



國立交通大學  
National Chiao Tung University

出國報告(出國類別：國際會議、學研訪問)

2014 IEEE Asian Test Symposium  
國際電子電機學會亞洲測試會議、參  
訪北京清華大學

服務機關：資訊工程系

姓名職稱：何宗易 教授

派赴國家：中國 杭州 金溪山莊  
中國 北京 清華大學

出國期間：103/11/16~11/22

報告日期：103/11/25

## 摘要

此次大陸之研究訪問，主要分成兩大部分，首先是至杭州參加國際電子電機工程學會所主辦之亞洲測試會議，由於後學與美國杜克大學之 Krishnendu Chakrabarty 教授及其學生 Zipeng Li 以及日本立命館大學之研究生 Trung-Anh Dinh 共同發表論文，題目為 Reliability-Driven Pipelined Scan-Like Testing of Digital Microfluidic Biochips，此研究主要分析微流體生物晶片經過高壓或長時間電擊的影響，將造成介電層之壽命減縮甚至損壞，針對提出之模型，這篇論文也提出一高效率之平行化之掃描測試方法，可將數天之測試時間所短至數小時。此外，這次會議也參加了關於大數據測試的論壇，邀請到四位專家針對大數據來臨，如何使用機器學習或資料探勘之技術，進行大規模測試資料之檢測。在參加完亞洲測試會議之後，由於後學受北京清華大學姚海龍教授之邀請，至北京清華大學計算機科學系進行短期訪問。此次訪問之主要目的為與姚教授共同合作開發數位微流體生物晶片上污染物殘留物之繞線演算法開發，與以往研究不同的是，此研究有同時考慮實際的功能液珠及清洗液珠的繞線行為，並同時考慮清洗液珠之清洗上限。共同研究的成果已經被 ACM International Symposium on Physical Design 所接受，並將投稿至 IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems。此次也於計算機系進行學術演講，題目為 Digital Microfluidic Biochips：Towards Hardware/Software Co-Design and Cyberphysical System Integration。未來，後學將繼續與姚教授進行學術合作，推動微流體生物晶片跨國開發合作。

## 目次

一、目的.....	4
二、過程.....	5
三、心得.....	10
四、建議.....	11

## 一、目的

由於後學與美國杜克大學之 Krishnendu Chakrabarty 教授及其學生 Zipeng Li 以及日本立命館大學之研究生 Trung-Anh Dinh 共同發表論文題目 **Reliability-Driven Pipelined Scan-Like Testing of Digital Microfluidic Biochips** 於杭州之國際電子電機工程學會所主辦之亞洲測試會議，至該會議進行報告。此研究主要分析微流體生物晶片經過高壓或長時間電擊的影響，將造成介電層之壽命減縮甚至損壞，針對提出之模型，這篇論文也提出一高效率之平行化之掃描測試方法，可將數天之測試時間所短至數小時。在會議進行期間，也預計與美國杜克大學之 Krishnendu Chakrabarty 教授討論未來之研究合作方向，預計將改進今年的研究，投稿至明年之歐洲測試會議。

此外，後學近期在數位微流體生物晶片之研究領域已在國際佔有一席之地，於是在今年十月中之 **IEEE/ACM ESWeek** 會議時接受北京清華大學姚海龍教授之邀請，於今年十一月中至北京清華大學計算機科學系進行短期訪問。此次訪問之主要目的為與姚教授共同合作開發數位微流體生物晶片上污染物殘留物之繞線演算法開發，與以往研究不同的是，此研究有同時考慮實際的功能液珠及清洗液珠的繞線行為，並同時考慮清洗液珠之清洗上限。共同研究的成果已經發表於 **ACM International Symposium on Physical Design**，此次目的為討論其投稿至 **IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems** 之延伸研究。此次也於計算機系進行學術演講，題目為 **Digital Microfluidic Biochips : Towards Hardware/Software Co-Design and Cyberphysical System Integration**。未來，後學將繼續與姚教授進行學術合作，推動微流體生物晶片跨國開發合作。

