



ແອລດີສປອຕ-ຮະບບດຽວຈັບອາກຣໂຄກຣບກພ່ອງທາງກາຣເຮືຍນັ້ງທາງດ້ານກາຣເຂີຍນສະກດຳ
LDSPOT: A LEARNING DISORDER (LD) DETECTION SYSTEM IN WRITING AND SPELLING
OF CHILDREN BY ALPHABET, VOWELS AND WORD WRITING

MR. SUTHAWEE WERAPHONG 60070501059

MR. ONGSA SUNGKHANIT 60070501066

MR. TAECHIT SUTTHIPRAPH 60070501091

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING (COMPUTER ENGINEERING)
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2020

แอลตีสปอต-ระบบตรวจจับอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนสะกดคำ
LDspot: A learning disorder (LD) detection system in writing and spelling
of children by alphabet, vowels and word writing

Mr. Suthawee Weraphong 60070501059

Mr. Ongsa Sungkhanit 60070501066

Mr. Taechit Sutthiprapha 60070501091

A Project Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for
the Degree of Bachelor of Engineering (Computer Engineering)
Faculty of Engineering
King Mongkut's University of Technology Thonburi
2020

Project Committee

.....
(Asst.Prof.Dr. Phond Phunchongharn)

Project Advisor

.....
(Asst.Prof. Pipat Supasirisun)

Committee Member

.....
(Assoc.Prof.Dr. Naruemon Wattanapongsakorn)

Committee Member

.....
(Asst.Prof. Surapont Toommark)

Committee Member

Project Title	แอ็ลตีสปอต-ระบบตรวจจับอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนสะกดคำ LDSpot: A learning disorder (LD) detection system in writing and spelling of children by alphabet, vowels and word writing
Credits	3
Member(s)	Mr. Suthawee Weraphong 60070501059 Mr. Ongsa Sungkhanit 60070501066 Mr. Taechit Suttiprapha 60070501091
Project Advisor	Asst.Prof.Dr. Phond Phunchongharn
Program	Bachelor of Engineering
Field of Study	Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2020

Abstract

Learning disorder is one of the disability that is found in Thailand and around the world. Children with learning disorder might affect in slow learning problem, lack of understanding, and some behaviour problem. If children with learning disorder do not receive the right treatment, it may cause more series problem. There are three types of learning disorder which are reading, writing, and mathematics skill. To diagnose learning disability, it requires specialists. However, the number of such specialists is very less. Patients need to wait quite long time until getting a diagnosis. This results in delay treatment. In this project, we propose a mobile application for learning disability detection, namely LDspot. This project focuses on writing and spelling skill for children from grade 1 to grade 3. The writing disability can detect the wrong writing of vowel and consonant or miss spelling. The application is designed as a game-based test where children will write a vowel, consonant, or word that they hear from the sound. The writing image will be classified into correct writing, wrong writing or flipped writing. Our proposed model could achieve the accuracy of 82% for consonants, 79.19% for vowels, and 71.05 for word spelling. The writing results will be summarized for the specialists for learning disorder diagnosis.

Keywords: Image Processing/ Learning disorder/ Convolutional neural network/ Deep learning

หัวข้อปริญญาบัณฑิต	แอลดีสปอต-ระบบตรวจจับอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนสะกดคำ LDspot: A learning disorder (LD) detection system in writing and spelling of children by alphabet, vowels and word writing
หน่วยกิต	3
ผู้เขียน	นายศุทธิร์ วีระพงษ์ 60070501059 นายองค์ ลังชนิชฐ์ 60070501066 นายเดชิต สุทธิประภา 60070501091
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พร พันธุ์จงหาญ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

โรคบกพร่องทางการเรียนรู้เป็นหนึ่งในโรคบกพร่องที่สามารถพบได้ในประเทศไทยรวมถึงอีกหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก เด็กที่เป็นโรคบกพร่องทางการเรียนรู้นั้นอาจถูกส่งผลให้มีปัญหาในการเรียนรู้ซึ่ง เข้าใจยาก รวมถึงปัญหาดูติดตามบางอย่าง ถ้าเด็กเป็นโรคบกพร่องทางการเรียนรู้ไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้อง อาจส่งผลให้เกิดปัญหาอื่นขึ้นตามมา โรคบกพร่องทางการเรียนรู้สามารถจำแนกการบกพร่องได้ออกเป็น 3 รูปแบบคือ การบกพร่องด้านการอ่าน การบกพร่องด้านการเขียน และการบกพร่องด้านการแก้ไขปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ ในกรณีนี้จึงยังคงเป็นต้องมีครูชำนาญพิเศษหรือบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านนี้ อย่างไรก็ตามบุคคลเหล่านี้มีจำนวนน้อยทำให้คนไข้หรือเด็กจำเป็นต้องรอเป็นระยะเวลาพอสมควรก่อนที่จะได้รับการวินิจฉัย และได้รับผลกระทบวินิจฉัยข้างลง ในปัจจุบันนี้ พวกเรารอเสนอแอปพลิเคชันมือถือสำหรับการตรวจจับโรคบกพร่องทางการเรียนรู้ที่มีชื่อว่า “แอ็ลลีสปอต” โดยในปัจจุบันนี้เราได้มุ่งเน้นไปที่ทักษะด้านการเขียนและสะกดคำของเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรคบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการเขียนสามารถถูกระบุได้จากการเขียนผิดของสรระและตัวอักษรอักหั้งยังรวมถึงการสะกดคำผิดด้วย และแอปพลิเคชันได้ถูกออกแบบให้เป็นการทำแบบทดสอบที่อยู่ในรูปแบบเกมที่เด็กจำเป็นต้องเขียน สระ พยัญชนะ และคำ โดยอ้างอิงจากเสียงที่เด็กได้อินร่วงว่าทำการทำแบบทดสอบ รูปภาพที่เด็กเขียนจะถูกจำแนกให้หอยู่ในรูปแบบ เขียนถูกต้อง เขียนผิด และเขียนกลับด้าน ความแม่นยำของโมเดลสำหรับตัวอักษรอัญเชิญอยู่ที่ร้อยละ 82 สำหรับสระอยู่ที่ร้อยละ 79.19 สำหรับคำสะกดอยู่ที่ร้อยละ 71.05 และผลรับการเขียนทั้งหมดจะถูกสรุปเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญนำไปใช้สำหรับการวินิจฉัยโรคบกพร่องทางการเรียนรู้

คำสำคัญ: โรค การ พก พร่อง ทางการ เรียน รู้ (Learning disorder), โครง ข่าย ประสาท เทียม แบบ สัง วัด นา การ (Convolutional Neural Network), การ เรียน รู้ ชิง ลีก (Deep learning), การ ประมวล ผล ภาพ (Image Processing), แอปพลิเคชัน มือ ถือ (Mobile Application)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้พัฒนาของบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนผู้ช่วยศาสตร์ อาจารย์พร พันธุ์จงหาญ ที่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี รวมถึงเจ้าหน้าที่จากมหาวิทยาลัย มหิดล ครุ และแพทย์ จากหน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็ก และวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ให้คำแนะนำในการพัฒนาแอปพลิเคชัน และร่วมเสนอปัญหา และความต้องการต่าง ๆ ภายใต้แอปพลิเคชัน รวมถึงของบคุณบิดามารดาที่เป็นส่วนสำคัญในการให้กำลังใจ ตลอดจนโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๒๓ จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้มอบทุนอุดหนุนให้แก่โครงการ และดีสปอร์ต-ระบบตรวจสอบอาการโรคภัยพิษทางการเรียนรู้ในเด็กผ่านแบบทดสอบการเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด เพื่อใช้ในการพัฒนาโครงการ

สารบัญ

หน้า

ABSTRACT	ii
บทคัดย่อ	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	vi
สารบัญตาราง	vii
สารบัญรูปภาพ	viii
 บทที่ 1 บทนำ	 1
1.1 ที่มา และความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ตารางการดำเนินงาน	2
1.6 ผลการดำเนินงาน	5
 บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้ และงานที่เกี่ยวข้อง	 6
2.1 Core concept แนวคิดหลัก	6
2.1.1 การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning)	6
2.1.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบสั่งวัดนาการ (Convolutional Neural Network)[3]	7
2.1.3 Transfer Learning[5]	8
2.1.4 Activate Function[6]	9
2.1.5 Rectified Linear Unit (ReLU)[7]	10
2.1.6 การปรับขนาดรูปภาพ (Image rescale)[9]	10
2.1.7 การแยกบริเวณรูปภาพ (Image segmentation)[10]	11
2.1.8 การแปลงรูปภาพเป็นข้อความ (Optical character recognition)	12
2.1.9 Blob coloring	12
2.2 Languages and technologies ภาษาโปรแกรม และเทคโนโลยี	13
2.2.1 React Native	13
2.2.2 Keras	13
2.2.3 OpenCV[8]	13
2.2.4 Django Rest Framework	14
2.3 Related research/ Competing solutions บทความที่เกี่ยวข้อง	14
2.3.1 Detecting Dyslexia Using Neural Networks[11]	14
2.3.1.1 การใช้ภาษาไทยมือในการวินิจฉัยโรค Dyslexia	14
2.3.1.2 การประมวลผลภาพ	14
2.3.1.3 Optical character recognition	14
2.3.1.4 การทำโมเดลวินิจฉัย	14
 บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	 16
3.1 Project Functionality	16
3.1.1 System Architecture	16
3.1.2 System requirements	16
3.1.3 Process Flow	17
3.1.4 Use cases	18

3.2	โครงสร้างซอฟต์แวร์	18
3.2.1	แอปพลิเคชันทำแบบทดสอบ (Application)	20
3.2.2	การประมวลผลภาพ (Image processing)	20
3.2.3	การแยกภาพ (Image segmentation)	20
3.2.4	การวินิจฉัย (Learning disorder prediction)	21
3.3	Conceptual Design	22
3.4	Database Design	23
3.5	Sequence Diagram Design	26
3.6	Model architecture	41
3.7	Convolutional Neural Network	43
3.7.1	Input image	43
3.7.2	Model output classes	44
3.7.2.1	ตัวอักษร	44
3.7.2.2	สระ	44
3.8	User Interface Design	45
3.9	การเก็บข้อมูลภาษาไทยมือเด็ก	51
3.10	แผนการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน	53
บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล		54
4.1	Application Interface	54
4.2	การนำข้อมูลลายมือเด็กมาใช้	66
4.3	กระบวนการวิเคราะห์ตัวอักษร สระ และคำสะกด	68
4.3.1	ตัวอักษร และสระ	68
4.3.2	คำสะกด	70
4.4	Optical Character Recognition (OCR)	72
4.5	ผลของการทดสอบโปรแกรม	74
4.5.1	Confusion Matrix	74
4.5.1.1	ตัวอักษร	74
4.5.1.2	สระ	79
4.5.2	การทดสอบความแม่นยำของการจำแนกถูกผิดกลับด้าน ในตัวอักษร สระ และคำสะกด	82
4.5.2.1	การทดสอบความแม่นยำตัวอักษร	82
4.5.2.2	การทดสอบความแม่นยำสระ	84
4.5.2.3	การทดสอบความแม่นยำคำสะกด	86
4.6	ผลความคิดเห็นจากบุคลากรทางการแพทย์	88
4.7	ผลความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบ	89
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ		90
5.1	สรุปผลการดำเนินงาน	90
5.2	ปัญหาที่พบ	90
5.3	สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำโครงการ	91
5.4	แนวทางการพัฒนา	91
หนังสืออ้างอิง		92

สารบัญสาร

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้ออ กของ แอปพลิเคชัน	20
3.2 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้ออ กของส่วนการประมวลผลภาพ	20
3.3 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้ออ กของส่วนการแยกภาพ	20
3.4 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้ออ กของส่วนการวินิจฉัย	21
3.5 ตารางเก็บข้อมูล User	24
3.6 ตารางเก็บข้อมูล Test	24
3.7 ตารางเก็บข้อมูล Classification	24
3.8 ตารางเก็บข้อมูล Prediction	25
3.9 ตารางเก็บข้อมูล Prediction	25
3.10 Use case narrative ของการทำแบบทดสอบ	27
3.11 Use case narrative ของการดูผลลัพธ์การทดสอบ	30
3.12 Use case narrative ของการรู้ข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน	32
3.13 Use case narrative ของการเพาเวอร์รับบ	34
3.14 Use case narrative การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล	36
3.15 Use case narrative ของการสมัครสมาชิก	40
4.1 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 1 (ก ง แ ะ ย)	75
4.2 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 2 (ข ญ ກ ล ช แ ะ พ)	75
4.3 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ ຈ ມ ฟ ສ ห แ ะ อ)	76
4.4 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 4 (ฉบ น พ မ แ ะ ວ)	76
4.5 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 5 (ช ซ ผ แ ะ ຝ)	76
4.6 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 6 (គ គ ດ ຕ แ ะ គ)	77
4.7 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 7 (ງ ງ ແ ະ ງ)	77
4.8 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 8 (ໜ ໜ ທ ແ ະ ໜ)	77
4.9 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 9 (ຫ ບ ປ ແ ະ ວ)	78
4.10 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรระที่ 1 (ິ-ີ-ີ-ີ ແ ະ ເ-ີ)	80
4.11 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรระที่ 2 (ິ-ີ-ີ-ີ-ີ-ີ-ີ-ີ ແ ະ ເ-ີ)	80
4.12 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรระที่ 3 (-ະ ແ- ແ- ໂ- ໄ- ແ- ໃ-)	80
4.13 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรระที่ 4 (-າ ອ- ແ- ໃ- ແ- ໃ-)	81
4.14 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรระที่ 5 (ຖ ຖ ກ ແ ະ ກ)	81
4.15 Confusion Matrix ของการจำแนกตัวอักษร	82
4.16 Confusion Matrix ของการจำแนกสรระ	84
4.17 Confusion Matrix ของการจำแนกคำศัพท์	86
4.18 ผลความคิดเห็นจากบุคคลการทางการแพทย์	88
4.19 ผลความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบ	89
5.1 แสดงระบบของแอปพลิเคชัน	90

สารบัญ

รูปที่	หน้า
1.1 ภาพตารางเวลาการทำงานภาคการศึกษาที่ 1	3
1.2 ภาพตารางเวลาการทำงานภาคการศึกษาที่ 2	4
2.1 ตัวอย่าง layer ของ การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์	6
2.2 แสดงตัวอย่างโครงข่าย CNN ที่ประกอบด้วย 1. convolutional layer 2. pooling layer 3. fully connected layer	7
2.3 ตัวอย่างการทำ Max pooling และ mean pooling	8
2.4 ภาพอธิบายตัวอย่างของ Transfer Learning	9
2.5 ภาพตัวอย่างกราฟของ sigmoid function	9
2.6 ภาพตัวอย่างกราฟของ ReLU function	10
2.7 ภาพตัวอย่างการทำ image segmentation บนภาพ	11
2.8 ภาพตัวอย่างขั้นตอนการแปลงเอกสารมาอยู่ในรูปแบบข้อมูลด้วยกระบวนการ OCR	12
2.9 ภาพตัวอย่างการทำ Blob coloring	12
2.10 ส่วนแบ่งการตลาดระบบปฏิบัติการมือถือ และแท็บเล็ตทั่วโลก	13
3.1 ภาพ System Architecture ของ แอลตีสปอร์ต	16
3.2 ภาพขั้นการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ก่อนใช้แอปพลิเคชัน แอลตีสปอร์ต	17
3.3 ภาพขั้นตอนการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์หลังใช้แอปพลิเคชัน แอลตีสปอร์ต	17
3.4 ภาพ Use Case Diagram	18
3.5 ภาพ Activity diagram การดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน	19
3.6 แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้า และออกของการประมวลผลภาพ	20
3.7 แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้า และออกของการแยกภาพ	21
3.8 แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้า และออกของการวินิจฉัย	21
3.9 ภาพการสื่อสารระหว่างทั้งฝั่ง Frontend และ Backend	22
3.10 ภาพ Database ER diagram	23
3.11 ภาพ Sequence diagram การทำแบบทดสอบ	26
3.12 ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์การทดสอบ	28
3.13 ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์รายบุคคล	29
3.14 ภาพ Sequence diagram การดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน	31
3.15 ภาพ Sequence diagram การเข้าสู่ระบบ	33
3.16 ภาพ Sequence diagram การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล	35
3.17 ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบบันทึกเรียน	38
3.18 ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบบุคลากรทางการแพทย์	39
3.19 Convolutional Layer สำหรับโมเดลตัวอักษร	41
3.20 Convolutional Layer สำหรับโมเดลสระ	41
3.21 โมเดลสำหรับตัวอักษร	42
3.22 โมเดลสำหรับตัวอักษร	42
3.23 โมเดลสำหรับตัวอักษร	43
3.24 ภาพการออกแบบหน้าเข้าสู่ระบบ	45
3.25 ภาพการออกแบบหน้ากรอกข้อมูลสำหรับเริ่มทำแบบทดสอบ	45
3.26 ภาพการอักแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านแรก	46
3.27 ภาพการอักแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสอง	46
3.28 ภาพการอักแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสาม	47
3.29 ภาพการอักแบบหน้ากรอกข้อมูลการเตือนตัวอักษร สระ และคำสะกด	47
3.30 ภาพการอักแบบหน้าเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด	48
3.31 ภาพการอักแบบหน้าเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด	48
3.32 ภาพการอักแบบหน้าจบการทดสอบ	49

3.33	ภาพออกแบบหน้าดูผลลัพธ์การทดสอบ	49
3.34	ภาพการออกแบบหน้าดูสถิติภายในแอปพลิเคชัน	50
3.35	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือตัวอักษรเด็ก	51
3.36	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือสรษะเด็ก	52
3.37	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือคำสะกดเด็ก	52
4.1	วิธีการใช้งานหน้าเข้าสู่ระบบ	54
4.2	หน้าเลือกรูปแบบการสมัครสมาชิกของ แอลตีสปอต	55
4.3	หน้าสมัครสมาชิกของ แอลตีสปอต	56
4.4	หน้าสมัครสมาชิกของ แอลตีสปอต	57
4.5	หน้าหลัก (แบบทดสอบ) แอลตีสปอต	58
4.6	หน้าหลัก (ผลลัพธ์) แอลตีสปอต	59
4.7	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายละเอียด) แอลตีสปอต	60
4.8	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคล) แอลตีสปอต	61
4.9	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลสถิติ) แอลตีสปอต	62
4.10	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลแบบทดสอบ) แอลตีสปอต	63
4.11	หน้าแบบทดสอบ แอลตีสปอต	64
4.12	หน้าดูข้อมูลสถิติภายในแอปพลิเคชันของ แอลตีสปอต	65
4.13	ภาพตัวอย่างการเก็บข้อมูลลายมือของเด็กหลังจากการแกนรูปภาพแล้ว	66
4.14	ภาพตัวอย่างหลังการแยกตัวอักษร และสรษะ	67
4.15	ตัวอย่างภาพตัวอักษรที่ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนในแอปพลิเคชัน	68
4.16	ตัวอย่างภาพกลับด้านตัวอักษรสำหรับตรวจสอบการกลับด้าน	68
4.17	ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนตัวอักษร	69
4.18	ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนสรษะ	69
4.19	ตัวอย่างภาพคำสะกดที่ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนในแอปพลิเคชัน	70
4.20	ตัวอย่างภาพคำสะกดที่ผ่านการทำ OCR แล้ว	70
4.21	ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนคำสะกด	71
4.22	ภาพลายมือเขียนของเด็ก	72
4.23	ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ได้ทำการแบ่งตัวอักษรแล้ว	72
4.24	ภาพลายมือเขียนของเด็ก	73
4.25	ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ทำการ bounding box แล้วมีมากกว่า 1 ตัวอักษร	73
4.26	Convolutional Layer สำหรับโมเดลตัวอักษร	74
4.27	โมเดลสำหรับตัวอักษร	74
4.28	Convolutional Layer สำหรับโมเดลตัวสรษะ	79
4.29	โมเดลสำหรับตัวสรษะ	79
4.30	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	82
4.31	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	83
4.32	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	83
4.33	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	84
4.34	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ผิด	85
4.35	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	85
4.36	ภาพที่แบ่งตัวอักษร และสรษะถูกต้อง	86
4.37	ภาพที่แบ่งตัวอักษร และสรษะถูกต้อง	87
4.38	ภาพที่แบ่งตัวอักษร และสรษะไม่ถูกต้อง	87

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญ

โรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ในเด็ก (Learning disorder, LD) คือ ความผิดปกติทางการเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานผิดปกติของสมอง ทำให้ผลการเรียนของเด็กต่ำกว่าศักยภาพที่แท้จริง โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามความผิดปกติของกระบวนการเรียนรู้ที่แสดงออก นั่นคือ ความบกพร่องด้านการอ่าน ความบกพร่องทางด้านการเขียนสะกดคำ และความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ โดยเด็กที่มีความบกพร่องด้านการอ่านไม่สามารถจำจำพยัญชนะ สระ และยังไม่สามารถสะกดคำได้เจ้าเป็นสาเหตุให้ เกิดการอ่านออกเสียงไม่ชัด ไม่สามารถผนัวรรณยุกต์ได้ หรืออ่านไม่ออก ส่วนความบกพร่องด้านที่สอง คือ การเขียนสะกดคำ ความบกพร่องด้านนี้สามารถพบได้ร่วมกับความบกพร่องด้านการอ่าน เด็กมีความบกพร่องในการสะกดพยัญชนะ สระ หรือ วรรณยุกต์ จึงทำให้เกิดการเรียนหันหือที่ไม่ถูกต้อง และความบกพร่องสุดท้ายคือ ความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ ลักษณะของเด็กประเภทนี้คือ ขาดทักษะการเข้าใจตัวเลข และเกิดการนับจำนวนหรือบวกคูณลบเลขผิด จึงไม่สามารถทำให้คำนวนเลขได้ ในโครงการนี้ทางคณิพัจัดทำจะเน้นความบกพร่องทางด้านการเรียน และสะกดคำ โดยสาเหตุของโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานผิดปกติของสมองมีี้หลายสาเหตุด้วยกัน เช่น การทำงานของสมองบางตำแหน่งบกพร่อง กรรมพันธุ์ หรือความผิดปกติของโครโนโซม อ้างอิงจากข้อมูลที่ได้มาจาก พญ.วินัดดา ปิยะศิลป์ ในพ.ศ. 2554 คาดว่ามีเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ หรือ LD (Learning Disorders) ประมาณ 500,000 คน ในช่วงที่เก็บข้อมูลสถิตินั้นมีอัตราเด็กเกิดใหม่ถึง 800,000 คนต่อปี และคาดว่ามีโอกาสที่เด็กเป็น LD 40,000 คนต่อปี จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้มีจำนวนมาก โดยในปัจจุบันเด็กสามารถเข้ารับการทำแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยโรคบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ ซึ่งจะมีบุคลากรทางการแพทย์ควบคุมการทำแบบทดสอบ และจำเป็นต้องให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้วินิจฉัย กระบวนการนี้ใช้ระยะเวลาเนื่องจากบุคลากรทางการแพทย์มีจำกัด ทำให้ไม่สามารถรองรับเด็กเข้ามาทำแบบทดสอบได้เป็นจำนวนมากต่อวัน ซึ่งหากเด็กได้รับการรักษาที่ล่าช้า อาจจะทำให้เด็กล้าหลังทางการเรียนอย่างมาก

จากสาเหตุข้างต้นจึงทำให้กลุ่มนักเรียนนี้นำเสนอ “แอ็ลตีสปอร์ต หรือ ระบบตรวจวัดอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนสะกดคำ” ผ่านทางภาพการเรียนตัวอักษร สระ และ สะกดคำโดยใช้แอปพลิเคชันซึ่งเด็กต้องทำแบบทดสอบในรูปแบบของเกมด้วยการเรียนตัวอักษร สระ และสะกดคำ จากนั้นภาพแบบทดสอบจะถูกส่งให้ระบบแอปพลิเคชัน เพื่อคำนวนคะแนน และนำไปแสดงผลในแอปพลิเคชันให้บุคลากรทางการแพทย์ และผู้ปกครองสามารถดูผลลัพธ์ได้ ซึ่งในส่วนของการวินิจฉัยนั้นได้อ้างอิงหลักการวิเคราะห์ข้อมูลจากแพทย์มาใช้ในระบบบวิเคราะห์ที่จะพัฒนา

แอ็ลตีสปอร์ต จะช่วยลดความซับซ้อน และระยะเวลาในการรอการวินิจฉัยเบื้องต้น อีกทั้งยังลดขั้นตอนหรือหน้าที่ของแพทย์ หรือบุคลากร รวมถึงบุคลากรทางการแพทย์สามารถใช้ข้อมูลสถิติที่ได้จากแอ็ลตีสปอร์ตในการวางแผนการรักษา และติดตามพัฒนาการในการเรียนรู้ของเด็กแต่ละคนได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาระบบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือเขียนของเด็กเพื่อเป็นข้อมูลให้แพทย์วินิจฉัยโอกาสเป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการเขียน และสะกดคำในเด็กได้อย่างแม่นยำ
- เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่อยู่ในรูปแบบเกมส์เพื่อตึงคุณความสนใจจากเด็ก และเด็กสามารถทำแบบทดสอบจนจบได้
- เพื่อลดความซับซ้อน และระยะเวลาในการรอเพื่อวินิจฉัยโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้เบื้องต้นได้
- เพื่อช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยสามารถติดตามผลลัพธ์รวมถึงทำแบบทดสอบผ่านในแอปพลิเคชันได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- แอปพลิเคชันในรูปแบบของเกมส์ที่รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ซึ่งรองรับเพียงภาษาไทย
- ระบบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือของเด็กซึ่งถูกสร้างขึ้นมาจากข้อมูลแบบทดสอบการเขียนของเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ จากระยะเวลาเด็ก ระยะรุนแรง ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณิพัทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

- ระบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือเขียนของเด็กจะต้องรับรูปภาพลายมือของเด็ก โดยการเขียนผ่านทางแอปพลิเคชันที่ได้สร้างไว้
- ผลลัพธ์จะอุบมาในรูปแบบจำนวนความพิเศษลดจากที่เขียนผิด และความน่าจะเป็นว่าเด็กมีความน่าจะเป็นที่rocการบกพร่องทางการเรียนรู้ที่ได้โดยตัวระบบจะเรียนรู้จากการเขียนทดสอบของเด็กที่เป็นrocการบกพร่องทางการเรียนรู้ และภาพการเขียนทดสอบของเด็กที่ไม่เป็นrocการบกพร่องทางการเรียนรู้ จาก หน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็ก และวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
- ระบบจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวินิจฉัยในแอปพลิเคชัน โดยที่ผู้ปกครอง และบุคลากรทางการแพทย์จะสามารถเข้ามาดูผลลัพธ์แล้วนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- โครงการนี้สามารถเป็นประโยชน์ กับผู้ที่สนใจหรือต้องการศึกษา
- สามารถลดระยะเวลาลดการวินิจฉัย
- สามารถทำให้เด็กสนใจในตัวทดสอบมากขึ้น
- บุคลากรทางการแพทย์สามารถติดตามพัฒนาการของเด็กได้ผ่านทางแอปพลิเคชัน

1.5 ตารางการดำเนินงาน

- ติดต่อขอข้อมูลการแพทย์จากหน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็ก และวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
- รวบรวมข้อมูลแบบทดสอบ
- ศึกษาเกี่ยวกับโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ในเด็ก
- เก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำแนกประเภทรูปภาพ
- ออกแบบแอปพลิเคชัน
- ศึกษาเรื่องการสร้างโมเดล ด้วย Convolutional Neural Network
- ศึกษาการเขียน แอปพลิเคชัน cross-platform ด้วย React native
- ทดลองสร้างโมเดลด้วย Convolutional Neural Network
- พัฒนาระบบจำแนกประเภทรูปภาพ ด้วย Convolutional Neural Network และทำการปรับปรุงความแม่นยำ
- พัฒนาระบบBackend สำหรับส่งภาพแบบทดสอบจาก แอปพลิเคชัน เพื่อมาเข้าระบบจำแนก
- นำแอปพลิเคชัน และระบบจำแนกมาเชื่อมกันด้วย Backend
- ทดสอบ และประเมินความถูกต้องของ แอปพลิเคชัน ก่อนนำไปทดลอง
- นำไปทดสอบกับเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ และเก็บผลตอบรับ
- นำผลตอบรับมาปรับปรุงแก้ไข
- สรุปผลโครงการ

กิจกรรม	ปี 2563					ปี 2564				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ดิดต่อข้อมูลการแพทย์จากหน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ศิริราช	■	■								
2.รวบรวมข้อมูลแบบทดสอบ	■	■								
3.ศึกษาเกี่ยวกับโรคการเรียนรู้บกพร่องในเด็ก		■	■							
4.เดินข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำแนกประเภทรูปภาพ		■	■	■	■					
5.ออกแบบ User Interface ของแอปพลิเคชัน										
6.ศึกษาเรื่องการสร้างโมเดล ด้วย Convolutional Neural Network			■	■	■	■	■			
7.ศึกษาการเขียน แอปพลิเคชัน cross-platform ด้วย React native			■	■	■	■	■			
8.ทดลองสร้างโมเดลด้วย Convolutional Neural Network รูปภาพเบื้องต้น						■	■			

รูปที่ 1.1: ภาพตารางเวลาการทำงานภาคการศึกษาที่ 1

กิจกรรม	ปี 2563					ปี 2564				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
9.พัฒนาแอปพลิเคชัน										
10.พัฒนาระบบการจำแนกประเทท្យูปภาพ ด้วย Convolutional Neural Network และทำการปรับปรุงความแม่นยำ										
11.พัฒนาระบบ Backend สำหรับส่งภาพแบบทดสอบจาก แอปพลิเคชัน เพื่อมาเข้าระบบจำแนก										
12.นำแอปพลิเคชัน และ ระบบจำแนกมาเชื่อมกับ Backend										
13.ทดสอบและประเมินความถูกต้องของ แอปพลิเคชัน ก่อนนำไปทดลอง										
14.นำไปทดสอบกับตึกที่เป็นโครงการเรียนรู้นักพัฒนาและเก็บผลตอบรับ										
15.นำผลตอบรับมาปรับปรุงแก้ไข										
16.สรุปผลโครงการ										

รูปที่ 1.2: ภาพตารางเวลาการทำงานภาคการศึกษาที่ 2

1.6 ผลการดำเนินงาน

ภาคการศึกษาที่ 1

- ระบบเก็บรวบรวมข้อมูลทดสอบการเรียนของเด็กที่ได้รับการทดสอบ
- ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลที่เตรียมพร้อมสำหรับนำไปสร้างโมเดลในการวิเคราะห์โรคภร่องทางการเรียนรู้
- โมเดลจำแนกประเภทภาพแบบเบื้องต้นด้วย Convolutional Neural Network
- แบบจำลอง User interface ของแอปพลิเคชัน

ภาคการศึกษาที่ 2

- ระบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือเขียนแบบทดสอบของเด็กเพื่อวินิจฉัยโอกาสเป็นโรคการเรียนรู้บกพร่องเบื้องต้นในเด็กได้อย่างแม่นยำ
- แอปพลิเคชัน ที่อยู่ในรูปแบบเกมส์เพื่อให้เด็กเล่น และสามารถทำแบบทดสอบไปพร้อมกับโดยจากนั้นนำภาพไปใช้ในการวินิจฉัยความเป็นไปได้ของโรคการเรียนรู้บกพร่องเบื้องต้น
- ผลลัพธ์ที่แม่นยำ และสามารถแสดงถึงจำนวนความผิดพลาดที่เขียนผิด และความน่าจะเป็นได้
- ผลประเมินการใช้งานจากผู้ใช้งาน

บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้ และงานที่เกี่ยวข้อง

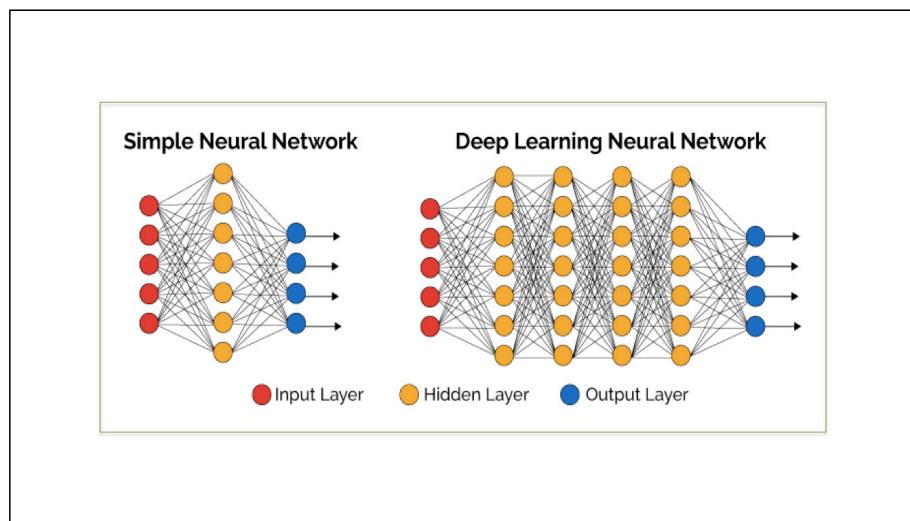
2.1 Core concept แนวคิดหลัก

เนื่องจากตัวระบบที่ทางคณะผู้จัดทำสร้างขึ้นมาเพื่อวินิจฉัยโรคการเรียนรู้บกพร่องในเด็กนั้นจะต้องทำการเรียนรู้ข้อมูลลักษณะจุดเด่นต่างๆของภาพผลแบบทดสอบการเรียนรู้บกพร่องในเด็กว่า มีลักษณะเด่นใดจึงจำแนกว่าเด็กคนนั้นมีโอกาสเป็นโรคการเรียนรู้บกพร่องในเด็ก จากการค้นคว้าหาข้อมูลจึงพบว่าเราจำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ในเรื่องของ Convolutional Neural Network ซึ่งหมายความว่าการทำการจำแนกประเภทของรูปภาพ และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning)

2.1.1 การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning)

การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning) เป็นหนึ่งในสาขาย่อยของ machine learning เป็นศาสตร์ที่พุดถึงการจำลองการทำงานของระบบโครงข่ายประสาทมนุษย์ โดย จะมีการแบ่งการทำงานข้างในเป็น layer ต่างๆ โดยเราจะมองเป็นสามส่วนหลักๆได้แก่

1. Input Layer มีหน้าที่สำหรับการรับข้อมูลป้อนเข้าโครงข่ายประสาท จากผู้ใช้ เช่น รูปภาพ
2. Hidden Layer มีหน้าที่สำหรับการประเมินข้อมูลที่ป้อนเข้ามา เพื่อหาข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการจำแนกประเภทโดยตัว Hidden Layer นั้นสามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้น
3. Output layer เป็นขั้นสุดท้ายมีหน้าที่สำหรับรับข้อมูลจาก Hidden Layer เพื่อใช้ในการบอกว่าท้ายที่สุดแล้วตัวข้อมูลที่รับเข้ามา นั้นอยู่จำแนกอยู่ในประเภทใด

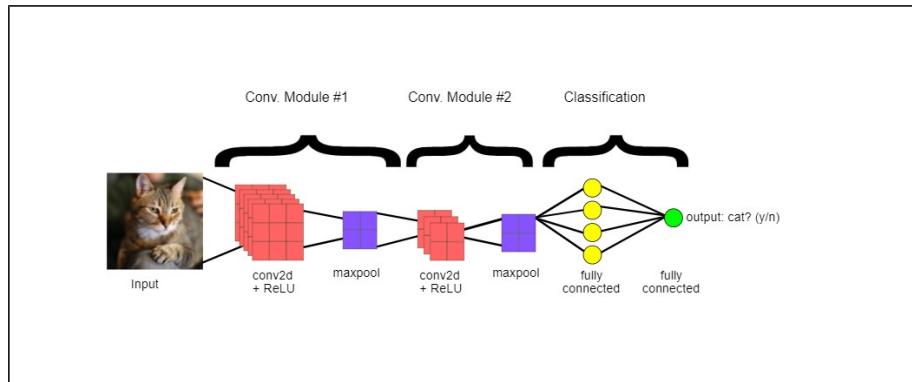


รูปที่ 2.1: ตัวอย่าง layer ของ การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์

[ที่มา: <https://verneglobal.com/news/blog/deep-learning-at-scale>]

2.1.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบสั่งวัตนาการ (Convolutional Neural Network)[3]

การจำแนกประเภทรูปภาพ สำหรับทางด้านการแพทย์กำลังเป็นที่สนใจ โครงข่ายประสาทเทียมแบบสั่งวัตนาการ หรือ CNN เลยได้รับความนิยมมากขึ้นโดย CNN เป็นรูปแบบหนึ่งของ การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ ที่เกิดจากการนำแนวคิดของ Neural Network มาเพิ่มในส่วนของ Convolutional layer ซึ่งหมายความว่าการหาลักษณะต่างๆของข้อมูลต่างๆ เช่น รูปภาพ โดยตัวของ CNN นั้น จะประกอบด้วยหลายๆ layer ด้วยกัน

