



Wi-Fi 7(802.11be)前瞻1：展望下一代的Wi-Fi技术



徐方鑫 

Wi-Fi话题下的优秀答主

已关注

 编辑推荐

175 人赞同了该文章

收起

序言

Wi-Fi 6 (802.11ax) 技术已经落地了，所以之前的802.11ax前瞻已经改成了Wi-Fi 6 (802.11ax) 解析了。下一代Wi-Fi技术 (802.11be) 也已经被纳入到时间主轴，其将会作为Wi-Fi 7技术迅速发展。

本文开始，笔者会在自己的研究过程中，整理一些关于Wi-Fi 7的相关新技术放在专栏中。由于协议还没有正式制定，目前连draft都还是没有的情况下，本系列所述的内容仅仅是可见的一些资料整理，不是对应到最终的协议内容。如果有不对的地方，还请见谅。

本文的内容参考自：[Future Indoor Networks: The role of Wi-Fi and its evolution - nokia bell lab.](#)

谈一谈Wi-Fi 6到Wi-Fi 7

在前瞻Wi-Fi 7之前，我们回顾下正在进行时的Wi-Fi 6技术。在Wi-Fi 6的时代，5G技术和Wi-Fi 6已经呈现竞争白热化。我们说虽然5G已经推出了，但是其不会造成Wi-Fi技术的消亡。一项技术不会被消亡不仅仅是看他的竞争对手，还是看其协议本身的发展。

Wi-Fi 6技术关注的是Dense模式下，也就是密集AP场景下，网络的性能和优化，以及最核心的技术亮点就是OFDMA和MU-MIMO技术。讲简单点，还有单个AP（通俗点就是单个路由）下的优化。我想要体验Wi-Fi 6的新功能，只要换一个路由器就可以了。

然而，从Wi-Fi 7开始，Wi-Fi的场景开始逐渐从单AP转向多AP。目前从协议指定过程中，我们已经看到这个引子了。其实从Wi-Fi 7开始，我们确实要考虑下Wi-Fi技术会不会最终和通信技术融合了，比如说6G时代开始，逐渐Wi-Fi 7和6G融合。因为在多AP场景下，意味着想要体验Wi-Fi 7技术，需要一次性更换多台Wi-Fi 7的路由，并且这些Wi-Fi 7路由要有线互联。这意味用户需要承担更多的成本，虽然已经有很多用户家里面部署了NAS，进而一直都有追求更高的Wi-Fi速率，但是更多的市场用户是没有这样需求的。

我们可以预见一种Wi-Fi将来部署场景，就类似中央空调一样，在买房子的时候就作为一种基础设施被部署，因为人们对于网络的需求其实甚于空调了，只是因为当下商业Wi-Fi部署价格贵，而且没有特别大的需求。但是从Wi-Fi 7开始，我逐渐感觉到有这样的开端。这一点是会让Wi-Fi发展越来越好，还是开始往下坡走，就还拭目以待了。至少，在家用场景下，Wi-Fi 7开始有变化了（在Wi-Fi 6以前，家用场景实际上变化不大）。其实Wi-Fi 6本身就是对于商用场景的优化，所以Wi-Fi 7也是按照这个路线走的。

当然，如果AP间的协作是通过无线手段完成的，那么就不存在以上的问题了。目前协议关于Wi-Fi 7协作如何互联，还在设计中。协议组也关注到了这个问题，不过关于如何用无线实现，并且保证成本和效率，还是比较专业的技术问题，我们可以继续关注。

另外Wi-Fi 7也会针对于单AP场景做优化，比如更高的带宽，更高的物理层效率。不过目前还是期待有一些更显著的改进，如MIMO，OFDMA级别的。目前还有待关注。

Wi-Fi 7 (802.11be) 概略

我们现在基于nokia bell lab的一份资料做一个大致的前瞻



- Extreme High Throughput (EHT) [2-4]



Wi-Fi 7, 即802.11be, 协议组的现在命名是IEEE 802.11 EHT, EHT的意思是Extremely High Throughput (对比802.11ax为HEW, High Efficiency WLAN)。其实在2018年5月开始初始建组的, 立项组是在2019年初。

- What features are currently being discussed?* [2-5]

