



國立交通大學
National Chiao Tung University

出國報告（出國類別：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：曹孝櫟副教授
派赴國家：瑞士蘇黎世聯邦理工大學
出國期間：2014/07/12-2014/08/21
報告日期：2014/09/29

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)、低功耗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，已達到資通訊系統高效能低功耗之目標。本次出國目的除了延續並完成與國際百大合作學校瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)之合作技術開發與研究外，同時也協助智慧電子國家型科技計畫安排 2014 德國瑞士學研參訪活動，訪問蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)，促成更多國內學者與蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)的學術交流活動。

目次

一、 目的	4
二、 過程	4
三、 心得及建議	10

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、低耗電低電壓感測器處理器等之研究。在此之前已透過國科會申請國內研究學者短期訪問一年(2012/07/01-2013/06/30)，完成與瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)兩校交換學生合約之簽訂工作，因此申請本次訪問計畫，除了延續與蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)的合作之外，另外也協助智慧電子國家型科技計畫安排 2014 德國瑞士學研參訪活動，訪問蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)，促成更多國內學者與蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)的學術交流活動。

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前院長 Prof. Jurg Gutknecht 所領導之 Native Systems Group 團隊以及 Institute for Computer Systems。Native Systems Group 為發展電腦程式語言 PASCAL 之發源地，目前仍專注於電腦系統包含處理器、系統軟體、程式語言之設計與研究。Native Systems Group 之專長在於超過 20 年，長時間投入程式語言、編譯器、作業系統、與處

理器之設計與發展，擁有極為穩定與成熟之自主性程式語言、編譯器、作業系統、與處理器之設計與實作。

由於暑假期間將前往蘇黎士聯邦理工學院進行國際合作計畫，因此提前於 7/1 前往歐洲，於 7/7 抵達西班牙馬德里以便參加 7/8-7/11 舉辦之第二十六屆歐洲即時系統會議，會議結束後於 7/12 搭機前往瑞士蘇黎士，開始本次的研究合作計畫。

本次短期研究研究主題之一是延續前一年度和蘇黎世聯邦理工大學的合作，主要在進行穿戴式裝置的耗電分析與改善，考量穿戴式系統的耗電隨著使用先進製程技術，靜態耗電的比例增加，因此我們在此次合作中，提出了一套用來分析靜態耗電的技術，由於靜態耗電的形成原因和溫度有很大的關係，因此我們也提出了溫度分析的方法和蘇黎士聯邦理工學院的研究團隊交流，這個技術我們稱之為 LOFT 並且研發了四個版本包含 LOFT, C-LOFT, Multi-order LOFT and Multi-order C-LOFT。根據我們的初步實驗發現，這樣的設計不但可以快速分析到 IC 溫度的變化，而且也可以達到很精準的答案。下圖一至四是我們透過模擬分析，比較傳統方法和我們方法的不同。我們可以看出來我們除了可以提昇將近 100 倍的速度外，所耗費的記憶體也是傳統方法的 0.45%。為了更進一步的驗證所提發方法的正確性，我們進一步實作了一個工具，同時也提供給我們的合作夥伴蘇黎士聯邦理工學院的研究團隊來使用。

蘇黎士聯邦理工學院的研究團隊同時也跟更新了他們的處理器設計並提供給我們參考使用。除了設計上的更新之外，合作團隊也提供給我們訓練教材的部份，其中包括設計概念的講解，讓與使用者或學生能對高階應用處理器的設計思維與設計流程有基本的認識，並認知到客製化高階應用處理器所能帶來的效益與市場需求。第二部分的教材主要是介紹如何以高階程式語言發展高階應用處理器，縮減設計的週期，讓上市時間能盡可能的短，並同時維持高可靠性，讓嵌入式系統更有競爭力。第三部分是集中在高階應用處理器的硬體設計上，說明 Tiny Register Machine (TRM) 的設計，如何設計出精簡、有效率的處理器，同時提供

了所有的實作訓練課程講義與原始程式碼。最後一部分是高階應用處理器的應用程式設計與系統合成。這部份的課程是講述如何設計與高階應用處理器配合的應用程式，並利用設計工具進行綜合分析，模擬出處理器與應用程式實際上配合時，會不會產生問題，並在真正投入生產前，將問題找出，進而避免不必要的錯誤生產。我們將相關資料帶回國內，也會相對應用來改善我們的課程。

