

ระบบจำแนกพระเครื่องด้วยปัญญาประดิษฐ์

AMULET IDENTIFICATION

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจำแนกพระเครื่องด้วยปัญญาประดิษฐ์

นายภาณุวัฒน์ อนิวัตกุลชัย 59011061
นายสรัด ลิมปสถิรกิจ 59011371
ผศ.อัครเดช วัชรระกฤษณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

พระเครื่องนั้นเป็นเครื่องรางสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่อยู่คู่กับสังคมไทยมาอย่างยาวนาน โดยเริ่มนิยมมากในสมัยรัชกาลที่ 5 จนถึง ณ ปัจจุบันและจากการสำรวจของศูนย์วิจัยกสิกรรมไทยทำให้พบว่าในปี 2559 มีคนเล่นพระมากถึง 10 ล้านคนทั่วประเทศ โดยจะมีทั้งการนำพระเครื่องมาห้อยคอหรือเก็บไว้กับตัวเพื่อบูชา เนื่องจากผู้บูชาต้องการมีสิ่งที่ยึดเหนี่ยวจิตใจและเชื่อว่าจะสามารถปกป้องตนให้แคล้วคลาดปลอดภัยจากภัยอันตรายต่าง ๆ ซึ่งวงการพระเครื่องในปัจจุบันนั้นเกิดความคาดหวังในเชิงธุรกิจหรือการเป็นพุทธพาณิชย์ที่ทำให้เกิดรายได้จำนวนมาก ทำให้เกิดการขยายวงจรธุรกิจไปยังต่างประเทศ โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวชาวจีน แต่องค์ความรู้ของพระเครื่องนั้นไม่ได้แพร่หลายเท่าที่ควร โดยองค์ความรู้จะอยู่กับบุคคลเฉพาะกลุ่มหรือผู้ที่เป็นเซียนพระ โดยผู้ที่สนิใจนั้นถ้าต้องการอยากรู้ว่าพระเครื่ององค์นี้คือพระอะไร ก็ต้องนำไปสอบถามจากผู้รู้หรือเปิดจากเว็บแอปพลิเคชันเพื่อศึกษาเอง ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากลำบากซับซ้อน โดยการที่จะผลักดันวงการพระเครื่องไทยให้เป็นสากลโลก จะต้องทำให้เกิดการศึกษาพระเครื่องที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและสามารถที่จะศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ซับซ้อน

โครงการนี้จึงทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อที่จะเป็นองค์ความรู้ให้แก่ผู้ที่สนใจศึกษา โดยจะมีระบบจำแนกพระเครื่องด้วยปัญญาประดิษฐ์ ที่จะช่วยให้ผู้ใช้เว็บแอปพลิเคชันสามารถเรียนรู้พระเครื่องได้ด้วยตนเอง โดยผู้ใช้ทำการถ่ายรูปหรืออัปโหลดรูปพระเครื่องมาบนเว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลว่ารูปพระเครื่องที่ส่งมานั้นว่ามีความน่าจะเป็นที่จะเป็นพระเครื่องอะไร ก็เปอร์เซ็นต์และมีข้อมูลของพระเครื่ององค์นั้นให้ผู้ใช้ได้อ่านและศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Amulet Identification Using Artificial Intelligence

Mr. Phanuwat	Aniwatkunchai	59011061
Mr. Sarun	Limpasatirakit	59011371
Asst Prof. Akkradach	Watcharapupong	Advisor

Academic Year 2019

ABSTRACT

Thai amulets are sacred amulets which have been blended in the Thai culture since the golden era of King Rama V. According to Kasikorn Research Center's study, it found that there are more than 10 million people over the world contributing to the amulet industry in 2016. People in fact prefer owning an amulet as a spiritual anchor, preventing them from bad things such as in-juried accidents and evils. These amulets have been speculated for commercial purposes with an expectation of countless profits. This idea has led to the industry's worldwide expansion, and it is mainly attractive toward Chinese tourists. Despite the global awareness, the genuine knowledge about Thai amulets are limited to only amulet experts. The general information related to the amulets may be available in the internet, regarding the digitalization, but searching for true information is too complexed. Approaching the experts can also be unsuitable. In order to enhance the Thai amulet industry, there must be a system developed for ease of understanding and self-education.

In consequence, this project has developed a new educational web application related to amulets for those who are interested in Thai amulets, with the embedded Artificial Intelligence identifying the amulets. Users are allowed to access customized information by taking or uploading a photo of an amulet. The system will generate the amulet's analysis result regarding the photo, including its general information and reliability.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์อัครเดช วัชรภูพงษ์ ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาเป็นอย่างดี ตลอดจนช่วยหาทางแก้ไข
ข้อบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง และ
ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการ
ทำงาน หาความรู้ และอำนวยความสะดวกในการทำโครงการครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ ๆ และขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรม
คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอย
ให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดการทำงาน ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่อบรม
เลี้ยงดูคณะผู้จัดทำ ตลอดจนเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดมา

ภาณุวัฒน์ อนิวัตกุลชัย

สรลล ลิมปสศิริกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตัดต่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ระบบจำแนกพระเครื่องด้วยปัญญาประดิษฐ์	I
Amulet Identification Using Artificial Intelligence	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ข้อยกเว้นโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3	10
3.1 ภาพรวมของระบบ	10
3.2 รายละเอียดการทำงานของระบบจำแนกพระเครื่อง	10
3.3 แผนภาพยูสเคส	11
3.4 แผนภาพ SEQUENCE DIAGRAM	15
3.5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (LOGICAL DATA MODEL)	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัด IV ว่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4	21
4.1 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน	21
4.2 ผลการทดลองการแยกพระเครื่อง.....	26
บทที่ 5	37
5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ.....	37
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	37
5.3 แผนการพัฒนาต่อ	37
บรรณานุกรม.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 3.1 รายละเอียดของ Use Case เข้าสู่ระบบผู้ใช้	12
ตาราง 3.2 รายละเอียดของ Use Case เข้าสู่ระบบแบบ Contributor.....	12
ตาราง 3.3 รายละเอียดของ Use Case คู่มือพระ	12
ตาราง 3.4 รายละเอียดของ Use Case ส่งรูปพระประมวลผล	12
ตาราง 3.5 รายละเอียดของ Use Case ให้คะแนนบทความ	12
ตาราง 3.6 รายละเอียดของ Use Case เขียนบทความ	13
ตาราง 3.7 รายละเอียดของ Use Case แก้ไขบทความ	13
ตาราง 3.8 รายละเอียดของ Use Case พัฒนาระบบ.....	13
ตาราง 3.9 รายละเอียดของ Use Case เข้าสู่ระบบผู้ดูแล.....	13
ตาราง 3.10 รายละเอียดของ Use Case ลบบทความจาก Contributor	13
ตาราง 3.11 รายละเอียดของ Use Case ลบรูปพระจาก User.....	14
ตาราง 3.12 รายละเอียดของ Use Case เพิ่มข้อมูลพระ.....	14
ตาราง 3.13 รายละเอียดของ Use Case แก้ไขข้อมูลพระ.....	14
ตาราง 3.14 รายละเอียดของ Use Case ลบข้อมูลพระ.....	14
ตาราง 3.15 รายละเอียดของ Use Case แก้ไขโปรไฟล์	14
ตาราง 3.16 รายละเอียดของตารางประเภทพระเครื่อง (TYPE).....	19
ตาราง 3.17 รายละเอียดของตารางพระผู้ปลูกเสก (FOUNDER)	19
ตาราง 3.18 รายละเอียดของตารางรุ่นพระเครื่อง (MODEL)	19
ตาราง 3.19 รายละเอียดของตารางประมวลผล (PREDICT).....	19
ตาราง 3.20 รายละเอียดของตารางสมาชิกของผู้ใช้ (USER_ACCOUNT)	20
ตาราง 3.21 รายละเอียดของตารางบทความ (ARTICLE).....	20
ตาราง 3.22 รายละเอียดของตารางการกำหนดค่าของข้อมูลรูปพระเครื่อง(CTB_LABELING)..	20
ตาราง 5.1 สรุปผลการทำงานของระบบ	37

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 Data Augmentation	5
2.2 Falcal Loss	5
2.3 Input x Filter และ Feature Map	6
2.4 Keras Logo	7
2.5 Numpy Logo	7
2.6 Scikit-Learn Logo	7
2.7 Matplotlib Logo	8
2.8 Beautiful Soup Logo	8
2.9 Regular Expressions Logo	8
2.10 Express Logo	9
2.11 React Logo	9
2.12 Firebase Logo	9
3.1 ภาพรวมของระบบ	10
3.2 รายละเอียดการทำงานของระบบจำแนกพระเครื่อง	10
3.3 แผนภาพยูสเคส	11
3.4 ลำดับการดูข้อมูลพระ	15
3.5 ลำดับการส่งรูปพระประมวลผล	15
3.6 ลำดับการอ่านบทความ	16
3.7 ลำดับการพัฒนาระบบ	16
3.8 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล	17
4.1 หน้าหลักการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน	21
4.2 เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์ของการประมวลผล	22
4.3 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการช่วยพัฒนาระบบ	22
4.4 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนในการใช้งานบทความ	23
4.5 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของข้อมูลความรู้พระเครื่อง	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
4.6 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนข้อมูลทั้งหมดของพระเครื่ององค์นั้น	24
4.7 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการสมัครสมาชิก	25
4.8 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการเข้าสู่ระบบ	25
4.9 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการแก้ไขโปรไฟล์	26
4.10 รูปพระเครื่องตัวอย่างที่ใช้สอนระบบจำแนกพระเครื่อง	31
4.11 รูปพระเครื่องที่ใช้วิธี Canny Edge Detection	31
4.12 รูปพระเครื่องที่ใช้วิธี Local Binary Patterns.....	32
4.13 รูปแสดง Convolutional Neural Network Architecture.....	33
4.14 VGG16 Architecture Training Accuracy.....	33
4.15 VGG16 Architecture Training Loss.....	33
4.16 Classification Report.....	34
4.17 Confusion Matrix.....	35
4.18 รูปการเปรียบเทียบผลความแม่นยำทั้ง 3 วิธี.....	35
4.19 รูปการเปรียบเทียบ Threshold กับ ผลลัพธ์ความแม่นยำของระบบ.....	36

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันการศึกษาพระเครื่องในประเทศไทยนั้นทำได้ค่อนข้างยากและลำบาก เนื่องจากองค์ความรู้ถูกรวมไว้อยู่กับคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือผู้ที่เป็นเซียนพระ ทำให้คนที่สนใจหรือผู้ที่คิดริเริ่มจะศึกษามีจำนวนน้อย ยกตัวอย่างการศึกษาพระเครื่องด้วยตนเองเพียงแค่ 1 องค์ ผู้ศึกษาจะต้องจำรูปร่าง รวมถึงต้องจำลักษณะของพระเครื่ององค์นั้น และนำไปค้นคว้าหาข้อมูลได้ด้วยตนเองจากแหล่งความรู้เพียงแค่ 2 แหล่งเท่านั้นแหล่งความรู้อันดับแรกคือหนังสือ ซึ่งหนังสือพระเครื่องนั้นมีราคาค่อนข้างแพงและหนังสือพระเครื่องบางองค์นั้นในปัจจุบันหาได้ยากหรือหนังสือเหล่านั้นจะถูกเก็บสะสมอยู่กับคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือผู้ที่เป็นเซียนพระไม่ได้ถูกนำมาเผยแพร่ให้เป็นสาธารณะ แหล่งความรู้อันดับที่สองคือเว็บแอปพลิเคชัน ในปัจจุบันนี้วงการพระเครื่องมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก มีการซื้อขายกันผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันและทางกลุ่มในโซเชียลมีเดีย เช่น Facebook ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าถ้าเราสนใจหรือต้องการศึกษาพระเครื่อง เมื่อเรานำชื่อพระเครื่ององค์นั้นไปค้นหา ก็จะขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชันซื้อขาย หรือกลุ่มซื้อขาย มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่จะเป็นเว็บแอปพลิเคชันหรือกลุ่มให้ความรู้ นอกจากนี้บางเว็บแอปพลิเคชันหรือบางกลุ่มยังให้ข้อมูลไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน ทำให้ผู้ศึกษาจำเป็นต้องดูจากหลายเว็บแอปพลิเคชันหรือหลายกลุ่ม

จากปัญหาดังกล่าวโครงการนี้จึงพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่เป็นแหล่งรวมองค์ความรู้พระเครื่อง เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษา โดยจะมีระบบปัญญาประดิษฐ์จำแนกพระเครื่องเพื่อให้ผู้ใช้สะดวกต่อการหาว่าพระเครื่ององค์นี้เป็นพระรุ่นใด ทำให้ลดระยะเวลาในการหาข้อมูลของพระเครื่ององค์นั้น นอกจากนี้ยังมีข้อมูลของพระเครื่ององค์นั้นให้ผู้ใช้ได้ศึกษา ทำให้สะดวกกว่าการค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อสร้างแหล่งรวมองค์ความรู้พระเครื่อง
- 2) เพื่อจำแนกประเภทพระเครื่อง องค์พระเครื่อง และ พิมพ์พระเครื่อง
- 3) เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการหาข้อมูลศึกษาของผู้ที่สนใจศึกษาพระเครื่อง

1.3 ขอบเขตโครงการ

- 1) ระบบปัญญาประดิษฐ์สามารถแยกประเภทพระเครื่อง องค์พระเครื่อง และพิมพ์พระเครื่อง
- 2) มีจำนวนองค์พระเครื่องที่สามารถแยกได้ขั้นต่ำ 90 องค์
- 3) มีการให้ความรู้ขององค์พระเครื่อง

