

ชื่อระบบประมวลผลภาพทางทันตกรรมสามมิติ สำหรับวิเคราะห์ตำแหน่ง และวางแผนการฝังรากฟัน
เทียมด้วยปัญญาประดิษฐ์

AI-Powered 3D Dental Imaging System for Implant Positioning and Placement
Planning

ภาณุวัฒน์ วชิรพงศ์ , ศุภการ สมถวิล

นาย วชิรวิทย์ เอี่ยมวิสัย , สุวรรณ สมถวิล

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย ลพบุรี เลขที่ 216 หมู่ 1 ตำบลห้วยโป่ง อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี
รหัสไปรษณีย์ 15120

supakarnsomthawin@gmail.com, pwchirapong@gmail.com

บทคัดย่อ

ScanToSmile เป็นโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบสำหรับสนับสนุนการวางแผนรากฟันเทียมในคลินิกทันตกรรม ระบบรับข้อมูลสแกน CBCT ในรูปแบบ DICOM แล้วประมวลผลด้วย medical imaging pipeline เพื่อประเมิน bone height, bone thickness และ bone quality จากนั้นสร้างคำแนะนำตำแหน่ง implant พร้อมออกรายงาน PDF และแฟ้มเกจ STSM ที่เข้ารหัสดิจิทัล ระบบพัฒนาด้วย Flask บน Python ใช้สถาปัตยกรรม 4 ชั้น Presentation → API → Processing → Data เพื่อให้แต่ละส่วนทำงานอิสระจากกัน แก้ไขและขยายได้ง่าย ฝั่ง frontend ใช้ HTML + Vanilla JavaScript + Tailwind CSS ส่วนการจัดเก็บข้อมูลใช้ไฟล์ JSON เหมาะสำหรับระดับ prototype โครงการนี้แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในการนำ medical imaging และ AI-assisted planning มาใช้งานจริงในคลินิก โดยมีแนวทางพัฒนาต่อในอนาคต เช่น การใช้ AI segmentation model, ฐานข้อมูลจริง และการรองรับ multi-clinic deployment

คำสำคัญ: การวางแผนรากฟันเทียม, ภาพถ่ายรังสี CBCT, ไฟล์ DICOM, ปัญญาประดิษฐ์ช่วยวางแผน (AI-assisted Planning), เว็บแอปพลิเคชัน

1. บทนำ

ปัจจุบันการฝังรากฟันเทียมเป็นหัตถการทางทันตกรรมที่ต้องอาศัยความแม่นยำสูง โดยเฉพาะขั้นตอนการวางแผนการรักษาที่จำเป็นต้องวิเคราะห์โครงสร้างทางกายวิภาคที่สำคัญ เช่น กระดูกขากรรไกร โพรงไซนัสแมกซิลลารี และเส้นประสาท เพื่อป้องกันความผิดพลาดและเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม กระบวนการวิเคราะห์แบบดั้งเดิมยังมีข้อจำกัด เนื่องจากต้องส่งภาพ CBCT ไปยังห้องปฏิบัติการภายนอก ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง

ใช้เวลารอผลนาน และส่งผลให้การรักษาล่าช้า อีกทั้งการวิเคราะห์จากภาพ OPG เพียงอย่างเดียวอาจมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำ

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี **ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI)** โดยเฉพาะด้าน **Deep Learning** และ **Medical Image Processing** ทำให้สามารถนำ AI มาช่วยวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสถาปัตยกรรม **U-Net** ซึ่งเหมาะ

สำหรับงานแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) สามารถช่วยจำแนกโครงสร้างทางกายวิภาคจากภาพ CBCT ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ลดเวลาในการวิเคราะห์ เมื่อเทียบกับการทำด้วยมนุษย์ และเพิ่มความแม่นยำในการวางแผนการรักษา

