

# ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

สุพรรณษา ครองทรัพย์  
รชตะ ระเบียบการ

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

พ.ศ. 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
เรื่องระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

นามผู้จัดทำโครงการ      สุพรรณษา ครองทรัพย์

รชตะ ระเบียบการ

ได้พิจารณาเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาเอกเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ)  
ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤพนธ์ พนาวงศ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....

(อาจารย์คณินณัฐ โขติพรสีมา)

หัวหน้าสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

## กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเรียบร้อยสมบูรณ์ เนื่องจากได้รับความร่วมมือจากหลาย ๆ ท่าน ทางผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนในความสำเร็จครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พนาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ให้คำแนะนำว่ากล่าวตักเตือน ควบคุมการทำงานติดตามการทำงาน ให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับ Arduino ที่ใช้พัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้าที่ผู้จัดทำเกิดปัญหาระหว่างทำโครงงาน และช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้งาน API ซึ่งทำให้ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า เป็นไปได้ด้วยความเรียบร้อยสมบูรณ์ครอบคลุมการทำงานของระบบทั้งหมด รวมถึงช่วยสนับสนุน แนะนำการจัดทำบทความที่มีคุณภาพและสมบูรณ์ เพื่อนำเสนอบทความในงาน AUCC 2023 และได้รับรางวัล VERY GOOD อีกทั้งบทความระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ยังได้รับเลือกให้ตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน ทั้งด้านทุนทรัพย์ กำลังใจ และขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ซึ่งทำให้ผู้ค้นคว้าผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ ไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากการศึกษานี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าของอุทิศเพื่อบุชา พระคุณบิดา มารดาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

สุพรรณษา ครองทรัพย์

รชตะ ระเบียบการ

### บทคัดย่อ

บ้านเป็นที่พักที่ต้องมีความปลอดภัยจากบุคคลไม่พึงประสงค์ที่อาจเข้ามาประสงค์ร้าย ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า สำหรับวิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มจากการศึกษาการตรวจจับใบหน้าและการรู้จำใบหน้า ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา PHP เพื่อเก็บภาพใบหน้าของสมาชิกในบ้าน อีกทั้งประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาควบคุมการปลดล็อกประตูบ้านด้วยบอร์ด ESPINO32CAM และใช้ภาษา Python ในกระบวนการตรวจสอบใบหน้า เมื่อใบหน้าตรงกับใบหน้าที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล ระบบจะส่งคำสั่งเพื่อปลดล็อกประตูบ้าน หากไม่ตรงจะส่งภาพถ่ายและข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน จากการทดลองพบว่าระบบมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 78.33% และมีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 4.67

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและปัญหาของระบบงานเดิม	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของระบบงาน	2
1.4 ระเบียบวิธีการดำเนินโครงการ	2
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 แผนการดำเนินงาน	4
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>5</b>
2.1 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT)	5
2.2 เทคโนโลยีการเรียนรู้จดจำใบหน้า Face Recognition	9
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Arduino	11
2.4 โปรแกรม Fritzing	12
2.5 แอปพลิเคชัน Blynk	13
2.6 การทำงานของ LINE Notify	15
2.7 การทำงานของ Web Server	15
2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับ PHP	17
2.9 การจัดการฐานข้อมูล	21
2.10 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษา C สำหรับ Arduino	25
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน</b>	<b>29</b>
3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ	29
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	29
3.3 การออกแบบเว็บไซต์	42

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน (ต่อ)</b>	
3.4 การออกแบบแผนวงจรรีเลย์ทรอนิกส์	44
3.5 การออกแบบโมเดลของระบบ	44
3.6 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน	45
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน</b>	46
4.1 การใช้งานเว็บไซต์ของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้ การรู้จำใบหน้า	46
4.2 การทดลองการปลดล็อกประตูบ้านโดยเจ้าของบ้าน	47
4.3 การทดสอบคำสั่งงานล็อกและปลดล็อกประตูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบ สมาร์ทโฟน	48
4.4 ผลการแจ้งเตือนการถ่ายรูปและส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ของเจ้าของบ้านเมื่อมีผู้บุกรุก	48
4.5 ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์	49
4.6 ผลการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อระบบ	50
<b>บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและแนวทางการพัฒนา</b>	52
5.1 สรุปผลการศึกษา	52
5.2 อภิปรายผล	53
5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเอกเทศ	53
5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	54
<b>บรรณานุกรม</b>	
<b>ภาคผนวก ก</b>	
<b>ภาคผนวก ข</b>	

## สารบัญตาราง

	หน้า
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
<b>ตารางที่ 1.1</b> ตารางระยะเวลาการดำเนินงานระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อก ประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า (Grant Chart)	4
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน</b>	
<b>ตารางที่ 3.1</b> ตารางเพิ่มข้อมูลสมาชิก	41
<b>ตารางที่ 3.2</b> ตารางเพิ่มข้อมูลผู้ดูแลระบบ	41
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน</b>	
<b>ตารางที่ 4.1</b> การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	49
<b>ตารางที่ 4.2</b> เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ	50
<b>ตารางที่ 4.3</b> ผลสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ	50

## สารบัญภาพ

	หน้า
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง</b>	
ภาพที่ 2.1 เทคโนโลยี Internet of Things	6
ภาพที่ 2.2 บอร์ด ESPINO32CAM	7
ภาพที่ 2.3 แสดงสัญญาณ PWM ที่ส่งผลต่อองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์	9
ภาพที่ 2.4 เซอร์โวมอเตอร์	9
ภาพที่ 2.5 แสดงหลักการทำงานของระบบสแกนใบหน้า	11
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการออกแบบวงจรด้วยโปรแกรม Fritzing	13
ภาพที่ 2.7 การทำงานของ Blynk Platform	14
ภาพที่ 2.8 แสดงการทำงานของ Web Server	16
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของภาษา PHP	21
ภาพที่ 2.10 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino	25
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน</b>	
ภาพที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ	30
ภาพที่ 3.2 ผังการทำงานของระบบ	31
ภาพที่ 3.3 แสดงยูสเคสไดอะแกรมของระบบงาน	32
ภาพที่ 3.4 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้าน บุคคลภายนอก และ Use Case การสแกนใบหน้า	33
ภาพที่ 3.5 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การปลดล็อกประตู	33
ภาพที่ 3.6 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การล็อกประตู	33
ภาพที่ 3.7 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูล	34
ภาพที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การดูข้อมูลสมาชิก	34
ภาพที่ 3.9 Activity Diagram เจ้าของบ้านสั่งปลดล็อกประตูด้วยตนเอง	34
ภาพที่ 3.10 Activity Diagram เจ้าของบ้านสั่งล็อกประตูด้วยตนเอง	35
ภาพที่ 3.11 Activity Diagram การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล	35
ภาพที่ 3.12 Activity Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน	36
ภาพที่ 3.13 Activity Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก	37



สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน (ต่อ)</b>	
	<b>หน้า</b>
ภาพที่ 3.14 Sequence Diagram เจ้าของบ้านสั่งล็อกและปลดล็อกประตูด้วยตนเอง	37
ภาพที่ 3.15 Sequence Diagram การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล	38
ภาพที่ 3.16 Sequence Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน	39
ภาพที่ 3.17 Sequence Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก	39
ภาพที่ 3.18 Entity – Relationship Diagram ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า	40
ภาพที่ 3.19 หน้าลือคอินของผู้ดูแลระบบ	42
ภาพที่ 3.20 หน้าจอแสดงรายชื่อสมาชิกในบ้าน	42
ภาพที่ 3.21 หน้าจอแสดงเพิ่มข้อมูลสมาชิก	43
ภาพที่ 3.22 หน้าจอแสดงแก้ไขข้อมูลสมาชิก	43
ภาพที่ 3.23 การออกแบบแผนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนของการตรวจจับใบหน้าเพื่อทำการสั่งล็อกและปลดล็อกประตู	44
ภาพที่ 3.24 การออกแบบโมเดลของระบบ	44
ภาพที่ 3.25 ส่วนของหน้าจอควบคุมอุปกรณ์	45
ภาพที่ 3.26 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์	45
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน</b>	
ภาพที่ 4.1 หน้าแสดงข้อมูลสมาชิกภายในบ้าน	46
ภาพที่ 4.2 หน้าแสดงการแก้ไขข้อมูลสมาชิก	47
ภาพที่ 4.3 จำลองการปลดล็อกประตูบ้านโดยเจ้าของบ้าน	47
ภาพที่ 4.4 แสดงภาพผลการออกแบบหน้าจอควบคุมในแอปพลิเคชัน Blynk	48
ภาพที่ 4.5 โมเดลบ้านที่ติดตั้งอุปกรณ์ IoT	48
ภาพที่ 4.6 ภาพถ่ายที่ระบบถ่ายภาพผู้บุกรุกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์	49

# บทที่ 1

## บทนำ

ชื่อระบบงาน	ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤพนธ์ พนาวงศ์	
ผู้จัดทำ	นางสาวสุพรรณษา ครองทรัพย์	รหัสนักศึกษา 62113602009
	นายรชตะ ระเบียบการ	รหัสนักศึกษา 62113602004

### 1.1 ความเป็นมาและปัญหาของระบบงานเดิม

บ้านคือที่อยู่อาศัยของมนุษย์เพราะฉะนั้นบ้านเป็นทรัพย์สินที่มีค่า ความปลอดภัยภายในบ้านถือเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาป้องกันทรัพย์สินภายในบ้าน ในปัจจุบันเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เป็นเทคโนโลยีไร้สายและอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่ การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น การนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาประยุกต์ใช้งานมีประโยชน์อย่างมาก และมีความเสี่ยงไปพร้อมกัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่อทรัพย์สินและบุคคลภายในบ้านได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีการรักษาความปลอดภัยที่ดี

ปัจจุบันการเปิด-ปิดประตูบ้านต้องใช้กุญแจในการปลดล็อกผู้ใดที่มีกุญแจบ้านสามารถไขเข้าบ้านได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเป็นเจ้าของบ้าน ทั้งนี้จึงไม่สามารถรู้ได้ว่าบุคคลที่มาไขกุญแจบ้านเป็นใคร บุคคลนั้นอาจเป็นบุคคลที่ไม่ประสงค์ดีต่อทรัพย์สินและบุคคลภายในบ้าน เนื่องจากยังไม่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมกับบุคคลภายในบ้านอาจไม่สะดวกในการเปิด-ปิดประตู และไม่มีการส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังเจ้าของบ้านเมื่อมีผู้ไม่ประสงค์ดีมาไขกุญแจ ทำให้ความเสี่ยงที่จะมีผู้บุกรุกไขกุญแจเข้าบ้านได้โดยที่เจ้าของบ้านอาจไม่ทราบ

จากปัญหาที่ได้กล่าวมานั้น ผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาประยุกต์ใช้กับความปลอดภัยภายในบ้าน โดยพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า เพื่อให้บุคคลภายในบ้านเปิด-ปิดประตูอย่างสะดวกขึ้นและยังช่วยในการป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับทรัพย์สินหรือบุคคลภายในบ้านได้ จากกรณีที่บุคคลภายนอกหรือผู้ไม่ประสงค์ดีต้องการที่จะเข้าบ้าน ซึ่งจะส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้านได้ รวมถึงเจ้าของบ้านสามารถสั่งเปิด-ปิดประตูบ้านโดยใช้แอปพลิเคชัน Blynk ในกรณีที่ต้องการให้บุคคลนั้นเข้ามาในบ้านได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า
- 1.2.2 เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้านได้
- 1.2.3 เพื่อให้เจ้าของบ้านสามารถสั่งล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้แอปพลิเคชัน Blynk ได้

## 1.3 ขอบเขตของระบบงาน

### 1.3.1 ด้านระบบ

- 1.3.1.1 สามารถควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้าได้
- 1.3.1.2 สามารถส่งข้อความพร้อมภาพถ่าย ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ ของเจ้าของบ้านได้เมื่อมีผู้บุกรุก

### 1.3.2 ด้านผู้ใช้/เจ้าของบ้าน

- 1.3.2.1 สามารถควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านด้วยแอปพลิเคชัน Blynk ได้
- 1.3.2.2 สามารถเพิ่ม แก้ว และลบ ใบหน้าของบุคคลที่จะเข้ามาภายในบ้านได้โดยใช้เว็บไซต์

### 1.3.3 ด้านอุปกรณ์และเซนเซอร์

- 1.3.3.1 ใช้ ESPINO32CAM เพื่อตรวจสอบใบหน้าและถ่ายภาพ
- 1.3.3.2 ใช้ SERVO สั่งล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน

### 1.3.4 ด้านโมเดล

- 1.3.4.1 ใช้กระดาษขนาดความกว้าง 10 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ทำเป็นประตูบ้าน
- 1.3.4.2 ใช้กระดาษขนาดสร้างโมเดลบ้านโดยมีขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร และขนาดความยาว 30 เซนติเมตร

## 1.4 ระเบียบวิธีการดำเนินโครงการ

- 1.4.1 กำหนดหัวข้อโครงการและนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษา
- 1.4.2 ศึกษาค้นคว้าเอกสารข้อมูลและงานวิจัยเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.3 วิเคราะห์และออกแบบระบบงานการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า
- 1.4.4 ออกแบบวงจรและการติดตั้งอุปกรณ์
- 1.4.5 ออกแบบและสร้างโมเดลบ้าน
- 1.4.6 พัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า
- 1.4.7 ทดสอบการทำงานและแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า
- 1.4.8 จัดทำรูปเล่มฉบับสมบูรณ์สำหรับการศึกษาเอกสารใช้งานระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

## 1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

- 1.5.1 ใช้โปรแกรม Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.51 ในการเขียนคำสั่งภาษา C ลงบอร์ด ESP32-cam
- 1.5.2 ใช้แอปพลิเคชัน Blynk เวอร์ชัน 2.27.24 สำหรับควบคุมล็อกและปลดล็อกประตูบ้านผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน
- 1.5.3 ใช้โปรแกรมแอปพลิเคชันไลน์ เวอร์ชัน 11.22.1 เพื่อรับข้อความแจ้งเตือน
- 1.5.4 ใช้โปรแกรม Fritzing เวอร์ชัน 0.9.3b ในการออกแบบการเชื่อมต่อวงจรและเซนเซอร์
- 1.5.5 ใช้ Apache เวอร์ชัน 2.4.48 เพื่อจำลองการทำงานของ web server
- 1.5.6 ใช้ฐานข้อมูล MySQL เวอร์ชัน 10.4.21 เพื่อเก็บข้อมูล
- 1.5.7 ใช้ภาษา PHP เวอร์ชัน 7.4.23 เพื่อพัฒนาเว็บไซต์
- 1.5.8 ใช้ phpMyAdmin เวอร์ชัน 5.1.2 เพื่อจัดการฐานข้อมูล
- 1.5.9 ใช้ Google chrome เวอร์ชัน 97.0.4692.71 เพื่อทดสอบการทำงานของเว็บไซต์

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า
- 1.6.2 เพิ่มความสะดวกในการล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน
- 1.6.3 เพิ่มการรักษาความปลอดภัยแก่ทรัพย์สินและบุคคลภายในบ้าน
- 1.6.4 ช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับบุคคลภายในบ้านได้
- 1.6.5 ช่วยให้ทราบถึงบุคคลที่จะเข้ามาภายในบ้าน
- 1.6.6 ช่วยเพิ่มความทันสมัยให้กับบ้าน

### 1.7 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางระยะเวลาการดำเนินงานระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า (Grant Chart)

ขั้นตอนการทำงาน	2565											2566		
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. การศึกษาและการเข้าใจปัญหาของระบบงาน	█	█												
2. การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบงาน		█	█											
3. นำเสนอเค้าโครงการเสนออาจารย์ที่ปรึกษา				█	█									
4. วิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบโครงสร้างของระบบงาน					█	█	█							
5. สร้างหรือพัฒนาระบบงาน							█	█	█	█	█			
6. ทดสอบและแก้ไขการใช้งานของระบบงาน									█	█	█	█		
7. สรุป อภิปรายผล และจัดทำรูปเล่มรายงาน												█	█	█

หมายเหตุ  แทน ระยะเวลาที่วางแผน  
 แทน ระยะเวลาที่ทำงานจริง

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน โดยใช้การรู้จำใบหน้า ประกอบด้วยทฤษฎีและเทคโนโลยี ดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยี Internet of Things (IoT)
2. เทคโนโลยีการเรียนรู้จดจำใบหน้า Face Recognition
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับ Arduino
4. โปรแกรม Fritzing
5. แอปพลิเคชัน Blynk
6. การทำงานของ LINE Notify
7. การทำงานของ Web Server
8. ทฤษฎีเกี่ยวกับ PHP
9. การจัดการฐานข้อมูล
10. หลักการเขียนภาษา C สำหรับ Arduino
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

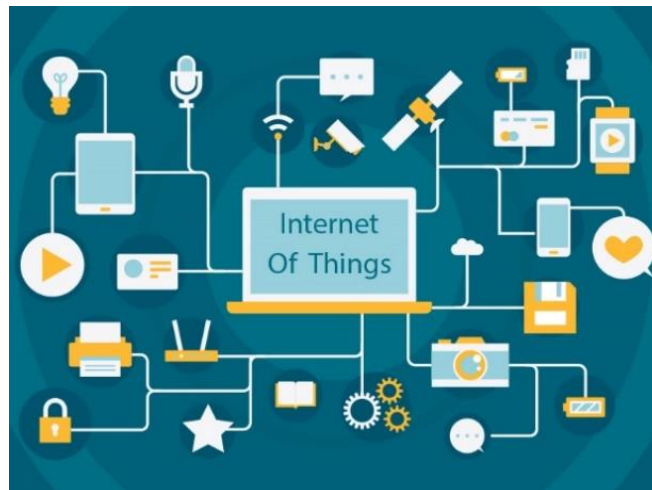
#### 2.1 เทคโนโลยี Internet of Things (IoT)

ทรงชัย คงประจักษ์ (2560) ได้อธิบายว่าแนวคิด Internet of Things ถูกคิดค้นขึ้นโดย Kevin Ashton ในปี 1999 ภายใต้โครงการที่ชื่อ “Auto-ID Center” ในมหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology จากเทคโนโลยี RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิด ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ต่อมาในยุคหลังปี 2000 เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เริ่มมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาเป็นจำนวนมาก และยังมีการใช้คำว่า Smart เกิดขึ้นเช่น Smart grid, Smart home, Smart device, Smart network เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยอาศัยตัว Sensor ในการสื่อสารถึงกัน โดย Kevin ได้ให้นิยามไว้ว่า “Internet-like” ต่อมา มีคำว่า “Things” เข้ามาแทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

#### อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things)

มหศักดิ์ เกตุฉ่ำ (2560) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือ “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสารเครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการแพทย์ เครื่องจักรในโรงงาน อุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อม ๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้นการพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไป บางแห่งเรียก M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์ กับเครื่องมือต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ ตู้เย็น โทรทัศน์ และอื่น ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยการเชื่อมโยงช่วยให้สื่อสารกันผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จากการคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2020 สิ่งต่าง ๆ กว่าแสนล้านชิ้นจะสามารถเชื่อมต่อกันได้ด้วยระบบ IoT ซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคทั่วไปจะเริ่มคุ้นเคยกับเทคโนโลยีที่ทำให้พวกเขาสามารถควบคุมสิ่งของต่าง ๆ ทั้งจากในบ้านและสำนักงานหรือจากที่ไหนก็ได้ ดังแสดงตามภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 เทคโนโลยี Internet of Things

ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่ม Internet of Things ออกตามตลาดการใช้งานเป็น 2 กลุ่มได้แก่ Industrial IoT คือ แบ่งจาก local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP network เพื่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต Commercial IoT คือ แบ่งจาก local communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet (wired or wireless) โดยตัวอุปกรณ์ IoT Device ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor nodes เดียวกันเท่านั้นหรือเป็นแบบ local devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้เชื่อมสู่อินเทอร์เน็ต

สำหรับโครงการศึกษาเอกเทศนี้ได้ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งมีอุปกรณ์และเซนเซอร์ต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### บอร์ด ESPINO32CAM

ESPINO32CAM คือ บอร์ดที่ทาง ThaiEasyElec พัฒนาขึ้นโดยใช้ ESP32 ร่วมกับกล้อง OV2640 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการถ่ายภาพ และประมวลผลภาพได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ESPINO32CAM ใช้ Module ESP32Wrover-1B ซึ่งภายในใช้ชิพ ESP32 Dual-Core Tensilica LX6 Microcontroller 32-bit ความเร็ว 240 MHz (600 DMIPS) หน่วยความจำ PSRAM 8 MB และ Flash Memory 16 MB (128 Mbit) เป็นส่วนประมวลผลหลัก และโมดูลกล้อง CMOS Camera OV2640 ที่สามารถถ่ายภาพความละเอียดสูงสุด 2 Megapixel (1600 x 1200) ใช้ชิพ USB ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อลงโปรแกรมรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายมาตรฐาน IEEE 802.11b/g/n ให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย W-Fi ได้เพื่อให้บอร์ดเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ (Thaieasyelec, 2565) ดังแสดงตามภาพที่ 2.2 ซึ่งโครงการนี้ใช้สำหรับตรวจจับใบหน้าเจ้าของบ้านเพื่อทำการเปิด-ปิดประตู และทำการถ่ายภาพกรณีตรวจพบผู้บุกรุกโดยภาพถ่ายจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน



ภาพที่ 2.2 บอร์ด ESPINO32CAM

### เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO Motor)

เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO Motor) คือ ระบบควบคุมที่ประกอบด้วยไฟฟ้าคอนโทรลและเครื่องกล ใช้สำหรับงานที่ต้องการควบคุมตำแหน่งความเร็ว แรงบิด ความแม่นยำ และความรวดเร็ว เพื่อให้เครื่องกลและไฟฟ้าคอนโทรลทำงานสอดคล้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Controller) ซึ่งคือระบบควบคุมที่มีการวัดค่าเอาต์พุตของระบบ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมและปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตของระบบให้มีค่า เท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าอินพุต



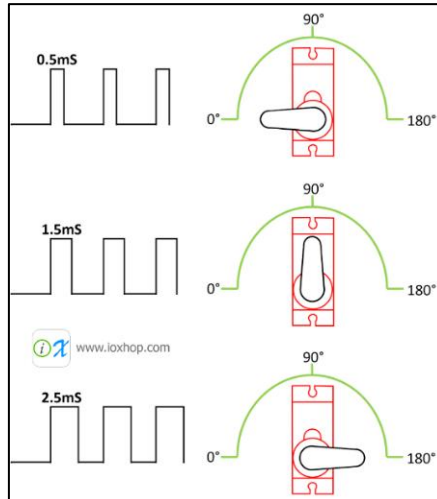
สนธยา นงนุช (2563) ได้อธิบายว่าเซอร์โวมอเตอร์ (SERVO Motor) เป็นการรวมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เข้ากับวงจรควบคุม โดยความแตกต่างที่สำคัญของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์แบบอื่น ๆ คือเซอร์โวมอเตอร์จะรู้ตำแหน่งที่ตัวเองอยู่ และสั่งเปลี่ยนตำแหน่งโดยการเปลี่ยนองศาได้ นิยมใช้งานในเครื่องบินบังคับ เรือบังคับ โดยใช้กำหนดทิศทางของหางเสือเป็นองศา เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) ชุดเฟืองทดรอบ (Gear system) วอลุ่ม (Potentiometer หรือ VR) และวงจรควบคุม (Control Electronics)

หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์เริ่มที่วงจรควบคุม เมื่อวงจรควบคุมได้รับข้อมูลองศาที่ต้องการมาแล้ว วงจรควบคุมจะคำนวณว่ามอเตอร์จะต้องหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา เพื่อให้ไปสู่องศาที่ต้องการได้ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน ตัววอลุ่มที่ติดอยู่กับชุดเฟืองมอเตอร์จะตรวจสอบตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนไป โดยหากวอลุ่มตรวจพบว่าตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนเริ่มใกล้กับองศาที่ผู้ใช้กำหนด วงจรส่วนควบคุมจะเริ่มสั่งให้มอเตอร์หมุนช้าลงเพื่อให้หมุนเข้าใกล้องศาที่กำหนดได้มากที่สุด เมื่อมอเตอร์หมุนได้ตำแหน่งองศาที่ถูกต้องแล้ว วงจรส่วนควบคุมจะตรวจสอบตำแหน่งของมอเตอร์เป็นระยะ ๆ โดยอ่านค่าจากวอลุ่ม หากตรวจพบว่าตำแหน่งผิดเพี้ยนไปจากค่าที่ตั้งไว้ (อันอาจเกิดจากผู้ใช้เอามือไปหมุนเล่น หรือภาระส่งผลให้ตำแหน่งเคลื่อน) วงจรควบคุมก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุนกลับมาให้ได้ตำแหน่งเป็นระยะ ๆ

เซอร์โวมอเตอร์มีสาย 3 เส้น ประกอบด้วย

- Signal (สีส้ม หรือ สีขาว) สายสัญญาณควบคุมการหมุนแบบ PWM
- VCC (สีแดง) สายสำหรับจ่ายไฟบวก 5V
- GND (สีน้ำตาล หรือ สีดำ) สายสำหรับจ่ายไฟลบ หรือกราวด์ (GND)

การควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์จะทำที่สาย Signal โดยป้อนสัญญาณ PWM ความถี่ 50Hz เข้าไป โดยมีความกว้างพัลส์บวกที่ 0.5mS ถึง 2.5mS หรือ 1mS ถึง 2mS ตามแต่รุ่นของเซอร์โวมอเตอร์ โดยหากป้อนสัญญาณ PWM ที่มีความกว้างช่วงบวกเข้าไ้เท่าค่าต่ำสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 0 องศา หากป้อนสัญญาณ PWM เข้าไปเท่าค่าสูงสุด เซอร์โวมอเตอร์จะหมุนไปที่ 180 องศา ดังแสดงตามภาพที่ 2.3 ซึ่งโครงงานนี้ใช้เซอร์โวมอเตอร์รุ่น Micro SERVO Tower Pro SG90 สำหรับทำการล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน ดังแสดงตามภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.3 แสดงสัญญาณ PWM ที่ส่งผลต่อองศาการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์



