

Design and Implementation of Distributed Computer Room Monitoring and Control System

HUANG Xiao-ling

Shanghai Lixin University of Commerce, Information-based Office, Shanghai, china, 201620
huangxiaoling@lixin.edu.cn

Abstract: Aiming at the computer rooms locating in different areas, the paper proposed a design method of distributed computer room monitoring and control system. In order to collecting the data of different type devices, it uses the component object model technology to design data acquisition interfaces, which implements loose coupling between front end devices and system. The communication of modules in system use XML method and XMill compressing to ensure the signal expansibility, and reduce transmission time and loading in network. The results show that the system implements multi-model and multi-protocol compatible of front end devices, and has good scalability and versatility.

Keywords: distributed; monitoring; component object model (COM) ; extensible markup language(XML)

一种分布式机房监控系统的设计与实现

黄小玲

上海立信会计学院 信息化办公室, 上海, 中国, 201620
huangxiaoling@lixin.edu.cn

【摘要】针对机房分布在不同区域的特点, 提出了一种分布式机房监控系统的设计方法。为了适应采集不同型号设备的数据, 采用了组件对象模型技术 (COM) 设计数据采集接口, 实现了前端设备与监控系统之间的松散耦合。系统各个模块之间通信信令采用了 XML 方式, 使用了 XMill 技术进行压缩, 保证了信令的可扩展性, 减少了网络的传输时间和负载。结果表明, 该系统实现了前端设备多型号、多协议的兼容, 具有良好的可扩展性和通用性。

【关键词】分布式; 监控; 组件对象模型; 可扩展标记语言

1 引言

随着计算机的发展和普及, 计算机系统数量与日俱增, 其配套的环境设备也日益增多^[1], 计算机机房已成为各大单位的重要组成部分。为了保证机房稳定正常运行, 对机房环境进行实时监控的系统起了越来越大的作用。在机房区域分散, 监控点到监控室有一定距离的情况下, 本文提出了一种分布式机房监控系统, 能够实现监控平台对各个监控设备的统一管理和分散控制。

2 系统结构

2.1 系统总结结构设计

本系统以分布在不同建筑中的机房为监控对象,

实现对机房的动力设备和环境进行实时监控。在各个机房增加一台数据采集服务器, 通过数据采集服务器完成对机房中各类设备的数据采集和设备的控制, 然后将数据传送给监控服务平台中心, 由监控服务平台中心对数据进行分析, 存储。客户端通过 tcp/ip 连接监控服务平台, 浏览图像和机房动力设备数据等。系统主要由三个部分组成: 数据采集及控制, 监控服务平台中心和客户端^[2], 其总架构如图 1 所示。采用这种层次式和模块式设计, 把数据采集, 设备控制, 数据存储, 数据查询等功能分部在不同的模块上面, 可平衡系统的负载, 提高系统运行效率, 从而提高系统的可扩展性和可维护性。

2.2 数据采集及控制

该部分功能主要是将采集到的数据传送给监控服务平台中心进行分析、存储，同时接收平台发送过来设备的控制请求，实现对设备的控制功能。采集功能由硬件（传感器、摄像设备等）、软件配合完成。采集的数据分为两类：1) 音视频：编码器通过音视频接口和摄像头、麦克风连接，采集机房实时音视频数据，然后通过 TCP/IP 将数据传送给服务器；2) 温湿度、电流、电压等数据：传感器通过串口和服务器连接，将采集到的实时数据传送给服务器。

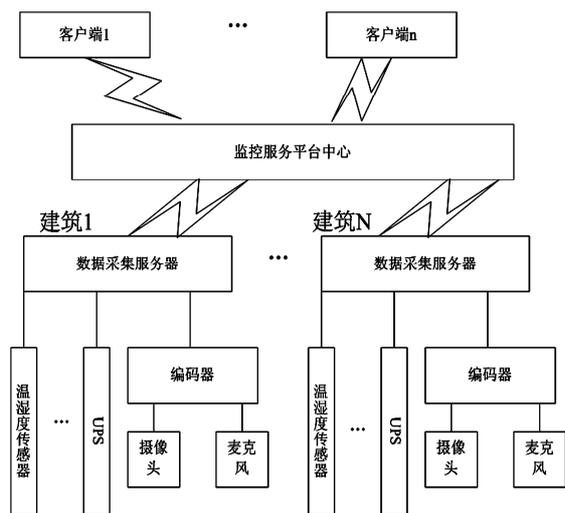


Figure 1. system architecture
图 1. 系统总架构

2.3 监控服务平台中心

是监控系统的核心部分。该部分功能主要为信令转发、数据分析、数据存储、视频录像和码流转发功能，其中，数据存储包括三个部分的数据：音视频数据存储，即录像存储、实时数据存储、日志存储。监控服务平台中心提供对整个中心平台资源的动态调度功能，并能将用户的请求转发给相应的设备，以及将前端设备的音视频码流和告警信号转发给相应的用户。监控服务平台中心由一系列模块组成，如图 2 所示：

