織物瑕疵檢測導入AI應用與案例解析

課程地圖

01
AI 的演化與應用

- AI 發展沿革與現況
- 感知、生成、代理、物理四類AI
- 各類 AI 的能力與限制
- 現階段的產業應用
- 未來三年的發展方向

02
紡織產業導入 AI 的效益

- 人工目檢的限制與成本
- 隱形損耗的量化方式
- AI 視覺檢測的判定原理
- 布廠導入效益與投資回收
- 成衣廠的延伸應用

03
未來的 AI 能力與應用

- 檢測之外的延伸應用
- 品質數據轉為管理決策
- 人機協作的分工設計
- 常見誤解與試辦原則
- 未來的 AI 應用案例

I 從 AI 的定義,到可執行的導入清單

01

第一小時

AI 的演化與應用

發展沿革 × 四類 AI × 現階段應用 × 未來趨勢

發展順序

NVIDIA GTC 2024: AI 的四波發展

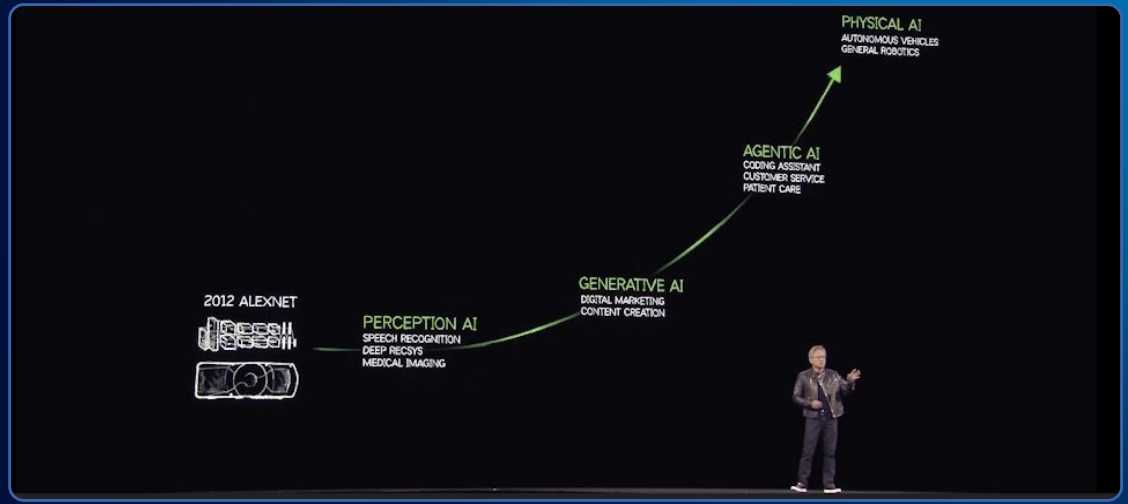
四波為疊加關係,非取代關係:每一波都以前一波產生的資料為基礎。

第一波 | 已成熟
感知
Perception AI

第二波 | 已成熟
生成
Generative AI

第三波 | 發展中
代理
Agentic AI

第四波 | 初期
物理
Physical AI



| 紡織瑕疵檢測的主戰場,位於已成熟的第一波

AI 的四種類型

四種 AI:感知、生成、代理、物理

依「能做什麼」區分,目前的 AI 可分為四類,能力與成熟度各不相同。

感知式 AI
Perception AI

辨識影像、聲音等感測訊號,判斷「這是什麼」。

成熟,已大量商用

生成式 AI
Generative AI

理解語意並產出文字、影像等內容。

成熟,已大量商用

代理式 AI
Agentic AI

自主規劃步驟並跨系統執行任務。

發展中,已可局部導入

物理式 AI
Physical AI

驅動實體設備,在真實環境中作業。

初期,三至五年成形

| 紡織瑕疵檢測屬於感知式 AI —— 四類之中最成熟、風險最低的一類

AI 的四種類型

AI 的四個階段：從擷取物理世界，到回到物理世界執行

感知 → 生成 → 代理 → 物理，四波疊加，並在物理世界形成閉環

感知式 AI

Perception AI

借五感（眼、耳、鼻、舌、身）的感知器，擷取物理世界的模擬信號

生成式 AI

Generative AI（數位世界）

轉換模擬信號，產出人類語言、豐富數位世界數據，並作為物理世界與數位世界的橋樑

從物理世界擷取，形成數位數據，分析後決策

再回到物理世界執行，形成閉環

物理式 AI

Physical AI

結合感知數據、決策與運動控制，使 AI 具備在真實物理環境中執行作業的能力

代理式 AI

