

出國報告（出國類別：研習）

「105 年選送技專校院教師赴國外實務研習方案」 - 德國阿亨工業大學工業 4.0 研習

服務機關：國立高雄應用科技大學

姓名職稱：許光城 教授

派赴國家：德國

出國期間：105 年 9 月 12 日~9 月 30 日

報告日期：105 年 10 月 27 日

摘 要

本次參加教育部推動「105 年選送技專校院教師赴國外實務研習方案」-德國阿亨工業大學工業 4.0 研習，研習期間：105 年 9 月 12 日至 9 月 30 日，共三週；整個研習課程均在阿亨工業大學及其附屬機構進行。

阿亨工業大學(德語：Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen)，英語：RWTH Aachen University)，為德國最大的理工大學之一，也是歐洲、世界著名的大學，是德國僅有的三所擁有醫學院、附屬醫院的理工科大學之一，同時與諸多附屬機構、科研院所，以及四所夫琅和費(Fraunhofer)研究所保持合作關係。阿亨工業大學機械學院工具機及生產工程研究所 (WZL) 有幾十年的工具機生產工程領域的成功和前瞻性的研究和創新。

夫琅和費-生產技術研究所(IPT)開發製造企業系統化解決方案，夫琅和費-雷射技術研究所(ILT)是在雷射的發展和雷射應用領域最重要的研究機構之一。KEX Knowledge Exchange(知識交流)AG 是一家專業的技術和市場訊息供應商，KEX 是夫琅和費-生產技術研究所(Fraunhofer- IPT)技轉成立的公司。DFA 示範工廠是在阿亨工業大學 Melaten 校園集群物流重要的組成，示範工廠主要目的是建立實踐、研究和培訓之間的密切互動，包括提供生產原型和中間產品。管理研究所(FIR)、3D 列印中心(ACAM)、INC 發明中心等單位，均為創新與應用專業知識，自阿亨工業大學、Fraunhofer-ILT、Fraunhofer-IPT 等技轉成立的公司或機構。

本報告分成(1)工業 4.0 概論、(2)工業 4.0 綜覽-管理與技術觀點、(3)工業 4.0 應用領域、(4)工業工程、管理與工業 4.0、(5)CPS 與工業 4.0、(6)目前在德國工業 4.0 應用實例，來說明本次研習心得。

目次

摘要.....	I
一、目的.....	1
二、過程.....	1
三、心得及建議.....	2
四、附錄(研習證書)	11

一、目的

德國是工業大國，自 2012 年德國提出工業 4.0(第四次工業革命)之發展，甚受國際矚目，而阿亨工業大學為德國推動工業 4.0 最具成效的學術單位之一。本次參加教育部推動「105 年選送技專校院教師赴國外實務研習方案」-德國阿亨工業大學工業 4.0 研習，是為了深入了解德國工業 4.0 之推動架構、策略、方法、成效。研習期間：105 年 9 月 12 日至 9 月 30 日，共三週，整個研習課程均在阿亨工業大學及其附屬機構進行。

二、過程

本研習課程表如圖一所示，本次研習均在阿亨工業大學及其附屬機構進行，包括阿亨工業大學機械學院工具機及生產工程研究所 (WZL)、夫琅和費-生產技術研究所 (IPT)、夫琅和費-雷射技術研究所(ILT)、KEX Knowledge Exchange(知識交流)公司、阿亨工業大學 Melaten 校園 DFA 示範工廠、管理研究所 (FIR)、3D 列印中心(ACAM)、INC 發明中心等單位。此外並參觀 4 家公司(Helmut Beyers GmbH, Opel in Russelsheim, Brehmer GmbH & Co. KG, picavi GmbH)，以及參加第 10 屆阿亨技術與創新研討會。