ดังนั้นจึงเกิดการพัฒนาโครงการ “ScanToSmile:ซอฟต์แวร์อัจฉริยะตรวจสอบคุณภาพด้วย Deep Learning สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างขากรรไกรและกำหนดตำแหน่งรากฟันเทียมอย่างแม่นยำด้วยปัญญาประดิษฐ์” เพื่อสร้างระบบช่วยวางแผนการฝังรากฟันเทียมแบบอัตโนมัติ โดยพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถวิเคราะห์ภาพ CBCT และช่วยประเมินตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการฝังรากฟันเทียมได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ ระบบดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อลดต้นทุน ลดระยะเวลาการรอผลวิเคราะห์ และเพิ่มความสะดวกให้กับทันตแพทย์และผู้ป่วย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับมาตรฐานการรักษาทงทันตกรรมในอนาคตได้

2. วิธีการดำเนินการ

2.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Population)

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาทางทันตกรรมเพื่อฟื้นฟูความสวยงามของรอยยิ้ม โดยใช้เทคโนโลยี Scan to Smile ในคลินิกทันตกรรม ซึ่งประกอบด้วยผู้ป่วยที่มีความต้องการปรับปรุงรูปร่าง สี และการเรียงตัวของฟัน โดยประชากรมีช่วงอายุระหว่าง 20-60 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง

กลุ่มตัวอย่าง (Sample)

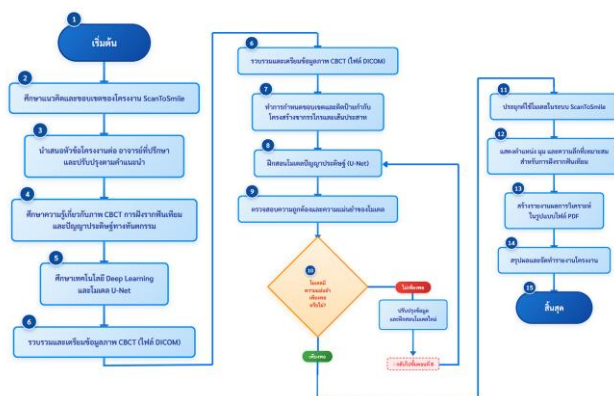
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ ผู้ป่วยจำนวน 10 คน ที่เข้ารับการรักษาโดยใช้เทคโนโลยี Scan to Smile ในคลินิกทันตกรรมที่กำหนด โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งคัดเลือกเฉพาะผู้ป่วยที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดได้แก่

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- VS Code (Visual Studio Code) ใช้ในการเขียนและพัฒนาโค้ด และทดสอบโมเดล
- AI & Machine Learning: ใช้เทคนิค Deep Learning โดยเฉพาะ U-Net ในการประมวลผลภาพทางการแพทย์
- ไลบรารีที่จำเป็น เช่น pydicom , cv2 ,torch , monai และ raportlab
- Imaging (CBCT) : ใช้เทคนิคการแปลง voxel เป็นข้อมูลที่ AI วิเคราะห์ได้
- Cloud Computing : เพื่อรองรับการประมวลผลที่เร็วขึ้น

2.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

โครงการนี้เป็นรูปแบบของการสร้างและพัฒนา
นวัตกรรม โดยมีกรอบแบบโครงสร้างการทำงานของ
ระบบในลักษณะ Input-Process-Output และจัดทำ
แผนผังการทำงาน (Flowchart) เพื่อแสดงภาพรวมของ
กระบวนการทำงานของระบบ ScanToSmile



2.3.2 การออกแบบระบบและการติดตั้งอุปกรณ์ (Input)

ผู้ใช้ทำการอัปโหลดภาพถ่ายทางการแพทย์ชนิด CBCT ในรูปแบบไฟล์ที่ระบบรองรับ ผ่านหน้าเว็บไซต์ ScanToSmile โดยอาจมีการป้อนข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยเพิ่มเติมตามความเหมาะสม ระบบจะรับข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการประมวลผล

นอกจากนี้ จะมีการเลือกใช้ภาษาโปรแกรม ซอฟต์แวร์ หรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะของนวัตกรรม เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ แพลตฟอร์มพัฒนา และเครื่องมือสนับสนุนอื่น ๆ เพื่อให้กระบวนการพัฒนาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 กระบวนการพัฒนาโปรแกรม (Processing)

