



ซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าว
ของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์

นายเมธี โพธิ์ย้อย

นายปณินวิช หอมมาก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2564

ปริญญานิพนธ์เรื่อง : ซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาว
ของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์
โดย : 1. นายเมธี โพธิ์ย้อย
2. นายปภินวิช หอมมาก
สาขา : วิทยาการคอมพิวเตอร์
ภาควิชา : วิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ
คณะ : วิทยาศาสตร์ประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลือพล พิพานเมฆาภรณ์
ปีการศึกษา : 2564

คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อนุมัติให้
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์

.....ประธานกรรมการกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนภัทร์ อนุศาสน์อมรกุล) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลือพล พิพานเมฆาภรณ์)

.....กรรมการกรรมการ
(อาจารย์ ดร. สรร รัตนสัญญา) (อาจารย์ ดร.ธรรศภูณณ สุระศักดิ์)

.....หัวหน้าภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัครา ประโยชน์)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการวินิจฉัยผู้ป่วยที่มีกระดูกแตกร้าวจากภาพฟิล์มเอกซเรย์ (X-ray) อาศัยประสบการณ์โดยตรงจากแพทย์ผู้ประเมินเพื่อหาวิธีรักษาที่เหมาะสม หากแพทย์ผู้ประเมินไม่พิจารณาโดยรอบคอบ หรือมีประสบการณ์ไม่เพียงพอ ก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยโดยตรง เช่น ผู้ป่วยอาจมีความพิการตลอดชีวิต เราจึงคิดหาวิธีที่ประเมินการแตกร้าวของกระดูกจากภาพถ่ายเอกซเรย์ โดยใช้เทคนิค AI

ซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์ จะใช้ภาพเอกซเรย์มาทำการเรียนรู้โดยใช้ Machine Learning เพื่อระบุประเมินการแตกร้าวของกระดูก

จากผลการทดสอบพบว่าอัลกอริทึมที่นำเสนอสามารถประเมินภาพจากฟิล์มเอกซเรย์ด้วยค่า Accuracy 80% โดยคาดว่าจะจะเป็นเครื่องมือสำหรับผู้ใช้ในการในการนำไปใช้ต่อที่เกิดประโยชน์ต่อ ผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่องซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกตัวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์นั้นสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาเล่าเรียนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ซึ่งให้ความรู้ทั้งด้านทฤษฎี ปฏิบัติและข้อคิดเห็นทางวิชาการที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

นอกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือแล้วยังได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลือพล พิพานเมฆาภรณ์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขปัญหาลดการดำเนินงาน อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงาน รวมถึงเหล่าคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศทุกท่าน ที่คอยสั่งสอนถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาขอบทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคคลในครอบครัวทุกท่าน ที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

นายเมธี โพธิ์ย้อย
นายปณินวิช หอมมาก
14 มิถุนายน 2564

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญ (ต่อ)	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาพ (ต่อ)	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กระดูกท่อนยาว (long bone)	3
2.2 ภาวะกระดูกหัก แตกร้าว และวิธีการรักษา	5
2.3 ภาพเอกซเรย์ (X-Ray image)	13
2.4 เทคนิค Ensemble	15
2.5 Local Binary Patterns (LBP)	18
2.6 การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ด้วย YOLOv5	21
3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	23
3.2 ภาพ x-ray กระดูกท่อนยาว	24
3.3 การตรวจจับกระดูกแตกร้าว	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่	
3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.4 การสกัด feature จากกระดุกแตกร้าว	28
3.5 การประเมินวิธีการรักษา	30
3.6 ออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Software)	34
3.7 Use case Description (Web Application)	35
4 การพัฒนาระบบ	
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	42
4.2 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ	42
4.3 SourceCode หลักที่ใช้งานในระบบ	43
5 ผลการดำเนินงาน	
5.1 ผลดำเนินงาน	53
5.2 สรุปผลจากการทดลอง	56
6 บทสรุปและแนวทางการพัฒนาต่อ	
6.1 สรุปผลการดำเนินงาน	57
6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบในการดำเนินงาน	57
6.3 แนวทางที่ควรพัฒนาต่อในอนาคต	58
บรรณานุกรม	59

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2-1 กระดูกยาว	4
ภาพที่ 2-2 ภาพกระดูกแตกหัก	5
ภาพที่ 2-3 ภาพรังสีเอกซ์มือของอัลเบิร์ต ฟอน คิลลิเคอร์ ถ่ายโดยวิลเฮล์ม คอนราต เรินต์เกน	14
ภาพที่ 2-4 Ensemble Learning คืออะไร	15
ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการทำงาน Model XGBoost	17
ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนแรกในการสร้าง LBP	18
ภาพที่ 2-7 ขั้นตอนแปลงเป็น การแสดงทศนิยม	19
ภาพที่ 2-8 ขั้นตอนการคำนวณ Output LBP	19
ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างหลังการคำนวณการเสร็จ	20
ภาพที่ 2-10 ขั้นตอนคำนวณฮิสโตแกรม	20
ภาพที่ 2-11 ตัวอย่างการ Detect ของ YOLO	21
ภาพที่ 2-12 โครงสร้างของ YOLO ที่เป็นขั้นๆ แบบ neural network	22
ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	23
ภาพที่ 3-2 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่ปกติ	24
ภาพที่ 3-3 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่แตก	25
ภาพที่ 3-4 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่แตกและสามารถเห็นได้ยาก	26
ภาพที่ 3-5 การลาเบลชุดข้อมูลกระดูกแตก	27
ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างจากการ Detection กระดูกหัก	28
ภาพที่ 3-7 ตัวอย่างจากการ Crop จุดที่กระดูกแตก	28
ภาพที่ 3-8 Local Binary Pattern (LBP)	29
ภาพที่ 3-9 รวบรวมรูปแบบการประเมินวิธีการรักษา	30
ภาพที่ 3-10 วิธีการประเมินค่า Length	31
ภาพที่ 3-11 วิธีการประเมินค่า Alignment	32
ภาพที่ 3-12 วิธีการประเมินค่า Apposition	33
ภาพที่ 3-13 ขั้นตอนการทำงาน Model XGBoost	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3-14 Use case Diagram (Web Application)	34
ภาพที่ 4-1 SourceCode YOLOv5 โดยใช้ Colab save weights เพื่อที่จะใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน	43
ภาพที่ 4-2 SourceCode Detect กระดุกแตกร้าว	43
ภาพที่ 4-3 SourceCode แปลงจาก Colab มาทำเป็นเว็บแอปพลิเคชันโดย Flask Python	44
ภาพที่ 4-4 สร้างเงื่อนไขเพื่อกำหนดขนาดและนามสกุลไฟล์ & ขั้นตอนการ crop bounding box	45
ภาพที่ 4-5 ฟังก์ชัน local binary pattern	47
ภาพที่ 4-6 เรียกใช้ฟังก์ชัน LBP & แปลงเป็นไฟล์ csv & เรียกใช้ model XGBoost	48
ภาพที่ 4-7 คำนวณค่าช่วงระหว่างของ output length alignment และ apposition	49
ภาพที่ 4-8 เขียนข้อความลงในภาพ	50
ภาพที่ 4-9 เรียกใช้ form & วิธีคำนวณหาผลลัพธ์การรักษา & เรียกใช้ weight model yolov5	51
ภาพที่ 5-1 เมื่ออัปโหลดภาพกระดุกร้าว	53
ภาพที่ 5-2 เมื่ออัปโหลดภาพกระดุกแตกหัก	54
ภาพที่ 5-3 เมื่อควินิจัยจากภาพ input เดียวกันกับภาพที่ 5-2	54
ภาพที่ 5-4 เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า threshold	55
ภาพที่ 5-5 ผลลัพธ์ค่า Mean Average Precision ที่ได้จาก YOLOV5	56
ภาพที่ 5-6 ผลลัพธ์ค่า Loss ที่ได้จาก Model XGBoost	56

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3-1 Use case Description : ผู้ใช้อัปโหลดภาพ X-Ray	35
ตารางที่ 3-2 Use case Description : Image Detection by YOLOv5	36
ตารางที่ 3-3 Use case Description : ตัดภาพเอาเฉพาะ bounding box	37
ตารางที่ 3-4 Use case Description : หาค่า vector ของ Local Binary Pattern (LBP)	38
ตารางที่ 3-5 Use case Description : นำค่า vector LBP เทรนใน XGBoost	39
ตารางที่ 3-6 Use case Description : แสดงผลการวินิจฉัยบนเว็บแอปพลิเคชัน	40
ตารางที่ 4-1 เรียกใช้ weight ของ model XGBoost & สร้าง form & route path	44
ตารางที่ 4-2 สร้างเงื่อนไขเพื่อกำหนดขนาดและนามสกุลไฟล์ & ขั้นตอนการ crop bounding box	46
ตารางที่ 4-3 ฟังก์ชัน local binary pattern	47
ตารางที่ 4-4 เรียกใช้ฟังก์ชัน LBP & แปลงเป็นไฟล์ csv & เรียกใช้ model XGBoost	48
ตารางที่ 4-5 คำนวณค่าช่วงระหว่างของ output length alignment และ apposition	50
ตารางที่ 4-6 เขียนข้อความลงในภาพ	50
ตารางที่ 4-7 เรียกใช้ form & วิธีคำนวณหาผลลัพธ์การรักษา & เรียกใช้ weight model yolov5	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันการวินิจฉัยผู้ป่วยที่มีกระดูกแตกร้าวจากภาพฟิล์มเอกซเรย์ (X-ray) อาศัยประสบการณ์โดยตรงจากแพทย์ผู้ประเมินเพื่อหาวิธีการรักษาที่เหมาะสม จากข้อมูลทางการแพทย์ พบว่า 3% ถึง 5% ของจำนวนเคสผู้ป่วยมีการประเมินที่คาดเคลื่อน

สาเหตุหลักของความคาดเคลื่อนนี้ โดยมากมักมาจากลักษณะการแตกร้าวของกระดูกที่แตกต่างกัน หากแพทย์ผู้ประเมินไม่พิจารณาโดยรอบคอบ หรือมีประสบการณ์ไม่เพียงพอ ก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยโดยตรง เช่น ผู้ป่วยอาจมีความพิการตลอดชีวิต

เพื่อที่จะลดความคาดเคลื่อนดังกล่าว โครงการนี้นำเสนอการพัฒนาซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของกระดูกจากภาพถ่ายเอกซเรย์ โดยใช้เทคนิค AI

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อตรวจจับรูปแบบการแตกร้าวของกระดูกจากภาพถ่ายฟิล์มเอกซเรย์และประเมินวิธีการรักษาในเบื้องต้น

1.3 ขอบเขตโครงการ

1.3.1 ภาพถ่ายฟิล์มเอกซเรย์ที่นำมาวิเคราะห์จะเป็นภาพฟิล์มเอกซเรย์ที่ถ่ายด้านหน้า (AP) และถ่ายด้านข้าง (lateral) ซึ่งมาจากชิ้นส่วนกระดูกยาว (long bone) ซึ่งได้แก่ ขา และ แขน เป็นหลัก

1.3.2 ซอฟต์แวร์สามารถวิเคราะห์ลักษณะการหักของกระดูกท่อนยาว ได้แก่ length, apposition และ alignment เพื่อประเมินวิธีการรักษาที่เหมาะสม โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ได้แก่

1.3.3.2 ควรผ่าตัดเพื่อตามกระดูก

1.3.3.1 ใส่เฝือก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ลดเวลาในการตรวจการวินิจฉัยของแพทย์
- 1.4.2 ช่วยลดข้อผิดพลาดของแพทย์ในการประเมินวิธีการรักษา
- 1.4.3 เป็นต้นแบบในการสร้างนวัตกรรมเชิงพาณิชย์

บทที่ 2

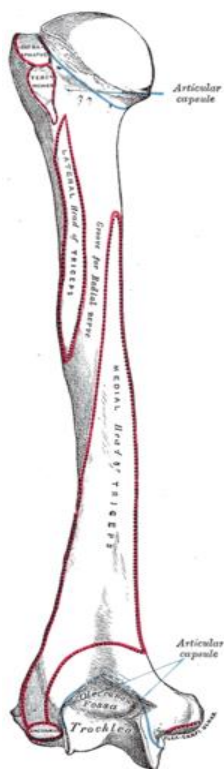
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาโครงงานเรื่อง ซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์จำเป็นต้องใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หลายอย่างเพื่อให้โครงงานนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดีทฤษฎีที่ใช้มีดังต่อไปนี้

2.1 กระดูกท่อนยาว (long bone)

เป็นประเภทหนึ่งของกระดูกที่มีความยาวมากกว่าความกว้างซึ่งมีการเติบโตแบบปฐมภูมิโดยการยืดออกของไดอะไฟซิส (diaphysis) โดยมีเอพิไฟซิส (epiphysis) อยู่ที่ปลายของกระดูกที่เจริญ ปลายของเอพิไฟซิสถูกคลุมด้วยกระดูกอ่อนชนิดไฮยาลิน คาร์ทีเลจ (hyaline cartilage) (หรือ "articular cartilage") การเจริญเติบโตทางยาวของกระดูกยาวเป็นผลจากการสร้างกระดูกแบบแทนที่กระดูกอ่อน (endochondral ossification) ที่บริเวณแผ่นเอพิไฟเซียล (epiphyseal plate) การยืดยาวออกของกระดูกถูกกระตุ้นโดยการสร้างโกรทฮอร์โมน (growth hormone) ซึ่งหลังจากโตมได้สมองส่วนหน้า

ตัวอย่างของกระดูกยาว เช่น กระดูกต้นขา กระดูกแขน และกระดูกน่องของขา กระดูกต้นแขน กระดูกเรเดียส กระดูกอัลนาของแขน กระดูกฝ่ามือและกระดูกฝ่าเท้า (metatarsal) ของมือและเท้า และกระดูกนิ้วมือและกระดูกนิ้วเท้า กระดูกยาวของขามนุษย์มีความยาวเกือบเป็นครึ่งหนึ่งของความสูงในผู้ใหญ่ นอกจากนั้นโครงสร้างที่เป็นกระดูกที่ประกอบเป็นความสูงก็ได้แก่กระดูกสันหลังและกะโหลกศีรษะ



ภาพที่ 2-1 กระดูกยาว

(ที่มา : [กระดูกยาว - วิกีพีเดีย](#))

ด้านนอกของกระดูกประกอบด้วยชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า เยื่อหุ้มกระดูก (periosteum) นอกจากนี้เปลือกนอกของกระดูกยาวจากภาพ 2-1 เป็นกระดูกเนื้อแน่น หรือกระดูกทึบ (compact bone) ชั้นลึกลงไปเป็นชั้นกระดูกฟาม, กระดูกฟองน้ำ, กระดูกพรุน หรือกระดูกโปร่ง (cancellous bone หรือ spongy bone) ซึ่งมีไขกระดูก (bone marrow) ส่วนด้านในของกระดูกยาวจากภาพ 2-1 เป็นช่องว่างเรียกว่า medullary cavity ซึ่งแกนกลางของโพรงกระดูกประกอบด้วยไขกระดูกเหลือง (yellow marrow) ในผู้ใหญ่ ซึ่งจะพบมากในผู้หญิง

2.2 ภาวะกระดูกหัก แตร้าว และวิธีการรักษา

คือภาวะที่กระดูกได้รับแรงกระแทกมากเกินไป ส่งผลให้กระดูกไม่สามารถรองรับน้ำหนักจากแรงดังกล่าวได้ และเกิดหัก ก่อให้เกิดอาการปวด เสื่อมสมรรถภาพในการทำงาน รวมทั้งมีเลือดออกและได้รับบาดเจ็บบริเวณ รอบกระดูกที่ได้รับแรงกระแทก โดยทั่วไปแล้ว กระดูกจัดเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย แคลเซียมและเซลล์กระดูก ตรงกลางกระดูกจะอ่อนกว่า เรียกว่าไขกระดูก ซึ่งทำหน้าที่ผลิตเซลล์เม็ดเลือดแดง กระดูกแต่ละส่วนจะประกอบกันเป็นโครงสร้างกระดูกที่รองรับร่างกาย ช่วยในการเคลื่อนไหว และปกป้อง อวัยวะภายในของร่างกาย หากร่างกายได้รับแรงกระแทกอย่างรุนแรง จะส่งผลให้กระดูกแตกหรือหักได้ดังภาพ 2-2