本次的短期訪問之中，除了和合作團隊的交流之外，也討論到許多分技術性上的議題，包含透過與瑞士蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)兩校交換學生合約之簽訂工作，今年已經有很好的成效，包含有兩位本校資工系的學生，申請到蘇黎世聯邦理工大學交換已經獲得入學許可，簽約第一年有如此成果十分令人興奮，但如何加強蘇黎世聯邦理工大學的學生訪臺，將是下一個階段的重點。第二，近幾個月瑞士進行全民公投，決定限制歐洲人是到瑞士的工作機會，此舉讓歐盟各國有很大的反彈，認為歐盟的基本精神是歐洲各國的平等和自由的工作權，此項公投的結果是明顯違反歐盟的基本精神，因此也使得歐盟準備對瑞士進行制裁，包含降低瑞士在 Horizon 2020 所扮演的角色，目前據了解，瑞士已無法主導 Horizon 2020 計畫，也不能獲得歐盟科技補助，但仍可以合作的方式加入團隊。後續的發展值得持續的觀察。

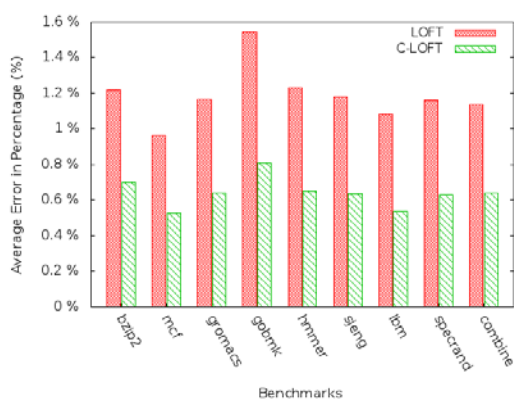


圖 1 Accuracy of LOFT and C-LOFT.

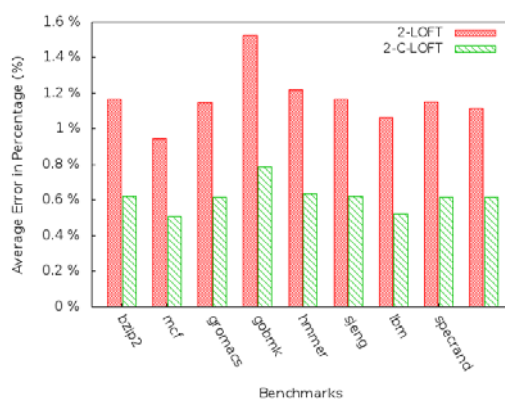


圖 2 Accuracy of Multi-order LOFT and Multi-order C-LOFT.

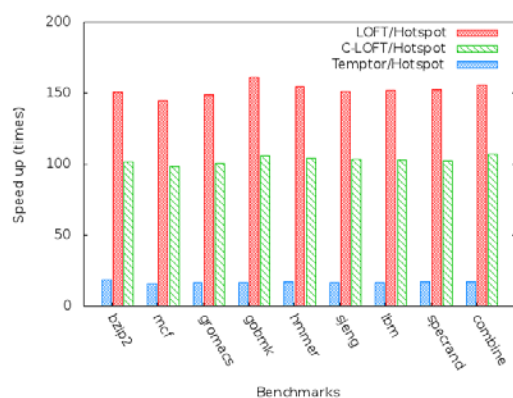


圖 3 Speedup of computation.

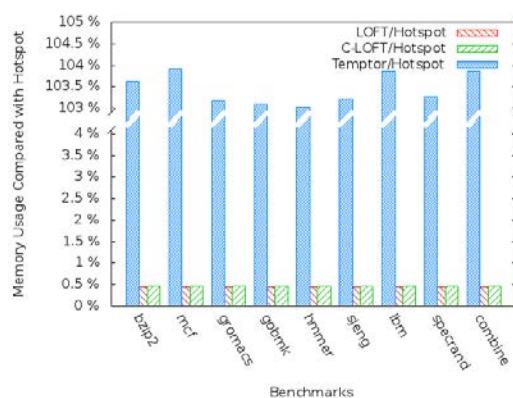


圖 4 Memory usage saving.

