รูปภาพประกอบด้วย ร่าง, การวาดภาพ, สัญลักษณ์, ศิลปะ

เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง

**CS 2567/2**

**โครงงานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์**

เว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว บนภาพรังสีพานอรามิก

Web application for automatic detection and assessment of eruption potential of maxillary impacted canines in panoramic radiographs

โดย

653380139-1 นายพนธกร สุภักดิ์

653380270-3 นายประจักษ์ สายแถม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.ไพรสันต์ ผดุงเวียง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา CP353764 ระเบียบวิธีวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(เดือนมีนาคม พ.ศ. 2568 )

รูปภาพประกอบด้วย ร่าง, การวาดภาพ, สัญลักษณ์, ศิลปะ

เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง

**CS 2567/2**

**รายงานความก้าวหน้าโครงงาน ครั้งที่ 1**

เว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว บนภาพรังสีพานอรามิก

Web application for automatic detection and assessment of eruption potential of maxillary impacted canines in panoramic radiographs

โดย

653380139-1 นายพนธกร สุภักดิ์

653380270-3 นายประจักษ์ สายแถม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.ไพรสันต์ ผดุงเวียง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา CP353764 ระเบียบวิธีวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(เดือนมีนาคม พ.ศ. 2568 )

พนธกร สุภักดิ์ และ ประจักษ์ สายแถม. 2568. **เว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก.** โครงงานคอมพิวเตอร์ ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา

วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** ผศ. ดร.ไพรสันต์ ผดุงเวียง

# **บทคัดย่อ**

ฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวเป็นความผิดปกติทางทันตกรรมที่พบได้บ่อยและส่งผลต่อการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน การวินิจฉัยที่แม่นยำและรวดเร็วมีความสำคัญต่อการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวจากภาพรังสีพานอรามิก โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การศึกษานี้ได้พัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่ได้รับการฝึกฝนด้วยชุดข้อมูลภาพรังสีพานอรามิก ซึ่งได้รับการวินิจฉัยและติดตามผลโดยทันตแพทย์ ระบบสามารถระบุตำแหน่งของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว และประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนได้ เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีส่วนของหน้าผู้ใช้ที่ใช้งานง่าย โดยทันตแพทย์สามารถอัปโหลดภาพรังสีพานอรามิกและรับผลการวิเคราะห์ได้ทันที รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่เหมาะสมตามหลักการวิเคราะห์ฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว ระบบนี้มีศักยภาพในการช่วยลดระยะเวลาในการวินิจฉัย เพิ่มความแม่นยำในการวางแผนการรักษา และสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกสำหรับทันตแพทย์ทั่วไปและเฉพาะทาง

คำสำคัญ : ฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว, ภาพรังสีพานอรามิก, การวิเคราะห์ภาพถ่ายทางทันตกรรม

Panatakorn Supak and Prachak Saithaem. 2025. **Web application for automatic detection and assessment of eruption potential of maxillary impacted canines in panoramic radiographs.** Bachelor of Science Project in Computer Science, Department of Computer Science, College of Computing, Khon Kaen University.

**Thesis Advisor**: Asst. Prof. Praisan Padungweang, Ph.D.

# **Abstract**

Maxillary impacted canines are a common dental abnormality that affects orthodontic treatment. Accurate and rapid diagnosis is essential for appropriate treatment planning. This research aims to develop a web application that can locate and assessment of eruption the eruption probability of impacted maxillary canines from panoramic radiographs using artificial intelligence technology. This study developed a deep learning model trained with a dataset panoramic radiograph that were diagnosed and followed up by dentists. The system can identify the position of impacted maxillary canines and predict the probability of maxillary canine eruption. The developed web application features a user-friendly interface where dentists can upload panoramic radiographs and immediately receive analysis results, including appropriate information based on impacted maxillary canine analysis principles. This system has the potential to reduce diagnosis time, increase accuracy in treatment planning, and support clinical decision-making for general dentists and specialists.

Keywords : Impacted maxillary canines, Panoramic radiographs, Dental imaging analysis

# **กิตติกรรมประกาศ**

ในการดําเนินโครงงาน เรื่อง เว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบน ที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก(Web application for automatic detection and assessment of eruption potential of maxillary impacted canine in panoramic radiographs) ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านด้วยกัน จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.ไพรสันต์ ผดุงเวียง ที่ปรึกษาโครงงานและได้ให้คำชี้แนะ แนวทางการคิด วิเคราะห์ และการพัฒนาระบบของโครงงานน

ขอขอบพระคุณ นทพ. กิตติธัช ภูธา, นทพ. ดลนภา โรจนพิศาลกุล, นทพ. ธนาภรณ์ ชูคันหอม ที่ให้คำปรึกษา และแนวทางในการพัฒนาระบบของโครงงาน

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์วิทยาลัยคอมพิวเตอร์ที่ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการเรียนการทำโครงงานมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ พนธกร สุภักดิ์ และ ประจักษ์ สายแถม ผู้จัดทำโครงงานที่สามารถก้าวผ่านอุปสรรคต่าง ๆ พร้อมกับผู้สนับสนุนที่กล่าวมาข้างต้น

ผู้จัดทำ

พนธกร สุภักดิ์

ประจักษ์ สายแถม

**สารบัญ**

[**บทคัดย่อ** ก](#_Toc192487576)

[**Abstract** ข](#_Toc192487577)

[**กิตติกรรมประกาศ** ค](#_Toc192487578)

[**สารบัญภาพ** ฉ](#_Toc192487579)

[**สารบัญตาราง** ช](#_Toc192487580)

[**บทที่ 1** 1](#_Toc192487581)

[**1.1** **ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา** 1](#_Toc192487582)

[**1.2 วัตถุประสงค์** 1](#_Toc192487583)

[**1.3 เป้าหมายและขอบเขต** 1](#_Toc192487584)

[**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ** 2](#_Toc192487585)

[**บทที่ 2** 3](#_Toc192487586)

[**2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง** 3](#_Toc192487587)

[**2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** 10](#_Toc192487588)

[**บทที่ 3** 11](#_Toc192487589)

[**3.1 แผนการดำเนินงาน** 11](#_Toc192487590)

[**3.2 ระยะเวลาดำเนินงาน** 12](#_Toc192487591)

[**บทที่ 4** 13](#_Toc192487592)

[**4.1 การออกแบบระบบ** 13](#_Toc192487593)

[**4.2 การพัฒนาระบบ** 13](#_Toc192487594)

[**4.3 การทดสอบระบบ** 13](#_Toc192487595)

[**บทที่ 5** 14](#_Toc192487596)

[**5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน** 14](#_Toc192487597)

[**5.2 ข้อจำกัดของระบบ** 14](#_Toc192487598)

[**5.3 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข** 14](#_Toc192487599)

[**5.4 ข้อเสนอแนะ** 14](#_Toc192487600)

[**บรรณานุกรม** 15](#_Toc192487601)

[**ประวัติผู้ทำวิจัย** 17](#_Toc192487602)

# **สารบัญภาพ**

[ภาพที่ 1 ภาพฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนขากรรไกรซ้าย [14] 4](#_Toc193227361)

[ภาพที่ 2 ภาพการจําแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนของ Ericson และ Kurol [8] 4](#_Toc193227362)

[ภาพที่ 3 ภาพการจําแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนของ Yamamoto และคณะ [9] 5](#_Toc193227363)

[ภาพที่ 4 ภาพการจำแนกฟันเขี้ยวบนฝังตัวตามระบบของ Alessandri Bonetti [13] 6](#_Toc193227364)

[ภาพที่ 5 ภาพการวัดประสิทธิภาพของ YOLO11 [4] 9](#_Toc193227365)

# 

# **สารบัญตาราง**

[ตารางที่ 1 ตารางแสดง 3 ปัจจัยที่สามารถนำไปประเมินว่าฟันเขี้ยวมีโอกาสขึ้นได้ง่ายหรือยาก [15] 7](#_Toc193463816)

[ตารางที่ 2 ตารางการแบ่งเกณฑ์โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวในแต่ละปัจจัย 7](#_Toc193463817)

[ตารางที่ 3 ตารางแสดงพารามิเตอร์ในการประเมินความรุนแรงของการฝังตัวของฟันเขี้ยว 8](#_Toc193463818)

[ตารางที่ 4 ตารางแสดงพารามิเตอร์ในการประเมินความรุนแรงของการฝังตัวของฟันเขี้ยว (ต่อ) 8](#_Toc193463819)

