

第六章 結論與未來展望

在本篇論文的研究中，我們比較了以 FFT/IFFT 為基礎具最大頻譜效率的 MC-CDMA 與 MC-DS-CDMA 系統在無線多路徑系統的效能並分析 MC-CDMA 在不同的通道匹配方式中與 OFDM 之系統容量比較。MC-CDMA 系統在頻率選擇通道中，有較好的單用戶傳輸效能，但隨著用戶數的增加，系統效能會大幅退化，只有在以 ZFC 通道匹配時，才不會有多用戶干擾，然而會面臨雜訊增強的缺點，MMSE 可有效抑制雜訊與干擾，前提是要能準確估出 SNR。由於 MC-CDMA 在一個 OFDM symbol 內即可完成傳輸位元的解調，都卜勒效應影響小。MC-DS-CDMA 系統在時域展頻，因此切片時間拉長為 OFDM 的符元時間，遠大於通道最大路徑延遲，可視為單路徑的 DS-CDMA 系統，由於不具頻率分集優點，系統效能較差，但無論在上鏈或下鏈系統，多用戶干擾都相當低，因此，用戶數需求大的系統適合使用 MC-DS-CDMA，可免除複雜的干擾消除機制。簡單的重複傳送機制，不但可以提昇效能，用戶間正交性也不會消失，需相對付出低傳送速率的代價。由於 MC-DS-CDMA 需經過數個 OFDM symbol 才能完成傳輸位元的解調，都卜勒影響較大，雖然獲得時間分集的優點，卻將使多用戶干擾增大。

MC-CDMA 於滿載時在 SNR 小時系統容量大於 OFDM，受 MAI 影響當 SNR 大時系統容量小於 OFDM，MC-DS-CDMA 沒有 MAI 的影響，系統容

量恆大於 OFDM 系統。

MC-CDMA 與 MC-DS-CDMA 系統都是將 DS-SS 信號以 OFDM 調變來傳送，共同擁有低切片速率的特點，並且，在上鏈傳輸時也較無用戶之間同步的問題，不過，兩者皆需面臨功率放大器的非線性放大與 OFDM 對同步的高度要求。

在此篇論文我們以 Comb-type 樣式做 pilot 通道估計，驗證在頻率選擇通道中以線性內插估出通道不致有太大誤差，而 LMS 演算法也能讓我們在移動率低時有準確的通道估計，再加上通道在時域變化緩慢，我們可進一步減少 pilot 在時域的分布，以增加 data 的傳輸頻寬。

MC-CDMA 目前已被許多組織設定為下一代行動通訊的基本架構，未來的重點在上鏈傳輸時，各用戶所面臨通道不盡相同，無法使用本論文提及之單用戶偵測方式，必須有較複雜的多用戶偵測才能降低其他用戶的干擾以達到理想的效能，而各用戶通道估計與多用戶偵測的複雜度將會是研究重點。

未來我們可考慮同時在時域與頻域做展頻，日本 DoCoMo 發展並推廣 VSF-OFCDM(Variable Spreading Factor-Orthogonal Frequency Code Division Multiplexing)技術在其下一代無線寬頻傳輸系統[30]，即為在不同的環境中可改變頻率與時域的展頻增益以彈性調整系統容量。