ภาพที่ 2-2 ภาพกระดูกแตกหัก

(ที่มา : [กระดูกหัก](#))

โดยทั่วไปแล้ว กระดูกหักสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กระดูกหักชนิดไม่มีแผล (Closed Fracture) และกระดูกหักแบบแผลเปิด (Open หรือ Compound Fracture) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 กระดูกหัก

2.2.1.1 กระดูกหักชนิดไม่มีแผล (Closed Fracture) คือ กระดูกหัก แต่ผิวหนังไม่ได้รับบาดเจ็บใดๆ

2.2.1.2 กระดูกหักแบบแผลเปิด (Open หรือ Compound Fracture) คือ กระดูกที่ทิ่มผิวหนังออกมา หรือได้รับบาดเจ็บจนผิวหนังเปิด ซึ่งเสี่ยงต่อการติดเชื้อได้สูง

2.2.1.3 ลักษณะของกระดูกหัก

2.2.1.3.1 กระดูกหักทั่วไป (Simple Fracture) คือ กระดูกที่แตกออกเป็น 2 ชิ้น

2.2.1.3.2 กระดูกยุบตัว (Compression Fracture) คือ กระดูกที่เกิดการยุบตัวเมื่อได้รับแรงกระแทกอย่างรุนแรง

2.2.1.3.3 กระดูกหักเป็นเกลียว (Spiral Fracture) คือ ภาวะกระดูกที่หักเป็นเกลียว ซึ่งเกิดจากกระดูกถูกบิด

2.2.1.3.4 กระดูกเดาะ (Greenstick Fracture) คือ กระดูกที่แตกเพียงด้านเดียว ส่วนกระดูกอีกด้านโค้งไปตามแรงกดที่ปะทะเข้ามาภาวะนี้มักเกิดขึ้นกับเด็กเนื่องจากกระดูกของเด็กมีความยืดหยุ่นมากกว่ากระดูกของผู้ใหญ่

2.2.1.3.5 กระดูกแตกย่อย (Comminuted Fracture) คือ ภาวะที่กระดูกแตกออกเป็น 3 ชิ้นขึ้นไป

2.2.1.3.6 กระดูกหักตามขวาง (Transverse Fracture) คือ กระดูกที่แตกออกตามแนวขวางซึ่งเป็นส่วนที่สั้นของกระดูก ไม่ได้เกิดรอยแตกไปตามแนวยาวของกระดูก

2.2.1.3.7 กระดูกหักเฉียง (Oblique Fracture) คือ กระดูกที่เกิดการแตกเป็นแนวโค้งหรือลดหลั่นลงมา

2.2.1.3.8 ปุ่มกระดูกแตก (Avulsion Fracture) คือ กระดูกที่หักจากแรงกระชาก มักพบที่หัวไหล่และหัวเข่า

2.2.1.3.9 กระดูกหักยุบเข้าหากัน (Impacted Fracture) คือ ภาวะที่กระดูกทั้ง 2 ด้านได้รับแรงกด ส่งผลให้กระดูกแตกทั้ง 2 ด้าน เด็กเล็กมักเกิดกระดูกหักฝั่งที่แขน

2.2.1.3.10 กระดูกหักล้า (Stress Fracture) คือ กระดูกที่ปรี้ออกจากกัน ซึ่งเกิดจากการใช้งานซ้ำ ๆ

2.2.1.3.11 กระดูกหักจากพยาธิสภาพ (Pathologic Fracture) คือ ภาวะกระดูกหักที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติของกระดูกหรือการป่วยเป็นโรคที่ทำให้มวลกระดูกเสื่อมลง

2.2.2 อาการกระดูกหัก

กระดูกหักถือเป็นภาวะบาดเจ็บที่ต่างจากปัญหากระดูกอื่นๆเนื่องจากผู้ป่วยกระดูกหักจะเกิดอาการหลายอย่าง ผู้ที่ประสบภาวะนี้ ควรรีบพบแพทย์เพื่อรับการรักษาทันที โดยผู้ป่วยจะเกิดอาการ ดังนี้

- รู้สึกปวดกระดูกหรือรอบๆบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บอย่างรุนแรงโดยอาการจะแย่ลงเมื่อเคลื่อนไหวอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ หรือได้รับแรงกดที่บริเวณดังกล่าว
- เกิดอาการบวมบริเวณกระดูกที่ได้รับบาดเจ็บ ทั้งนี้ ยังเกิดรอยขีดและเลือดออกจากผิวหนัง
- อวัยวะผิดรูป เช่น แขนหรือขาผิดรูป โดยแขนหรือขาจะงอ หรือหักบิดในลักษณะที่ผิดปกติ
- เคลื่อนไหวแขนขาได้น้อย หรือเคลื่อนไหวไม่ได้เลย
- รู้สึกชา และเกิดเหน็บชา
- ผู้ป่วยบางรายอาจเกิดกระดูกที่มผิวหนังออกมา

2.2.3 สาเหตุของกระดูกหัก

กระดูกแต่ละส่วนในร่างกายนั้นมีความแข็งแรงซึ่งทำหน้าที่รับแรงกระแทกจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างไรก็ดี หากได้รับแรงกระแทกอย่างรุนแรง กระดูกก็สามารถแตกและหักได้ โดยกระดูกหักมักเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

- ประสบอุบัติเหตุ เช่น รถชน ส่งผลให้ได้รับบาดเจ็บสาหัส
- ถูกตีหรือได้รับแรงกระแทกอย่างรุนแรง
- ตกลงมาจากที่สูง
- ตกลงมากกระแทกพื้นที่แข็งมาก
- ได้รับแรงกระแทกจากการเคลื่อนไหว เช่น เล่นกีฬาที่ต้องลงน้ำหนักมากเกินไป ซึ่งทำให้เท้าข้อเท้า
- หน้าแข้ง หรือสะโพก เกิดกระดูกปริได้
- ป่วยเป็นโรคกระดูกพรุนหรือมะเร็งบางชนิด ส่งผลให้มวลกระดูกเสื่อมลงและหักได้ง่าย หากได้รับแรง

- กระแทกเพียงเล็กน้อยจากการทำกิจกรรมหรือประสบอุบัติเหตุก็สามารถประสพภาวะกระดูกหักที่ร้ายแรงได้
- ในกรณีของเด็กที่กระดูกหัก อาจเกิดจากการถูกรังแก

2.2.4 การวินิจฉัยกระดูกหัก

โดยทั่วไปแล้วแพทย์จะวินิจฉัยกระดูกหักโดยตรวจบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บและเอกซเรย์กระดูก ผู้ป่วยทั้งนี้ผู้ป่วยบางรายที่ไม่พบความผิดปกติหลังเอกซเรย์แต่แพทย์สันนิษฐานว่าเกิดกระดูกหัก อาจต้องใส่เฝือกอ่อนตามกระดูกไว้ก่อนประมาณ 10-14 วัน แล้วมาเข้ารับการเอกซเรย์อีกครั้งเพื่อตรวจดูว่ามีกระดูกหักหรือไม่หากผู้ป่วยเกิดกระดูกหักจะปรากฏรอยหักชัดเจน เช่น รอยกระดูกหักที่ข้อมือ

อย่างไรก็ตาม ผู้ที่เกิดกระดูกหักบริเวณข้อมือ สะโพก หรือประสพภาวะกระดูกหักลำ อาจต้องเข้ารับการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หรือซีทีสแกน (CT scan) หรือตรวจด้วยเครื่องสร้างภาพด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือเอ็มอาร์ไอ(MRI)หรือสแกนกระดูกเนื่องจากการตรวจด้วยวิธีเอกซเรย์อาจแสดงภาพกระดูกหักบริเวณดังกล่าวไม่ชัดเจน ทั้งนี้ ผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยภาวะกระดูกหักเรียบร้อยแล้วอาจต้องรับการตรวจเพิ่มเติมอีก เพื่อดูว่าเนื้อเยื่อที่อยู่ล้อมรอบกระดูกนั้นเกิดความเสียหายหรือไม่

ผู้ป่วยที่กะโหลกศีรษะแตกจะได้รับการทำซีทีสแกนแทนการเอกซเรย์กระดูกซึ่งการทำซีทีสแกนจะช่วยวินิจฉัยภาวะกระดูกหักที่เกิดขึ้นบริเวณกะโหลก รวมทั้งบาดแผลอื่นๆที่ถูกระทบกระเทือน เช่น เลือดออกในสมอง ส่วนเด็กที่ประสพภาวะกระดูกหักจะได้รับการตรวจร่างกายเพื่อวินิจฉัยภาวะดังกล่าว ทั้งนี้การวินิจฉัยสำหรับเด็กเล็กอาจทำได้ยาก เนื่องจากกระดูกของเด็กยังไม่เจริญเต็มที่ อีกทั้งกระดูกหลายส่วนภายในร่างกายยังเป็นกระดูกอ่อนและไม่มีมวลแคลเซียมสะสมภายในกระดูก

2.2.5 การรักษากระดูกหัก

ผู้ป่วยกระดูกหักจะได้รับการรักษาด้วยวิธีต่าง ๆ โดยวิธีรักษากระดูกหักประกอบด้วย การปฐมพยาบาลเบื้องต้นจัดเรียงกระดูก ใส่เฝือก และผ่าตัด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.5.1 ปฐมพยาบาลเบื้องต้น ผู้ป่วยที่ประสพภาวะกระดูกหักควรได้รับการรักษาทันทีโดยไม่ต้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นก่อนผู้ที่เข้าช่วยเหลือและปฐมพยาบาลผู้ป่วยกระดูกหักจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประชาชนทั่วไปและผู้ผ่านการอบรมปฐมพยาบาลหลักสูตรปฐมพยาบาลเบื้องต้นซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.5.1.1 การปฐมพยาบาลสำหรับประชาชนทั่วไป

- โทรเรียกรถพยาบาลโดยเร็วที่สุด
- ประคบน้ำแข็งบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ และยกอวัยวะดังกล่าวให้สูง เพื่อลดอาการบวม
- ล้างแผลด้วยสบู่และน้ำเปล่าสะอาดเบา ๆ เพื่อป้องกันเชื้อแบคทีเรียเข้าแผล
- ปิดแผลให้เรียบร้อยด้วยผ้าพันแผล
- ในกรณีที่เข้าช่วยเหลือผู้ที่ได้รับบาดเจ็บที่แขนหรือขาควรนำหนังสือพิมพ์หรือนิตยสารมาม้วนห่อแขนหรือขาเพื่อช่วยตามไว้ เพื่อช่วยไม่ให้แขนหรือขาที่ได้รับบาดเจ็บขยับรวมทั้งช่วยให้กระดูกไม่เคลื่อน
- ผู้ป่วยที่เกิดกระดูกหักตรงขาส่วนบน กระดูกสันหลัง อัมเชิงกราน หรือสะโพกไม่ควรเคลื่อนไหวร่างกาย ให้รอจนกว่ารถพยาบาลจะมา เนื่องจากการเคลื่อนไหวนจะทำให้บริเวณดังกล่าวบาดเจ็บมากกว่าเดิม
- งดให้ผู้ป่วยรับประทานน้ำหรืออาหารจนกว่าจะพบแพทย์ เนื่องจากผู้ป่วยบางรายอาจต้องได้รับการผ่าตัด

2.2.5.1.2 การปฐมพยาบาลสำหรับผู้ผ่านการอบรม

- ตรวจสอบว่าผู้ป่วยหายใจอยู่หรือไม่โทรเรียกรถพยาบาลและปฐมพยาบาลด้วยวิธีซีพีอาร์ (Cardiopulmonary Resuscitation: CPR) รวมทั้งพยายามทำให้ผู้ป่วยมีสติ
- ห้ามเลือดผู้ป่วย โดยใช้ผ้าขนหนูแห้งสะอาดวางปิดแผล หากเลือดยังไม่หยุดไหล ให้กดห้ามเลือดไปตรงบริเวณที่เลือดไหลออกมา
- ในกรณีที่เข้าช่วยเหลือผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจนผิวหนังเปิดออกและมีอุปกรณ์การแพทย์ไม่เพียงพอ ควรรินน้ำสะอาดล้างแผลและปิดแผลด้วยผ้าสะอาดให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันการติดเชื้อ ไม่ควรเป่าแผลหรือถูขี้แผลแรง
- ตามกระดูกบริเวณที่หัก โดยตามทั้งด้านบนและด้านล่างของบริเวณดังกล่าว
- ประคบเย็นและยกอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บให้สูง เพื่อลดอาการปวดบวม
- ควรให้ผู้ปวยนอนราบยกขาให้ขึ้นสูงกว่าศีรษะประมาณ 30 ซม. และห่มด้วยผ้าห่ม เพื่อป้องกันผู้ป่วยเกิดอาการช็อค อย่างไรก็ตาม หากผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บที่ศีรษะ คอ หรือ หลัง ไม่ควรเคลื่อนย้ายผู้ป่วยเด็ดขาด

- ประเมินการไหลเวียนเลือดของผู้ป่วย โดยกดเบา ๆ เหนือบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ เช่น ผู้ป่วยเกิดกระดูกหักที่ขา ควรกดที่เท้าเพื่อดูการไหลเวียนเลือดเมื่อกดลงไป บริเวณดังกล่าวจะขาวซีดและค่อย ๆ แดงเลือดผาดขึ้นมา ทั้งนี้ หากเลือดไหลเวียนไปเลี้ยงไม่พอ ผู้ป่วยจะตัวซีดเขียว เกิดอาการชา และสัญญาณชีพอ่อนลง ควรจัดแขนและขาผู้ป่วยให้อยู่ในท่าพักที่สบาย เพื่อลดอาการบวม ปวด และเนื้อเยื่อตายจากการขาดเลือด

2.2.6 จัดเรียงกระดูก

วิธีนี้คือการจัดแนวกระดูกที่หักให้อยู่ในตำแหน่งเดิม เพื่อป้องกันไม่ให้อื่นส่วนกระดูกที่หักหลุดออกจากกัน โดยแพทย์จะเอกซเรย์ผู้ป่วยเพื่อวินิจฉัยลักษณะกระดูกหัก จากนั้นจะรักษาโดยจัดเรียงแนวกระดูกที่ได้รับบาดเจ็บให้กลับมามีตำแหน่งปกติก่อนใส่เฝือก การจัดเรียงกระดูกจะช่วยให้กระดูกกลับมาแข็งแรงและเคลื่อนไหวได้ตามปกติและรักษากระดูกหักให้หายได้ ทั้งนี้ เด็กที่ประสพภาวะกระดูกหักหรือผู้ป่วยกระดูกหักแบบทั่วไปและไม่มีแผลนั้นจะได้รับการจัดเรียงกระดูกทันที

2.2.7 ใส่เฝือก

หลังจัดเรียงกระดูกแล้ว แพทย์จะพันแผลบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บ และใส่เฝือกปูนเพื่อพยุงกระดูกบริเวณที่เกิดอาการหัก ส่วนผู้ป่วยที่เกิดกระดูกหักตรงบริเวณที่ไม่สามารถใส่เฝือกได้ในทันที เช่น กระดูกไหปลาร้าหัก แพทย์จะใช้อุปกรณ์คล้องแขนเพื่อช่วยพยุงกระดูกแทน ผู้ป่วยจะได้รับยาแก้ปวดเพื่อบรรเทาอาการปวดกระดูก ทั้งนี้ แพทย์จะเริ่มฟื้นฟูกระดูกผู้ป่วยให้เร็วที่สุด โดยการฟื้นฟูนี้จะช่วยกระตุ้นการไหลเวียนเลือด เสริมสร้างกล้ามเนื้อ รวมทั้งป้องกันการเกิดลิ่มเลือดและข้อติดแข็ง