[ตารางที่ 5 ตารางการแบ่งเกณฑ์โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวในแต่ละปัจจัย 13](#_Toc193463820)

[ตารางที่ 6 ตารางพารามิเตอร์ประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวโดย M. DK และคณะ 13](#_Toc193463821)

[ตารางที่ 7 ตารางการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงาน 14](#_Toc193463822)

# **บทที่ 1**

**บทนำ**

## **ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

ฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว (maxillary Impacted canines) เป็นความผิดปกติทางทันตกรรมที่พบได้บ่อยเป็นอันดับสองรองจากฟันกรามซี่ที่สาม โดยมีอัตราการเกิดประมาณร้อยละ 2 ของประชากรทั่วไป พบมากในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และเกิดการฝังตัวของฟันเขี้ยวในขากรรไกรบนมากกว่าในขากรรไกรล่างมากกว่าสองเท่า [10] ฟันเขี้ยวบน (maxillary canines) มีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งในด้านหน้าที่และความสวยงาม การฝังตัวของฟันเขี้ยวบนอาจนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนของฟันซี่ข้างเคียงเข้าสู่ช่องว่างของฟันเขี้ยวบนแท้ส่งผลให้ความยาวส่วนโค้งแนวฟัน (arch length) ลดลง เกิดการละลายของรากฟันข้างเคียง การติดเชื้อ การเกิดถุงน้ำชนิดเดนทิเจอรัส และความผิดปกติของการสบฟัน [11]การวินิจฉัยและการวางแผนการรักษาที่เหมาะสมสำหรับฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวขึ้นอยู่กับการระบุตำแหน่งที่แม่นยำและการประเมินความน่าจะเป็นในการขึ้นในช่องปาก โดยภาพรังสีพานอรามิก (panoramic radiograph) เป็นเครื่องมือวินิจฉัยที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินเบื้องต้น แต่การแปลผลมักต้องอาศัยประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเฉพาะทางสูง [12] การประเมินโอกาสความน่าจะเป็นในการขึ้นของฟันเขี้ยวที่ฝังตัวจะพิจารณาตามการจำแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนของ Yamamoto และคณะ [9] ดังนั้น การตรวจพบและวินิจฉัยตำแหน่งและโอกาสของฟันเขี้ยวที่ฝังตัวตั้งแต่เริ่มต้นได้อย่างรวดเร็ว จะช่วยลดการเกิดของฟันเขี้ยวบนคุด และผลเสียที่จะเกิดขึ้น เป็นหนึ่งสิ่งสำคัญในการวางแผนการรักษาที่เหมาะสม [11]

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้คิดพัฒนาระบบที่ช่วยตรวจจับ ค้นหาตำแหน่งของฟันเขี้ยวบนคุด และประเมินโอกาสการขึ้นของฟันเขี้ยวบนคุด โดยได้นำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) และการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) มาใช้เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและแม่นยำในการวินิจฉัยฟันเขี้ยวบนคุด และสามารถช่วยทันตแพทย์ในการวิเคราะห์ภาพรังสีพานอรามิกเพื่อระบุตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เว็บแอปพลิเคชันนี้จะเป็นเครื่องมือในการช่วยทันตแพทย์ทั่วไปในการวินิจฉัยเบื้องต้นและตัดสินใจวางแผนการรักษาผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม

## **1.2 วัตถุประสงค์**

1.2.1 เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและ~~ทำนายความน่าจะเป็นในการขึ้น~~ของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก

1.2.2 เพื่อพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกในการค้นหาตำแหน่งและทำนายความน่าจะเป็นในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก

## **1.3 เป้าหมายและขอบเขต**

1.3.1 เว็บแอปพลิเคชันสามารถค้นหาตำแหน่งและ~~ทำนายความน่าจะ~~เป็นในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก

1.3.2 ช่วยลดระยะเวลาเวลาและความซับซ้อนในการวิเคราะห์ภาพรังสีพานอรามิก และ ช่วยทันตแพทย์สนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกด้วยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์

1.3.3 เว็บแอปพลิเคชันสามารถค้นหาตำแหน่งและทำนายความน่าจะเป็นในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิกเท่านั้น

## **1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.4.1 ได้โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกในการค้นหาตำแหน่งและ~~ทำนายความน่าจ~~ะเป็นในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก

1.4.2 ได้เว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่ง~~และทำนายความน่าจะเป็~~นในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสี พานอรามิก

# **บทที่ 2**

**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การศึกษาและการจัดทำโครงงานเรื่อง เว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบน ที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก(Web application for automatic detection and assessment of eruption potential of maxillary impacted canine in panoramic radiographs)คณะผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว

2.1.2 การเรียนรู้เชิงลึก

2.1.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network - CNN)

2.1.4 YOLOv11

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## **2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

**2.1.1 ฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว**

ฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวคือ เหตุการณ์ที่ฟันเขี้ยวบน ที่ควรขึ้นในช่วงอายุระหว่าง 11 ถึง 13 ปี ไม่สามารถงอกขึ้นมาในตำแหน่งที่เหมาะสมบนแนวโค้งของฟันได้ตามปกติดังภาพที่ 1 เนื่องจากถูกขวางโดยฟันข้างเคียง เช่น กระดูกขากรรไกรบน (maxilla) หรือเนื้อเยื่อเหงือก ส่งผลให้ฟันเขี้ยวฝังตัวอยู่ในกระดูกหรือใต้เหงือกบางส่วนหรือทั้งหมด มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดของฟันเขี้ยวบนฝังตัว ซึ่งสามารถจัดประเภทอย่างกว้าง ๆ ได้ดังนี้

* ปัจจัยทางพันธุกรรม: ความโน้มเอียงต่อการคุดของฟันสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ บ่งชี้ถึงรูปแบบในครอบครัว
* ปัจจัยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมโดยตรงรอบ ๆ ฟัน
  + ตำแหน่งต้นกำเนิดของฟันที่ผิดปกติ: หน่อฟันอาจอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องตั้งแต่แรก
  + รากฟันยาว: รากฟันที่ยาวเกินสัดส่วนอาจขัดขวางการขึ้นปกติ
  + ขาดพื้นที่: พื้นที่ไม่เพียงพอในโค้งฟันเนื่องจากความแออัดหรือการขาดหายไปของฟันตัดด้านข้างอาจขัดขวางการขึ้นของฟัน
  + ความแออัด: ความแออัดทั่วไปของฟันสามารถกีดขวางเส้นทางของฟันเขี้ยว
* ปัจจัยทางระบบ: ภาวะทางการแพทย์บางอย่างอาจส่งผลต่อการขึ้นของฟัน [1]

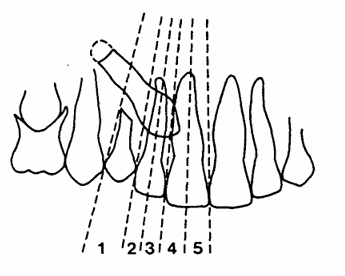
รูปภาพประกอบด้วย ฟิล์มเอ็กซ์เรย์, กระดูก, ถ่ายภาพทางการแพทย์, ทางการแพทย์

เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง

**ภาพที่ 1** ภาพฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนขากรรไกรซ้าย [14]

โดยการจําแนกประเภทของการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนที่ใช้ในทางทันตกรรม มีการแบ่งได้หลากหลายประเภทเช่น การจําแนกประเภท Ericson และ Kurol [8], การจําแนกประเภทย่อย Yamamoto และคณะ [9] การจําแนกประเภท Alessandri Bonetti [13] เป็นต้น

การจําแนกประเภทของการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนประเภท Ericson และ Kurol จะจําแนกตําแหน่งของการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนเป็นห้าส่วน โดยระบุโดยตําแหน่งของฟันเขี้ยวที่สัมพันธ์กับรากของฟันกรามด้านข้างโดยใช้ภาพถ่ายรังสีแบบพาโนรามาดังภาพที่ 2



