

ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่  
A NEW-NORMAL HEALTH MANAGEMAEENT SYSTEM  
FOR KINDERGARTEN



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีการศึกษา 2563

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่  
A NEW-NORMAL HEALTH MANAGEMAEENT SYSTEM  
FOR KINDERGARTEN

โดย

นายรัชชัย	บัวสุข	60010448
นางสาวนิรชา	บุญพันธ์ฉาย	60010545
นายปนนันต์ย	โกศลศิริลักษณ์	60010570

อาจารย์ที่ปรึกษา  
รศ. ดร.จีรสุดา โกเชียภรณ์  
ผศ. ดร.ตุลยา ลิ้มปิติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาโทปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีสยาม

A NEW-NORMAL HEALTH MANAGEMENT SYSTEM FOR KINDERGARTEN

ผู้จัดทำ

- |                  |                |          |
|------------------|----------------|----------|
| 1. นายรัชชัย     | บัวสุข         | 60010448 |
| 2. นางสาวนิรชา   | ปูนพันธ์ฉาย    | 60010545 |
| 3. นายปิ่นธนิศย์ | โกศลศิริลักษณ์ | 60010570 |

*Kesom*

(รศ. ดร.จิรสุดา โภชียาภรณ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

*T. King*

( ผศ. ดร.ตุลยา ลิ้มปิติ )

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## กิตติกรรมประกาศ

ปฏิญยานิพนธ์ “ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีใหม่” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รศ.ดร.จิรสุดา โกษียาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ตุลยา ลิมปิติ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และ ผศ. ดร.ณัฐกานต์ พุทธิรักษ์ ที่ให้คำแนะนำและแนวทางการแก้ไขปัญหา รวมถึงสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในปฏิญยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่างๆ และรุ่นพี่ในภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำปฏิญยานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านเป็นอย่างสูงที่คอยช่วยเหลือให้ความรู้เพิ่มเติม ขอขอบคุณเพื่อน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งครอบครัวของผู้จัดทำที่เป็นกำลังใจสำคัญให้ผู้จัดทำ สามารถจัดทำปฏิญยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายธวัชชัย

นางสาวนิรชา

นายปณัฏฐิตย์

บัวสุข

ปุนพันธ์ฉาย

โกศลศิริลักษณ์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่  
A NEW-NORMAL HEALTH MANAGEMAMENT SYSTEM FOR KINDERGARTEN

โดย	นายธวัชชัย บัวสุข	60010448
	นางสาวนิรชา ปูนพันธ์ฉาย	60010545
	นายปนนันธิต์ โกศลศิริลักษณ์	60010570

อาจารย์ที่ปรึกษา  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

รศ.ดร.จิรสุตา โกษียามภรณ์  
ผศ.ดร.ตุลยา ลิ้มปิติ

### บทคัดย่อ

สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในระดับชั้นอนุบาล ผู้ปกครองจำนวนมากมีความกังวลใจเกี่ยวกับความปลอดภัยของบุตรหลาน โรงเรียนจึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส ปริญญาานิพนธ์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ระบบการประมวลผลภาพวิดีโอที่รับมาจากกล้องเพื่อตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างนักเรียนและมีการแจ้งเตือนหากตรวจพบว่านักเรียนเข้าใกล้กันมากเกินไป, การวัดค่าระดับอุณหภูมิร่างกายของนักเรียนก่อนเข้าห้องเรียนและระบบฆ่าเชื้อภายในห้องเรียนด้วยแสง UVC นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ปกครองและครูประจำชั้นสามารถตรวจสอบสถานะข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของบุตรหลานได้

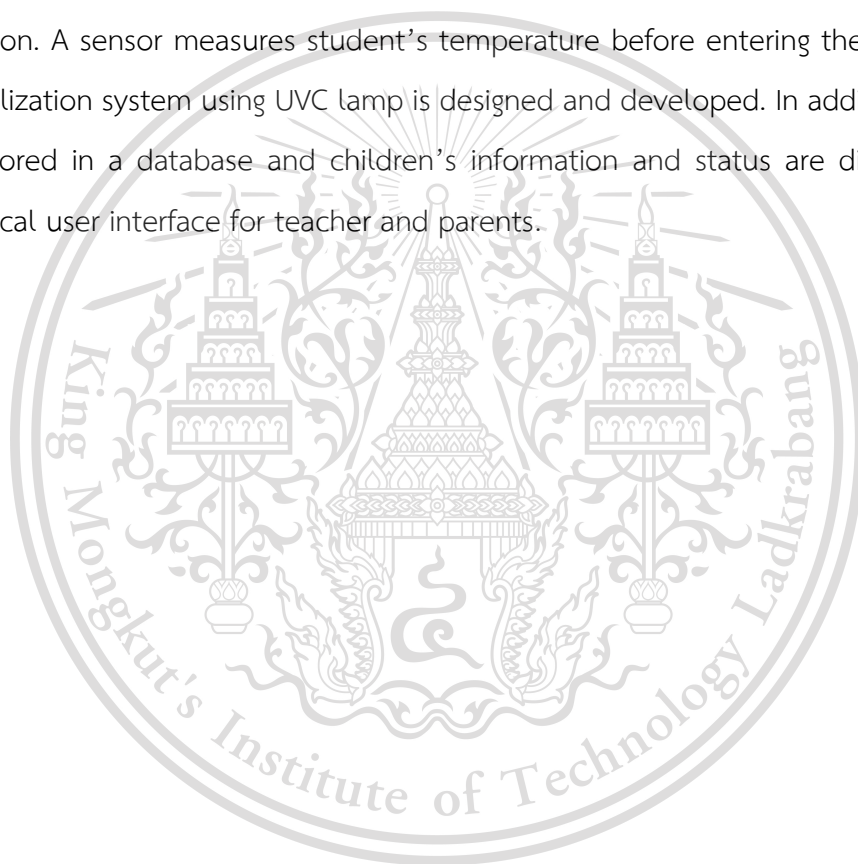
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## Abstract

Coronavirus (Covid-19) has greatly affect everyone's daily life. Many parents are concerned about the safety of their small children when they are at school. Therefore, kindergartens need to take necessary precautions against the spread of the virus. This thesis aims to design and develop a health care system for kindergarten for the new normal. The system consists of 3 main parts. First, video clips captured by the camera are processed to detect physical distancing. A buzzer alerts the physical distancing violation. A sensor measures student's temperature before entering the class. Lastly, a sterilization system using UVC lamp is designed and developed. In addition, the data are stored in a database and children's information and status are displayed on a graphical user interface for teacher and parents.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XIV
<b>บทที่ 1</b>	
<b>บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
<b>บทที่ 2</b>	
<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 เด็กปฐมวัย	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครคอมพิวเตอร์	3
2.3 สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน	9
2.4 ไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19)	10
2.5 รังสีอัลตราไวโอเล็ต	12
2.6 การฆ่าเชื้อไวรัสโควิด 19 ด้วยรังสี UVC	16
2.7 โปรแกรม CATIA	19
2.8 ภาษาไพธอน	20
2.9 OpenCV	24
2.10 การประมวลผลภาพดิจิทัล	25
2.11 การระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจ	28
2.12 การเรียนรู้เชิงลึก	30
2.13 มาตรการการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
<b>บทที่ 2</b>	<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง(ต่อ)</b>	
	2.14 บริเวณที่สนใจ	38
	2.15 ทักษะมิติของภาพ	39
	2.16 ไทม์เซิร์ฟเวอร์	42
	2.17 ฐานข้อมูล	43
	2.18 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้	47
<b>บทที่ 3</b>	<b>การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์</b>	
	3.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์	51
	3.2 การออกแบบระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล	61
	3.3 การออกแบบฐานข้อมูล	73
	3.4 การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้	78
	3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	88
	3.6 การจัดเก็บผลการทดลอง	94
<b>บทที่ 4</b>	<b>ผลการทดลอง</b>	
	4.1 ระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC	97
	4.2 ระบบตรวจวัดอุณหภูมิ	98
	4.3 ระบบแจ้งเตือนการเว้นระยะห่างระหว่างบุคคล	114
	4.4 ระบบฐานข้อมูล	140
	4.5 การทดสอบการทำงานของระบบรวม	142
<b>บทที่ 5</b>	<b>สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	
	5.1 สรุปผล	153
	5.2 ข้อเสนอแนะ	153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ(ต่อ)		หน้า
บรรณานุกรม		154
ภาคผนวก ก	คำสั่งควบคุมการทำงานของระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล	164
ภาคผนวก ข	คำสั่งควบคุมการทำงานของระบบวัดอุณหภูมิร่างกาย	173



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	Raspberry Pi Model 3B+	5
2.2	Raspberry Pi Model 3B+ GPIO	5
2.3	พอร์ตการเชื่อมต่อของ Wemos D1 Mini	7
2.4	พอร์ตการเชื่อมต่อของ ESP-12E Wemos D1	8
2.5	ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของวัตถุแต่ละชนิด	10
2.6	ช่วงความยาวคลื่นของรังสี UV	13
2.7	การเกิดปรากฏการณ์ Thymine Dimer	17
2.8	การถูกทำลายของ DNA	17
2.9	ปริมาณรังสียูวีที่จำเป็นสำหรับการฆ่าเชื้อไวรัสชนิดต่างๆ	18
2.10	คุณลักษณะของหลอด UVC	18
2.11	โปรแกรม CATIA V5	19
2.12	Open CV	25
2.13	ตัวอย่างการสะท้อนรูปภาพ	26
2.14	ตัวอย่างการหมุนรูปภาพ	26
2.15	ตัวอย่างการย่อ/ขยายรูปภาพ	27
2.16	ตัวอย่างการเลื่อนตำแหน่งรูปภาพ	28
2.17	ตัวอย่างการเฉือนรูปภาพ	28
2.18	การระบุตำแหน่งของวัตถุ	29
2.19	การทำงานของ Convolution Layer โดยใช้ Kernel ขนาด 3x3 และ stride = 1	31
2.20	การทำงานของ Max Pooling	31
2.21	การทำงานของ Average Pooling	31
2.22	การทำ Flattening	32
2.23	Fully Connected Layer	32
2.24	รายละเอียดในแต่ละกระบวนการของโมเดล MobileNet	33
2.25	ภาพรวมของโมเดล MobileNet	34
2.26	Ground Truth Box	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารทศวงนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.27	Feature Map การระบุตำแหน่ง	35
2.28	ผลลัพธ์เมื่อผ่านกระบวนการ Intersection Over Union	36
2.29	ภาพก่อนผ่าน Non-Maximum Suppression	36
2.30	ภาพหลังผ่าน Non-Maximum Suppression	37
2.31	ROI แบบกรอบสี่เหลี่ยม	38
2.32	มุมมองระดับสายตานก	39
2.33	หลักการแปลงมุมมองผกผัน	40
2.34	ตัวอย่างการแปลงภาพมุมมองผกผัน	42
2.35	ฐานข้อมูล MySQL	44
2.36	โปรแกรม phpMyAdmin	44
2.37	โครงสร้างการทำงานของ Laravel	45
2.38	โปรแกรม Visual Studio Code	47
3.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบดูแลคุณภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีนใหม่	51
3.2	Schematic ของวงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC	52
3.3	วงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC	53
3.4	แผนผังการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC	53
3.5	แผนผังการทำงานของระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	55
3.6	Schematic ของวงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	56
3.7	PCB ของวงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	56
3.8	วงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	56
3.9	การออกแบบส่วนฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC	58
3.10	ส่วนห่อหุ้มภายนอก : ส่วนล่าง	58
3.11	ส่วนห่อหุ้มภายนอก : ส่วนกลาง	59
3.12	อุปกรณ์ห่อหุ้มส่วนฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC : ส่วนบน	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.13	อุปกรณ์ท่อหุ้มส่วนฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC	60
3.14	โครงสร้างภายใน	60
3.15	โครงสร้างภายนอก	61
3.16	การเพิ่มจำนวนข้อมูลภาพ	62
3.17	วิธีการระบุตำแหน่งของวัตถุที่สนใจ	63
3.18	ไฟล์ .xml ของข้อมูลการระบุตำแหน่งจากโปรแกรม Labeling	63
3.19	ภาพอินพุต	64
3.20	กระบวนการทำงานในชั้น Convolution Layer	65
3.21	กระบวนการทำงานในชั้น Depthwise Convolution Layer	66
3.22	กระบวนการทำงานในชั้น Pointwise Convolution Layer	67
3.23	แผนผังการทำงานของอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียน	69
3.24	ผลลัพธ์ของอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียน	69
3.25	แผนผังการทำงานของระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล	71
3.26	ตัวอย่างการแปลงทัศนมิติในมุมมองระดับสายตา	72
3.27	Schematic การเชื่อมต่อของส่วนการแจ้งเตือนการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล	73
3.28	แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูล	73
3.29	การสร้างโปรเจกต์บน phpMyAdmin เสร็จสมบูรณ์	74
3.30	ตาราง rooms ในฐานข้อมูล	74
3.31	ตาราง users ในฐานข้อมูล	75
3.32	ตาราง student_profiles ในฐานข้อมูล	76
3.33	ตาราง medicines ในฐานข้อมูล	76
3.34	ตาราง temp_statuses ในฐานข้อมูล	77
3.35	ตาราง time_statuses ในฐานข้อมูล	77
3.36	หน้าต่าง Landing	78
3.37	หน้าต่างเข้าสู่ระบบผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง	79
3.38	หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง	79
3.39	หน้าต่างหลักผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางหน้าต่างเข้าสู่ระบบผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.40	หน้าต่างแสดงผลข้อมูลยา	80
3.41	หน้าต่างการแก้ไขและเพิ่มข้อมูลยา	81
3.42	หน้าต่าง Landing สำหรับครูประจำชั้น	81
3.43	หน้าต่างเข้าสู่ระบบผู้ใช้งานสำหรับครูประจำชั้น	82
3.44	หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งานสำหรับครูประจำชั้น	82
3.45	หน้าต่างหลักผู้ใช้งานของครูประจำชั้น	83
3.46	หน้าต่างแสดงผลข้อมูลนักเรียนทั้งหมด	83
3.47	หน้าต่างแสดงผลข้อมูลนักเรียนเพื่อแก้ไขข้อมูล	84
3.48	หน้าแสดงผลสถานะ	84
3.49	หน้าแสดงผลข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน	84
3.50	แผนผังการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับ ผู้ปกครอง	86
3.51	แผนผังการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับครูประจำ ชั้น	87
3.52	Infrared Proximity Sensor E18-D80NK	88
3.53	GY-906 MLX90614 Module	89
3.54	TM 1637 7-Segment 4-Digit Display Module	89
3.55	Passive Buzzer	90
3.56	หลอดไฟ LED	90
3.57	หลอด UVC	91
3.58	Logitech HD Webcam C310	91
3.59	Relay	92
3.60	Ballast	93
3.61	Aluminium Profile	93
3.62	ZMPT101B	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ที่ได้ของวงจรม้าเชื้อด้วยแสง UVC กรณีหลอด UVC ไม่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. 4.2 สัญญาณที่ได้ของวงจรม้าเชื้อด้วยแสง UVC กรณีหลอด UVC ทำงาน 98

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.3	บิตข้อมูลที่ส่งจาก GY-906 MLX90614 Module	101
4.4	ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module กรณีอุณหภูมิแวดล้อมช่วงที่ 1	101
4.5	ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module กรณีอุณหภูมิแวดล้อมช่วงที่ 2	102
4.6	ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module กรณีอุณหภูมิแวดล้อมช่วงที่ 3	102
4.7	ค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่วัดได้แสดงผลทาง Serial monitor	103
4.8	ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module กรณีอุณหภูมิวัตถุช่วงที่ 1	103
4.9	ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module กรณีค่าอุณหภูมิวัตถุช่วงที่ 2	104
4.10	ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module กรณีอุณหภูมิวัตถุช่วงที่ 3	104
4.11	ค่าอุณหภูมิ Object ที่วัดแสดงผลทาง Serial monitor	105
4.12	สัญญาณของระบบตรวจวัดอุณหภูมิ กรณีตรวจไม่พบวัตถุ	106
4.13	สัญญาณของระบบตรวจวัดอุณหภูมิ กรณีตรวจพบวัตถุ	107
4.14	โปรแกรมคำสั่งในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูล โดยใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตรัสาย	108
4.15	โปรแกรมคำสั่งในการจัดเก็บค่าอุณหภูมิ	109
4.16	Serial Monitor แสดงผลการเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์ Wemos D1 Mini และผลอุณหภูมิ	109
4.17	การติดต่อสื่อสารระหว่าง Wemos D1 Mini และฐานข้อมูล	110
4.18	การส่งคำสั่งขอการส่งข้อมูลจาก Wemos D1 Mini ไปยังฐานข้อมูล	111
4.19	ฐานข้อมูลตอบกลับมายัง Wemos D1 Mini	112
4.20	การสร้างการเชื่อมต่อเสิร์จลีน	112
4.21	Wemos D1 Mini ส่งการร้องขอไปยังฐานข้อมูล	113
4.22	ฐานข้อมูลตอบกลับการร้องขอด้วย 200 ok	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.23	สิ้นสุดการสื่อสารข้อมูล	114
4.24	ตัวอย่างของภาพที่ตัดสินใจถูกต้อง	115
4.25	ตัวอย่างของภาพที่มีบุคคลแต่ตัดสินใจว่าไม่มี	115
4.26	ตัวอย่างของภาพที่ไม่มีบุคคลแต่ตัดสินใจว่ามี	116
4.27	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร	117
4.28	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร	117
4.29	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร	118
4.30	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 110 เซนติเมตร	118
4.31	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 100 เซนติเมตร	119
4.32	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 90 เซนติเมตร	119
4.33	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร	120
4.34	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 30 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร	120
4.35	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 30 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร	121
4.36	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 30 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร	121
4.37	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 30 องศา ระยะ 110 เซนติเมตร	122
4.38	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 30 องศา ระยะ 100 เซนติเมตร	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.39	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 30 องศา ระยะ 90 เซนติเมตร	123
4.40	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 30 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร	123
4.41	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 45 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร	124
4.42	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 45 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร	124
4.43	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 45 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร	125
4.44	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 45 องศา ระยะ 110 เซนติเมตร	125
4.45	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 45 องศา ระยะ 100 เซนติเมตร	126
4.46	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 45 องศา ระยะ 90 เซนติเมตร	126
4.47	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 45 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร	127
4.48	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร	127
4.49	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร	128
4.50	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร	128
4.51	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 110 เซนติเมตร	129
4.52	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 100 เซนติเมตร	129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.53	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 90 เซนติเมตร	130
4.54	การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร	130
4.55	กรณีตรวจไม่พบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล	134
4.56	กรณีตรวจพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล	135
4.57	การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า daemon on	136
4.58	การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า stream_localhost off กับ stream_port 3000	137
4.59	การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า webcontrol_localhost off	137
4.60	การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า start_motion_daemon=yes	138
4.61	การตรวจสอบ IP address สำหรับการเข้าดูวิดีโอในบราวเซอร์ด้วยคำสั่ง ifconfig	138
4.62	การสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์	139
4.63	การแสดงผลข้อมูลนักเรียน	140
4.64	การแก้ไขข้อมูลรูปภาพ	141
4.65	การแสดงผลข้อมูลที่ถูกอัปเดต	141
4.66	การอัปเดตฐานข้อมูล	141
4.67	การทำงานของระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ	142
4.68	กรณีที่ตรวจไม่พบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล	143
4.69	กรณีที่ตรวจพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล	143
4.70	การทำงานโหมดที่ 1 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิด	144
4.71	การทำงานโหมดที่ 2 เมื่อหลอดไฟ UVC ปิด	145
4.72	การทำงานโหมดที่ 3 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิดตั้งแต่วันที่ 07.00 น. ถึง 07.30 น.	146
4.73	การทำงานโหมดที่ 4 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิดตั้งแต่วันที่ 12.00 น. ถึง 12.30 น.	147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานเห็นการใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.74	การทำงานโหมดที่ 5 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิดตั้งแต่วันที่ 17.00 น. ถึง 17.30 น.	148
4.75	ตัวอย่างการเข้าสู่ระบบผู้ใช้งาน	149
4.76	หน้าจอหลักผู้ใช้งาน	149
4.77	หน้าจอแสดงผลข้อมูลนักเรียนทั้งหมด	150
4.78	ตัวอย่างการแก้ไขข้อมูลนักเรียน	150
4.79	หน้าจอแสดงผลข้อมูลนักเรียนทั้งหมดหลังจากมีการแก้ไขข้อมูล	150
4.80	หน้าจอแสดงผลข้อมูลสถานะ	151
4.81	ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน	151
4.82	หน้าแสดงผลข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน	152



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 PIN และฟังก์ชันต่างๆ ของ Wemos D1 Mini	7
2.2 PIN และฟังก์ชันต่างๆ ของ ESP-12E Wemos D1	9
3.1 การเชื่อมต่อของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC	54
3.2 การเชื่อมต่อของวงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	57
4.1 ผลอุณหภูมิร่างกายที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module	98
4.2 ผลอุณหภูมิร่างกายที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์	99
4.3 ผลต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของผู้ทดสอบแต่ละคนที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์อุณหภูมิและเทอร์โมมิเตอร์	99
4.4 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิร่างกายที่ได้หลังจากการปรับค่าจากเซนเซอร์กับค่าที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์	100
4.5 ผลการตัดสินใจของอัลกอริทึมการตรวจจับนักเรียน	114
4.6 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 140 เซนติเมตร	131
4.7 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 130 เซนติเมตร	131
4.8 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 120 เซนติเมตร	131
4.9 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 110 เซนติเมตร	132
4.10 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 100 เซนติเมตร	132
4.11 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 90 เซนติเมตร	132
4.12 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 80 เซนติเมตร	133
4.13 ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสองของระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้	133
4.14 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ Motion กับ OpenCV ร่วมกับ Flask เมื่อ กำหนดค่า Num Frame ต่างๆ	140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปริญญานิพนธ์นี้มีแรงบันดาลใจจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อถึงเวลาเปิดภาคเรียนของนักเรียนในระดับชั้นอนุบาล ผู้ปกครองจำนวนมากมีความกังวลใจเกี่ยวกับความปลอดภัยของบุตรหลาน โรงเรียนจึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส ซึ่งเรื่องดังกล่าวเป็นเหตุจูงใจให้นำเสนอปริญญานิพนธ์นี้

ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่ ได้รับการออกแบบและนำเสนอเพื่อช่วยจัดการปัญหาข้างต้นอย่างเป็นระบบ โดยระบบที่นำเสนอจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ 1. ส่วนนำเข้าข้อมูล (Input) ประกอบไปด้วย ภาพวิดีโอที่รับมาจากกล้อง, ค่าระดับอุณหภูมิร่างกายของนักเรียนที่วัดได้จากเซนเซอร์ และข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนจากฐานข้อมูล 2. ส่วนประมวลผลข้อมูล ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับได้แก่ ค่าอุณหภูมิร่างกายของนักเรียนที่วัดได้ว่าเกินกว่าระดับปกติหรือไม่, ประมวลผลภาพวิดีโอเพื่อตรวจจับการรักษาระยะห่างของนักเรียน และแจ้งเตือนหากตรวจพบการรวมกลุ่มของนักเรียน, ทำการฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC ตามเวลาที่กำหนด และคัดกรองข้อมูลส่งไปยังส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ และ 3. ส่วนส่งออกข้อมูล (Output) ประกอบไปด้วย การแสดงผลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ปกครองสามารถตรวจสอบสถานะข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของบุตรหลานได้

### 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์ของระบบ
- 2) เพื่อจัดทำส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับตรวจสอบสถานะข้อมูลต่างๆ ของบุตรหลานสำหรับผู้ปกครอง
- 3) เพื่อศึกษาและพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลด้านสุขภาพของนักเรียน
- 4) เพื่อศึกษาและพัฒนาาระบบเซนเซอร์สำหรับการวัดอุณหภูมิของนักเรียน
- 5) เพื่อศึกษาและพัฒนาหลักการของอัลกอริธึมประมวลผลภาพสำหรับการตรวจจับการรักษาระยะห่างของนักเรียน

6) เพื่อออกแบบและพัฒนาาระบบดูแลสุขภาพนักเรียนในโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับเอาไว้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 1.3 ขอบเขตของปฏิญญานิพนธ์

ออกแบบและพัฒนาระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่ ซึ่งประกอบด้วย ระบบสำหรับฆ่าเชื้อภายในห้องเรียนด้วยแสง UVC ซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบการวัดอุณหภูมิของนักเรียนด้วยเซนเซอร์ และกล้องซึ่งใช้จับภาพนักเรียน อัลกอริธึมการประมวลผลภาพจากกล้องจะถูกนำมาใช้ในการรักษาระยะห่าง (Physical-distancing) ของนักเรียน นอกจากนี้ยังมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ซึ่งแสดงข้อมูลจากฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ปกครองสามารถติดตามพฤติกรรมของบุตรหลานได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญาบัตร “ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีใหม่” ได้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีใหม่ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) โดยมีกล้องซึ่งใช้จับภาพนักเรียน เพื่อใช้ในการรักษา ระยะห่างของนักเรียนโดยใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึก, ระบบสำหรับฆ่าเชื้อภายในห้องเรียนด้วยแสง UVC ซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์, ส่วนการวัดอุณหภูมิของนักเรียนด้วยเซนเซอร์ และส่วนจัดเก็บข้อมูลของนักเรียนและครูประจำชั้นในฐานข้อมูล โดยแสดงผลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI) จึงมีทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

#### 2.1 เด็กปฐมวัย

เด็กในวัยเริ่มแรกของชีวิต หรือที่เรียกว่า “เด็กปฐมวัย” คือ วัยตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 6 ปี จัดได้ว่าเป็นระยะที่สำคัญที่สุดของชีวิต นักจิตวิทยา นักการศึกษา และผู้จัดการศึกษาระดับปฐมวัยศึกษาได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาของเด็กในระยะปฐมวัยอย่างยิ่ง เนื่องจากมีการศึกษาและมีข้อยืนยันได้ว่า ในช่วงวัยนี้เป็นวัยสำคัญของการวางรากฐานพัฒนาการด้านต่างๆ โดยเฉพาะทางด้านสติปัญญาและด้านบุคลิกภาพ การพัฒนาพฤติกรรมที่พึงประสงค์ต่างๆ ควรอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังในระยะปฐมวัย

ขณะเดียวกันทฤษฎีทางจิตวิทยาพัฒนาต่างก็ระบุไปในทิศทางเดียวกันว่า ขั้นตอนการต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นในระยะปฐมวัยจะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการในขั้นต่อไปของบุคคล ถ้าพัฒนาการในระยะปฐมวัยดำเนินไปอย่างไม่สมบูรณ์ บุคคลก็อาจจะพัฒนาในพัฒนาการนั้นๆ ในขั้นต่อไปไม่ได้และจะทำให้เกิดปัญหาด้านพัฒนาการในที่สุด ดังนั้นการพัฒนาชีวิตของบุคคลควรเริ่มต้นในระยะปฐมวัย ทั้งนี้ครูและผู้ดูแลเด็กจะต้องเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของเด็กปฐมวัยเป็นอย่างดี เพื่อที่สามารถจัดประสบการณ์ให้กับเด็กได้อย่างเหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนอันจะทำให้การพัฒนาเด็กได้ผลไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ [1]

#### 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครคอมพิวเตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครคอมพิวเตอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน โครงสร้างโดยทั่วไป สามารถแบ่งเป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงาน ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปยังหน่วยแสดงผล

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยที่ข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานหัดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่ในกรณีของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก เช่น การใช้พอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์หรือการส่งออกสัญญาณผ่านสาย เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายใน โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะการทำงาน หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

### 2.2.1 Raspberry Pi Model 3B+

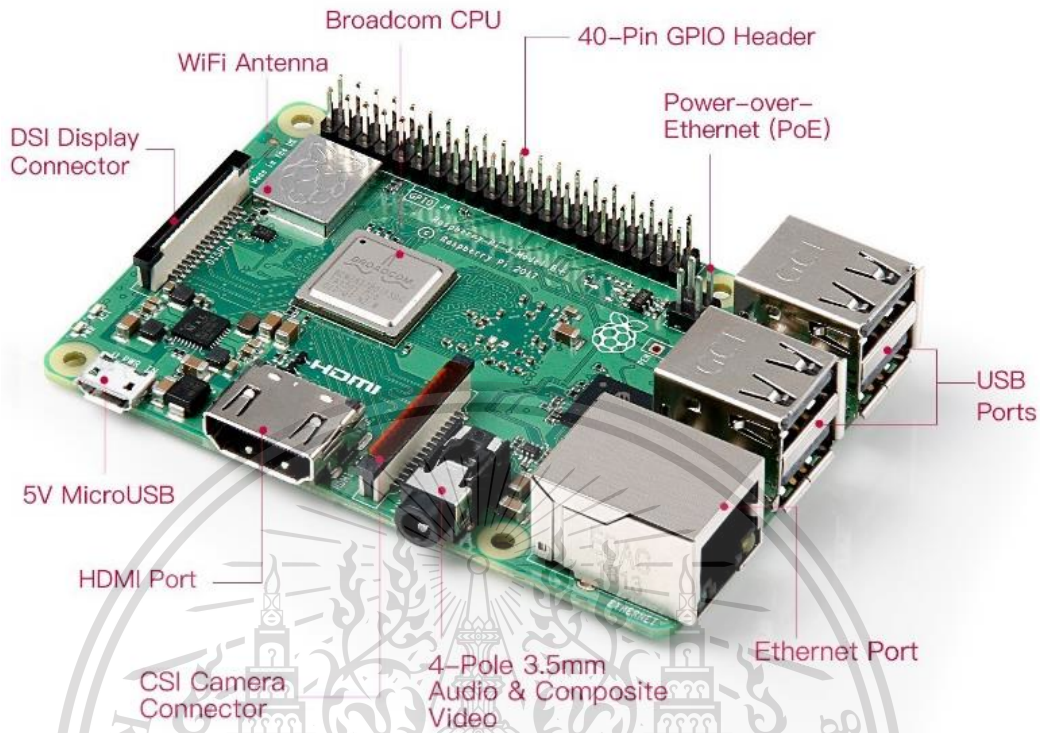
สำหรับปริญญาโทฉบับนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ผู้จัดทำเลือกใช้งาน คือ Raspberry Pi Model 3B+ [2] จัดเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก สามารถทำงานบนระบบ Linux ได้ และมีราคาไม่สูงมาก เมื่อเทียบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ปกติ โดยมีความสามารถเหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกอย่าง สามารถต่อเข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีที่รองรับ HDMI หรือต่อผ่านสายสัญญาณวิดีโอปกติได้ แต่ความละเอียดอาจจะต่ำกว่า โดย Raspberry Pi model 3B+ ที่เลือกมาใช้งาน แสดงดังรูปที่ 2.1 [3] ซึ่งมีพอร์ตการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 2.2 [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

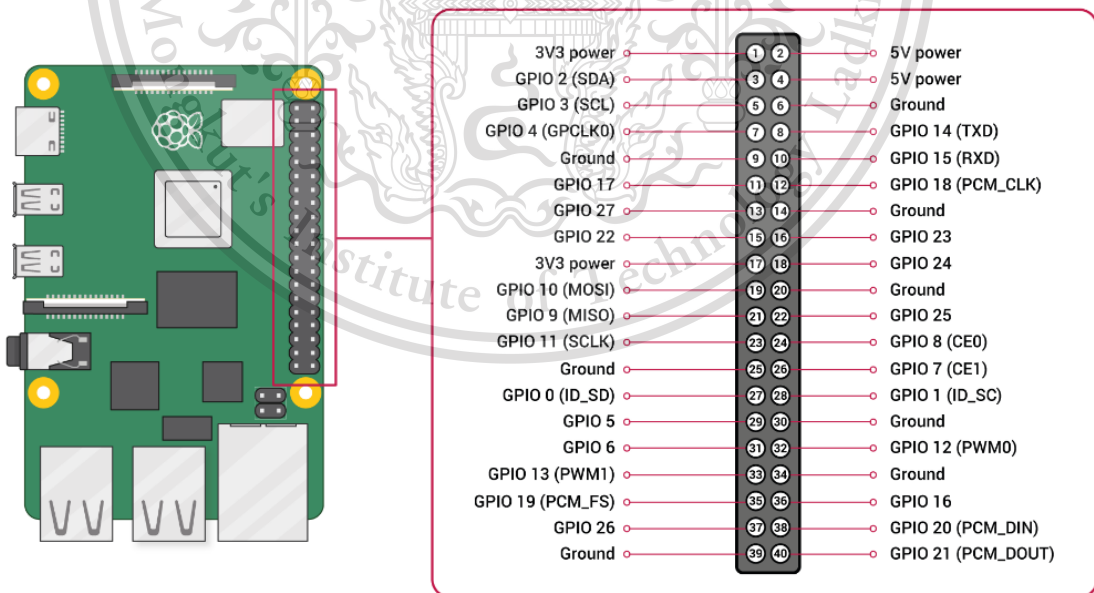
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 Raspberry Pi Model 3B+



รูปที่ 2.2 Raspberry Pi Model 3B+ GPIO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Raspberry Pi model 3B+ มีรายละเอียดดังนี้

- CPU : Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @1.4GHz
- RAM : 1GB LPDDR2 SDRAM
- WiFi : 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac
- LAN : Gigabit Ethernet (maximum 300 Mbps)
- Bluetooth : Bluetooth 4.2
- Port : 4 x USB 2.0, Full-size HDMI
- Storage : microSD
- GPIO : 40 pins
- Input : 5V/2.5A DC power

### 2.2.2 Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini เป็นบอร์ดพัฒนา ESP8266 บนบอร์ดมีชิปสำหรับ USB to TTL อยู่บนบอร์ด ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้โดยตรง สามารถใช้ NodeMCU เฟิร์มแวร์ ในการเขียนโปรแกรมสั่งงาน หรือใช้โปรแกรม Arduino IDE ก็ได้ โดยใช้งานได้เหมือนกับบอร์ด NodeMCU ทุกประการ ซึ่งพอร์ตการเชื่อมต่อของ Wemos D1 Mini แสดงดังรูปที่ 2.3 [5] และตารางที่ 2.1 ตามลำดับ [6]

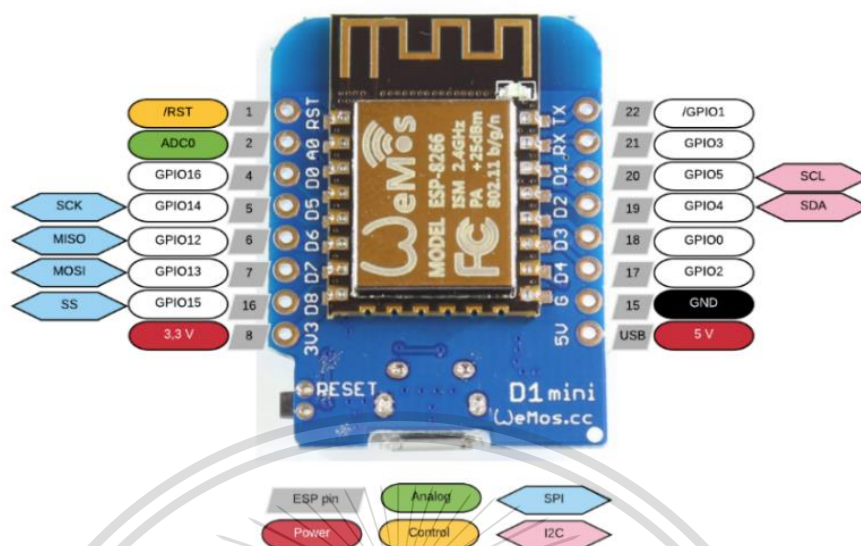
คุณสมบัติของ Wemos D1 Mini มีดังนี้

- Microcontroller : ESP8266 32-bit
- Clock Speed : 80 MHz
- USB Connector : Micro USB
- Operating Voltage : 3.3V
- Operating Current : 80mA
- Flash Memory : 4 MB
- Digital I/O : 11 pin, Analog Inputs : 1 pin
- Wi-Fi : Built-in 802.11 b/g/n
- Programming : Compatible with Arduino IDE and NodeMCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.3 พอร์ตการเชื่อมต่อของ Wemos D1 Mini

ตารางที่ 2.1 PIN และฟังก์ชันต่างๆ ของ Wemos D1 Mini

PIN	Function	ESP8266 PIN
Tx	TXD	TXD
Rx	RXD	RXD
A0	Analog input, max 3.3V input	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO,10k Pull-up	GPIO0
D4	IO, 10k Pull-up, BUILTIN-LED	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, 10k Pull-down ,SS	GPIO15
G	GROUND	GND
5V	5V	-
3.3V	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม อีกรหัสห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

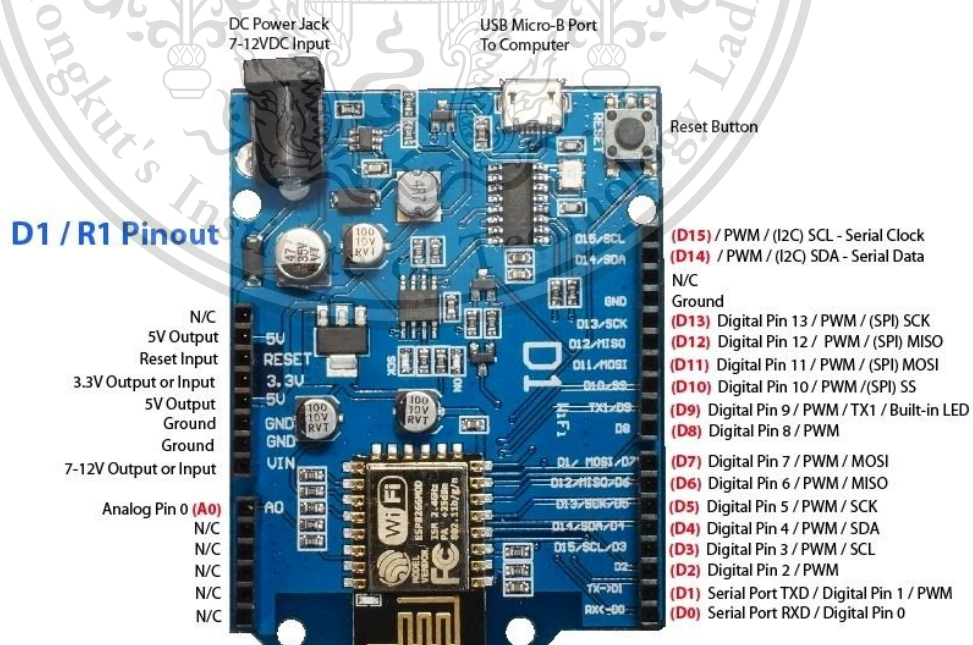
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.2.3 ESP-12E Wemos D1

ESP-12E Wemos D1 มีลักษณะเหมือนกับบอร์ด Arduino Uno R3 โดยเพิ่มส่วนของ USB Serial ใช้ชิป CH340G สำหรับติดต่อแบบ Type B micro USB และขยายขาให้ต่อทดลองได้ง่ายเหมือน Arduino Uno สามารถเขียนโค้ดโดยใช้ Arduino IDE ได้ [7] ซึ่งพอร์ตการเชื่อมต่อของ ESP-12E Wemos D1 แสดงดังรูปที่ 2.4 และตารางที่ 2.2 ตามลำดับ [8]

คุณสมบัติของ ESP-12E Wemos D1 มีดังนี้

- Microcontroller : ESP-8266EX
- Operating voltage : 3.3V
- Digital I/O pin : 11
- Analog input pin : 1 (MAX input 3.2V)
- Clock Speed : 80MHz/160MHz
- Size : 68.6 mm x 53.4 mm
- Weight : 25 g
- Wi-Fi : Built-in 802.11 b/g/n
- Programming : Compatible with Arduino IDE and NodeMCU



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิรูปที่ 2.4 พอร์ตการเชื่อมต่อของ ESP-12E Wemos D1 ารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.2 PIN และฟังก์ชันต่างๆ ของ ESP-12E Wemos D1

PIN	Function	ESP8266 PIN
D0	RX	GPIO3
D1	TX	GPIO1
D2	IO	GPIO16
D3 (D15)	IO, SCL	GPIO5
D4 (D14)	IO, SDA	GPIO4
D5 (D13)	IO, SCK	GPIO14
D6 (D12)	IO, MISO	GPIO12
D7 (D11)	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, Pull-up	GPIO0
D9	IO, Pull-up BUILTIN-LED	GPIO2
D10	IO, Pull-down, SS	GPIO15
A0	Analog Input	A0
G	Ground	GND
5V	5V	-
3.3V	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

### 2.3 สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน

สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity) [9] เป็นการวัดประสิทธิภาพของวัตถุในการเปล่งพลังงานอินฟราเรดซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตามนุษย์ พลังงานที่ปล่อยออกมาจะแสดงอุณหภูมิของวัตถุ การแผ่รังสีสามารถมีค่าตั้งแต่ 0 (วัตถุนำ) ถึง 1.0 (ดำ) พื้นผิวที่ผิวทาสีหรือออกซิไดซ์ส่วนใหญ่มีค่า Emissivity ใกล้เคียงกับ 0.95

ปริมาณสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน เป็นอัตราส่วนของการแผ่รังสีความร้อนจากพื้นผิวต่อการแผ่รังสีจากพื้นผิวสีดำในอุดมคติที่อุณหภูมิเดียวกับที่กำหนดโดยกฎของ Stefan – Boltzmann อัตราส่วนจาก 0 ถึง 1 พื้นผิวของวัตถุสีดำที่สมบูรณ์แบบมี Emissivity เท่ากับ 1 ปล่อยรังสีความร้อนในอัตราประมาณ 448 วัตต์ต่อตารางเมตรที่อุณหภูมิห้อง (25 ° C, 298.15 K) แต่วัตถุโดยทั่วไปทั้งหมดมีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนน้อยกว่า 1.0 และปล่อยรังสีในอัตราที่ต่ำกว่า เพราะฉะนั้นในการวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด (infrared thermometer) จึงต้องทำการ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนในการใช้งานวัดค่าวัตถุที่ต้องการ เพราะว่าวัตถุแต่ละชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนที่ไม่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.5 [10]

aluminium (anodised)	0.77	plastic (black)	0.95
brass (oxidised)	0.61	porcelain (glazed)	0.92
brick (red)	0.90	rubber	0.95
cement	0.54	skin (human)	0.98
copper (oxidised)	0.65	soil (dry)	0.92
glass	0.92	stainless steel	0.59
paper (white)	0.68	water	0.95
perspex	0.86	water (ice)	0.96
pipe (galvanized)	0.46	water (frost)	0.98
plastic (white)	0.84	wood (planed)	0.90

รูปที่ 2.5 ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของวัตถุแต่ละชนิด

ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (E) [11] สามารถคำนวณได้จากค่าอัตราส่วนของผลต่างระหว่างอุณหภูมิวัตถุและอุณหภูมิโดยรอบที่วัดได้จากเซนเซอร์กับผลต่างของอุณหภูมิวัตถุและอุณหภูมิโดยรอบที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ ดังสมการที่ (2.1)

$$E = \frac{(T_{O\_SENSOR})^4 - (T_{A\_SENSOR})^4}{(T_{O\_THERMOMETER})^4 - (T_{A\_THERMOMETER})^4} \quad (2.1)$$

โดย  $T_{O\_SENSOR}$ ,  $T_{A\_SENSOR}$  คือ อุณหภูมิวัตถุและอุณหภูมิโดยรอบที่วัดได้จากเซนเซอร์ ในหน่วย Kelvin ตามลำดับ

$T_{O\_THERMOMETER}$ ,  $T_{A\_THERMOMETER}$  คือ อุณหภูมิวัตถุและอุณหภูมิโดยรอบที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ ในหน่วย Kelvin ตามลำดับ

## 2.4 ไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19)

ไวรัสโคโรนา [12] เป็นเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินระบบหายใจ มีมานานกว่า 60 ปีแล้ว และจัดเป็นเชื้อไวรัสตระกูลใหญ่ที่มีอยู่หลายสายพันธุ์ โดยชื่อโคโรนามีที่มาจากลักษณะของเชื้อไวรัสที่รูปร่างคล้ายมงกุฎ (Corona เป็นภาษาละตินแปลว่ามงกุฎ) เนื่องจากเชื้อไวรัสชนิดนี้มีสารพันธุกรรมเป็น RNA มีเปลือกหุ้มด้านนอกที่ประกอบไปด้วยโปรตีนคลุมด้วยกลุ่มคาร์โบไฮเดรต ไขมันเป็นปุ่มๆ ยื่นออกไปจากอนุภาคไวรัส

ไวรัสชนิดนี้เป็นสาเหตุของโรคทั้งในสัตว์และคน ในคนนั้นไวรัสโคโรนาหลายสายพันธุ์ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจตั้งแต่โรคหวัดธรรมดาจนถึงโรคที่มีอาการรุนแรง เช่น โรคทางเดินหายใจ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตะวันออกกลาง (MERS) และโรคระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันร้ายแรง (SARS) ไวรัสโคโรนาที่ค้นพบล่าสุดทำให้เกิดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด 19

#### 2.4.1 อาการของโรคโควิด 19

อาการทั่วไปของโรคโควิด 19 [13] ที่พบมากที่สุดคือ ไข้ ไอ และอ่อนเพลีย อาการที่พบน้อยกว่าแต่อาจมีผลต่อผู้ป่วยบางรายคือปวดเมื่อย คัดจมูก น้ำมูกไหล เจ็บคอ ท้องเสีย ลื่นไม่รับรส จมูกไม่ได้กลิ่น หรือผื่นตามผิวหนัง หรือสีผิวเปลี่ยนตามนิ้วมือนิ้วเท้า อาการเหล่านี้มักจะไม่รุนแรงนัก และค่อยๆ เริ่มทีละน้อย บางรายติดเชื้อแต่มีอาการไม่รุนแรง

ผู้ป่วยส่วนมากประมาณ 80% หายป่วยได้โดยไม่ต้องเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล ประมาณ 1 ใน 5 ของผู้ติดเชื้อโควิด 19 มีอาการหนักและหายใจลำบาก ผู้สูงอายุและมีโรคประจำตัวเช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน หรือมะเร็ง มีแนวโน้มที่จะมีอาการป่วยรุนแรงกว่า อย่างไรก็ตามทุกคนสามารถติดโรคโควิด 19 ได้และอาจป่วยรุนแรง คนทุกเพศทุกวัยที่มีอาการไข้ และ/หรือไอร่วมกับอาการหายใจลำบาก/ติดขัด เจ็บหน้าอก เสียหาย หรือเคลื่อนไหวไม่ได้ ควรปรึกษาแพทย์ทันที

#### 2.4.2 การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19

โรคนี้สามารถแพร่จากคนสู่คนผ่านทางละอองน้ำมูก น้ำลายจากจมูกหรือปากซึ่งออกมาเมื่อผู้ป่วยโรคโควิด 19 ไอ จามหรือพูด ละอองเหล่านี้ค่อนข้างหนัก ไปไม่ได้ไกล และจะตกลงสู่พื้นอย่างรวดเร็ว คนสามารถรับเชื้อโรคโควิด 19 ได้จากการหายใจเอาละอองเข้าไปจากผู้ป่วย เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องรักษาระยะห่างจากผู้อื่นอย่างน้อย 1 เมตร ละอองเหล่านี้ยังตกลงสู่วัตถุและพื้นผิวต่างๆ เช่น โต๊ะ ลูกบิดประตู ราวจับ หากมือไปจับพื้นผิวเหล่านั้นจึงมีโอกาสสัมผัสกับเชื้อโรคนั้นจึงควรต้องล้างมือบ่อยๆ ด้วยน้ำและสบู่ หรือแอลกอฮอล์เจล

#### 2.4.3 การป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19

มาตรการการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 [14] ประกอบไปด้วย

1. ควรสวมใส่หน้ากากอนามัย สำหรับผู้ป่วยที่มีอาการไข้หวัด ไอ และมีน้ำมูก และผู้ที่ไม่ได้ป่วยให้สวมหน้ากากผ้าหรือหน้ากากอนามัย เพื่อป้องกันการติดเชื้อโรคที่มาจากการผ่านทางลมหายใจ
2. หากอาการจามหรือไอ ให้ใช้กระดาษทิชชูปิดปากและจมูก แล้วก้มหน้าลงเพื่อไม่ให้เชื้อโรคแพร่กระจายออกไปและที่สำคัญไม่ควรนำมือมาสัมผัสกับใบหน้าและดวงตา
3. ล้างมือให้สะอาดเพื่อขจัดเหงื่อ ไขมันที่ออกมาจากร่างกาย และสิ่งสกปรกต่างๆ ด้วยสบู่ก้อนหรือสบู่เหลว โดยใช้เวลาในการฟอกมือประมาณ 15 -20 วินาที หรือทำการล้างมือด้วยเจลแอลกอฮอล์ 70%

4. ไม่ใช้ของส่วนตัวร่วมกับผู้อื่น เช่น ผ้าเช็ดหน้า ผ้าเช็ดตา แก้วน้ำ จาน ชาม ช้อนส้อม เป็นต้น ควรแยกไว้เป็นของตัวเอง โดยเฉพาะการดื่มหรือการใช้หลอดดูดน้ำจากภาชนะเดียวกัน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. ดูแลและควบคุมสุขอนามัยในบ้านและอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ถูกสุขลักษณะ โดยการทำ ความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอและจัดบ้านให้มีอากาศถ่ายเท
6. สังเกตและวิเคราะห์ตัวเองตามคำแนะนำของกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข หากมีไข้สูงกว่า 37.5 องศาเซลเซียส เจ็บคอ ไอแห้ง มีน้ำมูก หายใจเหนื่อยหอบ ควรไปพบแพทย์ทันที
7. หากไม่มีเหตุจำเป็นให้อยู่ในที่ที่ปกอากัศย เพื่อลดความเสี่ยง ทั้งการกระจายและการรับเชื้อ มาโดยไม่รู้ตัว หากเดินทางกลับมาจากพื้นที่ที่มีโรคระบาดหรือพื้นที่เสี่ยง ต้องกักตัวเองเพื่อสังเกตอาการ อย่างน้อย 14 วัน
8. ไม่ควรเครียดหรือวิตกกังวลมากเกินไปและออกกำลังกายสม่ำเสมอ

## 2.5 รังสีอัลตราไวโอเล็ต

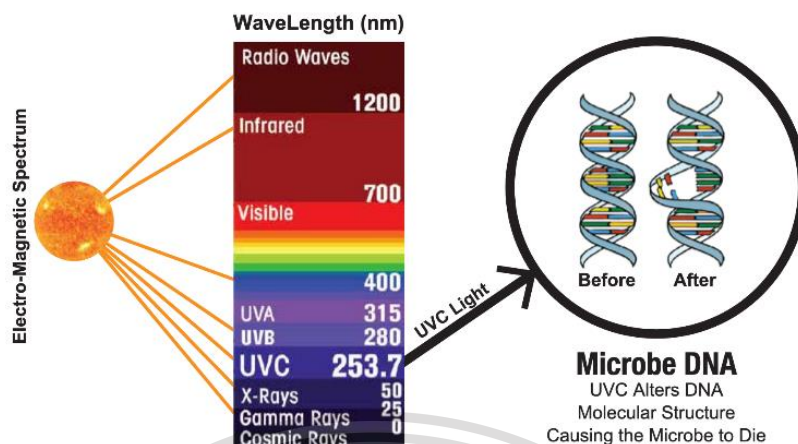
รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Radiation : UV) คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบหนึ่งซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เดินทางผ่านตัวกลางในรูปของคลื่น โดยมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 40-400 nm แสดงดังรูปที่ 2.6 [15] มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากแสงอาทิตย์ หรืออาจเกิดจากอุปกรณ์ที่ปล่อยรังสี UV ออกมา เช่น หลอดแบล็คไลท์ (Black Lights) เครื่องทำผิวแทน (Tanning Booth) ช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมที่สุดในการฆ่าเชื้ออยู่ที่ 254 nm [16] โดยรังสี UV สามารถแบ่งช่วงความยาวคลื่นของรังสี UV ออกได้ 3 ช่วง ดังนี้

1. UV-A ช่วงความยาวคลื่น 315 – 380 nm เป็นรังสี UV ที่ไม่ค่อยมีอันตรายมาก สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ได้หลายด้านโดยเฉพาะทางด้านเคมี, ฟิสิกส์
2. UV-B ช่วงความยาวคลื่น 280 – 315 nm มีผลต่อร่างกายและสิ่งของได้ ก่อให้เกิดการไหม้ของผิวหนัง (Sunburn or Erythematic) และการอักเสบของตาได้ แต่มีคุณประโยชน์ในการรักษาโรคผิวหนังบางชนิดได้รวมถึงการประยุกต์ในงานอุตสาหกรรมเคมี
3. UV-C ช่วงความยาวคลื่น 100 – 280 nm เป็นรังสีที่มีอันตรายต่อร่างกายได้อย่างรุนแรง เช่น ผิวแดงไหม้เกรียม (Erythema) หรือเยื่อตาอักเสบ (Conjunctivitis) ซึ่งสามารถประยุกต์มาใช้ประโยชน์ในการฆ่าเชื้อโรคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.6 ช่วงความยาวคลื่นของรังสี UV

ลักษณะใช้งานการฆ่าเชื้อโรคด้วยหลอดรังสี UV สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท [17] ดังนี้

1. การฆ่าเชื้อโรคในอากาศ (Air Disinfection) คือการฆ่าเชื้อที่ลอยอยู่ในอากาศ ในสถานที่ที่มีคนอยู่เป็นจำนวนมากหรืออยู่เป็นเวลานาน เช่น โรงพยาบาล โรงภาพยนตร์ หอประชุม สำนักงาน ห้องเรียน เป็นต้น

2. การฆ่าเชื้อโรคในของเหลว (Liquid Disinfection) คือการฆ่าเชื้อโรคในของเหลว เช่น น้ำดื่มฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต หรือในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสียที่จัดการฆ่าเชื้อโรคในน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น

3. การฆ่าเชื้อโรคที่พื้นผิวของวัตถุ (Surface Disinfection) คือการฆ่าเชื้อโรคแบบเฉพาะเจาะจง ใช้ฆ่าเชือบนพื้นผิวโดยใช้แสง UV เชื้อโรคบริเวณที่โดนแสงก็จะถูกทำลาย ซึ่งปริมาณความเข้มของแสง ระยะห่าง และระยะเวลา ต้องสัมพันธ์กัน เพื่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงสุด เช่น ฆ่าเชือบนราวจับรถเข็น ฆ่าเชื้อภาชนะ อุปกรณ์ในห้องครัว ฆ่าเชื้อในห้องนอน ฆ่าเชือบนพื้นขณะดูดฝุ่น ฆ่าเชื้อแปรงสีฟัน ฆ่าเชือบนสุขภัณฑ์ ฆ่าเชื้อของใช้ และของเล่นเด็กต่างๆ เป็นต้น

การฆ่าเชื้อโรคด้วยการฉายรังสี UVC ในทางปฏิบัติ ขึ้นกับ 2 องค์ประกอบหลัก [18] คือ

1. ความลึกในการแทรกซึม (Depth of Penetration) ของรังสี UVC ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญมาก เนื่องจากรังสี UVC มีขีดจำกัดในการแทรกซึมผ่านวัตถุ (ยกเว้นน้ำและของเหลวบางชนิด) เพราะผิวชั้นนอกของวัตถุจะดูดซับรังสีเอาไว้

2. เวลาที่ใช้ในการทำการฆ่าเชื้อ ซึ่งเชื้อแต่ละชนิดก็จะมีเวลาในการฆ่าเชื้อที่ต่างกัน ถ้าหากผู้ใช้งานได้รับเชื้อเป็นเวลานานก็จะได้รับอันตรายจากรังสีต่างๆ แต่อย่างไรก็ดีการใช้รังสี UVC ซึ่งได้จากการฉายรังสีด้วยหลอดรังสี UVC นั้นมีข้อควรระวัง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- UVC ต้องถูกเชื้อโรคโดยตรงเท่านั้น ถ้าเชื้อโรคซ่อนอยู่ในเงาของวัตถุ เชื้อโรคนั้นจะไม่ตาย
- UVC จะต้องถูกเชื้อโรคเป็นระยะเวลาานพอ จึงจะสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ ระยะเวลาขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อโรค ซึ่งบางชนิดทนต่อรังสี UVC ได้นานมาก
- UVC ถูกดูดซึมได้ง่าย จึงควรใช้ในที่อากาศแห้ง เพราะจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด และใช้ขนาด Dose น้อยที่สุด ถ้าใช้ในอากาศชื้นมากๆ ต้องใช้ขนาด Dose เป็นสองเท่า ถ้าใช้ในน้ำดื่มธรรมดาจากท่อประปาอาจต้องใช้ขนาดมากถึงสิบเท่า