2.2.8 ผ่าตัด

ผู้ป่วยที่เกิดกระดูกหักร้ายแรง โดยมีกระดูกที่มอดออกมาข้างนอกจะได้รับการผ่าตัดก่อนจัดเรียงกระดูกและใส่เฝือก โดยแพทย์จะผ่าตัดเศษแผลให้แก่ผู้ป่วยกระดูกหักที่มีกระดูกที่มอดออกมา เพื่อนำเศษเนื้อออกมาให้หมดก่อนทำการจัดเรียงกระดูก เนื่องจากกระดูกที่มอดออกมาอาจติดเชื้อได้ ทั้งนี้ ระหว่างเข้ารับการผ่าตัดแผล แพทย์อาจใส่หมุด แผ่นเหล็ก สกรู หรือกาว เพื่อยึดกระดูกที่หักเข้าไว้

ด้วยกัน เมื่อได้รับการจัดเรียงกระดูกแล้ว แพทย์จะให้ใส่เฝือก อุปกรณ์ตามกระดูก หรือใช้วิธีตรึงกระดูก เพื่อลดอาการปวดและรักษากระดูกหัก

หลังถอดเฝือกหรืออุปกรณ์ตามกระดูกออกแล้ว ผู้ป่วยอาจเกิดอาการข้อติดแข็ง บวม และมีเนื้อปูดอยู่หลายสัปดาห์เด็กอาจมีขนขึ้นที่แขนหรือขาเนื่องจากเฝือกทำให้รูขุมขนระคายเคือง ผู้ที่กระดูกขาหักอาจเดินไม่สะดวก อย่างไรก็ตาม อาการดังกล่าวจะหายไปภายใน 2-3 สัปดาห์ กระดูกที่หักจะใช้เวลาประมาณ 4-6 สัปดาห์ก่อนจะกลับไปแข็งแรงเหมือนเดิม ผู้ป่วยควรปรึกษาแพทย์และไม่หักโหมใช้อวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บมากเกินไปทั้งนี้ผู้ป่วยสามารถดูแลตัวเองหลังได้รับการรักษากระดูกหักจากแพทย์ได้ ดังนี้

- ควรเลี้ยงอยู่ใกล้ห้องร้อนหรือมีอุณหภูมิสูง เพื่อป้องกันปูนที่ใช้ทำเฝือกละลาย รวมทั้งควรนำถุงพลาสติกมาหุ้มเฝือกและปิดให้สนิทเมื่อต้องอาบน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้บริเวณดังกล่าวเปียก
- ควรใช้ที่เป่าผมเป่าบริเวณใส่เฝือกเมื่อเกิดอาการคัน
- ไม่ควรใช้แขนมากเกินไป
- เลี่ยงยกของหนักและขับรถจนกว่าอาการกระดูกหักจะหายดี
- หากเกิดอาการบวม เขียวช้ำ เกิดอาการชา หรือปวดมากขึ้น ควรรีบพบแพทย์โดยด่วน

2.2.9 ภาวะแทรกซ้อนของกระดูกหัก

ผู้ป่วยกระดูกหักอาจมีลักษณะแนวกระดูกของแขนและขาที่ผิดปกติ หรือเฝือกปูนไม่รองรับพอดีกับอวัยวะที่ต้องได้รับการใส่เฝือกเพื่อตามกระดูก ทั้งนี้ ผู้ป่วยสามารถประสพภาวะแทรกซ้อนจากกระดูกหักได้ โดยภาวะแทรกซ้อนจากกระดูกหักแบ่งออกเป็นภาวะแทรกซ้อนระยะแรก และภาวะแทรกซ้อนระยะปลาย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.9.1 ภาวะแทรกซ้อนระยะแรก

- หลอดเลือดแดงบาดเจ็บ อาจเกิดภาวะหลอดเลือดตันขาฉีกขาดได้
- ผู้ป่วยที่กระดูกซี่โครงหักหลายชิ้นสามารถประสพภาวะปอดแตก โพรงเยื่อหุ้มปอดมีอากาศ (Pneumothorax) ภาวะอกรวนหรือภาวะการทำงานล้มเหลวของซี่โครง (Flail Chest) และหายใจไม่พอ (Respiratory Compromise)
- สูญเสียการเคลื่อนไหวของร่างกาย ก่อให้เกิดปอดบวม หลอดเลือดอุดตัน หรือกล้ามเนื้อสลาย โดยภาวะนี้ มักเกิดกับผู้ป่วยที่กระดูกสะโพกหัก โดยเฉพาะผู้ที่มีอายุมาก
- อวัยวะภายในได้รับบาดเจ็บ เช่น เกิดการบาดเจ็บที่สมอง ปอด หรือกระเพาะปัสสาวะ

- เนื้อเยื่อ เส้นประสาท และผิวหนังถูกทำลาย
- เกิดภาวะเลือดออกในข้อ (Haemarthrosis)
- แผลติดเชื้อ
- เกิดความดันในกล้ามเนื้อสูงขึ้น (Compartment Syndrome)

2.2.9.2 ภาวะแทรกซ้อนระยะปลาย

- กระดูกที่หักใช้เวลารักษานานกว่าปกติ ไม่สามารถกลับมาอยู่ในตำแหน่งปกติได้ หรืออาการไม่หายดี
- เกิดอาการข้อติดแข็ง
- กล้ามเนื้อหดตัว
- การเจริญเติบโตของกระดูกผิดปกติ หรือกระดูกผิดรูป
- เกิดภาวะกล้ามเนื้ออักเสบที่มีหินปูนจับ (Myositis Ossificans) โดยผู้ป่วยจะมีก้อนกระดูกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อที่ได้รับบาดเจ็บ
- หัวกระดูกต้นขาตาย เนื่องจากขาดเลือดไปเลี้ยง
- ประสพภาวะกระดูกอักเสบ (Osteomyelitis)
- เกิดเนื้อตายเน่า (Gangrene)
- อาจป่วยเป็นบาดทะยักและติดเชื้อในกระแสเลือด เนื่องจากได้รับบาดเจ็บจนเกิดแผล
-

2.2.10 การป้องกันกระดูกหัก

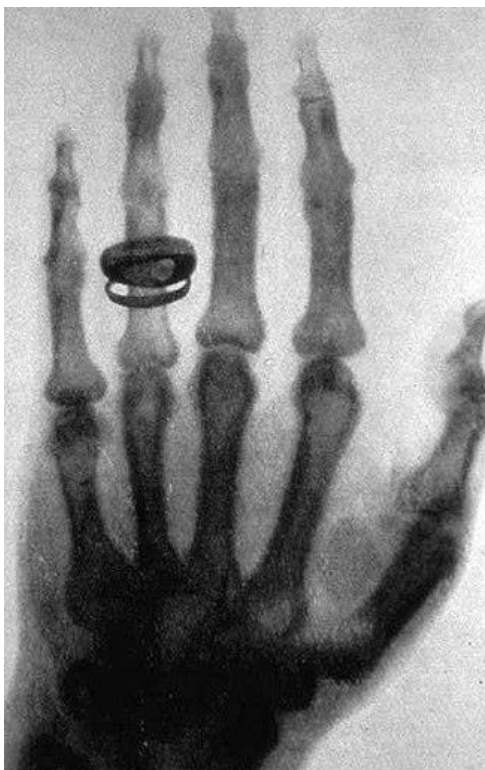
กระดูกหักเป็นปัญหาสุขภาพที่ป้องกันได้โดยเลี่ยงพฤติกรรมที่เสี่ยงทำให้ประสพภาวะดังกล่าว ซึ่งทำได้ ดังนี้

- ควรคาดเข็มขัดนิรภัยทุกครั้งที่ใช้รถหรือโดยสารรถยนต์รวมทั้งสวมอุปกรณ์ที่ป้องกันการกระแทก เช่น หมวกกันน็อค หรือสนับเข่า มือ และข้อศอก เมื่อต้องขับขี่จักรยานยนต์หรือทำกิจกรรมผาดโผนต่าง ๆ
- ไม่ควรวางของทิ้งไว้ตามทางเดินหรือบันได เนื่องจากอาจทำให้สะดุดล้มได้ รวมทั้งควรปิดหน้าต่างหรือมีทางกั้นตรงทางขึ้นลงบันได เพื่อป้องกันเด็กเล็กพลัดตกลงไป
- ควรดูแลเด็กให้ดี เพื่อระวังไม่ให้เล่นจนเกิดอุบัติเหตุ
- เมื่อต้องใช้บันไดหรือนั่งร้าน ควรเฝ้ายืนอยู่บนบันไดขั้นบนสุด รวมทั้งให้คนอื่นจับบันไดไว้ขณะที่ปีนขึ้นไป

- ผู้ป่วยโรคกระดูกพรุนควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและสมดุลให้มวลกระดูก รวมทั้งปรึกษาแพทย์เพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับการรับประทานแคลเซียมเสริม

2.3 ภาพเอกซเรย์ (X-Ray image)

2.3.1 รังสีเอกซ์ เป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นในช่วง 10 ถึง 0.01 นาโนเมตร ตรงกับความถี่ในช่วง 30 ถึง 30,000 เพตะเฮิร์ตซ์ (10¹⁵ เฮิร์ตซ์) ในเบื้องต้นจากภาพตัวอย่าง 2-3 มีการใช้รังสีเอกซ์สำหรับถ่ายภาพเพื่อการวินิจฉัยโรค และงานผลึกศาสตร์ (crystallography) รังสีเอกซ์เป็นการแผ่รังสีแบบแตกตัวเป็นไอออน และมีอันตรายต่อมนุษย์



ภาพที่ 2-3 ภาพรังสีเอกซ์มือของอัลแบร์ต ฟอน คิลลิเคอร์ ถ่ายโดยวิลเฮล์ม คอนราด เรินต์เกน
(ที่มา : [ภาพรังสีเอกซ์มือของอัลแบร์ต ฟอน คิลลิเคอร์ ถ่ายโดยวิลเฮล์ม คอนราด เรินต์เกน](#))

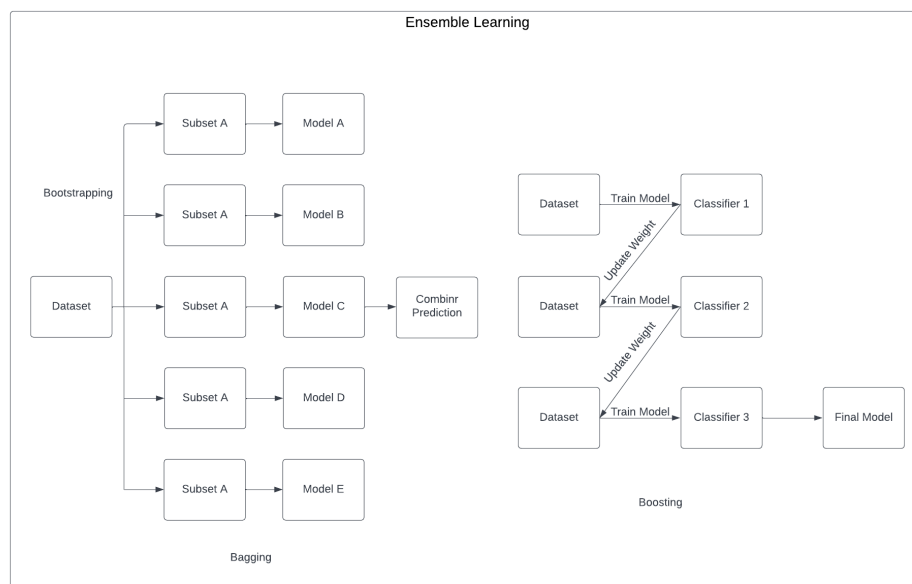
2.3.2 การประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ จากภาพตัวอย่าง 2-3 รังสีเอกซ์สามารถบอกรูปร่างของกระดูกได้ รังสีเอกซ์ได้ถูกพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในการถ่ายภาพในการแพทย์ นำไปสู่สาขาที่เรียกว่า รังสีวิทยา โดยนักรังสีวิทยาได้ใช้ ภาพถ่าย (radiography) ที่ได้มาใช้ในการช่วยการวินิจฉัยโรคนั่นเอง

รังสีเอกซ์มักถูกนำมาใช้ในการตรวจหาสภาพทางพยาธิวิทยาของกระดูก แต่ก็สามารถหาความผิดปกติของบางโรคที่เป็นที่เนื้อเยื่อทั่วไปได้ ตัวอย่างที่พบเห็นได้ทั่วไปเช่นการเอกซเรย์ปอด ซึ่งสามารถบอกถึงความผิดปกติได้หลายโรค เช่น โรคปอดบวม (pneumonia) โรคมะเร็งปอด (lung cancer) หรือน้ำท่วมปอด (pulmonary edema) รวมถึงการเอกซเรย์ช่องท้อง เช่นการตรวจภาวะอุดตันในลำไส้เล็ก (ileus) ภาวะลมหรือของเหลวคั่งในช่องท้อง ในบางครั้งยังใช้ในการตรวจหานิ่วในถุงน้ำดี หรือนิ่วในกระเพาะปัสสาวะได้ รวมทั้งในบางกรณีสามารถใช้ในการถ่ายภาพเนื้อเยื่อบางชนิด เช่น สมองและกล้ามเนื้อได้ แต่นับแต่ในปี 2005 รังสีเอกซ์ถูกขึ้นบัญชีในรัฐบาลสหรัฐอเมริกาว่า เป็นสารก่อมะเร็ง การถ่ายภาพเนื้อเยื่อส่วนใหญ่จึงถูกพัฒนาโดยใช้เทคนิค CAT หรือ CT scanning (computed axial tomography) หรือใช้เทคนิค MRI (magnetic resonance imaging) หรือ ultrasound ทดแทน

ปัจจุบันการรักษาโรคมะเร็งส่วนใหญ่ได้มีการนำรังสีมาช่วยในการรักษาโรค (radiotherapy) และได้มีการรักษาพยาธิสภาพต่าง ๆ เช่น การรักษาแบบ real-time ในการผ่าตัดถุงน้ำดี การขยายหลอดเลือด (angioplasty) หรือการกลืนสาร barium enema เพื่อตรวจสภาพลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ โดยการใช้ fluoroscopy

2.4 เทคนิค Ensemble

Ensemble Learning เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการทำ Model ที่มีประสิทธิภาพหลายตัวมา มาก เพราะเป้าหมายของมันคือการเพิ่ม Performance ให้กับ Model เป็นหลัก ซึ่งหลัก ๆ ที่เรานิยมกัน ก็จะมี Bagging และ Boosting เป็นหลัก วันนี้เราจะมาทำความเข้าใจกันว่ามันคืออะไรกันแน่



ภาพที่ 2-4 Ensemble Learning คืออะไร

2.4.1 Bagging

เริ่มจากภาพ 2-4 ทางซ้ายมือ Bagging กันก่อนในเทคนิคนี้ มันเปรียบได้กับการที่เรานำ บทความของเราไปสอบถามผู้คนเป็นพัน ๆ คนว่าในด้านนี้เราสามารถทำความเข้าใจบทความได้ หรือไม่ในโลกแห่งความเป็นจริง มันเป็นวิธีที่เวลาเราเอาไปใช้จริงมันไม่น่ามีปัญหา เว้นแต่เราจะหาคนไม่ได้ นั่นอีกเรื่อง

แต่ในเครื่องคอมพิวเตอร์คนที่เราเอามาเทียบมันก็คือ Model ในที่นี้ ถ้าบอกได้ว่า เราอยากจะทำอะไรให้หลาย ๆ Model มาช่วยกันตัดสินใจออกมา และเราใช้ Model ที่สร้างจาก Parameter และ ข้อมูลเดียวกัน มันก็ไม่แปลกอะไรเลยที่มันจะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน ดังนั้น สิ่งสำคัญมาก ๆ คือ Model จะต้องไม่เหมือนกัน ถ้านำมาวิเคราะห์ทำความเข้าใจแบบง่ายคือการที่เราจับมัน Random แล้วนำก็แบ่งเป็นชุด ๆ แล้วเอาไปทำ Model ก็น่าจะออกมาไม่เหมือนกัน

ละ แต่ทว่า Random มันก็ทำให้ผลที่ได้มันก็ Random ไปด้วยและเพื่อให้มันออกมาไม่ Random มากเราก็อาจจะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Bootstrapping ได้ เพื่อให้แต่ละส่วนของ Dataset ที่แบ่งออกมา มีความคล้ายกับ Dataset เดิม ๆ

