

家庭宽带用户网络感知评价的

Modeling and Comprehensive Analysis of
Home Broadband User Network
Perception Evaluation

建模与综合分析

陈雪芬,吴凯洲,刘雯,张宏辉(中国联通广东分公司,广东广州 510000)

Chen Xuefen, Wu Kaizhou, Liu Wen, Zhang Honghui (China Unicom Guangdong Branch, Guangzhou 510000, China)

摘要:

介绍了家庭宽带用户网络感知评价体系的分析和建模过程,分析影响宽带用户网络感知的因素并从中选取具备分析建模能力的关键因素,通过 B+O+C 域数据拉通建立宽带用户网络感知运营系统,实现用户维度端到端网络感知评价分析、量化,支撑省市客户感知优化中心实现面向家庭宽带用户的网络感知运营,对提升客户感知具有重要意义。

关键词:

宽带;网络感知分析;建模

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.01.009

文章编号:1007-3043(2022)01-0048-06

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

It introduces the analysis and modeling process of home broadband user network perception evaluation system, analyzes the factors that affect the network perception of broadband users and selects the key factors using in modeling analysis. By combining B+O+C domain data, it establishes broadband user network perception operation system, and realizes end-to-end network perception evaluation analysis and quantification of user dimension, supporting the provincial and municipal customer perception optimization center to realize the network perception operation for home broadband users, which is of great significance to improve customer perception.

Keywords:

Broadband; Network perception analysis; Modeling

引用格式:陈雪芬,吴凯洲,刘雯,等. 家庭宽带用户网络感知评价的建模与综合分析[J]. 邮电设计技术,2022(1):48-53.

0 引言

近年来,随着光纤通信技术的快速发展,中国家庭宽带市场进入高速发展期。截至2020年底,中国家庭宽带用户数已经达到4.84亿户,其中光纤家庭宽带用户已达4.54亿户,占整个固定宽带接入用户的93.8%,家庭宽带用户规模和光纤家庭宽带用户占比均居世界前列。同时,高清视频、即时游戏等对网络质量要求较高的宽带应用也呈现爆发式增长的态势。

对提供宽带接入服务的运营商来说,怎样对家庭宽带用户的网络质量和应用感知进行更有效和准确的评估,进而有针对性地优化和提升网络,成为运营商急需解决的问题。

同时,为落实国家“十四五”规划,实现网络强国、数字中国的目标,作为数字信息基础设施运营服务的国家队,中国联通也在实施全面数字化转型战略。怎样抓住数字化转型的契机,提升家庭宽带用户的网络和应用感知的数字化管理能力,是摆在运营商面前的重要课题。

本文基于广东联通家庭宽带网络质量和感知提

收稿日期:2021-12-05

升方面的工作实践,对家庭宽带网络质量和感知的数字化转型进行了系统研究,采用大数据方法对宽带客户感知进行分析和评估,并建立一个行之有效的评价模型,通过实际用户的反馈进行持续优化,进而构建了一个家庭宽带用户感知管理系统,初步实现了家庭宽带用户感知数字化管理。

1 家庭宽带用户网络感知数字化转型的思路

虽然家庭宽带用户已经实现大规模光纤接入,但对用户的网络质量和业务感知的监控、分析与评价,长期以来未实现系统化管理。端到端的宽带接入系统涉及的网络复杂,网元数量多,各系统之间缺乏有效的数据关联,用户侧、接入侧、汇聚层的网络指标分立多个系统之中,用户级的网络数据、感知数据、服务数据、投诉数据、满意度调查数据缺乏有效管理和关联分析,是导致用户端到端的网络体验和感知无法实现有效的数字化管控的主要原因。基于对家庭宽

带用户网络质量和感知的长期分析,广东联通宽带感知优化团队认为要实现家庭宽带用户感知管理的数字化转型,应该从以下几个方面入手。

首先是对各种用户数据的采集和汇总,包括O域、B域、C域的各类数据。其次根据这些数据与最终用户感知的关联性,将这些数据集中进行分析,并建立一个评价用户感知的模型。然后根据用户反馈不断迭代优化模型,实现初步的差感用户定位和诊断,进而指导用户网络维护和整治。最后根据感知管理系统的广泛应用,进一步优化功能,提升系统效率和准确性,同时通过布放家庭网关探针插件,获取更多用户感知的探测数据,后续采用人工智能方法建立更为准确的用户感知模型。

