



基于业务特征的 TDD-LTE 端到端 QoS 参数研究

刘曾怡^{1,2}, 屈姗姗³, 张弘⁴

(1. 中国移动通信集团四川有限公司成都分公司, 四川 成都 610041;

2. 四川大学商学院, 四川 成都 610064;

3. 国家知识产权局专利局专利审查协作四川中心, 四川 成都 610213;

4. 中国移动通信集团甘肃有限公司, 甘肃 兰州 730070)

摘要:针对移动互联网快速发展对无线接入网的高带宽和业务质量需求,首先进行了常用的移动互联网业务研究分析;其次,依据业务特性、3GPP 网络协议规范和本地已部署的 TDD-LTE 网络结构,提出了端到端 QoS 设置模型;最后,在商用网络上进行 QoS 参数部署验证。研究结果表明:在典型高速率业务环境下,TDD-LTE 单小区峰值调度用户数增加 253.92%;在现网混合业务拥塞环境下,TDD-LTE 单小区峰值调度用户数增加 81.80%。研究结果具备良好的行业应用性和推广性。

关键词: TDD-LTE; QoS; 端到端; 移动互联网业务

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016261

Study on end-to-end QoS parameters of TDD-LTE about the services of mobile internet

LIU Zengyi^{1,2}, QU Shanshan³, ZHANG Hong⁴

1. Chengdu Branch of China Mobile Group Sichuan Co., Ltd., Chengdu 610041, China

2. Business School of Sichuan University, Chengdu 610064, China

3. Patent Examination Cooperation Centre of the Patent Office, SIPO, Chengdu 610213, China

4. China Mobile Group Gansu Co., Ltd., Lanzhou 730070, China

Abstract: Aiming at the high bandwidth and service quality demand of wireless access network because of rapid development of mobile internet, the common mobile internet services were analyzed. According to the service characteristic, the 3GPP network protocol specification and the local TDD-LTE network structure which had been deployed, an end-to-end QoS setup model was proposed and QoS parameter deployment verification was performed on a commercial network. The experimental results show that in the resource-consuming scene, the peak user amount of single TDD-LTE cell are increasing by 253.92%; in the real bandwidth-congesting scene, the peak user amount are increasing by 81.80%. The results of the study have good application and popularization.

Key words: TDD-LTE, QoS, end-to-end, mobile internet business



1 引言

截至 2016 年,全球已部署的商用 LTE (long term evolution)网络数量已超过 200 张。作为准 4G 技术,LTE 远超 UMTS 的无线接口速率已经影响了全球手机使用者的生活。在中国启动“互联网+”战略以后,LTE 网络作为无线互联网的最重要基石,承载着更大的社会发展使命。通信业务模式的变更也带来了更大的研究和运维挑战。本文通过研究目前典型的移动互联网业务,针对性地提出了 LTE 网络端到端 QoS 配置模式,为系统化提升 LTE 无线利用效率和运维提供了有效研究。

LTE 的无线系统 eRAN 主要由 OFDM (orthogonal frequency division multiplexing, 正交频分复用)技术和 MIMO 天线技术支撑;同时,扁平化的分组核心网(evolved packet core,EPC)则使分组传输的时延明显降低,LTE 网络架构如图 1 所示^[1]。

现阶段国内运营商部署的 LTE 站点的主要配置情况与实测的上下行速率见表 1。

依据现网移动互联网的典型业务特点及在不同 LTE 网络无线接口提供的承载速率有较大差距,在已商用 TDD-LTE 系统上部署端到端一致性 QoS 参数对于 TDD-LTE 的发展和推广具有重要意义。本文将进行 EPC 端到端的研究及设计,该研究能够极大地提升 TDD-LTE