หลังจากที่เราได้ Data หลาย ๆ ชุดมาแล้ว เราก็เอามันไปทำออกมาเป็น Model และให้พวกนี้แหละตัดสินใจร่วมกัน แล้วมันจะตัดสินใจร่วมกันอย่างไรละ เองง่าย ๆ เลย มันก็จะมีอยู่ 2 วิธีด้วยกันคือ Averaging และ Voting ก็ตามชื่อเลยคือ การหาค่าเฉลี่ยออกมา และ การโหวต เพื่อให้มันได้ผลสุดท้ายออกมานั่นเอง

การทำแบบนี้มีข้อดีอย่างหนึ่งคือ เราสามารถที่จะ Parallel การทำงานได้ง่ายมาก ๆ เพราะหลักการจริง ๆ มันคือการสร้าง Model หลาย ๆ ตัวที่มันไม่เหมือนกัน เราก็จับ Parallel ได้ง่ายกว่าเยอะ

2.4.2 Boosting

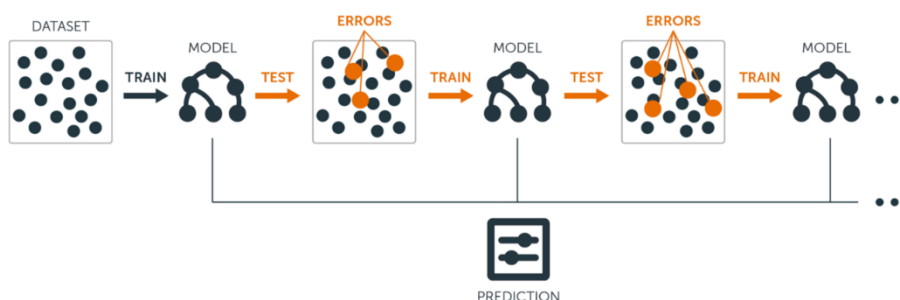
ส่วนจากภาพ 2-4 ทางขวามือ Boosting จะเหมือนกับเราเขียนแล้วเอาไปคนนึงอ่าน แล้วกลับไปแก้ แล้วให้อีกคนอ่าน ไปเรื่อย ๆ ไล่ในของมันคือ การที่เราเอา Dataset ของเรามา และ เริ่มต้นให้มันมี Weight เท่ากันก่อน เอาไปสร้างเป็น Model และ ปรับน้ำหนักจากผลของ Model ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ มันก็จะทำให้ Model ของเราทำงานได้ดีขึ้นเรื่อย ๆ

เล่าให้ง่ายขึ้นคือ Model ตัวต่อไป มันก็จะพยายามแก้ปัญหาของ Model เก่าไปเรื่อย ๆ ถ้าเราเอา Model ตัวสุดท้ายมาใช้เลยมันก็ไม่น่าจะมีปัญหานักถึงตัวเราเอา ที่แก้ A แล้ว B ก็ผิดพอแก้ B ตัว A ก็กลับมาผิดอีก นั่นแปลว่า Model แต่ละตัว ก็มีความเก่าไม่เหมือนกัน ดังนั้นสิ่งที่ Boosting ทำก็คือ เอาทั้งหมดนั้นแหละ มาใช้ มันก็จะทำให้ประสิทธิภาพมันดีขึ้นแน่ ๆ

วิธีนี้เป็นที่นิยมในการทำงานมาก เพราะมันเป็นวิธีที่ค่อนข้างยืดหยุ่น และสามารถใช้ได้กับ Learning Method ที่ค่อนข้างหลากหลาย ในขณะที่ปรับลด Bias ของ Model ได้ดีมาก

2.4.3 XGBoost (Xtreme Gradient Boosting)

XGBoost เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจาก Gradient Boosting ซึ่ง XGBoost เป็นแบบจำลองในภาพที่ 2-5 นำเอาต้นไม้ตัดสินใจมาฝึกสอนต่อกันหลาย ๆ ต้น โดยที่ต้นไม้ตัดสินใจแต่ละต้นจะเรียนรู้จากค่าความผิดพลาดของต้นก่อนหน้า ซึ่งทำให้ความแม่นยำในการทำนายจะมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีการเรียนรู้ของต้นไม้ ตัดสินใจต่อเนื่องกันจนมีความลึกมากพอ แบบจำลองจะหยุดเรียนรู้เมื่อไม่เหลือค่าความผิดพลาดจากต้นไม้ ตัดสินใจต้นก่อนหน้าให้เรียนรู้แล้ว

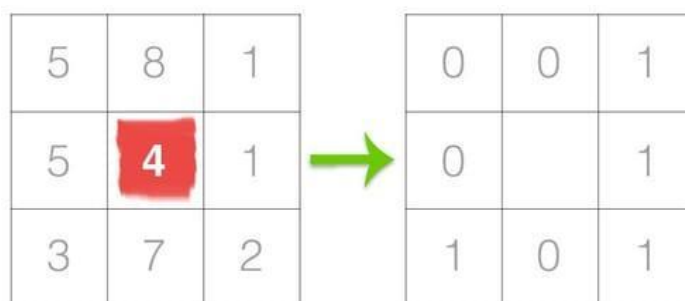


ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการทำงาน Model XGBoost

(ที่มา : [ทำไมใครๆก็ใช้ XGBoost | by Nut Chukamphaeng | Medium](#))

2.5 Local Binary Patterns (LBP)

เป็นตัวอธิบายพื้นผิวที่ได้รับความนิยม LBP นี้สร้างขึ้นโดยการเปรียบเทียบแต่ละพิกเซลกับพื้นที่ใกล้เคียงของพิกเซลขั้นตอนแรกในการสร้างตัวอธิบายพื้นผิว LBP คือการแปลงภาพเป็นระดับสีเทา สำหรับแต่ละพิกเซลในภาพโทนสีเทา เราเลือกพื้นที่ใกล้เคียงขนาด r รอบๆ พิกเซลตรงกลางนั้น ค่า LBP จะถูกคำนวณสำหรับพิกเซลตรงกลางนี้ และจัดเก็บไว้ในอาร์เรย์ 2D ของเอาต์พุตที่มีความกว้างและความสูงเท่ากับภาพที่ป้อนเข้า

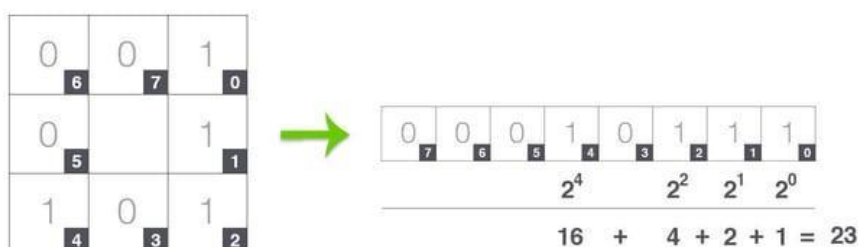


ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนแรกในการสร้าง LBP

(ที่มา : [Local Binary Patterns with Python & OpenCV - PyImageSearch](#))

รูป 2-6 ขั้นตอนแรกในการสร้าง LBP คือการใช้พื้นที่ใกล้เคียง 8 พิกเซลรอบพิกเซลกลางและกำหนดเกณฑ์เพื่อสร้างชุดเลขฐานสอง 8 หลักในรูปด้านบน เราใช้พิกเซลตรงกลาง (เน้นด้วยสีแดง) และกำหนดเกณฑ์ให้เทียบกับพื้นที่ใกล้เคียง 8 พิกเซล หากความเข้มของพิกเซลตรงกลางมากกว่าหรือเท่ากับเพื่อนบ้าน เราจะตั้งค่าเป็น 1 ; มิฉะนั้นเราตั้งค่าเป็น 0 ด้วยพิกเซลโดยรอบ 8 พิกเซล เรามีรหัส LBP รวมกันได้ ทั้งหมด $2^8 = 256$ ชุด

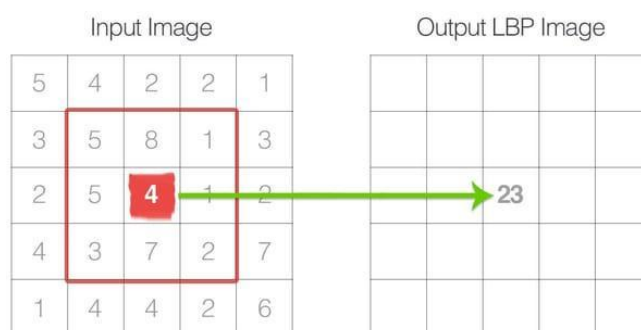
จากนั้น เราต้องคำนวณค่า LBP สำหรับพิกเซลตรงกลาง เราสามารถเริ่มจากพิกเซลใกล้เคียงและทำงานตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา แต่การจัดลำดับของเราต้องสอดคล้องกันสำหรับพิกเซลทั้งหมดในรูปภาพและรูปภาพทั้งหมดในชุดข้อมูลของเรา ด้วย พื้นที่ใกล้เคียง 3×3 เราจึงมีเพื่อนบ้าน 8 แห่งที่เราต้องทำการทดสอบไบนารี ผลลัพธ์ของการทดสอบไบนารีนี้ถูกเก็บไว้ในอาร์เรย์ 8 บิต ซึ่งเราจะแปลงเป็นทศนิยมดังนี้:



ภาพที่ 2-7 ขั้นตอนแปลงเป็น การแสดงทศนิยม

(ที่มา : [Local Binary Patterns with Python & OpenCV - PyImageSearch](#))

รูปที่ 2-7 นำพื้นที่ใกล้เคียงไบนารี 8 บิตของพิกเซลกลางและแปลงเป็นการแสดงทศนิยมในตัวอย่างนี้ เราเริ่มต้นที่จุดบนขวาและทำงานตามเข็มนาฬิกา เพื่อ สะสมสตริงไบนารีเมื่อเราดำเนินการต่อไป จากนั้นเราสามารถแปลงสตริงไบนารีนี้เป็นทศนิยม โดยได้ค่า 23ค่านี้ถูกเก็บไว้ในอาร์เรย์เอาต์พุต LBP 2D ซึ่งเราสามารถเห็นภาพ 2-8 ด้านล่าง:



ภาพที่ 2-8 ขั้นตอนการคำนวณ Output LBP

(ที่มา : [Local Binary Patterns with Python & OpenCV - PyImageSearch](#))

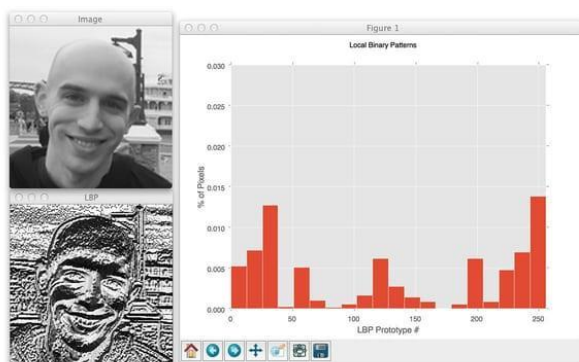
รูปที่ 2-8 ค่า LBP ที่คำนวณแล้วจะถูกเก็บไว้ในอาร์เรย์เอาต์พุตที่มีความกว้างและความสูงเท่ากับรูปภาพต้นฉบับขั้นตอนการกำหนดเกณฑ์นี้ การสะสมสตริงไบนารี และการจัดเก็บค่าทศนิยมเอาต์พุตในอาร์เรย์ LBP จะถูกทำซ้ำสำหรับแต่ละพิกเซลในอิมเมจอินพุตต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการคำนวณและการแสดงภาพอาร์เรย์ LBP 2D แบบเต็ม



ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างหลังการคำนวณการเสร็จ

(ที่มา : [Local Binary Patterns with Python & OpenCV - PyImageSearch](#))

รูปที่ 2-9 ตัวอย่างการคำนวณการแทนค่า LBP (ขาว) จากอิมเมจอินพุตดั้งเดิม(ซ้าย)ขั้นตอนสุดท้ายคือการคำนวณฮิสโตแกรมเหนืออาร์เรย์ LBP เอาต์พุต เนื่องจากย่านใกล้เคียง 3×3 มีรูปแบบที่เป็นไปได้ $2^8 = 256$ รูปแบบ อาร์เรย์ LBP 2D ของเราจึงมีค่าต่ำสุด 0 และค่าสูงสุด 255 ทำให้เราสามารถสร้างฮิสโตแกรม 256-bin ของรหัส LBP เป็นเวกเตอร์คุณลักษณะสุดท้ายของเรา



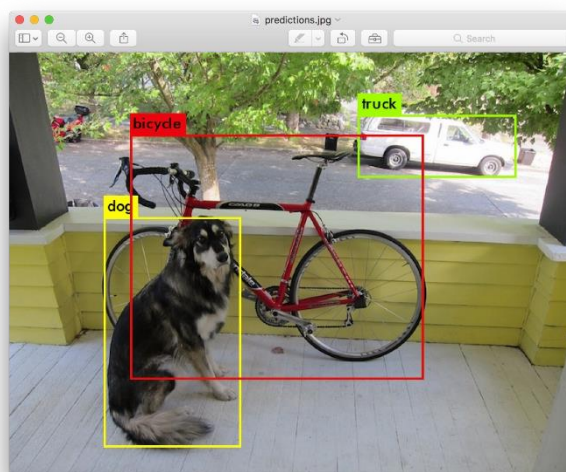
ภาพที่ 2-10 ขั้นตอนคำนวณฮิสโตแกรม

(ที่มา : [Local Binary Patterns with Python & OpenCV - PyImageSearch](#))

รูปที่ 2-10 สุดท้าย เราสามารถคำนวณฮิสโตแกรมที่จัดตารางจำนวนครั้งที่แต่ละรูปแบบ LBP เกิดขึ้น เราสามารถถือว่าฮิสโตแกรมนี้เป็นเวกเตอร์คุณลักษณะของเราได้ประโยชน์หลักของการใช้งาน LBP ดั้งเดิมนี้คือ เราสามารถเก็บรายละเอียดที่ละเอียดมากในภาพได้

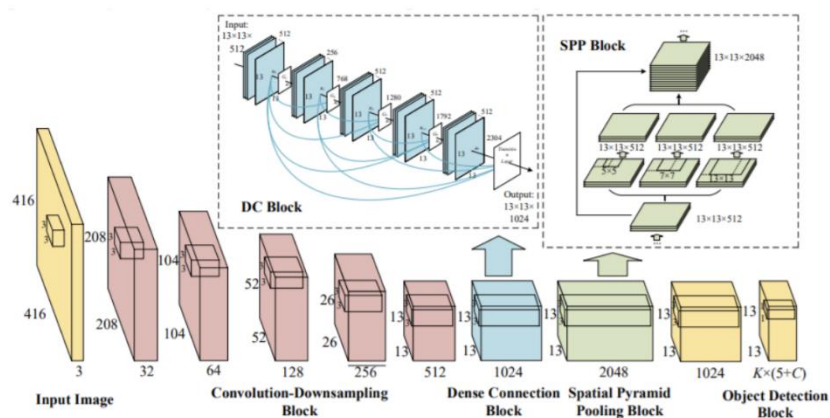
2.6 การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) ด้วย YOLOv5

การตรวจจับวัตถุ YOLO หรือ You Only Look Once คือ Realtime Object Detection Model ที่มีความโดดเด่นเรื่องความเร็วและความถูกต้องหลักการของ YOLO จากภาพ 2-11 คือ ถ้ามีรูปสุนัข , จักรยาน และรถบรรทุกอยู่ด้านหลังแบบนี้ YOLO จะพยายาม rectangle object เหล่านั้นไว้ (โดยหาจุดกึ่งกลางของแต่ละ object จากนั้นครอบ box เอาไว้) และบอกออกมาว่าสิ่งนั้นคืออะไร โดยมี model พื้นฐานอยู่แล้วประมาณ 80 classes ที่ถูกเทรน (Train) เอาไว้ และสามารถบอกได้ด้วยว่าความน่าจะเป็นมีเท่าไร จาก model ที่มี



ภาพที่ 2-11 ตัวอย่างการ Detect ของ YOLO
(ที่มา : [yolo-คืออะไร-ในงาน-object-detection](#))

ความโดดเด่นของ YOLO คือ สามารถตรวจจับแม้กระทั่งวัตถุที่มันซ้อนกันได้ด้วย โดยมีโครงสร้างจากภาพ 2-12 ที่ค่อนข้างซับซ้อนของ grid ในแต่ละชั้นที่เล็กลงเรื่อยๆ ในแต่ละ Layers

