

基于 SSH 框架的 EPON 性能管理系统的设计与实现

龚尚福*, 龚 琴, 冯 健

(西安科技大学 计算机科学与技术学院, 西安 710054)

(* 通信作者电子邮箱 gongsf@xust.edu.cn)

摘 要:针对 C/S 模式的网络管理系统可移植性、负载能力差的现状,设计并实现了一种基于 Web 的以太网无源光网络(EPON)性能管理系统。系统利用 SNMP4J 类库来开发网络管理系统底层应用,采用基于 MVC 模式的 SSH 框架来完成用户界面表示、应用业务逻辑和数据访问逻辑的分离,实现系统相关性能参数的采集、统计、分析与显示等功能。测试结果表明,系统的性能告警上报时延、单项操作响应时间均远小于《中国电信移动业务网络管理系统规范——总册(v1.1)》标准中的要求。

关键词:以太网无源光网络;SSH 框架;性能管理;MVC 模型;基于 Web 的网络管理

中图分类号: TP393.072;TP311.52 **文献标志码:** A

Design and implementation of EPON performance management system based on SSH framework

GONG Shangfu*, GONG Qin, FENG Jian

(College of Computer Science and Technology, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: To solve the problem of poor portability and low load capacity in network management system based on C/S model, a kind of Ethernet Passive Optical Network (EPON) network performance management system based on Web was designed and implemented. The system used SNMP4J library to develop underlying application, adopted Struts + Spring + Hibernate (SSH) framework based on Model-View-Controller (MVC) model to realize separation of user interface, application business logic and data access logic, and realized the acquisition, statistical analysis and display of the system related performance parameters. The test results indicate that performance alarm reporting delay and single operation response time of the system are less than that in the "China Telecom mobile service network management system norms—total volume (v1.1)" standard.

Key words: Ethernet Passive Optical Network (EPON); Struts + Spring + Hibernate (SSH) framework; performance management; Model-View-Controller (MVC) model; Web-Based Management (WBM)

0 引言

以太网无源光网络(Ethernet Passive Optical Network, EPON)是一种新型的光纤接入网技术,同时具有无源光网络和以太网的优点,已成为解决信息高速公路“最后一公里”的最佳传输媒介。EPON 作为接入网,直接面对终端用户,其性能的好坏直接影响到网络的服务质量。因此开发一个高可靠的性能管理系统对 EPON 网络进行监控和管理显得尤为重要^[1-2]。

传统的 C/S 网管方式中,网管操作在地理上局限于管理工作站,而且网管系统依赖于系统平台,这使得传统的网管系统在面对异构性^[3-4]越来越强的计算机网络时表现得力不从心。当前,随着 Web 技术的发展,基于 Web 的网络管理(Web-Based Management, WBM)应运而生。J2EE 技术在基于 Web 的应用系统中广泛应用。SSH (Struts + Spring + Hibernate)这种轻量级的开源框架被誉为“黄金组合”,实现表现层、业务层和数据层的分离,具有可伸缩性、强大的灵活性和可移植性等特点^[5]。

1 系统功能需求分析

在 OSI 网络管理标准定义的五個基本功能模块中,性能管理是其中非常重要的内容之一。EPON 网络性能管理系统要求网络管理员能在任何地点、任何平台上只使用浏览器就能监视、检测网络中的被管设备光线路终端(Optical Line Terminal, OLT)和光网络单元(Optical Network Unit, ONU),采集相关性能数据,评价网络的有效性,报告设备的状态,分析并预测网络的运行情况,为网络进一步规划与调整提供依据。

根据 EPON 网络性能管理的实际需要,将系统划分为历史性能管理、实时性能管理和性能预测三个功能模块。实时性能管理完成对网络设备的实时监控,用户根据需要设置并启动采集任务,利用简单网络管理协议(Simple Network Management Protocol, SNMP)^[6]采集被管设备的管理信息库(Management Information Base, MIB)^[7]数据,并把处理后的采集结果以曲线图和柱状图的形式显示给用户;历史性能管理支持用户对感兴趣的历史性能数据进行查询检索并显示;性能预测主要是对设备的性能参数在未来一段时间内可能出现

