

出國報告（出國類別：參加研討會）

運用雜訊正規劃結合技術於
Link-16/JTIDS 接收機以對抗惡意脈波
干擾之研究

服務機關：海軍軍官學校電機工程學系

姓名職稱：高其瀚 助理教授

派赴國家：美國

出國期間：自 99 年 10 月 30 日至 99 年 11 月 07 日

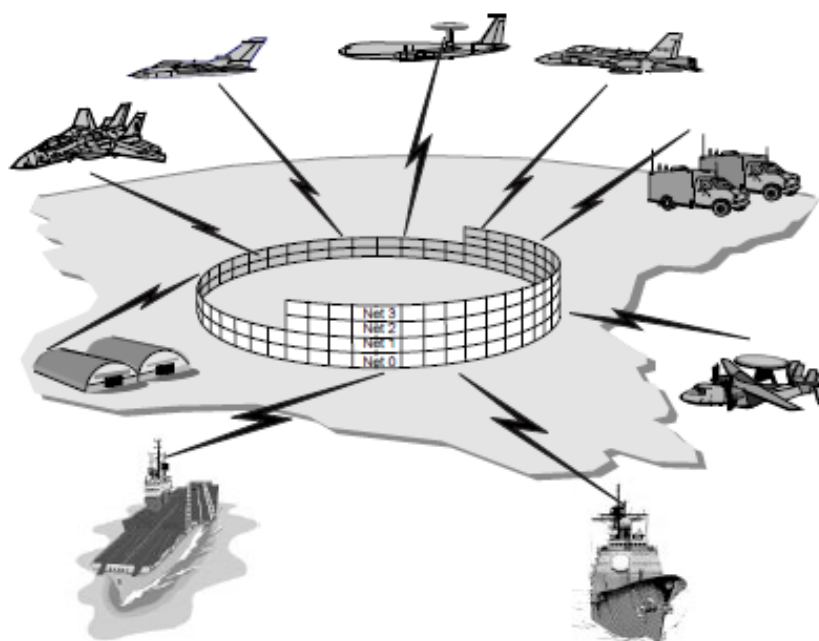
報告日期: 99 年 11 月 15 日

目 次

摘要.....	3
本文.....	4
壹. 出國經過.....	4
貳. 出國過程.....	4
參. 心得與建議.....	5
附錄.....	8

摘 要

Link-16戰術資料鏈路通訊系統為北大西洋公約組織成員國、美國及其盟國（包括台灣）現役之軍事通訊系統，其主要任務為支援三軍聯合作戰中的「指揮」與「管制」作為。Link-16可提供艦艇、飛機與陸岸設施（如雷達站）間戰術資料的交換（如圖一），以利戰場指揮官掌握全般戰場圖像，進而有效發揮聯合作戰之戰力。Link-16係屬地表式（terrestrial）的數位通訊系統，其通信終端裝置為「聯合戰術資料分配系統」（JTIDS）。由於負責Link-16戰術資料的調變與解調，JTIDS亦被視為Link-16網絡的「實體層」。在正常操作模式下，JTIDS為一直序展頻與快速跳頻混合之展頻系統。信號發射時，由於每一個JTIDS的符號係使用不同的載波分別傳送兩次，其序向多分支（sequential diversity）的數目為二。若能利用此序向多分支數，並搭配雜訊正規化結合（noise-normalization combining）技術，應能有效降低惡意脈波干擾對JTIDS系統效能的影響。根據此構想，個人於去年（民國98年）年初即著手文獻蒐集、研究假定、數值分析等相關的研究，並於去年12月向國科會提出研究計畫申請。民國99年8月，此項研究計畫通過行政院國科會的核定。很幸運地，此研究計畫的先期研究成果，也獲得IEEE（電子電機工程師協會）所主導的2010年軍事通訊研討會（Military Communication Conference）的接受並獲邀發表。所以，此次公務出國，主要目的是為了發表這項研究計畫的先期成果。



圖一、 Link-16 戰術資料鏈路系統。

本文

壹. 出國目的

此次公務出國，主要目的是為了發表個人所主持的99年度國科會研究計畫「Link-16/JTIDS信號於部分頻段干擾與衰減通道下運用雜訊正規化結合技術之效能分析」的先期研究成果。這項研究計畫的先期成果（論文乙篇如附錄）獲得IEEE（電子電機工程師協會）所主導的2010年國際軍事通訊研討會（Military Communication Conference，簡稱MILCOM）的認可並獲邀發表。

