

基于 SNMP 的数据采集框架^①

林 川, 王汉军, 陈庚午

(中国科学院大学 沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

摘 要: 数据采集模块是对嵌入式网络设备进行监控和管理的基础, 由于采集对象的复杂性和多样性, 对数据采集框架的兼容性和扩展性提出了更高的要求. 基于 B/S 模型、嵌入式 Internet 技术、网络管理技术、多线程技术, 提出了一种远程 Web 数据采集管理模块, 解决了数据采集模块兼容性和扩展性较差的问题, 形成了通用性强、扩展性强、可移植性强的远程 Web 数据采集管理框架. 该框架实现了采集协议可拓展、采集任务调度策略可拓展, 对嵌入式网络设备的智能监控管理起到了重要作用.

关键词: SNMP; 嵌入式 Web 服务器; 数据采集; 扩展性; 多线程

Data Acquisition Frame Based on SNMP

LIN Chuan, WANG Han-Jun, CHEN Geng-Wu

(Shenyang institute of computing technology, University of Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

Abstract: Data Acquisition module is the basis of the intelligent supervision and management system of embedded network devices. Due to the diversity and complexity of the acquisition object, it calls for higher requirements on compatibility and scalability in data acquisition frame. This paper creates a solution of data acquisition based on SNMP, embedded Internet technology, network management technology and multithreading. It improves compatibility and scalability and proposes a remote Web data acquisition frame with high generality, high compatibility and high portability. The data acquisition frame is designed and implemented with multi-threading technology and multi scheduling stages, which plays an important role in the intelligent supervision and management of embedded network devices.

Key words: SNMP; embedded network servers; data acquisition; scalability; multi-threading

0 引言

随着嵌入式系统和网络应用的发展, 在 Internet 上涌现了大量的嵌入式设备^[1], 这些设备存在着种类差异并且可能分布在不同的地理位置. 管理员需要在任意时间和任意地点对这些千差万别的嵌入式设备的当前状态进行监控和管理, 如果发现设备运转异常则需要实时处理. 传统的管理模型存在着兼容性弱、扩展性差、跨平台困难、不易于远程管理、开发维护较难等缺点. 本文基于以上的需求, 克服了传统模型^[2]的缺陷, 提出了一种基于 SNMP 和 B/S 模型的嵌入式远程 Web 数据采集框架. 该框架继承了 java 的高移植性的优点, 充分利用多线程高并发处理能力, 实现了

采集协议可扩展、采集策略可扩展, 为用户提供了友好的交互界面, 并且为上层模块提供了重要的数据支撑.

1 系统的结构

嵌入式网络设备管理系统一般包括管理平台、管理代理和管理信息库(MIB). 其中, 网络管理平台也叫做管理站^[3], 负责发送管络管理命令、存储数据以及分析数据等整个网络的管理. 管理代理进程运行在被监管的设备上, 实现被管理设备和管理平台之间的通讯. 通过 MIB 可以解决管理代理和网络管理平台之间的接口统一问题, 远程待监测设备对象就是在 MIB 中标识

① 收稿时间:2015-09-14;收到修改稿时间:2015-11-02

的。为了实现管理平台和管理代理^[4]之间的通讯，管理代理和管理平台都要实例化相应的 MIB 对象，这样双方就可以互相辨别对方的信息。管理平台对管理代理进行定期轮询^[5]，管理代理响应管理平台的查询和控制命令，并将结果回送，这样就完成了对嵌入式网络设备的管理和监控。

