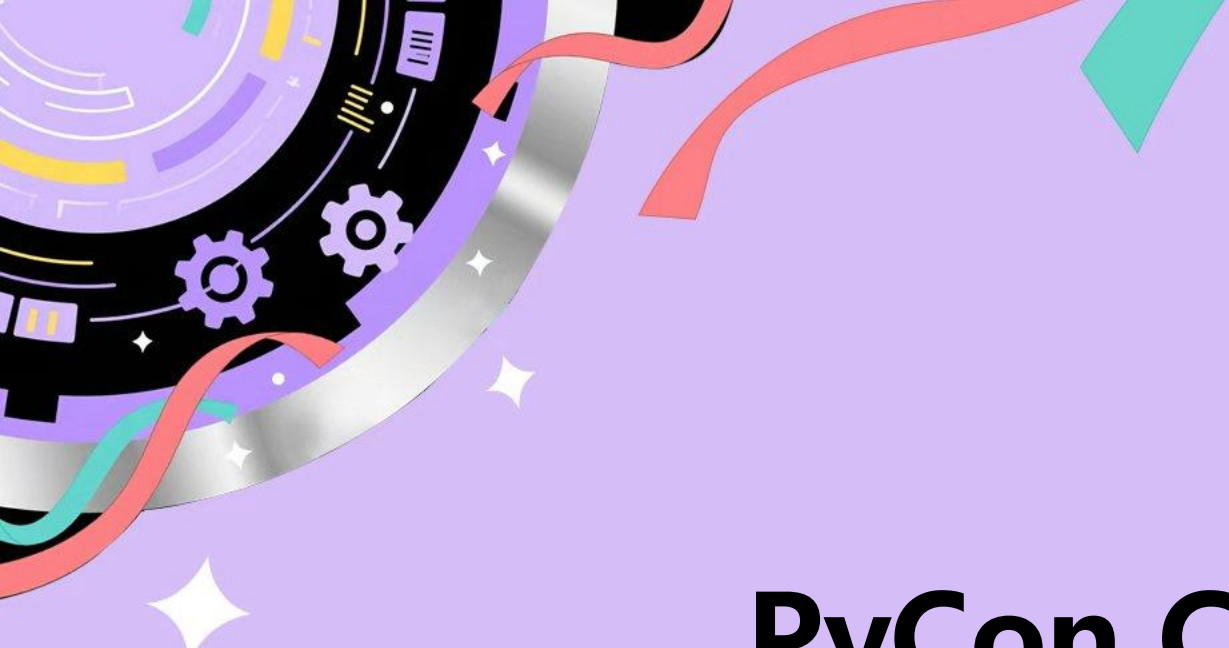




PyCon China 2025

设计一套用于半导体设备改造的 Python 自动化框架



Who?

- Rex Wu
 - Staff Engineer and Software Team Lead at KCI-Global Co. Ltd.
 - Focus on semiconductor equipment optimization
 - PyCon TW Volunteer
 - Chair at 2025
 - Recruitment team lead at 2021 – 2024
 - Volunteer since 2019
 - Alcohol Lover
 - Whiskey
 - Jägermeister
 - Beer



