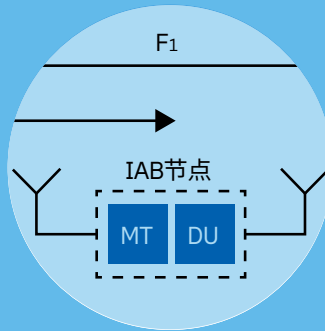
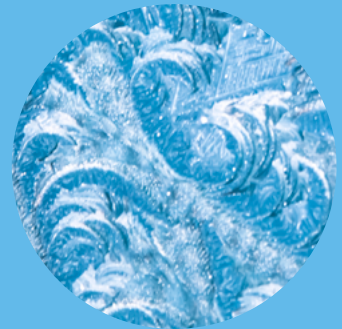
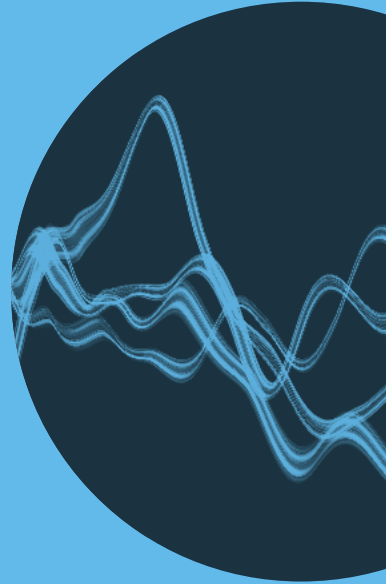


爱立信技术评论

Review



5G新空口的发展演进



5G的发展演进： 3GPP Release 16 & 17概述

3GPP 5G新空口Release 16/17中的增强功能既包括对现有功能的扩展,也包括针对全新垂直领域和部署场景的新功能。对非授权频谱、智能交通系统、工业物联网和非地面网络 (NTN) 的支持便是其中的几个亮点。

.....
JAN N E PEISA、
PATRI K PE R S S O N、
S T E F A N P A R K V A L L、
E R I K D A H L M A N、
A S B J Ø R N G R Ø V L E N、
C H R I S T I A N H O Y M A N N、
D I R K G E R S T E N B E R G E R
.....

最新的《爱立信移动市场报告》显示,到2019年底,全球数据流量水平已达到每月38艾字节,预计到2025年将增长四倍,达到每月160艾字节[1]。幸运的是,5G系统旨在以确保卓越性能的方式来处理这种数据流量的巨幅增长,同时将对消费者净成本的影响降到最低。

■自3GPP于2018年年中对首个新空口 (NR) Release 15进行了标准化以来,5G新空口一直都在迅速发展。不仅Release 16即将定稿,而且Release 17的范围近期也已获批。要想针对未来数月甚至数年做出明智决策,移动网络运营商和其他的行业利益相关方必须对这两个版本有一个扎实的了解。

NR的开发始于Release 15[2][3],其目的是满足ITU (国际电信联盟) 在IMT-2020 (第五代国际移动通信系统) 中设定的5G要求。总体设计由几个关键部分组成。随着提高流量和用户数据速率以及相关频谱和传输带宽的需求持续走高,扩展到更高的载波频率成为一项重要任务。NR的极简设计提高了网络能量性能并减少了干扰,而互通和LTE共存则使利用现有蜂窝网络成为可能。NR设计的前向兼容性可确保它能轻松发展演进来满足未来需求。低延迟对于提高性能和启用新用例也是至关重要的。此外,对数据传输和控制面过程大量使用波束成形和天线单元也是NR设计中值得注意的地方。

图1显示了NR在未来几年的发展规划。作为NR发展演进的第一步,Release 16中包含了几个重要的扩展和增强功能。其中一些是对现有功能的扩展/改进,另一些则是面向全新部署场景和/或垂直领域的新功能。

5G NR Release 16—现有功能的增强

Release 16中最显著的现有功能增强体现在MIMO和波束成形增强、动态频谱共享(DSS)、双连接(DC)和载波聚合(CA)以及用户设备(UE)节能等方面。

MIMO和波束成形增强

Release 16引入了增强的波束处理和信道状态信息(CSI)反馈功能,并支持从多个传输点(多TRP)到单个UE的数据传输以及上行链路(UL)多天

线UE的满功率传输。这些增强功能可以提高吞吐量、减少开销和/或增强稳健性[4]。新添加的移动增强功能可以缩短切换延迟,尤其是在应用到一般只出现在毫米(mm)波段部署中的波束管理机制时[5]。