### 2.5.1 การคำนวณปริมาณรังสีที่ได้รับในบริเวณต่างๆ

ปริมาณของรังสี UV (UV Dose) [19] เป็นผลมาจากความเข้มของรังสี UV (UV Intensity) และเวลาการสัมผัส (Time) ดังแสดงในสมการที่ (2.2)

$$\text{UV dose} = \text{UV Intensity} \times \text{Time} \quad (2.2)$$

โดย หน่วยของ UV dose คือ  $\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$   
 หน่วยของ UV Intensity คือ  $\text{W}/\text{cm}^2$   
 หน่วยของ Time คือ second (s)  
 ความเข้มของรังสี UV หรือ UV Intensity ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าความสว่าง (Luminosity) ต่อหน่วยพื้นที่สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.3)

$$\text{UV Intensity} = \frac{\text{Luminosity}}{4\pi \times \text{Distance}} \quad (2.3)$$

โดย หน่วยของ UV Intensity คือ  $\text{W}/\text{cm}^2$   
 หน่วยของ Luminosity คือ W  
 หน่วยของ Distance คือ  $\text{cm}^2$   
 เมื่อได้ปริมาณรังสีที่ได้รับในระยะต่างๆ แล้ว จะสามารถนำมาใช้คำนวณเวลาที่ฆ่าเชื้อโรคได้จากสมการที่ (2.4)

$$\text{Time} = \frac{\text{UV dose}}{\text{UV Intensity}} \quad (2.4)$$

โดย หน่วยของ Time คือ second (s)  
 หน่วยของ UV dose คือ  $\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$   
 หน่วยของ UV Intensity คือ  $\text{W}/\text{cm}^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.5.2 ความปลอดภัยของรังสี UV

หากได้รับรังสี UV ในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจส่งผลกระทบต่อส่วนต่างๆ ของร่างกายทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ดังนี้

1. ผลกระทบต่อผิวหนัง ตั้งแต่ปัญหาเล็กๆ น้อยๆ เช่น ผิวดำแดด ริวรอย ไปจนถึงอาการแพ้แดด ผิวไหม้จากแดด และอาจรุนแรงถึงขั้นเป็นมะเร็งผิวหนังได้

- ผิวดำแดด เมื่อผิวหนังสัมผัสกับรังสี UV ร่างกายจะสร้างเม็ดสีเมลานิน (Melanin) ขึ้นมา เป็นเกราะป้องกันผิวหนัง ทำให้ผิวมีสีคล้ำขึ้น เนื่องจาก UVA จะไปกระตุ้นการสร้างเม็ดสีของเซลล์ผิวชั้นนอก ส่งผลให้ผิวดำขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่จะกลับมาเป็นสีปกติได้ในเวลาไม่นาน ส่วน UVB นั้นไม่ทำให้ผิวดำขึ้นในทันที แต่อาจเกิดขึ้นหลังจากผ่านไปแล้วประมาณ 3 วัน และใช้เวลาหลายสัปดาห์จึงกลับเป็นปกติ นอกจากนี้ UVB ยังส่งผลให้ผิวชั้นหนังกำพร้าหนาขึ้นอีกด้วย

- ผิวไหม้จากแดด เกิดขึ้นเมื่อได้รับรังสี UVB ในปริมาณสูงจนทำให้เซลล์ผิวชั้นนอกถูกทำลาย ผู้ที่มีอาการรุนแรง ผิวหนังอาจลอก เป็นแผลพุพอง และรู้สึกเจ็บปวด อีกทั้งเซลล์ผิวหนังที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จะไวต่อรังสี UV และบอบบางกว่าเซลล์ผิวเดิม ส่วนผู้ที่อาการไม่รุนแรงจะมีเพียงผื่นแดงขึ้นบริเวณผิวหนังที่โดนแสงแดดและค่อยๆ หายเป็นปกติใน 2-3 วัน ทั้งนี้การมีผิวไหม้จากแดดอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งผิวหนังได้ด้วย

- ริวรอย รังสี UVA เดินทางทะลุผ่านผิวหนังชั้นนอกไปยังชั้นหนังแท้ และส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันได้ ทำให้ผิวสูญเสียความยืดหยุ่น เป็นต้นเหตุของริ้วรอยและความหย่อนคล้อย

- อาการแพ้แดด เกิดกับผู้ที่ผิวหนังไวต่อรังสี UV แม้ได้รับในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ก่อให้เกิดอาการแพ้คล้ายผิวไหม้ได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากอาหารที่บริโภค เครื่องสำอาง หรือยาบางชนิด เช่น ยาต้านอักเสบชนิดไม่ใช้สเตียรอยด์ ยาแก้ปวด ยาระงับประสาท ยาปฏิชีวนะ ยารักษาโรคซึมเศร้า ยารักษาเบาหวานชนิดรับประทาน ก่อนใช้ยาใดๆ จึงควรอ่านฉลากหรือปรึกษาเภสัชกรถึงผลข้างเคียงทุกครั้ง

2. มะเร็งผิวหนัง มีงานวิจัยอ้างว่ารังสี UV ทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ในร่างกาย นอกจากนั้นรังสี UV ยังเข้าทำลาย DNA ของเซลล์ผิวหนังได้โดยตรง ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้

3. ผลกระทบต่อดวงตา ร่างกายสร้างอวัยวะและกลไกต่างๆ ขึ้นมาเพื่อปกป้องดวงตา ไม่ว่าจะเป็นคิ้ว ขนตา หรือการหดและขยายรูม่านตา อย่างไรก็ตามกลไกเหล่านี้ป้องกันดวงตาจากรังสี UV ได้อย่างจำกัด ผู้ที่ต้องเผชิญกับรังสี UV ปริมาณสูงอย่างต่อเนื่องอาจเกิดผลกระทบต่อดวงตา ดังนี้

- กระจกตาอักเสบและเยื่อตาอักเสบ มักเกิดขึ้นหลังจากได้รับรังสี UV ปริมาณสูงเพียงไม่กี่ชั่วโมง ส่งผลให้ตาแดง แสบ คัน และระคายเคืองตาได้ ทั้งนี้กระจกตาที่อักเสบรุนแรงอาจทำให้เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ผู้ใช้จำเป็นต้องรับผิดชอบต่อการใช้งาน และต้องรับผิดชอบต่อข้อมูลที่ปรากฏในเอกสารทุกครั้ง ผู้ใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผิวชั้นนอกของลูกตาถูกทำลายจนมองไม่เห็นชั่วคราว แต่ส่วนใหญ่ร่างกายจะสร้างเซลล์ขึ้นใหม่อย่างรวดเร็วและกลับมามองเห็นภายใน 2-3 วัน และขณะมีการผลิตเซลล์ที่ตายทิ้งจะส่งผลให้รู้สึกเจ็บปวดอย่างมาก อีกทั้งอาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น น้ำตาไหล มีอาการระคายเคืองเรื้อรัง เป็นต้น

- ต้อกระจก เกิดจากการมีโปรตีนสะสมและปกคลุมในเลนส์แก้วตา ทำให้การมองเห็นภาพขุ่นมัว และอาจรุนแรงถึงขั้นตาบอดได้ ซึ่งสาเหตุหลักการเกิดต้อกระจกเป็นเพราะการเสื่อมของเลนส์แก้วตาเนื่องจากอายุที่มากขึ้น แต่รังสี UVB ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถก่อให้เกิดต้อกระจกได้เช่นกัน

- ต้อเนื้อ อาจเป็นผลกระทบในระยะยาวหากได้รับรังสี UV อย่างต่อเนื่อง เกิดขึ้นเมื่อแผ่นเนื้อบริเวณเยื่อตาชั้นเข้าไปในตาดำ หากแผ่นเนื้อนี้ขยายใหญ่ขึ้นอาจบดบังการมองเห็นและอาจต้องรักษาโดยการผ่าตัด

4. ผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน รังสี UV อาจอันตรายต่อ DNA และส่งผลให้ระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ และเป็นปัจจัยก่อให้เกิดโรคมะเร็งตามมา นอกจากนี้การได้รับรังสี UV ในปริมาณสูงยังส่งผลให้วัคซีนทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ทั้งยังมีงานวิจัยอ้างว่ารังสี UVB ส่งผลให้ร่างกายควบคุมไวรัสที่เป็นสาเหตุของโรคเริมได้น้อยลง ทำให้ผู้ป่วยที่เคยเป็นโรคเริมมีโอกาสกลับมาเป็นซ้ำได้

อย่างไรก็ตามรังสี UVC สามารถป้องกันได้ด้วยวัสดุจำนวนมาก เช่น แก้วที่ไม่ใช่แก้วควอตซ์ และพลาสติกที่ใส จึงทำให้สามารถสังเกตระบบ UVC ได้อย่างปลอดภัยจากการมองผ่านหน้าต่างหรือหรือกระจก นอกจากนี้รังสี UVC มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อโรคที่ปราศจากสารตกค้าง ดังนั้นจึงไม่ต้องกังวลกับสารตกค้างที่เป็นอันตรายซึ่งจำเป็นต้องเช็คทำความสะอาดหลังจากการฆ่าเชื้อเกิดขึ้น กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยรังสี UVC จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไม่มีสารเคมีอันตรายหรือเป็นพิษที่ต้องการจัดการพิเศษหรือไม่มีสารเคมีใดๆ ถูกเพิ่มเข้าไปในอากาศหรือน้ำ อีกทั้งหลอดไฟ UV ไม่จำเป็นต้องมีการจัดการหรือกำจัดทิ้งเป็นพิเศษ ทำให้เป็นทางเลือกใหม่สำหรับการฆ่าเชื้อทางเคมี [20]

## 2.6 การฆ่าเชื้อไวรัสโควิด 19 ด้วยรังสี UVC

### 2.6.1 Germicidal Irradiation or UVGI

การใช้พลังงาน UVC เพื่อฆ่าเชื้อโรคเป็นที่รู้จักกันในชื่อ Germicidal Irradiation (UVGI) หรือระบบการใช้แสงยูวีที่มีความเข้มข้นสูงพิเศษ (Germicidal Range) [21] เพื่อฆ่าและทำลายเชื้อโรคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ไวรัส แบคทีเรีย เชื้อรา และยีสต์ ที่อยู่บนพื้นผิวและในอากาศ พลังงาน UVC ประดิษฐ์ผลิตขึ้นในหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ฆ่าเชื้อโรคซึ่งสร้างรังสียูวีด้วยไอออนไนซ์ความดันไอปรอทต่ำ โคมไฟเหล่านี้มีลักษณะคล้ายกับหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบทั่วไป แต่ไม่มีการเคลือบฟลูออเรสเซนต์ซึ่งช่วยให้แสงสีขาวนุ่มนวล ความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการทำลายดีเอ็นเอของจุลินทรีย์มี

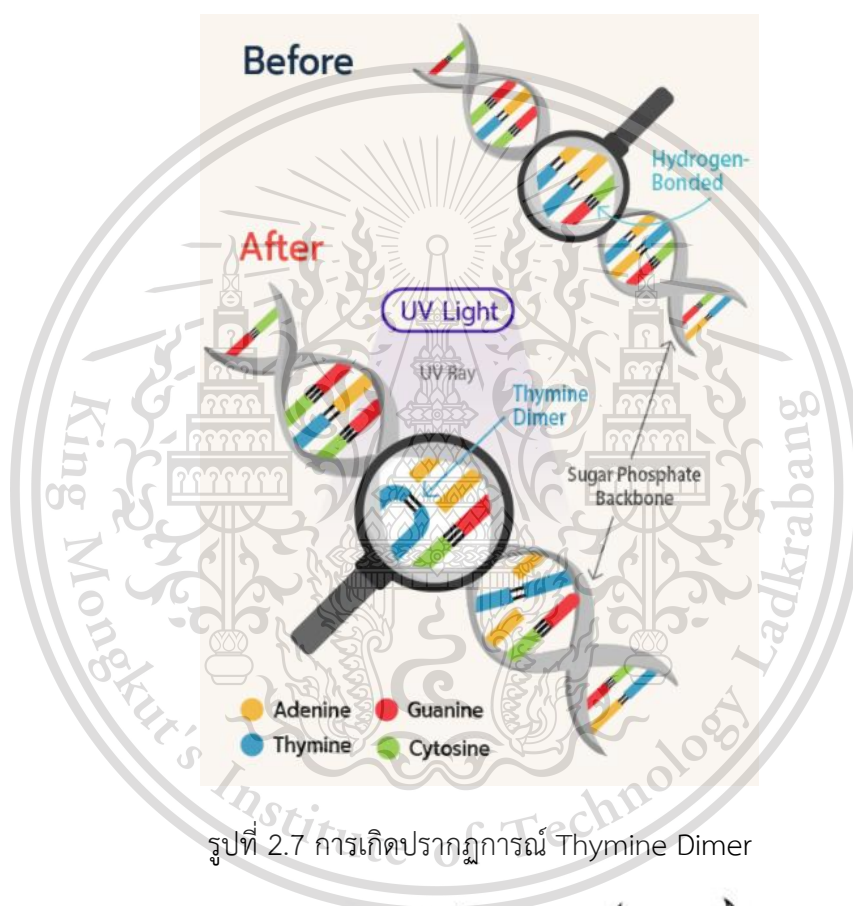
เอกสารนี้เป็นความลับจนถึง 254 นาโนเมตร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

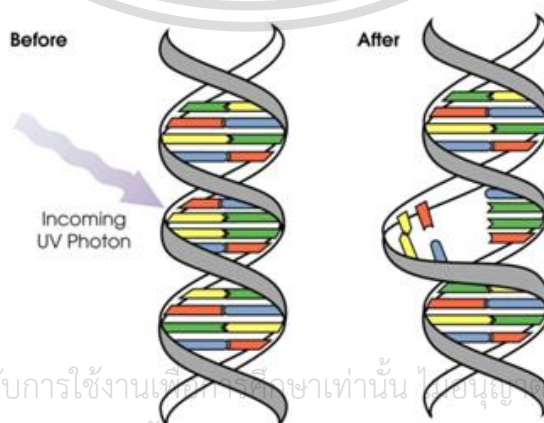
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เนื่องจากรังสี UVC ถูกกรองด้วยบรรยากาศของโลก สิ่งมีชีวิตจึงไม่ได้มีการป้องกันรังสี UVC จากธรรมชาติ เมื่อดีเอ็นเอของจุลินทรีย์ดูดซับพลังงาน UVC พลังงาน UVC จะผ่านผนังเซลล์แบคทีเรีย ไวรัส และสปอร์ของเชื้อแบคทีเรีย จากนั้นจะถูกดูดซึมโดย DNA, RNA และโปรตีน กลไกหลักของความเสียหายที่สร้างขึ้นโดย UVC คือการหลอมละลายของเส้นใย DNA สร้างสิ่งที่เรียกว่า Dimers Thymine [22] แสดงดังรูปที่ 2.7 เมื่อดีเอ็นเอถูกหลอมละลาย ทำให้เซลล์ไม่สามารถเติบโตหรือทำซ้ำได้ หากไม่มีความสามารถในการทำซ้ำจึงถือว่าตายแล้ว เรียกว่า deactivation [23] แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 การเกิดปรากฏการณ์ Thymine Dimer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.8 การถูกทำลายของ DNA

## 2.6.2 ปริมาณรังสี UVC ที่จำเป็นในการฆ่าเชื้อไวรัสโคโรนา 19

ปริมาณรังสี UVC ที่จำเป็นในการฆ่าเชื้อไวรัสโคโรนา 19 [24] แสดงดังรูปที่ 2.9

Microbe	D90 dose (J/m <sup>2</sup> )	k (m <sup>2</sup> /J)
Coronavirus	7	0.35120
Berne virus (Coronaviridae)	7	0.32100
Murine Coronavirus (MHV)	15	0.15351
Canine Coronavirus (CCV)	29	0.08079
Murine Coronavirus (MHV)	29	0.08079
SARS Coronavirus CoV-P9	40	0.05750
Murine Coronavirus (MHV)	103	0.02240
SARS Coronavirus (Hanoi)	134	0.01720
SARS Coronavirus (Urbani)	241	0.00955
Average	67	0.03433

รูปที่ 2.9 ปริมาณรังสียูวีที่จำเป็นสำหรับการฆ่าเชื้อไวรัสชนิดต่างๆ

## 2.6.3 หลอด UVC สำหรับฆ่าเชื้อ

หลอด UVC ถูกนำมาใช้งาน เช่น ห้องปลอดเชื้อ (Clean room), ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Air Flow), ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา และระบบทอส่งอากาศ เป็นต้น

รายละเอียดทั่วไปของหลอด UVC มีดังนี้

- 253.7 nm UVC, Short-wave UV
- อายุการใช้งานนาน 18,000 ชั่วโมง
- มีกระจกกรองแสง 185 nm ป้องกันการเกิดโอโซน
- เมื่อหลอดปล่อยรังสี UVC จะเกิดแสงสีฟ้าม่วงเพื่อเป็นสัญญาณเตือนให้ผู้ใช้งานทราบ
- หลอดไฟจะให้กำเนิดความเข้มแสง UV คงที่ตลอดช่วงอายุการใช้งาน

จากคุณลักษณะของหลอด UVC [25] ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ผู้จัดทำเลือกใช้หลอดรุ่น TUV30WT8 เนื่องจากการฆ่าเชื้อไวรัสในห้องเรียนจะต้องคำนึงค่า UV dose ซึ่งหลอดชนิดนี้สามารถกระจายแสงได้เป็นอย่างดีทำให้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อไวรัสมีความเหมาะสม ราคาไม่สูงเกินไป รวมทั้งขนาดของหลอด UVC ชนิดนี้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานในอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ได้

NO	Cat.Not	Watt	L (mm)	D(mm)	ขั้วหลอด	UVC (W)	Life time (Hr)	ระยะฐาน(mm)
1.	TUV10WT8	9.0	332	28	G13	2.5	18,000	452
2.	TUV15WT8	15.9	438	28	G13	4.9	18,000	558
3.	TUV18WT8	16.7	590	28	G13	4.5	18,000	710
4.	TUV30WT8	30.0	895	28	G13	12.0	18,000	1015
5.	TUV36WT8	36.0	1199	28	G13	15.0	18,000	1319

รูปที่ 2.10 คุณลักษณะของหลอด UVC

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.7 โปรแกรม CATIA V5

CATIA V5 หรือ Computer Aided Three-dimensional Interactive Application แสดงดังรูปที่ 2.11 เป็นมาตรฐานซอฟต์แวร์ออกแบบงานสามมิติระดับสูงที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจักร และการบิน ฯลฯ และถือเป็นหนึ่งในโปรแกรมมาตรฐานในการออกแบบผลิตภัณฑ์และอุตสาหกรรมระดับโลกด้วยความสามารถที่เป็นที่ยอมรับในการออกแบบ, ลดเวลาการทำงาน, ลดความผิดพลาดต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นการออกแบบ, สามารถออกแบบรูปทรงได้หลากหลาย อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการแก้ปัญหาเรื่องของการออกแบบที่ผิดพลาด เนื่องจากการทำงานในรูปแบบที่หลากหลายจากผลิตภัณฑ์หรือขั้นตอนการทำงานที่ต่างกันภายในและนอกองค์กร [26]



รูปที่ 2.11 โปรแกรม CATIA V5

CATIA V5 ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลักๆ เบื้องต้นอยู่ 4 ส่วน คือ งานออกแบบชิ้นส่วนเป็น Solid (Part Design) การออกแบบผิวชิ้นงาน (Generative Shape Design) การประกอบชิ้นส่วน (Assembly) และการเขียนแบบ (Drafting) โปรแกรม CATIA V5 จะสามารถช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในทุกๆ ส่วนของขั้นตอนการผลิต โดยสามารถออกแบบและเขียนชิ้นงานได้ทุกส่วนของผลิตภัณฑ์และโครงสร้างประกอบอื่นๆ อาทิเช่น เครื่องยนต์ วงจรและสายไฟฟ้า อีกทั้งยังสามารถเพิ่มขยายขีดความสามารถไปในเรื่องของวิเคราะห์ การสร้างชิ้นงานจาก Scan Data (Reversed Engineering) และงานโปรแกรมของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.8 ภาษาไพธอน

ภาษาไพธอน (Python) พัฒนาโดย Guido van Rossum ชาวเยอรมันซึ่งได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้ทำงานได้กับเว็บแอปพลิเคชัน มีลักษณะคล้ายกับภาษา Perl, PHP, JAVA และ ASP ภาษาไพธอนมีคุณสมบัติที่ดีดังต่อไปนี้ [27]

1. สามารถใช้ได้ทุกแพลตฟอร์ม กล่าวคือ สามารถทำงานได้ทุก CPU หลายระบบปฏิบัติการ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนจากแพลตฟอร์มหนึ่ง แล้วนำโปรแกรมที่ได้ไปทำงานต่างแพลตฟอร์มกันได้

2. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อโปรแกรมต้นฉบับ โดยปกติแล้วโปรแกรมภาษาต่างๆ ไปจะต้องจัดซื้อโปรแกรมต้นฉบับเพื่อนำมาติดตั้งในราคาที่สูงมาก แต่โปรแกรมภาษาไพธอนสามารถดาวน์โหลดจาก [www.python.org](http://www.python.org) ได้โดยตรง แล้วนำมาติดตั้งและศึกษาการใช้ด้วยตนเอง เพราะเป็นโปรแกรมประเภท Open Source

3. ภาษาไพธอนได้นำข้อดีของโปรแกรมในอดีตเข้ามาไว้ด้วยกัน เช่น ภาษา C, C++, Java และ Perl เป็นต้น

4. มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากภาษาไพธอนทำงานด้าน Server เป็นหลัก เมื่อมีการร้องขอจากเครื่อง Client จะประมวลผลที่เครื่อง Server ซึ่งผู้ใช้ทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงเครื่อง Server ได้โดยตรงจึงทำให้มีความปลอดภัยสูงกว่า

5. ใช้ในการพัฒนา Web Service ซึ่งในปัจจุบันการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้เน้นให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันทั้งในองค์กรเดียวกันหรือแม้แต่ต่างองค์กรกัน ทำให้เกิดความสะดวกลดขั้นตอนการแปลงข้อมูลเพื่อให้เข้ากันได้ มีโครงสร้างภาษาที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งโครงสร้างภาษาคคล้ายคลึงกับภาษา C แต่จะมีความกระชับกว่า

คุณลักษณะเด่นของภาษาไพธอน มีดังนี้

- สนับสนุนการเขียนโปรแกรมแบบ OOP (Object Oriented Programming)
- โค้ดที่เขียนด้วยไพธอนสามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย
- เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก
- มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์
- มีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle , Informix, ODBC และอื่นๆ

โครงสร้างภาษาไพธอน [28] มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.8.1 Comment

ในภาษาไพธอนการคอมเมนต์จะใช้เครื่องหมาย # ในการคอมเมนต์ โดยสามารถใช้โดยการใส่ตำแหน่งแรกของบรรทัดและหลังข้อความที่ต้องการคอมเมนต์ แต่ถ้าต้องการคอมเมนต์ที่หลายบรรทัดจะใช้เครื่องหมาย single quotes (3 ตัวติดกัน) คลุมข้อความที่ต้องการคอมเมนต์ ตัวอย่างเช่น

```
# comment Python program
```

```
'''
```

```
Multi-line comment
```

```
'''
```

### 2.8.2 Module

Module คือไฟล์ .py ที่วางอยู่ใต้ package directory หรือส่วนของโปรแกรมที่ใช้สำหรับการกำหนดตัวแปร คลาส หรือฟังก์ชันที่ทำงานคล้ายๆ กันเอามารวมกันไว้ในไฟล์เดียว ในภาษาไพธอนในการเรียกใช้โมดูลจะใช้การ import โมดูลเข้ามาก่อนจึงจะสามารถใช้งานฟังก์ชันหรือคลาสที่อยู่ในโมดูลนั้นได้

ตัวอย่างเช่น

```
# import statement example
```

```
# to import standard module example
```

```
import example
```

### 2.8.3 Statement

Statement คือคำสั่งการทำงานของโปรแกรม แต่ละคำสั่งในภาษาไพธอนจะแบ่งแยกด้วยการขึ้นบรรทัดใหม่ ซึ่งจะแตกต่างจากภาษา C และ Java ซึ่งใช้เครื่องหมายเซมิโคลอนสำหรับการจบคำสั่งการทำงาน แต่อย่างไรก็ตาม ในภาษาไพธอน สามารถมีหลายคำสั่งในบรรทัดเดียวกันได้โดยใช้เครื่องหมายเซมิโคลอน ;

ตัวอย่างเช่น

```
print("Statement Python"); print("Hello")
```

### 2.8.4 Literals

Literals คือข้อมูลที่เป็นค่าคงที่ ตัวอักษร เครื่องหมาย ในโปรแกรมภาษาไพธอน โดยสามารถแบ่งประเภทของข้อมูลได้ในแบบต่างๆ เช่น Integer, Floats, number boolean และ String

ตัวอย่างเช่น

```
a = 9 #กำหนดให้ a มีค่าเท่ากับ 9
```

```
b = 22.2 #กำหนดให้ b มีค่าเท่ากับ 22.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
c = True          #กำหนดให้ c เป็นรูปแบบ boolean มีค่าเป็น True
d = "Hello"      #กำหนดให้ d เป็นรูปแบบ String มีค่าเป็น Hello
e = 'P'          #กำหนดให้ e เป็นรูปแบบ String มีค่าเป็น P
```

### 2.8.5 Indentation

ในภาษาไพธอน จะใช้การย่อหน้า (indentation) เพื่อแสดงขอบเขตกลุ่มคำสั่ง if, else, for หรือการประกาศฟังก์ชัน โดยคำสั่งเหล่านี้เป็นรูปแบบบล็อก โดยจำนวนช่องว่างที่ใช้ขึ้นต้องเท่ากัน และส่วนหัวของบล็อกจะต้องมีเครื่องหมายโคลอน (:) กำหนดหลังคำสั่ง if

```
ตัวอย่างเช่น
score = 55
if (score > 50):
    print("pass")
else:
    print("fail")
```

### 2.8.6 Expressions

Expression คือการทำงานร่วมกันระหว่างตัวแปรหรือค่าคงที่และตัวดำเนินการ โดยค่าเหล่านี้จะมีตัวดำเนินการสำหรับควบคุมการทำงาน ในภาษาไพธอนนั้นมี Expression อยู่ด้วยกัน 2 แบบดังนี้

#### 2.8.6.1 Expression ทางคณิตศาสตร์

Expression ทางคณิตศาสตร์ เป็นการกระทำกันระหว่างตัวแปรและตัวดำเนินการ คณิตศาสตร์ และจะได้รับค่าใหม่เป็นตัวเลขหรือค่าที่ไม่ใช่ Boolean

#### 2.8.6.2 Boolean expression

Boolean expression เป็นการกระทำกันระหว่างตัวแปรและตัวดำเนินการ เปรียบเทียบค่าหรือตัวดำเนินการตรรกศาสตร์ และจะได้ผลลัพธ์เป็น Boolean

```
ตัวอย่างเช่น
a = 6
b = 10
c = 9
# Non-boolean expressions
```

```
print(a + b)      #ผลลัพธ์ที่ได้ 16
print(a + 5)      #ผลลัพธ์ที่ได้ 11
print(a * c)      #ผลลัพธ์ที่ได้ 54
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

print(((a * a) - (b * c)) / 10)    #ผลลัพธ์ที่ได้ 5.4
print("Hello" + "World")         #ผลลัพธ์ที่ได้ Hello World
# Boolean expressions
print(a == 6)                    #ผลลัพธ์ที่ได้ True
print(a == 5)                    #ผลลัพธ์ที่ได้ False
print(a == 6 and b == 10)       #ผลลัพธ์ที่ได้ True
print(c == 9 and a == 5)        #ผลลัพธ์ที่ได้ False

```

### 2.8.7 Keywords

Keywords คือคำที่ถูกสงวนไว้ในการเขียนโปรแกรมในภาษาไพธอน ที่ไม่สามารถใช้คำสั่งเหล่านี้ในการตั้งชื่อตัวแปร, ชื่อคลาส, ฟังก์ชัน หรือชื่อใดๆ ได้ที่กำหนดขึ้นโดยโปรแกรมเมอร์ โดย Keywords ของไพธอนมีดังนี้

1. False
2. None
3. True
4. and
5. as
6. assert
7. break
8. class
9. continue
10. def
11. del
12. elif
13. else
14. except
15. finally
16. for
17. from
18. global
19. if
20. import

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลีเก็งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

21. in
22. is
23. lambda
24. nonlocal
25. not
26. or
27. pass
28. raise
29. return
30. try
31. while
32. with
33. yield

## 2.9 OpenCV

OpenCV ย่อมาจาก Open source Computer Vision แสดงดังรูปที่ 2.12 [29] เป็นไลบรารีในการเรียกใช้งานฟังก์ชันเพื่อนำมาใช้เขียนโปรแกรม แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ OpenCV มีไลบรารีแบบข้ามแพลตฟอร์ม และใช้งานได้ฟรีภายใต้ลิขสิทธิ์ของ BSD แบบ Open Source และยังสนับสนุนเฟรมเวิร์กการเรียนรู้เชิงลึก ได้แก่ TensorFlow, Torch หรือ PyTorch และ Caffe โดย OpenCV ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา C++ มีการรองรับ Python, Java และ MATLAB/OCTAVE — API

OpenCV นำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมทางด้านการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) คือ สามารถทำการประมวลผลภาพดิจิทัลได้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพจากกล้องวิดีโอ หรือวิดีโอไฟล์ และการบันทึกวิดีโอจากกล้อง Webcam ซึ่งสามารถทำได้อย่างสะดวก และมีฟังก์ชันสำเร็จรูปสำหรับจัดการข้อมูลภาพ และการประมวลผลภาพพื้นฐาน เช่น การหาขอบภาพ การกรองข้อมูลภาพ โดยตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน OpenCV เช่น ชุดเครื่องมือคุณลักษณะ 2 มิติและ 3 มิติ (2D and 3D feature toolkits), การประมาณระยะทางในขณะเคลื่อนที่ (Egomotion Estimation), ระบบรู้จำใบหน้า (Facial recognition system), การจดจำท่าทาง (Gesture recognition), ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer interaction)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.12 Open CV

## 2.10 การประมวลผลภาพดิจิทัล

การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) [30] คือการแปลงข้อมูลรูปที่เป็นสัญญาณแอนะล็อกให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อใช้ในการประมวลผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ และยังสามารถนำมาใช้ในการลดปัญหาของภาพ เช่น ลดสัญญาณรบกวนภายในภาพ เพิ่มความคมชัดให้กับภาพ เป็นต้น

ภาพดิจิทัลที่ได้จะมีรูปแบบการเก็บเป็นเมทริกซ์ ซึ่งจะมีการจัดเก็บภาพแต่ละชนิดต่างกัน ขึ้นอยู่กับระบบสีของภาพดังกล่าว โดยสามารถแบ่งชนิดของภาพได้ดังนี้

- ภาพขาว-ดำ (Binary Image) เป็นภาพที่ในแต่ละพิกเซลจะแสดงด้วยค่าแบบไบนารี (Binary) คือใช้เนื้อที่เพียง 1 บิตต่อพิกเซล โดยค่าสีจะมีแค่สองค่าคือ 0 สำหรับสีดำและ 1 สำหรับสีขาว
- ภาพระดับสีเทา (Grayscale Image) เป็นภาพที่เก็บค่าความเข้มแสงในแต่ละระดับที่แตกต่างกันไปในแต่ละพิกเซล ตั้งแต่สีขาวไปจนถึงสีดำ โดยทั่วไปแล้วภาพระดับสีเทามีความละเอียดเท่ากับ 8 บิต ซึ่งภาพจะมีค่าระดับความเข้มแสงของสีดำเท่ากับ 0 ส่วนค่าความเข้มของสีขาวจะเท่ากับ 255
- ภาพสี (RGB Image) เป็นภาพที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติ ขนาด  $m \times n \times 3$  โดยที่  $m$  คือความยาว และ  $n$  คือความกว้างของภาพในหน่วยพิกเซล ส่วนมิติสุดท้ายนั้น ในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกัน คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue)
- ภาพแบบดัชนี (Indexed Image) เป็นภาพที่มีรูปแบบการเก็บแบบ index คือ ภาพประเภทนี้จะเก็บค่าสีเป็น index และในแต่ละช่องอาร์เรย์ จะเก็บตำแหน่งของสีใน index นั้นไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.10.1 การแปลงทางเรขาคณิตของภาพ

### 2.10.1.1 การสะท้อนรูปภาพ (Reflection)

กำหนดให้  $i$  เป็นตำแหน่งในแนวนอนของภาพ และ  $j$  เป็นตำแหน่งในแนวตั้ง เมื่อต้องการสะท้อนรูปภาพในแนวแกนตั้ง ตำแหน่งที่  $i$  ของภาพที่ผลลัพธ์อยู่ตรงข้ามกับภาพต้นฉบับ ส่วนตำแหน่งที่  $j$  มีค่าเท่าเดิมดังสมการที่ (2.5) และตัวอย่างในรูปที่ 2.13 [31]

$$y(-i,j) = x(i,j) \quad (2.5)$$



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการสะท้อนรูปภาพ

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการสะท้อน

### 2.10.1.2 การหมุนรูปภาพ (Rotation)

ภาพต้นฉบับมีตำแหน่ง  $(x,y)$  เมื่อทำการหมุนรูปภาพ จะเปลี่ยนไปตามองศาที่กำหนด โดยตำแหน่งภาพผลลัพธ์คือ  $(x',y')$  เกิดขึ้นจากการคูณของเมทริกซ์การหมุนกับภาพต้นฉบับ ดังสมการที่ (2.6) ตัวอย่างในรูปที่ 2.14 แสดงการหมุนด้วย  $\theta = 45^\circ$  [31]

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (2.6)$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูปที่ 2.14 ตัวอย่างการหมุนรูปภาพของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการหมุนทวนเข็มนาฬิกา  $45^\circ$

### 2.10.1.3 การย่อ/ขยายรูปภาพ

ภาพต้นฉบับมีตำแหน่ง  $(x,y)$  เมื่อทำการย่อ/ขยายรูปภาพแกนนอนไปเป็นขนาด  $S_x$  และแกนตั้งไปเป็นขนาด  $S_y$  ตำแหน่งภาพผลลัพธ์คือ  $(x',y')$  เกิดขึ้นจากการคูณของเมทริกซ์ดังสมการที่ (2.7) ตัวอย่างในรูปที่ 2.15 (ข) เป็นการย่อภาพโดยใช้  $S_x = 0.5$  และ  $S_y = 0.5$  ส่วนรูปที่ 2.15 (ค) เป็นตัวอย่างการขยายภาพโดยใช้  $S_x = 1.5$  ,  $S_y = 1.5$  [31]

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (2.7)$$



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างการย่อ/ขยายรูปภาพ

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการย่อ (ค) ภาพที่ผ่านการขยาย

### 2.10.1.4 การเลื่อนตำแหน่งรูปภาพ (Translation)

ภาพต้นฉบับมีตำแหน่ง  $(x,y)$  เมื่อเลื่อนตำแหน่งรูปภาพแกนนอนไปเป็นระยะ  $dx$  และแกนตั้งไปเป็นระยะ  $dy$  ตำแหน่งภาพผลลัพธ์คือ  $(x',y')$  เกิดขึ้นจากการบวกของเมทริกซ์ดังสมการที่ (2.8) และตัวอย่างในรูปที่ 2.16 แสดงการเลื่อนด้วย  $dx = 60$  และ  $dy = -80$  [31]

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการเลื่อนตำแหน่งรูปภาพ  
(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการเลื่อนตำแหน่ง

#### 2.10.1.5 การเฉือนรูปภาพ (Shearing)

การเฉือนรูปภาพจากภาพต้นฉบับ  $(x, y)$  ไปเป็นภาพ  $(x', y')$  เกี่ยวข้องกับการเอียงภาพในแนวแกน  $x$  ด้วยอัตราส่วน  $b_x$  และเอียงภาพในแนวแกน  $y$  ด้วยอัตราส่วน  $b_y$  ดังสมการที่ (2.9) ตัวอย่างในรูปที่ 2.17 ใช้ค่า  $b_x = 0.5$  และ  $b_y = 1$  [31]

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & b_x \\ b_y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (2.9)$$



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการเฉือนรูปภาพ  
(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่ผ่านการเฉือน

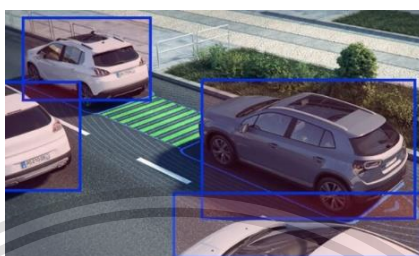
## 2.11 การระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจ

การระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจ (Image Annotation) [32] เป็นส่วนสำคัญในการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ โดยการบอกตำแหน่งวัตถุที่สนใจนั้นจะทำการตีกรอบรอบวัตถุที่สนใจและกำหนดประเภทหรือคลาสของวัตถุนั้นๆ ผลลัพธ์ของการบอกตำแหน่งวัตถุที่สนใจจะบันทึกอยู่ในรูปแบบไฟล์

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

.csv หรือ .xml เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูลตำแหน่งวัตถุที่สนใจ โดยวิธีการบอกตำแหน่งวัตถุที่สนใจนั้นมีหลายรูปแบบ เช่น การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ 2D Bounding Box, การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ 3D Bounding Box, การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ Polygon, การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ Sementic Segmentation ดังแสดงในรูปที่ 2.18



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 2.18 การระบุตำแหน่งของวัตถุ

(ก) การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ 2D Bounding Box

(ข) การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ 3D Bounding Box

(ค) การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ Polygon

(ง) การระบุตำแหน่งของภาพโดยใช้ Sementic Segmentation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.12 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning)

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) [33] คือ วิธีการเรียนรู้แบบอัตโนมัติด้วยการเลียนแบบการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Neurons) โดยนำระบบโครงข่ายประสาท (Neural Network) มาซ้อนกันหลายชั้น (Layer) และทำการเรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการตรวจจับรูปแบบ (Pattern) หรือจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Classification) ชุดคำสั่ง (Algorithm) ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่องจักรหรือเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำให้ตัวเครื่องจักรสามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากโดยการจำลองเครือข่ายประสาทแบบเดียวกับในสมองของมนุษย์ เป็นวิธีการรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องที่พยายามจะเรียนรู้วิธีการแทนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น รูปภาพสามารถแทนได้เป็นเวกเตอร์ของความสว่างต่อจุดพิกเซลหรือมองในระดับสูงขึ้นไปเป็นเซตของขอบของวัตถุต่างๆ หรือมองว่าเป็นพื้นที่ของรูปร่างใดๆ ก็ได้ การแทนความหมายดังกล่าวจะทำให้การเรียนรู้ต่างๆ ทำได้ง่ายขึ้น เช่น การจดจำใบหน้าหรือการรู้จำการแสดงออกทางสีหน้า ซึ่งในปริศยานี้พจน์นี้จะใช้อัลกอริทึมสำหรับแยกรูปภาพคือ Convolution Neural Network (CNN) [34] โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.12.1 Convolution Neural Network (CNN)

Convolution Neural Network [35] คือ การวิเคราะห์รูปภาพซึ่งใช้การรับข้อมูลเป็นรูปภาพแล้วนำไปวิเคราะห์ โดยแบ่งข้อมูลเป็นภาพย่อยๆ แล้วทำการแยกคุณลักษณะต่างๆ (feature extraction) ของภาพย่อยนั้นๆ ในแต่ละ Layer ซึ่งจะประกอบไปด้วย 4 Layer หลักๆ คือ Convolution Layer, Pooling Layer, Flatten Layer และ Fully Connected Layer

#### 2.12.1.1 Convolution Layer

Convolution Layer [36] เป็นชั้นที่จะทำหน้าที่สกัดเอาส่วนสำคัญของภาพจากการทำงานของ Feature Filtering โดยจะทำการสร้างตัวกรอง (Kernel) ขึ้นมา จากนั้นทำการหาผลลัพธ์ของการกรองโดยคำนวณดังสมการที่ (2.10) ผลลัพธ์ของการกรองจะถูกนำไปเขียนลงในตารางที่เรียกว่า Feature Map รูปที่ 2.19 [37] เป็นตัวอย่างการกรองโดยใช้ Kernel ขนาด 3x3 เมื่อทำการ Convolution รูปภาพด้วยค่าของตัวกรองที่แตกต่างกันจะได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น การหาขอบรูป การหาความเบลอ การหาความคมชัด เมื่อไปถึงขั้นหลังๆ จะได้ผลลัพธ์ที่เป็นนามธรรมมากขึ้น

$$S(m, n) = \sum_i \sum_j X(m-i, n-j)K(i, j) \quad (2.10)$$

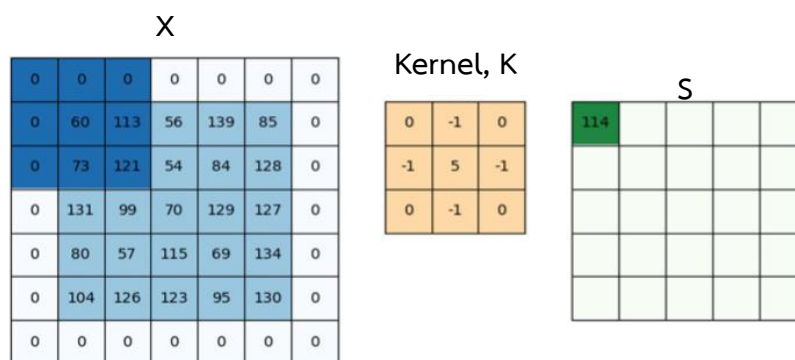
โดย X คือ Input Matrix ขนาด N x N

K คือ ฟิลเตอร์หรือ kernel ที่มีขนาด f x f

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น S(m,n) คือ Feature Map ขนาด M x M เมื่อ  $M = \frac{N-f}{s} + 1$ , s คือ ขนาดการเลื่อน (stride) ไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



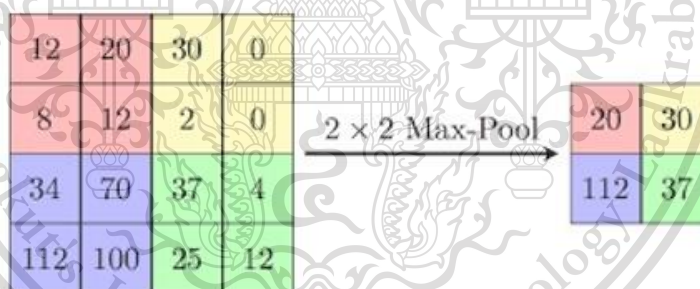
รูปที่ 2.19 การทำงานของ Convolution Layer โดยใช้ Kernel ขนาด 3x3 และ stride = 1

### 2.12.1.2 Pooling Layer

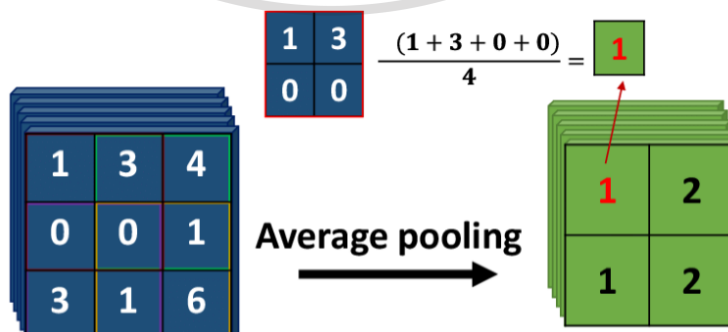
Pooling layer [38] เป็นชั้นที่จะทำการลดขนาดเมทริกซ์เพื่อไม่ให้รูปมีขนาดใหญ่เกินไปตามจำเป็นโดยจะมีอยู่สองแบบ คือ Max Pooling และ Average Pooling

1) Max Pooling คือการลดขนาดของเมทริกซ์โดยการเลือกเอาค่าที่มากที่สุดในบริเวณเมทริกซ์ที่กำหนดดังรูปที่ 2.20 [39]

2) Average Pooling คือการลดขนาดของเมทริกซ์โดยการเลือกเอาค่าที่อยู่ในบริเวณเมทริกซ์ทั้งหมดมาเฉลี่ยกันดังรูปที่ 2.21 [40]



รูปที่ 2.20 การทำงานของ Max Pooling



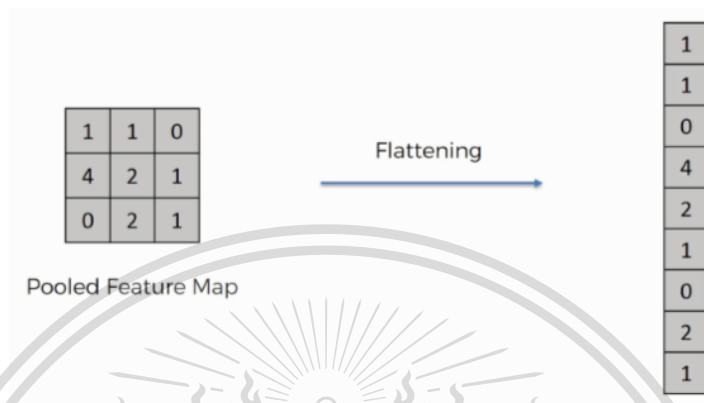
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 2.21 การทำงานของ Average Pooling  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.12.1.3 Flatten Layer

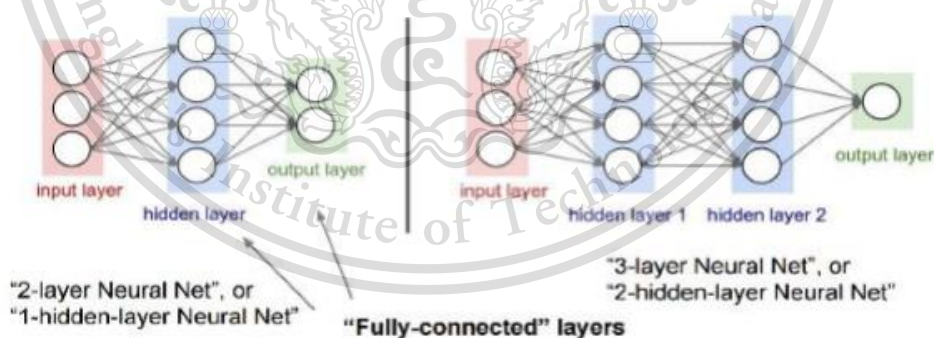
Flatten Layer คือชั้นที่จะทำการแปลงข้อมูลที่เป็นเมทริกซ์ให้เป็นเวกเตอร์ ก่อนที่จะนำไปเข้า Fully Connected Layer โดยจะทำการแปลงได้ดังรูปที่ 2.22 [41]



รูปที่ 2.22 การทำ Flattening

### 2.12.1.4 Fully Connected Layer

Fully Connected Layer เป็นขั้นตอนสุดท้ายของ Convolution Neural Network ซึ่งจะนำข้อมูล จาก Feature Extraction มาทำการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก (weights) เพื่อทำการตัดสินใจ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นความน่าจะเป็นของแต่ละ class ตามที่ต้องการจำแนก ดังรูปที่ 2.23 [42]



รูปที่ 2.23 Fully Connected Layer

### 2.12.2 โมเดล MobileNet

MobileNet [43] คือ Convolution Neural Network โมเดลขนาดเล็กที่ทำงานได้เร็ว

Latency ต่ำ ใช้พลังงานในการประมวลผลไม่มาก ถูกออกแบบมาสำหรับงานที่มีทรัพยากรจำกัดแต่มีความแม่นยำน้อยกว่าโมเดลอื่นๆ แต่ก็ยังถือว่ามีความแม่นยำที่เชื่อถือได้และสามารถทำงานได้ดีไม่ว่ากรณีใดก็ตาม สิ่งสำคัญที่ช่วยให้ลดขนาดโมเดลลงได้คือการใช้เทคนิคการบีบอัดโมเดล ซึ่งช่วยให้สามารถใช้งานได้ทั้ง Classification, Detection, Embedding และ Segmentation เหมือนกับ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

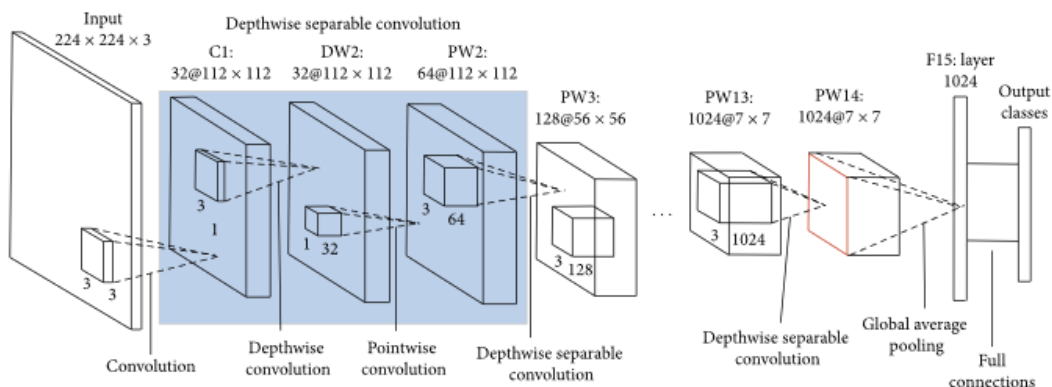
โมเดลที่เป็นที่นิยมอื่นๆ เช่น ResNet, Inception, U-Net ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ของโมเดล MobileNet ประกอบไปด้วย Convolution Layer 1 ชั้น, ชั้น Depthwise Separable Convolution 13 ชั้น, ชั้น Average Pooling 1 ชั้น และ ชั้น Fully Connected 1 ชั้น เริ่มต้นจะทำการปรับขนาดภาพ RGB เป็น  $224 \times 224$  พิกเซล ทำให้ได้รูปภาพขนาด  $224 \times 224 \times 3$  จากนั้นเข้าสู่โมเดล MobileNet ในชั้น Convolution Layer มี 32 Filter ใช้ kernel ขนาด  $3 \times 3 \times 3$  และ stride = 2 ทำให้ได้ feature map ขนาดลดลงครึ่งหนึ่งโดยมีขนาด  $112 \times 112 \times 32$  จากนั้นทำกระบวนการ Depthwise Separable Convolution คือการแยกทำ Convolution ในแต่ละมิติของภาพ ซึ่งในชั้นแรกของ Depthwise Convolution จะใช้ kernel ขนาด  $3 \times 3 \times 32$  จากนั้นนำ Feature Map ที่ได้ในแต่ละมิติมาเข้ากระบวนการ Pointwise Convolution เพื่อทำการรวมภาพในแต่ละมิติโดยที่ชั้นแรกของ Pointwise Convolution จะใช้ kernel ขนาด  $1 \times 1 \times 32 \times 64$  ทำให้ได้ผลลัพธ์มีขนาด  $112 \times 112 \times 64$  ซึ่งจะนำไปเป็นอินพุตให้กับชั้นที่ 2 ต่อไปโดยชั้นที่ 2 ของ Depthwise Separable Convolution จะทำกระบวนการ Depthwise Convolution ใช้ kernel ขนาด  $3 \times 3 \times 64$  และ stride = 2 ส่งผลให้ขนาดลดลงครึ่งหนึ่งโดยจะมีขนาด  $56 \times 56 \times 64$  จากนั้นเข้าสู่กระบวนการ Pointwise Convolution มี kernel ขนาด  $1 \times 1 \times 64 \times 128$  ทำให้ได้ผลลัพธ์มีขนาด  $56 \times 56 \times 128$  โดยรายละเอียดกระบวนการแต่ละชั้นแสดงดังรูปที่ 2.24 [44] และภาพรวมของโมเดล MobileNet แสดงดังรูปที่ 2.25 [45]

Type / Stride	Filter Shape	Input Size
Conv / s2	$3 \times 3 \times 3 \times 32$	$224 \times 224 \times 3$
Conv dw / s1	$3 \times 3 \times 32$ dw	$112 \times 112 \times 32$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 32 \times 64$	$112 \times 112 \times 32$
Conv dw / s2	$3 \times 3 \times 64$ dw	$112 \times 112 \times 64$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 64 \times 128$	$56 \times 56 \times 64$
Conv dw / s1	$3 \times 3 \times 128$ dw	$56 \times 56 \times 128$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 128 \times 128$	$56 \times 56 \times 128$
Conv dw / s2	$3 \times 3 \times 128$ dw	$56 \times 56 \times 128$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 128 \times 256$	$28 \times 28 \times 128$
Conv dw / s1	$3 \times 3 \times 256$ dw	$28 \times 28 \times 256$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 256 \times 256$	$28 \times 28 \times 256$
Conv dw / s2	$3 \times 3 \times 256$ dw	$28 \times 28 \times 256$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 256 \times 512$	$14 \times 14 \times 256$
5× Conv dw / s1	$3 \times 3 \times 512$ dw	$14 \times 14 \times 512$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 512 \times 512$	$14 \times 14 \times 512$
Conv dw / s2	$3 \times 3 \times 512$ dw	$14 \times 14 \times 512$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 512 \times 1024$	$7 \times 7 \times 512$
Conv dw / s2	$3 \times 3 \times 1024$ dw	$7 \times 7 \times 1024$
Conv / s1	$1 \times 1 \times 1024 \times 1024$	$7 \times 7 \times 1024$
Avg Pool / s1	Pool $7 \times 7$	$7 \times 7 \times 1024$
FC / s1	$1024 \times 1000$	$1 \times 1 \times 1024$
Softmax / s1	Classifier	$1 \times 1 \times 1000$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 รายละเอียดในแต่ละกระบวนการของโมเดล MobileNet



รูปที่ 2.25 ภาพรวมของโมเดล MobileNet

### 2.12.3 TensorFlow

TensorFlow เป็น Deep Learning Framework ของ Google ที่ได้รับความนิยมโดยมีการรองรับผ่านภาษาไพธอน เพื่อเรียนรู้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Big Data นำมาผ่าน Machine Learning เพื่อให้เรียนรู้ข้อมูลในรูปแบบที่เป็น multi-layer neural networks ผลลัพธ์ที่ได้คือแบบจำลองข้อมูลที่จะนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งในทางด้านของสถาปัตยกรรมจะถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่การเตรียมประมวลผลข้อมูล, การสร้างแบบจำลอง ฝึกและประเมินแบบจำลอง เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการเหล่านี้สามารถนำไปใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น คอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการ Windows, macOS, Linux, Cloud, Web service, ระบบปฏิบัติการมือถือทั้ง iOS และ Android เป็นต้น เพื่อใช้ในการสร้างสถาปัตยกรรมแบบ deep learning อย่าง CNN และ RNN มีกราฟเป็นตัวคำนวณหลัก ซึ่งจะช่วยให้นักพัฒนาเห็นภาพโครงสร้าง Neural Network และ Tensor Board เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ไขปัญหา TensorFlow ยังช่วยในการปรับสเกลประมวลผล ให้ทำงานได้โดย CPUs และ GPUs ด้วย [46]

TensorFlow มีการรองรับ Algorithm หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น

- Linear regression
- Classification
- Deep learning classification
- Deep learning wibe and deep
- Booster tree regression
- Boosted tree classification

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

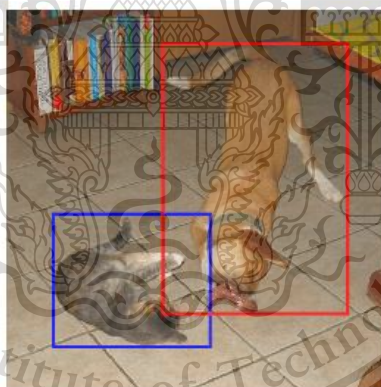
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.12.4 การตรวจจับวัตถุ

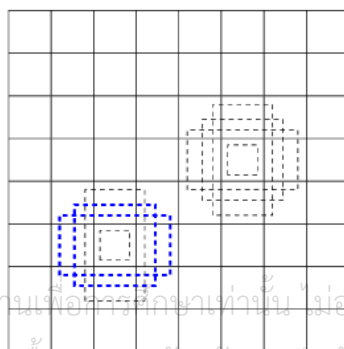
การตรวจจับวัตถุในรูปภาพ (Object Detection) [47] คือ เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่จะจำแนกและตรวจสอบวัตถุที่อยู่ในรูปภาพ อัลกอริธึมที่เลือกใช้ในปริศยานี้เกิดจากการพัฒนาต่อยอดจากโมเดลต่างๆ ในการทำ Deep Learning มาเป็นโมเดลที่มีชื่อว่า Single State Multibox Detector (SSD) การทำงานใน SSD จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนจำแนกรูปภาพ (Classification) และ ส่วนระบุตำแหน่งของวัตถุ (Localization) โดยองค์ประกอบหลักของ SSD จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

