

基于节点自治的异构视频监控系统 集成技术和模型研究^{*}

李 阳¹, 陈飞凌², 费章君², 杨仕友^{1*}

(1. 浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027; 2. 南自信息技术有限公司, 江苏 南京 210012)

摘要:随着视频监控系统的普及和推广,资源共享已经成为异构视频监控系统集成中亟待解决的关键技术问题之一。而传统视频系统集成模型和技术在应用中存在着扩展性和稳定性方面的不足,针对此问题提出了基于节点自治的系统集成模型及技术。通过定义模型中不同角色节点的服务,既屏蔽了系统间的异构性又保持原系统的独立性;通过对视频服务节点设计的自描述服务增加了系统的可扩展性。典型工程应用结果表明了该系统集成模型及技术的有效性和优越性。

关键词:视频监控系统;异构性;自描述;节点自治

中图分类号:TP277;TM311

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)02-0212-05

Integration method and model based on node autonomy for heterogeneous video surveillance systems

LI Yang¹, CHEN Fei-ling², FEI Zhang-jun², YANG Shi-you¹

(1. College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Institute of Video Surveillance System, NZIT Co., Ltd, Nanjing 210012, China)

Abstract: With an ever-increasing usage of video surveillance systems, the demands for resource sharing become a topical subject. However, it is always troublesome to extend and stabilize such systems. Aiming at above shortcomings, a model based on the node autonomy was proposed. Defining and using service nodes, not only the heterogeneity of the systems was solved, and the independence of each system was enhanced as well. Also, in terms of self-describing service of video nodes, the extensibility of the model was obviously increased. Confirmed by numerical applications as reported, the results indicate the feasibility and advantages of the proposed method.

Key words: video surveillance system; heterogeneity; self-describing; node autonomy

0 引 言

视频监控系统是一种利用摄像机和报警器监视设防区域并实时显示、记录现场图像的电子系统^[1],一般划分为早期的模拟视频监控系统和现已广泛应用的数字视频监控系统。由于前者缺乏必要的通信和控制模块,需要改造成数字系统后才可进行网络化集成,故本研究的视频监控系统均指数字视频监控系统。典型

视频监控系统的结构框图如图 1 所示^[2-4]。其中,前端设备层包括摄像机、报警器等设备,用于提取视频源和报警信息;设备管理层通过各种类型的服务器管理前端设备,各类视频服务器的详细描述见文献[3];系统服务层需要封装设备管理层中服务器的功能接口,为用户提供统一的系统服务接口,并对设备信息、视频信息以及用户信息进行集中存储管理。

需要指出的是,由于视频监控系统建设一直缺乏

收稿日期:2010-09-01

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50777054)

作者简介:李 阳(1986-),男,河南南阳人,主要从事分布式通信、流媒体传输控制方面的研究. E-mail: young.li@yahoo.com.cn

通信联系人:杨仕友,男,教授,博士生导师. E-mail: shiyouyang@yahoo.com

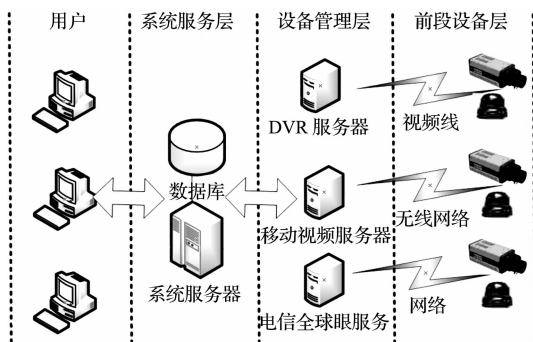


图1 典型视频监控系统示意图

统一的规划和标准,因此,长期以来,不仅不同行业,甚至相同行业内的视频监控系统都是以小范围区域性部署为主,且呈现出一定的差异性,虽然结构形式基本相同,但构成系统的具体模块存在深层次的异构性。主要体现在如下3个方面:设备管理层中服务器功能接口的差异,系统服务层中系统服务类型和接口的差异,以及数据库结构的异构。然而,随着视频监控技术的不断发展和视频监控系统的广泛应用,特别是在电力行业和城市交通系统中的大规模应用,克服视频资源的“信息孤岛”现象并实现统一管理和后期的系统再扩展已经成为现代视频监控系统发展的主要方向之一。因此,为从根本上解决现有监控系统的异构问题进而实现监控信息共享和系统扩展,异构视频监控系统集成技术和模型已经成为亟待解决的关键问题。