	Intel	InterDigital	Broadcom	Cisco	MediaTek	Marvell	LGE	Sony	Samsung	Huawei	Nokia
Single band operation	●	●		●						●	●
Multi-band operation	●	●		●		●	●				
Spatial multiplexing	●	●	●	●					●		●
Multi-AP coordination	●	●		●	●	●		●	●	●	●
Link adaptation	●	●		●						●	

*Non-rigorous list of the techniques addressed in the EHT contributions by different companies

其中协议有五个主要特性，分别为Single-band operation（单信道的操作优化），Multi-band operation（多信道的操作优化），Spatial multiplexing（空间复用优化），Multi-AP coordination（多AP协作优化）以及Link adaption（链路自适应机制）。

从上面我们除了看到有华为参与以外（Huawei），还可以关注下不同课题参与的公司数，其中Multi-AP coordination是参与单位最多的，除了broad和LGE，剩余的公司都有参加，也说明这点可能会成为Wi-Fi 7的主要亮点。

Single band operation

- New unlicensed spectrum in the 6 GHz band (5925-7125 MHz), potentially adding up to 1.2 GHz!
 - Up to 320 MHz channel bonding in the 6 GHz band [4-5]
 - Definition of new channel access rules under discussion [5]
 - Coexistence with incumbents needs to be managed [6]



第一个特点是Single-band operation（单信道的操作优化），这个优化比较直接，一方面是**进一步引入6GHz信道**（在Wi-Fi 6中，6GHz信道已经允许使用了，只是产品还没跟上），以及提供更高的信道带宽（如上图**320MHz**）。

另外还有对于MAC层连接机制的优化，这点可能要结合到**16SS技术**（图上没画出来），虽然Wi-Fi 7目前没有明确说要引入Massive MIMO技术，但是对于天线数目的确会从802.11ax时代的

8SS, 8个波束增加到16个波束, **初步已经迈入Massive MIMO的范畴**。所以在Wi-Fi时代, 天线数会有更多的增加。剩余的还需要设计协议间的互兼容性, 不过这一块都属于协议细节, 一般研究协议才关注。

Multi-band operation

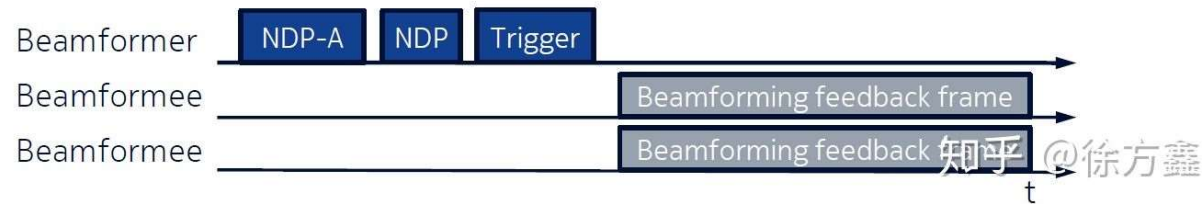
- Simultaneous use of 2.4, 5 GHz, and 6 GHz bands [7-9]:
 - Load balancing according to traffic needs
 - Data transmission and reception separated in different bands
 - Control and data plane separated in different bands
 - Low bands for control information exchange and high bands for data transmission/reception



第二个是Multi-band operation (多信道的操作优化), 其实这一个技术我们已经可以看到引子了, 也就是我们前面提到过的**RSDB技术**, 无线新技术1: 同步双频 RSDB (Real Simultaneous Dual Band)。RSDB技术实际上是允许终端同时使用分离的信道, 比如**同时使用2.4GHz, 5GHz, 6GHz信道**, 在传统802.11中仅仅是AP可以并行使用, 而RSDB中是终端可以并行使用。当然在Wi-Fi 7中不会沿用这个名字, 但是技术本质是差不多的。目前的RSDB仅仅是硬件支持, 很多功能都是厂家自行设置的。在Wi-Fi 7中可能会进一步规定这些信道如何同时使用, 以及解决一些相关的问题。

Spatial multiplexing

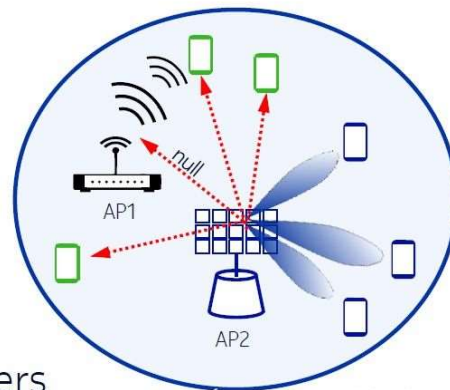
- Support of up to 16 spatial streams [10]
- Enhance channel state information (CSI) acquisition [11]:
 - Current approach based on explicit feedback does not scale well
 - Implicit CSI acquisition leveraging channel reciprocity
 - Potential improvements both for systems with 8 and 16 spatial streams