ภาพที่ 2.4 เซอร์โวมอเตอร์

## 2.2 เทคโนโลยีการเรียนรู้จดจำใบหน้า Face Recognition

กอบเกียรติ สระอุบล (2561) ได้อธิบาย Face Detection คือการตรวจหาใบหน้าคนว่ามีอยู่ในภาพหรืออยู่ในวิดีโอหรืออยู่ในกล้อง (ตรวจหาแบบ Real time) หรือไม่ เป็นการตรวจหาใบหน้าทั่ว ๆ ไป ไม่ได้แยกแยะว่าหน้านั้นเป็นหน้าของใคร ประโยชน์การใช้งาน เช่น ระบบชุมหรือโฟกัสไปยังใบหน้าคนเพื่อช่วยในการถ่ายภาพ การบันทึกภาพโดยตัดเอาเฉพาะใบหน้าผู้ที่เข้าใช้งานระบบ การแพนกล้องไปยังใบหน้าคนอัตโนมัติ ระบบตัด (Crop) ภาพให้เหลือเฉพาะใบหน้าเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการฝึกฝนสำหรับ Machine Learning เพื่อใช้ทำ Face Recognition ต่อไป เป็นต้น

Face Recognition หรือ Facial Recognition คือการรู้จำใบหน้า หรือจะเรียกว่าการแยกแยะใบหน้าว่าคนนี้เป็นใครก็ได้ ซึ่งระบบการทำงานจะเป็นแบบ Machine Learning คือก่อนใช้งานจริง จะต้องนำ

ใบหน้า (หลาย ๆ รูป) ของแต่ละคนมาทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักว่า รูปกลุ่มนี้คือ นายแดง รูปกลุ่มนี้คือ นางแจ้ว หลังจาก Train (ทำการสอน หรือบอก) เรียบร้อยเมื่อสมชาย ได้พบกับคนดังกล่าว (หรือเห็นรูปถ่าย ซึ่งไม่ใช่รูปตอนที่ให้ดูตอนแรก) ก็จะรู้และบอกหรือแยกแยะได้ว่า นี่คือ แดง นี่คือ แจ้ว ซึ่งในประเทศประเทศที่เจริญด้านเทคโนโลยี ได้ประยุกต์ใช้ระบบรู้จำใบหน้าเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยช่วยระบุตัวอาชญากร ด้านการเงินมีการใช้ระบบชำระเงินสำหรับลูกค้าโดยใช้การรู้จำใบหน้าในการยืนยันตัวตนเพื่อชำระเงิน

### หลักการการทำงานของ Face Detection

เทคนิคหรืออัลกอริทึม (Algorithms) การตรวจจับใบหน้ามีหลายวิธีด้วยกัน แต่ที่ได้รับความนิยมมากคือวิธี Face Detection using Haar Feature-based Cascade Classifiers โดย Paul Viola และ Michael Jones นำเสนอเมื่อปี 2001 ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและความเร็วสูง วิธีนี้เป็น Machine Learning แบบเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Machine Learning) โดยมีการทำงานดังนี้

1. ทำการสอน (Train) ก่อนที่จะใช้งานตรวจจับจริง เพราะถ้าไม่สอน เครื่องก็จะไม่รู้ว่าจะใบหน้าคนมีลักษณะอย่างไร วิธีการคือต้องนำภาพที่มีใบหน้าคนจริง ๆ จำนวนมาก ๆ (เรียกว่า Positive Images) และภาพที่ไม่มีใบหน้าคน (เรียกว่า Negative Images) มาสอนให้กับคอมพิวเตอร์ (การสอนเรียกว่า การ Train ให้คอมพิวเตอร์รับรู้ว่าหน้าคนเป็นอย่างไร และไม่ใช่หน้าคน เป็นอย่างไร)

2. ขั้นตอนการใช้งาน โดยเมื่อทำการสอนเรียบร้อยแล้ว คอมพิวเตอร์ก็จะเรียนรู้ว่าหน้าคนเป็นอย่างไร ต่อจากนั้นเป็นขั้นตอนการใช้ตรวจจับ คอมพิวเตอร์ก็จะอ่านข้อมูลไฟล์ภาพนิ่งหรือภาพจากกล้องวิดีโอ จากนั้นก็จะทำการแยกแยะโดยแบ่งซอยแล้วนำตัวเทียบคุณสมบัติเพื่อแยกแยะความแตกต่าง (Features) ไปเทียบกับภาพอินพุตที่ละส่วน

### หลักการการทำงานของ Face Recognition

Face Recognition หรือ Facial Recognition การรู้จำใบหน้า หรือจะเรียกว่าการแยกแยะใบหน้าว่าคนนี้เป็นใครก็ได้ ระบบการทำงานจะเป็นแบบ Machine Learning เช่นกัน แต่มีข้อแตกต่างกับ Face Detection เล็กน้อย โดยขั้นตอนมีดังนี้

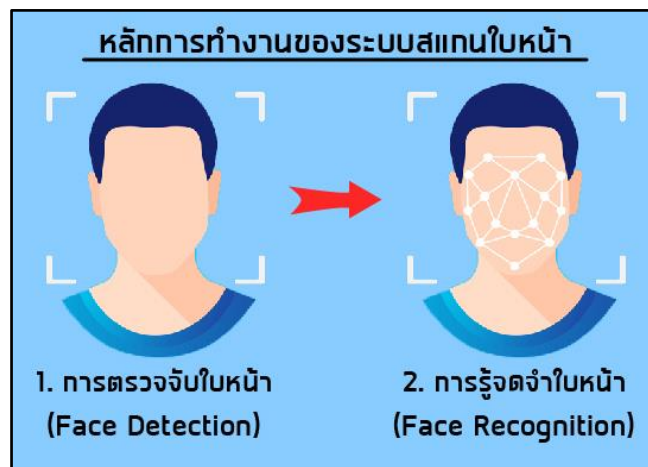
1. ทำการสอน (Train) ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง เพราะถ้าไม่สอน เครื่องก็จะไม่รู้ใบหน้าคนนี่คือใคร วิธีการคือต้องนำใบหน้า (หลาย ๆ รูป) ของแต่ละคนมาบอก (เรียกว่าการ Train หรือการสอน) ให้คอมพิวเตอร์รู้จักว่า รูปกลุ่มนี้คือ นายแดง รูปกลุ่มนี้คือ นางแจ้ว ซึ่งข้อมูลภาพที่นำมา Train หรือสอน เรียกว่า Data Set หรือ Training Set โดย Face Recognition จะแตกต่างกับ Face Detection คือ

- Face Detection นำรูปใบหน้าคนใครก็ได้มาสอนให้คอมพิวเตอร์รับรู้ว่าใบหน้าคนมีลักษณะเป็นแบบนี้

- Face Recognition นำรูปใบหน้าหลาย ๆ รูปของแต่ละคน เช่น แดง 40 รูป ดำ 20 รูป แฉ่ว 50 รูป (ยิ่งรูปมาก การแยกแยะจะแม่นยำมากขึ้น) เพื่อให้คอมพิวเตอร์นำไปเปรียบเทียบแล้วสามารถแยกแยะได้ว่าภาพนี้คือใคร

เมื่อทำการสอนเรียบร้อยแล้ว คอมพิวเตอร์ก็จะเรียนรู้ว่าแต่ละคนหน้าตาเป็นอย่างไร ในทาง Machine Learning เท่ากับว่าได้โมเดล (Model) ซึ่งเป็นเหมือนกับฐานความรู้เพื่อใช้ในการแยกแยะ ขั้นตอนนี้ถือได้ว่าเป็นการรู้จำหรือเรียนรู้และจดจำใบหน้า

2. ขั้นตอนการใช้งาน (Classification/Prediction) เมื่อทำการสอนและได้โมเดลเรียบร้อยแล้ว ต่อไปก็เป็นการใช้งานแยกแยะใบหน้า คอมพิวเตอร์ก็จะอ่านข้อมูลไฟล์ภาพนิ่งหรือสดจากกล้องวิดีโอ แล้วทำการแยกแยะ (Classify/Predict) โดยการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ จากนั้นก็สรุปแยกแยะให้ทราบว่ารูปนี้คือใคร หลักการแยกแยะมีหลายวิธี ส่วนวิธีที่นิยมใช้คือ Eigenface โดยภาพอินพุตจะถูกอ่านแล้วแปลงเป็นขาวดำ (Grey Scale) เก็บในรูปแบบของเมตริกซ์ (Matrix) ที่ความเข้มต่าง ๆ กัน ซึ่งค่าดังกล่าวใช้เป็นเวกเตอร์ (Eigenvectors) เพื่อนำไปประมวลผลเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ต่อไป โครงการนี้ใช้ Face Detection ในการตรวจจับใบหน้าของบุคคลภายในบ้าน และใช้ Face Recognition ในการรู้จำใบหน้า เปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกับบุคคลภายในบ้านหรือไม่ ดังแสดงตามภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงหลักการการทำงานของระบบสแกนใบหน้า

### 2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Arduino

อีชีบอท อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และหุ่นยนต์ (2565) ได้อธิบายไว้ว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino (ออกเสียงเป็นภาษาอิตาลีว่า อา-ดู-อี-โน หรือ อาดูยโน) ที่ พัฒนาขึ้น ในปี 2005 โดยเป็นโครงการสำหรับนักศึกษาที่ The Design Institute of Ivrea, Italy. พัฒนาแบบโอเพนซอร์ส (Open Source) คือ เปิดเผย

ข้อมูลทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และด้านซอฟต์แวร์ ที่นักพัฒนาด้านไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ในด้านธุรกิจและการศึกษาโดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ แผงวงจรหรือบอร์ด Arduino ใช้ชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ของบริษัท Atmel ที่ ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย และซอฟต์แวร์ Arduino IDE ที่ใช้ภาษาซี (C/C++) สำหรับการพัฒนาโปรแกรม รวมถึงได้พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานพื้นฐาน ที่เรียกว่า “บูทโหลดเดอร์” (Boot loader Firmware) ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของรีจิสเตอร์ภายใน และเป็นเครื่องโปรแกรม (Programmer) ทำให้การพัฒนาโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น จึงได้รับความนิยมในการ นำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้งานอย่างมากในปัจจุบัน แผงวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีหลายรุ่น แต่ละรุ่นมีคุณสมบัติ, จำนวนขาพอร์ต (I/O Port หรือเรียกว่า Pin) และหน่วยความจำแตกต่างกันตามความต้องการของผู้ใช้งาน Arduino คือไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดหนึ่ง ที่ ออกแบบออกแบบเพื่อให้ใช้งานง่ายกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอื่น ๆ โดยใช้ชิป Atmel และใช้ ซอฟต์แวร์ Arduino IDE ที่ใช้ภาษาซี (C/C++) สำหรับการพัฒนาโปรแกรม

### หลักการการทำงานของ Arduino

มีฟังก์ชันหลักอยู่ 2 ฟังก์ชัน ได้แก่

- ฟังก์ชัน Setup คือฟังก์ชันหลักสำหรับการทำงาน จะทำงานเพียง 1 ครั้งหลังจากได้รับโปรแกรม และจะทำการไปทำงานในฟังก์ชันถัดไป คือ ฟังก์ชัน Loop

- ฟังก์ชัน Loop คือฟังก์ชันการทำงานของฟังก์ชัน Loop จะทำงานวนซ้ำไปเรื่อย ๆ เรียกว่า infinite loop การทำงานที่ไม่มีสิ้นสุด

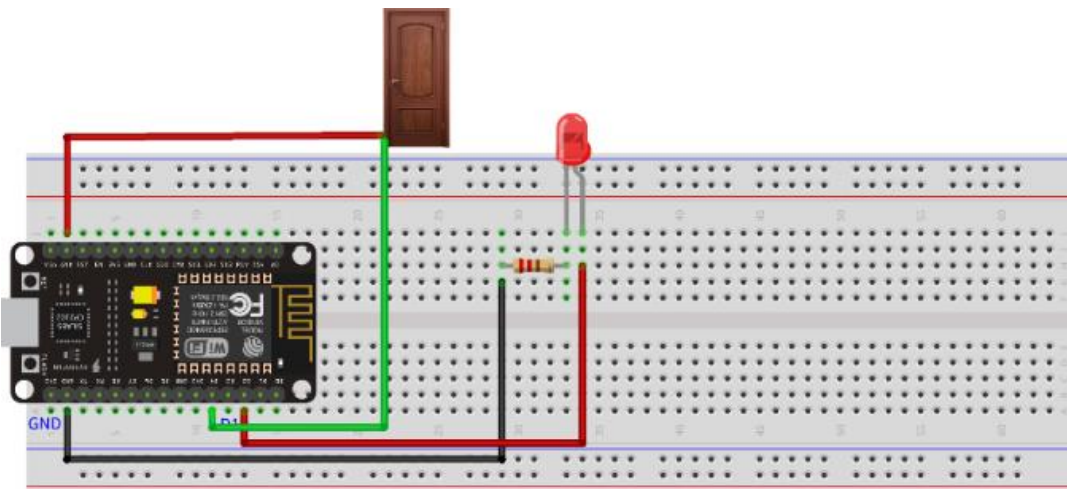
ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย โครงการนี้ใช้ Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.51 ในการเขียนคำสั่งภาษา C ลงบอร์ด ESPIno32-cam

## 2.4 โปรแกรม Fritzing

AB-Maker (2565) ได้อธิบายว่า โปรแกรม Fritzing เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบวงจรสำหรับบอร์ดต่าง ๆ เช่น Raspberry Pi Arduino รุ่นต่าง ๆ ช่วยให้วางในตำแหน่งที่เหมาะสม ที่สำคัญยังเป็นโปรแกรมฟรี (ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส) ช่วยในการออกแบบวงจรบน Breadboard วาดวงจร Schematic การออกแบบแผ่นปริ้น (PCB) ออกแบบวงจรไฟฟ้า โดยมีจุดเด่นในเรื่องของพีเจอาร์อันหลากหลายที่ใช้งานง่าย

เช่น ภาพกราฟฟิคของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่สวยงาม และเสมือนจริง สามารถออกแบบหรือแก้ไขพาร์ทชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ สามารถเขียนโค้ดและอัปโหลดลงบนบอร์ด Arduino ได้

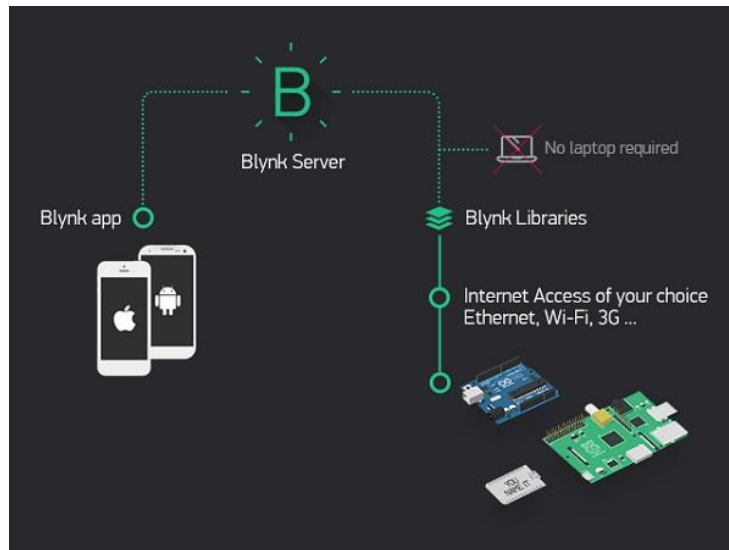
คุณสมบัติพื้นฐานการทำงานของตัวโปรแกรม จำลองการสร้างวงจรจริง ขึ้นบน Breadboard สามารถทำการ Rebuild วงจรที่สร้างในโปรแกรม Fritzing แก้ไขลายวงจรให้ถูกต้อง เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของอุปกรณ์ เช่น ค่าของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ เบอร์ดของทรานซิสเตอร์ สามารถออกแบบ Design PCB โดยการลากวางอุปกรณ์ลงไปไปตามตำแหน่งที่ต้องการบน PCB สามารถนำโปรเจกของเราไปแชร์บน Internet ได้ทันที ดังแสดงตามภาพที่ 2.6 ซึ่งโครงการนี้ใช้ โปรแกรม Fritzing เวอร์ชัน 0.9.3b ในการออกแบบการเชื่อมต่อวงจร และเซนเซอร์



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการออกแบบวงจรด้วยโปรแกรม Fritzing

## 2.5 แอปพลิเคชัน Blynk

ภาสกร พาเจริญ (2563) ได้อธิบายไว้ว่า Blynk เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์ IoT ผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยอาศัย Cloud Server หรือในที่นี้ก็คือ Blynk Server เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ IoT กับสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต โดยมี Mobile Application หรือในที่นี้ก็คือ Blynk Application ซึ่งจะถูกติดตั้งลงบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมและสั่งการอุปกรณ์ IoT ผ่านทางแผงควบคุมที่เราสร้างขึ้นอย่างง่าย ๆ ตลอดจนถึงใช้เปิดดูค่าหรือแสดงผลข้อมูลจากเซนเซอร์ ที่ถูกส่งขึ้นไปเก็บไว้ Blynk Server ผ่านทาง Blynk Application บนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตได้ ดังแสดงตามภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 การทำงานของ Blynk Platform

สำหรับแพลตฟอร์ม Blynk นั้นประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

- Blynk Application เป็น Mobile Application ที่รองรับทั้งระบบ Android และ iOS ซึ่งเราจะต้องติดตั้งลงบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เพื่อใช้สร้างแผงควบคุมสำหรับควบคุมอุปกรณ์ IoT และใช้แสดงผลค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น สร้างปุ่มเปิด-ปิดอุปกรณ์ หรือแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซ็นเซอร์ที่ถูกส่งขึ้นไปเก็บไว้บน Blynk Server

- Blynk Server คือ เป็น Cloud Service หรือเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อและสื่อสารกันระหว่าง Mobile Apps บนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต กับอุปกรณ์ IoT ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

- Blynk Libraries คือ เป็นไลบรารีสำหรับนำไปใช้ในการเขียนโค้ดโปรแกรมให้เชื่อมต่อกับ Cloud Service เพื่อช่วยในอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Blynk สามารถติดต่อสื่อสารและรับส่งข้อมูลหากันได้

การทำงานของ Blynk เริ่มต้นจากการลงทะเบียนใช้งาน Blynk ผ่าน Blynk Application ที่ติดตั้งไว้บนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ซึ่งจะต้องมีการระบุอีเมลที่ต้องใช้งานได้จริง ๆ ในการสมัคร และอีเมลนี้แหละที่ระบบใช้ส่งรหัส TOKEN ไปให้เวลาที่สร้างแต่ละโปรเจกต์ (Project) ซึ่งรหัสที่ว่าเป็นเปรียบเสมือนกับเป็นเลขบัตรประจำตัวประชาชนที่จะต้องไม่ซ้ำกันในแต่ละอุปกรณ์ เพื่อใช้ยืนยันตัวตนว่าเป็นอุปกรณ์ตัวไหน โดยจะต้องระบุรหัส TOKEN นี้ไว้ในโค้ดโปรแกรมเสมอ พร้อมทั้งระบุชื่อ SSID และรหัสเพื่อเชื่อมต่อ WiFi จากนั้นก็อัปโหลดโค้ดโปรแกรมลงในบอร์ด เมื่อบอร์ดหรืออุปกรณ์ IoT เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่านทาง WiFi ได้แล้ว ก็จะเชื่อมต่อไปยัง Blynk Server ซึ่ง Blynk Server จะแยกแยะอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามา ถ้าวัด TOKEN ตรงกัน ก็จะได้รับการยินยอมให้เชื่อมต่อกับ Blynk Apps ที่อยู่บนอุปกรณ์สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตของเราผ่านทาง Blynk Server ได้

Blynk เวอร์ชันแรกเป็นแพลตฟอร์ม IoT ที่ได้รับความนิยมสูงสุด เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์กับคลาวด์ มีแอปพลิเคชันถูกออกแบบเพื่อควบคุมและจัดการฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย แต่เมื่อปรับปรุงเป็นเวอร์ชัน 2 ก็เปลี่ยนแปลงหลายอย่าง เช่น การสร้างและใช้งาน dashboard ผ่านเว็บไซต์ได้ การจำกัดจำนวน widget ที่ใช้งานสำหรับรุ่นฟรีเป็น 30 widget แทนการให้ค่าพลังงาน และรูปแบบการตั้งค่าที่แตกต่างไปจากเดิม สำหรับ Widget จะวางได้สูงสุด 30 ตัว และมีตัวเลือกเป็น widget พื้นฐานเท่านั้น ถ้าต้องการมากกว่านี้จะต้อง Upgrade เป็นการชำระเงินรายเดือน ซึ่งโครงการนี้ใช้แอปพลิเคชัน Blynk เวอร์ชัน 2.27.24 เป็น Blynk รุ่นที่ 1 สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดประตูบ้านผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

## 2.6 การทำงานของ LINE Notify

วิสิทธิ์ เวียงนาค (2561) ได้อธิบายว่าไลน์แจ้งเตือน (LINE Notify) เป็นบริการรับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการในรูปแบบ API สำหรับโปรแกรมเมอร์ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ นำไปใช้ต่อยอดพัฒนาโปรเจกต์ต่าง ๆ เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิส เช่น Github IFTTT และ Mocket สร้างการแจ้งเตือนแบบข้อความไปยังกลุ่มหรือบัญชีส่วนตัวได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ยกเว้นกรณีที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสอื่น ๆ ซึ่งอาจมีบางบริการที่ใช้ได้เฉพาะบัญชีแบบเสียค่าบริการเท่านั้น

LINE Notify เป็นบริการส่งข้อความอัตโนมัติไปยังผู้ใช้ เพื่อช่วยแจ้งเตือนเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สำคัญให้กับผู้ใช้ด้วยการส่งข้อความบนโทรศัพท์มือถือผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถส่งข้อความได้หลากหลายภาษาแต่จำนวนตัวอักษรต้องไม่เกิน 160 ตัวอักษรผ่านทาง API ของ Line ไปยังผู้รับโดยผ่านทางอินเทอร์เน็ต ไม่ต้องกังวลว่าในพื้นที่นั้นจะมีสัญญาณหรือไม่ในขณะที่ปลายทางที่ยังไม่มีสัญญาณระบบ LINE Notify จะเก็บข้อความจนกว่าปลายทางจะมีสัญญาณแล้วจึงส่งข้อความทั้งหมดไปยังผู้ใช้งาน

สำหรับการใช้งานบริการ API จะต้องเพิ่ม LINE Notify เป็นเพื่อนก่อน ในการใช้งานบริการ API จะต้องมีโทเคนสำหรับการขอเข้าใช้ (Access Token) เพื่อเป็นรหัสสำหรับเข้าใช้งานบริการ API โดยโทเคนเป็นข้อความแทนอีเมลและรหัสผ่าน เมื่อได้โทเคนแล้วให้เข้าไปที่หน้าเว็บ <https://notifybot.line.me/my/> จากนั้นให้เข้าสู่ระบบด้วยชื่อผู้ใช้งานไลน์แอปพลิเคชันโดยกรอกอีเมลและรหัสผ่านลงไป ซึ่งโครงการนี้ใช้ LINE Notify ในการส่งข้อความไปยังเจ้าของบ้านกรณีมีผู้บุกรุก

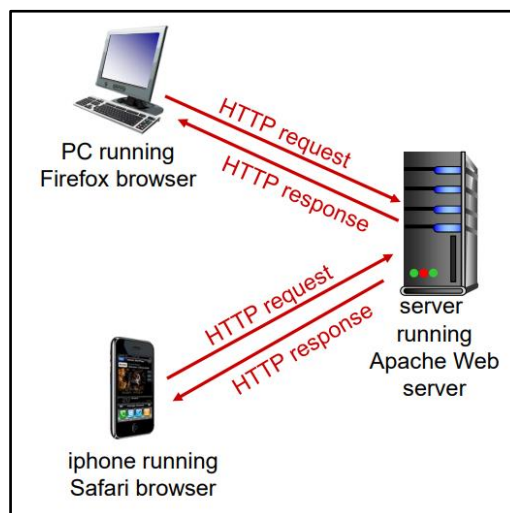
## 2.7 การทำงานของ Web Server

UNNOTE (2563) ได้อธิบายไว้ว่า เซิร์ฟเวอร์ประเภท Web Server คือ ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ ที่ใช้ภาษาโพรโทคอลแบบ HTTP (Hypertext Transfer Protocol) และอื่น ๆ ในการตอบสนองและสื่อสารกับเครื่องลูก (Client) ในเครือข่าย ในแพลตฟอร์ม World Wide Web หน้าที่หลักของเว็บเซิร์ฟเวอร์ คือแสดงผลข้อมูลและเนื้อหา Website ด้วยการจัดเก็บ, ประมวลผล และนำเสนอออกมาแก่ผู้ใช้ในลักษณะ Webpage



นอกจาก HTTP แล้ว Webserver ยังรองรับโพรโทคอลได้หลากหลายรูปแบบ คือ SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), FTP (File Transfer Protocol), การใช้งาน Email การรับส่งไฟล์ และ จัดเก็บข้อมูลอีกด้วย Web Server Hardware จะเชื่อมต่อกับ Internet และทำหน้าที่รับส่งแลกเปลี่ยนข้อมูล Data ต่าง ๆ กับอุปกรณ์อื่น ๆ ขณะที่ Web Server Software จะควบคุมการเข้าถึงไฟล์ใน Host ของผู้ใช้ลักษณะการทำงานนี้คือหนึ่งในวิธีการทำงานแบบ Client/Server Model คอมพิวเตอร์ทุก ๆ เครื่อง ที่ทำหน้าที่เป็น Host Website ต้องมีการติดตั้ง Web Server Software ด้วย

Web Server Software จะทำหน้าที่เข้าถึง Domain Name ของ Website และประมวลผลพร้อมนำส่งเนื้อเว็บไซต์ให้กับผู้ใช้ในส่วนของ Software นี้ก็มีองค์ประกอบที่หลากหลายเช่นกัน อย่างน้อยคือ HTTP Server ซึ่งทำหน้าที่อ่าน HTTP และ URLs ในฝั่ง Hardware นั้น คือ Computer ที่ทำหน้าที่จัดเก็บ ข้อมูลจำพวก Software และไฟล์เนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Website เช่น HTML Document, รูปภาพ และไฟล์ JavaScript เป็นต้น เมื่อ Web Browser อาทิเช่น Google Chrome, Firefox หรือ Microsoft Edge ต้องการไฟล์จาก Web Server ตัว Browser จะทำการร้องขอไฟล์ด้วย HTTP เช่นกัน ซึ่งเมื่อทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับคำร้องขอแล้ว HTTP Server จะทำการตอบรับ ค้นหาข้อมูล และส่งกลับไปยัง Browser ผ่าน HTTP ดังแสดงตามภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แสดงการทำงานของ Web Server

สำหรับโครงงานนี้ใช้ Xampp ที่ประกอบไปด้วย Apache เป็น web server ซึ่ง Mindphp (2565) ได้อธิบาย Xampp คือโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองการทำงานของ web server เพื่อไว้ทดสอบสคริปหรือเว็บไซต์ในเครื่องของตนเอง โดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายใด ๆ ง่ายต่อการติดตั้งและ

