

# 14

## 次世代智慧毫米波無線通訊系統 與晶片研究群

*Next Generation Smart Millimeter Wave Mobile  
Communication System and Chip Research Group*

### 成員

可掃描QRCode進入老師資料簡介



周世傑 教授  
[jerryjou@mail.nctu.edu.tw](mailto:jerryjou@mail.nctu.edu.tw)



黃家齊 教授  
[huangcc@cc.nctu.edu.tw](mailto:huangcc@cc.nctu.edu.tw)



郭建男 教授  
[cnkuo@mail.nctu.edu.tw](mailto:cnkuo@mail.nctu.edu.tw)



陳紹基 教授  
[sgchen@mail.nctu.edu.tw](mailto:sgchen@mail.nctu.edu.tw)



劉志尉 教授  
[cwliu@twins.ee.nctu.edu.tw](mailto:cwliu@twins.ee.nctu.edu.tw)



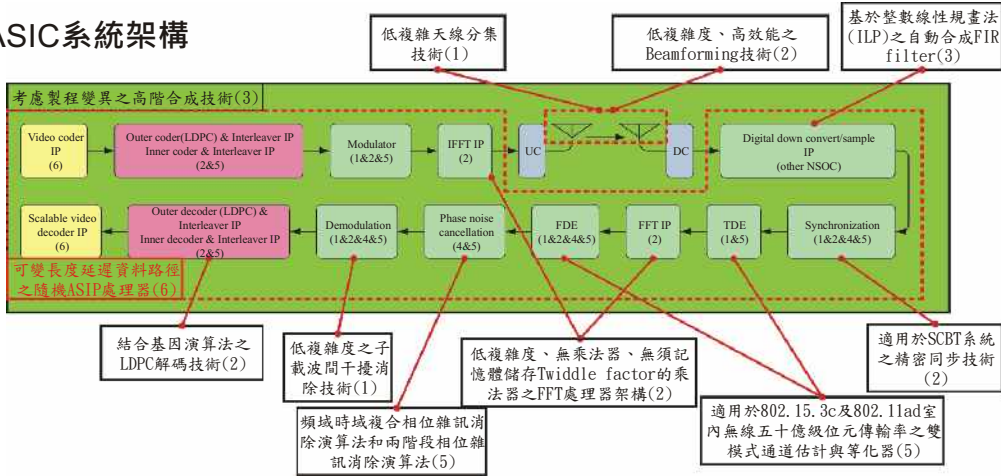
許騰尹 教授  
[tyhsu@cs.nctu.edu.tw](mailto:tyhsu@cs.nctu.edu.tw)

### 研究方向及特色

本研究群針對新世代5G行動通訊5G+ (202X年)，從創新的毫米波(mmW)行動通訊蜂巢式系統架構著手發展未來可能之關鍵模組。期望在提高資料傳輸速率(總量10Gbps以上)之同時，亦提出可實現之傳收機架構與創新技術。其中幾個可行的創新系統技術中包含了在分時雙工(TDD)蜂巢式行動通訊系統中利用巨量天線(massive antenna)增進系統效能與容量所提出之徑分多重接取(MDMA)的創新前端電路設計；採用新波形(new waveform)降低正交分頻多工傳輸(OFDM)的旁瓣及帶外輻射溢出之硬體設計及性能評估；結合全雙工(Full-duplex, FD)之射頻/類比前端及基頻干擾消除技術及新型FFT模組；提出創新之源編碼(source coding)降低峰值功率比(PAPR)等技術大幅增進能量與頻譜的使用率。因此，我們將基於毫米波頻段行動通訊蜂巢式系統，針對上述所提之關鍵技術合作共同開發具可接受複雜度且保有高性之能演算法與實作硬體。

