



面向用户体验的 IT 指标管理研究与应用

林文锋, 黄国文

(中国移动通信集团广东有限公司 广州 510623)

摘要: 为了评估 IT 系统的应用效能, 构建面向用户体验的 IT 指标管理体系, 是实现 IT 监控管理从基础设施监控向业务监控的基础和关键。分析了 IT 业务监控的新需求, 设计了面向用户体验的 IT 指标体系, 提出并构建了应用效能监测平台, 依靠此平台, 能够自动监控和分析其 IT 系统问题。

关键词: 用户体验; IT 指标; 监控; 指标模型

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.04.022

Research and Application of IT Indicator Management Oriented User Experience

Lin Wenfeng, Huang Guowen

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

Abstract: To evaluate the user experience of IT systems, building up a user experience oriented IT key performance indicator architecture, which is the foundation of transferring the IT management from the infrastructure monitoring and analysis to service monitoring and analysis. Based on the lot of real world's new requirements of the IT service management, the architecture of user experience oriented IT key performance indicator was analyzed and designed, and an application management effectiveness platform or system was implemented, via the platform, could automatically and effectively monitor and analyze the IT systems.

Key words: user experience, IT indicator, monitoring, indicator model

1 引言

电信运营企业为了企业运营管理的需要, 构建了数量庞大的运营支撑系统, 而这些系统主机数量多、网络分布广、网络结构复杂; 网络设备由不同厂商供应, 多种系统及网络协议并存。另一方面, 系统和网络维护人员数量有限, 系统的日常管理和维护相当困难。由于缺乏统一的 IT 监控管理支撑手段, IT 系统的运营能力不足, 同时也影响业务的支撑与响应。为此, 电信运营商需要引入以流程为导向、以用户满意度和服务品质为核心的 IT 服务管理 (ITSM) 理念, 对其网络、主机和数据库系统等进行全面、集中、有效的监控和管理。通过实施 ITSM 使 IT 系统具有高

效性、实用性和可扩展性, 并从根本上转变管理手段, 提高管理水平, 规范管理流程, 从而提高整个计算机系统的稳定性和可靠性, 降低设备故障率, 保障各业务系统平稳、健康地运行。

IT 服务管理系统一般由 IT 服务管理和 IT 监控两部分组成, IT 服务管理平台主要实现 IT 运行过程中的日常工作支撑, 包括服务台、IT 业务数据分析和展现、信息公告模块、IT 资产、IT 人员等 IT 运营的管理功能, 同时提供服务支持、服务交付、需求管理、运营维护等 IT 管理流程的支撑。IT 监控一般包括以下 3 部分。

- IT 基础设施监测平台, 实现对 IT 基础设施的告警、性能数据的采集和关联分析, 监测对象包括 IT 网

络、主机、存储备份、数据库、中间件、桌面、机房环境等。

- IT 应用软件监测平台, 实现对应用软件系统的告警、性能数据的采集和关联分析, 监测对象包括各类 OSS, 如服务开通、资源管理、综合网管等业务系统。
- 业务可用性监测平台是从系统使用用户角度检测相关业务系统的可用性, 实现对业务平台可用性的集中化、可视化管理。系统监测的业务范围包括业务开通、服务投诉等用户直接使用的业务。

在构建 IT 监控管理的 3 个层次中, 存在逐层依赖的关系, 如何将 IT 基础设施监控指标、IT 应用软件指标与业务可用性指标进行关联, 是电信运营企业面临的一个难题, 也是本文重点研究的课题。本文将首先阐述如何构建面向用户体验的 IT 指标管理体系, 并给出在应用效能监测平台建设运营中的实际成效。

2 面向用户体验的 IT 指标体系研究

构建结构化、面向内外部用户的感知指标体系, 逐步建设基于监控指标体系的系统健康度监测平台, 实现系统运行状态、业务感知、性能瓶颈等的统一监测, 并根据关键业务指标提出系统优化及改进建议, 将 IT 对业务支撑的价值最大化和显性化。