ใช้งานโปรแกรม Xampp จะมาพร้อมกับ PHP ภาษาสำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่เป็นที่นิยม, MySQL ฐานข้อมูล, Apache จะทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์, Perl อีกทั้งยังมาพร้อมกับ OpenSSL, phpMyadmin (ระบบบริหารฐานข้อมูลที่พัฒนาโดย PHP เพื่อใช้เชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล สนับสนุนฐานข้อมูล MySQL และ SQLite

## 2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับ PHP

กฤษดา ชาญรบ (2555) ได้อธิบาย PHP ย่อมาจาก Professional Home Page ซึ่งเป็นภาษาจำพวก Script Language คำสั่งต่าง ๆ จะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า สคริปต์ และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ซึ่งทำงานโดยการสั่งงานจากเว็บเพจ แต่ไปประมวลผลที่ Web Server สำหรับแสดงเว็บเพจอย่างหนึ่ง ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Server Side Script และจะทำงานในฝั่ง Server แล้วส่งการแสดงผลมายัง Browser ของตัว Client นอกจากนี้มันยังเป็น Script ที่ Embed บน HTML อีกด้วย ส่วนเลขที่ต่อท้ายก็หมายถึงรุ่น ตัวอย่างของภาษา สคริปต์ เช่น Java Script, Perl, ASP (Active Server Page) เป็นต้น

PHP เกิดในปี ค.ศ. 1994 โดย Rasmus Lerdorf โปรแกรมเมอร์อเมริกันได้คิดค้นสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเว็บส่วนตัวของเขา โดยใช้ข้อดีของภาษา C และ Perl เรียกว่า Personal Home Page และได้สร้างส่วนติดต่อกับฐานข้อมูลที่ชื่อว่า Form Interpreter ( FI ) รวมทั้งสองส่วน เรียกว่า PHP/FI ซึ่งก็เป็นจุดเริ่มต้นของ PHP มีคนที่เข้ามาเยี่ยมชมเว็บไซต์ของเขาแล้วชอบจึงติดต่อขอเอาโค้ดไปใช้บ้างและนำไปพัฒนาต่อ ในลักษณะของ Open Source ภายหลังมีความนิยมขึ้นเป็นอย่างมากภายใน 3 ปีมีเว็บไซต์ที่ใช้ PHP/FI ในติดต่อฐานข้อมูลและแสดงผลแบบ ไดนามิกและอื่น ๆ มากกว่า 50,000 เว็บไซต์

PHP 2 (ในตอนนั้นใช้ชื่อว่า PHP/FI) ในช่วงระหว่าง ค.ศ. 1995-1997 Rasmus Lerdorf ได้มีผู้ที่มาช่วยพัฒนาอีก 2 คนคือ Zeev Suraski และ Andi Gutmans ชาวอิสราเอล ได้ปรับปรุงโค้ดของ Lerdorf ใหม่ โดยใช้ C++ ให้มีความสามารถจัดการเกี่ยวกับแบบฟอร์มข้อมูลที่ถูกสร้างมาจากภาษา HTML และสนับสนุนการติดต่อกับโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล mSQL จึงทำให้ PHP เริ่มถูกใช้มากขึ้นอย่างรวดเร็ว และเริ่มมีผู้สนับสนุนการใช้งาน PHP มากขึ้น โดยในปลายปี ค.ศ. 1996 PHP ถูกนำไปใช้ประมาณ 15,000 เว็บไซต์ทั่วโลก และเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ ต่อมาก็มีผู้เข้ามาช่วยพัฒนาอีก 3 คน คือ Stig Bakken รับผิดชอบความสามารถในการติดต่อ Oracle, Shane Caraveo รับผิดชอบดูแล PHP บน Window 9x/NT, และ Jim Winstead รับผิดชอบการตรวจความบกพร่องต่าง ๆ และได้เปลี่ยนชื่อเป็น Professional Home Page ในเวอร์ชันที่ 2

PHP 3 ออกมาในช่วงระหว่างเดือน มิถุนายน ค.ศ. 1997 ถึง 1999 ได้ออกสู่สายตาของนักโปรแกรมเมอร์ มีคุณสมบัติเด่นคือสนับสนุนระบบปฏิบัติการทั้ง Window 95/98/ME/NT, Linux และเว็บเซิร์ฟเวอร์ อย่าง IIS, PWS, Apache, OmniHTTPd สนับสนุน ระบบฐานข้อมูลได้หลายรูปแบบเช่น SQL Server, MySQL, mSQL, Oracle, Informix, ODBC

PHP 4 ตั้งแต่ ค.ศ. 1999 - 2007 ซึ่งได้เพิ่ม Functions การทำงานในด้านต่าง ๆ ให้มากและง่ายขึ้น โดย บริษัท Zend ซึ่งมี Zeev และ Andi Gutmans ได้ร่วมก่อตั้งขึ้น ( <http://www.zend.com> ) ในเวอร์ชันนี้จะเป็น compile script ซึ่งในเวอร์ชันหน้าจะเป็น embed script interpreter ในปัจจุบันมีคนได้ใช้ PHP สูงกว่า 5,100,000 ไซต์ แล้วทั่วโลก และผู้พัฒนาได้ตั้งชื่อของ PHP ใหม่ว่า PHP: Hypertext Preprocessor ซึ่งหมายถึงมีประสิทธิภาพระดับโปรเฟสเซอร์สำหรับไฮเปอร์เท็กซ์

PHP 5 ตั้งแต่ ค.ศ. 2007 มี ได้เพิ่ม Functions การทำงานในด้านต่าง ๆ เช่น

- Object Oriented Model
- การกำหนดสโคป public/private/protected
- Exception handling
- XML และ Web Service
- MySQLi และ SQLite
- Zend Engine 2.0

PHP 6 และ Unicode ได้รับการวิจารณ์แบบผสมเนื่องจากขาดการรองรับ Unicode ดั้งเดิมที่ระดับภาษาหลักในปี พ.ศ. 2548 โปรเจกต์ที่นำโดย Andrei Zmievski ได้เริ่มขึ้นเพื่อให้รองรับ Unicode ดั้งเดิมทั่วทั้ง PHP โดยการฝังไลบรารี International Components for Unicode (ICU) และแสดงสติงข้อความเป็น UTF-16 ภายใน เนื่องจากสิ่งนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ทั้งภายในของภาษาและรหัสผู้ใช้ จึงมีการวางแผนที่จะปล่อยสิ่งนี้เป็นเวอร์ชัน 6.0 ของภาษา พร้อมด้วยคุณสมบัติหลักอื่นๆ ในระหว่างการพัฒนา ปัญหาการขาดแคลนนักพัฒนาที่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่จำเป็น และปัญหาด้านประสิทธิภาพที่เกิดจากการแปลงเป็นและจาก UTF-16 ซึ่งไม่ค่อยได้ใช้ในบริบทของเว็บ ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการ ผลที่ได้คือ การเปิดตัว PHP 5.3 ถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 2009 โดยมีคุณสมบัติที่ไม่ใช่ Unicode มากมายที่ส่งกลับจาก PHP 6 โดยเฉพาะเนมสเปซ ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2010 โปรเจกต์ในรูปแบบปัจจุบันถูกยกเลิกอย่างเป็นทางการ และการเปิดตัว PHP 5.4 ได้จัดเตรียมคุณลักษณะที่ไม่ใช่ Unicode ส่วนใหญ่ที่เหลืออยู่จาก PHP 6 เช่น traits และ closure re-binding ความหวังแรกเริ่มคือจะมีการจัดทำแผนใหม่สำหรับการรวม Unicode แต่ภายในปี ค.ศ. 2014 ยังไม่มีการนำมาใช้

PHP 7 ในช่วงปี ค.ศ. 2014 และ 2015 ได้มีการพัฒนา PHP เวอร์ชันหลักใหม่ ซึ่งใช้หมายเลข PHP 7 การกำหนดหมายเลขของเวอร์ชันนี้เกี่ยวข้องกับกรกเถียงกันในหมู่นักพัฒนาภายใน ในขณะที่การทดลอง PHP 6 Unicode ไม่เคยได้รับการเผยแพร่ บทความและข้อเสนอหลายฉบับอาจถึงชื่อ PHP 6 ซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนหากมีการเปิดตัวใหม่จะใช้ชื่อซ้ำ หลังจากการโหวต ชื่อ PHP 7 ถูกเลือก รากฐานของ PHP 7 เป็นสาขาของ PHP ที่เดิมเรียกว่าPHP รุ่นต่อไป (phpng) ถูกเขียนโดย Dmitry Stogov, Xinchen Hui และ Nikita Popov และมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ PHP โดยการปรับโครงสร้าง Zend

Engine ใหม่ในขณะนี้ยังคงความเข้ากันได้ของภาษาที่ใกล้เคียงสมบูรณ์ ภายในวันที่ 14 กรกฎาคม 2014 เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ WordPress ซึ่งทำหน้าที่เป็นชุดมาตรฐานหลักสำหรับโครงการ phpng แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเกือบ 100% การเปลี่ยนแปลงจาก phpng ยังคาดว่าจะทำให้ปรับปรุงประสิทธิภาพได้ง่ายขึ้นในอนาคต เนื่องจากโครงสร้างข้อมูลที่กะทัดรัดและการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ถูกมองว่าเหมาะสมกว่าสำหรับการโยกย้ายที่ประสบความสำเร็จไปยังคอมไพเลอร์แบบทันเวลา (JIT) ที่ประสบความสำเร็จ เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ Zend Engine ที่ทำใหม่จึงเรียกว่า Zend Engine 3 ซึ่งต่อจาก Zend Engine 2 ที่ใช้ใน PHP 5 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภายในที่สำคัญใน phpng จึงต้องได้รับหมายเลขเวอร์ชันหลักใหม่ของ PHP แทนที่จะเป็นรุ่นย่อยของ PHP 5 ตามกระบวนการเผยแพร่ของ PHP เวอร์ชันหลักได้รับอนุญาตให้ทำลายความเข้ากันได้ของโค้ดแบบย้อนหลัง ดังนั้น PHP 7 จึงเป็นโอกาสสำหรับการปรับปรุงอื่น ๆ นอกเหนือจาก phpng ที่ต้องการตัวแบ่งความเข้ากันได้แบบย้อนหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มันเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้

- fatal- มากหรือรับคืนระดับกลไกข้อผิดพลาดมรดก PHP ถูกแทนที่ด้วยเชิงวัตถุที่ทันสมัยช้อยกเว้น
- ไวยากรณ์สำหรับ dereference ของตัวแปรถูกทำใหม่เพื่อให้มีความสอดคล้องและสมบูรณ์ภายในมากขึ้น ทำให้สามารถใช้ตัวดำเนินการ->, [], (), {}, และ::, ด้วยนิพจน์ด้านซ้ายที่มีความหมายตามอำเภอใจ
- เลิกสนับสนุนวิธีการคอนสตรัคเตอร์แบบ 4 สไตล์ PHP ตั้งเดิมแล้ว
- พฤติกรรมของforeachคำสั่งถูกเปลี่ยนเพื่อให้คาดเดาได้มากขึ้น
- ตัวสร้างสำหรับบางคลาสในตัวของ PHP ซึ่งคืนค่า null เมื่อเกิดความล้มเหลวถูกเปลี่ยนเป็นช้อยกเว้นแทน เพื่อความสอดคล้อง
- อินเทอร์เฟซการเขียนโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์แอปพลิเคชัน (SAPI) และส่วนขยายที่ไม่ได้รับการดูแลหรือเลิกใช้งานจำนวนมากถูกลบออกจากแกนหลักของ PHP โดยเฉพาะอย่างยิ่ง mysqlส่วนขยายแบบเดิม
- พฤติกรรมของ list() โอเปอเรเตอร์ถูกเปลี่ยนเพื่อลบการสนับสนุนสำหรับสตริง
- การสนับสนุนถูกลบสำหรับตัวค้นแบบ ASP แบบเดิม<%และ%>และ.
- แก้ไขการกำกับดูแลที่อนุญาตให้คำสั่ง switchมีหลายdefaultส่วน
- การสนับสนุนสำหรับการสนับสนุนเลขฐานสิบหกในการแปลงโดยนัยบางประเภทจากสตริงเป็นตัวเลขถูกลบออก
- ตัวดำเนินการ shift ซ้ายและshift ขวาถูกเปลี่ยนเพื่อให้ทำงานสอดคล้องกันมากขึ้นในแพลตฟอร์มต่าง ๆ

- การแปลงระหว่างตัวเลขทศนิยมและจำนวนเต็มมีการเปลี่ยนแปลง (เช่น อนันต์เปลี่ยนเป็นแปลงเป็นศูนย์) และดำเนินการอย่างสม่ำเสมอมากขึ้นในแพลตฟอร์มต่าง ๆ

PHP 7 ยังรวมคุณสมบัติภาษาใหม่ ที่โดดเด่นที่สุด คือ แนะนำการประกาศประเภทการส่งคืนสำหรับฟังก์ชัน ซึ่งเสริมการประกาศประเภทพารามิเตอร์ที่มีอยู่ และสนับสนุนประเภทสเกลาร์ (จำนวนเต็ม ฟังก์ชัน สตริง และบูลีน) ในการประกาศพารามิเตอร์และประเภทการส่งคืน

PHP 8 เปิดตัวเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน ค.ศ. 2020 PHP 8 เป็นเวอร์ชันหลักและมีการเปลี่ยนแปลงจากเวอร์ชันก่อนหน้า คุณลักษณะใหม่และการเปลี่ยนแปลงที่โดดเด่น ได้แก่

- เรียบเรียงทันเวลา รองรับการคอมไพล์แบบทันเวลาใน PHP 8 คอมไพเลอร์ JIT ของ PHP 8 สามารถให้การปรับปรุงประสิทธิภาพที่สำคัญสำหรับกรณีการใช้งานบางกรณี นักพัฒนา PHP Nikita Popov กล่าวว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับเว็บไซต์ส่วนใหญ่จะมีความสำคัญน้อยกว่าการอัปเดตจาก PHP 5 เป็น PHP 7 การปรับปรุงประสิทธิภาพเนื่องจากการเพิ่มคอมไพเลอร์ JIT คาดว่าจะเป็น มีความสำคัญมากกว่าสำหรับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มากกว่ากรณีการใช้งานทั่วไปสำหรับการพัฒนาเว็บ นอกจากนี้ คอมไพเลอร์ JIT ยังให้ศักยภาพในอนาคตในการย้ายโค้ดบางส่วนจาก C เป็น PHP เนื่องจากการปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับกรณีการใช้งานบางกรณี
- การเพิ่มนิพจน์การจับคู่
- PHP 8 แนะนำ match นิพจน์ การจับคู่มีแนวคิดคล้ายกับ switch คำสั่งและมีขนาดกะทัดรัดกว่าสำหรับกรณีการใช้งานบางกรณี เนื่องจาก match เป็นนิพจน์ ผลลัพธ์จึงสามารถจับเป็นตัวแปรหรือส่งคืนจากฟังก์ชันได้
- การเปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมประเภท PHP 8 แนะนำประเภทยูเนียน ชนิด static ส่งคืนใหม่และ mixed ประเภทใหม่ "แอดทริบิวต์" ซึ่งมักเรียกกันว่า "คำอธิบายประกอบ" ในภาษาการเขียนโปรแกรมอื่น ๆ ถูกเพิ่มใน PHP 8 ซึ่งช่วยให้เพิ่มข้อมูลเมตาลงในคลาส
- การเปลี่ยนแปลงและการเพิ่มไวยากรณ์
- PHP 8 มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้มีรูปแบบอื่น กระชับมากขึ้น หรือสอดคล้องกันมากขึ้นในหลายสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น ตัวดำเนินการ nullsafe จะคล้ายกับตัวดำเนินการการรวมค่า null ?? แต่ใช้เมื่อเรียกใช้เมธอดข้อมูลโค้ดต่อไปนี้จะไม่แสดงข้อผิดพลาดหาก getBirthday() คืนค่าเป็น null:

```
$human_readable_date = $ผู้ใช้-> getBirthday () ?-> diffForHumans ();
```

โปรโมชันคอนสตรัคคุณสมบัติได้รับการเพิ่มเป็น " น้ำตาลประโยค " อนุญาตให้คุณสมบัติขั้นจะได้รับ การตั้งค่าโดยอัตโนมัติเมื่อพารามิเตอร์ที่ผ่านเข้ามาในชั้นคอนสตรัค สิ่งนี้จะลดจำนวนรหัสสำเร็จรูปที่ต้องเขียนการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอื่น ๆ รวมถึงการสนับสนุนการใช้ ::class บนวัตถุ ซึ่งทำหน้าที่เป็นทางเลือกสำหรับการใช้ get\_class(); การจับที่ไม่ได้จับในบล็อก try-catch; ปรับแต่งไวยากรณ์ของตัว

แปรเพื่อแก้ไขความไม่สอดคล้องกัน การสนับสนุนสำหรับอาร์กิวเมนต์ที่มีชื่อ ; และรองรับเครื่องหมายจุลภาคต่อท้ายในรายการพารามิเตอร์ ซึ่งเพิ่มความสอดคล้องด้วยการรองรับเครื่องหมายจุลภาคต่อท้ายในบริบทอื่น ๆ เช่น ในอาร์เรย์

### โครงสร้างของภาษา PHP

```
<?php

// สวัสดี ผู้สนใจการเรียนรู้การสร้างเว็บด้วย PHP

echo "Sawasdee my First PHP" ;

?>
```

ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของภาษา PHP

จากภาพที่ 2.9 แสดงโครงสร้างของภาษา PHP ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

<?php หมายถึง จุดเริ่มต้นของภาษา PHP คำสั่งนี้ เป็นการบอกว่า คำสั่งต่าง ๆ ที่อยู่บรรทัดล่างต่อไปนี้เป็นคำสั่งของ PHP ทั้งหมด

?> หมายถึง จุดสิ้นสุดของภาษา PHP

// หมายถึง คำสั่ง comment ใช้สำหรับเขียนคำอธิบาย เพื่อบอกว่า โค้ดที่เขียนนั้นหมายถึงอะไร เอาไว้เตือนความจำของผู้เขียนเอง ทั้งนี้ การสร้างเว็บจริง ๆ จะมีคำสั่งต่าง ๆ มากมาย ซึ่งเราคงไม่สามารถจำได้ทุกอย่าง ข้อความหลังคำสั่ง // จะไม่แสดงบนหน้าเว็บเพจใด ๆ กรณีต้องการเขียน comment หลายบรรทัด สามารถใช้คำสั่ง /\* และปิดด้วย \*/ ได้

echo " "; หมายถึง คำสั่งในการแสดงผล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือ การแสดงข้อความ Sawasdee my First PHP

โครงงานนี้ใช้ภาษา PHP เวอร์ชัน 7.4.23 เพื่อพัฒนาเว็บไซต์ แสดงข้อมูลและสามารถเพิ่มลบแก้ไขได้

### 2.9 การจัดการฐานข้อมูล

ยงยุทธ นิลธกานต์ (2556) ได้อธิบาย การจัดการฐานข้อมูล (Database Management) คือ การบริหารแหล่งข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อตอบสนองต่อการใช้ของโปรแกรมประยุกต์อย่างมีประสิทธิภาพและลดการซ้ำซ้อนของข้อมูล รวมทั้งความขัดแย้งของข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในองค์กร ในอดีตการ

เก็บข้อมูลมักจะเป็นอิสระต่อกันไม่มีการเชื่อมโยงของข้อมูลเกิดการ สิ้นเปลืองพื้นที่ในการเก็บข้อมูล เช่น องค์กรหนึ่งจะมีแฟ้มบุคคล (Personnel) แฟ้มเงินเดือน (Payroll) และแฟ้ม สวัสดิการ (Benefits) อยู่แยกจากกัน เวลาผู้บริหารต้องการข้อมูลของพนักงานท่านใดจำเป็นต้องเรียกดูแฟ้มข้อมูลทั้ง 3 แฟ้ม ซึ่งเป็นการไม่สะดวก จึงทำให้เกิดแนวความคิดในการรวมแฟ้มข้อมูลทั้ง 3 เข้าด้วยกันแล้วเก็บไว้ที่ ศูนย์กลางในลักษณะฐานข้อมูล (Database) ทำให้เกิดระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management system (DBMS) ซึ่งจะต้องอาศัยโปรแกรมเฉพาะในการสร้างและบำรุงรักษา (Create and Maintenance) ฐาน ข้อมูลและสามารถที่จะให้ผู้ใช้ประยุกต์ใช้กับธุรกิจส่วนตัวได้โดยการดึงข้อมูล (Retrieve) ขึ้นมาแล้วใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นสร้างงานขึ้นมาโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล แสดงการรวมแฟ้มข้อมูล 3 แฟ้มเข้าด้วยกัน

### รูปแบบของระบบฐานข้อมูล

#### 1. ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Database)

ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะเป็นการรวมระเบียบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างระเบียบแต่ละต่างกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ คือ ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะแฝงความสัมพันธ์เอาไว้ โดยระเบียบที่มีความสัมพันธ์กันจะต้องมีค่าของข้อมูลในแอททริบิวต์ใดแอททริบิวต์หนึ่งเหมือนกัน แต่ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะแสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน ลักษณะโครงสร้างระบบฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะมีโครงสร้างของข้อมูลแต่ละแฟ้มข้อมูลมีความสัมพันธ์คล้ายร่างแห

#### 2. ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Database)

ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น เป็นโครงสร้างที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบพ่อ-ลูก (Parent-Child Relationship Type : PCR Type) หรือเป็นโครงสร้างรูปแบบต้นไม้ (Tree) ข้อมูลที่จัดเก็บในที่นี้ คือ ระเบียบ (Record) ซึ่งประกอบด้วยค่าของเขตข้อมูล (Field) ของเอนทิตีหนึ่ง ๆ

คุณสมบัติของฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น

- Record ที่อยู่ด้านบนของโครงสร้างหรือพ่อ(Parent Record) นั้นสามารถมีลูกได้มากกว่าหนึ่งคน แต่ลูก (Child Record) จะไม่สามารถมีพ่อได้มากกว่า 1 คนได้
- ทุก Record สามารถมีคุณสมบัติเป็น Parent Record (พ่อ) ได้
- ถ้า Record หนึ่งมีลูกมากกว่าหนึ่ง Record แล้ว การลำดับความสัมพันธ์ของ Child Record จะลำดับจากซ้ายไปขวา

ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นนี้คล้ายคลึงกับฐานข้อมูลแบบเครือข่าย แต่ต่างกันว่าฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นมีกฎเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งประการ คือ ในแต่ละกรอบจะมีลูกศรวิ่งเข้าหาได้ไม่เกิน 1 หัวลูกศร

#### 3. ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)

เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง (Table) หรือเรียกว่า รีเลชัน (Relation) มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือเป็นแถว (row) และเป็นคอลัมน์ (column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง จะเชื่อมโยงโดยใช้แอทท

ริบิวต์ (attribute) หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นี้จะเป็นรูปแบบของฐานข้อมูลที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์จะนำเสนอข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูป รีเลชัน (Relation) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตาราง (Table)

โครงสร้างของ Relation ประกอบด้วย

- แถว (Row) ของข้อมูล โดยที่ ข้อมูล 1 แถว หมายถึงข้อมูล 1 รายการ ซึ่งแต่ละแถวของ Relation เรียกว่า “Tuple” โดยแต่ละแถวของข้อมูลจะประกอบไปด้วยหลาย Attributes หรือคอลัมน์ของข้อมูล
- แต่ละคอลัมน์ (Column) ของ Relation ได้แก่คุณลักษณะของข้อมูลในแต่ละแถวซึ่งเราเรียกว่า “Attribute”

คีย์หลัก (Primary key) เป็น attribute หรือกลุ่มของ attributes ที่บ่งบอกว่าข้อมูลจะต้องไม่ซ้ำกันในแต่ละแถวข้อมูลของตาราง ดังนั้นค่าของคีย์หลักจะต้องไม่ซ้ำกันในแต่ละ tuple

สิ่งที่ควรทราบเกี่ยวกับข้อมูลในตาราง ของฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์

- ทุกตารางต้องมีคีย์หลัก
- Tuple หรือข้อมูลในแต่ละแถวของตาราง มีข้อมูลไม่ซ้ำกัน เช่นไม่เก็บข้อมูลลูกค้าคนเดียวกันใน 2 tuples
- Tuple ไม่มีลำดับจากบนลงล่าง
- Attribute ไม่มีลำดับจากซ้ายไปขวาทุก attributes ในแต่ละตำแหน่งของ tuple ในตาราง จะมีค่าเพียงค่าเดียว จะไม่มีรายการของข้อมูล (เรียกว่า repeating group หรือ list of value) ในตาราง relation

#### 4. ฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (Object Oriented Model)

- ใช้ในการประมวลผลข้อมูลทางด้านมัลติมีเดีย คือ มีข้อมูลภาพ และเสียง หรือข้อมูลแบบมีการเชื่อมโยงแบบเว็บเพจ ซึ่งไม่เหมาะสำหรับ Relation Model
- มองสิ่งต่าง ๆ เป็น วัตถุ (Object)

วัตถุประสงค์ของแบบจำลองข้อมูล

- เพื่อนำแนวคิดต่าง ๆ มาเสนอให้เกิดเป็นแบบจำลอง
- เพื่อนำเสนอข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่นเดียวกันการดูแปลนบ้านที่จะทำให้เราเข้าใจโครงสร้างบ้านได้เร็ว
- เพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบฐานข้อมูลกับผู้ใช้ให้ตรงกันประเภทของแบบจำลองข้อมูล
- ประเภทของแบบจำลองข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ



Conceptual Models คือ แบบจำลองแนวคิดที่ใช้พรรณาลักษณะโดยรวมของข้อมูลทั้งหมดในระบบ โดยนำเสนอในลักษณะของแผนภาพ ซึ่งประกอบด้วยเอนทิตีที่ต่าง ๆ และความสัมพันธ์ โดยแบบจำลองเชิงแนวคิดนี้ต้องการนำเสนอให้เกิดความเข้าใจระหว่างผู้ออกแบบและผู้ใช้งาน คือเมื่อเห็นภาพแบบจำลองดังกล่าวก็จะทำให้เข้าถึงข้อมูลชนิดต่าง ๆ

Implementation Models เป็นแบบจำลองที่อธิบายถึงโครงสร้างของฐานข้อมูล

คุณสมบัติของแบบจำลองข้อมูลที่ดี

- ง่ายต่อความเข้าใจ
- มีสาระสำคัญและไม่ซ้ำซ้อน หมายถึง แอตทริบิวต์ในแต่ละเอนทิตีไม่ควรซ้ำซ้อน
- มีความยืดหยุ่นและง่ายต่อการปรับปรุงในอนาคต กล่าวคือแบบจำลองข้อมูลที่ดีไม่ควรขึ้นอยู่กับแอปพลิเคชันโปรแกรม และสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้าง ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อโปรแกรมที่ใช้งานอยู่ นั่นคือความเป็นอิสระในข้อมูล

