



การพัฒนาโปรแกรมสร้างผลเฉลยข้อมูลสำหรับฝึกสอนโมเดลปัญญาประดิษฐ์
ทางการแพทย์

โดย

นายกันตพล แท่นประทุม
นางสาวกานชญา นิลพันธุ์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การพัฒนาโปรแกรมสร้างผลเฉลยข้อมูลสำหรับฝึกสอนโมเดลไมโครบอตปัญญา
ประดิษฐ์ทางการแพทย์

โดย

นายกันตพล แท่นประทุม
นางสาวกานชนยา นิลพันธุ์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

**Development of a Data Labeling Program for Training Medical AI
Models**

BY

Mr. Kantapol Thanprathum
Miss Kunchaya Nillaphand

A FINAL-YEAR PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
COMPUTER SCIENCE
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2024
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

(3)

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานโครงการพิเศษ

ของ

นายกันตพล แท่นประทุม
นางสาวกานชนยา นิลพันธุ์

เรื่อง

การพัฒนาโปรแกรมสร้างผลเฉลยข้อมูลสำหรับฝึกสอนโน้ตเดลป์กลุ่มประชาดิจิทัลทางการแพทย์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
เมื่อ วันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2568

อาจารย์ที่ปรึกษา

_____ ๙๗

(รศ.ดร.ธนาธร ทะนานทอง)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ

_____ ๖๘๗๔๙ ชลารักษ์

(อ.ดร.นวฤกษ์ ชลารักษ์)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ

(ผศ.ดร.ปกป้อง ส่องเมือง)

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานโครงการพิเศษ

ของ

นายกันตพล แท่นประทุม
นางสาวกานชนยา นิลพันธุ์
เรื่อง

การพัฒนาโปรแกรมสร้างผลเฉลยข้อมูลสำหรับฝึกสอนโน้มเดลปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
เมื่อ วันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2568

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.รนาธร ธนาสั�ถวงศ์)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ

(อ.ดร.นราถิกช์ ชลารักษ์)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ

(ผศ.ดร.ปกป้อง ส่องเมือง)

(1)

หัวข้อโครงการพิเศษ	การพัฒนาโปรแกรมสร้างผลเฉลยข้อมูลสำหรับฝึกสอน ไมเดลปัญญาประดิษฐ์ทางการแพทย์
ชื่อผู้เขียน	นายกันตพล แท่นประทุม
ชื่อผู้เขียน	นางสาวกานชนภา นิลพันธุ์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาบริหารคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาบริหารคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ	รศ.ดร.ธนารช ธนาวนทอง
ปีการศึกษา	2567

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันที่เทคโนโลยี AI เข้ามามีบทบาทในทุกสังคมเพื่อช่วยเหลือและพัฒนาในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางการแพทย์ที่ความแม่นยำของ AI นั้นจะช่วยให้กับความถูกต้องและจำนวนข้อมูลของผลเฉลยที่มหาศาล คณะผู้จัดทำจึงต้องการสนับสนุนและพัฒนาโปรแกรมสำหรับการสร้างผลเฉลยทางการแพทย์

เนื่องจากโปรแกรมทำผลเฉลยในปัจจุบันมีมากมายและยากที่จะทดลองได้หมด จึงมีการเลือกเปรียบเทียบโปรแกรมสร้างผลเฉลยทั้ง 6 โปรแกรมอันได้แก่ CVAT, ImageTagger, Vott, LabelMe, Label Studio, และ Roboflow ประกอบกับการศึกษาปัญหาการเก็บข้อมูลทางการแพทย์

พบว่าโปรแกรมทั้ง 6 มีฟังก์ชันที่คล้ายและแตกต่างกัน ทั้งด้านประเภทของผลเฉลยจาก การตีกรอบและแบ่งส่วน การส่องอักไฟล์ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ต่อ บางโปรแกรมมี AI ช่วยในการคาดเดาผลเฉลย จึงต้องเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมกับการสร้างผลเฉลยทางการแพทย์เพื่อนำไปเป็นโมเดลสำหรับการนำไปใช้กับ AI ต่อไป

คำสำคัญ: โปรแกรมสร้างผลเฉลย, ข้อมูลทางการแพทย์, ผลเฉลยทางการแพทย์

(2)

Thesis Title	Development of a Data Labeling Program for Training Medical AI Models
Author	Mr. Kantapol Thanprathum
Author	Miss Kunchaya Nillaphand
Degree	Bachelor of Science
Major Field/Faculty/University	Computer Science Faculty of Science and Technology Thammasat University
Project Advisor	Assoc.Prof.Dr. Tanatorn Tanantong
Academic Years	2024

ABSTRACT

In today's world, where artificial intelligence (AI) plays a significant role in every society to assist and advance various fields, including medical, the accuracy of AI heavily depends on the precision and volume of annotated data. The project team aims to support and develop a program for data labeling, especially for medical.

Given the wide variety of data label programs, six programs were selected for comparison: CVAT, ImageTagger, VoTT, LabelMe, Label Studio, and Roboflow. Additionally, the study explored challenges related to medical data collection.

It was found that these six programs share both similarities and differences in their functionalities, including the types of annotations (e.g., bounding boxes and segmentation) and file export formats suitable for further use. Some programs incorporate AI to assist in predicting.

We need to select functionalities that are most suitable for creating medical data labeling. These labels can then be used to develop models for AI applications in the medical field.

Keywords: Data Labeling, Medical Data, Medical Labeling

(3)

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการครั้งนี้ ถึงแม้จะพบอุปสรรคแต่ก็ทำให้ผู้จัดทำเติบโตขึ้น มีความรับผิดชอบ และยังต้องศึกษาข้อมูลใหม่ๆที่ไม่เคยทราบ ได้รู้จักการวางแผนงานและปรึกษากันภายในกลุ่มเพื่อที่จะให้โครงการลุล่วงตามเวลาที่กำหนด ได้มีการร่วมมือกันระหว่างเพื่อนร่วมทีม ทั้งการช่วยกันเลือกประเด็นในการทำโครงการจนถึงระยะทั้งงานเสร็จสมบูรณ์

โครงการฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ เพราะได้รับข้อมูลการจัดทำโครงการ และการเรียบเรียงข้อมูลให้มีความกระชับอ่านง่ายและถูกต้องตามรูปแบบวิธีการต่างๆรวมทั้งความคิดเห็นในด้านข้อมูลภายในโครงการว่าควรปรับปรุงแก้ไขจุดไหนอย่างไรจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ธนาธร THONG และ พี่สุเมร นักศึกษาปริญญาโท ในความดูแลของอาจารย์ธนาธร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาการคอมพิวเตอร์ และ รุ่นพี่วัยทำงาน ที่เคยให้ความสนับสนุนและมอบความช่วยเหลือในการแนะนำข้อมูลของการทำโครงการนี้ รวมทั้งขอบคุณกำลังใจจากครอบครัวที่เคยสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ทั้งร่างกายและจิตใจ

นายกันตพล แท่นประทุม
นางสาวกานชนยา นิลพันธุ์

(4)

สารบัญ

หน้า	
บทคัดย่อ	(1)
ABSTRACT	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(9)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(13)
บทที่ 1 บพนฯ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ของโครงการ	2
1.5 ข้อจำกัดของโครงการ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 Artificial Intelligence	3
2.1.2 การฝึกโมเดล	5
2.1.3 Data Labeling	7
2.1.4 ประเภทไฟล์สำหรับการส่งออก	9
2.1.5 AI กับการแพทย์	16

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการสร้างผลเฉลยข้อมูล	17
2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการสร้างผลเฉลยข้อมูลทางการแพทย์	19
2.3 เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา	19
2.3.1 GitHub	19
2.3.2 MySQL	20
2.3.3 Node.js	21
2.4 ระบบที่คล้ายคลึง	22
2.4.1 ImageTagger	22
2.4.2 CVAT	25
2.4.3 Vott	27
2.4.4 Labelme	30
2.4.5 Label Studio	32
2.4.6 Roboflow	36
 บทที่ 3 วิธีการวิจัย	 39
3.1 Design Decision	39
3.2 ภาพรวมของโครงงาน	39
3.2.1 การทดลองใช้โปรแกรมสร้างผลเฉลย	39
3.2.2 การให้ทันตแพทย์ทดลองใช้โปรแกรมสร้างผลเฉลย	39
3.3 การวิเคราะห์ขอบเขตและความต้องการของระบบ	47
3.3.1 แผนภาพกรณีศึกษา (Use case diagram)	47
3.3.2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกรณีศึกษา (Activity Diagram)	58
3.4 ประเด็นที่นำเสนอและสิ่งที่ท้าทาย	67
3.4.1 ประเด็นที่นำเสนอ	67
3.4.2 สิ่งที่ท้าทาย	67
3.5 ระบบต้นแบบและผลลัพธ์เบื้องต้น (Prototype)	67

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	77
4.1 การจัดเตรียมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์	77
4.1.1 ภาษาที่ใช้พัฒนา	77
4.1.2 โปรแกรมที่ใช้พัฒนา	77
4.1.3 คอมพิวเตอร์ที่ใช้พัฒนา	77
4.2 ผลลัพธ์โปรแกรมที่ได้	78
4.3 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบ	89
4.4 การทดสอบระบบ	93
4.4.1 ออกแบบการทดสอบระบบ Functional Testing	93
4.4.2 ออกแบบ Usability Testing	108
บทที่ 5 สรุป	111
5.1 สรุปผลการดำเนินงานปัจจุบัน	111
5.2 แผนการดำเนินงานในอนาคต	111
รายการอ้างอิง	112

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 Library ทั้งหมดที่ติดตั้งใน Node.js สำหรับพัฒนาโครงการ	21
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละโปรแกรม	38
ตารางที่ 3.1 รายละเอียด Actor ใน Use case diagram	48
ตารางที่ 3.2 รายละเอียด Use case ทั้งหมดบน Use case diagram	48
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของการสร้างบัญชีผู้ใช้	49
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของการเข้าสู่ระบบ	50
ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของการสร้างโปรเจกต์ใหม่	51
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของการลบโปรเจกต์	52
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของการปักหมุดโปรเจกต์	53
ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของการอัปโหลดรูปภาพ	54
ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของการสร้างผลเฉลย	55
ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของการส่งออกไฟล์	56
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของการออกจากระบบ	57
ตารางที่ 4.1 PC Spec(1)	77
ตารางที่ 4.2 PC Spec(2)	77
ตารางที่ 4.3 Schema ของ User	90
ตารางที่ 4.4 Schema ของ Project	90
ตารางที่ 4.5 Schema ของ Image	91
ตารางที่ 4.6 Schema ของ Project Image	91
ตารางที่ 4.7 Schema ของ Label	92
ตารางที่ 4.8 Schema ของ Image Label	92
ตารางที่ 4.9 Schema ของ Annotation	92
ตารางที่ 4.10 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 001 การสร้างบัญชีผู้ใช้	94
ตารางที่ 4.11 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 002 เข้าสู่ระบบ	97
ตารางที่ 4.12 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 003 การสร้างโปรเจค	98
ตารางที่ 4.13 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 004 การลบโปรเจค	100
ตารางที่ 4.14 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 005 การปักหมุดโปรเจค	101
ตารางที่ 4.15 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 006 การอัปโหลดรูปภาพ	102
ตารางที่ 4.16 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 007 การสร้างผลเฉลย	104
ตารางที่ 4.17 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 008 การส่งออกไฟล์	106
ตารางที่ 4.18 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 009 ออกจากระบบ	108
ตารางที่ 4.19 แสดงผลการทดสอบ	109

(8)

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการทำ Usability Test

110

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 2.1 การสร้างภาพของ AI	3
ภาพ 2.2 การสร้างข้อความของ AI	4
ภาพ 2.3 การสร้างและจดจำคำพูดของ AI	4
ภาพ 2.4 AI ผสมผสานของรถยนต์ Tesla	5
ภาพ 2.5 ตัวอย่างการทำผลเฉลยข้อมูล	7
ภาพ 2.6 ผลเฉลยรูปแบบ COCO	10
ภาพ 2.7 ผลเฉลยรูปแบบ YOLO	11
ภาพ 2.8 ผลเฉลยรูปแบบ VOX	12
ภาพ 2.9 ผลเฉลยรูปแบบ CoNLL	14
ภาพ 2.10 ผลเฉลยรูปแบบ CSV	15
ภาพ 2.11 ผลเฉลยรูปแบบ TSV	16
ภาพ 2.12 เทคโนโลยี U-Net	18
ภาพ 2.13 GitHub	19
ภาพ 2.14 MySQL	20
ภาพ 2.15 Node.js	21
ภาพ 2.16 หน้า Home ของ ImageTagger	23
ภาพ 2.17 หน้าโปรเจกต์ของ ImageTagger	23
ภาพ 2.18 การสร้างผลเฉลยของ ImageTagger	24
ภาพ 2.19 ไฟล์ผลลัพธ์	24
ภาพ 2.20 หน้าโปรเจกต์ของ CVAT	25
ภาพ 2.21 การสร้างผลเฉลยของ CVAT	26
ภาพ 2.22 การสร้างผลเฉลยของ CVAT	26
ภาพ 2.23 ไฟล์ส่งออกของ CVAT	26
ภาพ 2.24 หน้าต่างแรกของ Vott	27
ภาพ 2.25 หน้าตั้งค่าการเชื่อมต่อของโปรเจกต์ของ Vott	28
ภาพ 2.26 หน้าตั้งค่าโปรเจกต์ของ Vott	28
ภาพ 2.27 การสร้างผลเฉลยของ Vott	27
ภาพ 2.28 การสร้างผลเฉลยของ Vott	27
ภาพ 2.29 การสร้างผลเฉลยของ Vott	27
ภาพ 2.30 หน้า Dashboard ของโปรเจกต์	30
ภาพ 2.31 หน้าจอเริ่มต้นของ Labelme	31
ภาพ 2.32 การสร้างผลเฉลยในรูปแบบต่างๆของ Labelme	31
ภาพ 2.33 การสร้างผลเฉลยในรูปแบบต่างๆของ Labelme	31

ภาพ 2.34 การสร้างผลเฉลยในรูปแบบต่างๆของ Labelme	32
ภาพ 2.35 การเลือกรูปแบบสร้างผลเฉลยของ Label Studio	33
ภาพ 2.36 ไฟล์ที่โปรแกรมสามารถนำเข้าได้ของ Label Studio	33
ภาพ 2.37 ไฟล์ที่โปรแกรมสามารถส่งออกได้ของ Label Studio	34
ภาพ 2.38 การแชร์การทำผลเฉลยให้กับผู้ใช้อื่น	34
ภาพ 2.39 การแชร์การทำผลเฉลยให้กับผู้ใช้อื่น	34
ภาพ 2.40 การทำผลเฉลยรูปแบบต่างๆของ Label Studio	35
ภาพ 2.41 การทำผลเฉลยรูปแบบต่างๆของ Label Studio	35
ภาพ 2.42 การทำผลเฉลยรูปแบบต่างๆของ Label Studio	35
ภาพ 2.43 การทำผลเฉลยในRoboflow	36
ภาพ 2.44 หน้า Dataset ของ Roboflow	37
ภาพ 2.45 การเตรียมTrain Model โดยใช้ข้อมูลในDataset	37
ภาพ 3.1 แผนภูมิแสดงระยะเวลาที่ทันตแพทย์แต่ละท่านทดลองใช้โปรแกรม Label Studio เพื่อสร้างผลเฉลยข้อมูล	40
ภาพ 3.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนทันตแพทย์ที่มีคอมพิวเตอร์	40
ภาพ 3.3 แผนภูมิแสดงสัดส่วนทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ทำ Labeling	40
ภาพ 3.4 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 1	41
ภาพ 3.5 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 1	41
ภาพ 3.6 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 1	41
ภาพ 3.7 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 1	41
ภาพ 3.8 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 2	42
ภาพ 3.9 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 2	42
ภาพ 3.10 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 2	42
ภาพ 3.11 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 2	42
ภาพ 3.12 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 3	43
ภาพ 3.13 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 3	43
ภาพ 3.14 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 3	43
ภาพ 3.15 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 3	43
ภาพ 3.16 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 4	44
ภาพ 3.17 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 4	44
ภาพ 3.18 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 4	44
ภาพ 3.19 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 4	44
ภาพ 3.20 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 5	45
ภาพ 3.21 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 5	45
ภาพ 3.22 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 5	45
ภาพ 3.23 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 5	45

ภาพ 3.24 แผนภูมิแสดงปัญหาที่แพทย์ในระหว่างการสร้างผลเฉลย	46
ภาพ 3.25 ภาพแสดงกรณีที่ใช้งานระบบ	47
ภาพ 3.26 Activity Diagram ของการสร้างบัญชีผู้ใช้	58
ภาพ 3.27 Activity Diagram ของการเข้าสู่ระบบ	59
ภาพ 3.28 Activity Diagram ของการสร้างโปรเจกต์ใหม่	60
ภาพ 3.29 Activity Diagram ของการลบໂປຣຈັກ	61
ภาพ 3.30 Activity Diagram ของการปักหมุดໂປຣຈັກ	62
ภาพ 3.31 Activity Diagram ของการอัปโหลดรูปภาพ	63
ภาพ 3.32 Activity Diagram ของการสร้างผลเฉลย	64
ภาพ 3.33 Activity Diagram ของการส่งออกไฟล์	65
ภาพ 3.34 Activity Diagram ของการออกจากระบบ	66
ภาพ 3.35 หน้าแรกของໂປຣແກຣມ	67
ภาพ 3.36 การสร้างໂປຣຈັກ	68
ภาพ 3.37 การสร้างໂປຣຈັກ	68
ภาพ 3.38 การสร้างໂປຣຈັກ	68
ภาพ 3.39 สร้างໂປຣຈັກใหม่ສໍາເລັດ	69
ภาพ 3.40 ข้อมูลของໂປຣຈັກ	69
ภาพ 3.41 การอัปโหลดรูปภาพเพื่อทำData Labeling	70
ภาพ 3.42 การอัปโหลดรูปภาพเพื่อทำData Labeling	70
ภาพ 3.43 หน้าการทำ Labeling	71
ภาพ 3.44 การเปลี่ยนสีของ Label Class ที่สร้างไว้แล้ว	71
ภาพ 3.45 การเปลี่ยนสีของ Label Class ที่สร้างไว้แล้ว	72
ภาพ 3.46 การเพิ่ม Label Class อันใหม่ในขณะที่ทำการ Labeling	72
ภาพ 3.47 การเพิ่ม Label Class อันใหม่ในขณะที่ทำการ Labeling	73
ภาพ 3.48 การทำ Labeling	73
ภาพ 3.49 การทำ Labeling	74
ภาพ 3.50 การลบ Label บนรูป	74
ภาพ 3.51 การลบ Label บนรูป	75
ภาพ 3.52 ตัวเลือกชนิดของไฟล์ที่จะดาวน์โหลด	75
ภาพ 3.53 การตั้งค่าໂປຣເປັນ Favorite	76
ภาพ 3.54 การตั้งค่าໂປຣເປັນ Favorite	76
ภาพ 4.1 หน้าเข้าสู่ระบบและสร้างบัญชี	78
ภาพ 4.2 หน้าเข้าสู่ระบบและสร้างบัญชี	78
ภาพ 4.3 หน้าแสดงໂປຣທີ່ສ້າງເອົາໄວ້	79
ภาพ 4.4 หน้าช่วนຜູ້ໃຊ້ຄູນອື່ນມາຮ່ວມທຳຜລເໝລຍ	79
ภาพ 4.5 หน้าแสดงຂັ້ນຕອນການສ້າງຜລເໝລຍ	80

ภาพ 4.6 เมนูที่ Profile Icon	80
ภาพ 4.7 หน้าแสดงข้อมูลโปรไฟล์ของผู้ใช้	81
ภาพ 4.8 หน้าสร้างโปรเจกต์ใหม่	81
ภาพ 4.9 โปรเจกต์ใหม่ที่สร้างไว้ทั้งหมด	82
ภาพ 4.10 ค้นหาโปรเจกโดยใช้การใช้ Tag เป็นคีย์เวิร์ด	82
ภาพ 4.11 ตั้งค่าโปรเจกต์เป็น Favorite	83
ภาพ 4.12 หน้าอัปโหลดรูปภาพ	83
ภาพ 4.13 หน้าเตรียมการทำผลเฉลย	84
ภาพ 4.14 หน้าการสร้างผลเฉลย	84
ภาพ 4.15 การสร้าง Label Class	85
ภาพ 4.16 การสร้าง Label Clas	85
ภาพ 4.17 การสร้างผลเฉลยบนรูปภาพ	86
ภาพ 4.18 การสร้างผลเฉลยบนรูปภาพ	86
ภาพ 4.19 หน้าส่งออกรูปภาพที่ได้รับการสร้างผลเฉลยแล้ว	87
ภาพ 4.20 ไฟล์ที่ได้จากการส่งออก	87
ภาพ 4.21 ไฟล์ที่ได้จากการส่งออก	88
ภาพ 4.22 ฐานข้อมูลของโปรแกรมสร้างผลเฉลยข้อมูล	89
ภาพ 4.23 State Diagramของ UC - 001 การสร้างบัญชีผู้ใช้	93
ภาพ 4.24 State Diagramของ UC - 002 เข้าสู่ระบบ	96
ภาพ 4.25 State Diagramของ UC - 003 การสร้างโปรเจค	97
ภาพ 4.26 State Diagramของ UC - 004 การลบโปรเจค	99
ภาพ 4.27 State Diagramของ UC - 005 การปักหมุดโปรเจค	100
ภาพ 4.28 State Diagramของ UC - 006การอัปโหลดรูปภาพ	101
ภาพ 4.29 State Diagramของ UC - 007 การสร้างผลเฉลย	103
ภาพ 4.30 State Diagramของ UC - 008 การส่งออกไฟล์	105
ภาพ 4.31 State Diagramของ UC - 009 ออกจากระบบ	107

(13)

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ

คำเต็ม/คำจำกัดความ

AI

ปัญญาประดิษฐ์

Machine Learning

การเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์

open source

โปรแกรมที่มีการนำโค้ดต้นฉบับมาเผยแพร่เพื่อให้ผู้ใช้หรือผู้พัฒนารายอื่นใช้งานหรือแก้ไข

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันเทคโนโลยี AI นั้นถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นตั้งแต่ส่วนบุคคลไปจนถึงรูปแบบบริษัท รวมไปถึงทางด้านสุขภาพและการทำงานในโรงพยาบาลที่ถูกนำมาใช้ในการแพทย์อย่างเป็นทางการทั่วโลกทั้งการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวินิจฉัยโรค สนับสนุนการรักษาโรคเฉพาะบุคคล ตรวจสอบภาพถ่ายทางการแพทย์ หรือการพัฒนาระบบทางการแพทย์

แม้จะถูกใช้อย่างแพร่หลายทว่าการเก็บผลเฉลยเพื่อนำมาเป็นโมเดลในการฝึกสอน AI กลับมีปัญหาอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นจำนวนข้อมูลที่มากเกินไป ข้อมูลต้องมาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เพื่อรักษาและคงคุณภาพของโมเดล

คณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นปัญหาและตัดสินใจที่จะทำการเก็บข้อมูลสร้างผลเฉลยสำหรับการแพทย์ โดยมีการวินิจฉัยโรคจากภาพเป็นจุดเริ่มต้น เนื่องจากโรคต่าง ๆ จะมีรอยโรคปรากฏบนแผ่นเอกซเรย์หรือแม้กระทั่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อันเป็นหนึ่งในการคัดกรองโรค ขั้นแรกที่มีความสำคัญและนำไปสู่การรักษา เพื่อเป็นฐานแก่การพัฒนาระบบ AI ทางการแพทย์ในอนาคตต่อไป

จึงมีการเลือกใช้โปรแกรมสร้างผลเฉลยทั้ง 6 โปรแกรมอันได้แก่ CVAT ,ImageTagger ,Vott ,LabelMe, Label Studio และ Roboflow เพื่อเปรียบเทียบและนำไปสู่การออกแบบโปรแกรมเพื่อสร้างผลเฉลยในขั้นถัดไป

1.2 วัตถุประสงค์

โครงงานนี้มีเป้าหมายเพื่อนำเสนอแนวทางใช้เทคนิคการเก็บข้อมูลแบบสร้างผลเฉลย (data labeling) มาใช้ในการพัฒนาระบบผลเฉลยโดยโรคสำหรับการแพทย์ จึงกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงงานดังต่อไปนี้

1. เรียนรู้ระบบสร้างผลเฉลย(data labeling)ในการสร้างผลเฉลยเพื่อการศึกษาได้
2. สามารถเปรียบเทียบฟังก์ชันต่าง ๆ ของโปรแกรมสร้างผลเฉลย(data labeling) ที่แตกต่างกัน
3. พัฒนาโปรแกรมสร้างผลเฉลย(data labeling)จากการเรียนรู้และเปรียบเทียบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ในทางการแพทย์
4. สามารถทดสอบโปรแกรมสร้างผลเฉลย(data labeling) ให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

กำหนดขอบเขตของโครงการดังต่อไปนี้

1. บันทึกผลเฉลยของรอยโรคจากแพทย์ได้
2. ระบบเก็บข้อมูลในขณะออนไลน์ได้

1.4 ประโยชน์ของโครงการ

1. ลดความยุ่งยากในการหาแหล่งข้อมูลสำหรับเทรนโนเมเดลAIในอนาคต
2. ผลเฉลยมีความแม่นยำและเชื่อถือได้เนื่องจากที่มาที่ไปที่ชัดเจน
3. แพทย์ผู้สร้างผลเฉลยสามารถบันทึกผลเฉลยได้

1.5 ข้อจำกัดของโครงการ

1. ผู้สร้างผลเฉลยจะต้องเป็นแพทย์เท่านั้น
2. ข้อมูลของคนไข้เจ้าของภาพต้องเป็นความลับในทุกรอบ

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Artificial Intelligence

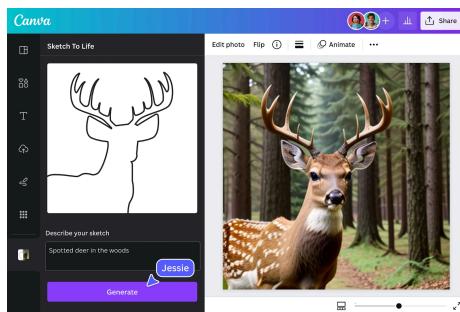
2.1.1.1 AI คืออะไร

Artificial Intelligence, AI เป็นเทคโนโลยีที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเหมือนมนุษย์ โดยจำลองความฉลาดของมนุษย์ สามารถจัดลำดับ เขียนบทกวี และคาดการณ์จากข้อมูลที่ได้รับ หรือกล่าวคือการทำให้ซอฟต์แวร์ฉลาดขึ้นสำหรับการโต้ตอบกับผู้ใช้ที่กำหนดเองและการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

2.1.1.2 ประเภทของเทคโนโลยี AI

(1) การสร้างภาพ

AI ถูกนำมาใช้ในการผลิตภาพเพื่อสร้างภาพใหม่ตั้งแต่เริ่มต้นหรือจากคำอธิบาย ตัวอย่างเช่น AI สามารถใช้คำสั่งอย่างง่าย เช่น "พระอาทิตย์ตกเหนือภูเขา" และสร้างภาพที่สมจริงหรือภาพศิลปะของฉากนั้นได้ โดยมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในงานศิลปะ บันเทิง และการตลาด ช่วยให้ผู้สร้างเห็นภาพแนวคิดได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

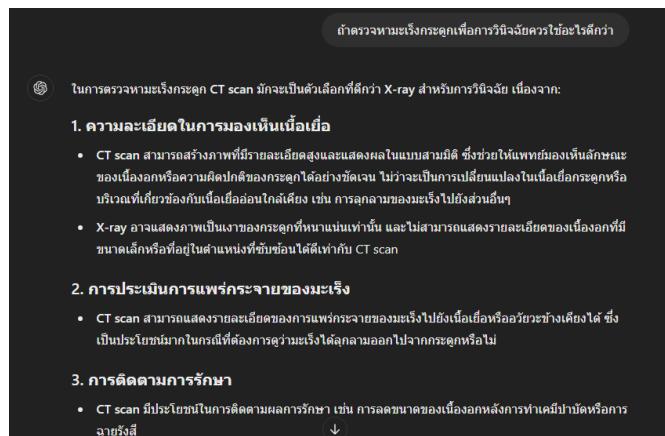


ภาพที่ 2.1 การสร้างภาพของAI

ผู้ใช้ทำการใส่ภาพสเก็ตช์และข้อมูลของรูปภาพที่ผู้ใช้ต้องการให้AIสร้าง

(2) การสร้างข้อความ

AI สามารถเขียนข้อความโดยอัตโนมัติ โดยเลียนแบบการเขียนของมนุษย์ ตั้งแต่ประโยคง่ายๆ ไปจนถึงบทความ บทกวี หรือเรื่องราวต่าง ๆ เทคโนโลยีนี้ใช้ในแซทบอท การสร้างเนื้อหา และการเขียนอีเมลหรือรายงาน อาทิ chatGPT



ภาพที่ 2.2 การสร้างข้อความของ AI
ผู้ใช้ส่งข้อความให้ AI เพื่อให้ AI สร้างข้อความที่ผู้ใช้ต้องการ

(3) การสร้างและการจดจำคำพูด

การรู้จำเสียงทำให้ AI สามารถสร้างและเข้าใจคำพูดได้ เช่นเดียวกับวิธีที่ผู้ช่วยเสมือนที่จะพูดคุยกับผู้ใช้ เทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุปกรณ์ที่สั่งงานด้วยเสียง สายด่วนบริการลูกค้า และแม้กระทั่งในการช่วยให้ผู้พิการสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพ 2.3 การสร้างและการจดจำคำพูดของ AI
การใช้ AI ใน Voice Assistant เพื่อให้ AI สร้างและการจดจำคำพูดของผู้ใช้

(4) AI หลายรูปแบบ

AI ที่ผสมผสานข้อมูลประเภทต่าง ๆ เช่น ข้อความ รูปภาพ และเสียง เพื่อสร้างความเข้าใจในข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์วิดีโอด้วยการทำความเข้าใจคำพูดและวัตถุในวิดีโอ และอ่านข้อความที่ปรากฏบนหน้าจอ

รูปแบบขั้นสูงของ AI นี้ถูกนำมาใช้ในสาขาต่าง ๆ เช่น ยานพาหนะขับเคลื่อนอัตโนมัติ ซึ่งการทำความเข้าใจและการตีความข้อมูลหลายประการร่วมสำหรับการทำงานที่ปลอดภัย



ภาพ 2.4 AI ผสมผสานของรถยนต์ Tesla
AI กำหนดเส้นทางที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้บนรถยนต์
หมายเหตุ จาก Post today, 2023 (<https://www.posttoday.com/international-news/701184>)

2.1.1.3 Machine Learning

Machine Learning คือเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ของ AI เพื่อให้เครื่องจักรมีความชำนาญ ฉลาด โดยการทำให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้สิ่งต่างๆ และพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นได้ด้วยตัวเองจากข้อมูล และสภาพแวดล้อมที่ได้รับจากการเรียนรู้ของระบบโดยไม่ต้องมีมนุษย์คอยกำกับเพิ่มเติม และไม่ว่าในอนาคตจะมีข้อมูลรูปแบบใหม่เกิดขึ้นมา มนุษย์ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องเขียนโปรแกรมใหม่ เพราะคอมพิวเตอร์สามารถตีความและตอบสนองได้ด้วยตัวเอง

2.1.2 การฝึกโมเดล

การฝึกโมเดลเป็นขั้นตอนหลักใน Machine Learning ส่งผลให้โมเดลสามารถตรวจสอบ ทดสอบ และปรับใช้ได้ โดยประสิทธิภาพของโมเดลในระหว่างการฝึกอบรมนั้นจะเป็นตัวกำหนดว่า โมเดลจะทำงานได้ดีเพียงใดเมื่อถูกนำไปใช้จริง

2.1.2.1 ขั้นตอนการฝึกโมเดล

(1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของ AI ข้อมูลที่แข็งแกร่งเท่ากับโมเดลที่แข็งแกร่ง การสร้างโมเดล AI ที่มีประสิทธิภาพเริ่มต้นด้วยการเลือกแหล่งข้อมูล แล้วรวบรวมไว้ในที่เดียว

(2) การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลสำหรับการฝึกเป็นสิ่งสำคัญ โมเดล AI ต้องการแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง และมักจะอยู่ในรูปแบบข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมาก การประมวลผลข้อมูลล่วงหน้าจะทำให้ระบบ AI ใน การเข้าถึงข้อมูล ประมวลผล และฝึกฝนได้ง่ายยิ่งขึ้น

(3) การเลือกโมเดล

ลักษณะเฉพาะของการฝึกโมเดล AI ขึ้นอยู่กับกรณีการใช้งาน การเลือกโมเดลการฝึกอบรม Machine Learning โมเดลการฝึกอบรม AI มีหลายประเภทให้เลือก การเลือกโมเดลที่เหมาะสม สำหรับงานที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับเป้าหมายที่ต้องการ

(4) การฝึกโมเดล

การฝึกจะขึ้นอยู่กับโมเดล Machine Learning ที่เลือกใช้ โดยทั่วไป AI จะทำการจำลอง คาดการณ์ และเปรียบเทียบการคาดการณ์ที่ได้กับเป้าหมายหรือผลลัพธ์ที่ต้องการและทำต่อไปจน โมเดลมีการปรับตัว เมื่อเวลาผ่านไปความต่างระหว่างการคาดการณ์และผลลัพธ์ที่ต้องการจะแคบลง นำไปสู่การคาดการณ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้น โดยต้องกำหนดประเภทของโมเดลที่ต้องการเทรนให้ตรงรูปแบบ ที่โมเดลรองรับ แยกชุดข้อมูลเพื่อเป็นการเทรน การยืนยัน และการทดสอบ จากนั้นจึงโหลดข้อมูลเข้า โมเดลเพื่อทำการเทรนและการทดสอบต่อไป

(5) การประเมินผล

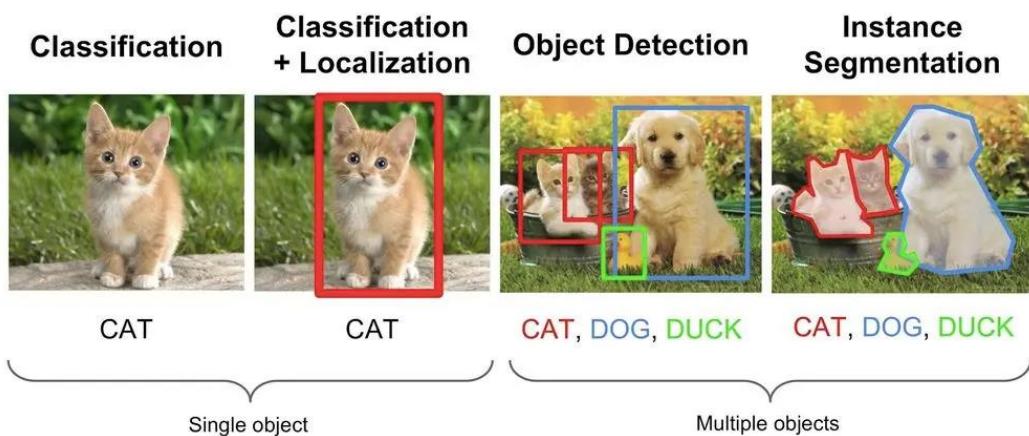
หลังการฝึกให้ทดสอบผลลัพธ์จะต้องมีการรับประกันคุณภาพของ AI โดยการลองทดสอบ โมเดลในระบบทดสอบขนาดเล็ก เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถทำงานได้ดี หากพอใจสามารถปรับใช้กับ สภาพแวดล้อมที่สูงยิ่งขึ้นได้ แต่ควรนำกลับไปฝึกอีกรอบเมื่อเกิดความผิดพลาด

การประเมินแบบจำลองไม่ใช่การทำเพียงครั้งเดียว แต่จะต้องประเมินโมเดลอีกครั้งต่อเนื่อง เพื่อให้แน่ใจว่าให้ผลลัพธ์ถูกต้อง ควรมีผู้ดูแลเป็นมุขย์เพื่อให้แน่ใจว่าโมเดลเหล่านี้ไม่ได้ทำการ คาดการณ์ผิดพลาดซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของโมเดล ซึ่งสืบยัง และความต้องการของผู้บริโภค

2.1.3 Data Labeling

Data labeling (ผลเฉลยข้อมูล) เป็นขั้นตอนในการระบุและกำหนดป้ายกำกับให้กับข้อมูลดิบ(Raw data) ที่จะนำมาใช้ในการเทรนโมเดล AI โดยข้อมูลดิบเหล่านี้อาจจะมาในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ รูปภาพ เสียง หรือวิดีโอ

การทำ Data labeling จะเป็นการเฉลยให้โมเดล AI ได้ว่าข้อมูลที่กำลังเห็นอยู่นั้นเป็นข้อมูลอะไร เช่น ในภาพถ่ายมีรูปนุ่นๆ และแมวอยู่ด้วยกัน การทำผลเฉลยคือการบอกโมเดลว่าในภาพถ่ายมีวัตถุอยู่ 2 อย่าง โดยด้านซ้ายเป็นนุ่นๆ ด้านขวาเป็นแมว เป็นต้น



ภาพ 2.5 ตัวอย่างการทำผลเฉลยข้อมูล
ภาพนี้แสดงความแตกต่างของการทำ Data Labeling
รูปแบบต่างๆโดยเฉพาะในเรื่องการจำแนกและตรวจจับวัตถุในภาพ

หมายเหตุ จาก Objectways, n.d. (<https://www.objectways.com/blogs/best-practices-to-manage-semantic-segmentation-data-labeling-projects>)

2.1.3.1 ความสำคัญของผลเฉลยต่อการพัฒนา AI

Data Labeling เป็นขั้นตอนที่สำคัญของ Supervised learning หรือการที่ระบบ AI จะเรียนรู้จากข้อมูลที่ถูกป้อนเข้ามา โดยข้อมูลที่ถูกป้อนเข้ามาใน Supervised learning นั้นจะต้องประกอบไปด้วยชุดข้อมูล (input) หรือคำตอบหรือเฉลยของข้อมูล (output)

(1) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล AI

การระบุ และติดป้ายกำกับให้ข้อมูลถือเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้โมเดล AI และ Machine learning ได้เรียนรู้จากข้อมูลจริง โดยการระบุข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำจะช่วยทำให้โมเดลเข้าใจแพตเทิร์นของข้อมูลที่จะนำไปสู่การคาดการณ์ และตัดสินใจได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น

(2) ช่วยให้โมเดลมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

เมื่อนำชุดข้อมูลที่หลากหลาย และมีการทำ Data labeling มาใช้ในการเทรนโมเดล AI จะทำให้โมเดลจะสามารถปรับตัวและทำงานได้ดีขึ้นกับข้อมูลใหม่ที่ยังไม่เคยเห็นมาก่อนหรือข้อมูลที่มีความแตกต่างเล็กน้อยในการทำงานสถานการณ์จริง

(3) ยกระดับการตัดสินใจของโมเดล AI

ข้อมูลที่ได้มีการระบุ และติดป้ายกำกับไว้อย่างชัดเจน และถูกต้องจะช่วยทำให้ระบบ AI ตัดสินใจได้อย่างแม่นยำ และสอดคล้องกับสถานการณ์จริงได้มากยิ่งขึ้น

(4) ลดอคติของโมเดล

การระบุ และติดป้ายกำกับชุดข้อมูลที่หลากหลาย และครอบคลุมอย่างเหมาะสม เช่น เพศ ภูมิภาค ช่วงเวลา จะช่วยลดอคติ หรือความลำเอียงของโมเดลลงได้ ซึ่งจะช่วยทำให้ผู้พัฒนา AI มั่นใจได้ว่าโมเดลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปรับใช้ได้กับทุกกลุ่มข้อมูล

2.1.3.2 ขั้นตอนในการทำ Data labeling

(1) การรวบรวมข้อมูลดิบ

การรวบรวมข้อมูลดิบสามารถเป็นได้ทั้งรูปภาพ ข้อความ วิดีโอ และเสียง โดยจำเป็นต้องเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะนำโมเดลไปใช้ในการแก้ไขปัญหา

(2) การเลือกประเภทของผลเฉลย

การกำหนดประเภทของผลเฉลยที่ต้องการใช้ ซึ่งต้องสอดคล้องกับปัญหา หรือโจทย์ที่ต้องการแก้ไข

(3) การติดผลเฉลยข้อมูล

ซึ่งการติดผลเฉลยข้อมูลสามารถทำได้หลากหลายแบบ ทั้งการใช้มนุษย์ หรือการใช้เครื่องมือมาช่วยควบคู่ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณ และความซับซ้อนของข้อมูล

(4) การตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย

การตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยข้อมูลเป็นอีกหนึ่งขั้นตอนสำคัญเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้มีทำการเฉลยไปนั้นถูกต้อง และครบถ้วนพร้อมที่จะนำไปтренโนเมเดล AI ต่อไป

(5) การอัปเดตและปรับปรุงข้อมูลผลเฉลย

เป็นขั้นตอนที่ต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเมื่อมีประเภทของข้อมูลใหม่เพิ่มเติมขึ้นมา ซึ่งจำเป็นต้องมีการเฉลยข้อมูล และฝึกฝนข้อมูลโนเมเดล AI เพิ่มเติม