2.1 面向用户体验的指标体系架构

用户体验指标体系的主要目标是: 建设以用户感知为驱动指标体系, 构建面向内外部用户的感知指标体系,

结合对系统产品指标 (productivity indicator, PI)、关键性能指标 (key-performance indicator, KPI)、关键质量指标 (key quality indicator, KQI) 以及用户感知指标 (customer key experience indicator, CEI) 的采集及计算, 形成 CEI-KQI-KPI-PI 的 4 层指标模型, 如图 1 所示, 具体介绍如下。

- CEI: CEI 是主观的体验, 由 KQI 监测结果与用户的主观反馈结合, 根据相应的权重关系复合运算得出, 综合考虑渠道、地域、角色等因素, 根据采集数据不断完善。
- KQI: KQI 是以用户为中心, 体现业务层面的关键指标, 可以是多个 KPI 的聚合, 也可以是单个 KPI。
- KPI: KPI 是以业务为对象, 体现业务在端到端实现中的各项关键指标, 整体反映系统的运行状态、业务效率等。
- PI: PI 是衡量组成系统的各类基础设施、模块及相关系统资源指标。

CEI-KQI-KPI-PI 的聚合模型涵盖业务域中所有可能影响用户感知的要素, 从多个维度建立起每个业务的用户感知拓扑结构, 并通过各要素指标聚合至用户的主观感知。

2.2 标准指标池及健康度模型

2.2.1 指标模型

指标模型的建立是为了反映业务整体健康度, 在传统 IT 系统资源监控的基础上, 结合业务服务的管理, 全面反映系统支撑能力和用户实际使用业务的整体情况, 并通过时间、位置、用户等维度进行观察, 从而有效分析出业务的使用状况和系统支撑的现状和趋势。

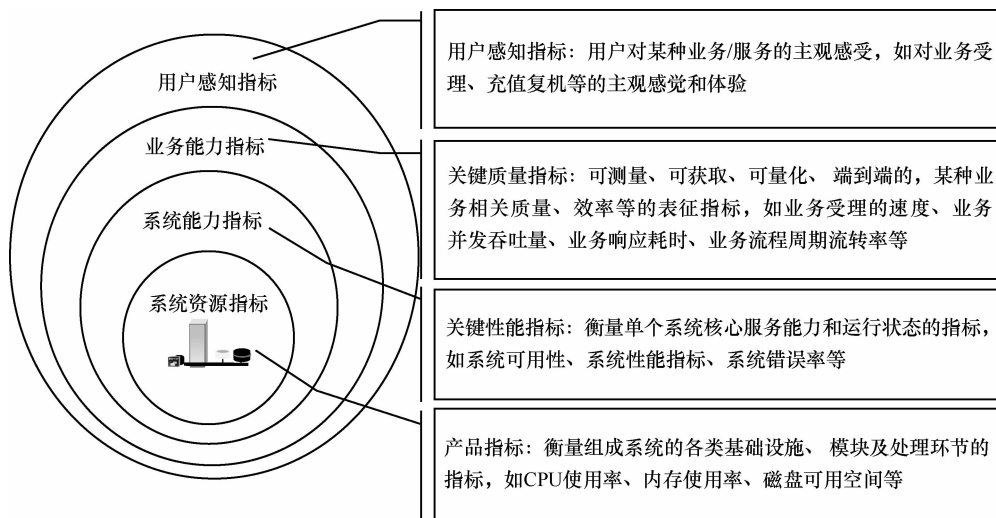


图 1 面向用户体验的指标体系架构示意



2.2.2 标准指标池 KPI/PI

4层逐步向上聚合的指标结构决定了指标从底层指标开始,根据用户的实际需求选取相应的底层指标聚合形成上层指标,同样,底层指标在衡量不同的资源或系统对象时也会有不同的输出,这里定义出基于体系结构按层级分类的标准类指标集合、各层级指标的标准指标集合,作为最终呈现的各类指标的基础指标集合。