PyCon Travel

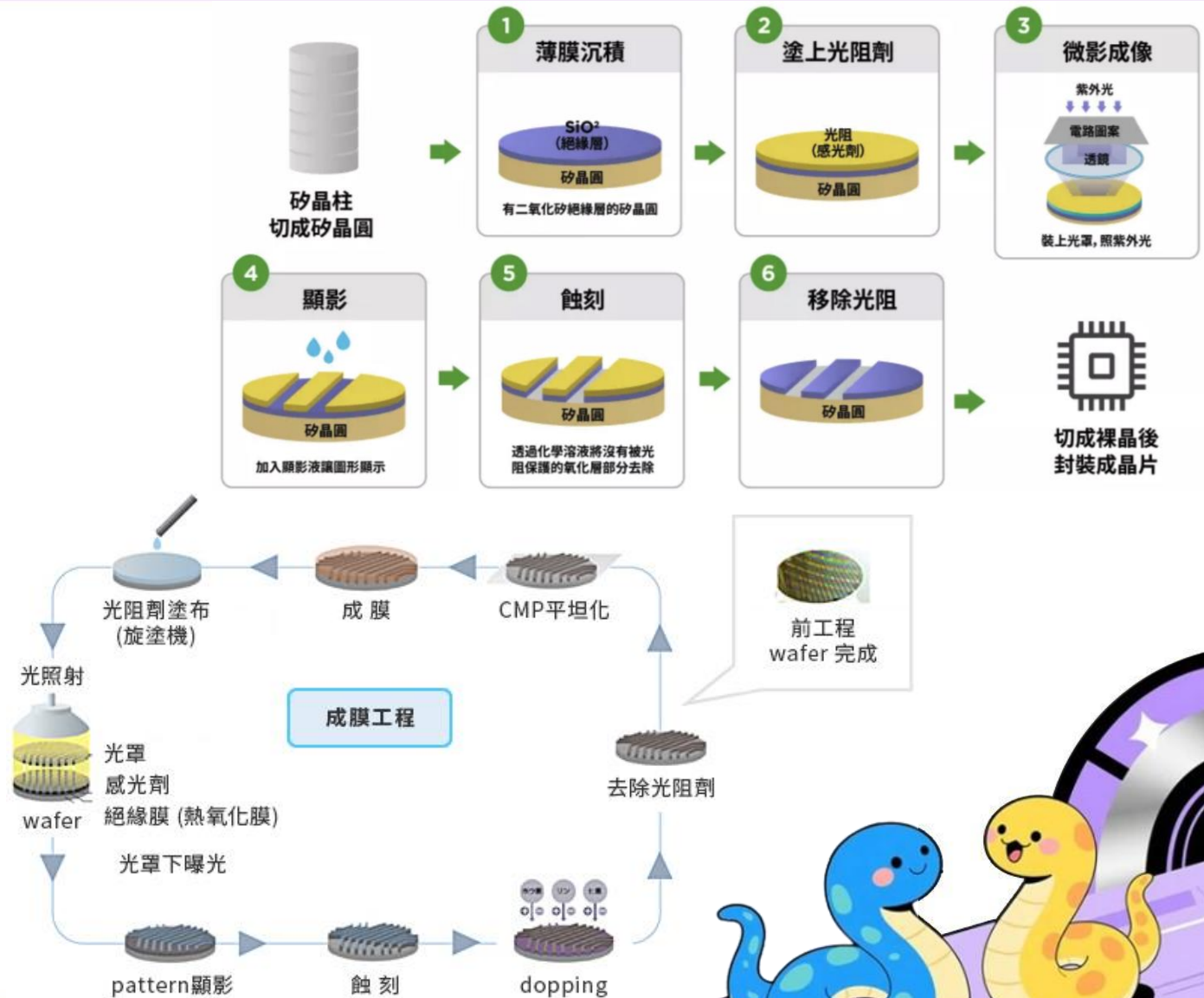


Do you think Python belongs only to websites or data science and AI/ML?
What if I told you it's now running next to billion-dollar semiconductor tools?



半導體的發展

- 摩爾定律
 - 摩爾定律提出 @ 1965
 - 台灣開始發展半導體 @ 1987
 - 研發 1.4nm @ 2025
- 半導體設備
 - ASML, Nikon, Cannon
 - TEL, Screen
 - Applied Materials
 - The others.....
- 半導體製程
 - 顯影
 - 乾製程
 - 溼製程



為什麼半導體需要 Python?

