

CCFD 加速行動寬頻技術發展趨勢

文：李穎芳、李建成工程師 /

財團法人資訊工業策進會 智慧網通系統研究所

前言

頻譜如土地一樣，都是有限且珍貴的資源，如何提高頻譜的使用率，就如土地的利用率一樣，是行動通訊的重要課題。在面臨網路世代交替，而下一代無線、行動網路的發展又受限於可用頻段多寡，業者取得頻譜資源的代價頗巨，如何提高頻譜使用率成為世界 5G 技術發展的主軸。

近年各國紛紛投入 5G 研究，同頻同時傳收技術亦是增進系統效能之主要議題之一(國際發展現況如下表 1 所列)；104 年 3 月 3 日舉行之 3GPP RAN Plenary #63 會議中，電信設備商 Huawei 提出「Motivation of New SI proposal: Evolving LTE with Flexible Duplex for Traffic Adaptation」之提案，期望能在不對稱傳輸量下，應用間置頻寬進行反向傳送；同頻同時傳收技術亦可用於解決此需求。

藉由同時同頻全雙工技術 (Co-frequency Co-time Full Duplex, CCFD) 技術，使無線通訊設備於「同一頻率」、「同一時間」、「同時收送」，以「降低自干擾」，將

表 1：同頻同時傳收技術發展現況

研究機構	相關標的主題發展趨勢動向
CCSA TC5	CCSA 2014/4/9" 面向 2020 年及未來的 5G 願景 " 研討會，將 " 全雙工 " 技術列為 12 大重點發展技術之一
3GPP	電信設備商 Huawei 提出「Motivation of New SI proposal: Evolving LTE with Flexible Duplex for Traffic Adaptation」之提案
IEEE 802.11	STR(Simultaneously Transmission and Reception) had been included in IEEE 802.11ax
FP7 DUPLO	Full-duplex technology development for wireless communications transceivers System Solution for full-duplex transmission Proof-of-concept
北京大學	北京大學焦秉立教授在同頻同時全雙工組網技術上，提出了蜂窩小區採用同頻同時全雙工的演進方案，並進行單小區試驗演示
Stanford University	three different research areas: RF circuit & system design, digital signal processing and networking They recommend that "Any full duplex design needs to provide 110dB of linear cancellation, 80dB of non-linear cancellation, and 60dB of analog cancellation."
Kumu Networks	Apply in Full Duplex Wireless Backhaul、Self-Backhauled Small Cell、High Capacity Dense WiFi、Global Spectrum Harmonization、TV White Space Spectrum Sharing、Radio Jamming and Security

(資料來源：自行整理)

是未來 5G 通訊技術研究之重點。

全雙工技術將打破現有頻譜運用限制，開創頻譜運用新紀元

對比傳統 4G 的分時多工 TDD (Time-division duplex)、分頻多工 FDD(Frequency-division duplex)而言，同頻同時全雙工於「同一頻率」、「同一時間」能夠「同時收送」，有效提高頻譜使用效率及彈性，在當前世界範圍內頻譜資源短缺的情況下，該項技術已經為國際間重視的 5G 技術。

如圖 1 所示，TDD 系統如單線車道，以時間區分上、下行，需要兩倍的時間。

FDD 技術則如圖 2 所示，有如雙線車道，以頻率區分上、下行，需要兩倍的頻寬。

全雙工技術帶來全新概念，如圖 3 所示，猶如立體車道，於單線車道空間上實現雙線車流。

簡單來說，該技術藉由多級干擾消除技術(天線隔離、類比干擾消除、數位干擾消除、基頻演算法)，在同一個物理通道上實現 Tx 及 Rx 兩個方向信號的同頻同時傳收，技術細節將於下一章節介紹。

技術簡介

Co-frequency Co-time Full Duplex 同頻同時全雙工技術被認為一項有效提高頻譜效率的技術，簡單來說，該技術是在同一

圖 1：TDD 系統示意圖

(資料來源：自行繪製)



圖 2：FDD 系統示意圖

(資料來源：自行繪製)

