

以人工智慧理解工程製圖

TOWARDS UNDERSTANDING ENGINEERING DRAWINGS WITH AI

指導教授：藍崑展

專題成員：柯冠先、陳奕帆、鄭永順、吳芸慧、賴鵬豐、馮家俊



Demo

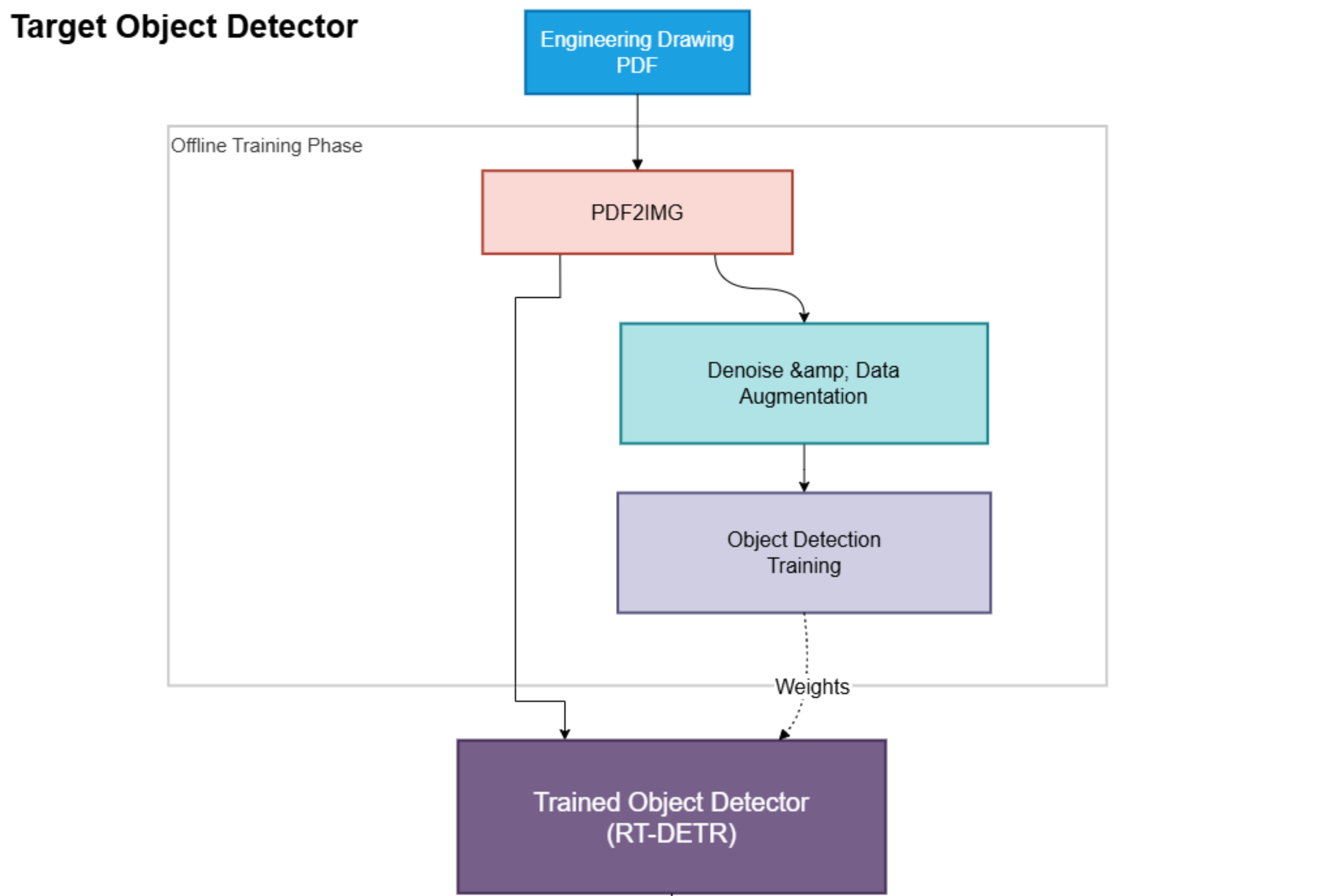
研究動機與目的 (Problem Statement)

