



國立交通大學  
National Chiao Tung University

出國報告（出國類別：B類、出國短期研究）

## 國際百大合作計畫

獵能感應器應用服務、系統軟體與處理器之研究

服務機關：資訊工程系

姓名職稱：曹孝櫟教授

派赴國家：瑞士蘇黎世聯邦理工大學

出國期間：2015/07/01-2015/07/29

報告日期：2015/09/06

## 摘要

本計畫針對使用環境能源供電之穿戴式感應器裝置所應具備的環境包含應用程式(Applications)、程式語言(Programming language)、程式撰寫模型(Programming model)、編譯器和程式發展工具(Compiler and development tools)、執行階段支援系統(Run-time support)與作業系統(Operating system)、低耗電低電壓感測器處理器等做一深入的探討與研究，並思考以程式語言之改進與擴充、編譯器之支援，作業系統與動態執行階段之耗電感知與電源管理能力，以及底層硬體之支援與配合，以達到資通訊系統高效能低耗電之目標。本次出國目的除了延續和瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)在資訊工程系、院層級之合作之外，同時針對穿戴式感應器裝置之技術與應用研究進行交流。

## 目次

一、目的 .....

二、過程 .....

三、心得及建議 .....

四、附錄 .....

## 一、目的

本人參與國際百大合作計畫"獵能感應器應用服務、系統軟體與處理器之研究"與瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)合作進行使用環境能源供電之穿戴式感應器裝置之程式語言、程式撰寫模型、編譯器和程式發展工具、執行階段支援系統與作業系統、低功耗低電壓感測器處理器等之研究。本年度為第四年度的合作，在技術方面的合作，基於過去三年的合作經驗與努力，本年度成功申請到科技部穿戴式裝置應用研發專案計畫之補助，同時獲得科技部計畫的移地研究之經費補助，將持續在穿戴式裝置技術上和瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)合作。在系、院、校級的合作方面，兩校持續保持交流，亦透過本年度出國短期訪問深化合作與交流的默契。

## 二、過程

瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)為歐洲最著名之大學之一(世界排名第 12 名(THE-QS World University Rankings 2013 排名)/歐洲大陸排名第 1 名(THE-QS World University Rankings 2013 排名)/資訊工程世界排名第 26 名(上海交大 2013 排名))，而合作之主要研究單位為資訊工程學院，並以 Institute for Computer Systems 為主要合作之對象。包含現任系主任 Prof. Markus Püschel, 榮譽教授 Prof. Jurg Gutknecht 以及 Dr. Felix Friedrich。此次出國短期研究於 7/1 至 7/29 為期四周，主要與合作夥伴見面討論包含系、院層級之合作，交流並討論技術項目研究成果等。在系、院層級之合作方面，主要與現任系主任 Prof. Markus Püschel 討論，本年度資訊學院有兩位學生申請赴瑞士蘇黎世聯邦理工大學交換，獲得瑞士蘇黎世聯邦理工大學審查通過，此為簽訂交換學生的第二年，Prof. Markus Püschel 對於資訊學院持續有優秀的學生申請並獲得通過至瑞士蘇黎世聯邦理工大學交換感到非常興奮(資訊學院去年亦有兩位學生申請獲得通過)。今年的申請與通過的情形，比去年更佳，今年有一位獲得交換一年、一位獲得交換半年的機會，這已經超過了原先兩校交換學生的預期(原先以兩位學生各半年、或一位學

生一年為目標)。我方也表達希望能吸引瑞士蘇黎世聯邦理工大學優秀學生來台交換，現任系主任 Prof. Markus Püschel 也表示了高度的支持，會在系所層級加以推廣。系主任 Prof. Markus Püschel 同時也表示三位校級代表(本校謝副校長、周國際長以及陳冠能教授)在六月底訪問瑞士蘇黎世聯邦理工大學的事宜，也將繼續努力推動兩院和兩校的合作。在本次計畫中，我們再一次表達邀請現任系主任 Prof. Markus Püschel 來台訪問本校，但 Prof. Markus Püschel 表達今年十分忙碌，但一定會在明年度來台訪問。

