



แอ็ลเดิสปอต-ระบบตรวจจับอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนสะกดคำ  
LDSPOT : A LEARNING DISORDER (LD) DETECTION SYSTEM IN WRITING AND SPELLING OF CHILDREN BY ALPHABET, VOWELS AND WORDS

MR. SUTHAWEE WERAPHONG 60070501059

MR. ONGSA SUNGKHANIT 60070501066

MR. TAECHIT SUTTHIPRAPHYA 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

แอ็ลเดิสปอต-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 Suttiprapha 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

.....

Project Advisor

(Assoc.Prof. Phond Phunchongharn , Ph.D.)

.....

Project Co-Advisor

(Assoc.Prof. My Co-advisor name, Ph.D.)

.....

Committee Member

(Prof. Committee)

Copyright reserved

Project Title	แอ็ลติสปอต-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	Assoc.Prof. Phond Phunchongharn , Ph.D.
Co-advisor	Assoc.Prof. My Co-advisor name, Ph.D.
Program	Bachelor of Engineering
Field of Study	Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2020

### Abstract

the problem about student's learning had found more because the cause that have the most found in this problem is LD or Learning disorder , In addition Learning disorder is the most disability that be found in Thailand or around the world . the children who have learning disorder might affect studying to slow and can't understand or have some behavior problem , those children need to use their skills for improve their knowledge , if most of them don't getting the right treatment it will be cumulative problem and then will be a big problem. more than this the children that got the delayed treatment that will have less of impact Learning disorder can divide to 3 types 1.read skill 2.write and spelling skills 3.mathematics skill . the diagnosis of learning disorder need to use many types of data and specialist doctor but nowadays it don't have much specialist doctor then people need to queue for long time to diagnosis and it affect children to get delayed treatment and most of them that were Learning disorder don't pay attention when they need to do diagnosis test so our project want to present "LDspot" that is Learning disorder detection system in children and it is system that help to diagnosis learning disorder in early then we will have selection children that have probability to be Learning disorder before they meet the doctor and have the result from our system to be a data for doctor such as wrong writing vowel and character count , fliped character . more of this our application is in form of game for attact children to pay attention. LDspot is application in mobile or tablet . children will writing word , character from sound that they will hear in diagnosis process. they will feel like they doing a test and adventure in game in awhile

**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

ปัญหาการเรียนของเด็กเป็นปัญหาที่พบเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสาเหตุที่พบบ่อยของปัญหาการเรียนในเด็กมาจากการบกพร่องในการเรียนรู้ (Learning Disorder, LD) นอกจากนี้ยังเป็นความพิการที่พบได้มากที่สุดของประชากรทั้งในประเทศไทยและทั่วโลก เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อาจจะเรียนรู้ช้า ผลการเรียนตกต่ำ ซ้ำชั้น หรือมีปัญหาพฤติกรรม ซึ่งเด็กจำเป็นต้องใช้ทักษะการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้ต่อ�อด หากเด็กไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องจะกลายเป็นปัญหาที่สะสมจนกลายเป็นปัญหาที่ใหญ่ขึ้น นอกจากนี้หากเด็กได้รับการรักษาที่ล่าช้า การบำบัดรักษามักจะได้ผลน้อย การบกพร่องทางการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท นั่นคือ ด้านการอ่าน ด้านการเขียนและสะกดคำ และด้านคณิตศาสตร์ โดยในโครงงานนี้เราจะมุ่งเน้นไปที่การบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนและสะกดคำ ซึ่งการวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนรู้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากหลายส่วนและแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ แต่เนื่องจากปัจจุบันจำนวนบุคลากรทางการแพทย์ผู้เชี่ยวชาญมีอยู่จำกัด จึงทำให้การรอเพื่อวินิจฉัยโรคมีระยะเวลานาน และอาจจะทำให้เด็กได้รับการรักษาที่ล่าช้า นอกจากนี้เด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้มักไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานทดสอบเพื่อวินิจฉัยโรค ทางกลุ่มผู้พัฒนาจึงนำเสนอ “แอลดีสปอต” : ระบบตรวจจับอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนสะกดคำ” เป็นระบบที่จะช่วยตรวจจับอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้เบื้องต้น ทำให้ช่วยคัดกรองเด็กที่มีความจำเป็นที่จะต้องพบแพทย์เพื่อวินิจฉัยโรคอย่างละเอียดได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งแพทย์จะได้รับข้อมูลสรุปทางสถิติจากการเขียนและสะกดคำ ( เช่น จำนวนบรรทัดและพยัญชนะที่เขียนผิด จำนวนบรรทัดและพยัญชนะที่เขียนถูกต้อง ) จากระบบดังกล่าวเพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยแบบทดสอบเพื่อตรวจจับความบกพร่องทางด้านการเขียนและสะกดคำจะอยู่ในรูปแบบของเกมเพื่อกระตุ้นให้เด็กทำแบบทดสอบได้อย่างครบทั้ว ตัวแอปพลิเคชันแอลดีสปอตแบบทดสอบของเราจะให้เด็กทำแบบทดสอบผ่านแท็บเล็ตหรือมือถือ นอกจากนี้ครูผู้ช่วยที่ทำการรักษาเด็กจะสามารถใช้แอปพลิเคชันแอลดีสปอตในการออกแบบการรักษาและติดตามพัฒนาการของเด็กหลังจากการเรียนรู้ได้อีกด้วย

**คำสำคัญ:** โรค การ พก พร่อง ทางการ เรียน รู้ (Learning disorder), โครง ข่าย ประสาท เทียม แบบ สัง วัด นา การ (Convolutional Neural Network), การ เรียนรู้ เชิงลึก (Deep learning), การ ประมวลผลภาพ ( Image Processing), แอปพลิเคชันบนมือถือ (Mobile Application)

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้พัฒนาของบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนผู้ช่วยศาสตร์ อาจารย์พร พันธุ์จงหาญ ที่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี รวมถึงเจ้าหน้าที่จากมหาวิทยาลัย มหิดล ครุ และ แพท ฯ จากหน่วยตรวจสอบคุณภาพและวิจัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ให้คำแนะนำในการพัฒนาแอปพลิเคชัน และร่วมเสนอปัญหา และความต้องการต่าง ๆ ภายในแอปพลิเคชัน รวมถึงขอบคุณบิดาารดาที่เป็นส่วนสำคัญ ในการให้กำลังใจ ตลอดจนโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๒๓ จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้มอบทุนอุดหนุนให้แก่โครงการ และดีสปอร์ต-ระบบตรวจจับอาการโรคภัยพิร่องทางการเรียนรู้ในเด็กผ่านแบบทดสอบการเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด เพื่อใช้ในการพัฒนาโครงการ

## สารบัญ

หน้า

ABSTRACT	ii
บทคัดย่อ	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	vi
สารบัญตาราง	vii
สารบัญรูปภาพ	ix
 บทที่ 1 บทนำ	 1
1.1    ที่มาและความสำคัญ	1
1.2    วัตถุประสงค์	1
1.3    ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4    ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5    ตารางการดำเนินงาน	2
1.6    ผลการดำเนินงาน	5
 บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง	 6
2.1    Core concept แนวคิดหลัก	6
2.1.1    การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning)	6
2.1.2    โครงข่ายประสาทเทียมแบบสั่งวัดนาการ (Convolutional Neural Network)[3]	6
2.1.3    Transfer Learning[5]	8
2.1.4    Activate Function[6]	9
2.1.5    Rectified Linear Unit (ReLU)[7]	9
2.1.6    การปรับขนาดรูปภาพ (Image rescale)[9]	10
2.1.7    การแยกบริเวณรูปภาพ (Image segmentation)[10]	10
2.1.8    การแปลงรูปภาพเป็นข้อความ (Optical character recognition)	11
2.1.9    Blob coloring	11
2.2    Languages and technologies ภาษาโปรแกรมและเทคโนโลยี	12
2.2.1    React Native	12
2.2.2    Keras	12
2.2.3    OpenCV[8]	12
2.2.4    Django Rest Framework	13
2.3    Related research / Competing solutions บทความที่เกี่ยวข้อง	13
2.3.1    Detecting Dyslexia Using Neural Networks[11]	13
2.3.1.1    การใช้ภาษาไทยมือในการวินิจฉัยโรค Dyslexia	13
2.3.1.2    การประมวลผลภาพ	13
2.3.1.3    Optical character recognition	13
2.3.1.4    การทำโมเดลวินิจฉัย	13
 บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	 15
3.1    Project Functionality	15
3.1.1    System Architecture	15
3.1.2    System requirements	15
3.1.3    Process Flow	16
3.1.4    Use cases	17

3.2	โครงสร้างซอฟต์แวร์	17
3.2.1	แอปพลิเคชันทำแบบทดสอบ (Application)	19
3.2.2	การประมวลผลภาพ (Image processing)	19
3.2.3	การแยกภาพ (Image segmentation)	19
3.2.4	การวินิจฉัย (Learning disorder prediction)	20
3.3	Conceptual Design	21
3.4	Database Design	22
3.5	Sequence Diagram Design	25
3.6	Model architecture	40
3.7	User Interface Design	42
3.8	การเก็บข้อมูลภาพลายมือเด็ก	48
3.9	การเก็บข้อมูลภาพลายมือเด็ก	50
3.10	แผนการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน	52
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล</b>		<b>53</b>
4.1	Application Interface	53
4.2	การนำข้อมูลลายมือเด็กมาใช้	65
4.3	กระบวนการวิเคราะห์ตัวอักษร สระ และคำสะกด	67
4.4	Optical Character Recognition (OCR)	69
4.5	ผลของการทดสอบโปรแกรม	72
4.5.1	Confusion Matrix	72
4.5.2	การทดสอบความแม่นยำของการจำแนกถูกผิดกลับด้าน ในตัวอักษร สระ และคำสะกด	86
4.6	แบบสอบถามบุคลากรทางการแพทย์	91
4.7	แบบสอบถามผู้เข้าร่วมที่ทำแบบทดสอบ	91
<b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ</b>		<b>92</b>
5.1	สรุปผลการดำเนินงาน	92
5.2	ปัญหาที่พบ	92
5.3	สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำโครงการ	93
5.4	แนวทางการพัฒนา	93
<b>หนังสืออ้างอิง</b>		<b>94</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงข้อมูลขาเข้าและข้ออ กของ แอปพลิเคชัน	19
3.2 แสดงข้อมูลขาเข้าและข้ออ กของส่วนการประมวลผลภาพ	19
3.3 แสดงข้อมูลขาเข้าและข้ออ กของส่วนการแยกภาพ	19
3.4 แสดงข้อมูลขาเข้าและข้ออ กของส่วนการวินิจฉัย	20
3.5 ตารางเก็บข้อมูล User	23
3.6 ตารางเก็บข้อมูล Test	23
3.7 ตารางเก็บข้อมูล Classification	23
3.8 ตารางเก็บข้อมูล Prediction	24
3.9 ตารางเก็บข้อมูล Prediction	24
3.10 Use case narrative ของการทำแบบทดสอบ	26
3.11 Use case narrative ของการตูปหลังการทดสอบ	29
3.12 Use case narrative ของการดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน	31
3.13 Use case narrative ของการเข้าสู่ระบบ	33
3.14 Use case narrative การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล	35
3.15 Use case narrative ของการสมัครสมาชิก	39
4.1 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 1 (ก,ง,ญ,ย)	72
4.2 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 1 (ก,ง,ญ,ย)	72
4.3 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 2 (ข,ญ,ก,ล,ช,พ)	73
4.4 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 2 (ข,ญ,ก,ล,ช,พ)	73
4.5 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ,ຈ,ຍ,ຟ,ສ,ຫ)	74
4.6 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ,ຈ,ຍ,ຟ,ສ,ຫ)	74
4.7 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 4 (ອ,ນ,ພ,ມ,ວ)	75
4.8 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 4 (ອ,ນ,ພ,ມ,ວ)	75
4.9 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 5 (ໜ,ໝ,ຜ,ົ)	76
4.10 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 5 (ໜ,ໝ,ຜ,ົ)	76
4.11 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 6 (ຄ,ຕ,ດ,ຕ,ສ)	77
4.12 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 6 (ຄ,ຕ,ດ,ຕ,ສ)	77
4.13 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 7 (ງ,ງ,ຈ,ງ)	78
4.14 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 7 (ງ,ງ,ຈ,ງ)	78
4.15 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 8 (ໝ,ທ,ນ,ທ,ຍ)	79
4.16 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 8 (ໝ,ທ,ນ,ທ,ຍ)	79
4.17 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 9 (ຮ,ບ,ປ,ຮ)	80
4.18 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 9 (ຮ,ບ,ປ,ຮ)	80
4.19 Confusion Matrix ของโมเดลสรวงที่ 1 (-, ີ, ຶ, ື, ໃ, ໄ)	81
4.20 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลสรวงที่ 1 (-, ີ, ຶ, ື, ໃ, ໄ)	81
4.21 Confusion Matrix ของโมเดลสรวงที่ 2 (-າ, ີ, ຶ, ື, ແ, ໂ, ໄ)	82
4.22 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลสรวงที่ 2 (-າ, ີ, ຶ, ື, ແ, ໂ, ໄ)	82
4.23 Confusion Matrix ของโมเดลสรวงที่ 3 (-ີ, -ຶ, -ື, -ຸ, ໂ)	83
4.24 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลสรวงที่ 3 (-ີ, -ຶ, -ື, -ຸ, ໂ)	83
4.25 Confusion Matrix ของโมเดลสรวงที่ 4 (-ະ, ບັນ, ດັບ, ດັບ, ຕິ)	84
4.26 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลสรวงที่ 4 (-ະ, ບັນ, ດັບ, ດັບ, ຕິ)	84
4.27 Confusion Matrix ของโมเดลสรวงที่ 5 (ຖ,ກັນ,ກັນ,ກັນ)	85
4.28 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลสรวงที่ 5 (ຖ,ກັນ,ກັນ,ກັນ)	85
4.29 แบบสอบถามบุคลากรทางการแพทย์	91

4.30	แบบสอบถามผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบ	91
5.1	แสดงระบบของแอปพลิเคชัน	92

## 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	7
2.4 ภาพอธิบายตัวอย่างของ Transfer Learning	8
2.5 ภาพตัวอย่างกราฟของ sigmoid function	9
2.6 ภาพตัวอย่างกราฟของ ReLU function	9
2.7 ภาพตัวอย่างการทำ image segmentation บนภาพ	10
2.8 ภาพตัวอย่างขั้นตอนการแปลงเอกสารมาอยู่ในรูปแบบข้อมูลด้วยกระบวนการ OCR	11
2.9 ภาพตัวอย่างการทำ Blob coloring	11
2.10 ส่วนแบ่งการตลาดระบบปฏิบัติการเมือถือและแท็บเล็ตทั่วโลก	12
3.1 ภาพ System Architecture ของ LDSpot	15
3.2 ภาพขั้นการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ก่อนใช้แอปพลิเคชัน LDSpot	16
3.3 ภาพขั้นตอนการทำางานของบุคลากรทางการแพทย์หลังใช้แอปพลิเคชัน LDSpot	16
3.4 ภาพ Use Case Diagram	17
3.5 ภาพ Activity diagram การดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน	18
3.6 แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้าและออกของการประมวลผลภาพ	19
3.7 แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้าและออกของการแยกภาพ	20
3.8 แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้าและออกของการวินิจฉัย	20
3.9 ภาพการสื่อสารระหว่างทากฝึก Frontend และ Backend	21
3.10 ภาพ Database ER diagram	22
3.11 ภาพ Sequence diagram การทำแบบทดสอบ	25
3.12 ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์การทดสอบ	27
3.13 ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์รายบุคคล	28
3.14 ภาพ Sequence diagram การดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน	30
3.15 ภาพ Sequence diagram การเข้าสู่ระบบ	32
3.16 ภาพ Sequence diagram การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล	34
3.17 ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบบันทึกเรียน	37
3.18 ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบบุคลากรทางการแพทย์	38
3.19 Convolutional Layer สำหรับโมเดลตัวอักษร	40
3.20 Convolutional Layer สำหรับโมเดลสร้อย	40
3.21 โมเดลสำหรับตัวอักษร	41
3.22 โมเดลสำหรับตัวอักษร	41
3.23 ภาพการอ่านแบบหน้าเข้าสู่ระบบ	42
3.24 ภาพการอ่านแบบหน้ารอกข้อมูลสำหรับเริ่มทำแบบทดสอบ	42
3.25 ภาพการอ่านแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านแรก	43
3.26 ภาพการอ่านแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสอง	43
3.27 ภาพการอ่านแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสาม	44
3.28 ภาพการอ่านแบบหน้าการกดข้ามการเขียนตัวอักษร สร้อย และคำสะกด	44
3.29 ภาพการอ่านแบบหน้าเขียนตัวอักษร สร้อย และคำสะกด	45
3.30 ภาพการอ่านแบบหน้าเขียนตัวอักษร สร้อย และคำสะกด	45
3.31 ภาพการอ่านแบบหน้าจับการทดสอบ	46
3.32 ภาพอ่านแบบหน้าดูผลลัพธ์การทดสอบ	46

3.33	ภาพการออกแบบหน้าดูสกิดิภัยในแอปพลิเคชัน	47
3.34	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือตัวอักษรเด็ก	48
3.35	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือสาระเด็ก	49
3.36	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือคำสะกดเด็ก	49
3.37	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือตัวอักษรเด็ก	50
3.38	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือสาระเด็ก	51
3.39	ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือคำสะกดเด็ก	51
4.1	วิธีการใช้งานหน้าเข้าสู่ระบบ	53
4.2	หน้าเลือกรูปแบบการสมัครสมาชิกของ LDSpot	54
4.3	หน้าสมัครสมาชิกของ LDSpot	55
4.4	หน้าสมัครสมาชิกของ LDSpot	56
4.5	หน้าหลัก (แบบทดสอบ) LDSpot	57
4.6	หน้าหลัก (ผลลัพธ์) LDSpot	58
4.7	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายละเอียด) LDSpot	59
4.8	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคล) LDSpot	60
4.9	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลสถิติ) LDSpot	61
4.10	หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลแบบทดสอบ) LDSpot	62
4.11	หน้าแบบทดสอบ LDSpot	63
4.12	หน้าดูข้อมูลสถิติภัยในแอปพลิเคชันของ LDSpot	64
4.13	ภาพตัวอย่างการเก็บข้อมูลลายมือของเด็กหลังจากการแกนรูปภาพแล้ว	65
4.14	ภาพตัวอย่างหลังการแยกตัวอักษรและสาระ	66
4.15	ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนตัวอักษร	67
4.16	ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนสาระ	67
4.17	ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนคำสะกด	68
4.18	ภาพลายมือเขียนของเด็ก	69
4.19	ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ได้ทำการแบ่งตัวอักษรแล้ว	69
4.20	ภาพลายมือเขียนของเด็ก	70
4.21	ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ทำการ bounding box แล้วมีมากกว่า 1 ตัวอักษร	70
4.22	ภาพหลังการทำ bounding box แล้ว	71
4.23	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	86
4.24	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	87
4.25	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	87
4.26	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	88
4.27	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ผิด	88
4.28	ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก	89
4.29	ภาพที่แบ่งตัวอักษรและสาระถูกต้อง	89
4.30	ภาพที่แบ่งตัวอักษรและสาระถูกต้อง	90
4.31	ภาพที่แบ่งตัวอักษรและสาระไม่ถูกต้อง	90

# บทที่ 1 บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

โรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ในเด็ก (Learning disorder, LD) คือ ความผิดปกติทางการเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานผิดปกติของสมอง ทำให้ผลการเรียนของเด็กต่ำกว่าศักยภาพที่แท้จริง โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามความผิดปกติของกระบวนการเรียนรู้ที่แสดงออก นั่นคือ ความบกพร่องด้านการอ่าน ความบกพร่องทางด้านการเขียนสะกดคำ และความบกพร่องทางด้านคณิตศาสตร์ โดยเด็กที่มีความบกพร่องด้านการอ่านจะไม่สามารถจัดลำพังยูนิ สระ และยังไม่สามารถสะกดคำได้เจิงเป็นภาษาเหตุให้ เกิดการอ่านออกเสียงไม่ชัด ไม่สามารถพัฒนาระบุตรต่อได้ หรืออ่านไม่ออก ส่วนความบกพร่องด้านที่สอง คือ การเขียนสะกดคำ ความบกพร่องด้านนี้สามารถพบได้ร่วมกับความบกพร่องด้านการอ่าน เด็กมีความบกพร่องในการสะกดพังยูนิ สระ หรือ วรรณยุกต์ จึงทำให้เกิดการเรียนหันหือที่ไม่ถูกต้อง และความบกพร่องสุดท้ายคือ ความบกพร่องด้านคณิตศาสตร์ ลักษณะของเด็กประเท่านี้คือ ขาดทักษะการเข้าใจด้วยเลข และเกิดการนับจำนวนหรือบวกคูณลบเลขผิด จึงไม่สามารถทำให้คำนวนเลขได้ ในโครงการนี้เราจะเน้นความบกพร่องทางด้านการเขียนและสะกดคำ โดยสาเหตุของโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานผิดปกติของสมองมีได้หลายสาเหตุด้วยกัน เช่น การทำงานของสมองบางตำแหน่งบกพร่อง กรรมพันธุ์ หรือความผิดปกติของโครโนไซม อ้างอิงจากข้อมูลที่ได้มาจาก พญ.วินัดดา ปิยะศิลป์ในพ.ศ. 2554 คาดว่ามีเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ หรือ LD (Learning Disorders) ประมาณ 500,000 คน ในช่วงที่เก็บข้อมูลสถิตินั้นมีอัตราเกิดใหม่ถึง 800,000 คนต่อปี แล้วคาดว่ามีโอกาสที่เด็กเป็น LD 40,000 คนต่อปี จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้จำนวนมาก โดยในปัจจุบันเกิดความสามารถเข้ารับการทำแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยโรคบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ ซึ่งจะมีบุคลากรทางการแพทย์ควบคุมการทำแบบทดสอบและจำเป็นต้องให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้วินิจฉัย กระบวนการนี้ใช้ระยะเวลาเนื่องจากบุคลากรการแพทย์มีจำกัด ทำให้ไม่สามารถรองรับเด็กเข้ามาทำแบบทดสอบได้เป็นจำนวนมากต่อวัน ซึ่งหากเด็กได้รับการรักษาที่ล่าช้า อาจจะทำให้ได้ผลลัพธ์การรักษาอ่อนล้า

จักษุเด็กข้างต้นจึงทำให้กลุ่มนี้พัฒนาเจ้าเสื่อ “แอลดีสปอร์ต” หรือ ระบบตรวจวัดอาการโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ทางด้านการเขียนสะกดคำ” ผ่านทางภาพการเรียนตัวอักษร สระ และ สะกดคำโดยใช้แอปพลิเคชันซึ่งเด็กต้องทำแบบทดสอบในรูปแบบของเกมด้วยการเรียนตัวอักษร สระ และสะกดคำ จากนั้นภาพแบบทดสอบจะถูกส่งให้ระบบแอลดีสปอร์ต เพื่อคำนวนคะแนน และนำไปแสดงผลในแอปพลิเคชันให้บุคลากรทางการแพทย์และผู้ปกครองสามารถดูผลลัพธ์ได้ ซึ่งในส่วนของการวินิจฉัยนั้นได้อ้างอิงหลักการวิเคราะห์ข้อมูลจากแพทย์มาใช้ในระบบบวิเคราะห์ที่จะพัฒนา

แอลดีสปอร์ต จะช่วยลดความซับซ้อนและระยะเวลาในการรอการวินิจฉัยเบื้องต้น อีกทั้งยังลดขั้นตอนหรือหน้าที่ของแพทย์หรือบุคลากร รวมถึงบุคลากรทางการแพทย์สามารถใช้ข้อมูลสถิติที่ได้จากแอลดีสปอร์ตในการวางแผนการรักษาและติดตามพัฒนาการในการเรียนรู้ของเด็กแต่ละคนได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาระบบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือเขียนของเด็กเพื่อเป็นข้อมูลให้แพทย์วินิจฉัยโอกาสเป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ด้านการเขียนและสะกดคำในเด็กได้อย่างแม่นยำ
- เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่อยู่ในรูปแบบเกมส์เพื่อตึงคุณความสนใจจากเด็ก และเด็กสามารถทำแบบทดสอบจนจบได้
- เพื่อลดความซับซ้อนและระยะเวลาในการรอเพื่อวินิจฉัยโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้เบื้องต้นได้
- เพื่อช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยสามารถติดตามผลลัพธ์รวมถึงทำแบบทดสอบผ่านในแอปพลิเคชันได้

## 1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- แอปพลิเคชันในรูปแบบของเกมส์ที่รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และ ไอโอเอส (IOS) ซึ่งรองรับเพียงภาษาไทย
- ระบบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือของเด็กซึ่งถูกสร้างขึ้นมาจากข้อมูลแบบทดสอบการเขียนของเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ จากระยะเวลาเด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

- ระบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือเขียนของเด็กจะต้องรับรูปภาพลายมือของเด็ก โดยการเขียนผ่านทางแอปพลิเคชันที่ได้สร้างไว้
- ผลลัพธ์จะอุ่นมาในรูปแบบจำนวนความผิดพลาดจากที่เขียนผิด และความน่าจะเป็นว่าเด็กมีความน่าจะเป็นที่rocการบกพร่องทางการเรียนรู้เท่าใด โดยตัวระบบจะเรียนรู้จากการเขียนทดสอบของเด็กที่เป็นrocการบกพร่องทางการเรียนรู้และภาพการเขียนทดสอบของเด็กที่ไม่เป็นrocการบกพร่องทางการเรียนรู้ จาก หน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
- ระบบจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวินิจฉัยในแอปพลิเคชัน โดยที่ผู้ปกครองและบุคลากรทางการแพทย์จะสามารถเข้ามาดูผลลัพธ์แล้วนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- โครงการนี้สามารถเป็นประโยชน์ กับผู้ที่สนใจหรือต้องการศึกษา
- สามารถลดระยะเวลาลดการวินิจฉัย
- สามารถทำให้เด็กสนใจในตัวทดสอบมากขึ้น
- บุคลากรทางการแพทย์สามารถติดตามพัฒนาการของเด็กได้ผ่านทางแอปพลิเคชัน

#### 1.5 ตารางการดำเนินงาน

- ติดต่อขอข้อมูลการแพทย์จากหน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
- รวบรวมข้อมูลแบบทดสอบ
- ศึกษาเกี่ยวกับโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้ในเด็ก
- เก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำแนกประเภทรูปภาพ
- ออกแบบแอปพลิเคชัน
- ศึกษาเรื่องการสร้างโมเดล ด้วย Convolutional Neural Network
- ศึกษาการเขียน แอปพลิเคชัน cross-platform ด้วย React native
- ทดลองสร้างโมเดลด้วย Convolutional Neural Network
- พัฒนาระบบBackend สำหรับส่งภาพแบบทดสอบจาก แอปพลิเคชัน เพื่อมาเข้าระบบจำแนก
- นำแอปพลิเคชันและระบบจำแนกมาเชื่อมกันด้วย Backend
- ทดสอบและประเมินความถูกต้องของ แอปพลิเคชัน ก่อนนำไปทดลอง
- นำไปทดสอบกับเด็กที่เป็นโรคการบกพร่องทางการเรียนรู้และเก็บผลตอบรับ
- 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
- ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลที่เตรียมพร้อมสำหรับนำไปสร้างโมเดลในการวิเคราะห์โรคกรรওงทางการเรียนรู้
- โมเดลจำแนกประเภทภาพแบบเบื้องต้นด้วย Convolutional Neural Network
- แบบจำลอง User interface ของแอปพลิเคชัน

ภาคการศึกษาที่ 2

- ระบบวิเคราะห์รูปภาพลายมือเขียนแบบทดสอบของเด็กเพื่อวินิจฉัยโอกาสเป็นโรคการเรียนรู้บกพร่องเบื้องต้นในเด็กได้อย่างแม่นยำ
- แอปพลิเคชัน ที่อยู่ในรูปแบบเกมส์เพื่อให้เด็กเล่นและสามารถทำแบบทดสอบไปพร้อมกันโดยจากนั้นนำภาพไปใช้ในการวินิจฉัยความเป็นไปได้ของโรคการเรียนรู้บกพร่องเบื้องต้น
- ผลลัพธ์ที่แม่นยำและสามารถแสดงถึงจำนวนความผิดพลาดที่เขียนผิดและความน่าจะเป็นได้
- ผลประเมินการใช้งานจากผู้ใช้งาน

## บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง

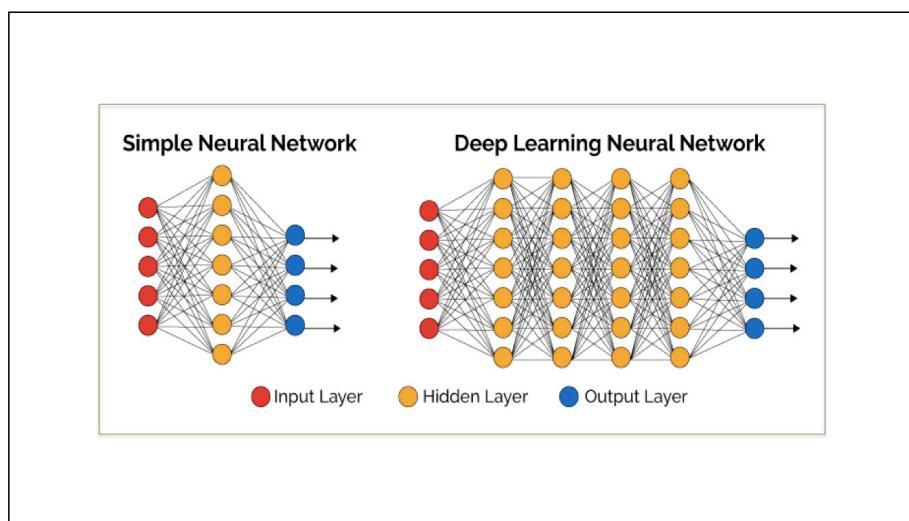
### 2.1 Core concept แนวคิดหลัก

เนื่องจากตัวระบบที่เราสร้างขึ้นมาเพื่อวินิจฉัยโครงการเรียนรู้บุกพร่องในเดือนนั้นจะต้องทำการเรียนรู้ข้อมูลลักษณะจุดเด่น ด่างๆของภาพผลแบบทดสอบการเรียนรู้บุกพร่องในเด็กว่า มีลักษณะเด่นใดซึ่งจำแนกว่าเด็กคนนั้นมีโอกาสเป็นโครงการเรียนรู้บุกพร่องในเด็ก จากการค้นคว้าหาข้อมูลจึงพบว่าเราจำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ในเรื่องของ Convolutional Neural Network ซึ่งหมายความว่า การทำงานจะแบ่งเป็นชั้นๆ เช่นเดียวกับเครื่องประมวลผลที่เราใช้ในชีวิตประจำวัน แต่สำหรับ Deep Learning แล้วเป็นส่วนหนึ่งของเรื่องการเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning)

#### 2.1.1 การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning)

การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ (deep learning) เป็นหนึ่งในสาขาย่อยของ machine learning เป็นศาสตร์ที่พูดถึง การจำลองการทำงานของระบบโครงข่ายประสาทมนุษย์ โดย จะมีการแบ่งการทำงานขึ้นเป็น layer ต่างๆ โดยเราจะมองเป็นสามส่วน หลักๆได้แก่

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



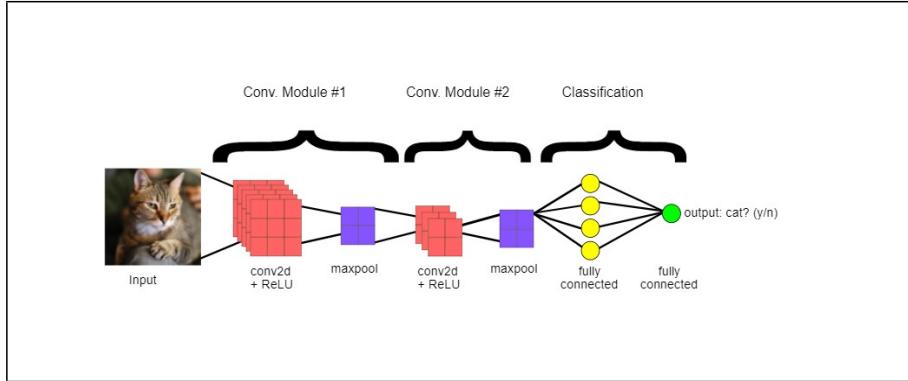
รูปที่ 2.1: ตัวอย่าง layer ของ การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์