- Because of
 - 設備
 - 20 – 30 years old
 - Running for 24 hour 7 days
 - PLC
 - Windows – 95, 98, 2000, VISTA, XP
 - 良率 - 99.9%
 - 人工巡檢
- They need...
 - Data analysis
 - AI/ML
 - Automatic
 - Flexibility

So... Python!!!



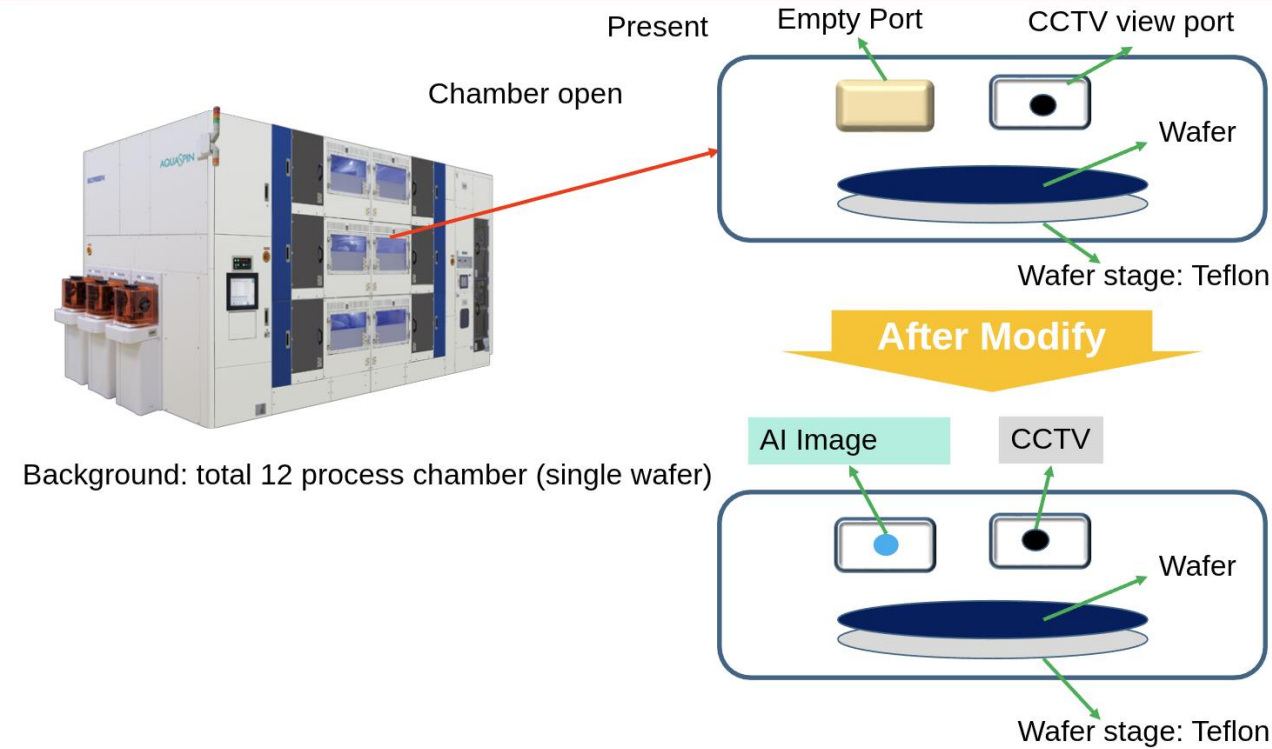
如何改造設備？

- Hardware

- 額外裝設 Sensor or Camera
- 擷取原設備訊號
- Computing Unit
- 符合半導體廠危害防護

- Software

- 透過外掛 computing unit 部屬系統
- 早期預測設備損耗
- 即時止損



我做了什麼？

- 設計一套用於半導體設備改造的 Python 自動化框架
 - 整合現有設備（非侵入式 or 最低限度侵入） - MCPProtocol, I/O, Modbus
 - 結合各式半導體廠內會使用的通訊協定/規範 - SECS/GEM, MQTT, TCP/IP
 - 優化製程 and 瑕疵分析 by AI/ML - Data analysis, Object detection, Classification
 - 建立 Sensor 監控系統 - 溫度, 濕度, 流量, 壓力
 - 硬體控制界面 - EtherCat, RS485, Modbus
 - 整機設備核心
 - 抽象化各模組提供更多客製化的彈性
 - Still in progress, but real-world driven