MILCOM國際軍事通訊研討會為IEEE通訊學門所主導的年度三大盛會之一，另外的兩大研討會為ICC（International Conference on Communication）與GLOBECOM（Global Communications Conference）。MILCOM會議的宗旨係促進全球產、官、學界在通訊領域科技的發展，以提升軍事通訊科技與產品的創新與服務。同時，MILCOM也提供全球通訊科技產業一個最佳的軍事通訊產品的展示平台，讓各國的與會者或採購者能充分地了解最先進的軍事通訊技術與產品。

貳. 出國過程

今年的MILCOM大會是在美國加州的聖荷西市舉行。因為緊鄰矽谷（Silicon Valley）的關係，聖荷西市為美國西岸非常著名的城市。十月三十日，個人從高雄小港機場出發，途經香港轉機，之後就搭乘國泰航空班機直飛美國舊金山機場。由於我的個子較高（183cm），而座位又恰巧在中間的位置，所以整趟航程都必須得縮在狹小的經濟艙座位裡，感覺非常地不舒服。所幸，一路上沒遇到亂流。要不然，這趟旅程就不值得回味了。

平安抵達舊金山機場後，租了一輛小車就直駛下榻的旅館。由於會議飯店（conference hotel）每日的住宿費用動輒在\$250 美元上下，為了節省旅費，不得不住在離會議中心較遠的小旅館，每天開車往返會場。由於班機到達舊金山機場時已經很晚了，而且在機場租車時又耽擱了一段時間，所以抵達下榻飯店時已經凌晨兩點了。拖著疲憊的身子，進了房間倒頭就睡了。就這樣，平安地渡過出國的第一天行程。

由於個人發表論文的時間是被安排在十一月二日的下午，所以十月三十一日與十一月一日這兩天，大部分的時間都在練習發表論文。前年，從美國海軍研究院（Naval Postgraduate School）畢業並完成電機工程博士學位後，也有好一陣子沒有用英文與人交談了，感覺自己英文的表達能力退步了許多。所幸，透過不斷地練習，終於可以在大會規定的20分鐘內完成論文的發表。

十一月二日的上午，又練習了幾遍論文的發表。為了放鬆心情，於是走到會議中心的展場參觀。一進入展場，就看見一群人圍繞著一個非常酷炫的機器人。走向前去，發現這個機器人竟能與人閒話家常，而且對話的內容完全就像真人一般。正覺得嘖嘖稱奇的瞬間，機器人轉過頭來跟我說話，而且一開口就說中文的「你好」，讓我驚奇不已。到現在，我還在想：“它”怎麼知道我會說中文？是運用智慧型影像辨識系統嗎？可是亞洲人長得都差不多，為甚麼它不是用韓文、或

是日文跟我打招呼呢？科技發展，真的是日新月異。離開機器人之前，開心地跟它合影（如圖二）。

離開機器人後，個人參觀了波音、洛克希德馬汀、雷神、Northrop Grumman 等幾家大公司的攤位，因為這些公司或多或少都參與了「戰術資料鏈路系統」

（Tactical Data Links）的研發與製造。因為近年來我個人的研究均是以 Link-16 為主，所以對這幾家公司也特別有興趣。我在 Northrop Grumman 公司的攤位問了幾個技術性的問題，由於解說員無法回答我的問題，所以就把我轉介到美國海軍著名的研究單位 SPAWAR 的攤位。SPAWAR 的解說員是一位美海軍陸戰隊退役少校，雖然他很友善、也很熱心，但畢竟不是研發人員，對我的問題知道的非常有限。又閒聊了一會兒，我們交換了名片。看了一下時間，發現已接近我上場發表論文的时间，於是就匆匆地離開展場，直奔我發表論文的場所。

雖然，參觀展場這一招奏了效，但輪到我發表論文時還是有點緊張。畢竟，英文不是我們的母語。要在很短的時間內，說明清楚研究的成果與解釋複雜的數學公式，實在不是一件簡單的工作。所幸，藉由不斷地練習，不論是在時間的控制上，或是在複雜觀念與研究成果的說明，或是在回答現場觀眾的問題時，對自己的表現均感到非常滿意（如圖三）。而且，會後有兩位聽眾趨前向我索取簡報的內容與名片，並表示對我的研究感到興趣。這兩位都是美國人，一位是 Nenad Djapic，他是 SPAWAR 的研究員，負責整合、測試與研發的工作。另一位則是 Robert Baxley，他是 Georgia Tech Research Institute 的研究員。

