



## 智能终端网络性能与问题定位方法研究及应用

杨辉宇,郑浩彬,李金生,吕汉鑫

(中国移动通信集团广东有限公司网络管理中心 广州 510623)

**摘要:**针对网络中终端性能对用户感知的影响,提出了一种高效定位终端性能问题的方法——五步法,通过现网话单日志验证了该方法的有效性及其高效性。理论分析与实验结果表明,与传统终端分析方法相比,“五步法”省去了繁杂的维度分析,将其智能化,具有简单明了、客观性强、计算重复度低、实用性强等优势;为处理海量的用户话单数据稳定性提供了有力的支撑,使得定位结果更加精准;采用扁平化设计可灵活扩展话单数据类型,以满足不同的业务需求。

**关键词:**五步法;终端问题定位;多维度;用户感知

**doi:** 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.01.017

## Research and Application of Intelligent Terminal Network Performance and Problem Location Method

Yang Huiyu, Zheng Haobin, Li Jinsheng, Lv Hanxin

(Network Management Center, China Mobile Group Guangdong Co., Ltd., Guangzhou 510623, China)

**Abstract:** Aiming at the effects on network performance of terminal user perception, a kind of high efficient positioning terminal performance issues called five steps was put forward, and through the real log data billed experiment, the effectiveness and efficiency of this method was verified. Theoretical analysis and experimental results show that, the “five steps” save the multifarious dimension analysis, and it has the advantages such as simple and clear, strong objectivity, low computing duplication, strong practicability, and so on. Expanding the system after the flat design can be billed in the data type, in order to meet the different needs of the business.

**Key words:** five steps, terminal problem location, multi-dimensional, user perception

### 1 引言

随着 3G/4G 移动互联网的高速发展,智能终端在现网中的应用及普及程度越来越高。智能手机在加速移动通信网络与互联网融合的同时,也给移动网络运营商带来了前所未有的挑战:

- 智能手机大量的移动宽带数据业务需求,对运营商网络容量和资源利用方式等提出了挑战,目前已出现某些运营商受到智能手机引发的数据井喷的冲击,导致网络出现故障的案例;

- 伴随着终端流量井喷,涉及的关于智能手机的用户投诉越来越多,由于其涉及的业务链较长,问题定位的难度加大。

目前终端的问题挖掘主要采用针对客户投诉记录挖掘分析(方法 1)和终端人工遍历测试(方法 2)两种方法。方法 1 从投诉时间、投诉地点、投诉内容、客户品牌以及终端类型等维度进行挖掘分析,找出与终端相关且具备共性的投诉案例进行拨测验证;方法 2 则通过在现网按预设条件对疑似存在问题的智能终端进行大量测试,最后汇总测试结果并进行二次确认和排障。以上两种方法虽均能定

位、解决部分终端问题,但方法 1 存在数据来源滞后、时效性不高的问题,而方法 2 存在测试终端完备性不足且投入成本较高等问题。为此,本文提出了一种高效定位终端性能问题的方法——五步法,主要思想和技术特点为:以现网用户话单日志数据为依据,对话单中的 URL、用户、错误码、用户集中度等进行多维度自动化智能分析,同时结合 BP 神经网络寻找最优的集中度阈值参数,以提升同一用户群体不同批次网络日志分析的效率和准确度。该方法以现网的用户作为庞大的虚拟测试群体,使得分析数据更具有实时性,在大幅提升挖掘效率的同时有效降低了遍历测试带来的投入成本。

2 终端问题智能定位“五步法”原理

2.1 “五步法”算法流程

通过建立智能终端性能分析及问题定位的常态化流程和方法,提升智能终端的性能表现和终端用户感知。五步分析法概览如图 1 所示。

本文提出了一种在网络侧准实时、高效、快速发现终端问题的方法(五步法),并通过固化分析流程,实现终端问题发现及定位的智能自动化。

终端问题及性能的智能分析包含如下 5 步:

- (1)按终端维度统计现网全量终端的网络指标,挑选指标异常的终端作为侧重挖掘的范围;
- (2)提取现网中使用这些指标异常终端的用户的全量网络日志;
- (3)对用户日志进行预处理,建立分析数据库并生成预分析中间表;
- (4)遍历预设的终端问题智能分析流程,从海量数据中筛选出初步定位的终端问题列表;
- (5)通过终端侧抓取分组、网络侧信令跟踪人工拨测等手段,使用终端实体对(4)中初步筛选的终端问题进行逐一定位,最终确定软硬件或性能存在问题的终端及其对应的症状,从网络侧或终端厂商寻求问题的解决方法。