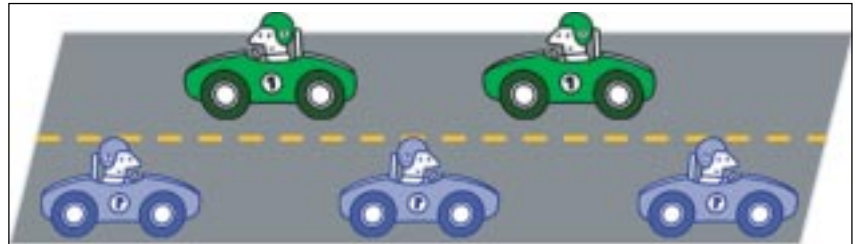
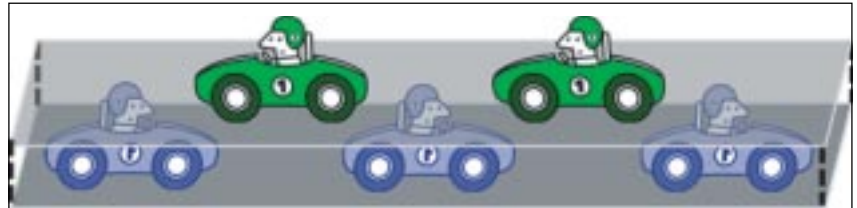


圖 3：CCFD 系統示意圖

(資料來源：自行繪製)

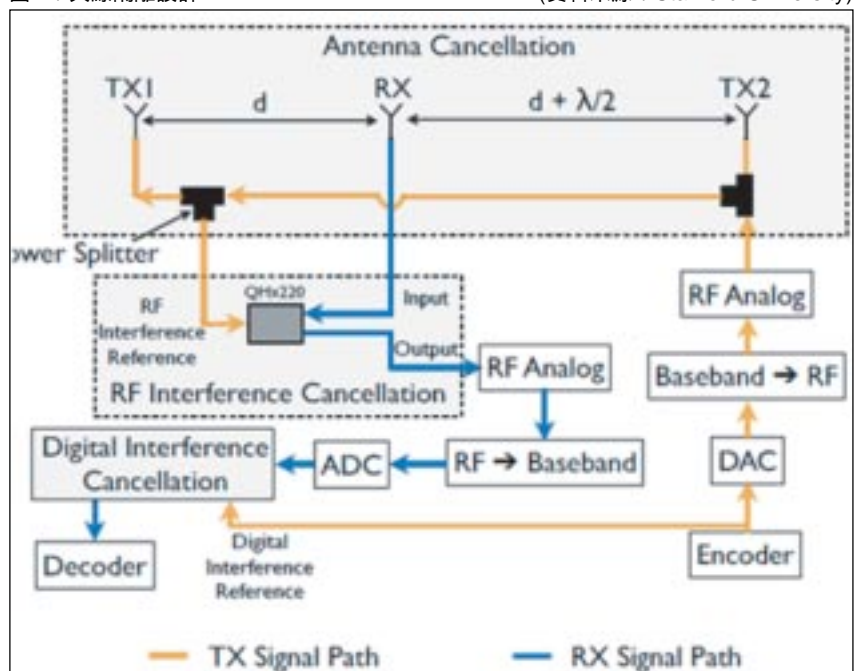


個物理通道上實現 Tx 及 Rx 兩個方向信號的傳輸；即藉由在 RF 雙工節點的接收端處(Rx)，消除自身傳送端(Tx)信號的干擾，在發射機信

號同時，接收來自另一節點的同頻信號。對比傳統的 TDD、FDD 而言，同頻同時全雙工可以將頻譜效率提高一倍，在當前世界範

圖 4：天線隔離設計

(資料來源：Stanford University)



圍內頻譜資源短缺的情況下，該項技術已經得到廣泛關注。

以技術演進而言，可分為三個部分：

A. 天線隔離

天線隔離設計，如圖 4 所示，是利用訊號的破壞性干涉原理，將 Rx 天線置 Tx 間的適當距離來達到干擾隔離的目的。

B. 類比干擾消除隔離

類比干擾消除技術(圖 5)，需參考儀器量測射頻(RF)元件與裝置的線性參數，並做通道品質量測(Channel Estimation)，作為AIC設計Attenuation及Delay Line之依據。

C. 數位干擾消除技術

設計數位干擾消除技術中，如圖 6 所示，主要是將傳送端(Transmitter, Tx)的訊號反向並傳送到接收端(Receiver, Rx)來達到干擾消除的目的。

技術應用情境

如圖 7 所示，應用CCFD技術於Access Point與終端設備間，可擴充為同時同頻點對多點(基地台同頻同時服務多個手機)，不再受限於既有UL、DL規範。

在現有4G網路中，CCFD技術可直接結合於Relay/ Repeater及Wireless Backhaul等產品。在Relay上使用CCFD可以減少中繼轉發所需要的額外頻譜資源；而

圖 5：類比干擾消除技術

(資料來源：自行繪製)

