

文章编号: 1002-0268 (2004) 11-0082-04

高速公路联网监控关键技术的研究

焦良葆¹, 陈启美¹, 金 凌²

(1. 南京大学通信技术研究所, 江苏 南京 210093; 2 江苏省交通厅, 江苏 南京 210093)

摘要: 在分析高速公路联网监控功能需求的基础上, 提出一种开放式、分层次、可扩展的联网监控的系统框架, 并就其联网的关键技术内容, 具体对框架中 CCTV 联网共享平台和监控数据库联邦接入 2 个子系统实现的架构、方法和流程进行了较翔实的阐述。

关键词: 高速公路联网监控; CCTV 联网共享平台; 联网监控联邦数据库

中图分类号: U491.5⁺4

文献标识码: A

Research on the Key Technique in Expressway Online Monitoring System

JIAO Liang-bao¹, CHEN Qi-mei¹, JIN Ling²

(1. Communication & Technique Research Center of Nanjing University, Jiangsu Nanjing 210093, China;

2 Transportation Department of Jiangsu Province, Jiangsu Nanjing 210093, China)

Abstract: In this paper, an extendable open hierarchy framework of expressway online monitoring system is presented based on the analyses of the functional requirements. With the focus on the key technique, the framework and realization method and flow chart of two sub-systems (CCTV Share Platform and Monitor Database Federated Access System) is expatiated.

Key words: Expreeway online monitoring system ; CCTV share platform; Federated monitor database

随着高速公路路网逐步形成, 监控互联互通的要求愈显迫切, 然而联网监控迟迟未果, 究其原因在于现有路段监控系统存在种种先天不足^[1], 诸如 SDH / OLT/ONU 传输平台对数字视频支持困难 (其 2M 的 E1 信道容量不满足 MPEG2 的带宽, N×E1 又需协议转换); 监控设备的来源多方, 接口多类, 带宽不一, 难以交互调用, 最主要在于各路段相对独立, 缺乏联网制式, 数据库异构, 缺乏信息调用共享平台。本文将分析联网监控的困难症结, 提出联网监控系统实现框架, 描述其层次结构, 并具体就路段监控数据库的联邦接入和 CCTV 数据的联网共享两个关键技术, 给出实现方案, 以搭建 ITS 共用信息平台, 实现高速公路的联网监控及路网优化调度。

1 联网监控的功能需求与难点分析

1.1 监控对象的功能需求

对于联网监控, 其监控对象需作数字化处理, 功

能需求和技术指标可简单归纳, 如表 1 所示。其中实时图像可分为 2 类, 遥控摄像的高速运动图像, 清晰度要求高, 一般采用 MPEG2; 背景相对固定的图像, 则相应采用 MPEG4。历史图像采用不同格式文件存储, 使用 MPEG4 流媒体发布。MPEG1 格式由于不适于联网, 本文不作讨论。外场设备数据接口多类, 有 RS232、RS422、RS485 和 CAN, 通信协议、速率不一, 均由厂家定义。

1.2 实现的难点分析

(1) 监控图像的路网共享需对分布在各联网路段的实时监控图像和 CCTV 录像进行管理和网络发布: 鉴于各路段的 CCTV 录像存储在多个分布的海量存储服务器中, 实时监控图像通过收费站级的监控图像接入单元在路段内发布, 且各路段对监控图像的处理方式各异、编码格式不一 (MPEG2、MPEG4 等)、带宽差异甚大 (384K 到 8Mbps), 录像文件格式不尽相同 (avi, mp4, wmv, asf 等); 需构造一个共享平台支撑

