

文章编号:1001-9081(2007)03-0656-03

## 一个基于 SLA 的 NGN 定价 KSS 实现机制研究

张晋豫<sup>1</sup>, 刘 犁<sup>2</sup>, 刘 峰<sup>1</sup>

(1. 北京交通大学 计算机与信息技术学院, 北京 100044;  
2. 新泽西理工学院 电气与计算机工程系, 美国 纽瓦克 07102)  
(zjy@computer.njtu.edu.cn)

**摘要:** 提出了一个下一代网络(NGN)定价知识支撑系统(KSS)构架, 通过采集和分析SLA决策、SLA检测和评估过程数据, 确定ISP运营环境中的网络、市场和政策关键性能指标(KPI), 通过对KPI的分析, 定义网络、市场和政策关键定量指标(KQI), 基于KQI的评估, 定义利润和进行价格影响预测。开发了一个KSS的基于XML的SOA实现构架, 在基于SLA的NGOSS原型系统平台上进行了仿真实验, 并和获得IST奖的ITDSS/TelPrice进行了比较, 实验结果很好验证了它的优点。

**关键词:** 知识支撑系统; 下一代网络; 关键质量指标; 关键性能指标

中图分类号: TP182 文献标识码:A

## SLA-based implementation mechanism of pricing knowledge support system on next generation network

ZHANG Jin-yu<sup>1</sup>, LIU Li<sup>2</sup>, LIU Feng<sup>1</sup>

(1. School of Computer and Information Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;  
2. Department of Electric and Computer Engineering, New Jersey Institute of Technology, NJ 07102, Newark, USA)

**Abstract:** A pricing knowledge support system (KSS) architecture on next generation network (NGN) was proposed, by collecting and analyzing the process data of service level agreement (SLA) decision, SLA detection and SLA evaluation. It obtained network key performance indexes (KPIs), market KPIs and policy KPIs of ISP. By analyzing these KPIs, each key quality index (KQI) was got, and by evaluating these KQIs, the ISP made profit margin decision and forecasted the price impact on operation environment. An XML-based SOA implementing architecture of it was developed. Simulation result on the SLA-based NGOSS primitive platform verifies its merits in the comparison with ITDSS/TelPrice which won IST award.

**Key words:** knowledge support system (KSS); pricing; key quality index (KQI); key performance index (KPI)

### 0 引言

下一代网络(Next Generation Network,)带来的网络业务的发展和融合提高了价格的风险性和复杂性, 同时对ISP(Internet Service Provider)的高速定价能力、价格对运营环境的影响作用的预测能力提出了较高的要求, 要求ISP建立信息系统对价格决策提供支持。决策支持系统要能够计算成本;能够根据NGN中同类业务的价格、竞争对手同类业务的价格、ISP的销售和赢利期望、相关的利益分摊模型来计算业务的价格;能够基于运营环境关键质量指标(Key Quantity Index, KQI)的差异来定义利润率;还应该能够根据成本和利润来计算税收。价格决策过程应能够预测价格对运营环境KQI量化影响, 并根据运营商之间的差异进行网间结算。定价决策支持系统是一个知识支撑系统(Knowledge Support System, KSS)<sup>[1,2]</sup>, 除了算法以外, 数据的完整性和正确性决定它的性能。为了维持数据的完整性, 应建立成本结构、利润结构、税收结构三个基本构架, 还应该建立影响利润率决策的网络KQI、市场KQI和政策KQI子构架。SLA(Service Level Agreement)是一个ISP或其下面的实体和客户签署的一个法律合同<sup>[3]</sup>, 其中的客户可以是用户、ISP运营流程中的不同部门、设备制造商、具有网间协作和集成关系的ISP以及行政或

业务监管行政部门等。SLA规定了合同双方应该承担的责任和义务, 同时规定了应该获得的报酬和违背合同的惩罚条款。为了实现SLA管理, 需要对企业结构和运营、维护过程进行再造(Business Process Re-building, BPR), 并建立SLA检测和评估机制。SLA管理是目前ISP提高服务质量和运维效率普遍采取的方法, 是目前ISP进行OSS(Operation Support System)改造或实现NGOSS(Next Generation Operation Support System)广泛使用的技术。SLA合同文档和SLA过程管理文档都是规范化文档, 具有高的可靠性。SLA管理涉及企业运营、维护和管理的所有过程, SLA数据具有高的完整性。因此, 建立基于SLA的定价KSS系统在数据完整性和正确性方面具有优越性。