1.4 ข้อกำหนดโครงการ

- 1) รูปพระเครื่องที่ใช้ในการจำแนกต้องเป็นรูปด้านหน้าเท่านั้น
- 2) รูปพระเครื่องที่ใช้ในการจำแนกจะต้องสามารถแยกด้วยสายตามนุษย์ออก
- 3) รูปพระเครื่องที่ใช้ในการจำแนกจะต้องอยู่ในรายการของพระเครื่องบนเว็บแอปพลิเคชัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้เรียนรู้การสร้างปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)
- 2) ได้เรียนรู้การนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์เข้าไปใช้ใน Web Application Platform
- 3) ได้เรียนรู้การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย React
- 4) ได้เรียนรู้การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่ทำงานร่วมกับ Database ด้วย Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 รายละเอียดพระเครื่อง

พระพิมพ์ พระเครื่อง เครื่องรางของขลัง พระเครื่องราง หมายถึงพระพิมพ์องค์เล็ก ๆ สำหรับนำติดตัวไปบูชา ความนิยมในการพก "พระพิมพ์" ซึ่งสมัยก่อนสร้างขึ้นมาจากหวังว่าจะเป็นเครื่องช่วยประกาศศรัทธาของศาสนาให้แพร่หลายไปได้อีกหลายพันปี พระพิมพ์เหล่านี้ ได้กลายสถานะมาเป็นคำว่า พระเครื่อง ความเป็นจริงแล้ว "พระพิมพ์" หรือ "พระเครื่อง" ก็คือสิ่งเดียวกัน ความหมายของพระเครื่องคำว่าพระเครื่อง นั้นน่าจะเกิดขึ้นในสมัยรัชกาลที่ 5 ตอนท่านตั้งเครื่องจักรจากยุโรปมาเพื่อผลิตเหรียญกษาปณ์ที่ระเล็ก และก็มีการผลิตเหรียญของพระเกจิอาจารย์ขึ้น ทำให้เรียกเหรียญที่ทำเป็นรูปพระเกจิอาจารย์ต่าง ๆ ซึ่งทำมาจากเครื่องจักรว่า"พระเครื่อง"ซึ่งส่วนใหญ่พระเครื่องสมัยที่สร้างเมื่อคราวที่มีศึกสงครามส่วนใหญ่แล้วจะมีความเชื่อถือกันว่า พระเครื่องพระพิมพ์เหล่านั้นจะมีพุทธคุณด้านปกป้องคุ้มครองไม่ให้ได้รับอันตรายจากข้าศึก เช่น พุทธคุณด้านคงกระพันชาตรี หนิงเหนียว พันแทงไม่เข้า กำบังตนและมหาอำนาจ ส่วนในคราวที่บ้านเมืองอยู่ช่วงว่างเว้นจากสงครามบ้านเมืองสงบสุข พระเกจิอาจารย์หรือผู้ที่สร้างพระพิมพ์ วัตถุประสงค์พระเครื่องก็อาจจะปลุกเสก พระเครื่องให้มีพุทธคุณ เด่นด้านเมตตามหานิยม มหาเสน่ห์ เพื่อสืบทอดพุทธศาสนาและเป็นที่ยึดเหนี่ยวจิตใจ เลยเป็นที่มาของคำว่า"พระเครื่อง"

2.1.2 ประเภทของพระเครื่องในปัจจุบัน

พระเครื่องนิยมแบ่งกันเป็น 9 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1.2.1 ประเภทพระเบญจภาคี

ประกอบด้วย 5 ชุด ได้แก่ชุดพระสมเด็จ ชุดพระนางพญา ชุดพระผงสุพรรณ ชุดพระขุมกอก ชุดพระรอด

2.1.2.2 ประเภทพระเนื้อดิน

นับเป็นพระที่มีอายุการสร้างเก่าแก่ที่สุด โดยการนำดินอันเป็นวัสดุหาง่าย คงทน มาสร้างสรรค์ปฏิมากรรมได้สะดวก

2.1.2.3 ประเภทพระเนื้อชิน

พระเนื้อชินถือเป็นพระเนื้อโลหะประเภทหนึ่งที่เกิดจากการผสมผสานของแร่หลัก 2 ชนิด คือ ดีบุก กับตะกั่ว เกิดเป็นโลหะเจือชนิดใหม่ที่เรียกว่า "เนื้อชิน"

2.1.2.4 ประเภทพระเนื้อผง

ถือเป็นขบวนการหนึ่งในศาสตร์ศิลป์แขนงวิชาการปั้นปูน ซึ่งมวลสารในการปั้นมีส่วนผสมของปูนเป็นหลักใหญ่ประสานเนื้อด้วยยางไม้ กาวหนัง น้ำอ้อยหรือจี๊ซิ่งชั้นดี และเป็นวิทยาการที่ศิลปินกรีก-โรมันกับอินเดียศึกษารรพได้ใช้ปั้นพระพุทธรูปก่อนที่มีการนำกรรมวิธีนี้มาใช้ในการสร้างพระเครื่อง

2.1.2.5 ประเภทพระกริ่ง-พระชัยวัฒน์ และ รูปหล่อยอดนิยม

สำหรับ พระกริ่ง-พระชัยวัฒน์และรูปหล่อยอดนิยม ถือเป็นารสร้างพระที่มีคตินิยมมาจากการจำลองพระพุทธรูปที่สำคัญ ศักดิ์สิทธิ์ ตลอดจนพระคณาจารย์ผู้เลิศทั้งวัตรปฏิบัติปฏิบัติดีงามจนเป็นที่ยอมรับนับถือ มาเป็นองค์พระขนาดเล็ก ไว้พกติดตัว หรือไว้ประจำบ้าน

2.1.2.6 ประเภทพระเหรียญ

เป็นการจำลองสิ่งศักดิ์สิทธิ์ไม่ว่าจะเป็น สถานที่ศักดิ์สิทธิ์ พระพุทธรูป พระคณาจารย์ตลอดจนผู้ที่ควรเคารพ นำมาแกะสลักทำแม่พิมพ์ เพื่อการปั๊ม หรือ หล่อลงในแผ่นโลหะให้ปรากฏรูปที่ต้องการ

2.1.2.7 ประเภทพระปิดตา

ลักษณะขององค์พระท่านเป็นการยกพระหัตถ์ ปิดพระพักตร์ มิใช่ยกพระหัตถ์ปิดพระเนตร(ตา) แต่ปิดรวม ตา หู จมูก ปาก และดวงหน้าซึ่งนับเป็นส่วนหนึ่งของกาย ส่วนใจเป็นนามที่ปิดโดยสมมุติ นับเป็นอาการสำรวมอายตนะ 6 ประการ

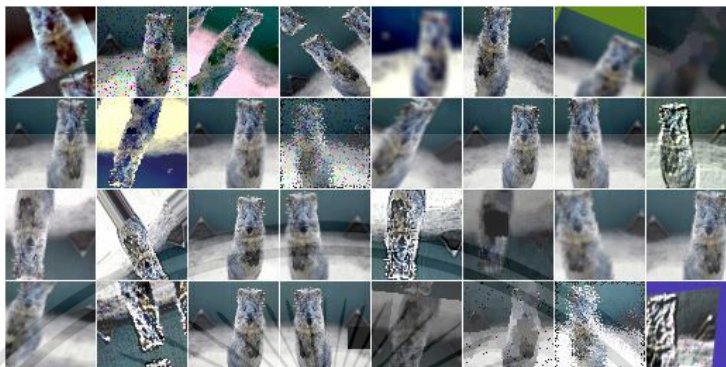
2.1.2.8 ประเภทพระเนื้อว่าน

นับแต่โบราณมาชนชาติไทยมีความรู้ และผูกพันกับพรรณไม้ดีตระกูลว่าน เครื่องว่านเกสรดอกไม้อันมีสรรพคุณ คุณวิเศษต่าง ๆ เฉพาะตัว จึงเป็นหนึ่งในทัพสัมภาระที่ผู้สร้างพระให้ความสำคัญนำมาเป็นส่วนผสมประเภทหนึ่งที่ขาดไม่ได้จึงกล่าวได้ว่า “ว่าน” เป็นส่วนผสมในการสร้างพระเนื้อดินและเนื้อผง มาแต่โบราณ

ซึ่งในโครงการนี้จะทำการจำแนกพระเครื่องทั้งหมด 7 ประเภท ได้แก่ พระเบญจภาคี พระเนื้อดิน พระเนื้อผง พระกริ่ง-พระชัยวัฒน์-รูปหล่อยอดนิยม พระเหรียญ พระปิดตา และพระเนื้อว่าน จะเห็นได้ว่าไม่ได้จำแนกพระเนื้อชิน เนื่องจากข้อมูลพระในส่วนนี้มีจำนวนน้อย

2.1.3 ส่วนการเพิ่มจำนวนข้อมูล (Data Augmentation)

การเพิ่มจำนวนข้อมูล หรือการทำ Data Augmentation เป็นการเพิ่มความหลากหลายของข้อมูล อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มปริมาณข้อมูลหากข้อมูลเรามีไม่เพียงพอต่อความต้องการ และยัง สามารถเพิ่มความสามารถของโมเดลในการเรียนรู้ได้อย่างมาก

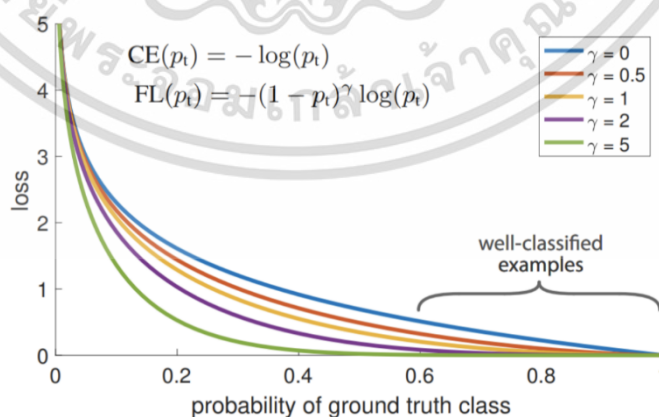


รูปที่ 2.1 Data Augmentation

ที่มา: <https://bit.ly/2qWk4KE>

2.1.4 ส่วนการแก้ไขข้อมูลแต่ละคลาสที่ไม่เท่ากัน (Imbalanced Data)

Focal Loss เป็นสมการจัดการ Cross Entropy (CE) ของแต่ละคลาสที่มีจำนวนข้อมูลแตกต่างกัน ในสมการ Focal Loss จึงมีการเพิ่มสัมประสิทธิ์ $(1 - p_t)^\gamma$ ไว้หน้าสมการ Cross Entropy ไว้ควบคุมน้ำหนักเวลาคิด Cross Entropy ของแต่ละคลาส ในคลาสที่มีข้อมูลจำนวนมากเวลาโมเดลทำนายจะมีค่า p_t ที่สูงจึงทำให้สัมประสิทธิ์ $(1 - p_t)^\gamma$ มีค่าต่ำ ในทางกลับกันคลาสที่มีข้อมูลจำนวนน้อยเวลาโมเดลทำนายจะมีค่า p_t ที่ต่ำ จึงทำให้สัมประสิทธิ์ $(1 - p_t)^\gamma$ มีค่าสูง



รูปที่ 2.2 Focal Loss

ที่มา: <https://bit.ly/2xLUM5B>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ส่วนการจำแนกประเภทเครื่อง

Convolutional Neural Network (CNN) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมประเภทหนึ่ง โดยจะมีการเลียนแบบการมองภาพของมนุษย์ซึ่งแบ่งเป็นภาพย่อย ๆ เพื่อคุณลักษณะของภาพการในเรียนรู้ โดยจะมีส่วนสำคัญของ CNN ที่เรียกว่าส่วน Feature Extraction คือส่วนที่จะมีการนำ Filter หรือ Kernel ไปไล่ (Stride) ภาพเพื่อดึงคุณลักษณะที่สนใจออกมาส่วนที่ได้ออกมาหลังจากกระบวนการข้างต้นจะเรียกว่า Feature Map หลังจากนั้นจะทำการ Pooling เพื่อย่อข้อมูลให้เล็กลง แล้วส่งผ่านส่วนที่เรียกว่า Classification เพื่อเรียนรู้ในการแยกแยะวัตถุ

1	1	1	0	0					
0x1	1x0	1x1	1	0					
0x0	0x1	1x0	1	1					
0x1	0x0	1x1	1	0					
0	1	1	0	0					
					4	3	4		
					2	4	3		
					2	3	4		

รูปที่ 2.3 Input x Filter และ Feature Map

ที่มา: <https://bit.ly/375B6Xz>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Keras

Keras เป็น High-Level Neural Networks API สำหรับการงาน Deep learning ถูกพัฒนาโดย Francois Chollet ซึ่งเป็นหนึ่งในทีมผู้พัฒนา Google โดยมุ่งเน้นเป็นมิตรต่อผู้ใช้งานให้มีการใช้งานที่สะดวกและยังมี Back-End ทั้งของ Tensorflow และ Theano



รูปที่ 2.4 Keras Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2rqZ671>

2.2.2 Numpy

Numpy เป็น Python Library ที่มีความนิยมสูงสำหรับงานทางด้าน Data science ไว้สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็น linear algebra, Fourier transform, and random number capabilities และยังสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถกำหนดชนิดของข้อมูลได้เองจึงทำให้ Numpy สามารถรวมกับฐานข้อมูลอื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.5 Numpy Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2KakEey>

2.2.3 Scikit-Learn

Scikit-Learn เป็นเครื่องมือสำหรับการทำ Data Mining และ Data Analysis ที่ได้รับความนิยมสุด ๆ โดยมี Algorithm ต่าง ๆ ทาง Machine Learning ให้ใช้งานอย่างครบถ้วน ซึ่งทุกคนสามารถใช้งานได้เป็น Open Source และยังสามารถใช้งานในเชิงพาณิชย์ได้อีกด้วย



รูปที่ 2.6 Scikit-Learn Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2NCxHaY>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 Matplotlib

Matplotlib เป็น Python Library ถูกพัฒนาโดย John D. Hunter ใช้สำหรับแสดงกราฟในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยโค้ดเพียงไม่กี่บรรทัด สำหรับการที่เราจะ Visualize data ว่าข้อมูลของเรามีการกระจายตัวในรูปแบบไหน หรือประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของโมเดล



รูปที่ 2.7 Matplotlib Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2rysSaa>

2.2.5 Beautiful Soup

Beautiful Soup เป็น Python Library สำหรับดึงข้อมูลที่เราต้องการออกจากไฟล์ HTML และ XML และยังเป็นตัว Parser ที่ง่ายในการจัดการข้อมูลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน



รูปที่ 2.8 Beautiful Soup Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2q0VuIE>

2.2.6 Regular Expressions

Regular Expressions หรือ Regrex เป็น Python Library สำหรับการกำหนดรูปแบบหรือกลุ่มคำเพื่อเอาไว้ค้นหาเราต้องการ ซึ่งยังสามารถค้นหาภาษาได้ทุกภาษาหรืออักขระพิเศษ รวมไปถึงการทำ Text Cleaning นำสิ่งที่ไม่ต้องการมาเป็น Noise ในระบบออกไป



รูปที่ 2.9 Regular Expressions Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2Q8Rj8c>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 Express

Express เป็น Web Framework ที่รันบน Node.js ซึ่งได้รับความนิยมจากผู้ใช้เป็นจำนวนมาก รวมถึงยังมีเครื่องมือไว้สำหรับทำ Backend ที่ครบ ไม่ว่าจะเป็น การจัดการ Request หรือ Response , การควบคุมเส้นทาง Routing และการสร้าง Middleware เป็นต้น ทำให้เราสามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.10 Express Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2WhiXmF>

2.2.8 React

React เป็น JavaScript Library ถูกสร้างโดยทีมผู้พัฒนา Facebook ซึ่ง React ยังสามารถสร้าง User Interface แบบโต้ตอบได้สะดวกอย่างรวดเร็ว สามารถออกแบบหน้าตาของ Application ของคุณได้อย่างมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการแก้ไขจุดบกพร่อง และยังคงแสดงองค์ประกอบที่ถูกต้องเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.11 React Logo

ที่มา: <https://bit.ly/33B5yXf>

2.2.9 Firebase

Firebase เป็น Platform ที่ช่วยจัดการในส่วนของ Server Side ที่จะรวบรวมเครื่องมือต่างๆ ซึ่งมีประสิทธิภาพ และสามารถลดเวลารวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการพัฒนาแอปพลิเคชันได้อีกด้วย ซึ่ง Firebase สามารถรองรับได้หลาย Platform ทั้ง IOS APP, Android App และ Web App



รูปที่ 2.12 Firebase Logo

ที่มา: <https://bit.ly/2UqLu6T>

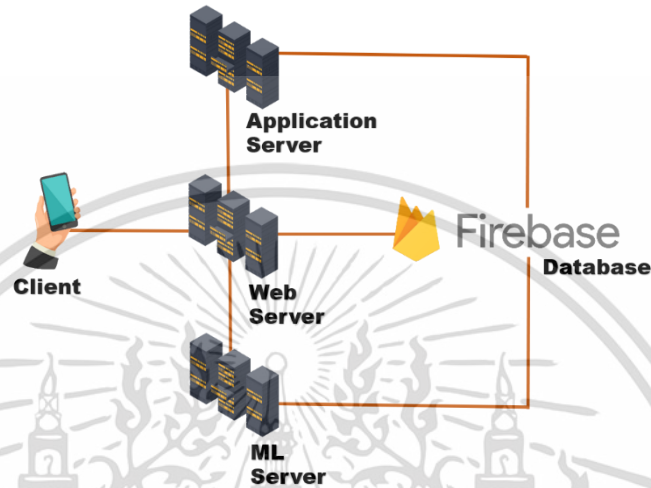
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนา

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบแสดงในรูปภาพ 3.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

โครงการนี้ทำการออกแบบเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถให้ผู้ใช้เข้ามาศึกษาพุทธคุณ ข้อมูลต่าง ๆ ของพระเครื่องแต่ละองค์และยังสามารถให้ผู้ใช้อัปโหลดรูปถ่ายของพระเครื่องขึ้นมายัง เว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้ทางเว็บแอปพลิเคชันประมวลผลและตอบกลับไปว่าเป็นพระรุ่นใด

โดยในระบบจำแนกพระเราจะใช้ Convolution Neural Network ทำการดึงคุณลักษณะของ ภาพออกมาวิเคราะห์แล้วตอบกลับว่าเป็นพระรุ่นใด และจะจัดเก็บภาพที่ผู้ใช้อัปโหลดมาไปที่ Firebase เพื่อที่จะเป็นข้อมูลเพื่อนำกลับมาสอนระบบจำแนกพระอีกครั้งในอนาคต

3.2 รายละเอียดการทำงานของระบบจำแนกพระเครื่อง

รายละเอียดการทำงานของระบบจำแนกพระเครื่องแสดงในรูปภาพ 3.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.2 รายละเอียดการทำงานของระบบจำแนกพระเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ผู้ใช้งานนำภาพเข้าสู่ระบบ

ผู้ใช้อัปโหลดภาพที่ต้องการเข้าสู่ระบบ

3.2.2 ทำการจำแนกประเภทและรุ่นของพระเครื่อง

ทำการวิเคราะห์ภาพพระเครื่อง

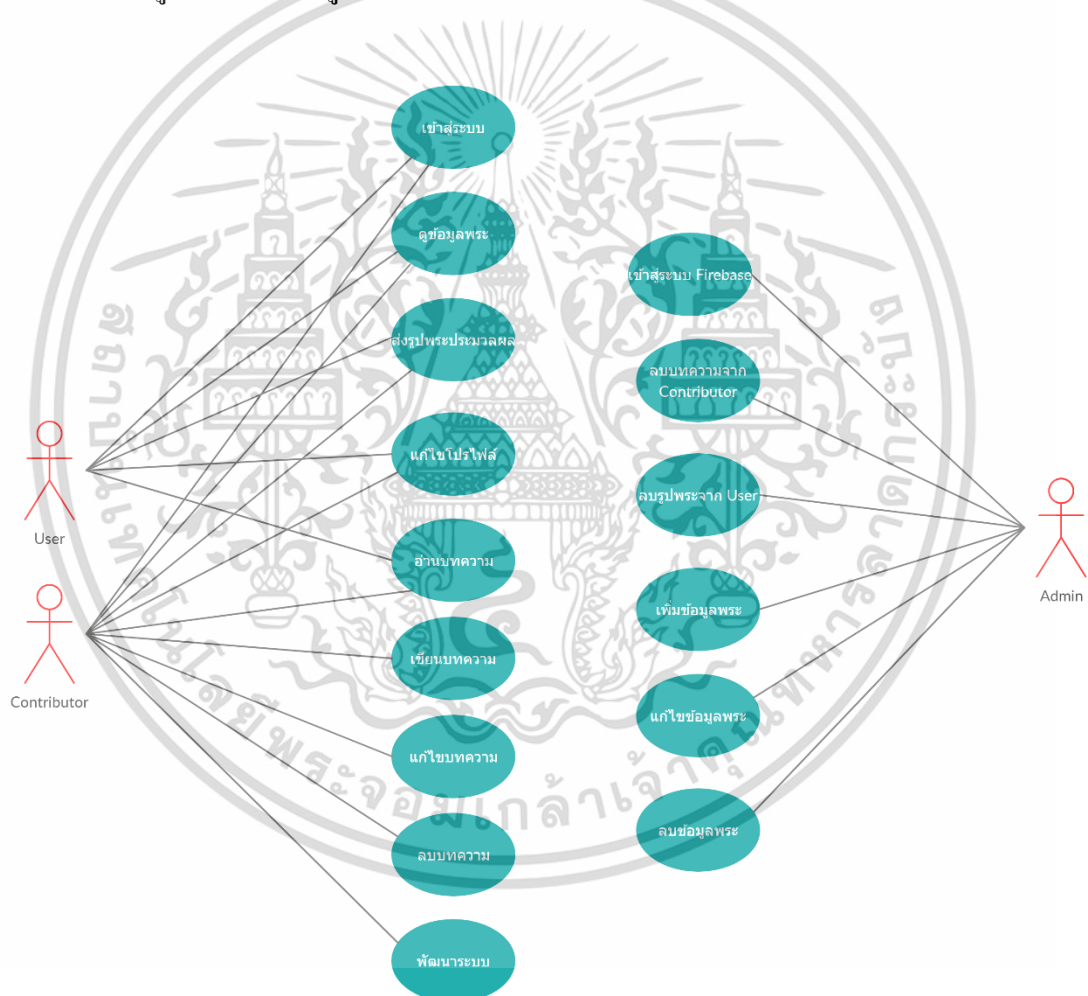
3.2.3 แสดงผลลัพธ์

แสดงรุ่นของพระเครื่องที่ผู้ใช้ส่งเข้ามา และแสดงข้อมูลของพระเครื่องให้ผู้ใช้ได้

ทำการศึกษา

3.3 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคสแสดงในรูปภาพ 3.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.3 แผนภาพยูสเคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.1 รายละเอียดของ Use Case เข้าสู่ระบบผู้ใช้

Use Case Name	เข้าสู่ระบบผู้ใช้
Actors	User
Pre-Condition	-
Brief Description	เป็นการเข้าสู่ระบบในส่วนของ User

ตาราง 3.2 รายละเอียดของ Use Case เข้าสู่ระบบแบบ Contributor

Use Case Name	เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Actors	Contributor
Pre-Condition	-
Brief Description	เป็นการเข้าสู่ระบบในส่วนของ Contributor

ตาราง 3.3 รายละเอียดของ Use Case ดูข้อมูลพระ

Use Case Name	ดูข้อมูลพระ
Actors	User, Contributor
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ใช้, เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Brief Description	เป็นการดูข้อมูลของพระในเว็บไซต์แอปพลิเคชัน

ตาราง 3.4 รายละเอียดของ Use Case ส่งรูปพระประมวลผล

Use Case Name	ส่งรูปพระประมวลผล
Actors	User, Contributor
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ใช้, เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Brief Description	เป็นการส่งรูปพระไปประมวลผลในเว็บไซต์แอปพลิเคชัน

ตาราง 3.5 รายละเอียดของ Use Case ให้คะแนนบทความ

Use Case Name	ให้คะแนนบทความ
Actors	User, Contributor
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ใช้, เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Brief Description	เป็นการให้คะแนนบทความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.6 รายละเอียดของ Use Case เขียนบทความ

Use Case Name	เขียนบทความ
Actors	Contributor
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Brief Description	เป็นการเขียนบทความของ Contributor

ตาราง 3.7 รายละเอียดของ Use Case แก้ไขบทความ

Use Case Name	แก้ไขบทความ
Actors	Contributor
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Brief Description	เป็นการแก้ไขบทความของ Contributor

ตาราง 3.8 รายละเอียดของ Use Case พัฒนาระบบ

Use Case Name	พัฒนาระบบ
Actors	Contributor
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Brief Description	เป็นส่วนที่ให้ Contributor ช่วยพัฒนาระบบเว็บไซต์

ตาราง 3.9 รายละเอียดของ Use Case เข้าสู่ระบบผู้ดูแล

Use Case Name	เข้าสู่ระบบผู้ดูแล
Actors	Admin
Pre-Condition	-
Brief Description	เป็นการเข้าสู่ระบบในส่วน Admin

ตาราง 3.10 รายละเอียดของ Use Case ลบบทความจาก Contributor

Use Case Name	ลบบทความจาก Contributor
Actors	Admin
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ดูแล
Brief Description	เป็นการที่ Admin สามารถลบบทความที่ Contributor เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.11 รายละเอียดของ Use Case ลบรูปพระจาก User

Use Case Name	ลบรูปพระจาก User
Actors	Admin
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ดูแล
Brief Description	เป็นการที่ Admin สามารถลบรูปที่ถูกเก็บจากการประมวลผล

ตาราง 3.12 รายละเอียดของ Use Case เพิ่มข้อมูลพระ

Use Case Name	เพิ่มข้อมูลพระ
Actors	Admin
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ดูแล
Brief Description	เป็นการที่ Admin เพิ่มข้อมูลพระลงในเว็บแอปพลิเคชัน

ตาราง 3.13 รายละเอียดของ Use Case แก้ไขข้อมูลพระ

Use Case Name	แก้ไขข้อมูลพระ
Actors	Admin
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ดูแล
Brief Description	เป็นการที่ Admin แก้ไขข้อมูลพระที่อยู่ในเว็บแอปพลิเคชัน

ตาราง 3.14 รายละเอียดของ Use Case ลบข้อมูลพระ

Use Case Name	ลบข้อมูลพระ
Actors	Admin
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ดูแล
Brief Description	เป็นการที่ Admin ลบข้อมูลพระที่อยู่ในเว็บแอปพลิเคชัน

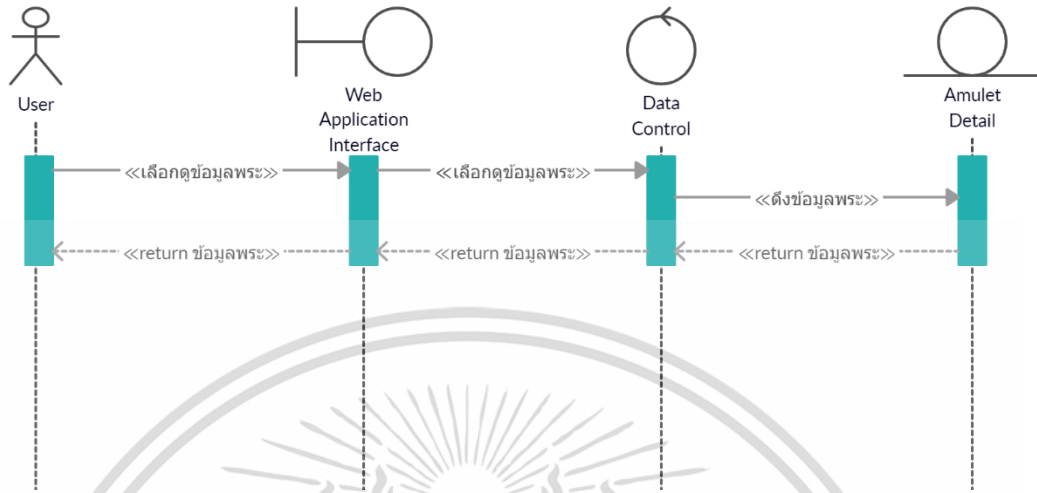
ตาราง 3.15 รายละเอียดของ Use Case แก้ไขโปรไฟล์

