



基于多网络环境的 LTE 网络规划设计 *

刘 威,陈海燕

(北京电子科技职业学院通信技术系 北京 100016)

摘 要: 在 2G/3G/WLAN 多网共存的复杂网络环境下建设 LTE 网络时, 需要综合考虑多系统融合组网和规划, 这对 LTE 的精准规划具有非常重要的作用, 可以有效提高网络建设效率, 降低建设成本, 提升网络质量和用户感知。以现有网络数据为基础, 针对区域和场景进行融合建模, 针对多网络环境下 LTE 网络规划设计的思路、方法和手段进行了探讨。

关键词: 网络规划; 融合组网; 覆盖和容量计算; 动态模型; 无线场景

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.09.025

LTE Network Planning in Current Co-Existing GSM/TD-SCDMA/WLAN Systems

Liu Wei, Chen Haiyan

(Department of Communication Technology, Beijing Polytechnic College, Beijing 100016, China)

Abstract: To build LTE network in current co-existing GSM/TD-SCDMA/WLAN mobile systems, integrated planning for these 4 co-existing system is needed, which is important for accurate LTE planning and benefit for efficiency improvement and cost decreasing of the network deployment, also it is benefit for improvement of the network quality and QoE of customers. The integrated modeling based on different wireless environment and scenarios were analyzed, and the mentality, method and techniques for LTE network planning in current co-existing GSM/TD-SCDMA/WLAN mobile systems were provided.

Key words: network planning, integrated networking, coverage and capacity computing, integrated modeling, wireless scenarios

1 多网络环境下 LTE 网络规划设计背景

随着移动通信技术的迅速发展,国内移动网络已经形成 2G 网络、3G 网络和 WLAN 共存的复杂局面,这对移动网络规划、网络优化、网络维护以及业务发展等带来很大挑战。以中国移动的无线网络为例,现有 GSM/TD-SCDMA/WLAN 系统中的数据业务占据重要位置,其流量已经超越了语音业务,并且还保持着约 150% 的年度复合增长率。未

来 LTE 网络带宽更大,所支持的移动互联网业务更多,用户需求更加多样化,智能终端更加普及,因此未来的 2G/3G/WLAN/LTE 网络中,数据业务将继续呈现指数级增长态势。4 种移动网络制式虽然都可用于承载用户业务,但由于其带宽特性不同,所提供的网络性能和用户感知之间存在很大差异,如何有效地进行多网络规划融合是一项极具挑战性的任务。如何对不同的网络进行合理和有效的交叉关联分析,并且保证各个网络的相对独立性,是非常复

* 北京市科研基地项目 (No.PXM2010-014386-098718), 北京电子科技职业学院 2013 年科技重点课题基金资助项目 (No.YZK2013011)

杂且有待解决的问题。

目前在移动网络规划领域,独立进行单一网络规划的方法有很多,也存在两张网络(GSM和TD-SCDMA)协同规划的方案和工具,但对于GSM/TD-SCDMA/WLAN/TD-LTE四网融合规划的研究工作仍然欠缺。移动运营商已有的一些研究计划仍停留在概念层面,不能形成具有使用价值的融合网规划解决方案,因此这方面的研究工作仍然有待深入和加强。

目前国内的LTE网络建设工作是在2G、3G、WLAN等多网络环境的基础上进行的,因此四网协同规划和优化工作将始终贯穿于LTE网络的建设和运营过程中。鉴于LTE在技术特点和用户业务等方面的独特性,有必要研究基于GSM/TD-SCDMA/WLAN等多系统的LTE融合组网和规划的方法和策略,以便在既有网络下实现LTE的精准规划,提高LTE网络建设效率,降低网络建设成本,提升网络质量和用户感知。

2 多网络环境下LTE网络规划设计整体思路

基于现有网络的网络配置、用户数据、终端与业务数据以及市场数据等信息,采用多维度关联和聚类等方法,针对不同区域和场景下的LTE规划工作,以物理位置区为单位建立模型并制定算法,同时开发建设支持LTE及多网络融合规划的软件平台系统,有利于处理复杂的多网融合规划算法和规模模型,提高网络融合规划的准确性、有效性和价值,自动进行大规模网络数据的计算,输出合理的规划结果,实现创新方法体系和分析方法的实际应用。