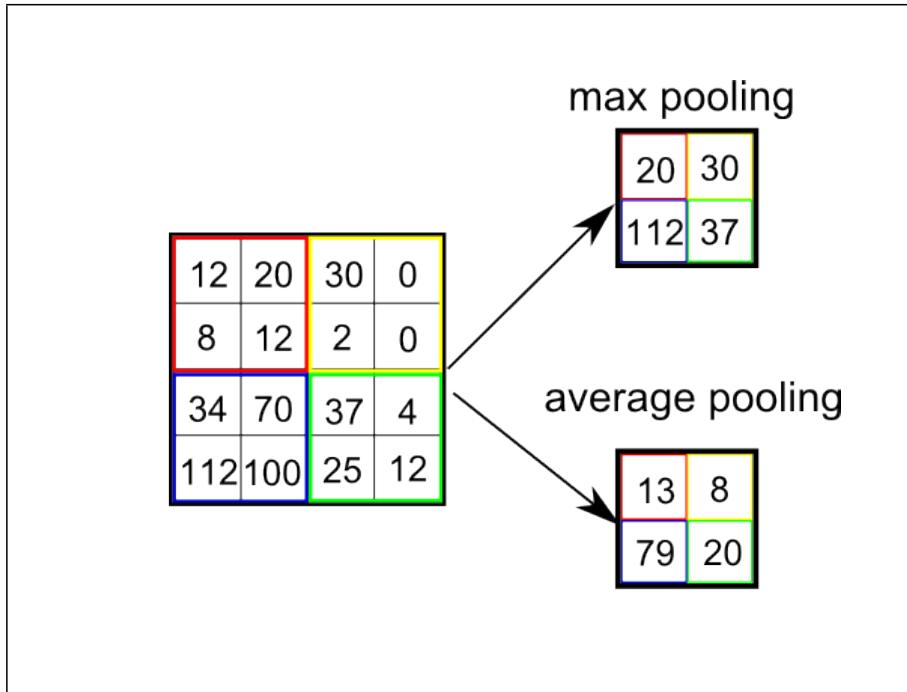


รูปที่ 2.2: แสดงตัวอย่างโครงข่าย CNN ที่ประกอบด้วย 1. convolutional layer 2. pooling layer 3. fully connected layer

[ที่มา: <https://developers.google.com/machine-learning/practices/image-classification/convolutional-neural-networks>]

โดย CNN จะมี layer หลักๆได้แก่

1. Convolutional layer ซึ่งมีหน้าที่ในการประมวลผลภาพเพื่อหาคุณลักษณะต่างๆ เช่น สี ขอบ ด้วย filters และนำไปเข้า activate function เพื่อแปลงผลลัพธ์ให้กลายเป็นข้อมูลนำเสนอสำหรับ layer ถัดไป โดยมี activate function ที่ได้รับความนิยมในการทำ การจำแนกประเภทรูปภาพ คือ Rectified Linear Unit (ReLU)
2. Pooling layer มีหน้าที่ในการลดมิติของข้อมูลที่เราได้จาก Convolutional layer ให้เล็กลง และคงไว้ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นเพื่อที่จะ ทำให้การประมวลผลเร็วขึ้น โดยจะมีสองวิธีหลักๆได้แก่ Max pooling และ Mean pooling โดย Max pooling จะทำการเลือก ค่าที่มากที่สุดในขอบเขตที่สนใจ และ Mean Pooling จะทำการหาค่าเฉลี่ยของขอบเขตที่สนใจแล้วนำไปใช้ต่อ ดังรูป 2.3



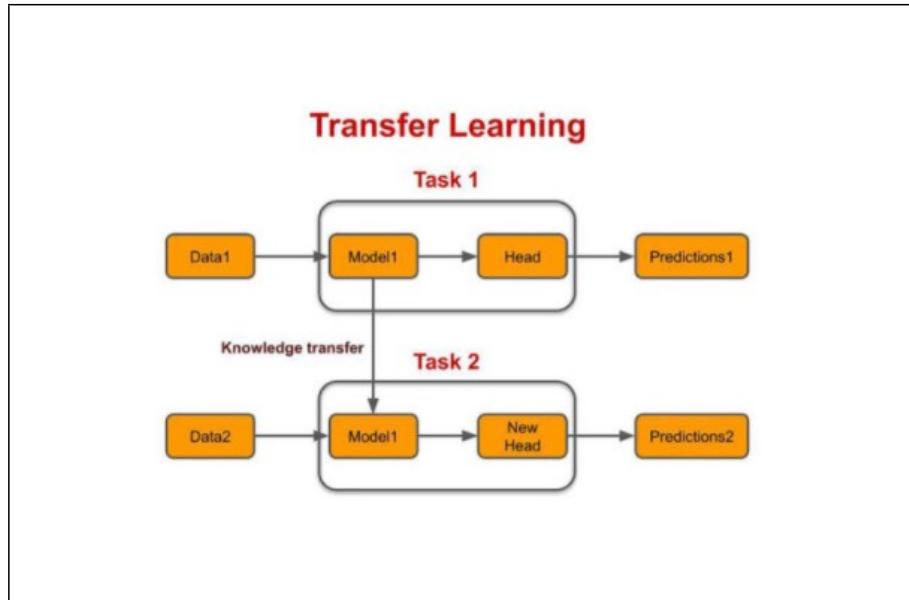
รูปที่ 2.3: ตัวอย่างการทำ Max pooling และ mean pooling

[ที่มา: <https://stackoverflow.com/questions/44287965>]

3. fully connected layer มีหน้าที่ในการรวม output จาก layer ก่อนหน้า ที่ได้ทำการหา คุณลักษณะต่างๆมารวม และกำหนดให้ผลลัพธ์ของ layer นี้มีจำนวนเท่ากับ จำนวนประเภทที่เราต้องการจำแนกรูปภาพ เพื่อคุณลักษณะที่สุด เราจำแนกรูปภาพนั้นได้อยู่ในประเภทไหนซึ่ง CNN จะประกอบด้วยหลายๆ layer นี้เรียกว่าเป็นจุด output ตามความเหมาะสมของ โมเดลนั้นๆ และสามารถปรับ parameter ของแต่ละ layer ได้เพื่อทำให้การจำแนกประเภทนั้นออกมาแม่นยำที่สุด โดยในโครงการนี้ คณะผู้จัดทำจะเลือกใช้ Convolutional neural network ในการสร้าง โมเดลเพื่อจำแนกข้อมูลภาพถ่าย

2.1.3 Transfer Learning[5]

ในการทำ Convolutional neural network นั้น เราจำเป็นจะต้องออกแบบตัว layer และ parameter ต่างๆให้เหมาะสม เพื่อให้ความแม่นยำในการจำแนกที่สูง ซึ่งเราจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากในการ train ให้โมเดล CNN ของเรานั้นมีความแม่นยำ แต่ว่า Transfer Learning คือการที่เรานำ โมเดล CNN ที่มีการสร้างขึ้นมาไว้แล้วจากข้อมูลอื่น มาปรับแต่งในส่วนของ fully connected layer เองใหม่ให้เหมาะสมกับข้อมูลที่เราจะทำการจำแนก ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาในการสร้างโมเดล และลดจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโมเดลเพื่อที่จะทำให้โมเดลนั้นมีความแม่นยำ

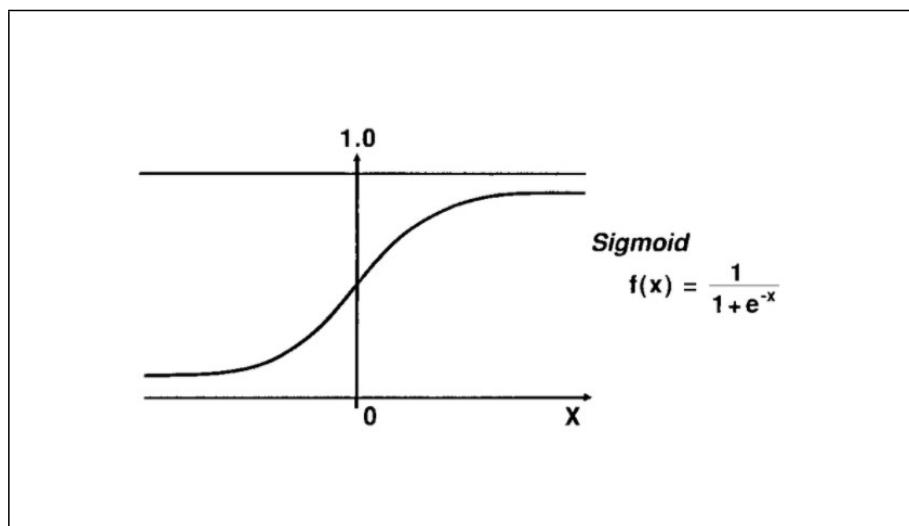


รูปที่ 2.4: ภาพอธิบายตัวอย่างของ Transfer Learning

[ที่มา: <https://www.topbots.com/transfer-learning-in-nlp/>]

2.1.4 Activate Function[6]

Activate function มีหน้าที่ในการปรับผลลัพธ์ ของ neuron ในแต่ละ layer ก่อนจะส่งต่อไปเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับ layer ถัดไป โดย Activate function ที่เป็นที่นิยมคือ sigmoid function เนื่องจากตัว sigmoid function นั้นจะมีผลลัพธ์ออกมายู่ในช่วงของ 0 จนถึง 1 ทำให้เหมาะสมแก่การใช้ทำเรื่องความน่าจะเป็น แต่เนื่องจากกราฟของ sigmoid function เป็นดังรูป 2.5 จะเห็นว่าหากค่า $|x|$ มีค่าสูงมากขึ้นค่าของ sigmoid function จะมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยลง หรือมีค่าอนุพันธ์ที่น้อยลงทำให้การอัปเดทน้ำหนักของ Neural network ใน layer แรกนั้นมีค่าน้อยจนอาจทำให้การเรียนรู้หยุด ปัญหานี้มีชื่อเรียกว่า Vanishing gradient problem โดยสามารถแก้ไขด้วยการเปลี่ยน activate function ได้ยกตัวอย่างเช่น Rectified Linear Unit หรือ ReLU

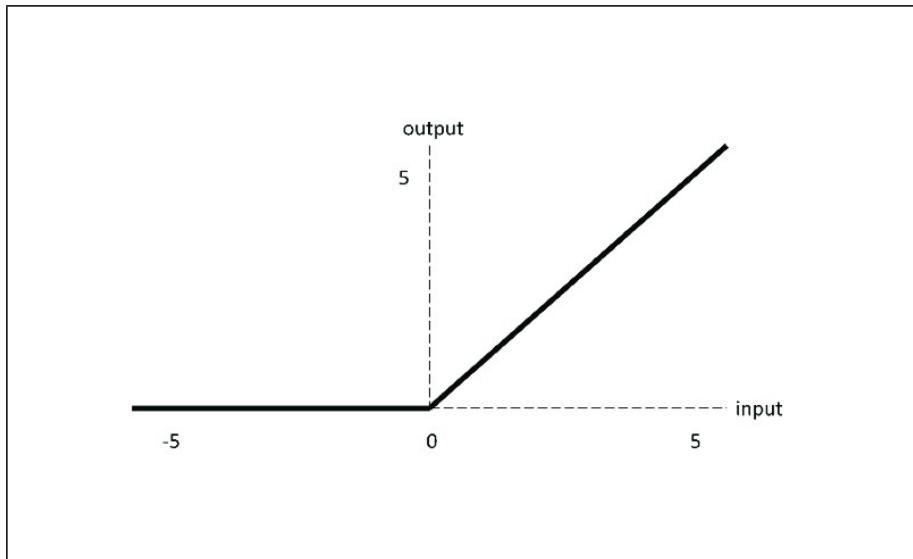


รูปที่ 2.5: ภาพตัวอย่างกราฟของ sigmoid function

[ที่มา: <https://www.researchgate.net/figure/>
An-illustration-of-the-signal-processing-in-a-sigmoid-function fig239269767]

2.1.5 Rectified Linear Unit (ReLU)[7]

Rectified Linear Unit หรือ ReLU เป็น activate function ที่กำลังได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถแก้ไขปัญหาในเรื่องของ vanishing gradient problem ได้ เพราะกราฟของ ReLU นั้นถ้าค่า x เป็นบวกจะได้ค่าของอนุพันธ์เท่ากับ 1 เสมอทำให้ความชันไม่หาย ซึ่งทำให้ตัวโมเดลของนั้นปรับค่าน้ำหนักได้ไวขึ้น แต่ก็มีข้อเสียเช่นกันคือผลลัพธ์จะออกมาอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง บวกไม่สามารถกำหนดขอบเขตได้ หรือผลลัพธ์สำหรับการที่ข้อมูลขาเข้าเป็นเลขติดลบจะเท่ากับ 0 เสมอทำให้ไม่สามารถแปลงค่าผลลัพธ์ที่เท่ากับ 0 กลับมาเป็นข้อมูลขาเข้าได้ เป็นต้น



รูปที่ 2.6: ภาพตัวอย่างกราฟของ ReLU function

[ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/ReLU-activation-function_fig7333411007]

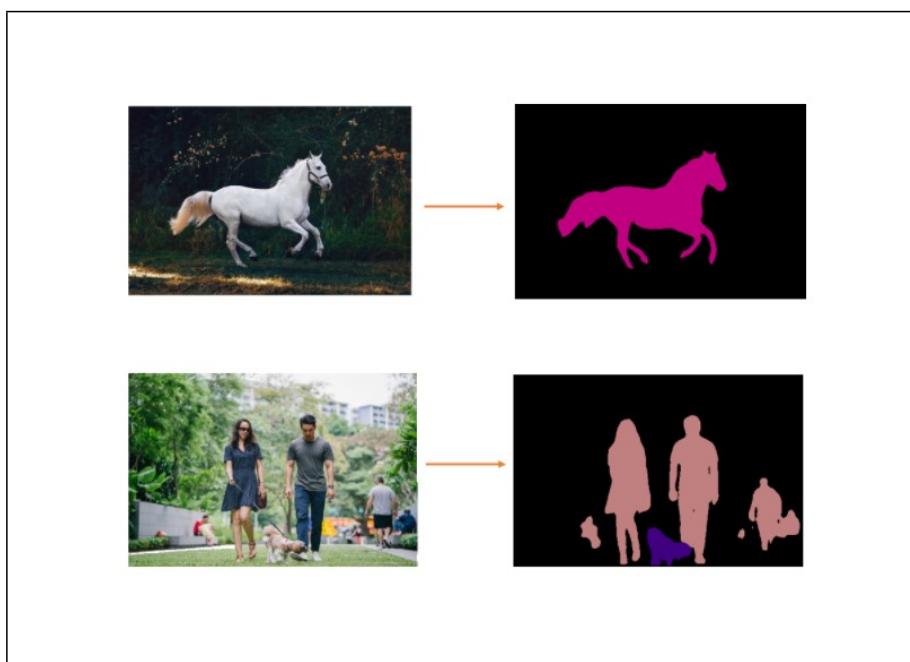
2.1.6 การปรับขนาดรูปภาพ (Image rescale)[9]

การปรับขนาดรูปภาพ (Image rescale) นั้นเป็นส่วนหนึ่งของการกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นสำหรับการทำโมเดล CNN เนื่องมาจากข้อมูลที่ได้มาสำหรับการทำโมเดลนั้น อาจจะมีขนาดที่แตกต่างกันรวมถึงมีขนาดที่ใหญ่เกินไป ด้วยเหตุนั้นจะทำให้โมเดลใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้นาน คุณผู้จัดทำจึงกำหนดขนาดมาตรฐาน และทำการปรับขนาดข้อมูลรูปภาพสำหรับการสร้างโมเดลก่อนที่จะนำไปใช้

2.1.7 การแยกบริเวณรูปภาพ (Image segmentation)[10]

การแยกบริเวณรูปภาพ (Image segmentation) คือการแยกสิ่งที่สนใจออกจากพื้นหลังของรูปภาพเพื่อใช้ในการทำโมเดลต่อไป ซึ่งถูกนำไปใช้ประโยชน์ในหลายด้านด้วยกันได้แก่ การจับตัวหนังสือในภาพ การจับวัตถุแปลงในรูปภาพเป็นต้น โดยมีหลายรูปแบบด้วยกันยกตัวอย่างเช่น Region-Based Segmentation, Edge Detection Segmentation เป็นต้น

- Region-Based Segmentation เป็นการแยกวัตถุออกจากภาพด้วยวิธีการใช้ค่า threshold เพื่อบริบภาพที่อยู่ในรูปแบบของ grayscale ให้กลายเป็น binary image โดยให้วัตถุเป็นหนึ่งสี และ พื้นหลังเป็นอีกสีหนึ่ง เพื่อที่เราจะได้รู้ปร่องของวัตถุขึ้นมา ซึ่งวิธีการเลือกค่า threshold ที่เหมาะสมมีมากmany ยกตัวอย่างเช่น Otsu's thresholding method
- Edge Detection Segmentation ที่ใช้ในการหาขอบของวัตถุซึ่งใช้หลักการความไม่ต่อเนื่องภายใน pixel ของรูปภาพ โดยจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นจะถูกระบุเป็นจุดขอบ
- Output layer เป็นขั้นสุดท้ายมีหน้าที่สำหรับรับข้อมูลจาก Hidden Layer เพื่อใช้ในการบอกว่าท้ายที่สุดแล้วตัวข้อมูลที่รับเข้ามา นั้นถูกจำแนกอยู่ในประเภทใด



รูปที่ 2.7: ภาพตัวอย่างการทำ image segmentation บนภาพ

[ที่มา: <https://www.learnopencv.com/applications-of-foreground-background-separation-with-semantic-segmentation/>]

2.1.8 การแปลงรูปภาพเป็นข้อความ (Optical character recognition)

Optical character recognition หรือ OCR คือเทคโนโลยีที่ทำให้สามารถจับตัวอักษรที่อยู่ในภาพถ่ายยกตัวอย่างเช่น ภาพสแกนของเอกสาร หรือ ลิ้นซิ่งพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของตัวอักษรดิจิตอล ที่สามารถแก้ไขได้ และง่ายต่อการจัดเก็บนำไปใช้ต่อ ซึ่งความสามารถนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายด้าน เช่น วิเคราะห์ทะเบียนรถยนต์ ด้านการทำระบบค้นหาข้อมูล หรือระบบจัดเก็บรายละเอียดสินค้า

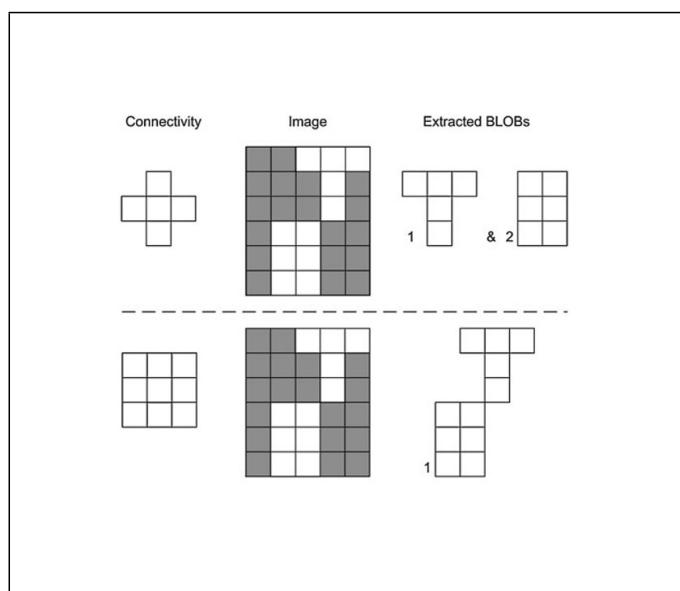


รูปที่ 2.8: ภาพตัวอย่างขั้นตอนการแปลงเอกสารมาอยู่ในรูปแบบข้อมูลด้วยกระบวนการ OCR

[ที่มา: <https://medium.com/states-title/using-nlp-bert-to-improve-ocr-accuracy-385c98ae174c>]

2.1.9 Blob coloring

ใช้ในการทำ OCR เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการแบ่งขอบเขตของวัตถุ โดยจะทำการเลือก pixel บนสุดของภาพลงมาล่างสุด ซึ่งแต่ละ pixel จะทำการจับว่า pixel รอบๆ ตัวนั้นเป็นสีเดียวกันหรือไม่ หากเป็นสีเดียวกันจะจับให้ pixel เหล่านั้นอยู่ใน label เดียวกัน ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้สามารถแยกตัวอักษรแต่ละตัวออกจากกันได้ โดยแต่ละตัวก็จะมี label ของตัวมันเอง

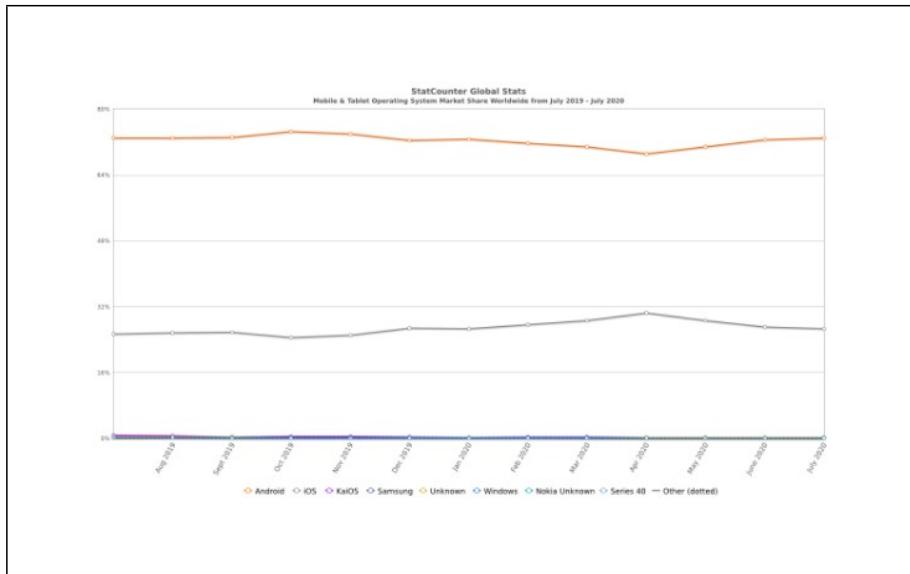


รูปที่ 2.9: ภาพตัวอย่างการทำงานของ Blob coloring

[ที่มา: <http://what-when-how.com/introduction-to-video-and-image-processing/blob-analysis-introduction-to-video-and-image-processing-part-1/>]

2.2 Languages and technologies ภาษาโปรแกรม และเทคโนโลยี

เนื่องด้วยด้วยเป้าหมายของโครงการที่ต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้ในหลายแพลตฟอร์ม โดยปัจจุบันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และระบบปฏิบัติการไอโอเอสเป็นระบบปฏิบัติการที่ผู้คนใช้งานมากที่สุด โดยทั้งสองระบบปฏิบัติการครอบคลุมส่วนแบ่งทางตลาดมากกว่า 98% สำหรับโทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต



รูปที่ 2.10: ส่วนแบ่งการตลาดระบบปฏิบัติการมือถือ และแท็บเล็ตทั่วโลก

[ที่มา: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile-tablet/worldwide/monthly-201907-202007>]

จากสถิติระบบปฏิบัติการไอโอเอส และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนผู้ใช้บริามาก ดังนั้นโครงการจึงพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้ทั้งสองระบบปฏิบัติการ ซึ่งรูปแบบในการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานในหลายแพลตฟอร์มได้มีด้วยกันอยู่สองรูปแบบคือ Hybrid Application และ Web Application อย่างไรก็ตาม Hybrid Application สามารถทำงานได้ตามเป้าหมายของโครงการมากกว่า เพราะการเป็นรูปแบบแอปพลิเคชันทำให้สามารถใช้หน้าจอสัมผัสผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตในการเขียนตัวยักษ์รหัสโดยมีเฟรมเวิร์คให้พัฒนามากมาย เช่น React Native, Ionic และ Flutter เป็นต้น

2.2.1 React Native

React Native คือ เฟรมเวิร์คที่พัฒนาด้วยภาษา JavaScript สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยใช้เทคโนโลยี Cross platform ซึ่งในการพัฒนาด้วย React Native มีข้อดีคือในการพัฒนาสามารถพัฒนาแค่ครั้งเดียวแต่สามารถใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการไอโอเอส และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยการจัดการของ JavaScript ให้สามารถสื่อสารกับฝั่ง Native ของระบบปฏิบัติการทั้งสอง จึงได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น Native Application ทั้งระบบปฏิบัติการไอโอเอส และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.2.2 Keras

Keras คือเฟรมเวิร์คที่พัฒนาด้วยภาษา Python ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการกับการทำ การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning) ได้อย่างง่าย ข้อดีของ Keras คือ ใช้งานง่าย และสามารถดัดแปลงตัว layer ของ neural network ได้ง่าย โดยในโครงการนี้สามารถใช้ Keras ในการออกแบบตัว Layer ต่างๆ ของโมเดลได้ร่วมทั้งทำการสร้างโมเดล และทำงานด้วยภาษา Python ได้เลย

2.2.3 OpenCV[8]

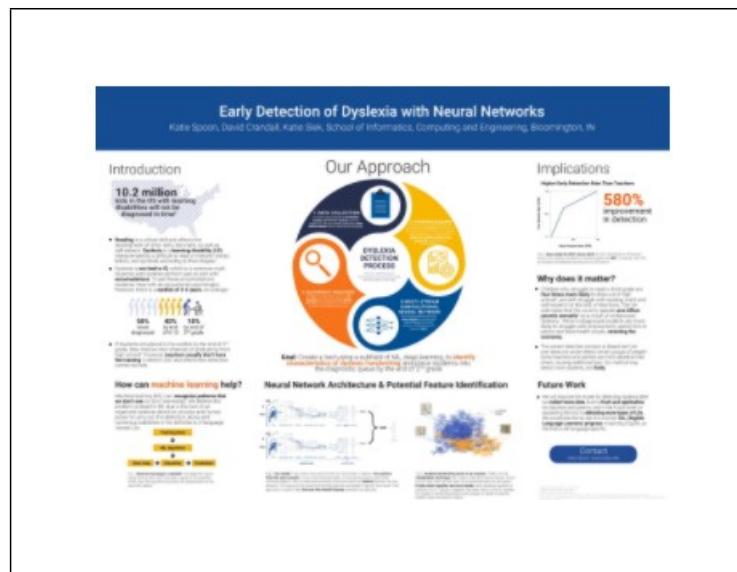
OpenCV เป็น library ที่มีจุดประสงค์เพื่อการแสดงผลตัวบอร์ดเรียลไทม์ (Real - Time) รวมทั้งในส่วนของการทำ Image processing ที่รองรับการใช้งานบนหลายภาษาด้วยกัน โดยหนึ่งในนั้นคือ Python อีกทั้งยังสามารถใช้งานร่วมกับเฟรมเวิร์กการเรียนรู้เชิงลึกต่างๆ อาทิเช่น TensorFlow และ PyTorch เป็นต้น

2.2.4 Django Rest Framework

Django Rest Framework เป็น framework ที่พัฒนาขึ้นมาด้วยภาษา python ไว้ใช้สำหรับการสร้าง api ไว้คุยกับฐานข้อมูล เพื่อให้ website หรือ application สามารถเรียกใช้ตัว api เพื่อขอข้อมูล ซึ่งสามารถพัฒนาได้ง่ายด้วยภาษา python และที่คนผู้จัดทำเลือกเนื่องจากตัวโมเดลวินิจฉัยโรคของก็พัฒนาขึ้นจากภาษา python เช่นเดียวกันทำให้สามารถเรียกใช้งานได้ง่าย

2.3 Related research/ Competing solutions บทความที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 Detecting Dyslexia Using Neural Networks[11]



2.3.1.1 การใช้ภาพลายมือในการวินิจฉัยโรค Dyslexia

มีงานจำนวนมากที่วินิจฉัยโรค Dyslexia โดยการใช้ข้อมูลคะแนนการสอบ ประวัติของผู้ทดสอบ หรือ แบบสอบถาม และมีอีกจำนวนหนึ่งที่ใช้ข้อมูลเช่นภาพการทำางานของสมอง หรือ การสื่อสารผ่านทางดวงตาเป็นต้น แต่วรรณกรรมนี้ได้เลือกที่จะใช้ข้อมูลลายมือเนื่องจาก เป็นข้อมูลที่ง่ายต่อการเก็บรวบรวม

2.3.1.2 การประมวลผลภาพ

ในส่วนของการประมวลผลภาพนั้น วรรณกรรมนี้ได้ทำการนำภาพลายมือมาแบ่งเป็นบริหัด หลังจากนั้นจึงได้นำแต่ละบริหัดมาแบ่งเป็นอีก 50 ส่วน โดยวิธีการที่ใช้ในการแบ่งบริหัด คือ Arvanitopoulos-Susstrunk's seam carving แล้วจึงนำภาพแต่ละบริหัดไปแบ่งเป็น 50 ส่วนโดยใช้ขนาด 113×113 ซึ่งยังมีบางภาพที่ยากต่อการทำ แล้วจำเป็นต้องใช้การแก้ไขโดยผู้จัดทำก่อน แต่ไม่ได้มีความยากในการแก้ไขสูง

2.3.1.3 Optical character recognition

Optical character recognition หรือ OCR นั้นเป็นการจับตัวอักษรภายในภาพแล้วจึงนำมาแปลงเป็นค่า วิธีนี้สามารถอ่านได้ว่าในภาพนั้นมีตัวอักษรตัวใดอยู่บ้าง แต่จากการทดลองของวรรณกรรมนี้พบว่า วิธีนี้ไม่เหมาะสมกับการนำมาอ่านภาพลายมือของเด็กที่เป็นโรค เนื่องจากลายมือของเด็กนั้นมีความหลากหลายมาก ทำให้วิธีการตรวจจับด้วยระบบ OCR ไม่สามารถตรวจจับได้อย่างแม่นยำ

2.3.1.4 การทำโมเดลวินิจฉัย

เป็นส่วนที่ให้โมเดลนั้นได้ทำการระบุว่าข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเป็นโรค dyslexia หรือไม่ โดยตัวโมเดลนั้นอยู่ในรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบสั่งวัดนาการ หรือ Convolutional Neural Network โดยประกอบด้วย convolutional layer จำนวน 5 layer max-pooling จำนวน 3 layer fully-connected จำนวน 2 layer และ dropout layer จำนวน 1 layer หลังจากนั้นจึงได้แบ่งข้อมูลแบบ 3:1:1 โดยเป็นข้อมูลในส่วนของการ train 60

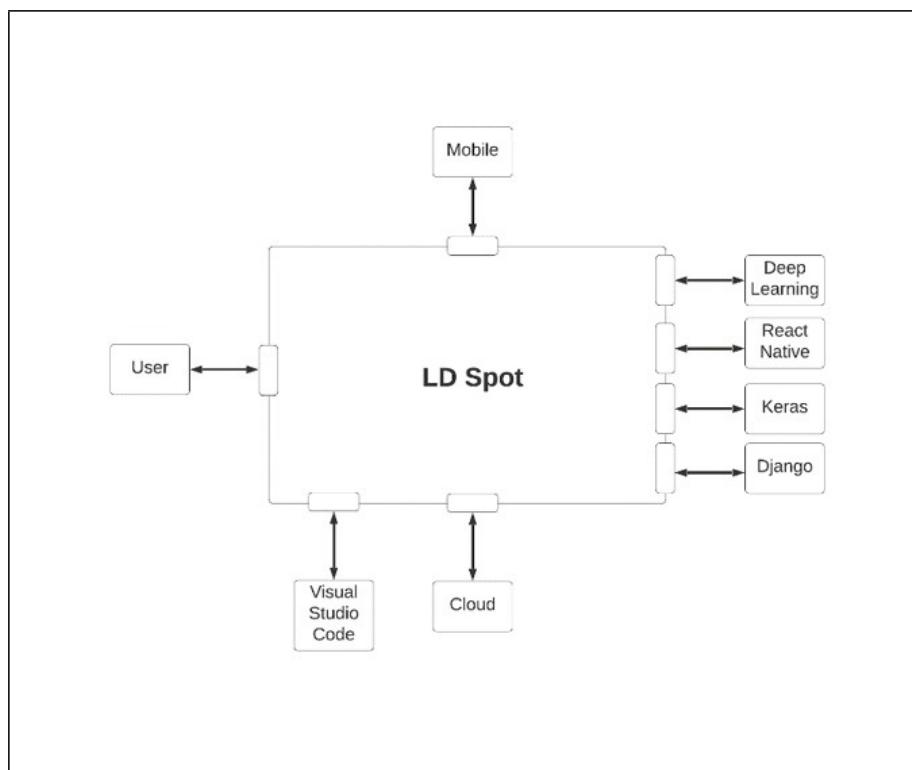
วรรณกรรมนี้ เป็นวรรณกรรมที่ดี และมีคุณภาพกว่าไม่ใช้เสนอแนะว่าไม่ควรใช้อะไรบ้าง รวมถึงช่วยเรื่องการคิดระบบการทำงานว่าควรมีขั้นตอนแบบใดจากวิธีแรกถึงวิธีสุดท้าย เพื่อได้ว่ามีหลายวิธีอย่างมากที่วินิจฉัยเรื่องของการเป็น LD แต่ว่าโปรดเจ็คของเข้าได้เลือกวิธีการวินิจฉัย ผ่านลายมือเนื้องจากสามารถเก็บรูปรวมได้ง่าย หลังจากนั้นนำภาพมาแปลงเป็น 50 ส่วนตามขนาด 113*113 แต่ก็พบว่ามีบางภาพที่สามารถตัดแบ่งได้ยาก และใช้ OCR ในการระบุด้วย ผลออกมาก็คือความแม่นยำที่น้อย

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

ในส่วนของวิธีการดำเนินงานจะกล่าวถึงขั้นตอนการวางแผนงาน และระบบงานต่างๆ ของแอปพลิเคชัน แอลติสปอต โดยจะประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ได้แก่ System Architecture, System Requirement, Process flow, Use cases, โครงสร้างซอฟต์แวร์, Conceptual Design, Database Design, Sequence Diagram Design, User Interface Design และการเก็บภาพลายมือเด็ก

3.1 Project Functionality

3.1.1 System Architecture

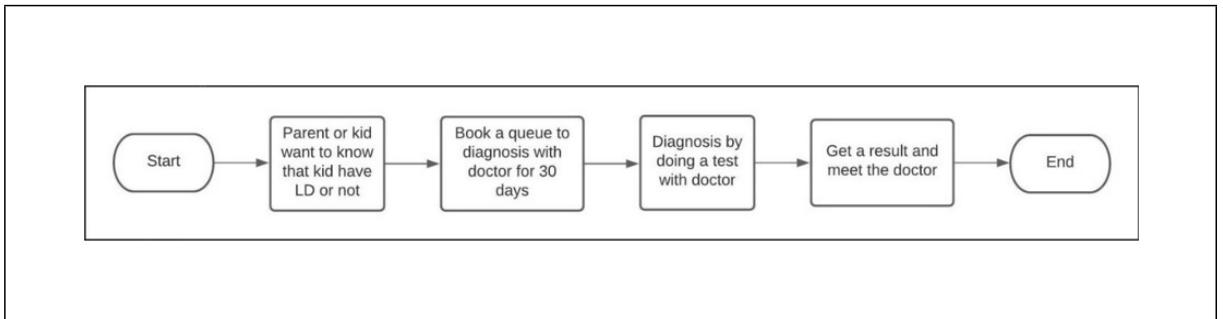


รูปที่ 3.1: ภาพ System Architecture ของ แอลติสปอต

3.1.2 System requirements

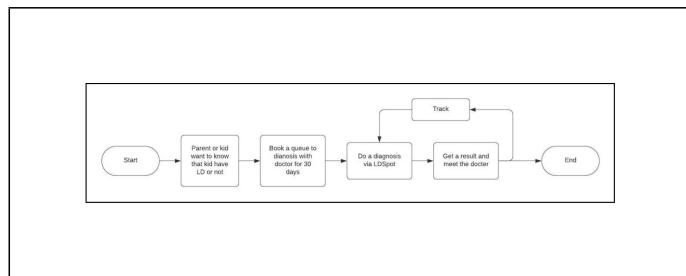
- รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตั้งแต่ 4.1 ขึ้นไป
- รองรับระบบปฏิบัติการไอโอเอосตั้งแต่ 10.0 ขึ้นไป
- รองรับระบบสมัพสหน้าจอ
- รองรับเฉพาะระบบภาษาไทย
- สามารถดูผลการวินิจฉัยย้อนหลังได้
- อนุญาติให้เก็บผลการวินิจฉัยบนระบบได้
- ผลลัพธ์อยู่ในรูปของความน่าจะเป็น และคะแนนความถูกต้องของการเขียน
- ต้องใช้อินเทอร์เน็ตในการทำแบบทดสอบผ่านแอปพลิเคชัน

3.1.3 Process Flow



รูปที่ 3.2: ภาพขั้นการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ก่อนใช้แอปพลิเคชัน แอลตีสปอต