順利完成論文發表後，終於可以放輕鬆地坐下來聽別人發表論文。十一月三日這一天，我聽了幾場與我個人研究相關論文的發表。從這幾場演講中，發現還有其他的研究方法可以提升 Link-16/JTIDS 的性能，也發現專業知識與創意在研發領域中的不可或缺性。返國前一天（十一月四日），則利用空檔回到母校拜訪許久不見的友人，以及曾經指導過我的教授們。除了禮貌性的拜會外，也向他們請益目前個人在研究方面所遭遇的問題與疑惑，以及未來研究的方向與重點。所以，這次公務出國，對個人而言，實在是獲益良多。很感謝國科會經費的贊助，也非常感謝海軍各級長官的支持。

參. 心得及建議

今年 MILCOM 會議全程共為期四天。第一天為報到與開幕，而第二天到第四天才舉行正式的研討會。MILCOM 特殊的地方，係將研討會區分成「機密」與「非機密」兩部份，而且分兩地舉行。由於個人僅能參加「非機密」的研討會，對「機密」的研討會內容，就不得而知了。今年 MILCOM「非機密」的研討會區分成四大主軸，依序為：WSP（Waveforms and Signal Processing）、NPP

（Networking Protocols and Performance）、CSNM（Cyber Security and Network Management）、SP（System Perspectives）。在 WSP 的部份，共有 25 場次的研討會，以及大約 150 篇論文的發表；在 NPP 的部份，共有 28 場次的研討會，以及大約 168 篇論文的發表；在 CSNM 的部份，共有 13 場次的研討會，以及大約 95

篇論文的發表；在 SP 的部份，共有 15 場次的研討會，以及大約 90 篇論文的發表。上述約 500 篇的論文，係來自全球 19 個國家著名的大學、企業與研究機構。這些國家包括：美國、加拿大、芬蘭、荷蘭、德國、南韓、香港、挪威、中國、希臘、西班牙、英國、巴西、澳洲、土耳其、法國、義大利、葡萄牙，以及台灣。另外，在展場的部份，大約有 270 家國際著名的企業、廠商或國家級的實驗室參展。例如，Boeing, Lockheed Martin, Raytheon, Northrop Grumman, Aerospace, MITRE, Bae Systems, General Dynamics, SPAWAR 等。上述的數據，足以說明 MILCOM 受到國際社會重視的程度。

這次參加 MILCOM 研討會，最主要的心得為深感自己專業知識的不足。即使個人的名片上印著博士的頭銜，仍發現在本次研討會中有許多領域是個人全然陌生的。例如，參加這次研討會，才知到美軍下一代的軍事通訊技術標準 Joint Tactical Radio System (JTRS) 正如火如荼地進行各種整合與測試。JTRS 的特色為 Software- Defined Radio (SDR)；也就是說，在過去語音或數據資料的無線通訊系統中有許多硬體的部份，未來將被軟體所取代。如此，便可省下許多經費。因為一具 JTRS 的通訊裝置將可發射不同的信號以通聯不同的戰台。另外，JTRS 係運用 Ad Hoc 移動型的網路架構，大幅度提升戰場的存活率與對抗干擾的能力。

其次，經過仔細觀察，發現今年 MILCOM 研討會來自台灣的論文僅有個人所發表乙篇。同時，也未見到來自國內的官方代表來觀摩或考察；反觀其他國家則是大陣仗的派員參與，尤其是中國大陸與南韓。換句話說，軍事通訊這一環似乎在國內並未受到重視。MILCOM 雖然是 IEEE 通訊學門的年度三大盛會之一，但背後實際的推手為美國的國防部與著名的軍火公司。美軍之所以強大，歸功於美國重視軍事科技的發展。反觀國內，除了中科院外，很難找到研究機構、大專院校或通訊科技公司從事軍事通訊科技的研發。以此次 MILCOM 為例，就未見到國內各大專院校的研究論文。

綜合上述的觀察，個人有下列兩點建議：（一）行政院國科會與國防部應大力主導國內各實驗機構、科技產業與各大專院校，共同投入軍事通訊科技的研發。畢竟，國家安全與國防科技的發展，不能假以他人之手。（二）國內相關單位應檢派適員（負責研發或採購人員）參加一年一度的 MILCOM 研討會，以掌握全球軍事通訊技術最新的知識與未來發展趨勢。

最後，再次感謝國科會經費的贊助，也非常感謝海軍各級長官的支持，讓我有機會代表台灣與海軍軍官學校在國際研討會中發表論文。



圖二、 個人於展場上跟聰明又酷炫的機器人合影。



圖三、 個人發表論文時的畫面。