ระบบทำการประมวลผลภาพ CBCT ด้วยโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาด้วยเทคนิค Deep Learning โดยใช้สถาปัตยกรรม U-Net เพื่อแยกและวิเคราะห์โครงสร้างทางกายวิภาคที่สำคัญ

3. ผลและอภิปรายผล

การพัฒนาโครงการ "ScanToSmile: ซอฟต์แวร์อัจฉริยะตรวจสอบคุณภาพด้วย Deep Learning สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างขากรรไกรและกำหนดตำแหน่งรากฟันเทียมอย่างแม่นยำด้วยปัญญาประดิษฐ์" สามารถนำเสนอผลการศึกษาดังนี้

ผลการพัฒนาเว็บไซต์ที่วิเคราะห์การฝังรากฟันเทียมด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์

Input/Output Specification

Input Specification

- CBCT scan (DICOM format หรือ .NRRD/.NII สำหรับ 3D)
- ข้อมูลผู้ป่วยพื้นฐาน (เลือกใส่ เช่น อายุ เพศ และอื่นๆ)

Output Specification

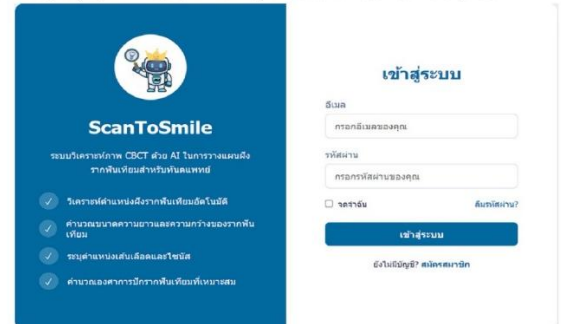
- ภาพที่ประมวลผลพร้อมระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการฝังรากฟัน
- ข้อมูลเสริม เช่น ความลึกในการฝัง, มุมองศา, ระยะห่างจากเส้นประสาท
- รายงานสรุปเป็นไฟล์ PDF สำหรับบันทึกหรือพิมพ์

Functional Specification

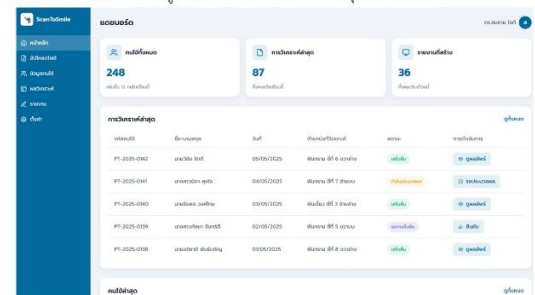
- รับภาพ CBCT จากผู้ใช้
- วิเคราะห์ภาพด้วย AI เพื่อหาตำแหน่งฝังรากฟันที่เหมาะสม

- แสดงผลบนหน้าจอพร้อมข้อมูลประกอบ เช่น มุม, ความลึก
- ออกรายงานผลในรูปแบบ PDF

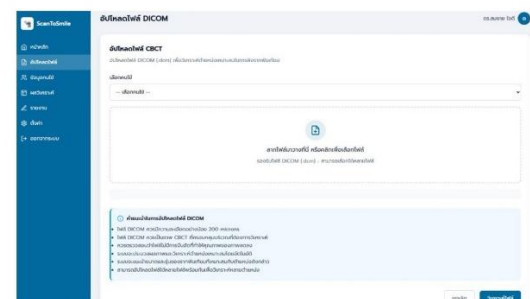
1. หน้า login : ผู้ใช้ (ทันตแพทย์) Sign in และ Login ด้วยอีเมล และ Password เพื่อเข้าสู่ระบบ



