

通往5G之路的常见 问题

发布日期: 三月 27, 2014

概览

本文经 《Microwave Journal》 2013年11月 13日刊授权转载。

什么是5G，我们为 何需要5G？

TABLE I		
DATA SPEEDS		
Network Generation	Down Link (Mbps)	Up Link (Mbps)
4G	300	150
3G	14.4	<<14.4

手机问世多年以来，蜂窝基础设施几经变革。第一代蜂窝网络是以“模拟”技术为基础的，比如高级移动电话服务（AMPS）。第二代（2G）系统主要采用数字技术使用标准，例如全球移动通信系统（GSM）。在功能上，2G在通话的基础上增加了基本SMS（短信）功能，但无线数据传输容量非常有限。那时使用2G移动设备来浏览网页仍非常受限。无线数据主要用来发送短信、收发邮件和传输静态图片。

3G，即第三代网络，具有更高速的数据传输能力，使用宽带码分多址（W-CDMA）已经能够传输一定大小的视频。3G之后的演变有HSPA和HSPA+（相当于3.5G），它们提供了更好的用户体验。不过，与大多数消费者用作比较基准的WiFi或无线局域网的速度相比，在像视频之类的大数据应用传输速度方面仍然较慢。

现今，网络服务供应商正在基于长期演进（LTE）技术推出第四代（4G）网络。LTE相比3G网络在数据流量方面有显著的提升，峰值速率提高了5~6倍（见表1）。多数服务供应商打算转移至LTE-Advanced，也就是4.5G，该网络的可用带宽预期将是LTE的两倍。LTE和LTE-Advanced技术的到来，使得无线数据消费者目前拥有了一项在用户体验方面可以匹敌WiFi的通信技术。

表面来看，随着LTE的发展，未来无线数据传输容量似乎可以在用户体验方面与WiFi平起平坐，至少从表面上降低或减轻了对大幅提高带宽的需求。然而，随着智能手机、平板电脑等智能设备的迅速普及，网络容量和带宽消耗也在加速。实际上，行业分析师预测2014年的无线数据需求量将会超过2009年的35倍以上（见图1），并且这种增速会一直持续。容量实际是带宽的函数。单位时间传输的比特越多，就越能更快地释放频谱满足其他用户及其数据需求。双倍的数据传输率能够有效地将数据容量提升2倍。因此，5G研究的主要动力就是通过带宽增加来提升网络容量，避免容量不足。

图1 移动数据流量的行业预测（来源：《Mobile Broadband: The Benefits of Additional Spectrum》，FCC Report 10/2010）  
LTE和LTE-Advanced为何不能完全满足消费者的需求？

考虑到无线用户对数据的消费速率，一个让整个行业真正担心的问题是，如果没有重大的技术升级，不久的将来网络容量就会变得非常受限。以目前的LTE速率为例，其下行速率为300Mbps，上行速率为150Mbps。该速率比3G和3.5G技术要快4~5倍。LTE-Advanced则可速率进一步提升2~4倍。这样，在过去10到15年的时间里，全球移动通信商已将通信容量提升了20倍。而与此同时，需求却增加了100多倍。由此，LTE-Advanced的必要性和新五代网络的关键性不言而喻。实际上，无线基础设施公司及3GPP标准机构的其他成员提出了一项挑战，即到2020年将数据容量提升1000倍(www.cvt-dallas.org/MBB-Nov11.pdf)。

5G将如何解决“带宽/容量”危机？

首先，关于5G的讨论已有很多——5G将会是什么，又将不会是什么。我们都知 道5G将会比如今的4G以及最终的LTE-Advanced（有时又被称为4.5G）速度都要快许多。真正的问题是，在现有设备和可用频谱等基础设施的状况下，我们如何才能实现更快的性能和更高的容量。3GPP标准机构正在组建研究小组探讨下一代无线问题，希望能在明年年初有所解决。目前的共识是，没有什么“灵丹妙药”或者哪一种技术能够实现所需的带宽扩展，但是多种先进技术的结合则能够做到，比如包含小型蜂窝和多点协调的异构网络、频谱再分配，以及自组织网络（SON）等其他先进技术。

正在研究哪些技术来支持潜在5G标准？

当今人们正在研究用来提高频谱效率、降低区间干扰的几种技术，诸如异构网络、小型蜂窝、中继及多点协调等。这些研究的根本动机是通过增加密度降低每个基站负载，而这相应地又会提升较小地理区域内用户的频谱效率。所有可供选择的技术都侧重于部署更多的基础设施设备，同时利用智能技术（如多点协调、波束成形等）进一步提升利用率。归根究底，通过基站级网络信息共享，每个用户的负载和覆盖率就能够得到优化，从而更高效地利用现有频谱。

一个更为困难的挑战是频谱的可用性。为了提高数据的吞吐量和可靠性，3G到4G技术的转变引入了新的技术，但往往被忽略的一点是，LTE技术推出的同时也引入了新的频谱。譬如，美国联邦政府对700MHz频谱进行拍卖，专门用于部署LTE。

这种情景也曾类似地出现在W-CDMA和3G的推出，那时2G网络已经很普及、很成功。3GPP提供了新的编码和调制技术，但是这些新技术大部分（即便不是完全）都是部署在专用的新频谱上。

对于5G而言，答案并不那么简单。除非行业、政府和相关频谱规范机构可以对何时以及如何再分配频谱达成一致，否则6GHz以下根本就没有频谱可用。再分配频谱并不是一件容易的事，因为许多服务运营商为得到在用频谱已经支付了数十亿美元，变革绝非那么廉价易成。