#### 2.12.4.1 Localization Feature Map

ใน Feature Map ของส่วนระบุตำแหน่งของวัตถุจะแตกต่างกับส่วนจำแนกรูปภาพ เนื่องจากต้องการเพียงแค่ค่าตำแหน่งของวัตถุเท่านั้น โดย Feature Map ที่สร้างขึ้นมาจะประกอบไปด้วย Ground Truth Box ที่ถูกสร้างขึ้นมาในขั้นตอนการจัดเตรียมรูปภาพในส่วนของการระบุตำแหน่งที่สนใจ (Image Annotation) แสดงดังรูปที่ 2.26 ถัดมาคือส่วนของ Feature Map ที่ทำการคาดเดาว่ามีวัตถุที่สนใจอยู่หรือไม่ ถ้าหากมีส่วนที่ตรงกับวัตถุที่สนใจจะทำการสร้างกรอบให้วัตถุที่คาดว่าจะเป็นวัตถุที่สนใจ แสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.26 Ground Truth Box



รูปที่ 2.27 Feature Map การระบุตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.12.4.2 Intersection Over Union

การวัดค่าความถูกต้องของ Localization สามารถวัดได้จาก Box ที่สร้างขึ้นมาได้เทียบกับ Ground Truth Box ผ่านสมการที่ (2.11) โดยผลลัพธ์จะออกมาเป็นค่าความถูกต้องดังรูปที่ 2.28 โดยค่า IoU ที่มากแสดงถึงความถูกต้องที่มากด้วยเช่นกัน

$$\text{IoU} = \frac{\text{Area of Intersection}}{\text{Area of Union}} \quad (2.11)$$



รูปที่ 2.28 ผลลัพธ์เมื่อผ่านกระบวนการ Intersection Over Union

## 2.12.4.3 Non-Maximum Suppression

ในการทำงานของระบบหากเลือกพื้นที่ที่มีค่า IoU จากสมการที่ (2.11) มากกว่า 0.5 ทำให้ผลลัพธ์ของ Image Annotation มีจำนวนมากเกินไปดังตัวอย่างในรูปที่ 2.29 ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องผ่านกระบวนการ Non-Maximum Suppression เพื่อเลือกตำแหน่งที่มีค่า IoU มากที่สุดเท่านั้น ซึ่งผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.29 ภาพก่อนผ่าน Non-Maximum Suppression

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.30 ภาพหลังผ่าน Non-Maximum Suppression

### 2.13 มาตรการการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

จากสถานการณ์ไวรัส COVID-19 มีการใช้คำว่า Physical distancing หรือที่เรียกว่า มาตรการการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล เพื่อช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส ซึ่งเมื่อเกิดการเว้นระยะห่างกันทำให้ไม่เกิดการสัมผัสกัน ส่งผลให้โอกาสติดเชื้อลดลงไป โดยระยะห่างที่แนะนำคือ การเว้นระยะห่างกันอย่างน้อย 1 ถึง 2 เมตร เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัส หรือสารคัดหลั่งต่างๆ ที่เกิดจากการไอ จาม น้ำลาย น้ำมูก หรือเหงื่อไม่ถึงกัน สำหรับโรงเรียนที่มีชั้นเรียนอนุบาลที่ต้องมีการทำกิจกรรมร่วมกันภายในห้องเรียน จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีมาตรการการรักษาระยะห่างของนักเรียนภายในห้องเรียน เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรค [48]

แนวทางการปฏิบัติภายในห้องเรียนและห้องนอนของนักเรียนชั้นอนุบาล [49] ประกอบด้วย

1. จัดโต๊ะ เก้าอี้ หรือที่นั่ง ให้มีการเว้นระยะห่างระหว่างบุคคล อย่างน้อย 1 – 2 เมตร
2. มีการเหลื่อมเวลาเรียน การเรียนกลุ่มย่อย
3. จัดให้มีการระบายอากาศที่ดี ให้อากาศถ่ายเท และทำความสะอาดโต๊ะ เก้าอี้ อุปกรณ์การเรียนทุกครั้ง และจุดสัมผัสเสี่ยง ก่อน – หลังใช้งาน
4. จำกัดจำนวนนักเรียนหรือลดระยะเวลาในการทำกิจกรรมหรือมีการเหลื่อมเวลา
5. ทำความสะอาดเครื่องนอน และผ้ากันเปื้อนทุกวัน อุปกรณ์ของใช้ของเล่น ตู้เก็บของส่วนบุคคล และจุดเสี่ยงร่วม เป็นประจำทุกวัน

6. จัดให้มีพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ของเด็กๆรายบุคคล โดยยึดหลักเว้นระยะห่างระหว่างบุคคล

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้นอย่างน้อย 1-2 เมตร แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

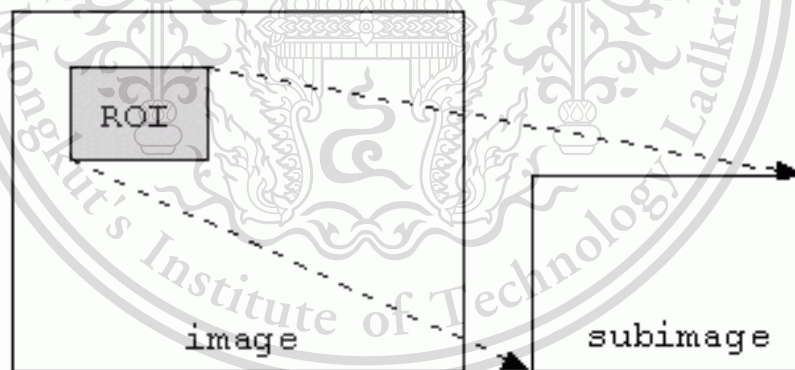
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

7. มีการใช้ของใช้ส่วนตัว เน้นไม่ใช่ของใช้ร่วมกัน
8. จัดให้มีแอลกอฮอล์ใช้ทำความสะอาดมือสำหรับครูและนักเรียน
9. มีการระบายอากาศที่ดี อากาศถ่ายเทสะดวก
10. จัดอุปกรณ์การส่งเสริมพัฒนาการเด็กให้เพียงพอ
11. อัตราส่วนของครูหรือผู้ดูแลเด็กหรือพี่เลี้ยงต่อเด็กเล็ก 1 : 5-8 ในการดูแลเด็กตลอดทั้งวัน

## 2.14 บริเวณที่สนใจ

Region of Interest (ROI) [50] คือบริเวณที่สนใจ อาจจะเป็นบริเวณใดภายในภาพก็ได้ การกำหนด ROI ทำได้โดยการติกรอบล้อมรอบบริเวณที่สนใจ ด้วยวงกลม กรอบสี่เหลี่ยม กรอบวงรี หรือกรอบรูปเหลี่ยมใดๆ เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผล หรือเปลี่ยนแปลงภาพตามต้องการ โดยการประมวลผลจะไม่มีผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ซึ่งใน 1 ภาพ สามารถกำหนดได้หลายๆ ROI เมื่อกำหนดตำแหน่งต่างๆ แล้วจะสร้าง Mask ที่เป็น Binary Mask สำหรับใช้ในการกำหนดขอบเขตที่จะมีการเปลี่ยนแปลงภายในรูปภาพนั้นๆ โดยให้ค่าส่วนที่สนใจเป็น 1 หรือสีขาว และให้ส่วนอื่นๆ เป็น 0 หรือสีดำ โดยตัวอย่างของ ROI ที่เป็นกรอบสี่เหลี่ยมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.31 [51] ซึ่งจะมีเพียง ROI (subimage) เท่านั้นที่จะถูกนำมาประมวลผล



รูปที่ 2.31 ROI แบบกรอบสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.15 ทศนมิติของภาพ (Perspective of Image)

ทศนมิติของภาพ [52] คือรูปแบบของมุมมองที่ลึกซึ้งของเรขาคณิต ซึ่งจะไม่สามารถแสดงให้เห็นในแบบที่ภาพหรือวัตถุเป็นแต่จะแสดงให้เห็นถึงมุมมองที่ตาเห็นภาพและวัตถุนั้นๆ หรือหมายถึงการเขียนภาพให้ปรากฏออกมาในลักษณะที่เหมือนการมองเห็นจริง โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของทศนมิติดังนี้

### 2.15.1 ระดับมุมมองของทศนมิติ

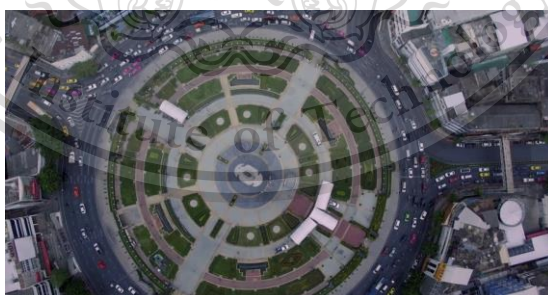
ระดับมุมมองของทศนมิติเป็นการมองภาพที่มุมมองต่างๆ โดยมีระดับมุมมองดังนี้

#### 2.15.1.1 มุมมองในระดับสายตามนุษย์ (Human's Eye View)

มุมมองในระดับสายตามนุษย์เป็นมุมมองที่อยู่ตรงกลาง เพื่อมองวัตถุต่างๆ โดยมีมุมมองราวกับผู้สังเกตการณ์เป็นมนุษย์ โดยลักษณะของทศนมิติที่สามารถสังเกตได้ คือวัตถุ หรือสิ่งของต่างๆ ที่มีขนาดเท่ากัน เมื่ออยู่ไกลตัวออกไปจะมีขนาดเล็กลง และเมื่ออยู่ใกล้ตัวจะมีขนาดใหญ่ขึ้น วัตถุหรือสิ่งของต่างๆ เมื่อไกลตัวออกไป จะมีรายละเอียดและความชัดเจนลดลงไปตามลำดับ เส้นหรือสิ่งของที่คู่ขนานกัน เมื่อระยะห่างไกลออกไปจะมีลักษณะพุ่งเข้าหากัน และระยะที่เท่ากันเมื่ออยู่ไกลตัวออกไปจะมีระยะที่ใกล้ขึ้นเรื่อยๆ จนรวมเป็นจุดเดียวกันที่สุดท้ายตา เรียกว่าจุดสูญหายตา (Vanishing Point) เป็นต้น

#### 2.15.1.2 มุมมองระดับสายตานก (Bird's Eye View)

มุมมองสายตาดของนกเป็นมุมมองที่สูงขึ้น เพื่อมองวัตถุต่างๆ จากด้านบนโดยมีมุมมองราวกับผู้สังเกตการณ์เป็นนก นิยมใช้ในการทำพิมพ์เขียวแผนผังชั้นและแผนที่ ตัวอย่างของภาพมุมมองนี้แสดงดังรูปที่ 2.32 [53]



รูปที่ 2.32 มุมมองระดับสายตานก

### 2.15.2 การแปลงภาพมุมมองผกผัน

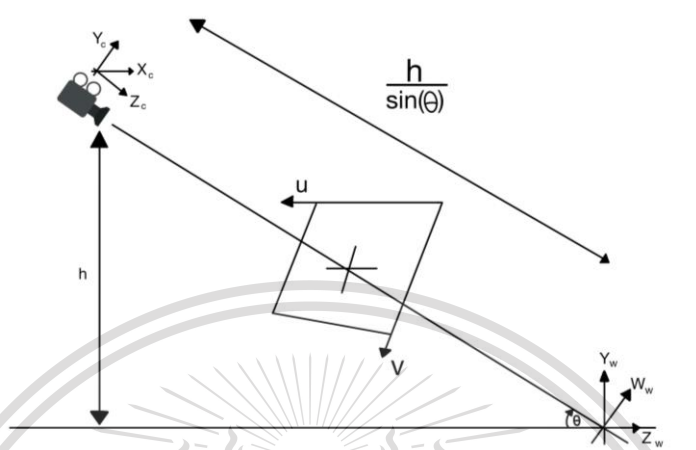
การแปลงภาพมุมมองผกผัน (Inverse Perspective Mapping : IPM) [55] คือเทคนิคทาง

คณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่ใช้งานในการแปลงระนาบ (2 มิติ) จากมุมมองหนึ่งไปสู่ภาพอีกมุมมองหนึ่ง เพื่อกำจัดผลกระทบของมุมมองที่บิดเบือนของภาพ ในปริภูมิพิกัดนี้ได้เลือกใช้การสร้างภาพมุมมองระดับสายตานก เนื่องจากเป็นมุมมองที่นำเสนอระยะทางของวัตถุได้อย่างเป็นเชิงเส้น ในการสร้าง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มุมมองระดับสายตาจะทำการหาจุดบนพื้น ( $X_w, Y_w, Z_w$ ) ที่ฉายไปยังระนาบภาพ ( $u, v$ ) โดยหลักการฉายภาพแสดงดังรูปที่ 2.33 ซึ่งการแปลงภาพมุมมองผกผันสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (2.12)



รูปที่ 2.33 หลักการแปลงมุมมองผกผัน

$$[u, v, 1]^T = R \times T \times K [X_w, Y_w, Z_w]^T \quad (2.12)$$

โดย  $R$  คือ เมทริกซ์การหมุน ดังสมการที่ (2.13)

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 \\ 0 & \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

$\theta$  คือ ค่ามุมที่กล้องกระทำกับพื้น (องศา)

$T$  คือ เมทริกซ์การแปลง แสดงดังสมการที่ (2.14)

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -\frac{h}{\sin(\theta)} \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น  $h$  คือ ค่าความสูงจากกล้องถึงระดับพื้น (เมตร) อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} f & s & u_0 & 0 \\ 0 & f & v_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

$f$  คือ ความยาวโฟกัสของกล้อง (เซนติเมตร)

$s$  คือ สควินเนสพารามิเตอร์ (Skewness parameters) หรือค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ของการแจกแจงข้อมูล

$u_0$  และ  $v_0$  คือจุดตัดที่เกี่ยวข้องกันระหว่างระนาบภาพและระนาบของกล้อง หรือ อาจจะเรียกได้ว่าเป็นจุดกึ่งกลางของรูปภาพ

เมื่อทำการแทนค่าสมการที่ (2.12), (2.13) และ (2.14) ลงในสมการที่ (2.15) จะได้สมการที่ (2.16)

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

ในกรณีของมุมมองระดับสายตา ( $Z_w = 0$ ) ทำให้สมการลดรูปได้ ดังสมการที่ (2.17)

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{34} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

สมการที่ (2.17) จะถูกนำมาใช้ในการสร้างภาพมุมมองผกผัน ทำให้ภาพถ่ายหรือการบันทึกภาพจากกล้องด้านบนที่มีการบิดเบือนของพื้นที่ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.34 (a) สามารถมองเห็นพื้นที่จากมุมมองระดับสายตาได้ ดังในรูปที่ 2.34 (b) [56]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.34 ตัวอย่างการแปลงภาพมุมมองผกผัน

(a) ก่อนการแปลง (b) หลังการแปลง

## 2.16 ไทม์เซิร์ฟเวอร์

NTP Server หรือ ไทม์เซิร์ฟเวอร์ (Time Server) [57] เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องที่ใช้อ้างอิงเวลาของระบบเครือข่าย เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องหรืออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ (Network Devices) ภายในเครือข่ายทั้งหมดอ้างอิงเวลาเดียวกัน หรือมีเวลาตรงกัน โดยจะทำการกำหนดผ่านทางโพรโทคอล Network Time Protocol (NTP) หรือ Precision Time Protocol (PTP) ซึ่งมีมาตรฐานรองรับเช่น IEEE 1588 โดยรูปแบบการทำงานนั้นแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ อุปกรณ์ที่ให้บริการเทียบเวลา (NTP Server) กับเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่ต้องการเทียบเวลา (NTP Client) โดยโพรโทคอล NTP นั้นเชื่อมต่อผ่านทางระบบเครือข่ายด้วยโพรโทคอล UDP ผ่านพอร์ต 123 โพรโทคอล UDP มีความรวดเร็วในการรับส่งข้อมูลแต่มีข้อเสียตรงที่โพรโทคอล UDP ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งกันอยู่เหมือน TCP

การทำงานของไทม์เซิร์ฟเวอร์ [58] สามารถทำได้หลายวิธี โดยการกำหนดค่าที่พบบ่อยที่สุดคือการทำงานในโหมดไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ หลักการทำงานพื้นฐานมีดังนี้:

1. อุปกรณ์ไคลเอนต์ เช่น ESP8266 เชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ User Datagram Protocol (UDP) บนพอร์ต 123
2. ไคลเอนต์ส่งแพ็กเก็ตคำร้องขอไปยังเซิร์ฟเวอร์ NTP
3. เซิร์ฟเวอร์ NTP จะส่ง Time Stamp Packet เพื่อตอบสนองต่อคำขอโดย Time Stamp Packet ประกอบด้วยข้อมูลหลายอย่างเช่น UNIX timestamp, accuracy, delay หรือ timezone
4. ไคลเอนต์สามารถแยกวิเคราะห์ค่าวันที่และเวลาปัจจุบันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.17 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล หรือ Database คือกลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ถูกนำมาเก็บรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ โดยไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน หรือแยกเก็บหลายๆ แฟ้มข้อมูลและข้อมูลประกอบกันเป็นฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบต่างๆ ในการทำงานร่วมกันได้ เนื่องจากการจัดเก็บอย่างเป็นระบบจะทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และยังหลีกเลี่ยงการเกิดความขัดแย้งของข้อมูลด้วย [59]

รูปแบบของระบบฐานข้อมูล ประกอบไปด้วยฐานข้อมูล 3 ประเภท [60] ดังนี้

1. ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง (Table) หรือเรียกว่ารีเลชัน (Relation) มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือเป็นแถว (row) และเป็นคอลัมน์ (column) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง จะเชื่อมโยงโดยใช้แอททริบิวต์ (attribute) หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันทั้งสองตารางเป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล

2. ฐานข้อมูลแบบเครือข่าย (Network Database) ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะเป็นการรวมระเบียบต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างระเบียบ แต่จะต่างกับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ คือ ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะแฝงความสัมพันธ์เอาไว้ โดยระเบียบที่มีความสัมพันธ์กันจะต้องมีค่าของข้อมูลในแอททริบิวต์ใดแอททริบิวต์หนึ่งเหมือนกัน ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายจะแสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน

3. ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Database) ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น เป็นโครงสร้างที่จัดเก็บข้อมูลในลักษณะความสัมพันธ์แบบพ่อ-ลูก (Parent-Child Relationship Type : PCR Type) หรือเป็นโครงสร้างรูปแบบต้นไม้ (Tree) ข้อมูลที่จัดเก็บในที่นี้ คือ ระเบียบ (Record) ซึ่งประกอบด้วยค่าของเขตข้อมูล (Field) ของเอนทิตีหนึ่งๆ ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นนี้คล้ายคลึงกับฐานข้อมูลแบบเครือข่าย แต่ต่างกันที่ฐานข้อมูลแบบลำดับชั้น มีกฎเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งประการ คือ ในแต่ละกรอบจะมีลูกศรวิ่งเข้าหาได้ไม่เกิน 1 หัวลูกศร

ประโยชน์ของฐานข้อมูล [61] ประกอบด้วย

1. ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลายแห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง

2. รักษาความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุกๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบจัดการฐานข้อมูล

3. การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้ง่ายสะดวก การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูลจะให้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัย (security) ของข้อมูลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปฏิญานีพจน์นี้เลือกใช้งาน MySQL แสดงดังรูปที่ 2.35 [62] ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูลทีพัฒนาโดยบริษัท MySQL AB มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานทีรองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ทีทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา asp.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิซวลเบสิกดอทเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการทีหลากหลาย และเป็นระบบฐานข้อมูล Open Source ทีถูกนำไปใช้งานมากที่สุด MySQL จัดเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS : Relational Database Management System) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน [63]



รูปที่ 2.35 ฐานข้อมูล MySQL

สำหรับการใช้งาน MySQL โดยใช้ command line SQL มีความยุ่งยากในการจัดการ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการช่วยจัดการฐานข้อมูล ปฏิญานีพจน์นี้เลือกใช้งาน phpMyAdmin แสดงดังรูปที่ 2.36 [64] เป็นส่วนต่อประสานทีสร้างโดยภาษาพีเอชพี ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถทีจะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ และยังมีฟังก์ชันทีใช้สำหรับทดสอบการ query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ insert delete update หรือแม้กระทั่งใช้คำสั่งต่างๆ เหมือนกันกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล [65]



เอกสารนี้เป็นเอกสารทีสงวนไว้สำหรับใช้ส่วนตัวเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

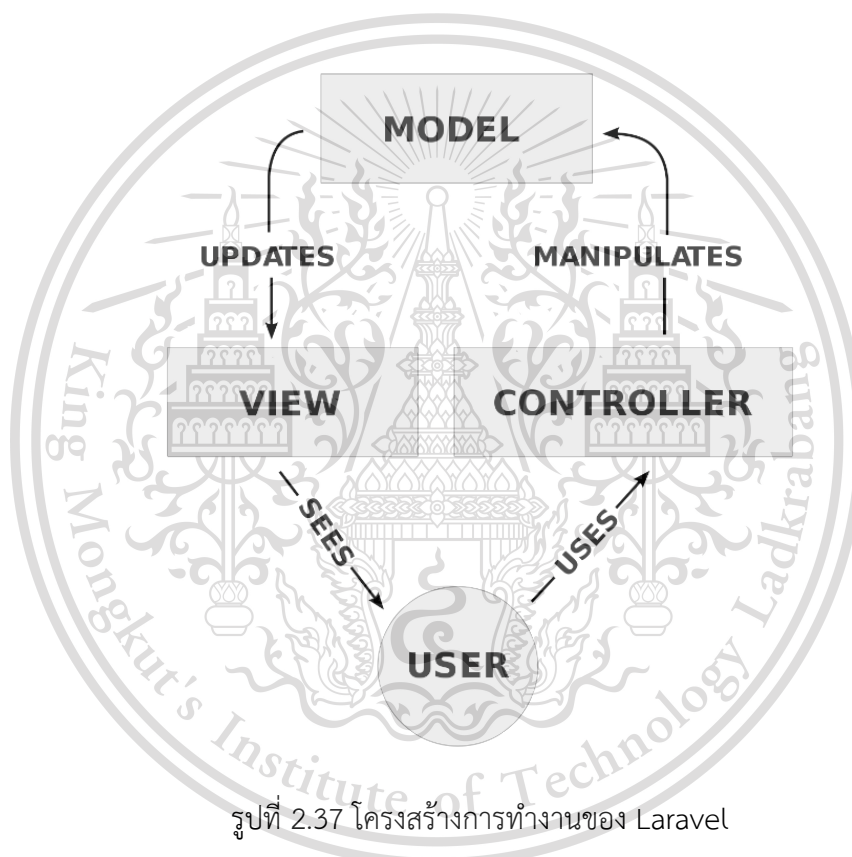
รูปที่ 2.36 โปรแกรม phpMyAdmin

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.17.1 Laravel Framework

Laravel คือ PHP Framework ที่ถูกออกแบบมาเพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต่างๆ ในรูปแบบ MVC (Model Views Controller) ซึ่งมีการแบ่ง Code ของระบบออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Model คือ Code ส่วนที่ใช้สำหรับติดต่อกับฐานข้อมูล จัดการนำข้อมูลเข้าหรือออกจากฐานข้อมูล เพื่อนำไปประมวลผล, View คือ Code ส่วนที่ใช้แสดงผลออกทางหน้าจอ เพื่อติดต่อรับคำสั่งหรือข้อมูลจากผู้ใช้งาน และ Controller คือส่วนที่ใช้ประมวลผลการทำงานตามที่ได้รับคำสั่งหรือข้อมูลจากผู้ใช้งาน เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของระบบ มีโครงสร้างการทำงาน [66] แสดงดังรูปที่ 2.37 [67]



รูปที่ 2.37 โครงสร้างการทำงานของ Laravel

โครงสร้างของโพลเดอร์ใน Laravel จะประกอบไปด้วยโพลเดอร์ต่างๆ ดังนี้ [68]

1. App Directory เก็บ Code หลักๆ ของ Project ไม่ว่าจะ เป็น Models Controller หรือ Code ต่างๆ ที่เขียนไว้ใน Project ใน App Directory จะมี Folder ต่างๆ ดังนี้

1.1 Console เก็บคำสั่งที่เป็น Command Line Interface เพื่อเรียกใช้ผ่าน Command Line หรือ Terminal จะเรียกใช้ผ่าน php artisan

1.2 Exceptions เก็บคำสั่งที่ใช้สำหรับตรวจจับ Error ในเหตุการณ์ต่างๆ หรือ

สามารถเรียกอีกอย่างว่า catch Laravel ได้แยกออกมาเพื่อให้ Code สะอาดขึ้น  
 1.3 HTTP เก็บคำสั่งที่ใช้ควบคุม Project ประกอบไปด้วย Controller คือ Code

ส่วนการควบคุม Model และ View ของ MVC, Middleware คือ Code ในส่วนของการ

ควบคุมเช่นกันจะทำงานก่อน Controller ซึ่งปกติจะใช้ Middleware สำหรับทำการเช็ค Authentication และ Request คือ ส่วนที่ใช้เก็บ Code สำหรับควบคุมข้อมูลต่างๆ ที่ผู้ใช้ได้ เรียกเข้ามาปกติแล้วจะใช้ Request ในการทำ Validate ข้อมูล

2. Providers เก็บ Service ต่างๆ ของ Project คือ Code ในส่วนที่ทำให้ Package สามารถใช้งาน Package หรือ Library ต่างๆ ได้

3. Models เก็บ Code ในส่วนของ Model

4. Bootstrap Directory เก็บ Code ที่ใช้สำหรับเริ่มการทำงานของ Project ระบบจะทำงานทุกๆ ครั้งที่ User ส่ง Request เข้ามา และการทำงานเริ่มต้นจะเริ่มจาก Bootstrap จะทำการ Register Provider หรือ Middleware ต่างๆ ที่ได้ติดตั้งไว้

5. Config Directory เก็บค่า Config ต่างๆ ที่ใช้ใน Project

6. Database Directory เก็บ Code สำหรับจัดการ Database ต่างๆ ประกอบด้วย

6.1 Factories เป็นเหมือน Folder ที่ใช้เก็บ Code สำหรับสร้าง Data สำหรับใส่เข้าไปใน Database

6.2 Migrations เก็บ Code สำหรับวางโครงสร้างของ Database Seeds เก็บ Code สำหรับการนำข้อมูลที่สร้างไว้ใน Factories เข้า Database ที่สร้าง

7. Public Directory เก็บ ไฟล์จำพวก css, js และไฟล์อื่นๆ ที่สามารถให้คนอื่นเห็นได้ นอกจากนั้น Directory นี้ยังเก็บไฟล์ index.php ด้วย

8. Resources Directory เก็บไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับส่วน View ทั้งหมด รวมไปถึงไฟล์ pre, css อย่าง sass หรือจะเป็น typescript, javascript ต่างๆ

9. Routes Directory เก็บไฟล์ที่ใช้กำหนดเส้นทางของ path ที่เรียกเข้ามาว่าจะไปเรียกใช้ Controller ใดต่อ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนด HTTP request methods ได้อีกด้วย ว่าต้องการให้ path ที่เรียกเข้ามานั้น ใช้คำสั่งใดบ้าง

10. Storage Directory เก็บไฟล์ cache, session และ data ต่างๆ จาก Project

11. Tests Directory เก็บไฟล์ที่เป็น Code สำหรับ ทำ Automated Tests Project

12. Vendor Directory เก็บ Package ที่ใช้ Composer ติดตั้งเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.18 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface ; GUI) คือการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ภาพสัญลักษณ์ เป็นการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีการโต้ตอบกับผู้ใช้ โดยการใช้ Icon, รูปภาพ และสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อแทนลักษณะต่างๆ ของโปรแกรม ช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ไม่จำเป็นต้องจดจำคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรมซึ่งมีจำนวนมาก เพียงดูจาก Icons ที่ปรากฏในโปรแกรมก็สามารถใช้งานได้ทันที ตัวอย่างโปรแกรมที่ช่วยออกแบบ GUI เช่น Microsoft Visual Basic เป็นต้น [69]

### 2.18.1 โปรแกรม Visual Studio Code

Visual Studio Code หรือ VS Code แสดงดังรูปที่ 2.38 [70] เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด ที่มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ Open Source จึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย มีการรองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux มีการสนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่างๆ ให้เลือกใช้เป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นการใช้งาน Themes, Debugger, Commands และภาษาอื่นๆ ทั้งภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go



รูปที่ 2.38 โปรแกรม Visual Studio Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.18.2 React JS

React คือ JavaScript ไลบรารี ที่ใช้สำหรับพัฒนา Web Application ในฝั่งของไคลเอนต์ ช่วยให้สามารถสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในแบบไดนามิกส์ และยังคงพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนมาถึงปัจจุบัน React ถูกจัดเป็นไลบรารียอดนิยมที่สามารถอัปเดตบางส่วนของแอปพลิเคชันโดยไม่ต้องโหลดแอปพลิเคชันมาใหม่ทั้งหมด React ถูกสร้างและพัฒนาโดย Facebook จึงถูกปรับปรุงให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

React จะแบ่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้ออกเป็นส่วนย่อยที่เรียกว่า คอมโพเนนต์ (Component) ซึ่งทำให้ง่ายต่อการบริหารจัดการทรัพยากร และง่ายต่อการเรียกใช้งานอีกครั้ง เนื่องจาก React เป็นไลบรารีที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก แอปพลิเคชันที่สร้างจาก React จึงมีขนาดเล็ก จุดเด่นของ React อยู่ที่การนำ Virtual DOM มาใช้ในการเก็บลำดับชั้นของ Element ไว้ในหน่วยความจำ เมื่อข้อมูลบน Webpage มีการเปลี่ยนแปลง React สามารถอัปเดตเฉพาะบางส่วนของหน้า Webpage โดยใช้ Virtual DOM เปรียบเทียบว่าโครงสร้างเดิมแตกต่างจากปัจจุบันอย่างไร [71]

### 2.18.3 Node.js

Node.js คือสภาวะแวดล้อมที่เตรียมไว้ใช้กับ JavaScript ขณะโปรแกรมกำลังทำงาน (JavaScript Runtime Environment) สำหรับฝั่ง Server และเป็น Open Source ซึ่งเขียนด้วยภาษา JavaScript เพื่ออ่านเขียนไฟล์ หรือติดต่อกับฮาร์ดแวร์ที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ [72]

### 2.18.4 Bootstrap

Bootstrap คือ UI Frontend Framework ที่รวม HTML, CSS และ JavaScript เข้าด้วยกัน สำหรับพัฒนา Webpage ที่รองรับทุก Smart Device หรือเรียกว่า Responsive Web เนื่องจากการพัฒนา Web Application ในอดีตนั้นเมื่อทำการออกแบบ Website จะต้องร่างแบบในโปรแกรมซึ่งอาจใช้โปรแกรม เช่น Photoshop ทำการออกแบบ Website จากนั้นทำการ Slice ออกมาเป็นภาพต่างๆ และสร้างเป็นไฟล์ CSS และ HTML เพื่อนำไปเขียนโปรแกรม เป็น Web Application ต่อไป ซึ่งต่อมา Twitter ได้พัฒนา Bootstrap ขึ้นมาเพื่อตอบโจทย์ในด้าน Responsive Web Design โดยเฉพาะซึ่งมีระบบ Grid มาช่วย และมีการคำนวณค่าหน้าจอร่วมกับปรับขนาดของ Web ให้แสดงผลกับทุกๆ หน้าจอโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถปรับแต่งให้แต่ละหน้าจอแสดงผลต่างๆ กันได้ตามขนาดของหน้าจอ [73]

### 2.18.5 ภาษา HTML

Hypertext Markup Language (HTML) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างการเขียนโดยอาศัยตัวกำกับ (Tag) ควบคุมการแสดงผลข้อความ, รูปภาพ หรือวัตถุอื่นๆ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ แต่ละ Tag อาจจะมีส่วนขยายเรียกว่า Attribute สำหรับระบุ หรือควบคุมการแสดงผลของเว็บได้ HTML เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาโดย World Wide Web Consortium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ลิขสิทธิ์นี้ยังคงเป็นของเรา และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

(W3C) จากแม่แบบของภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) โดยตัดความสามารถบางส่วนออกไป เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย [74]

โครงสร้างของภาษา HTML จะประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน คือส่วนที่เป็นส่วนหัว (head) และส่วนเนื้อหา (body) โดยมีรูปแบบภาษา ดังนี้

```
<html>
  <head>
    <title>ข้อความที่ต้องการให้แสดงบนไตเติลบาร์ </title>
  </head>
  <body>
    คำสั่งและข้อความให้แสดงบนบราวเซอร์
  </body>
</html>
```

### 2.18.6 ภาษา CSS

Cascading Style Sheet (CSS) คือภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML โดยที่ CSS กำหนดกฎเกณฑ์ในการระบุรูปแบบ หรือ Style ของเนื้อหาในเอกสาร ได้แก่ สีของข้อความ, สีพื้นหลัง, ประเภทตัวอักษร และการจัดวางข้อความ ซึ่งการกำหนดรูปแบบ หรือ Style นี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหา HTML ออกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล กำหนดให้รูปแบบการแสดงผลของเอกสาร ไม่ขึ้นกับเนื้อหาของเอกสาร เพื่อให้ง่ายต่อการจัดรูปแบบการแสดงผลของเอกสาร HTML โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเอกสารบ่อยครั้ง หรือต้องการควบคุมให้รูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML มีลักษณะของความสม่ำเสมอทั่วกันทุกหน้าเอกสารภายในเว็บไซต์เดียวกัน

ประเภทของ CSS สามารถแบ่งตามการใช้งานได้เป็น 4 ประเภท [75] ดังนี้

1. In-line Style : เป็นวิธีการเขียน CSS ลงไปใน HTML Tag โดยตรง วิธีนี้จะเป็นการบังคับให้ CSS ทำงานเฉพาะจุดนั้นจุดเดียวไม่สามารถที่จะใช้ซ้ำได้

2. Internal Style : เป็นวิธีการเขียน CSS ให้อยู่ภายในเอกสารเดียวกับเอกสารหลัก เช่น HTML จะเขียนไว้ที่ส่วน <HEAD> เป็นต้น วิธีนี้จะสามารถเรียกใช้งาน CSS ชุดเดียวกันได้หลายครั้งในเอกสารนั้น แต่ไม่สามารถเรียกใช้จากเอกสารอื่นได้

3. External Style Sheet : เป็นวิธีการเขียน CSS แบบมาตรฐาน คือการแยกไฟล์ CSS ออกไปไว้ภายนอกเอกสารหลัก วิธีนี้จะทำให้สามารถ เรียกใช้งาน CSS ชุดเดียวกันได้จากหลายเอกสาร เป็นวิธีที่ยืดหยุ่นในการใช้งานมากที่สุด วิธีในการเขียนประเภทนี้จึงได้รับความนิยม

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. Browser CSS Default : เป็น CSS มาตรฐานที่ติดมากับเบราว์เซอร์ตัวนั้นๆ เช่น เมื่อพิมพ์ <H1> เบราว์เซอร์จะแสดงผลเป็นหัวข้อใหญ่ เป็นต้น

### 2.18.7 ภาษา JavaScript

JavaScript เป็นภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ที่ได้รับความนิยมอย่างสูง JavaScript เป็นภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ ที่เรียกกันว่า script ในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์จะถูกนำมาใช้ร่วมกับ HTML เพื่อให้เว็บไซต์มีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ interpret หรือ Object Oriented Programming ที่มีเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย Netscape Communications Corporation โดย JavaScript สามารถทำให้การสร้างเว็บเพจมีลูกเล่นต่างๆ มากมายและยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาแบบ Open Source ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่งซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยเบราว์เซอร์ ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนเบราว์เซอร์ที่สนับสนุน ในการใช้งาน JavaScript นั้น จำเป็นต้องใส่ Code ให้อยู่ระหว่าง Tag <script> และ </script> โดยตัวคำสั่ง JavaScript นี้จะอยู่ในส่วน Tag <head> และ <body> ของเอกสาร HTML [76]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

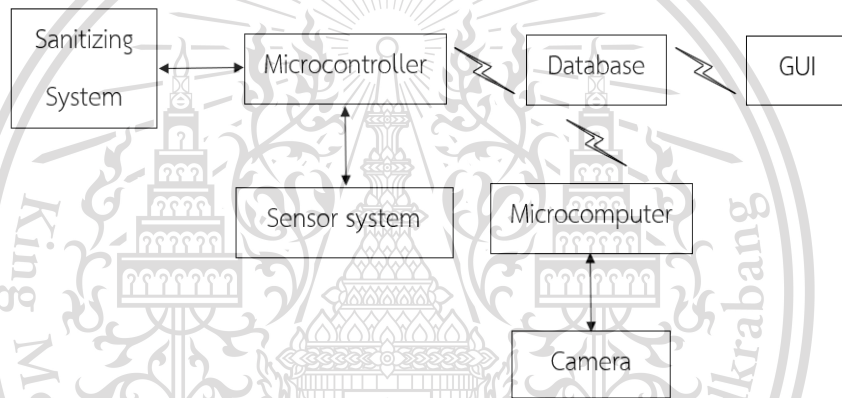
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 3

### การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์

ปฏิญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีใหม่ซึ่งประกอบด้วยระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC และระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิซึ่งประมวลผลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์, ระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างและการแจ้งเตือนการรักษาระยะห่างของนักเรียนด้วยเสียง, ระบบฐานข้อมูลสำหรับข้อมูลของนักเรียน, ครูประจำชั้น และข้อมูลสถานะต่างๆของระบบและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI) เพื่อให้ผู้ปกครองสามารถติดตามสถานะข้อมูลของบุตรหลานได้ โดยบล็อกไดอะแกรมของระบบ แสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีใหม่

### 3.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์

สำหรับการออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์นั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

#### 3.1.1 การออกแบบส่วนระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

การเปิด/ปิดหลอดไฟ UVC ของระบบฆ่าเชื้อนั้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 เป็นส่วนกลางในการควบคุมและประมวลผลการทำงาน โดย Schematic ของวงจรและวงจรที่สร้างขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับและการเชื่อมต่อของวงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC แสดงดังตารางที่ 3.1 โดยการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC จะใช้การส่งการผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานแบบเวลาจริงโดยไม่ตั้งเวลาล่วงหน้าหรือควบคุมการทำงานแบบตั้งเวลา ซึ่งการทำงานกรณีนี้ค่าเวลาที่กำหนดจะถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อได้รับคำสั่งจากฐานข้อมูล

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 ซึ่งเป็นตัวประมวลผลการทำงานจะทำการตรวจสอบกับ ZMPT101B ซึ่งเป็นเซนเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้าว่ามีค่า 220 โวลต์หรือไม่ ถ้าค่าที่เซนเซอร์วัดออกมาได้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

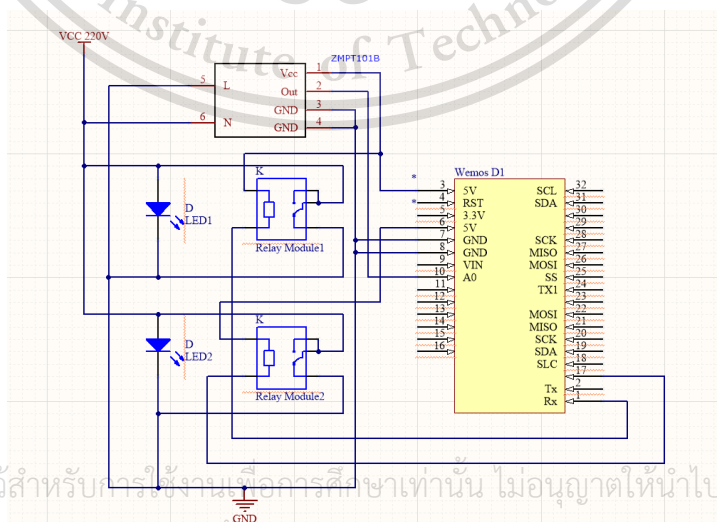
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เป็นค่า 220 โวลต์ ตัวประมวลผลจะทำการตรวจสอบกับค่าที่รับมาจากรูปร่างข้อมูลว่าตรงตามเงื่อนไขกรณีใด โดยผู้จัดทำได้ออกแบบเงื่อนไขการทำงานไว้ 6 แบบ ได้แก่

1. ค่าเป็น 1 จะทำให้ Relay Module ทำงาน ส่งผลให้หลอดไฟ UVC เปิด
2. ค่าเป็น 2 จะทำให้ Relay Module ไม่ทำงาน ส่งผลให้หลอดไฟ UVC ปิด
3. ค่าเป็น 3 จะทำให้ Relay Module ทำงาน ส่งผลให้หลอดไฟ UVC เปิดในช่วงเวลา 07.00 น. ถึง 07.30 น.
4. ค่าเป็น 4 จะทำให้ Relay Module ทำงาน ส่งผลให้หลอดไฟ UVC เปิดในช่วงเวลา 12.00 น. ถึง 12.30 น.
5. ค่าเป็น 5 จะทำให้ Relay Module ทำงาน ส่งผลให้หลอดไฟ UVC เปิดในช่วงเวลา 17.00 น. ถึง 17.30 น.
6. ค่าเป็น 6 จะทำให้ Relay Module ทำงาน ส่งผลให้หลอดไฟ UVC เปิดในช่วงเวลา 07.00 น. ถึง 07.30 น., 12.00 น. ถึง 12.30 น. และช่วงเวลา 17.00 น. ถึง 17.30 น.

โดยแผนผังการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC แสดงดังรูปที่ 3.4

จากค่าพลังงานของหลอด UVC รุ่น TUV30WT8 30 วัตต์ จำนวน 2 หลอด สามารถคำนวณหาความเข้มของรังสียูวี (UV Intensity) ในหน่วยพื้นที่ที่ต้องการ ซึ่งกำหนดให้พื้นที่มีขนาด 25 ตารางเมตร สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2.3) โดยแทนค่าความสว่าง (Luminosity) มีค่าเท่ากับ 60 วัตต์ จะได้ค่าความเข้มของรังสียูวี (UV Intensity) มีค่าเท่ากับ  $19.0986 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  ในการออกแบบนี้ ผู้จัดทำได้เลือกชนิดของเชื้อไวรัสเป็น SARS Coronavirus (Urban) ซึ่งจากรูปที่ 2.9 เชื้อดังกล่าวต้องใช้ UV dose มีค่าเท่ากับ  $241 \text{ J}/\text{m}^2$  หรือ  $24,100 \mu\text{W}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$  ดังนั้นโดยใช้สมการที่ (2.4) สามารถคำนวณค่าเวลาที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรคประมาณ 21 นาที

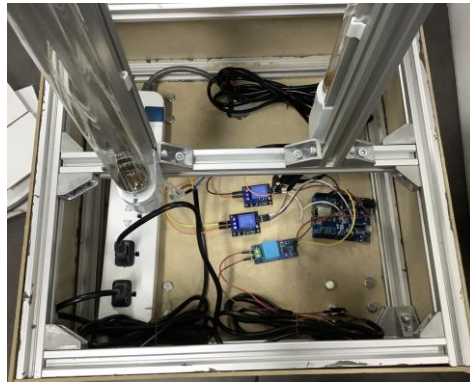


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

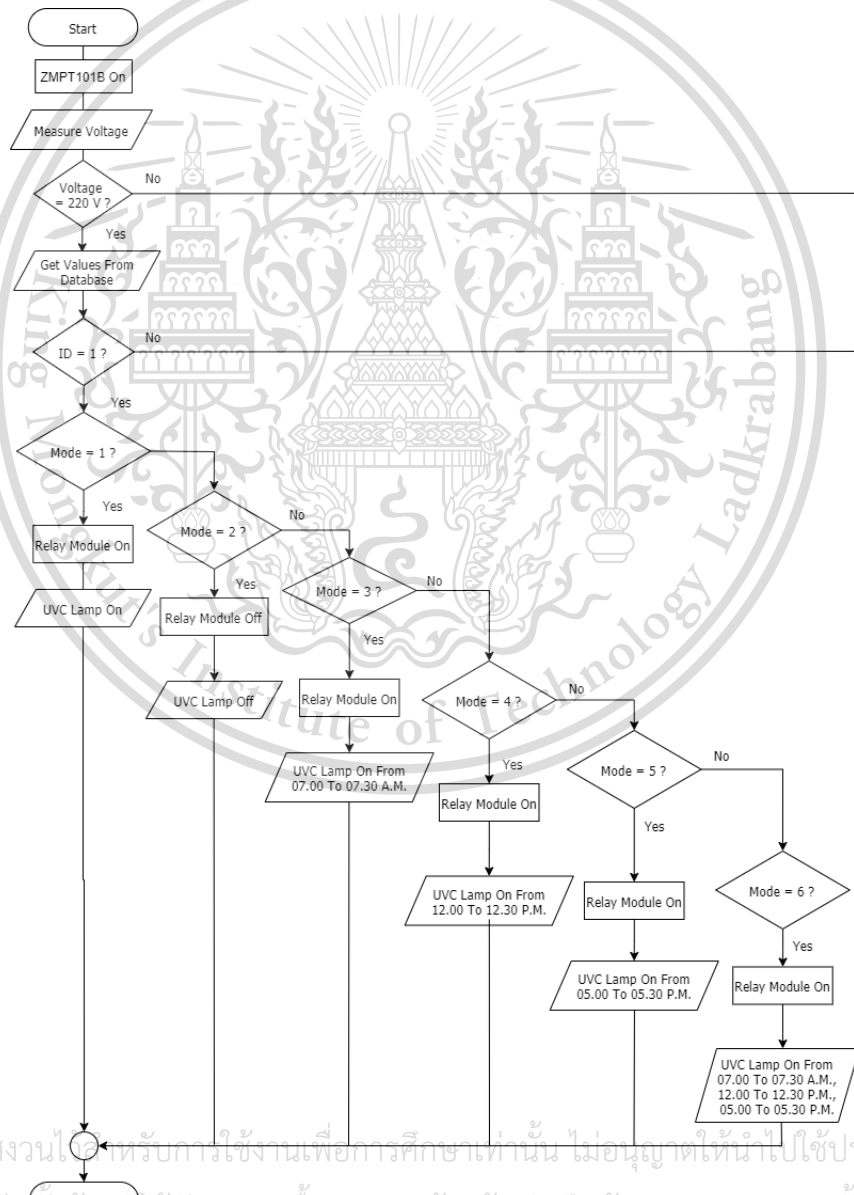
รูปที่ 3.2 Schematic ของวงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

This material is reserved for educational use only; not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.3 วงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอให้อัปเดตเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.1 การเชื่อมต่อของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

Wemos D1	Relay Module1	Relay Module2	LED1	LED2
5V	Vin	-	-	-
5V	-	Vin	-	-
GND	GND	-	GND	GND
GND	-	GND	-	-
Rx	IN1	-	-	-
D2	-	IN1	-	-

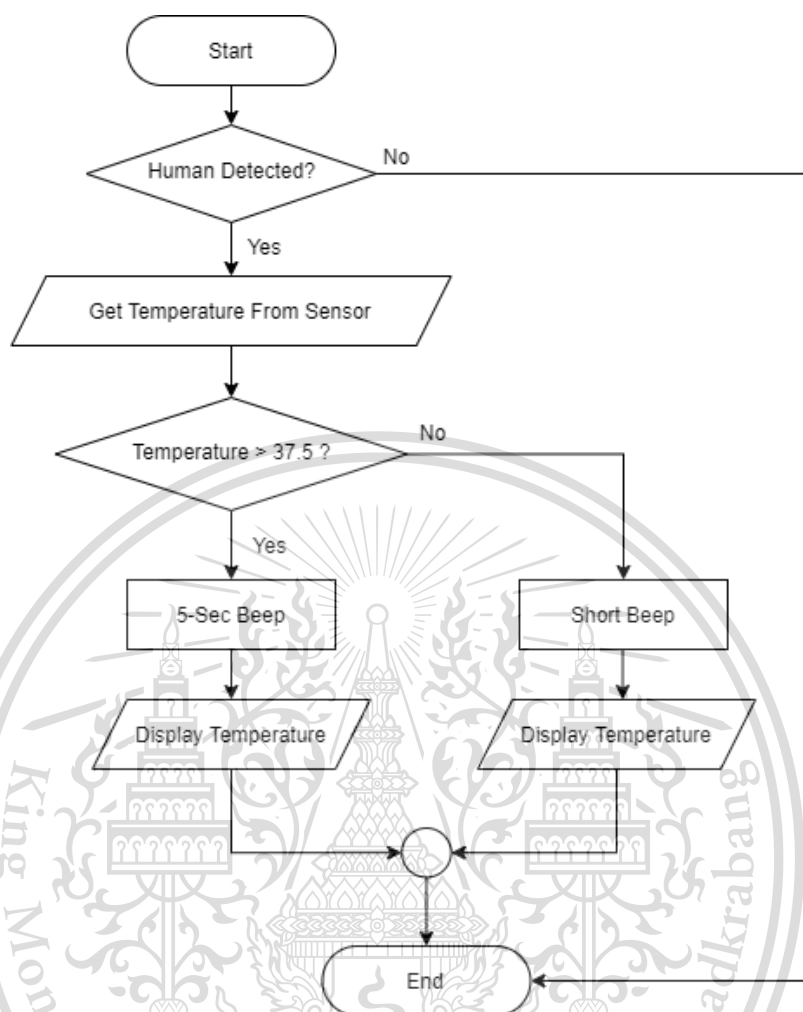
### 3.1.2 การออกแบบส่วนระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

สำหรับการออกแบบระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมินั้น การทำงานของระบบเริ่มต้นจากการใช้เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Module Infrared Proximity Sensor E18-D80NK) เพื่อตรวจสอบว่ามีนักเรียนต้องการใช้งานระบบหรือไม่ หากตรวจไม่พบบุคคลระบบจะยังไม่แสดงผล Buzzer และ LED จะยังไม่ทำงาน ถ้าหากตรวจพบบุคคล ระบบจะวัดอุณหภูมิและแสดงผลอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (GY-906 MLX90614) ผ่านทางส่วนแสดงผล (TM 1637 7-Segment 4-Digit Display Module) Buzzer จะส่งเสียงสั้นๆ หากค่าอุณหภูมิที่วัดได้ไม่เกินค่าระดับปกติ แต่หากค่าอุณหภูมิสูงกว่า 37.5 องศาเซลเซียส Buzzer จะส่งเสียงดังต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 5 วินาที โดยแผนผังการทำงานของระบบวัดอุณหภูมิสำหรับโรงเรียนอนุบาล แสดงดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



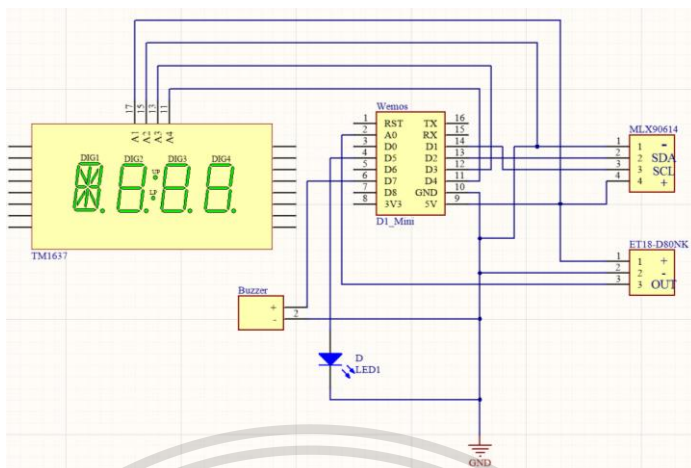
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

สำหรับวงจรตรวจวัดอุณหภูมินั้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 Mini เป็นส่วนกลางในการควบคุมและประมวลผลการทำงานของระบบ โดย Schematic ของวงจร, PCB ของวงจรและวงจรที่สร้างขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.6-3.8 ตามลำดับและการเชื่อมต่อของวงจรตรวจวัดอุณหภูมิแสดงดังตารางที่ 3.2

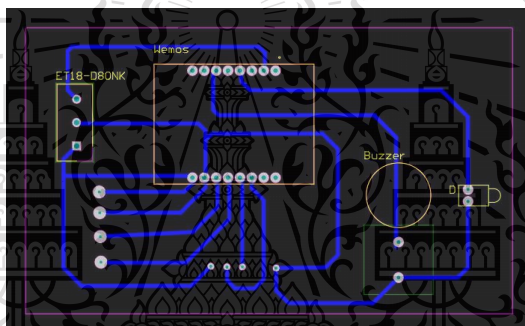
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

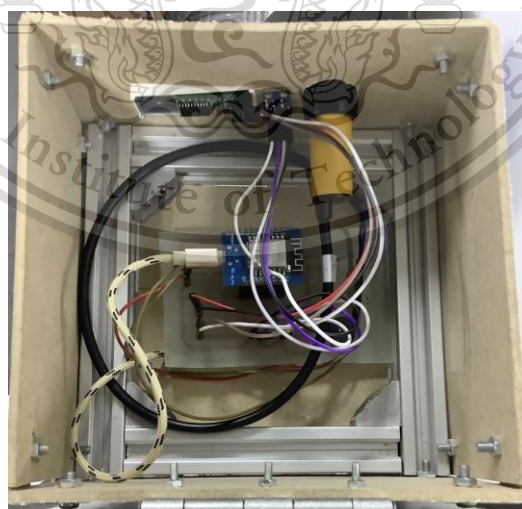
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.6 Schematic ของวงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.7 PCB ของวงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.8 วงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.2 การเชื่อมต่อของวงจรเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

Wemos D1 Mini	MLX 90614	ET18-D80NK	TM1637	Buzzer	LED
5V	Vin	Vin	Vin	-	-
GND	GND	GND	GND	GND	GND
GPIO5 (D1)	SCL	-	-	-	-
GPIO4 (D2)	SDA	-	-	-	-
GPIO0 (D3)	-	-	DIO	-	-
GPIO2 (D4)	-	-	CLK	-	-
GPIO14 (D5)	-	-	-	-	Vin
GPIO13 (D7)	-	-	-	Vin	-
ADC0 (A0)	-	OUT	-	-	-

### 3.1.3 การออกแบบส่วนโครงสร้างของอุปกรณ์

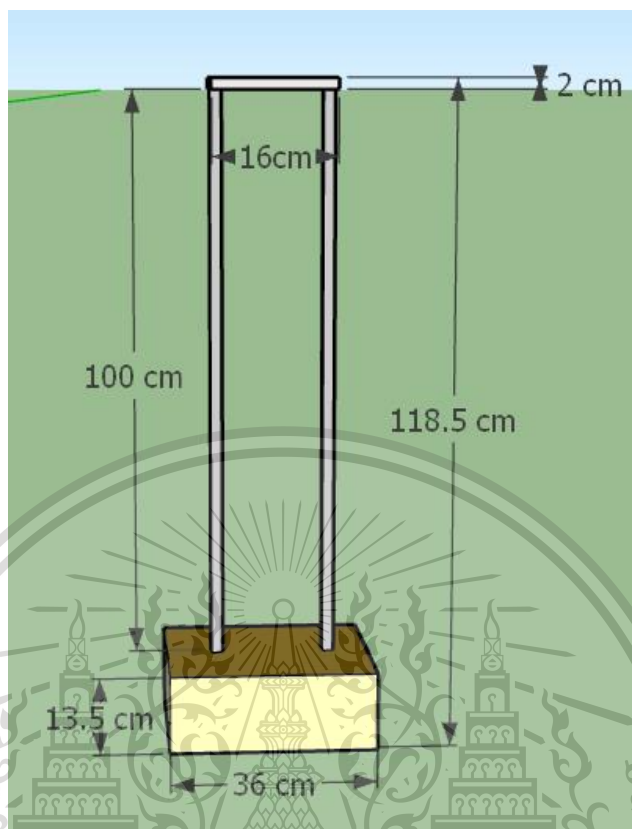
ในปฏิญานิพนธ์นี้ผู้จัดทำได้ออกแบบอุปกรณ์ที่รวมระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC และระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไว้ด้วยกัน แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนโครงสร้างภายใน และส่วนต่อหุ้มภายนอก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนโครงสร้างภายใน ผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม CATIA V5 ในการออกแบบดังรูปที่ 3.9 โดยมีขนาดความกว้างและความยาวของฐาน 36 เซนติเมตร สูง 13.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของโครงยึดหลอด UVC สูง 10 เซนติเมตร และมีความสูงรวม 118.5 เซนติเมตร ซึ่งส่วนโครงสร้างนี้ใช้สำหรับรองรับการติดตั้งหลอด UVC ในแนวตั้งจำนวน 2 หลอด โดยส่วนควบคุม (ไมโครคอมพิวเตอร์) จะติดตั้งบนฐานด้านล่างของอุปกรณ์ นอกจากนี้ในส่วนด้านบนของหลอด UVC จะเป็นส่วนรองรับระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

