



แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก

โดย

นางสาวเมธาวี จันท

นายสรวิศ โชตะนา

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก

โดย

นางสาวเมธาวี จันท

นายสรวิศ โชตะนา

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Voice Recognition Application for Oral Health Status Recording

BY

MISS MAYTAWEE JUNTORN

MR. SORAWIT CHOTANA

A FINAL-YEAR PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานโครงการพิเศษ

ของ

นางสาวเมธาวี จันท
นายสรวิศ โชตะนา

เรื่อง

แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
เมื่อ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. เยาวดี เต็มธนาภัทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ดร. สุธี สุขสุเดช)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กษิติศ ชาญเขียว)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ

(อาจารย์ ดร. สุกัญญา รัตโนทยานนท์)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ

(อาจารย์ปกรณ์ แวสว่างวงศ์)

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานโครงการพิเศษ

ของ

นางสาวเมธาวี จันท

นายสรวิศ โชตะนา

เรื่อง

แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

เมื่อ วันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา	<hr/>
	(รองศาสตราจารย์ ดร. เยาวดี เต็มธนาภักดิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	<hr/>
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ดร. สุธี สุขสุเดช)
กรรมการสอบโครงการพิเศษ	<hr/>
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กษิติศ ชาญเขียว)
กรรมการสอบโครงการพิเศษ	<hr/>
	(อาจารย์ ดร. สุกัญญา รัตนโทยานนท์)
กรรมการสอบโครงการพิเศษ	<hr/>
	(อาจารย์ปกรณ์ แวสว่างวงศ์)

หัวข้อโครงการพิเศษ	แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก
ชื่อผู้เขียน	นางสาวเมธาวิ จันทร
ชื่อผู้เขียน	นายสรวิศ โชตะนา
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ	รองศาสตราจารย์ ดร. เยาวดี เต็มธนาภักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ดร. สุธี สุขสุเดช
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

กระทรวงสาธารณสุขได้มีนโยบายให้ทันตแพทย์ออกตรวจสุขภาพช่องปากของนักเรียนเป็นประจำทุกปี การตรวจสุขภาพช่องปากของนักเรียนจะทำโดยใช้คนสองคนคือทันตแพทย์ทำหน้าที่ตรวจฟันและผู้ช่วยทันตแพทย์ทำหน้าที่บันทึกผลจากการขานของทันตแพทย์ลงแบบฟอร์มของ WHO ปัญหาที่เกิดขึ้นคือจำนวนบุคลากรทางทันตกรรมมีจำนวนลดลงทำให้เกิดความขาดแคลนการส่งผลการวิเคราะห์จำเป็นต้องนำผลการตรวจจากฟอร์มกระดาษมาใส่ลงไฟล์ Excel ก่อนจึงจะส่งไปที่กระทรวงสาธารณสุขได้ซึ่งมีขั้นตอนที่ซับซ้อน ทางผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปากเพื่อลดจำนวนคนในการตรวจสุขภาพช่องปากของเด็กและทำให้กระบวนการการส่งผลการวิเคราะห์ฟันเด็กให้กับกระทรวงสาธารณสุขเป็นแบบอัตโนมัติสำหรับทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์และนักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์

แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปากประกอบไปด้วยส่วนหลักสองส่วนคือ เว็บแอปพลิเคชันและโมบายแอปพลิเคชัน ในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันนั้นจะถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทำหน้าที่เพิ่มข้อมูลผู้ป่วยเข้าสู่ฐานข้อมูลของระบบสำหรับการตรวจสุขภาพช่องปาก การวิเคราะห์ผลการตรวจสุขภาพช่องปาก การดูผลการวิเคราะห์และดาวน์โหลดผลการวิเคราะห์และรายงานเพื่อนำไปใช้ต่อ อีกส่วนที่ถือเป็นส่วนสำคัญของระบบคือโมบายแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยได้ใช้ PocketSphinx เป็นตัวรู้จำเสียงเพราะสามารถใช้งานแบบออฟไลน์ได้และรองรับการใช้งานภาษาที่หลากหลาย ซึ่งโครงการนี้จะใช้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเพื่อระบุสถานะของฟัน ฟังก์ชันในส่วนโมบายแอปพลิเคชันจะประกอบไปด้วยสองฟังก์ชันคือ ฟังก์ชันการตรวจสุขภาพช่องปากด้วยเสียง

และฟังก์ชันการดูแลการวิเคราะห์ ฐานข้อมูลที่ใช้สำหรับระบบคือ MySQL และ SQLite สำหรับการเก็บข้อมูลแบบออฟไลน์ การพัฒนาตัวต้นแบบของโครงการจะใช้ Visual Studio Code และ Android Studio

จากการพัฒนาแอปพลิเคชัน เสียงที่ใช้สำหรับการฝึกฝนและทดสอบถูกอัดในพื้นที่ควบคุมเสียงในสภาพแวดล้อมรอบข้าง ดังนั้นเมื่อทำการทดสอบในสภาพแวดล้อมลักษณะเดียวกับสภาพแวดล้อมระหว่างการอัดเสียงพบว่ามีความถูกต้องระดับหนึ่งและยังไม่สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมจริงได้เนื่องจากปริมาณข้อมูลเสียงมีไม่มากพอถึงขั้นต่ำของปริมาณเสียงที่ต้องการต่อระบบรู้จำเสียงที่ต้องรองรับผู้ใช้งานหลายคน อีกทั้งข้อมูลเสียงไม่สามารถอัดเสียงในสภาพแวดล้อมจริงได้เนื่องจากช่วงเวลา que ที่ระบบถูกพัฒนาไม่อยู่ในช่วงที่ทันตแพทย์ออกตรวจสุขภาพช่องปากของนักเรียน ในอนาคตข้างหน้าหากมีการเก็บข้อมูลเสียงให้มากเพียงพอและทำการปรับตัวแบบจำลองของภาษาที่ได้พัฒนาไว้ให้สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมจริงได้จะช่วยให้เกิดความแม่นยำที่สูงขึ้น

Thesis Title	Voice Recognition Application for Oral Health Status Recording
Author	Miss Maytawee Juntorn
Author	Mr. Sorawit Chotana
Degree	Bachelor of Science
Major Field/Faculty/University	Computer Science Faculty of Science and Technology Thammasat University
Project Advisor	Assoc. Prof. Dr. Yaowadee Temtanapat
Project Co-Advisor	Asst. Prof. Dr. Sutee Suksudaj
Academic Years	2017

ABSTRACT

Ministry of public health issues a policy requiring dentists to perform oral health status check-up for students annually. A dentist and dentist assistant have to work together to record a student's oral health status into WHO's form. After the form is filled, dentists will record them into Excel files before sending to the ministry of public health. The number of dental personnel that is decreasing and the report processes to the ministry of public health are making it difficult to manage the oral health status recording program. The purpose of this project is to develop a voice recognition application for dentists, dentist assistants and dental students to record an oral health status using their voices and to automate the processes of analyzing the record result and sending result reports to the ministry of public health.

The voice recognition application for oral health status recording consists of two parts, web application part and mobile application part. The web application is developed to add patients' information into the database before performing an oral health status recording, to analyze record results, to show analysis result and to download the result reports. The mobile application is the major part of the project. We use PocketSphinx as a voice recognizer of the project. It can work in offline environment and can recognize any language after training. The project will use

both Thai and English for labeling tooth status. The mobile application part consists of two features including oral health status record by voice and view student's oral health analysis result. Databases used in the project are MySQL and SQLite for temporary offline data storage. Tools for developing the prototype of the application are Visual Studio Code and Android Studio. The detail information of the first part of the project is show in this paper. Further works for this project are to gather voice data for training the voice recognizer in the real environment context and to complete every part of the application.

In the process of development, the voice data used to perform training and testing of the voice recognizer is recorded in a noise controlled environment. As a result, testing the voice recognizer in the same environment as the training stage will give a fairly satisfactory result. The voice recognizer is still not ready to be used in the real working environment because the amount of voice data is lower than the minimum amount required for recognizing multiple users' voices and the voice data cannot be recorded in the real working environment because the schedule for annual oral health status check-up is not in the period of the application. Further development should focused on collecting more voice data and adapting the acoustic model of the application to the real working environment in order to increase the accuracy of the voice recognizer.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของรองศาสตราจารย์ ดร.เยาวดี เต็มธนาภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์ ดร. สุธี สุขสุเดช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษร่วม ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาระบบ อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานอีกด้วย

สุดท้ายนี้ ผู้พัฒนาขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้พัฒนาเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นางสาวเมธาวี จันทร

นายสรวิศ โชตะนา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ 1

ABSTRACT (3)

กิตติกรรมประกาศ (5)

สารบัญ (6)

สารบัญตาราง (10)

สารบัญภาพ (12)

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ 15

แบบจำลองมาร์คอฟซ่อนเร้น 15

การวินิจฉัยโดยการสร้างกราฟเส้นโค้ง 15

(Receiver Operating Characteristic) 15

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2

1.3 ขอบเขตของโครงการ 2

1.4 ประโยชน์ของโครงการ 2

บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความรู้พื้นฐานของระบบ 4

2.1.1 การบันทึกผลสุขภาพช่องปาก 4

2.1.2 การคำนวณค่าความเสี่ยงจากค่าดัชนีฟันผุ (DMFT) 5

	(7)
2.1.3 เสียง	6
2.1.4 การรู้จำเสียงพูด	7
2.1.5 หลักการพื้นฐานในการรู้จำเสียง	8
2.1.6 กระบวนการรู้จำเสียง	9
2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	10
2.2.1 Android Studio	10
2.2.2 CMUSphinx และ PocketSphinx	10
2.2.3 การสร้างแบบจำลองภาษา พจนานุกรมเสียง และแบบจำลองเสียง	11
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
2.3.1 การรู้จำผู้พูดสำหรับเสียงที่ผ่านสิ่งปกปิดใบหน้า	12
2.4 ระบบหรือแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับโครงการ	13
2.4.1 Google Cloud Speech API	13
2.4.2 Bixby	14
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย	17
3.1 ภาพรวมและสภาพแวดล้อมของโครงการ	17
ส่วนของ Client	17
ส่วนของ Server Environment	18
3.1.1 องค์ประกอบของระบบและโครงสร้างการประสานงานกับซอฟต์แวร์ประกอบ	18
3.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ	20
3.2.1 กรณีการใช้งาน Use Case Diagram	20
3.2.2 กรณีการใช้งานในภาพรวม	21
3.2.3 กรณีการใช้ Activity Diagram	37
3.3 ประเด็นที่น่าสนใจและสิ่งที่ท้าทายในการดำเนินการทำโครงการ	44

3.4	ผลลัพธ์ที่คาดหวัง	44
3.5	ระบบต้นแบบและผลลัพธ์เบื้องต้น	45
3.5.1	หน้าจอสำหรับสมัครสมาชิก	45
3.5.2	หน้าจอสำหรับเข้าสู่ระบบ	46
3.5.3	หน้าจอสำหรับบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงและผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ	47
3.5.4	หน้าจอสำหรับวิเคราะห์ผลการบันทึกสุขภาพช่องปาก	49
3.5.5	หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วย	51
3.5.6	หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล	52
3.5.7	หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการ	53
3.5.8	หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้	55
3.5.9	หน้าจอสำหรับผู้ดูแลระบบในการอนุมัติผู้ใช้ในการใช้งาน	56
3.5.10	การออกแบบฐานข้อมูลของระบบ	57
3.6	ขั้นตอนการพัฒนาภาษาสำหรับระบบรู้จำเสียง Pocketsphinx	72
3.6.1	การสร้างพจนานุกรมการออกเสียง	72
3.6.2	การสร้างแบบจำลองภาษา	73
3.6.3	การเก็บข้อมูลเสียง	74
3.6.4	การฝึกฝนระบบรู้จำเสียง	76
3.7	การนำแบบจำลองของเสียงมาใช้กับระบบรู้จำเสียง Pocketsphinx	80
บทที่ 4	ผลการดำเนินงาน/ผลการทดลอง/ผลการศึกษา/ผลการวิจัยและอภิปรายผล	81
4.1	การจัดเตรียมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์	81
4.2	ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา: HTML, CSS, JavaScript, Java และ XML	81
4.3	โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา: Visual Studio Code, Android Studio	81
4.4	คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา	81

4.5	วิธีการทดสอบการรู้จำเสียง	81
4.6	ผลการทดสอบเรื่องการรู้จำเสียง	82
4.7	การทดสอบโครงการงาน	82
4.7.1	ฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	82
4.7.2	ฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)	84
4.7.3	ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	85
4.7.4	ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)	86
4.7.5	ฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง	87
4.7.6	ฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยการสัมผัสหน้าจอ	89
4.7.7	ฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (เว็บแอปพลิเคชัน)	91
4.7.8	ฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (โมบายแอปพลิเคชัน)	92
4.7.9	ฟังก์ชันการอนุมัติสิทธิการใช้งานของผู้ใช้	93
4.7.10	ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้	94
4.7.11	ฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel	95
4.7.12	4.4.11. ฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วย	96
4.7.13	ฟังก์ชันการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel	97
4.8	แผนการดำเนินงาน	98
บทที่ 5	สรุปการดำเนินงานโครงการงาน	101
ภาคผนวก		104
ภาคผนวก ก.	ตัวอย่างเอกสารรายงานผลจากผู้ใช้	105
	เอกสารอธิบายตัวแปรระดับบุคคล	106
	เอกสารอธิบายตัวแปรระดับห้องเรียน	107
	เอกสารอธิบายรหัสสถานะฟันและการจัดกลุ่มการเปลี่ยนแปลงฟัน	108

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 รายละเอียด Use Case ทั้งหมดที่มีในระบบ	21
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการสมัครสมาชิกของระบบ	23
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการเข้าสู่ระบบของระบบ	24
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการบันทึกผลสุขภาพช่องปากด้วยเสียง	25
ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของ Use Case การบันทึกผลสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ อุปกรณ์	26
ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการวิเคราะห์ผลการบันทึกสุขภาพช่องปาก	27
ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของ Use Case สำหรับดูผลวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลการตรวจ	28
ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการเลือกผู้ป่วยที่ต้องการตรวจ	29
ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการสร้างไฟล์เอกสาร Excel	30
ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการสร้างไฟล์เอกสารรายงานผล PDF	31
ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการส่งออกเอกสารผลการวิเคราะห์	32
ตารางที่ 3.12 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการนำเข้าข้อมูลผู้ป่วย	33
ตารางที่ 3.13 รายละเอียดของ Use Case สำหรับบันทึกข้อมูลผู้ป่วยลงฐานข้อมูลของระบบ	34
ตารางที่ 3.14 รายละเอียดของ Use Case สำหรับดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล	35
ตารางที่ 3.15 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการอนุมัติการใช้งานของผู้ใช้งาน	36
ตารางที่ 3.16 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Student	58
ตารางที่ 3.17 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Dentist	59
ตารางที่ 3.18 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Record_Result	60
ตารางที่ 3.19 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Analysis_Result	63
ตารางที่ 3.20 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Individual_report	67
ตารางที่ 3.21 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Classroom_report	69
ตารางที่ 3.22 รายการคำที่ใช้ในระบบ	74
ตารางที่ 4.1 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา	81
ตารางที่ 4.2 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	82
ตารางที่ 4.3 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	83
ตารางที่ 4.4 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)	84
ตารางที่ 4.5 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)	84

ตารางที่ 4.6 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	85
ตารางที่ 4.7 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	85
ตารางที่ 4.8 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)	86
ตารางที่ 4.9 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน).....	86
ตารางที่ 4.10 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง	87
ตารางที่ 4.11 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง	87
ตารางที่ 4.12 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง	88
ตารางที่ 4.13 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสหน้าจอ ..	89
ตารางที่ 4.14 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสหน้าจอ	89
ตารางที่ 4.15 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสหน้าจอ	90
ตารางที่ 4.16 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการดูแลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (เว็บแอปพลิเคชัน).....	91
ตารางที่ 4.17 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการดูแลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก	91
ตารางที่ 4.18 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการดูแลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก	92
ตารางที่ 4.19 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการดูแลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก	92
ตารางที่ 4.20 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการอนุมัติสิทธิการใช้งานของผู้ใช้.....	93
ตารางที่ 4.21 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการอนุมัติสิทธิการใช้งานของผู้ใช้	93
ตารางที่ 4.22 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้	94
ตารางที่ 4.23 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้	94
ตารางที่ 4.24 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel.....	95
ตารางที่ 4.25 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel ..	95
ตารางที่ 4.26 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วย.....	96
ตารางที่ 4.27 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วย	96
ตารางที่ 4.28 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel.....	97
ตารางที่ 4.29 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel	97
ตารางที่ 4.30 การดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560	98
ตารางที่ 4.31 การดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560	100

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 การตรวจฟันในคลินิก	4
ภาพที่ 2.2 ตารางบันทึกผลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย	5
ภาพที่ 2.3 (ซ้าย) รหัสสำหรับระบุสถานะของฟันสำหรับทันตแพทย์	5
ภาพที่ 2.4 การจัดลำดับค่าดัชนีฟันผุและแผนภูมิแสดงจำนวนเด็กที่ป่วยเป็นโรคฟันผุในเขตเมืองและชนบท.....	6
ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของคลื่นเสียงเมื่อเกิดการเคลื่อนที่	7
ภาพที่ 2.6 ความแตกต่างของคลื่นเสียงของเสียงเบาและเสียงดัง	7
ภาพที่ 2.7 หลักการทำงานของความรู้จำเสียง	8
ภาพที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของตัวถอดรหัสการรู้จำเสียง.....	8
ภาพที่ 2.9 สัญลักษณ์ของโปรแกรมสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	10
ภาพที่ 2.10 การทดลองโดยให้ผู้ทดลองใส่สิ่งปกปิดใบหน้าที่ทั้ง 4 ชนิด.....	13
ภาพที่ 2.11 Use Case การทำงานของ Google Cloud Speech API	14
ภาพที่ 2.12 หน้าจอการใช้งานแอปพลิเคชัน Bixby	15
ภาพที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ (Overall of system)	17
ภาพที่ 3.2 โมดูลหลักของระบบ	18
ภาพที่ 3.3 Use Case Diagram ภาพรวมของระบบ.....	20
ภาพที่ 3.4 Activity Diagram การสมัครสมาชิก	37
ภาพที่ 3.5 Activity Diagram การเข้าสู่ระบบ	38
ภาพที่ 3.6 Activity Diagram การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงของทันตแพทย์	39
ภาพที่ 3.7 Activity Diagram การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยการสัมภาษณ์หน้าจออุปกรณ์พกพา	40
ภาพที่ 3.8 Activity Diagram การวิเคราะห์ผลการตรวจสุขภาพช่องปาก.....	41
ภาพที่ 3.9 Activity Diagram การเลือกรหัสผู้ป่วยในการตรวจ	41
ภาพที่ 3.10 Activity Diagram การดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel.....	42
ภาพที่ 3.11 Activity Diagram การดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล	42
ภาพที่ 3.12 Activity Diagram การนำเข้าข้อมูลผู้ป่วยเข้าสู่ระบบและบันทึกข้อมูลผู้ป่วย	43
ภาพที่ 3.13 Activity Diagram การอนุมัติผู้ใช้ในการใช้งาน.....	43
ภาพที่ 3.14 Activity Diagram การแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้.....	44

ภาพที่ 3.15 หน้าจอการสมัครสมาชิกบนโมบายแอปพลิเคชันของระบบ	45
ภาพที่ 3.16 หน้าจอการสมัครสมาชิกผ่านเว็บแอปพลิเคชันของระบบ	46
ภาพที่ 3.17 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ.....	46
ภาพที่ 3.18 หน้าจอการเข้าสู่ระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันของระบบ.....	47
ภาพที่ 3.19 หน้าจอสำหรับบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงและผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ	47
ภาพที่ 3.20 หน้าจอการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงและผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ.....	48
ภาพที่ 3.21 หน้าจอการวิเคราะห์ผลการบันทึกสุขภาพช่องปาก.....	49
ภาพที่ 3.22 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์	49
ภาพที่ 3.23 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์	50
ภาพที่ 3.24 หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วย	51
ภาพที่ 3.25 หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยผ่านการนำเข้าเอกสาร Excel.....	52
ภาพที่ 3.26 หน้าจอดาวน์โหลดเอกสารรายงานแบบ Excel.....	52
ภาพที่ 3.27 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการของผู้ป่วย... 53	
ภาพที่ 3.28 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการของผู้ป่วย ... 54	
ภาพที่ 3.29 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการของผู้ป่วย... 55	
ภาพที่ 3.30 หน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้.....	55
ภาพที่ 3.31 หน้าจอสำหรับผู้ดูแลระบบในการอนุมัติผู้ใช้ในการใช้งาน	56
ภาพที่ 3.32 E-R Diagram ของระบบโดยรวม.....	57
ภาพที่ 3.33 ตัวอย่างส่วนหนึ่งของพจนานุกรมการออกเสียงของระบบ	73
ภาพที่ 3.34 ข้อมูลที่ได้รับจาก Sphinx Knowledge Base Tool.....	73
ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างการเขียนไฟล์ไวยากรณ์.....	74
ภาพที่ 3.36 ส่วนประกอบของไฟล์และโพลเดอร์สำหรับการฝึกฝนระบบรู้จำเสียง.....	76
ภาพที่ 3.37 โครงสร้างของไฟล์ .fler.....	76
ภาพที่ 3.38 หลักการเขียนไฟล์ transcription	77
ภาพที่ 3.39 หลักการเขียนไฟล์ fileids	78
ภาพที่ 3.40 โครงสร้างโพลเดอร์หลังรันคำสั่ง setup ฐานข้อมูล	78
ภาพที่ 3.41 ค่าสำหรับการฝึกฝนเสียงจากโทรศัพท์มือถือ	79
ภาพที่ 3.42 การปิด force alignment.....	79
ภาพที่ 3.43 รายการไฟล์ที่ใช้กับโมบายแอปพลิเคชัน	79
ภาพที่ 3.44 โค้ดระบุการอัปเดตไฟล์ในโพลเดอร์ assets.....	80

ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบภาษาของระบบ	82
--	----

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำเต็ม/คำจำกัดความ
WHO	องค์การอนามัยโลก (World Health Organization)
HMM	แบบจำลองมาร์คอฟซ่อนเร้น (Hidden Markov model)
WER	อัตราความผิดพลาดของคำ (Word Error Rate)
ROC curve	การวินิจฉัยโดยการสร้างกราฟเส้นโค้ง (Receiver Operating Characteristic)
DMFT	ค่าดัชนีฟันผุ (Decay Missing Filled Teeth)

บทที่ 1

บทนำ

แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับทันตแพทย์ในการใช้เสียงเพื่อบันทึกผลการตรวจสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย โมดูลการบันทึกผลด้วยเสียงพูดถูกพัฒนาโดยประยุกต์ใช้ PocketSphinx ซึ่งเป็นตัวรู้จำเสียงของชุดเครื่องมือการพัฒนาการรู้จำเสียงแบบโอเพนซอร์สของ CMUSphinx จุดประสงค์ในการพัฒนาเพื่อปรับปรุงกระบวนการบันทึกการตรวจ และการรายงานผลสภาวะสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย ให้กับผู้เชี่ยวชาญ อาทิ นักเรียน ผู้ปกครอง โรงเรียน และกระทรวงสาธารณสุข เป็นต้น โดยมีภาพรวมของปัญหา แนวทางการแก้ปัญหา ขอบเขตและประโยชน์ของโครงการดังนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันมีโครงการ "ทันตสาธารณสุข" ในโรงเรียนภาครัฐ ส่วนใหญ่โรงเรียนในโครงการดังกล่าว ครู หรือ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข ต้องตรวจฟันของนักเรียน เพื่อให้การบันทึกผลการตรวจฟันมีความถูกต้องและเที่ยงตรงจำเป็นต้องใช้ผู้ตรวจหนึ่งคนและผู้บันทึกแบบฟอร์มผลการตรวจอีกหนึ่งคน แต่เนื่องจากปัจจุบันผู้ที่ทำงานในสายทันตกรรมมีจำนวนลดลง หากสามารถนำเทคโนโลยีการรู้จำเสียงมาทำหน้าที่แทนผู้ช่วยบันทึก ทันตแพทย์ผู้ตรวจบุตรหัสสถานะของฟันเพื่อระบุอาการที่ตรวจได้ การตรวจและบันทึกผลก็จะทำได้ด้วยคนเพียงคนเดียว โดยยังคงความรวดเร็ว ถูกต้องและเที่ยงตรงเช่นเดียวกันกับการบันทึกแบบเดิม

กระบวนการในบันทึกสุขภาพช่องปากผู้ป่วยของทันตแพทย์เริ่มจากการที่ทันตแพทย์จะตรวจสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยพร้อมระบุรหัสฟันตามด้วยรหัสสถานะของฟันเพื่อให้ผู้ช่วยทันตแพทย์บันทึกผลลงในแบบฟอร์มที่เป็นกระดาษ โดยรหัสฟันและรหัสสถานะของฟันจะถูกแบ่งตามประเภทของฟันเพื่อให้ทันตแพทย์เข้าใจตรงกัน เทคนิคการรู้จำเสียงแบบทั่วไปจะจดจำเสียงผู้พูดในบริบทที่พูดอย่างเป็นธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวของอวัยวะและสภาพแวดล้อมที่ไม่มีเสียงรบกวน แต่ในกรณีนี้ในสภาพแวดล้อมที่ทันตแพทย์ตรวจฟันผู้ป่วยมักมีเสียงรบกวนอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะเมื่อทันตแพทย์ต้องออกตรวจฟันให้กับนักเรียนตามโรงเรียนจะมีเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมจำนวนมาก เช่นเดียวกับในระหว่างการตรวจทันตแพทย์จำเป็นต้องสวมหน้ากากอนามัยตลอดซึ่งทำให้การรู้จำเสียงอาจเกิดความผิดพลาดในการตรวจจับคำและเสียงพูดได้ จากการทดลองของ ชาเอตี นาเอมิและคณะ [1] ได้ทดลองใช้ระบบการรู้จำเสียงผ่านผู้ใช้ที่สวมหมวกนิรภัย หน้ากากอนามัย หน้ากากยาง และ ผ้าคลุมหน้า สามารถสรุปได้ว่าหน้ากากยางทำให้เกิดข้อผิดพลาดของระบบรู้จำเสียงมากที่สุด เนื่องจากหน้ากากที่แนบกับใบหน้าทำให้การออกเสียงบางคำไม่สามารถ

ทำได้สะดวกเป็นผลให้ระบบรู้จำเสียงตรวจจับคำได้ผิดพลาดมากกว่าหน้ากากแลอื่นเราจึงทราบว่า การใส่หน้ากากมีผลต่อการพูดให้ชัดเจน นอกจากนี้เมื่อทันตแพทย์ตรวจฟันของนักเรียนเสร็จต้องมีการวิเคราะห์ผลการตรวจเพื่อหาความเสี่ยงและสรุปว่า เด็กคนใดควรได้รับการเข้ารักษาก่อน รวมไปถึงถึงต้องจัดทำเอกสารรายงานผลไปยังผู้ปกครองของนักเรียนและรายงานผลวิเคราะห์ไปยังกระทรวงสาธารณสุขต่อไป ในส่วนนี้ยังพบปัญหาว่าในการรายงานผลดังกล่าวมีขั้นตอนที่ซับซ้อนคือต้องนำกระดาษที่เป็นผลการบันทึกมาบันทึกลงรูปแบบเอกซ์เซลก่อนจึงจะสามารถส่งรายงานผลได้

ทางผู้พัฒนาได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสถานะสุขภาพช่องปาก เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับทันตแพทย์ในการบันทึกสถานะสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย ลดจำนวนคนในการทำงาน ลดขั้นตอนการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลรวมไปถึงลดขั้นตอนในการรายงานผลการตรวจไปยังผู้ปกครองและกระทรวงสาธารณสุข

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยในการบันทึกผลการตรวจสถานะสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยและพัฒนาระบบที่สามารถวิเคราะห์ผลการตรวจสุขภาพช่องปากได้เสร็จสิ้นภายในระบบเดียว รวมไปถึงยังเป็นการปรับปรุงช่องทางการบันทึกผลและรายงานผลแก่ผู้เกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. พัฒนาเป็นโมบายแอปพลิเคชันที่รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และเน้นที่พัฒนาการรู้จำเสียงเพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำในการบันทึก โดย
 - a. ศึกษาแนวคิดพื้นฐานในการรู้จำเสียง
 - b. สร้างแบบจำลองของภาษา
 - c. สร้างพจนานุกรมสำหรับการออกเสียง
 - d. เก็บข้อมูลเสียงสำหรับการฝึกฝนแบบจำลองที่เก็บคุณสมบัติของเสียง
 - e. ฝึกฝนแบบจำลองที่เก็บคุณสมบัติของเสียงและ
 - f. ประยุกต์ใช้การรู้จำเสียงให้เกิดความแม่นยำในการใช้งาน
2. พัฒนาส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของระบบ
3. การทำงานหลักของระบบอิงจากขั้นตอนการบันทึกผลสุขภาพช่องปากผู้ป่วยของทันตแพทย์
4. แอปพลิเคชันสามารถบันทึกการตรวจได้ทั้งในสภาพแวดล้อมที่มีและไม่มีอินเทอร์เน็ต

1.4 ประโยชน์ของโครงการ

1. ลดจำนวนคนที่ใช้ในการตรวจบันทึกสถานะสุขภาพช่องปาก
2. ลดขั้นตอนการบันทึกและรายงานผลการตรวจสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย

3. ในการบันทึกข้อมูลมีการนำเทคโนโลยีเรื่องการรู้จำเสียงมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและให้ความสะดวกกับทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์
4. ลดภาระการเก็บข้อมูลจากเดิมที่เป็นรูปแบบกระดาษที่อาจส่งผลให้เกิดสูญหายได้
5. เพิ่มประสิทธิภาพในการรายงานและวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจของผู้ป่วยไปยังผู้เกี่ยวข้อง อาทิ ผู้ปกครอง โรงเรียน และกระทรวงสาธารณสุข
6. ช่วยให้การเตรียมการตรวจนอกสถานที่ สามารถเตรียมการได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น
7. เป็นต้นแบบของการนำเทคโนโลยีการรู้จำเสียงมาใช้กับงานบันทึกที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานของระบบ

2.1.1 การบันทึกผลสุขภาพช่องปาก

ในการบันทึกผลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย ทันตแพทย์จะทำหน้าที่ในการตรวจสุขภาพช่องปากโดยมีผู้ช่วยทันตแพทย์ทำหน้าที่ในการบันทึกผลลงในแบบฟอร์มที่เป็นกระดาษ ในขณะที่ตรวจ ทันตแพทย์จะพูดรหัสฟันและรหัสสถานะของฟันเพื่อให้ผู้ช่วยทันตแพทย์สามารถบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง การบันทึกผลผู้ช่วยทันตแพทย์จะทบทวนผลที่บันทึกไปให้ทันตแพทย์ทราบอีกครั้งเช่น การพูดทวนสิ่งที่ทันตแพทย์พูด หรือผู้ช่วยทันตแพทย์จะนั่งในจุดที่ทันตแพทย์สามารถมองเห็นผลการบันทึกได้เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลการตรวจอีกครั้ง



ภาพที่ 2.1 การตรวจฟันในคลินิก

รหัสฟันและรหัสสถานะของฟันจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยเรียงส่วนที่ 1 ถึง 4 ตามแนวการแบ่งจุดภาคตามหลักคณิตศาสตร์ การเริ่มนับฝั่งซ้ายที่ 1 จะเริ่มนับจากฟันตัดซี่ตรงกลางไล่ไปจนถึงฟันกรามด้านในปากเป็นซี่ที่ 8 รหัสฟันและรหัสสถานะของฟันจะถูกแบ่งออกตามประเภทของฟันคือ ฟันน้ำนมจะใช้รหัสฟันชุดที่ขึ้นต้นด้วยเลข 5 ถึง 8 ฟันแท้จะใช้รหัสฟันชุดที่ขึ้นต้นด้วยเลข 1 ถึง 4 หากในกรณีที่มีผู้ป่วยมีฟันชุดผสมคือมีทั้งฟันน้ำนมและฟันแท้จะใช้รหัสฟันตามประเภทของฟันตามที่กล่าวข้างต้นผสมกันไป ต่อมารหัสสถานะของฟันถูกแบ่งตามประเภทของฟันเช่นเดียวกัน ฟันน้ำนมจะใช้ชุดรหัสที่เป็นตัวอักษร A ถึง G และฟันแท้จะใช้ชุดรหัสที่เป็นตัวเลขคือเลข 0 ถึง 9

Dentition status

			55	54	53	52	51	61	62	63	64	65		
	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27
Crown	(45)													(58)
Crown	(59)													(72)
			85	84	83	82	81	71	72	73	74	75		
	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37