2.1.4 ประเภทไฟล์สำหรับการส่งออก

การส่งออกไฟล์ Labeling ถือเป็นขั้นตอนสำคัญของกระบวนการสร้างผลเฉลยข้อมูล (Data Labeling) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเตรียมข้อมูลที่ได้รับการติดป้าย (Annotated) แล้ว ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ฝึกสอนโนเมเดล AI ได้ทันที

วัตถุประสงค์ของการส่งออกไฟล์

1. เพื่อแปลงผลเฉลยที่สร้างไว้ให้อยู่ในรูปแบบที่ระบบอื่นสามารถนำไปใช้งานได้ เช่น ระบบฝึกสอนโนเมเดล
 2. เพื่อจัดเก็บผลเฉลยในรูปแบบมาตรฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการ AI
 3. เพื่อให้สามารถแชร์หรือส่งต่อข้อมูลให้กับนักวิจัยหรือผู้พัฒนาโนเมเดลได้สะดวก
- ทั้งนี้ประเภทไฟล์ที่ส่งออกนั้นขึ้นอยู่กับประเภทการสร้างผลเฉลยด้วยเช่นกัน

1) ไฟล์ภาพ

1. COCO

เป็นรูปแบบการส่งออกที่ได้รับความนิยมที่สุดในปัจจุบัน ย่อมาจากคำว่า Common Objects in Context เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนมาก

โครงสร้างไฟล์:

เป็นไฟล์ชนิด JSON (.json) ที่จำเป็นประกอบไปด้วยข้อมูล 3 ส่วนหลักดังนี้:

- A. "images": ข้อมูลรูปภาพ เช่น ชื่อไฟล์, ขนาด, ID

- B. "annotations": ข้อมูล Label เช่น category_id, bbox, segmentation
- C. "categories": ชื่อคลาสและ ID

```

1  {
2    "images": [
3      {
4        "file_name": "10.1.1.1.2006_3.bmp",
5        "height": 1123,
6        "width": 793,
7        "id": "10.1.1.1.2006_3"
8      }],
9      "type": "instances",
10     "annotations": [
11       {
12         "area": 4560,
13         "iscrowd": 0,
14         "bbox": [457, 709, 60, 76],
15         "category_id": 1,
16         "ignore": 0,
17         "segmentation": [
18           [457, 709, 457, 76, 60, 76, 60, 709]
19         ],
20         "image_id": "10.1.1.1.2006_3",
21         "id": 1
22       },
23       {
24         "area": 4560,
25         "iscrowd": 0,
26         "bbox": [457, 709, 60, 76],
27         "category_id": 2,
28         "ignore": 0,
29         "segmentation": [
30           [457, 709, 457, 76, 60, 76, 60, 709]
31         ],
32         "image_id": "10.1.1.1.2006_3",
33         "id": 2
34       }],
35     "categories": [
36       {
37         "supercategory": "none",
38         "id": 1,
39         "name": "column"
40       },
41       {
42         "supercategory": "none",
43         "id": 2,
44         "name": "row"
45     }]
46   }
47 }
```

ภาพ 2.6 ผลเฉลยรูปแบบ COCO

หมายเหตุ จาก Harshit Joshi, 2022 (<https://forum.image.sc/t/convert-imagescope-xml-annotations-to-ms-coco-json/70496/7>)

ข้อดี:

- มีความยืดหยุ่นสูงมาก
- รองรับ segmentation, keypoints, caption
- เหมาะสำหรับ dataset ขนาดใหญ่

ข้อจำกัด:

- โครงสร้างซับซ้อน
- ต้องใช้ DataLoader พิเศษ

2. YOLO

ย่อมาจำกำว่า You only look once ออกแบบมาเพื่อใช้กับโมเดลที่เน้นการตรวจจับวัตถุแบบ real-time โดยระบุวัตถุจากการประมวลผลภาพในครั้งเดียวซึ่งแตกต่างจากไฟล์รูปแบบอื่นๆ ทำให้สามารถประมวลผลภาพได้เร็ว และสามารถทำงานยประเกหของวัตถุโดยใช้ระบบบันวิรอนเน็ตเวิร์ก (neural network)

โครงสร้างไฟล์ :

เป็นไฟล์ชนิด TXT (.txt) โดยไฟล์ TXT 1 ไฟล์ จะใช้เก็บข้อมูลผลเฉลยของเพียงแค่ 1 ภาพ พิกัดของผลเฉลยจะแสดงเป็นแบบ normalized (0-1)

รูปแบบข้อมูลในไฟล์:

[class_id] [x_center] [y_center] [width] [height]

zidane.txt
0 0.481719 0.634028 0.690625 0.713278
0 0.741094 0.524306 0.314750 0.933389
27 0.364844 0.795833 0.078125 0.400000

ภาพ 2.7 ผลเฉลยรูปแบบ YOLO

หมายเหตุ จาก Intouch Kunakorntum, 2021
<https://medium.com/@intouchkunakorntum/image-detection-%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A2%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89-yolov5-%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%99%E0%B8%88%E0%B8%9A-%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%99-3-data-labeling-and-image-augmentation-bb8ef7d63084>

ข้อดี:

- ไฟล์มีขนาดเล็ก
- โครงสร้างเรียบง่าย
- สามารถประมวลผลได้เร็ว

ข้อจำกัด:

- ไม่รองรับ Segmentation
- ไม่เก็บ metadata อื่น

3. PASCAL VOX

ย่อมาจาก Visual Object Classes เป็นไฟล์รูปแบบ XML เพื่อจำแนกและตรวจสอบวัตถุ ที่มนุษย์สามารถอ่านได้ง่ายแต่ไม่สามารถนำไปใช้พัฒนา ปัญญาประดิษฐ์ โดยในปัจจุบันมีโครงการ Pascal เป็นผู้ดูแลและพัฒนา เพื่อให้ระบบสามารถจดจำคลาสของวัตถุได้

โครงสร้างไฟล์ :

เป็นไฟล์ชนิด XML (.xml) โดยไฟล์ XML 1 ไฟล์ จะใช้เก็บข้อมูล ผลเฉลยของเพียงแค่ 1 ภาพ และใช้แท็กแบบ XML เพื่อจัดเก็บข้อมูลของ วัตถุในภาพ เช่น ชื่อไฟล์, ขนาดภาพ, และตำแหน่ง Bounding Box

```

1 <annotation>
2   <folder>elephant</folder>
3   <filename>176.jpg</filename>
4   <path>E:\elephant\176.jpg</path>
5   <source>
6     <database>Unknown</database>
7   </source>
8   <size>
9     <width>259</width>
10    <height>194</height>
11    <depth>3</depth>
12  </size>
13  <segmented>0</segmented>
14  <object>
15    <name>elephant</name>
16    <pose>Unspecified</pose>
17    <truncated>0</truncated>
18    <difficult>0</difficult>
19    <bndbox>
20      <xmin>13</xmin>
21      <ymin>37</ymin>
22      <xmax>212</xmax>
23      <ymax>174</ymax>
24    </bndbox>
25  </object>
26</annotation>

```

ภาพ 2.8 ผลเฉลยรูปแบบ VOX

หมายเหตุ จาก Geethanjali P., 2023 (https://www.researchgate.net/figure/PASCAL-VOC-format-xml-file_fig2_377109902)

2) ไฟล์ข้อความ

1. CoNLL

ย่อมาจาก Conference on Natural Language Learning (CoNLL) นักใช้ในภาษาศาสตร์เชิงคำนวนและการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) เป็นรูปแบบข้อความที่อ่านว่ายความสะดวกในการจัดระเบียบและการประมวลผลข้อมูลภาษาสำหรับงานต่างๆ ที่ความเรียบง่ายและมีประสิทธิภาพการจัดการข้อมูลภาษา

โครงสร้างไฟล์ :

- A. ID: หมายเลขลำดับของแต่ละคำ (รวมถึงเครื่องหมายวรรคตอน) ในประโยค
- B. FORM: รูปแบบของคำตามที่ปรากฏในประโยค
- C. LEMMA: รากศัพท์หรือรูปคำพื้นฐานของคำนั้น
- D. POS (Part of Speech): ชนิดของคำตามมาตรฐานสากล เช่น คำนาม คำกริยา คำคุณศัพท์ เป็นต้น
- E. HEAD: หมายเลข ID ของคำที่เป็นคำหลักที่ควบคุมหรือเชื่อมโยงกับคำนี้ในโครงสร้างไวยากรณ์แบบพึ่งพา (dependency parse)
- F. DEP_REL (Dependency Relation):
ความสัมพันธ์ทางไวยากรณ์ระหว่างคำนี้กับคำหลัก (HEAD) เช่น ประธาน กรรม เป็นต้น หากเป็นเครื่องหมายจีดล่าง _ หมายถึง ความสัมพันธ์นี้ไม่มี หรือไม่ได้ระบุไว้ในบริบทนั้น

```

Sentence:
{"id": "1", "form": "The", "lemma": "the", "pos": "DET", "head": "DT", "dep_rel": "Definite=Def|PronType=Art"}
{"id": "2", "form": "quick", "lemma": "quick", "pos": "ADJ", "head": "JJ", "dep_rel": "Degree=Pos"}
{"id": "3", "form": "brown", "lemma": "brown", "pos": "ADJ", "head": "JJ", "dep_rel": "Degree=Pos"}
{"id": "4", "form": "fox", "lemma": "fox", "pos": "NOUN", "head": "NN", "dep_rel": "Number=Sing"}
{"id": "5", "form": "jumps", "lemma": "jump", "pos": "VERB", "head": "VBZ", "dep_rel": "Mood=Ind|Tense=Pres|VerbForm=Fin"}
{"id": "6", "form": "over", "lemma": "over", "pos": "ADP", "head": "IN", "dep_rel": "_"}
{"id": "7", "form": "the", "lemma": "the", "pos": "DET", "head": "DT", "dep_rel": "Definite=Def|PronType=Art"}
{"id": "8", "form": "lazy", "lemma": "lazy", "pos": "ADJ", "head": "JJ", "dep_rel": "Degree=Pos"}
 {"id": "9", "form": "dog", "lemma": "dog", "pos": "NOUN", "head": "NN", "dep_rel": "Number=Sing"}
 {"id": "10", "form": ".", "lemma": ".", "pos": "PUNCT", "head": ".", "dep_rel": "_"}

```

ภาพ 2.9 ผลเฉลยรูปแบบ CoNLL

หมายเหตุ จาก GeeksforGeeks, 2024

(<https://www.geeksforgeeks.org/what-is-conll-data-format/#understanding-the-conll-format>)

ข้อดี:

- เป็นที่ยอมรับในวงการวิจัย
- สามารถเปิดและแก้ไขด้วยโปรแกรมใดก็ได้
- รองรับ Universal Dependencies ซึ่งใช้ได้กับหลายภาษาอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อจำกัด:

- ไม่เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการจัดการกับการวิเคราะห์เชิงบริบท
- หากข้อมูลเยอะจะยากต่อการอ่าน
- จำเป็นต้องจัดรูปแบบให้ถูกต้อง

2. CSV

ย่อมาจาก Comma-Separated Value เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง บันทึกได้เพียงตารางเดียวและไม่สามารถเพิ่มตารางและใส่สูตรเพิ่มเติมได้

โครงสร้างไฟล์

เป็นไฟล์ชนิด CSV (.csv) ที่แต่ละแถวแสดงข้อมูลของ 1 วัตถุ

คอลัมน์พื้นฐาน:

filename,xmin,ymin,xmax,ymax,label class

A	B	C	D	E	F
image	xmin	ymin	xmax	ymax	label
06252020_	142.9378703	1663.277	1783.616	3200	Palme
06252020_	2538.41801	2061.017	3618.644	3602.26	Morn
06252020_	350.2824859	1537.853	2187.006	3231.638	Morn
06252020_	2045.762919	0	5914.689	3990.961	Goose

ภาพ 2.10 ผลเฉลยรูปแบบ CSV

หมายเหตุ จาก jingweimo, 2020 (<https://github.com/microsoft/VoTT/issues/991>)

ข้อดี:

- แก้ง่ายด้วย Excel, Google Sheets, Pandas
- เหมาะกับการดูภาพรวมทั้ง dataset

ข้อจำกัด:

- ไม่สามารถแทนโมเดลได้โดยตรง
- ไม่รองรับ segmentation หรือ keypoints
- ต้องเขียนสคริปต์เพื่อแปลงก่อนใช้งานจริง

3. TSV

ย่อมาจากคำว่า Tab Separated Value ส่งออกด้วยไฟล์สกุล .TSV มักใช้ในการแลกเปลี่ยนตารางข้อมูลระหว่างโปรแกรม ไม่จำเป็นต้องใส่เครื่องหมายคำพูดหรือ escape ตัวคันแบบที่ใช้กับ CSV โดยจะมีขนาดเล็กกว่า และอ่าน/เขียนได้เร็วกว่าไฟล์ CSV

โครงสร้างไฟล์ :

เป็นรูปแบบไฟล์ข้อความ (Text File) ที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง

	A	B	C	D
1	Name	Age	Reaction Time (ms)	Quiz Score (out of 10)
2	Paul Smith	23	10	4
3	Bella Perkinson	54	9	6
4	Zeke Witter	18	3	8
5	Shawn Locke	29	5	10
6	Maria Cascario	66	23	8
7	Karl Kirkham	34	3	9
8	Laila Starr	12	6	3
9	Bo Jokesam	55	12	10
10				
11				

ภาพ 2.11 ผลเฉลยรูปแบบ TSV

หมายเหตุ จาก FileInfo.com, n.d. (<https://fileinfo.com/extension/tsv>)

ข้อดี:

- อ่านได้ง่าย
- ประมวลผลได้รวดเร็วกว่าไฟล์ CSV

ข้อจำกัด:

- ไม่เหมาะสมกับข้อมูลที่ต้องขึ้นบรรทัดใหม่

2.1.5 AI กับการแพทย์

ในยุคสมัยที่เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำไปใช้เป็นเทคโนโลยีสำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์หลายๆ ด้าน เทคโนโลยี AI Artificial intelligence (AI) และ Robotics เป็นเทคโนโลยีที่ได้เข้าไปมีบทบาทในวิทยาศาสตร์หลากหลายสาขา ในสาขาสุขภาพและการแพทย์ก็เป็นอีกสาขานึงที่นำเอาเทคโนโลยี AI และ Robotics มาใช้ประโยชน์

AI กำลังถูกนำมาใช้ในเรื่องของสุขภาพ และการแพทย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การนำเทคโนโลยี AI และ Machine Learning ที่กำลังถูกพัฒนามาใช้งานวงการการแพทย์และเภสัชกรรมโดยมี 6 ทิศทางหลัก ดังนี้

- (1) การสร้างภาพทางการแพทย์เพื่อการวินิจฉัยโรค

- (2) การเก็บข้อมูลและการให้ความรู้แก่ผู้ป่วย โดยใช้อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ใน การเก็บและให้ข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ป่วยเฉพาะบุคคล
- (3) การพัฒนาสินค้าและบริการที่เกี่ยวข้องกับยาโดยเฉพาะ
- (4) การใช้หุ่นยนต์เพื่อการผ่าตัดในส่วนที่มีมนุษย์ไม่ถึง การผ่าตัดโดยหุ่นยนต์ สามารถทำได้ทั้งแบบได้รับคำสั่งที่ป้อนจากแพทย์ และแบบที่หุ่นยนต์เรียนรู้ ได้ด้วยตัวเอง
- (5) การรักษาเฉพาะบุคคล โดยการใช้ข้อมูลจากทั้งของส่วนบุคคลและผู้ป่วย ทั้งหมดมาใช้ในการวางแผนการรักษาให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล
- (6) การกวนชีวิจกรรม Startup บริษัทด้านการ 医疗 และผลิตยา ค้นหา บุคลากรที่มีความสามารถด้าน AI และ Machine Learning เพื่อพัฒนา เทคโนโลยีและนวัตกรรมของบริษัท

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาโปรแกรมสร้างผลเฉลยข้อมูลสำหรับฝึกสอนโน้มเดลAIทาง การแพทย์” คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษา รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรม และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการศึกษามีดังนี้

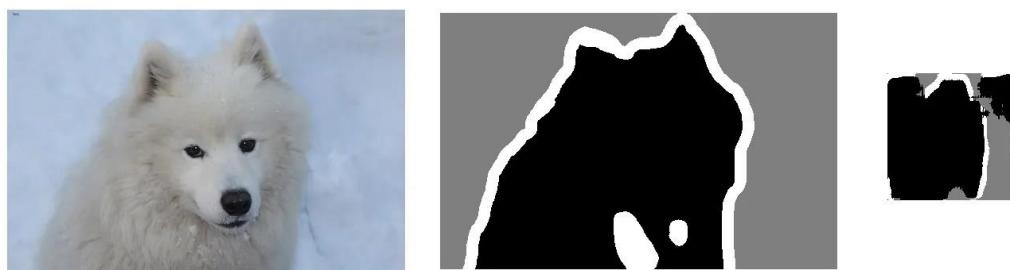
2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการสร้างผลเฉลยข้อมูล

Rob Chew, Michael Wenger, Caroline Kery, Jason Nance, Keith Richards, Emily Hadley, Peter Baumgartner (2019) “SMART: An Open Source Data Labeling Platform for Supervised Learning” อันเป็นแพลตฟอร์ม Open source เพื่อการ เรียนรู้ โดยการใช้ความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินร่วมกัน (inter-rater reliability) แสดงผ่านแผนภูมิว่า ผู้ใช้เวลาเท่าใดในการติดผลเฉลยเพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าผลเฉลยนั้นๆใช้เวลามากหรือน้อยกว่า การคาดการณ์

Teodor Fredriksson, David Issa Mattos, Jan Bosch, Helena

Holmstrom Olsson (2020) “Data Labeling: An Empirical Investigation into Industrial Challenges and Mitigation Strategies” อันเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาผลเฉลยระดับอุตสาหกรรม ที่ต้องใช้จำนวนมาก โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาของการเก็บข้อมูลผลเฉลยที่ละเอียดขึ้น โดยใช้แบบสัมภาษณ์นิติบุคคล โครงสร้างกับบริษัทผู้เชี่ยวชาญด้านการทำผลเฉลย จึงได้ผลลัพธ์ในการวางแผน ปรับสมดุล และเลือกผู้ผลิต เพื่อป้องกันการเบี่ยงเบนของการกระจายผลเฉลย เพื่อให้ผลเฉลยและโมเดลทดสอบสามารถมีคุณภาพสูงได้ แม้จะมีการลดต้นทุนลง

Yuanhan Mo, Yang, Bartłomiej W. Pień (2024) “Labelling with dynamics: A data-efficient learning paradigm for medical image segmentation” เป็นโครงการที่เกี่ยวกับความจำเป็นจะต้องแบ่งส่วนการฝึกโมเดล และใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ Dynamic system ที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการของตัวแปรตามระยะเวลาของเงื่อนไขเริ่มต้นและขอบเขตที่ได้รับ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (deep neural networks) มีการใช้เทคโนโลยี U-net ที่มารถแยกเส้นขอบและพื้นที่โดยรอบได้ในระดับพิกเซลโดยการคาดคะเน เพื่อในการแก้ปัญหาความต้องการข้อมูลที่มีผลเฉลยจำนวนมาก และการขาดความสามารถในการตีความ



ภาพ 2.12 เทคโนโลยี U-Net
ภาพของสุนัขที่ได้ถูกแยกเส้นขอบและพื้นที่โดยรอบในระดับพิกเซล

หมายเหตุ จาก Romrawin Chumpu, 2021 (<https://medium.com/super-ai-engineer/%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B8%9B%E0%B8%99%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%AD%E0%B8%00%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%9A%E0%B9%89%E0%B8%82%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%84%E0%B8%B3%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%99%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-unet-like-network-f239d2f50d92>)

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการสร้างผลเฉลยข้อมูลทางการแพทย์

Jiancun Zhou, Rui Cao, Jian Kang, Kehua Guo, Yangting Xu

(2020) “An Efficient High-Quality Medical Lesion Image Data Labeling Method Based on Active Learning” การเรียนรู้เชิงลึกของ AI ที่ดีจำเป็นจะต้องมีข้อมูลที่มีคุณภาพและปริมาณที่เพียงพอ อย่างไรก็ตามทรัพยากรข้อมูลทางการแพทย์นั้นมีราคาค่อนข้างสูง หากใช้ข้อมูลได้มีคุณค่าจะกลایเป็นทรัพยากรที่สูญเปล่า คณะผู้จัดทำจึงใช้การเรียนรู้เชิงรุก โดยการนำภาพที่ยังไม่ได้สร้างผลเฉลยมาทำการคาดเดาด้วยผู้ช่วยประดิษฐ์ (artificial assistance) โดยมีการจัดอันดับข้อมูลที่ถูกต้องและนำข้อมูลที่ถูกต้องที่สุดมาทำซ้ำจนกว่าจะได้ชุดข้อมูลตามจำนวนที่ต้องการ เพื่อเพิ่มชุดข้อมูลที่มีคุณภาพสูงและลดการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองนั่นเอง

Sareh Sadeghianasl, Arthur H.M. ter Hofstede, Moe Thandar Wynn, Selen Türkay (2024) “Humans-in-the-loop: Gamifying activity label repair in process event logs” กล่าวถึงความจำเป็นของการทำผลเฉลยในการพัฒนา AI จึงทำเกมประเภทตัวเลือกขึ้นมา เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ ยังคงสามารถสร้างผลเฉลยข้อมูลและเพลิดเพลินไปกับการทำงาน

2.3 เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.3.1 GitHub

คือแพลตฟอร์มออนไลน์ที่ใช้ในการจัดเก็บ จัดการ และแบ่งปันโค้ดโปรแกรม ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับนักพัฒนาในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโค้ด ย้อนกลับไปยังเวอร์ชันก่อนหน้า หรือทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ บน GitHub นักพัฒนาสามารถสร้าง Repository (ที่เก็บโปรเจกต์) เพื่อจัดเก็บไฟล์โค้ด เช่น HTML, CSS, JavaScript, Python ฯลฯ และเมื่อมีการแก้ไขหรือเพิ่มฟีเจอร์ใหม่ ก็สามารถทำการ Commit เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง พร้อมระบุข้อความอธิบายการแก้ไขนั้นได้อย่างชัดเจน

หนึ่งในคุณสมบัติที่โดดเด่นของ GitHub คือความสามารถในการทำงานแบบร่วมมือ (collaboration) สิ่งช่วยให้ทีมพัฒนาโค้ดร่วมกันได้อย่างมีระบบและปลอดภัย



2.3.2 MySQL

มีบทบาทสำคัญในการเป็นฐานข้อมูลหลักของโปรแกรม Labeling ซึ่งเป็นระบบที่ใช้สำหรับการสร้างผลลัพธ์ให้กับข้อมูล เช่น รูปภาพหรือข้อความ เพื่อใช้ในการเทรนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในระบบ MySQL จะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เช่น ข้อมูลผู้ใช้ที่เข้าสู่ระบบ การสร้างโปรเจกต์ใหม่ ๆ การอัปโหลดรูปภาพสำหรับ labeling และผลลัพธ์ของการติด label ที่ผู้ใช้งานระบุ โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของตารางที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ตาราง users สำหรับเก็บข้อมูลบัญชีผู้ใช้ ตาราง projects สำหรับเก็บรายละเอียดของแต่ละโปรเจกต์ ตาราง images สำหรับเก็บข้อมูลภาพแต่ละไฟล์ และตาราง annotations สำหรับเก็บตำแหน่งหรือประเภทของ label ที่ถูกสร้างขึ้นในแต่ละภาพ

การใช้ MySQL กับระบบ Labeling ช่วยให้สามารถจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับการสืบค้น (query) ข้อมูลได้รวดเร็ว และรักษาความถูกต้องของข้อมูลผ่านการกำหนดคีย์หลัก (Primary Key) และความสัมพันธ์ (Foreign Key) ระหว่างตาราง ตัวอย่างเช่น เมื่อผู้ใช้เลือกโปรเจกต์หนึ่งออก ระบบสามารถดึงข้อมูลภาพและ annotation ที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมดโดยอ้างอิงจาก project_id ที่เชื่อมโยงกัน ซึ่งช่วยให้ระบบมีความเป็นระเบียบ ป้องกันข้อมูลซ้ำ และสามารถเรียกใช้งานข้อมูลซ้ำได้จ่าย

นอกจากนี้ MySQL ยังสามารถเชื่อมต่อกับ backend ที่พัฒนาด้วย Node.js หรือภาษาอื่น ๆ เพื่อให้ API ของระบบ Labeling สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการดึงภาพอุปกรณ์ให้ผู้ใช้ติด label หรือการบันทึกข้อมูล annotation กลับเข้าสู่ฐานข้อมูลเมื่อมีการบันทึก



ภาพ 2.14 MySQL

2.3.3 Node.js

ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ผู้จัด Backend สำหรับโปรแกรม Labeling โดยรับผิดชอบในการจัดการคำขอ (request) จากผู้ใช้ เช่น การเข้าสู่ระบบ การสร้างโปรเจกต์ใหม่ การอัปโหลดรูปภาพ และการบันทึกผลการทำ labeling ไปยังฐานข้อมูล ระบบ Labeling ต้องรองรับการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น รูปภาพหลายพันไฟล์ และ annotation จำนวนมาก ซึ่ง Node.js เหมาะสมมากสำหรับงานลักษณะนี้ เพราะมีความเร็วสูงและรองรับการทำงานแบบ asynchronous ทำให้สามารถตอบสนองผู้ใช้ได้อย่างลื่นไหล



ภาพ 2.15 Node.js

ตารางที่ 2.1 Library ทั้งหมดที่ติดตั้งใน Node.js สำหรับพัฒนาโค้ดงาน

Library	Description
mysql2	ใช้เชื่อมต่อ Node.js กับฐานข้อมูล MySQL
cors	ช่วยให้ frontend สามารถส่ง request ไปยัง backend ได้
bcryptjs	ใช้เข้ารหัสรหัสผ่าน
jsonwebtoken	ใช้สำหรับสร้าง token ในระบบล็อกอิน

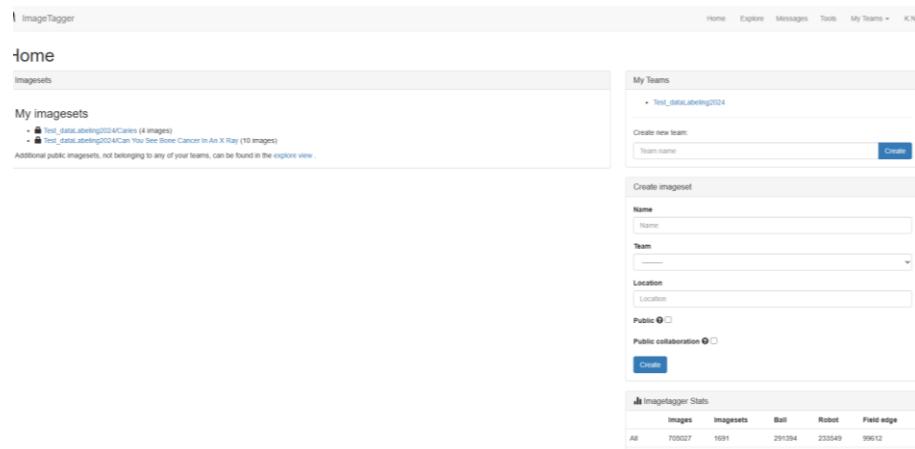
express	เว็บเฟรมเวิร์กหลัก
multer	ใช้สำหรับจัดการการอัปโหลดไฟล์
sharp	ใช้จัดการ/แปลงรูปภาพ เช่น ย่อภาพ, ตัดภาพ, เปลี่ยน format
archiver	ใช้สำหรับบีบอัดไฟล์หรือไฟล์เดอร์เป็น .zip

2.4 ระบบที่คล้ายคลึง

2.4.1 ImageTagger

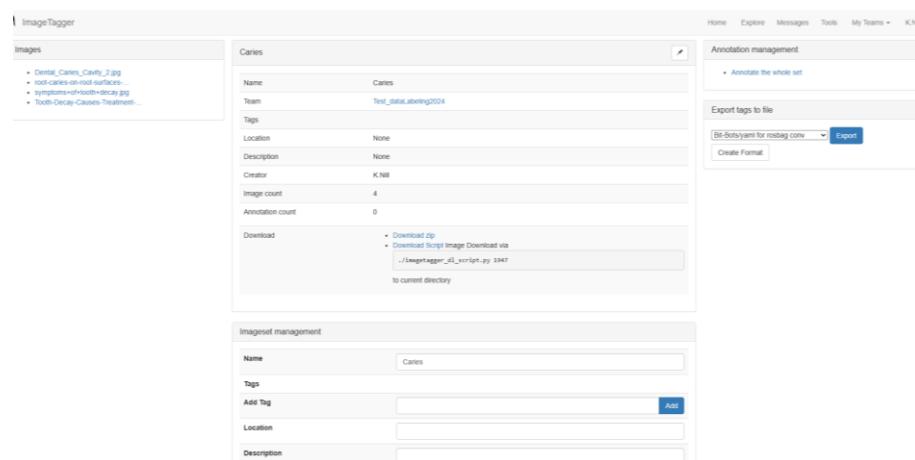
โปรแกรม ImageTagger เป็นการรวมการสร้างผลเฉลยรูปภาพประเภทต่างๆ โดยสามารถใช้กับระบบของ Robocub หรือ ใช้งานในรูปแบบออนไลน์ได้เน้นที่การสร้างโปรเจค มีส่วนร่วมเป็นทีมทั้งของผู้อื่นและของตนเอง โปรแกรมมี Feature คือ

- (1) การสร้างทีม
- (2) ชุดข้อมูลภาพ
- (3) สร้างผลเฉลยด้วยการตีกล่อง, รูปหลายเหลี่ยม, เส้น และ จุด
- (4) การดาวน์โหลดข้อมูลภาพ
- (5) การสร้างรูปแบบการส่งออกไฟล์
- (6) การส่งออกผลเฉลย
- (7) การโหลดภาพล่วงหน้าก่อนการทำผลเฉลยและตรวจสอบ
- (8) การตรวจสอบผลเฉลย
- (9) การอัพโหลดผลเฉลยที่ผู้ใช้มือถือ
- (10) การสลับเปลี่ยนเครื่องมือ



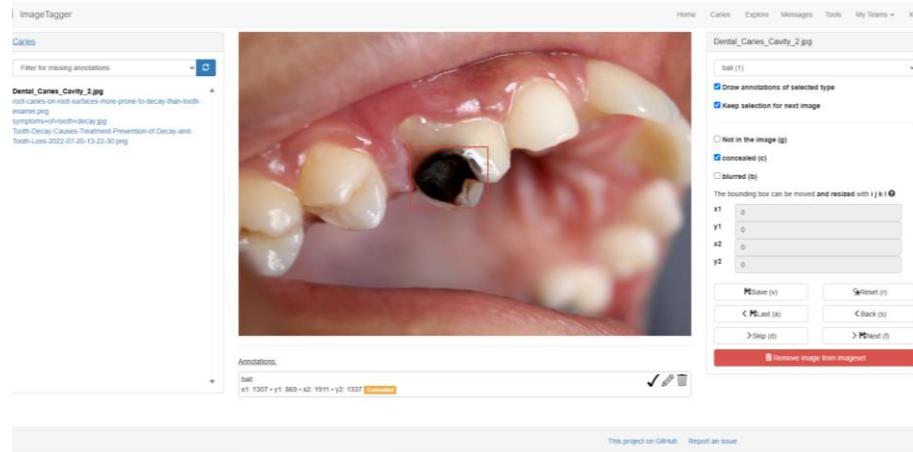
ภาพ 2.16 หน้า Home ของ ImageTagger

เป็นหน้า Home ที่แสดงรายการโปรเจกต์ที่ผู้ใช้เป็นเจ้าของหรือมีส่วนร่วมพร้อมกับมีฟอร์มสำหรับสร้างทีมและสร้างโปรเจกต์ใหม่ทางด้านขวา



ภาพ 2.17 หน้าโปรเจกต์ของ ImageTagger

เป็นหน้าที่แสดงรายละเอียดของโปรเจกต์ เช่น ชื่อ ทีม จำนวนภาพ และจำนวน Annotation รวมถึงฟอร์มแก้ไขข้อมูลของโปรเจกต์



ภาพ 2.18 การสร้างผลเฉลยของ ImageTagger

เป็นหน้าการสร้างผลเฉลยของ ImageTagger ที่กำลังแสดงภาพฟันที่ได้รับการสร้างผลเฉลยบริเวณรอยฟันผุพร้อมกับแสดงรายละเอียดทางด้านขวา



ภาพ 2.19 ไฟล์ผลลัพธ์

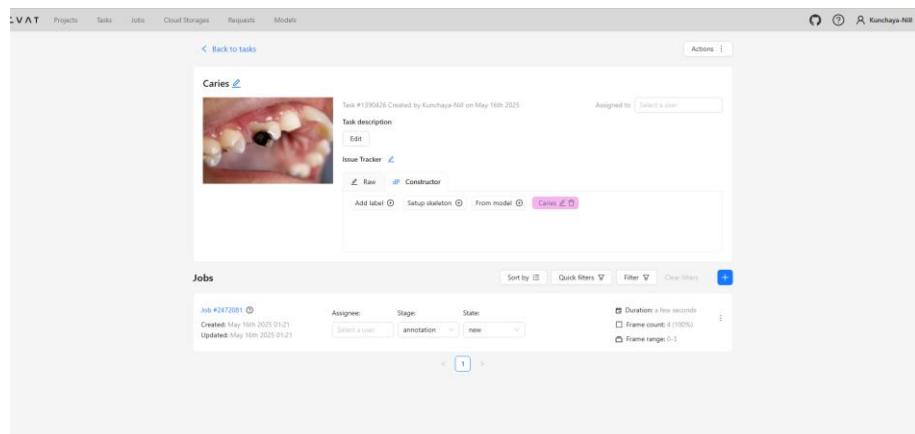
ข้อมูลการสร้างผลเฉลยในรูปแบบ JSON โดยจะมีข้อมูลชื่อและขนาดของภาพพร้อมกับตำแหน่งของผลเฉลยในรูปแบบพิกัด

2.4.2 CVAT

โปรแกรมสามารถใช้งานได้ทั้งการติดตั้งบนคอมพิวเตอร์และรูปแบบออนไลน์ บังคับใช้ใน Google chrome เท่านั้น สามารถสร้างผลเฉลยได้ในรูปแบบรูปภาพและวีดีโอ ปัจจุบันยังคงมีการอัพเดตระบบอย่างต่อเนื่อง โดยมีFeature ได้แก่

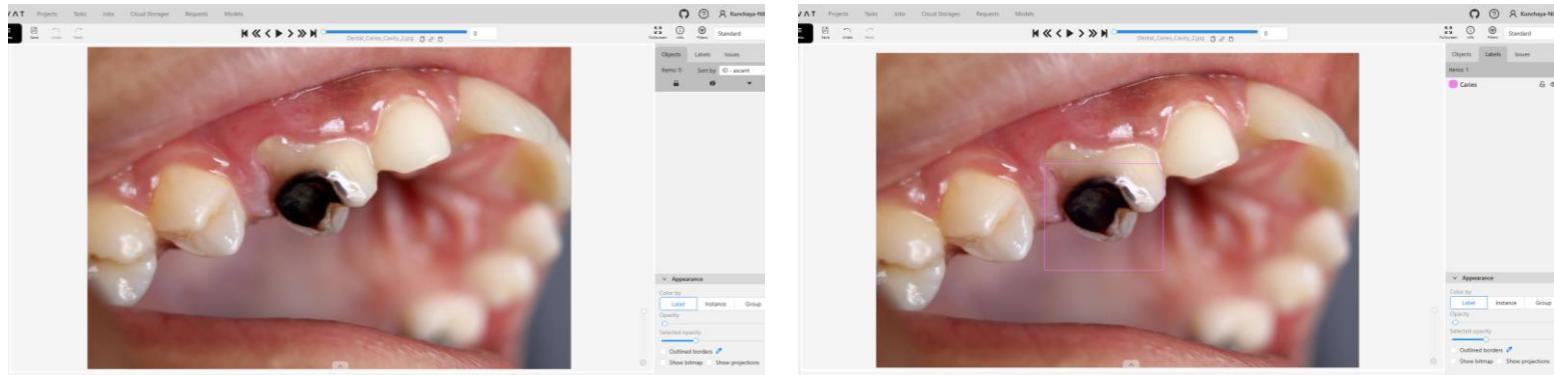
- (1) คำอธิบายอัตโนมัติที่ใช้ API จากการตรวจจับวัตถุแบบเรียลไทม์(Tensorflow)
- (2) สามารถแทรกกรอบขอบเขตและคุณสมบัติระหว่างคีย์เฟรมหลายเฟรมได้ ซึ่งจะทำการใส่คำอธิบายภาพชุดหนึ่งโดยอัตโนมัติ เช่น เพื่อไม่ให้วัดผลเฉลยเดียว กันข้ามหลายครั้ง
- (3) มีคำอธิบายคุณสมบัติของคลาส โดยจะให้ความสำคัญกับคุณสมบัติที่เด่นชัดที่สุด
- (4) โหมดการแบ่งส่วน(Segmentation)
- (5) สามารถอัปโหลดและดาวน์โหลดไฟล์ได้หลายประเภท

นอกจากนี้บริษัท Intel ผู้พัฒนา CVAT กำลังพัฒนาโปรแกรมเพื่อรองรับกับการแพทย์อิเล็กทรอนิกส์



ภาพ 2.20 หน้าโปรเจกต์ของ CVAT

หน้าแสดงข้อมูลและรายละเอียดของผลเฉลยที่ถูกสร้างในโปรเจกต์ที่ชื่อว่า Caries ที่สร้างโดยใช้โปรแกรม CVAT



ภาพ 2.21 และ 2.22 การสร้างผลเฉลยของ CVAT

ผู้ใช้ทำการสร้างผลเฉลยบริเวณที่มีฟันพุ่ดวยการตีกรอบโดยใช้เครื่องมือ Bounding Box ที่มีในโปรแกรม CVAT

```
This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

<?xml version="1.0"?>
<annotations>
  <version>0.1</version>
  <rects>
    <(job id="2472001"/>
      <image id="0">
        <label>Dental_Caries</label>
        <box label="Caries" source="manual" occluded="0" x1="120" y1="794" x2="220" y2="804" z_order="0" />
      </image>
      <image id="1" name="Tooth-Decay-Cause-Treatment-Prevention-of-Decay-and-Tooth-Loss-2022-07-20-13-23-30.png" width="832" height="498" />
      <image id="2" name="root-caries-on-root-surfaces-more-prone-to-decay-than-tooth-enamel.png" width="955" height="710" />
      <image id="3" name="symptoms-of-tooth-decay.jpg" width="1020" height="1177" />
    </rects>
  </job>
</annotations>
```

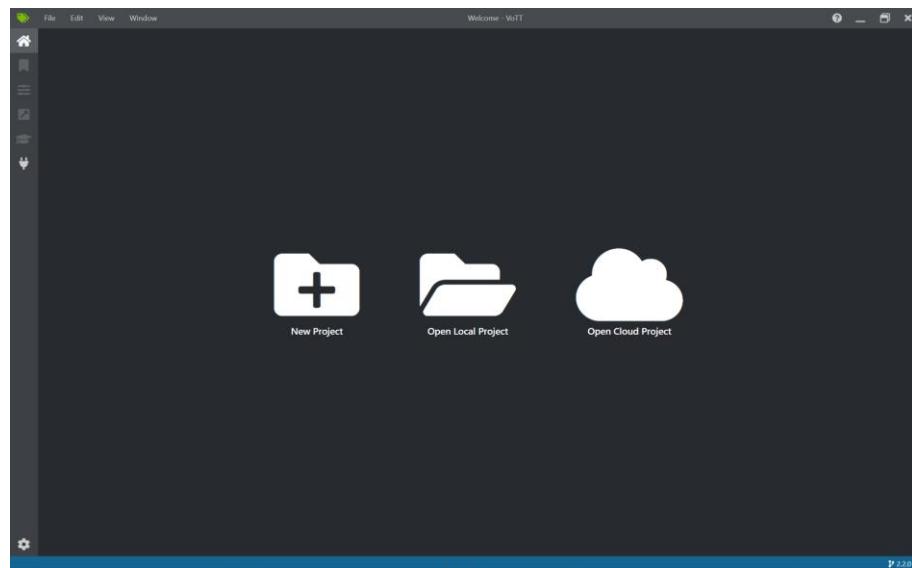
ภาพ 2.23 ไฟล์ส่งออกของ CVAT

เป็นโค้ด JSON ที่ส่งออกมาจาก CVAT โดยจะแสดงข้อมูลต่างๆของการสร้างผลเฉลย เช่น พิกัดรอบภาพ, ตำแหน่งผลเฉลย และ metadata ที่เกี่ยวข้อง

