



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า  
A Development of Class Participation Recording System  
Using Face Detection

ผศ.ดร.มานพ พันธุ์โคกกรวด

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย  
จากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า  
A Development of Class Participation Recording System  
Using Face Detection

ผศ.ดร.มานพ พันธุ์โคกกรวด

RCH  
84431  
2558

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 142440  
วันเดือนปี - 4 พ.ค. 2559



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย  
จากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า

ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ

A Development of Class Participation Recording System  
Using Face Detection

แหล่งเงิน รายได้

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 74,400 บาท

ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558

หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.มานพ พันธุ์โคกกรวด คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

### บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การศึกษาในห้องเรียนจัดว่าเป็นสิ่งที่ทั้งครูและนักเรียนควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากห้องเรียนคือสภาพแวดล้อมหนึ่งที่เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยที่ครูและนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันได้อย่างเต็มที่ที่สุด และการเข้าเรียนก็เป็นประโยชน์สูงสุดกับตัวนักเรียนเอง ดังนั้นการบันทึกเวลาเรียนจึงกลายเป็นส่วนที่เข้ามามีบทบาทในการช่วยจูงใจให้นักเรียนมาเข้าชั้นเรียนมากขึ้น โดยปกติแล้ว การบันทึกเวลาเรียนจะใช้การขานชื่อ ซึ่งวิธีการนี้จะใช้เวลานานในชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนมาก และอาจขาดความแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นไม่ได้ยินเสียงตอบรับ มองไม่เห็นนักเรียนยกมือ และมีการยกมือแทนเพื่อน ดังนั้นเราจึงแก้ปัญหานี้ด้วยการนำการตรวจจับและรู้จำใบหน้ามาประยุกต์ใช้ในการทำระบบบันทึกเวลาเรียน จากการทดสอบระบบพบว่าระบบนี้ช่วยให้การบันทึกเวลาเข้าเรียนมีประสิทธิภาพ และแม่นยำมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นเงื่อนไขที่สามารถจูงใจให้นักเรียนมาเข้าเรียนได้เป็นอย่างดี โดยระบบที่เราพัฒนานั้นสามารถเอาไปติดตั้งในห้องเรียนได้ง่าย เพียงติดตั้งอุปกรณ์เสริมซึ่งก็คือ Web Camera ที่สามารถต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ง่ายเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จึงมีความสะดวกสบายแก่ผู้ที่ต้องการนำระบบไปใช้งานได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ ระบบบันทึกเวลาเรียน; การตรวจจับใบหน้า; การรู้จำใบหน้า; WebRTC; ฐานข้อมูลรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Research Title:** A Development of Class Participation Recording System Using Face Detection

**Researcher:** Assistant Professor Manop Phankokkrud

**Faculty:** Information Technology    **Department:** Information Technology

## ABSTRACT

Studying in the classroom should receive more attention because the classroom is a suitable environment for study which both student and teacher can immediately communicate and have an interaction with each other. Besides, students can get the most benefit for themselves when attend and participate in the classroom. Roll-call is a method that mostly used for the class participation recording. The time that used for this method depends on the number of students; the more number of students, the more time to spend. To find the way that improves the class participation recording process, we decided to use the face detection and face recognition to be the part of this development. In the result of this development, the system can improve the class participation recording accuracy to be more precise and persuaded the students to attend the class as well. Moreover, the system can install to the classroom easily because it is developed in form of the web application and need only web camera for the additional device.

**Keywords** Class participation recording system; Face detection; Face recognition; WebRTC; Image database

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชา Object Oriented Programming และวิชา Information System Analysis and Design ปีการศึกษา 2557 ที่ให้ความร่วมมือในงานวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยนางสาวพิชญา จตุรวัฒน์ และนางสาวภาสินี พงศ์มานะวุฒิ ที่ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

นอกจากนี้การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

ผศ.ดร.มานพ พันธุ์โคกกรวด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญภาพ .....	ช
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย .....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1 อีลกอริธึมตรวจจับใบหน้า .....	4
2.2 อีลกอริธึมรู้จำใบหน้า .....	5
2.3 การบันทึกเวลาเรียน .....	6
2.4 WebRTC .....	7
2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา .....	8
2.6 ฐานข้อมูลรูปภาพ .....	10
2.7 MySQL database .....	10
2.8 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย .....	13
3.1 นิยามปัญหา .....	13
3.2 ความต้องการของระบบ .....	14
3.3 การออกแบบระบบ .....	15
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน .....	18
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	22
4.1 การพัฒนาระบบ .....	22
4.2 ผลลัพธ์ของระบบ .....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

4.3 การประเมินระบบ .....	33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	34
5.1 สรุปผล.....	34
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	34
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย.....	35
6.1 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ (Publications).....	35
6.2 การผลิตบัณฑิต .....	35
6.3 ต้นแบบ .....	35
เอกสารอ้างอิง.....	36
ภาคผนวก	
ประวัตินักวิจัย	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการเก็บรวบรวมรูปภาพ.....	19
4.1. ตารางสรุปผลการตรวจจับใบหน้าด้วยอัลกอริธึม Haar-Like features.....	24
4.2. ตารางสรุปผลความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าด้วยอัลกอริธึม LBPH.....	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างพื้นที่สี่เหลี่ยมหกรูปแบบ.....	5
2.2 LBP Operators .....	5
2.3 โครงสร้างโดยรวมของ WebRTC API .....	7
3.1 โครงสร้างของระบบบันทึกเวลาเรียน .....	16
3.2 ER Diagram .....	18
3.3 ขั้นตอนการทำงานของโมดูลรู้จำใบหน้า .....	20
3.4 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการสำหรับรู้จำใบหน้า.....	20
4.1 ตัวอย่างภาพนักเรียนที่เก็บรวบรวมมาโดยระบบ .....	23
4.2 หน้าสำหรับเข้าสู่ระบบ.....	25
4.3 หน้าสำหรับแสดงข้อมูลผู้ใช้ (นักเรียน).....	26
4.4 หน้าแสดงประวัติการบันทึกเวลาเรียน.....	26
4.5 หน้าสำหรับส่งงาน และแสดงประวัติการส่งงาน.....	27
4.6 หน้าสำหรับส่งการบ้าน และแสดงประวัติการส่งการบ้าน.....	27
4.7 หน้าสำหรับเข้าสู่ระบบ (ผู้ดูแลระบบ).....	28
4.8 หน้าสำหรับแสดงข้อมูลผู้ใช้ (ผู้ดูแลระบบ).....	28
4.9 หน้าสำหรับเปิดระบบบันทึกเวลาเรียน.....	29
4.10 หน้าสำหรับถ่ายภาพและหน้าสำหรับอัปโหลดภาพ.....	29
4.11 หน้าแสดงผลการระบุตัวนักเรียนและหน้าแสดงผลการบันทึกเวลาเรียน .....	30
4.12 หน้าแสดงรายชื่อผู้ทำการบันทึกเวลาเรียน.....	30
4.13 หน้าแสดงรายชื่อผู้อัปโหลดไฟล์งาน.....	31
4.14 หน้าแสดงรายชื่อผู้อัปโหลดไฟล์การบ้าน.....	31
4.15 หน้าจัดการตารางเรียน .....	32
4.16 หน้าจัดการกำหนดส่งการบ้าน.....	32
4.17 หน้าจัดการข้อมูลนักเรียน.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย ตลอดจนขั้นตอนในการดำเนินงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยชิ้นนี้

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การระบุตัวตนเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากทั้งในด้านการศึกษาวิจัยและการพัฒนาเป็นระบบออกมาเพื่อนำไปใช้งานจริง ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันองค์กรต่างๆให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการระบบรักษาความปลอดภัย เพื่อป้องกันข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลที่เป็นความลับขององค์กรมากยิ่งขึ้น โดยปกติแล้ว องค์กรส่วนใหญ่มักจะใช้บัตรประจำตัว หรือชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการระบุและตรวจสอบตัวบุคคล ซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็ยังมีข้อบกพร่องหากบัตรประจำตัว หรือชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านหาย หรือถูกผู้ที่ไม่ใช่เจ้าของนำไปใช้เพื่อสวมรอยและเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการไม่ต้องการให้ผู้อื่นรับรู้ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงแก่องค์กรได้ ดังนั้นข้อมูลทางกายภาพของมนุษย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบและระบุตัวบุคคลได้เป็นอย่างดี กล่าวคือใช้ลักษณะทางกายภาพของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น ลายนิ้วมือหรือม่านตา หรือใช้พฤติกรรมของมนุษย์ เช่น จังหวะการกดแป้นพิมพ์ เป็นต้น

ใบหน้าของมนุษย์เองก็เป็นหนึ่งในลักษณะทางกายภาพที่ง่ายต่อการใช้สำหรับการตรวจสอบระบุตัวบุคคล เนื่องจากสามารถมองเห็นได้ง่าย ปลอมแปลงได้ยาก และอุปกรณ์เสริมที่จำเป็นต้องใช้ในระบบมีเพียงอย่างเดียวคือกล้องถ่ายภาพนั่นเอง ดังนั้นการรู้จำใบหน้าจึงเป็นวิธีการที่มีประโยชน์และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการรักษาความปลอดภัย ระบบกล้องวงจรปิด การตรวจสอบและระบุตัวตนบุคคล นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับวัตถุประสงค์อื่นๆ ได้อย่างหลากหลาย [1] ด้วยเหตุนี้ เราจึงมีความคิดที่จะพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักเรียนโดยใช้การตรวจจับใบหน้าขึ้นมา เพื่อช่วยให้การบันทึกการเข้าชั้นเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยปกติแล้วการบันทึกการเข้าชั้นเรียนมักจะใช้การขานชื่อ ซึ่งการขานชื่อเป็นกิจกรรมที่อาจจะทำให้เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนลดลงไป ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้าที่พัฒนาขึ้นจึงมีเพื่อเพิ่มความถูกต้องของการบันทึกการเข้าร่วมชั้นเรียนของนักเรียน โดยนำการตรวจจับใบหน้ามาประยุกต์ใช้ในระบบนี้ จะทำการตรวจสอบและระบุตัวบุคคลที่ได้ง่ายขึ้นโดยใช้เอกลักษณ์ของใบหน้าของบุคคล อีกทั้งยังแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการบันทึกเวลาเรียนได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียน โดยการประยุกต์ใช้การตรวจจับใบหน้า เพื่อให้ได้วิธีการใหม่ในการบันทึกเวลาเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อออกแบบระบบบันทึกเวลาเรียนและการบันทึกภาพบุคคลเพื่อสร้างฐานข้อมูลภาพ
3. เพื่อพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า และสร้างฐานข้อมูลรูปภาพนักเรียนสำหรับใช้ในการรู้จำใบหน้า

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการพัฒนา และพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน
2. ศึกษาวิธีการตรวจจับใบหน้าจากภาพถ่าย และเลือกวิธีการที่เหมาะสม
3. ศึกษาวิธีการรู้จำใบหน้า และเลือกวิธีการที่เหมาะสม
4. ออกแบบระบบบันทึกเวลาเรียน และการบันทึกภาพเพื่อสร้างฐานข้อมูลนักเรียนสำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนไม่เกิน 50 คน
5. การใช้งานส่วนของผู้เรียนจะสามารถบันทึกเวลาเรียน บันทึกภาพประกอบ และอัปโหลดงานประจำสัปดาห์ได้ และจะมีการตรวจสอบ IP Address เพื่อจำกัดการใช้งานให้อยู่ภายในห้องเรียนเท่านั้น
6. ระบบจะสามารถตรวจสอบการเข้าเรียนย้อนหลัง และผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเข้าเรียนของตนเองได้
7. การใช้งานส่วนของผู้ดูแลระบบ จะสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข วิชา และข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชา (อาทิ เวลาเข้าเรียน จำนวนงาน ฯลฯ) และจัดการข้อมูลภาพในฐานข้อมูลได้
8. การทดสอบระบบ จะทดลองใช้งานในห้องเรียนที่เป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์มี web-camera โดยจะทำการทดลองใช้งานเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา (15 ครั้ง)

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการพื้นฐานและรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน และการตรวจจับใบหน้า
2. คัดเลือกวิธีการในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่เหมาะสมกับระบบบันทึกเวลาเรียน และบันทึกภาพบุคคล โดยจะทำการวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีการ
3. ทดสอบวิธีการที่คัดเลือกมาในเบื้องต้นว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปพัฒนาได้จริงหรือไม่
4. พัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยวิธีการที่คัดเลือกมา โดยมีฟังก์ชันการทำงานตามที่ระบุในขอบเขตโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานวิจัยการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทดสอบการใช้งานระบบในเบื้องต้น เป็นการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม และหาข้อผิดพลาดของระบบโดยผู้ทำการวิจัยเอง
6. ปรับปรุงและแก้ไขข้อผิดพลาดที่พบจากการทดสอบ
7. นำระบบที่พัฒนาเสร็จสิ้นแล้วไปทดลองใช้งานกับผู้ใช้และสภาพแวดล้อมจริง โดยจะทำการทดลองใช้งานในชั้นเรียนที่เป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เป็นเวลา 1 ภาคเรียน (15 ครั้ง)
8. ประเมินผลการใช้งาน โดยจะประเมินจากความสะดวกรวดเร็วในการใช้งานเมื่อเทียบกับระบบบันทึกเวลาเรียนแบบอื่นๆ ความถูกต้องแม่นยำของการบันทึกเวลาเข้าเรียน และการวิเคราะห์ใบหน้าจากภาพถ่าย
9. วิเคราะห์และสรุปผลการประเมิน

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ
2. ได้กระบวนการบันทึกเวลาเรียนที่สะดวกและมีความแม่นยำกว่าเดิม
3. ช่วยป้องกันการบันทึกเวลาเรียนแทนกันของนักเรียน
4. ช่วยจูงใจให้นักเรียนมาเข้าชั้นเรียน และเสริมสร้างความรับผิดชอบของนักเรียนให้มาเข้าชั้นเรียนตรงเวลา

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

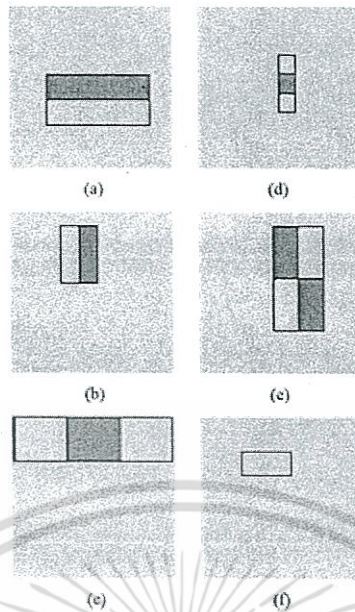
ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการตรวจจับใบหน้าและการรู้จำใบหน้า เทคโนโลยี WebRTC รวมถึงภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ และการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 อัลกอริธึมตรวจจับใบหน้า

การตรวจหาใบหน้าในภาพดิจิทัลเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับกำหนด ตำแหน่ง ขนาด และจำนวนของใบหน้าของมนุษย์ที่อยู่ภายในภาพดิจิทัลและโดยไม่สนใจสิ่งอื่นที่เป็น สภาพแวดล้อมที่อยู่ภายในภาพ การวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าช่วงของคุณสมบัติที่มองเห็น (ด้วยตามนุษย์) เช่นสีและการวางแนววัตถุได้มีผลกระทบต่อความสามารถในการตรวจจับใบหน้า [2]

ปัจจุบันซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจจับใบหน้ามักได้รับการติดตั้งมาในกล้องดิจิทัลทั่วไป จำนวนมาก โดยจะใช้การวาดสี่เหลี่ยมติกรอบของใบหน้าที่อยู่ในภาพ ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ประโยชน์ในการปรับให้ภาพได้รับแสงที่เหมาะสมกับใบหน้าและให้มั่นใจว่าภาพที่ได้จะมีใบหน้าชัดเจนเพียงพอ อีกทั้งซอฟต์แวร์การตรวจจับใบหน้าสามารถทำงานได้ดีโดยไม่จำเป็นต้องใช้ตัวประมวลผลที่มี ประสิทธิภาพสูง ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้พอลิโวล่าและไมเคิลโจนส์คิดค้นเค้าโครงการทำงานใหม่ในการ ตรวจหาวัตถุและทำให้ดีขึ้นสำหรับการตรวจจับใบหน้า ขั้นตอนวิธีนี้คือรู้จักกันในอัลกอริทึมที่ชื่อว่า วิโอลาโจนส์ [3]

วิธีการตรวจจับวัตถุในภาพดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพที่เสนอโดยพอล วิโอลาและไมเคิล โจนส์คือการตรวจสอบวัตถุที่ใช้พื้นฐานของ Haar-features ซึ่งพวกเขาได้ทำการปรับกระบวนการ ทำงานโดยนำแนวคิดของการใช้ Haar wavelet และพัฒนาคูณลักษณะของแนวคิด Haar-like feature [4] โดยพิจารณาจากรูปสี่เหลี่ยมที่อยู่ติดกัน พื้นที่ต่างๆในภาพจะถูกกำหนดและปรากฏใน หน้าต่างการตรวจสอบ โดยจะพิจารณาในรูปแบบต่างๆ ดังภาพที่ 2.1 จากนั้นจะทำการสรุปความเข้ม ของแต่ละพิกเซลจากแต่ละส่วนของภาพและคำนวณผลรวมเพื่อทำการระบุว่ามีบริเวณใดคือใบหน้า โดยจะใช้ Haar-like features ในการตรวจสอบความเข้มของสีและกำหนดค่าน้ำหนัก สำหรับผลการ คำนวณระหว่างผลที่ได้ ความแตกต่างระหว่างผลที่ได้จะได้รับการจัดหมวดหมู่เพื่อระบุว่ามีบริเวณใดใน ภาพคือใบหน้าต่อไป [4]



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างพื้นที่สี่เหลี่ยมหกรูปแบบ

ดังนั้นเราจึงตัดสินใจเลือกใช้ Haar-like features เป็นขั้นตอนวิธีการตรวจหาใบหน้า เนื่องจากวิธีการนี้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะมีอัตราความถูกต้องที่เชื่อถือได้อีกทั้งยังง่ายต่อการพัฒนาโดยใช้ส่วนขยายของ OpenCV (Open source Computer Vision) [5]

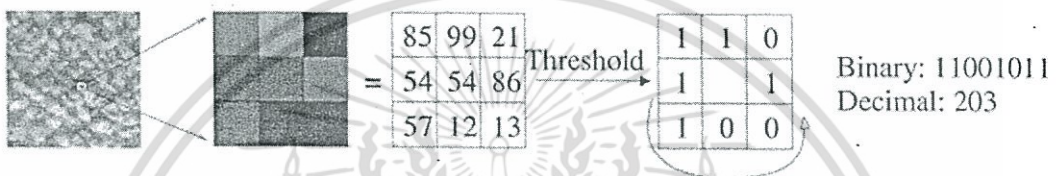
## 2.2 อัลกอริธึมรู้จำใบหน้า

การรู้จำใบหน้าเป็นเทคโนโลยีในด้าน Computer vision ที่เป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เทคโนโลยีนี้เป็นการใช้เทคนิคในการระบุหรือตรวจสอบบุคคลทั้งจากภาพดิจิทัลหรือวิดีโอ โดยการเปรียบเทียบจากลักษณะของใบหน้าที่น่าเข้ามาในระบบและลักษณะของใบหน้าจากในฐานข้อมูลใบหน้าที่ใช้อ้างอิง กล่าวได้ว่าการรู้จำใบหน้าเป็นวิธีที่สามารถช่วยให้สามารถระบุตัวบุคคลได้ง่ายยิ่งขึ้น แม้จะไม่รู้จำหรือเคยเห็นหน้ากันมาก่อน อีกทั้งยังให้ความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ด้านการรักษาความปลอดภัย รวมถึงเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบระบุตัวตนได้อย่างแม่นยำอีกด้วย การรู้จำใบหน้ามีข้อได้เปรียบที่โดดเด่นกว่าการรู้จำโดยลักษณะทางกายภาพแบบอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากวิธีนี้สามารถจับภาพที่เฉพาะบริเวณใบหน้า ซึ่งเป็นส่วนที่มองเห็นได้ง่าย ชัดเจนและระบุตัวบุคคลได้โดยที่คนๆ นั้นไม่ต้องมีการปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับระบบ

อัลกอริธึมการรู้จำใบหน้ามีสองประเภทหลักๆ คือโดยหลักการ Geometric และ Photometric นั่นคือการรู้จำใบหน้าแบบ Geometric จะใช้องค์ประกอบลักษณะของใบหน้าที่โดดเด่นในการระบุตัวบุคคลโดยใช้ ตำแหน่งของตา จมูก ปาก หรือโครงหน้า มาสร้างเป็นเวกเตอร์เพื่อเอกลักษณะใบหน้าคนนั้นๆ ในขณะที่การรู้จำใบหน้าแบบ Photometric จะใช้วิธีการทางสถิติที่จะทำการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงภาพไปเป็นค่าที่เป็นตัวเลข และใช้การเปรียบเทียบค่าที่ได้มากับค่าในฐานข้อมูล เพื่อทำการระบุตัวตน ซึ่งวิธีการนี้สามารถช่วยกำจัดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนของการเตรียมภาพ [6]

สำหรับวิธีการรู้จำใบหน้านำมาใช้ในระบบนี้คือ Local Binary Patterns Histogram (LBPH) [7] ที่ใช้หลักการแบบค่าสถิติ ที่ทำโดยการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ ขนาด 3x3 พิกเซล และคำนวณค่าไบนารีความยาว 8 บิต จากค่าสีเทาของแต่ละพิกเซล โดยใช้ค่าสีเทาของพิกเซลตรงกลางเป็นค่า threshold หากค่าสีเทาของพิกเซลนั้นๆ มีค่าสูงกว่าพิกเซลตรงกลาง จะแทนค่าบิตนั้นด้วย 1 ถ้าน้อยกว่า จะแทนค่าบิตนั้นด้วย 0 ดังแสดงในภาพที่ 2.2 แล้วนำค่าไบนารีที่ได้จากทุกๆ ส่วนมาก ทำการสร้างเป็นเวกเตอร์เพื่อแทนใบหน้าต่อไป



ภาพที่ 2.2 LBP Operators

จากการใช้ค่าไบนารีนี้เองที่ทำให้อัลกอริทึมนี้มีจุดเด่นอยู่ที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของแสงในภาพได้ดี เพราะไม่ว่าภาพจะมีมืดหรือสว่างเท่าใด หากจุดกำเนิดแสงเป็นจุดเดียวกัน ก็จะสามารถสร้างเวกเตอร์ที่มีลักษณะเหมือนกันได้นั่นเอง นอกจากนี้อัลกอริทึมนี้ยังสามารถพัฒนาได้ง่ายด้วยภาษาไพธอนและส่วนขยายของ OpenCV ทำให้การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้าที่มีความแม่นยำได้อย่างสะดวกรวดเร็วอีกด้วย

### 2.3 การบันทึกเวลาเรียน

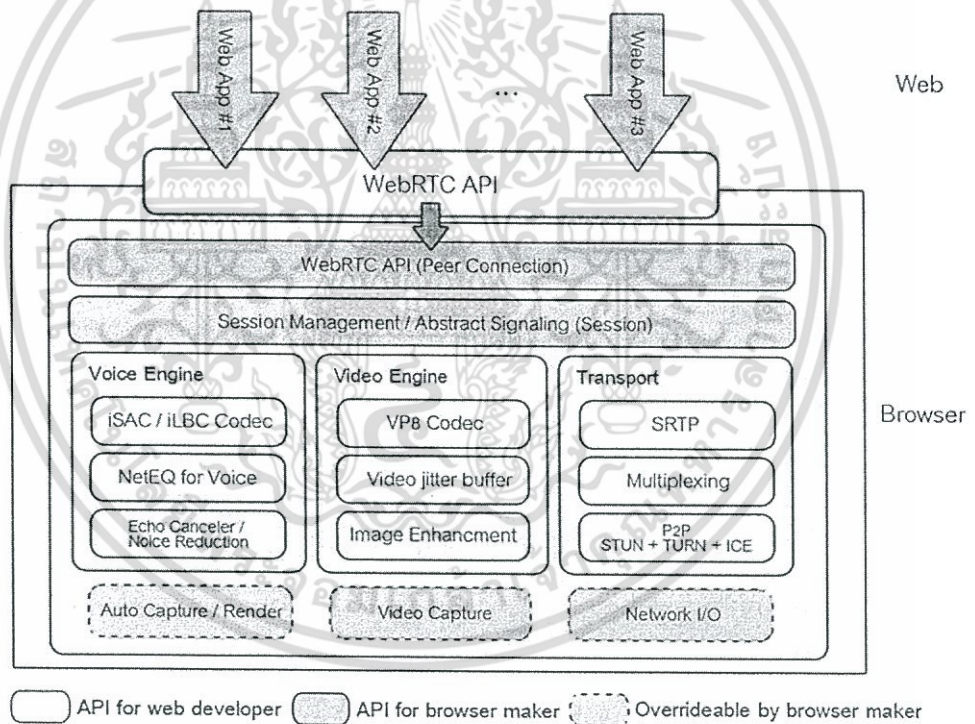
การเข้าร่วมชั้นเรียนเป็นหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนที่สำคัญ ทั้งนี้เพราะห้องเรียนถือเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีผู้ชำนาญการในสาขาวิชานั้นๆ มาทำการสอน ทำให้ผู้เรียนที่อยู่ในห้องเรียนมีโอกาสดูถามข้อสงสัย และได้รับคำตอบทันที อีกทั้งยังสามารถซักถามอภิปรายกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนได้อีกด้วย จากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการเข้าชั้นเรียนนั้น การเข้าร่วมชั้นเรียนยังทำให้ผู้สอนทราบระดับความเข้าใจของผู้เรียน และปรับรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น นอกจากนี้จะมีประโยชน์ในด้านของประสิทธิภาพการสอนแล้ว ยังเป็นการเสริมสร้างมิตรภาพ ความสัมพันธ์ และเพิ่มพูนทักษะการสื่อสารระหว่างผู้เรียนให้มากขึ้นอีกด้วย

จากประสบการณ์ที่ผ่านมาจะพบว่า ผู้เรียนมักจะมีพฤติกรรมที่ขาดความกระตือรือร้นในชั้นเรียน ไม่ใส่ใจในหัวข้อที่กำลังทำการเรียนการสอน รวมถึงขาดการปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนอีกด้วย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุหลักๆของปัญหาเหล่านี้คือนักเรียนขาดความเชื่อมั่นในตนเอง และไม่มีความกล้าในการตอบคำถาม หรืออาจจะมากขึ้นถึงขั้นไม่อยากมาเข้าชั้นเรียนอีกเลย ดังนั้น การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้าขึ้นมา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยจูงใจให้ผู้เรียนมาเข้าชั้น เพื่อให้ได้ประโยชน์ในการเรียนการสอน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความรับผิดชอบให้ผู้เรียนมาเข้าเรียนตรงเวลาอีกด้วย

## 2.4 WebRTC

WebRTC (Web real time communication) [8] เป็นมาตรฐานที่เกิดขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้เกิดการสื่อสารแบบเรียลไทม์ระหว่างเว็บเบราว์เซอร์เพื่อส่งและรับข้อมูลแบบมัลติมีเดียในเวลาจริง ในรูปแบบ peer-to-peer (P2P) เทคโนโลยีนี้สามารถลดความซับซ้อนของการพัฒนาระบบเพื่อการสื่อสารเรียลไทม์ระหว่างเบราว์เซอร์และผู้ใช้ได้ ในเบราว์เซอร์ทั่วไป ซึ่งในปัจจุบัน WebRTC API มีอยู่ภายในเว็บเบราว์เซอร์รุ่นใหม่เกือบทุกชนิด



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างโดยรวมของ WebRTC API

สถาปัตยกรรมของ WebRTC [9] จะมีส่วนประกอบอย่างน้อยสามส่วน หนึ่งคือผู้ให้บริการเว็บแอปพลิเคชัน และอีกสองผู้ใช้ (Peers) โดย WebRTC จะช่วยให้ข้อมูลมัลติมีเดียส่งผ่านได้โดยตรงระหว่างเบราว์เซอร์โดยไม่ต้องมีการแทรกแซงใดๆจากเซิร์ฟเวอร์ สำหรับความสามารถในการใช้งานเว็บ (ฝั่งผู้ใช้) ซึ่งมักจะทำงานโดยการรวมกันของ HTML และ JavaScript สามารถมีการสื่อสารเอกสารนี้เป็นระหว่างกันกับเว็บเบราว์เซอร์หรือโปรแกรมบนมือถือ ผ่าน WebRTC API ซึ่ง API นี้จะมีชุดของฟังก์ชันไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานหลายประเภท เช่น การจัดการการเชื่อมต่อ ความสามารถในการเข้ารหัสและถอดรหัส ข้อมูล การควบคุมสื่อ การจัดการ Firewall และอื่นๆอีกมากมาย ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ที่จะถูกดำเนินการด้วย JavaScript ฯลฯ โดย WebRTC API ช่วยให้เบราว์เซอร์และภาษาสคริปต์สามารถโต้ตอบกับอุปกรณ์สื่อนำเข้า (ไมโครโฟน, กล้องและลำโพง) ได้โดยตรง ทำให้การประมวลผลและส่งผ่านข้อมูลสะดวกเร็วขึ้น