**ภาพที่ 2** ภาพการจําแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนของ Ericson และ Kurol [8]

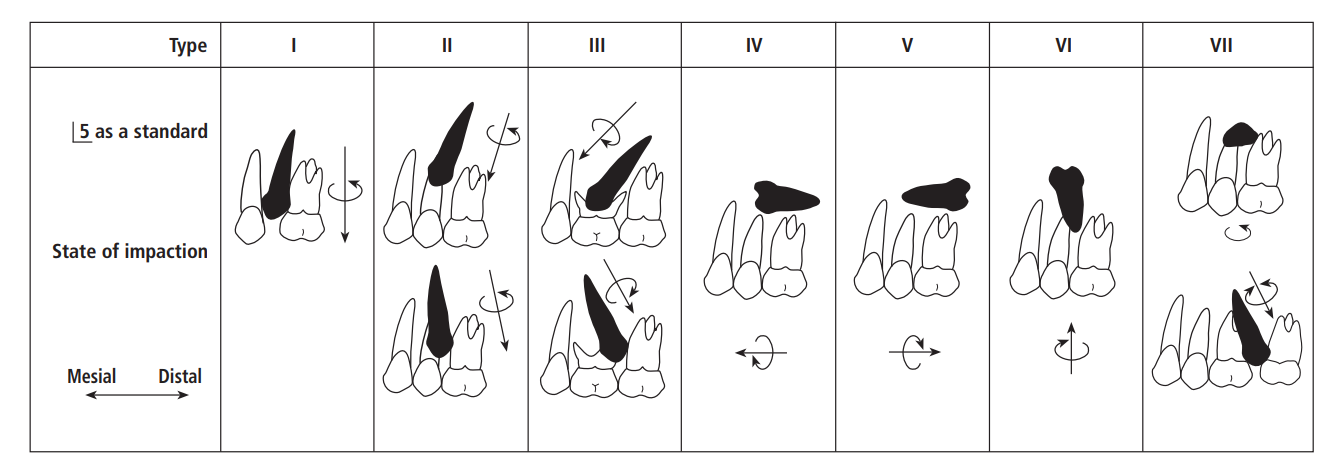
การจําแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนของ Ericson และ Kurol ได้รับผลกระทบแต่ละส่วนสะท้อนถึงระดับการเคลื่อนย้ายดังนี้

* ส่วนที่ 1 : ฟันเขี้ยวอยู่ในตําแหน่งใกล้กับฟันกรามด้านข้างโดยมีการทับซ้อนกันน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ซึ่งบ่งชี้ถึงการเคลื่อนตัวเล็กน้อยและมีโอกาสสูงที่จะแก้ไขได้เอง
* ส่วนที่ 2 : ฟันเขี้ยวแสดงการทับซ้อนกันเล็กน้อยกับรากฟันกรามด้านข้าง ซึ่งยังคงมีศักยภาพที่ดีในการแก้ไขตามธรรมชาติ
* ส่วนที่ 3 : ฟันเขี้ยวทับซ้อนกันมากกว่าครึ่งหนึ่งของรากฟันกรามด้านข้าง ซึ่งบ่งชี้ถึงการเคลื่อนตัวที่รุนแรงขึ้น โดยมีโอกาสดีขึ้นตามธรรมชาติลดลง
* ส่วนที่ 4 : ฟันเขี้ยวถูกเคลื่อนย้ายอย่างมีนัยสําคัญ ทับซ้อนกับรากฟันกรามด้านข้างเกือบทั้งหมด ทําให้ฟันขึ้นเป็นปกติได้ยากขึ้นโดยที่ไม่มีการแทรกแซง
* ส่วนที่ 5 : ฟันเขี้ยวถูกเคลื่อนย้ายจนสุด ทับซ้อนกับรากฟันกรามด้านข้างอย่างหนัก แสดงถึงกรณีที่รุนแรงที่สุดซึ่งจําเป็นต้องมีการผ่าตัดหรือการจัดฟัน

การวิจัยระบุว่าฟันเขี้ยวในส่วนที่ 1 และ 2 มีอัตราการทําให้เป็นปกติสูงกว่า ในขณะที่ฟันเขี้ยวในส่วนที่ 3, 4 และ 5 มีแนวโน้มที่จะต้องได้รับการรักษาเพิ่มเติม [8]

การจำแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนของ Yamamoto และคณะ ได้จําแนกฟันเขี้ยวขากรรไกรที่ได้รับผลกระทบตามมุมเอียงของแกนฟันที่สัมพันธ์กับระนาบการบดเคี้ยวบนภาพถ่ายรังสีพาโนรามา โดยแบ่งออกเป็น 7 ประเภทดังภาพที่ 3 ดังนี้

* ประเภทที่ 1 ฟันเขี้ยวที่กระทบในแนวตั้ง และอยู่ระหว่างฟันตัดด้านข้างกับฟันกรามน้อยซี่แรก
* ประเภทที่ 2 ฟันเอียงตรงกลางกับระนาบการบดฟัน
* ประเภทที่ 3 ฟันเอียงไปทางด้านกลางเมื่อเทียบกับระนาบการบดเคี้ยว
* ประเภทที่ 4 ฟันฝังในแนวนอนโดยมีตัวครอบฟันชี้ไปทางด้านกลาง
* ประเภทที่ 5 ฟันฝังในแนวนอนโดยมีตัวครอบฟันชี้ไปทางด้านไกล
* ประเภทที่ 6 ฟันฝังในลักษณะกลับหัว
* ประเภทที่ 7 ฟันฝังในแนวด้านปาก-ด้านเพดาน (labio-lingual หรือ palatal) และฟันฝังผิดตำแหน่ง (ectopic impaction)



**ภาพที่ 3** ภาพการจําแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนของ Yamamoto และคณะ [9]

Yamamoto และคณะ ยังรายงานว่าประเภทที่พบบ่อยที่สุดคือประเภทที่ 1 ซึ่งมีลักษณะการกระแทกในแนวตั้งของฟันเขี้ยว ซึ่งคิดเป็น 40.4% ของผู้ป่วย ประเภทที่ท้าทายและซับซ้อนที่สุดในการจัดการคือประเภทที่ 6 ซึ่งมีลักษณะการฝังตัวกลับด้านของฟันเขี้ยว [9]

Alessandri Bonetti และคณะ ได้กำหนดส่วน (sector) โดยพิจารณาจากตำแหน่งเมซิโอดิสทอล (mesiodistal) ของปลายรากฟันเขี้ยวที่ฝังแน่นในภาพรังสีพาโนรามิก ซึ่งแต่ละส่วนสอดคล้องกับตำแหน่งของฟัน ดังภาพที่ 4ดังนี้

* ส่วนที่ 1 สอดคล้องกับฟันตัดกลาง
* ส่วนที่ 2 สอดคล้องกับฟันตัดด้านข้าง
* ส่วนที่ 3 สอดคล้องกับฟันเขี้ยว
* ส่วนที่ 4 สอดคล้องกับฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง

รูปภาพประกอบด้วย ลายมือ, ร่าง, ตัวอักษร, แผนภาพ

เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง

**ภาพที่ 4** ภาพการจำแนกฟันเขี้ยวบนฝังตัวตามระบบของ Alessandri Bonetti [13]

เส้นเหล่านี้จะแสดงถึงส่วนของตำแหน่งฟันเขี้ยวปกติที่อยู่ฝั่งตรงข้าม การประยุกต์ใช้ส่วนอย่างสมมาตรจะถูกดำเนินการในตำแหน่งของฟันเขี้ยวที่ฝังตัวฝั่งตรงข้าม ช่วยในการระบุตำแหน่งของปลายรากฟันเขี้ยวที่ฝังตัวในความสัมพันธ์กับตำแหน่งของ ส่วนที่สอดคล้องกัน [13]

Counihan และคณะ ได้ประเมินปัจจัยที่สามารถนำไปประเมินว่าฟันเขี้ยวมีโอกาสขึ้นได้ง่ายหรือยาก ดังนี้