2 家庭宽带用户网络感知的分析与建模

影响家庭宽带用户网络感知的因素众多,从家庭宽带用户端到端拓扑分段来分析,具体如图1所示。

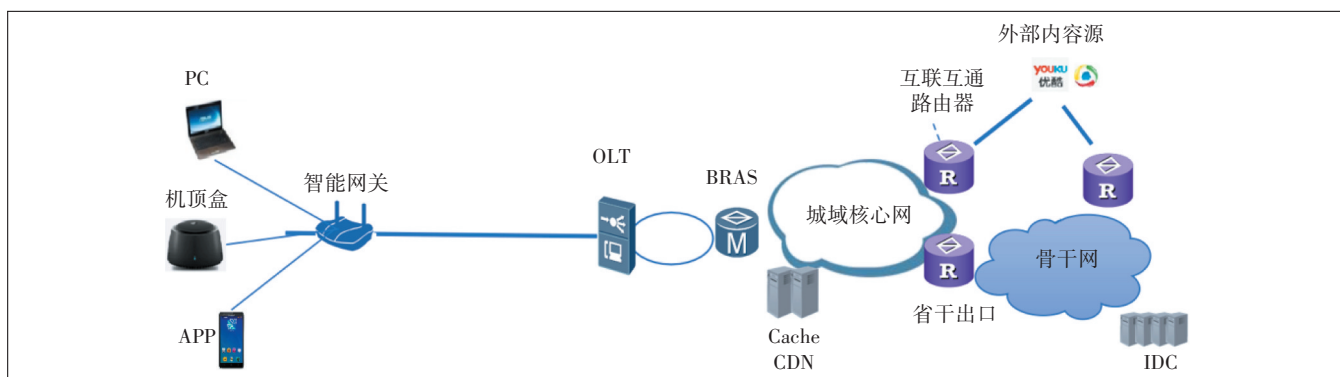


图1 家庭宽带用户端到端拓扑图

a) 内容源:因内容源质量难以把控,且需与实际业务结合分析,分析难度较大,不纳入网络感知建模。

b) 数据网:上层数据网因同时承载大客户等多种业务,大多具备负载均衡和主备冗余,因上层数据网导致的网络感知问题较少,且因拓扑错综复杂、难以实现量化分析。因此无需纳入建模分析。

c) 接入网:PON网络作为家庭宽带用户接入的关键网络节点,其各项网络指标对用户网络感知分析有重要意义,应作为家庭宽带用户网络感知建模的重要组成部分。

d) 具体业务:业务种类多,不同业务体验关注指标不同,因终端探针还在部署建设阶段,缺少基础数

据,本期建模暂不纳入,待后期具备条件后再做模型优化。

e) 网络密切相关的服务质量:故障是否频发以及运营商在处理故障的服务响应质量,也是影响家庭宽带用户网络体验的重要因素,应纳入感知建模。

客户级指标数据量化建模为家庭宽带用户感知评价模型提供数据计算依据。家庭客户网络感知评价建模使用OLT日脱网时长占比、PON口接收光功率、ONU接收光功率、测速速率等天维度用户级网络指标,辅以报障催障次数、修障时长、7天重复故障次数等网络密切相关的服务指标,各项指标以实验数据或者经验数据分别建立家庭宽带用户感知评价模型,并根据各项指标对用户网络整体感知的影响设置不

同权重, 加权计算得出天维度的家庭客户整体网络感知评价得分。同时, 设置客户感知评价单项指标 0 分阈值, 当客户满足 0 分阈值条件中的 3 项或 3 项以上, 则该客户网络感知评价最终得分为 0。

单指标建模分别以指标值 X 所在区间分段计算指标健康值得分 $(K_1, K_2, K_3, \dots, K_n)$, 分上限型指标和下限型指标 2 种类型, 计算公式如下。

上限型指标 $K_n = (\text{区间得分下限分数} + \text{区间得分分差} \times (\text{区间最大值} - K_n) / \text{指标区间差}) \times \text{权重}$