本文提出一个基于SLA的NGN定价KSS实现机制, 采用ECPR(Efficient Component Pricing Rule)和M-ECPR(Market Efficient Component Pricing Rule)的基本构架<sup>[4,5]</sup>, 继承了它对成本的计算方法, 但考虑了网络运营环境中的网络KQI、市场KQI和政策KQI对成本、利润的影响。基于SLA的NGOSS的信息系统(维护管理信息系统、资源管理信息系统和办公系统)通过SLA决策系统、SLA检测和评估系统连接起来, 建立一个以维护实体、产品供应商、运营实体和业务开发商为节点、以SLA为链路的业务运营网。KSS系统利用SLA决策系

收稿日期:2006-09-05; 修订日期:2007-01-10

基金项目:北京交通大学科学基金项目(2004SM012); 北京交通大学人才基金项目(2004RC036)

作者简介: 张晋豫(1967-), 男, 河南洛阳人, 副教授, 博士, 主要研究方向: 计算机网络管理、通信软件、交互电视; 刘犁(1982-), 女, 湖南永州人, 博士, 主要研究方向: 计算机网络技术; 刘峰(1961-), 男, 山西人, 教授, 主要研究方向: 网络管理。

统、SLA 评估系统、市场检测和评估系统,以及检测和评估系统的数据进行价格计算和影响预测。最后,我们开发了一个基于 XML ( Extension Markup Language ) 的 KSS 的 SOA ( Service-Oriented Architecture ) 实现构架<sup>[6,7]</sup>,并在基于 SLA 的 NGOSS 系统原型系统的基础上进行了仿真实验<sup>[8]</sup>,并和 ITDSS ( Intelligent Tactical Decision Support Systems ) / TelPrice<sup>[9]</sup>系统进行了比较。

## 1 相关研究工作

目前,ISP 广泛使用的价格决策系统技术主要有专家系统<sup>[10]</sup>、基于搜索引擎的决策系统<sup>[11]</sup>和基于神经网络的预报工具<sup>[12]</sup>。专家系统用规则来表示专家知识,比较适合于需要作出“选择”或“不选择”的场景。由于缺乏精确的数字形式,不能用于新业务定价。基于搜索引擎的决策支持系统依赖于企业的数据仓库和专业的信息过滤技术,比较适合为定价决策提供信息支持。由于缺乏专家的智能功能,不具备优化决策和价格计算功能。基于神经网络的预报工具首先使用大量过去的数据来训练网络,然后用训练好的网络对新输入进行结果预测,它是一种前摄的价格决策系统,比较适合于对新业务定价提供支持。由于模型只涉及到输入和输出,内部的结构不能清楚被描述,因此不利于履行优化。文献[9]中设计和开发了一个智能化的网络业务定价决策系统 ITDSS/TelPrice,广泛考虑同一市场内自己的和竞争者的相似业务的价格,利用一个由管理者、销售/市场经理参与的基于“IF-THEN”的专家系统来进行价格-销售预测;利用由销售、利润期望和成本预算等组成的边界条件进行优化;利用预测值和实际值的差来调节预测和算法参数。ITDSS/TelPrice 存在以下的缺点:在自适应预测模型中,需要市场/销售经理填写大量的表单,因此自动化水平不高,运行费用较高;只建立了价格-销售预测模型,缺乏客户忠诚度预测模型、QoS 预测模型和成本预测模型;由于预测模型基于市场/销售管理者的经验,因此依据的数据基础不充分,预测的准确性不高,不适用于复杂的 NGN 市场环境;它是一个独立的信息系统,没有利用其他信息系统的资源。

