



## 2018 美西智慧科技創新研發合作訪團

### 出國報告

服務機關：經濟部

姓名職稱：技術處林浩鉅簡任技正、何彥慶專員、許苑娥研究員

派赴國家：美國(西雅圖/聖荷西)

出國期間：107 年 9 月 15 日至 107 年 9 月 23 日

報告日期：107 年 10 月 4 日

## 目 錄

一、參訪目的.....	1
二、行程摘要.....	2
三、團員名單.....	4
四、參訪摘要及執行情形.....	6
五、心得與建議.....	29



## 一、參訪目的

為與美國前瞻學研機構搭建創新研發平台，技術處透過工研院與美國史丹福大學定期每年共同舉辦「產業創新研發論壇」建立長期創新技術網絡，本次訪團除參與論壇，並以人工智慧創新應用及量子前瞻技術為主軸安排科技產業及新創參訪。邀請相關研發法人、學界及企業界代表，包括：工研院、資策會、清華大學、業者宏碁、聯發科、華碩、高雄醫學大學等 30 餘人參與，擴展及強化我國與美國在智慧科技之產業創新研發實質合作機會。

達成之目的及效益如下：

- 參加史丹福大學與工研院在美國舉辦之「產業創新論壇」，並與美國華盛頓大學進行前瞻科技合作專家交流座談，針對產業創新議題進行探討，佈建未來合作網絡。
- 拜訪美國指標性 AI 應用大廠及新創企業，包含 Amazon、QC Ware 等單位深化美方與我國研發法人及產業之合作關係，提升台灣產研在國際領先技術之創新鏈結。
- 參訪矽谷地區矽光子與量子電腦等技術研發實驗室和新創企業，了解前瞻技術發展動向，建立台灣與矽谷、西雅圖等地區學研單位在新興產業技術鏈結合作的管道。

## 二、行程摘要

DAY 1 9月15日(六)	
時間	行程
23:40-	搭乘 BR26 班機赴美 (9/15 19:30 抵達美國西雅圖)

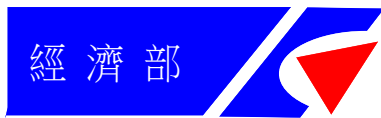
DAY 2 9月16日(日)	
時間	行程
	籌備工作

DAY 3 9月17日(一)	
時間	行程
08:00-	出發
09:00-13:00	拜訪華盛頓大學(UW)
14:00-18:00	拜訪 Amazon

DAY 4 9月18日(二)	
時間	行程
08:00-	出發
09:00-13:00	拜訪 UW CoMotion
14:00-	出發前往機場
17:15-19:18	搭乘 UA 1476 班機赴舊金山 (住宿聖荷西)

DAY 5 9月19日(三)	
時間	行程
08:00-	出發
09:30-11:30	拜訪 GoMentum Station
13:30-15:00	拜訪 SystemX Alliance、參觀 Stanford Nano Fab.
15:30-17:30	拜訪 QC Ware

DAY 6 9月20日(四)	
時間	行程
08:00-	出發
09:00-12:00	參加 Stanford-ITRI Forum



14:00-16:00	拜訪 Berkeley-DeepDrive (BDD)
18:30-20:30	史丹佛論壇晚宴

DAY 7 9月21日(五)	
時間	行程
08:00-	出發
09:00-10:30	參加 ITRI Theme Day
10:30-12:00	拜訪 Eyeris
14:00-15:00	拜訪 AT&T Foundry
15:30-17:00	拜訪 Nanoscale and Quantum Photonics Lab

DAY 8 9月22日(六)	
時間	行程
01:00-	搭乘 BR17 班機返台 (9/23 05:30 抵達台灣桃園)



### 三、團員名單

本團由工研院張副院長培仁擔任團長、清華大學史院長欽泰擔任榮譽團長，經濟部技術處林浩鉅簡任技正擔任顧問，邀請行政院科技會報辦公室派員指導及產業界先進參與，並率領研發法人工研院(機械所、資通所、電光所、生醫所、服科中心、巨資中心、產科國際所)、資策會(智慧系統所、數位轉型所、產業情報所)等一行約30位之產業界主管、研發法人及技術學者專家，以「智慧科技應用及前瞻技術」為主軸，拜訪多家美國智慧科技新創公司及國際大廠，並參與工研院與史丹佛大學所搭建之產學研平台「智慧科技交流論壇」、及美國華盛頓大學前瞻技術交流座談等，以掌握美國智慧科技前瞻研發與產業化走向，並期拓展臺美技術創新具體合作機會。

	公司/機構	姓名	職稱
1	經濟部技術處	林浩鉅	簡任技正
2		何彥慶	專員
3		許苑娥	研究員
4	行政院科技會報	鞠萍章	研究員
5	國立清華大學	史欽泰	講座教授
6		褚志崧	副教授
7	高雄醫學大學	陳建志	董事長
8	好眠呼吸醫材股份有限公司	孫達之	總經理
9	宏碁 自建雲與智慧產品事業群	施宣輝	總經理
10	聯發科技	張家源	處長
11	華碩電腦	許惠民	VP
12	盈碼科技股份有限公司	蕭子凱	創辦人&技術總監
13	資策會 產業情報研究所	洪春暉	資深產業顧問兼副所長
14	資策會 智慧系統研究所	朱柏嘉	副主任
15	資策會 數位轉型研究所	張為詩	組長
16	工研院	張培仁	副院長
17		吳錦城	前瞻技術指導委員會召集人
18		潘益宗	特聘專家
19	工研院 機械所	胡竹生	所長



20	工研院 電光系統所	吳育任	研發組長
21	工研院 資通所	陳玉倫	副組長
22	工研院 服科中心	洪筠緯	經理
23	工研院 巨資中心	林愷翔	工程師
24	工研院 北美公司	王韶華	總經理
25		陳柏綱	營運與創新社群總監
26		林宏墩	業務組長
27	工研院 產科國際所	蘇孟宗	所長
28		楊瑞臨	研究總監
29		趙祖佑	組長
30		苗宗棕	專案副組長
31		曾淑華	資深計畫經理
32		陳玫樺	客戶經理



