

FARM INTELLIGENCE CLOUD

MR. SRISUPHADITH RATTANAPRASERT

MR. ARKKHANIRUT PANDEJ

MS. KHUNNAPAT AUBONTARA

MR. YANAKORN TANGPRAKHON

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE COURSE OF CPE101 ENGINEERING EXPLORATION

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI

2023

Farm Intelligence Cloud

นายศรีสุภคิตต์ รัตนประเสริฐ

นายอัคนิรุทธิ์ ปานเดช

นางสาวคุณภัทร อุบลธารา

นายญาณกร ต่างประโคน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(.....)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(.....)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (ร่วม)

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อโครงการวิจัย	Farm Intelligence Cloud
หน่วยกิต	3
ผู้เขียน	นายศรีศุภจิตต์ รัตนประเสริฐ นายอัคนิรุทธิ์ ปานเดช นางสาวคุณภัทร อุบลธรา นายญาณกร ต่างประโคน
พี่ที่ปรึกษา	นางสาวปาริฉัตร เคียรอินทร์ นายคีตะวัน ถิ่นอรุณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. จุมพล พลวิชัย ผศ. สุรพงษ์ ตุ่มนาค ผศ.ดร. ญัฐนาถ เหมือนสุวรรณ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2566

## บทคัดย่อ

ในยุคที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยียังคงเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง การบูรณาการเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ากับการเกษตรแบบดั้งเดิมกลายเป็นนวัตกรรมที่สำคัญ ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะที่นำเสนอในที่นี้แสดงถึงความพยายามบุกเบิกในการเชื่อมช่องว่างระหว่างการทำฟาร์มแบบดั้งเดิมและเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย โครงการนี้ครอบคลุมระยะเวลา 8 สัปดาห์ของการพัฒนาโดยเฉพาะ โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับเกษตรกรด้วยระบบที่ซับซ้อนแต่ใช้งานง่ายสำหรับการตรวจสอบและจัดการสุขภาพต้นไม้ ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะรวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับสภาพดิน อุณหภูมิ ความชื้น และการสัมผัสแสง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino, Raspberry Pi, เซ็นเซอร์ชั้นสูง และอัลกอริทึมการตัดสินใจตามการเรียนรู้ของเครื่อง จากนั้นข้อมูลนี้จะได้รับการประมวลผลเพื่อกระตุ้นการดำเนินการอัตโนมัติ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและเพิ่มประสิทธิภาพฟาร์มโดยรวม ประสบการณ์ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางของโครงการ โดยมีบทบาทที่แตกต่างกัน เช่น ผู้ดูแลระบบ ผู้ชม และเกษตรกร/ผู้ใช้ ซึ่งแต่ละคนมีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบ เว็บไซต์ที่พัฒนาโดยใช้ HTML, CSS และ JavaScript มอบแพลตฟอร์มที่ครอบคลุมและใช้งานง่ายสำหรับผู้ใช้ในการโต้ตอบกับข้อมูลแบบเรียลไทม์และข้อมูลประวัติ ตัดสินใจอย่างมีข้อมูล และปรับแต่งประสบการณ์การทำฟาร์มต่าง ๆ ความสำเร็จที่สำคัญ ได้แก่ การสร้างต้นแบบที่ใช้งานได้ อย่างสมบูรณ์ เว็บไซต์ที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และการสร้างบทบาทของผู้ใช้ที่หลากหลาย ด้วยการส่งเสริมนวัตกรรมในด้านการเกษตรและส่งเสริมการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะจึงนำเสนอภาพรวมของแนวทางปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืนในอนาคต ในขณะที่คณะผู้จัดทำจัดการกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงความท้าทายทางเทคนิค ความน่าเชื่อถือของเซ็นเซอร์ และการยอมรับของผู้ใช้ คณะผู้จัดทำยังคงมุ่งมั่นที่จะจัดการกับสิ่งเหล่านี้ในเชิงรุก ขอบเขตของโครงการครอบคลุมไม่เพียงแต่การพัฒนาในทันทีเท่านั้น แต่ยังรวมถึงข้อควรพิจารณาสำหรับการปรับใช้ภาคสนามในอนาคต การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การทำงานร่วมกัน และการปรับขนาด

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะประสบความสำเร็จโดยอาศัยความร่วมมือ การสนับสนุน และความเชี่ยวชาญของบุคคลต่าง ๆ คณะผู้จัดทำขอแสดงความขอบคุณจากใจจริงต่อผู้ที่มีส่วนร่วมในการทำให้ความพยายามเชิงนวัตกรรมนี้เป็นจริง ขอแสดงความขอบคุณต่อสมาชิกที่ทุ่มเทของคณะผู้จัดทำโครงการ ความมุ่งมั่น การทำงานหนัก และทักษะร่วมกันเป็นแรงผลักดันเบื้องหลังการพัฒนาต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ การมีส่วนร่วมที่เป็นเอกลักษณ์ของคณะผู้จัดทำในแต่ละคนมีบทบาทสำคัญในการบรรลุเป้าหมายโครงการเป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาอย่างจริงใจที่ให้คำแนะนำอันล้ำค่าตลอดการพัฒนาโครงการ ความรู้อันมากมาย ความคิดเห็นที่สร้างสรรค์ และการสนับสนุนอย่างแน่วแน่จึงทำให้เพิ่มคุณภาพและความลึกซึ้งให้กับงานอย่างมาก ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สำหรับการมอบทรัพยากร โครงสร้างพื้นฐาน และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยที่จำเป็น การสนับสนุนจากสถาบันเป็นเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกในการพัฒนาและการดำเนินโครงการ ขอขอบคุณอย่างจริงใจต่อบุคคลที่เข้าร่วมในฐานะผู้ทดสอบและให้ข้อเสนอแนะอันมีค่าในระหว่างขั้นตอนการทดสอบ ข้อมูลเชิงลึกมีความสำคัญอย่างยิ่งในการปรับปรุงต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ เพื่อให้มั่นใจถึงการใช้งานและประสิทธิผลในสถานการณ์จริง สุดท้ายแต่ไม่ท้ายสุด คณะผู้จัดทำขอแสดงความขอบคุณอย่างสุดซึ้งต่อครอบครัวและเพื่อน ๆ สำหรับกำลังใจ ความเข้าใจ และความอดทนอย่างไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของโครงการ การสนับสนุนนี้สร้างแรงบันดาลใจอย่างต่อเนื่องซึ่งช่วยให้เอาชนะความท้าทายและบรรลุเป้าหมายใหม่ได้ โครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะถือเป็นเครื่องพิสูจน์ถึงจิตวิญญาณแห่งความร่วมมือและความทุ่มเทของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง คณะผู้จัดทำรู้สึกขอบคุณสำหรับความพยายามร่วมกันที่ทำให้โครงการนี้บรรลุผล ขอขอบคุณทุกคนที่มีส่วนร่วมในการเดินทางครั้งนี้

## สารบัญ

บทคัดย่อ.....	4
กิตติกรรมประกาศ.....	5
สารบัญ .....	6
สารบัญตาราง .....	8
สารบัญรูปภาพ .....	9
บทที่ 1 - บทนำ.....	10
1.1. ที่มาและความสำคัญ .....	10
1.2. ความสำคัญ.....	12
1.3. วัตถุประสงค์.....	13
1.4. เอกสารโครงการ .....	13
1.5. ขอบเขตของโครงการ .....	15
1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	16
1.7. ตารางดำเนินงาน .....	16
บทที่ 2 - ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง .....	17
2.1 ภาษาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี.....	17
2.1.1. ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา .....	17
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	19
บทที่ 3 - วิธีการดำเนินงาน .....	22
3.1. ภาพรวมของระบบ.....	22
3.1.1. การทำงานของเว็บไซต์.....	22
3.1.2. การทำงานของ Algorithm.....	23
3.1.3. การทำงานของ Controller .....	24

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	25
3.3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	26
3.4. การออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database Design).....	27
3.5. การออกแบบกราฟิกส่วนประสานงานกับผู้ใช้ (Graphical User Interface) .....	28
บทที่ 4 – ผลการดำเนินงาน .....	30
4.1. ผลการดำเนินงาน.....	30
4.2. การประเมินผลการทำงานของเว็บไซต์.....	30
บทที่ 5 - บทสรุป .....	31
5.1. สรุปผลโครงการ.....	31
5.2. ปัญหาที่พบและการแก้ไข.....	31
5.3. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.....	33
5.3.1. ข้อจำกัด.....	33
5.3.2. ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงในอนาคต.....	35
หนังสืออ้างอิง.....	36

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
1.7.1 ตารางดำเนินงาน	16
4.2.1 ตารางการประเมินผลการทำงานของเว็บไซต์	30



## สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้าที่
3.1.1	Flowchart การทำงานของโปรแกรม 22
3.1.2	Flowchart การทำงานของ Algorithm 23
3.1.3	Flowchart การทำงานของ Controller 24
3.4.1	ระบบฐานข้อมูลของเว็บไซต์ 27
3.5.1	User Interface ในหน้า Sign Up 28
3.5.2	User Interface ในหน้า Sign In 29
3.5.3	User Interface ในหน้า Account 29

## บทที่ 1 - บทนำ

### 1.1. ที่มาและความสำคัญ

การเริ่มต้นของรายงานนี้พบว่ามีความรู้พื้นฐานมาจากความพยายามอย่างตั้งใจเพื่อจัดการกับความท้าทายที่กำลังพัฒนาซึ่งเกษตรกรรวมสมัยต้องเผชิญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการปลูกต้นไม้ โครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะได้ตระหนักถึงช่องว่างระหว่างการทำฟาร์มแบบดั้งเดิมและความเป็นไปได้ที่เพิ่มขึ้นจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ความต้องการแนวทางที่เป็นระบบและขับเคลื่อนด้วยข้อมูลในการติดตามและดูแลต้นไม้เริ่มปรากฏชัดเจน จุดประกายให้เกิดการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นนวัตกรรมที่ผสมผสานฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรได้อย่างราบรื่น