本研究针对此问题提出了基于节点自治的系统集成模型及技术。

1 传统视频监控系统集成技术与模型分析

传统的监控系统集成技术直接对子系统的设备管理层进行访问和管理,而不与系统服务层产生交互,如图2所示^[5]。集成过程一般分两步进行:一是移植子系统设备信息到整个模型系统服务层的数据库中;二是将设备管理层中不同服务器功能接口进行封装形成统一的用户调用接口。因此,上述技术必须解决异构数据库信息共享和服务器功能接口封装等问题。

为解决现有数据共享技术和模型的不足,文献[6]提出了一种基于黑板模式的信息共享解决方法。然而,该方法在实际应用中,无论从技术难度,还是从工作量方面来说,都存在着难以逾越的障碍。因此,实际工程应用中往往不采用这种数据共享方法,而是建立独立的数据库,将子系统的设备信息人工添加到数据库。虽然这种方法不失为一个解决之道,但其弊端也很明显:数据库中设备信息更新不能同步。另一方

面,尽管视频服务器功能接口的封装在实践中不存在任何障碍,但封装后却存在巨大隐患,即异构系统的设备管理层将同时服务于两套系统应用层,并在资源调用方面缺乏协调管理机制和能力,可能产生冲突,导致视频监控服务无法稳定运行。

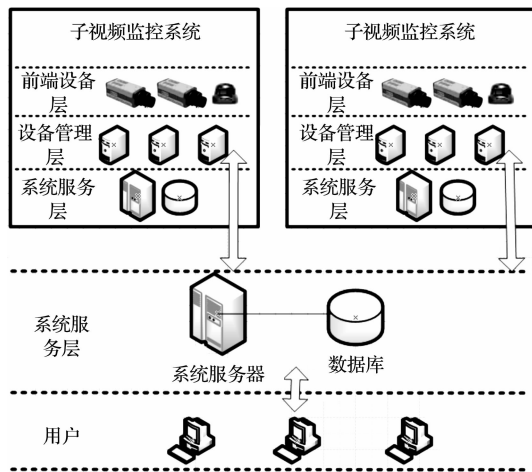


图2 传统监控系统集成模型示意图

传统视频监控集成技术和模型的上述缺点限制了监控系统的扩展性。因为,若需集成新的监控系统,必须人工更新系统数据库的设备信息,甚至需要重新封装系统中新型服务器的功能接口。有鉴于此,本研究提出了一种基于节点自治的视频监控系统系统集成技术和模型。

2 基于节点自治的异构视频监控系统集成技术和模型

节点自治的思想来源于MIT计算机科学学者Minsky提出的Agent概念。Minsky在其《Society of Mind》一书中将社会与社会行为概念引入计算系统,并将自治性作为Agent的属性之一。自治性是指节点应是独立运行的,并根据内部状态和感知到的环境信息决定和控制内部状态和自身的行为^[7]。将这一思想应用到异构视频监控系统的集成,各异构系统作可看作为独立运行并维持其内部运行状态的节点,节点外的访问者只能通过节点规定的服务接口获取相应资源。因而,通过节点自治可以提高节点本身运行的稳定性。

兼顾异构系统的自治性和异构系统间资源共享的要求,本研究的异构视频监控系统集成技术和模型定义了3种不同功能的节点:视频服务节点、信息管理节点和用户节点(如图3所示)。视频服务节点为待集成的异构系统增加代理层后的节点;信息管理节点为管理模型中全局信息节点;用户节点为模型中资源的访问者。整个模型的运行依赖于节点间的服务。视频

服务节点提供自描述,功能调用,信息订阅 3 种服务;信息管理节点提供视频服务节点注册和视频服务节点地址查询等服务。而用户节点属于模型中的消费者,不提供服务。加入模型的视频服务节点需向信息管理节点注册。用户节点从信息管理节点中获取视频服务节点的地址,再通过视频服务节点提供的服务获取其他资源。