KPI 标准指标池包括系统资源指标和系统能力指标两大类,如图 2 所示。

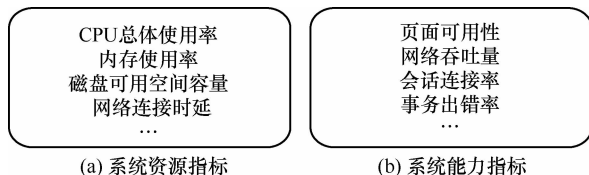


图 2 KPI 标准指标池

表 1 为系统资源指标及其说明。

表 2 为系统能力指标及其说明。

2.2.3 区域对象健康度指标 KQI1

区域对象健康度指标用于反映一个区域的系统运行状况,展示被监测系统的总体健康度、可用性,系统业务/性能变化趋势等指标见表 3。

表 1 标准指标池:系统资源指标

类型	子类型	指标	指标描述
网络	网络连通性	网络连接跳数指标	终端设备到核心服务器的网络连通性指标,单位为跳
		网络平均时延指标	终端设备到核心服务器的网络连接时延指标,单位为 ms
		网络稳定性(分组丢失率)	网络传输分组丢失率指标
		网络可靠性	网络传输平均无故障时间,单位为 h
	数据库端口连通性	连接异常次数指标	单位时间内连接数据库服务器异常超时的次数,单位为次/h
		平均时延指标	连接数据库服务器的平均时延,单位为 ms
	网络传输速率	基于 TCP 的数据传输速率指标	基于 Web Services 协议的上传/下载数据传输速率指标,单位为 kbit/s
服务器/终端	CPU	CPU 总体使用率指标	CPU 的总体使用率
		分 CPU 使用率指标	在多 CPU 情况下,每个 CPU 的使用率指标
	内存	内存使用率指标	内存当前的占用率指标
		内存页交换率指标	内存页交换率指标
	磁盘	磁盘可用容量指标	磁盘可用容量百分比指标
		磁盘 I/O 读写速率指标	磁盘 I/O 读写速率指标,单位为 KB/s
系统工具	中间件	等待队列指标	等待队列指标,单位为个
		稳定性指标	单位时间内出错的次数,单位为次/月
	数据库	可靠性指标	无故障时间,单位为 h/月
		稳定性指标	单位时间内出错的次数,单位为次/月
	应用	可靠性指标	无故障时间,单位为 h/月
		稳定性指标	单位时间内出错的次数,单位为次/月
		可靠性指标	无故障时间,单位为 h/月
		稳定性指标	单位时间内出错的次数,单位为次/月
		可靠性指标	无故障时间,单位为 h/月
		稳定性指标	单位时间内出错的次数,单位为次/月
		可靠性指标	无故障时间,单位为 h/月
		稳定性指标	单位时间内出错的次数,单位为次/月

表 2 标准指标池:系统能力指标

类型	子类型	指标
网络吞吐量	上行速率	网络上行速率
	下行速率	网络下行速率
会话指标	会话连接数(s/min/h)	按 s/min/h 统计会话连接数
	当前会话连接数	当前会话连接数
	持续最长会话链接表	会话链接时长统计
页面指标	页面加载时间	页面加载时间统计
	页面可用性/出错率	页面可用性 & 出错统计
	页面错误汇总	页面错误类型汇总及占比
	页面耗时统计	页面耗时统计
	页面流量统计	页面流量统计
	错误页面统计	错误页面按事务量统计