1) 中心管理单元(CMU)：主要负责整个中心平台的信令控制和码流调度，是监控服务中心平台的核心模块。

2) 用户接入服务器(UAS)：主要负责整体监控系统的数据存储，包括操作日志、告警日志、采集数据等存储，为客户端查询提供数据。

3) 网络录像单元(NRU)：主要负责录像存储，该服务器配合磁阵使用，能够大容量存入编码器音视频数据，用户可以根据需要调用任意时段的录像进行查阅。

4) 视频转发单元(VTDU)：主要处理来自中心管理单元的调度信令，根据调度信息进行消息和码流的相应转发。例如将视频流分发到 NRU 或 CU、转发用户的控制命令到相应设备等；

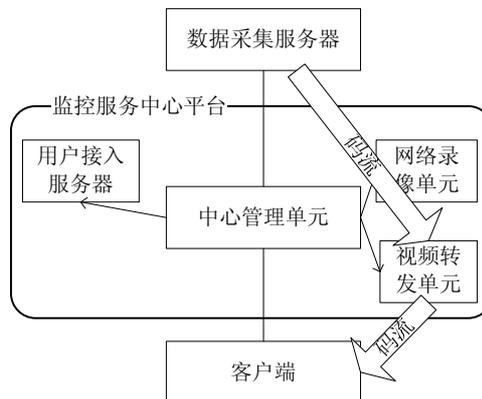


Figure 2. Architecture of monitoring service platform center
图 2. 监控服务平台中心结构图

如图 2 所示，为了保证业务信令可靠性，采用了业务信令与码流的分离，码流不通过 CMU 直接发送给相应的服务单元，提高了 CMU 处理信令效率，并且采用分布式部署，各个模块职责单一，可平衡系统的负载，提高系统的运行效率，从而提高系统的可扩展性和可维护性。在项目具体实施过程中，可以分步分期的建设系统，极大的降低了实施风险。

2.4 客户端

是远程图像集中监控和维护管理的应用平台。主要以图像界面形式展示机房监控系统，展现机房监控探头列表，实时图像浏览，实时机房数据显示，告警联动，日志查询，设置前端设备等功能。采用 ACTIVEX 组件方式实现，可以通过 IE 直接进行下载使用，也可以对外发布在此基础上进行二次开发，能够非常方便的和其他系统进行融合、对接。

3 关键技术及实现

3.1 前端设备接入设计

机房中前端设备种类较多，涉及到不同类型设备，不同的 API 和不同的协议，对于相同的前端设备，也

可能涉及到不同厂商的不同设备,这就带来一个问题,如何在把不同的设备接入到监控系统,同时又能保持系统主要模块保持不变,尽量少修改使之能接入更多前端设备。

为了使系统具有灵活的适应性,能够兼容不同的新设备,设备接入采用 COM^[3]技术提供接口类的方式来实现。接入设备大致分为两类:一类编码器设备,主要用来接摄像头采集音视频数据;一类为数据采集设备,如温湿度传感器、电压电流计等。因此,COM接口提供两种类型的接口: IEncoderInterface 和 IDataCollectionInterface。IEncoderInterface 接口主要实现编码器接入、音视频数据回调、音频控制、绘图回

调、编码参数设置等功能,通过调用接入编码器的 API 实现。IDataCollectionInterface 实现数据采集器连接、数据采集、参数设置等功能。

设备接入模块采用 Factory 模式和 Adapter 模式相结合的方式,实现对前端设备的接入管理,不同设备通过 COM 接口动态加载不同的 DLL,如接入编码器有大华、海康前端,则设备接入模块在接入相关前端时,会自动通过厂商类型去加载 dahua.dll 或 haikang.dll,调用相应的接口来实现音视频接入功能,同时实现数据采集和码流转码功能。数据采集通过 IDataCollectionInterface 接口加载不同的采集实现 DLL 来实现。设备接入模块类结构如图 3 所示。

