



吳卓諭

國立交通大學電機工程學系副教授

代表作名稱：

- ★ Ling-Hua Chang, and Jwo-Yuh Wu*. "Achievable Angles between Two Compressed Sparse Vectors under Norm/Distance Constraints Imposed by the Restricted Isometry Property: A Plane Geometry Approach." *IEEE Transactions on Information Theory* 59.4 (2013): 2059-2081.
- ★ Ling-Hua Chang, and Jwo-Yuh Wu*. "An Improved RIP-based Performance Guarantee for Sparse Signal Recovery via Orthogonal Matching Pursuit." *IEEE Transactions on Information Theory* 60.9 (2014): 5702-5715.

得獎簡評：

吳卓諭博士的兩篇代表作品在壓縮式感測(Compressed Sensing)領域作了深入精闢的學理分析並獲致極具開創性的成果。壓縮式感測在訊息理論(Information Theory)與訊號處理領域是一相當重要、難度相當高的新興領域，較多的研究在如何應用，而深入探討理論分析則更為困難得多，國內學者至目前為止有深入研究者尚不多，它考量訊號空間的幾何結構及在特定基底(Basis)下的稀疏呈現(Sparse Representation)，能大幅降低訊號的取樣(Sampling)數，並達成完美的訊號還原，主要倚賴訊號向量間的距離及夾角。目前文獻上絕大部分訊號還原的理論均建構在被壓縮向量的保距性(Isometry)上，而吳博士第一篇代表作的貢獻，就在首先引入平面幾何的概念並使用壓縮式算子的保角(Conformity)特性，來更精確考量訊號還原。第二篇代表作再進一步將保角特性應用「正交匹配追尋」(Orthogonal Matching Pursuit)演算法，成功分析此方法可達到的性能評估上下限，並用於壓縮式感測的干擾清除上。此兩篇論文在學理上具相當高的原創性，並有嚴謹深入的理論分析，發表在 *IEEE Transactions on Information Theory*，這是 IEEE 諸多期刊中少數對理論深度要求最高、審稿最嚴的期刊之一，國內學者曾在該期刊發表論文者至今不多，殊為難得。

得獎人簡歷：

Jwo-Yuh Wu (吳卓諭) received the B. S. degree in 1996, the M. S. degree in 1998, and the Ph.D. degree in 2002, all in Electrical and Control Engineering, National Chiao Tung University, Taiwan. During 2003 and 2007, he was a post doctor research fellow in the Department of Communications Engineering, National Chiao Tung University, Taiwan. Starting from 2008, he was an assistant professor in the Department of Electrical and Computer Engineering, and the Institute of Communications Engineering, National Chiao Tung University, Taiwan, where he has been an associate professor since 2011. His general research interests are in signal processing, wireless communications, control systems, linear algebra, and applied functional analysis. Dr. Wu received the Ta-You Wu Memorial Award (吳大猷先生紀念獎) from the Ministry of Science and Technology of Taiwan in 2014, the 2013 Y. Z. Hsu Scientific Paper Award (第 12 屆有庠科技論文獎(通訊科技類)), and the 2013 Best Paper Award for Young Scholars by IEEE Information Theory Society Taipei Chapter and IEEE Communications Society Taipei/Tainan Chapter (2013 IEEE ITSOC 臺北支會暨 COMSOC 臺北/臺南支會年輕學者最佳論文獎).

代表作簡介：

壓縮式感測(Compressive Sensing)乃近年來於應用數學、消息理論以及訊號處理領域中一個相當重要且前瞻的研究課題。其學理上最大的創舉在於利用訊號空間的幾何結構，特別是在於特定基底(Basis)下具備稀疏表示(Sparse Representation)的性質，來大量減低訊號的取樣個數，且仍能達成完美的訊號還原，因此，與傳統使用奈奎斯特取樣(Nyquist Sampling)的方法相較，能更有效降低數位類比轉換機制的設計複雜度以及資料儲存的硬體成本。

本系列論文首先對壓縮式算子的「保角性(Conformality)」的研究，提出一套嶄新基於平面幾何(Plane Geometry)架構的分析方法，並得以推導出任兩個稀疏向量在壓縮域(Compressive Domain)的最大與最小夾角的精確解析公式，而藉由電腦模擬，也驗證了我們的結果比起現今國際知名研究團隊的代數解，更能準確預測兩個稀疏向量經過壓縮式感測後夾角的變化。此一理論結果的應用層面相當廣泛，舉凡通訊系統的干擾消除、稀疏訊號偵測與估計、貪婪式(Greedy-Based)訊號還原演算法的強健性等的研究問題，都可以利用保角性分析結果來獲得更精確的效能評估。而我們也針對壓縮式感測技術中非常具代表性的稀疏訊號還原法則—正交比對追尋(Orthogonal Matching Pursuit, 以下簡稱 OMP)演算法，利用保角特性的研究結果來深入分析 OMP 演算法的訊號還原充分條件(Sufficient Conditions for Signal Recovery)，並獲得比現有文獻更精確的結果。

總言之，本系列論文的研究成果，著重以歐式空間(Euclidean Space)中向量之間的「角度」及其相關的幾何分析思維，來完整且深入探討壓縮式感測的系統分析與訊號處理問題，從壓縮式算子保角性原創理論的建立，到落實基礎理論結果於實際訊號處理演算法的具體效能評估，論文研究成果證實了藉由引進更明確的空間幾何特性，能成功克服現有代數分析方法的侷限，因此，本系列論文所提出—以角度幾何為切入點的思維主



軸——將能為壓縮式感測的研究提供嶄新且具突破性的思考面相以及分析架構。

得獎感言：

我的大學、碩士、博士學位都在交大電控系完成。我非常感謝交通大學長期的栽培，特別是在學時期我的指導教授林清安老師所強調「對問題要深入、嚴謹的思考；並且盡最大的努力用最簡單、最清楚的方式表達研究成果。」對我日後學術研究的影響最大。雖然 2003 年博士畢業後，跟林老師不再有研究上的合作，但是我如果真的具備一些基本的能力而得以獨自或帶領學生完成任何一個研究工作，這一切都完全歸功於林清安老師。很榮幸能夠獲得今年度的中央研究院年輕學者研究著作獎，我誠摯的把這份榮耀與喜悅獻給林老師。