2.4.3 Vott

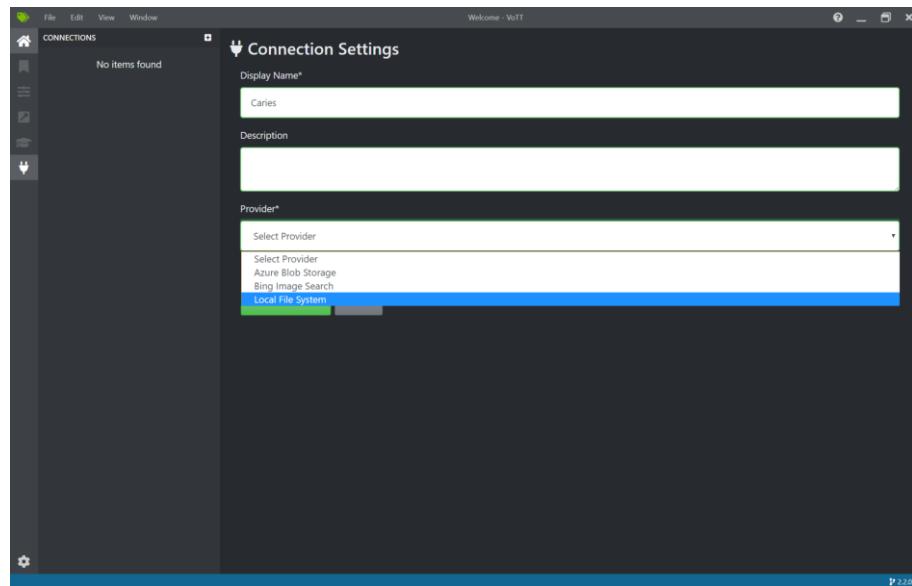
โปรแกรมสำหรับผลเฉลยประเภทภาพและวิดีโอที่ต้องกำหนดแหล่งของข้อมูลก่อนจะเริ่มทำการสร้างผลเฉลยได้ โดยมีFeatureคือ

- (1) สามารถสร้างผลเฉลยที่รูปภาพหรือเฟรมวิดีโอ
- (2) ขยายขนาดของโมเดล เพื่อรองรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้หรือระบบคลาวด์
- (3) ขยายขนาดของโมเดล เพื่อส่งออกข้อมูลสู่คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้หรือระบบคลาวด์
- (4) ช่วยอำนวยความสะดวกในการMachine Learning แบบคร่าวๆ
- (5) ผู้ใช้สามารถเลือกแหล่งของข้อมูลที่จะนำมาทำผลเฉลยได้ได้จาก Azure Blob Storage, Bing Image Search และไฟล์ภายในเครื่อง
- (6) มีกราฟแสดงข้อมูลการทำผลเฉลยโดยรวม



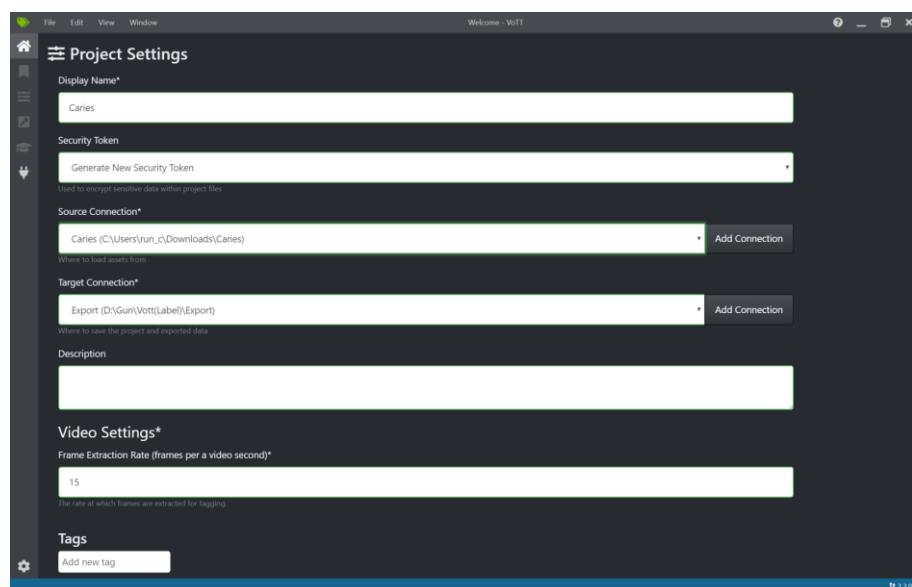
ภาพ 2.24 หน้าต่างแรกของ Vott

หน้าจอเริ่มต้นให้ผู้ใช้เลือกว่าจะสร้างโปรเจกต์ใหม่, เปิดโปรเจกต์ที่มีอยู่ในเครื่อง หรือเปิดโปรเจกต์จากระบบคลาวด์



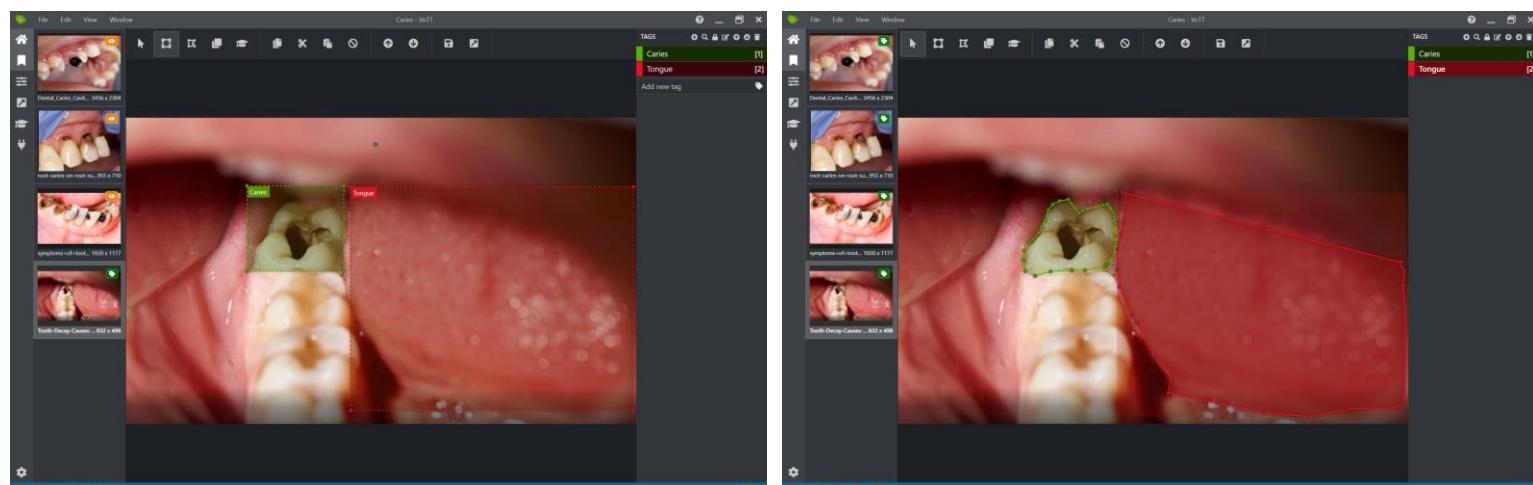
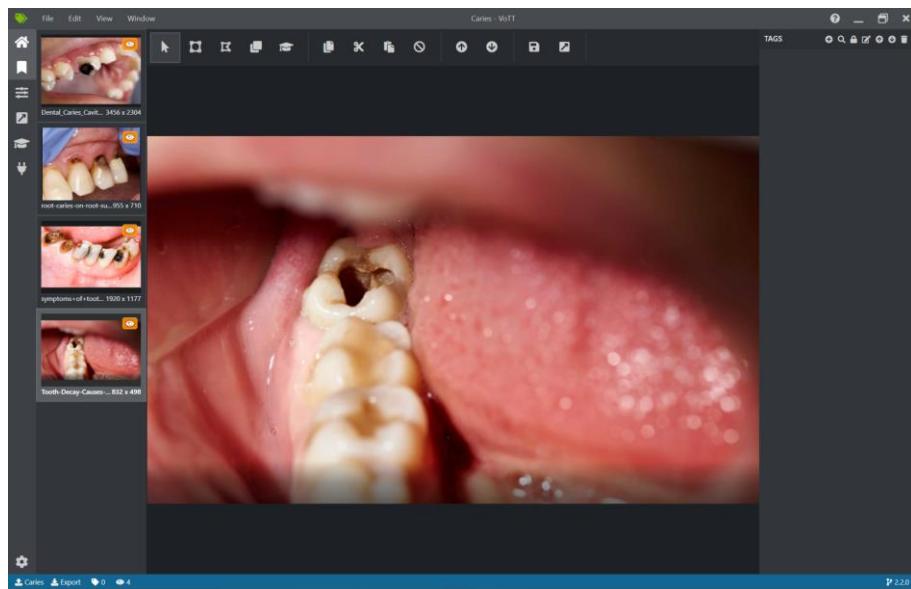
ภาพ 2.25 หน้าตั้งค่าการเชื่อมต่อของโปรเจกต์ของ Vott

ผู้ใช้ทำการกำหนดว่าจะนำข้อมูลที่จะนำมาทำผลแลಯมาจากไหนซึ่งมี Local File Storage, Azure Blob Storage และ Bing Image Search



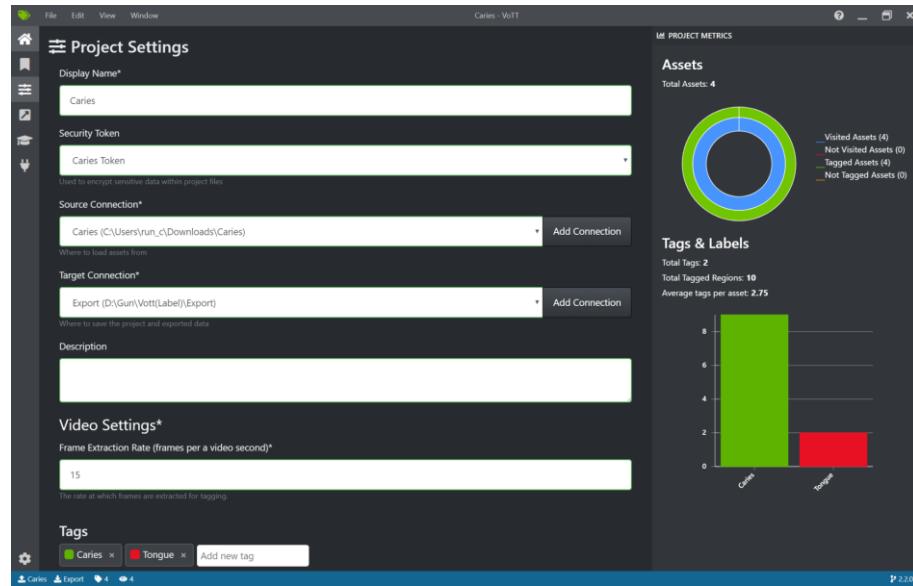
ภาพ 2.26 หน้าตั้งค่าโปรเจกต์ของ Vott

ผู้ใช้สามารถตั้งชื่อ, トイเค็น, แหล่งที่จะรับไฟล์ที่ส่งออก และแท็คของโปรเจกต์ได้



ภาพ 2.27, 2.28 และ 2.29 การสร้างผลเฉลยของ Vott

ผู้ใช้ทำการเปิดรูปภาพที่ต้องการสร้างผลเฉลยและเลือกรูปแบบการสร้างผลเฉลยที่ต้องการโดยโปรแกรม Vott สามารถสร้างผลเฉลยได้แบบ ทรงสี่เหลี่ยมและ Polygon



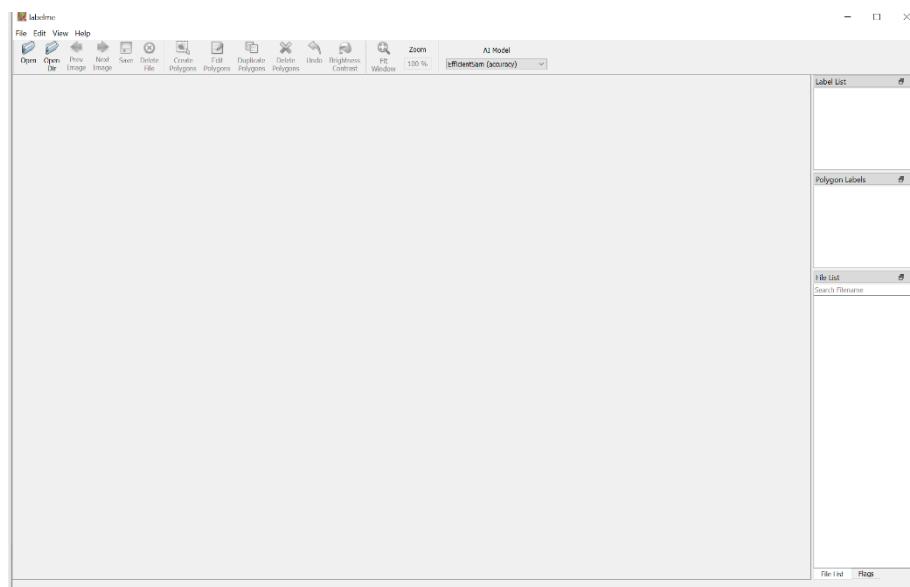
ภาพ 2.30 หน้า Dashboard ของโปรเจกต์

เป็นหน้าที่สรุปผลการสร้างผลเฉลยของโปรเจกต์โดยจะแสดงจำนวนรูปภาพและจำนวนการใช้งาน Label ในการสร้างสร้างผลเฉลยข้อมูลอุปกรณ์เป็นในรูปแบบกราฟ

2.4.4 Labelme

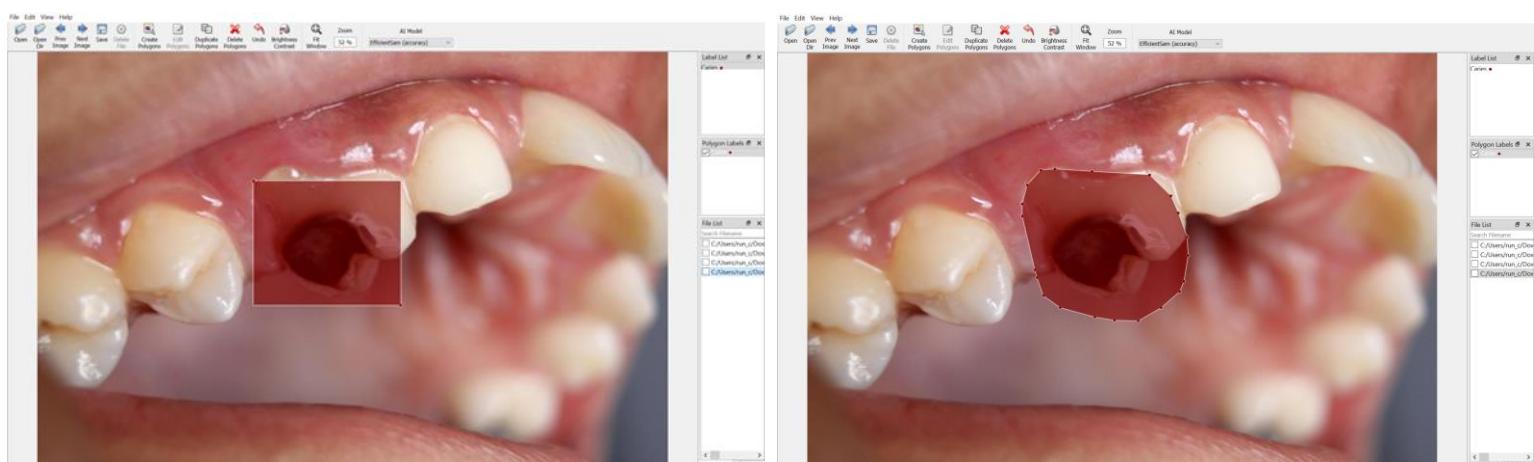
โปรแกรมสำหรับผลเฉลยประเทวทุปภาพและวิดีโอด้วย Ken taro Wada โดยตัวโปรแกรมสามารถติดตั้งใช้งานโดยการใช้ Python และมี Feature ดังนี้

- (1) สามารถสร้างผลเฉลยที่รูปภาพหรือเฟรมวิดีโอด้วย
- (2) มีรูปทรงที่หลากหลายสำหรับการสร้างผลเฉลยโดยจะมี ทรงกลม, ทรงสี่เหลี่ยม, เส้น, จุด, Mask และ Polygon
- (3) ตัวโปรแกรมมีการใช้ AI เป็นตัวช่วยในการทำเฉลยแบบ Mask และ Polygon



ภาพ 2.31 หน้าจอเริ่มต้นของ Labelme

เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้เจอเมื่อเปิดใช้งาน Labelme โดยจะมีพื้นที่ว่างสำหรับแสดงภาพ และเครื่องมือด้านบน และแถบ Label List ทางด้านขวา





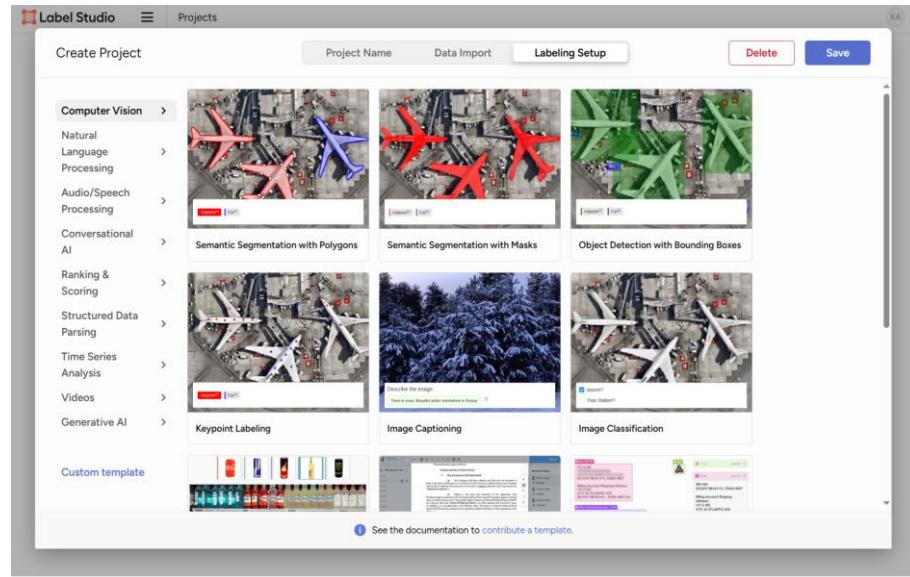
ภาพ 2.32, 2.33 และ 2.34 การสร้างผลเฉลยในรูปแบบต่างๆของ Labelme

โปรแกรม Labelme สามารถให้ผู้ใช้สร้างผลเฉลยได้หลายรูปทรงไม่ว่าจะเป็นรูปแบบทรงได้แก่ทรงสี่เหลี่ยม, ทรงกลม, และ Polygon

2.4.5 Label Studio

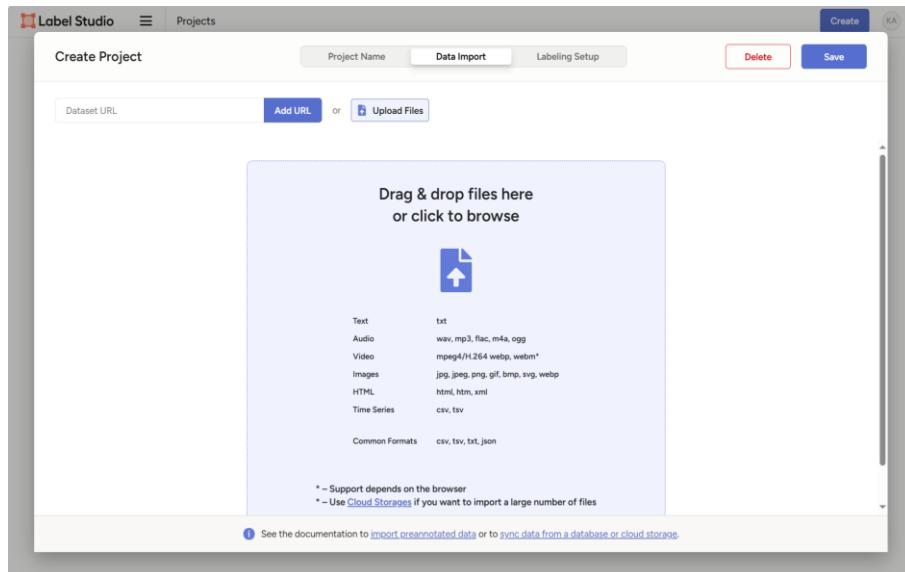
เป็นโปรแกรมสร้างผลเฉลยแบบ Open-Source ที่พัฒนาโดย Heartex โดยโปรแกรมจะถูกออกแบบโดยเน้นความยืดหยุ่นในการทำผลเฉลย โดยจะมีฟังก์ชันที่เป็นFeatureดังนี้

- (1) ผู้ใช้สามารถกำหนดหน้าอินเตอร์เฟซที่เหมาะสมกับการทำผลเฉลยที่ต้องการได้
- (2) สามารถรองรับชนิดข้อมูลสำหรับการทำผลเฉลยได้หลากหลายโดยจะมี รูปภาพ, วิดีโอ, ไฟล์ข้อความ, ไฟล์เสียง, HTML, Timeseries และไฟล์.json
- (3) ผู้ใช้สามารถแชร์การทำผลเฉลยให้ผู้ใช้อื่นเข้าช่วยทำผลเฉลยด้วยกันได้ เพื่อให้เกิดการทำผลเฉลยที่มีความแม่นยำ
- (4) สามารถเข้ากันได้กับเฟรมเวิร์คของMachine Learningได้หลากหลายได้แก่ TenserFlow, PyTorch, และKeras
- (5) สามารถส่งออกไฟล์ได้หลายรูปแบบโดยจะมี JSON, JSON-MIN, CSV, TSV, COCO, YOLO และ YOLOv8 OBB



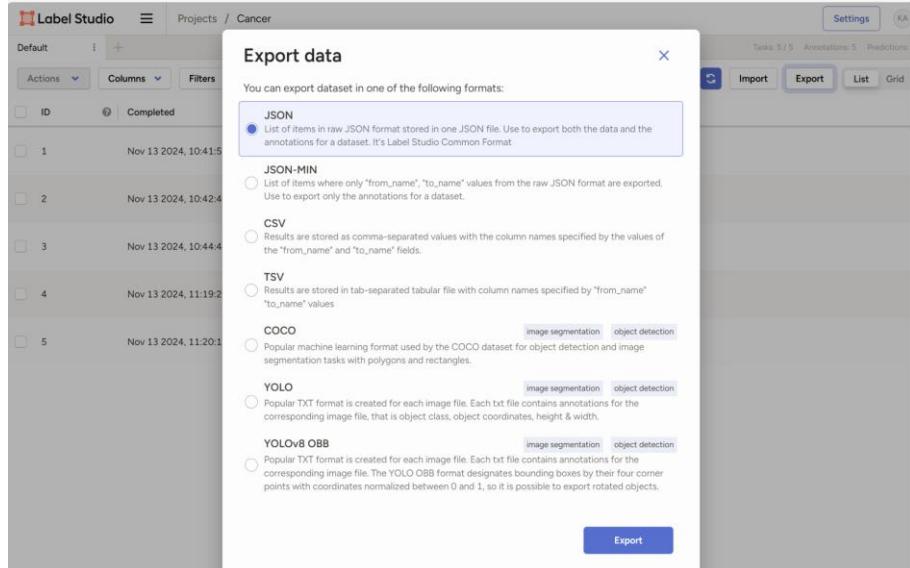
ภาพ 2.35 การเลือกรูปแบบของการสร้างผลเฉลยของ Label Studio

ก่อนสร้างโปรเจกต์ผู้ใช้ต้องทำการเลือกรูปแบบการสร้างผลเฉลยให้เหมาะสมกับงาน โดยโปรแกรมจะแสดงตัวเลือกพร้อมภาพตัวอย่าง



ภาพ 2.36 ไฟล์ที่โปรแกรมสามารถนำเข้าได้ของ Label Studio

เป็นหน้าที่ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะนำเข้าไปร่วมกับโปรเจกต์เพื่อสร้างผลเฉลยโดยชิ้น Label Studio สามารถรองรับไฟล์ข้อมูลเพื่อสร้างผลเฉลยได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไฟล์ที่เป็นข้อความ, รูปภาพ, HTML, หรือวิดีโอ

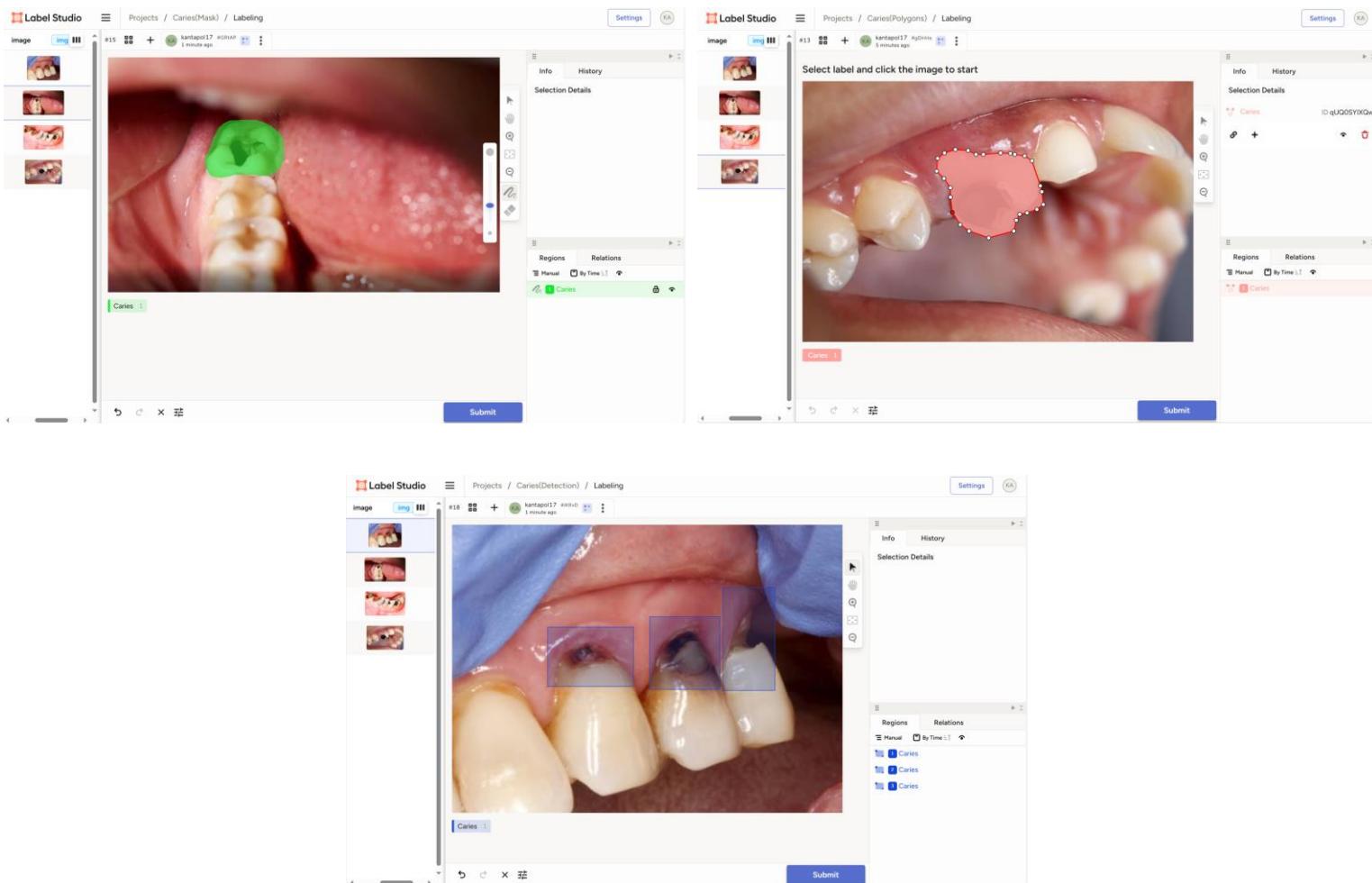


ภาพ 2.37 ไฟล์ที่โปรแกรมสามารถส่งออกได้ของ Label Studio

หลังจากที่ผู้ใช้สร้างผลเฉลยเสร็จแล้วผู้ใช้สามารถส่งออกไฟล์ของโปรเจกต์ได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นไฟล์ JSON, CSV, TSV, หรือ COCO

ภาพ 2.38 และ 2.39 การแชร์การทำผลเฉลยให้กับผู้ใช้อื่น

ผู้ใช้สามารถเชิญผู้ใช้คนอื่นให้มาร่วมสร้างผลเฉลยด้วยกันได้ โดยการที่ผู้ใช้ทำการคัดลอกลิงค์ของตัวเองที่ + Add Member และส่งให้ผู้ใช้ที่ต้องการจะเชิญโดยตัวลิงค์สามารถ Reset ได้



ภาพ 2.40, 2.41 และ 2.42 การทำผลเฉลยรูปแบบต่างๆของ Label Studio

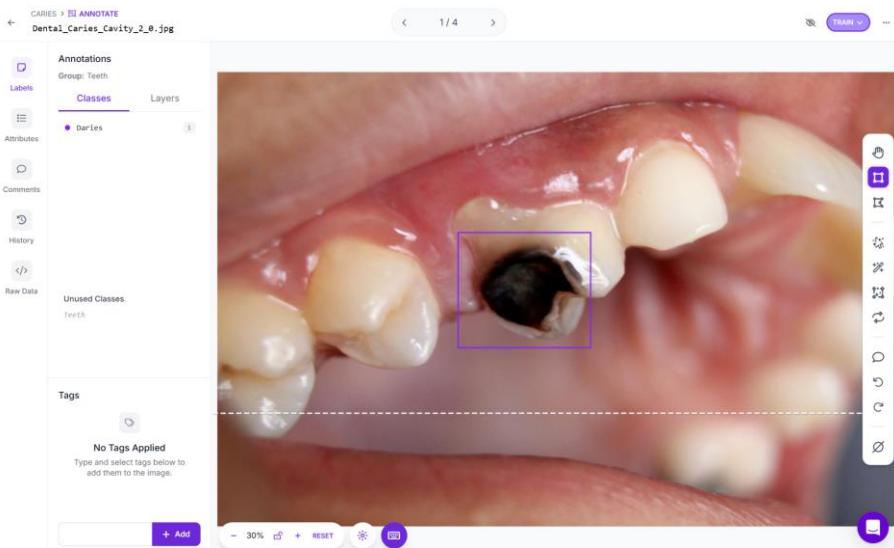
โปรแกรม Label Studio สามารถสร้างผลเฉลยให้กับไฟล์ได้หลายรูปแบบแต่สำหรับไฟล์รูปภาพ Label Studio การสร้างผลเฉลยที่ชัดเจนจะมีแบบทรงสี่เหลี่ยม, แบบแรเงา และ Polygon

2.4.6 Roboflow

เป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับจัดการและฝึกโมเดล

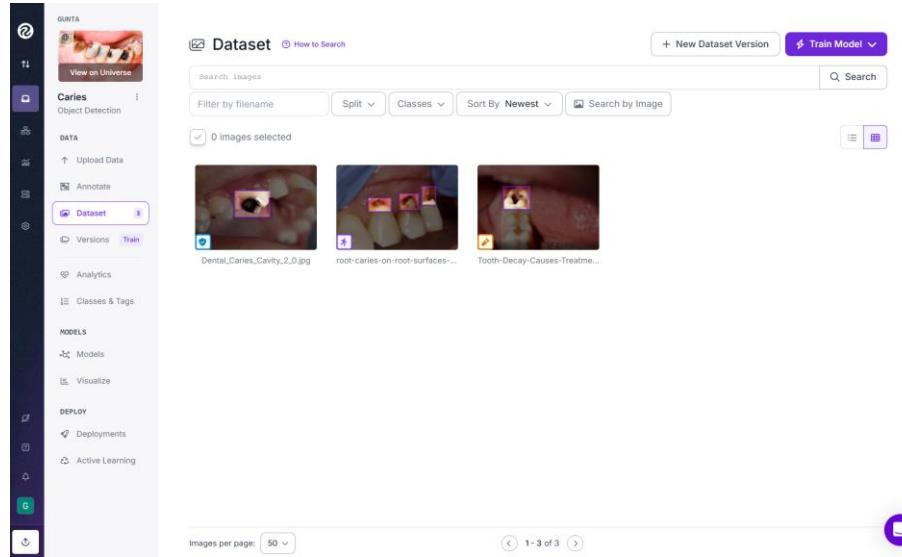
ปัญญาประดิษฐ์ในด้านการประมวลผลภาพ ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างชุดข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการฝึกโมเดล โดยนำจะรูปภาพที่มีอยู่ในคลังข้อมูลมาใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับการฝึกโมเดล โดยมีฟังก์ชันที่เป็นFeatureดังนี้

- (1) รองรับการทำผลเฉลยหลายคนพร้อมกัน
- (2) ตัวระบบมีการจัดกลุ่มข้อมูลเป็น Validation / Training / Test
- (3) รองรับการฝึกโมเดลบนคลาวด์และโมเดลที่ฝึกไว้แล้ว
- (4) แสดงความแม่นยำของโมเดลและวิเคราะห์ภาพที่โมเดล赖以ผิด
- (5) สามารถเชื่อมต่อกับ GitHub, Google Drive, Label Studio, OpenCV เพื่อดึงหรืออัปโหลดข้อมูลหรือจัดการโมเดลได้



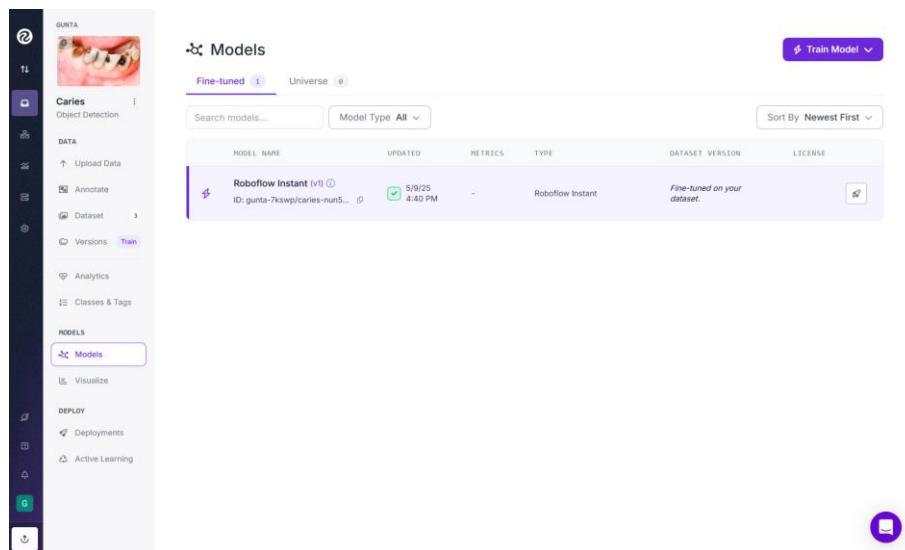
ภาพ 2.43 การทำผลเฉลยในRoboflow

ผู้ใช้ทำการสร้างผลเฉลยที่ต้องการบนรูปภาพที่แสดงตรงกลาง โดยที่ด้านซ้ายจะแสดงคลาสของ Label และ Tags ของภาพ ในขณะที่ด้านขวาจะเป็นเมนูเครื่องมือสำหรับสร้างผลเฉลย โดยผู้ใช้จำเป็นต้องกด Save เพื่อบันทึกการสร้างผลเฉลย



ภาพ 2.44 หน้า Dataset ของ Roboflow

เป็นหน้าสำหรับการจัดการชุดข้อมูลภาพ ภาพที่สร้างผลโดยจะแสดงในขนาดย่อรวมถึงผลโดยที่สร้างแล้วในภาพ โดยภาพจะถูกแยกสถานะได้เป็น Validation, Training หรือ Test ตามความต้องการของผู้ใช้ อีกทั้งยังสามารถค้นหาหรือกรองภาพได้ด้วยเงื่อนไขต่างๆ เช่น ชื่อ, วัน/เวลา หรือสถานะ



ภาพ 2.45 การเตรียม Train Model โดยใช้ข้อมูลในDataset

หน้านี้ใช้จัดการ Model Machine Learning โดยผู้ใช้สามารถกด “+ Train New Model” สำหรับเริ่มสร้างหรือฝึกโมเดลใหม่จากข้อมูลของผลโดยที่มีอยู่

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละโปรแกรม

	Label Studio	CVAT	ImageTagger	Labelme	Vott	Roboflow
เพิ่มลดขนาดภาพขณะทำผลเฉลยได้	✓	✓	✓	✓	✗	✓
ชุดข้อมูลรูปภาพ	✓	✓	✓	✗	✗	✓
การอัพโหลดผลเฉลยที่ผู้ใช้มืออยู่	✓	✓	✓	✓	✗	✓
แก้ไข Label Class ได้ในระหว่างการทำผลเฉลย	✗	✗	✗	✓	✓	✓
มีรูปทรงที่หลากหลายสำหรับการสร้างผลเฉลย	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ผู้ใช้คนอื่นสามารถช่วยทำผลเฉลยได้	✓	✓	✓	✗	✓	✓
สามารถส่งออกไฟล์ในรูปแบบอื่นได้มากกว่าหนึ่งรูปแบบ	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Save โปรเจคไว้กับตัวโปรแกรม	✓	✓	✓	✗	✓	✓
มีAIช่วยในการทำ Labeling	✗	✓	✗	✓	✗	✓
เลือกสีให้กับ Label Class ได้	✓	✓	✗	✗	✗	✗
ตีชื่อวุลที่จะทำผลเฉลยมาจากที่อื่นนอกจากตัวเอง โดยตรง	✓	✓	✓	✗	✓	✓
เขียนคำอธิบายให้กับโปรเจคได้	✓	✓	✗	✗	✓	✓

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 Design Decision

จากการทดลองใช้และเปรียบเทียบโปรแกรมสร้างผลเฉลยทั้ง 6 โปรแกรม ผู้จัดทำได้ตัดสินใจเลือกออกแบบระบบสำหรับการสร้างผลเฉลยให้เป็น Web-based Annotation Tool โดยให้ผู้ใช้สร้างบัญชีและทำการ Login เพื่อเข้าใช้งานและผู้ใช้สามารถสร้างโปรเจกต์, อัปโหลดภาพ, ทำการสร้างผลเฉลย, และส่งออกข้อมูลได้อย่างง่ายในระบบเดียว

3.2 ภาพรวมของโครงงาน

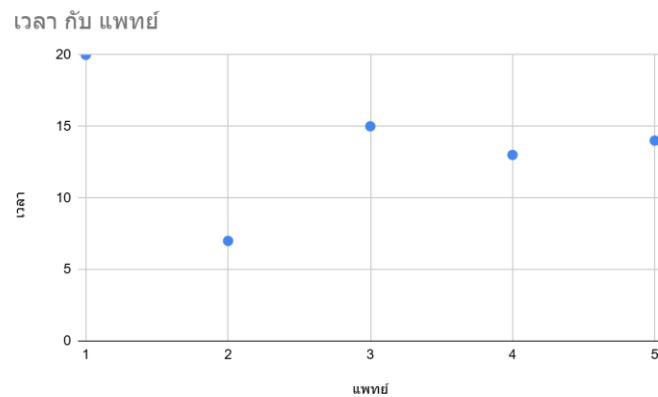
วิธีการดำเนินการวิจัย ได้มีการคัดเลือกโปรแกรมสร้างผลเฉลยและนำมาเปรียบเทียบจุดเด่นของโปรแกรม

3.2.1 การทดลองใช้โปรแกรมสร้างผลเฉลย

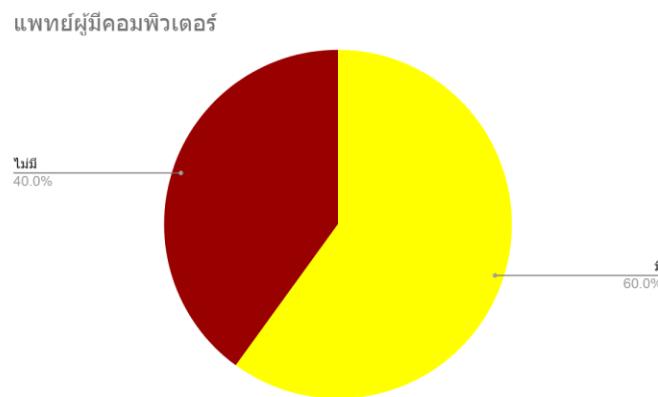
ผู้จัดทำได้มีการเลือกทดลองโปรแกรมสร้างผลเฉลยทั้งหมด 6 โปรแกรม เพื่อทำการศึกษาโปรแกรมประเภท open source ที่เน้นด้านการสร้างผลเฉลยรูปภาพ เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปศึกษาและพัฒนาต่อยอดให้เหมาะสมกับการสร้างโปรแกรมสร้างผลเฉลยสำหรับการแพทย์ในอนาคต