ข้อดีของ WebRTC [10, 11] ประการแรกคือเป็น Open source API ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่มากที่สุดในเบราว์เซอร์ที่ให้บริการอยู่ทั้งหมด ประการที่สองคือความเป็นอิสระของแพลตฟอร์ม เบราวเซอร์ใดก็ตามที่สนับสนุน WebRTC สามารถใช้งานกับระบบปฏิบัติการใด ๆ ก็สามารถสร้างการเชื่อมต่อเสียงเรียลไทม์หรือการเชื่อมต่อวิดีโอไปยังอุปกรณ์ WebRTC อื่น หรือเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้ ส่วนประการที่สาม WebRTC มีการเข้ารหัสข้อมูลอยู่เสมอ โดยใช้ Secure RTP Protocol (SRTP) ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการจัดการสำหรับการเข้ารหัส และการตรวจสอบของทั้งเสียงและวิดีโอ ประโยชน์และข้อดีสุดท้ายของ WebRTC ก็คือสามารถที่จะทำงานโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติมหรือปลั๊กอินเสริมใดๆ

จากข้อดีข้างต้นนี้เว็บแอปพลิเคชันกับเทคโนโลยี WebRTC จึงถูกนำมาใช้เพื่อให้ความสะดวกในเรื่องของการเก็บรวบรวมภาพผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน และการพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า เนื่องจากสามารถช่วยให้สามารถใช้งานระบบได้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง ซึ่งจะช่วยให้การใช้งาน และการศึกษาวิจัยก็สามารถทำได้อย่างสะดวกเร็วยิ่งขึ้น

## 2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

### 2.5.1 ภาษา HTML

HTML5 เป็นมาตรฐานล่าสุดของภาษา HTML ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับการพัฒนาเว็บไซต์ที่นำเสนอเนื้อหาได้หลากหลายรูปแบบ โดยไม่จำเป็นต้องลงปลั๊กอินเสริม ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับเนื้อหาในรูปแบบกราฟฟิกและมัลติมีเดีย นอกจากนี้ HTML5 ยังมีการเพิ่มคุณสมบัติใหม่หลายประการ รวมทั้งเพิ่ม API ใหม่ที่จะช่วยให้นักพัฒนาสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น HTML5 ยังเป็นภาษาที่สามารถทำงานได้บนทุกแพลตฟอร์มไม่ว่าจะเป็นบนคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต สมาร์ททีวี ฯลฯ [12] นอกจากการเพิ่มคุณสมบัติใหม่แล้ว HTML5 ยังมีการปรับปรุงการใช้งาน Tag และเพิ่มความสามารถให้กับ CSS อีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้การออกแบบหน้าตาของเว็บไซต์ทำได้มากขึ้นกว่าเดิม ใน CSS ที่ปรับปรุงใหม่ หรือ CSS3 นั้น จะประกอบด้วยการออกแบบหลากหลายแพทเทิร์นที่นิยมใช้งานกันบนเว็บไซต์ เช่น กล่องข้อความ การทำเส้นขอบ ลักษณะโค้งมน และอื่นๆอีกมากมาย [13]

### 2.5.2 ภาษา JavaScript

JavaScript เป็นภาษาโปรแกรมที่มีประโยชน์มากและกำลังได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้งานบนเว็บไซต์ฝั่งไคลเอนท์และเพื่อการโต้ตอบกับผู้ใช้ ซึ่งเอกสารนี้เป็นเพียงการสังเคราะห์สรุปเกี่ยวกับ JavaScript เท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารไปใช้

JavaScript สามารถใช้ DOM ในการจัดการเนื้อหาหรือองค์ประกอบของ HTML ในขณะที่เบราว์เซอร์ทำการโหลดหน้าเว็บ ก็จะโหลด JavaScript โค้ดไปพร้อมๆกัน และเริ่มดำเนินการตามโค้ดดังกล่าวหลังจากโหลดเสร็จ ซึ่ง JavaScript จะทำงานผ่าน DOM (มาตรฐานที่ W3C กำหนดขึ้นมาเพื่อการเข้าถึงองค์ประกอบของ HTML) JavaScript API ยังช่วยให้การเข้าถึงไฟล์เสียง วิดีโอ หรือไฟล์มัลติมีเดียอื่น ๆ นั้นสามารถทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากกลุ่มของเทคโนโลยีเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาเว็บไซต์ [14] ยิ่งไปกว่านั้น JavaScript ยังสามารถนำไปประยุกต์กับงานที่ไม่ใช่เว็บไซต์อย่างเช่น ไฟล์ PDF และ วิทเจ็ทอื่นๆได้อีกด้วย

### 2.5.3 CSS

CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheets ซึ่งใช้งานสำหรับกำหนดรูปแบบการแสดงผลองค์ประกอบต่างๆบนเว็บไซต์ CSS สามารถวางอยู่นอก HTML page ได้ ดังนั้นการใช้งาน CSS จึงช่วยประหยัดเวลาในการกำหนดรูปแบบที่ต้องการจะแสดงในแต่ละหน้าเว็บ ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในกรณีที่ต้องพัฒนาเว็บไซต์ขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผล สี รูปแบบอักษร และอื่นๆอีกมากมาย โดยการกำหนดคุณลักษณะนั้นให้กับ Tag ที่จะนำไปใช้ ทำให้ CSS สามารถแก้ไขปัญหาที่เคยเกิดกับภาษา HTML เวอร์ชันเก่าๆที่ต้องกำหนดคุณลักษณะทุกอย่างในทุกๆหน้าเว็บ แม้ว่าจะเป็นคุณลักษณะเดียวกันก็ตาม ซึ่งกระบวนการเหล่านี้นับว่าเป็นงานหนักสำหรับผู้พัฒนาเว็บไซต์ การที่ลดกระบวนการนี้ลงไปได้โดยใช้ CSS จึงช่วยให้การพัฒนาเว็บไซต์ทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### 2.5.4 ภาษา PHP

PHP เป็นภาษาสคริปต์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ และได้รับความนิยมในการใช้เป็นภาษาโปรแกรมด้วย PHP เป็นภาษา Open source ที่มีประสิทธิภาพภาษาหนึ่ง ที่มีเครื่องมือหลากหลายและมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน อีกทั้งนักพัฒนาเว็บไซต์สามารถใช้ PHP และ HTML ร่วมกันได้ ทำให้การพัฒนาเว็บไซต์ทำได้หลากหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น ใน PHP5 ได้ทำการปรับปรุงฟังก์ชันการทำงานและเพิ่มคุณสมบัติใหม่ๆเข้าไป เพื่อให้ PHP เหมาะสมสำหรับระบบที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่มากขึ้น [15]

PHP มีคุณสมบัติของการเป็นภาษาโปรแกรม เช่น การควบคุมตัวแปร และประสิทธิภาพในการเข้าถึงฐานข้อมูล จะเห็นได้ว่า PHP ช่วยให้เซิร์ฟเวอร์เรานั้นสามารถปฏิสัมพันธ์กับฝั่งเซิร์ฟเวอร์อื่นได้ ทั้งนี้เพราะ PHP เป็นเซิร์ฟเวอร์เทคโนโลยีนั่นเอง อีกทั้งผู้ใช้งานเว็บไซต์ก็ไม่จำเป็นต้องลงปลั๊กอินเพิ่มเติมเพื่อให้ PHP สามารถทำงานได้ ดังนั้น PHP จึงเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ช่วยลดความเข้ากันไม่ได้ของเว็บไซต์กับอุปกรณ์ และแม้ PHP จะถูกจัดว่าเป็น CGI (Common Gateway Interface) แต่มันก็ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาเว็บไซต์ที่ใช้ข้อมูลจากแหล่งอื่นที่ส่งผ่านข้อมูลมายังเว็บไซต์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ประโยชน์หลักๆอีกอย่างหนึ่งของ PHP คือนักพัฒนาสามารถใช้งานมันได้ แม้จะไม่มีองค์ความรู้เกี่ยวกับ CGI หรือฐานข้อมูลที่ใช้งานเลยก็ตาม

[16] เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.5 ภาษา Python

Python เป็นภาษาโปรแกรมระดับสูงชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับภาษา C, C ++, Perl, Java, Ruby และ JavaScript ซึ่งการประยุกต์ใช้งานสามารถเขียนได้ทั้งในรูปแบบของภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำ โปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นในรูปแบบของภาษาโปรแกรมระดับสูงจะมีข้อเสียเล็กน้อย คือจะต้องมีการดำเนินการประมวลผลก่อนการรันโปรแกรมและการประมวลผลนี้ต้องใช้เวลาน้อย แต่ภาษาโปรแกรมระดับสูงนั้นมีข้อได้เปรียบหลายประการ ประการแรกคือนักพัฒนาที่เป็นมือใหม่ ก็สามารถใช้งานและเข้าใจภาษาได้ในระยะเวลาอันสั้น อีกทั้งโค้ดที่ออกมาก็ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ประการที่สองภาษาโปรแกรมระดับสูงนั้นสามารถใช้งานกับทุกๆอุปกรณ์โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมหรือเปลี่ยนแปลงค่าที่อุปกรณ์นั้นๆก่อนการใช้งาน ซึ่งหากเป็นภาษาระดับต่ำจะสามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่งเท่านั้น [17]

### 2.5.6 OpenCV

OpenCV เป็นส่วนขยายในด้าน Computer Vision ที่มีลักษณะเป็น Open source ซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการศึกษาและเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วยส่วนขยายของภาษา C, C++, Python และ Java ซึ่งรองรับทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ลินุกซ์ แมคโอเอส ไอโอเอส และแอนดรอยด์ โดย OpenCV ออกแบบมาสำหรับการคำนวณค่าอย่างมีประสิทธิภาพ บนพื้นฐานของ 2,500 อัลกอริธึม ซึ่งมีประโยชน์ทั้งในการใช้งานแบบเรียลไทม์ และบนการประมวลผลแบบมีลติคอร์ นอกจากนี้ในส่วนขยายของ OpenCV ยังมีโมดูลสำหรับการตรวจจับและรู้จำใบหน้าให้เลือกใช้ ซึ่งเราสามารถนำเอาโมดูลเหล่านี้มาพัฒนาได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ [18]

## 2.6 ฐานข้อมูลรูปภาพ

ฐานข้อมูลรูปภาพ คือฐานข้อมูลภาพที่สร้างขึ้นจากภาพใบหน้าของผู้ใช้งานระบบทุกคน ซึ่งในกรณีของระบบบันทึกเวลาเรียนนี้ก็คือนักเรียนนั่นเอง ในขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลนั้นภาพของนักเรียนที่เก็บรวบรวมมาจะถูกตรวจสอบ และตัดส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าทิ้งไป รวมถึงการปรับใบหน้าทุกภาพให้อยู่ในแนวเดียวกันโดยอาศัยตำแหน่งของดวงตา ก่อนที่จะนำภาพทั้งหมดไปใช้เป็น training set สำหรับโมเดลในการรู้จำใบหน้า และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรู้จำใบหน้า เราจึงเลือกเก็บภาพผู้ใช้จากหลายๆช่วงเวลาต่างกัน รวมถึงไม่มีการจำกัดท่าทางและการแสดงสีหน้าของผู้ใช้อีกด้วย นอกจากนี้สิ่งที่จะต้องคำนึงอีกประการคือจำนวนรูปภาพที่เพียงพอ ที่จะส่งผลให้การรู้จำใบหน้าแม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งขั้นตอนในการเก็บรวบรวมรูปภาพ การสร้างฐานข้อมูลภาพนั้นจะอธิบายต่อไปในบทที่ 3

## 2.7 MySQL database

ฐานข้อมูลไม่เพียงแต่เป็นส่วนหนึ่งของระบบเท่านั้น แต่หากยังเป็นส่วนสำคัญในการใช้งานระบบอีกด้วย เพราะหากข้อมูลที่สมควรอยู่ในฐานข้อมูลไม่ถูกจัดเก็บไว้อย่างเหมาะสม การใช้งานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้หรือเผยแพร่ในทางอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการหยุดชะงักหรือมีข้อผิดพลาดขึ้นได้ทันที ดังนั้นฐานข้อมูลจึงเปรียบเสมือนรากฐานสำคัญของระบบที่จำเป็นจะต้องออกแบบและสร้างเป็นอย่างดี มิฉะนั้นระบบที่สร้างขึ้นอาจจะใช้ประโยชน์ไม่ได้เลยก็เป็นได้ [19] โดยพื้นฐานของ MySQL นั้นจะเก็บชุดข้อมูลเอาไว้ในโครงสร้างที่คอมพิวเตอร์สามารถดึงค่ากลับออกมาใช้ได้อย่างรวดเร็วผ่านทางภาษา SQL (Structured Query Language) ซึ่งการใช้งานฐานข้อมูลนั้นสามารถทำได้ 3 วิธีหลักๆคือ ใช้ภาษา SQL ใช้หน้าเว็บ อย่างเช่น phpMyAdmin และใช้ภาษา PHP

การออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลให้เหมาะสมกับการใช้งานนั้น เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในการพัฒนาระบบ เนื่องจากข้อมูลในแต่ละตารางภายในฐานข้อมูลจะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล [20] หากมีการแก้ไขภายหลังอาจทำได้ล่าช้า และอาจจะส่งผลกระทบต่อข้อมูลอื่นๆทั้งหมด ดังนั้นการใช้ phpMyAdmin หรือ MySQL Interface จะช่วยให้มองเห็นภาพรวมของตาราง และทำการจัดการกับตารางต่างๆในฐานข้อมูลนั้นทำได้สะดวกและง่ายกว่าการทำด้วยภาษาโปรแกรมที่มีความซับซ้อนในเรื่องของคำสั่งมากกว่านั่นเอง

## 2.8 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.8.1 การตรวจจับใบหน้า

Lang และ Gu [21] ได้นำเสนออัลกอริธึมในการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) ชื่อว่า AM-CC ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดยมีพื้นฐานมาจากอัลกอริธึม Adaboost การทำงานของอัลกอริธึมนี้จะมี 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) การใช้ หลักการของ integral image เพื่อให้การวิเคราะห์ feature ทำได้เร็วขึ้น 2) ทำการค้นหาใบหน้า โดยใช้ classifier ซึ่ง วิธีการนี้จะทำการจำแนกในลักษณะของการปฏิเสธสิ่งที่ไม่ใช่ใบหน้า และนำเอา classifier หลายๆตัวมารวมกัน เพื่อให้มีการจำแนกได้แม่นยำยิ่งขึ้น 3) ทำการจำแนกในลักษณะของลำดับชั้น คือเอา classifier มาต่อกันหลายๆตัว โดยให้ classifier ที่มีความแม่นยำสูงอยู่หน้าสุด เมื่อส่วนของรูปภาพมีโอกาสที่จะเป็นใบหน้า ก็จะส่งไปยัง classifier ตัวต่อไป หากไม่ใช่จะถูกปฏิเสธทันที ทำให้การจำแนกทำได้อย่างรวดเร็ว และจากการทดลองเปรียบเทียบความเร็วและความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้า ของ AM-CC กับอัลกอริธึม Adaboost และ PCA พบว่า AM-CC มีความเร็วและความแม่นยำมากกว่า 2 อัลกอริธึมที่กล่าวมา

Lee และคณะ [22] ได้นำเสนอวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดความผิดพลาดในการตรวจจับใบหน้า ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนแรก เตรียมรูปภาพและควบคุมปัจจัยต่างๆ เพราะภาพที่ได้มานั้นจะมีความหลากหลายในเรื่องของแสงและปัจจัยอื่นๆ ขั้นตอนที่สอง วิเคราะห์ส่วนที่คาดว่าจะป็นใบหน้าด้วย Haar-like features และอัลกอริธึม Adaboost ขั้นตอนที่สาม ทำการให้คะแนนส่วนที่มีความเป็นไปได้ว่าจะป็นใบหน้ามากที่สุด โดยจะต้องทำ color transform ด้วย Genetic Algorithm ก่อนการให้คะแนน เพื่อความละเอียดในการหาช่วงของสีผิว และขั้นตอนสุดท้าย ทำการตัดสินใจว่าเป็นใบหน้าหรือไม่ ซึ่งผลการทดลองในวิธีการนี้ไปใช้งานพบว่าวิธีการนี้

สามารถลดความผิดพลาดในการตรวจจับใบหน้าได้จริง แม้ในภาพจะมีใบหน้ามากกว่า 1 คน และมีส่วนที่คล้ายกับใบหน้าอื่นๆอีก ซึ่งช่วยเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการตรวจจับใบหน้าได้เป็นอย่างดี

Zakaria และ Suandi [23] ได้นำเสนอการนำสองอัลกอริธึม ได้แก่ Adaboost และ Neural Network มาประยุกต์รวมกัน เพื่อใช้ในการตรวจจับใบหน้าที่อยู่ในรูปแบบของภาพนิ่ง (static image) วิธีการนี้ใช้อัลกอริธึม Adaboost ในการเพิ่มความเร็วของการตรวจจับใบหน้า แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดความผิดพลาดสูง จึงนำ Neural Network มาใช้งานร่วมด้วย เพื่อลดความผิดพลาด โดยจะนำมาใช้ในส่วนของการจำแนกขั้นสุดท้ายว่าเป็นใบหน้าหรือไม่ แม้ว่าอัตราการตรวจจับใบหน้าจะลดต่ำลงกว่าการใช้ Adaboost เพียงอย่างเดียว แต่ก็สามารถลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการตรวจจับใบหน้าได้มากขึ้นเช่นกัน

Lee และ Liang [24] ได้นำเสนอระบบตรวจจับและวิเคราะห์ใบหน้า โดยใช้ ใบหน้าและคุณลักษณะบนใบหน้า ซึ่งระบบนี้จะทำการจำแนกส่วนที่เป็นดวงตาและริมฝีปากก่อน เพื่อหาตำแหน่งที่แน่นอน จากนั้นจะใช้ตำแหน่งที่ได้มาคำนวณหาตำแหน่งของจมูก โดยจะทำการวัด 4 ตำแหน่งคือ ความกว้างของดวงตา ความกว้างของริมฝีปาก ระยะห่างระหว่างดวงตา และระยะห่างจากกึ่งกลางดวงตาถึงริมฝีปาก หลังจากเตรียมภาพแล้ว จะใช้ PCA เพื่อลดขนาดของเวกเตอร์และใช้ LDA ในการเพิ่มความแน่นชัดในการจำแนก สำหรับ Classifier จะใช้หลักการของ K-nearest neighbor และ RBFNN ซึ่งจากผลการทดลองใช้งานกับฐานข้อมูลรูปภาพ พบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

Kim และคณะ [25] ได้นำเสนอ Classifier บนพื้นฐานของ Rectangle Feature สำหรับการตรวจสอบใบหน้าลักษณะแบบ real-time สำหรับ input pattern ที่ได้รับจะมีการคำนวณค่าคุณลักษณะโดยใช้ SAT ดังนั้นทำให้สามารถรองรับความหลากหลายที่เกิดขึ้นในใบหน้าได้ ในส่วนของ Classifier นั้นจะใช้อัลกอริธึม Adaboost ในส่วนของการรู้จำใบหน้านั้นจะใช้อัลกอริธึม PCA แต่จะมีเพียงบางรูปเท่านั้นที่สามารถสร้างเป็น eigenvector เพื่อแสดงถึงลักษณะของใบหน้าได้ และกำหนดเป็นโมเดลสำหรับการรู้จำ ในของส่วนการใช้อัลกอริธึม ในการจับคู่ พวกเขาใช้ KNN เป็นรูปแบบในการจำแนก ผลของการทดลองของการตรวจจับใบหน้า Classifier ที่นำเสนอสามารถตรวจจับขอบเขตของใบหน้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในหลากหลายตำแหน่งและขนาดในลักษณะแบบ real-time และจากการเปรียบเทียบวิธีในการรู้จำใบหน้า 3 วิธี ได้แก่ PCA , Neural Network , และ K-PCA โดยจะเปรียบเทียบในสองลักษณะคือ ในลักษณะของ point-to-point และใช้ KNN พบว่าผลลัพธ์ของการรู้จำใบหน้าที่มีการการใช้ KNN มีอัตราการจับคู่ที่ประสบความสำเร็จสูงกว่าแบบอื่นๆ

### 2.8.2 การรู้จำใบหน้า

Chin และคณะ [24] ได้นำเสนอการรู้จำใบหน้าและการตรวจจับใบหน้าที่มีความแม่นยำสูงเมื่อใช้ในวิดีโอ เพื่อการปรับปรุงตรวจจับและรู้จำใบหน้าสำหรับการใช้งานแบบออนไลน์

โดยใช้ SVD และ PCA ในการเพิ่มความแม่นยำ นอกจากนี้พวกเขายังปรับปรุงและสามารถสร้างไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นของวิธีการใหม่กับ linear subspace ที่สามารถใช้งานได้ดีบนวิดีโอ และเหมาะกับการใช้งานแบบออนไลน์ ซึ่งผลลัพธ์ที่พวกเขาได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวเหมาะสมที่จะใช้งานกับวิดีโอแบบออนไลน์ โดยสามารถรู้จำใบหน้าได้ อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงท่าทางของคนในวิดีโอก็ไม่มีผลกระทบกับความแม่นยำมากนัก

Turk และ Pentland [25] ได้นำเสนอวิธีการ principle component analysis (PCA) ในการรู้จำใบหน้า โดยใช้เวกเตอร์ S มิติของภาพใบหน้าในการสร้าง training set โดยมีมิติของเวกเตอร์ที่ได้นั้น อาจเป็นปริภูมิเวกเตอร์ T มิติที่เหมาะสมกับทิศทางของความแปรปรวนสูงสุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาพต้นฉบับด้วย พื้นที่ใหม่ที่ได้จะลดลงตามมิติ TS และใบหน้าจะถูกกำหนดโดยเวกเตอร์พื้นฐาน เพื่อหาค่าน้ำหนักของเวกเตอร์ เราจะคำนวณจากพื้นที่และอื่นๆ เพราะสร้างค่าน้ำหนักมาแทนเวกเตอร์ๆ จากนั้นภาพทุกภาพจะถูกฉายทับลงไปบนภาพที่ไม่รู้จัก เพื่อที่จะระบุตัวตนคนในภาพนั้น เพื่อที่หาเวกเตอร์ที่มีค่าใกล้เคียงในช่วงเดียวกัน โดยเปรียบเทียบชุดค่าน้ำหนักของภาพที่ไม่รู้จัก กับภาพในฐานข้อมูลทำให้สามารถระบุตัวตนออกมาได้ในที่สุด

### 2.8.3 WebRTC

Elleuch [26] ค้นพบสิ่งที่มีอยู่ในโครงสร้างของการประชุมทางไกลและวิเคราะห์โครงสร้างของสื่อแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยให้การสื่อสารแบบหลายฝ่ายภายในเครือข่าย โดยมี IP address นั้นสามารถทำได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น โดยนำเสนอเทคโนโลยี WebRTC ที่ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ปัจจุบัน WebRTC API นั้นมีอยู่ในเว็บเบราว์เซอร์รุ่นใหม่ๆ และถูกนำมาผนวกเข้ากับ HTML5 ที่สนับสนุนการแลกเปลี่ยนสัญญาณสื่อสารระหว่างผู้ใช้งาน ผ่านเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้เทคโนโลยี WebSocket แม้ว่า WebRTC ที่มีในเว็บเบราว์เซอร์นั้นสนับสนุนการสื่อสารโดยตรงระหว่างเบราว์เซอร์โดยใช้ฟังก์ชัน PeerConnection แต่ก็เว็บเซิร์ฟเวอร์ก็ยังคงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อช่วยสนับสนุนการใช้งาน โดยมีการกำหนดโปรโตคอลที่ช่วยให้การสื่อสารทั้งเสียง (VoIP) และวิดีโอ (MmoIP) สามารถทำได้อีกด้วย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงนิยามของปัญหาของการบันทึกเวลาเรียน การวิเคราะห์และออกแบบระบบการเลือกวิธีการตรวจจับและรู้จำใบหน้าที่เหมาะสม ตลอดจนอธิบายถึงส่วนต่างๆ ในระบบบันทึกเวลาเรียนที่ได้ออกแบบ

### 3.1 นิยามปัญหา

ปัจจุบันในสถานศึกษาทั้งระดับโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ใช้การขานชื่อเพื่อการบันทึกเวลาเรียน เหตุที่ต้องมีการบันทึกเวลาเรียนนั้น ก็เพื่อเป็นการจูงใจให้นักเรียนมาเข้าชั้นเรียนมากขึ้น ทั้งนี้เพราะชั้นเรียนเป็นสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กันไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มากที่สุด ทั้งการถามตอบ หรือการอภิปรายความเห็นร่วมกัน ซึ่งวิธีการนี้จะใช้เวลามากหรือน้อย นั้นก็ขึ้นอยู่กับจำนวนของนักเรียนด้วย กรณีที่มีนักเรียนน้อย วิธีนี้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกรวดเร็ว แต่หากมีนักเรียนมากก็ยิ่งใช้เวลาในการบันทึกและระบุตัวนักเรียนที่เข้าชั้นเรียนมากขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่การชานชื่อมักจะใช้เวลาช่วง 15-20 นาทีแรกก่อนที่จะเริ่มทำการเรียนการสอน แน่นอนว่าบางครั้งการบันทึกนี้อาจจะใช้เวลาเกินไปในส่วนของเวลาเรียน ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าหากเปลี่ยนไปใช้ในการทำกิจกรรมอื่นๆ ระหว่างครูกับนักเรียน เช่น การอภิปรายความเห็นร่วมกัน หรือ การถาม-ตอบปัญหา เป็นต้น และแม้ว่าเราจะเปลี่ยนจากการชานชื่อที่ละคน เป็นการสแกนบัตร หรือการลงลายมือชื่อ แต่นั่นก็ไม่ช่วยให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการมาเข้าชั้นเรียนเท่ากับการชานชื่อ เนื่องจากการสแกนบัตรหรือการลงลายมือชื่อมีช่องโหว่ให้นักเรียนสามารถลงลายมือชื่อแทนกันได้นั่นเอง ดังนั้นการบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้า จึงน่าจะเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ในการจูงใจนักเรียนให้มาเข้าชั้นเรียน รวมถึงวิธีการนี้ยังไม่จำเป็นต้องใช้คนในการบันทึกเวลาเรียนอีกด้วย เนื่องจากระบบสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ จึงเป็นการลดภาระของบุคลากรหรือผู้สอนได้อีกด้วย

การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้านั้นสิ่งสำคัญที่สุด มีสองประการคือการสร้างฐานข้อมูลใบหน้าอ้างอิง และการเลือกอัลกอริทึมในการตรวจจับและรู้จำใบหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างฐานข้อมูลใบหน้านั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยที่คุณภาพของฐานข้อมูลใบหน้า ยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าอีกด้วย ดังนั้นเราควรที่จะเลือกวิธีการสร้างฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการนำไปใช้งานของเรามากที่สุด เพื่อให้ฐานข้อมูลใบหน้าออกมามีคุณภาพมากที่สุดนั่นเอง

### 3.2 ความต้องการของระบบ

ความต้องการของระบบนั้น หมายถึงสิ่งต่างๆที่ควรจะมีอยู่ในระบบ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 อย่างคือ ความต้องการที่เป็นฟังก์ชันการทำงาน และไม่ใช่ว่าฟังก์ชันการทำงาน

#### 3.2.1 ความต้องการที่เป็นฟังก์ชันการทำงาน

1. ระบบสามารถระบุตัวตนนักเรียน และบันทึกเวลาเรียนได้
2. ระบบสามารถถ่ายภาพของนักเรียน และอัปโหลดเข้าฐานข้อมูลได้
3. ระบบสามารถอัปโหลดงาน และการบ้านของนักเรียนเพื่อส่งผู้สอนได้
4. ระบบสามารถแสดงประวัติการบันทึกเวลาเรียนได้
5. ระบบสามารถแสดงประวัติการส่งงาน และการบ้านของนักเรียนได้
6. ระบบรองรับการจัดการ เพิ่ม แก้ไข เปลี่ยนแปลง ตารางเรียนและการบ้านได้ โดยผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่สู่สาธารณะได้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ระบบมีการแจ้งผลการบันทึกเวลาเรียนในแต่ละครั้ง ว่าสำเร็จหรือไม่