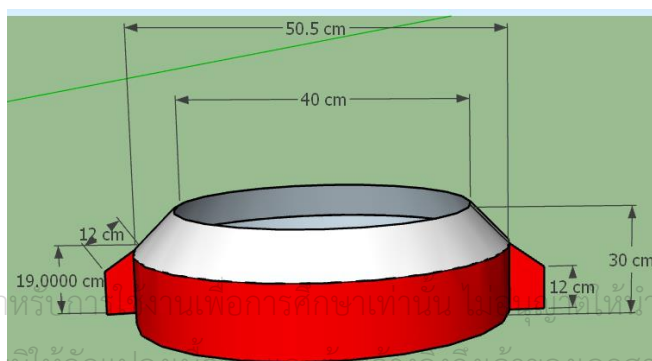
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.9 การออกแบบส่วนฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

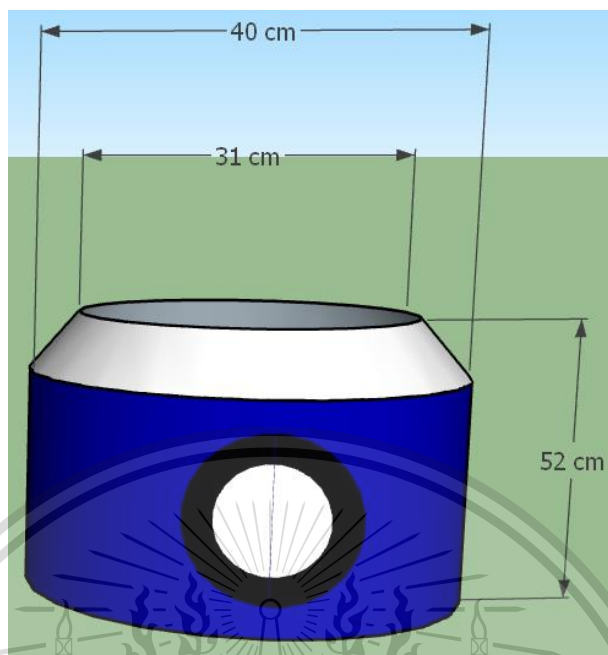
2. ส่วนท่อหุ้มภายนอก ผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม CATIA V5 ในการออกแบบและใช้โปรแกรม ออกแบบสามมิติ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนล่าง, ส่วนกลางและส่วนบน โดยที่ส่วนล่างมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 40 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 50.5 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.10 ส่วนกลางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 31 เซนติเมตร มีขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลางภายนอก 40 เซนติเมตร สูง 52 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.11 ส่วนบนมีขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางภายใน 31 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.12 และเมื่อนำทั้ง 3 ส่วนมา รวมกันแล้วจะมีความสูงรวม 140 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.13



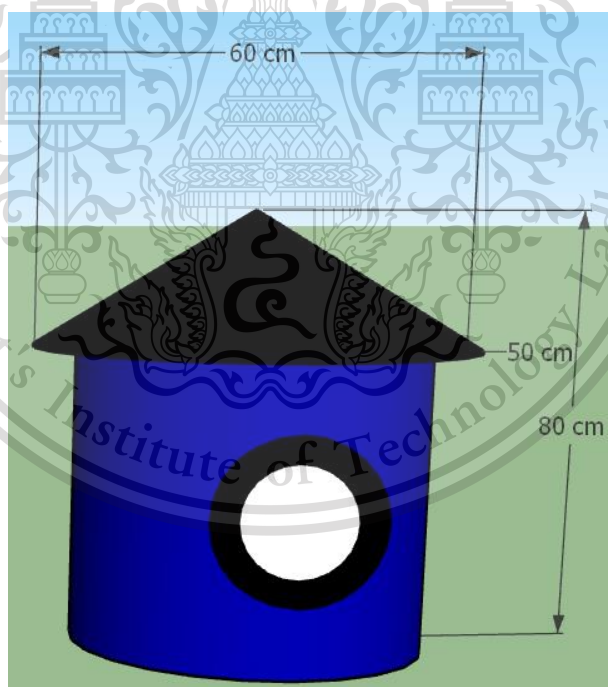
รูปที่ 3.10 ส่วนท่อหุ้มภายนอก : ส่วนล่าง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.11 ส่วนท่อหุ้มภายนอก : ส่วนกลาง

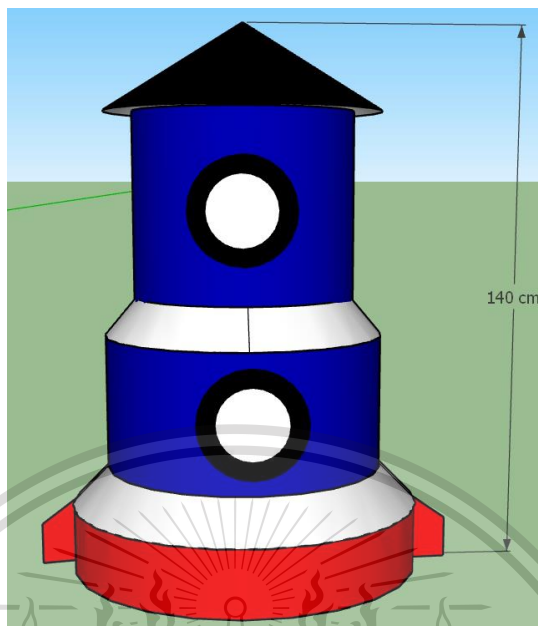


รูปที่ 3.12 อุปกรณ์ท่อหุ้มส่วนฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC : ส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.13 อุปกรณ์ท่อดูดซับรังสี UVC

3. ส่วนโครงสร้างของอุปกรณ์ที่ได้จัดทำขึ้น

ผู้จัดทำได้จัดทำโครงสร้างของอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างภายในและส่วนโครงสร้างภายนอก

1. ส่วนโครงสร้างภายในเมื่อจัดทำขึ้นด้วย Aluminium Profile ตามที่ได้ออกแบบไว้ จะได้ อุปกรณ์สำหรับติดตั้งหลอด UVC และรองรับระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ แสดงดังรูปที่ 3.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 โครงสร้างภายใน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ส่วนโครงสร้างภายนอกเมื่อจัดทำตามที่ได้ออกแบบไว้ จะมีส่วนห่อหุ้มภายนอกแสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 โครงสร้างภายนอก

### 3.2 การออกแบบระบบตรวจจัดการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

#### 3.2.1 การออกแบบอัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการตรวจจับนักเรียน

การออกแบบอัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการตรวจจับนักเรียน เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลภาพที่สนใจ ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้คือรูปเด็กอนุบาล ผู้จัดทำได้นำภาพต้นฉบับมาเพิ่มจำนวนข้อมูลภาพให้มากขึ้นเพื่อใช้ในการเพิ่มความแม่นยำในการฝึกสอนอัลกอริธึม โดยใช้วิธีการเพิ่มจำนวนข้อมูล (Data Augmentation) ด้วยการแปลงทางเรขาคณิต หลังจากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจโดยใช้วิธีการ Bounding Box หลังจากการทำกระบวนการระบุตำแหน่งของวัตถุที่สนใจเรียบร้อยแล้วจะนำไปฝึกสอนอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียนต่อไป

##### 3.2.1.1 การเพิ่มจำนวนข้อมูลภาพ (Data Augmentation)

การเพิ่มจำนวนข้อมูลรูปภาพจะใช้ไลบรารี ImageDataGenerator ในโมดูลของ Keras โดยภาพที่สร้างใหม่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเรขาคณิตของภาพเดิม

ผู้จัดทำนำกระบวนการนี้มาใช้ในการเพิ่มจำนวนข้อมูล เนื่องจากอัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกต้องการข้อมูลจำนวนมากที่จะใช้การสอนระบบให้ได้ความแม่นยำ กระบวนการที่ได้ทำในขั้นตอนดังตัวอย่างในรูปที่ 3.16 ซึ่งจะทำให้ได้จำนวนรูปที่สามารถนำไปใช้ฝึกสอนอัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกมากขึ้นนี้ได้แก่ การสะท้อน, การหมุน, การย่อ/ขยาย, การเลื่อนและการเฉือนโดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สมการที่ (2.5) – (2.9) โดยที่ไม่จำเป็นต้องหาชุดข้อมูลเพิ่ม โดยจากภาพต้นแบบ 255 รูป ได้สร้างชุดข้อมูลฝึกสอนรวม 5100 รูป



รูปที่ 3.16 การเพิ่มจำนวนข้อมูลภาพ

(ก) รูปภาพต้นแบบ (ข) รูปภาพที่ผ่านการสะท้อน (ค) รูปภาพที่ผ่านการหมุน  
(ง) รูปภาพที่ผ่านการย่อ (จ) รูปภาพที่ผ่านการเลื่อน (ฉ) รูปภาพที่ผ่านการเอียง

### 3.2.1.2 การระบุตำแหน่งของวัตถุที่สนใจ (Image Annotation)

การระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจในข้อมูลชุดฝึกสอนจะเลือกวิธีการทำแบบ Bounding box โดยจะใช้โปรแกรม Labelimg ในการระบุตำแหน่งวัตถุที่สนใจ และสร้างไฟล์ .xml ในการเก็บ

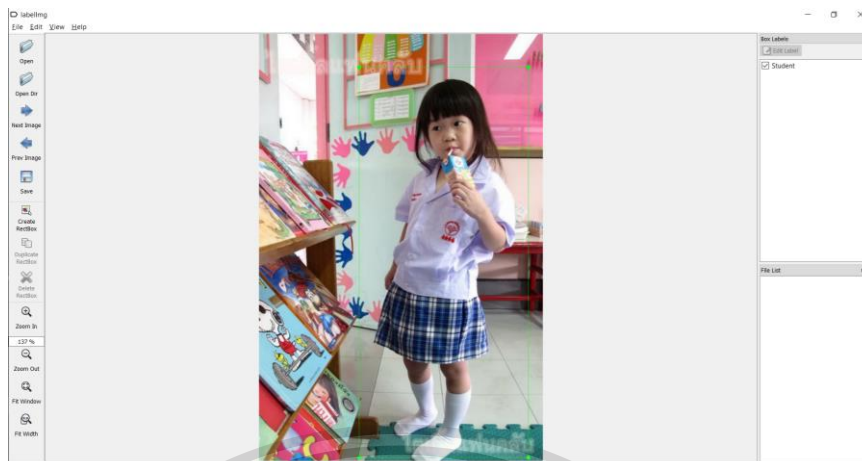
ข้อมูลที่ใช้บอกตำแหน่งของวัตถุที่สนใจ โดยวิธีการระบุตำแหน่งของวัตถุที่สนใจแสดงดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และตัวอย่างผลลัพธ์การระบุตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 3.18

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.17 วิธีการระบุตำแหน่งของวัตถุที่สนใจ

```

<annotation>
  <folder>student</folder>
  <filename>13</filename>
  <path>C:\Users\Khanchat\Desktop\WFH\training\student\13.jpg</path>
  <source>
    <database>Unknown</database>
  </source>
  <size>
    <width>667</width>
    <height>1000</height>
  </size>
  <segmented>0</segmented>
  <object>
    <name>Student</name>
    <pose>Unspecified</pose>
    <truncated>0</truncated>
    <difficult>0</difficult>
    <bndbox>
      <xmin>27</xmin>
      <ymin>51</ymin>
      <xmax>632</xmax>
    </bndbox>
  </object>
</annotation>

```

ขนาดของรูปภาพ

ตำแหน่งของ Bounding Box

รูปที่ 3.18 ไฟล์ .xml ของข้อมูลการระบุตำแหน่งจากโปรแกรม Labeling

### 3.2.1.3 ออกแบบการทำงานของอัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการตรวจจับนักเรียน

ในปฏิญญาฉบับนี้ได้เลือกโมเดล Mobilenet สำหรับอัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกในการตรวจจับนักเรียน เมื่อพิจารณาสถาปัตยกรรมของโมเดล Mobilenet ดังแสดงในรูปที่ 2.25 จะสามารถจำแนกออกเป็นเลเยอร์หลักดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. Input Layer เป็นเลเยอร์ที่รับอินพุตเข้ามาในโครงข่ายก่อนที่จะทำกระบวนการ Convolution โดยจะมีการปรับขนาดของอินพุตให้มีขนาดเท่ากันซึ่งตามสถาปัตยกรรมของโมเดล Mobilenet นั้นจะปรับขนาดของอินพุตให้มีขนาด  $224 \times 224$  พิกเซล จากตัวอย่างรูปภาพก่อนเข้า อินพุตเลเยอร์มีขนาด  $649 \times 459 \times 3$  พิกเซล สำหรับรูปภาพแบบ RGB หลังจากผ่านอินพุตเลเยอร์แล้ว จะได้รูปภาพที่มีขนาด  $224 \times 224 \times 3$  พิกเซล ดังแสดงในรูปที่ 3.19



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.19 ภาพอินพุต

(ก) ภาพอินพุตก่อนผ่าน Input Layer (ข) ภาพอินพุตหลังผ่าน Input Layer

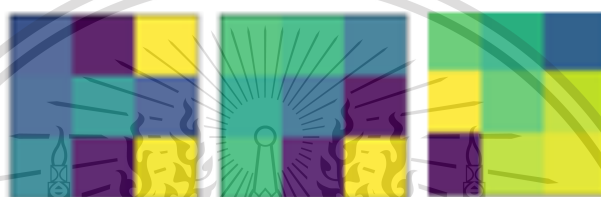
2. Convolution Layer เป็นเลเยอร์ที่ทำหน้าที่ดึงเอาลักษณะที่สำคัญของอินพุตออกมา โดยหลักการทำงานจะมีตัวกรองเลื่อนไปตามอินพุตทั้งในแนวตั้งและแนวนอนแล้วคำนวณค่าในแต่ละพิกเซลด้วยการหาผลคูณระหว่างอินพุตกับค่าน้ำหนักของตัวกรองนั้น โดยเอาต์พุตที่ได้ของเลเยอร์นี้จะเรียกว่า Feature Map จากสถาปัตยกรรมของโมเดล Mobilenet จะรับอินพุตจากชั้นอินพุตเลเยอร์ที่มีขนาด  $224 \times 224 \times 3$  พิกเซล นำไปผ่านตัวกรองขนาด  $3 \times 3 \times 3$  พิกเซล จำนวน 32 ตัว ทำให้เอาต์พุตมีจำนวน 32 ตัว ด้วยการเลื่อนตัวกรอง (Stride) เท่ากับ 2 และมีการเติมขอบ (Padding) ทำให้ได้ Feature Map ขนาด  $112 \times 112 \times 32$  พิกเซล ดังแสดงในรูปที่ 3.20

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

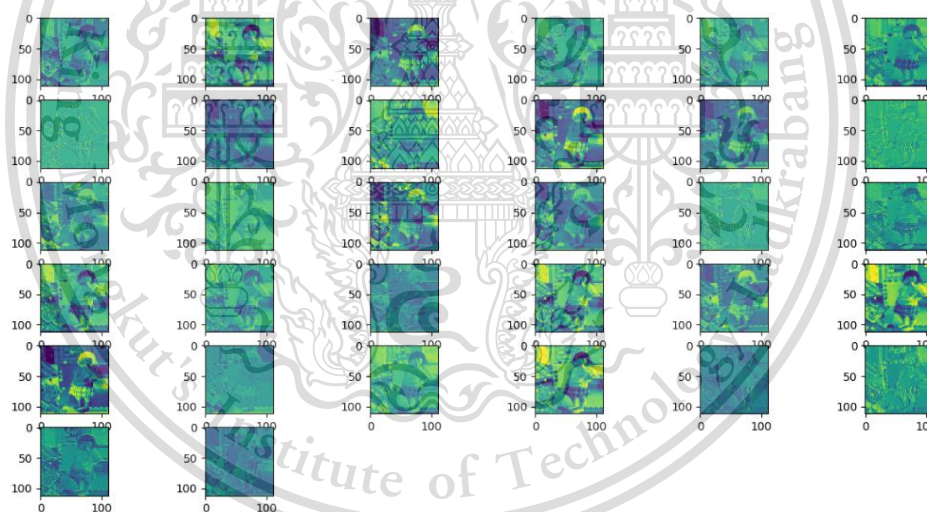
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.20 กระบวนการทำงานในชั้น Convolution Layer

(ก) ภาพอินพุตก่อนผ่าน Convolution Layer (ข) ตัวกรองในชั้น Convolution Layer

(ค) ภาพเอาต์พุตหลังผ่าน Convolution Layer

3. Depthwise Convolution Layer การทำ Depthwise Convolution จะแตกต่าง

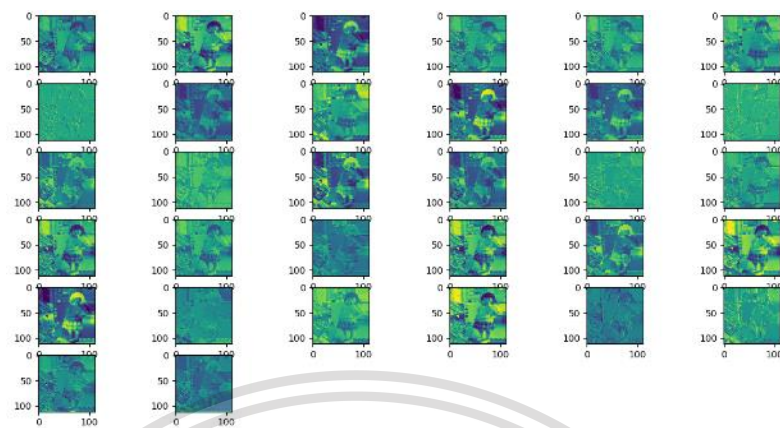
จากการทำ Convolution ปกติคือจะมีการแยกทำ Convolution ในแต่ละมิติของอินพุต ซึ่งจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้

ไม่ว่ากรณีใดจำนวน 32 ตัว จะได้ Feature Map ที่มีขนาด  $112 \times 112 \times 32$  พิกเซล ดังแสดงในรูปที่ 3.21 ที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

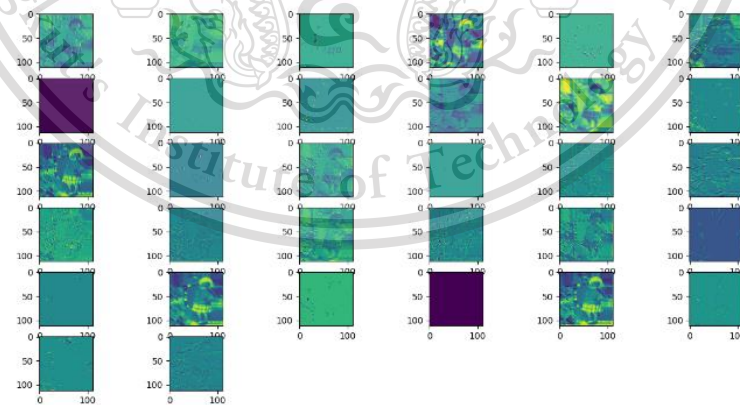
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.21 กระบวนการทำงานในชั้น Depthwise Convolution Layer

(ก) ภาพอินพุตก่อนผ่าน Depthwise Convolution Layer

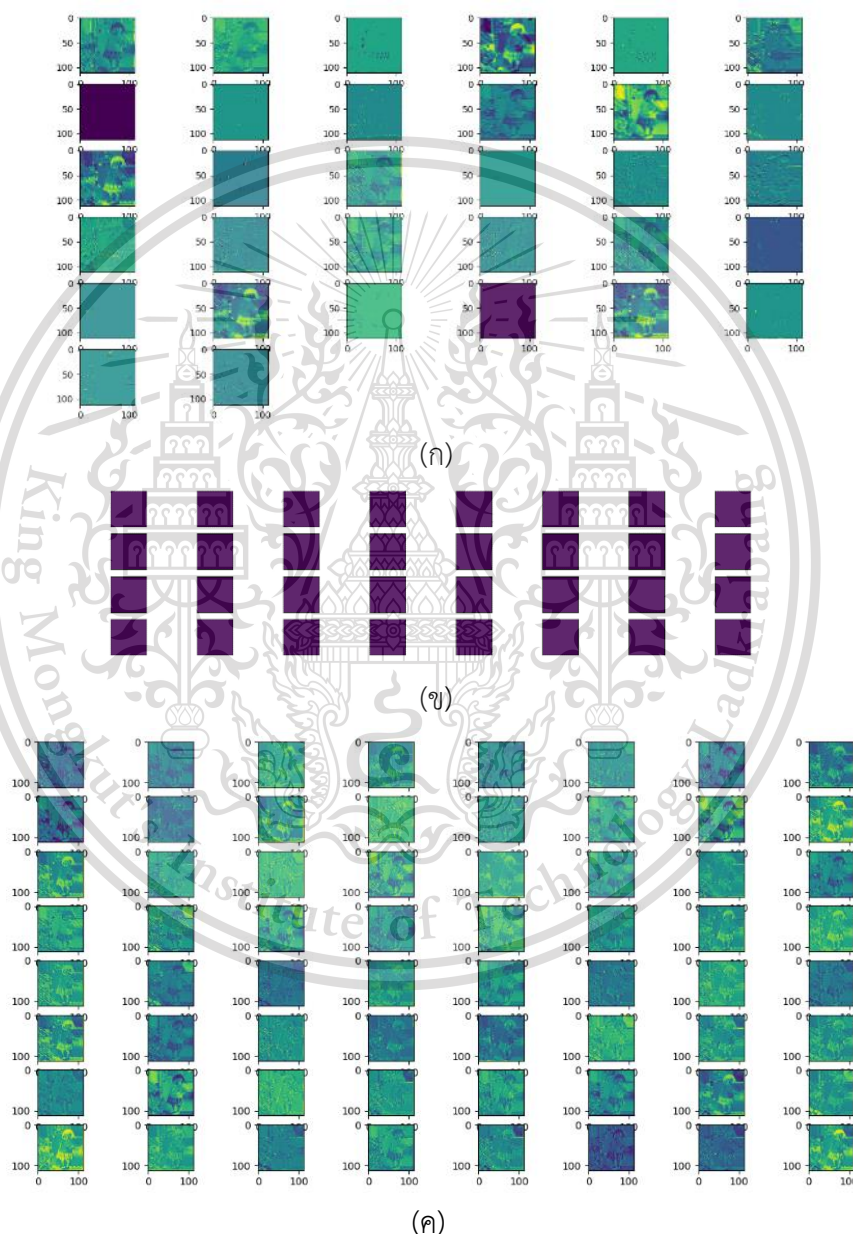
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (ข) ตัวกรองในชั้น Depthwise Convolution Layer

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม (ค) ภาพเอาต์พุตหลังจากผ่าน Depthwise Convolution Layer ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. Pointwise Convolution Layer การทำ Pointwise Convolution คือการใช้ตัวกรองขนาด  $1 \times 1$  พิกเซล เพื่อทำหน้าที่รวม Feature Map จากชั้น Depthwise Convolution ซึ่งจากกระบวนการก่อนหน้าจะรับอินพุต ขนาด  $112 \times 112 \times 32$  พิกเซล เมื่อนำไปผ่านตัวกรองขนาด  $1 \times 1$  พิกเซล จำนวน 64 ตัว ทำให้ได้ Feature Map ที่มีขนาด  $112 \times 112 \times 64$  พิกเซล ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 กระบวนการทำงานในชั้น Pointwise Convolution Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ส่วนตัวเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) ภาพเอาต์พุตหลังผ่าน Pointwise Convolution Layer

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5. Depthwise Convolution ครั้งที่ 2 ซึ่งในครั้งที่ 2 ของกระบวนการ Depthwise Separable Convolution นั้นจะใช้ตัวกรองขนาด  $3 \times 3$  พิกเซล จำนวน 64 ตัวกรอง และมี Stride เท่ากับ 2 ส่งผลให้ขนาดของ Feature Map ที่ได้ลดลงครึ่งหนึ่งเป็น  $56 \times 56 \times 64$  พิกเซล จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการ Pointwise Convolution โดยใช้ตัวกรองขนาด  $1 \times 1 \times 64$  พิกเซล จำนวน 128 ตัวกรอง ทำให้ได้ผลลัพธ์มีขนาด  $56 \times 56 \times 128$  พิกเซล โมเดล MobileNet นี้จะทำกระบวนการ Depthwise Convolution และ Pointwise Convolution สลับกันไปทีละชั้นๆ โดยหลังจากที่ผ่านการทำ Pointwise Convolution ในขั้นสุดท้ายแล้วนั้นจะได้ผลลัพธ์มีขนาด  $7 \times 7 \times 1024$  พิกเซล แล้วเข้าสู่กระบวนการทำ Average Pooling ขนาด  $7 \times 7$  พิกเซล และเมื่อผ่านกระบวนการ Flattening จะได้ข้อมูลขนาด  $1 \times 1 \times 1024$  พิกเซล เพื่อเข้าสู่ขั้นตอน Fully Connected Layer

6. Fully Connected Layer เมื่อเข้าสู่ชั้น Fully Connected Layer ทุกนิวรอนในแต่ละเลเยอร์จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับทุกนิวรอนในแต่ละเลเยอร์ก่อนหน้า ซึ่งในชั้นเอาต์พุตจะต้องมีจำนวนโหนดเท่ากับจำนวนของคลาสในชุดข้อมูล ถัดมาเมื่อได้ค่าเอาต์พุตแล้วจะไปผ่านฟังก์ชัน Sigmoid ดังแสดงในสมการที่ (3.1) โดยฟังก์ชัน Sigmoid จะให้ผลลัพธ์เป็นค่าความน่าจะเป็น ซึ่งค่าความน่าจะเป็นนี้จะนำไปทำการตัดสินใจว่าภาพนั้นใช่ประเภทที่สนใจหรือไม่โดยจะตัดสินใจว่าเป็น 1 เมื่อค่าความน่าจะเป็นมีค่ามากกว่า 0.5 และตัดสินใจเป็น 0 เมื่อค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า 0.5

$$\sigma(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (3.1)$$

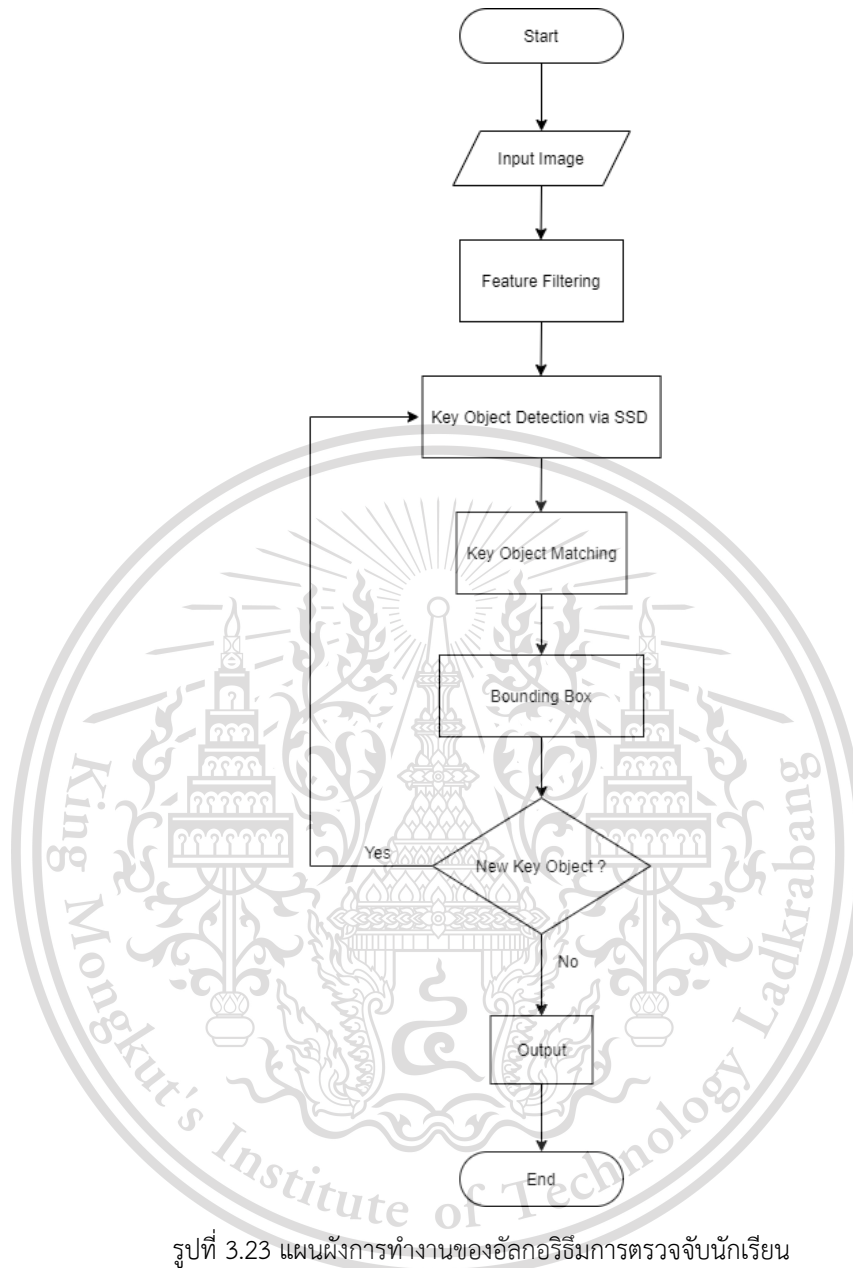
### 3.2.1.4 การออกแบบอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียน

เริ่มต้นโดยนำภาพผ่านกระบวนการ Feature Filtering เพื่อดึงส่วนสำคัญของภาพออกมา จากนั้นตรวจสอบว่าส่วนที่ดึงออกมานั้นมีส่วนที่ตรงกับวัตถุที่สนใจหรือไม่ ถ้าหากมีส่วนที่ตรงกับวัตถุที่สนใจจะทำการสร้างกรอบให้วัตถุที่คาดว่าจะเป็วัตถุที่สนใจ แล้วทำการตรวจสอบไปเรื่อยๆ จนครบทั้งภาพ โดยแผนผังการทำงานของกรตรวจจับนักเรียนแสดงดังรูปที่ 3.23 และตัวอย่างผลลัพธ์หลังผ่านกระบวนการแสดงดังรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 ผลลัพธ์ของอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.2.2 การคำนวณหาระยะห่างระหว่างบุคคลและแสดงผล

แผนผังการทำงานของระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคลแสดงดังรูปที่ 3.25 ซึ่งการทำงานของระบบจะเริ่มต้นจากการบันทึกวิดีโอด้วยกล้องเว็บแคมซึ่งติดตั้งที่ผนังห้องมีความสูงจากพื้น 2.5 เมตร ทำมุม 45 องศา จากนั้นนำภาพวิดีโอเฟรมแรกที่ได้ไปทำการเลือกตำแหน่ง 4 ตำแหน่งเพื่อกำหนดเป็นมุมของบริเวณที่สนใจ (ROI) และนำเฟรมดังกล่าวไปประมวลผล ขั้นตอนแรกทำการตรวจจับบุคคลผ่านอัลกอริทึมการตรวจจับนักเรียนเพื่อตัดกรอบวัตถุที่ผ่านการตัดสินใจว่าเป็นเด็กนักเรียน หลังจากนั้นคำนวณระยะห่างระหว่างบุคคลโดยใช้จุดกึ่งกลางของวัตถุที่ทำการตรวจจับเป็นจุดอ้างอิงและคำนวณระยะห่างระหว่างบุคคลโดยใช้สมการที่ (3.2) และแสดงผลในมุมมองระดับสายตาของนก โดยใช้สมการที่ (2.10) เพื่อพิจารณาระยะห่างที่ตรวจจับได้ในแนวระนาบ จากนั้นทำการตรวจสอบว่าระยะห่างที่คำนวณได้มีระยะน้อยกว่า 100 เซนติเมตรหรือไม่ ถ้าน้อยกว่า 100 เซนติเมตรแสดงว่ามีการละเมิดเกณฑ์การรักษาระยะห่างระหว่างนักเรียน ระบบจะแสดงผลในมุมมองระดับสายตาของนกด้วยสีแดงและส่งสัญญาณเสียงเตือน หากระยะห่างมากกว่า 100 เซนติเมตร จะเป็นระยะปลอดภัย ระบบจะแสดงผลในมุมมองระดับสายตาของนกด้วยสีเขียว ซึ่งในการแปลงทัศนมิติให้อยู่ในมุมมองระดับสายตาของนก เมื่อแทนค่ามุม 45 องศา และความสูง 2.5 เมตร ในสมการที่ (2.17) จะได้เมทริกซ์การแปลง ดังสมการที่ (3.3) ตัวอย่างภาพก่อนและหลังการแปลงทัศนมิติในมุมมองระดับสายตาของนก แสดงดังรูปที่ 3.26 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

$$D(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (3.2)$$

โดย  $D(p, q)$  คือระยะห่างระหว่างจุด  $p$  และ  $q$  (เซนติเมตร)

$p_i$  คือ พิกัดตำแหน่งของจุดใดๆ บนระนาบ

$q_i$  คือ พิกัดตำแหน่งของจุดใดๆ บนระนาบ

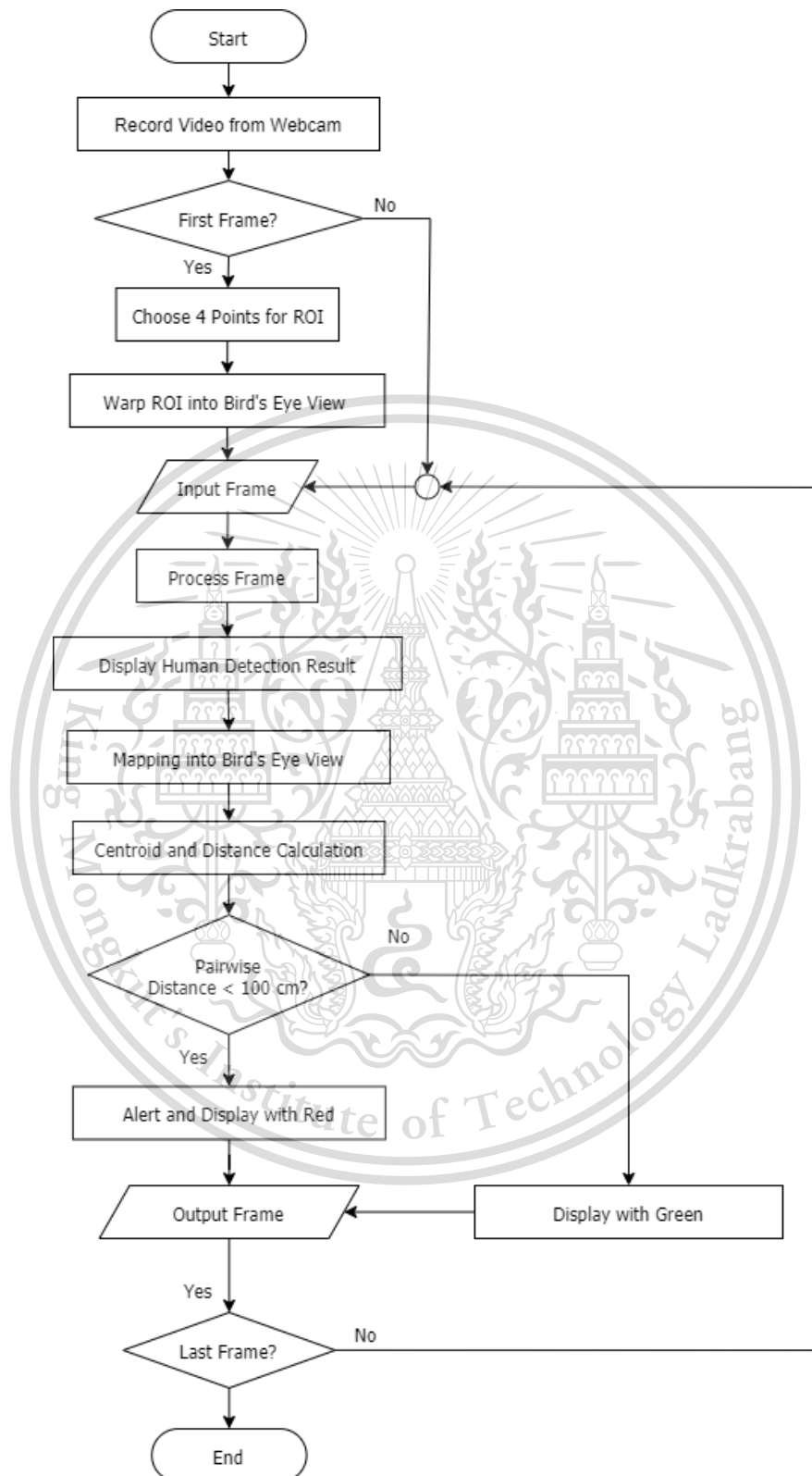
$n$  คือ จำนวนจุดที่อยู่บนระนาบ

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.64516 & 0 & -6.4516 \\ 0 & 1.3043 & -13.043 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

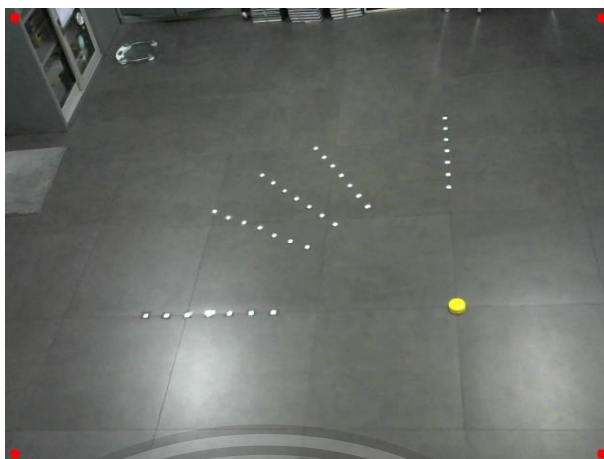
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 3.25 แผนผังการทำงานของระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.26 ตัวอย่างการแปลงทัศนมิติในมุมมองระดับสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (ก) ภาพก่อนการแปลง (ข) ภาพหลังการแปลง

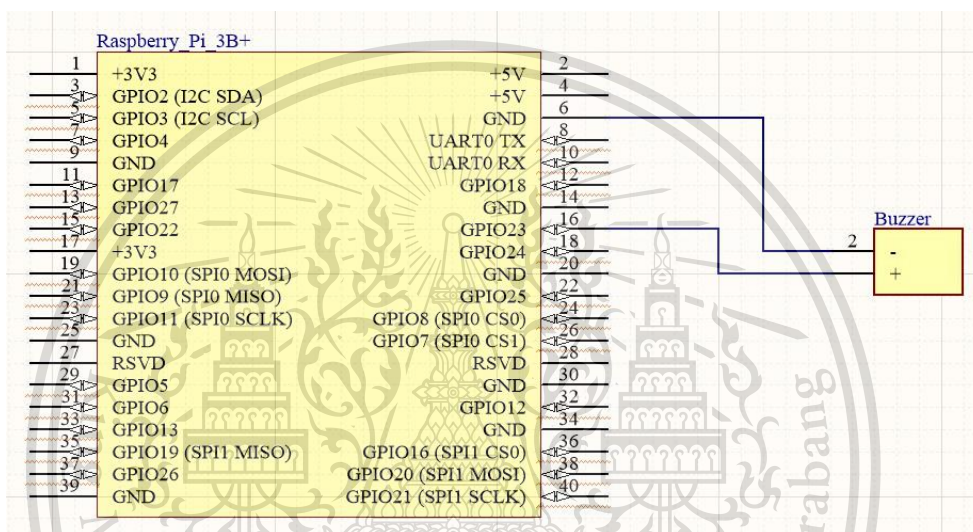
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.2.3 การออกแบบส่วนการแจ้งเตือนการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

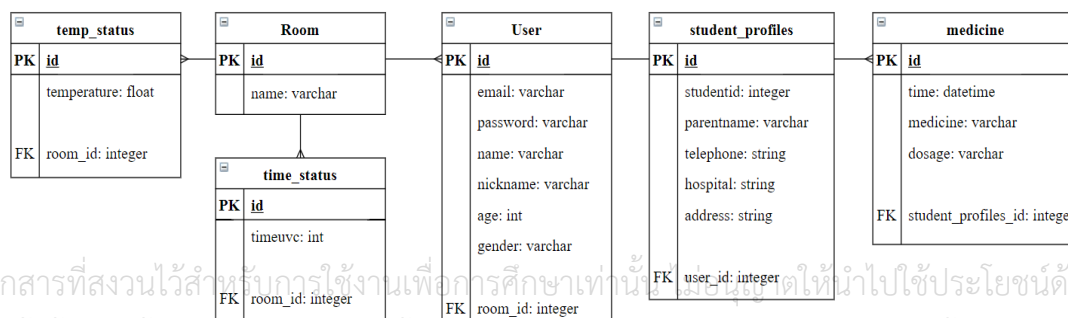
เมื่อระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคลตรวจพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล จะทำการแจ้งเตือนด้วยเสียง โดยจะใช้ลำโพง Buzzer การทำงานของ Buzzer จะถูกควบคุมโดย Raspberry Pi โดย Buzzer ที่เลือกใช้ในปฏิยานิพนธ์นี้เป็นชนิด Passive Buzzer จะทำการส่งสัญญาณเสียงความถี่ 1 kHz เมื่อพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล โดย Schematic การเชื่อมต่อของส่วนการแจ้งเตือนการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 Schematic การเชื่อมต่อของส่วนการแจ้งเตือนการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

### 3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้ในปฏิยานิพนธ์นี้มีโครงสร้างประกอบไปด้วยตาราง 6 ตาราง แสดงดังรูปที่ 3.28 ได้แก่ ตารางข้อมูลห้อง, ตารางข้อมูลผู้ใช้, ตารางข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน, ตารางข้อมูลยา, ตารางข้อมูลอุณหภูมิ และตารางเวลาในการฆ่าเชื้อ



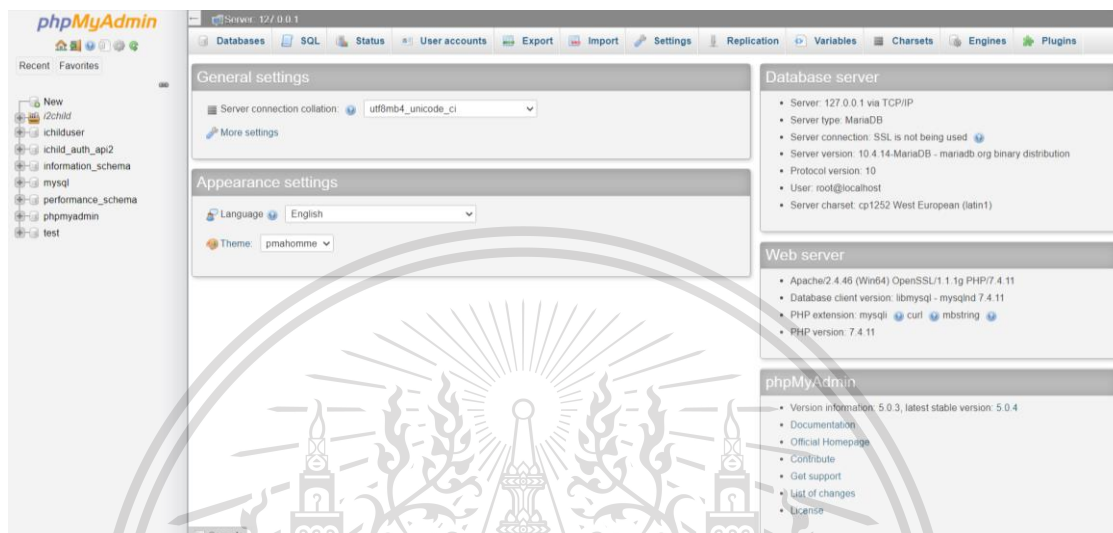
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.28 แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูล

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การสร้างฐานข้อมูล เริ่มต้นจากการสร้างโปรเจกต์ที่ “http://localhost/phpmyadmin/” จากนั้นตั้งชื่อโปรเจกต์ว่า “i2child” แล้วกรอกข้อมูลรายละเอียดให้เรียบร้อย phpMyAdmin ที่พร้อมใช้งานแล้วแสดงดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การสร้างโปรเจกต์บน phpMyAdmin เสร็จสมบูรณ์

### 3.3.1 ตารางข้อมูลห้อง

ตารางข้อมูลห้อง (rooms) แสดงดังรูปที่ 3.30 มี field ข้อมูลคือ

name : เก็บค่าชื่อห้องของนักเรียน

class : เก็บค่าระดับชั้นของนักเรียน

The screenshot shows the table structure for the 'rooms' table with the following columns:

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	name	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
3	class	int(11)			No	None			Change Drop More
4	created_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More
5	updated_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More

รูปที่ 3.30 ตาราง rooms ในฐานข้อมูล

### 3.3.2 ตารางข้อมูลผู้ใช้

ตารางข้อมูลผู้ใช้ (users) จะเก็บข้อมูลผู้ใช้ โดยจะประกอบไปด้วยข้อมูลของครูประจำชั้นและนักเรียนแสดงดังรูปที่ 3.31 มี field ข้อมูลคือ

email : เก็บข้อมูล email ของผู้ใช้จากระบบ authentication

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

password : เก็บรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบจากระบบ authentication

name : เก็บชื่อผู้ใช้

nickname : เก็บชื่อเล่นผู้ใช้

age : เก็บข้อมูลอายุผู้ใช้

gender : เก็บข้อมูลเพศผู้ใช้

room\_id : เก็บ foreign key เป็นคีย์ที่เชื่อมระหว่างตาราง Room และตาราง

users

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	email	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
3	password	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
4	name	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
5	nickname	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
6	age	int(11)			No	None			Change Drop More
7	gender	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			Change Drop More
8	room_id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None			Change Drop More
9	created_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More
10	updated_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More

รูปที่ 3.31 ตาราง users ในฐานข้อมูล

### 3.3.3 ตารางข้อมูลส่วนตัวนักเรียน

ตารางข้อมูลส่วนตัวนักเรียน (student\_profiles) จะเก็บข้อมูลนักเรียน โดยจะประกอบไปด้วยข้อมูลเฉพาะของนักเรียน แสดงดังรูปที่ 3.32 มี field ข้อมูลคือ

studentid : เก็บข้อมูลรหัสนักเรียน

parentname : เก็บข้อมูลชื่อผู้ปกครองนักเรียน

telephone : เก็บข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ผู้ปกครองนักเรียน

hospital : เก็บข้อมูลโรงพยาบาลใกล้บ้านนักเรียน

address : เก็บข้อมูลที่อยู่นักเรียน

user\_id : เก็บ foreign key เป็นคีย์ที่เชื่อมระหว่างตาราง users กับตาราง

student\_profile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	
<input type="checkbox"/>	2 idstudent	int(11)			No	None			
<input type="checkbox"/>	3 parentname	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			
<input type="checkbox"/>	4 telephone	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			
<input type="checkbox"/>	5 hospital	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			
<input type="checkbox"/>	6 address	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			
<input type="checkbox"/>	7 user_id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None			
<input type="checkbox"/>	8 created_at	timestamp			Yes	NULL			
<input type="checkbox"/>	9 updated_at	timestamp			Yes	NULL			

รูปที่ 3.32 ตาราง student\_profiles ในฐานข้อมูล

### 3.3.4 ตารางข้อมูลยา

ตารางข้อมูลยา (medicines) จะเก็บข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน แสดงดังรูปที่ 3.33 มี field ข้อมูลคือ

time : เก็บข้อมูลเวลาที่นักเรียนต้องรับประทานยา

medicine : เก็บข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน

dosage : เก็บข้อมูลปริมาณยาที่นักเรียนต้องรับประทาน

student\_profiles\_id : เก็บ foreign key เป็นคีย์ที่เชื่อมต่อระหว่างตาราง student\_profile และตาราง medicine

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	
<input type="checkbox"/>	2 time	datetime			No	None			
<input type="checkbox"/>	3 medicines	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			
<input type="checkbox"/>	4 dosage	varchar(255)	utf8mb4_unicode_ci		No	None			
<input type="checkbox"/>	5 student_profiles_id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None			
<input type="checkbox"/>	6 created_at	timestamp			Yes	NULL			
<input type="checkbox"/>	7 updated_at	timestamp			Yes	NULL			

รูปที่ 3.33 ตาราง medicines ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.5 ตารางข้อมูลอุณหภูมิ

ตารางข้อมูลอุณหภูมิ (temp\_statuses) จะเก็บข้อมูลอุณหภูมิจาก GY-906 MLX90614 Module แสดงดังรูปที่ 3.34 มี field ข้อมูลคือ

temperature : เก็บค่าอุณหภูมิที่รับมาจาก GY-906 MLX90614 Module มีหน่วยเป็น °C

room\_id : เก็บ foreign key เป็นคีย์ที่เชื่อมระหว่างตาราง temp\_statuses และ ตาราง rooms

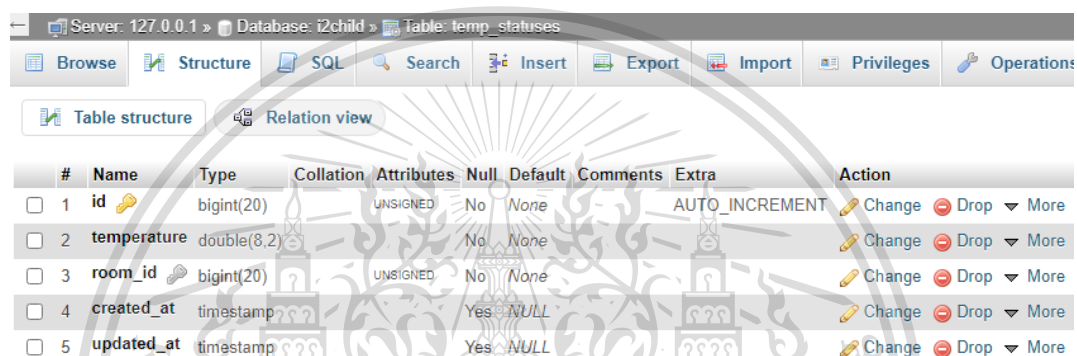


Figure 3.34: MySQL table structure for temp\_statuses. The table has 5 columns: id (bigint(20), UNSIGNED, No, None, AUTO\_INCREMENT), temperature (double(8,2)), room\_id (bigint(20), UNSIGNED, No, None), created\_at (timestamp, Yes, NULL), and updated\_at (timestamp, Yes, NULL).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	temperature	double(8,2)			No	None			Change Drop More
3	room_id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None			Change Drop More
4	created_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More
5	updated_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More

รูปที่ 3.34 ตาราง temp\_statuses ในฐานข้อมูล

### 3.3.6 ตารางเวลาในการฆ่าเชื้อ

ตารางเวลาในการฆ่าเชื้อ (time\_statuses) จะเก็บข้อมูลเวลาที่ต้องการให้ระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UV ทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.35 มี field ข้อมูลคือ

timeuvc : เก็บค่าเวลาที่ระบบฆ่าเชื้อทำงาน

room\_id : เก็บ foreign key เป็นคีย์ที่เชื่อมระหว่างตาราง time\_statuses และ ตาราง rooms

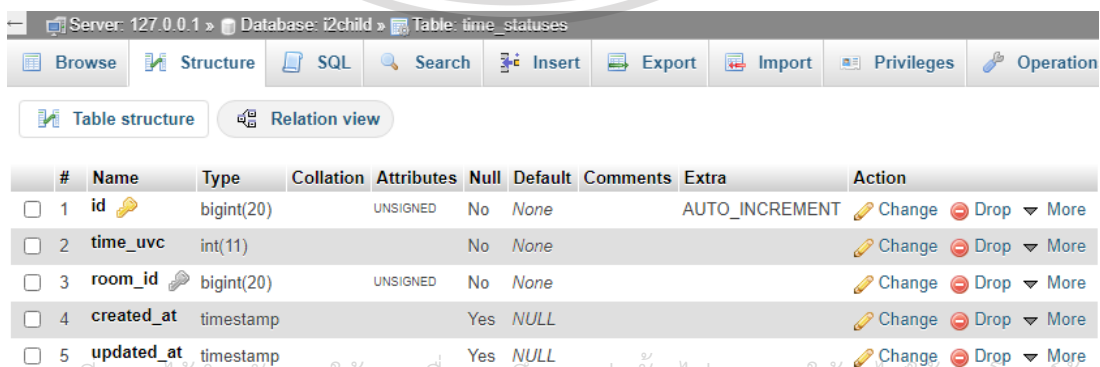


Figure 3.35: MySQL table structure for time\_statuses. The table has 5 columns: id (bigint(20), UNSIGNED, No, None, AUTO\_INCREMENT), time\_uvc (int(11)), room\_id (bigint(20), UNSIGNED, No, None), created\_at (timestamp, Yes, NULL), and updated\_at (timestamp, Yes, NULL).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	time_uvc	int(11)			No	None			Change Drop More
3	room_id	bigint(20)		UNSIGNED	No	None			Change Drop More
4	created_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More
5	updated_at	timestamp			Yes	NULL			Change Drop More

รูปที่ 3.35 ตาราง time\_statuses ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหา และสิ่งอื่นใดไปยังบุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

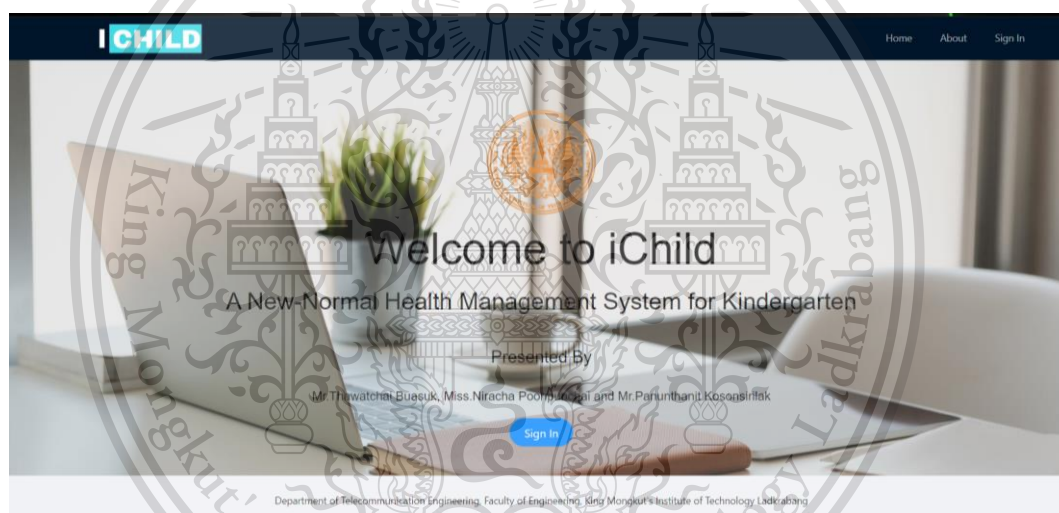
### 3.4 การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

#### 3.4.1 การออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI)

ผู้จัดทำได้ออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้บนหน้าเว็บโดยแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่ Webpage ในส่วนของผู้ปกครอง และ Webpage ในส่วนของครูประจำชั้น โดยใน Webpage แต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยหน้าต่าง Landing, หน้าต่างเข้าสู่ระบบผู้ใช้งาน, หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งาน และหน้าต่างหลักผู้ใช้งาน

##### 3.4.1.1 หน้าต่าง Landing สำหรับผู้ปกครอง

หน้าต่าง Landing เป็นหน้าแรกที่แสดงให้เห็นรายละเอียดของ Webpage ประกอบไปด้วย Navigation bar เป็นแถบเมนูให้ผู้ใช้สามารถกดปุ่มเลือกได้ว่าต้องการไปที่หน้าใด, หน้าแรกแสดงชื่อโปรเจกต์และมีปุ่มสำหรับลงทะเบียนแสดงดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 หน้าต่าง Landing

