทั้งแปลง จาก ตารางที่ 3.8 และ ตารางที่ 3.9 จะเห็นได้ว่า การวางเซนเซอร์ในตำแหน่ง D เป็นตำแหน่งที่ดีที่สุด ที่ใช้ในการวัดค่าความชื้นและค่าความสมบูรณ์ในดิน

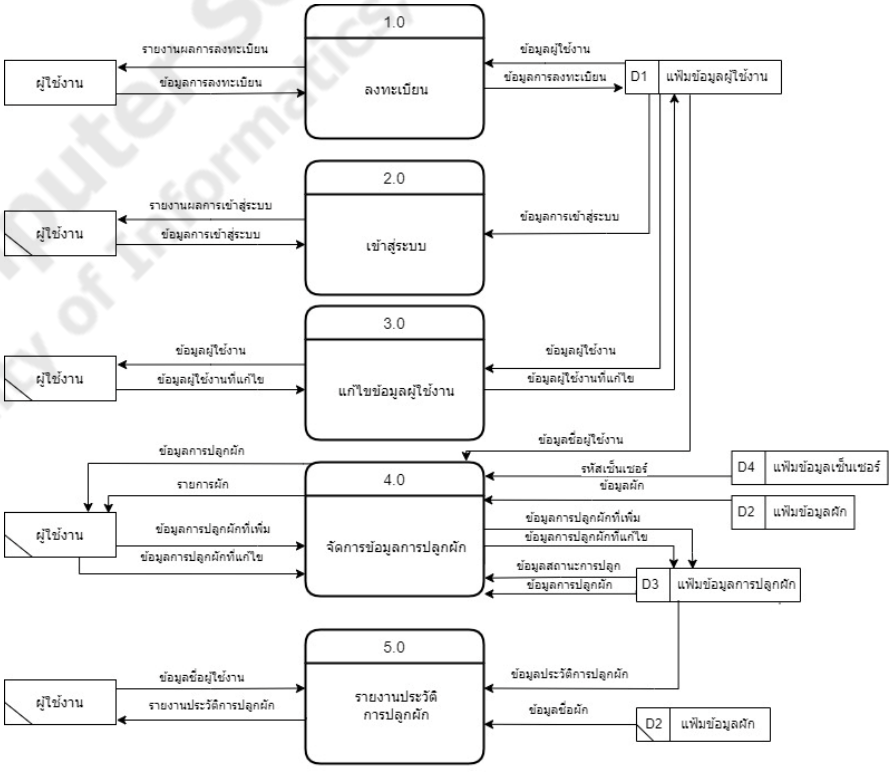
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

3.6 แผนภาพบริบท (context diagram)



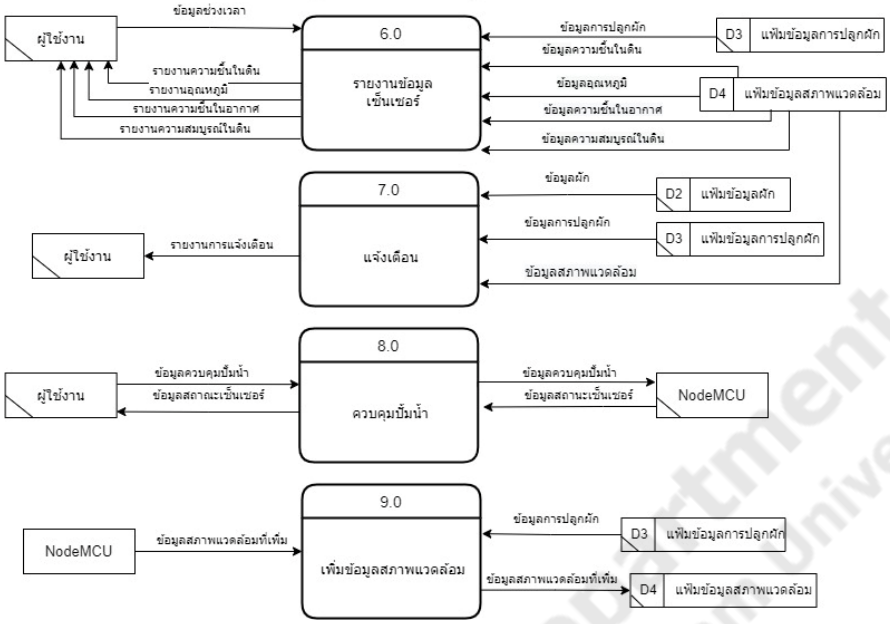
ภาพประกอบที่ 3.34 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

3.7 Data Flow Diagram Level 1



ภาพประกอบที่ 3.35 Data Flow Diagram Level 1

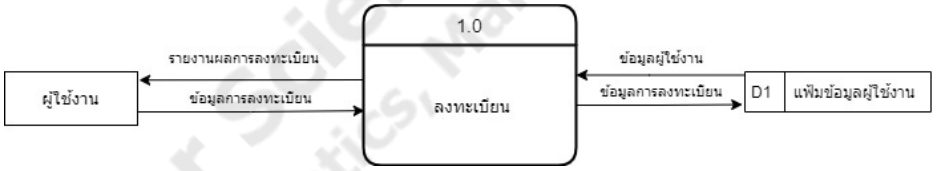
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ภาพประกอบที่ 3.35 Data Flow Diagram Level 1 (ต่อ)

3.8 Data Flow Diagram Level 2

3.8.1 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 1

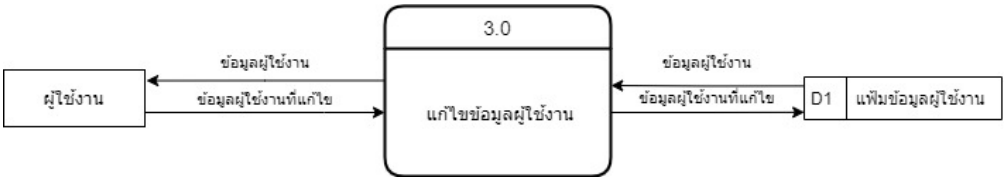


ภาพประกอบที่ 3.36 Data Flow Diagram Level 2 Process 1

3.8.2 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 2

ภาพประกอบที่ 3.37 Data Flow Diagram Level 2 Process 2

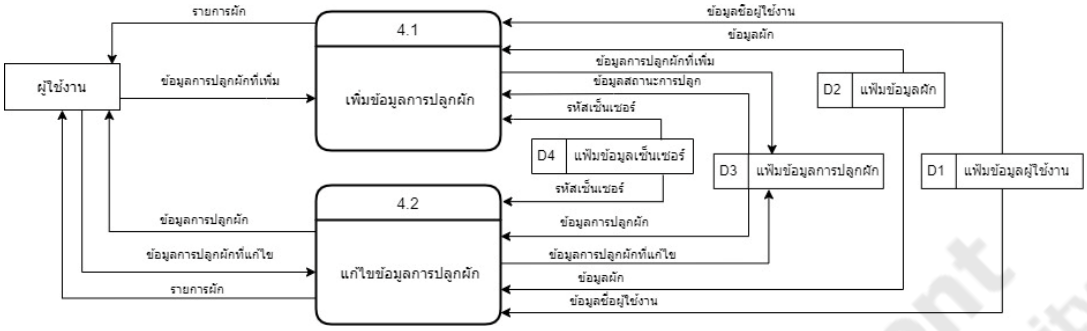
3.8.3 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 3