#### 四、參訪摘要及執行情形

### 拜訪 University of Washington 會議紀錄

#### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／西雅圖

Husky Union Building, 4001 E Stevens Way NE. Seattle, WA 98195

拜訪機構：University of Washington

日期／時間：2018/9/17(一) 09:00-13:00

#### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. 拜訪華盛頓大學主要目的在於鏈結工研院與華大雙方研究人員，並藉此機會就可能合作議題進行交流及討論。首先 Todd A. Cleland 介紹華盛頓大學，該校是美國公立大學有最多聯邦研發經費的，2017 年研究經費 1.63 billion 美金。過去五年從私人企業支持的經費有 751 million 美金。工學院是該校第 3 大學院。研究主要課題有：Environment, Manufacturing, Energy, Health, Infrastructure and smart city。Professor Shen 說明華盛頓大學與工研院合作源起，希望對工研院有 institution-to-institution 的研究。沈教授認為雙方互信與了解是很重要，尋找可行的計畫，以及需要一個高效的交流平台。未來希望多一些雙方人員互訪，包含華大學生到工研院 intern，以及與工研院聯合向第三方爭取經費。
2. Professor Brunton 的演講說明其研究重點是結合降維(dimensionality reduction)，稀疏感測(sparse sensing)和機器學習(machine learning)等技術，進行從數據探索以及複雜動力系統(非線性與高維度)的控制，他用一隻老鷹如何在有強風的山峰上運用其經驗保持停懸的狀態來作例子，這是隱藏了非常多的非穩態流體力學等。他的興趣在研究這些複雜動態的模型，並強調這些模型必須是 generalizable, interpretable and analytic。他還對高維度數據中隱含的低階交互密合模式(coherent patterns)進行研究，目的在如何提升稀疏感測效能以及對控制系統計算其最佳感測器和驅動器的放置點。他也在研究在無方程式的條件下，使用機器學習(genetic programming)開發自適應控制器(adaptive controller)。他舉在流體動力學中的應用如混合強化(mixing enhancement)，以及水下流機發電，去除葉片的攻角轉動而使用旋轉速度的控制，達到同樣的發電效率。生物運動(biological locomotion 如鳥類飛行)和再生能源的閉迴路紊流控制(turbulence control)。其他應用包括神經科學、醫學數據分析、網絡動態系統和光學系統等。
3. Professor Kramlich 說明了他的研究課題包含: emission control, SOFC fuel cell design, alternative energy, supercritical processes, and biomass cookstoves. 他舉了非洲傳統上用三顆石頭圍成的爐子生火的例子，產生很多不完全燃燒的粒子(traditional three-stone fire by burning wood in the middle (in Africa))，他運用計算流體力學的方法去設計一個有效的燃燒爐結構來降低燃燒粒子濃度。第二個研究應用例子是污水處理的方法使其能產生飲用



水 (Sewage treatment to potable water – Omniprocessor)。最後他提到無人機的動力源研究題目。我方也提從天然氣產生燃料電池的燃料(氫)方法，可運用現有天然氣做有效運輸。

4. Professor Santosh Devasia 說明上週拜訪 ITRI 後的研究討論題目: composite repair, 3D printing and soft robotics。然後說明了 BARC 的運作。在參觀 BARC 時介紹了飛機鉚釘的工法研究，目的是保護工人避免受傷，利用人機協同作複合材料的研磨，用多隻機器人同時進行結構鑽孔的排程問題。最後由其博士生說明利用手勢辨識的技術來協助機器人學習人類的命令。
5. UW Reality Lab 成立於 2018 年 1 月，專注在 AR/VR 的技術研發，以及訓練未來的老師，研究者等。該實驗室由 Google, Facebook 以及 Huawei 三個公司捐助，每個公司 200 萬美金/4 年。會中介紹 3D reconstruction using hand-held camera，特別是在 lighting model 研究包含面反射等，都是用 Google Tango 來做 rendering。其次是運用已知的 CAD model 來重建整個房間與傢俱。最後是一個由單張影像來建立多視角影像，但目前仍然有很多技術問題，使結果不很理想。
6. 由於前年華大與工研院所簽署的合作 MOU 已於今年 6 月過期，雙方由張副院長及 Vice Provost Riedinger 代表兩邊續簽新的合作備忘錄，由技術處林簡任技正見證。MOU 中雙方各指定一窗口負責推動合作，雙方將持續進行討論及提案，並鼓勵人員互訪。

## ● 活動情形



圖一 工研院張副院長與華大副校長 Jeff Riedinger 簽署 MOU



圖二 訪團參觀 BARC 波音先進研發中心

## 拜訪 AWS 及 Amazon 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／西雅圖

AWS Briefing Center: 1915 Terry Ave. Seattle, WA

Amazon Spheres: 2111 7th Ave, Seattle, WA 98121

Amazon Go: 2131 7th Ave, Seattle, WA 98121

拜訪機構：AWS 及 Amazon

日期／時間：2019/9/17(一) 14:00-18:00

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. David Pellerin 演講題目「針對物聯網，人工智慧和半導體的基於雲端運算的 EDA 的創新」。亞馬遜以雲端運算加速創新，來實現規模化的人工智慧和機器學習應用。亞馬遜主張數位化轉型需要雲端運算，在機器學習上 AWS 支持目前和未來的不同平台和框架如 Tensorflow 和 Café 等。機器學習和物聯網在整個半導體設備製造，從邊緣到雲端到企業應用程序中都有各項相關技術與產品。亞馬遜還為可以進行機器學習的嵌入式平台提供亞馬遜 freeRTOS，亞馬遜 Greengrass 以加速和確保先進產品開發的效率。EDA (電子設計自動化) 的重要推動因素是雲端運算，因為有可擴展的通用平台並且防止平台過時，還可以具有針對不同負載自行調適 CPU 核心數量，以及選擇各種 AWS 計算物件如 FPGA，GPU，存儲等。David Pellerin 深度介紹 Western Digital 的案例、如何用 Data Lake 來儲存生產資料，怎麼混合 HPC 與 machine learning analysis。
2. Fan Li 介紹了 SageMaker。建議我們可以使用 Batch (批處理模式) → Step Function → SageMaker container 來解決資源調度問題。
3. 工研院資通所 DNN Farm 和 Amazon SageMaker 深度學習雲端服務 (e.g. Auto Hyper-parameter tuning、AWS container) 等方面合作。
4. 工研院資通所深度學習服務及相關核心技術在 Amazon 場域應用及研發合作，如
  - (1) 長期運行 DNN 培訓工作遷移到公共雲。
  - (2) 自適應 DNN 超參數調整 (adaptive DNN hyper-parameter tuning)
5. 在自駕車討論上，胡所長報告工研院機械所在自駕車的研究成果與未來方向，並提出若干討論議題，對方表示亞馬遜並沒有發展自駕相關的人工智慧模組，但是對我方提出的 Mobile Data Center Services 表示高度興趣。
6. Amazon Go 體驗
  - (1) Amazon GO 為 Amazon 提出的無人商店，主張不用排隊結帳，拿了想買的商品即可離開商店的概念。第一間 Amazon GO (也是本次參訪點) 於 2018 年 1 月 22 日正式啟用對外營運，占地約 50 坪 (第二家店亦設立於西雅圖，占地約 40 坪，於 2018 年 8 月 27 日開幕，兩家門市距離約 1.6 公里)。該店目前開放時間為早上 7 點到晚上 9 點，



