

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告
無線通道特性之模擬、量測與分析（總計畫）

Simulation Measurements and Data Analysis For Radio Channel Characteristics

計畫編號：NSC89-2213-E-002-053

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

主持人：李學智教授

執行單位：國立台灣大學電信工程研究所

協同主持人：楊成發 國立台灣科技大學電機系教授

丘建青 私立淡江大學電機系教授

一、摘要：

本整合計畫的主要目的是建立無線通訊通道特性的量測系統及數值模擬的軟體，同時對模擬數據及量測數據進行統計分析，以獲得有意義的參數。擬研究的通道環境包括巨細胞的都市地區，微細胞的街道環境以及建築物內外等環境。擬建立的量測系統包含數位傳輸誤比率量測系統，通道模擬及傳輸信號分析系統，擬量測的參數包含功率衰落，功率延遲擴散及傳輸誤比率。

本整合計畫共分三個子計畫，執行期限為三年，各子計畫名稱如下：

子計畫一：無線通道特性之模擬、量測與分析—李學智主持

子計畫二：都市地區之電波傳播模擬與量測—楊成發主持

子計畫三：無線通訊系統傳輸錯誤率及統計特性的分析—丘建青教授主持

關鍵詞：無線通訊、通道特性、通道量測系統、通道模擬、通道分析

英文摘要：

The purpose of this cooperative project is to develop measurement

systems and simulation software for radio channel characteristics, and to statistically analyze the measured and simulated data so that significant parameters can be extracted. The channel environments to be considered include the urban area for macrocells, the street area for microcells, and signals penetrating into or inside the buildings. The measurement systems to be implemented are: bit error rate measurement systems, channel simulator and channel analyzer systems. The parameters to be measured are power fading, power delay profiles and bit error rates.

This is a three-year project and contains 3 subprojects, which are:

Subproject 1: Channel measurements and data analysis for wireless channel characteristics.

Subproject 2: Simulations and measurements for radio propagation in urban areas.

Subproject 3: Bit error rate and data analysis for wireless communication.

Keywords: wireless communication, channel characteristics, channel

介電常數則很接近 1。

子計畫二：都市地區之電波傳播模擬與量測

本研究整合都市地區與室內之無線通訊電波傳播模擬程式，發展曲面物體之射線追蹤模擬程式，並進行現場實測，來分析行動通訊基地台發射訊號在建築物間或隧道內的傳播特性，以供市區通訊場強涵蓋區預測及發射基地台規劃之用，來提高都市地區無線通訊系統的效率與功能，其中乃運用均勻幾何繞射理論與射線追蹤法建立電波傳播模擬程式，而可計算曲面物體對無線通訊電波的反射、穿透及繞射效應。另外本計畫並使用全球衛星定位系統和上一年度所建立之場強自動量測系統，測量了行動通訊系統基地台發射訊號分佈特性，所得實測與模擬結果相當吻合。

子計畫三：無線通訊系統傳輸錯誤率及統計特性分析

在室內環境，由於無線電波很容易受到遮蔽物的影響，這些遮蔽物如：牆壁、天花板、傢具等，使得無線電波將經由多重反射、繞射等路徑而到達接收天線，此現象稱之為多重路徑效應。由於此效應造成的符元干擾，使得通訊位元錯誤率及失效率增加，造成通話品質變差的主要原因。本計畫的目標是希望利用天線場型的調整，使得位元錯誤率能夠最低。這樣的問題可以看成是一種最佳化的問題，由於基因法則的好處在於不須列出變數和因變數的明顯數學關係亦能找出最佳解，因此使用基因法則作為最佳化的工具。和一般以天線場型為目標函

數所不同的地方是，本計畫擬以降低室內通訊傳輸位元錯誤率為目標函數，再利用基因法則做最佳化的調整，尋找出最低傳輸位元錯誤率時的天線場型，此種場型最能滿足通訊的需求。

measurement systems, channel simulation, channel analysis.

二、緣由與目的：

無線通訊具有機動性與方便性，它已成為全球通訊技術的主流。無線通訊與有線通訊的最大差異，及在於兩者通道特性有極大的不同。有線通道的特性穩定，且可預測，但是無線通訊通道特性則極為複雜，隨環境時間而異，且不易分析。缺乏精確的無線通道傳播模式是無線通訊發展的重要瓶頸。

無線通訊的通道特性因環境而異。依蜂巢式的行動通訊系統，無線通訊的主要環境約可分為巨細胞、微細胞及建築物內等幾種。而巨細胞部份又可分為大樓林立的市區、住宅區、郊區；微細胞的環境亦有寬窄街道、樓層高低、車陣阻擋、騎樓、馬路等等，建築物內的結構更是變化多端。換言之，無線通道環境林林總總。

未來無線通訊發展的趨勢，是數種不同系統的整合。巨細胞、微細胞及建築物內等各種系統可以交換使用。無線通訊的應用亦更為廣泛，除了傳送語音、數據以外，還包括影像、多媒體之通訊。因此高速率的無線通道特性量測系統包含無線通訊數位傳輸的誤比率量測系統、通道模擬系統、數位無線傳輸，是未來的研究方向。然而要達到這些目的，必須對無線通道特性有更清楚的認識。

本研究群依據未來無線通訊的發展，提出了無線通道特性的模擬、量測與分析之整合型計畫。所擬研究的無線通道環境包含巨細胞、微細胞及

建築物內等。工作內容則包括傳播模式軟體的建立，以及對數值模擬及實驗量測所得的數據進行數據分析。在量測系統方面，建立了功率衰落及功率延遲擴散的量測系統，數位訊號傳輸性能的量測系統。利用全球衛星定位系統的車輛場強自動量測系統。在傳播模式方面，已建立微細胞、巨細胞及建築物內等環境的傳播模式，包含經驗公式及特定環境位置 (site-specific) 之軟體。本計畫已模擬實際的環境，產生大量的數據，並據以分析通道的特性並提出提升通訊效能的方法。

三、成果：

第三年度各子計畫的研究成果如下：

子計畫一：無線通訊通道特性之量測與數據分析

本子計畫的主要目的在建立無線通訊通道特性的量測系統，並對量測數據做通道特性的統計分析。本年度的主要工作項目為探討在多路徑環境下電波穿透樹林的寬頻量測方法與結果分析。使用一般的功率量測方法，直接波無法單獨被取出，因此量測結果不能代表電波的穿透損失。使用寬頻量測；直接穿透波可以單獨被取出。欲決定樹林的衰減常數及有效介電常數，可以尋找均勻的樹林，並使用寬頻量測來獲得此等參數。我們可以在數個距離位置量測直接穿透波的穿透損失及所行走的電長度，再由迴歸線的斜率來求出衰減常數及等效介電常數。量測結果顯示，衰減常數約在 1dB/m 至 2dB/m 之間，而樹林的等效