ภาพที่ 2.2 ตารางบันทึกผลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย

Primary teeth	Permanent teeth	Status
A	0 = Sound	
B	1 = Caries	
C	2 = Filled w/caries	
D	3 = Filled, no caries	
E	4 = Missing due to caries	
—	5 = Missing for any another reason	
F	6 = Fissure sealant	
G	7 = Fixed dental prosthesis/crown, abutment, veneer	
—	8 = Unerupted	
—	9 = Not recorded	



ภาพที่ 2.3 (ซ้าย) รหัสสำหรับระบุสถานะของฟันสำหรับทันตแพทย์

(ขวา) การนับฟันตามแบบที่ทันตแพทย์นับในการบันทึกผลการตรวจ

การบันทึกผลการตรวจผู้ช่วยทันตแพทย์จะบันทึกลงในเอกสารตามหลักขององค์การอนามัยโลกเพื่อให้ทันตแพทย์สามารถเข้าใจตรงกันได้ เมื่อผู้ช่วยทันตแพทย์บันทึกผลการตรวจลงกระดาษครบถ้วนแล้ว จะนำข้อมูลที่บันทึกได้บันทึกลงโปรแกรม Excel อีกครั้งเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลต่อไป

2.1.2 การคำนวณค่าความเสี่ยงจากค่าดัชนีฟันผุ (DMFT)

การเกิดโรคฟันผุของเด็กก่อนวัยเรียน วิเคราะห์โดยการหาค่าดัชนีฟันผุของเด็กแต่ละคน และค่าดัชนีฟันผุโดยรวมแบบเฉลี่ยเพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์หาความเสี่ยงว่าเด็กคนใดควรเข้ารับการรักษาอย่างเร่งด่วน ค่าดัชนีฟันผุจะคำนวณจากจำนวนฟันผุ ฟันอุด และฟันถอนของเด็ก โดยมีสูตรการคำนวณคือ

ค่าดัชนีพันธุ์ (รายบุคคล) = จำนวนพันธุ์ + จำนวนพันธุ์ + จำนวนพันธุ์

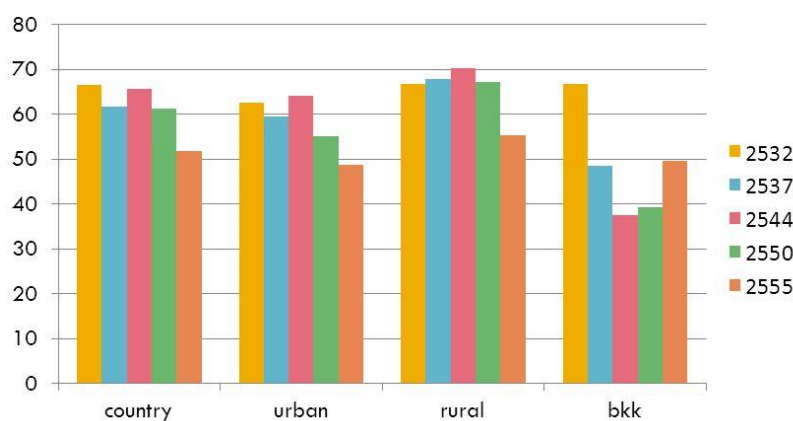
ค่าดัชนีพื้นผของกล่มโดยรวม = (จำนวนพื้นผ + จำนวนพื้นผุด + จำนวนพื้นผอน) / N

โดยที่ N คือจำนวนผู้เข้ารับการตรวจสุขภาพช่องปากทั้งหมด

DMFT Index quantified by WHO			
0,0 to 1,1	:	very low	
1,2 to 2,6	:	low	
2,7 to 4,4	:	moderate	
4,5 to 6,5	:	high	

เด็กชนบทฟันผุมากกว่าเด็กในเมือง

National survey 2532-2555



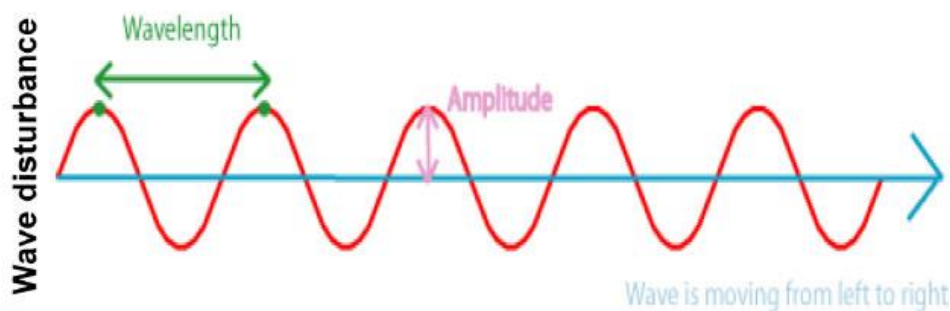
ภาพที่ 2.4 การจัดลำดับค่าดัชนีฟันผุและแผนภูมิแสดงจำนวนเด็กที่ป่วยเป็นโรคฟันผุในเขตเมืองและชนบท

2.1.3 เสียง

เสียงเป็นคลื่นกลที่เกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง ทำให้เกิดคลื่นที่เดินทางผ่านตัวกลางเช่น อากาศ ของเหลว เป็นต้น โดยเมื่อมีการสั่นสะเทือนนั้นมายังหูเรา เราจะแปลงคลื่นนั้นเป็นคลื่นเสียง แล้วส่งต่อไปยังสมองของเราเพื่อรับรู้และจำแนกเสียงต่าง ๆ คลื่นเสียงมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ดังนี้

- ความยาวคลื่น (Wavelength) เป็นระยะทางระหว่างยอดคลื่นสองยอดที่ติดกันซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวของคลื่นเสียง หากความยาวของคลื่นมีมาก ความถี่ของคลื่นก็จะต่ำ
- ความสูงของคลื่น (Amplitude) วัดจากเส้นกึ่งกลางไปยังจุดสูงสุดหรือต่ำสุดของคลื่น แสดงถึงความเข้มของเสียงหรือความดังของเสียง
- ความถี่ของคลื่น (Frequency) เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดเสียงสูงและเสียงต่ำที่แตกต่างกัน โดยวัดจากจำนวนคลื่นต่อ 1 วินาที มีหน่วยเป็น เฮิร์ตซ์ (Hertz)

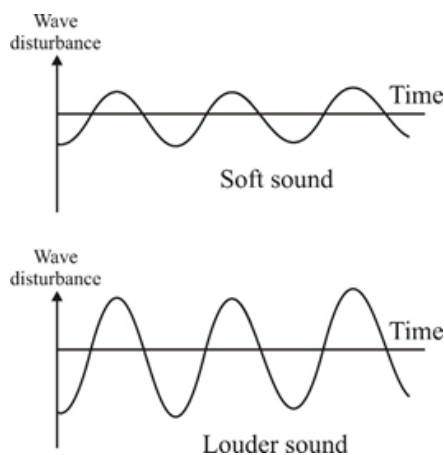
โครงสร้างของคลื่นเสียงมีลักษณะดังรูปต่อไปนี้



Wavelength and Amplitude

ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของคลื่นเสียงเมื่อเกิดการเคลื่อนที่

เสียงจากการพูดเกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศจากปอดผ่านไปท่กล่องเสียง ทำให้เส้นเสียงเกิดการสั่น เสียงที่ผ่านออกจากแหล่งกำเนิดเสียงจะเดินทางผ่านอากาศไปยังหูทำให้มนุษย์ได้ยินเสียงรอบตัว เสียงต่ำและเสียงสูงเกิดขึ้นจากการเกร็งของเส้นเสียงภายในลำคอ หากเส้นเสียงเกร็งจะทำให้เสียงที่พูดออกมาดังขึ้น หากเส้นเสียงคลายตัวจะทำให้เสียงที่พูดออกมาเบาลง นอกจากเสียงพูดแล้วยังมีเสียงอีกชนิดหนึ่งเรียกว่าเสียงที่ไม่ได้ออกเสียง เป็นเสียงที่เกิดขึ้นจากมนุษย์โดยที่กล่องเสียงไม่เกิดการสั่น



ภาพที่ 2.6 ความแตกต่างของคลื่นเสียงของเสียงเบาและเสียงดัง

2.1.4 การรู้จำเสียงพูด

การที่คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้เสียงพูดของมนุษย์ได้อัตโนมัติโดยนำเสียงที่รับมาจากมนุษย์แปลงเป็นข้อความแต่ในความเป็นจริงการที่คอมพิวเตอร์จะสามารถเรียนรู้เสียงที่มนุษย์เปล่งออกมาได้อย่างถูกต้องนั้นเป็นไปได้ยากในกรณีที่เสียงที่เปล่งออกมามีเสียงที่คล้ายกันเช่น คำว่าเอ็ดกับ เจ็ด ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงใช้เทคนิคการออกเสียงตามตัวอักษรที่ปรากฏเพื่อแก้ปัญหาด้านการสื่อสารที่อาจไม่ชัดเจนคือ ใช้คำว่าหนึ่ง แทนคำว่าเอ็ด เช่น ยี่สิบหนึ่ง เป็นต้น



ภาพที่ 2.7 หลักการทำงานของกรรรู้จำเสียง

2.1.5 หลักการพื้นฐานในการรู้จำเสียง

การรู้จำเสียงพูดของคอมพิวเตอร์มีหลักการพื้นฐานคล้ายกับหลักการในการทำความเข้าใจของภาษาที่มนุษย์ใช้ในการสื่อสารกัน ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์คลื่นเสียง ตัวถอดรหัสการรู้จำแบบจำลองคลื่นเสียง พจนานุกรม และแบบจำลองภาษา (กฎไวยากรณ์)

2.1.5.1 การวิเคราะห์คลื่นเสียง

เป็นการวิเคราะห์เสียงที่ถูกส่งเข้ามาเพื่อนำไปแปลงเป็นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อประโยชน์ในการรู้จำเสียง โดยเสียงที่รับเข้ามามีจะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งไปยังสมอง ข้อมูลที่รับเข้ามามีจะถูกคัดกรองโดยระบบประสาทเพื่อส่งไปยังสมองต่อไป ซึ่งในกลไกนี้จะคัดเฉพาะลักษณะเฉพาะของข้อมูลเสียงที่รับเข้ามามีหรือเฉพาะส่วนที่จำเป็นเท่านั้น

2.1.5.2 ตัวถอดรหัสการรู้จำ

ถือเป็นใจกลางของระบบรู้จำเสียงทำหน้าที่ในการแปลงลักษณะเฉพาะที่ได้จากการวิเคราะห์มาแปลงเป็นข้อความ โดยต้องอาศัยการตัดสินใจตามหลักการของข้อมูลภาษาและข้อมูลของคลื่นเสียงเข้ามาช่วยในการประมวลผลคำต่าง ๆ เพื่อให้มนุษย์สามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของตัวถอดรหัสการรู้จำเสียง

2.1.5.3 แบบจำลองเสียง พจนานุกรม และแบบจำลองภาษา

มีส่วนเกี่ยวข้องในการรู้จำเสียงกล่าวคือ แบบจำลองเสียงเป็นตัวเก็บคุณสมบัติของคำแต่ละ

คำ คำบางคำมีเสียงที่เหมือนกัน เขียนต่างกัน และมีความหมายที่ต่างกัน เช่น โจทย์ โจทย์ โจษ ต่างก็อ่านออกเสียงเหมือนกัน แต่ต่างกันในแง่ของความหมาย ดังนั้นแบบจำลองเสียงจึงต้องนำเสียงที่เปล่งออกมาไปเปรียบเทียบกับพจนานุกรม เพื่อตัดคำที่ไม่ได้อยู่ในบริบทที่กล่าวถึงออกไป ระบบรู้จำเสียงจำเป็นต้องมีพจนานุกรมเพื่อใช้จับคู่คำกับการออกเสียงโดยเก็บวิธีการออกเสียงของคำในภาษาที่จะถูกรู้จำ ส่วนแบบจำลองภาษาจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ว่าคำที่เปล่งออกมาน่าจะเป็นคำใดเพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของบทสนทนา โดยแบบจำลองภาษาจะสามารถรองรับการพูดที่ไม่มีรูปแบบตายตัวได้แต่แบบจำลองภาษาที่จะต้องมีการจำกัดขอบเขตของคำเพื่อให้ระบบสามารถค้นหาคำได้อย่างถูกต้อง

2.1.6 กระบวนการรู้จำเสียง

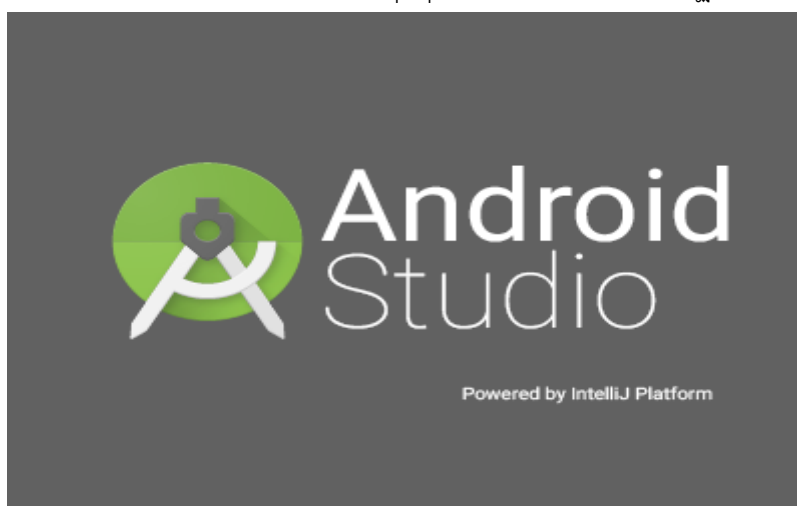
กระบวนการการรู้จำเสียงเกิดขึ้นโดยการนำเสียงที่รับเข้ามาตัดออกเป็นชิ้นส่วนย่อยที่ขึ้นด้วยตัวหยุด (เสียงเงียบชั่วขณะที่เกิดขึ้นระหว่างคำพูด) และนำมาจัดกลุ่มที่เป็นไปได้ทั้งหมดมาเลือกให้ใกล้เคียงกับเสียงที่รับเข้ามา การจับคู่ของข้อความและเสียงมีวิธีอยู่ 3 ประการหลักคือการใช้ลักษณะใช้แบบจำลอง และใช้การจับคู่ กระบวนการรู้จำแบบใช้ลักษณะเกิดขึ้นจากการนำคำพูดมาตัดเป็นเสียงสั้นหลายชุดและให้ตัวเลข 39 หลักเป็นตัวแทนของคำพูดทำหน้าที่เป็นเวกเตอร์ของลักษณะ แบบที่สองคือการใช้แบบจำลอง ทำหน้าที่เป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่เก็บลักษณะการออกเสียงคำแบบจำลองที่ใช้ในการรู้จำเสียงคือ Hidden Markov Model (HMM) เป็นแบบจำลองที่อธิบายว่าขั้นตอนจะถูกแบ่งออกเป็นลำดับของสถานะที่เมื่อเปลี่ยนไปแล้วทำให้เกิดความน่าจะเป็น วิธีการรู้จำเสียงแบบสุดท้ายคือการจับคู่ การเปรียบเทียบระหว่างลักษณะทุกแบบที่เป็นไปได้อาจต้องใช้เวลามาก ดังนั้นในการเปรียบเทียบและจับคู่ จะมีการเพิ่มประสิทธิภาพในการจับคู่เสียงและข้อความให้สูงที่สุดทุกครั้งก่อนจะขยับไปที่เสียงขึ้นถัดไป

การพัฒนาระบบรู้จำเสียง สิ่งที่ซับซ้อนที่สุดคือการทำให้การรู้จำมีความแม่นยำและรวดเร็วที่สุด ลักษณะที่ถูกนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรู้จำเสียงมีด้วยกัน 4 แบบคือ การคิดค่า Word Error Rate (WER) โดยมีสูตรคือ $WER = (I+D+S)/N$ โดยที่ค่า I คือค่าที่ถูกระบบรู้จำใส่เข้ามา D คือจำนวนคำที่ถูกระบบลบออก S คือค่าที่ถูกแทนที่ และ N คือจำนวนคำทั้งหมดในชุดตัวอย่าง คำที่ถูกคำนวณได้จะมีรูปแบบเป็นเปอร์เซ็นต์ หาก WER มีค่าน้อยหมายความว่าระบบรู้จำสามารถทำงานโดยมีความผิดพลาดต่ำ ค่าที่ใช้อีกค่าคือความแม่นยำ มีสูตรคือ $ความแม่นยำ = (N-D-S)/N$ ค่าความเร็ววัดโดยใช้จำนวนชั่วโมงในการอัดเสียงเทียบกับชั่วโมงในการถอดรหัส เช่น เวลาการอัดเสียงเท่ากับ 2 ชม. ใช้เวลาในการถอดรหัส 6 ชม. จะมีค่าความเร็วเป็น 3 RT (Record Time) ค่าสุดท้ายคือ ROC curve ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงค่าที่ระบบรู้จำสามารถจำถูกและจำผิด โดยเส้นโค้งจะถูกใช้เพื่อหาค่ากึ่งกลางที่มีความผิดพลาดต่ำและมีความถูกต้องในการจำคำที่สูง

2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.2.1 Android Studio

เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Google เพื่อใช้ในการพัฒนาและสร้างแอปพลิเคชันไว้ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทุกประเภท โดยในการพัฒนาจะใช้ภาษาจาวาและภาษา xml ในการพัฒนา แอนดรอยด์สตูดิโอเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายด้วยข้อดีที่ว่าสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็ว สะดวกในการติดตั้งใช้งานและมีความยืดหยุ่นในการพัฒนา วัตถุประสงค์ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์สตูดิโอคือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ทั้งส่วนการใช้ภาพเป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และส่วนของการพัฒนาโปรแกรม นอกจากนี้ยังสามารถดูภาพตัวอย่างการทำงานบนอุปกรณ์จริงและอุปกรณ์เสมือนได้ การดูภาพตัวอย่างการทำงานบนอุปกรณ์มีข้อดีคือการที่โปรแกรมสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดของหน้าจอต่างกันได้และสามารถทำงานได้บนทุกอุปกรณ์ที่มีการใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



ภาพที่ 2.9 สัญลักษณ์ของโปรแกรมสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.2.2 CMUSphinx และ PocketSphinx

CMUSphinx เป็นชุดเครื่องมือสำหรับการรู้จำเสียงอัตโนมัติที่เป็นโอเพนซอร์สถูกพัฒนาขึ้นโดยทีมนักวิจัยของมหาวิทยาลัยมหาวิทยาจารย์เนกิเมลลอน รองรับหลายภาษาและสามารถเพิ่มภาษาเองได้ ปัจจุบัน CMUSphinx มีเครื่องมือให้ใช้ 2 แบบ ดังนี้

1. PocketSphinx เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรู้จำเสียงที่ประมวลผลเร็วและใช้หน่วยความจำน้อย เหมาะสำหรับใช้บนอุปกรณ์พกพา โดยจะใช้ภาษาซีในการพัฒนา
2. Sphinx4 เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรู้จำเสียงตัวล่าสุด ที่ความยืดหยุ่นสูงในการพัฒนา และใช้ภาษาจาวาในการพัฒนา

นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาระบบรู้จำเสียงอัตโนมัติอีก 3 ส่วนคือ

1. SphinxBase ซึ่งเป็นไลบรารีของ PocketSphinx
2. CMUclmtk เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างแบบจำลองภาษาเป็นไฟล์ที่จำเป็นมากสำหรับการฝึกคอมพิวเตอร์ให้รู้จำเสียง
3. SphinxTrain เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกให้ PocketSphinx สามารถรู้จำเสียงที่เราต้องการ

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก ทีมผู้พัฒนาเลือกใช้ PocketSphinx เนื่องจากทีมผู้พัฒนาต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานได้บนโทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์สื่อสารพกพาแบบต่าง ๆ ที่มีใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ดังนั้นความเร็วในการประมวลผลและพื้นที่หน่วยความจำจึงเป็นสำคัญที่ใช้ในการพิจารณา

2.2.3 การสร้างแบบจำลองภาษา พจนานุกรมเสียง และแบบจำลองเสียง

PocketSphinx จะสนับสนุนโหมดการทำงานที่มีการพูดอย่างต่อเนื่อง โดยเราสามารถระบุเกณฑ์ในการค้นหาคำสำคัญได้ เพื่อที่ระบบจะสามารถค้นหาคำสำคัญในกรณีที่มีการพูดอย่างต่อเนื่อง ในโหมดการทำงานแบบนี้จะมีการตรวจจับคำทั้งหมดที่มีในไวยากรณ์แม้แต่คำที่ไม่ได้อยู่ในไวยากรณ์ก็เช่นกัน ซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าและอาจเกิดความผิดพลาดในการตรวจจับคำได้ง่าย

การสร้างแบบจำลองภาษาเริ่มต้นจากการใช้บทความที่มีคำศัพท์ที่สามารถครอบคลุมการใช้งานของระบบได้ โดยบทความที่จะใช้ในการสร้างแบบจำลองภาษาต้องเป็นบทความที่ไม่ประกอบด้วยอักขระย่อและกรณีเป็นตัวเลขให้ใช้คำอ่านของตัวเลขนั้นแทนเปรียบเสมือนเป็นการเขียนประโยคที่เป็นคำการออกเสียงของประโยคเพื่อให้คอมพิวเตอร์เข้าใจและรู้จำได้ง่ายขึ้น หลังจากนั้นนำบทความที่ได้มาแปลงเพื่อให้ CMUclmtk สามารถนำบทความดังกล่าวไปประมวลผลได้ง่าย โดยทุกคำจะต้องคั่นด้วยเว้นวรรค 1 ช่องเสมอและการแบ่งแต่ละประโยคออกจากกันจะต้องใส่ `<s>` และ `</s>` เสมอเพื่อเป็นการบ่งบอกว่าสิ้นสุดประโยคแล้ว เช่น `<s> แม่ มา ถึง บ้าน แล้ว </s>`

พจนานุกรมเสียงจะต้องประกอบด้วยคำที่มีในแบบจำลองภาษาทั้งหมด โดยหนึ่งคำจะใช้หนึ่งบรรทัดและจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือส่วนของคำศัพท์ ส่วนที่สองจะเป็นคำอ่านของคำ ซึ่งทั้งสองส่วนจะถูกแยกกันด้วยเว้นวรรค วิธีการเขียนจะอิงจากการเขียนแบบ ARPAbet ต่อมาในการสร้างแบบจำลองเสียง เราจะสร้างแบบจำลองเสียงขึ้นใหม่เมื่อต้องการสร้างภาษาใหม่ขึ้นมาหรือต้องการสร้างแบบจำลองเสียงที่มีภาษาที่เฉพาะเจาะจง เช่น เป็นชุดคำสั่งการทำงาน เป็นต้น ข้อมูลเสียงที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองเสียงต้องเป็นเสียงที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ใช้งานจริง ความยาวของข้อมูลไม่มาก ปัจจุบันใน Sphinx สามารถเพิ่มความแม่นยำของการรู้จำเสียงได้โดยการฝึกฝนแบบจำลองเสียงให้รู้จำเสียงที่หลากหลายได้ ในกรณีที่ผู้พูดพูดคำเดียวกันแต่มีโทนเสียงที่ต่างกัน ระบบรู้จำเสียงจะสามารถตรวจจับคำได้ถูกต้องและตรงกัน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 การรู้จำผู้พูดสำหรับเสียงที่ผ่านสิ่งปกปิดใบหน้า

เสียงเป็นวิธีการสื่อสารที่ซับซ้อนที่สุดในวิธีการสื่อสารของมนุษย์ นอกจากความหมายแล้ว เสียงยังสามารถสื่อถึงอารมณ์ ภาษา สำเนียง รวมไปถึงเสียงในสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ระบบรู้จำเสียงสามารถนำมาใช้ในการรู้จำเสียง วิเคราะห์ตัวตนผู้พูดได้ จากการศึกษาของซาเอดี นาเอมิ และคณะ [1] พบว่าในการสอบสวนทางอาชญากรรม มีการใช้ระบบรู้จำเสียงอัตโนมัติเพื่อจำลองความเป็นไปได้ ในการตรวจจับบุคคลในที่เกิดเหตุได้ แต่การในการวิเคราะห์เสียงในทางกฎหมาย การดัดแปลงเสียง อย่างตั้งใจสามารถทำให้ระบบรู้จำเสียงหรือผู้เชี่ยวชาญเข้าใจผิดได้ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของเสียงแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือปัจจัยภายในผู้พูด เช่น การออกเสียง ความเร็วในการพูด หรือ อารมณ์ และปัจจัยภายนอก หมายถึงการนำพาเสียงจากตัวกลางไปยังผู้รับสาร สถานการณ์ที่มักเกิด ในกรณีทางอาชญากรรมคือการใช้หน้ากากปิดใบหน้าที่มีผลต่อปัจจัยภายในและภายนอกที่ทำให้ เสียงเปลี่ยนไป วัสดุที่ใช้ทำให้ผู้พูดไม่สามารถเคลื่อนไหวปากและกรามได้ถนัดจึงทำให้การออกเสียง บางคำผิดเพี้ยนไป ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาการใช้ระบบรู้จำเสียงอัตโนมัติในการยืนยันตนผู้พูด ผ่านการพูดผ่านสิ่งปกปิดใบหน้าที่และการระบุสิ่งปกปิดใบหน้าที่ผ่านการพูด การทดสอบจะแบ่งเป็น 5 สถานการณ์ในการพูดตามสิ่งปกปิดใบหน้าที่คือ ไม่มีสิ่งปกปิดใบหน้าที่ ใส่หน้ากากอนามัย ใส่ผ้าคลุมหน้า ใส่หน้ากากยาง และสวมหมวกนิรภัย

ผู้วิจัยได้ทดลองโดยใช้ห้องสตูดิโอขนาดใหญ่ที่ป้องกันเสียงจากภายนอกได้และวางไมโครโฟน สามตัวในการบันทึกเสียงไว้ใกล้ปากผู้พูด ไว้ทางขวา และไว้ด้านหลังของผู้พูด เสียงที่ถูกบันทึกจะมีความถี่ 44.1kHz เป็นเสียงแบบโมโน 16 Bit และมีความถี่ตัวอย่าง 8kHz ผู้วิจัยได้ออกแบบการ ทดลองออกเป็น 2 ช่วงโดยทดสอบกับผู้ทดลองชาวฟินแลนด์ที่มีช่วงอายุระหว่าง 21 ถึง 28 ปีจำนวน 8 ราย แบ่งเป็นชาย 4 รายและหญิง 4 ราย การทดลองช่วงแรกจะให้ผู้ทดลองอ่านประโยคที่กำหนด มาให้ ช่วงที่สองคือผู้วิจัยกำหนดรูปภาพจากหนังสือการ์ตูนหรือภาพวาดและให้ผู้ทดลองอธิบายอย่าง อิสระ เป็นการจำลองการพูดที่เป็นธรรมชาติ การทดลองทั้ง 2 ช่วงจะให้ผู้ทดลองได้พูดผ่านสิ่งปกปิด ใบหน้าที่ทุกแบบและพูดแบบไม่มีสิ่งปกปิดใบหน้าที่ จากการทดลองพบว่าหน้ากากอนามัยและผ้าคลุม หน้าทำให้เสียงผิดเพี้ยนมากที่สุดในย่านความถี่ที่มากกว่า 1kHz ในขณะที่หมวกนิรภัยและหน้ากาก ยางมีผลต่อเสียงที่มีความถี่ต่ำ ผู้วิจัยได้นำเสียงที่อัดจากผู้ทดลองผ่านสิ่งปกปิดใบหน้าที่และไม่มีสิ่ง ปกปิดใบหน้าที่ไปใช้ในการฝึกฝนระบบการรู้จำและนำมาทดสอบการระบุตัวตนผู้พูดผ่านสิ่งปกปิด ใบหน้าที่ซึ่งสรุปได้ว่าระบบรู้จำเสียงสามารถระบุตัวตนผู้พูดได้อย่างแม่นยำหากการพูดของผู้พูดตรงกับ ไฟล์เสียงที่อัดไว้เช่น ผู้พูดอัดเสียงในขณะที่พูดผ่านหน้ากากอนามัยและทดสอบการพูดกับระบบรู้จำ ด้วยการใส่หน้ากากอนามัย อัตราความถูกต้องในการระบุตัวตนของระบบรู้จำเสียงจะลดลง ข้อสังเกต

ที่เกิดขึ้นคือเมื่อผู้พูดอัดเสียงโดยไม่มีสิ่งปกปิดใบหน้ามาพูดโดยใส่หน้ากากอย่างกับระบบรู้จำเสียงอัตโนมัติจะมีความแม่นยำในการระบุตัวตนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสิ่งปกปิดใบหน้าชนิดอื่น ในส่วนการทดสอบการระบุชนิดของสิ่งปกปิดใบหน้า ผู้วิจัยได้ใช้ไฟล์เสียงชุดเดิมในการฝึกระบบรู้จำเสียง โดยหลังจากการทดสอบอีกครั้ง การระบุชนิดของระบบรู้จำสามารถทำได้ดีในการระบุว่าผู้พูดไม่ได้ใส่สิ่งปกปิดใบหน้า



ภาพที่ 2.10 การทดลองโดยให้ผู้ทดลองใส่สิ่งปกปิดใบหน้าทั้ง 4 ชนิด

2.4 ระบบหรือแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

2.4.1 Google Cloud Speech API

Cloud Speech API เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกูเกิล เพื่อสร้าง API ให้กับผู้พัฒนาในการใช้เสียงเพื่อแปลงเป็นข้อความโดยอาศัยแบบจำลองตามหลักของโครงข่ายประสาทเทียม เครื่องมือขึ้นรองรับภาษา 110 ภาษา เทคนิคที่ถูกใช้ในการสร้างระบบการแปลงเสียงเป็นข้อความของกูเกิล ทำโดยใช้หลักการของการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) เพื่อให้สามารถรู้จำเสียงได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานได้อย่างแม่นยำในสถานที่ที่มีเสียงรบกวนมาก ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ในการลดเสียงรบกวน

ข้อสังเกตถึงความแตกต่างระหว่างระบบของกูเกิลและระบบของผู้พัฒนาคือในการค้นหาข้อความกับเสียงของกูเกิลจะต้องใช้ฐานข้อมูลและการใช้งานอินเทอร์เน็ต ในขณะที่ PocketSphinx ที่ผู้พัฒนาใช้ สามารถสร้างไฟล์ที่จำเป็นในการเทียบเสียงกับตัวอักษรและบันทึกลงในอุปกรณ์ได้แต่ทำให้สามารถใช้งานขณะออฟไลน์ได้แต่ต้องใช้พื้นที่ในอุปกรณ์มีอ้อมที่มากกว่าการใช้งานของกูเกิล

จุดเด่นของระบบ

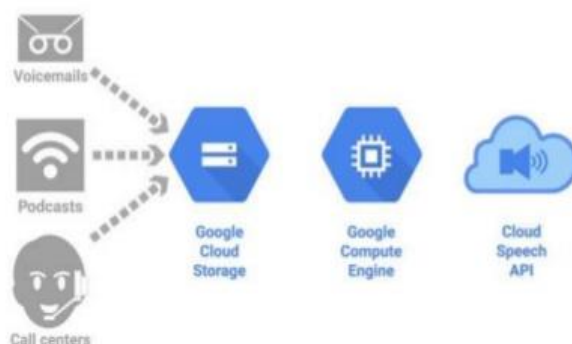
1. รองรับภาษา 110 ภาษาซึ่งหนึ่งในนั้นได้แก่ภาษาไทยซึ่งเป็นภาษาหลักสำหรับการใช้งานบนแอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก
2. มีการพัฒนาและปรับปรุงเรื่องความแม่นยำของการรู้จำเสียงอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวนได้

จุดด้อยของระบบ

1. ในการรู้จำเสียงที่เป็นภาษาไทยยังต้องใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตเนื่องจากการใช้งานแบบไม่อาศัยอินเทอร์เน็ตยังไม่รองรับการรู้จำเสียงภาษาไทย

- มีค่าบริการในการใช้งาน โดยผู้ใช้สามารถใช้ฟรีได้เดือนละ 60 นาทีเท่านั้นหลังจากนั้นจะมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 0.006 ดอลลาร์ต่อ 15 นาที

Cloud Speech API - Use Case



ภาพที่ 2.11 Use Case การทำงานของ Google Cloud Speech API

2.4.2 Bixby

Bixby เป็นแอปพลิเคชันของซัมซุงที่พัฒนาขึ้นโดยมีเป้าหมายเพื่ออำนวยความสะดวกกับผู้ใช้งานมือถือของซัมซุง ฟังก์ชันหลักของ Bixby คือ การทำงานแทนผู้ใช้งานผ่านการสั่งการเช่น การพูด การกด หรือการพิมพ์ นอกจากนี้ยังสามารถในการแปลความหมายของรูปภาพ การวิเคราะห์รูปภาพโดยการใช้การประมวลผลรูปภาพ ขณะนี้ Bixby สามารถรองรับภาษาไม่มากเพราะเป็นระบบที่ซัมซุงนำออกมาใช้ไม่นาน ทำให้ผู้ใช้หลายรายยังไม่สามารถเข้าถึงการใช้งาน Bixby ได้ อีกทั้งข้อจำกัดทางภาษาที่มีทางเลือกให้ใช้ไม่มากนัก อาจเป็นปัญหาต่อผู้ใช้บางรายได้