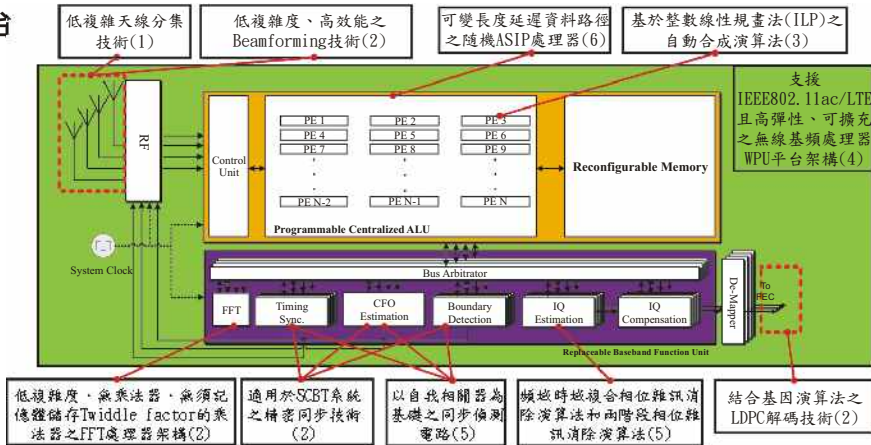
## IEEE 802.15.3c/802.11ad各子計畫分工架構圖

### ASIC系統架構



## IEEE 802.11ac/LTE各子計畫分工架構圖

### WPU平台



## 建立60 GHz雙模式(OFDM/SC) 2.5-Gbps之系統

### V<sub>μ</sub>BIQ(Antenna)

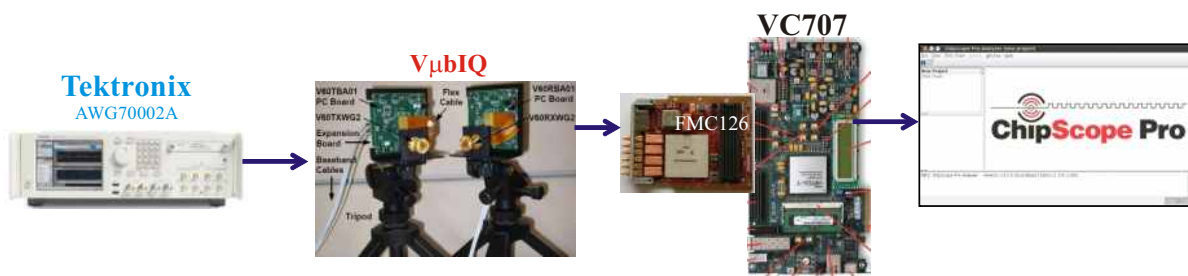
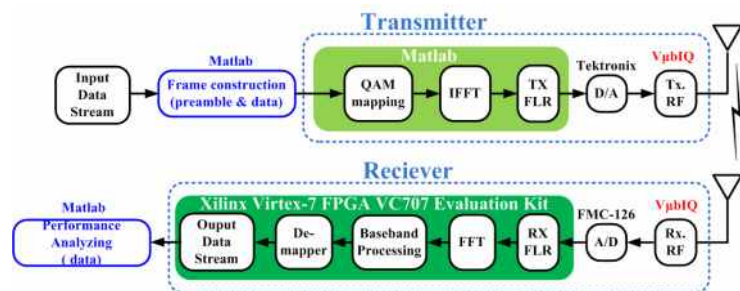
- 中頻濾波器頻寬 1.2 GHz
- 基頻濾波器頻寬 1.4 GHz

### FMC126(ADC)

- 取樣頻率 1.25 Gs/s

### 60 GHz 吞吐率規格

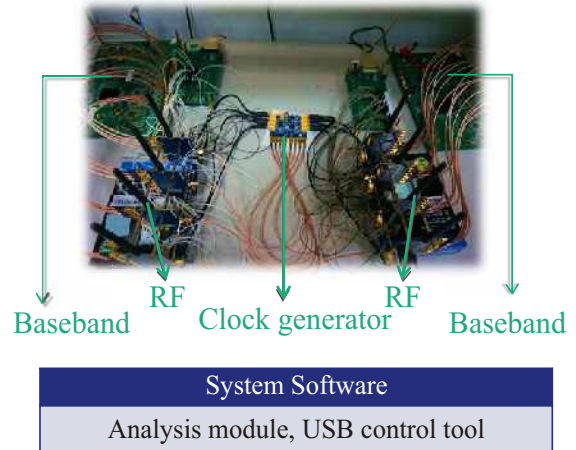
- ASIC晶片吞吐率最高可達19.2 Gb/s
- FPGA受限於Antenna、ADC、FPGA可合成速度，其目標為1.25~2.5 Gb/s