且僅平日營業，假日不營業。店內空間寬敞且明亮，並有挑高設計，所販售商品包含鮮食、冷飲、冷藏/冷凍食品、雜貨、紀念品、調理餐包等，品項達 1,000 項以上。

- (2) Amazon GO 的設立被賦予之重要任務之一，即是做為 Amazon 在人工智慧上的實驗場域。Amazon Go 在店內採用影像視覺辨識技術，並搭配多種環境感測器，打造出 Amazon 所謂 Just Walk Out 的無人零售新模式。透過本次參訪，實際站在店內，抬頭往上望，的確發現天花板掛了許多黑色的小盒子。據事後與 AWS 人員詢問，這些小盒子內均架設了具有 3D 及動作偵測的攝影機，對準下方的走道或是貨架上的商品，以偵測追蹤消費者的一舉一動。而這套影像辨識系統，更結合深度學習技術，不僅可以正確辨識現在站在貨架前的這個人是誰，拿了什麼商品，就算同時有數個人並排也都能夠識別，並透過預測顧客路徑，加快系統處理的反應時間；並根據拿走的商品自動結帳，實現了完全無人化的購物結帳體驗。
- (3) 自 Amazon GO 開幕以來，已有許多實地行為測試報告出現。例如，當消費者拿完商品後反悔不想買，而未放回原先商品放置的位置，或是放到其他不同區的貨架上，該商品也不會被列入帳單內。此外，更令人感興趣的是，若有一群人要一起進入店內，即使僅有一人註冊 Amazon GO APP (以下稱刷碼人)，只須以手機刷 QRCode 先讓朋友或家人依序進入後，最後自己再刷碼進入即可。如此一來，這些隨同進入的人亦會被視為同一消費者進行追蹤，並將所購買商品都記錄到刷碼人之帳單上。
- (4) 店內的貨架下方，亦裝設有重量感測器(但外觀上被外殼整體包覆，無法確認其樣式)。透過偵測架上商品的重量變化，並比對影像辨識的結果，以提高拿取/放回商品的辨識準確度。而透過這些感測器所蒐集的數據，也可用來進行補貨通知亦或是商品擺錯警訊，大幅提高人員作業效率。
- (5) 目前 Amazon 對於 Amazon Go 內所採用之技術說明極少，但自目前已揭露之對外報導，結合本次參訪之實際觀察所得，仍可用於作為未來設計服務應用的參考。此外，可以確定的是，Amazon 設立此一實體門市，透過所裝設的影像辨識與環境感測裝置，正大量收集進入實體門市的消費者行為資訊，搭配其身為電子商務平台龍頭地位的利基，虛實通路的大量消費資訊匯集，加上 AWS 的高速運算，Amazon 在零售科技的下一步值得期待。

## ● 活動情形



圖一 David Pellerin 介紹 AWS 的 HPC 環境



圖二 Fan Li 介紹 AWS 的 SageMaker 環境



圖三 Amazon Sphere

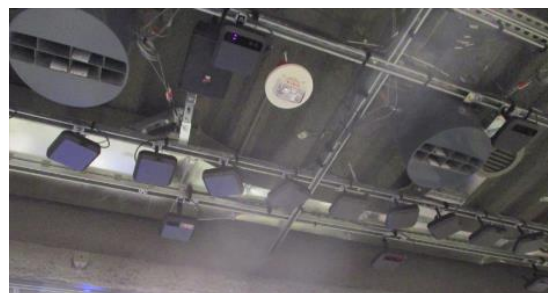


圖四 Amazon Go



圖片來源：<https://www.ithome.com.tw/news/124133>

圖五 出入口開門與掃 QRCode 進入



圖六 店內上方安裝的感測器與攝影機

## 拜訪 UW CoMotion 會議紀錄

## ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／西雅圖

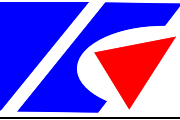
CoMotion Offices, 4545 Roosevelt Way NE Seattle, WA 98105

拜訪機構：CoMotion, University of Washington

日期／時間：2018/9/18(二) 09:00-11:00

## ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. 沈教授實驗室的博士生 Samantha Hoang 介紹了無人機計畫執行狀況，演講標題是「高性能無人機」。首先說明這個研究課題的挑戰，包含：(1) 由於負載的關係而導致的複雜控制方程式，(2) 整個動態(包含風的干擾)的控制器設計，(3) 無人機有多個旋翼時的軌跡規劃，(4) 複雜任務的自主完成。而本研究的項目概述如下：(a) 設計飛行模擬器工具，(b) 創建虛擬風洞，(c) 設計飛行控制器，(d) 設計軌跡規劃器。接著說明本計劃目前的進展，已經建立無人機飛行的基本模擬軟體，並已用 4 個測試例驗證，這個初始版本已交付給工研院(包含程式碼)，所建構的模擬軟體可用於 N 臂旋翼的飛行器(且同時有 Euler 和 Quaternion 模型)。接下來將致力於軌跡優化，以及硬體限制下的氣動模型和逆運動學。
2. Associate VP Lara Littlefield 介紹華大 CoMotion 及 GIX program。CoMotion 是華大主要致力於擴散該校經濟和社會影響力的協作創新中心。CoMotion 認為未來的創新有三個要素：技術的速度、全球化，和破壞性及包含性(inclusion)。CoMotion 的業務主要聚焦於 IP 的保護、開發及授權、新創及培育，以及創新教育和資金及夥伴。CoMotion 可提供五萬美金的 gap fund 給有志創業的團隊，每年最多一百萬美金；至今拿過此資金而成立的新創已有 77 家。CoMotion 有三處實驗室分別給 IT 及軟體、擴增及虛擬實境，和生技醫療及硬體等不同領域新創公司使用，其中 C-SATS 及 TURI 等 CoMotion 新創已分別被 Johnson&Johnson 及 Apple 收購。此外，CoMotion 也參與由西雅圖當地十七家公司 CEO 成立的 Challenge Seattle 計畫，成立了 Mobility Innovation Center 來研究西雅圖地區的交通問題並試行解決方案，以保證西雅圖地區未來的持續成長。GIX (Global Innovation Exchange) 則為一個由微軟支持解決全球問題的平台，該平台以教育及團隊實做方式培養創新的領導者。華大與北京清華 GIX 為創始會員；其他大學會員包括台大、University of British Columbia、E'cole polytechnique federale De Lausanne、KAIST 及 India Institute of Science 等八家。業界聯盟會員則有 ARM、百度、波音、T mobile 等。GIX 提供十五個月的科學與技術創新碩士課程，雖然學生來自不同背景及專業，但都需要熟悉軟體開發。學生在學期間一起合作開發產品或解決業界會員提供的計劃，主要與 IoT 相關。業界除藉提出計劃邀請參與此 program 學生及教授的共同解決問題外，也可以有機會在學生完成課業時得到一流的人才。



3. Rad Roberts 說明了華大在生醫方面的主要研究包含癌症、發炎相關疾病的診斷與治療、人工智慧在增進健康照護上的應用，以及包含各種特殊感測器的封閉系統用醫療器材 (medical device with sensors for closed system)。華大每年自美國國家衛生院(NIH)拿到的經費約在 USD\$750M 左右，華大醫學體系目前有 2400 多位研究人員、4700 多位臨床人員，包含 5 位諾貝爾獎得主、6 位拉斯克(Lasker)獎得主、13 位 HHMI、33 位 National Academy 成員。另外每年有 170 萬診次與 80000 位住院人次。華大醫學體系方面的經費每年約有 5 千萬美金是由企業執行的臨床試驗而來，另外還有 2 千萬美金是由非企業執行的臨床試驗而來。與企業合作方式舉了兩個範例：一是美創力(Medtronics)模式，一是飛利浦模式；前者為企業 consortium，後者則為針對單一公司的合作案（目前為人工智慧在次世代醫學影像系統的開發，與飛利浦的合作已經長達 15 年）。

