

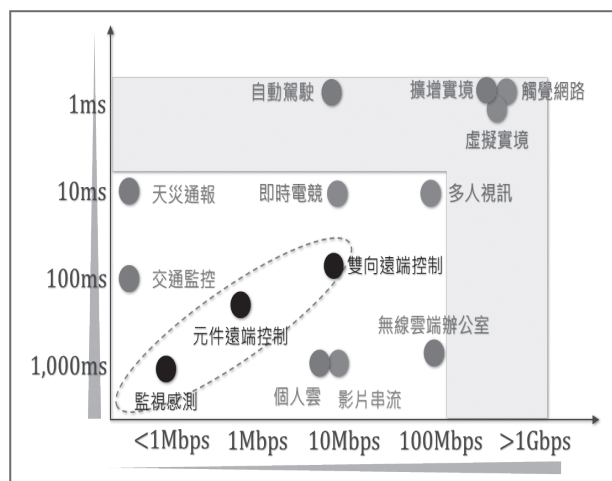
5G 行動 通信與光纖網路（一）

交通部中華技術服務社 顧問 劉時淼老師
兼台灣區電信工程工業同業公會 技術諮詢顧問

5G發展已經在市面上普及起來，大家每天都在用。除了手機通信之外，5G能做的事情真的不少。在談5G與光纖網路之前，先來瞭解一下5G的服務功能。

一、4G和5G服務性質的不同

下圖是4G和5G服務功能的比較，圖上方及右方較深色框起來的部份是4G做不到的，其他在框下方的4G已經可以做到，不過用5G來做會比較有潛力（將來昇級及擴充較容易）。圖中有橫軸及縱軸兩排數字，橫軸是傳輸量，也就是要作某一項服務的資訊量。縱軸是反應速度，即信號或指令從發信源傳送到基地台，或基地台傳到發信源的時間。很明顯的1毫秒是4G做不到的。



圖一 5G和4G的服務功能比較

到底什麼樣的應用，要多少延遲才合乎要求？必須先把應用功能分成靜態、動態、及半動態三種。



圖中虛線圈內有監視、遠端監控、雙向遠端監控是為靜態，不需與使用者即時互動。資訊量約2~3Mbps之間，視需要可以存放一段時間或永久儲存，必要時拿出來用。

其次是資訊量不大，但必須不斷在短時間內傳送的半靜態服務，有交通監控、及天災通報。大家感受最深的就是地震通報，總是在地震發生前，民眾來不及反應的時間內發出。另外有個人雲及影片串流，資訊量算大但對延遲要求不高，相片、下載電影都是。電競、雲端辦公室、多人視訊為動態，可以先下載軟體到電腦內，在電腦內軟體可以跑得很快。現場的變動用10毫秒的速度傳到網路雲端，再以同樣的速度傳到另一個連線會場，與會的人仍感覺到對方的回應速度很正常。以上是4G可以做得到的功能。

全自動駕駛、擴增實境（Augmented Reality，AR）、虛擬實境（Virtual Reality，VR）則需要1ms的速度，是指發信機到基地台天線之間信號的傳送速度，這速度因網路結構的關係，4G無法做到。

1ms的意思是什麼？普通人視覺、聽覺、及觸覺的反應極限約40ms。這1ms的意思5G先告知環境變化，再等人去反應處理。高速公路追撞的發生速度都在40ms以內，因駕駛反不及反應才發生。如果提早一個1ms的反應時間，說不定一場車禍就可避免。

二、頻段切割

圖二是5G頻寬的切割應用（Bandwidth Splice），目前頻段可分割成三段：6GHz、2GHz至6GHz、2GHz以下三個頻段，些三個頻段有縱向及橫向的互動與關聯。茲分述如下：



圖二 5G各頻段被切割後能做的應用

1. 6GHz以上屬高頻頻段，頻寬大到可用於傳送超級數據，用於WTTx（無線到某一點），取代有線提供高速率服務（目前絕大部份的高速率服務都靠有線），叫“加強型寬頻行動通信（enhanced Mobile Broad Band，eMBB）”。

吾人平常會透過此頻段下載及上傳的影片及數據資料，而大量的數據也是利用此一頻段傳送並存在資料庫。換言之，就是利用它來建構和雲端資料庫的通道，使用者可以隨時擷取相關資料使用。其傳送的資料量大但不是那麼急迫，可以利用緩衝（Buffer）機制預先儲存在電腦裡，使用者不會有慢半拍的感覺。會使用這些服務的有大、中、小企業、及各種機關與機構乃至一般消費者。



2. 2GHz至6GHz屬較低頻段衰減較小，用來做“超可靠度低延遲通信（Ultra-Reliable Low Latency Communications，URLLC）”，其信號傳送速度必須快到1ms（幾乎和眨眼的速度一樣）。但是信號在核心網路裡傳送必須經過交換、多工、解多工等程才能到達雲端或從雲端到達使用者接收器，如果沒有特殊的網路設計，很難做到1ms的要求。

