



應用邏輯與計算研究室 ALCom Lab

(<http://alcom.ee.ntu.edu.tw>)，成立於 2005 年 8 月，由江介宏教授主持，坐落於國立台灣大學明達館 526 室，目前由八位碩士班研究生組成，已有四位畢業生。

指導教授

江介宏教授在 1996 年與 1998 年分別取得國立交通大學電子工程學士與碩士學位，在取得碩士學位後服役任空軍少尉，役畢隨即留美，於 2004 年取得加州大學柏克萊分校電機與資訊科學博士學位，並在加州大學柏克萊分校擔任博士後研究員。於 2005 年 7 月回國，加入台大電機系與電子所的行列，繼續從事樂趣之所在 — 研究創新與解決問題。

在加州柏克萊的求學生涯中，江教授接觸到來自各種不同文化背景、具不同膚色種族、從事不同專業領域的朋友，從中體認各種不同處理事情的態度和方法，以及差異性與多樣性所帶來的激發。此外，從事理論研究的同學、教授皆具有深厚的數學基礎，能更深入地解析問題，也激勵、啟發了江教授在理論方面的想法和興趣。江教授也以自己的經驗鼓勵學生能將眼界放寬，勿將自己的視野局限在臺灣，若有機會可出國進修或工作感受異國的民俗文化與不同的研究方向、思考路線。除了專心研究，教學三年後，江教授發現仍有部份學生沒有獨立解決問題的能力，依賴性頗高，他期許學生能建立自信勇於提出自己的想法，自動自發學習加強理論基礎與獨立思考能力，並能多方嘗試不怕失敗。另對實驗室同學的期許：

- 相信自己夠聰明有足夠能力解決難題。把握人生的黃金時期，在自己最聰明的人生階段做最聰明的事；



在自己最心無旁騖的人生階段專注於最頂尖的研究。以 Paul Dirac 為榜樣，在 Dirac 為研究生時即成為量子力學的先驅，他慶幸自己生逢良時，能在自己最心無旁騖的研究生時期巧遇物理學進程的重要轉戾點。

- 以做研究為樂。論文發表是成果展現的工具但不是絕對目標，並善於利用壓力做有效率的工作。
- 有承擔失敗的勇氣。找對、找好問題，不要只撿軟柿子吃，努力讓自己的作品成為經典，樹立典範。

希望同學在畢業後皆能獨當一面，積極克服困難解決問題。

江教授平時的休閒的活動是跑步、健行、打桌球、羽球等，此外也對解謎遊戲和蒐集松果相當有興趣，偶爾與實驗室學生們一起腦力激盪玩益智桌上遊戲、打球。



ALCom Lab

應用邏輯與計算實驗室追求理論突破並重視應用價值，著手於開發世界領先的新技術，以解決各式系統設計與分析自動化的關鍵問題。實驗室與其他國外機構有密切的國際交流合作，研究團隊皆能保持充分的國際觀，走在時代的前端。

雖實驗室規模不大，但實驗室成員素質精良、表現突出，已有多位同學在碩二，甚至碩一時，即有論文發表於頂尖國際會議。實驗室人數雖少，但已具



不小的研發創新動量。實驗室對成員的要求在精不在多，希望藉由扎實的訓練來激發潛能進而發揮長才。

實驗室提供充足的研究資源，舉凡研究題目、學習研討環境、軟硬體設備等等，每位成員皆享有充分的資源。例如實驗室內有多面落地式的白板牆以利研討，有樂高 Mindstorms 機器人鼓勵創新與腦力激盪，有 Xilinx 公司所捐贈的 FPGA 電路板提供實作平台，有多台工作站伺服器提供計算實驗，另每人皆能有一至多台個人筆記型或桌上型電腦，實驗室亦提供圖書推薦管道購置優良書籍雜誌。

實驗室鼓勵創新與另類思考。已協助台大 SoC 中心舉辦多屆創新競賽，實驗室同學亦能積極參賽獲致佳績。

除學術研究外，實驗室另有課餘休閒規畫。除了每週固定時間租借學校體育場館設施進行球類運動之外，尚有多媒體 Wii 遊戲機讓同學在課餘時間能疏解壓力並凝聚向心力與團隊精神。實驗室亦不定期於週五晚間提供餐點、提供桌上益智遊戲，在寓教於樂中修補腦細胞。期望在實驗室精緻、多元、開放的環境下，研究團隊能持續在國際舞台上發光發熱。