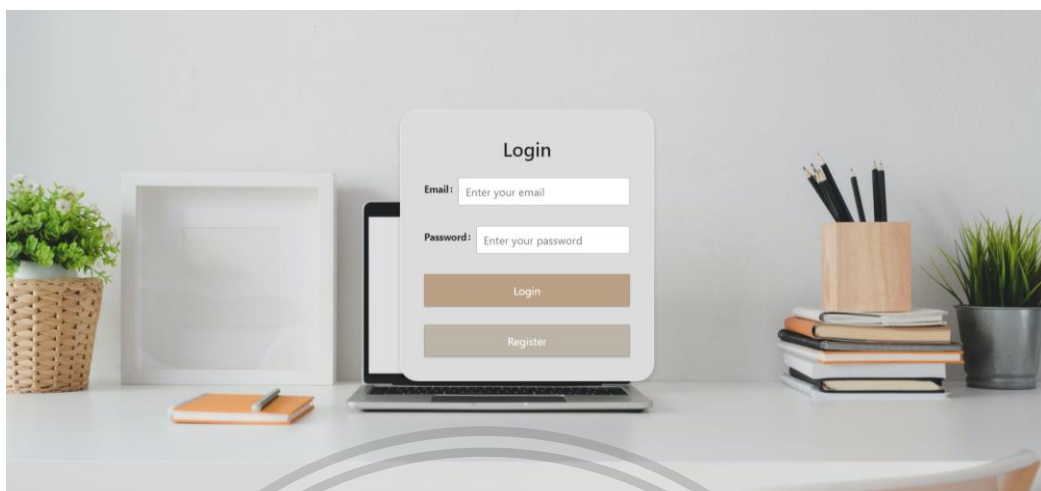
##### 3.4.1.2 หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ปกครอง (Login page)

หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ปกครองผ่านระบบ Authentication จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ปกครองใช้เข้าสู่ระบบเพื่อเข้าไปตรวจสอบข้อมูลต่างๆ ของนักเรียนในระบบ โดยหน้าต่างเข้าสู่ระบบแสดงดังรูปที่ 3.37 ในการเข้าสู่ระบบจะใช้ Email และ Password ที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ในฐานข้อมูล หากผู้ใช้ยังไม่ได้ลงทะเบียนสามารถคลิกที่ปุ่ม “Register” เพื่อลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.37 หน้าต่างเข้าสู่ระบบผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง

### 3.4.1.3 หน้าต่างลงทะเบียนสำหรับผู้ปกครอง

หน้าต่างลงทะเบียนสำหรับผู้ปกครอง แสดงดังรูปที่ 3.38 จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ลงทะเบียนผ่านระบบ Authentication ข้อมูลที่จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลประกอบไปด้วย Student Name, Email, Password, Student Nickname, Age, Gender, Class, Room, Parent's Name, Telephone Number, address และ Hospital เมื่อทำการลงทะเบียนสำเร็จจะเข้าสู่หน้าต่างเข้าสู่ระบบต่อไป

รูปที่ 3.38 หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง

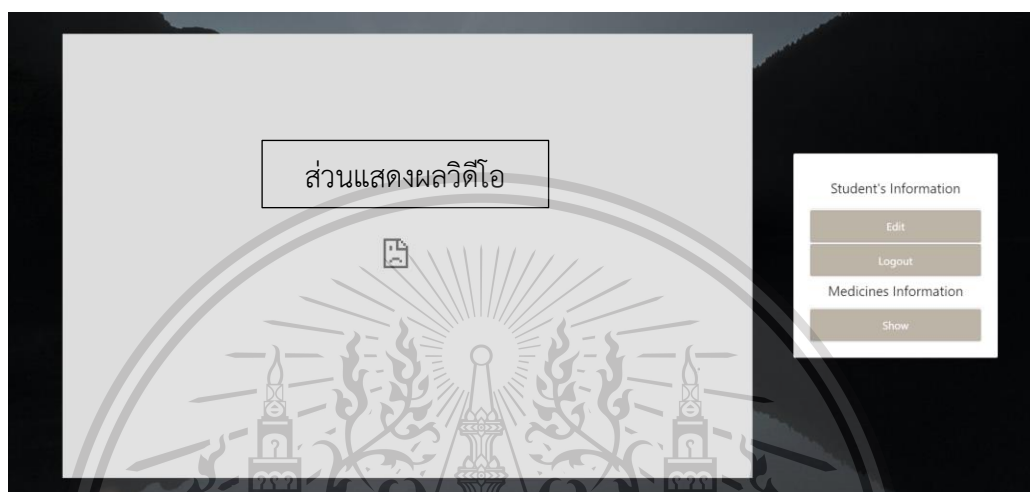
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

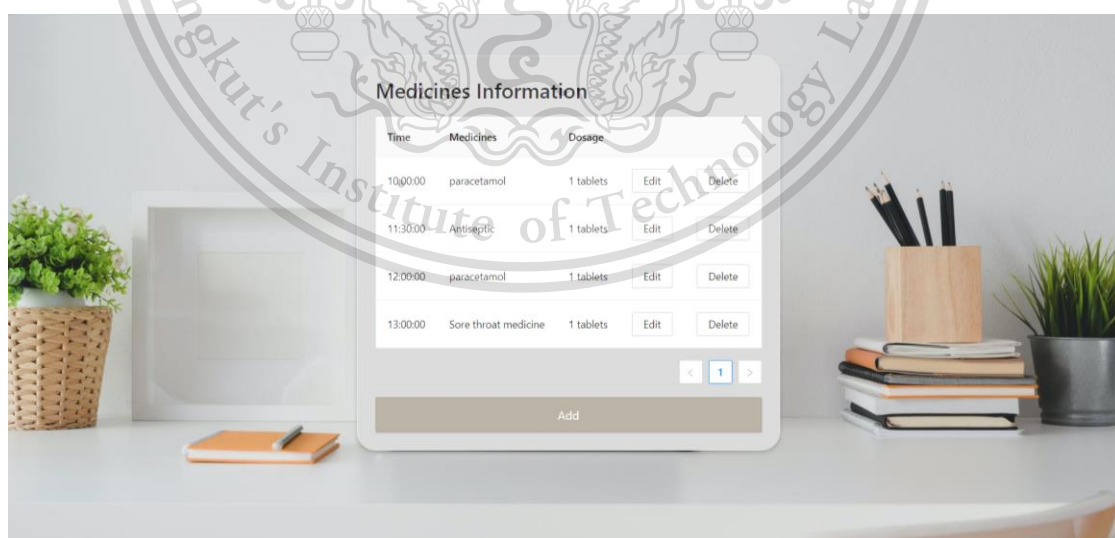
### 3.4.1.4 หน้าต่างหลักสำหรับผู้ปกครอง

เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จจะเข้าสู่หน้าต่าง Homepage แสดงดังรูปที่ 3.39 ประกอบไปด้วยส่วนแสดงผลวิดีโอแบบเวลาจริง, ส่วนแสดงผลข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน และส่วนแสดงผลข้อมูลยา



รูปที่ 3.39 หน้าต่างหลักผู้ใช้งานสำหรับผู้ปกครอง

เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Show ได้ Medicine Information จะไปยังหน้าต่างแสดงผลข้อมูลยาดังรูปที่ 3.40



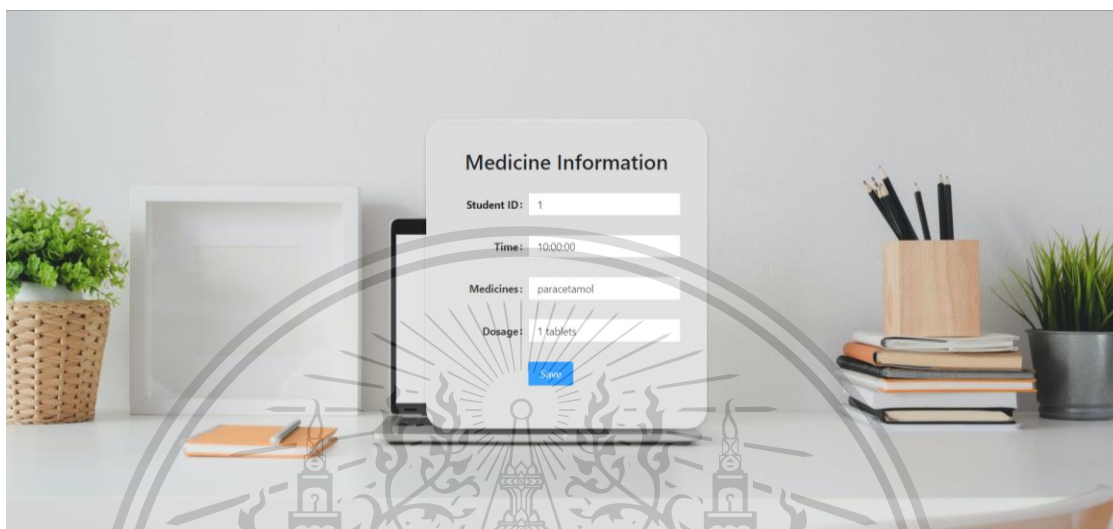
รูปที่ 3.40 หน้าต่างแสดงผลข้อมูลยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

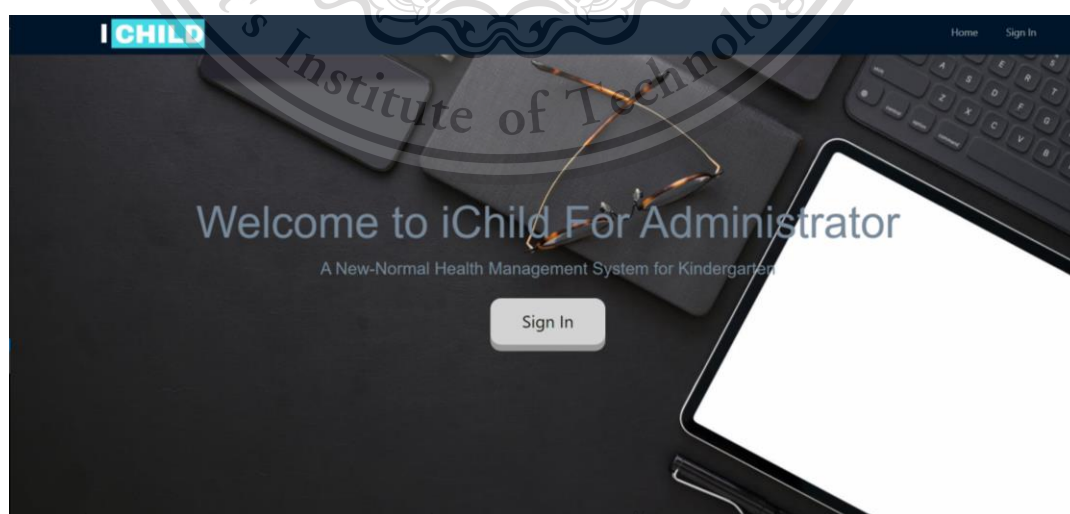
ข้อมูลการลงทะเบียนยาที่ต้องรับประทานประกอบด้วย เวลา, ชื่อยา และปริมาณยาที่ต้องรับประทานโดยสามารถเพิ่ม-ลบ และแก้ไขข้อมูลได้ หน้าต่างสำหรับแก้ไขและเพิ่มข้อมูลยาแสดงดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 หน้าต่างการแก้ไขและเพิ่มข้อมูลยา

#### 3.4.1.5 หน้าต่าง Landing สำหรับครูประจำชั้น

หน้าต่าง Landing แสดงให้เห็นรายละเอียดของ Webpage ประกอบไปด้วย Navigation bar เป็นแถบเมนูให้ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการไปที่หน้าใดและมีปุ่มสำหรับลงทะเบียนแสดงดังรูปที่ 3.42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 3.42 หน้าต่าง Landing สำหรับครูประจำชั้น  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

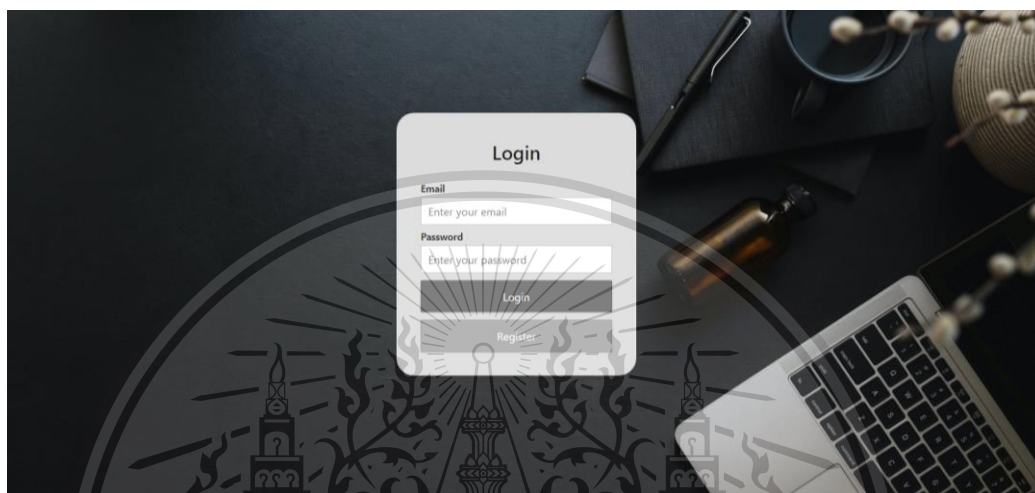
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.1.6 หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับครูประจำชั้น

หน้าต่างเข้าสู่ระบบสำหรับครูประจำชั้นผ่านระบบ Authentication แสดงดังรูปที่

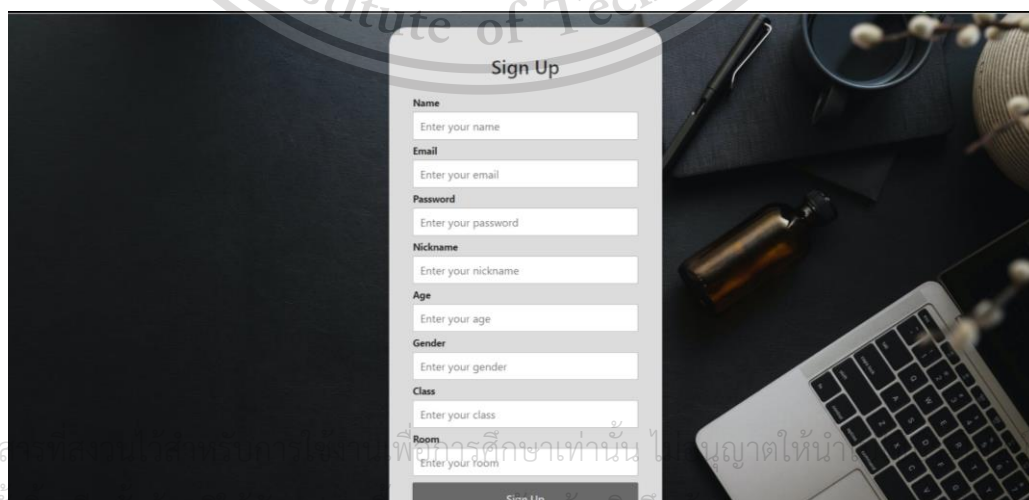
3.43 ในการเข้าสู่ระบบจะใช้ Email และ Password ที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ในฐานข้อมูล และถ้าผู้ใช้งานไม่ได้ลงทะเบียนสามารถคลิกที่ปุ่ม “Register” เพื่อลงทะเบียนได้



รูปที่ 3.43 หน้าต่างเข้าสู่ระบบผู้ใช้งานสำหรับครูประจำชั้น

### 3.4.1.7 หน้าต่างลงทะเบียนสำหรับครูประจำชั้น

หน้าต่างลงทะเบียนสำหรับครูประจำชั้น แสดงดังรูปที่ 3.44 จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานลงทะเบียนผ่านระบบ Authentication ข้อมูลซึ่งจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลประกอบไปด้วย Name, Email, Password, Student Nickname, Age, Gender, Class และ Room เมื่อทำการลงทะเบียนสำเร็จจะเข้าสู่หน้าต่างเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.44 หน้าต่างลงทะเบียนผู้ใช้งานสำหรับครูประจำชั้น

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.1.8 หน้าต่างหลักสำหรับครูประจำชั้น

เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จจะเข้าสู่หน้าต่างหลัก แสดงดังรูปที่ 3.45 ประกอบไปด้วยส่วนแสดงผลวิดีโอแบบเวลาจริง, ส่วนแสดงผลข้อมูลผู้ใช้, ส่วนแสดงผลข้อมูลนักเรียน ส่วนแสดงผลข้อมูลยาและส่วนแสดงผลข้อมูลสถานะของระบบวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.45 หน้าต่างหลักผู้ใช้งานของครูประจำชั้น

เมื่อคลิกในส่วนข้อมูลนักเรียนจะแสดงผลข้อมูลของนักเรียนทุกคนที่ผู้ปกครองได้ทำการลงทะเบียนไว้ และมีปุ่มสำหรับครูประจำชั้นแก้ไขข้อมูลได้แสดงดังรูปที่ 3.46 เมื่อทำการกดปุ่มจะแสดงผลข้อมูลเพื่อแก้ไขดังรูปที่ 3.47 เมื่อคลิกในส่วนแสดงผลข้อมูลสถานะจะประกอบไปด้วยส่วนแสดงผลข้อมูลอุณหภูมินักเรียนและส่วนแสดงผลเวลาในการฆ่าเชื้อแสดงดังรูปที่ 3.48 และส่วนแสดงผลข้อมูลยาประกอบไปด้วยข้อมูลยาที่เด็กแต่ละคนต้องรับประทานแสดงดังรูปที่ 3.49

Student's Information											
Student Name	Student Nickname	Age	Gender	Room	Parent Name	Telephone Number	Address	Hospital	Student Image	Parent Image	Actions
Akin Maneechai	Akin	4	Male	1	Chotika Wongwilas	0851828766	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Aline Arayasakul	Aline	4	Female	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Arran Arayasakul	Arran	4	Male	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Akkaranan Wongrotchareondej	Racing	4	Male	1	Naprapa Juntakoon	0877500156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ในเชิงพาณิชย์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.46 หน้าต่างแสดงผลข้อมูลนักเรียนทั้งหมด

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

**Update Information**

Student ID: 60010448

Student Name: thawatjai buasuk

Student Email: 2@gmail.com

Student Nickname: bomb

Age: 4

gender: male

room: 1

paramname: Niracha

telephone: 0851828766

address: kanchanahtunt

รูปที่ 3.47 หน้าต่างแสดงผลข้อมูลนักเรียนเพื่อแก้ไขข้อมูล

**Status's Information**

room ID: 1

Mode: On

Mode:

1. On
2. Off
3. Auto (07:00 AM- 07:30 AM)
4. Auto (12:00 PM- 12:30 PM)
5. Auto (17:00 PM- 17:30 PM)
6. Auto All

Mode	Date
2	2021-03-10 00:18:09
1	2021-03-28 00:13:53
1	2021-03-28 00:14:12

**Student Temperature**

Student	Temperature	Date
1	36.25	2021-03-28 12:49:07
2	36.25	2021-03-28 12:49:10
3	36.70	2021-03-28 12:49:55
4	36.50	2021-03-28 12:50:17
5	36.80	2021-03-28 12:50:43
6	36.50	2021-03-28 12:50:55
7	37.00	2021-03-28 12:51:11
8	37.50	2021-03-28 12:51:35
9	36.70	2021-03-28 12:51:45
10	36.80	2021-03-28 12:52:00

รูปที่ 3.48 หน้าแสดงผลสถานะ

**Medicines Information**

Student ID	Time	Medicines	Dosage
1	12:00:00	Paracetamol	1 tablets <input type="button" value="Delete"/>
1	12:00:00	Sore throat medicine	1 tablets <input type="button" value="Delete"/>
2	12:40:00	Antiseptic	1 tablets <input type="button" value="Delete"/>

< 1 >

เอกสารนี้เป็นเอกสาร

ผู้จัดทำเห็น ด้ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.49 หน้าแสดงผลข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.2 การออกแบบการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

สำหรับผู้ปกครองที่ยังไม่ได้ทำการลงทะเบียน จะต้องเปิดหน้า Webpage เพื่อทำการลงทะเบียนให้เรียบร้อยก่อนโดยจะต้องลงทะเบียนด้วย E-mail และ Password ที่เป็นตัวเลข 4 ตัวขึ้นไป แต่หากเป็นผู้ใช้งานที่เคยทำการลงทะเบียนแล้วสามารถลงชื่อเข้าใช้ได้เลย ซึ่งเมื่อลงชื่อเข้าใช้แล้ว Webpage จะแสดงหน้าหลักผู้ใช้งาน ประกอบไปด้วยส่วนแสดงผลวิดีโอ, ส่วนแสดงผลข้อมูลนักเรียน และส่วนแสดงผลข้อมูลยา นอกจากนี้จะมีปุ่มให้กดสำหรับเพิ่มข้อมูลยาที่ต้องรับประทานของนักเรียน โดยแผนผังการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับผู้ปกครองแสดงดังรูปที่ 3.50

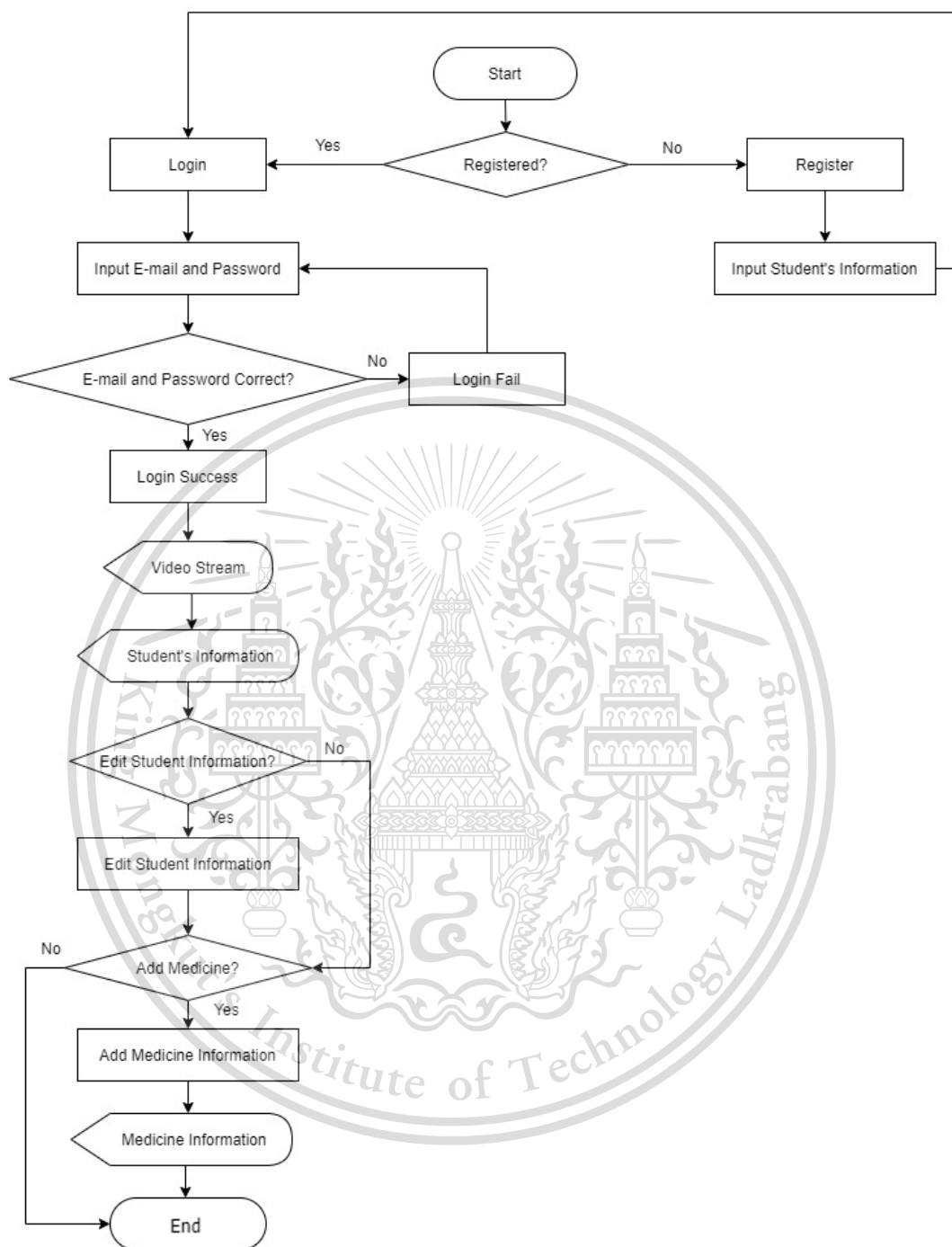
สำหรับครูประจำชั้นที่ไม่เคยทำการลงทะเบียนจะต้องทำการลงทะเบียนด้วย E-mail และ Password ที่เป็นตัวเลข 4 ตัวขึ้นไป แต่ถ้าหากเป็นผู้ใช้งานที่เคยทำการลงทะเบียนแล้ว สามารถลงชื่อเข้าใช้ได้เลย ซึ่งเมื่อลงชื่อเข้าใช้แล้ว Webpage จะแสดงหน้าหลักผู้ใช้งาน ประกอบไปด้วยส่วนแสดงผลวิดีโอ, ส่วนแสดงผลข้อมูลผู้ใช้, ส่วนแสดงผลข้อมูลนักเรียน และส่วนแสดงผลข้อมูลสถานะ โดยแผนผังการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับครูประจำชั้น แสดงดังรูปที่ 3.51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

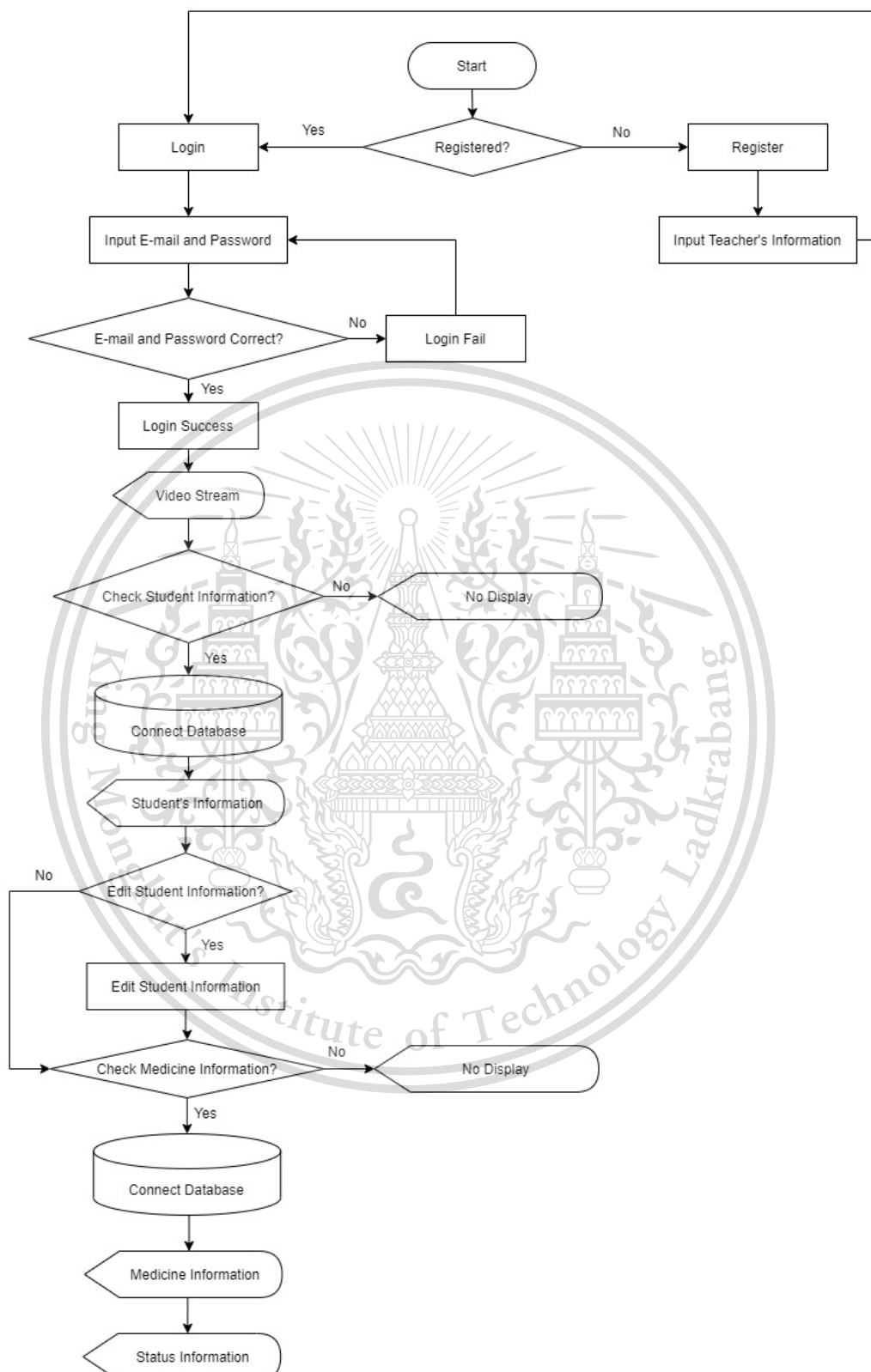


รูปที่ 3.50 แผนผังการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับผู้ปกครอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามแก้ไขข้อมูลเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.51 แผนผังการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับครูประจำชั้น

### 3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในปฏิญานิพนธ์นี้มีอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง ดังนี้

#### 3.5.1 Raspberry Pi Model 3B+

ในปฏิญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ คือ Raspberry Pi 3 model B เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก สามารถต่อจอมอนิเตอร์ผ่านสาย HDMI ใช้ระบบปฏิบัติการ Raspbian ในการติดตั้งให้กับ Micro SD Card และ Raspberry Pi 3 model B ใช้สำหรับประมวลผลวิดีโอและการตรวจจ็บระยะห่างระหว่างบุคคล

#### 3.5.2 Wemos D1 Mini

ในปฏิญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ Wemos D1 Mini เป็นบอร์ดพัฒนา ESP8266 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้โดยตรง สามารถใช้เฟิร์มแวร์ในการเขียนโปรแกรมสั่งงาน หรือใช้โปรแกรม Arduino IDE ก็ได้ โดย Wemos D1 Mini จะทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลสำหรับระบบตรวจวัดอุณหภูมิเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในปฏิญานิพนธ์

#### 3.5.2 Wemos D1

ในปฏิญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ ESP-12E Wemos D1 มีลักษณะเหมือนกับบอร์ด Arduino Uno R3 เพิ่มส่วนของ USB Serial ใช้ชิป CH340G สำหรับติดต่อแบบ Type B micro USB และสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้โดยตรง สามารถใช้เฟิร์มแวร์ในการเขียนโปรแกรมสั่งงาน หรือใช้โปรแกรม Arduino IDE ก็ได้ โดย Wemos D1 จะทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลสำหรับควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟ UVC สำหรับระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

#### 3.5.3 Module Infrared Proximity Sensor E18-D80NK

ปฏิญานิพนธ์นี้เลือกใช้เซนเซอร์ตรวจจ็บวัตถุ Module Infrared Proximity Sensor E18-D80NK ดังแสดงในรูปที่ 3.52 [77] เซนเซอร์ใช้หลักการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรด ส่งสัญญาณออก และรับสัญญาณที่สะท้อนกลับ สามารถวัดระยะได้ในช่วง 3-80 ซม. มุมในการวัด +/- 15 องศา สามารถกำหนดระยะในการทำงานได้โดยปรับค่าที่ Potentiometer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.52 Infrared Proximity Sensor E18-D80NK

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5.4 GY-906 MLX90614 Module

ส่วนของการตรวจวัดอุณหภูมิในปริญยานิพนธ์นี้เลือกใช้ GY-906 MLX90614 Module ซึ่งเป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบไร้การสัมผัส แสดงดังรูปที่ 3.53 [78] มีความแม่นยำสูงในทางการแพทย์ มีความละเอียดสูงถึง 0.02 องศาเซลเซียส โดยใช้หลักการแปลงแสงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากตัววัตถุซึ่งจะมีสีแตกต่างกัน ให้เป็นค่าอุณหภูมิ โดยใช้ชิป MLX90614ESF สามารถวัดอุณหภูมิวัตถุได้ตั้งแต่ -70 ถึง 380 องศาเซลเซียส และสามารถวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมได้ตั้งแต่ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.53 GY-906 MLX90614 Module

### 3.5.5 TM 1637 7-Segment 4-Digit Display Module

สำหรับส่วนของการแสดงผลอุณหภูมิ ปริญยานิพนธ์นี้เลือกใช้ TM 1637 7-Segment 4-Digit Display Module แสดงดังรูปที่ 3.54 [79] เป็นโมดูลสำหรับแสดงผลตัวเลข 4 หลัก แบบมีเครื่องหมาย ':' คั่น โดยมี IC เบอร์ TM1637 เป็นตัวควบคุมการทำงาน เหมาะสำหรับงานที่มีการแสดงผลด้วยตัวเลขหรือนาฬิกา ใช้งานง่ายและสามารถควบคุมการแสดงผลแต่ละหลักได้อิสระต่อกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.54 TM 1637 7-Segment 4-Digit Display Module ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5.6 Passive Buzzer 12MM 3.0 Vo-p

ในปฏิญยานิพนธ์นี้ผู้จัดทำเลือกใช้ Passive Buzzer 12MM 3.0 Vo-p แสดงดังรูปที่ 3.55 [80] โดยคุณสมบัติของ Passive Buzzer 12MM 3.0 Vo-p มีดังนี้

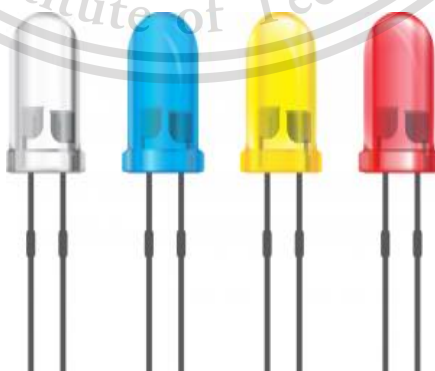
- แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน: DC 2-5 Volts
- ใช้กระแสสูงสุด: 70 mA
- ความดังต่ำสุด: 85 dB



รูปที่ 3.55 Passive Buzzer

### 3.5.7 หลอดไฟ LED

หลอดไฟ LED แสดงดังรูปที่ 3.56 [81] เป็น สารกึ่งตัวนำไฟฟ้าที่จัดอยู่ในจำพวกไดโอด เมื่อได้รับการไบอัสจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแล้วปล่อยแสงสว่างออกมาได้ทันที ทั้งนี้หลอด LED ที่นิยมใช้งาน จะเป็นหลอดไฟขนาดเล็กหลากสีเช่น สีแดง สีน้ำเงิน เป็นต้น [82] โดยในปฏิญยานิพนธ์นี้เลือกใช้สีแดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูปที่ 3.56 หลอดไฟ LED มอนูญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

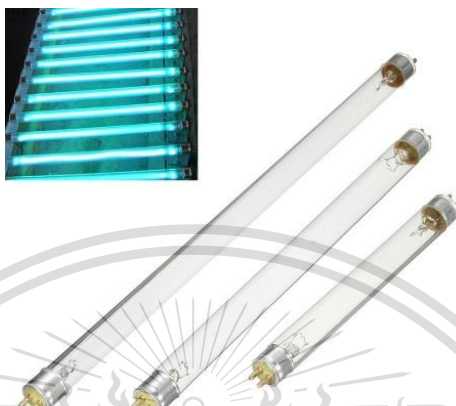
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5.8 หลอด UVC

หลอด UVC แสดงดังรูปที่ 3.57 [83] ใช้สำหรับส่วนการฆ่าเชื้อ โดยปริมาณงานที่เลือกใช้ หลอดขนาด 30 W จำนวน 2 หลอด



รูปที่ 3.57 หลอด UVC

### 3.5.9 Logitech HD Webcam C310

กล้องเว็บแคมที่ผู้จัดทำเลือกใช้งานคือ Logitech HD Webcam C310 เป็นกล้อง Webcam แสดงดังรูปที่ 3.58 [84] มีความละเอียด HD 720p และมีความสามารถในการบันทึกภาพที่คมชัด เป็นเลนส์มุมกว้างและมีการโฟกัสแบบอัตโนมัติ มีไมโครโฟนในตัวและสามารถลดเสียงรบกวน ทำให้ได้เสียงที่ชัดเจน



รูปที่ 3.58 Logitech HD Webcam C310

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5.10 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) แสดงดังรูปที่ 3.59 เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก [85] คือ

1. ส่วนของขดลวด (Coil) ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระทั่งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิด และรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทั่งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย จุดต่อ NC หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปจะต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์ที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา จุดต่อ NO หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปจะต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด จุดต่อ C คือ จุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ [86]



รูปที่ 3.59 Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5.11 Ballast

Ballast [87] แสดงดังรูปที่ 3.60 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้หลอดไฟประเภทฟลูออเรสเซนต์ ประเภทหลอดคายประจุความดันสูง โดยมีหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในขั้วหลอดให้มีค่าเหมาะสมสม่ำเสมอตามแต่ละประเภท สามารถลดความสูญเสียพลังงาน ทำให้หลอดไฟมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น [88]



รูปที่ 3.60 Ballast

### 3.5.12 Aluminium Profile

Aluminium Profile [89] แสดงดังรูปที่ 3.61 คืออลูมิเนียมขึ้นรูปมีลักษณะเป็นเส้นยาว มีหน้าตัดที่แตกต่างกันตามรูปแบบของการใช้งานที่หลากหลาย มีน้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม รองรับน้ำหนักได้สูง นิยมนำมาใช้ในงานทำเป็นโครงสร้างประกอบสำเร็จรูป โดยจะมีร่องยาวตามแนวที่ใช้สำหรับประกอบและถูกยึดจุดเชื่อมต่อด้วย T-Nut หรือ สกรู [90]



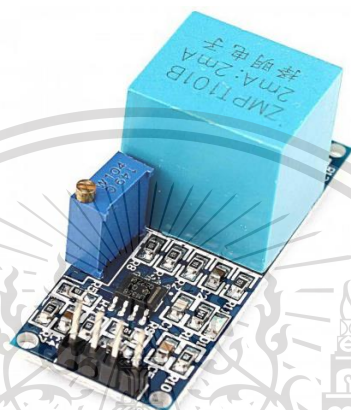
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูปที่ 3.61 Aluminium Profile

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5.13 ZMPT101B

ZMPT101B [91] แสดงดังรูปที่ 3.62 คืออุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้า สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับ AC สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 250 โวลต์ สามารถนำไปต่อเข้ากับขา ADC ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ Vref +5V ได้ทันทีเช่น Arduino Uno, Mega, Leonardo มีวงจรรขยาย สัญญาณ สามารถปรับขนาดแอมพลิจูดของสัญญาณเอาต์พุตได้ จากการปรับค่าตัวต้านทานบนบอร์ด



รูปที่ 3.62 ZMPT101B

## 3.6 การจัดเก็บผลการทดลอง

### 3.6.1 ระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

#### 3.6.1.1 ทดสอบการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

การทดสอบการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษาซี ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้ทำการอ่านค่าเวลาจากฐานข้อมูล จากนั้นทำการวัดค่า สัญญาณเอาต์พุตของอุปกรณ์และสังเกตผลผ่าน Oscilloscope

### 3.6.2 ระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

#### 3.6.2.1 ทดสอบ GY-906 MLX90614 Module

ทดสอบการตรวจวัดอุณหภูมิด้วย GY-906 MLX90614 Module โดยการ เขียนโปรแกรมภาษาซีสั่งการอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 Mini ให้ทำการอ่านค่า อุณหภูมิที่ได้จากวัตถุที่ตรวจพบ จากนั้นทำการสังเกตผลจาก Serial Monitor ในโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.6.2.2 ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่าง GY-906 MLX90614 Module กับ Wemos D1 Mini

ทดสอบการตรวจวัดอุณหภูมิด้วย GY-906 MLX90614 Module โดยการเขียนโปรแกรมภาษาซีสั่งการอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 Mini ให้ทำการอ่านค่าอุณหภูมิที่ได้จากวัตถุที่ตรวจพบ จากนั้นทำการวัดสัญญาณที่สื่อสารกันระหว่างเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์และสังเกตผลผ่าน Oscilloscope

### 3.6.2.3 ทดสอบการทำงานของระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

ทดสอบด้วยการเขียนโปรแกรมภาษาซีสั่งการอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 Mini ทำการกำหนดเงื่อนไขหากพบบุคคลระบบจะทำการแสดงผลอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (GY-906 MLX90614) ผ่านทางส่วนแสดงผล (TM 1637 7-Segment 4-Digit Display Module) และ Buzzer จะส่งเสียงที่มีความถี่ 1 kHz และมีแรงดันตกคร่อม LED ประมาณ 3 โวลต์ และถ้าหากตรวจพบอุณหภูมิที่สูงกว่า 37.5 องศาเซลเซียส Buzzer จะส่งเสียงที่มีความถี่ 1 kHz เป็นระยะเวลา 5 วินาที แต่ถ้าหากตรวจไม่พบบุคคลระบบจะยังไม่แสดงผล Buzzer และ LED จะยังไม่ทำงาน

### 3.6.2.4 ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิกับฐานข้อมูล

ทดสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิกับฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Wireshark เพื่อตรวจสอบการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบเซนเซอร์กับฐานข้อมูล

## 3.6.3 ระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

### 3.6.3.1 ทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมในการตรวจจับนักเรียน

ทดสอบการตัดสินใจของอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการตัดสินใจของอัลกอริธึมการตรวจจับนักเรียน

### 3.6.3.2 ทดสอบการตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

การทดสอบนี้ทำเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของโปรแกรมในการตรวจจับระยะห่างระหว่างบุคคลว่าตรงตามระยะทางที่ได้ตั้งไว้จริงหรือไม่ โดยใช้หลักการแปลงทัศนมิติให้อยู่ในมุมมองของนก จากนั้นคำนวณระยะห่างระหว่างบุคคลโดยใช้โปรแกรมเปรียบเทียบกับการวัดระยะจริง

### 3.6.3.3 ทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

ทดสอบด้วยการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอน สั่งการอุปกรณ์ ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็น Raspberry Pi Model 3B+ ทำการกำหนดเงื่อนไขหากตรวจพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด บุคคล Buzzer จะให้สัญญาณเสียงความถี่ 1 kHz ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.6.3.4 ทดสอบการสตรีมวิดีโอจากกล้องเว็บแคมไปแสดงผลที่เว็บเบราว์เซอร์ผ่าน Raspberry Pi

การทดสอบนี้ทำเพื่อทดสอบการสตรีมวิดีโอจากกล้องเว็บแคมไปแสดงผลที่เว็บเบราว์เซอร์เพื่อให้ผู้ปกครองสามารถตรวจสอบการทำกิจกรรมระหว่างวันของบุตรหลานได้

3.6.3.5 ทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ Motion กับ OpenCV ร่วมกับ Flask ในการสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์ผ่าน Raspberry Pi

การทดสอบนี้ทำเพื่อทดสอบการใช้งาน OpenCV ร่วมกับ Flask เปรียบเทียบกับการใช้ OpenCV ร่วมกับ Motion โดยการใช้งาน OpenCV ร่วมกับ Flask สามารถปรับค่าเฟรมเรทให้มีค่าสูงขึ้นเพื่อจะทำให้ภาพวิดีโอมีคุณภาพที่ดีขึ้น

#### 3.6.4 ระบบฐานข้อมูลและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

ทดสอบการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ และการแสดงผลข้อมูล โดยดึงข้อมูลในฐานข้อมูลไปแสดงผลในส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ และสามารถอัปเดตข้อมูลบนฐานข้อมูลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ได้

#### 3.6.5 ทดสอบการทำงานของระบบรวม

ทำการทดสอบระบบโดยรวมได้แก่ ส่วนระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, ส่วนระบบตรวจจับการรักรักระยะห่างระหว่างบุคคล และส่วนระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC รวมทั้งการทำงานของระบบฐานข้อมูลและการทำงานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 4

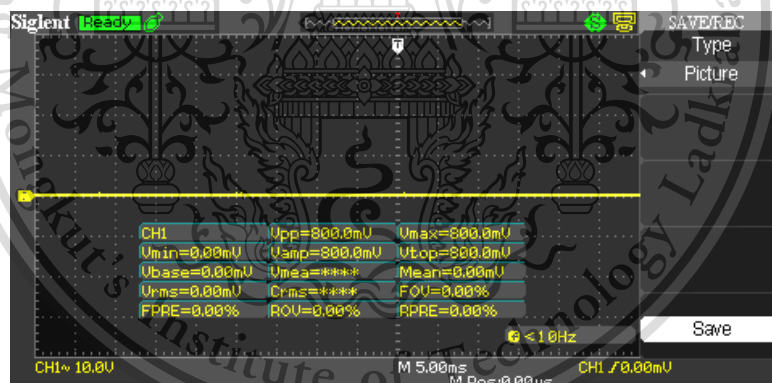
### ผลการทดลอง

สำหรับการทดสอบการทำงานของระบบดูแลคุณภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีใหม่ ได้ทำการจัดเก็บผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

#### 4.1 ระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

##### 4.1.1 การทดสอบการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

ในการทดสอบการทำงานของระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC จะทดสอบโดยใช้วงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC ที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งจะทำให้การทดสอบการทำงานของวงจรเป็น 2 กรณีดังนี้ คือ กรณีหลอด UVC ไม่ทำงาน สัญญาณเอาต์พุตของเซนเซอร์ ZMPT101B แสดงดังรูปที่ 4.1 จะมีค่าเป็นศูนย์ ส่วนในกรณีหลอด UVC ทำงาน สัญญาณเอาต์พุตของเซนเซอร์ ZMPT101B แสดงดังรูปที่ 4.2 กรณีนี้ Relay Module ทำงานทำให้สัญญาณเอาต์พุตของ ZMPT101B จะมีแรงดันตกคร่อมที่หลอดไฟ UVC ประมาณ 220 โวลต์

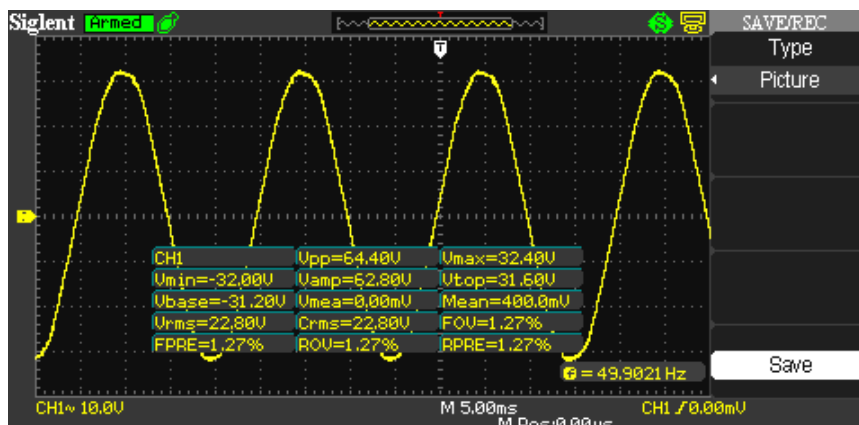


รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ได้ของวงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC กรณีหลอด UVC ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ได้ของวงจรฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC กรณีหลอด UVC ทำงาน

## 4.2 ระบบตรวจวัดอุณหภูมิ

### 4.2.1 การทดสอบ GY-906 MLX90614 Module

ในส่วนนี้จะเป็นการตรวจสอบความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิร่างกายด้วย GY-906 MLX90614 Module เทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ โดยการทดสอบนั้นจะทำการวัดอุณหภูมิร่างกายผู้ทดสอบจำนวน 10 คน จำนวน 10 ครั้งต่อคน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าค่าอุณหภูมิร่างกายที่ GY-906 MLX90614 Module วัดได้นั้นเป็นการวัดอุณหภูมิในระดับผิวซึ่งจะไม่ตรงกับค่าอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 36.5-37.5 องศาเซลเซียส โดยค่าที่ได้จากการวัดอุณหภูมิร่างกายของผู้ทดสอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ในเวลาเดียวกันแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลอุณหภูมิร่างกายที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module

ผู้ทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	ค่าเฉลี่ย (°C)
1	30.15	30.69	30.21	30.23	30.01	30.01	30.21	30.21	30.37	30.17	30.23
2	30.51	30.21	30.13	30.47	30.33	30.41	30.45	30.55	30.73	30.64	30.34
3	30.51	30.61	30.54	30.51	30.45	30.55	30.43	30.43	30.27	30.31	30.46
4	30.49	30.25	30.51	30.23	30.41	30.17	30.55	30.61	30.45	30.48	30.32
5	30.57	30.35	30.51	30.42	30.44	30.55	30.23	30.37	30.41	30.35	30.42
6	30.55	30.51	30.21	30.31	30.07	30.13	30.43	30.41	30.25	30.09	30.30
7	30.35	30.45	30.29	30.13	30.07	30.29	30.03	30.08	30.13	30.19	30.20
8	30.19	30.11	30.32	30.23	30.27	30.38	30.41	30.45	30.43	30.46	30.32
9	30.45	30.54	30.63	30.49	30.29	30.57	30.48	30.61	30.58	30.49	30.41
10	30.25	30.32	30.15	30.23	30.27	30.34	30.47	30.41	30.47	30.29	30.32

ตารางที่ 4.2 ผลอุณหภูมิร่างกายที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์

ผู้ทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	ค่าเฉลี่ย (°C)
1	37.30	37.30	37.40	37.60	37.20	37.40	37.40	37.50	37.40	37.40	37.39
2	37.20	37.30	37.30	37.40	37.30	37.30	37.50	37.40	37.50	37.40	37.36
3	37.40	37.50	37.40	37.50	37.40	37.40	37.30	37.40	37.30	37.30	37.39
4	37.10	37.50	37.40	37.20	37.30	37.30	37.40	37.40	37.20	37.30	37.31
5	37.20	37.30	37.40	37.20	37.60	37.30	37.40	37.20	37.20	37.40	37.32
6	37.30	37.40	37.20	37.30	37.10	37.40	37.40	37.20	37.30	37.20	37.28
7	37.10	37.20	37.10	37.30	37.40	37.20	37.10	37.10	37.40	37.50	37.24
8	37.50	37.40	37.50	37.30	37.30	37.40	37.30	37.30	37.40	37.50	37.39
9	37.50	37.40	37.40	37.40	37.30	37.20	37.30	37.30	37.40	37.20	37.34
10	37.60	37.40	37.50	37.50	37.40	37.30	37.30	37.40	37.40	37.30	37.41

จากการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิร่างกายที่วัดได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิและเทอร์โมมิเตอร์มีค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของผู้ทดสอบแต่ละคนดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยผลต่างโดยรวมเท่ากับ 7.51 องศาเซลเซียส ค่านี้จะถูกนำไปปรับการอ่านค่าจากค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์เพื่อให้ใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิร่างกายในความเป็นจริงโดยใช้สมการที่ (4.1) ซึ่งหลักการนี้ได้ทำการทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ซึ่งผลการทดสอบค่าอุณหภูมิที่ได้หลังการปรับค่าจากเซนเซอร์เทียบกับค่าที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์แสดงดังตารางที่ 4.4 จะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

$$\text{Temperature}_{\text{sensorNew}} = \text{Temperature}_{\text{sensor}} + 7.51 \quad (4.1)$$

โดยที่  $\text{Temperature}_{\text{sensorNew}}$  คือ อุณหภูมิที่อ่านได้จากเซนเซอร์หลังจากเพิ่มค่าเฉลี่ย ในหน่วย องศาเซลเซียส

$\text{Temperature}_{\text{sensor}}$  คือ อุณหภูมิที่อ่านได้จากเซนเซอร์ ในหน่วย องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.3 ผลต่างของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของผู้ทดสอบแต่ละคนที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์อุณหภูมิและเทอร์โมมิเตอร์

คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	ค่าเฉลี่ย (°C)
7.16	7.02	7.93	7.99	7.90	7.98	7.04	7.07	7.93	7.09	7.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตาม

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิร่างกายที่ได้หลังจากการปรับค่าจากเซนเซอร์กับค่าที่ได้จากเทอร์โมมิเตอร์

คนที่	ค่าอุณหภูมิที่ปรับค่าแล้วจากเซนเซอร์ (°C)	ค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ (°C)	ผลต่าง (°C)
1	36.56	37.10	0.54
2	36.86	36.80	0.06
3	37.36	36.50	0.86
4	37.32	37.20	0.12
5	37.26	36.70	0.56
6	36.56	37.10	0.54
7	37.40	36.80	0.60
8	37.52	36.90	0.62
9	36.32	37.20	0.20
10	37.10	37.30	0.20
11	37.22	36.80	0.42
12	36.35	37.20	0.85
13	36.46	37.00	0.54
14	37.38	36.90	0.48
15	36.96	37.20	0.24
16	36.86	37.40	0.54
17	37.12	37.20	0.08
18	36.76	36.80	0.04
19	36.84	37.20	0.36
20	37.36	37.20	0.16

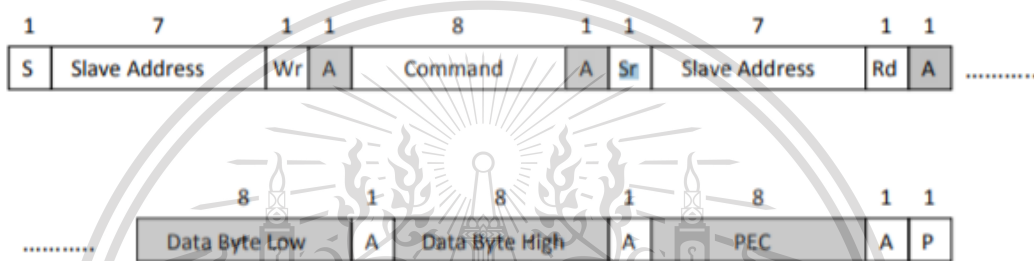
#### 4.2.2 การทดสอบการเชื่อมต่อระหว่าง GY-906 MLX90614 Module กับ Wemos D1 Mini

ศึกษาการทำงานของเซนเซอร์ โดยการเชื่อมต่อเซนเซอร์กับ Wemos D1 Mini ซึ่งพบว่า การส่งข้อมูลของ GY-906 MLX90614 Module นั้นจะส่งข้อมูลออกมาทั้งหมด 57 บิตแสดงดังรูปที่ 4.3 ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้รับจาก GY-906 MLX90614 Module แบ่งออกเป็น 3 ช่วงดังรูปที่ 4.4-4.6 ตามลำดับ โดยการอ่านอุณหภูมิสภาพแวดล้อมจะเริ่มเมื่อสัญญาณข้อมูลมีสถานะเป็น 1 และสัญญาณนาฬิกามีสถานะเป็น 0 จากนั้นจะส่งต่อดัวยบิตที่อยู่ 7 บิต บิต Read/Write 1 บิต โดยการ

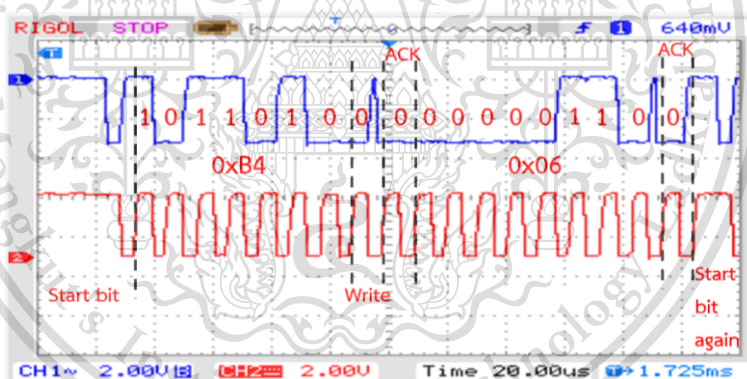
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Read จะแสดงด้วยสถานะ 1 และการ Write จะแสดงด้วยสถานะ 0 จากนั้นจะส่ง บิต ACK/NACK 1 บิต โดย ACK จะแสดงด้วยสถานะ 0 และ NACK จะแสดงด้วยสถานะ 1 จากนั้นทำการส่งบิตคำสั่ง 8 บิตด้วยคำสั่ง 0x06 ตามด้วยบิต ACK/NACK 1 บิต จากนั้นจะทำการส่ง Start bit อีก 1 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.4 หลังจากนั้นจะส่งบิตที่อยู่ 7 บิต บิต Read/Write 1 บิต บิต ACK/NACK 1 บิต หลังจากนั้นจะเริ่มส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิ โดยเริ่มจากข้อมูล Data Byte Low 8 บิต บิต ACK/NACK 1 บิต แสดงดังรูปที่ 4.5 ข้อมูล Data Byte High 8 บิต บิต ACK/NACK 1 บิต ข้อมูล Packet-Error Checking 8 บิต ตามด้วยบิต NACK 1 บิต และปิดท้ายด้วยบิตสิ้นสุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.3 บิตข้อมูลที่ส่งจาก GY-906 MLX90614 Module