通过对终端性能及用户上网行为的研究发现,影响用户上网感知的主要因素可分为 SP、应用软件、用户行为、终端及终端与网络匹配五大类。在问题定位过程中,五大类问题区分判定的依据由话单日志中的 URL、用户、终端型号、错误码等信息的维度集中/分散性所决定。各问题分类与对应分析维度的集中/分散特性关系见表 1。

表 1 分析维度情况

| 问题分类    | 分析维度               |    |         |          |
|---------|--------------------|----|---------|----------|
|         | URL                | 用户 | 终端型号    | 错误码      |
| SP 原因   | 集中                 | 分散 | 分散      | 相对集中     |
| 应用软件    | URL 相对集中,明确由某个应用发起 | 分散 | 同一类操作系统 | 相对集中     |
| 用户行为    | 集中                 | 集中 | 集中      | 相对集中     |
| 终端原因    | 集中或者分散             | 分散 | 集中      | 分散       |
| 终端与网络匹配 | 集中                 | 分散 | 集中      | 相对集中在网络侧 |

2.2 应用 BP 神经网络优化挖掘参数

在对网络日志采用“五步法”进行问题挖掘时,不同 URL、用户、终端型号、错误码的集中度阈值参数直接影响智能化输出的初步定位问题的数量和质量。为了使流程输出的问题更符合预期,需要使用 BP 神经网络对 URL、用户、错误码、终端型号的集中度阈值参数进行自适应最优调整,通过设置预期输出进行迭代训练,寻找最优的集中度阈值参数,以提升同一用户群体不同批次网络日志分析的效率和准确度。

为进一步智能判定上述各维度的集中/分散性,对每个维度引入了  $n$  及  $m$  两个变量,若前  $n$  项累加值  $C$  大于(或等于)设定的门限值  $m$ ,则判定为维度集中,反之则为分散。维度集中性判定式如下:

$$\sum_{i=1}^n C_j \geq m\% \tag{1}$$

为使流程输出的问题更符合预期,问题定位过程中需对流程涉及的集中度参数进行自适应调整,为此设计并引

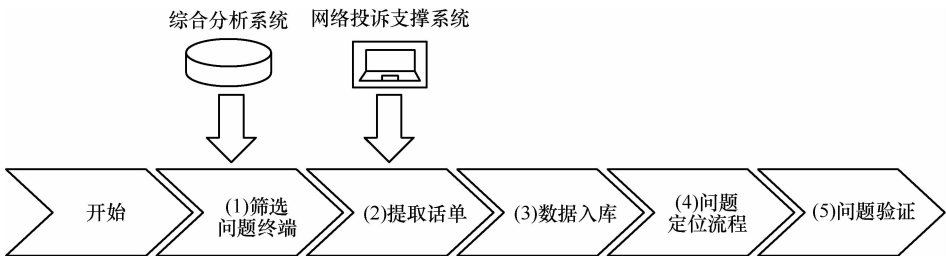


图 1 五步分析法概览



入了BP算法。该算法具备监督式的学习特性,其主要思想为:输入学习样本,使用反向传播算法对网络的权值和偏差进行反复的调整训练,使输出的向量与期望向量尽可能地接近,当网络输出层的误差平方和小于指定的误差时训练完成,保存网络的权值和偏差。具体步骤如下。

(1)初始化,随机给定各连接权 $[w]$ 、 $[v]$ 及阈值 $\theta_i, r_i$ 。

(2)由给定的输入输出模式对,计算隐层、输出层各单元输出,分别为:

$$b_i = \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} a_j - \theta_i \right) \quad (2)$$

$$c_i = \left( \sum_{j=1}^n v_{ij} b_j - r_i \right) \quad (3)$$

其中, $b_j$ 为隐层第 $j$ 个神经元实际输出, $c_i$ 为输出层第 $i$ 个神经元的实际输出, $w_{ij}$ 为输入层至隐层的连接权, $v_{ij}$ 为隐层至输出层的连接权。输出层和隐层的校正误差表示如下:

$$d_i^k = (y_i^k - c_i) c_i (1 - c_i) \quad (4)$$

$$e_j^k = \left[ \sum_{i=1}^q d_i^k v_{ij} \right] b_j (1 - b_j) \quad (5)$$

其中, $d_i^k$ 为输出层的校正误差; $e_j^k$ 为隐层的校正误差。

(3)计算新的连接权及阈值,计算式如下:

$$v_{ij}(n+1) = v_{ij}(n) + \alpha d_i^k b_j \quad (6)$$

$$w_{ij}(n+1) = w_{ij}(n) + \beta e_j^k a_i \quad (7)$$

其中, $\alpha, \beta$ 为学习系数( $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$ )。

