

題目: Next Generation 5G Wireless Networks:

A Comprehensive Survey

作者: Mamta Agiwal, Abhishek Roy, and Navrati Saxena 時間:2016

摘要:

這是一篇關於 5G 無線網路的調查報告。作者說明，下一代 5G 無線通信的遠景，提供非常高的資料傳輸率（通常是 Gbps）的，極低的延遲，在基站上增加容量，以及用戶感知質量(QoS)的顯著提高，與目前的 4G LTE 網絡相比，將有越來越多的智慧裝置，引入新興的多媒體應用，其中對於無線網路的需求會是指數成長，這樣對現有的 4G 造成重大負擔。

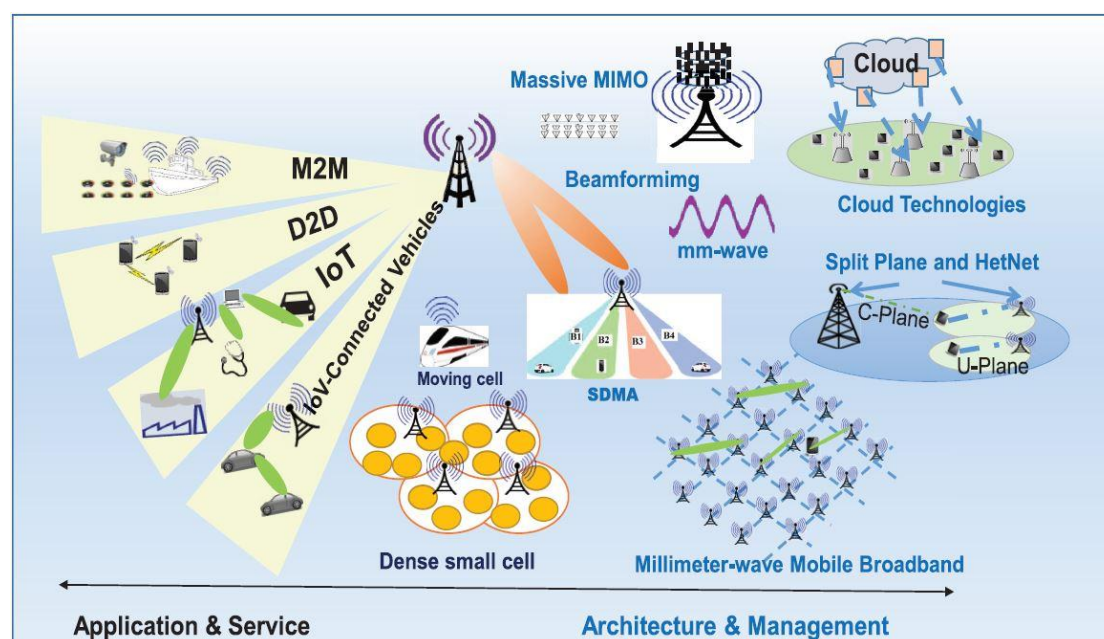
在這次調查中，作者對於 5G 網路中無線網路的進化做詳盡的調查。首先討論新的問題，是與無線電接入網相關的架構變更（RAN）設計，包括空氣界面，智能天線，雲端和異構的 RAN 等等。

隨後，本篇論文進行了深入的調查，包含底層的新型毫米波物理層技術，新的信道模型估計，定向天線設計，波束形成算法和大規模 MIMO 技術。接著是 MAC 層協議和多路復用方案的細節，需要有效地支持這個新的物理層。

为了更好的理解用戶體驗，論文中特別針對 5G 的特性，提供新的 QoS、QoE 和 SON 度量方法。論文中也提及，新的技術會帶來更多的能源消耗，為了緩解增加的增加的成本和運營支出，也有對能源意識和成本做了詳細的回顧。

最後，本篇論文也指出了目前存在的主要研究問題，並且提供未來可能的研究方向。以下報告擷取原文撰寫:

什麼是 5G:



上圖是論文中展示的 5G 架構圖

5G 應用目前初步分為三大場景:

1. eMBB(增強移動頻寬):