Agentic AI

具備目標理解與自主執行能力，可在無人逐步干預下完成完整任務流程

關鍵時點

四個關鍵時點

AI 由研究工具轉為通用工具,產業的採用門檻隨之下降。

2012
判讀準確度提升

2017
訓練效率提升

2022
使用門檻消失

現階段
由回答轉為執行

對製造業的意義:技術取得已非門檻,關鍵在於是否具備自有的現場資料。

| 使用門檻正在下降,資料門檻正在成形

物理型 AI

物理式 AI：進入實體作業

AI 由資訊系統延伸至實體設備,為未來三至五年的發展重點。

- 自動駕駛
- 工廠機器人
- 物流與倉儲

對紡織的意義:自動理布、搬運與裁剪設備的成本將持續下降,
但其運作前提為感知層已完成建置。

| 實體自動化的前提,是先具備可靠的感知能力

物理式 AI 應用

AGV 車在紡織上的應用

- 紡織現場的搬運對象：條桶、粗紗筒、經軸、布卷與裁片車。
- 巴西染整廠 Florisa 於 5 層樓、4 部電梯的倉庫運行 5 台 AMR。
- 車輛串接 ERP 與 WMS，管理 3,000 個布疋儲位並自動記錄任務。
- Rieter 規劃每萬錠操作人力由 20.6 人降至 3 人。
- AGV 走固定路徑；AMR 以 LiDAR 自主導航，可繞行障礙。
- 前提：地坪平整、通道淨空、電梯介接與 ISO 3691-4 安全規範。

AI 的四種類型 案例

特斯拉自動駕駛 Robotaxi（物理式）

- 2025 年 6 月於 Austin 啟動，初期配置前座安全監控員。
- 2026 年 4 月 18 日 Dallas、Houston 首度無安全員上線。
- 截至 2026 年 6 月，德州登記車輛 42 輛，仍屬試營運規模。
- NHTSA 通報：Austin 車隊約 80 萬英里累計 14 起碰撞。
- 加州僅持包車業執照，測試車依規定仍須配置安全駕駛。

AI 的四種類型 案例

外骨骼機器人（物理式）

- 福寶科技 2017 年成立於新竹，為工研院衍生之外骨骼團隊。
- FREE Walk 為髖、膝關節動力驅動的下肢外骨骼系統。
- 裝置重 20 公斤，電池續航 2小時，行走速度每小時 2 公里。
- 意圖偵測以馬達感測肌肉發力阻抗，不需體表貼片。
- 已取得 CE、MDSAP 與 TFDA 認證，全台逾 35 家機構導入。

AI 的四種類型 案例

自主執行外科手術（物理式）

- 約翰霍普金斯 SRT-H，2025 年 7 月發表於 Science Robotics。
- 於 8 個未見過的離體豬膽囊完成手術，成功率 100%。
- 單次切除拆解為 17 項子任務，含分離特定膽管與動脈。
- 訓練資料約 18,000 筆示範，含刻意誘發失敗的修正範例。
- 無人操控介入，可依口語提示即時修正動作。