网络资源的利用效率。

2 LTE QoS 实现原理

LTE 的 QoS 实现原理主要是由不同的 QoS 参数在关键网元上部署形成,本节将分为两个部分对关键网元和参数类别进行介绍。

2.1 QoS 部署关键网元

在 3GPP TS36.300 中明确定义了 EPS 系统中以 EPS 承载为基础来进行 QoS 管理,涉及的 QoS 网元功能如下所示^[2-4]。

PCRF(策略和计费控制功能)单元可生成或配置 QoS 策略,并将相应策略下发给 PGW (packet data network gateway)。PGW 是 QoS 策略执行实体(实现 PCEF 功能);PGW 按照 SDF 模板(traffic flow template,TFT)识别服务的数据流(SDF),并将 SDF 聚集映射到一个 EPS 承载上。SGW(serving gateway)进行数据分组路由,并将 S5 承载唯一映射到 S1 承载上。MME 负责获取 HSS 中的用户签约数据和转发 QoS 参数。HSS 负责存储用户的签约 QoS 策略。eNode B 根据空口和传输状况,按照 QoS 参数建立 UE 承载和调度 UE 承载的数据,通过差异化的资源管理和分配策略来保证 UE 承载的 QoS 水平^[5]。

在 EPS 中,QoS 控制的基本单元是承载。用户的业务数据流以该基本单元在网络实施 QoS 控制。映射到同一个

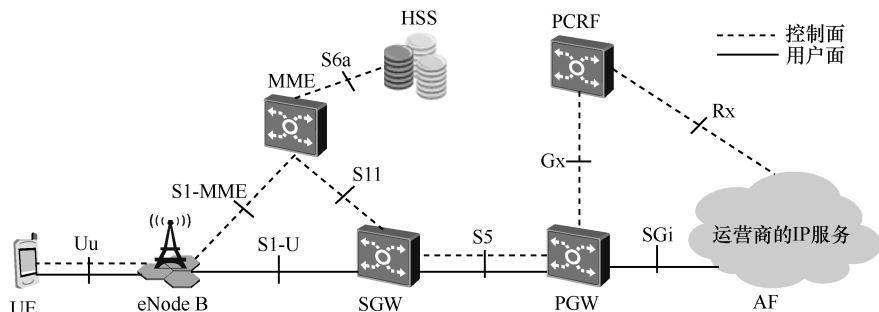


图 1 LTE 网络架构

表 1 运营商 LTE 实测速率

运营商	中国移动	中国联通	中国电信
频段	2 575~2 595 MHz 下行 & 上行	1 840~1 860 MHz 下行 1 750~1 770 MHz 上行	1 860~1 875 MHz 下行 1 765~1 780 MHz 上行
组网模式	20 MHz×1	20 MHz×2	15 MHz×2
双工方式	TDD	FDD	FDD
实测下行速率/(Mbit·s ⁻¹)	38.89	61.4	33.6
实测上行速率/(Mbit·s ⁻¹)	5.83	38.5	28.4

EPS 承载的业务数据流将得到同样的 QoS 保障。如果想对两个 SDF 提供不同的 QoS 保障,则需要分别建立不同的 EPS 承载。LTE 的 EPS 承载结构如图 2 所示。

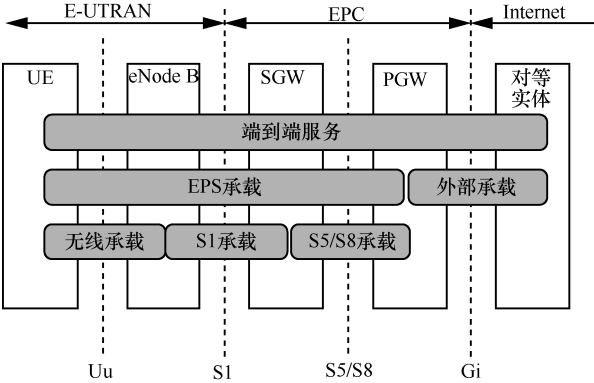


图 2 LTE 的 EPS 承载结构

2.2 QoS 主要参数

EPS 承载是按照是否有保障参数(guaranteed bit rate, GBR)进行分类,见表 2^[6]。

表 2 EPS 承载建立分类

承载类型	承载说明
GBR 承载	如果一个 EPS 承载被固定分配专用网络资源以保障其速率,则该 EPS 承载被称为 GBR 承载
non-GBR 承载	如果一个 EPS 承载没有被固定分配专用网络资源以保障其速率,则该 EPS 承载被称为 non-GBR 承载