ฐานข้อมูลที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบัน คือ ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น เป็นฐานข้อมูลแรกๆ ที่นำมาใช้ในวงการธุรกิจ ถัดมาคือฐานข้อมูลแบบเครือข่าย และปัจจุบันนี้มีฐานข้อมูลสมัยใหม่เกิดขึ้นคือฐานข้อมูลแบบจำลองเชิงวัตถุ นั่นคือฐานข้อมูลนั้นมีการนำเสนอข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่แตกต่างกันไป

#### ประโยชน์ของระบบจัดการฐานข้อมูล

1. ลดความยุ่งยากของข้อมูลภายในองค์กรโดยรวมข้อมูลไว้ที่จุดหนึ่งและผู้ควบคุมดูแลการใช้ข้อมูล การเข้าถึงข้อมูล การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์และดูแลความปลอดภัย
2. ลดการซ้ำซ้อนของข้อมูล (Redundancy) ในกรณีที่ข้อมูลอยู่เป็นเอกเทศ
3. ลดความสับสน (Confusion) ของข้อมูลภายในองค์กร
4. ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโปรแกรมและการบำรุงรักษาภายหลังจากระบบสมบูรณ์แล้วจะลดลงเมื่อเทียบกับแบบเก่า
5. มีความยืดหยุ่นในการขยายฐานข้อมูล การปรับปรุงแก้ไขทำได้ง่ายกว่า
6. การเข้าถึงข้อมูลและความสะดวกในการใช้สารสนเทศมีเพิ่มขึ้น

สำหรับโครงการนี้ใช้ฐานข้อมูล MySQL เวอร์ชัน 10.4.21 เพื่อเก็บข้อมูลใบหน้าของบุคคลภายในบ้าน ซึ่ง MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โอเพนซอร์สบนพื้นฐานของ SQL ซึ่ง MySQL ได้รับการออกแบบและปรับให้เหมาะสมสำหรับเว็บแอปพลิเคชันและสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มใดก็ได้ MySQL ทำงานเป็นดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ และอนุญาตให้ผู้ใช้หลายคนจัดการและสร้างฐานข้อมูลจำนวนมาก

## 2.10 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาษา C สำหรับ Arduino

Cyber Tice (2565) ได้อธิบายไว้ว่า ภาษา C ของ Arduino จะจัดรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลาย ๆ ส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่า ฟังก์ชัน และ เมื่อนำฟังก์ชัน มารวมเข้าด้วยกัน ก็จะเรียกว่าโปรแกรม โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้น ทุก ๆ โปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชัน จำนวน 2 ฟังก์ชัน คือ `setup()` และ `loop()`

โครงสร้างพื้นฐานของภาษา C ที่ใช้กับ Arduino ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

1. Header ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของ Header ได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่าง ๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และค่าคงที่ต่าง ๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

2. `setup()` ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรม จะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใด ๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา {} ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชัน โดยฟังก์ชันนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องกาให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Boardrate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

3. `loop()` เป็นส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุก ๆ โปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชัน `setup()` โดยฟังก์ชัน `loop()` นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำ ๆ กันไปไม่รู้จบ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชัน `main()` ดังแสดงตามภาพที่ 2.10 ซึ่งโครงงานนี้ใช้ในการเขียนคำสั่งภาษา C ลงบอร์ด ESPIno32-cam

```

1 #include <MyLib.h> } ส่วนหัว
2
3 void setup() {
4 // put your setup code here, to run once:
5
6 }
7
8 void loop() {
9 // put your main code here, to run repeatedly:
10
11 }

```

ภาพที่ 2.10 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino

## 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พุดินาhta มุลอนัน และคณะ (2563) ได้พัฒนาระบบระบบตรวจสอบควันและผู้บุกรุก IoT Smoke and Intruder Monitoring System ไฟไหม้และการลักทรัพย์เป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ระบบที่สามารถตรวจจับผู้บุกรุกและแจ้งเตือนอัคคีภัยจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อปกป้องชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้ ฮาร์ดแวร์ของระบบตรวจจับอัคคีภัยประกอบไปด้วย ESP8266 และ MQ2 Sensor เมื่อมีควันเกิดขึ้นในพื้นที่ระบบจะทำการส่งสัญญาณเสียงเตือนออกมาพร้อมกับส่งการแจ้งเตือนผ่านทาง LINE และจะนำค่าปริมาณควันที่วัดได้ส่งไปเก็บที่ MySQL ส่วนระบบตรวจจับความเคลื่อนไหวใช้ ESPINO32CAM และ PIR Sensor เมื่อมีผู้บุกรุกของผู้บุกรุกจะถูกส่งไปที่ LINE กลุ่มเดียวกับระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบตรวจจับควันและผู้บุกรุกเป็นระบบที่มีประโยชน์เพราะสามารถช่วยแจ้งเตือนผู้ใช้อีกก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดได้ เช่น อัคคีภัย, โจรกรรม ผู้ใช้ควรติดตั้ง Sensor ตรวจจับควัน (MQ2 Sensor) ให้อยู่เหนือจุดที่คาดว่าจะเป็ต้นเหตุ เช่น เตาแก๊ส, ไมโครเวฟ ประมาณ 20 เซนติเมตร และ Sensor ตรวจจับการเคลื่อนไหว (PIR Sensor) ติดตั้งบริเวณจุดที่จะเฝ้าระวังและให้กล้องหันไปยังจุดที่สามารถถ่ายรูปผู้บุกรุกได้ชัดเจน เช่น บนตู้เซฟ, บนตู้เย็น Sensor ควรมีระยะห่างจากจุดที่จะให้ Sensor ตรวจจับไม่เกิน 1 เมตร และ Sensor ทั้งหมดต้องเชื่อมต่อเครือข่าย Internet อยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ Sensor ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในอนาคตระบบตรวจจับควันและผู้บุกรุกสามารถ ส่งการเปิดหรือปิด Buzzer ผ่าน Android Application ได้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและถนอมการใช้งานของ Sensor ไม่ให้ทำงานหนัก จากงานวิจัยนี้ผู้จัดทำโครงการมีการนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มใบหน้าเข้าสู่ระบบโดยนำกล้อง ESPINO32CAM ถ่ายรูปใบหน้าให้สามารถตรวจจับใบหน้าได้

วัชรชัย คงศิริวัฒนา และคณะ (2564) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนแบบเรียลไทม์และประเมินความสนใจผ่านลักษณะอารมณ์ทางใบหน้าด้วยกล้องเว็บแคม และนำผลการแสดงอารมณ์ทางใบหน้าของนักศึกษาขณะทำการเรียนในช่วงเวลาดังกล่าว มาทำการประเมินผลความสนใจในการเรียน บนพื้นฐานชุดข้อมูลการตรวจจับอารมณ์ทางใบหน้า ประกอบไปด้วยหน้า “ปกติ” “มีความสุข” “ประหลาดใจ” “โกรธ” “เศร้า” และ “กลัว” การทำงานของระบบนี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ฝั่งอาจารย์ และฝั่งนักศึกษา โดยฝั่งอาจารย์จะมีหน้า Dashboard แสดงสถานะของนักศึกษาที่เข้าสู่ระบบในวิชาที่ลงทะเบียนเรียน และเปอร์เซ็นต์สรุปผลความสนใจในการเรียนรายบุคคล ขณะที่ฝั่งนักศึกษาจะสามารถเข้าสู่ระบบด้วยการเข้าร่วมรายวิชาผ่านรหัสที่ได้รับจากฝั่งอาจารย์เพื่อสามารถตรวจสอบเปอร์เซ็นต์สรุปผลความสนใจในการเรียนของตนเองได้ การตรวจจับใบหน้าจะทำงานร่วมกับแบบจำลอง MobileFaceNet เพื่อแยกแยะและจดจำใบหน้าของนักศึกษาแต่ละคน แล้วทำการเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลแบบจำลองตรวจจับอารมณ์ทางใบหน้า Mini-Xception เพื่อทราบได้ว่านักศึกษาแต่ละคนอยู่ในสถานะอารมณ์อะไร โดยจำแนกกลุ่มอารมณ์ทางใบหน้า คือ “ปกติ มีความสุข ประหลาดใจ” แสดงถึงความสนใจ ขณะเดียวกันกลุ่มอารมณ์ทางใบหน้า คือ “โกรธ เศร้า

กลัว” แสดงถึงความไม่สนใจ เมื่อใดก็ตามที่สิ้นสุดการทำงาน ระบบจะทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความสนใจและไม่สนใจของนักศึกษา และสถานะการเข้าชั้นเรียนออกเป็นผลสรุป ซึ่งผลการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในชั้นเรียนจำนวน 4 คน ทดสอบระบบเพื่อหาความสนใจและไม่สนใจในการเข้าชั้นเรียนจำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ได้ผลลัพธ์ความสนใจเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 82.81% และความไม่สนใจเท่ากับ 17.19% จากงานวิจัยนี้ผู้จัดทำโครงการมีการนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการตรวจจับใบหน้า และการรู้จำใบหน้าของเจ้าของบ้าน

เจริญ รุ่งกลิ่น และคณะ (2564) ได้มีการพัฒนาระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้า โดยมีวัตถุประสงค์ (1) พัฒนาระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้า (2) ศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้าโดยเป็นการนำระบบรู้จำใบหน้า (Face Recognition) ซึ่งเป็นกระบวนการนำภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้และประมวลผลแล้ว มาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้าเพื่อระบุว่าใบหน้าที่ตรวจจับได้ตรงกับบุคคลใด มาประยุกต์ใช้กับการปลดล็อกประตูหรือทางเข้าออกอาคาร ที่พักอาศัยเพื่อความปลอดภัยของผู้พักอาศัยและทรัพย์สิน โดยผู้ใช้งานไม่ต้องมีการสัมผัสกับตัวกุญแจหรือลูกบิดประตูซึ่งช่วยลดความเสี่ยงการติดเชื้อโรคจากการสัมผัสได้การพัฒนาของระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำหน้านั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบด้วย Camera Module สำหรับจับภาพใบหน้าบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi สำหรับประมวลผลคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมด และ Solenoid Door Lock สำหรับล็อกประตูส่วนซอฟต์แวร์เป็นการพัฒนาชุดคำสั่งของระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้าใช้ภาษา Python และ ไลบรารี OpenCV พร้อมระบบแจ้งเตือนเมื่อมีการเปิดประตูผ่าน Line Notify ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้าในภาพรวมอยู่ในระดับมาก จำแนกเป็นรายด้านพบว่ามีความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปจากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ  $\bar{X}$  มีค่าเท่ากับ 4.11 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบของผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มตัวอย่าง 5 คน ซึ่งเป็นคณาจารย์ที่มีความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเป็นอย่างดี พบว่ามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ  $\bar{X}$  มีค่าเท่ากับ 4.13 อยู่ในระดับมากเช่นกัน จากงานวิจัยนี้ผู้จัดทำโครงการมีการนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้กับการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

ภักพงษ์ ธัญญา และคณะ (2565) ได้พัฒนาระบบแจ้งการรับจดหมายในสำนักงานโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งการรับจดหมายในสำนักงานโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งซึ่งใช้บอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อควบคุมการเปิดไฟพร้อมกับถ่ายภาพบริเวณตู้ไปรษณีย์แล้วทำการส่งภาพไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าหน้าที่และใช้บอร์ด ESP32 ต่อกับเซ็นเซอร์แสงตรวจจับวัตถุก็ดขวาง ถ้ามีจดหมายมาส่งที่ตู้ไปรษณีย์บอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าหน้าที่อีกทั้งพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา PHP เพื่อให้เจ้าหน้าที่ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของจดหมาย จากการทดสอบพบว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับตู้

ไปรษณีย์มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 77% มีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 4.59 อยู่ในระดับดีมากที่สุดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.61 จากงานวิจัยนี้ผู้จัดทำโครงการมีการนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ ESPINO32CAM ในการถ่ายภาพและส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังไลน์ของเจ้าของบ้าน

วิชณุ ฌ ศรีสเกษ และคณะ (2565) ได้ทำการพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์ โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์โดยการนำเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้เข้ากับเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ภายในอุปกรณ์จะเก็บพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อมีแสงแดดอุปกรณ์จะเก็บเป็นพลังงานเพื่อใช้เลี้ยงบอร์ด ESP32 DevKit V1 เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์เปิดปิดประตูอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด รวมถึงผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานเปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์พบว่ามีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 98 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจร้อยละ 3.81 จากงานวิจัยนี้ผู้จัดทำโครงการมีการนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานล็อกและปลดล็อกประตูบ้านผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานและการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้

- 3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ
- 3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ
- 3.3 การออกแบบเว็บไซต์
- 3.4 การออกแบบแผนวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- 3.5 การออกแบบโมเดลของระบบ
- 3.6 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

#### 3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านอีกทั้งเพื่อความปลอดภัยของทรัพย์สินและบุคคลภายในบ้าน มีเซนเซอร์ตรวจสอบใบหน้าบุคคลและถ่ายรูปลงข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้านกรณีมีผู้บุกรุก ลดปัญหาบุคคลภายในบ้านอาจไม่สะดวกในการเปิด-ปิดประตู รวมถึงความเสี่ยงที่จะมีผู้บุกรุกไขกุญแจเข้าบ้านได้โดยที่เจ้าของบ้านอาจไม่ทราบ และระบบต้องต่ออินเทอร์เน็ต Wi-Fi/5G/4G

#### 3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้านั้นประกอบไปด้วย

- 3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ
- 3.2.2 สถาปัตยกรรมของระบบ
- 3.2.3 Flowchart
- 3.2.4 Use Case Diagram
- 3.2.5 Activity Diagram
- 3.2.6 Sequence Diagram
- 3.2.7 Entity – Relationship Diagram (E- R Diagram)
- 3.2.8 Data Dictionar

### 3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

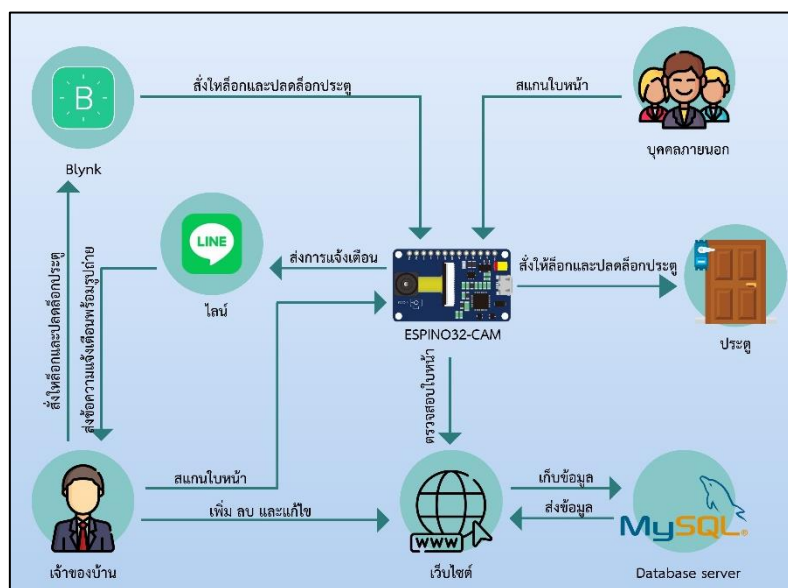
#### ฮาร์ดแวร์

1. ESPINO32CAM
2. เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO Motor) รุ่น Micro SERVO Tower Pro SG90

#### ซอฟต์แวร์

1. ใช้โปรแกรม Arduino IDE เวอร์ชัน 1.8.51 ในการเขียนคำสั่งภาษา C ลงบอร์ด ESPINO32CAM
2. ใช้แอปพลิเคชัน Blynk เวอร์ชัน 2.27.24 สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดประตูบ้านผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน
3. ใช้โปรแกรมแอปพลิเคชันไลน์ เวอร์ชัน 11.22.1 เพื่อรับข้อความแจ้งเตือน
4. ใช้โปรแกรม Fritzing เวอร์ชัน 0.9.3b ในการออกแบบการเชื่อมต่อวงจรและเซนเซอร์
5. ใช้ Apache เวอร์ชัน 2.4.48 เพื่อจำลองการทำงานของ web server
6. ใช้ฐานข้อมูล MySQL เวอร์ชัน 10.4.21 เพื่อเก็บข้อมูล
7. ใช้ภาษา PHP เวอร์ชัน 7.4.23 เพื่อพัฒนาเว็บไซต์
8. ใช้ phpMyAdmin เวอร์ชัน 5.1.2 เพื่อจัดการฐานข้อมูล
9. ใช้ Google chrome เวอร์ชัน 97.0.4692.71 เพื่อทดสอบการทำงานของเว็บไซต์

### 3.2.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

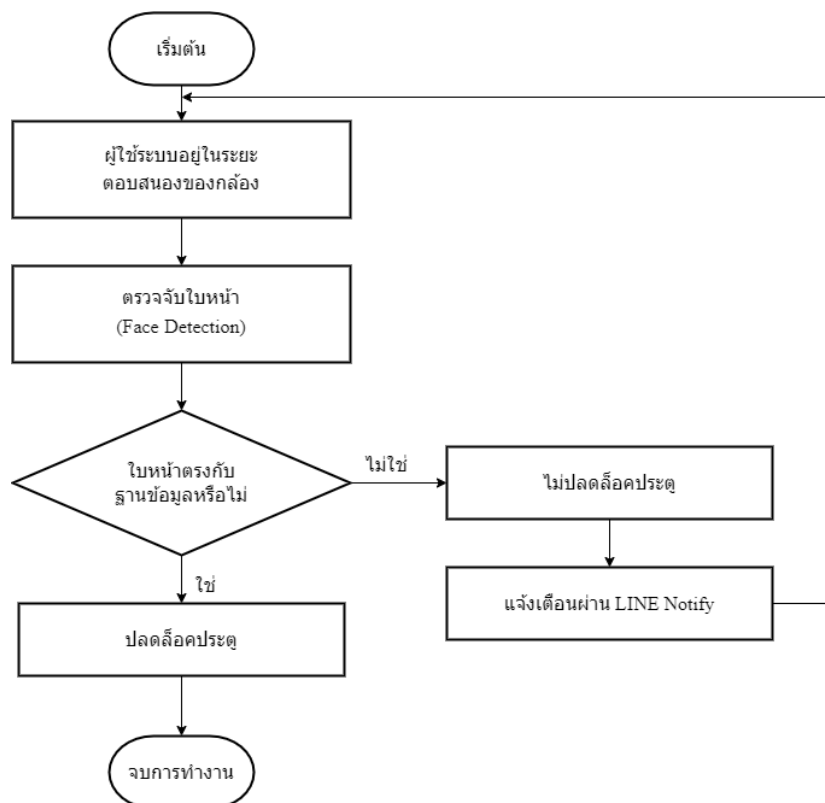


ภาพที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

จากภาพที่ 3.1 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังต่อไปนี้

1. เจ้าของบ้านสามารถเพิ่ม ลบ และแก้ไขใบหน้าของบุคคลภายในบ้านได้โดยเว็บไซต์ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล MySQL และสามารถส่งล็อกและปลดล็อกประตูบ้านผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้
2. บอร์ด ESPINO32CAM สามารถตรวจสอบใบหน้า โดยทำการเปรียบเทียบใบหน้าคนที่เข้ามาพบกับใบหน้าในฐานข้อมูล ซึ่งในส่วนนี้จะเรียกใช้ API ที่ถูกเก็บไว้ในเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งถูกเขียนด้วยภาษา Python
  - 2.1 กรณีที่เป็นเจ้าของบ้าน บอร์ด ESPINO32CAM จะสั่งให้ SERVO ทำการปลดล็อกประตูบ้าน
  - 2.2 กรณีที่ไม่ใช่เจ้าของบ้าน บอร์ด ESPINO32CAM จะสั่งให้ SERVO ไม่ปลดล็อกประตูบ้าน และทำการถ่ายรูป หลังจากนั้นจะส่งภาพถ่ายและข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน

### 3.2.3 Flowchart



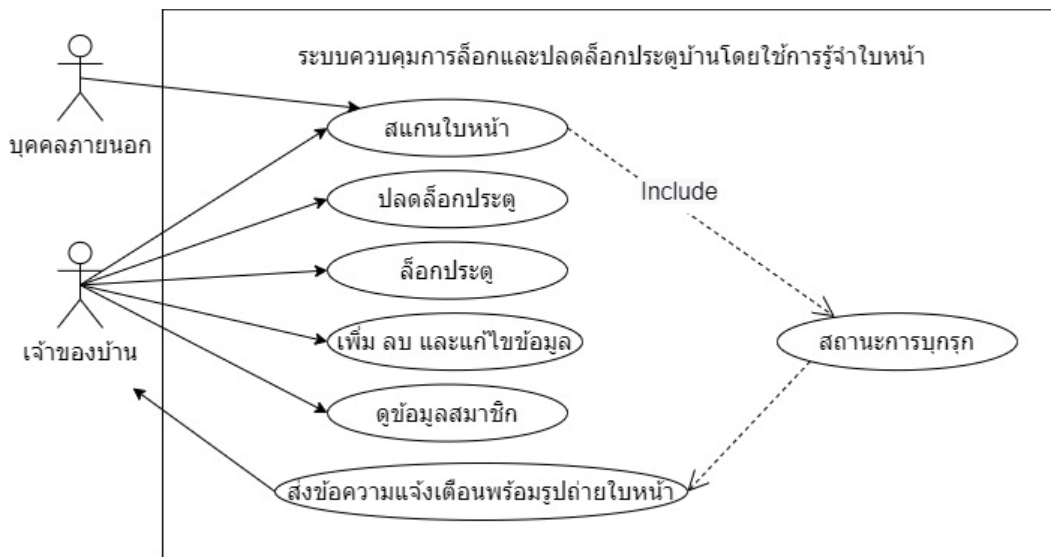
ภาพที่ 3.2 ผังการทำงานของระบบ



จากภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังต่อไปนี้

เมื่อผู้ใช้ระบบอยู่ในระยะตอบสนองของกล้องหรือจุดที่กล้องสามารถโฟกัสใบหน้าได้ ระบบจะตรวจจับใบหน้า (Face Detection) ซึ่งกระบวนการค้นหาใบหน้าของบุคคลและทำการประมวลผลภาพใบหน้าที่ได้ เพื่อให้ภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้ง่ายต่อการจำแนก ในขั้นตอนการรู้จำ ใบหน้า (Face Recognition) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ใบหน้าที่ถูกตรวจจับได้ว่าตรงกับใบหน้าของบุคคลใด โดยทำการเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูล ถ้าหากตรงระบบจะทำการปลดล็อกประตูถ้าหากไม่ตรงระบบจะทำการถ่ายรูป และส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องผ่าน Line Notify

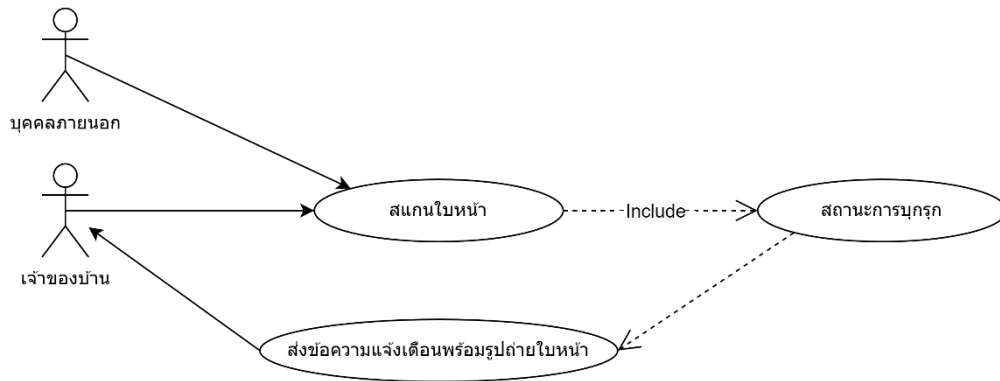
### 3.2.4 Use Case Diagram



ภาพที่ 3.3 แสดงยูสเคสไดอะแกรมของระบบงาน

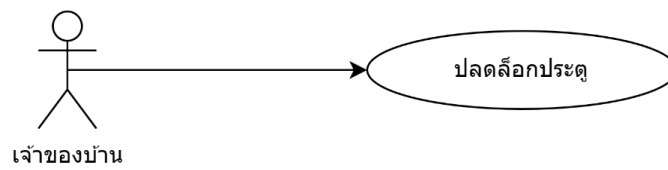
จากภาพที่ 3.3 เจ้าของบ้านสามารถสแกนใบหน้าเพื่อปลดล็อกประตูบ้าน สามารถสั่งล็อกและปลดล็อกประตูได้และสามารถทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลใบหน้าของบุคคลภายในบ้านได้ กรณีเป็นบุคคลภายนอกสแกนใบหน้าจะส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังเจ้าของบ้าน

## 3.2.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Use Case



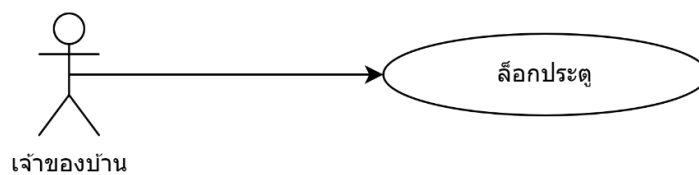
ภาพที่ 3.4 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้าน บุคคลภายนอก และ Use Case การสแกนใบหน้า

จากภาพที่ 3.4 เจ้าของบ้านสามารถสแกนใบหน้าเพื่อปลดล็อกประตูบ้าน และดูสถานะการบุกรุกได้ กรณีบุคคลภายนอกสแกนใบหน้า จะทำการส่งข้อความพร้อมภาพถ่ายใบหน้าไปยังเจ้าของบ้าน



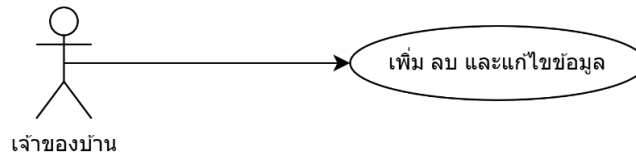
ภาพที่ 3.5 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การปลดล็อกประตู

จากภาพที่ 3.5 เจ้าของบ้านสามารถใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อปลดล็อกประตูบ้านได้