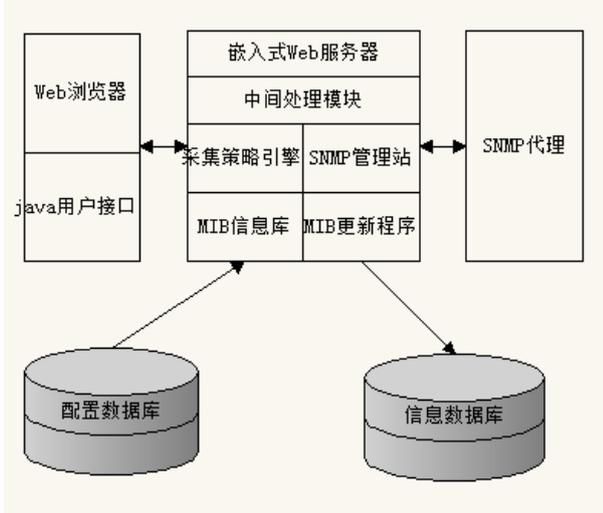


图1 系统的结构图

系统的结构如图1所示，总体上分成了web浏览器模块、嵌入式web服务器模块、SNMP代理模块、和数据库四大部分。其中网络管理用户通过Web浏览器接口与嵌入式服务器通讯，来完成对嵌入式网络设备的监控和管理。Java用户接口负责对管理员提供统一友好的操作界面，它接受管理员发出的各种控制和查询命令，然后通过http协议将信息传给嵌入式web服务器，同时也接受web服务器的信息并回显给用户。

嵌入式web服务器模块是整个系统的核心，里面又分为中间处理模块、采集策略引擎、SNMP管理站、MIB信息库和MIB更新程序5个部分。中间处理模块主要负责对中间数据和协议的转换等，由于数据采集对实时性要求较高，因而SNMP底层多采用UDP协议传输，而服务器和浏览器通讯大多采用http协议，如何保证采集的数据能够通过这两种协议实时地回显给用户就是中间处理模块的任务。另外，中间处理模块还需要负责对采集数据的格式进行处理，以保证上层模块能够正常的接收。采集策略引擎^[6]主要负责控制对被监控的嵌入式网络设备的数据采集策略，通常使用定时采集的方式。SNMP管理站主要接收用户发送的查询和控制命令，然后将相应的命令解析以后发送

给SNMP代理，以完成对嵌入式网络设备的控制和管理。MIB信息库储存了被管理设备的信息，定义了被管理设备必须保存的数据项、允许对每个数据项进行的操作及其含义，即管理系统可访问的受管设备的控制和状态信息等数据变量都保存在MIB中，主要作用是管理站和被管理设备提供通讯的接口。MIB更新程序的作用是确保MIB信息库中的各种管理信息与被监管设备的实际运行状态相符合，以保证系统的正确性。

SNMP代理运行在被监管的嵌入式网络设备上，它主要负责与SNMP管理站通讯，接受SNMP管理站的查询和控制命令，并将结果送回管理站，SNMP代理和管理站是对嵌入式网络设备进行监控管理的底层实现模块。

数据库主要存放系统的数据信息，分为配置数据库和信息数据库。配置数据库用来存放系统的配置信息，主要包括各个嵌入式网络设备的采集配置信息和采集策略引擎的配置信息等，而信息数据库主要用来存放被监控设备的采集结果。