## 建立IEEE 802.11ac之平台

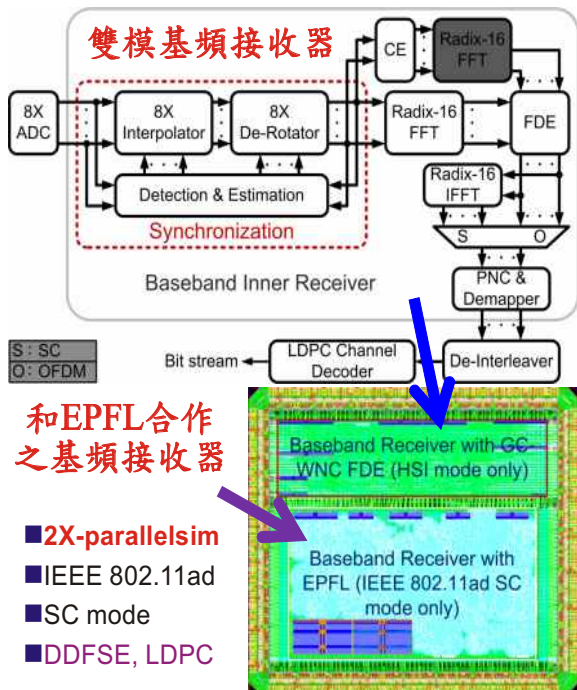
- Real-Time System for MIMO-OFDM
- Verification Platform Spec.

Hardware Device	
Number of Antenna	Up to 8x8
ADC/DAC Sample Rate	20, 40, 80, 160(MHz)
RF Frequency	1.7GHz ~ 5.0GHz
USB Bitrate	480 Mbit/s(USB2.0)
Data Storage	Packet length=512~16M Sample (1 sample = 2 byte)
Webcam Resolution	160x120



Application	
Standard	11a,11g,11n,11ac
Coding Rate	1/2, 2/3, 3/4, 5/6
Modulation Type	BPSK,QPSK,16-QAM,64-QAM,256-QAM

## 60 GHz 雙模基頻接收器和Stochastic電路測試晶片

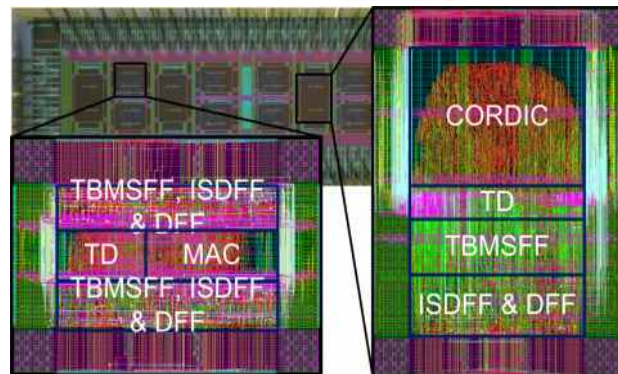
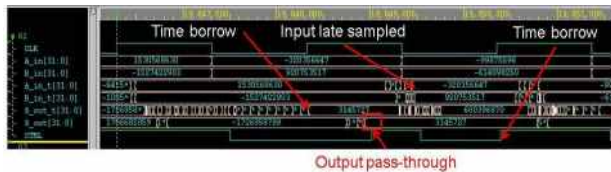