3.2.2 การให้ทันตแพทย์ทดลองใช้โปรแกรมสร้างผลเฉลย

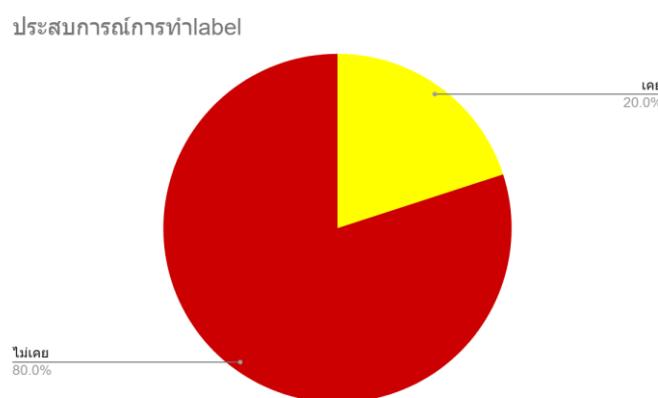
ผู้จัดทำได้ทำการขอความร่วมมือจากทันตแพทย์ 5 ท่านในการทดลองใช้โปรแกรม Label Studio ในการสร้างผลเฉลยภาพฟันผู้จำนวน 4 ภาพโดยเป็นเซ็ตภาพเดียวกันและใช้การสร้างผลเฉลยรูปแบบหลายเหลี่ยม ทางคณะผู้จัดทำเพียงการสังเกตการณ์และไม่ได้แนะนำวิธีการใช้โปรแกรมใด ๆ



ภาพ 3.1 แผนภูมิแสดงระยะเวลาที่ทันตแพทย์แต่ละท่านทดลองใช้โปรแกรม Label Studio เพื่อสร้างผลเนลยข้อมูล

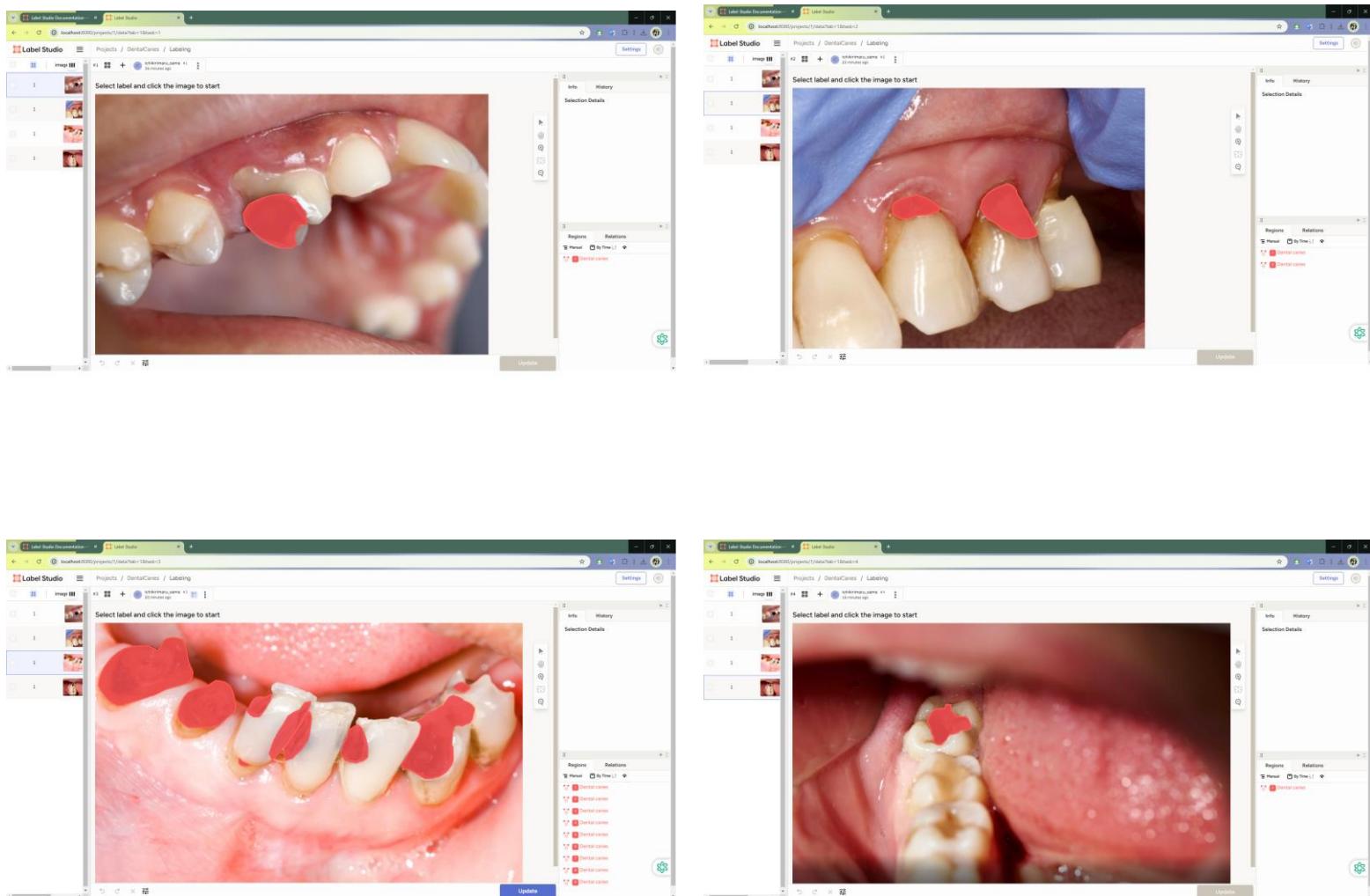


ภาพ 3.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนทันตแพทย์ที่มีคอมพิวเตอร์



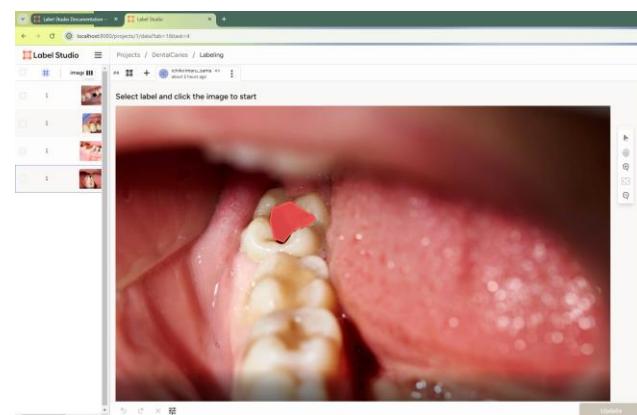
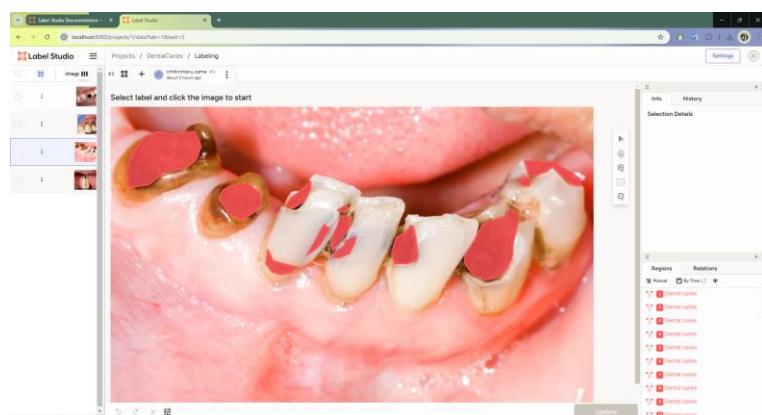
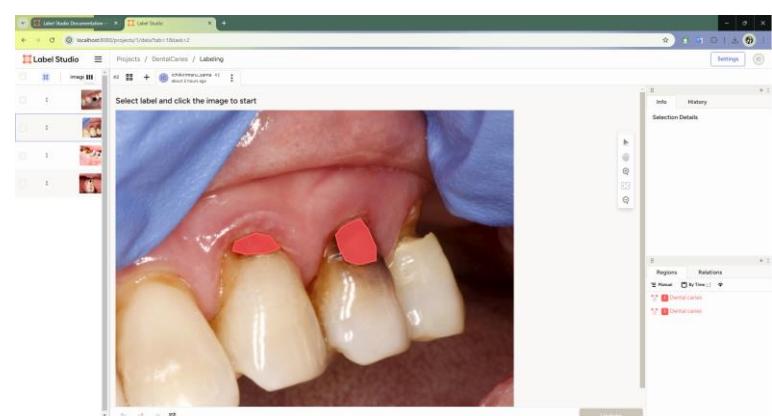
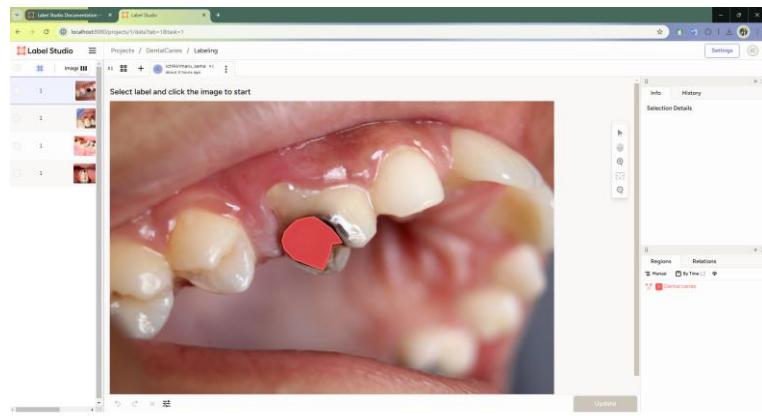
ภาพ 3.3 แผนภูมิแสดงสัดส่วนทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ทำ Labeling

ทันตแพทย์ท่านที่ 1) ใช้เวลา 20 นาที มีประสบการณ์การทำงานประเภท labeling และถนัดการใช้คอมพิวเตอร์



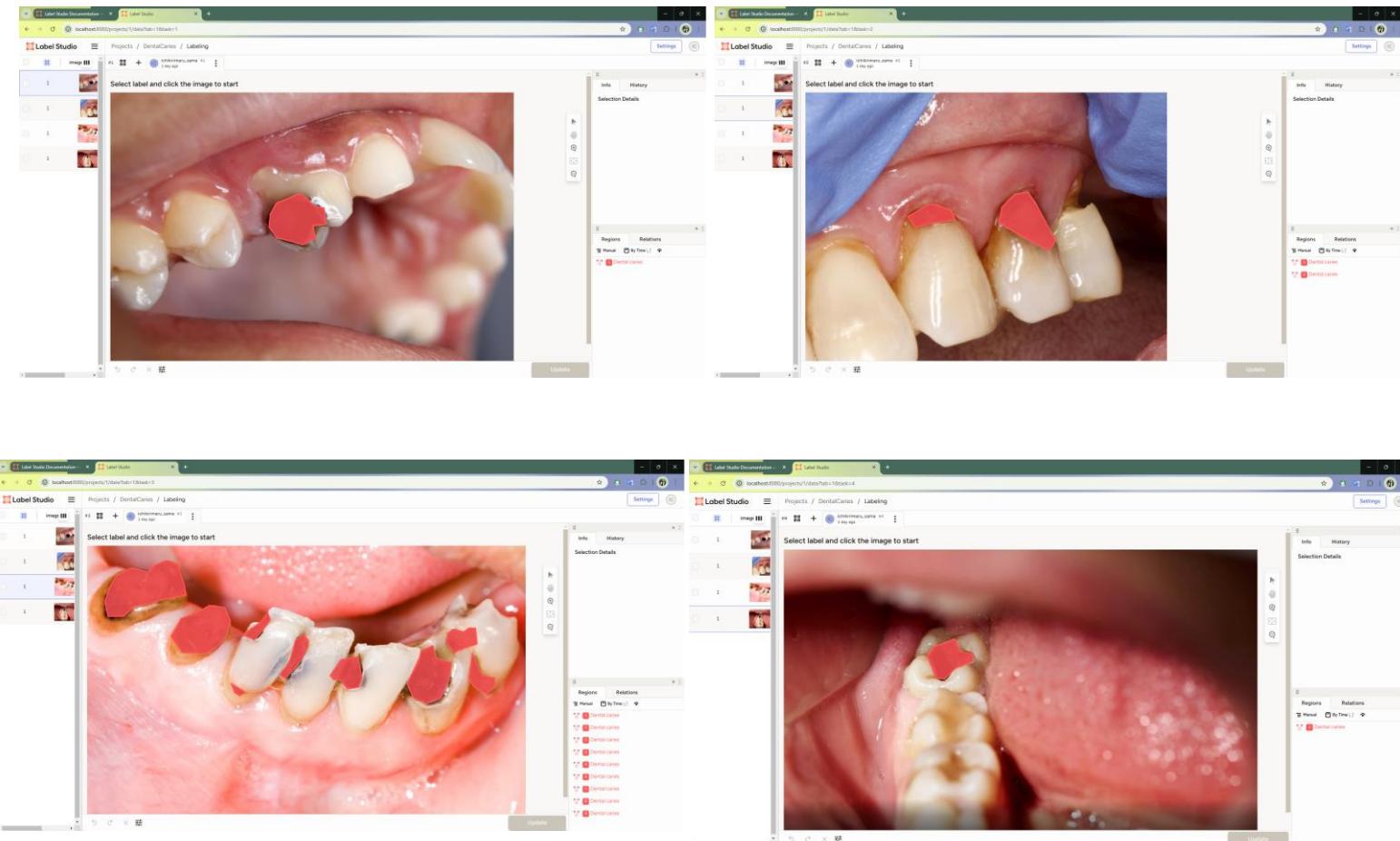
ภาพ 3.4, 3.5, 3.6 และ 3.7 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 1

ทันตแพทย์ท่านที่ 2) ใช้เวลา 7 นาที ไม่มีประสบการณ์การทำงานประเภท labeling ถนนการใช้คอมพิวเตอร์



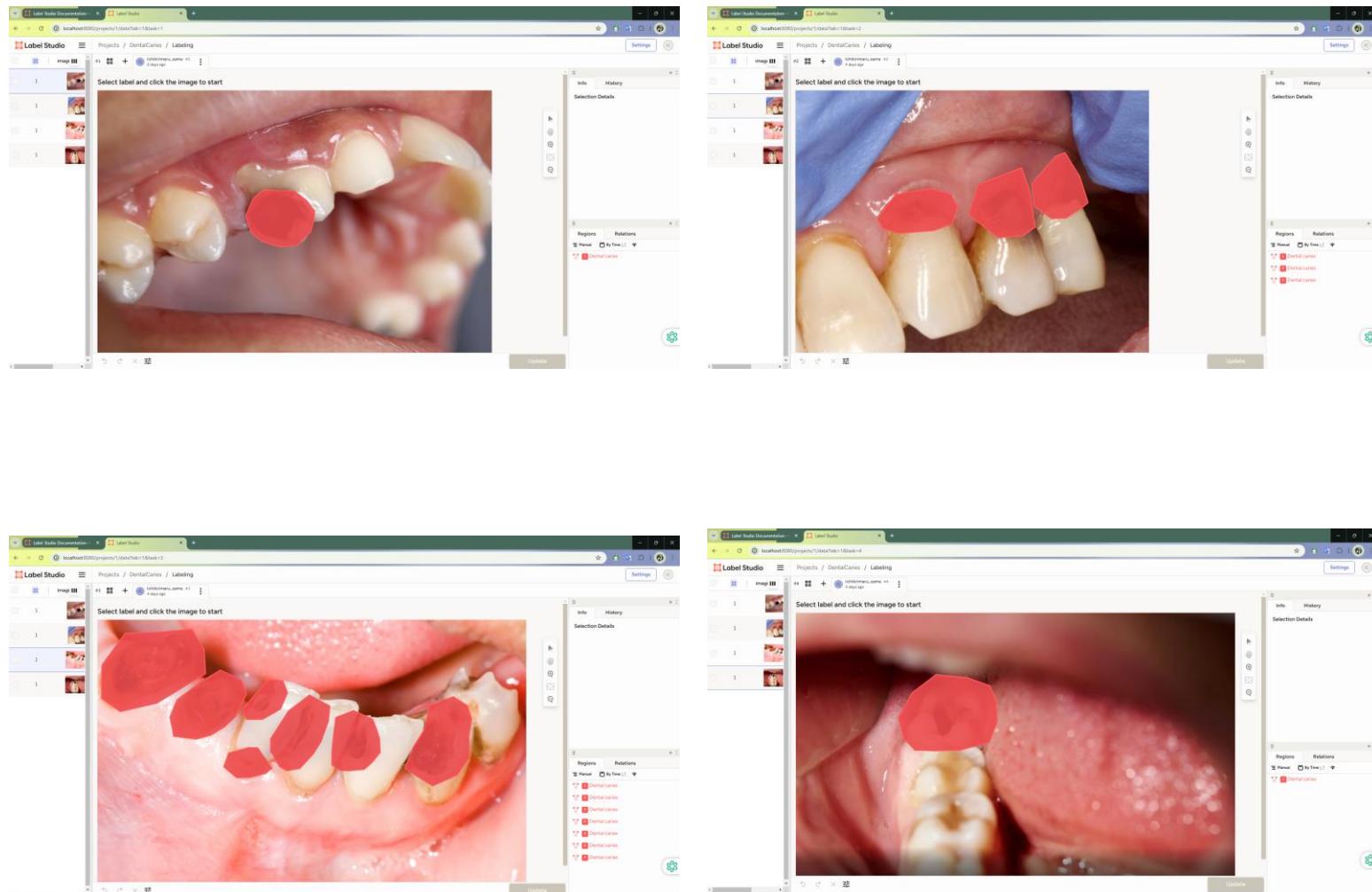
ภาพ 3.8, 3.9, 3.10 และ 3.11 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 2

ทันตแพทย์ท่านที่ 3) ใช้เวลา 15 นาที ไม่มีประสบการณ์การทำงานประเภท labeling ณ นัดการใช้คอมพิวเตอร์



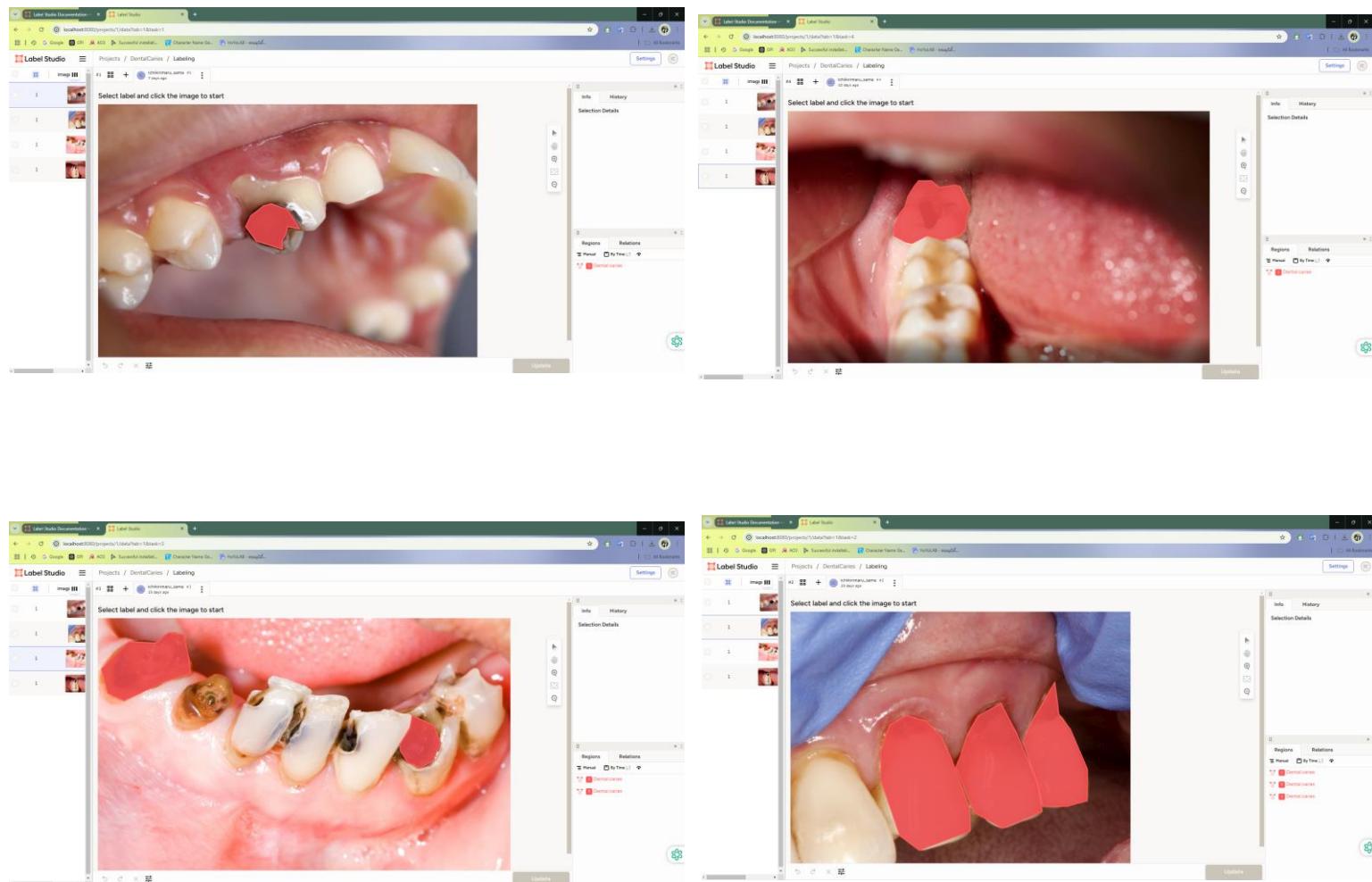
ภาพ 3.12, 3.13, 3.14 และ 3.15 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 3

ทันตแพทย์ท่านที่ 4) ใช้เวลา 13 นาที ไม่มีประสบการณ์การทำงานประเพณี labeling ไม่สนใจการใช้คอมพิวเตอร์



ภาพ 3.16, 3.17, 3.18 และ 3.19 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 4

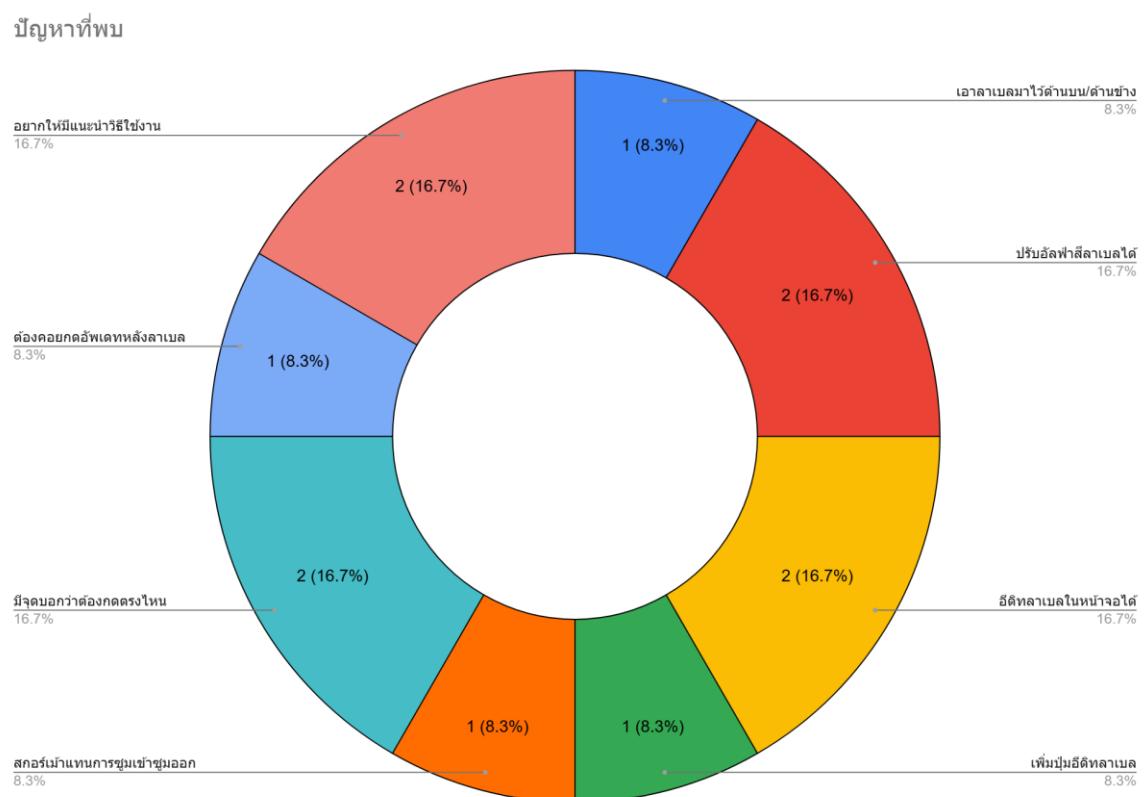
ทันตแพทย์ท่านที่ 5) ใช้เวลา 14 นาที ไม่มีประสบการณ์การทำงานประเพณี labeling ไม่สนใจการใช้คอมพิวเตอร์



ภาพ 3.20, 3.21, 3.22 และ 3.23 ผลลัพธ์การสร้างผลเฉลยทันตแพทย์ท่านที่ 5

3.2.2.1 ปัญหาที่พบ

จากการสังเกตการณ์จะพบได้ว่า ทันตะแพทย์จะเจอปัญหาได้แก่ ต้องการนำลาเบลมาไว้ด้านบน/ด้านข้าง, ปรับอัลฟ่าสีลາเบลได้, อีดิทลาเบลในหน้าจอได้, สกอร์เม้าแทนการซูม, มีจุดบกอกว่าต้องกดตรงไหน, ต้องค่อยกดอัพเดทหลังลากเบล, และ อยากรู้ว่ามีแนะนำวิธีใช้งาน เป็นเปอร์เซนต์ดังภาพข้างล่าง



ภาพ 3.24 แผนภูมิแสดงปัญหาที่แพทย์ในระหว่างการสร้างผลเฉลย

3.3 การวิเคราะห์ขอบเขตและความต้องการของระบบ

3.3.1 แผนภาพกรณีศึกษา (Use case diagram)



ภาพ 3.25 ภาพแสดงกรณีที่ใช้งานระบบ

ตารางที่ 3.1 รายละเอียด Actor ใน Use case diagram

Actor	คำอธิบาย
บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ที่เข้าใช้งานระบบเพื่อทำผลโดย

ตารางที่ 3.2 รายละเอียด Use case ทั้งหมดบน Use case diagram

No.	Use case name	Actor	Description
UC-001	สร้างบัญชีผู้ใช้	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้ทำการกรอกชื่อ, E-mail และ Password เพื่อสร้างบัญชี
UC-002	เข้าสู่ระบบ	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้ทำการกรอกชื่อและ Password เพื่อเข้าสู่ระบบ
UC-003	สร้างโปรเจกต์ใหม่	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้ทำการตั้งชื่อ โปรเจกต์, สร้าง Tag และเลือกรูปแบบการสร้างผลโดยของ โปรเจกต์ใหม่
UC-004	ลบโปรเจกต์	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้ทำการลบโปรเจกต์ที่ไม่ต้องการแล้ว
UC-005	ปักหมุดโปรเจกต์	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้เลือกโปรเจกต์ให้แสดงแบบพิเศษเนื่องจากใช้งานบ่อยหรือต้องการให้เข้าถึงโปรเจกต์นั้นได้ง่าย
UC-006	อัปโหลดรูปภาพ	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้ทำการอัปโหลดรูปภาพจากตัวเครื่องเพื่อทำการสร้างผลโดย

UC-007	สร้างผลเฉลย	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้ทำการสร้างผลเฉลยบนตำแหน่งที่ต้องการบนรูปภาพ
UC-008	ส่งออกไฟล์	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ด้านนี้โหลดโปรเจกต์โดยชนิดของไฟล์ที่สามารถดาวน์โหลดได้จะมีไฟล์รูปภาพและไฟล์ COCO
UC-009	ออกจากระบบ	บุคลากรทางการแพทย์	ผู้ใช้ทำการออกจากระบบ

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของการสร้างบัญชีผู้ใช้

ID and Name:	สร้างบัญชีผู้ใช้
Actor:	บุคลากรทางการแพทย์
Description:	ผู้ใช้ทำการกรอกชื่อ, E-mail และ Password เพื่อสร้างบัญชี
Trigger:	ผู้ใช้กดเลือก Sign up ที่หน้า Log in
Pre-condition:	ผู้ใช้ไม่มีบัญชีเพื่อเข้าสู่ระบบ
Post-condition:	ผู้ใช้มีบัญชีเพื่อเข้าสู่ระบบ
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. เลือก Sign up 2. กรอกชื่อของผู้ใช้ 3. กรอก E-mail ของผู้ใช้ 4. กรอก Password ของผู้ใช้ 5. กรอก Password ของผู้ใช้อีกครั้งเพื่อทำการยืนยัน 6. ผู้ใช้กด Sign up เพื่อสร้างบัญชี
Alternative Flow:	
Exceptions:	

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของการเข้าสู่ระบบ

ID and Name:	เข้าสู่ระบบ
Actor:	บุคลากรทางการแพทย์
Description:	ผู้ใช้ทำการกรอกemailและPasswordเพื่อเข้าสู่ระบบ
Trigger:	ผู้ใช้เข้าใช้งานโปรแกรม
Pre-condition:	ผู้ใชยังไม่ได้เข้าสู่ระบบ
Post-condition:	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบ
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เข้าใช้งานโปรแกรม 2. กรอกชื่อของผู้ใช้ที่ตั้งไว้ในขั้นตอนการสร้างบัญชี 3. กรอกPasswordที่ผู้ใช้ตั้งไว้ในขั้นตอนการสร้างบัญชี 4. ผู้ใช้กดLog inเพื่อเข้าสู่ระบบ
Alternative Flow:	
Exceptions:	ถ้าผู้ใช้ไม่มีบัญชีหรือกรอกชื่อและข้อมูลไม่ถูกต้องผู้ใช้จะไม่สามารถเข้าใช้งานระบบได้

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของการสร้างโปรเจกต์ใหม่

ID and Name:	สร้างโปรเจกต์ใหม่
Actor: บุคลากรทางการแพทย์	
Description:	ผู้ใช้ทำการตั้งชื่อโปรเจกต์, สร้าง Tag และเลือกรูปแบบการสร้างผลเฉลยของโปรเจกต์ใหม่
Trigger:	ผู้ใช้เข้าระบบและเลือก Create New Project
Pre-condition:	ผู้ใช้เข้าระบบ
Post-condition:	ผู้ใช้มีโปรเจกต์ใหม่
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เข้าระบบ 2. เลือก Create New Project ในเมนู Projects 3. ตั้งชื่อให้โปรเจกต์ใหม่ 3. สร้าง Tag ให้กับโปรเจกต์เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา 4. เลือกรูปแบบการสร้างผลเฉลยที่ต้องการ 5. กด Create เพื่อสร้างโปรเจกต์
Alternative Flow:	
Exceptions:	ในขั้นตอนที่ 5 ไม่สามารถสร้างโปรเจกต์ได้ถ้าไม่ตั้งชื่อหรือเลือก รูปแบบการสร้างผลเฉลยให้กับ โปรเจกต์

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของการลบโปรเจกต์

ID and Name:	ลบโปรเจกต์
Actor:	บุคลากรทางการแพทย์
Description:	ผู้ใช้ทำการลบโปรเจกต์ที่ไม่ต้องการแล้ว
Trigger:	ผู้ใช้กด Delete
Pre-condition:	ผู้ใช้สร้างโปรเจกต์แล้ว
Post-condition:	โปรเจกต์จะถูกลบออกจากที่ผู้ใช้ต้องการ
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. หลังจากผู้ใช้สร้างโปรเจกต์แล้วจะมีโปรเจกต์การ์ดแสดงในหน้าเมนู Projects 2. ผู้ใช้กดปุ่ม Delete ของโปรเจกต์ที่ผู้ใช้ต้องการจะลบ 3. โปรเจกต์นั้นจะถูกลบออกจากระบบ
Alternative Flow:	
Exceptions:	

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของการปักหมุดโปรเจกต์

ID and Name:	ปักหมุดโปรเจกต์
Actor: บุคลากรทางการแพทย์	
Description:	ผู้ใช้เลือกโปรเจกต์ให้แสดงแบบพิเศษเนื่องจากในชั้นบอยหรือต้องการให้เข้าถึงโปรเจกต์นั้นได้ง่าย
Trigger:	กดสัญลักษณ์ดาวรุปบนโปรเจกต์การด
Pre-condition:	ผู้ใช้สร้างโปรเจกต์แล้ว
Post-condition:	โปรเจกต์นั้นจะแสดงสัญลักษณ์รูปดาวและโปรเจกต์นั้นจะแสดงเป็นลำดับแรก
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เลือกโปรเจกต์ที่ต้องการปักหมุด 2. ผู้ใช้คลิกที่สัญลักษณ์รูปดาวบนของโปรเจกต์การด 3. โปรเจกต์นั้นจะแสดงสัญลักษณ์รูปดาวและอยู่เป็นลำดับแรก
Alternative Flow:	
Exceptions:	

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของการอัปโหลดรูปภาพ

ID and Name:	อัปโหลดรูปภาพ
Actor:	บุคลากรทางการแพทย์
Description:	ผู้ใช้ทำการอัปโหลดรูปภาพจากตัวเครื่องเพื่อทำการสร้างผลเฉลย
Trigger:	ผู้ใช้กด Select Image ในโปรเจกต์ที่ผู้ใช้ต้องการอัปโหลดรูปภาพ
Pre-condition:	ผู้ใช้สร้างโปรเจกต์แล้ว
Post-condition:	รูปภาพที่อัปโหลดแล้วจะอยู่ในโปรเจกต์ที่ผู้ใช้ต้องการ
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กด Open ของโปรเจกต์ที่ต้องการอัปโหลดรูปภาพ 2. กด Select Image และทำการเลือกรูปภาพที่ต้องการสร้างผลเฉลย จากตัวเครื่อง 3. หลังจากรูปภาพแสดงในโปรเจกต์แล้วทำการกด Upload Images
Alternative Flow:	
Exceptions:	

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของการสร้างผลเฉลย

ID and Name:	สร้างผลเฉลย
Actor: บุคลากรทางการแพทย์	
Description:	ผู้ใช้ทำการสร้างผลเฉลย บนตำแหน่งที่ต้องการบนรูปภาพ
Trigger:	ผู้ใช้กด Start Labeling
Pre-condition:	ผู้ใช้อปปोหลดรูปภาพในโปรเจ็ตแล้ว
Post-condition:	รูปภาพที่อปปอหลดได้รับการสร้างผลเฉลย
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ในโปรเจ็ตที่ผู้ใช้ต้องการ สร้างผลเฉลย ผู้ใช้เลือกเมนู Labeling ทางด้านซ้ายมือ 2. ผู้ใช้กด Start Labeling 3. ผู้ใช้กด Create Label เพื่อสร้างคลาสของผลเฉลย 4. ผู้ใช้ทำการตั้งชื่อและเลือกสีของคลาสของผลเฉลยและกด Create โดยคลาสของผลเฉลยจะแสดงทางด้านขวามือ 5. ผู้ใช้ทำการกดคลาสของผลเฉลยทางด้านขวามือ และสร้างผลเฉลยบนตำแหน่งที่ต้องการบนรูปภาพโดยจะมีข้อมูลของผลเฉลยนั้นแสดงทางด้านขวามือ 7. ผู้ใช้กดปุ่ม Back เพื่อกลับไปหน้า Labeling หลังจากที่ผู้ใช้สร้างผลเฉลยเสร็จแล้ว

Alternative Flow:	<p>ในขั้นตอนที่ 4 ถ้าผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนสีและชื่อของคลาสผลเฉลยที่สร้างไว้ให้ผู้ใช้กดที่คลาสของผลเฉลยที่สร้างไว้แล้วทางด้านขวาเมื่อและเปลี่ยนชื่อและสีของคลาสผลเฉลยที่สร้างไว้แล้ว</p> <p>ในขั้นตอนที่ 5 ถ้าผู้ใช้ต้องการลบผลเฉลยบนรูปภาพผู้ใช้ทำการกดครุปถังขยายตรงข้อมูลของผลเฉลยที่แสดงทางด้านขวาเมื่อ</p>
Exceptions:	ผู้ใช้ไม่ได้อัปโหลดรูปภาพหรือใส่ชื่อฉลากข้อมูลในขั้นตอนที่ 3

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของการส่งออกไฟล์

ID and Name:	ส่งออกไฟล์
Actor: บุคลากรทางการแพทย์	
Description:	ผู้ใช้ดาวน์โหลดโปรเจกต์โดยชนิดของไฟล์ที่สามารถดาวน์โหลดได้จะมีไฟล์รูปภาพและไฟล์COC O
Trigger:	ผู้ใช้กด Export ในเมนู Dataset ของโปรเจกต์
Pre-condition:	ผู้ใช้สร้างผลเฉลยให้รูปภาพแล้ว
Post-condition:	ผู้ใช้ได้ไฟล์ของโปรเจกต์ในรูปแบบที่ผู้ใช้เลือก
Normal Flow:	1. ในโปรเจกต์ที่ผู้ใช้ต้องการส่งออกไฟล์ ผู้ใช้เลือกเมนู Dataset ทางด้านซ้ายมือ

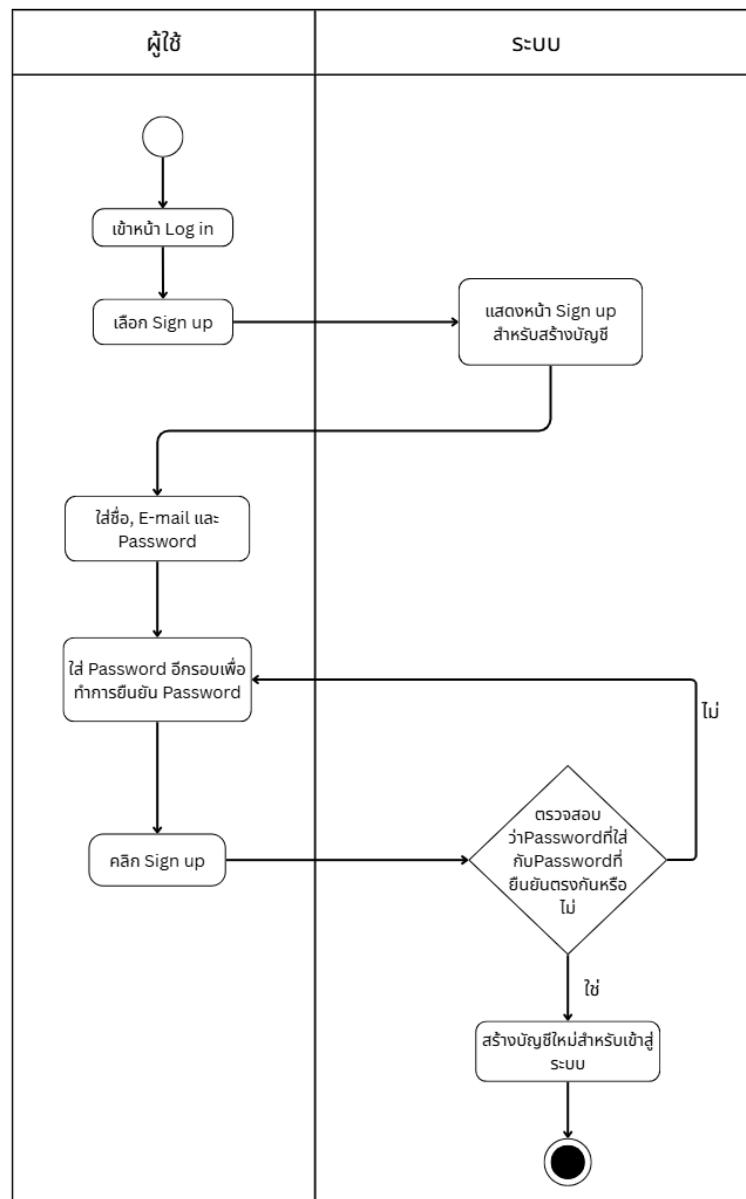
	<p>2. ผู้ใช้กดที่ Export ที่มุมขวาบน</p> <p>3.</p> <p>ผู้ใช้เลือกรูปแบบของไฟล์ที่ต้องการจะดาวน์โหลด</p> <p>4. ผู้ใช้ได้ไฟล์ของโปรเจกต์ในรูปแบบที่ผู้ใช้เลือก</p>
Alternative Flow:	
Exceptions:	

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของการออกจากระบบ

ID and Name:	ออกจากระบบ
Actor: บุคลากรทางการแพทย์	
Description:	ผู้ใช้ทำการออกจากระบบ
Trigger:	ผู้ใช้กดSign Out
Pre-condition:	ผู้ใช้อยู่ในระบบ
Post-condition:	ผู้ใช้เดื่อกจากระบบไปที่หน้าLog in
Normal Flow:	<p>1.</p> <p>ผู้ใช้ทำการกดที่ไอคอนของบัญชีตรงมุมซ้ายล่างของคอลัมน์Dashboard</p> <p>2. ผู้ใช้เลือก Sign Out เพื่ออกจากระบบ</p>
Alternative Flow:	
Exceptions:	