## ● 活動情形



圖一 華大學生 Samantha Hoang 報告高性能無人機模擬計畫執行進度



圖二 華大 Rad Roberts 介紹該校在醫學領域的研發能力與發展方向



圖三 華大 Associate VP Lara Littlefield 介紹 CoMotion 及 GIX

## 拜訪 GoMentum Station 會議紀錄

## ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州康德科市  
1475 North Broadway, No. 281, Walnut Creek, CA

拜訪機構：GoMentum Station

日期／時間：2018/9/19(三) 09:30-11:30

## ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. 此次拜訪 GoMentum Station 由提供 Contra Costa Transportation Authority (CCTA)顧問服務的 Advanced Mobility Group 的技術經理 Shahin Sotoudeh 負責接待。Shahin 說明該場地其前身為海軍軍事基地，占地 5,000 英畝，其中 2,000 英畝可以進行自駕車及車聯技術之安全測試，提供房屋和建築來模擬城市環境，並設有一條 20 英里道路。在此地私人公司可以遠離競爭對手的窺視進行測試，一次僅有一家公司在同一區域進行測試。該場域不提供夜間測試，另外也因當地氣候限制無法進行雪地測試。GoMentum Station 可改變當地道路的任何特徵以滿足客戶的需求。廠商加入會員後即可享受在該場域進行一般的測試，任何特殊需求則另外收費。
2. GoMentum Station 於 2017 年 1 月被美國交通部指定為 10 個 AV "試驗場"之一，現在在該場域進行測試的 OEM 合作夥伴包括本田、百度、奧托/優步和豐田等，另外 EasyMile 也有進駐此場域。EasyMile 的 EZ10 以每小時十公里速度進行固定道路行駛，最快則可至每小時 40 公里。EasyMile 無駕駛接駁的測試是與 Livermore Amador Valley Transit Authority (LAVTA)合作進行。另外 ELIX 公司也在 EZ10 上進行無線充電測試。
3. Shahin 說明 GoMentum Station 希望其客戶除了收集數據作為專用外，也希望客戶能將部份資料以匿名方式提供給 GoMentum Station，由 GoMentum Station 進行數據分析，例如車子在煞車前平均需要多少反應時間等，提供給如 American Automobile Association (AAA)等單位做為參考。Shahin 進一步提到 GoMentum Station 將規劃在該場域內設立符合不同國家地區的路況以供廠商測試使用。



● 活動情形



圖一 訪團團員與 AMP 技術經理 Shahin Sotoudeh 合影留念



圖二 EasyMile EZ10 在 GoMentum Station 進行測試



圖三 GoMentum Station 的場域特色



## 拜訪 SystemX Alliance 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／Palo Alto

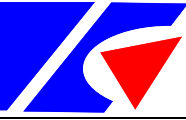
Packard Room 202 (David Packard Building, 2nd Floor)

拜訪機構：SystemX Alliance

日期／時間：2019/9/19(三) 13:30-14:30

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. SystemX Alliance 是 Stanford 大學和會員企業間跨域合作的平台，期能產生世界一流的研究和博士生，企業可以有效與教授及學生連結，槓桿學校研發能量。
2. SystemX Alliance 強調以應用驅動、系統導向的研究，藉此提升雙方的生產力及競爭力。
3. 目前 SystemX Alliance 於 Stanford 有超過五十位以上的教授參與，分佈在 13 個系所、3 個學院。
4. 該聯盟目前主要的領域包括：先進材料與設備、生物材料、數據分析與運算、設計生產力、能源/動力管理、異質整合、物聯網、光子/量子技術等。
5. 企業可參與 SystemX Alliance 的方式，包括 Focus Areas、FMA (Fellow-Mentor-Advisor)、Seed Grants、TRIP (Technology Research in Progress)。
6. FMA 是由會員企業支持 Stanford 博士生的研究，與該企業的專家導師密切合作，在教師顧問的指導下，對共同感興趣的領域進行尖端研究。30 多年來，FMA 已成為大學與企業合作的典範，SystemX Alliance 可與 Stanford 大學教授建立新的 FMA 研究關係，只要他們的研究是會員企業感興趣的領域。
7. SystemX Alliance 分配部分的會員捐款作為 Seed Grants，這些捐助促進研究和學生參與，符合 SystemX Alliance 強調系統思維和跨學科合作的宗旨，培養未來的研究方向。
8. TRIP 提供正式會員有機會主持 SystemX Alliance 的學生和教師會議數天，學生和教師展示研究成果並直接與支持他們的企業進行互動，為探索創意創造了獨特的環境，而這樣的互動也提供了招聘的途徑。
9. 參與 SystemX Alliance 的企業會員有 Apple、ARM、IBM、Intel、Infineon、NXP、Qualcomm、Google、Micron、TI、Applied Materials、華為、三星等國際大廠，另外台灣的台積電、新唐與華邦電等業者亦加入成為會員。
10. 參與 SystemX Alliance 的企業會員，可分為 Full Member 和 Associate Member，正式會員有 2 個 research tokens，非正式會員有 1 個 research token，提供會員企業指定 FMA 或 Focus area。正式會員可另付費追加 token，供選擇 1 項 FMA、Focus area。
11. SystemX Alliance 定期舉辦 e-Seminars、Conference 與 Workshops，提供企業與參與的老師、學生互動的機會，同時將相關領域專家的資訊公開於其網頁，提供企業與 Stanford 教授及學生間的交流平台。



12. 目前 SystemX Alliance 在進行之重點計畫包括：N3XT NanoSystems (Carbon Nanotube FET), 2D Materials, 4” Wafer-Scale Graphene Circuits, AI, Quantum Computing, Advanced Materials, MEMS, Photonics, Security, Robotics, Ultra-low power electronics 等。
13. Future IC for Machine Learning/AI：3D monolithic integration，運用奈米碳管(carbon nanotube)進行 3D 整合，運用奈米碳管的主因在於可以不用受到微影技術的限制。
14. Quantum Computing Research：不僅只在硬體層面，亦包括在軟體層面，並投入 Networked Quantum system。
15. Machine Learning/AI: 發展機器學習相關演算法，理解機器學習的預測模式；發展增強式機器學習（Reinforcement Learning）。
16. 在 SystemX Alliance 中進行研究合作，對企業而言，與原有的產學合作不同之處在於學校對於管理費（overhead）的要求、IP 使用權的限制等皆較有彈性。

● 活動情形



圖一 Jon Candelaria 介紹 SystemX Alliance 與企業的運作模式



圖二 工研院張培仁副院長代表致贈 Jon Candelaria 禮物

## 參訪 Stanford Nanofabrication Facility 紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州 Palo Alto Paul G. Allen Building