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module

กรณีอุณหภูมิแวดล้อมช่วงที่ 1

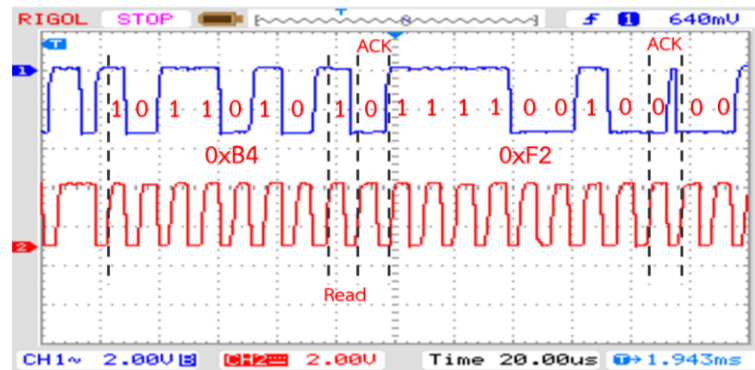
CH1 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D2 ของ Wemos D1 Mini

CH2 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D1 ของ Wemos D1 Mini

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

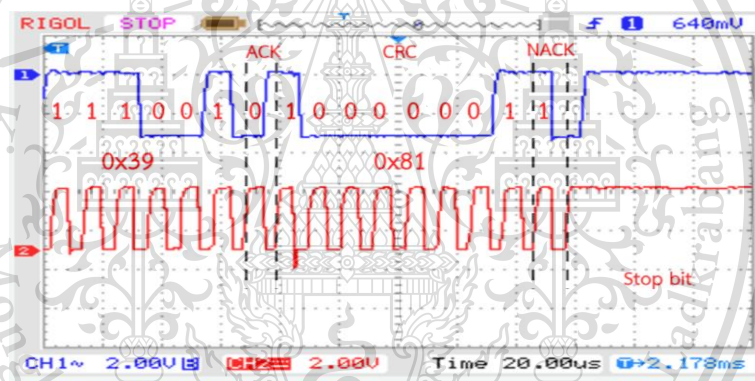
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module  
กรณีอุณหภูมิแวดล้อมช่วงที่ 2

CH1 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D2 ของ Wemos D1 Mini

CH2 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D1 ของ Wemos D1 Mini



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module  
กรณีอุณหภูมิแวดล้อมช่วงที่ 3

CH1 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D2 ของ Wemos D1 Mini

CH2 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D1 ของ Wemos D1 Mini

ในการคำนวณหาค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมนั้นทำได้โดยการนำข้อมูล Data Byte Low 8 บิต และ ข้อมูล Data Byte High 8 บิตมาคำนวณ จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 สามารถอ่านค่าข้อมูลได้เป็น 0x39F2 ซึ่งเป็นเลขฐาน 16 เมื่อทำการเปลี่ยนให้อยู่ในเลขฐาน 10 จะได้ค่าเท่ากับ 14834 จากนั้นนำมาหารด้วย 50 จะได้เท่ากับ 296.68 ในหน่วยเคลวิน จากนั้นทำการเปลี่ยนให้อยู่ในหน่วยองศาเซลเซียส จะได้ค่าเท่ากับ 23.53 องศาเซลเซียส ดังค่าอุณหภูมิที่แสดงออกมาทาง Serial monitor ดังเอกสารนี้เป็นรูปที่ 4.7 ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

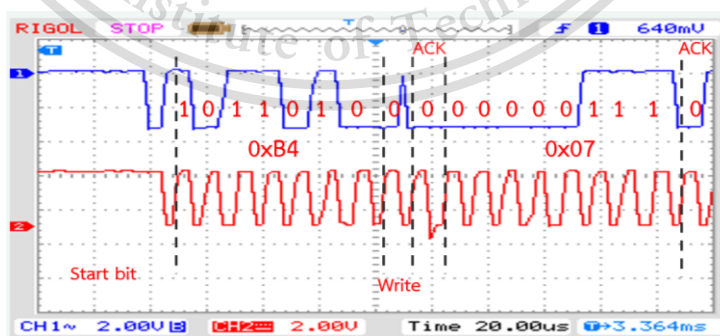
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

COM5	
Ambient = 23.59°C	Object = 24.33°C
Ambient = 23.51°C	Object = 24.33°C
Ambient = 23.51°C	Object = 24.33°C
Ambient = 23.51°C	Object = 24.33°C
Ambient = 23.51°C	Object = 24.33°C
Ambient = 23.53°C	Object = 24.33°C
Ambient = 23.53°C	Object = 24.11°C

รูปที่ 4.7 ค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่วัดได้แสดงผลทาง Serial monitor

ส่วนการอ่านอุณหภูมิวัดอุณหภูมิตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้รับจาก GY-906 MLX90614 Module แบ่งออกเป็น 3 ช่วงดังรูปที่ 4.8-4.10 ตามลำดับ เริ่มจากการส่งข้อมูลเมื่อสัญญาณข้อมูลมีสถานะเป็น 1 และสัญญาณนาฬิกาเป็นสถานะเป็น 0 จากนั้นจะส่งต่อด้วยบิตที่อยู่ 7 บิต บิต Read/Write 1 บิต โดยที่การ Read จะแสดงด้วยสถานะ 1 และการ Write จะแสดงด้วยสถานะ 0 จากนั้นจะส่ง บิต ACK/NACK 1 บิต โดยที่ถ้าเป็น ACK จะแสดงด้วยสถานะ 0 และถ้าเป็น NACK จะแสดงด้วยสถานะ 1 จากนั้นทำการส่งบิตคำสั่ง 8 บิตโดยคำสั่ง 0x07 ทำการส่งบิต ACK/NACK 1 บิต จากนั้นจะทำการส่ง Start bit อีก 1 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.8 หลังจากนั้นจะส่งบิตที่อยู่ 7 บิต บิต Read/Write 1 บิต บิต ACK/NACK 1 บิต หลังจากนั้นถึงจะเริ่มส่งข้อมูล โดยเริ่มจากข้อมูล Data Byte Low 8 บิต บิต ACK/NACK 1 บิต แสดงดังรูปที่ 4.9 ข้อมูล Data Byte High 8 บิต บิต ACK/NACK 1 บิต ข้อมูล Packet-Error Checking 8 บิต สุดท้ายจะเป็นการส่งบิต NACK 1 บิต และบิตสิ้นสุดข้อมูล แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่ได้รับจาก GY-906 MLX90614 Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

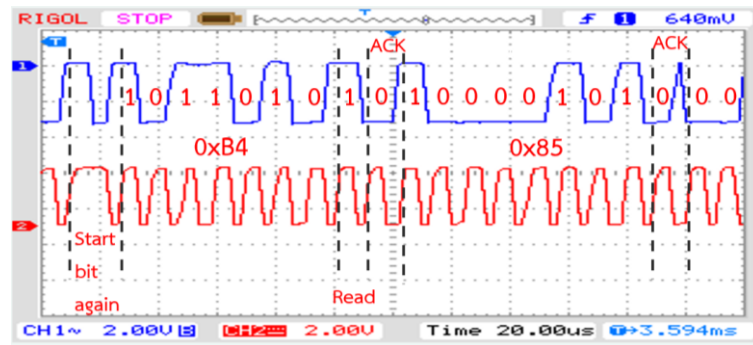
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CH1 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D2 ของ Wemos D1 Mini

CH2 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D1 ของ Wemos D1 Mini

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

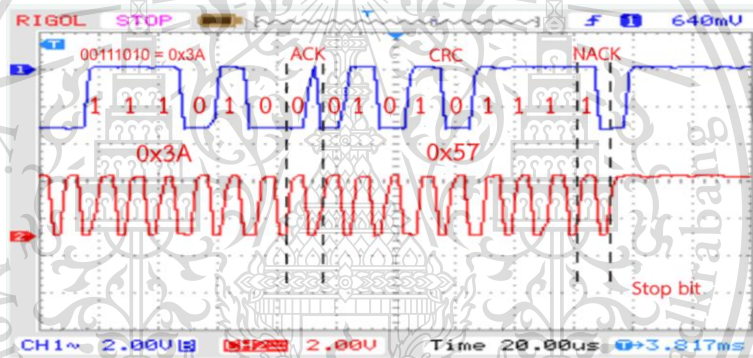
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module  
กรณีค่าอุณหภูมิวัดช่วงที่ 2

CH1 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D2 ของ Wemos D1 Mini

CH2 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D1 ของ Wemos D1 Mini



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างสัญญาณบิตข้อมูลที่วัดได้จาก GY-906 MLX90614 Module  
กรณีอุณหภูมิวัดช่วงที่ 3

CH1 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D2 ของ Wemos D1 Mini

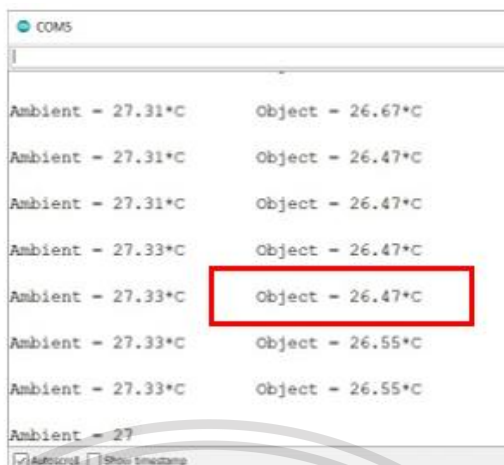
CH2 : สัญญาณที่วัดจาก Pin D1 ของ Wemos D1 Mini

ในการคำนวณค่าอุณหภูมิวัดนั้นทำได้โดยการนำข้อมูล Data Byte Low 8 บิต และข้อมูล Data Byte High 8 บิตมาคำนวณ จากรูปที่ 4.9 และ 4.10 สามารถอ่านค่าข้อมูลได้เป็น 0x3A85 ซึ่งเป็นเลขฐาน 16 เมื่อทำการเปลี่ยนให้อยู่ในเลขฐาน 10 จะได้ 14981 จากนั้นนำมารหารด้วย 50 จะได้เท่ากับ 299.62 ในหน่วยเคลวิน จากนั้นทำการเปลี่ยนให้อยู่ในหน่วยองศาเซลเซียส จะได้ค่าเท่ากับ 26.47 องศาเซลเซียสดังอุณหภูมิที่แสดงออกมาทาง Serial monitor ดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



Ambient	Object
27.31°C	26.67°C
27.31°C	26.47°C
27.31°C	26.47°C
27.33°C	26.47°C
27.33°C	26.47°C
27.33°C	26.55°C
27.33°C	26.55°C
27	

รูปที่ 4.11 ค่าอุณหภูมิ Object ที่วัดแสดงผลทาง Serial monitor

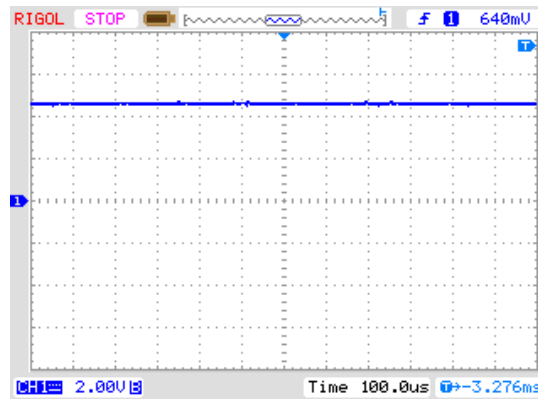
#### 4.2.3 การทดสอบการทำงานของระบบตรวจวัดอุณหภูมิ

ในการทดสอบการทำงานของระบบตรวจวัดอุณหภูมิจะทำการทดสอบโดยใช้วงจรตรวจวัดอุณหภูมิที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งจะทำให้การทดสอบการทำงานของวงจรเป็น 2 กรณีดังนี้ คือ กรณีตรวจไม่พบวัตถุ สัญญาณที่ได้ของระบบตรวจวัดอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 4.12 สัญญาณเอาต์พุตของ Infrared Proximity Sensor E18-D80NK จะมีสถานะ High ดังรูปที่ 4.12 (a) ซึ่งกรณีนี้ Buzzer และ LED จะยังไม่ทำงาน โดยสัญญาณเอาต์พุตของ Buzzer และ แรงดันตกคร่อม LED จะเท่ากับ 0 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 4.12 (b) และ 4.12 (c) ตามลำดับ ส่วนในกรณีตรวจพบวัตถุ สัญญาณที่ได้ของระบบตรวจวัดอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 4.13 กรณีนี้สัญญาณเอาต์พุตของ Infrared Proximity Sensor E18-D80NK จะมีสถานะ Low ดังรูปที่ 4.13 (a) โดย Buzzer จะส่งเสียงที่มีความถี่ 1 kHz ดังสัญญาณในรูปที่ 4.13 (b) และมีแรงดันตกคร่อม LED ประมาณ 2 โวลต์ ดังรูปที่ 4.13 (c)

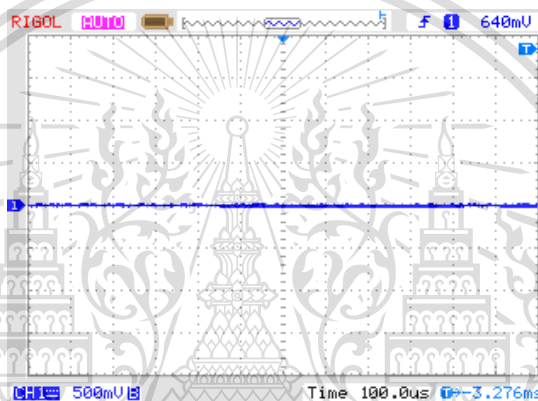
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

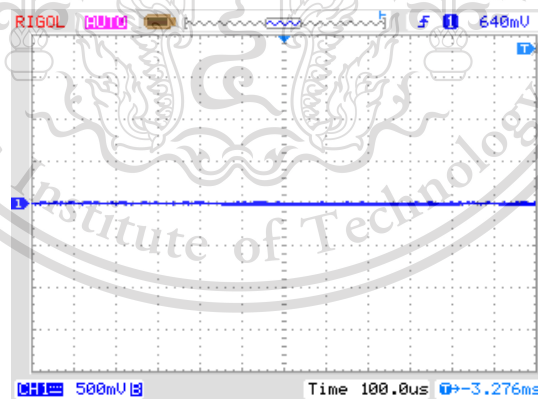
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 4.12 สัญญาณของระบบตรวจวัดอุณหภูมิ กรณีตรวจไม่พบวัตถุ

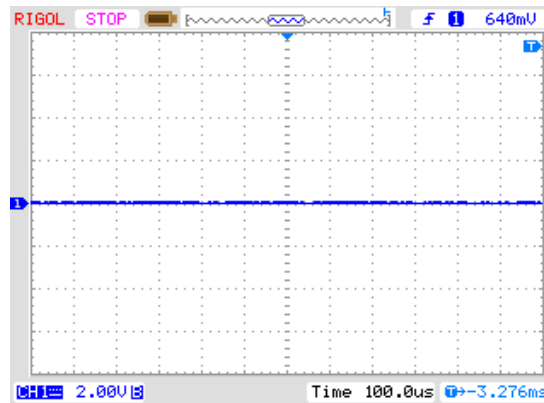
(a) สัญญาณเอาต์พุตของ Infrared Proximity Sensor E18-D80NK

(b) สัญญาณเอาต์พุตของ Buzzer (c) แรงดันตกคร่อม LED

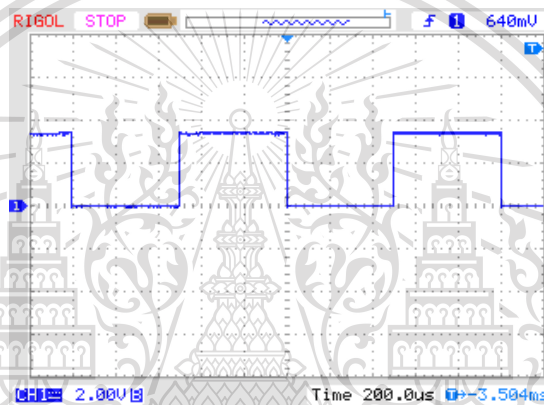
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

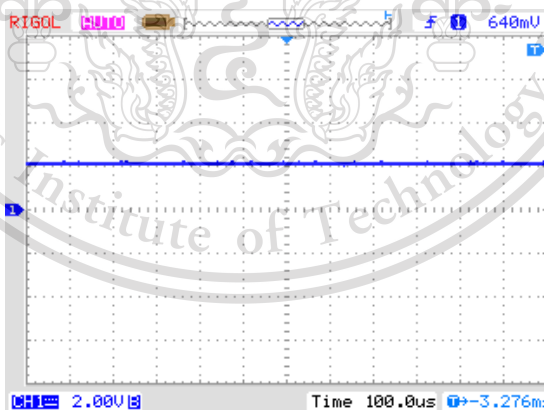
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 4.13 สัญญาณของระบบตรวจวัดอุณหภูมิ กรณีตรวจพบวัตถุ  
 (a) สัญญาณเอาต์พุตของ Infrared Proximity Sensor E18-D80NK  
 (b) สัญญาณเอาต์พุตของ Buzzer (c) แรงดันตกคร่อม LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.2.4 การทดสอบการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อทำการวัดค่าอุณหภูมิของเด็กนักเรียน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลและส่วนประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เพื่อจัดเก็บค่าอุณหภูมิของเด็กนักเรียนลงในฐานข้อมูล และแสดงผลทางส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เพื่อให้ผู้ปกครองสามารถดูข้อมูลของบุตรหลานได้ โดยการทดสอบการเชื่อมต่อจะใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สายเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลซึ่งมี IP Address คือ 192.168.109.114 โปรแกรมคำสั่งในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูลโดยใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย แสดงดังรูปที่ 4.14

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <TM1637Display.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <SPI.h>

#include <ESP8266HTTPClient.h>

#define CLK D4 // pins definitions for TM1637 and can be changed to other ports
#define DIO D3

const char *ssid = " ";
const char *password = " ";
char server[] = "192.168.109.114"; //eg: 192.168.0.222
```

รูปที่ 4.14 โปรแกรมคำสั่งในการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูลโดยใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย

หลังจากที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูลแล้วจะส่งข้อมูลอุณหภูมิที่อ่านได้จากเซนเซอร์ไปยังฐานข้อมูลที่เป็นตารางชื่อ temperature โปรแกรมคำสั่งในการจัดเก็บค่าอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

void Sending_To_phpmyadmindatabase()
{
  if (client.connect(server, 80)) {
    Serial.println("connected");
    // Make a HTTP request:
    Serial.print("GET /testcode/dht.php?temperature=");
    client.print("GET /testcode/dht.php?temperature=");
    client.print("&temperature=");
    Serial.println("temperature=");
    client.print(temperature_celsius);
    Serial.println(temperature_celsius);
    client.print(" ");
    client.print("HTTP/1.1");
    client.println();
    client.println("Host: 10.18.5.169");
    client.println("Connection: close");
    client.println();
  } else {
    Serial.println("connection failed");
  }
}

```

รูปที่ 4.15 โปรแกรมคำสั่งในการจัดเก็บค่าอุณหภูมิ

จากนั้นทำการตรวจสอบผลอุณหภูมิที่อ่านได้จากเซนเซอร์ และผลการเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์ Wemos D1 Mini โดยใช้ Serial Monitor ในโปรแกรม Arduino IDE แสดงดังรูปที่ 4.16

```

COM3
Not Found
connected
GET /testcode/dht.php?temperature=&temperature=
33.57
val = 124
Found
33.77

connected
GET /testcode/dht.php?temperature=&temperature=
33.77
val = 128
connected
GET /testcode/dht.php?temperature=&temperature=
33.77
val = 123
connected
GET /testcode/dht.php?temperature=&temperature=
33.77

```

รูปที่ 4.16 Serial Monitor แสดงผลการเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์ Wemos D1 Mini และผล

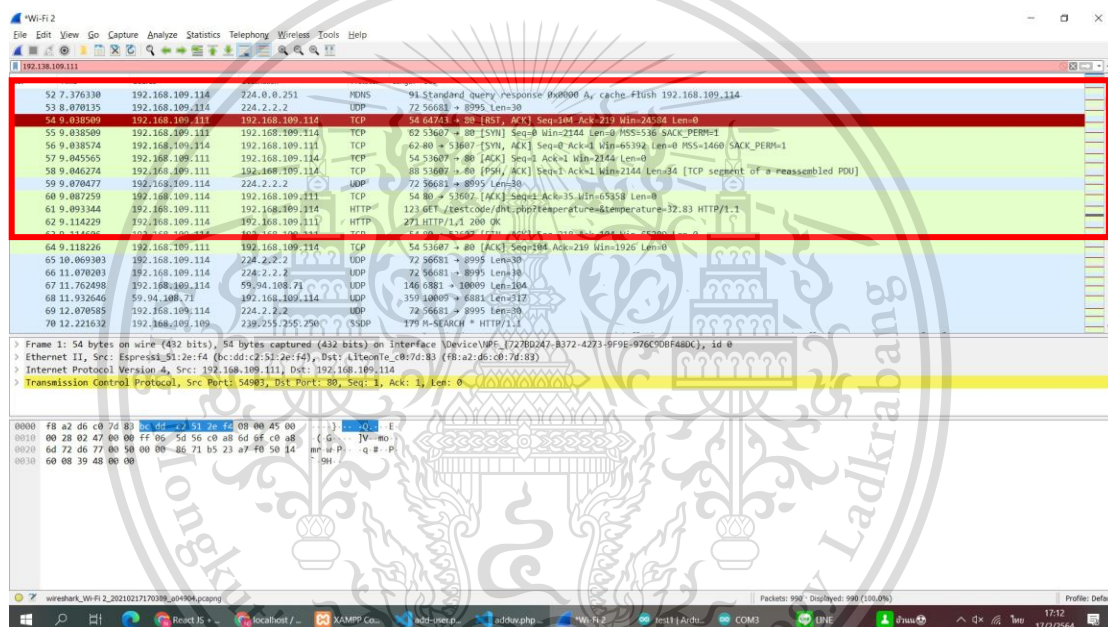
อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Wemos D1 Mini และฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Wireshark โดยโปรแกรมได้ทำการตรวจสอบการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Wemos D1 Mini ซึ่งมีค่า IP Address คือ 192.168.109.111 และฐานข้อมูลซึ่งมีค่า IP Address คือ 192.168.109.114 โดยการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง Wemos D1 Mini กับฐานข้อมูลจะใช้โปรโตคอล 2 ชนิดคือ TCP และ HTTP ภายในโปรแกรม Wireshark จะแสดง Time, Source address, Destination address, โปรโตคอลที่ใช้, ความยาว และข้อมูลอื่นๆ ตัวอย่างการติดต่อสื่อสารระหว่าง Wemos D1 Mini และฐานข้อมูลใน 1 รอบแสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Wemos D1 Mini และฐานข้อมูล

การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Wemos D1 Mini และ ฐานข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จะเป็นการส่งคำร้องขอว่าต้องการส่งข้อมูล (SYN) จาก Wemos D1 Mini ที่มี IP Address คือ 192.168.109.111 ไปยังฐานข้อมูลที่มี IP Address คือ 192.168.109.114 โดยผ่าน TCP โปรโตคอล จาก Source Port หมายเลข 64743 ไปยัง Destination Port หมายเลข 80 แสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.18

ขั้นตอนที่ 2 จะเป็นการตอบกลับจากฐานข้อมูลว่าพร้อมที่จะรับข้อมูล (SYN+ACK) จากฐานข้อมูลที่มี IP Address คือ 192.168.109.114 ไปยัง Wemos D1 Mini ที่มี IP Address คือ

192.168.109.111 โดยผ่าน TCP โปรโตคอล จาก Source Port หมายเลข 80 ไปยัง Destination Port หมายเลข 64743 แสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.19

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

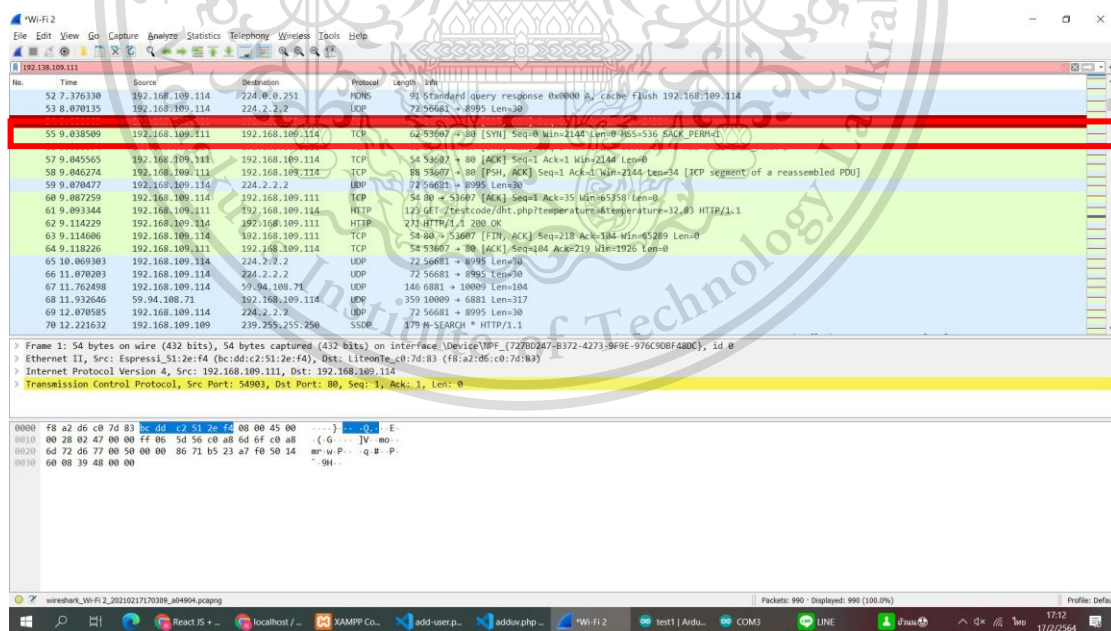
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ขั้นตอนที่ 3 Wemos D1 Mini ที่มี IP Address คือ 192.168.109.111 ส่งการตอบรับไปยังฐานข้อมูลที่มี IP Address คือ 192.168.109.114 จากนั้นทางฝั่ง Wemos D1 Mini จะส่ง PSH และ ACK ไปยังฐานข้อมูล เพื่อบอกว่ามีการส่งข้อมูลไปกับ Flag อื่นด้วย จากนั้นฐานข้อมูลได้ทำการตอบ ACK กลับมา ถือว่าเสร็จสิ้นการสร้างการเชื่อมต่อ แสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.20

ขั้นตอนที่ 4 ในขั้นตอนนี้จะเป็นการส่งการร้องขอ (request) ให้ทำการรับค่าแล้วนำไปใส่ไว้ในตารางที่มีชื่อว่า temperature จาก Wemos D1 Mini ที่มี IP Address คือ 192.168.109.111 ไปยังฐานข้อมูลที่มี IP Address คือ 192.168.109.114 โดยใช้ HTTP โพรโทคอลในชั้น Application layer แสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.21

ขั้นตอนที่ 5 หลังจากทีฐานข้อมูลที่มี IP Address คือ 192.168.109.114 ได้รับคำร้องขอจาก Wemos D1 Mini ที่มี IP Address คือ 192.168.109.111 ฐานข้อมูลจะทำการตอบกลับไปว่า 200 ok เพื่อตอบกลับไปว่าการร้องขอนั้นสำเร็จแล้ว แสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.22

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากทีทำการสื่อสารข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ฐานข้อมูลที่มี IP Address คือ 192.168.109.114 จะทำการส่ง FIN และ ACK ไปยัง Wemos D1 Mini ที่มี IP Address คือ 192.168.109.111 เพื่อให้ทำการสิ้นสุดการสื่อสารข้อมูล จากนั้น Wemos D1 Mini จะทำการส่ง ACK กลับมายังฐานข้อมูลนับว่าเป็นการสิ้นสุดการสื่อสารข้อมูล แสดงดังกรอบสีแดงในรูปที่ 4.23

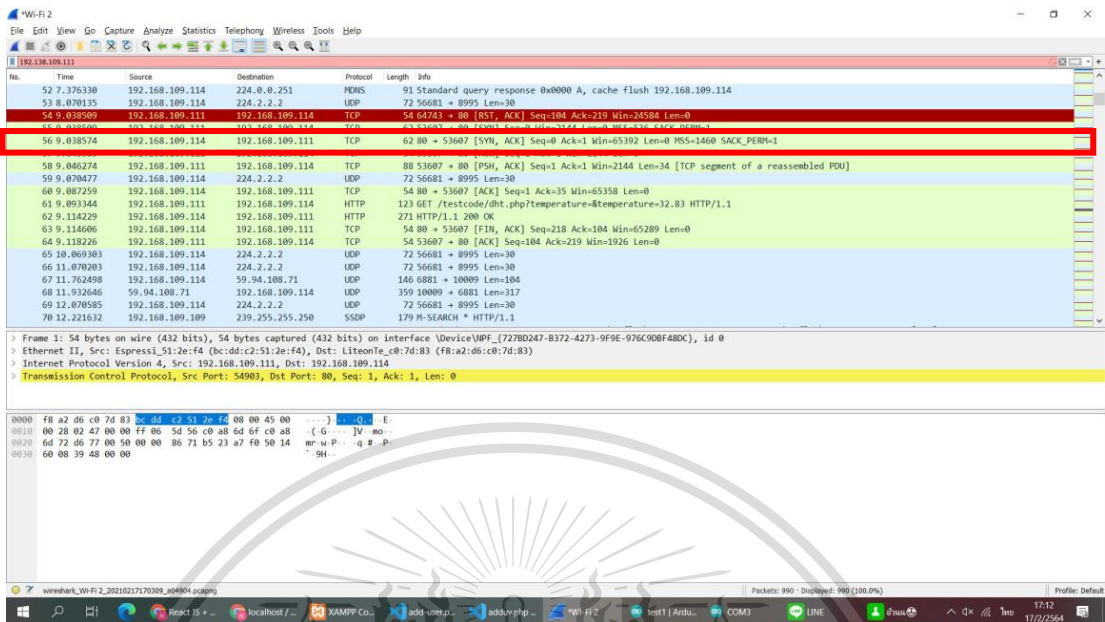


รูปที่ 4.18 การส่งคำร้องขอการส่งข้อมูลจาก Wemos D1 Mini ไปยังฐานข้อมูล

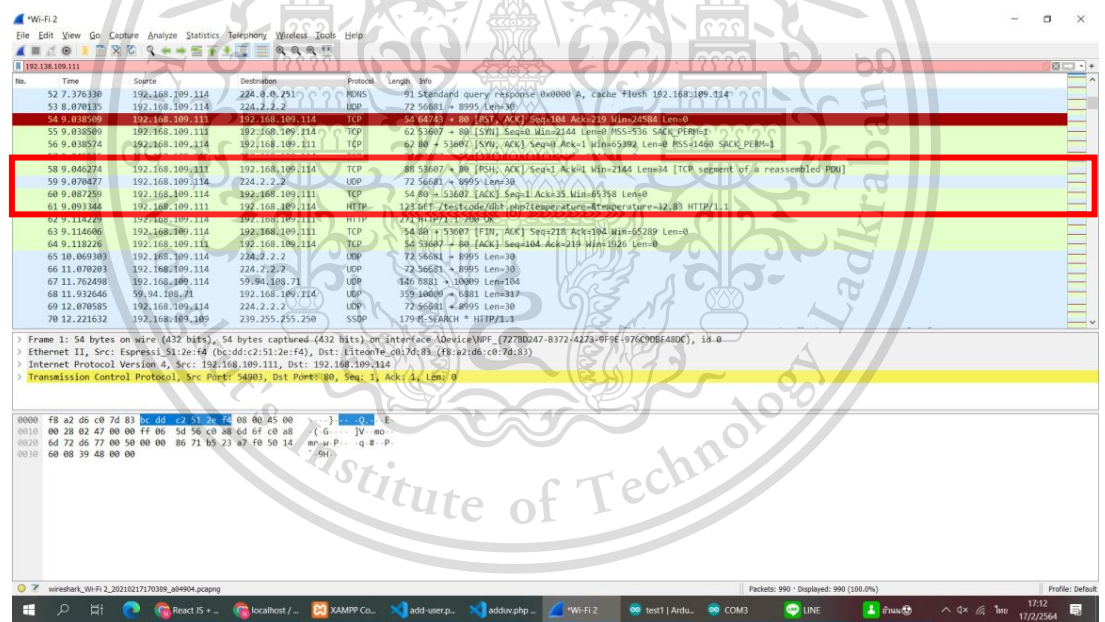
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.19 ฐานข้อมูลต่อกลับมายัง Wemos D1 Mini

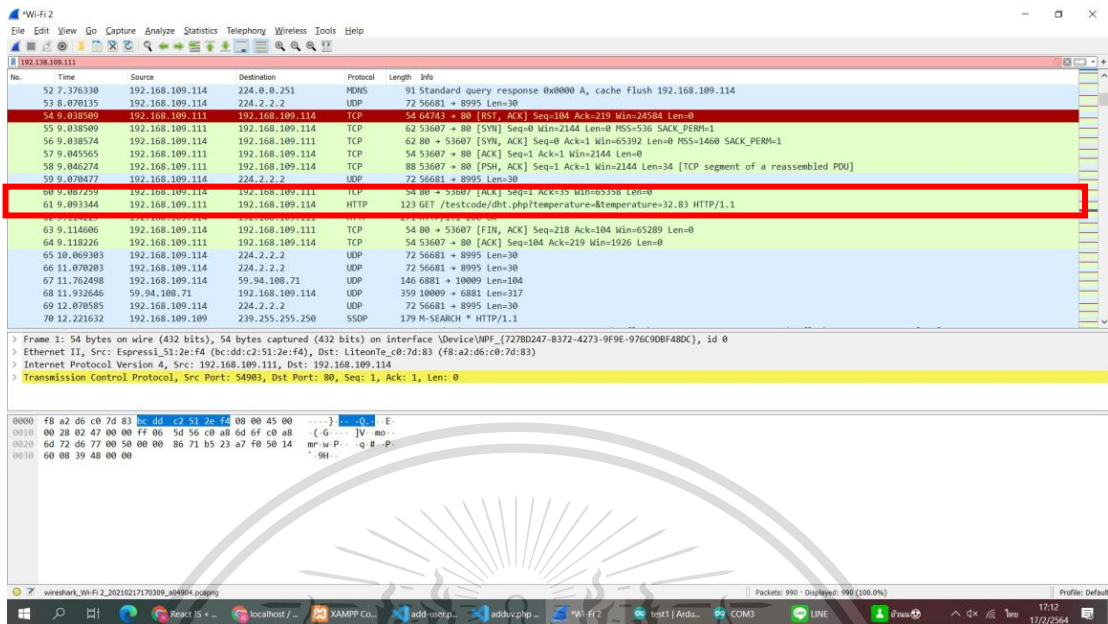


รูปที่ 4.20 การสร้างการเชื่อมต่อเสร็จสิ้น

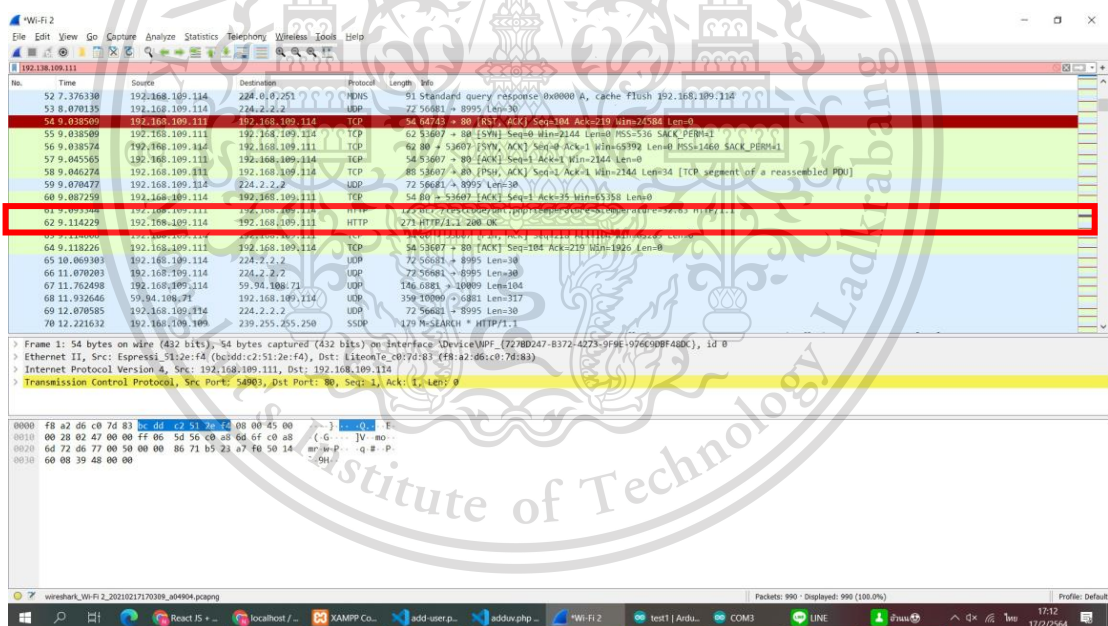
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.21 Wemos D1 Mini ส่งการร้องขอไปยังฐานข้อมูล

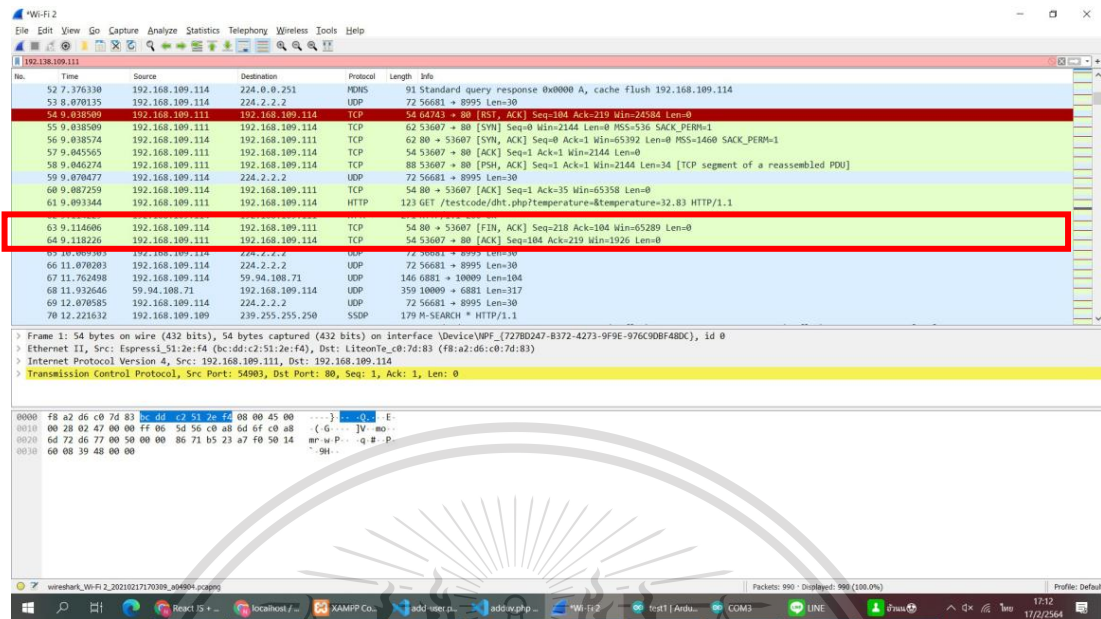


รูปที่ 4.22 ฐานข้อมูลตอบกลับการร้องขอด้วย 200 ok

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.23 สิ้นสุดการสื่อสารข้อมูล

### 4.3 ระบบแจ้งเตือนการเว้นระยะห่างระหว่างบุคคล

#### 4.3.1 การทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมในการตรวจจับนักเรียน

ในการทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมในการตรวจจับนักเรียนได้ทำการนำภาพที่ได้จากขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลรูปภาพเด็กจำนวน 5500 รูป แบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 5300 รูป มาใช้ในการฝึกสอนอัลกอริธึมจากนั้นใช้ชุดทดสอบที่มีวัตถุที่สนใจจำนวน 100 รูป และรูปที่ไม่มีวัตถุที่สนใจจำนวน 100 รูป ในการทดสอบได้ผลการทดสอบการตรวจจับนักเรียนแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการตัดสินใจการตรวจจับนักเรียน

	ภาพจริง	มีบุคคลในภาพ	ไม่มีบุคคลในภาพ
ผลการตัดสินใจ			
พบบุคคลในภาพ		87	14
ไม่พบบุคคลในภาพ		13	86

ผลการตัดสินใจกรณีป้อนรูปภาพที่มีบุคคลและระบบตรวจพบบุคคล (True Positive) จำนวน 87 รูป กรณีป้อนรูปภาพที่มีบุคคลแต่ระบบตรวจไม่พบบุคคล (False Negative) จำนวน 13 รูป กรณีป้อนรูปภาพที่ไม่มีบุคคลแต่ระบบตรวจพบบุคคล (False Positive) จำนวน 14 รูป และกรณีป้อนรูปภาพที่ไม่มีบุคคลและระบบตรวจไม่พบบุคคล (True Negative) จำนวน 86 รูป สามารถคำนวณค่า Accuracy, ค่า Specificity และ ค่า Sensitivity โดยใช้สมการที่ (4.2), (4.3) และ (4.4) ตามลำดับ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{True Positive} + \text{True Negative}}{\text{True Positive} + \text{True Negative} + \text{False Positive} + \text{False Negative}} \quad (4.2)$$

$$\text{Specificity} = \frac{\text{True Negative}}{\text{True Negative} + \text{False Positive}} \quad (4.3)$$

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}} \quad (4.4)$$

โดยค่า Accuracy มีค่าเท่ากับ 86.5 % ค่า Specificity มีค่าเท่ากับ 86 % และค่า Sensitivity มีค่าเท่ากับ 87 % ตามลำดับ โดยรูปที่ 4.24 แสดงตัวอย่างการตัดสินใจที่ถูกต้องของระบบ จะพบว่าการตัดสินใจที่ผิดพลาดมักเกิดจากวัตถุกับภาพพื้นหลังใกล้เคียงกันหรือรูปภาพนั้นแตกต่างจากรูปภาพที่ทำการฝึกสอนเข้าไปแสดงดังรูปที่ 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ



รูปที่ 4.24 ตัวอย่างของภาพที่ตัดสินใจถูกต้อง



รูปที่ 4.25 ตัวอย่างของภาพที่มีบุคคลแต่ตัดสินใจว่าไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.26 ตัวอย่างของภาพที่ไม่มีบุคคลแต่ตัดสินใจว่ามี

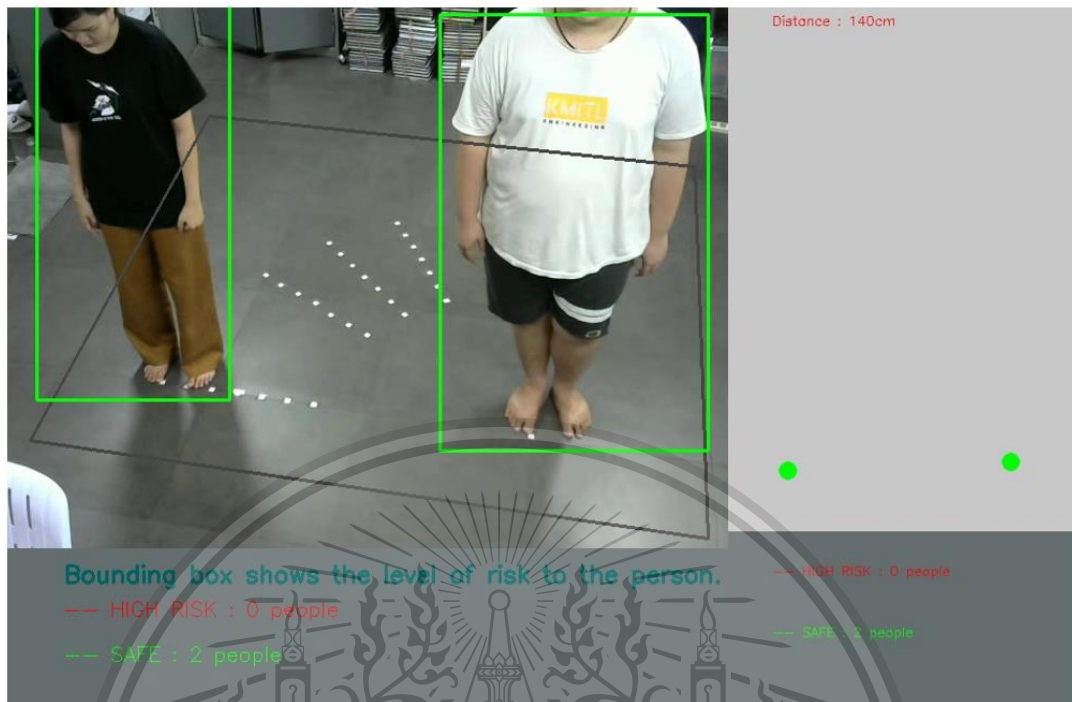
#### 4.3.2 การทดสอบการตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

ในการทดสอบจะทำการเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างบุคคลที่ได้จากการวัดระยะจริงกับการคำนวณด้วยอัลกอริธึม เริ่มต้นการทดสอบจากการบันทึกวิดีโอด้วยกล้องเว็บแคม จากนั้นนำภาพวิดีโอที่ได้ไปทำการประมวลผล โดยเฟรมแรกที่จะนำไปประมวลผลจะทำการเลือกตำแหน่ง 4 ตำแหน่งให้เป็นมุมของบริเวณที่สนใจ (ROI) จากนั้นนำเฟรมแรกที่ผ่านการเลือกบริเวณที่สนใจไปประมวลผล โดยจะทำการแสดงผลของการวัดระยะห่างระหว่างบุคคล และแสดงผลในมุมมองระดับสายตาของนก (Bird's Eye View) หลังจากที่ได้ผ่านการประมวลผลหาระยะที่ได้จากการคำนวณด้วยอัลกอริธึมจะทำการเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากการวัดจริง โดยการทดสอบแบ่งออกเป็น 4 กรณี ของค่าองศาการย่นระหว่างบุคคล คือ 0, 30, 45 และ 60 องศา ตามลำดับ ในแต่ละค่าองศาการย่นจะทดสอบที่ระยะ 140, 130, 120, 110, 100, 90 และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.27-4.54 โดยผลการทดสอบที่ระยะจริง 140, 130, 120, 110, 100, 90 และ 80 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 4.6-4.12 ตามลำดับ และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสอง (mean square error) ของการคำนวณระยะห่างระหว่างบุคคลจากภาพที่ระยะต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.13

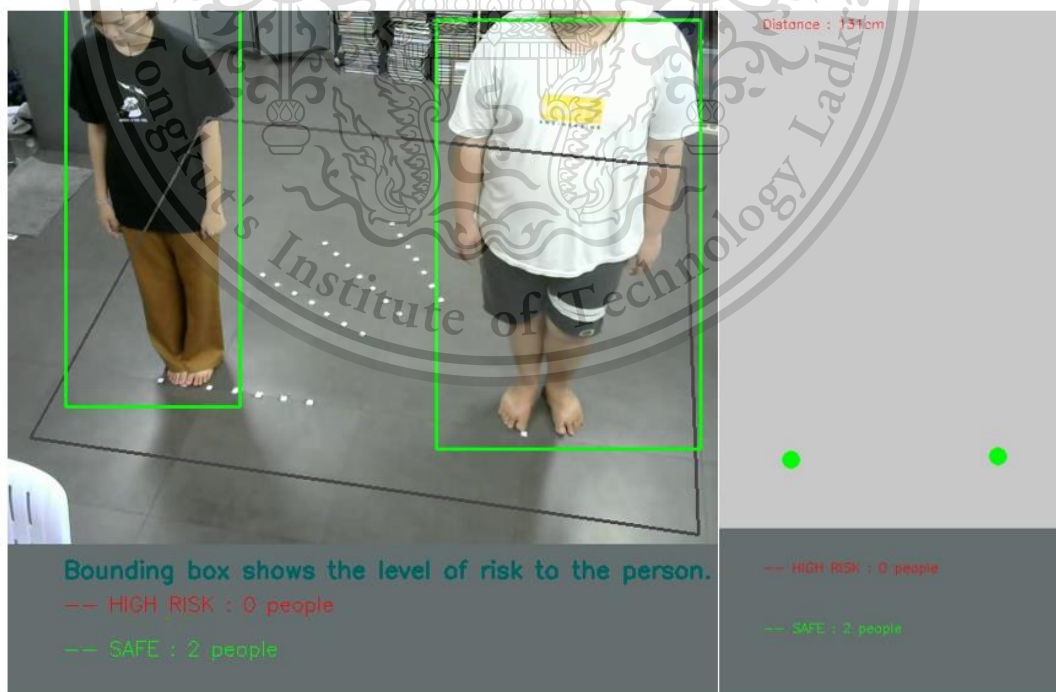
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



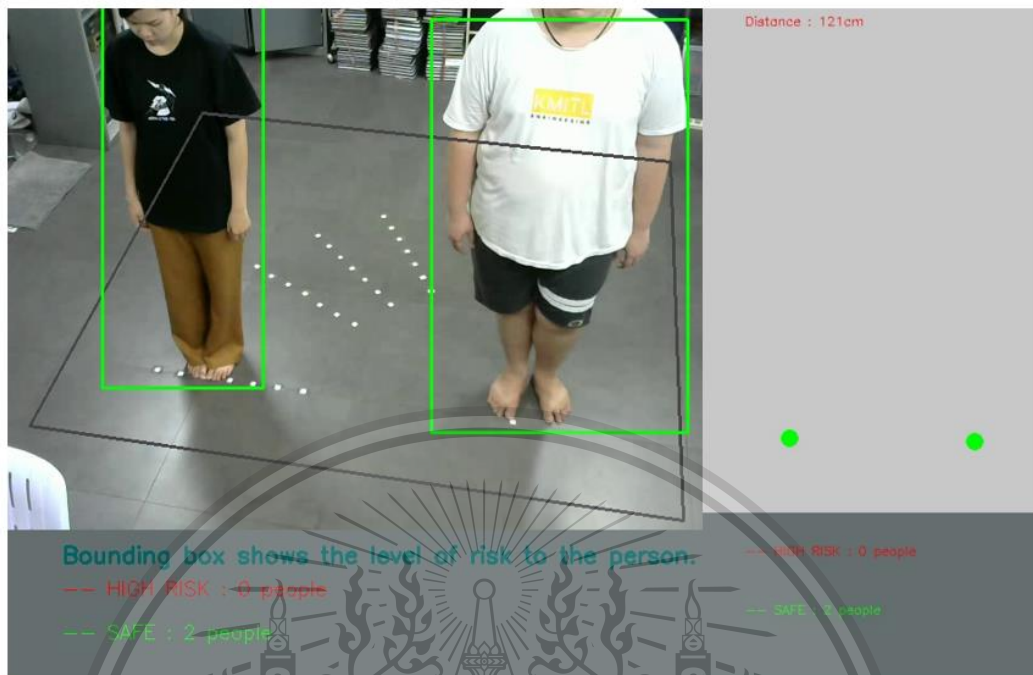
รูปที่ 4.27 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 0 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร



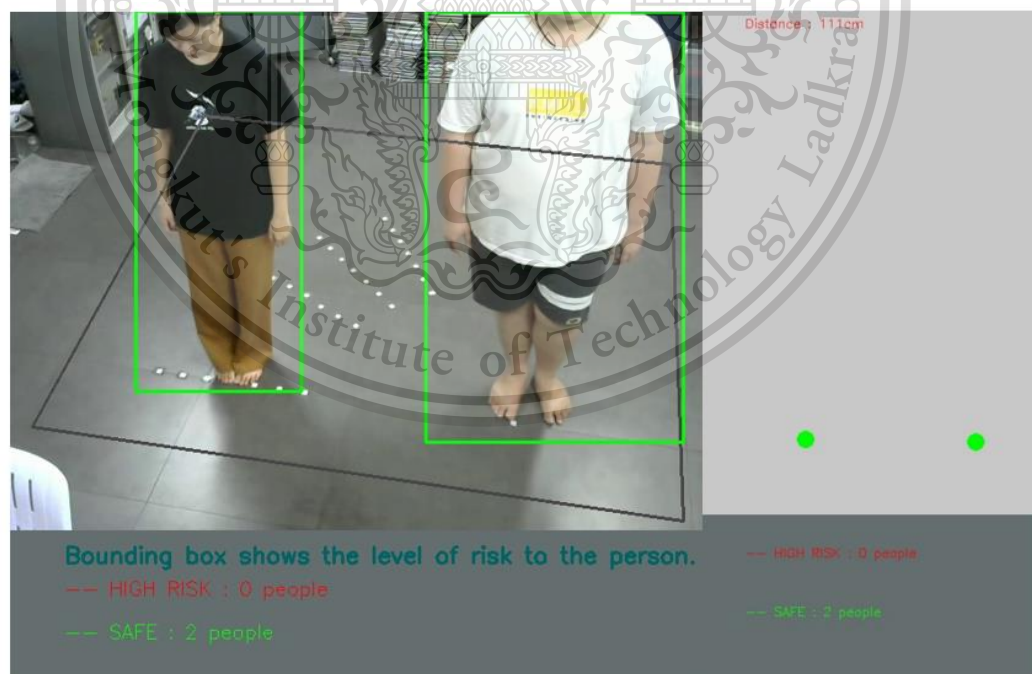
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 4.28 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 ที่มุม 0 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.29 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 0 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร



รูปที่ 4.30 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.31 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 0 องศา ระยะ 100 เซนติเมตร

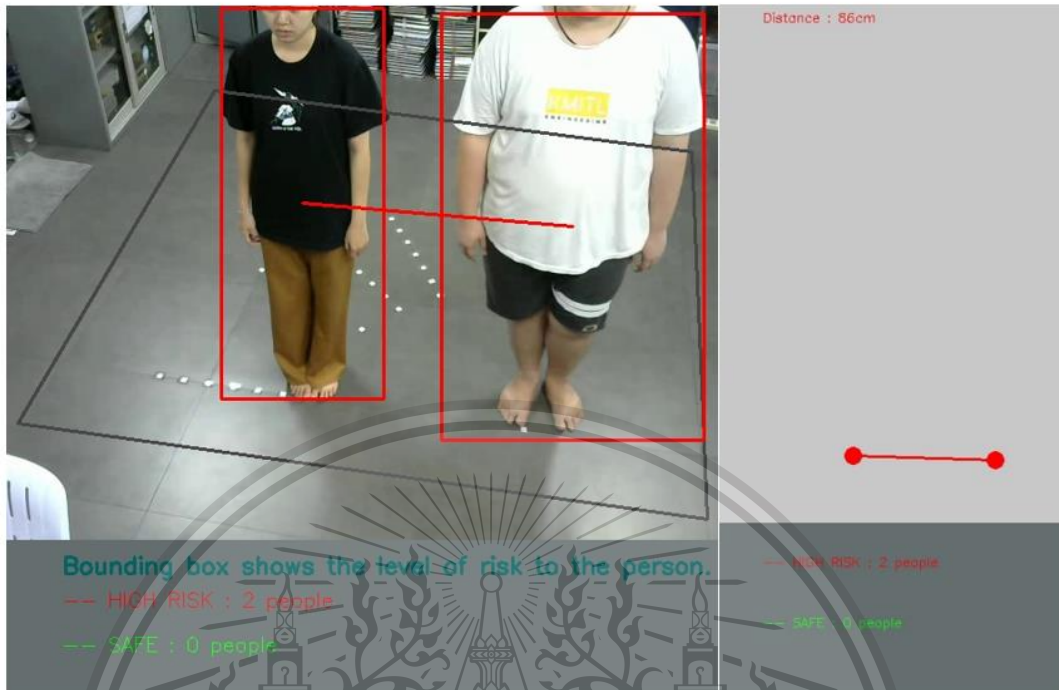


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 4.32 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 0 องศา ระยะ 90 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