2.2.4 用户对象健康度指标汇总 KQI2

用户对象健康度指标用于反映用户在使用系统过程中所产生的系统响应指标,具体见表 4。

2.2.5 业务服务的健康度指标汇总 KQI3

业务服务健康度指标用于反映业务的可用性指标,具体见表 5。

2.2.6 按用户感知的指标 CEI

用户感知指标受上述指标的综合影响,其相互关系如

表 3 按区域对象统计指标集

KQI	指标描述	相关 KPI	计算方式
区域访问分析	用户访问区域分布	当前会话连接数	根据每个会话的来访 IP 地址统计访问区域
浏览器	用户端浏览器分类及比例	当前会话连接数	根据每个会话的用户端浏览器类型进行统计
错误分类	发生错误的页面的错误分类及比例	页面 HTTP 错误汇总	根据页面出错信息汇总,按区域代码和统计出错类型进行分类
并发用户数和页面访问量	当前在线用户数及访问量信息	当前会话连接数	实时获取当前在线用户数和根据访问量排名的页面及 URL 信息
应用系统访问	系统当前会话连接数	当前会话连接数	根据会话计算出应用系统的当前用户会话连接数
问题页面/功能排名	按错误时间排名的问题清单,按区域分类	页面 HTTP 错误汇总	根据错误事务数量排名的错误页面(URL)
用户访问排名	按用户访问量排名	当前会话连接数	根据会话数计算访问量最高的用户
区域访问页面/功能排名	业务功能排名按区域分类排名	当前会话连接数	根据会话数统计被访问最多的页面
区域访问量分析	区域访问量分布	当前会话连接数	根据会话数计算访问量最高的区域比例,并列出相应访问量数值
区域访问速率统计	区域访问速率统计	网络传输速率	根据网络速率计算访区域访问速率
区域访问页面耗时分析	区域访问页面耗时从高到低排名(平均耗时/最大耗时)	页面耗时统计	页面耗时
区域满意度	按区域分类,综合计算包含页面响应、错误概率在内的综合占比	页面耗时统计、错误页面统计	
区域业务可用性	不同区域的业务可用性	页面可用性/出错率	根据页面可用性统计区域的业务可用性
区域访问耗时统计	不同区域访问平均耗时统计	页面耗时统计	根据页面耗时统计出区域访问耗时的排名
系统资源健康度	系统资源节点运行状态实时统计		分别统计 CPU 使用率、内存占用率、磁盘空间占用率在内的系统资源,以占用率最高值呈现,并分别列出 3 类指标排名前 3 的资源节点

表 4 按用户对象统计指标集

KQI	指标描述	相关 KPI	计算方式
用户满意度	综合计算包含页面响应、错误概率在内的综合占比		根据区域响应时间和区域错误率统一计算
错误分类	发生错误的页面的错误类型及比例	页面错误汇总	根据页面出错信息汇总,统计错误类型百分比
并发用户数和页面访问量	在线用户数及访问量信息	当前会话连接数	根据会话统计用户量和相关页面的访问量
浏览器	用户端浏览器分类及比例	当前会话连接数	根据会话计算用户端浏览器类型
应用系统访问	系统当前会话连接数	当前会话连接数	
用户访问排名	系统用户按访问量排名	当前会话连接数	统计排名前 20 的访问用户
错误功能汇总及排名	系统一定时间内的错误信息并按照降序排列呈现	错误页面统计	分类统计错误页面的 URL 和原因
关键运维指标监控	主要业务场景 & 主要接口的响应和错误监控		厂商提供
整体业务排名	系统整体业务使用统计	当前会话连接数	根据会话数统计用户使用最多的前 20 个业务
业务耗时排名	系统业务按耗时(平均值)统计	页面耗时统计	根据会话数统计耗时最多的前 20 个业务
流量最大业务排名	系统业务按流量(平均值)统计	页面流量统计	根据会话数统计流量最大的前 20 个业务
接口耗时排名	耗时最长的接口		
端到端业务耗时按区域统计	端到端业务区域综合耗时排名		



表 5 按业务服务对象统计指标集

KQI	指标描述	相关 KPI	计算方式
服务可用性	业务系统是否能够提供正常业务服务的统计	页面可用性/出错率	通过页面可用性统计服务可用性排名
业务处理时长	业务系统处理一次业务交易的整体时间	页面耗时统计	通过页面耗时统计出业务处理平均时长
业务处理量	业务交易完成次数统计	当前会话连接数	通过当前会话连接统计业务交易量
业务服务故障统计	业务系统出现故障的次数	业务故障工单的次数	业务系统故障单次数
平均故障恢复时间	业务系统从故障到恢复正常使用的时间(平均值)	业务故障工单的处理时长	业务故障单开始时间和关闭时间的时长(平均)