### 3.2.2 ความต้องการที่ไม่ใช่ฟังก์ชันการทำงาน

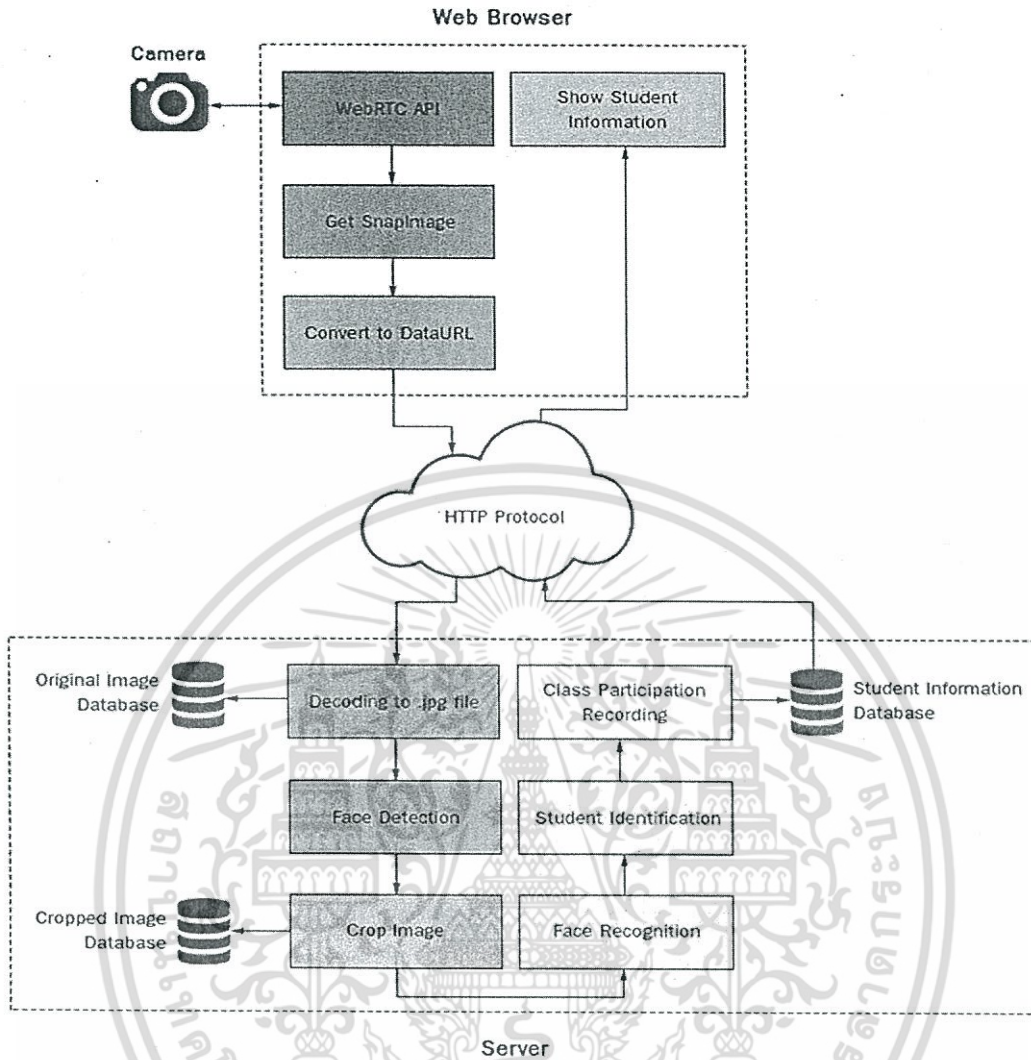
1. ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้อย่างสิ้นไหล
2. ระบบทำงานอย่างเสถียรและถูกต้อง
3. ผู้ใช้สามารถเข้าใจสัญลักษณ์ต่างๆ และฟังก์ชันการใช้งานในระบบ
4. ระบบมีการสำรองข้อมูลอยู่เสมอ
5. ระบบมีความดึงดูด น่าใช้งาน

### 3.3 การออกแบบระบบ

#### 3.4.1 โครงสร้างของระบบ

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น เราจึงทำการออกแบบระบบบันทึกเวลาเรียนโดยใช้การตรวจจับใบหน้าขึ้นมา ซึ่งขั้นตอนนี้นั้นจะต้องเริ่มจากการวางโครงสร้างระบบก่อน เนื่องจากก่อนที่จะลงมือพัฒนาระบบจริงนั้นเราจำเป็นต้องรู้ว่าภายในระบบควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพื่อให้ระบบมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ระบบนี้ออกแบบขึ้นมาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันซึ่งประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญ นั่นคือฝั่งผู้ใช้งานและฝั่งเซิร์ฟเวอร์

ฝั่งผู้ใช้ประกอบด้วยสององค์ประกอบก็คือกล้องสำหรับถ่ายภาพและเว็บเบราว์เซอร์ กล้องสำหรับถ่ายภาพเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับระบบนี้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าสู่รูปภาพ ในที่นี้จะใช้กล้องเว็บแคมเป็นอุปกรณ์หลักในการนำเข้าสู่รูปภาพ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำได้ง่าย และมักจะมีติดตั้งมากับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือหากไม่มี ก็สามารถติดตั้งเพิ่มเติมได้สะดวก อีกทั้งราคาก็มีตั้งแต่หลักร้อยจนถึงหลักพันทำให้เหมาะสมแก่การซื้อมาเป็นจำนวนมากเพื่อใช้งานในสถานศึกษานั้นเอง ในส่วนของเว็บเบราว์เซอร์นั้น หัวใจสำคัญคือการใช้งาน WebRTC API ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่ในเบราว์เซอร์รุ่นใหม่ส่วนใหญ่ในขณะนี้ ซึ่งสองฟังก์ชันหลักของ WebRTC API ที่นำมาใช้ก็คือ getUserMedia() และ toDataURL() ฟังก์ชัน getUserMedia() เป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการร้องขอการเข้าถึงไปยังอุปกรณ์สื่อนำเข้า (กล้องเว็บแคม) โดยตรง ข้อดีสำคัญของฟังก์ชันนี้คือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้นทำได้โดยไม่ต้องลงโปรแกรมเสริมใดๆ และใช้ toDataURL() ซึ่งเป็นฟังก์ชันสำหรับการแปลงภาพลงในรูปแบบของ base64 DataURL เพื่อส่งข้อมูลภาพผ่านโปรโตคอล HTTP ไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ดังโครงสร้างของระบบซึ่งแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างของระบบบันทึกเวลาเรียน

องค์ประกอบหลักในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ก็คือฐานข้อมูล MySQL ซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลภาพที่ถูกเก็บรวบรวมจากระบบในเบื้องต้นและภาพใหม่ที่เข้ามาเมื่อมีการใช้ระบบ ขั้นตอนการบันทึกภาพที่ส่งผ่านโปรโตคอล HTTP มา นั้น เราใช้งานฟังก์ชัน `base64_decode()` ใน PHP สำหรับการถอดรหัส DataURL เพื่อให้กลับมาเป็นภาพในรูปแบบไฟล์ JPG นอกจากนี้เรามีโมดูลของการตรวจจับใบหน้าสำหรับภาพก่อนการประมวลผลและโมดูลของการรู้จำใบหน้าสำหรับระบุตัวตนนักเรียน

จากภาพที่ 3.1 ระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้ามีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้ ขั้นตอนแรก คือ เว็บแอปพลิเคชันสร้างการเชื่อมต่อโดยตรงไปยังกล้องถ่ายภาพ ผ่านทางฟังก์ชัน `getUserMedia()` ซึ่งฟังก์ชันนี้จะช่วยให้การเชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคมที่ติดตั้งไว้นั้น สามารถทำได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเสริมเพิ่มเติม เมื่อผู้ใช้ถ่ายภาพจากกล้องถ่ายภาพแล้ว ภาพที่ได้ก็จะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับการแปลงให้อยู่ในรูปแบบ base64 DataURL และการส่งผ่านโปรโตคอล HTTP ไปยังเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นข้อมูลจะถูกทำการถอดรหัส DataURL ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ JPG ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ก่อนจะระบุรหัสประจำตัวของผู้ใช้และจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยแยกเป็นแฟ้มสำหรับแต่ละบุคคล จากนั้นภาพต้นฉบับทั้งหมดจะถูกนำไปผ่านขั้นตอนการตรวจจับใบหน้า โดยทำการตัดส่วนประกอบของของภาพที่ไม่ใช่ใบหน้าออกไป และจัดเรียงใบหน้าให้อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับภาพในฐานข้อมูล โดยอาศัยตำแหน่งของดวงตา จากนั้นภาพใบหน้าจะถูกส่งไปยังโมดูลรู้จำใบหน้าเพื่อทำการระบุตัวตน แล้วจะใช้ทั้งภาพที่ถ่าย เวลา และชื่อในการบันทึกการเข้าเรียนเป็นขั้นตอนสุดท้าย

#### 3.4.2 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้

เราเลือกที่จะออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและใช้งานสะดวก โดยระบบของเรานั้นมีลักษณะเป็นเว็บไซต์ ดังนั้นจึงเลือกรูปแบบของส่วนนำทาง (Navigation pane) อยู่ทางด้านซ้าย ในขณะที่ส่วนแสดงผลองค์ประกอบต่างๆภายในเว็บไซต์ ข้อมูลนักเรียน ประวัติบันทึกการเข้าร่วมชั้นเรียน การส่งงาน และอื่นๆ จะถูกแสดงผลที่หน้าจอด้านขวา ผลของการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้นี้เราจะกล่าวถึงในบทต่อไป

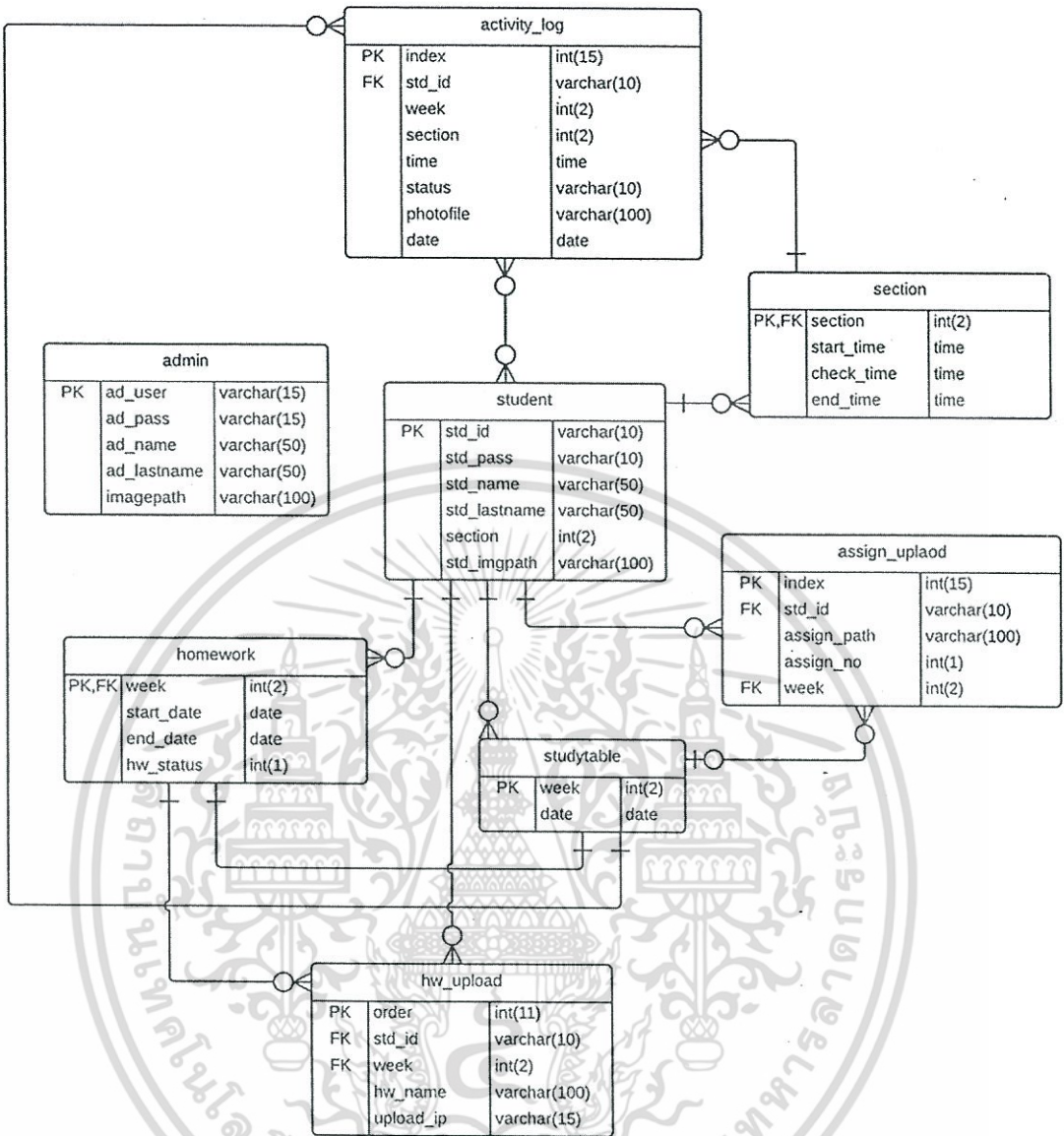
#### 3.4.3 การออกแบบฐานข้อมูล

##### 3.4.3.1 ความต้องการของฐานข้อมูล

- 1) มีข้อมูลนักศึกษา ชื่อนามสกุล, รหัสนักศึกษา, ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน, กลุ่มเรียน
- 2) มีข้อมูลงานของนักเรียน และการมอบหมายการบ้าน
- 3) มีภาพของนักเรียนที่ถูกอัปโหลด โดยแยกตามรหัสนักศึกษา เพื่อสร้างฐานข้อมูลภาพใบหน้า

##### 3.4.3.2 แผนภาพความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูล (ER Diagram)

มีข้อมูลทั้งหมดแปดตารางในฐานข้อมูลที่ถูกร่างขึ้นสำหรับระบบบันทึกเวลาเรียน ได้แก่ ตารางข้อมูลผู้ดูแลระบบ ข้อมูลนักเรียน ตารางเรียน กลุ่มเรียน การบ้าน การบันทึกเวลาเรียน การอัปโหลดงาน และสุดท้ายการอัปโหลดการบ้าน ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ER Diagram

### 3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 3.5.1 ฐานข้อมูลรูปภาพ

จากการศึกษาค้นคว้าเราได้ทำการวิเคราะห์และสรุปข้อดีข้อเสียของวิธีการเก็บรวบรวมรูปภาพ เพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าที่นิยมใช้แต่ละวิธีการดังแสดงในตารางที่ 3.1 เพื่อเปรียบเทียบ และเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งก็คือการใช้ระบบเพื่อเก็บรวบรวมรูปภาพ ตารางที่ 3.1. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการเก็บรวบรวมรูปภาพ

วิธีการ	ข้อดี	ข้อจำกัด
---------	-------	----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ่ายภาพของผู้ใช้โดย เจาะจงเวลาและสถานที่ใน การถ่ายภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ได้ดีสำหรับจำนวนผู้ใช้ที่มีไม่มาก</li> <li>- สามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพ ของรูปภาพได้ง่าย เช่น แสง, องศาของ ใบหน้า, และการแสดงสีหน้าของผู้ใช้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขาดความยืดหยุ่น สำหรับการเปลี่ยนแปลงของจำนวน ของผู้ใช้</li> </ul>
ใช้รูปถ่ายของผู้ใช้ที่เคยถ่าย มาก่อนหน้า (กำหนดเป็นไฟล์ดิจิทัล)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ได้ดีสำหรับจำนวนผู้ใช้ที่มีจำนวนมาก</li> <li>- ไม่ต้องกำหนดให้ผู้ใช้มาถ่ายรูปด้วย ตนเอง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของรูป ถ่ายที่ผู้ใช้จะนำมาให้ได้โดยง่าย</li> </ul>
ใช้ระบบสำหรับเก็บรวบรวม รูปภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ได้ดีสำหรับจำนวนผู้ใช้ที่มีจำนวนมาก</li> <li>- สามารถเก็บรูปถ่ายของผู้ใช้ได้พร้อมๆกัน หลายรูป</li> <li>- สามารถจำแนกรูปภาพของผู้ใช้เป็นแต่ ละบุคคลได้อัตโนมัติ</li> <li>- มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของ จำนวนผู้ใช้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยากต่อการควบคุมท่าทางของผู้ใช้ และบางปัจจัยที่ยังสามารถส่งผลต่อ คุณภาพของรูปภาพได้</li> </ul>

ในขั้นตอนการใช้ระบบเพื่อเก็บรวบรวมรูปภาพไปสร้างเป็นฐานข้อมูลใบหน้า  
อ้างอิงนั้น ระบบที่ใช้มีลักษณะเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี WebRTC ใน  
ขั้นตอนของการเชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคมเพื่อทำการถ่ายภาพ โดยการใช้งานระบบในเบื้องต้นคือให้  
ผู้ใช้งานทำการเข้าระบบด้วยชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่ผู้ดูแลได้กำหนดให้ เพื่อเข้ามาถ่ายภาพของตนเอง  
เก็บลงในฐานข้อมูล โดยการบันทึกภาพนั้นจะแยกรูปภาพของแต่ละคนออกจากกัน รวมถึงมีการ  
บันทึกวันเวลาที่ถ่ายภาพดังกล่าวไว้ด้วย เพื่อให้สะดวกต่อการนำเอารูปภาพไปใช้งานต่อใน  
กระบวนการเตรียมภาพเพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าอ้างอิงต่อไป การเก็บรูปภาพด้วยวิธีการนี้ได้ทำการ  
พัฒนาและนำไปทดสอบกับชั้นเรียนจริงเป็นเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า วิธีการนี้  
ประสบความสำเร็จอย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมและสร้างฐานข้อมูลภาพ ทำให้สามารถเก็บภาพ  
นักเรียนจำนวนมากพร้อมๆกัน ซึ่งช่วยประหยัดเวลาได้ดีอีกด้วย

### 3.5.2 โมดูลตรวจจับใบหน้า

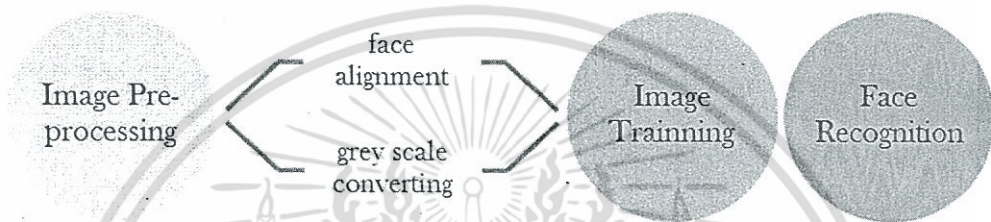
โมดูลตรวจจับใบหน้านี้จะใช้ในขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น ก่อนที่จะนำ  
ภาพที่ได้ไปสร้างเป็น training set สำหรับโมเดลรู้จำใบหน้า และเป็นการเตรียมภาพก่อนเข้าสู่  
กระบวนการรู้จำใบหน้าต่อไป โมดูลนี้จะช่วยให้เราสามารถเลือกเอาส่วนที่เป็นใบหน้าของมนุษย์ที่  
ปรากฏในภาพ และตัดส่วนที่ไม่ใช่ออกไปเพื่อความสะดวกในการทำงานในขั้นตอนต่อไป

เราเลือกใช้ Haar-like features ที่ถูกนำเสนอโดยโวลลา-โจนส์ เป็นวิธีการในการ  
ตรวจจับใบหน้าจากภาพ วิธีการนี้เป็นเทคนิคที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในการตรวจหาวัตถุ และมี  
อัตราการแปรผันของความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้าที่น่าสนใจ โมดูลตรวจจับ  
ใบหน้าของเราจะพัฒนาโดยใช้ Haar cascade classifier ที่สร้างขึ้นและทำการ train ภาพใบหน้าคน  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วโดย OpenCV ซึ่ง classifier นี้เหมาะสมอย่างยิ่งกับการนำมาใช้งานในโมดูลตรวจจับใบหน้า เราเลือกใช้ “haarcascade\_frontalface\_default.xml” สำหรับตรวจจับใบหน้า ที่เน้นไปที่ภาพหน้าตรงและ “haarcascade\_eye.xml” สำหรับการตรวจหาตำแหน่งของตาเพื่อที่จะปรับตำแหน่งของใบหน้าให้อยู่ในแนวเดียวกันจากตำแหน่งของตาที่ได้ ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยให้การรู้จำใบหน้ามีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย

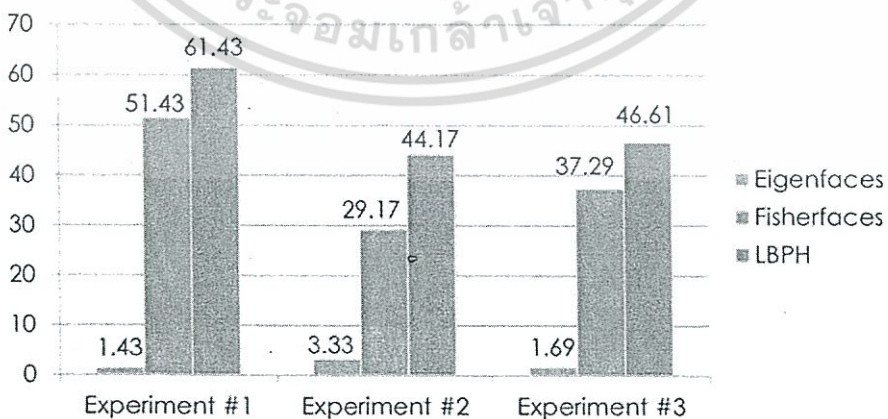
### 3.5.3 โมดูลรู้จำใบหน้า

โมดูลรู้จำใบหน้าเป็นโมดูลที่สำคัญของงานนี้ เพราะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการระบุตัวตนนักเรียนเพื่อการบันทึกเวลาเรียน



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของโมดูลรู้จำใบหน้า

ดังภาพที่ 3.3 กระบวนการจะเริ่มต้นจากขั้นตอนการประมวลผลภาพในเบื้องต้น ทั้งภาพที่นำมาใช้ในการสร้างฐานข้อมูลใบหน้า และภาพที่เข้ามาในระบบเพื่อทำการระบุตัวตนนั้น จะต้องผ่านกระบวนการเดียวกัน นั่นคือหลังจากที่ผ่านการตรวจจับใบหน้าในภาพแล้ว ภาพใบหน้าจะถูกปรับให้อยู่ในแนวเดียวกันโดยอาศัยตำแหน่งของดวงตา และแปลงเป็นภาพเฉดสีเทาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรู้จำใบหน้า จากนั้นภาพสำหรับสร้างฐานข้อมูลจะถูกนำมาทำการ train ให้กับโมเดลรู้จำใบหน้า เพื่อให้สามารถทำการระบุตัวตนของนักเรียนได้



ภาพที่ 3.4 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของวิธีการสำหรับรู้จำใบหน้า

เราทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าในเบื้องต้น ซึ่งใช้ 3 วิธีการ

ได้แก่ Eigenfaces, Fisherfaces และ LBPH โดยใช้ภาพใบหน้าตัวอย่าง 3 ชุดด้วยกัน ผลที่ได้แสดงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เห็นดังภาพที่ 3.4 LBPH มีความแม่นยำที่ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ เพราะ LBPH สามารถทำงานได้ดีแม้ว่าความสว่างของแสงภายในห้องจะไม่แน่นอน ดังนั้นเราจึงตัดสินใจที่จะใช้ Local Binary Pattern Histograms (LBPH) ที่มีในส่วนของขยายของ OpenCV เป็นวิธีการในการรู้จำใบหน้าของระบบบันทึกเวลาเรียนของเรา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนในการพัฒนาระบบ ผลลัพธ์ที่ได้ทั้งฐานข้อมูลรูปภาพ รวมถึงคำอธิบายส่วนต่างๆของระบบ การสรุปผลความแม่นยำของการตรวจจับและรู้จำใบหน้า และการประเมินระบบ

#### 4.1 การพัฒนาระบบ

ระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้าถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา HTML5 และ JavaScript ในการพัฒนาส่วนใช้งานเว็บบนฝั่งผู้ใช้ และใช้ภาษา PHP กับฐานข้อมูล MySQL สำหรับระบบบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยในฝั่งของผู้ใช้นั้นได้มีการนำเทคโนโลยี WebRTC มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของการถ่ายภาพ ฟังก์ชันที่สำคัญคือ getUserMedia ฟังก์ชันนี้ใช้สำหรับการเข้าถึงกล้องเว็บแคมโดยผ่านการขออนุญาตจากผู้ใช้ตรง

ความละเอียดของภาพที่ใช้อยู่ในระดับ VGA (640 x 480 พิกเซล) ซึ่งถูกเลือกมาใช้เป็นขนาดของภาพที่จะนำมาสร้างฐานข้อมูล เนื่องจากเป็นความละเอียดที่ได้รับภาพที่คุณภาพและมีรายละเอียดของใบหน้าที่ดีเพียงพอ หากใช้ภาพที่มีขนาดเล็กกว่านี้อาจจะเป็นการประหยัดพื้นที่และหน่วยความจำ รวมไปถึงลดการใช้แบนวิธเครือข่ายสำหรับการถ่ายโอนไฟล์และใช้เวลาดำเนินการน้อยลงอีกด้วย [27] แต่อาจเกิดปัญหาในกรณีที่ภาพสามารถเห็นคุณลักษณะของใบหน้าได้ไม่เพียงพอสำหรับการใช้ในกระบวนการการรู้จำใบหน้า หากใช้ภาพที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ ภาพจะมีรายละเอียดมากขึ้น แต่ก็ใช้ทรัพยากรมากขึ้นเช่นกัน โดยภาพทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลแยกต่างหากในโฟลเดอร์สำหรับผู้ใช้แต่ละคนและจะบันทึกเวลาและวันที่ จากนั้นภาพจะถูกประเมินและตรวจสอบคุณภาพต่อไปโดยใช้เกณฑ์เหล่านี้ ได้แก่; ขนาดของใบหน้าในภาพ, ใบหน้าตรง, สามารถเห็นได้ชัดโดยไม่มีอะไรมาบังหรือปิดตา, ภาพคมชัด, ความสว่างของภาพ, แสงและตำแหน่งของใบหน้า และการทดสอบการตรวจหาใบหน้าโดยใช้ Haar cascade ใน OpenCV (Open Source Computer Vision) ซึ่งมีส่วนช่วยให้การพัฒนาโมดูลตรวจจับใบหน้าสามารถทำได้ง่ายขึ้น การประเมินผลถูกดำเนินการโดยบุคคลและการทดสอบในขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าเบื้องต้น เพื่อเลือกภาพที่เหมาะสมในการนำมาสร้างเป็นฐานข้อมูลใบหน้าสำหรับอ้างอิงต่อไป

ในส่วนของโมดูลรู้จำใบหน้านั้นจะถูกพัฒนาโดยใช้ภาษาไพธอน โดยใช้อัลกอริธึม LBPH ซึ่งมีอยู่ในส่วนขยายของ OpenCV ในส่วนนี้นั้นก่อนจะทำการพัฒนา โดยก่อนที่จะทำการสร้างโมเดลสำหรับรู้จำใบหน้านั้น รูปภาพที่เก็บรวบรวมมาจะต้องถูกนำไปทำการตรวจจับใบหน้าภายในภาพโดยใช้ Haar cascade (มีพื้นฐานมาจากอัลกอริธึม Haar-Like features) จากนั้นตัดส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าออกไป และจัดเรียงตำแหน่งของใบหน้า (โดยการหมุนหรือเลื่อนภาพ) ให้อยู่ในแนวเดียวกันโดยอาศัยตำแหน่งของดวงตา จากนั้นนำภาพมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบเฉดสีเทา และปรับค่าฮิสโทแกรมของ

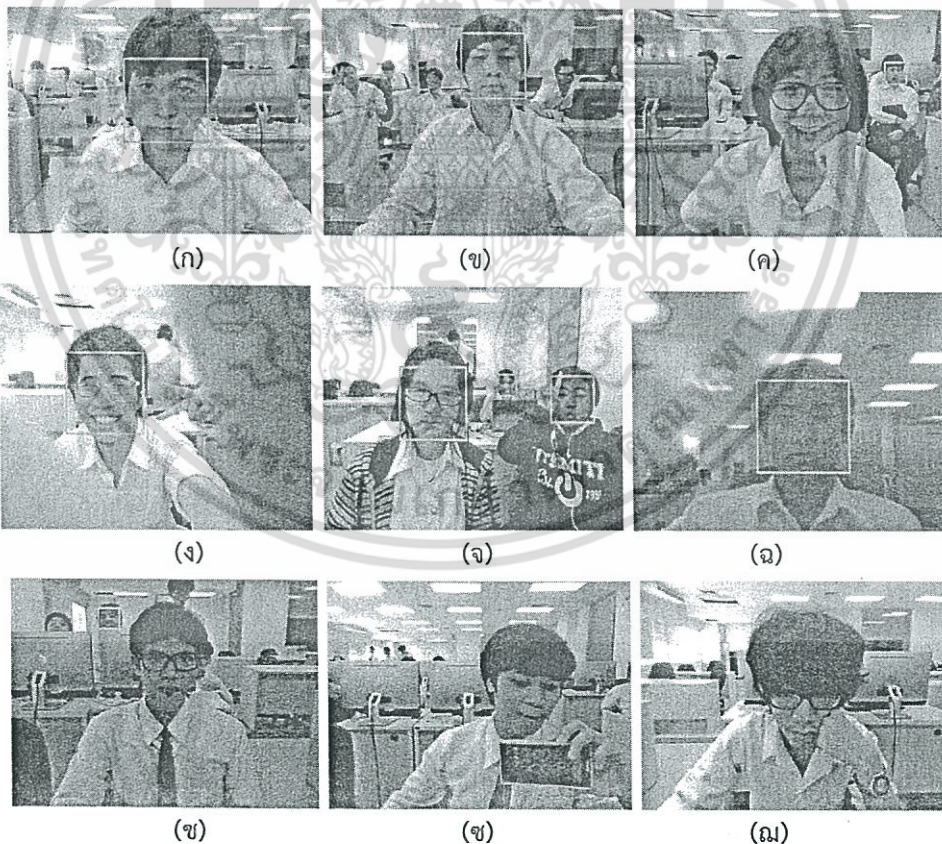
เอกสารนี้เป็นภาพ ก่อนจะนำเอารูปภาพทั้งหมดมาทำการเทรนนิ่งเพื่อสร้างโมเดลในการรู้จำใบหน้าต่อไป การคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลลัพธ์ของระบบ

ผลลัพธ์ของการดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ การเก็บรวบรวมภาพเพื่อสร้างฐานข้อมูลรูปภาพและการตรวจจับใบหน้า ผลลัพธ์ของการใช้ระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้า และสุดท้ายระบบที่พัฒนาขึ้น