其中涉及的主要参数如下所示。

(1)QCI

QCI(QoS class identifier)包括标准和扩展两大类,标准 QCI 分为 9 类(R10 版本),扩展 QCI 范围为 10~254。每个 QCI 指示不同业务的资源类型、优先级、时延、分组丢失率等质量要求。QCI 在 EPS 中各个网元中传递,避免了协商和传递大量具体的 QoS 参数。EPS 按照 QCI 来控制 QoS,不同 QCI 的 SDF 映射到不同的 EPS 承载。

(2)ARP

ARP(allocation and retention priority)是分配保持优先

级,指示一个 EPS 承载相对另一个 EPS 承载的资源分配和保持的优先级。该参数标识了承载的抢占或者被抢占属性。在资源受限情况下,eNode B 可以根据 ARP 决定是否接受一个承载建立/修改请求。在发生拥塞时,eNode B 可以根据 ARP 决定释放掉哪个或者多个承载。

(3)GBR 与 MBR

GBR 是承载预期能够提供的比特速率,MBR(maximum bit rate)是承载能够提供数据速率的上限。GBR/MBR 均用于对 GBR 承载的带宽管理,系统通过预留资源等方式保证数据流的比特速率在不超过 GBR 时能够全部通过;比特速率超过 MBR 时全部丢弃;比特速率超过 GBR 但小于 MBR 时需要考虑网络是否拥塞,如果拥塞,则丢弃,反之则通过。

(4)UE-AMBR

UE-AMBR(aggregate maximum bit rate,聚合最大比特速率),即系统通过限制流量方式禁止一组数据流集合的比特速率超过 AMBR,多个 EPS 承载可以共享一个 AMBR。AMBR 包括:APN-AMBR,基于 APN-AMBR 的带宽管理是限制 UE 在一个 APN(access point name)下创建的所有 non-GBR 承载所能使用的速率之和;UE-AMBR,基于 UE-AMBR 的带宽管理是限制 UE 的所有 non-GBR 承载所能使用的速率之和。各个网元中使用的 QoS 参数^[7,8]见表 3。

在各个网元中,eNode B 作为 eRAN 的核心网元,除 APN-AMBR 外,承担了其余全部 QoS 参数的调整和管理,因此,研究 eNode B 的 QoS 参数在整个 QoS 参数配置中具有重要的意义。LTE eNode B 的 QoS 管理实现如图 3 所示。

3 移动互联网应用

3.1 业务性能研究

QoS 的设置与发展与业务的发展紧密相关,而移动互联网发展又以典型业务为重要体现。根据 2016 年中国互联网调查报告的调查结果,手机网民占比已超过 88.9%^[9]。需重点研究的移动互联网业务主要集中在网站访问、视频

表 3 各个网元中使用的 QoS 参数^[7,8]

QoS 参数	QCI	ARP	GBR	MBR	UE-AMBR	APN-AMBR
HSS	是	是	否	否	是	是
PGW	是	是	是	是	否	是
eNode B	是	是	是	是	是	否
UE	是	否	是	是	否	是

