

Wi-Fi 7实现的,不光是极高吞吐量!

作者: Scott Tan, onsemi

继Wi-Fi 6E之后,第7代Wi-Fi,也被称为IEEE 802.11be或Wi-Fi 7,即将开启!这将是自有史以来最快的Wi-Fi技术,并带来巨大变革,还为我们日常生活中的网络 and 在线活动提供好得多的用户体验。它将能够实现并加速许多需求较高的应用,如8K视频流、全沉浸式增强现实(AR)/虚拟现

实(VR)、游戏和云计算。在本文中,将介绍802.11be Release 1将支持的主要功能,并了解Wi-Fi 7的优势,及其如何实现未来的连接性。

Wi-Fi 7关键功能

320MHz信道带宽

随着6GHz频段向Wi-Fi应用开放,

Wi-Fi 7在6GHz频段上支持的最大信道带宽为320MHz,同时在5GHz和6GHz频段上仍继续支持20/40/80/160MHz信道带宽,以及在2.4GHz频段上继续支持20/40MHz。Wi-Fi 7与现有的Wi-Fi 6/6E相比,单是其320MHz信道带宽就使最高数据速率提高了一倍。

4096(4K)QAM

正交调幅(QAM)是Wi-Fi中广泛采用的一种调制方案,它是一种同时结合载波的振幅和相位变化的技术。Wi-Fi 6最高支持1024 QAM,如图2中的左图所示,每个星座点代表一个10

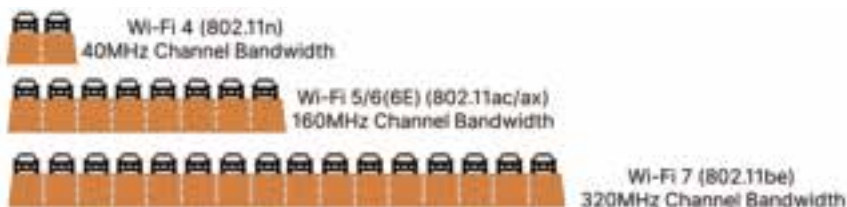


图1: 320MHz信道带宽示意图。

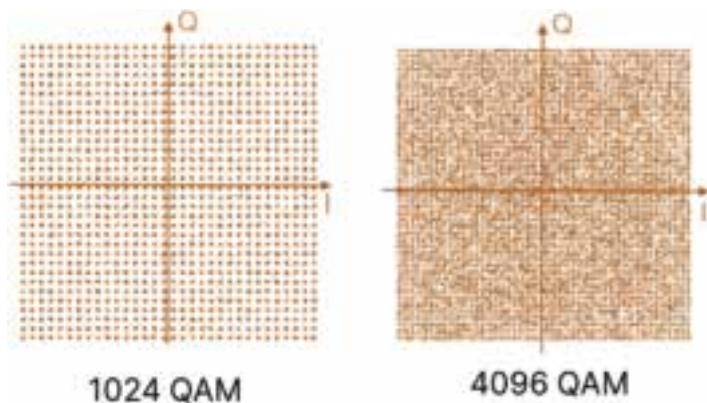


图2: 1024 QAM与4096QAM对比示意图。

位数据(符号)。而Wi-Fi 7支持4096 QAM,如图2中的右图所示,每个点代表一个12位数据(符号)。换句话说,在Wi-Fi 7中,每个QAM调制符号可以比Wi-Fi 6多传输2位的信息。相当于速度快20%。

多链路操作(MLO)

多链路操作(MLO)是Wi-Fi 7中一个非常重要和有用的功能。它能够支持设备在多个不同的频段和信道上同时进行数据收发。它类似于有线网络(以太网)中的链路聚合或中继功能,但较之更先进灵活。它允许在不同的频段和信道中创建一束一体的多链路(射频),用作为对等连接点之间的一个虚拟链路。每个单独链路(射频)均可独立工作,也可与其他链路同时工作,协调实现最佳速率、延迟、覆盖范围和功耗。Wi-Fi 7 MLO是一个同时使用多链路的MAC层解决方案,并对高层协议和业务透明。MLO可以改善吞吐率、链路稳健性、漫游和抗干扰性能,并减小延迟。