Program schedule

Program schedule						
Week I – CW 37	Day (Host) →	Monday (KEX)	Tuesday (KEX)	Wednesday (KEX)	Thursday (KEX)	Friday (KEX)
	Location	INC Room, Campus-Boulevard 55	INC Room	INC Room	INC Room	INC Room
09:00 - 10:30	Welcoming & Introduction Industry 4.0 – facing the smart future	Applying the job to be done method	Introduction into smart production	Case: Designing a smart production concept	Case: Layout of a technological smart product & production concept	
11:00 - 12:30	Understanding the job to be done method	Successful patterns of smart products & services	Successful patterns of smart production			
13:30 - 15:00	Case: Getting to know the practical case e-quad	Case: Designing a smart product and service	Industry 4.0 Demonstrators at Demo-Factory DFA	Smart functions & technologies to implement Industry 4.0 solutions (smart I/O, analytics, data management & networks)	Agile Development	
15:30 - 17:00	Dinner & City Tour		Industry 4.0 Demonstrators at Fraunhofer IPT			Wrap-up, outlook & discussion
Week II – CW 38	Day (Host) →	Monday (FIR)	Tuesday (Academy, Opel)	Wednesday (Academy, Helmut Beyers)	Thursday (WZL)	Friday (KEX, Academy)
	Location	CWD Room, Campus-Boulevard 61	Company Visit	Company Visit	CWD Room	CWD Room
	09:00 - 10:30	Overview of Business Applications	9:30 Company visit: Helmut Beyers GmbH, Monchengladbach	Company visit:	Introduction of Cyber-Physical-Systems	Future of flexible, collaborative Production – Enabling Technology Additive Manufacturing
	11:00 - 12:30	ERP/MES (Project Management, Future Developments, Labtour)			Smart Production Management	
	13:30 - 15:00	SAP Case / Beer Game	15:30 Company Visit: Opel, Russelsheim		Learning game: Cyber-physical production control	RWTH Campus tour
15:30 - 17:00	Interactive case: Smart Analytics of production control with WoPS					
Week III – CW 39	Day (Host) →	Monday (IPT, Ocularis)	Tuesday (KEX)	Wednesday (IPT, WZL)	Thursday (IPT, WZL)	Friday (KEX)
	Location	Fraunhofer ILT, Steinbachstr.15	Fraunhofer ILT	Pullman Aachen Quellenhof, Monheimsallee 52, 52062 Aachen		Fraunhofer ILT
	09:00 - 10:30	Use of smart glasses in logistics, quality assurance & maintenance	Successful patterns of new business models	10 th Aachen Technology and Innovation Management Conference "Smart Innovation: Speed requires Lightness"		Wrap-up
	11:00 - 12:30	Considerations on the use of smart glasses				
	13:30 - 15:00	Hands-on training with smart glasses	Case: Generate and apply smart business model patterns			Closing lunch & Certificate ceremony
	15:30 - 17:00	Methods for a smart wearable potential check	Industry 4.0 business transformation approach			
Course content (Theory & practice)		Excursions & Networking	Social & Cultural Program			

圖一、德國阿亨工業大學工業 4.0 研習課程表

三、心得及建議

以下分成(1)工業 4.0 概論、(2)工業 4.0 綜覽-管理與技術觀點、(3)工業 4.0 應用領域、(4)工業工程、管理與工業 4.0、(5)CPS 與工業 4.0、(6)目前在德國工業 4.0 應用實例，來說明本次研習心得。

(1)工業 4.0 概論

工業 4.0 就是第四次工業革命。回顧前三次工業革命，因為在英國蒸氣機的發明與實用化，人類開始大量使用機械動力取代人力，史稱第一次工業革命；第二次工業革命以電力的大規模應用為代表，在美國因為科學管理和技術技能的快速增長，工廠生產流程大幅改善，典型代表詞為 Taylorism，是一種有效率的生產方法，每一個動作、作業或任務分解成能夠容易地進行分析、教導的小段。第三次工業革命是因為美國人發明了電晶體取代真空管，使得積體電路、電腦、數控機械陸續被發明，人類大量使用自動化裝置，大幅提昇生產效能。