动态频谱共享

DSS允许LTE和NR共享同一载波,为实现从4G到5G的平稳过渡提供了经济高效的解决方案。Release 16中增加了NR中可用的速率匹配模式数量,以便在CA用于LTE时允许频谱共享。

双连接和载波聚合

Release 16缩短了CA/DC的配置和激活延迟,从而能够提高系统容量并实现更高的数据速率。在Release 15中,测量配置和报告必须在UE进入连

接状态之后才能进行,而在Release 16中,UE从非激活态恢复到连接态时,不需要额外的信令进行配置和报告[6]。此外,Release 16还引入了CSI参考信号传输的非周期性触发机制,以防具有不同参数集的载波聚合。

用户设备节能

为了降低UE功耗,Release 16中引入了唤醒信号和对控制信令和调度机制的增强[7]。

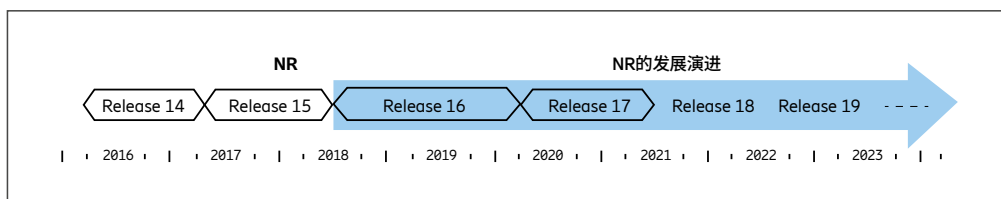


图1 NR演进时间表

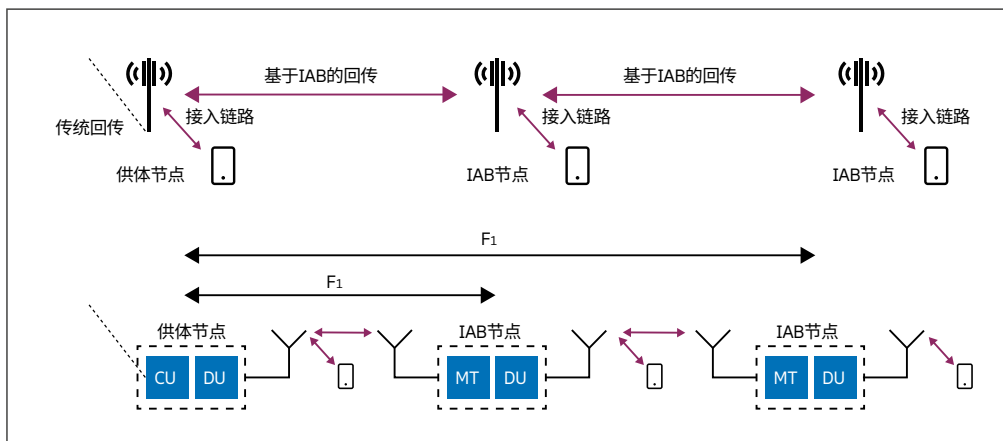


图2 IAB架构概图

5G NR Release 16 –新的垂直领域和部署场景

Release 16中涉及的最值得注意的全新垂直领域和部署场景包括：

- » 接入和回传一体化 (Integrated Access and Backhaul, IAB)
- » NR支持非授权频谱
- » 工业物联网 (IIoT) 和超低时延高可靠通信 (URLLC) 相关功能
- » 智能运输系统 (ITS) 和车联网 (V2X) 通信
- » 定位。

接入和回传一体化 (IAB)

IAB可以通过扩展NR来支持无线回传,从而替代光纤回传[8]。因此,使用NR在中心位置到分布式小区站点之间以及小区站点之间建立无线链路是可能的。这将能够简化小型基站的

部署工作,并且对于特殊事件或紧急情况下的临时部署也很有用。IAB可以在支持NR的任何频段中使用。但可以预见的是,毫米波频谱将是与回传链路最相关的频段。此外,接入链路可与回传链路运行在相同频段中(称为带内运行),也可以使用单独的频段(带外运行)。