表 1 联网监控对象功能需求表

监控对象	信息源	技术指标	访问方式	调用范围
实时图像	车道/亭内固定摄像	MPEG4, CIF, 带宽 384K~1Mbps, 实时, 清晰, 背景固定, 带语音	HTTP 流媒体	上级、相邻路段
	路况/广场遥控摄像	MPEG2, 4CIF, 带宽 2M~8Mbps, 实时, 高清晰, 高度运动, 远程控制		
历史图像	分布式海量存储服务器	MPEG4, CIF, 带宽 384K~1Mbps, 图像流畅/视频文件: avi, mp4, wmv, asf	FTP/HTTP 流媒体	上级、相邻路段
实时数据	异质的分布式路段 监控数据库	RS232/RS422/RS485 CAN, 异步/同步, 速率 1.2~9.6kbps, 通信协议厂家定义, 准实时	SQL	上级、相邻路段
统计数据	异质的分布式路段 监控数据库	RS232/RS422/RS485 CAN, 异步/同步, 1.2~9.6kbps, 报表格式各异, 数据可靠	SQL/FTP	上级

路段间监控图像的共享应用, 管理大量的分布监控图像资源, 建立资源索引, 并进行图像格式规范。

(2) 监控数据的路段间交互需规范各路段的监控数据格式, 建立联网监控数据库系统: 考虑到高速公路的路段监控系统建设是相互独立的, 表现为监控数据库的设计独立、通信独立和执行独立, 先后建立的数据库结构不尽相同, 处理方式和查询语言各异, 数据格式各异、速率不一 (低速异步 1.2~9.6kbps); 因此必须在不破坏原监控数据库的基础上, 采用联邦监控技术, 建立联网监控数据共享平台, 向监控人员提供统一的监控数据调用接口。

2 联网监控系统架构

2.1 联网监控系统层次

图 1 给出联网监控系统的 CCTV 联网共享平台和监控数据库联邦接入 2 个子系统, 及其分层结构, 包括数据提供层、数据管理层和服务提供层 3 个层次。

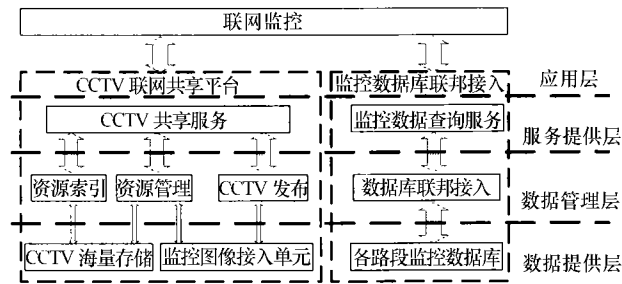


图 1 联网监控系统层次结构

在 CCTV 联网共享平台中, 该子系统对 CCTV 录像文件进行索引和格式转换, 实时监控视频通用流媒体格式的重编码, 及各路段监控图像访问途径的归一化。其中在数据管理层有 3 个模块: 资源索引模块管理各接入路段的 CCTV 监控资源, 供联网调用; 资源管理模块负责监控资源的分布式存储管理、文件格式的转换; CCTV 发布模块连接监控图像接入管理单元发布的实时监控视频流, 或者读取 CCTV 录像文件,

并重编码成通用格式后进行网络发布。而在服务提供层, CCTV 共享服务模块向监控用户提供统一的 CCTV 联网调用服务。

2.2 联网监控系统框架

联网监控系统网络构架参见图 2。图中分布式监控数据管理单元负责将收费站的监控信息进行数字化, 并完成网络发布, 其中的监控图像接入管理单元在路段内发布监控图像的实时视频流。监控图像的历史数据存储在收费站的 CCTV 海量存储服务器中。路段监控分中心中的 CCTV 发布服务器负责向路段外用户提供实时监控图像或 CCTV 录像的远程发布。

为减少对各路段原有监控系统的变动, 除新增联网监控中心外, 在各路段的监控分中心中只需添加联邦接口服务器和 CCTV 资源管理服务器 (图中用 * 标记)。联邦接口服务器负责向联网监控中心的联网监控联邦数据库管理系统 (FMDBMS, Federated Monitor Data Base Management System) 提供本路段监控数据库的数据查询服务。CCTV 资源管理器向监控资源索引服务器提供录像文件和实时视频流的定位服务和资源索引的同步服务, 并根据联网监控应用服务器的请求完成 CCTV 录像文件的 FTP 服务。CCTV 发布服务器需要新增接口用于接受联网监控应用服务器的指令, 并向监控人员提供本路段的 CCTV 录像或实时监控图像的远程发布。