## 二、過程

日期	行程
11/16	抵達杭州
11/17	參加 IEEE Asian Test Symposium，並報告論文，題目為 Reliability-Driven Pipelined Scan-Like Testing of Digital Microfluidic Biochips
11/18	參加 IEEE Asian Test Symposium，參與”Big Data for Test”的 Panel Session
11/19	參加 IEEE Asian Test Symposium，於清華大學計算機科學系學術演講
11/20	於清華大學設計自動化實驗室研究討論，並進行學術演講，題目為 Digital Microfluidic Biochips： Towards Hardware/Software Co-Design and Cyberphysical System Integration，關於微流體生物晶片設計自動化整合之研究，主要針對晶片共同設計方面
11/21	於清華大學設計自動化實驗室研究討論，關於微流體生物晶片設計自動化整合之研究，主要針對晶片共同設計方面
11/22	返回臺灣

11 月 16 日

出發至杭州

11 月 17 日

於杭州參加 IEEE Asian Test Symposium，當天的大會演講題目為 Improving Design, Manufacturing, and Even Test through Test-Data Mining，是由美國 Carnegie Mellon University 的 Shawn Blanton 報告，其演講中提到了由於現在的測試資料太大了，現在所有的測試研究將需要用到資料挖礦的技術，特別在製程

資料中存在許多參數，裡面也存在許多資料雜訊，而且在設計階段也會有許多不同的設計因子以及測試向量需要做檢測。如此一來，極需要使用資料挖礦的技術甚至於機器學習的研究，例如輔助向量機器的技術來協助做分類及處理。此研究除了美國卡內基美濃大學外，美國加州大學聖塔芭芭拉分校、美國杜克大學、比利時微電子研究院、美國維吉尼亞大學、美國奧本大學、中國科學院計算技術所等皆有相關論文討論此研究。在聽完演講後，下午第一場次即由我報告論文，題目為 **Reliability-Driven Pipelined Scan-Like Testing of Digital Microfluidic Biochips**，近年來，微流體生物晶片在學術界及產業界引起廣泛注意。其在生物醫學方面的主要應用領域包括基因表現分析、疾病診斷、藥物篩選、基因定序、蛋白質分析等。然而，隨著設計複雜度及應用層面的提昇，為了要有效率地達到真正 **Large-Scale** 及 **Time-To-Market** 的目標，傳統的人工製造方式將會遇到許多設計整合上所遇到的瓶頸，例如正確性、成本控制、功率消耗及可製造性等問題，因此本人藉由電子設計自動化的技術來做全面性的考量及最佳化。面對 50 億美元之微流體生物晶片市場，相信微流體生物晶片將如三十年前積體電路設計一樣，需要使用設計自動化工具來做全面性的考量及最佳化，以達到大量生產之目標。相對於需要昂貴儀器設備及許多人力才能投入之微流體生物晶片製造產業，微流體生物晶片之設計自動化工具只需要數十臺高效能運算伺服器及數十位高階程式設計人才即可開發，但其對極大型之微流體生物晶片設計將造成極大之影響力，且相當具有獨占性。此研究主要分析微流體生物晶片經過高壓或長時間電擊的影響，將造成介電層之壽命減縮甚至損壞，針對提出之模型，這篇論文也提出一高效率之平行化之掃描測試方法，可將數天之測試時間所短至數小時。照片如下：



演講結束後，我也去參加了由臺灣大學黃俊郎教授所主辦的國際測試協會博士生論文競賽，此次共有五位學生進入決賽，分別從中國、印度、香港等，報告十分精彩，準備程度佳，最後由香港中文大學的蔣力獲得冠軍，題目為關於三維積體電路的良率及可靠度分析，期共發表了 15 篇論文於頂尖之期刊及會議，如 ACM/IEEE Design Automation Conference、IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design、IEEE International Test Conference、IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems 等，相當之傑出。