#### 1.1.1. การระบุความท้าทายด้านการเกษตร

แรงผลักดันสำหรับรายงานนี้เกิดขึ้นจากการตรวจสอบความท้าทายที่เกิดขึ้นในการเกษตรสมัยใหม่อย่างละเอียดถี่ถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขอบเขตของการปลูกต้นไม้ ปัจจัยต่าง ๆ เช่น การใช้ทรัพยากรที่ไม่แม่นยำ แนวทางปฏิบัติในการดูแลที่ไม่เหมาะสม และการไม่มีการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลแบบเรียลไทม์ ได้รับการระบุว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องการโซลูชันที่เป็นนวัตกรรม

#### 1.1.2. การบูรณาการเทคโนโลยีและการเกษตร

เหตุผลที่อยู่เบื้องหลังต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะนั้นอยู่ที่ความเชื่อที่ว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการเกษตรสามารถให้ผลลัพธ์ที่เปลี่ยนแปลงได้ แสดงให้เห็นถึงวิสัยทัศน์ในการสร้างการบูรณาการที่ไร้รอยต่อ โดยที่เทคโนโลยีทำหน้าที่เป็นตัวส่งเสริมในการปรับปรุงแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรแทนที่จะขัดขวางวิธีการแบบเดิมๆ

#### 1.1.3. การวิเคราะห์ช่องว่างในการปฏิบัติทางการเกษตร

การวิเคราะห์ช่องว่างอย่างเป็นระบบเป็นรากฐานของรายงานนี้ โดยเจาะลึกถึงความแตกต่างระหว่างแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรที่มีอยู่และการปรับปรุงศักยภาพที่เกิดจากการแทรกแซงทางเทคโนโลยี การวิเคราะห์อย่างละเอียดนี้แจ้งถึงการออกแบบ และการใช้งานต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ

#### 1.1.4. การส่งเสริมการทำฟาร์มแบบยั่งยืน

ประเด็นสำคัญของเหตุผลของรายงาน คือ ความมุ่งมั่นในการส่งเสริมแนวทางปฏิบัติด้านการเกษตรที่ยั่งยืน เนื่องจากการเกษตรเผชิญกับแรงกดดันที่เพิ่มขึ้นในการสร้างสมดุลระหว่างผลผลิตกับการดูแลสิ่งแวดล้อม ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะจึงมีเป้าหมายเพื่อสร้างแบบจำลองที่เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร ลดของเสีย และส่งเสริมความสมดุลทางนิเวศวิทยา

#### 1.1.5. นวัตกรรมเกษตรกรรมแม่นยำ

รายงานดังกล่าวได้รับแรงบันดาลใจจากการแสวงหานวัตกรรมด้านเกษตรกรรมที่แม่นยำ ด้วยการใช้ประโยชน์จากข้อมูลแบบเรียลไทม์ อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องจักร และอินเทอร์เน็ตที่ตอบสนอง ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะพยายามนำเข้าสู่ยุคใหม่ที่มีการตัดสินใจทางการเกษตรได้รับแจ้ง แม่นยำ และปรับให้เหมาะสมกับความต้องการเฉพาะของต้นไม้และฟาร์มแต่ละแห่ง

#### 1.1.6. การเพิ่มขีดความสามารถผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทางการเกษตร

เหตุผลเบื้องหลังคือการเสริมพลังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างๆ ในภาคเกษตรกรรม ซึ่งรวมถึงเกษตรกร ผู้บริหาร และผู้ดูแล ซึ่งต่างก็มีเครื่องมือและข้อมูลเชิงลึกที่ช่วยยกระดับบทบาทของตนในระบบนิเวศทางการเกษตร รายงานสรุปว่าต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะมีส่วนช่วยให้ชุมชนเกษตรกรรมมีข้อมูล เชื่อมต่อกัน และมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้อย่างไร

#### 1.1.7. ศักยภาพในการขยายขนาดและผลกระทบ

รายงานนี้ขับเคลื่อนโดยการคาดการณ์ถึงความสามารถในการขยายขนาดและผลกระทบ โดยการบันทึกระเบียบวิธี ความสำเร็จ และบทเรียนที่ได้รับของโครงการ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างพิมพ์เขียวสำหรับการจำลองและการขยายศักยภาพ เหตุผลนี้มีพื้นฐานมาจากความเชื่อที่ว่าต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการนำไปใช้และการปรับตัวในวงกว้างในสภาพแวดล้อมทางการเกษตรที่หลากหลาย

## 1.2. ความสำคัญ

### 1.2.1. นวัตกรรมทางเทคโนโลยีทางการเกษตร

รายงานสรุปการเดินทางของการพัฒนาต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ ซึ่งเป็นโครงการที่แสดงถึงความก้าวหน้าครั้งสำคัญในการนำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมาสู่ภาคเกษตรกรรม โดยเน้นที่การผสมผสานระหว่างส่วนประกอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง และอินเทอร์เน็ตผู้ใช้ เพื่อปฏิบัติแนวทางปฏิบัติในการตรวจสอบและดูแลต้นไม้

### 1.2.2. การตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

ในยุคที่ข้อมูลมีคุณค่ามหาศาล Farm Intelligence Cloud เน้นย้ำถึงความสำคัญของการตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลในภาคเกษตรกรรม รายงานเจาะลึกวิธีการรวบรวม ประมวลผล และใช้งานข้อมูลแบบเรียลไทม์และข้อมูลเชิงประวัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและเพิ่มประสิทธิภาพฟาร์มโดยรวม

### 1.2.3. การออกแบบที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง

โครงการ Farm Intelligence Cloud ให้ความสำคัญกับการใช้งานและการเข้าถึง โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์ของผู้ใช้ รายงานชี้แจงการสร้างความแตกต่างของผู้ใช้ที่แตกต่างกันและเว็บไซต์ที่ตอบสนอง ทำให้ผู้ใช้มีแพลตฟอร์มที่ทั้งใช้งานง่ายและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการเฉพาะ

### 1.2.4. เกษตรกรรมยั่งยืน

เนื่องจากความยั่งยืนกลายเป็นประเด็นสำคัญยิ่งในด้านการเกษตร ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะจึงมีส่วนช่วยในวาทกรรมนี้ รายงานฉบับนี้เน้นย้ำถึงบทบาทของโครงการในการส่งเสริมแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ยั่งยืนด้วยกระบวนการอัตโนมัติ ลดการสิ้นเปลืองทรัพยากร และช่วยให้เกษตรกรมีความมั่นใจ

### 1.2.5. ความร่วมมือและการขยายโอกาส

รายงานนี้ทำหน้าที่เป็นรากฐานสำหรับความร่วมมือที่เป็นไปได้และการขยายโอกาส ด้วยการให้รายละเอียดส่วนประกอบของโครงการ ความสำเร็จ และทิศทางในอนาคต เป็นการเชิญชวนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นักวิจัย และผู้ประกอบการวิชาชีพทางการเกษตรให้สำรวจกิจการที่ร่วมมือกันและจินตนาการถึงความสามารถในการปรับขนาดของต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ

#### 1.1.5.1.1. คุณค่าทางการศึกษาและการวิจัย

นอกเหนือจากการนำไปประยุกต์ใช้ทันที รายงานดังกล่าวยังมีคุณค่าทางการศึกษาและการวิจัยอีกด้วย โดยทำหน้าที่เป็นกรณีศึกษาสำหรับสถาบันการศึกษาที่ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการเกษตร นักวิจัยและนักศึกษาสามารถได้รับแรงบันดาลใจจากวิธีการที่ใช้และบทเรียนที่ได้รับระหว่างโครงการ

### 1.3. วัตถุประสงค์

โครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะขับเคลื่อนโดยชุดวัตถุประสงค์ที่หลากหลายซึ่งมุ่งเป้าไปที่การเปลี่ยนแปลงแนวทางการทำฟาร์มแบบดั้งเดิม ด้วยการผสานรวมส่วนประกอบฮาร์ดแวร์อย่างไรรายต่อ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และฮับ Raspberry Pi เข้ากับเซ็นเซอร์ขั้นสูงและอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องจักร โครงการนี้พยายามส่งเสริมเกษตรกรด้วยข้อมูลเชิงลึกแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ วัตถุประสงค์หลัก ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพแนวทางปฏิบัติในการดูแลต้นไม้ การเพิ่มการใช้ทรัพยากร การส่งเสริมความยั่งยืน และการจัดหาแบบจำลองที่ปรับขนาดได้สำหรับการเกษตรที่แม่นยำ โครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดช่องว่างระหว่างการทำฟาร์มแบบดั้งเดิมและเทคโนโลยี นำไปสู่ยุคใหม่ของแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและมีประสิทธิภาพ

### 1.4. เอกสารโครงการ

เพื่อจัดทำเอกสาร โครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะอย่างเป็นระบบ รวมถึงขั้นตอนแนวคิด การออกแบบ การพัฒนา และการทดสอบ วัตถุประสงค์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างบันทึกโดยละเอียดสำหรับการอ้างอิง การวิเคราะห์ และการจำลองในอนาคต

#### 1.4.1. ภาพรวมการบูรณาการเทคโนโลยี

เพื่อเสนอการสำรวจเชิงลึกเกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการทำฟาร์มแบบดั้งเดิม ซึ่งรวมถึงข้อมูลเชิงลึกโดยละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบฮาร์ดแวร์ (ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino, ฮับ Raspberry Pi), ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ (อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง, อินเทอร์เน็ต) และการทำงานร่วมกันภายใน Farm Intelligence Cloud

#### 1.4.2. ฟังก์ชันและกระบวนการตัดสินใจ

เพื่อชี้แจงการทำงานของ Farm Intelligence Cloud โดยเน้นไปที่กระบวนการตัดสินใจโดยเฉพาะ วัตถุประสงค์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับวิธีการรวบรวม ประมวลผล และใช้

งานข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อกระตุ้นการดำเนินการอัตโนมัติ และเพิ่มประสิทธิภาพแนวทางปฏิบัติในการดูแลต้นไม้

#### 1.4.1. บทบาทของผู้ใช้และการโต้ตอบของอินเทอร์เฟซ

เพื่อกำหนดและอธิบายบทบาทของผู้ใช้ที่แตกต่างกันภายในต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้ชม และเกษตรกร/ผู้ใช้ วัตถุประสงค์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสรุปความรับผิดชอบ สิทธิพิเศษ และการโต้ตอบที่ผู้ใช้แต่ละประเภทมีภายในระบบ