下所示: $CEI = f(KQI1, KQI2, KQI3, \dots, \text{用户主观 } KQI)$ 。

具体说明如下:

- KQI1 为区域对象健康度指标, KQI2 为用户对象健康度指标, KQI3 为业务服务健康度指标;
- 用户主观类 KQI 是用户的主观使用感知, 如操作灵活、界面美观、系统一致等, 此类信息可以通过问卷调查、日常工作反馈等方式进行采集;
- KQI 为 CEI 的必要非充分条件。

2.3 指标阈值设计

指标阈值的产生原理是将采集到的指标数据与基于历史数据所计算出来的预警容忍线进行比较, 超过容忍线时触发告警产生机制。

根据系统运行时指标按时间分布的特性以及指标在监控时间段内的最大值及最小值分布情况, 针对不同时段设定不同的指标告警门限, 按照指标历史数据的实际分布情况, 设定当前时段内的合理分布, 并基于当前时段区域触发异常值告警, 动态基线与动态告警线之间的波动告警范围可以调整, 超出上下告警线将触发告警产生机制。动态阈值的计算将通过以下两步计算实现:

(1) 基线的确定, 基于历史数据的样本选取及预处理实现;

(2) 计算动态基线, 利用预处理后的有效历史数据计算波动范围的上下限。

2.3.1 指标历史数据的样本选取及预处理

(1) 样本的选取

对于过往一个月的历史数据, 原则上样本数据选取的时间空间越大, 数据准确度越高, 但实时数据选取及预处理需要耗费大量的比对空间及计算资源, 以一个月数据为基准样本, 在每个月末进行当月数据的采集工作。

(2) 样本数据的预处理

样本数据确定后, 剔除节假日、重大事件及类似时间点异常数据, 确保数据的一般性及日常化。

步骤 1 历史数据的归一化处理

提取各指标粒度 24 h 的历史数据, 记为 $X(x1, x2, \dots, x24)$, 将指标特征量归一, 分布在 $[0, 1]$ 上, 以体现不同指标的时间特征。

以单笔业务耗时为例, 取全天 24 h 耗时数据, 将每小时数据与全天耗时综合的比例作为业务耗时特征量, 全天 24 个特征量的和为 1, 经过归一化处理, 每个特征量可以描述当前时段占全天业务耗时的比例。

步骤 2 计算数据相关度

判断两个数据是否相关, 计算两个数据的差值比, 差值比越小, 则相关度越高, 反之则相关度越低。

步骤 3 数据有效性校验

通过设定数据相关度门限值对采样数据进行有效性校验, 当采样数据满足设定的门限值要求时, 则认为数据有效, 反之则为异常数据, 予以剔除。

2.3.2 计算动态基线

(1) 样本数据的选取及计算

利用预处理后的有效历史数据计算每小时指标波动的合理范围, 最终描绘 0~24 h 内指标的波动曲线和波动范围, 监控到任何在波动范围之外的数据都将触发告警。

(2) 指标数据分布计算及验证

通过分析系统运行中的各项指标分布, 根据正态分布定义计算基线的指标数据分布曲线:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

其中, 标准差根据式(2)计算得出各个指标数据的门限区域:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (2)$$

按照分级定制告警级别, 并设定级别门限区域: 一般告警, 告警门限设为 $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$; 严重告警, 告警门限设为 $[\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]$ 。

随着网络扩容、系统优化及业务量、市场策略等的不断

断变化,指标正常的波动区间也会发生变化,为了适应这种变化,准确发现系统的异常,需要对原先的基线进行调整,通常调整方式有如下两种:

- 一般情况下,每月初重新选定上一个月内的数据为新的样本数据,重新进行基线计算,以切合系统实际情况的变化;
- 手工方式修正,根据网络扩容、系统优化或业务量及市场策略带来的变化,设定相应的系数,与相应的指标数据基线相乘,得到新的基线及门限区域,调整时需要考虑对应指标的相关特性。