### 4.2.1 ฐานข้อมูลรูปภาพ และผลลัพธ์การตรวจจับใบหน้า

การเก็บรวบรวมภาพโดยใช้ระบบรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันนั้น ทำให้เราสามารถเก็บรวบรวมภาพใบหน้าของผู้ใช้ทั้งหมด 148 คน โดยแต่ละคนที่มีจำนวนประมาณ 8-11 ภาพ ความละเอียดระดับ VGA และภาพที่ได้นั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันไปในแต่ละคนอย่างมาก เนื่องจากไม่มีกำหนดท่าทาง หรือการแสดงสีหน้าเลย ดังภาพที่ 4.1 จะเห็นว่ามทั้งภาพที่มองเห็นใบหน้าตรงได้ อย่างชัดเจน ไม่มีแว่นตาบัง ดังภาพ 4.1 ก และ ข นอกจากนั้นยังมีภาพที่ใบหน้าไม่ตรง และมีมือบัง ใบหน้ารวมถึงมีการสวมแว่นตาดังเช่นภาพ 4.1 ค ง จ ซ ซ และ ฉ รวมถึงภาพที่มีจำนวนนักเรียนมากกว่า 1 คนดังเช่นภาพ 4.1 จ นอกจากนี้แต่ละภาพยังมีระดับแสงที่แตกต่างกัน แม้ว่าโดยส่วนใหญ่ จะมีแสงสว่างดีตามความต้องการ แต่ภาพ 4.1 ฉ มีดเกินไปจนภาพเบลอทำให้เห็นรายละเอียดของ ใบหน้าไม่ชัดเจน



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพนักเรียนที่เก็บรวบรวมมาโดยระบบ

สำหรับการประเมินภาพและเตรียมภาพเพื่อนำไปสร้างฐานข้อมูลนั้นพบว่า การเอกซเรย์ตรวจหาใบหน้าโดยใช้ Haar-like features นั้นมีความแม่นยำถึงร้อยละ 76.2 ของภาพทั้งหมด ดังว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปในตารางที่ 4.1 โดยใบหน้าส่วนใหญ่ที่ตรวจจับได้จะมีลักษณะเป็นหน้าตรง ไม่มีสิ่งบดบังใบหน้า อย่างเช่นมือหรือผมหน้าม้า เป็นต้น ซึ่งภาพเหล่านี้เหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อสร้างโมเดลในการ รู้จำใบหน้าได้

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการตรวจจับใบหน้าด้วยอัลกอริธึม Haar-Like features

	จำนวนภาพ	ร้อยละ (%)
ภาพทั้งหมดที่รวบรวม	1,628	100
ภาพที่ตรวจจับใบหน้าได้	1,249	76.72
ภาพที่ใช้งานไม่ได้	379	23.28

#### 4.2.2 ผลลัพธ์การรู้จำใบหน้า

การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้า เพื่อบันทึกเวลาเรียนโดยใช้อัลกอริธึม LBPH ใน OpenCV จำนวน 8 ครั้งด้วยชุดภาพของนักเรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งเก็บรวบรวมมาจากการ เข้าชั้นเรียนในแต่ละสัปดาห์ ทำให้ได้ภาพที่มีความแตกต่างกัน รวมถึงแสงเงาและสภาพแวดล้อมที่ แตกต่างกันด้วย ผลปรากฏว่าระบบสามารถทำงานได้ดีตามที่คาดหวังไว้ แต่ค่าเฉลี่ยของอัตราการรู้จำ อยู่ที่ร้อยละ 48.18 จากการทดสอบ 8 ครั้ง ดังสรุปในตารางที่ 4.2 ซึ่งผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นว่า ความ แม่นยำของระบบยังคงอยู่ในระดับต่ำเกินไปสำหรับการใช้ในห้องเรียนจริงโดยไม่มีผู้ดูแลระบบคอย ควบคุม ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากหลายประการ ทั้งในเรื่องของจำนวนรูปภาพของแต่ละคนในฐานข้อมูล ปัจจุบันแวดล้อมขณะใช้งานระบบที่ไม่ได้รับการควบคุม โดยเฉพาะในเรื่องของแสง ที่แม้ว่าอัลกอริธึม LBPH จะมีข้อดีในเรื่องของการทนต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มแสงได้ดี แต่กรณีที่แสงเข้า มาในตำแหน่งที่ต่าง ๆ กัน ก็ยังมีผลต่อความแม่นยำของการรู้จำใบหน้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้อง พัฒนาระบบการสร้างฐานข้อมูลภาพ และประสิทธิภาพของอัลกอริธึม เพื่อให้การนำไปใช้งานใน สภาพแวดล้อมจริงมีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปผลความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าด้วยอัลกอริธึม LBPH

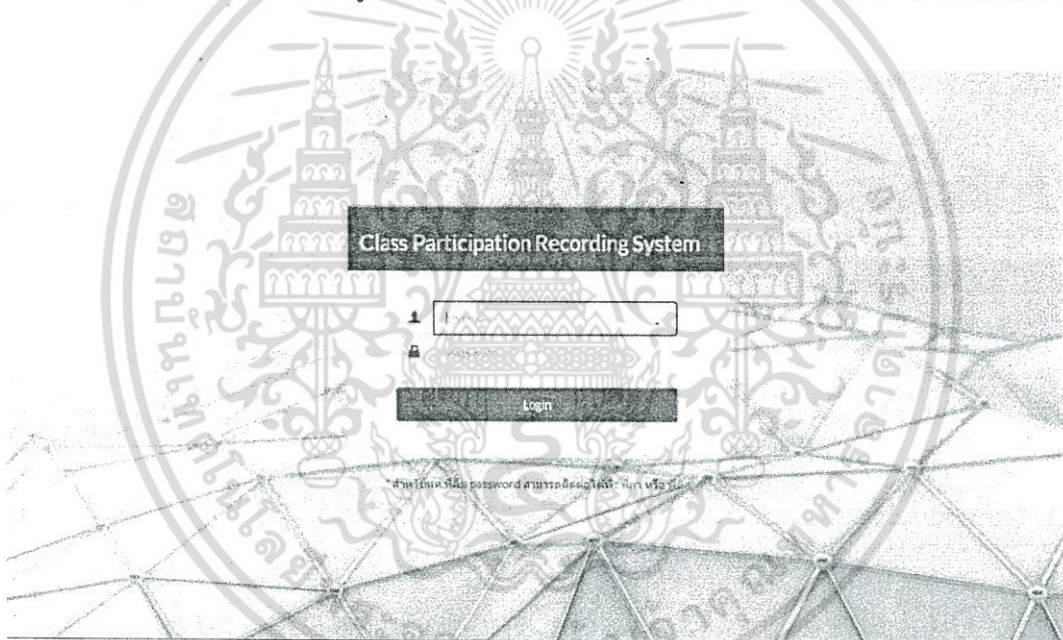
ครั้งที่	ภาพทั้งหมด	รู้จำถูกต้อง	ร้อยละ (%)
1	70	43	61.43
2	120	54	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	118	56	47.46
4	118	50	42.37
5	115	55	47.82
6	121	45	37.19
7	112	50	44.64
8	42	25	59.52
ค่าเฉลี่ยความแม่นยำ (%)			48.18

#### 4.2.3 ระบบ

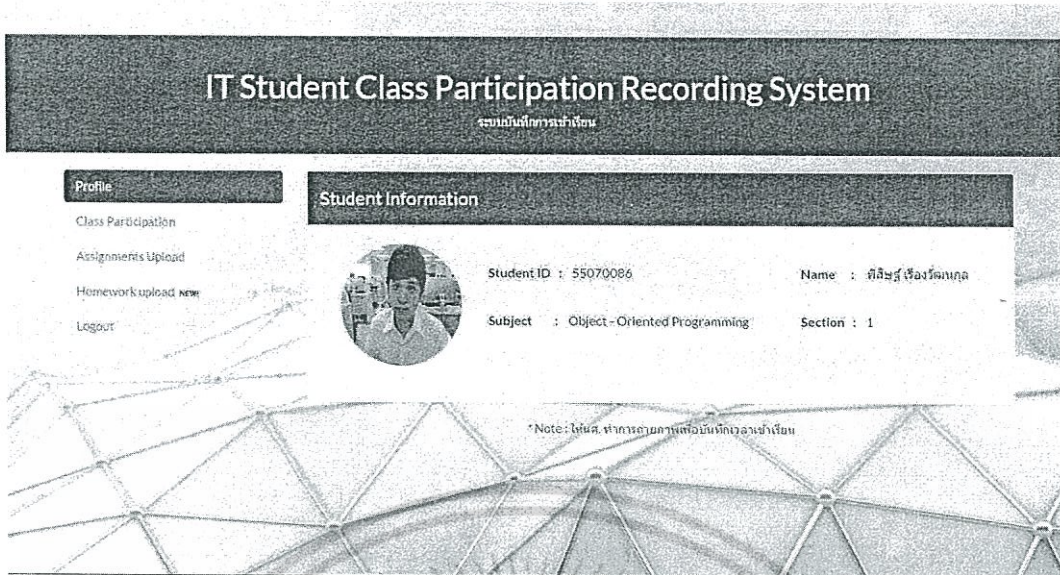
ต่อไปจะเป็นการอธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วน นั่นคือส่วนของนักเรียน และส่วนของผู้ดูแลระบบ เริ่มจากส่วนของนักเรียน เป็นระบบที่นักเรียนนั้นสามารถเข้ามาดูประวัติการบันทึกเวลาเรียน การส่งงานและการบ้านของตนเองได้



ภาพที่ 4.2 หน้าสำหรับเข้าสู่ระบบ

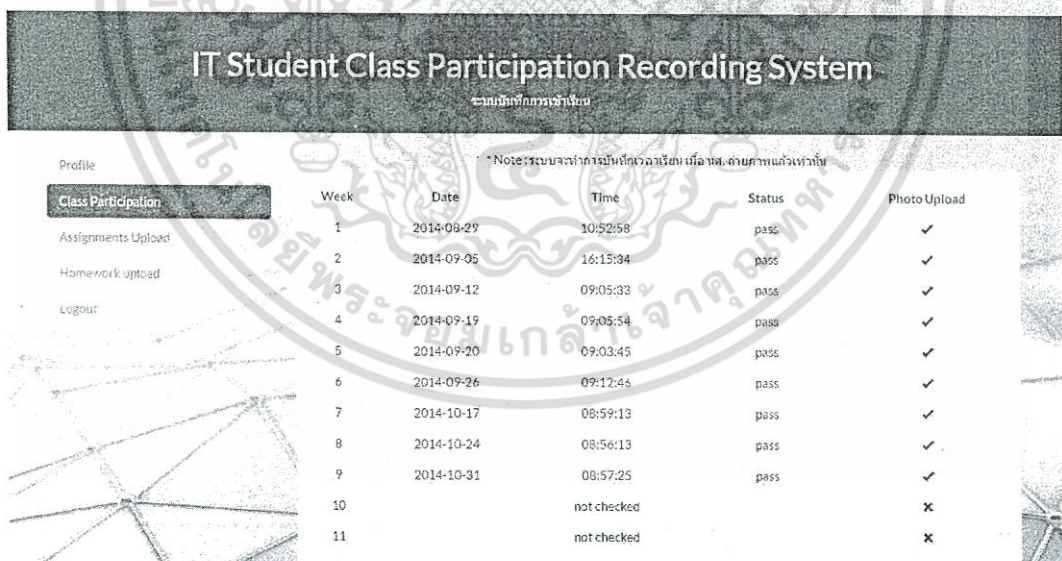
ภาพที่ 4.2 เป็นภาพหน้าจอส่วนของการเข้าสู่ระบบ โดยนักเรียนจะต้องในชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านที่ผู้ดูแลระบบกำหนดให้ เพื่อเข้ามาใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 หน้าสำหรับแสดงข้อมูลผู้ใช้ (นักเรียน)

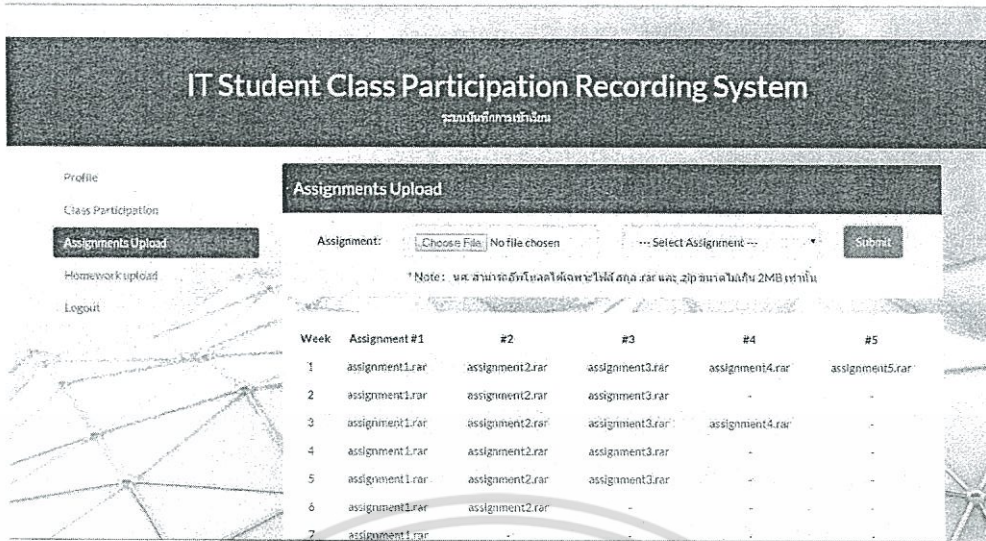
เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว จะแสดงข้อมูลของผู้ใช้ ได้แก่ รหัสนักศึกษา ชื่อ นามสกุล วิชาที่กำลังเรียน กลุ่มเรียน และรูปภาพของนักเรียน ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.4 หน้าแสดงประวัติการบันทึกเวลาเรียน

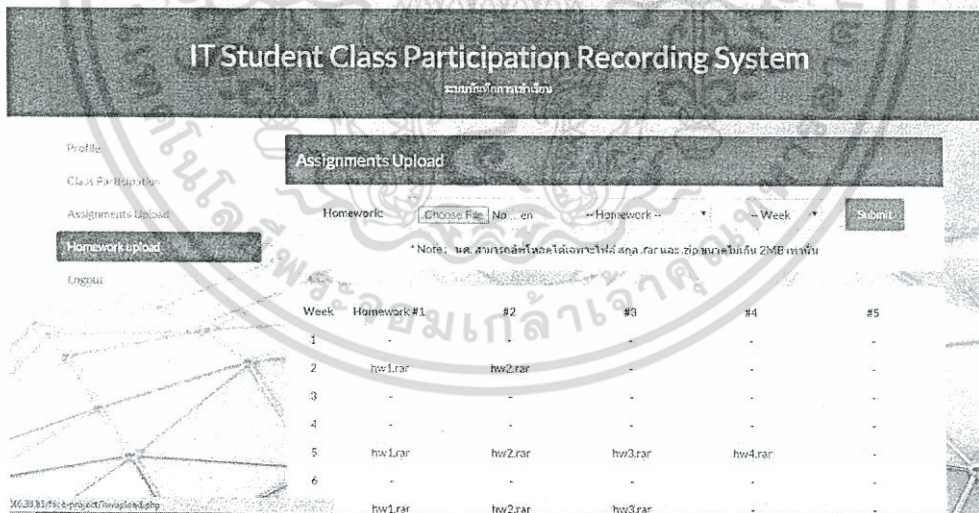
ภาพที่ 4.4 คือหน้าแสดงผลประวัติการบันทึกเวลาเรียนของนักเรียน โดยจะมีข้อมูลได้แก่ วันที่ เวลาที่ทำการบันทึก สถานะ(ผ่าน/สาย) และสถานะการถ่ายภาพเพื่อบันทึกเวลาเรียนในแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 หน้าสำหรับส่งงาน และแสดงประวัติการส่งงาน

ภาพที่ 4.5 แสดงหน้าสำหรับส่งงาน โดยจะมีช่องให้ทำการเลือกไฟล์ และเลือกหัวข้องานที่จะส่ง ซึ่งการส่งงานนี้จะสามารถทำได้เฉพาะเมื่ออยู่ในเวลาเรียนที่มีการส่งงานเท่านั้น และมีการจำกัดขนาดไฟล์ไม่เกิน 2MB

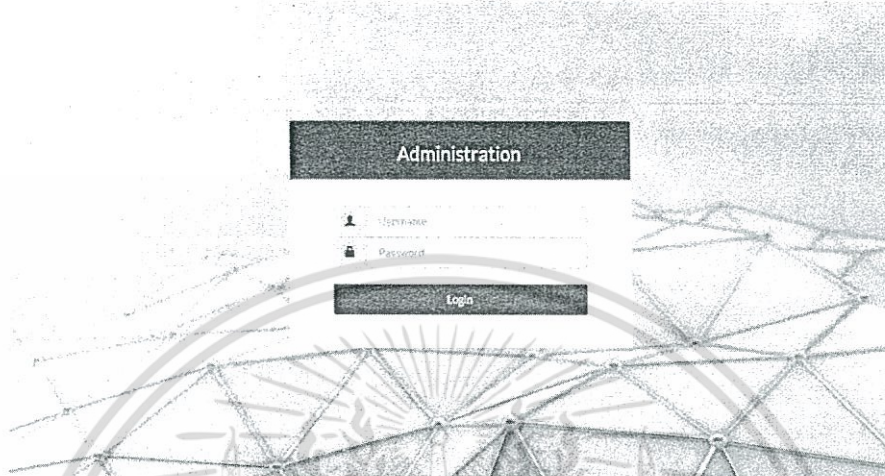


ภาพที่ 4.6 หน้าสำหรับส่งการบ้าน และแสดงประวัติการส่งการบ้าน

ภาพที่ 4.6 แสดงหน้าสำหรับส่งการบ้าน โดยจะมีช่องให้ทำการเลือกไฟล์ เลือกหัวข้องานที่จะส่ง และสัปดาห์ที่ส่งการบ้าน ซึ่งการส่งการบ้านนี้จะสามารถทำได้ตลอดจนกว่าจะครบกำหนดเวลา และมีการจำกัดขนาดไฟล์ไม่เกิน 2MB

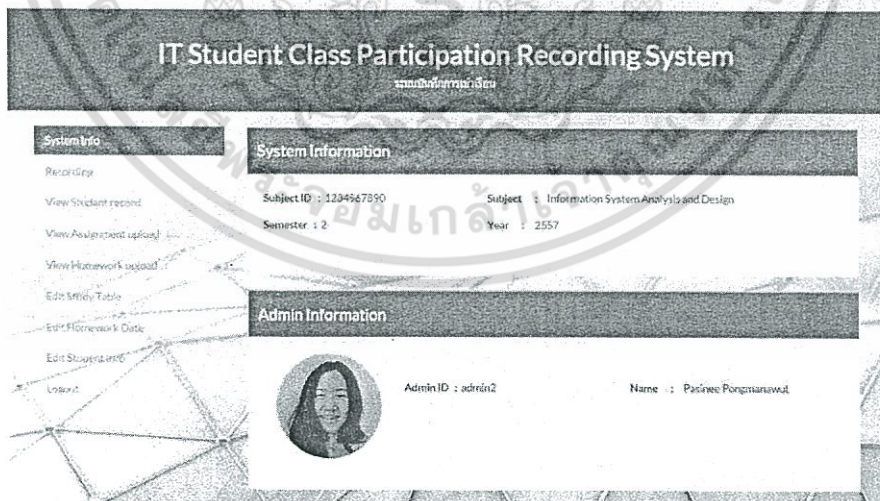
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนต่อมานั้น จะเป็นการอธิบายส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของฝั่งผู้ดูแลระบบ ที่มีฟังก์ชันในการเปิดระบบบันทึกเวลาเรียน ตรวจสอบรายชื่อผู้ที่บันทึกเวลาเรียน ส่งงานและการบ้าน รวมถึงจัดการกับตารางเรียนและกำหนดเวลาส่งการบ้าน



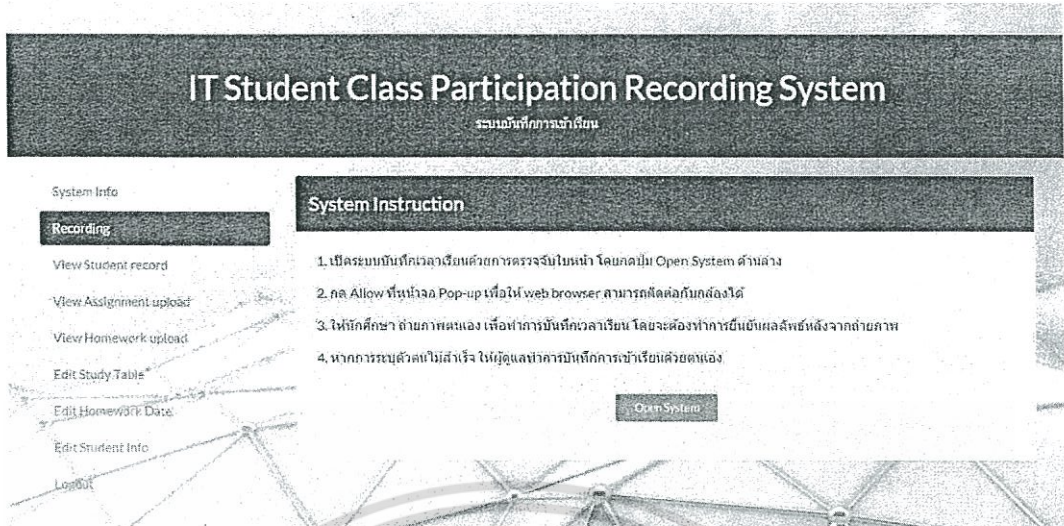
ภาพที่ 4.7 หน้าสำหรับเข้าสู่ระบบ (ผู้ดูแลระบบ)

ภาพที่ 4.7 แสดงหน้าสำหรับเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบหรือผู้สอน โดยการเข้าสู่ระบบจะต้องมีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเช่นเดียวกันของนักเรียน



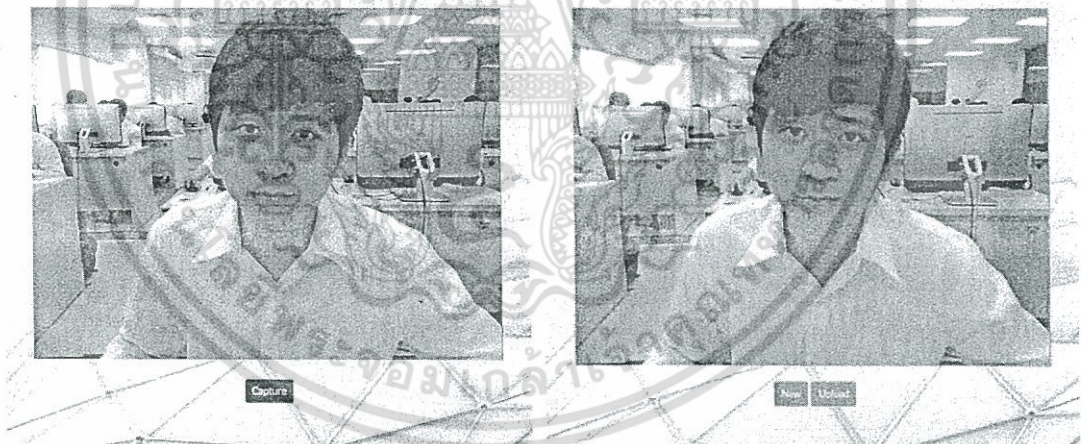
ภาพที่ 4.8 หน้าสำหรับแสดงข้อมูลผู้ใช้ (ผู้ดูแลระบบ)

ภาพที่ 4.8 แสดงข้อมูลของผู้ดูแลระบบ ได้แก่ชื่อผู้ใช้ และชื่อนามสกุล รวมถึงรูปภาพของผู้ดูแลระบบด้วย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 หน้าสำหรับเปิดระบบบันทึกเวลาเรียน

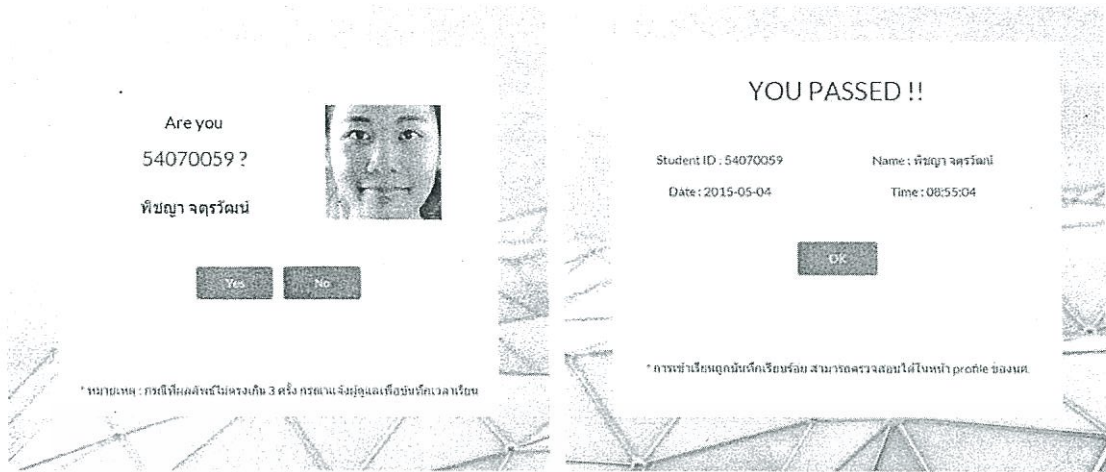
ภาพที่ 4.9 แสดงหน้าสำหรับเปิดระบบบันทึกเวลาเรียน มีการแสดงข้อมูลและวิธีการใช้งาน รวมถึงข้อจำกัดของระบบ และปุ่มสำหรับเริ่มใช้งานระบบ



ภาพที่ 4.10 (ก) หน้าสำหรับถ่ายภาพ และ (ข) หน้าสำหรับอัปโหลดภาพ

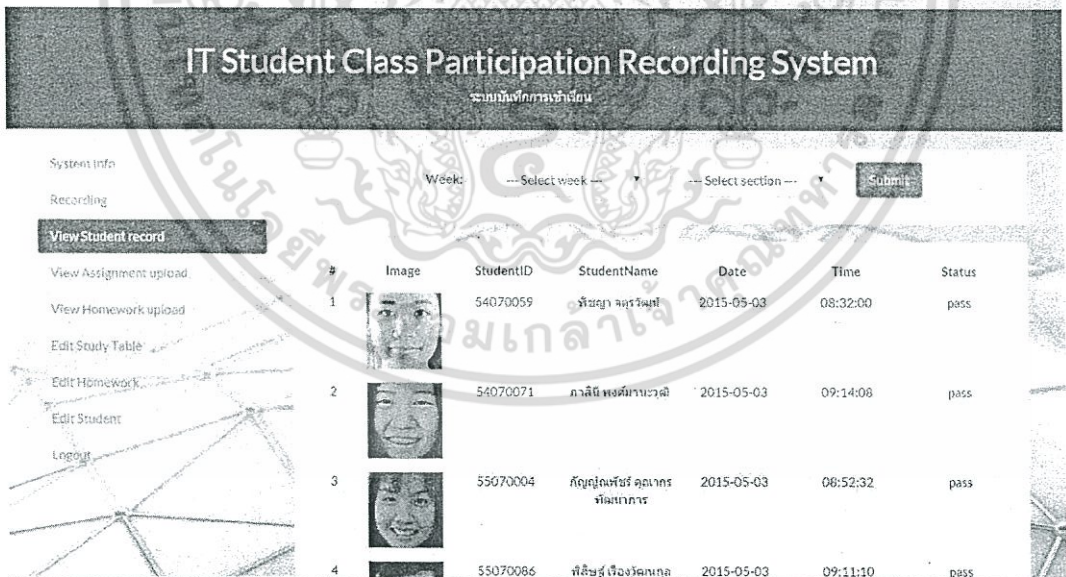
ภาพที่ 4.10 (ก) แสดงหน้าสำหรับถ่ายภาพนักเรียนที่จะนำมาเข้าสู่การรู้จำใบหน้า เพื่อบันทึกเวลาเรียน ซึ่งก่อนที่ภาพจะถูกอัปโหลดนั้นสามารถตรวจสอบความเรียบร้อยของภาพ อย่างเช่น การเบลอ ได้ก่อน หากไม่พอใจสามารถกดปุ่ม “New” ดังแสดงใน (ข) เพื่อถ่ายภาพใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



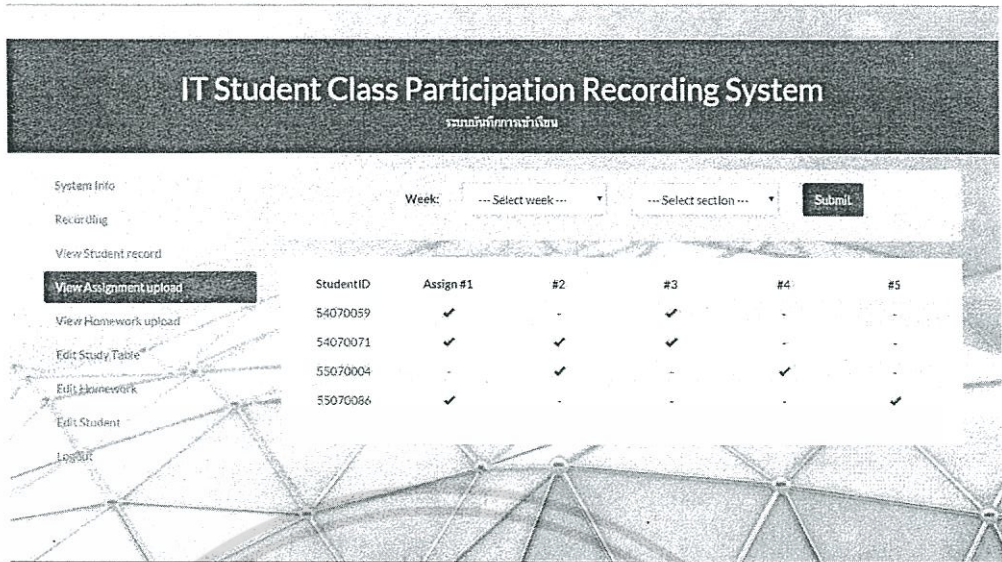
ภาพที่ 4.11 (ก) หน้าแสดงผลการระบุตัวนักเรียน และ (ข) หน้าแสดงผลการบันทึกเวลาเรียน

