

無線通道的傳播特性 (Wireless Channel Characterization)

有線通信與無線通信的主要差異在於兩者通道特性的不同。要提出有效的無線通信技術，必須瞭解無線通道的特性。而無線通道的特性及其參數又與無線通信系統的應用環境及系統的規格需求息息相關。例如室內與室外，都市與郊區，慢速的行走移動與快速的車輛移動，窄頻通信與寬頻通訊，大區域、小區域或近身區域等等。這些不同的電波傳播環境及不同的通信系統會有不同的通道特性和通道參數需求。因此通道特性的研究需配合無線通信系統的應用及規格，才能獲致有意義的研究成果。

由於多媒體應用的蓬勃發展及人類追求方便性的強烈需求，高傳輸速率，高移動性，無所不在的通訊能力是無線通信研究的趨勢。許多新的技術，新的系統已陸續被提出，無線通道特性的研究亦需配合新的應用及新的系統而有所調整。茲列舉下列研究議題，以供參考。

1. 毫米波電波傳播特性與通道模型

毫米波(Millimeter wave)指頻率範圍在30~300 GHz的頻段，由於高傳輸速率及大頻寬的要求，毫米波將在未來的無線通訊扮演極重要的角色，其中又以60 GHz之應用發展最受矚目。歐洲、美國、日本、加拿大已有60 GHz無線區域網路的研究。美國聯邦通訊委員會(Federal Communication Commission, FCC)亦開放59~64 GHz為免頻率使用執照。

毫米波無線通信的應用分為室內與室外，在室內環境毫米波頻段，穿透損失大，繞射場小，多重路徑強度遠小於直接波，由於牆壁的隔離度大，因此多用於單一房間的傳輸。然而因波長很短，遇阻擋物所產生的散射現象，對通訊的影響乃值得探討。在室外的部份，受限於雨滴及大氣分子的吸收效應，毫米波頻段較適合於短距離的通信應用。相關研究議題如下：

- (1) 探討室內隔間、傢俱、電器及人員的阻擋效應及散射效應。
- (2) 60 GHz室內傳播模型的建立與量測。
- (3) 評估與實測MIMO結構在60 GHz提升通道容量的效果。

2. 多輸入及多輸出(MIMO)架構的電磁波傳播空間特性與通道模型

多輸入及多輸出(Multiple-input multiple-output, MIMO)技術於發射與接收端皆使用多組天線，不同之發射天線以同一頻率於同一時間傳送不同的訊息，接收端則以多於發射天線數目的天線組接收信號，並利用多重路徑通道之空間相關特性，還原發射機所傳送之訊息，達到以相同頻寬傳送更多訊息的目的，有效提升通道容量。

目前MIMO技術已成為3GPP R7, IEEE 802.11n, IEEE 802.20等發展中之無線新標準的重要技術。由於通道特性為影響MIMO技術效能的主要因素，深入瞭解MIMO通道傳播特性並建構適當的MIMO通道模型，為下一代無線通信技術發展的重要課題，相關研究議題如下：

- (1) MIMO通道量測：包括室外行動、室外固定、室內移動、室內固定、室內(外)至室外(內)、身域(Body area)等，可能頻寬為10~100 MHz(2~6 GHz頻段)、1~10 GHz(UWB及60 GHz頻段)，天線參數包括天線數目、間距、極化、場型等。
- (2) 發展高效率的通道參數(如DoA, DoD)預估演算法則。
- (3) MIMO通道特徵參數統計分析，包括延遲擴散(delay spread)，角度擴散(angle spread)，功率延遲角度剖面(power-delay-angle profile)，小尺度衰落特性(small-scale fading properties)，都卜勒效應(Doppler effects)，空間相關性(spatial correlation)，頻率相關性(frequency correlation)等。
- (4) MIMO通道模型建構與驗證：建構鏈路層(link-level)及系統層(system-level)模擬所需之MIMO通道模型，利用實測數據進行MIMO通道模型之驗證。

3. 移動分散式無線網路(MANET)通道模型建構

移動分散式無線網路(Mobile Ad-hoc network, MANET)不需固定式基地台通訊設施，系統中移動用戶或通訊節點均具有中繼的功能，且節點間傳輸具多路徑選擇的能力，資訊可用跳蛙的方式由一通訊節點傳送至另一節點，直到此資訊到達其目的地為止。此類網路的通訊特色是移動式(mobile)、多段(multi-hop)、全部無線(all-wireless)通訊，能有效提升無線電頻率使用效率，達到低成本及高傳輸速率的目的。MANET除可應用於軍事及急難救助外，近年來在科學研究及產業上的應用急速增加，美國國家科學基金會(National Science Foundation, NSF)及美國國防前瞻研究計畫室(DARPA)機構均大力推動，將之列為二十一世紀之重點網路科技。