下限型指标 $K_n = (\text{区间得分下限分数} + \text{区间得分}$

分差 $\times (K_n - \text{区间最小值}) / \text{指标区间差}) \times \text{权重}$

上限型指标表示值越小越好, 如时延; 下限型指标表示值越大越好, 如测速速率。

建模过程以较典型的 PON 口接收光功率、OLT 日脱网时长占比、修障时长指标为例, 其余不做赘述。

2.1 PON 口接收光功率分析建模

网络设备光模块的收发光功率有一个范围限制, 当光功率低于允许范围的时候, 会出现网络丢包的现象, 影响网络通信质量。不同光模块类型的光功率允许范围不同, 如表 1 所示。

表 1 光模块接收光功率阈值表

带宽	光模块类型	波道	OLT PON 口发光阈值/dBm	OLT PON 口收光阈值/dBm	ONU 发光阈值/dBm	ONU 收光阈值/dBm	备注	
2.5G	GPON/C++	1	+4.5	-32	+4.5	-30		
	GPON/C+	1	+3	-32	+3	-30		
	GPON/B+	1	+1.5	-28	+1.5	-27		
	GPON/EC+	1	+4.5	-32	+4.5	-30		
1.25G	EPON/PX20	1	+2	-27	+2	-24		
	EPON/PX20+	1	+2	-30	+2	-27		
	EPON/PR20+	1	+2	-30	+2	-27		
	EPON/PX20++	1	+4.5	-32	+4.5	-32		
10GPON	XG-PON/N1	1	+1.5	-28			2.5G 波道	
		2	+2	-27.5	+2	-28	10G 波道	
	XG-PON/N2a	1	+3	-32			2.5G 波道	
		2	+4	-29.5	+2	-28	10G 波道	
	XG-PON/MPM Class B+	1	+1.5	-28			2.5G 波道	
		2	+1	-26.5			10G 波道	
	XG-PON/MPM Class C+	1	+3	-32			2.5G 波道	
		2	+5	-30.5			10G 波道	
	XG-PON/MPM Class D	1	+6	-35			2.5G 波道	
		2	+8	-33.5			10G 波道	
	10G EPON	10G-EPON/PRX30	1	+2.5	-29.78	0.62	-28.5	1.25G 波道
			2	+2	-29.78	0.62	-28.5	10G 波道

因不同光模块的收光光功率阈值不同, PON 口接收光功率的建模必须考虑阈值。本文对 PON 口接收光功率与光模块阈值的差值进行试验分析, 通过与光猫测速数据建立关联分析, 分析测速达标在不同差值的分布, 如图 2 所示, 可以得出结论, PON 口接收光功率与阈值的差值小于 -2 时, 测速样本均为不达标, 用户网速体验影响极差; PON 口接收光功率与阈值的差值大于 3 时, 测速达标的样本量远超不达标的样本量。推测 PON 口接收光功率大于阈值 +3 后, 网速仍受其他

影响, 但 PON 口接收光功率对网络感知影响不大。

表 2 给出了 PON 口接收光功率指标数据量化建模的一种方法, 实际生产过程的计算规则可根据实际需要进行调整。PON 口接收光功率为下限型指标, 指标数据量化建模应能真实反映客户使用宽带质量的情况, 并实时计算单指标评分。