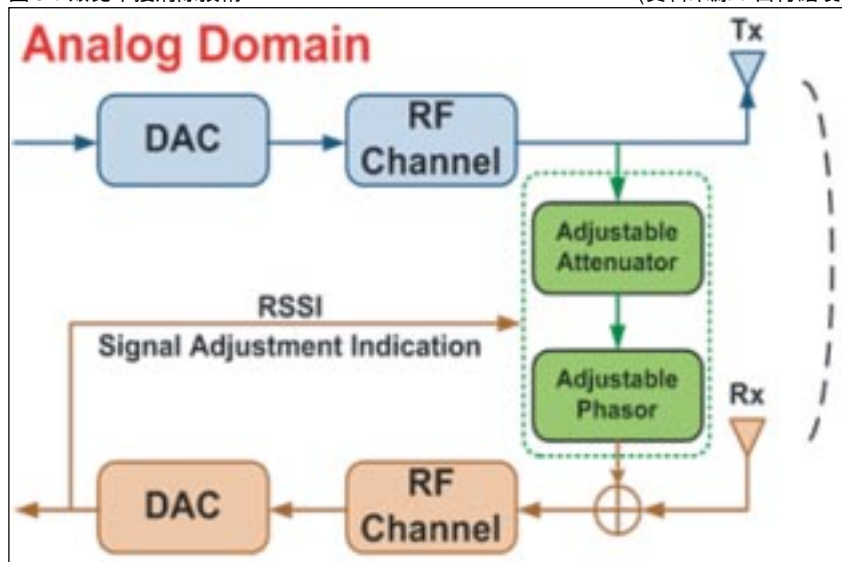


圖 6：數位干擾消除技術

(資料來源：自行繪製)

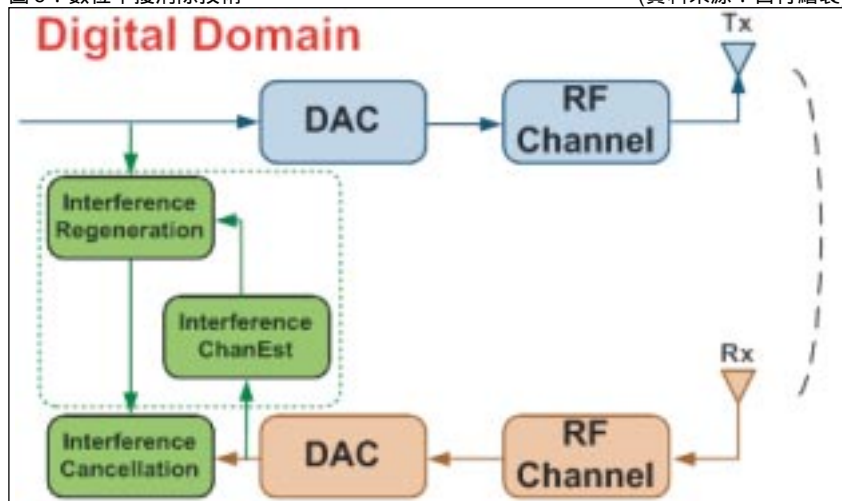
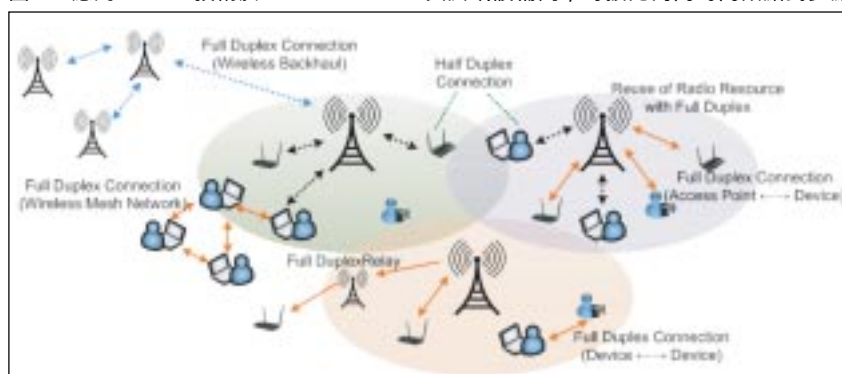


圖 7：應用CCFD技術於Access Point與終端設備間，可擴充為同時同頻點對多點



(資料來源：自行繪製)