#### 1.4.3. มาตรการความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล

เพื่อชี้แจงมาตรการที่ดำเนินการเพื่อรับรองความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลที่รวบรวมผ่านต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ วัตถุประสงค์นี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการปกป้องข้อมูลทางการเกษตร และข้อมูลผู้ใช้ที่ละเอียดอ่อน

#### 1.4.4. ความสำเร็จและเหตุการณ์สำคัญ

เพื่อเน้นย้ำถึงความสำเร็จและเหตุการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ วัตถุประสงค์นี้ให้ภาพรวมที่ครอบคลุมเกี่ยวกับความสำเร็จของโครงการ โดยรับทราบถึงความพยายามของทีมงาน โครงการและผู้มีส่วนร่วม

#### 1.4.5. ขอบเขตและทิศทางในอนาคต

เพื่อกำหนดขอบเขตของโครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะทั้งในรูปแบบปัจจุบันและทิศทางที่เป็นไปได้ในอนาคต วัตถุประสงค์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาในอนาคต ความร่วมมือ และการขยายโอกาสตามวัตถุประสงค์และความสำเร็จเริ่มแรกของโครงการ

#### 1.4.6. กลยุทธ์การประเมินความเสี่ยงและบรรเทาผลกระทบ

เพื่อระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับโครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะและนำเสนอกลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบที่มีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์นี้ทำให้แน่ใจว่ามีการตรวจสอบความท้าทายอย่างละเอียดและจัดทำแผนงานสำหรับการจัดการปัญหาเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ

#### 1.4.7. ข้อมูลอ้างอิงทางการศึกษาและการวิจัย

เพื่อทำหน้าที่เป็นแหล่งอ้างอิงอันทรงคุณค่าสำหรับสถาบันการศึกษา นักวิจัย และผู้ปฏิบัติงานที่สนใจในการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีและการเกษตร วัตถุประสงค์นี้ทำให้รายงานเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับการสำรวจเชิงวิชาการและเป็นกรณีศึกษาสำหรับการวิจัยในอนาคต

#### 1.4.8. การมีส่วนร่วมและความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยให้ภาพรวมที่โปร่งใสและครอบคลุมของต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ วัตถุประสงค์นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมความร่วมมือ การอภิปราย และการร่วมมือกับหน่วยงานที่สนใจในการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี

### 1.5. ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตของโครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะนั้นครอบคลุมถึงการพัฒนา การใช้งาน และการขยายศักยภาพของโซลูชันทางการเกษตรที่เป็นนวัตกรรม จุดสนใจหลักของโครงการอยู่ที่การบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับแนวทางการทำฟาร์มแบบดั้งเดิมที่ออกแบบมาเพื่อการเพาะปลูกต้นไม้โดยเฉพาะ ขอบเขตนี้รวมถึงการออกแบบและการใช้งานระบบที่ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino, ฮับ Raspberry Pi, เซ็นเซอร์ขั้นสูง และอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อรวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับสภาพดิน อุณหภูมิ ความชื้น และการสัมผัสแสง โครงการนี้ยังขยายไปสู่การพัฒนาอินเทอร์เน็ตเฟชเว็บที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ซึ่งรองรับบทบาทที่แตกต่างกัน เช่น ผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแล และเกษตรกร/ผู้ใช้ เว็บอินเทอร์เน็ตเฟชอำนวยความสะดวกในการโต้ตอบกับข้อมูลแบบเรียลไทม์และข้อมูลในอดีตได้อย่างราบรื่น ช่วยให้ตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูลเพื่อแนวทางปฏิบัติในการดูแลต้นไม้ที่เหมาะสมที่สุด ขอบเขตของต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะยังครอบคลุมถึงการสร้างมาตรการความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลที่เข้มงวด เพื่อให้มั่นใจในการปกป้องข้อมูลการเกษตรที่ละเอียดอ่อน ทิศทางในอนาคตเกี่ยวข้องกับการพิจารณาความสามารถในการขยายขนาด การใช้งานภาคสนาม การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และความร่วมมือที่เป็นไปได้ ขอบเขตของโครงการทำให้โครงการนี้เป็นแบบจำลองอันประเสริฐสำหรับการเกษตรที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและยั่งยืน โดยมีศักยภาพสำหรับการใช้งานในวงกว้างนอกเหนือจากต้นแบบเบื้องต้น

## 1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การนำต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะไปใช้นั้นคาดว่าจะเกิดประโยชน์มากมาย ซึ่งพร้อมจะปฏิบัติ การเกษตรร่วมสมัย สิ่งสำคัญที่สุดคือ โครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของทรัพยากร และผลผลิตทางการเกษตร ผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับแนวทางปฏิบัติในการเพาะปลูกต้นไม้ อย่างราบรื่น ด้วยการใช้ประโยชน์จากข้อมูลแบบเรียลไทม์และอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องจักร ต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะช่วยให้เกษตรกรมีข้อมูลในการตัดสินใจ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ การใช้ สารอาหาร และการดูแลต้นไม้โดยรวม เว็บไซต์ที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลางไม่เพียงแต่อำนวย ความสะดวกในการโต้ตอบเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมการเข้าถึงอีกด้วย ทำให้มั่นใจได้ว่าผู้ดูแลระบบ ผู้ชม และเกษตรกร/ผู้ใช้สามารถมีส่วนร่วมในการทำฟาร์มที่แม่นยำ นอกจากนี้ โครงการนี้ยังให้คำมั่น สัญญาว่าจะส่งเสริมความยั่งยืนด้วยการลดการสูญเสียทรัพยากร ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ สนับสนุนนวัตกรรมในวงกว้างเกี่ยวกับแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ยั่งยืน ผลประโยชน์ที่เป็นไปได้ ขยายไปไกลกว่าฟาร์มแต่ละแห่งไปจนถึงชุมชนเกษตรกรรมในวงกว้าง โดยนำเสนอแบบจำลองที่ ปรับขนาดได้และปรับเปลี่ยนได้สำหรับการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับภูมิทัศน์การทำฟาร์มที่ หลากหลาย ท้ายที่สุดแล้ว ประโยชน์ที่คาดหวังของต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะอยู่ที่ความสามารถในการ ยกระดับแนวทางปฏิบัติทางการเกษตร ส่งเสริมความยั่งยืน และปูทางไปสู่อนาคตทางการเกษตรที่ ก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและมีความยืดหยุ่น

## 1.7. ตารางดำเนินงาน

ตารางที่ 1.7.1 ตารางการดำเนินงาน

การทำงาน	อาทิตย์ที่ 1	อาทิตย์ที่ 2	อาทิตย์ที่ 3	อาทิตย์ที่ 4	อาทิตย์ที่ 5	อาทิตย์ที่ 6	อาทิตย์ที่ 7	อาทิตย์ที่ 8
วางแผน								
จัดหาอุปกรณ์								
ประกอบชิ้นงาน								
ระบบสื่อสาร								
อัลกอริทึม								
เว็บไซต์								
อัลกอริทึม								
รายงาน								



## บทที่ 2 - ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ภาษาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี

#### 2.1.1. ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

##### 2.1.1.1. Python

Python เป็นภาษาโปรแกรมระดับสูงที่ถูกออกแบบมาให้อ่านและใช้งานง่าย เนื่องจากความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ในภาษาถูกตัดออกไป การแปลงคำสั่งที่เราเขียนด้วยภาษาไพทอนให้เป็น ภาษาเครื่องเป็นการทำงานแบบอินเทอร์พรีต (Interpret) ซึ่งเป็นการแปลงคำสั่งทีละบรรทัดเพื่อป้อนเข้าสู่ หน่วยประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ตรงกันข้ามกับ Compiled Languages อย่างเช่น C, C++, Java เป็นต้น

##### 2.1.1.2. C++

C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบออบเจกต์ และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำ และสามารถในการสร้างคลาสและวัตถุ คลาสใช้เพื่อกำหนดวัตถุและคุณสมบัติของวัตถุ

##### 2.1.1.3. HTML

HTML เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ในรูปแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับสร้างหน้าเว็บ (Web Page) เพื่อเก็บข่าวสารข้อมูลที่ต้องการในรูปแบบของ เอกสารไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ที่มีคุณสมบัติสามารถเชื่อมโยงหน้าเว็บหนึ่งไปยังหน้าเว็บอื่นๆ ได้โดยโครงสร้างของHTML จะมีตัวกำกับ หรือแท็ก (Tag) สำหรับใช้ในการควบคุมการแสดงผลของข้อความ รูปภาพ ตาราง และวัตถุอื่นๆ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

##### 2.1.1.4. CSS

Cascading Style Sheets (CSS) เป็นภาษาสไตลชีตที่ใช้สำหรับระบุการนำเสนอและการจัดรูปแบบของเอกสารที่เขียนด้วยภาษามาร์กอัป เช่น HTML หรือ XML (รวมถึงภาษา XML เช่น SVG, MathML หรือ XHTML) CSS เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญของเวิลด์ไวด์เว็บ ควบคู่ไปกับ HTML และ JavaScript

#### 2.1.1.5. PHP

PHP ภาษาโปรแกรมมิ่งซึ่งใช้สำหรับทำเว็บไซต์ ซึ่งเป็นภาษาที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML

#### 2.1.1.6. JavaScript

JavaScript จาวาสคริปต์เป็นภาษาคอมไพล์ระดับสูงซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐาน ECMAScript มีการพิมพ์แบบ dynamic การวางแผนวัตถุตามต้นแบบ และฟังก์ชันชั้นหนึ่ง เป็นแบบหลายกระบวนการ ทักซ์ รองรับรูปแบบการเขียนโปรแกรมตามเหตุการณ์ การทำงาน และความจำเป็น มี Application Programming Interfaces (API) สำหรับการทำงานกับข้อความ วันที่ นิพจน์ทั่วไป โครงสร้างข้อมูลมาตรฐาน และ Document Object Model (DOM)