例如,在一个由三频(6GHz、

5GHz、2.4GHz)网状节点或接入点(AP)组成的家庭网络中,MLO可用于为家庭网络构成高速、低延迟的无线主干网,并为连接到网状节点/接入点的设备提供回程。如果每个网格节点都支持4×4三频并发配置,则聚合回程(主干网)支持高达21.6Gbps的速率。使用MLO,回程也更加稳健和可靠。在5GHz链路被雷达中断的情况下,DFS(动态频率选择)可以将流量自动切换到6GHz和2.4GHz链路,而不会造成业务中断或服务质量(QoS)下降。与基于Wi-Fi 7 MLO的回程相比,Wi-Fi 6和6E mesh解决方案中使用4×4射频中的一个来形成无线回程,这只能提供4.8Gbps的速率。况且如果该链路受到干扰或中断,则整个回程(主干网)会受到影响或中断,从而导致QoS降级或业务中断。

当客户端设备(如智能手机、笔记本电脑等)支持多个多路无线收发时,MLO不仅能在设备和AP之间建立一个更大的通信管道(可支持更高速率、更低延迟和更高可靠性),而且还能改善用户体验,实现无缝漫游。

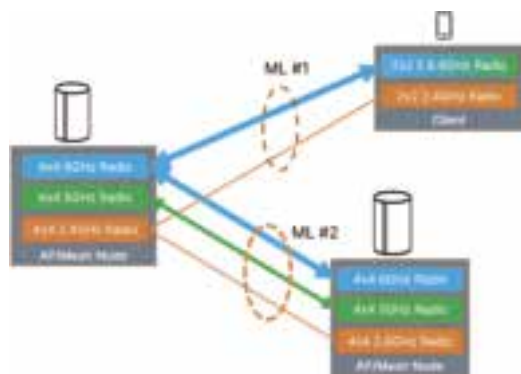


图3: 多链路操作示意图。

多资源单元(MRU)

Wi-Fi 7增加了新的资源单元(RU)分配机制。与AP仅向每个STA分配一个RU的Wi-Fi 6相比,Wi-Fi 7允许向一个STA分配多个资源单元(MRU)。MRU进一步提高了频谱利用率,根据需要为每个STA的带宽(QoS)控制提供了更大的灵活性,并增强了抗干扰以及与运行在同一频带或信道上的现有设备共存的能力。

这种MRU机制支持正交频分多址(OFDMA)和非OFDMA(即MU-MIMO)两种模式。在OFDMA模式下,它支持大小不同的MRU,以允许更灵活地分配RU/MRU,而不会使MAC和调度器设计过于复杂。而在非OFDMA模式下,它为子信道前导屏蔽(preamble puncturing)提供了最大的灵活性。

例如,在320MHz带宽上,除主信道外,任何20MHz子信道,或40/80MHz信道都可以被屏蔽掉。这使得传输遇到干扰时,可以最大限度地利用信道的频谱,而且有设备已在信道的某些频段上运行时,能够实现

最佳的共存。

Wi-Fi 7还有许多其他新功能和改进。这些功能包括前导屏蔽、目标唤醒时间(TWT)和受限的TWT(rTWT)、扩展覆盖距离(MCS 14和MCS 15)等。

还有其他功能,如多AP协调(协调波束成形、协调OFDMA、协调空间复用、联合传输)、16个空间流和混合自动重传请求(HARQ)等,这些功能可能会在第2版中得到支持,因此本文没有论及。

Wi-Fi 7如何使终端用户受益?

