

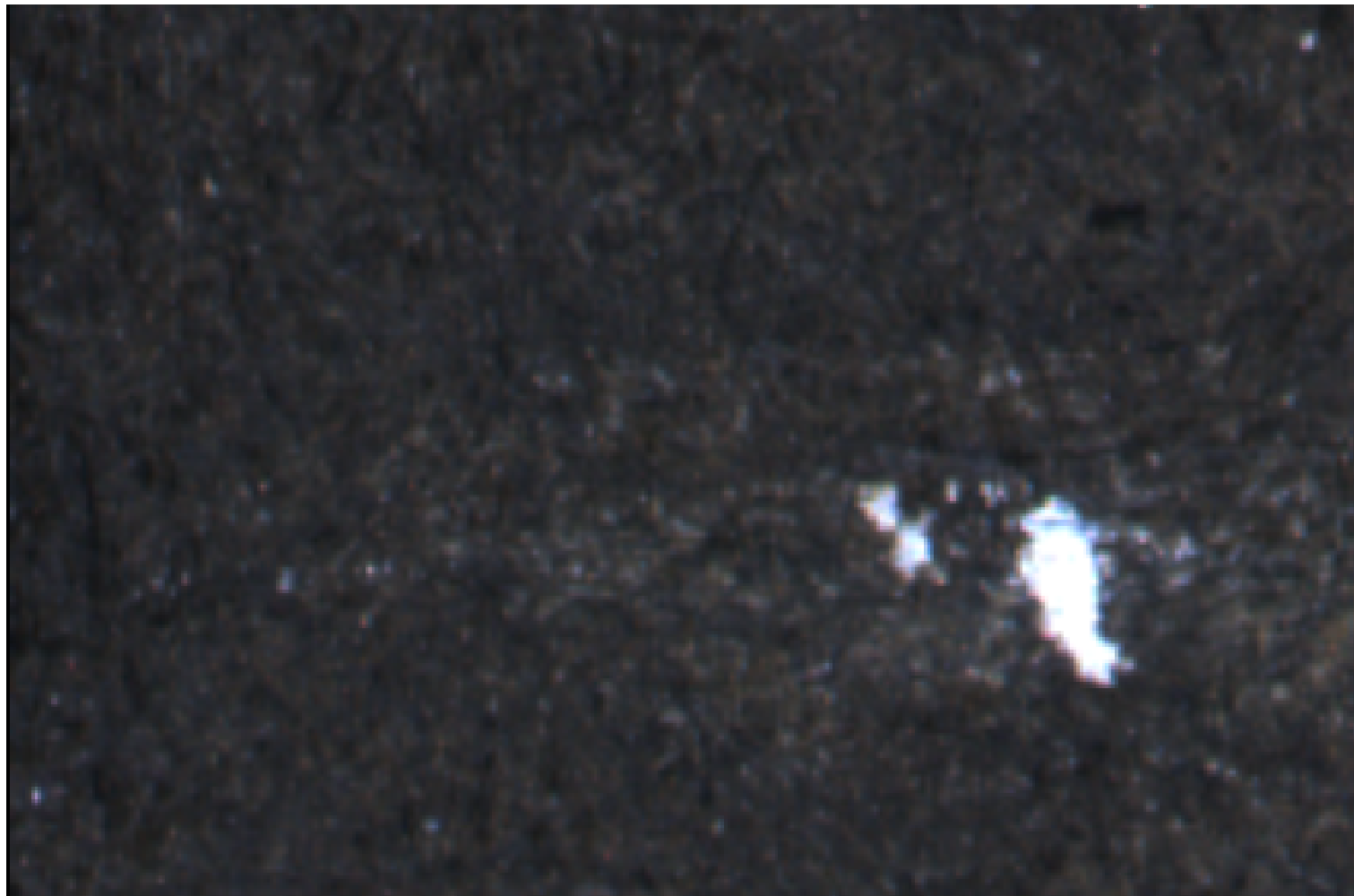
深度學習模型於工業表面缺陷檢測之比較研究

指導老師：洪昌鈺

成員：魏靖豪、黃苡愷、呂紹恩

研究動機

工業產品的表面瑕疵檢測通常依賴人工目視檢查，但人工檢查容易受到疲勞、主觀判斷與檢測速度限制影響，導致漏檢或誤檢問題。因此，本專題以 KSDD2 工業表面瑕疵資料集為基礎，設計一套基於深度學習的自動化瑕疵偵測模型，目標是從影像中判斷是否存在瑕疵，並以邊界框標示瑕疵位置。