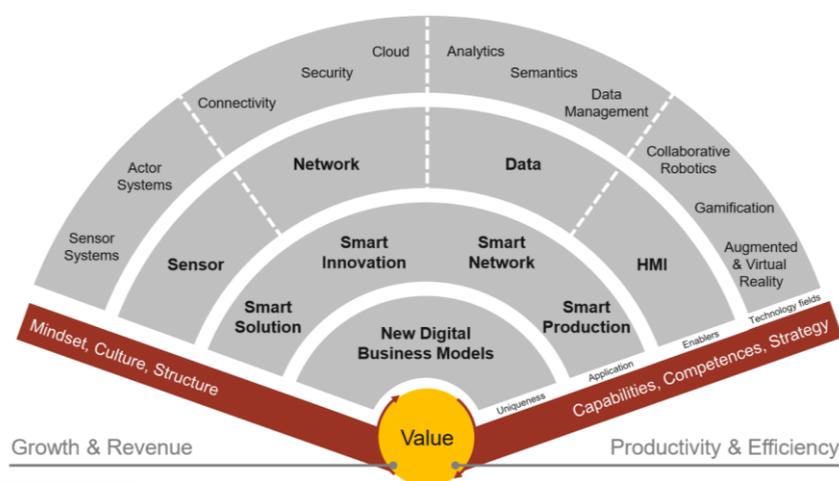
相對於前三次工業革命而言，第四次工業革命也就是工業 4.0，目前仍有許多不同見解與詞彙被提出來，例如工業化網路(Industrial Internet)、互連網(Internet of Things)、未來工廠(Factories of the Future)、虛實或網實系統(Cyber-Physical Systems)、智慧服務(Smart Service)、智慧製造(Smart Production)、智慧城市(Smart City)、智能產品(Smart Product)、智慧家庭(Smart Home)、智慧工廠(Smart Factory)、大數據(Big Data)..等等。在德國是這樣看的 “The Term Industry 4.0 stands for the fourth industrial revolution. Best understood as a new level of organization and control over the entire value chain of the life cycle of products, it is geared towards increasingly individualized customer requirements. (···) The basis for the fourth industrial revolution is the availability of all relevant information in real time by connecting all instances involved in the value chain. The ability to derive the optimal value-added flow at any time from the data is also vital. The connection of people, things and systems creates dynamic, self-organizing, real-time optimized value-added connections within and across companies.”

工業 4.0 代表著組織和控制產品生命週期完整價值鏈所要達到的一種新的層次，趨向於增進滿足每一個顧客的需求。工業 4.0 的基礎在於價值鏈中所有事例的相關資訊要能即時的連結，而任何時間從所獲取的資料以驅動增加價值流動最佳化的能力也很重要；從人與物以及系統之間的資訊傳遞，以創造公司內部和外部動態的、自行組織的、即時最佳化的增值連結。

對 21 世紀的公司而言，若沒能順應著工業 4.0 的發展趨勢去調適的話，將面臨絕死存亡的境界。以汽車工業而言，過去傳統的創新發展在於強調汽車的操縱性能，例如速度、加速度、音響、外觀設計等，而工業 4.0 的發展在於強調汽車的數位化、網路應用的創新，例如自主化、行為模式、使用者資料、服務模式等。而對於這樣的發展趨勢，另可從二個現象進行觀察：(1)紐約計程車服務創立於 1900 年，有 13,500 輛出租計程車；UBER 創立於 2009 年，有 14,000 輛車。(2)Hilton 創立於 1919 年，在 88 國、有 610,000 間出租房間；airbnb 創立於 2009 年，在 192 國、有 650,000 出租房源。

(2)工業 4.0 綜覽-管理與技術觀點

圖二表達了工業 4.0 綜覽，說明了公司價值的成長與投資報酬，其動能來自生產力與效率的提昇，具體而言，在於建構了一個新型態的數位化商業模式，有智慧解答(Smart Solution)、智慧服務(Smart Service)、智慧產品(Smart Product)、智慧創新(Smart Innovation)、智慧網路(Smart Network)、智慧製造(Smart Manufacturing)、智慧生產(Smart Production)等應用領域。而為達成上述新型態的數位化商業模式，應適時的採用感知器(Sensor)、網路(Network)、數據(Data)、人機介面(HMI)，而其背後所支持的技術領域則有感知器系統(Sensor System)、致動器系統(Actuator Systems)、互連網(Connectivity)、網路安全(Security)、雲端(Cloud)、分析(Analytics)、語意(Semantics)、資料管理(Data Management)、伙伴機械人(Collaborative Robotics)、遊戲化裝置(Gamification)、擴增實境與虛擬實境(Augmented & Virtual Reality)等。



圖二 工業 4.0 綜覽

(3)工業 4.0 應用領域

3.1 Innovation patterns - smart products 創新模式 - 智能產品

透明(Transparency)：包括感知環境/背景(Perceive environment/ context)、擷取外部數據(Access external data)、區分用戶(Distinguish users)、擷取用戶狀態(Access user status)、提供狀態信息(Provide state information)、授權用戶(Authorize users)。

預測(Prediction)：包括與實際比較模型(Compare model with reality)、分析數據(Analyze data)、信息(Predict information)、趨勢外推(Extrapolate trend)、識別模式(Identify patterns)、結合數據(Combine data)、預測維修(Predict maintenance)。

連結(Connection)：包括提供介面(接口)(Provide interfaces)、整合系統/人/平台(Integrate with systems/persons/ platforms)、交換數據(Exchange data)。

動作(Action)：包括與環境/背景(情境)互動(Interact with environment/ context)、設備間互動(Interact with devices)、通知環境(Notify environment)、增強背景(情境)(Augment context)。