多网络环境下,对不同场景进行LTE融合系统规划设计工作时,创新性地采用协同因子和融合建模的方法体系理论,详述如下。

(1) 协同因子

多网络融合环境中,需要将所有与目标相关的影响因素都纳入规划方案中进行统筹考虑,这些与网络规划目标相关的因素都是这个协同目标的协同因子。

例如,进行多网络系统规划时,需要考虑所在区域的GSM和TD-SCDMA网络是否超忙、是否有超闲小区,其网络资源利用率如何,还要考虑是否存在WLAN以及规划区域的业务特征(如用户流量、终端类型、在线时长和业务类型等)。只有把以上各种相关因素都纳入网络规划的分析过程中,才能制定出有效的规划方案。

(2) 融合建模

研究协同因子对协同目标的影响方式和结果,建立起协同因子与协同目标之间的逻辑和关联关系,称为协作建模过程。

网络规划中进行协同建模时,需要针对规划区域内的网络、用户、终端和业务进行联合分析。首先要分析各个系统的网络资源和网络承载等情况;其次要分析现有用户及终端特征,如用户行为、终端对TD-SCDMA或WLAN的支持性;最后要分析系统所承载的业务种类与特征,如各种业务占比、流量和资源消耗等。

多网络融合和协同规划中,通过协作因子与协同规划目标之间的逻辑关系和制约关系,能够建立起更加全面和合理的算法模型。

覆盖和容量设计是整个网络规划的核心要素,LTE的网络规划需要结合2G/3G/WLAN的网络情况、用户的业务行为和需求、用户感知和终端情况/质量等网络特征,综合计算网络规模。下面针对LTE与多网融合系统中不同区域和场景的覆盖规划、容量规划和融合规划分析等内容进行详细分析和研究。

3 多网络场景下LTE的覆盖规划

无线覆盖受多种因素影响,如业务类型、发射功率、接收设备特性、无线环境特征等。从技术角度分析,LTE的覆盖规划与2G/3G覆盖规划思路没有太大区别,都可以基于链路预算进行,并通过对实际环境的仿真工作来修正。但LTE的覆盖能力还与负荷、业务边缘速率、MIMO配置、CP配置、子载频数目等因素相关,因此在进行链路预算时应综合考虑。

链路预算用于对系统覆盖性能进行初步估计,其主要思路就是根据边缘用户的覆盖速率目标要求,采用发射功率、接收灵敏度以及通路上的各种增益、干扰和损耗等要素来计算无线通路所允许的最大损耗,从而获取特定无线传播模型下的覆盖距离。

在多网络环境下进行LTE覆盖规划时,采用上述协同因子和融合建模的方法体系理论,对链路预算的各个步骤进行修正,具体描述如图1所示。

(1) 边缘业务速率

LTE覆盖规划中,确定边缘业务速率是最基本也是最重要的一步。虽然3GPP定义了会话类、交互类、流量和背景类4类业务及其相应的QoS特性,但随着移动互联网的进一步发展,LTE网络中承载的应用更多是诸如高清视频监控、手

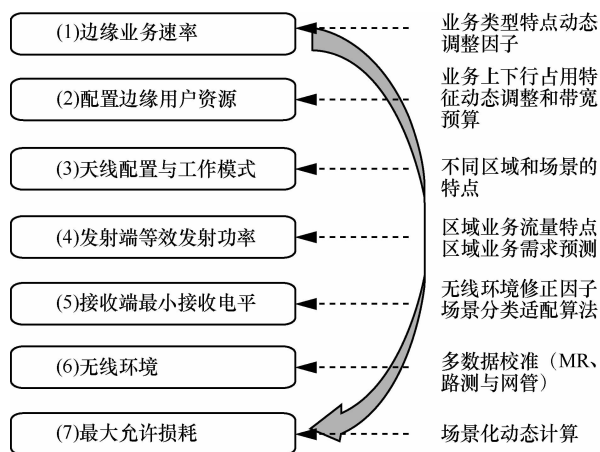


图1 多网络环境下的LTE覆盖规划步骤

机电视以及高速上网等实时性和突发性强的大颗粒业务。因此,采用边缘速率参考值进行全网规划就过于简单,缺少对区域和场景内的业务类型、网络质量和承载情况的综合考虑,从而对网络覆盖范围、业务性能和用户感知产生影响。