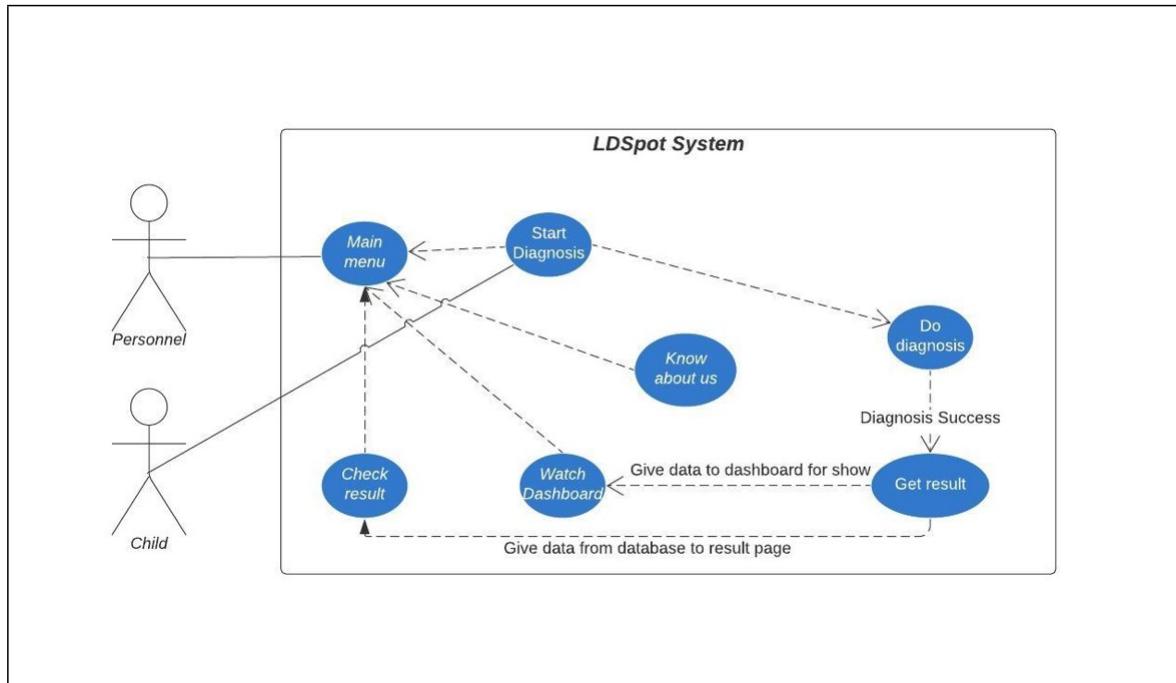
- เริ่มด้วยการที่ผู้ปกครองของเด็กหรือตัวเด็กสนใจว่าเด็กเป็นโรคกรดหรือไม่
- ทำการจองคิวสำหรับการวินิจฉัย และรอคิวเป็นระยะเวลา 30 วัน
- ทำการทดสอบวินิจฉัยกับบุคลากรที่ทางการแพทย์
- พบแพทย์ และรับพั้งผลลัพธ์



รูปที่ 3.3: ภาพขั้นตอนการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์หลังใช้แอปพลิเคชัน แอลตีสปอต

- เริ่มด้วยการที่ผู้ปกครองของเด็กหรือตัวเด็กสนใจว่าเด็กเป็นโรคกรดหรือไม่
- ทำการจองคิวสำหรับการวินิจฉัย และรอคิวเป็นระยะเวลา 30 วัน
- ทำแบบทดสอบผ่านแอปพลิเคชัน แอลตีสปอต
- พบแพทย์ และรับพั้งผลลัพธ์
- สามารถติดตามผลลัพธ์ผ่านแอปพลิเคชันได้ รวมถึงสามารถทำแบบทดสอบใหม่ได้เพื่อติดตามพัฒนาการ

3.1.4 Use cases



รูปที่ 3.4: ภาพ Use Case Diagram

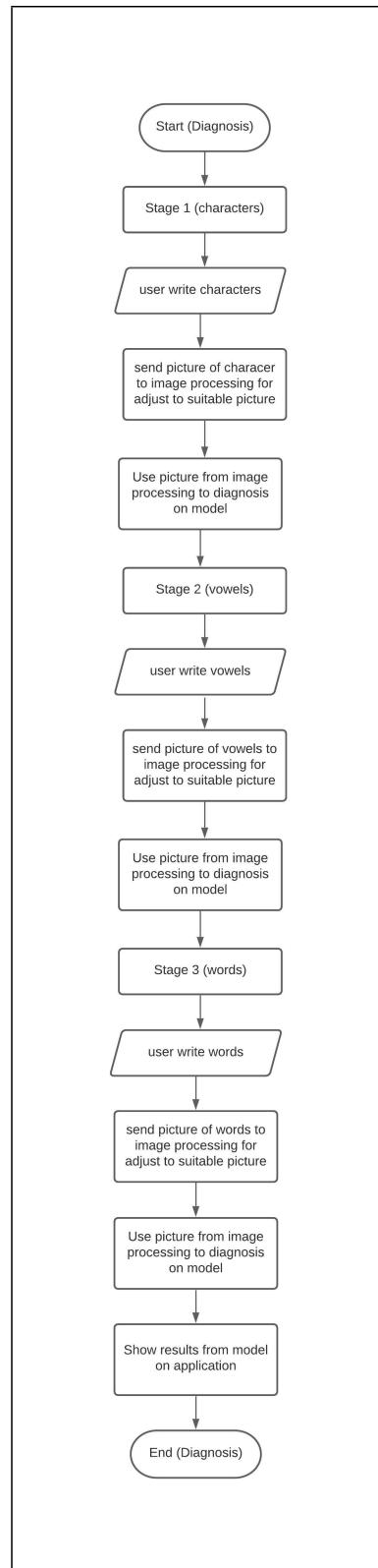
แสดงถึงแผนภาพฟังก์ชันการทำงานของระบบโดยมีผู้ใช้งานใน 2 บทบาทหลัก ได้แก่ Personnel คือบุคลากรทางการแพทย์ และ child คือเด็กหรือผู้ที่แบบทดสอบโดยแยกเป็นกรณีดังนี้

- ในส่วนของบุคลากรทางการแพทย์ จะสามารถเข้าสู่ระบบโดยจะสามารถกรอกเค้าผู้ที่ทำแบบทดสอบเพื่อเริ่มทำแบบทดสอบได้ โดยสามารถทำข้าได้เรียบๆ เมื่อทำเสร็จแล้ว แอปพลิเคชันจะแสดงผลลัพธ์ของแบบทดสอบในหน้าผลลัพธ์โดยบุคลากรทางการแพทย์จะสามารถดูผลลัพธ์ได้เพื่อประกอบการวินิจฉัย และสังเกตพัฒนาการของผู้ที่ทำแบบทดสอบ โดยที่บุคลากรทางการแพทย์สามารถดูได้ว่าตัวอักษร สรระ และคำสะกดใดๆที่ผู้ที่ทำแบบทดสอบนั้นได้เขียนถูกจำแนกออกมามีเป็น ถูก ผิด กลับด้าน อย่างไร และสามารถแก้ไขการจำแนก ถูก ผิด กลับด้านได้ หากแอปพลิเคชันจำแนกผิดพลาด ในส่วนของบอร์ดสถิติบุคลากรทางการแพทย์สามารถดูสถิติโดยรวมของผู้ที่เข้าทำแบบทดสอบผ่านแอปพลิเคชันได้ เช่น ตัวอักษรที่ผู้ที่ทำแบบทดสอบมักจะเขียนผิดเป็นต้น
- ในส่วนของผู้ที่ทำแบบทดสอบ จะสามารถทำได้เพียงเริ่มทำแบบทดสอบเพียงเท่านั้น

3.2 โครงสร้างซอฟต์แวร์

ในส่วนของการใช้งานระบบ แอลติสปอต นั้นจะแบ่งเป็นสี่ส่วนหลักๆ ได้แก่ แอปพลิเคชันทำแบบทดสอบ การประมวลผลภาพ การแยกภาพ การวินิจฉัย โดยมีขั้นตอนของตัวระบบดังนี้

1. ผู้ใช้จะต้องทำแบบทดสอบภายในแอปพลิเคชันโดยจะอยู่ในรูปแบบของเกมเขียน พยัญชนะ สรระ และ สะกดคำ
2. หลังจากนั้นภาพแบบทดสอบที่ผู้ใช้ได้ทำจะถูกส่งเข้าไปภายในระบบ LDSpot แอลติสปอต เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ ได้แก่การปรับขนาดของภาพให้เหมาะสม การลดสัญญาณรบกวนในภาพ และการปรับสีให้อยู่ในรูปแบบของขาวดำ
3. เมื่อได้ภาพที่ผ่านการทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้ว ภาพที่เป็นตัวอักษร และสรระจะถูกนำส่งไปวินิจฉัย เพื่อดูผลลัพธ์ว่า เขียนถูกหรือไม่ ส่วนภาพตัวสะกดจะถูกส่งไปเข้ากระบวนการ OCR เพื่อแยกออกมามีเป็นตัวอักษร และสรระเดียวๆ จากนั้นจึงนำ ตัวอักษร และสรระเดียวๆทั้งหมดจากการกระบวนการ OCR ไปวินิจฉัยว่าตรงกับคำสะกดนั้นหรือไม่
4. นำภาพแต่ละตัวอักษรเข้าไปวินิจฉัย เพื่อนำผลลัพธ์จากโมเดลมาแสดงผลบนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.5: ภาพ Activity diagram การดูแลมูลสิทธิในแอปพลิเคชัน

3.2.1 แอปพลิเคชันทำแบบทดสอบ (Application)

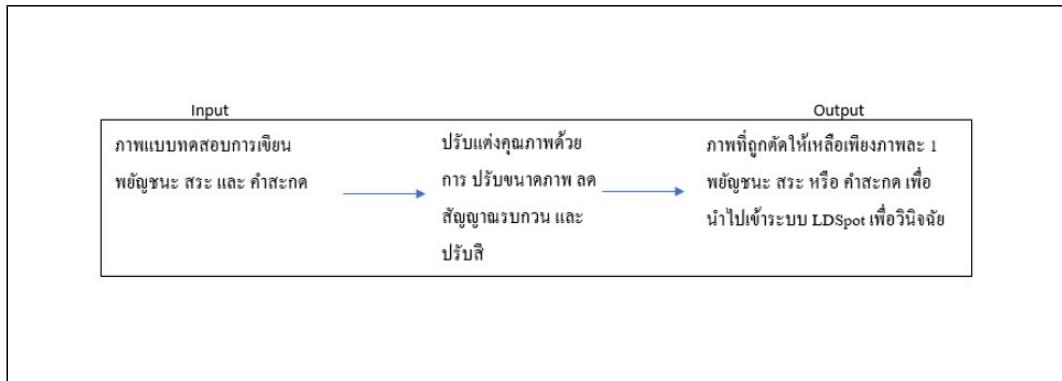
ในส่วนของแอปพลิเคชันทำแบบทดสอบนั้นเพื่อที่จะได้มารีชีงภาพแบบทดสอบคณะผู้จัดทำจึงออกแบบแอปพลิเคชันสีในรูปแบบของเกมให้ผู้ใช้ทำ ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้จะต้องทำแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และสะกดคำ โดยจะมีกรอบขึ้นมาให้ผู้ใช้เขียนตามเสียงพูด

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้ออกของ แอปพลิเคชัน

Input	ผู้ใช้ทำแบบทดสอบภายในแอปพลิเคชัน
Output	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกด

3.2.2 การประมวลผลภาพ (Image processing)

ในส่วนนี้คณะผู้จัดทำจะนำภาพแบบทดสอบที่ได้จากแอปพลิเคชันมาปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อให้เหมาะสมแก่การนำไปวินิจฉัย โดยจะมีการปรับขนาดของภาพให้ตรงกับขนาดของภาพที่ระบบ แอลติสปอต นั้นใช้ในการเรียนรู้ หลังจากนั้นจึงนำภาพไปทำการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการใช้ Gaussian blur และจึงปรับภาพให้อยู่ในสีขาวดำ เพื่อแยกร่องรอยออกจากภาพพื้นหลัง



รูปที่ 3.6: แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้า และข้อกของ การประมวลผลภาพ

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้อกของส่วนการประมวลผลภาพ

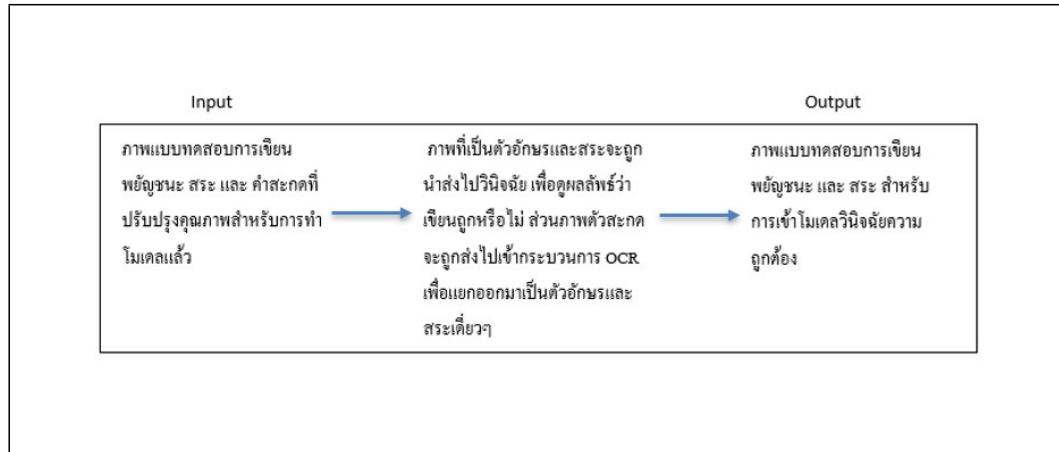
Input	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกด
Output	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกดที่ปรับปรุงคุณภาพสำหรับการทำโมเดลแล้ว

3.2.3 การแยกภาพ (Image segmentation)

ในส่วนนี้คณะผู้จัดทำทำการสร้าง contour ขึ้นมาจากภาพที่ได้ทำการปรับสีขาวดำแล้ว โดยจะนำ contour นั้นไปสร้าง bounding box เพื่อครอบแต่ละตัวอักษรให้แยกออกจากกัน เนื่องจากคณะผู้จัดทำต้องการภาพตัวอักษรที่อยู่เดียวๆ ไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับแพทย์ในการวินิจฉัยโรคกพร่องทางการเรียนรู้

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้อกของส่วนการแยกภาพ

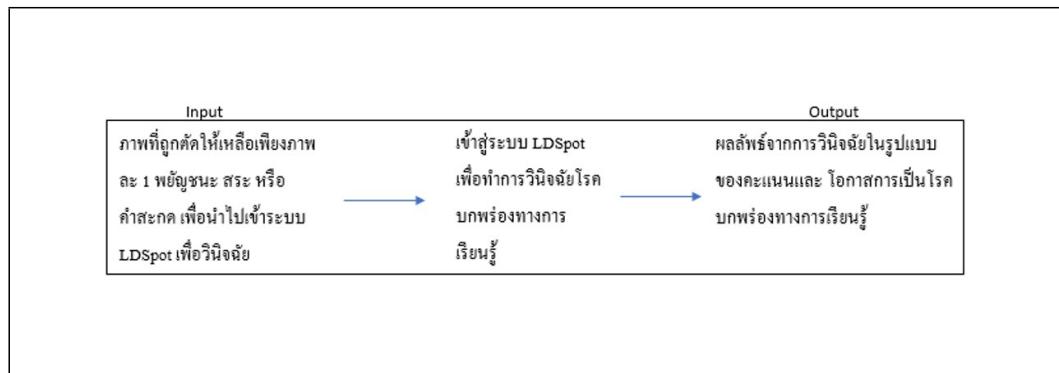
Input	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกดที่ปรับปรุงคุณภาพสำหรับการทำโมเดลแล้ว
Output	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ และ สระ สำหรับการเข้าโน้มเดลวินิจฉัยความถูกต้อง



รูปที่ 3.7: แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้า และออกของการแยกภาพ

3.2.4 การวินิจฉัย (Learning disorder prediction)

เมื่อคนจะผู้จัดทำได้ภาพตัวอักษรเดียวจากส่วนการแยกภาพแล้ว คณจะผู้จัดทำจะนำภาพตัวอักษรเดียวทันไปโอนเข้าโมเดลที่ได้ทำการสร้างไว้ เพื่อให้มีผลลัพธ์ที่ชี้ว่าภาพตัวอักษร สระ และคำสะกดนั้น ถูกต้องหรือไม่ แล้วนำผลลัพธ์ส่งกลับไปในฐานข้อมูลเพื่อให้ออกผลลัพธ์ที่สามารถเรียกข้อมูลไปแสดงได้ต่อไป

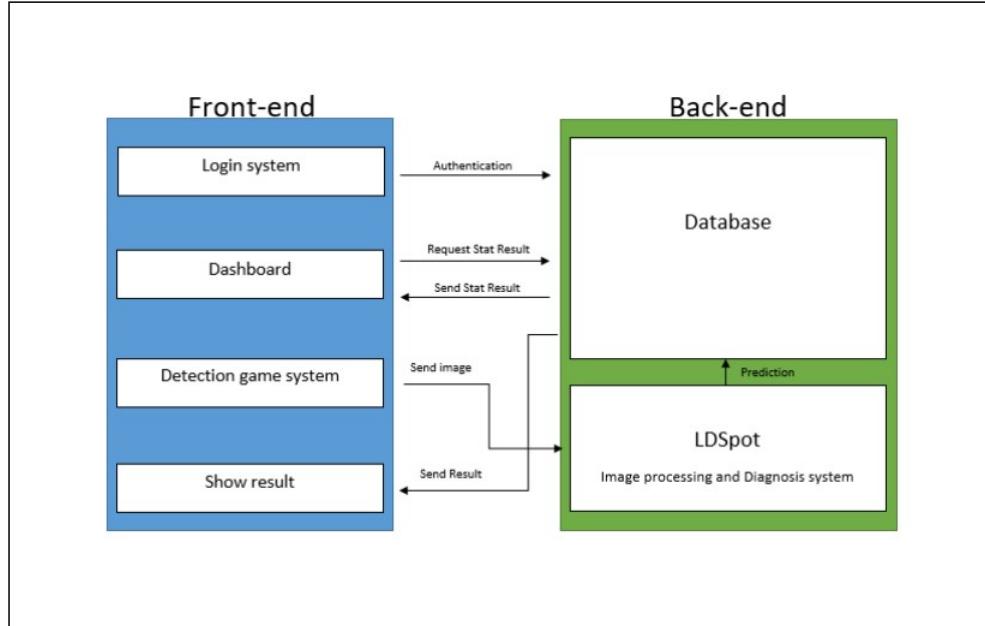


รูปที่ 3.8: แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้า และออกของการวินิจฉัย

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลขาเข้า และข้าออกของส่วนการวินิจฉัย

Input	ภาพที่ถูกตัดให้เหลือเพียง ภาพละ 1 พยัญชนะ สระ หรือ คำสะกด เพื่อนำมาใช้ระบบ แอลตีสปอร์ต เพื่อวินิจฉัย
Output	ผลลัพธ์จากการวินิจฉัยในรูปแบบของคะแนนเขียนถูก เขียนผิด เขียนกลับด้าน

3.3 Conceptual Design

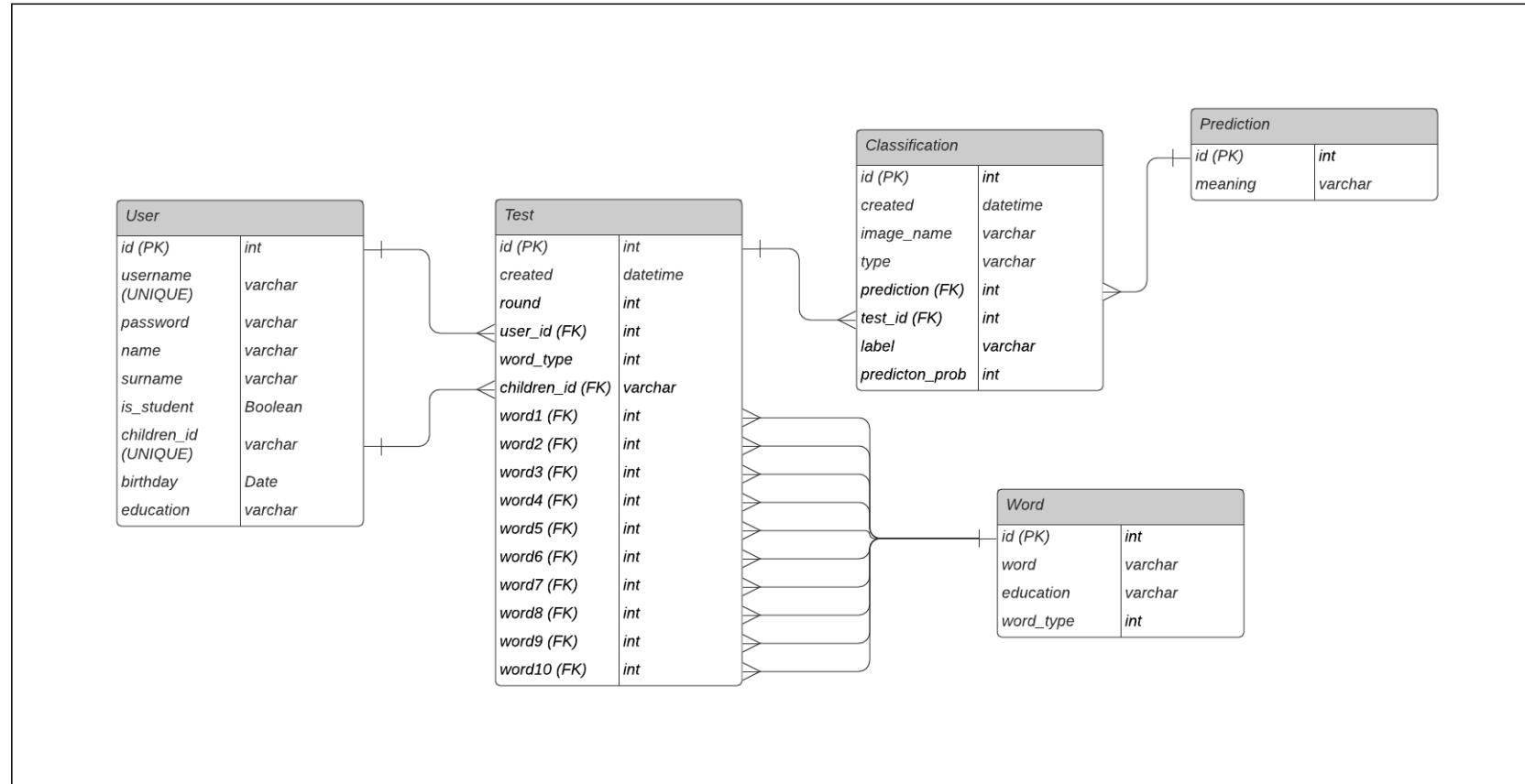


รูปที่ 3.9: ภาพการสื่อสารระหว่างทางฝั่ง Frontend และ Backend

อธิบายได้ว่าการทำงานของตัวระบบ แอปพลิเคชันนั้นจะมีอยู่สองส่วนด้วยกันได้แก่ front-end ที่ทำหน้าที่เป็นหน้าแอปพลิเคชันไว้สื่อสารกับผู้ใช้งาน และส่วนของ back-end ที่รับข้อมูลมาเพื่อประมวลผลแล้วหลังจากนั้นจึงนำข้อมูลไปเก็บใส่ฐานข้อมูลไว้ใช้งานต่อไป

- ในส่วนของ front-end นั้นจะประกอบไปด้วย แอปพลิเคชันในรูปแบบของเกม โดยที่ผู้ใช้จะสามารถเข้าสู่ระบบผ่านทางรหัสที่ได้ทำการสมัครสมาชิกไว้ โดยตัวรหัสจะถูกส่งไปเพื่อตรวจสอบความถูกต้องว่ามีรหัสนี้อยู่จริงในระบบหรือไม่กับฐานข้อมูลที่อยู่ภายในส่วนของ back-end หากตรวจสอบแล้วถูกต้องจึงจะสามารถเข้าสู่ระบบได้
- ผู้ใช้สามารถกดเข้ารับแบบทดสอบได้ โดยเมื่อเข้ารับแล้ว จะต้องทำตามขั้นตอนต่อไป ซึ่งผู้ใช้จะได้เขียนตัวอักษร สรระ และคำสะกดตามเสียงไปเรื่อยๆ เมื่อเสร็จสิ้นแล้วภาพแบบทดสอบจะถูกส่งไปทางฝั่ง back-end ในส่วนของระบบ เพื่อทำการวินิจฉัยหลังจากนั้นผลลัพธ์จะถูกส่งกลับเข้าไปในฐานข้อมูล เพื่อให้ทางฝั่ง front-end สามารถดึงข้อมูลไปแสดงผลบนแอปพลิเคชันได้
- ผู้ใช้สามารถดูผลลัพธ์ย้อนหลังได้โดยกดดูผลลัพธ์ภายในแอปพลิเคชันหลังจากนั้น แอปพลิเคชันจะทำการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อดึงผลลัพธ์ที่เคยได้มีการวินิจฉัยไว้ของผู้ใช้งานคนนั้นมาแสดงผลว่ามีการพยัญชนะ สรระ และคำสะกด ว่า ถูกผิด หรือถูกต้องกันกี่ตัว
- ผู้ใช้สามารถดูบอร์ดสถิติได้ โดยบอร์ดสถิตินั้นจะดึงข้อมูลสรุปจากฐานข้อมูลมาว่า มีผู้ใช้งานแอปพลิเคชันนี้แล้วกี่คน เพื่อให้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจต่อไป

3.4 Database Design



ສູນທີ 3.10: ການ Database ER diagram

Entity User

ตารางที่ 3.5 ตารางเก็บข้อมูล User

Field	Type	Meaning	Allow Null
id	int	รหัสผู้ใช้งาน	No
username	varchar	รหัสสำหรับเข้าสู่ระบบ	No
password	varchar	รหัสผ่านสำหรับเข้าสู่ระบบ	No
name	varchar	ชื่อจริง	No
surname	varchar	นามสกุล	No
is_student	Boolean	ระบุสถานะนักเรียน (1,0)	No
children_id	varchar	รหัสประจำตัวผู้ทำแบบทดสอบ	No
birthday	Date	วันเกิด	No
education	varchar	ระดับการศึกษา (1,2,3,4,5,6)	No

Entity Test

ตารางที่ 3.6 ตารางเก็บข้อมูล Test

Field	Type	Meaning	Allow Null
id	int	รหัสแบบทดสอบ	No
created	datetime	เวลาเริ่มทำแบบทดสอบ	No
round	int	รอบที่ทำแบบทดสอบ	No
user_id	int	รหัสผู้เริ่มทำแบบทดสอบ	No
word_type	int	ประเภทของคำสะกดในแบบทดสอบ	No
children_id	varchar	รหัสประจำตัวผู้ทำแบบทดสอบ (1,0)	No
word1	int	รหัสคำสะกด	No
word2	int	รหัสคำสะกด	No
word3	int	รหัสคำสะกด	No
word4	int	รหัสคำสะกด	No
word5	int	รหัสคำสะกด	No
word6	int	รหัสคำสะกด	No
word7	int	รหัสคำสะกด	No
word8	int	รหัสคำสะกด	No
word9	int	รหัสคำสะกด	No
word10	int	รหัสคำสะกด	No

Entity Classification

ตารางที่ 3.7 ตารางเก็บข้อมูล Classification

Field	Type	Meaning	Allow Null
id	int	รหัสภาพแบบทดสอบ	No
created	datetime	เวลาเริ่มทำแบบทดสอบ	No
image_name	varchar	ที่อยู่ภาพแบบทดสอบ	No
type	varchar	ชนิดของภาพแบบทดสอบ (alphabet,vowel,vocab)	No
prediction	int	รหัสคำทำนายภาพแบบทดสอบ (0,1,2,3)	No
test_id	int	รหัสแบบทดสอบ	No
label	varchar	ตัวอักษร สาระ หรือคำสะกด ของภาพแบบทดสอบ	No
prediction_prob	int	ความน่าจะเป็นของการทำนายภาพแบบทดสอบ	No

Entity Prediction

ตารางที่ 3.8 ตารางเก็บข้อมูล Prediction

Field	Type	Meaning	Allow Null
id	int	รหัสคำทำนายภาพแบบทดสอบ	No
meaning	varchar	ความหมายของรหัส	No

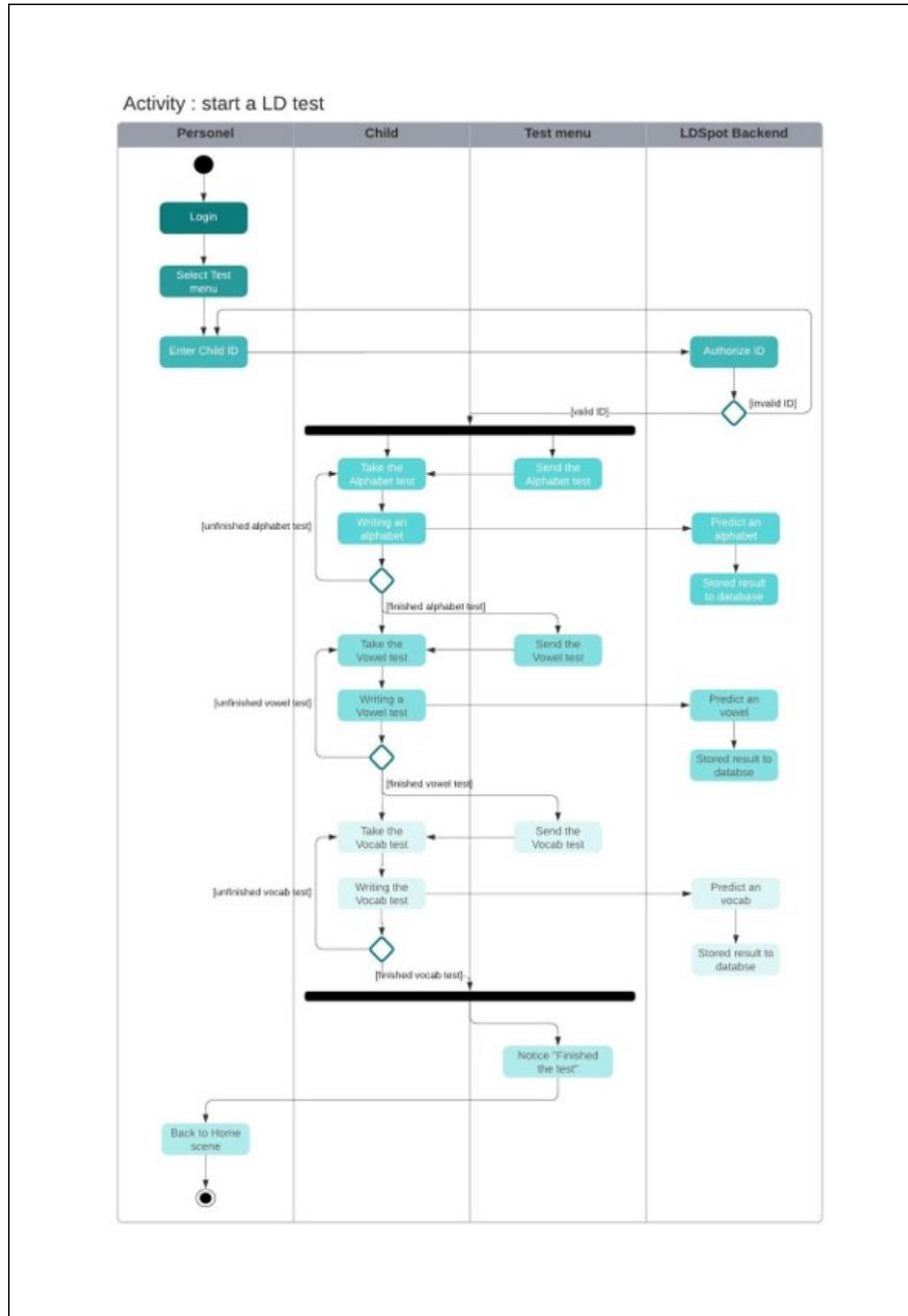
Entity Word

ตารางที่ 3.9 ตารางเก็บข้อมูล Prediction

Field	Type	Meaning	Allow Null
id	int	รหัสคำสะกด	No
word	varchar	คำสะกด	No
education	varchar	ระดับการศึกษา (1,2,3,4,5,6)	No
word_type	int	ประเภทของคำสะกด	No

3.5 Sequence Diagram Design

- ทำแบบทดสอบ Sequence diagram นี้อธิบายขั้นตอนการทำแบบทดสอบโดยในขั้นต้นผู้ทดสอบจะต้องเข้าสู่ระบบผ่านทางแอปพลิเคชัน จากนั้นกดเริ่มทำแบบทดสอบทุกครั้งที่มีการเขียนตัวอักษร สรุว หรือคำสะกดลงไปแล้วส่งคำตอบ ภาพจะถูกส่งไปที่เซิฟเวอร์ผ่านทาง Django และนำภาพนั้นไปเข้าสู่โมเดลทำงานว่าภาพนั้นเขียนถูกผิด หรือลับด้านหรือไม่ จากนั้นนำผลลัพธ์ไปเก็บในฐานข้อมูล เพื่อ ที่ท้ายที่สุดหลังจบแบบทดสอบแล้ว จะสามารถนำผลลัพธ์มาสรุปได้ว่า มีการเขียนถูกผิดกลับด้านกี่ตัว

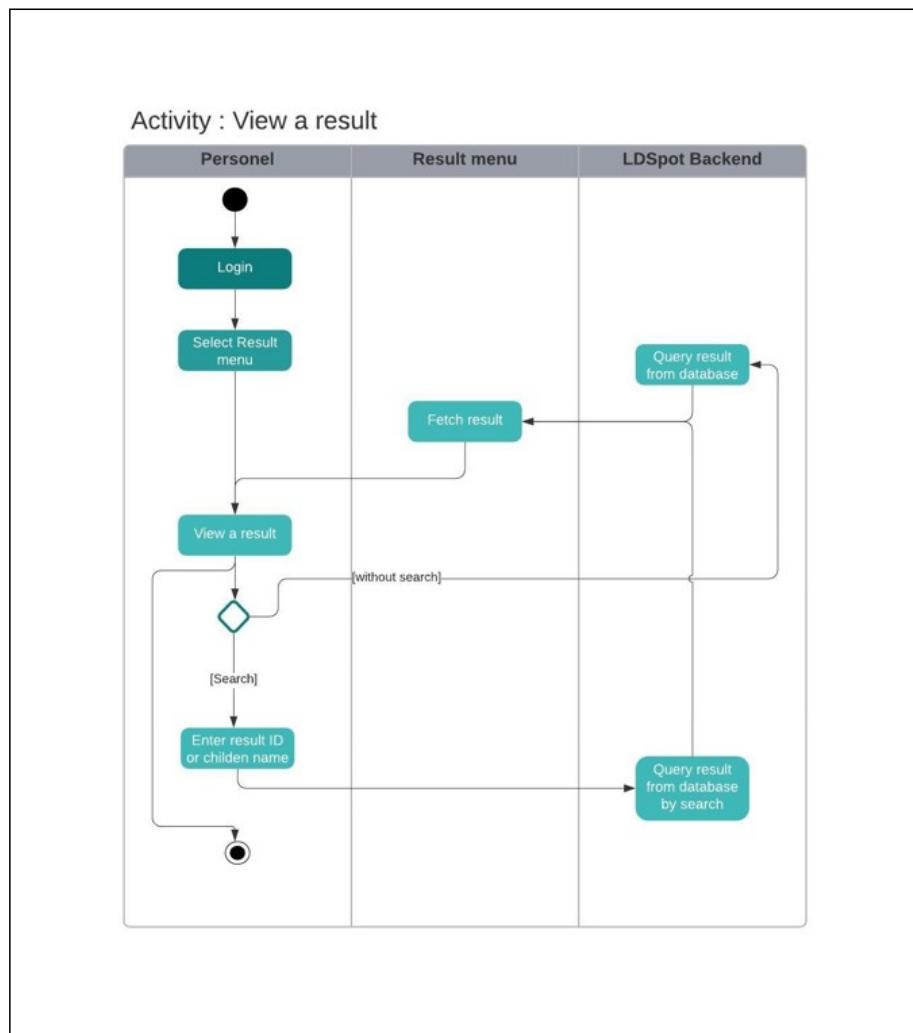


รูปที่ 3.11: ภาพ Sequence diagram การทำแบบทดสอบ

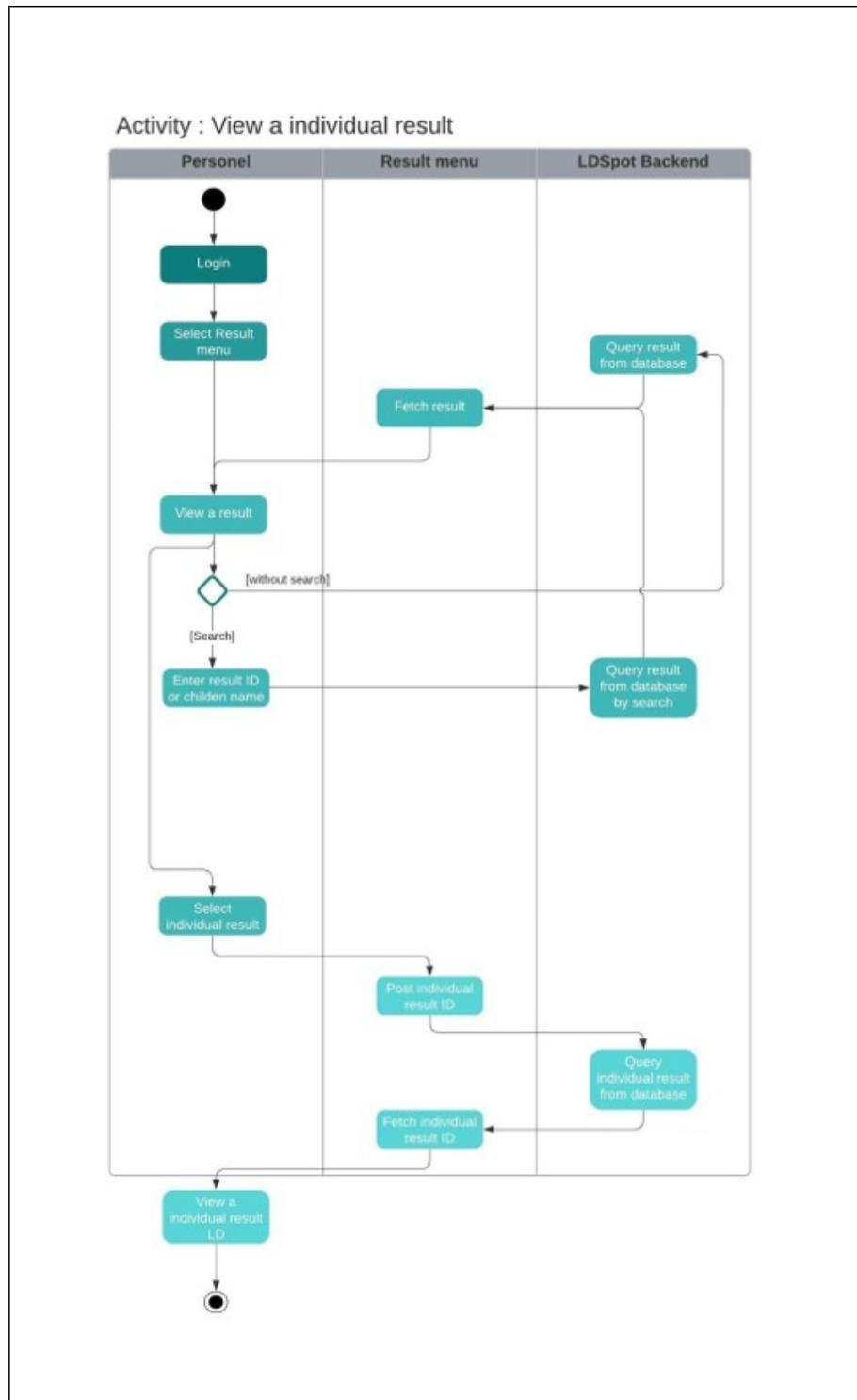
ตารางที่ 3.10 Use case narrative ของการทำแบบทดสอบ