(4)选取下一个输入模式对(2)的输出模式进行反复训练,网络输出误差达到要求后结束训练。

## 2.3 终端问题定位流程细化

根据五大类问题特性及各维度在用户感知面优先级的不同,对图1步骤(4)的定位流程进行了细化。主要根据关键维度的优先级特性,建立了由SP数据、用户数据以及终端问题或终端与网络匹配问题入手的针对疑似问题终端用户日志的智能化筛选流程,并根据该结果挖掘出5类终端问题的列表。图1步骤(4)的细化子流程如图2所示。

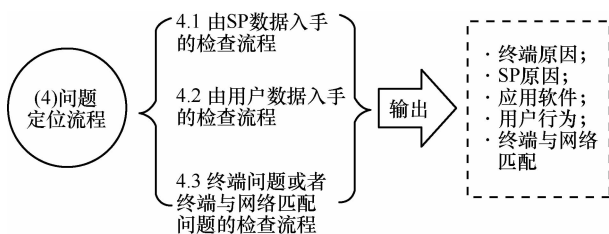


图2 步骤(4)子流程

步骤(4)分为3个子流程,每个子流程将输出若干个终端问题分类的疑似案例。

### 2.3.1 由SP维度入手的定位流程

由SP维度入手的定位流程如图3所示,具体介绍如下。

(1)统计全局SP的成功率,筛选成功率过低和访问次数较大的SP作为分析的目标对象;

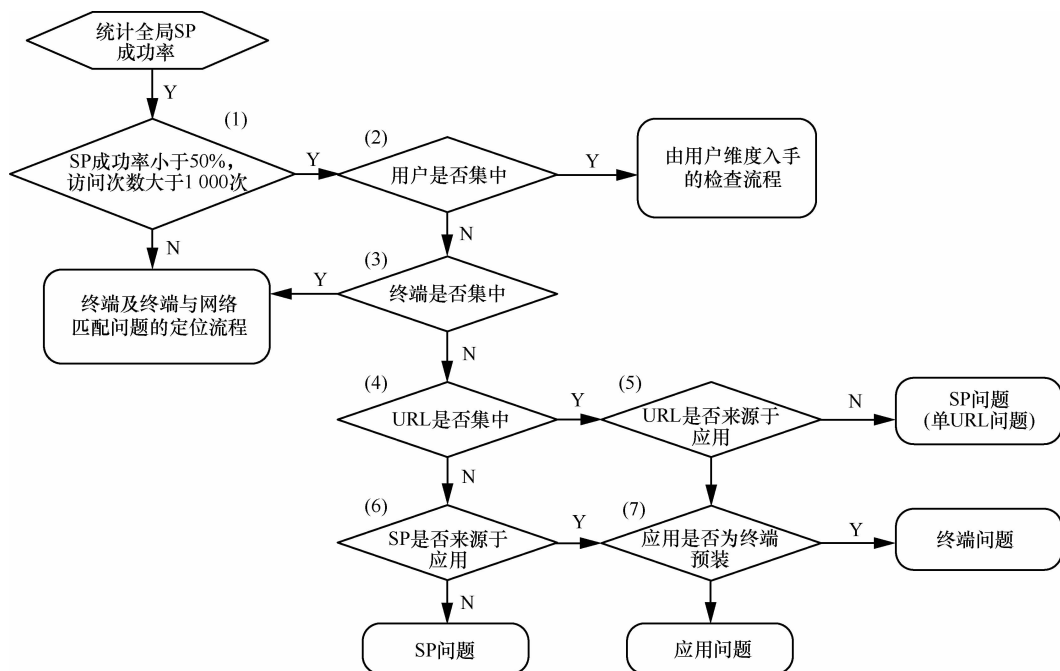


图3 由SP维度入手的定位流程

(2)判断这些 SP 的访问是否集中在某些用户,如果是,则转向第 2.3.2 节;