2 系统的访问流程

系统的访问流程如图2所示。

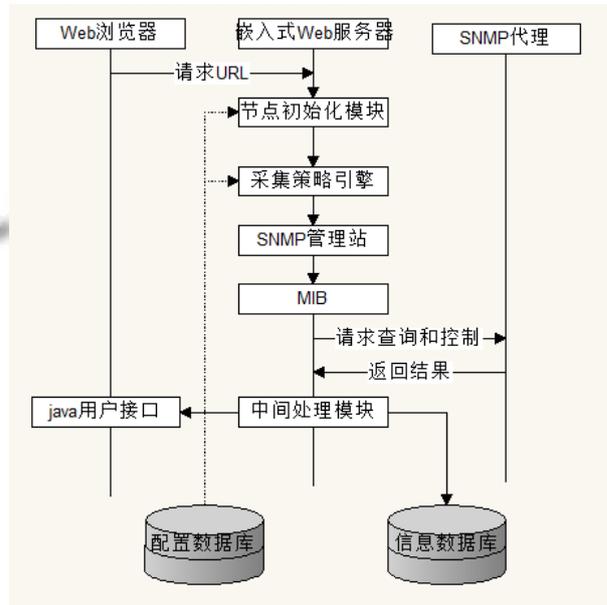


图2 系统访问流程图

web浏览器向嵌入式web服务器发送请求，服务器解析后调用采集节点初始化模块从配置数据库读取节点的配置信息完成各采集节点的初始化。接下来采

集策略引擎从配置数据库读取采集策略配置文件, 根据策略调用 SNMP 管理站进行采集工作. SNMP 管理站根据节点的信息从 MIB 读取信息并向 SNMP 代理发送查询和控制请求命令, 得到返回结果后交给中间处理模块将采集到的数据持久化到信息数据库并实时的交给 java 用户接口回显给用户.

3 分析和改进

3.1 多线程处理

数据采集模块负责完成对嵌入式网络及相关节点的原始数据进行实时采集、规约转换、并行传输、数据分析及实时数据库维护, 也就是为系统提供全部的加工后的数据, 通过对采集的数据进行分析和统计, 就能了解系统的动态趋势, 为上层模块提供重要的数据支持^[7]. 由于采集结点数目庞大、采集速度要求较高、前期处理和数据转换较为频繁, 为保证采集数据的实时性, 数据采集模块需要用到高并发技术的支持.

本模块充分利用 java 语言的多线程处理能力, 将一定数量的采集任务由一个线程单独处理, 提高并发性. 这些线程由线程池维护, 当有采集任务的时候, 系统从线程池分配一个线程进行采集, 完成采集任务以后将资源归还给线程池. 根据服务器能力及任务数量配置线程池的最大并发线程数目^[8], 控制线程数量, 服务器上可运行最大线程数取决于软硬件配置.

采用多线程实现并发采集任务时, 各个线程之间是独立的, 同时和系统的运行环境关联性小, 实现了松散耦合, 并且可以随时拓展关注的范围, 只需设置一个新的对象就能自动生成一个新的线程. 利用多线程采集数据提高了程序的并发性, 极大地提高了系统的效率, 还可以降低资源利用率, 减轻服务器的负担.

3.2 兼容性和扩展性改进

由于采集对象的复杂性, 单一协议、固定采集策略的采集框架可能并不能满足采集需求, 采集模块的设计必须考虑到要能兼容新的采集协议和可变的采集策略, 因此要做到尽可能的松散耦合.

本模块的主要任务是对嵌入式网络设备进行数据采集, 主要是与网络设备通信, 同时该模块还要接受上层模块的控制. 为了尽可能实现与上层模块的松散耦合, 在两者之间使用了 ORACLE 数据库对模块进行配置, 上层模块可以通过更改数据库^[9]的配置, 再通知系统刷新配置来达到更新配置的目的, 因此数据库

是系统的一个重要组成部分, 不仅用来存储收集到的网络数据, 而且用来存储系统的配置, 系统内部描述如图 3 所示.

在该模块启动时, 初始化程序负责从配置数据库中读取信息, 根据这些信息生成采集策略引擎使用的事实对象^[10], 放入工作区中. 同时采集策略引擎读取策略库中的采集策略, 当采集策略引擎有规则^[11]触发生成新的对象时, 通过策略定义控制采集策略引擎进行数据采集, 并将采集到的数据经过处理后存储到指定的信息数据库中. 在实际的应用中, 可以根据实际情况做出适当的调整, 例如, 配置数据库和规则数据库可能会放置在一起.