我做了什麼？

- Frontend
 - Veu.js
- Backend
 - Django, Flask, FastAPI
- AI/ML
 - YOLO, Anomalib or any custom model
 - Input data or image then output the result
- Data Processing
 - Redis for data bus
 - Postgresql, InfluxDB, MongoDB
- Communication
 - SECS/GEM, MQTT, Modbus, MCProtocol, EtherCat.....

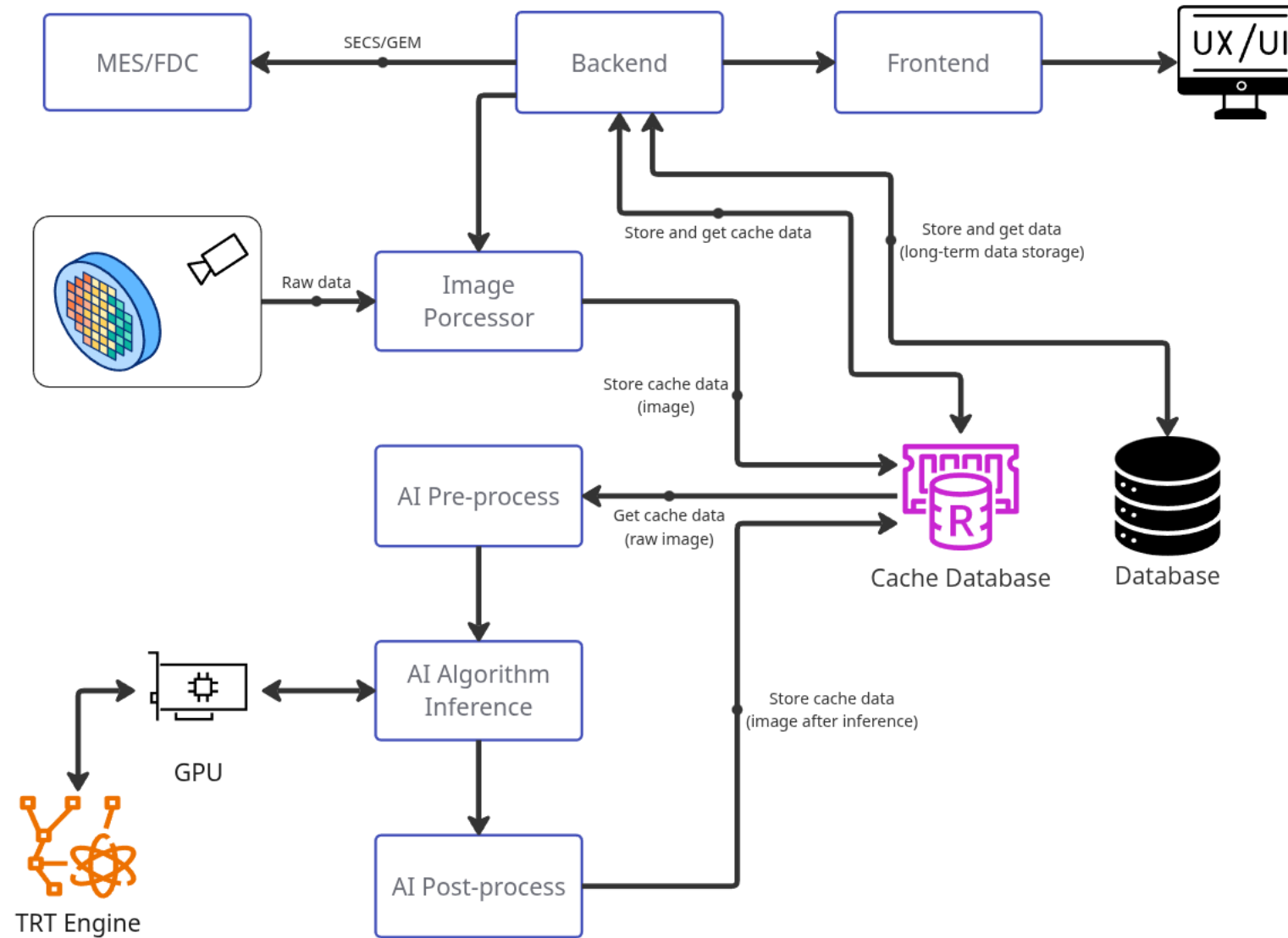