Use Case Name	การทำแบบทดสอบ
Goal in Context	เพื่อให้ได้ภาพตัวอักษร สระ และคำสะกดด้วยลายมือเด็ก
Primary Actor	ผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบ
Secondary Actor	บุคลากรทางการแพทย์
Precondition	ต้องเข้าสู่ระบบก่อน
Trigger	บุคลากรทางการแพทย์ต้องรอคิวผู้เข้ารับการทำทดสอบแล้วกดเริ่มการทำทดสอบ
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. บุคลากรทางการแพทย์กดเข้าสู่หน้าเข้ารับการทำทดสอบ 2. บุคลากรทางการแพทย์กรอกรหัส ชื่อ นามสกุล ของผู้เข้ารับแบบทดสอบ 3. ผู้เข้ารับแบบทดสอบเริ่มทำแบบทดสอบการเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกดตามลำดับ 4. ระบบรับภาพตัวอักษร สระ และคำสะกดของผู้รับการทำทดสอบไปประมวลผลหลังจากนั้นเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล 5. บุคลากรทางการแพทย์ สามารถเข้ามาดูผลลัพธ์ได้ในภายหลัง
Exception	-
Post-condition	กดเข้าสู่ระบบคุณลักษณะเพื่อคุณลักษณะการทำทดสอบ

- ดูผลลัพธ์การทดสอบ Sequence diagram นี้อธิบายขั้นตอนการดูผลลัพธ์การทดสอบของผู้ทดสอบโดยจะต้องทำการเข้าสู่ระบบผ่านทางแอปพลิเคชันจากนั้นเข้าส่วนของการดูผลลัพธ์ หลังจากนั้นแอปพลิเคชันจะทำการไปรีียกข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยผ่าน Django และนำรายชื่อผลลัพธ์มาแสดงผลผ่านทางแอปพลิเคชัน จากนั้นผู้ทดสอบจะทำการเลือกแบบทดสอบที่ต้องการดูผลลัพธ์โดยตัวแอปพลิเคชัน ก็จะดึงข้อมูลจากทางฐานข้อมูลผ่าน Django และนำข้อมูลของผลลัพธ์แบบทดสอบที่ผู้ทดสอบสนใจมาแสดงผลบนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.12: ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์การทดสอบ

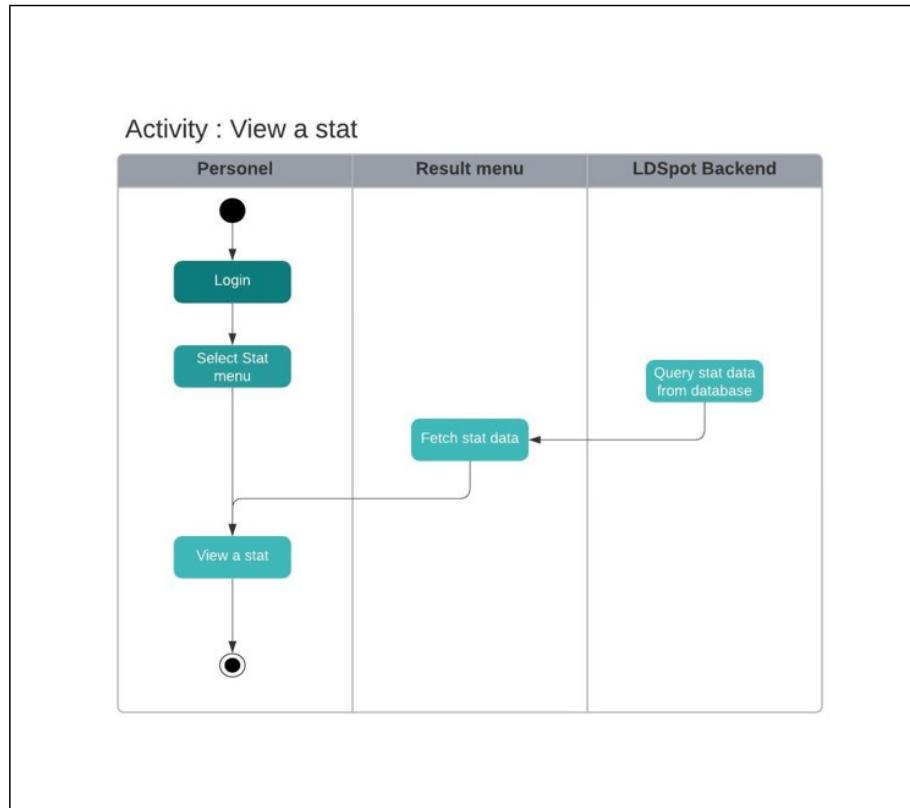


รูปที่ 3.13: ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์รายบุคคล

ตารางที่ 3.11 Use case narrative ของการดูผลลัพธ์การทดสอบ

Use Case Name	ผลลัพธ์การทดสอบ
Goal in Context	เพื่อดูผลลัพธ์การทดสอบของผู้เข้ารับการทดสอบ
Primary Actor	บุคลากรทางการแพทย์
Secondary Actor	-
Precondition	ต้องเข้าสู่ระบบก่อน
Trigger	บุคลากรทางการแพทย์กดเข้าสู่ระบบดูผลลัพธ์
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. บุคลากรทางการแพทย์กดเข้าสู่ระบบดูผลลัพธ์ 2. ระบบดึงรายชื่อแบบทดสอบมาแสดง 3. บุคลากรทางการแพทย์สามารถกรอกชื่อหรือรหัสประจำตัวผู้ทำแบบทดสอบเพื่อเป็นการหาได้ 4. บุคลากรทางการแพทย์เลือกแบบทดสอบที่ต้องการจะดูผลลัพธ์ 5. ระบบดึงข้อมูลผลลัพธ์แบบทดสอบนั้นมาแสดง
Exception	-
Post-condition	-

- ดูสถิติรวมของแอปพลิเคชัน Sequence diagram นี้อธิบายขั้นตอนการดูสถิติของแอปพลิเคชันโดยผู้ทดสอบจะต้องเข้าสู่ระบบผ่านทางแอปพลิเคชัน จากนั้นเข้าสู่หน้าของการดูสถิติ แอปพลิเคชันจะทำการดึงข้อมูลสรุปผลต่างๆ จากฐานข้อมูลเข้า ตัวอักษรใต้ที่คน เขียนผิดมากที่สุด จำนวนคนใช้อปพลิเคชันเป็นต้นมาแสดงบนพลิเคชัน

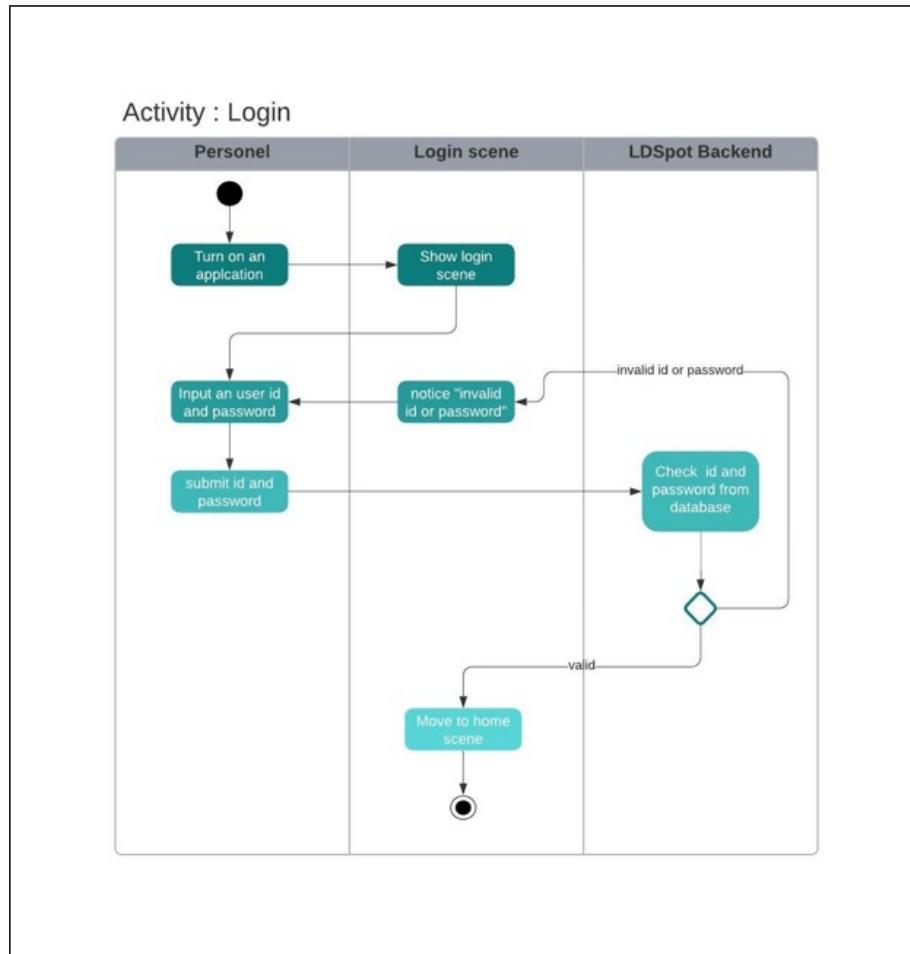


รูปที่ 3.14: ภาพ Sequence diagram การดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน

ตารางที่ 3.12 Use case narrative ของการดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน

Use Case Name	ดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน
Goal in Context	เพื่อดูผลสรุปสถิติของแอปพลิเคชัน
Primary Actor	บุคลากรทางการแพทย์
Secondary Actor	-
Precondition	ต้องเข้าสู่ระบบก่อน
Trigger	บุคลากรทางการแพทย์ต้องเข้าสู่หน้าดูสถิติในแอปพลิเคชัน
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. บุคลากรทางการแพทย์ต้องเข้าสู่หน้าดูสถิติในแอปพลิเคชัน 2. ระบบดึงข้อมูลสถิติมาสรุปบนแอปพลิเคชัน
Exception	-
Post-condition	-

- เข้าสู่ระบบ Sequence Diagram นี้อธิบายขั้นตอนการเข้าสู่ระบบโดยผู้ทดสอบจะสามารถเข้าสู่ระบบได้ด้วยรหัสของผู้ทดสอบ แต่จะสามารถเข้าถึงเมนูทำการทดสอบเพียงเท่านั้น ส่วนบุคลากรทางการแพทย์จะสามารถเข้าสู่ระบบได้ด้วยรหัสของบุคลากร ทางการแพทย์ซึ่งจะสามารถเข้าถึงเมนูทั้งหมดภายในแอปพลิเคชันได้

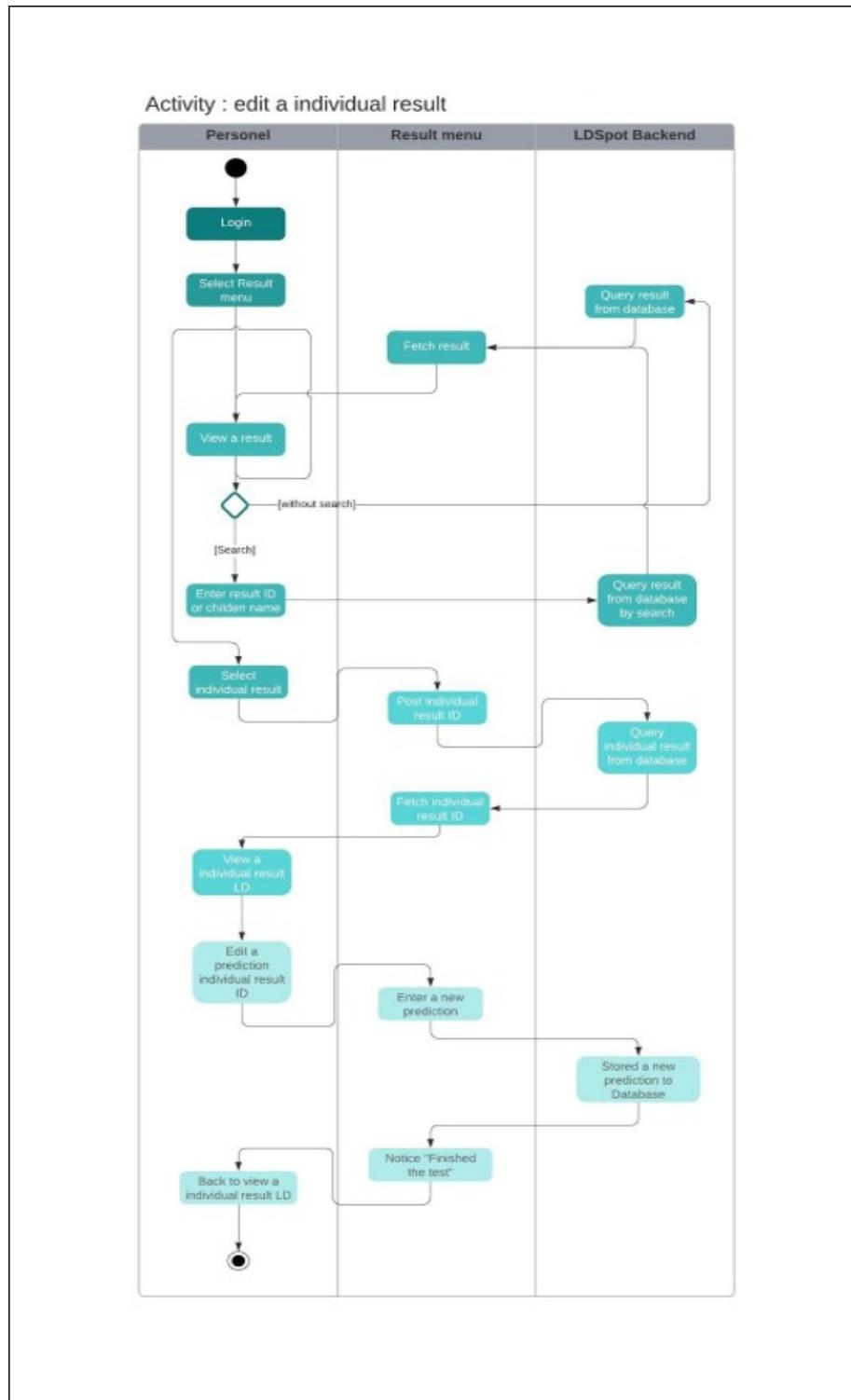


รูปที่ 3.15: ภาพ Sequence diagram การเข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 3.13 Use case narrative ของการเข้าสู่ระบบ

Use Case Name	เข้าสู่ระบบ
Goal in Context	เพื่อเข้าสู่ระบบใช้งานแอปพลิเคชัน
Primary Actor	บุคลากรทางการแพทย์, ผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบ
Secondary Actor	-
Precondition	บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบต้องมีรหัสของตน
Trigger	บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบเข้าสู่แอปพลิเคชัน
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบ กรอก ไอเดีย และรหัสผ่าน ของตน 2. จากนั้นกดปุ่มเข้าสู่ระบบ 3. ระบบนำไอเดีย และรหัสผ่านไปตรวจสอบในฐานข้อมูลว่าตรงหรือไม่ 4. หากตรงพาเข้าสู่ระบบ และไปยังหน้าเมนูหลัก หากไม่ตรงให้แจ้งเตือนข้อผิดพลาด
Exception	-
Post-condition	-

- แก้ไขผลลัพธ์การทดสอบ Sequence Diagram นี้อธิบายขั้นตอนการทำงานการแก้ไขผลลัพธ์แบบทดสอบโดย บุคลากรทางการแพทย์เมื่อเข้าไปในรายละเอียดของแบบทดสอบแล้วจะสามารถกดที่ภาพแบบทดสอบได้เพื่อเปลี่ยนผลลัพธ์แบบทดสอบ เช่น ถูกผิด กลับด้าน โดยระบบนี้มีไว้เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถตรวจสอบผลลัพธ์การทำนาย และแก้ไขผลลัพธ์การทำนายได้ด้วย

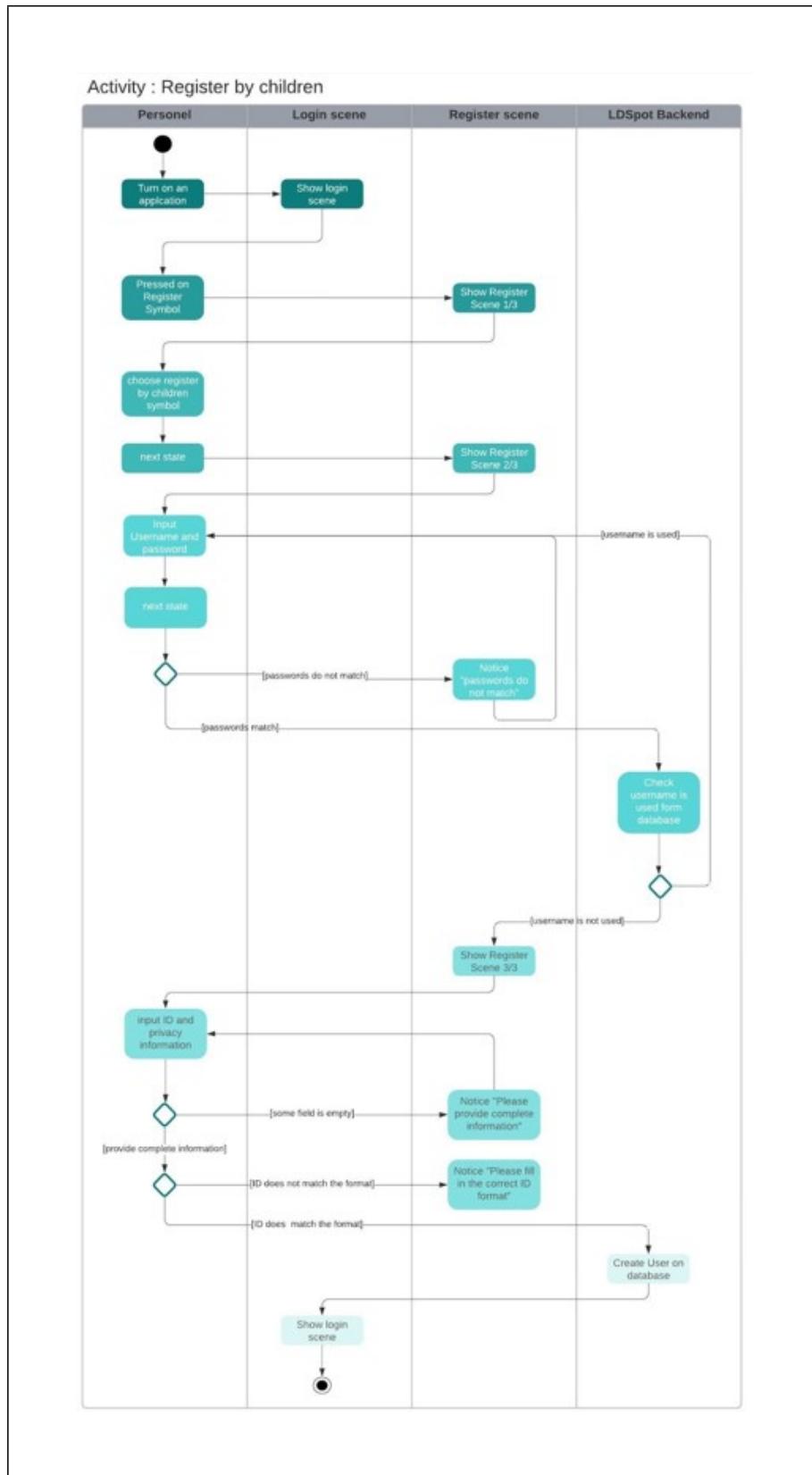


รูปที่ 3.16: ภาพ Sequence diagram การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล

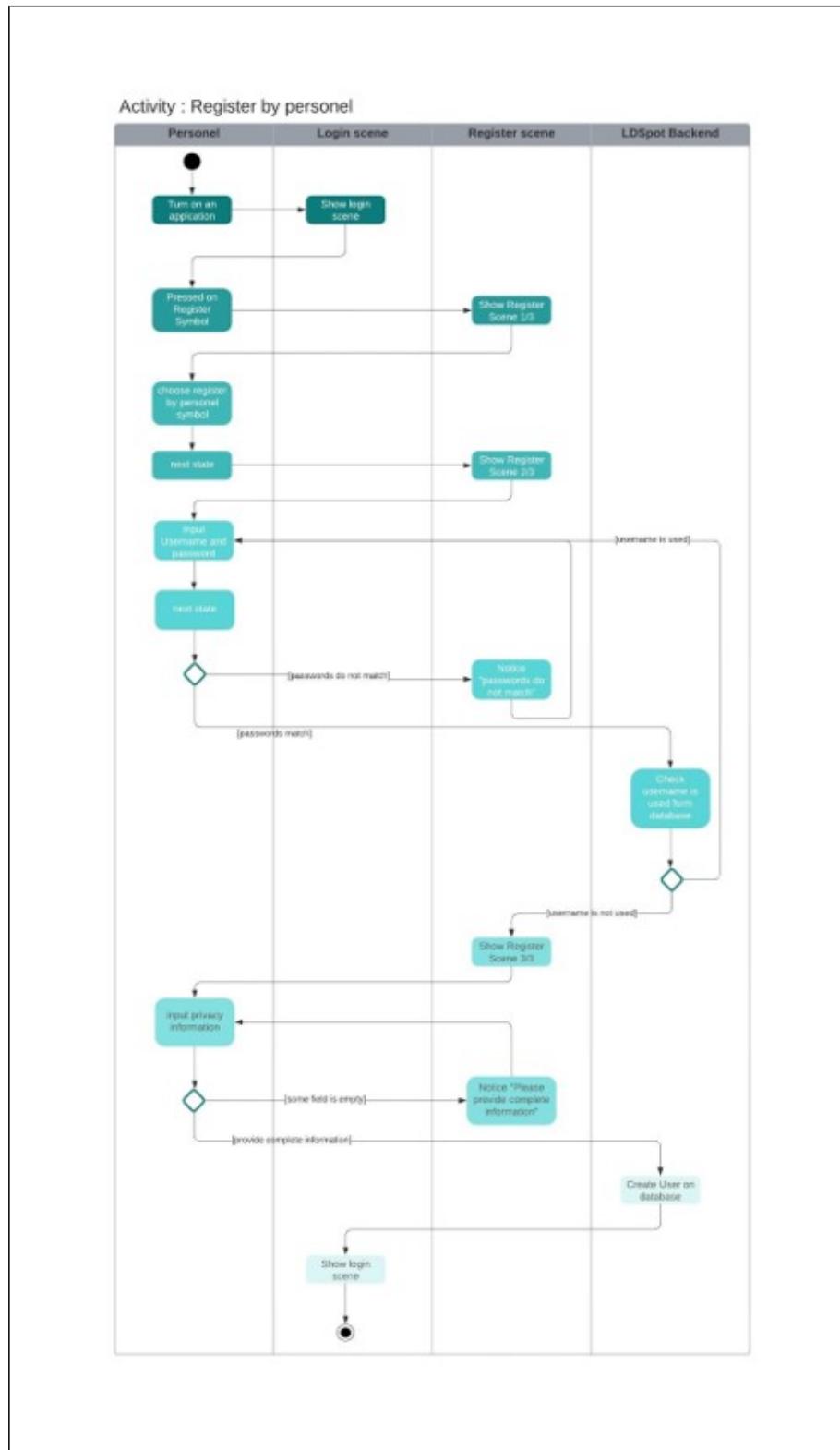
ตารางที่ 3.14 Use case narrative การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล

Use Case Name	แก้ไขผลลัพธ์การทดสอบ
Goal in Context	เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถตรวจสอบ และเปลี่ยนผลลัพธ์การทดสอบได้
Primary Actor	บุคลากรทางการแพทย์
Secondary Actor	-
Precondition	บุคลากรทางการแพทย์เข้าดูรายละเอียดของการทำแบบทดสอบ
Trigger	บุคลากรทางการแพทย์กดแก้ไขผลลัพธ์ที่รูปภาพแบบทดสอบ
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. บุคลากรทางการแพทย์เข้าสู่ระบบแอปพลิเคชัน 2. บุคลากรทางการแพทย์เข้าสู่ส่วนของการดูผลลัพธ์การทดสอบ 3. บุคลากรทางการแพทย์ทำการเลือกดูผลลัพธ์ของแบบทดสอบได้แบบทดสอบหนึ่ง 4. บุคลากรทางการแพทย์ทำการกดปุ่มแก้ไขข้างหลังรูปภาพการทำแบบทดสอบ 5. บุคลากรทางการแพทย์ทำการเลือกผลลัพธ์ใหม่สำหรับภาระนั้น จากนั้นกดยืนยัน 6. ระบบนำผลลัพธ์ไปแก้ไขภายในฐานข้อมูล จากนั้นทำการแสดงรายละเอียดของแบบทดสอบนั้นใหม่
Exception	-
Post-condition	-

- สมัครสมาชิก Sequence Diagram นี้อธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบการสมัครสมาชิก โดยจะมีอยู่สองรูปแบบด้วยกัน คือ นักเรียน และบุคลากรทางการแพทย์ โดยข้อมูลที่ต้องกรอกจะเป็นข้อมูลพื้นฐานได้แก่ ไอดี รหัสผ่านชื่อ นามสกุล แต่ในส่วนของ นักเรียน จะมีการกรอกข้อมูลรหัสประจำตัว วันเกิด และระดับชั้นการศึกษาเพิ่มขึ้นมา



รูปที่ 3.17: ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบนักเรียน



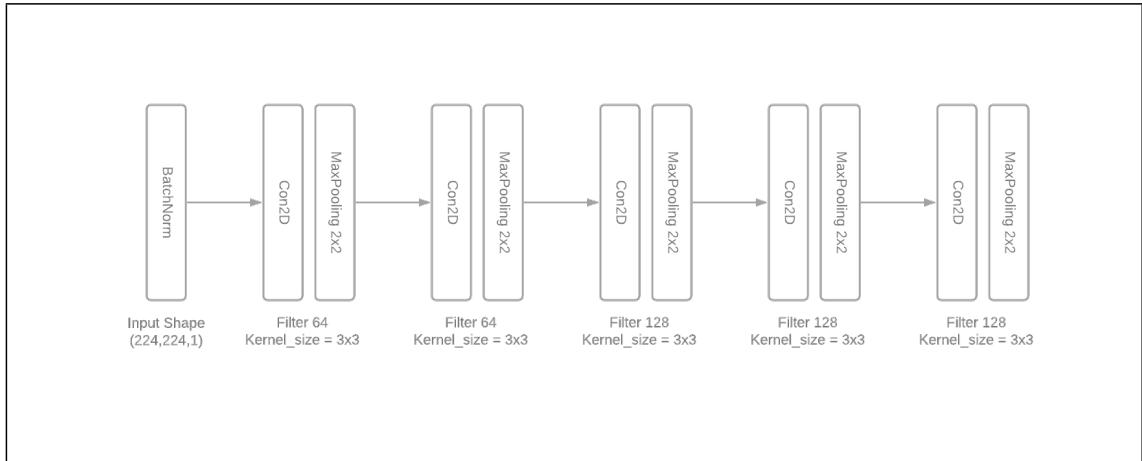
รูปที่ 3.18: ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบบุคคลากรทางการแพทย์

ตารางที่ 3.15 Use case narrative ของการสมัครสมาชิก

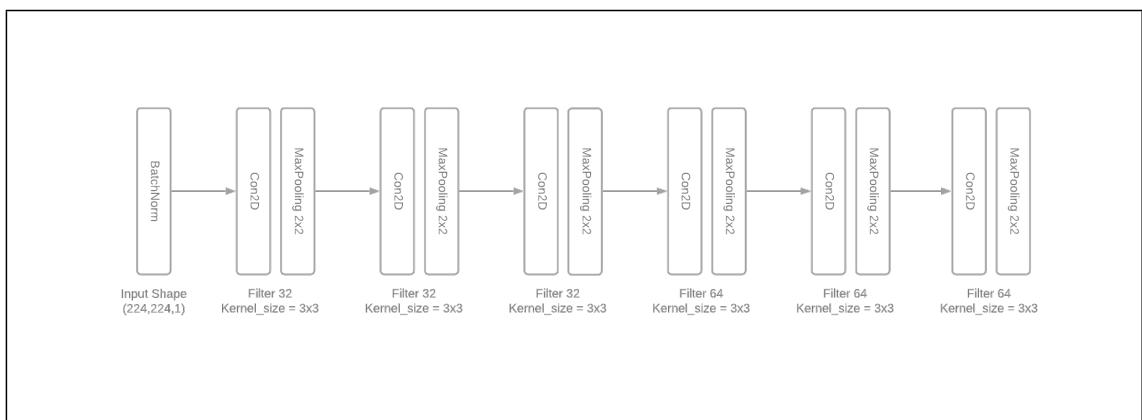
Use Case Name	สมัครสมาชิก
Goal in Context	เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์ และผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบสามารถสมัครรหัสสมาชิกของตนเองได้
Primary Actor	บุคลากรทางการแพทย์, ผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบ
Secondary Actor	-
Precondition	บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบเข้าสู่แอปพลิเคชัน
Trigger	บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบกดสมัครสมาชิกภายในหน้าเข้าสู่ระบบ
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบเข้าสู่ระบบสมัครสมาชิก 2. บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบเลือกประเภทการสมัครสมาชิกของตน 3. บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบทำรายการกรอกข้อมูลจากนั้นกดสมัครสมาชิก 4. ระบบนำข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูล
Exception	-
Post-condition	-

3.6 Model architecture

- Convolutional Layer



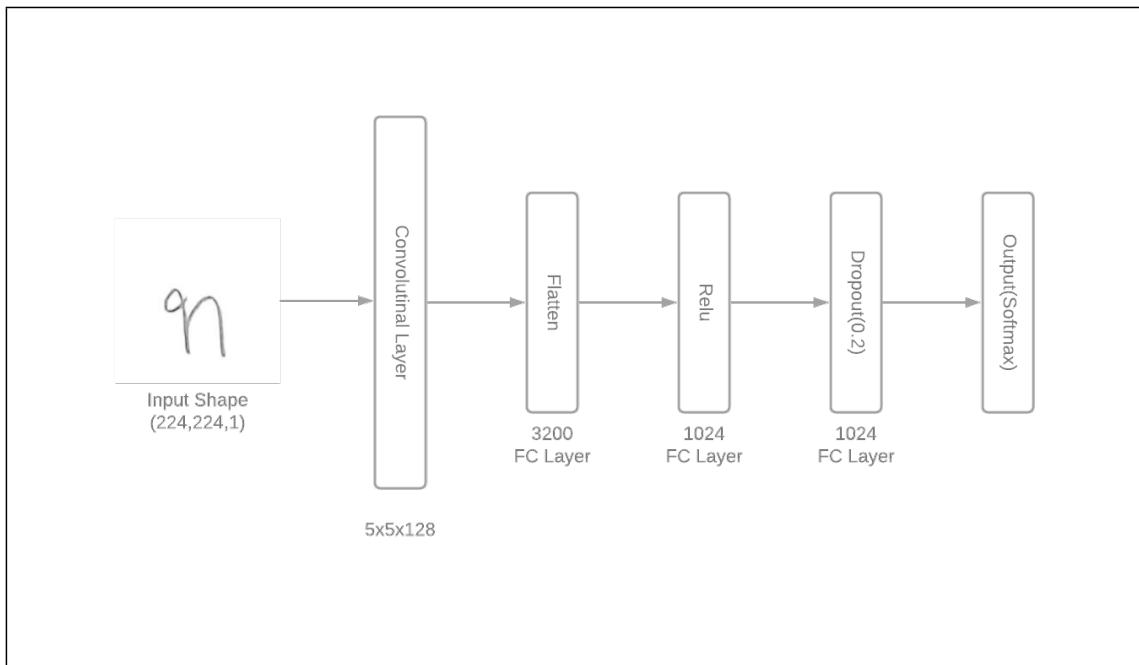
รูปที่ 3.19: Convolutional Layer สำหรับไม้เดลตัวอักษร



รูปที่ 3.20: Convolutional Layer สำหรับไม้เดลตัวอักษร

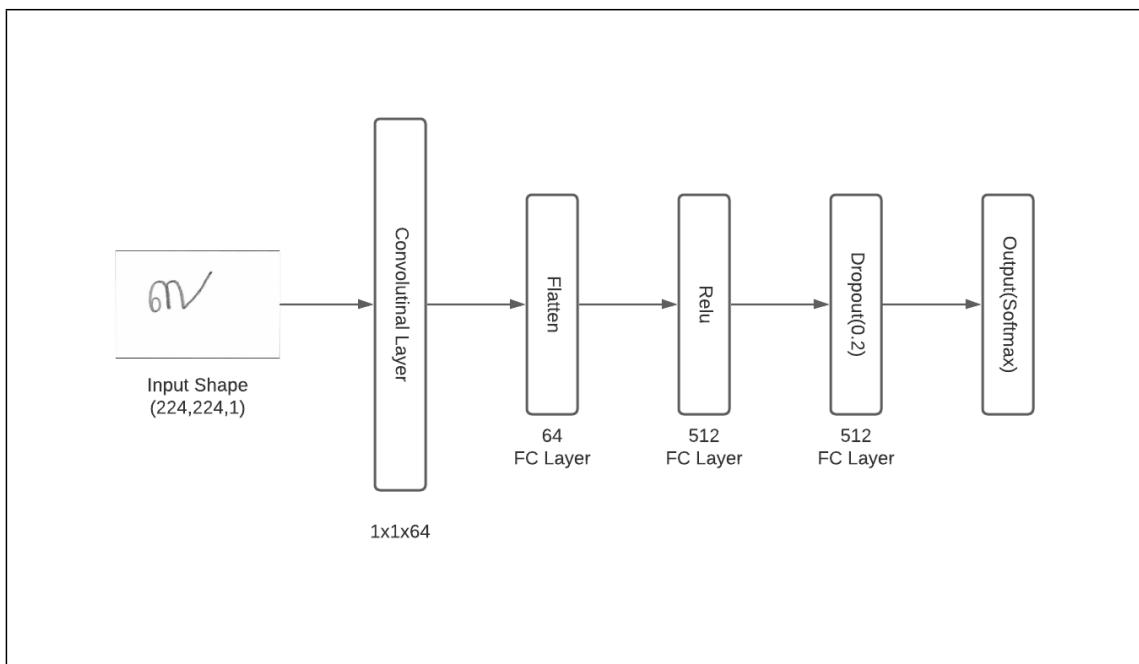
- BatchNorm ที่อยู่ใน Input Layer ทำให้มันสามารถปรับ Shift หรือ Scale ระหว่างเทрон ของ Activation ที่อยู่ภายใน Hidden layer มีขนาดเหมาะสม สมไม่เล็กไม่ใหญ่เกินไป โดยอ้างอิงจากค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วยทำให้แต่ละ Layer สามารถเรียนรู้ของตัวเองเป็นอิสระมากขึ้น
- Con2D หรือ Convolutional layer รวมกับ MaxPooling ที่เป็น Pooling layer เป็นการทำ Feature Extraction ออกจากรูปภาพเพื่อให้สามารถหาลักษณะเฉพาะของวัตถุได้ และสามารถจำแนกได้