拜訪機構：Stanford Nanofabrication Facility

日期／時間：2019/9/19(三) 14:30-15:30

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. 史丹福大學奈米加工設備提供服務的對象包括來自全美國及全球的學術界、工業界和政府部門的研究人員。Nanofabrication Facility 不僅僅是一個實驗室，也是一個充滿活力的研究社群。Stanford Nanofabrication Facility 是 nano@stanford 的一部分，隸屬於 NSF 國家奈米技術協調基礎設施計畫下。
2. SNF 包括用於設備製造的 10,000 平方英尺潔淨室廠房工具和支持有機化學氣相沉積 (MOCVD) 和新試驗製造方法 (ExFab) 的兩個衛星實驗室。SNF 支持從醫學和生物學到基礎物理學和天文學等各種應用的研究人員，SNF 歡迎所有希望探索微米和奈米製造用途的所有學科的研究人員參與。
3. Stanford Nanofabrication Facility 由 NSF 贊助，主要用於晶片設計與製作，24 小時運行，可針對不同材料之晶片雛型產品進行設計及實作，並開放給產學研使用，不僅供美國在地廠商，同時也接受國際合作，收費機制為儀器使用計次方式，除了提供場地與設備外，也有 faculty 對使用者進行教育訓練與資詢，協助使用者能完善進行操作；同時也提供生物晶片螢光與顯微檢視，在實驗室的運用方面十分多樣化；另外，主要使用公司方面，主要為新創小型與已具規模之大型公司，主要原因為前者對於高價設備投入有所難度，而後者則將現有設備投入主力產品研發；所以會與此實驗室進行合作降低成本。

### ● 活動情形



圖一 Stanford Nanofabrication facility 之參觀與討論



圖二 工研院張培仁副院長代表致贈禮物

## 拜訪 QC Ware 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州 Palo Alto

Packard Room 202 (David Packard Building, 2nd Floor), Stanford University

拜訪機構：QC Ware

日期／時間：2018/9/19(三) 15:30-17:30

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. 在量子電腦的發展現況以及未來潛力方面，以 DiVincenzo 五大條件衡量，Superconducting 現階段乃最為成熟的技術，而針對 Coherence(量子糾纏時間)、Scalability(可擴充性)、與 Control(量子現象可控與可量測性)等三大重點觀之，則量子點以及矽光子技術在未來深具發展潛力；其中在量子點的研發具代表性的有哈佛大學、澳洲新南威爾斯大學、以及威斯康辛大學等，而微軟與 Nokia/Bell Labs 所專注的費米子與拓撲量子技術，雖迄今尚未有重要成果發表，但未來可能產生關鍵影響力與重大變革。
2. 以通用型量子電腦觀之，短期量子運算具潛力應用領域包括物理能階運算、化學反應計算及機器學習等，而在財務金融領域的大量高速證券交易與資產管理也是重要應用區塊。長期來說，包括如推薦機制等任何系統優化、破解現有密鑰資安機制、與主成分分析，都將是未來量子電腦應用鎖定的領域。
3. QCWare 為確保其量子演算法以及相關應用軟體的開發能跨各種量子電腦硬體平台，同時與 IBM、Google、Intel 等合作，未來亦將進一步與 D-Wave 與 Rigetti 等公司進行合作；此外，QCWare 也將推出如系統模擬、系統優化、以及人工智慧等 API 以及函式庫，提供平台以服務如財務金融、製造、化學化工、以及物流交通等行業；其在今年五月剛完成 A 輪募資約 600 萬美元，投資者包括 Airbus、高盛、花旗集團等。

### ● 活動情形



圖一 工研院張培仁副院長致辭並介紹團員



圖二 Peter McMahon 與 Yianni Gamvros 回應團員的提問

## Towards Detailed Visual Understanding of Human Activities

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州 Palo Alto
Room 102, Thornton Center, 379 Santa Teresa Street, Stanford
拜訪機構：Stanford Center for Professional Development
日期／時間：2018/20 (四) 09:00-12:00
<p>● 拜訪成果摘要/任務執行情形</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 史丹福大學人工智慧實驗室 (SAIL)的資深研究科學家、Stanford-Toyota Center for AI Research 的副主任 Dr. Juan Carlos 介紹以電腦視覺識別影片中人類行為、活動和事件。目前每天有大量影片包含人類行為的影片被產生且在網路上流通，而人類行為辨識的技術可以用在機器人互動、建築工地管理、醫療照護、智慧監控。過去學術界的相關研究有三個限制：少數簡單的行為、影片長度很短、行為類別描述很單純，為了改進這三個情況，Dr. Juan Carlos 的團隊首先收集了大量的人類行為影片資料提出 ActivityNet，接著提出 Single-Stream Temporal Action Detection (SS-TAD)演算法用來快速做影片行為分析，最後介紹了他們 Visual Grounding in Instructional Videos 的相關工作，此工作可以用來分析烹飪教學影片中將每一個步驟轉化成明確的指令，這些指令未來可以應用在自動產生烹飪機器人需要的詳細烹飪指令。</li> <li>2. Dr. Juan Carlos 的團隊未來的研究目標將是分析更複雜的行為、分析人物的意圖以及預測人物未來的行為。整體來說，目前影片行為辨識在實際應用上的主要挑戰之一，在於相較於單張影像辨識，影片分析的計算量非常龐大。</li> </ol>

### ● 活動情形



圖一 Juan Carlos 介紹以電腦視覺識別影片中人類行為、活動和事件



圖二 經濟部技術處林浩鉅簡任技正代表訪團致贈禮物



2018 Stanford-ITRI Forum: AI and Quantum Computing  
Stanford University  
September 20, 2018

## 拜訪 Berkeley Deep Drive (BDD) 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州 Richmond

1357 S. 46th Street, Bldg. 452, Richmond, CA

拜訪機構：Berkeley Deep Drive (BDD)

日期／時間：2018/9/20(四) 14:00-16:00

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. BDD 平台源自車輛自動化研究，整合該校 A.I.和機器人技術開發的強項，向無人駕駛產業發展，與另一個柏克萊平台 BAIR 專門於人工智慧研發相互合作。該平台已有 22 間廠商參與，2 間廠商待加入。平台會員每年收費 30 萬美元，一次合約五年，中間隨時可中斷退出，主要以：a. 汽車公司與製造商；b. 車輛移動服務商；c. 技術提供廠商三種類別，其中 NVIDIA 是以貢獻硬體方式參與會員。所有會員均享有研究資料與軟體的永久使用權限，並可和研究人員直接討論。
2. BDD 正在執行中的案件，以：a. 機械學習；b. 機械人；c. 電腦視覺；d. 自動駕駛輔助，為四個核心領域，由校內研究人員提案，業界代表參與共同審核。案件選定圍繞在：Applications, Functional Block, Algorithm/Method, Data 這四個層次，其中又以演算法的開發為大宗。
3. 針對與會的資策會、科技會報、工研院同仁提出針對自駕車技術的突破與前景問題，詹教授認為很重要的關鍵仍在偵測訊號 Data 的品質，能透過各式感測器，獲得多少有用的資料，將會決定人工智慧演算品質與人機互動情境的開發，未來最終影響乘客、自駕車和行人三者之間的模式。