- 傳統工程與製造業中，人工解讀與整理圖紙中的符號與文字關聯極為耗時且容易出錯。
- 密集的尺寸線、極端長寬比的物件、以及局部貪婪演算法造成的搶位與錯配，導致自動化關聯辨識困難。

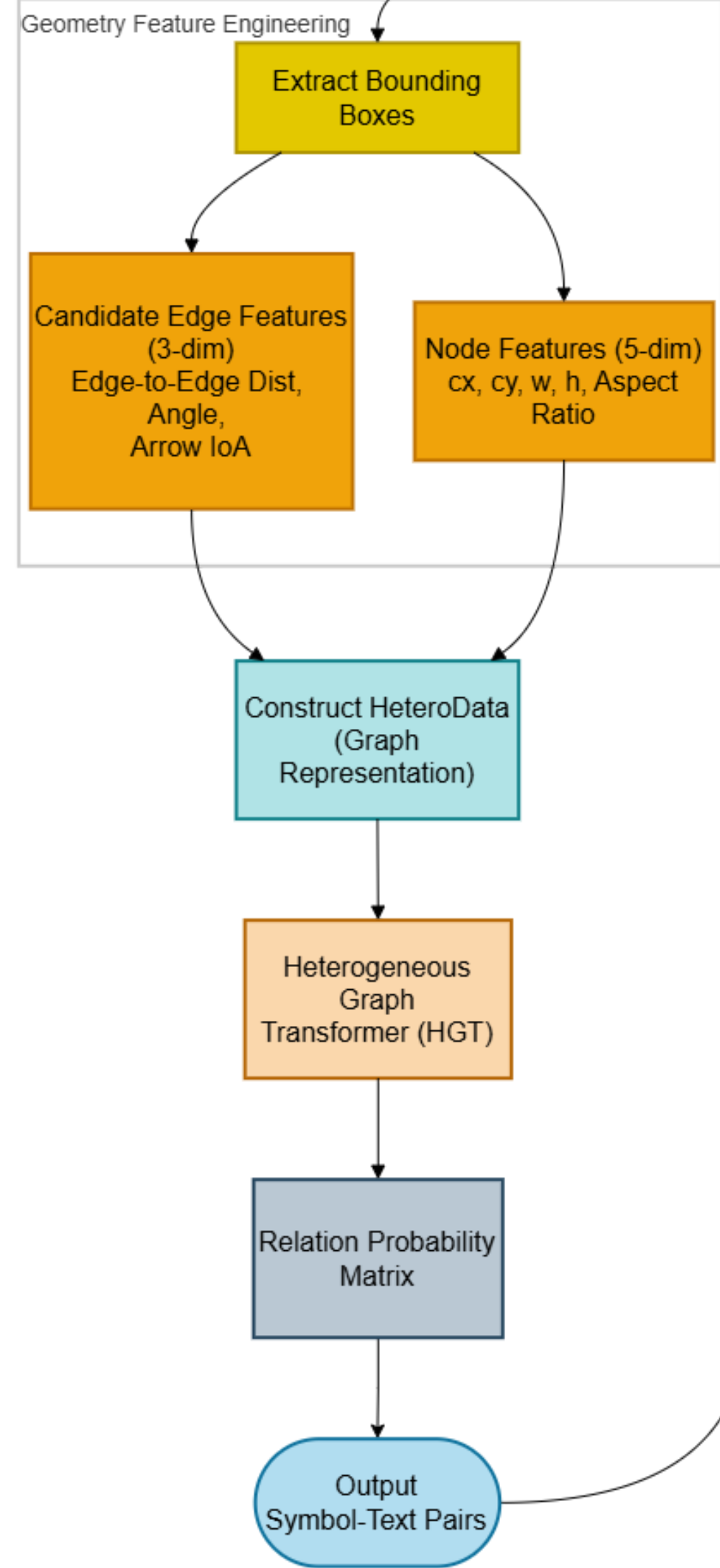
系統架構圖 (Architecture)