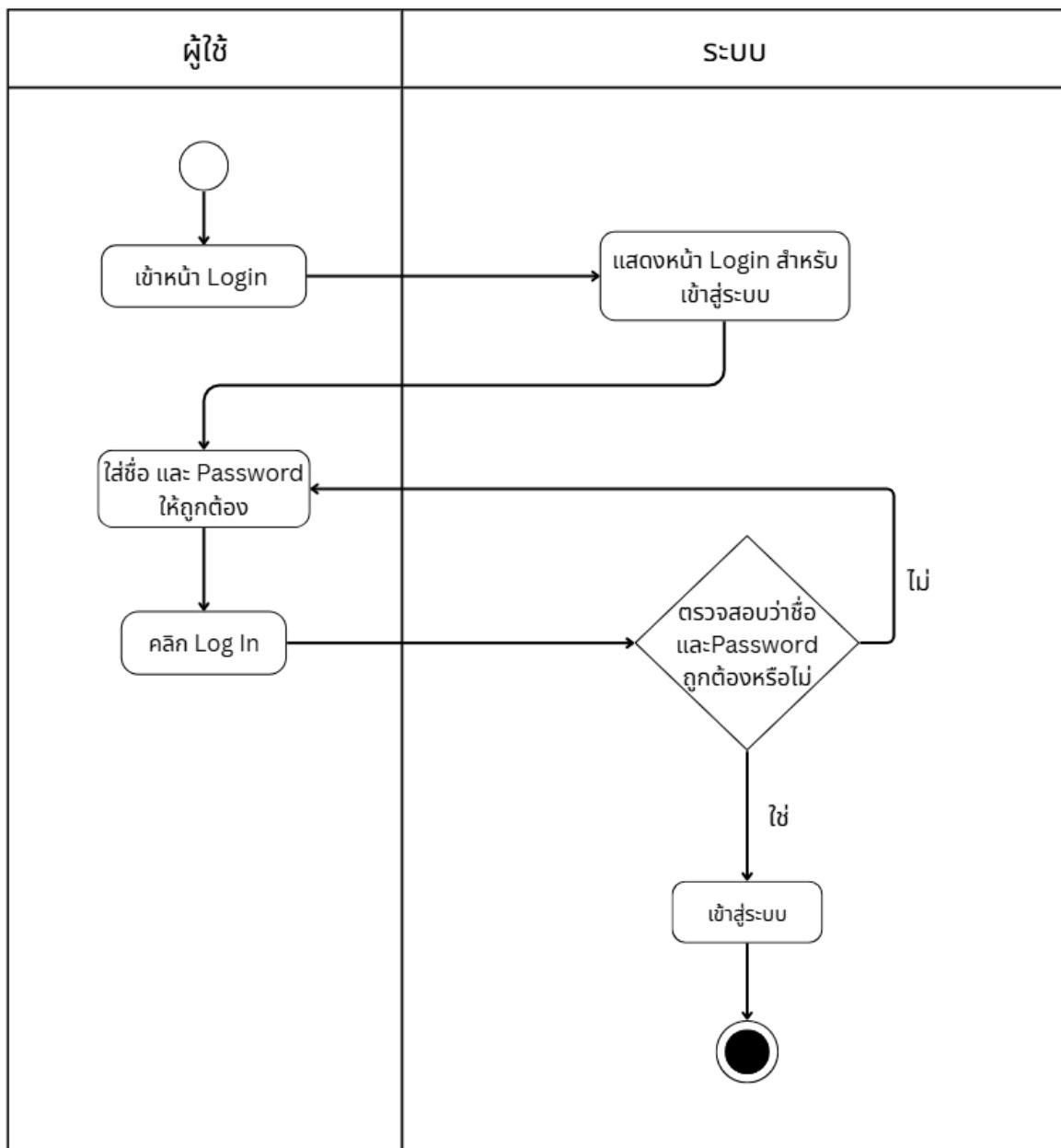
3.3.2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของกรณีศึกษา (Activity Diagram)

3.3.2.1 Activity Diagram สร้างบัญชีผู้ใช้



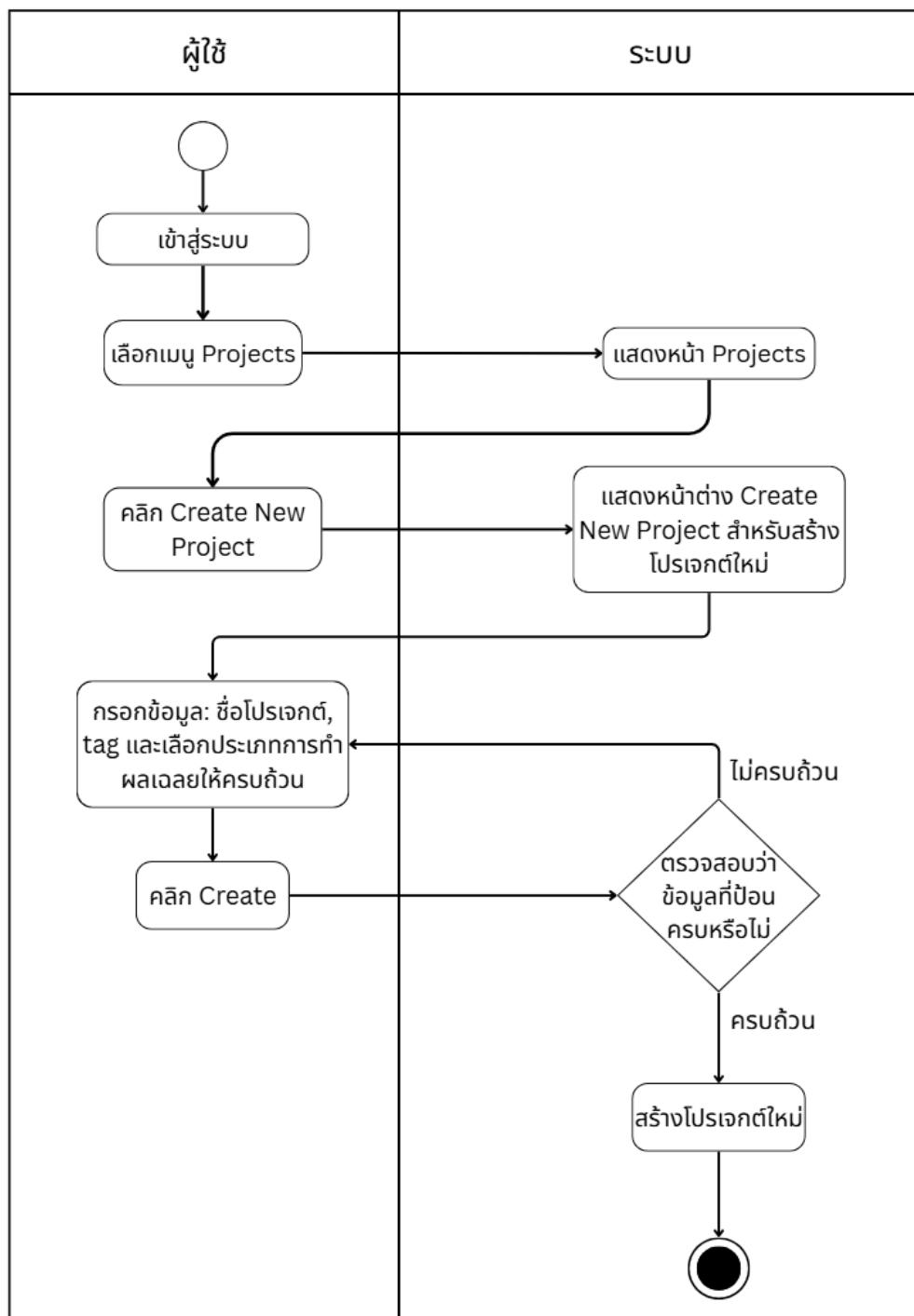
ภาพ 3.26 Activity Diagram ของการสร้างบัญชีผู้ใช้

3.3.2.2 Activity Diagram เข้าสู่ระบบ



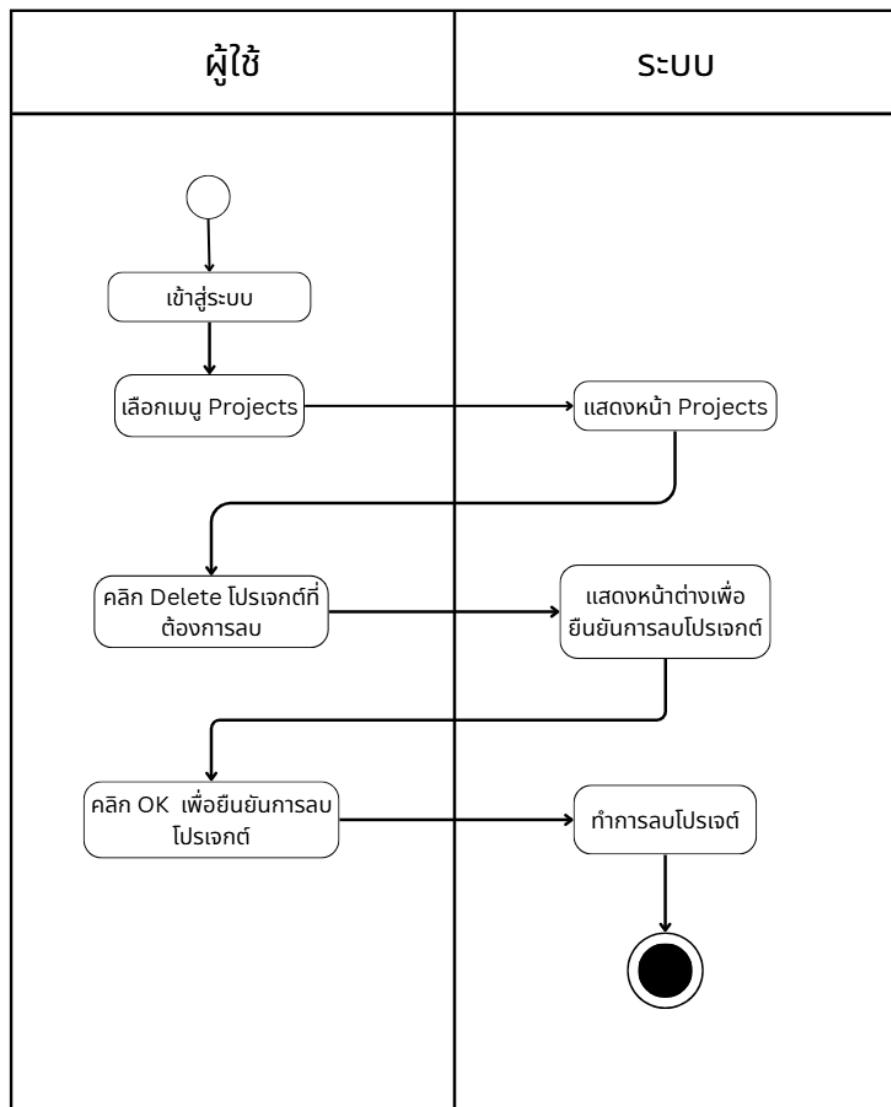
ภาพ 3.27 Activity Diagram ของการเข้าสู่ระบบ

3.3.2.3 Activity Diagram สร้างโปรเจกต์ใหม่



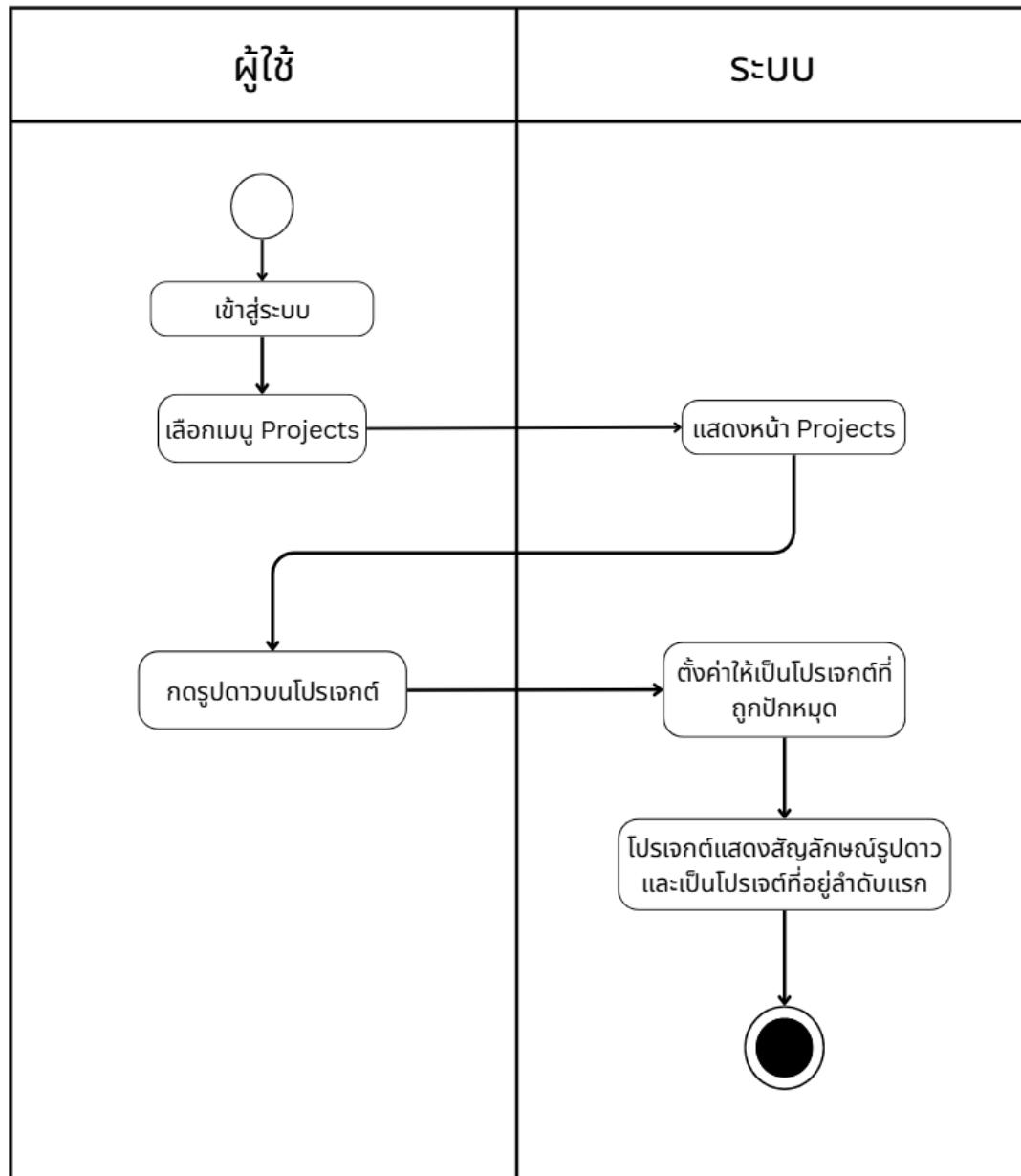
ภาพ 3.28 Activity Diagram ของการสร้างโปรเจกต์ใหม่

3.3.2.4 Activity Diagram ลบโปรเจกต์



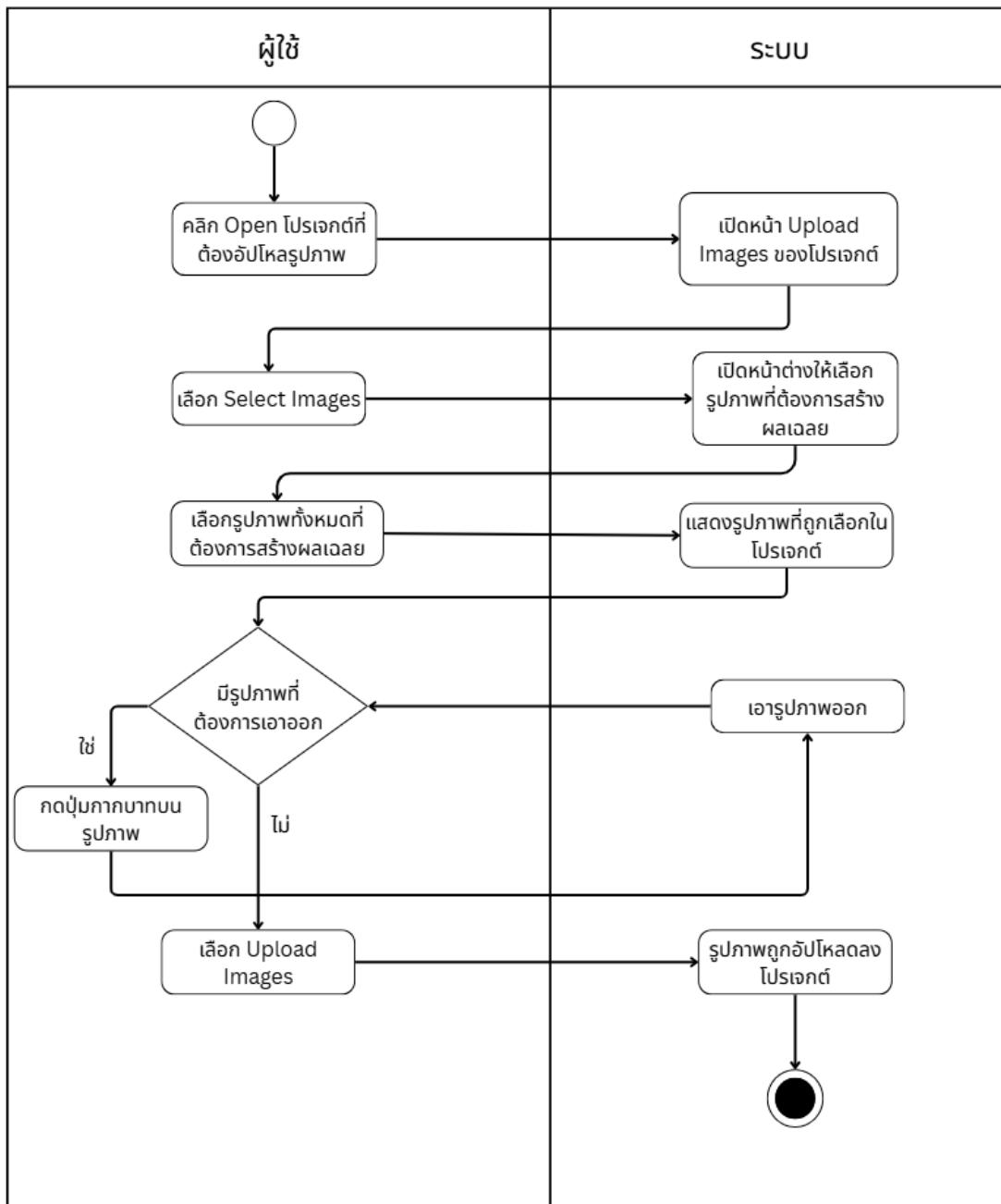
ภาพ 3.29 Activity Diagram ของ การลบโปรเจกต์

3.3.2.5 Activity Diagram ปักหมุดโปรเจกต์



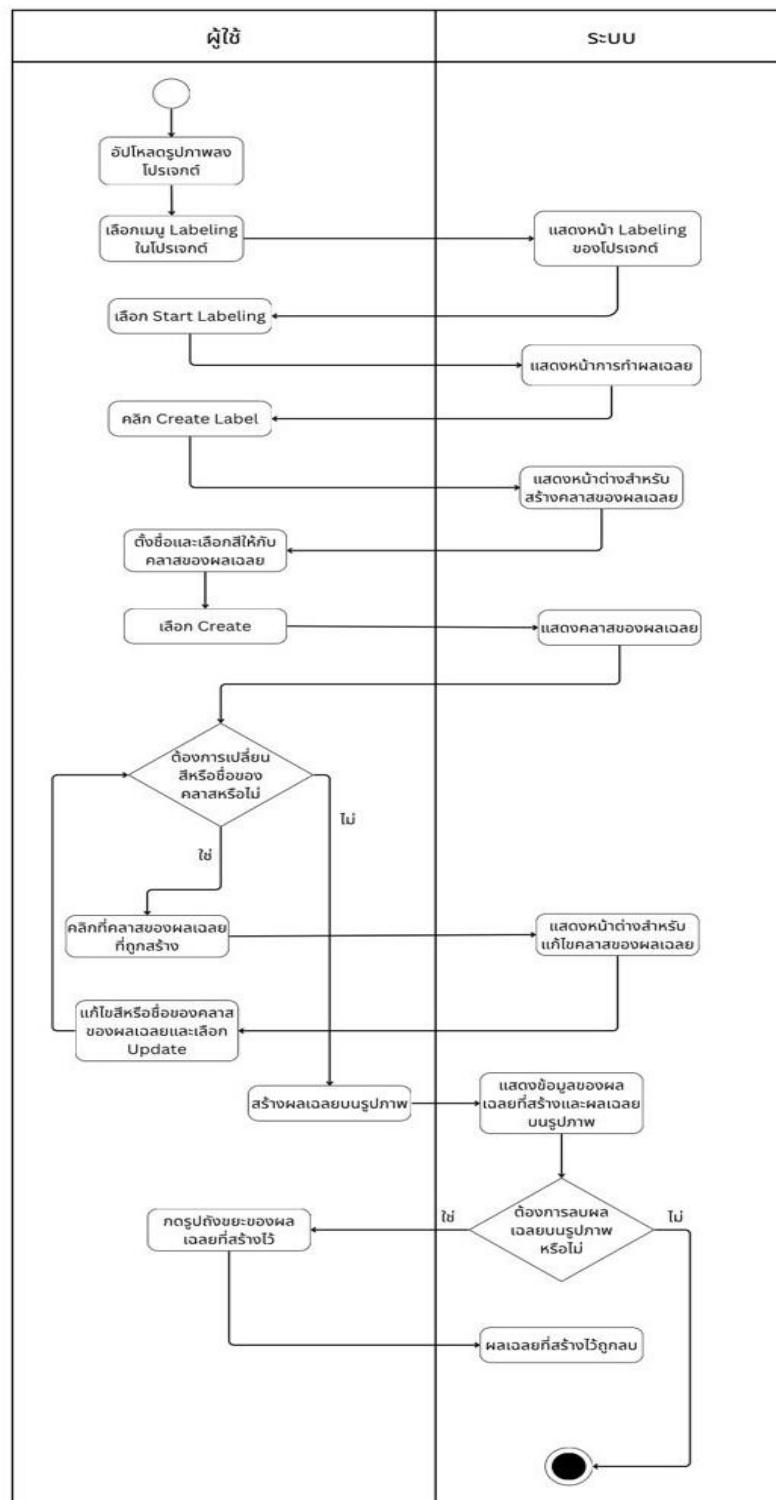
ภาพ 3.30 Activity Diagram ของการปักหมุดโปรเจกต์

3.3.2.6 Activity Diagram อัปโหลดรูปภาพ



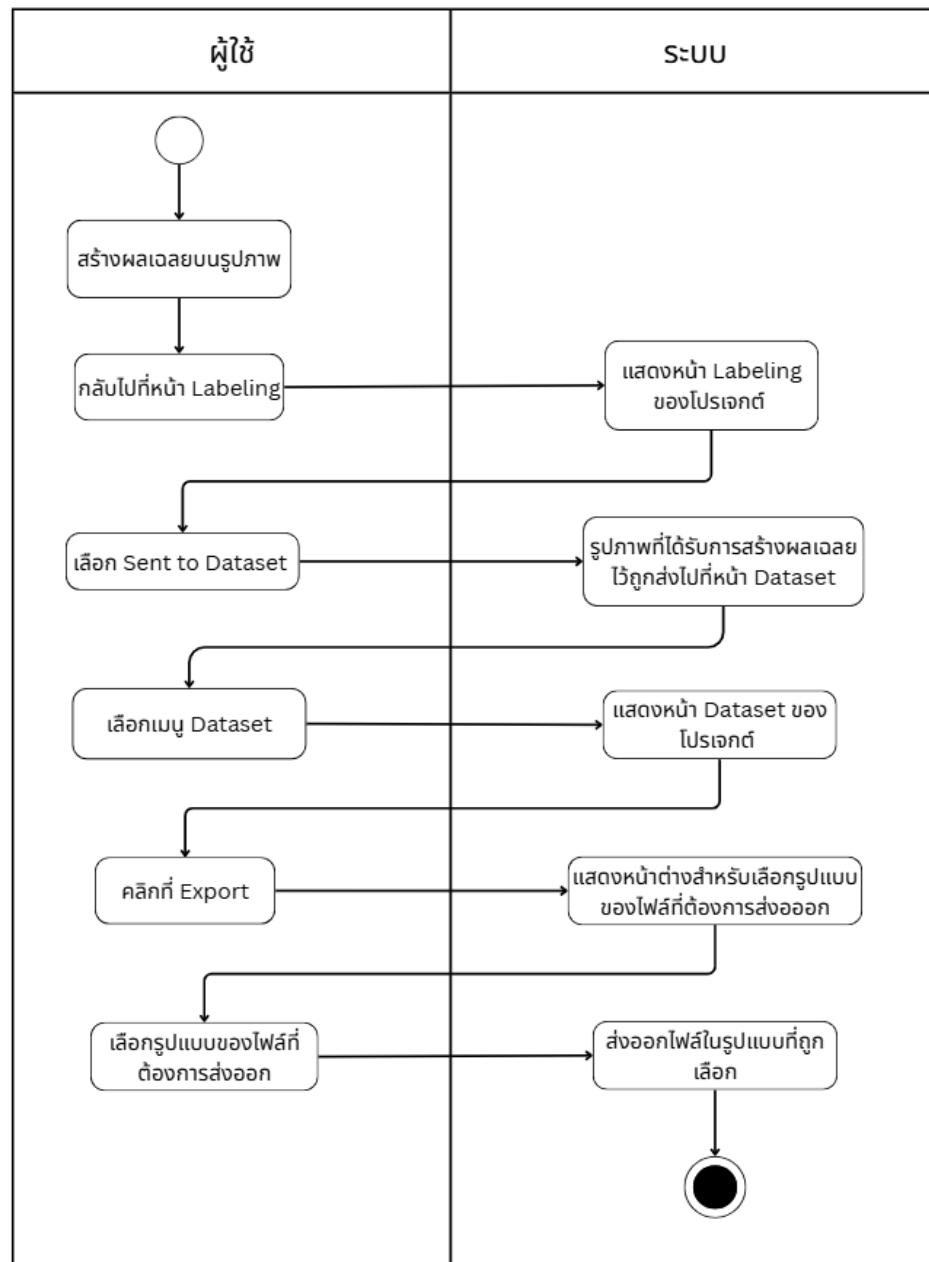
ภาพ 3.31 Activity Diagram ของการอัปโหลดรูปภาพ

3.3.2.7 Activity Diagram สร้างผลเฉลย



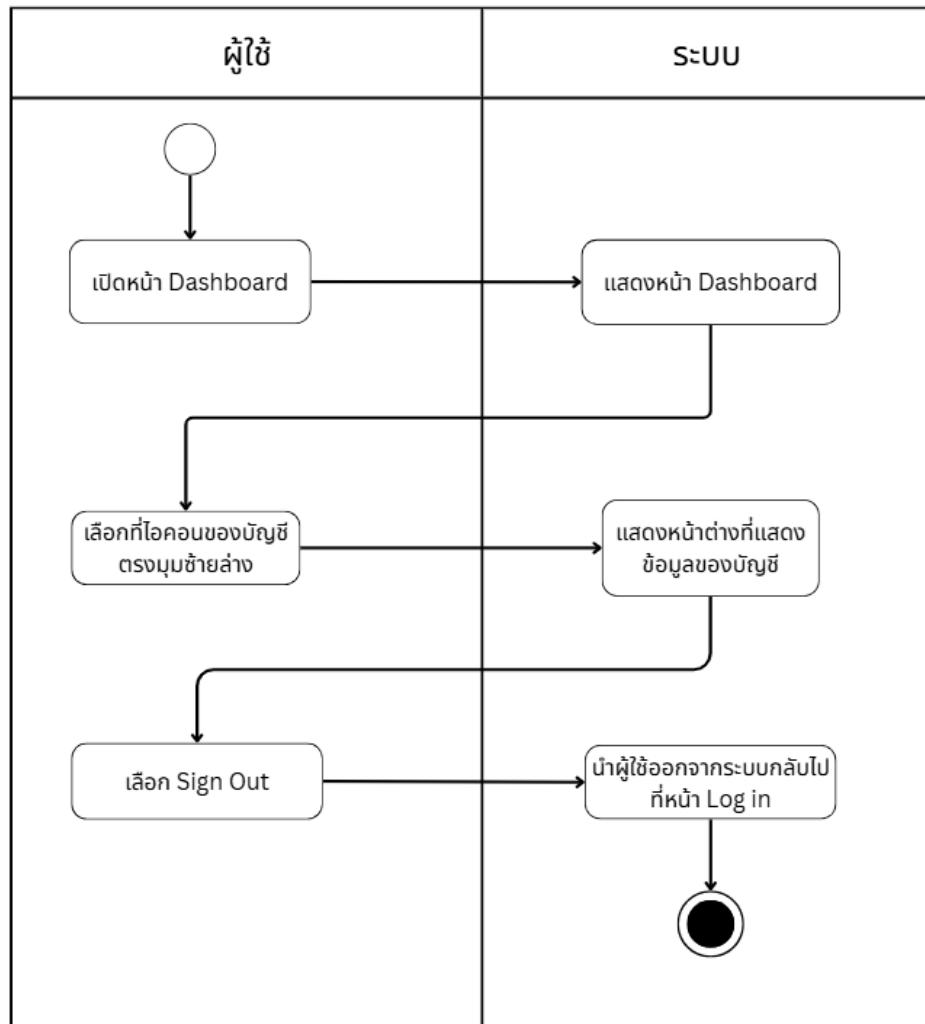
ภาพ 3.32 Activity Diagram ของการสร้างผลเฉลย

3.3.2.8 Activity Diagram ส่งออกไฟล์



ภาพ 3.33 Activity Diagram ของการส่งออกไฟล์

3.3.2.9 Activity Diagram ออกจากระบบ



ภาพ 3.34 Activity Diagram ของการออกจากระบบ

3.4 ประเด็นที่น่าสนใจและสิ่งที่ท้าทาย

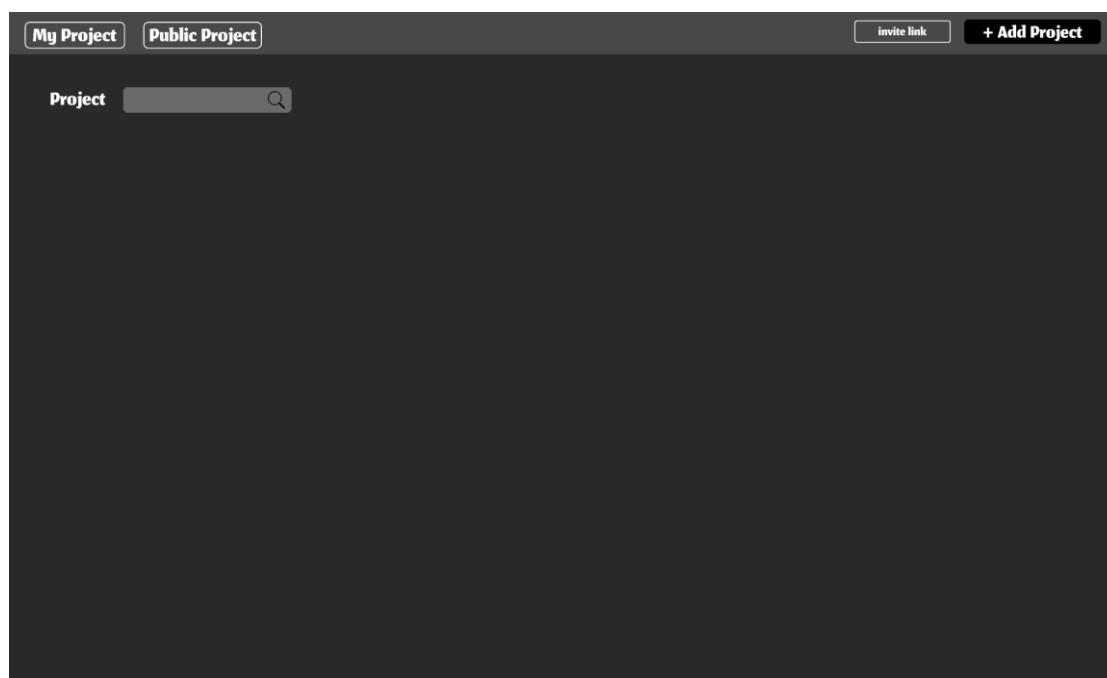
3.4.1 ประเด็นที่น่าสนใจ

- 3.4.1.1 ตัวระบบสามารถให้ผู้ใช้มาประเมินความถูกต้องของโปรเจคที่เป็นของผู้ใช้อีกคนได้
- 3.4.1.2 ผู้ใช้สามารถเลือกติดแท็กในโปรเจคเพื่อช่วยเหลือในการค้นหาหรือจัดเก็บในอนาคต

3.4.2 สิ่งที่ท้าทาย

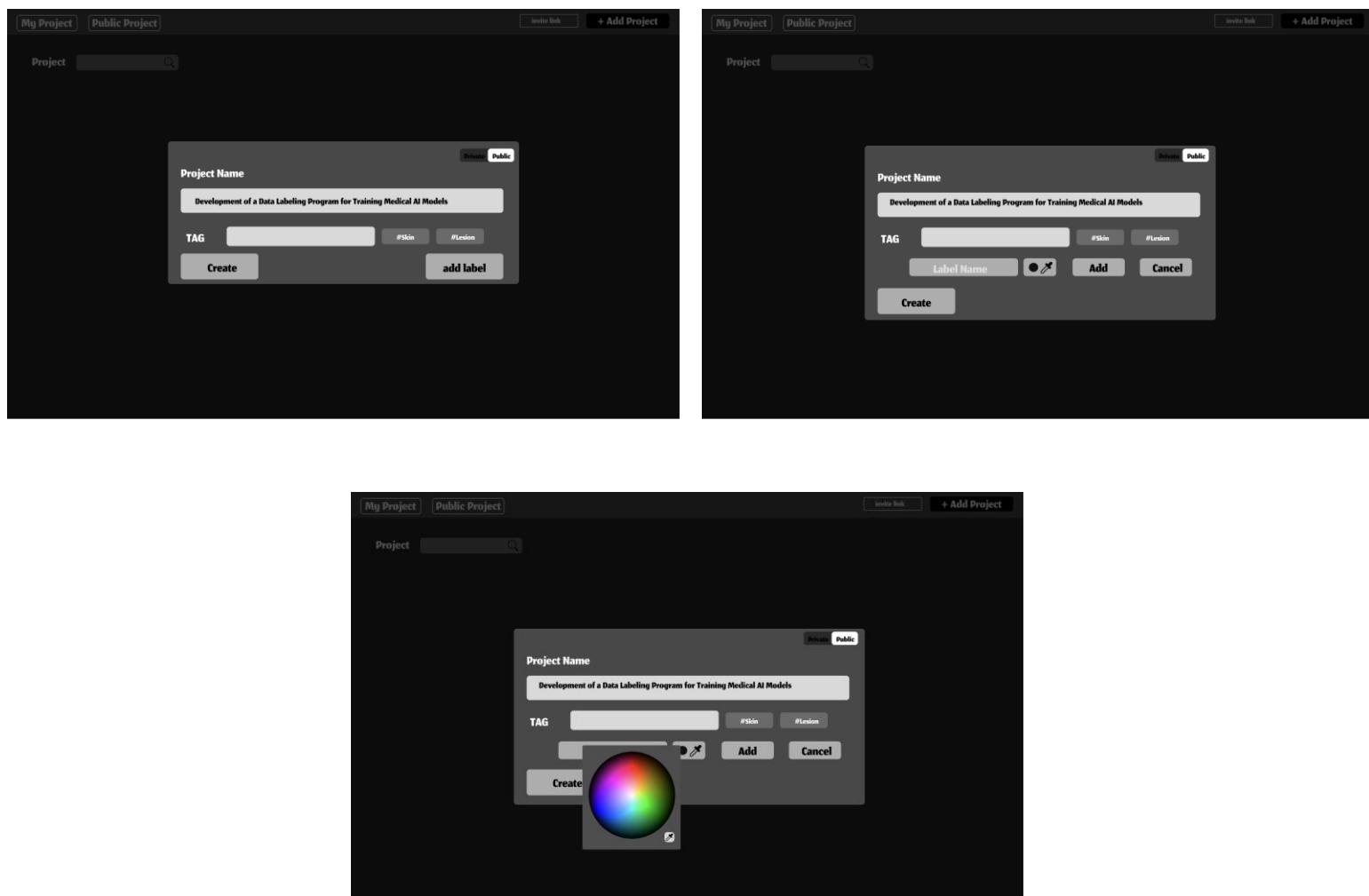
- 3.4.2.1 วิเคราะห์และออกแบบให้เหมาะสมต่อผู้ใช้ที่เป็นแพทย์
- 3.4.2.2 การออกแบบเครื่องมือสำหรับใช้ในการทำผลเฉลยให้มีความหลากหลายและยืดหยุ่นต่อการใช้งาน
- 3.4.2.3 การรักษาความเป็นส่วนตัวของคนไข้เจ้าของภาพถ่ายที่ใช้ในการสร้างผลเฉลย

3.5 ระบบต้นแบบและผลลัพธ์เบื้องต้น (Prototype)



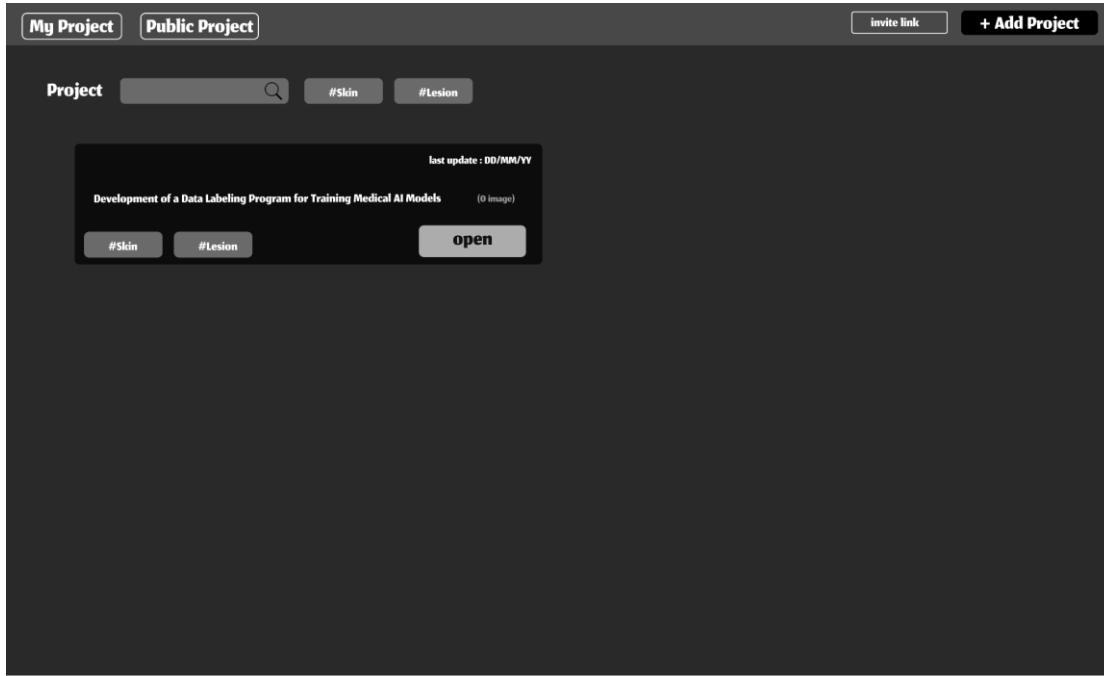
ภาพ 3.35 หน้าแรกของโปรแกรม

โดยเราได้ออกแบบหน้าแรกของโปรแกรมให้เป็นหน้าสามารถสร้างโปรเจคใหม่โดยการกด “+ Add Project” พร้อมกับมี Search Bar สำหรับค้นหาโปรเจคต์



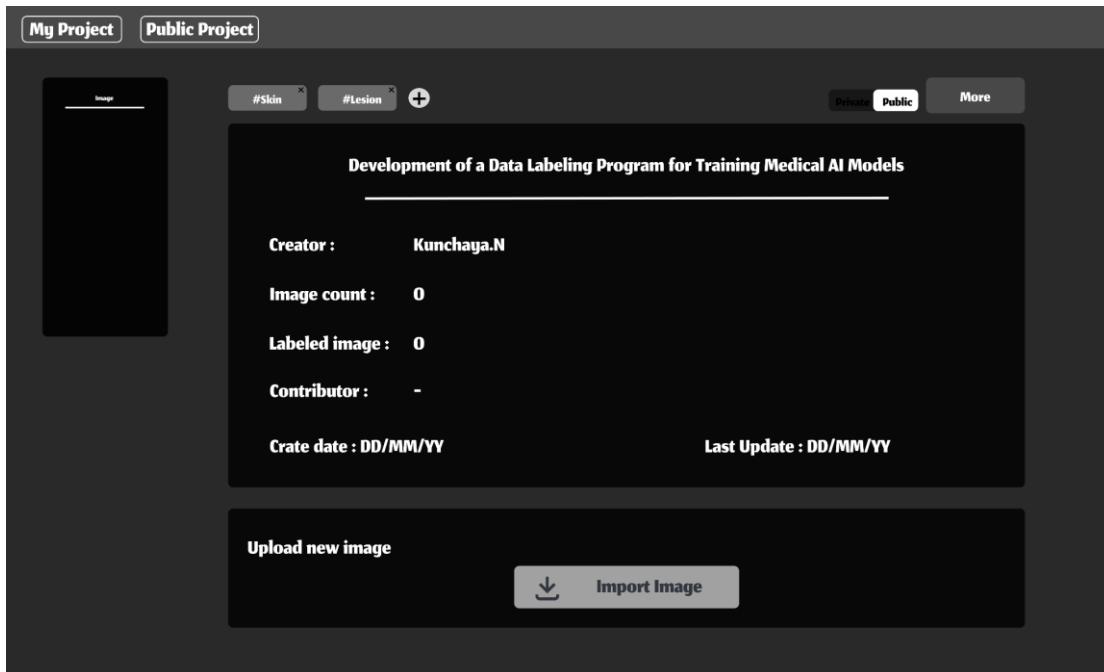
ภาพภาพ 3.36, 3.37 และ 3.38 การสร้างโปรเจกต์ใหม่

