

工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

未來工廠機器人科技趨勢

機械與機電系統研究所

Department of Mechanical and Mechatronics Systems Research Laboratories

游鴻修 組長

Patrick Yu

2020年1月8日 @臺南

~15~

工業技術研究院 未來工廠機器人趨勢：人力→自動化→AI化

投入機器人自動化現況作法

工研院投入自動化現況無法滿足之需求



Why use industrial robots?



什麼是AI?

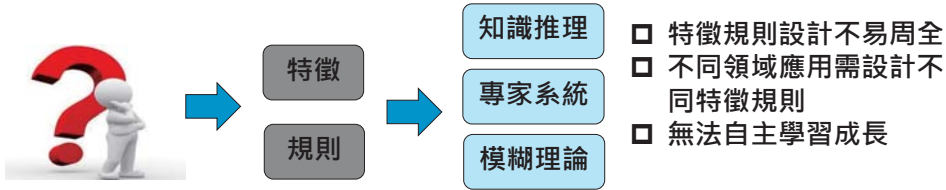


1990年代，AI發展在於並行處理能力+21世紀大數據

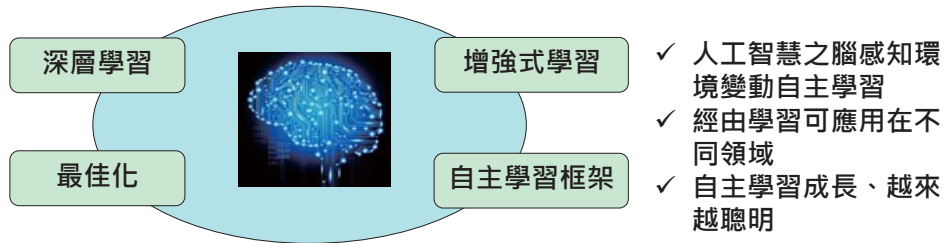
- 1997年：Deep Blue打敗西洋棋冠軍Garry Kasparov
- 2016年：AlphaGo 戰勝韓國職業圍棋九段李世石
- 2017年：Lipbratus在賭場以一對四，擊敗德州撲克世界頂尖高手
- 2017年：AlphaGo 擊敗世界圍棋冠軍柯潔



As-is 傳統的AI：人工設計規則



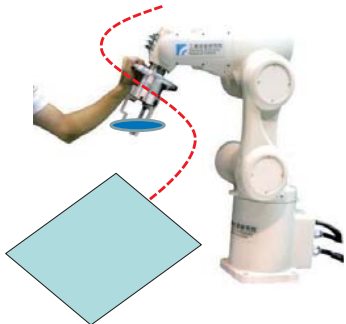
To-be 新一代的AI：Data-driven、深層學習、增強式學習



- 趨勢一：協作型人機互動機器手臂
- 趨勢二：高精度高剛性機器手臂加工
- 趨勢三：移動能力Mobile Arm
- 趨勢四：溝通與共通標準
- 趨勢五：虛實整合+AI

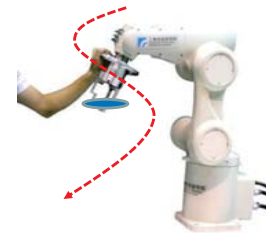
順應教導 -從示範中學習任務-

- Motion teaching by compliance
 - Lead through programming
 - Simple task such as pick and place
- From motion to complex task
 - Task description and environment modeling
 - Multi-modal: vision and tactile



Teaching robot by lead through

順應教導 -從示範中學習任務-



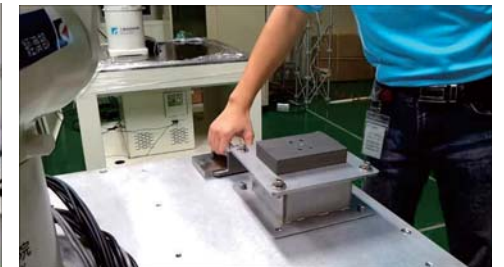
Robotics lead-through teaching without programming:

- Intuitive and straight-forward
- Fast and easy for change-line
- Direct perception of work space
- Pure software technology (sensor-less compliance control)

+ AI !!?



Teaching by Demo



Gravity/Magnetic force compensation

次世代工業用機器人

-安全協作機器人-



- ISO於2016年2月發佈ISO/TS15066:2016協作型工業機器人規範
- 詳細定義協作型機器人設計與安裝要求，以及安全風險評估準則



- ITRI以觀察員身分參與ISO/TC299

ITRI's high-safety collaborative robot:

- Safety-rated monitored stop
- Speed & separation monitoring
- Hand guiding
- Power and force limiting

+ AI !!?