目前系统中通常采用下行 1 Mbit/s/上行 250 kbit/s 进行规划,并未针对不同场景下的业务类型、承载和业务质量等特性进行精细分类,因此对于视频和 FTP 等高速业务集中的地区,则会由于实际覆盖距离不足导致客户感知降低,而对于飞信和 QQ 等低速业务集中的区域,则可能由于站址密集造成投资浪费。因此,多网协同规划时,需要结合现有网络信息,针对不同区域和不同场景下的用户行为、用户感知、终端特性和比例、业务承载、业务类型及特点等要素,设定边缘业务速率,保证用户感知和资源利用的均衡性。

(2)配置边缘用户资源

边缘用户资源包括 RB 资源、上下行时隙配比和 SINR 需求等。边缘用户带宽配置与动态调度算法直接相关,与小区所能支撑的用户总数也相关。链路预算中,上下行时隙配置应该根据应用场景和上下行业务流量占比来确定。其中,应用场景包括商业区、学校、居民区、CBD 以及高速环境等;上下行业务流量占比则需要根据目标区域内 2G/3G/WLAN 用户业务流量特点进行业务预测,并利用回归分析等算法精确动态计算上下行业务流量未来需求。

(3)确定天线配置与工作模式

在链路预算中应根据不同区域的特点选取天线工作模式。比如,开环空间复用适用于高信噪比、低相关性的场景,如密集城区或者室内场景,通过空间复用的方式传输多个数据流获得吞吐量的提升,移动速度对其影响不大;而闭环发送分集用于信噪比较低的环境,以提高接收端的

解调性能,但闭环需要利用 UE 反馈信道信息,反馈的信道信息的准确性会影响其性能,因此,相比开环发送分集,闭环发送分集主要适用于信道变化较小的情况,如 UE 移动速度较低的场景。当终端移动速度增加时,信道状况变化加快,闭环技术相对开环技术没有性能增益,反而增加了系统的反馈开销,这时适合采用开环发送分集和开环空间复用技术。

(4)计算发射端等效发射功率

发射端等效发射功率是机顶口发射功率减去相关损耗并加上天线增益。LTE 网络由于是多用户共享载波资源,因此单用户天线口功率还需要考虑用户功率的分配损耗。在进行实际规划时,一些参数的取值与 LTE 配置和无线环境相关,故传统的计算方法可能出现较大误差,因此需要根据区域内的无线环境因素进行修正。

(5)计算接收端最小接收电平

接收端最小接收电平是接收端解调门限与系统底噪、干扰余量、相关损耗之和减去相关增益。实际规划时,取值按照不同场景下的无线环境情况进行调整。

(6)根据无线环境,计算穿透损耗和阴影衰落余量

不同区域和场景下的无线环境差别很大,对于 LTE 网络规划中相应损耗的计算,应把不同场景下的穿透损耗均值和标准差等典型值根据该区域或场景下 2G/3G 的路测数据、MR 数据、扫频数据与网络数据等结合校准。

4 多网络场景的容量计算

4.1 话务模型修正算法

考虑到业务信道均为共享信道,TD-LTE 容量估算的方法与 TD-SCDMA 业务容量估算方法有所不同。对 TD-LTE 进行不同无线场景下的容量规划时,可对现网环境进行仿真并结合实测和统计数据,得到 UE 各种配置下的小区总体吞吐量和边缘吞吐量。