Use Case Name	แก้ไขโปรไฟล์
Actors	User, Contributor
Pre-Condition	เข้าสู่ระบบผู้ใช้, เข้าสู่ระบบแบบ Contributor
Brief Description	เป็นการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แผนภาพ Sequence Diagram

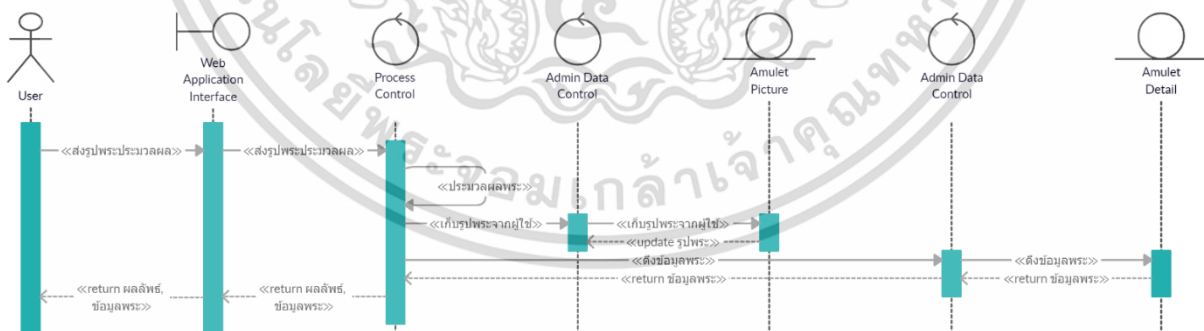
3.4.1 ลำดับการดูข้อมูลพระ



รูปที่ 3.4 ลำดับการดูข้อมูลพระ

เริ่มต้นด้วยการที่ผู้ใช้เลือกพระว่าจะดูข้อมูลของพระองค์ใดจาก Web Application Interface จากนั้นจะทำการดึงข้อมูลพระผ่าน Data Control เพื่อไปดึงข้อมูลพระที่ Amulet Detail ซึ่งจะ return ข้อมูลพระกลับไปยัง Data Control, Web Application Interface และกลับไปยังผู้ใช้ตามลำดับ ดังรูป 3.4

3.4.2 ลำดับการส่งรูปพระประมวลผล

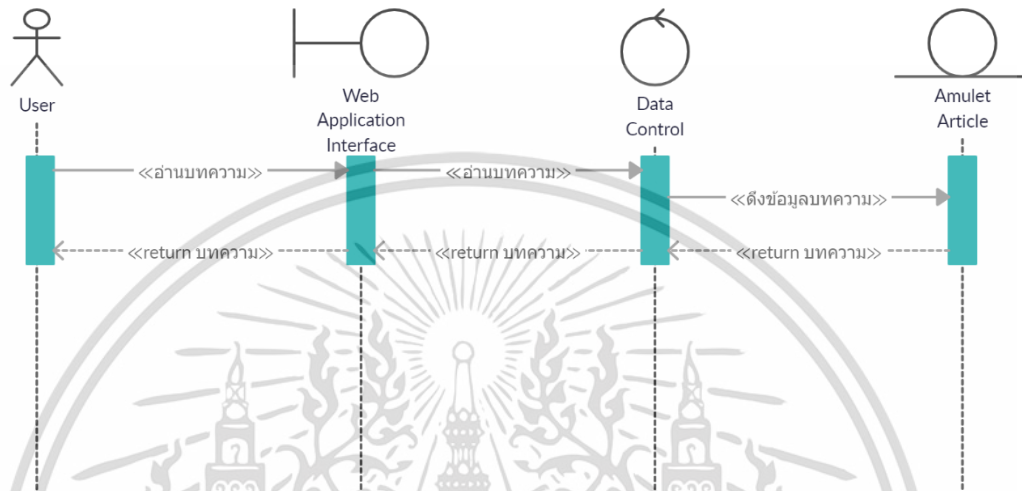


รูปที่ 3.5 ลำดับการส่งรูปพระประมวลผล

เริ่มต้นด้วยการที่ผู้ใช้เลือกรูปพระ จากนั้นรูปพระจาก Web Application Interface จะถูกส่งมายัง Process Control เพื่อทำการประมวลผลต่อมาเมื่อประมวลเสร็จจะทำการนำรูปและผลลัพธ์จากการประมวลผลไปเก็บผ่าน Admin Data Control โดยจะเก็บที่ Amulet Picture และ Update รูปพระไปยัง Admin Data Control จากนั้นก็จะทำการดึงข้อมูลของพระผ่าน Data Control เพื่อไปดึง

ข้อมูลพระที่ Amulet Detail และ return ข้อมูลพระกลับไปยัง Data Control และ Process Control ตามลำดับจากนั้น Process Control จะทำการ return ค่าทั้งค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล และ ข้อมูลของพระองค์นั้นกลับไป Web Application Interface และผู้ใช้ ตามลำดับ ดังรูป 3.5

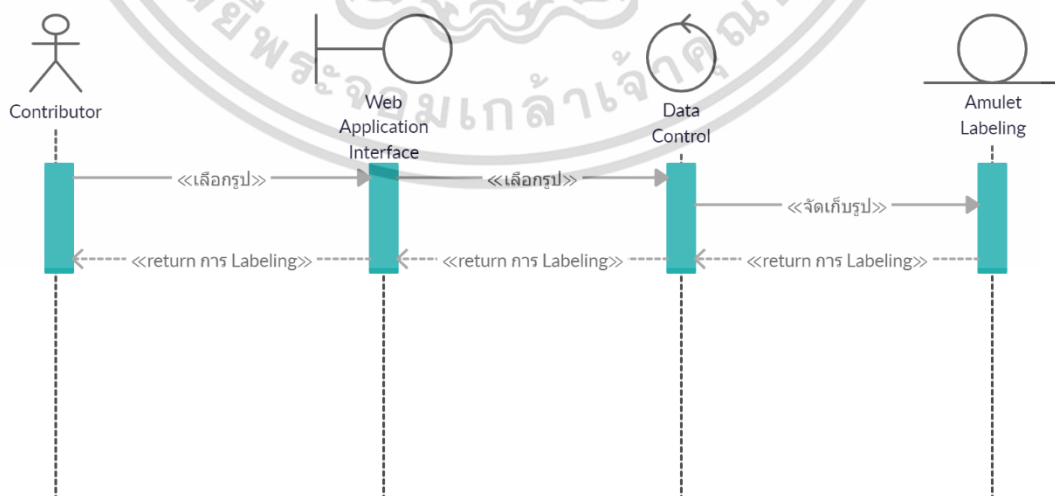
3.4.3 ลำดับการอ่านบทความ



รูปที่ 3.6 ลำดับการอ่านบทความ

เริ่มต้นด้วยการที่ User ใช้งานการอ่านบทความผ่าน Web Application Interface จากนั้น Data Control จะทำการดึงข้อมูลบทความใน Amulet Article และจะ return บทความกลับมายัง Data Control, Web Application Interface และ User ตามลำดับ ดังรูป 3.6

3.4.4 ลำดับการพัฒนาระบบ



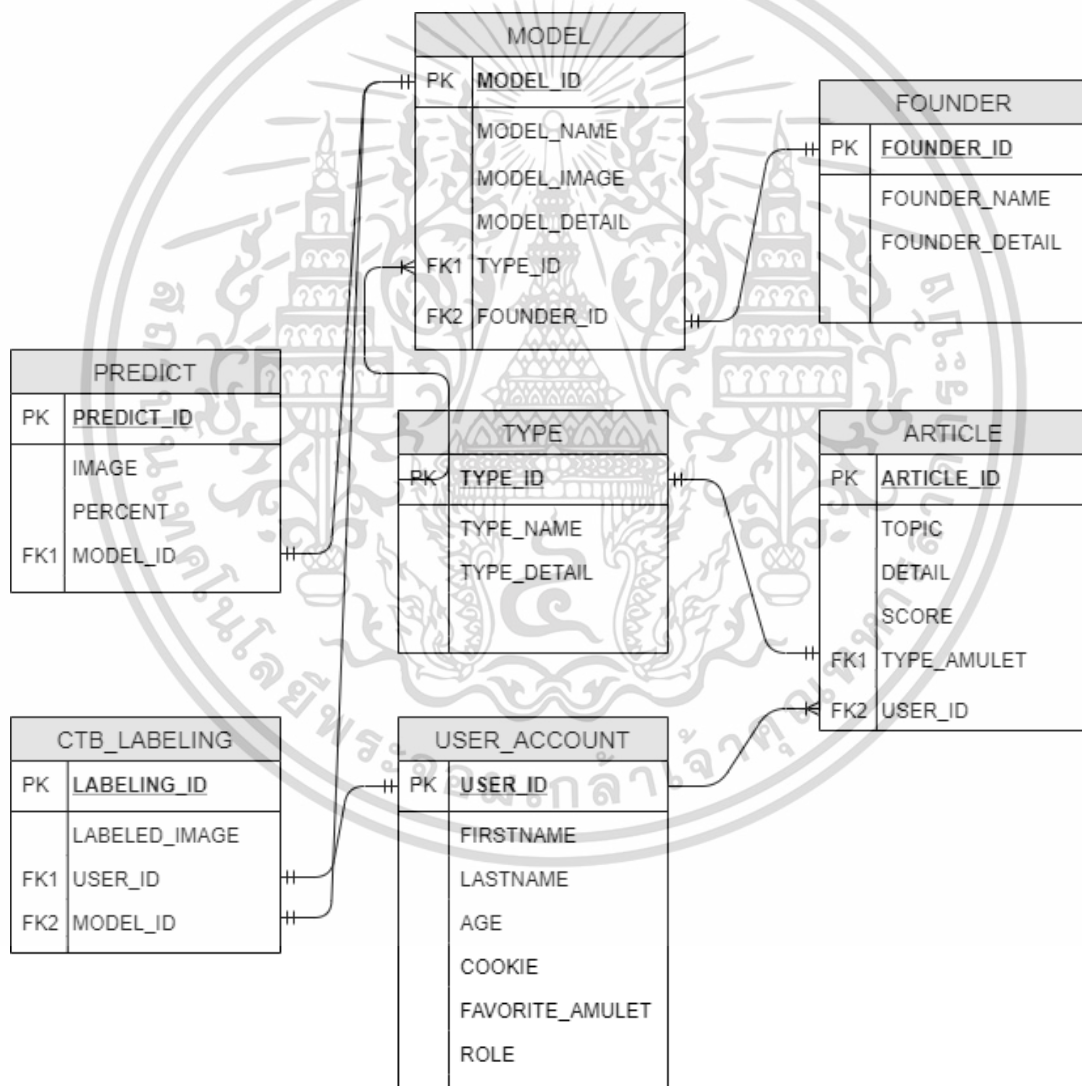
รูปที่ 3.7 ลำดับการพัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำให้ Contributor ช่วยในการพัฒนาระบบ คือจะมีการสุ่มแสดงรูปที่ถูก User ส่งมาประมวลผล และให้ Contributor เลือกว่ารูปนั้นคือพระองค์ใด พิมพ์ใต้ ผ่านหน้า User Interface ซึ่งการทำงานดังกล่าวจะเปรียบเสมือนเป็นการ Labelling ข้อมูลเพื่อช่วยคำนวณเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นของรูปพระองค์นั้น จากนั้น Data Control จะทำการเก็บรูปภาพที่ถูก Labelling ลงใน Amulet Labelling และ return การ Labelling กลับมายัง Data Control, User Interface, และ Contributor ตามลำดับ

3.5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล (Logical Data Model)

แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลแสดงในรูปภาพ 3.8 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 ตารางประเภทพระเครื่อง (TYPE)

ตารางประเภทพระเครื่อง เป็นตารางที่แสดงข้อมูลชนิดของพระเครื่องทั้งหมด ประกอบไปด้วยชื่อประเภท และรายละเอียดของแต่ละประเภท

3.5.2 ตารางพระผู้ปลุกเสก (FOUNDER)

ตารางพระผู้ปลุกเสก เป็นตารางที่แสดงข้อมูลของพระที่เป็นคนปลุกเสกพระเครื่องต่าง ๆ ประกอบไปด้วยชื่อพระ และรายละเอียดพระ

3.5.3 ตารางรุ่นพระเครื่อง (MODEL)

ตารางรุ่นพระเครื่อง เป็นตารางที่แสดงข้อมูลของพระเครื่องแต่ละรุ่น ประกอบไปด้วยชื่อรุ่น รายละเอียดแต่ละรุ่น ประเภทของพระเครื่อง และพระผู้ปลุกเสก

3.5.4 ตารางประมวลผล (PREDICT)

ตารางประมวลผล เป็นตารางที่แสดงข้อมูลของรูปถ่ายพระเครื่องที่ผู้ใช้ส่งเข้ามาในระบบ แล้วระบบส่งคำตอบกลับไป ประกอบไปด้วย รูปที่ผู้ใช้ส่งเข้ามาในระบบ เปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นที่ระบบคิดว่าเป็นพระเครื่องรุ่นไหน และรุ่นของพระเครื่อง

3.5.5 ตารางสมาชิกของผู้ใช้ (USER_ACCOUNT)

ตารางสมาชิกของผู้ใช้ เป็นตารางแสดงข้อมูลของระบบสมาชิกของผู้ใช้ ประกอบไปด้วย ชื่อ-นามสกุล อายุ ข้อมูลการใช้งาน พระเครื่องที่ผู้ใช้สนใจ และบทบาทของผู้ใช้