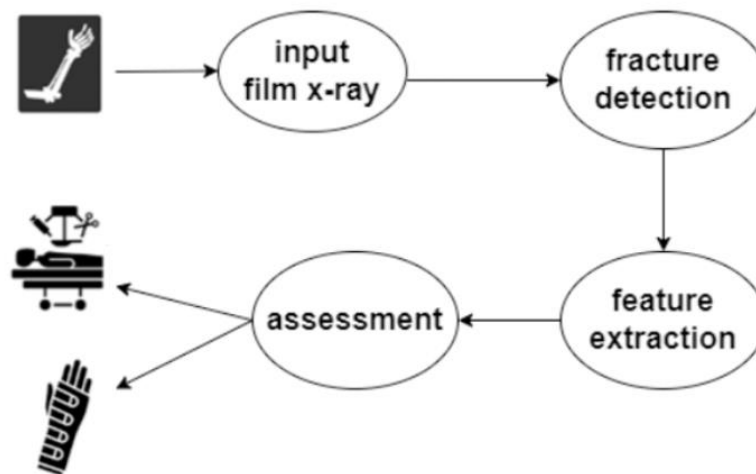


ภาพที่ 2-12 โครงสร้างของ YOLO ที่เป็นขั้นๆ แบบ neural network
(ที่มา : [yolo-คืออะไร-ในงาน-object-detection](#))

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

อธิบายภาพ 3-1

3.1.1 อ่านภาพถ่ายของกระดูกยาวแขนและขาจากภาพถ่ายฟิล์มเอ็กซเรย์

3.1.2 ทำการตรวจจับรอยแตกร้าวของกระดูกยาวแขนและขา

3.1.3 นำภาพที่ตรวจจับได้มาเข้า Model Local Binary Patterns เพื่อสกัด feature จาก bounding box ที่ตรวจจับ

3.1.4 จากนั้นนำค่าเวกเตอร์ที่ได้เข้าสู่ Model XGBoost ประเมินวิธีรักษา โดยสร้างโมเดลทำนายค่าค่า length ค่า Alignment และ ค่า Apposition

3.1.5 จากนั้นนำค่าตัวเลขที่ได้จาก Model XGBoost นำมาวินิจฉัยว่า ผ่าตัดหรือควรใส่เฝือก

3.2 ภาพ x-ray กระดูกท่อนยาว

3.2.1 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่ปกติ



ภาพที่ 3-2 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่ปกติ

3.2.2 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่แตก



ภาพที่ 3-3 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่แตก

3.2.3 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่แตกและสามารถเห็นได้ยาก

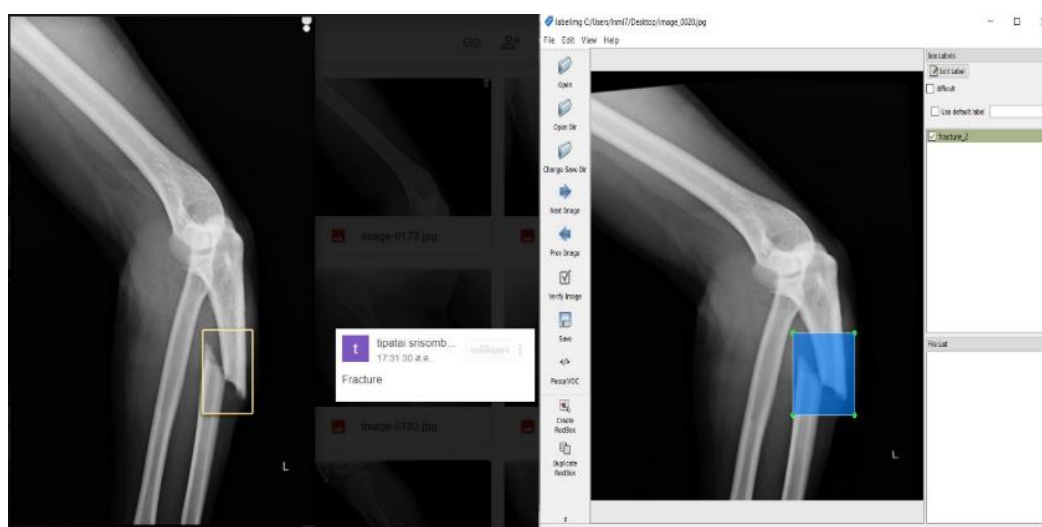


ภาพที่ 3-4 ภาพตัวอย่าง x-ray กระดูกท่อนยาวของแขนและขาที่แตกและสามารถเห็นได้ยาก

3.3 การตรวจจับกระดูกแตกร้าว

3.3.1 การลาเบลชุดข้อมูลกระดูกแตก

วิธีการลาเบลกระดูกที่แตก ทางแพทย์จะทำการลาเบลจุดที่มีการแตกของกระดูกไว้ทางซ้ายของภาพ 3-3 หลังจากนั้นทำการลาเบลตามแพทย์ที่ได้ลาเบลไว้เพื่อใช้ในการเทรนโมเดล yolo ทางขวาของภาพ 3-3



ภาพที่ 3-5 การลาเบลชุดข้อมูลกระดูกแตก

3.3.2 การเทรนโมเดล yolo ให้สามารถตรวจจับกระดูกแตก

ใช้ชุดข้อมูลที่ผ่านการลาเบลจุดที่กระดูกแตกมาแล้วจำนวน 639 รูปในการเทรนโมเดล yolo ทั้งหมด 1000 รอบ โดยใช้โมเดล yolov5s6 ที่มีขนาด ความเร็ว และความแม่นยำที่เหมาะสมของโครงการ เพื่อในการตรวจจับกระดูกแตกที่มีความแม่นยำในภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างจากการ Detection กระดูกหัก

3.4 การสกัด feature จากกระดูกแตกร้าว

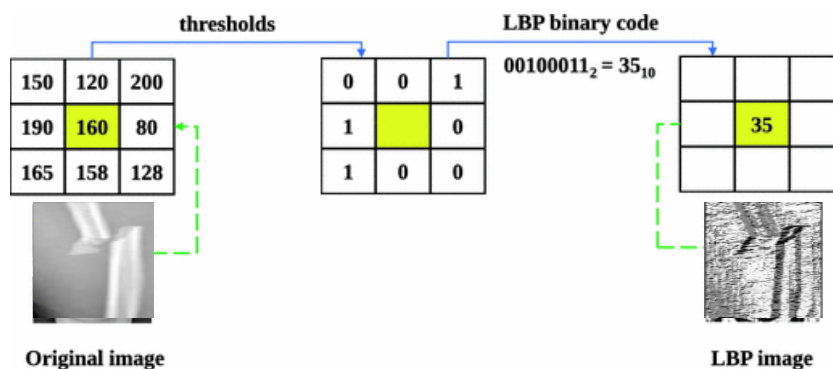
3.4.1 Crop จุดที่กระดูกแตก

การนำตัว bounding box ของ class ที่เราสนใจมาหา x y w h คือ ตำแหน่งแกน x แกน y และ w ความกว้าง h ความสูง แล้วตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อหาตำแหน่งที่เราสนใจที่สุดซึ่งก็คือ bounding box ของ object ภาพนั้นๆ เช่นภาพที่ 3-7 เป็น bounding box ของ ภาพ 3-6จากนั้นจะนำมาเข้า Model Local Binary Pattern (LBP)



ภาพที่ 3-7 ตัวอย่างจากการ Crop จุดที่กระดูกแตก

3.4.2 Local Binary Pattern (LBP)



ภาพที่ 3-8 Local Binary Pattern (LBP)

จากภาพที่ 3-8 เป็นการค้นหารูปภาพแบบ Binary และคือตัวบอกลักษณะพื้นผิวแบบปกติให้เป็นแบบ gray scale สำหรับการจำแนกประเภท ใน LBP รหัสไบนารีจะถูกสร้างขึ้นที่แต่ละพิกเซลโดยกำหนดพิกเซลพื้นที่ใกล้เคียงให้เป็น 0 หรือ 1 ตามค่าของพิกเซลตรงกลาง

3.4.2.1 ตั้งค่าพิกเซลเป็นพิกเซลกลาง

3.4.2.2 รวบรวมพิกเซลพื้นที่ใกล้เคียง (ใช้เมทริกซ์ 3×3 ดังนั้นจำนวนพิกเซลพื้นที่ใกล้เคียงทั้งหมดคือ 8)

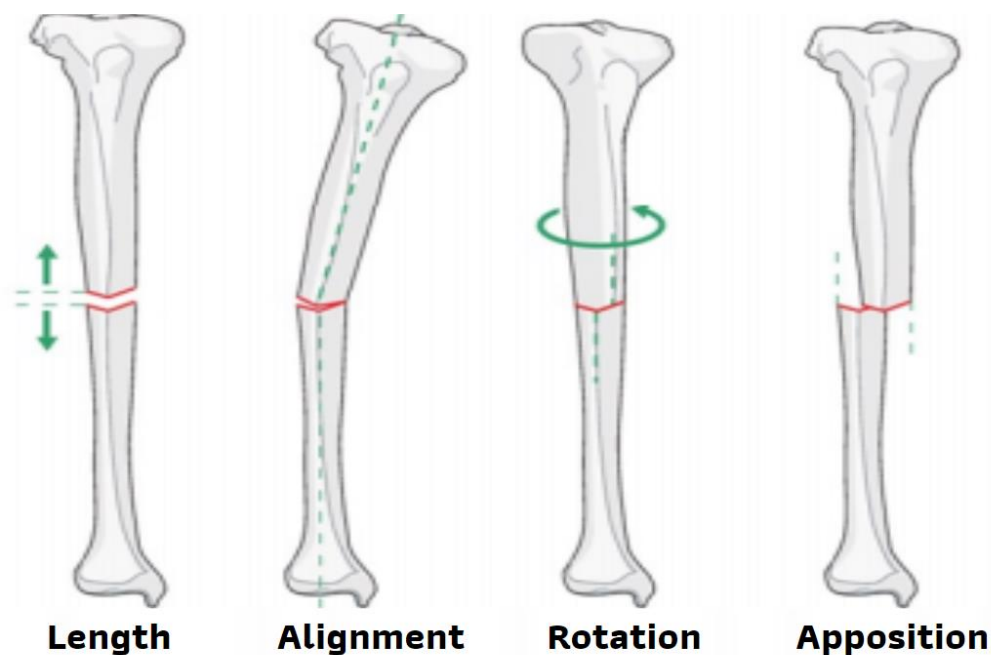
3.4.2.3 กำหนดเกณฑ์ค่าพิกเซลใกล้เคียงเป็น 1 หากค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าพิกเซลตรงกลาง น้อยกว่ากำหนดเป็น 0

3.4.2.4 หลังจากกำหนดเกณฑ์แล้ว ให้รวบรวมค่าเกณฑ์ทั้งหมดรอบตรงกลางตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา

3.4.2.5 แทนที่ค่าพิกเซลตรงกลางด้วยทศนิยมที่เป็นผลลัพธ์ และทำขั้นตอนเดียวกันกับค่าพิกเซลทั้งหมดที่มีอยู่ในรูปภาพ

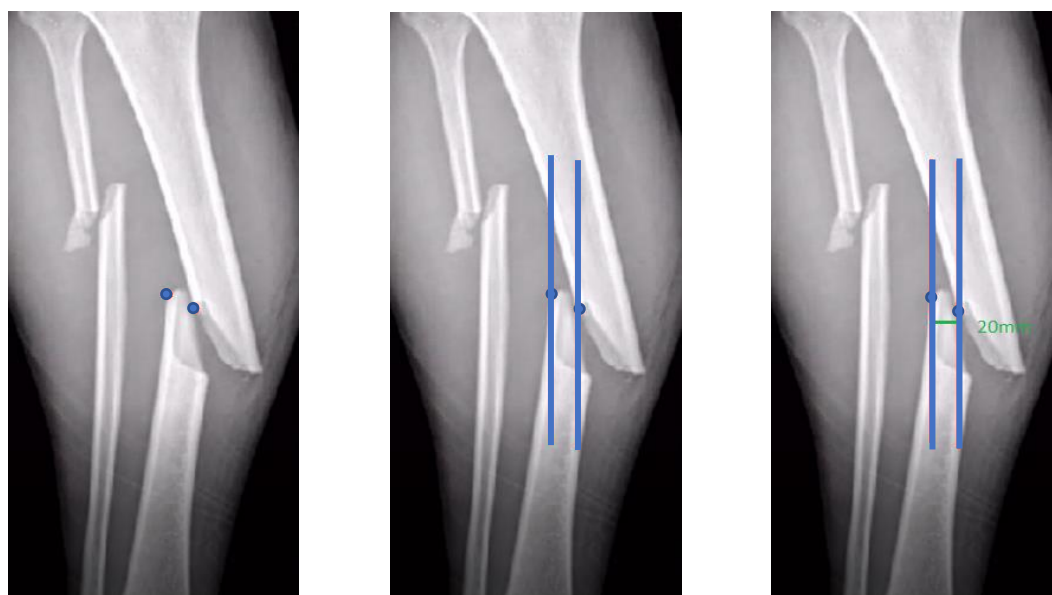
3.4.2.6 เมื่อได้ค่าทั้งหมดของพิกเซลที่ LBP มาแล้วมา plot เป็นกราฟ แล้วทำเป็นค่าเวกเตอร์เพื่อนำไปใส่ในโมเดล XGBoost เพื่อให้หาค่าความน่าจะเป็นของ length alignment และ apposition

3.5 การประเมินวิธีการรักษา



ภาพที่ 3-9 รวบรวมรูปแบบการประเมินวิธีการรักษา

วิธีการประเมินการรักษาจากการแตกหักของกระดูกยาวดังภาพ 3- 9 ที่แบ่งหลักๆอยู่ 4 แบบ คือ length alignment rotation apposition แต่โมเดลที่ทำจะมีหลักอยู่ 3 แบบ คือ Length เราจะวัดว่ากระดูกที่แตกเครื่องที่ออกจากกันก็มีลิเมตร Alignment เราจะวัดว่ากระดูกที่แตกเอียงออกจากกันไปกี่องศา Apposition เราจะวัดว่ากระดูกที่แตกเครื่องที่ออกจากกันซ้ายขวาห่างกันก็มีลิเมตร



ภาพที่ 3-10 วิธีการประเมินค่า Length

3.5.1 วิธีการประเมินค่า Length

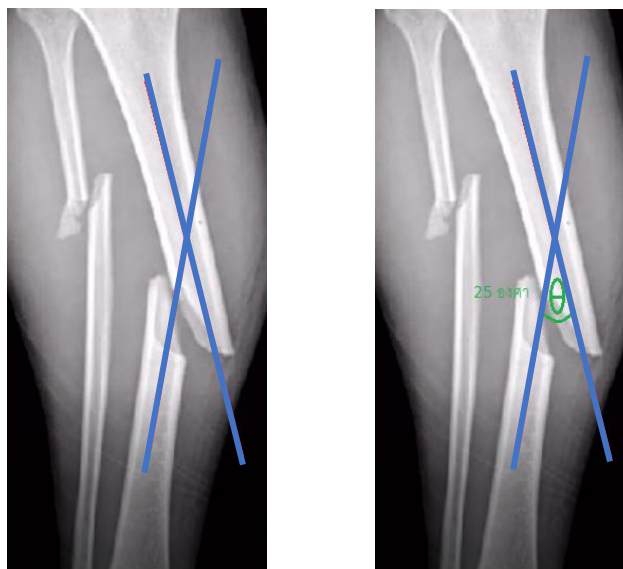
จากภาพที่ 3-10 Length เราจะวัดว่ากระดูกที่แตกเครื่องที่ออกจากกันกี่มิลลิเมตร โดยเริ่มจากการกำหนดจุดทั้งสองตำแหน่งที่ควรมาบรรจบกัน แล้วลากเส้นตรงเป็นแนวตั้งของทั้งสองจุด และวัดระยะที่ห่างกันทั้งสองจุดว่าห่างกันกี่มิลลิเมตร โดยถ้าระยะห่างเกิน 6 มิลลิเมตรจะการประเมินวิธีการรักษา แนะนำให้ผ่าตัด แต่ถ้าไม่เกิดแนะนำให้เข้าเฝือกแทน