2.2 OLT 日脱网时长占比分析建模

本模块给出了 OLT 日脱网时长占比指标数据量化建模的一种方法, 实际生产过程的计算规则可根据

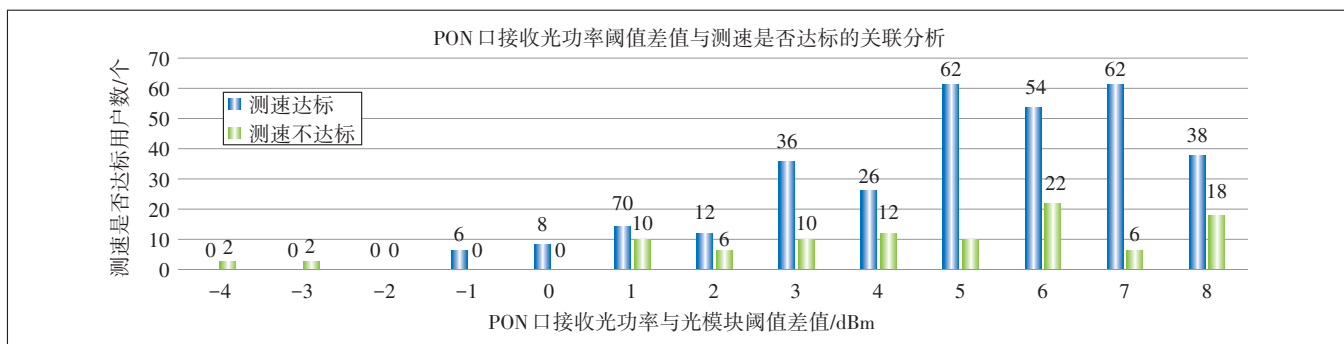


图2 PON口接收光功率阈值差值与测速是否达标的关联分析

表2 PON口接收光功率建模

指标 K_1	用户类型	0[差]	(0,100)	100[优]	异常值
PON口接收光功率 $X(A=光衰下限阈值)$	签约带宽 \geq 500 Mbit/s	$X < A - 2$	$A - 2 \leq X < A + 3$	$A + 3 \leq X$	$X \leq -40$

实际需要进行调整。OLT日脱网时长占比为上限型指标,指标数据量化建模应能真实反映客户使用宽带稳定性感知的情况,并根据指标区间实时计算单指标评分。

脱网指所有上联链路中断造成整台OLT设备脱网,导致OLT下挂业务全部中断,影响用户上网。脱网时长统计规则是剔除15 min内闪断的脱网,剔除割接场景的脱网,00:00—06:00点发生并且结束的脱网不计时。

分析OLT脱网造成的故障工单,以工单闭环的客服回访满意度(1~10分)做建模依据,将OLT脱网时长对用户网络感知的影响量化,建立评价模型。

为响应公司加快三千兆部署的战略,针对签约速率500 Mbit/s以下的普通客户和签约速率500 Mbit/s及以上的重点客户构建不同的评价模型。分析图3所示的散点图可知,OLT日脱网时长占比在15%~20%时,用户回访满意度接近6,换算成百分制为60分;OLT日脱网时长占比大于40%后,回访满意度趋于0。由此建立OLT日脱网时长占比模型,如表3所示。

2.3 当月修障时长

本模块给出了修障时长指标数据量化建模的一种方法,生产过程的计算规则可根据实际需要进行调整。修障时长为上限型指标,指标数据量化建模应能真实反映客户宽带服务感知的情况,并实时计算单指标评分。

修障时长指标的量化参考集团公司的考核标准和一线抢修的经验数据,设定24 h内修复为优,超过48 h为差,中间线性计算 K_n 健康值得分,如表4所示。

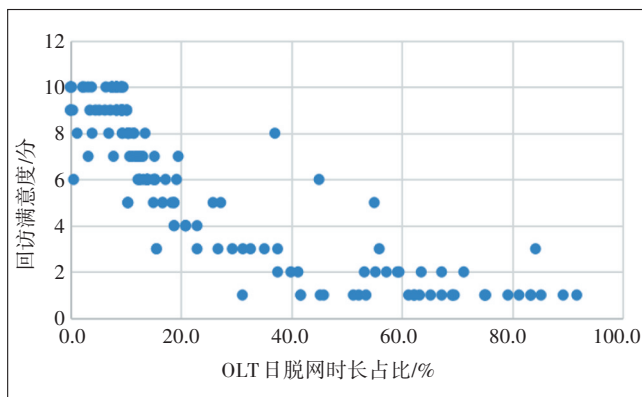


图3 OLT日脱网时长占比与回访满意度的关联分析

表3 OLT日脱网时长占比建模

指标 K_2	用户类型	0分阈值	(0,60]差感	(60,100]	100[优]
OLT日脱网时长占比 X	签约速率500 Mbit/s及以上	$X \geq 40\%$	$40\% > X \geq 15\%$	$15\% > X \geq 0$	$X = 0$
	签约速率500 Mbit/s以下	$X \geq 50\%$	$50\% > X \geq 20\%$	$20\% > X \geq 0$	$X = 0$