ภาพประกอบที่ 3.38 Data Flow Diagram Level 2 Process 3

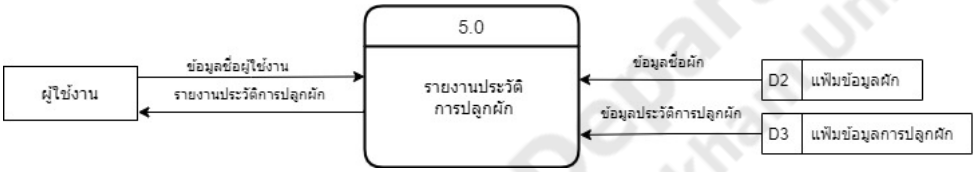
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

3.8.4 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 4



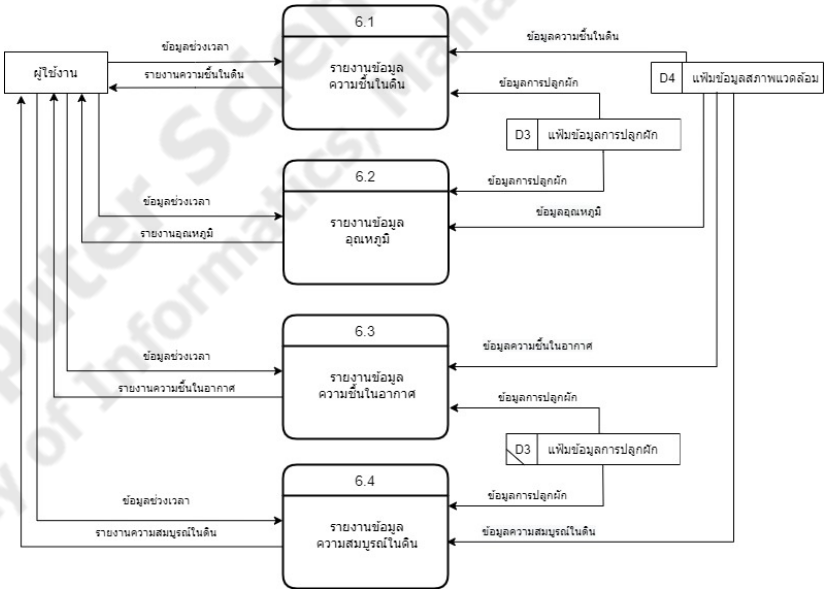
ภาพประกอบที่ 3.39 Data Flow Diagram Level 2 Process 4

3.8.5 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 5



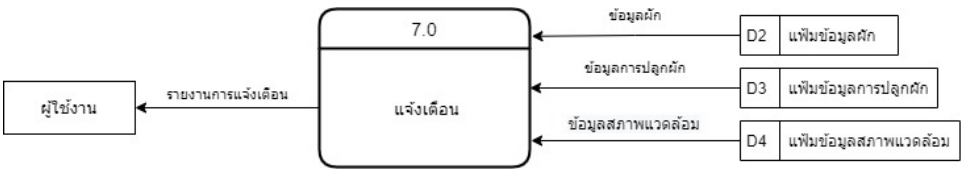
ภาพประกอบที่ 3.40 Data Flow Diagram Level 2 Process 5

3.8.6 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 6



ภาพประกอบที่ 3.41 Data Flow Diagram Level 2 Process 6

3.8.7 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 7



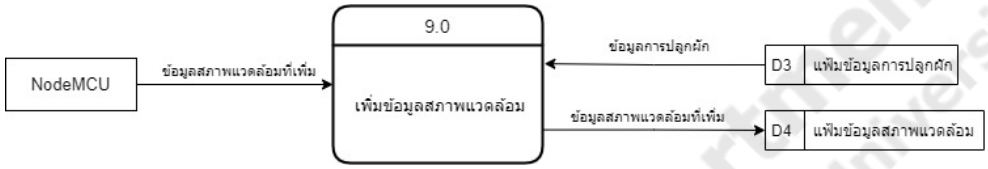
ภาพประกอบที่ 3.42 Data Flow Diagram Level 2 Process 7

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

3.8.8 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 8

ภาพประกอบที่ 3.43 Data Flow Diagram Level 2 Process 8

3.8.9 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 2 กระบวนการที่ 9



ภาพประกอบที่ 3.44 Data Flow Diagram Level 2 Process 9

3.9 External Entity Description

ตารางที่ 3.10 External Entity Description

Name	Description	Input Data Flow	Output Data Flow
ผู้ใช้งาน	ผู้ใช้ที่สามารถใช้งานระบบแอพสมาร์ทการ์เด้นน้ำอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้	- รายงานผลการลงทะเบียน - รายงานผลการเข้าสู่ระบบ - ข้อมูลผู้ใช้งาน - ข้อมูลการปลูกผัก - ข้อมูลผัก - รายงานประวัติการปลูกผัก - รายงานความชื้นในดิน - รายงานอุณหภูมิ - รายงานความชื้นในอากาศ - รายงานความสมบูรณ์ในดิน - ข้อมูลสถาณะเซนเซอร์ - ข้อมูลสถาณะเซนเซอร์	- ข้อมูลการลงทะเบียน - ข้อมูลการเข้าสู่ระบบ - ข้อมูลผู้ใช้งานที่แก้ไข - ข้อมูลการปลูกผักที่เพิ่ม - ข้อมูลการปลูกผักที่แก้ไข - ข้อมูลช่วงเวลา - ข้อมูลควบคุมปั๊มน้ำ - ข้อมูลชื่อผู้ใช้งาน
NodeMCU	อุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลต่างๆ	- ข้อมูลควบคุมปั๊มน้ำ	- ข้อมูลสถานะเซนเซอร์ - ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เพิ่ม

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

3.10 Data Flow Description and Data Structure

ตารางที่ 3.11 Data Flow Description and Data Structure

Name	Description	Source	Destination	Data Structure
ข้อมูลการลงทะเบียน	ข้อมูลการลงทะเบียน	- ผู้ใช้งาน	- Process 1.0 ลงทะเบียน	username + password + email
		- Process 1.0 ลงทะเบียน	- D1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	
ข้อมูลผู้ใช้งาน	ข้อมูลผู้ใช้งาน	- D1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	- Process 1.0 ลงทะเบียน	username + password + email
		- D1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	- Process 3.0 แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน	
		- Process 3.0 แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน	- ผู้ใช้งาน	
รายงานผลการลงทะเบียน	แสดงผลการลงทะเบียน	- Process 1.0 ลงทะเบียน	- ผู้ใช้งาน	username
ข้อมูลการเข้าสู่ระบบ	ข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน	- ผู้ใช้งาน	- Process 2.0 เข้าสู่ระบบ	username + password
		- D1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	- Process 2.0 เข้าสู่ระบบ	
รายงานผลการเข้าสู่ระบบ	แสดงผลการเข้าสู่ระบบ	- Process 2.0 เข้าสู่ระบบ	- ผู้ใช้งาน	username
ข้อมูลผู้ใช้งานที่แก้ไข	ข้อมูลผู้ใช้งานที่จะแก้ไข	- ผู้ใช้งาน	- Process 3.0 แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน	username + password + email
		- Process 3.0 แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน	- D1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	
ข้อมูลผัก	ข้อมูลรายละเอียดผัก	- D2 แฟ้มข้อมูลผัก	- Process 4.2 แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก	รหัสผัก + ชื่อผัก + ปริมาณน้ำต่อวัน +

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.11 Data Flow Description and Data Structure (ต่อ)