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

#### 2.1.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบสัมภัตนาการ (Convolutional Neural Network)[3]

การจำแนกประเภทรูปภาพ สำหรับทางด้านการแพทย์กำลังเป็นที่สนใจ โครงข่ายประสาทเทียมแบบสัมภัตนาการ หรือ CNN เลยได้รับความนิยมมากขึ้นโดย CNN เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิวเตอร์ ที่เกิดจากการนำแนวคิดของ Neural Network มาเพิ่มในส่วนของ Convolutional layer ซึ่งหมายความว่าการหากลักษณะต่างๆของข้อมูลต่างๆ เช่น รูปภาพ โดยตัวของ CNN นั้น จะประกอบด้วยหลายๆ layer ด้วยกัน

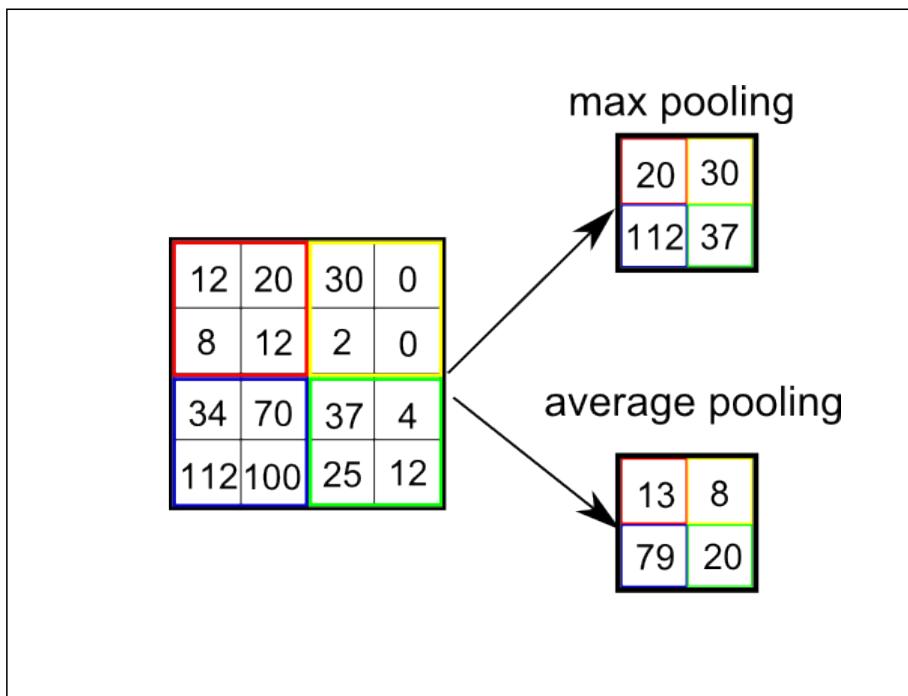
โดย CNN จะมี layer หลักๆได้แก่



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

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

1. Convolutional layer ซึ่งมีหน้าที่ในการประมวลผลภาพเพื่อหาคุณลักษณะต่างๆ เช่น สี ของ ด้วย filters และนำไปเข้า activate function เพื่อแปลงผลลัพธ์ให้กลายเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับ layer ถัดไป โดยมี activate function ที่ได้รับความนิยมในการทำการจำแนกประเภทรูปภาพ คือ Rectified Linear Unit (ReLU)
2. Pooling layer มีหน้าที่ในการลดมิติของข้อมูลที่เราได้จาก Convolutional layer ให้เล็กลง และคงไว้ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นเพื่อที่จะทำให้การประมวลผลเร็วขึ้น โดยจะมีสองวิธีหลักๆ ได้แก่ Max pooling และ Mean pooling โดย Max pooling จะทำการเลือกค่าที่มากที่สุดในขอบเขตที่สนใจ และ Mean Pooling จะทำการหาค่าเฉลี่ยของขอบเขตที่สนใจแล้วนำไปใช้ต่อ ดังรูป 2.3



รูปที่ 2.3: ตัวอย่างการทำ Max pooling และ mean pooling

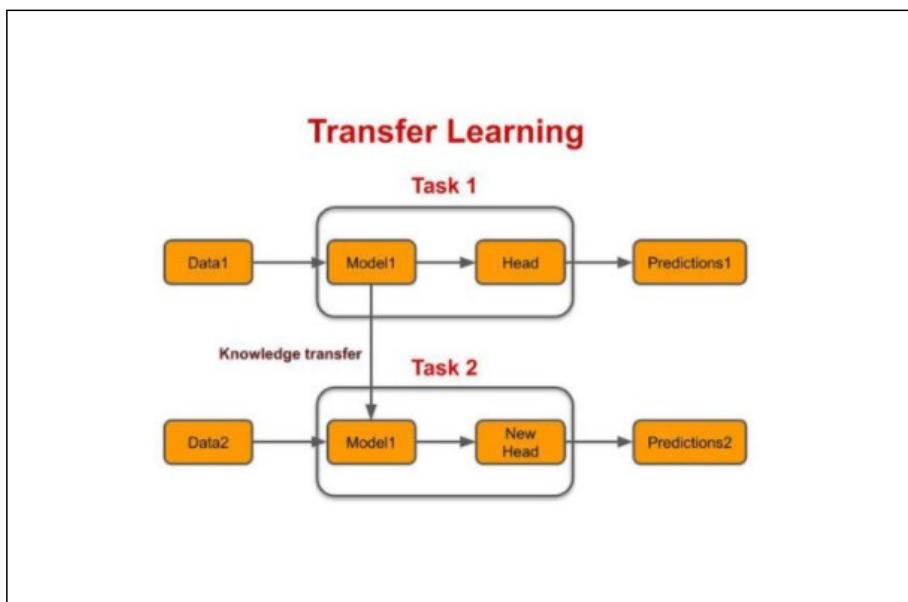
[ที่มา : <https://stackoverflow.com/questions/44287965>]

3. fully connected layer มีหน้าที่ในการรวม output จาก layer ก่อนหน้า ที่ได้ทำการหา คุณลักษณะต่างๆ มารวมและกำหนดให้ผลลัพธ์ของ layer นี้มีจำนวนเท่ากับ จำนวนประเภทที่เราต้องการจำแนกรูปภาพ เพื่อดูว่าผลลัพธ์ท้ายสุดเราจำแนกรูปภาพนั้นๆ ได้อยู่ในประเภทไหนซึ่ง CNN จะประกอบด้วยหลายๆ layer นี้เรียกวันไปมาจนถึง output ตามความเหมาะสมของ โมเดลนั้นๆ

และสามารถปรับ parameter ของแต่ละ layer ได้เพื่อทำให้การจำแนกประเภทนั้นออกมาแม่นยำที่สุด โดยในโครงการนี้ เราจะเลือกใช้ Convolutional neural network ในการสร้าง โมเดลเพื่อจำแนกข้อมูลภาพถ่ายของเรา

### 2.1.3 Transfer Learning[5]

ในการทำ Convolutional neural networkนั้น เราจำเป็นจะต้องออกแบบตัว layer และ parameter ต่างๆให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ความแม่นยำในการจำแนกที่สูง ซึ่งเราจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากในการ train ให้โมเดล CNN ของเรานั้นมีความแม่นยำ แต่ว่า Transfer Learning คือการที่เรานำ โมเดล CNN ที่มีการสร้างขึ้นมาไว้แล้วจากข้อมูลอื่น มาปรับแต่งในส่วนของ fully connected layer เองใหม่ให้เหมาะสมกับข้อมูลที่เราจะทำการจำแนก ซึ่งจะทำให้เราประหยัดเวลาในการสร้างโมเดล และลดจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโมเดลเพื่อที่จะทำให้โมเดลนั้นมีความแม่นยำ

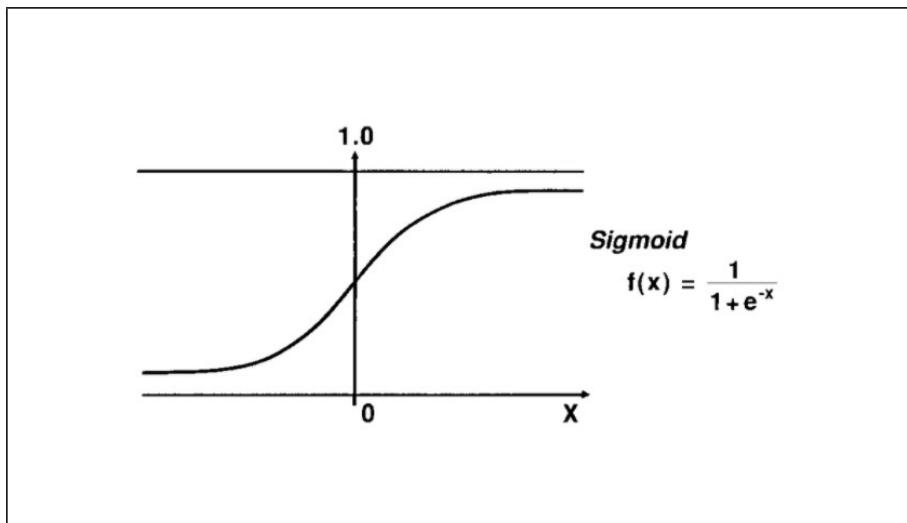


รูปที่ 2.4: ภาพอธิบายตัวอย่างของ Transfer Learning

[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 นั้นจะมีผลลัพธ์ออกมารอยู่ในช่วงของ 0 จนถึง 1 ทำให้เหมาะสมแก่การใช้ทำเรื่องความน่าจะเป็น แต่เนื่องจากกราฟของ sigmoid function เป็นดังรูป 2.5 เราจะเห็นว่า หากค่า  $|x|$  มีค่าสูงมากขึ้นค่าของ sigmoid function จะมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยลง หรือมีค่าอนุพันธ์ที่น้อยลงทำให้การอัพเดทน้ำหนักของตัว Neural network ใน layer แรกๆนั้นมีค่าน้อยจนอาจทำให้การเรียนรู้หยุด บัญญานี้มีชื่อเรียกว่า Vanishing gradient problem โดยสามารถแก้ไขด้วยการเปลี่ยน activate function ได้ยกตัวอย่างเช่น Rectified Linear Unit หรือ ReLU

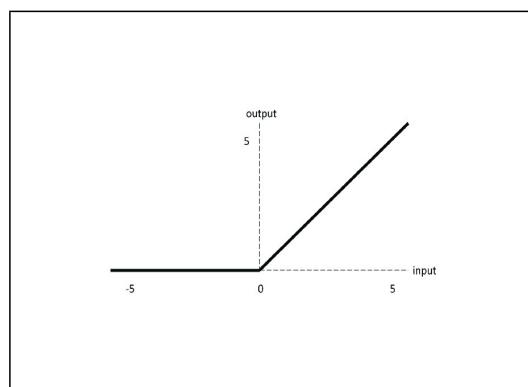


รูปที่ 2.5: ภาพตัวอย่างกราฟของ sigmoid function

[ที่มา : [https://www.researchgate.net/figure/An-illustration-of-the-signal-processing-in-a-sigmoid-function\\_fig2\\_39269767](https://www.researchgate.net/figure/An-illustration-of-the-signal-processing-in-a-sigmoid-function_fig2_39269767)]

#### 2.1.5 Rectified Linear Unit (ReLU)[7]

Rectified Linear Unit หรือ ReLU เป็น activate function ที่กำลังได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถแก้ไขบัญญาในเรื่องของ vanishing gradient problem ได้ เพราะกราฟของ ReLU นั้นถ้าค่า x เป็นบวกจะได้ค่าของอนุพันธ์เท่ากับ 1 เสมอทำให้ความชันไม่หาย ซึ่งทำให้ตัวโมเดลของรานน์บัปบันค่าหนักได้เรียบร้อย แต่ก็มีข้อเสีย เช่น กันคือผลลัพธ์จะออกมารอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง บวกอนันต์ทำให้ไม่สามารถกำหนดขอบเขตได้ หรือผลลัพธ์สำหรับการที่ข้อมูลขาเข้าเป็นเลขติดลบจะเท่ากับ 0 เสมอทำให้ไม่สามารถแปลงค่าผลลัพธ์ที่เท่ากับ 0 กลับมาเป็นข้อมูลขาเข้าได้ เป็นต้น



รูปที่ 2.6: ภาพตัวอย่างกราฟของ ReLU function

[ที่มา : [https://www.researchgate.net/figure/ReLU-activation-function\\_fig7\\_33411007](https://www.researchgate.net/figure/ReLU-activation-function_fig7_33411007)]

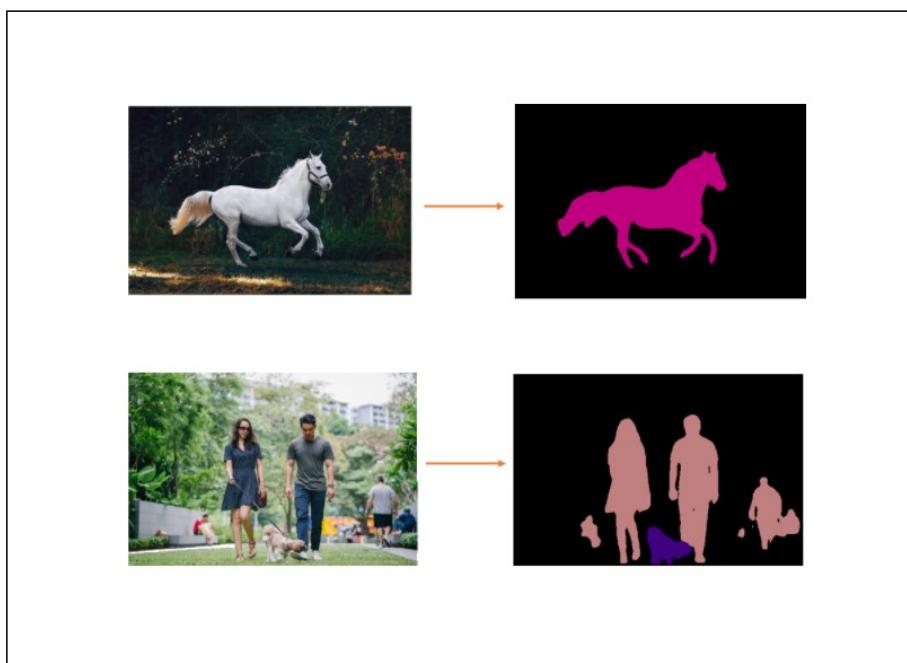
### 2.1.6 การปรับขนาดรูปภาพ (Image rescale)[9]

การปรับขนาดรูปภาพ (Image rescale) นั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนขนาดของตัว像ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การปรับขนาดให้เข้ากับหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือปรับขนาดให้เข้ากับอุปกรณ์มือถือ ฯลฯ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการประมวลผลภาพ

### 2.1.7 การแยกบริเวณรูปภาพ (Image segmentation)[10]

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

- Region-Based Segmentation เป็นการแยกวัตถุออกจากภาพด้วยวิธีการใช้ค่า threshold เพื่อปรับภาพที่อยู่ในรูปแบบของ grayscale ให้กลายเป็น binary image โดยให้วัตถุเป็นหนึ่งสี และ พื้นหลังเป็นอีกสีหนึ่ง เพื่อที่เราจะได้รู้ปร่วงของวัตถุขึ้นมา ซึ่ง วิธีการเลือกค่า threshold ที่เหมาะสมมีมากมาย ยกตัวอย่างเช่น Otsu's thresholding method
- Edge Detection Segmentation ที่ใช้ในการหาขอบของวัตถุซึ่งใช้หลักการความไม่ต่อเนื่องภายใน pixel ของรูปภาพ โดยจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นจะถูกระบุเป็นจุดขอบ
- Output layer เป็นขั้นสุดท้ายมีหน้าที่สำหรับรับข้อมูลจาก Hidden Layer เพื่อใช้ในการบอกว่าท้ายที่สุดแล้วตัวข้อมูลที่รับเขามา นั้นถูกจำแนกอยู่ในประเภทใด

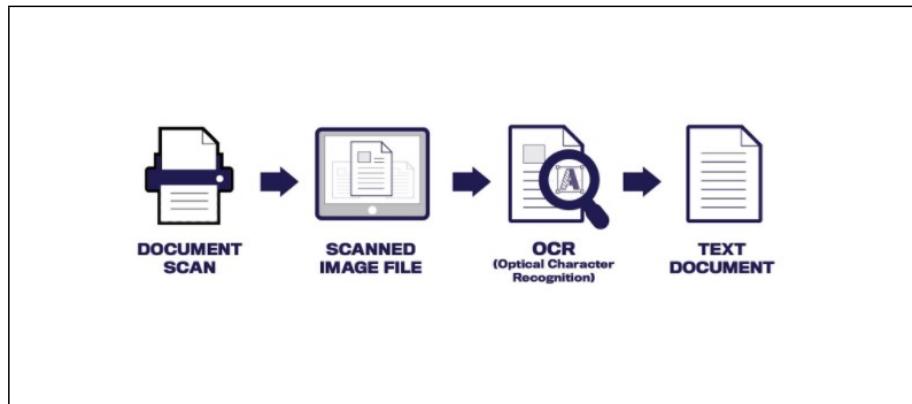


รูปที่ 2.7: ภาพตัวอย่างการทำ image segmentation บนภาพ

[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 คือเทคโนโลยีที่ทำให้เราสามารถจับตัวอักษรที่อยู่ในภาพถ่ายยกตัวอย่างเช่น ภาพสแกนของเอกสาร หรือ สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ เป็นต้น มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของตัวอักษรดิจิตอล ที่สามารถแก้ไขได้ และง่ายต่อการจัดเก็บนำไปใช้ต่อ ซึ่งความสามารถนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายด้าน เช่น วิเคราะห์ทะเบียนรถยนต์ ด้านการทำระบบค้นหาข้อมูล หรือระบบจัดเก็บรายละเอียดสินค้า

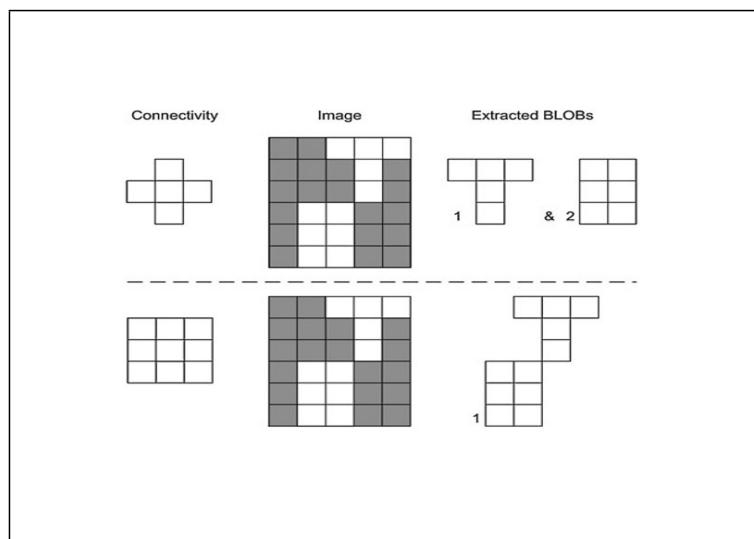


รูปที่ 2.8: ภาพตัวอย่างขั้นตอนการแปลงเอกสารมาอยู่ในรูปแบบข้อมูลด้วยกระบวนการ OCR

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

### 2.1.9 Blob coloring

ใช้ในการทำ OCR ของเราเป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการแบ่งขอบเขตของวัตถุ โดยจะทำการไล่ตั้งแต่ pixel บนสุดของภาพลงมาถ้วงสุดซึ่งแต่ละ pixel จะทำการจับว่า pixel รอบๆ ตัวนั้นเป็นสีเดียวกันไม่ หากเป็นสีเดียวกันจะจับให้ pixel เหล่านั้นอยู่ใน label เดียวกัน ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้เราสามารถแยกตัวอักษรแต่ละตัวออกจากกันได้ โดยแต่ละตัวก็จะมี label ของตัวเอง

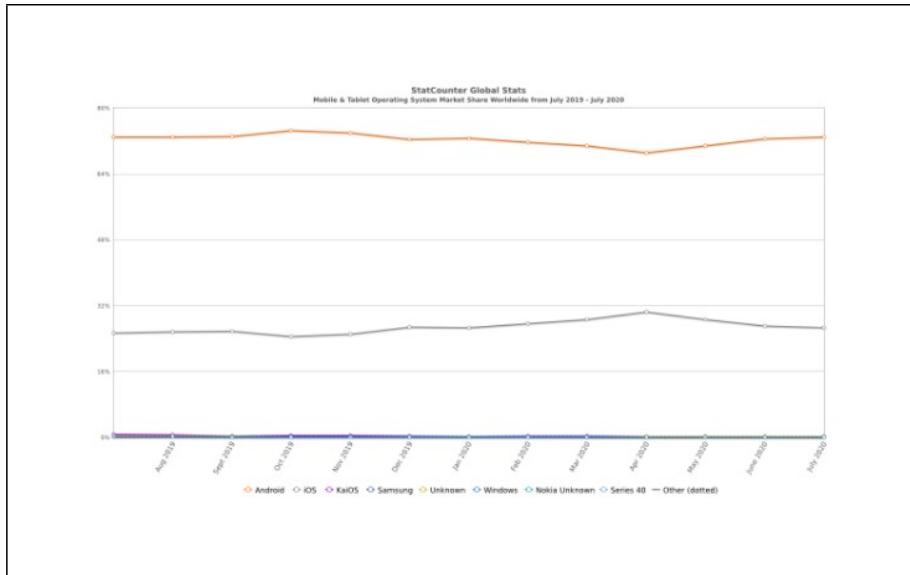


รูปที่ 2.9: ภาพตัวอย่างการทำงานของ Blob coloring

[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 ภาษาโปรแกรมและเทคโนโลยี

เนื่องด้วยด้วยเป้าหมายของโครงการที่ต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้ในหลายแพลตฟอร์ม โดยปัจจุบันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และระบบปฏิบัติการไอโอเอสเป็นระบบปฏิบัติการที่ผู้คนใช้งานมากที่สุด โดยทั้งสองระบบปฏิบัติการครอบคลุมส่วนแบ่งทางตลาดมากกว่า 98% สำหรับโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ต จากสถิติระบบปฏิบัติการไอโอเอสและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีอัตราส่วนแบ่งทางตลาดมากกว่า 98%



รูปที่ 2.10: ส่วนแบ่งการตลาดระบบปฏิบัติการมือถือและแท็บเล็ตทั่วโลก

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

อยู่ด้วยจำนวนผู้ใช้บริโภคจำนวนมาก ดังนั้นโครงการจึงพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้ทั้งสองระบบปฏิบัติการ ซึ่งรูปแบบในการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานในหลายแพลตฟอร์มได้ มีด้วยกันอยู่สองรูปแบบคือ Hybrid Application และ Web Application อย่างไรก็ตาม Hybrid Application สามารถทำงานได้ตามเป้าหมายของโครงการมากกว่า เพราะการเป็นรูปแบบแอปพลิเคชันทำให้สามารถใช้หน้าจอสัมผัสผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตในการเขียนตัวอักษรได้ โดยมีเฟรมเวิร์คให้พัฒนามากมายเช่น React Native ,Ionic และ Flutter เป็นต้น

### 2.2.1 React Native

React Native คือ เฟรมเวิร์คที่พัฒนาด้วยภาษา JavaScript สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการไอโอเอสและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยใช้เทคโนโลยี Cross platform ซึ่งในการพัฒนาด้วย React Native มีข้อดีคือในการพัฒนาสามารถพัฒนาแค่ครั้งเดียวแต่สามารถใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการไอโอเอสและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยการจัดการของ JavaScript ให้สามารถสื่อสารกับฝั่ง Native ของระบบปฏิบัติการทั้งสอง จึงได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น Native Application ทั้งระบบปฏิบัติการไอโอเอสและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

### 2.2.2 Keras

Keras คือเฟรมเวิร์คที่พัฒนาด้วยภาษา Python ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้เราสามารถจัดการกับการทำ การเรียนรู้เชิงลึกของคอมพิเตอร์ (deep learning) ได้อย่างง่าย ข้อดีของ Keras คือ ใช้งานง่าย และสามารถตัดแปลงตัว layer ของ neural network ได้ง่าย โดยในโครงการนี้เราสามารถใช้ Keras ในการออกแบบตัว Layer ต่างๆ ของโมเดลได้รวมทั้งทำการสร้างโมเดลและทำนายด้วยภาษา Python ได้เลย

### 2.2.3 OpenCV[8]

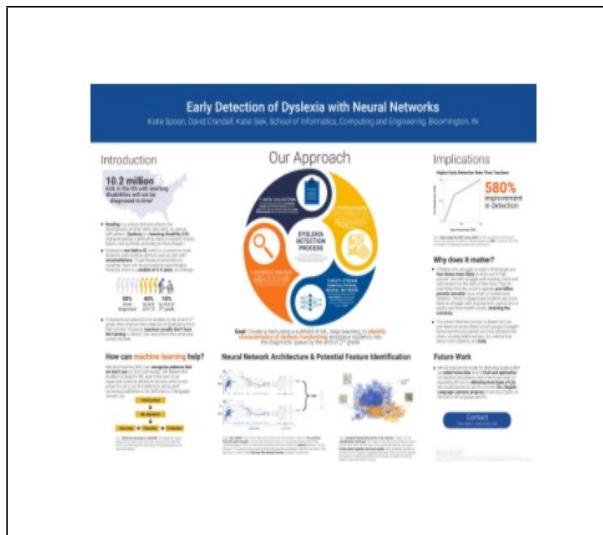
OpenCV เป็น library ที่มีจุดประสงค์เพื่อการแสดงผลตัวย่อคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ (Real - Time) รวมทั้งในส่วนของการทำ Image processing ที่รองรับการใช้งานบนหลายภาษาด้วยกัน โดยหนึ่งในนั้นคือ Python อีกทั้งยังสามารถใช้งานร่วมกับเฟรมเวิร์กการเรียนรู้เชิงลึกต่างๆ อาทิเช่น TensorFlow และ PyTorch เป็นต้น

#### 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 และที่เราเลือกเนื่องจากตัวโมเดลวินิจฉัยโรคของเราที่พัฒนาขึ้นจากภาษา 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 โดยการใช้ข้อมูลคงเหลือจากการสอบ ประวัติของผู้ทดสอบ หรือ แบบสอบถาม และมีอีกจำนวนหนึ่งที่ใช้ข้อมูลเช่นภาพการทำงานของสมอง หรือ การสื่อสารผ่านทางดวงตาเป็นต้น แต่ว่ารัฐกรรมนี้ได้เลือกที่จะใช้ข้อมูลลายมือเนื่องจาก เป็นข้อมูลที่ง่ายต่อการเก็บรวบรวม

##### 2.3.1.2 การประมวลผลภาพ

ในส่วนของการประมวลผลภาพนั้น รัฐกรรมนี้ได้ทำการนำภาพลายมือมาแบ่งเป็นบริหัด หลังจากนั้นจึงได้นำแต่ละบริหัดมาแบ่งเป็นอีก 50 ส่วน โดยวิธีการที่ใช้ในการแบ่งบริหัด คือ Arvanitopoulos Susstrunk's seam carving แล้วจึงนำภาพแต่ละบริหัดไปแบ่งเป็น 50 ส่วนโดยใช้ขนาด  $113 \times 113$  ซึ่งยังมีบางภาพที่ยากต่อการทำ แล้วจำเป็นต้องใช้การแก้ไขโดยผู้จัดทำก่อน แต่ไม่ได้มีความยากในการแก้ไขสูง

##### 2.3.1.3 Optical character recognition

Optical character recognition หรือ OCR นั้นเป็นการจับตัวอักษรภายในภาพแล้วจึงนำมาระบบเป็นค่า วินิษามารถอ่านได้ว่าในภาพนั้นมีตัวอักษรตัวใดอยู่บ้าง แต่จากการทดลองของรัฐกรรมนี้พบว่า วินิษามาจะสามารถอ่านภาพลายมือของเด็กที่เป็นโรค เนื่องจากลายมือของเด็กนั้นมีความหลากหลายมาก ทำให้วินิษามาตรวจจับด้วยระบบ OCR ไม่สามารถตรวจจับได้อย่างแม่นยำ

##### 2.3.1.4 การทำโมเดลวินิจฉัย

เป็นส่วนที่ให้โมเดลนั้นได้ทำการระบุว่าข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเป็นโรค dyslexia หรือไม่ โดยตัวโมเดลนั้นอยู่ในรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบสั้นๆ ตัวอย่าง 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

รัฐกรรมนี้ เป็นรัฐกรรมที่ดีและมีลักษณะที่มีข้อเสนอแนะว่าไม่ควรใช้อะไรบ้าง รวมถึงช่วยเรื่องการคิดระบบการทำางานว่าควรมีขั้นตอนแบบใดจากวิธีแรกถึงวิธีสุดท้าย เพื่อให้มีหลายวิธีมากที่ทวินิจฉัยเรื่องของการเป็น LD แต่ว่าโปรดจดของเข้าได้

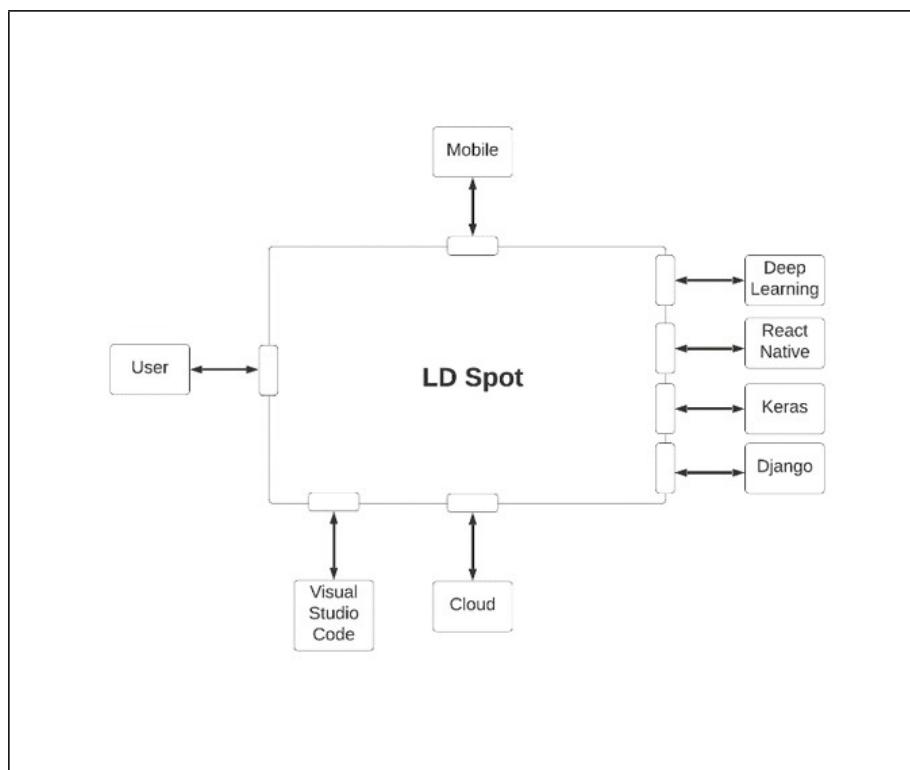
เลือกวิธีการวินิจฉัย ผ่านลายมือเนื่องจากสามารถเก็บรูบรวมได้ง่าย หลังจากนั้นนำภาพมาแปลงเป็น 50 ส่วนตามขนาด 113\*113 แต่ก็พบว่ายังมีบางภาพที่สามารถตัดแบ่งได้ยาก และใช้ OCR ในการระบุด้วย ผลออกมาก็คือความแม่นยำที่น้อย

## บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

ในส่วนของวิธีการดำเนินงานจะกล่าวถึงขั้นตอนการวางแผนงานและระบบงานต่างๆ ของแอปพลิเคชัน LDSpot 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