11 月 18

日於杭州參加 IEEE Asian Test Symposium，參與”Big Data for Test”的 Panel Session，這場次的專家有美國加州大學聖塔芭芭拉分校的鄭光廷教授、Optimal+ 的 David Park、Synopsys 的 John Kim 及聯發科技的 Harry Chen，此論壇相當精采，有學界在此研究領域的最新發展，如使用應向處理技術來比對良率的最新發展，可使用資料挖礦的技術來加快速度，以及三位業界的研發經理做目前公司所遇到的實際問題以及相關的處理方式，其中聯發科的主管也提到資料挖礦及機器學習的重要，建議在座所有人都要去補強該領域的相關知識，以利迎接測試領域之大數據之來臨。論壇結束後，我也跟杜克大學的 Krishnendu Chakrabarty 教授討論未來的合作方向，我們將預計延伸我們在今年報告的論文，將其用於不規則之電極陣列，並能大大減少測試時間，方法上預計使用輔助向量機器來做分類與學習，預計可以精準預測液珠測試之路徑，其成果我們預計投稿至今年十二月之歐洲測試會議。

11 月 19 日

於杭州參加 IEEE Asian Test Symposium，之後搭機前往北京至清華大學訪問，與清華大學計算機系之姚海龍教授、馬昱春教授及蔡毅慈教授共同討論未來與本實驗室的合作事宜，在流體為主之微流體生物晶片上，我們預計採用電子設計自動化(Electronic Design Automation)之技術來自動合成(Automated Synthesis)

大型微流體生物晶片，並進一步做設計考量之最佳化。

本計畫旨在提出在大型微流體生物晶片上之設計自動化，特別是合成與最佳化之設計工具，我們計劃以兩方面同時著手進行研究：(1)結構層級合成(Architecture-Level Synthesis)及(2)實體層級合成(Physical-Level Synthesis)。本計畫包含三個重點研究主題：(1)在結構層級合成的議題上，開發一網路流(Network Flow)為基礎的網綁設計流程(Binding Methodology)以達到減少微閘門使用數量之目標，以達到晶片可靠度之增加；(2)在實體層級合成的議題上，將採用最小成本直徑史坦那樹(Minimum Cost Minimum Diameter Steiner Tree)以及延遲合併(Defer Merging)為基礎之演算法分別進行流體層(Flow Layer)與控制層(Control Layer)之共同繞線設計。

11 月 20 日

於清華大學計算機系與姚教授之研究生：王欽及沈譯人共同討論微流體生物晶片上殘留物清除之演算法。傳統之微流體生物晶片上殘留物清除之演算法是可以允許清洗液珠無限制作清洗的，這樣的假設其實是不切實際的，我建議將其作一上限之控制，並使用視窗為主的掃描過程來預估可能污染的位置，之後藉由輔助向量機器來做學習分類，將能快速進行功能液珠及清洗液珠之繞線，並同時做最佳化。

下午並進行演講，題目為 Digital Microfluidic Biochips : Towards Hardware/Software Co-Design and Cyberphysical System Integration，內容為我近期對微流體生物晶片之研究的介紹，特別著重在流體層級與晶片層級之共同設計，可進一步減少晶片使用針腳之數目，進而提升晶片良率及減少製造成本。此外，我也提到關於微流體生物晶片整合感測器的最新研究，可以藉由感測器的反饋，晶片可以自動做線上判斷，進而進行錯誤自動回覆以及更複雜的線上實驗，演講之摘要如下：