Name	Description	Source	Destination	Data Structure
		- D2 แฟ้มข้อมูลผัก	- Process 7.0 แจ้งเตือน	อุณหภูมิที่เหมาะสม + ความชื้นที่เหมาะสม + ปุ๋ย + รูปภาพ
รายการผัก	แสดงรายการชื่อผัก	- Process 4.1 จัดการข้อมูลการปลูกผัก	- ผู้ใช้งาน	{ชื่อผัก + รูปภาพ}
ข้อมูลชื่อผู้ใช้งาน	รหัสผู้ใช้งานและชื่อ	- D1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	- Process 4.1 เพิ่มข้อมูลการปลูกผัก	รหัสผู้ใช้งาน + Username
		- D1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	- Process 4.2 แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก	
ข้อมูลที่ใช้ในการออกรายงานการปลูก	ข้อมูลที่ใช้ในการออกรายงานการปลูก	- ผู้ใช้งาน	- Process 5.0 รายงานประวัติการปลูกผัก	รหัสผู้ใช้ + วันเริ่มต้น + วันสุดท้าย
รหัสเซนเซอร์	รหัสเซนเซอร์	- D4 แฟ้มข้อมูลเซนเซอร์	- Process 4.1 เพิ่มข้อมูลการปลูกผัก	รหัสเซนเซอร์ + client_id + token
		- D4 แฟ้มข้อมูลเซ็นเซอร์	- Process 4.2 แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก	
ข้อมูลการปลูกผักที่เพิ่ม	ข้อมูลการปลูกผักที่จะเพิ่ม	- ผู้ใช้งาน	- Process 4.1 เพิ่มข้อมูลการปลูกผัก	รหัสการปลูก + รหัสผู้ใช้งาน + รหัสผัก + วันที่ปลูก + สถานที่ปลูก +

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.11 Data Flow Description and Data Structure (ต่อ)

Name	Description	Source	Destination	Data Structure
		- Process 4.1 เพิ่มข้อมูลการปลูกผัก	- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	สถานะการปลูก
ข้อมูลการปลูกผักที่แก้ไข	ข้อมูลการปลูกผักที่จะแก้ไข	- ผู้ใช้งาน	- Process 4.2 แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก	รหัสผัก + วันที่ปลูก + สถานที่ปลูก + สถานะการปลูก
		- Process 4.2 แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก	- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	
ข้อมูลการปลูกผัก	ข้อมูลการปลูกผัก	- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 4.2 แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก	รหัสการปลูก + รหัสผู้ใช้งาน + รหัสผัก + วันที่ปลูก + สถานที่ปลูก + รหัสเซ็นเซอร์ + สถานะการปลูก
		- Process 4.2 แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก	- ผู้ใช้งาน	
		- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 6.1 รายงานข้อมูลความชื้นในดิน	
		- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 6.2 รายงานข้อมูลอุณหภูมิ	
		- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 6.3 รายงานข้อมูลความชื้นในอากาศ	
		- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 6.4 รายงานข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน	
		- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 7.0 แจ้งเตือน	
		- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 9.0 เพิ่มข้อมูลสภาพแวดล้อม	

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.11 Data Flow Description and Data Structure (ต่อ)

Name	Description	Source	Destination	Data Structure
ข้อมูลสถานะการปลูก	สถานะการปลูก	- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 4.1 เพิ่มข้อมูลการปลูกผัก	รหัสผู้ใช้งาน + รหัสเซ็นเซอร์ + สถานะการปลูก
ข้อมูลชื่อผัก	รหัสและชื่อผัก	- D2 แฟ้มข้อมูลผัก	- Process 5.0 รายงานประวัติการปลูกผัก	รหัสผัก + ชื่อผัก + รูปภาพ
ข้อมูลประวัติการปลูกผัก	ข้อมูลประวัติการปลูกผัก	- D3 แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	- Process 5.0 รายงานประวัติการปลูกผัก	รหัสการปลูก + วันที่ปลูก + สถานที่ปลูก + รหัสเซ็นเซอร์ + รหัสผู้ใช้งาน + รหัสผัก + สถานะการปลูก
รายงานประวัติการปลูกผัก	แสดงรายละเอียดประวัติผักที่ปลูก	- Process 5.0 รายงานประวัติการปลูกผัก	- ผู้ใช้งาน	ชื่อผัก + วันที่ปลูก + สถานที่ปลูก + รหัสเซ็นเซอร์ + สถานะการปลูก + รูปภาพ
ข้อมูลความชื้นในดิน	ข้อมูลความชื้นในดิน	- D4 แฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม	- Process 6.1 รายงานข้อมูลความชื้นในดิน	วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + ความชื้นในดิน
ข้อมูลอุณหภูมิ	ข้อมูลอุณหภูมิ	- D4 แฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม	- Process 6.2 รายงานข้อมูลอุณหภูมิ	วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + อุณหภูมิ

Computer Science Department Faculty of Informatics Mahasarakham University

ตารางที่ 3.11 Data Flow Description and Data Structure (ต่อ)

Name	Description	Source	Destination	Data Structure
ข้อมูลความชื้นในอากาศ	ข้อมูลความชื้นในอากาศ	- D4 แฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม	- Process 6.3 รายงานข้อมูลความชื้นในอากาศ	วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + ความชื้นในอากาศ
ข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน	ข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน	- D4 แฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม	- Process 6.4 รายงานข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน	วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + ความสมบูรณ์ในดิน
ข้อมูลช่วงเวลา	รหัสผู้ใช้และช่วงเวลา	- ผู้ใช้งาน	- Process 6.1 รายงานข้อมูลความชื้นในดิน	รหัสผู้ใช้งาน + [วันที่,เดือน,ปี]
		- ผู้ใช้งาน	- Process 6.2 รายงานข้อมูลอุณหภูมิ	
		- ผู้ใช้งาน	- Process 6.3 รายงานข้อมูลความชื้นในอากาศ	
		- ผู้ใช้งาน	- Process 6.4 รายงานข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน	
รายงานความชื้นในดิน	แสดงข้อมูลความชื้นในดิน	- Process 6.1 รายงานข้อมูลความชื้นในดิน	- ผู้ใช้งาน	วันที่และเวลา + ความชื้นในดิน
รายงานอุณหภูมิ	แสดงข้อมูลอุณหภูมิ	- Process 6.2 รายงานข้อมูลอุณหภูมิ	- ผู้ใช้งาน	วันที่และเวลา + อุณหภูมิ

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.11 Data Flow Description and Data Structure (ต่อ)

Name	Description	Source	Destination	Data Structure
รายงานความชื้นในอากาศ	แสดงข้อมูลความชื้นในอากาศ	- Process 6.3 รายงานข้อมูลความชื้นในอากาศ	- ผู้ใช้งาน	วันที่และเวลา + ความชื้นในอากาศ
รายงานความสมบูรณ์ในดิน	แสดงข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน	- Process 6.4 รายงานข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน	- ผู้ใช้งาน	วันที่และเวลา + ความสมบูรณ์ในดิน
ข้อมูลสภาพแวดล้อม	ข้อมูลรายละเอียดสภาพแวดล้อม	- D4 แฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม	- Process 7.0 แจ้งเตือน	วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + ความชื้นในดิน + อุณหภูมิ + ความชื้นในอากาศ + ความสมบูรณ์ในดิน + สถานะการรดน้ำ
รายงานการแจ้งเตือน	แสดงการแจ้งเตือน	- Process 7.0 แจ้งเตือน	- ผู้ใช้งาน	วันที่และเวลา + ความชื้นในดิน + อุณหภูมิ + ความชื้นในอากาศ + ความสมบูรณ์ในดิน + ปุ๋ย + สถานะการรดน้ำ
ข้อมูลควบคุมปั้มน้ำ	ข้อมูลสั่งเปิด-ปิดปั้มน้ำ	- ผู้ใช้งาน	- Process 8.0 ควบคุมปั้มน้ำ	รหัสเซ็นเซอร์ + ควบคุมปั้มน้ำ