由於MANET系統各節點位置隨時間改變，傳播路徑因無線傳播損失、遮蔽及多重路徑干擾等效應也隨相關節點移動位置而使通道特性改變，可能導致通連的強健性及穩定性不夠，造成MANET系統之運作與效能受到嚴重影響。相關研究議題如下：

- (1) 無線電時變通道量測及統計分析。
- (2) MANET無線電通道特徵參數之模型建構。
- (3) MANET無線電通道模型之建構與驗證。

4. 超寬頻(UWB)無線電傳播特性與通道模型建構

伴隨著新興無線超寬頻(Ultra wideband, UWB)技術的興起，UWB無線電傳播特性與通道模型建構的研究成為無線通道研究的主要議題之一。UWB系統及技術具有下列優勢：精準定位及測距、減輕多重路徑衰落現象、強化多重接取通訊功能。受限於傳輸功率，UWB的通訊範圍有限，僅適用於感測網路及個人通訊網路，如發展中的IEEE 802.15.3a無線個人區域網路(Wireless personal area network, WPAN)規範傳輸距離10公尺時傳輸速率可達110 Mbps，4公尺時可達200 Mbps，當距離更近時傳輸速率亦隨之增加。相關之研究議題如下：

- (1) UWB無線電傳播特性：探討室內隔間材質對UWB信號傳播之效應、UWB受人體阻隔或散射之影響、UWB散射回波之分析與模型建構。由於UWB可用於微波成像領域，UWB無線電信號之逆散射問題為相當具挑戰性之議題。
- (2) UWB無線電通道模型建構：UWB無線通道在大尺度路徑損失特性部份與傳統窄頻/寬頻通道無特別差異。UWB因頻帶相當寬而且移動速度低，小尺度衰落特性屬於頻率選擇性衰落。近年來，多數UWB通道特性研究工作採實際量測，並由量測數據分析統計特性、建立通道統計模型。部份研究結合電磁理論及實際環境進行模擬而推得環境適應(Site-specific)模型。也有結合統計與環境適應法之混合(Hybrid)模型。

5. 高速鐵路通訊相關的電波傳播議題

高速鐵路的速度可達300 km/hr，它所產生的高都卜勒現象，基地台快速換手(handover)的問題，以及隧道內如何保持暢通的通信都是具挑戰性且亟需克服的問題，國內工研院已在從事相關的量測與研究，該議題亦值得學術界來共同參與，可能的議題包括：

- (1) 高速鐵路環境下通道特性的研究：高速鐵路沿線多屬於空曠的地區，因此其衰落效應不是Rayleigh fading。鐵道的電力線，兩旁的電線桿，以及車廂內電波的散射特性，還有周遭物體所產生的都卜勒效應，這些都是值得探討的議題。
- (2) 隧道內的通道特性：高鐵有部份路段屬於隧道，甚至長達8公里。如何在這些路段中保持暢通的無線通訊，乃是具有挑戰性的課題。可以探討的議題包括隧道內的多路徑現象，都卜勒效應，以及中繼站的佈建設計。

6. 合作式無線電(Cooperative Radio)的通道特性

蜂巢式通訊最大的困擾是遮蔽效應所引起的斷訊問題。近來的熱門研究議題之一是合作式無線電，亦即利用其他使用者端做為中繼，把訊號可靠的傳送到需要使用者端，感知無線電的通道模式，可以是前瞻性的研究議題。

7. 身域網路(BAN)通道特性

隨著奈米製程能力的快速演進，積體電路微小化造就身域網路發展的可能性，而在身域網路(Body Area Network, BAN)通信中，由於系統建置在人體各個部位，因此在人體上各個節點間電波傳播通道特性，將隨著人體各部位而有所不同，其中影響最顯著莫過於電波傳播的延遲擴散(delay spread)以及路徑損失(path loss)，如何經由統計特性分析不同人體結構及位置建置適用於身域網路之通道模型，進而提升電波傳播效率將是目前最主要的課題之一。