从架构上看,IAB基于Release 15中引入的CU/DU分离,这意味着基站被分为两部分-中央单元(CU)和一个或多个分布式单元(DU)-CU和DU可能不在同一位置,具体取决于部署情况。CU涉及RRC(无线资源控制)和PDC(分组数据融合)协议,DU则涉及RLC(无线链路控制)和MAC(多址接入控制)协议及物理层。CU和DU通过标准化的F1接口相连接。

图2显示了使用IAB的网络的基本结构。IAB节点创建自己的小区,并以普通基站的形式将其显示给与之相连的UE。IAB节点使用与终端相同的初始访问机制连接到网络。一旦建立连接,IAB节点便可从供体节点处获得必要的配置。其他IAB节点则可以通过IAB节点创建的小区连接到网络,从而实现多跳无线回传。该图的下半部分突出显示了IAB节点中包括传统DU,正是这个传统DU创建了可与UE及其他IAB节点相连接的小区。IAB节点中还包括可将IAB节点与供体节点的DU相连接的移动终端(MT)。

非授权频谱中的新空口

频谱可用性是无线通信的关键，非授权频段中的大量可用频谱对于提高3GPP系统的数据速率和容量极具吸引力。为了利用此类频谱资源，Release 16允许NR使用5GHz和6GHz未授权频段的非授权频谱。它既支持无需授权频谱的独立操作，又支持由运营商在授权频谱中帮助建立连接的授权辅助操作。与仅支持授权辅助操作的LTE相比，这极大地提高了部署灵活性。

NR在非授权频谱中运行需要满足几个关键条件，包括极简传输以及对灵活的NR帧结构的使用。

这两个条件都在Release 15中有所规定。基于“先听后说”（LBT）的信道访问机制可能是Release 16中最明显的增强领域。NR在很大程度上复用了非授权频谱中针对Wi-Fi和LTE定义的LBT机制。有趣的是，经证实，在标准化过程中，通过一个NR网络来替换一个Wi-Fi网络既能提高其余Wi-Fi网络的性能[9]，又能提高NR网络本身的性能。

工业物联网和超可靠低延迟通信

IIoT是NRRelease 16的主要垂直焦点领域。为了扩展潜在的IIoT用例集并满足不断增长的新用例需求，如工厂自动化及配电和交通运输行

业，Release 16在Release 15原本已经超低的空口延迟和高可靠性[10]的基础上进一步提升了延迟和可靠性功能，还提供需要超精确时间同步的时间敏感网络（TSN）支持。图3显示了5G NR中的TSN集成。

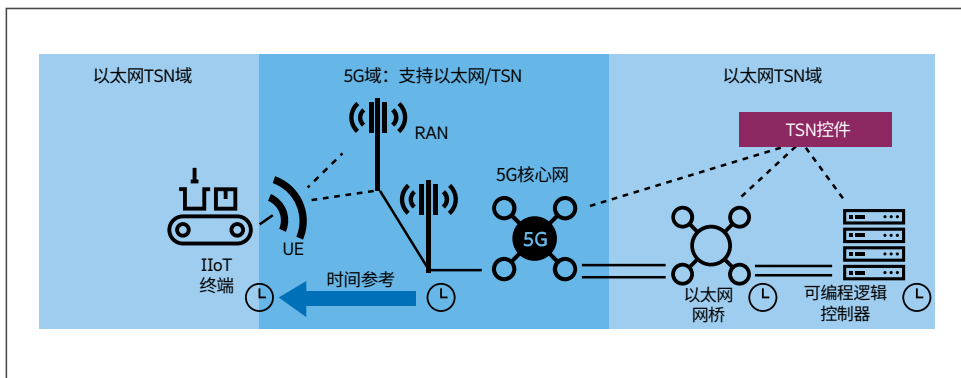


图3 TSN集成概图

尽管与URLLC相关的许多改进本身很小,但综合起来,它们却能显著增强URLLC领域的NR [11]。

Release 16扩展了Release 15中的UE间下行(DL)抢占功能,以将UL包含在内,使得UE先前调度的低优先级UL传输可以被另一个UE的高优先级UL传输抢占(即,传输被取消)。Release 16还支持EU内部UL资源冲突的标准化处理。

为了缩短延迟,Release 16支持更频繁的控制信道监控。此外,对于UL配置的授权和DL半永久性调度,Release 16允许同时激活多个配置以支持多种服务。这些增强功能尤其适用于流量模式已被基站所知晓的TSN流量。