- Target Object Detector: 圖紙物件檢測模組 (RT-DETR)
- Object Details: 文本識別處理 (Qwen VLM)
- Associations: 異質圖神經網路關聯 (HGT)

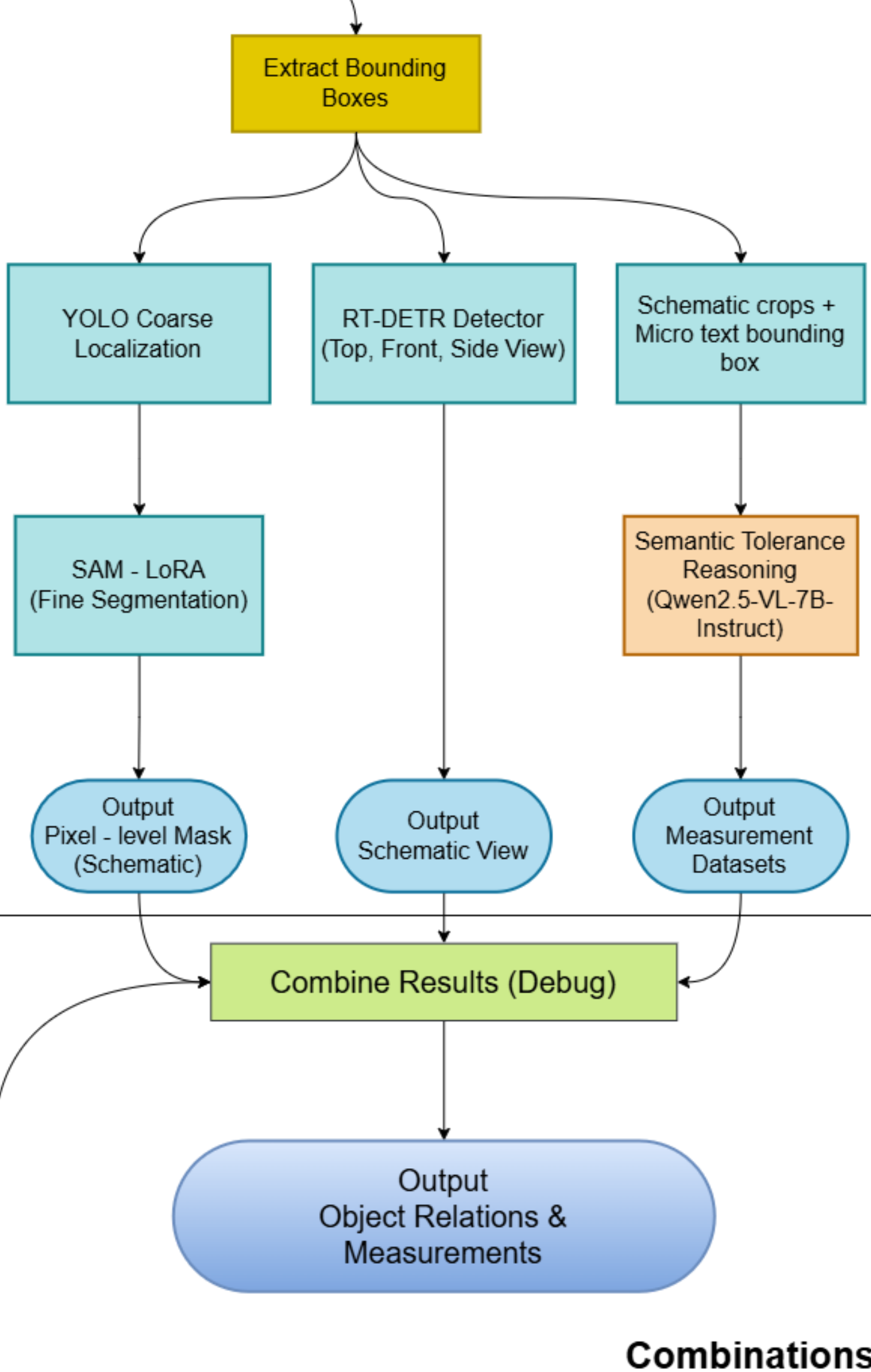
Target Object Detector



Associations



Object Details



Combinations

實作技術與環境

- 開發工具 (Tools): Python, PyTorch, TensorFlow, OpenCV, Hugging Face, Git, VS Code, PyCharm, llama.cpp
- 開發環境 (Environment): TWCC, Google Colab

