

# Spondylolisthesis Detection

นายทีปกร มุ่งดี  
คณะวิทยาการสารสนเทศ  
สาขาปัญญาประดิษฐ์ประยุกต์และเทคโนโลยี  
อัจฉริยะ  
มหาวิทยาลัยบูรพา  
65160037@go.buu.ac.th

นัทธพงศ์ ชื่อตรง  
คณะวิทยาการสารสนเทศ  
สาขาปัญญาประดิษฐ์ประยุกต์และเทคโนโลยี  
อัจฉริยะ  
มหาวิทยาลัยบูรพา  
65160038@go.buu.ac.th

ประภายดาว รามศิริ  
คณะวิทยาการสารสนเทศ  
สาขาปัญญาประดิษฐ์ประยุกต์และเทคโนโลยี  
อัจฉริยะ  
มหาวิทยาลัยบูรพา  
65160040@go.buu.ac.th

พงษ์พัฒน์ พรมประเสริฐ  
คณะวิทยาการสารสนเทศ  
สาขาปัญญาประดิษฐ์ประยุกต์และเทคโนโลยี  
อัจฉริยะ  
มหาวิทยาลัยบูรพา  
651600140@go.buu.ac.th

พิชิตชัย หรรษพานิช  
คณะวิทยาการสารสนเทศ  
สาขาปัญญาประดิษฐ์ประยุกต์และเทคโนโลยี  
อัจฉริยะ  
มหาวิทยาลัยบูรพา  
651600141@go.buu.ac.th

**Abstract**— ชุดข้อมูล Burapha Lumbar Spine Dataset ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการวินิจฉัยโรค Spondylolisthesis ซึ่งเป็นภาวะที่กระดูกสันหลังเลื่อนออกจากตำแหน่ง ชุดข้อมูลนี้มุ่งเน้นไปที่ 4 โรค ได้แก่ Anterolisthesis, Retrolisthesis, Left Laterolisthesis, และ Right Laterolisthesis ชุดข้อมูลประกอบด้วยภาพเอกสารที่ถ่ายจากทั้งมุมมองด้านหน้า (anterior) และด้านข้าง (lateral) โดยภาพแต่ละภาพได้รับการระบุจากผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ มุมมองด้านหน้าและด้านข้างของภาพจะถูกแท็กด้วยตัวเลข “0” และ “1” ตามลำดับ ลักษณะสำคัญของชุดข้อมูลนี้คือการกำหนดเส้นขอบด้านล่างของกระดูกสันหลังอย่างแม่นยำ ซึ่งเน้นถึงการเลื่อนของกระดูกในกรณีที่มีความผิดปกติ ชุดข้อมูลนี้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติสำหรับตรวจจับโรค Spondylolisthesis ซึ่งสามารถช่วยในการวินิจฉัยเบื้องต้นและปรับปรุงผลลัพธ์การรักษาของผู้ป่วย ข้อมูลของกระดูกทั้งหมดถูกบันทึกในรูปแบบไฟล์ CSV เพื่อการใช้งานร่วมกับโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง Machine Learning

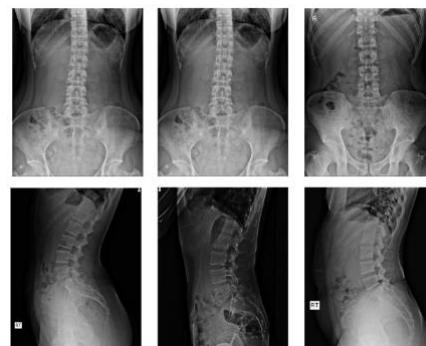
**Keywords** — Spondylolisthesis, Anterolisthesis, Retrolisthesis, Left Laterolisthesis, Right Laterolisthesis, Machine Learning, YOLO

## Introduction

Spondylolisthesis เป็นภาวะที่กระดูกสันหลังเลื่อนไปอยู่บนกระดูกที่อยู่ติดลงมา การเลื่อนตำแหน่งนี้อาจทำให้เกิดอาการปวดอย่างรุนแรง บีบหายใจ ระบบประสาท และการเคลื่อนไหวที่ลดลง หากไม่ได้รับการรักษา การวินิจฉัย และการรักษาในระยะเริ่มต้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการและป้องกันการลุกลามของโรค อย่างไรก็ตาม การตีความภาพถ่ายเอกสารของกระดูกสันหลังเพื่อวินิจฉัยภาวะ Spondylolisthesis ด้วยตนเองอาจใช้เวลา漫長 และอาจมีความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้วยความ