能用在哪儿？

- Wafer tilt detection
- Wafer shift detection
- Wafer cracker detection
- Nozzle leakind detection
- Die defect classfication
- Pump/Motor control
- Sensor data collection
- Recipe optimization
- Risk control
- And else...

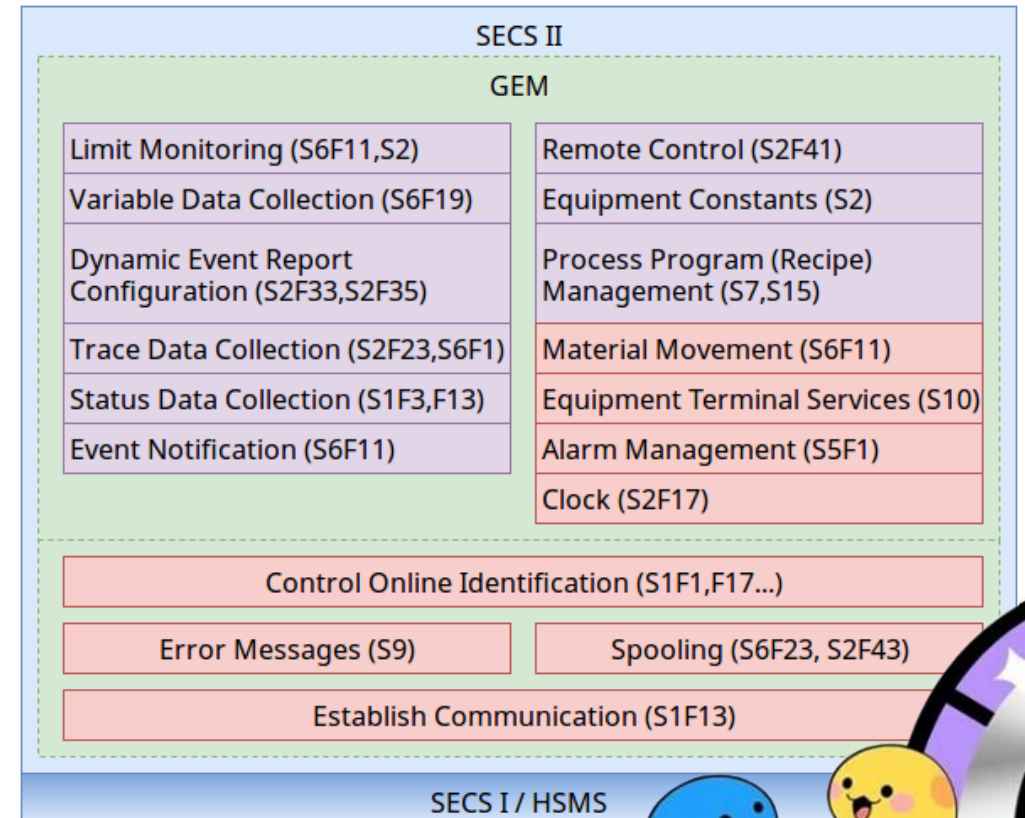
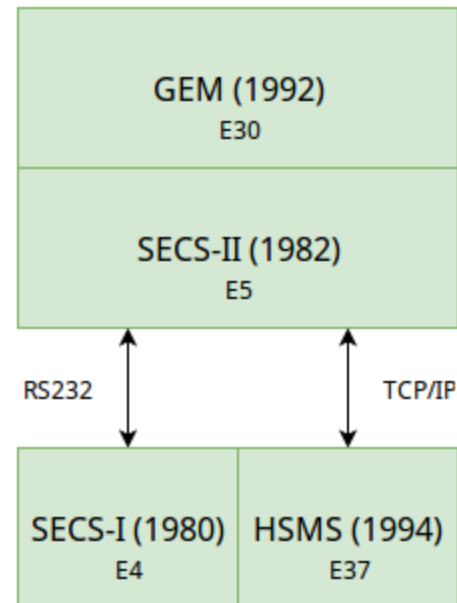