* ปัจจัยที่ 1 ปริมาณการทับซ้อนในแนวนอนของตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัดข้างเคียง (Amount of canine crown horizontally overlap adjacent incisor) วัดว่าระยะที่ตัวฟันเขี้ยวถาวรทับซ้อนกับรากของฟันตัดข้าง (lateral incisor) ในแนวนอนมากน้อยเพียงใด การทับซ้อนนี้บ่งบอกถึงความใกล้ของฟันเขี้ยวกับแนวกลาง (midline) ซึ่งส่งผลต่อโอกาสที่ฟันจะเคลื่อนกลับสู่ตำแหน่งปกติ
* ปัจจัยที่ 2 ความสูงของตัวฟันเขี้ยวในแนวดิ่ง (Vertical Height of Canine Crown) วัดตำแหน่งของตัวฟันเขี้ยวในแนวดิ่งเทียบกับรากของฟันตัดข้าง ตำแหน่งที่สูงขึ้น (apical) บ่งบอกถึงความยากในการเคลื่อนฟัน
* ปัจจัยที่ 3 ตำแหน่งของปลายรากฟันเขี้ยวในแนวระนาบ (Position of Canine Root Apex in the Horizontal Plane) วัดตำแหน่งของปลายราก (apex) ของฟันเขี้ยวเทียบกับตำแหน่งปกติของฟันเขี้ยวหรือฟันกรามน้อย (premolars) ในแนวนอน ตำแหน่งที่ห่างจากจุดปกติมากขึ้นบ่งบอกถึงความยากในการเคลื่อนฟัน [15]

**ตารางที่ 1** ตารางแสดง 3 ปัจจัยที่สามารถนำไปประเมินว่าฟันเขี้ยวมีโอกาสขึ้นได้ง่ายหรือยาก [15]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ปริมาณการทับซ้อนในแนวนอนของ ตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัดข้างเคียง** | **ความสูงของตัวฟันเขี้ยวในแนวดิ่ง** | **ตำแหน่งของปลายรากฟันเขี้ยว ในแนวระนาบ** |
| **รูปภาพประกอบด้วย ข้อความ, ร่าง, ออกแบบ, ภาพประกอบ  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง01** | **รูปภาพประกอบด้วย ข้อความ, ศิลปะเด็ก, ภาพหน้าจอ, ออกแบบ  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง02** | **รูปภาพประกอบด้วย ข้อความ, จดหมาย, ร่าง, ศิลปะเด็ก  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง03** |

โดยแต่ละปัจจัยสามารถแบ่งเกณฑ์โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวได้ดังนี้

**ตารางที่ 2** ตารางการแบ่งเกณฑ์โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวในแต่ละปัจจัย

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ปัจจัย** | **เกณฑ์** | **โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยว** |
| ปริมาณการทับซ้อนในแนวนอนของ ตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัดข้างเคียง | ไม่มีการทับซ้อนของตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัวข้างเคียง | ขึ้นได้ง่าย |
| มีการทับซ้อนของตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัวข้างเคียงบางส่วนหรือทั้งหมด | ขึ้นได้ยาก |
| ความสูงของตัวฟันเขี้ยวในแนวดิ่ง | ไม่เกินครึ่งของรากฟัน | ขึ้นได้ง่าย |
| เกินครึ่งรากฟันขึ้นไป | ขึ้นได้ยาก |
| ตำแหน่งของปลายรากฟันเขี้ยวใน แนวระนาบ | อยู่เหนือตำแหน่งฟันเขี้ยว | ขึ้นได้ง่าย |
| อยู่ตำแหน่งอื่น ๆ | ขึ้นได้ยาก |

M. DK และคณะ ได้ใช้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับภาพรังสี OPGs (Orthopantomograms) หรือภาพรังสีพานอรามิก ซึ่งใช้ในการประเมินความรุนแรงของการฝังตัวของฟันเขี้ยว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ [5]

1. มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับเส้นกึ่งกลาง (Angle between the Long Axis of the Maxillary Canine to the Midline)
2. มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับฟันตัดซี่ข้าง (Angle between the Long Axis of the Maxillary Canine to the Lateral Incisor)
3. มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับระนาบสบฟัน (Angle between the Long Axis of the Maxillary Canine to the Occlusal Plane)
4. ระยะห่างจากจุดยอดฟันเขี้ยวไปตั้งฉากกับระนาบสบฟัน (Perpendicular distance between the canine tip to the occlusal plane)
5. ระยะห่างจากจุดยอดของฟันเขี้ยวไปตั้งฉากกับเส้นกึ่งกลาง (Perpendicular distance between the canine tip to the midline)

**ตารางที่ 3** ตารางแสดงพารามิเตอร์ในการประเมินความรุนแรงของการฝังตัวของฟันเขี้ยว

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับ เส้นกึ่งกลาง** | **มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับ ฟันตัดซี่ข้าง** | **มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับระนาบสบฟัน** |
| รูปภาพประกอบด้วย ฟิล์มเอ็กซ์เรย์, ถ่ายภาพทางการแพทย์, รังสีวิทยา, รังสีเอกซ์  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง**01** | รูปภาพประกอบด้วย ฟิล์มเอ็กซ์เรย์  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง**02** | รูปภาพประกอบด้วย ฟิล์มเอ็กซ์เรย์, ถ่ายภาพทางการแพทย์, รังสีเอกซ์, รังสีวิทยา  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง**03** |

**ตารางที่ 4** ตารางแสดงพารามิเตอร์ในการประเมินความรุนแรงของการฝังตัวของฟันเขี้ยว (ต่อ)

|  |  |
| --- | --- |
| **ระยะห่างจากจุดยอดฟันเขี้ยวไปตั้งฉากกับ ระนาบสบฟัน** | **ระยะห่างจากจุดยอดของฟันเขี้ยวไปตั้งฉากกับ เส้นกึ่งกลาง** |
| รูปภาพประกอบด้วย ฟิล์มเอ็กซ์เรย์, ทางการแพทย์, ถ่ายภาพทางการแพทย์, รังสีวิทยา  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง**04** | รูปภาพประกอบด้วย ฟิล์มเอ็กซ์เรย์, ทางการแพทย์, ถ่ายภาพทางการแพทย์, รังสีวิทยา  เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง**05** |

**2.1.2 การเรียนรู้เชิงลึก**

การเรียนรู้เชิงลึกเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนามาจากการเรียนรู้ของเครื่อง โดยมีความสามารถในการเรียนรู้ ประมวลผล และตัดสินใจจากข้อมูลที่ได้รับโดยไม่ต้องอาศัยการแทรกแซงจากมนุษย์ เนื่องจาการเรียนรู้เชิงลึกสามารถปรับปรุงผลลัพธ์การตัดสินใจได้ด้วยตัวเอง โครงสร้างสำคัญที่ขับเคลื่อนการทำงานของการเรียนรู้เชิงลึกคือ Neural Network หรือโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งได้แรงบันดาลใจจากโครงสร้างระบบประสาทของมนุษย์ จุดเด่นของอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม คือความทรงพลัง เนื่องจากมีการทำงานหลายชั้น (Multi-layered) ต่างจากอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องทั่วไปที่มีเพียงชั้นเดียว ซึ่งทำให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถจัดการกับข้อมูลปริมาณมากและซับซ้อนได้ดีกว่า อีกทั้งยังมีศักยภาพในการค้นหาและสร้างสรรค์รูปแบบใหม่ ๆ จากข้อมูลที่ไม่เคยรู้มาก่อน ในขณะที่อัลกอริทึมของการเรียนรู้ของเครื่องทั่วไปจะพยายามสร้างผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ทำให้มีข้อจำกัดในการเรียนรู้ข้อมูลที่ซับซ้อนมาก ๆ [3]

**2.1.3** **โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network - CNN)**

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเป็นส่วนย่อยหนึ่งของการเรียนรู้เชิงลึก การพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ได้รับอิทธิพลจากงานวิจัยทางระบบประสาทของ Hubel และ Wiesel เกี่ยวกับเยื่อหุ้มสมองส่วนการมองเห็น โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันสามารถดึงคุณสมบัติจากภาพและตรวจจับรูปแบบและโครงสร้างเพื่อระบุวัตถุในภาพได้ คุณสมบัติที่โดดเด่นของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน คือการมีชั้นคอนโวลูชัน (Convolutional Layers) ที่ซ่อนอยู่ ชั้นเหล่านี้ใช้ตัวกรอง (Filters) เพื่อดึงรูปแบบจากภาพ โดยตัวกรองจะเคลื่อนที่ไปทั่วภาพเพื่อสร้างผลลัพธ์ ตัวกรองที่แตกต่างกันจะจดจำรูปแบบที่แตกต่างกัน ชั้นเริ่มต้นมีตัวกรองที่จดจำรูปแบบง่าย ๆ และจะซับซ้อนขึ้นตามลำดับชั้นเมื่อเวลาผ่านไป [16]

ขยาย CNN, Classification, semantic segment, object detection, instatnt segment, keypoints, Rule based