## 2 基于 SLA 的价格决策支持系统

本文给出了一个网络业务定价的实现构架,如图 1。该机制分为三层:承载层、控制层和 KSS 层。

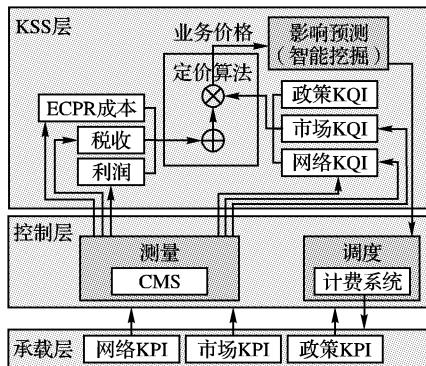


图 1 网络业务定价的实现构架

### 2.1 承载层

承载层包含了被管对象,它包括网络 KPI、市场 KPI 和政策 KPI。把政策作为被管对象主要是因为网络在社会经济中的基础性地位。

网络 KPI 主要由网络和承载在网络之上的业务的性能参数组成,由于业务的性能参数最终要映射为网络的性能参数,

所以这里只讨论网络的性能参数。网络 KPI 主要包括以下参数:{连接建立有关的参数:{连接建立的时间、连接请求的次数、连接完成的次数、连接失败的次数、连接失败的原因等};连接保持有关的参数:{连接保持的时间、连接保持的速率、连接的最大速率、连接的最小速率和吞吐量等};连接质量有关的参数:{连接传输时延、连接传输误码率、连接建立时延和连接释放时延等}。

政策 KPI 主要包括以下参数:{网络建设政策:{立项政策,投资政策,购买政策,技术政策,人力资源政策等};对网络开展业务的支持政策:{业务允许政策,业务保护政策,业务定价政策等}。

市场 KPI 主要包括以下参数:{市场的容量,竞争对手的数量,市场投入,市场活动的效果,市场份额,市场份额变化率,业务的用户投诉数量,投诉处理的满意度等}。

### 2.2 控制层

控制层主要负责对承载层 KPI 的检测(采集、统计和分析)和控制。其中检测主要通过协作管理系统(Collaboration Management System, CMS)来实现,其构架如图 2。

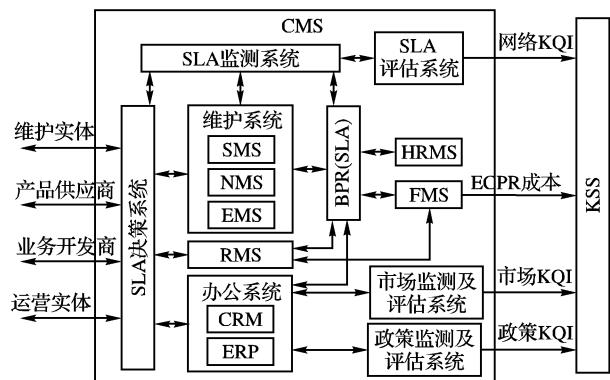


图 2 协作管理系统构架

成本包括基础设施投资和运营和维护投资两部分。ISP 的网络建设、维护和运营需要一个业务提交链,大量的设备提供商和业务开发商构成了业务提交链中的每一个环节。ISP 的 SLA 决策系统经过评估选定中标方案并和商家签订 SLA。所有签署的 SLA 的产品和业务构成了 ISP 的资源,资源的价格通过财务管理系统(Finance Management System, FMS)进行管理。运营实体通过办公系统进行客户关系管理(Customer Relationship Management, CRM)和 ERP(Enterprise Resource Plan),两者都通过基于 SLA 的 BPR 来实现。BPR 规定了 CRM 和 ERP 的主要流程,ISP 的人力资源管理系统(Human Resource Management System, HRMS)、FMS 和 RMS 以 BPR 为核心来进行各自的管理。BPR 流程中不同阶段的主体都通过 SLA 来相互衔接。维护实体通过维护系统进行网元管理 EMS(Element Management System)、网络管理 NMS(Network Management System)、业务管理 SMS(Service Management System),它们也通过基于 SLA 的 BPR 来实现。最后,ISP 的 FMS 在统计了包括办公费用和维护费用的运营成本,以及包括网络建设和业务开发的基础设施投资后,按照 ECPR 和 M-ECPR 方法算出 ECPR 成本。

