

出國報告（出國類別：短期出國研究訪問）

## 瀰因計算與演算法

服務機關：中正大學 資訊工程學系

姓名職稱：丁川康 副教授

派赴國家：新加坡

出國期間：100 年 12 月 22 日 至 12 月 30 日

報告日期：100 年 12 月 31 日

## 摘要

瀾因計算 (Memetic Computing) 為一新興的演化式計算領域，瀾因演算法已廣被證明能有效提昇傳統演化演算法的效能。本次短期出國研究訪問目的為探索瀾因計算與其演算法相關研究，並與此研究領域之國際頂尖學者 Prof. Yew Soon Ong 建立實質的研究合作。在新加坡 Nanyang Technological University (NTU) 研究訪問期間，我在 seminar 演講「Evolutionary Algorithms for Wireless Sensor Network Lifetime Extension」，並多次與 Prof. Yew Soon Ong 及他的學生討論瀾因計算研究議題。此外，這段期間亦參訪演化式計算領域之國際頂尖學者 Prof. Meng-Hiot Lim 與 Prof. Kay Chen Tan，討論瀾因與演化演算法相關研究。藉由本次研究訪問，能接觸與有效學習瀾因計算與演化式計算的先端技術與研究課題、擴展研究的廣度與深度。

## 1. 目的

瀾因計算 (Memetic Computing) 為目前新興而重要的演化式計算領域，演化演算法基於達爾文的演化論架構，以模擬自然演化的機制，包含選拔 (selection)、交配 (crossover)、突變 (mutation) 等操作，在電腦上創造人工演化的環境以逐步提昇搜尋的結果與最佳化的品質。演化式計算已廣被使用在工程、人工智慧、機器學習、排程與運籌、生物資訊…等各類搜尋與最佳化的問題上。除了參考達爾文的演化架構外，瀾因演算法更以合併演化演算法與區域搜尋的方式，實現拉馬克 (Lamarckian) 或鮑德溫 (Baldwinian) 效應。這樣的合併方式能顯著提昇演化演算法的搜尋能力，並已廣被證明能提供最佳的解品質 (solution quality) 與收斂速度 (convergence speed)。

本次短期出國研究訪問目的為探索瀾因計算與演算法之研究課題，並與此研究領域之國際頂尖學者 Prof. Yew Soon Ong 建立實質的研究合作。藉由本次研究訪問，能接觸與有效學習瀾因計算與演化式計算的先端技術與研究課題，對於擴展研究的廣度與深度有非常實質的幫助。

## 2. 過程

- 與 Prof. Yew Soon Ong 進行瀾因演算法研究與討論

期間：2011.12.22–2011.12.30

地點：School of Computer Engineering,

Nanyang Technological University, Singapore

此次訪問乃由新加坡 Nanyang Technological University 的 Prof. Yew Soon Ong 邀請，於 2011 年 12 月 22 日至 30 日至該校資訊學院進行短期研究訪問。訪問期間住宿於校內 Nanyang Executive Center，系上並安排一間研究室與電腦相關設備供研究使用。

在訪問期間，每日均與 Prof. Yew Soon Ong 進行研究討論；於 12/23 與 12/27 兩天，Prof. Yew Soon Ong 更安排他的博士班學生向我介紹他們進行中的各項研究

課題，這些討論對我深入瀾因計算研究的幫助非常大。此外，在研究工作之餘，Prof. Yew Soon Ong 也熱心分享他的研究心得，以及擔任多個國際頂級期刊編輯 (包含 IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part B 與 IEEE Computational Intelligence Magazine) 的經驗與觀察到的研究趨勢，這些研究交流與討論激發我在研究上的一些新想法 (研究心得呈現於本報告之第三部份)。

相關照片：



校園一隅  
Nanyang Technological  
University, Singapore



Nanyang Executive  
Center  
Nanyang Technological  
University, Singapore



Visiting Staff 研究室  
Nanyang Technological  
University, Singapore



School of Computer  
Engineering  
Nanyang Technological  
University, Singapore

- **受邀演講: Evolutionary Algorithms for WSN Lifetime Extension**

時間：2011.12.28 (Wed)

地點：Centre for Computational Intelligence (C<sup>2</sup>I)

Nanyang Technological University, Singapore

主辦單位：1. **Centre for Computational Intelligence**, School of Computer

Engineering, Nanyang Technological University, Singapore

2. **IEEE Systems, Man and Cybernetics Chapter**, Singapore

在研究訪問期間，受 Prof. Yew Soon Ong 邀請，我在 Centre for Computational Intelligence (NTU) 給予一場 Seminar 演講。當日參與的聽眾為 Computational Intelligence、Evolutionary Computation、與 Wireless Sensor Networks 領域之研究者(教授、博士後、與博士班學生)。

此次演講內容為我近年來在應用演化演算法於延長無線感測網路生命週期之研究，包含問題規劃、基因演算法與瀾因演算法設計、以及實驗結果分析。多位學者於 Q&A 時間表達對此研究的高度興趣，席間我們並充份討論相關的研究議題與針對未來研究的建議，心得則描述於下一章。

相關照片：



演講後合照

Centre for  
Computational  
Intelligence (C<sup>2</sup>I)  
Nanyang Technological  
University, Singapore