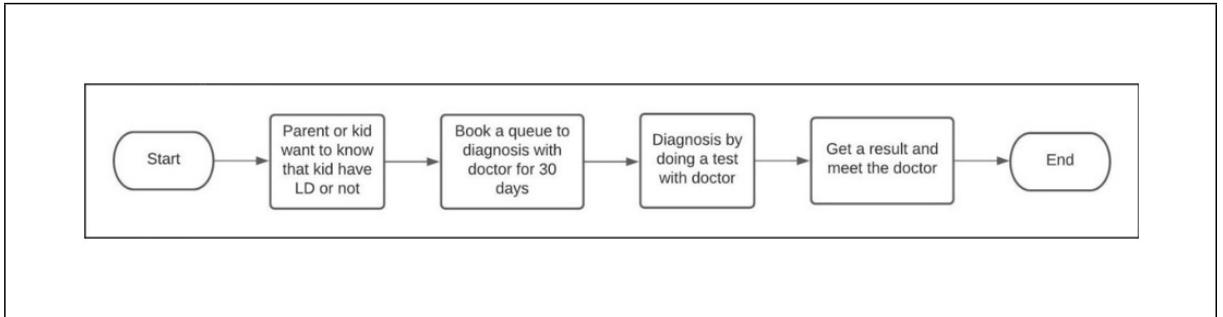


รูปที่ 3.1: ภาพ System Architecture ของ LDSpot

#### 3.1.2 System requirements

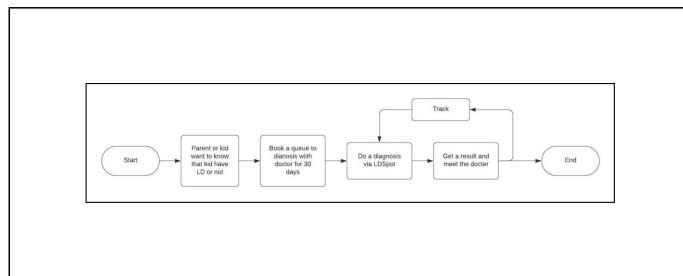
- รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตั้งแต่ 4.1 ขึ้นไป
- รองรับระบบปฏิบัติการไอโอเอสตั้งแต่ 10.0 ขึ้นไป
- รองรับระบบสมัพสหน้าจอ
- รองรับเฉพาะระบบภาษาไทย
- สามารถดูผลการวินิจฉัยย้อนหลังได้
- อนุญาติให้เก็บผลการวินิจฉัยบนระบบได้
- ผลลัพธ์อยู่ในรูปของความน่าจะเป็นและคะแนนความถูกต้องของการเขียน
- ต้องใช้อินเทอร์เน็ตในการทำแบบทดสอบผ่านแอปพลิเคชัน

### 3.1.3 Process Flow



รูปที่ 3.2: ภาพขั้นการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ก่อนใช้อปปิลิเคชัน LDSpot

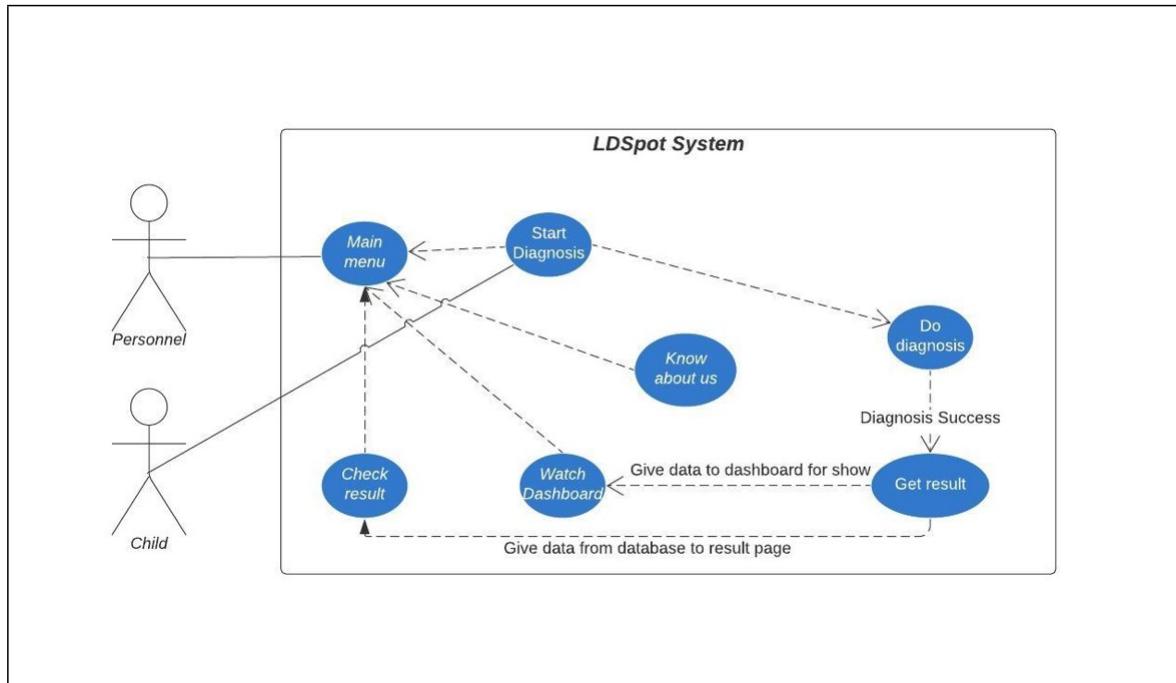
- เริ่มด้วยการที่ผู้ปกครองของเด็กหรือตัวเด็กสนใจว่าเด็กเป็นโรคหรือไม่
- ทำการจองคิวสำหรับการวินิจฉัย และรอคิวเป็นระยะเวลา 30 วัน
- ทำการทดสอบวินิจฉัยกับบุคลากรทางการแพทย์
- พบกับแพทย์และรับพั้งผลลัพธ์



รูปที่ 3.3: ภาพขั้นตอนการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์หลังใช้อปปิลิเคชัน LDSpot

- เริ่มด้วยการที่ผู้ปกครองของเด็กหรือตัวเด็กสนใจว่าเด็กเป็นโรคหรือไม่
- ทำการจองคิวสำหรับการวินิจฉัย และรอคิวเป็นระยะเวลา 30 วัน
- ทำแบบทดสอบผ่านแอปพลิเคชัน LDSpot
- พบกับแพทย์และรับพั้งผลลัพธ์
- สามารถติดตามผลลัพธ์ผ่านแอปพลิเคชันได้ รวมถึงสามารถทำแบบทดสอบใหม่ได้เพื่อติดตามพัฒนาการ

### 3.1.4 Use cases



รูปที่ 3.4: ภาพ Use Case Diagram

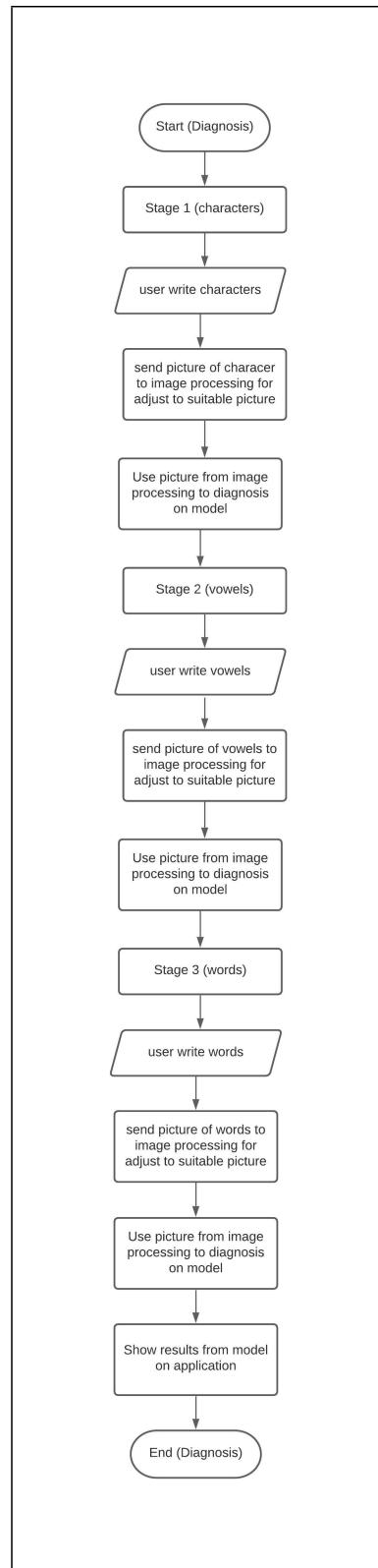
แสดงถึงแผนภาพฟังก์ชันการทำงานของระบบโดยมีผู้ใช้งานใน 2 บทบาทหลัก ได้แก่ Personnel คือบุคลากรทางการแพทย์ และ child คือเด็กหรือผู้ทำแบบทดสอบโดยแยกเป็นกรณีดังนี้

- ในส่วนของบุคลากรทางการแพทย์ จะสามารถเข้าสู่ระบบโดยจะสามารถกรอกเค้าผู้ทำแบบทดสอบเพื่อเริ่มทำแบบทดสอบได้ โดยสามารถทำข้าได้เรียบๆ เมื่อทำเสร็จแล้ว แอปพลิเคชันจะแสดงผลลัพธ์ของแบบทดสอบในหน้าผลลัพธ์โดยบุคลากรทางการแพทย์จะสามารถดูผลลัพธ์ได้เพื่อประกอบการวินิจฉัยและสังเกตพัฒนาการของผู้ทำแบบทดสอบ โดยที่บุคลากรทางการแพทย์สามารถดูได้ว่าตัวอักษร สรระ และคำสะกดใดๆที่ผู้ทำแบบทดสอบนั้นได้เขียนถูกจำแนกออกมาเป็น ถูก ผิด กลับด้าน อย่างไร และสามารถแก้ไขการจำแนก ถูก ผิด กลับด้านได้ หากแอปพลิเคชันจำแนกผิดพลาด ในส่วนของบอร์ดสถิติบุคลากรทางการแพทย์สามารถดูสถิติโดยรวมของผู้เข้าทำแบบทดสอบผ่านแอปพลิเคชันได้ เช่น ตัวอักษรที่ผู้ทำแบบทดสอบมักจะเขียนผิดเป็นต้น
- ในส่วนของผู้ทำแบบทดสอบ จะสามารถทำได้เพียงเริ่มทำแบบทดสอบเพียงเท่านั้น

## 3.2 โครงสร้างซอฟต์แวร์

ในส่วนของการใช้งานระบบ LDSpot นั้นจะแบ่งเป็นสี่ส่วนหลักๆได้แก่ แอปพลิเคชันทำแบบทดสอบ การประมวลผลภาพ การแยกภาพ การวินิจฉัย โดยมีขั้นตอนของตัวระบบดังนี้

1. ผู้ใช้จะต้องทำแบบทดสอบภายในแอปพลิเคชันโดยจะอยู่ในรูปแบบของเกมเขียน พยัญชนะ สรระ และ สะกดคำ
2. หลังจากนั้นภาพแบบทดสอบที่ผู้ใช้ได้ทำจะถูกส่งเข้าไปภายในระบบ LDSpot เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพได้แก่การปรับขนาดของภาพให้เหมาะสม การลดสัญญาณรบกวนในภาพ และการปรับสีให้อยู่ในรูปแบบของขาวดำ
3. เมื่อได้ภาพที่ผ่านการทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้ว ภาพที่เป็นตัวอักษรและสรระจะถูกนำส่งไปวินิจฉัย เพื่อดูผลลัพธ์ว่าเขียนถูกหรือไม่ ส่วนภาพตัวสะกดจะถูกส่งไปเข้ากระบวนการ OCR เพื่อแยกออกมาเป็นตัวอักษรและสรระเดียวๆ จากนั้นจึงนำ ตัวอักษรและสรระเดียวๆทั้งหมดจากกระบวนการ OCR ไปวินิจฉัยว่าตรงกับคำสะกดนั้นหรือไม่
4. นำภาพแต่ละตัวอักษรเข้าไปวินิจฉัย เพื่อนำผลลัพธ์จากโมเดลมาแสดงผลบนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.5: ภาพ Activity diagram การดูแลมูลสิทธิในแอปพลิเคชัน

### 3.2.1 แอปพลิเคชันทำแบบทดสอบ (Application)

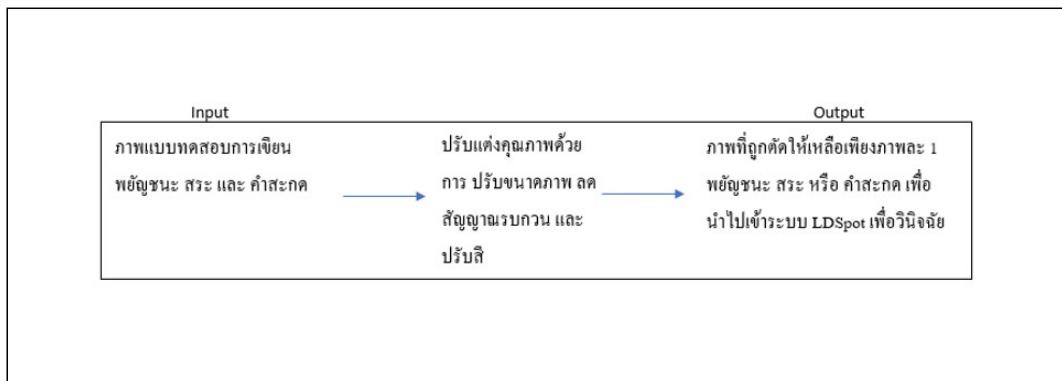
ในส่วนของแอปพลิเคชันทำแบบทดสอบนั้นเพื่อที่จะได้มารีชีฟภาพแบบทดสอบเรารidgeออกแบบแอปพลิเคชันสีในรูปแบบของเกมให้ผู้ใช้ทำ ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้จะต้องทำแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และสะกดคำ โดยจะมีกรอบขึ้นมาให้ผู้ใช้เขียนตามเสียงพูด

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลขาเข้าและขาออกของ แอปพลิเคชัน

Input	ผู้ใช้ทำแบบทดสอบภาษาในแอปพลิเคชัน
Output	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกด

### 3.2.2 การประมวลผลภาพ (Image processing)

ในส่วนนี้นั้นเราจะนำภาพแบบทดสอบที่ได้จากแอปพลิเคชันมาปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อให้เหมาะสมแก่การนำไปวินิจฉัย โดยจะมีการปรับขนาดของภาพให้ตรงกับขนาดของภาพที่ระบบ LDSpot นั้นใช้ในการเรียนรู้ หลังจากนั้นจึงนำภาพไปทำการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการใช้ Gaussian blur และจึงปรับภาพให้อยู่ในสีขาวดำ เพื่อแยกตัวอักษรออกจากภาพพื้นหลัง



รูปที่ 3.6: แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้าและขาออกของการประมวลผลภาพ

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลขาเข้าและขาออกของส่วนการประมวลผลภาพ

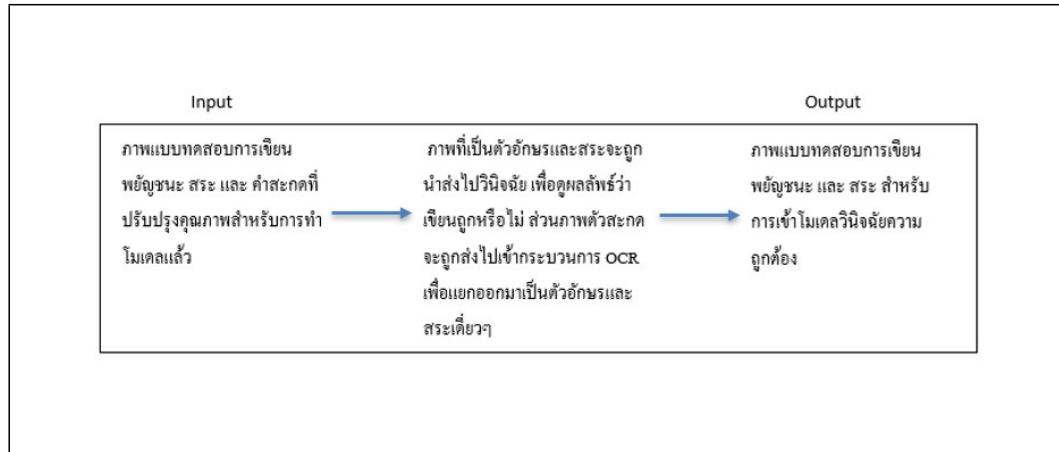
Input	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกด
Output	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกดที่ปรับปรุงคุณภาพสำหรับการทำโมเดลแล้ว

### 3.2.3 การแยกภาพ (Image segmentation)

ในส่วนนี้เราจะทำการสร้าง contour ขึ้นมาจากภาพที่ได้ทำการปรับสีขาวดำแล้ว โดยเราจะนำ contour นั้นไปสร้าง bounding box เพื่อครอบแต่ละตัวอักษรให้แยกออกจากกัน เนื่องจากเราต้องการภาพตัวอักษรที่อยู่เดียวๆ ไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการทำโมเดล而已 ในการวินิจฉัยโครงสร้างของทางการเรียนรู้

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลขาเข้าและขาออกของส่วนการแยกภาพ

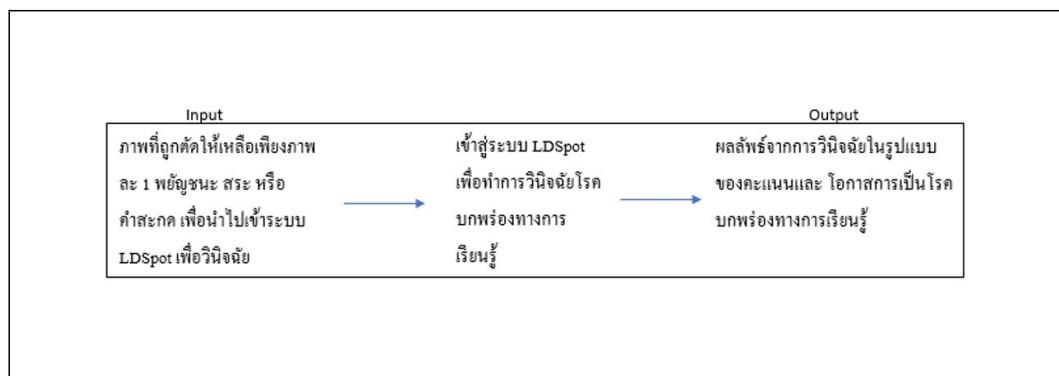
Input	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ สระ และ คำสะกดที่ปรับปรุงคุณภาพสำหรับการทำโมเดลแล้ว
Output	ภาพแบบทดสอบการเขียนพยัญชนะ และ สระ สำหรับการเข้าโนําเดลวินิจฉัยความถูกต้อง



รูปที่ 3.7: แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้าและออกของการแยกภาพ

### 3.2.4 การวินิจฉัย (Learning disorder prediction)

เมื่อเราได้ภาพตัวอักษรเดี่ยวๆจากส่วนการแยกภาพแล้ว เราจะนำภาพตัวอักษรเดี่ยวๆนั้นไปยืนเข้าโนเดลที่เราได้ทำ การสร้างไว้ เพื่อให้โนเดลวินิจฉัยว่าภาพตัวอักษร สร้าง และคำสะกดนั้น ถูกต้องหรือไม่ แล้วนำผลลัพธ์ส่งกลับไปในฐานข้อมูลเพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถเรียกข้อมูลไปแสดงได้ต่อไป

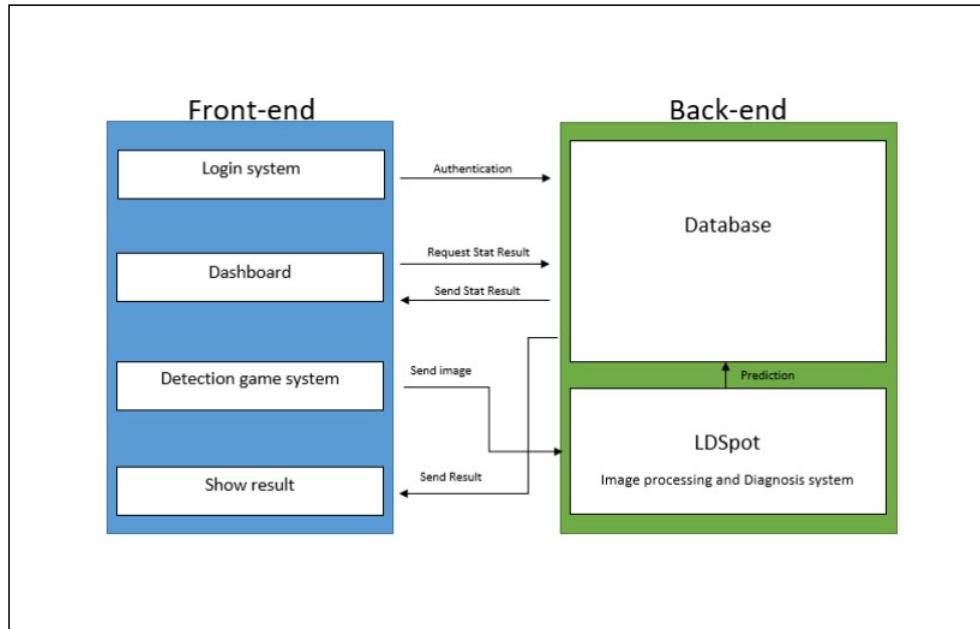


รูปที่ 3.8: แผนภาพแสดงข้อมูลขาเข้าและออกของการวินิจฉัย

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลขาเข้าและขาออกของส่วนการวินิจฉัย

Input	ภาพที่ถูกตัดให้เหลือเพียง ภาพละ 1 พื้นผิวขนาด สร้าง หรือ คำสะกด เพื่อนำไปเข้าระบบ LDSpot เพื่อวินิจฉัย
Output	ผลลัพธ์จากการวินิจฉัยในรูปแบบของคะแนนเขียนถูก เขียนผิด เขียนกลับด้าน

### 3.3 Conceptual Design

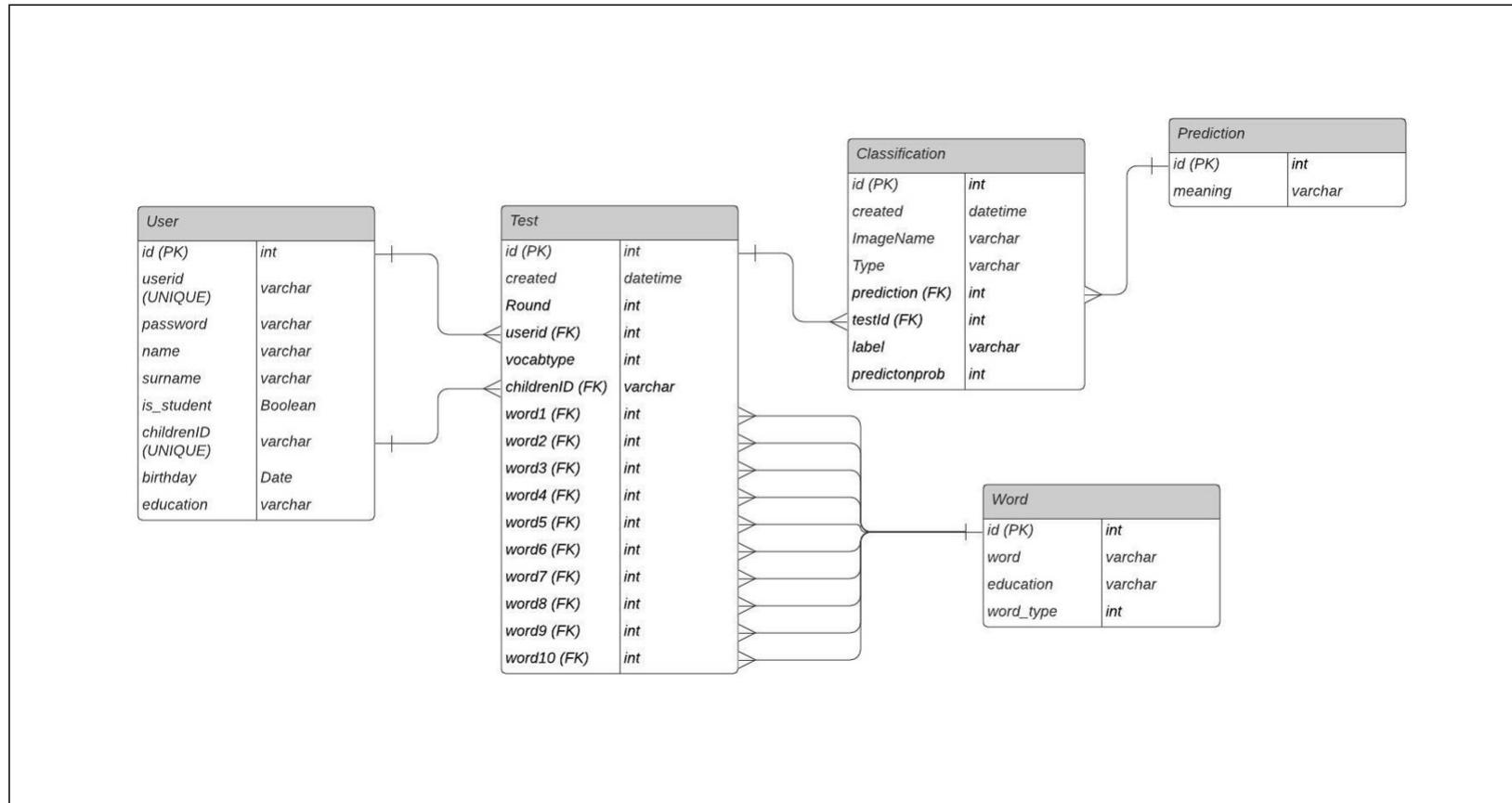


รูปที่ 3.9: ภาพการสื่อสารระหว่างทางฝั่ง Frontend และ Backend

อธิบายได้ว่าการทำงานของตัวระบบ LDSpot นั้นจะมีอยู่สองส่วนด้วยกันได้แก่ front-end ที่ทำหน้าที่เป็นหน้าแอปพลิเคชันไว้สื่อสารกับผู้ใช้งาน และส่วนของ back-end ที่รับข้อมูลมาเพื่อประมวลผลแล้วหลังจากนั้นจึงนำข้อมูลไปเก็บ入ฐานข้อมูลไว้ใช้งานต่อไป

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

### 3.4 Database Design



รูปที่ 3.10: ภาพ Database ER diagram

### Entity User

**ตารางที่ 3.5** ตารางเก็บข้อมูล User

Field	Type	Meaning	Allow Null
id	int	รหัสผู้ใช้งาน	No
userid	varchar	รหัสสำหรับเข้าสู่ระบบ	No
password	varchar	รหัสผ่านสำหรับเข้าสู่ระบบ	No
name	varchar	ชื่อจริง	No
surname	varchar	นามสกุล	No
is_student	Boolean	ระบุสถานะนักเรียน (1,0)	No
childrenID	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
userid	int	รหัสผู้เริ่มทำแบบทดสอบ	No
word_type	int	ประเภทของคำสะกดในแบบทดสอบ	No
childrenID	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
imageName	varchar	ที่อยู่ภาพแบบทดสอบ	No
Type	varchar	ชนิดของภาพแบบทดสอบ (alphabet,vowel,vocab)	No
prediction	int	รหัสคำทำนายภาพแบบทดสอบ (0,1,2,3)	No
testId	int	รหัสแบบทดสอบ	No
label	varchar	ตัวอักษร สาระ หรือคำสะกด ของภาพแบบทดสอบ	No
predictionprob	int	ความน่าจะเป็นของการทำนายภาพแบบทดสอบ	No

### Entity Prediction

**ตารางที่ 3.8** ตารางเก็บข้อมูล Prediction

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

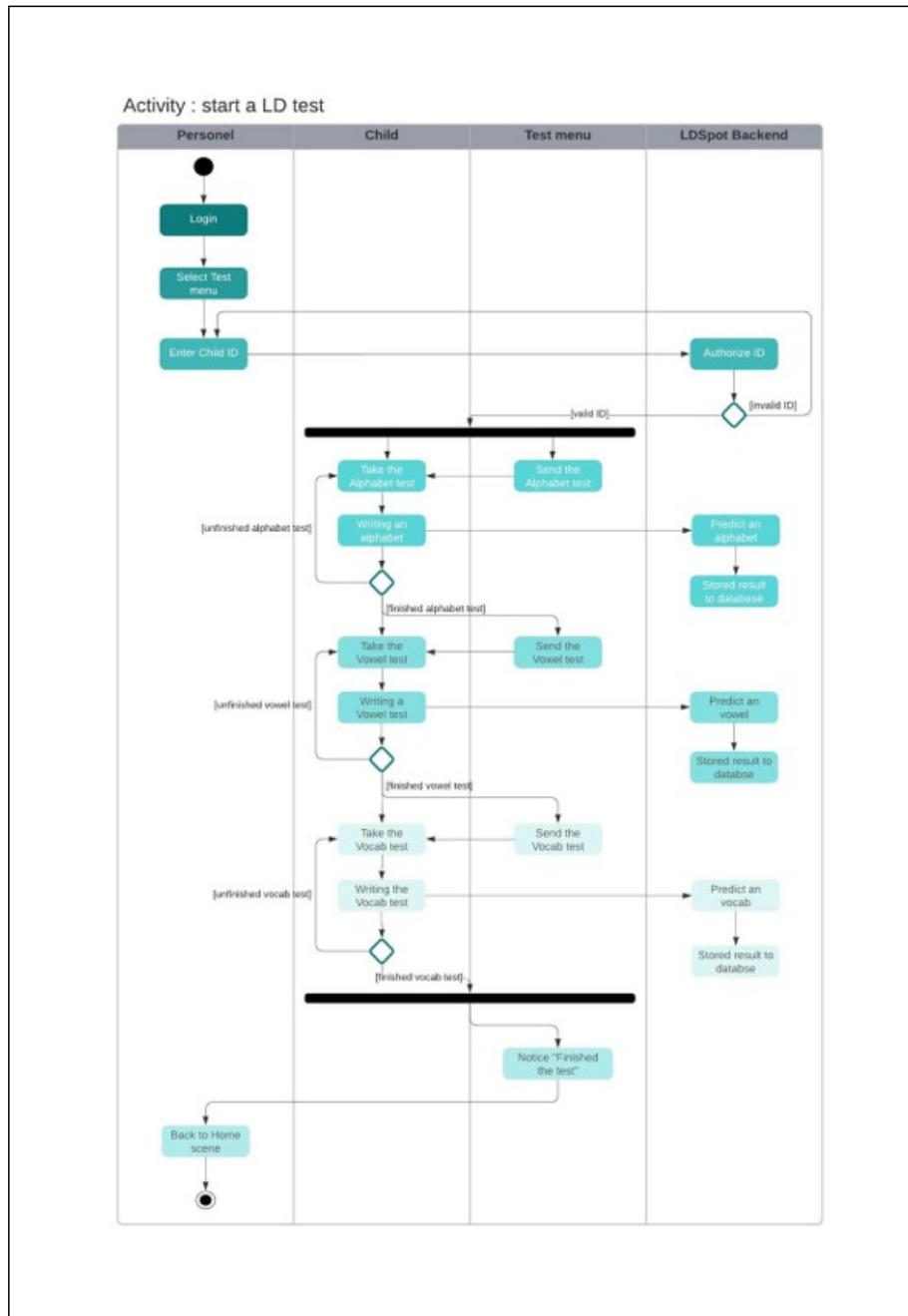
### Entity Word

**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 สรุห หรือคำสะกดลงไปแล้วส่งคำตอบ ภาพจะถูกส่งไปที่เซิฟเวอร์ผ่านทาง Django และนำภาพนั้นไปเข้าสู่โมเดลทำงานว่าภาพนั้นเขียนถูกผิด หรือลับด้านหรือไม่ จากนั้นนำผลลัพธ์ไปเก็บในฐานข้อมูล เพื่อ ที่ท้ายที่สุดหลังจบแบบทดสอบแล้ว จะสามารถนำผลลัพธ์มาสรุปได้ว่า มีการเขียนถูกผิดกลับด้านกี่ตัว