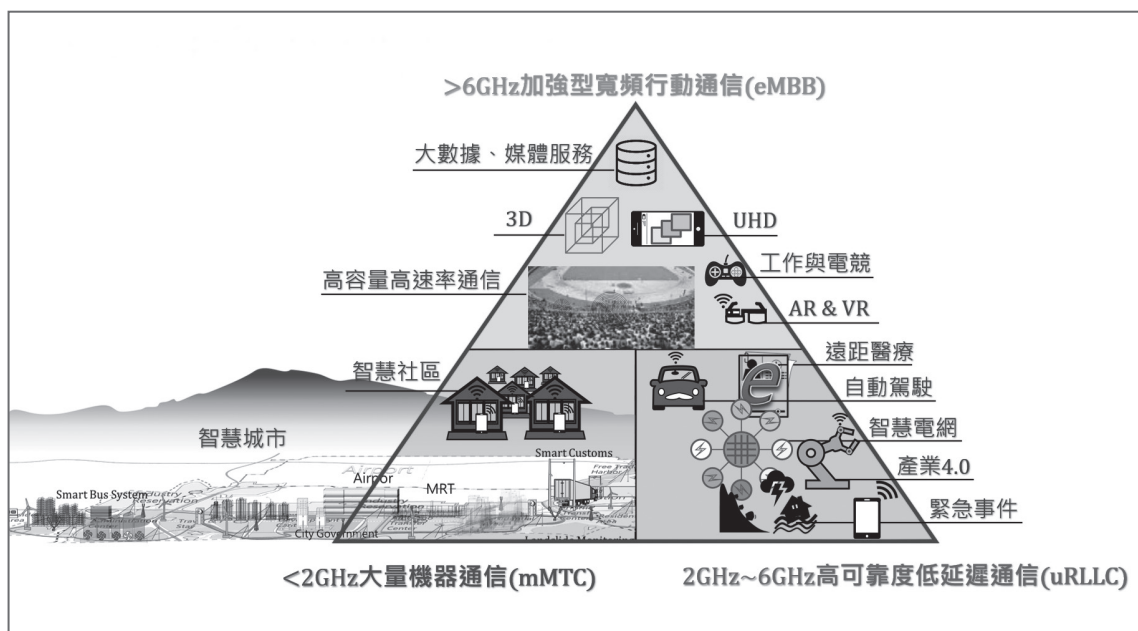
雲端數據來自遍佈在附近各地的感應器、啟動器、及其他元件。如果把雲端建置在使用者附近形成“在地雲端”，透過5G基地台就近雲端通信，信號的傳送速度就可以快到1ms，用起來不會有延遲的感覺，運作起來極為順暢。每隔一短時間，這些在地雲端再利用核心網路，把儲存的大數據送到

eMBB雲端更新。因為即時數據一直更新，現場可以隨時把最新資訊在1ms以內送到基地台附近的手機。

3. 2GHz以下頻段信號的衰減更小可做遠距離傳送，用於遍遠山區或人較少常去但需要大量偵測點的地區，達到深度涵蓋，也就是物聯網。因為物聯網屬於機器與機器間通信，通信量不大但必須長期通信，而且每次通信的時間可以是一小時、一天、或一個月。其實這一塊4G已經做到，但5G普及後把這些系統納入，其運作效率會更高。

三、應用情境

將前述三個頻段能提供的服務依用途分類，再用三角形分類以顯示的使用情境。



圖三 5G各項服務情境



一般民眾都使用過上圖三角型頂端的服務，尤其是熱點服務，像每年101大樓煙火或各地大型運動會或集會。從3G到4G都有熱點的服務，只是現在用5G，使用的體驗越來越滿意。

3D列印是工業常用的項目。利用電腦軟體控制可塑形材料，像塑膠、液體、或粉，將這些材料一層層的疊上及連結，形成一個使用者想要的立體物件。可以做出手工無法做出的複雜物件外部或內部幾何空間模型，製造出來的物件可以大量的減輕物件的重量。

擴增實境是把虛擬影相及虛擬元素附加在實體現場的應用，就在的身邊，使用者可以碰觸得到。其信號傳送速度必須在1ms以內，人就可以即時感覺或反應現場的變化，如寶可夢、快照聊天（Snapchat）、IKEA家俱擺設APP、相片美蹟…。

虛擬實境是利用電腦產生三度空間的環境及物件，使用者戴上虛擬顯示器（狀如潛水鏡）後就像身歷其境，當使用者進行位置移動時，電腦可以立即將對應的三維空間影像精確的傳回，讓人產生臨場感。應用這項服務的產業有：影視影業、網路直播、產品設計…等。

三角型右下方的服務有一個特色：不斷的傳送資訊，反應速度很快。醫院、基礎設施、國土安全、汽車工業、自動駕駛…等產業都會用到。這一塊的服務在4G時代做得很勉強（如現在的汽車半自動駕駛），往後隨著5G的建設會達到滿意的程度。

三角型左下方的服務大部份和消費者的日常生活相關，如智慧家庭、智慧社區、及智慧城市。我們的常生活從APP擷取的數據大部份來自機器通信，即感應器、偵測器、及監視器之類，這些數據再經過前面提到eMBB處理再傳到我們的手機。服務種類如天氣、交通、紫外線、空氣品質…等。

四、新的商業模式

5G不只是速度快容量大，而且集固網、行動通信、物聯網於一身。當這些元素混合在一起時會產生新的B2B商業模式，而且有三個角色參與：1. 資源擁有者，也就是擁有電信網路及電信機房的電信業者，利用虛擬化技術提供電路及平台介面給二類通信業者（無固網和機房通信商）承租，即電信業界所稱的“二房東”。2. 二類通信業者承租這些平台後，提供服務給使用者。3. 晶片製造業、元件廠商、及晶片使用者，如汽車、瓦斯、石油、電力、機械…等產業鉅子業。

這三者有很奇妙的互動關係。產業鉅子購買晶片及元件製造商的元件，裝在生產設備或設施裡面，而且數量極為龐大！這些元件都需要聯網。此時製造商擁有選擇電信商合作的選擇權，或這些產業鉅子也可以直接找自己喜歡的電信商承租頻道，還可以討價還價。電信商只能被動的被選擇，過去電信與用戶之間的關係完全被打破！