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.11 Data Flow Description and Data Structure (ต่อ)

Name	Description	Source	Destination	Data Structure
		- Process 8.0 ควบคุมปั๊มน้ำ	- NodeMCU	
ข้อมูลสถานะเซ็นเซอร์	ข้อมูลสถานะ Online และ Offline ของเซ็นเซอร์	- NodeMCU	- Process 8.0 ควบคุมปั๊มน้ำ	รหัสเซ็นเซอร์ + สถานะเซ็นเซอร์
		- Process 8.0 ควบคุมปั๊มน้ำ	- ผู้ใช้งาน	
ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เพิ่ม	ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่จะเพิ่ม	- NodeMCU	- Process 9.0 เพิ่มข้อมูลสภาพแวดล้อม	วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + ความชื้นในดิน + อุณหภูมิ + ความชื้นในอากาศ + ความสมบูรณ์ในดิน + สถานะการรดน้ำ
ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เพิ่ม	ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่จะเพิ่ม	- Process 9.0 เพิ่มข้อมูลสภาพแวดล้อม	- D4 แฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม	วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + ความชื้นในดิน + อุณหภูมิ + ความชื้นในอากาศ + ความสมบูรณ์ในดิน + สถานะการรดน้ำ

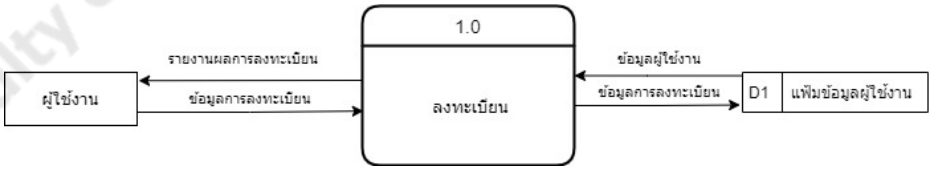
Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

3.11 Data Store Description and Data Structure

ตารางที่ 3.12 Data Store Description and Data Structure

ID	Data Store Name	Description	Data Structure
D1	แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน	เป็นแฟ้มที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน	รหัสผู้ใช้งาน + username + password + email
D2	แฟ้มข้อมูลผัก	เป็นแฟ้มเก็บข้อมูลรายละเอียดผัก	รหัสผัก + ชื่อผัก + ปริมาณน้ำต่อวัน + อุณหภูมิที่เหมาะสม + ความชื้นที่เหมาะสม + ปุ๋ย
D3	แฟ้มข้อมูลการปลูกผัก	เป็นแฟ้มที่เก็บข้อมูลการปลูกผัก	รหัสการปลูก + รหัสผู้ใช้งาน + รหัสผัก + วันที่ปลูก + สถานที่ปลูก + รหัสเซนเซอร์ + สถานะการปลูก
D3	แฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม	เป็นแฟ้มที่เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในสถานที่ปลูกผัก	ลำดับ + วันที่และเวลา + รหัสการปลูก + ความชื้นในดิน + อุณหภูมิ + ความชื้นในอากาศ + ความสมบูรณ์ในดิน + สถานะการรดน้ำ
D4	แฟ้มข้อมูลเซนเซอร์	เป็นแฟ้มที่เก็บข้อมูลรายละเอียดเซนเซอร์	รหัสเซนเซอร์ + client_id + token + สถานะเซนเซอร์

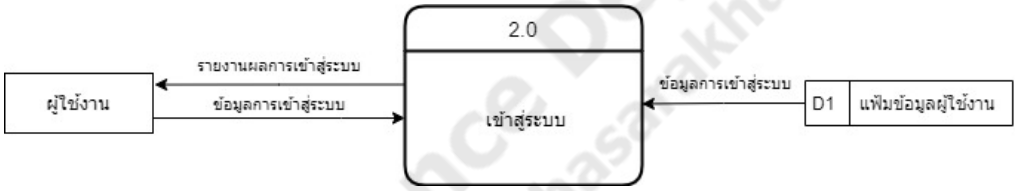
3.12 Process Description



ID	1.0
Name	ลงทะเบียน
Description	ข้อมูลผู้ใช้งานที่ลงทะเบียน เพิ่มเข้าสู่ฐานข้อมูล
Input Data Flows	ข้อมูลการลงทะเบียน,ข้อมูลผู้ใช้งาน
Output Data Flows	รายงานผลการลงทะเบียน,ข้อมูลการลงทะเบียน

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

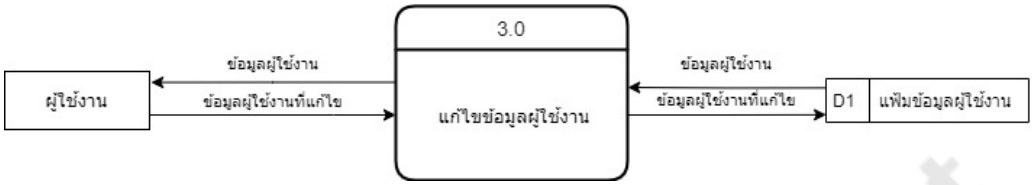
Process Description	เริ่มต้น 1.รับ username , password และ email 2.ตรวจสอบว่าข้อมูลครบถ้วนถูกต้องหรือไม่ 2.1 ถ้า(ครบถ้วนถูกต้อง) ให้ไปที่ข้อ 3 2.2 ถ้า(ข้อมูลไม่ครบถ้วนไม่ถูกต้อง) แสดงข้อความ “กรุณากรอกข้อมูลให้ถูกต้อง” กลับไปที่ 1 3.ตรวจสอบในแฟ้มข้อมูลผู้ใช้งานว่ามีข้อมูลผู้ใช้งานแล้วหรือไม่ 3.1 ถ้า(มีผู้ใช้งานแล้ว) แสดงข้อความ “มีผู้ใช้นี้แล้ว” กลับไปที่ 1 3.2 ถ้า(ยังไม่มีผู้ใช้งาน) ให้ทำการบันทึกข้อมูลผู้ใช้งานที่เพิ่มลงฐานข้อมูล จบการทำงาน



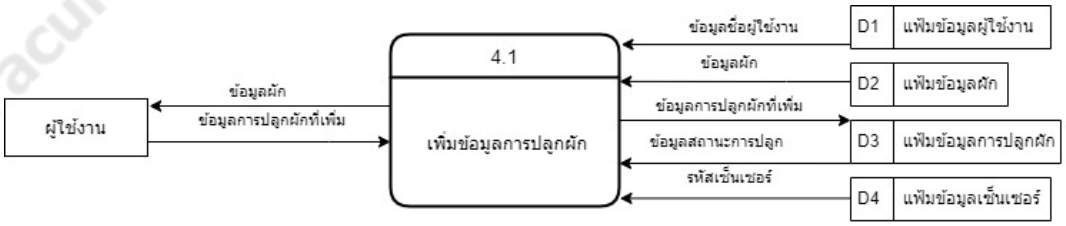
ID	2.0
Name	เข้าสู่ระบบ
Description	การเข้าสู่ระบบ
Input Data Flows	ข้อมูลการเข้าสู่ระบบ,ข้อมูลการเข้าสู่ระบบ
Output Data Flows	รายงานผลการเข้าสู่ระบบ
Process Description	เริ่มต้น 1.รับ username และ password 2.ตรวจสอบข้อมูล username และ password ว่าถูกต้องหรือไม่ 2.1 ถ้า(ข้อมูลผู้ใช้ครบถ้วน) ให้ไปที่ข้อ 3 2.2 ถ้า(ข้อมูลผู้ใช้ไม่ครบถ้วน) แสดงข้อความ “กรุณากรอกข้อมูลให้ถูกต้อง” กลับไปที่ 1 3.ตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้งานใน แฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน 3.1 ถ้า(มีข้อมูลผู้ใช้งานในแฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน) แสดงผลการเข้าสู่ระบบสำเร็จ 3.2 ถ้า(ไม่มีข้อมูลผู้ใช้งานในแฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน)แสดงข้อความ “กรุณาตรวจสอบ ชื่อผู้ใช้งาน และรหัสผ่านให้ถูกต้อง” กลับไป