จุดเด่นของระบบ

- ระบบรู้จักแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ของผู้ใช้ได้ โดย Bixby จะสามารถตอบสนองผู้ใช้ผ่านการพูดหรือการพิมพ์ก็ได้
- ระบบสามารถแปลข้อความ จดจำสถานที่ จักรหัสคิวอาร์ได้ผ่านกล้องถ่ายรูปบนโทรศัพท์มือถือ
- ระบบสามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วและมีการเรียนรู้กิจวัตรประจำวันของผู้ใช้ผ่านการใช้งานโทรศัพท์มือถือ

จุดด้อยของระบบ

1. ผู้ใช้ที่จะใช้งานระบบได้ต้องเป็นผู้ที่ใช้บริการโทรศัพท์มือถือยี่ห้อซัมซุงตั้งรุ่น Galaxy S8 เป็นต้นไป
2. ระบบรองรับภาษาแค่ 2 ภาษาได้แก่ภาษาอังกฤษและภาษาเกาหลี
3. จำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตในการใช้งาน
4. ในบางบริการไม่สามารถใช้งานได้บางประเทศ หรือในแต่ละประเทศจะมีรูปแบบบริการที่แตกต่างกันซึ่งอาจไม่ได้รับการบริการที่เหมือนกันหมด
5. ในบางรุ่นของโทรศัพท์ยี่ห้อซัมซุง แม้โทรศัพท์จะถูกพัฒนาออกมาหลังรุ่น Galaxy S8 แต่จะถูกจำกัดบางฟังก์ชันซึ่งขึ้นอยู่กับฟังก์ชันและราคาของโทรศัพท์รุ่นนั้น ๆ



ภาพที่ 2.12 หน้าจอการใช้งานแอปพลิเคชัน Bixby

จากการศึกษาระบบที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับงานที่ผู้พัฒนาต้องการดำเนินงานไม่ว่าจะเป็น Google Cloud Speech API หรือ Bixby พบว่าในแง่ของการใช้งานอินเทอร์เน็ต ระบบทั้งสองแบบจำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อให้สามารถทำงานได้ การใช้งานของระบบทั้งสองถูกจำกัดเนื่องจาก Google Cloud Speech API จำกัดการใช้งานของผู้ใช้อยู่ที่ 60 นาทีโดยไม่เสียค่าบริการ หากผู้ใช้ต้องใช้งานเพิ่มจะคิดค่าบริการเพิ่ม ส่วน Bixby จะไม่คิดค่าบริการเหมือนกับ Google Cloud Speech API แต่รองรับอุปกรณ์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของซัมซุงที่วางจำหน่ายหลัง Galaxy S8 เป็นต้นไปเท่านั้น ภาษาที่รองรับ Google Cloud Speech API มีมากกว่า Bixby ที่รองรับเพียงสองภาษาคือภาษาอังกฤษและภาษาเกาหลี ถึงแม้ Google Cloud Speech API จะ

รองรับภาษาไทย แต่ก็จำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อให้สามารถใช้ได้ ทำให้ทั้งสองระบบไม่สามารถรองรับการใช้งานภาษาไทยแบบออฟไลน์ได้

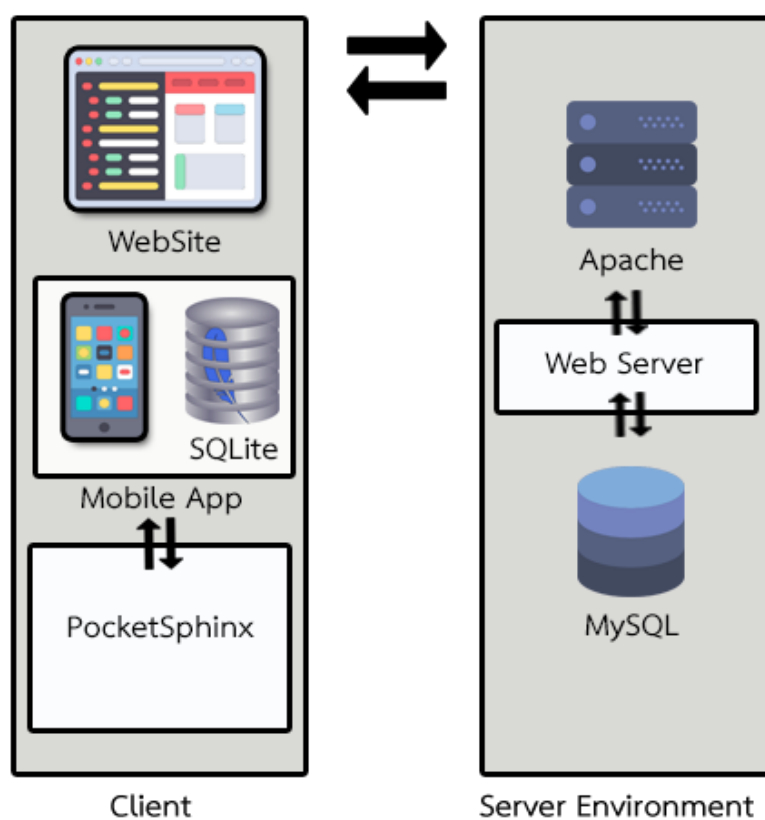
สิ่งที่ทำให้ระบบที่จะพัฒนามีความแตกต่างจากระบบทั้งสองที่ได้กล่าวมาคือ ระบบของผู้พัฒนาสามารถใช้งานแบบออฟไลน์ได้ ภาษาที่ระบบใช้รองรับภาษาไทย รองรับอุปกรณ์มือถือ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่หลากหลายและไม่มีค่าบริการในการใช้งาน เพียงแต่ต้องเป็นทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์หรือนักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบภาพช่องปากเท่านั้น

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ภาพรวมและสภาพแวดล้อมของโครงการ

สถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปาก ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ (Overall of system)

จากแผนภาพภาพรวมของระบบมีองค์ประกอบดังนี้

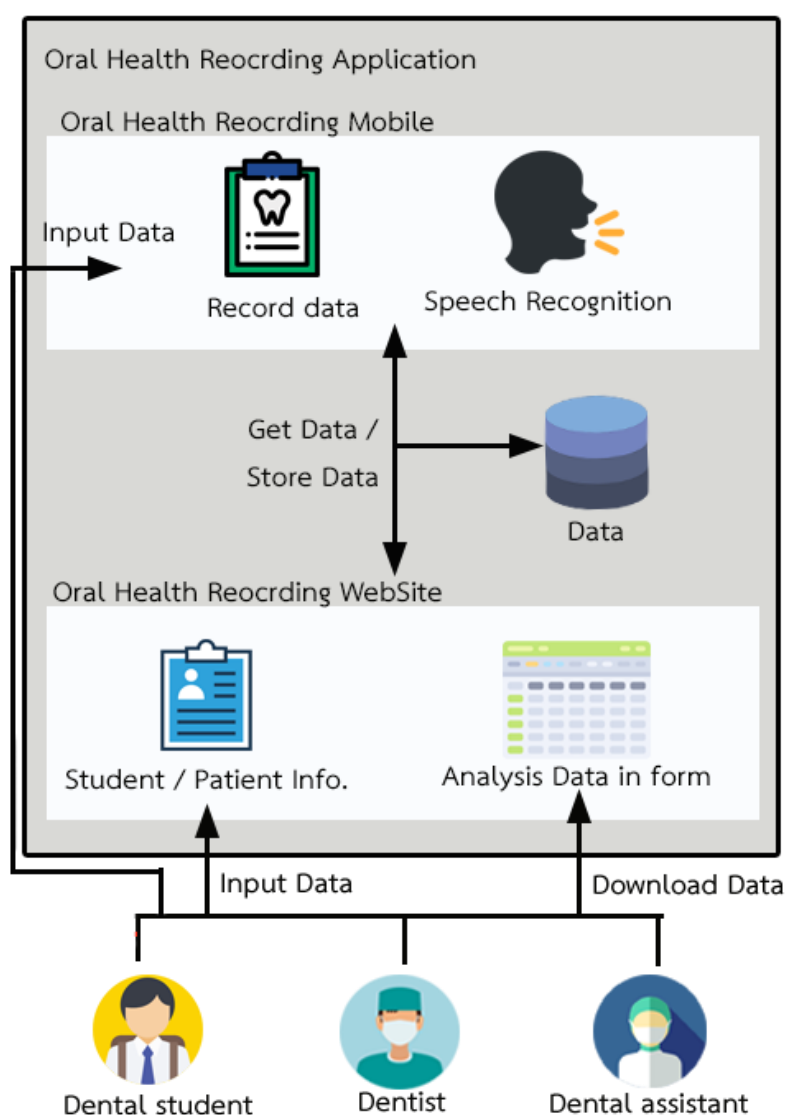
ส่วนของ Client

จะมีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 2 ส่วนได้แก่ส่วนที่เป็นแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์พกพาที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในส่วนนี้จะถูกพัฒนาโดย Android Studio และ PocketSphinx สำหรับการพัฒนาบนแอนดรอยด์และส่วนที่เป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ถูกเข้าผ่านได้โดยเว็บเบราว์เซอร์ โดยจะถูกพัฒนาจาก HTML, CSS และ JavaScript

ส่วนของ Server Environment

ประกอบด้วย MySQL Database ซึ่งใช้เป็นฐานข้อมูลออนไลน์ในการจัดเก็บข้อมูล ในกรณีที่ผู้ใช้มีการใช้งานระบบแบบออฟไลน์ข้อมูลของระบบจะถูกจัดเก็บลงบนฐานข้อมูลแบบ SQLite Database เพื่อนำไปจัดเก็บยังฐานข้อมูลออนไลน์ต่อไปและ Apache เป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการจัดการการร้องขอข้อมูล และส่งคืนข้อมูลกลับไป นอกจากนี้ยังเป็นตัวจัดการลำดับชั้นของกระบวนการเข้าถึงของข้อมูล และจัดการกรณีเกิดความผิดพลาดในการจัดการข้อมูลบนฐานข้อมูล

3.1.1 องค์ประกอบของระบบและโครงสร้างการประสานงานกับซอฟต์แวร์ประกอบ



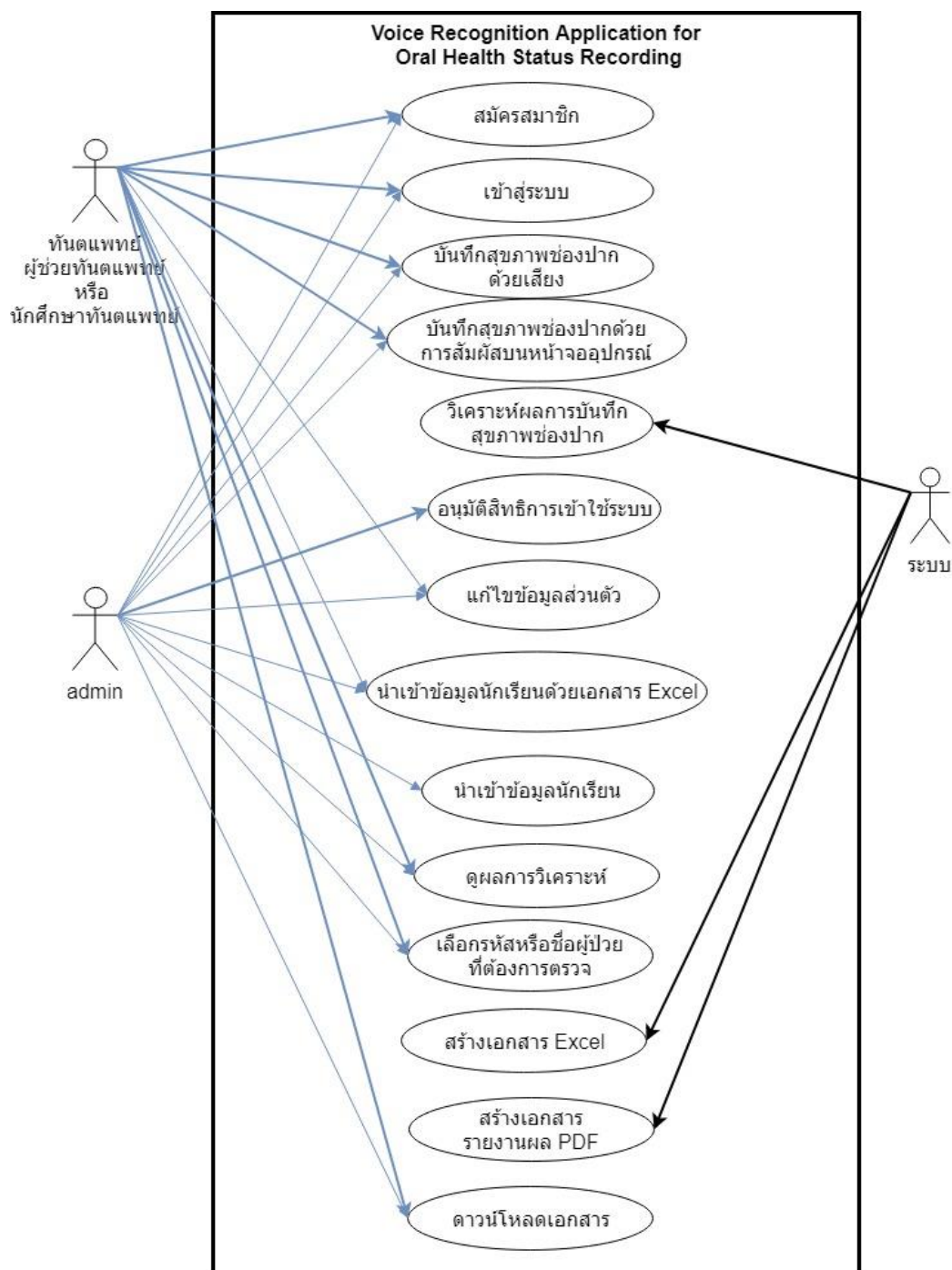
ภาพที่ 3.2 โมดูลหลักของระบบ

ระบบ Oral Health Recording ประกอบไปด้วยโมดูลหลักคือโมดูลในการนำเข้าสู่ข้อมูลของผู้ป่วย โดยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์ หรือผู้ช่วยทันตแพทย์จะต้องกรอกข้อมูลของผู้เข้ารับการ

ตรวจหรือนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลและรายงานผลต่อไป ข้อมูลของนักเรียนที่เข้ารับการตรวจจะมาจากบัตรพยาบาลประจำตัวของนักเรียนหรืออ้างอิงจากแบบฟอร์มในการตรวจสุขภาพช่องปากขององค์การอนามัยโลก (WHO) ต่อมาเป็นโมดูลการบันทึกผลสุขภาพช่องปากด้วยเทคนิคการรู้จำเสียง ในส่วนนี้ทันตแพทย์จะเป็นผู้ระบุรหัสสถานะฟันเพื่อให้ระบบนำเสียงที่ได้ไปเปลี่ยนสีของแผนผังฟันในระบบและบันทึกข้อมูลการตรวจต่อไป ต่อมาโมดูลการวิเคราะห์ผลจะนำข้อมูลผลการตรวจมาใช้ในการวิเคราะห์หาความเสี่ยงว่าผู้ป่วยคนใดควรได้รับการรักษาก่อน และใช้ข้อมูลในการรายงานผลแก่ผู้ปกครอง ครูประจำชั้น ครูใหญ่และกระทรวงสาธารณสุขต่อไป และสุดท้ายโมดูลสำหรับดาวน์โหลดข้อมูลซึ่งข้อมูลส่วนนี้คือข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลและนำมาใส่เอกสารรูปแบบตามที่องค์กรใช้ เช่น เอกสารรูปแบบ Excel หรือเอกสารรายงานผลต่าง ๆ

3.2 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

3.2.1 กรณีการใช้งาน Use Case Diagram



ภาพที่ 3.3 Use Case Diagram ภาพรวมของระบบ

3.2.2 กรณีการใช้งานในภาพรวม

แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงสำหรับบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปากถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถใช้งานได้นับอุปกรณ์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ การดำเนินการในการตรวจจะทำบนอุปกรณ์มือถือทั้งหมดและไฟล์ข้อมูลการวิเคราะห์จะถูกนำขึ้นบนฐานข้อมูล การทำงานจะเริ่มโดยให้ทันตแพทย์เข้าสู่ระบบเพื่อตรวจฟันผู้ป่วย ผู้ช่วยมีหน้าที่แก้ไขข้อมูลบางส่วนที่เกิดข้อผิดพลาด และบันทึกผล เมื่อตรวจผู้ป่วยครบ สามารถวิเคราะห์ผลเพื่อส่งต่อไปที่กระทรวงสาธารณสุขหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 3.1 รายละเอียด Use Case ทั้งหมดที่มีในระบบ

ลำดับ	ชื่อ Use Case	Actor	คำอธิบาย
UC1	สมัครสมาชิก	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ผู้ใช้กรอกข้อมูลเพื่อให้ระบบนำไปบันทึก ลงฐานข้อมูลผู้ใช้งาน
UC2	เข้าสู่ระบบ	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์	ผู้ใช้กรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ใช้เพื่อ เข้าใช้งานระบบ
UC3	บันทึกสุขภาพช่องปาก ด้วยเสียง	ทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ทันตแพทย์พูดรหัสสถานะของฟันเพื่อให้ ระบบบันทึกรหัสเพื่อเปลี่ยนสถานะและ สีลงในฟันซี่ที่ระบุ
UC4	บันทึกผลสุขภาพช่องปาก ผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ อุปกรณ์	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ทันตแพทย์หรือผู้ช่วยทันตแพทย์บันทึกผล การตรวจผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ อุปกรณ์
UC5	วิเคราะห์ผลการบันทึก สุขภาพช่องปาก	ระบบ	ระบบคำนวณความเสี่ยงสุขภาพช่องปาก ของนักเรียนและเรียงลำดับอาการ
UC6	ดูผลการวิเคราะห์ความ เสี่ยงของผลการตรวจ	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ทันตแพทย์ดูผลการวิเคราะห์ความเสี่ยง โดยเรียงลำดับผู้ป่วยที่ควรเข้ารับการรักษา

UC7	เลือกรหัสหรือชื่อผู้ป่วยที่ต้องการตรวจ	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ทันตแพทย์หรือผู้ช่วยเลือกผู้ป่วยในการตรวจสุขภาพช่องปาก
UC8	สร้างไฟล์เอกสาร Excel	ระบบ	ระบบนำผลการวิเคราะห์ไปสร้างเป็นไฟล์เอกสาร Excel
UC9	สร้างไฟล์เอกสารรายงานผลแบบ PDF	ระบบ	ระบบนำผลการวิเคราะห์ไปสร้างเป็นไฟล์เอกสาร PDF
UC10	ส่งออกเอกสารผลการวิเคราะห์	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ทันตแพทย์หรือผู้ช่วยส่งไฟล์ Excel จากอุปกรณ์พกพาขึ้นสู่ฐานข้อมูลบนเว็บเซิร์ฟเวอร์
UC11	นำเข้าข้อมูลผู้ป่วย	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ทันตแพทย์นำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยจากไฟล์หรือกรอกข้อมูลผ่านเว็บไซต์
UC12	บันทึกข้อมูลผู้ป่วยลงในระบบ	ระบบ	ระบบนำข้อมูลของผู้ป่วยบันทึกลงในฐานข้อมูลของระบบ
UC13	ดาวน์โหลดเอกสารรายงานผลแต่ละประเภท	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์	ทันตแพทย์หรือผู้ช่วยสามารถดาวน์โหลดเอกสารรายงานผลบนเว็บแอปพลิเคชัน
UC14	อนุมัติการเข้าใช้งานของผู้ใช้งานระบบ	ผู้ดูแลระบบ	ผู้ดูแลระบบระบุประเภทของผู้ใช้งานระบบเพื่อให้สามารถเข้าใช้งานระบบได้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการสมัครสมาชิกของระบบ

Use case No.	UC1
Use Case Name	สมัครสมาชิก
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ทันตแพทย์หรือผู้ช่วยทันตแพทย์กรอกข้อมูลได้แก่ ชื่อ-นามสกุล ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อให้ระบบนำไปบันทึกลงฐานข้อมูลผู้ใช้งานเพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งาน
Pre-condition	ผู้ใช้ติดตั้งแอปพลิเคชันแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อ-นามสกุล ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน 2. ระบบตรวจสอบชื่อผู้ใช้ในฐานข้อมูล 3. ระบบตรวจสอบรหัสผ่านและการยืนยันรหัสผ่านของผู้ใช้ 4. ระบบแสดงข้อความบอกผู้ใช้เมื่อการสมัครสมาชิกเรียบร้อย
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ กรณีชื่อผู้ใช้ซ้ำกับที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแสดงข้อความ “ชื่อผู้ใช้นี้มีอยู่แล้ว” 2. ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ กรณีรหัสผ่านและยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกันแสดงข้อความ “รหัสผ่านไม่ตรงกัน” 3. ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ กรณีรหัสผ่านน้อยกว่า 8 ตัวอักษรแสดงข้อความ “รหัสผ่านมีอย่างน้อย 8 ตัวอักษร”
Post-condition	เข้าสู่หน้าเข้าสู่ระบบของผู้ใช้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการเข้าสู่ระบบของระบบ

Use case No.	UC2
Use Case Name	เข้าสู่ระบบ
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ทันตแพทย์หรือผู้ช่วยทันตแพทย์กรอกข้อมูลคือ ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อใช้งานระบบ
Pre-condition	ผู้ใช้เป็นสมาชิกของระบบแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน 2. ระบบตรวจสอบชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในฐานข้อมูล 3. ระบบแสดงข้อความบอกผู้ใช้เมื่อการเข้าสู่ระบบเรียบร้อย
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ กรณีชื่อผู้ใช้ผิดหรือไม่มีอยู่ในฐานข้อมูลและกรณีที่รหัสผ่านของผู้ใช้ไม่ถูกต้องแสดงข้อความ “ชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง” 2. ระบบแสดงข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้ กรณีรหัสผ่านน้อยกว่า 8 ตัวอักษรแสดงข้อความ “รหัสผ่านมีอย่างน้อย 8 ตัวอักษร”
Post-condition	เข้าสู่หน้าเมนูเพื่อสำหรับการบันทึกผลหรือวิเคราะห์ผล

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการบันทึกผลสุขภาพช่องปากด้วยเสียง

Use case No.	UC3
Use Case Name	บันทึกผลสุขภาพช่องปากด้วยเสียง
Actor	ทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ทันตแพทย์ฟังรหัสฟันจากระบบ จากนั้นทันตแพทย์จึงพูดรหัสสถานะของฟัน เพื่อให้ระบบบันทึกรหัสสถานะของฟันเพื่อเปลี่ยนสถานะและสีลงในฟันซี่ที่ระบุ
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วและทราบรหัสของฟันซี่ที่ต้องการระบุสถานะ
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบพูดรหัสฟันให้แก่ผู้ใช้ โดยจะเริ่มที่ซี่แรกคือซี่ 18 ไปจนหมดแถวฟันบน และเริ่มที่ซี่ 38 ในฟันล่าง 2. ระบบเว้นช่วงเพื่อให้ผู้ใช้พูดรหัสสถานะของฟันของฟันซี่ที่ระบุ 3. ผู้ใช้พูดรหัสสถานะของฟันซี่ที่ระบุ 4. ระบบบันทึกรหัสและเปลี่ยนสีของฟันซี่ที่ระบุตามสถานะของฟัน 5. ระบบพูดรหัสของฟันและผู้ใช้พูดสถานะของฟันจนครบทุกซี่ 6. ผู้ใช้เลือกเมนูบันทึกหรือพูดคำสั่งสำหรับบันทึกผลการตรวจ 7. ระบบบันทึกผลการตรวจลงฐานข้อมูล
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบพูดแจ้งเตือนผู้ใช้กรณีเสียงพูดของผู้ใช้ไม่ชัดเจน เช่น กรุณาพูดใหม่อีกครั้ง 2. ผู้ใช้พูดรหัสสถานะของฟันผิดพลาด ผู้ใช้พูดคำสั่งเพื่อแก้ไขพร้อมระบุสถานะของฟันซี่ดังกล่าวเพื่อแก้ไขรหัส 3. ผู้ป่วยไม่มีฟันที่ผิดปกติ ผู้ใช้พูดคำสั่งสำหรับเปลี่ยนสถานะของฟันทั้งหมดภายในคำสั่งเดียว 4. ผู้ใช้กดเลือกรหัสผู้ป่วยเพื่อไปยังตารางบันทึกผลของผู้ป่วยที่จะตรวจ
Post-condition	เข้าสู่หน้าแสดงผลว่าบันทึกผลเรียบร้อยแล้วและไปยังหน้าเมนูของระบบ

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของ Use Case การบันทึกผลสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสบนหน้าจออุปกรณ์

Use case No.	UC4
Use Case Name	บันทึกผลสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสบนหน้าจออุปกรณ์
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ทันตแพทย์หรือผู้ช่วยทันตแพทย์กดที่ปุ่มรหัสฟันที่ต้องการเปลี่ยนสถานะของฟัน ระบบจะเปลี่ยนสีของฟันซึ่งดังกล่าวเป็นสีเขียว เหลือง ส้ม แดงและสีฟันหลังตามลำดับ
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กดที่ปุ่มรหัสฟันที่ต้องการแก้ไขหรือเปลี่ยนสถานะของฟัน 2. ระบบเปลี่ยนสีของฟันซึ่งดังกล่าวเป็นสีเขียว เหลือง ส้ม แดง และสีฟันหลังตามลำดับ 3. ผู้ใช้ระบุสถานะของฟันจนครบทุกซี่ 4. ผู้ใช้เลือกเมนูบันทึกหรือพูดคำสั่งสำหรับบันทึกผลการตรวจ 5. ระบบบันทึกผลการตรวจลงฐานข้อมูล
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กดเลือกรหัสผู้ป่วยเพื่อไปยังตารางบันทึกผลของผู้ป่วยที่จะตรวจ
Post-condition	เข้าสู่หน้าแสดงผลว่าบันทึกผลเรียบร้อยแล้วและไปยังหน้าเมนูของระบบ

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการวิเคราะห์ผลการบันทึกสุขภาพช่องปาก

Use case No.	UC5
Use case name	วิเคราะห์ผลการบันทึกสุขภาพช่องปาก
Actor	ระบบ
Description	ระบบนำผลการบันทึกสุขภาพช่องปากจากระบบมาวิเคราะห์ตามค่าดัชนีฟันผุ (DMFT) เพื่อเรียงลำดับนักเรียนที่ควรได้รับการรักษาก่อน-หลัง โดยเรียงลำดับจากผู้ที่ไม่ควรได้รับการรักษาก่อนไปจนถึงผู้ที่มีอาการปกติ
Pre-condition	ระบบมีผลการบันทึกสุขภาพช่องปากอยู่ในฐานข้อมูล และผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบนำผลการบันทึกสุขภาพช่องปากของนักเรียนโดยแยกตามวันที่ที่ตรวจห้องเรียนและโรงเรียน 2. ระบบนำผลค่า DMFT มาใช้ในการวิเคราะห์ผลของนักเรียน 3. ระบบเรียงลำดับนักเรียนโดยจะเรียงลำดับจากผู้ที่มีค่าดัชนีฟันผุจากมากที่สุดไปหาน้อยสุดเพื่อแสดงว่านักเรียนคนใดควรได้รับการรักษาอย่างเร่งด่วน
Alternative Flow	1. หากไม่มีผลการบันทึกสุขภาพช่องปากในฐานข้อมูล ระบบจะแสดงข้อความเพื่อบอกผู้ใช่ว่าไม่มีข้อมูลในระบบ
Post-condition	แสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงในหน้าจอสำหรับดูผลการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของ Use Case สำหรับดูผลวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลการตรวจ

Use case No.	UC6
Use Case Name	ดูผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลการตรวจ
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ผู้ใช้เลือกเมนูสำหรับดูผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลการตรวจ โดยผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลเพื่อเป็นการคัดกรองก่อนการแสดงผล หลังจากผู้ใช้กรอกข้อมูลเสร็จสิ้นระบบจะแสดงผลวิเคราะห์ในรูปแบบตารางและแถบสถานะเพื่อให้ผู้ใช้ทราบได้นักเรียนแต่ละคนมีความเสี่ยงเท่าใด
Pre-condition	มีข้อมูลผลการตรวจในฐานข้อมูลของระบบและผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เลือกเมนูสำหรับดูผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของผลการตรวจ 2. ผู้ใช้กรอกข้อมูลเพื่อคัดกรองข้อมูล ได้แก่ วันที่ที่ตรวจ ห้องเรียน และโรงเรียนของนักเรียน 3. ผู้ใช้กดปุ่มเพื่อแสดงผลการวิเคราะห์ผลการตรวจ 4. ระบบแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบตารางประกอบด้วยวันที่ที่ตรวจ โรงเรียน ห้องเรียน รหัสประจำตัวผู้ป่วยของนักเรียน ชื่อ-นามสกุลนักเรียน เพศ ชื่อแพทย์ผู้ตรวจ และระดับความเสี่ยงที่แสดงเป็นแถบสีสถานะตามระดับความเสี่ยงพร้อมแสดงตัวเลขบอกสถานะความเสี่ยงเป็นแบบร้อยละ โดยจะเรียงลำดับจากสีแดง ส้ม เหลือง และเขียว ตามระดับความเสี่ยงจากมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุด
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. หากไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูลของระบบ ระบบแสดงข้อความเพื่อบอกผู้ใช้ว่าไม่มีข้อมูลในระบบ 2. ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน ระบบแสดงข้อความเตือนผู้ใช้ให้กรอกข้อมูลให้ครบ
Post-condition	เข้าสู่หน้าเมนูเพื่อสำหรับการบันทึกผลหรือวิเคราะห์ผล

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการเลือกผู้ป่วยที่ต้องการตรวจ

Use case No.	UC7
Use Case Name	เลือกรหัสผู้ป่วยที่ต้องการตรวจ
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	เมื่อลำดับของผู้ป่วยที่เข้ามาตรวจไม่ได้เรียงลำดับมาอย่างที่เราวางแผนไว้ ผู้ใช้สามารถกดเลือกไปยังรหัสประจำตัวของผู้ป่วยที่ต้องการได้ เพื่อบันทึกผลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยคนดังกล่าวทันที
Pre-condition	มีข้อมูลของผู้ป่วยอยู่ในฐานข้อมูลของระบบและเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. หน้าบันทึกผลสุขภาพช่องปากของผู้ป่วย ผู้ใช้สามารถเลือกข้ามไปยังรหัสประจำตัวผู้ป่วยที่ต้องการได้ทันที 2. ผู้ใช้เลือกรหัสผู้ป่วยที่ต้องการตรวจผ่านทางหน้าจออุปกรณ์ โดยเลือกที่ตัวเลือกหัวข้อ Go to Patient ID 3. ผู้ใช้กดที่ปุ่มลูกศร
Alternative Flow	1. ไม่มีข้อมูลผู้ป่วยหรือรหัสผู้ป่วยในฐานข้อมูลมาก่อน เนื่องจากไม่ได้มีการนำเข้าสู่ข้อมูลของผู้ป่วยก่อนการตรวจ ระบบจะไม่แสดงรหัสผู้ป่วยบนหน้าจอ
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอบันทึกผลสุขภาพช่องปากในรหัสและชื่อของผู้ป่วยที่ต้องการ

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการสร้างไฟล์เอกสาร Excel

Use case No.	UC8
Use Case Name	สร้างไฟล์เอกสาร Excel
Actor	ระบบ
Description	ระบบนำข้อมูลผลการตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยมาจัดในรูปแบบเอกสาร Excel เพื่อเตรียมส่งต่อเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้
Pre-condition	มีผลการตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยอยู่ในฐานข้อมูลของระบบและเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้ตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยเสร็จสิ้นและกดบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว 2. ระบบนำผลการตรวจสอบสุขภาพช่องปากจากที่เป็นแผนผังพื้นมาแปลงเป็นไฟล์เอกสาร Excel 3. ระบบสร้างไฟล์เอกสารตามวันที่ที่ตรวจและเรียงลำดับข้อมูลตามที่ใช้เลือก
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่มีผลการตรวจอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ ระบบจะแสดงข้อความแก่ผู้ใช้เพื่อบอกว่าไม่มีข้อมูลอยู่ในระบบ
Post-condition	-

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการสร้างไฟล์เอกสารรายงานผล PDF