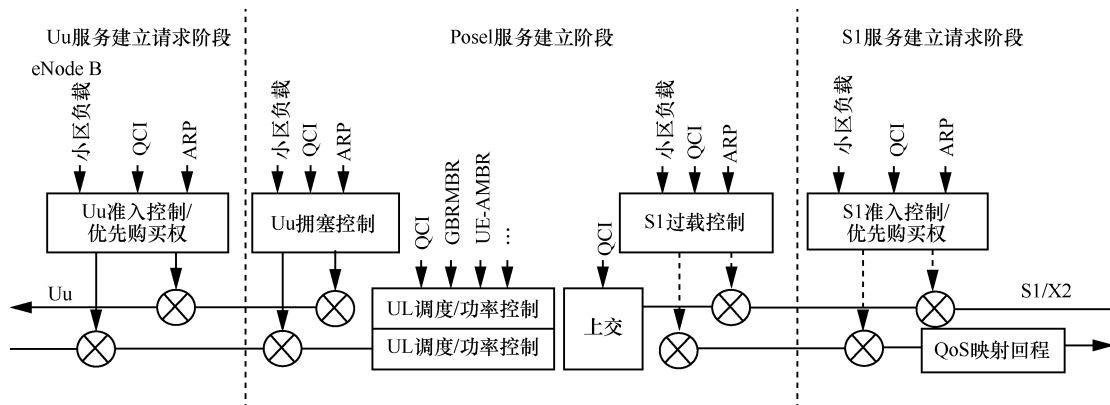


图3 LTE eNode B的QoS管理实现

类、即时交流和游戏类几个方面。中国主要移动互联网业务增长情况^[9]如图4所示。

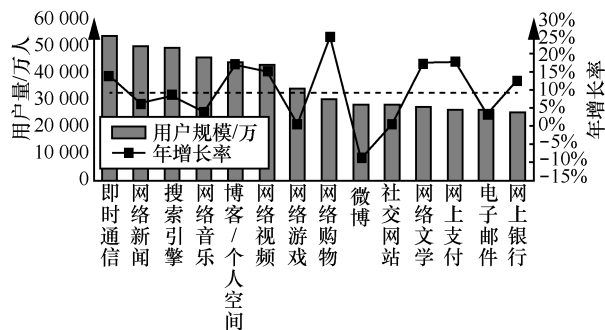


图4 中国主要移动互联网业务增长情况

根据调研,现阶段LTE手机用户主要使用的App分别为:UC浏览器(网站访问)、优酷(视频类)、微信(即时交流),其用户占比如图5所示。

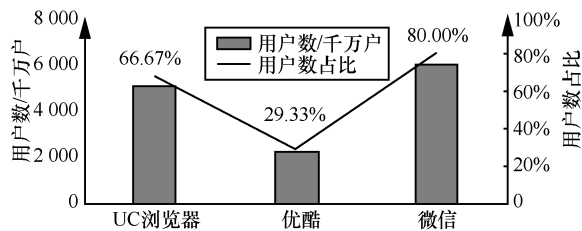


图5 中国典型使用的App

通过抓取分组工具,设计相应的抓取分组方法和实践,通过分组解析与相应的空口调度资源相关联,设计如下两个指标评估典型应用的业务特性。

业务峰均比(peak-to-average power ratio, PAPR)=

采样周期内PDCP峰值速率/PDCP平均速率 (1)

业务载空比(duty ratio, DR)=采样周期内PDCP层

调度使用的时间/采样周期内总时间 (2)

Top业务的下行特征如图6所示。

同时研究Top业务的上行特性,可以得到图7的结果。

同时在峰值速率测试后,可以得到表4的结果。

3GPP建议的QCI指标体系见表5^[8,10]。

已运营的网络主要采用IETF组提出的基于Diffserv的QoS原理,该原理的核心原则为“边缘分类,内部转发”。PCRF(PCEF)通过对数据流进行QCI的标签管理,在传送PTN(L3路由设备)上使用Diffserv(DSCP参数)进行相应的IP QoS关联与流控。结合表4中测试得到的业务所需带宽和表5协议中QoS建议值,本文提出和设计的TDD-LTE网络适用的QCI模板见表6。

3.2 QoS参数设计

基于表6设计的模型,本文在现网TDD-LTE网络上进行了分网元的QoS配置设计,如下所示。

(1)TDD-LTE无线网

由于GBR业务和QCI=5业务的管控重点由核心网进行管理,由业务特性对QCI=6~9进行eNode B的配置设计;由于现网中,eNode B可按QCI业务流标签分配单用户聚合速率,由于管控策略更倾向于管控non-GBR业务的速率,结合表1中TDD-LTE无线网速率和表4中测试得到的业务速率,设计的eNode B QoS配置见表7。