和EPFL合作之基頻接收器

- 2X-parallelsim
- IEEE 802.11ad
- SC mode
- DDFSE, LDPC

### ■ 動態時序錯誤偵測與補償電路

- ❖ 動態偵測 & 動態修復時序錯誤
- ❖ 針對高速應用或低電壓設計



## 次世代智慧型室內無線區域網路關鍵系統技術之研發

架構：智慧高頻譜與功率效益之無線資源分配演算法設計綠能通訊演算法之設計

### low-complexity time-domain equalizer:

- 在SC-FDMA傳輸模式中減少一個佔大量面積的FFT模組。在1.5dB的效能損失下，相較頻域等化也可以節省54%的複數乘法運算。

### low-complexity phase noise suppression algorithm:

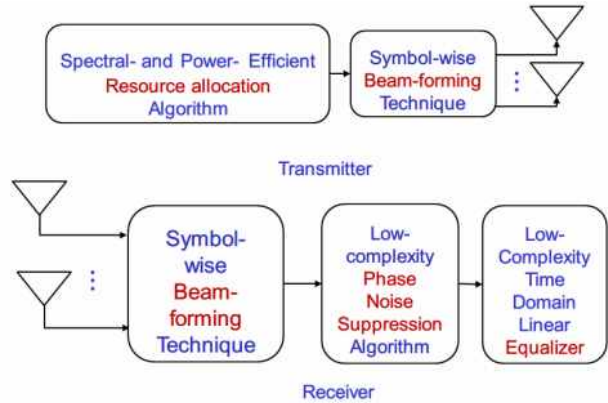
- 有1dB的效能改善

### symbol-wise beamforming technique:

- 相較於傳統方法需要與天線數目相等個數的FFT運算本方法只需要一個FFT。

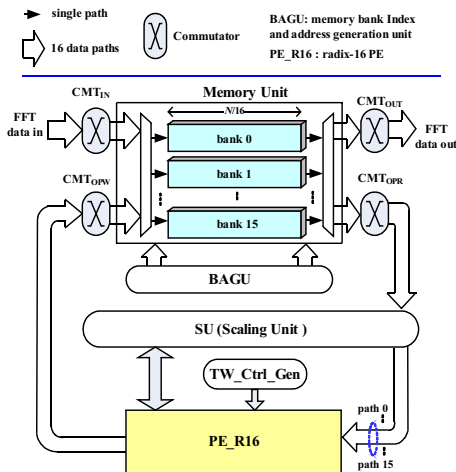
### spectrum and power efficient resource allocation algorithm:

- 節省30%功率消耗，頻譜效率提升1.2倍



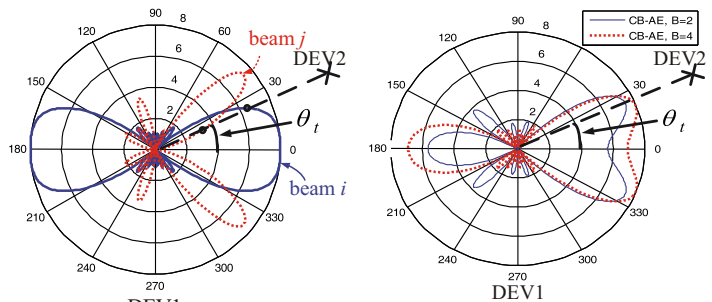
## 前瞻無線寬頻多模、具五十億級位元以上接收功能之綠能基頻訊號編解碼器研究設計