Use case No.	UC9
Use Case Name	สร้างไฟล์เอกสารรายงานผล PDF
Actor	ระบบ
Description	ระบบนำข้อมูลผลการตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยมาจัดในรูปแบบเอกสาร PDF เพื่อเตรียมส่งต่อเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้
Pre-condition	มีผลการตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยอยู่ในฐานข้อมูลของระบบและเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้ตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยเสร็จสิ้นและกดบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว 2. ระบบนำผลการตรวจสอบสุขภาพช่องปากมาจัดใส่แบบฟอร์มรายงานผล 4 แบบ ได้แก่ เอกสารรายงานผลแก่ผู้ปกครอง ครูประจำชั้น ครูใหญ่และทันตแพทย์ 3. ระบบสร้างไฟล์เอกสารตามรหัสผู้ป่วยและประเภทของเอกสารตามที่ใช้เลือก
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่มีผลการตรวจอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ ระบบจะแสดงข้อความแก่ผู้ใช้เพื่อบอกว่าไม่มีข้อมูลอยู่ในระบบ
Post-condition	-

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการส่งออกเอกสารผลการวิเคราะห์

Use case No.	UC10
Use Case Name	ส่งออกเอกสารผลการวิเคราะห์
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ผู้ใช้เลือกเมนูสำหรับส่งออกเอกสารรายงานผลไปยังฐานข้อมูลออนไลน์เพื่อใช้สำหรับดาวน์โหลดเอกสารต่อไป
Pre-condition	มีข้อมูลผลการตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ และผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เลือกเมนู Export to excel หรือ Export report 2. ผู้ใช้เลือกเอกสารที่ต้องการส่งออกเช่น เอกสารรายงานผลแก่ผู้ปกครอง ครู ประจำชั้น ครูใหญ่ หรือกระทรวงสาธารณสุข หรือถ้าเป็นเอกสารแบบ Excel ผู้ใช้ต้องเลือกวันที่ที่ตรวจและการเรียงลำดับของข้อมูลในเอกสาร เช่น เรียงลำดับจากรหัสประจำตัวผู้ป่วย วันเวลาที่ตรวจ เป็นต้น 2. ระบบส่งออกเอกสารไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ต่อไป
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่มีผลการตรวจอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ ระบบจะแสดงข้อความแก่ผู้ใช้เพื่อบอกว่าไม่มีข้อมูลอยู่ในระบบ
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอเพื่อบอกว่าส่งออกเอกสารเรียบร้อยแล้วและไปยังหน้าเมนูของระบบ

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการนำเข้าข้อมูลผู้ป่วย

Use case No.	UC11
Use Case Name	นำเข้าข้อมูลผู้ป่วย
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ก่อนตรวจ จำเป็นต้องมีข้อมูลของผู้ป่วยในระบบก่อน ผู้ใช้จึงต้องกรอกข้อมูลของผู้ป่วยลงฐานข้อมูลของระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันของระบบ
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบบนเว็บแอปพลิเคชันของระบบเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เลือกเมนูสำหรับเพิ่มข้อมูลของผู้ป่วย 2. ระบบแสดงหน้าจอสำหรับกรอกข้อมูลของผู้ป่วย 3. ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่จำเป็นของผู้ป่วยอย่างครบถ้วน 4. ผู้ใช้กดปุ่มบันทึกข้อมูลของผู้ป่วย 5. ระบบบันทึกข้อมูลของผู้ป่วยลงฐานข้อมูลของระบบ
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่จำเป็นของผู้ป่วยไม่ครบ ระบบจะแสดงข้อความเตือนผู้ใช้เพื่อให้กรอกข้อมูลให้ครบ
Post-condition	ระบบบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดของ Use Case สำหรับบันทึกข้อมูลผู้ป่วยลงฐานข้อมูลของระบบ

Use case No.	UC12
Use Case Name	บันทึกข้อมูลผู้ป่วยลงฐานข้อมูลของระบบ
Actor	ระบบ
Description	ระบบนำข้อมูลผู้ป่วยที่ผู้นำเข้าจากไฟล์หรือผ่านการกรอกข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชันบันทึกลงฐานข้อมูลของระบบ
Pre-condition	ผู้ใช้งานต้องเลือกไฟล์ข้อมูลของผู้ป่วย หรือ กรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว และผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบบนเว็บแอปพลิเคชันเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบนำข้อมูลผู้ป่วยที่ผู้ใช้เลือกจากไฟล์หรือกรอกผ่านบนเว็บแอปพลิเคชันมาจัดเก็บลงฐานข้อมูลของระบบ 2. ระบบสร้างรหัสประจำตัวของผู้ป่วยขึ้นมาใหม่ ในกรณีที่เป็นผู้ป่วยใหม่ 3. ระบบบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลและส่งออกไปยังสำหรับใช้งานบนอุปกรณ์พกพา
Alternative Flow	เมื่อเกิดการบันทึกผิดพลาดระบบจะแสดงข้อความบอกแก่ผู้ใช้งาน
Post-condition	ระบบส่งออกข้อมูลเพื่อใช้งานบนอุปกรณ์พกพาได้

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดของ Use Case สำหรับดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล

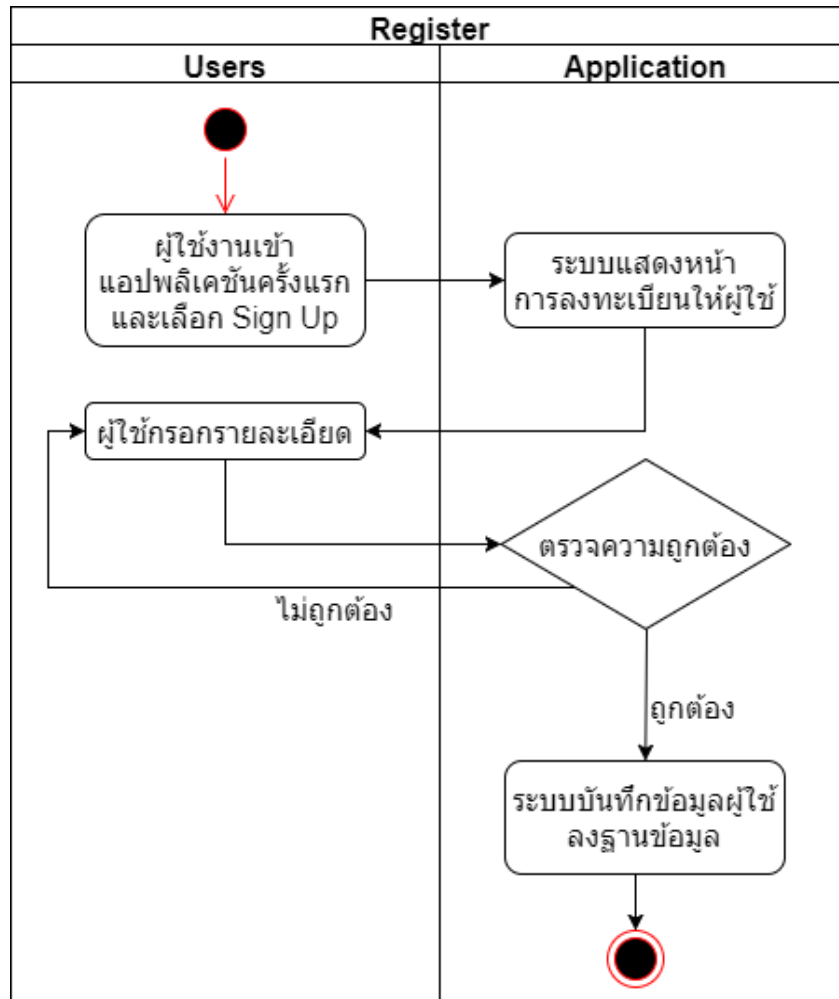
Use case No.	UC13
Use Case Name	ดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล
Actor	ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์ นักศึกษาทันตแพทย์
Description	ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดเอกสารรายงานผลผ่านเว็บแอปพลิเคชันของระบบ
Pre-condition	มีข้อมูลการตรวจของผู้ป่วยในฐานข้อมูลและผู้ใช้เข้าสู่ระบบบนเว็บแอปพลิเคชันเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้เลือกเมนูดาวน์โหลดเอกสารบนเว็บแอปพลิเคชันของระบบ 2. ผู้ใช้เลือกเอกสารที่ต้องการดาวน์โหลดเช่น เอกสาร Excel เอกสารรายงานผลแก่ผู้ปกครอง ครูประจำชั้น ครูใหญ่หรือกระทรวงสาธารณสุข 3. ระบบจัดเก็บไฟล์เอกสารไว้ในไดเรกทอรีที่ผู้ใช้เลือก
Alternative Flow	ผู้ใช้งานไม่เลือกรายการเอกสารที่ต้องการดาวน์โหลด ระบบแจ้งเตือนให้ผู้ใช้เลือกรายการในการดาวน์โหลด
Post-condition	ระบบจัดเก็บไฟล์เอกสารไว้ในไดเรกทอรีที่ผู้ใช้เลือก

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดของ Use Case สำหรับการอนุมัติการเข้าใช้งานของผู้ใช้งาน

Use case No.	UC14
Use Case Name	อนุมัติการเข้าใช้งานของผู้ใช้งานระบบ
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Description	ผู้ดูแลระบบระบุประเภทของผู้ใช้งานเมื่อมีการสมัครสมาชิก เพื่อเป็นการตรวจสอบผู้ใช้งานในการเข้าใช้งานระบบ
Pre-condition	ผู้ใช้งานมีการสมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว
Basic Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้สมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว 2. ผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบ 3. ผู้ดูแลระบบเลือกเมนู User Management 4. ผู้ดูแลระบบระบุประเภทของผู้ใช้ 5. ระบบบันทึกข้อมูลประเภทของผู้ใช้ลงฐานข้อมูล
Alternative Flow	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้ไม่ได้เป็นกลุ่มผู้ใช้ของระบบ
Post-condition	ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานระบบได้

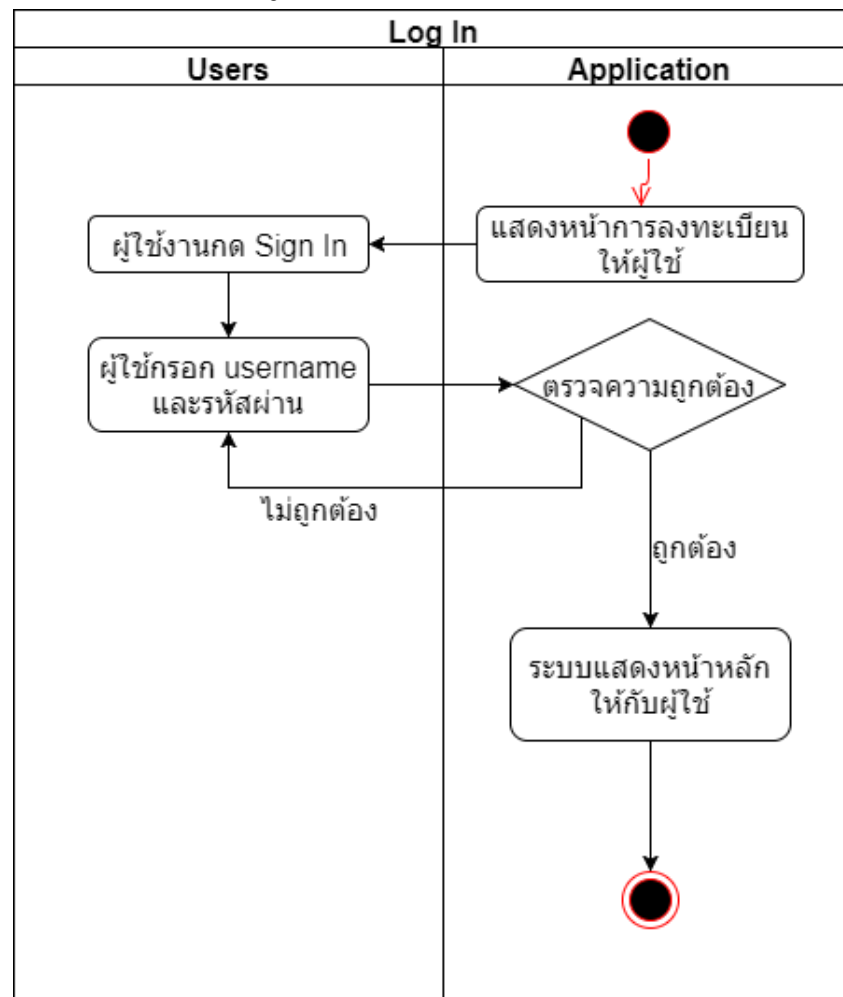
3.2.3 กรณีการใช้ Activity Diagram

3.2.3.1 Activity Diagram การสมัครสมาชิกของระบบ



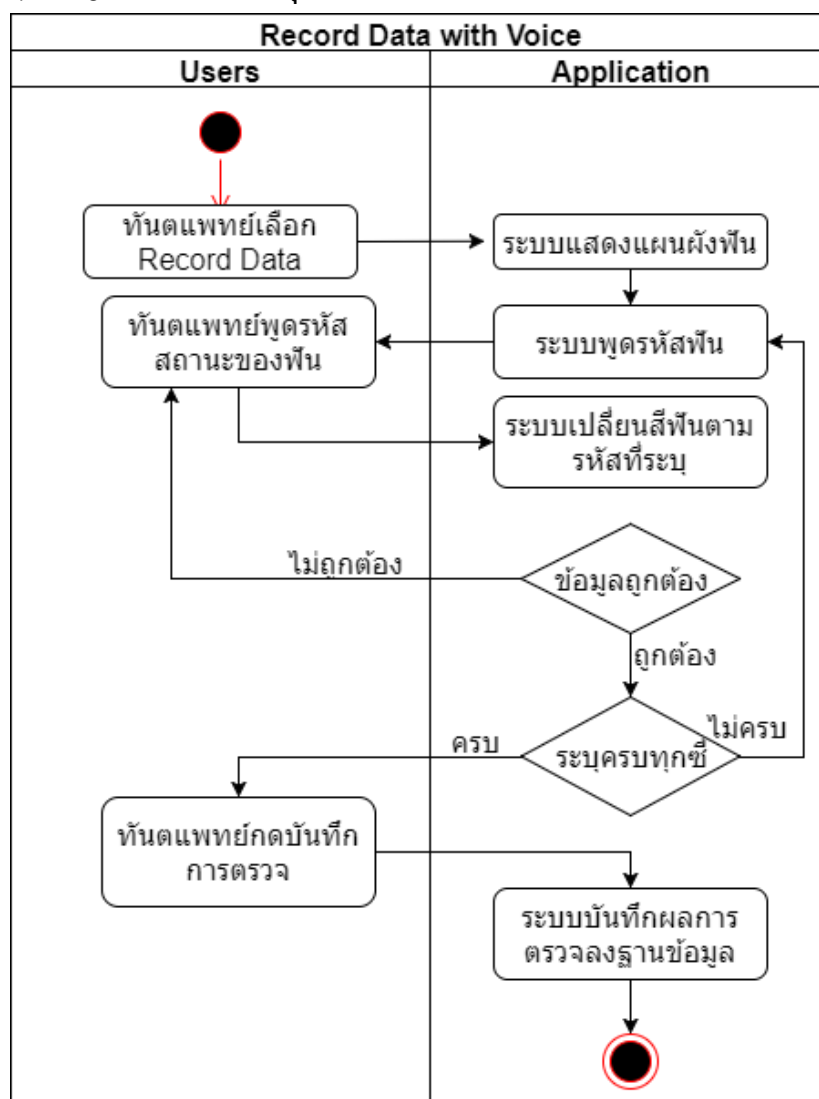
ภาพที่ 3.4 Activity Diagram การสมัครสมาชิก

3.2.3.2 Activity Diagram การเข้าสู่ระบบ



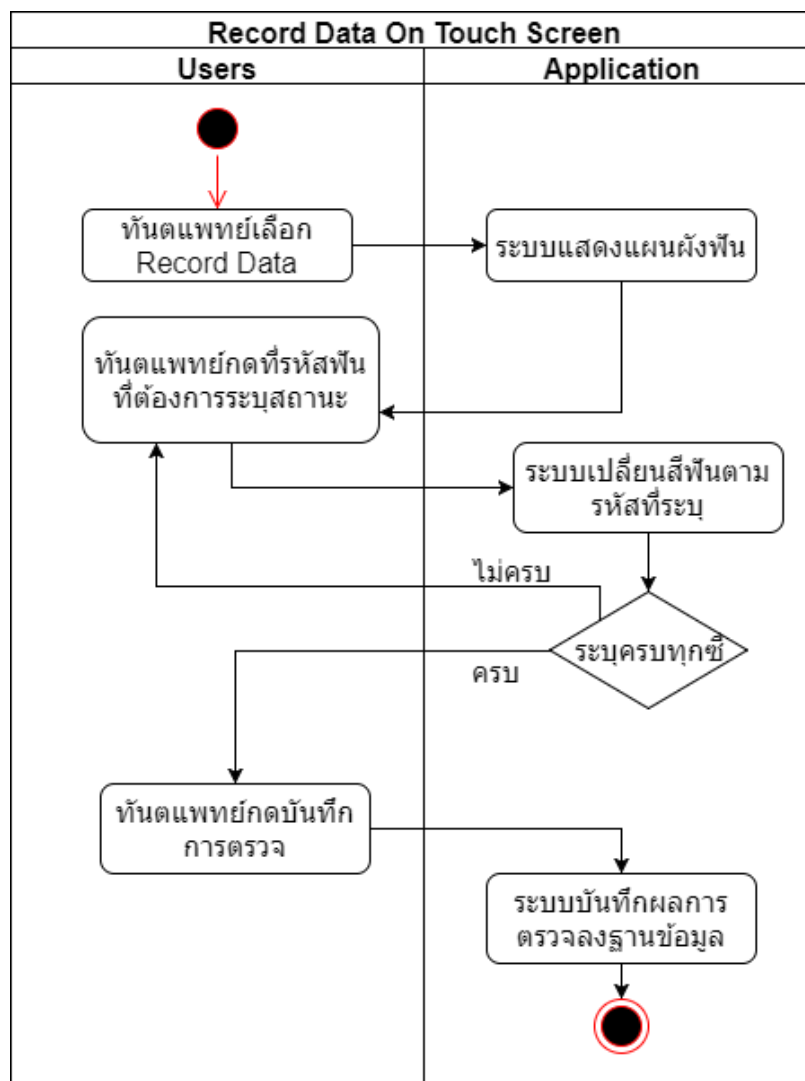
ภาพที่ 3.5 Activity Diagram การเข้าสู่ระบบ

3.2.3.3 Activity Diagram การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงของทันตแพทย์



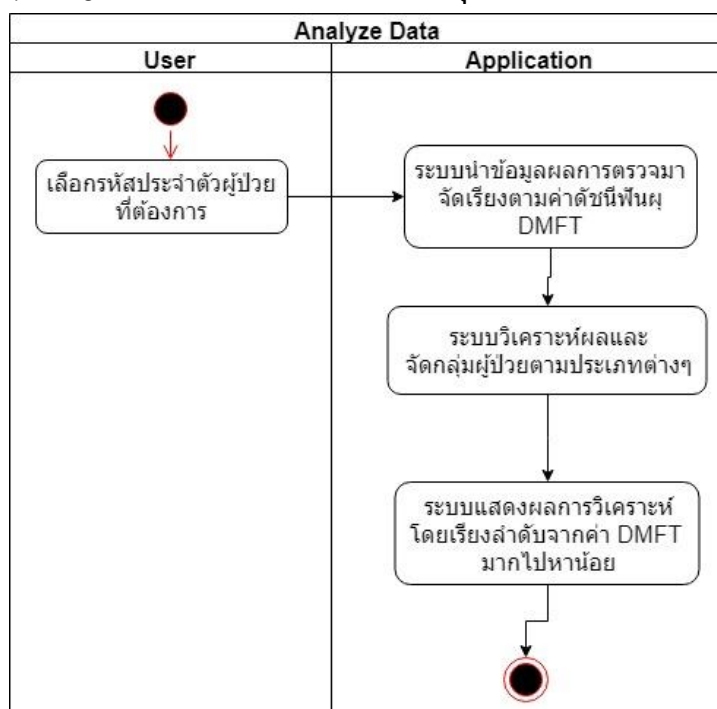
ภาพที่ 3.6 Activity Diagram การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงของทันตแพทย์

3.2.3.4 Activity Diagram การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยการสัมผัสบนหน้าจอของทันตแพทย์



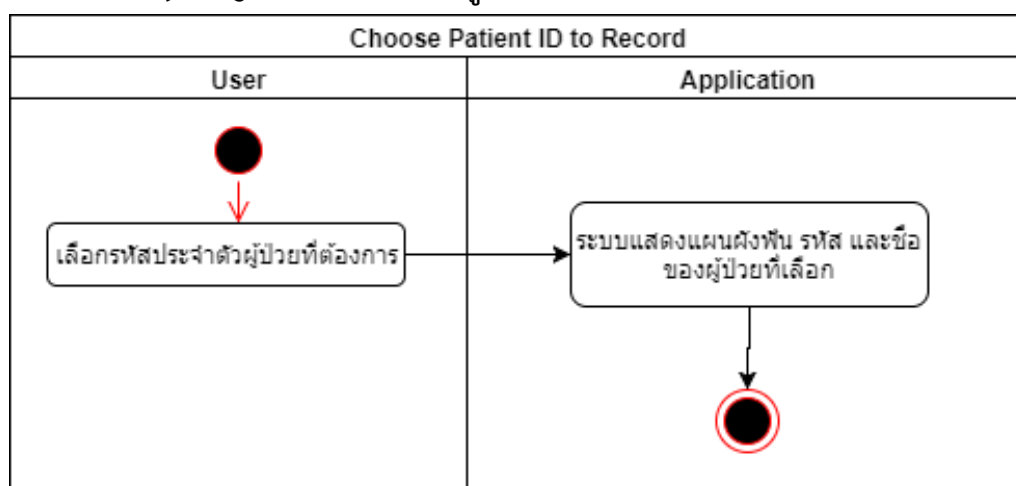
ภาพที่ 3.7 Activity Diagram การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยการสัมผัสบนหน้าจออุปกรณ์พกพาของทันตแพทย์

3.2.3.5 Activity Diagram การวิเคราะห์ผลการตรวจสุขภาพช่องปาก



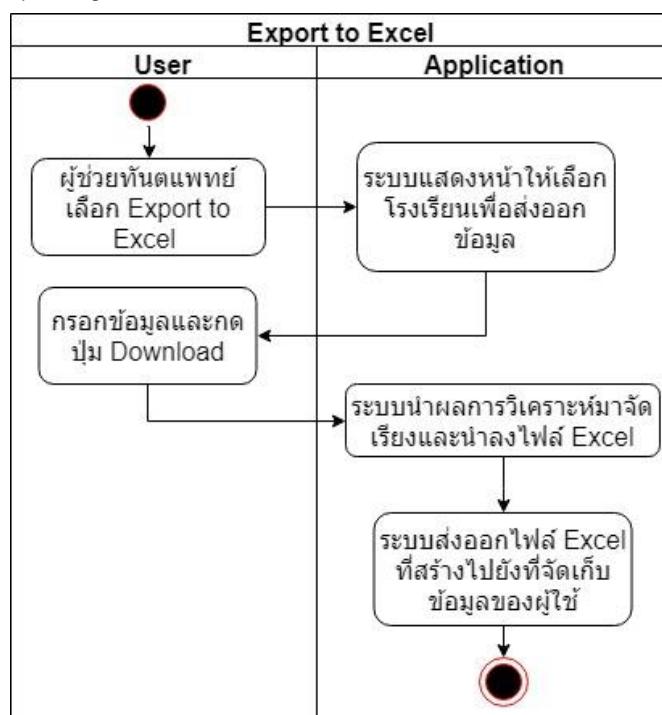
ภาพที่ 3.8 Activity Diagram การวิเคราะห์ผลการตรวจสุขภาพช่องปาก

3.2.3.6 Activity Diagram การเลือกรหัสผู้ป่วยในการตรวจ



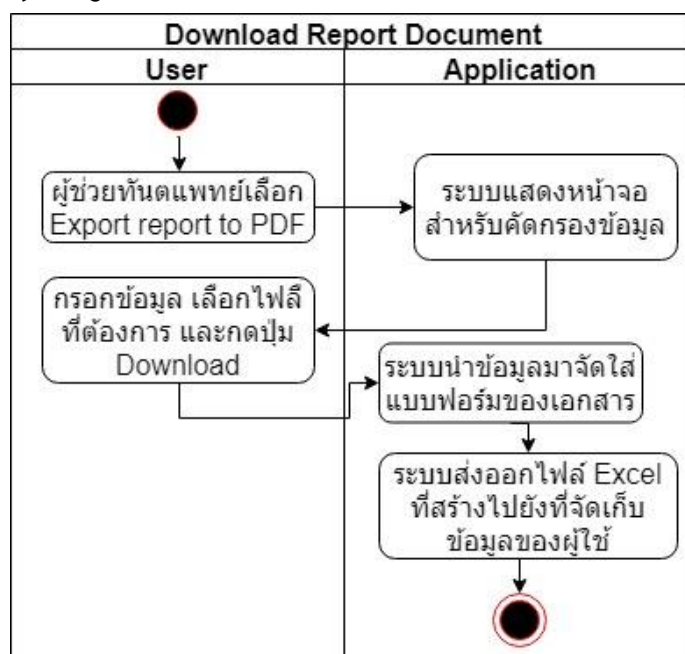
ภาพที่ 3.9 Activity Diagram การเลือกรหัสผู้ป่วยในการตรวจ

3.2.3.7 Activity Diagram การดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel



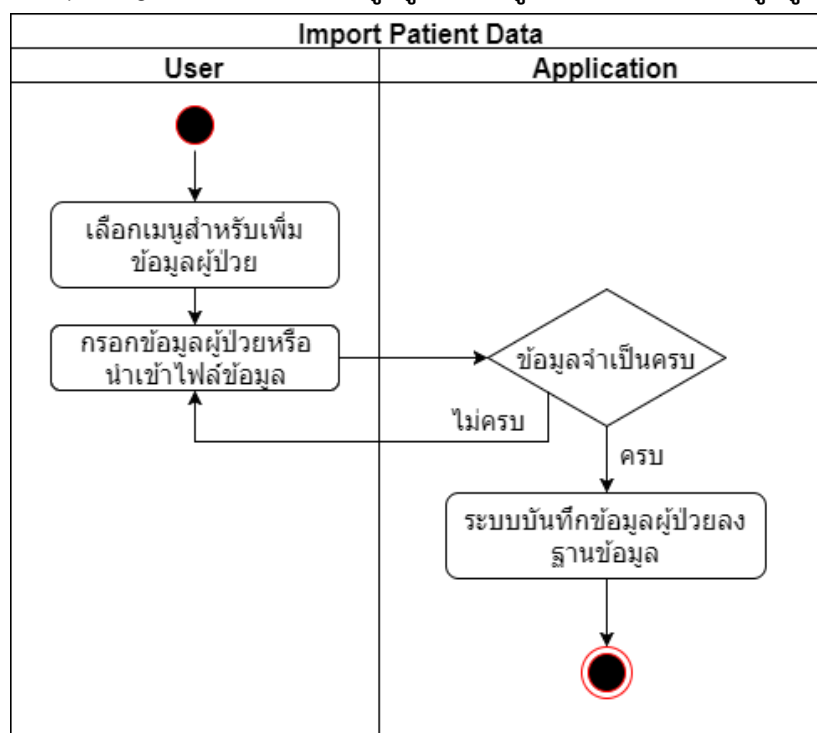
ภาพที่ 3.10 Activity Diagram การดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel

3.2.3.8 Activity Diagram การดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล



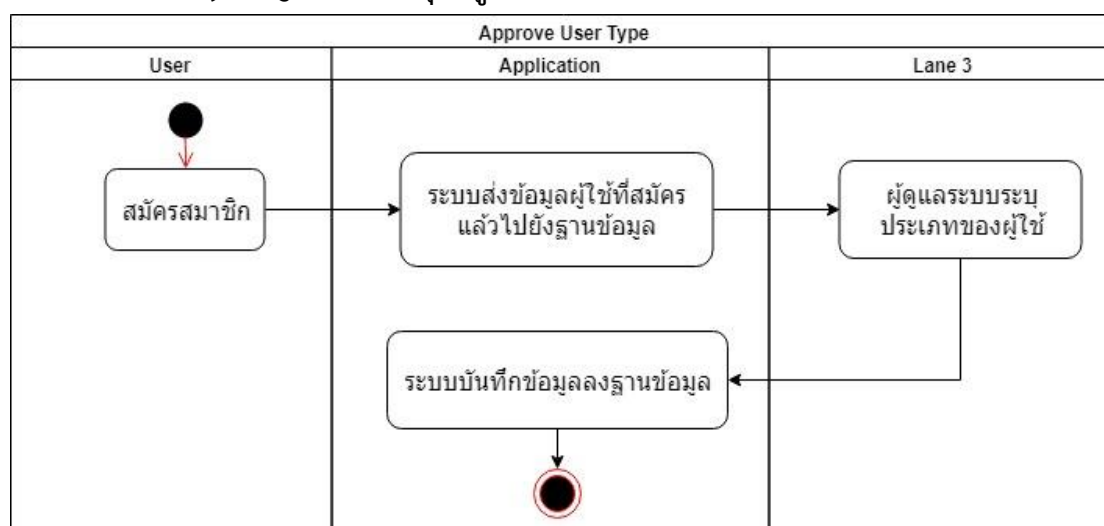
ภาพที่ 3.11 Activity Diagram การดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล

3.2.3.9 Activity Diagram การนำเข้าข้อมูลผู้ป่วยเข้าสู่ระบบและบันทึกข้อมูลผู้ป่วย



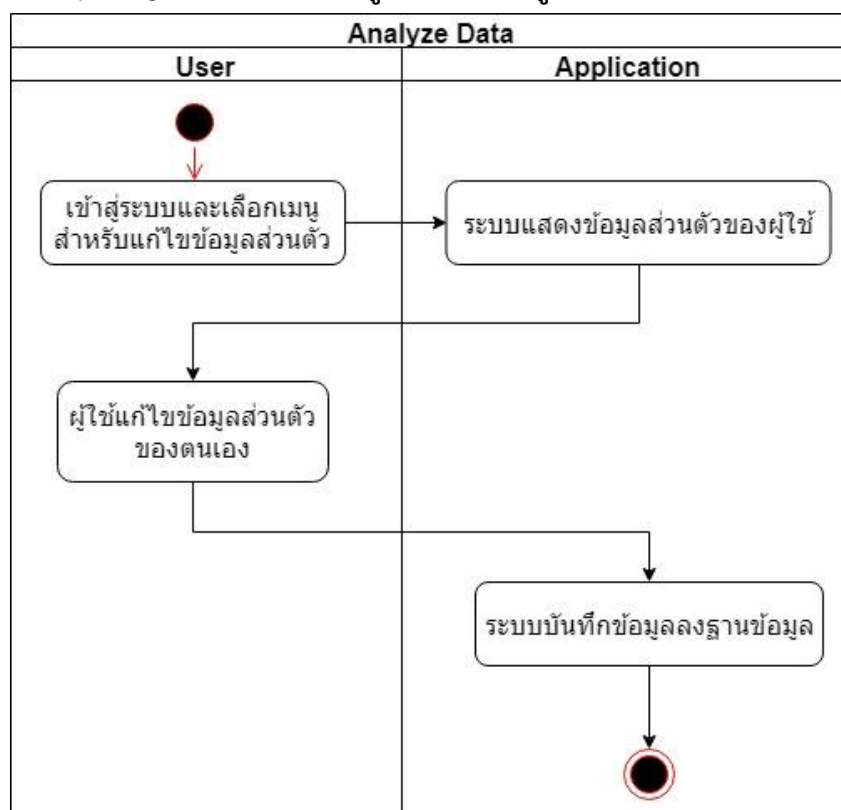
ภาพที่ 3.12 Activity Diagram การนำเข้าข้อมูลผู้ป่วยเข้าสู่ระบบและบันทึกข้อมูลผู้ป่วย

3.2.3.10 Activity Diagram การอนุมัติผู้ใช้ในการใช้งาน



ภาพที่ 3.13 Activity Diagram การอนุมัติผู้ใช้ในการใช้งาน

3.2.3.11 Activity Diagram การแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้



ภาพที่ 3.14 Activity Diagram การแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

3.3 ประเด็นที่น่าสนใจและสิ่งที่ท้าทายในการดำเนินการทำโครงการ

โครงสร้างระบบแอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปากมีประเด็นที่น่าสนใจและสิ่งที่ท้าทาย ได้แก่

1. การบันทึกข้อมูลโดยใช้เสียง
2. การทำให้การรู้จำเสียงสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต
3. การทำให้ระบบมีความถูกต้อง แม่นยำมากที่สุดเมื่อทันตแพทย์มีการสั่งงานผ่านเสียง
4. การใช้หลักการมองเห็นภาพ (Visualization) เพื่อแสดงสีของสถานะฟันแต่ละซี่ได้ชัดเจน
5. การลดขั้นตอนในการวิเคราะห์ผลและรายงานผลแก่ผู้ปกครองและกระทรวงสาธารณสุข