3 CCTV 联网数据共享

3.1 共享平台的体系结构

CCTV 数据共享平台 (CCTVSP, CCTV data Share Platform) 用于高效地管理和发布各联网路段的非结构化监控音视频数据, 完成多种格式数据的分布式存储管理, 其体系结构见图 3。它通过联网监控数据库管理监控资源的索引, 通过权限设置, 内容和容量等规范的制定, 实现监控录像的联网数字化管理和共享; 同时它通过通用视频发布服务器进行实时监控视频的

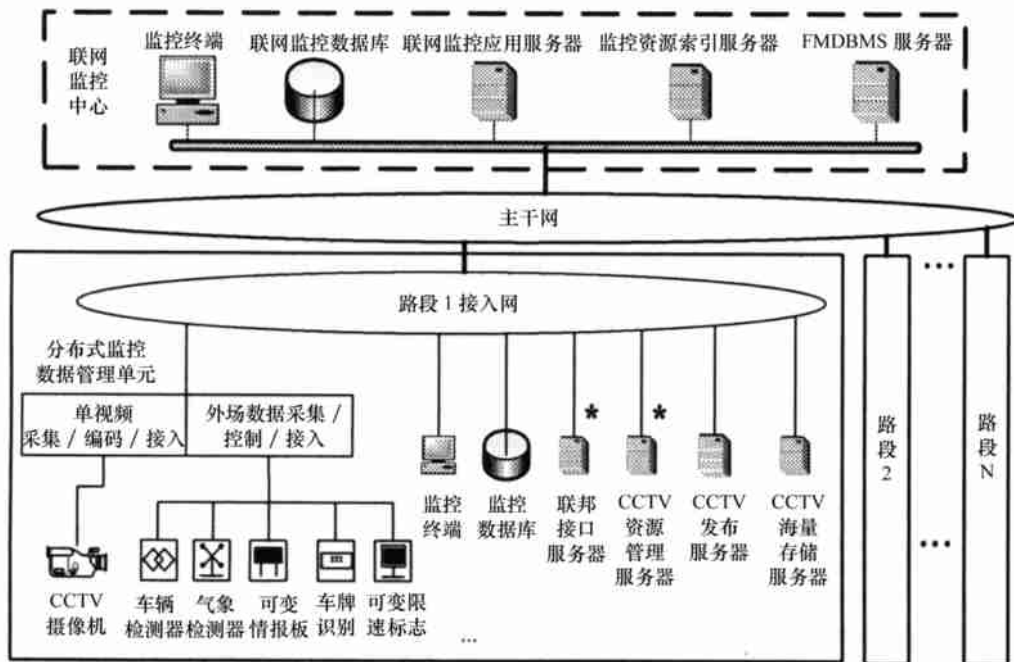


图 2 联网监控实现的网络构架

接收、转换和路段间发布。

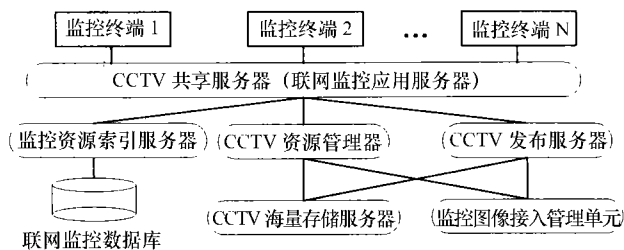


图 3 CCTVSP 的体系结构

3.2 联网共享平台的单元

CCTVSP 平台基于 3 层 (Browser-Seiver) 应用模式, 带有包括监控资源索引服务器和资源管理器为核心的 4 个服务器: 监控资源索引服务器对数字化的 CCTV 数据 (包括各路段的历史数据和实时监控图像) 的索引信息 (监控数据的存储位置和访问方式等) 进行管理, 完成监控数据的索引化、描述、定位、整理和管理等功能; 资源管理器实现监控音视频对象的日常存储管理; CCTV 发布服务器是一个支持播放音视频数据的 HTTP 服务器, 它使用一个高性能视频文件系统, 用于支持多媒体的实时播放, 还提供一个网络接口模块, 用于控制数据播放的速率; CCTV 共享服务器 (集成于图 2 的联网监控应用服务器中) 是一个在监控终端和索引服务器之间的 Web 应用代理, 它管理监控用户对索引服务器和资源管理器的访问, 还负责用户管理和安全认证, 并通过 Web 浏览器回放其他路段的历史或实时监控图像。