研究領域

應用邏輯與計算研究室旨在發展電子系統分析、建構的有效原理及演算法，主要涵蓋以下三大方向。

- **邏輯**

邏輯驗證的目的在於確保硬體與設計之吻合性。事實上，驗證這個過程是目前系統設計環節中最花時間的一個步驟，根據最近的統計報告指出，驗證程序佔總設計時間的 60~80%，且平均來說驗證工程師的人數比設計工程師的人數多三倍以上。因此開發有效且快速的驗證演算法對系統設計的流程將有相當的改善空間。目前實驗室在這方面的研究課題包括時序性等同驗證(sequential equivalence checking)、property checking、算術邏輯電路驗證(arithmetic circuit verification)、正規驗證技術、正規系統設計分析方法、邏輯合成與驗證技術整合等。

- **最佳化**

隨著積體電路製程的演進，今日硬體設計的規範與要求愈趨嚴峻，因此在不同的設計階段得到最佳化的設計結果便十分重要。實驗室著手於最佳化方法與應用，研究課題包括 equation solving for digital circuit optimization, statistical analysis and optimization for VLSI manufacturability, technology mapping with accurate timing estimation 等。

- **基礎研究**

明日世界的最新科技往往植於今日的基礎研究，因此對於前瞻的新理論、技術開發也是我們極有興趣的一環。實驗室在基礎研究的課題包括量子計算、生化反應系統的模型建構與分析等。

研發成果

ALCom Lab 在國際間有極高的能見度。除積極參與國際交流合作外，實驗室的研究成果亦受到國際各研發單位的注意，如與 UC Berkeley, UCLA, Xilinx, Intel, IBM 等研究單位的學者皆有交流。近兩年的研發成果包括：邏輯電路初始化問題、時序與算術運算電路等同驗證、語言方程解與數位電路最佳化、積體電路製造良率之統計分析與最佳化、量子計算模型，以及可適用於業界大電路之新邏輯合成技術等；已先後發表如下：

- [1] To SAT or Not to SAT: Ashenurst Decomposition in a Large Scale. In *Proc. IEEE/ACM International Conf. on Computer-Aided Design (ICCAD)*, 2008. (joint work with Hsuan-Po Lin, Ruei-Rung Lee)
- [2] A Dynamic Accuracy-Refinement Approach to Timing-Driven Technology Mapping. In *Proc. IEEE International Conf. on Computer Design (ICCD)*, 2008. (joint work with Sz-Cheng Huang)
- [3] Bi-decomposing Large Boolean Functions via Interpolation and Satisfiability Solving. In *Proc. ACM/IEEE Design Automation Conf. (DAC)*, 2008. (joint

- work with Ruei-Rung Lee, Wei-Lun Hung)
- [4] Scalable Exploration of Functional Dependency by Interpolation and Incremental SAT Solving. In *Proc. IEEE/ACM International Conf. on Computer-Aided Design (ICCAD)*, 2007. (**best paper nominee**; joint work with Chih-Chun Lee, Chung-Yang Huang, Alan Mishchenko)
 - [5] Inductive Equivalence Checking under Retiming and Resynthesis. In *Proc. IEEE/ACM International Conf. on Computer-Aided Design (ICCAD)*, 2007. (joint work with Wei-Lun Hung)
 - [6] SAT-based Logic Optimization and Resynthesis. In *Proc. International Workshop on Logic and Synthesis (IWLS)*, 2007. (joint work with Alan Mishchenko, Robert Brayton, Stephen Jang)
 - [7] A Statistical Approach to the Timing-Yield Optimization of Pipeline Circuits. In *Proc. International Workshop on Power and Timing Modeling Optimization and Simulation (PATMOS)*, 2007. (joint work with Chin-Hsiung Hsu, Szu-Jui Chou, Yao-Wen Chang)
 - [8] Quantum Mechanical Search and Harmonic Perturbation. *Quantum Information Processing, Feb. 2007*. (joint work with Dah-Wei Chiou, Cheng-En Wu)

未來研究展望

實驗室將持續推廣、應用所研發的新技術以解決系統合成、驗證、與最佳化問題，並將持續開創極具效能的新技術。另外研究重點將逐漸跨入生化領域，將邏輯合成與證規驗證的數學方法與強大的計算技術帶入生化問題的解析。

謝誌

應用邏輯與計算研究室團隊感謝行政院國家科學委員會與國立台灣大學贊助各項研究與國際學術交流經費。