3.4 ผลลัพธ์ที่คาดหวัง

แอปพลิเคชันการรู้จำเสียงเพื่อบันทึกสภาวะสุขภาพช่องปากจะสามารถช่วยลดจำนวนบุคลากรที่ต้องใช้ในการบันทึกสุขภาพช่องปากโดยให้สามารถบันทึกผลด้วยทันตแพทย์เพียงคนเดียวได้ ลดทรัพยากรที่ต้องใช้ในการบันทึกผลได้และสามารถลดขั้นตอนในการวิเคราะห์ผลและรายงานผลแก่ผู้ปกครองของนักเรียนและกระทรวงสาธารณสุขได้

3.5 ระบบต้นแบบและผลลัพธ์เบื้องต้น

ตัวอย่างหน้าจอการทำงานจาก Use case ต่าง ๆ ของระบบมีดังนี้

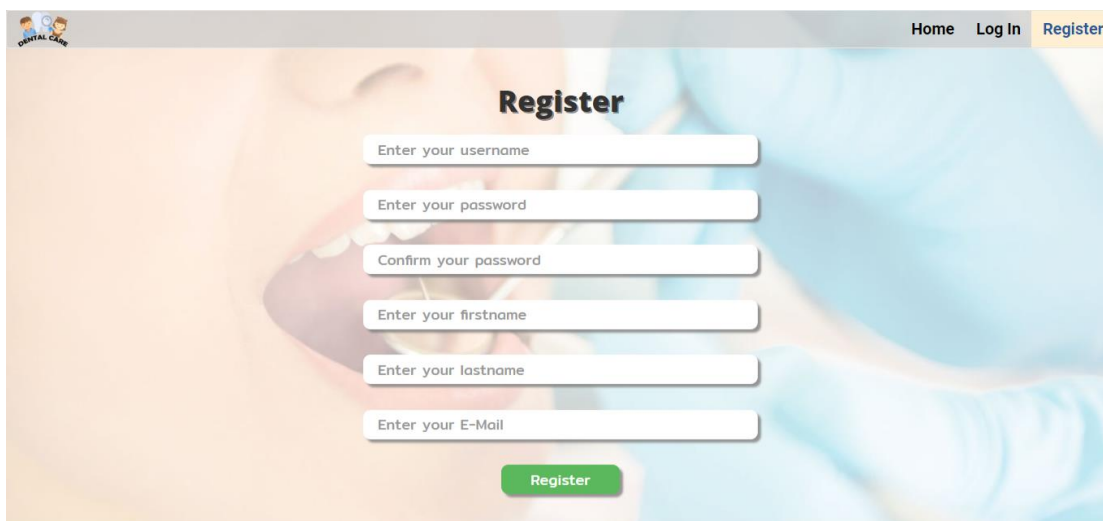
3.5.1 หน้าจอสำหรับสมัครสมาชิก

ภาพที่ 3.15 หน้าจอการสมัครสมาชิกบนโมบายแอปพลิเคชันของระบบ

กรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้เป็นสมาชิกของระบบ ผู้ใช้ต้องสมัครสมาชิกก่อน โดยข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องกรอก ได้แก่

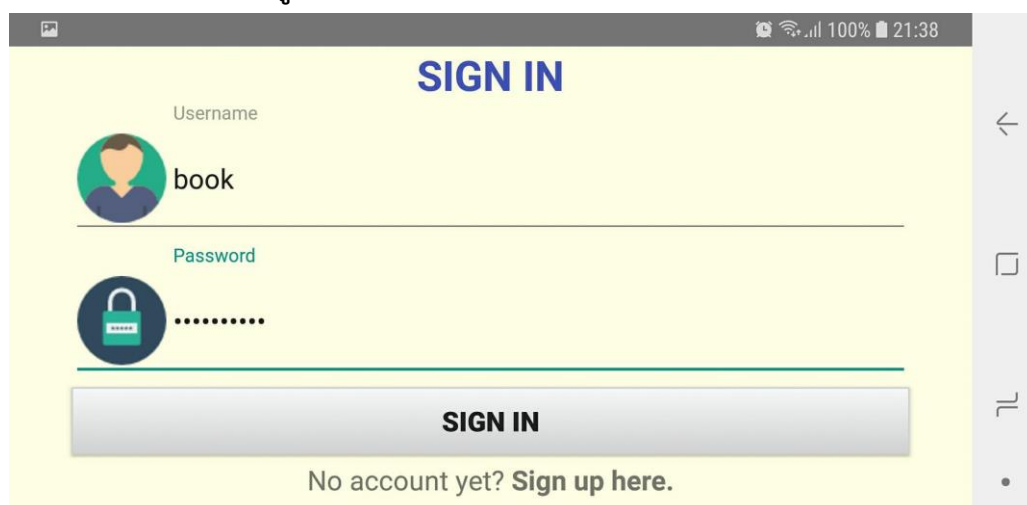
- ชื่อผู้ใช้ (Username)
- ชื่อจริงของผู้ใช้ (Name)
- นามสกุลของผู้ใช้ (Last name)
- รหัสผ่านของผู้ใช้ (Password)
- ยืนยันรหัสผ่านของผู้ใช้อีกครั้ง (Confirm Password)

เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลครบถ้วน กดปุ่ม SIGN UP ระบบจะสมัครสมาชิกให้กับผู้ใช้และพาผู้ใช้ไปยังหน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบอีกครั้ง โดยผู้ใช้สามารถใช้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ใช้เพื่อเข้าสู่ระบบได้ทันที นอกจากการสมัครสมาชิกผ่านโมบายแอปพลิเคชันแล้ว ระบบยังรองรับการสมัครสมาชิกผ่านเว็บแอปพลิเคชันของระบบโดยข้อมูลที่กรอกจะเหมือนกับข้อมูลในการสมัครสมาชิกในโมบายแอปพลิเคชัน โดยเมื่อสมัครเสร็จแล้ว ระบบจะพาไปที่หน้าเข้าสู่ระบบของเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.16 หน้าจอการสมัครสมาชิกผ่านเว็บแอปพลิเคชันของระบบ

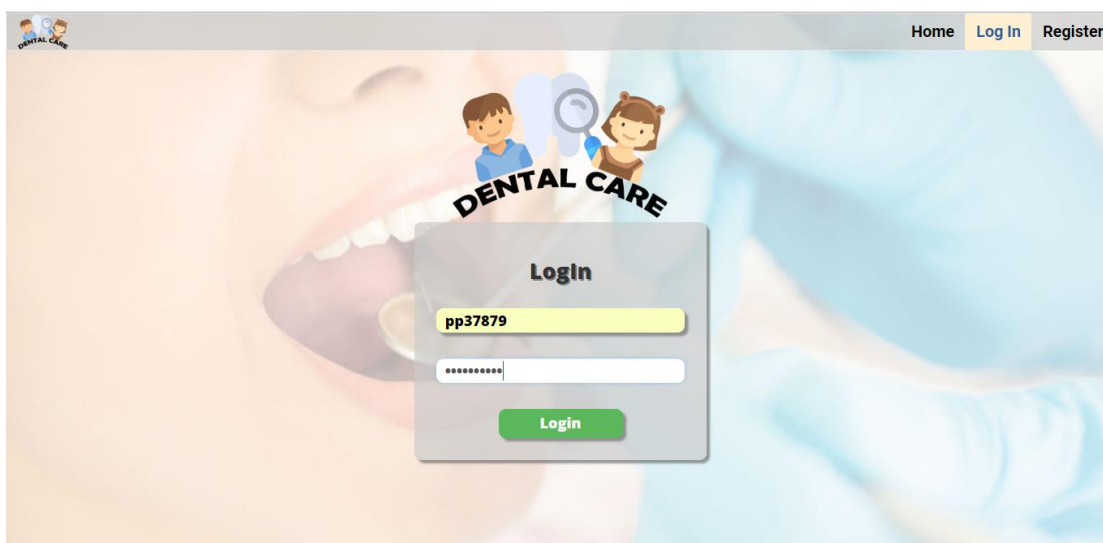
3.5.2 หน้าจอสำหรับเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 3.17 หน้าจอการเข้าสู่ระบบ

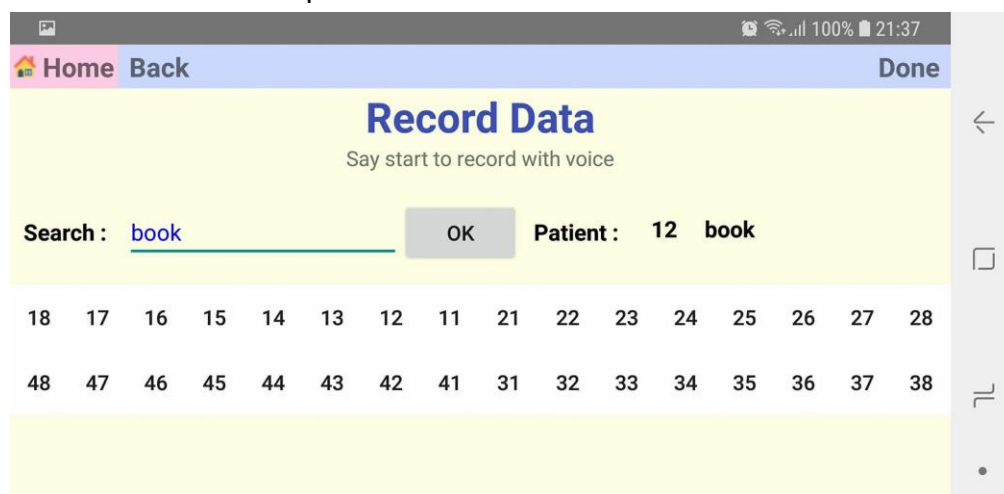
เป็นหน้าจอสำหรับให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานระบบต่อไป โดยผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูล ได้แก่ ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านของผู้ใช้ที่มีความยาวไม่ต่ำกว่า 8 ตัวอักษร เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลเสร็จสิ้นและกดปุ่ม SIGN IN ระบบจะนำไปสู่หน้าเมนูเพื่อให้ผู้ใช้เลือกใช้งานระบบต่อไป

ในการเข้าสู่ระบบของเว็บแอปพลิเคชัน ระบบจะให้ผู้ใช้กรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของผู้ใช้เหมือนกับในส่วนของโมบายแอปพลิเคชัน โดยมีหน้าจอดังรูปที่ 3.18

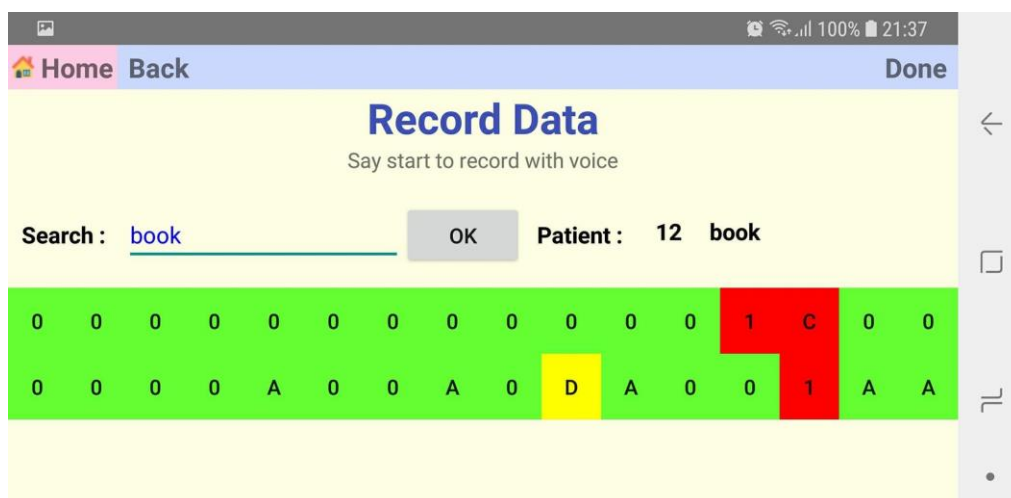


ภาพที่ 3.18 หน้าจอการเข้าสู่ระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันของระบบ

3.5.3 หน้าจอสำหรับบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงและผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ



ภาพที่ 3.19 หน้าจอสำหรับบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงและผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ



ภาพที่ 3.20 หน้าจอการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียงและผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ

เมื่อผู้ใช้งานต้องการบันทึกผลสุขภาพช่องปาก ผู้ใช้จะต้องระบุชื่อหรือรหัสของผู้ป่วย และเมื่อกดปุ่ม OK ระบบจะพูดเสียงรหัสฟันให้กับผู้ใช้ ผู้ใช้ต้องตอบรหัสสถานะของฟันแก่ระบบเพื่อที่ระบบจะนำเสียงที่ได้รับไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าและเปลี่ยนสีและตัวอักษรของฟันซึ่งดังกล่าวเป็นสีและรหัสตามสถานะต่าง ๆ โดยสีจะถูกแบ่งตามสถานะของฟัน ดังนี้

1. รหัส 0 A จะแสดงเป็นสีเขียว
2. รหัส 1 2 B และ C จะแสดงเป็นสีแดง
3. รหัส 3 D และ G จะแสดงเป็นสีเหลือง
4. รหัส 4 และ E จะแสดงเป็นสีส้ม
5. รหัส 8 และ 9 จะใช้สีพื้นหลังของแอปพลิเคชัน

หรือในกรณีที่ต้องการแก้ไขข้อมูลผ่านการสัมผัสบนหน้าจอ ผู้ใช้สามารถกดที่รหัสฟันที่ต้องการจะแก้ไขระบบจะเปลี่ยนสีฟันตามสถานะของฟันและเปลี่ยนตัวอักษรตามรหัสของสถานะฟันต่างๆ เรียงลำดับจากสีเขียว สีแดง สีเหลือง สีส้ม และสีพื้นหลังตามลำดับ เพื่อที่ผู้ช่วยทันตแพทย์จะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ทันทีเมื่อเกิดความผิดพลาด

และจาก Use Case หัวข้อเลือกผู้ป่วยในการตรวจ กรณีที่ผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจไม่ได้เรียงลำดับเข้ามาหรือเกิดจากเวลาในการตรวจที่ไม่เท่ากัน ส่งผลให้ผู้ป่วยที่มาเข้ารับการตรวจไม่ตรงตามที่คิดไว้ ผู้ใช้สามารถเลือกรหัสผู้ป่วยได้ที่ช่องข้อความค้นหา โดยเลือกรหัสผู้ป่วยหรือชื่อของผู้ป่วยที่ต้องการจะตรวจและกดที่ปุ่ม OK ระบบจะเปลี่ยนหน้าจอไปยังแผนผังฟันของผู้ป่วยคนดังกล่าวและเมื่อเลือกเสร็จ ผู้ใช้สามารถบันทึกผลได้ตามปกติและเมื่อผู้ใช้งานบันทึกผลเสร็จสิ้นสามารถกดที่ปุ่ม Done เพื่อเป็นการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลต่อไป

3.5.4 หน้าจอสำหรับวิเคราะห์ผลการบันทึกสุขภาพช่องปาก

ภาพที่ 3.21 หน้าจอการวิเคราะห์ผลการบันทึกสุขภาพช่องปาก

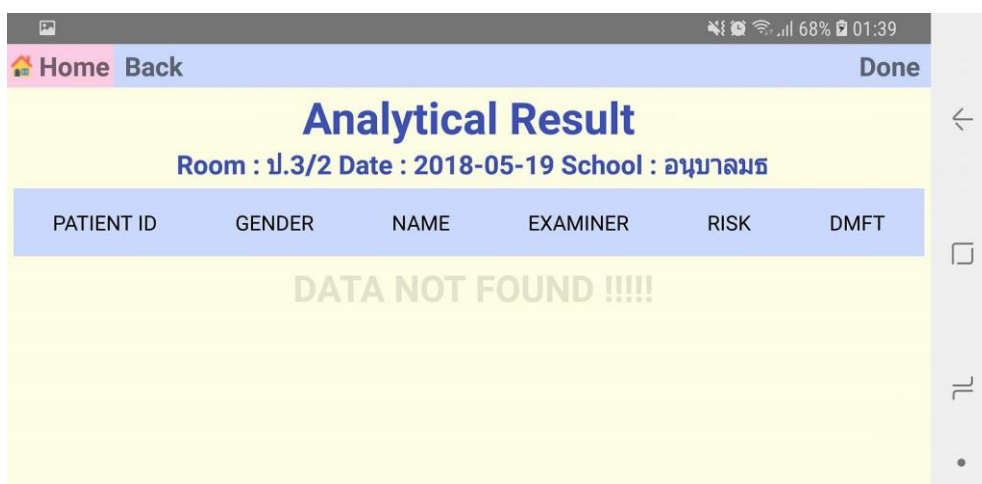
เมื่อผู้ใช้งานต้องการวิเคราะห์ผลผู้ใช้งานต้องเลือกที่เมนู Analyze data โดยที่หน้าจอวิเคราะห์ผลจะแสดงตัวคัดกรองให้กับผู้ใช้งานเลือกคัดกรองข้อมูลก่อน โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลวันที่ที่ตรวจ ห้องเรียน และโรงเรียนของนักเรียนหลังจากนั้นเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม ANALYZE ระบบจะแสดงหน้าจอวิเคราะห์ผล ซึ่งจะประกอบด้วยห้องเรียนของนักเรียน วันที่ที่ตรวจ และโรงเรียน

ตารางผลการวิเคราะห์จะแสดงรหัสประจำตัวผู้ป่วย เพศ ชื่อ-นามสกุล ชื่อแพทย์ผู้ตรวจ และความเสี่ยงโดยจะแสดงเป็นแถบสถานะที่แบ่งเป็นสีตามความเสี่ยงพร้อมระบุตัวเลขที่เป็นค่าดัชนีฟันผุ (DMFT) เพื่อแสดงถึงระดับความเสี่ยงของผู้เข้ารับการตรวจ ดังภาพที่ 3.22

PATIENT ID	GENDER	NAME	EXAMINER	RISK	DMFT
1	male	สมชาย สมพงษ์	pp37879		0

ภาพที่ 3.22 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์

กรณีที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลผิดหรือไม่มีข้อมูลในระบบ แอปพลิเคชันจะแสดงข้อความ DATA NOT FOUND เพื่อให้ผู้ใช้ไปกรอกข้อมูลหน้าคัดกรองข้อมูลใหม่อีกครั้ง ดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์

3.5.5 หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วย

DENTAL CARE

MenubookLog Out

Student Information

ชื่อโรงเรียน

ที่ตั้งของโรงเรียน

ชื่อ-สกุลนักเรียน

Gender

ชาย

หญิง

Date of Birth

วว/ดด/ปปปป

ที่อยู่ของนักเรียน

สัญชาติ

ศาสนา

ชื่อ-สกุลบิดา

ชื่อ-สกุลมารดา

Father's Status

Mother's Status

อาชีพของบิดา

อาชีพของมารดา

ชื่อ-สกุลผู้ปกครอง

เบอร์โทรศัพท์ผู้ปกครอง

ที่อยู่ของผู้ปกครอง

ชื่อครูประจำชั้น

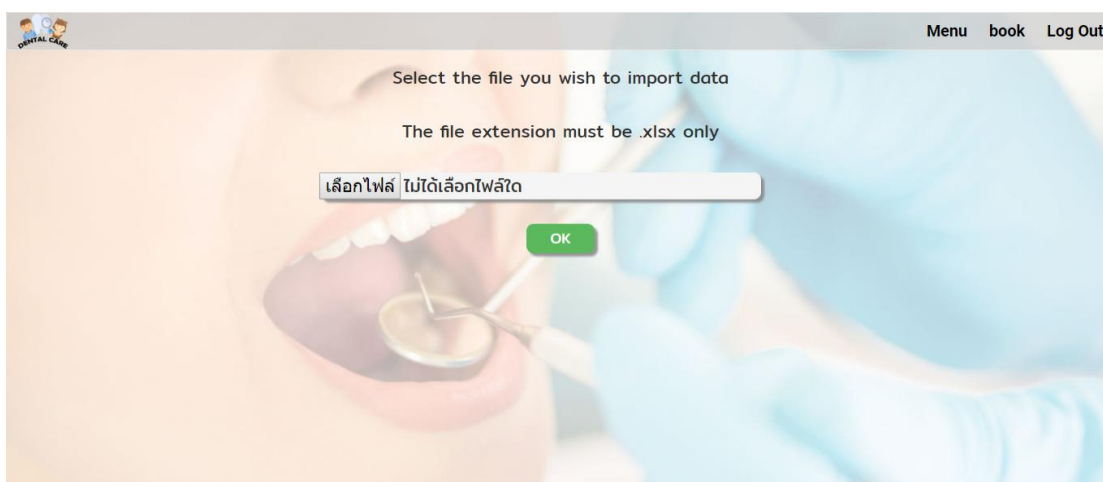
ชื่อผู้อำนวยการของโรงเรียน

ห้องเรียน

Add Information

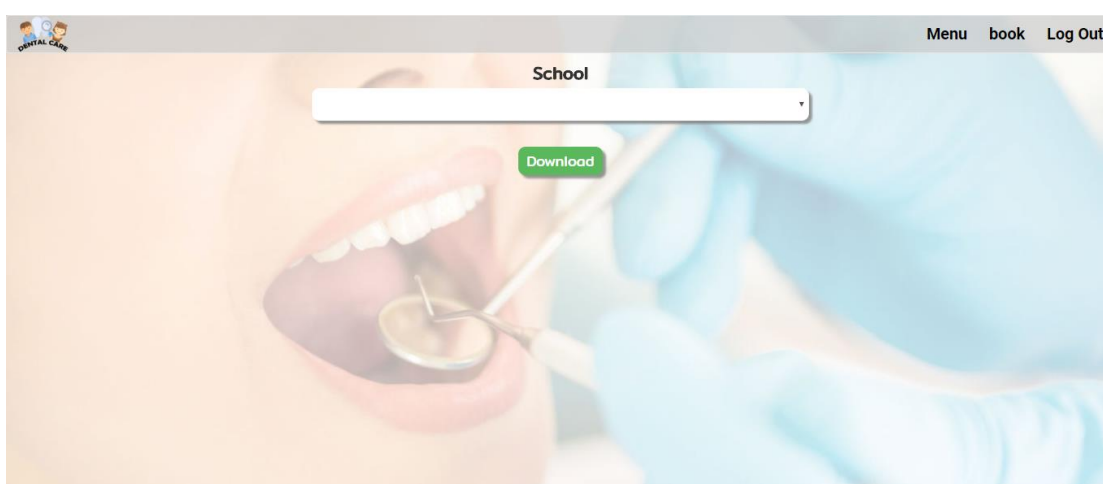
ภาพที่ 3.24 หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วย

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบและเลือก Add Patient Information แล้ว ระบบจะแสดงหน้าจอให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลของนักเรียน โดยเมื่อกรอกเสร็จและกดยืนยัน ระบบจะบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลทันที และนอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถนำเข้าข้อมูลผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel ได้โดยเลือกที่เมนู Import Via Excel ระบบจะแสดงหน้าจอดังภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 หน้าจอสำหรับการเพิ่มข้อมูลผู้ป่วยผ่านการนำเข้าเอกสาร Excel

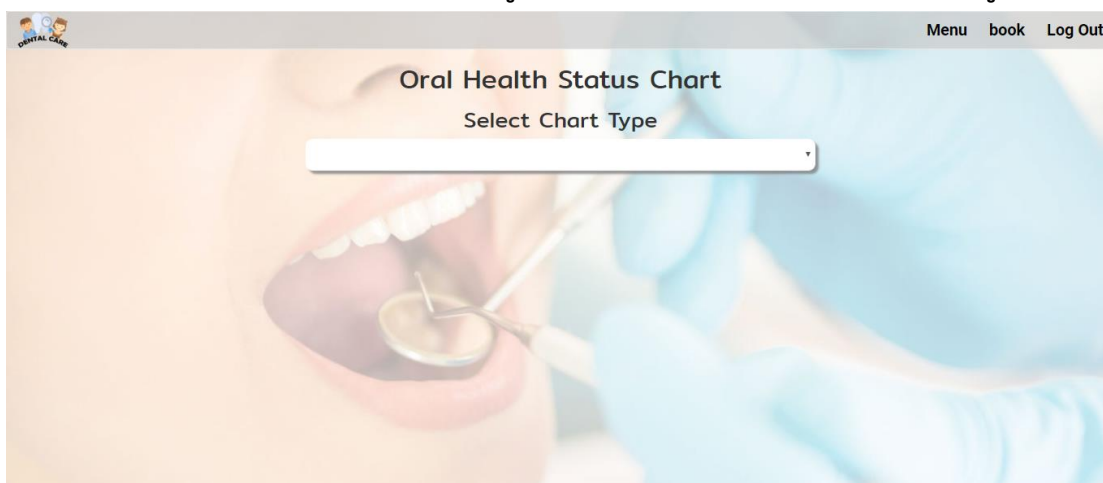
3.5.6 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล



ภาพที่ 3.26 หน้าจอดาวน์โหลดเอกสารรายงานแบบ Excel

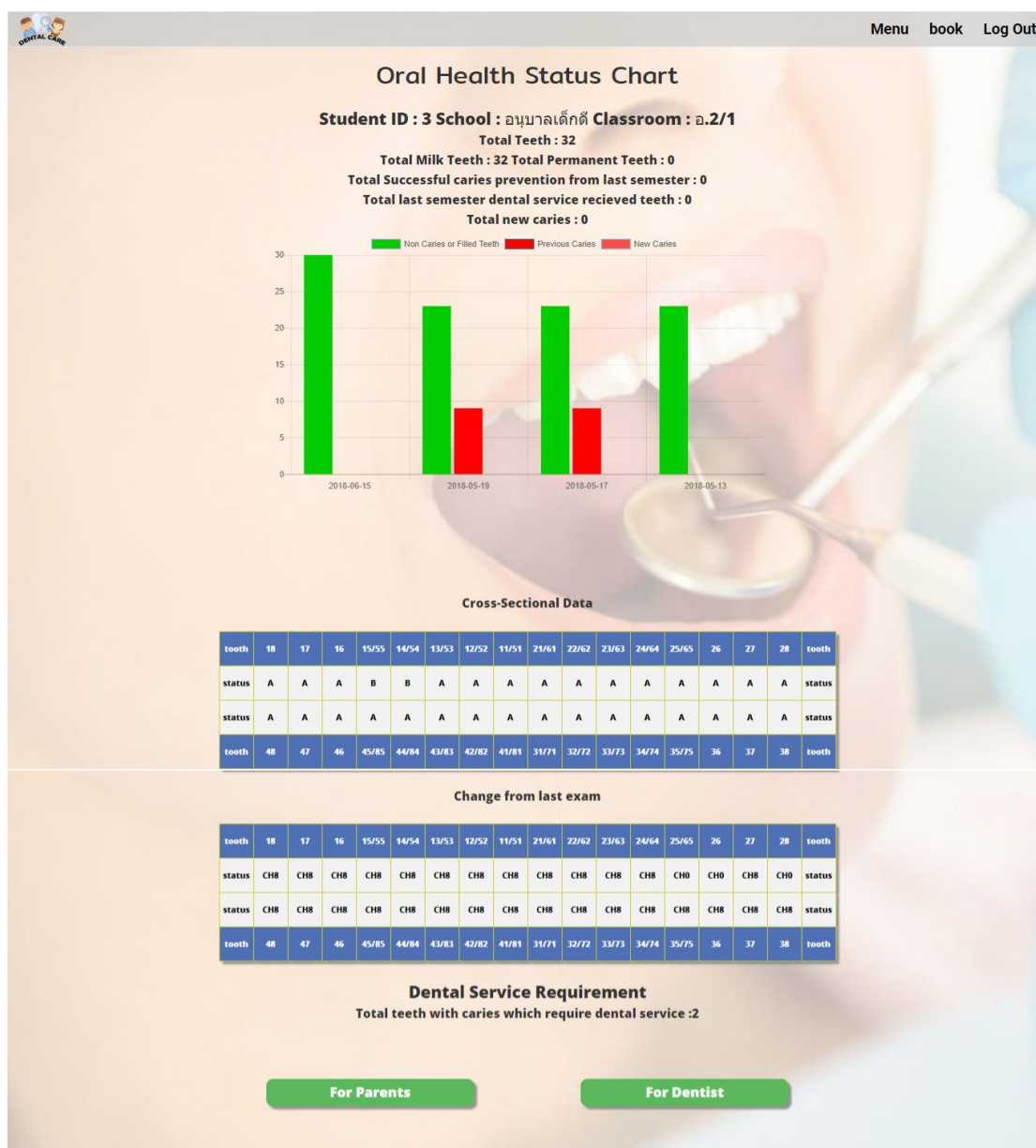
เมื่อผู้ใช้งานต้องการดาวน์โหลดเอกสาร Excel ที่เป็นรายงานผลการตรวจสามารถกดเลือกที่เมนู Download Excel Result โดยผู้ใช้งานต้องเลือกโรงเรียนที่ต้องการทราบผลและเมื่อกดปุ่ม Download ระบบจะให้ผู้ใช้เลือกที่จัดเก็บข้อมูล และระบบจะบันทึกข้อมูลดังกล่าวไปยังที่จัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้ทันที

3.5.7 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการของผู้ป่วย

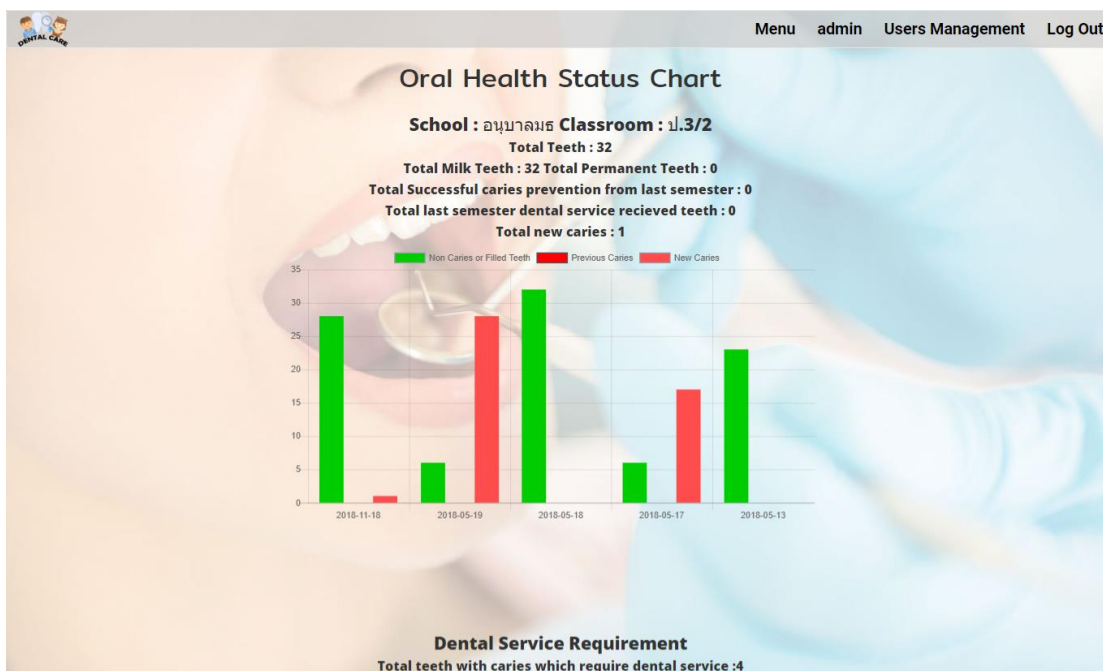


ภาพที่ 3.27 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการของผู้ป่วย

เมื่อผู้ใช้ต้องการดูผลการตรวจของผู้ป่วยในรูปแบบของแผนภูมิ สามารถเลือกได้ที่เมนู Analysis Chart โดยผู้ใช้จะต้องเลือกประเภทของข้อมูลได้แก่ ระดับบุคคล และระดับห้องเรียน เมื่อผู้ใช้เลือกข้อมูลเสร็จสิ้น ระบบจะแสดงหน้าจอที่เป็นแผนภูมิการวิเคราะห์ กรณีผู้ใช้เลือกระดับบุคคล ผู้ใช้สามารถเลือกดาวน์โหลดเอกสารได้ผ่านการกดปุ่ม for parent หรือ for dentist โดยเอกสารจะเป็นเอกสารรูปแบบ PDF ซึ่งระบบจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 3.28 และระดับห้องเรียนดังภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.28 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการของผู้ป่วย