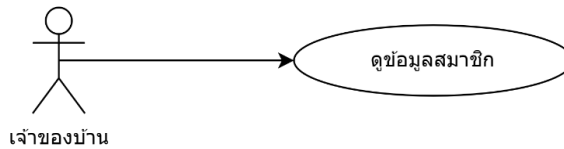
ภาพที่ 3.6 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การล็อกประตู

จากภาพที่ 3.6 เจ้าของบ้านสามารถใช้งานแอปพลิเคชันเพื่อล็อกประตูบ้านได้



ภาพที่ 3.7 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูล

จากภาพที่ 3.7 เจ้าของบ้านสามารถทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลของสมาชิกภายในบ้านได้

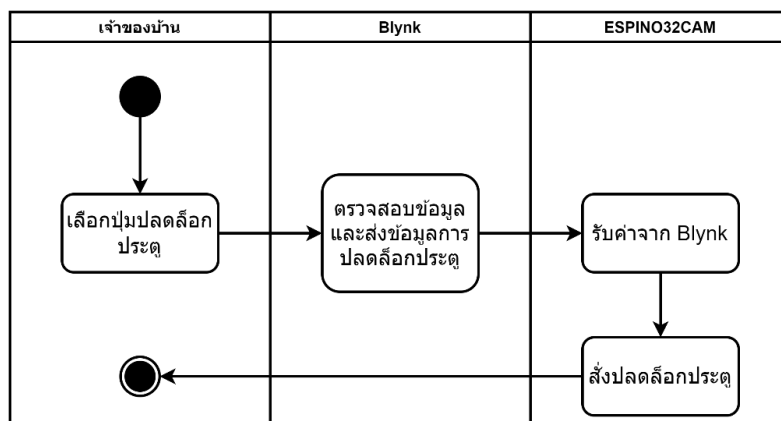


ภาพที่ 3.8 ความสัมพันธ์ของเจ้าของบ้านและ Use Case การดูข้อมูลสมาชิก

จากภาพที่ 3.8 เจ้าของบ้านสามารถทำดูข้อมูลสมาชิกได้

### 3.2.5 Activity Diagram

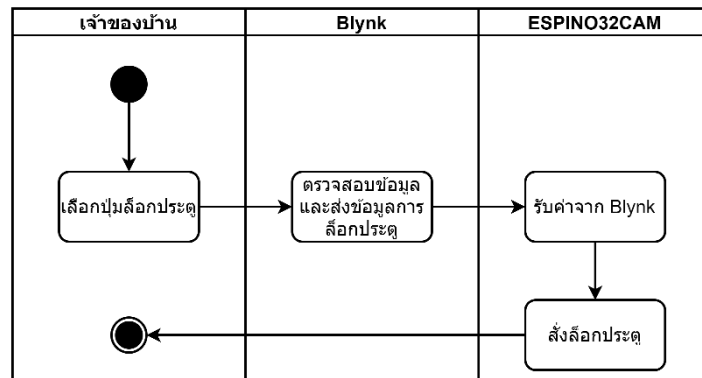
3.2.5.1 เจ้าของบ้านสั่งปลดล็อกประตูด้วยตนเอง



ภาพที่ 3.9 Activity Diagram เจ้าของบ้านสั่งปลดล็อกประตูด้วยตนเอง

จากภาพที่ 3.9 การเลือกปลดล็อกประตูแบบแมนนวล เจ้าของบ้านเลือกกดปุ่มปลดล็อกประตูบนหน้าจอ Blynk จากนั้น Blynk จะตรวจสอบและส่งข้อมูลการเปิดประตูไปยัง บอร์ด ESPINO32CAM เพื่อรับค่าข้อมูลจาก Blynk แล้วสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน SERVO ทำการเปิดประตู

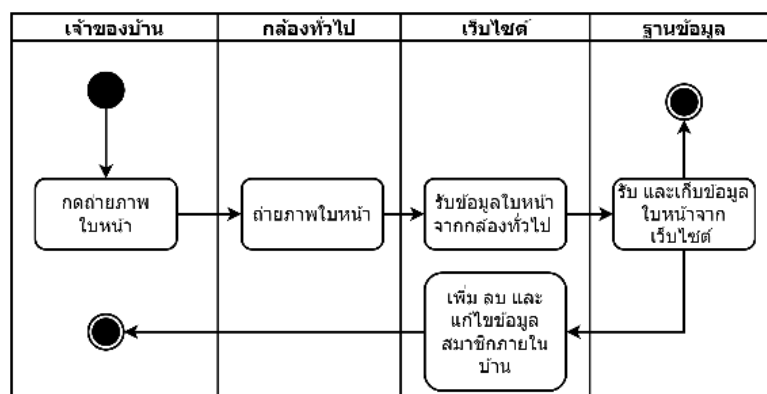
### 3.2.5.2 เจ้าของบ้านสั่งล็อกประตูด้วยตนเอง



ภาพที่ 3.10 Activity Diagram เจ้าของบ้านสั่งล็อกประตูด้วยตนเอง

จากภาพที่ 3.10 การเลือกล็อกประตูแบบแมนนวล เจ้าของบ้านเลือกกดปุ่มล็อกประตูบนหน้าจอ Blynk จากนั้น Blynk จะตรวจสอบและส่งข้อมูลการปิดประตูไปยัง บอร์ด ESPINO32CAM เพื่อรับค่าข้อมูลจาก Blynk แล้วสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน SERVO ทำการปิดประตู

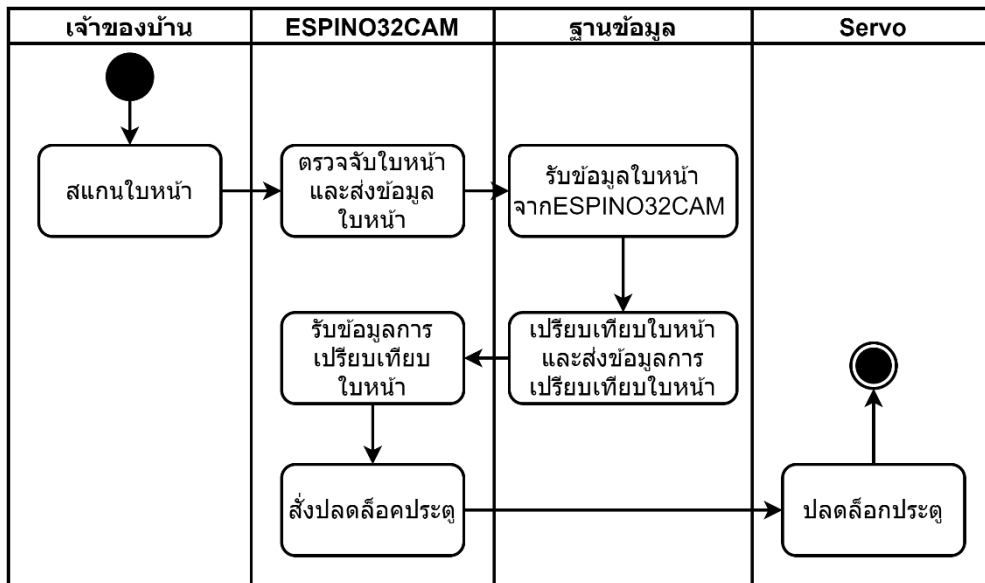
### 3.2.5.3 การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล



ภาพที่ 3.11 Activity Diagram การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล

จากภาพที่ 3.11 การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล เจ้าของบ้านทำการกดถ่ายภาพใบหน้าผ่าน กล้องทั่วไป กล้องทำการถ่ายภาพใบหน้า จากนั้นเจ้าของบ้านเพิ่มข้อมูลใบหน้าไปยังเว็บไซต์ สามารถทำการ เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลใบหน้าได้ เว็บไซต์ทำการส่งข้อมูลใบหน้าต่อไปยังฐานข้อมูล และฐานข้อมูลทำการ เก็บข้อมูลใบหน้าไว้

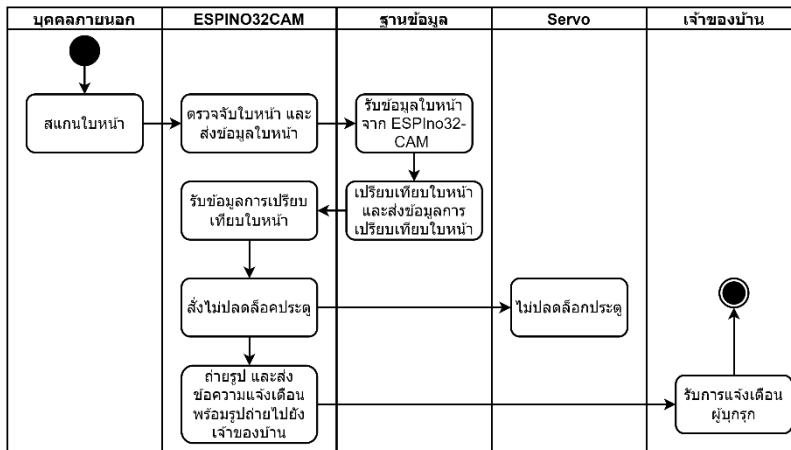
3.2.5.4 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน



ภาพที่ 3.12 Activity Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน

จากภาพที่ 3.12 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน เจ้าของบ้านทำ การสแกนใบหน้าผ่านบอร์ด ESPINO32CAM หลังจากนั้นจะทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล เพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลการเปรียบเทียบใบหน้ากลับมายังบอร์ด ESPINO32CAM จากนั้นบอร์ด ESPINO32CAM สั่งให้ SERVO ทำการปลดล็อคประตู

3.2.5.5 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก

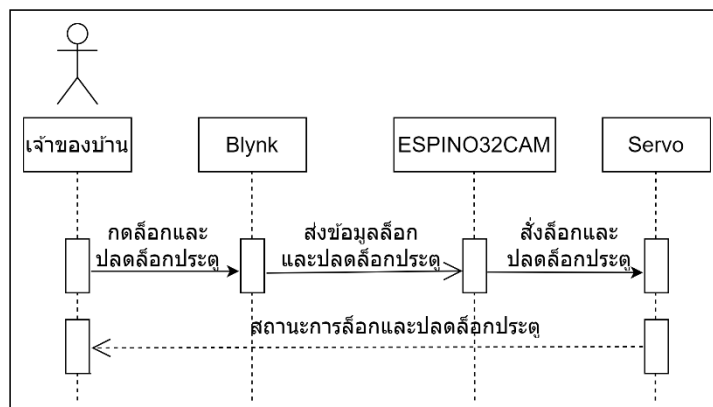


ภาพที่ 3.13 Activity Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก

จากภาพที่ 3.13 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอกบุคคลภายนอกทำการ สแกนใบหน้าผ่านบอร์ด ESPINO32CAM หลังจากนั้นจะทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลการเปรียบเทียบใบหน้ากลับมายังบอร์ด ESPINO32CAM สั่งให้ SERVO ไม่ปลดล็อคประตู จากนั้นบอร์ด ESPINO32CAM ทำการถ่ายภาพ และส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังเจ้าของบ้าน

3.2.6 Sequence Diagram

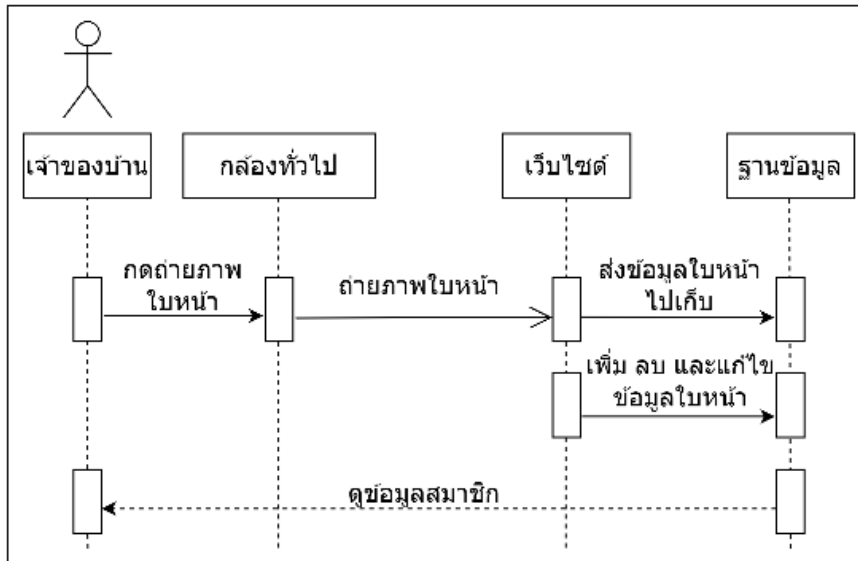
3.2.6.1 เจ้าของบ้านสั่งล็อคและปลดล็อคประตูด้วยตนเอง



ภาพที่ 3.14 Sequence Diagram เจ้าของบ้านสั่งล็อคและปลดล็อคประตูด้วยตนเอง

จากภาพที่ 3.14 เจ้าของบ้านสั่งล็อกและปลดล็อกประตูด้วยตนเอง เจ้าของบ้านเลือกกดปุ่มล็อกและปลดล็อกประตูบนหน้าจอบนแอปพลิเคชัน Blynk โดยแอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อมูลการล็อกและปลดล็อกประตูไปยังบอร์ด ESPINO32CAM แล้วสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน SERVO ทำการการล็อกและปลดล็อกประตู

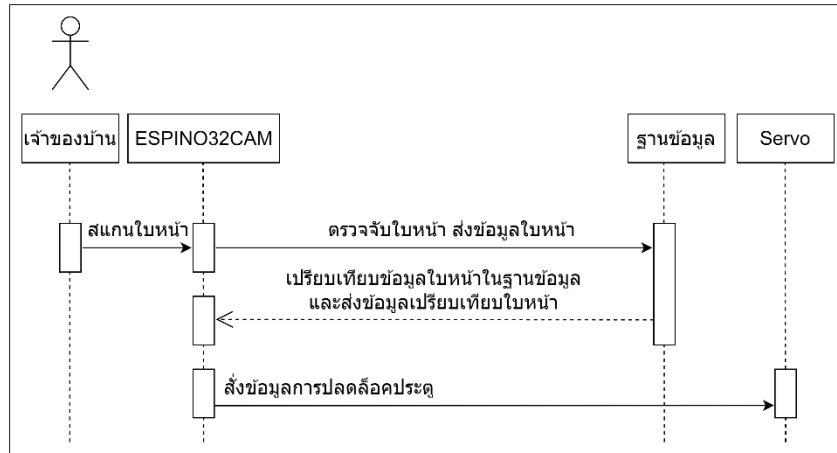
### 3.2.6.2 การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล



ภาพที่ 3.15 Sequence Diagram การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล

จากภาพที่ 3.15 เจ้าของบ้านทำการกดถ่ายภาพใบหน้ากับกล้องทั่วไป จากนั้นกล้องทำการถ่ายภาพใบหน้า และเจ้าของบ้านเพิ่มข้อมูลใบหน้าไปยังเว็บไซต์ เว็บไซต์ส่งต่อข้อมูลใบหน้าไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล เว็บไซต์สามารถทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลใบหน้าได้ เว็บไซต์ทำการส่งข้อมูลใบหน้าต่อไปยังฐานข้อมูล และฐานข้อมูลทำการเก็บข้อมูลใบหน้าไว้ เจ้าของบ้านดูข้อมูลสมาชิกได้

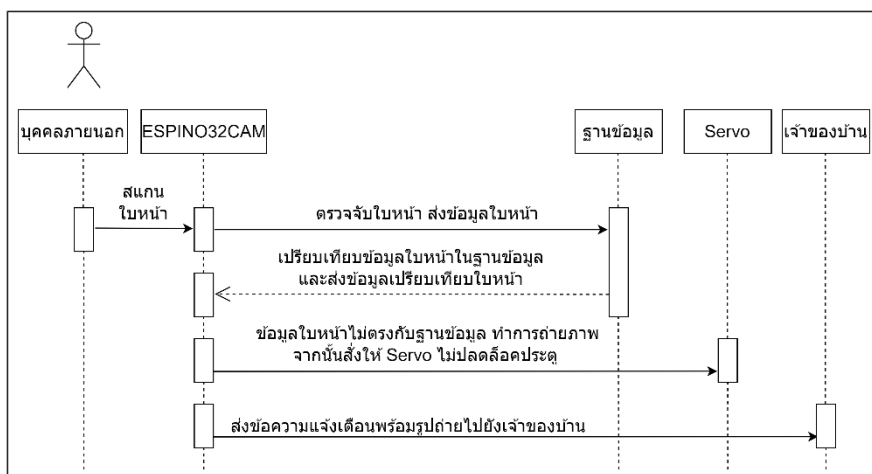
### 3.2.6.3 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน



ภาพที่ 3.16 Sequence Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน

จากภาพที่ 3.16 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน เจ้าของบ้านทำการสแกนใบหน้า บอร์ด ESPINO32CAM ทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลใบหน้าไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลการเปรียบเทียบใบหน้ากลับมายังบอร์ด ESPINO32CAM ข้อมูลใบหน้าตรงกับฐานข้อมูลบอร์ด ESPINO32CAM ส่งข้อมูลการปลดล็อคประตูให้ SERVO

### 3.2.6.4 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก



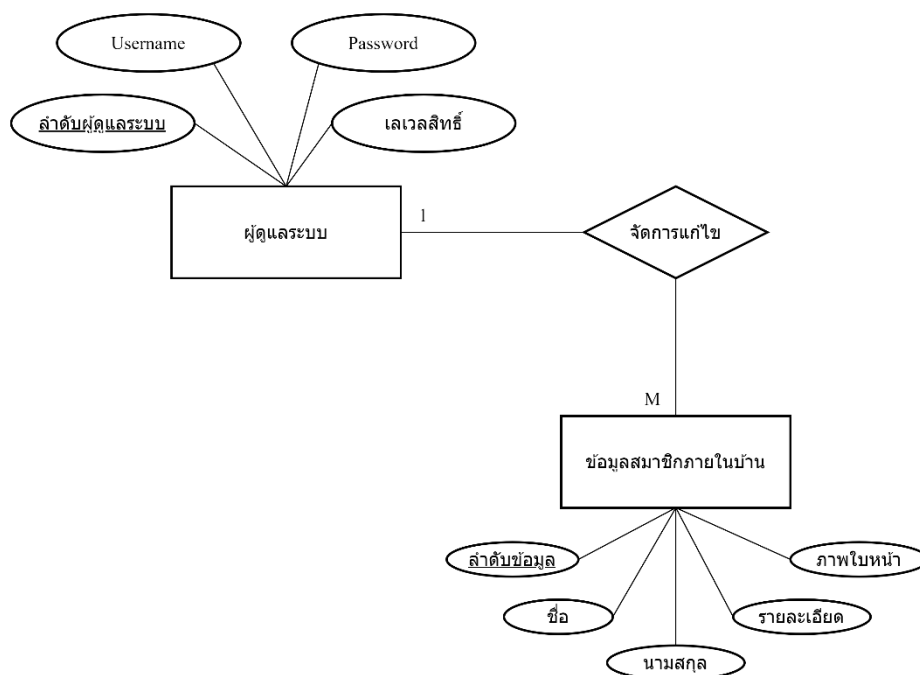
ภาพที่ 3.17 Sequence Diagram การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก



จากภาพที่ 3.17 การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก บุคคลภายนอกทำการแสกนใบหน้า บอร์ด ESPINO32CAM ทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลใบหน้าไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งผลการเปรียบเทียบใบหน้ากลับมายังบอร์ด ESPINO32CAM ข้อมูลใบหน้าไม่ตรงกับฐานข้อมูลบอร์ด ESPINO32CAM ส่งข้อมูลไม่ปลดล็อคประตูให้ SERVO ไม่เปิดประตู บอร์ด ESPINO32CAM ทำการถ่ายรูป และส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังเจ้าของบ้าน

### 3.2.7 Entity – Relationship Diagram (E- R Diagram)

โครงสร้างของระบบฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยเขียนออกมาในลักษณะของรูปภาพอธิบายโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วย เอนทิตี (Entity) แอททริบิว (Attribute) และความสัมพันธ์ (Relationship) ในการทำงานของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อคประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ดังแสดงตามภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.18 Entity – Relationship Diagram ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อคประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

### 3.2.8 Data Dictionary

เป็นการกำหนด Attribute หรือเป็นการอธิบายรายละเอียดของคลาสต่าง ๆ ของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า มีรายละเอียดดังตาราง 1 และ 2

**ตารางที่ 1** ตารางเพิ่มข้อมูลสมาชิก

Table Name	Attribute	Content	Type	Format	Range	PK or FK	Derived	FK ref.teble
user	id	รหัสสมาชิก	int	99999...	10	PK		
	firstname	ชื่อ	varchar	xxxxx...	50			
	lastname	นามสกุล	varchar	xxxxx...	50			
	position	รายละเอียด	varchar	xxxxx...	50			
	img	รูปภาพ	varchar	xxxxx...	50			

**ตารางที่ 2** ตารางเพิ่มข้อมูลผู้ดูแลระบบ

Table Name	Attribute	Content	Type	Format	Range	PK or FK	Derived	FK ref.teble
us	us_id	รหัสผู้ดูแลระบบ	int	99999...	11	PK		
	Username	ชื่อผู้ใช้	varchar	xxxxx...	30			
	Password	รหัสผ่าน	varchar	xxxxx...	30			
	level	เลเวลสิทธิ์	varchar	xxxxx	5			

### 3.3 การออกแบบเว็บไซต์

ในการออกแบบหน้าจอบริษัทระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้าทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการออกแบบหน้าจอบริษัท ดังแสดงตามภาพที่ 3.19 3.20 3.21 และ 3.22

**เข้าสู่ระบบ**

ชื่อผู้ใช้

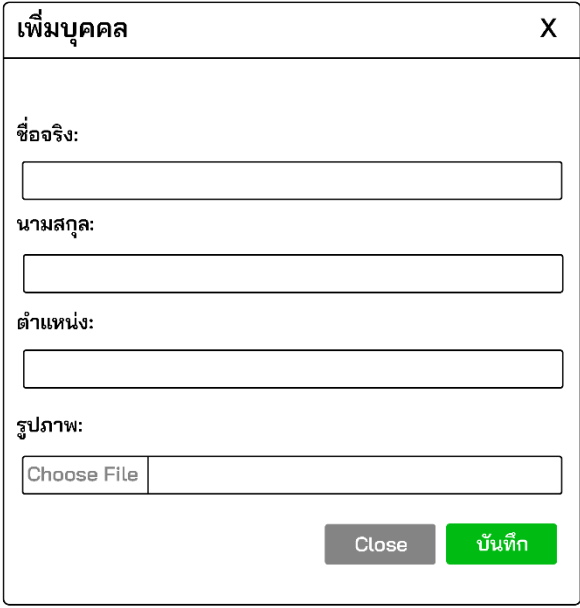
รหัสผ่าน

เข้าสู่ระบบ    รีเซ็ต

ภาพที่ 3.19 หน้าล็อกอินของผู้ดูแลระบบ

ออกจากระบบ						
เพิ่มผู้ใช้						
ลำดับ	ชื่อจริง	นามสกุล	ตำแหน่ง	รูปภาพ	แก้ไข	ลบ
1	เจ้าของ	ใจดี	เจ้าของบ้าน			
2	น้ำใส	นุ่มนวล	เพื่อนบ้าน			

ภาพที่ 3.20 หน้าจอแสดงรายชื่อสมาชิกในบ้าน



เพิ่มบุคคล X

ชื่อจริง:

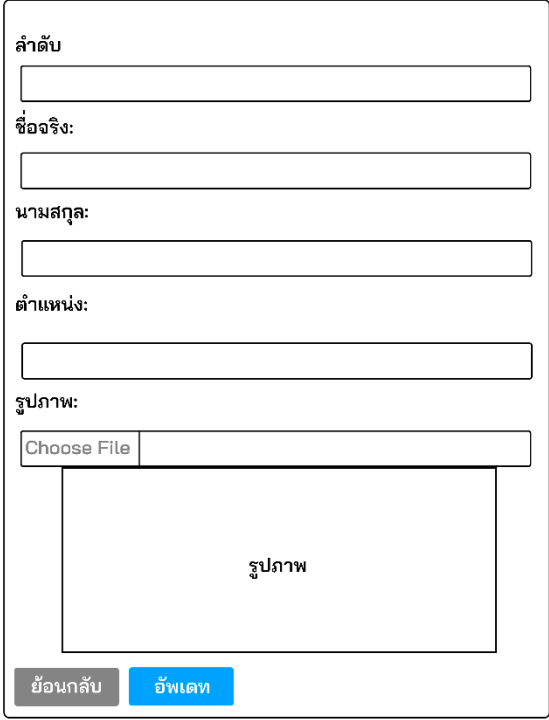
นามสกุล:

ตำแหน่ง:

รูปภาพ:

Close บันทึก

ภาพที่ 3.21 หน้าจอแสดงเพิ่มข้อมูลสมาชิก



ลำดับ

ชื่อจริง:

นามสกุล:

ตำแหน่ง:

รูปภาพ:

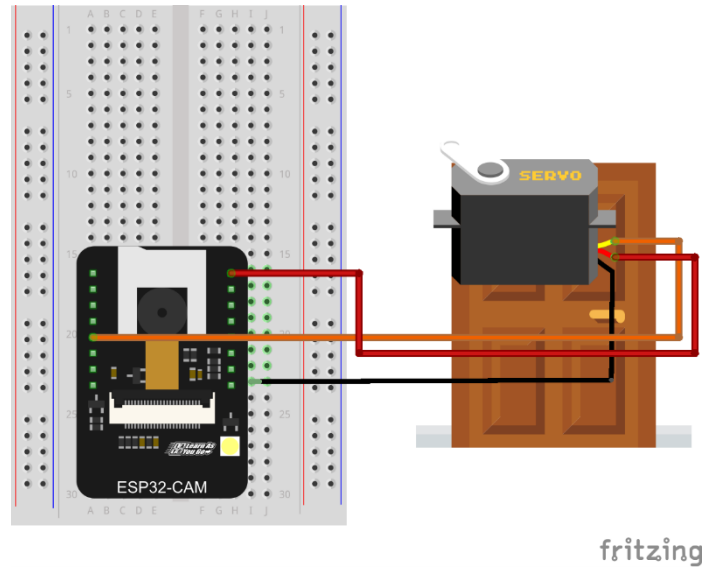
รูปภาพ

ย้อนกลับ อัปเดต

ภาพที่ 3.22 หน้าจอแสดงแก้ไขข้อมูลสมาชิก

### 3.4 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

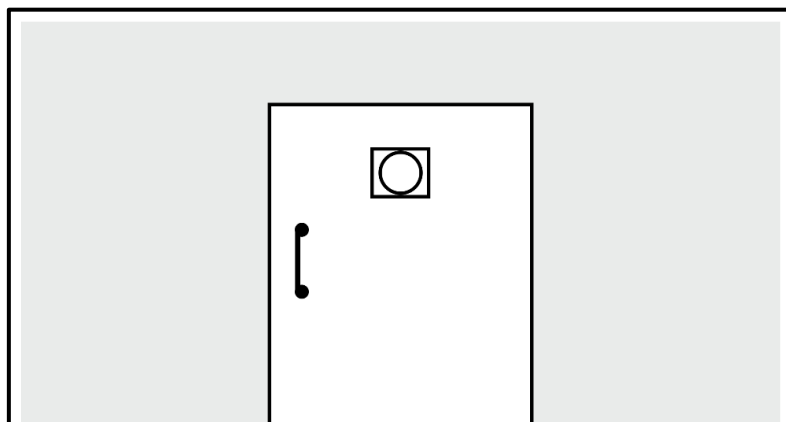
ในการออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ในการออกแบบผู้จัดทำโครงการได้ใช้โปรแกรม Fritzing แผงวงจรของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ดังแสดงตามภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนของ การตรวจจับใบหน้าเพื่อทำการสั่งล็อกและปลดล็อกประตู