(2)PTN传送网

结合第3.1节研究的业务特性和表5中对时延的要求,PTN中使用Diffserv(设置DSCP值)进行QoS管控;加速转发(EF)用于低时延、低抖动和低分组丢失率的QCI=1和QCI=5的VoLTE业务;确保转发(AF)主用于除默认承载外的业务,并基于第3.1节研究的业务分配,将相关业务按GBR业务高于non-GBR业务的模式进行配置;尽力(best effort, BE)转发主用于默认承载QCI=9的业务。综合设计的

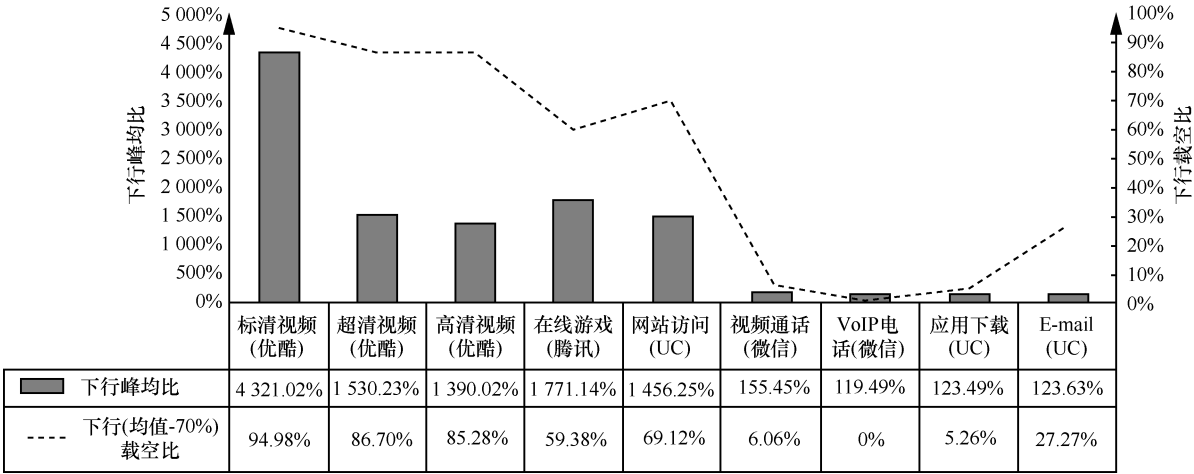


图 6 典型业务的下行特性

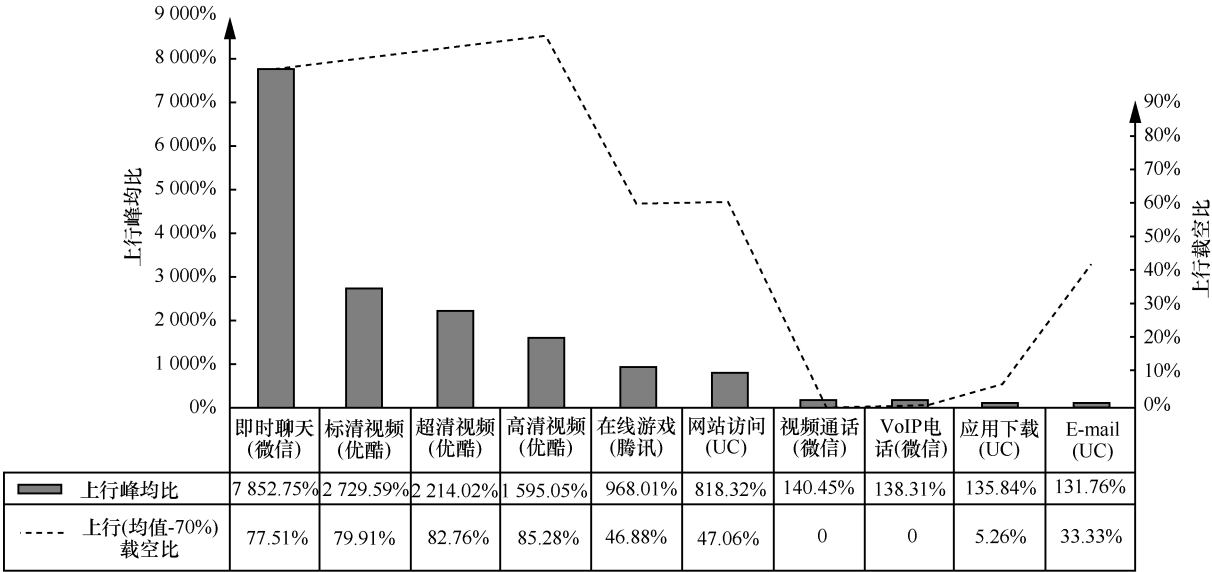


图 7 典型业务的上行特性

表 4 典型业务需要的比特速率

业务内容	即时聊天 (微信)	在线游戏 (腾讯)	视频通话 (微信)	VoIP 电话 (微信)	标清视频 (优酷)	超清视频 (优酷)	高清视频 (优酷)	网站访问 (UC)	应用下载 (UC)	E-mail (UC)
下行峰值/(kbit·s ⁻¹)	211.95	42.34	309.02	45.24	17 424.00	29 896.00	18 040.00	1 532.70	24 344.00	97.63
下行平均速率/(kbit·s ⁻¹)	2.22	2.39	198.79	37.86	403.24	1 953.69	1 297.82	105.25	19 712.55	78.97
上行峰值/(kbit·s ⁻¹)	107.14	12.49	256.50	43.47	194.60	367.17	188.71	125.95	721.59	6 820.37
上行平均速率/(kbit·s ⁻¹)	1.36	1.29	182.63	31.43	7.13	16.58	11.83	15.39	531.21	5 176.28

QoS 配置见表 8。

(3)PCEF 核心网

结合研究的重点业务速率,考虑现网实际 LTE 用户分布,设计的 QoS 参数见表 9。