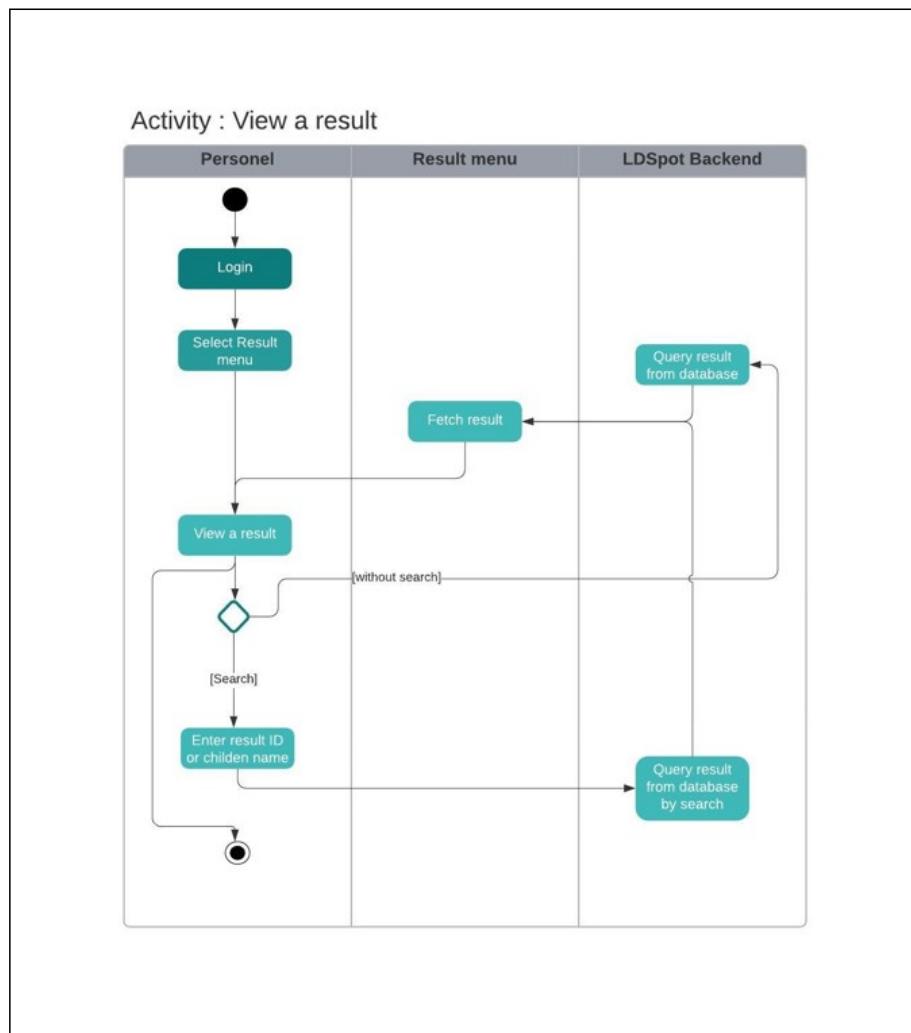


รูปที่ 3.11: ภาพ Sequence diagram การทำแบบทดสอบ

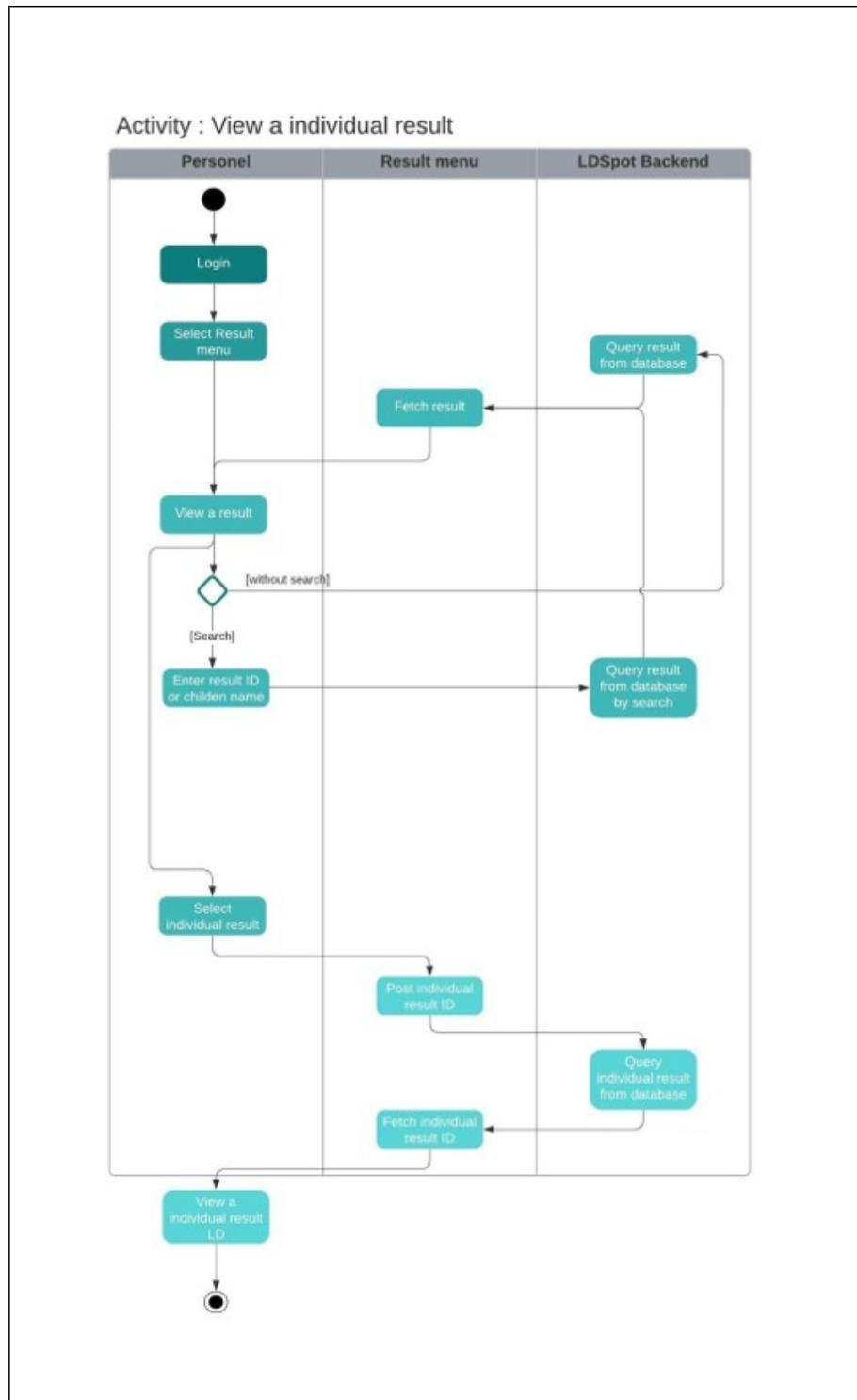
ตารางที่ 3.10 Use case narrative ของการทำแบบทดสอบ

Use Case Name	การทำแบบทดสอบ
Goal in Context	เพื่อให้ได้ภาพตัวอักษร สระ และคำสะกดด้วยลายมือเด็ก
Primary Actor	ผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบ
Secondary Actor	บุคลากรทางการแพทย์
Precondition	ต้องเข้าสู่ระบบก่อน
Trigger	บุคลากรยังการแพทย์ต้องกรอกชื่อผู้เข้ารับการทำทดสอบแล้วดิจิเมิร์การทำทดสอบ
Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บุคลากรยังการแพทย์กดเข้าสู่หน้าเข้ารับการทำทดสอบ</li> <li>2. บุคลากรยังการแพทย์กรอกรหัส ชื่อ นามสกุล ของผู้เข้ารับแบบทดสอบ</li> <li>3. ผู้เข้ารับแบบทดสอบเริ่มทำแบบทดสอบการเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกดตามลำดับ</li> <li>4. ระบบวิบภาคตัวอักษร สระ และคำสะกดของผู้รับการทำทดสอบไปประมวลผลหลังจากนั้นเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล</li> <li>5. บุคลากรทางการแพทย์ สามารถเข้ามาดูผลลัพธ์ได้ในภายหลัง</li> </ol>
Exception	-
Post-condition	กดเข้าสู่ระบบดูผลลัพธ์เพื่อดูผลลัพธ์การทำทดสอบ

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



รูปที่ 3.12: ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์การทดสอบ

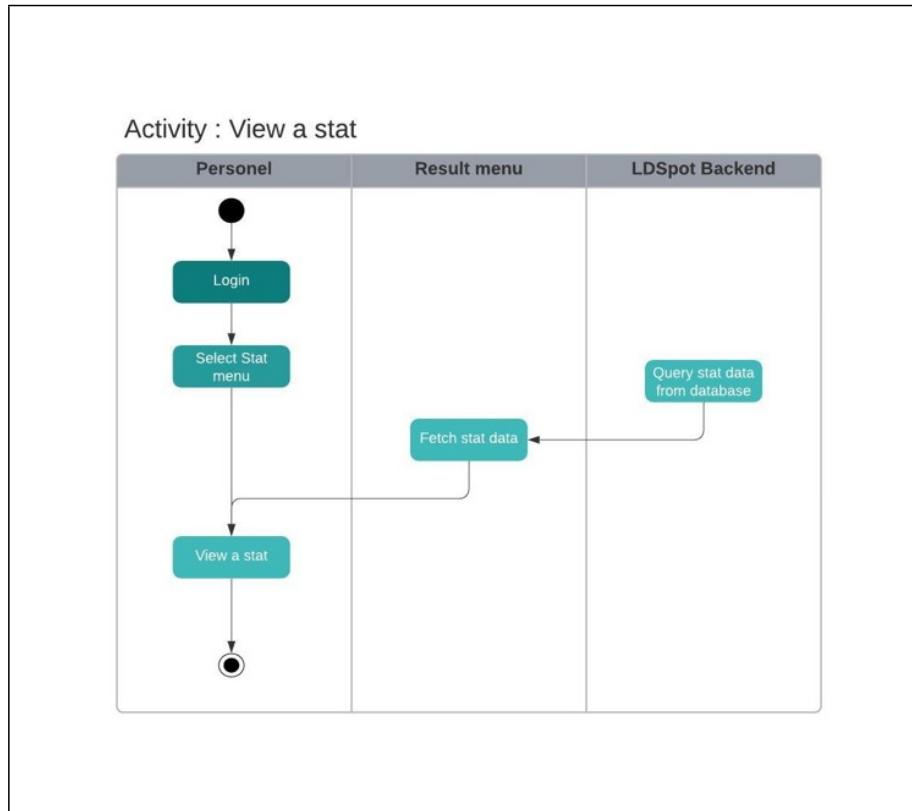


รูปที่ 3.13: ภาพ Sequence diagram การดูผลลัพธ์รายบุคคล

ตารางที่ 3.11 Use case narrative ของการดูแลลักษณะการทดสอบ

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

- ดูสถิติรวมของแอปพลิเคชัน Sequence diagram นี้อธิบายขั้นตอนการดูสถิติของแอปพลิเคชันโดยผู้ทดสอบจะต้องเข้าสู่ระบบผ่านทางแอปพลิเคชัน จากนั้นเข้าส่วนของการดูสถิติ แอปพลิเคชันจะทำการดึงข้อมูลสรุปผลต่างๆจากฐานข้อมูลเข้ามา ตัวอักษรใต้คุณ เอียนผิดมากที่สุด จำนวนคนใช้แอปพลิเคชันเป็นต้นมาแสดงบนพลิเคชัน

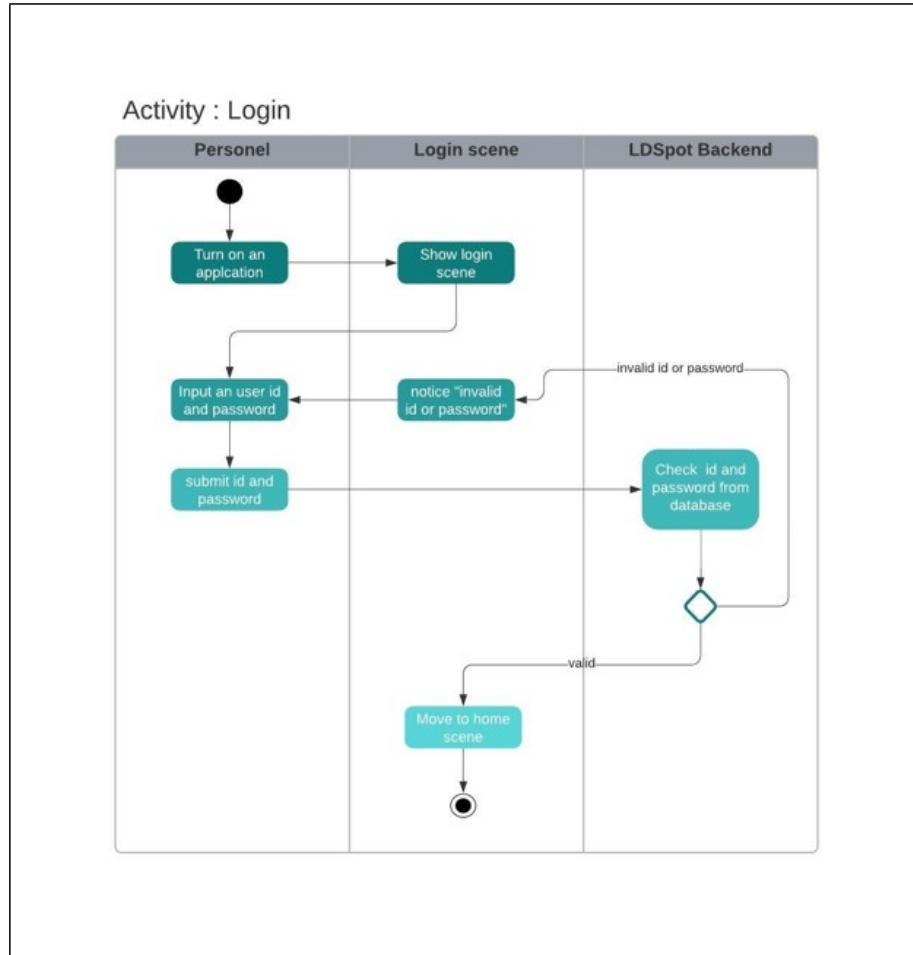


รูปที่ 3.14: ภาพ Sequence diagram การดูข้อมูลสถิติในแอปพลิเคชัน

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"> <li>1. บุคลากรทางการแพทย์ต้องเข้าสู่หน้าดูสถิติในแอปพลิเคชัน</li> <li>2. ระบบดึงข้อมูลสถิติมาสรุปบนแอปพลิเคชัน</li> </ol>
Exception	-
Post-condition	-

- เข้าสู่ระบบ Sequence Diagram นี้อธิบายขั้นตอนการเข้าสู่ระบบโดยผู้ทดสอบจะสามารถเข้าสู่ระบบได้ด้วยรหัสของผู้ทดสอบ แต่จะสามารถเข้าถึงเมนูทำการทดสอบเพียงเท่านั้น ส่วนบุคลากรทางการแพทย์จะสามารถเข้าสู่ระบบได้ด้วยรหัสของบุคลากร ทางการแพทย์ซึ่งจะสามารถเข้าถึงเมนูทั้งหมดภายในแอปพลิเคชันได้

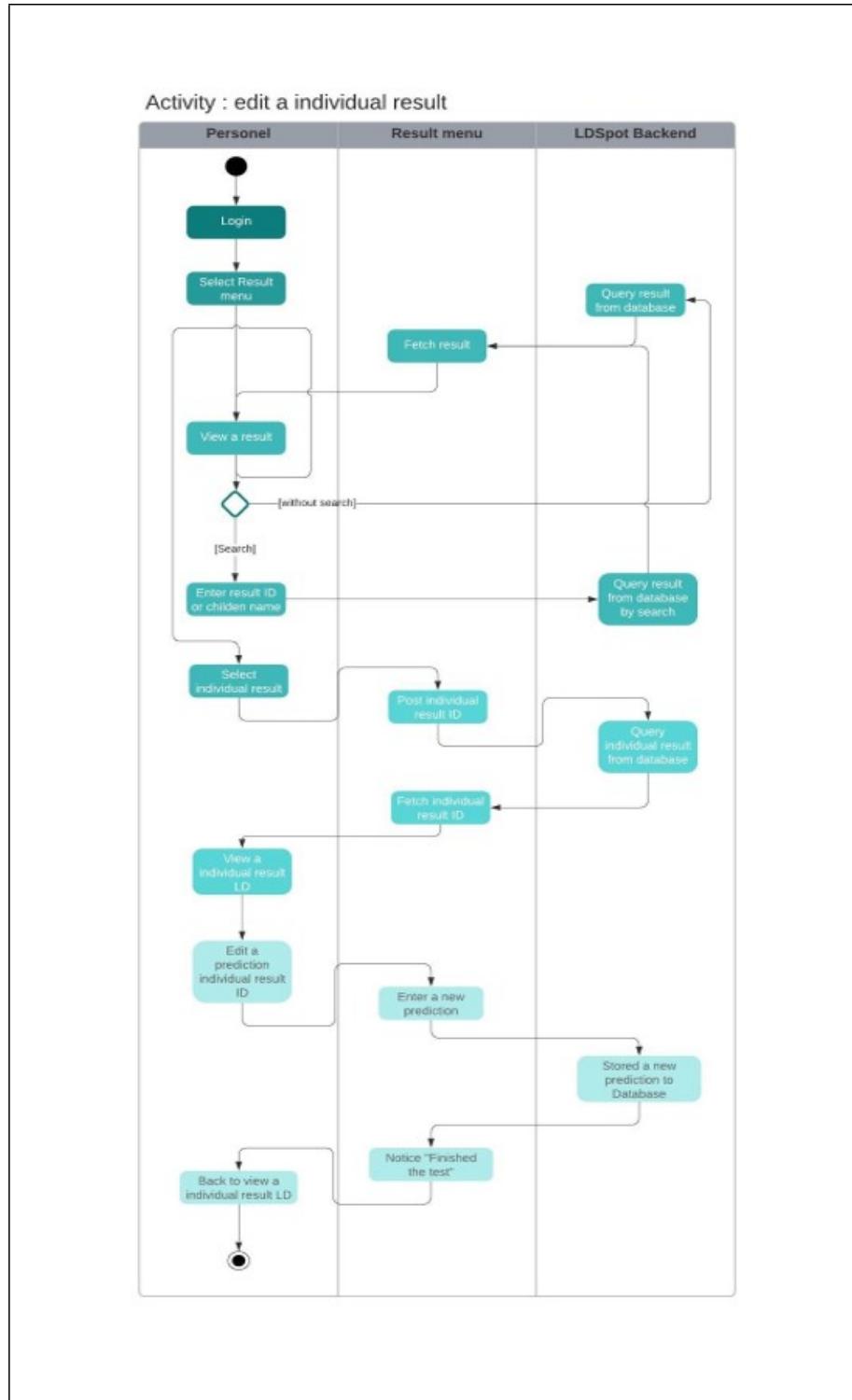


รูปที่ 3.15: ภาพ Sequence diagram การเข้าสู่ระบบ

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"> <li>1. บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบ กรอก ไอดี และรหัสผ่าน ของตน</li> <li>2. จากนั้นกดปุ่มเข้าสู่ระบบ</li> <li>3. ระบบนำไอดี และรหัสผ่านไปเช็คในฐานข้อมูลว่าตรงหรือไม่</li> <li>4. หากตรงพาเข้าสู่ระบบ และไปยังหน้าเมนูหลัก หากไม่ตรงให้แจ้งเตือนข้อผิดพลาด</li> </ol>
Exception	-
Post-condition	-

- แก้ไขผลลัพธ์การทดสอบ Sequence Diagram นี้อธิบายขั้นตอนการทำงานการแก้ไขผลลัพธ์แบบทดสอบโดย บุคลากรทางการแพทย์เมื่อเข้าไปในรายละเอียดของแบบทดสอบแล้วจะสามารถกดที่ภาพแบบทดสอบได้เพื่อเปลี่ยนผลลัพธ์แบบทดสอบ เช่น ถูกผิด กลับด้าน โดยระบบนี้มีไว้เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถตรวจสอบผลลัพธ์การทำนายและแก้ไขผลลัพธ์การทำนายได้ด้วย

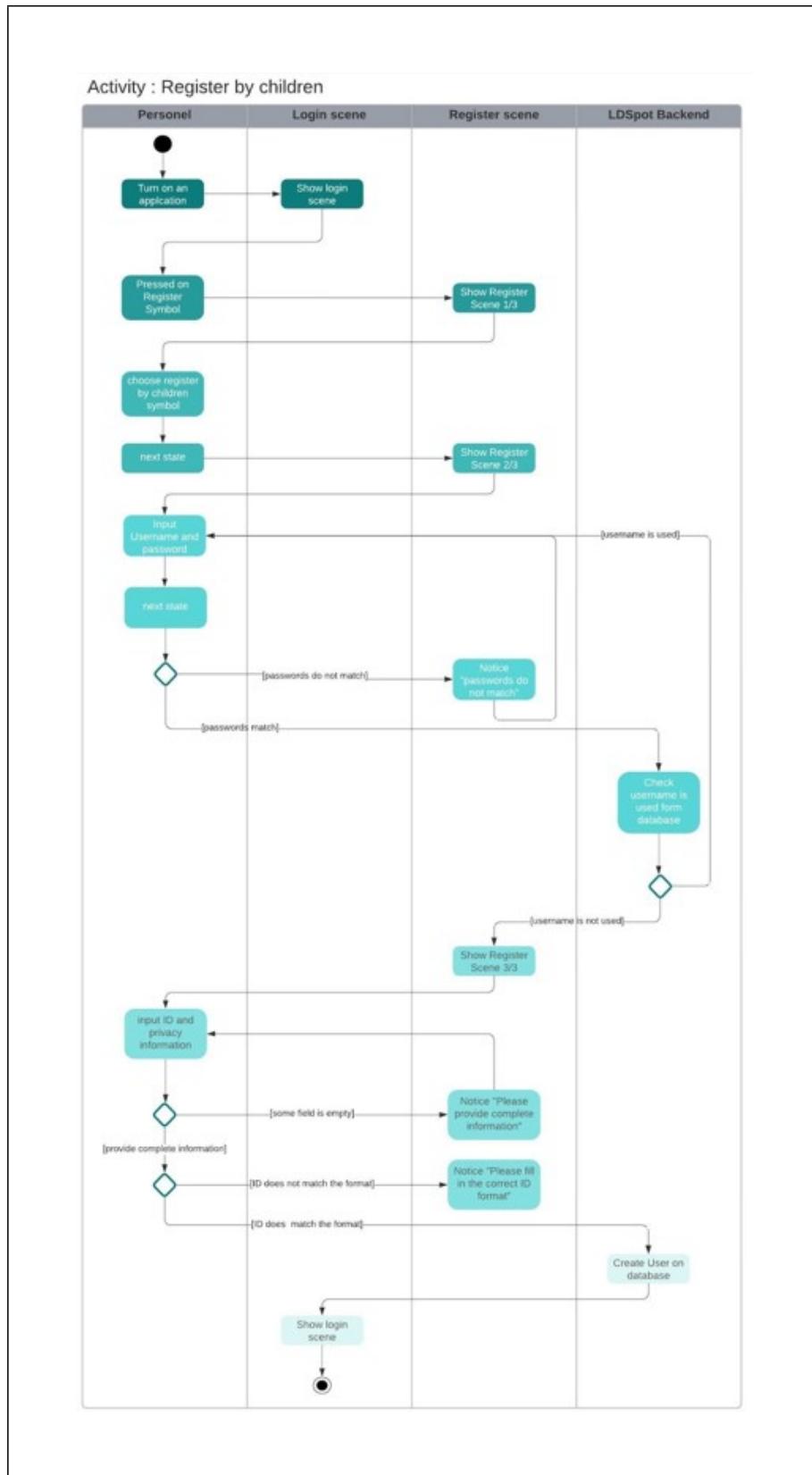


รูปที่ 3.16: ภาพ Sequence diagram การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล

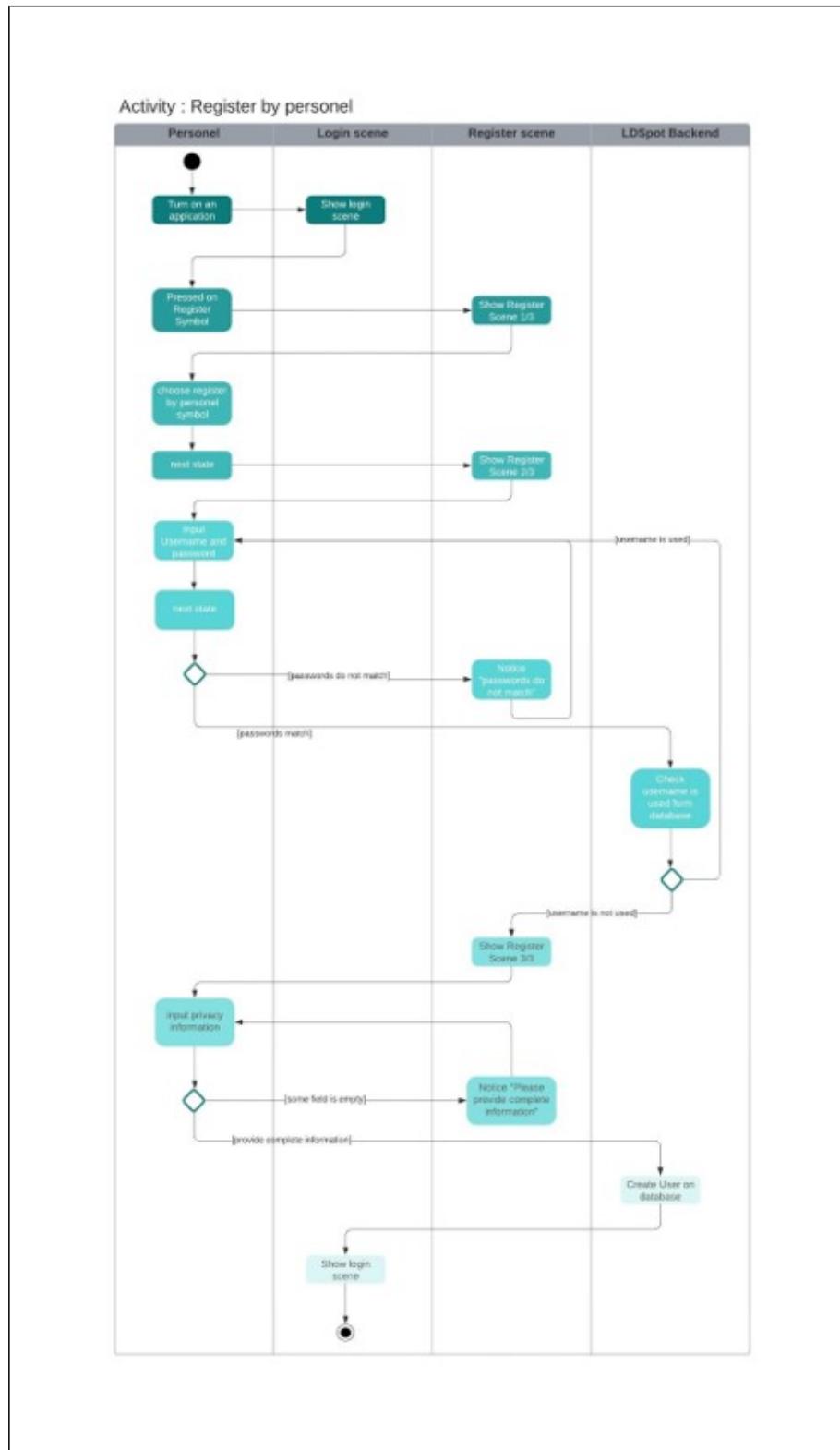
ตารางที่ 3.14 Use case narrative การแก้ไขผลลัพธ์รายบุคคล

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

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



รูปที่ 3.17: ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบนักเรียน



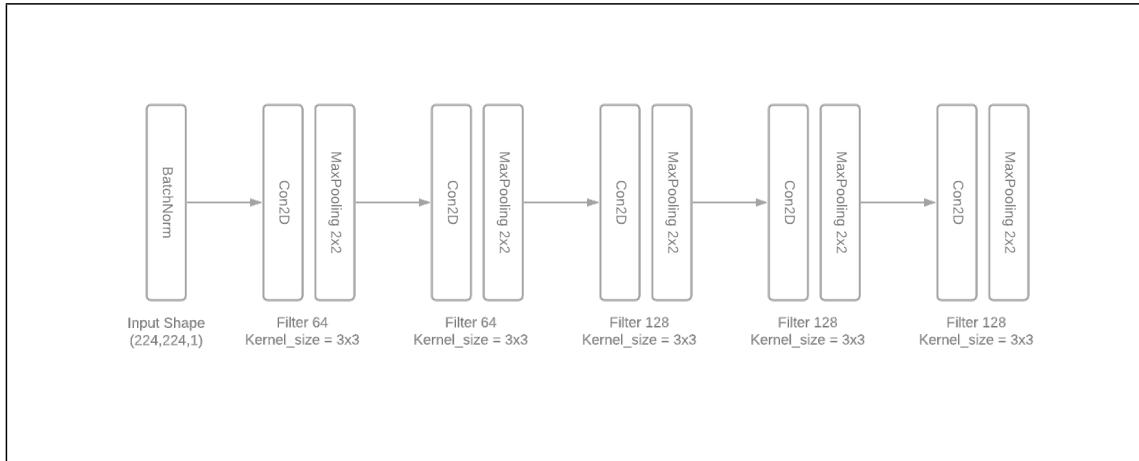
รูปที่ 3.18: ภาพ Sequence diagram การสมัครสมาชิกแบบบุคคลากรทางการแพทย์

ตารางที่ 3.15 Use case narrative ของการสมัครสมาชิก

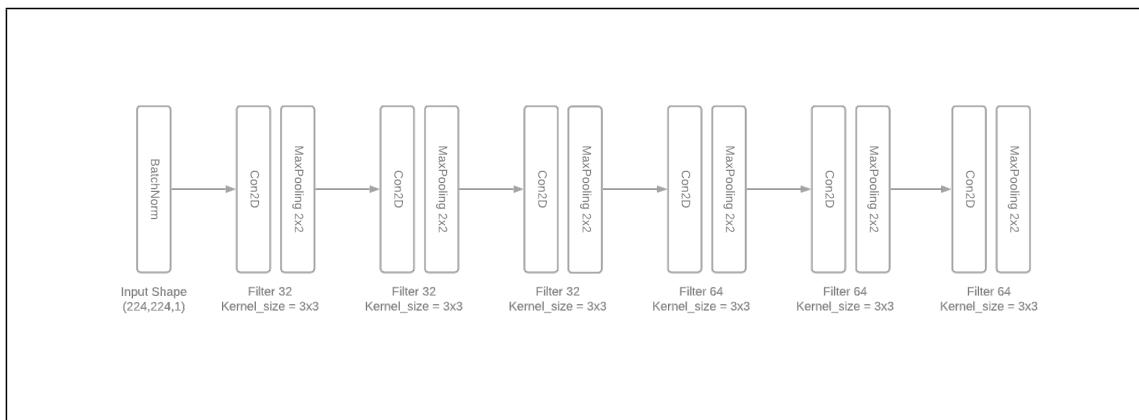
Use Case Name	สมัครสมาชิก
Goal in Context	เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์และผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบสามารถสมัครรหัสสมาชิกของตนเองได้
Primary Actor	บุคลากรทางการแพทย์, ผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบ
Secondary Actor	-
Precondition	บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบเข้าสู่แอปพลิเคชัน
Trigger	บุคลากรทางการแพทย์หรือผู้เข้ารับการทำแบบทดสอบกดสมัครสมาชิกภายในหน้าเข้าสู่ระ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

### 3.6 Model architecture

- Convolutional Layer



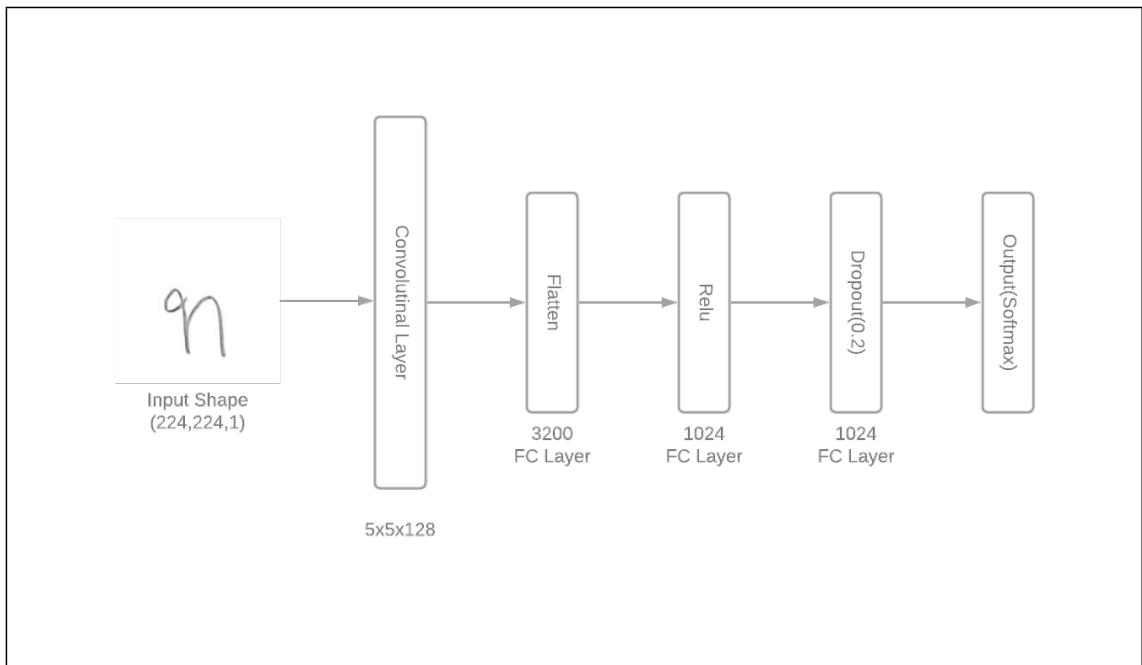
รูปที่ 3.19: Convolutional Layer สำหรับไม้เดลตัวอักษร