技術合作的部份，由於去年度瑞士蘇黎世聯邦理工大學電機系教授 Prof. Lothar Thiele 應邀至本校訪問，Prof. Lothar Thiele 為穿戴式系統、低功耗研究之國際知名學者，因此我們借此訪問機會，針對本計劃研究與成果與 Prof. Lothar Thiele 交流，獲得相當熱烈的討論。並決定在此研究議題上能有進一步的合作。因此我們也整理的相關的研究課題，並申請科技部穿戴式裝置應用研發專案計畫，獲得通過，同時在國際合作與移地研究上獲得科技部之支持，將持續與其合作。

利用本次短期參訪過程，我們針對未來合作的主題進行討論與交流，隨著穿戴式裝置(wearable device)陸續推出，各類型穿戴式的應用與服務預期也將有爆炸性的成長，然而耗電問題一直困擾著穿戴式裝置的設計者，也左右穿戴式應用與服務是否能為人們所接受和大規模地使用。我們想像未來的穿戴式裝置將提供電腦視覺(computer vision)、物件辨識的能力(object recognition)，這樣的裝置將創造新穎的應用與服務情境，而為了處理影像與視訊的大量資料，此類穿戴式裝置的耗電問題將面臨更嚴苛的考驗。在新一期的合作項目中，我們提出以電腦視覺、物件辨識為基礎之穿戴式裝置的想法，以開放式軟硬體環境(open hardware, open software)為基礎建構一穿戴式實驗平台，並在此實驗平台之上發展關鍵之超低耗電穿戴式裝置晶片系統與軟體技術。在硬體方面，以超低電壓處理器、非揮發性記憶體為基礎，輔以超低耗電電腦視覺與物件辨識技術與系統軟體中耗電與記憶體的管理，透過跨越軟硬體層級進行系統優化設計。



在合作計畫中，我們首先提出了一個使用者情境(use case scenario)來說明計劃的長遠目標，一種以視覺為應用之超低耗電穿戴式裝置的概念，想像一種輕薄短小的裝置（我們將之稱為隨意貼裝置(PASTE device)），由電池或獵能裝置供電，可以隨意黏貼至衣物、背包、拐杖、項鍊、耳環等裝飾品之上，也可以輕鬆拔下透過無線方式充電，隨意貼裝置本身有鏡頭可進行照相與攝影，經過低耗電的處理後，將資料傳遞到閘道器(如行動手持裝置)進行進一步的分析，或傳送到雲端進行處理，以便提供穿戴式的服務。圖一、二說明了一個隨意貼裝置(PASTE device)使用在兒童照護的情境。首先隨意貼裝置可以任意黏貼之兒童的書包、外套、帽子等衣物上，透過與閘道(gateway hub)

如行動手持裝置的配對完成設定工作(圖一①)，隨意貼裝置配有震動感測器並透過 Bluetooth low energy 或 ANT 等超低功耗的無線裝置與閘道器聯繫，隨意貼裝置在裝置震動到一定比例時會嘗試與閘道器聯絡判斷是否啟動裝置，閘道器也可以透過更複雜的演算來判斷兒童是否離開家中，是否需要啟動隨意貼裝置，隨意貼裝置啟動後會自閘道器取得來自雲端或是閘道器快取(cache)的情境感知電源管理參數(context-aware power management)，此參數是透過使用情境(scenario-based)和情境感知(context-aware)等積極的省電策略來對隨意貼裝置進行耗電與記憶體的管理(圖一②)。完成設定之後，隨意貼裝置透過模型和預測技術，隨著面對的環境和使用者使用的情境進入到不同的耗電與記憶體運作模式來工作，例如大部分兒童上學的途中都處於安全無慮的狀態之下，則隨意貼裝置則進入待命模式，但當閘道器判斷兒童行經危險路段時，則喚醒隨意貼裝置進行危險來車偵測，並適時夠過聲響等方式提醒兒童(圖一③)，或者當閘道器判斷兒童行經危險路口時，亦會喚醒隨意貼裝置進行路口號誌與車輛的偵測，提醒兒童(圖一④)，閘道器與雲端連網，因此可以獲得最新的路況資訊，當閘道器獲知路口車輛增多時，也可以喚醒隨意貼裝置進行危險來車偵測(圖一⑤)。閘道器在偵測隨意貼裝置抵達學校、放置好黏貼隨意貼裝置之書包、帽子後，則通知隨意貼裝置進入深層次睡眠狀態(圖一⑥)。