จากภาพที่ 3.23 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ผู้พัฒนาใช้บอร์ด ESPINO32CAM ขา 3v3 ต่อกับขา VCC ของเซอร์โวมอเตอร์ ขา GND ของบอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับขา GND ของเซอร์โวมอเตอร์ ขา IO15 ของบอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับขา OUT ของเซอร์โวมอเตอร์

### 3.5 การออกแบบโมเดลของระบบ



ภาพที่ 3.24 การออกแบบโมเดลของระบบ

### 3.6 การออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

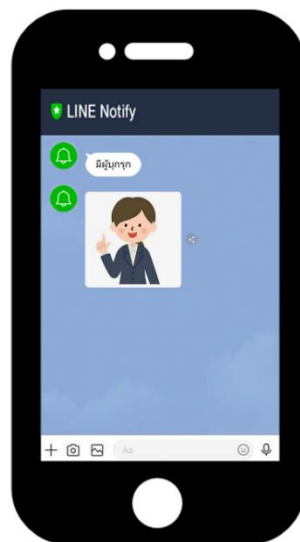
ผู้จัดทำได้ออกแบบหน้าจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน แบ่งการแสดงผลเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน้าจอควบคุมอุปกรณ์ และ หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

#### 3.6.1 ส่วนของหน้าจอควบคุมอุปกรณ์



ภาพที่ 3.25 ส่วนของหน้าจอควบคุมอุปกรณ์

#### 3.6.2 ส่วนของหน้าจอควบคุมอุปกรณ์



ภาพที่ 3.26 หน้าจอแจ้งเตือนในแอปพลิเคชันไลน์

## บทที่ 4

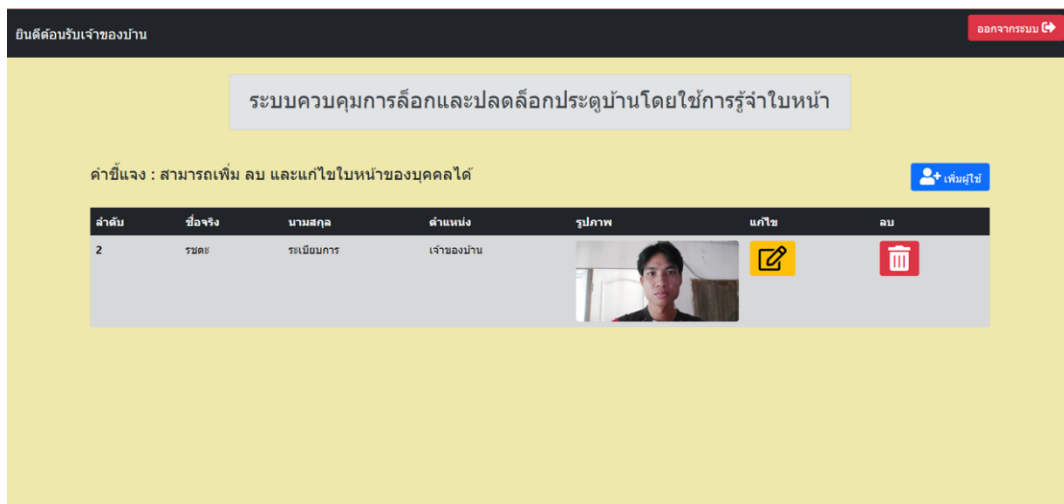
### ผลการดำเนินงาน

ในการพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า สามารถสรุปผลการดำเนินการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

- 4.1 การใช้งานเว็บไซต์ของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า
- 4.2 การทดลองการปลดล็อกประตูบ้านโดยเจ้าของบ้าน
- 4.3 การทดสอบคำสั่งงานล็อกและปลดล็อกประตูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน
- 4.4 ผลการแจ้งเตือนการถ่ายรูปและส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้านเมื่อมีผู้บุกรุก
- 4.5 ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์
- 4.6 ผลการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

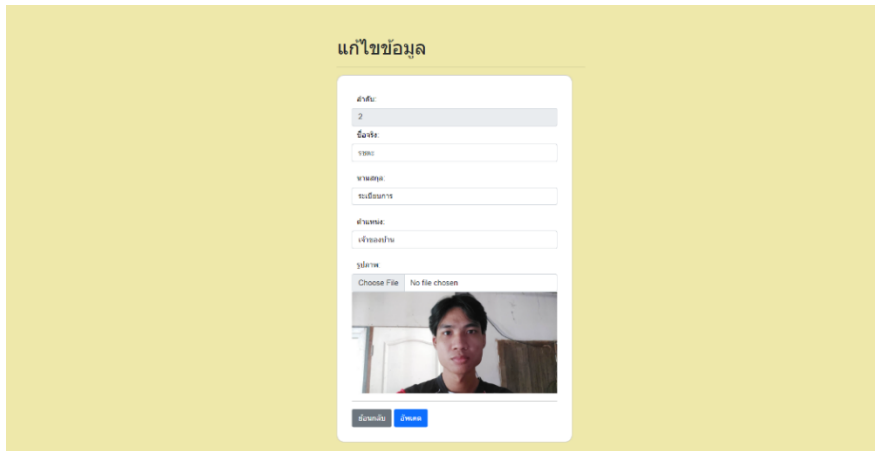
#### 4.1 การใช้งานเว็บไซต์ของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

1) หน้าแสดงข้อมูลสมาชิกภายในบ้าน หน้านี้จะแสดงข้อมูลสมาชิกและรูปภาพใบหน้าของภายในบ้าน ดังแสดงตามภาพที่ 4.1 สามารถทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลได้



ภาพที่ 4.1 หน้าแสดงข้อมูลสมาชิกภายในบ้าน

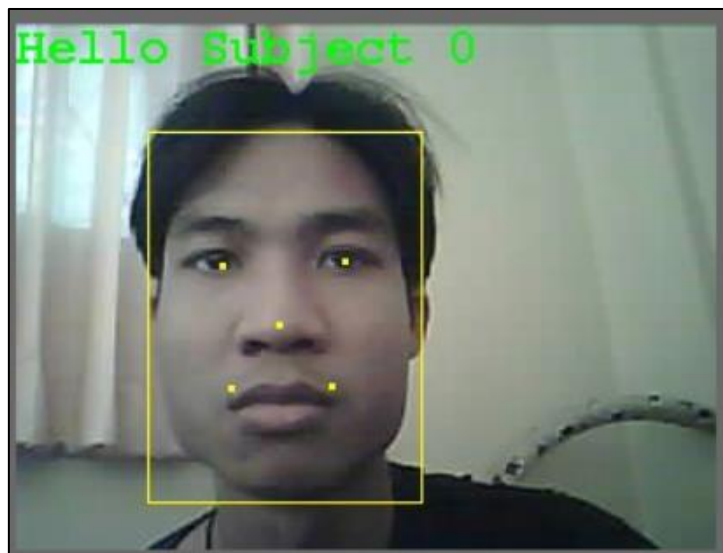
2) หน้าแก้ไขข้อมูล สามารถแก้ไขชื่อ นามสกุล ตำแหน่ง และรูปภาพได้ ดังแสดงตามภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 หน้าแสดงการแก้ไขข้อมูลสมาชิก

#### 4.2 การทดลองการปลดล็อกประตูบ้านโดยเจ้าของบ้าน

เมื่อเจ้าของบ้านมาบริเวณหน้าประตูบ้าน ระบบจะทำการเปรียบเทียบใบหน้ากับข้อมูลในฐานข้อมูลว่าตรงกันหรือไม่ ใบหน้าตรงกับฐานข้อมูลระบบทำการสั่งปลดล็อกประตูบ้าน ดังแสดงตามภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 จำลองการปลดล็อกประตูบ้านโดยเจ้าของบ้าน



#### 4.3 การทดสอบคำสั่งงานล็อกและปลดล็อกประตูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน

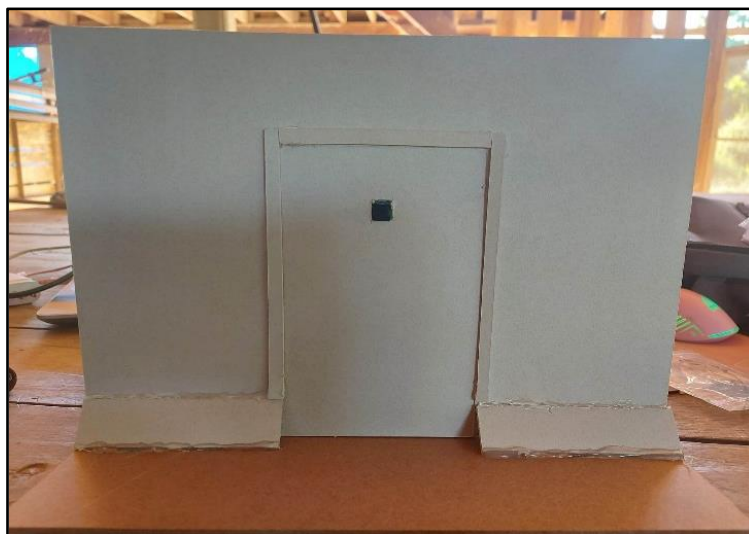
เจ้าของบ้านสามารถใช้คำสั่งเพื่อล็อกและปลดล็อกประตูบ้านในแอปพลิเคชัน Blynk ได้ ดังแสดงตามภาพที่ 4.4



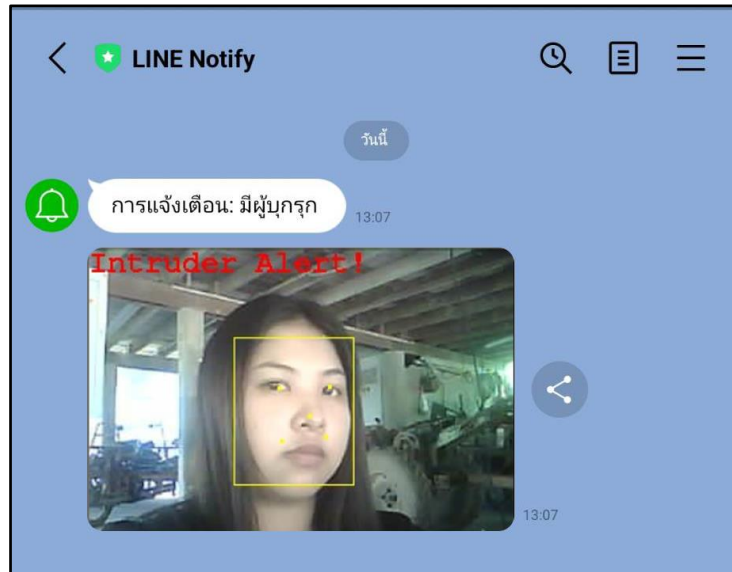
ภาพที่ 4.4 แสดงภาพผลการออกแบบหน้าจอควบคุมในแอปพลิเคชัน Blynk

#### 4.4 ผลการแจ้งเตือนการส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้านเมื่อมีผู้บุกรุก

เมื่อมีผู้บุกรุกมาบริเวณหน้าประตูบ้าน ระบบจะทำการถ่ายภาพและส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมรูปถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน ดังแสดงตามภาพที่ 4.5 และ 4.6



ภาพที่ 4.5 โมเดลบ้านที่ติดตั้งอุปกรณ์ IoT



ภาพที่ 4.6 ภาพถ่ายที่ระบบถ่ายภาพผู้บุกรุกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์

#### 4.5 ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

จากการทดสอบการทำงาน โดยทดสอบ จำนวน 50 ครั้ง ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

หัวข้อการประเมิน	ถูกต้อง (%)	ไม่ถูกต้อง (%)
1. การตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้า	70%	30%
2. การตรวจสอบการส่งข้อความพร้อมภาพถ่ายแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุก	85%	15%
3. การล็อกและปลดล็อกประตูบ้านด้วย Blynk	80%	20%
ค่าเฉลี่ย	78.33%	21.67%

จากตาราง 1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ ในหัวข้อการตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้า พบว่า การตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้า ประสิทธิภาพการทำงานของเซ็นเซอร์อยู่ที่ 70% เนื่องจากจุดยืนสำหรับการสแกนใบหน้าและแสงสว่างเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทดสอบระบบ ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดจุดยืนสำหรับการสแกนใบหน้าในระยะห่างไม่เกิน 50 เซนติเมตร และปรับแสงสว่างให้เหมาะสม ส่วนการตรวจสอบการส่งข้อความพร้อมรูปถ่ายแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุก ประสิทธิภาพการทำงานของเซ็นเซอร์อยู่ที่ 85% เนื่องจากมีปัญหาทางสัญญาณอินเทอร์เน็ตจึงส่งข้อความช้า หรือไม่ส่งไปเลย

ส่วนของการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านด้วย Blynk ประสิทธิภาพการทำงานของเซ็นเซอร์อยู่ที่ 80% เนื่องจากมีปัญหาทางสัญญาณอินเทอร์เน็ต และการเชื่อมต่อกับบอร์ด ซึ่งระบบมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 78.33%

#### 4.6 ผลการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

ในโครงการนี้ผู้จัดทำโครงการได้ใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย  $\bar{x}$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ซึ่งวิเคราะห์ตามรูปแบบความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์ระดับความพึงพอใจตามตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ

ระดับความพึงพอใจ	ผลความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 4.50 – 5.00	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.51 – 4.50	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.51 – 3.50	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.51 – 2.50	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.00 – 1.50	ระดับน้อยที่สุด

จากการสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 30 คน มีหัวข้อในการประเมินดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.
1. ด้านอุปกรณ์		
1.1 การออกแบบอุปกรณ์	4.67	0.47
1.2 การทำงานของอุปกรณ์ตรงตามวัตถุประสงค์	4.50	0.50
1.3 ความเหมาะสมของขนาดอุปกรณ์	4.83	0.37
1.4 การทำงานของอุปกรณ์และการแจ้งเตือน	4.50	0.76
2. ด้านเว็บไซต์		
2.1 ด้านความพึงพอใจต่อเว็บไซต์	4.83	0.37
2.2 ด้านการออกแบบเว็บไซต์	4.50	0.76
2.3 ด้านความพึงพอใจต่อการออกแบบระบบ	4.83	0.37
2.4 ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ	4.83	0.37
2.5 ประโยชน์ต่อการใช้งานระบบ	4.50	0.76

ค่าเฉลี่ย	4.67	0.53
-----------	------	------

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.67

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษาและแนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า สามารถสรุปผลการดำเนินการศึกษา และแนวทางการพัฒนาได้ดังต่อไปนี้

- 5.1 สรุปผลการศึกษา
- 5.2 อภิปรายผล
- 5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเอกเทศ
- 5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ได้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน

5.1.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ใช้บอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับ SERVO สำหรับสั่งล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน มีการออกแบบด้วยโปรแกรม Fritzing และใช้โปรแกรม Arduino IDE เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C และ PYTHON พร้อมทั้งจัดทำอุปกรณ์ติดตั้งในโมเดลบ้านที่ได้ออกแบบไว้จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์

- 1) การตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้าประสิทธิภาพการทำงานของระบบอยู่ที่ 70%
- 2) การตรวจสอบการส่งข้อความพร้อมรูปถ่ายแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุกประสิทธิภาพการทำงานของระบบอยู่ที่ 85%
- 3) การล็อกและปลดล็อกประตูบ้านด้วย Blynk ประสิทธิภาพการทำงานของระบบอยู่ที่ 80%

จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบพบว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับโมเดลบ้านมีประสิทธิภาพเฉลี่ย 78.33%

5.1.2 ประสิทธิภาพของเว็บไซต์ มีการวิเคราะห์ระบบออกแบบหน้าจอแสดงข้อมูล และหน้าจอเพิ่มลบ แก้ไขข้อมูล จากนั้นนำมาพัฒนาระบบด้วยภาษา PHP ประเมินความพึงพอใจผู้พัฒนาได้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน

- 1) ด้านอุปกรณ์ แบ่งออกเป็น 4 ข้อ
  - 1.1 การออกแบบอุปกรณ์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.67 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

1.2 การทำงานของอุปกรณ์ตรงตามวัตถุประสงค์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.50 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

1.3 ความเหมาะสมของขนาดอุปกรณ์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.83 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

1.4 การทำงานของอุปกรณ์และการแจ้งเตือน ได้ค่าเฉลี่ย 4.50 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

## 2) ด้านเว็บไซต์ แบ่งออกเป็น 5 ข้อ

2.1 ด้านความพึงพอใจต่อเว็บไซต์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.83 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

2.2 ด้านการออกแบบเว็บไซต์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.50 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.3 ด้านความพึงพอใจต่อการออกแบบระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 4.83 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

2.4 ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 4.83 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

2.5 ประโยชน์ต่อการใช้งานระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 4.50 เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76 มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ผลสรุปประสิทธิภาพของเว็บไซต์มีค่าความพึงพอใจค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.67 เบี่ยงเบนมาตรฐานรวมอยู่ที่ 0.53 และมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

## 5.2 อภิปรายผล

ในการพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า จากผู้ศึกษาได้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่าผู้ที่มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า อยู่ในระดับมากที่สุด

## 5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาเอกเทศ

- 1) ได้ศึกษาภาษา C สำหรับ Arduino เพิ่มเติมเพื่อเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) ได้ฝึกงานการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ SERVO และอุปกรณ์ต่าง ๆ
- 3) ได้นำความรู้เดิมมาพัฒนาต่อยอดเพื่อให้อุปกรณ์ไอโอทีที่สามารถแยกแยะใบหน้าบุคคลได้

4) ได้เรียนรู้การวางแผน การทำงานเป็นทีม ฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาข้อผิดพลาดต่าง ๆ การจัดการกับเวลาให้เหมาะสม

#### 5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ในอนาคตผู้จัดทำโครงการจะเพิ่มอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวและไฟ LED ในส่วนของอุปกรณ์ไอโอทีของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้ใบหน้า เวลาผู้ใช้งานต้องการปลดล็อกประตูบ้าน เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวทำการตรวจจับเคลื่อนไหว และเมื่อพบความเคลื่อนไหวก็จะสั่งให้ไฟ LED ติด ถ้าไม่พบความเคลื่อนไหวก็สั่งให้ไฟ LED ปิด เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจพบใบหน้าในเวลากลางคืน หากในกรณีที่เป็นผู้บุกรุกก็สามารถถ่ายภาพและส่งการแจ้งเตือนไปยังเจ้าของบ้านได้โดยเห็นภาพชัดในเวลากลางคืน ผู้จัดทำโครงการอาจใช้กลอนไฟฟ้าแทน SERVO เพื่อเพิ่มความปลอดภัยที่มากขึ้น และจะนำไปประยุกต์ใช้งานจริงเพื่อให้ได้ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือมากขึ้น

## บรรณานุกรม

- กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). **พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อินเตอร์มีเดีย.
- กฤษดา ชาญรบ (2555). **ทฤษฎีเกี่ยวกับ PHP.** สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/428663>
- เจริญ รุ่งกลิ่น, ศุภกร โพธิ์ และณัฐพล ผลระย้า. (2564). ระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้า. ใน **การประชุมหาดีใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 12** (หน้า 1646-1659). สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่
- ทรงชัย คงประจักษ์ (2560). ระบบปลดล็อคประตูบ้านผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยการตรวจสอบจากภาพถ่าย. **แนวคิด Internet of Things**, นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
- พุดินาถ มุลอนัน, ณพล ธารณเจษฎา, และวิภา ธนานันท์. (2563). ระบบระบบตรวจสอบควันและผู้บุกรุก IoT Smoke and Intruder Monitoring System. ใน **การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 8** (หน้า 358-364). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
- ภาสกร พาเจริญ. (2563). **พัฒนา IOT ผ่าน Cloud ด้วย Arduino.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โปรวิชั่น.
- ภัคพงษ์ ธีญะ, ทักษิณัย บุญชู และ นฤพนธ์ พนาวงศ์. (2565). ระบบแจ้งการรับจดหมายในสำนักงานโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. ใน **การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10** (หน้า 684-692). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
- มหาศักดิ์ เกตฉ่า (2560). **เทคโนโลยี Internet of Things (IoT).** สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2565, จาก <https://shorturl.asia/h7nAF>
- ยงยุทธ นิลธกานต์ (2556). **การจัดการฐานข้อมูล (Database Management).** สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565, จาก <https://shorturl.asia/n9Rgo>
- วัชรชัย คงศิริวัฒนา, พลกฤต หวังศิริกำโชค และวายุภักดิ์ ชันติโก (2564). ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนและประเมินความสนใจผ่านลักษณะอารมณ์ทางใบหน้าด้วยกล้องเว็บแคม. **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง** 30, (2) , 42-57.
- วิสิทธิ์ เวียงนาค (2561). **หลักการทํางานของ LINE Notify.** สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565, จาก <https://shorturl.asia/rwe84>



วิชญ์ ณ ศรีสเกษ, รัตนพล พิศสร, อิศระพงศ์ อินไผ่, กัลยา เย็นใจ และอรสา เตตติวัฒน์ (2565). การพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์. ใน **การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10** (หน้า 763-771). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

สนธยา นงนุช. (2563). **ทุกเรื่องที่คุณควรรู้เกี่ยวกับเซอร์โวมอเตอร์และการใช้งาน**. [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2565, จาก <https://shorturl.asia/9ncFu>

อีชีบอท อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และหุ่นยนต์ (2565). **ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino**. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565, จาก <https://shorturl.asia/wUyS3>

AB-Maker. (2565). **Fritzing ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นท์ให้กับ Arduino**. สืบค้น 14 กันยายน 2565, สืบค้นจาก <https://www.ab.in.th/article/34/fritzing-ซอฟต์แวร์ออกแบบวงจรและแผ่นปริ้นท์ให้กับ-arduino>

Cyber Tice (2565). **ภาษา C สำหรับ Arduino**. สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2565, จาก <https://shorturl.asia/0qony>

Mindphp (2565). **Xampp คืออะไร**. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565, จาก <https://shorturl.asia/9OqA7>

ThaiEasyElec. (2565). **ESPINO32CAM**. [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2565, จาก <https://blog.thaieasyelec.com/ESPINO32CAM-introduction/>

UNNOTE (2563). **การทำงานของ Web Server**. สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2565, จาก <https://addin.co.th/blog/web-server/>

ภาคผนวก ก

(งานวิจัยนำเสนอที่งาน การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 11)

(วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566)

# ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

## Control system for home doors that uses facial recognition.

สุพรรณษา ครองทรัพย์<sup>1</sup>, รชตะ ระเบียบการ<sup>2</sup> และ นฤพนธ์ พนาวงศ์<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

Emails: suphansa.kr@nsru.ac.th, rachata.r@nsru.ac.th, jnaruepon.p@gmail.com\*

### บทคัดย่อ

บ้านเป็นที่พักที่ต้องมีความปลอดภัยจากบุคคลไม่พึงประสงค์ที่อาจเข้ามาประสังคร้าย ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า สำหรับวิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มจากศึกษา การตรวจจับใบหน้าและการรู้จำใบหน้า ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา PHP เพื่อเก็บภาพใบหน้าของสมาชิกในบ้าน อีกทั้งประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมา ควบคุมการปลดล็อกประตูบ้านด้วยบอร์ด ESPINO32CAM และใช้ ภาษา Python ในกระบวนการตรวจสอบใบหน้า เมื่อ ใบหน้าตรงกับ ใบหน้าที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล ระบบจะส่งคำสั่งเพื่อ ปลดล็อกประตูบ้าน หากไม่ตรงจะส่งภาพถ่ายและข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน จากการทดลองพบว่าระบบ มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 78.33% และมีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเท่ากับ 4.67

**คำสำคัญ** – ความปลอดภัย , ตรวจจับใบหน้า, รู้จำใบหน้า, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ไลน์

### ABSTRACT

A home is a place to live that needs to be secure from opportunistic visitors who might come with bad intentions. The goal of this project is to create control system for home doors that uses facial recognition. In terms of the research methodology, it begins with a study of face detection and face recognition. To gather photographs of the residents of the house, the researcher created a website in PHP. The ESPINO32CAM board is used to control the door's opening and shutting, and Python is used for the face verification procedure. It also incorporates Internet of Things

technologies. When the face is identical to the one in the database The door to the residence will be opened by an order from the system. Unless it does A photo and a notification message are sent to the homeowner's LINE application if it doesn't match. According to the experiment, the system's typical effectiveness was 78.33% and its typical satisfaction level was 4.67

**Keywords** - Security, Face detection, Face recognition, Internet of things, Line

### 1. บทนำ

บ้านคือที่อยู่อาศัยของมนุษย์เพราะฉะนั้นบ้านเป็นทรัพย์สินที่มีค่า ความปลอดภัยภายในบ้านถือเป็นสิ่งสำคัญในการรักษา ป้องกันทรัพย์สินภายในบ้าน ในปัจจุบันเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เป็นเทคโนโลยีไร้สายและอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่ การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น การนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาประยุกต์ใช้งานมีประโยชน์อย่างมาก และมีความเสี่ยงไปพร้อมกัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่อทรัพย์สิน และบุคคลภายในบ้านได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีการรักษาความปลอดภัยที่ดี

ปัจจุบันการเปิด-ปิดประตูบ้านต้องใช้กุญแจในการปลดล็อกผู้ใดที่มีกุญแจบ้านสามารถไขเข้าบ้านได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องเป็นเจ้าของบ้าน ทั้งนี้จึงไม่สามารถรู้ได้ว่าบุคคลที่มาไขกุญแจบ้าน