代理型 AI

代理式 AI:由分析延伸至執行

多數工廠的問題不在偵測,而在偵測之後的處理流程中斷。

僅具分析 | 流程中斷

異常已知,後續未動

- 異常偵測完成,通報仍需人工發送
- 報告已產出,無人接續追蹤
- 夜間與假日無人監看,延至次日處理
- 分析品質再高,未執行即無效益

加入代理 | 流程接續

由系統完成後續動作

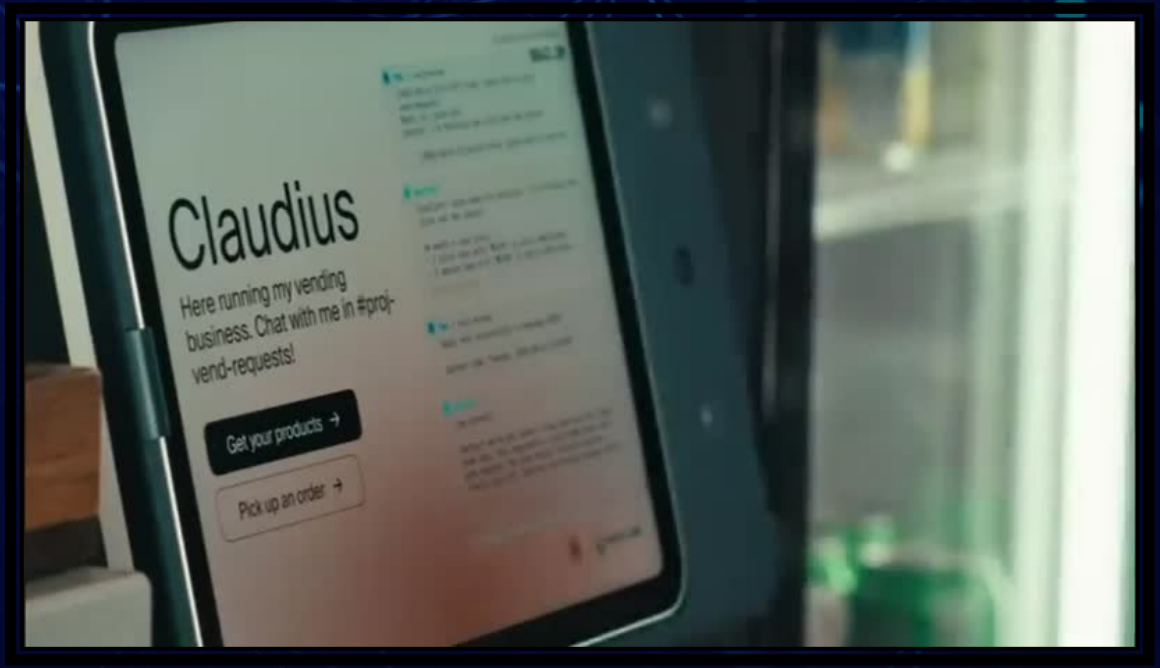
- 超過閾值自動通報對應人員,30 秒內送達
- 自動開立工單、建立待辦並追蹤至結案
- 全時段運作,不受班別影響
- 關鍵決策仍保留人工核可

| 代理型 AI 補的是「檢測之後」的執行環節

AI 的四種類型 案例

AI 代理自主經營實體商店（代理式）(1)

- Anthropic 與 Andon Labs 合作，由 Claudius 經營販賣店。
- 第一階段起始資金 1,000 美元，營運一個月後淨值下降。
- 虧損主因為低於成本售出鎢立方，並過度給予折扣與贈品。
- 第二階段導入 CRM、含進價的庫存管理與比價工具。



AI 的四種類型 案例

AI 代理自主經營實體商店（代理式）(2)