Repeater若搭配CCFD自干擾消除技術，可提高有效Gain值，增加

於訊號微弱區之佈建效益。而結合CCFD技術之Wireless

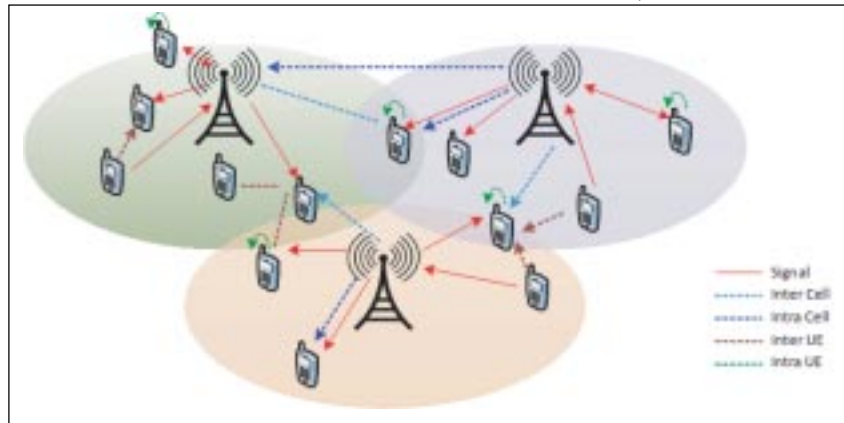
Backhaul，可有效兼顧 Small Cell 佈建彈性並降低成本。

當 Small Cell 大量部署時，Backhaul 將扮演連結 small cell 與 packet core 的角色；但若採用有線寬頻網路當 Backhaul 傳輸，根據 Infonetics 市場分析預估，2016 年行動網路 Backhaul 寬頻傳輸設備建置費用將高達 97 億美元(約為新台幣 3,000 億元)；日本富士通曾表示「這將是大量佈建 small cell 時面臨的最大瓶頸」。因此，採用 Small Cell 搭配 Wireless Backhaul 佈建，可有效兼顧佈建彈性並降低成本。

在 Wireless Backhaul 佈建同時，如何將頻譜做最有效率的應用，是一大挑戰。現有 Backhaul 設計以 TDD(Time Division Duplex, TDD)、FDD(Frequency Division Duplex)兩種為主，FDD 在頻譜使用上需兩倍頻寬，TDD 在實現上則較為複雜；發展同頻同時傳收相關的研究及技術的技術將可有效運用提昇傳輸效能。

圖 8：CCFD 技術在未來 5G 行動網路上帶來更多的挑戰

(資料來源：自行繪製)



而為解決地形地勢限制，搭配 Repeater 佈建，更可解決都市中通訊死角及傳輸訊號中繼的問題；特別是室內通訊需求逐漸提昇的同時，Repeater 是解決室內通訊覆蓋不足的最直接有效手段，如：日本電信營運商 NTT DoCoMo 正大量採用 Repeater 解決室內覆蓋問題。然而，Repeater 有同頻同時傳收所產生的自干擾 (Self-interference) 問題，相關技術及解決方案仍待強化，以增進其覆蓋及佈建能力。

CCFD 技術在未來 5G 行動網

路上帶來更多的挑戰，主要為系統組網中將帶來更多新型態干擾，如：Inter UE/Cell Interference、Flexible Radio Resource Utilization 等 (如圖 8 所示)。

結語

由於 5G 對頻寬的需求量暴增，加上原本的頻譜空間使用效率已趨飽和，CCFD 可增加頻譜使用效率，已為國際大廠極為重視之 5G 議題。CCFD 同頻同時收送之技術特性，將使 5G 的頻譜使用將更彈性。CTA

Vicor 公司與貿澤電子發佈全球經銷協議

Vicor 公司與貿澤電子(Mouser Electronics)日前宣佈發佈全球經銷協議，該協議不僅可拓展 Vicor 全球銷售網絡的覆蓋範圍，而且還可為貿澤提供全新的差異化電源模組解決方案產品組合。這層合作關係藉由幫助客戶更便捷地獲取 Vicor 快速成長的電源轉換及穩壓模組產品組合，幫助 Vicor 在不同市場培養新客戶。

Vicor 全球經銷副總裁 Rich Begen 表示：「Vicor 在經銷渠道的成長與成功方面進行了大量投資，並且已安排好穩健的區域及全球合作夥伴網絡。我們的新產品組合正在快速擴充，這需要擴充我們的全球經銷覆蓋點。貿澤主要專注於新產品引進，在其已建立的客戶群中促進銷售持續成長，因此它在這項策略中扮演著非常重要的角色。」

貿澤資深產品副總裁 Barry McConnell 表示：「貿澤對於這層合作關係深感振奮，我們期待能夠為全球工程師及購買者提供 Vicor 的創新電源解決方案，引進新產品。」