ภาพที่ 3.29 หน้าจอสำหรับการดาวน์โหลดแผนภูมิผลการตรวจและการติดตามอาการของผู้ป่วย

3.5.8 หน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้

Edit Profile

Firstname: mj

Lastname: jt

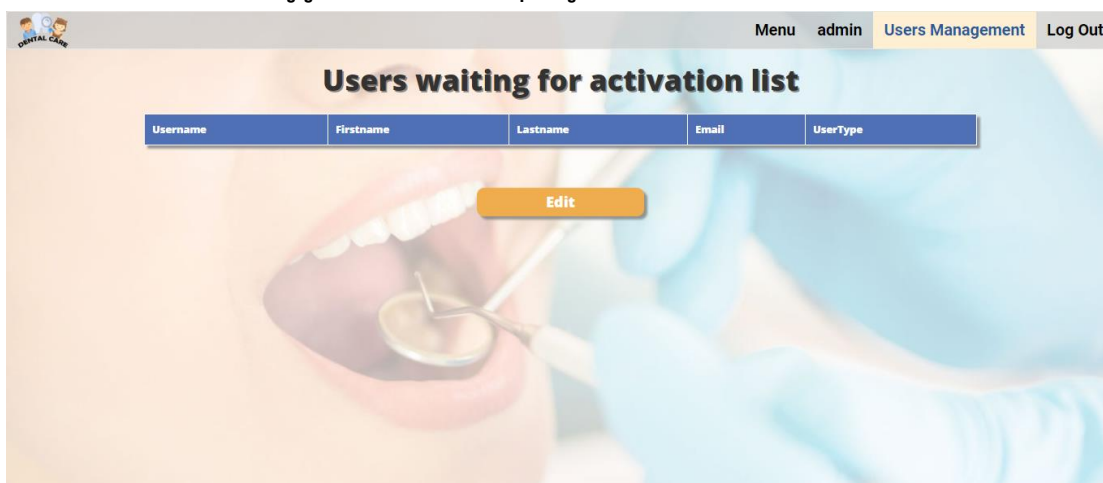
Email: book@gmail.com

[Edit](#)

ภาพที่ 3.30 หน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตนเองได้ โดยเลือกกดที่แถบเมนูด้านบน กดที่ชื่อผู้ใช้งานของตนเอง ระบบจะแสดงหน้าจอให้ผู้ใช้งานแก้ไขข้อมูลโดยผู้ใช้งานสามารถแก้ไขชื่อ นามสกุลและอีเมลได้

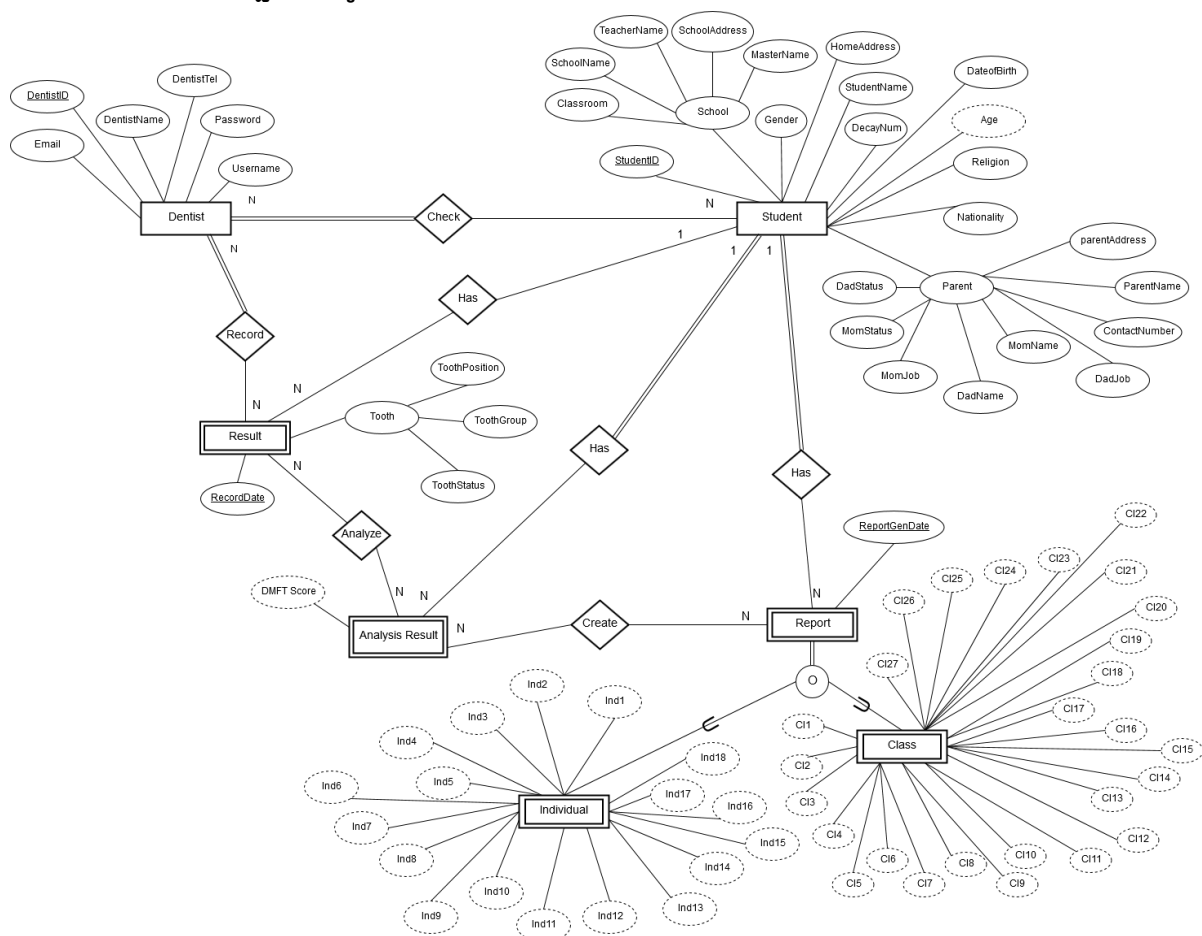
3.5.9 หน้าจอสำหรับผู้ดูแลระบบในการอนุมัติผู้ใช้ในการใช้งาน



ภาพที่ 3.31 หน้าจอสำหรับผู้ดูแลระบบในการอนุมัติผู้ใช้ในการใช้งาน

เมื่อผู้ใช้งานมีการสมัครสมาชิกเสร็จสิ้น ในการสมัครสมาชิกครั้งแรกผู้ใช้งานจะยังไม่สามารถเข้าใช้งานระบบได้ ผู้ดูแลระบบต้องอนุมัติประเภทให้กับผู้ใช้งานก่อน เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เข้าใช้งานระบบได้ โดยเมื่อผู้ดูแลระบบเข้าใช้งานระบบ สามารถเลือกที่เมนู User Management เพื่อตรวจสอบว่ามีผู้ใช้งานสมัครสมาชิกเข้ามาใหม่หรือไม่ หากมีก็ทำการระบุประเภทให้กับผู้ใช้งาน และกดปุ่ม Edit เพื่อเป็นการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบ

3.5.10 การออกแบบฐานข้อมูลของระบบ



ภาพที่ 3.32 E-R Diagram ของระบบโดยรวม

ตาราง Student เก็บข้อมูลที่จำเป็นของนักเรียนในการออกตรวจตามโรงเรียน โดยข้อมูลที่เก็บประกอบไปด้วย รหัสประจำตัวของนักเรียน ชื่อจริง นามสกุล อายุ เพศ โรงเรียน ห้องเรียน ชื่อครูประจำชั้น รวมไปถึงข้อมูลของบิดา มารดา และผู้ปกครองของนักเรียน

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Student

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference Table
studentID	รหัสประจำตัวนักเรียน	Integer	11	Primary Key	
studentName	ชื่อ-นามสกุลนักเรียน	Varchar	100		
gender	เพศของนักเรียน	Varchar	10		
dateOfBirth	วันเดือนปีเกิดของนักเรียน	Date			
age	อายุของนักเรียน	Integer	11		
schoolName	โรงเรียน	Varchar	150		
schoolAddr	ที่อยู่ของโรงเรียน	Varchar	200		
classroom					
nationality	สัญชาติ	Varchar	20		
religion	ศาสนา	Varchar	20		
dadName	ชื่อ-นามสกุลของพ่อของนักเรียน	Varchar	100		
momName	ชื่อ-นามสกุลของแม่ของนักเรียน	Varchar	100		
dadStatus	สถานภาพของพ่อ	Varchar	25		
momStatus	สถานภาพของแม่	Varchar	25		
dadJob	อาชีพของพ่อ	Varchar	50		

momJob	อาชีพของแม่	Varchar	50		
parentName	ชื่อ-นามสกุลของ ผู้ปกครองของนักเรียน	Varchar	100		
parentTel	เบอร์ติดต่อของ ผู้ปกครอง	Varchar	10		
parentAddr	ที่อยู่ของผู้ปกครอง	Varchar	200		
teacherName	ชื่อของครูประจำชั้น	Varchar	100		
masterName	ชื่อของครูใหญ่	Varchar	100		

ตาราง Dentist เก็บข้อมูลของทันตแพทย์ข้อมูลที่ถูกเก็บประกอบไปด้วย รหัสประจำตัวของทันตแพทย์ รหัสนักศึกษา หรือรหัสประจำตัวผู้ช่วยทันตแพทย์ ชื่อผู้ใช้งาน ชื่อจริง นามสกุล อีเมลล์ และรหัสผ่าน

ตารางที่ 3.17 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Dentist

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference Table
Den_ID	หมายเลขประจำตัวของชื่อผู้ใช้งาน	Integer	11	Primary Key	
Den_Username	ชื่อเข้าใช้งานของทันตแพทย์	Varchar	20	Unique Key	
Den_Password	รหัสผ่านในการใช้งานระบบ	Varchar	60		
Den_Firstname	ชื่อจริงของทันตแพทย์	Varchar	100		

Den_Lastname	นามสกุลของทันตแพทย์	Varchar	100		
Den_Email	อีเมลล์ของทันตแพทย์	Varchar	50		
User_Type	ประเภทผู้ใช้งาน	Integer	11		

ตาราง Record_Result เก็บข้อมูลการตรวจฟันโดยจะเก็บ รหัสประจำตัวของผู้ป่วย ชื่อใช้งานของผู้ตรวจ วันที่ตรวจ รหัสสถานะของฟันแต่ละซี่ และสถานะการวิเคราะห์ผล

ตารางที่ 3.18 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Record_Result

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference Table
result_id	รหัสประจำผลตรวจ	Integer	11	Primary Key	
student_id	รหัสประจำตัวนักเรียนที่ถูกตรวจ	Integer	11	Foreign Key	Student
student_name	ชื่อ-นามสกุลของนักเรียน	Varchar	1	Foreign Key	Student
tooth_11	ตำแหน่งฟันที่ 11/51	Varchar	1		
tooth_12	ตำแหน่งฟันที่ 12/52	Varchar	1		
tooth_13	ตำแหน่งฟันที่ 13/53	Varchar	1		
tooth_14	ตำแหน่งฟันที่ 14/54	Varchar	1		
tooth_15	ตำแหน่งฟันที่ 15/55	Varchar	1		
tooth_16	ตำแหน่งฟันที่ 16	Varchar	1		

tooth_17	ตำแหน่งฟันที่ 17	Varchar	1		
tooth_18	ตำแหน่งฟันที่ 18	Varchar	1		
tooth_21	ตำแหน่งฟันที่ 21/61	Varchar	1		
tooth_22	ตำแหน่งฟันที่ 22/62	Varchar	1		
tooth_23	ตำแหน่งฟันที่ 23/63	Varchar	1		
tooth_24	ตำแหน่งฟันที่ 24/64	Varchar	1		
tooth_25	ตำแหน่งฟันที่ 25/65	Varchar	1		
tooth_26	ตำแหน่งฟันที่ 26	Varchar	1		
tooth_27	ตำแหน่งฟันที่ 27	Varchar	1		
tooth_28	ตำแหน่งฟันที่ 28	Varchar	1		
tooth_31	ตำแหน่งฟันที่ 31/71	Varchar	1		
tooth_32	ตำแหน่งฟันที่ 32/72	Varchar	1		
tooth_33	ตำแหน่งฟันที่ 33/73	Varchar	1		
tooth_34	ตำแหน่งฟันที่ 34/74	Varchar	1		
tooth_35	ตำแหน่งฟันที่ 35/75	Varchar	1		
tooth_36	ตำแหน่งฟันที่ 36	Varchar	1		
tooth_37	ตำแหน่งฟันที่ 37	Varchar	1		
tooth_38	ตำแหน่งฟันที่ 38	Varchar	1		
tooth_41	ตำแหน่งฟันที่ 41/81	Varchar	1		
tooth_42	ตำแหน่งฟันที่ 42/82	Varchar	1		

tooth_43	ตำแหน่งฟันที่ 43/83	Varchar	1		
tooth_44	ตำแหน่งฟันที่ 44/84	Varchar	1		
tooth_45	ตำแหน่งฟันที่ 45/85	Varchar	1		
tooth_46	ตำแหน่งฟันที่ 46	Varchar	1		
tooth_47	ตำแหน่งฟันที่ 47	Varchar	1		
tooth_48	ตำแหน่งฟันที่ 48	Varchar	1		
record_date	วันที่บันทึกผลการ ตรวจ	Date			
dentist_username	ชื่อผู้ใช้ของทันต แพทย์ผู้ตรวจ	Varchar	20	Foreign Key	Dentist
analyze_status	สถานะของการ วิเคราะห์ข้อมูล	Integer	11		

ตาราง Analysis_Result เก็บข้อมูลผลการวิเคราะห์จากการบันทึกสุขภาพช่องปาก ข้อมูลที่เก็บประกอบไปด้วยรหัสของผลการวิเคราะห์ซึ่งระบบจะสร้างขึ้นให้ รหัสประจำตัวของนักเรียนชื่อของผู้ตรวจ,วันที่ตรวจ,กลุ่มระบุความเปลี่ยนแปลงของฟันแต่ละซี่เมื่อเทียบกับการตรวจครั้งที่ผ่านมา จำนวนฟันปกติของฟันน้ำนมและฟันแท้ และค่าดัชนีฟันผุของฟันน้ำนม (dmft) และค่าดัชนีฟันผุของฟันแท้ (DMFT)

ตารางที่ 3.19 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Analysis_Result

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference Table
analysis_id	รหัสประจำผลตรวจ	Integer	11	Primary Key	
analyze_date	วันที่วิเคราะห์ผลตรวจ	Date			
analyze_studentID	รหัสประจำตัวของนักเรียน	Integer	11	Foreign Key	Student
tooth11_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งฟันที่ 11/51	Varchar	20		
tooth12_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งฟันที่ 12/52	Varchar	20		
tooth13_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งฟันที่ 13/53	Varchar	20		
tooth14_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งฟันที่ 14/54	Varchar	20		
tooth15_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งฟันที่ 15/55	Varchar	20		
tooth16_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งฟันที่ 16	Varchar	20		

tooth17_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 17	Varchar	20		
tooth18_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 18	Varchar	20		
tooth21_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 21/61	Varchar	20		
tooth22_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 22/62	Varchar	20		
tooth23_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 23/63	Varchar	20		
tooth24_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 24/64	Varchar	20		
tooth25_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 25/65	Varchar	20		
tooth26_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 26	Varchar	20		
tooth27_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 27	Varchar	20		
tooth28_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 28	Varchar	20		

tooth31_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 31/71	Varchar	20		
tooth32_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 32/72	Varchar	20		
tooth33_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 33/73	Varchar	20		
tooth34_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 34/74	Varchar	20		
tooth35_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 35/75	Varchar	20		
tooth36_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 36	Varchar	20		
tooth37_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 37	Varchar	20		
tooth38_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 38	Varchar	20		
tooth41_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 41/81	Varchar	20		

tooth42_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 42/82	Varchar	20		
tooth43_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 43/83	Varchar	20		
tooth44_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 44/84	Varchar	20		
tooth45_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 45/85	Varchar	20		
tooth46_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 46	Varchar	20		
tooth47_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 47	Varchar	20		
tooth48_group	กลุ่มการเปลี่ยนแปลง ของตำแหน่งฟันที่ 48	Varchar	20		
normalMilkTeeth	จำนวนฟันน้ำนมปกติ	Date			
normalPermanentTeeth	จำนวนฟันแท้ปกติ	Varchar	20	FK	Dentist

ตาราง Individual_report เป็นตารางสำหรับการเก็บข้อมูลสำหรับการรายงานผลของนักเรียนรายบุคคลโดยข้อมูลที่จะถูกเก็บประกอบไปด้วยวันที่สร้างเอกสารรายงานผล รหัสประจำตัว
ของนักเรียน และค่าของตัวแปรสำหรับเอกสารรายงานผลรายบุคคลจำนวน 18 ตัว

ตารางที่ 3.20 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Individual_report

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference Table
Report_genDate	วันที่สร้างเอกสาร	Date		Primary key	
Report_studentID	รหัสประจำตัวของนักเรียน	Integer	11	Foreign Key	Student
Ind1	จำนวนฟันน้ำนม	Integer	11		
Ind2	จำนวนฟันแท้	Integer	11		
Ind3	จำนวนฟันน้ำนมปกติ	Integer	11		
Ind4	จำนวนฟันน้ำนมปกติ (d)	Integer	11		
Ind5	จำนวนฟันน้ำนมผุ (f)	Integer	11		
Ind6	จำนวนฟันน้ำนมที่ถูกอุด (m)	Integer	11		
Ind7	ประกบการณ์ฟันน้ำนมผุ (dmft)	Integer	11		
Ind8	จำนวนฟันแท้ปกติ	Integer	11		
Ind9	จำนวนฟันแท้ที่ผุ (D)	Integer	11		
Ind10	จำนวนฟันแท้ที่ถูกอุด (F)	Integer	11		
Ind11	จำนวนฟันแท้ที่ถูกถอน (M)	Integer	11		

Ind12	ประสบการณ์ฟันแท้ผู้ (DMFT)	Integer	11		
Ind13	จำนวนฟันผุเกิดใหม่	Integer	11		
Ind14	จำนวนฟันที่ป้องกัน สำเร็จ	Integer	11		
Ind15	จำนวนฟันที่ได้รับ บริการทันตกรรมนับ จากการตรวจครั้งก่อน	Integer	11		
Ind16	จำนวนฟันที่ได้รับ บริการทันตกรรมนับ จากการตรวจครั้งก่อน แล้วป้องกันหรือหยุด โรคได้	Integer	11		
Ind17	จำนวนฟันที่ได้รับ บริการทันตกรรมนับ จากการตรวจครั้งก่อน แต่หยุดโรคไม่ได้	Integer	11		
Ind18	จำนวนฟันที่ตรวจครั้ง ก่อน ยังมีฟันแต่ถอน ออกไป	Integer	11		

ตาราง Classroom_report เป็นตารางสำหรับเก็บข้อมูลเอกสารรายงานผลระดับห้องเรียน ซึ่งข้อมูลที่ถูกเก็บประกอบไปด้วย วันที่สร้างเอกสารรายงานผล ชื่อโรงเรียน ห้องเรียน และค่าของตัวแปรสำหรับการรายงานผลระดับห้องเรียนจำนวน 27 ตัว

ตารางที่ 3.21 รายละเอียดของข้อมูลที่ถูกเก็บลงในตาราง Classroom_report

Attribute Name	Description	Data Type	Data Size	Key Type	Reference Table
ClassReport_genDate	วันที่สร้างเอกสาร	Date		Primary key	
ClassReport_Schoolname	ชื่อโรงเรียน	Varchar	150	Foreign Key	Student
ClassReport_classroom	ห้องเรียน	Varchar	20	Foreign Key	Student
Cl1	จำนวนพืชน้ำนมของทั้งห้อง	Integer	11		
Cl2	จำนวนพืชน้ำนมของทั้งห้อง	Integer	11		
Cl3	จำนวนพืชน้ำนมปกติของทั้งห้อง	Integer	11		
Cl4	จำนวนพืชน้ำนมปกติ (d) ของทั้งห้อง	Integer	11		
Cl5	จำนวนพืชน้ำนมฝุ (f) ของทั้งห้อง	Integer	11		

Cl6	จำนวนฟัน น้ำนมที่ถูกอุด (m) ของทั้ง ห้อง	Integer	11		
Cl7	ประเภทการณ้ ฟันน้ำนมผุ (dmft) ของทั้ง ห้อง	Integer	11		
Cl8	ค่าเฉลี่ย dmft	Integer	11		
Cl9	จำนวนฟันแท้ ปกติของทั้ง ห้อง	Integer	11		
Cl10	จำนวนฟันแท้ที่ ผุ (D) ของทั้ง ห้อง	Integer	11		
Cl11	จำนวนฟันแท้ที่ ถูกอุด (F) ของ ทั้งห้อง	Integer	11		
Cl12	จำนวนฟันแท้ที่ ถูกถอน (M) ของทั้งห้อง	Integer	11		
Cl13	ประเภทการณ้ ฟันแท้ผุ (DMFT) ของ ทั้งห้อง	Integer	11		

Cl14	จำนวนผู้ไม่มี ฟันผุ	Integer	11		
Cl15	ร้อยละผู้ไม่มี ฟันผุ	Integer	11		
Cl16	ค่าเฉลี่ย DMFT	Integer	11		
Cl17	จำนวนฟันผุ เกิดใหม่	Integer	11		
Cl18	จำนวนนักเรียน ที่มีฟันผุเกิด ใหม่มากกว่า 1 ซี่	Integer	11		
Cl19	ร้อยละฟันผุเกิด ใหม่	Integer	11		
Cl20	จำนวนฟันที่ ป้องกันโรคฟัน ผุสำเร็จ	Integer	11		
Cl21	จำนวนฟันที่ ได้รับบริการทัน ตกรรมนับจาก การตรวจครั้งที่ ผ่านมา	Integer	11		
Cl22	จำนวนนักเรียน ผู้เข้าถึงบริการ ทันตกรรม	Integer	11		

Cl23	จำนวนฟันที่ ได้รับบริการทัน ตกรรมนับจาก การตรวจครั้งที่ ผ่านมาแล้ว ป้องกันหรือ หยุดโรคได้	Integer	11		
Cl24	จำนวนฟันที่ ได้รับบริการทัน ตกรรมนับจาก การตรวจครั้งที่ ผ่านมาแต่หยุด โรคไม่ได้	Integer	11		
Cl25	จำนวนฟันที่ ตรวจครั้งที่ผ่าน มายังมีฟันแต่ ครั้งล่าสุดถอน ออกไป	Integer	11		
Cl26	Cavity Free	Integer	11		
Cl27	Active Caries	Integer	11		

3.6 ขั้นตอนการพัฒนาภาษาสำหรับระบบรู้จำเสียง Pocketsphinx

3.6.1 การสร้างพจนานุกรมการออกเสียง






การสร้างพจนานุกรมการออกเสียงของคำในระบบเริ่มจากการระบุคำที่ต้องการใช้คำทั้งหมดในระบบ จากนั้นทำการเขียนไฟล์ .dic เพื่อระบุคำและวิธีการออกเสียงไว้ด้านข้างของคำโดยเขียนให้อยู่ในรูปแบบ ARPAbet แต่เนื่องจากภาษาไทยมีวิธีเขียนเป็นรูปแบบ IPA จึงต้องทำการแปลงจากรูปแบบ IPA ไปเป็น ARPAbet อีกครั้ง การเขียนวิธีออกเสียงสามารถทำได้มากกว่าหนึ่งแบบต่อคำหนึ่งคำ สามารถเขียนคำแล้ววงเล็บต่อด้านท้ายเพื่อระบุการออกเสียงอีกรูปแบบได้

1	กลับ	K L AH B
2	กลับ(2)	G L AH B
3	กอล์ฟ	G AA L F
4	กอล์ฟ(2)	G AA B
5	กอล์ฟ(3)	G AO R B
6	ครอบ	K R AO B
7	ครอบฟัน	K R AO B F AH N
8	คราวน	K R AW N
9	ชาร์ลี	CH AA R L IY
10	ซาวน	S AW N D
11	ซีลแลนท์	S IY L AH N T
12	ซีลแลนท์(2)	S IY L AE N D
13	ดีหมด	D IY M OW D
14	บราโว่	B R AA V OW
15	พู	P UH
16	ฟอกซ์ทรอต	F AA K S T R AA T
17	ฟอกซ์ทรอต(2)	F AA K S T R AO R D
18	มิสซิง	M IH S IH NG
19	ยังไม่ขึ้น	Y AH NG M AY K UH N
20	ยังไม่ขึ้น(2)	Y AH NG M AA Y K UW N
21	ศูนย์	S UW N
22	สอง	S AO NG
23	สาม	S AA M
24	สี่	S IH
25	สี่(2)	S IY

ภาพที่ 3.33 ตัวอย่างส่วนหนึ่งของพจนานุกรมการออกเสียงของระบบ

3.6.2 การสร้างแบบจำลองภาษา

เนื่องจากระบบมีขนาดคำที่ต้องใช้ทั้งหมดไม่มากจึงสามารถใช้เว็บแอปพลิเคชัน Sphinx Knowledge Base Tool ที่ผู้พัฒนาชุดเครื่องมือ CMUSphinx สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลองทางภาษาอย่างง่ายได้ ข้อมูลที่ต้องใช้คือไฟล์นามสกุล .txt ที่มีคำที่ใช้ทั้งหมดในระบบอยู่เมื่ออัปโหลดขึ้นไปในระบบแล้ว จะได้ชุดข้อมูลกลับมาประกอบไปด้วยกลุ่มไฟล์ดังรูปภาพที่ 3.34

 6630	4/27/2018 5:35 PM	DIC File	1 KB
 6630	4/27/2018 5:35 PM	LM File	4 KB
 6630.log_pronounce	4/27/2018 5:35 PM	LOG_PRONOUNC...	1 KB
 6630.sent	4/27/2018 5:35 PM	SENT File	1 KB
 6630	4/27/2018 5:35 PM	VOCAB File	1 KB

ภาพที่ 3.34 ข้อมูลที่ได้รับจาก Sphinx Knowledge Base Tool

ไฟล์นามสกุล .lm คือไฟล์แบบจำลองภาษาของระบบ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ต่อในขั้นตอนต่อไป

ระบบรู้จำเสียงสามารถเพิ่มความแม่นยำภาษาที่มีลักษณะเป็นคำสั่งได้โดยการสร้างไฟล์อธิบายไวยากรณ์ของภาษา ซึ่งมีนามสกุล .gram และใช้วิธีเขียนแบบ JSGF ดังตัวอย่างในรูปด้านล่าง

```
#JSGF V1.0;

grammar hello;
public <greet> = (good morning | hello) ( bhiksha | evandro | rita | will );
```

ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างการเขียนไฟล์ไวยากรณ์

3.6.3 การเก็บข้อมูลเสียง

ผู้พัฒนาได้ทำการเก็บข้อมูลจากนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และนักศึกษาและบุคลากรจากคณะทันตแพทยศาสตร์จำนวน 64 ราย โดย 58 รายถูกนำเสียงไปใช้สำหรับการฝึกฝนระบบรู้จำเสียง และ 6 รายสำหรับการทดสอบระบบรู้จำเสียง โดยสภาพแวดล้อมในการอัดเสียงคือกำหนดให้ผู้ทดลองอัดเสียงในห้องที่มีเสียงเงียบ ไม่มีเสียงสะท้อน และใช้อุปกรณ์มือถือร่วมกับหูฟังในการอัดเสียง การอัดเสียงถูกแบ่งออกเป็น 3 ไฟล์คือ ไฟล์ที่อ่านชุดตัวเลข 0 ถึง 9 ไฟล์ที่สองคือไฟล์ชุดตัวแทนตัวอักษรภาษาอังกฤษ A ถึง G และไฟล์สุดท้ายเป็นไฟล์บอกอาการของฟันทั่วไป ผู้พัฒนาได้กำหนดให้ผู้ทดลองอ่านคำหนึ่งคำและเว้นวรรคระหว่างคำราว 2 วินาที เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการตัดแบ่งคำได้ เมื่อผู้ทดลองอัดเสียงครบแล้วก็ให้อัปโหลดขึ้น Google drive ที่ผู้พัฒนาสร้างไว้ให้

เนื่องจากไฟล์เสียงที่อัดในมือถือไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการ ios หรือ Android จะไม่ใช่ไฟล์นามสกุล .wav ผู้พัฒนาจึงใช้เว็บแอปพลิเคชันเพื่อแปลงไฟล์ให้มีรูปแบบตรงกับที่ระบบรู้จำเสียงต้องใช้สำหรับกาฝึกฝนและทดสอบ หลังจากการแปลงไฟล์เสียง ไฟล์ทั้งหมดจะถูกตัดออกเพื่อแยกเป็นคำทั้งหมดที่ต้องใช้ในระบบรวมเป็น 34 ไฟล์ต่อผู้ทดลอง 1 คน

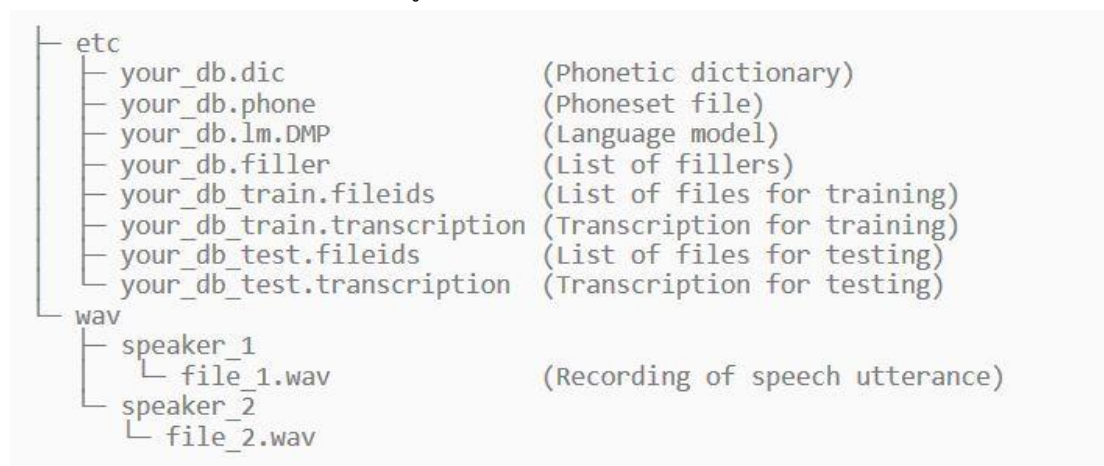
ตารางที่ 3.22 รายการคำที่ใช้ในระบบ

ไฟล์ที่ 1	ไฟล์ที่ 2	ไฟล์ที่ 3
ศูนย์	อัลฟา	ซาวน์
หนึ่ง	บราโว่	ไม่ผู้
สอง	ชาร์ลี	ผู้
สาม	เดลต้า	แคร์รี่

สี่	เอคโค	อุดแล้วผู้
ห้า	ฟิวดซ์ทรีด	อุด
หก	กอล์ฟ	มิสซิ่ง
เจ็ด		ซีลแลนท์
แปด		คราวน์
เก้า		ครอบ
		ครอบฟัน
		ยังไม่ขึ้น
		เริ่ม
		แก้ไข
		กลับ
		เสร็จ
		ดีหมด

3.6.4 การฝึกฝนระบบรู้จำเสียง

การฝึกฝนระบบรู้จำเสียงเริ่มโดยการสร้างโพลเดอร์เพื่อเป็นฐานข้อมูลการฝึกฝนระบบรู้จำเสียงโดยโครงสร้างของโพลเดอร์มีดังรูปภาพด้านล่าง



ภาพที่ 3.36 ส่วนประกอบของไฟล์และโพลเดอร์สำหรับการฝึกฝนระบบรู้จำเสียง

โพลเดอร์ etc เป็นที่เก็บไฟล์ที่เป็นตัวอักษรทั้งหมด โดยไฟล์ .dic คือไฟล์พจนานุกรมการออกเสียงที่เราสร้างขึ้น ไฟล์.phone เป็นไฟล์ระบุเสียงทั้งหมดในไฟล์พจนานุกรมเสียงและไฟล์พจนานุกรมเสียงเงียบ ไฟล์ .lm คือไฟล์แบบจำลองภาษาที่เราได้จาก Sphinx Knowledge Base Tool ไฟล์ .filler คือไฟล์ที่ระบุเสียงเงียบ ซึ่งมีวิธีเขียนดังรูปด้านล่าง

```

<s> SIL
</s> SIL
<sil> SIL
  