目前已定义了25个高级V2X通信用例

智能运输系统和车联万物通信

提供一系列运输和交通管理服务的ITS是Release 16中的另一个主要垂直焦点领域。除其他优势外,ITS解决方案还能改善交通安全并减少交通拥堵、油耗和环境影响。改善ITS不仅需要车辆与固定基础设施之间进行通信,而且还需要车辆之间进行通信。Release 16目前已定义了25个高级V2X通信用例,包括使用扩展传感器的车辆排队和协作通信[12]。

在Release 15中,车辆与固定基础设施之间的通信是由基站与UE之间的访问链路接口提供的。Release 16添加了可以利用所有NR频段的NR sidelink (PC5) 选项,无论是在覆盖范围内、覆盖范围外还是部分覆盖的情况下。它支持单播、组播和广播通信,并允许使用混合自动重传请求(hybrid-ARQ)来提供更稳定可靠的通信。它允许配置或形成小组,并且允许组员使用组播传输进行通信。例如,卡车编队场景中,在接收器和发射器之间使用专用hybrid-ARQ信令是可配置的,编队可以基于发射器和接收器之间的距离以动态方式工作。

定位

多年以来,UE定位都是通过蜂窝网络辅助全球导航卫星系统进行的。这种方法虽然能够提供精确定位,但通常仅限于卫星能够看到的室外区域。当前,许多应用都同时需要室内外精准定位。从架构上看,NR定位与LTE相似,也需要使用位置服务器。位置服务器收集与定位有关的信息(UE功能、辅助数据、测量值和位置估计等)并将其分发给参与定位活动的其他实体。一系列定位方法(包括基于DL和UL的方法)可能单独使用,也可能结合使用,以满足不同场景对精准度的需求。

基于DL的定位可通过提供定位参考信号(PRS)的新参考信号来实现。与LTE相比,PRS具有更规则的结构和更大的带宽,因此能够实现更精准的相关性和到达时间(ToA)估算。然后,UE可以报告从多个不同基站接收到的PRS之间的ToA差异,位置服务器可以使用该报告来确定UE的位置。

增强功能…与市场中新出现的特定的新需求有关

时间 (ToA) 估算。然后, UE可以报告从多个不同基站接收到的PRS之间的ToA差异, 位置服务器可以使用该报告来确定UE的位置。

基于UL的定位方法使用的是在Release 15中提供并在Release 16中扩展的探测参考信号 (SRS)。基于接收到的SRS, 基站可以测量并向位置服务器报告到达时间、接收功率和到达角度, 以便位置服务器据此估计UE的位置。

DL接收与UL发送之间的时差也可以在基于往返时间 (RTT) 的定位方

案中报告和使用, 其中基站与UE之间的距离可基于RTT估算值来确定。位置则可以通过综合考虑涉及不同基站的多个此类RTT测量值来确定。

5G NR Release 17

3GPP在2019年12月批准的工作项目将针对三类主要用例推出新功能: 增强型移动宽带 (eMBB)、URLLC和大规模机器类通信 (mMTC), 旨在支持移动数据流量的预期增长, 以及为汽车、物流、公共安全、媒体和制造业用例定制NR。Release 17中的增强功能不仅会对已部署的NR现网功能进行增强, 同时也会致力于满足市场中新出现的特定需求。表1概括了Release 17中针对现有NR功能的增强范围, 表2概括了新功能的范围。

术语和缩写

CA – 载波聚合 | CSI – 信道状态信息 | CU – 中央单元 | DC – 双连接 | DL – 下行 | DSS – 动态频谱共享 | DU – 分布式单元 | eMBB – 增强型移动宽带 | FR1, FR2 – 频率范围1和2 | hybrid-ARQ – 混合自动重传请求 | IAB – 集成接入和回传 | IIoT – 工业物联网 | IoT – 物联网 | ITS – 智能交通系统 | LBT – 先听后说 | LTE-M – LTE机器类通信 | MIMO – 多输入多输出 | mMTC – 大规模机器类通信 | MT – 移动终端 | MTC – 机器类通信 | Multi-TRP – 多传输点 | NR – 新空口 | PC5 – 直接模式接口 | PRS – 定位参考信号 | RTT – 往返时间 | SON – 自组织网络 | SRS – 探测参考信号 | ToA – 到达时间 | TSN – 时间敏感网络 | UE – 用户设备 | UL – 上行 | URLLC – 超可靠低延迟通信 | V2X – 车联网 | XR – 扩展现实