หลังจากที่ผู้ใช้กด “+ Add Project” เพื่อสร้างโปรเจกต์ใหม่ ระบบจะแสดงหน้าต่างให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลของโปรเจกต์ โดยจะมีชื่อ, Tag, และ Label Class โดย Tag จะเป็นเหมือนคีย์เวิร์ดของโปรเจกต์ที่ใช้ใส่เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา ในส่วนของ Label Class เป็นการสร้างคลาสของผลเฉลยโดยผู้ใช้ต้องทำการตั้งชื่อและเลือกสีให้กับ Label Class หลังจากใส่ข้อมูลของโปรเจกต์ครบถ้วนแล้วผู้ใช้ทำการกด “Create” เพื่อสร้างโปรเจกต์



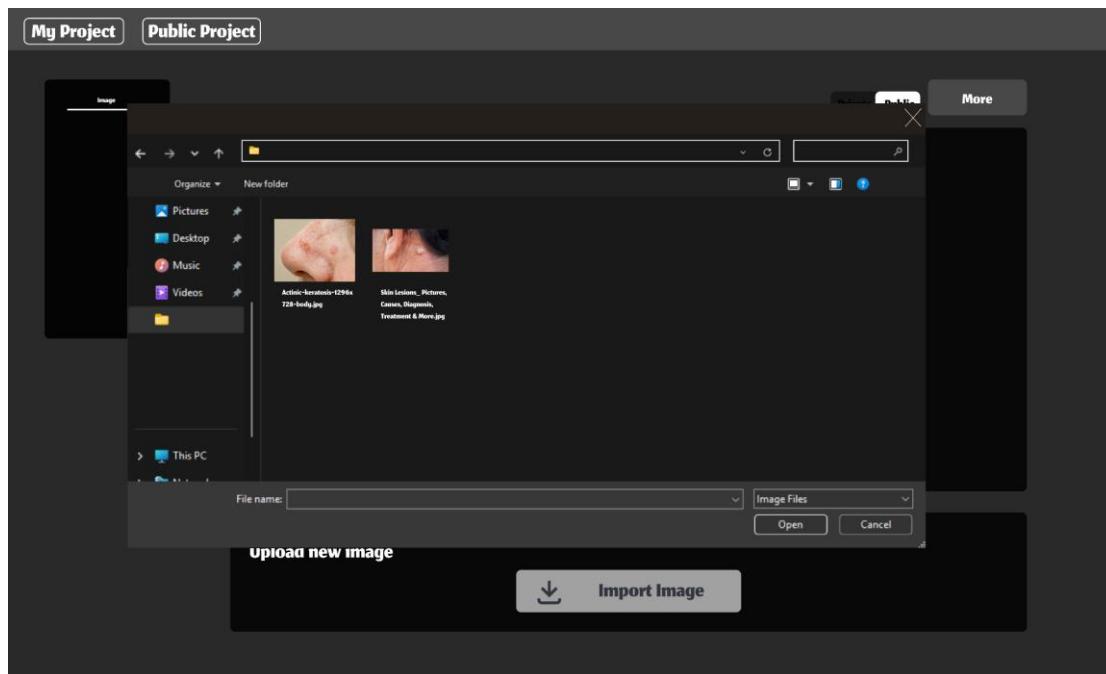
ภาพ 3.39 สร้างโปรเจกต์ใหม่สำเร็จ

หลังจากใส่ข้อมูลแล้วผู้ใช้ทำการกด “Create” เพื่อสร้างโปรเจกต์ใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้คือจะมีโปรเจกต์การ์ดของโปรเจกต์ที่ผู้ใช้ได้สร้างไว้แสดงในหน้าแรกของโปรแกรม พร้อมกับมีปุ่ม “Open” เพื่อเปิดดูโปรเจกต์

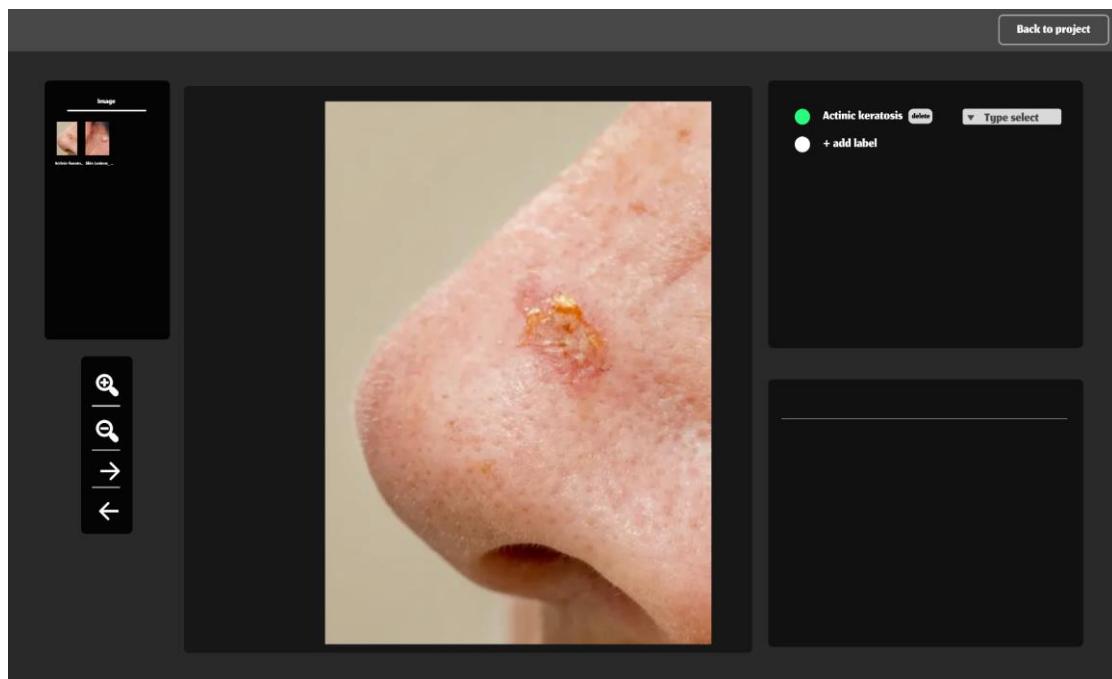


ภาพ 3.40 ข้อมูลของโปรเจกต์

เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “Open” ของโปรเจกต์การ์ด ระบบจะนำผู้ใช้เข้าสู่โปรเจกต์นั้นเพื่อเตรียมสร้างผลผลิต

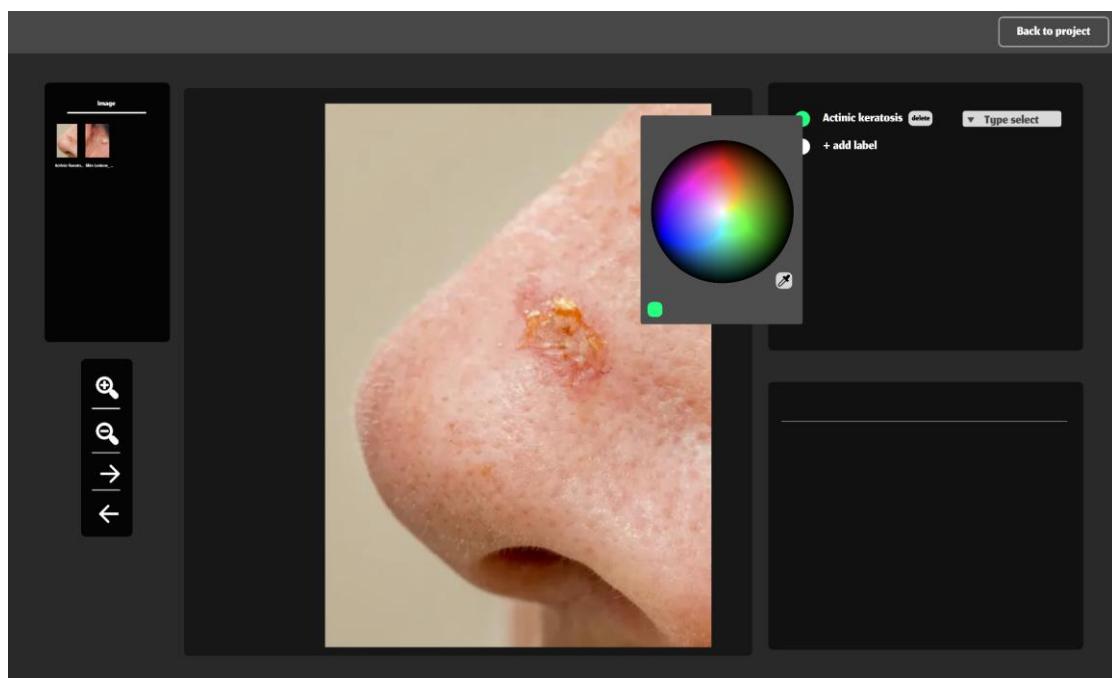


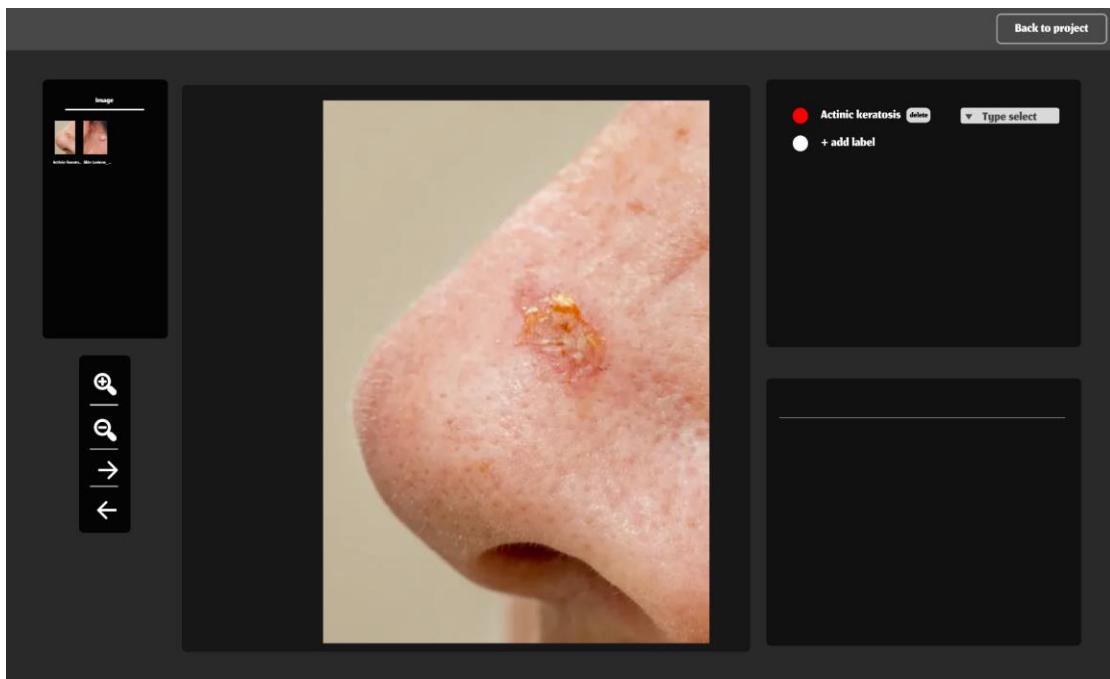
ภาพ 3.41 และ 3.42 การอัปโหลดรูปภาพเพื่อทำ Data Labeling ทำการกด “Import Images” เพื่อทำการอัปโหลดรูปภาพ โดยโปรแกรมจะทำการเปิด File Explorer เพื่อทำการอัปโหลดรูปภาพในตัวเครื่องลงในโปรเจกต์เพื่อสร้างผลลัพธ์ โดยรูปภาพที่อัปโหลดจะแสดงทางด้านซ้ายมือ



ภาพ 3.43 หน้าการทำ Labeling

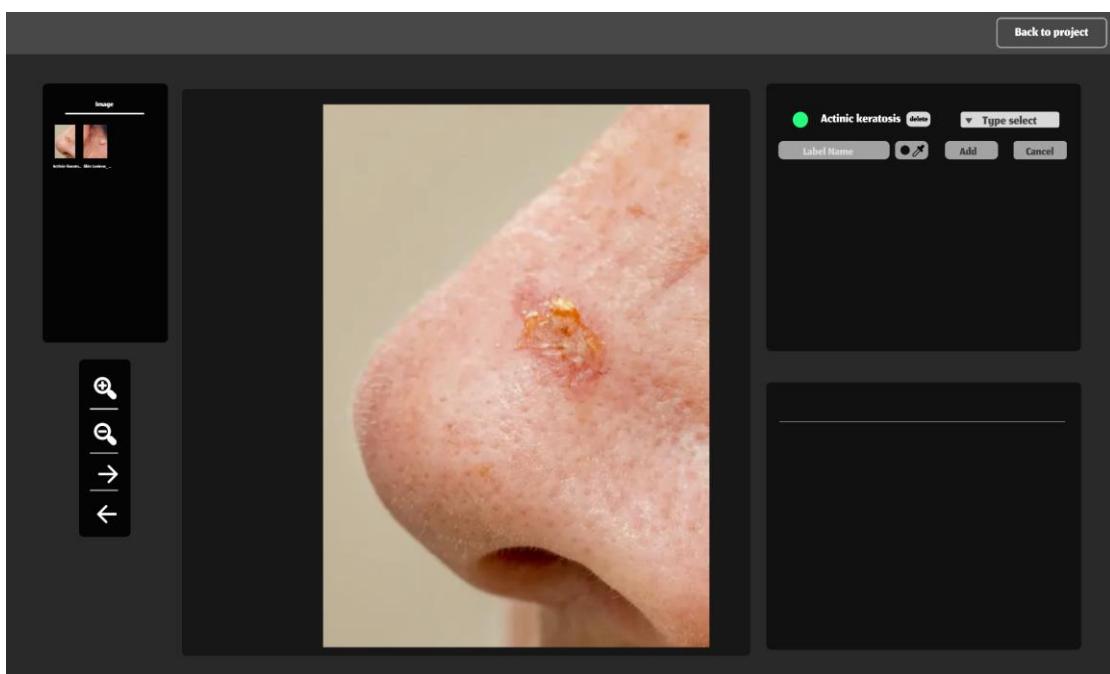
หน้าการทำ Labeling ประกอบไปด้วยเมนูของภาพในโปรเจกต์และปุ่มควบคุมการซูมภาพในทางด้านซ้าย ภาพที่ผู้ใช้ทำ Labeling แสดงตรงกลาง ส่วนทางด้านขวาจะเป็นเมนูของ Label Class ที่ผู้ใช้ได้สร้างไว้รวมถึงปุ่มสำหรับสร้าง Label Class อันใหม่

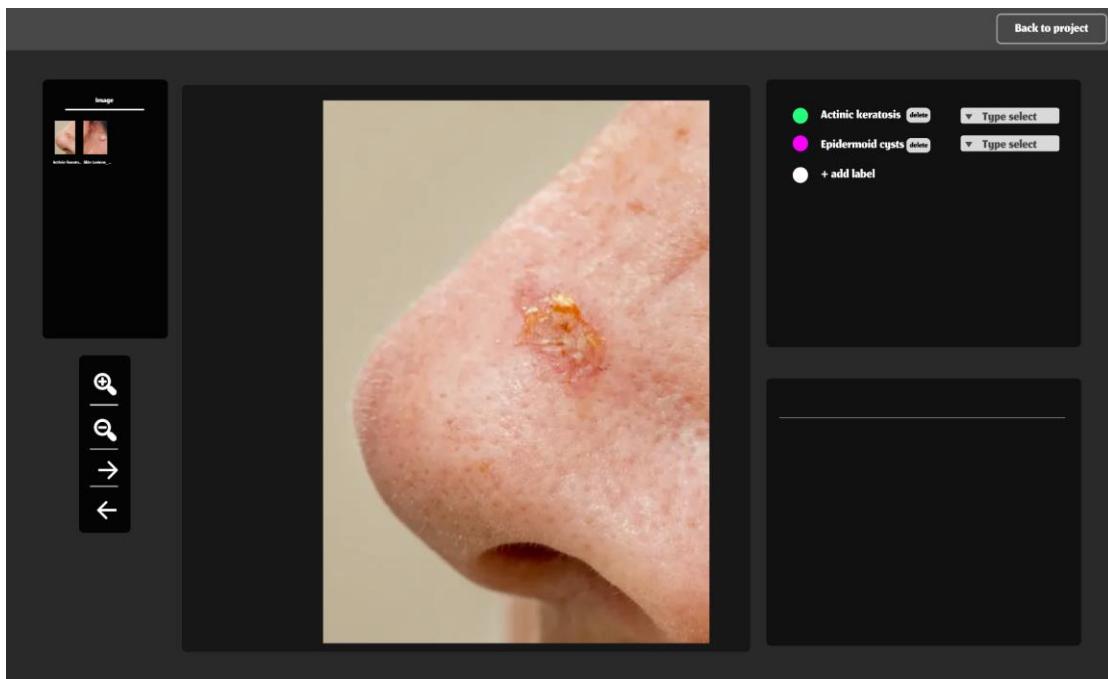




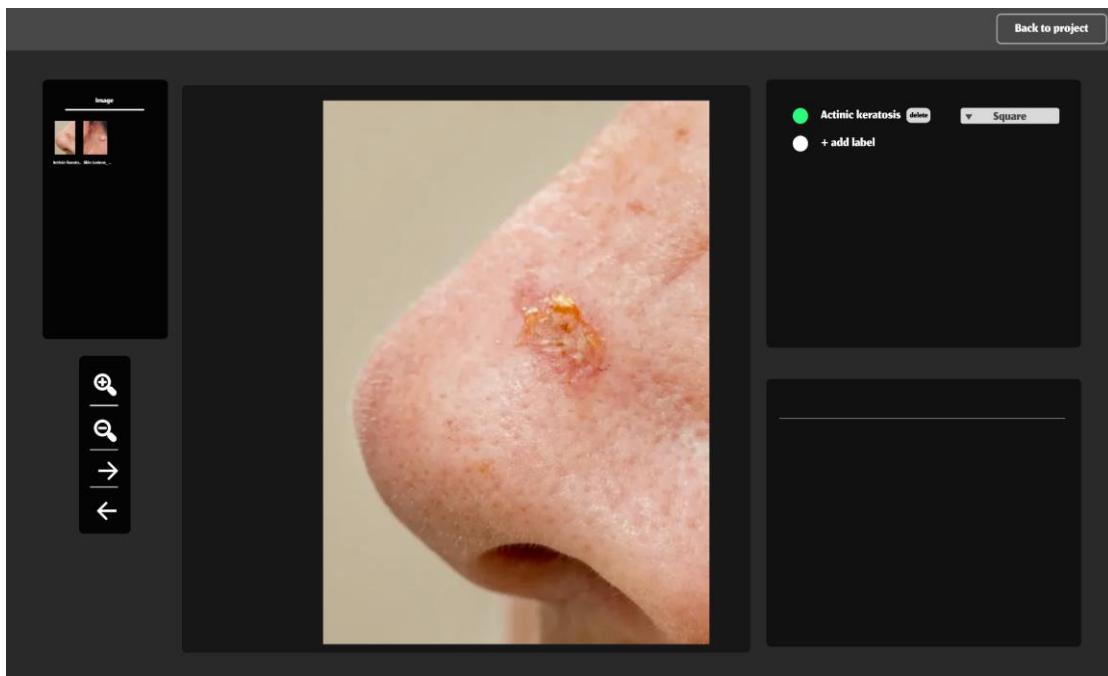
ภาพ 3.44 และ 3.45 การเปลี่ยนสีของ Label Class ที่สร้างไว้แล้ว

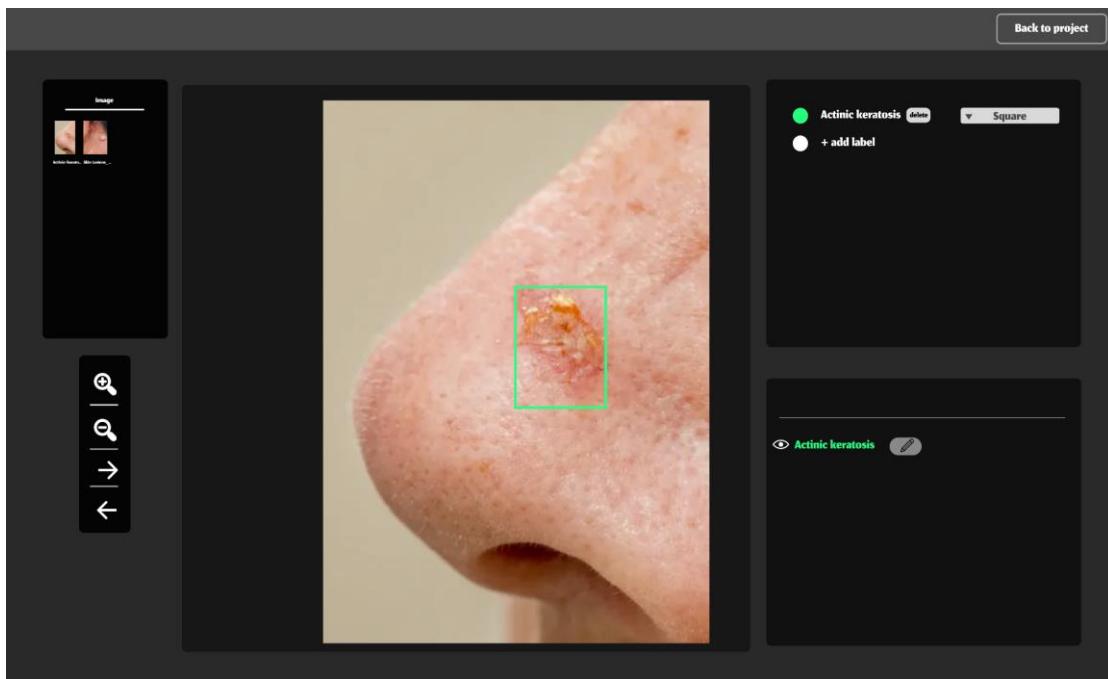
ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนสีของ Label Class ที่สร้างไว้แล้วโดยการที่ผู้ใช้คลิกที่สีที่แสดงทางด้านข่ายของชื่อ Label Class โดยโปรแกรมจะแสดงวงสีเพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขสีของ Label Class ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้





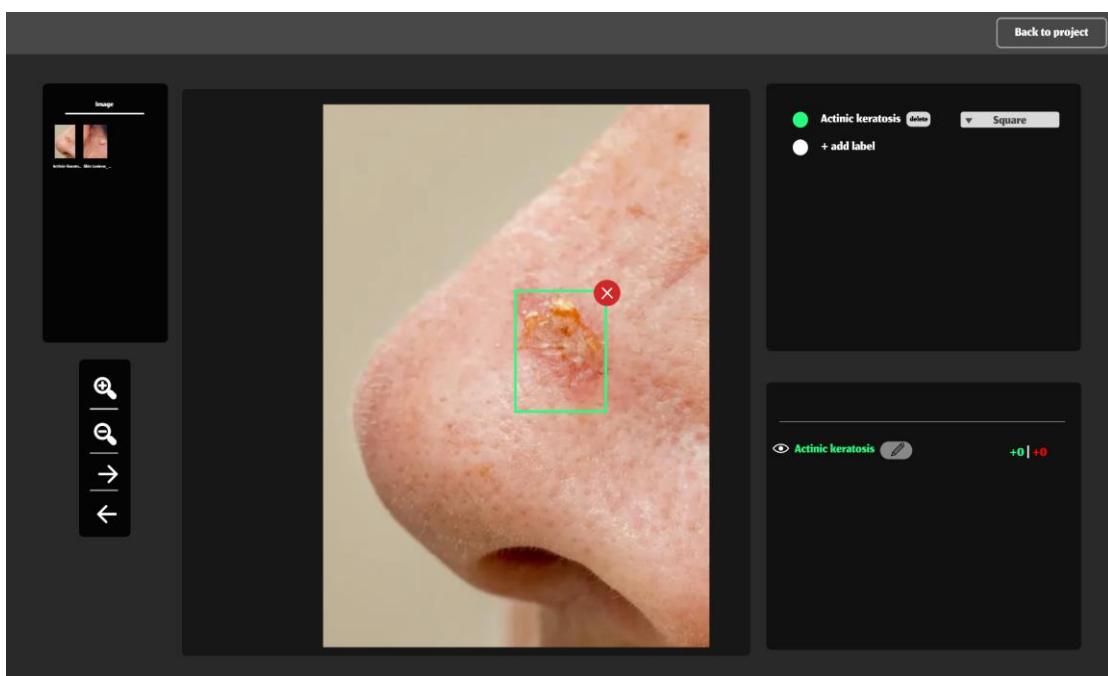
ภาพ 3.46 และ 3.47 การเพิ่ม Label Class อันใหม่ในขณะที่ทำการ Labeling
ผู้คลิกที่ “+ add label” จากนั้นผู้ใช้ทำการตั้งชื่อและเลือกสีให้กับ Label Class ที่จะเพิ่มจากนั้นทำการคลิก “Add” เพื่อสร้าง Label Class อันใหม่โดยที่ Label Class อันใหม่จะแสดงอยู่ที่ด้านล่างของ Label Class อันเก่า
ดวงตา

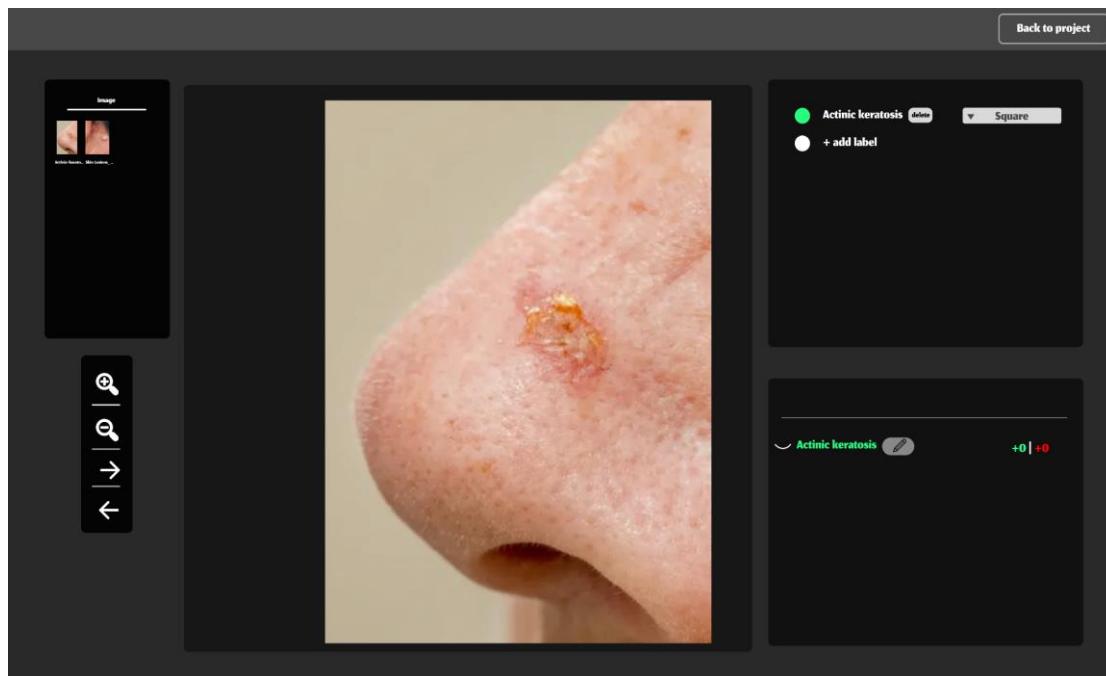




ภาพ 3.48 และ 3.49 การทำ Labeling

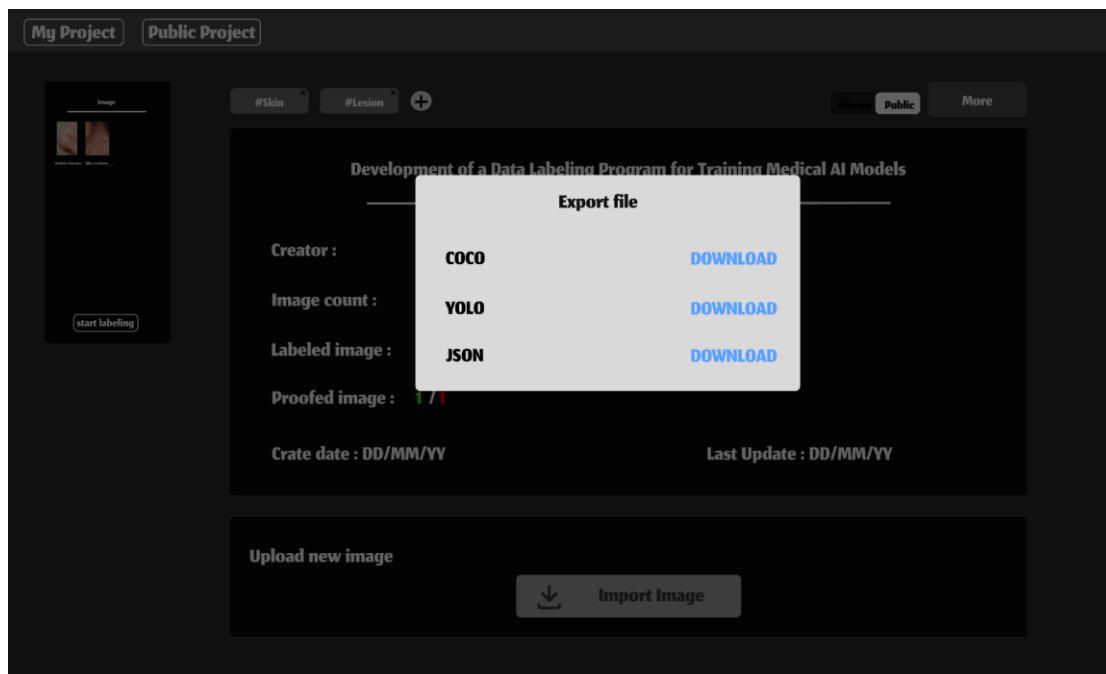
ผู้ใช้ทำการคลิกที่ Label Class ที่ต้องการจะนำไปสร้างผลเฉลยที่แสดงอยู่ทางด้านขวาเมื่อและจากนั้นผู้ใช้ก็ทำการสร้างผลเฉลยบนตำแหน่งที่ต้องการบนรูปภาพ โดยจะมีข้อมูลของผลเฉลยนั้นแสดงอยู่ทางด้านล่างซึ่งสามารถกดซ่อนหรือแสดงผลเฉลยบนภาพได้โดยการคลิกที่รูป





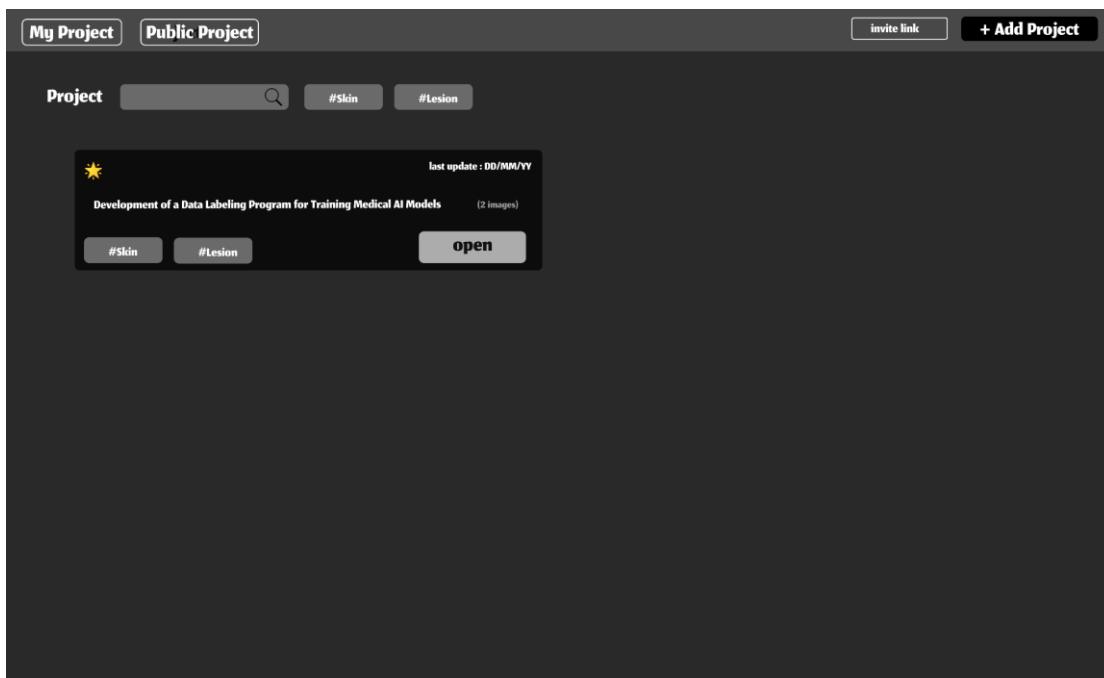
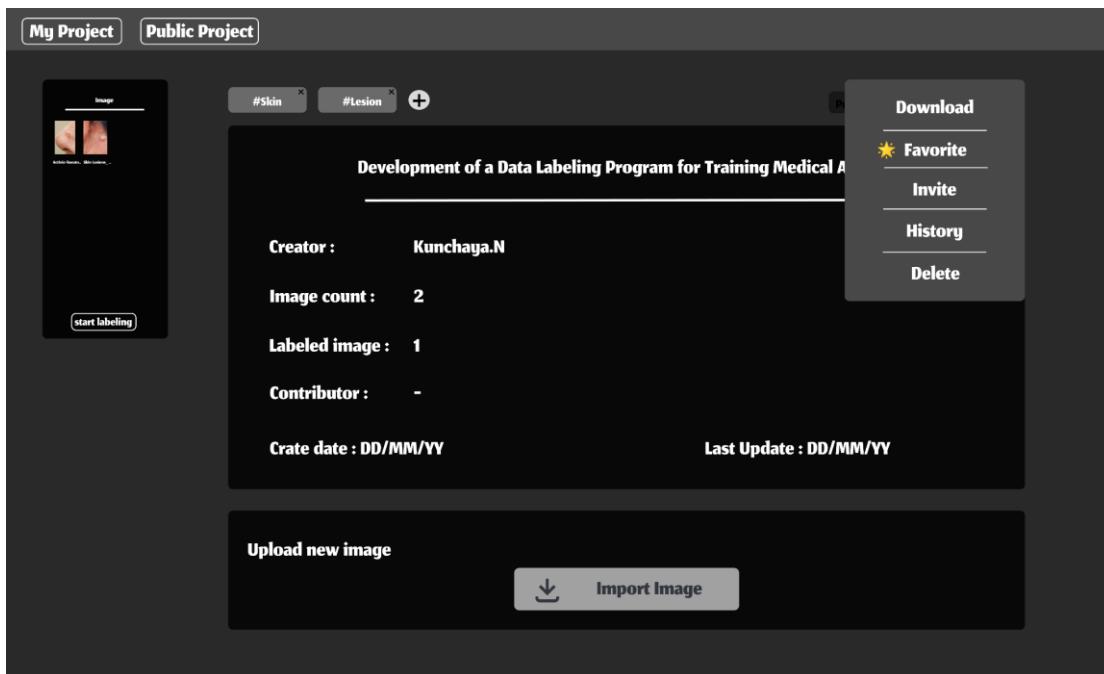
ภาพ 3.50 และ 3.51 การลับ Label บนรูป

ผู้ใช้ทำการคลิกที่ผลเฉลยบนรูปภาพโดยจะมีปุ่มการลบและอยู่ตรงผลเฉลย จากนั้นผู้ใช้ทำการคลิกที่ปุ่มการลบเพื่อทำการลบผลเฉลย



ภาพ 3.52 ตัวเลือกชนิดของไฟล์ที่จะดาวน์โหลด

เราได้ออกแบบในตัวตนแบบให้โปรแกรมสามารถส่งออกไฟล์ได้เป็นสามรูปแบบซึ่งมี COCO, JASON, และ YOLO



ภาพ 3.53 และ 3.54 การตั้งค่าโปรดีเจเป็น Favorite

ผู้ใช้เปิดโปรเจกต์ที่ต้องการตั้งค่าเป็น Favorite และทำการเลือก Favorite จากเมนูทางด้านขวาบน โปรเจกต์ที่ถูกตั้งค่าเป็น Favorite จะแสดงรูปดาวในโปรเจกต์การ์ดและจะอยู่เป็นลำดับแรกของโปรเจกต์ทั้งหมดที่สร้างไว้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การจัดเตรียมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

4.1.1 ภาษาที่ใช้พัฒนา

ผู้พัฒนาเลือกใช้ Javascript, CSS, HTML ในการพัฒนา

4.1.2 โปรแกรมที่ใช้พัฒนา

ผู้พัฒนาเลือกใช้ Visual studio ในการพัฒนา

4.1.3 คอมพิวเตอร์ที่ใช้พัฒนา

ผู้จัดทำเลือกใช้คอมพิวเตอร์สองเครื่อง

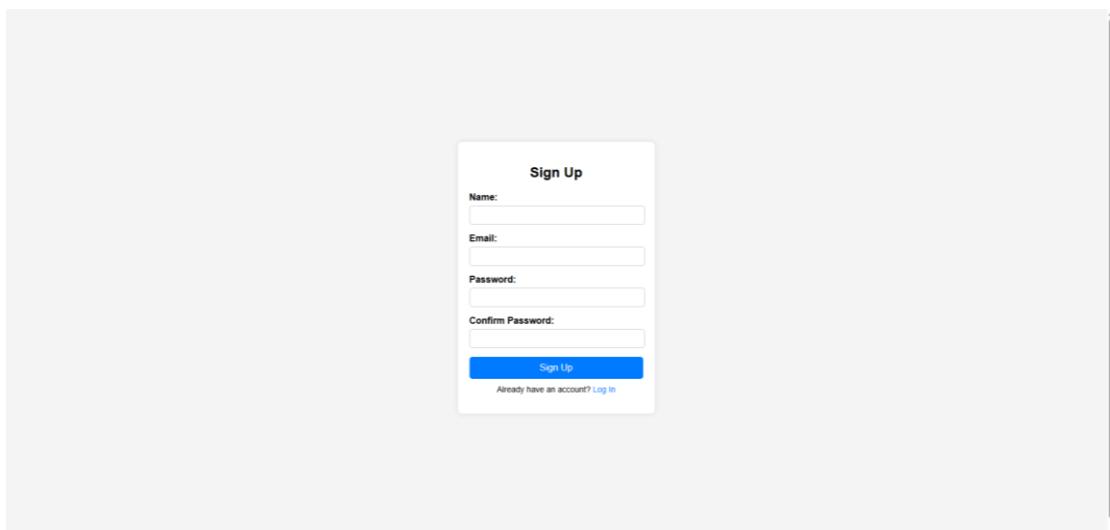
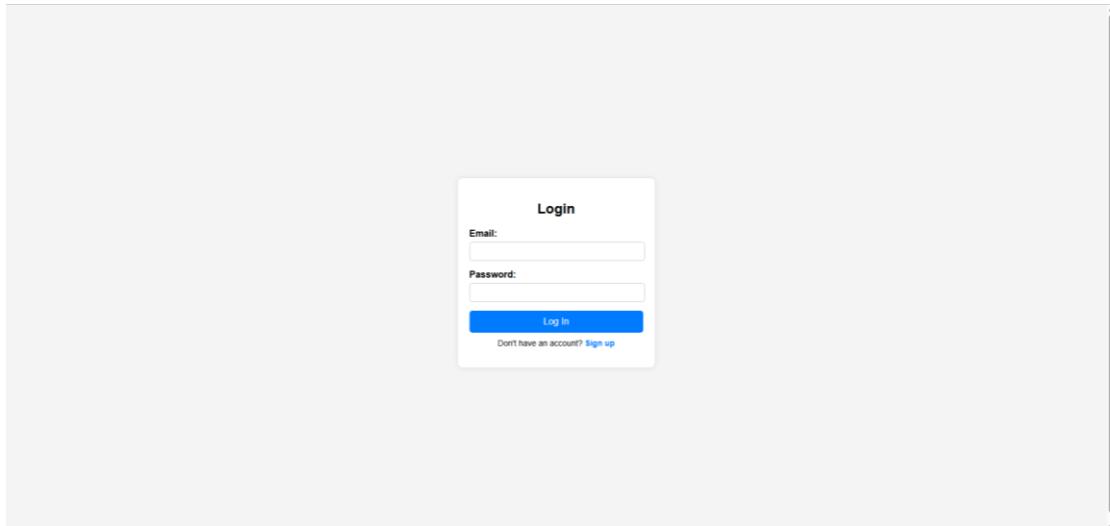
ตารางที่ 4.1 PC Spec(1)