รูปที่ 3.20: Convolutional Layer สำหรับไม้เดลตัสระ

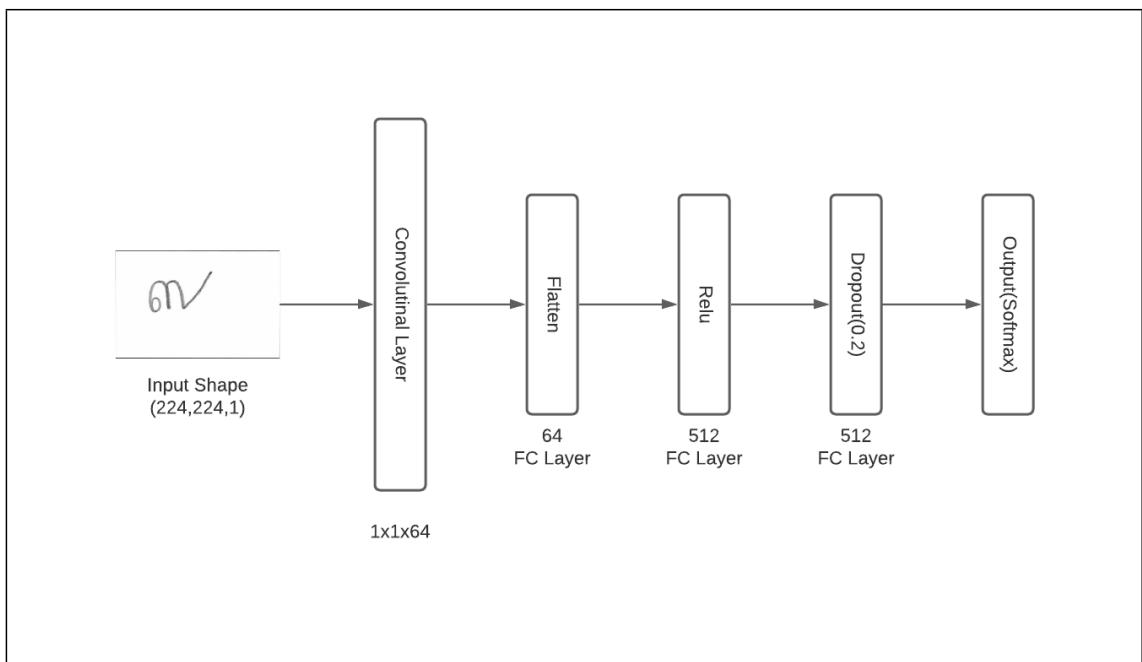
- BatchNorm ที่อยู่ใน Input Layer ทำให้มันสามารถปรับ Shift หรือ Scale ระหว่างเทрон ของ Activation ที่อยู่ภายใน Hidden layer มีขนาดเหมาะสมไม่เล็กไม่ใหญ่เกินไป โดยอ้างอิงจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วยทำให้แต่ละ Layer สามารถเรียนรู้ของตัวเองเป็นอิสระมากขึ้น
- Con2D หรือ Convolutional layer รวมกับ MaxPooling ที่เป็น Pooling layer เป็นการทำ Feature Extraction ออกจากการรูปภาพเพื่อให้สามารถหาลักษณะเฉพาะของวัตถุได้ และสามารถจำแนกได้

- Model สำหรับตัวอักษร



รูปที่ 3.21: โมเดลสำหรับตัวอักษร

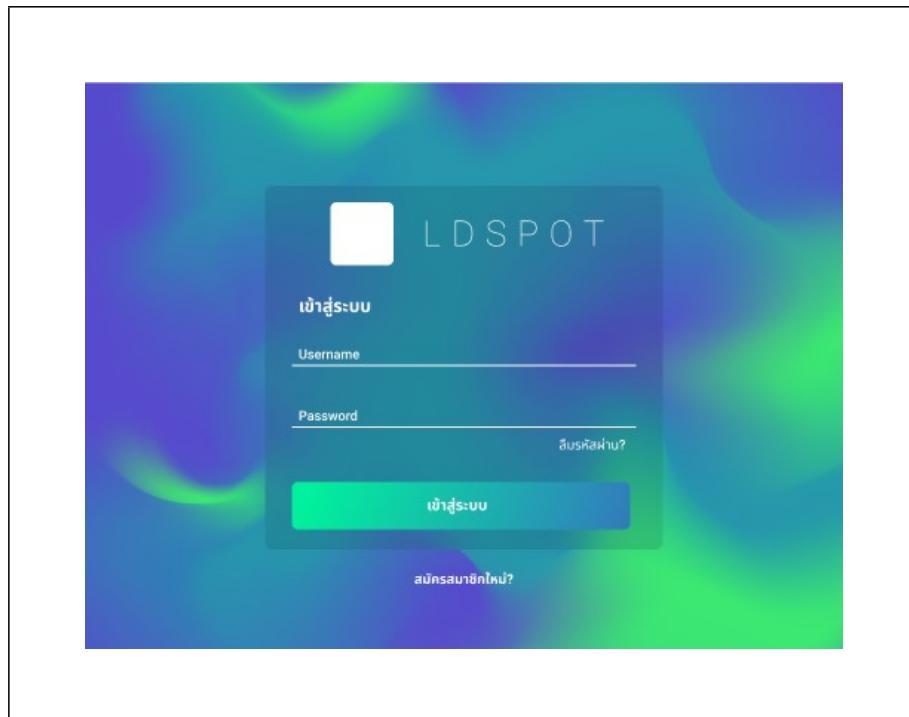
- Model สำหรับสระ



รูปที่ 3.22: โมเดลสำหรับตัวอักษร

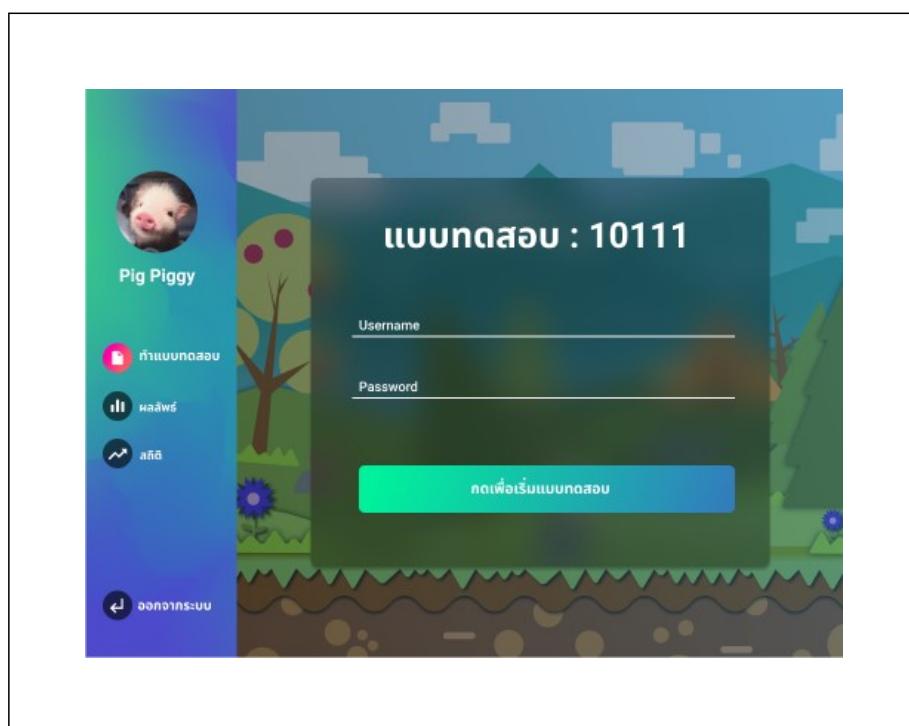
### 3.7 User Interface Design

- หน้าต่างเข้าสู่ระบบ



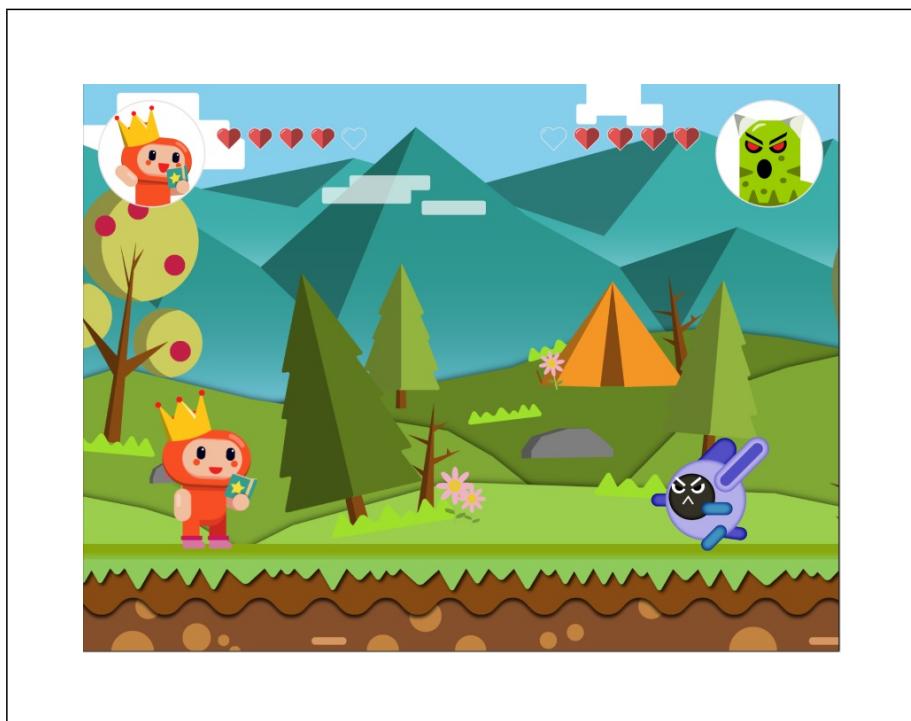
รูปที่ 3.23: ภาพการออกแบบหน้าเข้าสู่ระบบ

- หน้ากรอกข้อมูลสำหรับเริ่มทำแบบทดสอบ



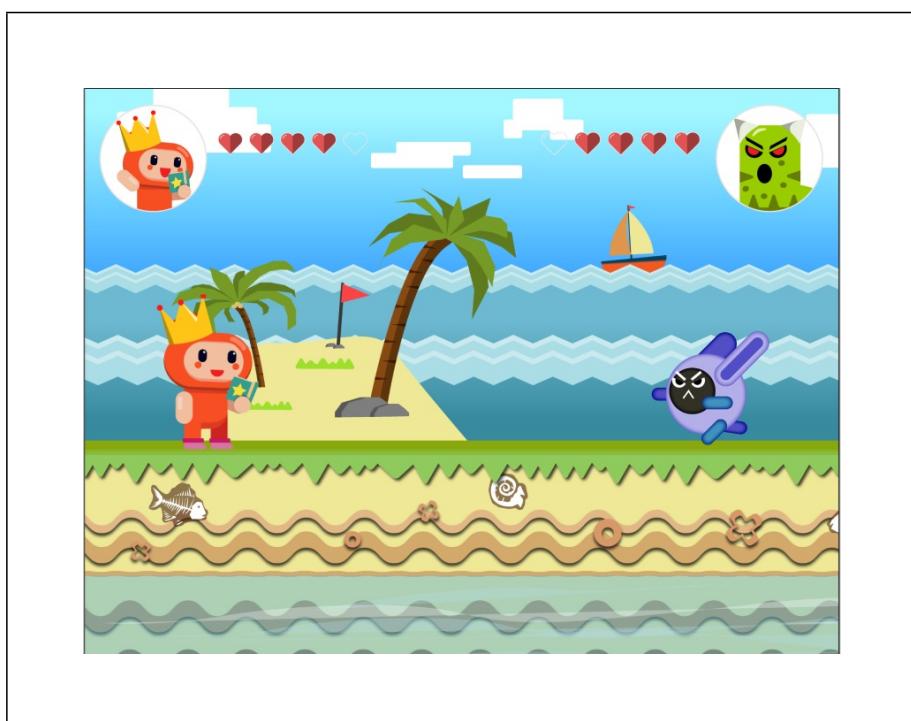
รูปที่ 3.24: ภาพการออกแบบหน้ากรอกข้อมูลสำหรับเริ่มทำแบบทดสอบ

- หน้าแรกของเกมในการทำแบบทดสอบ



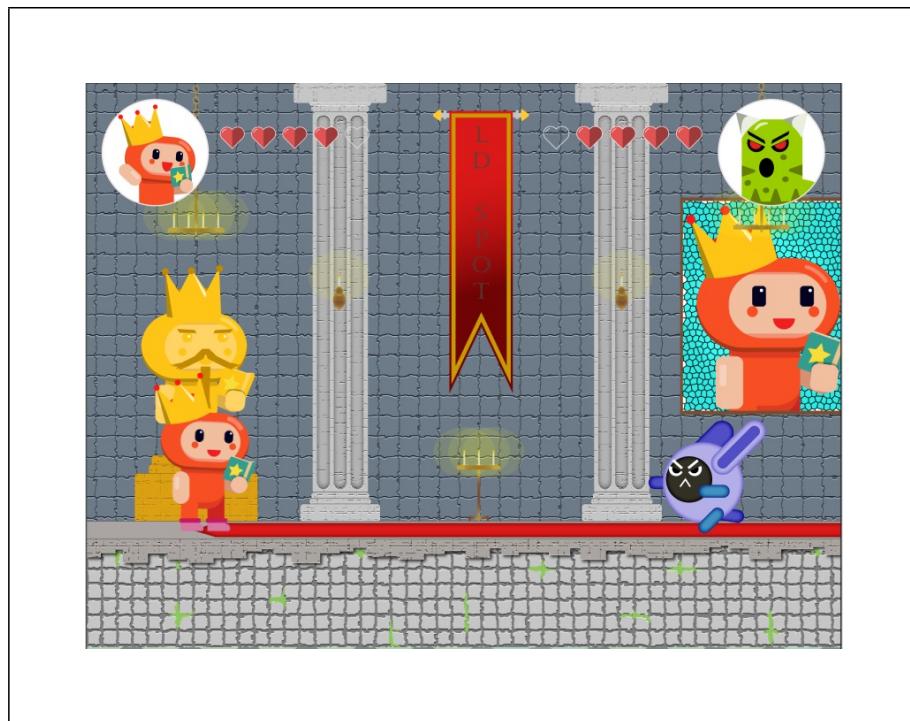
รูปที่ 3.25: ภาพการออกแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านแรก

- หน้าสองของเกมในการทำแบบทดสอบ



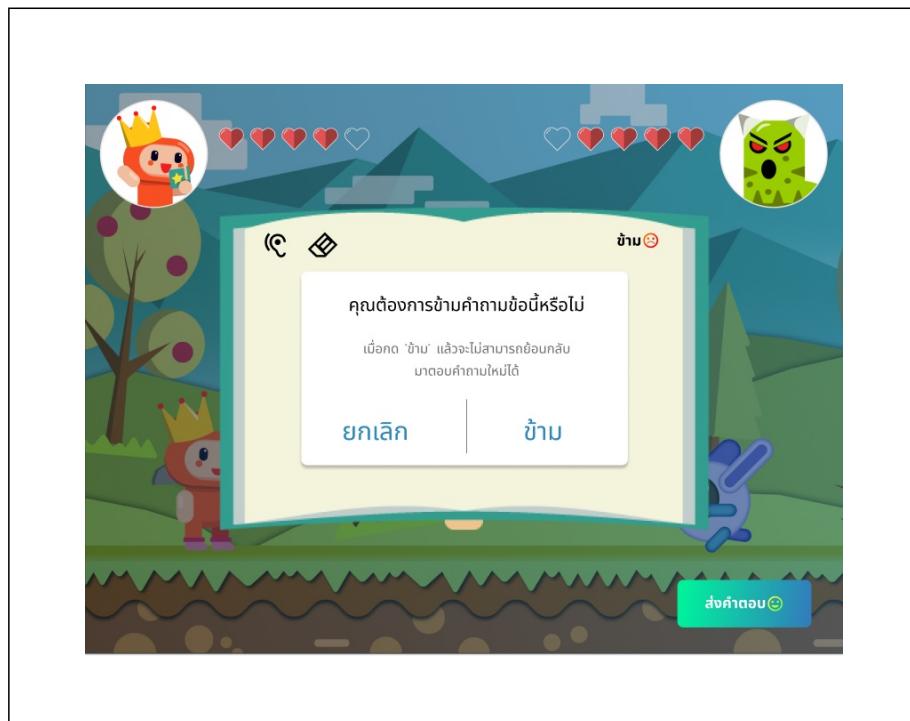
รูปที่ 3.26: ภาพการออกแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสอง

- หน้าสุดท้ายของเกมในการทำแบบทดสอบ



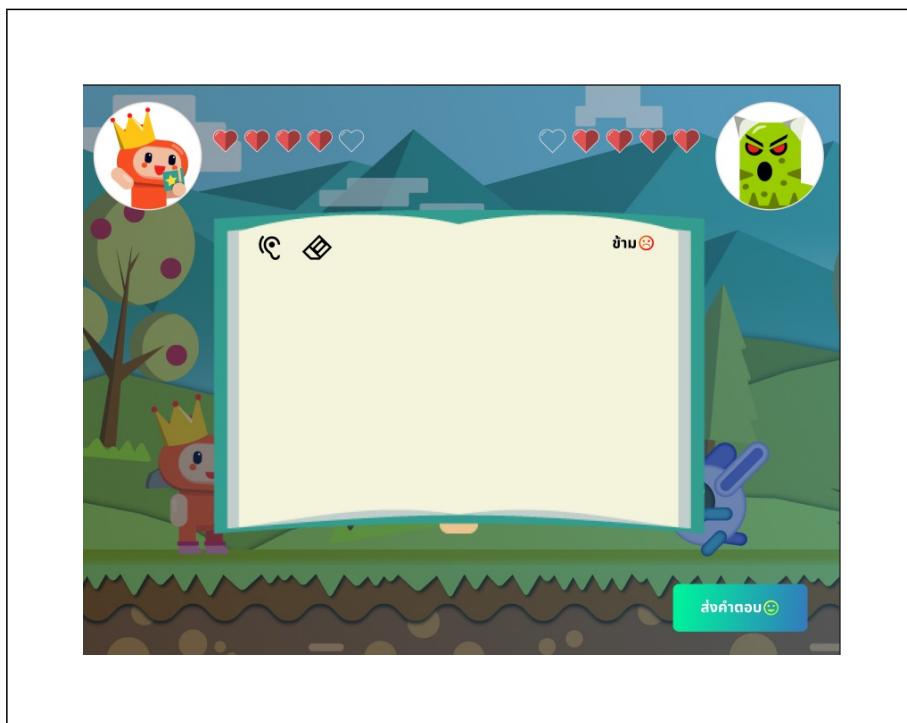
รูปที่ 3.27: ภาพการออกแบบหน้าการทำแบบทดสอบด้านสาม

- หน้าปุ่มกดข้ามตัวอักษร สรระ หรือคำสะกด

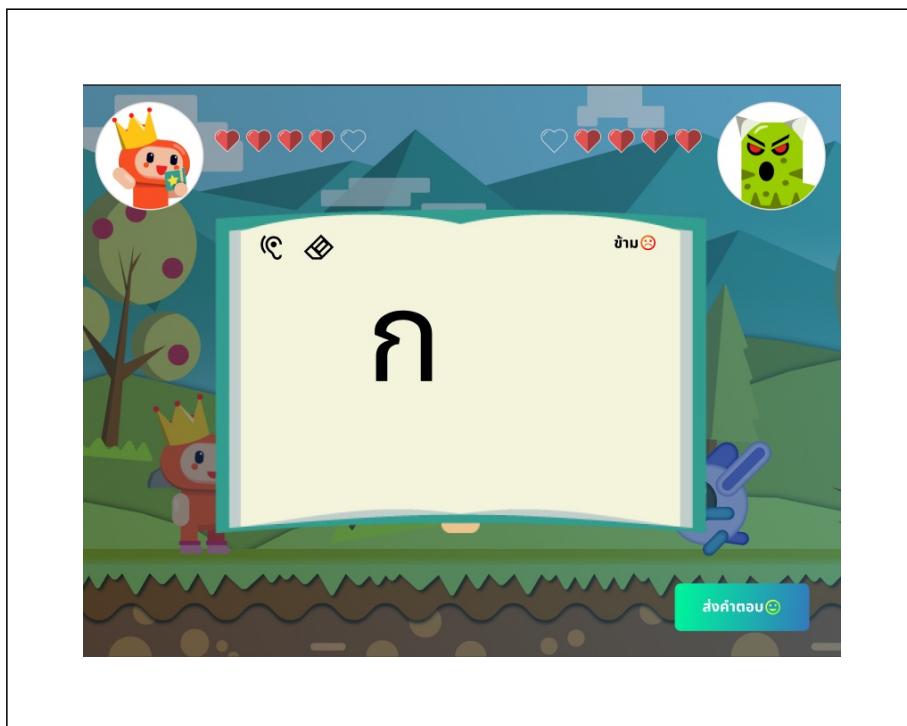


รูปที่ 3.28: ภาพการออกแบบหน้าการกดข้ามการเขียนตัวอักษร สรระ และคำสะกด

- หน้าต่างสำหรับเขียนตัวอักษร สระ และคำสะกด



ຮູບທີ 3.29: ກາພກຮອກແບບໜ້າເຂົ້າເປີນຕົວອັກຊຣ ສຣະ ແລະ ຄຳສະກດ



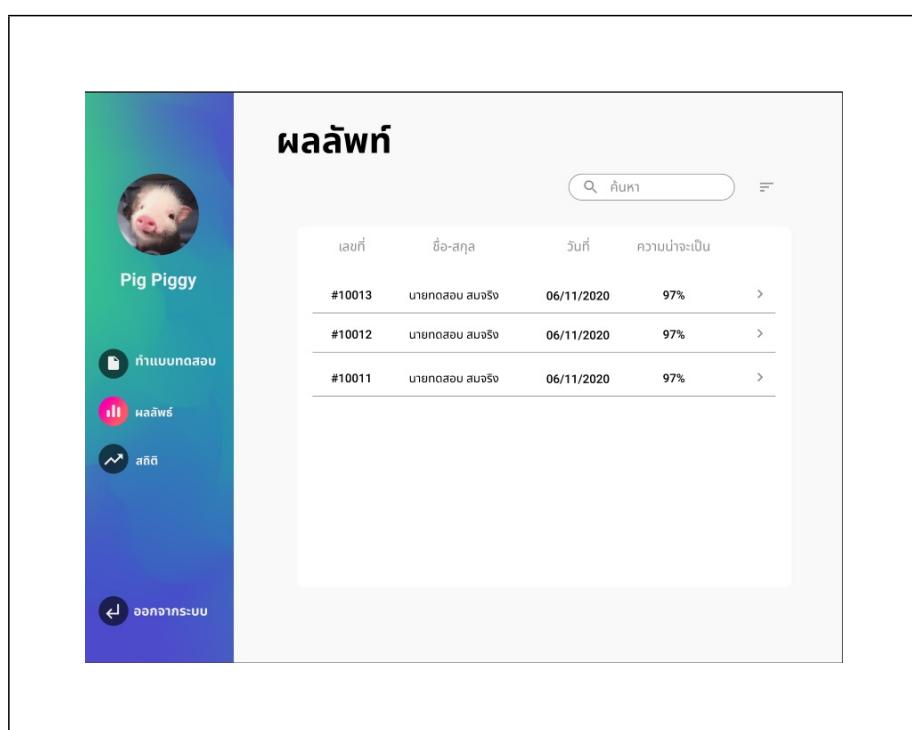
ຮູບທີ 3.30: ກາພກຮອກແບບໜ້າເຂົ້າເປີນຕົວອັກຊຣ ສຣະ ແລະ ຄຳສະກດ

- หน้าเกมสำหรับจบแบบทดสอบ



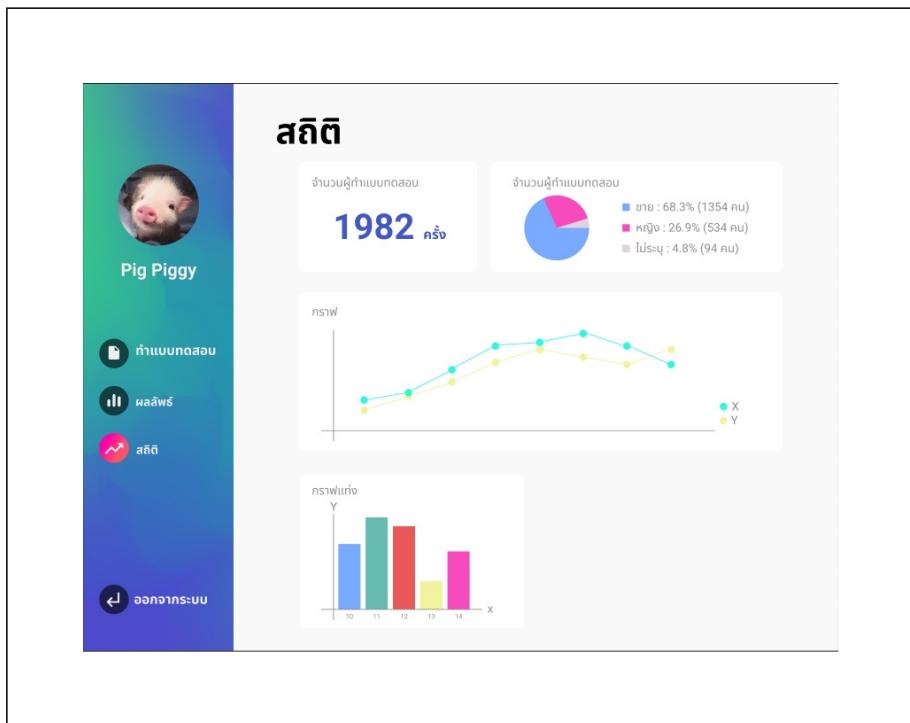
รูปที่ 3.31: ภาพการออกแบบหน้าจบการทดสอบ

- หน้าดูผลลัพธ์การทดสอบ



รูปที่ 3.32: ภาพออกแบบหน้าดูผลลัพธ์การทดสอบ

- หน้าดูข้อมูลสถิติภายในแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.33: ภาพการออกแบบหน้าดูสถิติภายในแอปพลิเคชัน

### 3.8 การเก็บข้อมูลภาระลายมือเด็ก

การเก็บรวมรวมข้อมูลของภาคพายภูมิเด็ก เรายังได้ทำการรวมรวมรูปภาพการทำแบบทดสอบโดยเขียนพัญชนะ สรุป และคำสา�্ছาด จากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่หนึ่งถึงประถมศึกษาปีที่สาม โดยคาดว่าจะมีเด็กเข้าร่วมทำแบบทดสอบประมาณ 1000 คนโดยประมาณ ซึ่งภาคพายภูมิเด็กที่เขียนถูกต้องจะถูกนำมาใช้ในการเรียนรู้ของตัวโน้มเดลของเราระโดยตัวอย่างแบบทดสอบมีดังนี้

รูปที่ 3.34: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือตัวอักษรเด็ก

รูปที่ 3.35: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือสารเด็ก

□

2. จงเขียนความค่านอก

ผู้ทดสอบจะต้องฟังสะกดคำความค่านอก จำนวน 10 คำ

1..... 2..... 3.....

4..... 5..... 6.....

7..... 8..... 9.....

10.....

รูปที่ 3.36: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือคำสาขกดเด็ก

### 3.9 การเก็บข้อมูลภาระลายมือเด็ก

การเก็บรวมรวมข้อมูลของภาคพายมีเด็ก เราจะทำการรวมรวมรูปภาพการทำแบบทดสอบโดยเขียนพยัญชนะ ระหว่างๆ นักเรียนจะต้องเขียนตามที่ได้ให้มา โดยคาดว่าจะมีเด็กเข้าร่วมทำแบบทดสอบประมาณ 300 คนโดยประมาณจากโรงเรียนที่ติดต่อไว้จำนวน 4 โรงเรียน โดยมีการขอรับรองการทำวิจัยในมนุษย์ ซึ่งภาคพายมีเด็กที่เขียนถูกต้องจะถูกนำมาใช้ในการเรียนรู้ของตัวโน้มเดลของเราระหว่างแบบทดสอบมีดังนี้

รูปที่ 3.37: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือตัวอักษรเด็ก

รูปที่ 3.38: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือสารเด็ก

□

2. จงเขียนความค่านอก

ผู้ทดสอบจะต้องฟังสะกดคำความค่านอก จำนวน 10 คำ

1..... 2..... 3.....

4..... 5..... 6.....

7..... 8..... 9.....

10.....