### 低複雜度高效能之FFT架構



- 只需要一個single-port記憶體
- 高度平行化
- 高吞吐率
- 此架構可以支援連續flow以及可變動長度

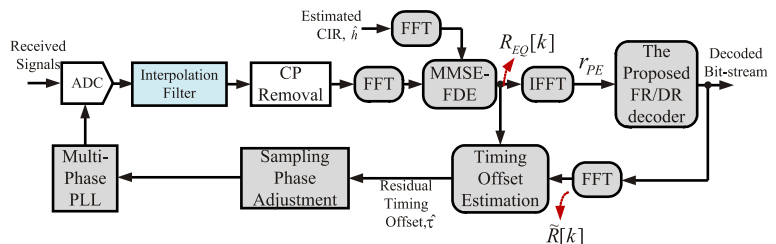
### 估測入射角度補償碼書波束成型技術之方法



Before AoA estimation and compensation

After Correction, much more precise to beamform to the DEV2

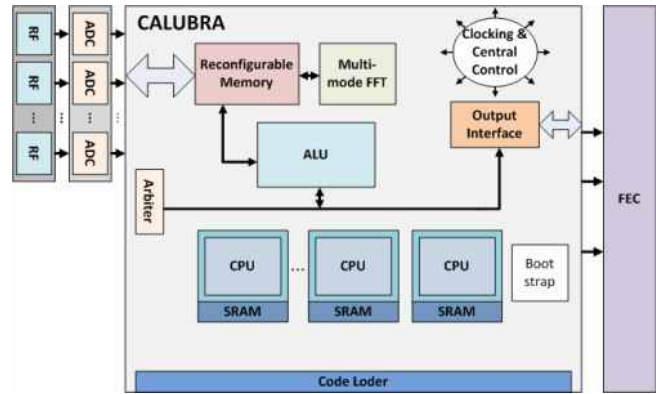
### 可偵測接收SNR之動態解碼解調技術接收機



## 適用於五十億級位元以上之前瞻頻域多模無線處理器架構研究

架構

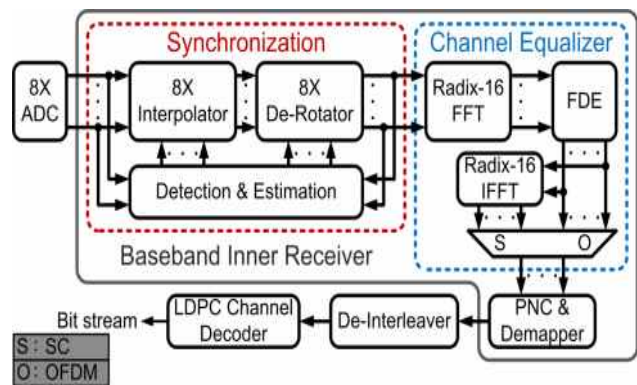
- 面積：2.850 x 2.850 mm<sup>2</sup>
- 消耗功率：707 uW/MHz
- 最高資料吞吐量：382Mbps
- 可支援規格
  - 天線數 - 1T1R/2T2R/4T4R
  - 規格 - IEEE 802.11a/n/ac
  - LTE clone standard (max support FFT length: 2048 points)



## 子計畫五: 次世代室內無線五十億級位元傳輸率之基頻傳收機及其隨機信號處理模組

架構

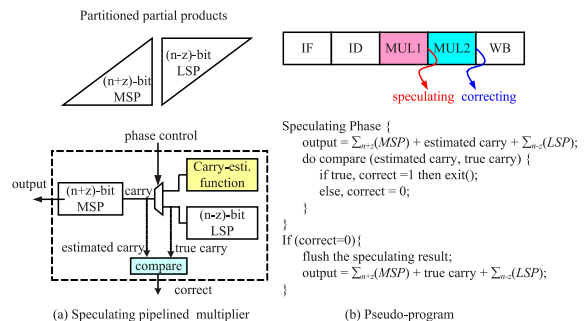
- 設計並實現單一基頻接收器硬體，其可相容於IEEE 802.15.3c和IEEE 802.11ad中的SC/ OFDM傳輸模式。並且可以支援到規格最高的64-QAM調變，吞吐率可達24 Gb/s
- 平行可適應性60/40 Gpbs迴饋決策等化器 (TSMC 40/28nm)



## 適用於室內五十億級位元傳輸率應用之具可變長度延遲資料路徑的高效能隨機ASIP處理器設計

架構

- 每個模組考慮本身的隨機運算 (Stochastic Computing) 錯誤行為，使其符合系統的SNR 與BER 要求並進一步降低功耗



1.4x 加速  
減少 14.1% 能量消耗  
節省 7% 面積花費

