

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

後第三代行動通訊前瞻性技術之研究(1/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-002-108-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立臺灣大學電信工程學研究所

計畫主持人：李學智

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 5 月 28 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

後第三代行動通訊前瞻性技術研究

計畫編號：NSC 91-2213-E-002-108

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：李學智 國立台灣大學電信工程學研究所教授

計畫參與研究生：游家豪、黃振維、周詩凱 國立台灣大學電信工程學研究所

一、中文摘要(關鍵字：後第三代行通訊技術、多輸入多輸出、脈衝無線電技術、超寬頻信號、高速率傳輸技術)

本計畫的主要目的為探討第三代行動通訊的前瞻性技術。主要研究項目包括多輸入多輸出技術，脈衝無線電技術，以及數種高速率傳輸技術傳輸性能的比較。在多輸入多輸出技術方面，為建立多輸入多輸出的通道量測系統，分析多輸入多輸出的通道容量，探討多輸入多輸出的通道估測法則及寬頻多輸入多輸出的信號處理方法。在脈衝無線電技術方面，為建立脈衝無線電通道量測系統，探討天線的頻率響應對脈衝無線電效能影響以及研究脈衝無線電的近身效應。在高速率傳輸技術方面，則比較使用方向性天線，等化器，OFDM，以及多輸入多輸出等幾種不同方法在室內環境所能獲致的最高傳輸速率。

ABSTRACT : (Keywords : B3G, MIMO, Impulse Radio, Ultra Wide-Band Signal, High Rate Transmission)

The purpose of this project is to investigate the advanced technology for B3G (beyond the third generation). The main research topics are: multiple input multiple output (MIMO) technique, impulse radio, and transmission performance comparison among several high rate transmission techniques. In MIMO, we have established the channel measurement system for MIMO, analyzed the channel capacity for MIMO, proposed channel estimation algorithms for MIMO, and studied the signal processing for wideband MIMO. In impulse radio, we will establish the channel measurement system for impulse radio, study the effect of antenna's frequency response on the transmission performance of impulse radio, and investigate the near body effect of impulse radio. In high rate transmission we have compared the highest data rates that can be achieved by different techniques such as by using directive antennas, equalizers, OFDM, MIMO, or combinations of the above techniques.

二、計畫緣由與目的：

本計畫的主要目的是研究後第三代行動通訊的前瞻性技術及其應用。研究主題包括多輸入多輸出技術，脈衝無線電技術以及不同高速率傳輸技術的比較。多輸入多輸出技術主要是利用豐富的多路徑波的散射，所造成的通道間的不相關特

性，經由適當的訊號處理，可以在相同的頻率下傳送不同的資訊，提升單位頻譜的使用效率，增加通訊容量。脈衝無線電技術主要是利用極短的或超寬頻的脈衝進行脈衝位置調變多工。由於信號頻寬甚寬，頻譜密度低，不會干擾窄頻信號，因此可以與窄頻信號相容。符際干擾(Intersymbol interference ISI)是限制傳輸速率的主因。克服 ISI 的方法有多種，包括使用方向性天線，使用等化器，使用 OFDM 調變方式，使用 MIMO 等等。

### 三、方法及結果

我們已建立了兩種 MIMO 通道特性量測系統。一個是以網路分析儀為基礎的系統。另一個是以寬頻向量通道特性量測儀(Vector Wideband Channel Sounder)的系統。我們自製了微波開關控制電路及天線系統，可以調整天線的間距及極化。圖(一)是以網路分析儀為基礎的 MIMO 量測系統。

我們在不同環境，量測 MIMO 的通道特性，比較不同天線極化組合之通道間的相關性以及所能獲致的通道容量，比較的極化組合有皆為垂直極化，皆為水平極化，以及垂直、水平混合極化。量測環境有室內走廊、房間及室外。在僅有直接波的情況下，垂直極化波與水平極化波可以相互隔離，因此可以利用垂直極化天線及水平極化天線傳送不同的訊息，增加頻譜使用效率，增加系統容量。量測結果顯示，在室外，多路徑波較不充裕的環境，水平—垂直混合極化組合，確有較大的通道容量。但是在室內有眾多的多路徑波，且多路徑波的來向來自四面八方，這使得不同天線對(antenna pair)間的通道相關性變得很低，因此不必靠不同極化的天線來作隔離。即使使用相同極化的多輸入多輸出天線系統，亦能大量增加通道容量。我們亦發現，不管在室內或室外，垂直極化組合的通道之間相關性皆較水平極化組合的通道之間的相關性為低，因此垂直極化組合的多輸入多輸出系統有較高的通道容量。另外，我們亦提出了通道間的相關性與通道間的隔離性這兩個不同的概念。通道間的高隔離性未必有低的相關性。圖(二)是三種不同極化組合通道容量的累積分佈曲線。圖中顯示，在室內環境，垂直極化組合有較大的系統容量，在室外，垂直/水平極化組合，則有較大的系統容量。