- Model สำหรับตัวอักษร



รูปที่ 3.21: โมเดลสำหรับตัวอักษร

- Model สำหรับสระ

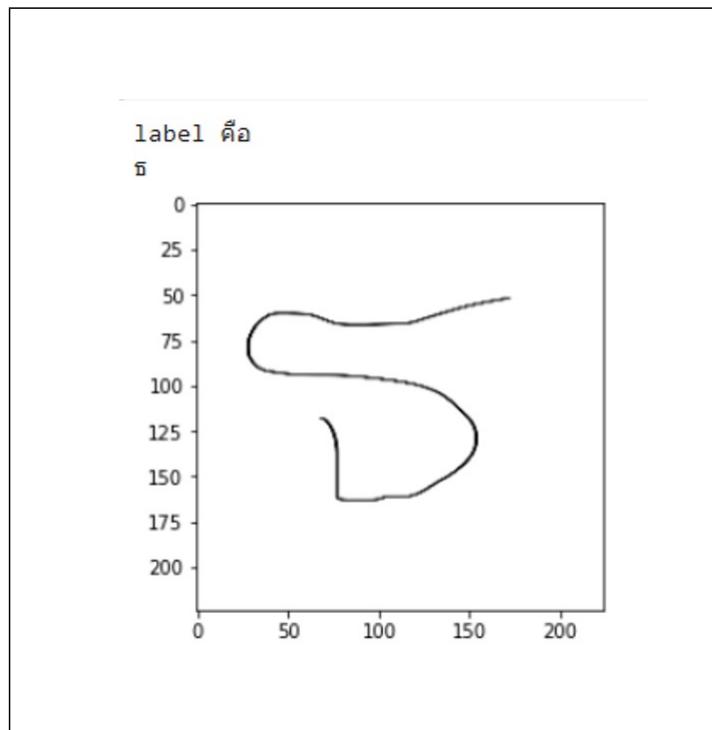


รูปที่ 3.22: โมเดลสำหรับตัวอักษร

3.7 Convolutional Neural Network

3.7.1 Input image

ในส่วนของภาพขาเข้าของตัวโมเดลจะเป็นภาพที่ขนาด $224 * 224$ pixel ในระบบสี grayscale



รูปที่ 3.23: โมเดลสำหรับตัวอักษร

3.7.2 Model output classes

3.7.2.1 ตัวอักษร

ในส่วนของโมเดลตัวอักษรจะแบ่งเป็น 9 โมเดล

1. โมเดลที่ 1 โดยมี output class เป็น (ก ง ฒ และ ຍ)
2. โมเดลที่ 2 โดยมี output class เป็น (ຂ ງ ກ ລ ຊ และ พ)
3. โมเดลที่ 3 โดยมี output class เป็น (ຂ ຈ ມ ຟ ສ ທ และ ອ)
4. โมเดลที่ 4 โดยมี output class เป็น (ອ ດ ນ ພ ມ และ ວ)
5. โมเดลที่ 5 โดยมี output class เป็น (່ ຊ ຜ ແລະ ພ)
6. โมเดลที่ 6 โดยมี output class เป็น (ຄ ດ ຕ ແລະ ຖ)
7. โมเดลที่ 7 โดยมี output class เป็น (ງ ປ ແລະ ສູ)
8. โมเดลที่ 8 โดยมี output class เป็น (ໝ ທ ນ ທ ແລະ ສ)
9. โมเดลที่ 9 โดยมี output class เป็น (ຮ ບ ປ ແລະ ຮ)

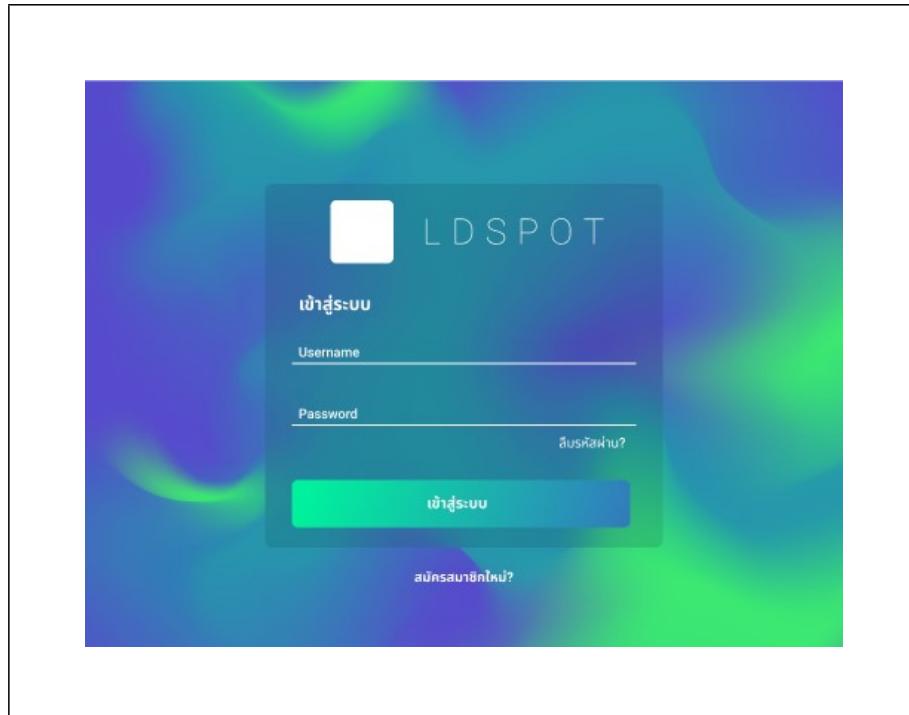
3.7.2.2 สระ

ในส่วนของโมเดลสระจะแบ่งเป็น 5 โมเดล

1. โมเดลที่ 1 โดยมี output class เป็น (ຕີ-ຕີ ແລະ ຊີ)
2. โมเดลที่ 2 โดยมี output class เป็น (ຫີ-ຫີ-ຫີ-ຫີ- ແລະ ຫີ)
3. โมเดลที่ 3 โดยมี output class เป็น (-ໝ ແ- ໂ- ໄ- ແລະ ໃ-)
4. โมเดลที่ 4 โดยมี output class เป็น (-ໝ ຊ- ແລະ ຊ-)
5. โมเดลที่ 5 โดยมี output class เป็น (ຖ ຖ ກ ແລະ ຖກ)

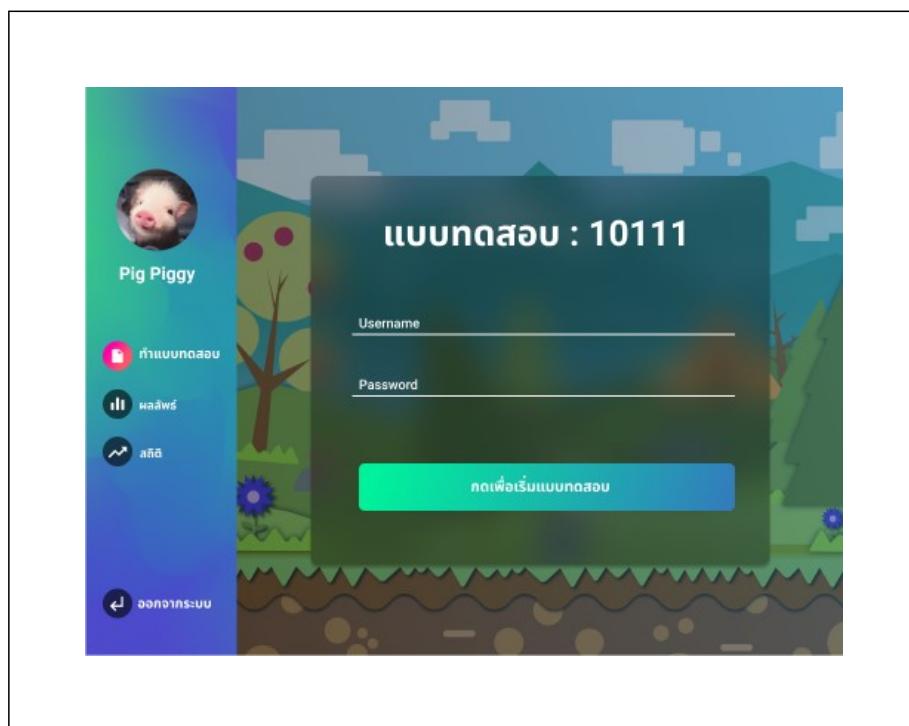
3.8 User Interface Design

- หน้าต่างเข้าสู่ระบบ



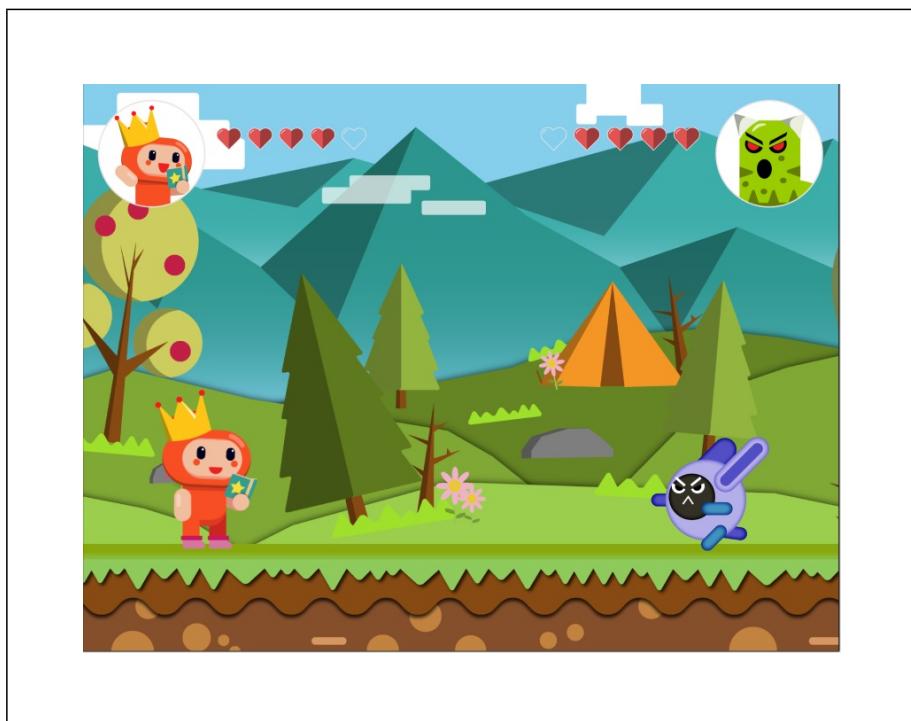
รูปที่ 3.24: ภาพการออกแบบหน้าเข้าสู่ระบบ

- หน้ากรอกข้อมูลสำหรับเริ่มทำแบบทดสอบ



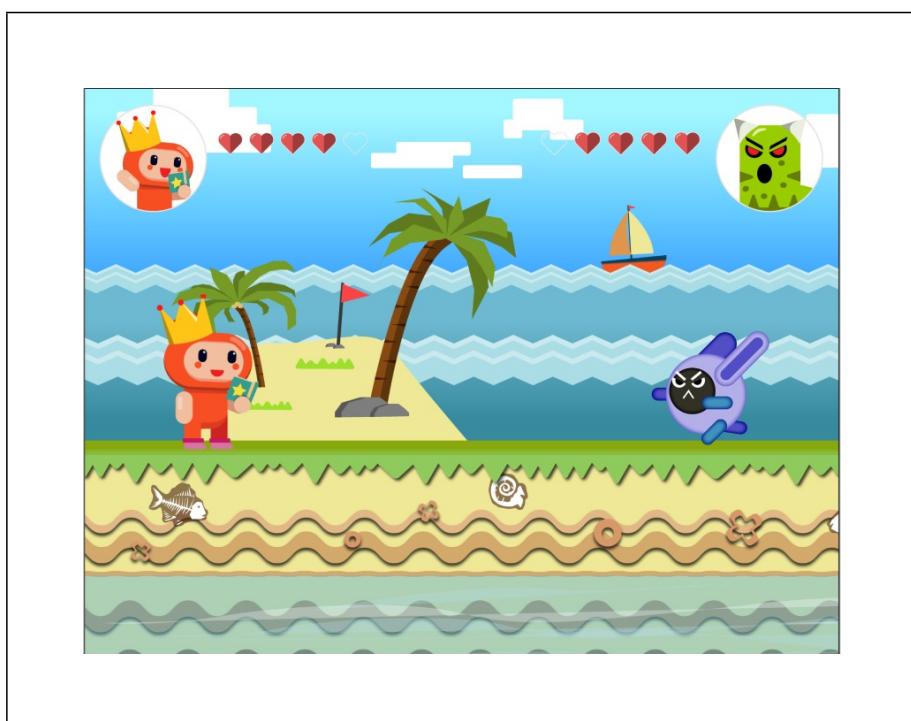
รูปที่ 3.25: ภาพการออกแบบหน้ากรอกข้อมูลสำหรับเริ่มทำแบบทดสอบ

- หน้าแรกของเกมในการทำแบบทดสอบ



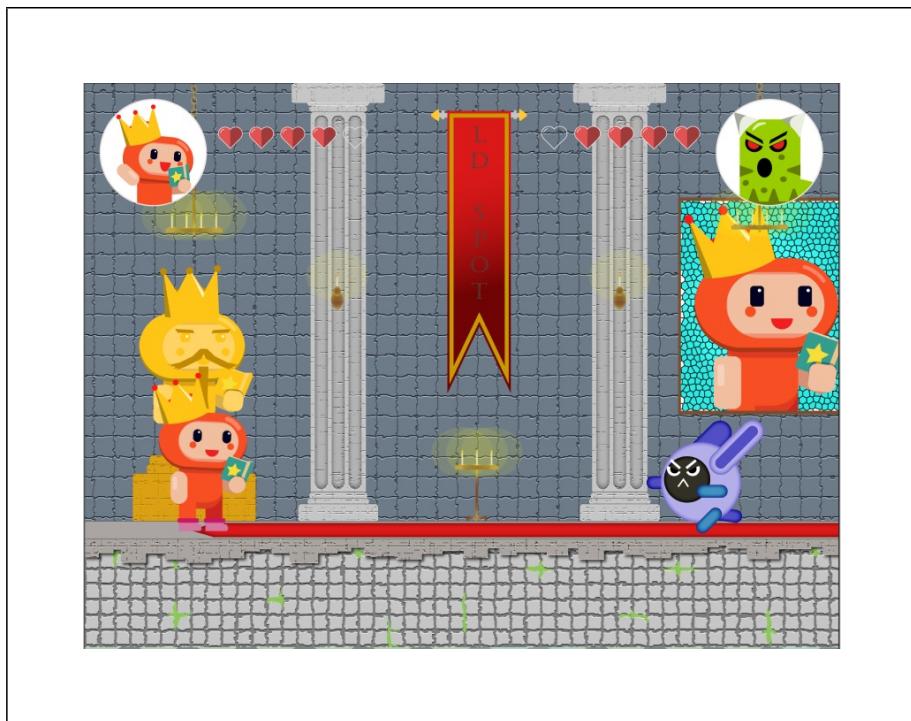
รูปที่ 3.26: ภาพการออกแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านแรก

- หน้าสองของเกมในการทำแบบทดสอบ



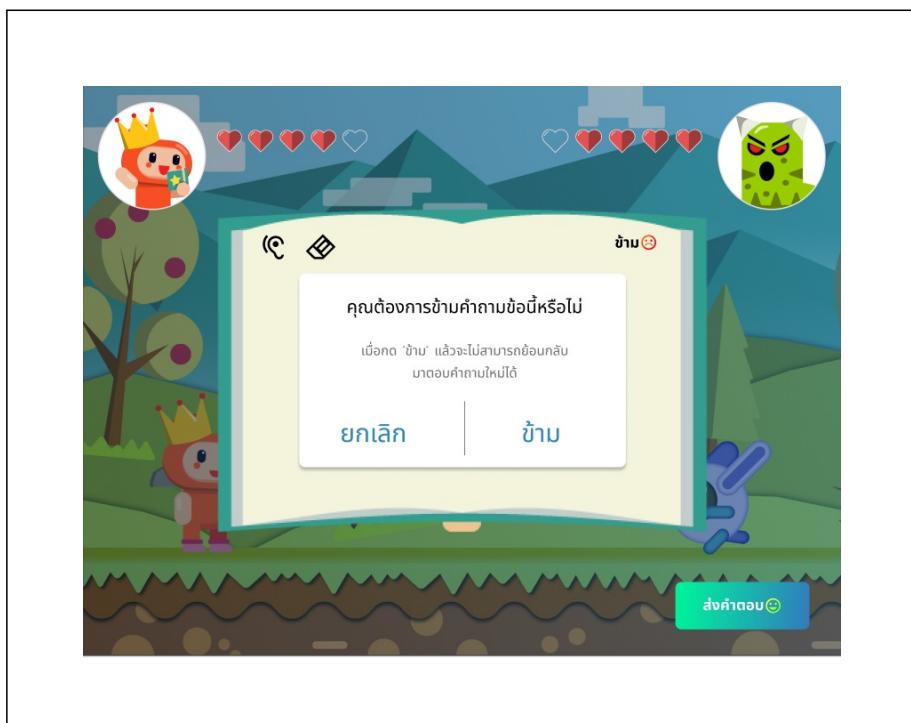
รูปที่ 3.27: ภาพการออกแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสอง

- หน้าสุดท้ายของเกมในการทำแบบทดสอบ



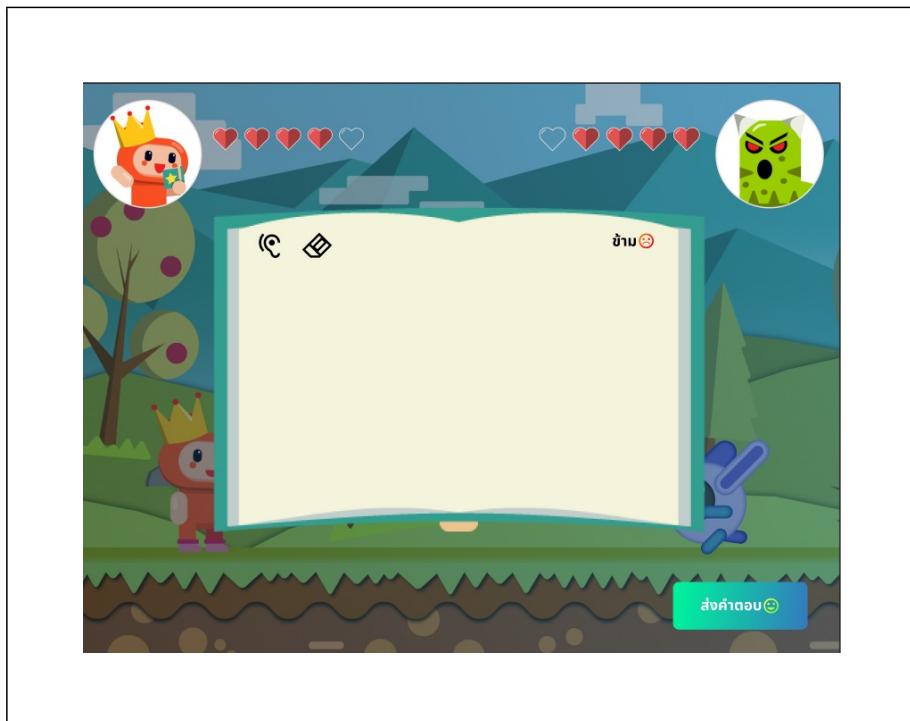
รูปที่ 3.28: ภาพการออกแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสาม

- หน้าปุ่มกดข้ามตัวอักษร สรระ หรือคำสะกด

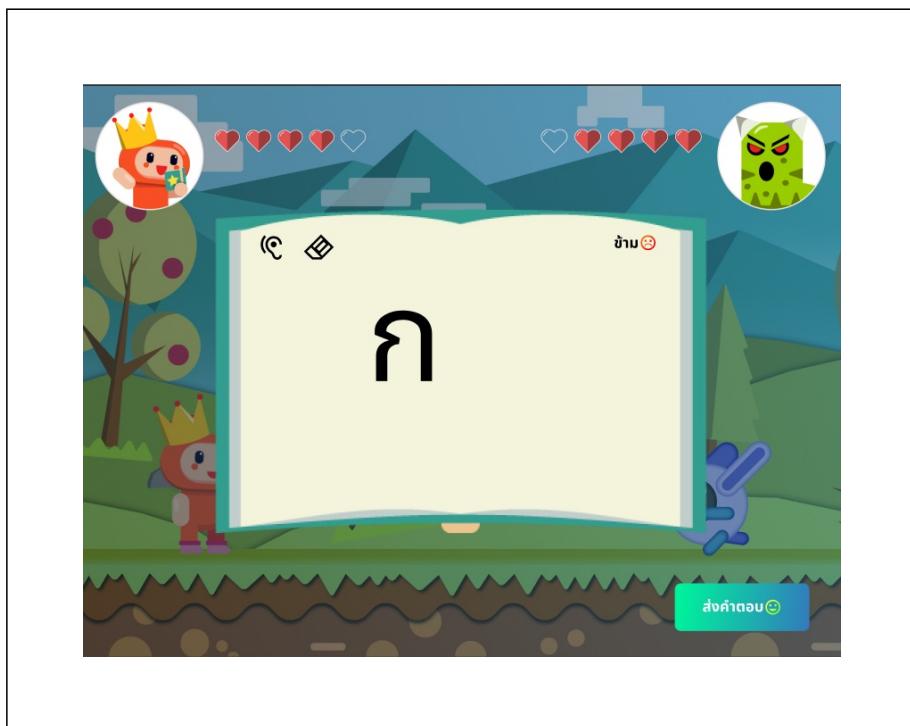


รูปที่ 3.29: ภาพการออกแบบหน้ากรุดข้ามการเขียนตัวอักษร สรระ และคำสะกด

- หน้าต่างสำหรับเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด



รูปที่ 3.30: ภาพการออกแบบหน้าเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด



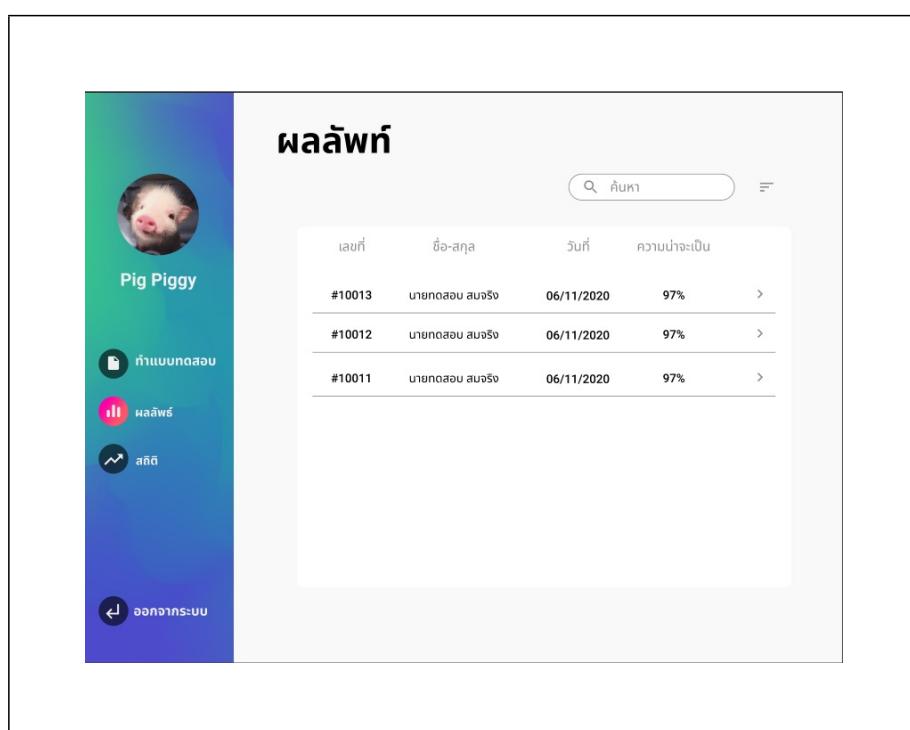
รูปที่ 3.31: ภาพการออกแบบหน้าเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด

- หน้าเกมสำหรับจบแบบทดสอบ



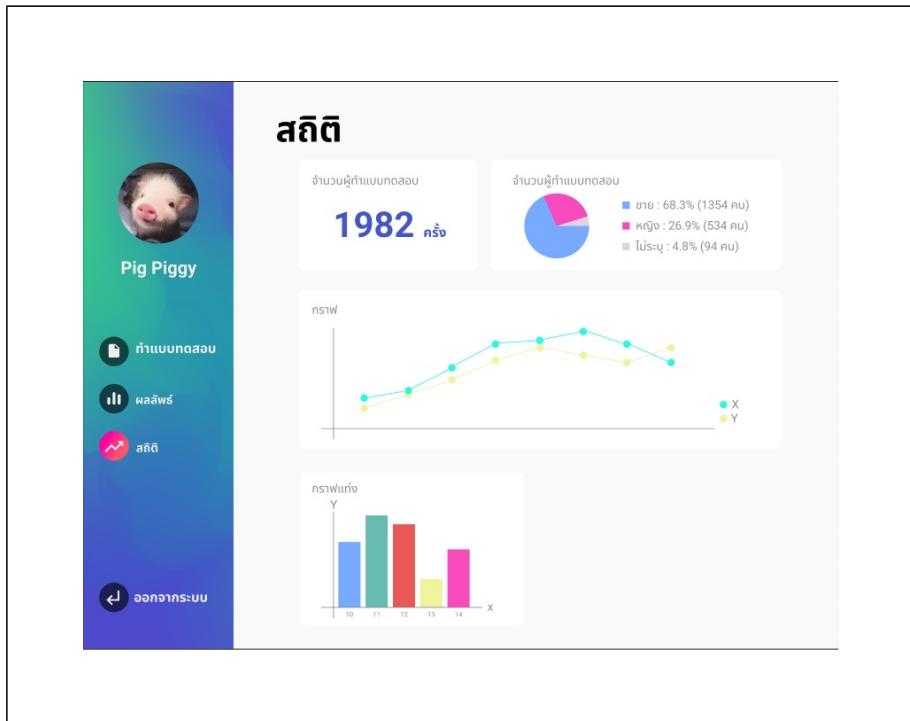
รูปที่ 3.32: ภาพการออกแบบหน้าจบการทดสอบ

- หน้าดูผลลัพธ์การทดสอบ



รูปที่ 3.33: ภาพออกแบบหน้าดูผลลัพธ์การทดสอบ

- หน้าดูข้อมูลสถิติภายในแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.34: ภาพการออกแบบหน้าดูสถิติภายในแอปพลิเคชัน

3.9 การเก็บข้อมูลภาระลายมือเด็ก

การเก็บรวมรวมข้อมูลของภาคพายมีเด็ก คณผู้จัดทำได้ทำการรวมรวมรูปภาพการทำแบบทดสอบโดยเขียนพับยุชนั้นๆ และคำสำคัญ จากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่หนึ่งถึงประถมศึกษาปีที่สาม โดยคาดว่าจะมีเด็กเข้าร่วมทำแบบทดสอบจำนวน 477 คน ซึ่งภาคพายมีเด็กที่เขียนถูกต้องจะถูกนำมาใช้ในการเรียนรู้ของตัวโน้มเดล โดยตัวอย่างแบบทดสอบมีดังนี้

รูปที่ 3.35: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือตัวอักษรเด็ก

ชื่อ-สกุล _____	ห้องที่ _____	
แบบทดสอบการเรียนระดับชั้น _____		

รูปที่ 3.36: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือสาระเด็ก

ชื่อ _____	ห้องที่ _____	
2. จงเขียนความค่านอก		
ผู้ทดสอบจะต้องพึงสะกดคำตามความค่านอก จำนวน 10 คำ		
1.....	2.....	3.....
4.....	5.....	6.....
7.....	8.....	9.....
10.....		

รูปที่ 3.37: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือคำสะกดเด็ก

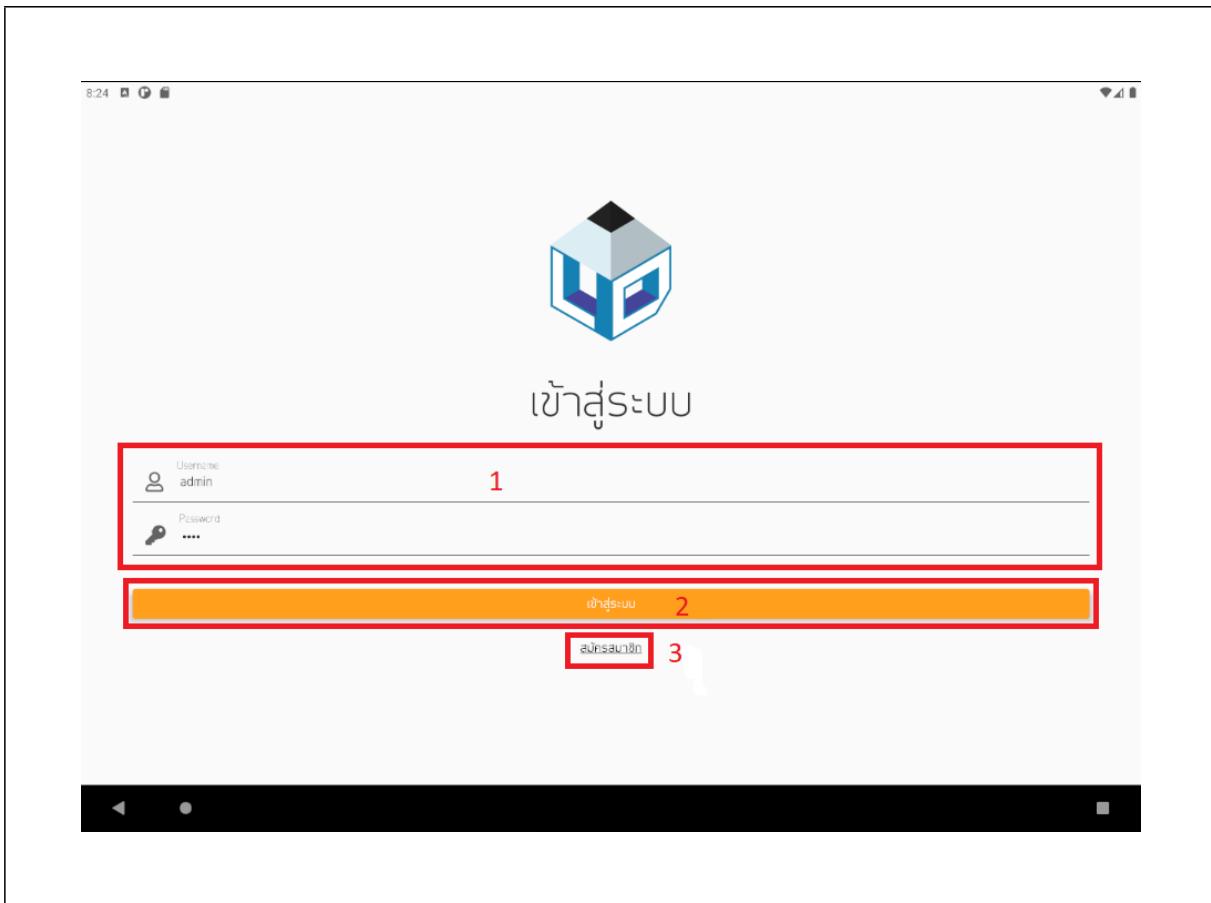
3.10 แผนการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

คณบัญชีจัดทำจะนำตัวแอปพลิเคชันไปวัดผลที่ หน่วยตรวจสอบคุณิตเวชเด็ก และวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ซึ่งบุคลากรจะนำตัวแอปพลิเคชันไปทดสอบกับเด็ก เพื่อสังเกตผลลัพธ์ว่า แอปพลิเคชันกับบุคลากรนั้น สามารถจำแนกประเภทอาการของเด็กออกมาได้ตรงกันหรือไม่

บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล

4.1 Application Interface

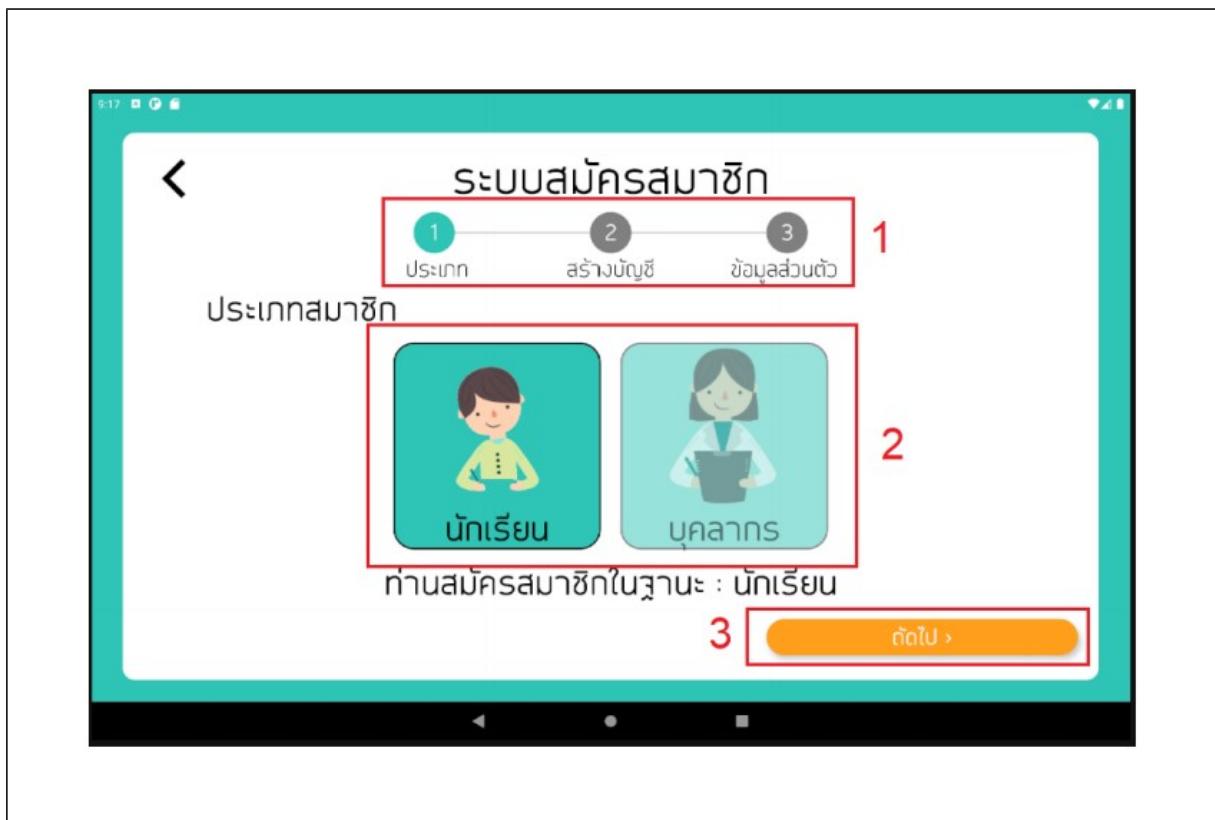
- หน้าต่างเข้าสู่ระบบ หากใส่ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านถูกต้องที่อ้างอิงจากฐานข้อมูลเท่านั้น จึงสามารถเข้าใช้งานได้



รูปที่ 4.1: วิธีการใช้งานหน้าเข้าสู่ระบบ

- ส่วนในการกรอกชื่อผู้ใช้ (username) และรหัสผ่าน (password)
- ปุ่มสำหรับการเข้าสู่ระบบ
- ปุ่มสำหรับการสมัครสมาชิก โดยแตะเพื่อเปลี่ยนไปยังส่วนสมัครสมาชิก

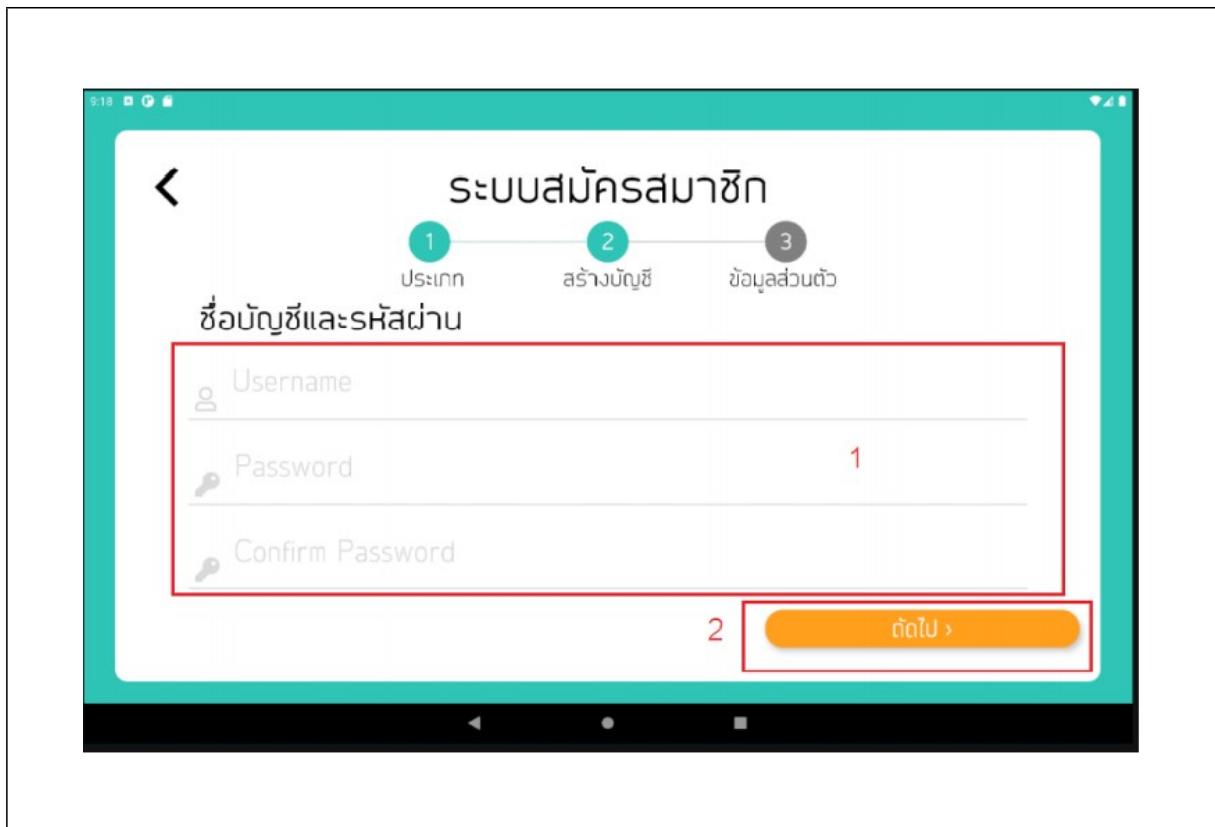
- หน้าสมัครสมาชิก(ประเภท)