#### 2.1.1.7. SQL

Structured Query Language (SQL) ภาษาที่ใช้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลตั้งแต่ดึงข้อมูลไปจนถึงจัดการข้อมูลในรูปแบบตารางที่มีแถวและคอลัมน์ที่เป็นตัวแทนของหมวดข้อมูลที่แตกต่างกันและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างค่าข้อมูล

### 2.1.2. Web Framework

#### 2.1.2.1. JQuery

JavaScript Library ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้การเขียน JavaScript นั้นง่ายขึ้น รวมถึงมีขนาดเล็ก ทำงานได้รวดเร็ว และมี Feature ต่าง ๆ มากมายให้เราใช้งาน

#### 2.1.2.2. CanvasJS

JavaScript Library ที่ทำให้เราสามารถสร้าง Chart ต่างๆ ได้หลากหลายรูปแบบ

#### 2.1.2.3. Bootstrap

Frontend Framework ยี่ห้อนึงที่ช่วยให้เราสามารถสร้างหน้าเว็บให้ตรงตามแบบที่เราต้องการได้ง่ายขึ้น

### 2.1.3. Server

#### 2.1.3.1. Flask server

Web Framework ที่เขียนขึ้นมาสำหรับ Python เพื่อใช้ร่วมกัน Webserver

### 2.1.3.2. WSGI(Web Server Gateway Interfaces)

WSGI เป็นมาตรฐานที่ช่วยให้ นักพัฒนาสามารถเชื่อมต่อแอปพลิเคชัน Python กับเว็บเซิร์ฟเวอร์หลายๆ โดย Web Server ใช้สำหรับส่งต่อ Request ไปยัง Web Applications หรือ Framework ที่ถูกเขียนด้วย Python

### 2.1.3.3. Apache

Apache คือ Web server ที่เป็น opensource ที่นิยมกันแพร่หลาย เป็นหนึ่งในซอฟต์แวร์เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เก่าแก่และน่าเชื่อถือที่สุด โดยเวอร์ชันแรกเปิดตัวในปี 1995 โดยมีการใช้โดยรวมประมาณ 67% ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ทั้งหมดในโลก

### 2.1.3.4. MariaDB และ MySQL

MySQL คือ ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) แบบ Relational Database Management System (RDBMS) ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยเป็น opensource ส่วน MariaDB นั้นถูกแบ่ง fork ออกมาจาก MySQL ซึ่งการใช้งานนั้นเหมือนกัน สามารถใช้แทนกันได้

### 2.1.3.5. Python

ภาษาไพทอนเป็นภาษาโปรแกรมระดับสูงที่ถูกออกแบบมาให้อ่านและใช้งานง่าย เนื่องจากความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ในภาษาถูกตัดออกไป การแปลงคำสั่งที่เราเขียนด้วยภาษาไพทอนให้เป็น ภาษาเครื่องเป็นการทำงานแบบอินเตอร์พรีต (Interpret) ซึ่งเป็นการแปลงคำสั่งทีละบรรทัดเพื่อป้อนเข้าสู่ หน่วยประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ตรงกันข้ามกับ Compiled Languages อย่างเช่น C, C++, Java เป็นต้น

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

### 2.2.1. Hardware

#### 2.2.1.1. Raspberry Pi

Raspberry Pi คือชุดคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยวขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นในสหราชอาณาจักรโดย Raspberry Pi Foundation ร่วมกับ Broadcom ตั้งแต่ปี 2013 อุปกรณ์ Raspberry Pi ได้รับการพัฒนาและสนับสนุนโดยบริษัทในเครือของ Raspberry Pi Foundation ซึ่งปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น Raspberry Pi

#### 2.2.1.2. Node MCU

บอร์ดคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะการทำงานตามคำสั่งภาษา C คล้าย Arduino แต่มีลักษณะพิเศษกว่าตรงที่ สามารถเชื่อมต่อกับ WiFi ได้ การควบคุมการทำงานสามารถใช้ โปรแกรม Arduino IDE ได้เช่นเดียวกันกับบอร์ด

#### 2.2.1.3. Relay

Relay คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงจรควบคุมอัตโนมัติ ทำหน้าที่เปรียบเสมือนสวิตช์ไฟ ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าในการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อควบคุมวงจรต่างๆ หลักการทำงานของรีเลย์จะทำงานโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก สำหรับใช้ดึงดูดหน้าสัมผัส (contact) ให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของไฟฟ้าเพื่อควบคุมการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ คล้ายกับสวิตช์

#### 2.2.1.4. ปั๊มน้ำ

ปั๊มเป็นอุปกรณ์ที่เคลื่อนย้ายของเหลวหรือของเหลวข้นโดยการกระทำทางกล โดยทั่วไปจะเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานไฮดรอลิก

#### 2.2.1.5. พัดลม

พัดลมเป็นเครื่องขับเคลื่อนที่ใช้สร้างการไหลเวียนของอากาศ พัดลมประกอบด้วยการจัดเรียงใบพัดหรือใบพัดแบบหมุน ซึ่งโดยทั่วไปทำจากไม้ พลาสติก หรือโลหะ ซึ่งทำหน้าที่ในอากาศ การประกอบใบพัดและคัมที่หมุนได้เรียกว่าใบพัด โรเตอร์ หรือรันเนอร์

#### 2.2.1.6. Jumper wire

สายจัมป์คือสายไฟหรือรวมกลุ่มกันเป็นสายเคเบิล โดยมีขั้วต่อหรือพินอยู่ที่ปลายแต่ละด้าน ซึ่งปกติจะใช้เชื่อมต่อส่วนประกอบของแผงหน้าปัดหรือแผงวงจรทดสอบอื่นๆ ภายในหรือกับอุปกรณ์หรือส่วนประกอบอื่นๆ โดยไม่ต้องบัดกรี

#### 2.2.1.7. Bread board

อุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้สามารถเชื่อมต่อวงจรเพื่อทดลองง่ายขึ้นหรือใช้ทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะทำให้พลังงานไฟฟ้าสามารถไหลจากอุปกรณ์หนึ่ง ไปยังอุปกรณ์หนึ่งได้ มี

ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหนาสีขาว บนแผ่นมีรูเรียงกันจำนวนมาก ภายในรูมีตัวนำไฟฟ้าซึ่งเชื่อมต่อกันในรูปแบบที่มีการกำหนดไว้

#### 2.2.1.8. 12V Power Adapter

Adapter คือ คือ การแปลงแรงดันของไฟฟ้าที่สูงถึง 220 โวลต์ในบ้านให้เป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำที่เสถียรอยู่ที่ 5 โวลต์ถึง 20 โวลต์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถทำงานได้ตามปกติ

#### 2.2.1.9. Voltage Regulator 12v to 5v

ทำหน้าที่ในการจ่ายไฟตรงให้กับโหลดและสามารถรักษาระดับแรงดันให้คงที่ได้

#### 2.2.1.10. DHT11(Temperature and Humidity) sensor

DHT11 เป็นเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นดิจิทัลพื้นฐาน ใช้เซ็นเซอร์ความชื้นแบบคาปาซิทีฟและเทอร์มิสเตอร์ในการวัดอากาศโดยรอบ และให้สัญญาณดิจิทัลออกมาบนพินข้อมูล (ไม่ต้องใช้พินอินพุตแบบอะนาล็อก)

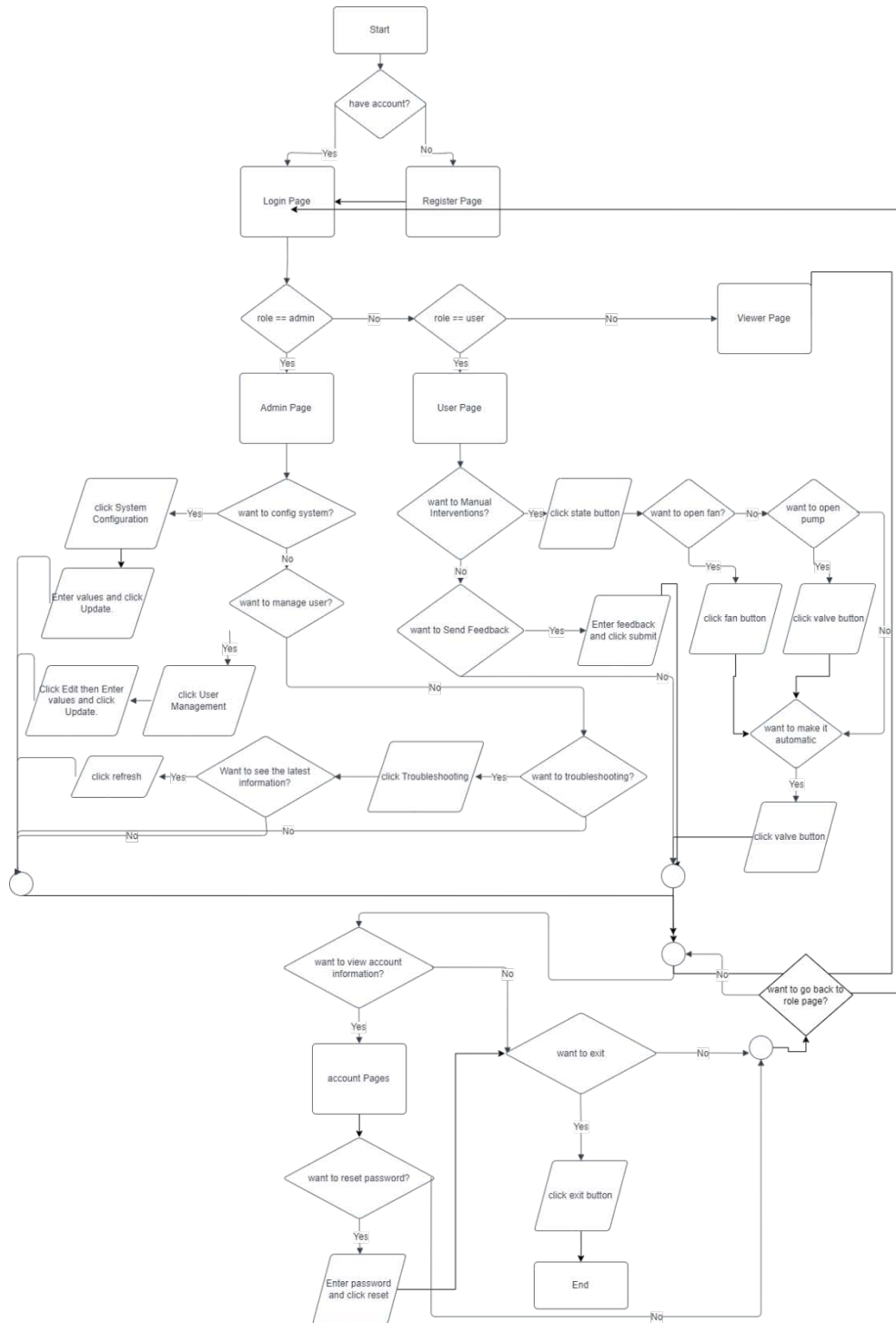
#### 2.2.1.11. Soil humidity sensor

เซ็นเซอร์ความชื้นในดินจะวัดปริมาณน้ำในดินตามปริมาตร เนื่องจากการวัดความชื้นในดินอิสระแบบกราวิเมตริกโดยตรงจำเป็นต้องมีการนำออก ทำให้แห้ง และการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง เซ็นเซอร์ความชื้นในดินจึงวัดปริมาณน้ำตามปริมาตรทางอ้อมโดยใช้คุณสมบัติอื่นๆ บางอย่างของดิน เช่น ความต้านทานไฟฟ้า ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก หรืออันตรกิริยากับนิวตรอน เป็นตัวแทนสำหรับปริมาณความชื้น