eMBB 功能	
IAB	<ul style="list-style-type: none"> • 添加了对网络拓扑变更的 (有限) 支持 • 改进了接入和回传链路的双工功能 (例如在子链路和父链路上同时操作) • 路由增强功能
MIMO	<ul style="list-style-type: none"> • 基于商用网络的经验改进了主要针对频率范围2 (FR2) 的多波束操作、多TRP部署支持、SRS以及CSI测量和报告功能
DSS	<ul style="list-style-type: none"> • 跨载波调度功能增强 • 其他调度功能增强
覆盖范围	<ul style="list-style-type: none"> • 增强了FR1和FR2的广域覆盖范围 (有待研究) • 专注于移动宽带和语音服务用例, 低功耗广域用例除外
多无线双连接	<ul style="list-style-type: none"> • 更高效的备用小区激活/去活机制 • 有条件的主备小区变更/添加
UE节电	<ul style="list-style-type: none"> • 改进了控制信道的不连续接收和盲解码机制
数据采集	<ul style="list-style-type: none"> • 改进了自组织网络 (SON) 数据采集机制并最小化路测需求, 通过简化部署流程和增强功能来支持SON
针对各项服务的QoE管理和优化	<ul style="list-style-type: none"> • 用于针对各种5G用例来触发和配置QoE测量值采集与报告活动的通用框架
URLLC 功能	
IIoT和URLLC支持	<ul style="list-style-type: none"> • 改进了对工厂自动化和URLLC的支持, 包括物理层反馈增强功能和时间同步支持增强功能 • 确定了可增强非授权频段的受控环境中的URLLC/IIoT操作的功能
定位	<ul style="list-style-type: none"> • 更高的精度 (水平和垂直) 和更低的延迟, 尤其是在IIoT用例中
Sidelink	<ul style="list-style-type: none"> • 专注于V2X、公共安全和商业用例 • 资源分配增强功能 • Sidelink不连续接收
RAN切片 (也与mMTC用例相关)	<ul style="list-style-type: none"> • 允许UE快速访问小区以提供预期切片支持的机制 • 支持服务连续性机制, 可在不中断服务的情况下切换无线接入技术
mMTC 功能	
非激活态下的小数据传输	<ul style="list-style-type: none"> • 减少了建立连接的开销 • 用例: 保活消息、可穿戴设备和各种传感器

表1 Release 17中的现有功能增强摘要

eMBB 功能	
支持NR使用从52.6GHz到71GHz的频段	<ul style="list-style-type: none"> • 扩展了NR频率范围, 允许利用更多频谱, 包括60GHz非授权频段 • 定义了新的OFDM (正交频分复用) 数字和信道访问机制, 以符合适用于非授权频谱的监管要求
组播和广播服务	<ul style="list-style-type: none"> • 主要针对V2X、公共安全、IP组播、软件分发和物联网 (IoT) 应用
支持多SIM终端	<ul style="list-style-type: none"> • 避免寻呼冲突 • 在UE切换网络时发送网络通知
支持非地面网络	<ul style="list-style-type: none"> • 支持卫星 (特别是近地轨道和对地静止卫星) 和高空平台, 作为覆盖农村地区的一种附加手段
Sidelink中继	<ul style="list-style-type: none"> • L2与L3中继 (研究和比较) • 用例包括单跳、UE到UE的中继、UE到网络的中继
URLLC 功能	
扩展现实(XR)评估	<ul style="list-style-type: none"> • 评估通过以高效利用资源的方式来同时提供超高数据速率和超低延迟的需求 • 旨在支持各种形式的增强现实和虚拟现实, 统称为XR
mMTC 功能	
支持能力缩减的NR终端	<ul style="list-style-type: none"> • 针对数据速率介于窄带IoT/LTE-M数据速率与“全速” NR数据速率之间的中间层应用, 如工业传感器、视频监控和可穿戴设备的机器类通信 • 解决包括降低复杂性、UE节能和延长电池寿命在内的问题

表2 Release 17中的新增功能摘要

结语

3GPP Release 16和Release 17中的增强功能将在扩展5G新空口的可用性和适用性方面发挥关键作用,令5G新空口可以在工业和公共服务领域覆盖大量的新应用和用例。为了使这两个版本的细节更容易被理解,我们提取出我们认为最重要的增强功能并将其分为两类:现有功能的增强以及针对新的垂直领域和部署场景的新功能。