工業型機器人發展趨勢

趨勢一：協作型人機互動機器手臂

趨勢二：高精度高剛性機器手臂加工

趨勢三：移動能力Mobile Arm

趨勢四：溝通與共通標準

趨勢五：虛實整合+AI

次世代工業用機器人

-手眼力協調MIO機器人控制器-

機器人精度提升

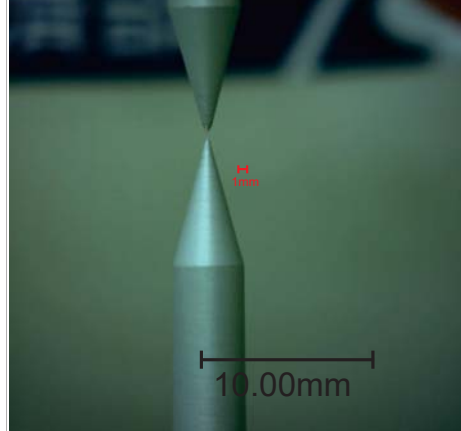


次世代工業用機器人

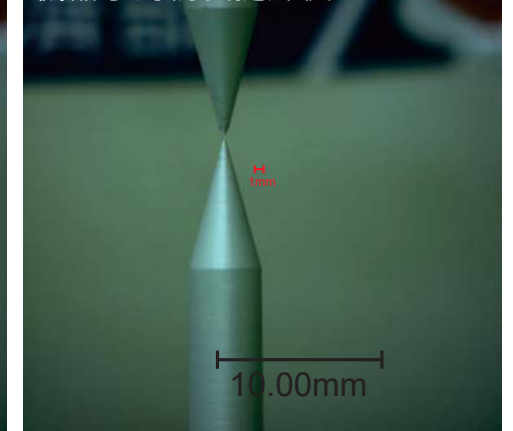
-手眼力協調MIO機器人控制器-

機器人精度提升

機器手臂精度提升前



機器手臂精度提升後



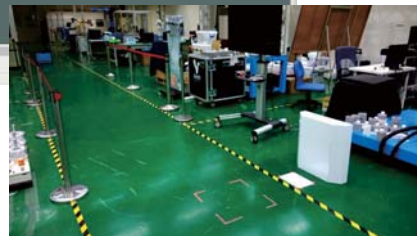
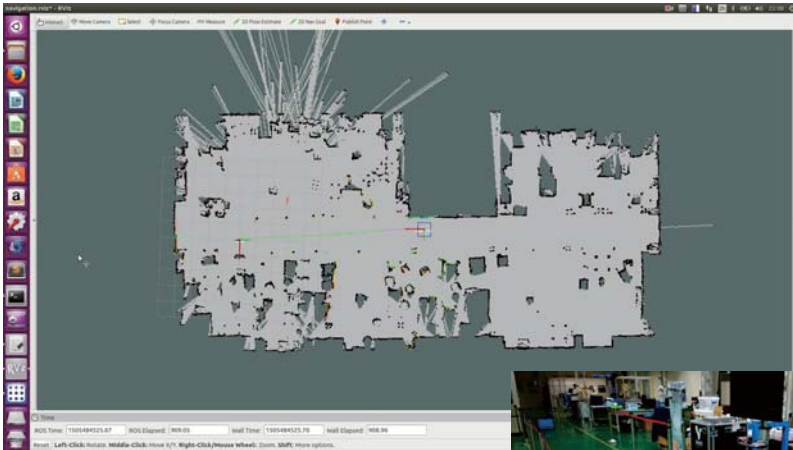
趨勢一：協作型人機互動機器手臂

趨勢二：高精度高剛性機器手臂加工

趨勢三：移動能力Mobile Arm

趨勢四：溝通與共通標準

趨勢五：虛實整合+AI



開發高荷重牽引式AGV，解決地面不平、油污與高荷重搬運等問題，運行於螺絲扣件產業，解決螺絲產業搬運共通性問題



國產AGV跨入生技業高潔淨等級 (Class 10,000) 運載能力，並提昇業者組裝與運輸綜效達100% (產能提昇一倍)



開發國內首創高荷重(1噸以上)原地迴轉型雙向導引AGV，整合ERP、MES開發智慧多車管理系統軟體，提升運輸效率與降低重機具運輸之風險



開發棋盤格式AGV派車系統，軌道可弧線與直角並行，對空間做最有效利用

+ AI !!?