3.3 联网共享实现流程

监控用户通过 CCTVSP 共享访问路网内的其他路段的 CCTV 监控图像的流程参见图 4。其关键在于 CCTV 共享服务器的资源定位和 CCTV 发布服务器的远程图像发布。

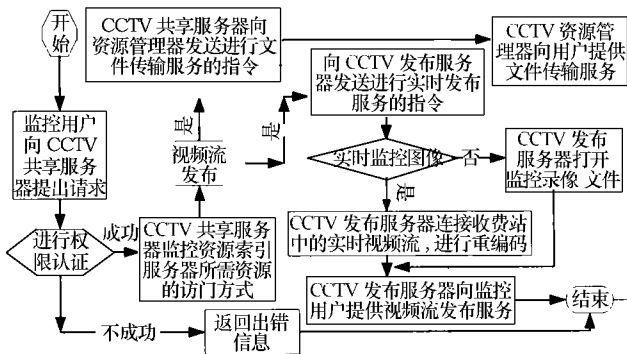


图 4 CCTV 联网共享实现流程

4 监控数据库的联邦接入

4.1 联邦接入的实现架构

联网监控联邦数据库系统是相互独立又彼此协作的各路段监控数据库的集合。具有以下特征^[3]：各路段监控数据库参加联邦系统活动时不影响本地操作；支持多个异构的路段监控数据库存在；监控数据可按不同方式分布存储在多个监控数据库中；被管理的各路段监控数据库是独立的。其实现框架如图 5 所示。图中 FMDBMS 在所有监控数据库之上创建了一个统一的视图，用于提供联网监控的联邦服务。

监控用户联网数据查询的基本过程如下：(1) 监

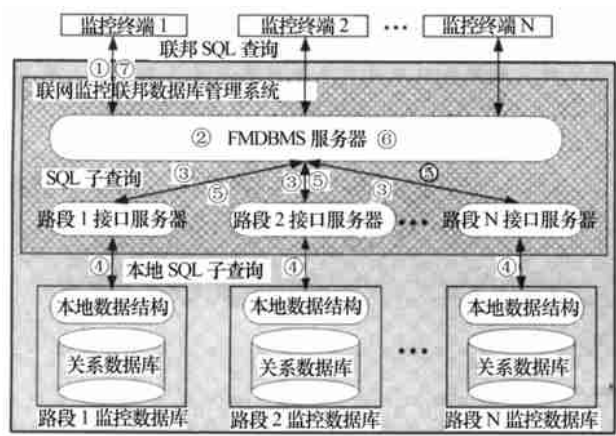


图5 联网监控联邦数据库系统实现架构

控终端向FMDBMS服务器发送联邦查询指令，其中包括多个路段监控数据库中监控数据的查询。(2) FMDBMS服务器对命令进行解析，决定需要使用哪些路段的监控数据，并将联邦查询拆分成多个基于路段监控数据库本地数据模型的子查询。(3) FMDBMS将子查询指令发送到相应路段的接口服务器。(4) 联邦接口服务器对监控数据库进行查询操作。(5) 联邦接口服务器将结果返回FMDBMS服务器。(6) FMDBMS