3.2 Innovation patterns - smart production 創新模式 - 智慧製造

透明(Transparency)：包括(Condition monitoring)、確認使用者(Identification of user)、分辨製程狀態/進度(Identify process state/ progress)、感知環境 (Perceive environment)、獲取一致性資訊(Access consistent information)、資源在地化(Localization of resources)。

預測(Prediction)：包括預測製程狀態、條件、位置、所需資源、不一致現象(conflict)、外部影響、製程指標、產品品質等；亦需分析製程資訊、分辨模型(Identify patterns)。

連結(Connection)：包括提供介面(接口)(Provide interfaces)、整合系統/人/平台(Integrate with systems/persons/ platforms)、整合異質裝置(Integrate heterogeneous devices)、獲取外部資料與來自系統邊界的資料。

動作(Action)：包括製程參數的自動採用(Automated adoption of process parameters)、與環境/背景(情境)互動(Interact with environment/ context)、與操作人員間互動(Interact with operator)、與設備間互動(Interact with devices)、通知環境(Notify environment)、製程通道/路徑的自動變更(Automated change of distribution channel/ route)、分散工作(Distribute tasks)、與操作人員的合作(Cooperate with Operator)。

3.3 Innovation patterns - smart solutions and technologies 創新模式 - 智慧策略與技術

智慧策略與技術可以從六個面向來探討：感測器/輸入、連結與通訊、交通/傳送、資料管理、資料分析、作動/輸出。在**感測器/輸入**這個面向，應探究到底有那些量該被量測，例如位置/方向、幾何形狀、力量/動作、時間、材料性質、輻射/顏色、溫度、物質量、電磁場、生物特徵、表面情況、身份等，而其對應之量測工具亦應加以探究。

在**連結與通訊**這個面向，應探究到底有那些產品或中間物需要連結到那些裝置或人員，這需考慮到物理層、連接層、網路層、傳輸層、應用層等，現階段而言已有許多獨立的智慧裝置，例如應用在特定製造領域上，而未來會有更多可以穿越不同系統邊界的整體智慧裝置或概念被發展出來。

在**交通/傳送**這個面向，基於物聯(everything is connected)、資料傳輸量之增加，不論是物移、固接網路、無線網路等，仍需相關技術之創新與使用，特別是在智慧的、彈性的5G領域。5G (5th generation mobile network or 5th generation wireless systems) 需滿足以下要求：以每秒數十兆 Bits (Mbps)數據傳輸速率同時支持數萬用戶、以每秒一千兆 Bits (Gbps)的數據傳輸速率同時提供給在同一樓辦公的許多人員、支持數十萬的並發連接以用於支持大規模傳感器網絡的部署、頻譜效率應當相比 4G 被顯著增強、覆蓋率比 4G

高、加強信令效率、相比 LTE 顯著降低訊號延遲。

在**資料管理**這個面向，資料與資訊安全是絕對的重要，特別是物聯之後。來自使用端、平台端的所有可能漏洞、惡意攻擊，均應有所防範，或是這也形成一種網路安全的數位商機。而**資料管理**未來的發展趨勢尚包括大數據分析(Big data analytics)、不只是 SQL(NoSQL)、雲端計算(Cloud computing)、混合資料貯存(Hybrid database storage)、開源資料管理(Open source RDBMS)等。

在**資料分析**這個面向，它可說是工業 4.0 最重要的一部份，亦稱為大數據(Big data)。如圖三所示，當取得巨量數據後，便需要分析，在第一部曲“**描述分析**(Descriptive analytics)”，應可得知發生了什麼事，此稱為產生數據(Generating data)；在第二部曲“**診斷分析**(Diagnostic analytics)”，應可得知為什麼發生了這件事，此稱為偵測型態(Detecting patterns)；在第三部曲“**預測分析**(Predictive analytics)”，可以獲知在什麼情境下最有可能發生什麼事件，此稱為增強預測(Increasing forecastability)；第四部曲也是工業 4.0 最重要的一部份，稱為“**處方分析**(Prescriptive analytics)”，可以掌控如何讓某事件發生，此稱為增強決策(Improving decision making)，在此之後，便能產生智慧化資料。