ภาพที่ 3-11 วิธีการประเมินค่า Alignment

3.5.2 วิธีการประเมินค่า Alignment

จากภาพที่ 3-11 Alignment เราจะวัดว่ากระดูกที่แตกเอียงออกจากกันไปกี่องศา โดยลากเส้นตรงตามแนวของกระดูกสองท่อนที่แตกจากกัน และวัดองศาจากจุดตัดที่เกิดขึ้นระหว่างสองเส้น โดยถ้าองศาเกิน 12 องศาจะการประเมินวิธีการรักษาแนะนำให้ผ่าตัด แต่ถ้าไม่เกิดแนะนำให้เข้าเฝือกแทน

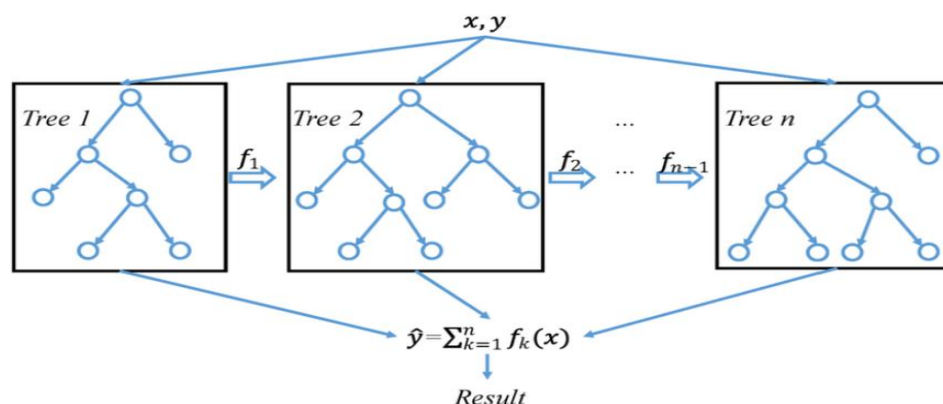


ภาพที่ 3-12 วิธีการประเมินค่า Apposition

3.5.3 วิธีการประเมินค่า Apposition

จากภาพที่ 3-12 Apposition เราจะวัดว่ากระดูกที่แตกเครื่องที่ออกจากกันซ้ายขวาห่างกันกี่มิลลิเมตร โดยเริ่มจากการกำหนดจุดทั้งสองตำแหน่งที่ควรมาบรรจบกัน แล้วลากเส้นตรงเป็นแนวนอนของทั้งสองจุด และวัดระยะที่ห่างกันทั้งสองจุดว่าห่างกันกี่มิลลิเมตร โดยถ้าระยะห่างเกิน 6 มิลลิเมตรจะการประเมินวิธีการรักษาแนะนำให้ผ่าตัด แต่ถ้าไม่เกิดแนะนำให้เข้าเฝือกแทน

3.5.4 การเทรนโมเดล XGBoost



ภาพที่ 3-13 ขั้นตอนการทำงาน Model XGBoost

(ที่มา : [ทำไมใครๆก็ใช้ XGBoost | by Nut Chukamphaeng | Medium](#))

จากภาพที่ 3-13 XGBoost เป็นแบบจำลองที่ นำเอาต้นไม้ตัดสินใจมาฝึกสอนต่อกันหลาย ๆ ต้น โดยที่ชุดข้อมูลที่ใช้ฝึกสอนโมเดล XGBoost คือนำค่าเวกเตอร์ที่ได้จาก LBP มาเป็นตัวแปรต้น และค่า length alignment apposition เป็นตัวแปรตาม จากนั้นเมื่อเทรนโมเดล การตัดสินใจแต่ละต้นจะเรียนรู้จากค่าความ ผิดพลาดของต้นก่อนหน้า ซึ่งทำให้ความแม่นยำในการทำนายจะมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีการเรียนรู้ของต้นไม้ ตัดสินใจต่อเนื่องกันจนมีความลึกมากพอ แบบจำลองจะหยุดเรียนรู้เมื่อไม่เหลือค่าความ ผิดพลาดจากต้นไม้ ตัดสินใจต้นก่อนหน้าให้เรียนรู้แล้ว

3.5.4.1 การจัดเตรียมข้อมูลนำค่าเวกเตอร์ที่ได้จาก LBP มาเป็นตัวแปรต้น และค่า length alignment apposition เป็นตัวแปรตาม

3.5.4.2 การเทรนโมเดลจะใช้จำนวนต้นไม้ที่วัดค่า loss ได้ดีที่สุดมากำหนดให้กับโมเดล

3.5.4.3 เมื่อเทรนแล้วได้ค่า length alignment apposition ออกมาแล้วก็นำผลลัพธ์ไป คำนวณหาค่า threshold ว่าควรวินิจฉัยออกมาให้เข้าเฟือก หรือผ่าตัดเพื่อตามกระตุก

3.6 ออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Software)

3.6.1 Use case Diagram



ภาพที่ 3-14 Use case Diagram (Web Application)

อธิบายภาพที่ 3-14

3.6.1 ผู้ใช้อัปโหลดภาพถ่าย X-Ray เข้าไปในเว็บแอปพลิเคชัน

3.6.2 โมเดล YOLOV5 ทำการรับค่าอินพุตจากผู้ใช้งานวิเคราะห์เพื่อหาจุดแตกร้าวหรือจุดแตกหัก และนำภาพมาแสดงทางหน้าเว็บ

3.6.3 เมื่อวิเคราะห์ได้ภาพแตกหักจะสามารถนำภาพผลลัพธ์มาสกัด feature โดย model Local binary pattern (LBP)

3.6.4 model LBP ทำการหาจุดสนใจของพื้นที่ผิวจาก bounding box ที่ได้จากการตรวจจับ เพื่อหา vector มาทำนายค่าโดย model XGBoost

3.6.5 เมื่อได้ vector ของ LBP model XGBoost นำค่า vector มาทำนายค่า length alignment และ apposition จากนั้นนำค่าทั้ง 3 มาคำนวณหาผลลัพธ์การวินิจฉัยว่าจะควรเข้าเฝือกหรือผ่าตัด และแสดงค่าทั้ง 3 และผลลัพธ์การวินิจฉัยออกมาทางหน้าเว็บ

3.7 Use case Description (Web Application)

ตารางที่ 3-1 Use case Description : ผู้ใช้อัปโหลดภาพ X-Ray

Use case name :	ผู้ใช้อัปโหลดภาพถ่าย X-Ray	
Actor :	ผู้ใช้	
Related use case :	Image Detection by YOLOv5	
Pre-Conditions :	อัปโหลดภาพ X-Ray จากผู้ใช้	
Post-Conditions :	นำภาพมา X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหัก	
Flow of event :	User	System
	1.อัปโหลดภาพ X-Ray	2.YOLOv5 นำภาพ X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหักหรือไม่
Exception :	ภาพ X-ray ไม่มีจุดที่แตกร้าวหรือจุดที่แตกหัก	

ตารางที่ 3-2 Use case Description : Image Detection by YOLOv5

Use case name :	Image Detection by YOLOv5	
Actor :	-	
Related use case :	แสดงภาพ X-Ray ที่มีจุดแตกร้าวหรือจุดแตกหัก	
Pre-Conditions :	รับภาพ X-Ray มาจากผู้ใช้งาน	
Post-Conditions :	นำภาพมา X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหักถ้าเจอจะนำไปวิเคราะห์หา bounding box	
Flow of event :	User	System
	1.ผู้ใช้งานอัปโหลดภาพ X-Ray	2.YOLOv5 นำภาพ X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหักหรือไม่ 3.แสดงภาพถ่ายX-Ray ที่มีตำแหน่งตรวจจับกระดูกแตกร้าวหรือกระดูกแตกหัก
Exception :	ภาพ X-ray ไม่มีจุดที่แตกร้าวหรือจุดที่แตกหัก	

ตารางที่ 3-3 Use case Description : ตัดภาพเอาเฉพาะ bounding box

Use case name :	ตัดภาพเอาเฉพาะ bounding box	
Actor :	-	
Related use case :	นำ bounding box ไปเข้า โมเดล LBP	
Pre-Conditions :	รับภาพจากผลลัพธ์ของ detection by YOLOv5	
Post-Conditions :	นำภาพมาหาตำแหน่ง bounding box	
Flow of event :	User	System
	1.ผู้ใช้ อัปโหลด ภาพ X- Ray	2.YOLOv5 นำภาพ X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหัก หรือไม่ 3.เมื่อแตกหักส่งเข้าไปทำฟังก์ชันตัดภาพแตกหักเฉพาะ bounding box เพื่อสกัด feature
Exception :	ภาพ X-ray ไม่มีจุดที่แตกร้าวหรือจุดที่แตกหัก	

ตารางที่ 3-4 Use case Description : หาค่า vector ของ Local Binary Pattern (LBP)

Use case name :	หาค่า vector ของ Local Binary Pattern (LBP)	
Actor :	-	
Related use case :	นำค่า vector ของ LBP ไปเข้าโมเดล XGBoost เพื่อหาค่าวินิจฉัย	
Pre-Conditions :	รับภาพแตกหักที่ทำการตัดภาพเอาเฉพาะ bounding box เข้ามา	
Post-Conditions :	นำเข้าภาพ bounding box มาเข้าโมเดล LBP เพื่อสกัด feature	
Flow of event :	User	System
	1.ผู้ใช้อัปโหลดภาพ X-Ray	2.YOLOv5 นำภาพ X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหักหรือไม่ 3.เมื่อแตกหักส่งเข้าไปทำฟังก์ชันตัดภาพแตกหักเฉพาะ bounding box เพื่อสกัด feature 4.รับภาพ x-ray ที่ตัดภาพเอาเฉพาะ bounding box นำมาสกัด feature เพื่อหาค่า vector 5.นำมาเข้าโมเดล XGBoost เพื่อทำนายค่า length alignment และ apposition
Exception :	ภาพ X-ray ไม่มีจุดที่แตกร้าวหรือจุดที่แตกหัก	

ตารางที่ 3-5 Use case Description : นำค่า vector LBP เทรนใน XGBoost

Use case name :	นำค่า vector LBP เทรนใน XGBoost	
Actor :	-	
Related use case :	วินิจฉัยหาค่า length alignment และ apposition	
Pre-Conditions :	ค่า vector ของ Local Binary Pattern (LBP)	
Post-Conditions :	นำค่ามาเทรนในโมเดล XGBoost เพื่อหาค่าวินิจฉัย	
Flow of event :	User	System
	1.ผู้ใช้ อัปโหลด ภาพ X- Ray	2.YOLOv5 นำภาพ X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหัก หรือไม่ 3.เมื่อแตกหักส่งเข้าไปทำฟังก์ชันตัดภาพแตกหักเฉพาะ bounding box เพื่อสกัด feature 4.รับภาพ x-ray ที่ตัดภาพเอาเฉพาะ bounding box นำมาสกัด feature เพื่อหาค่า vector 5.นำมาเข้าโมเดล XGBoost เพื่อทำนายค่า length alignment และ apposition 6.แสดงค่าที่ length alignment และ apposition เข้าโมเดล XGBoost ออกมา
Exception :	ภาพ X-ray ไม่มีจุดที่แตกร้าวหรือจุดที่แตกหัก	

ตารางที่ 3-6 Use case Description : แสดงผลการวินิจฉัยบนเว็บแอปพลิเคชัน

Use case name :	แสดงผลการวินิจฉัยบนเว็บแอปพลิเคชัน	
Actor :	-	
Related use case :	คำนวณหาค่า threshold ของ length alignment และ apposition	
Pre-Conditions :	นำค่า length alignment และ apposition มาคำนวณหาค่า threshold	
Post-Conditions :	รับค่า threshold ของ length alignment และ apposition มาคำนวณแล้ว แสดงผลออกทางเว็บแอปพลิเคชัน	
Flow of event :	User	System
	1.ผู้ใช้ อัปโหลด ภาพ X- Ray	2.YOLOv5 นำภาพ X-Ray มาตรวจจับหาจุดที่แตกร้าวหรือแตกหัก หรือไม่ 3.เมื่อแตกหักส่งเข้าไปทำฟังก์ชันตัดภาพแตกหักเฉพาะ bounding box เพื่อสกัด feature 4.รับภาพ x-ray ที่ตัดภาพเอาเฉพาะ bounding box นำมาสกัด feature เพื่อหาค่า vector 5.นำมาเข้าโมเดล XGBoost เพื่อทำนายค่า length alignment และ apposition 6.แสดงค่าที่ length alignment และ apposition เข้าโมเดล XGBoost ออกมา 7.นำค่า length alignment และ apposition มาคำนวณค่าผลลัพธ์ การวินิจฉัยว่าควรเข้าเฝือกหรือผ่าตัด 8.แสดงผลค่า length alignment และ apposition และผลลัพธ์ การวินิจฉัยบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
Exception :	ภาพ X-ray ไม่มีจุดที่แตกร้าวหรือจุดที่แตกหัก	

บทที่ 4

การพัฒนาระบบ

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบและอุปกรณ์ รวมทั้งศึกษาการออกแบบ ระบบและอุปกรณ์ หลักการทำงานของระบบและอุปกรณ์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ และ อุปกรณ์ให้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ ในบทนี้จะอธิบายถึงการพัฒนาและวิธีการดำเนินการการพัฒนา ระบบและอุปกรณ์ โดยแสดงถึงรายละเอียดการรวบรวมข้อมูล การจัดทำระบบ แก๊สข้อบกพร่อง และ เครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการพัฒนาระบบและอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

- 4.1.1 Python Language
- 4.1.2 Google Colab
- 4.1.3 Visual Studio Code
- 4.1.4 Flask Framework

4.2 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ

- 4.2.1 ศึกษา model YOLOv5 เพื่อตรวจจับบริเวณกระดูกแตกร้าวหรือกระดูกหักบนภาพถ่ายฟิล์มเอกซเรย์
- 4.2.2 ศึกษา local binary pattern (LBP) เพราะต้องการวิเคราะห์ารูปแบบของการแตกหักของกระดูก จึงใช้ LBP เพื่อหา พื้นผิวของมันว่ามีลักษณะอย่างไร
- 4.2.3 ศึกษา XGBoost เพื่อฝึกฝนสำหรับทำนายค่า length alignment apposition และ คำนวณหาผลวินิจฉัยว่าควรเข้าเฝือกหรือควรผ่าตัด

4.3 SourceCode หลักที่ใช้งานในระบบ

4.3.1 SourceCode YOLOv5 โดยใช้ Colab save weights เพื่อที่จะใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน

4.3.1.1 SourceCode train YOLOv5

```
!python train.py --img 416 --epochs 1000 --data /content/drive/MyDrive/bonelabel.v1l.yolov5pytorch/data.yaml --cfg ./models/yolov5s.yaml --weights 'yolov5s6.pt'
```

ภาพที่ 4-1 SourceCode YOLOv5 โดยใช้ Colab save weights เพื่อที่จะใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน

train ชุดข้อมูลขนาด 416X416 ที่เตรียมไว้จำนวน 1000 รอบโดยใช้ weights คือ yolov5s6.pt

4.3.1.2 SourceCode Detect กระดูกแตกร้าว

```
!python detect.py --weights=/content/drive/MyDrive/SaveWeights/best.pt --source=/content/drive/MyDrive/boneTest.jpg --save-crop
```

ภาพที่ 4-2 SourceCode Detect กระดูกแตกร้าว

detect รูปภาพที่ต้องการทดสอบโดยใช้ weights ที่ได้จากการ train model YOLOv5 พร้อมกับ save ภาพตำแหน่งที่ detect ได้