对网络 KPI 的检测主要由 EMS 和 NMS 来完成。SLA 检测系统检测 EMS、NMS 和 SMS 及相应的 BPR 的所有 SLA 的执行情况,SLA 评估系统通过统计和分析这些数据得到这些 SLA 的满意度,进而得到网络的 KQI。

对市场 KPI 的监测和评估主要通过 CRM 来完成,通过监测和评估,最终得到市场 KQI。

对政策 KPI 的监测和评估主要通过 ERP 来完成,通过监

测和评估,最终得到政策 KQI。

### 2.3 KSS 层

KSS 层主要完成对价格的计算和预测价格对 ISP 运营环境的影响。本文采用 ECPR 和 M-ECPR 的算法<sup>[14,15]</sup>来计算成本(称为 ECPR 成本);在成本的基础上,根据网络 KQI、市场 KQI 和政策 KQI 的值来决定利润;成本、利润和税收的和便是价格。价格对运营环境的影响主要表现为对市场 KPI、网络 KPI 和政策 KPI 的影响,如图 3。

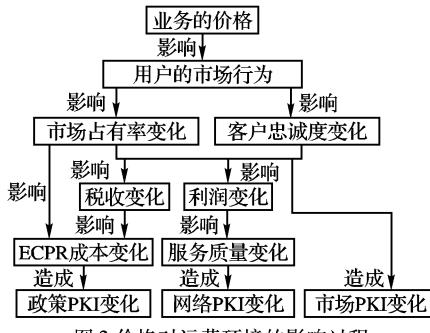


图 3 价格对运营环境的影响过程

### 3 基于 SLA 的网间结算

网间结算要考虑公平合理性,既要考虑价值规律,又要兼顾不同运营商之间的差异。本文提出了一个基于 SLA 的网间结算和利益分摊模型,如图 4。

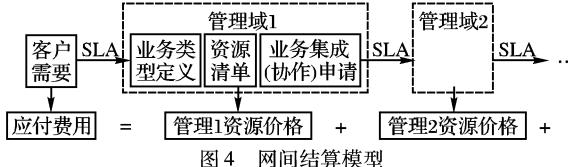


图 4 网间结算模型

客户把需求提交给一个 ISP,ISP 根据用户的需求给用户定义业务类型,进而得到该业务类型需要的资源清单,并计算用户业务的价格。当用户的业务需要跨越多个管理域时,ISP 向它的邻近的相关管理域发出业务集成或协作申请,同样,邻近的管理域根据申请为用户的业务定义业务类型并得到相应的资源清单,然后计算在该管理域的业务的价格。依次类推,直到业务的另外一端。用户应该付的费用应等于不同管理域的业务的价格和。

由于本文提出的定价决策机制既考虑了成本,又考虑了运营商的运营环境的 KQI 差异,因此既兼顾了公平性,又考虑了差异。

### 4 KSS 的设计与实现

本文采用 SOA 构架来实现。系统分为以下几层:业务数据层、数据管理层、数据服务层、数据总线层和数据交换层。

业务数据层主要建立 XML 数据库。业务管理层主要实现数据的转换,它的输出通过 WSDL ( Web Service Description Language) 自动机生成 XML 文件,输入通过 XML 封装机进行封装后存入 XML 数据库。DISP ( Data Integrity Management Platform) 负责数据的完整性管理。采用 MD5 算法 ( Message Digest Algorithm 5) 算法以确保数据传输的安全。数据服务层采用 WebLogic 作为服务器, Server 使用标准的 J2EE 组件 ( EJB ( Enterprise Java bean) 和 JMS ( Java Message Service) ) 来实现,并作为标准的 J2EE 企业应用程序来打包。数据总线层主要负责数据的传输, Weblogic 采用 SOAP ( Simple Object Access Protocol) 1.1 作为消息格式,并使用 HTTP 1.1 作为连接协议。数据交换层采用 UDDI ( Universal Description, Discovery &

Integration) 2.0 来进行数据交换。在该层建立 UDDI 节点树,节点由成本数据和 KQI 数据组成。从控制层采集到的数据实时刷新 UDDI 节点,并通过以下各层存入 XML 数据库,定价算法和影响预测算法通过它来检索所要的数据。

