

大数据与物联网

——移动通信行业将如何迎接挑战

作者：Meik Kottkamp，罗德与施瓦茨公司

编译：汤日波，罗德与施瓦茨公司

摘要：介绍了一种LTE信号功率稳幅系统，采用有效值检波技术实现高速实时采样，数字脉冲稳幅技术进行功率控制。根据LTE脉冲调制信号的特点，利用FPGA高精度计数器测量通道延迟时间，计算出实时采样时刻；给出了基于FPGA处理控制，包含电调衰减器、放大器、耦合器、检波器及调制器在内的环路设计方案，设计出针对脉冲调制信号稳幅的软件算法系统。实验表明：该系统在2~3 GHz宽频带内，实现了功率稳定控制，误差在0.5 dBm以内，保证了平坦的功率特性，满足宽频带、高精度、功率稳定输出的要求。

关键字：LTE；稳幅；环路；子帧

1 导语

物联网、增强型移动宽带和自动驾驶汽车等未来项目要求极高的移动网络性能。5 G作为下一代移动通信标准，人们期待其能够为这些未来项目提供必需的性能。得益于持续的技术改进，尤其是LTE/LTE-Advanced网络，提供了绝佳的技术演化轨迹。

如果将出现在1990年的900 MHz GSM标准的规格定格作为时间零点，那么数字无线通信技术则刚好跨越第25个年头。目前并无迹象表明发展速度减缓——然而事实远非如此。蜂窝通信对数据的渴望是永不满足的，对未来科技进步的需求也从未停歇。移动数据的通信量在未来6年预期将增长10倍，专家预测未来通过移动网络相互通信的物品数量（物联网，IoT）将

呈指数级增长。《爱立信移动通讯报告》详细指出，2015年底移动用户总量约为73亿（其中包含10亿的LTE用户），2015年第四季度的手机用户增长量为6 800万（举例来说，印度的增长量为2 100万，中国的增长量为600万，美国的增长量为500万，缅甸的增长量为500万，尼日利亚的增长量为300万）。按照预测，移动用户量至2021年底将达到91亿。在2015年，智能手机用户平均每月消费1.4 G字节的数据量。这一数字预期在2021年将达到8.5 G字节。这两个因素相结合，将导致全球数据流量出现指数级增长。

本文将讲述现今如何传输海量数据，以及将来如何确保移动网络工作人员能够为手机用户提供上佳的体验质量。

2 2G/3G/4G技术

当我们关注于2G(GSM, GPRS, EDGE)、3G(UMTS, HSPA, HSPA+)和4G(LTE/LTE-Advanced(LTE-A))这些不同的移动技术时，每当在基站和无线设备之间的空中接口引入新的传输方法，以及对移动网络架构进行过优化之后，均会带来非常重大的改进。每台设备可用的数据传输速率理论值已经从不足100 kbit/s(EDGE)演化至42 Mbit/s(HSPA+0)，甚至到达数百Mbit/s(LTE/LTE-A)。最先进的商用LTE-A设备在理想的实验室条件下已达到600 Mbit/s。在真实网络中，传播条件与共享信道原理会降低可达到的下载速度，这是因为，可用带宽会被所有活跃的移动用户所瓜分共享。尽管如此，LTE/LTE-A技术已显著增大

可用的数据速率和网络容量。以下是实现这一技术所必不可少的创新点:

能够为每个移动用户提供高达20 MHz的高系统带宽,以及能够为每个移动用户捆绑多达5个这种20 MHz载波频率(通常称为载波聚合,CA)。CA是3GPP第10版的LTE-Advanced中意义最为重大的改进。

使用空间复用(MIMO技术),即使在任何位置均可使用两到8/4个发射/接收天线。

快速OFDMA复用技术,即可在ms级别内更改频率和时间资源的分配。能够为一台无线设备分配的最少资源是一个资源块(RB),频率为180 kHz,时长0.5 ms。

高品质的调制方法,尤其是QPSK、16QAM、64QAM和256QAM。

精简的网络架构和纯粹的分包数据交换传输可实现极短的网络响应时间。与旧技术相比,新的LTE智能手机能够更快地加载因特网页面。

引入LTE/LTE-A让网络操作员能够满足日益增长的需求。自从2009年底首个商用LTE网络投入运作至今,在全世界162个国家已经实施了494个商用网络,体现出这项技术的成功之处。以下内容将会探索3GPP标准主体引入技术增强的几个关键LTE改进点(在第10版,LTE也被称为LTE-Advanced或LTE-A)。

LTE的特点是具备特定的增强多媒体广播多路传送服务,这使其能够

在单个蜂窝内将相同的资源(频率和时间)分配给多个移动用户。这是寻址移动TV应用的一个非常高效的方法,比如可使得许多移动用户同时接收到相同的数据。这种模式还能让无线设备高效地安装新软件——安装新软件通常还需要为各个设备提供单独的数据连接。