极高吞吐量

Wi-Fi 7的速度快如闪电,支持极高的吞吐量(EHT),如标准规格定义,其原始数据率高达46Gbps,具有16个空间流。这比在Cat 6/6a/7电缆上运行的10 Gbps以太网快得多。能与该速率匹敌的接入和连接技术是最大初始速率能达到40 Gbps或以上的Thunderbolt 3/4、USB 4和HDMI 2.1。

如上所述, Wi-Fi 7支持320MHz信道带宽,是Wi-Fi 6的两倍。Wi-Fi 7还将QAM粒度从1024(1K)提高到4096(4K),与Wi-Fi 6/6E或Wi-Fi 5 Wave 3相比,速度提高了20%。此外, Wi-Fi 7

还将空间流的最大数量(在某些方面与天线数量相当)从8个增加到16个。支持8个空间流的Wi-Fi 6/6E可实现的速率为9.6Gbps,故支持16个空间流的Wi-Fi 7可实现的数据率高达46Gbps(9.6Gbps×2(带宽翻倍)×1.2(QAM调制改进)×2(空间流翻倍))。

有了如此高的速度,用户通常配有两个Wi-Fi天线(2个空间流)的智能手机、笔记本电脑等常用设备,可获得最高每秒数千兆比特(5.8Gbps)的速率。许多设备由于严格的功率或结构限制,只能使用1根天线,那也能实现高达2.9Gbps的数据率。由于不需要额外的功率放大器或前端模块,用户在无需购买额外天线或支付更高电费的情况下,即可使数据率翻倍甚至更高。所以,这将推动未来许多应用的升级。

超低延迟

延迟是QoS和用户体验的另一个关键参数。该参数对实时应用尤为关键。许多多媒体应用,如高分辨率实时视频流、VR、AR、在线云游戏和实时编程,都要求延迟小于20毫秒甚至更小。要在无线环境中实现如此低的延迟并不容易。在云用例中,广域网

(WAN)侧的延迟也应考虑在内,光是光纤接入的延迟就大概有10毫秒或更大一些。这也就是说,WAN调制解调器到终端客户设备之间的延迟预算,对于实现良好的用户体验是非常具有挑战性的。10-20毫秒的延迟指标可以通过Wi-Fi 6来实现。而在竞争更少的环境中,用Wi-Fi 6E实现的延迟还会再小一点。但对于Wi-Fi 7而言,利用802.11be标准中的各种工具(包括MLO、TWT和rTWT、改进触发传输,以及最终整合时间敏感网络(TSN)功能),能够将延迟降至10毫秒以内,且最终肯定能够将延迟降至1毫秒以内。

更稳定可靠的连接

如上所述, MLO提供了一种动态机制来适应多个链路之间的连接。基于性能和稳健性等链路质量指标,可以对两个链路对等点(例如, AP和客户端设备)之间的连接传输负载进行动态平衡,也称为负载平衡。如果其中一条链路上存在干扰或链路丢失(例如,由于距离较远),则连接仍可以在其余链路上运行,传输可以从故障链路无缝切换到正常链路,即快速故障切换。MRU/RU和前导屏蔽也改进了连接稳健性。例如,当工作信道

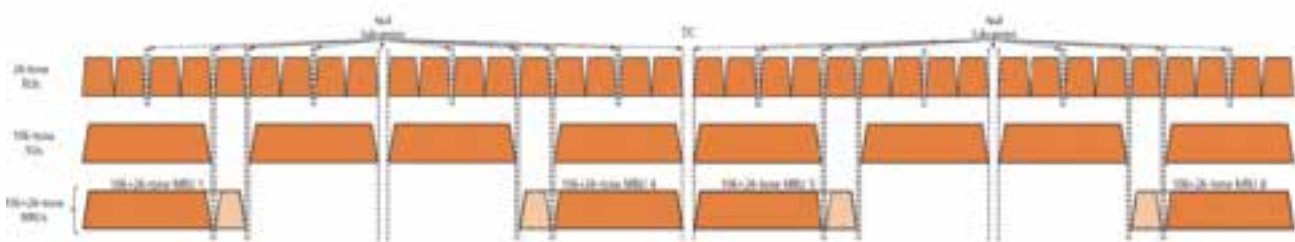


图4: 320MHz OFDMA PPDU的RU、MRU示意图。

的某些子信道或部分频谱受到干扰时, AP可以停止使用那些受干扰的子信道或RU/mru, 并基于当前环境和信道状态来优化传输。此外, 当链路对等点之间的距离延长时, 设计用来提高信号SNR的MCS 14和MCS 15, 也进一步改进了连接稳健性。