收稿日期:2012-08-20;修回日期:2012-10-10。

基金项目:陕西省教育厅科研计划项目(2010JK665);陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2012JQ8030)。

作者简介:龚尚福(1954-),男,宁夏平罗人,教授,CCF 高级会员,主要研究方向:网络集成、数据库、信息安全、物联网工程;龚琴(1986-),女,湖北荆州人,硕士研究生,主要研究方向:网络安全、网络管理;冯健(1973-),女,陕西西安人,副教授,博士,CCF 会员,主要研究方向:信息安全、复杂网络、嵌入式系统。

的变化情况进行预测,为管理员的管理工作提供参考。

2 EPON 性能管理系统的设计

网络管理模型包括四个关键部件^[8]:管理站、管理代理、管理信息库和网络管理协议。在 EPON 网络性能管理系统中,管理站是整个网络系统的核心,向管理员提供界面以获取与改变设备的配置、状态等信息;管理代理是驻留在被管设备 OLT 上的软件,负责响应管理站的命令;MIB 是一种动态刷新的数据库,存储被管设备 OLT 和 ONU 的各种信息;网络管理协议描述管理站与被管代理之间的通信机制。

2.1 系统总体设计

结合 SNMP 网络管理模型及系统功能需求,对系统进行总体设计,系统的设计采用基于 Web 的分布式体系结构,如图 1 所示。相对于 C/S 结构的系统,WBM 具有跨平台、操作简便、平台独立、易于维护、成本低等优点。

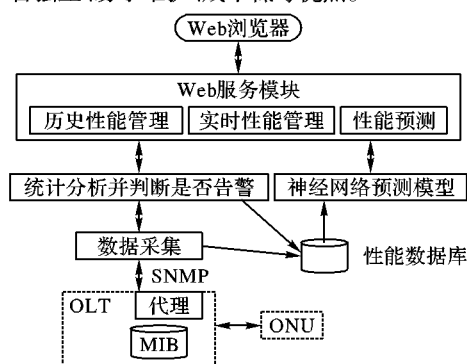


图1 系统整体架构

下面分步解释该流程:

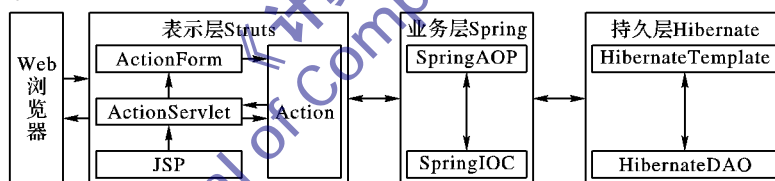


图2 SSH 框架架构

在表示层中,首先通过 JSP 界面来实现和用户交互,负责发送 Request,Struts 会根据 Struts-config.xml 中的配置,实现业务处理或页面跳转等动作,把收到的请求传递给 Spring 业务层,并将业务层响应执行结果 Response 返回客户端。在业务层中, Spring 负责处理应用程序的业务逻辑和业务验证,并从 Struts 表示层中提供一个上下文(Context)给业务层获得业务服务以及管理业务逻辑到持久层的实现。预测模块主要是通过运用 SpringIOC 容器继承抽象预测类,并实现该预测类,创建配置相应的 Bean,注入其中的依赖关系形成 Bean.xml 配置文档。在持久层中,则依赖于 Hibernate 的对象化映射和数据库交互,处理 DAO 组件请求的数据,并返回处理结果。

2.3 数据库设计

为了满足大量性能数据的采集要求,需要设计大量的数据表对其进行存储,主要包括性能参数表^[10]、性能门限表、OLT 信息表、OLT 的 PON (Passive Optical Network) 端口信息表、ONU 信息表等。然而在性能管理系统中,性能参数表和性能门限表的作用显得异常重要,由于篇幅有限,只对这两个表作具体的描述,如表 1、2 所示。