数据应用层主要负责成本和 KQI 数据的采集,并进行价格运算和影响预测。

### 5 仿真实验

为了验证本方案,开发了 ITDSS/TelPrice 和本文论述的 KSS 仿真系统,在基于 SLA 的 NGOSS 平台上进行了仿真实验,实验结果如表 1。

对 ITDSS/TelPrice,需要市场和销售人员花费大量时间填写表单,因此决策产生的速度较慢。本系统的数据来源于信息系统,生产数据的时间主要为数据库检索和分析时间,因此速度较快。

系统基于签署的 SLA 和 SLA 评估结果,因此能够准确得市场 KQI、网络 KQI 和政策 KQI。而 ITDSS/TelPrice 是依靠市场/销售人员的经验,由于人的局限性和 NGN 业务市场的复杂性,它的客观性和准确性得不到保证。

本文 KSS 的数据来自运营系统的每一个实体,包括决策者、管理人员、员工、运营和维护人员,并且包含日常运营和维护的所有数据,因此数据的完整性较高,而 ITDSS/TelPrice 只包括市场/销售管理人员,数据的完整性一般。

本文 KSS 系统依赖于当前的信息系统提供的数据,提高信息系统的利用率,而 ITDSS/TelPrice 是一个独立的系统。

本文的 KSS 的开发时间和费用与 ITDSS/TelPrice 的相当(不包括 ISP 基于 SLA 的信息系统的改造费),但 ITDSS/TelPrice 需要投入资金来填写表单,而本文的 KSS 不需要。

表 1 本系统与 ITDSS/TelPrice 的比较

性能	本系统	ITDSS/TelPrice
计算速度	2 ~ 3 ms	2 ~ 7 周
网间结算满意度	高	不支持
准确和客观性	高	中
数据完整性	完整	不完整
预测精度	高	中
开发时间	34 d	31 d
和其他信息系统关系	依赖	没有
运行花费	低	中

### 6 结语

本文提出了一个基于 SLA 的价格评估系统,它通过 SLA 决策系统、SLA 检测和评估系统等来采集网络、市场和政策的 KQI 信息;通过统计分析得到网络、市场和政策的 KQI;基于 KQI 来定位业务的利润。系统按照 ECPR 构架来计算成本,在成本和利润基础上计算税收,进一步得到价格。基于以往的价格和 KQI 之间的关系来预测价格对运营环境的影响。和 ITDSS/TelPrice 相比,本系统的 KSS 的数据来源于 ISP 的其他信息系统,是对其他信息系统的资源的挖掘利用,从而提高了信息系统的利用率;本系统的数据来源于运营的每一个实体的所有成员的日常运行和维护数据,因此数据具有好的完整性;本系统 KSS 的数据来源于具有法律效应的 SLA,因此计算的业务的价格和预测的影响具有比较高的可靠性和客观性;本系统的 KSS 不需要员工做专门数据生产工作,因此运行费用比较低。

(下转第 705 页)

数据进行处理(其中6帧完全相同,6帧不完全相同,8帧完全不同),最后得到各个部分的平均值以及待传输图像差异部分大小,结果如表4所示。

#### 2.4 不同图像传输方法比较

在2.3节系统环境下,取20帧不相同屏幕图像分别对文献[4]、文献[5]、文献[6]和本文屏幕图像传输方法进行测试比较,结果如表5所示。由于文献[1]中未给出权值矩阵建立方法及加权和的阈值,故没有进行测试。

表5 屏幕图像传输方法比较

传输方法	总耗时/ms	数据量/KB
文献[6]方法	312	73
文献[4]方法	232	136
文献[5]方法	211	67
改进方法	64.8	63

#### 2.5 结果分析



图3 16×8静态格异或图

(上接第658页)

致谢:感谢交互电视网络管理组的许敏、武宜龙、刘海剑,他们为论文提出了许多合理化的建议。

#### 参考文献:

从表1,表2可以看出每帧平均捕捉时间由快到慢依次为DX,DCS,DC。若以DIB方式采集屏幕信息,DCS方法最有效,DIB图像清晰度与颜色质量为24位的采集图像相当。