进一步减轻干扰和更好地共存

在Wi-Fi 5的基础上, Wi-Fi 6和Wi-Fi 6E已经增强了许多减少干扰和与现有设备共存的功能。虽然Wi-Fi 6已提供灵活的子信道屏蔽模式, 可以在OFDMA模式下利用RU规避更小细粒度、比如窄至2MHz(只有26个子载波的最小RU)的干扰, 且支持以便与现有设备共存的自动频率协调(AFC), 但Wi-Fi 7具有MRU, 且前导屏蔽功能最灵活, 使得在OFDMA和非OFDMA(MU-MIMO)模式下, 支持所有可能的子信道和高分辨率屏蔽模式, 从而更进一步减轻了干扰, 为不同类型的业务提供最佳的QoS。

更好的漫游体验

MLO还能改善用户体验, 实现无缝漫游。它提供802.11be标准中定义的内置漫游增强功能。例如, 当设备离接入点较远时, MLO保持接入点和设备之间的ML(多链路)连接, 并自动在2.4GHz频段上运行, 而无需切换频段。反之亦然, 如果设备离接入点较近, MLO可以自动和动态地运行在5GHz和6GHz频段上, 以获得更高的性能。相比之下, Wi-Fi 6和6EAP必须依靠应用层的频段引导或客户端引

导功能, 来强行将客户端引导到不同的频段。这种方式并不总是像预期的那样工作, 因为AP对客户设备没有控制权, 客户设备才能决定是否切换频段。此外, 供应商之间的兼容性是无缝漫游的另一个巨大挑战。

频谱利用率更高

从频谱利用率的角度来看, Wi-Fi 7提供的效率比Wi-Fi 6/6E更高。高效率源于Wi-Fi 7的多个功能, 如MRU、前导屏蔽、MLO、4096QAM和未来的16个空间流以及协同的多AP功能, 如协同波束成形、协同OFDMA和联合传输等。

功耗更高更省电

Wi-Fi 7凭借其更高的速率, 传输数据时的功率效率也高得多。在Wi-Fi 6低功耗功能的基础上, Wi-Fi 7用许多方式对这些功能进行了进一步优化, 实现了最佳的节能效果。

比如, 采用MLO, 客户端设备不需要侦听每个传输流量指示图(DTIM)信标帧, 也不需要执行群组临时密钥/完整性群组临时密钥/信标完整性群组临时密钥(GTK/IGTK/BIGTK)更新。客户端可保持一条链路用于DTIM信标更新、流量指示和基本业务集(BSS)关键更新, 并使其其他链路进入深度睡眠状态, 在DTIM信标更新时无需定期唤醒。

除了支持Wi-Fi 6中最有前景的目标唤醒时间(TWT)省电功能之外, Wi-Fi 7还支持所谓的触发传输机会(TXOP)共享功能, 以进一步节

电。它允许接入点将获得的TXOP内的部分时间分配给相关的客户端设备进行数据传输, 不需要在下一个业务期(SP)唤醒。

安森美相关技术还支持许多基于实际应用、实时吞吐量和环境(如温度)要求的专有动态自适应节电功能。

更多新兴的Wi-Fi传感应用

近年来, 基于Wi-Fi信道状态信息(CSI)的运动检测、定位(尤其是室内)和精细时间测量/往返时间(FTM/RTT)等Wi-Fi传感应用, 吸引了业务提供商和终端用户的大量兴趣。

Wi-Fi信道易受到干扰, 动态变化很大且具有频率选择性。受污染的CSI会大大降低运动检测的准确性。得益于320MHz的信道带宽, Wi-Fi 7支持极为丰富的CSI数据, 总计高达3984个子载波。更丰富的CSI数据将提高运动检测的准确性。此外, 由于可以在320MHz的传输中捕获如此多的CSI数据, 因此有足够多的未受干扰的CSI块可被选用于运动检测, 同时可避免有噪声干扰的CSI数据被选用。

对于320MHz的信号, 采用2×或4×的过采样和增采样技术, RTT时间戳和测量精度可以达到亚纳秒级的分辨率。也就是说, Wi-Fi 7可以支持亚米级(即30cm)的测距和室内定位精度, 从而将支持许多令人振奋的Wi-Fi传感新应用。EET



文章链接
请扫描二维码