我們亦探討了方向性天線對改善無線區域網路傳輸效能的影響。我們在室內環境，在基地台端使用數種不同的天線，包括偶極天線，微帶天線陣列，交換波束型式的微帶陣列，在移動端亦使用不同的天線，包括全向性的偶極天線，微帶天線，2×2 微帶陣列天線及 3×3 陣列天線，基地站分別置於房間中央，前方以及角落。我們量測不同天線組合情況下的通道特性，包括各個量測位置的頻率響應，延遲擴散，並將量得的通道頻率響應代入 WLAN IEEE. 802. 11a 系統規格，模擬在不同數據傳輸速率下的傳輸性能。我們發現有向性天線除了可提升天線的增益外，亦可有效的降低多路徑波的延遲擴散，這對於寬頻及高速率數據傳輸性能的提升，有極大的助益。尤其對 OFDM 調變系統，減少延遲擴散，可以使副載波(subcarrier)的頻率響應較為平滑，減少 deep fading 的機率，這可以提升通道估測的正確性，降低誤碼率。圖(三)是四個 1×4 的陣列天線。我們利用微波開

關連續取樣四個元素的輸出，儲存之後使用交換波束形成來獲得最佳的輸出值。圖(四)是室內量測環境的示意圖。基地台分別置於中央，前方及角落，移動端則置於所示的打「×」的位置。當移動端使用方向性天線時，主波束皆對準著基地台。在每一個量測位置，對不同的發射/接收天線組合，我們都量測其頻率響應，並求出該位置的平均功率以及延遲擴散均方根值，並對所有位置的平均功率及延遲擴散均方根值的累積分佈畫出，其結果示於圖(五)及圖(六)，結果顯示，當基地端和移動端都使用有向性天線時，不僅平均功率可提升甚多，延遲擴散更可非常有效的降低。

我們亦將量得的通道響應代入 IEEE 802.11a 的規格，以模擬 WLAN 在不同信號雜訊比(SNR)下傳輸性能。圖(七)是不同發射/接收天線組合在不同的 SNR 下可以獲的 Throughput.

#### 四、計畫評估

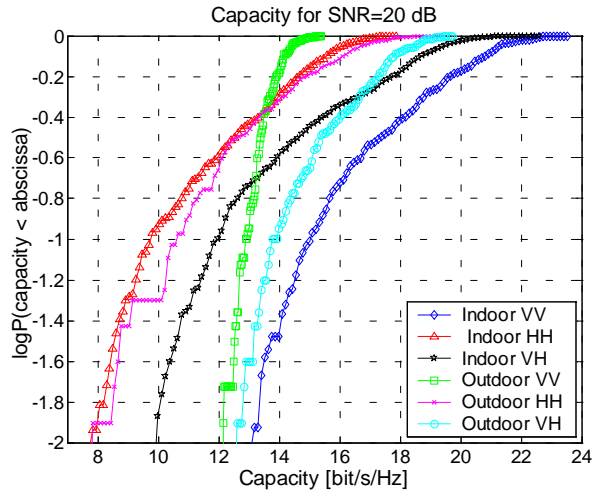
本計畫本年度已建立了 MIMO 的量測系統，並進行 MIMO 通道量測數據分析以及傳輸性能的模擬。同時探討了有向性天線對於 WLAN 數據傳輸性能的提升。有兩篇論文〔1,2〕將於 2003 IEEE AP-S 發表。本研究成果可實際應用於 WLAN 的產業。