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

	ที่ 1 จบการทำงาน



ID	3.0
Name	แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน
Description	แก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน
Input Data Flows	ข้อมูลผู้ใช้งานที่แก้ไข,ข้อมูลผู้ใช้งาน
Output Data Flows	ข้อมูลผู้ใช้งานที่แก้ไข,ข้อมูลผู้ใช้งาน
Process Description	เริ่มต้น 1. แสดงข้อมูล username password และ email ของผู้ใช้ 2. รับ username password และ email ที่จะแก้ไข 3.ตรวจสอบข้อมูล 3.1 ถ้า(ข้อมูลไม่มีการแก้ไข) แสดงการแจ้งเตือน “ข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนแปลง” กลับไปที่ 1 3.2 ถ้า(ข้อมูลมีการแก้ไขและครบถ้วนถูกต้อง) ให้ทำการบันทึกข้อมูลผู้ใช้งานที่แก้ไขลงฐานข้อมูล 3.3 ถ้า(ข้อมูลไม่ครบถ้วนถูกต้อง) แสดงการแจ้งเตือน “กรุณากรอกข้อมูลให้ถูกต้อง” กลับไปที่ 1 จบการทำงาน



ID	4.1
Name	เพิ่มข้อมูลการปลูกผัก
Description	เพิ่มข้อมูลการปลูกผักที่ต้องการปลูก

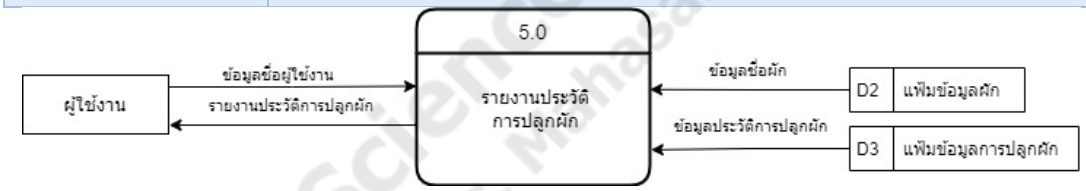
Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University

Input Data Flows	ข้อมูลการปลูกผักที่เพิ่ม,ข้อมูลผัก,ข้อมูลชื่อผู้ใช้,ข้อมูลสถานะการปลูก,รหัสเซนเซอร์
Output Data Flows	ข้อมูลผัก,ข้อมูลการปลูกผักที่เพิ่ม
Process Description	เริ่มต้น 1.รับ รหัสผู้ใช้งาน,รหัสผัก,วันที่ปลูก,สถานที่ปลูก,รหัสเซนเซอร์ 2.ตรวจสอบว่าข้อมูลครบถ้วนถูกต้องหรือไม่ 2.1 ถ้า(ครบถ้วนถูกต้อง) ไปที่ 3 2.2 ถ้า(ไม่ครบถ้วนถูกต้อง) แสดงข้อความ “กรุณากรอกข้อมูลให้ถูกต้อง” กลับไปที่ 1 3.ตรวจสอบรหัสเซนเซอร์และข้อมูลสถานะการปลูกเป็น 0 หรือ ไม่ 3.1 ถ้า(มีรหัสเซนเซอร์และสถานการณ์ปลูกเป็น 1 หมายถึงยังไม่มีการใช้เซนเซอร์) ให้ทำการบันทึกการเพิ่มข้อมูลการปลูกผักลงฐานข้อมูล 3.2 ถ้า(มีรหัสเซนเซอร์และสถานการณ์ปลูกเป็น 0 หมายถึงมีการใช้เซนเซอร์) แสดงการแจ้งเตือน “เซนเซอร์” {รหัสเซนเซอร์} “กำลังมีการใช้งานการปลูกผัก” กลับไปที่ 1 3.3 ถ้า(ไม่มีรหัสเซนเซอร์และสถานการณ์ปลูกเป็น 0 หรือ 1 หมายถึงไม่มีข้อมูลเซนเซอร์) แสดงการแจ้งเตือน “เซนเซอร์” {รหัสเซนเซอร์} “ไม่มีข้อมูล” กลับไปที่ 1 จบการทำงาน

ID	4.2
Name	แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก
Description	แก้ไขข้อมูลการปลูกผัก
Input Data Flows	ข้อมูลการปลูกผักที่แก้ไข,ข้อมูลผัก,ข้อมูลชื่อผู้ใช้,ข้อมูลการปลูกผัก

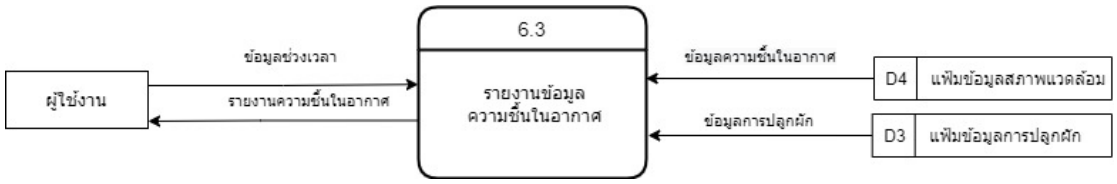
Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

Output Data Flows	ข้อมูลการปลูกผักที่แก้ไข,ข้อมูลผัก,ข้อมูลการปลูกผัก
Process Description	เริ่มต้น 1.แสดงรายการข้อมูลการปลูกผัก 2.รับ รหัสผัก,วันที่ปลูก,สถานที่ปลูก และ สถานการณ์ปลูก 3.ตรวจสอบข้อมูล 3.1 ถ้า(ข้อมูลไม่มีการแก้ไข) แสดงการแจ้งเตือน “ข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนแปลง” กลับไปที่ 1 3.2 ถ้า(ข้อมูลมีการแก้ไขและครบถ้วนถูกต้อง) ให้ทำการบันทึกข้อมูลการปลูกผักที่แก้ไขลงฐานข้อมูล 3.3 ถ้า(ข้อมูลไม่ครบถ้วนถูกต้อง) แสดงการแจ้งเตือน “กรุณากรอกข้อมูลให้ถูกต้อง” กลับไปที่ 1 จบการทำงาน