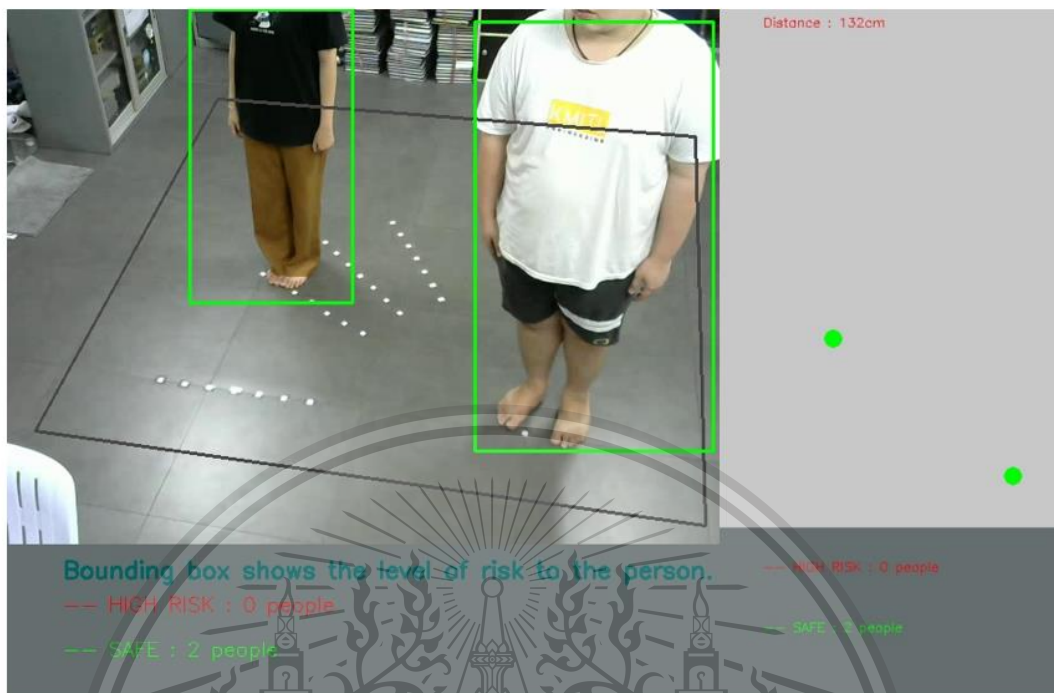
รูปที่ 4.33 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 0 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร



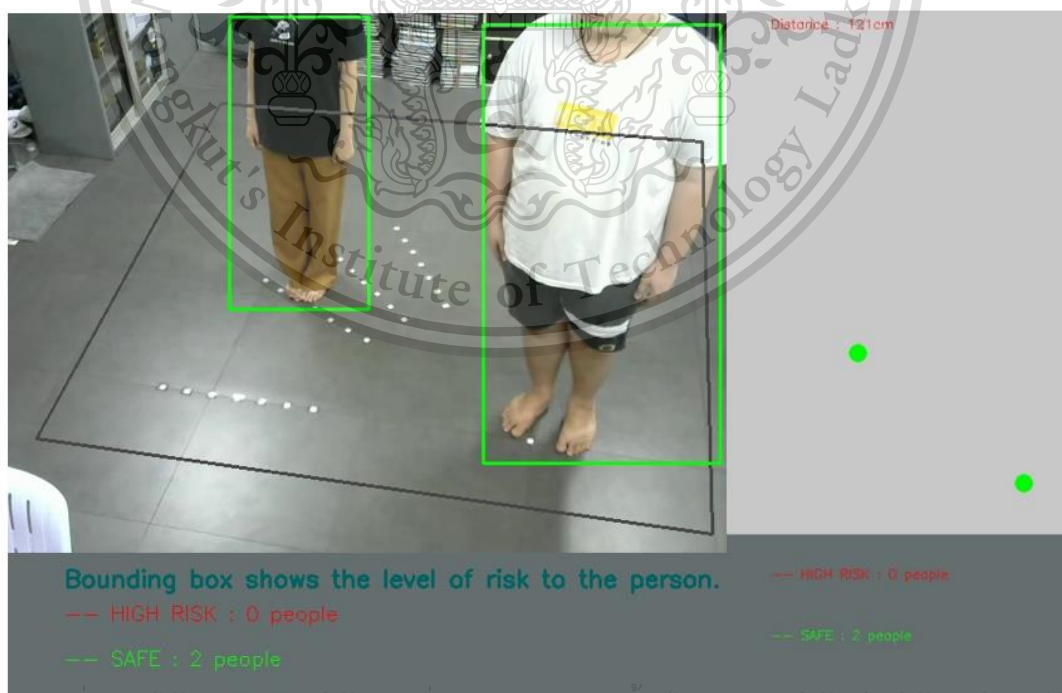
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 4.34 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 30 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.35 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 30 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร

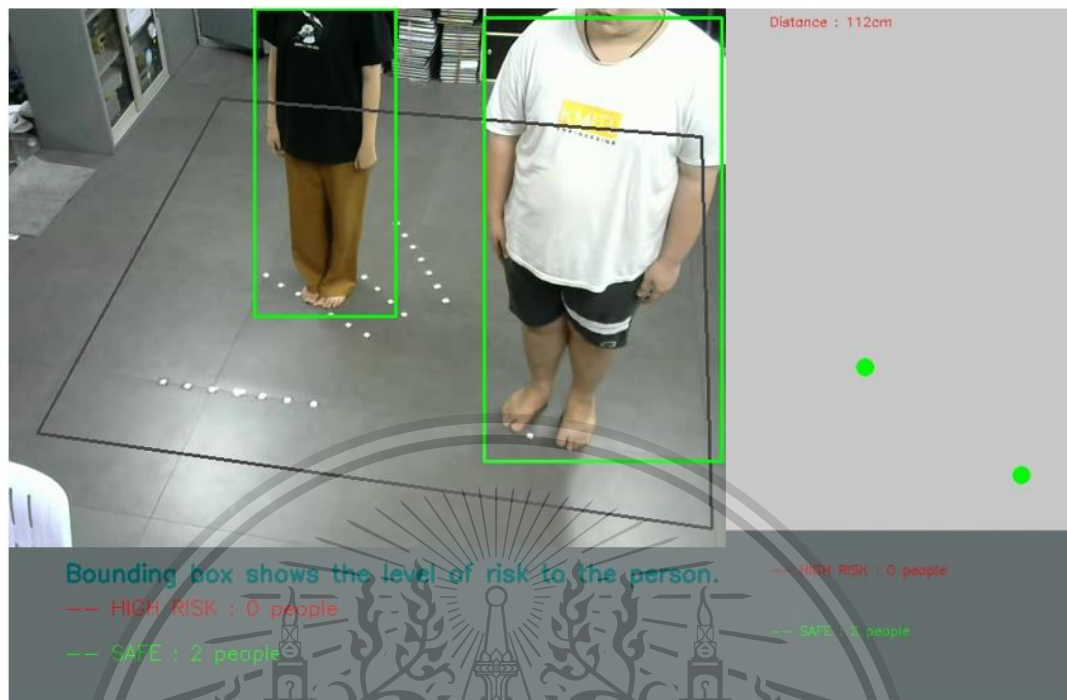


รูปที่ 4.36 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 30 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร

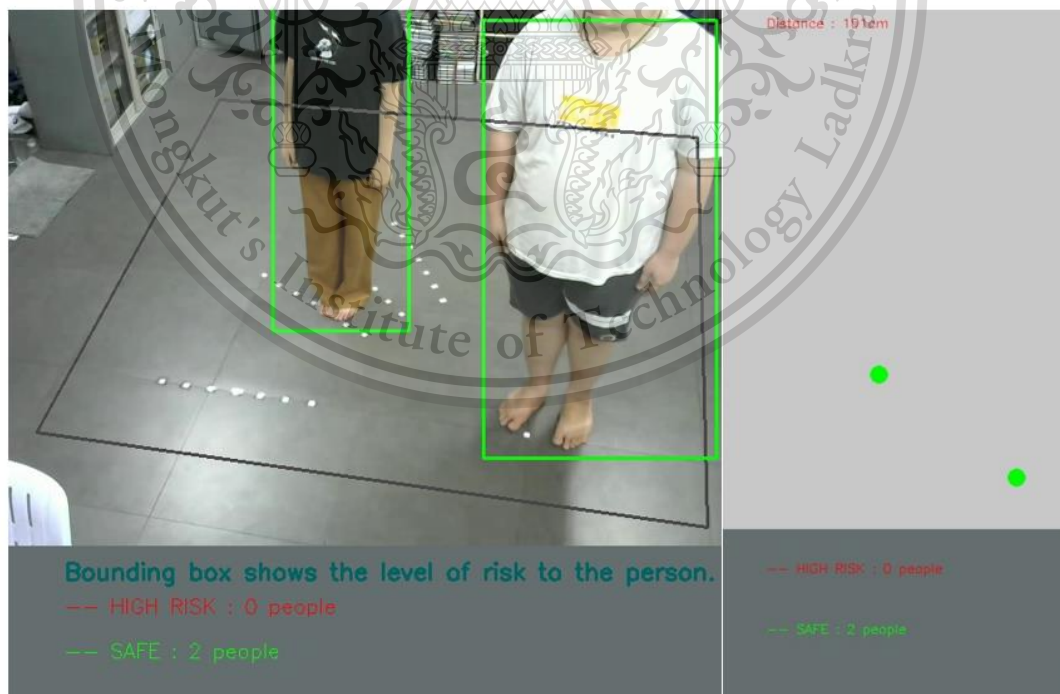
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



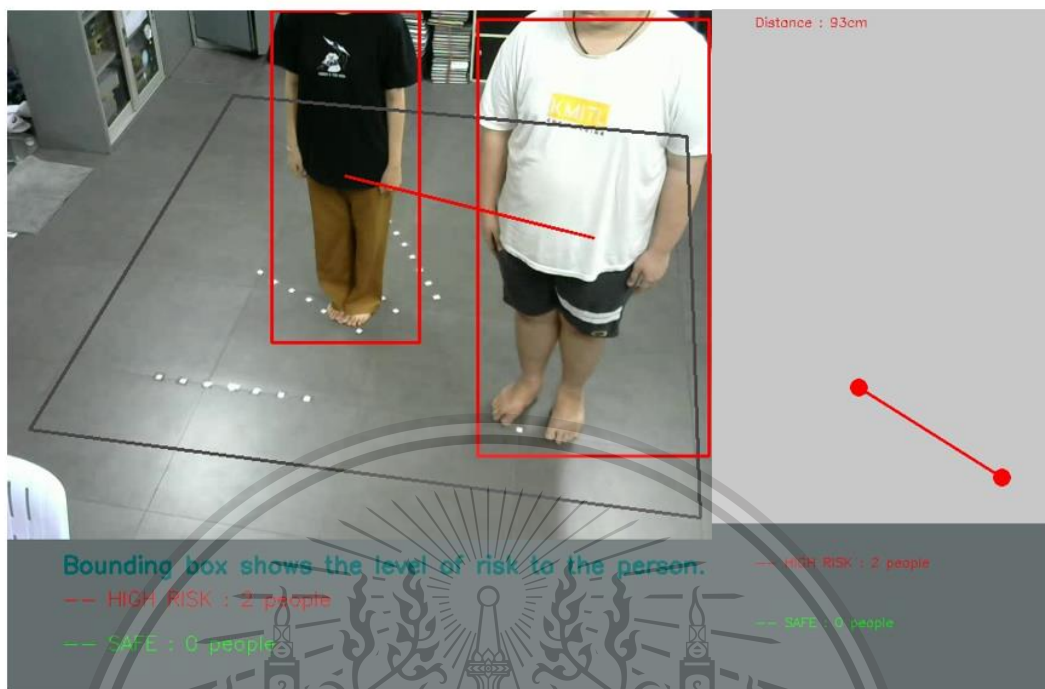
รูปที่ 4.37 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 30 องศา ระยะ 110 เซนติเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 4.38 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องบนด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.39 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 30 องศา ระยะ 90 เซนติเมตร

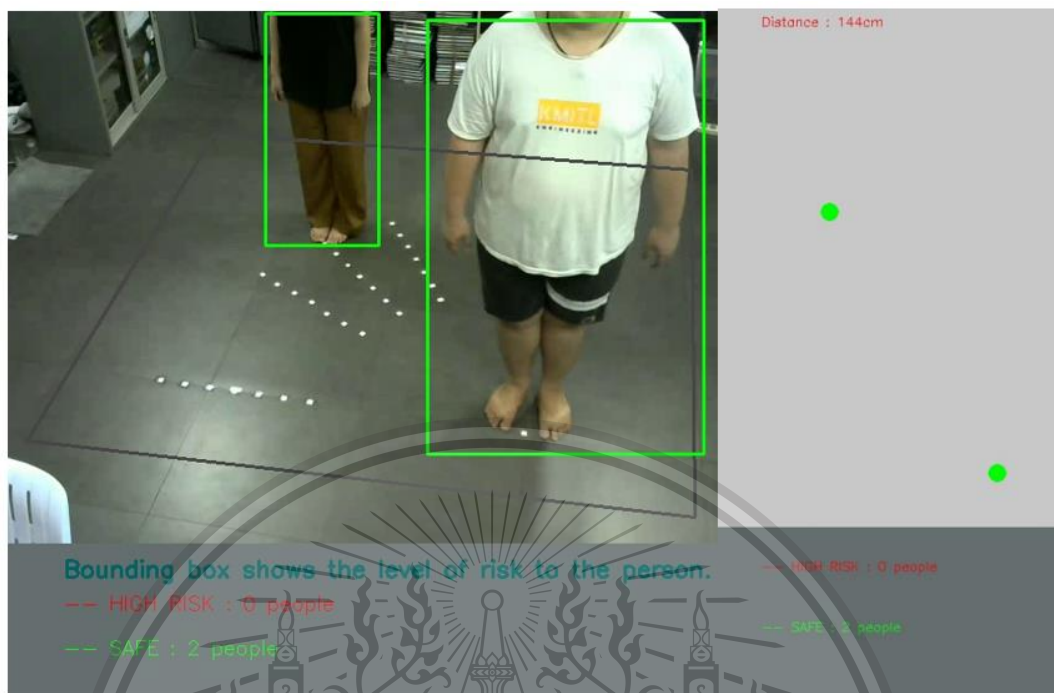


รูปที่ 4.40 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ที่มุม 30 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร

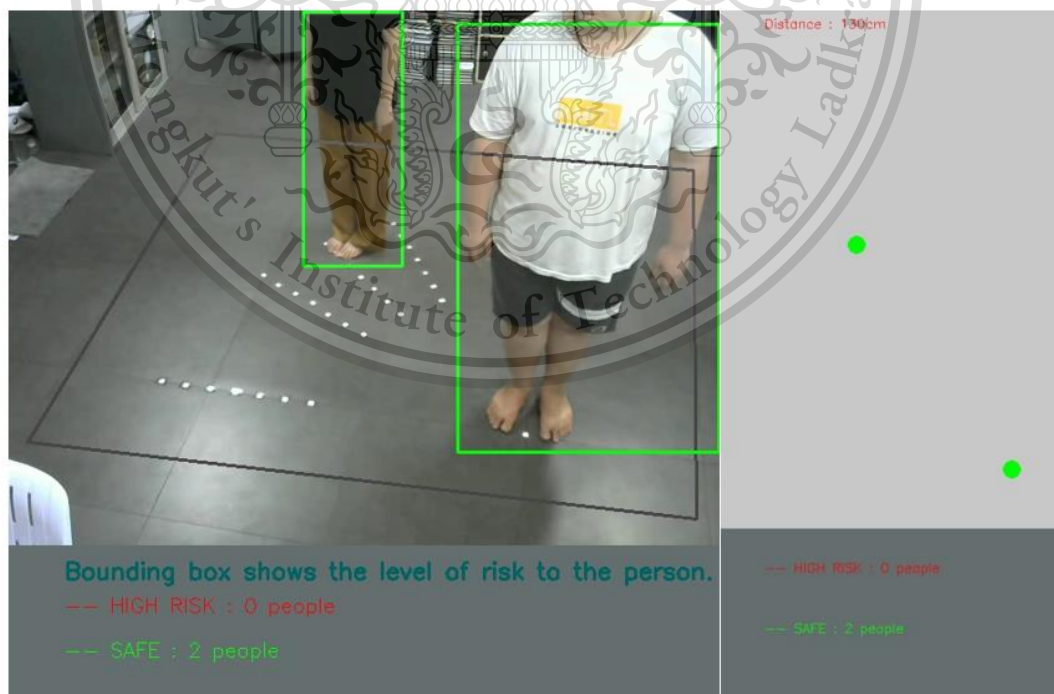
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



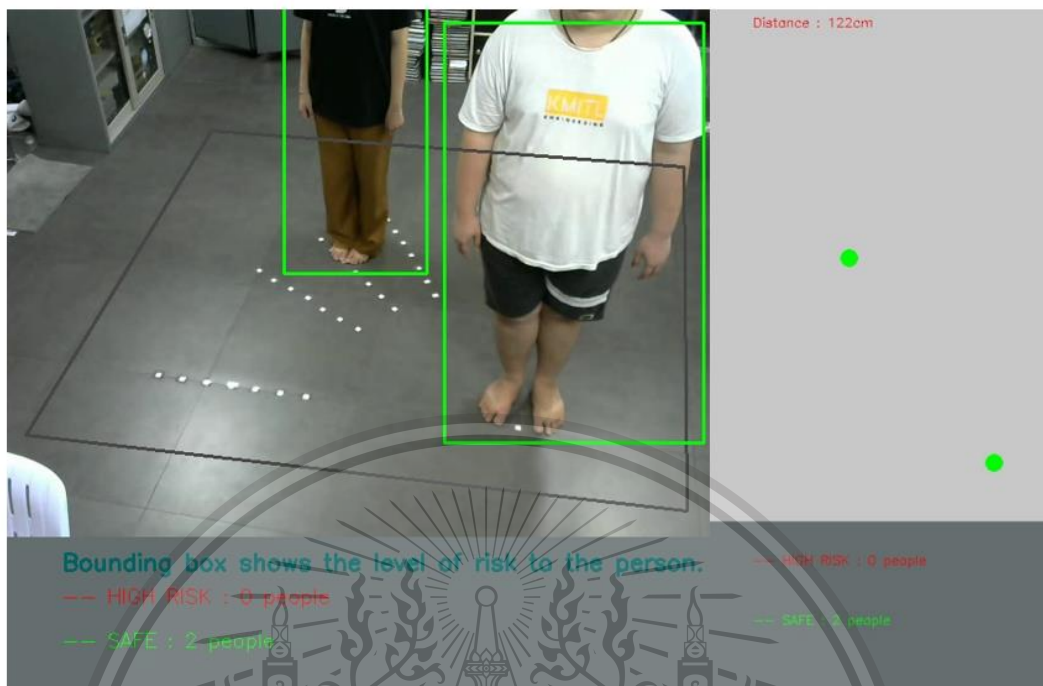
รูปที่ 4.41 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 45 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร



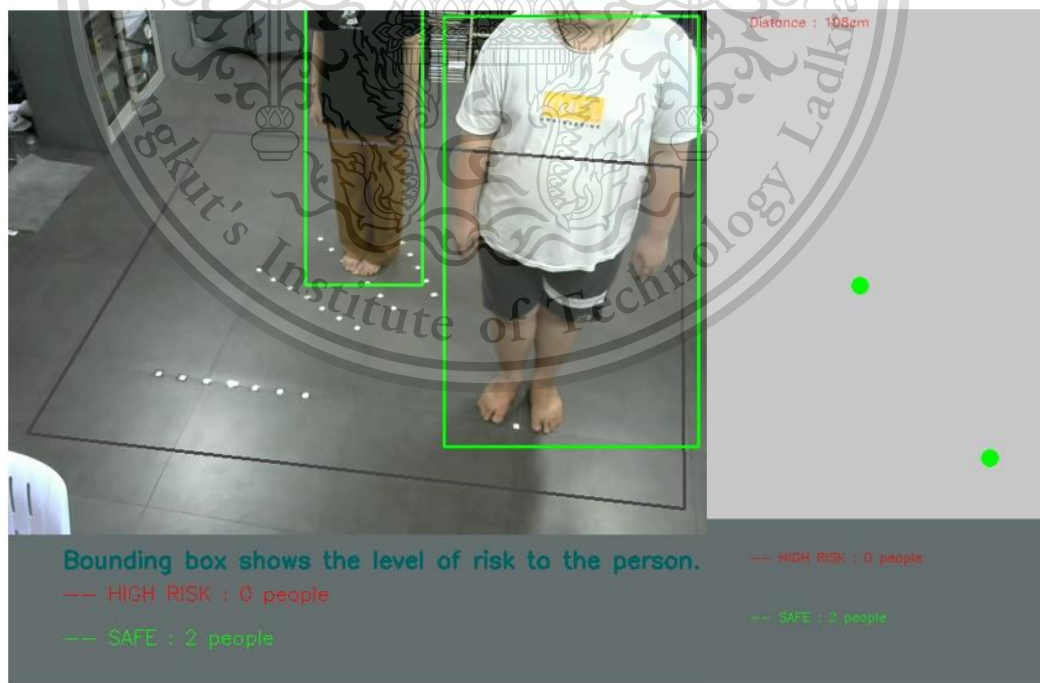
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.42 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ที่มุม 45 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



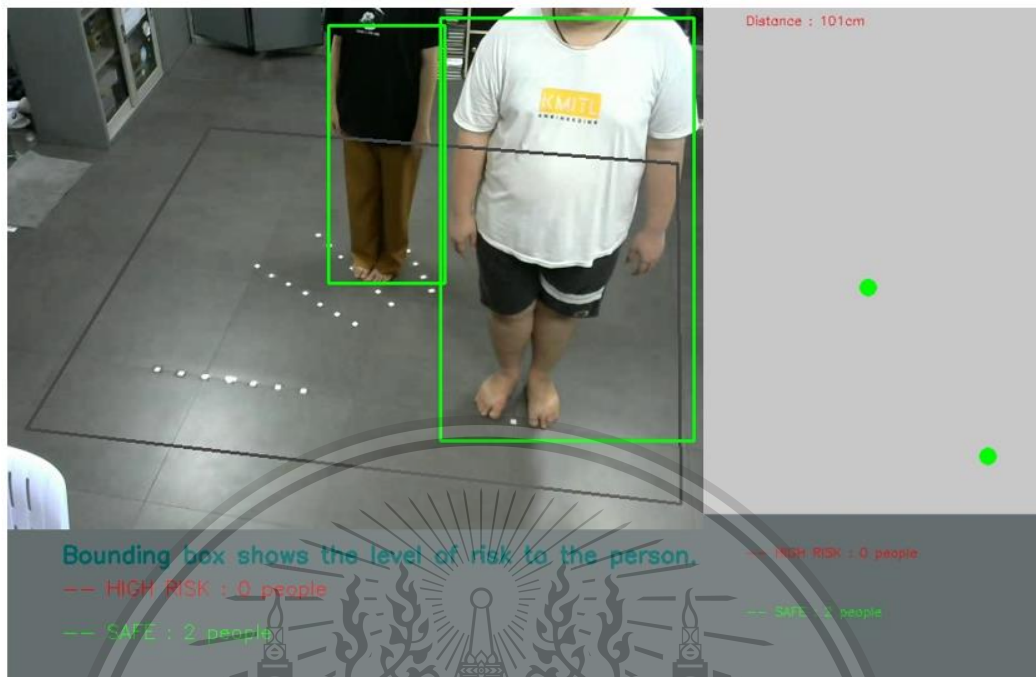
รูปที่ 4.43 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 45 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร



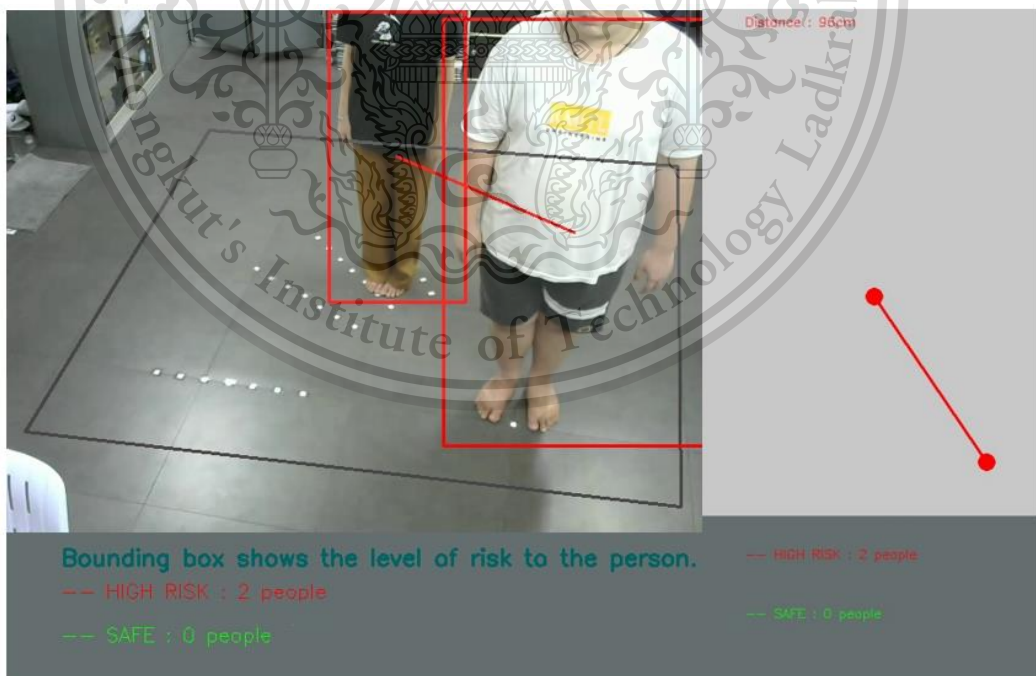
เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 4.44 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงที่มุม 45 องศา ระยะ 110 เซนติเมตร ระวังเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.45 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 45 องศา ระยะ 100 เซนติเมตร



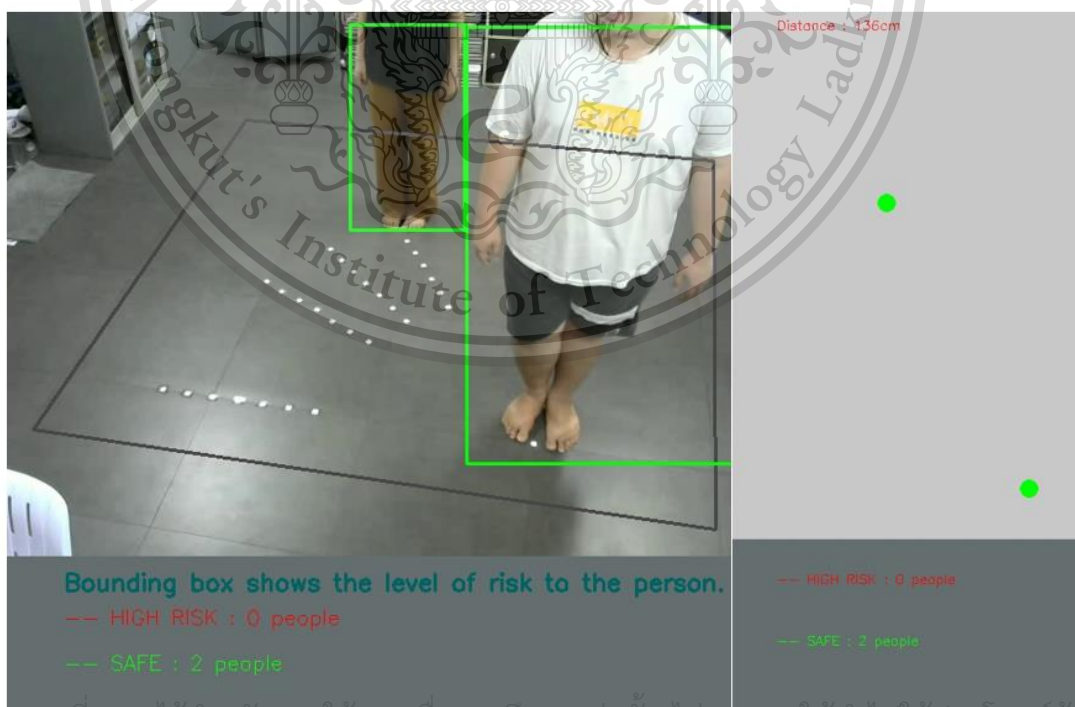
รูปที่ 4.46 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
เอกซารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่ข้อมูลเชิงพาณิชย์  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.47 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง ที่มุม 45 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร

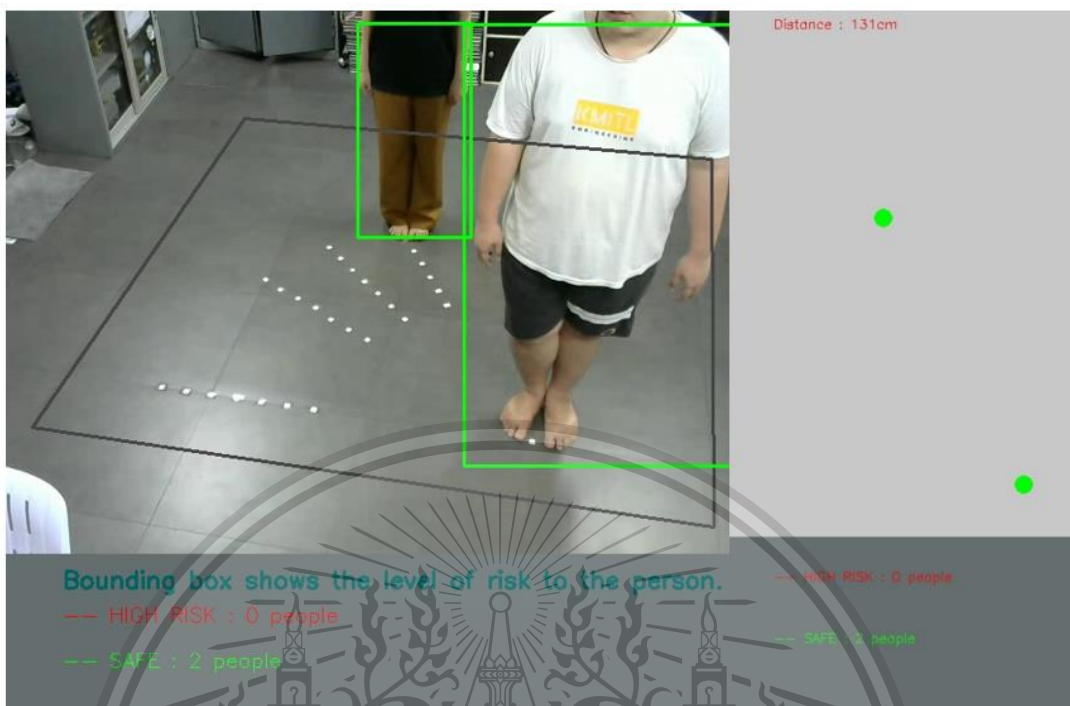


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้นรูปที่ 4.48 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง นำไปใช้

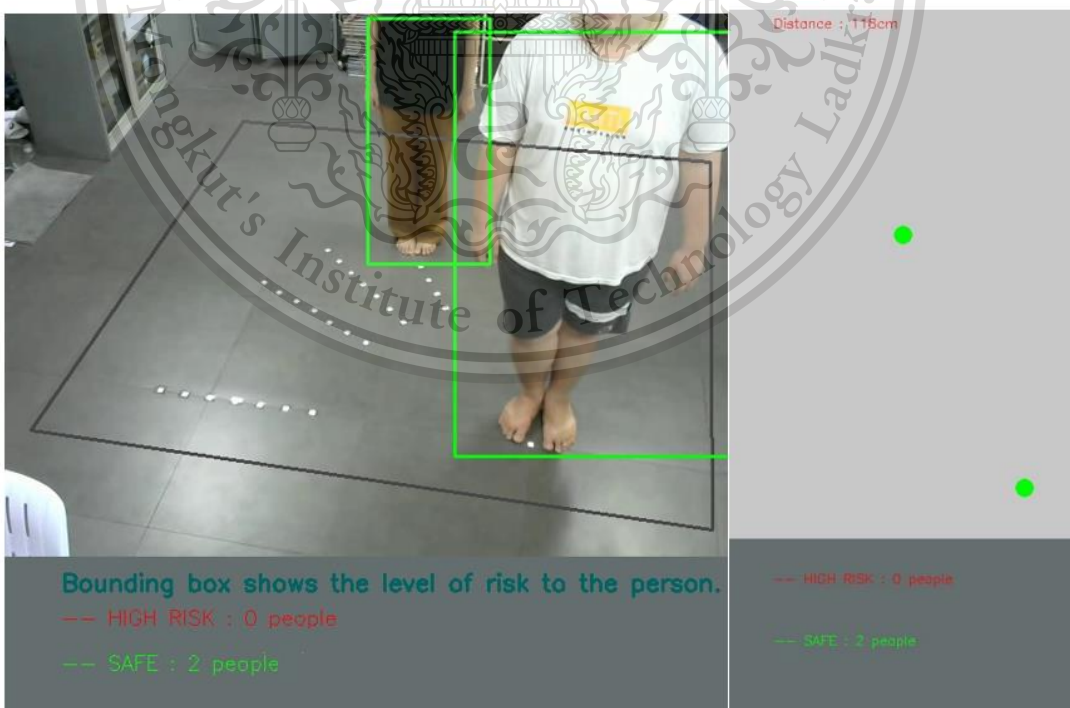
ที่มุม 60 องศา ระยะ 140 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.49 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 60 องศา ระยะ 130 เซนติเมตร



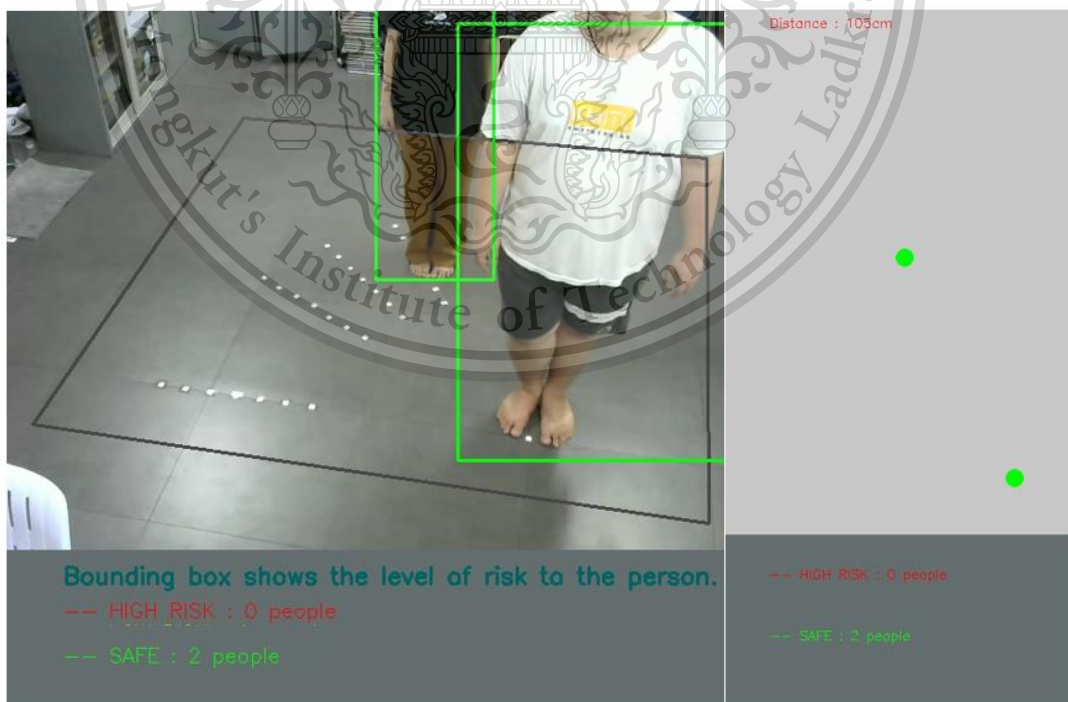
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.50 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ที่มุม 60 องศา ระยะ 120 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



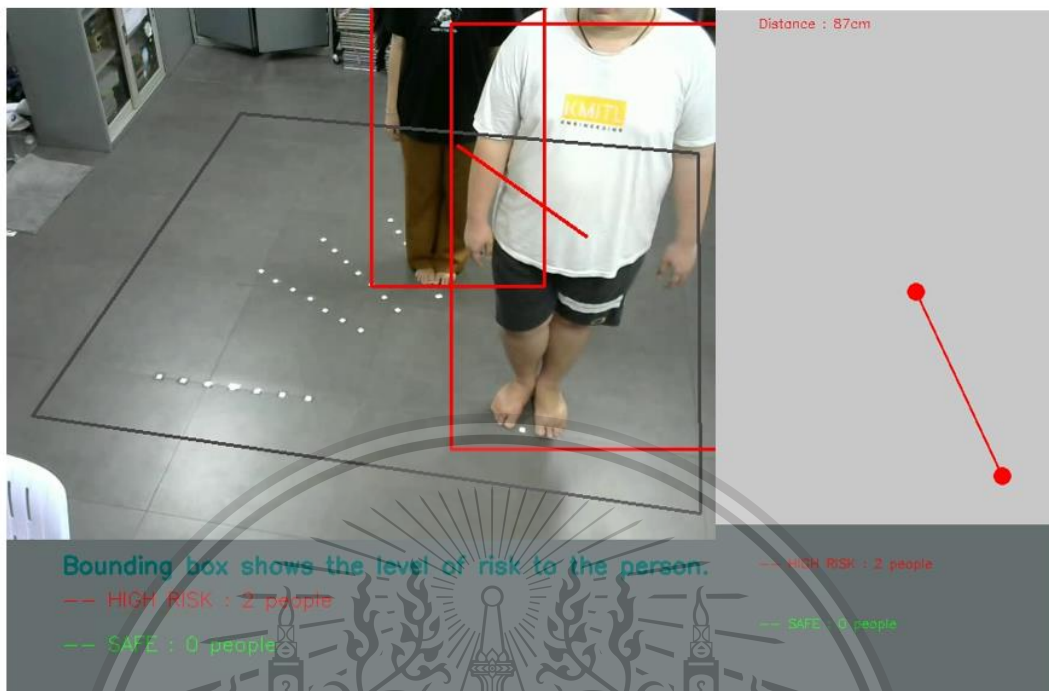
รูปที่ 4.51 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ที่มุม 60 องศา ระยะ 110 เซนติเมตร



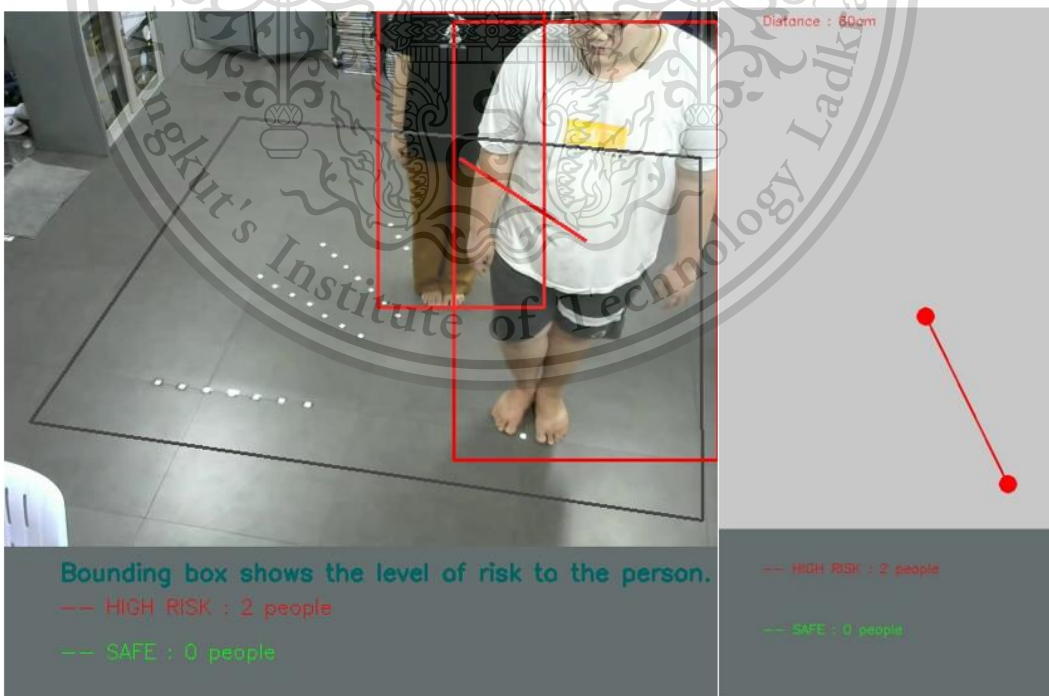
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.52 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ที่มุม 60 องศา ระยะ 100 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.53 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้องที่มุม 60 องศา ระยะ 90 เซนติเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 4.54 การเปรียบเทียบระยะที่ได้จากการวัดจริงเปรียบเทียบกับระยะที่ได้จากกล้อง  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 ที่มุม 60 องศา ระยะ 80 เซนติเมตร

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.6 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 140 เซนติเมตร

องศา การยื่น (องศา)	ระยะทางที่วัดได้จากอัลกอริธึม (cm)										ค่าเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
0	139	138	139	137	139	140	140	139	140	139	139.70
30	141	138	139	136	136	137	138	140	140	137	131.80
45	138	136	135	137	136	140	136	135	134	136	139.70
60	140	139	138	138	139	139	141	142	141	140	139.70

ตารางที่ 4.7 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 130 เซนติเมตร

องศา การยื่น (องศา)	ระยะทางที่วัดได้จากอัลกอริธึม (cm)										ค่าเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
0	129	129	128	128	130	130	129	129	129	130	129.70
30	129	127	128	125	125	130	131	130	124	129	131.80
45	129	129	128	130	130	130	129	129	129	130	129.70
60	132	131	132	130	131	133	132	132	131	134	131.80

ตารางที่ 4.8 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 120 เซนติเมตร

องศา การยื่น (องศา)	ระยะทางที่วัดได้จากอัลกอริธึม (cm)										ค่าเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
0	119	122	119	121	120	121	120	122	123	120	119.70
30	120	120	119	119	121	121	119	119	122	122	121.80
45	118	119	120	115	116	117	118	118	119	120	119.70
60	119	118	119	118	120	121	120	122	121	119	119.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.9 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 110 เซนติเมตร

องศา การยื่น (องศา)	ระยะทางที่วัดได้จากอัลกอริธึม (cm)										ค่าเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
0	104	103	104	101	100	100	101	102	102	102	101.90
30	102	103	104	100	100	99	99	101	103	100	101.10
45	104	103	101	100	100	100	101	102	102	102	101.50
60	101	102	103	100	101	102	103	100	100	103	101.50

ตารางที่ 4.10 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 100 เซนติเมตร

องศา การยื่น (องศา)	ระยะทางที่วัดได้จากอัลกอริธึม (cm)										ค่าเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
0	110	109	109	111	113	111	111	110	110	110	110.40
30	108	109	109	110	109	108	108	110	112	111	109.40
45	110	109	111	112	113	111	111	110	110	110	110.70
60	111	109	112	112	110	110	109	109	108	110	110

ตารางที่ 4.11 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 90 เซนติเมตร

องศา การยื่น (องศา)	ระยะทางที่วัดได้จากอัลกอริธึม (cm)										ค่าเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
0	92	93	92	94	90	91	91	91	89	89	91.2
30	91	92	92	91	90	90	90	93	94	95	91.80
45	91	89	88	90	90	91	92	93	89	89	90.20
60	92	93	94	90	90	91	91	91	89	89	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรืออาจมีเนื้อหาที่ผิดกฎหมายหรืออาจมีเนื้อหาที่ผิดนโยบายที่ด้วยการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.12 ระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้ที่ระยะจริง 80 เซนติเมตร

องศา การยื่น (องศา)	ระยะทางที่วัดได้จากอัลกอริธึม (cm)										ค่าเฉลี่ย (cm)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10	
0	85	82	82	83	80	80	82	82	81	81	81.80
30	84	83	82	81	81	83	80	80	84	81	81.90
45	81	82	83	84	79	80	81	80	89	89	82.80
60	83	84	85	84	81	81	83	83	82	82	82.80

ตารางที่ 4.13 ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสองของระยะห่างระหว่างบุคคลที่คำนวณได้

ระยะจริง (cm)	140	130	120	110	100	90	80
MSE (cm)	6.450	4.200	2.900	1.675	4.300	3.850	6.500

จากตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคลเมื่อนำค่าที่ได้จากการวัดระยะจริงเปรียบเทียบกับค่าคำนวณด้วยอัลกอริธึมที่ระยะต่างๆ ซึ่งให้ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square Error) ที่ระยะต่างๆ โดยที่ระยะ 110 เซนติเมตร มีค่าความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งให้ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสอง 1.675 เซนติเมตร

#### 4.3.3 การทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

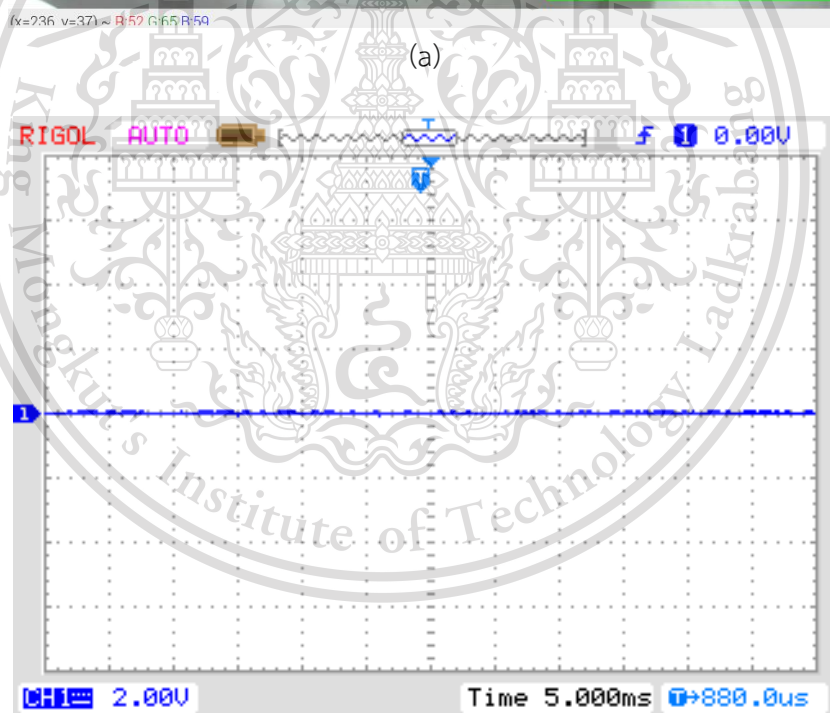
ในการทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเตือนการเว้นระยะห่างระหว่างบุคคลจะทดสอบการทำงานโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ส่วนกลางในการควบคุมและประมวลผลการทำงานของระบบ ซึ่งปริญญาณิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็น Raspberry Pi 3 model B+ ซึ่งจะใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมการแจ้งเตือนผ่าน Passive Buzzer ซึ่งจะเชื่อมต่อกับ Raspberry Pi

ในการทดสอบการทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ตรวจไม่พบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล (ระยะห่างมากกว่า 100 เซนติเมตร) และกรณีตรวจพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล (ระยะห่างน้อยกว่า 100 เซนติเมตร) ในกรณีตรวจไม่พบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคลดังรูปที่ 4.55 (a) จะไม่มีเสียงแจ้งเตือนจาก Buzzer โดยสัญญาณเอาต์พุตของ Buzzer แสดงดังรูปที่ 4.55 (b) ในกรณีตรวจพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่าง

บุคคลดังรูปที่ 4.56 (a) Buzzer จะส่งเสียงแจ้งเตือนซึ่งในที่นี้ได้ตั้งค่าความถี่เสียงไว้ที่ 1 kHz ดังการคำนวณสัญญาณแสดงในรูปที่ 4.56 (b) (สงวนลิขสิทธิ์) และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(b)

รูปที่ 4.55 กรณีตรวจไม่พบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล

(a) ตัวอย่างระยะห่างระหว่างบุคคลที่ไม่ละเมิดเกณฑ์

(b) สัญญาณเอาต์พุตของ Buzzer

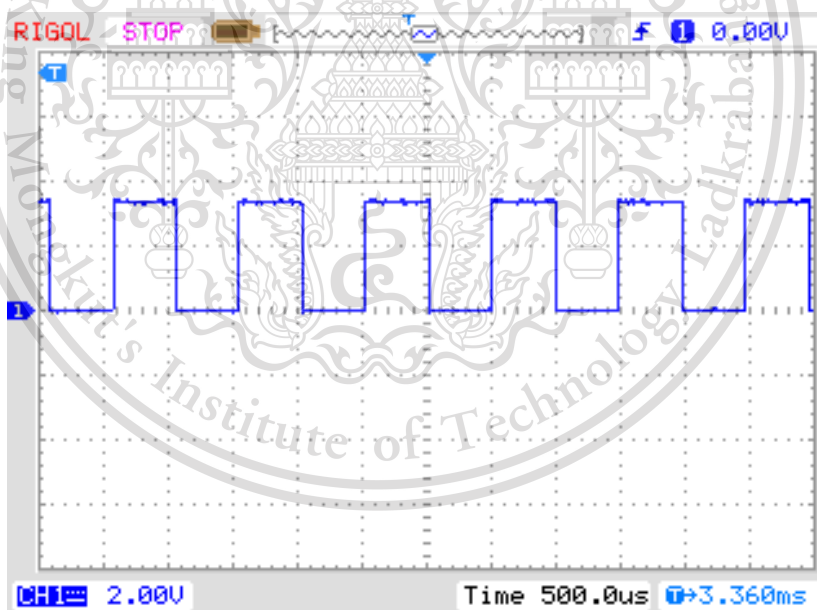
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(a)



(b)

รูปที่ 4.56 กรณีสอบพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล

(a) ตัวอย่างระยะห่างระหว่างบุคคลที่ละเมิดเกณฑ์

(b) สัญญาณเอาต์พุตของ Buzzer ความถี่ 1 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

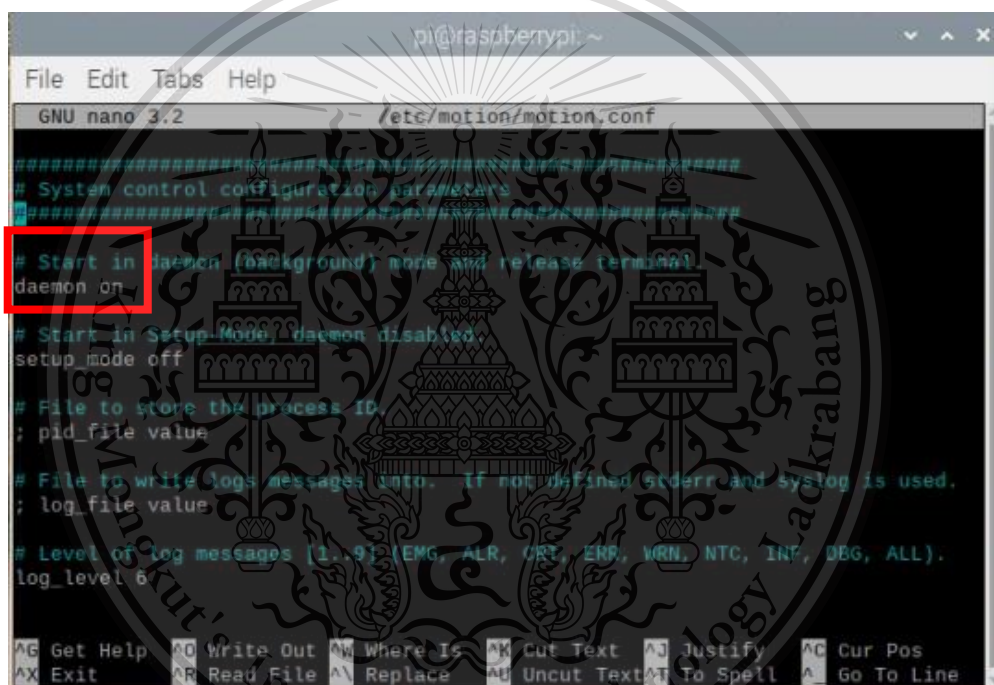
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.3.4 การทดสอบการสตรีมวิดีโอจากเว็บแคมไปแสดงผลที่เว็บเบราว์เซอร์ผ่าน Raspberry Pi

ปริญญานิพนธ์นี้ใช้โปรแกรม Motion บน Raspberry Pi ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยให้ดูภาพจากกล้องผ่านทางหน้าเว็บได้และยังมี Function ในการดักจับความเคลื่อนไหวของภาพเพื่อบันทึกและเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ภาพหรือวิดีโอเก็บไว้ได้ โดยติดตั้งโปรแกรมให้เชื่อมต่อกล้องเข้ากับบอร์ด Raspberry Pi ไว้ก่อนการทำงาน โดยรายละเอียดการทำงานมีดังนี้

1. ทำการแก้ไขไฟล์ Config ของ Motion ที่ /etc/motion/motion.conf โดยทำการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ในไฟล์เป็น daemon on แสดงดังรูปที่ 4.57, stream\_localhost off กับ stream\_port 3000 แสดงดังรูปที่ 4.58 และ webcontrol\_localhost off แสดงดังรูปที่ 4.59



```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 3.2 /etc/motion/motion.conf
#####
# System control configuration parameters
#####
# Start in daemon (background) mode and release terminal.
daemon on
# Start in Setup Mode, daemon disabled
setup_mode off
# File to store the process ID.
; pid_file value
# File to write logs messages into. If not defined stderr and syslog is used.
; log_file value
# Level of log messages (1..9) (EMG, ALR, CRT, ERR, WRN, NTC, INF, DBG, ALL).
log_level 6
#####
MG Get Help  MO Write Out  MW Where Is  MK Cut Text  MJ Justify   MC Cur Pos
MX Exit      MR Read File  ML Replace  MU Uncut Text  MT To Spell  MA Go To Line

```

รูปที่ 4.57 การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า daemon on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 3.2 /etc/motion/motion.conf

# Live stream configuration parameters
#####

# The port number for the live stream.
stream_port 3000

# Restrict stream connections to the localhost.
stream_localhost off

#####

# Camera config files - One for each camera.
#####

; camera /usr/etc/motion/camera1.conf
; camera /usr/etc/motion/camera2.conf
; camera /usr/etc/motion/camera3.conf
; camera /usr/etc/motion/camera4.conf

#####

Directory to read '.conf' files for cameras.