ผลของการระบุตัวนักเรียนจะแสดงขึ้นมาเป็นป๊อปอัพ ดังภาพที่ 4.11 (ก) หากผลในการระบุตัวนักเรียนถูกต้อง ก็สามารถกดปุ่ม “Yes” จากนั้นระบบจะแสดงหน้า (ข) ขึ้นมาเพื่อแจ้งผลการบันทึกเวลาเรียน ซึ่งประกอบไปด้วยรหัสนักศึกษา ชื่อนามสกุล วันที่เวลาที่บันทึก แต่หากกดปุ่ม “No” ใน (ก) ก็จะนำไปสู่การถ่ายภาพใหม่อีกครั้ง



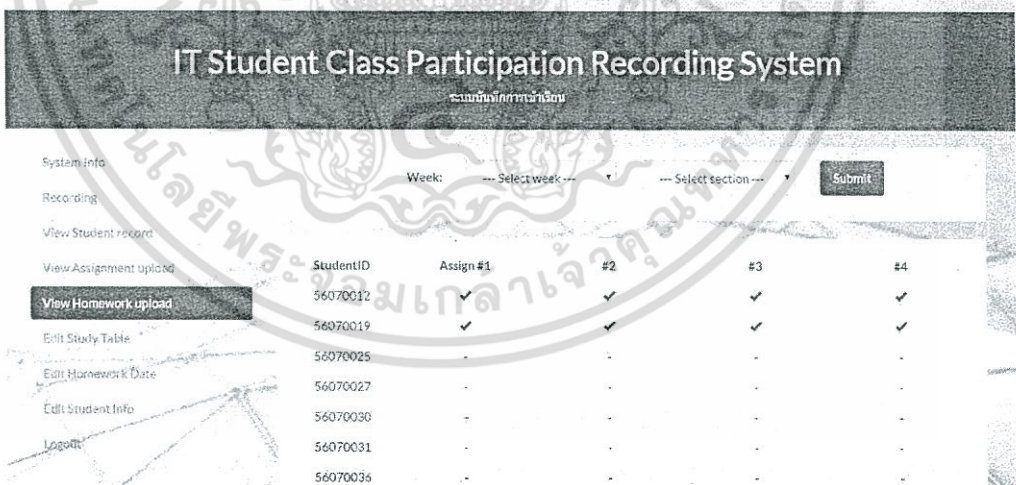
ภาพที่ 4.12 หน้าแสดงรายชื่อผู้ทำการบันทึกเวลาเรียน

ภาพที่ 4.12 แสดงรายชื่อผู้ที่ทำการบันทึกเวลาเรียน ซึ่งสามารถเลือกดูได้เป็นรายสัปดาห์ และกลุ่มเรียน โดยข้อมูลที่แสดงนั้นจะมีภาพที่ถ่ายในแต่ละครั้ง รหัสนักศึกษา วันที่ เวลาที่ทำเอกสารการบันทึก และสถานะว่า ผ่าน หรือ สาย เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 หน้าแสดงรายชื่อผู้อัปโหลดไฟล์งาน

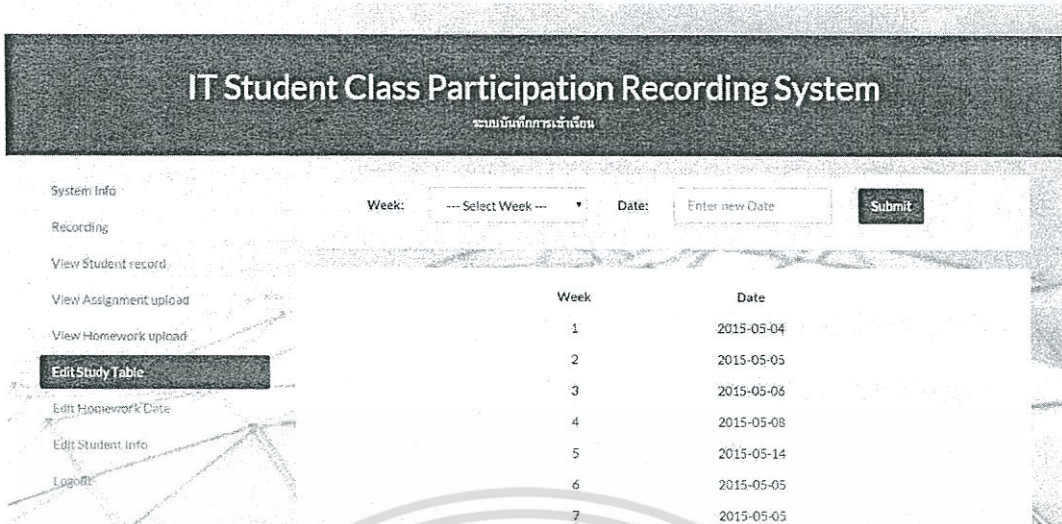
ภาพที่ 4.13 แสดงหน้ารายชื่อผู้อัปโหลดไฟล์งาน ซึ่งสามารถเรียกดูได้เป็นรายสัปดาห์ และกลุ่มเรียน โดยจะมีการแสดงข้อมูลคือ รหัสนักศึกษา หากไฟล์งานนั้นถูกอัปโหลดจะเป็นเครื่องหมายถูกสีเขียว



ภาพที่ 4.14 หน้าแสดงรายชื่อผู้อัปโหลดไฟล์การบ้าน

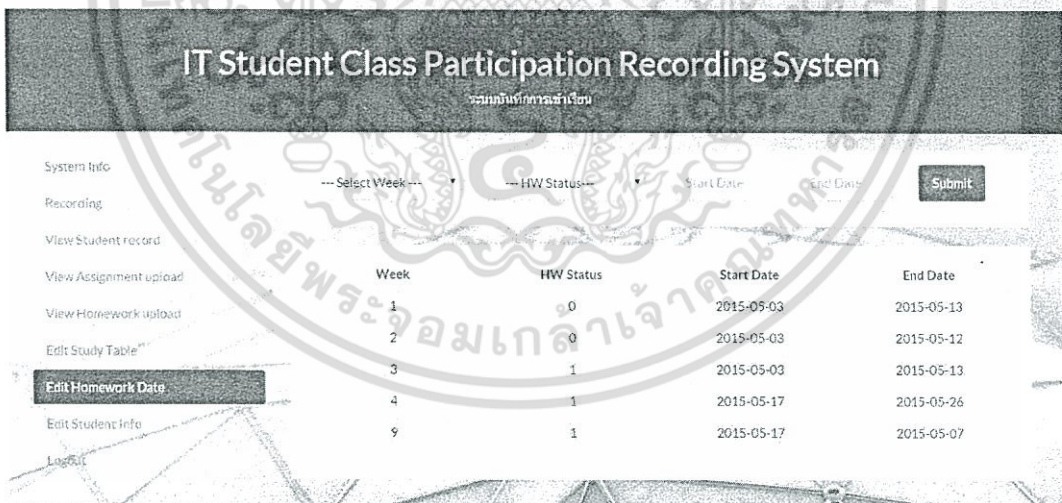
ภาพที่ 4.14 แสดงหน้ารายชื่อผู้อัปโหลดไฟล์การบ้าน ซึ่งสามารถเรียกดูได้เป็นรายสัปดาห์ และกลุ่มเรียน โดยจะมีการแสดงข้อมูลคือ รหัสนักศึกษา หากไฟล์การบ้านนั้นถูกอัปโหลดจะเป็นเครื่องหมายถูกสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 หน้าจัดการตารางเรียน

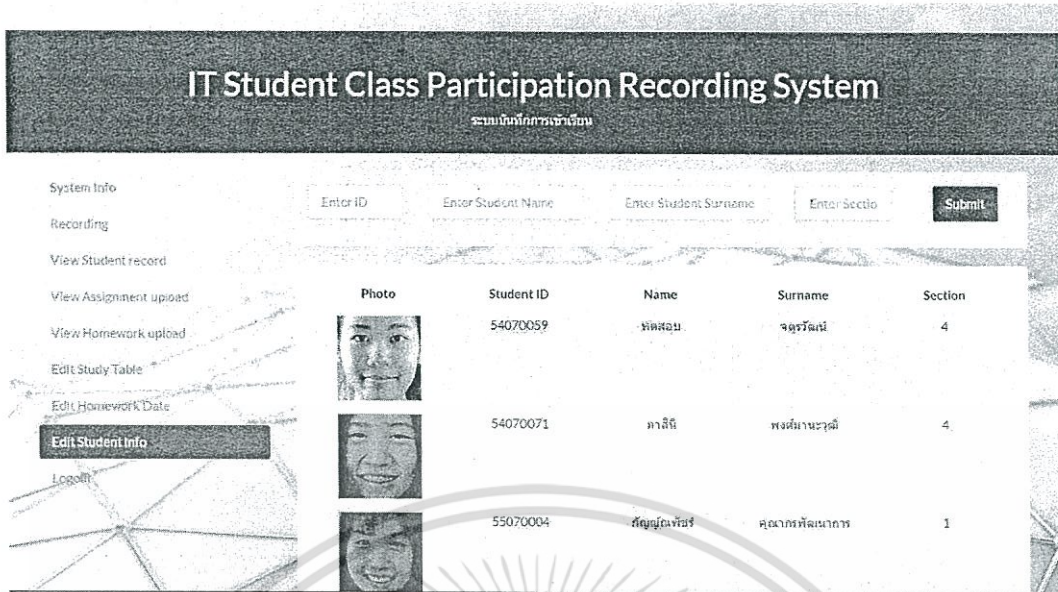
ภาพที่ 4.15 แสดงหน้าจัดการตารางเรียน ซึ่งสามารถเลือก “Week” ซึ่งเป็นสัปดาห์ของการเรียน เพื่อแก้ไขวันที่จะทำการเรียนการสอนได้ หากมีการเปลี่ยนแปลงวันที่ และหากยังไม่มีกำหนดเอาไว้ก่อน ก็จะทำให้การเพิ่มรายการเข้าไปโดยอัตโนมัติ



ภาพที่ 4.16 หน้าจัดการกำหนดส่งการบ้าน

ภาพที่ 4.16 แสดงหน้าสำหรับจัดการกำหนดส่งการบ้าน โดยสามารถเพิ่ม หรือแก้ไขกำหนดส่งการบ้านได้โดย เลือกสัปดาห์ที่จะกำหนดให้มีการบ้าน สถานะของการบ้าน (หากต้องการยกเลิกภายหลัง) และวันที่กำหนดส่ง โดยเวลาจะถึง 24.00 น. ของวันนั้นๆ หากยังไม่มีกำหนดเอาไว้ก่อนก็จะเพิ่มรายการเข้าไปอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 หน้าจัดการข้อมูลนักเรียน

ภาพที่ 4.17 แสดงหน้าจัดการข้อมูลนักเรียน ซึ่งใช้เพื่อการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ของนักเรียน ได้แก่ ชื่อ นามสกุล และกลุ่มเรียน โดยการใส่รหัสนักศึกษาเข้าไปเพื่อทำการค้นหานักเรียน (ไม่สามารถเพิ่มรายชื่อักเรียนใหม่เข้าไปได้)

#### 4.3 การประเมินระบบ

ความสามารถในการบันทึกเวลาเรียนนั้นจะถูกประเมินโดยอัตราความถูกต้องแม่นยำของการรู้จำใบหน้าของนักเรียน ซึ่งเป็นการทำงานในโมดูลการรู้จำใบหน้า ดังปรากฏในตารางสรุปผลการดำเนินงานตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของความแม่นยำในการรู้จำใบหน้าอยู่ที่ 48.18% ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เนื่องจากการขาดวิธีการประมวลผลภาพเบื้องต้นที่เหมาะสมและภาพที่นำเข้ามาในระบบนั้น มีภาพที่ไม่ใช่หน้าตรง และมีการสวมแว่นตาหรือทรงผมที่บังใบหน้าอีกด้วย สำหรับการสร้างฐานข้อมูลภาพโดยใช้ระบบรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันนั้น สามารถเก็บรวบรวมภาพของนักเรียนแต่ละคน และบันทึกแยกไว้ตามรหัสนักศึกษาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพดี แต่ไม่สามารถควบคุมตำแหน่งของแสงหรือท่าทางในการถ่ายภาพได้เท่าไรนั้น ในส่วนของโมดูลตรวจจับใบหน้าโดยใช้ Haar-like features นั้นสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งมีอัตราการตรวจจับสูงถึง 76.72% ดังนั้น หากเราทำการปรับปรุงการควบคุมท่าทางน่าจะช่วยให้การตรวจจับใบหน้าทำได้ดีขึ้นอีก ในส่วนของการรู้จำใบหน้าโดยใช้ LBPH ดังที่สรุปไปแล้วว่ามีความแม่นยำไม่สูงนัก อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนกระบวนการเตรียมรูปภาพก่อนนำเข้าสู่ระบบให้เหมาะสมกับวิธีการนี้ น่าจะช่วยเพิ่มอัตราการรู้จำใบหน้าให้สูงขึ้นได้ซึ่งต้องทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้กล่าวถึงการสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมด ตลอดจนข้อเสนอแนะที่สมควรนำไปปรับใช้กับการดำเนินงานอื่นๆต่อไป

#### 5.1 สรุปผล

การพัฒนาบบบันทึกการเข้าเรียนโดยใช้การตรวจจับใบหน้าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนมาเข้าเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งในขั้นตอนหลักที่ผู้พัฒนาได้พัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ผสมผสานกับเทคโนโลยี WebRTC สำหรับการบันทึกการเข้าร่วมชั้นเรียนของนักเรียนโดยการจับภาพของพวกเขาและเก็บไว้ในโฟลเดอร์ที่แยกต่างหากสำหรับนักเรียนแต่ละคน วิธีการนี้จะช่วยให้การสร้างฐานข้อมูลภาพของนักศึกษาได้ง่ายขึ้น ขั้นตอนที่สองคือการพัฒนากระบวนการบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้า ใช้ Haar-like features เป็นขั้นตอนวิธีการตรวจจับใบหน้าและใช้อัลกอริทึม LBPH เป็นโมดูลสำหรับการรู้จำใบหน้า ซึ่งระบบที่ได้พัฒนามาสามารถทำงานได้ดีในการสร้างฐานข้อมูลภาพของนักเรียน อนึ่งความถูกต้องของการจดจำใบหน้าที่ยังอยู่ภายใต้การดำเนินการ ซึ่งผู้พัฒนายังต้องปรับปรุงขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นของภาพโดยใช้วิธีการที่เหมาะสมมากขึ้น และสำหรับการเตรียมความพร้อมก่อนที่จะสร้าง training set ของภาพและตั้งค่าระบบก่อนมีการการใช้งานก่อนการนำใช้กับระบบจริงการซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของทั้งแอปพลิเคชัน

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลของการดำเนินงานเราพบว่าวิธีนี้เป็นวิธีการที่ดีที่จะช่วยให้นักเรียนมาเข้าร่วมชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น และสามารถบันทึกเวลาเรียนได้จริง แต่ก็ยังมีหลายปัจจัยที่จะต้องได้รับการควบคุมประการแรกคือการสร้างฐานข้อมูลภาพ ที่คุณภาพของภาพนั้นที่เป็นปัจจัยที่ได้รับผลกระทบมากในการตรวจจับและรู้จำใบหน้า ระบบที่เราใช้ในการเก็บภาพที่สามารถถ่ายภาพของนักเรียนเพื่อนำไปสร้างฐานข้อมูลได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว และยังสามารถนำมาใช้โดยนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนในเวลาเดียวกันจากคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ ดังนั้นเราจึงสามารถบันทึกการเข้าร่วมชั้นเรียนของนักเรียนได้อย่างแม่นยำและได้รับภาพผู้ใช้เพียงพอในช่วงเวลาสั้นๆ สำหรับขั้นตอนการรู้จำใบหน้าเราพบว่าข้อ จำกัดบางอย่างที่เราไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ตำแหน่งของแสงและท่าทางของผู้ใช้ อีกทั้งกล้องเว็บต้องมีคุณภาพดี ประการที่สองการตรวจจับใบหน้าและขั้นตอนวิธีการรู้จำใบหน้าที่เราเลือกนำไปใช้ในระบบควรจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานของระบบนั้นๆ สุดท้ายเป็นวิธีการประมวลผลภาพเบื้องต้นควรจะเหมาะสมกับลักษณะเด่นของวิธีการตรวจจับใบหน้าและรู้จำใบหน้าที่ใช้ เพื่อให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำและถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

#### 6.1 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ (Publications)

##### 6.1.1 วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

1. หัวข้อ “การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า”

##### 6.1.2 การประชุม / สัมมนา ระดับนานาชาติ (International Conference)

1. หัวข้อ “A Remote Image Collecting to Create Initiative Database with Indexing and Querying for Enhance Face Recognition”

ตีพิมพ์ในงาน IEEE International Conference on Computer, Communication, and Control Technology, Kuching, Malaysia จัดขึ้นระหว่างวันที่ 21 – 23 เมษายน 2558

2. หัวข้อ “An Evaluation of Technical Study and Performance for Real-Time Face Detection Using Web Real-Time Communication”

ตีพิมพ์ในงาน IEEE International Conference on Computer, Communication, and Control Technology, Kuching, Malaysia จัดขึ้นระหว่างวันที่ 21 – 23 เมษายน 2558

#### 6.2 การผลิตบัณฑิต

##### 6.2.1 บัณฑิต ระดับปริญญาตรี

1. นางสาวพิชญา จตุรวัฒน์ รหัสนักศึกษา 54070059
2. นางสาวภาสินี พงษ์มานะวุฒิ รหัสนักศึกษา 54070071

#### 6.3 ต้นแบบ

##### 6.3.1 ระดับห้องปฏิบัติการ

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับบันทึกเวลาเรียนด้วยวิธีการตรวจจับใบหน้า

## เอกสารอ้างอิง

- [1] R. Jafri and H.R. Arabnia, "A survey of face recognition techniques," Journal of Information Processing Systems, vol. 5, No. 2, pp. 41-68, 2009.
- [2] Lewis, M.B. and Ellis, H.D. (2003). "How we detect a face: A survey of the psychological evidence". International Journal of Imaging Systems and Technology, 13, 3-7. DOI: 10.1002/ima.10040.
- [3] PC Plus, "How face detection works IN DEPTH" from PC plus Issue 296 July 18th 2010. [Online]. Available: <http://www.techradar.com/news/software/applications/how-face-detection-works-703173>.
- [4] OpenCV Document, "Face Detection using Haar Cascades", from OpenCV 3.0.0-dev documentation. [Online], Available: [http://docs.opencv.org/trunk/doc/py\\_tutorials/py\\_objdetect/](http://docs.opencv.org/trunk/doc/py_tutorials/py_objdetect/).
- [4] Wiki Pedia "Haar-Like Features" [Online], Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Haar-like\\_features](http://en.wikipedia.org/wiki/Haar-like_features).
- [5] OpenCV Official website [Online], Available: <http://www.opencv.org>, 2015.
- [6] Wiki Pedia. "Face recognition System." [Online], Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Facial\\_recognition\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Facial_recognition_system).
- [7] Ahonen T., Hadid A.; Pietikainen M., "Face Description with Local Binary Patterns: Application to Face Recognition," Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on , vol.28, no.12, pp. 2037-2041, 2006.
- [8] S. Loreto and S. Romano, "Real-Time Communications in the Web: Issues, Achievements, and Ongoing Standardization Efforts", IEEE Internet Computing, Vol. 16, pp. 68-73, 2012.
- [9] C. Jennings, T. Hardie and M. Westerlund, "Real-time communications for the web", IEEE Communications Magazine, vol.51, no.4, pp.20-26, 2013
- [10] G. Audin, "9 Advantages of WebRTC", Mar.2014; [Online], Available: <http://www.networkcomputing.com/unified-communications/9-advantages-of-webrtc/a/d-id/1113301>.
- [11] P. Edholm, "The Benefits of WebRTC", Dec.2012; [Online], Available: <http://www.webrtcworld.com/topics/from-the-experts/articles/319037-benefits-webrtc.htm>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] W3C Official website [Online], Available: [http://www.w3schools.com/html/html5\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp)
- [13] Eric Freeman and Elisabeth Robson (2011), "Head First HTML5 Programming" Printed in the United States of America. Publish by O'Reilly Media, Inc., Copyright
- [14] W3C Official website [Online], Available: [http://www.w3schools.com/js/js\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/js/js_intro.asp)
- [15] [11] W. Jason Gilmore, "Beginning PHP and MySQL: From Novice to Professional, Fourth Edition", Publisher: Apress. [Online-ebooks]. Available: <http://it-ebooks.info/read/409/>. 2010.
- [16] John Coggeshall (2004), "PHP Security Collection", Publisher: O'Reilly Media
- [17] Charles Severance (2010), "Python for Informatics Exploring Information" Copyright © 2009, 2010 Version 0.0.5, pp.5
- [18] OpenCV Official website [Online], Available: <http://www.opencv.org>, 2015.
- [19] Rod Stephens. "Beginning Database Design Solutions" Publisher: Wrox. [Online-ebooks] Available: <http://it-ebooks.info/read/1464/>. 2010.
- [20] Robin Nixon, "PHP, MySQL & JavaScript", Publisher: O'Reilly Media, Y, 2009 [Online-ebooks] Available: <http://it-ebooks.info/book/303/>. 2009.
- [21] Liying Lang and Weiwei Gu, "Study of Face Detection Algorithm for Real-time Face Detection System", Second International Symposium on Electronic Commerce and Security, vol.2, pp.129-132, 2009.
- [22] Hyobin Lee, Seongwan Kim, Sooyeon Kim, and Sangyoun Lee, "Face Detection using Multi-modal Features", International Conference on Control, Automation and Systems, pp. 2152-2155, 2008.
- [23] Zakaria and Shahrel A. Suandi, "Face Detection Using Combination of Neural Network and Adaboost", IEEE TENCON, pp.335-338, 2011.
- [24] Tat-Jun Chin; James, U.; Schindler, K.; Suter, D., "Face Recognition from Video by Matching Image Sets," Digital Image Computing: Techniques and Applications, 2005. DICTA '05. Proceedings 2005, pp.28-28.
- [25] Matthew A. Turk and Alex P. Pentland, "Face Recognition Using Eigenfaces", Proc. IEEE Conference on
- [26] Wajdi Elleuch, "Models for Multimedia Conference between Browsers based on WebRTC", Sixth International Workshop on Selected Topics in Mobile and Wireless Computing, pp. 279-284, 2013.

- [27] Manop Phankokkrud and Phichaya Jaturawat, "An Evaluation of Technical Study and Performance for Real-Time Face Detection Using Web Real-Time Communication", IEEE International Conference on Computer, Communication, and Control Technology, pp.162-166, 2015.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

### ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ผศ.ดร.มานพ พันธุ์โคกกรวด

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

### ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
Ph.D.	Computer Education	King Mongkut's University of Technology North Bangkok	2554
M.Sc.Tech.Ed.	Computer Technology	King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok	2547
B.Sc.	Chemistry	Khon Kaen University	2537

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) Digital Image Processing, Cloud Computing, Decision Support Systems, Expert Systems, Information System Design

### รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้

### ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

### ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

1. Chanawee Chanavaltada, Phanpraporn Likitphanitkul, Manop Phankokkruad, "An Improvement of Recommender System to Find Appropriate Candidate for Recruitment with Collaborative Filtering", 2015 International Conference on Informative and Cybernetics for Computational Social Systems (ICCS), pp.39-44, 2015. (indexed by SCOPUS)
2. Phichaya Jaturawat, Pasinee Pongmanawut, Manop Phankokkruad, "A Remote Image Collecting to Create Initiative Database with Indexing and Querying for Enhance Face Recognition", 2015 International Conference on Computer, Communication, and Control Technology (I4CT), pp.206-210, 2015. (indexed by SCOPUS)
3. Manop Phankokkruad, Phichaya Jaturawat, "An Evaluation of Technical Study and Performance for Real-Time Face Detection Using Web Real-Time Communication", 2015 International Conference on Computer, Communication, and Control Technology (I4CT), pp. 161-166, 2015. (indexed by SCOPUS)
4. Ganaporn Thongmool, Manop Phankokkruad, "Analysis of Interaction User Interface Patterns and Usability Study in Computer Assisted Instruction for Tablet PC", 2014 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), pp.472-477, 2014. (indexed by SCOPUS)
5. Phanchita Chomwihoke, Manop Phankokkruad, "Comparative Study of Text-to-Speech Synthesis Techniques for Mobile Linguistic Translation Process", 2014 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), pp.449-454, 2014. (indexed by SCOPUS)
6. Manop Phankokkruad, "Association Rules for Data Mining in Item Classification Algorithm: Web Service Approach", Second International Conference on Digital Information and Communication Technology and It's Applications (DICTAP), pp.463-468, 2012. (indexed by SCOPUS)
7. Manop Phankokkruad, "Implement of Cloud Computing for e-Learning System", 2012 International Conference on Computer & Information Science (ICCS), pp.7-11, 2012. (indexed by SCOPUS)

8. Manop Phankokkrud, Sirirat Wacharawichanant, "Identification, Counting, and Sizing of Dispersed Phase Droplet of Scanning Electron Microscopy Micrograph Using Digital Image Processing", 5th International Congress on Image and Signal Processing (CISP), pp.510-514, 2012. (indexed by SCOPUS)
9. Manop Phankokkrud, "Content as a Service using Cloud Computing for Mobile Learning Systems", Information, Communication and Education Application, vol.11, pp.269-274, 2013.
10. Manop Phankokkrud, Sirirat Wacharawichanant, "Morphological Analysis of Particles in Transmission Electron Microscopy Image Using Image Processing", Advanced Materials Research, vol. 774-776, pp.1262-1266, 2013. (indexed by SCOPUS)

การเสนอผลงานวิชาการ

.....

.....

ผลงานตีพิมพ์/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

.....

.....

อื่นๆ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# An Evaluation of Technical Study and Performance for Real-Time Face Detection Using Web Real-Time Communication

Manop Phankokkruad\*, Phichaya Jaturawat  
Faculty of Information Technology  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang  
Bangkok, Thailand 10520  
Email: manop@it.kmitl.ac.th

**Abstract**—This paper proposed the technical study of real-time face detection system and also cover a key technology. In order to find the most appropriate factors, techniques, and algorithm by evaluating the performance that included connection speed, and effectiveness of tracking and detecting a human face in various conditions. WebRTC worked perform in any condition of device and platform independence. Furthermore, WebRTC could operate securely on the HTTPS protocol. In the case of the transferring ability of images, it relied on the connection speed; that LAN and WiFi are the most prefer for this best image quality. The results shown that Haar-like feature and CLM have significantly detected the face area over the web browser in almost light conditions. However, Haar-like has the better precision when operated on the low-speed processor. The real-time face detection system could be identified the person who walked through the capture device. In addition, this proposed system could be applied to any scope of the personal identification system.

**Index Terms**—Face Detection, WebRTC, Real-Time Face Detection, Algorithms, Internet Protocol

## I. INTRODUCTION

Face detection is the most successful method of image analysis, which has received significant attention. It is an extremely reliable method of biometric personal identification based on the analysis of frontal face images that was in the personal identification system [1]. Face detection is a significant step in automatic face recognition system. A powerful and applicable system for human face detection will have great effect on the human identification system. Furthermore, face detection becomes an research interest area which cover the numerous disciplines such as digital image processing, pattern recognition, computer vision, neural networks, and cognitive science [2], etc. Generally, a human face detection system includes the face detection, feature extraction, face database and face recognition. In addition, the face detection can use on the video [3], gray scale image, color image [4]. The task of face detection is to detect the presence of any human face appearing in the image. For past decade, literature reveals that a lot of research work has been carried out on face detection. The problem of using face detection application is that it has many disadvantages related to the appropriate platform, installation method and how to configuration. Since face detection

application assumes a fixed architecture for the platform and device dependence, an inappropriate platform can make it have a lot of limitations in such an interoperability, rapid application development, and adaptive to network conditions, etc. For this reason, Web Real-Time Communication (WebRTC) is a solution for this problem. WebRTC is a collection of standards, protocols, and JavaScript APIs, the combination of which enables peer-to-peer audio, video, and data sharing between browsers [5]. WebRTC allows web browsers to communicate with each other through a variety of real-time without any installation, configuration, platform and device independence. Now the problem becomes much harder since any face detection algorithms cannot perform well enough in carry on the web browser and HTML5 technology. Hence, the effective and faster algorithms have to study to overcome this restrict. The applications of face detection has recently received significant attention. There have been many attempts of varying success of the face detection problem, one of the most promising being the Viola-Jones [6], AdaBoost, constrained local model (CLM) [7] and Haar-like feature. Recent face detection algorithm worked by Yang et al [4], they developed verification module to identify the human faces by analysing of shapes and objects. They precisely localize human faces by placing of eyes and mouths position based on mathematics model transform. A valuable reference on real-time face detection algorithm is the recently proposed by Lang and Gu [8], they studied the face detection system based on AdaBoost algorithm. the result shown that, the detection rate of the algorithm is higher, and the detection velocity is also better. In the same way, CLMs were proposed for non-rigid face tracking by Cristinacce and Cootes [7].