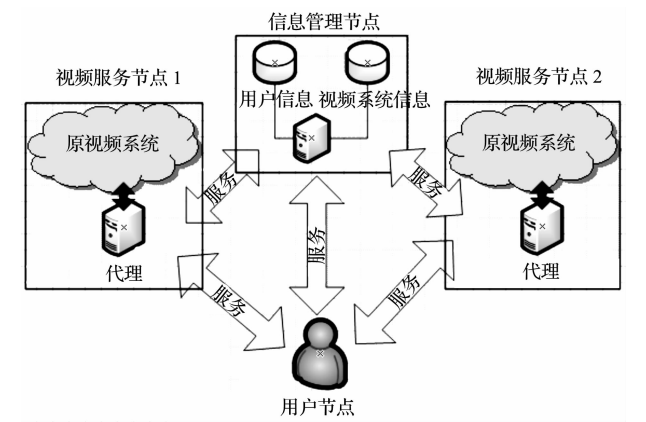


图 3 基于节点自治的系统集成模型

2.1 视频服务节点

视频服务节点的设计既要保持原视频系统的独立性又要为其他节点提供服务。因此,代理层的添加不应破坏原有系统的结构,而必须与原系统用户的调用方式保持一致,并经系统应用层进行资源访问。为此,本研究设计了一种典型的视频服务节点结构,其结构图如图 4 所示。

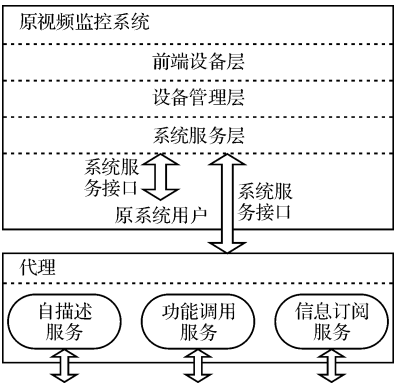


图 4 视频服务节点结构图

上述代理层的各项服务完全依赖于系统服务接口,从而避免了设备管理层中服务器功能接口的重复封装,同时因为原系统数据库中存储的信息能够通过系统服务接口获取,异构数据库的设备信息共享问题也因此迎刃而解。由于在上述系统中系统服务的类型以及功能接口的差异依然存在,本研究视频服务节点的代理层具有自描述服务和功能调用服务。

2.2 自描述服务

自描述服务定义了向服务请求方提供本节点管理的所有设备信息以及能够支持的视频服务的类型。设备信息包括设备类型、设备名称、设备 ID 和设备描述。其中设备类型抽象为两种:摄像机和报警器。设备名称和设备描述一般无特别界定。视频监控系统提供的服务类型虽有差异,但经长期的实践应用已趋于一致,参考安讯士、博世及索尼公司联合制定的开放型网络视频接口核心规范(ONVIF)^[8],本研究模型中定义了视频服务类型的总集合,包括:实时视频流获取,PTZ 控制,录像查询,录像下载,设备状态查询。在应用中,某一节点信息的 XML(可扩展标记语言)^[9]具体描述为:

```
< VideoServiceNode >
  <!-- 设备信息集合 -->
  < DeviceInfoSet >
    < Item ID = "1" >
      < DeviceType > Camera </DeviceType >
      < DeviceID > 1 </DeviceID >
      < Name > 主控室摄像机 </Name >
      < Description > 监控主控室 </Description >
    </Item >
  </DeviceInfoSet >
  <!-- 操作类型集合 -->
  < ServiceTypeSet >
    < Real_time_streaming > Support </Real_time_streaming >
    < PTZ_Control > Support </PTZ_Control >
    < Record_Seach > Nonsupport </Record_Seach >
    < Record_Download > Nonsupport </Record_Download >
    < Device_Status_Query > Support </Device_Status_Query >
  </ServiceTypeSet >
</VideoServiceNode >
```

上述描述文件中定义了设备集合“DeviceInfoSet”和功能集合“ServiceTypeSet”。设备集合包含该节点的设备信息记录,功能集合定义了该节点对视频服务的支持情况。