3.3 现网效果验证

根据信号质量设定小区采样点分级,再根据用户测量报告(measurement report,MR)统计分析现网 LTE 用户分布情况,可以得到表 10 的结果。



表 5 QoS 指标体系

QCI	资源类型	优先级	时延预算/ms	分组丢失率
1	GBR	2	100	10^{-2}
2	GBR	4	150	10^{-3}
3	GBR	5	300	10^{-6}
4	GBR	3	50	10^{-3}
5	non-GBR	1	100	10^{-6}
6	non-GBR	7	100	10^{-3}
7	non-GBR	6	300	10^{-6}
8	non-GBR	8		
9	non-GBR	9		

表 8 PTN 中 QoS 配置模型

QCI	DSCP
1	46
2	26
3	34
4	26
5	48
6	18
7	18
8	10
9	0

表 6 TDD-LTE 网络适用的 QCI 模板

类别	业务内容	建议资源	建议 QCI
网页浏览	应用下载(UC)	non-GBR	9
	网站访问(UC)	non-GBR	6
	E-mail(UC)	non-GBR	8
即时通信	视频通话(微信)	non-GBR	9
	即时聊天(微信)	non-GBR	9
	VoIP(微信)	non-GBR	9
网络游戏	在线游戏(腾讯)	GBR	3
视频点播	高清视频(优酷)	GBR	4
	超清视频(优酷)	non-GBR	8
	标清视频(优酷)	non-GBR	6

表 9 PCEF 中 QoS 配置模型

QCI	GBR/(kbit·s ⁻¹)	QCI	MBR/(kbit·s ⁻¹)
1	32	6	4 096
2	128	7	/
3	128	8	5 120
4	2 048	9	2 048
5	/	/	/

在用户分布情况下,统计 4 类场景下 TDD-LTE 配置下 MCS 分布和调度 PRB 数量,可以计算出典型单小区峰值速率;结合 CCE 和 PDCCH 分布情况,选取小区用户受限数量,则可计算单小区单互联网业务下的承载用户数。