**2.1.4 YOLOv11**

YOLOv11 คือเวอร์ชันล่าสุดในซีรีส์ You Only Look Once (YOLO) ที่ต่อยอดจากรากฐานที่วางไว้โดย YOLOv1 เปิดตัวในงานประชุม YOLO Vision 2024 (YV24) YOLO11 แสดงถึงก้าวกระโดดที่สำคัญในเทคโนโลยีการตรวจจับวัตถุแบบเรียลไทม์ เวอร์ชันใหม่นี้แนะนำการปรับปรุงที่สำคัญทั้งในด้านสถาปัตยกรรมและวิธีการฝึกสอน ผลักดันขอบเขตของความแม่นยำ ความเร็ว และประสิทธิภาพ การออกแบบที่เป็นนวัตกรรมของ YOLO11 รวมเทคนิคการสกัดคุณลักษณะขั้นสูง ช่วยให้จับรายละเอียดที่มีความละเอียดอ่อนมากขึ้นในขณะที่ยังคงรักษาจำนวนพารามิเตอร์ให้น้อย ส่งผลให้มีความแม่นยำที่ดีขึ้นในงานด้านคอมพิวเตอร์วิชัน (CV) ที่หลากหลาย ตั้งแต่การตรวจจับวัตถุไปจนถึงการจำแนกประเภท นอกจากนี้ YOLO11 ยังบรรลุความก้าวหน้าที่น่าทึ่งในด้านความเร็วการประมวลผล เพิ่มความสามารถในการทำงานแบบเรียลไทม์อย่างมาก

รูปภาพประกอบด้วย ข้อความ, ไลน์, พล็อต, แผนภาพ

เนื้อหาที่สร้างโดย AI อาจไม่ถูกต้อง

**ภาพที่ 5** ภาพการวัดประสิทธิภาพของ YOLO11 [4]

YOLO11 รองรับงานด้านคอมพิวเตอร์วิชันที่หลากหลาย แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายและพลังในการประยุกต์ใช้ต่าง ๆ

1. การตรวจจับวัตถุ (Object Detection): YOLO11 มีความเชี่ยวชาญในการระบุและหาตำแหน่งของวัตถุภายในภาพหรือเฟรมวิดีโอ โดยให้กรอบสี่เหลี่ยม (bounding boxes) สำหรับแต่ละรายการที่ตรวจพบ ความสามารถนี้มีการใช้งานในระบบเฝ้าระวัง ยานยนต์อัตโนมัติ และการวิเคราะห์ค้าปลีก ซึ่งการระบุวัตถุที่แม่นยำมีความสำคัญอย่างยิ่ง
2. การแบ่งส่วนวัตถุเฉพาะตัว (Instance Segmentation): นอกเหนือจากการตรวจจับแบบง่าย YOLO11 สามารถระบุและแยกวัตถุแต่ละชิ้นภายในภาพลงไปถึงระดับพิกเซล การแบ่งส่วนที่ละเอียดนี้มีคุณค่าเป็นพิเศษในการถ่ายภาพทางการแพทย์สำหรับการกำหนดขอบเขตของอวัยวะหรือเนื้องอกอย่างแม่นยำ และในการผลิตสำหรับการตรวจจับข้อบกพร่องอย่างละเอียด
3. การจำแนกภาพ (Image Classification): YOLOv11 สามารถจัดประเภทภาพทั้งหมดเป็นหมวดหมู่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานเช่น การจัดประเภทสินค้าในแพลตฟอร์ม e-commerce หรือการติดตามสัตว์ป่าในการศึกษาเชิงนิเวศวิทยา
4. การประมาณท่าทาง (Pose Estimation): โมเดลสามารถตรวจจับจุดสำคัญเฉพาะภายในภาพหรือเฟรมวิดีโอเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวหรือท่าทาง ความสามารถนี้เป็นประโยชน์สำหรับแอปพลิเคชันติดตามการออกกำลังกาย การวิเคราะห์ประสิทธิภาพกีฬา และแอปพลิเคชันด้านสุขภาพต่างๆ ที่ต้องการประเมินการเคลื่อนไหว
5. การตรวจจับวัตถุแบบมีทิศทาง (Oriented Object Detection - OBB): YOLO11 แนะนำความสามารถในการตรวจจับวัตถุพร้อมมุมทิศทาง ช่วยให้สามารถหาตำแหน่งของวัตถุที่หมุนได้อย่างแม่นยำมากขึ้น คุณสมบัตินี้มีคุณค่าอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศ หุ่นยนต์ และงานระบบอัตโนมัติในคลังสินค้าที่ทิศทางของวัตถุมีความสำคัญ
6. การติดตามวัตถุ (Object Tracking): สามารถระบุและติดตามเส้นทางของวัตถุในลำดับภาพหรือเฟรมวิดีโอความสามารถในการติดตามแบบเรียลไทม์นี้จำเป็นสำหรับแอปพลิเคชันเช่น การติดตามการจราจร การวิเคราะห์กีฬา และระบบรักษาความปลอดภัย [2]

## **2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

2.2.1 Prediction of Favorability of Maxillary Canine Impaction Using Artificial Intelligence Algorithm

มีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจําลองโครงข่ายประสาทเทียม convolutional (CNN) และการติดตามด้วยตนเองโดยใช้ orthopantomograms จากภาพฟันเขี้ยวฝังตัว 437 ภาพ และใช้พารามิเตอร์ประเมินความรุนแรง 6 ตัว (sector classification, three angular, และ two linear) พบว่ามีประสิทธิภาพโดยรวมมากกว่า 90% สําหรับการวัดเชิงมุมทั้งหมด รวมถึงการจําแนกประเภทภาค ยกเว้นมุมระหว่างแกนยาวของฟันเขี้ยวและฟันกรามด้านข้าง ซึ่งมีคะแนนความจําเพาะ 55% [5]

2.2.2 Artificial intelligence-based automated preprocessing and classification of impacted maxillary canines in panoramic radiographs

ใช้แบบจําลองโครงข่ายประสาทเทียม convolutional เพื่อตรวจจับและจําแนกการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนโดยการฝึกอบรมสองกลุ่มแยกกัน ภาพถ่ายรังสี 91 ภาพที่แสดงการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนและภาพถ่ายรังสี 91 ภาพที่ไม่มีการฝังตัวของฟันเขี้ยวบน ระบุจุดสังเกตเฉพาะและทําการครอบตัดโดยอัตโนมัติ จะได้ว่า AUC-ROC ที่ไม่มีการครอบตัดคือ 0.84 ในขณะที่การครอบตัดจะดีขึ้นเป็น 0.98 [6]

2.2.3 Canine impaction classification from panoramic dental radiographic images using deep learning models

ใช้ภาพพาโนรามาเพื่อจําแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก การศึกษานี้รวมภาพรังสี 416 ภาพ ได้แก่ 282 Type I และ 134 Type II และสร้างสมดุลของชุดข้อมูล ส่งผลให้มีภาพ 134 ภาพต่อหมวดหมู่สําหรับภาพวิเคราะห์ 268 ภาพ การศึกษาจําแนกประเภทการฝังตัวของฟันเขี้ยวบนโดยใช้ DenseNet-121, VGG-16, Inception V3 และ ResNet-50 CNN มีการประมวลผลรวมถึงการปรับขนาดภาพและการปรับปรุงความละเอียดตามเกณฑ์มาตรฐาน accuracy, Precision, Recall, Specificity และ F-Score ประเมินความถูกต้องและประสิทธิผลของแบบจําลองด้วยชุดข้อมูลที่สมดุล ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า Inception V3 มีประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยความแม่นยํา 0.9259 [7]

# **บทที่ 3**

**วิธีการดำเนินงาน**

การศึกษาและการจัดทำโครงงานเรื่อง เว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก (Web application for automatic detection and assessment of eruption potential of maxillary impacted canine in panoramic radiographs) มีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

## **3.1 แผนการดำเนินงาน**

3.1.1 กำหนดหัวข้องานวิจัย

กำหนดหัวข้อของโครงงานให้ชัดเจน เพื่อวางกรอบการทำงาน และการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัย และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาข้อมูลทฤษฎี งานวิจัย และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวเพื่อสร้าง พื้นฐานความรู้ที่จำเป็นสำหรับโครงงาน

3.1.3 วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล และเก็บความต้องการ

เก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางทันตกรรม รวมถึงภาพรังสีพานอรามิกที่มีข้อมูลการขึ้นของฟันจากทีมทันตแพทย์วิเคราะห์และเก็บความต้องการจากผู้ใช้ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