```

ภาพที่ 3.37 โครงสร้างของไฟล์ .filler

ไฟล์ .transcription เป็นไฟล์ที่ระบุว่าคุณค่าในระบบที่ใช้คำใดคือไฟล์เสียงไฟล์ใด วิธีเขียนทั้งไฟล์ train.transcription และไฟล์ test.transcription มีวิธีเขียนแบบเดียวกันดังนี้


```

1  <ร> ศูนย์ </ร> (file_1)
2  <ร> หนึ่ง </ร> (file_2)
3  <ร> สอง </ร> (file_3)
4  <ร> สาม </ร> (file_4)
5  <ร> สี่ </ร> (file_5)
6  <ร> ห้า </ร> (file_6)
7  <ร> หก </ร> (file_7)
8  <ร> เจ็ด </ร> (file_8)
9  <ร> แปด </ร> (file_9)
10 <ร> เก้า </ร> (file_10)
11 <ร> อัสฟา </ร> (file_11)
12 <ร> บราโว่ </ร> (file_12)
13 <ร> ชาร์ลี </ร> (file_13)
14 <ร> เดลต้า </ร> (file_14)
15 <ร> เอกโค </ร> (file_15)
16 <ร> ฟอกซ์ทรอต </ร> (file_16)
17 <ร> กอล์ฟ </ร> (file_17)
18 <ร> ซาวน์ </ร> (file_18)
19 <ร> ไม้มุ </ร> (file_19)
20 <ร> มุ </ร> (file_20)
21 <ร> แครี่ส์ </ร> (file_21)
22 <ร> อุดแล้วมุ </ร> (file_22)
23 <ร> อุด </ร> (file_23)
24 <ร> มิสซิ่ง </ร> (file_24)
25 <ร> ซิลแลนท์ </ร> (file_25)
26 <ร> คราวน์ </ร> (file_26)
27 <ร> ครอบ </ร> (file_27)
28 <ร> ครอบฟิน </ร> (file_28)

```

ภาพที่ 3.38 หลักการเขียนไฟล์ transcription

สองไฟล์สุดท้ายของโฟลเดอร์ etc คือไฟล์ fileids ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้บอกชื่อไฟล์สำหรับการฝึกฝนและการทดสอบทั้งหมดที่อยู่ในโฟลเดอร์ wav มีลักษณะการเขียนดังนี้

```

1 speaker_1/file_1
2 speaker_1/file_2
3 speaker_1/file_3
4 speaker_1/file_4
5 speaker_1/file_5
6 speaker_1/file_6
7 speaker_1/file_7
8 speaker_1/file_8
9 speaker_1/file_9
10 speaker_1/file_10
11 speaker_1/file_11
12 speaker_1/file_12
13 speaker_1/file_13
14 speaker_1/file_14
15 speaker_1/file_15
16 speaker_1/file_16
17 speaker_1/file_17
18 speaker_1/file_18
19 speaker_1/file_19
20 speaker_1/file_20
21 speaker_1/file_21
22 speaker_1/file_22
23 speaker_1/file_23
24 speaker_1/file_24
25 speaker_1/file_25
26 speaker_1/file_26
27 speaker_1/file_27
28 speaker_1/file_28

```

ภาพที่ 3.39 หลักการเขียนไฟล์ fileids

โพลเดอร์อีกส่วนเป็นที่ใช้สำหรับเก็บไฟล์เสียงสำหรับการฝึกฝนและการทดสอบแบบจำลองที่จะนำไปใช้ต่อในแอปพลิเคชันของระบบ เสียงที่ได้จำเป็นต้องอยู่ในรูปแบบที่กำหนดไว้ นั่นคือต้องมีนามสกุลไฟล์เป็น MS WAV (.wav) ที่มี sampling rate 8 kHz 16 บิต และเป็นแบบโมโนเท่านั้น

เมื่อโครงสร้างสมบูรณ์ ต้องนำเครื่องมือในการฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำโดยทำการดาวน์โหลด sphinxbase sphinxtrain pocketsphinx และแตกไฟล์ลงในฐานข้อมูล จากนั้นทำการรันคำสั่ง configure && make && make install ในโพลเดอร์ที่แตกไฟล์ทั้งหมด หลังจากนั้นให้รันคำสั่ง sphinxtrain -t ชื่อโพลเดอร์ run จะทำให้มีโพลเดอร์เพิ่มขึ้นดังนี้

```

| etc
| feat
| logdir
| model_parameters
| model_architecture
| result
| wav

```

ภาพที่ 3.40 โครงสร้างโพลเดอร์หลังรันคำสั่ง setup ฐานข้อมูล

เมื่อได้โฟลเดอร์ตามรูปภาพที่ 3.44 แล้ว ขั้นตอนสุดท้ายก่อนการฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำเสียงคือการแก้ไขไฟล์เพื่อปรับแต่งการฝึกฝนระบบรู้จำเสียงให้เข้ากับบริบทของระบบที่กำลังพัฒนาโดยเข้าไปที่โฟลเดอร์ etc และแก้ไขไฟล์ sphinx_train.cfg ดังนี้

```
# Feature extraction parameters
$CFG_WAVFILE_SRATE = 8000.0;
$CFG_NUM_FILT = 31; # For wideband speech it's 40, for telephone 8khz
$CFG_LO_FILT = 200; # For telephone 8kHz speech value is 200
$CFG_HI_FILT = 3500; # For telephone 8kHz speech value is 3500
```

ภาพที่ 3.41 ค่าสำหรับการฝึกฝนเสียงจากโทรศัพท์มือถือ

นอกจากนี้ ต้องมีการแก้การทำ Force Alignment เนื่องจากระบบรู้จำเสียงของระบบเป็นการรู้จำเสียงที่เป็นคำสั่งตายตัว ไม่สามารถคาดเดาจากบริบทก่อนหน้านี้ได้จึงต้องแก้ไขไฟล์ sphinx_train.cfg ดังนี้

```
# Use force-aligned transcripts (if available) as input to training
$CFG_FORCEDALIGN = 'no';
```

ภาพที่ 3.42 การปิด force alignment

ขั้นตอนต่อจากนี้คือการรันคำสั่งเพื่อฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำเสียง โดยทำการรันคำสั่ง sphinxtrain run ระบบการฝึกฝนจะตรวจสอบความเรียบร้อย เมื่อการฝึกฝนและทดสอบเสร็จจะปรากฏข้อความเพื่อบอกความแม่นยำของแบบจำลองภาษาที่ได้ซึ่งจะถูกนำไปใช้ต่อกับส่วนโมบายแอปพลิเคชัน การนำโมเดลไปใช้สามารถทำได้โดยการนำไฟล์จากโฟลเดอร์ model_parameters/ ชื่อฐานข้อมูล.ci_cont โดยไฟล์ที่ใช้ประกอบไปด้วย

```
mdef
feat.params
mixture_weights
means
noisedict
transition_matrices
variances
```

ภาพที่ 3.43 รายการไฟล์ที่ใช้กับโมบายแอปพลิเคชัน

3.7 การนำแบบจำลองของเสียงมาใช้กับระบบรู้จำเสียง Pocketsphinx

ขั้นตอนแรกคือการเตรียมโพลเดอร์โมบายแอปพลิเคชันและนำเข้า Pocketsphinx Demo เข้าสู่แอปพลิเคชันโดยให้เข้าไปที่ Android Studio เลือก File>New>New Module> Import .JAR/.AAR Package เมื่อนำเข้าไฟล์ .AAR เข้าสู่แอปพลิเคชันแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการแก้ไขไฟล์ app/build.gradle โดยให้เพิ่มโค้ดในส่วน dependencies ให้มี compile project(':aars') จากนั้นให้สร้างโพลเดอร์ assets สำหรับการเก็บไฟล์ที่ใช้สำหรับ Pocketsphinx ในที่นี้คือไฟล์ที่ได้จากการฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำเสียง ไฟล์พจนานุกรมการออกเสียง ไฟล์ไวยากรณ์ และไฟล์วิธีการออกเสียงทั้งหมดในระบบ (ไฟล์นามสกุล .phone) วัตถุประสงค์ของการสร้างโพลเดอร์ Asset ขึ้นเพื่อให้สามารถส่งออกไฟล์ที่จำเป็นต่อการใช้งานระบบรู้จำเสียงไปที่แอปพลิเคชันใช้งานได้ ซึ่งต้องมีการเข้ารหัส MD5 ไว้จึงต้องมีการแก้ไขไฟล์ app/build.gradle เพื่อให้สามารถอัปเดตข้อมูลอย่างสม่ำเสมอโดยการเพิ่มโค้ดดังนี้

```
ant.importBuild 'assets.xml'
preBuild.dependsOn(list, checksum)
clean.dependsOn(clean_assets)
```

ภาพที่ 3.44 โค้ดระบุการอัปเดตไฟล์ในโพลเดอร์ assets

จากการเพิ่มโค้ดดังกล่าวจะทำให้ได้ไฟล์ assets.lst ที่ระบุไฟล์ที่ค้องมีการเข้ารหัสด้วยวิธี MD5 และไฟล์ที่ถูกเข้ารหัสมีการอัปเดตเรียบร้อยแล้ว

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน/ผลการทดลอง/ผลการศึกษา/ผลการวิจัยและอภิปรายผล

- 4.1 การจัดเตรียมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
- 4.2 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา: HTML, CSS, JavaScript, Java และ XML
- 4.3 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา: Visual Studio Code, Android Studio
- 4.4 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา

ตารางที่ 4.1 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา

	Computer 1	Computer 2
Name	ASUS A550J 15.6 inch HD	ASUS K450JN 14 inch HD
Processor	Intel Core i7-4720HQ (2.60 GHz, 6 MB L3 Cache, up to 3.60 GHz)	Intel Core i7-4710HQ (2.50GHz, 6MB L3 Cache, up to 3.50 GHz)
Memory	8 GB DDR3L	8 GB DDR3
Graphic	NVIDIA GeForce GTX 950M (4GB GDDR3)	NVIDIA GeForce GTX 840M (2GB GDDR3)
Storage	1 TB 5400 RPM	1 TB 5400 RPM
OS	Windows 10 Enterprise	Windows 10 Pro

4.5 วิธีการทดสอบการรู้จำเสียง

ในการทดสอบ ทำโดยการรันคำสั่ง sphinxtrain run หลังจากการจัดเตรียมข้อมูลเสียง และการสร้างฐานข้อมูลในการฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำเสียง

4.6 ผลการทดสอบเรื่องการรู้จำเสียง

```

Skipped (set $CFG_CD_TRAIN = 'yes' to enable)
Skipped (set $CFG_CD_TRAIN = 'yes' to enable)
Skipped (set $CFG_CD_TRAIN = 'yes' to enable)
Skipped (set $CFG_CD_TRAIN = 'yes' to enable)
MODULE: 60 Lattice Generation
Skipped: $ST::CFG_MMIE set to 'no' in sphinx_train.cfg
MODULE: 61 Lattice Pruning
Skipped: $ST::CFG_MMIE set to 'no' in sphinx_train.cfg
MODULE: 62 Lattice Format Conversion
Skipped: $ST::CFG_MMIE set to 'no' in sphinx_train.cfg
MODULE: 65 MMIE Training
Skipped: $ST::CFG_MMIE set to 'no' in sphinx_train.cfg
MODULE: 90 deleted interpolation
Skipped for continuous models
MODULE: DECODE Decoding using models previously trained
Decoding 204 segments starting at 0 (part 1 of 1)
0%
Aligning results to find error rate
SENTENCE ERROR: 33.3% (68/204) WORD ERROR RATE: 35.3% (71/204)

```

ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบภาษาของระบบ

จากการทดสอบพบว่าภาษาของระบบมี WER (Word Error Rate) 35.3% และมี Sentence Error Rate 33.3%

4.7 การทดสอบโครงงาน

ผู้พัฒนาทำการทดสอบโครงงาน โดยทดสอบตามฟังก์ชันการทำงานของระบบ ดังนี้

4.7.1 ฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)

ตารางที่ 4.2 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)

Test case 01: การสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	
Test Description	ผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบ
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าใช้แอปพลิเคชัน
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.3 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าใช้งานระบบ	ระบบแสดงหน้าแรกของระบบ	Success
2	ผู้ใช้งานปุ่ม Register	ระบบแสดงหน้าจอ Register ของระบบ	Success
3	ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน และกด Register	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งาน ยังกรอกข้อมูลไม่ครบ	Success
4	ผู้ใช้งานกรอกรหัสผ่านและ ยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกัน	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งาน รหัสผ่านไม่ตรงกัน	Success
5	ผู้ใช้งานกรอกรหัสผ่านต่ำกว่า 8 ตัวอักษร	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ารหัสผ่าน ต้องไม่ต่ำกว่า 8 ตัวอักษร	Success
6	ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลอีเมลไม่ถูกต้อง ตามรูปแบบของอีเมล	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ารูปแบบ ของอีเมลไม่ถูกต้อง	Success
7	ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลถูกต้องและ ครบถ้วน	ข้อมูลการสมัครของผู้ใช้ บันทึกลงยังฐานข้อมูล	Success

4.7.2 ฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)

ตารางที่ 4.4 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)

Test case 02: การสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)	
Test Description	ผู้ใช้ทำการเข้าสู่แอปพลิเคชัน
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าใช้แอปพลิเคชัน
Post-condition	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.5 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการสมัครสมาชิกของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าใช้งานแอปพลิเคชัน	แอปพลิเคชันแสดงหน้าเข้าสู่ระบบ	Success
2	ผู้ใช้กดปุ่ม Sign up	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอ Register ของแอปพลิเคชัน	Success
3	ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน และกด Register	แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ใช่ว่า ยังกรอกข้อมูลไม่ครบ	Success
4	ผู้ใช้กรอกรหัสผ่านและ ยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกัน	แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ใช่ว่า รหัสผ่านไม่ตรงกัน	Success
5	ผู้ใช้กรอกรหัสผ่านต่ำกว่า 8 ตัวอักษร	แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ใช่ว่ารหัสผ่าน ต้องไม่ต่ำกว่า 8 ตัวอักษร	Success
6	ผู้ใช้กรอกข้อมูลอีเมลไม่ถูกต้อง ตามรูปแบบของอีเมล	แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ใช่ว่ารูปแบบ ของอีเมลไม่ถูกต้อง	Success

7	ผู้ใช้ออกข้อมูลถูกต้องและครบถ้วน	ข้อมูลการสมัครของผู้ใช้ บันทึกลงยังฐานข้อมูล	Success
---	----------------------------------	---	---------

4.7.3 ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)

ตารางที่ 4.6 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)

Test case 03: การเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)	
Test Description	ผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบ
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าใช้ระบบ
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.7 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (เว็บแอปพลิเคชัน)

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าใช้งานระบบ	ระบบแสดงหน้าแรกของระบบ	Success
2	ผู้ใช้กดปุ่ม Login	ระบบแสดงหน้าจอ Login ของระบบ	Success
3	ผู้ใช้ออกข้อมูลและกดปุ่ม Login	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่า ชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	Success
4	ผู้ใช้ออกชื่อผู้ใช้ไม่ถูกต้อง	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่า ชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	Success
5	ผู้ใช้ออกรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่า ชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	Success
6	ผู้ใช้ออกข้อมูลถูกต้อง	ระบบเข้าสู่หน้าหลักของระบบ	Success

4.7.4 ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)

ตารางที่ 4.8 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)

Test case 04: การเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)	
Test Description	ผู้ใช้งานทำการเข้าสู่แอปพลิเคชัน
Pre-condition	ผู้ใช้งานเข้าใช้แอปพลิเคชัน
Post-condition	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.9 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ (โมบายแอปพลิเคชัน)

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ	Success
2	ผู้ใช้งานไม่กรอกข้อมูลและกดปุ่ม Login	แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่าชื่อผู้ใช้งานหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	Success
3	ผู้ใช้งานกรอกชื่อผู้ใช้งานไม่ถูกต้อง	แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่าชื่อผู้ใช้งานหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	Success
4	ผู้ใช้งานกรอกรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	แอปพลิเคชันแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่าชื่อผู้ใช้งานหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง	Success
6	ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลถูกต้อง	แอปพลิเคชันเข้าสู่หน้าหลักของแอปพลิเคชัน	Success

4.7.5 ฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง

ตารางที่ 4.10 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง

Test case 05: การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง	
Test Description	ผู้ใช้นบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Record Data
Post-condition	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

กรณีผู้ใช้มีการติดตั้งและเข้าใช้งานแอปพลิเคชันครั้งแรก

ตารางที่ 4.11 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Record Data	แอปพลิเคชันแสดงหน้าบันทึกข้อมูล	Success
2	ผู้ใช้กรอกชื่อหรือรหัสผู้ป่วย	แอปพลิเคชันแสดงชื่อหรือรหัสผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ใช้กดเลือก	Success
3	ผู้ใช้กดปุ่ม OK	แอปพลิเคชันแสดงชื่อ รหัสผู้ป่วยและเริ่มอ่านตำแหน่งฟันซี่ที่ 18	Success
4	ผู้ใช้พูดรหัสสถานะฟัน	แอปพลิเคชันเปลี่ยนข้อความและสีบนตารางฟันของฟันซี่นั้นๆ	Success
5	ผู้ใช้พูดรหัสสถานะฟันไม่ครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันไม่ยินยอมให้กดปุ่ม Done	Success
6	ผู้ใช้พูดรหัสสถานะฟันครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชันและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบออนไลน์	Success

กรณีผู้ใช้งานมีการติดตั้งและเข้าใช้งานแอปพลิเคชันมาก่อนหน้านี้

ตารางที่ 4.12 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยเสียง

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้ปิดสัญญาณอินเทอร์เน็ต	แอปพลิเคชันใช้งานได้ปกติ	Success
2	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Record Data	แอปพลิเคชันแสดงหน้าบันทึกข้อมูล	Success
3	ผู้ใช้กรอกชื่อหรือรหัสผู้ป่วย	แอปพลิเคชันแสดงชื่อหรือรหัสผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ใช้กดเลือก	Success
4	ผู้ใช้กดปุ่ม OK	แอปพลิเคชันแสดงชื่อ รหัสผู้ป่วยและเริ่มอ่านตำแหน่งฟันซี่ที่ 18	Success
5	ผู้ใช้พูดรหัสสถานะฟัน	แอปพลิเคชันเปลี่ยนข้อความและสีบนตารางฟันของฟันซี่นั้นๆ	Success
6	ผู้ใช้พูดรหัสสถานะฟันไม่ครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันไม่ยินยอมให้กดปุ่ม Done	Success
7	ผู้ใช้พูดรหัสสถานะฟันครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชันและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบออฟไลน์	Success
8	ผู้ใช้เปิดสัญญาณอินเทอร์เน็ต	แอปพลิเคชันบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบออนไลน์	Success

4.7.6 ฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยการสัมผัสหน้าจอ

ตารางที่ 4.13 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสหน้าจอ

Test case 06: การบันทึกสุขภาพช่องปากด้วยการสัมผัสหน้าจอ	
Test Description	ผู้ใช้บันทึกสุขภาพช่องปากด้วยการสัมผัสหน้าจอ
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Record Data
Post-condition	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

กรณีผู้ใช้มีการติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชันครั้งแรก

ตารางที่ 4.14 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสหน้าจอ

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Record Data	แอปพลิเคชันแสดงหน้าบันทึกข้อมูล	Success
2	ผู้ใช้อกรอกชื่อหรือรหัสผู้ป่วย	แอปพลิเคชันแสดงชื่อหรือรหัสผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ใช้กดเลือก	Success
3	ผู้ใช้กดปุ่ม OK	แอปพลิเคชันแสดงชื่อ รหัสผู้ป่วยและเริ่มอ่านตำแหน่งฟันซี่ที่ 18	Success
4	ผู้ใช้บันทึกรหัสสถานะฟัน	แอปพลิเคชันเปลี่ยนข้อความและสีบนตารางฟันของฟันซี่นั้นๆ	Success
5	ผู้ใช้บันทึกรหัสสถานะฟันไม่ครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันไม่ยินยอมให้กดปุ่ม Done	Success

6	ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลสถานะฟันผ่านการสัมผัสหน้าจอ	แอปพลิเคชันเปลี่ยนสีและข้อความบนตัวอักษรตามที่ใช้ต้องการ	Success
6	ผู้ใช้บันทึกรหัสสถานะฟันครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชันและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบออนไลน์	Success

กรณีผู้ใช้มีการติดตั้งและเข้าใช้งานแอปพลิเคชันมาก่อนหน้านี้

ตารางที่ 4.15 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการบันทึกสุขภาพช่องปากผ่านการสัมผัสหน้าจอ

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้ปิดสัญญาณอินเทอร์เน็ต	แอปพลิเคชันใช้งานได้ปกติ	Success
2	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Record Data	แอปพลิเคชันแสดงหน้าบันทึกข้อมูล	Success
3	ผู้ใช้กรอกชื่อหรือรหัสผู้ป่วย	แอปพลิเคชันแสดงชื่อหรือรหัสผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ใช้กดเลือก	Success
4	ผู้ใช้กดปุ่ม OK	แอปพลิเคชันแสดงชื่อ รหัสผู้ป่วยและเริ่มอ่านตำแหน่งฟันซี่ที่ 18	Success
5	ผู้ใช้บันทึกรหัสสถานะฟัน	แอปพลิเคชันเปลี่ยนข้อความและสีบนตารางฟันของฟันซี่นั้นๆ	Success
6	ผู้ใช้บันทึกรหัสสถานะฟันไม่ครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันไม่ยินยอมให้กดปุ่ม Done	Success
7	ผู้ใช้บันทึกรหัสสถานะฟันครบ 32 ซี่และกดปุ่ม Done	แอปพลิเคชันแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชันและบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบออนไลน์	Success
8	ผู้ใช้เปิดสัญญาณอินเทอร์เน็ต	แอปพลิเคชันบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลแบบออนไลน์	Success

4.7.7 ฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (เว็บแอปพลิเคชัน)

ตารางที่ 4.16 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (เว็บแอปพลิเคชัน)

Test case 07: การดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (เว็บแอปพลิเคชัน)	
Test Description	ผู้ใช้ดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Analysis Chart
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.17 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (เว็บแอปพลิเคชัน)

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู Analysis Chart	ระบบแสดงหน้าจอเพื่อให้ผู้กรอกข้อมูลเพื่อคัดกรองข้อมูล	Success
2	ผู้ใช้เลือกประเภทของผลวิเคราะห์	ระบบแสดงช่องกรอกข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ โรงเรียน ห้องเรียนและรหัสนักเรียนให้ผู้ใช้กรอกเพิ่มเติม	Success
3	ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน และกดปุ่ม OK	ระบบไม่แสดงข้อมูลแผนภูมิผลการวิเคราะห์	Success
4	ผู้ใช้กรอกข้อมูลครบถ้วน และกดปุ่ม OK	ระบบแสดงข้อมูลแผนภูมิผลการวิเคราะห์ถูกต้อง	Success
5	ผู้ใช้เลือกประเภทผลการวิเคราะห์ในระดับบุคคล	ระบบแสดงข้อมูลแผนภูมิผลการวิเคราะห์และปุ่มสำหรับดาวน์โหลดข้อมูล	Success

6	ผู้ใช้งานดาวน์โหลดข้อมูลผลการวิเคราะห์	ระบบบันทึกเอกสารเป็นไฟล์ PDF ไปยังแหล่งจัดเก็บข้อมูลที่ใช้เลือก	Success
6	ผู้ใช้เลือกประเภทผลการวิเคราะห์ในระดับห้องเรียน	ระบบแสดงข้อมูลแผนภูมิผลการวิเคราะห์ถูกต้อง	Success

4.7.8 ฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (โมบายแอปพลิเคชัน)

ตารางที่ 4.18 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (โมบายแอปพลิเคชัน)

Test case 07: การดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (โมบายแอปพลิเคชัน)	
Test Description	ผู้ใช้งานดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู View analyze data
Post-condition	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.19 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการดูผลการวิเคราะห์สุขภาพช่องปาก (โมบายแอปพลิเคชัน)

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่เมนู View analyze data	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอเพื่อให้ผู้กรอกข้อมูลเพื่อคัดกรองข้อมูล	Success
2	ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบถ้วน ถูกต้องและกดปุ่ม Analyze	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอถัดไปและแสดงข้อมูลตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูล	Success
3	ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลครบถ้วน ไม่ถูกต้องและกดปุ่ม Analyze	แอปพลิเคชันแสดงหน้าจอถัดไปและแสดงข้อความว่า Data not found	Success

4.7.9 ฟังก์ชันการอนุมัติสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้

ตารางที่ 4.20 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการอนุมัติสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้

Test case 08: การอนุมัติสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้	
Test Description	ผู้ดูแลระบบอนุมัติสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้
Pre-condition	ผู้ใช้สมัครสมาชิกของระบบ
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.21 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการอนุมัติสิทธิการเข้าใช้งานของผู้ใช้

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้สมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว	ระบบบันทึกข้อมูลของผู้ใช้ลงฐานข้อมูล	Success
2	ผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบ	ระบบแสดงหน้าหลักของระบบ	Success
3	ผู้ดูแลระบบเลือกเมนู User Management	ระบบแสดงรายการผู้สมัครสมาชิกใหม่ที่ยังไม่ได้รับการอนุมัติสิทธิเข้าใช้งาน	Success
4	ผู้ดูแลระบบระบุประเภทของผู้ใช้และกดปุ่มเพื่อบันทึก	ระบบบันทึกข้อมูลผู้ใช้ลงฐานข้อมูล	Success

4.7.10 ฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

ตารางที่ 4.22 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

Test case 09: การแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้	
Test Description	ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตนเอง
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.23 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว	ระบบแสดงหน้าหลักของระบบ	Success
2	ผู้ใช้กดที่ชื่อของตนเองบนแถบเมนู	ระบบแสดงหน้าแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้	Success
3	ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลส่วนตัวของตนเอง	ระบบบันทึกข้อมูลผู้ใช้ลงฐานข้อมูล	Success
4	ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลอีเมลไม่ถูกต้องตามรูปแบบ	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช่ว่ารูปแบบของอีเมลไม่ถูกต้อง	Failed

4.7.11 ฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel

ตารางที่ 4.24 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel

Test case 10: การนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel	
Test Description	ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.25 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว	ระบบแสดงหน้าหลักของระบบ	Success
2	ผู้ใช้กดเลือก Import via Excel	ระบบแสดงหน้าสำหรับนำเข้าข้อมูลผู้ป่วยผ่านเอกสาร Excel	Success
3	ผู้ใช้เลือกเอกสารที่มีนามสกุลไฟล์ที่ไม่ใช่ .xlsx	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้นามสกุลไฟล์ไม่ถูกต้อง	Failed
4	ไฟล์ Excel ของผู้ใช้มีรูปแบบไม่ถูกต้อง	ระบบแจ้งเตือนว่ารูปแบบของเอกสารไม่ถูกต้อง	Failed
5	ผู้ใช้เลือกเอกสารที่มีนามสกุลไฟล์ .xlsx	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช้นว่าบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	Success

4.7.12 ฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วย

ตารางที่ 4.26 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วย

Test case 11: การนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วย	
Test Description	ผู้ใช้นำเข้าข้อมูลผู้ป่วย
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.27 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการนำเข้าข้อมูลของผู้ป่วย

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว	ระบบแสดงหน้าจอหลักของระบบ	Success
2	ผู้ใช้กดเลือก Add patient	ระบบแสดงหน้าสำหรับกรอกข้อมูลผู้ป่วย	Success
3	ผู้ใช้กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช่ว่ากรอกข้อมูลไม่ครบถ้วน	Failed
4	ผู้ใช้กรอกข้อมูลครบถ้วนและกดปุ่มเพื่อบันทึก	ระบบแจ้งเตือนผู้ใช่ว่าบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	Success

4.7.13 ฟังก์ชันการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel

ตารางที่ 4.28 ตารางอธิบายการทดสอบฟังก์ชันการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel

Test case 12: การดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel	
Test Description	ผู้ใช้งานดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel
Pre-condition	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว
Post-condition	ระบบแสดงหน้าจอตามกรณีที่กำหนด
Result (Success/Failed)	Success

ตารางที่ 4.29 ตารางอธิบายผลการทดสอบฟังก์ชันการดาวน์โหลดเอกสารรายงานผล Excel

Step	Action	Expected Result	Result
1	ผู้ใช้เข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว	ระบบแสดงหน้าหลักของระบบ	Success
2	ผู้ใช้กดเลือกเมนู Download Excel Result	ระบบแสดงหน้าสำหรับกรอกข้อมูลโรงเรียนเพื่อคัดกรองเอกสารของผู้ป่วย	Success
3	ผู้ใช้กดเลือกโรงเรียนที่ต้องการและกดปุ่ม Download	ระบบแสดงหน้าจอสำหรับเลือกแหล่งจัดเก็บข้อมูล	Success
4	ผู้ใช้เลือกแหล่งจัดเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้วและกดบันทึก	ระบบบันทึกเอกสารรายงานผลไปยังแหล่งจัดเก็บข้อมูลที่คุณเลือก	Success

บทที่ 5

สรุปการดำเนินงานโครงการ

ในการดำเนินโครงการ ผู้พัฒนาได้ศึกษาสิ่งที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับทันตแพทย์ดังนี้

การตรวจสอบสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยจะต้องใช้บุคลากร 2 คนคือทันตแพทย์เป็นผู้ตรวจและระบุอาการ ผู้ช่วยทันตแพทย์จะทำหน้าที่บันทึกผลสุขภาพช่องปากตามที่ทันตแพทย์ระบุ การตรวจฟันให้แก่ผู้ป่วยเป็นงานที่ทันตแพทย์ต้องทำเป็นประจำทุกปีซึ่งจะตรวจให้กับโรงเรียนที่ได้รับมอบหมาย เมื่อไปถึงยังโรงเรียนจะมีการกรอกข้อมูลสุขภาพของนักเรียนจากบัตรพยาบาลของนักเรียนแต่ละคนที่จุดคัดกรองก่อนการตรวจฟัน เมื่อตรวจฟันก็จะมีผู้ช่วยทันตแพทย์ช่วยในการบันทึกผล เมื่อการตรวจเสร็จสิ้นจะมีการนำผลการตรวจที่ได้มา วิเคราะห์ผล และบันทึกผลการตรวจลงไฟล์รูปแบบ Excel ด้วยตนเองก่อนส่งให้กับกระทรวงสาธารณสุขต่อไป ปัจจุบันบุคลากรด้านงานทันตกรรมมีจำนวนลดลงทำให้เกิดปัญหาเพราะมีบุคลากรไม่เพียงพอรวมไปถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์ผล รายงานผลมีหลายขั้นตอนและซับซ้อน ผู้พัฒนาจึงได้มีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ช่วยอำนวยความสะดวกทันตแพทย์โดยจะใช้เทคนิคการรู้จำเสียงมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ทันตแพทย์สามารถตรวจและบันทึกสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยด้วยคนเดียวได้และยังเป็นการลดขั้นตอนในการสร้างเอกสาร Excel และเอกสารรายงานผลต่าง ๆ เพื่อส่งให้กับผู้ปกครอง ครูประจำชั้น ครูใหญ่ ทันตแพทย์และกระทรวงสาธารณสุขอีกด้วย

ในการศึกษาข้อมูลประกอบการดำเนินงาน ผู้พัฒนาได้ศึกษาเรื่องเสียง การรู้จำเสียง และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ผู้วิจัยเลือกพัฒนาระบบเป็นโมบายแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์พกพา ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เนื่องจากมีเครื่องมือที่รองรับการพัฒนาโครงการ โครงการ ระบบรู้จำเสียงที่ใช้คือ Pocketsphinx ซึ่งเป็นตัวรู้จำเสียงจากโอเพนซอร์สชื่อ CMUSphinx ที่พัฒนาบนอุปกรณ์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และทำงานแบบออฟไลน์ได้ในกรณีที่ทันตแพทย์ลงพื้นที่ตรวจฟันในบริเวณที่ไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต และรองรับภาษาไทยเพื่อให้เหมาะกับบริบทการดำเนินงาน จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่ามียุคที่ใกล้เคียงกับโครงการของผู้วิจัยด้วยกันสองระบบคือ Google Cloud Speech API และ Bixby ข้อสังเกตของทั้งสองระบบกับระบบของผู้พัฒนาคือ Google Cloud Speech API มีความแม่นยำสูง ใช้งานในที่ที่มีเสียงรบกวนได้ รองรับภาษาที่หลากหลายแต่ในการใช้งานแบบออฟไลน์ยังไม่รองรับภาษาไทยและมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานหากใช้

เกินจำนวนที่กำหนด ส่วน Bixby ยังรองรับเพียง 2 ภาษาได้แก่ภาษาอังกฤษและภาษาเกาหลี สามารถใช้เสียงหรือสัมผัสหน้าจอในการสั่งการได้ แต่มีข้อจำกัดของระบบที่สูงและระบบทั้งสองต้องใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อใช้งาน

การออกแบบโครงสร้างของระบบผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของโมบายแอปพลิเคชันและเว็บแอปพลิเคชัน มีการใช้ฐานข้อมูลแบบ SQLite เพื่อส่งต่อข้อมูลให้กับ MySQL เพื่อจัดเก็บข้อมูลภายในระบบ