在**作動/輸出**這個面向，相關產品之發展較為成熟，但更為智慧化及更為輕便化仍是追求的目標，這包括了光學的、聲學的、力學的、機械的、生物致動等方面。例如在音訊視覺展示的面向，目前多是擴散式、資料豐富，但資訊較貧乏，未來則以個人化、智慧化、焦點式的輸出，如此所提供之資訊則相對豐富。以積層製造而言，目前多是為了製作雛型(prototype)而已，未來則以高品質具量產化功能之方向來發展。再者，以自動化/機器人發展而言，目前多是為了產線自動化、機器人與機器人間動作協調為主，此稱為傳統自動化，其作法是由上而下的策略、是固定工作範圍的、與作業人員無互動、通常是完成單一工作或需更換工具才能變化工作、更換工作需專家重新製作程式等；未來則以個人化之機器人系統、人與機器人合作之方向來發展，這是一種由下而上的策略、有彈性工作範圍的、根據指令可進行不同之工作、簡單且獨立之作動、由示範教導即可更換工作等。

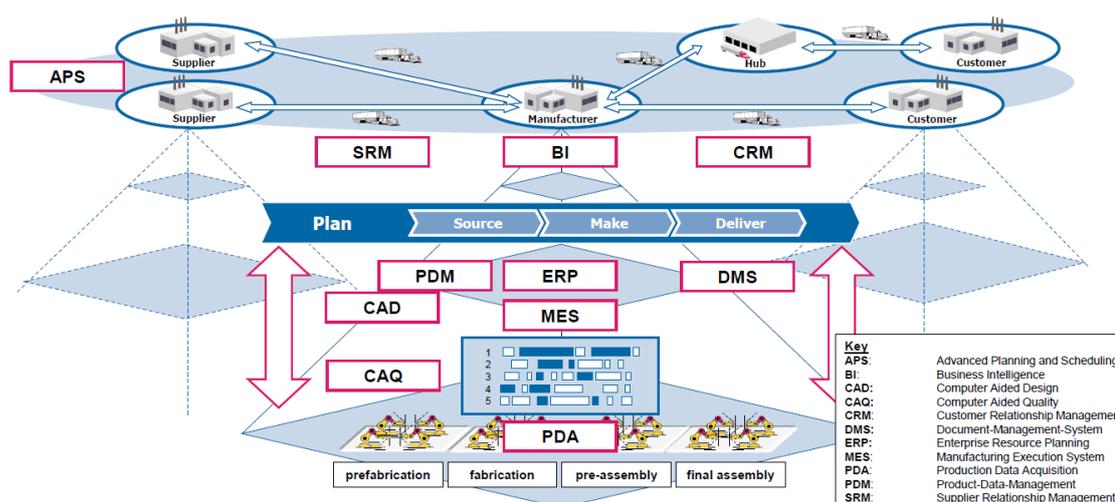


圖三 工業 4.0 資料分析從巨量數據到智慧化

(4)工業工程、管理與工業 4.0

以工業工程、管理的觀點來看工業 4.0，如圖四所示，涵蓋了自供應端、工廠生產、客戶端等所有物流與資訊流，有 APS (Advanced Planning and Scheduling)、SRM (Supplier Relationship Management)、BI (Business Intelligent)、CRM (Customer Relationship Management)。APS 是跨公司間商業流程的規劃與控制，結合最佳化策略與經驗式法則，亦可以考慮製程能力限制與不斷地修正或更新規劃內容，可以是 ERP 系統的擴充。SRM 是供應端關係的策略式規劃與集中式控制，可以作為供應商等級評估，也是一個與供應商直接溝通的管道。BI 作為組織間規劃與控制的基礎，可以用來作為相關資料的彙整、處理、預防。CRM 作為客戶端的支持與合作模式，也作為客戶分析與評估，具體作法包括地址、人員、連繫歷程、表單書信產生的行政事項。

從進貨、製造、出貨，針對公司內部而言，其物流與資訊流包括了 PDM (Product Data Management)、ERP (Enterprise Resource Planning)、DMS (Document Management System)、CAD (Computer Aided Design)、CAQ (Computer Aided Quality)、PDA (Production Data Acquisition)。PDM 是產品從開發到製造，相關的電子化文件，包括繪圖、計算等文件資料的管理系統。ERP 是公司所有資料、資訊的骨幹，作為公司可用資源規劃、製程監控，亦可作為訂單處理、銷售、採購、庫存、會計的支援系統。DMS 是公司文件管理系統，例如信件、單據、合約、e-mail 等的管理、搜尋與歸檔。CAD 與 CAQ 是設計工程師與品管工程師所要在意的工作，機械專長等人員是較為熟悉的，在此就不再說明。MES 是製造執行系統，有生產排程、訂單批准與調度、生產監視與控制、設備管理、生產效率分析等，與底層製造習習相關的作業。PDA 是生產資料擷取，提供作為生產規劃與控制之基礎資料，擷取裝置包括感測器、RFID 晶片、端末機、條碼讀取裝置等。