รูปที่ 4.2: หน้าเลือกรูปแบบการสมัครสมาชิกของ แอ็ลติสปอร์ต

- ส่วนที่บอกว่าอยู่ขึ้นได้ในการสมัครสมาชิก
- ส่วนที่เลือกประเภทของการสมัครสมาชิก
- ปุ่มกดไป เพื่อลิงค์ไปยังขั้นตอนถัดไป

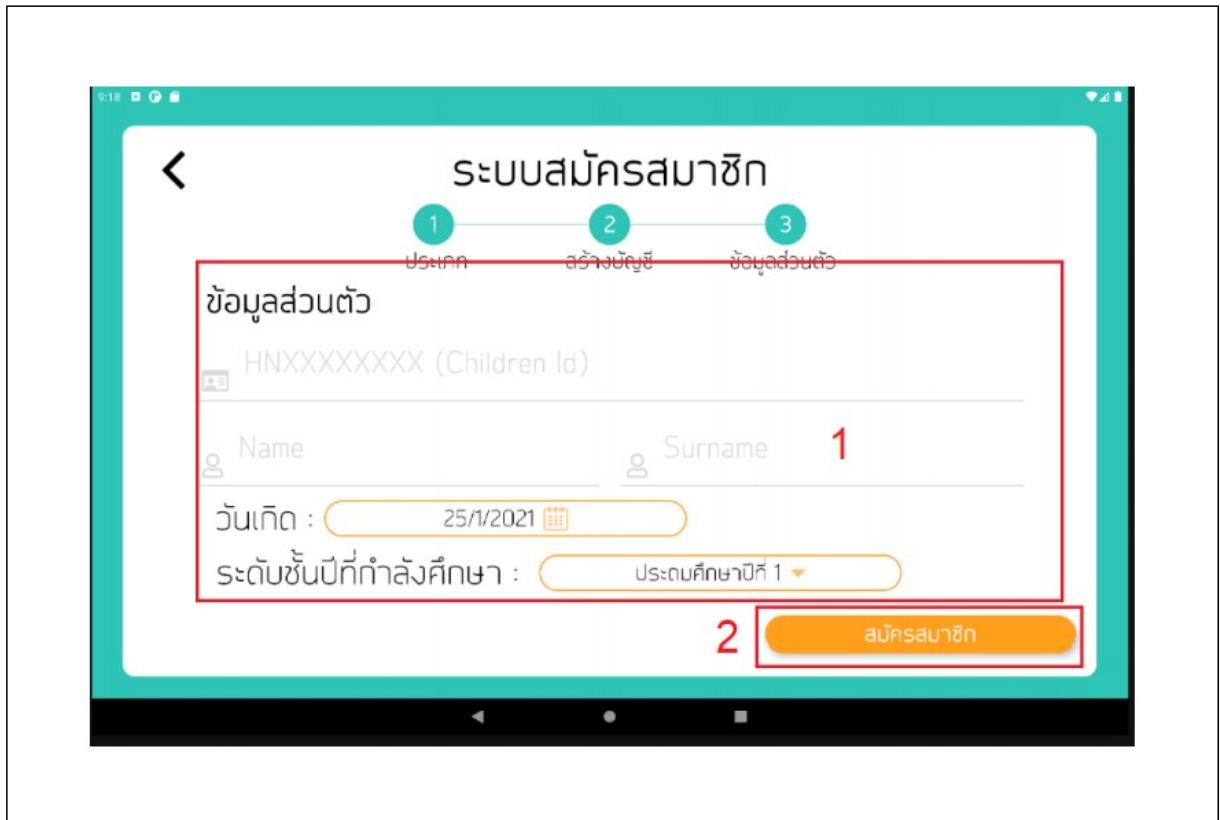
- หน้าสมัครสมาชิก(สร้างบัญชี)



รูปที่ 4.3: หน้าสมัครสมาชิกของ แอลตีสปอต

- ส่วนที่กรอก ชื่อ รหัสผ่าน และยืนยันรหัสผ่าน
- ปุ่มกดไป เพื่อลิงค์ไปยังขั้นตอนถัดไป

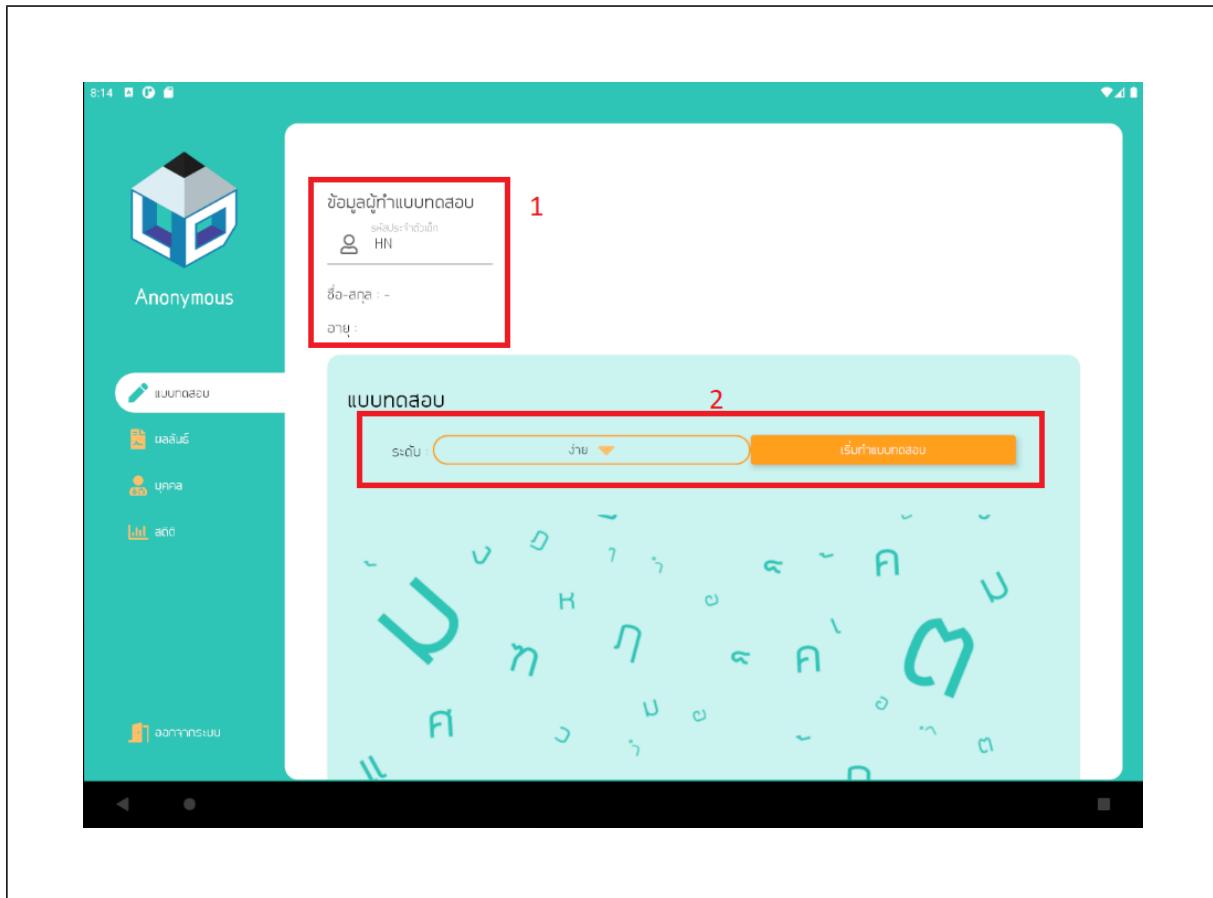
- หน้าสมัครสมาชิก(ข้อมูลส่วนตัว) หากกรอกทุกอย่างถูกต้องสมบูรณ์ ถึงสามารถสมัครสมาชิกได้



รูปที่ 4.4: หน้าสมัครสมาชิกของ แอ็ลตีสปอร์ต

- ส่วนที่กรอกข้อมูลส่วนตัว ไอเดียของนักเรียน (หากเลือกสมัครประเภทนักเรียนสามารถมองเห็นช่องนี้ได้) ชื่อ นามสกุล วัน เกิด และระดับชั้นปีที่กำลังศึกษา
- ปุ่มสมัครสมาชิก

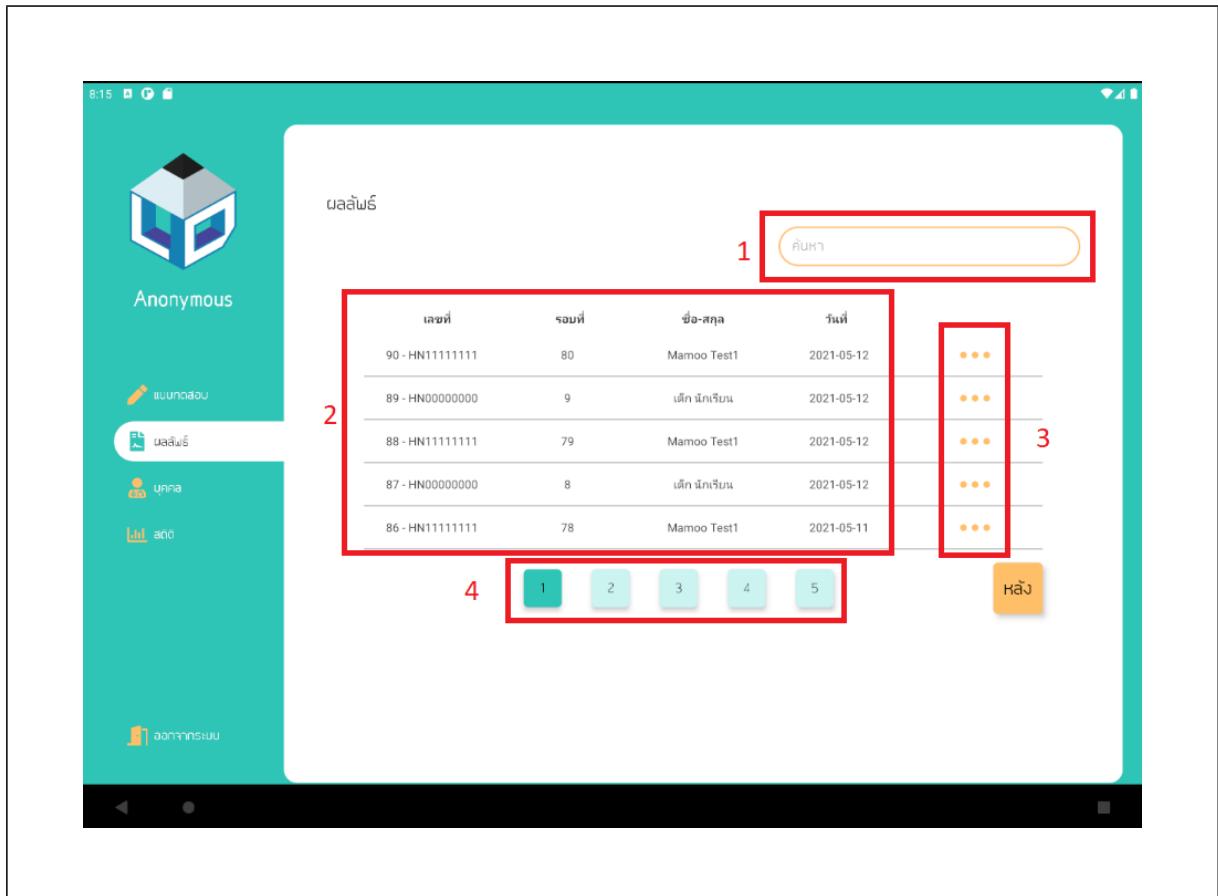
- หน้าหลัก (แบบทดสอบ)



รูปที่ 4.5: หน้าหลัก (แบบทดสอบ) และตัวอย่าง

- ส่วนที่แสดงข้อมูลของผู้ใช้ (หากเป็นรหัสนักเรียน ข้อมูลถูกแสดงไว้ตามข้อมูลที่สมัคร)
- ปุ่มเลือกระดับแบบทดสอบ และปุ่มเริ่มทำแบบทดสอบ (ระดับแบบทดสอบมีไว้เพื่อ การทดสอบที่มีความยากง่ายต่างกัน)

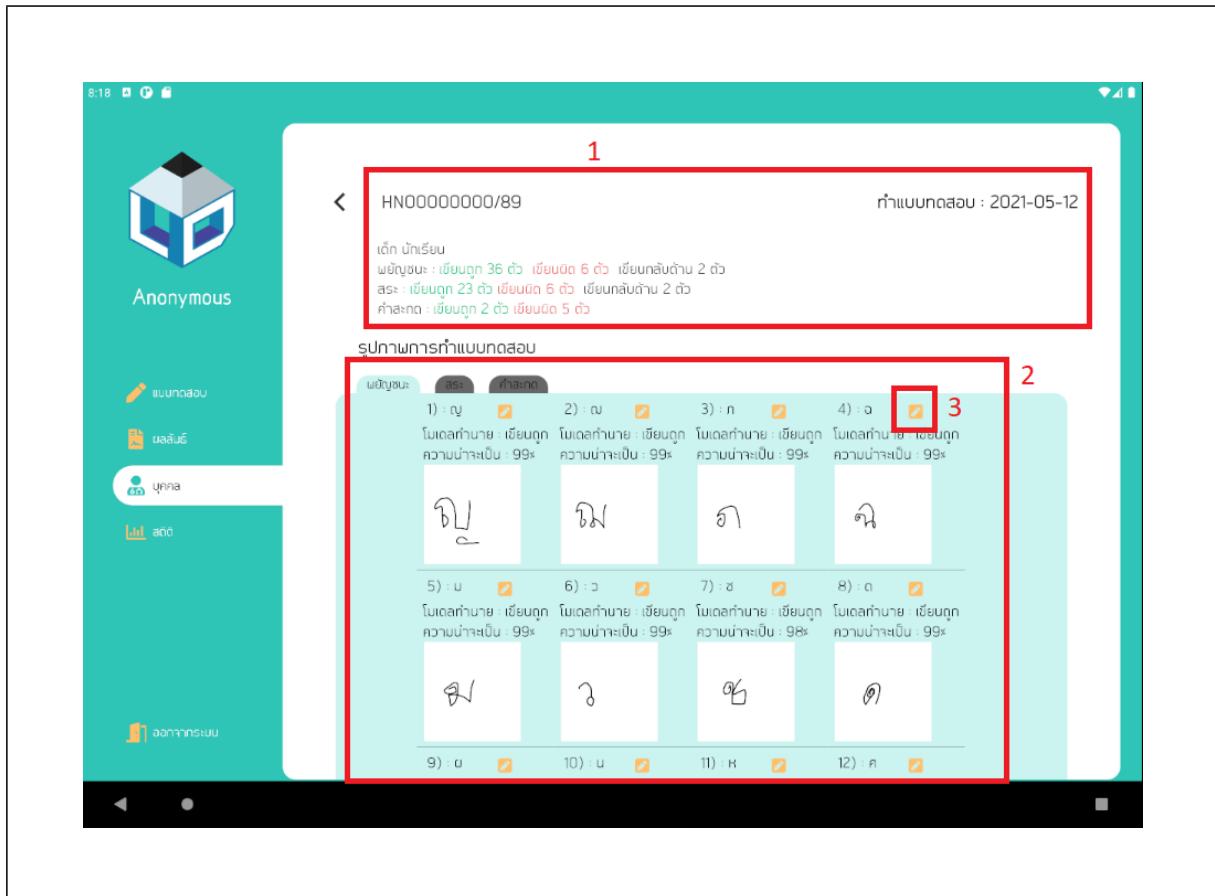
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์)



รูปที่ 4.6: หน้าหลัก (ผลลัพธ์) และตัวอย่าง

- ปุ่มค้นหา
- ส่วนที่แสดงข้อมูลของผู้ที่ทำแบบทดสอบ (เลขประจำตัว ชื่อ วันที่ทำ ความน่าจะเป็น)
- ส่วนที่กดเข้าไปดูข้อมูลเพิ่มเติมของการทำทดสอบนั้น
- เลือกหน้าผลการทดสอบอื่นๆ

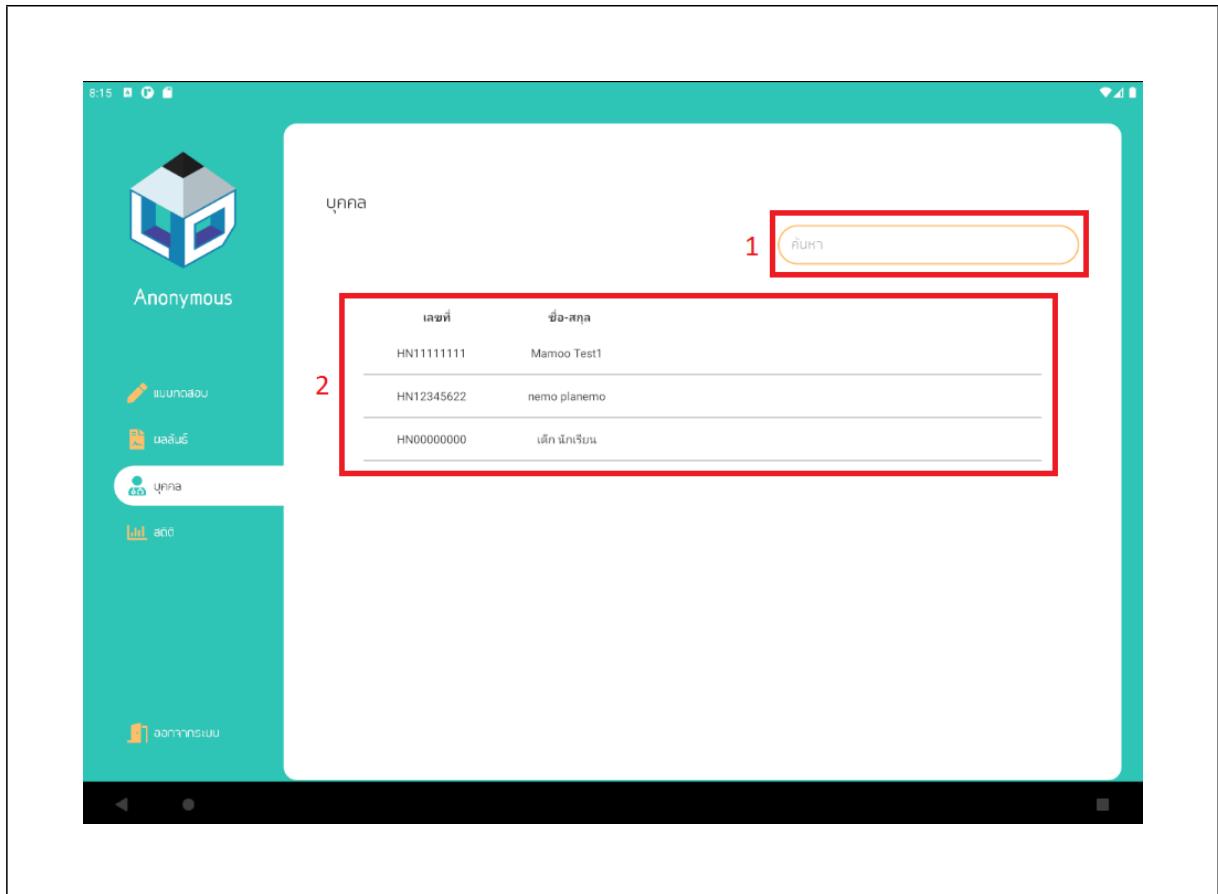
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายละเอียด)



รูปที่ 4.7: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายละเอียด) และตีสปอต

- ส่วนที่แสดงผลว่าเขียนถูกหรือผิดของแต่ละประเภท
- ส่วนที่ดูว่ารูปภาพของแต่ละอักษรที่เขียน และความน่าจะเป็นที่ความถูกต้องของตัวอักษรนั้นๆ
- ส่วนที่สามารถแก้ไขได้ว่าตัวอักษรนั้นทำนายถูกหรือผิด

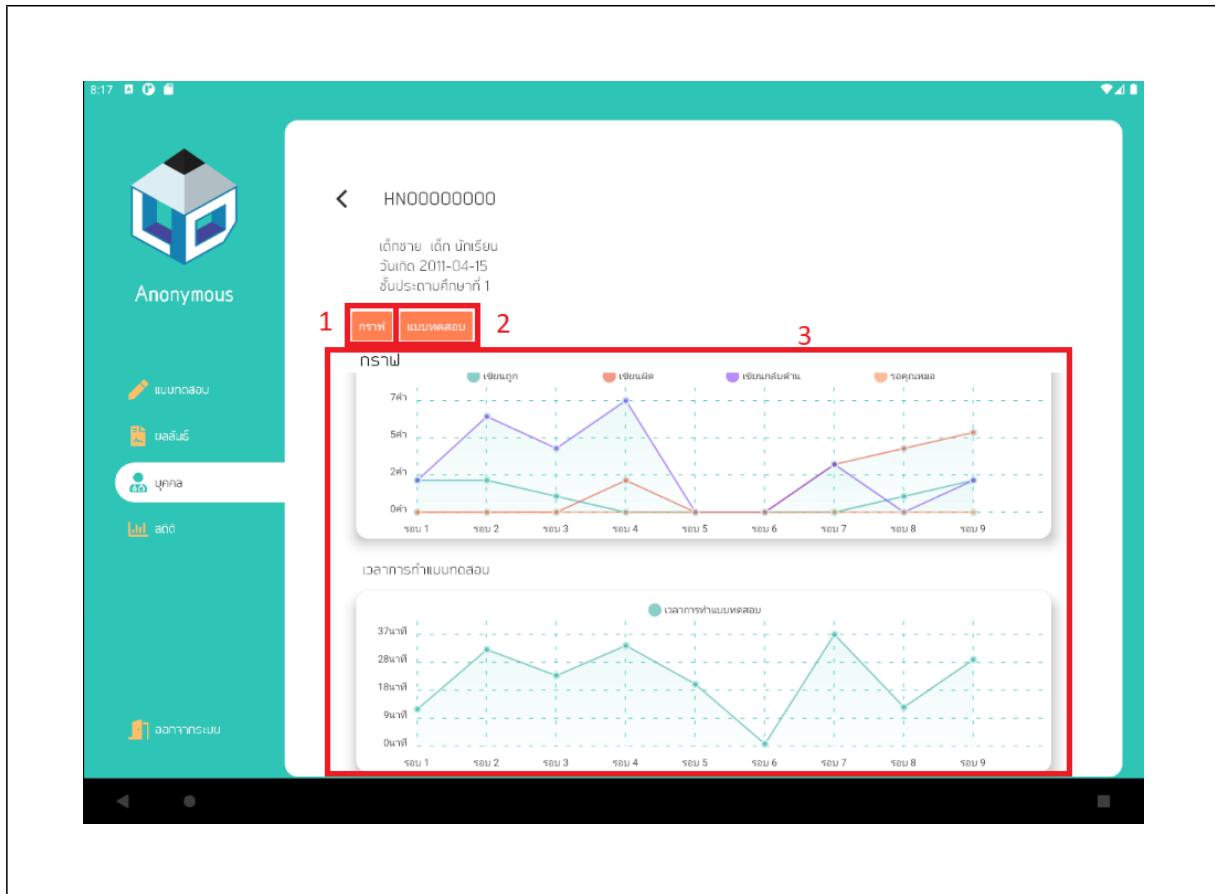
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคล)



รูปที่ 4.8: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคล) และตัวอย่าง

- ช่องสำหรับการค้นหาโดยอ้างอิงจากชื่อหรือเลขที่ประจำตัว (HN)
- ส่วนสำหรับการแสดงข้อมูลของเด็กทำแบบทดสอบ โดยแสดงเลขที่ประจำตัว และชื่อ สกุล หน้าบุคคล (กราฟ)

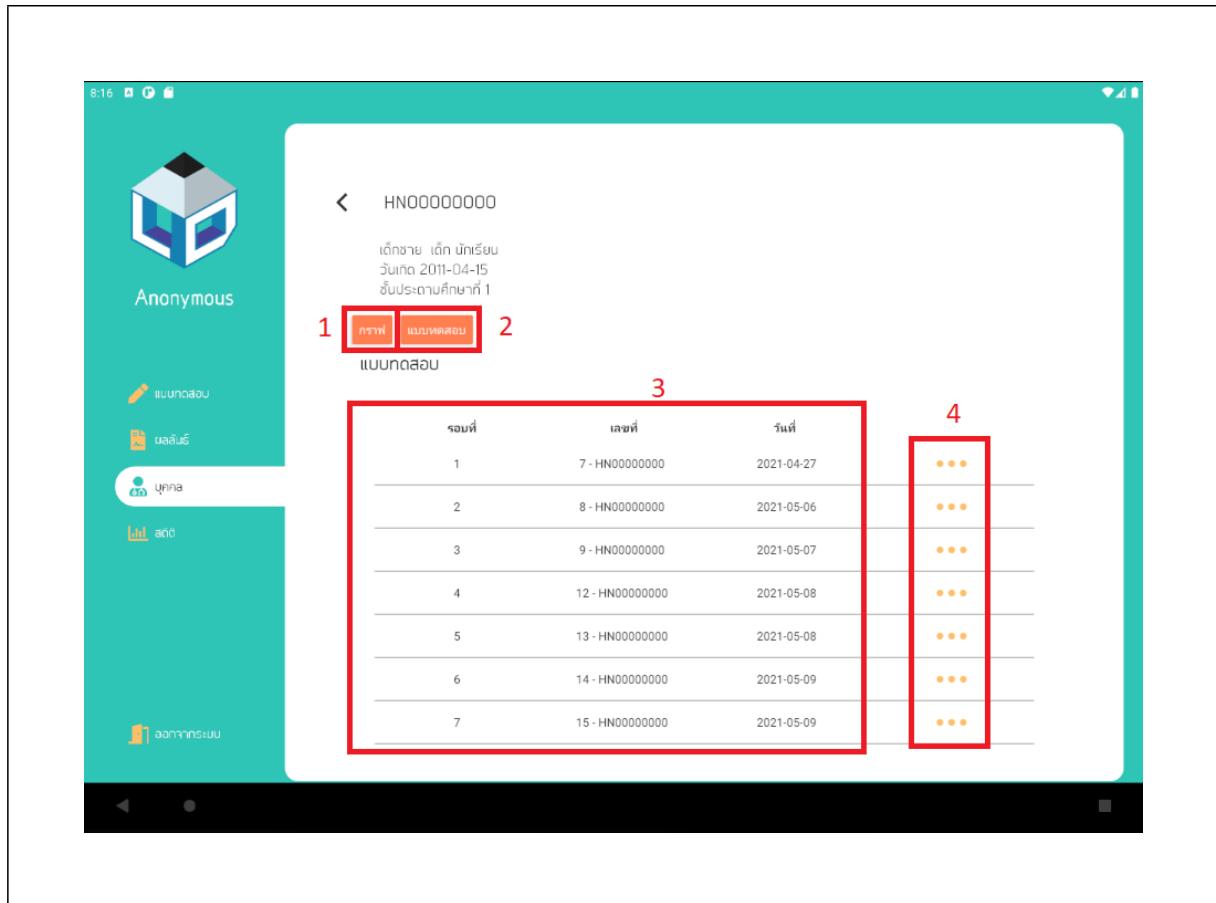
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลสถิติ)



รูปที่ 4.9: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลสถิติ) และดีสปอร์ต

- ปุ่มสำหรับดูรายละเอียดของกราฟของผู้ใช้
- ปุ่มสำหรับดูรายละเอียดของแบบทดสอบของผู้ใช้
- ส่วนกราฟแสดงรายละเอียดจำนวนคำคือ จำนวนที่เขียนถูก เขียนผิด เขียนกลับด้าน และรวมแพทท์ตัดสินใจที่พับในแต่ละรอบของการทำแบบทดสอบ

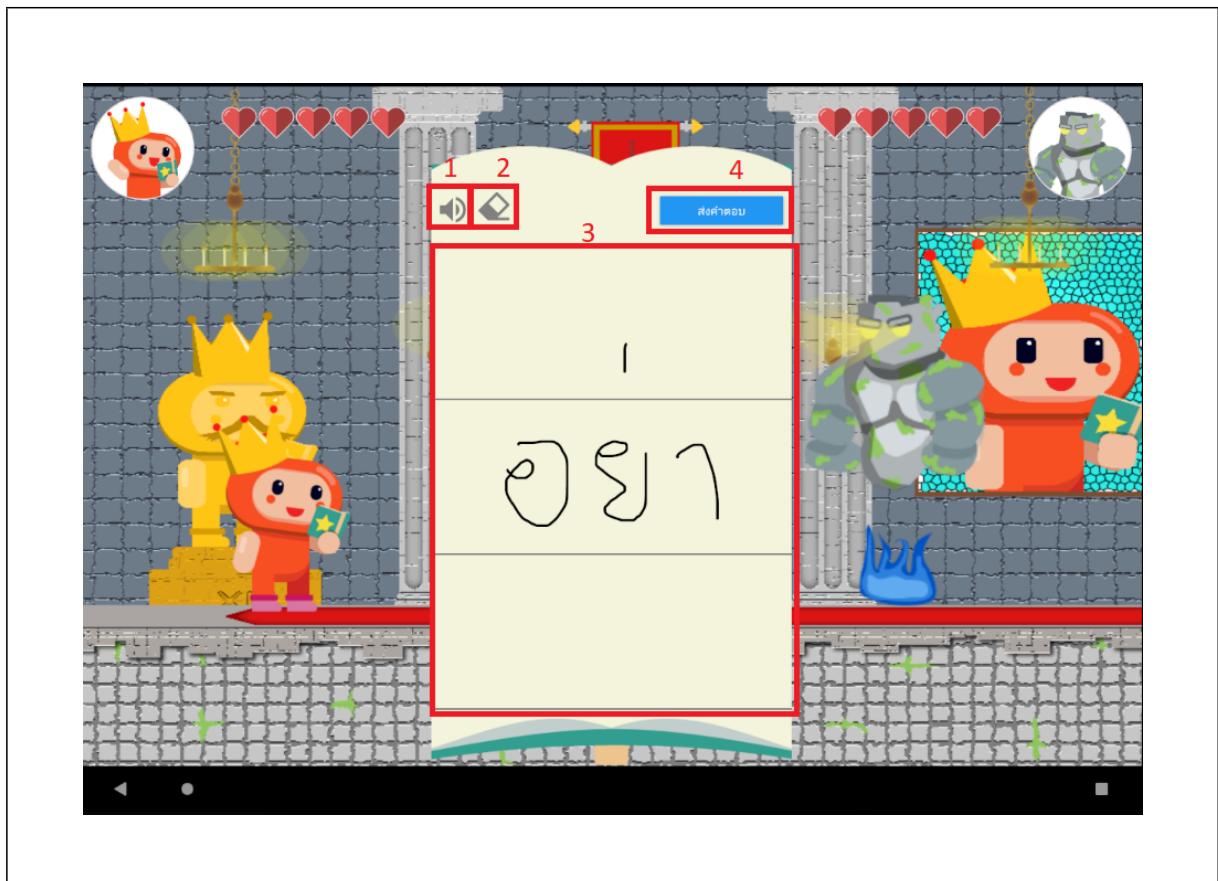
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลแบบทดสอบ)



รูปที่ 4.10: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลแบบทดสอบ) และตีสปอต

- ปุ่มสำหรับดูรายละเอียดของกราฟของผู้ใช้
- ปุ่มสำหรับดูรายละเอียดของแบบทดสอบของผู้ใช้
- ส่วนแสดงรายละเอียดของการทดสอบที่แสดงรอบที่ทำ เลขที่ รวมถึงวันที่
- ปุ่มสำหรับการเข้าไปดูสรุปของรายละเอียดของการทำแบบทดสอบ

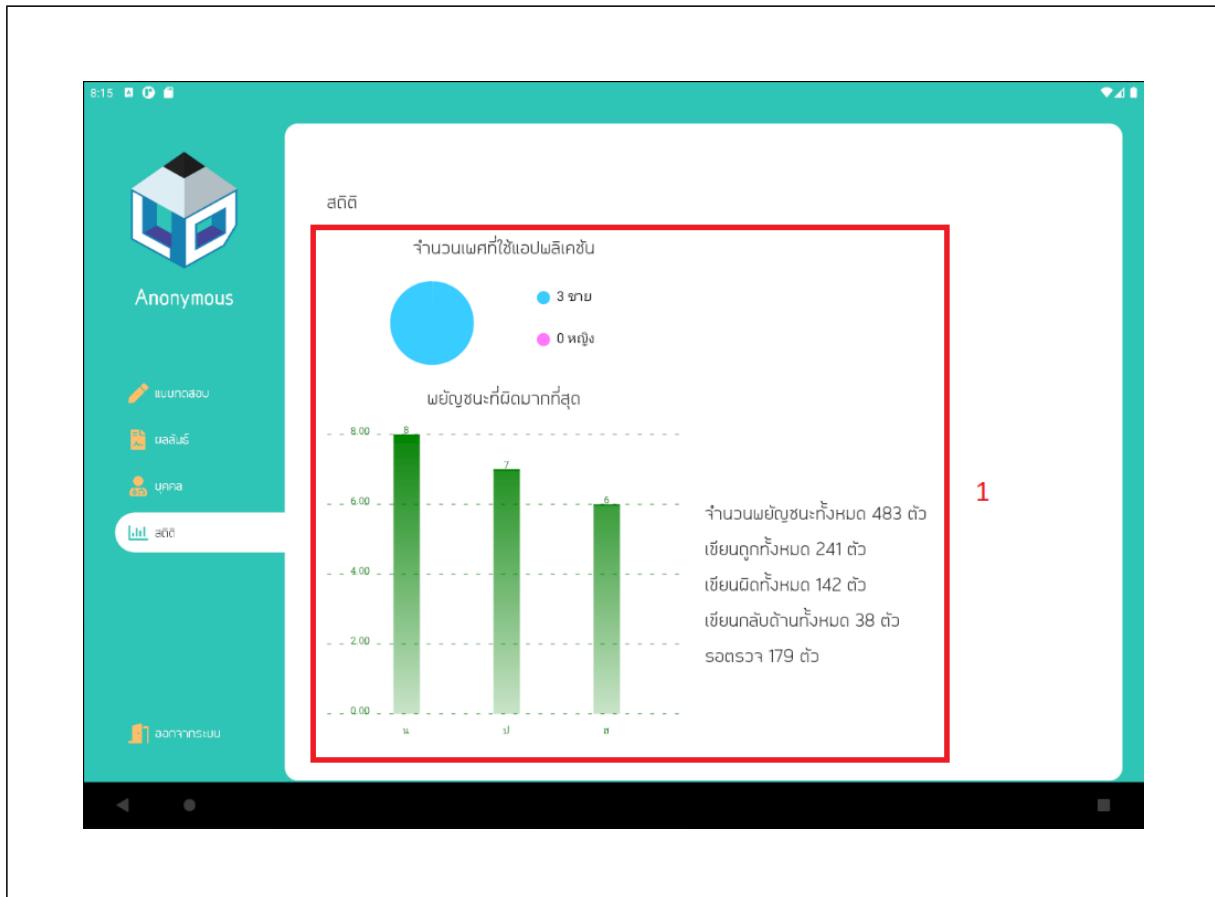
- หน้าแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบจะมีการแบ่งเป็น 3 ด่านโดยมีการใช้ พยัญชนะ สรร คำสะกดเป็นตัวแบ่ง และแต่ละด้านมีพื้นหลังที่ต่างกัน



รูปที่ 4.11: หน้าแบบทดสอบ แอ็ลตีສปอต

- ปุ่มกดเพื่อฟังเสียงตัวอักษรว่าต้องเขียนตัวใด
- ปุ่มลบ
- พื้นที่เขียนตัวอักษร สรร คำ จากที่เราได้ยิน
- ปุ่มส่งคำตอบ

- หน้าดูข้อมูลสถิติภายในแอปพลิเคชัน



ຮູບທີ່ 4.12: หน้าดູຂໍ້ອຸນຸລົສົດຕິກາຍໃນເອັບຝີເຂັ້ມຂອງ ແອລີສປປອຕ

- ส່ວນທີ່ແສດງລາຍຮະເອີດຂອງກາຮົບ ຕ້ວອຍ່າງກາຮົບເຫັນ ຈຳນວນເພັດທີ່ໃຊ້ເອັບຝີເຂັ້ມທີ່ກັ່ງໜົດ ພຍັນງານທີ່ພົບວ່າ ຜົດປ່ອຍມາກທີ່ສຸດ 3 ຕົວ ຮົມທັງຂອງສະໜອງ ແລະ ຄຳ

