

# 5G 行動通訊 UFMC 收發機實現之研究

## 究

系所／電腦與通訊工程學系

指導老師／高誌陽

組員／李後沅、馬孝言、鄭子翎

### 一、動機

為了確認學者們所提出的第五代行動通訊系統技術之可行性與特性，本專題研究選擇未來可能應用於 5G 系統中的通用濾波多載波(Universal Filtered Multi-Carrier, UFMC)之收發機架構做為研究主體，並藉由數學軟體 MATLAB 進行相關的演算法模擬與計算，再利用圖形化程式編譯平台 LabVIEW 來製作收發機架構以驗證 MATLAB 中的演算法計算是否正確與可行。最後再將 LabVIEW 結合通用軟體無線電週邊設備 NI USRP-2920 進行實驗，模擬 UFMC 收發機運作的狀況。

### 二、發射機架構

編譯發射機的第一個訊號處理步驟是將二進制的訊號源經過編碼器正交振幅調變 (Quadrature Amplitude Modulation, QAM)，調變成具有相位及振幅的訊號 QAM，使其訊號可同時使用振幅大小與相位不同來代表 0 與 1。接著把一整串的訊號轉換成並列的形

式，然後將訊號分成四個副載波頻帶 (Subcarrier band)再進行快速傅立葉反轉換 (Inverse fast Fourier transform, IFFT)。將訊號轉換完成後，我們經由濾波器讓原本雜亂的時域訊號在頻譜上變得更加圓滑，並透過 up-sampling 附加上多子載波，使得濾波器複雜度降低，讓訊號可在高頻寬的狀態下一次大量傳輸。最後，發射機由基頻(Baseband)傳入射頻晶片形成不同時間、頻率、波形的電磁波，並經由天線將訊號發射出去。另外，目前所參考的濾波器演算法為切比雪夫濾波器(又稱柴比雪夫濾波器，英文名：Chebyshev filter)。完整發射機架構如圖 1 所示，其中 S/P 代表串列轉並列(serial to parallel)，P/S 代表並列轉串列(parallel to serial)。

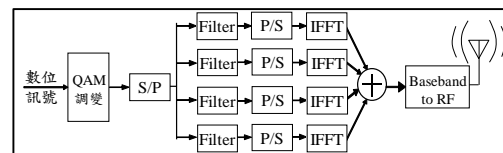


圖 1：UFMC 發射機架構

### 三、接收機架構

首先，接收機利用基頻傳入發射機

主題：5G 行動通訊 UFMC 收發機實現之研究  
 經由天線所傳送出的訊號。下一步，訊號經由 Time domain pre-processing，可完成解濾波器的動作，接著把訊號分成四個副載波頻帶(Subcarrier band)進行快速傅利葉轉換(Fast Fourier transform, FFT)。最後再將訊號做 frequency domain symbol processing，此步驟可達到解 QAM 調變的作用。完整接收機架構圖如圖 2 所示。

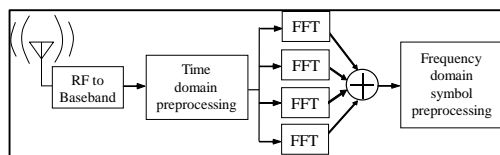


圖 2：UFMC 接收機架構

#### 四、MATLAB 模擬與 LabVIEW 實現

我們使用數學軟體 MATLAB 進行模擬 UFMC 發射機之發射訊號結果，如圖 3 所示。同時，我們也使用圖形化程式編譯平台 LabVIEW 編譯其 UFMC 發射機之發射訊號結果，如圖 4 所示。

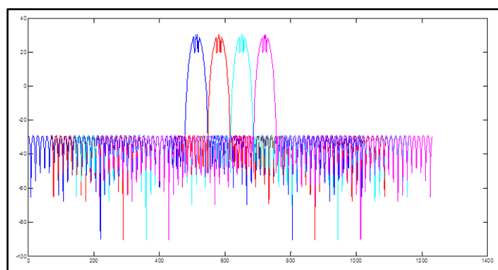


圖 3：MATLAB 模擬之發射機訊號圖

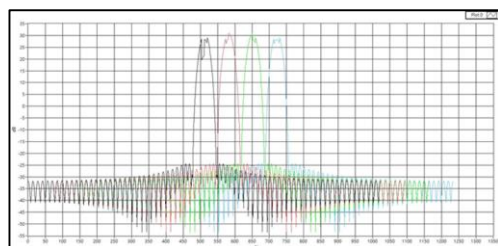


圖 4：LabVIEW 編譯之發射機訊號圖

#### 五、USRP 實作

利用 LabVIEW 程式設計 UFMC 發射機後，可以在通用軟體無線電週邊設備 NI USRP-2920 產生實際訊號發射訊號，並於所設計的接收機完成解調解碼。完整收發機實驗如圖 5 所示，圖 6 及圖 7 則為 UFMC 收發機中實際產生與接收 16QAM 信號之星雲圖。



圖 5：USRP 之 16QAM 收發機實作

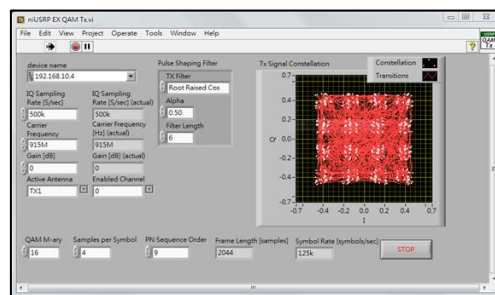


圖 6：USRP 之 16QAM 發射機星雲圖

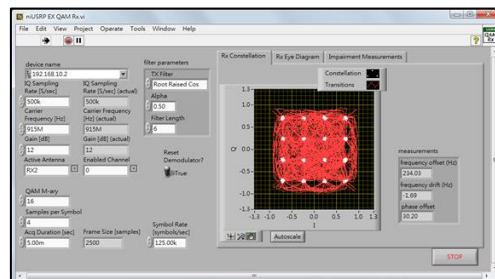


圖 7：USRP 之 16QAM 接收機星雲圖