結論與未來展望

- 研究貢獻：成功打造出一套高穩健度、兼具全局視野與商用落地價值的自動化工程圖紙理解系統。
- 優化方向：未來將持續優化在極端複雜或新型態工程圖紙下的識別表現，並進一步提升跨領域自動理解的泛化能力。在模型與模型之間增加誤差修正的作業，以免影響下一步模型輸出的結果

核心目標

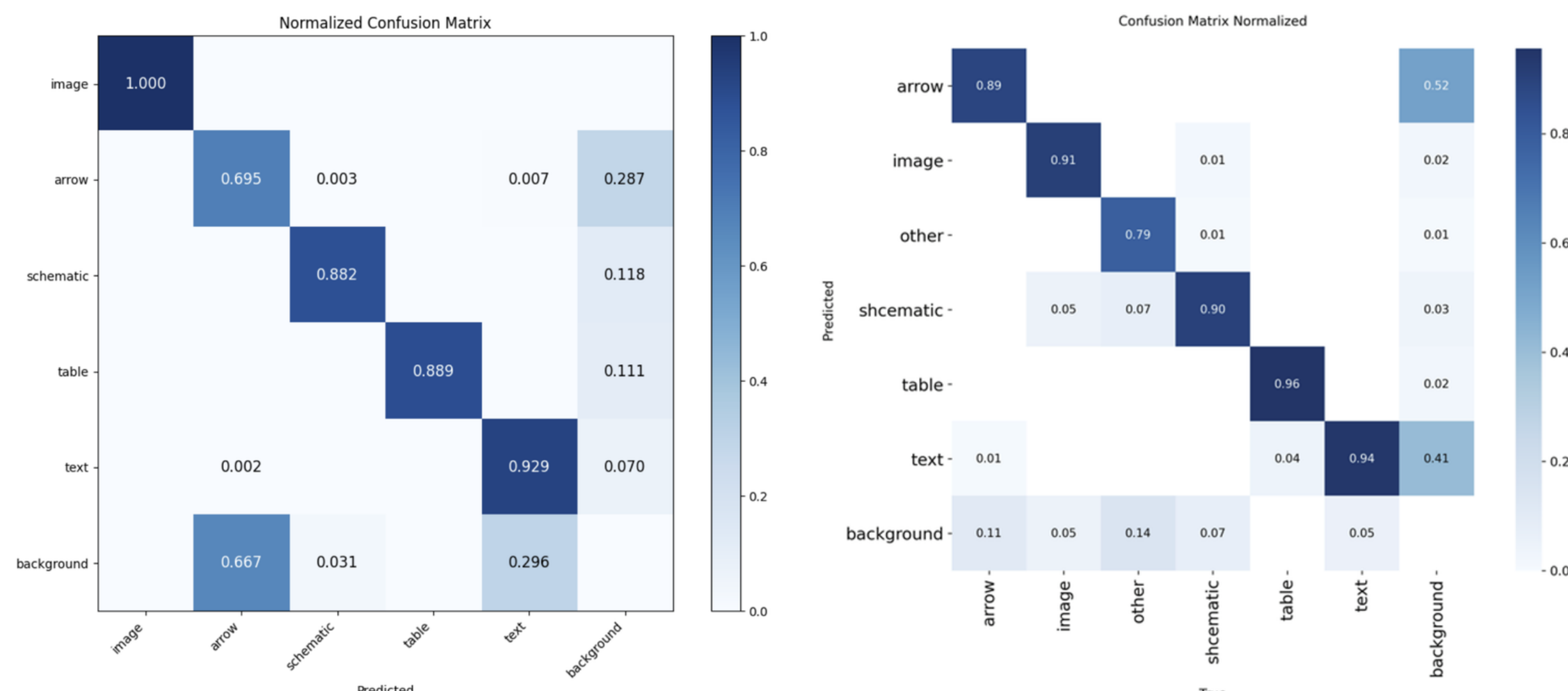
- 開發一套基於 AI 的自動化系統，直接輸入工程圖紙影像，自動偵測並輸出相互關聯的「符號與文字配對 (Symbol-Text Pairs)」。
- 突破空間距離限制，不論文字與符號在空間上是緊鄰或遠距離分布，皆能準確辨識。