รูปที่ 3.39: ภาพแบบทดสอบที่ใช้เก็บลายมือคำสาขกดเด็ก

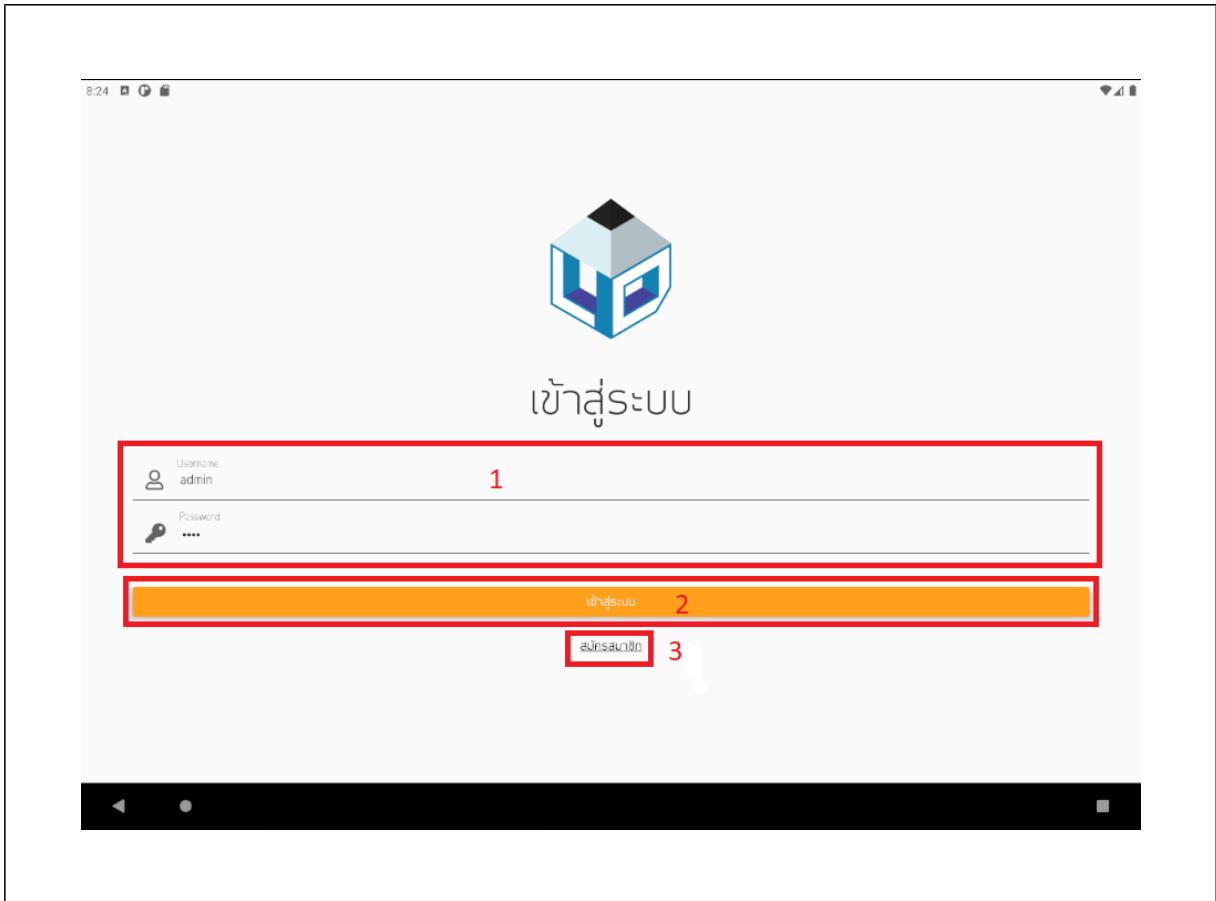
### 3.10 แผนการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

เราจะนำตัวแอปพลิเคชันไปวัดผลที่ หน่วยตรวจสอบคุณภาพเด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ซึ่งบุคลากรจะนำตัวแอปพลิเคชันไปทดสอบกับเด็ก เพื่อสังเกตผลลัพธ์ว่า แอปพลิเคชันกับบุคลากรนั้น สามารถจำแนกประเภทอาการของเด็กออกมาได้ตรงกันหรือไม่

## บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 4.1 Application Interface

- หน้าต่างเข้าสู่ระบบ หากใส่ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านถูกต้องที่อ้างอิงจากฐานข้อมูลเท่านั้น จึงสามารถเข้าใช้งานได้



รูปที่ 4.1: วิธีการใช้งานหน้าเข้าสู่ระบบ

- ส่วนในการกรอกชื่อผู้ใช้ (username) และ รหัสผ่าน (password)
- ปุ่มสำหรับการเข้าสู่ระบบ
- ปุ่มสำหรับการสมัครสมาชิก โดยแตะเพื่อเปลี่ยนไปยังส่วนสมัครสมาชิก

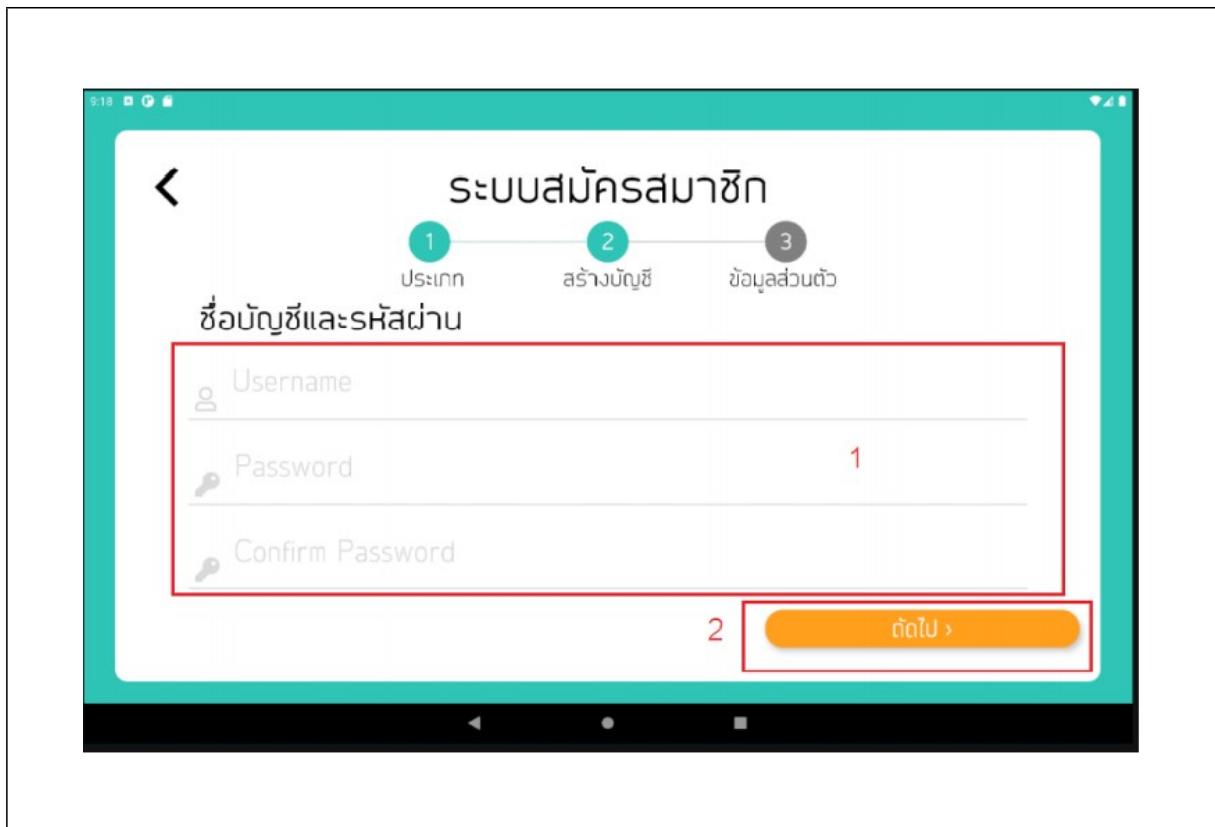
- หน้าสมัครสมาชิก(ประเภท)



รูปที่ 4.2: หน้าเลือกรูปแบบการสมัครสมาชิกของ LDSpot

- ส่วนที่บอกว่าอยู่ขั้นใดในการสมัครสมาชิก
- ส่วนที่เลือกประเภทของการสมัครสมาชิก
- ปุ่มกดไป เพื่อลิงค์ไปยังขั้นตอนถัดไป

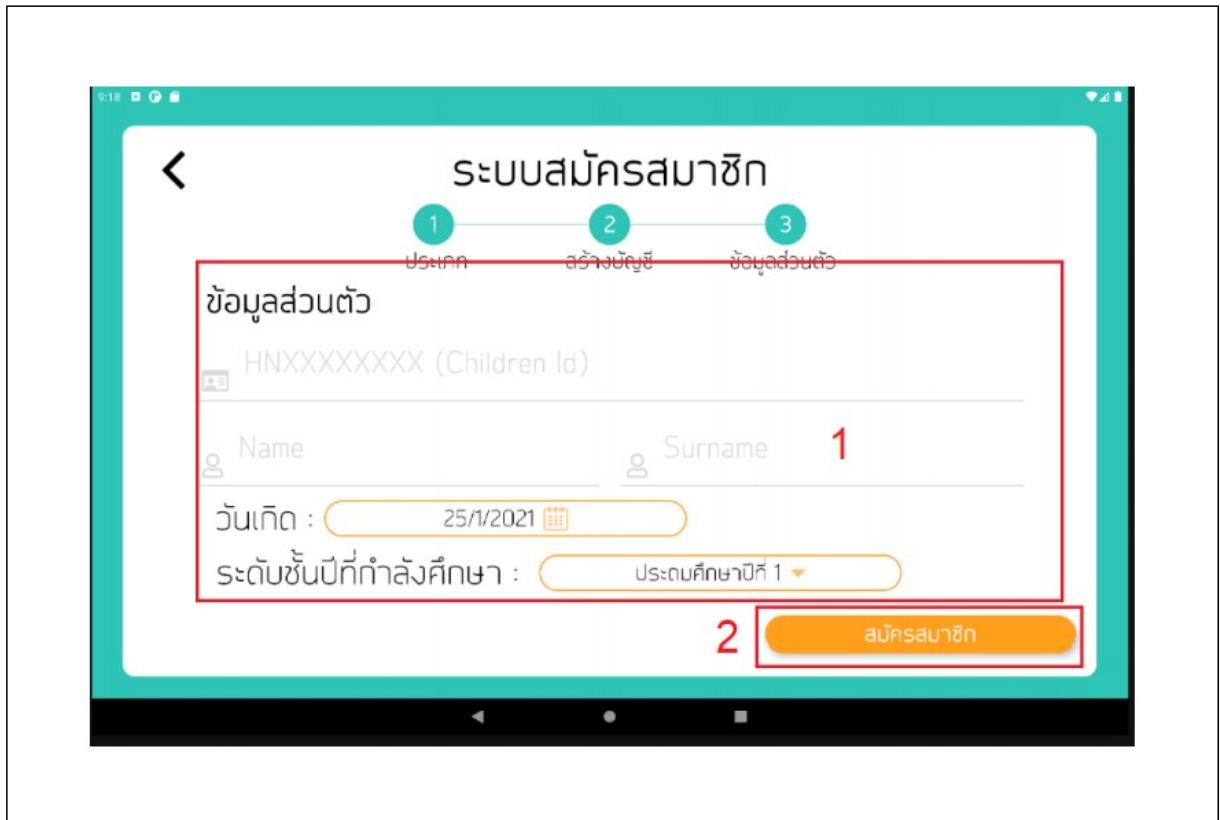
- หน้าสมัครสมาชิก(สร้างบัญชี)



รูปที่ 4.3: หน้าสมัครสมาชิกของ LDSpot

- ส่วนที่กรอก ชื่อ รหัสผ่าน และยืนยันรหัสผ่าน
- ปุ่มตัดไป เพื่อลิงค์ไปยังขั้นตอนต่อไป

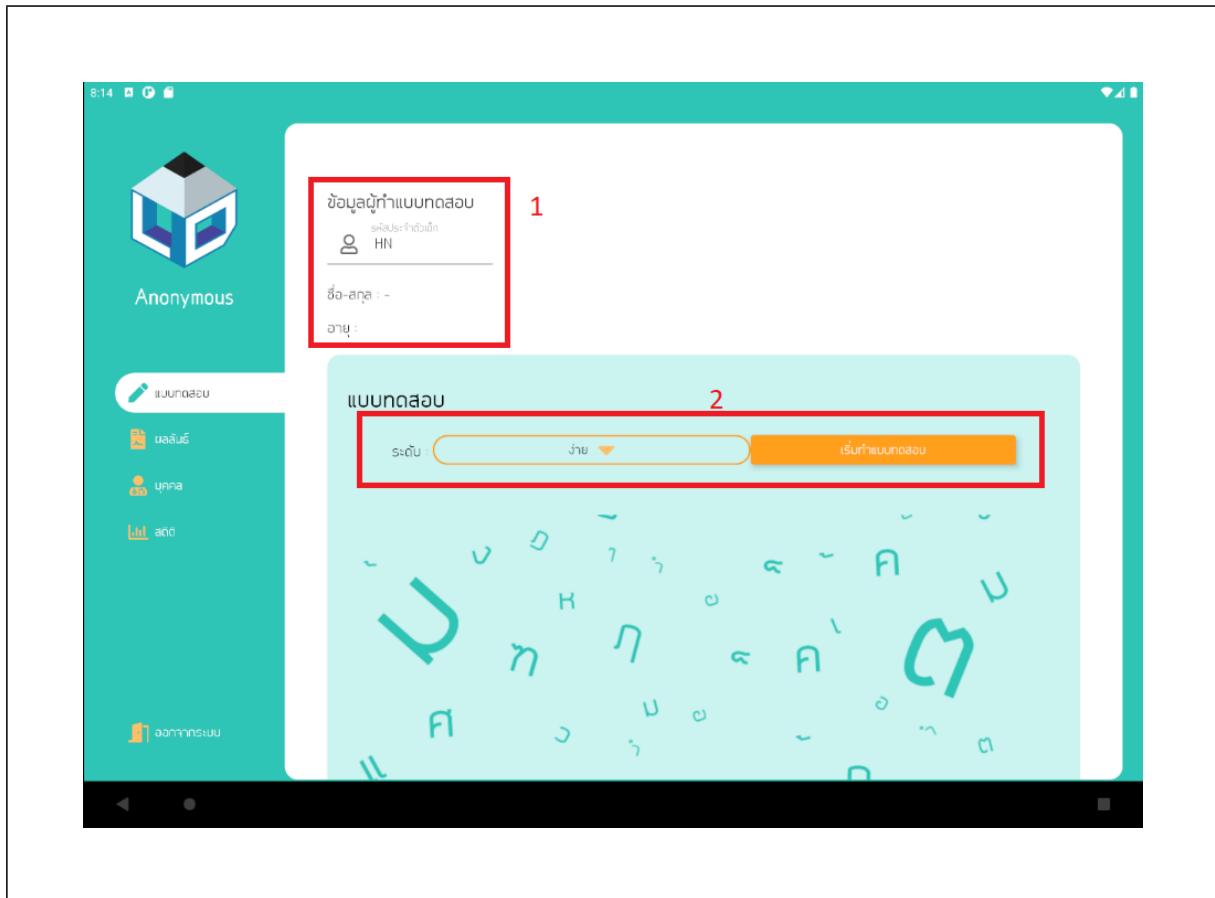
- หน้าสมัครสมาชิก(ข้อมูลส่วนตัว) หากกรอกทุกอย่างถูกต้องสมบูรณ์ ถึงสามารถสมัครสมาชิกได้



รูปที่ 4.4: หน้าสมัครสมาชิกของ LDSpot

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

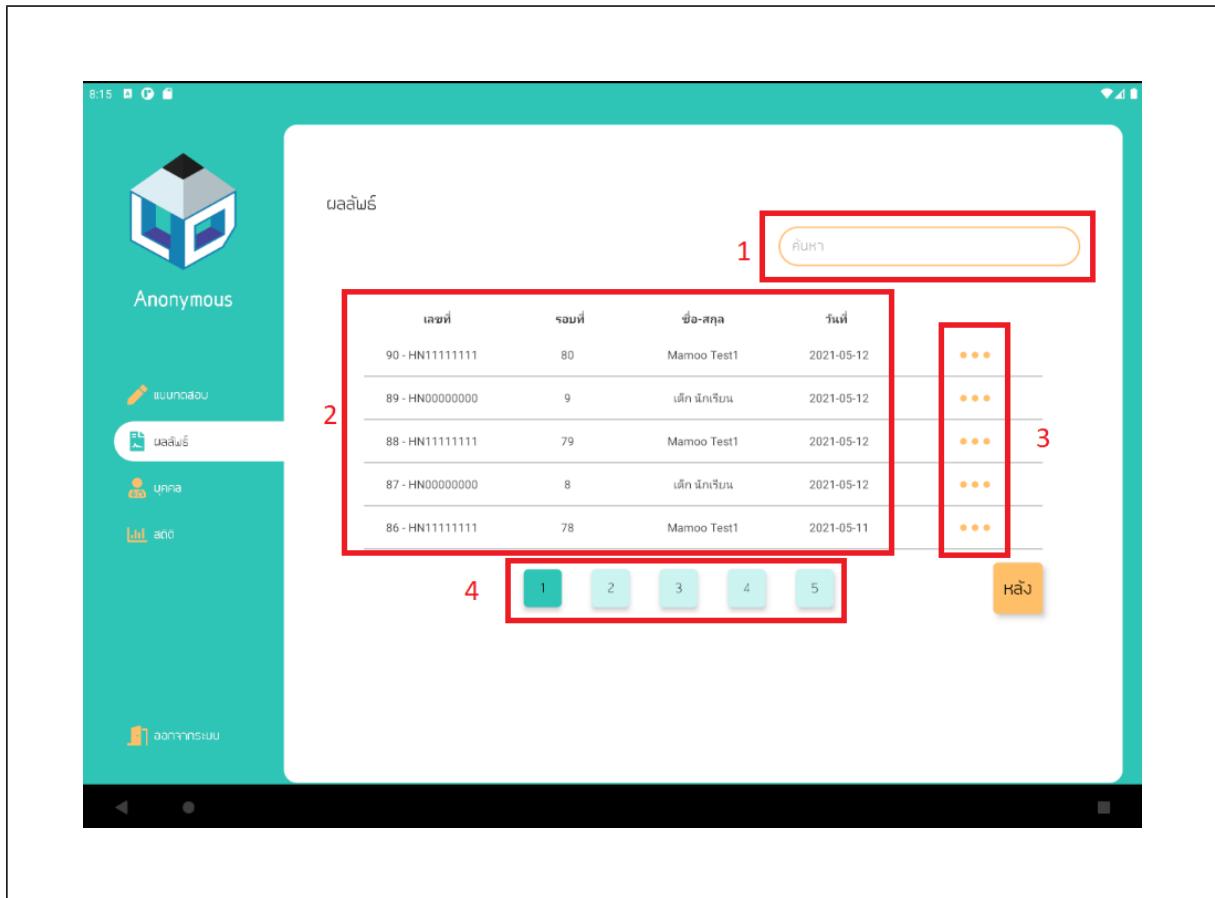
- หน้าหลัก (แบบทดสอบ)



รูปที่ 4.5: หน้าหลัก (แบบทดสอบ) LDSpot

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

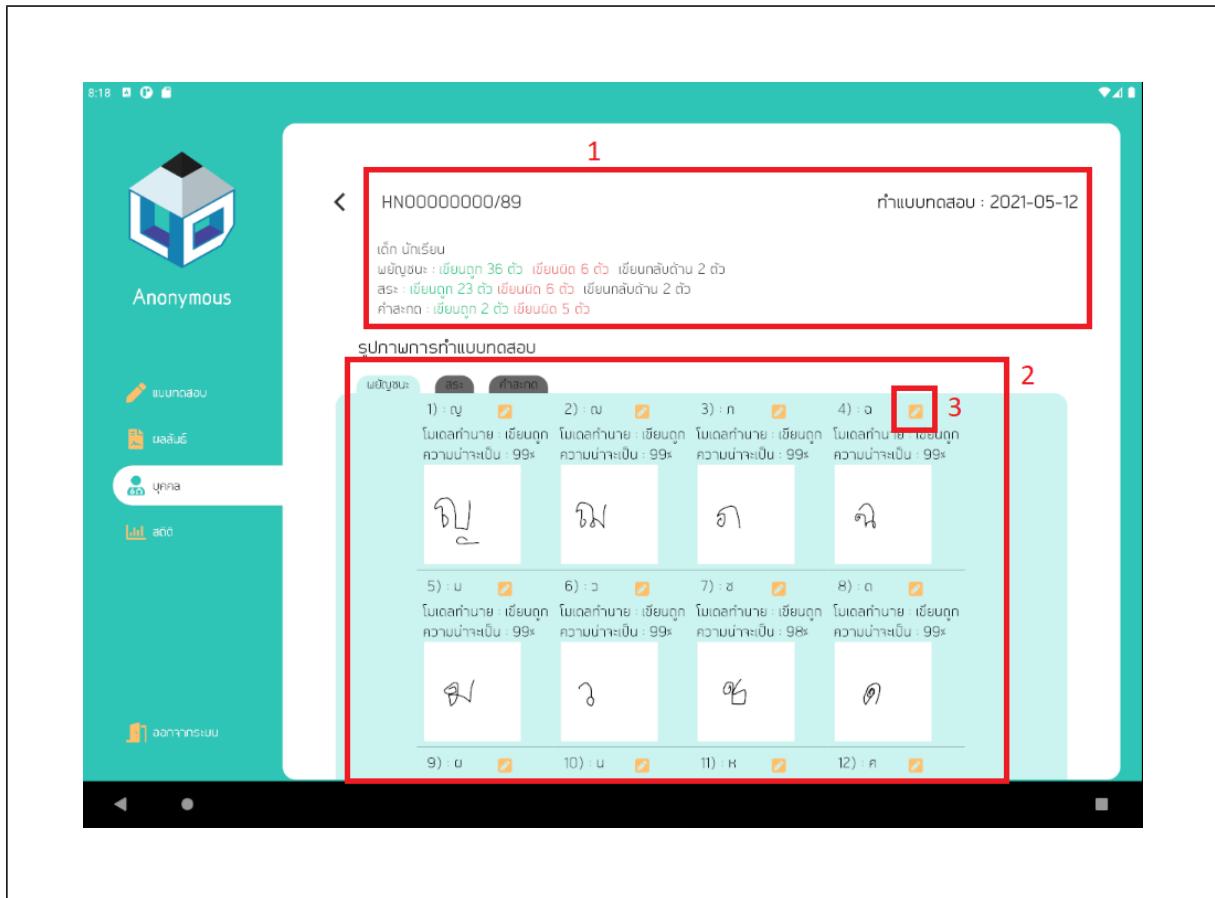
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์)



รูปที่ 4.6: หน้าหลัก (ผลลัพธ์) LDSpot

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

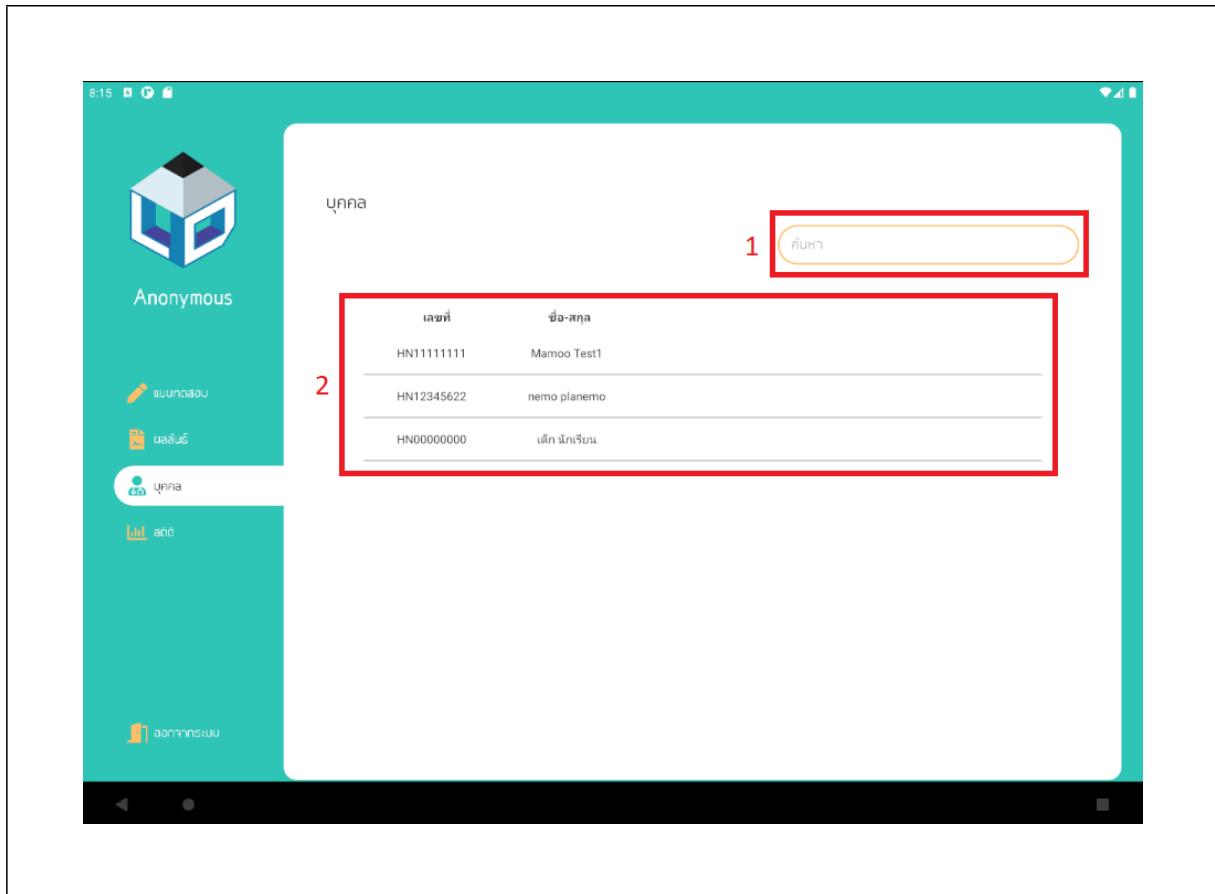
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายละเอียด)



รูปที่ 4.7: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายละเอียด) LDSpot

- ส่วนที่แสดงผลว่าเขียนถูกเขียนผิดของแต่ละประเภท
- ส่วนที่ดูว่ารูปภาพของแต่ละอักษรที่เขียน และความน่าจะเป็นที่ความถูกต้องของตัวอักษรนั้นๆ
- ส่วนที่สามารถแก้ไขได้ว่าตัวอักษรนั้นทำนายถูกหรือผิด

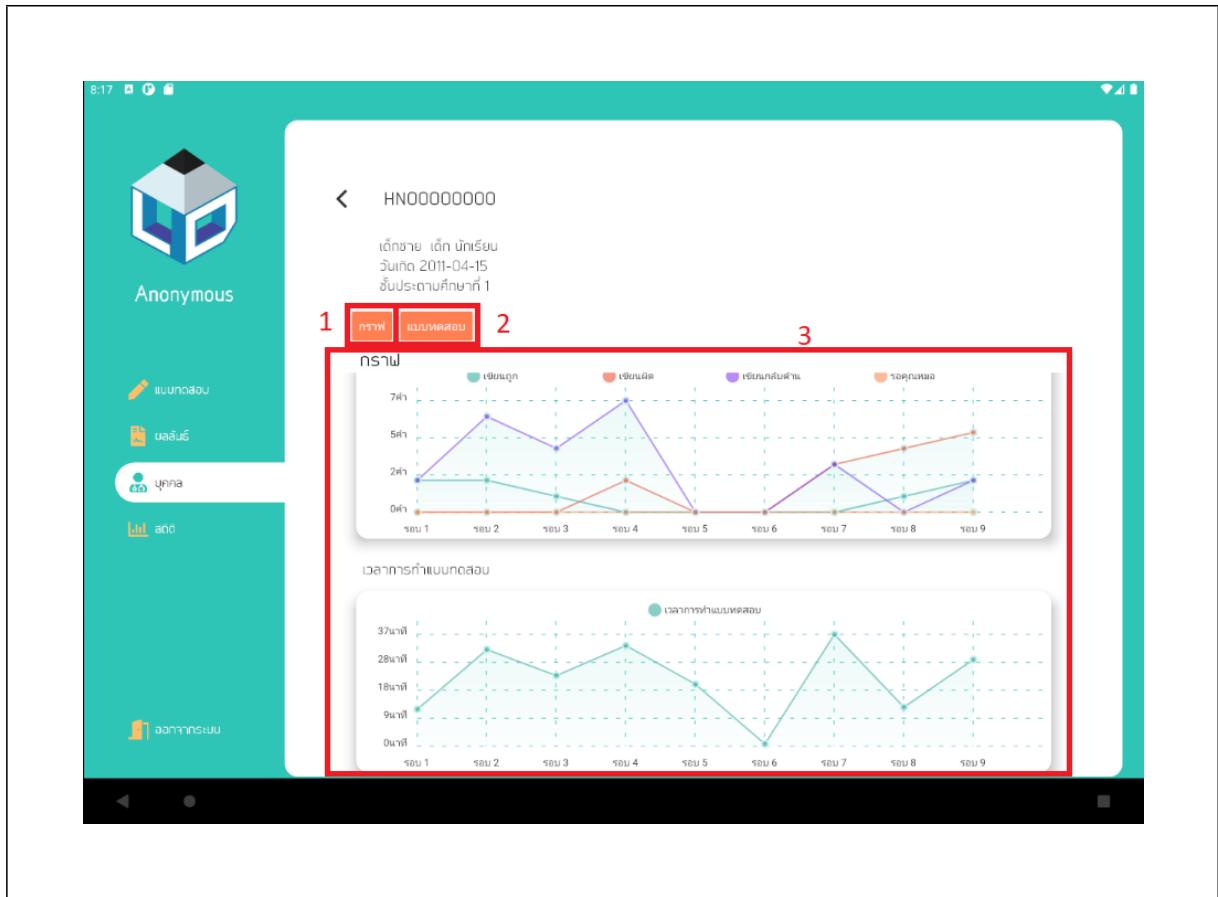
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคล)



ຮູບທີ່ 4.8: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคล) LDSpot

- ช่องสำหรับการค้นหาโดยอ้างอิงจากชื่อหรือเลขที่ประจำตัว (HN)
- ส่วนสำหรับการแสดงข้อมูลของเด็กทำแบบทดสอบ โดยแสดงเลขที่ประจำตัวและชื่อ สกุล หน้าบุคคล (กราฟ)

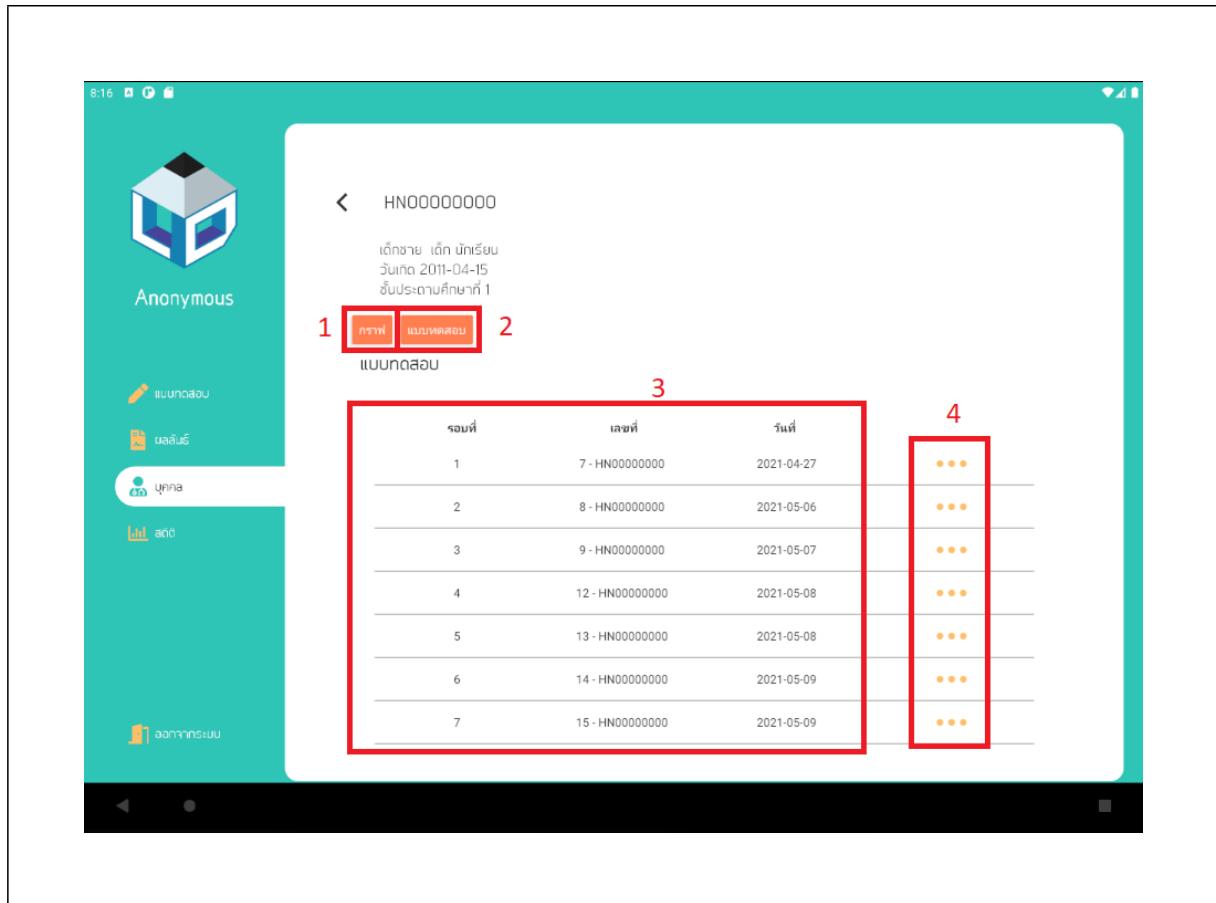
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลสถิติ)



ຮູບທີ່ 4.9: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลสถิติ) LDSpot

- ปຸ່ມສໍາຫັບດ້ວຍລະເອີດຂອງການຝຶກຂອງຜູ້ໃໝ່
- ປຸ່ມສໍາຫັບດ້ວຍລະເອີດຂອງແບບທົດສອບຂອງຜູ້ໃໝ່
- ສ່ວນການຝຶກແສດງຮາຍລະເອີດຈຳນວນຄຳຄື ຈຳນວນທີ່ເຫັນຖຸກ ເສີມຜິດ ເສີມກົບດ້ານ ແລະ ຮອພ່າຍຕັດສິນໃຈທີ່ພົບໃນແຕ່ລະຮອບຂອງການຝຶກແບບທົດສອບ