特别值得一提的是纽约大学无线研究中心的Ted Rappaport博士正在进行的研究。Dr. Rappaport一直在研究28、38和60GHz的频谱以及覆盖纽约市71-76GHz频率的E波段的特征——这是一个非常有挑战性的测试环境。测量结果表明，这些频率都有可能进行无线户外通信，但是让通信变得切实可行还需要大量投资。

28 GHz对于mmWave E-Band而言会是一项挑战性的设计任务吗？

无论选择哪种技术都不能简单轻松地解决无线数据危机。通信行业必须打破传统思维，包括设计流程在内。人们普遍认为mmWave频率不适合用于蜂窝数据传输，基于该频谱的网络也并不可行。Rappaport博士的研究从根本上挑战了这种想法。他已经证明利用这些频率进行可靠的传输和接收是有可能的，不过目前仍要做很多工作。从本质上来说，所有低于6GHz通信相关的研究思路都必须要转变，才能为RF前端设计和天线技术、波束成形、物理层设计甚至新协议的研究创造机会。

虽然许多技术刚出现且有待开发，但令人鼓舞的是在现有基础设施的基础上推出新数据容量并不是无前例可循。即使考虑到了物理层、小型蜂窝和RF前端（MIMO）等6GHz以下的所有研究，网络仍然会受限于Shannon理论：通信信道会受到带宽和噪声的限制。虽然异构网络可以提高容量，但是谁也不知道仅仅这样是否能够实现2020年容量提升1000倍的目标。如果没有可用的带宽，那么就必须要到别处找到新的频谱。

您刚提到了一种新的设计方法，能详细介绍一下吗？

通常一个典型的“设计”方法是要先提出一个想法、然后进行仿真并建立原型。由于开发可工作原型耗资巨大，因此在原型之前通常会在设计和模拟阶段反复进行试验。如果理论上存在根本性问题，就要返工重做。因此，在计划原型开发之前通常就会有大量的仿真工作。与传统方法一样，从概念、仿真到原型需要耗费很长的时间和众多的资源。换言之，整个过程耗资巨大。设计过程中最重要的目标是尽早交付可工作原型，这样才能在设计初期将真实状况和系统问题考虑在内。

目前大部分的仿真主要使用加性高斯白噪声（AWGN）来建立信道模型。而网络运营商将会告诉你，这并不是真实的情况——这或许是一个好的开始，但却不太现实。随着5G新技术研究的展开，传统的信道模型已经不能很好地代表现实状况。系统工程师和网络设计人员还必须考虑开发一个具有高性价比和低功耗（以延长电池寿命）的平台上来部署新算法/协议的处理需求以及可行性。因此，尽可能早地开发出原型是非常重要的。

NI与5G变革有何关系？

多年来，NI一直与无线研究人员合作开展RF/Communications Lead User项目。通过该项目，NI已经与纽约大学无线研究中心的Rappaport博士和德雷斯顿工业大学的Gerhard Fettweis博士等世界顶尖的研究人员直接开展合作，共同探索新的通信系统设计方法。

我们已经探讨过Rappaport博士对mmWave的研究，而Fettweis博士对5G物理层的研究也具有非常重要的意义。他已经构建了一个新的物理层原型，称为GFDM(通用频分复用)，解决了现今4G通信标准OFDM（正交频分复用）的一些缺陷。在该研究中，Fettweis博士仅花了数月时间就完成从仿真到原型等过程。

Lead User项目是由NI总裁兼创始人James Truchard博士提出的。Truchard博士认为不仅无线领域的研究，其他许多领域的研究都需要新的设计思维。过去20年里，许多技术改善了我们的日常生活，但相比之下，从设计、仿真到原型的研究工具却并没有得到真正的发展。NI致力于通过图形系统设计方法来加快从设计到仿真再到原型的过 程。该方法与软硬件的高度集成相结合，可让研究人员专注于自身的专业领域，而不需要花几个月甚至几年的时间来将不同的工具和技术整合到一个可工作原型中。

通过RF/Communications Lead User项目，我们还与一些商业公司的一流研究人员合作，但鉴于这些是机密信息，请恕我不能随意披露。然而，我可以说在5G方面，NI的工具和技术将会带来一些激动人心的成果，您可以拭目以待。

James Kimery目前担任NI射频、通信和软件无线电（SDR）市场总监，主要负责公司的通信系统设计和SDR策略。他还负责管理NI RF/Communications Lead User项目中的高级研发工作。加入NI之前，Kimery曾任Silicon Laboratories 无线通信部的市场主管（Silicon Laboratories 被ST-Ericsson收购）。在Kimery任职主管期间，无线通信部门的收入从5百万美元跃至2.5亿美元。该部门还开发了多种创新产品，如首个用于蜂窝通信的CMOS射频集成成 成器和收发器、首个数控晶体振荡器以及首个单片集成电话（AeroFONE）AeroFONE被IEEE评为最具创新性的40个集成电路产品之一。加入Silicon Labs之前，Kimery曾在NI工作过，成功地负责过多个项目，包括PXI平台概念的提出及实现。Kimery还是VXIplug&play

系统联盟、虚拟仪器 软件体系架构 ( VISA ) 工作组 以及PXI系统联盟 的创始成员。他发表 了超过26篇的技术 论文和文章，覆盖了 无线、 测试和测量方 面的各种主题。他拥 有德州农工大学的电 器工程学士学位以及 奥斯丁德克萨斯大学 的工商管理硕士学 位。