Consequently, the purpose of this paper is to find out the most appropriate key technology that enables the reliable face detection from a video over the web browser by studying the essential performance factors. This key factor is the reason for selecting the best algorithm for the real-time face detection system. In order to prove our inference, we will conduct the experiment for system evaluations to demonstrate the most appropriate technology which support desire conditions for the future research. In addition, the significant difference between

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the face detection algorithms will be discussed in this paper.

The remainder of this paper is organized as follows. First, this paper gives an overview of the face detection problems and related works. In Section 2 provides the problem definition, key technology, face detection algorithms and real-time face detection system architecture. Section 3 describes about the implementation and also its different environments. Moreover, the results of the experimentations that were conducted on an evaluation system and the discussion were described in Section 4. Finally, the summary, conclusions and the future work are presented in Section 5.

## II. ALGORITHMS AND SYSTEM ARCHITECTURE

In this section, the problem definition, key technology, real-time face detection system architecture, and related theoretical of face detection algorithms are described.

### A. Problem definition

The problem definition phase is the first phase for determining the existing problem. During this phase, the objectives of using real-time face detection on the desired condition are identified. Likewise, the overall process is designed to define the function and relationship of the system. Usually, the face detection systems are developed and installed as the application on a kind of platform in such a Microsoft Windows. Thus, the system was designed for the specific application platform and device dependence. In addition, the installation processes are supervised by the technical specialist. In order to eliminate this limitation, a new technique and methods to develop the real-time face detection system need to be studied in the way to make the face detection system can operate on any platform and device dependence. Moreover, the new techniques should have more security, reliability and performance. Since, it is well recognized that the performance of a face detection and recognition system depends on the quality of images participating in the face comparison processes [9], [10], the capability of controlling the reference image quality takes advantage to improve face detection and the storage capacity is not excess. The main challenge when using the real-time face detection for tracking is that the person is unreliable moving. Since, the detection output compose of false positives and missed detections, the result of association problem between detections and targets is difficult.

### B. WebRTC

WebRTC is an open framework which offers web application able to write the real-time multimedia application on the web without requiring any extensions since this API is inherently supported by a lot of new versions of common browsers [11]. It enables peer-to-peer audio, video, and data sharing between browsers [5]. WebRTC allows web browsers to communicate with each other through a regular standard protocols. Also, WebRTC efforts to put real-time communications capabilities into all web browsers and also make these capabilities accessible through the standard HTML5 and

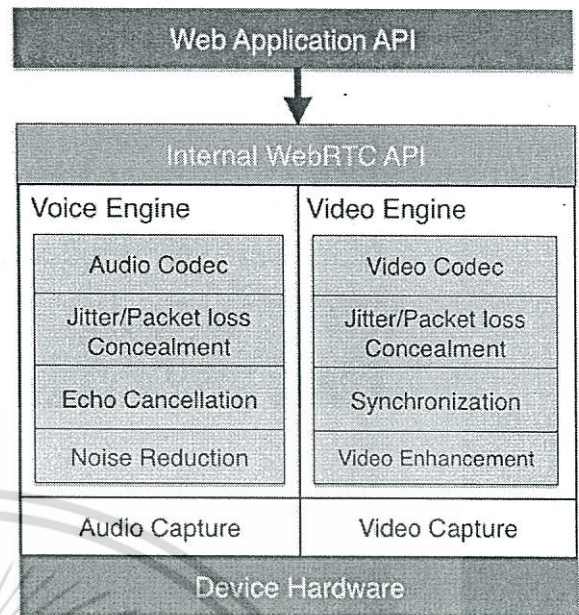


Fig. 1. WebRTC Architecture

JavaScript APIs [5]. For this reason, this is a turning point of an evolution in the web applications technology [12]. An architecture of WebRTC is shown in Figure 1. The transportation of information between the web browser and the web server is provided by the Hyper-Text Transport Protocol (HTTP), which operates over the generally WebSocket protocol.

A WebRTC web application interacts with web browsers through the standardized WebRTC API, also allowing it to properly aptitude and control the real-time browser function as depicted in Figure 1. The WebRTC APIs provide a wide set of functions, such as connection management, encoding and decoding capabilities, media control, and firewall, etc. The design of the WebRTC APIs represent a continuous, and real-time flow of data stream across the network in order to allow direct communication between two browsers. This distinctly represents a revolutionary to web-based communication. In this paper, a real-time video data was captured into a still image, then it was sent across the Internet to a remote server.

### C. Face Detection Algorithm

Nowadays, many face detection tasks perform by the computer vision algorithms. A modern computer vision algorithms is a core concept of core computer vision (CCV) development. CCV implement the very fast detection algorithm, and an accurate object detection algorithm for any difficult objects. This paper considers the two powerful of CCV algorithm include Haar-like features and constrained local model(CLM).

1) *Constrained Local Model*: CLM is a class of locating methods that places the sets of points on a target image, which is constrained by a statistical shape model. Typically, the approach is the sampling area from the image space around the current estimate, then it is projected into a reference frame.

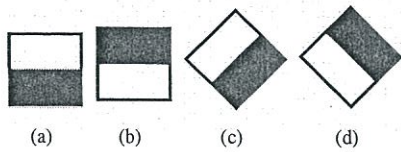


Fig. 2. HAAR-like features of edge

Subsequently, each point is generated a response image, and give a cost at each pixel. The standard CLM framework can be illustrated by the model  $M = \{S, D\}$  where  $S$  is the shape model and  $D$  is a set of linear classifiers for detection of  $n$  parts of the face. It can be described as a group of linear classifiers  $D = \{w_i, b_i\}_{i=1}^n$ , where  $w_i$  and  $b_i$  is the linear detector for the  $i^{th}$  part of the face. The probabilistic response map  $p(l_i = 1|x, \mathcal{I})$  for the  $i^{th}$  landmark being correctly aligned ( $l_i = 1$ ) at location  $x$  of image  $\mathcal{I}$  is modeled by a logistic function.

$$p(l_i = 1|x, \mathcal{I}) = \frac{1}{1 + e^{\{d(w_i^T h(x; \mathcal{I}) + b_i) + c\}}} \quad (1)$$

where  $d$  and  $c$  are calculated over a cross-validation procedure.  $h$  is a feature extraction function, and  $h(x; \mathcal{I})$  denote the feature extracted from the patch in image  $\mathcal{I}$  centered at  $x_i$  [13]. CLM is a specific model, that the response images were created by applying the normalised correlation to fit the current face [7]. It comes to meaning of any method that a set of local models are used to evoke the response images, afterward the shape model is used to find out the best combination of the response image [14]. This approach has been proposed by many research such as Saragih et al [15].

2) *Haar-like features*: Haar-like features [16] is represented to be the most successful technique for using in object detection algorithm. Due to, it provide an attractive trade-off between accuracy and evaluation speed. In an intuitive way, Viola and Jones [6] proposed the first object detection framework based on Haar-like and it becomes a popular method to provides competitive object detection rates in real-time. Afterward, there are many successful systems based on Haar-like features have been proposed [17]. Haar-like features are the set of two-dimensional Haar functions, that can be used to encode the local appearance of objects [16]. These features use the intensity values, and the change in contrast values between adjacent rectangular groups of pixels. Further, the contrasts values are used to evaluate the relative of light and dark areas. The Haar-like features templates that shows in Figure 2 and 3 are used to detect an image. Haar features can easily be scaled the size of the pixel group being inquired. This allows features to be used to detect objects of various sizes [18].

#### D. Real-Time Face Detection System Architecture

The proposed system comprises of two major parts include the server-side, and the client-side as shown in Figure 4. In the server-side, it consists of the web server, face detection routine, and image database. Likewise, the client-side is an

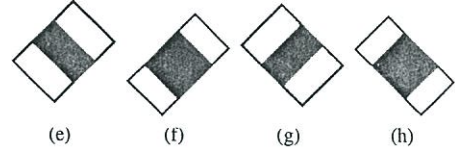
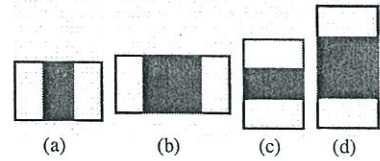


Fig. 3. HAAR-like features of line

web application that consists of image capture device, RTC API, and the fast face detection routine. Focus in the client-side, it was developed as web application, which can operate on any web browsers. An important device in the client-side is the image capture device; it is general WebCam that was built in. Usually, RTC API is built in a modern web browser such as Firefox, Google Chrome, Safari, etc. In that way, the face detection routine is a web application module that is developed based on the face detection algorithms by JavaScript and HTML5 technology. Face detection algorithms are the key of face segmentation and recognition the human face in the test image. This face detection routine can find an image for faces, and give rectangles of where the faces are found. In the case of server-side, it was set up as the web server with Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS) connection. On this server, it contains the face detection routine like a routine on the client-side but there is something different such as image quality adjusting and processing. Finally, the processed image will be stored by making the index in the image database.

### III. IMPLEMENTATION

In order to implement and evaluate the proposed system, many varieties of conditions were set up. The system was conducted in the real-time face detection environment. The system was separated into two major parts; the client-side and the server-side. In the client-side comprises of the different platform on each client that is Ubuntu Linux desktop, Windows 8 desktop, Windows 8.1 Tablet PC, and Apple MacBook. Likewise, the server-side, it operates the Window Server 2012, Internet Information Server (IIS) with SSL/TLS, and PHP web server. It is well to recognize that face recognition performance is impacted by the image quality. This study uses a range of images size that was obtained by controlled changes of the WebRTC APIs video sequences from the WebCam during the image acquisition step. The quality of captured image was varied in three sizes as follows; QVGA (320x240), VGA(640x480), and 1024x768 pixels. Focus on the connection speed, this work uses various networks to connects the client to the image server such as gigabit LAN, 150 mbps WiFi and 3G cellular network. The variety of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

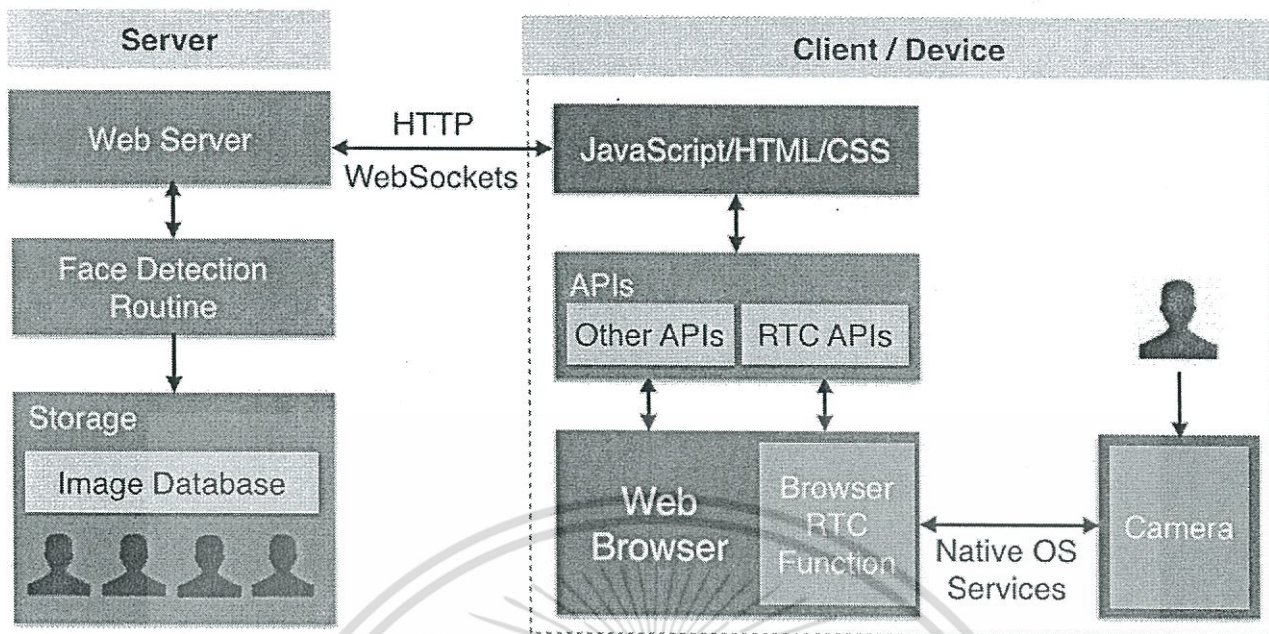


Fig. 4. Real-Time Face Detection System Architecture

TABLE I  
A SYSTEM EVALUATION CONDITIONS

	Client	Server
Platform	Windows 8.1, Mac OS, Ubuntu Linux	Windows Server 2012
Web Server	-	IIS
Language	HTML, JavaScript	PHP
Capture device	WebCam	-

evaluation conditions are shown in Table I. Since the face detection is related with the quality of image such as level of light, size of the face in the image, and angle of visibility, thus the image that using in this paper was captured such as normal fluorescent light, light exposure, low light, and side view respectively as depicted in Figure 5. This implementation operates on the Google Chrome browser and HTTPS, that is a communications protocol for secure communication over a computer network, with especially wide deployment on the Internet.

#### IV. RESULTS AND DISCUSSION

In this section, the evaluation factors of our proposed system will be verified. According to the implementation components as shown in Figure 4, the results comprise of six evaluation processes that are the image quality, connection speed, security, performance, platform and device independencies. As results depicted in Table II, where *Excellent* is greater than five images per second, *Good* is four to five image per second, *Fair* is two to three images per second, and *Poor* is one image per second or less than. The image quality is depend on the

connection speed; this system works performed well on the high-speed connection such as LAN, and worked quite well on the WiFi. In the case of using the 3G network connection, it cannot send the high resolution image through the network in time.

TABLE II  
THE RESULTS OF SPEED CONNECTION IN THE VARIOUS CONDITIONS

Platform	Image Size	Network		
		3G	WiFi	LAN
Windows	320x280	Fair	Excellent	Excellent
	640x480	Poor	Good	Excellent
	1024x768	Poor	Fair	Excellent
Mac OS	320x280	Fair	Excellent	Excellent
	640x480	Poor	Good	Excellent
	1024x768	Poor	Fair	Excellent
Linux	320x280	Fair	Excellent	Excellent
	640x480	Poor	Good	Excellent
	1024x768	Poor	Fair	Excellent

In summary, the implementation results showed that the effectiveness of real-time face detection system depends on the connection speed and the detection algorithm. The proposed system spends a little time, fast processing and high accuracy in detecting and tracking the face area. The main challenge of the real-time face detection is that the person is unreliable moving as a cause of the detection output sometimes consists

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

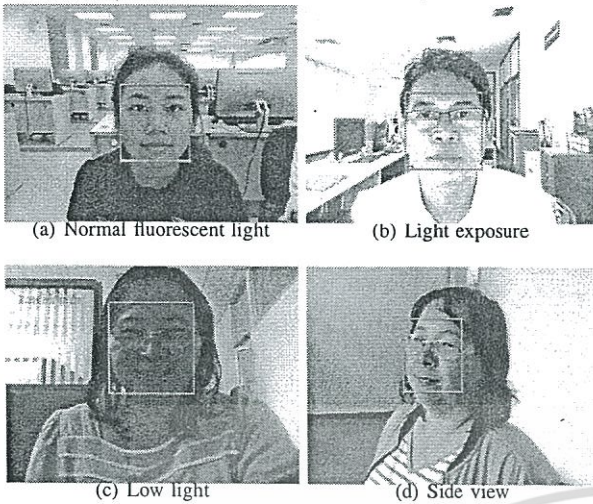


Fig. 5. An example images of real-time face detection in various light conditions.

of some missed detections.

## V. CONCLUSION

This paper proposed the technical study of real-time face detection system and also cover a key technology. In order to find the most appropriate factors, techniques, and algorithm by evaluating the performance that included connection speed, and effectiveness of tracking and detecting a human face in various conditions. WebRTC worked performly in any condition of device and platform independence and also operate securely on the HTTPS protocol. In the case of the images transferring ability that relied on the connection speed; that LAN and WiFi are the most prefer for this best image quality. The results showed that Haar-like feature and CLM have significantly detected the face area over the web browser in almost light conditions. However, Haar-like had the better precision when operated on the low-speed processor and memory such as Windows 8.1 Tablet.

In the future work, the real-time face detection system will have recognition ability to identify the person who walking through the capture device. This technique also can be applied to any scope of the personal identification system. In addition, we will develop the application that allows the users can access the system from the remote devices by detecting the face instead of generally password. Furthermore, this technology can operate on the mobile device such as mobile phone and Tablet PCs, by using HTML, JavaScript programming language, and standard protocols which widely compatible with other mobile platforms.

## ACKNOWLEDGMENT

This work was funded by the Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

- [1] W. Zhao, R. Chellappa, P. J. Phillips, and A. Rosenfeld, "Face recognition: A literature survey," *ACM Comput. Surv.*, vol. 35, no. 4, pp. 399–458, Dec. 2003.
- [2] Y. Lu, J. Zhou, and S. Yu, "A survey of face detection, extraction and recognition," *Computers and Artificial Intelligence*, vol. 22, no. 2, pp. 163–195, 2003.
- [3] B. Menser and M. Brunig, "Face detection and tracking for video coding applications," in *Signals, Systems and Computers, 2000. Conference Record of the Thirty-Fourth Asilomar Conference on*, vol. 1, Oct 2000, pp. 49–53.
- [4] Y. Jie, L. Xufeng, Z. Yitan, and Z. Zhonglong, "A face detection and recognition system in color image series," *Math. Comput. Simul.*, vol. 77, no. 5–6, pp. 531–539, May 2008.
- [5] I. Grigorik, *High Performance Browser Networking: What Every Web Developer Should Know about Networking and Web Performance*. O'Reilly Media, 2013.
- [6] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, vol. 1, 2001, pp. I–511–I–518.
- [7] D. Cristinacce and T. F. Cootes, "Feature detection and tracking with constrained local models," in *Proceedings of the British Machine Vision Conference*. BMVA Press, 2006, pp. 95.1–95.10.
- [8] L. Lang and W. Gu, "Study of face detection algorithm for real-time face detection system," in *Electronic Commerce and Security, 2009. ISECS '09. Second International Symposium on*, vol. 2, May 2009, pp. 129–132.
- [9] A. Dutta, R. Veldhuis, and L. Spreeuwers, "The impact of image quality on the performance of face recognition," in *33rd WIC Symposium on Information Theory in the Benelux*. Enschede, the Netherlands: University of Twente, Centre for Telematics and Information Technology (CTIT), May 2012, pp. 141–148.
- [10] F. Hua, P. Johnson, N. Sazonova, P. Lopez-Meyer, and S. Schuckers, "Impact of out-of-focus blur on face recognition performance based on modular learning function," in *Biometrics (ICB), 2012 5th IAPR International Conference on*, March 2012, pp. 85–90.
- [11] W. Elleuch, "Models for multimedia conference between browsers based on webRTC," in *Wireless Computing, Networking and Communications (WiMob), 2013 IEEE 9th International Conference on*, Oct 2013, pp. 279–284.
- [12] S. Loreto and S. P. Romano, *Real-Time Communication with WebRTC: Peer-to-Peer in the Browser*, 1st ed., S. St-Laurent and A. MacDonald, Eds. O'Reilly Media, Inc., May 2014.
- [13] S. Cheng, A. Asthana, S. Zafeiriou, J. Shen, and M. Pantic, "Real-time generic face tracking in the wild with cuda," in *Proceedings of the 5th ACM Multimedia Systems Conference*. New York, NY, USA: ACM, 2014, pp. 148–151.
- [14] D. Cristinacce and T. Cootes, "Facial feature detection and tracking with automatic template selection," in *Automatic Face and Gesture Recognition, 2006. FGR 2006. 7th International Conference on*, April 2006, pp. 429–434.
- [15] J. Saragih, S. Lucey, and J. Cohn, "Deformable model fitting by regularized landmark mean-shift," *International Journal of Computer Vision*, vol. 91, no. 2, pp. 200–215, 2011.
- [16] C. Papageorgiou, M. Oren, and T. Poggio, "A general framework for object detection," in *Computer Vision, 1998. Sixth International Conference on*, Jan 1998, pp. 555–562.
- [17] D. Zhang, S. Z. Li, and D. Gatica-Perez, "Real-time face detection using boosting in hierarchical feature spaces," in *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on*, vol. 2, Aug 2004, pp. 411–414 Vol.2.
- [18] P. I. Wilson and J. Fernandez, "Facial feature detection using haar classifiers," *J. Comput. Sci. Coll.*, vol. 21, no. 4, pp. 127–133, Apr. 2006.

# A Remote Image Collecting to Create Initiative Database with Indexing and Querying for Enhance Face Recognition

Phichaya Jaturawat, Pasinee Pongmanawut, Manop Phankokkrud\*

Faculty of Information Technology  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang  
Bangkok, Thailand 10520  
Email: manop@it.kmitl.ac.th

**Abstract**—Face recognition is the personal identification method that gaining the attention and popularity for many years. It can be seen from an increasing of applications and researches in this field. The user's face database is a very important part for enhancing the face recognition when it was applied in the actual system. Thus, the study focused on the method for collecting user images by using web application with WebRTC technology that helps the system to be able to use with any platforms without the additional installation. Additionally, XML is used to index the images and query them back by using Path\_MD algorithm to make the system be more efficiency. The system implementation result shows that remote collecting images, image indexing with XML, and image querying using Path\_MD algorithm are effective and can be developed in further studies.

**Keywords**- WebRTC; image collecting; image database; image indexing; image querying; XML; Path\_MD; face recognition.

## I. INTRODUCTION

Over the past decade, personal identification becomes a popular research topic and has been used in many systems. The organizations which concern about the security trying to apply the effective personal identification methods into their system for protected the confidential information or limited access. Personal identification can be achieved in several ways such as passwords, PIN, ID cards, etc. The biological characteristic is one of the ways that prevalent uses for personal identification, because of the uniqueness and arduous of characteristics were difficult to be duplicated, so we can identify a person precisely. The biological characteristics that commonly use are faces, fingerprints, iris, voice, signature, and keystroke. Thus these methods can solve the vulnerable of other personal identification methods. However, face recognition is the most outstanding and overcomes the other biological methods because it can be done passively without device participation from users. This is beneficial for security, surveillance, general identity verification, and the other purposes [1].

Nevertheless, there are two factors that affected the performance of face recognition; the face recognition algorithms and the quality of the image database. Many face recognition algorithms have been proposed and some of them

also used widely, but many researchers try to develop a new algorithm to use for face recognition by combining multiple algorithms together to improve the recognition performance which described by Teja [2] and Lone et al [3], and the research topic also includes the comparative study and the feasibility testing in terms of applications. Although, the algorithm is the key factor that affects the recognition performance, but the image database is an important factor as well. Not only the quality and quantity of sample images that affect the accuracy of the recognition [4], but the size of the image also affects the memory usage and execution time. The researchers use the constructed image databases that provided by the organization or the university, for the experiments. From the reasons as we explained about the relative of an image database and recognition performance, in practice, we have to collect many sample images several times in different face expressions and many constraints of environment to obtain a good image database and improve recognition performance. Thus, the construction of image database is difficult and some methods not flexible for increasing the number of user outright. Even though, the images of user were collected as well, but there are plenty of the images that need the good management to facilitating face detection and recognition process. The image indexing and retrieving process are the major parts of the images management that influence face detection and recognition, so the method that using for indexed image must provide a good performance in face recognition.

In this paper, we proposed the method for remote face images collecting using web application with WebRTC technology. WebRTC is a standard which supports for the web real-time communication. In recent years, the researchers mostly studies WebRTC in terms of applied in video conferencing and collaboration [5]. The distinctive point of this API enable web to access through the peripheral input devices such as microphone and web camera. Not only web real-time communication ability, but this technology also runs on any platform without need of installing additional plug-ins. Consequently, web application with WebRTC is very useful and helps the image capture process more simply and have an ability to verify the person in the image is the real user or not. Additionally, all of images would be clustering and stored

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

within the database for each user automatically after collecting. Then, it would be indexed in tree structure using XML representations. This method is capable of image indexing efficiently as described in Azzam et al [6], so in this study XML was decided to use for index and Path\_MD algorithm was used for efficient images querying. Due to these reasons, the system particularly helpful for creating an initiative database for face detection and recognition, and make it more convenience to apply in the online system later.

The rest of this paper is organized as follows. In section 2, the state of problems and system architecture would be described as well as WebRTC technology and image indexing using XML. In section 3, described about the implementation of the proposed system and the image quality assessment. Section 4, the results of the images that were collected are shown and discussed. Finally, the conclusion and the future works are discussed in section 5.

## II. METHODOLOGY

In this section describes about the problem definition of face database construction, the architecture of the system that we designed with WebRTC technology, the system functionality, and the image indexing with XML.

### A. Problem Definition

Face recognition is suitable for applying in the access control or surveillance system because it is a good method to identify a person that can be done in both direct and indirect ways. However, we need to create the user's face database before using the face recognition system because the greater number of images will affect the face recognition process to be more precise. The study found that creating an image database that can be done in several ways. There are advantages and constraints in each method as summarized in Table I.

TABLE I. COMPARISON OF IMAGE COLLECTING METHODS

Methods	Advantages	Constraints
Let the users come and take a photo in specific time and place.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Good for a small number of users.</li> <li>- Easy to control the factors that affect the photo quality such as light, face angle and expressions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Not flexible for increasing the users.</li> </ul>
Using previously taken user's photos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Good for a large number of users</li> <li>- Not required user comes in person</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unable to control the quality of pictures.</li> <li>- Difficult clustering if it is not digital files.</li> <li>- Increasing the number of users is not easy.</li> </ul>
Using image collecting system.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Good for large number of users.</li> <li>- Not required user comes in person.</li> <li>- Clustering images of each user automatically.</li> <li>- Flexible for increasing the users.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficult to control user's posture and some factors that affect the photo quality</li> </ul>

Accordingly, the development of the web application that can be used for collecting images in real-time is the most

challenge. The system must be able to provide the convenience of images collection even if the user was not in the same place and must be clustering and stored the images of each user separately to make it easier for using in the face detection process.

### B. System Architecture

From the problem that was mentioned above, the remote user's image collecting system has been designed to solve the problem and provide more convenience for collecting user's images. This system has been developed in form of web application. It consists of two major parts that are client-side and server-side.

The client-side consists of two components that are camera and web browser. Camera is the first important thing for this system. In this case, web camera is a recommended tool because it is easy to connect to the computer. For the web browser, API called WebRTC technology which in the most of now available browser was decided to use in this study. The two main functions in WebRTC API that were used are `getUserMedia()` and `toDataURL()`. The `getUserMedia()` function using for request access to media devices (web camera) directly. The `toDataURL()` function is used for convert the captured image into the base64 DataURL.

The main component on server-side is the MySQL database that uses for contain the user information and the image database for storing the images that were collected from the system. We use `base64_decode()` function in PHP for decoding the DataURL into jpg image file.

From the Fig. 1, the system works following these steps. First of all create direct web camera connection via `getUserMedia()` function, this function allows to connect the web camera without additional installation. When users capture their image from the web camera, the image would be

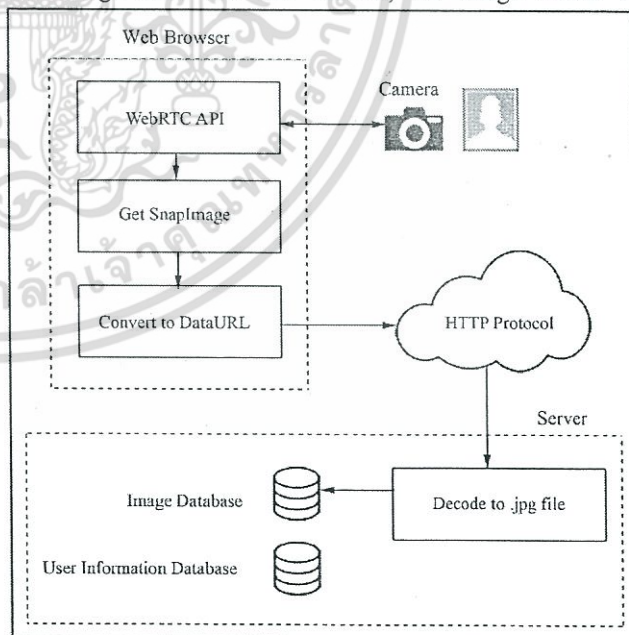


Figure 1. System Architecture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

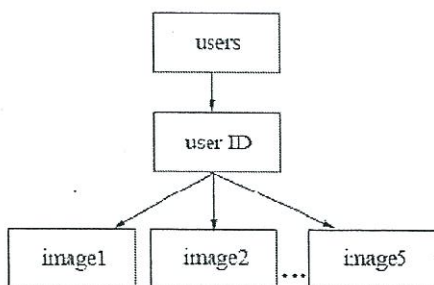


Figure 2. The XML tree

```

<?xml version="1.0"?>
<users>
  <user id = 'user001'>
    <img1>filename1.jpg</img1>
    <img2>filename2.jpg</img2>
    <img3>filename3.jpg</img3>
    <img4>filename4.jpg</img4>
    <img5>filename5.jpg</img5>
  </user>
  <user id = 'user002'>
    <img1>filename1.jpg</img1>
    <img2>filename2.jpg</img2>
    <img3>filename3.jpg</img3>
    <img4>filename4.jpg</img4>
    <img5>filename5.jpg</img5>
  </user>
</users>
  
```

Figure 3. An example of XML code.

converting into base64 DataURL and sending through HTTP protocol to the server. Then, the DataURL would be decoding into jpg image file on the server-side before tagged user ID and storing in the database separately for each person.