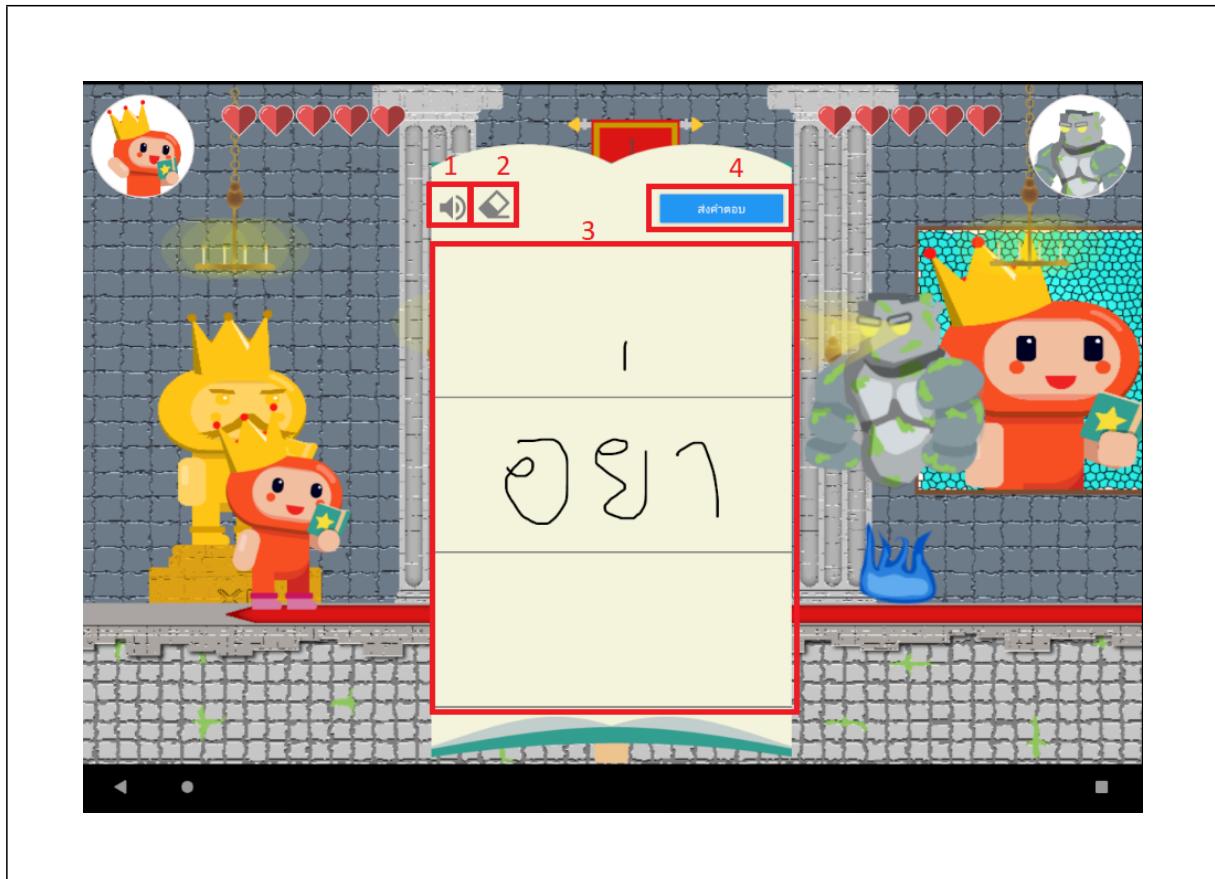
- หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลแบบทดสอบ)



รูปที่ 4.10: หน้าหลัก (ผลลัพธ์รายบุคคลแบบทดสอบ) LDSpot

- ปุ่มสำหรับดูรายละเอียดของกราฟของผู้ใช้
- ปุ่มสำหรับดูรายละเอียดของแบบทดสอบของผู้ใช้
- ส่วนแสดงรายละเอียดของการทดสอบที่แสดงรอบที่ทำ เลขที่ รวมถึงวันที่
- ปุ่มสำหรับการเข้าไปดูสรุปของรายละเอียดของการทำแบบทดสอบ

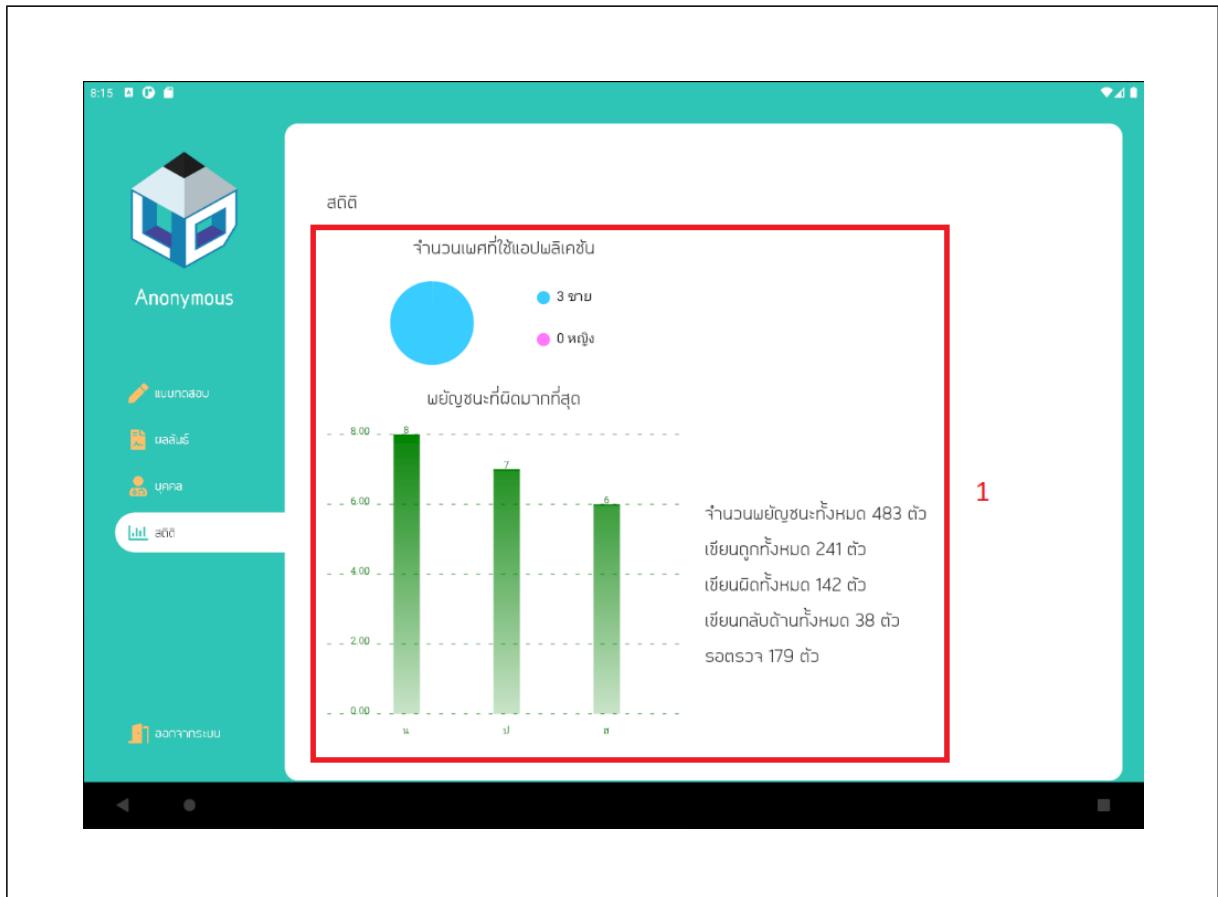
- หน้าแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบจะมีการแบ่งเป็น 3 ด้านโดยมีการใช้ พยัญชนะ สรระ คำสะกดเป็นตัวแบ่งและแต่ละด้านมีพื้นหลังที่ต่างกัน



รูปที่ 4.11: หน้าแบบทดสอบ LDSpot

- ปุ่มกดเพื่อฟังเสียงตัวอักษรว่าต้องเขียนตัวใด
- ปุ่มลบ
- พื้นที่เขียนตัวอักษร สระ คำ จากที่เราได้ยิน
- ปุ่มส่งคำตอบ

- หน้าดูข้อมูลสถิติภายในแอปพลิเคชัน



ຮູບທີ່ 4.12: หน้าดูข้อมูลสถิติภายในแอปพลิเคชันของ LDSpot

- ส่วนที่แสดงลายละเอียดของกราฟ ตัวอย่างกราฟเช่น จำนวนເພື່ອທີ່ໃຊ້ເອປັນທີ່ໜົດ ພຍັນງານທີ່ພົບວ່າ ຜິດປ່ອຍມາກທີ່ສຸດ 3 ຕົວ รวมທີ່ຂອງສະຮະແລະຄຳ

#### 4.2 การนำข้อมูลลายมือเด็กมาใช้

จากการที่เราไปเก็บภาพลายมือเด็กจากโรงเรียนทั้งสิบสองโรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดไทร และ โรงเรียนดวงวิภา เป็นจำนวนทั้งสิบ 300 คนแล้วนำมาแกะรูปภาพและนำรูปภาพเหล่านั้นไปผ่านโปรแกรมตัดตัวอักษรที่เราได้พัฒนาขึ้น เพื่อที่จะภาพตัวอักษรเหล่านั้นนำไปใช้ในการให้โมเดลเรียนรู้

ระดับชั้น ป.๓/๔

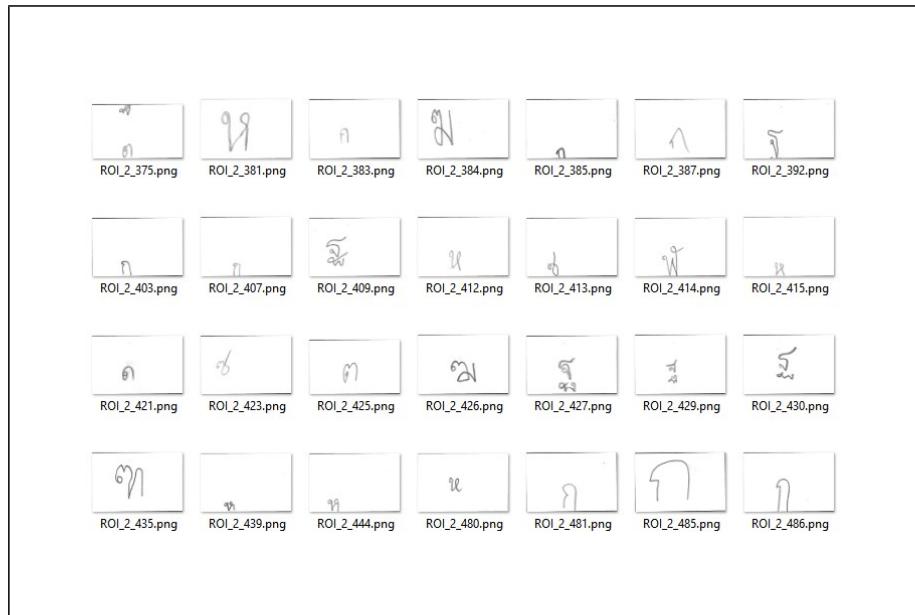
แบบทดสอบการเรียนพยัญชนะ

ก	ก'	ກ	ກ	ກ
ຂ	ົ	ຈ	ຈ	ງ
ໜ	ມ	ຢ	ຢ	ີ
ີ	ກ	ທ	ທ	ດ
ກ	ດ	ນ	ນ	ນ
ງ	ງ	ນ	ນ	ນ
ຫ	ກ	ຫ	ຫ	ຫ
ນ	ນ	ນ	ນ	ນ
ນ	ນ	ນ	ນ	ນ
ນ	ນ	ນ	ນ	ນ
ນ	ນ	ນ	ນ	ນ
ນ	ນ	ນ	ນ	ນ
ນ	ນ	ນ	ນ	ນ
ນ	ນ	ນ	ນ	ນ

KMUTT-IRB-COE-2021-025

รูปที่ 4.13: ภาพตัวอย่างการเก็บข้อมูลลายมือของเด็กหลังจากการแคนรูปภาพแล้ว

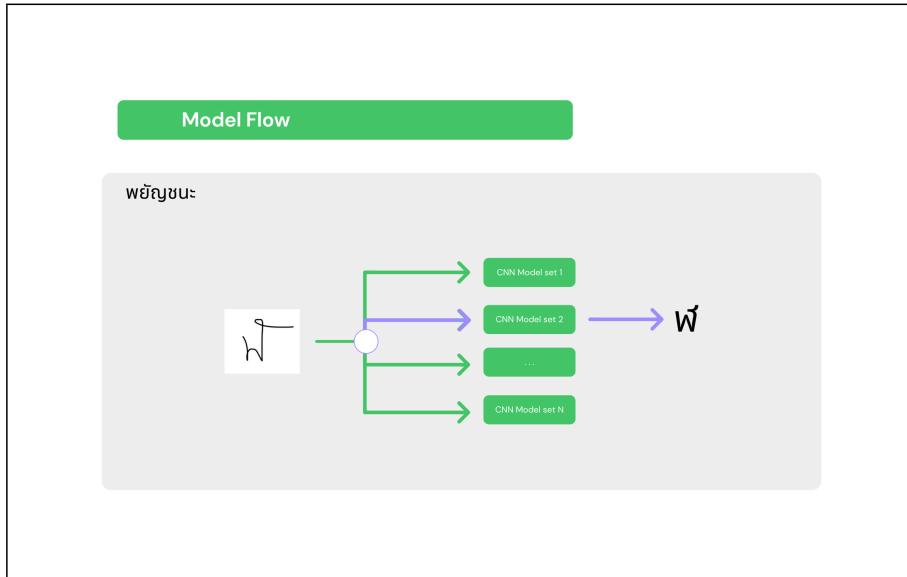
ส่วนของภาพตัวอักษรและสระที่ตัดออกมามีทั้งภาพที่สามารถใช้งานได้และภาพส่วนที่ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากเป็นการเขียนผ่านทางกระดาษทำให้บางภาพผู้ที่เขียนมาไม่ได้เขียนตรงตามขอบเขตที่โปรแกรมสามารถตัดภาพได้รวมถึงไม่เหมาะสมต่อการนำไปเป็นข้อมูลส่วนของการเทรนโมเดล ซึ่งได้มีการคัดแยกภาพตัวอักษรและสระให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นดังภาพด้านล่างที่ 4.14



รูปที่ 4.14: ภาพตัวอักษรและสระที่หลังการแยกตัวอักษรและสระ

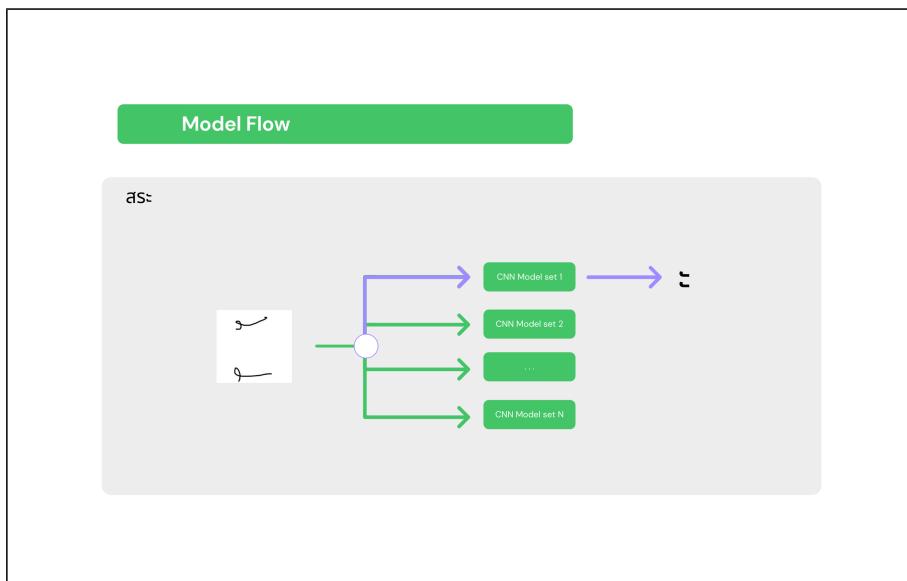
#### 4.3 กระบวนการวิเคราะห์ตัวอักษร สระ และคำสะกด

- ตัวอักษร ในส่วนของตัวอักษรเมื่อผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนแล้ว ภาพตัวอักษรจะถูกส่งไปแยกเข้าตามโมเดลที่มีการเรียนรู้ตัวอักษรนั้นอยู่ จากนั้นจะเอาผลลัพธ์ของโมเดลมาเทียบกับคำตอบว่าผู้เข้าร่วมการทำแบบทดสอบนั้นเขียนถูกต้องหรือไม่



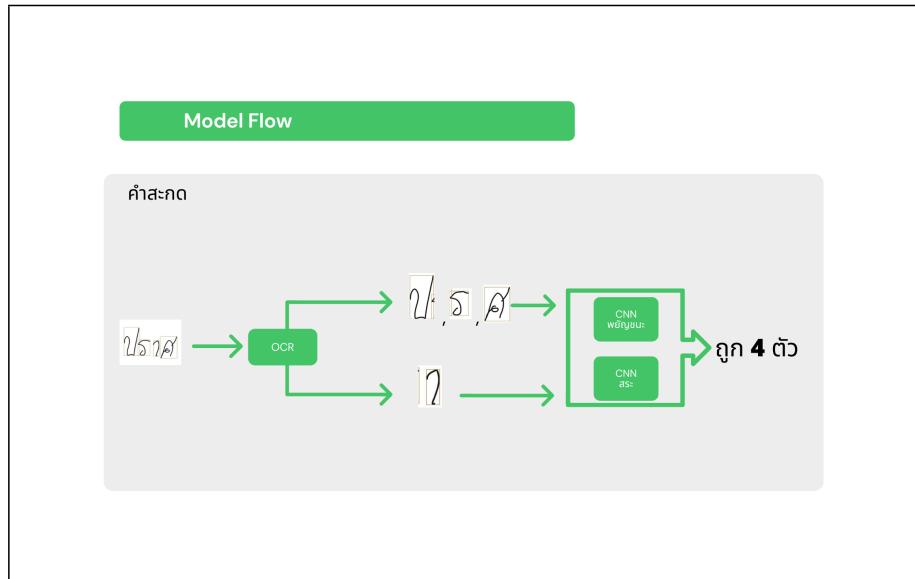
รูปที่ 4.15: ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนตัวอักษร

- สระ ในส่วนของตัวสระเมื่อผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนแล้ว ภาพตัวอักษรจะถูกส่งไปแยกเข้าตามโมเดลที่มีการเรียนรู้ตัวอักษรนั้นอยู่ จากนั้นจะเอาผลลัพธ์ของโมเดลมาเทียบกับคำตอบว่าผู้เข้าร่วมการทำแบบทดสอบนั้นเขียนถูกต้องหรือไม่



รูปที่ 4.16: ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนสระ

- คำสังกัด ในส่วนของคำสังกัดนั้นมีผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนแล้ว ภาพคำสังกัดจะถูกนำไปเข้าสู่กระบวนการ OCR เพื่อทำการแยกคำสังกัดออกจากเป็นตัวอักษรและสระ หลังจากนั้นภาพตัวอักษรและสระที่ถูกแยกออกจากแล้วจะถูกส่งไปตามโมเดลของตัวเอง เพื่อนำผลลัพธ์มาเช็คว่าแต่ละอักษรและสระนั้นเขียนถูกหรือไม่ หากทุกอักษรและสระในคำสังกัดนั้นมีผลลัพธ์ถูก เราถึงจะสรุปว่าคำสังกัดนั้นถูกด้วย



รูปที่ 4.17: ภาพกระบวนการทำงานเมื่อผู้ทดสอบเขียนคำสังกัด

#### 4.4 Optical Character Recognition (OCR)

OCR ที่นำมาใช้คู่กับโมเดลทำนายตัวอักษรเพื่อที่จะวิเคราะห์ว่าคำสะกดที่ผู้ทำแบบทดสอบเขียนมาถูกต้องหรือไม่ โดยในส่วนของความแม่นยำของ OCR นั้นจากการทดสอบภาษาไทยเมื่อเขียนจำนวน 111 ตัวอักษรมาทดสอบพบว่า สามารถแยกตัวอักษรได้ถูกต้องเป็นจำนวน 96 ภาพ คิดเป็น 87% จากทั้งหมด

- ภาพตัวอักษร



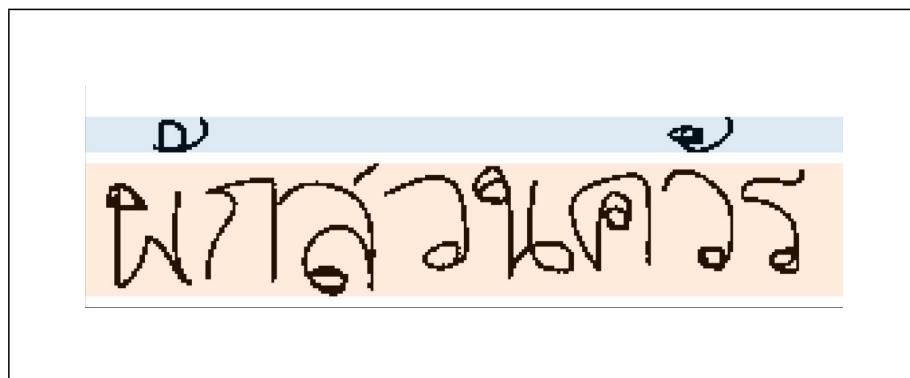
รูปที่ 4.18: ภาพลายมือเขียนของเด็ก

- ภาพตัวอักษรหลังผ่านการทำ bounding box แล้ว



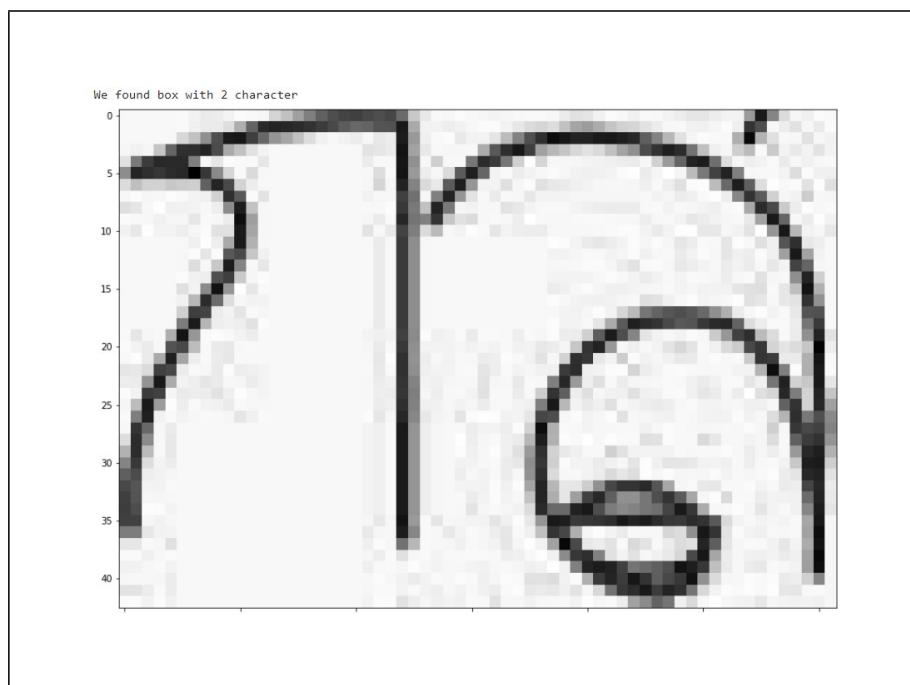
รูปที่ 4.19: ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ได้ทำการแบ่งตัวอักษรแล้ว

- ภาพตัวอักษร



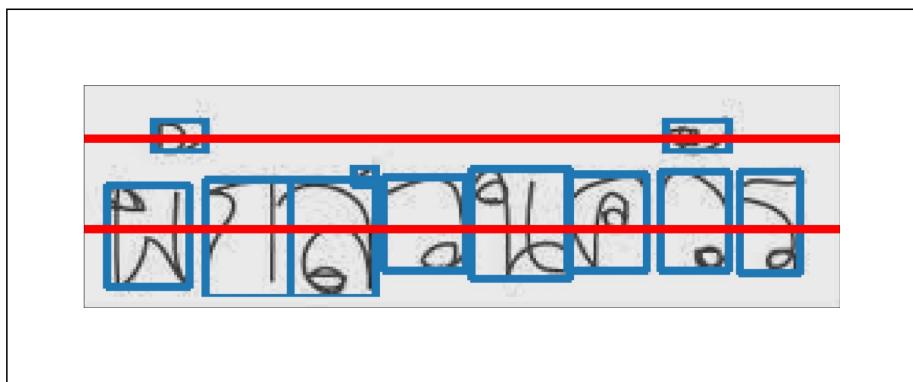
รูปที่ 4.20: ภาพลายมือเขียนของเด็ก

- ภาพ bounding box ที่พบว่ามีตัวอักษรมากกว่าหนึ่งตัว



รูปที่ 4.21: ภาพลายมือเขียนของเด็กที่ทำการ bounding box แล้วมีมากกว่า 1 ตัวอักษร

- ภาพตัวอักษรหลังผ่านการทำ bounding box แล้ว



รูปที่ 4.22: ภาพหลังการทำ bounding box แล้ว

## 4.5 ผลของการทดสอบโปรแกรม

### 4.5.1 Confusion Matrix

คณานะผู้จัดทำได้จัดทำโมเดลออกมาระบบเป็น ตัวอักษรจำนวน 9 โมเดลและสระอีกจำนวน 5 โมเดล ซึ่งเป็นโมเดลในประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมแบบสั้นวัตนาการ (CNN)

- โมเดลตัวอักษรที่ 1 (ก,ง,ฒ,ຍ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ ก,ง,ฒ,ຍ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1874 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 206 รูป

ตารางที่ 4.1 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 1 (ก,ง,ฒ,ຍ)

		Predicted Classes			
		ก	ง	ฒ	ຍ
Actual Classes	ก	51	3	0	0
	ง	1	49	0	3
	ฒ	1	0	44	2
	ຍ	0	0	0	52

ตารางที่ 4.2 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลตัวอักษรที่ 1 (ก,ง,ฒ,ຍ)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.98	0.94	0.96	0.95
ก	0.98	0.92	0.94	0.93
ง	1.00	0.94	1.00	0.97
ฒ	0.96	1.00	0.91	0.95
ຍ				

- ไม่เดลตัวอักษรที่ 2 (ข, ญ, ก, ล, ช, พ) ไม่เดลนี้จะแบ่งเป็น 6 คลาส ได้แก่ ข, ญ, ก, ล, ช, พ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 3082 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 339 รูป

ตารางที่ 4.3 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 2 (ข, ญ, ก, ล, ช, พ)

		Predicted Classes					
		ข	ญ	ก	ล	ช	พ
Actual Classes	ข	55	1	1	0	2	2
	ญ	3	49	0	1	0	0
	ก	2	0	66	1	0	1
	ล	1	0	6	46	0	0
	ช	1	0	1	0	49	0
	พ	0	0	2	0	0	49

ตารางที่ 4.4 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลตัวอักษรที่ 2 (ข, ญ, ก, ล, ช, พ)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.97	0.90	0.89	0.89
ก	0.99	0.92	0.98	0.95
ญ	0.96	0.94	0.87	0.90
ข	0.99	0.87	0.96	0.91
ช	0.99	0.96	0.96	0.96
ล	0.99	0.96	0.94	0.95

- โมเดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ,ຈ,ມ,ຟ,ສ,ທ,ອ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 7 คลาส ได้แก่ ຂ,ຈ,ມ,ຟ,ສ,ທ,ອ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 3277 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 360 รูป

ตารางที่ 4.5 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ,ຈ,ມ,ຟ,ສ,ທ,ອ)

		Predicted Classes						
		ຂ	ຈ	ມ	ຟ	ສ	ທ	ອ
Actual Classes	ຂ	47	0	2	0	0	2	0
	ຈ	0	37	0	1	0	1	3
	ມ	0	0	46	1	0	0	0
	ຟ	0	0	0	51	0	0	1
	ສ	0	0	0	1	50	1	0
	ທ	2	0	0	3	0	48	0
	ອ	1	5	0	0	0	1	56

ตารางที่ 4.6 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลตัวอักษรที่ 3 (ຂ,ຈ,ມ,ຟ,ສ,ທ,ອ)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.99	0.92	0.94	0.93
ຈ	0.98	0.88	0.88	0.88
ມ	0.99	0.98	0.96	0.97
ຟ	0.98	0.98	0.89	0.94
ສ	1.00	0.96	1.00	0.98
ທ	0.98	0.91	0.91	0.91
ອ	0.99	0.89	0.93	0.91

- ไม่เดลตัวอักษรที่ 4 (ฉบ,ณ,พ,ມ,ວ) ไม่เดลนี้จะแบ่งเป็น 6 คลาส ได้แก่ ฉบ,ณ,พ,ມ,ວ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 2889 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 318 รูป

ตารางที่ 4.7 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 4 (ฉบ,ณ,พ,ມ,ວ)

		Predicted Classes					
		ฉบ	ณ	ນ	ພ	ມ	ວ
Actual Classes	ฉบ	50	0	1	0	0	1
	ณ	1	51	0	0	0	1
	ນ	0	0	49	3	1	1
	ພ	0	0	0	47	5	0
	ມ	0	0	0	2	51	1
	ວ	1	1	0	0	1	50

ตารางที่ 4.8 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลตัวอักษรที่ 4 (ฉบ,ณ,พ,ມ,ວ)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.99	0.96	0.96	0.96
ณ	0.99	0.96	0.98	0.97
ນ	0.99	0.91	0.98	0.94
ພ	0.98	0.90	0.90	0.90
ມ	0.97	0.94	0.88	0.91
ວ	0.98	0.94	0.93	0.93

- ไม่เดลตัวอักษรที่ 5 (ช, ซ, ผ, ฝ) ไม่เดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ ช, ซ, ผ, ฝ ซึ่งเราแบ่งออกมากได้เป็นข้อมูลเพื่อให้ไม่เดลเรียนรู้จำนวน 1898 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 209 รูป

ตารางที่ 4.9 Confusion Matrix ของไม่เดลตัวอักษรที่ 5 (ช, ซ, ผ, ฝ)

		Predicted Classes			
		ช	ซ	ผ	ฝ
Actual Classes	ช	48	3	0	1
	ซ	1	51	3	0
	ผ	1	1	46	2
	ฝ	0	0	1	51

ตารางที่ 4.10 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 5 (ช, ซ, ผ, ฝ)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.98	0.92	0.96	0.94
ช	0.97	0.93	0.93	0.93
ซ	0.97	0.92	0.92	0.92
ผ	0.98	0.98	0.94	0.96

- โมเดลตัวอักษรที่ 6 (ค, ค, ด, ต, ศ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 5 คลาส ได้แก่ ค, ค, ด, ต, ศ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้ จำนวน 2252 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 248 รูป

ตารางที่ 4.11 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 6 (ค, ค, ด, ต, ศ)

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

ตารางที่ 4.12 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลตัวอักษรที่ 6 (ค, ค, ด, ต, ศ)

		Specificity	Sensitivity	Precision	F1
Classes	ค	0.97	0.96	0.91	0.93
	ค	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 (ภู,ภู,ภู) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 3 คลาส ได้แก่ ภู,ภู,ภู ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นชั้นมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1157 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 127 รูป

ตารางที่ 4.13 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 7 (ภู,ภู,ภู)

		Predicted Classes		
		ภู	ภู	ภู
Actual Classes	ภู	34	4	0
	ภู	4	34	1
	ภู	0	0	50

ตารางที่ 4.14 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลตัวอักษรที่ 7 (ภู,ภู,ภู)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.96	0.89	0.89	0.89
ภู	0.95	0.87	0.89	0.88
ภู	0.99	1.00	0.98	0.99

- โมเดลตัวอักษรที่ 8 (ข, ท, ณ, ท, ษ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 5 คลาส ได้แก่ ข, ท, ณ, ท, ษ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้ จำนวน 2433 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 268 รูป

ตารางที่ 4.15 Confusion Matrix ของโมเดลตัวอักษรที่ 8 (ข, ท, ณ, ท, ษ)

		Predicted Classes				
		ข	ท	ณ	ท	ษ
Actual Classes	ข	59	1	0	0	0
	ท	0	43	0	5	0
	ณ	1	0	49	1	0
	ท	1	1	0	54	0
	ษ	0	0	0	0	53

ตารางที่ 4.16 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลตัวอักษรที่ 8 (ข, ท, ณ, ท, ษ)