ต้องการเครื่องมือวินิจฉัยที่มีประสิทธิภาพและแม่นยำมากขึ้น การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพและการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) ในภาพทางการแพทย์จึงเป็นที่สนใจเพิ่มขึ้น ระบบอัตโนมัติคัดแยกภาพที่จะช่วยรักษาแพทย์และแพทย์ในการระบุการเลื่อนของกระดูกสันหลังได้อย่างรวดเร็ว พร้อมกับให้การประเมินเบื้องต้น ซึ่งจะนำไปสู่การวินิจฉัยที่เร็วขึ้นและสม่ำเสมอมากขึ้น

ในบทความนี้ เราจะทำการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล YOLOv8 - OBB และ YOLOv11 - OBB สำหรับการตรวจจับโรคในภาพถ่ายเอกสาร โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อวิเคราะห์ว่าโมเดลใดมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการใช้งานในบริบทนี้



รูปที่ 1. ส่วนประกอบของภาพถ่ายเอกสารกระดูกสันหลัง

## Background

ภาวะกระดูกสันหลังเคลื่อน (Spondylolisthesis) เกิดขึ้นเมื่อกระดูกสันหลังเลื่อนออกจากตำแหน่งปกติเมื่อเทียบกับกระดูกสันหลังที่อยู่ด้านล่าง ภาวะนี้ปั๊บได้บ่อยในผู้สูงอายุ ซึ่งอาจนำไปสู่อาการปวดหลังเรื้อรัง การกดทับเส้นประสาท และในกรณีรุนแรงอาจทำให้เป็นอัมพาตได้

ดังนั้น การทำนายภาวะกระดูกสันหลังเคลื่อนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาและป้องกันภาวะแทรกซ้อน

การถ่ายภาพทางการแพทย์ โดยเฉพาะการถ่ายภาพเอกซเรย์ (X-ray) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจหาภาวะกระดูกสันหลังเคลื่อนอย่างไร้ตัวตน การตรวจหาภาวะกระดูกสันหลังเคลื่อนจากการภาพเอกซเรย์ ด้วยตนเองอาจใช้เวลานาน มีความผิดพลาด และขึ้นอยู่กับทักษะของรังสีแพทย์

ชุดข้อมูลนี้พัฒนาขึ้นโดยคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา ร่วมกับสถาบัน Korea Institute of Oriental Medicine ประกอบด้วยภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว พร้อมการวินิจฉัยโดยแพทย์ เป้าหมายคือการสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้ในแอปพลิเคชัน AI ด้านการดูแลสุขภาพ

ชุดข้อมูลนี้มีประโยชน์มาก เนื่องจากมีภาพเอกซเรย์คุณภาพสูงที่มีความหลากหลายทางประชากรและประเภทของภาวะกระดูกสันหลัง เคลื่อน นอกเหนือนี้ยังมีข้อมูลทางคลินิกที่สำคัญ เช่น อายุและเพศของผู้ป่วย การมีอยู่ของกระดูกสันหลังส่วนล่างที่มีการเปลี่ยนแปลง (LSTV) และระยะห่างของพิภพเซล ทำให้เป็นทรัพยากรที่มีเอกลักษณ์สำหรับการพัฒนาและประเมินอัลกอริทึมการตรวจหาภาวะกระดูกสันหลังเคลื่อน อัตโนมัติ

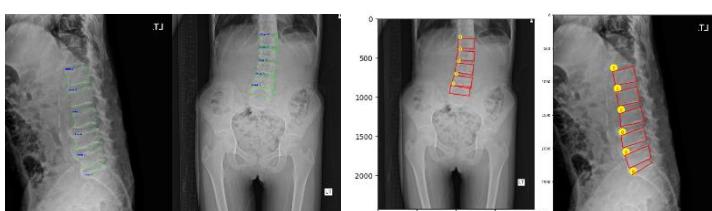
## Methodology

Dataset ข้อมูลในชุดนี้ประกอบด้วยภาพเอกซเรย์มุมมอง AP (Anteroposterior) และ LA (Lateral) ของผู้ป่วย 400 ราย การโดยแต่ละรายการประกอบด้วยข้อมูลอายุ เพศ และการวินิจฉัยจากแพทย์