เป็นใคร บุคคลนั้นอาจเป็นบุคคลที่ไม่ประสงค์ต่อทรัพย์สิน และบุคคลภายในบ้าน เนื่องจากยังไม่มีเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนร่วม บุคคลภายในบ้านอาจไม่สะดวกในการ ปลดล็อกประตู และไม่มี การส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยังเจ้าของบ้านเมื่อมีผู้ไม่ประสงค์ดีมาไขกุญแจ ทำให้ความเสี่งที่จะมีผู้บุกรุก

ไขกุญแจเข้าบ้านได้โดยที่เจ้าของบ้านอาจไม่ทราบ จากปัญหาที่ได้กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาประยุกต์ใช้กับความปลอดภัย ภายในบ้าน โดยพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า เพื่อให้บุคคลภายในบ้าน ปลดล็อก ประตูอย่างสะดวกขึ้นและยังช่วยในการป้องกันอันตรายที่จะเกิด กับทรัพย์สินหรือบุคคลภายในบ้านได้ จากกรณีทีบุคคลภายนอก หรือผู้ไม่ประสงค์ดีต้องการที่จะเข้าบ้าน ซึ่งจะส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมภาพถ่ายไปยัง แอปพลิเคชันไลน์ รวมถึงเจ้าของบ้าน สามารถสั่ง ปลดล็อก ประตูบ้านโดยใช้แอปพลิเคชัน Blynk ใน กรณีที่ต้องการให้บุคคลนั้นเข้ามาในบ้านได้ รวมถึงพัฒนาเว็บไซต์ ด้วยภาษา PHP เพื่อจัดเก็บข้อมูลใบหน้าสมาชิกภายในบ้านลง ฐานข้อมูล MySQL และใช้ภาษา Python ในการประมวลผล ภาพใบหน้าอีกด้วย

## 2. ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัชรชัย คงศิริวัฒนา และคณะ ( 2564) ได้พัฒนาระบบ ตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนแบบเรียลไทม์และประเมินความสนใจ ผ่านลักษณะอารมณ์ทางใบหน้าด้วยกล้องเว็บแคม นำผลการ แสดงอารมณ์ทางใบหน้าของนักศึกษาขณะทำการเรียนใน ช่วงเวลาดังกล่าว มาทำการประเมินผลความสนใจในการเรียน บนพื้นฐานชุดข้อมูลการตรวจจับอารมณ์ทางใบหน้า การทำงาน ของระบบนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ฝั่งอาจารย์ และฝั่ง นักศึกษา โดยฝั่งอาจารย์จะมีหน้า Dashboard แสดงสถานะของ นักศึกษาที่เข้าสู่ระบบในวิชาที่ลงทะเบียนเรียน และเปอร์เซ็นต์ สรุปลผลความสนใจในการเรียนรายบุคคล ฝั่งนักศึกษาจะสามารถ เข้าสู่ระบบด้วยการเข้าร่วมรายวิชาผ่านรหัสที่ได้รับจากฝั่ง อาจารย์เพื่อสามารถตรวจสอบเปอร์เซ็นต์สรุปลผลความสนใจในการ เรียนของตนเองได้ การตรวจจับใบหน้าจะทำงานร่วมกับ แบบจำลอง MobileFaceNet เพื่อแยกแยะและจดจำใบหน้า ของนักศึกษาแต่ละคน แล้วทำการเปรียบเทียบกับชุดข้อมูล

แบบจำลองตรวจจับอารมณ์ทางใบหน้า Mini-Xception เพื่อ ทราบได้ว่านักศึกษาแต่ละคนอยู่ในสถานะอารมณ์อะไร โดย จำแนกกลุ่มอารมณ์ทางใบหน้า คือ “ปกติ มีความสุข ประหลาดใจ” แสดงถึงความสนใจ ขณะเดียวกันกลุ่มอารมณ์ทางใบหน้า คือ “โกรธ เศร้า กลัว” แสดงถึงความไม่สนใจ เมื่อสิ้นสุดการ ทำงาน ระบบจะทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความสนใจและไม่ สนใจของนักศึกษา [1] และสถานการณ์เข้าชั้นเรียนออกเป็น ผลสรุป จากงานวิจัยนี้ผู้ วิจัยได้ นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีการตรวจจับใบหน้า และการรู้จำใบหน้าของเจ้าของ บ้าน

เจริญ รุ่งกลิ่น และคณะ ( 2564) ได้พัฒนาระบบเปิดประตู ด้วยระบบจดจำใบหน้า โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบเปิด ประตูด้วยระบบจดจำใบหน้า และศึกษาระดับความพึงพอใจของ ผู้ใช้ที่มีต่อระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้าโดยเป็นการนำ ระบบรู้จำใบหน้า ซึ่งเป็นกระบวนการนำภาพใบหน้าที่ตรวจจับ ได้และประมวลผลแล้ว มาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของใบหน้า เพื่อระบุว่าใบหน้าที่ตรวจจับได้ตรงกับบุคคลใด มาประยุกต์ใช้กับ การปลดล็อกประตูหรือทางเข้าออกอาคาร ที่พักอาศัยเพื่อความ ปลอดภัยของผู้พักอาศัยและทรัพย์สิน ช่วยลดความเสี่ยงการติด เชื้อโรคจากการสัมผัสได้ การพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบด้วย Camera Module สำหรับจับ ภาพใบหน้าบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi สำหรับ ประมวลผลคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมด และ Solenoid Door Lock สำหรับล็อกประตูส่วนซอฟต์แวร์เป็นการพัฒนา ชุดคำสั่งของระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้าใช้ภาษา Python และ ไบเบรารี OpenCV พร้อมระบบแจ้งเตือนเมื่อมีการ เปิดประตูผ่าน Line Notify [2] จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีการนำ แนวคิดมาประยุกต์ใช้กับการปลดล็อกประตูบ้านด้วยระบบจดจำ ใบหน้า

ภักพงษ์ ธัญญะ และคณะ (2565) ได้พัฒนาระบบแจ้งการรับ จดหมายในสำนักงานโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งการรับจดหมายใน สำนักงานโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และใช้ บอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อควบคุมการเปิดไฟพร้อมกับถ่ายภาพบริเวณตู้ไปรษณีย์แล้ว ทำการส่งภาพไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าหน้าที่ รวมถึง ใช้ บอร์ด ESP32 ต่อกับเซ็นเซอร์แสงตรวจจับวัตถุที่ขวาง ถ้า

มีจดหมายมาส่งที่ตู้ไปรษณีย์บอร์ดจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าหน้าที่ อีกทั้งพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา PHP เพื่อให้เจ้าหน้าที่ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยัง แอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของจดหมาย [3] จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ ESPINO32CAM ในการถ่ายภาพและส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังไลน์ของเจ้าของบ้าน

วิชณ ญ ศรีสเกษ และคณะ (2565) ได้พัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์โดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้เข้ากับเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ภายในอุปกรณ์จะเก็บพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อมีแสงแดดอุปกรณ์จะเก็บเป็นพลังงานเพื่อใช้เลี้ยงบอร์ด ESP32 DevKit V1 เพื่อสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์เปิดปิดประตูอุปกรณ์ตามเวลาที่กำหนด รวมถึงผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานเปิดอุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ [4] จากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีการนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานล็อกและปลดล็อกประตูบ้านผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

## 2.2 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

### 2.2.1 ESPINO32CAM

ESPINO32CAM เป็น บอร์ดที่ทาง บริษัท ThaiEasyElec พัฒนาขึ้นโดยใช้ ESP32 ร่วมกับกล้อง OV2640 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถสร้าง แอปพลิเคชัน ที่เกี่ยวกับการถ่ายภาพและประมวลผล ภาพได้สะดวกมากขึ้น ESPINO32CAM ใช้ Module ESP32Wrover-IB ซึ่งภายในใช้ชิพ ESP32 Dual-Core Tensilica LX6 Microcontroller 32-bit ความเร็ว 240 MHz (600 DMIPS) หน่วยความจำ PSRAM 8 MB และ Flash Memory 16 MB (128 Mbit) เป็นส่วนประมวลผลหลัก และโมดูลกล้อง CMOS Camera OV2640 ที่สามารถถ่ายภาพความละเอียดสูงสุด 2 Megapixel (1600 x 1200) ใช้ชิพ USB ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อลงโปรแกรมรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายมาตรฐาน IEEE 802.11b/g/n ให้สามารถเชื่อมต่อ กับเครือข่าย Wi-Fi ได้เพื่อให้บอร์ดเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ สามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ [5] ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้สำหรับตรวจจับใบหน้าเจ้าของบ้านเพื่อทำการ ล็อกและปลดล็อก ประตู และทำการถ่ายภาพกรณีตรวจพบผู้บุกรุก โดยภาพถ่ายจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้านดังแสดงตามภาพ 1



ภาพ 1 ESPINO32CAM

### 2.2.2 เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO Motor)

เซอร์โวมอเตอร์ (SERVO Motor) เป็นการรวมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เข้ากับวงจรควบคุม โดยความแตกต่างที่สำคัญของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์แบบอื่น ๆ คือเซอร์โวมอเตอร์จะรู้ตำแหน่งที่ตัวเองอยู่ และสั่งเปลี่ยนตำแหน่งโดยการเปลี่ยนองศาได้ นิยมใช้งานในเครื่องบินบังคับ เรือบังคับ โดยใช้กำหนดทิศทางของหางเสือเป็นองศา เซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ มอเตอร์กระแสตรง ชุดเฟืองทดรอบ วอลุ่ม และวงจรควบคุม หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์เริ่มที่วงจรควบคุม เมื่อวงจรควบคุมได้รับข้อมูลองศาที่ต้องการมาแล้ว วงจรควบคุมจะคำนวณว่ามอเตอร์จะต้องหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา เพื่อให้ไปสู่องศาที่ต้องการได้ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน ตัววอลุ่มที่ติดอยู่กับชุดเฟืองมอเตอร์จะตรวจสอบตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนไป โดยหากวอลุ่มตรวจพบว่าตำแหน่งที่มอเตอร์หมุนเริ่มใกล้กับองศาที่ผู้ใช้กำหนด วงจรส่วนควบคุมจะเริ่มสั่งให้มอเตอร์หมุนช้าลงเพื่อให้หมุนเข้าใกล้องศาที่กำหนดได้มากที่สุด เมื่อมอเตอร์หมุนได้ตำแหน่งองศาที่ต้องการแล้ว วงจรส่วนควบคุมจะตรวจสอบตำแหน่งของมอเตอร์เป็นระยะ ๆ โดยอ่านค่าจากวอลุ่ม หากตรวจพบว่าตำแหน่งผิดเพี้ยนไปจากค่าที่ตั้งไว้ วงจรควบคุมก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุนกลับมาให้ได้ตำแหน่งเป็นระยะ ๆ ซึ่งงานวิจัยนี้ ใช้เซอร์โวมอเตอร์รุ่น Micro SERVO Tower Pro SG90 สำหรับทำการล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน [6] ดังแสดงตามภาพ 2



ภาพ

2 เซอร์โวมอเตอร์

### 3. วิธีการดำเนินงาน

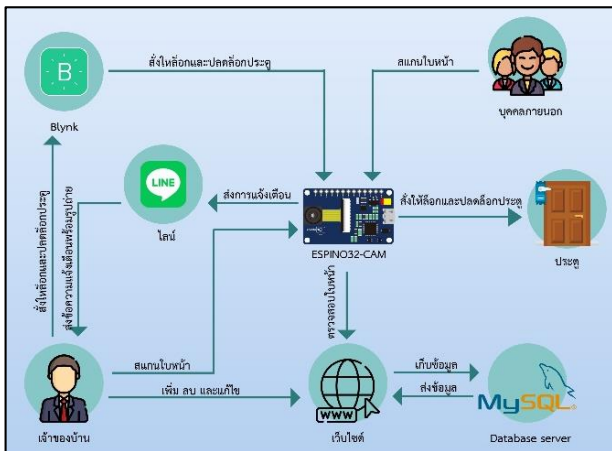
ในส่วนของการดำเนินงานและการออกแบบ ระบบควบคุม การล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า นั้นมี รายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการ ล็อกและปลดล็อก ประตูบ้านอีกทั้งเพื่อความปลอดภัยของทรัพย์สินและบุคคลภายใน บ้าน มีเซนเซอร์ตรวจสอบใบหน้าบุคคลและถ่ายรูปส่งข้อความ แจ้งเตือนพร้อมรูปถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน กรณีมีผู้บุกรุก ลดปัญหาบุคคลภายในบ้านอาจไม่สะดวกในการ ล็อกและปลดล็อกประตู รวมถึงความเสี่ยงที่จะมีผู้บุกรุกไขกุญแจ เข้าบ้านได้โดยที่เจ้าของบ้านอาจไม่ทราบ และระบบต้องต่อ อินเทอร์เน็ต Wi-Fi/5G/4G

#### 3.2 สถาปัตยกรรม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างสถาปัตยกรรมของ ระบบเพื่ออธิบายการทำงานของระบบ ดังแสดงตามภาพ 3



3 สถาปัตยกรรมของระบบ

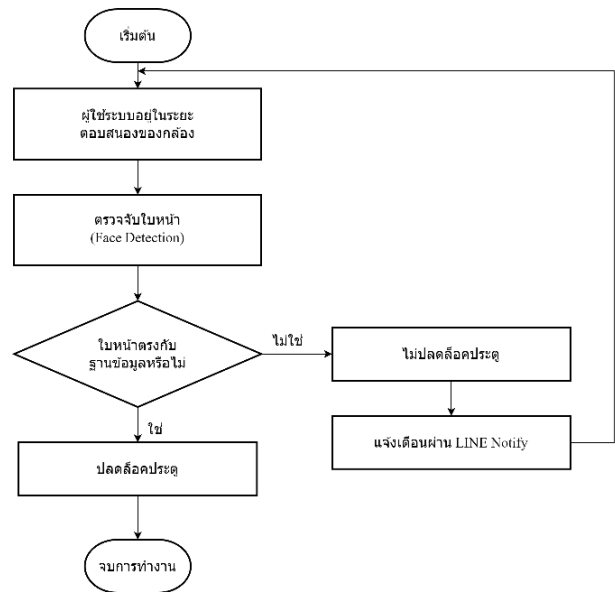
จากภาพ 3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมการ ล็อกและปลดล็อก ประตูบ้านโดยใช้ใบหน้าสามารถอธิบาย การทำงานได้ดังต่อไปนี้ 1). เจ้าของบ้านสามารถเพิ่ม ลบ และ แก้ไขใบหน้าของบุคคลภายในบ้านได้โดยเว็บไซต์ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล MySQL และสามารถสั่ง ล็อก และ ปลดล็อก ประตูบ้านผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ได้ 2). บอร์ด ESPINO32CAM สามารถตรวจสอบใบหน้า โดยทำการเปรียบเทียบ ใบหน้าคนที่เข้ามากับใบหน้าในฐานข้อมูล ซึ่งในส่วนนี้จะเรียกใช้ API ที่ถูกเก็บไว้ใน เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งถูกเขียนด้วยภาษา Python

2.1) กรณีที่เป็นเจ้าของบ้าน บอร์ด ESPINO32CAM จะสั่งให้ SERVO ทำการปลดล็อกประตูบ้าน 2.2) กรณีที่ไม่ใช่เจ้าของบ้าน บอร์ด ESPINO32CAM จะสั่งให้ SERVO ไม่ปลดล็อกประตูบ้าน และทำการถ่ายรูป หลังจากนั้นจะส่ง ภาพถ่ายและ ข้อความแจ้ง เตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน

#### 3.3 แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน

ในการพัฒนาระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน โดยใช้การรู้จำใบหน้า ได้จำแนกขั้นตอนการพัฒนากระบวนการ ต่าง ๆ ออกเป็นดังนี้

##### 3.3.1 Flowchart Diagram ส่วน ของระบบ การจดจำและการ ตรวจสอบใบหน้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

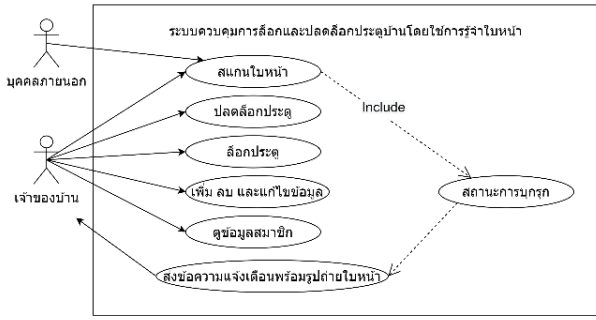


4 ผังงานส่วนของระบบการจดจำและการตรวจสอบใบหน้า

จากภาพ 4 แสดงผังงานส่วนของระบบการจดจำใบหน้าและ การตรวจสอบใบหน้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อผู้ใช้ระบบอยู่ในระยะตอบสนองของกล้องหรือจุดที่กล้อง สามารถโฟกัสใบหน้าได้ ระบบจะตรวจจับใบหน้า ซึ่ง กระบวนการค้นหาใบหน้าของบุคคลและทำการประมวลผลภาพ ใบหน้าที่ได้ เพื่อให้ภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้ง่ายต่อการจำแนก ในขั้นตอนการรู้จำใบหน้า ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ใบหน้าที่ถูก ตรวจจับได้ว่าตรงกับใบหน้าของบุคคลใด โดยทำการเปรียบ เทียบกับภาพที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล ถ้าหากตรงระบบจะทำการสั่งให้ ประตูปลดล็อกแต่หากไม่ตรงระบบจะทำการถ่ายภาพ จากนั้นจะ ส่งภาพถ่ายและ ข้อความแจ้งเตือนไปยัง แอปพลิเคชันไลน์ของ เจ้าของบ้าน

### 3.3.2 Use Case Diagram



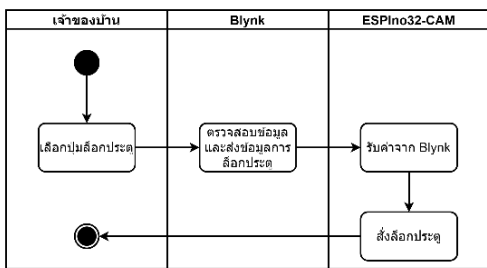
ภาพ 5 แสดง Use Case Diagram ของระบบงาน

จากภาพ 5 ผู้วิจัยได้แสดง Use Case Diagram ของระบบงาน ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

เจ้าของบ้านสามารถสแกนใบหน้าเพื่อปลดล็อกประตูบ้าน สามารถสั่ง ล็อกและปลดล็อก ประตูได้และสามารถทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลใบหน้าของบุคคลภายในบ้านได้ กรณีเป็น บุคคลภายนอกสแกนใบหน้าจะส่งข้อความแจ้งเตือนรูปถ่าย ไปยังเจ้าของบ้าน

3.3.3 Activity Diagram ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 5 ส่วนคือ 1). ส่วน เจ้าของบ้านสั่ง ล็อกประตูด้วยตนเอง 2). ส่วน เจ้าของบ้านสั่ง ปลดล็อก ประตูด้วยตนเอง 3). ส่วนของ การเก็บใบหน้าเจ้าของ บ้านลงฐานข้อมูล 4). ส่วนของ การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการ ปลดล็อกประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน 5). ส่วนของการตรวจสอบ ใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก ซึ่งมี รายละเอียดดังนี้

#### 3.3.3.1 ส่วนเจ้าของบ้านสั่งล็อกประตูด้วยตนเอง



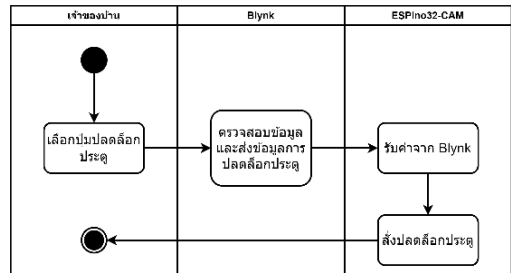
ภาพ 6 แสดง Activity Diagram ส่วนเจ้าของบ้านสั่งล็อกประตูด้วยตนเอง

จากภาพ 6 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนเจ้าของ บ้านสั่งล็อกประตูด้วยตนเอง ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การเลือก ล็อกประตูแบบ แมนนวล เจ้าของบ้านเลือกกดปุ่ม ล็อกประตูบนหน้าจอบlynk จากนั้น Blynk จะตรวจสอบและส่ง ข้อมูลการ ล็อก ประตูไปยัง บอร์ด ESPINO32CAM เพื่อรับค่า

ข้อมูลจาก Blynk แล้วสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน SERVO ทำการล็อก ประตู

#### 3.3.3.2 ส่วนเจ้าของบ้านสั่งปลดล็อกประตูด้วยตนเอง



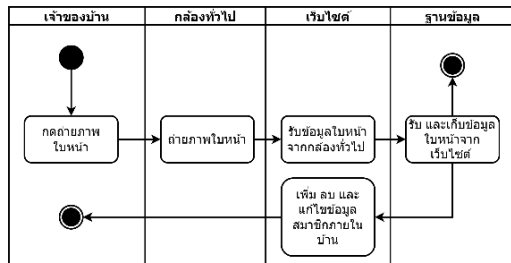
ภาพ 7

แสดง Activity Diagram ส่วนเจ้าของบ้านสั่งปลดล็อกประตู ด้วยตนเอง

จากภาพ 7 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนเจ้าของ บ้านสั่งปลดล็อกประตูด้วยตนเอง ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การเลือกปลดล็อกประตูแบบ แมนนวล เจ้าของบ้านเลือกกด ปุ่มปลดล็อกประตูบนหน้าจอบlynk จากนั้น Blynk จะตรวจสอบ และส่งข้อมูลการปลดล็อกประตูไปยัง บอร์ดESPINO32CAM เพื่อ รับค่าข้อมูลจาก Blynk แล้วสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน SERVO ทำการ ปลดล็อกประตู

#### 3.3.3.3 ส่วนของการเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล

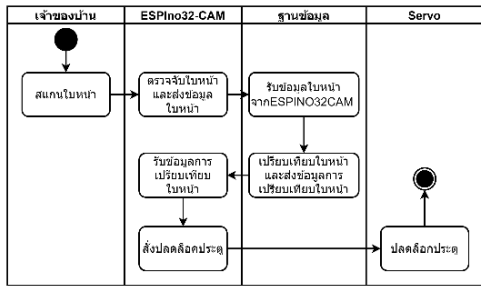


ภาพ 8 แสดง Activity Diagram ส่วนของการเก็บใบหน้าเจ้าของบ้าน ลงฐานข้อมูล

จากภาพ 8 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนของการ เก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล เจ้าของบ้านทำการ กดถ่ายภาพใบหน้าผ่านกล้องทั่วไป กล้องทำการถ่ายภาพใบหน้า จากนั้น เจ้าของบ้านเพิ่ม ข้อมูลใบหน้าไปยังเว็บไซต์ สามารถทำ การเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลใบหน้าได้ เว็บไซต์ทำการส่งข้อมูล ใบหน้าต่อไปยังฐานข้อมูล และฐานข้อมูลทำการเก็บข้อมูล ใบหน้าไว้

3.3.3.4 ส่วนของการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อก ประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน

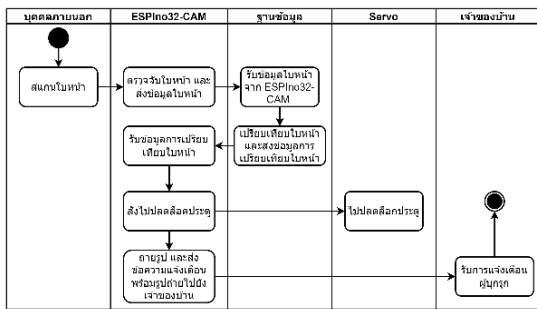


ภาพ 9 แสดง Activity Diagram ส่วนของการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน

จากภาพ 9 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนของการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน เจ้าของบ้านทำการแชนใบหน้าผ่านบอร์ด ESPINO32CAM หลักจากนั้นจะทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลการเปรียบเทียบใบหน้ากลับมายังบอร์ด ESPINO32CAM จากนั้นบอร์ด ESPINO32CAM สั่งให้ SERVO ทำการปลดล็อกประตู

### 3.3.3.5 ส่วนของการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก



ภาพ 10 แสดง Activity Diagram ส่วนของการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก

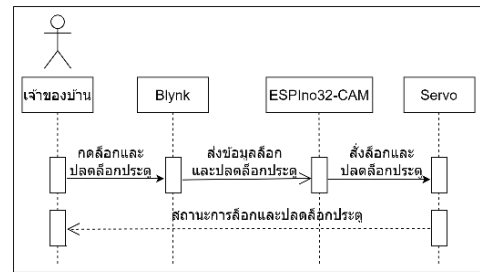
จากภาพ 10 ผู้วิจัยได้แสดง Activity Diagram ส่วนของการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอกบุคคลภายนอกทำการแชนใบหน้าผ่านบอร์ด ESPINO32CAM หลักจากนั้นจะทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลการเปรียบเทียบใบหน้ากลับมายังบอร์ด

ESPINO32CAM สั่งให้ SERVO ไม่ปลดล็อกประตู จากนั้นบอร์ด ESPINO32CAM ทำการถ่าย ภาพ และส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมรูปถ่ายไปยังเจ้าของบ้าน

3.3.4 Sequence Diagram ผู้วิจัย ได้แบ่งเป็น 4 ส่วนคือ 1). ส่วนเจ้าของบ้านสั่ง ล็อกและปลดล็อก ประตูด้วยตนเอง 2). ส่วนการเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล 3). ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน 4). ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อกประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 3.3.4.1 ส่วนเจ้าของบ้านสั่ง ล็อกและปลดล็อก ประตูด้วยตนเอง

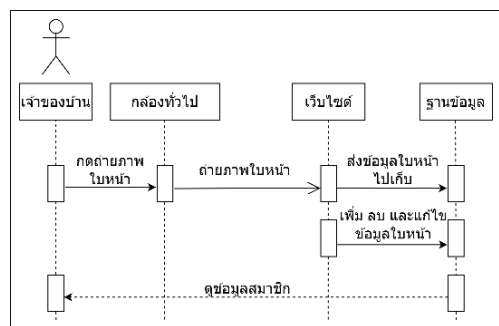


ภาพ 11 แสดง Sequence ส่วนเจ้าของบ้านสั่งล็อกและปลดล็อกประตูด้วยตนเอง

จากภาพ 11 ผู้วิจัยได้แสดง Sequence ส่วนเจ้าของบ้านสั่งล็อกและปลดล็อกประตูด้วยตนเอง ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

เจ้าของบ้านสั่ง ล็อกและปลดล็อก ประตูด้วยตนเอง เจ้าของบ้านเลือกกดปุ่มล็อกและปลดล็อกประตูบนหน้าจอบนแอปพลิเคชัน Blynk โดยแอปพลิเคชัน Blynk จะส่งข้อมูลการ ล็อกและปลดล็อก ประตูไปยังบอร์ด ESPINO32CAM แล้วสั่งให้อุปกรณ์ SERVO ทำการล็อกและปลดล็อกประตู