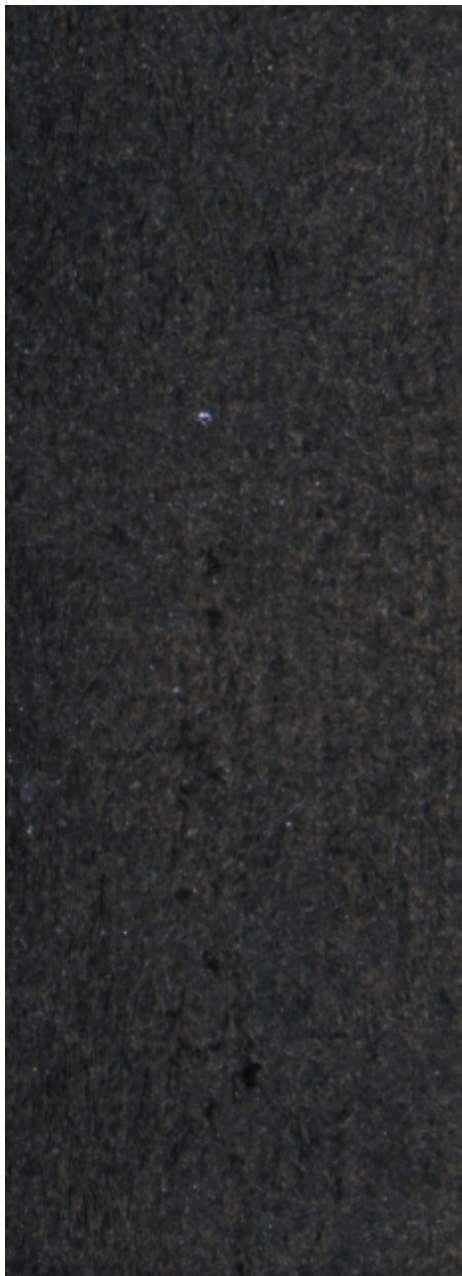


資料集瑕疵範例原始圖片

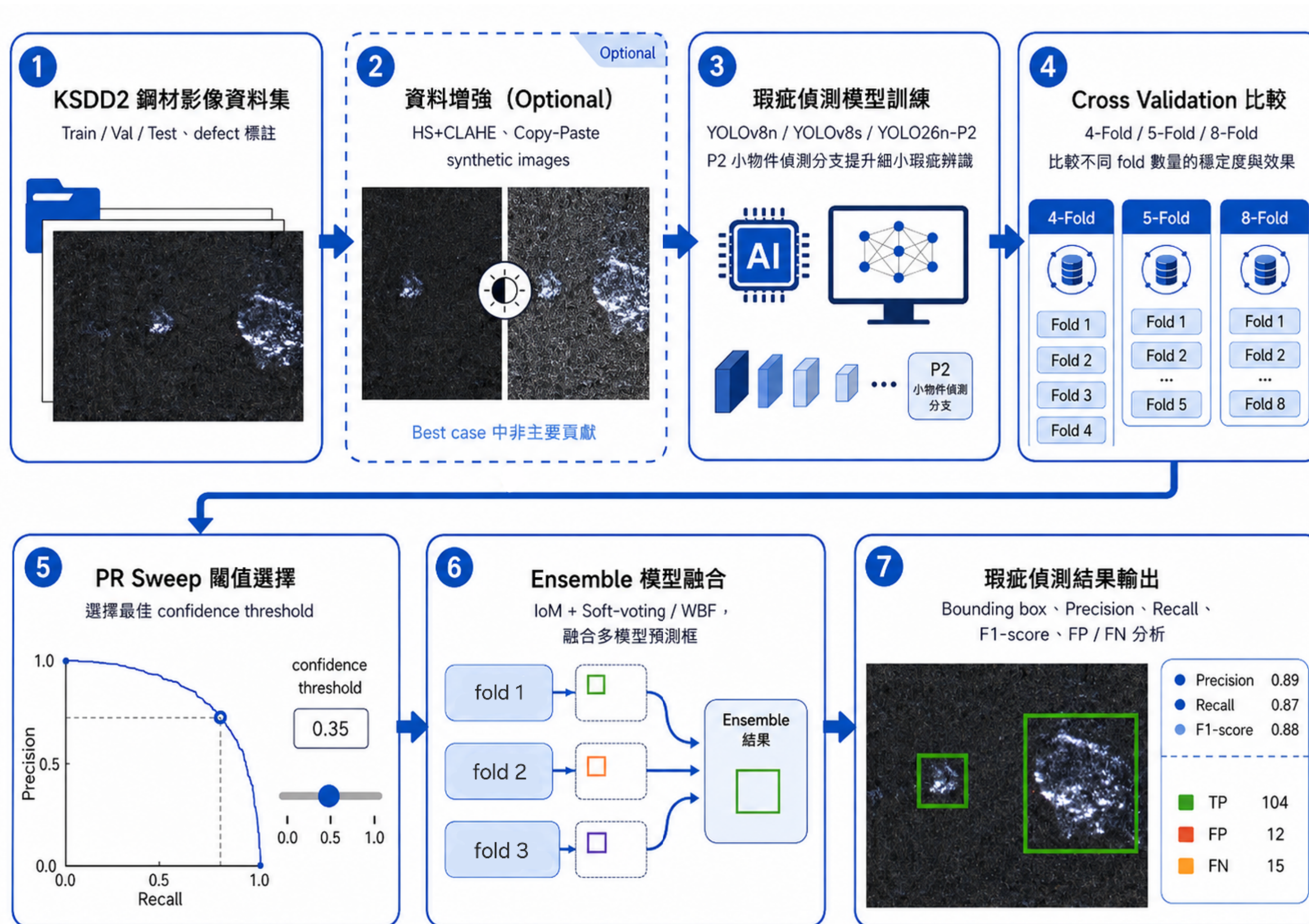


資料集瑕疵範例標記

研究動機



研究方法

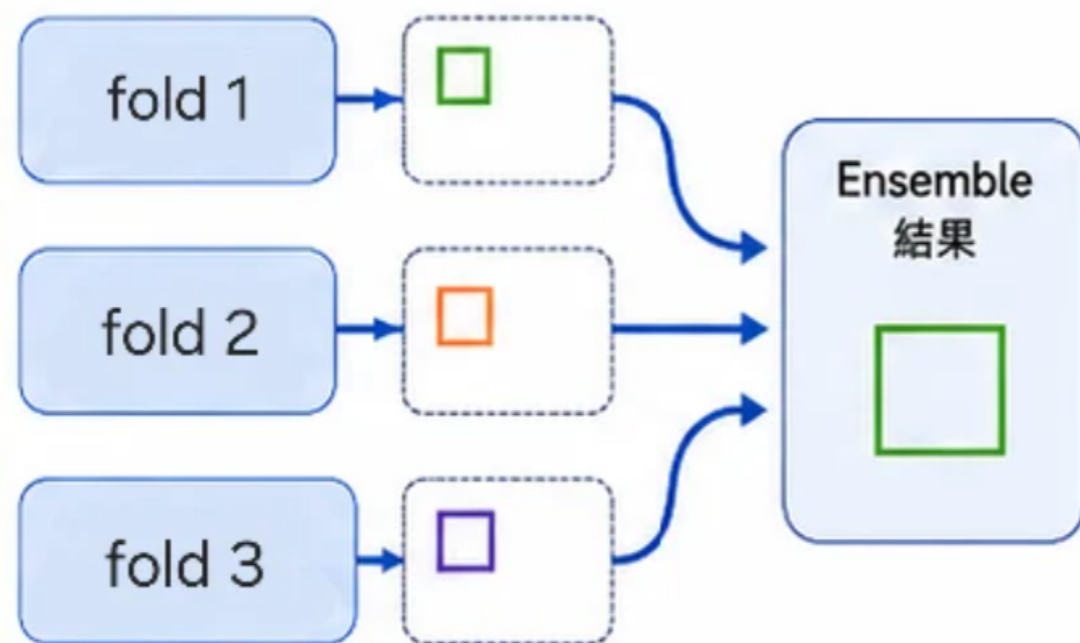


研究方法

6

Ensemble 模型融合

IoM + Soft-voting / WBF ,
融合多模型預測框



$\text{IoM}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{\min(|A|, |B|)}$, if $\text{IoM} \geq \text{threshold}$, then the two boxes are considered the same defect.

$$S_{\text{fused}} = \frac{1}{K} \sum_{i \in G} s_i$$

K = total number of fold models, G = matched box group

研究成果

Method	F1-score	Precision	Recall
YOLO26n baseline	0.8340	0.8223	0.8461
YOLO11n baseline	0.8207	0.7803	0.8655