#### Reference:

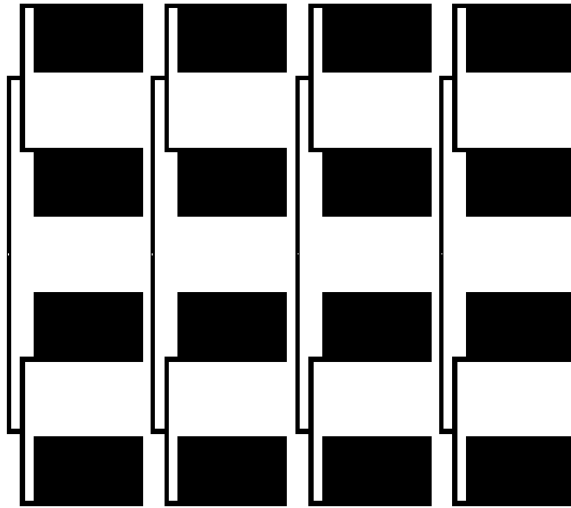
- 〔1〕 H. J. Li and C. H. Yu, "Correlation Properties and Capacity of Antenna polarization combination for MIMO Radio channel ", 2003 IEEE AP-S, Columbus, Ohio, June 22-27, 2003.
- 〔2〕 H. J. Li and C. W. Huang, "Design of Switched-Sector Planar Antenna for Wireless LAN", 2003 IEEE AP-S, Columbus, Ohio, June 22-27, 2003.



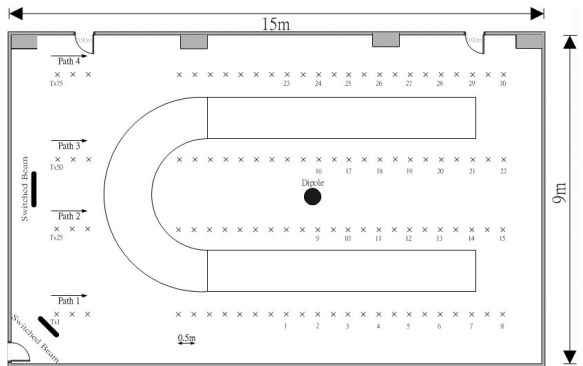
圖一



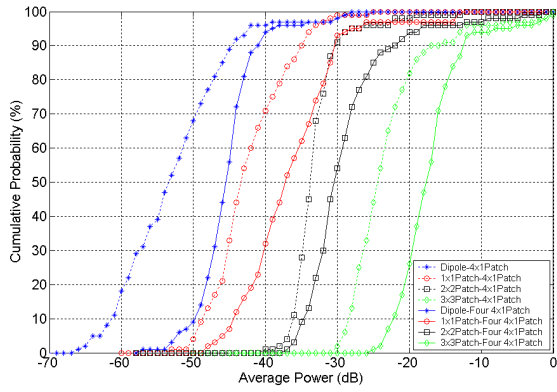
圖二



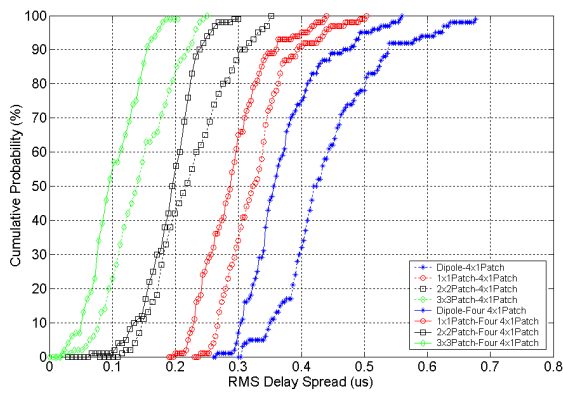
圖三



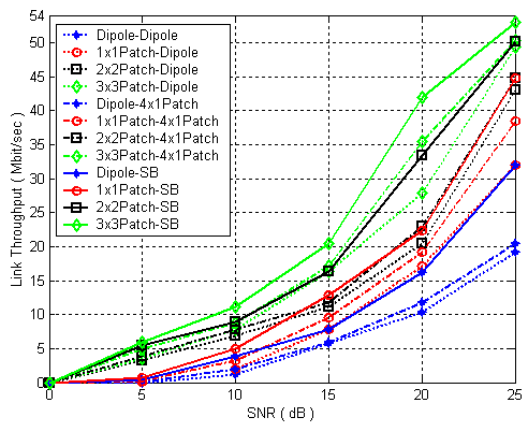
圖四



圖五



圖六



圖七