

基于 OPC 的水资源实时监控管理系统 体系结构设计研究

吴学文¹, 王志坚¹, 索丽生², 曹 敬¹

(1. 河海大学计算机及信息工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要 针对区域水资源实时监控系统的规模不断扩大、监控设备日益复杂、性能要求不断提高, 传统的系统集成技术已难于满足要求的情况, 提出一种基于 OPC 和构件技术的开放式三层水资源实时监控管理系统框架, 阐述了系统各层的设计. OPC 技术规范和构件技术的采用, 提高了系统的开放性、扩展性、兼容性和可维护性. 该系统体系结构设计方案适用于大区域或流域水资源实时监控管理系统.

关键词 实时监控 水资源管理 体系结构 OPC OPC 接口

中图分类号 TP27; TV68

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2004)06-0689-04

由于区域或流域水资源实时监控系统的涉及面广, 特别是跨地区或跨流域, 如南水北调工程, 水利工程项目多、监控系统规模大、监控设备种类多, 因此系统集成是水资源实时监控系统的建设成功的关键. 目前, 单个水利工程自动化监控管理系统越来越普及, 但由于没有统一标准, 各系统采用的设备型号、接口标准、总线协议等各不相同, 应用软件采用的语言和开发平台也不尽相同, 往往形成“信息孤岛”或“自动化孤岛”, 给系统之间及系统与管理决策层之间的通信、协同工作与互操作, 以及系统的维护和升级带来了很大困难. 随着计算机网络技术的快速发展, 怎样有效、恰当地选择运用现有的先进理论和技术来开发开放的水资源实时监控系统的, 以保障系统集成、升级、移植、扩展的高效性和低成本投入, 是目前水资源实时监控系统的开发中非常重要的一个方面. 本文针对上述情况提出一种基于 OPC (OLE for Process Control) 的开放式区域水资源实时监控管理系统体系结构.

面向区域或流域的水资源信息管理系统一般包括以下几个部分: (a) 现场设备管理, 完成水利工程现场各种场地设备之间的信息通信, 并为上层信息系统提供互联的接口, 如闸门、泵站现场监控设备; (b) 运行过程管理, 提供各种人机接口, 监视、控制来自现场管理平台的设备信息, 如闸门、泵站计算机运行控制系统; (c) 调度决策管理, 完成区域或流域机构上层信息的管理与交互, 以进行水资源调度决策.

传统的监控系统通常采用两层甚至单层的软件结构体系, 以提高程序的运行效率, 满足实时性的要求. 但是, 两层结构模式下, 业务逻辑驻留在客户层中, 导致客户层非常笨重. 同时, 随着网络技术的飞速发展和监控系统规模的不断扩大, 基于 Internet/Intranet 远程监控是一种趋势, 监控系统需要在 C/S (Client/Server) 和 B/S (Browser/Server) 模式间平滑转换, 而两层结构体系无法满足要求. 目前, 将业务逻辑抽象为单独的一层, 采用表现层/业务层/数据层的三层软件结构, 已成为监控系统的发展方向.

为了有效完成信息的交互与集成, 不同的信息层之间应当定义标准、开放的接口, 以实现层与层之间无缝的耦合. 就现场管理层与过程管理层之间来说, 由于过去缺乏标准的规范, 存在大量的、由不同厂商自行定义的软件/硬件设备接口标准. 因此, 系统集成及开发迫切需要一种具有高效性、可靠性、开放性和可操作性的即插即用的设备驱动程序.

由 OPC 基金会提出的 OPC 规范^[1,2], 正是为解决现场管理层与过程管理层之间的通信标准而设计的规范, 它提供了过程管理客户端与现场数据源进行通信的一种标准机制. OPC 技术完全支持分布式应用和异构环境下应用程序之间软件的无缝集成和互操作性.

1 OPC 技术规范

OPC 是一套为工业应用程序之间提供高效的信息集成和交互功能的组件对象模型接口标准,它以微软的组件对象模型 COM/DCOM 技术^[3]为基础,采用 C/S 的通信模式. OPC 服务器封装了针对具体硬件的数据通信逻辑,能够连接 I/O 装置、PLC、现场总线等,负责为 OPC 客户提供所需的数据.其他所有访问端视为 OPC 客户,处理 OPC 服务器提供的数据. OPC 拥有即插即用及位置透明的特性.传统 C/S 模式和采用 OPC 标准设计模式的比较如图 1 所示.