3 系统的实现

性能管理在功能实现上分为数据采集模块、数据处理模

1) Web 浏览器向服务器发出请求,服务器对请求进行判断。

2) 判断结果为实时性能管理,则根据设置的参数启动实时采集任务,利用 SNMP 协议采集被管设备上的 MIB 数据。对采集到的数据进行统计分析,将原始数据和统计的数据一并存入数据库中,以供管理员进行性能查询与性能预测;同时将分析结果与性能门限值进行比较,超过门限值则上报告警,否则直接显示结果给用户。

3) 如果为历史性能管理,则根据设置的参数进行查询检索数据库,将结果以曲线图和柱形图的方式显示给用户。

4) 若为性能预测,则根据设置的预测参数,如时间范围、时间间隔等,形成预测任务,然后根据历史数据和建立的神经网络预测模型对未来的设备性能参数进行预测,并将结果以曲线图和柱形图的方式显示给用户。

2.2 系统架构设计

在 J2EE 框架下,Web 的开发方式有多种,常见的有基于 EJB 架构、基于 JSP + JavaBean + Servlet 架构、基于 SSH 架构等。EJB 虽说有很好的伸缩性,但非常复杂,规格说明复杂,代码复杂,维护也困难。基于 JSP + JavaBean + Servlet 架构这种模式虽实现了最基本的 Model-View-Controller (MVC) 分层,但这种结构仍然存在问题:如 JSP 页面中需要使用符号嵌入很多的 Java 代码,造成页面结构混乱;Servlet 和 JavaBean 负责了大量的跳转和运算工作,耦合紧密,程序复用度低等。

SSH 框架则实现了视图、控制器与模型的彻底分离。在这种模型中, Struts 框架只专注于表示层的开发,而 Spring 担当了模型的角色, Hibernate 则提供对数据库的持久化服务^[9],充分发挥三者在各层中的优势,降低系统的耦合,成为开发 Web 应用的主流。其系统架构如图 2 所示。

块和数据显示模块。

表1 性能参数数据表

Column Name	Datatype	NOT NULL	Description
oltIpAddress	VARCHAR(20)	YES	OLT 的 IP 地址
ponID	VARCHAR(10)	YES	PON 端口 ID 号
dayTime	Data	YES	采集时间
inLossRate	FLOAT	NO	输入丢包率
outLossRate	FLOAT	NO	输出丢包率
⋮	⋮	⋮	⋮

表2 性能门限表

Column Name	Datatype	NOT NULL	Description
performType	VARCHAR(20)	YES	性能参数
maxValue	FLOAT	NO	性能门限上限
minValue	FLOAT	NO	性能门限下限

3.1 数据采集模块的实现

数据采集^[11]是利用 SNMP 协议读取被管设备上的数据,是数据统计分析、性能预测和显示的基础。采集模块采用开源的 SNMP4J 开发包实现。SNMP4J 是一个支持 SNMP 应用程序接口的类库,实现 SNMP 消息的创建、发送与接收。利用 SNMP4J 进行数据采集的具体流程如图 3 所示。程序启动后,

用户选择感兴趣的采集对象、采集参数及采集频率,然后点击开始按钮,启动实时性能采集任务。如果采集状态为运行,则进行数据采集,根据用户请求构造 SNMP 请求报文,发送并等待相应的响应报文,然后解析接收到的响应报文,如果报文有错,则显示错误,否则将解析结果推入队列供数据处理层处理;如果采集处于停止状态,则结束采集。