### ขั้นตอนที่ 1 แปลงข้อมูล Bounding Box

#### 1. การแปลง Bounding Box

- ข้อมูล Bounding Box จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบ Normalized เพื่อให้โมเดล YOLO (You Only Look Once) สามารถตรวจจับวัตถุในภาพได้อย่างแม่นยำ โดยการคำนวณค่าจุดศูนย์กลางและขนาดของกล่องรอบวัตถุ ซึ่งกระบวนการนี้ช่วยให้ YOLO ประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว
- ค่า Normalized จะถูกแปลงให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งช่วยให้สามารถทำงานกับภาพที่มีขนาดและการจัดวางที่แตกต่างกันได้



รูปที่ 2. ก่อน Normalized

รูปที่ 3. หลัง Normalized

#### 2. YOLO Format

- Bounding Box จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบ YOLO โดยจะถูกบันทึกเป็นข้อมูล CSV โดยแบ่งข้อมูลจาก 2 แฉวให้อยู่ในแคลเดียว

- Bounding Box ที่ใช้เป็น Oriented Bounding Boxes (OBB) ซึ่งหมายความว่าสำหรับการตรวจจับวัตถุในภาพที่มีการเอียงหรือหมุน
- class\_index x1 y1 x2 y2 x3 y3 x4 y4

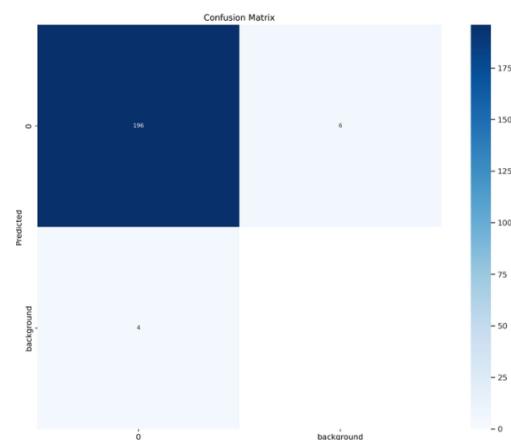


รูปที่ 4. Ground truth



รูปที่ 5. Model prediction

Mean Precision	0.97
Mean Recall	0.98
mAP@0.5	0.99
mAP@0.5 : 0.95	0.93



### ขั้นตอนที่ 2 การจัดการปัญหาข้อมูลที่ไม่สมดุล

ข้อมูลวินิจฉัยของหมวดพิจารณาตามประเภทของรูปถ่าย Anterior view และ Lateral view ซึ่งมีการวินิจฉัยโรคต่างกันดังนี้

Anterior view ตรวจการเป็น

- Left Laterolisthesis (กระดูกสันหลังเลื่อนไปทางด้านซ้าย)
- Right Laterolisthesis (กระดูกสันหลังเลื่อนไปทางด้านขวา)

Lateral view ตรวจการเป็น

- Anterolisthesis (กระดูกเลื่อนมาทางด้านหน้า)
- Retrolisthesis (กระดูกเลื่อนไปด้านหลัง)

## จำนวนข้อมูลของการวินิจฉัยโรค

Anterior view จากรูปทั้งหมด 400 รูป

- Left Laterolisthesis จำนวนทั้งหมด 3 รูป  $3/400 = 0.0075$
- Right Laterolisthesis จำนวนทั้งหมด 7 รูป  $7/400 = 0.0175$

Lateral view จากรูปทั้งหมด 400 รูป

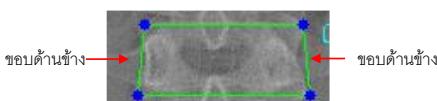
- Anterolisthesis จำนวนทั้งหมด 57 รูป  $57/400 = 0.1425$
- Retrolisthesis จำนวนทั้งหมด 9 รูป  $9/400 = 0.0225$

## หลักการทำงานของโมเดล AP

- คำนวนจากค่าเฉลี่ยองศาของขอบด้าน bounding box กับแกนแนวระนาบ x-axis โดยใช้สูตร atan2 ซึ่งฟังก์ชันที่ใช้ในการหามุณะระหว่างເວກເຕອງແລະ ແກນ X

$$\theta = \text{atan2}(\Delta y, \Delta x)$$

- $\Delta y$  และ  $\Delta x$  หมายถึงผลต่างของพิกัด x และ y ระหว่างจุดขอบด้านบน และขอบด้านล่างของ bounding box โดยทำการคำนวนจากทั้งสองข้างข้างแล้วหาค่าเฉลี่ย