## บทที่ 3 - วิธีการดำเนินงาน

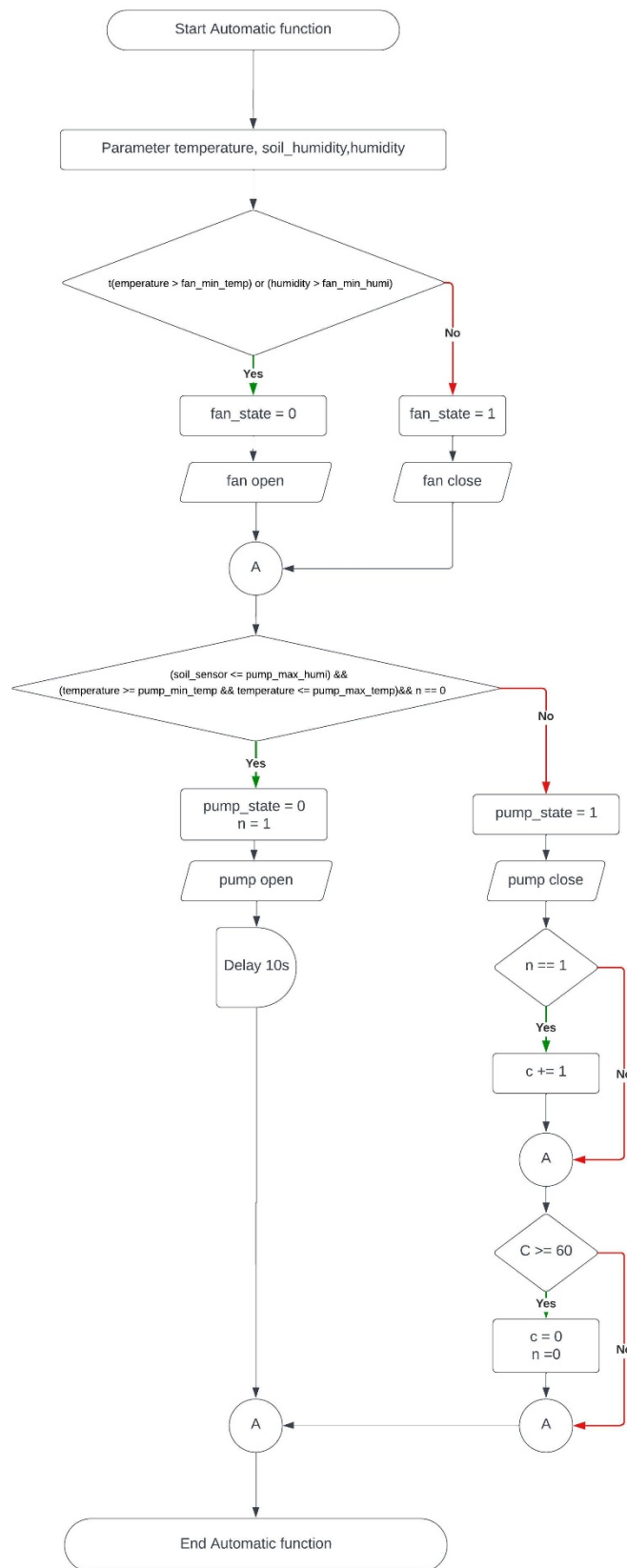
### 3.1. ภาพรวมของระบบ

#### 3.1.1. การทำงานของเว็บไซต์



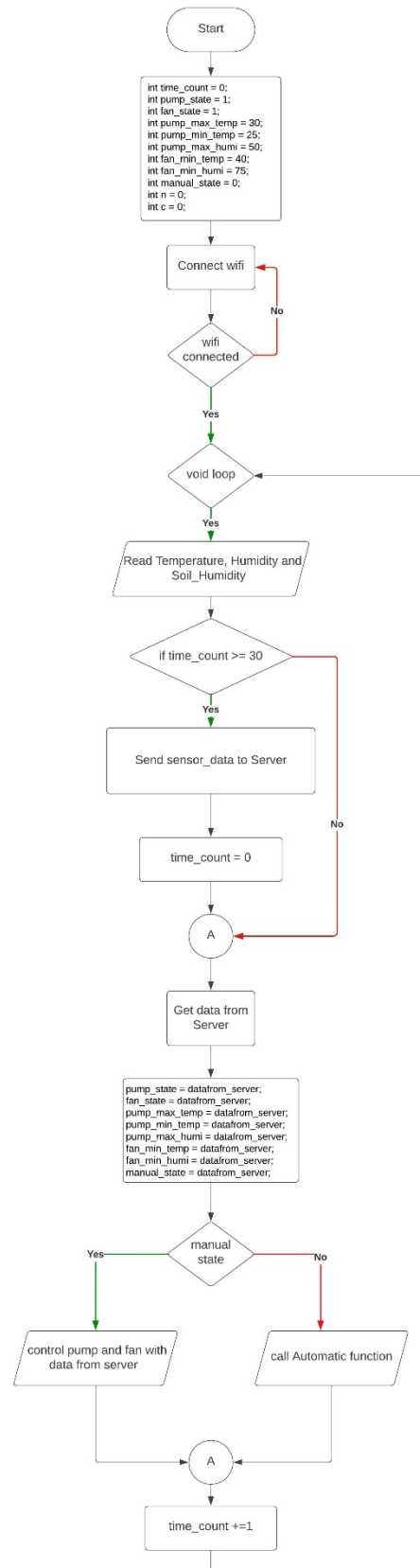
ภาพที่ 3.1.1 Flowchart การทำงานของโปรแกรม

### 3.1.2. การทำงานของ Algorithm



ภาพที่ 3.1.2 Flowchart การทำงานของ Algorithm

### 3.1.3. การทำงานของ Controller



ภาพที่ 3.1.3 Flowchart การทำงานของ Controller



### 3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการพัฒนาและการดำเนินโครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะประกอบด้วย ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย ซึ่งแต่ละส่วนมีบทบาทที่แตกต่างกันในการเก็บรวบรวม การประมวลผล และการตัดสินใจ เครื่องมือวิจัยที่สำคัญ ได้แก่ :

#### 3.2.1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำหน้าที่เป็นแกนหลักด้านฮาร์ดแวร์ของโปรเจกต์ ซึ่งอำนวยความสะดวกในการควบคุมเซ็นเซอร์และแอคทูเอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์เหล่านี้ตั้งโปรแกรมให้รวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับสภาพดิน อุณหภูมิ ความชื้น และแสง

#### 3.2.2. ฮับ Raspberry Pi

ฮับ Raspberry Pi ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง รับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และเรียกใช้สคริปต์และโปรแกรมเพื่อการตัดสินใจ ฮับเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการประสานการสื่อสารระหว่างส่วนประกอบฮาร์ดแวร์

#### 3.2.3. เซ็นเซอร์และแอคทูเอเตอร์

เซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์ความชื้นในดิน เซ็นเซอร์อุณหภูมิ เซ็นเซอร์ความชื้น และเซ็นเซอร์แสง เป็นเครื่องมือวิจัยที่สำคัญในการรวบรวมข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม แอคทูเอเตอร์ เช่น ปั๊มหรือวาล์ว ช่วยให้การดำเนินการอัตโนมัติตามข้อมูลที่รวบรวมได้

#### 3.2.4. อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง

Python ซึ่งมีไลบรารีมากมาย เช่น scikit-learn และ TensorFlow ถูกนำมาใช้เพื่อนำอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องไปใช้ อัลกอริทึมเหล่านี้จะวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อทำการตัดสินใจอย่างมีข้อมูล และเพิ่มประสิทธิภาพแนวทางปฏิบัติในการดูแลต้นไม้

#### 3.2.5. เทคโนโลยีการพัฒนาเว็บ (HTML, CSS, JavaScript)

HTML, CSS และ JavaScript ใช้สำหรับการพัฒนาเว็บอินเทอร์เฟซที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง เครื่องมือเหล่านี้ช่วยให้สามารถสร้างแพลตฟอร์มที่ตอบสนองและใช้งานง่าย ซึ่งผู้ใช้รวมถึงผู้ดูแลระบบ ผู้ชม และเกษตรกร/ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับข้อมูลแบบเรียลไทม์และประวัติได้

### 3.2.6. โพรโทคอลการสื่อสาร (เช่น HTTP Request)

HTTP คือโพรโทคอลการสื่อสารประเภทหนึ่ง ซึ่งมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วน คือ Request, Header และ Body โดยมีการทำงานอยู่สองรูปแบบคือ HTTP Request เป็นการส่งคำขอจาก client ไปที่ Server เพื่อขอข้อมูล และ HTTP response คือการที่ Server ส่งข้อมูลที่ client ร้องขอกลับมา ส่วนใหญ่มักจะส่งมาในรูปแบบ Json เนื่องจากง่ายต่อการนำไปใช้งานในหลายๆ Platform หรือสามารถส่งมาเป็นหน้าเว็บได้