System Architecture



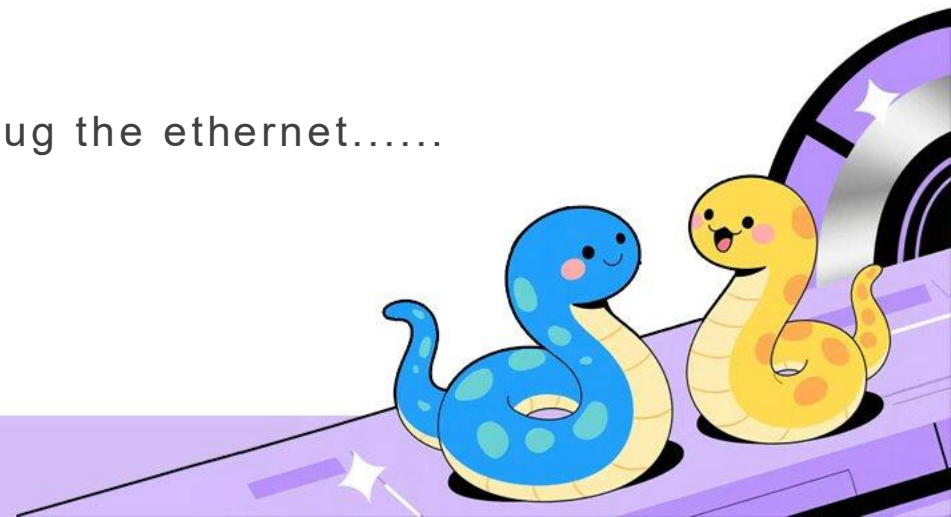
Integrate with MES/FDC

- SECS/GEM - SEMI Equipment Communication Standard/Deneric Equipment Model
 - 半導體業界統一通訊協定標準
 - But... 每一間半導體廠的每一台設備使用不同標準
 - JSON or XML?
- MQTT 呢?
 - MQTT 不好嗎?



Challenge

- AI model 訓練資料
 - 半導體產業相對封閉 資料取得不易
- 良率 $\geq 99.9\%$
- 客製化程度高
 - 造了無數的輪子
- 超高即時性
 - 反應時間 $\leq 1000\text{ ms}$
 - GPU 加速, 解決 bottleneck
- 設備規格不同
 - 同一型號設備複數版本
 - Recipe 不同
- 設備改造困難
 - 原有設備彈性不足
- 現場無法即時更新版本
 - 半導體產業.....
- Security?
 - Just unplug the ethernet.....