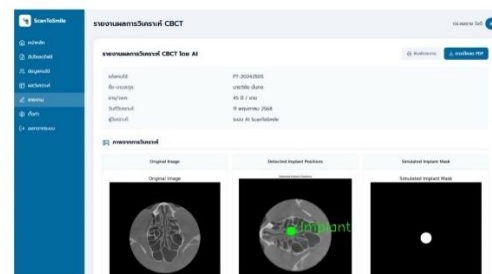
2. หน้าหลักของเว็บไซต์ : แสดงข้อมูลของคนที่ทั้งหมด การวิเคราะห์ล่าสุด รายงานที่สร้าง



3. หน้าอัปโหลดไฟล์ : สามารถระบุข้อมูลส่วนตัวคนไข้ และอัปโหลด ภาพ CBCT SCAN



4. หน้ารายงาน : ดูผลการวิเคราะห์ ตำแหน่งฝังรากฟันเทียม, วัดระยะที่ต้องปัก ปักของวัสดุขึ้นบน รหัสวัสดุขึ้นบน ความลึกและเส้นผ่านศูนย์กลางของรากฟันเทียม



4. สรุปผล

การทดสอบประสิทธิภาพเว็บไซต์ที่วิเคราะห์การฝังรากฟันเทียมด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ ScanToSmile ได้ดำเนินการเบื้องต้น ณ คลินิกทันตกรรม สุวรรณ เดนทัล จังหวัดสระบุรี โดยใช้ ข้อมูลภาพ CBCT ของผู้ป่วยจริงจำนวน 30 เคส ซึ่งครอบคลุมหลากหลายสภาพโครงสร้างขากรรไกรและตำแหน่งที่ต้องฝังรากฟันเทียม เพื่อประเมินความแม่นยำ ประสิทธิภาพการทำงาน และความพึงพอใจของผู้ใช้งานในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงทางคลินิกมากที่สุด

การทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ด้านหลัก ได้แก่ ความแม่นยำในการวิเคราะห์ภาพ CBCT, เวลาที่ใช้ในการประมวลผล, ต้นทุนในการวางแผนฝังรากฟันเทียม และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความแม่นยำในการวิเคราะห์

(Accuracy) ได้รับการประเมินความแม่นยำโดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตำแหน่งการฝังรากฟันเทียม กับผลการประเมินโดยทันตแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านรากฟันเทียม 3 คน ซึ่งทำหน้าที่สำหรับการเปรียบเทียบ โดยใช้ ค่าความใกล้เคียงของตำแหน่งในเชิงโครงสร้าง (Dice Similarity Coefficient: DSC) เป็นตัวชี้วัด พบว่าค่าเฉลี่ยของ DSC อยู่ที่ 0.95 หรือเทียบเท่าความแม่นยำ 95% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเทียบกับมาตรฐานทางการแพทย์

ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Absolute Error) ของตำแหน่งที่ระบบกำหนดเมื่อเทียบกับของผู้เชี่ยวชาญอยู่ที่ 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับการวางแผนฝังรากฟันเทียมนอกจากนี้ ระบบยังสามารถตรวจจับโครงสร้างทางกายวิภาคหลัก ได้แก่ กระดูกขากรรไกร, โพรงไซนัสแมกซิลลารี และเส้นประสาทอัลตราอินฟีเรียร์ ได้ครบถ้วนทุกกรณี โดยไม่มี false negative ที่สำคัญ

4.2 เวลาที่ใช้ในการประมวลผล

(Processing Time) ความรวดเร็วในการวิเคราะห์ภาพ CBCT และการสร้างรายงานที่พร้อมใช้งานทางคลินิก ซึ่งช่วยลดเวลาและขั้นตอนจากการส่งภาพไปยังแล็บภายนอกอย่างมีนัยสำคัญ กระบวนการแบบดั้งเดิมต้องใช้ เวลา เฉลี่ย 35 วัน ต่อเคส สำหรับการส่งภาพ CBCT ไปยังแล็บ วิเคราะห์ และรอรับผลกลับมา ระบบ ScanToSmile สามารถดำเนินการวิเคราะห์ภาพ แบบครบวงจรภายในเวลาเฉลี่ย 5 นาทีต่อเคส รวมถึงการแยกโครงสร้างทางกายวิภาค การคำนวณพารามิเตอร์ฝัง และการสร้างรายงาน PDF เมื่อเปรียบเทียบแล้ว พบว่าระบบสามารถลดเวลาในการประมวลผลได้มากกว่า 98% ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการทันตกรรมได้อย่างชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