圖四 工業 4.0 之工業工程、管理觀點

(5)CPS 與工業 4.0

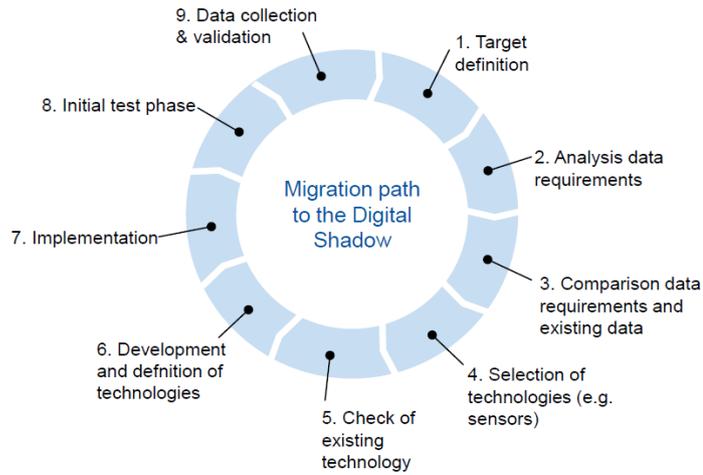
CPS(Cyber-Physical System)網宇實體系統或稱網絡實體系統是一個結合電腦運算領域以及感測器和致動器裝置的整合控制系統。CPS 是借用技術手段實現人的控制在時間、空間等方面的延伸，CPS 系統的本質就是人、機、物的融合計算，又稱為人機物融合系統。和傳統的嵌入式系統不同，一個完整的 CPS 被設計成一個實體裝置的互動網路，而不只是一個單獨運作的裝置。這個概念類似於機器人網路和無線感測網路。

美國國家科學基金會(NSF)對 CPS 定義如下：實體 (Physical)：自然界中的或由人類製造的，遵循物理定理在連續的時間內運行的系統。網絡 (Cyber)：利用計算、通信、及控制系統進行的離散及邏輯化管理。網絡實體系統：(Cyber-Physical System)：將實體與網絡的各個組成部分在所有層面和維度上緊密結合的系統，對實體及網絡進行對稱性的深入管理。CPS 實質上是一種多維度的智能技術體系，以大數據、網絡與海量計算為依託，透過核心的智能感知、分析、挖掘、評估、預測、優化、協同等技術手段，將計算、通信、控制 (Computing、Communication、Control, 3C) 有機融合與深度協作，做到涉及對象機理、環境、群體的網絡空間與實體空間的深度融合。

CPS 的技術設計與應用可以參照「5C」的體系，包括了 5 個層次的內容和構建模式：智能感知層 (Connection)、信息挖掘層 (Conversion)、網絡層 (Cyber)、認知層 (Cognition)、和配置執行層 (Configuration)。智能感知層的核心是建立一個物聯網的構架，使得數據得以被以各種形式採集和匯聚，同時設備之間也可以進行通信和交流。信息挖掘層的核心是在設備端的嵌入式分析算法 (Machine-based Algorithms)，使得一部分數據能夠在設備本地被分析和利用，實現本地的智能化。網絡層是整個 CPS 系統數據處理、分發、決策、和調度控制的核心，在這裡形成一個大數據環境，同時運行先進的分析算法進行大規模計算和知識挖掘。認知層的主要作用是識別與決策，通過分析當前系統中各個部分的任務目標和狀態，制定協同優化的決策。配置執行層在接受到決策後，將決策按照各個子系統的運行邏輯轉化成為它們聽得懂的語言，將指令分發後由設備端的執行機構實施。

CPS 在製造行業的應用有巨大的潛力，製造系統中的每一個實體都可以透過 CPS 在網絡端產生一個「鏡像模型」(Cyber Twin)，對實體進行深入對稱性管理。實體產生的數據透過在網絡空間內的分析，能夠實時更新鏡像模型的狀態參數，使鏡像模型能夠實時真實地反映實體的狀態。同時利用鏡像模型進行數位化仿真與優化，又能夠對實體模型的行為進行指導，從而實現製造系統的自省性 (self-aware)，自比較性 (self-compare)，和自重構性 (self-configure)，最終實現無憂的智能製造系統。