成果展示

Crop-based Dataset Expansion 強化模型學習局部特徵

- 採 RT-DETR (Transformer)，強化全域特徵捕捉。
- 整體表現：複雜工程圖測試集 mAP@0.5 達 0.876。
- 關鍵指標：微小「箭頭」AP 0.823 | 「文字標註」AP 0.918

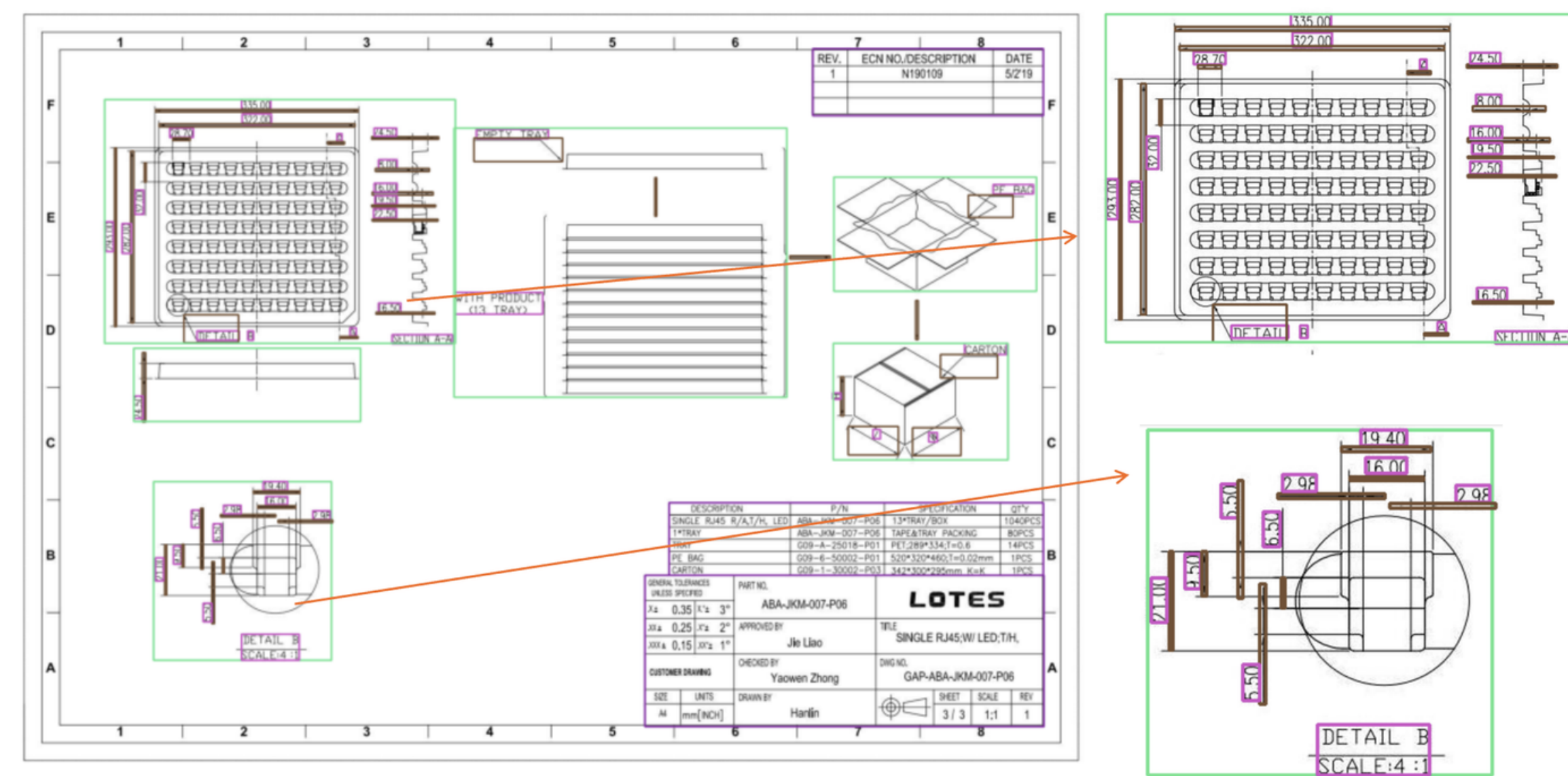
	YOLOV11	RT-DETR
mAP@0.5	0.707	0.876



YOLOv11

RT-DETR

- 痛點：圖面中大小目標混雜、缺乏色彩特徵、結構不固定、類別不平衡與標註雜訊問題、複雜標註與隱含公差難以標準化提取。
- 解法：多階段預訓練 + 局部裁切增強（保留微小細節）。
- 成效：無懼密集噪訊，高密度尺寸線與細長箭頭達 零漏檢。



Associations 關聯分析表現