在现网配置第 3.2 节中研究形成的端到端 QoS 参数,选取试点空载小区进行单业务压力测试,压力测试结果如图 7 所示。

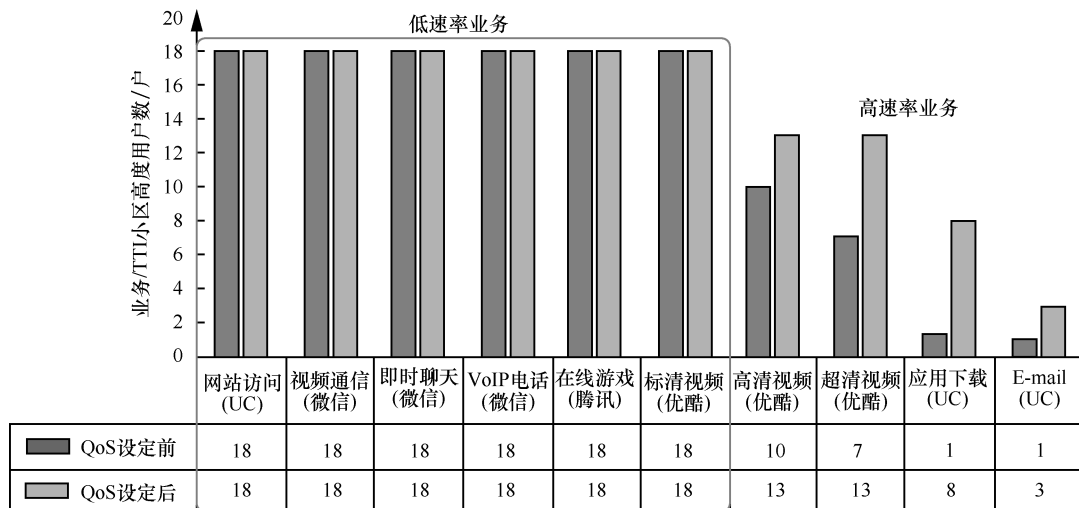


图 7 QoS 设定前后的 LTE 用户量变化情况

表 10 现网用户分布

	信号极好 ($SINR>22$)	信号好 ($15<SINR<20$)	信号中 ($5<SINR<10$)	信号差 ($SINR<0$)
用户分布	10%	20%	40%	30%

同时,按 15 min 粒度,对现网拥塞小区在参数配置前后,进行小区接入用户数网管统计,得出结论如图 8 所示。

在低速率业务场景下,QoS 的配置对调度用户数无影响,可调度的 LTE 用户数量主要受限于 PDCCH 的 CCE 数量。当业务速率较高时,本文提出的 QoS 配置方案可有效提升 LTE 单小区的峰值调度用户数量。在现网拥塞小区中,混合业务使用本文提出的 QoS 设计参数可以提升峰值调度用户数,获得了现网客户感知的提升。

4 结束语

本文通过研究 LTE 网络端到端的 QoS 管控技术实现原理,结合移动互联网典型的业务特点,进行了详细的 QoS 设计研究,通过现网部署端到端 QoS 参数,在典型高速率业务环境下,压力测试的单小区峰值调度用户数提升了 253.92%;在现网典型混合业务拥塞环境中,单小区峰值调度用户数提升 81.80%。为 LTE 网络运维的性能提升提供了极为有效的经验。

参考文献:

[1] 高峰,高泽华,丰雷,等. TD-LTE 技术标准与实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2011.
GAO F, GAO Z H, FENG L, et al. TD-LTE: technical standards