现行 LTE 网络容量规划主要依据业务模型、调度用户数、同时在线用户数以及控制信道数目等因素来计算。需要说明的是,LTE 系统中,小区容量不仅与信道配置和参数配置有关,还与调度算法、小区间干扰协调(ICIC)算法以及多天线技术的选取等因素相关。

进行多网融合下的网络规划时,首先要研究各种业务在现有网络中的实际承载特性,以便确定 LTE 业务模型。在话务模型计算过程中,还需基于多网络环境下的不同场景建立 LTE 动态话务模型,方法就是根据区域内不同场景

的 2G/3G/WLAN 用户行为、用户数量、用户分布、业务习惯、业务特征、资源占用特性和业务质量要求等,进行 LTE 区域话务模型建立、匹配和预测调整。话务模型修正算法流程如图 2 所示。

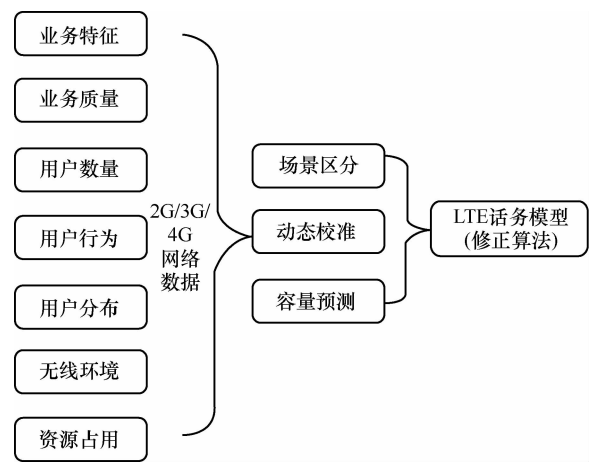


图 2 LTE 话务模型修正算法流程

4.2 资源—承载矩阵修正算法

为了获得更准确的 LTE 容量规划模型,需要对现有的多网络环境进行资源—承载分析。资源—承载矩阵修正算法的原理是通过与 LTE 同覆盖区域及邻近覆盖区域的其他网络(2G/3G)进行资源—承载的矩阵分析,充分考虑 LTE 网络建成后 2G/3G/4G 网络间的切换承载和分流承载,并对 LTE 网络的容量配置规划进行修正。资源—承载矩阵修正算法需要获取邻近 2G/3G/4G 网络小区的载波资源配置信息、话务量以及邻近网络关系等基础数据,通过对邻近网络资源配置情况(高配/低配)和实际话务量分类

(忙/闲)的基本数据矩阵进行分析,对邻近网络进行分类,形成如高资源/高话务量、低资源/高话务量、高资源/低话务量等邻近网络的资源—承载进行分析。将资源—承载分析结果归一化为 0~1 的数值,作为对 LTE 容量规划的修正权值。最后,通过资源—业务承载的计算结果对 LTE 网络规划中的容量进行修正。

多网络资源—承载分析矩阵见表 1。

5 多网络环境下融合规划优先级计算

如果 LTE 网络规划不合理,将直接影响用户的体验和感知。目前对 4G 网络建设速度、资金因素以及 4G 网络覆盖特点等方面进行综合考量,4G 网络建设工作需要首先实现热点覆盖,然后实现连续覆盖。目前阶段,根据网络覆盖区域和场景、用户行为、体验感知和用户价值等因素,寻求 4G 网络规划与建设方案的最优解尤为重要,以实现建设效率、资金投入、市场推广、用户感知和网络质量方面的最佳平衡。

综上所述,基于区域和场景化的融合规划方法增强了 LTE 网络规划的效率和有效性,可以实现初期、中期规划与建设过程的更优配置,在保证用户感知和网络质量的前提下,达到节约成本的目的。

为了保证多网络环境下容量和覆盖资源的最优配置,首先需要按照目标规划区域划分场景,如商业区、学校、居民区、CBD 和高速环境等。其次,通过分析每个区域中不同场景内用户流量、业务与行为数据(2G、3G、WLAN 等)、网络覆盖与质量数据、用户感知与价值用户等数据,利用动态优先级调度算法综合计算 4G 网络覆盖区域建设的优先级。举例见表 2。其中,学校用户数较多,业务量大,同等条件下的优先级较高。