爱立信认为,从用例的角度出发, NR演进的总体目标必须是确保5G NR能够覆盖所有的相关用例,从而实现连接无处不在的愿景。即,能够随时随地连接万物。从功能特性的角度出发,我们认为NR功能的演进一定源自对更高效率和效力追求,从而使其更具商业价值。

展望未来,业界必须共同努力来确保NR易于部署和操作,并且继续提供优于竞争技术的卓越性能,这一点至关重要。我们还必须确保NR在网络和终端侧都能提供高效率,并能够与LTE和谐共存、平滑演进。

爱立信坚信, NR演进的最佳方式是继续通过统一平台来支持所有用例,重点是前向兼容性、足够的可配置性和最大的便利性。我们还必须努力避免不必要的网络硬件更新,并确保功能以更通用的方式定义,以实现多种用例的支持。

参考文献

1. 《爱立信移动市场报告》，2019年11月，参见：<https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/november-2019>
2. 英国牛津学术出版社，《5G新空口：下一代无线接入技术》(5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology) 2018年。Dahlman, E、Parkvall, S和Sköld, J编著
3. 《IEEE无线通信》第124-130页，“5G下行链路中的超可靠低延迟通信：物理层方面” (Ultra-Reliable and Low-Latency Communications in 5G Downlink: Physical Layer Aspects)，2018年6月。Ji, H、Park, S、Yeo, J、Kim, Y、Lee, J和Shim, B编著，参见：<https://ieeexplore.ieee.org/document/8403963>
4. 3GPP RP-182863,《针对新空口的MIMO增强功能》(Enhancements on MIMO for NR)，参见：www.3gpp.org
5. 3GPP RP-190489,《新空口移动性增强功能》(NR mobility enhancements)，参见：www.3gpp.org
6. 3GPP RP-191600,《LTE-NR和NR-NR双连接和新空口载波聚合增强功能》(LTE-NR & NR-NR Dual Connectivity and NR Carrier Aggregation enhancements)，参见：www.3gpp.org
7. 3GPP TR 38.840,《新空口中的用户设备(UE)节能研究》(Study on User Equipment (UE) power saving in NR)，参见：www.3gpp.org
8. 3GPP TR 38.874,《关于新空口的集成接入和回传研究》(NR Study on Integrated Access and Backhaul)，参见：www.3gpp.org
9. 3GPP TR 38.889,《基于新空口的非授权频谱访问研究》(Study on NR-based access to unlicensed spectrum)，参见：www.3gpp.org
10. 3GPP TR 38.824,《关于新空口超可靠低延迟案例(URLLC)的物理层增强研究》(Study on physical layer enhancements for NR ultra-reliable and low latency case (URLLC))，参见：www.3gpp.org
11. 3GPP TR 38.825,《关于新空口的工业物联网(IoT)研究》(Study on NR industrial Internet of Things (IoT))，参见：www.3gpp.org
12. 3GPP TR 38.885,《关于新空口的车联万物(V2X)研究》(Study on NR Vehicle-to-Everything (V2X))，参见：www.3gpp.org

补充读物

- 》 《通过标准化引领5G之路》(Leading the way to 5G through standardization)，参见：<https://www.ericsson.com/en/blog/2019/5/lte-nr-interworking-in-5g>
- 》 《动态频谱共享的新标准》(new standard for Dynamic Spectrum Sharing)，参见：<https://www.ericsson.com/en/blog/2019/6/dynamic-spectrum-sharing-standardization>
- 》 《标准化基站架构中的新范例》(Standardizing a new paradigm in base station architecture)，参见：<https://www.ericsson.com/en/blog/2019/9/standardizing-a-new-paradigm-in-base-station-architecture>
- 》 《无人机和网络：移动性支持》(Drones and networks: mobility support)，参见：<https://www.ericsson.com/en/blog/2019/1/drones-and-networks-mobility-support>
- 》 《如何通过机器学习来识别未经认证的无人机》(How to identify uncertified drones with machine learning)，参见：<https://www.ericsson.com/en/blog/2019/5/how-to-identify-uncertified-drones-machine-learning>
- 》 《5G远程干扰管理概述》(An overview of remote interference management for 5G)，参见：www.ericsson.com/en/blog/2019/9/overview-of-remote-interference-management