and practice[M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2011.
[2] 辛伟,杨红梅,许慕鸿,等. 演进分组系统(EPS)业务应用技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2011.
XIN W, YANG H M, XU M H, et al. Evolutionary packet system (EPS) service application technology[M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2011.
[3] 黄韬,张智江,刘韵洁. PCC 策略控制机制研究[J]. 现代电信科技, 2008, 38(9): 2-5.
HUANG T, ZHANG Z J, LIU Y J. Policy control mechanism of PCC[J]. Modern Science and Technology of Telecommunications, 2008, 38(9): 2-5.
[4] VANGALA S, LABRATOR M A. The TCP SACK-aware snoop protocol for TCP over wireless networks [C]//IEEE 58th Vehicular Technology Conference, Oct 6 -9, 2003, Orlando, Florida, USA. New Jersey: IEEE Press, 2003.
[5] 3GPP. Overall description; stage 2: TS36.300 V10.11.03[S/OL]. (2010-06-26)[2016-07-22]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/2010-12/Rel-10/36_series/.
[6] 3GPP. Quality of service (QoS) concept and architecture: TS23.107 v10.2.0 [S/OL]. (2006-03-26)[2016-07-22]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/2010-12/Rel-10/23_series/.
[7] 3GPP. Policy and charging control architecture: TS23.203 V10.9.0 [S/OL]. (2008-09-26)[2016-07-22]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/2010-12/Rel-10/23_series/.
[8] 3GPP. Policy and charging control signaling flows and quality of service (QoS) parameter mapping: TS29.213 V9.4.1 [S/OL]. (2006-05-26)[2016-07-22]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/2010-12/Rel-10/29_series/.
[9] 中国互联网络信息中心. 第 37 次中国互联网络发展状况统计报告[EB/OL]. (2016-01-22)[2016-07-22]. <http://www.199it.com/archives/432640.html>.

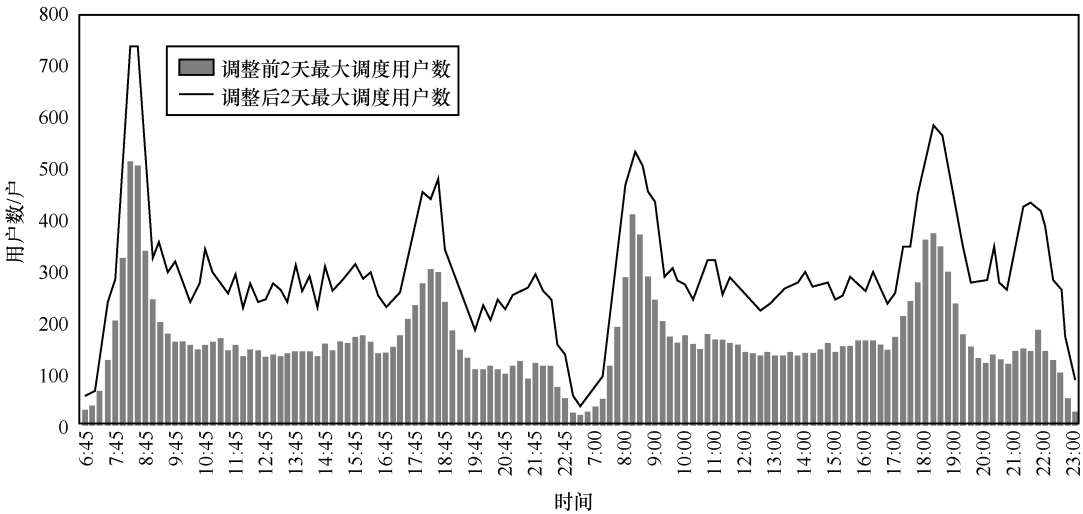


图 8 现网拥塞小区 QoS 配置前后峰值调度用户数对比



China Internet Network Information Center. The 37th China internet development statistics report [EB/OL]. (2016-01-22) [2016-07-22]. <http://www.199it.com/archives/432640.html>.

[10] 3GPP. Policy and charging control over Rx reference point: TS29.214 V10.0.1[S/OL]. (2011-07-26)[2016-07-22]. http://www.3gpp.org/ftp/Specs/2010-12/Rel-10/29_series/.

[作者简介]



刘曾怡(1986-),男,博士,中国移动通信集团四川有限公司成都分公司工程师、网络优化主管,主要研究方向为LTE网络优化技术和规划技术。



屈姗姗(1986-),女,国家知识产权局专利局专利审查协作四川中心工程师,主要研究方向为通信及计算机相关专利审核。



张弘(1988-),女,中国移动通信集团甘肃有限公司网络优化工程师,主要研究方向为LTE优化技术、干扰排查与参数管理。