3.5.6 ตารางบทความ (ARTICLE)

ตารางบทความ เป็นตารางแสดงข้อมูลของบทความที่ผู้ร่วมพัฒนาเขียนขึ้นเพื่อแชร์ความรู้ ประกอบไปด้วย ชื่อบทความ รายละเอียด คะแนนรีวิวจากผู้ที่เข้ามาอ่าน ประเภทพระเครื่องที่เกี่ยวข้องกับบทความ และไอดีของผู้เขียนบทความ

3.5.7 ตารางการกำหนดค่าของข้อมูลรูปพระเครื่อง (CTB_LABELING)

ตารางการกำหนดค่าของข้อมูลรูปพระเครื่อง เป็นตารางแสดงข้อมูลของรูปที่ให้ผู้พัฒนาเป็นผู้กำหนดรุ่นของพระเครื่องในแต่ละรูป ประกอบไปด้วย ไอดีผู้ที่เป็นคนกำหนดค่า รูปที่จะถูกกำหนดค่า รุ่นพระเครื่องในแต่ละรูป

ตาราง 3.16 รายละเอียดของตารางประเภทพระเครื่อง (TYPE)

คีย์	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	TYPE_ID	INT	ไอดีประเภทพระเครื่อง
	TYPE_NAME	VARCHAR	ชื่อประเภทพระเครื่อง
	TYPE_DETAIL	VARCHAR	รายละเอียดประเภทพระเครื่อง

ตาราง 3.17 รายละเอียดของตารางพระผู้ปลุกเสก (FOUNDER)

คีย์	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	FOUNDER_ID	INT	ไอดีพระผู้ปลุกเสก
	FOUNDER_NAME	VARCHAR	ชื่อพระผู้ปลุกเสก
	FOUNDER_DETAIL	VARCHAR	รายละเอียดพระผู้ปลุกเสก

ตาราง 3.18 รายละเอียดของตารางรุ่นพระเครื่อง (MODEL)

คีย์	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	MODEL_ID	INT	ไอดีรุ่นพระเครื่อง
	MODEL_NAME	VARCHAR	ชื่อรุ่นพระเครื่อง
	MODEL_DETAIL	VARCHAR	รายละเอียดรุ่นพระเครื่อง
FK	TYPE_ID	INT	ไอดีประเภทพระเครื่อง
FK	FOUNDER_ID	INT	ไอดีพระผู้ปลุกเสก

ตาราง 3.19 รายละเอียดของตารางประมวลผล (PREDICT)

คีย์	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	PREDICT_ID	INT	ไอดีรูปที่ผู้ใช้ส่งเข้ามาในระบบ
	IMAGE	BASE64	รูปที่ผู้ใช้ส่งเข้ามาในระบบ
	PERCENT	FLOAT	ความน่าจะเป็นที่ระบบตอบ
FK	MODEL_ID	INT	ไอดีรุ่นพระเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3.20 รายละเอียดของตารางสมาชิกของผู้ใช้ (USER_ACCOUNT)

คีย์	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	USER_ID	INT	ไอดีของผู้ใช้
	FIRSTNAME	VARCHAR	ชื่อจริงของผู้ใช้
	LASTNAME	VARCHAR	นามสกุลของผู้ใช้
	AGE	INT	อายุของผู้ใช้
	COOKIE	INT	ประวัติการใช้งาน
	FAVORITE_AMULET	INT	พระเครื่องที่สนใจ
	ROLE	INT	บทบาทของผู้ใช้

ตาราง 3.21 รายละเอียดของตารางบทความ (ARTICLE)

คีย์	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	ARTICLE_ID	INT	ไอดีของบทความ
	TOPIC	VARCHAR	ชื่อของบทความ
	DETAIL	VARCHAR	รายละเอียดของบทความ
	SCORE	INT	คะแนนรีวิวจากผู้อ่าน
FK	TYPE_AMULET	INT	ประเภทของบทความ
FK	USER_ID	INT	ไอดีของผู้เขียนบทความ

ตาราง 3.22 รายละเอียดของตารางการกำหนดค่าของข้อมูลรูปพระเครื่อง (CTB_LABELING)

คีย์	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	LABELING_ID	INT	ไอดีรูปที่ถูกกำหนดค่า
	LABELED_IMAGE	BASE64	รูปที่ถูกกำหนดค่า
FK	USER_ID	INT	ไอดีของผู้กำหนดค่า
FK	MODEL_ID	INT	รุ่นพระเครื่อง

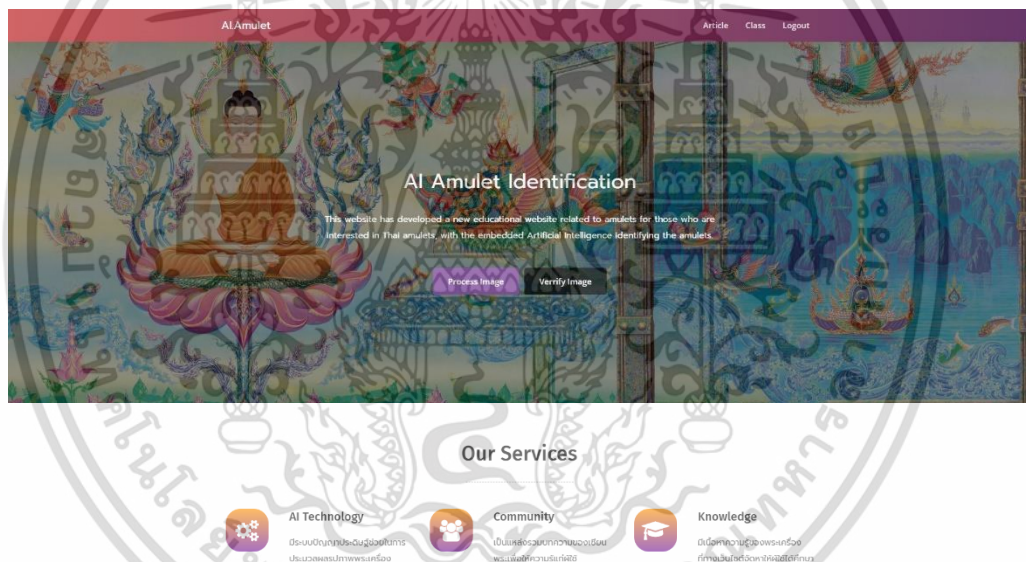
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การใช้งานและการทดลอง

4.1 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

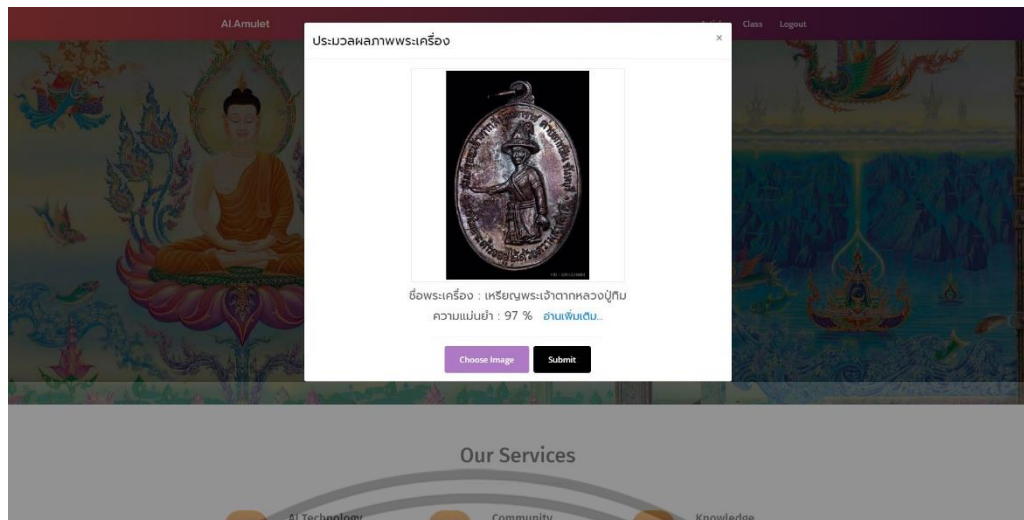
จะเป็นส่วนที่แสดงการใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 การใช้งาน คือการส่งรูปพระเครื่องเพื่อประมวลผล การช่วยพัฒนาระบบของผู้เชี่ยวชาญพระเครื่อง ส่วนของบทความพระเครื่องของผู้เชี่ยวชาญพระเครื่อง และส่วนของข้อมูลความรู้เกี่ยวกับพระเครื่องในระบบ โดยจะแสดงลำดับขั้นตอนการใช้งานดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 หน้าหลักการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

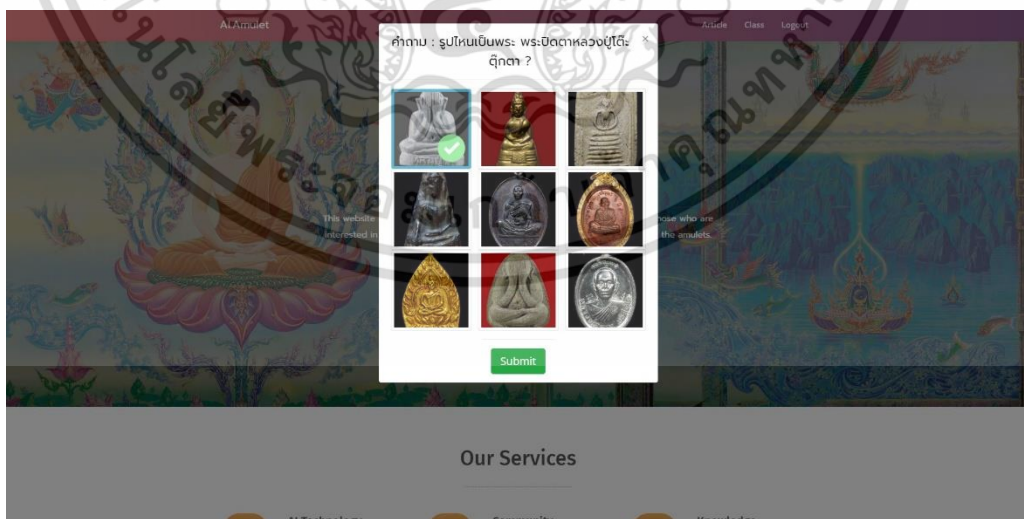
หน้าหลักของผู้ใช้งานจะแสดงการทำงาน 2 ส่วนหลักคือการส่งรูปพระเครื่องเพื่อประมวลผล และการช่วยพัฒนาระบบของผู้เชี่ยวชาญพระเครื่อง โดยในส่วนแรกจะเริ่มด้วยการส่งรูปพระเครื่องเพื่อประมวลผล โดยจะต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบก่อนจึงสามารถใช้งานในส่วนนี้ได้ ซึ่งจะมีปุ่มให้กดเลือกรูปพระเครื่องและปุ่มเพื่อกดยืนยัน จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลรูปพระเครื่องผ่านระบบปัญญาประดิษฐ์และแสดงผลดังรูปที่ 4.2 นอกจากนี้ผู้ใ้ยังสามารถอ่านข้อมูลของพระเครื่องที่เป็นผลลัพธ์ได้โดยการกดปุ่มอ่านเพิ่มเติมดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลลัพธ์ของการประมวลผล

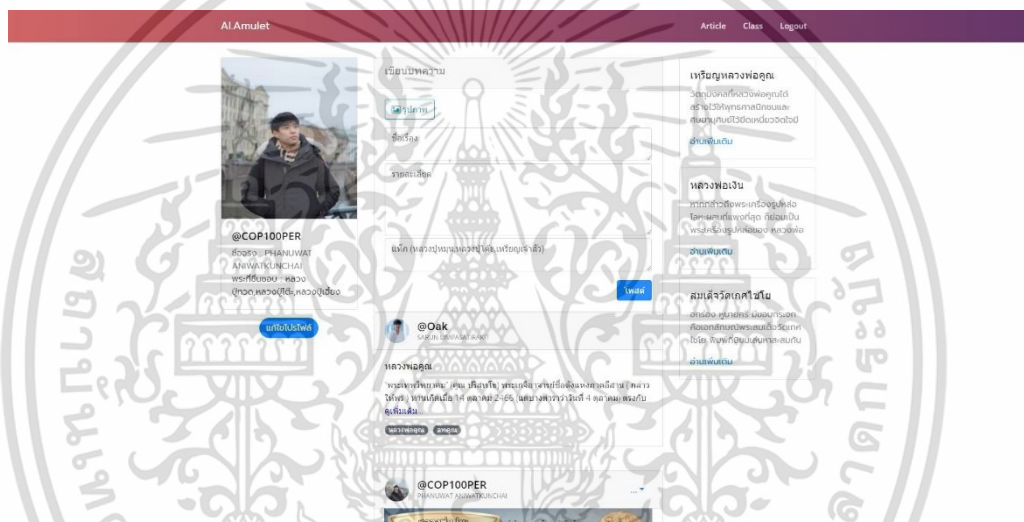
ต่อมาจะเป็นในส่วนของการช่วยพัฒนาระบบของผู้เชี่ยวชาญพระเครื่อง โดยในส่วนนี้ผู้ใช้จะต้องได้รับการยืนยันจากทางผู้พัฒนาระบบว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญจึงจะสามารถใช้งานส่วนนี้ได้ โดยในส่วนนี้จะแสดงรูปภาพพระเครื่องทั้งหมด 9 รูป โดยจะเป็นรูปภาพที่มาจากผู้ใช้ในการส่งรูปภาพประมวลผล จากนั้นให้เลือกรูปพระเครื่องให้ตรงกับคำถาม เมื่อกดยืนยันรูปพระที่ถูกเลือกจะถูกส่งเข้าระบบเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังรูป 4.3



รูปที่ 4.3 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการช่วยพัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