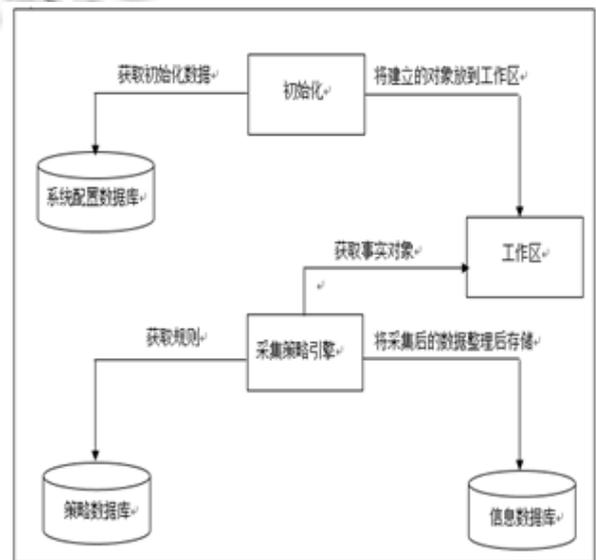


图 3 SNMP 数据采集模块内部结构图

对新采集协议的兼容性和扩展性要求各采集结点的采集信道和协议等信息要储存在系统配置数据库中, 在初始化节点协议类型的时候, 可用工厂设计模式和运行时对象的动态装配^[12], 这样采集框架就能够根据协议的不同执行不同的采集行为, 为兼容新的采集协议提供了扩展空间. 由于采集策略引擎从策略数据库获取规则, 这样仅需修改策略数据库中的配置就可以控制采集引擎的采集策略, 实现了采集策略的扩展性.

3.3 系统分析

可移植性: 由于该框架由 java 实现, 故可实现跨平台使用.

远程访问: 该框架是基于 B/S 模式的远程 web 应用, 故可轻松实现远程访问.

实时性能: 该框架充分运用了多线程的处理能力支持高并发访问, 因而对节点数据进行实时采集和实时查看的能力较强。

网络负担: 由于底层实现采用 SNMP 轻量级协议, 其通信成本低, 再加上采用多线程的处理因而该系统的网络负担较轻。

用户友好性: 该系统问用户提供了功能强大、操作友好的界面, 使用户处理起来简单方便。

3.4 采集结果

Status	Result1	GD_ID	GN_ID	GD_DATE	GD_VALUE	GD_GATHER_TIME	GD_FLAG	GD_SCAN_FLAG	GD_DATA_UNIT
1		499e18e9-4da...	gn28	2015-04-13 16:24:00.0	13.72	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	unspecifi
2		4138662e-9aa...	gn27	2015-04-13 16:24:00.0	13.72	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	unspecifi
3		f5ab9ef2-2e84...	gn26	2015-04-13 16:24:00.0	nc	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
4		d9476013-8c9...	gn25	2015-04-13 16:24:00.0	nc	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
5		f980b2b6-00e...	gn24	2015-04-13 16:24:00.0	70	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	Watts
6		15fda71b-90b...	gn23	2015-04-13 16:24:00.0	45	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	Watts
7		be099c69-62c...	gn22	2015-04-13 16:24:00.0	nc	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
8		393c2635-b9a...	gn21	2015-04-13 16:24:00.0	nc	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
9		eb9745dc-17a...	gn20	2015-04-13 16:24:00.0	Chassis Power is on	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
10		47285915-27b...	gn51	2015-04-13 16:24:00.0	22462435	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
11		565bbb53-17c...	gn81	2015-04-13 16:24:00.0	29.40	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	unspecifi
12		c4577f94-4ece...	gn80	2015-04-13 16:24:00.0	29.40	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	unspecifi
13		5c159fde-d1c...	gn7	2015-04-13 16:24:00.0	65536	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
14		75bb7364-3fa...	gn6	2015-04-13 16:24:00.0	2128254	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
15		db0b03a-1ac...	gn5	2015-04-13 16:24:00.0	13109039	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
16		1479857b-260...	gn1	2015-04-13 16:24:00.0	0.125	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
17		773ad7cf-c8f0...	gn35	2015-04-13 16:24:00.0	45	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
18		e3d91293-fe2...	gn34	2015-04-13 16:24:00.0	1	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
19		a6a8c807-8a9...	gn33	2015-04-13 16:24:00.0	WIN-EGVUXNHU...	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
20		9fac0483-6dd...	gn32	2015-04-13 16:24:00.0	20 days, 1:43:00.00	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
21		68149e22-0d7...	gn31	2015-04-13 16:24:00.0	14	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	degrees C
22		b8af92d4-ce7...	gn61	2015-04-13 16:24:00.0	7529172	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
23		4cfa12fb-5c80...	gn30	2015-04-13 16:24:00.0	40	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	degrees C
24		4ac1885b-78b...	gn79	2015-04-13 16:24:00.0	29.40	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	unspecifi
25		7982ca9d-52b...	gn78	2015-04-13 16:24:00.0	29.40	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	unspecifi
26		9017cbd6-bb...	gn77	2015-04-13 16:24:00.0	nc	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
27		4e510c18-eed...	gn76	2015-04-13 16:24:00.0	nc	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
28		c9c2f860-b9a...	gn75	2015-04-13 16:24:00.0	nc	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
29		85683f08-327...	gn41	2015-04-13 16:24:00.0	4096	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL
30		5e1138f0-76e...	gn72	2015-04-13 16:24:00.0	22907	2015-04-13 16:24:02.0	1	0	NULL