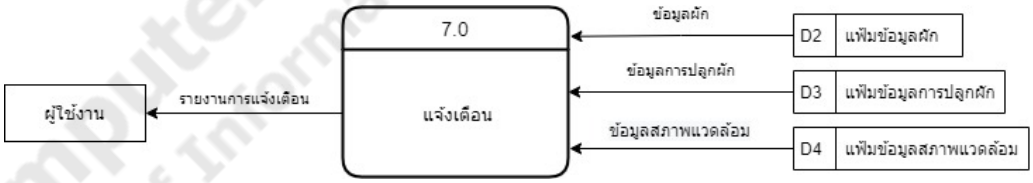


ID	5.0
Name	รายงานประวัติการปลูกผัก
Description	แสดงประวัติการปลูกผัก
Input Data Flows	ข้อมูลผัก,ข้อมูลประวัติการปลูกผัก,ข้อมูลชื่อผู้ใช้งาน
Output Data Flows	รายงานประวัติการปลูกผัก
Process Description	เริ่มต้น 1.รับรหัสผู้ใช้งาน 2.ตรวจสอบข้อมูลประวัติการปลูกผักด้วยรหัสผู้ใช้งาน 2.1 ถ้า(ไม่มีข้อมูลประวัติการปลูกผัก) แสดงการแจ้งเตือน “ไม่มีประวัติการปลูก” กลับไปที่ 1 2.2 ถ้า(มีข้อมูลประวัติการปลูกผัก) แสดงรายงานประวัติการปลูกผัก จบการทำงาน

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University



ID	6.3
Name	รายงานข้อมูลความชื้นในอากาศ
Description	แสดงข้อมูลความชื้นในอากาศ
Input Data Flows	ข้อมูลช่วงเวลา,ข้อมูลความชื้นในอากาศ,ข้อมูลการปลูกผัก
Output Data Flows	รายงานความชื้นในอากาศ
Process Description	เริ่มต้น 1.รับ รหัสผู้ใช้งานและช่วงเวลา [วันที่,เดือน,ปี] 2.ตรวจสอบข้อมูลความชื้นในอากาศจากแฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม ตามช่วงเวลาและรหัสผู้ใช้งานที่รับเข้ามา 2.1 ถ้า(มีข้อมูล) แสดงรายงานข้อมูลความชื้นในอากาศ 2.2 ถ้า(ไม่มีข้อมูล) แสดงข้อความ “ไม่มีข้อมูลความชื้นในอากาศในเวลา” {ช่วงเวลา} จบการทำงาน



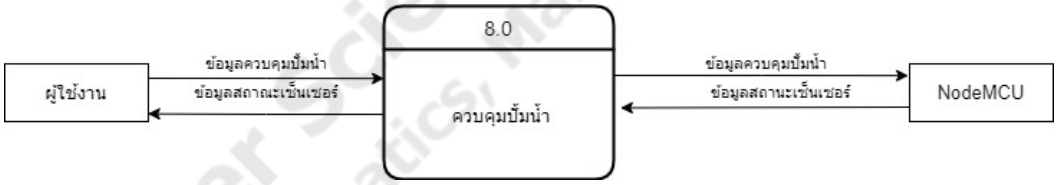
ID	7.1
Name	แจ้งเตือน
Description	แจ้งเตือน ข้อมูลสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก
Input Data Flows	ข้อมูลผัก,ข้อมูลการปลูกผัก,ข้อมูลสภาพแวดล้อม
Output Data Flows	รายงานการแจ้งเตือน
Process Description	เริ่มต้น 1.แจ้งเตือนรดน้ำ

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

	2.ตรวจสอบสถานะการรดน้ำ จากแฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม 2.1 ถ้า(สถานการณ์รดน้ำ = 1 รดน้ำ) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “รดน้ำให้กับพืชแล้วในเวลา”ช่วงเวลาข้อมูลล่าสุด” 3.แจ้งเตือนความชื้นในดิน 4.ตรวจสอบข้อมูลความชื้นในดิน จากแฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม ตามช่วงเวลาข้อมูลความชื้นในดินล่าสุด 4.1 ถ้า(มีข้อมูลข้อมูลความชื้นในดินล่าสุด) ตรวจสอบความชื้นในดินล่าสุดเปรียบเทียบกับช่วงข้อมูลความชื้นที่เหมาะสมในแฟ้มข้อมูลผัก ถ้า (อยู่ในช่วงข้อมูล) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “ความชื้นในดิน” {ข้อมูลความชื้นในดินล่าสุด} “อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม” - ถ้า (มากกว่าช่วงข้อมูล) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “ความชื้นในดิน” {ข้อมูลความชื้นในดินล่าสุด} “เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด” - ถ้า (น้อยกว่าช่วงข้อมูล) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “ความชื้นในดิน” {ข้อมูลความชื้นในดินล่าสุด} “ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด” 5.แจ้งเตือนอุณหภูมิ ทำการเปรียบเทียบกับช่วงข้อมูลอุณหภูมิที่เหมาะสมในแฟ้มข้อมูลผัก เหมือนข้อ 4 6.แจ้งเตือนความชื้นในอากาศ 7.ตรวจสอบข้อมูลความชื้นในอากาศ จากแฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม ตามช่วงเวลาข้อมูลความชื้นในอากาศล่าสุดและช่วงเวลาก่อนหน้า เพื่อนำมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง 7.1 ถ้า(มีข้อมูลช่วงเวลาล่าสุดกับช่วงก่อนหน้า) ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นในอากาศล่าสุดกับข้อมูลก่อนหน้า 7.2 ถ้า (ช่วงข้อมูลล่าสุดมากกว่าช่วงก่อนหน้า) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “ความชื้นในอากาศมากกว่าเดิม จาก” {ข้อมูลความชื้นในอากาศก่อนหน้า} “เป็น” {ข้อมูลความชื้นในอากาศล่าสุด} 7.3 ถ้า (ช่วงข้อมูลล่าสุดน้อยกว่าช่วงก่อนหน้า) แสดงการแจ้งเตือน

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

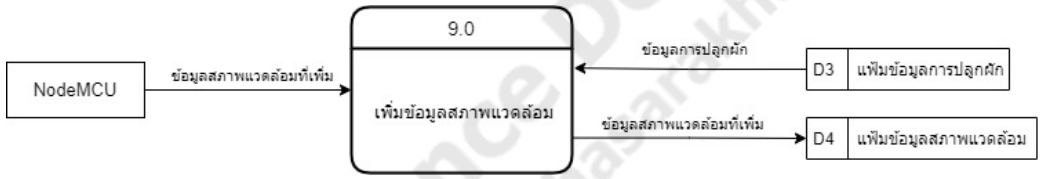
	ข้อความ “ความชื้นในอากาศน้อยกว่าเดิม จาก” {ข้อมูลความชื้นในอากาศก่อนหน้า} “เป็น” {ข้อมูลความชื้นในอากาศล่าสุด} 8.แจ้งเตือนความสมบูรณ์ของดินและแนะนำปริมาณการใส่ปุ๋ย 9.ตรวจสอบข้อมูลความสมบูรณ์ในดิน จากแฟ้มข้อมูลสภาพแวดล้อม ตามสถานะการรดน้ำเป็น 1 คือ ช่วงที่ทำการรดน้ำข้อมูลล่าสุด 9.1 ถ้า(ข้อมูลความสมบูรณ์ในดินน้อยกว่า 18) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “ค่าความสมบูรณ์ในดินต่ำกว่าเกณฑ์ โปรดใส่ปุ๋ย” {ข้อมูลปุ๋ย} “ลงในดิน” 9.2 ถ้า(ข้อมูลความสมบูรณ์ในดินอยู่ระหว่าง 18 - 57) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “ค่าความสมบูรณ์ในดินอยู่ในเกณฑ์ที่ดี” 9.3 ถ้า(ข้อมูลความสมบูรณ์ในดินมากกว่า 57) แสดงการแจ้งเตือนข้อความ “ค่าความสมบูรณ์ในดินสูงกว่าเกณฑ์ แนะนำให้ทำการรดน้ำบ่อยขึ้นเพื่อให้ปุ๋ยมีความเจือจางมากที่สุด” จบการทำงาน