3 应用效能监测平台建设及运营成效

3.1 应用效能监测平台总体架构

综合资源系统承载着全省资源的集中管理、与网管系统接口提供资源数据和资源服务等任务,包含多个子系统以及各个区域系统的连接,因此端到端的用户体验存在问题。建设 OSS 应用效能监测平台的目的在于构建端到端的业务监控平台,形成完善的业务监控指标、系统能力及健康度的实时监控。OSS 应用效能管理平台功能框架如图 3 所示。

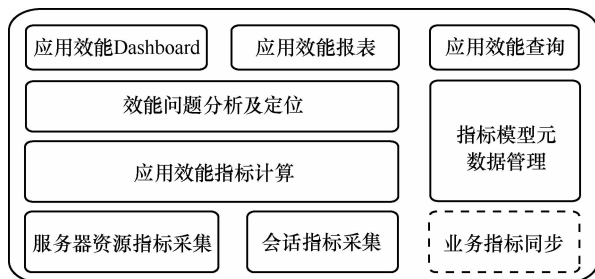


图3 OSS应用效能管理平台功能框架

OSS 应用效能管理平台主要功能包括以下几方面。

(1)实时监控

- 实时采集 OSS 运行时的状态信息,包括应用和服务的性能、可用性数据、基础设施的状态数据;
- 面向 OSS 构建从业务效能到用户体验、系统服务性能和基础设施性能的端到端效能指标体系;
- 提供 OSS 端到端效能指标的实时监控;
- 提供按区域、用户、业务等不同维度的实时监控功能。

(2)统计分析

- 提供系统资源类、系统区域访问、业务可用性、功能使用等多维度的统计分析;
- 提供基于业务/工单处理的性能统计报表;

- 提供各类 KPI 统计报表;
- 提供告警统计分析。

(3)系统优化及效能评估

- 进行功能使用频率分析、功能整合及优化;
- 进行应用架构分析,提供优化方向与建议;
- 进行业务流程整合与优化、接口流程整合与优化;
- 支持对受到 OSS 影响的业务效能问题的分析和原因定位,协助制定优化方案,支持对优化效果的分析和确认。

3.2 应用效能监控指标应用示例

以 GPON 宽带业务开通为例,通过采集系统能力类指标,基于所构建的 IT 指标模型,计算用户可感知的业务指标,从而提升 IT 监控对业务快速支撑的需求,如图 4 所示。

业务类指标主要面向业务(集团用户、家庭用户)和网络(核心网、数据网等),针对不同运维场景(开通、投诉、故障等)进行划分,这类指标的计算需要采集运维场景的全过程信息和结果信息(含人工处理和系统处理信息)。

系统能力类指标主要面向 OSS,针对不同的运维场景、不同业务的自动化支撑,这类指标的计算需要采集 OSS 运行态的外部响应指标(可用性、响应时间)和内部运行指标(性能、资源占用率)。

应用效能指标体系重点关注业务运营中涉及系统自动化支撑的相关动作,人工处理指标不纳入监控范围。

3.3 应用成效

面向用户体验的 IT 指标管理体系及 OSS 应用效能监测平台已成功应用于广东移动综合资源管理系统监控维护与运营,具体包括以下几方面成效。

(1)实现系统效能实时监测

- 建立综合资源指标监控体系,形成 4 层指标监控模式,自下而上实现对系统资源、系统能力、业务能力、用户感知的监控,对系统中出现的问题能够及时发现、快速定位,通过问题管理推动问题解决。
- 建立基于历史数据的动态阈值基线,准确捕获系统异常波动,实时推送告警信息,提高监控效率,降低运营成本。

(2)建立常态化优化体系

根据性能指标体系及监控结果,系统组从“云、管、端”3 个方面开展对系统性能的全面优化。例如,通过在用户终端安装探针,及时还原并检测用户侧的性能问题;通过网络探测、路由分析等进行网络问题的挖掘、分析、定位并