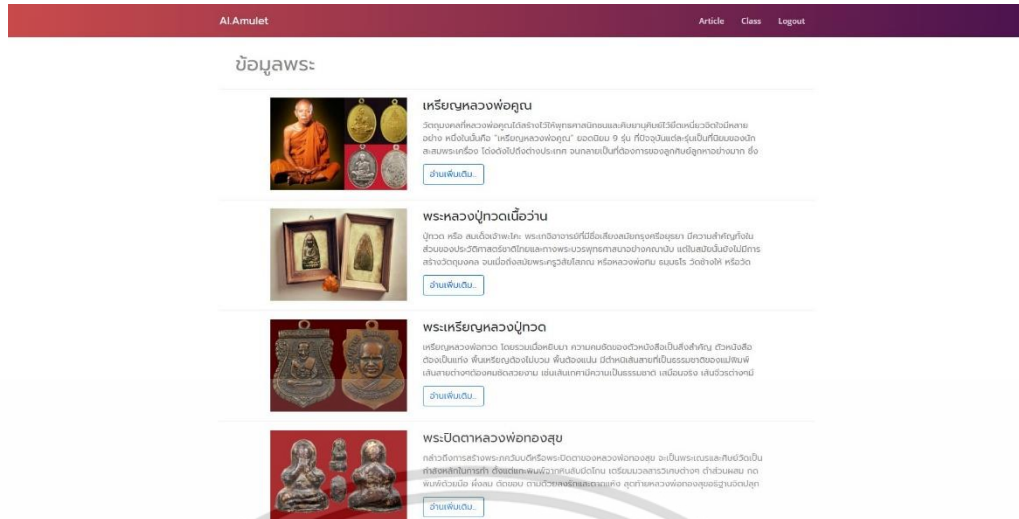
ในส่วนของการใช้งานบทความจะต้องเป็นสมาชิกของระบบเท่านั้นจึงสามารถใช้งานในส่วนนี้ได้ ส่วนของการเขียนบทความจะต้องเป็นส่วนที่ผู้เชี่ยวชาญพระเครื่องที่ได้รับการยืนยันจากทางผู้พัฒนาระบบทำการเขียนบทความให้ความรู้กับผู้ใช้รายอื่น โดยบทความที่เขียนสามารถใส่รูปภาพลงไปบทความได้ นอกจากนี้ผู้เขียนสามารถใส่แท็กเพื่อให้ผู้ใช้ที่สนใจสามารถกดเข้าไปดูบทความที่มีเฉพาะแท็กที่ต้องการได้ และผู้ใช้อังสามารถกดเข้าไปดูบทความเฉพาะผู้เขียนที่ตนเองสนใจได้เช่นกันดังรูป 4.4 ซึ่งในหน้าการใช้งานนี้ผู้ใช้อังสามารถแก้ไขโปรไฟล์ของตนเองได้ผ่านทางปุ่มด้านฝั่งซ้ายและผู้ใช้อังสามารถเปิดอ่านข้อมูลของพระเครื่องในระบบได้ผ่านทางด้านฝั่งขวาดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.4 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนในการใช้งานบทความ

ในส่วนของข้อมูลความรู้เกี่ยวกับพระเครื่องในระบบ จะเป็นส่วนที่สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบ โดยจะเป็นการรวมข้อมูลของพระเครื่องให้ได้ศึกษา ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นข้อมูลพระเครื่องที่ระบบปัญญาประดิษฐ์สามารถประมวลผลได้ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของข้อมูลความรู้พระเครื่อง

เมื่อผู้ใช้สนใจข้อมูลของพระเครื่องให้ทำการกดปุ่มอ่านเพิ่มเติมในรูป 4.5 จากนั้นผู้ใช้จะได้ข้อมูลรายละเอียดทั้งหมดของพระองค์นั้นดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนข้อมูลทั้งหมดของพระเครื่ององค์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการสมัครสมาชิกของระบบจะมีให้ใส่ข้อมูลดังนี้ รูปภาพผู้ใช้, ชื่อที่ใช้แสดง, อีเมล, วันเดือนปีเกิด, ชื่อจริง, นามสกุล, พาสเวิร์ด และ พระที่ผู้ใช้ชื่นชอบโดยจะเป็นพระที่มีในระบบเท่านั้นดังรูปที่ 4.7

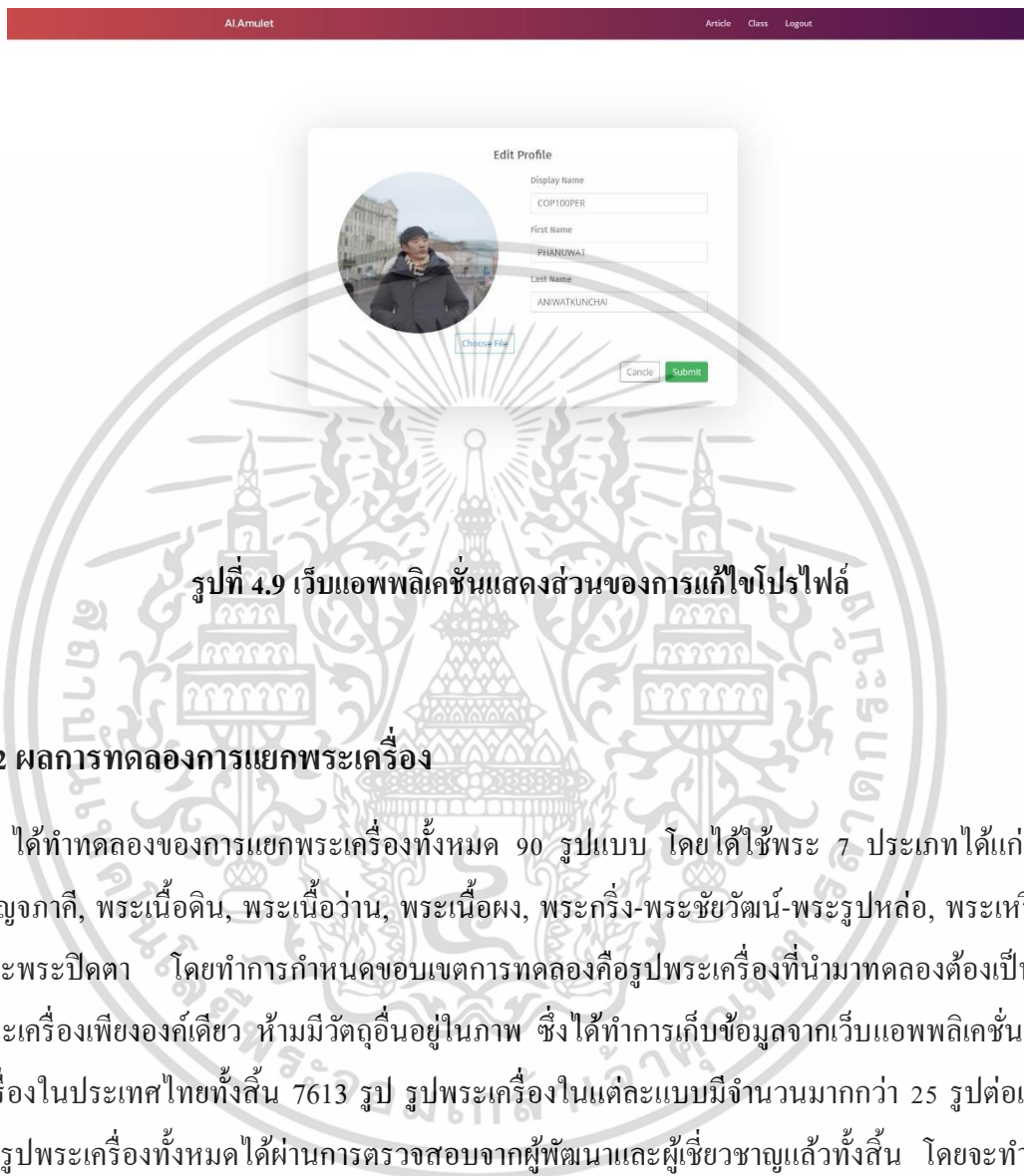
รูปที่ 4.7 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการสมัครสมาชิก

ในส่วนของการเข้าสู่ระบบ ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบผ่านทางข้อมูลสมาชิกหรือสามารถเข้าสู่ระบบผ่านทางโซเชียลมีเดียดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการแก้ไขโปรไฟล์ ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลรูปที่ใช้แสดง, ชื่อที่ใช้แสดง, ชื่อจริง และนามสกุลดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 เว็บแอปพลิเคชันแสดงส่วนของการแก้ไขโปรไฟล์

4.2 ผลการทดลองการแยกพระเครื่อง

ได้ทำทดลองของการแยกพระเครื่องทั้งหมด 90 รูปแบบ โดยได้ใช้พระ 7 ประเภทได้แก่พระเบญจภาคี, พระเนื้อดิน, พระเนื้อวาน, พระเนื้อผง, พระกริ่ง-พระชัยวัฒน์-พระรูปหล่อ, พระเหรียญ และพระปิดตา โดยทำการกำหนดขอบเขตการทดลองคือรูปพระเครื่องที่นำมาทดลองต้องเป็นรูปพระเครื่องเพียงองค์เดียว ห้ามมีวัตถุอื่นอยู่ในภาพ ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลจากเว็บแอปพลิเคชันพระเครื่องในประเทศไทยทั้งสิ้น 7613 รูป รูปพระเครื่องในแต่ละแบบมีจำนวนมากกว่า 25 รูปต่อแบบ ซึ่งรูปพระเครื่องทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้พัฒนาและผู้เชี่ยวชาญแล้วทั้งสิ้น โดยจะทำการแบ่งเป็นข้อมูลสำหรับ Training set 60 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลสำหรับ Testing set 20 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลสำหรับ Validation set 20 เปอร์เซ็นต์

4.2.1 พระเครื่องที่นำมาทดลองการแยกพระเครื่อง

1. เหรียญหลวงพ่อกุณปี2517
2. เหรียญนั่งพานหลวงพ่อกุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เจริญรุ่งแรกหลวงพ่อกุณ
4. เจริญหลวงพ่อกุณรุ่นสร้างบารมีปี2519
5. เจริญเจริญพรหลวงพ่อกุณ
6. หลวงปู่ทวดวัดช้างไห้เนื้อว่านปี2497พิมพ์พระรอด
7. หลวงปู่ทวดวัดช้างไห้เนื้อว่านปี2497พิมพ์กลาง
8. หลวงปู่ทวดวัดช้างไห้เนื้อว่านปี2497พิมพ์ใหญ่
9. หลวงปู่ทวดวัดช้างไห้เนื้อว่านปี2524พิมพ์พระรอด
10. หลวงปู่ทวดวัดช้างไห้เนื้อว่านปี2524พิมพ์กลาง
11. หลวงปู่ทวดวัดช้างไห้เนื้อว่านปี2524พิมพ์ใหญ่
12. เจริญหลวงปู่ทวดวัดช้างไห้รุ่น3
13. เจริญเม็ดแดงหลวงปู่ทวด
14. เจริญเดือนสมณศักดิ์หลวงปู่ทวดวัดช้างไห้
15. พระปิดตาหลวงพ่อทองสุขวัดสะพานสูง
16. พระปิดตาหลวงพ่อบัณฑิตทอง
17. เจริญกรมหลวงชุมพรหลวงปู่ทิม
18. เจริญหลวงปู่ทิมนั่งพาน
19. เจริญนาคปรกไตรมาสหลวงปู่ทิม
20. เจริญนาคปรกจ้อยหลวงปู่ทิม
21. เจริญหลวงปู่ทิมห่วงเชื่อม
22. เจริญเจริญพรสองหลวงปู่ทิม
23. เจริญเจริญพรบนหลวงปู่ทิม
24. เจริญเจริญพรล่างหลวงปู่ทิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. เหรียญพระเจ้าตากหลวงปู่ทิม
26. เหรียญเสมาหลวงปู่ทิม
27. เหรียญหลวงปู่ศุขวัดปากคลองมะขามเต่า
28. พระเนื้อดินหลวงพ่อบานพิมพ์ทรงกรูท
29. พระเนื้อดินหลวงพ่อบานพิมพ์ทรงนก
30. พระเนื้อดินหลวงพ่อบานพิมพ์ทรงปลา
31. พระเนื้อดินหลวงพ่อบานพิมพ์ทรงหนุมาน
32. พระเนื้อดินหลวงพ่อบานพิมพ์ทรงเม่น
33. พระเนื้อดินหลวงพ่อบานพิมพ์ทรงไก่
34. พระผงสุพรรณ
35. พระเนื้อดินพระคงลำพูน
36. พระกริ่งพระพุทธรชินราชอิน โฉจีนพิมพ์ต้อ
37. พระกริ่งพระพุทธรชินราชอิน โฉจีนพิมพ์สังฆาฎิยาว
38. พระกริ่งพระพุทธรชินราชอิน โฉจีนพิมพ์สังฆาฎิสั้น
39. พระผงของขวัญวัดปากน้ำรุ่นแรก-รุ่นสอง
40. พระผงของขวัญวัดปากน้ำรุ่นสาม
41. พระผงของขวัญวัดปากน้ำรุ่นสี่
42. พระผงสมเด็จพระบางขุนพรหมพิมพ์ฐานคู่
43. พระผงสมเด็จพระบางขุนพรหมพิมพ์ฐานแซม
44. พระผงสมเด็จพระบางขุนพรหมพิมพ์ใหญ่
45. พระผงสมเด็จพระบางขุนพรหมพิมพ์สังฆาฎิ
46. พระผงสมเด็จพระบางขุนพรหมพิมพ์อกกรูท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