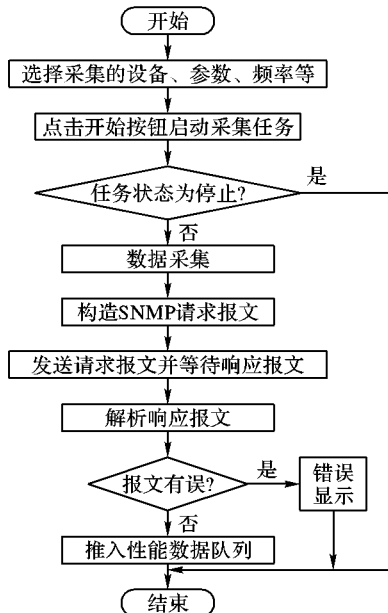


图3 数据采集流程

3.2 数据处理模块的实现

3.2.1 统计分析

数据采集模块采集的原始数据实际意义不大,统计分析则利用这些原始数据,结合相关公式计算出性能指标值。通常性能管理所涉及到的性能指标有接口利用率 (use_rate)、丢包率 ($loss_rate$)、差错率 ($error_rate$)、吞吐率 ($throughput$) 等^[12]。下面公式所求均为入口性能数据参数,对应的出口可用类似方法获得。

$$use_rate_{in} = \Delta ifInOctets / (Speed * \Delta t) * 100\%$$

$$loss_rate_{in} = \Delta ifInLoss / \Delta ifInOctets * 100\%$$

$$error_rate_{in} = \Delta ifInErrors / \Delta ifInOctets * 100\%$$

$$throughput_{in} = (\Delta ifInOctets - \Delta ifInLoss - \Delta ifInErrors) / \Delta t * 100\%$$

其中: Δ 表示两次采集数据的相应参数的差值, $ifInOctets$ 表示接口流入字节数, $ifInLoss$ 表示接口丢失的输入包数, $ifInErrors$ 表示接口错误的输入包数, $Speed$ 为信道最大速率。

3.2.2 性能预测

神经网络^[13]的非线性计算和并行处理能力以及良好的容错性为网络性能管理的预测提供了方法和途径。由于标准 BP 网络有容易陷入局部极小值、收敛速度慢等缺点,导致网络学习速度变慢、精度变差,因此本系统采用增加动量项的 BP 网络。引入动量项后,使得调节向着底部的平均方向变化,不至于产生大的摆动。利用神经网络进行性能预测的基本步骤是:

- 1) 从历史性能数据库读取性能参数如利用率、丢包率等,作归一化预处理;
- 2) 设置网络参数如误差指标、学习率、动量项等,选择隐层、输出层的传递函数,创建神经网络;
- 3) 使用预处理了的数据训练创建的神经网络;

4) 完成训练后的网络便可进行预测。

增加动量项的 BP 神经网络的整个训练过程如图 4 所示,图中的 δ 为预先设定的可接受的误差(网络收敛), N 为预先设定的最大学习次数(网络无法收敛)。

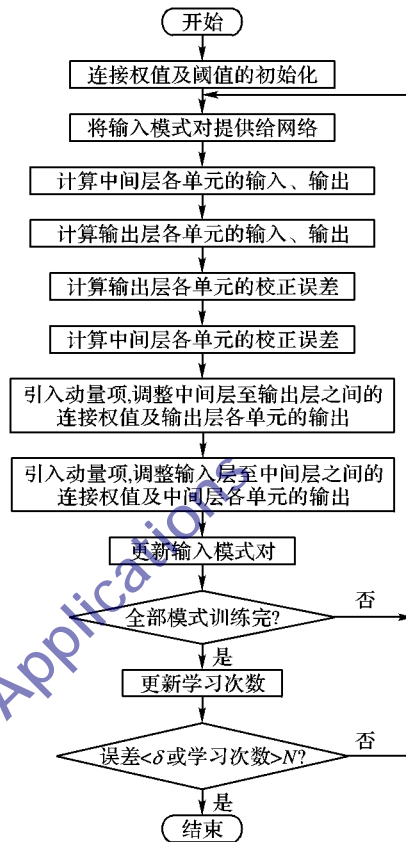


图4 增加动量项 BP 网络流程

3.3 数据显示模块的实现

显示视图部分^[14]主要由 JSP 页面组成,Structs 提供了丰富的标签库,通过标签库可以最大限度地减少脚本的使用。性能数据的显示是根据业务层传递上来的模型和查询信息形成设备参数性能统计图,以供用户监测网络的性能,制定网络管理的策略。性能统计图采用 JfreeChar 开发包实现,JfreeChart 是 Java 平台上的一个开放的图表绘制类库,可生成饼图、柱状图、时序图等多种图表。