图4 采集结果信息数据库部分节点数据

4 结束语

数据采集模块是对嵌入式网络设备实时有效、可靠管理的前提和基础。本文设计并实现了一种基于 SNMP 和 B/S 模型的嵌入式 Web 远程数据采集管理框架。首先介绍了框架系统的结构, 然后分析了该系统的访问流程, 其次, 结合多线程技术解决了采集的高并发性问题, 最后, 结合实际需求对采集框架做出了兼容性和扩展性改进。本框架已在实际的机房网络管理中得到应用, 取得了较好的效果, 在未来工作中将研究如何应对海量采集节点的采集性能问题, 今后将在此框架基础上研究基于 Map-reduce 进行分布式采集

图 4 为数据采集的结果, 需要采集的数据指标有各个服务器节点的网口速率、网口输入流量、网口输出流量、网口管理状态、系统 CPU 负载、内存大小和使用情况、硬盘大小和使用情况等等。由于采集节点的数量庞大, 这里只列出部分结果。从采集结果可以看出, 本模块针对各个采集节点均能成功采集到数据并持久化到信息数据库, 并且采集完成的时间都在 3 秒以内。

任务的改进。

参考文献

- 1 张焱, 张海. SNMP 在数据网监控中的应用分析. 产业与科技论坛, 2014, 15: 59-60.
- 2 于桂波. 基于 SNMP 探讨网络管理系统的实现. 数字技术与应用, 2015, 3: 88-90.
- 3 Wu BZ, Chang Y. Integrating SNMP agents and CLI with NETCONF-based network management systems. 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 2010. IEEE. 2010. 81-84.

- 4 姚建强,冯梅,郭晓东,陈靓.机房监控系统数据采集解析方式和系统结构.信息系统工程,2013,12:117-119.
- 5 郝令培,江宇,郑宏瑞,郭利波.电信机房监控数据采集器软件的设计与实现.煤炭科学技术,2007,11:47-50.
- 6 贺军.基于 snmp 网络协议的网络流量监视系统的实现.科技创新与应用,2014,03:67.
- 7 顾坤.基于 SNMP 的网络性能监测系统的设计.中小企业管理与科技(下旬刊),2014,7:320-321.
- 8 Zhao QP. Data acquisition and simulation of natural phenomena. Science China Information Sciences, 2011, 54(4): 683-716.
- 9 孙静.基于 J2EE 的企业数据采集系统设计与开发.微计算机信息,2011,10:96-98.
- 10 刘志祥,石永革,陈晓璠.在 J2EE 平台上采用多线程技术实现并发数据采集.计算机与现代化,2004,11:58-60.
- 11 许文建.基于 SNMP 的数字基站监控系统设计与实现[学位论文].广州:华南理工大学,2015.
- 12 Lin Z, Wang XG, Lu Q. Design and implementation of 1 GHz high speed data acquisition system. Journal of Systems Engineering & Electronics, 2009, 20(1):55-59.