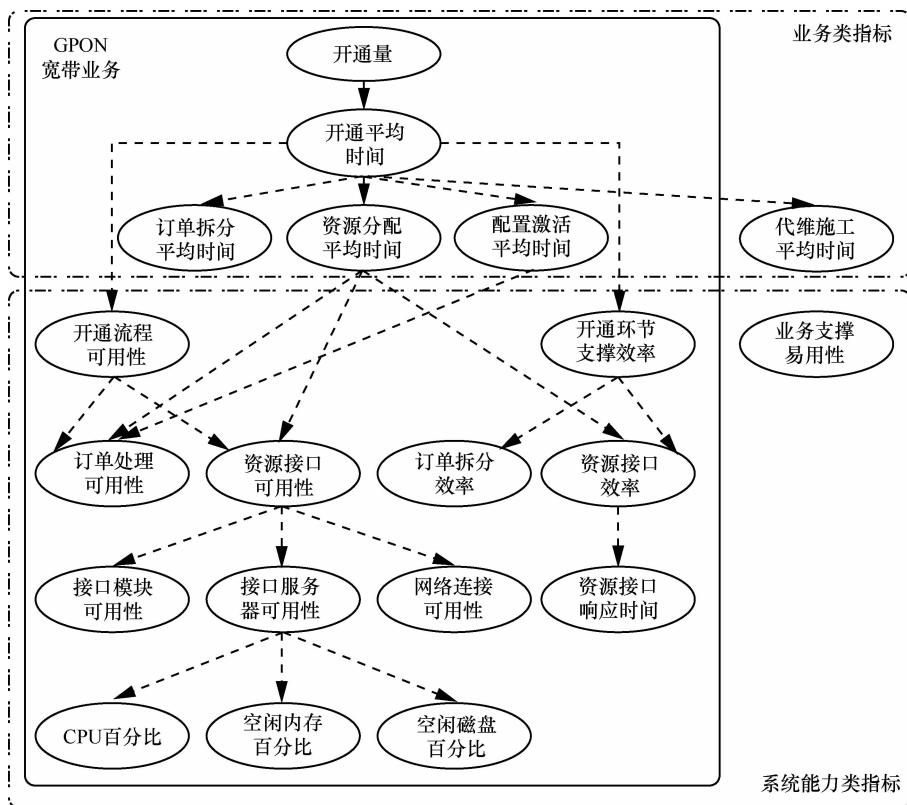


图4 应用能效监控指标应用示例

制定优化方案。

系统自上线以来,共实施了236个性能优化方案,系统宕机数量从2012年底的月均5次降低到现在的0次;系统响应速度超过5s的功能模块从213个减少到32个,优化后系统的应用效率平均提升5倍以上。

(3)提升用户满意度

- 系统能够实时监控分析出用户常用功能的使用情况、不同用户端浏览器对使用性能的差异以及各区域网络环境对用户使用的影响等,根据用户体验,找出系统功能或性能方面的不足,并加以优化;
- 通过分析用户的使用行为、使用习惯,简化操作流程,提高维护效率。

4 结束语

构建面向用户体验的IT指标管理体系是实现IT监控管理从基础设施监控向业务监控的基础和关键。本文从IT监控需求入手,研究了面向用户体验的IT指标体系,提出并构建了应用效能监测平台,并在实际运

营中加以应用。通过上述方法能够提升IT监控维护效率,尤其是对业务的快速支撑能力,为IT运营创造更大的价值。

参考文献

- 1 中国移动通信集团广东有限公司综合资源系统用户体验指标方案,2013
- 2 中国移动综合网络资源管理系统技术规范 系统架构和接口分册 V1.0.1,2009
- 3 中国移动综合网络资源管理系统技术规范 资源编码方法 V1.0.1,2011

[作者简介]

林文锋,男,中国移动通信集团广东有限公司工程师、网络管理中心网络监控室副经理,主要研究方向为网络资源管理、网管支撑。

黄国文,男,中国移动通信集团广东有限公司网络管理中心高级网管支撑主管,主要研究方向为网管OSS建设、软件开发管理、网络资源管理等。

(收稿日期:2014-03-20)