### 3. 心得與建議

此次短期研究訪問的研究主題為瀾因計算與演算法 (Memetic Computing & Algorithms) 之設計與應用，我的研究心得與建議如下：

- **Memetic Computing:**

Prof. Yew Soon Ong 為瀾因計算領域最著名的學者之一，其刊登在 IEEE Transactions On Evolutionary Computation (2004) 的文章 “Meta-Lamarckian Learning in Memetic Algorithm” 曾獲 Thomson Scientific's Essential Science Indicators 的最多引用文章之一；此外，他的 “A Probabilistic Memetic Framework” 一文更獲得 IEEE Transactions on Evolutionary Computation 2011 年度最佳論文獎 (Outstanding Paper Award)，以上均為瀾因計算領域之重要論文。

在此次訪問中，我多次與 Prof. Yew Soon Ong 及他的學生討論瀾因計算研究議題。其中一個新的研究方向為利用機器學習方法 (machine learning)，於演化時所產生的資料中 (chromosomes, fitness values, etc.) 找尋處理此一問題的有效瀾因 (meme)，並以這些找出的瀾因為基礎來調整瀾因演算法之配置，進而增進其效能。目前 Prof. Yew Soon Ong 的研究群正利用 kernel method，企圖找出車輛路徑規劃問題 (vehicle routing problem, VRP) 與節線路徑規劃問題 (arc routing problem, ARP) 中的瀾因，初步的實驗結果顯示此方法能有效解決這兩類路徑規劃問題。

在研究交流中，我們討論了上述方法的潛在問題，並探索未來可能的研究方向與應用領域：

1. 為建構以 kernel method 為基礎的瀾因識別方法，Prof. Yew Soon Ong 導入一空間座標系統將解空間轉換至實數域。一個更佳的做法為操作原有的圖型空間 (graph)，此方面則需進一步探究針對子圖型的機器學習方法。
2. 在效能分析上，可以考慮地圖的旋轉與放大對實驗結果 (例如路徑長度) 的影響，此點可驗證 kernel method 在轉換後的 (高維) 解空間裡，尋

找瀾因的效能與影響。

3. 除了目前測試的 VRP 與 ARP 外，我們將針對執行中的國科會計劃「選擇性取卸貨問題 (Selective Pickup and Delivery Problem)」，考量其選擇性 (selection) 與承載量限制 (capacity constraint) 的特性，將發展利用機器學習方式來建構瀾因，用以規劃子路徑及選擇其中的節點。

- **Evolutionary Algorithms for WSN Lifetime Extension:**

在 12 月 28 日的演講後，我與多位 Nanyang Technological University 的學者討論此次演講的相關議題：

1. 在設計延長無線感測網路生命週期的演算法與問題規劃時，除了覆蓋性 (coverage) 之外，網路的連結性 (connectivity) 與路由 (routing) 需要再加以考量。
2. Prof. Yew Soon Ong 詢問了無線感測器的佈署方式—目前針對的 Set K-Cover 問題為隨機佈署，我們在會後討論了結合佈署 (deployment) 與延長生命週期的問題規劃與解決方法。
1. Prof. Meng-Hiot Lim 則對此問題的實用性與限制感興趣；此外，目前借調於新加坡 HP Lab 的 Prof. Francis Lim 提議使用我們的問題規劃與演化式演算法，以解決他們在 Social Media 所遇到的問題，並希望在解決此問題上能建立研究合作。

此次到新加坡 Nanyang Technological University 的研究訪問，除了能與瀾因計算領域國際著名的學者 Prof. Yew Soon Ong、Prof. Meng-Hiot Lim、和 Prof. Kay Chen Tan 面對面討論各項最先端的研究議題外，與當地博士班學生的研究討論也讓我仔細思考瀾因計算與演算法的各個環節與未來研究方向，對於擴展研究的廣度與深度有非常大的實質幫助。鑑於在研究上所獲致的有效助益，誠摯建議並希望未來能多資助教師們從事短期研究訪問，以提昇研究能量與擴展國際視野。



#### 4. 附件

演講公告：

**Seminar on**  
**Evolutionary Algorithms for Wireless Sensor**  
**Network Lifetime Extension**

*Organized*

*by*

Centre for Computational Intelligence, School of Computer Engineering, NTU

&

IEEE Systems, Man and Cybernetics Chapter, Singapore

*Date:* Tuesday 28, December, 2011

*Time :* **11.00 am - 12.00 pm**

*Venue:* **Centre for Computational Intelligence (C2I) Meeting room.**

Block N4, #B1a-02, Nanyang Technological University, Nanyang Avenue, Singapore 639798

**Speaker:** Associate Professor Chuan-Kang Ting, Department of Computer Science and  
Information Engineering, National Chung Cheng University, Taiwan

#### **Abstract:**

Extending the lifetime during which a wireless sensor network (WSN) can cover all targets is a key issue in WSN applications such as surveillance. One effective method is to partition the collection of sensors into several covers, each of which must include all targets, and then to activate these covers one by one. Therefore, more covers enable longer lifetime. The problem of finding the maximum number of covers has been modeled as the SET K-COVER problem, which has been proven to be NP-complete. This talk will present our study on design of evolutionary algorithms (EAs) to solve this problem. Simulation

results show the effectiveness of the proposed EAs in extending WSN lifetime. Some open research issues will also be discussed in this talk.

**Biography:**

Chuan-Kang Ting (S'01 – M'06) received the B.S. degree from National Chiao Tung University, Taiwan, in 1994, the M.S. degree from National Tsing Hua University, Taiwan, in 1996, and the Ph.D. degree from the University of Paderborn, Germany, in 2005.

He is currently an Associate Professor with the Department of Computer Science and Information Engineering, National Chung Cheng University, Taiwan. His research interests are in evolutionary computation, memetic computing, metaheuristic algorithms, and their applications in computer networks, bioinformatics, music and games.