47. พระผงสมเด็จพระนางพรมพิมพ์เส้นด้าย
48. พระผงพระสมเด็จวัดระฆัง
49. พระผงดวงเศรฐ์หลวงปู่หมุน
50. พระผงนั่งตั้งหลวงปู่หมุน
51. พระรูปหล่อรอยทันใจหลวงปู่หมุน
52. เหรียญมนต์พระกาฬหลวงปู่หมุน
53. เหรียญมิ่งครุหลวงปู่หมุน
54. เหรียญหล่อรอยทันใจหลวงปู่หมุน
55. เหรียญหลวงปู่หมุนรุ่นแรก
56. เหรียญหมุนเงินหมุนทองหลวงปู่หมุน
57. เหรียญเม็ดเตงหลวงปู่หมุน
58. เหรียญเสมามหาสมปรารถนาหลวงปู่หมุน
59. เหรียญเล็กหน้าใหญ่หลวงปู่หมุน
60. เหรียญหลวงพ่อกันต์วัดพระญาติ
61. พระผงสมเด็จพระเกจิไชโยพิมพ์หกชั้น
62. พระผงสมเด็จพระเกจิไชโยพิมพ์เจ็ดชั้น
63. พระรูปหล่อหลวงพ่ोजิน
64. เหรียญเจ้าสัวสองหลวงปู่บุญวัดกลางบางแก้ว
65. เหรียญเจ้าสัวสามหลวงปู่บุญวัดกลางบางแก้ว
66. พระปิดตาหลวงปู่เอี่ยมวัดสะพานสูง
67. พระปิดตาหลวงปู่เอี่ยมวัดหนังพิมพ์ข้าวตอกแตก
68. พระปิดตาหลวงปู่เอี่ยมวัดหนังพิมพ์ยันต์ขี้ผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

69. พระปิดตาทรงปูเอี่ยมวัดหนังพิมพ์สังฆาฏิ
70. เหรียญข้าวหลามตัดทรงปูเอี่ยมวัดสะพานสูง
71. เหรียญเสมาทรงปูเอี่ยมวัดสะพานสูง
72. เหรียญทรงปูเอี่ยมวัดหนัง
73. พระปิดตาทรงปูเอี่ยมวัดป่าพิมพ์สะดือ
74. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์กนกข้าง
75. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์จัมโบ้สอง
76. พระปิดตาทรงปูโต๊ะตุ๊กตา
77. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์นะทะนะ
78. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์ปลดหนี
79. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์ยันต์ดวงเล็ก
80. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์หลังเต่า
81. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์เงินล้าน
82. พระปิดตาทรงปูโต๊ะพิมพ์ตามหาเสน่ห์
83. พระกริ่งหลวงพ่อโสธร80ปีกรมตำรวจ
84. พระกริ่งหลวงพ่อโสธร
85. พระชัยวัฒน์หลวงพ่อโสธร
86. เหรียญหลวงพ่อโสธรพิมพ์สองหน้า
87. เหรียญอาร์มหลวงพ่อโสธร
88. เหรียญเสมาหลวงพ่อโสธร
89. เหรียญใบโพธิ์หลวงพ่อโสธร
90. เหรียญหลวงพ่อโสธรรูปไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 วิธีที่ใช้การทดลอง

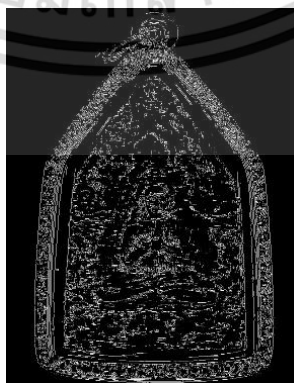
จากพระเครื่องทั้งหมด 90 แบบ ได้ทำการทดลองแยกทั้งหมด 3 วิธี โดยได้ทำการทดลองด้วยวิธี Image Processing ซึ่งได้ใช้ 2 วิธีคือ Edge Detection for Classification และ Texture Classification เนื่องจากได้ทดลองเปรียบเทียบจากงานวิจัย IMAGE-BASED THAI AMULET RECOGNITION ,งานวิจัย Buddhist Amulet Recognition System(BARS) และงานวิจัย Thai Buddhist Amulet Recognition System นอกจากนี้ได้ใช้วิธี Artificial Intelligence 1 วิธี คือ Deep Learning Convolutional Neural Network



รูปที่ 4.10 รูปพระเครื่องตัวอย่างที่ใช้สอนระบบจำแนกพระเครื่อง

4.2.2.1 การใช้วิธี Edge Detection for Classification

ในการจำแนกพระเครื่องด้วยวิธีนี้ โดยได้ทำการทดลองทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ Canny Edge, Prewitt Edge และ Sobel Edge ซึ่งในทั้งหมด 3 วิธี วิธีที่ได้ผลดีที่สุดคือ Canny Edge โดยจะได้ผลลัพธ์จากการใช้ Canny Edge Detection ดังรูป 4.11 ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ Canny Edge Detection ได้ความแม่นยำ 42 เปอร์เซ็นต์ จาก Testing set 1521 รูป



รูปที่ 4.11 รูปพระเครื่องที่ใช้วิธี Canny Edge Detection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 การใช้วิธี Texture Classification

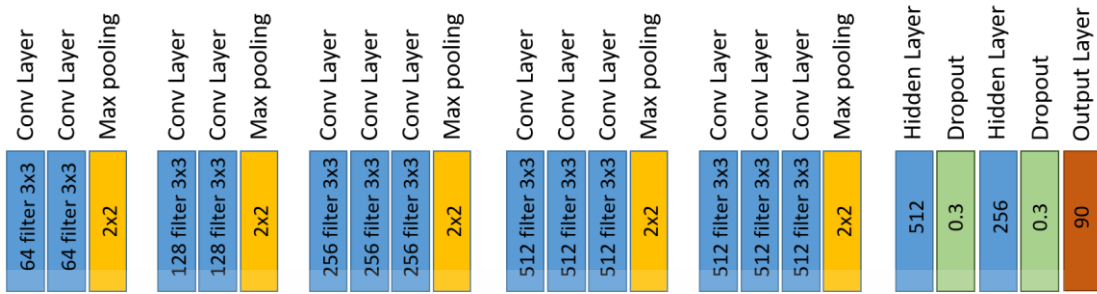
ในการจำแนกพระเครื่องด้วยวิธีนี้ จะใช้วิธี Local Binary Patterns (LBP) โดยจะเป็นการแปลงค่าของพิกเซลรูปเป็นเลขไบนารี ดังรูป 4.12 ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ Local Binary Patterns ได้ความแม่นยำ 47 เปอร์เซ็นต์ จาก Testing set 1521 รูป



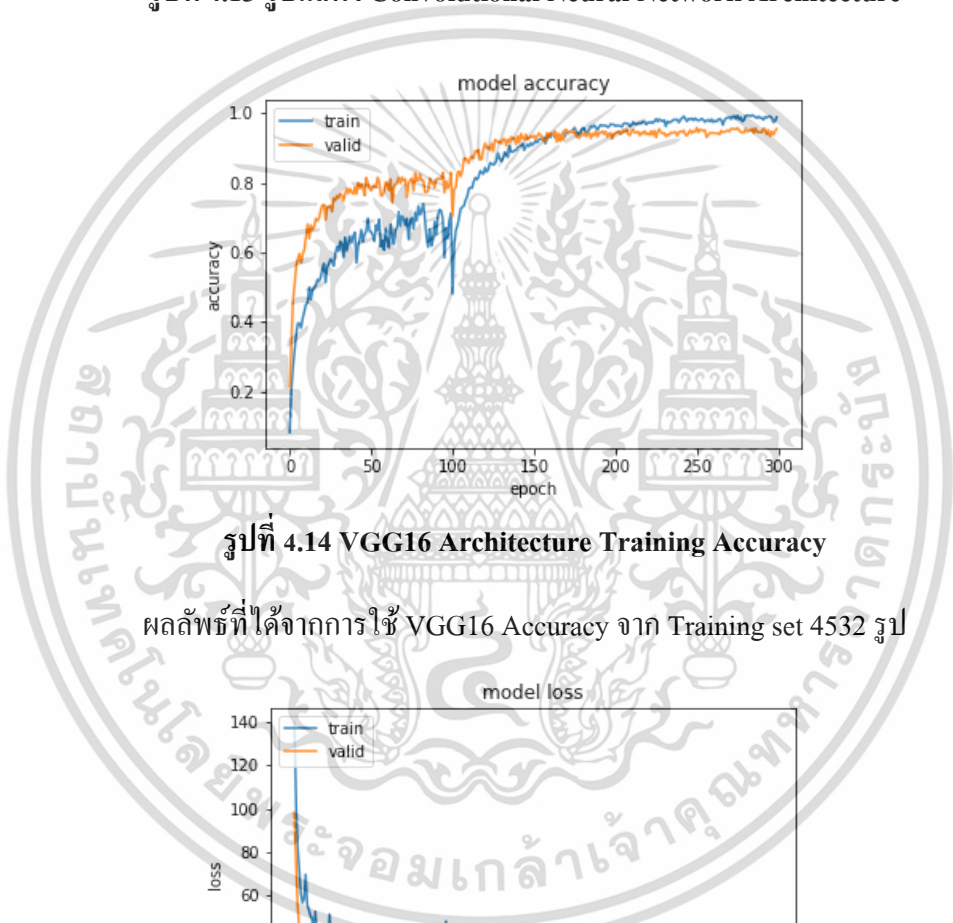
รูปที่ 4.12 รูปพระเครื่องที่ใช้วิธี Local Binary Patterns

4.2.2.3 การใช้วิธี Convolutional Neural Network

ในการจำแนกพระเครื่องด้วยวิธีนี้ได้ทำการใช้ VGG16 Architecture เฉพาะในส่วน Convolutional layer เพื่อ Extract feature ของภาพ ในขั้นตอนการเทรนโมเดลเราได้ทำการ Augment data เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้อมูลในแต่ละ Batch ซึ่งทำวิธีดังนี้ ขยับภาพในแนวแกนตั้งและแนวแกนนอน , การปรับความละเอียดของภาพ , การทำโมชันเบลอ , การปรับแสงในภาพ และ การเอียงภาพ ซึ่งมีการเทรนโมเดลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ Freez weight และ Unfreez weight ในส่วนของ Convolutional Layer ซึ่งมี Hyperparameter ที่ใช้ดังนี้ Optimizer Adam (lr = 0.001 สำหรับ Freez weight และ 0.0001 สำหรับ Unfreez weight) , Loss function = Focal Loss (gamma = 2 , alpha = 0.25) , Epoch = 300 แบ่งเป็น เทรนแบบ Freez weight = 100 epochs และ Unfreez weight = 200 epochs , Batchsize = 64 , Callback = ModelCheckpoint รับรูปขนาด 224x224x3 ผ่านเข้าโมเดลเพื่อจำแนกพระเครื่อง ซึ่งได้ทำการทดสอบกับ Testing set 1521 รูป มีความแม่นยำ 95 เปอร์เซ็นต์

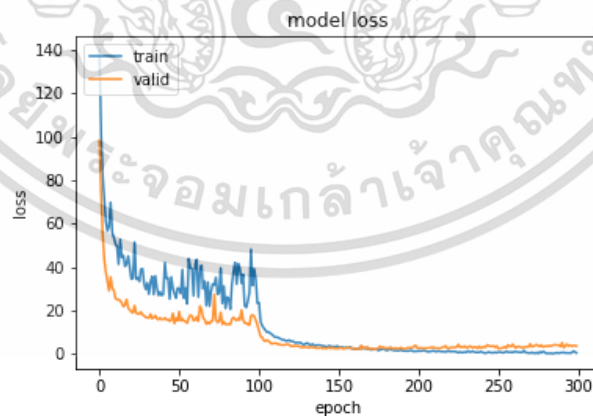


รูปที่ 4.13 รูปแสดง Convolutional Neural Network Architecture



รูปที่ 4.14 VGG16 Architecture Training Accuracy

ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ VGG16 Accuracy จาก Training set 4532 รูป



รูปที่ 4.15 VGG16 Architecture Training Loss

ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ VGG16 Loss จาก Training set 4532 รูป