作者简介



Janne Peisa

自1998年以来，一直在爱立信从事3G、4G和5G系统的研发工作。他目前负责协调爱立信有关5G演进和5G以外活动的研究。在此之前，他负责协调3GPP中的爱立信RAN标准化活动，并领导了爱立信研发中心的5G项目。2001年，他荣获了“爱立信年度发明家奖”。Peisa曾撰写过多本刊物并拥有多项专利。Peisa拥有芬兰赫尔辛基大学理论物理学专业博士学位。



Patrik Persson

于2007年加入爱立信研发中心，目前担任首席研究员。自2014年以来，他一直负责爱立信在4G和5G的3GPP RAN标准化方面的后台工作。在此之前，他在天线

和传播领域以及LTE的专有开发领域开展了大量工作。Persson拥有瑞典斯德哥尔摩皇家理工学院(KTH Royal Institute of Technology)电气工程专业博士学位。



Stefan Parkvall

是专研未来无线电接入技术的高级专家。他于1999年加入爱立信，在HSPA、LTE和NR无线接入的发展中发挥了关键作用。多年以来，Parkvall还一直深入参与3GPP标准化工作。他是IEEE（电气与电子工程师协会）研究员，曾参与编著了几本畅销书籍，包括《面向移动宽带的4G: LTE/ LTE-Advanced》(4G: LTE/ LTE-Advanced for Mobile Broadband) 和《5G-NR: 下一代无线接入技术》(5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology)。他在移动通信领域拥有1500多项专利，并拥有瑞典皇家理工学院(KTH Royal Institute of Technology)电气工程专业博士学位。



Erik Dahlman

于1993年加入爱立信，现任爱立信研发中心无线接入技术高级专家。他参与过早期的3G到4G LTE，再到5G NR的无线接入技术的开发工作。他目前专注于5G演进以及5G无线接入以外的适用技术。他曾参与编著了《3G演进:用于移动宽带的HSPA和LTE》(3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband)、《用于移动宽带的4G: LTE和LTE-Advanced》(4G: LTE/ LTE-Advanced for Mobile Broadband)、《4G: LTE-Advanced Pro和通往5G之路》(4G: LTE-Advanced Pro and the Road to 5G) 和近期的《5G-NR: 下一代无线接入技术》(5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology)。Dahlman拥有瑞典皇家理工学院(KTH Royal Institute of Technology)电信专业博士学位。

作者简介



Asbjørn Grøvlen

于2014年加入爱立信，是物理层标准化领域的首席研究员。他目前担任爱立信3GPP RAN WG1技术协调员，参与过从3G到4G LTE、再到5G NR的无线接入技术标准化工作。他对NR (5G) 的贡献在于初始访问和移动性。Grøvlen拥有挪威特隆赫姆科技大学 (Norwegian University of Science and Technology in Trondheim) 电气工程专业理科硕士学位。



Christian Hoymann

于2007年加入爱立信研发中心，目前在德国亚琛的爱立信欧洲实验室领导一个研究小组。他的团队专注于4G和5G无线网 (Wi-Fi、LTE和NR) 标准化。此外，他还是爱立信的3GPP RAN技术协调员，领导着公司的3GPP RAN标准化团队。Hoymann拥有德国亚琛大学 (RWTH Aachen University) 电气工程专业博士学位。



Dirk Gerstenberger

在获得德国帕德伯恩大学 (Paderborn University) 电气工程专业工程硕士 (Dipl.-Ing.) 学位之后于1997年加入爱立信，现任爱立信网络业务部标准和技术部门的经理，负责推进无线接入标准和无线网络部署。在3G和4G标准化期间，Gerstenberger担任爱立信RAN1团队团长和3GPP RAN1主席，领导无线接入标准化工作，还参与了推动5G标准化的行业计划。他拥有100多项专利，于2008年荣获“爱立信年度发明家奖”。

关于爱立信

爱立信助力通信运营商捕捉连接的全方位价值。我们的业务组合跨网络、数字服务、管理服务和新兴业务，帮助我们的客户提高效率，实现数字化转型，找到新的收入来源。爱立信持续投资创新，从固定电话到移动宽带，致力服务全球数十亿用户。爱立信在斯德哥尔摩纳斯达克交易所和纽约纳斯达克交易所上市。

更多信息请访问 www.ericsson.com/cn

欢迎关注

爱立信官方微信



更多信息，请联系
ericsson.china@ericsson.com

©爱立信（中国）通信有限公司
版权所有2020