### 3.3.4.2 ส่วนการเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล



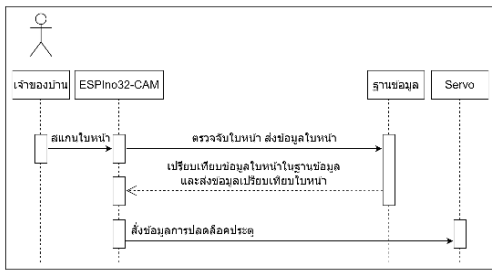
ภาพ 12 แสดง Sequence ส่วนการเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล

จากภาพ 12 ผู้วิจัยได้แสดง Sequence ส่วนการเก็บใบหน้าเจ้าของบ้านลงฐานข้อมูล ซึ่งอธิบายได้ดังนี้



เจ้าของบ้านทำการกดถ่ายภาพใบหน้ากับกล้องทั่วไป จากนั้นกล้องทำการถ่ายภาพ ใบหน้า และเจ้าของบ้านเพิ่ม ข้อมูลใบหน้า ไปยังเว็บไซต์ เว็บไซต์ส่งต่อข้อมูลใบหน้าไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล เว็บไซต์สามารถทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลใบหน้าได้ เว็บไซต์ทำการส่งข้อมูลใบหน้าต่อไปยังฐานข้อมูล และฐานข้อมูลทำการเก็บข้อมูลใบหน้าไว้ เจ้าของบ้านดูข้อมูลสมาชิกได้

3.3.4.3 ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน

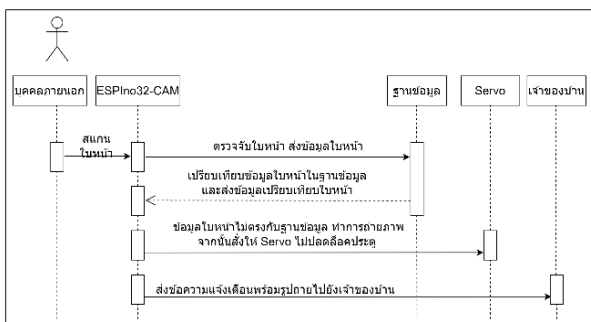


ภาพ 13 แสดง Sequence ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน

จากภาพ 13 ผู้วิจัยได้แสดง Sequence ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นเจ้าของบ้าน เจ้าของบ้านทำการแสดกนใบหน้า บอร์ดESPINO32CAM ทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลใบหน้าไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลการเปรียบเทียบใบหน้าที่กลับมายังบอร์ด ESPINO32CAM ข้อมูลใบหน้าตรงกับฐานข้อมูลบอร์ดESPINO32CAM ส่งข้อมูลการปลดล็อคประตูให้ SERVO

3.3.4.4 ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก

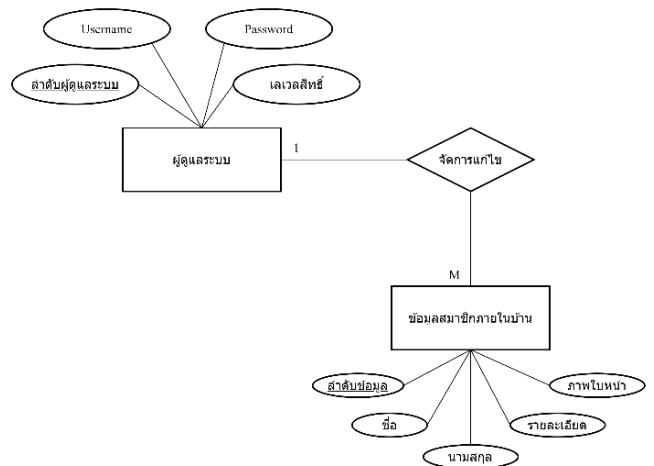


ภาพ 14 แสดง Sequence ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก

จากภาพ 14 ผู้วิจัยได้แสดง Sequence ส่วนการตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การตรวจสอบใบหน้าเพื่อทำการปลดล็อคประตูกรณีเป็นบุคคลภายนอก บุคคลภายนอกทำการแสดกนใบหน้า บอร์ด ESPINO32CAM ทำการตรวจจับใบหน้า ส่งข้อมูลใบหน้าไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบใบหน้าว่าตรงกันหรือไม่ แล้วส่งข้อมูลการเปรียบเทียบใบหน้าที่กลับมายังบอร์ด ESPINO32CAM ข้อมูลใบหน้าไม่ตรงกับฐานข้อมูลบอร์ด ESPINO32CAM จะส่งให้ SERVO ไม่ปลดล็อค ประตู จากนั้น บอร์ด ESPINO32CAM ทำการถ่ายภาพ และส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมรูปถ่ายไปยังเจ้าของบ้าน

3.3.5 Entity – Relationship Diagram โครงสร้างของระบบฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยเขียนนอกแบบมาในลักษณะของรูปภาพอธิบายโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วยเอนทิตี (Entity) แอททริบิว (Attribute) และความสัมพันธ์ (Relationship) ในการทำงานของระบบควบคุมการล็อคและปลดล็อคประตูบ้าน โดยใช้การรู้จำใบหน้า ดังแสดงภาพ 15



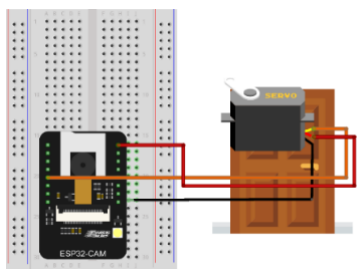
ภาพ 15 ระบบควบคุมการล็อคและปลดล็อคประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

3.4 การออกแบบการทำงานของระบบ

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทำงานของระบบเป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้

3.4.1. การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในการออกแบบผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม FRITZING แผงวงจรของระบบควบคุมการล็อคและปลดล็อคประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ดังแสดงภาพ 16

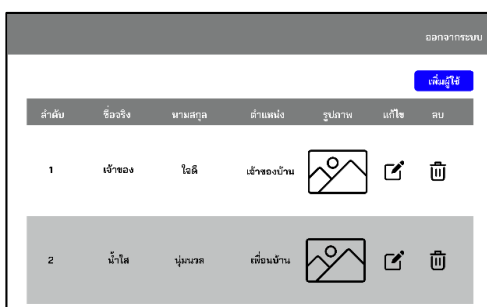


ภาพ 16 การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนของวงจรจับใบหน้าเพื่อทำการสั่งล็อกและปลดล็อกประตู

การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ผู้พัฒนาใช้บอร์ด ESPINO32CAM ขา 3v3 ต่อกับขา VCC ของเซอร์โวมอเตอร์ ขา GND ของบอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับขา GND ของเซอร์โวมอเตอร์ ขา IO15 ของบอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับขา OUT ของเซอร์โวมอเตอร์

### 3.4.2 การออกแบบเว็บไซต์ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบหน้าจอ ดังแสดงภาพ 17

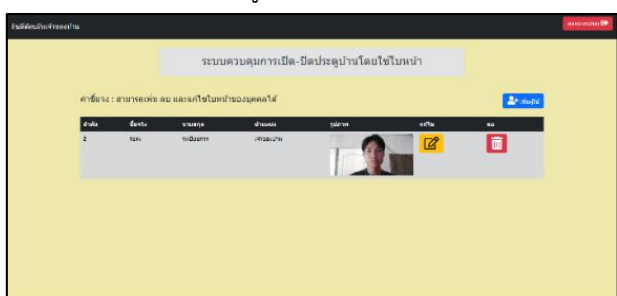


ภาพ 17 หน้าแสดงข้อมูลสมาชิกภายในบ้าน

## 4. ผลการดำเนินงาน

### 4.1 การใช้งานเว็บไซต์ของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า

ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษา PHP เพื่อเก็บข้อมูลสมาชิกภายในบ้าน โดยหน้านี้จะแสดงข้อมูลสมาชิกและรูปภาพใบหน้าของภายในบ้าน ดังแสดงตามภาพ 18 ซึ่งเจ้าของบ้านสามารถทำการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลได้



ภาพ 18 หน้าแสดงข้อมูลสมาชิกภายในบ้าน

### 4.2 การทดลองการปลดล็อกประตูบ้านโดยเจ้าของบ้าน

เมื่อเจ้าของบ้านมาบริเวณหน้าประตูบ้าน ระบบจะทำการเปรียบเทียบใบหน้ากับข้อมูลในฐานข้อมูลว่าตรงกันหรือไม่ ใบหน้าตรงกับฐานข้อมูลระบบทำการสั่งปลดล็อกประตูบ้าน ดังแสดงตามภาพ 19



ภาพ 19 จำลองการปลดล็อกประตูบ้านโดยเจ้าของบ้าน

### 4.3 การทดสอบคำสั่งงานล็อกและปลดล็อกประตูผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน

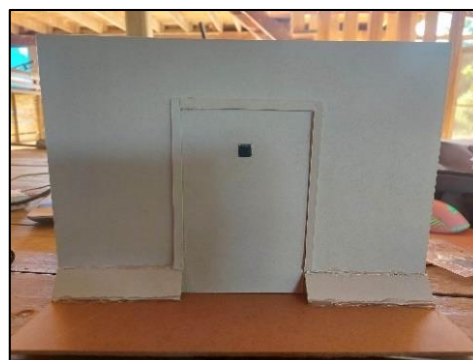
เจ้าของบ้านสามารถใช้คำสั่งเพื่อล็อกและปลดล็อกประตูบ้านในแอปพลิเคชัน Blynk ได้ ดังแสดงตามภาพ 20



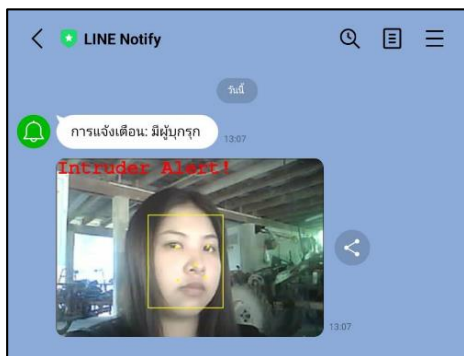
ภาพ 20 แสดงภาพผลการออกแบบหน้าจอควบคุมในแอปพลิเคชัน Blynk

### 4.4 ผลการแจ้งเตือนการส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมรูปถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้านเมื่อมีผู้บุกรุก

เมื่อมีผู้บุกรุกมาบริเวณหน้าประตูบ้าน ระบบจะทำการถ่ายภาพ และส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมรูปถ่ายไปยังแอปพลิเคชันไลน์ของเจ้าของบ้าน ดังแสดงตามภาพ 21 และ 22



ภาพ 21 โมเดลบ้านที่ติดตั้งอุปกรณ์ IOT



ภาพ 22 ภาพถ่ายที่ระบบถ่ายภาพผู้บุกรุกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์

#### 4.5 ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์

จากการทดสอบการทำงาน โดยทดสอบ จำนวน 50 ครั้ง ซึ่งมีผลการทดสอบดังตาราง 1

ตาราง 1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

หัวข้อการประเมิน	ถูกต้อง (%)	ไม่ถูกต้อง (%)
1. การตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้า	70%	30%
2. การตรวจสอบการส่งข้อความพร้อมรูปถ่ายแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุก	85%	15%
3. การล็อกและปลดล็อกประตูบ้านด้วย Blynk	80%	20%
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>78.33%</b>	<b>21.67%</b>

จากตาราง 1 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ ในหัวข้อการตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้า พบว่า การตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจสอบใบหน้า ประสิทธิภาพการทำงานของเซ็นเซอร์อยู่ที่ 70% เนื่องจากจุดยืนสำหรับการสแกนใบหน้าและแสงสว่างเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทดสอบระบบ ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดจุดยืนสำหรับการสแกนใบหน้าในระยะห่างไม่เกิน 50 เซนติเมตร และปรับแสงสว่างให้เหมาะสม ส่วนการตรวจสอบการส่งข้อความพร้อมรูปถ่ายแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุก ประสิทธิภาพการทำงานของเซ็นเซอร์อยู่ที่ 85% เนื่องจากมีปัญหาทางสัญญาณอินเทอร์เน็ตจึงส่งข้อความช้า หรือไม่ส่งไปเลย ส่วนของการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านด้วย Blynk ประสิทธิภาพการทำงานของเซ็นเซอร์อยู่ที่ 80% เนื่องจากมีปัญหาทางสัญญาณอินเทอร์เน็ต

และการเชื่อมต่อกับบอร์ด ซึ่งระบบมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 78.33%

#### 4.6 ผลการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อระบบ

ในงานวิจัย นี้ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย  $\bar{x}$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ซึ่งวิเคราะห์ตามรูปแบบความพึงพอใจ โดยใช้เกณฑ์ระดับความพึงพอใจตามตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์ระดับความพึงพอใจ

ระดับความพึงพอใจ	ผลความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 4.50 - 5.00	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.51 - 4.50	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.51 - 3.50	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.51 - 2.50	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.00 - 1.50	ระดับน้อยที่สุด

จากการสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 30 คน มีหัวข้อในการประเมินดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลสำรวจความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ

หัวข้อการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.
1. ด้านอุปกรณ์		
1.1 การออกแบบอุปกรณ์	4.67	0.47
1.2 การทำงานของอุปกรณ์ตรงตามวัตถุประสงค์	4.50	0.50
1.3 ความเหมาะสมของขนาดอุปกรณ์	4.83	0.37
1.4 การทำงานของอุปกรณ์และการแจ้งเตือน	4.50	0.76
2. ด้านเว็บไซต์		
2.1 ด้านความพึงพอใจต่อเว็บไซต์	4.83	0.37
2.2 ด้านการออกแบบเว็บไซต์	4.50	0.76
2.3 ด้านความพึงพอใจต่อกาออกแบบระบบ	4.83	0.37
2.4 ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ	4.83	0.37
2.5 ประโยชน์ต่อการใช้งานระบบ	4.50	0.76
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.67</b>	<b>0.53</b>

จากตาราง 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.67

## 5. สรุปผลการศึกษาและแนวทางการพัฒนา

### 5.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนา ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้า ได้แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน 1) ใช้บอร์ด ESPINO32CAM ต่อกับ SERVO สำหรับสั่ง ล็อกและปลดล็อกประตูบ้าน มีการออกแบบด้วยโปรแกรม FRITZING และใช้โปรแกรม ARDUINO IDE เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C และ PYTHON พร้อมทั้งจัดทำอุปกรณ์ติดตั้งในโมเดลบ้านที่ได้ ออกแบบไว้จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 78.33% 2) ในส่วน ของเว็บไซต์ มีการวิเคราะห์ระบบออกแบบหน้าจอแสดงข้อมูล และหน้าจอเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูล จากนั้นนำมาพัฒนาระบบด้วยภาษา PHP ประเมินความพึงพอใจด้านฟังก์ชันตามความต้องการของผู้ใช้ระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้าจากผู้ใช้งาน ซึ่งผลการประเมินพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในด้านฟังก์ชันของระบบควบคุมการล็อกและปลดล็อกประตูบ้านโดยใช้การรู้จำใบหน้าอยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.67

### 5.2 แนวทางในการพัฒนา

ในอนาคตผู้วิจัยจะเพิ่มอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวและไฟ LED ในส่วนของอุปกรณ์ไอโอทีควบคุมการล็อกและปลดล็อก ประตูบ้านโดยใช้ใบหน้า เวลาผู้ใช้ต้องการปลดล็อก ประตูบ้าน เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวก็จะจับตรวจจับและเมื่อพบความเคลื่อนไหวก็จะสั่งให้ไฟ LED ติด ถ้าไม่พบความเคลื่อนไหวก็จะสั่งให้ไฟ LED ปิด และเพื่อความแม่นยำในการตรวจพบใบหน้าในเวลากลางคืน หากในกรณีที่เป็นผู้บุกรุกก็สามารถถ่ายภาพและส่งการแจ้งเตือนไปยังเจ้าของบ้านได้โดยเห็นภาพชัดในเวลากลางคืน อาจใช้กล่องไฟฟ้าแทน SERVO เพื่อเพิ่มความปลอดภัยที่มากขึ้น และจะนำไปประยุกต์ใช้งานจริงเพื่อให้ได้ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือ

## เอกสารอ้างอิง

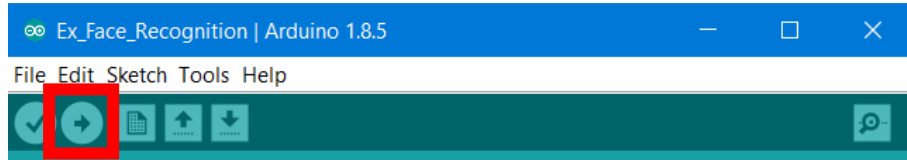
- [1] วีชรชัย คงศิริวัฒนา, พลกฤต หวังศิริกำโชค และวายุภักดิ์ ชันติโก. “ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนและประเมินความสนใจผ่านลักษณะอารมณ์ทางใบหน้าด้วยกล้องเว็บแคม ”. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง 30, 2 (25 มกราคม 2564). หน้า 42-57.
- [2] เจริญ รุ่งกลิ่น , ศุภกร โพธิ์ และณัฐพล ผลระย้า . (2564). ระบบเปิดประตูด้วยระบบจดจำใบหน้า . ใน การประชุม ทาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 12 (หน้า 1646-1659). สงขลา: มหาวิทยาลัยทาดใหญ่
- [3] ภัคพงษ์ ธัญญา , ทักษิณีย์ บุญชู และ นฤพนธ์ พนาวงศ์ . (2565). ระบบแจ้งการรับจดหมายในสำนักงานโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. ใน การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10 (หน้า 684-692). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
- [4] วิษณุ ณ ศรีสเกษ รัตนพล พัทสร อิสระพงศ์ อินไม่ กัลยา เย็นใจ และ อรสา เตติวัฒน์ .การพัฒนาต้นแบบเครื่องให้อาหารปลาพลังงานแสงอาทิตย์ . ใน การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 10 (หน้า 763-771). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
- [5] ThaiEasyElec. (2565). ESPINO32CAM. [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2565. จาก <https://blog.thaieasyelec.com/ESPINO32CAM-introduction/>
- [6] สนธยา นงนุช. (2563). ทุกเรื่องที่คุณรู้เกี่ยวกับเซอร์โวมอเตอร์และการใช้งาน. [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 11 กันยายน 2565. จาก <https://shorturl.asia/9ncFu>

ภาคผนวก ข

(การติดตั้ง Library กรณีการใช้งานบอร์ด ESPINO32CAM ในการจดจำใบหน้า)

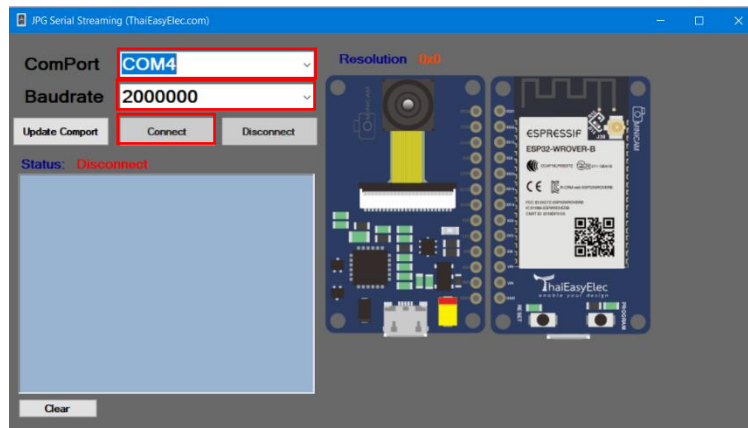
## การติดตั้ง Library การใช้งานบอร์ด ESPINO32CAM ในการจดจำใบหน้า

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE
2. เปิดตัวอย่าง File > Example > ESPINO32CAM > EX\_Face\_Recognition
3. ตั้งค่า Arduino IDE ให้ใช้งานกับ ESPINO32CAM
4. Upload Program ลงไปยัง ESPINO32CAM ดังแสดงตามภาพที่ ข.1



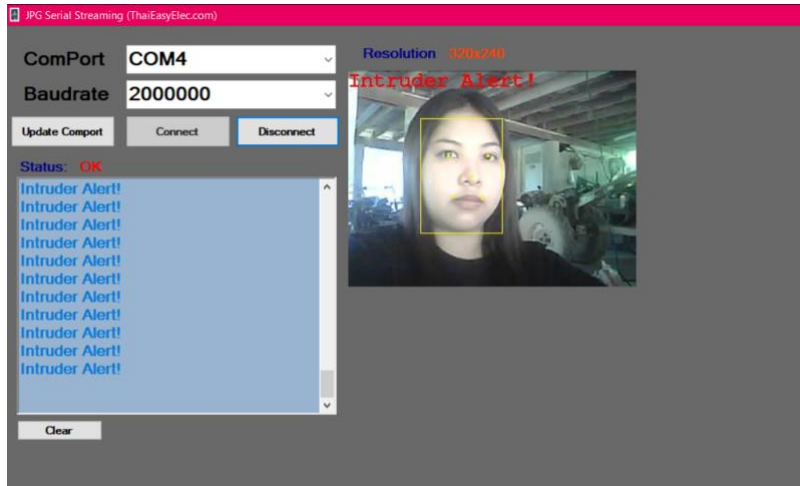
ภาพที่ ข.1 แสดง Upload Program ลงไปยัง ESPINO32CAM

5. เปิด Program JPG Serial Streaming
  - 5.1 เลือก Comport ให้ตรงกับ Comport ของบอร์ด ESPINO32CAM
  - 5.2 เลือก Baudrate ให้ตรงกับ Baudrate ใน Code Arduino (Default =2000000)
  - 5.3 กด Button Connect ดังแสดงตามภาพที่ ข.2



ภาพที่ ข.2 แสดงหน้าต่างโปรแกรม JPG Serial Streaming

6. โปรแกรม JPG Serial Streaming จะแสดงรูปภาพที่ถ่ายจากบอร์ด ESPINO32CAM บน PictureBox และ เมื่อตรวจพบใบหน้าในภาพ จะแสดงข้อความ Intruder Alert (แจ้งเตือนผู้บุกรุก) เนื่องจากยังไม่มี การ Enroll ใบหน้า ทุกใบหน้าที่ตรวจพบ จึงถูกตีความหมายเป็นผู้บุกรุก ดังแสดงตามภาพที่ ข.3



ภาพที่ ข.3 แสดงข้อความ Intruder Alert (แจ้งเตือนผู้บุกรุก)

## 7. Enroll ใบหน้าเข้าไปในระบบ

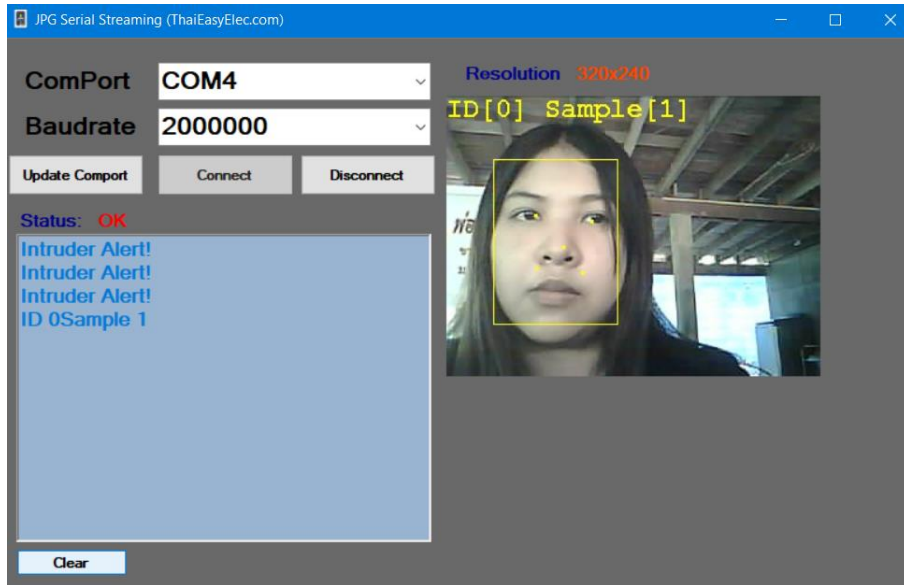
7.1 นำกล้อง ถ่ายรูปใบหน้าให้สามารถตรวจจับใบหน้าได้

7.2 กด Button Program บนบอร์ดค้างไว้ ดังแสดงตามภาพที่ ข.4



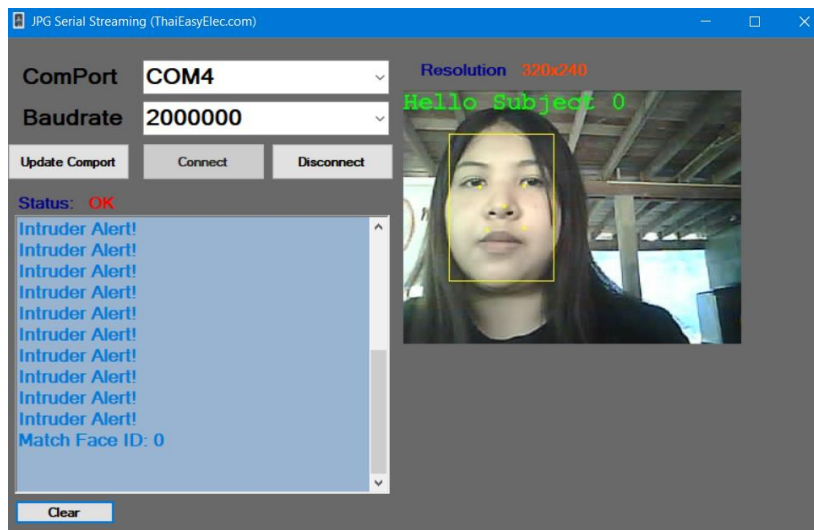
ภาพที่ ข.4 แสดงปุ่ม Button Program ของบอร์ด

7.3 รอนจนขึ้นข้อความ ID x Sample 1 จึงปล่อยมือ แล้วรอนจนกว่าจะ Enroll จนถึง ID x Sample 5 ดังแสดงตามภาพที่ ข.5



ภาพที่ ข.5 แสดงการ Enroll ใบหน้า

7.4 เมื่อ Enroll เสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อโมดูลตรวจจับใบหน้าที่เรา Enroll ได้ก็จะแสดงเป็นหมายเลข ID ตามลำดับที่ได้ทำการ Enroll เอาไว้ เช่น Subject 0 ดังแสดงตามภาพที่ ข.6



ภาพที่ ข.6 แสดงเป็นหมายเลข ID 0