(3)判断这些 SP 的访问是否集中在某些终端型号,如果是,则转向第 2.3.3 节;

(4)判断这些 SP 的访问是否集中在某些具体的 URL;

(5)判断这些 URL 是否由某些应用程序发起,如果否,则筛选出 SP 问题(单 URL 问题)分类;

(6) 如果 URL 不集中,判断 SP 的访问是否来源于应用,如果否,则筛选出 SP 问题分类;

(7)判断 SP/URL 来源的应用是否为终端的预装应用,如果是,则筛选出终端问题分类,否则筛选出应用问题分类。

### 2.3.2 由用户维度入手的定位流程

由用户维度入手的定位流程如图 4 所示,具体介绍如下。

(1)将按照终端维度筛选出的某款终端产生错误代码的所有话单记录作为分析对象;

(2)判断这些带错误代码的访问记录是否集中在某个用户号码;

(3)如果集中在某个用户,判断访问记录是否集中在某个 SP,如果否,则筛选出用户行为分类;

(4)如果用户不集中,判断访问记录是否集中在某个状态码,如果否,则转到第 2.3.3 节;

(5)如果(2)中筛选出来的用户与其他用户一样访问该 SP 的成功率比较低,则转到第 2.3.1 节,否则筛选出用户行为分类。

### 2.3.3 终端及终端与网络匹配问题的定位流程

终端及终端与网络匹配问题的检查流程如图 5 所示,具体介绍如下。(1)~(2)如果第 2.3.1 节、第 2.3.2 节流程没法输出终端问题列表,则跳转至第 2.3.3 节流程进行其他因素的判断;(3)~(6)根据用户的网络访问日志,判断用户访问的文件类型、终端软件版本、发起的业务类型、业务经过的网络设备是否存在集中的特征,上下行流程是否存在异常;(7)如果上述条件存在集中的特性,则针对条件出现的场景使用对应的实体终端进行测试和问题重现,从而筛选出终端或终端与网络匹配问题的分类。

## 3 “五步法”现网应用成效

数据来源:某市 GPRS 上网成功率指标低的前 100 款终端对应的用户某年 7 月份全量话单。

实验成果:分析数据源涉及用户数 10 万人,话单量 12 亿份(15 TB),并挖掘出影响用户上网感知的五大类问题数共计 122 个,相关问题已经协助网络设备厂商、SP、手机应用厂商进行修复,有效地改善了用户感知。五大类问题的分布如图 6 所示。