4.3.3 SourceCode แปลงจาก Colab มาทำเป็นเว็บแอปพลิเคชันโดย Flask Python

```

17 app = Flask(__name__)
18 app.config['SECRET_KEY'] = 'mykey'
19 model_length = pickle.load(open('Model_Length.sav', 'rb'))
20 model_alingment = pickle.load(open('Model_Alingment.sav', 'rb'))
21 model_apposition = pickle.load(open('Model_Apposition.sav', 'rb'))
22
23 class MyForm(FlaskForm):
24     number_length = IntegerField("ป้อนค่า length ด้านล่าง ไม่เกิน 1-100"
25                                 ,validators=[NumberRange(min=0, max=100, message="โปรดระบุค่า length ให้อยู่ระหว่าง 1-100")])
26     number_alingment = IntegerField("ป้อนค่า alingment ด้านล่าง ไม่เกิน 1-100"
27                                    ,validators=[NumberRange(min=0, max=100, message="โปรดระบุค่า alingment ให้อยู่ระหว่าง 1-100")])
28     number_apposition = IntegerField("ป้อนค่า apposition ด้านล่าง ไม่เกิน 1-100"
29                                     ,validators=[NumberRange(min=0, max=100, message="โปรดระบุค่า apposition ให้อยู่ระหว่าง 1-100")])
30     submit = SubmitField("ตกลง")
31
32 @app.route("/", methods=["GET"])
33 def home():
34     return render_template("home_page.html")
35
36 @app.route("/help 1", methods=["GET"])
37 def help1():
38     return render_template("help 1.html")

```

ภาพที่ 4-3 SourceCode แปลงจาก Colab มาทำเป็นเว็บแอปพลิเคชันโดย Flask Python

ตารางที่ 4-1 เรียกใช้ weight ของ model XGBoost & สร้าง form & route path

บรรทัดที่	
17	ระบุชื่อ module ที่กำลังทำงาน
18	ตั้งค่าระบุ secret key เพื่อใช้งาน CSRF
19-21	สร้างตัวแปรเพื่อรับค่าค่าส่งโหลดโมเดล XGBoost ที่เป็นค่าของ length alignment และ apposition เพื่อนำไปเทรน
23	สร้างคลาสสืบทอดจาก FlaskForm ที่เหมือนกับสร้างแบบฟอร์มขึ้นมาแล้วฟอร์มที่มีมีการรับข้อมูลเข้ามา
24-29	แบบฟอร์มป้อนตัวเลขค่า threshold ของ length alignment และ apposition พร้อมทั้ง validate ให้ใส่ค่าต่ำสุดที่ 0 สูงสุดที่ไม่เกิน 100
30	ปุ่มส่งข้อมูล submit

ตารางที่ 4-1 เรียกใช้ weight ของ model XGBoost & สร้าง form & route path (ต่อ)

32-34	กำหนดเส้นทางหรือ URL ในการอนุญาตให้เข้าถึงการตรวจสอบ URL Request เพื่อจะได้เรียก หน้า home_page.html (หน้าแรก) ออกมาแสดง
36-38	กำหนดเส้นทางหรือ URL ในการอนุญาตให้เข้าถึงการตรวจสอบ URL Request เพื่อจะได้เรียก หน้า help_1.html (หน้าวิธีใช้) ออกมาแสดง

4.3.4 สร้างเงื่อนไขเพื่อกำหนดขนาดและนามสกุลไฟล์ & ขั้นตอนการ crop bounding box

```

48 @app.route("/page", methods=["GET", "POST"])
49 def predict():
50     if request.method == "POST":
51         if "file" not in request.files:
52             return redirect(request.url)
53         file = request.files["file"]
54         if not file:
55             return render_template("page_1.html")
56
57         img_bytes = file.read()
58         img = Image.open(io.BytesIO(img_bytes))
59         results = model(img, size=640)
60         if len(results.xyxy[0]) == 0:
61             for img in results.imgs:
62                 img_base64 = Image.fromarray(img)
63                 img_base64.save("static/image0.jpg", format="JPEG")
64                 return render_template("page_3.html")
65             else:
66                 class_item = int(results.xyxy[0][0][5].item())
67
68                 x1 = results.xyxy[0][0][0].item()
69                 y1 = results.xyxy[0][0][1].item()
70                 x2 = results.xyxy[0][0][2].item()
71                 y2 = results.xyxy[0][0][3].item()
72                 img_crop = img.crop((x1,y1,x2,y2))
73                 img_crop.save("static/image1.jpg", format="JPEG")
74
75                 results.render()
76                 for img in results.imgs:
77                     img_base64 = Image.fromarray(img)
78                     img_base64.save("static/image0.jpg", format="JPEG")
79
80                 if class_item == 1:
81                     return render_template("page_2.html")
82                 elif class_item == 0:
83                     return render_template("page_3.html")
84                 else:
85                     return render_template("page_1.html")
86
87     return render_template("page_1.html")

```

ภาพที่ 4-4 สร้างเงื่อนไขเพื่อกำหนดขนาดและนามสกุลไฟล์ & ขั้นตอนการ crop bounding box

ตารางที่ 4-2 สร้างเงื่อนไขเพื่อกำหนดขนาดและนามสกุลไฟล์ & ขั้นตอนการ crop bounding box

บรรทัดที่	
50-55	เมื่อมีตัวแปรชนิด file เข้ามาให้ return ขนาดไฟล์ออกไปเพื่อกำหนดขนาดและนามสกุลไฟล์ในหน้า html ถ้าไม่มีไฟล์ให้เปลี่ยนเป็นหน้า page_1.html (หน้าตรวจจับการแตกร้าว)
57-59	อ่านไฟล์ที่อัปโหลดเข้ามาแล้ว convert to plt เพื่อโยนเข้าไปเทรนในโมเดล YOLOv5 ที่เซา weight ไว้
60-64	เข้าเงื่อนไขเท่ากับ 0 เพื่อตรวจสอบขนาดของ coordinates ใน bounding box ของ model YOLOv5 ว่า ได้ทำการ train model หรือไม่ ถ้าไม่ขนาดมันจะเท่ากับ 0 จะจากนั้นจะทำการอ่านภาพและเซฟภาพเข้าไฟล์ image0.jpg เพื่อเรียกไปแสดงในหน้าเว็บ
66	เข้าถึง coordinates ใน bounding box ของ model YOLOv5 ในส่วนของผลลัพธ์ที่ได้ class object ออกมาเพื่อที่จะนำไปเข้าเงื่อนไขบรรทัดที่ 80-85
68-73	เข้าถึงตำแหน่ง bounding box ของภาพที่เทรนแล้วนำภาพไป crop ให้เหลือบริเวณเฉพาะ bounding box เสร็จแล้วเซฟภาพไปที่โฟลเดอร์ static ที่มีชื่อไฟล์ว่า image1.jpg
76-78	วน for เพื่อเข้าถึง list ของภาพที่เทรน จากนั้นทำการแปลงไฟล์เป็นประเภท PIL เพื่อทำการเซฟภาพไปที่ โฟลเดอร์ static ที่มีชื่อไฟล์ว่า image0.jpg
80-85	ถ้าผลลัพธ์ของ class object เป็น 1 (กระดุกแตกหัก) ให้ไป return หน้า page_2.html แต่ถ้าผลลัพธ์ของ class object เป็น 0 (กระดุกแตกร้าว) ให้ return ไปหน้า page_3.html แต่ถ้าไม่ใช่ไป return page_1.html
87	return หน้าเว็บ page_1.html (หน้าตรวจจับการแตกร้าว)

4.3.5 ฟังก์ชัน local binary pattern (LBP)

```

90 @app.route('/predict', methods=['POST', 'GET'])
91 def predicts():
92     def get_pixel(img, center, x, y):
93         new_value = 0
94         try:
95             if img[x][y] >= center:
96                 new_value = 1
97         except:
98             pass
99         return new_value
100
101     def lbp_calculated_pixel(img, x, y):
102         center = img[x][y]
103         val_ar = []
104         val_ar.append(get_pixel(img, center, x-1, y+1))
105         val_ar.append(get_pixel(img, center, x, y+1))
106         val_ar.append(get_pixel(img, center, x+1, y+1))
107         val_ar.append(get_pixel(img, center, x+1, y))
108         val_ar.append(get_pixel(img, center, x+1, y-1))
109         val_ar.append(get_pixel(img, center, x, y-1))
110         val_ar.append(get_pixel(img, center, x-1, y-1))
111         val_ar.append(get_pixel(img, center, x-1, y))
112
113         power_val = [1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128]
114         val = 0
115         for i in range(len(val_ar)):
116             val += val_ar[i] * power_val[i]
117         return val

```

ภาพที่ 4-5 ฟังก์ชัน local binary pattern

ตารางที่ 4-3 ฟังก์ชัน local binary pattern

บรรทัดที่	
93-99	เป็นการหาถ้าพิกเซลพื้นที่ใกล้เคียงว่าค่ามากกว่าหรือเท่ากับพิกเซลตรงกลางให้เป็น 1 แต่จะไม่ทำหากค่าเป็นที่ใกล้เคียงศูนย์
101-111	เป็นฟังก์ชันคำนวณ LBP แบบตามเข็มนาฬิกา
113-117	แปลงค่าที่ได้มาเป็น binary เป็น decimal

3.4.6 เรียกใช้ฟังก์ชัน LBP & แปลงเป็นไฟล์ csv & เรียกใช้ model XGBoost

```

118 image_file = 'static/image1.jpg'
119 # image_resize = cv2.resize(image_file,(100,100))
120 img_bgr = cv2.imread(image_file)
121 height, width, channel = img_bgr.shape
122 img_gray = cv2.cvtColor(img_bgr, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
123
124 img_lbp = np.zeros((height, width,3), np.uint8)
125 for i in range(0, height):
126     for j in range(0, width):
127         img_lbp[i, j] = lbp_calculated_pixel(img_gray, i, j)
128
129 pixels = asarray(img_lbp)
130 pixels = pixels.astype('float32')
131 pixels /= 255.0
132 hist_lbp2 = cv2.calcHist([pixels], [0], None, [256], [0, 1])
133 nparray = np.array(hist_lbp2)
134 np.savetxt("Long_Bone.csv", nparray, delimiter=",")
135 np.genfromtxt("Long_Bone.csv", delimiter=",")
136 OutputTest = np.genfromtxt("Long_Bone.csv", delimiter=",")
137 OutputTest = OutputTest.reshape((1,256))
138 prediction_length = model_length.predict(OutputTest)
139 prediction_alingment = model_alingment.predict(OutputTest)
140 prediction_apposition = model_apposition.predict(OutputTest)
141
142 outputlength = round(prediction_length[0])
143 outputAlingment = round(prediction_alingment[0])
144 outputApposition = round(prediction_apposition[0])

```

ภาพที่ 4-6 เรียกใช้ฟังก์ชัน LBP & แปลงเป็นไฟล์ csv & เรียกใช้ model XGBoost

ตารางที่ 4-4 เรียกใช้ฟังก์ชัน LBP & แปลงเป็นไฟล์ csv & เรียกใช้ model XGBoost

118-127	รับอินพุตภาพเข้ามาแล้วสร้างเป็นอาร์เรย์ numpy จากนั้นไปวน for เข้าฟังก์ชัน LBP ที่บรรทัดที่ 125-127
129-133	เป็นการ normalize ภาพ LBP แบบ MinMaxScalar
134-135	แปลงค่า vector ที่ได้จาก LBP เป็นอาร์เรย์ numpy แล้ว save เป็นไฟล์ .csv
136-137	อ่านไฟล์ csv เป็น numpy array แล้ว reshape เปลี่ยนมิติเป็น 2 มิติ โดยให้มีแถว 1 แถว แต่ละแถวมีสมาชิก 256 ตัว
138-140	นำไฟล์ csv ไปเทรนเข้าโมเดล length alignment และ apposition บรรทัดที่ 19-21
142-144	เข้าถึงอาร์เรย์ output ของ length alignment และ apposition ที่ได้จากการ train ให้แสดงค่าจาก [outputlength] เป็น outputlength

3.4.7 คำนวณค่าช่วงระหว่างของ output length alignment และ apposition

```

146     loop = 1
147     x = 0
148     y = 5
149     while loop < 20:
150         if outputLength > x and outputLength <= y:
151             xLengths = x
152             yLengths = y
153         if outputAlingment > x and outputAlingment <= y:
154             xalingments = x
155             yalingments = y
156         if outputApposition > x and outputApposition <= y:
157             xappositions = x
158             yappositions = y
159         if outputLength == 0:
160             xLengths = 0
161             yLengths = 0
162         if outputAlingment == 0:
163             xalingments = 0
164             yalingments = 0
165         if outputApposition == 0:
166             xappositions = 0
167             yappositions = 0
168
169         x += 5
170         y += 5
171         loop += 1

```

ภาพที่ 4-7 คำนวณค่าช่วงระหว่างของ output length alignment และ apposition

ตารางที่ 4-5 คำนวณค่าช่วงระหว่างของ output length alignment และ apposition

บรรทัดที่	
146-148	กำหนดค่าเริ่ม loop คือการวนลูป, x กับ y คือช่วงเริ่มต้นระหว่าง 0-5
149	กำหนดให้ช่วงไม่เกิน 100
150-158	นำ output length alignment และ apposition ที่ได้ไปกำหนดช่วงว่าอยู่ช่วงที่เท่าไร
159-167	หรือถ้า output length alignment และ apposition เป็น 0 ให้ เซตค่า x กับ y ของ length alignment และ apposition เป็น 0
169-171	เพิ่มค่าแต่ละช่วงของ x และ y ทีละ 5

3.4.8 เขียนข้อความลงในภาพ

```

173 image = cv2.imread("../yolov5-flask/static/image0.jpg")
174 now = datetime.datetime.now()
175 date_now = str(now.day)+ "/" +str(now.month)+ "/" +str(now.year)+ " "+str(now.hour)+ ":" +str(now.minute)
176 text_image = " Length : "+str(xlengths)+ " "+str(ylengths)+ " , Alignment : "+str(xalignments)+ "-" +str(yalignments)+ " , Apposition : "+str(xappositions)+ "-" +str(yappositions)
177 image_resize_text = cv2.resize(image, (416,416))
178 image_text = cv2.putText(image_resize_text, text_image, (0,410), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.4, (255, 255, 255), 1, cv2.LINE_AA)
179 image_date = cv2.putText(image_text, date_now, (300,15), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.4, (255, 255, 255), 1, cv2.LINE_AA)
180 cv2.imwrite("../yolov5-flask/static/image2.jpg", image_date)
181

```

ภาพที่ 4-8 เขียนข้อความลงในภาพ

ตารางที่ 4-6 เขียนข้อความลงในภาพ

บรรทัดที่	
173	อ่านภาพถ่ายฟิล์ม X-Ray เป็นไฟล์ array numpy
176-175	เรียกใช้ module datetime เพื่อบันทึกวันเวลาปัจจุบัน
176-179	เรียกใช้ module putText เพื่อบันทึกข้อความกับวันที่ปัจจุบันไว้ในภาพถ่ายฟิล์ม X-Ray
180	บันทึกภาพที่ ใส่ข้อความกับวันที่ไว้ในภาพถ่ายฟิล์ม X-Ray

3.4.9 เรียกใช้ form & วิธีคำนวณหาผลลัพธ์การรักษา & เรียกใช้ weight model yolov5

```

182     number_length = 6
183     number_alingment = 12
184     number_apposition = 6
185     result = ""
186     form = MyForm()
187     if form.validate_on_submit():
188         number_length = form.number_length.data
189         number_alingment = form.number_alingment.data
190         number_apposition = form.number_apposition.data
191
192         form.number_length.data = ""
193         form.number_alingment.data = ""
194         form.number_apposition.data = ""
195
196         if number_length >= outputLength and number_alingment >= outputAlingment and number_apposition >= outputApposition:
197             result = "แนะนำควรเข้าเฝือก"
198         else:
199             result = "แนะนำผ่าตัด"
200
201         if number_length >= outputLength and number_alingment >= outputAlingment and number_apposition >= outputApposition:
202             result = "แนะนำควรเข้าเฝือก"
203         else:
204             result = "แนะนำผ่าตัด"
205
206
207
208     return render_template('last_page.html', xlength = xlengths, ylength = ylengths, xalingment = xalingments, yalingment = yalingments,
209                             xapposition = xappositions, yapposition = yappositions, form = form, number_length = number_length,
210                             number_apposition = number_apposition, number_alingment = number_alingment, result_text = result)
211
212 if __name__ == "__main__":
213     model = torch.hub.load(
214         "ultralytics/yolov5", "yolov5s", pretrained=True, force_reload=True, autoshape=True
215     )
216     model.eval()
217     app.run(debug=True)