表4 修障时长建模

指标 K_3	0[差]	(0,100)	100[优]
修障时长 X/h	$X \geq 48$	$48 > X > 24$	$X \leq 24$

3 家庭宽带用户网络感知运营系统

基于家庭宽带用户网络感知运营的目标,广东联通宽带感知优化团队建立家庭宽带用户网络感知运营系统,拉通B+O+C域构建家庭宽带用户感知基础数据底座,建立用户维度端到端感知评价、分析,量化客户感知,实现客户感知质量可测评、可分析、可追溯,支撑省市客户感知优化中心实现面向家庭宽带用户的网络感知运营管理,系统架构如图4所示。

初步建模完成后,以CES、NPS、TCSI满意度调研清单不断反向迭代调整指标模型和各指标权重,最终

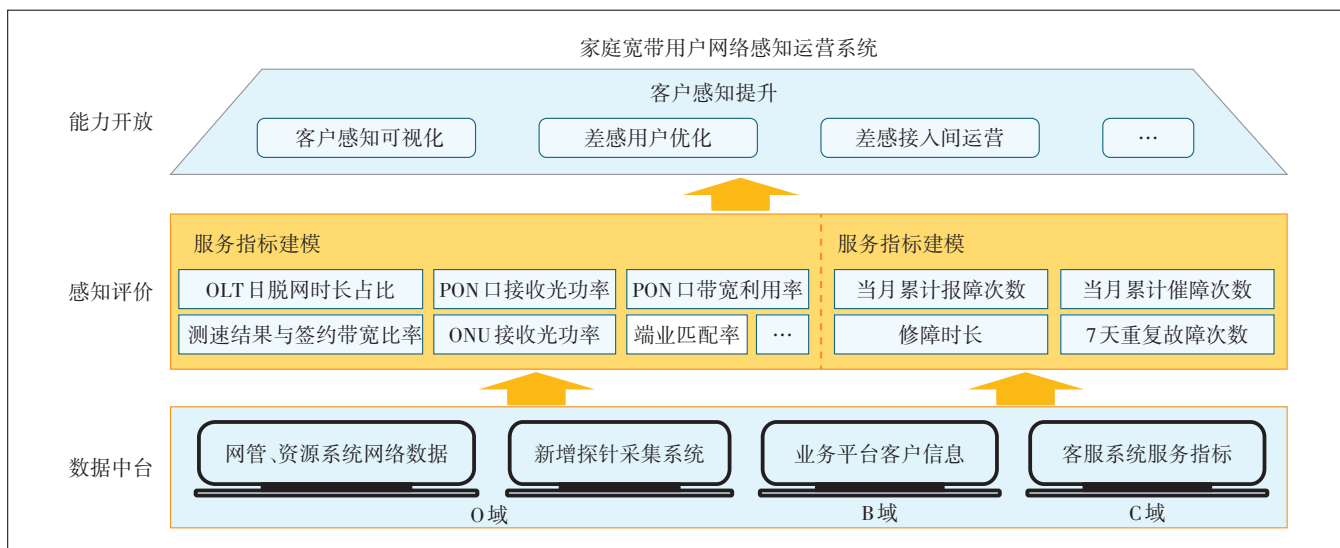


图4 家庭宽带用户网络感知运营系统

形成家庭宽带用户感知评价模型。后期累计到充足的样本量,还将运用AI智能技术反复学习训练、实现客户维度感知智能预测,提升感知预测准确度。广东联通宽带感知优化团队通过家庭宽带用户网络感知运营系统进行网络指标、服务指标等画像建模,实现主动的宽带客户感知运营管理,通过感知问题预判和差感客户分析进行精准网络优化,有效提升客户感知。

4 家庭宽带用户网络感知评价模型应用与实践

4.1 感知能力赋能一线

系统输出家庭客户整体网络感知评价得分,定义60分以下为差感用户,将差感用户清单赋能地(市)网络一线进行感知修复和维系,同时赋能客服一线进行感知修复回访,形成闭环。截至2021年11月,差感用户占比从2021年7月的2.23%压降至0.65%,如图5所示。