- 增設 CEO 代理後，
  折扣減少約80%，
  負毛利週數大致消除,
  開始獲利。

生成式 AI

生成式 AI 的既有應用

將分散的數據轉為可讀的敘述,是行政作業中見效最快的一環。

文件與報告

日報、週報、會議紀要、客訴回覆的草擬。

多語言輸出

同一份品質報告同步產出繁中、英文、日文版本。

資料查詢

以自然語言查詢規格書、標準與歷史紀錄。

初稿產出

報價、提案與供應商溝通信件的初稿,人員負責審核。

| 生成式 AI 的價值,在於縮短資料整理所需的時間

AI 的四種類型 案例

Novo Nordisk NovoScribe 新藥臨床試驗報告（生成式）

- CSR 篇幅可達 300 頁，醫學寫作人員平均年產 2.3 份。
- 導入後產出時間由約 12 週縮短至
  10 分鐘。
- 撰寫時間減少 90%，裝置驗證方案資源投入減少 95%。
- 架構為 RAG，建置於 Amazon Bedrock 與向量搜尋之上。
- 揭露時已編製約 30% 的 CSR，目標年底提高至 90%。

感知式 AI

感知式 AI 的應用

此技術已在多個產業運作十年以上。

醫療影像
於 X 光與病理切片標示可疑區域,供醫師優先判讀。

交通與車輛
車道偏移、行人偵測、車牌辨識。

工業檢測
半導體載板、面板、印刷電路,已為高階製造的標準配置。

紡織驗布
布面瑕疵的即時偵測與分類。

>98%

高準確率
是實現物理世界動作轉換至數位世界的第一步

| 紡織並非首個導入產業,技術風險已由其他產業驗證

AI 的四種類型 案例

視覺辨識 + 雷射除草（感知式）

- LaserWeeder 單機搭載 30 具 150W 雷射與 42 台相機。
- 每 50 毫秒擊發一次，每小時可清除 30 萬株雜草。
- 覆蓋 1–3 英畝 / 小時，除草成本可降低約 80%。
- 已部署於 15 個國家，屬感知決策—物理執行的閉環。

AI 的四種類型 案例

以咳嗽聲進行結核病篩檢（感知式）

- Google HeAR 為生物聲學基礎模型，2024 年 3 月公開。
- 以約 3 億筆音訊訓練，其中約 1億筆為咳嗽聲。
- 印度 Salcit 將其整合進 Swaasa 平台，用於結核病篩檢。
- 臨床研究收案 567 人，敏感度 90.4%、特異度 84.7%。
- 已取得印度 CDSCO 核准，累計篩檢逾 40 萬人。

AI 的四種類型 案例

AI 溺水偵測（感知式）

- Lynxight 已於 16 國、逾 1,000 座泳池部署。
- 沿用場館既有監視攝影機，不需改建池體或停業。
- 以影像校正演算法穿透水面反光，辨識溺水前行為。
- 警示送至智慧手錶，廠商宣稱反應速度較目視快 6 倍。
- Coral MYLO 採水上與水下雙鏡頭，並符合 ASTM F3698-24。

導入順序

四波為疊加關係,順序不可跳過

物理式AI的基礎要從感知式AI開始。

1

感知:產生資料

建立可查詢的品質數據。無此基礎,後續應用皆無法運作。

2

生成:轉為資訊

將數據轉為報告與洞察,供人判讀。

3

代理:自動執行

將既定流程自動化,人員保留決策權。

4

物理:實體作業

設備自主運作,達成產線自動化。

跳過感知層直接推動自動化,多因缺乏資料而受阻

未來三年

未來三年應建立的三項基礎

重點不在追隨新工具,而在建立三項不可外購的基礎。

1

資料基礎

產線影像與判定結果須可記錄、可查詢。
累積時間越長,價值越高。

2

系統整合

檢測系統、MES、ERP 之間須能互通。
資料孤島將限制應用範圍。

3

組織準備

現場願意配合調校,管理層具備數據判讀能力。
技術可外購,習慣不可。

技術成本將持續下降,現場資料與使用習慣則無法複製

小結

第一小時的結論

以下三點為本段的核心。

01 AI 分為感知、生成、代理、物理四類,其中感知式最為成熟。

02 四類為疊加關係。感知層完成建置後,後續應用才具備資料基礎。

03 物理世界的現象轉為數位世界的數據靠的是感知式 AI。

I 第二小時:將上述能力對應至布廠現場