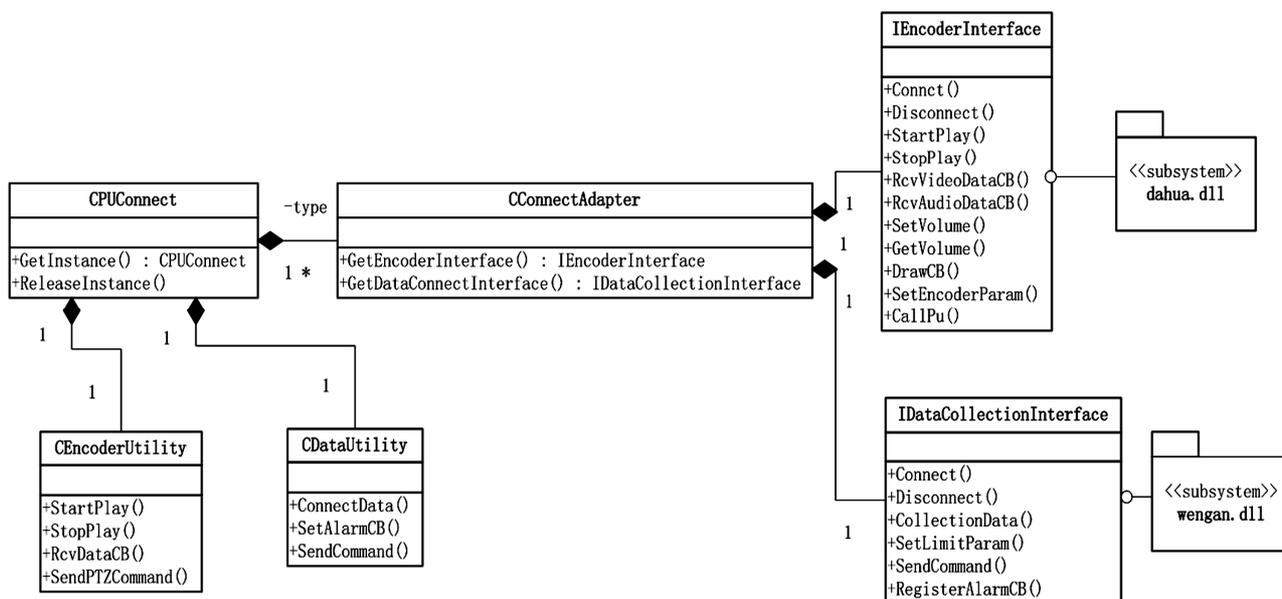


Figure 3.The structure of accessing device module class

图 3. 设备接入模块类结构

其中 CPUConnect 类为一个 Singleton 模式类,提供一个 GetInstance()函数返回自身的唯一实例,该类提供了 IEncoderInterface 和 IDataCollectionInterface 接口类提供的所有功能,其它模块通过调用该接口获取到 CPUConnect 的实例指针对具体的设备作相应操作。

CConnectAdapter 类由 Factory 和 Adapter 模式混合实现,CPUConnect 通过设备类型和设备名称,调用该类的 GetEncoderInterface 或 GetDataConnectInterface 接口来获取接口类的实例,即传入设备名称,CConnectAdapter 自动根据该名称生成一个对应的接口类实例,内部通过 LoadLibrary 找到对应的接口实现插件,从而完成插件的自动加载。

CEncoderUtility 和 CDataUtility 为具体的两类设备数据采集实现类,通过 CPUConnect 调用接口实例的功能函数来实现。

由上述可知,接入新的前端设备,只需要提供 COM 实现的 DLL 即可,系统其它模块保持不变,具有良好的扩展性。同时这些 COM 还可以对外发布,在系统稳定运行后,可以通过第三方来开发实现 DLL 来接入新设备,具有很强的适应性。

3.2 模块间通信协议定制

为了能够方便的进行扩展和升级,平台和数据采集服务器、CU 客户端之间能够很好的兼容,即使是

不同的版本，也能保证主要功能能够正常运行，减少了系统维护成本，在系统中采用 XML 作为信令传输体。

XML 信令由包头和包体组成。包头由 Version、SerialNO、CommandID、Description 几个字段组成，分别表示版本号、流水号、命令 ID 和描述。加入版本号，在分布式部署各个平台模块时，模块版本不同时，可以通过该字段加以识别，进行版本兼容性处理；在同一条信令多次发送时，即 CommandID 相同时，可以通过 SerialNO 来对信令进行区分，Description 字段作为描述字段，可以不填，用来描述该条信令意义。包体由不同的参数组成，不同的信令包体字段定义不同。

XML 是自描述语言，是一种半结构化数据，包含大量重复的结构描述信息，极大的浪费了 XML 数据的存储空间，并且对带宽提出了更高的要求。因此有效的对 XML 数据进行压缩，减低传输代价，也是本系统需要解决的一个问题。

目前 XML 压缩技术^[4]主要有 XMILL、XGrind、XPRESS、XMLZip 等几种技术，考虑到本系统 XML 信令是作为网络传输，只需要在应用层序的两端增加一层转换，在发送端压缩文档信令，然后在接收端解压缩，因此只需要考虑压缩效率，不需要进行查询，采用 XMILL 和 gzip 结合的方式来进行压缩。