### C. WebRTC

WebRTC (Web Real-time Communication) [7] is an upcoming standard that aims to enable the real-time communication between web browsers to send and receive real-time media and data in a peer-to-peer (P2P). It can simplify the development of real-time communication between browser and other clients. In the common browsers, webRTC interactive component can be added to web application by using the common API.

The WebRTC architecture [8] involves at least three parts; one application provider and two peers. WebRTC helps the media and data flow directly between browsers without any intervening servers. For this ability, the web applications (client-side) that typically implement in combination of HTML, and JavaScript can interact with the local context (web browsers or mobile applications) through the WebRTC API. This API provides a set of function, such as a connection management, encoding/decoding capabilities, media control, firewall, etc., that is being implemented in JavaScript too. WebRTC API allowing the browsers and the scripting language to interact with media devices (microphones, web cameras, and speakers), processing devices, and transmission functions.

There are many advantages of WebRTC [9, 10]. First, it is a free open source API that existing in most all available browsers. Second is its platform independence, any browsers that support WebRTC with any operating systems can create a real-time voice or video connection to another WebRTC device or to a WebRTC media server. Third, WebRTC always on the data encryption, the Secure RTP protocol (SRTP) was used as key management for encryption and authentication of both voices and videos. The last important advantage of WebRTC is it able to working without the need of installing additional software or plug-ins.

For these advantages, the web application with WebRTC technology has been proposed to provide the convenience of images collecting. It can help to collect the user's face image anytime anywhere. So, the construction of user's face database would be easier.

### D. Image indexing

The web application with WebRTC technology that has the advantage as described in previously topic. The images management process, firstly, we are clustering image by user ID and then stored it separately by the user in the folder. Not only the image clustering but this application also needs an appropriate method to indexed images file for efficient retrieval in the system that developed for online using. Hence, the XML (Extensible Markup Languages) for image indexing was decided to use. XML is considered as a standard for exchange the information over the internet, because of its data self-describing and flexibility for representing many kinds of information by using a tree structure [11]. Because of these reasons, XML is the proper method for image indexing in the web application as well.

The XML tree structure was designed as depicted in Fig. 2; the user element has child elements, i.e., image1, image2, image3, image4, and image5 elements for image file names. As the example code in Fig. 3, user element has an attribute 'id' with a value 'user001'. It is an identification code that was defined for each user.

When the images were indexed, we have to choose the proper method to query the images for using in face detection and recognition process in next procedure. The popular XML query technique that widely used is PathStack [12] which has the advantage that requires only one scan of the relevant data to evaluate path queries with not-predicates and memory space requirement is bounded by the longest path in the input XML document. However, there are a lot of researches on the efficient of XML query to improve querying performance and makes it more efficiently for using in varies application. Bruno et al [13] introduced a new index-based technique to answer multiple XML path queries, namely Index-Filter. This technique takes advantage to pre-computed index over the input document, but can also build an index on the fly. Another interesting technique is multi-resolution structural index (MRI) [14], it facilitates fast retrieval of XML by assigns unique number to the elements on all possible paths. It can directly access the internal data via unique coding.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The method that we choose to implement has a similar concept as MRI but instead of assign unique number to elements, it uses multidimensional space to define the correspondence between the simple paths and disk blocks which the paths would be stored. This method names Path\_MD. It was proposed by Musleh et al [15] to answers XML simple path query efficiently. When using this method, the XML data was stored as simple path using Dewey code numbering scheme. Each element of XML has its dimensional and index that would be computed based on its information. All paths are represented as a point in an N-dimensional space when N equals to the number of levels in XML tree. The multidimensional space would divide into a set of hyper rectangles, and their elements would be pointers to disk blocks. When querying, it significantly reduces hard disk access. That is the reason why this method can help to reduce execution time and increase accuracy for our system to query image paths. It is useful and suitable for using images in the next process.

### III. IMPLEMENTATIONS

This system was implemented by using a combination of HTML and JavaScript for web application on the client-side, and using PHP with MySQL database for the system on the server-side. In the web application, WebRTC technology was mainly used in the image capture process. The important function is getUserMedia, this function is used for request web camera access from the user. In testing, only web camera on desktop PCs was using as a tool to collect the sample images in the laboratory without other optional devices. Before using this web application, all of users need to register and get username and password for their account before using. Afterwards, they can login to the system for capture and upload their photos by themselves. From the above method, the number of images can pre-define and flexible to request for additional image capture later.

VGA resolution (640\*480 pixels) was decided to use for the image size to get the image that contains sufficient face features and have a good quality. Even though the smaller size is better in less memory usage, less network bandwidth for file transfer, and less execution time, but it might not has enough face features for use in the face recognition process. In spite of the bigger image contains more details but it tradeoff for resources usage too. All of the images will be stored in the database separately in the folder for each user and automatically record the taken time and date. Then, the image was indexed by using XML as a schema depicted in Fig. 2 that was described in previous section. The XML indexed file was kept for using in the face detection process for efficient querying with Path\_MD algorithm. It would be measure performance in term of the number of disk access and execution time.

After collecting process, the images would be assessing and check for the quality following these criteria; the facial size in the images, the face straight, the face apparent without anything cross over or eyes closing, the image sharpen, the image brightness and light position, and face detection testing by using Haar cascade in OpenCV (Open Source Computer

Vision). This is a library of programming function mainly in real-time computer vision, thus it helps the development of face detection module easier. The evaluation would be taken by manual looking and test in simple face detection process to classify the image into three categories; good, fair, and bad quality. The good quality must achieve at least five in six of the criteria, four for fair quality and less than four for bad quality. However, this evaluation process is not very precision for image quality assessing but it can used as a part of criteria to assess the overall system as well. The system assessment did not only evaluate the result of the system that is the image quality, but also need usability testing and evaluation from actual user. Because this system provide in online environment that user must use it by themselves without trainer, so the system must be easy to use and easy to learn.

### IV. RESULTS AND DISCUSSION

The result of the implementation obtained the 148 user's face database that contains about 8-10 images each person. The images were collected in the same laboratory environment but not have many constraints. Thus, the images are very difference. Mostly of the collected images have a good quality similar as showed in Fig. 4(a) and (b). It is a full straight face without obscured object and has enough brightness. Even the Fig. 4(b) the facial size is smaller than the expectation from the VGA quality. In Fig. 4(c) and (d) were classified into fair quality because the face was obscured by glasses, user's hand, and fringe but these images still have a good facial size and enough brightness, though the face in Fig. 4(c) cannot detected. Fig. 4(b), (c) and (e) are the example of the images that not have only one person.

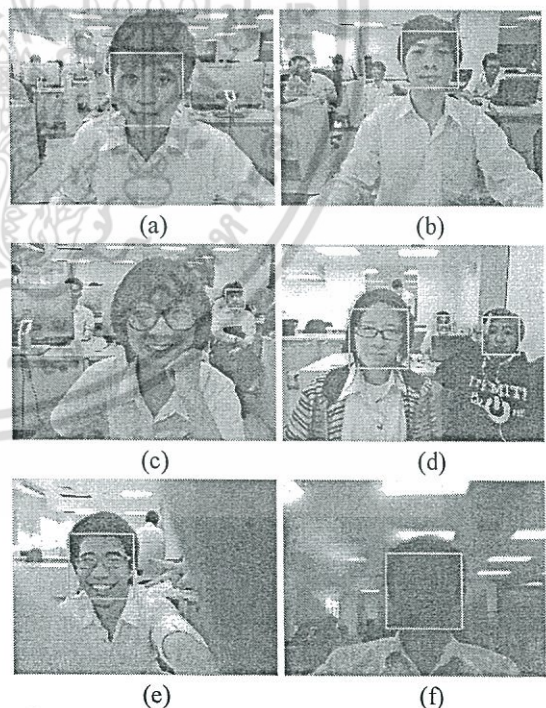


Figure 4. The result images.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In this case will assume the person who has a biggest facial size is the owner of the images. Although the images were collected in the same room, but the position was not the same. Fig. 5(f) is the example of the image that blurry and not has enough brightness even the face in the image can be seen and detected but the quality is not sufficient enough for use in recognition process, this image was classified into a bad quality.

The result of this attempt showed this way is a good way for collect the user's images because it takes a few times to captured the image and it can use by all users in the same time from any computers. So, this method can get enough user images in short time and this method can be applied into the online system that uses face recognition because it has flexibility to adding new user. Furthermore, this system can ensure that the person in the image is the real user because only user who has username and password can login to the system. The system was evaluated by the 148 representative users in the factor including ease of use and easy to learn. The result showed the most of users can understand and use the system correctly without assistance.

However this method has some limitations for using to collect images. First, the system cannot control some environment such as light illumination. Second, the other factors that affect to the quality of images such as user's postures and other people in the images. Finally, the web camera quality because it directly affects the quality of the image (image sharpen). According to these problems, some of the images might unavailable to use.

In the image indexing, XML is the proper method for indexed images to use in other procedures such as face detection. And the Path\_MD is perform well for querying images especially in term of disk access and less execution time, but this method is not the best for this work because of the XML data have not many tree levels. Thus, the other simply method was able to use for querying.

## V. CONCLUSION

This paper presented a new method for remote face images collecting using web application with WebRTC technology to improve image database creation more precisely and convenience. This is an effective method because it can help to capturing and sending image through the internet for storing in the database no matter where users are. Moreover, this system able to runs on any platforms without need of installing additional plug-in so, it capable to use anytime anywhere. Not only to improve image collecting and clustering process, but this system also design for more convenience image query by creating XML index. The implementation result showed Path\_MD is a good XML query algorithm that performs well for retrieving images. Without doubt, presented system achieved the objective of image collecting and management.

In the future work will improve the capture image process by including the posture guideline and real-time face detection to validate the facial size. And find more suitable XML query algorithm for using in our face detection process.

## ACKNOWLEDGMENT

This work was funded by Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

## REFERENCES

- [1] R. Jafri and H.R. Arabnia, "A survey of face recognition techniques," *Journal of Information Processing Systems*, vol.5, No.2, pp.41-68, 2009.
- [2] G. Teja and S. Ravi, "Face recognition using subspaces techniques," *Recent Trends in Information Technology (ICRTIT)*, pp.103-107, 2012.
- [3] M.A. Lone, S.M. Zakariya, and R. Ali, "Automatic face recognition system by combining four individual algorithms," *Computational Intelligence and Communication Networks (CICN)*, pp.222-226, 2011.
- [4] M. Artiklar, A. Masadeh, M.H. Hassoun, and P. Watta, "The effect of expressions in a database of face images," *Circuits and Systems, Proceedings of the 43rd IEEE Midwest Symposium*, vol.2, pp.746-749, 2000.
- [5] A. Zeidan, A. Lehmann, and U. Trick, "WebRTC enabled multimedia conferencing and collaboration solution," *World Telecommunications Congress*, pp.1-6, 2014.
- [6] I. Azzam, A. Charlapally, C. Leung, J. Horwood, "Content-based image indexing and retrieval with XML representations," *Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing*, pp.181-185, 2004.
- [7] S. Loreto and S. Romano, "Real-Time Communications in the Web: Issues, Achievements, and Ongoing Standardization Efforts", *IEEE Internet Computing*, Vol. 16, pp.68-73, 2012.
- [8] C. Jennings, T. Hardie and M. Westerlund, "Real-time communications for the web", *IEEE Communications Magazine*, vol.51, no.4, pp.20-26, 2013.
- [9] G. Audin, "9 Advantages of WebRTC", Mar. 2014; <http://www.networkcomputing.com/unified-communications/9-advantages-of-webrtc/a/d-id/1113301>.
- [10] P. Edholm, "The Benefits of WebRTC", Dec. 2012; <http://www.webrtcworld.com/topics/from-the-experts/articles/319037-benefits-webrtc.htm>.
- [11] B. Hou, R. Zheng, G. Yang, "Quick search algorithms based on ethnic facial image database," *Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2014 5th IEEE International Conference on*, pp.573-576, 2014.
- [12] Enhua Jiao, Tok Wang Ling, Chee-Yong Chan, "PathStack: A Holistic Path Join Algorithm for Path Query with Not-Predicates on XML Data", *DASFAA'05 Proceedings of the 10th international conference on Database Systems for Advanced Applications*, pp.113-124, 2005.
- [13] N. Bruno, L. Gravano, N. Koudas, and D. Srivastava, "Navigation- vs. index-based XML multi-query processing", *Data Engineering, 2003. Proceedings. 19th International Conference on*, pp.139-150, 2003.
- [14] A. Maghamez and Gongzhu Hu, "Multi-resolution indexing for XML data," *Software Engineering Research, Management and Applications, Third ACIS International Conference on*, pp.206-211, 2005
- [15] D. Musleh, S. Adam, and M. Al-Mulhem, "Efficient Multidimensional Simple Path Query Processing Algorithm for XML data" *IEEE Information Science and Applications (ICISA)*, pp.1-5, 2013

# การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า

พิชญา จตุรวัฒน์, ภาลินี พงศ์มานะวุฒิ และ มานพ พันธุ์โคกกรวด

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: s4070059@kmitl.ac.th, s4070071@kmitl.ac.th, manop@it.kmitl.ac.th

## บทคัดย่อ

การบันทึกเวลาเรียนโดยส่วนใหญ่มักจะใช้การเรียกชื่อเพื่อระบุตัวตนของนักเรียน ซึ่งหากมีนักเรียนจำนวนมากจะทำให้เสียเวลา รวมทั้งอาจมีการดกหล่นและขาดความแม่นยำในการบันทึกเวลาเรียน ดังนั้นเราจึงทำการศึกษาและพัฒนา ระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้าเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เริ่มจากกระบวนการสร้างฐานข้อมูลรูปภาพ และการพัฒนาระบบเพื่อนำไปใช้งาน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในห้องเรียนจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดสอบพบว่า ระบบนี้สามารถช่วยให้การบันทึกเวลาเรียนสะดวกมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นเงื่อนไขของผู้เรียนมาเข้าชั้นเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ระบบที่มีลักษณะเป็นเว็บแอปพลิเคชันยังสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องลงโปรแกรมเสริม เพียงแคมีคอมพิวเตอร์ที่บ่งกล้องเว็บแคมสำหรับถ่ายภาพเท่านั้น

คำสำคัญ – ระบบบันทึกเวลาเรียน; การตรวจจับใบหน้า; การรู้จำใบหน้า; WebRTC; ฐานข้อมูลรูปภาพ

## 1. บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การระบุตัวตนเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากทั้งในด้านการศึกษาวิจัยและการพัฒนาระบบเพื่อนำไปใช้งานจริง ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันองค์กรต่างๆให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการระบบรักษาความปลอดภัย เพื่อป้องกันข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลที่เป็นความลับขององค์กรมากยิ่งขึ้น องค์กรส่วนใหญ่มักจะใช้บัตรประจำตัว หรือชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการระบุและตรวจสอบตัวตนบุคคล ซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็ยังมีข้อบกพร่องหากบัตรประจำตัว หรือชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านหาย หรือถูกผู้ที่ไม่ใช่เจ้าของนำไปใช้เพื่อสวมรอยและเข้าถึงข้อมูลที่องค์กรไม่ต้องการให้ผู้อื่นรับรู้ อันจะทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงแก่องค์กรได้ ดังนั้นข้อมูลทางกายภาพของมนุษย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบและระบุตัวตนได้เป็นอย่างดี กล่าวคือใช้ลักษณะทางกายภาพของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น ลายนิ้วมือ

หรือม่านตา หรือใช้พฤติกรรมของมนุษย์เพื่อตรวจสอบและยืนยันตัวบุคคล

ใบหน้านั้นก็เป็นหนึ่งในลักษณะทางกายภาพที่ง่ายต่อการใช้สำหรับการตรวจสอบระบุตัวตน เนื่องจากสามารถมองเห็นได้ง่าย ปลอมแปลงได้ยาก และอุปกรณ์เสริมที่จำเป็นต้องใช้ในระบบมีเพียงอย่างเดียวคือ กล้องถ่ายภาพนั่นเอง ดังนั้นการรู้จำใบหน้าจึงเป็นวิธีการที่มีประโยชน์และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการรักษาความปลอดภัย ระบบกล้องวงจรปิด การตรวจสอบและระบุตัวตนบุคคล นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับวัตถุประสงค์อื่นๆได้อย่างหลากหลาย [1] ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมีความคิดที่จะพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักเรียนโดยใช้การตรวจจับใบหน้าขึ้นมา เพื่อช่วยให้การบันทึกการเข้าชั้นเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยปกติแล้วการบันทึกการเข้าชั้นเรียนมักจะใช้การขานชื่อ ซึ่งการขานชื่อเป็นกิจกรรมที่อาจจะทำให้เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนลดลงไป ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของ

ระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้าที่พัฒนาขึ้นจึงมีเพื่อเพิ่มความถูกต้องของการบันทึกการเข้าร่วมชั้นเรียนของนักเรียน โดยนำการตรวจจับใบหน้ามาประยุกต์ใช้ในระบบนี้ จะทำการตรวจสอบและระบุตัวบุคคลที่ได้ง่ายขึ้นโดยใช้เอกลักษณ์ของใบหน้าของบุคคลนั่นเอง

ในการพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้านั้น เราจะใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยม และมีอยู่ในเว็บเบราว์เซอร์รุ่นใหม่ในปัจจุบัน นั่นคือเทคโนโลยี WebRTC ซึ่งเทคโนโลยีนี้ใช้ในการสนับสนุนการสื่อสารระหว่างเว็บเบราว์เซอร์ในลักษณะเรียลไทม์ (Real-time communication) เทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในระบบการประชุมทางไกลแบบวิดีโอ [2] โดยจุดเด่นของเทคโนโลยีนี้คือการทำสามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างเว็บเบราว์เซอร์กับอุปกรณ์นำเข้า (กล้องเว็บแคมหรือไมโครโฟน) ได้โดยตรง โดยที่ไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรมเสริมอื่น ซึ่งส่วนนี้เองที่จะช่วยให้ระบบบันทึกเวลาเรียนนั้น สามารถพัฒนาออกมาได้ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถนำไปใช้งานกับห้องเรียนใดก็ได้ เพียงแค่มีกล้องเว็บแคมกับคอมพิวเตอร์เท่านั้น จึงทำให้การใช้งานระบบทำได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในส่วนต่อไปของบทความนี้จะประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ส่วนที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งจะอธิบายถึงนิยามของปัญหา เทคโนโลยี WebRTC อัลกอริทึมการตรวจจับและรู้จำใบหน้า การออกแบบระบบและการสร้างฐานข้อมูลภาพใบหน้า ส่วนที่ 3 การพัฒนา และการประเมินระบบ ส่วนที่ 4 ผลลัพธ์ของการนำระบบไปใช้งานจริง และส่วนที่ 5 บทสรุป

## 2. ที่มาและความสำคัญ

ในส่วนนี้จะอธิบายเกี่ยวกับนิยามปัญหาตั้งแต่การบันทึกเวลาเรียนด้วยวิธีการเดิม ตลอดจนปัญหาในการสร้าง

ฐานข้อมูลรูปภาพใบหน้าใหม่ในกรณีที่น่าการรู้จำใบหน้ามาประยุกต์ใช้ จากนั้นจะเป็นการอธิบายขั้นตอนการพัฒนาาระบบบันทึกเวลาเรียนที่ออกแบบโดยการผสมผสานเทคโนโลยี WebRTC เข้ามาในระบบเพื่อให้สามารถใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ รวมทั้งการอัลกอริทึมสำหรับการตรวจจับและรู้จำใบหน้าที่น่ามาประยุกต์ใช้กับระบบบันทึกเวลาเรียน

### 2.1. นิยามปัญหา

ปัจจุบันในสถานศึกษาทั้งระดับโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ใช้การขานชื่อเพื่อการบันทึกเวลาเรียน เหตุที่ต้องมีการบันทึกเวลาเรียนนั้น ก็เพื่อเป็นการจูงใจให้นักเรียนมาเข้าชั้นเรียนมากขึ้น ทั้งนี้เพราะชั้นเรียนเป็นสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กันได้มากที่สุด ทั้งการถามตอบ หรือการอภิปรายความเห็นร่วมกัน ซึ่งวิธีการนี้จะใช้เวลามากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับจำนวนของนักเรียนด้วย กรณีที่มีนักเรียนน้อยวิธีนี้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกรวดเร็ว แต่หากมีนักเรียนจำนวนมากก็ยิ่งใช้เวลาในการบันทึกและระบุตัวนักเรียนที่เข้าชั้นเรียนมากขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่การขานชื่อมักจะใช้เวลาช่วง 15-20 นาทีแรกก่อนที่จะเริ่มทำการเรียนการสอน แน่นอนว่าบางครั้งการบันทึกนี้อาจจะใช้เวลาเกินไปในส่วนของเวลาเรียน ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าหากเปลี่ยนไปใช้ในการทำกิจกรรมอื่นๆ ระหว่างครูกับนักเรียน เช่น การอภิปรายความเห็นร่วมกัน หรือ การถาม-ตอบปัญหา เป็นต้น และแม้ว่าเราจะเปลี่ยนจากการขานชื่อที่ละคน เป็น การสแกนบัตร หรือการลงลายมือชื่อ แต่นั่นก็ไม่ช่วยให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการมาเข้าชั้นเรียนเท่ากับการขานชื่อ เนื่องจาก การสแกนบัตรหรือการลงลายมือชื่อมีข้อเทื่อให้นักเรียนสามารถลงลายมือชื่อแทนกันได้นั่นเอง ดังนั้นการบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้า จึง

น่าจะเป็นวิธีการที่มีประโยชน์ในการจูงใจนักเรียนให้มาเข้าชั้นเรียน รวมถึงวิธีการนี้ยังไม่จำเป็นต้องใช้คนในการบันทึกเวลาเรียนอีกด้วย เนื่องจากระบบสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ จึงเป็นการลดภาระของบุคลากรหรือผู้สอนได้อีกด้วย

การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้านั้นเป็นสิ่งสำคัญที่สุด มีสองประการคือการสร้างฐานข้อมูลใบหน้าอ้างอิง และการเลือกอัลกอริทึมในการตรวจจับและรู้จำใบหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างฐานข้อมูลใบหน้านั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยที่คุณภาพของฐานข้อมูลใบหน้า ยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าอีกด้วย ดังนั้นเราควรที่จะเลือกวิธีการสร้างฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการนำไปใช้งานของเรามากที่สุด เพื่อให้ฐานข้อมูลใบหน้าออกมามีคุณภาพมากที่สุดนั่นเอง

## 2.2. การสร้างฐานข้อมูลรูปภาพใบหน้า

จากการศึกษาค้นคว้าเราได้ทำการวิเคราะห์และสรุปข้อดีข้อเสียของวิธีการเก็บรวบรวมรูปภาพ เพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าที่ยกมาไว้แต่ละวิธีการดังแสดงในตารางที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบ และเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งก็คือการใช้ระบบเพื่อเก็บรวบรวมรูปภาพ

ในขั้นตอนการใช้ระบบเพื่อเก็บรวบรวมรูปภาพไปสร้างเป็นฐานข้อมูลใบหน้าอ้างอิงนั้น จะใช้ระบบที่มีลักษณะเป็นเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้งาน โดยผู้ดูแลระบบจะทำการกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เพื่อให้ผู้ใช้เข้ามาถ่ายภาพของตนเองเก็บลงในฐานข้อมูล ซึ่งการบันทึกภาพนั้นจะแยกรูปภาพของแต่ละคนออกจากกัน รวมถึงมีการบันทึกวันเวลาที่ถ่ายภาพดังกล่าวไว้ด้วย เพื่อให้สะดวกต่อการนำเอารูปภาพไปใช้งานต่อในกระบวนการเตรียมภาพเพื่อสร้างฐานข้อมูลใบหน้าอ้างอิงต่อไป การเก็บรูปภาพด้วยวิธีการนี้ได้ทำการพัฒนาและนำไปทดสอบกับชั้นเรียนจริงเป็นเวลาหนึ่งภาค

การศึกษา ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า วิธีการนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงในการเก็บรวบรวมและสร้างฐานข้อมูลภาพ ทำให้สามารถเก็บภาพนักเรียนจำนวนมากพร้อมๆกัน ซึ่งช่วยประหยัดเวลาได้อีกด้วย

ตารางที่ 1. ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการเก็บรวบรวมรูปภาพ

วิธีการ	ข้อดี	ข้อจำกัด
ถ่ายภาพโดยผู้ใช้โดยเจาะจงเวลาและสถานที่ในการถ่ายภาพ	- ใช้ได้ดีสำหรับจำนวนผู้ใช้ที่มีไม่มาก - สามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของรูปภาพได้ง่าย เช่น แสง, องศาของใบหน้า, และการแสดงสีหน้าของผู้ใช้	- ขาดความยืดหยุ่นสำหรับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนของผู้ใช้
ใช้รูปถ่ายของผู้ใช้ที่เคยถ่ายมาก่อนหน้า (กำหนดเป็นไฟล์ดิจิทัล)	- ใช้ได้ดีสำหรับจำนวนผู้ใช้ที่มีจำนวนมาก - ไม่ต้องกำหนดให้ผู้ใช้มาถ่ายรูปด้วยตนเอง	- ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของรูปถ่ายที่ผู้ใช้จะนำมาให้ได้โดยง่าย
ใช้ระบบสำหรับเก็บรวบรวมรูปภาพ	- ใช้ได้ดีสำหรับจำนวนผู้ใช้ที่มีจำนวนมาก - สามารถเก็บรูปถ่ายของผู้ใช้ได้พร้อมๆกันหลายรูป - สามารถจำแนกรูปภาพของผู้ใช้เป็นแต่ละบุคคลได้อัตโนมัติ - มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ใช้	- ยากต่อการควบคุมท่าทางของผู้ใช้และบางปัจจัยที่ยังสามารถส่งผลต่อคุณภาพของรูปภาพได้

## 2.3. การออกแบบระบบบันทึกเวลาเรียน

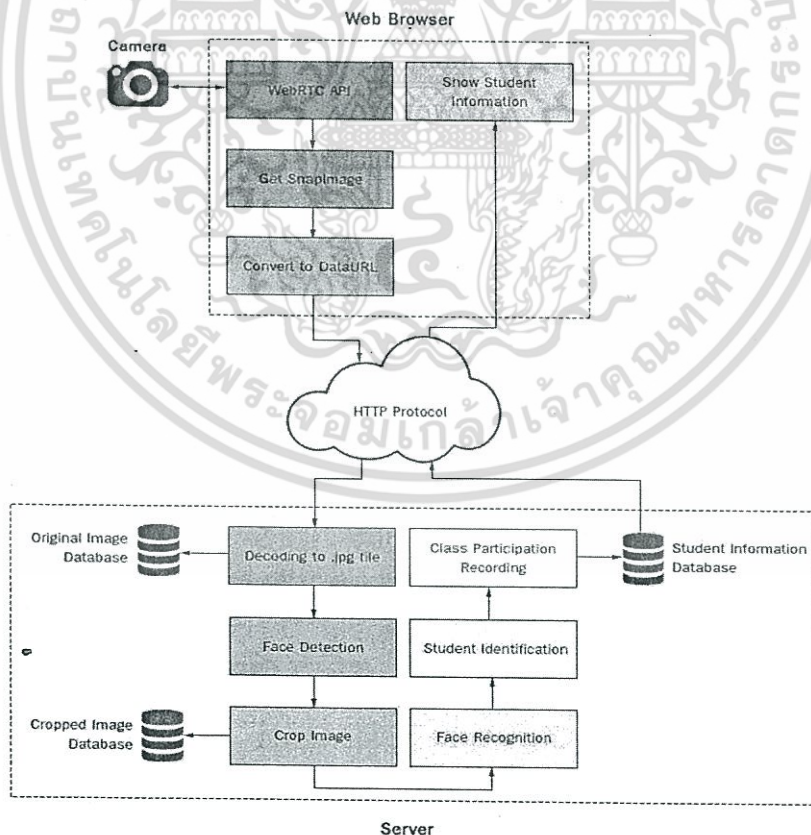
จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น เราจึงทำการออกแบบระบบบันทึกเวลาเรียนโดยใช้การตรวจจับใบหน้าขึ้นมา ซึ่งขั้นตอนนั้นจะต้องเริ่มจากการวางโครงสร้างระบบก่อน

เนื่องจากก่อนที่จะลงมือพัฒนาระบบจริงนั้นเราจำเป็นต้องรู้ว่าภายในระบบควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพื่อให้ระบบมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ระบบนี้ถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันซึ่งประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญ นั่นคือฝั่งผู้ใช้งานและฝั่งเซิร์ฟเวอร์

ฝั่งผู้ใช้ประกอบด้วยสององค์ประกอบก็คือกล้องสำหรับถ่ายภาพและเว็บเบราว์เซอร์ กล้องถ่ายภาพเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับระบบนี้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าสู่รูปภาพ ในที่นี้จะใช้กล้องเว็บแคมเป็นอุปกรณ์หลักในการนำเข้าสู่รูปภาพ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย และมักจะมีติดตั้งมากับเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว หรือหากไม่มี ก็สามารถติดตั้งเพิ่มเติมได้สะดวก ทำให้เหมาะสมแก่การซื้อมาเป็นจำนวนมากเพื่อใช้งานในสถานศึกษานั้นเอง ในส่วนของเว็บเบราว์เซอร์นั้น หัวใจ