如何自動化？

- 流程自動化 (Process Automation)

- 讓工廠「資料會流動、自動處理、即時反應」
- 設備通訊統一 - 標準化 JSON 格式事件
- AI 推論流程 - 自動觸發影像辨識/異常檢測
- Log & Alarm 管理 - 自動分類、記錄、通知
- 與 MES/FDC 串接 - 異常上報、產線參數回饋
- e.g. 發現 wafer tilt 自動通知 operator and MES

- 部署自動化 (Deployment Automation)

- 讓開發與現場落地變得可靠、快速、可控
- 使用 Docker 建立可攜式模組
- 每個模組皆可獨立部署 (AI、Comm、Web)
- 設定環境自動化 (透過 .env, config.yaml, 或 web UI)
- 支援版本控管與自動更新
(CI/CD - Dev, Staging, Production)
- 實作 hot-reload / live config reload 支援 (無需重啟)



Future

- 開源與框架化
 - 將核心模組 (Comm / AI / Pipeline) 整理為可重用的 Python package
 - 規劃開源化流程 (選擇授權、文件、CI/CD、社群經營)
 - 希望吸引來自其他 fab/實驗室/開發者的參與
- 技術演進方向
 - 支援更多協定 (OPC-UA、gRPC、WebSocket 通訊整合)
 - 模型訓練/部署平台整合 (HuggingFace Hub、ONNX Runtime、MLflow)
 - 強化安全與部署彈性 (版本控管、滾動更新、監控模組)



Q&A

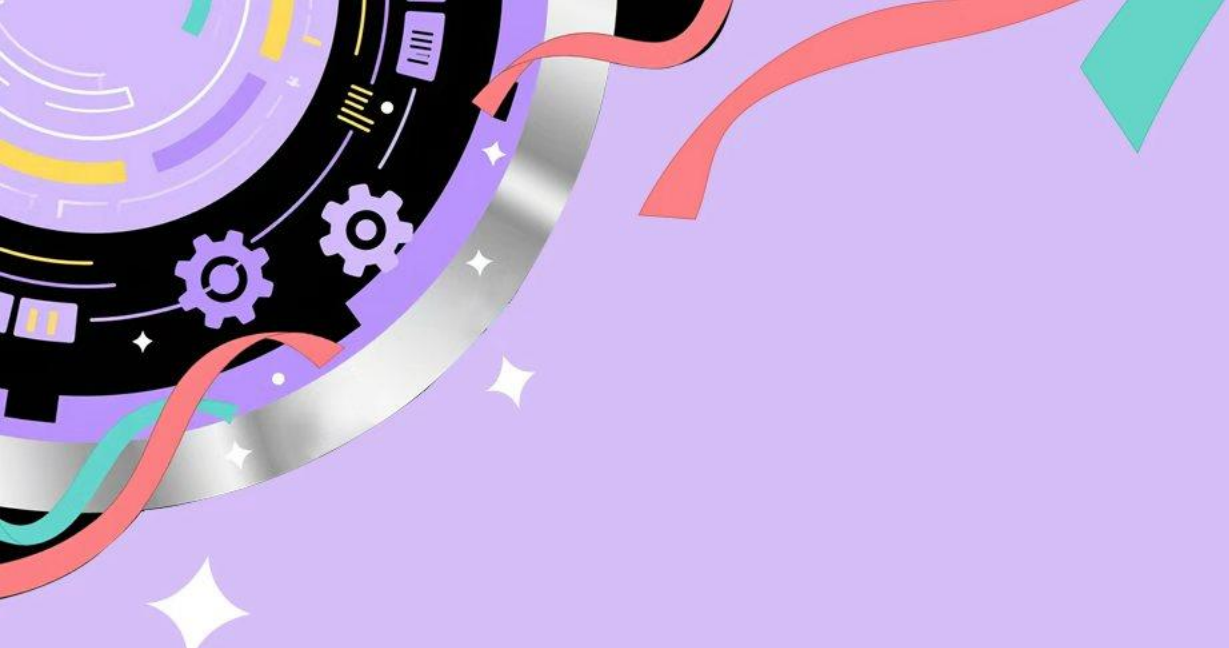


Q&A



QAQ





Thanks!