5G 傳輸速率將提升到 Gbit/s，其理論峰值速度甚至可以超過目前使用的家用網路。當速度達到 Gbit/s 的級別時，將大大推進 4K 串流、VR/AR 在生活中的應用，與此同時將衍生出更多的應用，譬如，低延遲和極高的傳輸速度將支持計算密集型的 AR/VR 用戶之間的傳輸，具體用於遠端教學、遠端醫療等等。而移動化的 VR/AR 產品，比如 Google Glass，又將幫助人們擺脫螢幕和電子設備的束縛，可以在任何地方實現虛擬顯示。

2. mMTC(大量機器間通訊):

5G 將帶來萬物互聯的能力，5G 時代物聯網的突破在於網路連接密度的提升，一平方公里中可以有百萬個設備連結網路。高密度的大量物聯網能夠發展更多智慧產業。譬如，智慧農業意味著，可通過設置監控土壤濕度和化學成分的專業傳感器，實現自動灌溉、施肥等。另一方面，物聯網將有助於實現智慧城市，其中的關鍵應用包括照明、能源等等。智慧城市可以更及時地實現車流管理，熱門地點的人流控制等等。

3. uRLLC(可信任、低延遲通訊):

這邊提到的應用場景即是自動駕駛的領域，因為自動駕駛的車輛必須能實現車與人、車與車、車與道路設施、車與網路的通訊。當人們開車上路時，車輛通過信號可以提前告知車主路況和環境信息，譬如即將經過路口時，不需要依賴駕駛員的觀察，車輛自動就能感應到路口是否會有其他車輛通過。低延時也讓車輛能有較快的反應時間，如果說看到前面有車輛，秒後才能反映，那造成的後果不堪設想。

M2M Communication:



Fig. 24. Applications of Machine to Machine Communications.

D2D Communication:

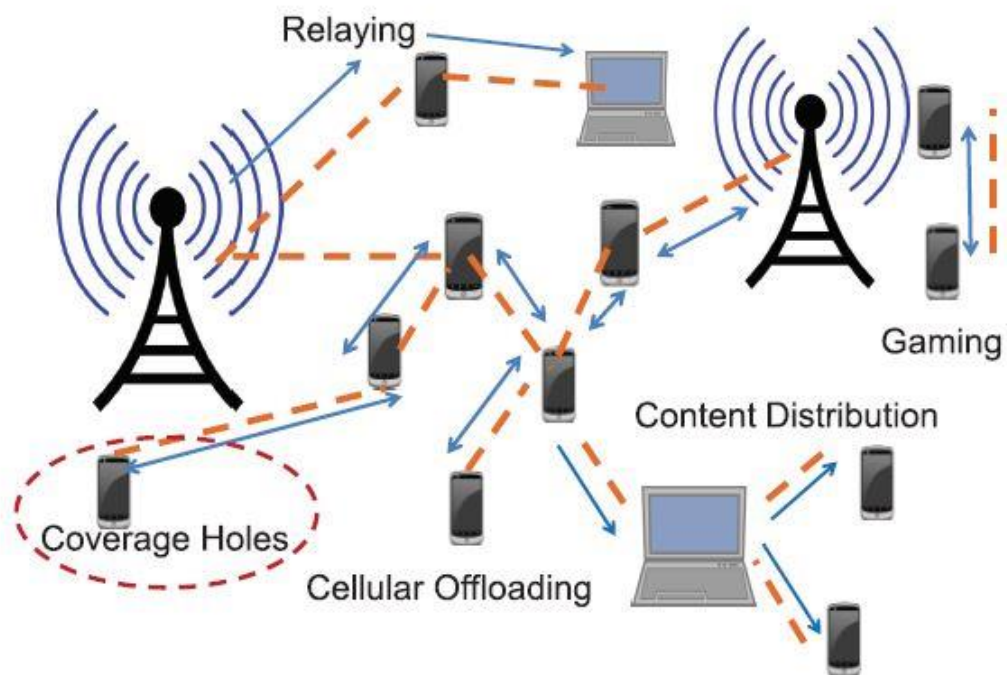
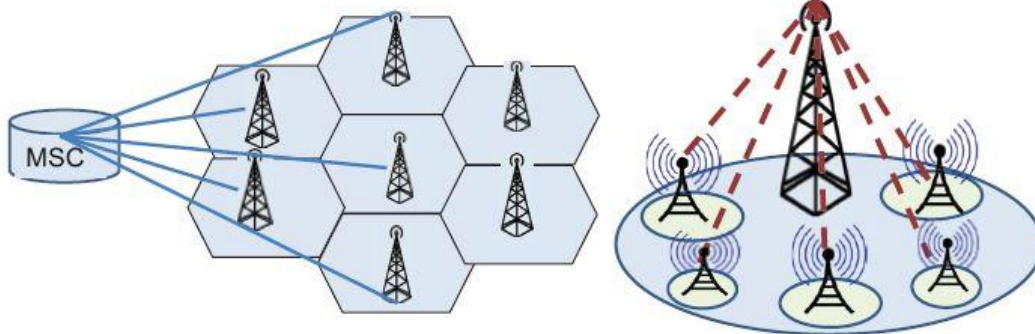