Type	Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz 1.99 GHz
GPU	NVDIA GeForce MX150
RAM	8.00 GB
Storage	80 GB

ตารางที่ 4.2 PC Spec(2)

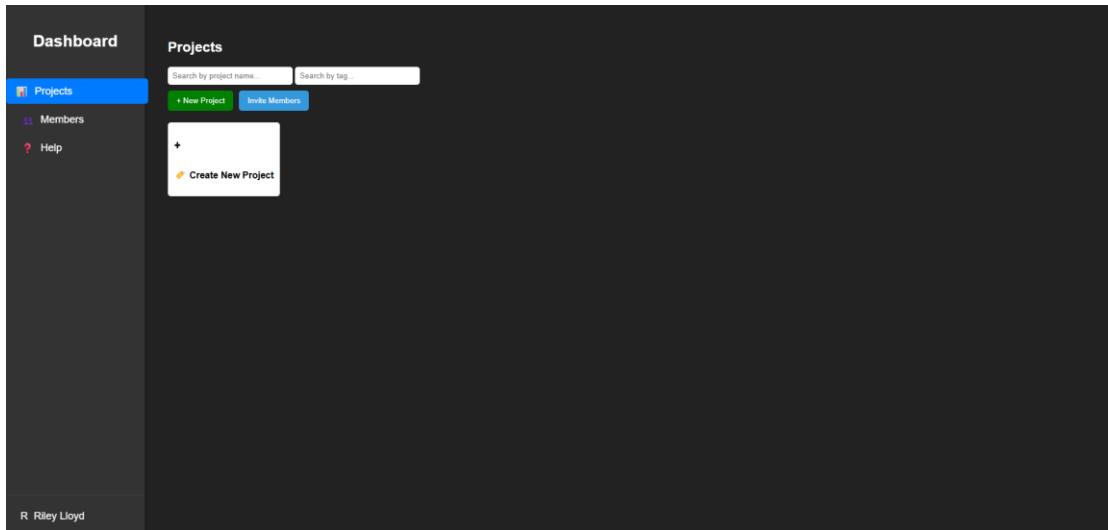
Type	12th Gen Intel(R) Core(TM) i5-12400F 2.50 GHz
GPU	NVDIA GeForce RTX 4060
RAM	16.0 GB
Storage	1 TB

4.2 ผลลัพธ์โปรแกรมที่ได้



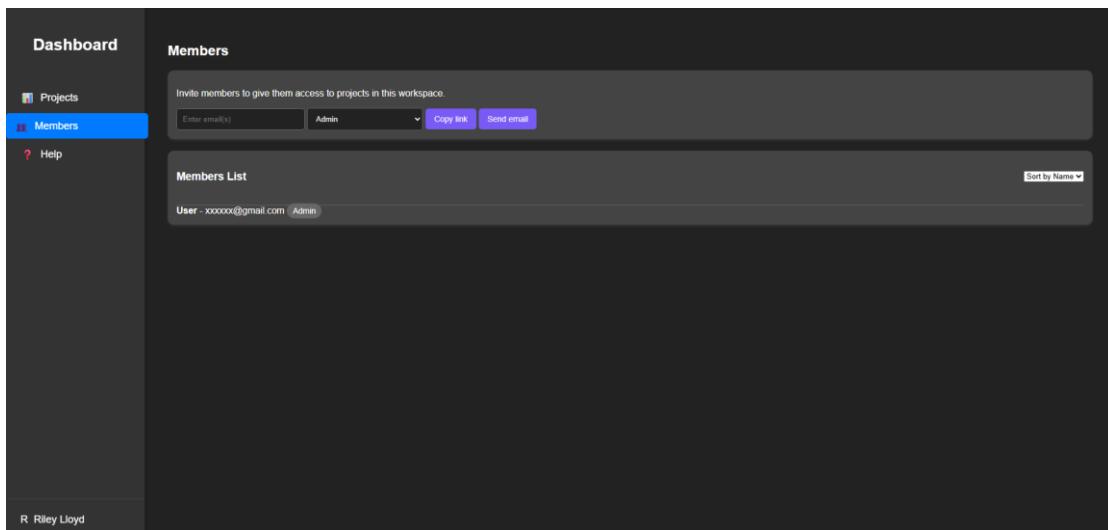
ภาพ 4.1 และ 4.2 หน้าเข้าสู่ระบบและสร้างบัญชี

ระบบเริ่มต้นด้วยหน้า Login และ Signup ที่สร้างด้วย HTML, CSS และ JavaScript โดยผู้ใช้สามารถลงทะเบียนโดยกรอกชื่อ อีเมล และรหัสผ่าน ซึ่งจะถูกส่งไปยัง Backend ผ่าน API โดยใช้ fetch หลังจากผู้ใช้เข้าสู่ระบบสำเร็จ Token จะถูกเก็บไว้ใน LocalStorage เพื่อยืนยันตัวตนในการเรียก API ต่างๆต่อไป



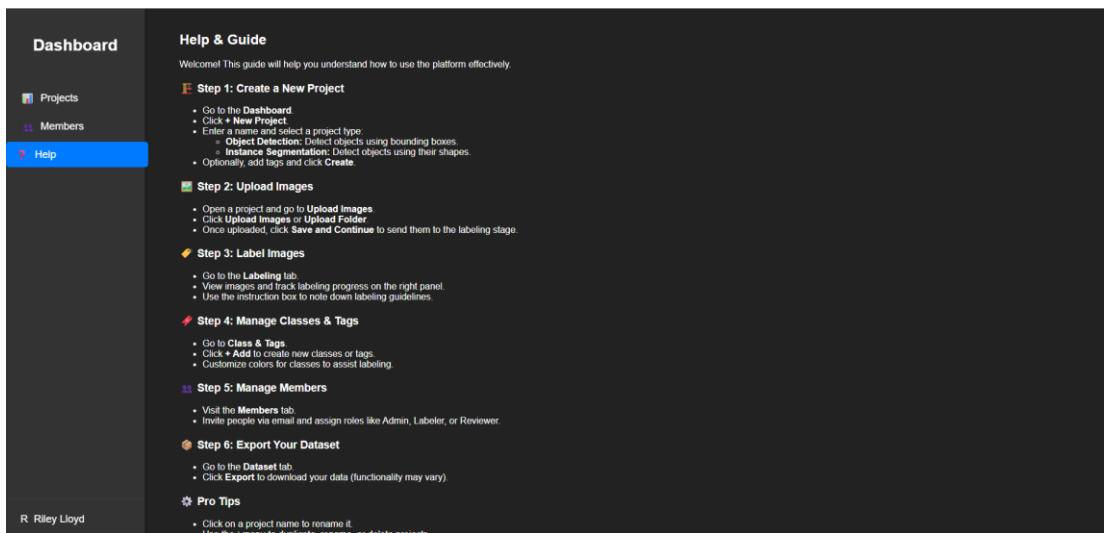
ภาพ 4.3 หน้าแสดงโปรเจคที่สร้างเอาไว้

หลังจาก Login แล้วผู้ใช้จะเข้าสู่หน้าสำหรับสร้างโปรเจคท์ ซึ่งนอกจากจะสามารถสร้างโปรเจคใหม่ได้หน้านี้ยังมี Search Bar สำหรับค้นหาโปรเจคต์จากชื่อหรือ Tag ของโปรเจค รวมถึงผู้ใช้ยังสามารถไปยังหน้าอื่นได้โดยการเลือกเมนูใน Dashboard



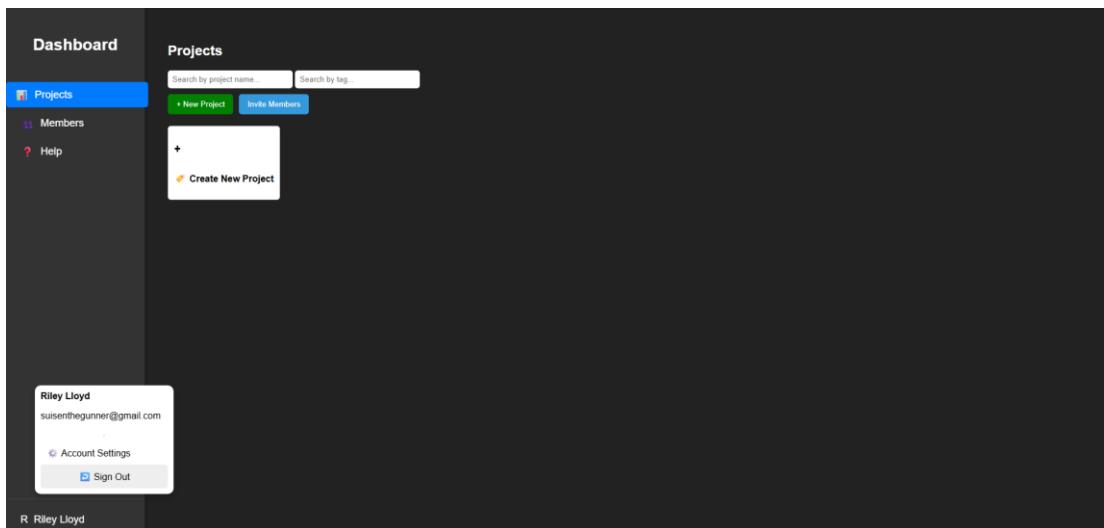
ภาพ 4.4 หน้าชวนผู้ใช้คนอื่นมาร่วมทำผล而已

ในหน้านี้เราได้ออกแบบให้ผู้ใช้ที่เป็นเจ้าของสามารถเชิญผู้ใช้คนอื่นให้มาร่วมสร้างผล而已ได้โดยการใส่อีเมลของผู้ใช้ที่จะเชิญพร้อมกับกำหนดหน้าที่ให้กับผู้ใช้คนนั้น



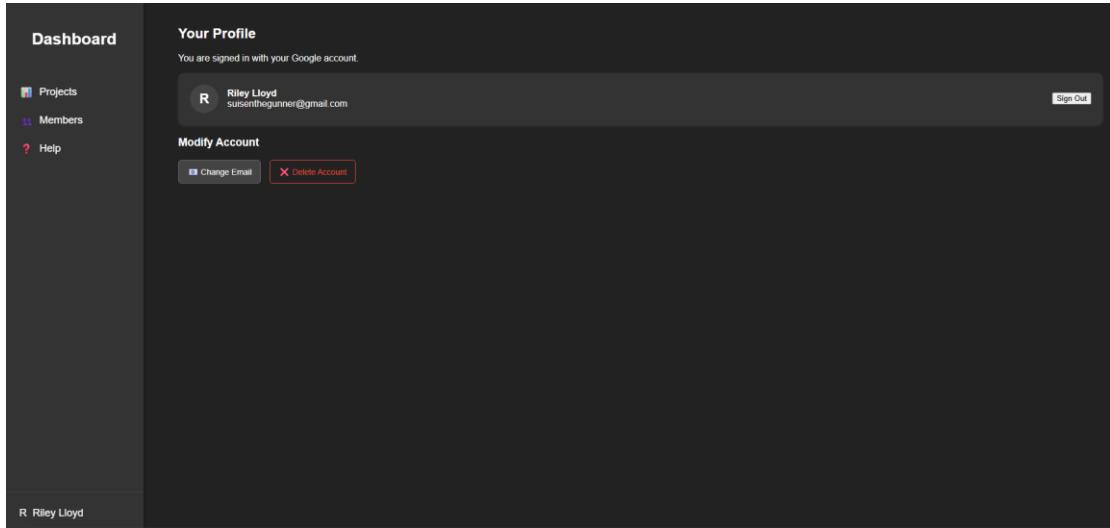
ภาพ 4.5 หน้าแสดงขั้นตอนการสร้างผลเฉลย

เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสร้างผลเฉลยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรายังได้สร้างหน้าสำหรับแสดงขั้นตอนในการสร้างผลเฉลยให้กับผู้ใช้



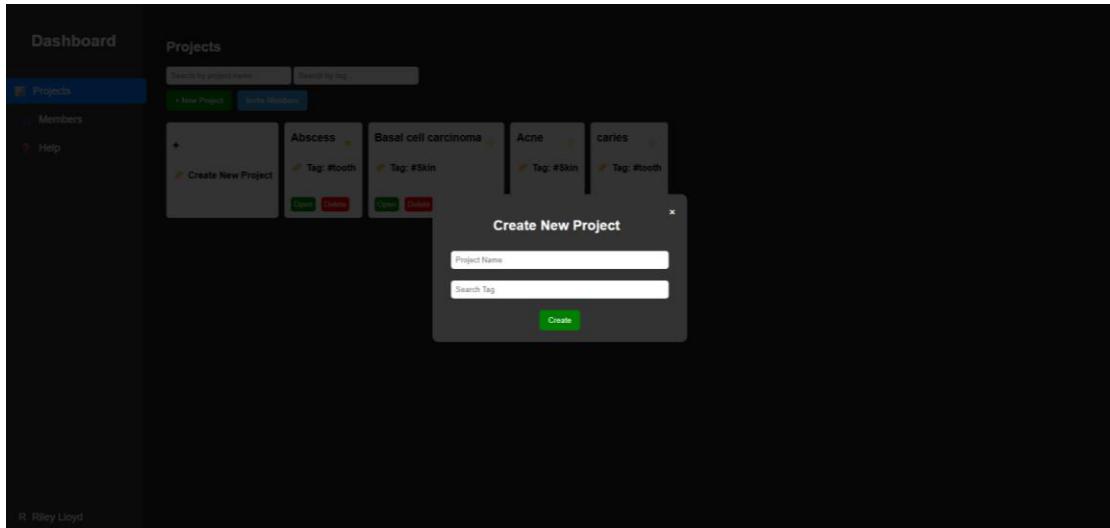
ภาพ 4.6 เมนูที่ Profile Icon

ผู้ใช้คลิกที่ Profile Icon เพื่อให้แสดงเมนูเพิ่มเติมแบบ Pop-up โดยจะมี Sign Out เพื่อให้ผู้ใช้ออกจากระบบและ Account Setting เพื่อดูข้อมูลโปรไฟล์ของผู้ใช้



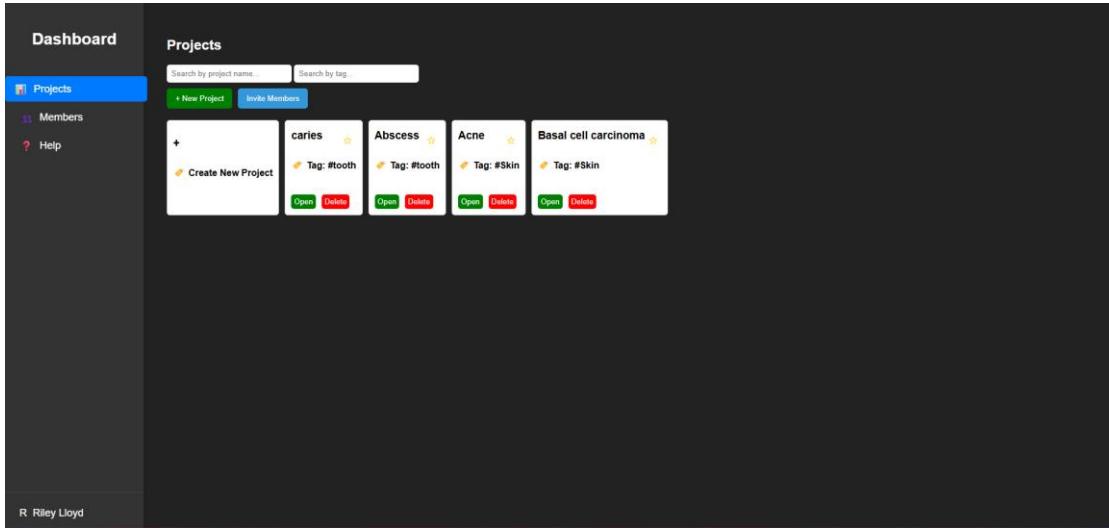
ภาพ 4.7 หน้าแสดงข้อมูลโปรไฟล์ของผู้ใช้

เมื่อผู้ใช้เลือก Account Setting ในเมนู Pop-up ที่ Profile Icon โดยจะแสดงข้อมูลบัญชีของผู้ใช้ซึ่งมีชื่อและอีเมลของผู้ใช้ ผู้ใช้ยังสามารถเลือก “Change Email” เพื่อเปลี่ยนอีเมลที่เชื่อมต่อกับบัญชี และผู้ใช้ยังสามารถเลือก “Delete Account” เพื่อลบบัญชีของผู้ใช้โดยการลบ Token ที่ถูกเก็บไว้ใน LocalStorage



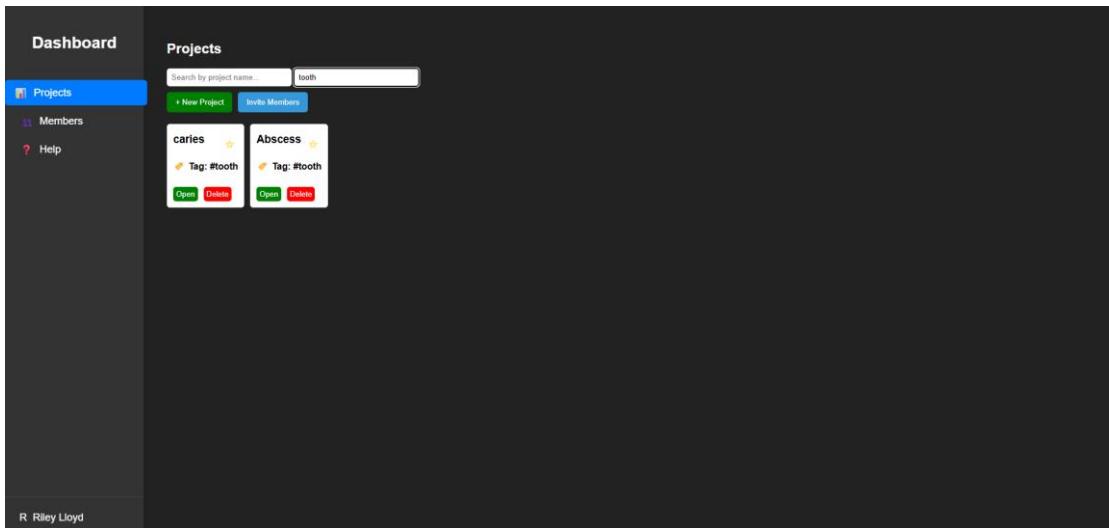
ภาพ 4.8 หน้าสร้างโปรเจกต์ใหม่

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการสร้างโปรเจกต์ใหม่ให้ไปที่เมนู “Projects” ใน Dashboard และทำการคลิกที่ “Create New Project” และทำการตั้งชื่อและสร้าง Tag ให้กับโปรเจกต์ใหม่ซึ่งข้อมูลของโปรเจกต์จะถูกส่งไปยัง backend API เพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล หลังจากกรอกข้อมูลเสร็จแล้วผู้ใช้ทำการกด “Create” เพื่อสร้างโปรเจกต์ใหม่



ภาพ 4.9 โปรเจกต์ใหม่ที่สร้างไว้ทั้งหมด

โปรเจกต์ที่สร้างจะแสดงในรูปแบบโปรเจกต์การ์ดซึ่งแต่ละการ์ดจะแสดงชื่อและ Tag ของโปรเจกต์ พร้อมกับปุ่ม Open สำหรับเปิดโปรเจกต์ ปุ่ม Delete สำหรับลบโปรเจกต์ และรูปดาวสำหรับตั้งค่าโปรเจกต์นั้นให้เป็น Favorite



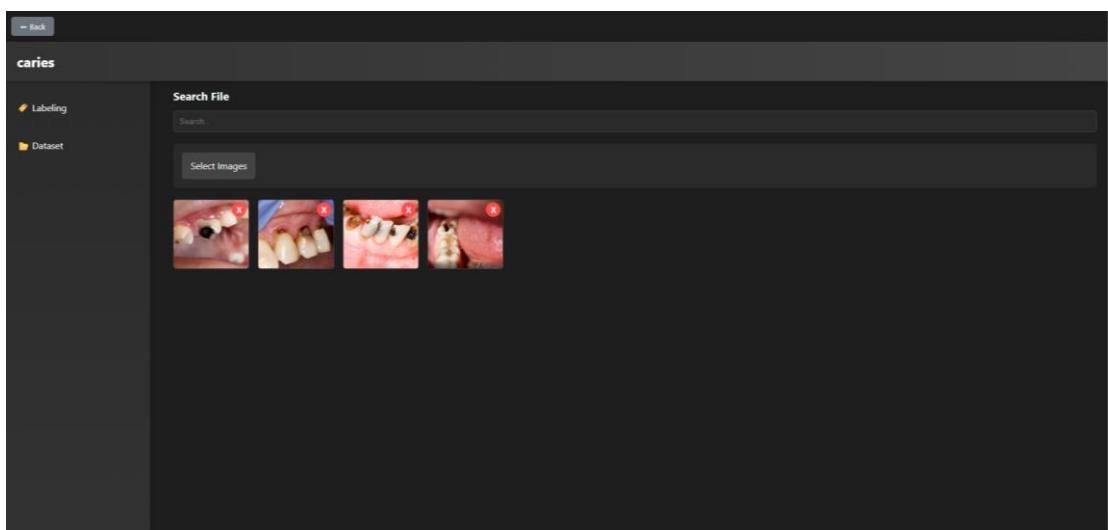
ภาพ 4.10 ค้นหาโดยใช้การใช้ Tag เป็นคีย์เวิร์ด

ผู้ใช้งานสามารถค้นหาโปรเจกต์ได้โดยการใช้ Tag ใน การค้นหาโปรเจกต์ โดยจะมี Search Bar สำหรับการค้นหาโปรเจกต์แบบใช้ Tag โดยเฉพาะ



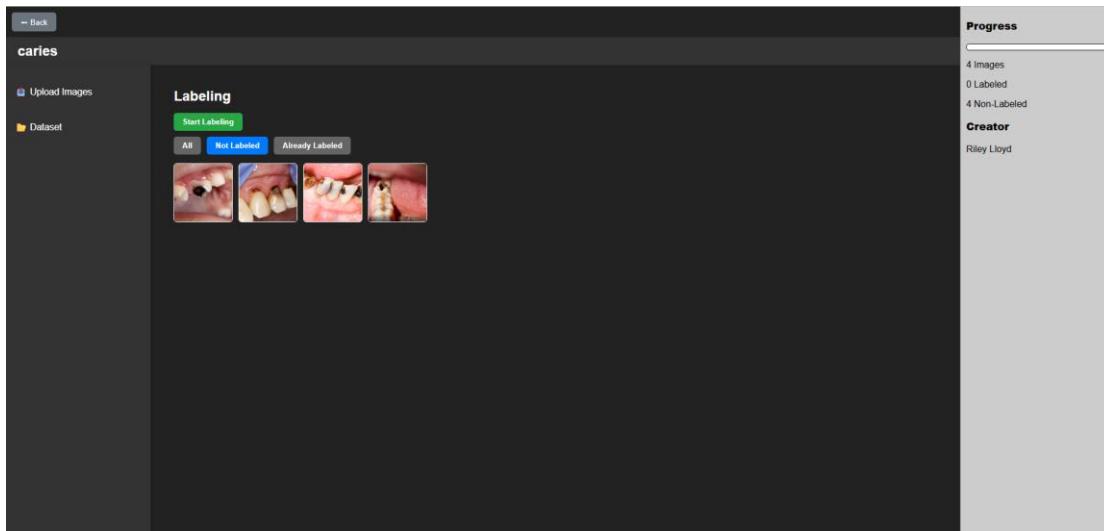
ภาพ 4.11 ตั้งค่าโปรเจกต์เป็น Favorite

ผู้ใช้สามารถตั้งค่าโปรเจกต์ที่ต้องการให้เป็น Favorite ได้โดยการคลิกที่สัญลักษณ์รูปดาวบนโปรเจกต์การ์ด โปรเจกต์ที่เป็น Favorite จะแสดงรูปดาวและแสดงเป็นอันดับแรกจากโปรเจกต์ทั้งหมด



ภาพ 4.12 หน้าอัปโหลดรูปภาพ

เมื่อผู้ใช้กด “Open” บนโปรเจกต์การ์ดระบบจะนำผู้ใช้เข้าสู่หน้าอัปโหลดรูปภาพ ผู้ใช้คลิกที่ “Select Image” เพื่อเลือกไฟล์รูปภาพก่อนจะอัปโหลดลงในโปรเจกต์นั้นโดยระบบจะแสดงภาพเป็นแบบ Preview ซึ่งผู้ใช้สามารถลบ รูปภาพออกก่อนที่จะอัปโหลดรูปภาพเพื่อไปยังขั้นตอนต่อไปโดยระบบจะส่งคำสั่ง DELETE ไปยัง API เพื่อลบ รูปภาพ และเมื่ออัปโหลดสำเร็จจะมีข้อความแจ้งเตือนขึ้นด้านบน



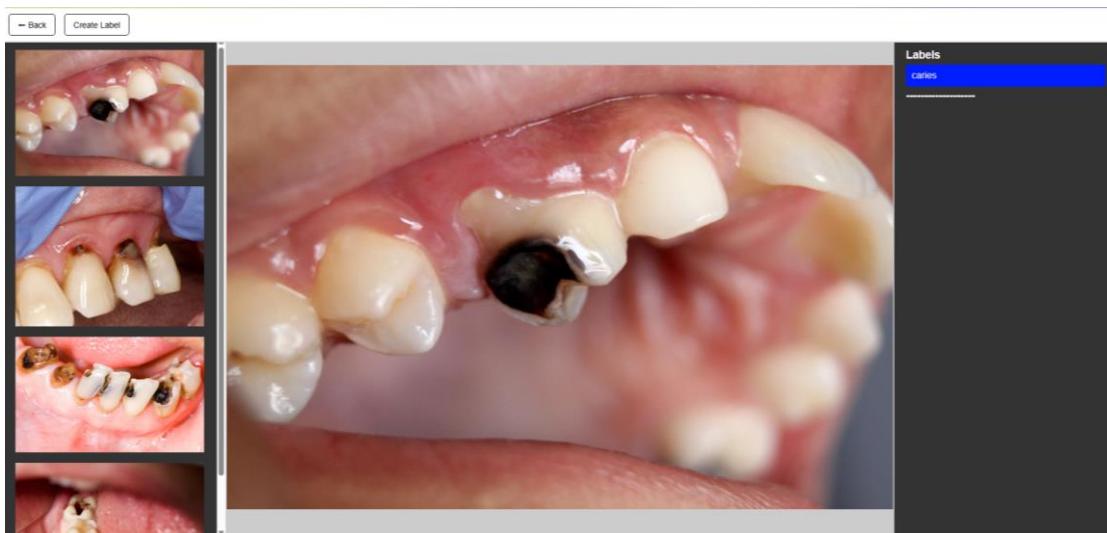
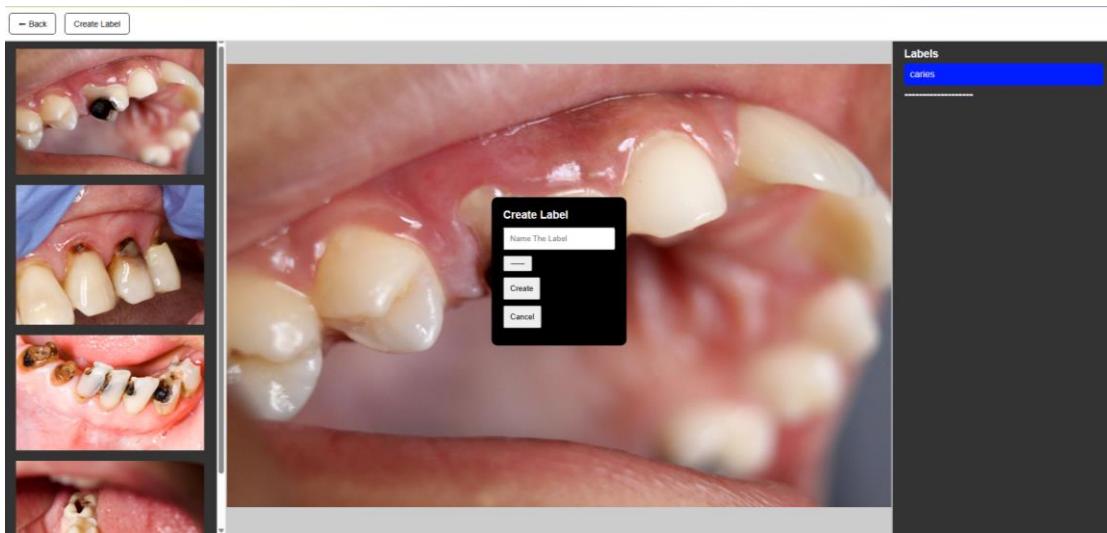
ภาพ 4.13 หน้าเตรียมการทำผลเฉลย

หลังจากที่ผู้ใช้อัปโหลดรูปภาพแล้วเมื่อผู้ใช้เลือกเมนู Labeling ทางด้านซ้ายมือ จะนำผู้ใช้ไปหน้าเตรียมการทำผลเฉลยซึ่งจะมีรูปภาพที่อัปโหลดไว้ในขั้นตอนที่แล้วแสดงอยู่ด้วย โดยในหน้านี้จะแสดงชื่อของผู้จัดทำโปรเจกต์รวมถึงข้อมูลจำนวนรูปภาพทั้งหมดในโปรเจกต์รวมทั้งยังแสดงจำนวนรูปภาพที่สร้างผลเฉลยแล้วและรูปภาพที่ยังไม่ได้สร้างผลเฉลยด้วย ผู้ใช้ยังสามารถคัดกรองการแสดงรูปภาพได้ 3 รูปแบบซึ่งจะมีให้แสดงรูปภาพทั้งหมด, แสดงรูปภาพที่สร้างผลเฉลยเท่านั้น และแสดงรูปภาพที่ยังไม่ได้สร้างผลเฉลยเท่านั้น นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถกด “Start Labeling” เพื่อเริ่มการสร้างผลเฉลยได้



ภาพ 4.14 หน้าการสร้างผลเฉลย

ในหน้าการสร้างผลเฉลยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักซึ่งก็คือด้านซ้ายจะแสดงรายการภาพทั้งหมดของโปรเจกต์ซึ่งผู้ใช้สามารถกดเพื่อสลับรูปภาพไปมาได้ ในส่วนตรงกลางคือพื้นที่สำหรับแสดงรูปภาพและสร้างผลเฉลย และสุดท้ายในส่วนทางด้านขวาใช้แสดง Label Class ที่ผู้ใช้สร้างไว้และ Label ที่สร้างไปในภาพแล้ว



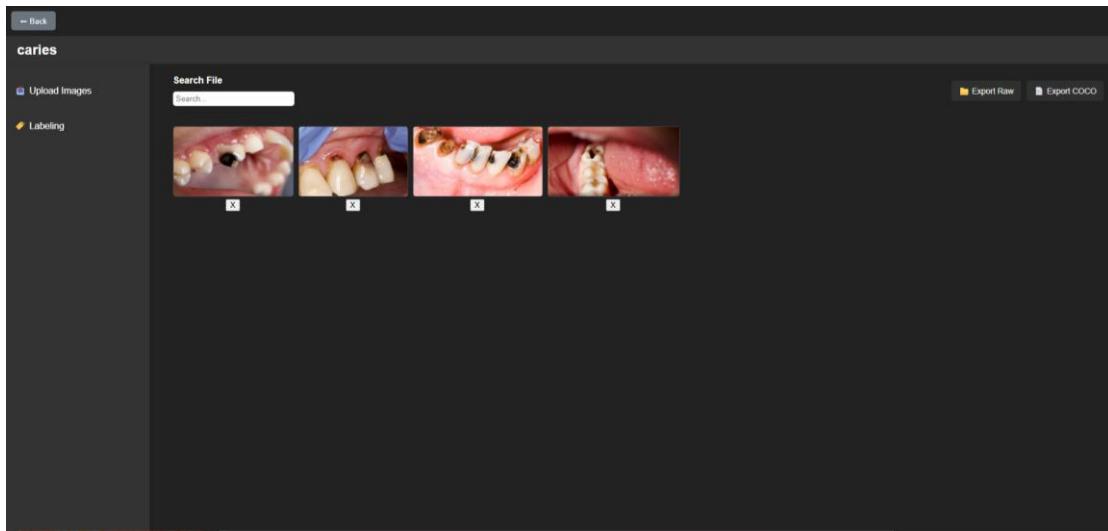
ภาพ 4.15 และ 4.16 การสร้าง Label Class

เมื่อผู้ใช้ต้องการสร้าง Label Class ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม “Create Label” ที่ด้านบนแล้วกรอกชื่อและเลือกสีของ Label Class ผ่าน Pop-up และเลือก Create เพื่อสร้าง Label Class โดยจะแสดงทางด้านขวาเมื่อซึ่งผู้ใช้สามารถคลิกเลือกและนำไปสร้างผลเฉลยบนภาพได้



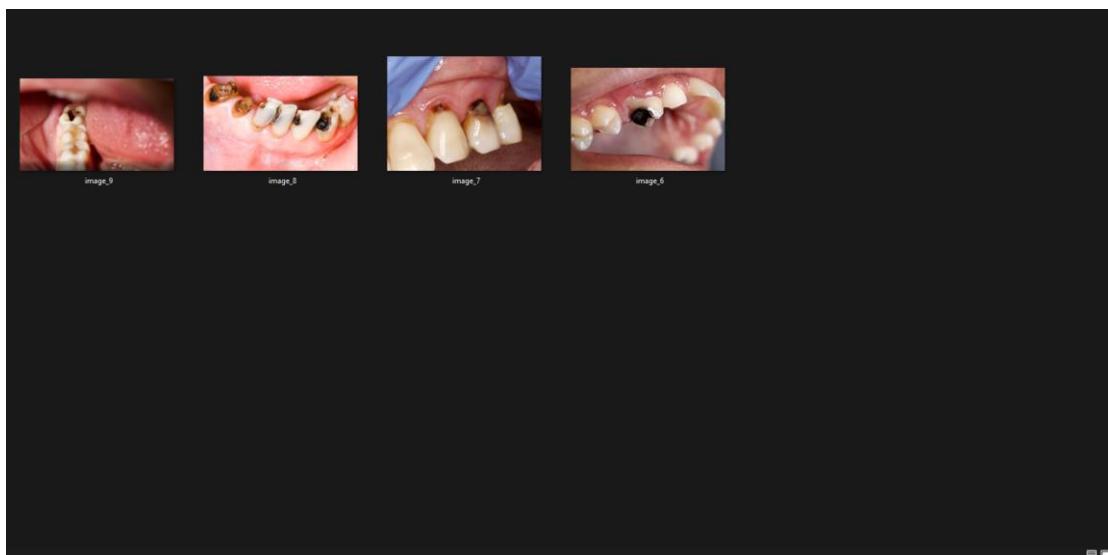
ภาพ 4.17 และ 4.18 การสร้างผลเฉลยบนรูปภาพ

หลังจากที่ผู้ใช้สร้าง Label Class แล้วให้คลิกเลือก Label Class ที่ต้องการนำมาสร้างผลเฉลยทางด้านขวาเมื่อ แล้วลากมาส์บบนภาพเพื่อวัดกรอบ Bounding Box เมื่อมีการสร้างผลเฉลยแล้วข้อมูลนั้นจะถูกเก็บไว้ในระบบฝั่ง JavaScript และสามารถส่งกลับไปยัง Backend เพื่อบันทึกได้ ผลเฉลยที่wardไปแล้วจะแสดงข้อมูลในด้านขวาพร้อมกับปุ่มสำหรับแก้ไขหรือลบผลเฉลย



ภาพ 4.19 หน้าส่วนอกรูปภาพที่ได้รับการสร้างผลเฉลยแล้ว

หลังจากที่ผู้ใช้สร้างผลเฉลยเรียบร้อยแล้ว ภาพเหล่านั้นจะถูกส่งต่อมายังหน้า Datasetโดยหน้านี้จะแสดงภาพที่ผ่านการสร้างผลเฉลยมาแล้วเท่านั้น โดยผ่าน JavaScript จะทำหน้าที่โหลดข้อมูลจาก Backend โดยอิงจาก projectId ที่ส่งมาผ่าน URL และใช้ fetch เพื่อโหลดภาพที่มีสถานะ "Labeled" เท่านั้น จากนั้นภาพเหล่านี้จะถูกแสดงในหน้า Dataset แบบ Preview ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ของ Dataset ได้ก่อนจะ Export ข้อมูล Label ออกมาเป็นไฟล์และนำไปใช้งานกับโมเดล AI หรือ Machine Learning



```

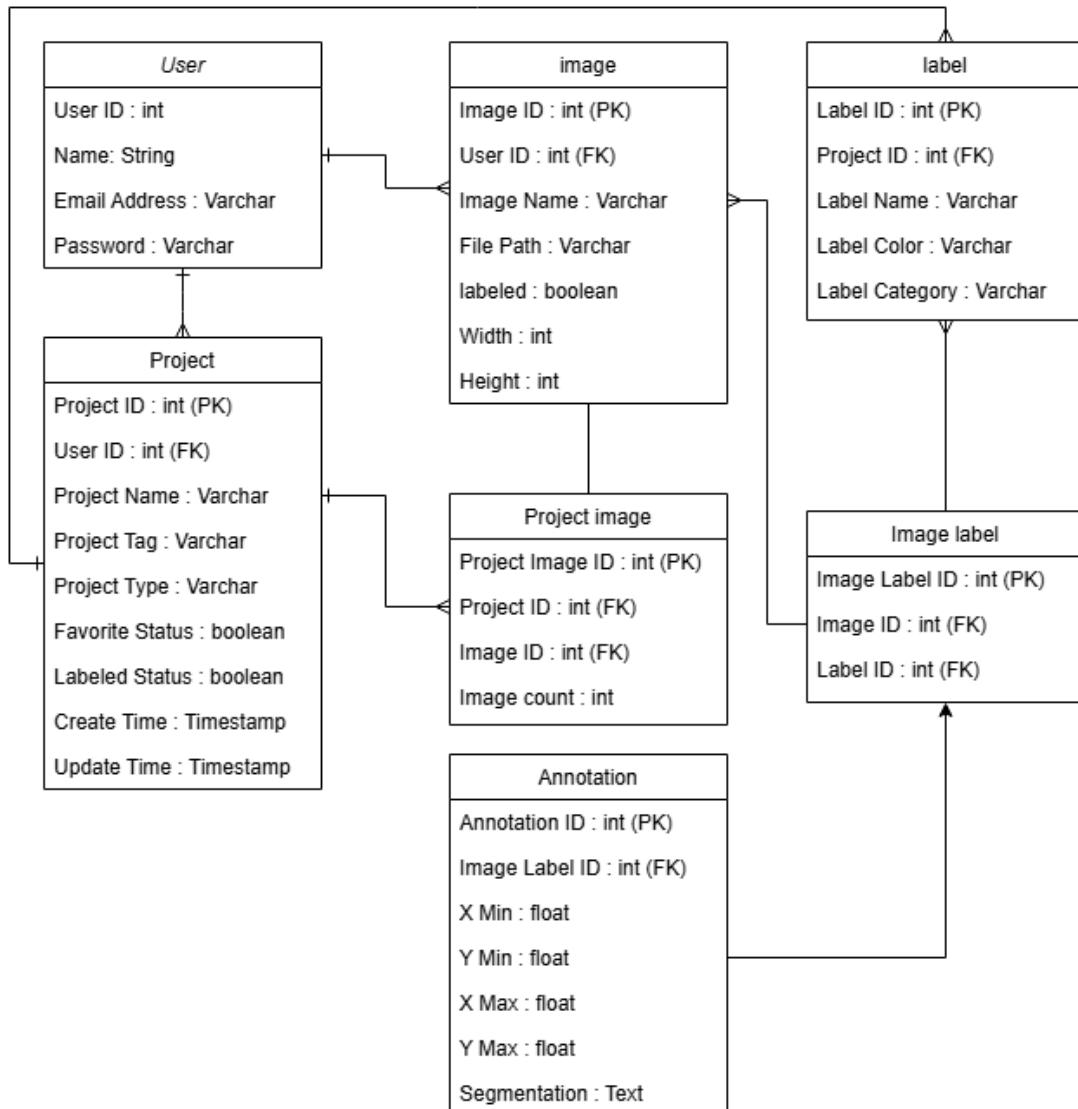
1  [
2   "images": [
3     {
4       "id": 6,
5       "file_name": "image_6.jpg",
6       "width": 456,
7       "height": 2364
8     },
9     {
10      "id": 7,
11      "file_name": "image_7.png",
12      "width": 955,
13      "height": 710
14    },
15    {
16      "id": 8,
17      "file_name": "image_8.jpg",
18      "width": 1928,
19      "height": 1177
20    }
21  ],
22  [
23    {
24      "id": 9,
25      "file_name": "image_9.png",
26      "width": 832,
27      "height": 498
28    }
29  ],
30  "annotations": [
31    {
32      "id": 3,
33      "image_id": 6,
34      "category_id": 1,
35      "bbox": [
36        1230,
37        357,
38        699,
39        530
40      ],
41      "area": 370470,
42      "iscrowd": 0
43    },
44    {
45      "id": 4,
46      "image_id": 7,
47      "category_id": 1,
48      "bbox": [
49        210,
50        262,
51        340,
52        280
53      ],
54      "area": 188800,
55      "iscrowd": 0
56    }
57  ]
58]

```

ภาพ 4.20 และ 4.21 ไฟล์ที่ได้จากการส่งออก

โดยไฟล์ที่ได้จากการส่งออกจะมี 2 รูปแบบซึ่งจะมีไฟล์ภาพดิบที่เป็นผลลัพธ์ที่มองเห็นในรูปภาพจริงและไฟล์ข้อมูลในรูปแบบ JSON ซึ่งเป็นมาตรฐานของ COCO format ซึ่งจะแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลที่ใช้ในระบบ AI ซึ่งในไฟล์จะประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับไฟล์รูปภาพ, รายละเอียดของผลเฉลย และประเภทของวัตถุที่ได้รับการสร้างผลเฉลย

4.3 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบ



ภาพ 4.22 ฐานข้อมูลของโปรแกรมสร้างผลเนลย์ข้อมูล

ตารางที่ 4.3 Schema ของ User

Field	Type	Description
User ID	int	รหัสของผู้ใช้
Name	String	ชื่อของผู้ใช้
Email Address	Varchar	อีเมลของผู้ใช้
Password	Varchar	รหัสผ่านของผู้ใช้

ตารางที่ 4.4 Schema ของ Project

Field	Type	Description
Project ID	int (PK)	รหัสของโปรเจกต์
User ID	int (FK)	รหัสของผู้ใช้ที่สร้างโปรเจกต์
Project Name	Varchar	ชื่อโปรเจกต์
Project Tag	Varchar	แท็กของโปรเจกต์
Labeled Status	boolean	สถานะว่าสร้างผลิตภัณฑ์แล้วหรืออย่าง

ตารางที่ 4.5 Schema ของ Image

Field	Type	Description
Image ID	int (PK)	รหัสของภาพ
User ID	int (FK)	รหัสของผู้ใช้ที่อัปโหลดภาพ
Image Name	Varchar	ชื่อไฟล์ของภาพ
File Path	Varchar	ตำแหน่งของไฟล์ภาพ
Labeled	boolean	ภาพนี้มีผลนายหรือไม่

ตารางที่ 4.6 Schema ของ Project Image

Field	Type	Description
Project Image ID	int (PK)	รหัสของภาพใน โปรเจกต์
Project ID	int (FK)	รหัสของโปรเจกต์
Image ID	int (FK)	รหัสของภาพ
Image count	int	จำนวนภาพใน โปรเจกต์

ตารางที่ 4.7 Schema ของ Label

Field	Type	Description
Label ID	int (PK)	รหัสของผลเฉลย
Project ID	int (FK)	โปรเจกต์ที่มีผลเฉลยนี้
Label Name	Varchar	ชื่อของผลเฉลย
Label Color	Varchar	สีของผลเฉลย
Label Category	Varchar	หมวดหมู่ของผลเฉลย

ตารางที่ 4.8 Schema ของ Image Label

Field	Type	Description
Image Label ID	int (PK)	รหัสของภาพที่มีผลเฉลย
Image ID	int (FK)	รหัสของภาพ
Label ID	int (FK)	รหัสของผลเฉลยในภาพ

ตารางที่ 4.9 Schema ของ Annotation

Field	Type	Description
Annotation ID	int (PK)	รหัสของการสร้างผลเฉลย
Image Label ID	int (FK)	รหัสของภาพที่มีผลเฉลย
X Min	float	ค่าพิกัด X ด้านซ้ายบน
Y Min	float	ค่าพิกัด Y ด้านซ้ายบน

X Max	float	ค่าพิกัด X ด้านขวาล่าง
Y Max	float	ค่าพิกัด Y ด้านขวาล่าง
Segmentation	Text	ข้อมูลการทำ Segmentation

4.4 การทดสอบระบบ

4.4.1 ออกแบบการทดสอบระบบ Functional Testing

4.4.1.1 UC - 001 การสร้างบัญชีผู้ใช้

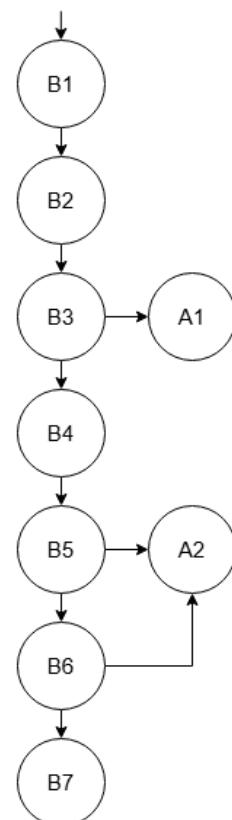
คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานระบบ

Basic Flow :

- B1 : เลือก "Signup"
- B2 : กรอกชื่อผู้ใช้งาน
- B3 : กรอกอีเมล์
- B4 : กรอกรหัสผ่าน
- B5 : กรอกยืนยันรหัสผ่าน
- B6 : กดสมัครสมาชิก
- B7 : แสดงข้อความ "Signup successful!"