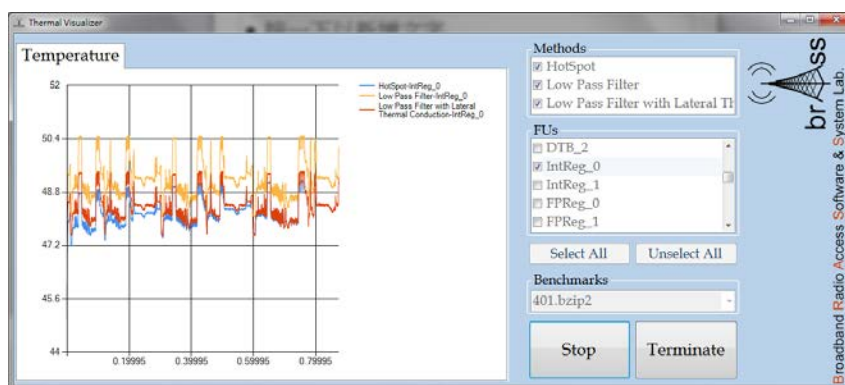


圖 5 Real-time thermal simulation tool - Thermal Visualizer.

本次也利用訪問期間，協助智慧電子國家型科技計畫安排 2014 德國瑞士學研參訪活動，訪問蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)。安排訪問蘇黎世聯邦理工大學(ETH Zurich)之教授與團隊名單如下：

ETHZ (Zurich, Switzerland)	學術機構	✧ Anders Hagström <i>Director of ETH Global</i> ✧ Lothar Thiele <i>Professor & Former Head of Dept. of Info Tech and EE (D-ITET)</i> ✧ Bernhard Plattner <i>Head of Dept. of Info Tech and EE (D-ITET)</i> ✧ Roland Siegwart
----------------------------------	------	--

		<i>VP Research & Professor of Dept. of Mechanical and Process Eng. (D-MAVT)</i> ✧ Markus Püschel <i>Head of Dept. of CS (D-INFK)</i> ✧ Freidemann Mattern <i>Professor (IoT & Sensors) of Dept. of CS (D-INFK)</i> ✧ Otmar Hilliges <i>Assistant Professor (Wearable Computing) of Dept. of CS (D-INFK)</i> ✧ Gustavo Alonso <i>Professor of Dept. of CS</i> ✧ Qiuting Huang <i>Professor & Head of the Analog and Mixed-Signal Design Research Group</i> ✧ Luca Benini <i>Professor of Digital Circuits and Systems, D-ITET</i> ✧ Gerhard Tröster <i>Professor of Electronics, D-ITET & Head of Electronics Laboratory</i> ✧ Janos Vörös <i>Professor of Bioelectronics, D-ITET & Deputy Head of Institute for Biomedical Engineering</i>
--	--	---

其中促成了多個實驗室的訪問與交流，本人協助安排的議程如下：

0900	Session 1 General Intro	Overview of NPfE (Prof. MF Chang)		
0915		Overview of CS at ETHZ (Prof. Markus Püschel)		
0930		Open Discussion		
0950				
1000	Session 2A High Performance Computing	Prof. Püschel's research/lab tour	Session 2B IoT & Sensors	Prof. Mattern's research/lab tour
1020		Open Discussion		Open Discussion
1050				
1100	Session 3A	Prof. Alonso's	Session 3B	Prof. Hilliges'

1120	Multi-core & HW/SW Co-Design	research/lab tour		Wearable Computing	research/lab tour	
1120		Open Discussion			Open	
1150					Discussion	
1200	Lunch					
1330 1430	Session 1 GeneralIntro	Overview of NPIE (Prof. MF Chang)				
		Overview of Information Technology & Electrical Engineering at ETHZ (Prof. Bernhard Plattner)				
		Open Discussion				
1430 1450	Session 2A Analog & Mixed Signal Design	Prof. Huang's research	Session 2B Wearable Systems & ICs	Prof. Tröster's research		
1450 1515		Open Discussion		Open Discussion		
1520 1540	Session 3A Energy- efficient System & Sensors	Prof. Benini's research	Session 3B Biosensors & Bio- electronics	Prof. Vörös' research	Session 3C: Computer Eng. And Networks	Prof. Saukh's research
1540 1605		Open Discussion		Open Discussion		Open Discussi on
1610	Conclusion and closing					
1630 1730	Meeting with Prof. Roland Y. Siegwart(V.P. Research and Corporate Relations)					