การใช้งานบนอุปกรณ์มือถือบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้พัฒนาออกแบบให้การใช้งานต้องมีการสมัครสมาชิกเพื่อให้ทันตแพทย์ ผู้ช่วยทันตแพทย์หรือนักศึกษาคณะทันตแพทยศาสตร์สามารถใช้งานได้เท่านั้น เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะมีฟังก์ชันหลักแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนการบันทึกสุขภาพช่องปากและส่วนการดูผลการวิเคราะห์ ในขณะที่ส่วนของเว็บแอปพลิเคชันเป็นส่วนที่นำข้อมูลการตรวจจากโมบายแอปพลิเคชันมาวิเคราะห์และแสดงผลรวมไปถึงส่งออกเอกสารเพื่อให้กับผู้เกี่ยวข้องส่วนต่างๆ

จากการเก็บข้อมูลเสียงเพื่อใช้ฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำเสียงพบว่า ความแม่นยำในการรู้จำเสียงในสภาพแวดล้อมที่ถูกควบคุมให้มีเสียงเจียบสามารถรู้จำเสียงได้แต่ความแม่นยำจะลดลงเมื่อสภาพแวดล้อมเริ่มมีเสียงรบกวน สาเหตุที่เกิดขึ้นประกอบไปด้วยจำนวนข้อมูลที่ยังไม่เพียงพอต่อการฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำเสียงที่ต้องรอบรับการใช้งานจากผู้ใช้งานหลายคน ณ ขณะนี้ข้อมูลเสียงของโครงการมีอยู่ราว 2 ชั่วโมง แต่ความยาวรวมกันของไฟล์เสียงที่เพียงพอจะอยู่ที่ 200 ชั่วโมง และข้อมูลเสียงถูกอัดในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมเสียง ยังไม่ได้อัดข้อมูลเสียงในสภาพแวดล้อมจริงได้เนื่องจากช่วงเวลาในการพัฒนาโครงการไม่ตรงกับช่วงที่ทันตแพทย์ออกตรวจสุขภาพช่องปากของนักเรียน จึงไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าลักษณะสภาพแวดล้อมจริงเป็นอย่างไร สิ่งที่จะต้องดำเนินการต่อคือการเก็บข้อมูลเสียงให้มากเพียงพอสำหรับระบบที่ต้องรองรับผู้ใช้หลายคน และการทำการปรับโมเดลเสียงให้เข้ากับสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง เพื่อให้มีความแม่นยำสูงขึ้น

รายการอ้างอิง

- [1] Rahim Saeidi, Tuija Niemi, Hanna Karppelin, Jouni Pohjalainen, Tomi Kinnunen, Paavo Alku. "Speaker Recognition For Speech Under Face Cover," 2015.
- [2] มหาวิทยาลัยบูรพา, "วิธีการดำเนินงานวิจัย (วิเคราะห์ข้อมูล)," มหาวิทยาลัยบูรพา, 2009.
- [3] ปิยณัฐ ในจิตต์, ณัฐรุช อวยชัยพรเลิศ, วิโรจน์ จันทฤก. (2015). การรู้จำเสียงพูด (*SPEECH RECOGNITION*). Available: <https://biometricskmit.wordpress.com/>
- [4] พรประภา แปงงา. (2013). เสี่ยงกับการได้ยิน. Available: <https://amfinewell.wordpress.com/>
- [5] Android Studio. (2017). *Android Studio The Official IDE for Android*. Available: <https://developer.android.com/>
- [6] CMUSphinx. (October). Available: <https://cmusphinx.github.io/>
- [7] (2017). *Medical Speech Recognition*. Available: <http://copia.com.au/>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างเอกสารรายงานผลจากผู้เฝ้า



World Health Organization
Oral Health Assessment Form for Children, 2013

Annex 2

Leave blank		Year	Month	Day	Identification No.	Orig/Dupl	Examiner						
(1)	<input type="text"/>	(4)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(10)	<input type="text"/>	(14)	<input type="text"/>	(15)	<input type="text"/>	(16)	<input type="text"/>	(17)
General information:					Sex: 1=M, 2=F	Date of birth		Age in years					
(Name) _____					(18)	(19)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(24)	(25)	<input type="text"/>	(26)
Ethnic group (27) <input type="text"/>		(28)	Other group (29) <input type="text"/>		(30)	Years in school (31) <input type="text"/>		(32)	Occupation <input type="text"/>		(33)		
Community (geographical location) (34) <input type="text"/>				(35)	Location: Urban (1) Periurban (2) Rural (3) <input type="text"/>				(36)				
Other data _____ (37)				(38)	Other data _____ (39)				(40)	(41)			
Other data _____ (42)				(43)	Extra-oral examination _____ (43)				(44)	(45)			

Dentition status												Primary teeth		Permanent teeth																																																																															
<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td>17</td><td>16</td><td>55</td><td>54</td><td>53</td><td>52</td><td>51</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>27</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(45)</td><td>(46)</td><td>(47)</td><td>(48)</td><td>(49)</td><td>(50)</td><td>(51)</td><td>(52)</td><td>(53)</td><td>(54)</td><td>(55)</td><td>(56)</td><td>(57)</td> </tr> <tr> <td>47</td><td>46</td><td>45</td><td>44</td><td>43</td><td>42</td><td>41</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>37</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(58)</td><td>(59)</td><td>(60)</td><td>(61)</td><td>(62)</td><td>(63)</td><td>(64)</td><td>(65)</td><td>(66)</td><td>(67)</td><td>(68)</td><td>(69)</td><td>(70)</td> </tr> </table>												17	16	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65	27	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	37	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(58)	(59)	(60)	(61)	(62)	(63)	(64)	(65)	(66)	(67)	(68)	(69)	(70)	Status		Status	
17	16	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65	27																																																																																	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																	
(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)																																																																																	
47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	37																																																																																	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																	
(58)	(59)	(60)	(61)	(62)	(63)	(64)	(65)	(66)	(67)	(68)	(69)	(70)																																																																																	
												A	0 = Sound																																																																																
												B	1 = Caries																																																																																
												C	2 = Filled w/ caries																																																																																
												D	3 = Filled, no caries																																																																																
												E	4 = Missing due to caries																																																																																
												F	5 = Missing for any other reason																																																																																
												G	6 = Fissure sealant																																																																																
													7 = Fixed dental prosthesis/crown, abutment, veneer																																																																																
													8 = Unrupted																																																																																
													9 = Not recorded																																																																																

Periodontal status												Enamel fluorosis																																																																															
<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td>17</td><td>16</td><td>55</td><td>54</td><td>53</td><td>52</td><td>51</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>27</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(73)</td><td>(74)</td><td>(75)</td><td>(76)</td><td>(77)</td><td>(78)</td><td>(79)</td><td>(80)</td><td>(81)</td><td>(82)</td><td>(83)</td><td>(84)</td><td>(85)</td> </tr> <tr> <td>47</td><td>46</td><td>45</td><td>44</td><td>43</td><td>42</td><td>41</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>37</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>(86)</td><td>(87)</td><td>(88)</td><td>(89)</td><td>(90)</td><td>(91)</td><td>(92)</td><td>(93)</td><td>(94)</td><td>(95)</td><td>(96)</td><td>(97)</td><td>(98)</td> </tr> </table>												17	16	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65	27	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(73)	(74)	(75)	(76)	(77)	(78)	(79)	(80)	(81)	(82)	(83)	(84)	(85)	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	37	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(86)	(87)	(88)	(89)	(90)	(91)	(92)	(93)	(94)	(95)	(96)	(97)	(98)	Status	
17	16	55	54	53	52	51	61	62	63	64	65	27																																																																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																															
(73)	(74)	(75)	(76)	(77)	(78)	(79)	(80)	(81)	(82)	(83)	(84)	(85)																																																																															
47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	37																																																																															
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																															
(86)	(87)	(88)	(89)	(90)	(91)	(92)	(93)	(94)	(95)	(96)	(97)	(98)																																																																															
												0 = Normal	3 = Mild																																																																														
												1 = Questionable	4 = Moderate																																																																														
												2 = Very mild	5 = Severe																																																																														
												6 = Excluded (crown, restoration, "bracket")																																																																															
												9 = Not recorded (unrupted tooth)																																																																															

Gingival bleeding		Intervention urgency	
Scores 0 = Absence of condition 1 = Presence of condition 9 = Tooth excluded X = Tooth not present		(101) <input type="text"/>	

Dental erosion		Dental trauma		Oral mucosal lesions		Intervention urgency			
Severity (102) <input type="text"/> 0 = No sign of erosion 1 = Enamel lesion 2 = Dentine lesion 3 = Pulp involvement No. of teeth (103) <input type="text"/> (104) <input type="text"/>		Status (105) <input type="text"/> 0 = No sign of injury 1 = Treated injury 2 = Enamel fracture only 3 = Enamel and dentine fracture 4 = Pulp involvement 5 = Missing tooth due to trauma 6 = Other damage 9 = Excluded tooth No. of teeth (106) <input type="text"/> (107) <input type="text"/>		Condition (108) <input type="text"/> (109) <input type="text"/> (110) <input type="text"/> 0 = No abnormal condition 1 = Ulceration (aphthous, herpetic, traumatic) 2 = Acute necrotizing ulcerative gingivitis (ANUG) 3 = Candidiasis 4 = Abscess 8 = Other condition 9 = Not recorded		Location (111) <input type="text"/> (112) <input type="text"/> (113) <input type="text"/> 0 = Vermilion border 1 = Commissures 2 = Lips 3 = Hard 4 = Buccal mucosa 5 = Roof of mouth 6 = Tongue 7 = Hard and/or soft palate 8 = Alveolar ridge/gingiva 9 = Not recorded		(114) <input type="text"/> 0 = No treatment needed 1 = Preventive or routine treatment needed 2 = Prompt treatment (including scaling) needed 3 = Immediate (urgent) treatment needed due to pain or infection of dental and/or oral origin 4 = Referred for comprehensive evaluation or medical/dental treatment (systemic condition)	

เอกสารอธิบายตัวแปรระดับบุคคล

VarID	ระดับ	ชื่อ Variable	วิธีการคำนวณ
Ind1	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันน้ำนม	นับรหัส A or B or C or D or F or G
Ind2	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันดาวร	นับรหัส 0 or 1 or 2 or 3 or 6 or 7 or 9
Ind3	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันน้ำนมปกติ	นับรหัส A or F
Ind4	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันน้ำนมผุ (D)	นับรหัส B or C
Ind5	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันน้ำนมที่ถูกอุด (f)	นับรหัส D, G
Ind6	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันน้ำนมที่ถูกถอน (m)	นับรหัส E
Ind7	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	ประสมการณัฟันน้ำนมผุ (dmft)	d+f+m
Ind8	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันดาวรปกติ	นับรหัส 0 or 6
Ind9	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันดาวรที่ผุ (D)	นับรหัส 1 or 2
Ind10	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันดาวรที่ถูกอุด (F)	นับรหัส 3 or 7
Ind11	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	จำนวนฟันดาวรที่ถูกถอน (M)	นับรหัส 4
Ind12	บุคคล ผลตรวจล่าสุด	ประสมการณัฟันดาวรผุ (DMFT)	D+F+M
Ind13	บุคคล ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันผุเกิดใหม่	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม CH1
Ind14	บุคคล ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ป้องกันโรคฟันผุสำเร็จ	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม CH0
Ind15	บุคคล ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ได้รับการทันตกรรม นับจากการตรวจครั้งก่อน	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx0 or Tx1 or Tx2
Ind16	บุคคล ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ได้รับการทันตกรรม นับจากการตรวจครั้งก่อน แล้วป้องกัน หรือหยุดโรคได้	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx0
Ind17	บุคคล ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ได้รับการทันตกรรม นับจากการตรวจครั้งก่อน แต่หยุดโรคไม่ได้	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx1 or Tx2
Ind18	บุคคล ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ตรวจครั้งก่อน ยังมีฟันอยู่ แต่ถอนซี่ออกไปแล้ว	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx2

เอกสารอธิบายตัวแปรระดับห้องเรียน

VarID	ระดับ	ชื่อ Variable	วิธีการคำนวณ
CI1	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนม ของทั้งห้อง	นับรหัส A or B or C or D or F or G รวมทั้งห้อง
CI2	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนม ของทั้งห้อง	นับรหัส 0 or 1 or 2 or 3 or 6 or 7 รวมทั้งห้อง
CI3	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนมปกติ	นับรหัส A or F รวมทั้งห้อง
CI4	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนม (D)	นับรหัส B or C รวมทั้งห้อง
CI5	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนมที่ถูกดูด (f)	นับรหัส D, G รวมทั้งห้อง
CI6	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนมที่ถูกถอน (m)	นับรหัส E รวมทั้งห้อง
CI7	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	ประสิทธิภาพพิน้ำนม (dmft)	d+f+m รวมทั้งห้อง
CI8	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	ค่าเฉลี่ย dmft	(d+f+m รวมทั้งห้อง)/จำนวนนักเรียนในห้องที่ตรวจฟัน
CI9	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนมปกติ	นับรหัส 0 or 6 รวมทั้งห้อง
CI10	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนมที่ (D)	นับรหัส 1 or 2 รวมทั้งห้อง
CI11	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนมที่ถูกดูด (F)	นับรหัส 3 or 7 รวมทั้งห้อง
CI12	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนพิน้ำนมที่ถูกถอน (M)	นับรหัส 4 รวมทั้งห้อง
CI13	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	ประสิทธิภาพพิน้ำนม (DMFT)	D+F+M รวมทั้งห้อง
CI14	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	จำนวนผู้ไม่มีฟัน	นับจำนวนคนในห้องที่มีค่า d+f+m = 0 และ D+F+M = 0
CI15	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	ร้อยละผู้ไม่มีฟัน	CI14/จำนวนนักเรียนในห้องที่ตรวจฟัน
CI16	ห้องเรียน ผลตรวจล่าสุด	ค่าเฉลี่ย DMFT	(D+F+M รวมทั้งห้อง)/จำนวนนักเรียนในห้องที่ตรวจฟัน
CI17	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันผุเกิดใหม่	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม CH1 รวมทั้งห้อง
CI18	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนนักเรียนผู้มีฟันผุเกิดใหม่ อย่างน้อย 1 ซี่	นับจำนวนนักเรียน ที่มี CH1>0
CI19	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	ร้อยละฟันผุเกิดใหม่ (Incidence Rate)	(CI17/(CI1 + CI2))*100
CI20	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ป้องกันโรคฟันผุสำเร็จ	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม CH0 รวมทั้งห้อง
CI21	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ได้รับการทันตกรรม นับจากภาวะตรวจครั้งแรก	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx0 or Tx1 or Tx2 รวมทั้งห้อง
CI22	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนนักเรียนผู้เข้าถึงบริการทันตกรรม	นับจำนวนคนที่ Tx0>0 or Tx1>0 or Tx2>0

CI23	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ได้รับบริการทันตกรรม นับจากการตรวจครั้งก่อน แล้วป้องกัน หรือหยุดโรคได้	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx0 รวมทั้งห้อง
CI24	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ได้รับบริการทันตกรรม นับจากการตรวจครั้งก่อน แต่หยุดโรคไม่ได้	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx1 or Tx2 รวมทั้งห้อง
CI25	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	จำนวนฟันที่ตรวจครั้งก่อน ยังมีฟันอยู่ แต่ตอนนี้ถอนไปแล้ว	นับจำนวนซี่ฟันในกลุ่ม Tx2 รวมทั้งห้อง
CI26	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	Cavity Free	นับจำนวนนักเรียนที่มีค่า D = 0 และ d = 0 และไม่เข้ากับคนที่อยู่ใน CI14
CI27	ห้องเรียน ความเปลี่ยนแปลง	Active Caries	นับจำนวนนักเรียนที่มีค่า d>0 หรือ D>0

เอกสารอธิบายรหัสสถานะฟันและการจัดกลุ่มการเปลี่ยนแปลงฟัน

รหัสฟัน ตาม WHO 5th Edition

รหัสฟัน น้ำนม	รหัสฟัน ถาวร	แปลว่า
A	0	ปกติ (sound)
B	1	ผุ (Decayed)
C	2	อุดแล้วผุ (Filled, with decayed)
D	3	อุดไม่ผุ (Filled, no decay)
E	4	ถอน (Missing, as a result of caries)
-	5	Missing for another reason
F	6	Fissure Sealant
G	7	Fixed partial denture, crown, abutment
-	8	ฟันยังไม่ขึ้น (Unerupted tooth)
-	9	อื่นๆไม่นับรวม (Excluded)

กลุ่ม CH0 คือฟันที่ 'Success in Caries Prevention' เช่น A=>A, A=>0, D=>0 เป็นต้น

กลุ่ม CH1 คือฟันที่ 'Fail to prevent caries' เช่น A=>B, B=>C, C=>1 เป็นต้น

กลุ่ม CH2 คือฟันที่ พบ caries ตั้งแต่การตรวจครั้งก่อน แต่ก็ยังไม่เื่ออะไรเปลี่ยนแปลง เช่น C=>C เป็นต้น

กลุ่ม CH8 คือฟันที่มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง เป็นข้อมูลที่เป็นไปไม่ได้ เช่น D=>B เป็นต้น

กลุ่ม CH9 คือฟันเราที่ไม่สนใจความเปลี่ยนแปลง เช่น A=>9 เป็นต้น

กลุ่ม Tx0 คือฟันที่ได้รับการทันตกรรมบางอย่าง แล้วป้องกัน หรือกำจัดฟันผุ เอาไว้ได้ เช่น A=>6, B=>7 เป็นต้น

กลุ่ม Tx1 คือฟันที่ได้รับการทันตกรรมบางอย่างแล้ว แต่ก็ไม่สามารถจัดการกับฟันผุได้ เช่น A=>C, B=>2 เป็นต้น

กลุ่ม Tx2 นับแยกเฉพาะฟันที่ได้รับการทันตกรรมประเภท "ถอนฟัน" เช่น A=>E, B=>E, C=>4 เป็นต้น

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
A	A	ฟันน้ำนมดี ไม่มีกาเปลี่ยนแปลง	CH0
A	B	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันน้ำนมที่ผุ	CH1
A	C	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันน้ำนมที่ถูกอุด แล้วผุซ้ำ	CH1, Tx1
A	D	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันน้ำนมที่ถูกอุด แล้วไม่มีผุ	CH1, Tx0
A	E	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันที่ถูกถอนเพราะผุ	CH1, Tx2
A	F	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันน้ำนมที่ถูกเคลือบหลุมร่องฟัน	CH0, Tx0
A	G	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันน้ำนมที่ถูกครอบฟัน	CH1, CH3
A	0	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ดี	CH0
A	1	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ผุ	CH1
A	2	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกอุด แล้วผุซ้ำ	CH1, Tx1
A	3	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกอุด แล้วไม่มีผุ	CH1, Tx0
A	4	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกถอนเพราะผุ	CH1, Tx2
A	5	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ที่หายไปด้วยสาเหตุอื่นๆ	CH1
A	6	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกเคลือบหลุมร่องฟัน	CH0, Tx0
A	7	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกครอบฟัน	CH1, Tx0
A	8	ฟันน้ำนมดี หุดไป ฟันแท้ยังไม่ขึ้น	CH0
A	9	ฟันน้ำนมดี กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
B	A	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
B	B	พืชน้ำนมที่ผู้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH4
B	C	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นพืชน้ำนมที่ถูกดูด แล้วผู้ซ้า	CH1, CH4
B	D	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นพืชน้ำนมที่ถูกดูด แล้วไม่มีรอยผู้	CH3
B	E	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นพืชน้ำนมที่ถูกถอนเพราะผู้	CH1, Tx2
B	F	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นพืชน้ำนมที่ถูกเคลือบหุ้มร่องฟัน	CH0, Tx0
B	G	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นพืชน้ำนมที่ถูกครอบฟัน	Tx0
B	0	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ๆ	CH0
B	1	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่ผู้	CH1
B	2	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกดูด แล้วผู้ซ้า	CH1, Tx1
B	3	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกดูด แล้วไม่มีรอยผู้	CH1, Tx0
B	4	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกถอนเพราะผู้	CH1, Tx2
B	5	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่หายไปด้วยสาเหตุอื่น	CH1
B	6	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกเคลือบหุ้มร่องฟัน	CH0, Tx0
B	7	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกครอบฟัน	CH1, Tx0
B	8	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้น	CH9
B	9	พืชน้ำนมที่ผู้ กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
C	A	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
C	B	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
C	C	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH2
C	D	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นน้ำนมที่ถูกลูและไมย	Tx0
C	E	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะ	Tx2
C	F	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นน้ำนมที่ถูกลูเคลือบหลุมร่องฟัน	CH8
C	G	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นน้ำนมที่ถูกลูควบ	Tx0
C	0	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ๆ	CH0
C	1	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่	CH1
C	2	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่ถูกลูแล้ว	CH1, Tx1
C	3	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่ถูกลู ไมย	CH1, Tx0
C	4	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่ถูกลอนเพราะ	CH1, Tx2
C	5	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่สูญหายเพราะ	CH1
C	6	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่ถูกลูเคลือบหลุมร่องฟัน	CH0, Tx0
C	7	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่ถูกลูควบ	CH1, Tx0
C	8	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นพื้นแท้ที่ยังไม่ขึ้น	CH9
C	9	พื้นน้ำนมที่ถูกลูและผู้ชาย กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ดวงจตุรพักตร์ที่ 1	ดวงจตุรพักตร์ที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
D	A	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรพักตร์ใดดวงหนึ่ง	CH8
D	B	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรพักตร์ใดดวงหนึ่ง	CH8
D	C	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินนํมที่ดูดแล้วยุ	CH1
D	D	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH0
D	E	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินนํมที่ถูกถอนเพราะยุ	CH1, Tx2
D	F	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินนํมที่ถูกเคลือบหลุมร่องพิน	CH8
D	G	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินนํมที่ถูกครอบพิน	Tx0
D	0	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่ติ	CH0
D	1	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่ยุ	CH1
D	2	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่ดูดแล้วยุซ้ำ	CH1, Tx1
D	3	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่ดูดแล้ว ไม่ยุ	CH1, Tx0
D	4	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่ถูกถอนเพราะยุ	CH1, Tx2
D	5	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่สูญหายเพราะสาเหตุอื่น	CH1
D	6	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่เคลือบหลุมร่องพิน	CH0, Tx0
D	7	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่ถูกครอบพิน	CH1, Tx0
D	8	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพินแท้ที่ยังไม่ขึ้น	CH9
D	9	พินนํมที่ดูดแล้วไม่ยุ กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
E	A	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
E	B	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
E	C	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
E	D	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
E	E	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
E	F	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
E	G	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
E	0	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่ดี	CH0
E	1	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่หยาบ	CH1
E	2	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่อุดมแล้วผู้ซ้ำ	CH1, Tx1
E	3	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่อุดมแล้วไม่ผู้	CH1, Tx0
E	4	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่ถูกลอนเพราะผู้	CH1, Tx2
E	5	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่สูญเสียเพราะสาเหตุอื่น	CH1
E	6	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่เคลือบหลุมร่องฟัน	CH0, Tx0
E	7	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่ควบฟัน	CH1, Tx0
E	8	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นพื้นแท้ที่ยังไม่ขึ้น	CH9
E	9	พื้นน้ำนมที่ถูกลอนเพราะผู้ กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
F	A	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
F	B	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพิน้ำนมที่ผุ	CH1
F	C	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพิน้ำนมที่หลุดแล้วผุซ้ำ	CH1, Tx1
F	D	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพิน้ำนมที่หลุดแล้ว ไม่ผุ	CH1, Tx0
F	E	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพิน้ำนมที่ถูกถอนเพราะผุ	CH1, Tx2
F	F	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน ไม่มีภาวะเปลี่ยนแปลง	CH0
F	G	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพิน้ำนมที่ครอบฟัน	CH1, Tx0
F	0	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่ดี	CH0
F	1	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่ผุ	CH1
F	2	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่หลุดแล้วผุซ้ำ	CH1, Tx1
F	3	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่หลุดแล้วไม่ผุ	CH1, Tx0
F	4	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่ถูกถอนเพราะผุ	CH1, Tx2
F	5	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่สูญเสียเพราะสาเหตุอื่น	CH1
F	6	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่เคลือบหลุมร่องฟัน	CH0, Tx0
F	7	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่ครอบฟัน	CH1, Tx0
F	8	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้น	CH9
F	9	พิน้ำนมที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นอย่างอื่นนอกเหนือ	CH9

ดวงจตุรพักตร์ที่ 1	ดวงจตุรพักตร์ที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
G	A	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรพักตร์ใดดวงหนึ่ง	CH8
G	B	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ผู้	CH8
G	C	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรพักตร์ใดดวงหนึ่ง	CH8
G	D	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรพักตร์ใดดวงหนึ่ง	CH8
G	E	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ถูกลองเพราะ	CH1, Tx2
G	F	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรพักตร์ใดดวงหนึ่ง	CH8
G	G	พินนํมถูกรวบรวมขึ้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH0
G	0	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ผิด	CH0
G	1	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ผู้	CH1
G	2	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ผู้แล้วผู้	CH1, Tx1
G	3	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ผู้แล้วผู้	CH1, Tx0
G	4	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ถูกลองเพราะผู้	CH1, Tx2
G	5	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่สูญหายด้วย	CH1
G	6	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่เคลื่อนหลุดวง	CH0, Tx0
G	7	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น	CH1, Tx0
G	8	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นพินนํมที่ยังไม่ขึ้น	CH9
G	9	พินนํมที่ถูกรวบรวมขึ้น กลายเป็นอย่างอื่นนอก	CH9
		เกณฑ์	

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
0	A	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	B	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	C	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	D	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	E	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	F	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	G	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	0	พื้นที่ที่ดี ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH0
0	1	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นพื้นที่เสีย	CH1
0	2	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นพื้นที่ที่อุดมแล้วมีน้ำ	CH1, Tx1
0	3	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นพื้นที่ที่อุดมแล้วไม่มีน้ำ	CH1, Tx0
0	4	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นพื้นที่ที่ถูกถอนเพาะเห็ด	CH1, Tx2
0	5	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นพื้นที่ที่สูญหายด้วยสาเหตุอื่น	CH1
0	6	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นพื้นที่ที่เคลื่อนหุ้มน้องพื้น	CH0, Tx0
0	7	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นพื้นที่ที่ถูกครอบพื้น	CH1, Tx0
0	8	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
0	9	พื้นที่ที่ดี กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ดวงจตุรที่ 1	ดวงจตุรที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
1	A	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	B	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	C	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	D	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	E	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	F	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	G	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	0	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	1	พื้นที่ที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH2
1	2	พื้นที่ที่ กลายเป็นพื้นที่ที่อุดแล้วชำ	CH1, Tx1
1	3	พื้นที่ที่ กลายเป็นพื้นที่ที่อุดแล้วไม่	CH0, Tx0
1	4	พื้นที่ที่ กลายเป็นพื้นที่ที่ถูกถอนเพราะ	Tx2
1	5	พื้นที่ที่ กลายเป็นพื้นที่ที่สูญหายด้วยสาเหตุอื่น	CH1
1	6	พื้นที่ที่ กลายเป็นพื้นที่ที่เคลื่อนหลุมวงพื้น	CH8
1	7	พื้นที่ที่ กลายเป็นพื้นที่ที่ควบพื้น	Tx0
1	8	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดจตุรที่หนึ่ง	CH8
1	9	พื้นที่ที่ กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ทววจดครั้งที่ 1	ทววจดครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
2	A	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	B	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	C	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	D	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	E	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	F	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	G	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	0	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	1	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	2	พื้นที่ที่อุดแล้วผู้ชำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH2
2	3	พื้นที่ที่อุดแล้วผู้ชำ กลายเป็นพื้นที่ที่อุดแล้วไม่ผู้	Tx0
2	4	พื้นที่ที่อุดแล้วผู้ชำ กลายเป็นพื้นที่ที่ถูกถอนเพราะผู้	Tx2
2	5	พื้นที่ที่อุดแล้วผู้ชำ กลายเป็นพื้นที่ที่สูญหายด้วยสาเหตุอื่น	CH8
2	6	พื้นที่ที่อุดแล้วผู้ชำ กลายเป็นพื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องพื้น	CH8
2	7	พื้นที่ที่อุดแล้วผู้ชำ กลายเป็นพื้นที่ที่ควบพื้น	Tx0
2	8	มีความผิดพลาดในการทววจดครั้งที่ 1 ครั้งหนึ่ง	CH8
2	9	พื้นที่ที่อุดแล้วผู้ชำ กลายเป็นอย่างอื่นนอกเหนือ	CH9

ดวงจตุรที่ 1	ดวงจตุรที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
3	A	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	B	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	C	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	D	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	E	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	F	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	G	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	0	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	1	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	2	พื้นที่ที่อุดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพื้นที่ที่อุดแล้วยุ	CH1
3	3	พื้นที่ที่อุดแล้วไม่ยุ ไม่เปลี่ยนแปลง	CH2
3	4	พื้นที่ที่อุดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพื้นที่ที่ถูกถอนเฉพาะยุ	CH1, Tx2
3	5	พื้นที่ที่อุดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพื้นที่ที่สูญหายด้วยสาเหตุอื่น	CH1
3	6	พื้นที่ที่อุดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพื้นที่ที่เคลื่อนหลุมร่องฟัน	CH8
3	7	พื้นที่ที่อุดแล้วไม่ยุ กลายเป็นพื้นที่ถูกครอบฟัน	Tx0
3	8	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
3	9	พื้นที่ที่อุดแล้วไม่ยุ กลายเป็นอย่างอื่นนอกเหนือ	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
4	A	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	B	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	C	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	D	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	E	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	F	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	G	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	0	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	1	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	2	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	3	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	4	พื้นที่ที่ถูกถอนเพราะผู้ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
4	5	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	6	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	7	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	8	มีความผิดพลาดในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
4	9	พื้นที่ที่ถูกถอนเพราะผู้ กลายเป็นอย่างอื่นนอก เกณฑ์	CH9

ดวงจตุรที่ 1	ดวงจตุรที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
5	A	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	B	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	C	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	D	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	E	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	F	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	G	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	0	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	1	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	2	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	3	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	4	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	5	พื้นที่ที่สูญหายด้วยสาเหตุอื่น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
5	6	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	7	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	8	มีความผิดพลาดในการดวงจตุรที่ใดครั้งหนึ่ง	CH8
5	9	พื้นที่ที่สูญหายด้วยสาเหตุอื่น กลายเป็นอย่างอื่นนอกเหนือ	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
6	A	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	B	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	C	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	D	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	E	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	F	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	G	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	0	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	1	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพื้นที่ที่ผุ	CH1
6	2	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพื้นที่ที่อุดแล้วมีรูซ้ำ	CH1, Tx1
6	3	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพื้นที่ที่อุดแล้วไม่มีรู	CH1, Tx0
6	4	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพื้นที่ถูกถอนเพราะผุ	CH1, Tx2
6	5	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน สูญหายจากสาเหตุอื่น	Tx2
6	6	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน ไม่เปลี่ยนแปลง	CH0
6	7	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นพื้นที่ที่ครอบฟัน	CH1, Tx0
6	8	มีความผิดพลาดในการตรวจครั้งใดครั้งหนึ่ง	CH8
6	9	พื้นที่ที่เคลือบหลุมร่องฟัน กลายเป็นอย่างอื่นนอกเกณฑ์	CH9

ดวงจครึ่งที่ 1	ดวงจครึ่งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
7	A	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	B	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	C	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	D	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	E	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	F	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	G	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	0	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	1	พื้นที่ที่ครอบฟัน กลายเป็นพื้นที่หู	CH1
7	2	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	3	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	4	พื้นที่ที่ครอบฟัน กลายเป็นพื้นที่ถูกถอนเพราะเหตุ	CH1, Tx2
7	5	พื้นที่ที่ครอบฟัน กลายเป็นพื้นที่สูญเสียด้วยสาเหตุอื่น	CH1
7	6	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	7	พื้นที่ที่ครอบฟัน ไม่เปลี่ยนแปลง	CH0
7	8	มีความผิดพลาดในการดวงจครึ่งใดครึ่งหนึ่ง	CH8
7	9	พื้นที่ที่ครอบฟัน กลายเป็นอย่างอื่นนอกเหนือ	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
8	A	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
8	B	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
8	C	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
8	D	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
8	E	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
8	F	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
8	G	มีความผิดพลาด ในการตรวจวัดใดครั้งหนึ่ง	CH8
8	0	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่ดี	CH0
8	1	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่ผู้	CH1
8	2	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม	CH1, Tx1
8	3	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม	CH1, Tx0
8	4	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม	CH1, Tx2
8	5	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม	CH1
8	6	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่เคสของหอพัก	CH0, Tx0
8	7	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นพื้นที่เคสของหอพัก	CH1, Tx0
8	8	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น ไม่เปลี่ยนแปลง	CH9
8	9	พื้นที่ที่ยังไม่ขึ้น กลายเป็นอย่างอื่นนอกเหนือ	CH9

ตรวจครั้งที่ 1	ตรวจครั้งที่ 2	แปลว่า	จับเข้ากลุ่ม
9	A	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	B	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	C	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	D	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	E	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	F	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	G	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	0	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	1	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	2	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	3	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	4	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	5	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	6	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	7	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	8	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9
9	9	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	CH9