- ค่าที่ได้ออกมายืนอยู่ในรูปของหน่วย radius จากนั้นแปลงเป็นหน่วยองศา
  - ปรับให้มุมอยู่ในช่วง 0-180 องศา
- นำค่าองศาที่ได้ไปคำนวณผลต่างระหว่างค่าองศาสูงสุดและค่าต่ำสุดในรูป
  - หากค่าที่ได้เกิน threshold จะระบุว่าเป็น Spondylolisthesis จากนั้นจะแบ่งย่อยเพิ่มเติมว่าเป็น Left Laterolisthesis หรือ Right Laterolisthesis
    - การระบุ Left Laterolisthesis และ Right Laterolisthesis จะพิจารณาจากขอบภาพ หากระยะห่างด้านล่างอยกว่า จะพิจารณาว่าเป็นด้านน้ำหนึ่ง หากระยะห่างด้านข้างน้อยกว่า จะพิจารณาว่าเป็น Left Laterolisthesis



## การคำนวนค่า Threshold

ข้อมูล Non Spondylolisthesis จำนวน 390 รูป ได้ทำการแบ่งออกเป็นสัดส่วน 80:20 ดังนี้

- สำหรับการฝึกฝน (Train) จำนวน 312 รูป
- สำหรับการทดสอบ (Test) จำนวน 78 รูป

## ข้อมูล Spondylolisthesis จำนวน 10 รูป

- Left Laterolisthesis จำนวน 3 รูป
  - สำหรับการฝึกฝน (Train) จำนวน 2 รูป
  - สำหรับการทดสอบ (Test) จำนวน 1 รูป
- Right Laterolisthesis จำนวน 7 รูป
  - สำหรับการฝึกฝน (Train) จำนวน 4 รูป
  - สำหรับการทดสอบ (Test) จำนวน 3 รูป

## สถิติข้อมูลการ train กลุ่ม “Non Spondylolisthesis”

ผลลัพธ์องศา	Mean
เฉลี่ยค่าองศาสูงสุด	92.560
เฉลี่ยค่าองศาส่าสุด	87.239
เฉลี่ยผลต่าง	5.321

ผลลัพธ์องศา	Std
เฉลี่ยค่าองศาสูงสุด	4.080
เฉลี่ยค่าองศาส่าสุด	3.595
เฉลี่ยผลต่าง	5.069

## สถิติข้อมูลการ train กลุ่ม “Spondylolisthesis”

ผลลัพธ์องศา	Mean
เฉลี่ยค่าองศาสูงสุด	93.237
เฉลี่ยค่าองศาส่าสุด	75.155
เฉลี่ยผลต่าง	18.082

ผลลัพธ์องศา	Std
ค่า error องศาสูงสุด	6.763
ค่า error องศาส่าสุด	9.976
ค่า error ผลต่าง	5.360

ดังนั้น เพื่อคำนวนค่า error โดยมีวัตถุประสงค์ในการหาค่า Threshold ที่ไม่ซ้อนทับกับค่า error

$$\text{threshold} = (\text{ค่าเฉลี่ยผลต่าง}_{\text{Non Spondy}} + \text{ค่า error ผลต่าง}_{\text{Non Spondy}}) + (\text{ค่าเฉลี่ยผลต่าง}_{\text{Spondy}} - \text{ค่า error ผลต่าง}_{\text{Spondy}})$$

2

$$= \frac{(5.32+5.1)+(18.1-5.36)}{2} \\ = 11.58 \text{ องศา}$$

## Evaluation

การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลจากข้อมูลทดสอบ (test) ที่แบ่งไว้

Actual	Predicted			
	Non Spondylolisthesis	Left Laterolisthesis	Right Laterolisthesis	No detection
Non Spondylolisthesis	70	3	3	2
Left Laterolisthesis	0	1	0	0
Right Laterolisthesis	1	0	2	0

โรคที่วินิจฉัย	Precision	Recall	F1-Score
Non-Spondylolisthesis	0.986	0.897	0.94
Left Laterolisthesis	1.0	1.0	1.0
Right Laterolisthesis	1.0	0.67	0.80

ค่าความแม่นยำของโมเดล AP

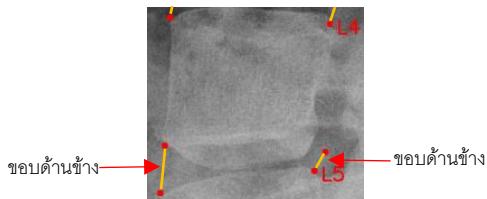
ค่า Accuracy  $\approx 0.890$  หรือ คิดเป็น 89.0%