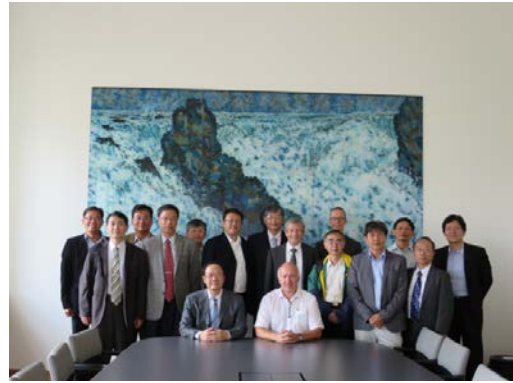
本人安排訪問團的行程包含 ETHZ 資工系與電機系，上、下午分別由資工系系主任 Püschel 教授及電機系系主任 Plattner 教授接待，展開一系列研發成果交流議程。下午則由 ETHZ 國際事務處安排拜會 ETHZ 副校長(Vice President) Siegwart 教授，就未來可能合作型式交換意見。當天，在經過陳總主持人向 Siegwart 副校長表達本次參訪之目的後，Siegwart 副校長認為以臺灣在半導體領域的能量，未來 ETHZ 可評估採互補形式的合作方式，結合雙邊研究學者推動相關計畫。



NPIE 訪團合影於 ETHZ 資工系館入口處。(本人也參與本次的參訪活動)



NPIE 訪團與 ETHZ 代表研討交流情形。



NPIE 訪團與 ETHZ 副校長合影

(前列座右者為 Siegwart 副校長、左著為 NPIE 陳總主持人)。(本人也參與本次的參訪活動)

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，今年已經有很好的成效，包含有兩位本校資工系的學生，申請到蘇黎世聯邦理工大學交換已經獲得入學許可，簽約第一年有如此成果十分令人興奮，但如何加強蘇黎世聯邦理工大學的學生訪臺，將是下一個階段的重點。

2. 近幾個月瑞士進行全民公投，決定限制歐洲人是到瑞士的工作機會，此舉讓歐盟各國有很大的反彈，認為歐盟的基本精神是歐洲各國的平等和自由的工作權，此項公投的結果是明顯違反歐盟的基本精神，因此也使得歐盟準備對瑞士進行制裁，包含降低瑞士在 Horizon 2020 所扮演的角色，目前據了解，瑞士已無法主導 Horizon 2020 計畫，也不能獲得歐盟科技補助，但仍可以合作的方式加入團隊。後續的發展值得持續的觀察。

3. ETH Zurich 的產學結合作的相當成功，碩博士的參與讓產學距離拉近，同時也讓學校的先進技術得以落實在產業之中。然而這樣的模式是否能套用在國內值得進一步觀察與分析。相對國內的產業，瑞士與歐洲的企業比較願意嘗試新的技術和投入創新技術或產品的開發，加上長久以來企業也養成了必須要接手學校研究成果的習慣（ETHZ 建立起了學生開發的成果僅可以透過技術轉移讓企業承接，企業產品不得使用學生原始的軟硬體實作的原則），使得學校的先進技術可以獲得企業的嘗試，這樣一來，學校也可以漸漸從企業嘗試的過程獲得經驗來修正研究的假設與命題。這樣的習慣和默契在國內尚不普遍。但或許國內可以透過產學大聯盟計畫、深耕計畫來漸漸建立這樣的合作默契和習慣。

4. 從 ETHZ 的短期訪問可以觀察的出瑞士即便是研究型的大學也相當崇尚多元價值，並非一味追求研究上的傑出或是論文的發表，部分教授實務型的研究工作，可以是以提升產業為主要目的，博士班的訓練也可以是基於計畫研發過程的整理。