Alternative Flow :

- A1 : แสดงข้อความ "Signup failed: Server error"
- A2 : แสดงข้อความ "Passwords do not match!"



ภาพ 4.23 State Diagram ของ UC - 001 การสร้างบัญชีผู้ใช้

สถานการณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์สมัครสมาชิกโดยกรอกข้อมูลครบถ้วน

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : -

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์สมัครสมาชิกโดยกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : -

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 3 :

บุคลากรทางการแพทย์สมัครสมาชิกโดยกรอกอีเมลล์ซ้ำกับอีเมลล์ที่เคยสมัครสมาชิก

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : -

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 4 :

บุคลากรทางการแพทย์สมัครสมาชิกโดยกรอกช่องรหัสผ่านและยืนยันรหัสผ่านไม่สัมพันธ์กัน

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : -

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.10 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 001 การสร้างบัญชีผู้ใช้

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. บุคลากรทางการแพทย์ กด “สมัครสมาชิก” 2. กรอกข้อมูลลงแบบฟอร์ม สมาชิก 3. กดสมัครสมาชิก	{\$username = "Isabel", \$email = "Manee@gmail.com", \$password = "MANEE", \$confirmpassword = "MANEE"}	บันทึกข้อมูลสมาชิก แสดงข้อความ "Signup successful!"	เป็นไปตาม expected results

สถานการณ์ที่ 2	1. บุคลากรทางการแพทย์ กด “สมัครสมาชิก” 2. กรอกข้อมูลลงแบบฟอร์ม สมาชิก 3. กดสมัครสมาชิก	<code>{\$username = " ", \$email = "Manee@gmail.com", \$password = "MANEE", \$confirmpassword = "MANEE"}</code>	ไม่บันทึกข้อมูล สมาชิก	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 3	1. บุคลากรทางการแพทย์ กด “สมัครสมาชิก” 2. กรอกข้อมูลลงแบบฟอร์ม สมาชิก 3. กดสมัครสมาชิก	<code>{\$username = "Isabel", \$email = "ichikirimaru_sama@y ahoo.com", \$password = "MANEE", \$confirmpassword = "MANEE"}</code>	ไม่บันทึกข้อมูล สมาชิก แสดงข้อความ "Signup failed: Server error"	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 4	1. บุคลากรทางการแพทย์ กด “สมัครสมาชิก” 2. กรอกข้อมูลลงแบบฟอร์ม สมาชิก 3. กดสมัครสมาชิก	<code>{\$username = "Isabel", \$email = "Manee@gmail.com", \$password = "MANEE", \$confirmpassword = "MA"}</code>	ไม่บันทึกข้อมูล สมาชิก แสดงข้อความ "Passwords do not match!"	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.2 UC - 002 เข้าสู่ระบบ

คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการเข้าสู่ระบบ

Basic Flow :

B1 : กรอก Email

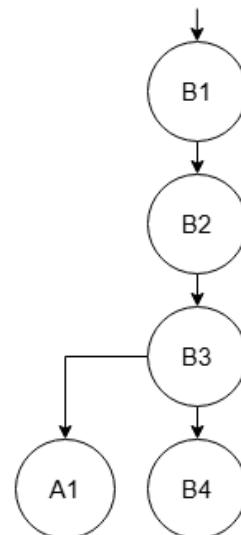
B2 : กรอก Passwords

B3 : กด submit

B4 : แสดงข้อความ "Login successful!"

Alternative Flow :

A1 : แสดงข้อความ "Login failed: Invalid email or password"



ภาพ 4.24 State Diagramของ UC - 002 เข้าสู่ระบบ

สถานการณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์ต้องการเข้าสู่ระบบโดยมีบัญชีผู้ใช้งานอยู่แล้ว

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางการแพทย์ต้องการเข้าสู่ระบบโดยไม่มีบัญชีผู้ใช้งานอยู่แล้ว

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์ต้องการเข้าสู่ระบบโดยไม่มีบัญชีผู้ใช้งาน

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : -

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.11 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 002 เข้าสู่ระบบ

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. กรอกอีเมล์ 2. กรอกพาสเวิร์ด 3. กดเข้าสู่ระบบ	{\$email = "ichikirimaru_sama@yahoo.com", \$password = "123456"}	เข้าสู่ระบบ แสดงข้อความ "Login successful!"	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. กรอกอีเมล์ 2. กรอกพาสเวิร์ด 3. กดเข้าสู่ระบบ	{\$email = "Manee@gmail.com", \$password = "MANEE"}	ไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้ แสดงข้อความ "Login failed: Invalid email or password"	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.3 UC - 003 การสร้างโปรเจค

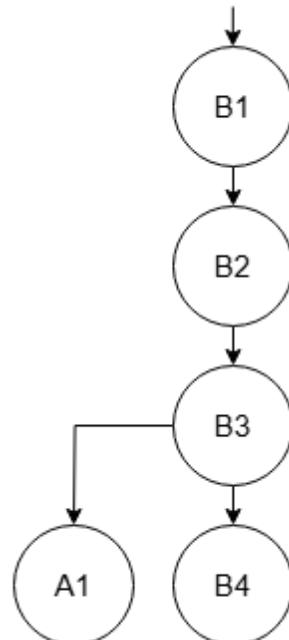
คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการสร้างโปรเจค

Basic Flow :

- B1 : กด Create Project
- B2 : ใส่ชื่อโปรเจค
- B3 : ใส่แท็กโปรเจค
- B4 : การตั้งโปรเจคปรากฏ

Alternative Flow :

- A1 : แสดงข้อความ "Please enter a project name and tag."



ภาพ 4.25 State Diagramของ UC - 003 การสร้างโปรเจค

สถานการณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์สร้างโปรเจคโดยกรอกข้อมูลครบทุกช่อง

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องเข้าสู่ระบบ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์สร้างโปรเจคโดยกรอกข้อมูลไม่ครบทุกช่อง

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องเข้าสู่ระบบ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.12 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 003 การสร้างโปรเจค

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. กด “Create Project” 2. กรอกข้อมูล 3. กดสร้าง	{\$projectname = “Caries”, \$tag = “tooth”,}	บันทึกข้อมูลโปรเจค การ์ดโปรเจคขึ้นบนหน้าจอ	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. กด “Create Project” 2. กรอกข้อมูล 3. กดสร้าง	{\$projectname = “Caries”, \$tag = “ ”,}	ไม่บันทึกข้อมูลโปรเจค แสดงข้อความ “Please enter a project name and tag.”	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.4 UC - 004 การลบโปรเจค

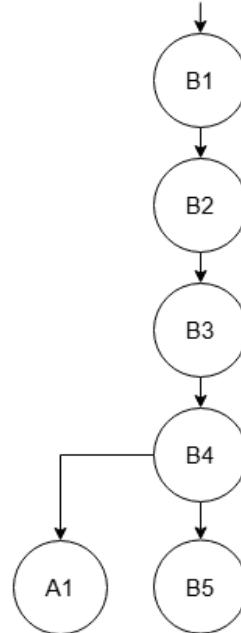
คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการลบโปรเจคที่มีอยู่

Basic Flow :

- B1 : เลือกโปรเจค
- B2 : กด "delete"
- B3 : แสดงข้อความ "Are you sure you want to delete this project and all its data?"
- B4 : กด "Ok"
- B5 : แสดงข้อความ "delete sucessful"

Alternative Flow :

- A1 : แสดงข้อความ "delete failed"



ภาพ 4.26 State Diagram ของ UC - 004 การลบโปรเจค

สถานะกรณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์ลบโปรเจคที่มีอยู่

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจค

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานะกรณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์ลบโปรเจคที่ไม่มีอยู่

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องไม่มีโปรเจค

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานะกรณ์ที่ 3 : บุคลากรทางการแพทย์ยกเลิกการลบโปรเจค

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจค

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.13 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 004 การลบโปรเจค

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. กด “delete” 2. กด “Ok”	{ }	การลบโปรเจคถูกบันทึก โปรเจคหายไปจากหน้าจอ	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. กด “delete”	{ }	การลบโปรเจคไม่ถูกบันทึก	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 3	1. กด “delete” 2. กด “Cancel”	{ }	การลบโปรเจคไม่ถูกบันทึก โปรเจคไม่หายไปจากหน้าจอ	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.5 UC - 005 การปักหมุดโปรเจค

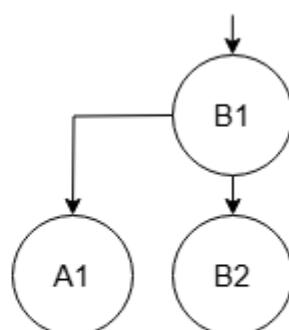
คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการปักหมุดโปรเจคไว้ด้านบนสุด

Basic Flow :

B1 : กดชื่นชอบโปรเจค
 B2 : โปรเจคถูกย้ายไปด้านบนสุด

Alternative Flow :

A1 : โปรเจคกลับไปอยู่ที่เดิม



ภาพ 4.27 State Diagram ของ UC - 005 การปักหมุดโปรเจค

สถานการณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์กดซิ่นขอบโปรเจคที่มีอยู่

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางการแพทย์ต้องมีโปรเจค

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์กดซิ่นขอบโปรเจคที่กดซิ่นขอบไปแล้ว

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางการแพทย์ต้องมีโปรเจคและกดซิ่นขอบไว้แล้ว

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.14 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 005 การปักหมุดโปรเจค

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. กดรูปดาว	<code> \${\$favorite = "true"} </code>	โปรเจคขึ้นไปอันแรก สุด	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. กดรูปดาว	<code> \${\$favorite = "false"} </code>	โปรเจคไม่มีอยู่อันแรก สุด	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.6 UC - 006 การอัพโหลดรูปภาพ

คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการจัดการรูปภาพในโปรเจค

Basic Flow :

B1 : กด Upload

B2 : กด Select image

B3 : อัพโหลดรูปภาพลงโปรเจค

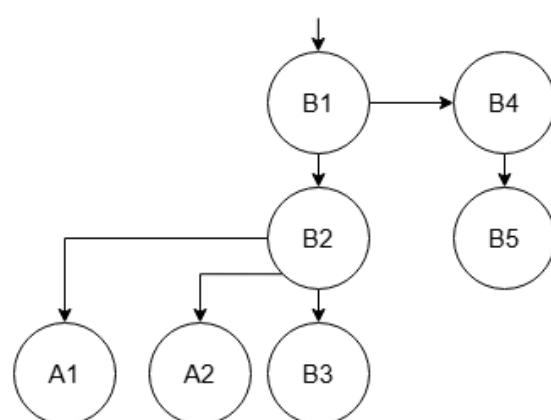
B4 : กดหากภาพ

B5 : รูปภาพถูกกลับออกจากโปรเจค

Alternative Flow :

A1 : แสดงข้อความ "upload failed"

A2 : "ไม่ปรากฏสิ่งใดขึ้น"



ภาพ 4.28 State Diagram ของ UC - 006 การอัพโหลดรูปภาพ

สถานการณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์อัปโหลดรูปภาพลงโปรเจค

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจค

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์อัปโหลดไฟล์ประเภทอื่นๆลงโปรเจค

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจคเงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 3 : บุคลากรทางการแพทย์ลบรูปภาพในโปรเจค

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจคและอัปโหลดรูปภาพ

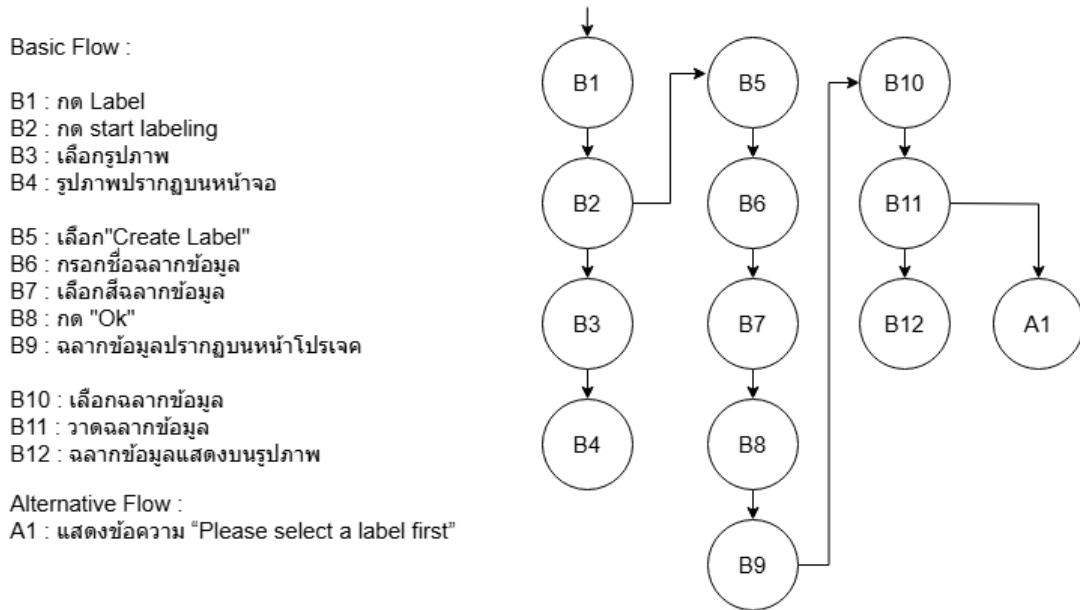
เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.15 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 006 การอัปโหลดรูปภาพ

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. เข้าสู่โปรเจค 2. select image 3. เลือกรูปภาพ	<code>{\$imageid = "1"}</code>	บันทึกภาพลงโปรเจค ภาพปรากฏในโปรเจค	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. เข้าสู่โปรเจค 2. select image 3. เลือกรูปภาพ	<code>{\$imageid = " "}</code>	ไม่บันทึกไฟล์ลงโปรเจค	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 3	1. ลบรูปภาพ	<code>{\$imageid = " 1"}</code>	บันทึกการลบรูปภาพ ภาพไม่ปรากฏ	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.7 UC - 007 การสร้างผลเฉลย

คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการติดฉลากรูปภาพในโปรเจค



ภาพ 4.29 State Diagram ของ UC - 007 การสร้างผลเฉลย

สถานะกรณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์สร้างผลเฉลยโดยการสร้างฉลากข้อมูล

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจคและอัพโหลดรูปภาพ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานะกรณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์สร้างผลเฉลยโดยการไม่สร้างฉลากข้อมูล

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจคเงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานะกรณ์ที่ 3 : บุคลากรทางการแพทย์แก้ไขฉลากข้อมูล

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องสร้างฉลากข้อมูลแล้ว

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานะกรณ์ที่ 4 : บุคลากรทางการแพทย์ลบฉลากข้อมูลที่ติดไว้

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องสร้างผลเฉลยบนรูปภาพแล้ว

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.16 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 007 การสร้างผลนาย

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. start labeling 2. เลือกรูปภาพ 3. สร้างฉลากข้อมูล 4. วัดฉลากข้อมูล	{\$imageid = "1", \$label = "caries", \$labelcolor = "pink", \$drawlabel = "99,41"} 	บันทึกฉลาก และ ฉลากที่วัดลงในโปร เจค ฉลากปรากฏในโปร เจคและบนรูป	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. start labeling 2. เลือกรูปภาพ 3. วัดฉลากข้อมูล	{\$imageid = "1", \$drawlabel = "99,41"} 	ไม่บันทึกฉลากที่วัด ลงในโปรเจค แสดงข้อความ “Please select a label first”	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 3	1. start labeling 2. เลือกรูปภาพ 3. สร้างฉลากข้อมูล 4. แก้ไขฉลากข้อมูล	{\$imageid = "1", \$label = "tooth", \$labelcolor = "orange", \$drawlabel = "99,41"} 	บันทึกแก้ไขฉลาก ข้อมูล ฉลากที่แก้ไขปรากฏ แทนที่ฉลากเดิมใน โปรเจคและบนรูป	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 4	1. start labeling 2. เลือกรูปภาพ 3. สร้างฉลากข้อมูล 4. วัดฉลากข้อมูล 5. ลบฉลากที่วัด	{\$imageid = "1", \$label = "tooth", \$labelcolor = "orange", \$drawlabel = " "} 	บันทึกลบฉลากข้อมูล ฉลากที่ลบหายไปจาก บนรูป	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.8 UC - 008 การส่งออกไฟล์

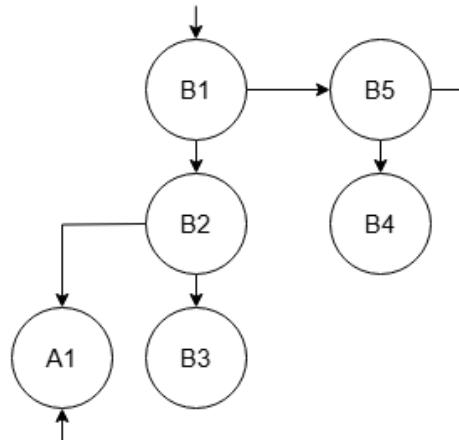
คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการส่งออกข้อมูลการติดฉลากรูปภาพในโปรเจค

Basic Flow :

- B1 : กด Dataset
- B2 : กด "Export raw image"
- B3 : ไฟล์ zip ถูกเชฟเข้าคอมพิวเตอร์
- B4 : กด "Export COCO format"
- B5 : ไฟล์ .json ถูกเชฟเข้าคอมพิวเตอร์

Alternative Flow :

- A1 : ไม่เกิดอะไรขึ้น



ภาพ 4.30 State Diagramของ UC - 008 การส่งออกไฟล์

สถานการณ์ที่ 1 :

บุคลากรทางการแพทย์เลือกดาวโหลดเฉพาะรูปภาพในโปรเจคโดยสร้างผลเฉลยแล้ว

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจคและอัพโหลดรูปภาพ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 2 :

บุคลากรทางการแพทย์เลือกดาวโหลดเฉพาะไฟล์COCOในโปรเจคโดยสร้างผลเฉลยแล้ว

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจคและอัพโหลดรูปภาพหรือสร้างผลเฉลย

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 3 :

บุคลากรทางการแพทย์เลือกดาวโหลดเฉพาะรูปภาพในโปรเจคโดยยังไม่สร้างผลเฉลย

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องอัพโหลดรูปภาพ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 4 :

บุคลากรทางการแพทย์เลือกดาวโหลดเฉพาะไฟล์COCOในโปรเจคโดยยังไม่สร้างผลเฉลย

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องอัปโหลดรูปภาพ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 5 :

บุคลากรทางการแพทย์เลือกดาวโหลดเฉพาะรูปภาพในโปรเจคโดยยังไม่อัปโหลดภาพ

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจค

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 6 :

บุคลากรทางการแพทย์เลือกดาวโหลดเฉพาะไฟล์COCOในโปรเจคโดยยังไม่อัปโหลดภาพ

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องมีโปรเจค

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.17 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 008 การส่งออกไฟล์

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. เข้าสู่หน้า dataset 2. เลือกexport raw image	{ }	ไฟล์ถูกส่งออกในรูปแบบ zip	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. เข้าสู่หน้า dataset 2. เลือกexport COCO format	{ }	ไฟล์ถูกส่งออกในรูปแบบ .json	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 3	1. เข้าสู่หน้า dataset 2. เลือกexport raw image	{ }	ไฟล์ถูกส่งออกในรูปแบบ zip	เป็นไปตาม expected results

สถานการณ์ที่ 4	1. เข้าสู่หน้า dataset 2. เลือก export COCO format	{ }	ไฟล์ถูกส่งออกในรูปแบบ .json โดยไม่มีข้อมูลของฉลาก	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 5	1. เข้าสู่หน้า dataset 2. เลือก export raw image	{ }	ไม่เกิดอะไรขึ้น	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 6	1. เข้าสู่หน้า dataset 2. เลือก export COCO format	{ }	ไม่เกิดอะไรขึ้น	เป็นไปตาม expected results

4.4.1.9 UC - 009 ออกจากระบบ

คำอธิบาย: ผู้ใช้ต้องการออกจากระบบ

Basic Flow :

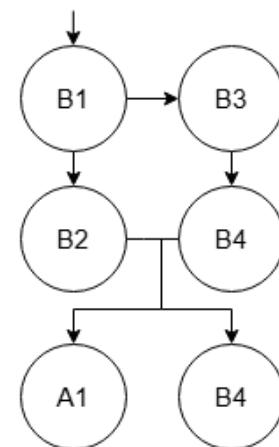
B1 : กด "User"
B2 : กด "Logout"

B3 : กด Account setting
B4 : กด "Logout"

B5 : กลับสู่หน้า Login

Alternative Flow :

A1 : ไม่เกิดอะไรขึ้น



ภาพ 4.31 State Diagramของ UC - 009 ออกจากระบบ

สถานการณ์ที่ 1 : บุคลากรทางการแพทย์ออกจากระบบหลังจากเข้าสู่ระบบ

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องเข้าสู่ระบบ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

สถานการณ์ที่ 2 : บุคลากรทางการแพทย์ออกจากระบบโดยไม่ได้เข้าสู่ระบบ

เงื่อนไขก่อนการทดสอบ : บุคลากรทางแพทย์ต้องยังไม่เข้าสู่ระบบ

เงื่อนไขหลังการทดสอบ : -

ตารางที่ 4.18 รายการสถานการณ์ทดสอบของ UC - 009 ออกจากระบบ

Test scenario	Test steps	Test data	Expected Results	ผลการทดสอบ
สถานการณ์ที่ 1	1. เข้าสู่หน้า User 2. กด “Log out”	{ }	การออกจากระบบถูกบันทึก กลับสู่หน้า Log in	เป็นไปตาม expected results
สถานการณ์ที่ 2	1. เข้าสู่หน้า User	{ }	ไม่สามารถทำได้ ไม่เกิดอะไรขึ้น	เป็นไปตาม expected results

4.4.2 ออกแบบ Usability Testing

4.4.2.1 วางแผนการทดสอบ

ผู้จัดทำนัดหมายวันเวลาทางออนไลน์กับผู้ใช้ทันตแพทย์ที่เข้าร่วมการทดสอบ

1. มอบหมายหน้าที่ให้สามารถผู้คุ้มการทดสอบ

นางสาวกานชนิลพันธุ์ ทำหน้าที่ จับเวลาและสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้

2. กลุ่มผู้ใช้ทดสอบระบบ

ผู้ใช้ที่นักศึกษาได้ทำการทดสอบแบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้

- 1) ผู้ใช้ที่เป็นทันตแพทย์ ผู้มีประสบการณ์การสร้างผลเฉลยและชำนาญด้านการใช้คอมพิวเตอร์
ทพ.ณัฐวิช เจริญสุข

2) ผู้ใช้ที่เป็นทันตแพทย์ ชำนาญด้านการใช้คอมพิวเตอร์

ทพญ.ชนะตา ชำนาญวด

3) ผู้ใช้ที่เป็นทันตแพทย์ ไม่ชำนาญด้านการใช้คอมพิวเตอร์

ทพญ.ปัณฑารีร์ คชจันทร์

4.4.2.2 รายละเอียดการทดสอบ

กำหนดสถานการณ์สำหรับผู้ทดสอบระบบดังนี้

Task #1 เข้าสู่ระบบ

Task #2 สร้างโปรเจค

Task #3 อัพโหลดรูปภาพขึ้นโปรเจค

Task #4 สร้างฉลากข้อมูล

Task #5 สร้างผลเฉลย

4.4.2.3 ผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการทดสอบ

Task	พฤติกรรม/ปัญหาที่พบ	จำนวนคนที่สำรวจ
1. เข้าสู่ระบบ	-	3
2. สร้างโปรเจค	-	3
3. อัพโหลดรูปภาพ	-	3
4. สร้างฉลากข้อมูล	-	3
5. สร้างผลเฉลย	-	3

4.4.2.4 วัดผลการทำ Usability Test

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการทำ Usability Test

Task	Label studio (avg)	Re design Project(avg)
Task#1	31	29
Task#2	60	21
Task#3	17	20
Task#4	26	51
Task#5	180	60
Total	314	181
Improvement	57%	

จากการทดสอบจากทันตแพทย์ทั้ง 3 ท่าน พบว่ามีการใช้เวลาน้อยลงเป็นอย่างมาก
จากการสอบถามความรู้สึกหลังการใช้งานจึงทราบว่า

- ข้อความในหน้าจอตรงไปตรงมาไม่ซับซ้อน
- เมื่อกดพิດลำดับจะมีข้อความแสดงขึ้นมา
- ฉลาดข้อมูลอยู่ในจอดียกันจึงทำให้ดูง่าย

บทที่ 5

สรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินงานปัจจุบัน

ໂປຣເຈັກ “ພັນນາກາຣພັນນາໂປຣແກຣມສ້າງຜລເຂລຍຂໍ້ອມູລສໍາຫຼັບຝຶກສອນໂມເດລAIທາງກາຣແພທຍ” ຖືກພັນນາຂຶ້ນເພື່ອຊ່ວຍໃຫ້ບຸຄຄລາກຮາກທາງກາຣແພທຍສາມາຮັດໃໝ່ງານອຸປະກນົມສໍາຫຼັບກາຣທຳເຂລຍໄດ້ຈ່າຍຂຶ້ນ ຈາກກາຣເປີຍຢັບໂປຣແກຣມສໍາຫຼັບກາຣທຳຜລເຂລຍທັງ 6

ທັນຕະແພທຍທັງ 3 ທ່ານໄດ້ຖືກເລືອກເປັນຜູ້ທົດສອບແລະສາມາຮັດໃໝ່ງານໂປຣແກຣມໄດ້ໂດຍໃໝ່ເວລານ້ອຍລົງຕາມເປົ້າປະສົງຄົ້ນຜູ້ຈັດທຳ

ທັນນີ້ຜູ້ຈັດທຳໄດ້ເພີ່ມຝຶກອີກທັງສິນ 3 ຝຶກອົງ ໃນກາຣຕິດແທັກ, ເຊີ່ງຈແທັກ, ແລະກົດຈຶ່ນໂປຣເຈັກເພື່ອໃຫ້ຜູ້ໃໝ່ງານສາມາຮັດຫາໂປຣເຈັກໄດ້ຈ່າຍຂຶ້ນອີກດ້ວຍ

5.2 ແຜນກາຣດຳເນີນງານໃນອນາຄຕ

- ຜູ້ໃໝ່ສາມາຮັດທຳຈານຮ່ວມກັບຜູ້ອື່ນໄດ້
- ເພີ່ມກາຣໃໝ່ງານກາຣຕິດລາກຮູບແບບ segmentation ຮີ້ອ ຮູບໝາຍເໜ່ຍມ
- ກາຣຮອງກາພໂດຍຜູ້ໃໝ່ສາມາຮັດເລືອກດູກກາພທີ່ຕິດລາກແລະຍັ້ງມ່າເມືດິດລາກໄດ້
- ຮະບບສາມາຮັດໃໝ່ງານໃນຮູບແບບອອນໄລນີ້ໄດ້
- ຜູ້ໃໝ່ສາມາຮັດສ່ວຍກັບຂໍ້ອມູລໄດ້ຫລາກຫລາຍຮູບແບບ

รายการอ้างอิง

บทความวารสาร

Sareh Sadeghianasl, Arthur H.M. ter Hofstede, Moe Thandar Wynn, Selen Türkay (2024, January). *Humans-in-the-loop: Gamifying activity label repair in process event logs*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 132, June 2024, 107875 Retrieved December 11, 2024. from
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197624000332>

Yuanhan Mo, Yang, Bartłomiej W. Papież. (2024, July). *Labelling with dynamics: A data-efficient learning paradigm for medical image segmentation*. Medical Image Analysis, Volume 95, July 2024, 103196. Retrieved October 25, 2024. from
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136184152400121X>

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ศรุදา ทิพย์แสง. (n.d.). *เจาะลึก AI กับการสร้างความเป็นไปได้ใหม่ในโลกอนาคต*. Retrieved November 28, 2024. from
<https://www.scimath.org/article-technology/item/11230-ai-11230>

abreheret. (2022, November 22). *PixelAnnotationTool*. Retrieved October 29, 2024. from
<https://github.com/abreheret/PixelAnnotationTool/blob/master/README.md>

Amazon Web Services. (n.d.). *What is artificial intelligence?*. Retrieved November 26, 2024. from
<https://aws.amazon.com/th/what-is/artificial-intelligence/>

Amina Khalpey, Kirtana Roopan, Jessa Deckwa, Zain Khalpey. (2024). *Medical Mayhem: How Poor Data Labeling is Sabotaging AI in Healthcare*. Retrieved December 10, 2024 from

<https://khalpey-ai.com/medical-mayhem-how-poor-data-labeling-is-sabotaging-ai-in-healthcare/>

Atom. (n.d.). *CSV export*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://www.accesstomemory.org/en/docs/2.5/user-manual/import-export/csv-export/>

Bhuvana Kundumani. (2020, August 22). *Named Entity Recognition (NER) for CoNLL dataset with Tensorflow 2.2.0*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://medium.com/analytics-vidhya/ner-tensorflow-2-2-0-9f10dcf5a0a>

BIGcommerce essential. (n.d.). *What is a .CSV file and what does it mean for my ecommerce business?*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://www.bigcommerce.com/glossary/what-csv-file-and-what-does-it-mean-my-ecommerce-business/>

Cyber Elite. (2022, September 30). *เจาะลึก Data Labeling: ขั้นตอนสำคัญในการพัฒนา AI ให้แม่นยำ*. Retrieved November 28, 2024. from
<https://www.cyberelite.co.th/blog/machine-learning/>

CVAT. (n.d.). *Pascal VOC*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://docs.cvcat.ai/docs/manual/advanced/formats/format-voc/>

Dan O'Keefe, Appian. (2024, January). *How does AI model training work?*. Retrieved November 26, 2024. from <https://appian.com/blog/acp/ai/how-does-ai-model-training-work>

easydatatransform. (n.d.). *TSV format*. Retrieved June 2, 2025. from
https://www.easydatatransform.com/help/latest/windows/html/tsv_format.html

Encord Blog. (2024, April 4). *YOLO Object Detection Explained: Evolution, Algorithm, and Applications*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://encord.com/blog/yolo-object-detection-guide/>

Encord. (n.d.). *COCO Format Export*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://docs.encord.com/platform-documentation/Annotate/annotate-export/annotate-export-coco>

Fileinfo. (n.d.). *.TSV File Extension*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://fileinfo.com/extension/tsv>

Gaudenz Boesch. (2024, October 18). *CVAT: Computer Vision Annotation Tool – 2025 Guide*. Retrieved December 11, 2024. from
<https://viso.ai/computer-vision/cvat-computer-vision-annotation-tool/>

GeeksforGeeks. (2024, Aug 23). *What is CoNLL Data Format?*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://www.geeksforgeeks.org/what-is-conll-data-format/#understanding-the-conll-format>

GeeksforGeeks. (2024, Dec 13). *What Is a TSV File: All About TSV and How to Open It.* Retrieved June 2, 2025. from
<https://www.geeksforgeeks.org/techtips/what-is-a-tsv-file/>

Geethanjali P. (2023, December). *Advances in Ecological Surveillance: Real-Time Wildlife Detection using MobileNet-SSD V2 Convolutional Neural Network*. Retrieved June 2, 2025. from
https://www.researchgate.net/figure/PASCAL-VOC-format-xml-file_fig2_377109902

Great Learning Editorial Team.(2024, September 2). *Real-Time Object Detection Using TensorFlow*. Retrieved December 10, 2024.
<https://www.mygreatlearning.com/blog/object-detection-using-tensorflow/#sh4>

Intouch Kunakorntum. (2021, Jul 29). *Image detection โดยใช้ YOLOv5 จากต้นจนจบ (ตอน 3: Data Labeling and Image Augmentation)*. Retrieved June 2, 2025. from

<https://medium.com/@intouchkunakorntum/image-detection-yolov5-3-data-labeling-and-image-augmentation-bb8ef7d63084>

Joseph Nelson. (2020, January). *Roboflow*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://github.com/roboflow>

Kurtis Pykes. (2024, March 13). *What is data labeling and why is it necessary for AI?*. Retrieved November 28, 2024. from
<https://www.datacamp.com/tutorial/what-is-data-labeling-and-why-is-it-necessary-for-ai>

Label Studio Docs. (n.d.). *Export annotations and data from Label Studio*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://labelstud.io/guide/export>

makseq. (2021, September 20). *awesome-data-labeling*. Retrieved October 26, 2024. from
<https://github.com/HumanSignal/awesome-data-labeling>

MaryT_Intel. (2021, August 19). *Medical Data (DICOM) Annotation in Computer Vision Tool*. Retrieved December 11, 2024. from
<https://community.intel.com/t5/Blogs/Tech-Innovation/Artificial-Intelligence-AI/Medical-Data-DICOM-Annotation-in-Computer-Vision-Tool/post/1335754>

Michael Abramov. (2024, February 26). *Data labeling in healthcare applications and impact*. Retrieved November 28, 2024. from
<https://www.keymakr.com/blog/data-labeling-in-healthcare-applications-and-impact/>

Onur Poyraz. (n.d.). *What is medical data labeling?*. Retrieved November 29, 2024. from
<https://pixldata.com/blog/what-is-medical-data-labeling/>

paperswithcode. (n.d.). *CoNLL 2003*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://paperswithcode.com/dataset/conll-2003>

Roboflow. (n.d.). *How To Convert COCO JSON to Pascal VOC XML*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://roboflow.com/convert/coco-json-to-pascal-voc-xml>

Roboflow. (n.d.). *Pascal VOC XML*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://roboflow.com/formats/pascal-voc-xml>

robot-ci-heartex. (n.d.). *label-studio*. Retrieved November 1, 2024. from
<https://github.com/HumanSignal/label-studio>

Romrawin Chumpu. (2021, March 31). รูปนี้มีอะไรบ้าง? ตอบคำถามนี้ด้วย U-Net-like Network. Retrieved December 5, 2024. from
<https://medium.com/super-ai-engineer/รูปนี้มีอะไรบ้าง-ตอบคำถามนี้ด้วย-u-net-like-network-f239d2f50d92>

ScienceDirect. (n.d.). *Dynamical system*. Retrieved December 5, 2024. from
<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/dynamical-system>

SpecLad. (2024, November 7). *CVAT*. Retrieved November 8, 2024. from
<https://github.com/cvat-ai/cvat>

timonegk. (2021, January 1). *ImageTagger*. Retrieved November 8, 2024. from
<https://github.com/bit-bots/imagetagger>

ultralytics. (n.d.). *COCO Dataset*. Retrieved June 2, 2025. from
<https://docs.ultralytics.com/datasets/detect/coco/>

wbreza. (2020, June 3). *VoTT*. Retrieved November 1, 2024. from
<https://github.com/microsoft/VoTT>

William K Martinez. (2023, December 5). *Understanding medical annotation*.

Retrieved November 29, 2024. from

<https://annotationbox.com/understanding-medical-annotation/>

wkentaro. (2024, June 13). *labelme*. Retrieved November 1, 2024. from

<https://github.com/wkentaro/labelme>

วิทยานิพนธ์

Jiancun Zhou, Rui Cao, Jian Kang, Kehua Guo, Yangting Xu (2020, August). *An Efficient High-Quality Medical Lesion Image Data Labeling Method Based on Active Learning*. Xiangya. Central South University. Retrieved December 9 from

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9159118>

Rob Chew, Michael Wenger, Caroline Kery, Jason Nance, Keith Richards, Emily Hadley, Peter Baumgartner (2018, December 11). *SMART: An Open Source Data Labeling Platform for Supervised Learning*. North Carolina. Research Triangle Park. Retrieved October 25, 2024. from

<https://arxiv.org/pdf/1812.06591>

Teodor Fredriksson, David Issa Mattos, Jan Bosch, Helena Holmstrom Olsson. (2020, November). *Data Labeling: An Empirical Investigation into Industrial Challenges and Mitigation Strategies*. Gothenburg. Chalmers University of Technology. Retrieved October 25, 2024. from

https://www.researchgate.net/publication/347079938_Data_Labeling_An_Empirical_Investigation_into_Industrial_Challenges_and_Mitigation_Strategies