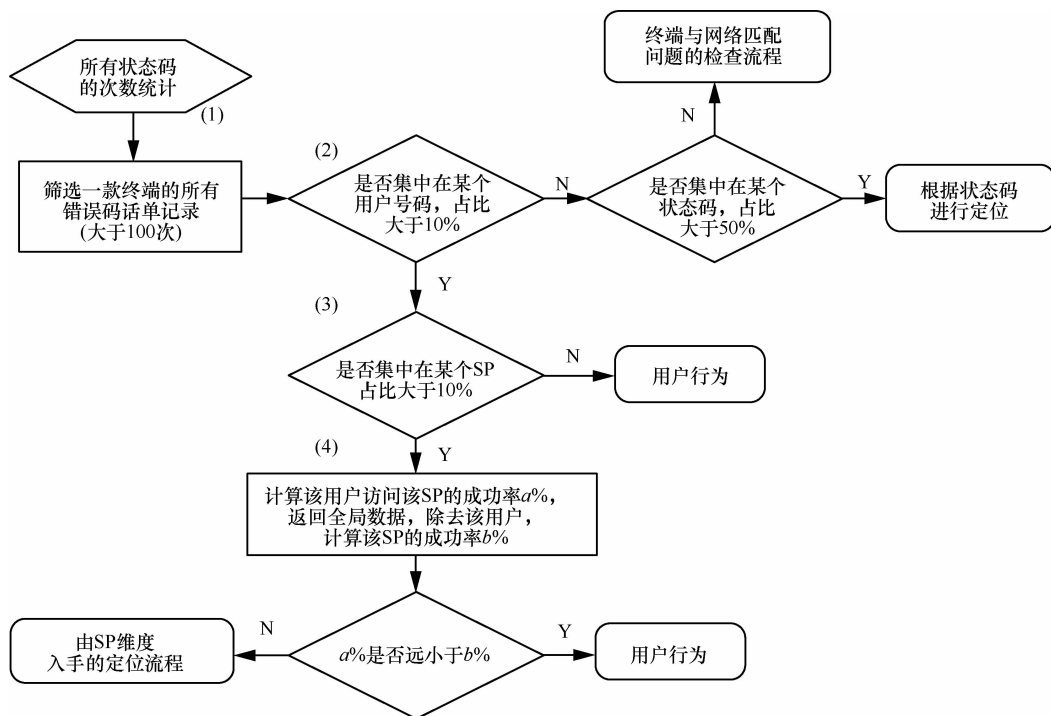


图 4 由用户维度入手的定位流程

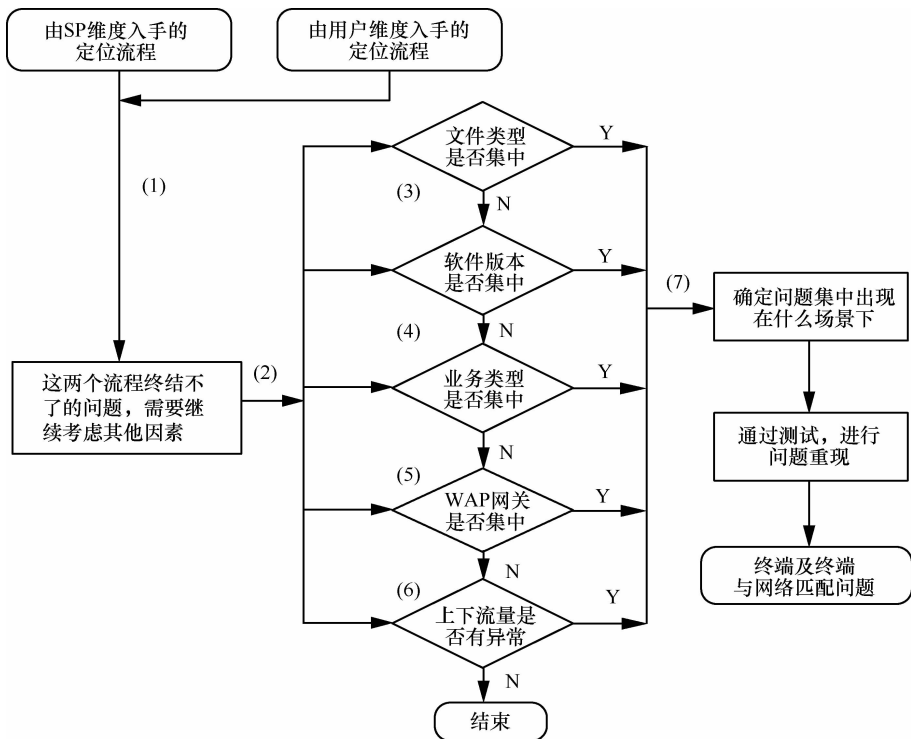


图5 终端及终端与网络匹配问题的检查流程

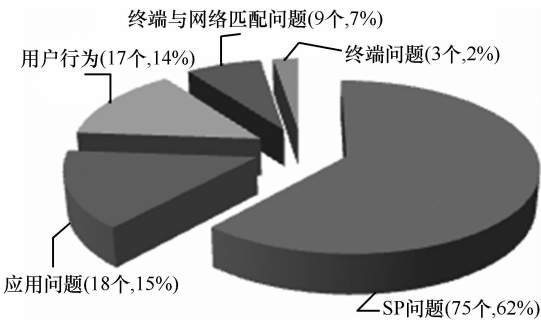


图6 影响用户上网感知的五大类问题的分布

(1) 案例 1:WAP 网关参数配置问题导致用户无法正常访问

问题现象的描述见表 2。

通过话单分析发现失败请求在 SP、URL、终端、用户等维度都分散,但集中在某厂商的几套 WAP 网关,通过拨测验证发现,当用户请求的文件大于 3 MB 时才会失败;检查该厂商 WAP 网关的参数设置,发现设备在处理大于 3 MB