生產管理



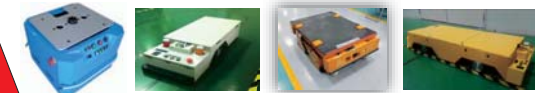
《產線生產管理ERP、派工系統(企業自有)》

派車系統



《派車UI系統與多車通訊協議》

整機開發



《不同荷重、功能方案之AGV整機》

關鍵模組



《控制模組》 《驅動模組》 《導引模組》

趨勢一：協作型人機互動機器手臂

趨勢二：高精度高剛性機器手臂加工

趨勢三：移動能力Mobile Arm

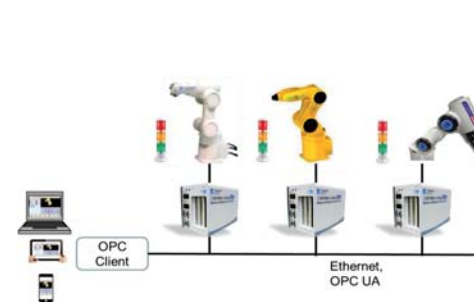
趨勢四：溝通與共通標準

趨勢五：虛實整合+AI

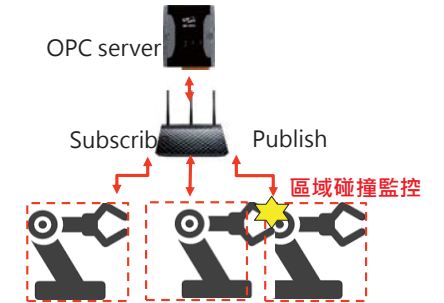
整合跨平台通訊標準 OPC UA



- OPC UA 為德國工業4.0 M2M的標準規範
- 提供一個完整安全可靠的跨平臺的架構，以獲取即時和歷史資料和時間
- 為IEC62541系列標準



多款機器人廠牌通訊架構



區域碰撞監控多廠牌機器人

聯網互動·派工控制與資料收集

- 透過OPCUA建立中控端CPS離線編程與機器人連線
- 路徑派工系統進行任務分配·執行流程控制(start, stop, pause)
- 收集場域資訊(即時資訊或非即時資訊)·機器人與設備位置、機器人位置

+ AI !!?

Shop floor



Sensor

- ☐ Kinect2
- ☐ 機器人編碼器

派工控制系統

← OPC UA

→ OPC UA

CPS離線編程軟體(中控端)



- ☐ 物聯網資訊模組
- ☐ 加工路徑生成模組
- ☐ 機器人互動模擬模組

趨勢一：協作型人機互動機器手臂

趨勢二：高精度高剛性機器手臂加工

趨勢三：移動能力Mobile Arm

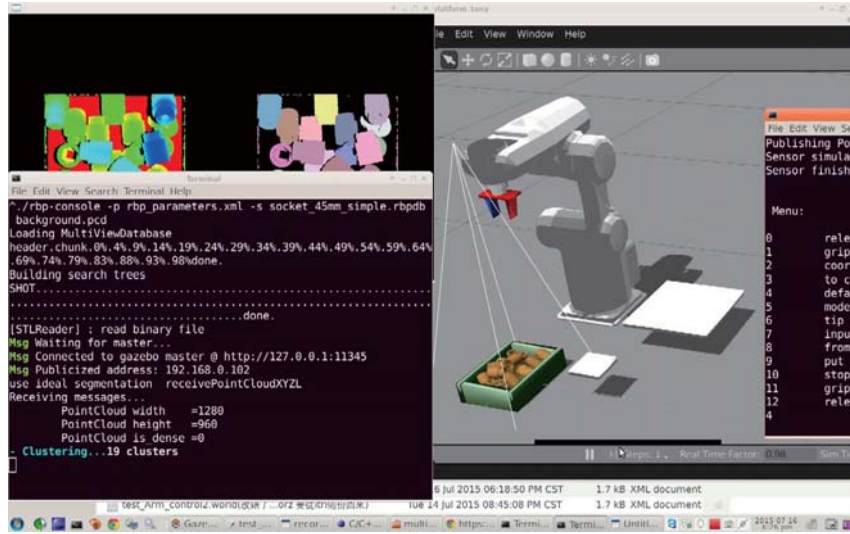
趨勢四：溝通與共通標準

趨勢五：虛實整合+AI

虛實整合機器人自動化單元

-機器人與自動化模擬器-

- 任意堆疊物件取放-演算法模擬



虛實整合機器人自動化單元

-機器人與自動化模擬器-

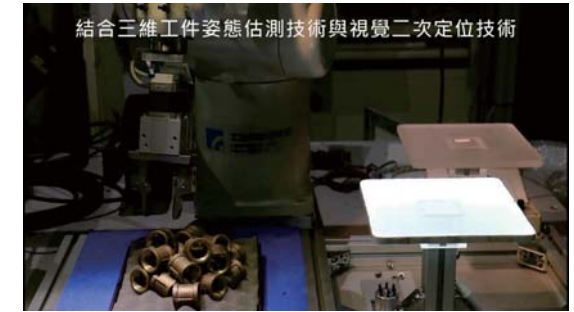
- 任意堆疊物件取放-實機取放



Robotics RBP by vision:

- Flexible manipulation
- Small footprint of feeder
- Improvement by software, not hardware

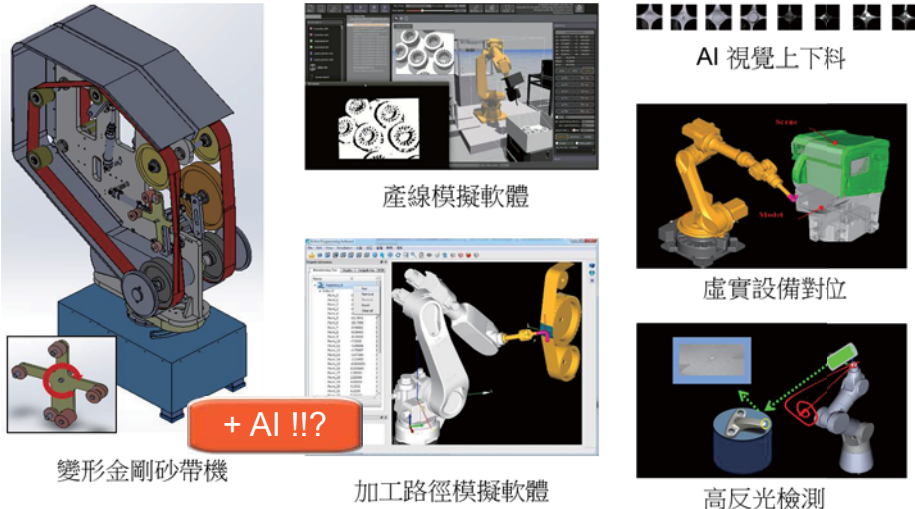
Application: Metalworking, assembling, loading/unloading



國產化表面加工機器人單元

-Cyber-Physical System-

- 虛實整合表面加工機器人解決方案：ITRI eMIO-based多自由度智慧砂帶機 + ITRI EzSim/Assassim模擬分析軟體(加工路徑/單元產線) + 虛實對位技術 + ITRI AI Vision



虛實整合機器人自動化單元

-應用案例：水五金產業CPS拋光機器人單元-



機器人智能相關情境

- ▶ 機器人多重環境資訊感知與認知
 - 了解工作環境，自我建構出4D空間描述



- ▶ 物件相關觸覺與力量感知與認知
 - 從觸覺與力量感知，了解物件資訊，自我建構智慧資料庫



- ▶ OOI (Object of Interest) 感知與認知
 - 了解工作物件，自我辨識工件工具取放方式與程序，設備間彼此可互相溝通與分擔工作



- ▶ 機器人工作程序認知解構與執行控制
 - 經由人類示範，或自我建立學習內容，認知工作程序並進行後續工作執行控制



Nvidia : A.I. Factory

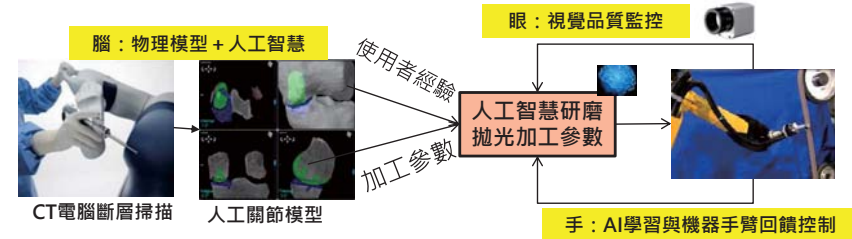
- A.I. Embedded Robotics : NVIDIA® Jetson™ 整合深度學習技術來推動 AI 機器人，引領下世代AI自動化模式



AI智慧機器人應用

利用人工智慧機械打造研拋工藝級製品，提升人均產值3倍

- 以人工智慧結合機器人軟硬整合技術，研拋養成時間由原本2年縮短到2天之內，達到研磨師傅研拋光工藝品質
- 研拋師傅教導機器人學徒新產品研拋，提升師傅人均產值3倍
- 以醫療器材、運動用品、汽機車零組件等應用產業為標的