### 3.2.7. ระบบการจัดการฐานข้อมูล

ระบบการจัดการฐานข้อมูล เช่น MySQL หรือ SQLite ใช้สำหรับจัดเก็บและจัดการข้อมูลที่รวบรวมระบบเหล่านี้จัดให้มีพื้นที่เก็บข้อมูลที่มีโครงสร้างและจัดระเบียบสำหรับข้อมูลในอดีต สนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจ

### 3.2.8. Integrated Development Environments (IDE)

Arduino IDE ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในขณะที่สคริปต์ Python ได้รับการพัฒนาโดยใช้ IDE เฉพาะ Python เช่น PyCharm หรือ Jupyter Notebooks สภาพแวดล้อมการพัฒนาแบบผสานรวมเหล่านี้นำเสนอเครื่องมือสำหรับการเขียนโค้ด การดีบั๊ก และการทดสอบ

### 3.2.9. ระบบควบคุมเวอร์ชัน (เช่น Git)

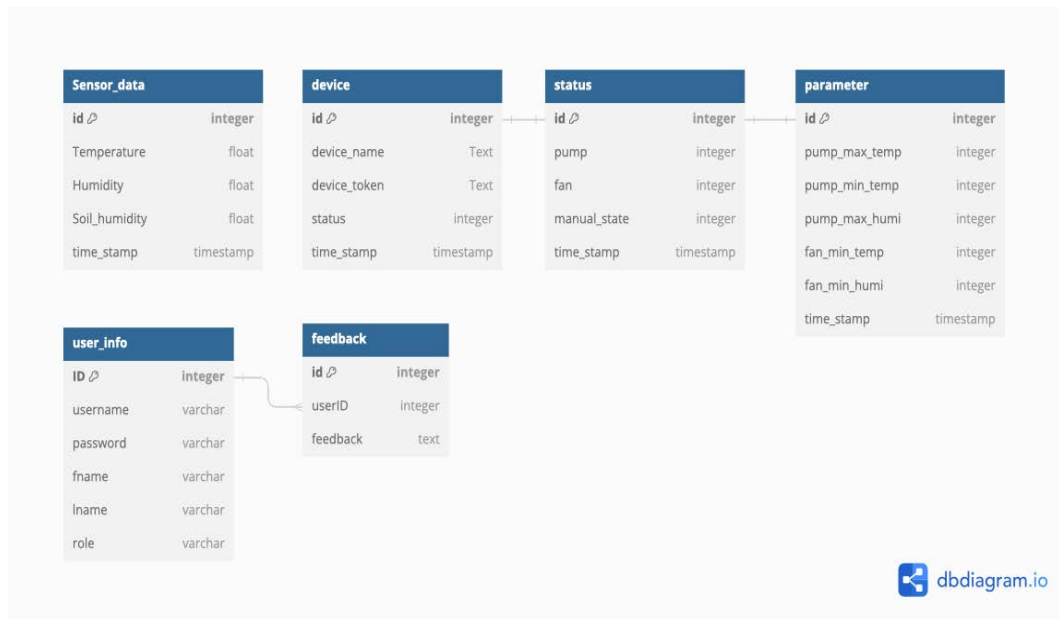
ระบบควบคุมเวอร์ชัน Git ถูกนำมาใช้เพื่อการพัฒนาาร่วมกัน ช่วยให้สมาชิกในทีมหลายคนสามารถทำงานในโครงการพร้อมกัน ติดตามการเปลี่ยนแปลง และรักษาประวัติเวอร์ชันของโค้ดเบสได้

## 3.3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยที่ดำเนินการสำหรับโครงการค้นแบบฟาร์มอัจฉริยะเกี่ยวข้องกับการใช้มาตรการทางสถิติต่างๆ เพื่อวิเคราะห์และรับข้อมูลเชิงลึกจากข้อมูลที่รวบรวม สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ถูกนำมาใช้เพื่อสรุปและระบุลักษณะแนวโน้มหลักและความแปรปรวนของปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้น และการสัมผัสแสง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้รับการคำนวณเพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยเผยให้เห็นถึงการพึ่งพาที่อาจเกิดขึ้นซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำความเข้าใจพลวัตที่ซับซ้อนภายในระบบนิเวศทางการเกษตร นอกจากนี้ สถิติเชิงอนุมาน รวมถึงการทดสอบสมมติฐาน มีบทบาทสำคัญในการหาข้อสรุปเกี่ยวกับความสำคัญของรูปแบบและความแปรผันที่สังเกตได้ การใช้วิธีการทางสถิติมีส่วนช่วยในวัตถุประสงค์ของโครงการในการตัดสินใจโดยอาศัยข้อมูล เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลเชิงลึกที่ได้รับ

ไม่เพียงแต่เป็นคำอธิบายเท่านั้น แต่ยังมีเหตุผลทางสถิติด้วย การวิเคราะห์ทางสถิติเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นรากฐานสำหรับการตัดสินใจอย่างมีข้อมูลในการเพิ่มประสิทธิภาพแนวทางปฏิบัติในการดูแลต้นไม้ และความก้าวหน้าของการเกษตรที่แม่นยำภายในต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ

### 3.4. การออกแบบระบบฐานข้อมูล (Database Design)



ภาพที่ 3.4.1 ระบบฐานข้อมูลของเว็บไซต์

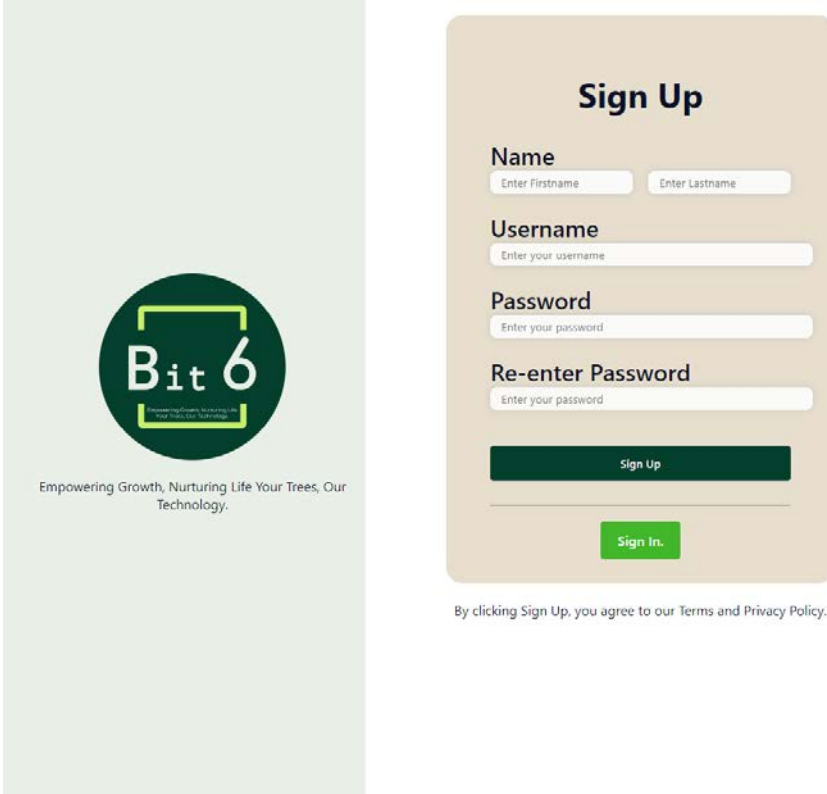
โดยในฐานข้อมูลมีทั้งหมด 5 ตาราง ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังภาพ ซึ่งตาราง **device**, **status**, **parameter** มีความสัมพันธ์ที่ field **id** เป็นแบบ one-to-one โดย **id** เป็น primary key ซึ่งทำให้สามารถเพิ่ม จำนวนอุปกรณ์ได้ ซึ่งเมื่อมีการเพิ่มอุปกรณ์ จำเป็นต้องสร้างตารางใหม่เพื่อเก็บ **Sensor\_data** ของ อุปกรณ์นั้น ๆ ซึ่งในที่นี้มี **sensor\_data** เพียงตารางเดียวเพื่อเป็นตัวอย่าง

### 3.5. การออกแบบกราฟิกส่วนประสานงานกับผู้ใช้ (Graphical User Interface)

#### 3.5.1. สีหลักในการออกแบบ User Interface

- #E7DECD
- #0A122A
- #E9EFE7
- #FBFAF8
- #804E49

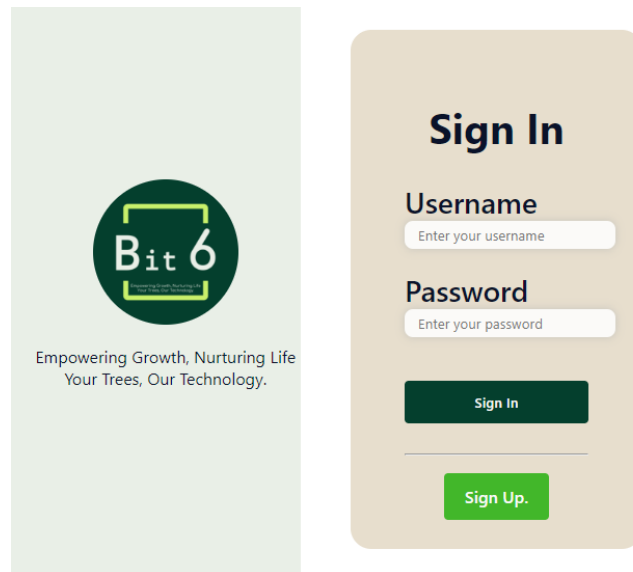
#### 3.5.2. Sign Up Page (User Interface มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของหน้าจอของอุปกรณ์ที่ใช้งาน)



The image displays two mobile application screens for 'Bit 6'. The left screen features a light green background with a circular logo containing the text 'Bit 6' and a tagline below it: 'Empowering Growth, Nurturing Life Your Trees, Our Technology.' The right screen is a 'Sign Up' form with a light beige background. It includes input fields for 'Name' (split into 'Enter Firstname' and 'Enter Lastname'), 'Username' (with placeholder 'Enter your username'), 'Password' (with placeholder 'Enter your password'), and 'Re-enter Password' (with placeholder 'Enter your password'). Below these fields are two buttons: a dark green 'Sign Up' button and a smaller green 'Sign In.' button. At the bottom of the right screen, a small text line reads: 'By clicking Sign Up, you agree to our Terms and Privacy Policy.'