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^Y Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line

```

รูปที่ 4.58 การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า stream\_localhost off กับ stream\_port 3000

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 3.2 /etc/motion/motion.conf

# Port number used for the webcontrol.
webcontrol_port 8080

# Restrict webcontrol connections to the localhost.
webcontrol localhost off

# Type of configuration options to allow via the webcontrol.
webcontrol_parms 0

#####

# Live stream configuration parameters
#####

# The port number for the live stream.
stream_port 3000

# Restrict stream connections to the localhost.
stream_localhost off

#####

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^Y Replace ^U Uncut Text ^T To Spell ^_ Go To Line

```

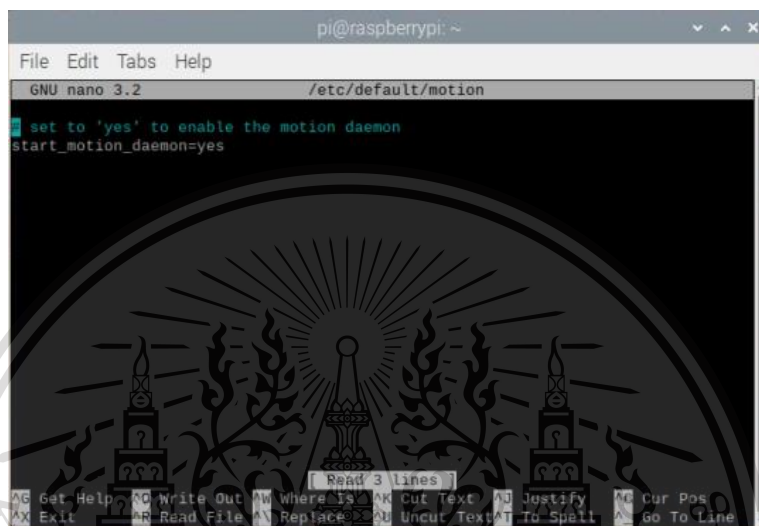
รูปที่ 4.59 การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า webcontrol\_localhost off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. ทำการแก้ไข /etc/default/motion เพื่อกำหนดให้โปรแกรม Motion ทำงานโดยเซิร์ฟเวอร์ทำให้กล้องเว็บแคมทำงานอย่างต่อเนื่อง และเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อทำการเปิด Raspberry Pi ใหม่อีกครั้งโดยให้ทำการแก้ไขบรรทัด start\_motion\_daemon=no ให้เปลี่ยนเป็น yes แสดงดังรูปที่ 4.60



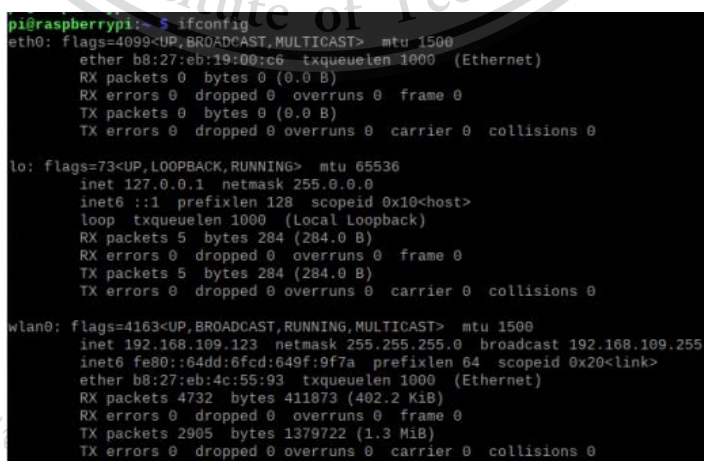
```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
GNU nano 3.2 /etc/default/motion
set to 'yes' to enable the motion daemon
start_motion_daemon=yes
Read 3 lines
AG Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^G Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^M Replace ^U Uncut Text ^T To Shell ^_ Go To Line

```

รูปที่ 4.60 การตั้งค่า Motion โดยตั้งค่า start\_motion\_daemon=yes

3. ใช้คำสั่ง Start Motion Server เพื่อเป็นการเริ่มต้นสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์ วิดีโอที่สตรีมสามารถเข้าดูโดยใส่ IP address ใน Raspberry Pi ซึ่ง IP address สามารถดูได้โดยคำสั่ง ifconfig แสดงดังรูปที่ 4.61 ซึ่งเข้าดูวิดีโอในเบราว์เซอร์ได้โดยเข้าถึงพอร์ตที่ทำการตั้งค่าไว้ในไฟล์ motion.conf ซึ่งค่าเริ่มต้นคือ 3000 เช่น 192.168.109.123:3000 เป็นต้น โดยผลการสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์ แสดงดังในรูปที่ 4.62



```

pi@raspberrypi:~$ ifconfig
eth0: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    ether b8:27:eb:19:00:c6 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    RX packets 5 bytes 284 (284.0 B)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 5 bytes 284 (284.0 B)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.109.123 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.109.255
    inet6 fe80::64dd:6fcd:649f:9f7a prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether b8:27:eb:4c:55:93 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 4732 bytes 411873 (402.2 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 2905 bytes 1379722 (1.3 MiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้

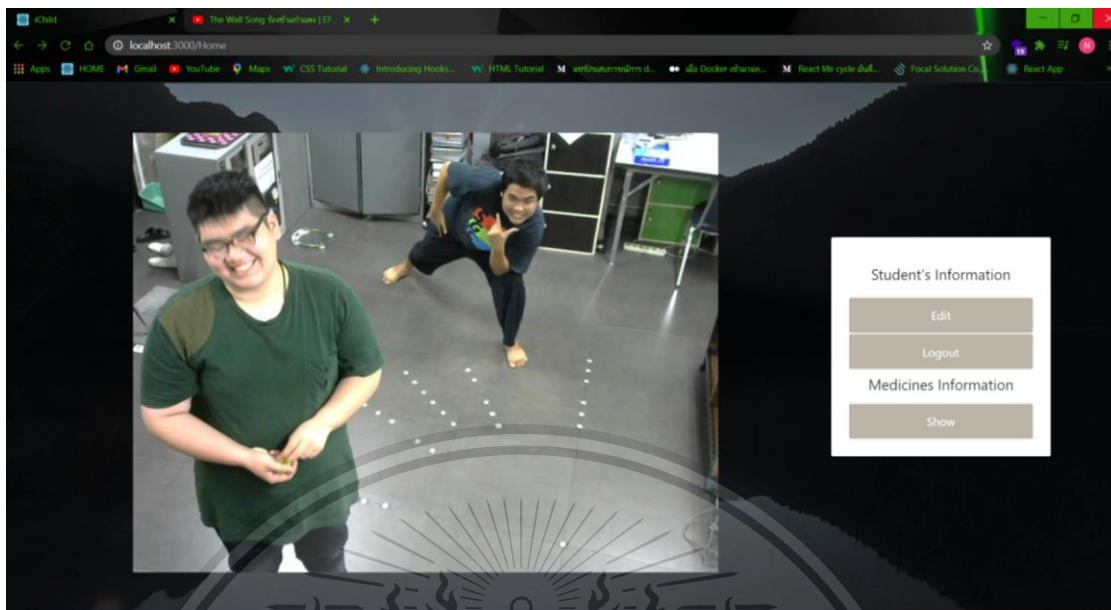
ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.61 การตรวจสอบ IP address สำหรับการเข้าดูวิดีโอในเบราว์เซอร์ด้วยคำสั่ง ifconfig

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.62 การสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์

#### 4.3.5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ Motion กับ OpenCV ร่วมกับ Flask ในการสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์ผ่าน Raspberry Pi

ผลของการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ Motion กับ OpenCV ร่วมกับ Flask ในการสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์ สามารถสรุปผลจากการทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ Motion กับ OpenCV ร่วมกับ Flask ในการสตรีมวิดีโอไปยังเว็บเบราว์เซอร์ เมื่อกำหนดค่าของ Num Frame ต่างๆ ดังตารางที่ 4.14 โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของเฟรมเรทจากการใช้ OpenCV ร่วมกับ Flask จะมากกว่าการใช้ Motion ถึง 2 เท่า ทำให้ภาพวิดีโอมีคุณภาพที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ Motion ในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้ Motion กับ OpenCV ร่วมกับ Flask เมื่อ กำหนดค่า Num Frame ต่างๆ

Num Frame	เฟรมที่ได้จากกล้องเว็บแคม		เฟรมที่ผ่านกระบวนการปรับค่า Num Frame จากกล้องเว็บแคม	
	อัตราเฟรมเฉลี่ย (ภาพ/วินาที)	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (วินาที)	อัตราเฟรมเฉลี่ย (ภาพ/วินาที)	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (วินาที)
100	13.34	7.50	48.33	2.07
500	22.79	21.94	47.96	10.42
1000	18.31	54.62	47.85	20.90
2000	23.62	84.66	48.75	41.03

#### 4.4 ระบบฐานข้อมูลและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

##### 4.4.1 การทดสอบการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

###### 4.4.1.1 การทดสอบหน้าแสดงผลข้อมูลของนักเรียน

การทดสอบหน้าแสดงผลข้อมูลของนักเรียน ทำการทดสอบ โดยดึงข้อมูลมาจากรฐานข้อมูล ให้แสดงผลบนหน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.63

Student Name	Student Nickname	Age	Gender	Room	Parent Name	Telephone Number	Address	Hospital	Student Image	Parent Image	Actions
Akin Maneechai	Akin	4	Male	1	Chotika Wongwilas	0851828766	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Aline Arayasakul	Aline	4	Female	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Arran Arayasakul	Arran	4	Male	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Akkaran Worachitapongke	Akkaran	4	Male	1	Napapa Wansukon	0877500156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ไปใช้ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.63 การแสดงผลข้อมูลนักเรียน

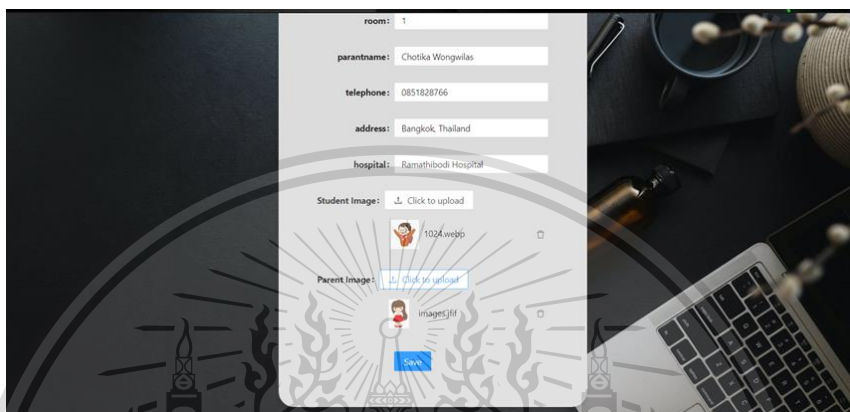
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.4.1.2 การทดสอบหน้าแก้ไขข้อมูลของนักเรียน

ทดสอบหน้าแก้ไขข้อมูลของนักเรียน โดยทำการแก้ไขข้อมูลรูปภาพแสดงดังรูปที่

4.64 เมื่อทำการกดปุ่ม Save Webpage จะส่งค่าที่ทำการแก้ไขและทำการอัปเดตข้อมูลแสดงผลบนหน้าจอแสดงดังรูปที่ 4.65 ฐานข้อมูลจะถูกอัปเดตค่าที่ทำการแก้ไข แสดงดังรูปที่ 4.66



รูปที่ 4.64 การแก้ไขข้อมูลรูปภาพ

Student's Information

Student Name	Student Nickname	Age	Gender	Room	Parent Name	Telephone Number	Address	Hospital	Student Image	Parent Image	Actions
Alan Manechai	Alan	4	Male	1	Chotika Wongwilas	0851828766	Bangkok Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Aline Arayakul	Aline	4	Female	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Arran Arayakul	Arran	4	Male	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Akkanan Worothareondej	Racing	4	Male	1	Najapa Tunlakorn	0877500156	Bangkok Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit

รูปที่ 4.65 การแสดงผลข้อมูลที่ถูกอัปเดต

id	idstudent	parentname	telephone	hospital	address	studentimage	parentimage	user_id	created_at	updated_at
1	1	Chotika Wongwilas	0851828766	Ramathibodi Hospital	Bangkok Thailand	/images/1_student.jpeg	/images/1_parent.jpeg	1	2021-02-09 14:14:15	2021-02-09 14:14:15
2	2	Panissara Phimpru	0810270156	Ramathibodi Hospital	Bangkok Thailand	/images/00002_student.jpeg	/images/00002_parent.jpeg	2	2021-02-09 14:25:19	2021-02-09 14:25:19
3	3	Panissara Phimpru	0810270156	Ramathibodi Hospital	Bangkok Thailand	/images/00003_student.jpeg	/images/00003_parent.jpeg	3	2021-02-09 14:26:36	2021-02-09 14:26:36
4	4	Najapa Tunlakorn	0877500156	Ramathibodi Hospital	Bangkok Thailand	/images/00004_student.jpeg	/images/00004_parent.jpeg	4	2021-02-09 14:37:14	2021-02-09 14:37:14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูปที่ 4.66 การอัปเดตฐานข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

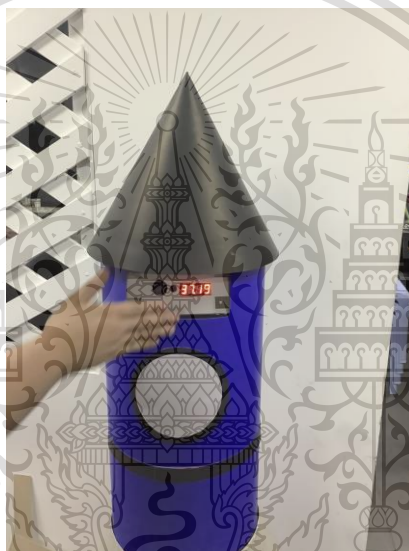
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.5 การทดสอบการทำงานของระบบรวม

การทดสอบการทำงานของระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถีใหม่ ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ 1. ส่วนระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 2. ส่วนระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC 3. ส่วนฐานข้อมูลและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

##### 4.5.1 การทดสอบส่วนระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

การทดสอบระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิจะเริ่มด้วยการนำมือหรือหน้าผากเข้าไปในระยะที่เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ เมื่อเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิทำงาน ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จะแสดงผลบนหน้าจอ 7-Segment แสดงดังรูปที่ 4.67



รูปที่ 4.67 การทำงานของระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

##### 4.5.2 การทดสอบส่วนระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล

การทดสอบการตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคลจะทำการตรวจจับการรักษา ระยะห่างระหว่างบุคคล โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ตรวจไม่พบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล (ระยะห่างมากกว่า 100 เซนติเมตร) แสดงดังรูปที่ 4.68 และกรณีตรวจพบการละเมิด เกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล (ระยะห่างน้อยกว่า 100 เซนติเมตร) แสดงดังรูปที่ 4.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.68 กรณีที่ตรวจไม่พบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล



รูปที่ 4.69 กรณีตรวจพบการละเมิดเกณฑ์ระยะห่างระหว่างบุคคล

#### 4.5.3 การทดสอบส่วนระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC

ในการใช้งานระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC ก่อนใช้งานจะต้องนำส่วนท่อหุ้มภายนอกออกก่อน ฐานข้อมูลจะส่งค่ามายังส่วนควบคุมเพื่อสั่งการเปิด/ปิดการทำงานของหลอด UVC โดยโหมดการทำงานที่ 1 ส่งผลให้หลอด UVC เปิดและค่าสถานะ Relay On แสดงผลทาง Serial Monitor ได้ดังรูปที่ 4.70 (ก) และ 4.70 (ข) ตามลำดับ โหมดการทำงานที่ 2 ส่งผลให้หลอด UVC ปิดและค่าสถานะ Relay Off แสดงผลทาง Serial Monitor ได้ดังรูปที่ 4.71 (ก) และ 4.71 (ข) โหมดการทำงานที่ 3 ส่งผลให้หลอด UVC เปิดและค่าสถานะ Relay On ตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 07.30 น. แสดงผลทาง Serial Monitor ได้ดังรูปที่ 4.72 (ก) และ 4.72 (ข) โหมดการทำงานที่ 4 ส่งผลให้หลอด UVC เปิดและค่าสถานะ Relay on ตั้งแต่เวลา 12.00 น. ถึง 12.30 น. แสดงผลทาง Serial Monitor ได้ดังรูปที่ 4.73 (ก) และ 4.73 (ข) โหมดการทำงานที่ 5 ส่งผลให้หลอด UVC เปิดและค่าสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Relay On ตั้งแต่วันที่ 17.00 น. ถึง 17.30 น. แสดงผลทาง Serial Monitor ได้ดังรูปที่ 4.74 (ก) และ 4.74 (ข)



(ก)

```

COM3
Voltage: 228.24
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:33:28 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:1
Relay ONVoltage: 228.24
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:33:44 Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:1
Relay ON
  
```

(ข)

รูปที่ 4.70 การทำงานโหมดที่ 1 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิด  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) หลอดไฟ UVC เปิด  
 (ข) ค่าสถานะ Relay แสดงผลทาง Serial Monitor

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



(ก)

```

COM3
[SETUP] WAIT 3...
[SETUP] WAIT 2...
[SETUP] WAIT 1...

Waiting for time
Time response...OK
Voltage: 220.01
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:34:54 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:2
Relay OFF
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:35:9 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:2
Relay OFF
  
```

(ข)

## รูปที่ 4.71 การทำงานโหมดที่ 2 เมื่อหลอดไฟ UVC ปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
(ก) หลอดไฟ UVC ปิด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
(ข) ค่าสถานะ Relay Off แสดงผลทาง Serial Monitor

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

COM3
[SETUP] WAIT 4...
[SETUP] WAIT 3...
[SETUP] WAIT 2...
[SETUP] WAIT 1...

Waiting for time
Time response....OK
Voltage: 220.01
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 7:00:19 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:3
Relay ONVoltage: 228.24
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 7:00:34 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:3

```

(ก)

```

COM3
id:1
mode:3
Relay ONVoltage: 221.66
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 7:31:6 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:3
Relay OFFVoltage: 226.60
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 7:31:22 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:3
Relay OFF
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 7:31:38 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1

```

(ข)

รูปที่ 4.72 การทำงานโหมดที่ 3 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิดตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 07.30 น.

(ก) ค่าสถานะ Relay On แสดงผลทาง Serial Monitor

(ข) ค่าสถานะ Relay Off แสดงผลทาง Serial Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

COM3
[SETUP] WAIT 4...
[SETUP] WAIT 3...
[SETUP] WAIT 2...
[SETUP] WAIT 1...

Waiting for time
Time response....OK
Voltage: 220.01
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 12:00:30 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:4
Relay ONVoltage: 226.60
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 12:00:45 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:4
Autoscroll Show timestamp Newline 115200 baud Clear output

```

(ก)

```

COM3
Relay ONVoltage: 226.60
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 12:30:58 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:4
Relay ONVoltage: 249.66
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 12:31:14 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:4
Relay OFF
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 12:31:29 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:4
Relay OFFVoltage: 226.60
Autoscroll Show timestamp Newline 115200 baud Clear output

```

(ข)

รูปที่ 4.73 การทำงานโหมดที่ 4 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิดตั้งแต่วันที่ 12.00 น. ถึง 12.30 น.

(ก) ค่าสถานะ Relay On แสดงผลทาง Serial Monitor

(ข) ค่าสถานะ Relay Off แสดงผลทาง Serial Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

COM3
[SETUP] WAIT 4...
[SETUP] WAIT 3...
[SETUP] WAIT 2...
[SETUP] WAIT 1...

Waiting for time
Time response....OK
Voltage: 220.01
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:0:43 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:5
Relay ONVoltage: 226.60
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:0:58 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode:5

```

Autoscroll  Show timestamp  Newline  115200 baud  Clear output

(ก)

```

COM3
[SETUP] WAIT 3...
[SETUP] WAIT 2...
[SETUP] WAIT 1...

Waiting for time
Time response....OK
Voltage: 220.01
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:34:54 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode: 5
Relay OFF
[HTTP] begin...
[HTTP] GET...
[HTTP] GET... code: 200 17:35:9 / Tuesday/30 / Mar / 2564
id:1
mode: 5
Relay OFF

```

Autoscroll  Show timestamp  Newline  115200 baud  Clear output

(ข)

รูปที่ 4.74 การทำงานโหมดที่ 5 เมื่อหลอดไฟ UVC เปิดตั้งแต่เวลา 17.00 น. ถึง 17.30 น.

(ก) ค่าสถานะ Relay On แสดงผลทาง Serial Monitor

(ข) ค่าสถานะ Relay Off แสดงผลทาง Serial Monitor

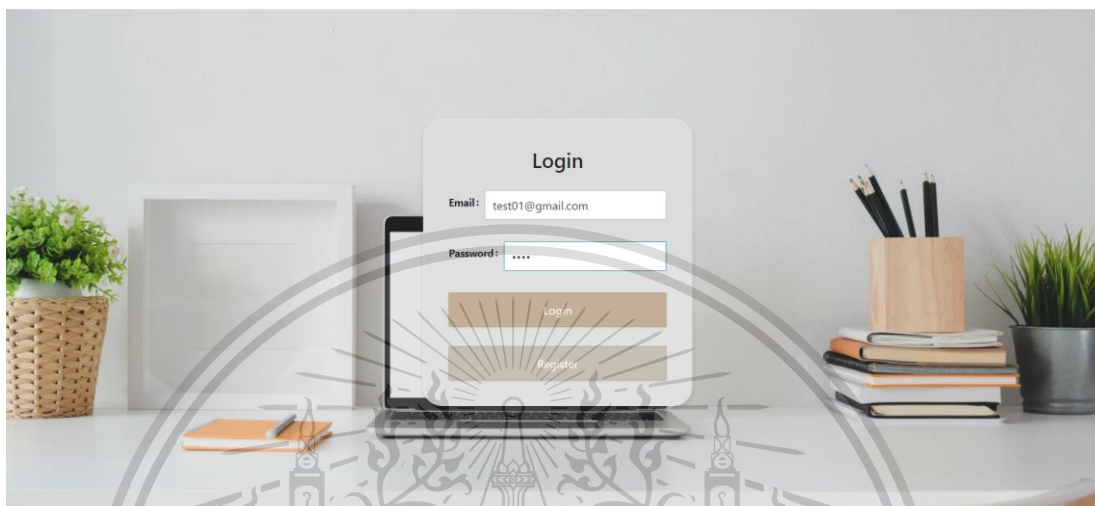
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.5.4 การทดสอบฐานข้อมูลและส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

ทดสอบการเข้าสู่ระบบผู้ใช้งาน เมื่อผู้ปกครองทำการเข้าสู่ระบบแสดงดังรูปที่ 4.75 เมื่อเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วจะแสดงหน้าหลักผู้ใช้งานแสดงดังรูปที่ 4.76



รูปที่ 4.75 ตัวอย่างการเข้าสู่ระบบผู้ใช้งาน



รูปที่ 4.76 หน้าจอหลักผู้ใช้งาน

ทดสอบการแสดงผลข้อมูลนักเรียนดังรูปที่ 4.77 และทำการแก้ไขข้อมูลภาพนักเรียนดังรูปที่ 4.78 ซึ่งเมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่แก้ไขใหม่แสดงดังรูปที่ 4.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Student Name	Student Nickname	Age	Gender	Room	Parent Name	Telephone Number	Address	Hospital	Student Image	Parent Image	Actions
Akin Maneechai	Akin	4	Male	1	Chotika Wongwilas	0851828766	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Aline Arayasakul	Aline	4	Female	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Arran Arayasakul	Arran	4	Male	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Akkaranan Worarotchareondej	Racing	4	Male	1	Naprapa Tuntakoon	0877500156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit

รูปที่ 4.77 หน้าจอแสดงผลข้อมูลนักเรียนทั้งหมด

room: 1  
 paranrname: Chotika Wongwilas  
 telephone: 0851828766  
 address: Bangkok, Thailand  
 hospital: Ramathibodi Hospital  
 Student Image: Click to upload  
 Parent image: Click to upload  
 Save

รูปที่ 4.78 ตัวอย่างการแก้ไขข้อมูลภาพนักเรียน

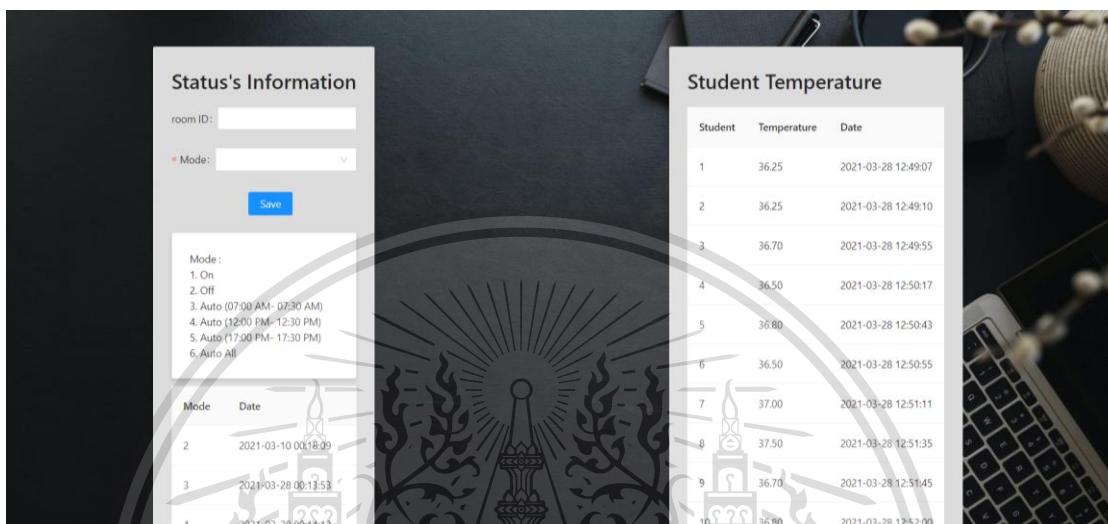
Student Name	Student Nickname	Age	Gender	Room	Parent Name	Telephone Number	Address	Hospital	Student Image	Parent Image	Actions
Akin Maneechai	Akin	4	Male	1	Chotika Wongwilas	0851828766	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Aline Arayasakul	Aline	4	Female	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Arran Arayasakul	Arran	4	Male	1	Panissara Phimpru	0810270156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit
Akkaranan Worarotchareondej	Racing	4	Male	1	Naprapa Tuntakoon	0877500156	Bangkok, Thailand	Ramathibodi Hospital			Edit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกรูปที่ 4.79 หน้าจอแสดงผลข้อมูลนักเรียนทั้งหมดหลังจากมีการแก้ไขข้อมูลที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในหน้าจอส่วนแสดงข้อมูลสถานะจะประกอบไปด้วย ส่วนของการควบคุมการเปิด-ปิดของหลอดไฟ UVC สำหรับฆ่าเชื้อ มีหน้าต่างสำหรับปรับโหมดการทำงานของหลอดไฟ, การแสดงผลสถานะของหลอดไฟ และสถานะอุณหภูมิที่ตั้งแสดงในรูปที่ 4.80



รูปที่ 4.80 หน้าจอแสดงผลข้อมูลสถานะ

ทดสอบการเพิ่มข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทานดังแสดงในรูปที่ 4.81 ซึ่งเมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะแสดงผลข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน โดยหน้าจอแสดงผลข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทานจะประกอบไปด้วยเลขที่ของนักเรียน, ข้อมูลเวลา, ชื่อยา และปริมาณยาที่นักเรียนต้องรับประทาน แสดงดังรูปที่ 4.82



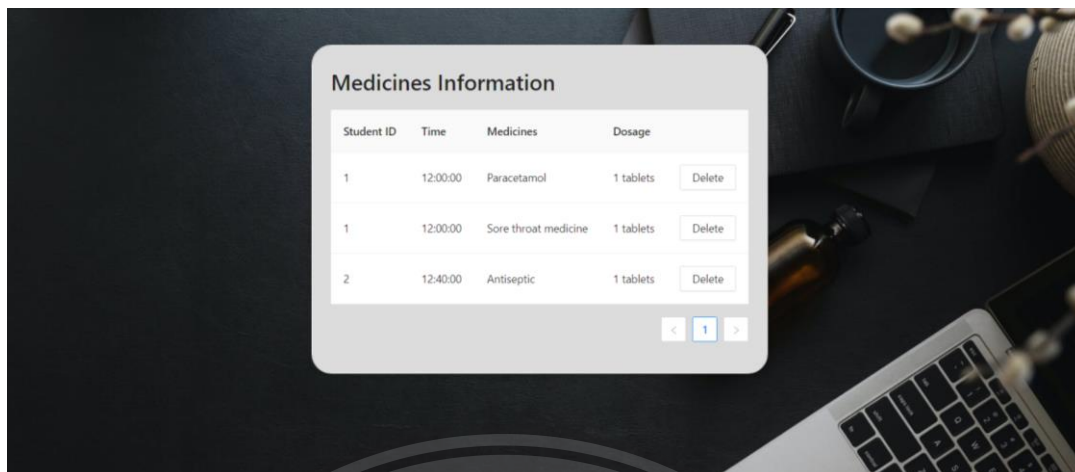
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.81 ตัวอย่างการเพิ่มข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.82 หน้าแสดงผลข้อมูลยาที่นักเรียนต้องรับประทาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่ โดยระบบจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้ 1.ส่วนระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 2.ส่วนระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC 3.ส่วนระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล และ 4.ส่วนระบบจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ จากการทดสอบพบว่าส่วนระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิสามารถวัดค่าและแสดงผลอุณหภูมิของนักเรียน และช่วยคัดกรองนักเรียนว่ามีระดับอุณหภูมิร่างกายสูงกว่าปกติหรือไม่ โดยการแจ้งเตือนนักเรียนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติด้วยเสียง โดยมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 1.08% ส่วนระบบฆ่าเชื้อด้วยแสง UVC เป็นส่วนสำหรับฆ่าเชื้อเพื่อป้องกันและลดการติดเชื้อภายในห้องเรียน จากการทดสอบพบว่าสามารถฆ่าเชื้อตามเวลาที่กำหนดได้ ส่วนระบบตรวจจับการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล เป็นส่วนที่พิจารณาว่ามีเด็กนักเรียนคนใด ละเมิดเกณฑ์การรักษาระยะห่างหรือไม่ ถ้าตรวจพบการละเมิดเกณฑ์การรักษาระยะห่างจะทำการเตือนด้วยความถี่เสียง 1 kHz จากการทดสอบพบว่าองศาการยึ้นที่ระยะ 110 เซนติเมตรมีความแม่นยำมากที่สุด โดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสองเท่ากับ 1.675 เซนติเมตร และสุดท้ายส่วนระบบจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เป็นส่วนจัดเก็บข้อมูลของเด็กนักเรียนและผู้ปกครองบนฐานข้อมูล จากการทดสอบพบว่าสามารถเก็บข้อมูลต่างๆ ของนักเรียนและผู้ปกครองตามที่ออกแบบและนำมาแสดงผลได้ถูกต้อง

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบดูแลสุขภาพนักเรียนสำหรับโรงเรียนอนุบาลวิถิใหม่ที่จัดทำขึ้น อาจมีข้อผิดพลาดบางประการเช่น กรณีคนยืนซ้อนทับกัน พบว่ายังมีปัญหาในการแจ้งเตือนด้วยเสียงและแสดงผลบนหน้าจอ มอนิเตอร์ และการประมวลผลของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ต้องทำการสตรีมวิดีโอพร้อมกับการตรวจจับการรักษาระยะห่างของนักเรียนทำให้มีการล่าช้าในการประมวลผล ถึงแม้ว่าระบบที่นำเสนอจะทำงานได้ดีแต่การทดสอบยังเป็นสถานการณ์จำลองแบบระบบปิดขนาดเล็ก การขยายระบบทดสอบให้เสมือนจริงจึงมีความจำเป็นหากต้องการนำไปใช้จริง รวมทั้งควรมีคู่มือประกอบการใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม

- [1] “เด็กปฐมวัย วัยทองของชีวิต”.  
[http://elearning.psu.ac.th/courses/77/file\\_unit1.pdf](http://elearning.psu.ac.th/courses/77/file_unit1.pdf).
- [2] “Raspberry Pi 3 Model B+”.  
<https://www.raspberrypi.org/productraspberrypi-3-model-b-plus/>.
- [3] LABISTS. “Raspberry Pi 3 Model B+”.  
<https://labists.com/products/labits-rasberry-pi-3b-32gb>.
- [4] “GPIO”.  
<https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>.
- [5] Lnwshop. “wemos D1 mini ESP8266 ESP-12”.  
<http://www.shop4maker.com/product/151/wemos-d1-mini-esp8266-esp-12>.
- [6] LoXshop. “WeMos D1 mini V3.1.0 Lua WIFI IoT ESP8266 Development Board”.  
<https://www.ioxhop.com/product/190/wemos-d1-mini-v3-1-0-lua-wifi-iot-esp8266-development-board>.
- [7] MCUcity. “ESP-12E WeMos D1 WiFi uno based ESP8266 shield for arduino Compatible”.  
<https://www.mccity.com/product/729/esp-12e-wemos-d1-wifi-uno-based-esp8266-shield-for-arduino-compatible>.
- [8] Lazada. “WeMos D1 WiFi UNO ESP8266 NodeMCU IoT IDE Compatible Board”.  
<https://www.lazada.com.my/products/wemos-d1-wifi-uno-esp8266-nodemcu-iot-ide-compatible-board-i161307741.html>.
- [9] Neonics. “รู้จักค่า Emissivity สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน”.  
<https://www.neonics.co.th/ir-thermometer/what-is-emissivity.html>.
- [10] Ponpe. “ค่า emissivity ของวัสดุแต่ละชนิด”.  
<https://www.ponpe.com/technical/341-emissivity.html>.
- [11] Melexis. “Changing Emissivity Setting in MLX90614 (including changing 0x0F cell)”.  
<https://www.melexis.com/en/documents/documentation/application-notes/application-note-mlx90614-changing-emissivity-setting>.

เอกสารนี้เป็น [12] Kapook. “COVID-19 คืออะไร มารู้จักโคโรนาไวรัส สายพันธุ์ใหม่ ที่ทำลายปอดได้”.  
<https://covid-19.kapook.com/view221519.html> โยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [13] WHO. “Coronavirus disease (COVID-19) questions and answers”.  
<https://www.who.int/thailand/emergencies/novel-coronavirus-2019/q-a-on-covid-19>
- [14] โรงพยาบาลจุฬารัตน์ 9 แอร์พอร์ต. “ป้องกันตัวเองอย่างไรให้ห่างไกล COVID-19”.  
<https://ch9airport.com/covid-19-prevention/>
- [15] A2S BANGKOK SUPPLY. “ABOUT UVC”.  
<https://www.a2sasia.com/th/uvc-lamp-2.html>
- [16] POB PAD. “รังสีอัลตราไวโอเล็ตประโยชน์และโทษ”.  
<https://www.pobpad.com/รังสีอัลตราไวโอเล็ตประโยชน์และโทษต่อร่างกาย>
- [17] Prince & Princess. “UV กับการนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อ”.  
<http://www.princeandprincessbaby.com/uvกับการนำมาใช้ฆ่าเชื้อโรค/>
- [18] A2S BANGKOK SUPPLY. “ABOUT UVC”.  
<https://www.a2sasia.com/th/uvc-lamp-2.html>
- [19] NIMT. “คำแนะนำสำหรับการใช้หลอด UV ทำลายเชื้อ Covid-19”.  
<http://www.nimt.or.th/Main/wp-content/uploads/2020/06/คำแนะนำ-การเลือกหลอดUVทำลายเชื้อโควิด-19-ตอนที่1.pdf>
- [20] POB PAD. “รังสีอัลตราไวโอเล็ตประโยชน์และโทษ”.  
<https://www.pobpad.com/รังสีอัลตราไวโอเล็ตประโยชน์และโทษต่อร่างกาย>
- [21] Megafil. “อะไรคือระบบ UVGI?”.  
<http://www.megafil.co.th/index.php?lay=show&ac=article&id=539644324&Ntype=15>
- [22] สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.  
 “คำแนะนำสำหรับการใช้ “หลอดยูวี” ทำลายเชื้อโควิด 19”.  
<http://www.nimt.or.th/main/?p=3176>
- [23] NicheSkin. “DNA Repair โดย T4N5 Liposome”.  
<http://www.nicheskin.com/DNA-Repair-%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A2-T4N5Liposome>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เฉพาะเพื่อการศึกษานานาชาติเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น <https://www.efsen.dk/uvc-for-disinfection-of-surfaces/> เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [25] Metrology. “UV Lamp - Germicidal Lamp”.  
<https://www.mtec.co.th/1140233/uv-lamp>.
- [26] DTTNI. “CATIA”.  
[http://de.ttni.co.th/a\\_36863\\_19199\\_CATIA-V5-6.html](http://de.ttni.co.th/a_36863_19199_CATIA-V5-6.html).
- [27] MarcusCode. “ภาษา Python”.  
<http://marcuscode.com/lang/python>.
- [28] Moungsir. “โครงสร้างภาษา Python”.  
<https://medium.com/@moungsiri/โครงสร้างภาษา-python-53cc38a51462>
- [29] Nuttakan Chuntra. “OpenCV คืออะไร?”.  
<https://medium.com/@nut.ch40/opencv-คืออะไร-8771e2a4c414>.
- [30] NEXTSOFTWAREHOUSE. “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล”.  
<https://nextsoftwares.wordpress.com/2014/05/22/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล>.
- [31] ดร.โสภณ ผู้มีจรรยา. การแปลงทางเรขาคณิต. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศิลปากร. การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น. (หน้า 2-7).
- [32] HACKERNOON. “Image Annotation”.  
<https://hackernoon.com/what-is-image-annotation-an-intro-to-5-image-annotation-services-yt6n3xfj>.
- [33] Deep learning. “Deep Learning คืออะไร? อาชีพไหนจะตกงานบ้าง?”.  
<https://medium.com/investic/deep-learning-คืออะไร-อาชีพไหนจะตกงานบ้าง>.
- [34] Deep learning. “Deep learning คืออะไร?”.  
<https://www.thaiprogrammer.org/2018/12/deep-learning-คืออะไร/>.
- [35] Convolution Neural Network. “Convolution Neural Network คืออะไร”.  
<https://medium.com/@pradyasin/what-is-convolution-neural-network/>.
- [36] Convolution Neural Network. “Deep Learning-Convolution Neural Network”.  
<https://towardsdatascience.com/applied-deep-learning-part-4-convolutional-neural-networks-584bc134c1e2>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น <https://ichi.pro/es/tag/646561647370696e2e636f6d-636e6e> การทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [38] Pooling Layer คือ. “CNN คืออะไร”.  
<https://medium.com/@pasu.jnk/ยินดีที่ได้รู้จัก-cnn-convolutional-neural-network-816772eee18c>.
- [39] Max Pooling. “Max-pooling / Pooling”.  
[http://computersciencewiki.org/index.php/Max-pooling/\\_/Pooling](http://computersciencewiki.org/index.php/Max-pooling/_/Pooling).
- [40] Serveh Kamrava., Pejman Tahmasebi.,& Muhammad Sahimi (2019). Linking Morphology of Porous Media to Their Macroscopic Permeability by Deep Learning. (pp. 439). Springer Nature
- [41] Flatten Layer. “Convolutional Neural Networks (CNN): Step 3 - Flattening”.  
<https://www.superdatascience.com/blogs/convolutional-neural-networks-cnn-step-3-flattening>.
- [42] Fully Connected Layer. “Demystifying Convolutional Neural Networks”.  
<https://medium.com/@eternalzerodayx/demystifying-convolutional-neural-networks-ca17bdc75559>.
- [43] SSD mobile net. “MobileNet คืออะไร สอน TensorFlow.js สร้าง Image Classification จำแนกรูปภาพ จาก MobileNet โมเดลสำเร็จรูป”.  
<https://www.bualabs.com/archives/3439/tensorflow-js-tutorial-build-image-classification-javascript-mobilenet-pretrained-model-tfjs-ep-7/>.
- [44] MobileNet Architecture. “layer of MobileNet Architecture”.  
[https://www.researchgate.net/figure/layers-of-MobileNet-architecture-4\\_fig2\\_331675538](https://www.researchgate.net/figure/layers-of-MobileNet-architecture-4_fig2_331675538).
- [45] SSD mobile net. “ใช้ Mobilenet จำแนกรูปภาพใน Keras”.  
<https://medium.com/@nonthakon/ใช้-mobilenet-จำแนกรูปภาพใน>.
- [46] Ken RobotSiam. “การติดตั้ง OpenCV 3 และการติดตามวัตถุ”.  
<https://raspberrypi3robot.blogspot.com/2018/09/opencv-3-raspberry-pi-3.html>.
- [47] toward data science. “Understanding SSD MultiBox — Real-Time Object Detection In Deep Learning”.  
<https://towardsdatascience.com/understanding-ssd-multibox-real-time-object-detection-in-deep-learning-495ef744fab>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงเนื้อหาเอกสารโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [48] โรงพยาบาลสินแพทย์. “Social Distancing คืออะไร ทำไมต้องห่างกัน”.  
<https://www.synphaet.co.th/social-distancing-คืออะไร-ทำไมต้องห่าง>.
- [49] คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. “Social Distance ด้านภัย Covid-19”.  
<https://med.mahidol.ac.th/th/infographics/172>.
- [50] ROI. “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล”.  
<https://nextsoftwares.wordpress.com/2014/05/22/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ/>.
- [51] Padiyappa Koogati. & K. Vinay Kumar. (2012). Optimizing the Recognition of Eye States in Real Time Video ROI. “Build Face Detection & Recognition Model”. In International Journal on Advanced Computer Engineering and Communication Technology (IJACECT). (pp. 2). Dept of Computer Science and Engineering, Maratha Mandal Engineering College, Belgaum, India. Dept. of CSE, National Institute Of Technology Karnataka, Surathkal, India
- [52] เปรี้ยว วงษ์เสรี. เทคนิคการประมวลค่าระยะห่างของรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพจากมุม ผกผัน. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2561.
- [53] Bird’s eye view. “Hong Kong from the sky: a bird's-eye view of a concrete canopy”.  
<https://www.designbolts.thenationalnews.com/world/asia/hong-kong-from-the-sky-a-bird-s-eye-view-of-a-concrete-canopy-1.816069/>.
- [54] Worm’s eye view. “Photos For Corporate Websites”.  
<https://www.designbolts.com/2019/01/03/20-free-business-stock-photos-for-corporate-websites/>.
- [55] IPM คือ. “A Hands-On Application of Homography: IPM”.  
<https://towardsdatascience.com/a-hands-on-application-of-homography-ipm-18d9e47c152f>.
- [56] Bird’s eye view transformation. “Low-cost implementation of bird's-eye view system for camera-on-vehicle”.  
[https://www.researchgate.net/publication/224117777\\_Lowcost\\_implementation\\_of\\_bird%27s-eye\\_view\\_system\\_for\\_camera-on-vehicle](https://www.researchgate.net/publication/224117777_Lowcost_implementation_of_bird%27s-eye_view_system_for_camera-on-vehicle).
- [57] ePlearn. “การเรียกใช้เวลามาตรฐาน NTP” ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
[https://sites.google.com/site/eplearn/wifi/get\\_ntp\\_time](https://sites.google.com/site/eplearn/wifi/get_ntp_time).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด [57] ePlearn. “การเรียกใช้เวลามาตรฐาน NTP” ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [58] ลุงเมกเกอร์. “การเรียกใช้เวลามาตรฐาน NTP ด้วย ESP32”.  
<http://www.lungmaker.com/เรียกใช้เวลามาตรฐาน-esp32/>.
- [59] อติศร หนานแก้ว. “ความหมายของฐานข้อมูล”.  
<https://sites.google.com/site/bb28003a/home/khwam-hmay-khxng-than-khxmml>.
- [60] Rajabhat Institute Chandrakasem. “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล”.  
<https://www3.chandra.ac.th/office/ict/document/it/it04/page01.html>.
- [61] เทคโนโลยีสารสนเทศ. “ฐานข้อมูล”.  
<https://sites.google.com/site/thechnoyisarsnthesit/xngkh-prakxb-khxng-thechnoyi-sarsnthes/than-khxmml-database>.
- [62] easy branches. “MySQL มีความสำคัญอย่างไรกับเซิร์ฟเวอร์”.  
<http://th.easyhostdomain.com/dedicated-servers/mysql.html>.
- [63] easy branches. “phpMyAdmin คืออะไร”.  
<http://th.easyhostdomain.com/dedicated-servers/php-myadmin.html>.
- [64] Saixiii. “MySQL คืออะไร”.  
<https://saixiii.com/what-is-mysql/>.
- [65] WISDMLABS. “How to Connect to a Remote Database using phpMyAdmin”.  
<http://th.easyhostdomai.com/dedicated-servers/php-myadmin.html>.
- [66] Chawish Tilakul. “มาทำความรู้จักกับ Laravel กัน”.  
[http://dev.classmethod.jp/articles/lots\\_get\\_to\\_know\\_laravel/](http://dev.classmethod.jp/articles/lots_get_to_know_laravel/).
- [67] Wikipedia. “Model-View-Controller”.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller>.
- [68] Mos Programmer. “เรียน Laravel กับ Mos programmer ตอนที่ 1”.  
<https://medium.com/@mosprogramer/เรียน-Laravel-กับ-Mos-programmer-ตอนที่-1>
- [69] “การเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ GUI”.  
[https://weerapon.weebly.com/36273609\\_365636233618360736373656-1.html](https://weerapon.weebly.com/36273609_365636233618360736373656-1.html).

- [70] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. “วิธีการใช้งาน Visual Studio Code”.  
<http://cs.bru.ac.th/สอนวิธีการใช้ Visual Studio Code>. ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [71] จีราวุธ วารินทร์. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย React Redux+Bootstrap. กรุงเทพฯ : รีไวว่า, 2562. 276 หน้า.
- [72] devahoy. “Node.js คืออะไร ? + เริ่มต้นใช้งาน Node.js”.  
<https://devahoy.com/blog/2015/07/getting-started-with-nodejs/>.
- [73] มานพ กองอ่อน. “Bootstrap คืออะไร”.  
<https://www.programmerthailand.com/tutorial/post/view/96/bootstrap>.
- [74] “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาษา HTML”.  
<https://sites.google.com/site/karchiporkaermdwyphasahhtml/khwam-ru-beuxng-tn-keiyw-kab-phasahhtml>.
- [75] PrachayaThain10. “ความรู้พื้นฐานภาษา CSS”.  
<https://sites.google.com/site/prachayathain10/5-2khwam-ru-phun-than-phasacss>.
- [76] Programming language. “การเขียนโปรแกรมภาษา JavaScript”.  
<https://sites.google.com/site/ntaweera/javascript>.
- [77] “เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ Infrared photoelectric switch Sensor E18-D80NK”.  
<https://shopee.co.th/เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ-Infrared-photoelectric-switch-Sensor-E18-D80NK-i.56846818.7943779240>.
- [78] amazon. “GY-906 MLX90614ESF Non-Contact Infrared Temperature Sensor Module IIC I2C Serial for Arduino (GY-906BCC)”.  
<https://www.amazon.com/MLX90614ESF-Non-Contact-Infrared-Temperature-GY-906-BCC/dp/B084KT5565>.
- [79] “(TM1637) 7-Segment 4-Digit Display Module”.  
<https://www.spmicrotech.com/product/โมดูลแสดงตัวเลข-4-หลัก-สี/>.
- [80] ครูสุริยาศรีวิเศษ. “ลำโพงบัสเซอร์(Buzzer)”.  
<https://sites.google.com/site/mikhorkhxnthorllexr1/la-pho-ngbas-sexr-buzzer>.
- [81] Gong. “LED (Light-emitting diode)”.  
<https://sites.google.com/gongtttgong/home/led>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น <https://th.wikipedia.org/wiki/ไดโอดเปล่งแสง>. อิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [83] JOOM. “รังสีอัลตราไวโอเล็ต UV หลอดให้ความร้อน”.  
<http://www.joom.com/th/products/1491966674214670858-48-1-26341-2199724467>.
- [84] Logitech. “Logitech HD Webcam C310”.  
<https://www.logitech.com/th-th/product/hd-webcam-c310#specification-tubular>.
- [85] PSP TECH. “รีเลย์ (Relay) คืออะไร”.  
[http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร-15696.page?fb\\_comment\\_id=736726676383655\\_112473839091581](http://www.psptech.co.th/รีเลย์relayคืออะไร-15696.page?fb_comment_id=736726676383655_112473839091581).
- [86] Lnshop. “2 Channel Relay (Opto-Isolated) - Active Low 5V 10A”.  
<https://www.arduitronics.com/product/1764/2-channel-relay-opto-isolated-active-low-5v-10a-หัวรีเลย์-ยี่ห้อ-tongling-รุ่น-jcq-3ff>.
- [87] เทียนทอง. “Philips บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ Electronic Ballast”.  
<https://www.thianthong.com/philips-electronic-ballast-eb-c-218-tld.html>.
- [88] เอกสารเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์”.  
<http://www2.dede.go.th/bhrd/old/dataenergy/DocEnergy/energy%20saving%20Technology8.html>.
- [89] S2 Innovation. “อลูมิเนียมโปรไฟล์ Aluminium Profile”.  
<https://s2ins.com/product/aluminium-profile-รุ่น-t2020/>.
- [90] “อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminium Profile)”.  
<https://sites.google.com/site/aluminium9999/aluminium-profile>.
- [91] Myarduino. “สอนใช้งาน Arduino ZMPT101B โมดูลวัดโวลต์ AC 220v Single Phase Voltage Sensor”.  
<https://www.myarduino.net/article/409/สอนใช้งาน-arduino-zmpt101b-โมดูลวัดโวลต์-ac-220v-single-phase-voltage-sensor/>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบตรวจสอบการรักษาระยะห่างระหว่างบุคคล มีโค้ดการทำงานประกอบ ซึ่งสามารถแสดงดังต่อไปนี้

```
import cv2
import numpy as np
import time
import argparse
import utils, plot

confid = 0.5
thresh = 0.5
mouse_pts = []
def get_mouse_points(event, x, y, flags, param):
    global mouse_pts
    if event == cv2.EVENT_LBUTTONDOWN:
        if len(mouse_pts) < 4:
            cv2.circle(image, (x, y), 5, (0, 0, 255), 10)
        else:
            cv2.circle(image, (x, y), 5, (255, 0, 0), 10)
        if len(mouse_pts) >= 1 and len(mouse_pts) <= 3:
            cv2.line(image, (x, y), (mouse_pts[len(mouse_pts)-1][0],
mouse_pts[len(mouse_pts)-1][1]), (70, 70, 70), 2)
            if len(mouse_pts) == 3:
                cv2.line(image, (x, y), (mouse_pts[0][0], mouse_pts[0][1]), (70, 70,
70), 2)
            if "mouse_pts" not in globals():
                mouse_pts = []
            mouse_pts.append((x, y))
            #print("Point detected")
            #print(mouse_pts)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

def calculate_social_distancing(vid_path, net, output_dir, output_vid, ln1):
    count = 0
    vs = cv2.VideoCapture(vid_path)
    # Get video height, width and fps
    height = int(vs.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT))
    width = int(vs.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH))
    fps = int(vs.get(cv2.CAP_PROP_FPS))
    # Set scale for birds eye view
    # Bird's eye view will only show ROI
    scale_w, scale_h = utils.get_scale(width, height)
    fourcc = cv2.VideoWriter_fourcc(*"XVID")
    output_movie = cv2.VideoWriter("./outputnew_vid/distancing.avi", fourcc,
    fps, (width, height))
    bird_movie = cv2.VideoWriter("./outputnew_vid/brid_eye_view.avi",
    fourcc, fps, (int(width * scale_w), int(height * scale_h)))
    points = []
    global image
    while True:
        (grabbed, frame) = vs.read()
        if not grabbed:
            print('here')
            break
        (H, W) = frame.shape[:2]
        if count == 0:
            while True:
                image = frame
                cv2.imshow("image", image)
                cv2.waitKey(1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if len(mouse_pts) == 8:
    cv2.destroyWindow("image")
    break

points = mouse_pts
src = np.float32(np.array(points[:4]))
dst = np.float32([[0, H], [W, H], [W, 0], [0, 0]])
print('-'*80)
print(src)
print(dst)
print('-'*80)
perspective_transform = cv2.getPerspectiveTransform(src, dst) #
Matrix
print(perspective_transform)
print('-'*80)
# using next 3 points for horizontal and vertical unit length(in this case
180 cm)
pts = np.float32(np.array([points[4:7]]))
warped_pt = cv2.perspectiveTransform(pts, perspective_transform)[0]
# wrap
print(warped_pt)

distance_w = np.sqrt((warped_pt[0][0] - warped_pt[1][0])** 2 +
(warped_pt[0][1] - warped_pt[1][1])** 2)
distance_h = np.sqrt((warped_pt[0][0] - warped_pt[2][0])** 2 +
(warped_pt[0][1] - warped_pt[2][1])** 2)
pnts = np.array(points[:4], np.int32)
cv2.polylines(frame, [pnts], True, (70, 70, 70), thickness=2)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

blob = cv2.dnn.blobFromImage(frame, 1 / 255.0, (416, 416),
swapRB=True, crop=False)
net.setInput(blob)
start = time.time()
layerOutputs = net.forward(ln1)
end = time.time()

boxes = []
confidences = []
classIDs = []

for output in layerOutputs:
    for detection in output:
        scores = detection[5:]
        classID = np.argmax(scores)
        confidence = scores[classID]
        # detecting humans in frame
        if classID == 0:
            if confidence > confid:
                box = detection[0:4] * np.array([W, H, W, H])
                (centerX, centerY, width, height) = box.astype("int")
                #print('/'*40)
                #print(detection[0],detection[1])
                print('/'*80)
                print(centerX,centerY)
                print('-'*80)
                print(width,height)
                print('/'*80)
                x = int(centerX - (width / 2))
                y = int(centerY - (height / 2))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

print('*'*80)
print(x,y)
boxes.append([x, y, int(width), int(height)])
confidences.append(float(confidence))
classIDs.append(classID)
print('/'*80)
print(boxes)

idxs = cv2.dnn.NMSBoxes(boxes, confidences, confid, thresh)
print(idxs)
font = cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN
boxes1 = []
for i in range(len(boxes)):
    if i in idxs:
        boxes1.append(boxes[i])
        x,y,w,h = boxes[i]
if len(boxes1) == 0:
    count = count + 1
    continue
print('/'*80)
print(boxes1)
person_points = utils.get_transformed_points(boxes1,
perspective_transform)
print('*'*80)
print(person_points)
distances_mat, bxs_mat, dist = utils.get_distances(boxes1,
person_points, distance_w, distance_h)
print('*'*80)
print(dist)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

risk_count = utils.get_count(distances_mat)
frame1 = np.copy(frame)
bird_image = plot.bird_eye_view(frame, distances_mat,
person_points, scale_w, scale_h, risk_count)
cv2.putText(bird_image, "Distance : " + str(dist) + "cm", (50,20),
cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 0, 255), 1 )
img = plot.social_distancing_view(frame1, bxs_mat, boxes1, risk_count)
if count != 0:
    output_movie.write(img)
    bird_movie.write(bird_image)
    cv2.imshow('Bird Eye View', bird_image)
    cv2.imshow('output movie', img)
    cv2.imwrite(output_dir+"frame%d.jpg" % count, img)
    cv2.imwrite(output_dir+"bird4/frame%d.jpg" % count, bird_image)
    count = count + 1
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break
vs.release()
cv2.destroyAllWindows()
if __name__ == "__main__":
    parser = argparse.ArgumentParser()
    parser.add_argument('-v', '--video_path', action='store', dest='video_path',
default='./data/testnew4.avi' ,
help='Path for input video')
    parser.add_argument('-o', '--output_dir', action='store', dest='output_dir',
default='./outnew4/' ,
help='Path for Output images')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

parser.add_argument('-O', '--output_vid', action='store', dest='output_vid',
default='./outputnew_vid/' ,
                help='Path for Output videos')
parser.add_argument('-m', '--model', action='store', dest='model',
default='./models/',
                help='Path for models directory')
parser.add_argument('-u', '--uop', action='store', dest='uop',
default='NO',
                help='Use open pose or not (YES/NO)')
values = parser.parse_args()
model_path = values.model
if model_path[len(model_path) - 1] != '/':
    model_path = model_path + '/'
output_dir = values.output_dir
if output_dir[len(output_dir) - 1] != '/':
    output_dir = output_dir + '/'
output_vid = values.output_vid
if output_vid[len(output_vid) - 1] != '/':
    output_vid = output_vid + '/'
weightsPath = model_path + "yolov3.weights"
configPath = model_path + "yolov3.cfg"
net_yl = cv2.dnn.readNetFromDarknet(configPath, weightsPath)
ln = net_yl.getLayerNames()
ln1 = [ln[i[0] - 1] for i in net_yl.getUnconnectedOutLayers()]
cv2.namedWindow("image")
cv2.setMouseCallback("image", get_mouse_points)
np.random.seed(42)calculate_social_distancing(values.video_path, net_yl,
output_dir, output_vid, ln1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับงานเพื่อการศึกษาด้านนี้ เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบวัดค่าอุณหภูมิร่างกายจากเซนเซอร์ มีโค้ดการทำงานประกอบ ซึ่งสามารถแสดงดังต่อไปนี้

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <TM1637Display.h>
#define CLK D4//pins definitions for TM1637 and can be changed to other
ports
#define DIO D3
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
TM1637Display display = TM1637Display(CLK, DIO);
float temperature_celsius;
int check;
int ledPin = D5;
int analogPin = A0;
int val = 0;
int buzz = D7;
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buzz, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  display.setBrightness(4);//BRIGHT_TYPICAL = 2,BRIGHT_DARKEST =
0,BRIGHTEST = 7;
  display.clear();
  mlx.begin();
}
void loop() {
  val = analogRead(analogPin);
  Serial.print("val = ");
  Serial.println(val);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

if (val > 500) {
  Serial.println("Not Found");
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  digitalWrite(buzz, LOW);
  check = val;
}
else if ((check - val) > 800) {
  Serial.println("Found");
  show();
  check = val;
}
}
void show() {
  temperature_celsius = mlx.readObjectTempC() + 8.2;
  Serial.println(temperature_celsius);
  display.showNumberDecEx(int(temperature_celsius * 100), 0b01000000,
false, 4, 0);
  Serial.println();
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  tone(buzz, 1000, 500);
  if (temperature_celsius > 37.5){
    tone(buzz, 1000);
  }
  delay(1000);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.