其中包括几个步骤：首先用整数代码值代替实际元素的起始和结束标签，单独进行压缩；然后所有元素类型的字符数据组成块单独压缩；对每种类型的元素重复后一个步骤。通过用这种方式把类似的数据组织在一起，gzip 可以更有效地操作。最终的结果是以大约相同的处理代价，得到了比单纯使用 gzip 更小的文档。

系统测试结果显示，压缩后的信令长度平均长度为原信令长度的 1/3，大大减轻了网络的压力。

3.3 系统媒体流传输与控制

TCP 协议是一个面向连接的协议,它的重传机制和拥塞控制机制都是不适用于实时多媒体传输的。由监控服务中心平台图中可知，为了使客户实时浏览图像，系统采用了控制流与媒体流的分离，媒体流采用 UDP 方式进行传输。由于 RTP 和 RTCP^[5]配合使用，它们能以有效的反馈和最小的开销使传输效率最佳化，特别适合传送网上的实时数据。在系统实现中，

采用 RTP 作为码流传输的协议，同时使用 RTCP 为传送数据包提供可靠的传送机制、流量控制和拥塞控制。

考虑到系统中可能会出现多个 CU 客户端同时浏览同一个编码器的情况，如果每一个浏览都需要设备接入模块去和实际前端建立一个码流交互，这样对接入模块的网络压力就会比较大，同时实际的编码器的接入能力有限，可能出现 CU 客户端无法浏览的情况。鉴于这种情况，VTDU 采用按源转发的机制，即在 VTDU 中建立一张码流交互的表，该表数据结构为：

Table1. Interactive stream
表 1. 码流交互表

ID	源 IP	目的 IP
----	------	-------

其中，ID 为唯一标识，源 IP 为编码器 IP，目的 IP 为请求浏览 CU 客户端 IP，在码流转发中，源 IP 唯一，即有多个目的 IP 请求一个源 IP 编码器的码流时，VTDU 只对接入模块请求一路码流，然后在本地转发多路码流到不同的 CU 客户端，结束浏览时，最后一个目的 IP 的 CU 客户端结束浏览，VTDU 才结束接入模块的码流请求，此时接入模块通过调用 API 结束和编码器的码流交换。通过这种方式，能够保证系统和每个编码器最多只连接一次，实现多个客户端同时浏览同一个编码器的功能。

4 系统优势

与传统的机房监控系统相比，该系统设计具有如下主要优点：

1) 控制流与媒体流分离：平台的业务信令在传输层采用 TCP 协议，保证信令的可靠性，优先保证了用户的操作感觉。媒体数据在传输层采用 UDP 协议，媒体传输采用 RTP/RTCP，通过流量平滑化处理，丢包重传机制，保证了监控图像的实时性和稳定性。

2) 分布式部署：可以针对不同的应用场景，制定不同的系统部署。增加数据采集服务器，可以增加监控点数；增加 VTDU 服务器，可以增加并发浏览数；增加 NRU 服务器，可以增加并发录像数。增加服务器之后，系统自发的将系统负载进行分布，可以有效地降低所有服务器的负载，可以避免系统出现性能瓶颈。

3) 模块化设计：根据客户实际需求，可以只选择视频监控或动力环境监控，满足不同客户的要求，易于推广。

4) 灵活的系统适应性: 可方便接入其它厂家的前端设备。只需要提供第三方设备实现的 DLL 即可。

5 结束语

本文描述的分布式机房监控系统, 实现了对分散设备的集中监控、管理和控制。由于系统采用模块化设计, 分布式部署, 插件式设备接入, 使系统具有良好的扩展性和可维护性, 可以非常方便的进行扩容, 适合用于各类环境监控场合。

References (参考文献)

- [1] Zhao Jinrong. Analysis of Computer Room Environment Monitoring and Control System[J]. Low Voltage,2009:43-45
- [2] Ruan jun,Yang Chunjin. Design of multi-tiered distributed software architecture based on patterns[J].Computer Engineering,2006:57-59
阮军, 杨春金. 基于模式的多层分布式软件系统架构的设计[J]. 计算机工程, 2006:57-59
- [3] Pan Aiming.COM Theory and Application. Beijing. Tsinghua University Press,1999
潘爱民. COM 原理与应用. 北京. 清华大学出版社, 1999
- [4] Zhang Sheng, Bao Xiaoling, Shu Jian,Chen Sha. Comparative analysis of XML compression methods. Computer Engineering,2009:26-28
张胜,包晓玲,舒坚,陈莎.XML 压缩方法的比较. 计算机工程,2009:26-28
- [5] Yang Hongyu, Xie Lixia, Xie Feng. Research on cluster remote video surveillance system[C]. IEEE International Conference on Industrial Informatics. Singapore: IEEE, 2006: 1171-1174.