以德國觀點，工業 4.0 需要 digital shadow(數位鏡像)、數位鏡像需要 model(模型)、模型需要 data(數據)、數據需要 sensor(感測器)，而將 CPS 結合即時資料收集，便可以建置數位鏡像。圖五表示建置數位鏡像之九個階段：目標定義、需求數據分析、需求數據與已有數據比較、技術選用(例如感測器)、現有能力的檢視、技術發展、實現數位鏡像、測試、驗證。未來我國在發展工業 4.0 時，必須有系統地建置網宇實體系統(含數位鏡像)，而如何有效率地建置數位鏡像，或在建置模型時，如何搜集資料，以便能達到數位鏡像之功效，將是核心的工作。



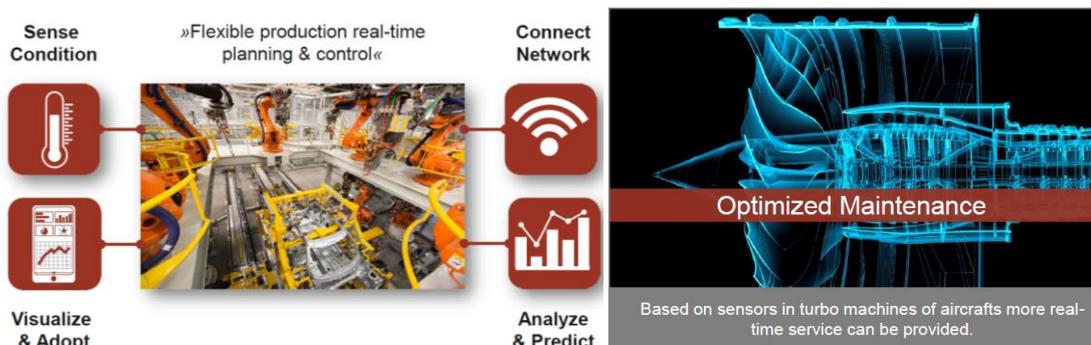
圖五 建置數位鏡像(Digital Shadow)

(6)目前在德國工業 4.0 應用實例

圖六表達了德國在工業 4.0 的一些應用實例，包括：使用自動化裝置在生醫工程、全電式郵務車、彈性生產系統-即時規劃與控制、發動機最佳化維修、增廣實境維修系統、協同工作機器人、使用各式感測器在生產線與自動倉儲系統、穿戴或可視化行動裝置在生產線上(遠端維修、品質管制)應用、德國福斯汽車應用智慧眼鏡在後勤管理、3D 積層式製造在創新數位產品之應用、風力發電機之數位鏡像。



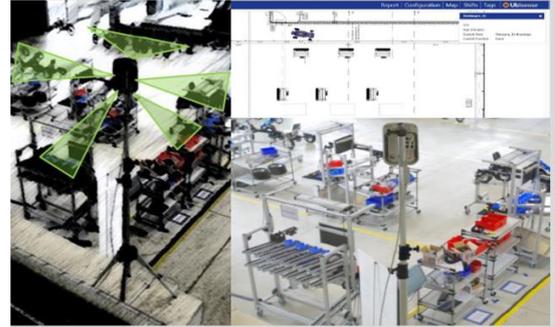
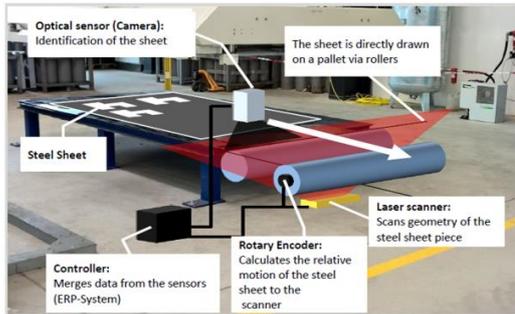
圖六(a)使用自動化裝置在生醫工程、(b)德國全電式郵務車