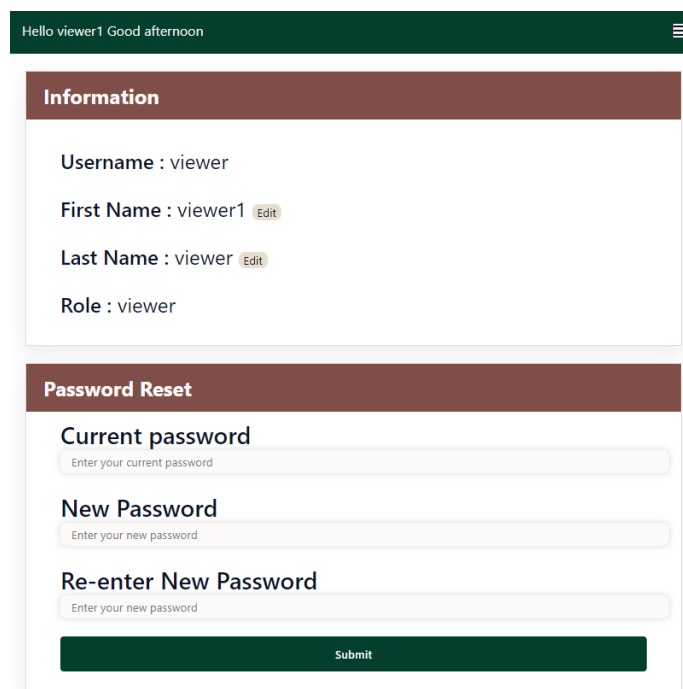
ภาพที่ 3.5.1 User Interface ในหน้า Sign Up

### 3.5.3. Sign In Page (User Interface มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของหน้าจอของอุปกรณ์ที่ใช้งาน)



ภาพที่ 3.5.2 User Interface ในหน้า Sign In

### 3.5.4. Account Page (User Interface มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของหน้าจอของอุปกรณ์ที่ใช้งาน)



ภาพที่ 3.5.3 User Interface ในหน้า Account

## บทที่ 4 – ผลการดำเนินงาน

### 4.1. ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานของโครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะสะท้อนให้เห็นถึงจุดสุดยอดของความพยายามในการพัฒนา การทดสอบ และการดำเนินการอย่างเข้มงวด ตลอดขั้นตอนการปฏิบัติงานระบบแสดงให้เห็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับสภาพดิน อุณหภูมิ ความชื้น และการสัมผัสแสงแบบเรียลไทม์ ผ่านการประสานรวมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และเซ็นเซอร์ชั้นสูง ฮับ Raspberry Pi ประมวลผลข้อมูลนี้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้อัลกอริทึมแมชชีนเลิร์นนิงเพื่อทำการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแนวทางปฏิบัติในการดูแลต้นไม้เว็บอินเทอร์เฟซที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง พัฒนาโดยใช้ HTML, CSS และ JavaScript มอแดลแพลตฟอร์มที่ใช้งานง่ายสำหรับผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแล และเกษตรกร/ผู้ใช้ในการโต้ตอบกับข้อมูลที่รวบรวม การแทรกแซงอัตโนมัติ ซึ่งอำนวยความสะดวกโดยตัวกระตุ้นที่กระตุ้นโดยอัลกอริทึมการตัดสินใจ แสดงให้เห็นการใช้งานจริงของระบบในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและประสิทธิภาพของฟาร์มโดยรวม มาตรการความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลที่น่ามาใช้ในการทำให้มั่นใจได้ถึงการปกป้องข้อมูลทางการเกษตรที่ละเอียดอ่อน แม้ว่าผลการดำเนินงานจะสะท้อนถึงความสำเร็จในการดำเนินการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะ การติดตามอย่างต่อเนื่องและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องยังคงเป็นส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพและความสามารถในการปรับขนาดในระยะยาวในสภาพแวดล้อมทางการเกษตรในโลกแห่งความเป็นจริง

### 4.2. การประเมินผลการทำงานของเว็บไซต์

ตารางที่ 4.2.1 ตารางการประเมินผลการทำงานของเว็บไซต์

เกณฑ์	การวัด	ความคิดเห็น
เวลาในการโหลดหน้าเว็บ	ผ่าน	วัดเวลาที่ใช้ในการโหลดหน้าเว็บทั้งหมด
การตอบสนอง	ผ่าน	ประเมินว่าเว็บไซต์ตอบสนองต่อการโต้ตอบของผู้ใช้ได้เร็วแค่ไหน
ความเข้ากันได้ของเบราว์เซอร์	ผ่าน	ตรวจสอบความเข้ากันได้กับเบราว์เซอร์หลัก
ประสบการณ์ผู้ใช้ (UX)	ผ่าน	ประเมินประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวม รวมถึงการนำทาง เล้าโครง และการออกแบบ
กลไกการตอบรับ (Feedback Mechanism)	ผ่าน	วางระบบให้ผู้ใช้แสดงความคิดเห็นบนเว็บไซต์

## บทที่ 5 - บทสรุป

### 5.1.สรุปผลโครงการ

โครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะให้ผลลัพธ์ที่ทรงประสิทธิภาพ นับเป็นความก้าวหน้าครั้งสำคัญในขอบเขตของเกษตรกรรมที่แม่นยำ ด้วยการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างราบรื่น ระบบประสบความสำเร็จในการรวบรวม ประมวลผล และใช้ข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับสภาพดิน อุณหภูมิ ความชื้น และการสัมผัสแสง การใช้อัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่องช่วยให้เกิดการตัดสินใจอย่างมีข้อมูล เพิ่มประสิทธิภาพแนวทางปฏิบัติในการดูแลต้นไม้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากร เว็บไซต์อินเทอร์เน็ตที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลางเป็นแพลตฟอร์มที่ใช้งานง่ายสำหรับผู้ดูแลระบบ ผู้ชม และเกษตรกร/ผู้ใช้ในการโต้ตอบกับข้อมูล ส่งเสริมแนวทางที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเพื่อการเกษตร การแทรกแซงแบบอัตโนมัติของโครงการ ซึ่งกระตุ้นโดยอัลกอริธึมในการตัดสินใจ แสดงให้เห็นการใช้งานจริงที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพฟาร์มโดยรวม การประสบความสำเร็จในการสร้างมาตรการความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล เป็นการตอกย้ำความมุ่งมั่นของโครงการในการปกป้องข้อมูลทางการเกษตรที่ละเอียดอ่อน แม้ว่าผลลัพธ์เหล่านี้บ่งบอกถึงความสำเร็จที่โดดเด่น แต่การติดตามอย่างต่อเนื่องและการปรับปรุงซ้ำยังคงเป็นสิ่งสำคัญในการรับประกันความสำเร็จที่ยั่งยืนและความสามารถในการปรับขนาดของต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะในบริบททางการเกษตรที่หลากหลาย

### 5.2.ปัญหาที่พบและการแก้ไข

โครงการต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะเผชิญกับความท้าทายหลายประการในระหว่างการพัฒนา และมีการใช้แนวทางแก้ไขเชิงกลยุทธ์เพื่อเอาชนะอุปสรรคเหล่านี้

#### 5.2.1. ความน่าเชื่อถือของเซนเซอร์

ปัญหา: การอ่านค่าที่ไม่สอดคล้องกันจากเซนเซอร์ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่รวบรวม

วิธีแก้ไข: มีการสร้างโปรโตคอลการสอบเทียบขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าการอ่านเซนเซอร์แม่นยำ มีการนำการตรวจสอบการบำรุงรักษาและกำหนดการเปลี่ยนเซนเซอร์เป็นประจำเพื่อแก้ไขปัญหาฮาร์ดแวร์

#### 5.2.2. บูรณาการทางเทคนิค

ปัญหา: การประสานงานการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และฮับ Raspberry Pi ทำให้เกิดความท้าทายในการบูรณาการทางเทคนิค

วิธีแก้ไข: การใช้โปรโตคอลการสื่อสารมาตรฐาน MQTT ช่วยให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างส่วนประกอบฮาร์ดแวร์เป็นไปอย่างราบรื่น มีการใช้โปรโตคอลการทดสอบและการดีบั๊กที่ครอบคลุมเพื่อให้มั่นใจถึงการเชื่อมต่อที่แข็งแกร่ง

#### 5.2.3. การตอบสนองของอินเทอร์เฟซผู้ใช้

ปัญหา: ในตอนแรกอินเทอร์เฟซผู้ใช้ประสบปัญหาความล่าช้าและการตอบสนอง ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสบการณ์ผู้ใช้โดยรวม

วิธีแก้ไข: การเพิ่มประสิทธิภาพโค้ดเว็บอินเทอร์เฟซเทคนิคการดึงข้อมูลแบบอะซิงโครนัส และการใช้กลไกแคชเพื่อปรับปรุงการตอบสนองของอินเทอร์เฟซผู้ใช้

#### 5.2.4. ข้อกังวลเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวของข้อมูล

ปัญหา: การดูแลความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลการเกษตรที่เก็บรวบรวมกลายเป็นข้อกังวลที่สำคัญ

วิธีแก้ไข: มีการนำมาตรการการเข้ารหัสข้อมูลที่เข้มงวดมาใช้ และมีการบังคับใช้การควบคุมการเข้าถึงเพื่อปกป้องข้อมูลที่ละเอียดอ่อน มีการกำหนดการตรวจสอบและอัปเดตความปลอดภัยเป็นประจำเพื่อจัดการกับภัยคุกคามที่เกิดขึ้นใหม่

#### 5.2.5. ประสิทธิภาพของโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง

ปัญหา: ประสิทธิภาพของอัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่องยังไม่ค่อยดีนัก ซึ่งส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการตัดสินใจ

วิธีแก้ไข: การปรับแต่งและเพิ่มประสิทธิภาพโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องอย่างต่อเนื่องได้ดำเนินการผ่านการฝึกฝนเพิ่มเติมและการปรับแต่งอย่างละเอียด การอัปเดตเป็นประจำตามความคิดเห็นจากโลกแห่งความเป็นจริงช่วยปรับปรุงความแม่นยำของโมเดล