### ● 活動情形



圖一 與詹教授討論 BDD 提案未入選的研究主題，是否公開可以作為後續研發參考



圖二 團員實際參觀 BDD 之自駕車，該車搭載了 LiDAR 和 AutonomouStuff 公司改裝平台

## 拜訪 ITRI Theme Day 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州 Palo Alto Ventura Hall, 220 Panama Street, Stanford University
拜訪機構：MediaX, Stanford University
日期／時間：2019/9/21(五) 09:00-17:00
<p>● 拜訪成果摘要/任務執行情形</p> <p>1. mediaX 簡介： mediaX 為史丹佛大學人文科學與科技先進研究所下之產業合作計畫，主要任務為連結企業會員和史丹福大學校內資源，進行人文、媒體與科技相關之跨領域研究。 mediaX 自 2013 年起和工研院合作，包括和 Stanford 教授 Dr. Abby King 合作 vCoach 訪問學者計畫，完成 vCoach 在北美場域之實地驗證。此合作為首次 ITRI 的原型產品進入北美區域作場域測試，之後也順利 spin-off；此類合作有助於技術開發成產品之前期測驗。 近年來 mediaX 和 ITRI 以 ITRI-mediaX Theme Day 的形式進行多次人員交流，主題涵蓋層面也很廣泛；此交流對於國內在新興技術在應用上有很大幫助，從 Stanford 的經驗給予我們一些參考。</p> <p>2. Theme Day 主題：Intersection of Human Sciences and Information Technologies for an Aging Society。以下為此次 Theme Day 的主要幾個討論摘要重點：</p> <p>一、<b>Dr. Pablo Parades, Topic: Stress management in the wild, Toward daily life wellbeing and performance</b></p> <p>(1) 面對人類生活中的各種心理上的問題，僅有非常少部分的問題被發現、解決、治療等；另一方面則是心理健康治療的效率十分低：0.05% of the population (0.22% Efficiency)。然而現實狀況是現在對於人類身心健康的監測有落差很大，除非真正身體或心理有病痛或是障礙產生時，才會進行處理。</p> <p>(2) 環境中有各種資料產生，然而最基本的挑戰是需要新的技術或科學來解決心理健康問題，尤其是在室外(In the Wild)，包括通勤、駕車過程。</p> <p>(3) 人類在戶外環境所常見的問題包括：壓力、遺忘、無聊以及處理各種臨時事件，其中壓力管理 (Stress management) 又是其中最為重要的議題，而無聊 (Bored) 是在室外環境當中產生壓力非常重要的成因，尤其是駕車環境當中。</p> <p>(4) Dr. Parades 運用兩個方式進行心理壓力的感測與處理：Non-obtrusive sensing (precision/use)、Subtle interventions (what?/when?)；藉由從生活脈絡過程中處理的各種心理壓力，包括工作、開車、從影像與聲音來偵測壓力程度，運用各種技術的重新組合來了解壓力的紓解(燈光、電腦螢幕顏色、電腦影像、辦公座椅的移動等)，以及包括在駕車當中的壓力(瞳孔、呼吸、心律、流汗、口乾...)</p>



- (5) 此外，Dr. Parades 另外透過電腦滑鼠來偵測工作壓力：偵測手與滑鼠之間的持握與接觸方式(根據實驗有超過 75%的實驗者表現工作壓力高時出現緊握滑鼠的現象)。
- (6) Dr. Parades 也運用黏貼在身體各部位的感測器感測各種身體部位的壓力；其中該研究團隊則是鎖定在透過不同感測器的形狀與黏貼的位置，探討心理狀況的變化。
- (7) 而運用現在的社群媒體，設計出以現今流行文化為主的舒壓方式，包括產品、影片的機器學習的智慧推薦等。追蹤使用智慧型手機的每日型態，尋找使用行動裝置歷程與壓力的關聯，進而透過軟體方式進行解決，如適時跳出不同的影片或訊息。
- (8) 而通勤過程中開車中的壓力監測，則是整合運用黏貼在駕駛座椅感測器，透過駕駛者的坐姿與行為的改變，探討駕駛者心理狀態，其中大部分的駕駛者在於呼吸頻率的控制。另一個則是探討駕車過程中的壓力需要介入的時間點，依此則可設計出提升駕駛專注力的方式。

## 二、Dr. Anthony Wager, Topic: Predicting Healthy vs. Pathological Aging: Multimodal biomarkers of age-related memory change and risk for Alzheimer's disease

- (1) Dr. Wager 是腦部認知心理學家，長期關注腦部的記憶形成與改變的因素。
- (2) 高齡者記憶問題十分嚴重(包括記憶的消失、改變等)，Dr. Wager 則是運用新科技(各種先進感測器結合機器學習演算)，建構人類是如何建立日常生活的記憶的模式。
- (3) 透過觀察腦中的各種生物標記(Biomarker)的變化，掌握記憶的形成、進一步預測記憶的消失前的徵狀。
- (4) 透過行為的觀察，以及各種科技的介入，讓記憶問題可以提早被發現與解決，尤其是透過智慧裝置的應用程式與功能特殊設計，特別為高齡者每天面對的問題進行解決，包括語音通訊、遊戲、社交媒體、電影等，都特別進行設計符合高齡使用者的需求。
- (5) 高齡者的記憶問題是個跨領域議題，包括醫學、神經科學、工程科技，以及整合目前新興主題：人工智慧與深度學習等，都是探索、解決生理性記憶喪失、甚至是前期失智症的方式。
- (6) Dr. Wager 研究團隊進行 Longitudinal Study-PHIND 研究；運用 fMRI 以及 MRI 觀察超過 200 個樣本、持續追蹤 8 年；其中 32 個樣本進一步進行 Tau PET，掌握生物標記進行個人差異在記憶衰退。進行發展預測性模式對於健康者與疾病者(aMCI/AD)。
- (7) 高齡失智者可以透過人工智慧或是智慧裝置(如智慧音箱 Echo)，進行適時的記憶刺激，減緩失智症狀的發生或延緩。(例如定時/或不定時，透過科技設備主動進行問題詢問，了解腦部記憶或失智的狀況)。

## 三、Dr. Arnold Milstein, Topic: Human-centered AI to Lower the Cost of Excellent Healthcare

- (1) Dr. Milstein 研究團隊整合包括：醫學(Stanford Medical School)與工程 (Stanford AI Lab；SAIL)、設計(Stanford Design School)領域之連結，探討如何運用 AI 或是工程