圖六(c)彈性生產系統-即時規劃與控制、(d)發動機最佳化維修

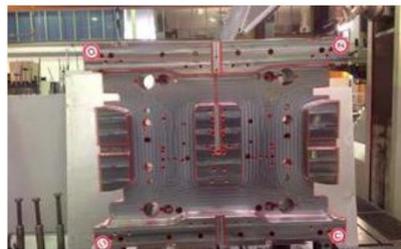


圖六(e)增廣實境維修系統、(f)協同工作機器人



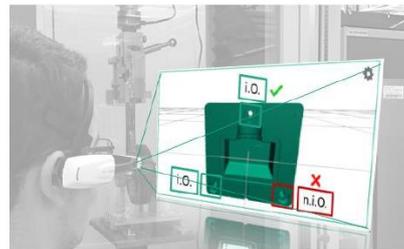
圖六(g)使用各式感測器在生產線與自動倉儲系統

Remote Maintenance



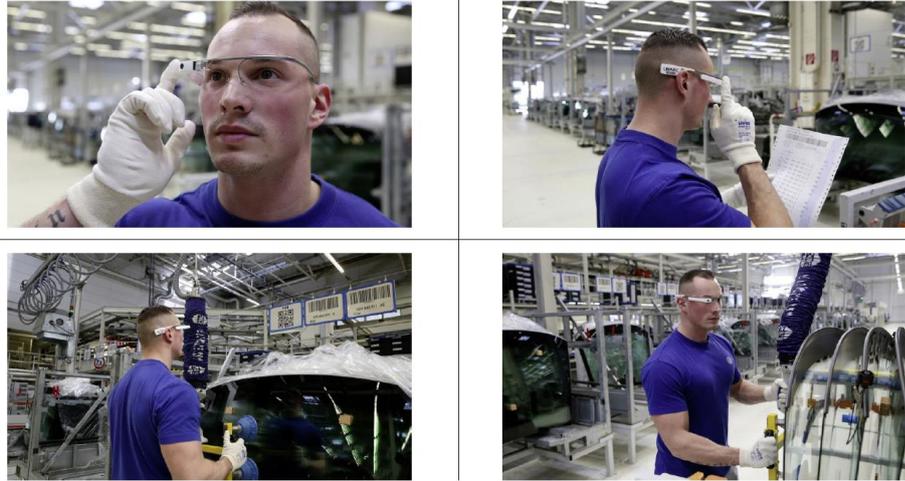
Manual AR-supported Quality Control

Automatic mobile QC support

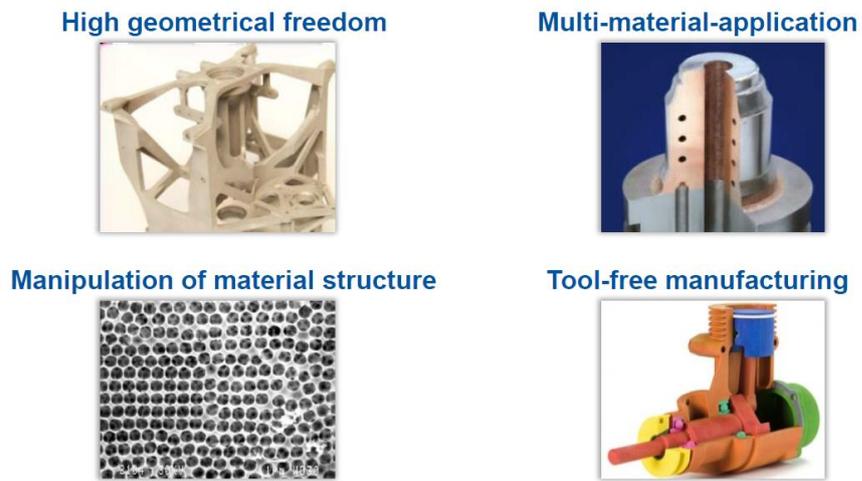


Machinery Control & Real-Time Information

圖六(i)穿戴或可視化行動裝置在生產線上(遠端維修、品質管制)應用



圖六(k)德國福斯汽車應用智慧眼鏡在後勤管理



圖六(l)3D 積層式製造在創新數位產品之應用



圖六(m)風力發電機之數位鏡像

四、附錄(研習證書)

Executive Certificate | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Certificate-Registration-No.
AC001-22391-10102

Name **Quang-Cherng Hsu**

Organization RWTH International Academy gGmbH

Title of Certificate **Education Programme 'Industry 4.0'**

Date 12 to 30 September 2016

Final Examination Successfully completed

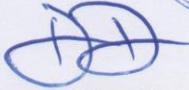
Credit Points according to the European Credit Transfer System (ECTS) 1.5

Level of Qualification according to the European Qualification Framework (EQF) Level 7 (Master)

Course Content

- The job to be done-method
- Successful patterns of smart production and services
- Additive manufacturing
- Smart functions and technologies to implement industry 4.0 solutions
- Agile development
- ERP/MES
- Introduction of cyber-physical-systems
- Smart production management
- Future of flexible, collaborative production
- Smart glasses
- Successful patterns of new business models
- Various case studies
- Various excursions

Aachen, 30 September 2016



Dr. rer. oec. Helmut Dinger
Managing Director
RWTH International Academy gGmbH

RWTH AACHEN UNIVERSITY