#### 5.2.6. บูรณาการกับระบบภายนอก

ปัญหา: การรวมต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะเข้ากับระบบภายนอกทำให้เกิดความท้าทายด้านความเข้ากันได้

วิธีแก้ไข: การใช้รูปแบบข้อมูลที่เป็นมาตรฐานและ API แบบเปิดช่วยอำนวยความสะดวกในการผสมรวมกับระบบของบุคคลที่สาม การทำงานร่วมกันกับพันธมิตรภายนอกเกี่ยวข้องกับการสื่อสารอย่างสม่ำเสมอเพื่อแก้ไขปัญหาค่าเข้ากันได้และรับประกันการบูรณาการที่ราบรื่น



### 5.2.7. การฝึกอบรมผู้ใช้และการยอมรับ

ปัญหา: เกษตรกรและผู้ใช้เผชิญกับความท้าทายในการทำความเข้าใจและการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้  
วิธีแก้ไข: มีการเริ่มต้นโปรแกรมการฝึกอบรมผู้ใช้ที่ครอบคลุม รวมถึงบทช่วยสอน เอกสารประกอบ และเวิร์กช็อปเชิงปฏิบัติ เซสชันคำติชมของผู้ใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อการปรับปรุงซ้ำ ๆ เพื่อปรับปรุงความเป็นมิตรต่อผู้ใช้

### 5.2.8. ข้อจำกัดด้านทรัพยากร

ปัญหา: ข้อจำกัดด้านงบประมาณและทรัพยากรทำให้เกิดข้อจำกัดในด้านขนาดและขอบเขตของโครงการ

แนวทางแก้ไข: การจัดสรรทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ ความร่วมมือกับพันธมิตร และการแสวงหาโอกาสในการระดมทุนเพิ่มเติมสำหรับการขยายโครงการแบบเป็นระยะ ๆ การจัดลำดับความสำคัญของคุณสมบัติที่สำคัญทำให้มั่นใจได้ว่าการใช้ทรัพยากรจะเกิดประโยชน์สูงสุด

## 5.3. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

### 5.3.1. ข้อจำกัด

#### 5.3.1.1. ความแม่นยำและการบำรุงรักษาเซ็นเซอร์

ข้อจำกัด: ความน่าเชื่อถือของข้อมูลขึ้นอยู่กับความแม่นยำของเซ็นเซอร์ และความจำเป็นในการบำรุงรักษาเป็นประจำอาจส่งผลกระทบต่อรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่อง

คำแนะนำ: ลงทุนในเซ็นเซอร์คุณภาพสูง และสร้างแนวทางการบำรุงรักษาตามปกติเพื่อลดข้อกังวลด้านความแม่นยำ

#### 5.3.1.2. ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล

ข้อจำกัด: แม้จะมีมาตรการการเข้ารหัส แต่ความกังวลยังคงมีอยู่เกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลการเกษตรที่ละเอียดอ่อน

คำแนะนำ: ร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์เพื่อดำเนินการตรวจสอบเป็นประจำ ใช้โปรโตคอลความปลอดภัยล่าสุด และเพิ่มความตระหนักรู้ของผู้ใช้เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติด้านความเป็นส่วนตัวของข้อมูล

### 5.3.1.3.ความท้าทายในการนำไปใช้ของผู้ใช้

ข้อจำกัด: เกษตรกรและผู้ใช้อาจเผชิญกับความท้าทายในการปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ

คำแนะนำ: ใช้โปรแกรมการฝึกอบรมที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้ จัดทำเอกสารที่สามารถเข้าถึงได้ และดำเนินการเชสชันคำติชมของผู้ใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มอัตราการนำไปใช้

### 5.3.1.4.ปัญหาด้านความสามารถในการขยายขนาด

ข้อจำกัด: ระบบปัจจุบันอาจเผชิญกับความท้าทายในการขยายขนาดเมื่อใช้งานในสภาพแวดล้อมทางการเกษตรขนาดใหญ่

คำแนะนำ: ดำเนินการประเมินความสามารถในการปรับขนาดและพิจารณาสถาปัตยกรรมโมดูลาร์สำหรับการขยายในอนาคต ประเมินโซลูชันบนคลาวด์เพื่อจัดการปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้น

### 5.3.1.5.ข้อจำกัดด้านทรัพยากร

ข้อจำกัด: ข้อจำกัดด้านงบประมาณอาจจำกัดการใช้งานคุณสมบัติบางอย่างและขนาดของโครงการ

คำแนะนำ: แสวงหาโอกาสในการระดมทุนเพิ่มเติม สำรวจความร่วมมือ และจัดลำดับความสำคัญคุณลักษณะต่างๆ ตามผลกระทบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร

### 5.3.1.6.ความซับซ้อนของโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง

ข้อจำกัด: ความซับซ้อนของโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องอาจทำให้เกิดความท้าทายในการตัดสินใจแบบเรียลไทม์

คำแนะนำ: ประเมินเทคนิคการลดความซับซ้อนของโมเดลโดยไม่กระทบต่อความแม่นยำ และพิจารณาโซลูชันบนระบบคลาวด์สำหรับการลดภาระการประมวลผลที่เข้มข้น

### 5.3.2. ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงในอนาคต

#### 5.3.2.1. การบูรณาการเซ็นเซอร์ที่หลากหลาย

คำแนะนำ: ดำเนินการรวมเซ็นเซอร์เพิ่มเติมเพื่อจับชุดปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุมมากขึ้น เพิ่มความสามารถของระบบในการตัดสินใจที่เหมาะสมยิ่ง

#### 5.3.2.2. การบูรณาการกับเทคโนโลยีการเกษตรที่แม่นยำ

คำแนะนำ: ร่วมมือกับผู้ให้บริการเทคโนโลยีการเกษตรที่แม่นยำเพื่อรวมคุณสมบัติขั้นสูง เช่น การตรวจสอบด้วยโดรน การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม และการประสานงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ

#### 5.3.2.3. การพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือ

คำแนะนำ: พัฒนาแอปพลิเคชันมือถือเพื่อให้เกษตรกรเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา ช่วยให้พวกเขาสามารถติดตามและจัดการฟาร์มได้จากทุกที่

#### 5.3.2.4. โปรแกรมการมีส่วนร่วมกับชุมชน

ข้อเสนอแนะ: ริเริ่มโครงการการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อให้ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วม รวบรวมผลตอบรับ และปรับแต่งระบบให้ตรงกับความต้องการเฉพาะของสภาพแวดล้อมทางการเกษตรที่แตกต่างกัน

#### 5.3.2.5. การวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ: จัดตั้งทีมวิจัยและพัฒนาโดยเฉพาะเพื่อติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เพื่อให้มั่นใจว่าต้นแบบฟาร์มอัจฉริยะยังคงอยู่ในแถวหน้าของนวัตกรรมทางการเกษตร

#### 5.3.2.6. การทำงานร่วมกันแบบโอเพ่นซอร์ส

ข้อเสนอแนะ: พิจารณาแง่มุมโอเพ่นซอร์สของโครงการเพื่อส่งเสริมความร่วมมือกับชุมชนระดับโลก ส่งเสริมนวัตกรรม และเร่งการพัฒนาคุณสมบัติใหม่

## หนังสืออ้างอิง

*C - Programming Language*. (12 11 2564). เข้าถึงได้จาก [aimagin.com](http://aimagin.com):

<https://www.aimagin.com/en/news/C-Programming-Language/>

Chin Siriwat, (30 4 2560). *อะไรคือ HTML.., HTML คืออะไร.., “What is HTML?”*. เข้าถึงได้จาก

medium.com: <https://medium.com/swiftlet->

tech/%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%

B7%E0%B8%AD-html-html-

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%

E0%B8%A3-what-is-html-349195ad7317

DH Team. (9 11 2566). ภาษา Python คือ? ทำอะไรได้บ้าง. เข้าถึงได้จาก [devhub.in.th](https://devhub.in.th/):

<https://devhub.in.th/blog/what-is-python-programming-used-for>

Hattagorn Ngamsai. (13 5 2562). CSS คืออะไร? เข้าถึงได้จาก medium.com:

<https://medium.com/@hattagornngamsai/css->

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%

E0%B8%A3-97c6ff59671d

HTML คืออะไร. (7 11 2565). เข้าถึงได้จาก mindphp.com:

<https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0>

%B8%B7%E0%B8%AD/73-

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%

E0%B8%A3/2026-html-

%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%

E0%B8%A3.html

JavaScript ทำอะไรได้บ้าง? (16 6 2564). เข้าถึงได้จาก [medium.com/](https://medium.com/):

<https://medium.com/devesitory/javascript->

%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3%

E0%B9%84%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%9A%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0  
%B8%87-71a5d7fb3074

*PHP คืออะไร?* (14 10 2560). เข้าถึงได้จาก medium.com: [https://medium.com/@sunzandesign/php-  
%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%  
E0%B8%A3-2d749639b101](https://medium.com/@sunzandesign/php-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-2d749639b101)

Ta Virot Chiraphadhanakul. (23 4 2562). 3 เหตุผลที่ทุกคนควรเริ่มหัดเขียน SQL. เข้าถึงได้จาก  
medium.com: [https://medium.com/skooldio/3-  
%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%95%E0%B8%B8%E0%B8%9C%E0%B8%A5%  
E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%97%E0%B8%B8%E0%B8%81%E0  
%B8%84%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B  
8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8%B1%E0%B8  
%94](https://medium.com/skooldio/3-%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%95%E0%B8%B8%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%97%E0%B8%B8%E0%B8%81%E0%B8%84%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%AB%E0%B8%B1%E0%B8%94)

*แนะนำภาษา C++*. (8 9 2558). เข้าถึงได้จาก marcuscode.com:  
<https://marcuscode.com/lang/cpp/introduction>

พิชิต วิจิตรบุญขันธ์. (21 12 2566). *HTML: ภาษาเขียนเว็บ*. เข้าถึงได้จาก bu.ac.th:  
[https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive\\_journal/july\\_sep\\_11/pdf/aw32.pdf](https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/july_sep_11/pdf/aw32.pdf)