2.3 功能调用服务

功能调用服务向访问者提供视频服务接口描述并处理访问者的功能调用请求。WSDL(网络服务描述语言,Web Services Description Language)是一种基于 XML 的语言,用于描述 Web Services 的接口^[10]。本研究使用该语言对视频服务接口进行定义。以录像查询接口的描述为例,其功能调用服务如下:

```
< message name = "SearchRecordRequest" >
  < part name = "BeginTime" type = "xs:string" />
  < part name = "EndTime" type = "xs:string" />
  < part name = "RecordType" type = "xs:string" />
</message >
< message name = "SearchRecordResponse" >
  < part name = "RecordNum" type = "xs:integer" />
```

```
</message>
< message name = "GetRecordInfoRequest" >
  < part name = "RecordID" type = "xs:integer" />
</message>
< message name = "GetRecordInfoResponse" >
  < part name = "RecordName" type = "xs:string" />
  < part name = "FileSize" type = "xs:integer" />
</message>
< portType name = "RecordSearchFunctions" >
  < operation name = "SearchRecord" >
    < input message = "SearchRecordRequest" />
    < output message = "SearchRecordResponse" />
  </operation>
  < operation name = "GetRecordInfo" >
    < input message = "GetRecordInfoRequest" />
    < output message = "GetRecordInfoResponse" />
  </operation>
</portType>
```

上面描述文本中定义了录像搜索服务的操作集合“RecordSearchFunctions”。集合中包括两种操作:“SearchRecord”和“GetRecordInfo”。“SearchRecord”操作用于查找符合条件的录像数目,其输入信息为“SearchRecordRequest”,包括录像的起始时间“BeginTime”,结束时间“EndTime”以及录像类型“RecordType”。而输出信息“SearchRecordResponse”中则包含了符合搜索条件的录像数目。“GetRecordInfo”操作用于获取指定录像文件信息。输入信息“GetRecordInfoRequest”中包括指定文件的 ID,输出信息“GetRecordInfoResponse”中包含指定文件的名称和文件大小。

2.4 信息订阅服务

本研究信息订阅服务主要针对节点中报警器的报警事件,采用典型的订阅/通知模型如图 5 所示。该服务一般分两步完成:第一步,用户节点向视频服务节点发送订阅请求,请求信息必须包含报警器的 ID 和报警信息接收地址,视频服务节点返回用户订阅成功与否的相应消息。第二步,当报警器发生报警事件后,视频服务节点必须向订阅该信息的用户发送报警通知,用户接到通知后返回约定的响应消息。



图 5 订阅/服务模型

2.5 信息管理节点和用户节点

信息管理节点的主要功能是登记模型中的视频服务节点信息,并供其他节点查询。其注册服务和地址

查询服务的实现依赖于模型中的注册机制:视频服务节点在加入整个联网系统前首先向信息管理节点发送注册消息。注册消息包括本次注册的有效时间、能够提供节点服务的网络地址、系统节点名称和位置。信息管理节点对注册信息进行验证、核准,对符合接入条件的视频服务节点进行登记。若视频服务节点的网络地址发生改变,则必须重新注册。用户节点作为消费者,必须能够向其他节点发出服务申请,并利用其他节点提供的服务获取相应的资源并进行显示。

3 应用实例

为验证上述基于节点自治的异构视频监控系统集成技术和模型的有效性和正确性,本研究应用其对南自信息技术有限公司的 ObserverStar 视频监控平台(如图 6 所示)和网络视频监控软件平台(如图 7 所示)进行了集成。上述两套系统无论在视频服务类型和接口方面,还是在内部数据库结构方面都存在明显的差异,因此,这是一个典型的异构系统集成问题。在集成过程中,增加了信息管理程序作为信息管理节点,开发了视频客户端程序作为用户节点,并在两套系统中分别添加代理程序后使之成为视频服务节点。节点间使用 XML 文本进行通信,而媒体流的传输采用实时通信协议(RTP/RTCP)实现。在集成后的视频服务系统中,客户节点能够获取原本分属于两套软件管理的设备信息和视频资源,满足了视频资源共享的相关需求。客户节点的运行效果图如图 8 所示。