สำคัญคือการใช้งาน WebRTC API ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่ในเบราว์เซอร์รุ่นใหม่ส่วนใหญ่ในขณะนี้ ซึ่งสองฟังก์ชันหลักของ WebRTC API ที่นำมาใช้ก็คือ getUserMedia() และ toDataURL() ฟังก์ชัน getUserMedia() เป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการร้องขอการเข้าถึงไปยังอุปกรณ์สื่อนำเข้า (กล้องเว็บแคม) โดยตรง ข้อดีสำคัญของฟังก์ชันนี้คือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้นทำได้โดยไม่ต้องลงโปรแกรมเสริมใดๆ และใช้ toDataURL() ซึ่งเป็นฟังก์ชันสำหรับการแปลงภาพลงในรูปแบบของ base64 DataURL เพื่อส่งข้อมูลภาพผ่านโปรโตคอล HTTP ไปยังฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ดังโครงสร้างของระบบซึ่งแสดงในรูปที่ 1

องค์ประกอบหลักในฝั่งเซิร์ฟเวอร์ก็คือฐานข้อมูล MySQL ซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้และข้อมูลภาพที่ถูกเก็บรวบรวมจากระบบในเบื้องต้นและภาพใหม่ที่เข้ามาเมื่อมีการใช้ระบบ ขั้นตอนการบันทึกภาพที่ส่งผ่าน



รูปที่ 1. โครงสร้างของระบบบันทึกเวลาเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอล HTTP      มานั้น เราใช้งานฟังก์ชัน `base64_decode()` ใน PHP สำหรับการถอดรหัส DataURL เพื่อให้กลับมาเป็นภาพในรูปแบบไฟล์ JPG นอกจากนี้เรามีโมดูลของการตรวจจับใบหน้าสำหรับภาพก่อนการประมวลผลและโมดูลของการรู้จำใบหน้าสำหรับระบุตัวตนนักเรียน

จากรูปที่ 1 ระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้ามีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้ ขั้นตอนแรกคือเว็บแอปพลิเคชันสร้างการเชื่อมต่อโดยตรงไปยังกล้องถ่ายภาพผ่านทางฟังก์ชัน `getUserMedia()` ซึ่งฟังก์ชันนี้จะช่วยให้การเชื่อมต่อกับกล้องเว็บแคมที่ติดตั้งไว้สามารถทำได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเสริมเพิ่มเติม เมื่อผู้ใช้ถ่ายภาพจากกล้องถ่ายภาพแล้วภาพที่ได้ก็จะได้รับการแปลงให้อยู่ในรูปแบบ `base64 DataURL` และการส่งผ่านโปรโตคอล HTTP ไปยังเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นข้อมูลจะถูกทำการถอดรหัส DataURL ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ JPG ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ก่อนจะระบุรหัสประจำตัวของผู้ใช้และจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยแยกเป็นแฟ้มสำหรับแต่ละบุคคล จากนั้นภาพต้นฉบับทั้งหมดจะถูกนำไปผ่านขั้นตอนการตรวจจับใบหน้า โดยทำการตัดส่วนประกอบของของภาพที่ไม่ใช่ใบหน้าออกไป และจัดเรียงใบหน้าให้อยู่ตำแหน่งเดียวกันกับภาพในฐานข้อมูล โดยอาศัยตำแหน่งของดวงตา จากนั้นภาพใบหน้าจะถูกส่งไปยังโมดูลรู้จำใบหน้าเพื่อทำการระบุตัวตน แล้วจะใช้ทั้งภาพที่ถ่าย เวลา และชื่อในการบันทึกการเข้าเรียนเป็นขั้นตอนสุดท้าย

#### 2.4. WebRTC

WebRTC (Web real time communication) [3] เป็นมาตรฐานที่เกิดขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้เกิดการสื่อสารแบบเรียลไทม์ระหว่างเว็บเบราว์เซอร์เพื่อส่งและรับข้อมูลแบบมัลติมีเดียในเวลาจริง ในรูปแบบ peer-to-peer (P2P) เทคโนโลยีนี้สามารถลดความซับซ้อนของการ

พัฒนาระบบเพื่อการสื่อสารเรียลไทม์ระหว่างเบราว์เซอร์และผู้ใช้ได้ ในเบราว์เซอร์ทั่วไป ซึ่งในปัจจุบัน WebRTC API มีอยู่ภายในเว็บเบราว์เซอร์รุ่นใหม่เกือบทุกชนิด

สถาปัตยกรรมของ WebRTC [4] จะมีส่วนประกอบอย่างน้อยสามส่วน หนึ่งคือผู้ให้บริการเว็บแอปพลิเคชันและอีกสองผู้ใช้ (Peers) โดย WebRTC จะช่วยให้ข้อมูลมัลติมีเดียส่งผ่านได้โดยตรงระหว่างเบราว์เซอร์โดยไม่ต้องมีการแทรกแซงใดๆจากเซิร์ฟเวอร์ สำหรับความสามารถในการใช้งานเว็บ (ฝั่งผู้ใช้) ซึ่งการทำงานจะมีการประสานระหว่าง HTML และ JavaScript สามารถมีการสื่อสารระหว่างกันกับเว็บเบราว์เซอร์หรือโปรแกรมบนมือถือ ผ่าน WebRTC API ซึ่ง API นี้จะมีชุดของฟังก์ชันการทำงานหลายประเภท เช่น การจัดการการเชื่อมต่อความสามารถในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล การควบคุมสื่อ การจัดการ Firewall และอื่นๆอีกมากมาย ที่จะถูกดำเนินการด้วย JavaScript ฯลฯ โดย WebRTC API ช่วยให้เบราว์เซอร์และภาษาสคริปต์สามารถโต้ตอบกับอุปกรณ์สื่อสารเข้า (ไมโครโฟน, กล้องและลำโพง) ได้โดยตรง ทำให้การประมวลผลและส่งผ่านข้อมูลสะดวกรวดเร็วขึ้น

ข้อดีของ WebRTC [5, 6] ประการแรกคือเป็น Open source API ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่มากที่สุดในเบราว์เซอร์ที่ให้บริการอยู่ทั้งหมด ประการที่สองคือความเป็นอิสระของแพลตฟอร์ม เบราว์เซอร์ใดๆก็ตามที่สนับสนุน WebRTC สามารถใช้งานกับระบบปฏิบัติการใด ๆ ก็ได้ ทั้งยังสามารถสร้างการเชื่อมต่อเสียงเรียลไทม์หรือการเชื่อมต่อวิดีโอไปยังอุปกรณ์ WebRTC อื่น หรือเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้ ส่วนประการที่สาม WebRTC มีการเข้ารหัสข้อมูลอยู่เสมอ โดยใช้ Secure RTP Protocol (SRTP) ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการจัดการสำหรับการเข้ารหัสและการตรวจสอบของทั้งเสียงและวิดีโอ ประโยชน์และข้อดีสุดท้ายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WebRTC ก็คือสามารถที่จะทำงานโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติมหรือปลั๊กอินเสริมใดๆ

จากข้อดีข้างต้นนี้เว็บแอปพลิเคชันกับเทคโนโลยี WebRTC จึงถูกนำมาใช้เพื่อให้ความสะดวกในเรื่องของการเก็บรวบรวมภาพผู้ใช้บนเว็บแอปพลิเคชัน และการพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า เนื่องจากสามารถช่วยให้สามารถใช้งานระบบได้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง ซึ่งจะช่วยให้การใช้งาน และการศึกษาวิจัยก็สามารถทำได้อย่างสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

## 2.5. อัลกอริธึมตรวจจับใบหน้า

การตรวจหาใบหน้าในภาพดิจิทัลเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่ง ขนาด และจำนวนของใบหน้าของมนุษย์ที่อยู่ภายในภาพดิจิทัลและโดยไม่สนใจสิ่งอื่นที่เป็นสภาพแวดล้อมที่อยู่ภายในภาพ การวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าช่วงของคุณสมบัติที่มองเห็น (ด้วยตามนุษย์) เช่นสีและการวางแนววัตถุได้มีผลกระทบต่อความสามารถในการตรวจจับใบหน้า [7]

ปัจจุบันซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจจับใบหน้ามักได้รับการติดตั้งมากในกล้องดิจิทัลต่างๆไปจำนวนมาก โดยจะใช้การวาดสี่เหลี่ยมผืนผ้าของใบหน้าที่อยู่ในภาพ ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ประโยชน์ในการปรับให้ภาพได้รับแสงที่เหมาะสมกับใบหน้าและให้มั่นใจว่าภาพที่ได้จะมีใบหน้าที่ชัดเจนเพียงพอ อีกทั้งซอฟต์แวร์การตรวจจับใบหน้าสามารถทำงานได้ดีโดยไม่จำเป็นต้องใช้ตัวประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้พอลิวโอลาและไมเคิลโจนส์คิดค้นเค้าโครงการทำงานใหม่ในการตรวจหาวัตถุและทำให้ดีขึ้นสำหรับการตรวจจับใบหน้า ขั้นตอนวิธีนี้คือรู้จักกันในอัลกอริธึมที่ชื่อว่า Viola - Jones [8]

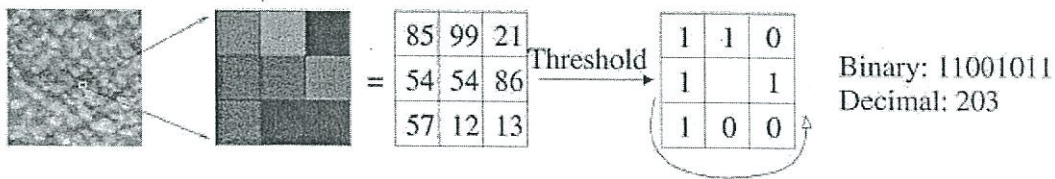
วิธีการตรวจจับวัตถุในภาพดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพที่เสนอโดย Paul Viola และ Michael Jones คือการตรวจสอบวัตถุที่ใช้พื้นฐานของ Haar-feature ซึ่งพวกเขาได้ทำการปรับกระบวนการทำงานโดยนำแนวคิดของการ

ใช้ Haar wavelet และพัฒนาคุณลักษณะของแนวคิด Haar-like feature [9] โดยพิจารณาจากรูปลักษณ์ที่อยู่ติดกัน พื้นที่ต่างๆในภาพจะถูกกำหนดและปรากฏในหน้าตาการตรวจสอบ จากนั้นจะทำการสรุปความเข้มของแต่ละพิกเซลจากแต่ละส่วนของภาพและคำนวณผลรวมเพื่อทำการระบุว่ามีบริเวณใดคือใบหน้า โดยจะใช้ Haar-like features ในการตรวจสอบความเข้มของสีและกำหนดค่าน้ำหนัก สำหรับผลการคำนวณระหว่างผลที่ได้ความแตกต่างระหว่างผลที่ได้จะได้รับการจัดหมวดหมู่เพื่อระบุว่ามีส่วนใดในภาพคือใบหน้าต่อไป [10]

ดังนั้นเราจึงตัดสินใจเลือกใช้ Haar-like features เป็นขั้นตอนวิธีการตรวจหาใบหน้า เนื่องจากวิธีการนี้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะมีอัตราความถูกต้องที่เชื่อถือได้และง่ายต่อการพัฒนาโดยใช้ส่วนขยายของ OpenCV (Open source Computer Vision) [11]

## 2.6. อัลกอริธึมรู้จำใบหน้า

การรู้จำใบหน้าเป็นเทคโนโลยีในด้าน Computer vision ที่เป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เทคโนโลยีนี้เป็นการใช้เทคนิคในการระบุหรือตรวจสอบบุคคลทั้งจากภาพดิจิทัลหรือวิดีโอ โดยการเปรียบเทียบจากลักษณะของใบหน้าที่น่าเข้ามาในระบบ และลักษณะของใบหน้าจากในฐานข้อมูลใบหน้าที่ใช้อ้างอิง กล่าวได้ว่าการรู้จำใบหน้าเป็นวิธีที่สามารถช่วยให้สามารถระบุตัวบุคคลได้ง่ายยิ่งขึ้น แม้จะไม่รู้จักหรือเคยเห็นหน้ากันมาก่อน อีกทั้งยังให้ความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ด้านการรักษาความปลอดภัย รวมถึงเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบระบุตัวตนได้อย่างแม่นยำอีกด้วย การรู้จำใบหน้ามีข้อได้เปรียบที่โดดเด่นกว่าการรู้จำโดยลักษณะทางกายภาพแบบอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากวิธีนี้สามารถจับภาพที่เฉพาะบริเวณใบหน้า ซึ่งเป็นส่วนที่มองเห็นได้ง่าย ชัดเจนและ



รูปที่ 2. LBP Operators

สามารถระบุตัวบุคคลได้โดยที่คนๆนั้นไม่ต้องมีการปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับระบบ

อัลกอริธึมการรู้จำใบหน้ามีสองประเภทหลักๆ คือโดยหลักการ Geometric และ Photometric การรู้จำใบหน้าแบบ Geometric จะใช้องค์ประกอบลักษณะของใบหน้าที่โดดเด่นในการระบุตัวบุคคลโดยใช้ ตำแหน่งของตา จมูก ปาก หรือโครงหน้า มาสร้างเป็นเวกเตอร์เพื่อแทนใบหน้าคนนั้นๆ ส่วนการรู้จำใบหน้าแบบ Photometric face จะใช้วิธีการทางสถิติที่จะทำการสกัดภาพไปเป็นค่าที่เป็นค่าที่เป็นตัวเลข และเปรียบเทียบค่าที่มีในแผ่นแบบ (Template) เพื่อกำจัดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนของการเตรียมภาพ [12]

สำหรับวิธีการรู้จำใบหน้าที่น่าสนใจในระบบนี้คือ Local Binary Patterns Histogram (LBP) [13] ที่ใช้หลักการแบบค่าสถิติ ที่ทำโดยการแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ ขนาด 3x3 พิกเซล และคำนวณค่าไบนารีความยาว 8 บิต จากค่าสีเทาของแต่ละพิกเซล โดยใช้ค่าสีเทาของพิกเซลตรงกลางเป็นค่า threshold หากค่าสีเทาของพิกเซลนั้นๆ มีค่าสูงกว่าพิกเซลตรงกลาง จะแทนบิตนั้นด้วยค่า 1 ถ้าน้อยกว่า จะแทนค่าบิตนั้นด้วย 0 ดังแสดงในรูปที่ 2 แล้วนำค่าไบนารีที่ได้จากทุกๆส่วนมาทำการสร้างเป็นเวกเตอร์เพื่อแทนใบหน้านั้นต่อไป จากการใช้ค่าไบนารีนี้เองที่ทำให้อัลกอริธึมนี้มีจุดเด่นอยู่ที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของแสงในภาพได้ดี เพราะไม่ว่าภาพจะมีมืดหรือสว่างเท่าใด หากจุดกำเนิดแสงเป็นจุดเดียวกัน ก็จะสามารถสร้างเวกเตอร์ที่มีลักษณะเหมือนกันได้นั่นเอง

นอกจากนี้จากการทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้าระหว่าง Eigenfaces, Fisherfaces และ LBPH จำนวน 3 การทดลอง โดยใช้ข้อมูลที่แตกต่างกันในแต่ละครั้ง ซึ่งผลจากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าผลการ LBPH ให้ผลลัพธ์ในการรู้จำใบหน้าได้มีความถูกต้องแม่นยำและสามารถระบุตัวบุคคลได้ถูกต้องมากกว่าอีกสองวิธี ดังแสดงในรูปที่ 3 อีกทั้งยังสามารถพัฒนาได้ง่ายด้วยภาษา Python และส่วนขยายของ OpenCV ทำให้การพัฒนา ระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้าที่มีความแม่นยำได้อย่างสะดวกรวดเร็วยิ่งอีกด้วย

### 3. การดำเนินงาน

ระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้าถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา HTML5 และ JavaScript ในการพัฒนาส่วนใช้งานเว็บบนฝั่งผู้ใช้ และใช้ภาษา PHP กับฐานข้อมูล MySQL สำหรับระบบบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยในฝั่งของผู้ใช้นั้นได้มีการนำเทคโนโลยี WebRTC มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของการถ่ายภาพ ฟังก์ชันที่สำคัญคือ getUserMedia ฟังก์ชันนี้ใช้สำหรับการเข้าถึงกล้องเว็บแคมโดยผ่านการของอนุญาตจากผู้ใช้ตรง

ความละเอียดของภาพที่ใช้อยู่ในระดับ VGA (640 x 480 พิกเซล) ซึ่งถูกเลือกมาใช้เป็นขนาดของภาพที่จะนำมาสร้างฐานข้อมูล เนื่องจากการทดสอบพบว่า เป็นความละเอียดที่มีรายละเอียดของใบหน้าที่ดีเพียงพอ หากใช้ภาพที่มีขนาดเล็กกว่านี้อาจจะเป็นการประหยัดพื้นที่ และหน่วยความจำ รวมไปถึงลดการใช้แบนวิธเครือข่าย

สำหรับการถ่ายโอนไฟล์และใช้เวลาดำเนินการน้อยลงอีกด้วย แต่อาจเกิดปัญหาในกรณีที่ภาพสามารถเห็นคุณลักษณะของใบหน้าได้ไม่เพียงพอสำหรับการใช้ในกระบวนการการรู้จำใบหน้า หากใช้ภาพที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ ภาพจะมีรายละเอียดมากขึ้น แต่ก็จะใช้ทรัพยากรมากขึ้นเช่นกัน โดยภาพทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลแยกต่างหากในโพลเดอร์สำหรับผู้ใช้แต่ละคนและจะบันทึกเวลาและวันที่ จากนั้นภาพจะถูกประเมินและตรวจสอบคุณภาพต่อไปโดยใช้เกณฑ์เหล่านี้ ได้แก่; ขนาดของใบหน้าในภาพ, ใบหน้าตรง, สามารถเห็นได้ชัดโดยไม่มีอะไรมาบังหรือปิดตา, ภาพคมชัด, ความสว่างของภาพ, แสงและตำแหน่งของใบหน้า และการทดสอบการตรวจหาใบหน้าโดยใช้ Haar cascade ใน OpenCV ซึ่งมีส่วนช่วยให้การพัฒนาโมดูลตรวจจับใบหน้าสามารถทำได้ง่ายขึ้น การประเมินผลถูกดำเนินการโดยบุคคลและการทดสอบในขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าเบื้องต้น เพื่อเลือกภาพที่เหมาะสมในการนำมาสร้างเป็นฐานข้อมูลใบหน้าสำหรับอ้างอิงต่อไป

ในส่วนของโมดูลรู้จำใบหน้านั้นจะถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา Python โดยใช้อัลกอริธึม LBPH ซึ่งมีอยู่ในส่วนขยายของ OpenCV ในส่วนนี้นั้นก่อนจะทำการพัฒนาโดยก่อนที่จะทำการสร้างโมเดลสำหรับรู้จำใบหน้านั้นรูปภาพที่เก็บรวบรวมมาจะต้องถูกนำไปทำการตรวจจับใบหน้าภายในภาพโดยใช้ Haar cascade ซึ่งมีพื้นฐานมาจากอัลกอริธึม Haar-Like features จากนั้นตัดส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าออกไป และจัดเรียงตำแหน่งของใบหน้า (โดยการหมุนหรือเลื่อนภาพ) ให้อยู่ในแนวเดียวกันโดยอาศัยตำแหน่งของดวงตา จากนั้นนำภาพมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบสีเทา และปรับค่าฮิสโทแกรมของภาพ ก่อนจะ

นำเอารูปภาพทั้งหมดมาทำการเทรนนิ่งเพื่อสร้างโมเดลในการรู้จำใบหน้าต่อไป

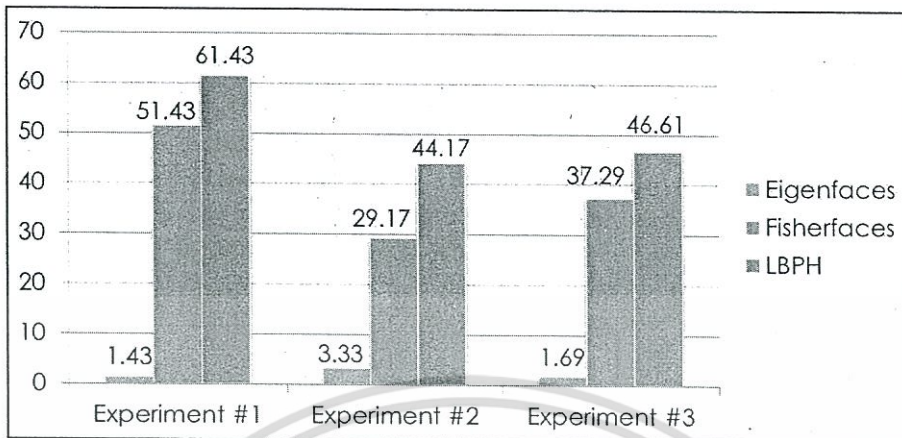
#### 4. ผลลัพธ์

ผลลัพธ์ของการดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ การเก็บรวบรวมภาพเพื่อสร้างฐานข้อมูลรูปภาพ การเปรียบเทียบอัลกอริธึมรู้จำใบหน้า และผลลัพธ์ของการใช้ระบบบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้า

การเก็บรวบรวมภาพโดยใช้ระบบรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันนั้น ทำให้เราสามารถเก็บรวบรวมภาพใบหน้าของผู้ใช้ทั้งหมด 148 คน โดยแต่ละคนที่มีจำนวนประมาณ 8-11 ภาพ ความละเอียดระดับ VGA สำหรับการประเมินภาพและเตรียมภาพเพื่อนำไปสร้างฐานข้อมูลนั้นพบว่า การตรวจหาใบหน้าโดยใช้ Haar-like features นั้นมีความแม่นยำถึงร้อยละ 76.2 ของภาพทั้งหมด ดังสรุปในตารางที่ 2 โดยใบหน้าส่วนใหญ่ที่ตรวจจับได้จะมีลักษณะเป็นหน้าตรง ไม่มีสิ่งบังบังใบหน้าอย่างเช่นมือหรือผมหน้าม้า เป็นต้น ซึ่งภาพเหล่านี้เหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อสร้างโมเดลในการรู้จำใบหน้าได้

ตารางที่ 2. ตารางสรุปผลการตรวจจับใบหน้าด้วยอัลกอริธึม Haar-Like features

	จำนวนภาพ	ร้อยละ (%)
ภาพทั้งหมดที่รวบรวม	1,628	100
ภาพที่ตรวจจับใบหน้าได้	1,249	76.72
ภาพที่ใช้งานไม่ได้	379	23.28



รูปที่ 3. ผลลัพธ์การเปรียบเทียบความแม่นยำของอัลกอริธึมรู้จำใบหน้า (คิดเป็นร้อยละ)

การเปรียบเทียบความแม่นยำของอัลกอริธึมรู้จำใบหน้านั้น ทำเพื่อหาอัลกอริธึมที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้งานในระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้า จากการทดสอบ 3 ครั้ง ด้วยภาพใบหน้าที่แตกต่างกันสามชุด พบว่า LBPH เป็นอัลกอริธึมที่มีความแม่นยำสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับ Eigenfaces และ Fisherfaces ในการทดสอบเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนั้นเราจึงเลือก LBPH เป็นอัลกอริธึมรู้จำใบหน้าที่จะพัฒนาในระบบบันทึกเวลาเรียน

สุดท้ายคือการทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำใบหน้าเพื่อบันทึกเวลาเรียนโดยใช้อัลกอริธึม LBPH ใน OpenCV จำนวน 8 ครั้งด้วยชุดภาพของนักเรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งเก็บรวบรวมมาจากการเข้าชั้นเรียนในแต่ละสัปดาห์ ทำให้ได้ภาพที่มีความแตกต่างกัน รวมถึงแสงเงาและสภาพแวดล้อมที่ต่างกันด้วย ผลปรากฏว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่คาดหวังไว้ แต่ค่าเฉลี่ยของอัตราการรู้จำอยู่ที่ร้อยละ 48.18 จากการทดสอบ 8 ครั้ง ดังสรุปในตารางที่ 3 ซึ่งผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นว่า ความแม่นยำของระบบยังคงอยู่ในระดับต่ำเกินไปสำหรับการใช้ในห้องเรียนจริงโดยไม่มีผู้ดูแลระบบคอยควบคุม ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากหลายประการ ทั้งในเรื่องของจำนวนรูปภาพของแต่ละคนในฐานข้อมูล ปัจจัยแวดล้อมขณะใช้งาน

ระบบที่ไม่ได้รับการควบคุม โดยเฉพาะในเรื่องของแสง ที่แม้ว่าอัลกอริธึม LBPH จะมีข้อดีในเรื่องของการทนต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มแสงได้ดี แต่กรณีที่แสงเข้ามาในตำแหน่งที่ต่าง ๆ กัน ก็ยังมีผลต่อความแม่นยำของการรู้จำใบหน้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาระบบการสร้างฐานข้อมูลภาพ และประสิทธิภาพของอัลกอริธึม เพื่อให้การนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมจริงมีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 3. ตารางสรุปผลความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าด้วยอัลกอริธึม LBPH

ครั้งที่	ภาพทั้งหมด	รู้จำถูกต้อง	ร้อยละ (%)
1	70	43	61.43
2	120	54	45
3	118	56	47.46
4	118	50	42.37
5	115	55	47.82
6	121	45	37.19
7	112	50	44.64
8	42	25	59.52
ค่าเฉลี่ยความแม่นยำ (%)			48.18

## 5. บทสรุป

การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าเรียนโดยใช้การตรวจจับใบหน้าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนมาเข้าเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งในขั้นตอนหลักที่ผู้พัฒนาได้พัฒนาระบบในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ผสมผสานกับเทคโนโลยี WebRTC สำหรับการบันทึกการเข้าร่วมชั้นเรียนของนักเรียนโดยการจับภาพของพวกเขาและเก็บไว้ในโฟลเดอร์ที่แยกต่างหากสำหรับนักเรียนแต่ละคน วิธีการนี้จะช่วยให้การสร้างฐานข้อมูลภาพของนักศึกษาได้ง่ายขึ้น ขั้นตอนที่สองคือการพัฒนาการบันทึกเวลาเรียนโดยการตรวจจับใบหน้า ใช้ Haar-like features เป็นขั้นตอนวิธีการตรวจจับใบหน้า และใช้อัลกอริทึม LBPH เป็นโมดูลสำหรับการรู้จำใบหน้า ซึ่งระบบที่ได้พัฒนามาสามารถทำงานได้ดีในการสร้างฐานข้อมูลภาพของนักเรียน อนึ่งความถูกต้องของการจดจำใบหน้ายังอยู่ภายใต้การดำเนินการ ซึ่งผู้พัฒนายังต้องปรับปรุงขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นของภาพโดยใช้วิธีการที่เหมาะสมมากขึ้น และสำหรับการเตรียมความพร้อมก่อนที่จะสร้าง training set ของภาพและตั้งค่านำก่อนมีการใช้งานก่อนการนำใช้กับระบบจริงการซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของทั้งแอปพลิเคชัน

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558

## เอกสารอ้างอิง

- [1] R. Jafri and H.R. Arabnia, "A survey of face recognition techniques," Journal of Information Processing Systems, vol. 5, No. 2, pp. 41-68, 2009.
- [2] A. Zeidan, A. Lehmann, and U. Trick, "WebRTC enabled multimedia conferencing and collaboration solution," World Telecommunications Congress, pp. 1-6, 2014.
- [3] S. Loreto and S. Romano, "Real-Time Communications in the Web: Issues, Achievements, and Ongoing Standardization Efforts", IEEE Internet Computing, Vol. 16, pp. 68-73, 2012.
- [4] C. Jennings, T. Hardie and M. Westerlund, "Real-time communications for the web", IEEE Communications Magazine, vol.51, no.4, pp.20-26, 2013
- [5] G. Audin, "9 Advantages of WebRTC", Mar.2014; <http://www.networkcomputing.com/unified-communications/9-advantages-of-webrtc/a/d-id/1113301>.
- [6] P. Edholm, "The Benefits of WebRTC", Dec.2012; <http://www.webrtcworld.com/topics/from-the-experts/articles/319037-benefits-webrtc.htm>
- [7] Lewis, M.B. and Ellis, H.D. (2003). "How we detect a face: A survey of the psychological evidence". International Journal of Imaging Systems and Technology, 13, 3-7. DOI: 10.1002/ima.10040.
- [8] PC Plus, "How face detection works IN DEPTH" from PC plus Issue 296 July 18th 2010. [Online]. Available: <http://www.techradar.com/news/software/a>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- plications/how-face-detection-works-703173.
- [9] OpenCV Document, "Face Detection using Haar Cascades", from OpenCV 3.0.0-dev documentation. [Online]. Available: [http://docs.opencv.org/trunk/doc/py\\_tutorials/py\\_objdetect/](http://docs.opencv.org/trunk/doc/py_tutorials/py_objdetect/).
- [10] Wiki Pedia "Haar-Like Features" [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Haar-like\\_features](http://en.wikipedia.org/wiki/Haar-like_features).
- [11] OpenCV Official website [Online], Available: <http://www.opencv.org>, 2015.
- [12] Wiki Pedia. "Face recognition System." [Online]. Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Facial\\_recognition\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Facial_recognition_system).
- [13] Ahonen T., Hadid A., Pietikainen M., "Face Description with Local Binary Patterns: Application to Face Recognition," Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on , vol.28, no.12, pp. 2037-2041, 2006.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้