3.1.4 กำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ของระบบ

กำหนดขอบเขตของเว็บแอปพลิเคชันให้ชัดเจน รูปแบบการทำงาน ฟีเจอร์ที่ระบบจะรองรับ เพื่อให้การพัฒนามีทิศทางที่ชัดเจน

กำหนดวัตถุประสงค์ให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ เช่น การพัฒนาโมเดลที่แม่นยำและระบบที่ใช้งานง่าย และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.5 ออกแบบระบบการทำงาน

วิเคราะห์และออกแบบระบบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันค้นหาตำแหน่งและประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัวบนภาพรังสีพานอรามิก โดยออกแบบโครงสร้างของระบบ โดยระบุฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ เช่น ระบบตรวจจับภาพรังสี, การแสดงผลการประเมินโอกาส ออกแบบฐานข้อมูล ที่ใช้เก็บข้อมูล เช่น ข้อมูลภาพรังสี, ข้อมูลผลการประเมิน

ออกแบบ UI/UX ของเว็บแอปพลิเคชันให้เข้าใจง่ายและใช้งานได้สะดวก

3.1.6 พัฒนาโมเดล

ทำการสร้างและพัฒนาโมเดล Segmentation, keypoints และโมเดลการประเมินโอกาสในการ

ขึ้นของฟันเขี้ยวบนที่ฝังตัว ประเมินประสิทธิภาพและปรับปรุงจนสามารถนำไปใช้งานได้จริง

พัฒนาโมเดล Segmentation เพื่อแยกแยะฟันในภาพรังสีพานอรามิก

พัฒนาโมเดล Keypoints Detection เพื่อหาตำแหน่งของฟันในภาพ

พัฒนาโมเดลการประเมินโอกาสในการขึ้นของฟัน โดยใช้วิธี Rule-based จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมและ Keypoints โดยมีหลักเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

1. การจำแนกฟันเขี้ยวบนฝังตัวตามระบบของ Alessandri Bonetti

2. การประเมิน 3 ปัจจัยที่สามารถนำไปประเมินว่าฟันเขี้ยวมีโอกาสขึ้นได้ง่ายหรือยากของ Counihan และคณะดังตาราง

**ตารางที่ 5** ตารางการแบ่งเกณฑ์โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวในแต่ละปัจจัย

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ปัจจัย** | **เกณฑ์** | **โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยว** |
| ปริมาณการทับซ้อนในแนวนอนของ ตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัดข้างเคียง | ไม่มีการทับซ้อนของตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัวข้างเคียง | ขึ้นได้ง่าย |
| มีการทับซ้อนของตัวฟันเขี้ยวกับฟันตัวข้างเคียงบางส่วนหรือทั้งหมด | ขึ้นได้ยาก |
| ความสูงของตัวฟันเขี้ยวในแนวดิ่ง | ไม่เกินครึ่งของรากฟัน | ขึ้นได้ง่าย |
| เกินครึ่งรากฟันขึ้นไป | ขึ้นได้ยาก |
| ตำแหน่งของปลายรากฟันเขี้ยวใน แนวระนาบ | อยู่เหนือตำแหน่งฟันเขี้ยว | ขึ้นได้ง่าย |
| อยู่ตำแหน่งอื่น ๆ | ขึ้นได้ยาก |

3. การประเมินโดยใช้พารามิเตอร์ในการประเมินความรุนแรงของการฝังตัวของฟันเขี้ยวของ M. DK และคณะ [5]

**ตารางที่ 6** ตารางพารามิเตอร์ประเมินโอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยวโดย M. DK และคณะ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **พารามิเตอร์** | **เกณฑ์** | **โอกาสในการขึ้นของฟันเขี้ยว** |
| มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับเส้นกึ่งกลาง | ค่ามากกว่า 31 องศา | ขึ้นได้ยาก |
| มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับฟันตัดซี่ข้าง | ค่ามากกว่า 51.47 องศา | ขึ้นได้ยาก |
| มุมระหว่างฟันเขี้ยวกับระนาบสบฟัน | ค่ามากกว่า 132 องศา | ขึ้นได้ยาก |

3.1.7 พัฒนาระบบ

พัฒนาระบบตามการออกแบบที่ได้วางไว้ รวมถึงการพัฒนาโมเดลในการประเมินโอกาส การสร้างฐานข้อมูล และการเชื่อมต่อกับระบบ Backend

3.1.8 ทดสอบและปรับปรุงระบบ

นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง และปรับปรุงระบบตามฟีดแบ็กจากการทดสอบเพื่อให้สามารถใช้งานได้จริง

3.1.9 สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงานทั้งหมด เช่น การประเมินประสิทธิภาพของโมเดล ระบบที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์ และผลการทดสอบต่าง ๆ

3.1.10 เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์

อธิบายการทำงานตั้งแต่เริ่มต้น การเก็บข้อมูล การออกแบบระบบ การพัฒนาและทดสอบระบบ พร้อมสรุปผลลัพธ์ที่ได้

3.1.11 นำเสนอผลงาน

นำเสนอผลงานแก่อาจารย์ที่ปรึกษา จัดทำเอกสารรายงาน และเอกสารนำเสนอ

## **3.2 ระยะเวลาดำเนินงาน**

**ตารางที่ 7** ตารางการดำเนินงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| การดำเนินงาน | ปี 2568 | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. ทบทวนวรรณกรรมและงานที่เกี่ยวข้อง |  |  |  |
| 1. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย |  |  |  |
| 1. ศึกษาและเปรียบเทียบโมเดลที่เกี่ยวข้อง |  |  |  |
| 1. วางแผนการและออกแบบ |  |  |  |
| 1. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน |  |  |  |
| 1. เขียนเค้าโครงโครงงาน |  |  |  |
| 1. นำเสนอเค้าโครงงาน |  |  |  |

# **บทที่ 4**

**การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**

## **4.1 การออกแบบระบบ**

• Use case diagram, Use case text, Use case scenario

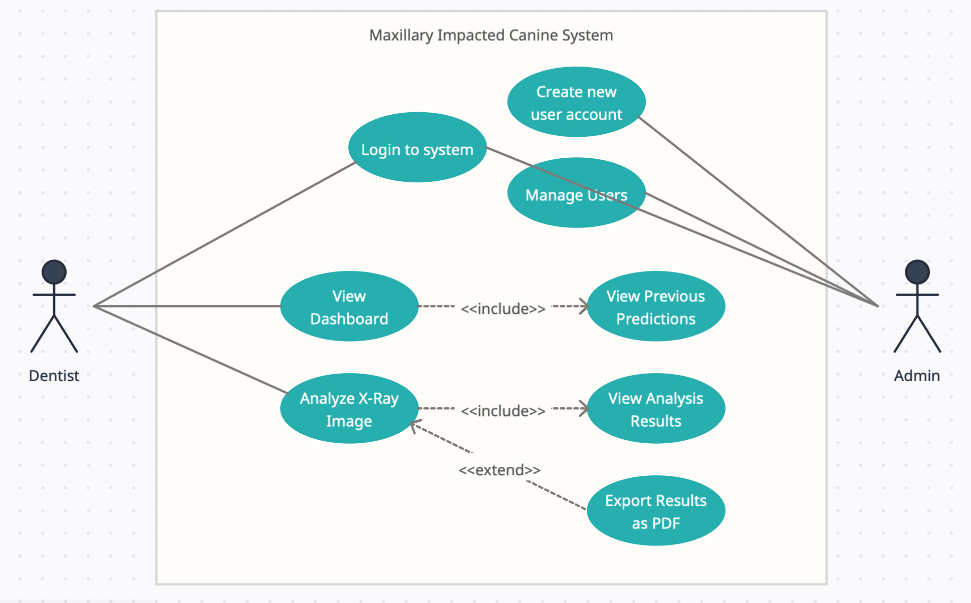
• แนวคิดภาพรวมของระบบ

• System Sequence Diagram

• การออกแบบคลาส (Class Diagram)

• ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

4.1.1 Use Case Diagram



**ภาพที่ 6** ภาพ Use case diagram ของระบบ

4.1.2 Use Case Text

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** Login to System | **Use case ID: 1** |
| **Actor:** Dentist, Admin | |
| **Precondition**:   1. มีข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูล | |
| **Main Flow:**   1. ผู้ใช้ไปที่หน้าเข้าสู่ระบบ 2. ผู้ใช้ป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน 3. ระบบตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูล 4. ระบบนำผู้ใช้ไปยังหน้าตามบทบาทของผู้ใช้  * ผู้ดูแลระบบไปยังหน้าผู้ดูแลระบบ * ทันตแพทย์ไปยังหน้าแดชบอร์ด | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** View Dashboard | **Use case ID: 2** |
| **Actor:** Dentist | |
| **Precondition**:   * + - 1. ทันตแพทย์ได้เข้าสู่ระบบแล้ว | |
| **Main Flow:**  ทันตแพทย์ไปที่หน้าแดชบอร์ด  ระบบจะแสดง   * อินเทอร์เฟซการอัปโหลดรูปภาพ * ประวัติการทำนายและวิเคราะห์   ทันตแพทย์สามารถเลือกอัปโหลดรูปภาพใหม่หรือดูการวิเคราะห์ก่อนหน้าได้ | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** View Previous Predictions | **Use case ID: 3** |
| **Actor:** Dentist | |
| **Precondition**:   1. ทันตแพทย์ได้เข้าสู่ระบบแล้ว และมีประวัติการทำนายและวิเคราะห์อยู่ในฐานข้อมูล | |
| **Main Flow:**  ระบบจะแสดงตารางประวัติการคาดการณ์พร้อมด้วย   * รหัสการตรวจจับ * วันที่วิเคราะห์ * ผลการทำนาย * คะแนนความเชื่อมั่น * ปุ่มดูรายละเอียด   ทันตแพทย์เลือกผลการวิเคราะห์ที่ต้องการโดยคลิกที่ "View Detail"  ระบบนำทางไปยังหน้าผลลัพธ์โดยละเอียดสำหรับการวิเคราะห์ที่เลือก | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** Analyze X-Ray Image | **Use case ID: 4** |
| **Actor:** Dentist | |
| **Precondition**:   1. ทันตแพทย์ได้เข้าสู่ระบบแล้ว และอยู่ที่หน้าแดชบอร์ด | |
| **Main Flow:**  ทันตแพทย์อัปโหลดภาพเอ็กซ์เรย์แบบพาโนรามาโดย   * ลากและวางไฟล์ลงในพื้นที่อัปโหลด * คลิก "browse" และเลือกไฟล์   ระบบตรวจสอบภาพ (รูปแบบ JPG, JPEG หรือ PNG)  ทันตแพทย์คลิกปุ่ม "Analyze Image"  ระบบสร้างผลการวิเคราะห์  ระบบเปลี่ยนเส้นทางไปยังหน้าผลลัพธ์ | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** View Analysis Results | **Use case ID: 5** |
| **Actor:** Dentist | |
| **Precondition**:   1. ทันตแพทย์ได้อยู่หน้าวิเคราะห์ภาพเอกซเรย์แล้ว | |
| **Main Flow:**   1. ระบบแสดงผลการวิเคราะห์  * ภาพเอกซเรย์ต้นฉบับ * ภาพการตรวจจับจุดสำคัญ * การแบ่งส่วนของฟัน * สรุปการทำนาย * การวัดมุม * การประเมินโดยรวม * พิกัดของจุดสำคัญที่ตรวจจับได้ | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** Export Results as PDF | **Use case ID: 6** |
| **Actor:** Dentist | |
| **Precondition**:   1. ทันตแพทย์ได้อยู่หน้าวิเคราะห์ภาพเอกซเรย์แล้ว | |
| **Main Flow:**   1. ทันตแพทย์กดปุ่ม “Export Result as PDF” 2. ระบบสร้างเอกสาร PDF และดาวโหลดลงเครื่องผู้ใช้ | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** Manage Users | **Use case ID: 7** |
| **Actor:** Admin | |
| **Precondition**:   1. ผู้ดูแลระบบได้เข้าสู่ระบบแล้ว | |
| **Main Flow:**   1. ผู้ดูแลระบบไปที่แผงควบคุมผู้ดูแลระบบ 2. ผู้ดูแลระบบเลือก "Users" จากเมนูการจัดการ 3. ผู้ดูแลระบบเลือก "Users list" จากเมนูการจัดการ 4. ระบบจะแสดงรายชื่อผู้ใช้ทั้งหมดพร้อมรายละเอียด 5. ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้ได้ | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Use Case Title:** Create New User Accounts | **Use case ID: 8** |
| **Actor:** Admin | |
| **Precondition**:   1. ผู้ดูแลระบบได้เข้าสู่ระบบแล้ว | |
| **Main Flow:**   1. ผู้ดูแลระบบไปที่แผงควบคุมผู้ดูแลระบบ 2. ผู้ดูแลระบบเลือก "Users" จากเมนูการจัดการ 3. ผู้ดูแลระบบเลือก "Create user" จากเมนูการจัดการ 4. ผู้ดูแลระบบป้อนรายละเอียดผู้ใช้ใหม่  * ที่อยู่อีเมล * ชื่อผู้ใช้ * รหัสผ่าน * ยืนยันรหัสผ่าน  1. ผู้ดูแลระบบกดปุ่ม "Create user" จากฟอร์มที่กดแล้ว 2. ระบบตรวจสอบข้อมูลที่ป้อน 3. ระบบสร้างบัญชีผู้ใช้ใหม่ 4. ระบบแสดงการยืนยันสร้างผู้ใช้ใหม่สำเร็จ | |

4.1.3 ER Diagram

**A close-up of a key point

AI-generated content may be incorrect.**

4.1.4 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

**ตารางผู้ใช้งาน (users)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Column**  **Name** | **Data Type** | **Nullable** | **Description** | **Constraints** | Example |
| id | INTEGER | No | ตัวระบุเฉพาะสำหรับผู้ใช้ | Primary Key, Auto-increment | 1 |
| username | VARCHAR(50) | No | ชื่อผู้ใช้สำหรับเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ | Unique | user |
| email | VARCHAR(120) | No | ที่อยู่อีเมลของผู้ใช้ | Unique | user@email.com |
| password | VARCHAR(120) | No | รหัสผ่านแบบแฮชสำหรับการยืนยันตัวตน | - | 12345678 |
| role | VARCHAR(20) | No | ระดับบทบาทของผู้ใช้ (ค่าเริ่มต้น: 'user') | DEFAULT 'user' | "user" หรือ "admin" |
| created\_at | DATETIME | No | วันที่และเวลาที่สร้างผู้ใช้ | DEFAULT current\_timestamp | 2023-05-15T09:34:12 |

**ตารางการตรวจจับจุดสำคัญ (keypoint\_detections)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Column**  **Name** | **Data Type** | **Nullable** | **Description** | **Constraints** | Example |
| id | VARCHAR(50) | No | ตัวระบุเฉพาะสำหรับการตรวจจับ | Primary Key | "1683542687123" |
| user\_id | INTEGER | No | อ้างอิงถึงผู้ใช้ที่ดำเนินการตรวจจับ | Foreign Key to users.id | 1 |
| image\_path | VARCHAR(255) | No | เส้นทางระบบไฟล์ไปยังรูปภาพต้นฉบับที่อัพโหลด | Unique | "uploads/a7b3c9d2e1f0.jpg" |
| result\_path | VARCHAR(255) | Yes | เส้นทางระบบไฟล์ไปยังภาพผลลัพธ์ที่ประมวลผล | - | "results/a7b3c9d2e1f0\_result.jpg" |
| confidence\_score | FLOAT | Yes | คะแนนความเชื่อมั่นโดยรวมของการตรวจจับ (0-1) | - | 0.87 |
| prediction\_result | VARCHAR(50) | Yes | การคาดการณ์ขั้นสุดท้าย | - | "impacted" |
| analysis\_json | TEXT | Yes | ผลการวิเคราะห์โดยละเอียดจะถูกเก็บไว้เป็น JSON | - | - |
| created\_at | DATETIME | No | เวลาที่เมื่อทำการตรวจจับ | DEFAULT current\_timestamp | 2023-05-15T09:34:12 |
| segmentation\_path | VARCHAR(255) | Yes | เส้นทางระบบไฟล์ไปยังภาพผลลัพธ์การแบ่งส่วน | - | "results/a7b3c9d2e1f0\_seg\_result.jpg" |