因为几乎所有无线设备均具备WLAN功能,所以住宅和许多公共场所均提供WLAN连接。许多无线网络操作人员会在机场等开放区域设置热点,以提供接入互联网的又一个可选途径。无线设备的用户仅须先关闭再开启WLAN功能即可访问网络。一些无线设备还具备专门的应用程序,在检测到信号足够强的热点时能够自动开启设备的WLAN数据连接。在这些情况中,所有数据流量均会通过移动网络或WLAN进行传输。在3GPP规格中可使用特殊的模式,比如通过WLAN在后台运行邮件应用程序的同时通过LTE传输视频数据。然而,这种模式尚未在商用网络所采纳。一般来说,使用WLAN和LTE会给网络操作员提供相当大的灵活性,并且能为他们的移动用户提供更高的数据速率和更多的网络容量。另一种方案是,使LTE/LTE-A工作于免授权的频带(授权辅助接入,LAA)并纳入3GPP第3版中(于2016年3月获批)。目前并不会从LTE切换到WLAN,反而,LTE可用在免授权的2.4 GHz ISM频带,而且采用载波聚合功能还可提升

数据容量。LTE中新增载波监听功能以避免出现冲突,并确保仅当网络容量充足时允许访问频带。最后,在IP层对LTE和WLAN进行数据聚合是可以做到的,而在各种接入方案之间通过交换无线参数的方式实现WLAN和LTE之间更紧密的集成,同样是可以做到的。因此,3GPP利用WLAN和LTE技术提供了补充的解决方案。而商业部署将最终确定采用何种解决方案。

LTE网络的每一个蜂窝均采用相同的频率,这将导致在蜂窝边界发生蜂窝间干扰。与基站保持活动连接的无线设备会接收到临近蜂窝的基站向其所连接设备所发出的信号。这将导致干扰并降低可达到的数据速率,这种效应尤其会影响到异质网络环境,即多个小蜂窝(家庭基站或pico)在一个大蜂窝(宏蜂窝)内工作的网络拓扑。步行街就是一个好例子。小型、大容量的热点覆盖着大流量区域,这些热点还可能处于覆盖着部分城市区域的高层蜂窝的接收范围之内。为了抵消这一效应,引入了协作多点发射与接收(CoMP)技术。CoMP使其能以协作的方式在蜂窝边界将信号发送至无线设备。有多种途径可以实现这种协作。在最简单的例子中,仅需确定哪个是潜在可用于数据传输的基站即可。而其他途径包括为无线设备分配资源块,或者控制天线波束的方向以尽可能减小干扰。以协作方式采用MIMO技术以及影响基

带信号(预编码)能够在蜂窝边界实现最优的信号覆盖。3GPP第12版还指定了一种称为“双连接”的技术组成部分,用于进一步改善异质网络状况。在该技术中,无线设备可以配置两个不同的载波频率,连接到两个基站。主基站(LTE中的eNodeB)提供高层级的宏蜂窝,而从属eNodeB则提供热点,即pico或家庭基站。在这种配置中,主eNodeB利用诸如蜂窝流量和设备速率等参数来决定在数据连接中使用宏蜂窝还是使用热点。这两种模式之间的切换速度极快,且无须发送额外的信号。如此即可节省信号空间,尽可能减少交接错误。在无线设备中,蜂窝边界的干扰可通过采用改良的接收器来抵消,经过改良的接收器能够识别这些特定的干扰类型,并采用合适的算法将干扰信号从接收信号中移除。网络本身也可以提供关于潜在干扰的更多信息,以改进此类计算过程。在LTE标准中,这些技术组成部分被称为“进一步强化的蜂窝间干扰协作”(feICIC,包含在3GPP第11版中)以及“网络辅助干扰抵消与抑制”(NAICS,包含在3GPP第12版中)。

引入设备对设备(D2D)的能力尤为重要,因为这提供了两项新的基本功能。首先,支持网络的发现功能使得空间上邻近的两个无线设备能够检测到彼此。其次,这些设备与邻近的其他设备能够直接交换数据,而无须通过覆盖该区域的基站来传输数据。然而,至少对于有信号覆盖的情

况,即如果至少一个设备处于蜂窝信号覆盖范围内,那么整个数据传输过程可由网络进行授权和配置。引入这些全新的功能主要是考虑到公共安全因素。消防署和警务署需要小规模的个人小组内部交换大量数据(图像、视频等),而小组内的某些人员可能处于网络信号覆盖范围之外,比如身处着火建筑物的地下室。以这种方式连接的无线设备之间的数据交换,仅限于公共安全和安保应用。最初可由一般公众所使用的功能,将会仅限于与应用相关的广播服务。其他商业用途模型也是可能的,并且也会作为5G开发流程的组成部分而进行讨论。这尤其适用于汽车用例,即可能支持自动化驾驶。