		Specificity	Sensitivity	Precision	F1
Classes	ข	0.99	0.98	0.97	0.98
	ท	0.99	0.90	0.96	0.92
	ณ	1.00	0.96	1.00	0.98
	ท	0.97	0.96	0.90	0.93
	ษ	1.00	1.00	1.00	1.00

- ไม่เดลตัวอักษรที่ 9 (ຮ,ບ,ປ,ຮ) ไม่เดลนี้จะแบ่งเป็น 4 คลาส ได้แก่ ຮ,ບ,ປ,ຮ ซึ่งเราแบ่งออกมากได้เป็นข้อมูลเพื่อให้ไม่เดลเรียนรู้จำนวน 1892 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 209 รูป

ตารางที่ 4.17 Confusion Matrix ของไม่เดลตัวอักษรที่ 9 (ຮ,ບ,ປ,ຮ)

		Predicted Classes			
		ຮ	ບ	ປ	ຮ
Actual Classes	ຮ	50	0	0	1
	ບ	0	52	1	0
	ປ	0	2	49	1
	ຮ	2	2	1	48

ตารางที่ 4.18 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำไม่เดลตัวอักษรที่ 9 (ຮ,ບ,ປ,ຮ)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.99	0.98	0.96	0.97
ບ	0.97	0.98	0.93	0.95
ປ	0.99	0.94	0.96	0.95
ຮ	0.99	0.92	0.96	0.93

- โมเดลสรุที่ 1 (ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້) ໂມໂດລນີ້ຈະແບ່ງເປັນ 5 ຄລາສ ໄດ້ແກ່ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້ ທີ່ຈະຮັບອອກມາໄດ້ເປັນຂໍ້ອມູລເພື່ອໃຫ້ໂມໂດລເຮືອນ ຮູ່ຈຳນວນ 1036 ຮູ່ແລະຂໍ້ອມູລສຳຫຼັບຕຽບສອນຄວາມຄຸກດ້ອງ 113 ຮູ່

ตารางที่ 4.19 Confusion Matrix ของໂມໂດລສະຖິ່ງ 1 (ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້)

		Predicted Classes				
		ໜີ້	ໜີ້	ໜີ້	ໜີ້	ໜີ້
Actual Classes	ໜີ້	14	0	0	0	0
	ໜີ້	0	12	0	0	0
	ໜີ້	2	1	26	0	0
	ໜີ້	0	0	0	11	1
	ໜີ້	0	0	0	0	46

ตารางที่ 4.20 ກາພຄ່າຕ້ວງວິດຄວາມແມ່ນຍໍາໂມໂດລສະຖິ່ງ 1 (ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້, ໜີ້)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	0.97	1.00	0.88	0.93
ໜີ້	0.99	1.00	0.92	0.96
ໜີ້	1.00	0.90	1.00	0.95
ໜີ້	1.00	0.92	1.00	0.96
ໜີ້	0.99	1.00	0.98	0.99

- โมเดลสรุที่ 2 (-gamma, alpha, beta, gamma, mu, sigma) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 6 คลาส ได้แก่ -gamma, alpha, beta, gamma, mu, sigma ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1924 รูป และข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 211 รูป

ตารางที่ 4.21 Confusion Matrix ของโมเดลสรุที่ 2 (-gamma, alpha, beta, gamma, mu, sigma)

		Predicted Classes					
		-gamma	alpha	beta	gamma	mu	sigma
Actual Classes	-gamma	40	0	0	1	0	1
	alpha	0	33	1	0	0	0
	beta	0	2	31	0	0	1
	gamma	0	0	0	30	0	0
	mu	0	0	0	0	36	0
	sigma	0	0	0	0	0	35

ตารางที่ 4.22 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำของโมเดลสรุที่ 2 (-gamma, alpha, beta, gamma, mu, sigma)

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
	1.00	0.95	1.00	0.98
-gamma	0.99	0.97	0.94	0.96
alpha	0.99	0.91	0.97	0.94
beta	0.99	1.00	0.97	0.98
gamma	1.00	1.00	1.00	1.00
mu	0.99	1.00	0.95	0.97

- โมเดลสรุที่ 3 ( $\hat{A}$ ,  $\hat{B}$ ,  $\hat{C}$ ,  $\hat{D}$ ,  $\hat{E}$ ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 5 คลาส ได้แก่  $\hat{A}$ ,  $\hat{B}$ ,  $\hat{C}$ ,  $\hat{D}$ ,  $\hat{E}$  ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1620 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 178 รูป

ตารางที่ 4.23 Confusion Matrix ของโมเดลสรุที่ 3 ( $\hat{A}$ ,  $\hat{B}$ ,  $\hat{C}$ ,  $\hat{D}$ ,  $\hat{E}$ )

		Predicted Classes				
		$\hat{A}$	$\hat{B}$	$\hat{C}$	$\hat{D}$	$\hat{E}$
Actual Classes	$\hat{A}$	37	0	0	0	0
	$\hat{B}$	0	37	0	0	0
	$\hat{C}$	1	1	31	0	0
	$\hat{D}$	1	0	1	27	0
	$\hat{E}$	2	2	0	0	38

ตารางที่ 4.24 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลสรุที่ 3 ( $\hat{A}$ ,  $\hat{B}$ ,  $\hat{C}$ ,  $\hat{D}$ ,  $\hat{E}$ )

Classes	Specificity	Sensitivity	Precision	F1
$\hat{A}$	0.97	1.00	0.90	0.95
$\hat{B}$	0.98	1.00	0.93	0.96
$\hat{C}$	0.99	0.94	0.97	0.95
$\hat{D}$	1.00	0.93	1.00	0.96
$\hat{E}$	1.00	0.90	1.00	0.95

- โมเดลสรุที่ 4 (-ະ , -ໆ , -ົງ , -ີ , ໂ-) ໂມດລັບນັ້ນແປ່ງເປັນ 5 ຄລາສ ໄດ້ແກ່ -ະ , -ໆ , -ົງ , -ີ , ໂ- ຜົ່ງເຮັດວຽກໄດ້ເປັນຂໍ້ມູນລືພໍ່ໃຫ້ໂມດລ
- ເຮັດວຽກຈຳນວນ 1564 ຮູ່ປະເທດຂໍ້ມູນລຳທັບຕ່ອງກວ່າມຄຸກຕ້ອງ 171 ຮູ່ປະເທດ

ตารางที่ 4.25 Confusion Matrix ของໂມດລັບນັ້ນທີ່ 4 (-ະ , -ໆ , -ົງ , -ີ , ໂ-)

		Predicted Classes				
		-ະ	-ໆ	-ົງ	-ີ	ໄ-
Actual Classes	-ະ	39	0	0	0	1
	-ໆ	0	23	1	0	1
	-ົງ	1	0	37	0	0
	-ີ	0	0	0	38	0
	ໄ-	0	0	0	1	29

ตารางที่ 4.26 ກາພຄ່າຕ້ວງວິດຄວາມແມ່ນຍໍາໂມດລັບນັ້ນທີ່ 4 (-ະ , -ໆ , -ົງ , -ີ , ໂ-)

		Specificity	Sensitivity	Precision	F1
Classes	-ະ	0.99	0.97	0.97	0.97
	-ໆ	1.00	0.92	1.00	0.96
	-ົງ	0.99	0.97	0.97	0.97
	-ີ	0.99	1.00	0.97	0.99
	ໄ-	0.99	0.97	0.94	0.95

- โมเดลสรุที่ 5 (ຖ,ຖ,ກ,ກ) โมเดลนี้จะแบ่งเป็น 5 คลาส ได้แก่ ຖ,ຖ,ກ,ກ ซึ่งเราแบ่งออกมาได้เป็นข้อมูลเพื่อให้โมเดลเรียนรู้จำนวน 1126 รูปและข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง 123 รูป

ตารางที่ 4.27 Confusion Matrix ของโมเดลสรุที่ 5 (ຖ,ຖ,ກ,ກ)

		Predicted Classes			
		ຖ	ຖ	ກ	ກ
Actual Classes	ຖ	37	0	1	0
	ຖ	0	21	0	1
	ກ	3	0	37	0
	ກ	1	0	0	22

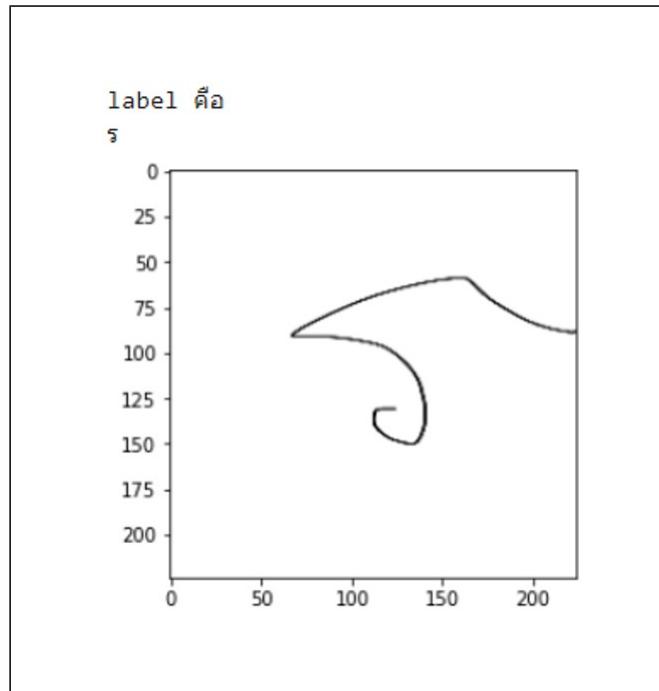
ตารางที่ 4.28 ภาพค่าตัวชี้วัดความแม่นยำโมเดลสรุที่ 5 (ຖ,ຖ,ກ,ກ)

		Specificity	Sensitivity	Precision	F1
Classes	ຖ	0.95	0.97	0.90	0.94
	ຖ	1.00	0.95	1.00	0.98
	ກ	0.99	0.93	0.97	0.95
	ກ	0.99	0.96	0.96	0.96

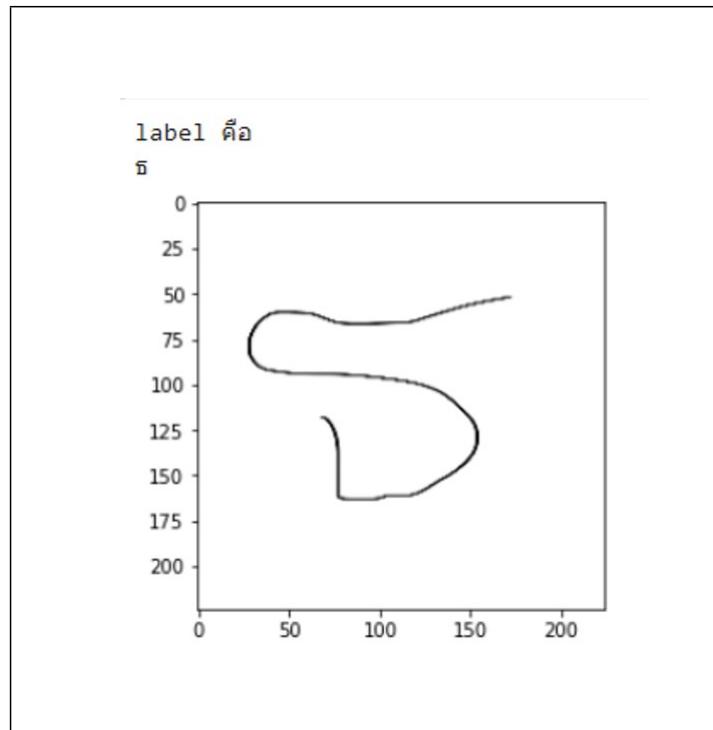
#### 4.5.2 การทดสอบความแม่นยำของการจำแนกถูกผิดกลับด้าน ในตัวอักษร สระ และคำสะกด

ในส่วนนี้เราวาได้นำแอปพลิเคชันของเรามาทดสอบใช้กับเต็กจำนวน ... คน เพื่อวัดผลความแม่นยำของโมเดลการทำนายตัวอักษร สระ และคำสะกด

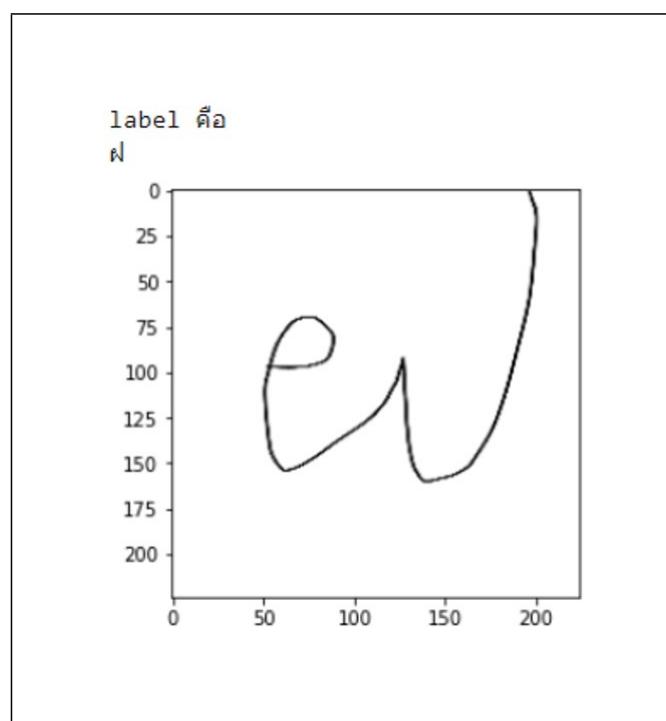
- ในส่วนของการทดสอบใช้โปรแกรมส่วนของการจำแนกภาพแบบทดสอบอักษรจำนวน 236 ภาพในลักษณะ เขียนถูก เขียนผิด และกลับด้านนั้น สามารถทำได้ด้วยความแม่นยำที่ 92.37



รูปที่ 4.23: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก

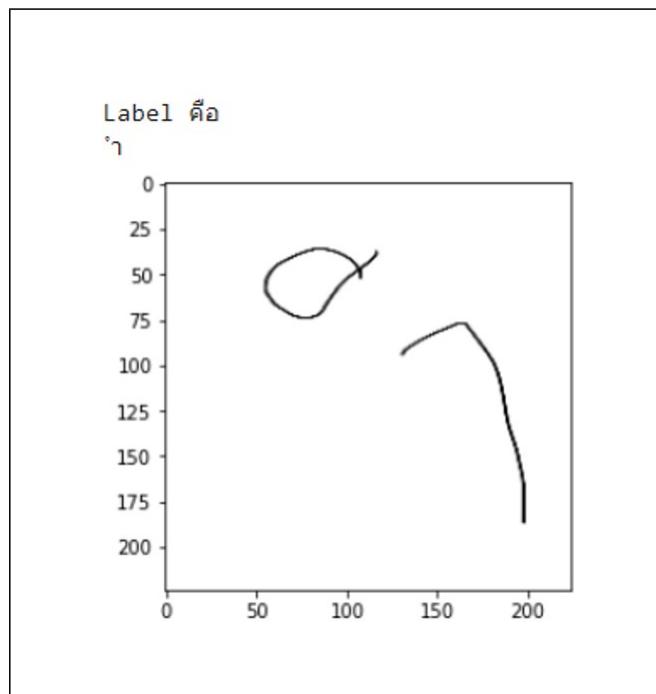


រូបទី 4.24: រាយការណ៍លាយខ្លួនដែលត្រូវកម្រិតក្នុង

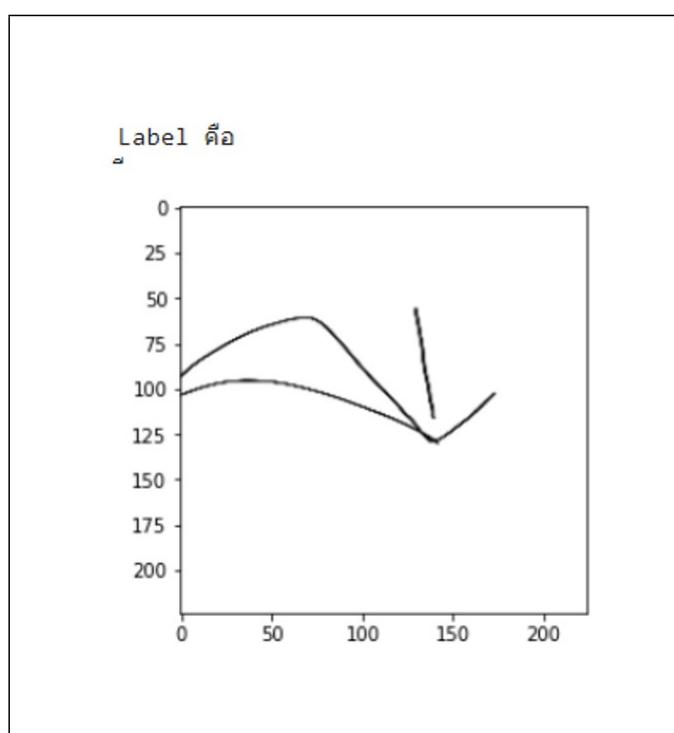


រូបទី 4.25: រាយការណ៍លាយខ្លួនដែលត្រូវកម្រិតក្នុង

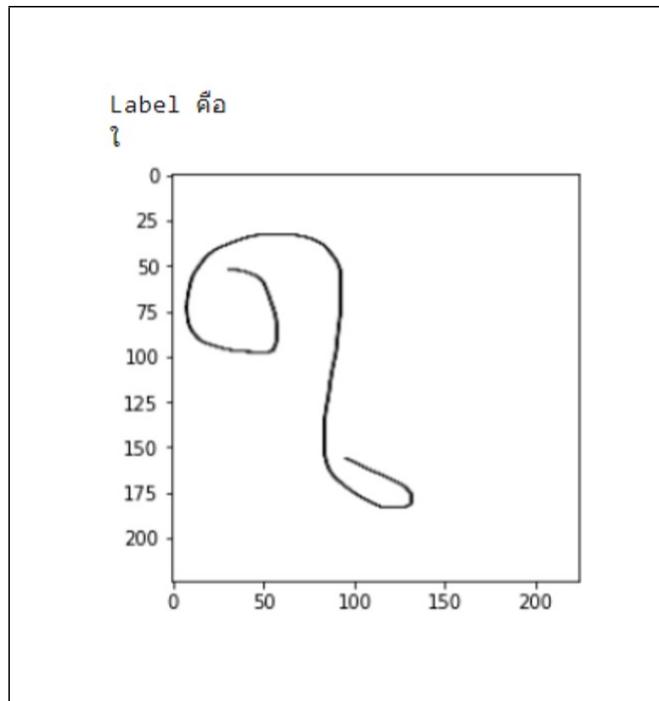
- ในส่วนของการทดสอบใช้โปรแกรมส่วนของการจำแนกภาพแบบทดสอบสรุจจำนวน 141 ภาพในลักษณะ เขียนดูก เขียนผิด และกลับด้านนั้น สามารถทำได้ด้วยความแม่นยำที่ 77.3



รูปที่ 4.26: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก

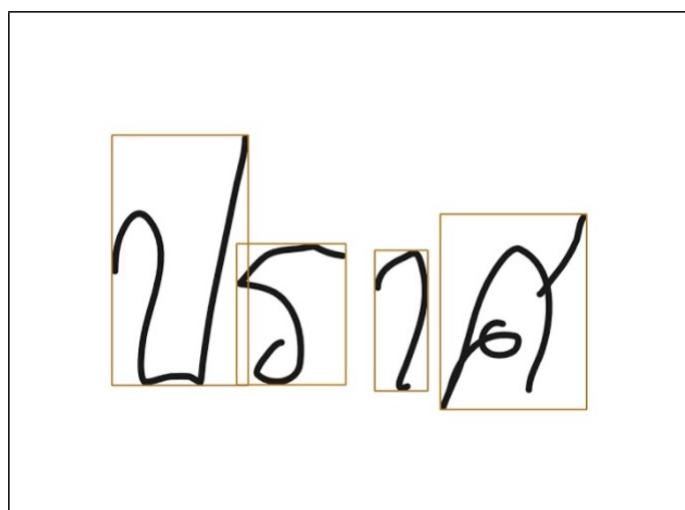


รูปที่ 4.27: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ผิด

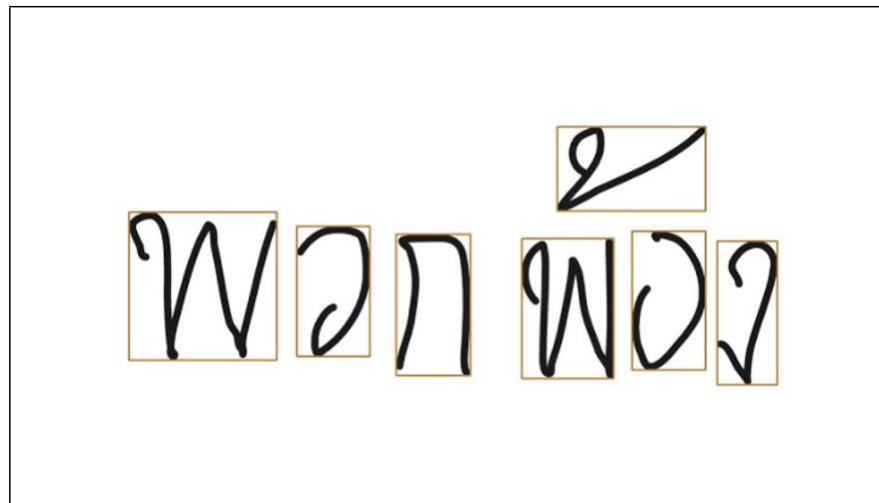


รูปที่ 4.28: ภาพการทำนายของโมเดลตัวอักษรที่ถูก

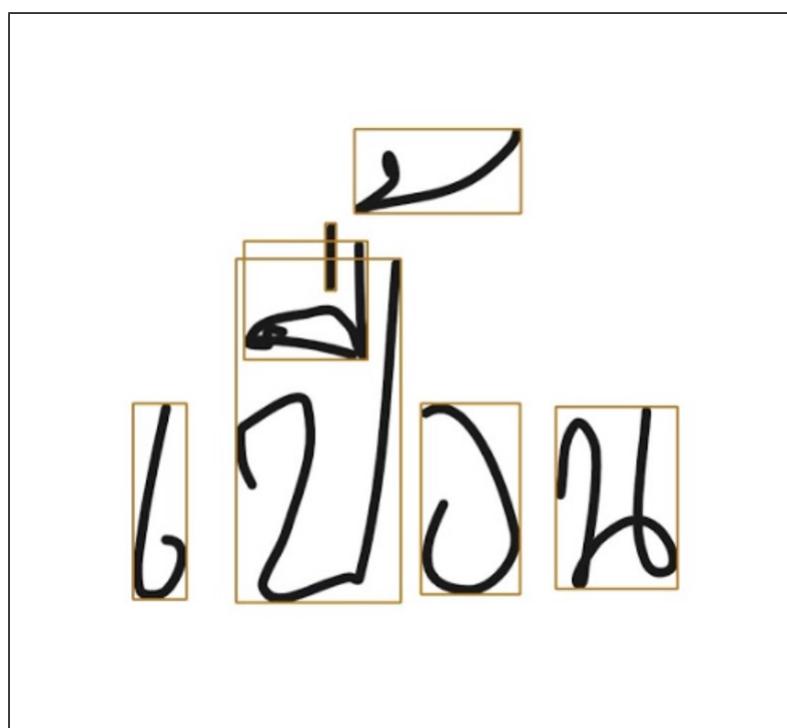
- ในส่วนของการทดสอบใช้โปรแกรมส่วนของการจำแนกภาพแบบทดสอบคำศัพด์ จำนวน 100 ภาพ ในลักษณะ เขียนถูก เขียนผิด และกลับด้านนั้น สามารถทำได้ด้วยความแม่นยำที่ 57.14



รูปที่ 4.29: ภาพที่แบ่งตัวอักษรและสระถูกต้อง



รูปที่ 4.30: ภาพที่แบ่งตัวอักษรและสรุกด้วย



รูปที่ 4.31: ภาพที่แบ่งตัวอักษรและสรุดไม่ถูกต้อง

#### 4.6 แบบสอบถามบุคลากรทางการแพทย์

ในการทำแบบพิจารณาได้ร่วมมือกับหน่วยตรวจโรคจิตเวชเด็กและวัยรุ่น ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยได้มีการทดลองใช้งานแบบพิจารณาให้แก่บุคลากรทางการแพทย์จำนวนทั้งสิ้น ... คน และตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้แบบพิจารณา รวมถึงข้อเสนอแนะดังนี้

ตารางที่ 4.29 แบบสอบถามบุคลากรทางการแพทย์

ข้อ	รายการ	น้อยสุด 1	น้อย 2	ปานกลาง 3	มาก 4	มากที่สุด 5
1.	แบบพิจารณาสามารถช่วยทำให้ขั้นตอนการ ทำงานมีความสะดวกขึ้น					✓
2.	แบบพิจารณาสามารถช่วยบุคลากรทาง การแพทย์เรื่องการรับผู้ป่วย					✓
3.	แบบพิจารณาสามารถช่วยบุคลากรทาง การแพทย์ในเรื่องการวินิจฉัยโรค					✓
4.	แบบพิจารณาสามารถแสดงเนื้อหาได้อย่าง ถูกต้อง					✓
5.	ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิด ขนาด สีของ เนื้อหาบนแบบพิจารณา					✓
6.	ความเหมาะสมของเนื้อหาที่แสดงบนแบบพิจารณา					✓
7.	แบบพิจารณาสามารถใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน					✓
8.	แบบพิจารณาสามารถช่วยในการติดตามผลลัพธ์ของผู้ป่วย					✓

ข้อแนะนำ

#### 4.7 แบบสอบถามผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบ

ในส่วนของการนำแบบพิจารณาไปใช้ทดสอบในผู้เข้าร่วมทดสอบที่เป็นเด็กระดับชั้นอนุประถมศึกษาปีที่ 1 - 3 จำนวนทั้งสิ้น ... คน และตอบแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้แบบพิจารณา รวมถึงข้อเสนอแนะดังนี้

ตารางที่ 4.30 แบบสอบถามผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบ

ข้อ	รายการ	น้อยสุด 1	น้อย 2	ปานกลาง 3	มาก 4	มากที่สุด 5
1.	แบบพิจารณาสามารถใช้งานได้					✓
2.	แบบพิจารนามีความสนุกสนาน					✓
3.	ความง่ายในการใช้แบบพิจารณา					✓

ข้อแนะนำ

## บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ตารางที่ 5.1 แสดงระบบของแอปพลิเคชัน

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

จากตารางที่ 5.1 จะแสดงระบบต่างๆของแอปพลิเคชันจะเห็นได้ว่าสามารถทำได้เสร็จสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ในระดับพื้นฐาน สามารถทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่านี้ได้ในส่วนของ ระบบจำแนกตัวอักษรคำสะกดด้วย OCR และ ระบบจำแนกตัวอักษรและสระ ถูก ผิด กลับด้าน

### 5.2 ปัญหาที่พบ

#### 1. Optical Character Recognition (OCR)

ปัญหาที่พบเกิดจากการที่นำระบบ OCR ของเรานั้นมาใช้กับภาพลายมือที่เกิดจากการเขียนนั้น ยังมีอีกหลายปัจจัยให้คำนึงถึง เช่น กรณีที่ ผู้เข้าร่วมแบบทดสอบทำการเขียนตัวอักษรออกมากัน กัน จะทำให้ระบบ OCR มองตัวอักษรหรือสระนั้นรวมกันทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้

#### 2. ระบบจำแนกตัวอักษรและสระ ถูก ผิด กลับด้าน

ในส่วนของการจำแนกตัวอักษรและ สระ ถูก ผิด กลับด้าน ด้วยโมเดล CNN นั้น ยังมีการทำนายผิดพลาดเนื่องจากปัจจัยที่ข้อมูลที่เก็บจากໂร์เรียนดวงวิภา และ ໂร์เรียนวัดไฟ จำนวน 300 ชุด ซึ่งสามารถมาจำแนกเป็นตัวอักษรและสระต่างๆ ได้ราว 200 ตัวซึ่งเป็นจำนวนที่ไม่สูงมากและภาพที่มาจากการสแกนเอกสารนั้นก็ยังมีความคมชัดไม่เท่ากับภาพที่มาจากการเขียนผ่านแอปพลิเคชัน

#### 3. การทดสอบแอปพลิเคชัน

ในส่วนของการทดสอบแอปพลิเคชันเนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ทำให้เราไม่สามารถนำแอปพลิเคชันไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนจำนวนมากที่ได้ติดต่อไว้ที่โรงเรียนต่างๆได้ จึงจำเป็นต้อง ทำการทดลองกับกลุ่มนักเรียนตัวอย่างที่มีจำนวนน้อยลง

#### 4. IOS Application

สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันให้รองรับระบบปฏิบัติการ IOS นั้นจำเป็นต้องใช้ระบบปฏิบัติการ macOS ในการพัฒนา เนื่องด้วย ข้อจำกัดนี้ทางกลุ่มของผู้พัฒนาจึงขาดอุปกรณ์สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ IOS ทำให้สามารถพัฒนาได้ รองรับได้เพียงระบบปฏิบัติการ Android

#### 5. การเก็บข้อมูลไม่ครบตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

ตอนแรกตั้งเป้าหมายในการเก็บข้อมูลลายมือเด็กเพื่อใช้ในการเรียนโน้ต 4 โรงเรียนแต่เนื่องจากสถานการณ์โควิด 19 ทำให้ ไม่สามารถเข้าไปยังโรงเรียนที่ได้ทำการติดต่อไว้ได้อีก 2 โรงเรียน

## 6. ระบบตรวจจับตัวอักษรกลับด้าน

ระบบตรวจจับตัวอักษรกลับด้านในปัจจุบันยังมีความผิดพลาดในภาพหลายมือเขียนจากผู้ทดสอบระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3

### 5.3 สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำโครงการ

#### 1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง

การพัฒนาตัวโครงงานจะต้องเรียนรู้การเขียนแอปพลิเคชัน การทำ OCR ซึ่งถือเป็นองค์ความรู้ใหม่ ทำให้ผู้จัดทำจะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจ เพื่อนำมาใช้ประกอบในการพัฒนาตัวโครงงาน

#### 2. การวางแผน

ภายใต้ทีมของผู้พัฒนา ได้มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ แบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน ทำให้เป็นการใช้ทรัพยากรุ่งเรืองได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

#### 3. การทำงานเป็นทีม

เนื่องมาจากภายในทีมมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน ทำให้การทำงานแต่ละส่วนมีผู้รับผิดชอบ รวมถึงมีการนำแนวคิดการทำงานแบบ Agile มาใช้ในทีม เพื่อช่วยกันหาปัญหา และรับแก้ไข เพื่อให้ตัวโครงงานสามารถปรับเปลี่ยน แก้ไขได้ทันท่วงที

#### 4. การนำเสนอ

ผู้พัฒนาได้มีการนำเสนอ รับฟัง และปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้นจากคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ที่ปรึกษาอยู่ตลอด

### 5.4 แนวทางการพัฒนา

1. ในส่วนของ OCR เราจะทำการปรับปรุงพัฒนาด้วยการศึกษาหารือในการที่จะสามารถแยกตัวอักษรที่ติดกันออกจากกัน โดยกำลังทำการพัฒนาด้วยวิธีการใส่ความเข้มของเส้นแล้วจับหาจุดที่มีการทับกันของเส้นเพื่อที่จะตัดออกมาระบบตัวอักษร ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา
2. ในส่วนของระบบจำแนกด้วยอักษรและสรุป ถูก ผิด กลับด้าน ตัวโน้มเดล CNN นั้นจะสามารถจำแนกได้ดีขึ้นหากมีข้อมูลที่เราสามารถสอนแก้ไขเดลมากขึ้นโดยความสามารถทำได้หลายวิธี เช่น เมื่อสถานการณ์โควิดดีขึ้นเราทำการเก็บข้อมูลลายมือของนักเรียนเพิ่มหรือนำลายมือผู้เข้าร่วมทำแบบทดสอบผ่านแอปพลิเคชันมาเพิ่มในข้อมูลให้ตัวโน้มเดล CNN เรียนรู้เพิ่มเพื่อที่จะแยกลายมือได้หลากหลายและถูกต้องมากยิ่งขึ้น
3. ในส่วนของการทดสอบแอปพลิเคชัน หากสถานการณ์โควิด-19 ดีขึ้นเราจะสามารถนำแอปพลิเคชันไปทดสอบตามโรงเรียนเพื่อที่จะเก็บผลตอบรับ 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/>.