在微滴為基礎的數位微流體生物晶片的進步已經導致了生物晶片的蓬勃發展，在生物化學和分子生物學實驗室的自動化程序。這些設備使生化樣品和試劑

的奈米級體積的微米級的精確控制。他們結合電子與生物，並整合各種生物測定操作，如樣品製備，分析，分離和檢測。為了滿足日益增長的設計複雜性和精密的挑戰，通過基於傳感器的環宇集成的硬體和軟體之間的相互影響將參與有效構建數位微流體生物晶片。本演講提供了一個機會給參加者，可以建立半導體集成電路/系統行業的生物醫學和製藥行業之間的研究橋梁。此演講將首先描述生物學和生物化學的新興應用程序可從微小液珠中的電子“生物晶片”中受益。接下來，我將描述的技術平臺，實現“生化晶片上”，和聽眾介紹晶片和基於微流體流體驅動方法。液滴為基礎“數位”微流體基於電潤濕的平臺將相當詳細地描述。接著，我將描述的製造技術用於數位微流體生物晶片，隨後計算機輔助設計，設計為可測性，寰宇整合，以及芯片/系統設計的重新配置方面。合成算法和方法將被提交給行為描述映射到數位微流體生物晶片平臺，並產生生物測定操作，生物晶片佈局，液滴流路的一個優化的時間表。這樣一來，觀眾將看到一個“生物晶片編譯器”可以翻譯由最終用戶提供的協議描述(例如，護士在藥房或診所使用)，以一組將運行在優化和可執行流體指令底層的數位微流體生物晶片平臺。

演講照片如下：



演講結束後，在場的研究生也習出了許多有趣的問題，例如使用一對一追逐之清洗液珠繞線演算法以及不同尺寸之液珠融合問題，問題相當深入以及將帶來未來可在進行的研究方向。

11 月 21 日

於清華大學計算機系與姚教授之研究生：王欽及沈譯人共同討論微流體生物

晶片下印刷電路板繞線之演算法，由於所有電極都是透過底下的印刷電路板作為媒介，連線到外部的控制器做實驗的，然而若每個電極都使用一個控制訊號，那底層的印刷電路板的繞線複雜度相會成指數增長，為了檢賞使用的針腳數，我們可以使用廣播定址法，將許多不同訊號，但其驅動模式相同的針腳，使用單一針腳控制，如此可以大大減少使用針腳的數目，然而此方法將傳統的印刷電路板單一訊號繞線問題轉變成多訊號繞線問題，若沒有仔細開發期繞線演算法，將會需要多層之印刷電路板作為繞線，進而提升許多製造成本，所以我們建議使用機器學習的演算法，配合輔助向量機器將針腳做分類，提出之分類演算法將可以判斷可能會發生的繞線擁擠程度，並順利進行繞線，以達到減少印刷電路板層數的目標。

11 月 22 日

返回臺灣。

### 三、心得

首先，謝謝國立交通大學邁向頂尖大學計畫可以撥款補助校內教師出國進行研究參訪。提昇自己及學校的國際視野並可以跟許多國外知名學者或是工程師有接觸的機會，對國內學術界的整體水準有很正面的加分作用。除參加亞洲測試會議外，此次參訪十分順利，不但順利與清華大學姚海龍教授團隊討論出新的研究方法，並其研究成果也產出至 ACM ISPD。這次除能宣傳我們近期之研究成果外，更重要的是，跟那邊的學者有許多接觸的機會。跟他們的討論中，也激發了許許多多好的想法。重要的是，可以藉此增加人際關係的廣度。更多教師出國參訪，可推升交通大學在國際知名度，對學校與教師而言，是一項雙贏的計畫。

#### 四、建議

近年來，後學勤於出國進行學術演講及學術交流合作，深刻體會到藉由演講的方式，能夠更直接地推廣研究成果，與以往只發表學術論文有極大的不同。此外，在交流過程中，國外的專家也協助本人更加瞭解研究本身的盲點與改進方法，對於未來的研究，助益頗大。建議學校可多鼓勵更多教師出國參訪，可提升教師甚至於交通大學在國際之知名度，對學校與教師而言，是一項雙贏的計畫。