的文件下载时存在缺陷。

该 WAP 厂商通过版本升级解决了文件下载大小限制的问题,提升了全省约 500 万通过该厂商设备接入 CMWAP 网络的用户的大文件下载感知。

(2)案例 2:“手机防盗”功能设计缺陷导致后台短信重发

问题现象:通过网络监测发现,多个国产知名品牌的 30 多款终端每分钟不间断地向后台重发短信,在占用网络资源的同时也影响用户感知。

采用“五步法”定位发现错误码集中在 193(目标地址非法),且终端型号和目标地址集中。通过使用终端拨测发现,当终端启用手机防盗功能并更换 SIM 卡后,如果用户设定的防盗短信接收号码非法,系统会在后台每分钟重发短信,导致出现大量失败短信。

将手机防盗功能的缺陷反馈至相应的终端厂商进行修复,改善了该部分用户的感知,降低了短信网络的

表 2 问题现象

| 问题分类      | 域名            | 访问次数     | 成功次数    | 成功率   | 访问量占比 | 访问的用户数 |
|-----------|---------------|----------|---------|-------|-------|--------|
| 终端与网络匹配问题 | down.bb**.com | 54 818 次 | 5 007 次 | 9.13% | 0.07% | 89 个   |

表 3 问题现象描述

| 问题分类 | 域名                    | 访问次数      | 成功次数      | 成功率    | 访问量占比 | 访问的用户数 |
|------|-----------------------|-----------|-----------|--------|-------|--------|
| 应用问题 | mobilelegw.***pay.com | 575 268 次 | 218 472 次 | 37.98% | 2.30% | 36 个   |

无效负荷,初步统计涉及用户 3 000 人,短信量每天 200 万条。

(3)案例 3:某手机支付客户端设计不合理导致用户访问失败

问题现象描述见表 3。

采用“五步法”定位该问题在各维度均不集中,定位发现请求来源于某手机支付应用。测试发现,支付账号必须与手机号码绑定,并开通支付功能,且必须在绑定的手机号上登录与支付时才能成功,否则失败并提示“网络故障”,而事实上为软件应用设计问题。

该应用用户量大(日活跃用户约为 5 万个),已将问题反馈至该支付应用的厂商。

综上所述,“五步法”实现了多维度分析的智能自动化,具有简单明了、客观性强、计算重复度低、实用性强等优势,为处理海量的用户话单数据稳定性问题提供了有力的支撑,使得定位结果更加精准。

4 结束语

针对网络中终端性能对用户感知的影响问题,提出了一种高效定位终端性能问题的方法——五步法,通过现网话单日志数据实验验证了该方法的有效性及其高效性。理论分析与实验结果表明,与传统终端分析方法相比,“五步法”省去了繁杂的维度分析,使其智能自动化,具有简单明了、客观性强、实用性强等优势;“五步法”智能终端挖掘系统为处理海量的用户话单数据稳定性问题提供了有力的支撑,使得定位结果更加精准;采用扁

平化设计可不断扩展话单数据类型,以满足不同的业务需求。

参考文献

1 Matthew Z. Neural Networks in Artificial Intelligence. USA: Ellis Horwood Limited, 1990  
2 Martin H. Neural Network Design. PWS Publishing Company, 1996

[作者简介]



杨辉宇,男,中国移动通信集团广东有限公司网络管理中心工程师、副总经理,主要研究方向为移动数据通信、传输、数据挖掘。

郑浩彬,男,中国移动通信集团广东有限公司网络管理中心工程师、增值网络维护室副经理,主要研究方向为移动数据通信。

李金生,男,中国移动通信集团广东有限公司网络管理中心工程师、增值网络维护室网络运行支撑主管,主要研究方向为计算机应用技术。

吕汉鑫,男,中国移动通信集团广东有限公司网络管理中心工程师、增值网络维护室高级网络运行支撑主管,主要研究方向为数据挖掘。

(收稿日期:2013-11-15)

(上接第 109 页)

径,也是当前渠道发展的重要方向。电子渠道对客户营销服务的作用日益重要,但由于政企客户的营销、服务、产品等方面的复杂性,目前的电子渠道(包括网厅、掌厅及即时通信等)针对政企客户的营销服务功能仍然相对薄弱。如何有针对性地实现其与现有渠道的互为补充、融合,形成多层次、立体化的产品、营销、服务渠道体系,需要结合科技和应用的发展变化,不断地收集、梳理、分析客户需求,探索不同场景下的差异化模式。

[作者简介]



赵猛,男,中国电信股份有限公司上海研究院行业应用创新部主任助理,主要研究方向为电子渠道应用、行业信息化、企业运营管理与客户服务、移动互联网等。

(收稿日期:2013-10-25)