圖二、使用情境二

圖二說明了另一種隨意貼裝置(PASTE device)應用於兒童照護使用情境，在兒童離開學校返家後，閘道器偵測兒童偏離了經常行走之返家道路，因此通知隨意貼裝置進行定期安全性分析(圖一②)，當閘道器偵測兒童在一地停留過久後，則啟動隨意貼裝置進行陌生環境檢測，經過分析後，確認兒童在返家途中行經速食餐廳購買點心(圖一③)，陌生環境檢測亦可能偵測出兒童面對陌生或不友善人物，可以立即通報父母(圖一④)。隨意貼裝置不限用於兒童，配合老人，隨意貼裝置可以黏貼至拐杖、外套之上，偵測環境異狀(如迷路、行動發生障礙)，配合婦女，隨意貼裝置可以黏貼至耳環、項鍊、皮包，偵測陌生或危險人物等。隨意貼裝置的主要概念在建構一個以視覺應用為主之超低耗電穿戴式裝置，提供如人們第三隻眼的服務，我們相信這樣的裝置將創造豐富且新型態的服務和應用。

然而在隨意貼(PASTE)這樣的目標下，以視覺應用為主之超低耗電穿戴式裝置將面臨許多技術上的挑戰，計劃的總體目標即是以開放式軟硬體環境

(open hardware, open software)為基礎建構一穿戴式實驗平台，並在此實驗平台之上發展關鍵之超低耗電穿戴式裝置晶片系統與軟體技術。雙方的合作將專注於穿戴式裝置之情境感知電源與記憶體管理：系統軟體方面則扮演關鍵的協調軟硬體統合工作，在電源管理(power management)方面，傳統以逾時 (time-out based)或以門檻(threshold-based)方式的電源管理機制可以看成反應式(reactive)的電源管理，這樣的技術已經無法滿足超低耗電穿戴式裝置的要求，一種主動式(proactive)、更積極的電源管理方式需要被提出。在此計畫中我們提出了以情境感知(context aware)、情境為基礎(scenario-based)耗電與記憶體管理技術，其基本概念在於蒐集穿戴式與閘道器所觀察到的狀態，例如時間、地點、影像、震動、裝置傾角、移動、天氣、溫度、執行之應用、動態網路資訊等各種環境參數，透過閘道器與雲端資料的蒐集，進行深層學習(deep learning)找到關鍵參數並對使用者的各種使用情境加以模型(modeling)，這樣的參數在透過雲端和閘道器下載至穿戴式裝置進行使用情境的預測與感知，以更積極與主動的方式來進行低耗電處理器之電源管理、處理器排程與記憶體管理等。

本合作計畫的申請也很順利地獲得科技部審查通過，將持續與蘇黎世聯邦理工大學保持技術方面的合作。

### 三、心得及建議

1. 與瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)兩校交換學生合約，今年邁入第二年，成果較第一年更為豐碩。包含有兩位本校資工系的學生，成功申請到蘇黎世聯邦理工大學交換，一位學生更獲得一年的交換機會，以超過原先設定之目標。但目前尚未有蘇黎世聯邦理工大學的學生訪台，Prof. Markus Püschel 允諾將加強系所層級之宣傳，我們將持續和系主任 Prof. Markus Püschel 保持聯絡，隨時提醒本校提供優秀國外大學學生來台訪問之獎學金機會。

2. 與瑞士蘇黎世聯邦理工大學的技術合作持續獲得校方和科技部之支持，研究團隊將繼續努力，保持合作，並爭取更多、範圍更大的合作機會。例如 Horizon 2020 的合作機會。

建議事項參採情形 (請條列上述「建議」相關事項於下)	出國人建議		單位主管覆核			
	建議採行	建議研議	同意立即採行	納入研議	不採行	不採行原因
1.						
2.						
3.						

連絡人：曹孝櫟

單位主管（初閱）簽章：

分機：54717