服务器待所有查询结果全部返回后，对数据进行整理组合。(7) FMDBMS将查询结果最终反馈给提出请求的监控终端。

图5中的FMDBMS是联网监控联邦数据库的核心，负责如下工作：提供联邦查询语言，允许监控用户从多个监控数据库中存取数据，实现联邦SQL查询命令与本地SQL查询命令之间的转换；实现不同语言的查询命令和不同格式的监控数据的翻译和转换，支持数据模型透明；在允许对多个监控数据库同时修改的同时，负责维护数据库的一致性。

4.2 联邦接入的实现方法

使用联邦方案来管理分布式的监控数据，不必改变或废除原有监控系统架构；支持现存监控数据库的受控集成；方便新路段的加入。实现联邦通常有两种方法：图6(a)为自底向上，适于添加一个新的路段；图6(b)为自顶向下，适于联邦初次实现和联网监控功能的水平扩展。图中的公共数据模型指各路段监控数据库的不同数据模型所翻译成的符合FMDBMS规范的数据模型，而子数据模型是公共数据模型

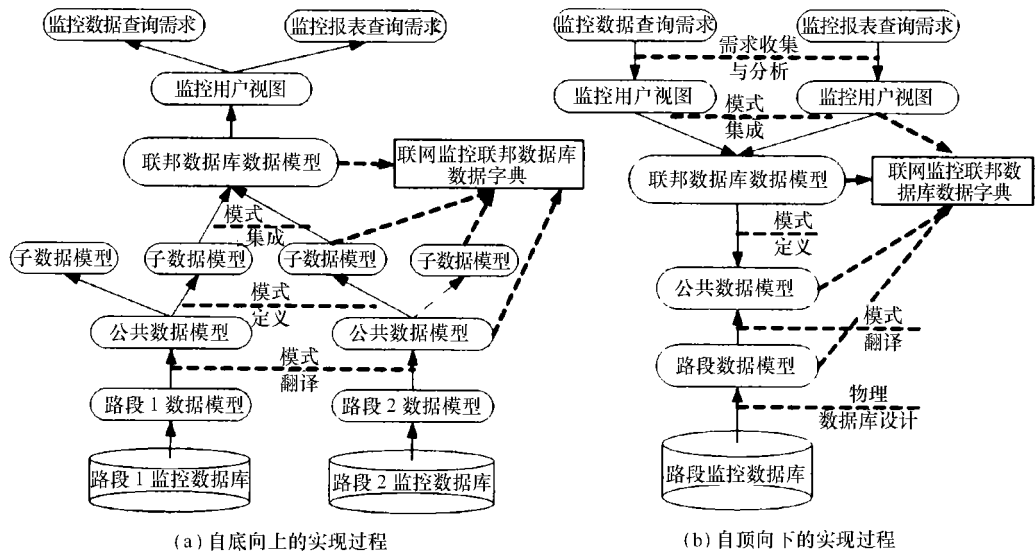


图6 监控数据库联邦接入的实现方法

5 小结

本文所提出的开放式系统架构，便于监控资源索引服务器和CCTV资源管理器的无缝扩展，及系统集成和应用拓展；所采用的联邦接入方式支持异构的各路段监控数据库的透明接入，统一用户访问接口，保留在加入联网监控平台时各路段监控数据库的自治性。该联网监控系统的开放式系统架构属ITS共用信息平台的重要组成部分，除能满足高速公路路网联网

监控的需求，对于ITS共用信息平台的整体研究也具有参考价值。

参考文献:

[1] 陈启美. Net-DSC 全程监控系统——基于网络相机的全程监控系统设计[J]. 北京: 公路交通科技, 2003, 20(5): 91-94.
[2] Hazem T El-Khatib, M Howard Williams, Lachlan M MacKinnon, David H Marwick. A framework and test-suite for assessing approaches to resolving heterogeneity in distributed databases[J]. Information and Software Technology. 2000, 42(7): 505-515.