3 蜂窝IOT的技术发展

即便LTE/LTE-A网络的性能日益强大,然后4G信号仍需一段时间才能全面覆盖。高效地切换至2G和3G技术依然非常关键。另外,在许多用例中,低数据速率已经足够。这里的关注焦点在于性价比高而且电池寿命长的解决方案。在这种机器对机器(M2M)的环境中,通常采用能持续使用多年的GPRS技术模块。然而,LTE/LTE-A在服务M2M应用方面已经引入了多项改进。比如,0类LTE用户设备可降低采用该类设备所需的工作量(降低数据速率要求,无须MIMO支持)。此外还引入了多项处理方法,以避免当大量M2M设备同时尝试访问网络时造成移动网络过载。

3GPP第13版进一步降低了复杂度。新的UEM类仅支持1.4 MHz带宽,而且最大输出功率仅为20 dB。窄带IoT(NB-IoT)描述了当下行链路保持15 kHz副载波OFDMA规划,而上行链路添加全新的3.75 kHz副载波单谐波传输SC-FDMA规划时,一种仅支持约180 kHz带宽的特定模式。也可实现通过信道重复增强覆盖功能。

总的来说,目前LTE/LTE-A的技术可以覆盖数据流量和M2M/IoT等模型的更多要求。增强型移动宽带和IoT应用是下一代(5G)通信协议全面讨论中的主要用例。到底是什么因素促使行业要在2020年(或者在2018年部分地区)引入新一代移动通信协议之中。首先,由于移动用户的数量和数据传输速率不断增长,即便LTE/LTE-Advanced配备了所有增强项,也无法长期满足这些需求。其次,新的行业用例定义显著改善了移动网络延时。这些用例中,至少一部分需要极为安全和可靠的连接。然后可以在汽车行业(比如支持自动化驾驶)和工业4.0应用中采用蜂窝通信,开辟新的收入来源。LTE/LTE-A无法实现1 ms以内的延迟要求。除了技术方面的争论之外,先前的研发周期表明,下一个技术阶段会出现在2020年。GSM在1990年引入,UMTS在2000年引入,而LTE在2010年引入。顺便值得一提的是,2020年奥林匹克运动会将由日本举办,日本正积极参与5G的研发(当然不仅仅是这个原因)。

4 未来5G的展望

主流无线通信公司的研究机构和研发部门已经在5G技术领域开展广泛研究。研究工作主要专注于4个技术模块，而这些技术模块也被称为未来需求的解决方案。最初的研究工作将会通过大幅提高带宽来确定有哪些额外的频带可用。这项研究所覆盖的频谱高达100 GHz，带宽高达2 GHz。在此，显著改变的信道传播条件扮演着重要条件。研究人员必须在能够开发和评估恰当信道模型之前对这些条件进行分析，才能使用新技术。另外，使用大量的发射与接收天线元件的方式也在评估之中（数量级为100）。通过先进的MIMO技术，它们可用于提升6 GHz频谱以下的数据速率。在高频范围，必须提供所需的增益才能实现合适的蜂窝尺寸。我们会讨论新型空中接口技术，并结合明显更高的频率以实现极短的反应

时间。其中某些接口具备基于由LTE实现的OFDM技术的额外滤波功能。比如通用滤波多载波（UFMC）、滤波器组多载波（FBMC）、广义频分复用（GFDM）和滤波（有时称为柔性）OFDM（f-OFDM）。现在关注一种更为高效的网络拓扑，这是一种目前已经开始使用的拓扑技术。其基本理念是设计专门针对移动通信节点的软件功能，并在开放式硬件平台上实现。这将促使更经济的实现方式，比如移动核心网络中的增强型分组核心（EPC）节点功能，以及基站的基带功能。而且，如果出现硬件故障，操作员还能将这些功能转移到其他平台上。最终，这些过程将与如今数据中心中的处理过程相类似。网络功能虚拟化（NFV）和软件定义网络（SDN）及网络切片正驱使这些功能在移动网络上灵活实施。应当注意到的是，本文在安全方面进行了广泛的

讨论。

5 结束语

LTE/LTE-A技术的高性能能够与现有的2G/3G网络无缝协作，使用免授权频段作为WLAN的补充，让网络操作员能够满足移动用户日益增长的大数据需求。广播/多播解决方案提高了系统灵活性。M2M应用已经扮演着重要角色。未来需要相互通信的物件（IoT）数量不断上升，行业垂直分支不断产生新的需要（汽车行业、健康护理、机器人控制等等），这预示着一个将进一步显著增长的需求。正因为这样，手机通信行业的研究和预开发项目已经在讨论5G，瞄准着2020年以后的需求。罗德与施瓦茨及其子公司SwissQual和Ipoque为当今的T&M任务提供了全面的产品组合，致力参与到5G的研发当中。