ID	8.1
Name	ควบคุมปั๊มน้ำ
Description	สั่งการควบคุมเปิด - ปิด ปั๊มน้ำ
Input Data Flows	ข้อมูลควบคุมปั๊มน้ำ,ข้อมูลสถานะเซนเซอร์
Output Data Flows	ข้อมูลสถานะเซนเซอร์,ข้อมูลควบคุมปั๊มน้ำ
Process Description	เริ่มต้น 1. สั่งการ เปิด ปั๊มน้ำ 2. ตรวจสอบข้อมูลสถานะเซนเซอร์ 2.1 ถ้า (สถานะ Online) สั่งเปิดปั๊มน้ำโดยทำการส่ง เวลา วันที่ สถานะเปิด ให้ NodeMCU เปิดปั๊มน้ำทำงาน

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

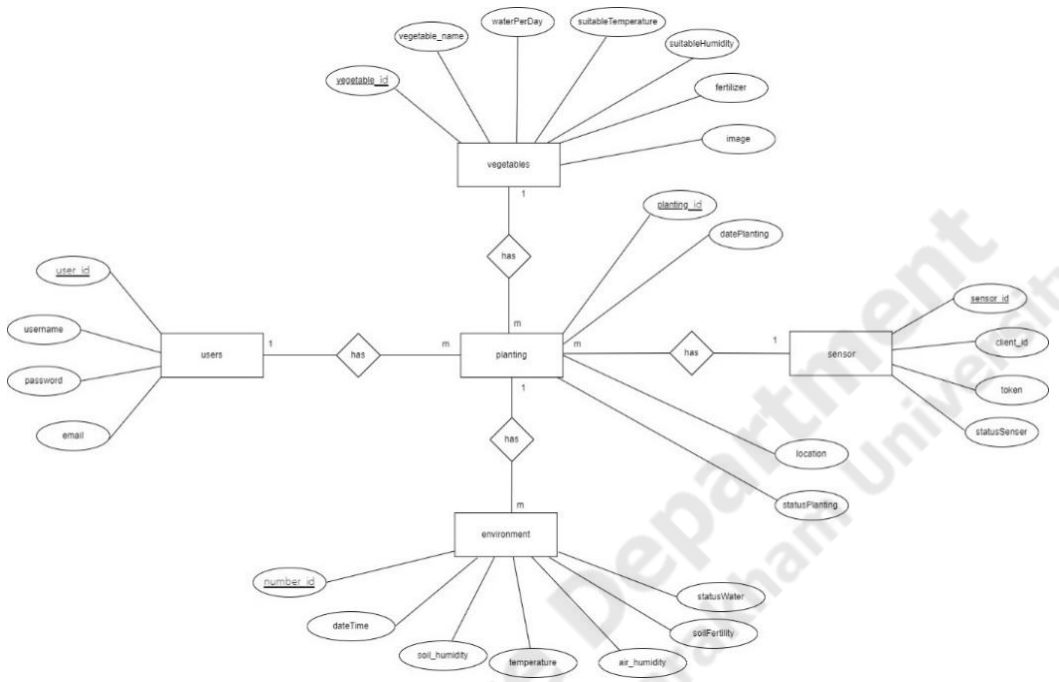
	2.2 ถ้า (สถานะ Offline) แสดงข้อความ “ตอนนี้ เซนเซอร์กำลัง Offline ไม่สามารถสั่งการเปิดปั๊มน้ำได้” 3. สั่งการ ปิด ปั๊มน้ำ 4. ตรวจสอบข้อมูลสถานะเซนเซอร์ 4.1 ถ้า (สถานะ Offline) แสดงข้อความ “ตอนนี้ เซนเซอร์กำลัง Offline ไม่สามารถสั่งการเปิดปั๊มน้ำได้” 4.2 ถ้า (สถานะ Online) สั่งปิดปั๊มน้ำโดยทำการส่ง เวลา วันที่ สถานะปิด ให้ NodeMCU ปิดปั๊มน้ำทำงาน 4.3 ถ้า (สถานะ Offline) แสดงข้อความ “ตอนนี้ เซนเซอร์กำลัง Offline ทำการปิดปั๊มน้ำให้ก่อนหน้านี้แล้ว” จบการทำงาน



ID	9.1
Name	เพิ่มข้อมูลสภาพแวดล้อม
Description	เพิ่มข้อมูลสภาพแวดล้อม ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความสมบูรณ์ในดิน
Input Data Flows	ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เพิ่ม,ข้อมูลการปลูกผัก
Output Data Flows	ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เพิ่ม
Process Description	เริ่มต้น (1) รับ วันที่ เวลา รหัสการปลูก ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความสมบูรณ์ในดิน และ สถานะการรดน้ำ จาก NodeMCU (2) ตรวจสอบว่าข้อมูลว่าครบถ้วนถูกต้องหรือไม่ 2.1 ถ้า (ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน) ให้ทำการบันทึกการเพิ่มข้อมูลสภาพแวดล้อมลงฐานข้อมูล 2.2 ถ้า (ข้อมูลไม่ครบถ้วนถูกต้อง) กลับไปที่ 1 จบการทำงาน

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

3.13 แผนภาพ External Relationship Diagram



ภาพประกอบที่ 3.45 แผนภาพ External Relationship Diagram

3.14 การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)

ตารางที่ 3.13 users

Attribute	Type	Description	Constraint	Example
users_id	Int	รหัสผู้ใช้งาน	PK	1
username	varchar (30)	ชื่อผู้ใช้งาน	not null	tami123
password	varchar (100)	รหัสผ่านผู้ใช้งาน	not null	P12345678
email	varchar (50)	อีเมลผู้ใช้งาน	not null	tami@gmail.com

ตารางที่ 3.14 vegetables

Attribute	Type	Description	Constraint	Example
vegetable_id	Int	รหัสผัก	PK	1
vegetable_name	varchar (20)	ชื่อผัก	not null	ผักสลัด
waterPerDay	float	ปริมาณน้ำต่อวัน	not null	3.2
suitableTemperature	varchar (10)	อุณหภูมิที่เหมาะสม	not null	20-27

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.14 vegetables (ต่อ)

Attribute	Type	Description	Constraint	Example
suitableHumidity	varchar (10)	ความชื้นที่เหมาะสม	not null	65-75
fertilizer	varchar (10)	ปุ๋ยที่เหมาะสม	not null	16-16-16
image	Text ()	รูปภาพ	not null	lettuce.png

ตารางที่ 3.15 planting

Attribute	Type	Description	Constraint	Example
planting_id	Int	รหัสการปลูก	PK	1
users_id	Int	รหัสผู้ใช้งาน	FK	1
vegetable_id	Int	รหัสผัก	FK	1
datePlanting	Date ()	วันที่และเวลาที่ปลูก	not null	2021-10-14 13:23:44
location	varchar (50)	สถานที่ปลูก	not null	มหาสารคาม
sensor_id	varchar (6)	รหัสเซนเซอร์	FK	SF1234
statusPlanting	Int	สถานะการปลูก	not null	1

ตารางที่ 3.16 environment

Attribute	Type	Description	Constraint	Example
number_id	Int	ลำดับข้อมูล	PK	1
planting_id	Int	รหัสการปลูก	FK	1
dateTime	Datetime ()	วันที่และเวลาที่ทำการวัดข้อมูล	not null	2021-10-14 09:09:09
soil_humidity	Int	ความชื้นในดิน	not null	80
temperature	Int	อุณหภูมิ	not null	25
air_humidity	Int	ความชื้นในอากาศ	not null	75
soilFertility	Int	ความสมบูรณ์ในดิน	not null	32
statusWater	Int	สถานะการรดน้ำ	not null	0