- กนกวรรณ สุขสมบูรณ์. (2565). ทันตกรรมประดิษฐ์: หลักการและการปฏิบัติ (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยรัตน์ เจริญพร. (2564). รากฟันเทียมและการฟื้นฟูสภาพการบดเคี้ยว. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมาคมทันตแพทย์แห่งประเทศไทย. (2566). แนวทางการปฏิบัติทางคลินิกสำหรับการฝังรากฟันเทียม. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สุรัชย์ อนันตชัย และ วิชัย ณะบุตร. (2563). ทันตกรรมรากฟันเทียม: จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนวัฒน์ ศรีสุข. (2565). การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ภาพรังสีทางทันตกรรม (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต).
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นิวิติ จันทร์เพ็ญ. (2564). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการวางแผนฝังรากฟันเทียมด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต).

- มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- ปิยะพงษ์ วงศ์สุวรรณ และ สมชาย รัตนพันธุ์. (2566). ความแม่นยำของระบบปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ภาพ CBCT สำหรับการวางแผนฝังรากฟันเทียม. วารสารทันตแพทยสาร, 44(2), 156-168.
- วรรณ ชัยวัฒน์. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำของการวางแผนฝังรากฟันเทียมระหว่างวิธีแบบดั้งเดิมกับการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์. วารสารทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 38(3), 245-256.
- กิตติพงษ์ สุวรรณชัย. (2565). ปัญญาประดิษฐ์กับอนาคตของวงการทันตกรรมไทย. วารสารทันตแพทย์, 42(1), 12-24.
- จิรายุ ประดิษฐ์ทอง. (2566). Deep Learning: เทคโนโลยีใหม่สำหรับการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศทางการแพทย์, 15(2), 78-92.
- ณัฐพล วีระชัย และ อรุณี ศรีสุวรรณ. (2564). การประยุกต์ใช้ CBCT ในทันตกรรม: ปัจจุบันและอนาคต. วารสารรังสีวิทยาช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล, 29(3), 189-203.
- พิมพ์ชนก อินทรเทพ. (2566). U-Net และการประยุกต์ใช้ในการแบ่งส่วนภาพทางการแพทย์. วารสารวิศวกรรมชีวการแพทย์ไทย, 12(1), 45-58.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2565). นโยบายส่งเสริมสุขภาพช่องปากแห่งชาติ พ.ศ. 2565-2570. กรุงเทพฯ: กองทันตสาธารณสุข กรมอนามัย.
- คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2566). มาตรฐานการให้บริการฝังรากฟันเทียมในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. (2565). รายงานสถานการณ์สุขภาพช่องปากของประชากรไทย พ.ศ. 2565. นนทบุรี: ผู้แต่ง.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2564). แนวทางการขึ้นทะเบียนซอฟต์แวร์ทางการแพทย์ ประเภทปัญญาประดิษฐ์. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- Al-Ekrish, A. A., Alfadda, S. A., & Al-Mubarak, M. (2024). Deep learning-based approach for 3D bone segmentation and prediction of missing tooth region for dental implant planning. *Taibah University Dental Hospital Research Journal*.
- Cui, Z., Li, C., Chen, N., Wei, G., Chen, R., Zhou, Y., Shen, D., & Wang, W. (2024). Inferior alveolar nerve canal segmentation on CBCT using U-Net with frequency attentions. *Journal of Medical and Dental Sciences*, 71(2), 125-138.
- Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In N. Navab, J. Hornegger, W. Wells, & A. Frangi (Eds.), *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015: 18th International Conference, Munich, Germany, October 5-9, 2015, Proceedings, Part III* (pp. 234-241). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28