4.2 网络运营能力提升

以差感用户分布进行聚类接入间差感分析,定义用户量30户以上、且差感用户占比大于10%的接入间为差感接入间,输出清单及解决方案,派发感知工单到分公司整改,并联动客服部获取满意度回访结果,实现整改闭环验收。截至2021年11月,差感接入间占比从2021年6月的1.71%压降至1.02%,如图6所示。

系统实现家宽感知分析报表自动化生成,分析省、地(市)、接入间多个维度的感知变化情况,输出对

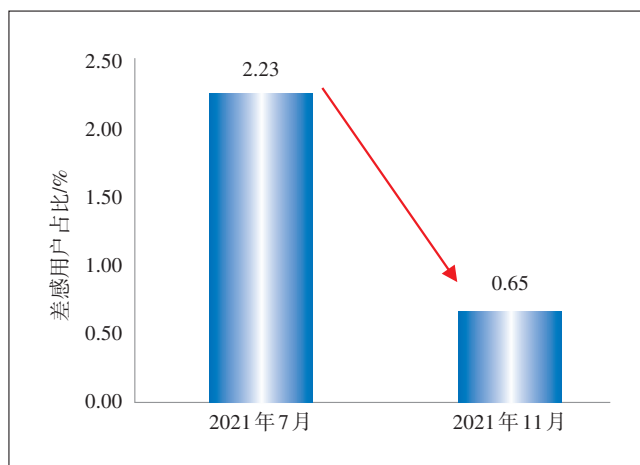


图5 差感用户占比趋势

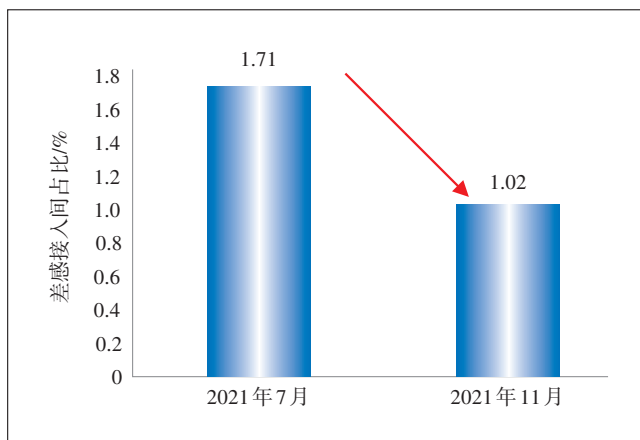


图6 差感接入间占比趋势

应的网络感知痛点,自动生成感知工单,跟踪工单解决情况。

4.3 应用成效

自2021年年中开始应用家庭宽带用户网络感知评价模型以来,家庭宽带用户网络感知运营系统持续输出差感用户和差感接入清单,赋能一线优化,成效达到预期。2021年广东联通宽带网络NPS呈上升趋势,如图7所示,2021年第3季度定比2020年第4季度提升18.6分,南方排名第3。

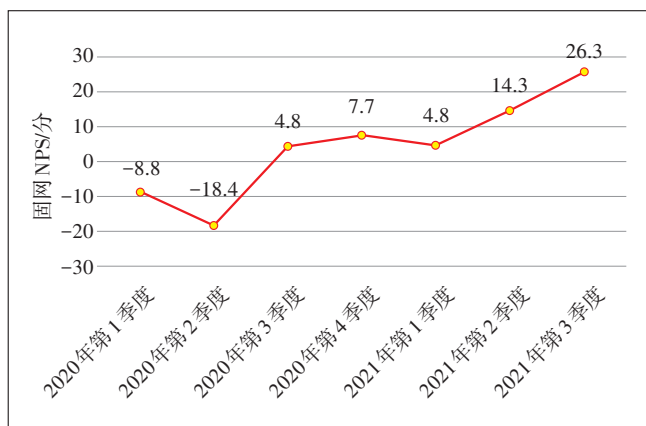


图7 宽带网络NPS趋势

5 结束语

随着业务的不断推出、技术的不断变化和网络能力的不断提升,家庭宽带用户感知评价模型将会根据实际情况不断调整。在现有感知运营系统的基础上,广东联通宽带感知优化团队通过全省家庭网关覆盖软探针针对家庭网关进行信息采集和业务拨测,实现家庭网关的总体健康状态及业务访问质量监测分析,打造更全面的用户画像,进一步扩展家庭宽带用户网络感知评价系统中的分析维度和能力,提高感知评价系统的准确度。通过家庭宽带用户网络感知评价系统全段落的网络分析,实现用户级业务质量感知、质差用户动态预警、价值客户挖掘,持续提升用户感知,增加家宽业务收入。