图 6 ObserverStar 视频监控平台客户端

需要说明的是,本研究的技术和模型已成功应用于广东电网全省变电站及环境视频监测系统、四川电力公司变电站视频监控系统。与原基于传统集成技术的视频监控系统对比,二者的性能比较如表 1 所示。由这些结果不难评价本研究模型和方法在工程应用中的优越性。



图 7 网络视频监控软件客户端



图 8 集成后的视频客户端

表 1 异构视频系统集成技术工程应用比较

集成模型	设备信息 同步方式	视频服务 稳定性	前期开 发成本	后期扩 展成本
节点自治模型	自动	高	高	低
传统模型	人工操作	低	低	高

4 结束语

本研究提出了一种基于节点自治的异构视频系统

集成技术和模型,并使用 XML 和 WSDL 对异构系统中的设备信息和视频服务接口进行描述。节点自治加自描述机制的应用不仅实现了视频资源的共享访问,也克服了传统模型在扩展性方面的不足。若有新的视频系统加入,只要添加代理层,提供自描述和功能调用服务,用户节点就能对其资源进行访问。此外,从长远来看,欲实现异构系统间资源的统一管理和安全访问,上述集成技术和模型中还需添加相应的权限管理机制和安全机制,这也正是笔者未来努力的方向之一。

参考文献 (References):

[1] 李向东. 数字视频监控系统的研究与实现[D]. 西安:长安大学环境工程学院,2008.

[2] 赵青芝,叶旭东,朱善安. 基于 DM642 的无线视频监控系统[J]. 机电工程,2010,27(4):73-74.

[3] 汪洋洋,李 霞. 多源异构视频整合技术的应用[J]. 计算机工程,2008,34(23):235-257.

[4] 凌庆华,石志强,程伟明. 基于 SIP 的网络视频监控系统的设计与实现[J]. 计算机工程,2007,33(2):261-263.

[5] 钟远山. 一种统一的视频监控管理平台的研究与实现[D]. 广州:中山大学软件学院,2009.

[6] 张琳娜,王映辉. 基于节点自治的分布式数据共享模型[J]. 计算机工程,2009,35(3):32-38.

[7] MINSKY M. The society of mind[M]. New York: Simon and Schuster,1986.

[8] ONVIF. Open network video interface forum core specification[S/OL]. <http://www.onvif.org/>,2009.

[9] W3C. Extensible Markup Language (XML) 1.0[S/OL]. <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210>,1998.

[10] W3C. Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0[S/OL]. <http://www.w3.org/TR/wsdl20/>,2007.

[编辑:李 辉]

(上接第 201 页)

参考文献 (References):

[1] KONING J L, OUDEYER P Y. Modeling interaction strategies using POS: An application to soccer robots[J]. **Applied Intelligence**,2006(1):7-10.

[2] WU C J, LEE T L. A fuzzy mechanism for action selection of soccer robots[J]. **Journal of Intelligent and Robotic Systems**,2004(1):57-60.

[3] 赵 岩. 编码器测速方法研究[D]. 长春:中国科学院研究生院长春光学精密机械与物理研究所,2003:20-23.

[4] 邓 建,林 桦. 基于 DSP 的绝对式光电编码器的电机转速测量[J]. 电机与控制应用,2010,37(1):51-52.

[5] 张 翩,熊 蓉,褚 健. 一种全方位移动机器人的运动分析与控制实现[J]. 浙江大学学报:工学版,2005,38

(12):1650-1653.

[6] 赵建周,李安伏. 基于光电码盘传感器的位置检测控制电路设计[J]. 电气传动自动化,2007,29(1):52-56.

[7] 李为民,姜 漫. 基于光电编码器的速度反馈与控制技术[J]. 现代电子技术,2004(23):84-88.

[8] GALANIS M D, DIMITROULAKOS G, GOUTIS C E. Performance improvements from partitioning applications to FPGA hardware in embedded SoCs[J]. **The Journal of Supercomputing**,2006(2):185-190.

[9] 孙同景,徐 德. 单片机变 M/T 测速方法及其应用[J]. 电气传动自动化,1997,19(4):57-59.

[10] 高 苇. 电机转速测量系统[J]. 黑龙江冶金,2009(2):33.

[编辑:张 翔]