Computer Science Department
Faculty of Informatics, Mahasarakham University

ตารางที่ 3.17 sensor

Attribute	Type	Description	Constraint	Example
sensor_id	varchar (255)	รหัสเซนเซอร์	PK	SF1234
client_id	varchar (255)	เป็น รหัส Device ของ NETPIE	not null	44ca7201-b9d9-4064-
token	varchar (255)	เป็น Token ของ NETPIE	not null	uUYkaHAB1Ufg9
statusSenser	int	สถานะเซนเซอร์ 1 คือ on และ 0 คือ off	not null	1

3.15 โค้ด Arduino เชื่อมต่อกับ NETPIE

Workshop4 §

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <Wire.h>
#include <CD74HC4067.h>
#include "DHT.h"
DHT dht;
CD74HC4067 IC_analog(D0, D1, D2, D3);
const int analog_pin = A0;

const char* ssid = "[redacted]";
const char* password = "[redacted]";
const char* mqtt_server = "[redacted]";
const int mqtt_port = 1883;
const char* mqtt_Client = "[redacted]";
const char* mqtt_username = "[redacted]";
const char* mqtt_password = "[redacted]";

int soil_humidity = 0;
int temperature = 0;
int air_humidity = 0;
int soilFertility = 0;
int statusWater = 0;
char msg[300];

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

```

ภาพประกอบที่ 3.46 ส่วนกำหนดตัวแปร

คำอธิบายโค้ดโปรแกรม ส่วนกำหนดตัวแปร ดังภาพประกอบที่ 3.46

บรรทัดที่ 1 – 5 เป็นการเรียกใช้ Library ต่างๆ

บรรทัดที่ 6 – 8 เป็นการกำหนดใช้ ขาของ NodeMCU

บรรทัดที่ 10 – 11 เป็นการประกาศตัวแปรสำหรับเชื่อมต่อ Wi-Fi

บรรทัดที่ 12 – 16 เป็นการประกาศตัวแปรสำหรับเชื่อมต่อ NETPIE2020

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

บรรทัดที่ 18 – 23 เป็นการประกาศตัวแปรสำหรับส่งข้อมูล

บรรทัดที่ 25 – 26 การกำหนดและเรียกใช้ ชุดคำสั่งสำหรับเชื่อมต่อ NETPIE2020

Workshop4 §

```
30 void reconnect() {
31   while (!client.connected()) {
32     Serial.print("Attempting NETPIE2020 connection...");
33     if (client.connect(mqtt_Client, mqtt_username, mqtt_password)) {
34       Serial.println("NETPIE2020 connected");
35     }
36     else {
37       Serial.print("failed, rc=");
38       Serial.print(client.state());
39       Serial.println("try again in 5 seconds");
40       delay(5000);
41     }
42   }
43 }
44
```

ภาพประกอบที่ 3.47 ฟังก์ชัน reconnect

คำอธิบายโค้ดโปรแกรม ฟังก์ชัน reconnect ในภาพประกอบที่ 3.47

บรรทัดที่ 31 วนลูปเช็ค การ connected ของ client NETPIE2020

บรรทัดที่ 33 - 35 เข้าสู่การเชื่อมต่อ NETPIE2020 หากเชื่อมต่อสำเร็จจะแสดงผลว่า “connected”

บรรทัดที่ 36 - 41 หากเชื่อมต่อไม่สำเร็จจะแสดงผลว่า “failed …” และจะทำการเชื่อมต่อใหม่อัตโนมัติ ในอีก 5 วินาที

Workshop4 §

```
45 void setup() {
46   dht.setup(D4);
47   pinMode(D5, OUTPUT);
48   digitalWrite(D5, HIGH);
49   pinMode(analog_pin, OUTPUT);
50   Serial.begin(115200);
51
52   Serial.println("Starting...");
53   if (WiFi.begin(ssid, password)) {
54     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
55       delay(1000);
56       Serial.print(".");
57     }
58   }
59   Serial.println("WiFi connected");
60   Serial.println("IP address: ");
61   Serial.println(WiFi.localIP());
62   client.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
63 }
```

ภาพประกอบที่ 3.48 setup

คำอธิบายโค้ดโปรแกรม ฟังก์ชัน setup ในภาพประกอบที่ 3.48

บรรทัดที่ 46-47 กำหนดขาของเซนเซอร์เซนเซอร์

บรรทัดที่ 48 ทำการเซ็ตค่าให้รีเลย์เป็น HIGH หมายถึง ปิดรีเลย์

บรรทัดที่ 49 กำหนดสัญญาณเป็นขาออก ของ เซนเซอร์ IC 74HC4067

บรรทัดที่ 50 กำหนดความเร็วในการสื่อสาร

Computer Science Department Faculty of Informatics, Mahasarakham University

บรรทัดที่ 52 – 58 ทำการเชื่อมต่อ Wi-Fi แสดง “.” จนกว่าจะเชื่อมได้

บรรทัดที่ 59 – 61 แสดงข้อความ เชื่อมต่อสำเร็จและแสดง IP ของ Wi-Fi ที่เชื่อม

บรรทัดที่ 62 เชื่อม client server ของ NETPIE2020 ตามค่าต่างๆที่ได้ ตั้งค่าไว้

Workshop4 §

```
65 void loop() {
66   if (!client.connected()) {
67     reconnect();
68   }
69   client.loop();
70
71   digitalWrite(analog_pin, HIGH);
72   IC_analog.channel(0); //soilFertility
73   soilFertility=(int)analogRead(analog_pin);
74   delay(1000);
75   IC_analog.channel(1); //soil_humidity
76   soil_humidity = analogRead(analog_pin);
77
78   air_humidity=int(dht.getHumidity());
79   temperature=dht.getTemperature();
80   statusWater = 0;
81
82   String data = "{\"data\": {\"soil_humidity\":" + String(soil_humidity) +
83   ", \"temperature\":" + String(temperature) +
84   ", \"air_humidity\":" + String(air_humidity) +
85   ", \"soilFertility\":" + String(soilFertility) +
86   ", \"statusWater\":" + String(statusWater) +"\"}}";
87   Serial.println(data);
88   data.toCharArray(msg, (data.length() + 1));
89   client.publish("@shadow/data/update", msg);
90   delay(5000);
91 }
```

ภาพประกอบที่ 3.49 loop

คำอธิบายโค้ดโปรแกรม ฟังก์ชัน loop ในภาพประกอบที่ 3.49

บรรทัดที่ 66 – 69 เป็นการเช็คสถานะของการเชื่อมต่อ NETPIE2020 ถ้าหากขาดการเชื่อมต่อ ให้ใช้ฟังก์ชันในภาพประกอบที่ 3.47

บรรทัดที่ 72 - 76 กำหนดรับช่องทางข้อมูล ของเซนเซอร์ IC 74HC4067 ในช่องที่ 0 และ 1 ที่เชื่อมกับเซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดินและเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

บรรทัดที่ 78 – 79 อ่านค่า Library DHT ที่เชื่อมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

บรรทัดที่ 80 กำหนดค่าสถานะปั๊มน้ำ เป็น 0 หมายถึง ยังไม่ได้เปิดใช้ปั๊มน้ำ

บรรทัดที่ 82 – 86 กำหนดรูปแบบหัวข้อในการส่งข้อมูลในรูปแบบ string ใน data

บรรทัดที่ 87 – 88 แสดงข้อมูล data และทำการแปลงข้อมูลเป็น อาเรย์ ชื่อ msg

บรรทัดที่ 89 – 90 เป็นคำสั่งในการ Publish ข้อความไปยัง NETPIE2020

Computer Science Department
Faculty of Informatics Mahasarakham University