- 人工智慧分析關節的曲度與幾何大小，產生客製化形貌等細微設計
- 根據患者需求調整研磨拋光製程，達到最佳植入效果

虛實整合

- 「機器人是終極的AI。」-黃仁勳2017
- 「人類要如何讓機器人學習？」
- 模擬器simulator
 - Google



問題與缺口描述

- 機器人很難用
- 沒經驗不會導入(系統建置不易)
- 純自動化缺乏彈性
- 很難擴充

Ez to AI

- Ez to learn new tasks
 - Line/layout change
 - Reduce line change down time
- Ez to build new app. Systems
 - Initial deployment
 - Speedup system deployment
- Ez to adapt to variation
 - During manufacturing
 - 實際上不標準的料
 - 環境動態改變
 - Minimize support request and service time

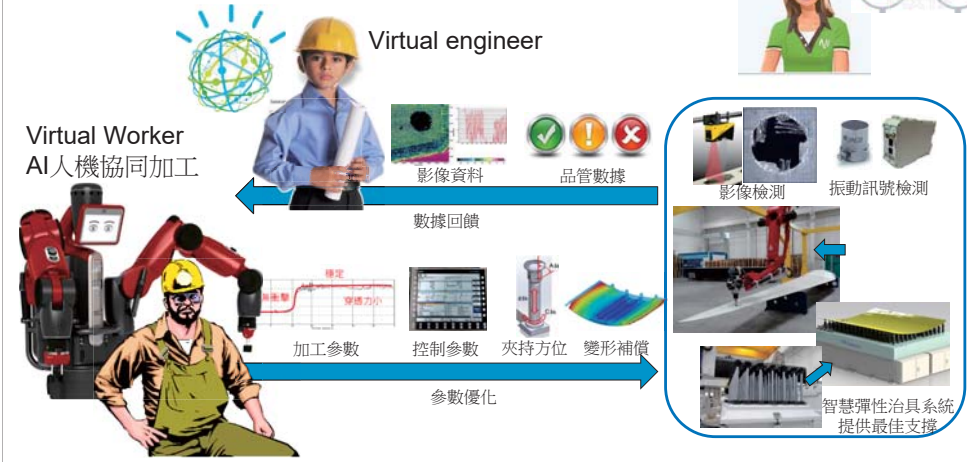
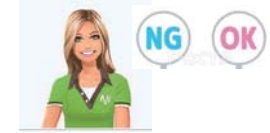


22

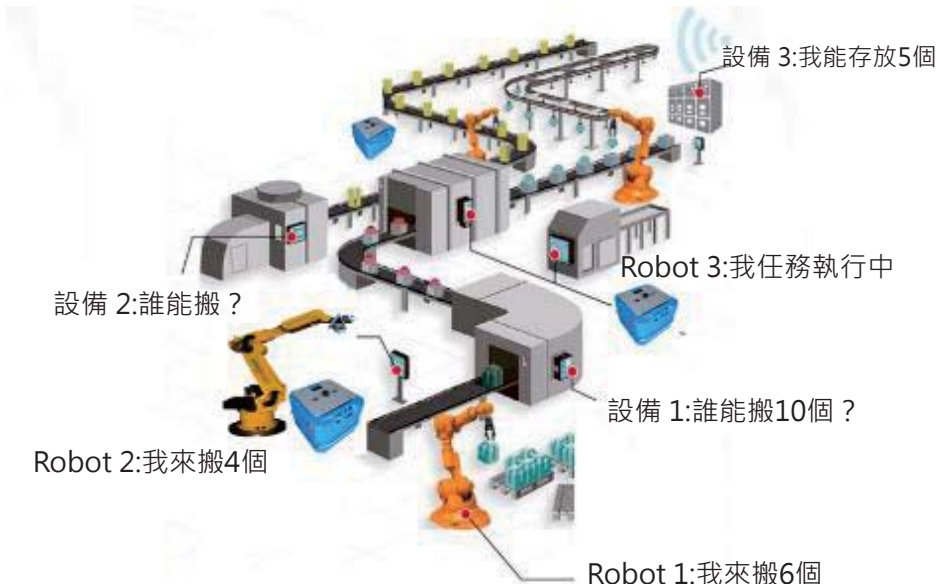
-未來工廠Virtual Labor應用情境-

- Virtual operator: 藉由AI學習產品瑕疵與檢測標準
- Virtual worker: 協同AI機器人完成組裝製造任務
- Virtual engineer: AI分析, 累積十年經驗

Virtual operator
AI視覺學習檢測員



- 未來工廠應用情境 -



簡報結束 敬請指教