YOLO26s baseline	0.8072	0.7723	0.8455
YOLOv8s baseline	0.7606	0.8182	0.7105
YOLOv8n baseline	0.7383	0.8316	0.6639

表一展示了各個yolo系列模型在預設狀態下的表現

研究成果

Method	F1-score	Precision	Recall
YOLOv8n + 5-fold IoM + Soft-voting	0.8636	0.9406	0.7983
YOLOv8n + 8-fold IoM + Soft-voting	0.8609	0.8919	0.8319
YOLOv8n + 5-fold IoM + Soft-voting + Copy-Paste	0.7556	0.8019	0.7143
YOLOv8n baseline	0.7383	0.8316	0.6639
YOLOv8n + Copy-Paste	0.7342	0.7073	0.7632
YOLOv8n + 4-fold WBF	0.7124	0.7281	0.6975

表二展示在yolov8n模型在不同的架構與實驗設定中的結果比較

研究成果

Method	F1-score	Precision	Recall
YOLO26n + 5-fold IoM + Soft-voting	0.8851	0.8900	0.8700
YOLO26n + 5-fold IoM + Soft-voting + P2 head	0.8800	0.9300	0.8319
Faster R-CNN ResNet50-FPN	0.8571	0.9490	0.7815
YOLO26n + 8-fold IoM + Soft-voting	0.8430	0.8293	0.8571
YOLO26n + 5-fold WBF + Copy-Paste	0.8370	0.8796	0.7983
YOLO26n baseline	0.8340	0.8223	0.8461
YOLO26n + 5-fold IoM + Soft-voting + 1280 image size	0.7004	0.7034	0.6975
Mask R-CNN + ResNet-50-FPN*	0.8374	0.7900	0.8909

*This result is reported under the segmentation task, while the other methods are evaluated under the detection task.

表三展示yolo26n在架構比較與元件消融，包括 P2 head、輸入解析度及不同偵測器，與分割任務下的表現。

結論與展望

- Copy-Paste等資料增強的方法效果不如預期
 - 推測是因為資料集特徵不足導致過擬合
- 應與yolo系列之外的模型做更詳盡的對比
- 新增P2 head對準確度的提升亦不如預期
- 未來在分割任務上進行更全面的研究