4.2 การนำข้อมูลลายมือเด็กมาใช้

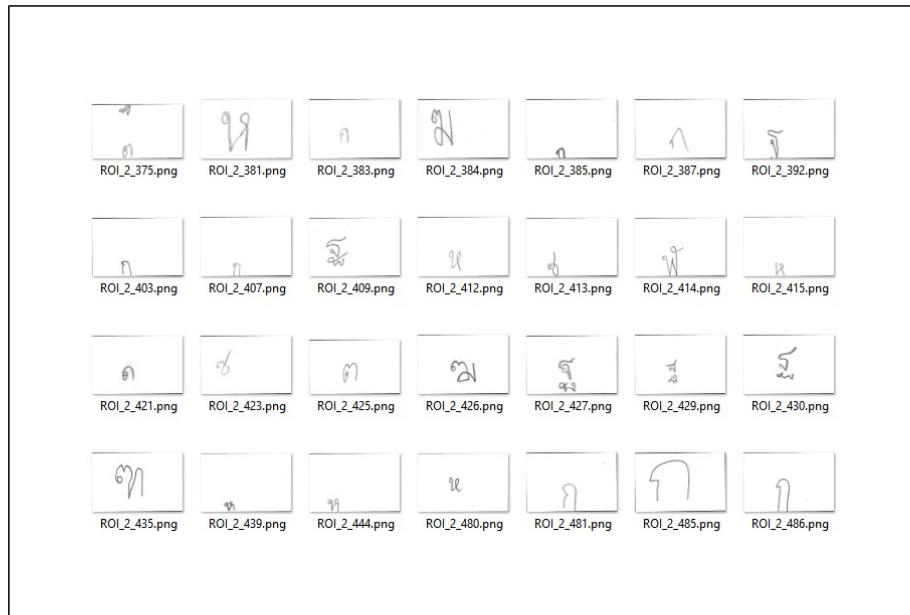
จากการที่คณะผู้จัดทำไปเก็บภาพลายมือเด็กจากโรงเรียนทั้งสิ้นสองโรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดไทร และ โรงเรียนดวงวิภา เป็นจำนวนทั้งสิ้น 300 คนแล้วนำมาสแกนรูปภาพ และนำรูปภาพเหล่านี้ไปผ่านโปรแกรมตัดตัวอักษรที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อที่จะภาพตัวอักษรเหล่านี้นำไปใช้ในการให้โมเดลเรียนรู้

ระดับชั้น ป.๓/๔				
แบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ				
ก	ຂ	ງ	ດ	ຕ
ຂ	ງ	ດ	ຕ	ຖ
ຖ	ຜ	ຢ	ຢ	ຢ
ງ	າກ	ຕະ	ຕະ	ດ
ດ	າ	າ	ບ	ນ
ບ	ງ	ົ	ົ	ພ
ພ	ສ	ມ	ມ	ວ
ສ	ວ	ຄ	ໝ	ລ
ລ	ວ	ອ	ສ	

KMUTT-IRB-COE-2021-025

รูปที่ 4.13: ภาพตัวอย่างการเก็บข้อมูลลายมือของเด็กหลังจากการสแกนรูปภาพแล้ว

ส่วนของภาพตัวอักษร และสระที่ตัดออกมามีทั้งภาพที่สามารถใช้งานได้ และภาพส่วนที่ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากเป็นการเขียนผ่านทางกระดาษทำให้บางภาพผู้ที่เขียนมาไม่ได้เขียนตรงตามขอบเขตที่โปรแกรมสามารถตัดภาพได้รวมถึงไม่เหมาะสมต่อการนำไปเป็นข้อมูลส่วนของการเทรนโมเดล ซึ่งได้มีการคัดแยกภาพตัวอักษร และสระให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นดังรูป 4.14

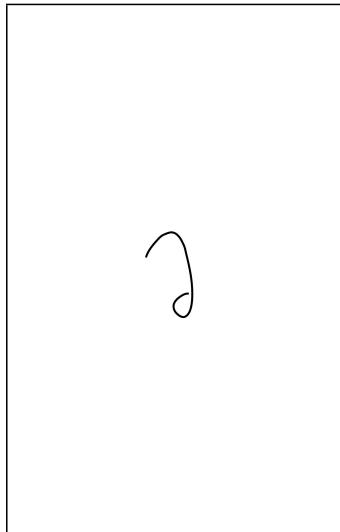


รูปที่ 4.14: ภาพตัวอักษรและสระที่ได้จากการแยกตัวอักษร

4.3 กระบวนการวิเคราะห์ตัวอักษร สระ และคำสะกด

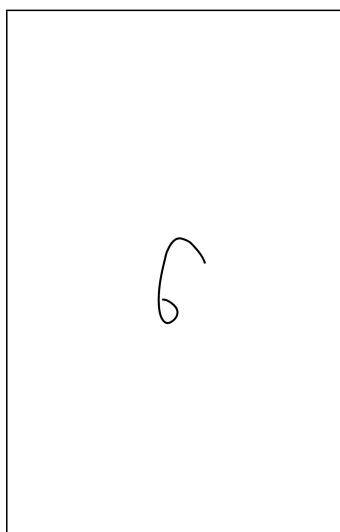
4.3.1 ตัวอักษร และสระ

- นำรูปภาพตัวอักษร หรือสระพร้อมกับประเภทของตัวอักษร หรือสระนั้นที่ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนผ่านทางแอปพลิเคชัน ส่งมาที่ระบบประมวลผลภาพของ แอลดีสปอต



รูปที่ 4.15: ตัวอย่างภาพตัวอักษรที่ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนในแอปพลิเคชัน

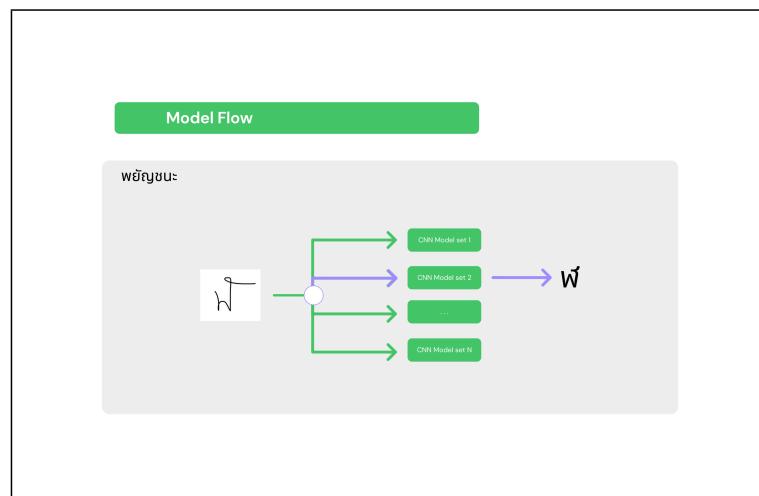
- ระบบประมวลผลภาพของ แอลดีสปอต จะทำการกลับรูปภาพในด้านแนวตั้งเพื่อที่จะเตรียมภาพไว้ใช้สำหรับการทำนายรูปภาพตัว อักษร หรือสระที่กลับด้าน



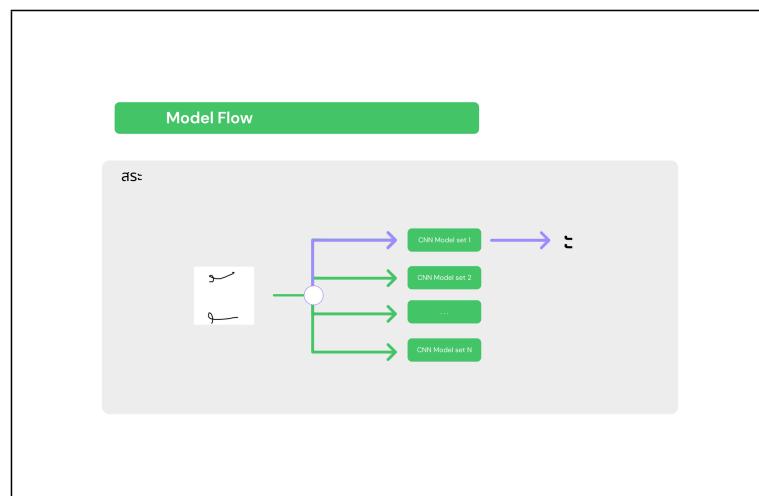
รูปที่ 4.16: ตัวอย่างภาพกลับด้านตัวอักษรสำหรับตรวจสอบการกลับด้าน

- ระบบประมวลผลภาพของ แอลดีสปอต ทำการตรวจสอบว่าประเภทของตัวอักษรนั้นอยู่ในโมเดลใดหลังจากนั้นทำการนำรูปภาพที่ กลับด้านและไม่กลับด้านไปเข้าโน้มเดลเพื่อนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกัน
- หากผลลัพธ์ออกมาภาพที่ไม่กลับด้านสามารถลบออกตัวอักษรหรือ สระได้ถูกต้อง แต่ภาพที่กลับด้านบอกไม่ถูกต้องระบบจะสรุปว่า ภาพถูก

5. หากผลลัพธ์ออกมามากาพที่กลับด้านสามารถบอกรหัสอักษรหรือ สระได้ถูกต้อง แต่ภาพที่ไม่กลับด้านบอกไม่ถูกต้องระบบจะสรุปว่า ภาพกลับด้าน
6. หากทั้งสองผลลัพธ์บอกตัวอักษรหรือสระได้ถูกต้องระบบจะสรุปจากเบอร์ເຫັນຄາມແມ່ນຢໍາຂອງຜູລັບນີ້



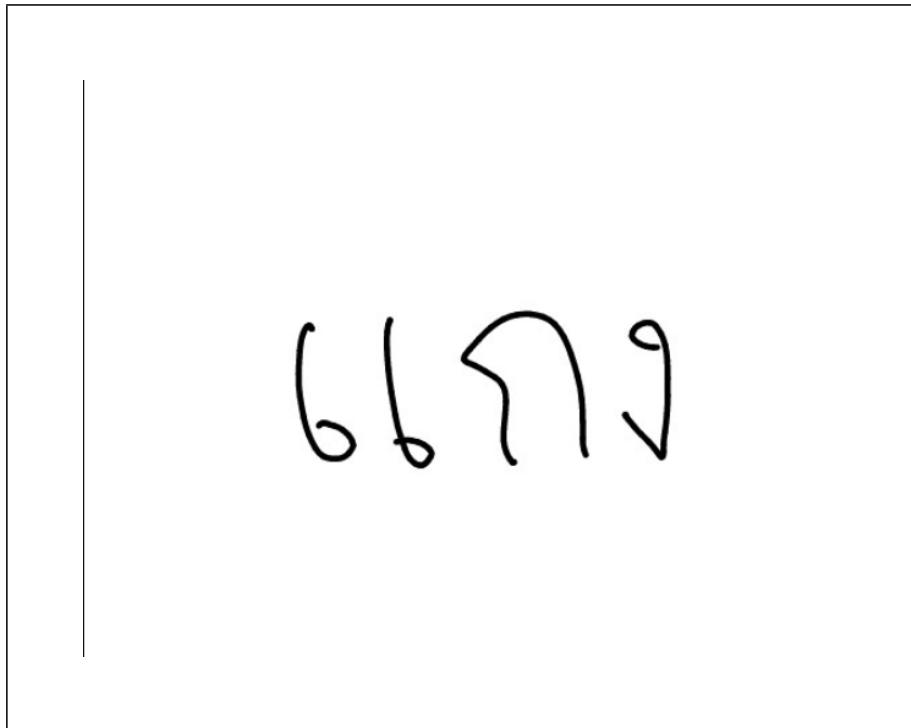
ຮູບທີ 4.17: ກາພກຮະບວນການທຳຈານເມື່ອຜູ້ທດສອບເຂົ້າຕົວອັກຊຣ



ຮູບທີ 4.18: ກາພກຮະບວນການທຳຈານເມື່ອຜູ້ທດສອບເຂົ້າສະ

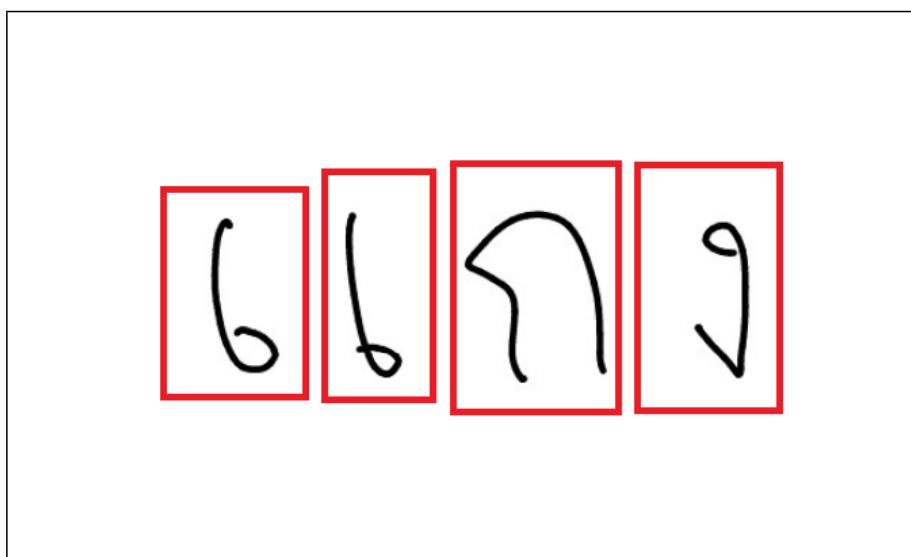
4.3.2 คำสะกด

- นำรูปภาพคำสะกดที่ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบได้ทำการเขียนผ่านทางแอปพลิเคชันมาเข้าสู่ระบบประมวลผลภาพแอลตีสปอต



รูปที่ 4.19: ตัวอย่างภาพคำสะกดที่ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนในแอปพลิเคชัน

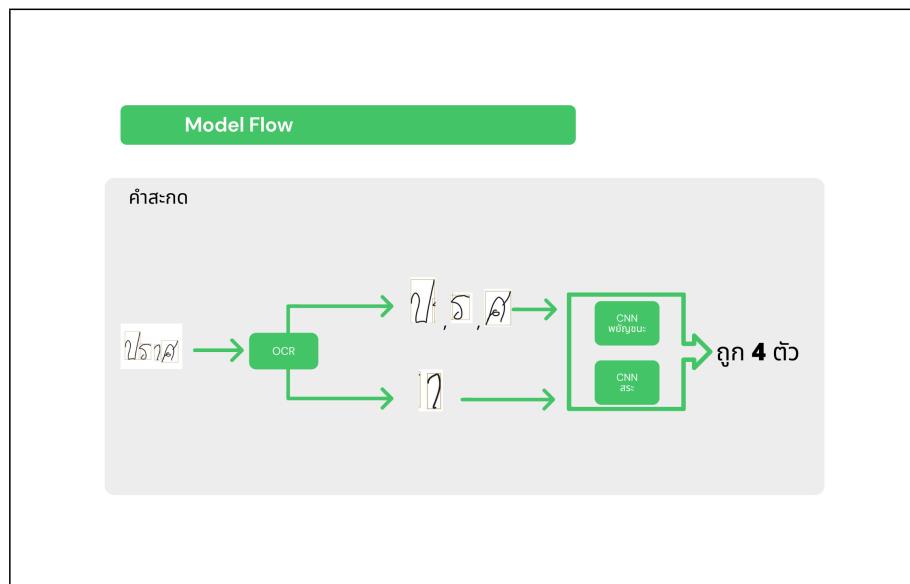
- ระบบประมวลผลภาพของแอลตีสปอตจะทำการนำภาพคำสะกดไปเข้าสู่กระบวนการ OCR เพื่อที่จะทำการตัดภาพจากคำสะกดให้กลายเป็นมาตัวอักษรและสระเดียวๆ



รูปที่ 4.20: ตัวอย่างภาพคำสะกดที่ผ่านการทำ OCR แล้ว

- หากจำนวนภาพที่ตัดได้ของตัวอักษรและสระเดียวๆ ไม่เท่ากับจำนวนตัวอักษร และสระของคำสะกดนั้นหมายความว่าระบบ OCR ทำการแยกตัวอักษร และสระออกมาได้ไม่ถูกต้อง ระบบประมวลผลภาพของแอลตีสปอตจะทำการวินิจฉัยว่าภาพคำสะกดนี้จำเป็นต้องรอบคุณภาพทางการแพทย์มากทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกที

4. หากจำนวนภาพที่ตัดได้ของตัวอักษรและสระเดี่ยวๆ เท่ากับจำนวนตัวอักษร และสระของคำจะกดนั้นหมายความว่าระบบ OCR ทำการแยกตัวอักษร และสระออกมาได้ถูกต้อง
5. ระบบจะทำการนำภาพตัวอักษรและสระไปเข้าโมเดลเพื่อทำนายผลลัพธ์ที่ลีลาพ หากทุกภาพตัวอักษรและสระได้ผลลัพธ์ถูกต้อง ระบบจะทำการสรุปว่าภาพคำจะกดนั้นถูกต้องด้วย



รูปที่ 4.21: ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบ Sobel เชียนคำจะกด

4.4 Optical Character Recognition (OCR)

OCR ที่นำมาใช้คู่กับโมเดลทำนายตัวอักษรเพื่อที่จะวิเคราะห์ว่าคำสะกดที่ผู้ทำแบบทดสอบเขียนมาถูกต้องหรือไม่ โดยในส่วนของความแม่นยำของ OCR นั้นจากการทดสอบภาษาไทยมีอักษรจำนวน 111 ตัวอักษรมาทดสอบพบว่า สามารถแยกตัวอักษรได้ถูกต้องเป็นจำนวน 96 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 87 จากทั้งหมด

- ภาพตัวอักษร



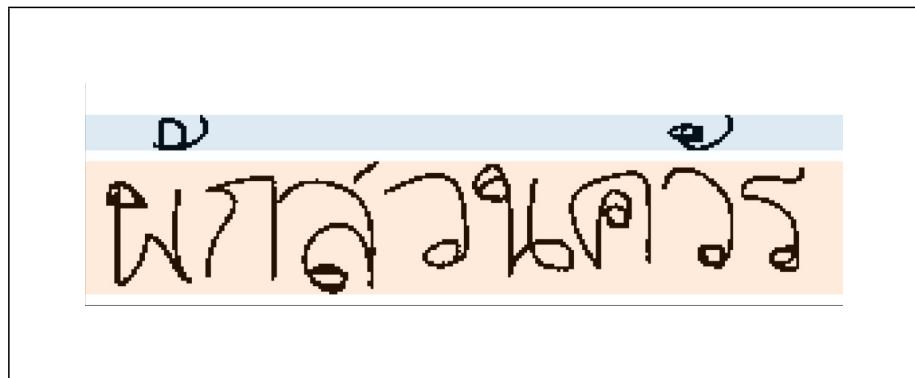
รูปที่ 4.22: ภาพลายมือเขียนของเด็ก

- ภาพตัวอักษรหลังผ่านการทำ bounding box แล้ว



รูปที่ 4.23: ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ได้ทำการแบ่งตัวอักษรแล้ว

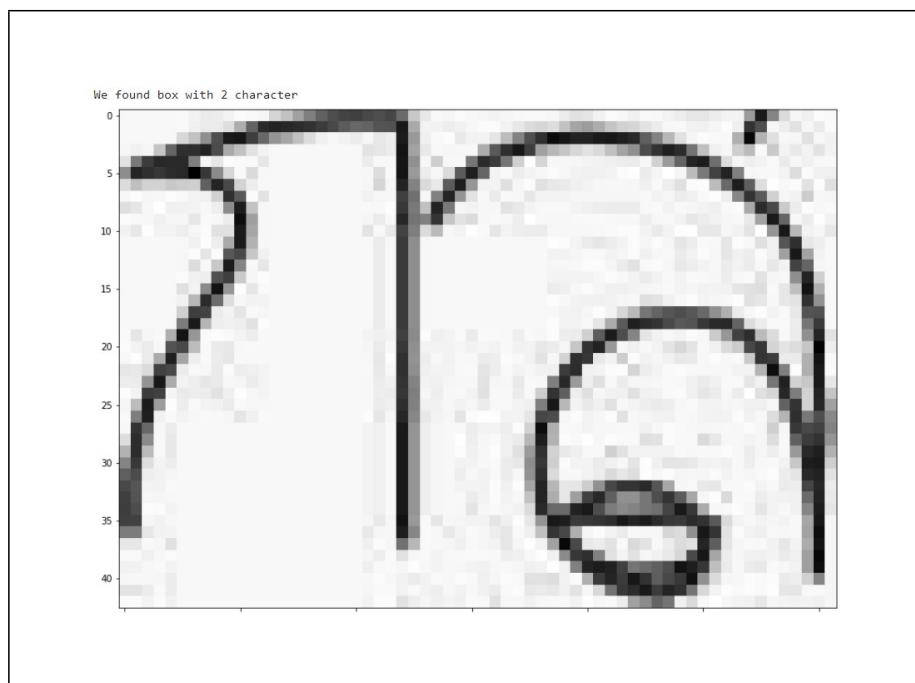
- ภาพตัวอักษร



รูปที่ 4.24: ภาพลายมือเขียนของเด็ก

โดยในส่วนของภาพที่ระบบ OCR ไม่สามารถทำการแยกได้ถูกต้องนั้นเนื่องจากกรณี เช่น ผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบทำการเขียนตัวอักษร หรือสะมาชนกันทำให้ระบบ OCR เข้าใจว่าเป็นเพียงตัวอักษรเดียวดังรูป 4.25

- ภาพ bounding box ที่พบว่ามีตัวอักษรมากกว่าหนึ่งตัว



รูปที่ 4.25: ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ทำการ bounding box แล้วมีมากกว่า 1 ตัวอักษร

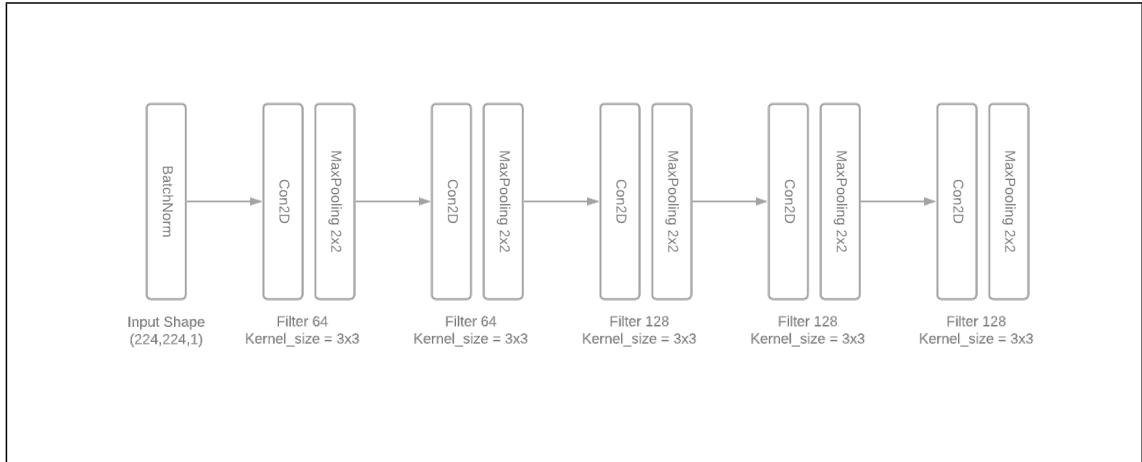
4.5 ผลของการทดสอบโปรแกรม

4.5.1 Confusion Matrix

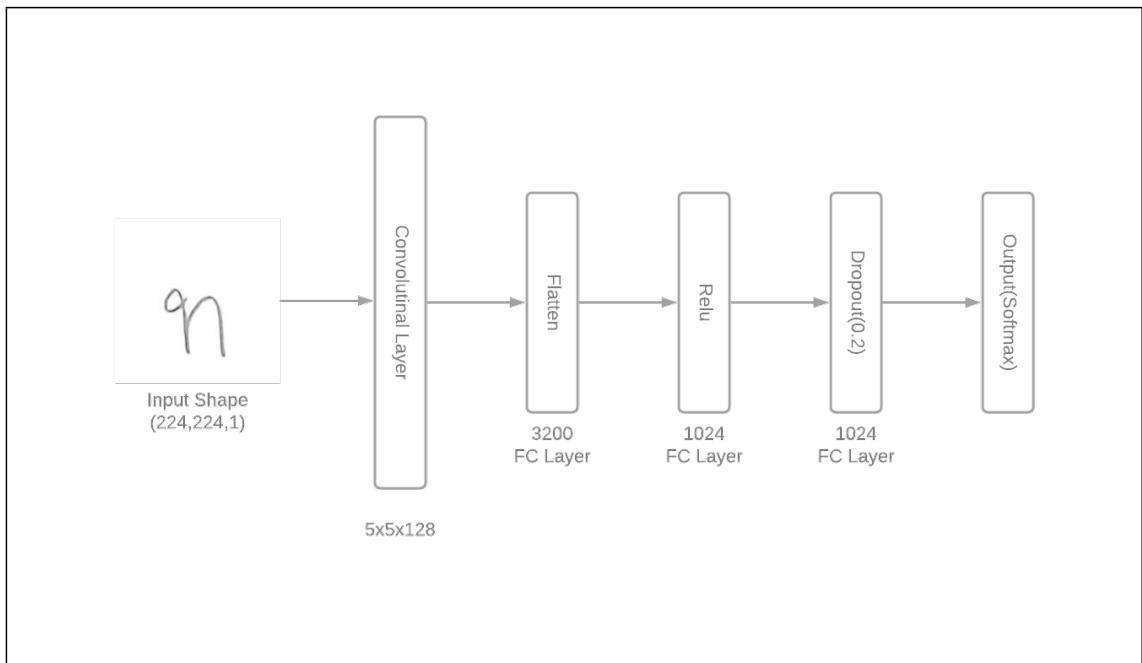
คณะผู้จัดทำได้จัดทำโมเดลของมาแบ่งเป็น ตัวอักษรจำนวน 9 โมเดล และสรุวอีกจำนวน 5 โมเดล ซึ่งเป็นโมเดลในประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมแบบสั่งวัตนาการ (CNN)

4.5.1.1 ตัวอักษร

จากที่ได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยน พารามิเตอร์ของโมเดลมาเป็นจำนวนหลายครั้งแล้ว จึงได้การตั้งค่าที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลคือ กำหนดให้ภาพข้อมูลขาเข้ามีขนาด 224×224 โดยกำหนดให้ optimizer คือ Adam กำหนด learning rate เท่ากับ 0.001 ใช้จำนวนในการเทรนของแต่ละโมเดล 50 epoch ใช้เวลาในการเทรนทั้งสิ้น 50 นาทีและมีการกำหนด Layer ดังรูป 4.26 และรูป 4.27



รูปที่ 4.26: Convolutional Layer สำหรับโมเดลตัวอักษร



รูปที่ 4.27: โมเดลสำหรับตัวอักษร

- โมเดลตัวอักษรที่ 1 (ก ง ฒ และ ย) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ ก ง ฒ และ ย ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1874 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 206 รูป

ตารางที่ 4.1 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 1 (ก ง ฒ และ ย)

		Predicted Classes									
		ก	ง	ฒ	ย	Classes		Specifity	Sensitivity	Precision	F1
Actual Classes	ก	51	3	0	0	Classes	0.98	0.94	0.96	0.95	
	ง	1	49	0	3		0.98	0.92	0.94	0.93	
	ฒ	1	0	44	2		1.00	0.94	1.00	0.97	
	ย	0	0	0	52		0.96	1.00	0.91	0.95	

- โมเดลตัวอักษรที่ 2 (ข ญ ภ ล ษ และ พ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 6 คลาส ได้แก่ ข ญ ภ ล ษ และ พ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 3082 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 339 รูป

ตารางที่ 4.2 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 2 (ข ญ ภ ล ษ และ พ)

		Predicted Classes											
		ข	ญ	ภ	ล	ษ	พ	Classes		Specifity	Sensitivity	Precision	F1
Actual Classes	ข	55	1	1	0	2	2	Classes	0.97	0.90	0.89	0.89	
	ญ	3	49	0	1	0	0		0.99	0.92	0.98	0.95	
	ภ	2	0	66	1	0	1		0.96	0.94	0.87	0.90	
	ล	1	0	6	46	0	0		0.99	0.87	0.96	0.91	
	ษ	1	0	1	0	49	0		0.99	0.96	0.96	0.96	
	พ	0	0	2	0	0	49		0.99	0.96	0.94	0.95	

- โมเดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ ຈ ณ พ ส ທ อ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 7 คลาส ได้แก่ ຂ ຈ ນ ພ ສ ທ ອ ຊົ່ງເຮັດວຽກຈຳນວນ 3277 ຮູບ ແລະ ຂໍອມຸລສໍາຫຼັບຕະຫຼາດສອບຄວາມຖຸກຕ້ອງ 360 ຮູບ

ตารางที่ 4.3 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ ຈ ນ ພ ສ ທ ອ)

		Predicted Classes											
		ຂ	ຈ	ນ	ພ	ສ	ທ	ອ	Classes	Specifity	Sensitivity	Precision	F1
Actual Classes	ຂ	47	0	2	0	0	2	0	Classes	0.99	0.92	0.94	0.93
	ຈ	0	37	0	1	0	1	3	Classes	0.98	0.88	0.88	0.88
	ນ	0	0	46	1	0	0	0	Classes	0.99	0.98	0.96	0.97
	ພ	0	0	0	51	0	0	1	Classes	0.98	0.98	0.89	0.94
	ສ	0	0	0	1	50	1	0	Classes	1.00	0.96	1.00	0.98
	ທ	2	0	0	3	0	48	0	Classes	0.98	0.91	0.91	0.91
	ອ	1	5	0	0	0	1	56	Classes	0.99	0.89	0.93	0.91

- โมเดลตัวอักษรที่ 4 (ຈ ຕ ນ ພ ມ ວ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 6 คลาส ได้แก่ ຈ ຕ ນ ພ ມ ແລະ ວ ຊົ່ງເຮັດວຽກຈຳນວນ 2889 ຮູບ ແລະ ຂໍອມຸລສໍາຫຼັບຕະຫຼາດສອບຄວາມຖຸກຕ້ອງ 318 ຮູບ

ตารางที่ 4.4 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 4 (ຈ ຕ ນ ພ ມ ວ)

		Predicted Classes										
		ຈ	ຕ	ນ	ພ	ມ	ວ	Classes	Specifity	Sensitivity	Precision	F1
Actual Classes	ຈ	50	0	1	0	0	1	Classes	0.99	0.96	0.96	0.96
	ຕ	1	51	0	0	0	1	Classes	0.99	0.96	0.98	0.97
	ນ	0	0	49	3	1	1	Classes	0.99	0.91	0.98	0.94
	ພ	0	0	0	47	5	0	Classes	0.98	0.90	0.90	0.90
	ມ	0	0	0	2	51	1	Classes	0.97	0.94	0.88	0.91
	ວ	1	1	0	0	1	50	Classes	0.98	0.94	0.93	0.93

- โมเดลตัวอักษรที่ 5 (ຊ ຊ ຜ ພ ດ ຝ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ ຊ ຊ ຜ ແລະ ພ ຊົ່ງເຮັດວຽກຈຳນວນ 1898 ຮູບ ແລະ ຂໍອມຸລສໍາຫຼັບຕະຫຼາດສອບຄວາມຖຸກຕ້ອງ 209 ຮູບ

ตารางที่ 4.5 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 5 (ຊ ຊ ຜ ພ ດ ຝ)

		Predicted Classes								
		ຊ	ໜ	ຟ	ຟ	Classes	Specifity	Sensitivity	Precision	F1
Actual Classes	ຊ	48	3	0	1	Classes	0.98	0.92	0.96	0.94
	ໜ	1	51	3	0	Classes	0.97	0.93	0.93	0.93
	ຟ	1	1	46	2	Classes	0.97	0.92	0.92	0.92
	ຟ	0	0	1	51	Classes	0.98	0.98	0.94	0.96

- โมเดลตัวอักษรที่ 6 (ค ต ด ต และ ศ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 5 คลาส ได้แก่ ค ต ด ต และ ศ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 2252 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 248 รูป

ตารางที่ 4.6 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 6 (ค ต ด ต และ ศ)

(a)
(b)

Predicted Classes

	ค	ต	ด	ต	ศ
ค	49	2	0	0	0
ต	2	45	0	2	0
ด	2	0	45	0	0
ต	0	3	2	44	0
ศ	1	1	0	0	50

Classes	Specifity	Sensitivity	Precision	F1
ค	0.97	0.96	0.91	0.93
ต	0.97	0.92	0.88	0.90
ด	0.99	0.96	0.96	0.96
ต	0.99	0.90	0.96	0.93
ศ	1.00	0.96	1.00	0.98

- โมเดลตัวอักษรที่ 7 (ภ ภ และ ภ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 3 คลาส ได้แก่ ภ ภ และ ภ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1157 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 127 รูป

ตารางที่ 4.7 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 7 (ภ ภ และ ภ)

(a)
(b)

Predicted Classes

	ภ	ภ	ภ
ภ	34	4	0
ภ	4	34	1
ภ	0	0	50

Classes	Specifity	Sensitivity	Precision	F1
ภ	0.96	0.89	0.89	0.89
ภ	0.95	0.87	0.89	0.88
ภ	0.99	1.00	0.98	0.99

- โมเดลตัวอักษรที่ 8 (ช ฑ ณ ฑ และ ษ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 5 คลาส ได้แก่ ช ฑ ณ ฑ และ ษ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 2433 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 268 รูป

ตารางที่ 4.8 Confusion Matrix (a) และ Metirc (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 8 (ช ฑ ณ ฑ และ ษ)

(a) Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 8 (ช, ฑ, ณ, ฑ, ษ)
(b)

Predicted Classes

	ช	ฑ	ณ	ฑ	ษ
ช	59	1	0	0	0
ฑ	0	43	0	5	0
ณ	1	0	49	1	0
ฑ	1	1	0	54	0
ษ	0	0	0	0	53

Classes	Specifity	Sensitivity	Precision	F1
ช	0.99	0.98	0.97	0.98
ฑ	0.99	0.90	0.96	0.92
ณ	1.00	0.96	1.00	0.98
ฑ	0.97	0.96	0.90	0.93
ษ	1.00	1.00	1.00	1.00

- โมเดลตัวอักษรที่ 9 (ก บ และ ร) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ ก บ และ ร ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1892 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 209 รูป

ตารางที่ 4.9 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลตัวอักษรที่ 9 (ก บ และ ร)

(a)
(b)

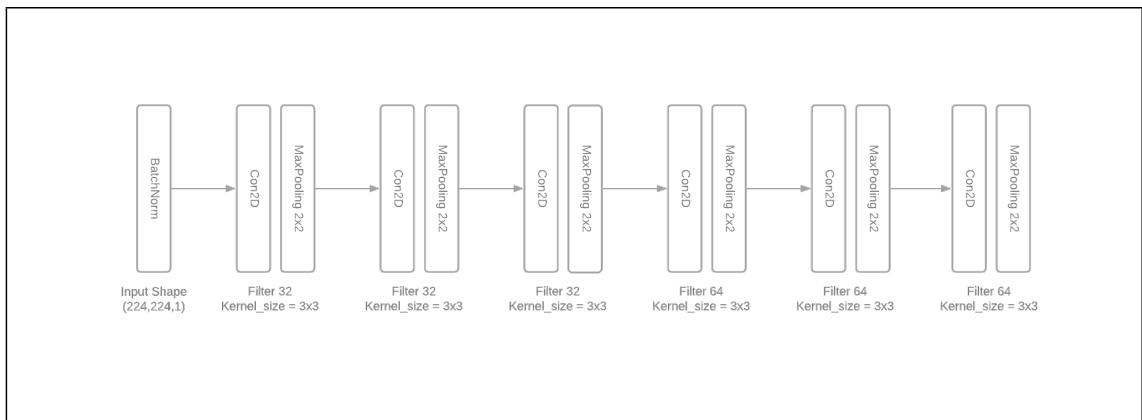
Predicted Classes

	ก	บ	ป	ร
ก	50	0	0	1
บ	0	52	1	0
ป	0	2	49	1
ร	2	2	1	48

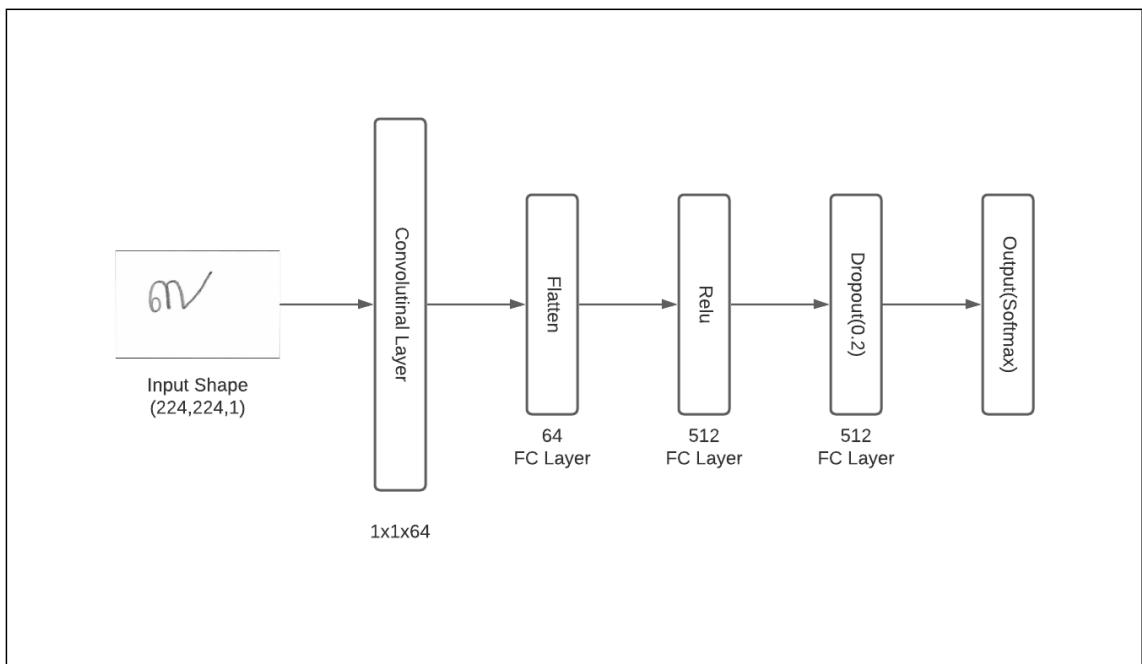
Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
ก	0.99	0.98	0.96	0.97
บ	0.97	0.98	0.93	0.95
ป	0.99	0.94	0.96	0.95
ร	0.99	0.92	0.96	0.93