技術，整合設計思維，探詢有效降低醫療照護的成本的方法。

- (2) 研究團隊與 AI 技術合作的方向有四個：1. At-home senior care、2. Hospital care、3. 手術執行過程的行為觀測 (operating room care)、4. 居家小孩照顧行為 (in-home parenting)。
- (3) 該團隊研究透過兩個構面為其預期目標：Bright Spots: research to clarify attributes of today's positive value-outliers: Dark Spaces: research to illuminate and perfect the reliability of healthcare。
- (4) 透過各種 AI 技術感測，進行行為感知，進一步預測健康狀況：目前主要的研究重點在：透過病床旁的電腦視覺，保護病人的安全。
- (5) 而在居家/醫院視覺監測部分，用以探討醫院互相感染議題，為保護個人隱私，使用深度影像感測器 (depth camera sensors)；紀錄照顧者每天的行為，紀錄接觸各種物品過程，希望能夠找出可能感染的來源(手持各種物品的時間、種類...確保手的衛生 Hand-hygiene)。
- (6) 影像的標註初期可能需要專業照護 (image annotation)，用以進行照護行為的定義與標註，而醫院初期往往發現會有拒絕或是運用技巧阻擋攝影機的行為，然而後續發現研究的效益後，逐步擴展至少三家醫院進行系統建置。
- (7) Dr. Milstein 團隊同時運用在醫院建構的影像監測與判讀技術，進行 Value-critical senior activity at home，用 AI 影像自動判斷高齡長者在家中的各種行為：行走、坐下、閱讀、烹調、用餐等行為，後續可做為居家高齡照護服務的設計。
- (8) 該團隊同時加入 Design Thinking 手法進行產品與服務改善，包括五個步驟進行 Human-centered Design：Empathize, Define, Ideate, Prototype, Test；運用影像分析，找出問題癥結，並透過實際訪談，找出為何沒有持續保持洗手的原因。最後設計出不同的警示系統進行測試，實驗結果呈現對於病房保持衛生程度有明確的改善。

#### 四、Dr. Sandra Winter

- (1) Dr. Winter 是 WELL Wellness Living Laboratory 主任，是下屬於 School of Medicine, Stanford Prevention Research Center，主要研究領域在於進行透過行為改變 (New Lifestyle Behavior)，改善身體與心理健康狀況。
- (2) 透過界定 WELL being 的構面，包括社交聯繫、探索及創造能力、靈修/信仰、經濟狀況、自我意識、體能健康、情感意會、壓力與適應力等，建立 WELL Score 去衡量受訪者的健康狀態。
- (3) 透過各種媒介進行實驗者之研究，包括 Email、Web Portal、Social Media 等，收集包括美國、中國、台灣以及新加坡之調查研究。(台灣部分輔仁大學以及與中研院 Biobank 合作)。
- (4) 從研究成果發現：社會連結程度，與健康程度有高度關係；而藉由此研究，可以量身訂做幸福健康報告，包括提升健康的主要措施與優先順序。



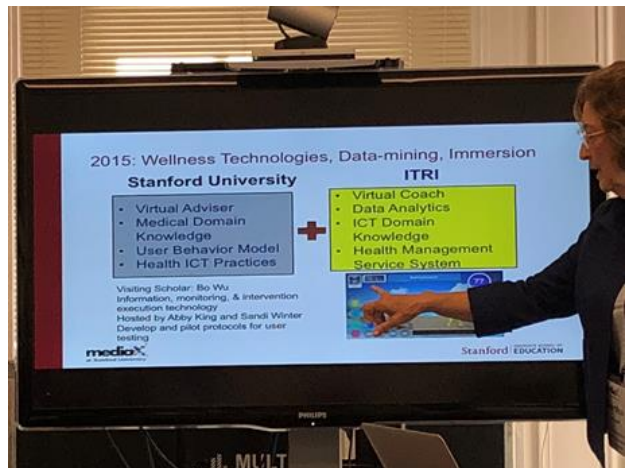
### 五、Paul Brown & Matt Hasel

- (1) 該團隊隸屬於 Stanford Medical School，運用 3D 影像與創新人機介面，可以更為真實呈現人體與骨骼影像，以及以類似手術過程的介面手法，讓此技術可用於醫學院教學以及實驗的目的。
- (2) 同時以相同的人體器官與骨骼資料庫，結合 AR/VR 裝置，影像呈現 3D 骨骼、內臟，成為虛擬手術室，實際模擬人體手術過程中的各個步驟，運用在跨醫療團隊的討論以及教學，有極大的幫助。
- (3) 目前該影像系統報價約為 70,000 美金，若未來可整合台灣 ICT 的能力，以及 AR/VR 裝置與系統，將可大大提升該系統的成本競爭力，大幅增加此系統的市場擴展性。