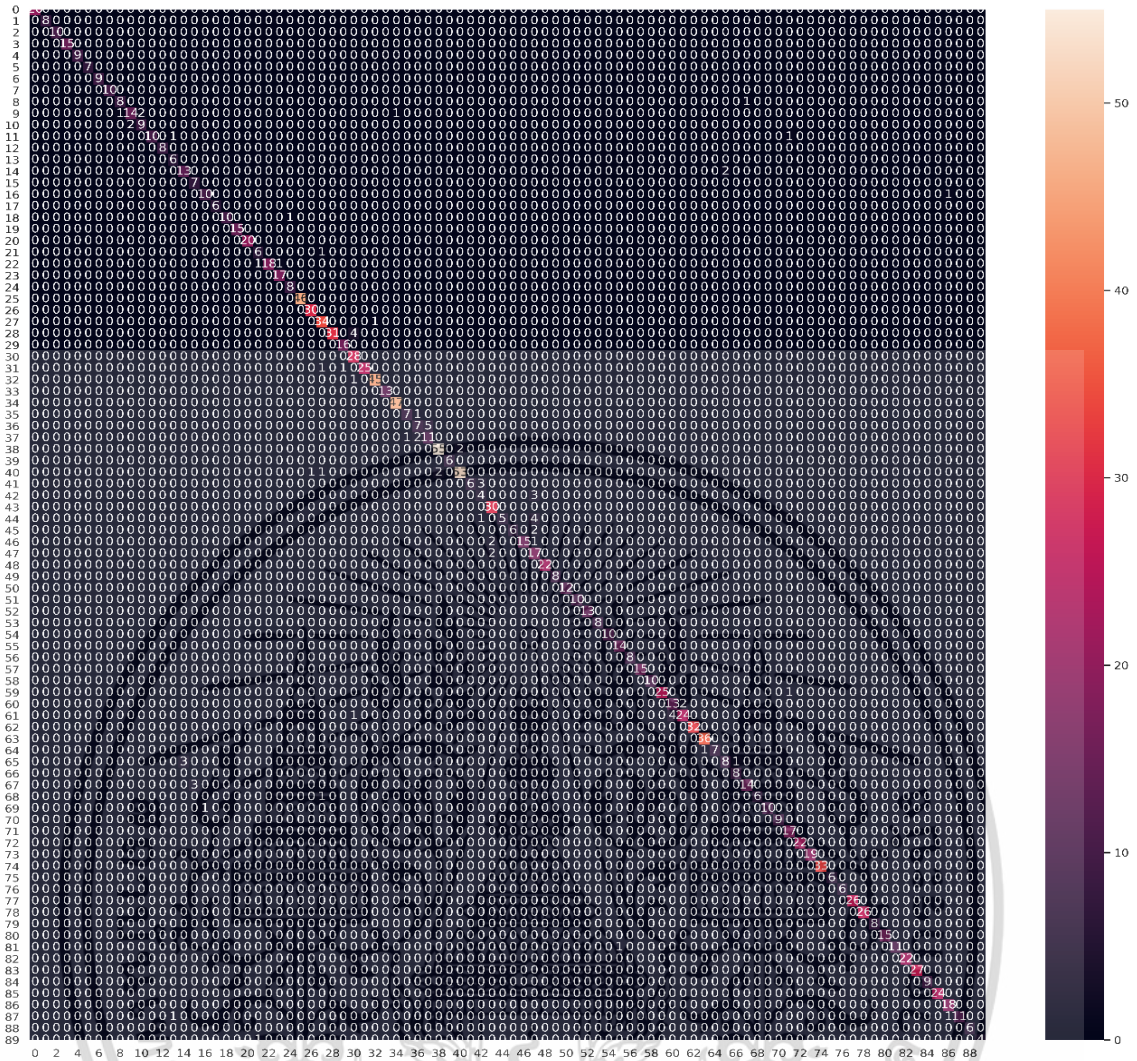
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	precision	recall	f1-score	support		precision	recall	f1-score	support
0	1.00	1.00	1.00	20	48	1.00	1.00	1.00	22
1	1.00	1.00	1.00	8	49	1.00	1.00	1.00	8
2	1.00	1.00	1.00	10	50	1.00	1.00	1.00	12
3	1.00	1.00	1.00	15	51	1.00	1.00	1.00	10
4	1.00	1.00	1.00	9	52	1.00	1.00	1.00	13
5	1.00	1.00	1.00	7	53	1.00	1.00	1.00	8
6	1.00	1.00	1.00	9	54	1.00	1.00	1.00	10
7	1.00	1.00	1.00	10	55	0.93	1.00	0.97	14
8	0.89	0.89	0.89	9	56	1.00	1.00	1.00	8
9	0.88	0.78	0.82	18	57	1.00	1.00	1.00	15
10	0.82	0.82	0.82	11	58	1.00	1.00	1.00	10
11	1.00	0.83	0.91	12	59	1.00	0.96	0.98	26
12	1.00	1.00	1.00	8	60	0.76	0.87	0.81	15
13	0.75	1.00	0.86	6	61	0.92	0.83	0.87	29
14	0.81	0.87	0.84	15	62	1.00	1.00	1.00	32
15	0.70	1.00	0.82	7	63	0.97	1.00	0.99	36
16	0.91	0.91	0.91	11	64	1.00	0.88	0.93	8
17	1.00	1.00	1.00	6	65	0.80	0.67	0.73	12
18	1.00	0.91	0.95	11	66	0.89	1.00	0.94	8
19	1.00	1.00	1.00	15	67	0.93	0.82	0.87	17
20	1.00	1.00	1.00	20	68	1.00	0.86	0.92	7
21	0.75	0.86	0.80	7	69	1.00	0.91	0.95	11
22	1.00	0.90	0.95	20	70	1.00	1.00	1.00	9
23	0.94	1.00	0.97	17	71	0.89	1.00	0.94	17
24	0.89	1.00	0.94	8	72	1.00	1.00	1.00	22
25	1.00	1.00	1.00	46	73	1.00	1.00	1.00	19
26	0.97	1.00	0.98	30	74	1.00	1.00	1.00	33
27	0.89	0.97	0.93	35	75	1.00	1.00	1.00	6
28	1.00	0.89	0.94	35	76	1.00	1.00	1.00	6
29	0.94	1.00	0.97	16	77	1.00	1.00	1.00	26
30	0.82	1.00	0.90	28	78	1.00	1.00	1.00	26
31	1.00	0.93	0.96	27	79	1.00	1.00	1.00	8
32	0.98	0.98	0.98	46	80	1.00	1.00	1.00	15
33	1.00	1.00	1.00	13	81	1.00	0.92	0.96	12
34	0.98	1.00	0.99	47	82	1.00	1.00	1.00	22
35	0.88	0.88	0.88	8	83	1.00	1.00	1.00	27
36	0.70	0.58	0.64	12	84	1.00	1.00	1.00	9
37	0.69	0.79	0.73	14	85	1.00	1.00	1.00	24
38	0.96	0.96	0.96	57	86	0.90	1.00	0.95	18
39	1.00	1.00	1.00	6	87	1.00	0.85	0.92	13
40	0.96	0.93	0.95	57	88	1.00	1.00	1.00	6
41	1.00	0.67	0.80	9	89	1.00	0.80	0.89	5
42	0.50	0.57	0.53	7					
43	0.88	1.00	0.94	30	accuracy			0.95	1521
44	1.00	0.50	0.67	10	macro avg	0.95	0.94	0.94	1521
45	1.00	0.75	0.86	8	weighted avg	0.95	0.95	0.95	1521
46	1.00	0.83	0.91	18					
47	0.63	0.89	0.74	19					

รูปที่ 4.16 Classification Report

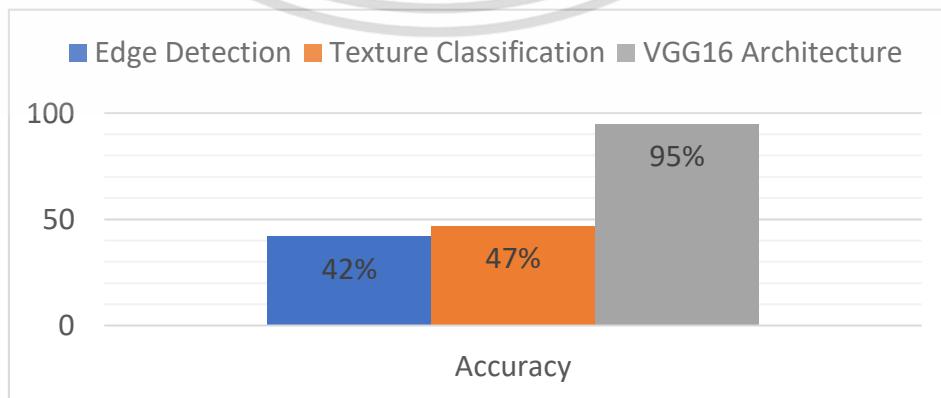
ทำการทดสอบกับ Testing set 1521 รูป โดยให้ความสำคัญกับค่า f1-score ซึ่งมีผลลัพธ์ 0.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 Confusion Matrix

จากวิธีที่ได้ทดลองทั้งหมด 3 วิธี วิธีที่ได้ผลลัพธ์ดีที่สุดจะเป็นวิธี VGG16 Architecture ได้ความแม่นยำมากถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ความแม่นยำแตกต่างกับวิธี Image Processing ทั้ง 2 วิธี ได้ผลความแม่นยำค่อนข้างต่ำกว่า ดังรูป 4.18

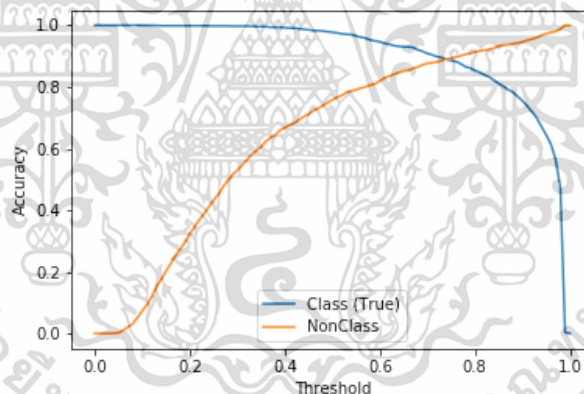


รูปที่ 4.18 รูปการเปรียบเทียบผลความแม่นยำทั้ง 3 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4 การแก้ไขปัญหาข้อมูลรูปที่ไม่ได้อยู่ในระบบ

เนื่องจากมีโอกาสที่รูปพระเครื่องที่ส่งเข้ามาประมวลผลในระบบ ซึ่งเป็นรุ่นพระเครื่องที่ระบบไม่รู้จักเพราะไม่มีข้อมูลในส่วนนั้นในการสอนให้ระบบเรียนรู้ แต่เนื่องจากวิธี Convolutional Neural Network จำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ความน่าจะเป็นของคำตอบทั้งหมด 90 คลาสเพราะมี ฟังก์ชัน Softmax ในตอนท้าย ดังนั้นจึงทำการตั้ง Threshold เท่ากับ 0.75 ถ้ามีค่าของผลลัพธ์ที่มีค่าน้อยกว่านั้นจะให้ผลลัพธ์เป็น ระบบไม่สามารถประมวลผลได้ หรือ Unknown ซึ่งในส่วนนี้ได้ทดลองกับข้อมูลที่ระบบไม่รู้จักทั้งสิ้น 1442 รูป ประกอบด้วยรูปพระเครื่อง 1036 รูป และ รูปที่ไม่ใช่พระเครื่อง 406 รูป โดยจะมีรูปที่ได้คำตอบออกมาเพียง 156 รูป และ รูปที่ถูกตอบว่าเป็น Unknown 1286 รูป เนื่องจากการแก้ไขปัญหาส่วนนี้จะส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ในระบบทำให้ข้อมูลในส่วน Testing 1521 รูป ซึ่งรูปที่ระบบตอบถูก 1442 รูป แต่จะมีบางรูปในนั้นที่ผลลัพธ์ไม่เกิน Threshold ถูกตอบว่าเป็น Unknown ทำให้มีผลลัพธ์ที่ระบบตอบถูกเหลือทั้งสิ้น 1282 รูป และรูปที่ระบบตอบผิด 79 รูปแต่จะมีบางรูปในนั้นที่ผลลัพธ์ไม่เกิน Threshold จะตอบว่าเป็น Unknown ทำให้มีผลลัพธ์ที่ระบบตอบผิดเหลือทั้งสิ้น 19 รูป



รูปที่ 4.19 รูปการเปรียบเทียบ Threshold กับ ผลลัพธ์ความแม่นยำของระบบ

การเปรียบเทียบ Threshold ระหว่างข้อมูลที่ระบบรู้จักที่ตอบถูก กับข้อมูลที่ระบบไม่รู้จัก

บทที่ 5

การใช้งานและการทดลอง

5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ

- 1) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการสร้างปัญญาประดิษฐ์
- 2) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ React และ Express
- 3) ได้นำพระเครื่องของประเทศไทยมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีสมัยใหม่

ตาราง 5.1 สรุปผลการทำงานของระบบ

ลำดับ	หัวข้อการทำงาน	ผลลัพธ์
1.	จำแนกพระเครื่อง พิมพ์พระเครื่อง	✓
2.	สร้างแหล่งความรู้ศึกษาพระเครื่อง	✓
3.	ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญพระเครื่อง	✓
4.	สามารถให้ผู้เชี่ยวชาญพระเครื่องช่วยพัฒนาระบบ	✓
5.	สร้างระบบให้เกิดการ self-learning	✓

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการทำโครงการส่วนที่สำคัญที่สุดคือส่วนของ Dataset ซึ่งการทำ Dataset พระเครื่องในจำนวนมากเป็นเรื่องค่อนข้างลำบาก เนื่องจากแหล่งข้อมูลนั้นอาจจะให้ข้อมูลของพระเครื่องที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน ต่อมาจะเป็นส่วนของจำนวนของพระเครื่องแต่ละองค์ เนื่องจากพระเครื่องแต่ละองค์มีจำนวนที่ไม่เท่ากันของพระเครื่องในแต่ละองค์และในการศึกษาการแยกพิมพ์พระทำให้ต้องศึกษาอย่างละเอียดเกี่ยวกับรายละเอียดของแต่ละพิมพ์ ซึ่งทำให้ต้องหาข้อมูลของพระแต่ละองค์ แต่ข้อมูลเหล่านั้นอยู่ค่อนข้างกระจัดกระจาย ทำให้ต้องศึกษาจากหลายแหล่งข้อมูล และนอกจากนั้นพระเครื่องบางองค์ไม่ได้มีการให้ความรู้เกี่ยวกับพิมพ์พระเครื่องมากนัก ทำให้ต้องสอบถามจากผู้ผู้เชี่ยวชาญ

5.3 แผนการพัฒนาต่อ

- 1) สร้างการติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับผู้สนใจทางด้านพระเครื่อง
- 2) ผลักดันให้เป็นแหล่ง Communication อันดับหนึ่งของพระเครื่องไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Medium, Sumit Saha. 2561. **A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks.** [Online].

Available : <https://bit.ly/2Xhvaq3>

Github, aleju. 2558. **Image augmentation for machine learning experiments.** [Online].

Available : <https://github.com/aleju/imgaug>

Dlology , Chengwei 2561. **Multi-class classification with focal loss for imbalanced datasets.** [Online].

Available : <https://shorturl.at/jmxUZ>

sites.google.com. **ประเภทพระเครื่อง.** [Online].

Available : <https://bit.ly/33R9Eur>

ethesisarchive, Thanachai Sauthananusuk. 2559. **IMAGE-BASED THAI AMULET RECOGNITION.** [Online].

Available : <https://bit.ly/33PHLmI>

ieeexplore, Chomtip Pornpanomchai, Terapong Pornaudomdaj, Juti Wongkorsub and Pimluk Vessawasdi. 2553. **Buddhist Amulet Recognition System (BARS).** [Online].

Available : <https://goo.gl/fyNtkH>

ia-e.org, Chomtip Pornpanomchai, Waranat Kitiyanan. 2557. **Thai Buddhist Amulet Recognition System.** [Online].

Available : <https://bit.ly/2CHrsMK>