4 系统测试

系统测试是在实验室环境下进行的,搭建的测试平台如图 5 所示,主要包括 EPON 网络系统、服务器端和客户端三大部分。EPON 网络系统由 OLT、光网络单元 (Optical Network Unit, ODN) 和 ONU 构成^[15]。系统主要从功能和性能两个方面来进行测试。具体的测试内容、测试步骤及测试结果如表 3、4 所示。

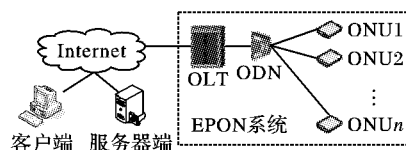


图5 系统测试平台

根据《中国电信移动业务网络管理系统规范——总册 (v1.1)》标准规范可知,告警上报时延不超过 10 s,单项操作响应时间不超过 5 s,本系统的测试结果均优于电信网管系统的标准。

表3 本系统功能测试结果

测试内容	测试步骤	测试结果
实时性能管理	1) 选择设备、端口、采集时间等参数;2) 启动采集任务	采集结果以曲线图或饼状图的形式正确显示
历史性能管理	1) 选择查询设备、端口及性能参数;2) 点击查询显示	查询结果以曲线图或饼状图的形式正确显示
性能预测	1) 启动预测未来一天的情况;2) 记录未来一天的实时数据	预测误差非常小,符合系统的要求

表4 本系统性能测试结果

测试内容	测试步骤	测试结果
最大用户数并发操作	1) 模拟16个用户并发操作;2) 同时进行性能查询、设置操作	系统正常工作,运行稳定
操作响应时间	1) 在数据库中插入200万条记录;2) 执行各种查询、设置操作	操作响应平均时间为1.2 s
告警上报时延	1) 修改性能门限使之能产生告警;2) 启动采集任务,观察结果	告警上报平均时延为61.5 ms

5 结语

本文采用 SNMP4J 和 JfreeChart 类库、MyEclipse 9.0 开发环境设计并实现了基于 Web 的 EPON 网络性能管理系统。系统实现了对性能数据的查询与显示,同时在性能预测中采用增加动量项的 BP 神经网络对网络性能进行预测,实现网络性能管理的智能化。在开发过程中,采用 SSH 架构,有效实现了系统各模块的解耦,最大限度地实现了系统的可维护性和可重用性。

虽说系统在响应速度、传输时延方面效果较好,但在智能化、安全性等方面仍然存在很多不足之处,因此在后续的工作中可以引入专家系统,对网络性能的进一步改善给出明确合理的建议,以降低网管人员的工作复杂度。

参考文献:

- [1] 田春丽,陈雪,顾雪沁. EPON 网管性能管理子系统的设计和实现[J]. 光通信技术,2009(2): 16-19.
- [2] 万姗姗,吴峰. EPON 网管功能现状及展望[J]. 电信技术,2008(9): 39-40.
- [3] de VERGARA J E L, VILLAGRA V A, BERROCAL J. Applying the Web ontology language to management information definitions [J]. IEEE Communications Magazine, 2004, 42(7): 68-74.
- [4] GOVINDAM R, TANGMUNARUNKIT H. Heuristics for Internet map discovery [C]// INFOCOM 2000: Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Washington, DC: IEEE Computer and Communications Societies, 2000, 3: 1371-1380.
- [5] 李刚. 轻量级 JavaEE 企业应用实战——Struts2 + Spring + Hibernate 整合开发[M]. 3 版. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [6] CASE J. Simple Network Management Protocol (SNMP), RFC 1157 [S]. [S. l.]: RFC, 1990.
- [7] ROSE M. Management information base for network management of TCP/IP-based Internet: MIB-II, RFC 1213 [S]. [S. l.]: RFC, 1991.
- [8] 李明江. SNMP 简单网络管理协议[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 8-10.
- [9] 林永傍. 基于 Web 的 EPON 网络管理系统的设计与实现[D]. 广州: 暨南大学, 2010.
- [10] 聂晶, 潘志宏, 徐洪, 等. EPON 网络性能管理系统的设计与实现[J]. 电讯技术, 2010, 50(12): 90-93.
- [11] 王军. EPON 网管系统分析与设计[D]. 北京: 北京邮电大学, 2010.
- [12] KRAMER G. 基于以太网的无源光网络[M]. 陈雪, 孙曙和, 刘冬, 等译. 北京: 北京邮电大学出版社, 2007.
- [13] 韩力群. 人工神经网络教程[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006.
- [14] 高洪岩. 至简 SSH: 精通 Java Web 实用开发技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [15] 粘来霞. EPON 系统 SNMP 网络管理设计与实现[D]. 武汉: 华中科技大学, 2008.

(上接第 570 页)

4 结语

随着 GIS 技术的发展, GIS 与 SCADA 系统相互协作必将日益得到重视;在 SCADA 系统中融合 GIS 技术扩大其应用层面,共同服务于生产,具有重要意义。本文介绍了系统集成技术在 C/S 多层结构中具体实现方案,对 GIS 与 SCADA 系统功能进行整合,在为系统提供实时监控能力的同时,完成地理信息汇集、共享、处理与发布;为管理部门调度控制提供一个具有较高实用性的辅助决策平台。

参考文献:

- [1] 宋新航. SCADA 系统设计和实现[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [2] 吴信才. 地理信息系统设计与实现[M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2009: 10-22, 101.
- [3] DEMERS M N. Fundamentals of geographic information systems [M]. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005.
- [4] TAIT M G. Implementing geoportals: applications of distributed GIS [J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2005, 29(1): 33-47.
- [5] 张伯明, 孙宏斌, 吴文传. 3 维协调的新一代电网能量管理系统 [J]. 电力系统自动化, 2007, 31(13): 1-6.
- [6] 刘亚鑫, 夏立. GIS 与 SCADA 系统集成技术的研究 [J]. 电网技术, 2007, 31(16): 42-45.
- [7] 王志岗, 彭霏. GIS 与 SCADA 集成技术的研究与应用 [J]. 测绘, 2011, 34(1): 14-17.
- [8] 朱毅. 排水管理系统中 GIS 与 SCADA 的集成研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2007.
- [9] 王利军, 李永树. 基于 GIS 的 DCS 数据远程监控与可视化研究与应用 [J]. 化工自动化及仪表, 2010, 37(6): 76-78, 81.
- [10] 窦华成, 王力, 邓世军. GIS 和 SCADA 系统数据一体化模型及其应用初探 [J]. 工程勘察, 2007, 35(5): 48-50, 57.
- [11] 朱毅, 周君. GIS 与 SCADA 集成中数据一体化技术的研究 [J]. 计算机与数字工程, 2007, 35(3): 22-23.
- [12] 张强, 姜占华, 张佳民. 基于实时操作数据存储的动态警情分析 [J]. 吉林大学学报: 理学版, 2009, 47(6): 1255-1259.
- [13] 程茂, 蔡金金, 温静. 多层 C/S 系统构架的设计与实现 [J]. 河北农业大学学报, 2010, 33(4): 104-108.
- [14] 陈银鹏, 郭莉. 面向多应用系统的监控系统的设计与实现 [J]. 计算机应用, 2008, 28(4): 1061-1064.
- [15] 文永亮, 孟文, 王文玺. 基于 ADO 技术的 SCADA 数据库开发 [J]. 微计算机信息, 2008, 24(27): 141-143.
- [16] 汪维华, 汪维清, 胡章平. C#. NET 程序设计实用教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2011: 128-166, 189.