**ตารางตารางจุดสำคัญ** (**keypoints)**

**4.2 การพัฒนาระบบ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Column**  **Name** | **Data Type** | **Nullable** | **Description** | **Constraints** | Example |
| id | INTEGER | No | ตัวระบุเฉพาะสำหรับจุดสำคัญ | Primary Key, Auto-increment | 1 |
| detection\_id | VARCHAR(50) | No | อ้างอิงถึงการตรวจจับจุดสำคัญ | Foreign Key to keypoint\_detections.id | "1683542687123" |
| label | VARCHAR(50) | No | ป้าย/ชื่อจุดคีย์ของฟัน | - | "c13" |
| x\_coord | FLOAT | No | พิกัด X ของจุดสำคัญ | - | 356.82 |
| y\_coord | FLOAT | No | พิกัด Y ของจุดสำคัญ | - | 243.51 |
| confidence | FLOAT | No | คะแนนความเชื่อมั่นสำหรับประเด็นสำคัญเฉพาะนี้ (0-1) | - | 0.8 |

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ระบบการทำนายฟันเขี้ยวบนฝังคุดได้รับการพัฒนาด้วยเทคโนโลยีทันสมัยหลากหลาย โดยแบ่งเป็นสองส่วน

หลักคือ ส่วน Backend และ Frontend ดังนี้

1. ส่วน Backend

* ภาษาโปรแกรมและเฟรมเวิร์ค

Python คือ ภาษาโปรแกรมหลักที่ใช้ในการพัฒนา Backend โดยใช้ Python เวอร์ชัน 3.10

Flask คือ เฟรมเวิร์คเว็บแอปพลิเคชันขนาดเบาที่เหมาะสำหรับการสร้าง RESTful API

* ฐานข้อมูล

SQLAlchemy คือ ORM (Object Relational Mapper) ที่ช่วยให้สามารถทำงานกับฐานข้อมูลผ่าน Object ในภาษา Python

PostgreSQL คือ ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่ใช้เก็บข้อมูลผู้ใช้และผลการวิเคราะห์

* ความปลอดภัย

Flask-JWT-Extended ใช้สำหรับการยืนยันตัวตนและการจัดการ Token

Werkzeug ใช้สำหรับการเข้ารหัสรหัสผ่านด้วยอัลกอริทึม pbkdf2:sha256

* โมเดล AI และการประมวลผลภาพ

Ultralytics YOLO คือ ไลบรารีที่ใช้สำหรับตรวจจับ Keypoint และการแบ่งส่วนภาพ(Segmentation)

OpenCV (cv2) ใช้สำหรับการประมวลผลภาพและการวาด Annotation บนภาพผลลัพธ์

NumPy ใช้ในการจัดการข้อมูลตัวเลขและคำนวณทางคณิตศาสตร์

PIL (Pillow) ใช้สำหรับการอ่านและแปลงไฟล์ภาพ

1. ส่วน Frontend

* ภาษาโปรแกรมและเฟรมเวิร์ค

TypeScript คือ ภาษาที่ต่อยอดจาก JavaScript ที่มีการตรวจสอบประเภทข้อมูล ช่วยลดข้อผิดพลาดในการพัฒนา

React คือ ไลบรารี JavaScript สำหรับการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้แบบ Component-based

Vite คือ เครื่องมือสร้างโปรเจค (Build tool) ที่ทำงานได้รวดเร็วกว่าเครื่องมือดั้งเดิม

* การจัดการ UI/UX

TailwindCSS คือ เฟรมเวิร์ค CSS ที่เน้นการใช้ Utility Class ทำให้สามารถออกแบบหน้าเว็บได้อย่างรวดเร็ว

Font Awesome คือ ไลบรารี Icon ที่ใช้ในการตกแต่งส่วนติดต่อผู้ใช้

* การจัดการสถานะและการเชื่อมต่อกับ Backend

React Context API ใช้สำหรับการจัดการสถานะข้ามคอมโพเนนต์

Axios คือ ไลบรารีสำหรับการส่งคำขอ HTTP ไปยัง Backend API

React Router ใช้สำหรับการจัดการเส้นทาง (Routing) ภายในแอปพลิเคชัน

4.2.2 โครงสร้างของโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้

## **4.3 การทดสอบระบบ**

# **บทที่ 5**

**สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ**

## **5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน**

## **5.2 ข้อจำกัดของระบบ**

## **5.3 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข**

## **5.4 ข้อเสนอแนะ**

# **บรรณานุกรม**

1. enviroliteracy. (2025, February 27). ***What is the most common maxillary canine impaction?***  Retrievedfrom enviroliteracy:enviroliteracy.org/what-is-the-most-common-maxillary-canine-impaction/

2. Khanam, R., & Hussain, M. (2024, October 23). ***YOLOV11: AN OVERVIEW OF THE KEY ARCHITECTURAL.*** Retrieved from arxiv: arxiv.org/abs/2410.17725

3. SCB TechX. (2024, February 20). ***พามาทำความรู้จัก Machine Learning และ Deep Learning*.** Retrieved from SCB TechX: scbtechx.io/th/blogs/machine-learning-and-deep-learn

4. ultralytics. (2024, September 30). ***Ultralytics YOLO11*.** Retrieved from ultralytics: docs.ultralytics.com/models/yolo11/#what-tasks-can-yolo11-models-perform

5. M., D., S., B., Chelliah, B. J., A., U., & S., D. (2024). **Prediction of Favorability of Maxillary Canine Impaction Using Artificial Intelligence Algorithm.** *Journal of Indian Orthodontic Society*, 291-302.

6. Ali Abdulkreem, Tanmoy Bhattacharjee, Hessa Alzaabi, Kawther Alali, Angela Gonzalez, Jahanzeb Chaudhry, และ Sabarinath Prasad. (2024**). Artificial intelligence-based automated preprocessing and classification of impacted maxillary canines in panoramic radiographs.** *Dentomaxillofacial Radiology*, 173-177.

7. Malak Aljabri, Sumayh S. Aljameel, Nasro Min-Allah, Jawaher Alhuthayfi, Leena Alghamdi, Nouf Alduhailan, . . . Walaa Al Turki. (2022). **Canine impaction classification from panoramic dental radiographic images using deep learning models.** *Informatics in Medicine Unlocked*.

8. Sune Ericson, และ Jüri Kurol. (1988). **Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines.** *European Journal of Orthodontics*, 283-295.

9. Gaku Yamamoto, Yoshiyuki Ohta, Yoshizou Tsuda, Akio Tanaka, Masanori Nishikawa, และ Hirofumi Inoda. (2003). **A New Classification of Impacted Canines and Second Premolars Using Orthopantomography.** *Asian Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 31-37.

10. Manne Ranjit, ChandraSekhar Gandikota , Shubhaker Rao Juvvadi , Haranath Reddy Medapati Rama , และ Sampath Anche. (2012). **Impacted canines: Etiology, diagnosis, and orthodontic management.** *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 234-238.

11. Nuengrutai Yodthong, และ Supanee Suntornlohanakul. (2013). **Maxillary Canine Impaction: Diagnosis and Treatment Options.** *Journal of the Dental Association of Thailand*, 1-11.

12. Carol Mason, Graham J Roberts, และ Panagiota Papadakou. (2001). **The radiographic localization of impacted maxillary canines: a comparison of methods.** *The European Journal of Orthodontics 23*, 25-34.

13. Sung-Hun Kim, Woo-Sung Son, Tetsutaro Yamaguchi, Koutaro Maki, Seong-Sik Kim, Soo-Byung Park, และ ong-Il Kim. (2017). **Assessment of the root apex position of impacted maxillary canines on panoramic films.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 489-493.

14. ORAL MAXILLOFACIAL SURGERY. (ม.ป.ป.). ***Impacted canines*.** เข้าถึงได้จาก ORAL MAXILLOFACIAL SURGERY: <http://provincialoralsurgery.com/info/impacted-canines/>

15. Kate Counihan, Ebrahim A Al-Awadhi, และ Jonathan Butler. (November 2013). ***Guidelines for the assessment of the impacted maxillary canine.*** เข้าถึงได้จาก pubmed: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24386769

16. Niklas Mattsson. (October 2016). *Classification Performance of Convolutional Neural Networks.* เข้าถึงได้จาก diva-portal.org: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1037364/FULLTEXT02.pdf>

# **ประวัติผู้ทำวิจัย**

นายพนธกร สุภักดิ์

นายประจักษ์ สายแถม เกิดเมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2547 จ.มหาสารคาม กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยา ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ปีการศึกษา 2565