4.5.1.2 สระ

จากที่ได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยน พารามิเตอร์ของโมเดลมาเป็นจำนวนหลายครั้งแล้ว จึงได้การตั้งค่าที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลคือ กำหนดให้ภาพข้อมูลขาเข้ามีขนาด 224×224 โดยกำหนดให้ optimizer คือ Adam กำหนด learning rate เท่ากับ 0.001 ใช้จำนวนในการ เทคนของแต่ละโมเดล 50 epoch ใช้เวลาในการเทรนทั้งสิ้นโมเดลละ 30 นาทีและมีการกำหนด Layer ดังรูป 4.28 และรูป 4.29



รูปที่ 4.28: Convolutional Layer สำหรับโมเดลตัวสระ



รูปที่ 4.29: โมเดลสำหรับตัวสระ

- โมเดลสรุที่ 1 (- ๑ ๒ ๓ และ ๔) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ - ๑ ๒ ๓ และ ๔ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้ จำนวน 1299 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 143 รูป

ตารางที่ 4.10 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรุที่ 1 (- ๑ ๒ ๓ และ ๔)

		Predicted Classes								
		-	๑	๒	๓	๔				
Actual Classes	-	38	0	0	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๑	2	31	0	1	0				
Actual Classes	๒	1	0	33	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๓	1	1	0	35	0				

- โมเดลสรุที่ 2 (- ๑ ๒ ๓ ๔ และ ๕) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 7 คลาส ได้แก่ - ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ และ ๖ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้ จำนวน 1504 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 164 รูป

ตารางที่ 4.11 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรุที่ 2 (- ๑ ๒ ๓ ๔ และ ๕)

		Predicted Classes											
		-	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗				
Actual Classes	-	12	0	1	1	0	0	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๑	0	12	0	0	0	0	0	0				
Actual Classes	๒	2	0	36	0	0	0	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๓	0	0	0	29	0	0	0	0				
Actual Classes	๔	0	0	0	1	28	0	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๕	0	0	0	0	0	30	0	0				
Actual Classes	๖	0	0	0	0	0	0	12	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๗	0	0	0	0	0	0	0	12				

- โมเดลสรุที่ 3 (- ๘ ๙ ๑๐ ๑๑ และ ๑๒) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 6 คลาส ได้แก่ - ๘ ๙ ๑๐ ๑๑ และ ๑๒ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้ จำนวน 2084 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 229 รูป

ตารางที่ 4.12 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรุที่ 3 (- ๘ ๙ ๑๐ ๑๑ และ ๑๒)

		Predicted Classes											
		-๘	๙-	๑๐-	๑๑-	๑๒-	-	-	-				
Actual Classes	-๘	40	0	0	0	0	0	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๙-	0	40	0	0	2	0	0	0				
Actual Classes	๑๐-	0	2	34	0	0	0	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	๑๑-	0	0	0	30	0	0	0	0				
Actual Classes	๑๒-	0	0	0	0	35	0	0	0	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	-	0	1	0	0	1	44	0	0				

- โมเดลสรุที่ 4 (-๑ ๒ ๓ ๔) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ -๑ ๒ ๓ และ ๔ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้ จำนวน 1257 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 137 รูป

ตารางที่ 4.13 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรุที่ 4 (-๑ ๒ ๓ ๔)

		Predicted Classes									
		-๑	๒	๓	๔	Classes		Specifity	Sensitivity	Precision	F1
Actual Classes	-๑	40	2	0	0	Classes	0.99	0.95	0.98	0.96	
	๒	0	25	0	0		0.98	1.00	0.93	0.96	
	๓	1	0	36	0		0.99	0.97	0.97	0.97	
	๔	0	0	1	32		1.00	0.97	1.00	0.98	

- โมเดลสรุที่ 5 (ຖ ຖ ກ ဂ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ ຖ ຖ ກ และ ဂ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้ จำนวน 1126 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 123 รูป

ตารางที่ 4.14 Confusion Matrix (a) และ Metric (b) ของโมเดลสรุที่ 5 (ຖ ຖ ກ และ ဂ)

		Predicted Classes									
		ຖ	ຖ	ກ	ဂ	Classes		Specifity	Sensitivity	Precision	F1
Actual Classes	ຖ	37	0	1	0	Classes	0.95	0.97	0.90	0.94	
	ຖ	0	21	0	1		1.00	0.95	1.00	0.98	
	ກ	3	0	37	0		0.99	0.93	0.97	0.95	
	ဂ	1	0	0	22		0.99	0.96	0.96	0.96	

4.5.2 การทดสอบความแม่นยำของการจำแนกถูกผิดกลับด้าน ในตัวอักษร สระ และคำสะกด

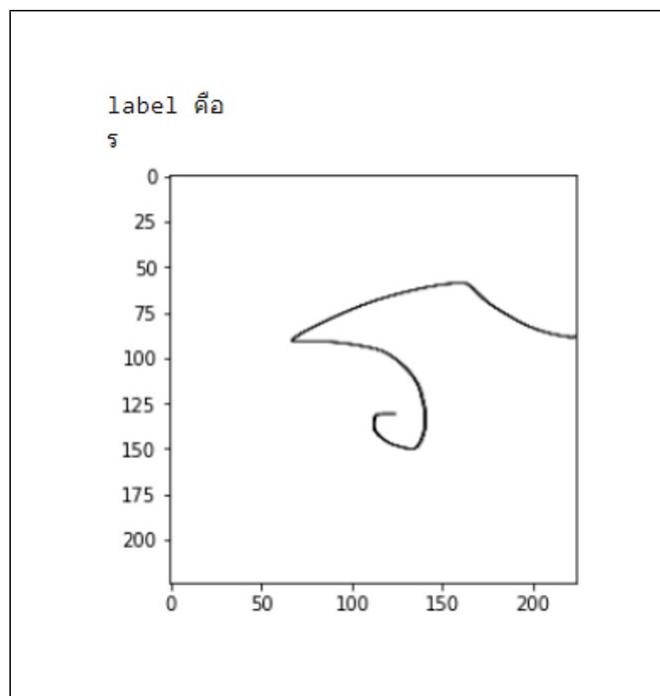
ในส่วนนี้คุณจะได้ทำได้สำหรับแอปพลิเคชันของไปทดลองใช้กับตัวอักษรจำนวน 2 คน เพื่อวัดผลความแม่นยำของโมเดลการทำนายตัวอักษร สระ และคำสะกด

4.5.2.1 การทดสอบความแม่นยำตัวอักษร

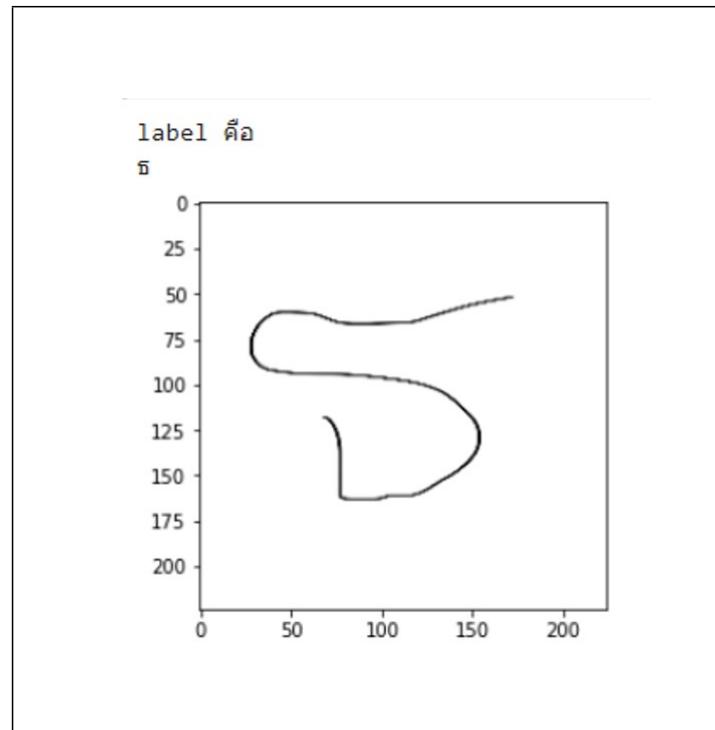
ในส่วนของการทดสอบใช้โปรแกรมส่วนของการจำแนกภาพแบบทดสอบอักษรจำนวน 353 ภาพในลักษณะ เขียนถูก เขียนผิด และกลับด้านนั้น สามารถทำได้ด้วยความแม่นยำที่ร้อยละ 82.00 คิดเป็น 290fda ภาพ จากทั้งหมด 353 ภาพ

ตารางที่ 4.15 Confusion Matrix ของการจำแนกตัวอักษร

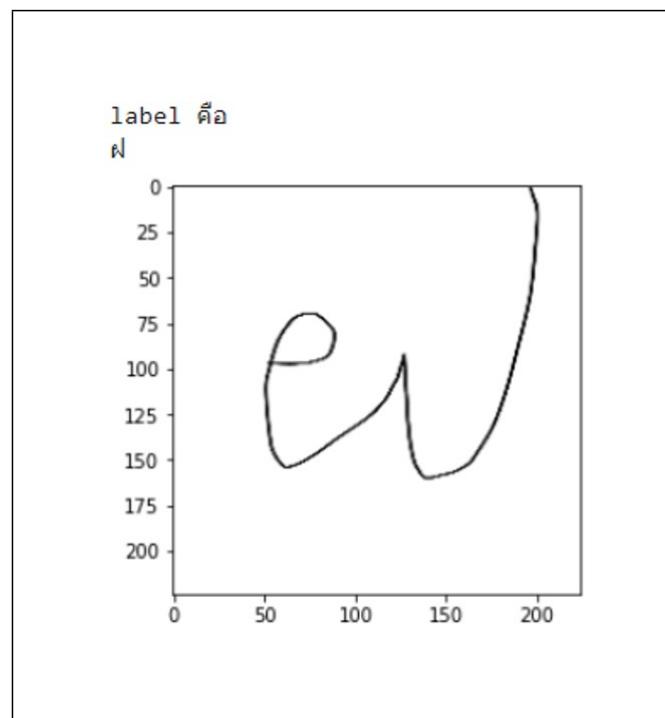
		Predicted Classes		
		ถูก	ผิด	กลับด้าน
Actual Classes	ถูก	274	22	35
	ผิด	4	16	2
	กลับด้าน	0	0	0



รูปที่ 4.30: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก



រូបទី 4.31: រាយការណ៍លាយខ្លួនដែលត្រូវការពារទូទៅ



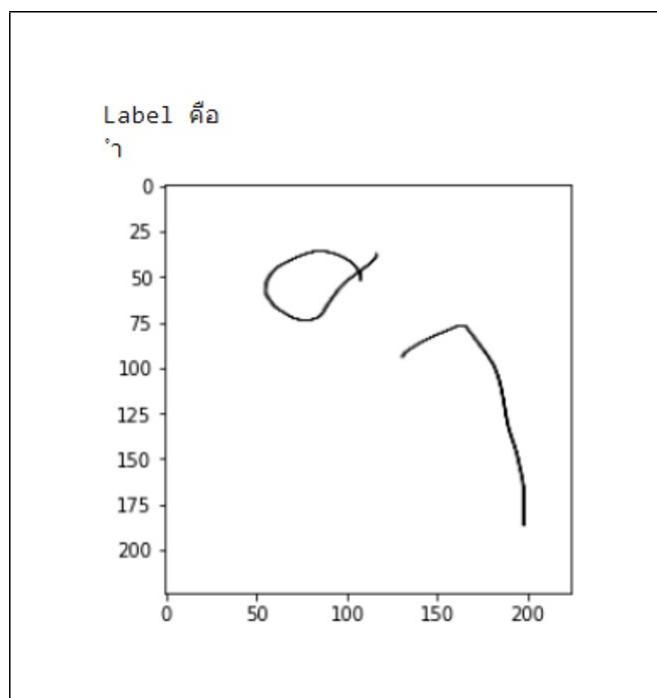
រូបទី 4.32: រាយការណ៍លាយខ្លួនដែលត្រូវការពារទូទៅ

4.5.2.2 การทดสอบความแม่นยำสระ

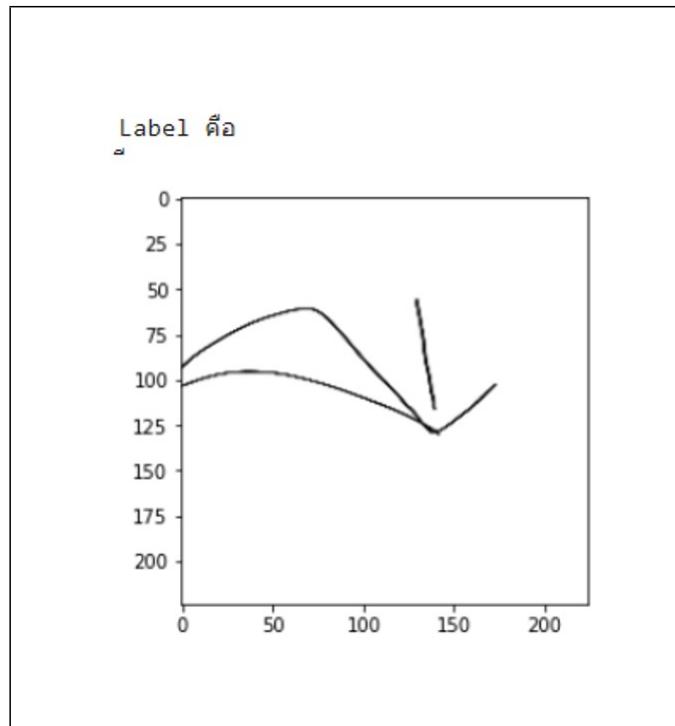
ในส่วนของการทดสอบให้โปรแกรมส่วนของการจำแนกภาพแบบทดสอบสระจำนวน 197 ภาพในลักษณะ เขียนถูก เทียน ผิด และกลับด้านนั้น สามารถทำได้ด้วยความแม่นยำที่ร้อยละ 79.19 คิดเป็น 156 ภาพ จากทั้งหมด 197 ภาพ และมีอีก 23 ภาพที่ถูกจำแนกให้ร่อบุคลากรทางการแพทย์ตรวจ

ตารางที่ 4.16 Confusion Matrix ของการจำแนกสระ

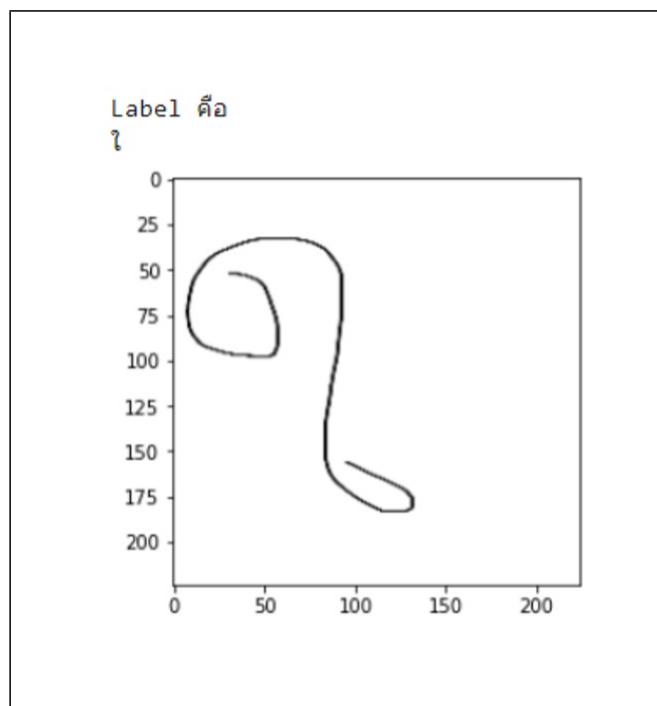
		Predicted Classes		
		ถูก	ผิด	กลับด้าน
Actual Classes	ถูก	131	28	8
	ผิด	2	25	3
	กลับด้าน	0	0	0



รูปที่ 4.33: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก



รูปที่ 4.34: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ผิด



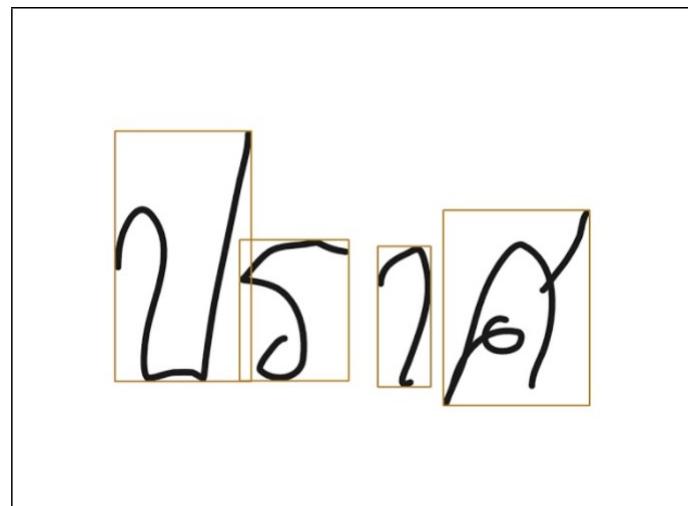
รูปที่ 4.35: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก

4.5.2.3 การทดสอบความแม่นยำคำจำสสะกด

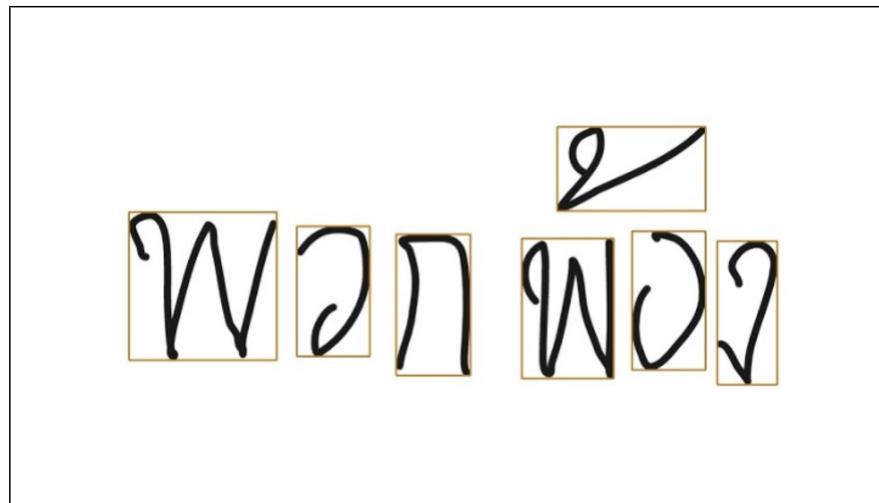
ในส่วนของการทดสอบใช้โปรแกรมส่วนของการจำแนกภาพแบบทดสอบคำจำสสะกด จำนวน 38 ภาพ ในลักษณะ เขียนถูก เขียนผิด และกลับด้านนั้น สามารถทำได้ด้วยความแม่นยำที่ร้อยละ 71.05 คิดเป็น 27 ภาพจากทั้งหมด 38 ภาพ และมีอีก 13 ภาพที่ถูกจำแนกให้รอคุณภาพทางการแพทย์ตรวจ

ตารางที่ 4.17 Confusion Matrix ของการจำแนกคำจำสสะกด

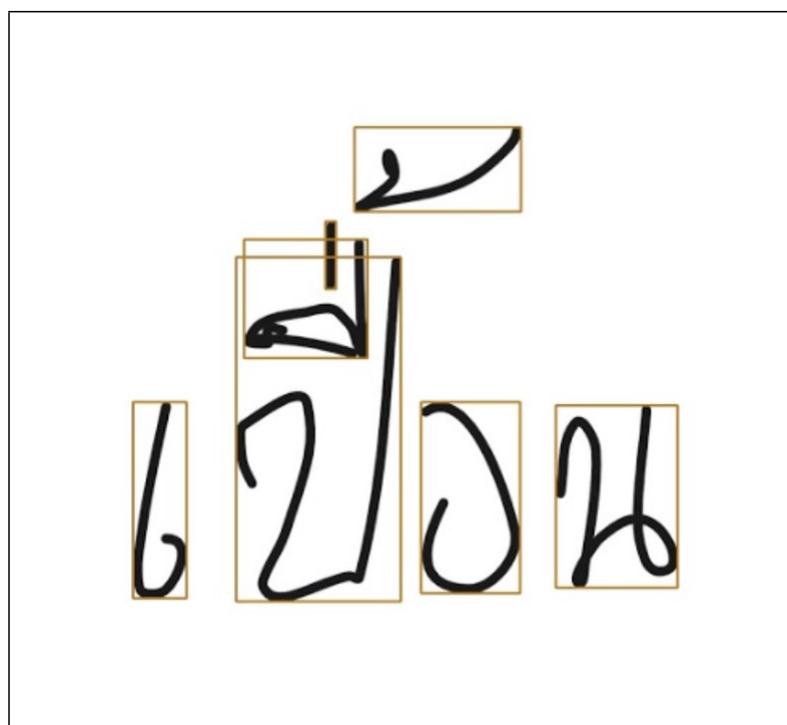
		Predicted Classes		
		ถูก	ผิด	กลับด้าน
Actual Classes	ถูก	22	11	0
	ผิด	0	5	0
	กลับด้าน	0	0	0



รูปที่ 4.36: ภาพที่แบ่งตัวอักษร และสร้างถูกต้อง



รูปที่ 4.37: ภาพที่แบ่งตัวอักษร และสระถูกต้อง



รูปที่ 4.38: ภาพที่แบ่งตัวอักษร และสระไม่ถูกต้อง

4.6 ผลความคิดเห็นจากบุคลากรทางการแพทย์

ในการทำแบบพิเศษนั้นทางผู้พัฒนาได้ร่วมมือกับหน่วยตรวจสอบคุณภาพเด็ก และวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยได้มีการทดลองใช้งานแบบพิเศษให้แก่บุคลากรทางการแพทย์จำนวนทั้งสิ้น 1 คน และตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้แบบพิเศษ รวมถึงข้อเสนอแนะดังนี้

ตารางที่ 4.18 ผลความคิดเห็นจากบุคลากรทางการแพทย์

ข้อ	รายการ	น้อยสุด 1	น้อย 2	ปานกลาง 3	มาก 4	มากที่สุด 5
1.	แอปพลิเคชันสามารถช่วยทำให้ขั้นตอนการทำางานมีความสะดวกขึ้น					✓
2.	แอปพลิเคชันสามารถช่วยบุคลากรทางการแพทย์เรื่องการรับผู้ป่วย				✓	
3.	แอปพลิเคชันสามารถช่วยบุคลากรทางการแพทย์ในเรื่องการวินิจฉัยโรค				✓	
4.	แอปพลิเคชันสามารถแสดงเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง					✓
5.	ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดขนาด สีของ เนื้อหาบนแอปพลิเคชัน					✓
6.	ความเหมาะสมของเนื้อหาที่แสดงบนแอปพลิเคชัน				✓	
7.	แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน					✓
8.	แอปพลิเคชันสามารถช่วยในการติดตามผลลัพธ์ของผู้ป่วย					✓

ข้อแนะนำ ลองปรับคำสำหรับการทดสอบเด็กประถมศึกษาปีที่ 1 ให้ตรงและเหมาะสมกับความสามารถของเด็กประถมศึกษาปีที่ 1 มากกว่านี้

ความคิดเห็น

- ด้านการใช้งาน

เข้าได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สะดวกสบายมากขึ้น น่าจะเหมาะสมกับตัวแพทย์ พยาบาล หรือครู และขอบคุณสติ๊ฟลัพอร์ที่ติดตามตัวเด็ก ผู้ทำแบบทดสอบที่มีลักษณะ เป็นกราฟแสดงข้อมูลอย่างเช่น การจับเวลาในแต่ละครั้งของการทำแบบทดสอบโดยตัวกราฟเวลา อาจช่วยส่งเสริมให้เป็นข้อมูลให้กับโรงพยาบาลในการทำวิจัยเรื่องอื่น ๆ ในอนาคต และแพทย์เวลาเห็นผลลัพธ์อย่างเช่นเขียนนานาแพทย์สามารถเห็นได้เป็นจำนวนตัวเลขเวลาเลย ด้านความแม่นยำ

- ด้านความแม่นยำ

คิดว่ามีความแม่นยำที่แม่นพอสมควร มีการนำข้อมูลมาคำนวณ แล้วนำมาคำนวณใหม่ แต่ต้องคำนึงถึงข้อดีดีนอกจากนั้นที่ยังสามารถปรับแก้ผลการคำนวณได้ ด้านความเป็นประโยชน์ต่อบุคลากรนั้นทางการแพทย์

- ด้านประโยชน์ต่อบุคลากรทางการแพทย์

ช่วยให้บุคลากรหรือโรงพยาบาลที่ไม่มีครุภารศึกษาพิเศษหรือมีนักวิชาชีพที่ค่อนข้างจำกัด สามารถให้เด็กที่ต้องการทดสอบใช้งาน หรือทำแบบทดสอบวินิจฉัยผ่านแอปพลิเคชันได้เลย โดยที่ไม่ต้องส่งต่อให้บุคคลที่ต้องการทดสอบไปยังโรงพยาบาลอื่น ๆ เพื่อทำการทดสอบ หรือว่าถ้าเป็นโรงพยาบาลที่มีบุคลากรอยู่แล้ว ก็จะทำให้ได้เครื่องมือหรือแอปพลิเคชันที่สามารถวิเคราะห์ หรือ ตรวจข้อมูลให้ได้ ทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น รวมถึงลดงานให้กับบุคลากรนั้นทางการแพทย์ นอกจากนี้ถ้ารู้ว่าการทดสอบผ่านแอปพลิเคชันทำให้ระยะเวลาของการวินิจฉัยเร็วขึ้น จะสามารถให้แพทย์ปรับแผนใหม่โดยไม่ต้องรอข้อมูลตรวจขึ้นรอบนัดครั้งถัดไปเพื่อเข้าทำการรักษาหรือพบแพทย์แต่สามารถเปลี่ยนแผนให้เหมาะสมหลังจากทำการทดสอบบนแอปพลิเคชันเสร็จ รวมถึงหมดได้เห็นข้อมูลแบบชัดเจนและสะดวกสบายมากขึ้น และมีตัวอย่างตัวอักษรการเขียนพยัญชนะ สาระ คำสะกด

4.7 ผลความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบ

ในส่วนของการนำแอปพลิเคชันไปใช้ทดสอบในผู้เข้าร่วมทดสอบที่เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 จำนวนทั้งสิ้น 1 คน และตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน รวมถึงข้อเสนอแนะดังนี้

ตารางที่ 4.19 ผลความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบ

ข้อ	รายการ	น้อยสุด 1	น้อย 2	ปานกลาง 3	มาก 4	มากที่สุด 5
1.	แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้					✓
2.	แอปพลิเคชันมีความสนุกสนาน					✓
3.	ความง่ายในการใช้แอปพลิเคชัน					✓

เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ที่เกิดขึ้นภายในประเทศทำให้เกิดข้อจำกัดในการเก็บข้อมูลทางผู้จัดทำไม่สามารถนำแอปพลิเคชันและสปอตเข้าไปทดสอบประสิทธิภาพจากเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 จากโรงเรียนวัดไทร และโรงเรียนดวงวิภาวดี ทำให้ห้ายที่สุดสามารถพาเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 ได้ทั้งสิ้น 1 คน

บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 5.1 แสดงระบบของแอปพลิเคชัน

ระบบ	ใช้งานได้
1. ระบบล็อกอิน	เสร็จ
2. ระบบสมัครสมาชิก	เสร็จ
3. ระบบดูผลลัพธ์ของผู้ทำแบบทดสอบ	เสร็จ
4. ระบบดูสถิติแอปพลิเคชัน	เสร็จ
5. ระบบให้ห้องแก้ไขผลลัพธ์การจำแนกภาพแบบทดสอบ	เสร็จ
6. ระบบเริ่มทำแบบทดสอบ	เสร็จ
7. ระบบจำแนกตัวอักษร ถูก ผิด กลับด้าน	เสร็จ
8. ระบบจำแนกสระ ถูก ผิด กลับด้าน	เสร็จ
9. ระบบจำแนกคำสะกด ถูก ผิด กลับด้าน	เสร็จ

จากการที่ 5.1 จะแสดงระบบต่างๆของแอปพลิเคชันจะเห็นได้ว่าสามารถทำได้เสร็จสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ในระดับพื้นฐาน สามารถทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่านี้ได้ในส่วนของ ระบบจำแนกตัวอักษรคำสะกดด้วย OCR และ ระบบจำแนกตัวอักษร และสระ ถูก ผิด กลับด้าน

5.2 ปัญหาที่พบ

1. Optical Character Recognition (OCR)

ปัญหาที่พบเกิดจากการที่นำระบบ OCR นั่นมาใช้กับภาพลายมือที่เกิดจากการเขียนนั้น ยังมีอีกหลายปัจจัยให้คำนึงถึง เช่นกรณีที่ ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนตัวอักษรอ ก่อนมาชนกัน จะทำให้ระบบ OCR มองตัวอักษรหรือสระนั้นรวมกันทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้

2. ระบบจำแนกตัวอักษร และสระ ถูก ผิด กลับด้าน

ในส่วนของการจำแนกตัวอักษร และสระ ถูก ผิด กลับด้าน ด้วยโมเดล CNN นั้น ยังมีการท่านายผิดพลาดเนื่องจากปัจจัยบันคณ์ผู้จัดทำใช้ข้อมูลที่เก็บจากໂร์เจนดวงวิภา และ ໂร์เจนวัคไทร จำนวน 300 ชุด ซึ่งสามารถจำแนกเป็นตัวอักษร และสระต่างๆ ได้ราว 200 ตัวซึ่งเป็นจำนวนที่ไม่สูงมาก และภาพที่มาจาก การสแกนเอกสารนั้นก็ยังมีความคมชัดไม่เท่ากับภาพที่มาจากการเขียนผ่านแอปพลิเคชัน

3. การทดสอบแอปพลิเคชัน

ในส่วนของการทดสอบแอปพลิเคชันเนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ทำให้คณะผู้จัดทำไม่สามารถนำแอปพลิเคชันไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนจำนวนมากที่ได้ติดต่อไว้ โรงเรียนต่างๆได้ จึงจำเป็นต้อง ทำการทดลองกับกลุ่มนักเรียนตัวอย่างที่มีจำนวนน้อยลง

4. IOS Application

สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันให้รองรับระบบปฏิบัติการ IOS นั้นจำเป็นต้องใช้ระบบปฏิบัติการ macOS ในการพัฒนา เนื่องด้วยข้อจำกัดนี้ทางกลุ่มของผู้พัฒนาจึงขาดอุปกรณ์สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ IOS ทำให้สามารถพัฒนาได้รองรับได้เพียงระบบปฏิบัติการ Android

5. การเก็บข้อมูลไม่ครบตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

ตอนแรกตั้งเป้าหมายในการเก็บข้อมูลลายมือเด็กเพื่อใช้ในการเทรนโมเดล 4 ໂร์เจนแต่เนื่องจากสถานการณ์โควิด 19 ทำให้ไม่สามารถเข้าไปยังโรงเรียนที่ได้ทำการติดต่อไว้ได้อีก 2 โรงเรียน

6. ระบบตรวจจับตัวอักษรกลับด้าน

ระบบตรวจจับตัวอักษรกลับด้านในปัจจุบันยังมีความผิดพลาดในภาพหลายมือเขียนจากผู้ทดสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3

5.3 สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำโครงการ

1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง

การพัฒนาตัวโครงงานจะต้องเรียนรู้การเขียนแอปพลิเคชัน การทำ OCR ซึ่งถือเป็นองค์ความรู้ใหม่ ทำให้ผู้จัดทำจะต้องเรียนรู้ และทำความเข้าใจ เพื่อนำมาใช้ประกอบในการพัฒนาตัวโครงงาน

2. การวางแผน

ภายใต้ทีมของผู้พัฒนาได้มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ แบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน ทำให้เป็นการใช้ทรัพยากรมุ่งยี่ด้วยอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ

3. การทำงานเป็นทีม

เนื่องมาจากภายในทีมมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน ทำให้การทำงานแต่ละส่วนมีผู้รับผิดชอบ รวมถึงมีการนำแนวคิดการทำงานแบบ Agile มาใช้ในทีม เพื่อช่วยกันหาปัญหา และรับแก้ไข เพื่อให้ตัวโครงงานสามารถปรับเปลี่ยน แก้ไขได้ทันท่วงที

4. การนำเสนอ

ผู้พัฒนาได้มีการนำเสนอ รับฟัง และปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้นจากคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ที่ปรึกษาอยู่ตลอด

5.4 แนวทางการพัฒนา

1. ในส่วนของ OCR คณะผู้จัดทำจะทำการปรับปรุงพัฒนาด้วยการศึกษาหารือในการที่จะสามารถแยกตัวอักษรที่ติดกันออกมากจากกัน โดยกำลังทำการพัฒนาด้วยวิธีการใส่ความเข้มของเส้นแล้วจับหาจุดที่มีการทับกันของเส้นเพื่อที่จะตัดออกมานำเสนอตัวอักษรซึ่งกำลังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา

2. ในส่วนของระบบจำแนกตัวอักษร และสร้าง ถูก ผิด กลับด้าน ตัวโน้มเตล CNN นั้นจะสามารถจำแนกได้ดีขึ้นหากมีข้อมูลที่นำมาสอนแก่โน้มเตลมากขึ้นโดยเราสามารถทำได้หลายวิธี เช่น เมื่อสถานการณ์โควิดดีขึ้นคณะผู้จัดทำจะทำการเก็บข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ตัวโน้มเตล CNN เรียนรู้เพิ่มเพื่อที่จะแยกลายมือได้หลากหลาย และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. ในส่วนของการทดสอบแอปพลิเคชัน หากสถานการณ์โควิด-19 ดีขึ้นคณะผู้จัดทำจะสามารถนำแอปพลิเคชันไปทดสอบตามโรงเรียนเพื่อที่จะเก็บผลตอบรับ รวมถึงความแม่นยำในการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างที่มากขึ้นเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ

หนังสืออ้างอิง

1. พญ.วินัดดา ปิยะศิลป, ``ความพิการประเภทที่ 6 Learning Disorders," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <http://www.thcc.or.th/download/icf/ICF>
2. ชิตพงษ์ กิตติราดร, ``Neural Network Programming," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://guopai.github.io/ml-blog15.html>.
3. CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition, ``Convolutional Neural Networks," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://cs231n.github.io/convolutional-networks/add>.
4. J.Brownlee, ``A Gentle Introduction to the Rectified Linear Unit (ReLU)," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://machinelearningmastery.com/rectified-linear-activation-function-for-deep-learning-neural-networks/>.
5. J.Brownlee, ``Transfer Learning in Keras with Computer Vision Models," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://machinelearningmastery.com/how-to-use-transfer-learning-when-developing-convolutional-neural-network-models>.
6. K.Surapong, ``Activation Function คืออะไร ใน Artificial Neural Network, Sigmoid Function คืออะไร – Activation Function ep.1," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://www.bualabs.com/archives/1261/what-is-activation-function-what-is-sigmoid-function-activation-function-ep-1/>.
7. K.Surapong, ``ReLU Function คืออะไร ทำไมถึงนิยมใช้ใน Deep Neural Network ต่างกับ Sigmoid อย่างไร – Activation Function ep.3," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://www.bualabs.com/archives/1355/what-is-relu-function-why-popular-deep-learning-training-deep-neural-network-activation-function-ep-3/>.
8. N.Chuntra, ``OpenCV คืออะไร," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://medium.com/@nut.ch40/opencv->
9. P.Canuma, ``Image Pre-processing," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://towardsdatascience.com/image-pre-processing-c1aec0be3edf>.
10. P.Sharma, ``Computer Vision Tutorial: A Step-by-Step Introduction to Image Segmentation Techniques (Part 1)," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/04/introduction-image-segmentation-techniques-python/>.
11. Indiana University, ``Detecting Dyslexia Using Neural Networks," [สื่อออนไลน์] วันที่ 8/27/2020 <http://vision.soic.indiana.edu/detecting-dyslexia-using-neural-networks/>.