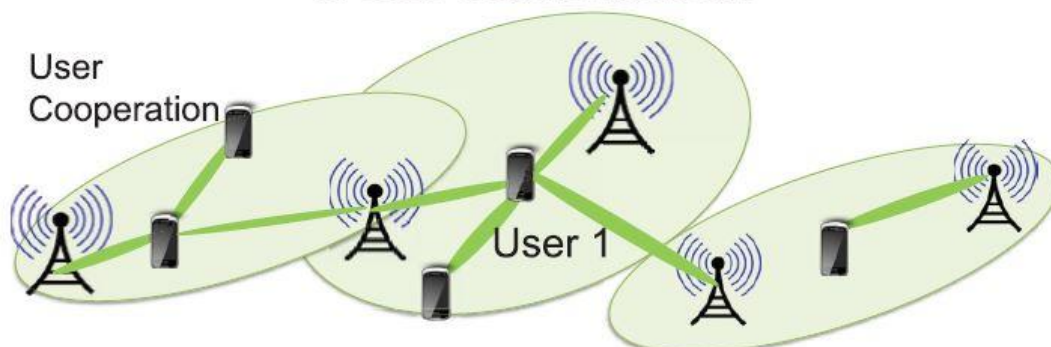
Fig. 23. Use Cases of Device to Device Communications.

Paradigm Shift:

- a. Base Station Centric Network b. Small Cell Network



- c. User Centric Network



User 1: Served Cooperatively by user centric & overlapping subset of BS

Shannon Theory:

$C = B \log_2(1+S/N)$ 。C 是最大傳輸速率；B 是頻寬；S 是信號功率；N 是噪聲功率。

直觀的看，提升速率的方法即是提高頻寬。為了提高頻寬，大概有三種方法。第一個，提高頻譜範圍，由 $C = \lambda V$ ，要提高頻率，所需頻率越小。因此誕生了 5G 的關鍵技術之一：毫米波(mmWave)。地二，提高頻譜的利用率，這就涉及大幅提高頻譜效率的 Massive MIMO，以及(調製解調技術) OFDM(以及 F-OFDM 等)以及可以實現頻譜效率 3 倍提升的空分多址技術 SDMA。第三，為了提高傳輸在過程中的效率，空間利用率和抗干擾性、低耗能，便有了 CCDF、3D 波束賦形和 D2D(在同基站下設備與設備間可直接通訊，不用再經過基地台)。

總結&心得:

這篇論文中講述了許多 5G 實現所需要的技術，很多專業的東西，比方說調製解調的方法(類比轉數位信號)、如何實現 MIMO，還有頻譜的介紹等等，很多以前不曾學過的東西，閱讀的同時，也要再調查相關資料。總地來說，5G 除了帶來更快的傳輸速率，也將無線網路的應用場景拓展到生活中的方方面面，更加實現萬物聯網，並且低延時的特性，使得自駕車成為未來炙手可熱的科技發展項目。但我認為，這其中較少探討安全的議題，亦即，有了更多的資訊產生、傳播，相對地也要能夠防範資料被從中擷取，同時如何保障個人隱私也是很重要的一个議題，更重要地，5G 的發展會使得人類的生活更依賴科技產品，那麼當科技產品故障的時候，是否也要有相對應的措施，保障社會能繼續運作下去，舉例，當自駕車的電腦突然當機時，是否有人為介入的機制，確保車子能繼續行駛。亦即，如何讓我們使用更多科技產品時，能不被其束縛。