第三个是Spatial multiplexing（空间复用优化），首先是前面已经说过的**16SS**，也就是最高支持16个波束，可以提供**16*16的MU-MIMO传输**，算是初步迈入Massive MIMO的范畴。另外就是优化了NDP过程，在目前的802.11协议中，NDP过程是用来测量信道技术，进而计算出MIMO所需要的预编码矩阵的。该测量过程是AP发送了一个NDP-A和NDP帧后，采用类似轮询的方式，一个一个节点逐个反馈的。在Wi-Fi 7（即802.11be）中，**允许多个节点同时反馈编码矩阵（即beamforming feedback）**，这点采用的技术应该和802.11ax中发送MU-RTS，然后节点并发反馈CTS的技术差不多，也是基于MU-MIMO技术的一个扩展了。这点可以提高MU-MIMO的工作效率。

Multi-AP coordination

- Coordination approaches with different degrees of complexity [9, 12-14]:
 - Time/frequency coordinated scheduling
 - Inter-cell interference coordination
 - Null steering
 - Distributed MIMO
 - Inter-AP synchronization
 - Multi-AP association to facilitate handovers

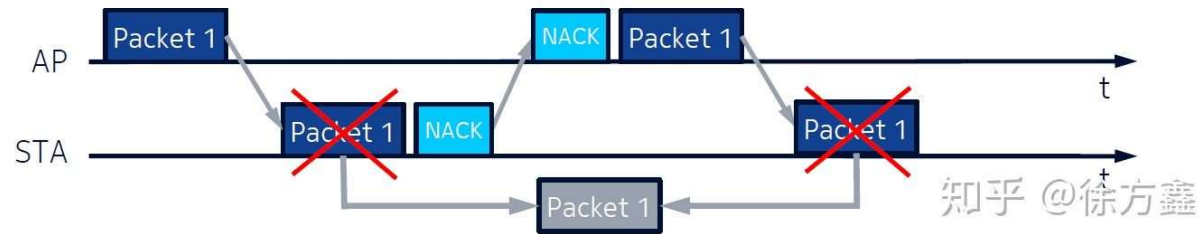


知乎 @徐方鑫

第四个是Multi-AP coordination（多AP协作优化），这点可能是Wi-Fi 7中的一个重点。关于多AP的协作问题。目前在802.11的工作模式下，AP与AP之间实际上是没有协作的。存在的一些厂家定义的协作也仅仅是优化信道的选择，从而避免AP间的冲突。而AP协作所带来的最大的好处就是**AP间构成的分布式MIMO**，可以由两个不同的AP针对于一个节点提供MIMO的传输功能，这可以大大提高空间复用的工作效率。不过该技术下，AP与AP间的协作沟通通道是一个需要谨慎设计的内容，目前AP协作的方式都是通过CAPWAP隧道，有线连接到WLC，进一步协作的。然而这种方式需要AP间都有线连接到一个公共的控制器，然而，我们在一开始就讨论了，如果这样做，那么Wi-Fi 7的使用需要换多台Wi-Fi 7路由才可以生效。**所以能不能通过无线手段来做AP间沟通，进而协作产生分布式MIMO，是Wi-Fi 7中需要重点设计的内容。**

Hybrid automatic repeat request (HARQ)

- Key objective: Help link adaptation through retransmission [15]
 - Theoretical SNR gains in the order of 4 to 6 dB
 - Already discussed during 802.11ac and 802.11ax standardization
- Drawback: HARQ might not be robust enough against collisions caused by the unpredictable interference conditions in 802.11



最后一点是**Link adaption (链路自适应机制)**，实际上这里讨论的是HARQ了。HARQ技术实际上是在LTE里面已经引入过了，在那里我们可以称为软合并技术。利用HARQ，我们可以结合两个错误的数据帧，合并成一个正确的数据帧。从而提升链路传输效率。HARQ从理论上可以通过编码手段（比如rateless编码）来实现，也可以用别的形式，目前还有待关注协议的设计方案。

本文为原创文章，如需转载须注明出处和原文链接。