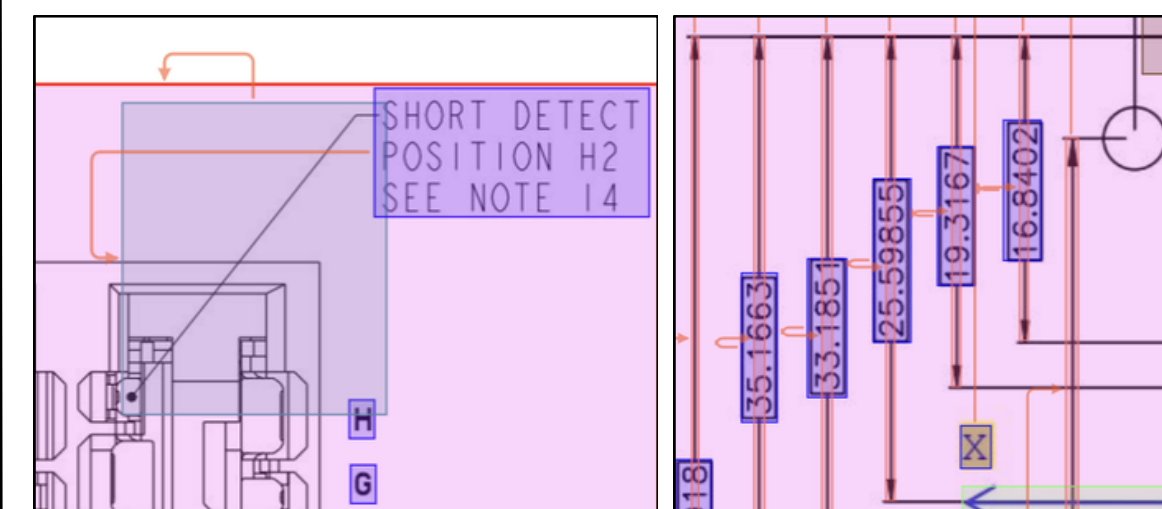
- 基礎目標：關聯零件 (Schem) 、尺寸箭頭 (Arrow) 與文字 (Text)
- 模型：XGBoost， Heterogeneous Graph Transformer (HGT)
- 測試集正樣本數為2555筆，負樣本數依各模型前處理獨自產生

	XGBoost (baseline)	HGT
Accuracy	0.98	0.996 (Similar results)

- HGT優勢：訓練更彈性、多維度輸出、可降維輸出

Outputs of XGBoost (2 types):

- Relation (1), None (0)



Outputs of HGT (3 types):

- describes (1), points_to (2), None (0)