从表3可以看出memcmp CPU占用率最低,XOR耗费时间最短,memcmp方法占用内存较大,选用XOR方法进行动态格的判断效率最高。

从表4可以看出,改进方案采用16×8屏幕格分方式,数据传输效率最高。图3为16×8屏幕格分方式下,程序3次对前后两帧静态格比较结果,从图中可以看出完全相同的静态格异或后为“黑块”,不相同的静态格异或后需要传输,异或后的格图像平均比原格图像缩小了3.36倍。

从表5可以看出文献[6]采用整屏XOR方法数据处理量大,有大量“黑块”未去除,影响了数据传输量的减小。文献[4]压缩耗时较长,数据传输量较大。文献[5]图像传输效率较文献[6]和文献[4]有所提高。本文方法图像传输效率最高。

#### 3 结语

本文针对远程屏幕传输,提出了一种集色彩过滤、“格”、异或和帧间分块压缩结合起来的方法,对7种屏幕格分方案和4种图像传输方法进行了比较。在某军事训练考核网络系统中进行测试,实验结果表明,该方法以16×8进行屏幕划分,数据传输量小,图像处理时间最短,传输效率最高。

#### 参考文献:

- [1] 耿增民,余正涛,康海燕.一种提高计算机屏幕图像传输速度的方法[J].计算机工程与应用,2005,41(1):114-116.
- [2] 吴洪才,殷人贺,贺思德.屏幕捕获技术在多媒体教学中的实现探讨[J].计算机工程,2003,29(13):195-197.
- [3] 张丽萍,喻占武,肖进胜,等.一种基于拷屏和压缩技术的屏幕共享方案[J].中国图像图形学报A,2003,8(9):1095-1099.
- [4] 何志兰,崔杜武,莫毅.一种远程屏幕图像实时传输方法[J].计算机应用研究,2005,22(8):258-260.
- [5] 肖道举,刘洪峰,陈晓苏.面向远端屏幕监控的一种图像压缩传输方法[J].计算机工程与设计,2005,26(12):3356-3357.
- [6] 谢志鹏.基于socket的远程教学辅导软件的设计[J].计算机应用,2003,23(9):143-145.
- [7] 鲁萍.远程教学系统中的屏幕图像实时传输技术[J].计算机工程与设计,2005,26(12):3270-3273.

[6] ANAND S, PADMANABHUNI S, GANESH J. Perspectives on service oriented architecture[A]. IEEE International Conference on Services Computing[C]. 2005. 1.

[7] STAL M. Using Architectural Patterns and Blueprints for Service-Oriented Architecture[J]. Software, IEEE, 2006, 23(2): 54-61.

[8] 张晋豫,孟洛明,邱雪松.基于NGOSS的IP QoS管理技术[J].电信科学,2004,20(4):29-31.

[9] CASSAIGNE N, SINGH MG. Intelligent decision support for the pricing of products and services in competitive consumer markets[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C, 2001, (31): 96-106.

[10] KUSIAK A, HERAGU S. A Expert systems and optimization[J]. IEEE Transactions on Software Engineering, 1989, (15): 1017-1020.

[11] SMITH LS, HURSON AR. A search engine selection methodology. Information Technology: Coding and Computing [Computers and Communications][A]. ITCC 2003[C]. 2003. 122-129.

[12] QIAO H, PENG JG, XU Z-B, et al. A reference model approach to stability analysis of neural networks[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B, 2003, 33(6): 925-936.

- [1] WU C, LIU D-R, YANG K-S. K-Support system: knowledge support for disseminating and sharing task-relevant knowledge[A]. Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Information Reuse and Integration[C]. 2004. 332-337.
- [2] AIDEMARK J. Cognitive, social and critical perspectives on planning a knowledge support portfolio[A]. Proceedings. 14th International Workshop on Database and Expert Systems Applications[C]. 2003. 801-805.
- [3] 张若英,邱雪松,孟洛明.SLA的表示方法和应用[J].北京邮电大学学报,2003,26(Sup):13-17..
- [4] 唐晓梅.成本对电信业务定价的影响[J].通信企业管理,2003,(8):34-35.
- [5] YU M, CUI YM, LI HC. Access Pricing of Network Essential Facilities for Chinese Railways[A]. Proceedings of ICCT2003[C]. 2003. 139-144.