```

ภาพที่ 4-9 เรียกใช้ form & วิธีคำนวณหาผลลัพธ์การรักษา & เรียกใช้ weight model yolov5

ตารางที่ 4-7 เรียกใช้ form & วิธีคำนวณหาผลลัพธ์การรักษา & เรียกใช้ weight model yolov5

บรรทัดที่	
159-162	เซต threshold ค่าเริ่มต้น number_length = 20 ,number_alingmen t =10 ,number_apposition = 15 และ ค่า result ให้เป็นค่าว่าง
163	เรียกใช้คลาสที่สร้างไว้บรรทัดที่ 20
155164	เช็คค่าแบบฟอร์มมีการกดปุ่มซ้ำมิทหรือไม่
165-167	เมื่อกดซ้ำมิทก็จะดึงเอาตัวเลขที่อยู่ในฟอร์มมาใช้งาน โดยเก็บไว้ในตัวแปร number length alignment และ apposition
168-170	ทำการเคลียร์ค่าในแบบฟอร์มให้เป็นค่าว่าง
172-175	รับค่า threshold ของ length alignment apposition มาเปรียบเทียบกับค่า output ถ้ามากกว่าเท่ากับ เซต result เท่ากับเข้าเฟือก หากไม่ใช่ให้ result เป็นผ่าตัด
177-181	นำค่า length alignment apposition มาเปรียบเทียบกับค่า output ถ้ามากกว่าเท่ากับ เซต result เท่ากับเข้าเฟือก หากไม่ใช่ให้ result เป็นผ่าตัด
184-186	เป็นการรับตัวแปรเพื่อเอาไปเรียกใช้ในหน้า last_page.html
188-193	เมื่อรันโปรเจค จะไปเรียก package YOLOv5 จาก github ดาวน์โหลด เข้ามาใน pc และเรียกใช้ โมเดล yolov5s เข้ามาใน project

บทที่ 5

ผลการดำเนินงาน

จากการที่ผู้พัฒนาได้ดำเนินงานตั้งแต่การศึกษาข้อมูล การเลือกใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนดำเนินงาน การจัดทำและการแก้ไขปัญหาต่างๆ จนสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์ ดังผลการดำเนินงานที่กล่าวถึงในบทนี้

5.1 ผลดำเนินงาน

ซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์นั้นสามารถตรวจจับกระดูกร้าว และกระดูกแตกหักโดยทำการวินิจฉัยแบบ Length Alignment และ Apposition (LAA)

ผลการทดลองมีดังนี้



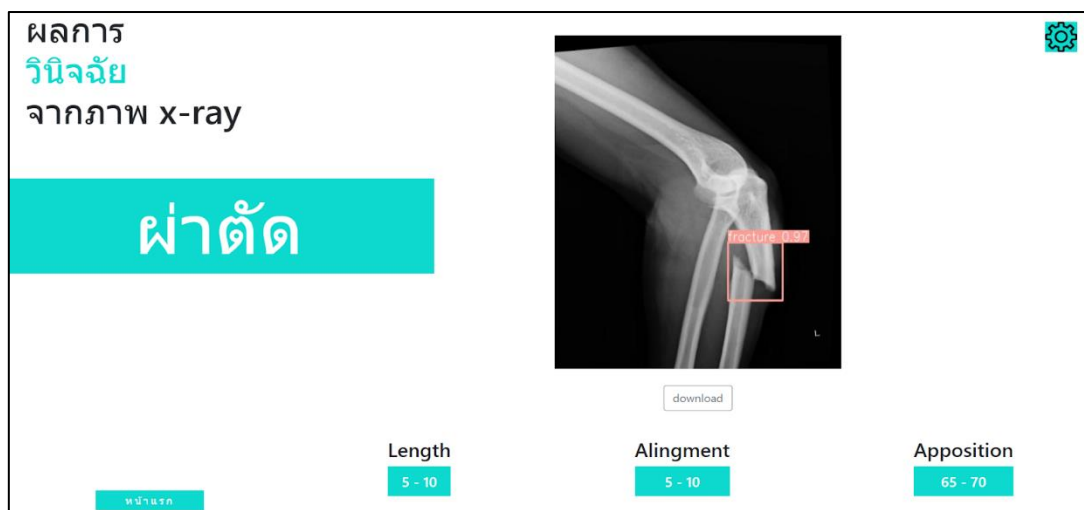
ภาพที่ 5-1 เมื่ออัปโหลดภาพกระดูกร้าว

5.1.1 การทดลองรับ input ภาพถ่ายฟิล์มเอกซเรย์กระดูกแตกร้าวเข้าไป ในโมเดล YOLOv5 และนี่คือภาพผลลัพธ์เมื่อใส่ภาพและกดปุ่ม ”ตรวจจับการแตกร้าว”



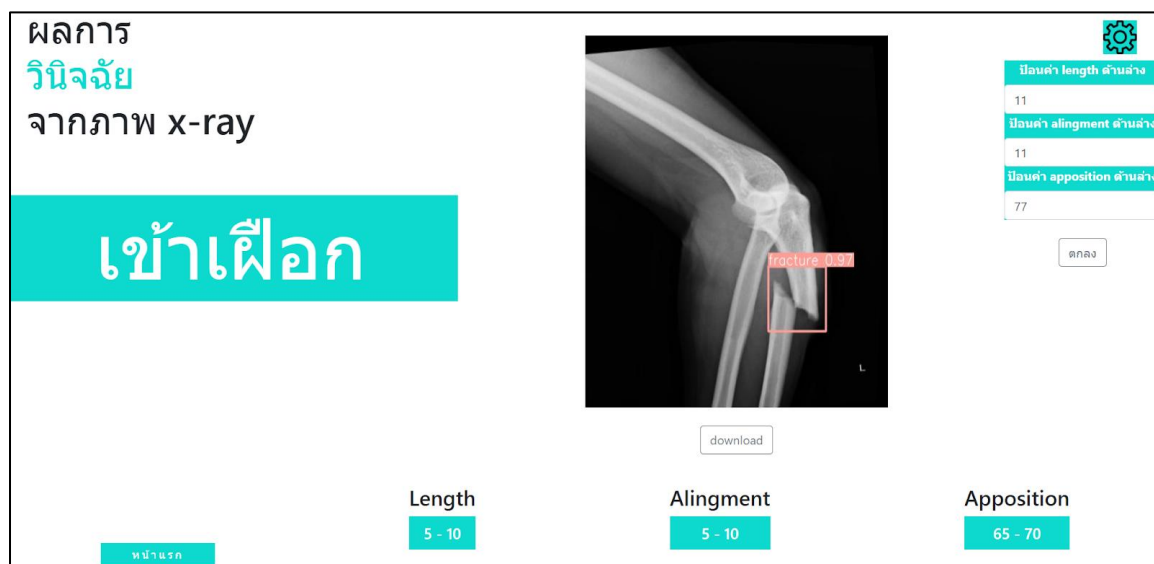
ภาพที่ 5-2 เมื่ออัปโหลดภาพกระดูกแตกหัก

5.1.2 ทดลองวินิจฉัยภาพ input ภาพถ่ายฟิล์มเอกซเรย์กระดูกแตกหัก เมื่อค่า threshold ของ Length Alignment และ Apposition เป็นค่ามาตรฐานและนี่คือภาพผลลัพธ์เมื่อใส่ภาพและกดปุ่ม “ตรวจจับการแตกร้าว”



ภาพที่ 5-3 เมื่อกดวินิจฉัยจากภาพ input เดียวกันกับภาพที่ 5-2

5.1.3 นี่คือนิยามของผลลัพธ์หลังการประมวลผลภาพ 5-2 ทดลองวินิจฉัยภาพ input ภาพถ่ายฟิล์มเอ็กซเรย์กระดูกแตกหักจากภาพ 5-2 ค่า threshold เป็นค่ามาตรฐาน length = 6 alignment = 12 apposition = 6



ภาพที่ 5-4 เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า threshold

5.1.4 นี่คือนิยามของผลลัพธ์หลังปรับค่า threshold ของ Length Alignment และ Apposition เปลี่ยนจากค่ามาตรฐานของ 5.1.3 เปลี่ยนค่า threshold เป็น length = 11 alignment = 77 apposition = 11

5.1.5 ซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์โดยใช้ภาพทดสอบอย่างละ 10 ภาพ

5.1.5.1 image detection YOLOv5 โดยมีภาพ กระดูกแตกร้าว 10 ภาพ กระดูกแตกหัก 10 ภาพ และกระดูกปกติ 10 ภาพ

5.1.5.2 วินิจฉัยภาพ input กระดูกแตกร้าวโดยใช้ค่า threshold เป็นค่ามาตรฐานจำนวน 10 ภาพกระดูกแตกหัก

5.2 สรุปผลจากการทดลอง

การทดสอบความแม่นยำในการตรวจจับกระดูก และทำการวินิจฉัยเพื่อหาค่า Length Alignment และ Apposition แบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

5.2.1 ความแม่นยำในการตรวจจับกระดูกและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขา และแขนจากฟิล์มเอกซเรย์โดยใช้โมเดล YOLOV5 ที่มีรูปในการเทรนทั้งหมด 639 และจำนวนรอบทั้งหมดในการเทรน 1000 รอบได้ผล mAP (Mean Average Precision) เท่ากับ 0.508

Epoch	gpu_mem	box	obj	cls	labels	img_size
999/999	1.97G	0.0136	0.004446	0.000113	3	416: 100% 29/29 [00:08<00:00, 3.55it/s]
	Class	Images	Labels	P	R	mAP@.5 mAP@.5:.95: 100% 2/2 [00:00<00:00, 3.75it/s]
	all	42	54	0.749	0.508	0.529 0.16

ภาพที่ 5-5 ผลลัพธ์ค่า Mean Average Precision ที่ได้จาก YOLOV5

5.2.2 ความแม่นยำในการวินิจฉัยของโมเดล XGBoost เพื่อหาค่า Length Alignment และ Apposition ของเว็บแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกร้าวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์ โดยใช้จำในการทดสอบ Length Alignment และ Apposition อย่างละ 30 รูป จะได้ผลพบว่าใช้จำนวนของต้นไม้ 100 ต้นจะได้ค่า Loss ที่ดีที่สุดสำหรับทั้งสามค่า



ภาพที่ 5-5 ผลลัพธ์ค่า Loss ที่ได้จาก Model XGBoost

บทที่ 6

บทสรุปและแนวทางการพัฒนาต่อ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่พบเจอในการดำเนินงานและแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคต

6.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงาน ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกตัวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์ ผู้พัฒนาได้ พัฒนาและปรับปรุงแก้ไขปัญหาจนได้ซอฟต์แวร์ตรวจจับและประเมินการแตกตัวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์ที่มีความสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามก็ยังมีข้อจำกัดดังนี้ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

6.1.1 การทำงานตรวจจับกระดูก

6.1.1.1 ตรวจจับกระดูกจุดที่แตกแล้วได้

6.1.1.2 ตรวจจับกระดูกจุดที่แตกหักได้

6.1.2 การแสดงผลและการทำงานของซอฟต์แวร์ตรวจจับกระดูก

6.1.2.1 สามารถแสดงจุดที่แตกแล้วได้อย่างแม่นยำ

6.1.2.2 สามารถแสดงกระดูกจุดที่แตกหักได้

6.1.3 การแสดงผลและการวินิจฉัยของเว็บแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ตรวจจับกระดูก

6.1.3.1 สามารถแสดงช่วงของค่า Length Alignment และ Apposition

6.1.3.2 สามารถเปลี่ยนแปลงค่า threshold ของ Length Alignment และ Apposition

6.1.3.3 สามารถแสดงผลการวินิจฉัยว่าควรรักษาโดยการเข้าเฝือก หรือผ่าตัด

6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบในการดำเนินงาน

6.2.1 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

6.2.1.1 เมื่อรับภาพอินพุตเข้ามาแต่ไม่มีจุดที่แตกร้าวหรือจุดที่แตกหักตัวโมเดล YOLOv5 ทำการ detection ในจุดที่คล้ายคลึงกัน

6.2.1.2 ชุดข้อมูลในส่วนของกระดูกแตกร้าว และกระดูกแตกหักน้อยเกินไป

6.2.1.3 ไม่มีชุดข้อมูลในส่วนของการวินิจฉัยของ Length Alignment และ Apposition

6.3 แนวทางที่ควรพัฒนาต่อในอนาคต

6.3.1 สามารถตรวจจับกระดูกแตกร้าวได้แม่นยำและละเอียดกว่านี้

6.3.2 สามารถวินิจฉัยค่า Length Alignment และ Apposition ให้แม่นยำมากกว่านี้

6.3.3 สามารถนำไปตรวจจับกระดูกแตกร้าวนอกจากส่วนกระดูกยาว เช่น กระดูกส่วนมือ และเท้า

6.3.4 สามารถส่งข้อมูลเข้ามาทำหลังจาก X-ray ภาพได้เลยโดยไม่ต้องอัปโหลด

6.3.5 สามารถบันทึกผลลัพธ์และเรียกดูได้ใน database โดยไม่ต้องโหลดลง PC

บรรณานุกรม

- [1] Machine Learning มาทำความรู้จัก Machine Learning เบื้องต้น | by Natthawat Phongchit | Medium
- [2] การตรวจจับวัตถุ YOLO ย้อนรอย Object Detection และเจาะลึก RetinaNet | by Natthawat Phongchit | Medium
- [3] Local Binary Patterns หรือเรียกสั้นๆ ว่า LBPs Local Binary Patterns with Python & OpenCV - PyImageSearch
- [4] XGBoost ทำไมใครๆก็ใช้ XGBoost | by Nut Chukamphaeng | Medium
- [5] Flask (เฟลค) การใช้งาน Flask Framework (เฟลค เฟรมเวิร์ค) ร่วมกับไฟล์ HTML (เอชทีเอ็มแอล) , และไฟล์ css (ซีเอสเอส)

ภาคผนวก



คพ. 04

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ

หนังสือรับรองการทดสอบโครงงานพิเศษ

วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565

เรื่อง หนังสือรับรองการทดสอบโครงงานพิเศษ

เรียน หัวหน้าภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ

สิ่งที่แนบมาด้วย 1. เอกสารประกอบการสอบจำนวน 5 เล่ม

ตามที่ข้าพเจ้า (นาย,นาง,นางสาว) เมธี โพธิ์ย้อย รหัสประจำตัว 6004062616202

(นาย,นาง,นางสาว) ปกนวิธ หอมมาก รหัสประจำตัว 6004062616130

นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (CS) ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ได้จัดทำโครงงานพิเศษเรื่อง ขอพัฒนาเครื่องตรวจจับการแตกตัวของชิ้นส่วนกระดูกยาวของขาและแขนจากฟิล์มเอกซเรย์

ให้กับหน่วยงาน นายแพทย์ ภัคกรินทร์ ศศิธรวิบูลย์ ณ โรงพยาบาลเจ้าพระยา ตั้งแต่ภาคเรียนที่ 2565 นั้น

บัดนี้โครงงานดังกล่าวได้ดำเนินการเสร็จและพร้อมนำไปให้หน่วยงานทดสอบตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม 2565

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาอนุญาต

ลงชื่อ เมธี โพธิ์ย้อย ผู้เสนอโครงงาน

(นายเมธี โพธิ์ย้อย)

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 061-624-3709

ลงชื่อ ปกนวิธ หอมมาก ผู้เสนอโครงงาน

(นายปกนวิธ หอมมาก)

หมายเลขโทรศัพท์มือถือ 098-105-3544

ความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา

เห็นดีให้สอบต่อไป พร้อมเซ็นชื่อ

ลงชื่อ สิวพล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิวพล ทิพนานเมฆากรณ์)

...16... / ...พ.ค... / ...ธ.ค... ..

หมายเหตุ 1. ให้ส่งหนังสือฉบับนี้เข้าแฟ้มไว้ที่ธุรการภาควิชาและให้นักศึกษาสำเนาเก็บไว้

2. ให้แนบสำเนาหนังสือฉบับนี้ประกอบการยื่นขอสอบโครงงานพิเศษตามกำหนดเวลา

3. ในกรณีที่อาจารย์ที่ปรึกษามากกว่า 1 คน ให้อาจารย์ทุกท่านลงนามร่วมกัน