参考文献:

[1] 刘兴亮,王斌. 数字中国:数字化建设与发展[M]. 北京:中共中央党校出版社,2021:30-37.
 [2] 安筱鹏. 重构:数字化转型的逻辑[M]. 北京:电子工业出版社,2019:17-19.
 [3] 欧阳晔,胡曼恬,亚历克西斯·休特,等. 移动通信大数据分析——数据挖掘与机器学习实战[M]. 北京:清华大学出版社,2020:220-235.

[4] 赵宏田. 用户画像:方法论与工程化解决方案[M]. 北京:机械工业出版社,2020:20-45.
 [5] 陈启荣. 论如何提高宽带用户感知度[J]. 通信电源技术,2016,33(3):111-112.
 [6] 单祥飞. 光纤通信技术的现状及其发展研究[J]. 通信电源技术,2020,37(5):234-235.
 [7] 林彬,吴忠华. 基于用户行为感知的宽带业务质量分析优化方法研究[J]. 有线电视技术,2019(11):16.
 [8] 李少晖,成城,刘谦. “宽带中国”战略实施进展与我国宽带发展现状[J]. 电信网技术,2016(9):27-35.
 [9] 高亮. 宽带接入技术及其发展现状[J]. 中国新通信,2013,15(18):42-43.
 [10] 戴斌. 江西电信光网络端到端的质量保障研究和设计[D]. 南京:南京邮电大学,2018.
 [11] 李坡,钟端. 宽带存量客户的维系管理优化研究[J]. 明日风尚,2018(22):365.
 [12] 邬高萍,王文坤. 论道用户感知与宽带服务[J]. 中国新通信,2012(5):23-24.
 [13] 张延盛,徐银. 基于用户访问感知的家宽业务质差识别研究与实践[J]. 电信工程技术与标准化,2020,33(8):63-68.
 [14] 杨锡慧,凌云志. 网速慢的用户客户感知度专题分析[J]. 江苏通信,2015,31(3):60-62,64.
 [15] 李宝磊,任晓华. 中国移动家宽用户感知质量评估方法研究[J]. 电信工程技术与标准化,2018,31(7):10-13.
 [16] 荀息芳. 宽带业务质量综合分析系统技术方案[D]. 北京:北京邮电大学,2009.
 [17] 王恒石,陈强,王亮. 多维联动构建家庭宽带资源质量管控体系[J]. 通信管理与技术,2019(6):34-37.
 [18] 邬高萍,王文坤. 试论IP宽带用户感知度与网络质量的关系[J]. 当代通信,2005(24):23-24.
 [19] 刘洋. 基于GPON技术实现家庭高带宽用户接入的研究与应用[D]. 大连:大连理工大学,2015.
 [20] 朱朋举. SZ移动家宽客户满意度提升策略研究[D]. 成都:电子科技大学,2018.
 [21] 刘梦玲,陈估. 基于冰山模型的家宽业务满意度服务体系研究[J]. 长江信息通信,2021,34(10):212-214.
 [22] 付宇辉,屈礼超. 以客户角度评价宽带质量及端到端感知提升探讨[C]//陕西省通信学会2016年学术年会论文集. 2016.
 [23] 郑雪莉. 基于家宽端到端质量管理体系的满意度提升研究[J]. 山东通信技术,2020,40(2):43-45.
 [24] 周玮. 浅析家庭宽带业务性能指标监控的实现[J]. 中国宽带,2021(11):181-182.
 [25] 陶轶,许锡明,房志辉,等. 运营商基于QoE的家庭宽带指标感知体系[J]. 现代电信科技,2017,47(4):68-73,78.

作者简介:

陈雪芬,工程师,学士,主要从事运营商网络感知分析优化工作;吴凯洲,工程师,硕士,主要从事家庭客户感知优化工作;刘雯,工程师,硕士,主要从事客户感知数据分析工作;张宏辉,工程师,学士,主要从事通信网络优化与管理、重大活动网络保障等工作。