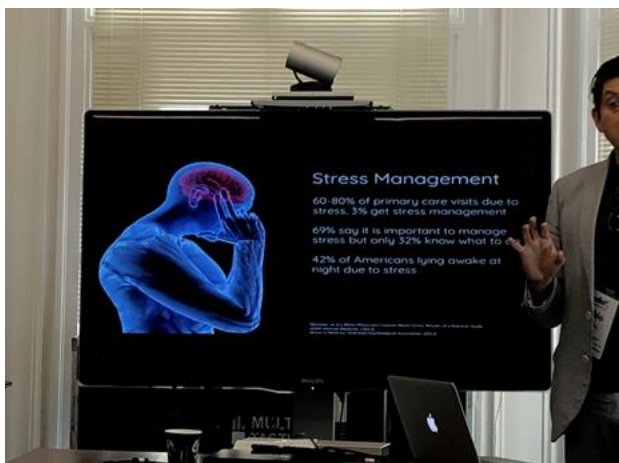
### ● 活動情形



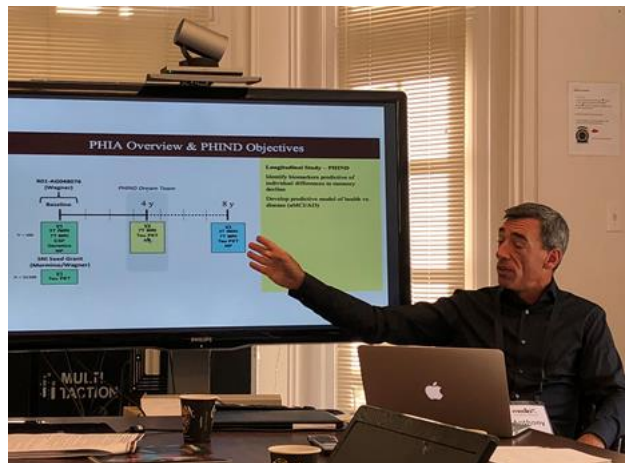
圖一 參訪團代表與 mediaX 進行交流



圖二 mediaX Director Dr. Martha 說明與 ITRI 合作的歷程與成果



圖三 Dr. Parade 團隊進行心理壓力感測與管理研究



圖四 Dr. Wager 說明透過長期研究，觀察人類記憶形成與喪失原因，探討高齡失智問題

## 拜訪 Eyeris 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州 San Jose

1608 Las Plumas Ave., San Jose (在 Prospect Silicon Valley 內)

拜訪機構：Eyeris

日期／時間：2018/9/21(四) 10:30-12:00

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. EYERIS 公司為矽谷新創公司，具有自己的影像資料庫及 AI 演算技術，主要技術重點在於分析性別/年齡/情緒與疲勞狀態，初期是運用於消費者之行為模式及喜好度分析也運用在居家型機器人，後續則專注於車用電子市場技術開發及運用；主要已進行洽談之車廠包括 Honda/Toyota/Audi/Land Rover 等，也都在進行技術評估當中，目前也在規劃開發小型 AI Camera 產品中，希望能與國內晶片設計廠商洽談合作，未來導入車後市場運用。
2. 與 EYERIS 公司交流，了解該公司如何利用深度學習進行各種不同分析及未來發展趨勢。並藉此機會尋求與國內廠商合作的機會。人臉識別演算法及系統主要核心技術為利用 AI/CNN 等技術將人臉特徵資訊建立資料庫，並透過自有分析技術判斷人體生理/心理狀態；在車輛系統，EYERIS 展示以 Tesla 電動車作為載體，整合車內 CCD 及平板系統，展示行車時即時連續偵測人體疲勞及情緒指標技術；智慧居家管理技術方面，已整合於 WebCam 技術並展示空間中人體姿態分析，後續有機會應用於銀髮/獨居老人健康管理及安全監控。

### ● 活動情形



圖一 工研院張培仁副院長代表致贈禮品給 EYERIS CEO



圖二 參訪團員於 EYERIS 展示車前合影

## 拜訪 AT&T Foundry 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／加州 Palo Alto／260 Homer Ave, Suite 102, Palo Alto, CA

拜訪機構：AT&T Foundry

日期／時間：2018/9/21(五) 14:00-15:00

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

1. 拜訪過程首先 AT&T 的負責人簡單介紹 AT&T Foundry 的運作宗旨，該單位是 AT&T 一個創新研發單位，本身並不負責營運業務，而是一個自主的研發單位，目標在解決 AT&T BU 單位的相關問題，舉例來說，他們某業務單位，如果有個網路切換離線系統的問題，效率異常低多，在 BU 單位提出問題後，AT&T Foundry 的研究人員，可以事先評估是否要參與解決該單位一些程序改善問題，如果評估可行，就會接案著手處理該單位的問題，進而提出解決方案，在內部創造雙贏，如果評估該方案需要 leverage 外部的資源，則會協助轉介，整合，該單位只負責挑戰一些需要以創新的的方式解決的問題，並在完成後積極轉移，並不介入營運。避免被後續維運問題，拖垮研發人員在處理新問題上的專注力。
2. 目前由於 AT&T 是個巨大的營業體，裡面有 180 幾個 BU 單位，問題非常的多，因此該 Foundry 可以在不擔心營運來源的前提下，尋找有價值的研究方案來處理問題，而不是甚麼問題都要包下來，這樣可以讓研發人員就有新穎，有趣的問題加以研究，提出更有附加價值的 solution，而不是單純的當救火隊員，疲於奔命。算是一個大公司內部組織創新很好的研究案例。
3. 大型組織內部，由於運作的複雜度，經常有許多冗雜的運作程序，而拖垮組織內部研發人員的專注力和積極性。如果能夠參考 AT&T 的經驗，成立一些有活力的創新小組，負責改善組織運作的困難部分。也許可以改善運作效率，創造雙贏。

### ● 活動情形



圖一 工研院張培仁副院長致辭並介紹團員



圖二 AT&T Foundry 與會人員與團員進行討論

## 參訪 Nanoscale & Quantum Photonics Lab 會議紀錄

### ● 行程摘要

前往國家／地區／地址：美國／Palo Alto 348 Via Pueblo Mall, Stanford, CA 94305

拜訪機構：Nanoscale & Quantum Photonics Lab

日期／時間：2018/9/21(五) 15:30-17:00

### ● 拜訪成果摘要/任務執行情形

Nanoscale and Quantum Photonics (NQP) Lab 係由 Jelena Vuckovic 教授領導，研究主軸鎖定在奈米級光子特性的掌握與操控，藉由對光學元件與結構的不斷實驗與優化設計，產生光子的量子現象，再藉由對多個量子態光子彼此之間連動的控制，以造就出具有量子運算能力的純光學硬體架構。以下針對 Vuckovic 教授所發展的奈米級光子相關研究工作摘要：

1. 以光學結構製作出量子位元，並利用逆向設計的概念設計出高效率 (efficiency 99%) 的光耦合器，再藉由波導介質以順利使各奈米等級光子彼此之間產生具量子糾纏現象，以建構具備量子運算能力的硬體環境。
2. NQP 實驗室在金剛石結構中，分別以 Si、SiC、GaAs、InAs 等不同材料來取代金剛石結構之中的一個碳原子，以構成量子點，再將該量子點鄰近處的另一個碳原子掏空並產生一個缺陷空間，製作出 Si-vacancy、SiC-vacancy、GaAs-vacancy、InAs-vacancy 等，上述各結構均具有能使原本透明無色的金剛石轉變成能呈現色彩的晶格，將此晶格放在具共振效果的振盪腔體之中，經由雷射照射，即可激發產生具量子現象的光子。NQP 實驗室目前在製作量子態光子的糾纏保真度已可達到 97%。
3. 相較其他如超導體、補獲離子、矽基量子點等，以光子所建構出的量子運算硬體，其最大優點是有機會在常溫下操作，然而最大挑戰是元件製造的高難度與高成本結構。目前 NQP 實驗室已與比利時 IMEC 以及晶圓代工廠 GLOBALFOUNDRIES 進行製造合作。

### ● 活動情形



圖一 Jelena Vuckovic 針對 Nanoscale and Quantum Photonics (NQP) Lab 之研究給予簡介



圖二 Nanoscale and Quantum Photonics (NQP) Lab Tour



## 六、心得與建議

- (一) 本團參加工研院與美國史丹福大學定期舉辦的「產業創新研發論壇」及前瞻實驗室參訪，並與其頂尖研究專家座談，透過此一雙邊長期經營的創新研發平台，得以維持並持續佈建國際專家的未來合作網絡，亦有助掌握國際產業科技脈動和前瞻技術變革，並廣納專家意見，可作為我國新興產業技術研發布局之參考。
- (二) 隨著智慧科技的崛起，將帶來新的應用、服務與市場，更建構新的全球價值鏈與產業供應鏈，對於產業升級與轉型有很大的助益。過去臺灣以硬體製造為主，智慧科技則多著重於軟硬整合之系統服務開發，藉由觀摩美國先進智慧科技在不同產業的應用與發展，未來可結合臺灣在資通訊及半導體產業的優勢，拓展智慧科技及創新應用之國際合作商機，進而協助台灣產業加速轉型，造就新一波經濟成長動力。
- (三) 本團完成並見證工研院與美國華盛頓大學簽署合作備忘錄，後續將維持及深化雙方合作關係的共識、槓桿雙邊優勢、共同開創國內產業之應用價值，雙方均指定窗口負責推動合作交流，進行具體合作議題討論並鼓勵人員互訪，有助提升台灣產研在國際領先技術之創新鏈結。