## หลักการทำงานของโมเดล LA

คำนวณจากค่าเฉลี่ยองศาของขอบด้าน bounding box กับแกนแนวระนาบ x-axis โดยใช้สูตร atan2 ซึ่งฟังก์ชันที่ใช้ในการหามุณะระหว่างเวกเตอร์และแกน X

$$\theta = \text{atan2}(\Delta y, \Delta x)$$

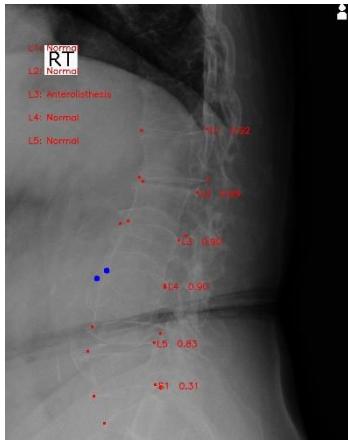
- $\Delta y$  และ  $\Delta x$  หมายถึงผลต่างของพิกัด x และ y ระหว่างจุดขอบด้านบน และขอบด้านล่างของ bounding box โดยทำการคำนวณจากทั้งสองข้างข้างแล้วหาค่าเฉลี่ย



- ค่าที่ได้ออกในรูปของหน่วย radius จากนั้นแปลงเป็นหน่วยองศา
- ปรับให้มุมอยู่ในช่วง 0-180 องศา

นำค่าองศาที่ได้ไปคำนวณผลต่างระหว่างค่าองศาสูงสุดและค่าต่ำสุดในรูป หากค่าที่ได้เกิน threshold จะระบุว่าเป็น Anterolisthesis หรือ Retrolisthesis จากนั้นจะแบ่งย่อยเพิ่มเติมว่าเป็นที่ lumbar ที่เท่าไหร่

- การระบุ Anterolisthesis และ Retrolisthesis จะพิจารณาจากขอบภาพ หากระยะห่างจุดใดมากกว่า threshold จะพิจารณาว่าเป็นการเลื่อนของกระดูก เช่น หากระยะห่างจุดล่างมากกว่า threshold จุดด้านบน จะพิจารณาว่าเป็น Anterolisthesis



## การคำนวณค่า Threshold

ข้อมูล Non Spondylolisthesis จำนวน 334 รูป ได้ทำการแบ่งออกเป็นสัดส่วน

80:20 ดังนี้

- สำหรับการฝึกฝน (Train) จำนวน 268 รูป

- สำหรับการทดสอบ (Test) จำนวน 66 รูป

ข้อมูล Spondylolisthesis จำนวน 66 รูป

- Anterolisthesis จำนวน 57 รูป

- สำหรับการฝึกฝน (Train) จำนวน 34 รูป

- สำหรับการทดสอบ (Test) จำนวน 23 รูป

- Retrolisthesis จำนวน 9 รูป

- สำหรับการฝึกฝน (Train) จำนวน 6 รูป

- สำหรับการทดสอบ (Test) จำนวน 3 รูป

สถิติข้อมูลการ train กลุ่ม “Non Spondylolisthesis”

ผลลัพธ์องศา	Mean
เฉลี่ยค่าองศาสูงสุด	159.807
เฉลี่ยค่าองค่าต่ำสุด	81.435

สถิติข้อมูลการ train กลุ่ม “Spondylolisthesis”

Anterolisthesis

ผลลัพธ์องศา	Mean
เฉลี่ยค่าองศาสูงสุด	171.510
เฉลี่ยค่าองค่าต่ำสุด	50.084

Retrolisthesis

ผลลัพธ์องศา	Mean
เฉลี่ยค่าองศาสูงสุด	186.944
เฉลี่ยค่าองค่าต่ำสุด	81.191

## Evaluation

การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลจากการข้อมูลทดสอบ (test) ที่แบ่งไว้

Actual	Predicted			
	Non Spondylolisthesis	Anterolisthesis	Retrolisthesis	No detection
Non Spondylolisthesis	60	6	0	0
Anterolisthesis	19	4	0	0
Retrolisthesis	3	0	0	0

โรคที่วินิจฉัย	Precision	Recall	F1-Score
Non-Spondylolisthesis	0.732	0.909	0.812
Anterolisthesis	0.4	0.174	0.243
Retrolisthesis	0	0	0

ค่าความแม่นยำของโมเดล LA

ค่า Accuracy  $\approx 0.6957$  หรือ คิดเป็น 69.57%

## References

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529–551, April 1955. (*references*)
- [2] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [3] I. S. Jacobs and C. P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
- [4] K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.
- [5] R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” *J. Name Stand. Abbrev.*, in press.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
- [7] M. Young, *The Technical Writer’s Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.