表 1 多网络资源—承载分析矩阵

2G 邻近网络		3G 邻近网络		4G 网络(规划网络)		配置权值
资源(载波数)	承载(话务量)	资源(载波数)	承载(话务量)	资源(载波数)	承载(话务量)	资源—承载修正权值
高配	忙	高配	忙	高配	忙	0~1
低配	闲	低配	闲	低配	闲	

表 2 动态优先级调度算法举例

编号	区域	场景	业务承载	用户数	移动性	平均用户速率/(kbit·s ⁻¹)	移动网络覆盖	移动网络质量	价值	优先级
1	某县	商业区	大颗粒	多	中	600	好	好	高	1
2	某县	居民区	大颗粒	少	低	400	中	中	高	1
3	某区	学校	大颗粒	多	低	300	中	中	高	2
4	某区	CBD	小颗粒	少	中	300	好	好	高	2
5	某区	高速环境	小颗粒	少	高	400	好	好	中	1



6 结束语

基于多网络环境下的系统配置、终端、用户行为和业务情况等综合数据,利用不同场景下的特征和算法对LTE网络进行动态规划,实现覆盖规划和容量规划的最优化,有助于根据不同区域的用户综合业务感知、发展趋势、业务支撑及综合价值等特性,对4G网络的优先规划、业务分流和动态优化等工作提供数据基础和特征模型,为建设优质LTE网络提供指导和帮助。

参考文献

- 1 戴源,朱晨鸣,王强等. TD-LTE 无线网络规划与设计. 北京:人民邮电出版社,2012

[作者简介]



刘威,女,北京电子科技职业学院通信技术系副教授、系主任,主要研究方向为无线通信、系统仿真。

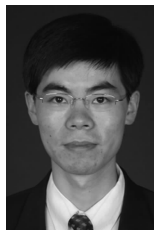


陈海燕,女,北京电子科技职业学院通信技术系工程师、系副主任,主要研究方向为移动通信。

(收稿日期:2014-06-10)

(上接第163页)

- 2 布国磊. IPTV 直播业务快速频道切换的研究与实现. 南京邮电大学硕士学位论文,2009
- 3 罗斯青. 一种改进的IPTV快速频道切换技术方案. 电信科学,2007,23(10):22~25
- 4 RFC4585. Extended RTP Profile for Real-time Transport Control Protocol (RTCP)-Based Feedback (RTP/AVPF),2006

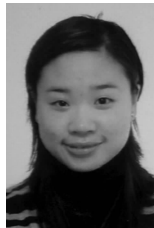


姚良,男,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师,主要研究方向为宽带接入网、移动业务网络。

[作者简介]



翁颐,女,中国电信股份有限公司上海研究院工程师,主要研究方向为宽带接入网、IPTV业务质量。



奚溪,女,中国电信股份有限公司上海研究院工程师,主要研究方向为IPTV业务质量。

(收稿日期:2014-05-08)

·简讯·

2014年7月电话用户分省情况

2014年7月份统计数据显示,全国固定电话用户数为25 696.1万户,其中城市电话用户数17 983.7万户,农村电话用户数为7 712.4万户;全国移动电话用户数为126 340.6万户。

全国统计的电话用户主要分布在东部、中部和西部地区。东部固定电话用户数为13 956.1万户,其中城市电话

用户数为9 637.6万户,农村电话用户数为4 318.4万户;东部移动电话用户数为62 470.2万户。中部固定电话用户数为6 286.7万户,其中城市电话用户数为4 295.9万户,农村电话用户数为1 990.9万户;中部移动电话用户数为32 949.9万户。西部固定电话用户数为5 453.2万户,其中城市电话用户数为4 050.2万户,农村电话用户数为1 403.1万户;西部移动电话用户数为30 919.7万户。

(来源:工业和信息化部运行监测协调局)