1.1 OPC 的主要特点^[4]

- a. 开放性. OPC 规范以 COM/DCOM 为技术基础,支持 TCP/IP 等网络协议. 因此, OPC 可以将各个子系统从物理上分布于网络的不同节点上,从而实现远程调用,使得应用程序的分布与系统硬件的分布无关,便于系统硬件配置,大大增加 OPC 的开放性.
- b. 互联性. OPC 规范按照面向对象的原则,将一个应用程序(OPC 服务器)作为一个对象封装起来,规范了其接口函数,不管现场设备以何种形式存在,客户都以统一的方式去访问. 因此,最终用户可以非常容易地与不同厂家的自动化设备进行连接,从而保证软件对客户的透明性.
- c. 高效性. 采用 OPC 规范体现了即插即用的功能,便于系统的组态化,降低系统复杂性,即提高了系统的开发效率,又提高了软件运行的可靠性和稳定性,便于系统升级与维护. 同时,更主要的是 OPC 能够优化、快速地传输数据.

1.2 OPC 接口规范

OPC 规范中为 OPC 服务器规定了两套接口,即定制接口(Custom Interface)和自动化接口(Automation Interface). 其中定制接口是 OPC 服务器必须提供的,而自动化接口是可选的. 按照功能的不同, OPC 规范将每套接口分为以下 3 类接口:

- a. OPC 数据访问接口(OPC DA, OPC Data Access Interface). OPC DA 规范是 OPC 的核心,它面向实时数据处理. OPC DA 中主要包括 3 类对象,分别是 OPC Server, OPC Group 和 OPC Item.
- b. OPC 报警和事件接口(OPC AE, OPC Alarm & Event Access Interface). 对于高敏感度的实时数据, OPC 将其从普通实时数据中分离,提出报警/事件的概念,制定了专门的 OPC AE 规范. OPC AE 主要负责让服务器在特定的事件或报警条件发生时及时通知客户.
- c. OPC 历史数据访问接口(OPC HDA, OPC Historical Data Access Interface). 对于面向趋势显示、历史分析、报表的数据, OPC 制定了 OPC HDA 规范. 历史数据服务器可以向关心历史数据的客户提供有关的历史信息源. OPC HDA 服务器可以是一个独立执行的 OPC 历史数据服务器,它收集 OPC DA 服务器或者其他数据源的数据,并把它发布给 OPC HDA 客户. OPC HDA 服务器也可以是在企业现有的历史数据服务器上实现的一套 OPC HDA 接口.

除此之外, OPC 规范还包括 OPC 数据交换(OPC Data Exchange)、 OPC Batch, OPC XML 和 OPC 安全(OPC Security)等规范.

2 多层分布式水资源实时监控系統体系结构设计

三层结构的软件体系适用于逻辑复杂、数据量大的软件系统,主要面向企业或者分布式应用软件的开发. 与两层/单层软件结构相比,三层结构增加了层与层之间的调用开销,系统的运行效率有所损失. 因此,对采用三层应用结构的监控系统而言,必须考虑效率和实时性问题^[5].

在面向区域或流域的分布式三层结构的水资源实时监控系统中,底层的数据层面面向的不是普通的商用数据库,而是来自现场设备的数据信息,如 RTU, PLC 和 I/O 等设备的信息. 这些信息是以 OPC 服务器的标准

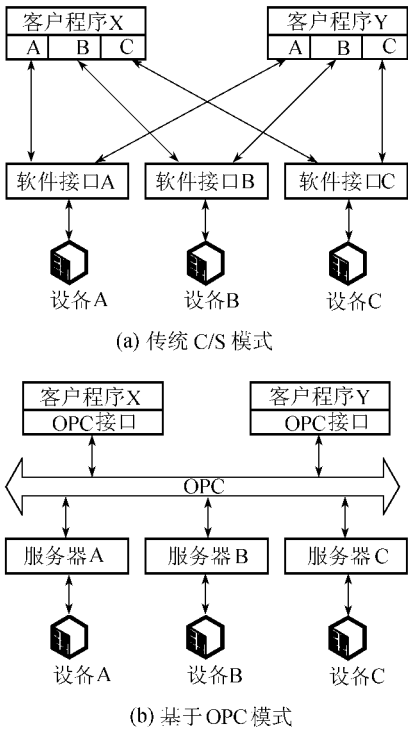


图 1 传统 C/S 的设备数据通信模式和基于 OPC 的设备数据通信模式

Fig.1 Conventional C/S interface model and OPC interface model

接口形式向业务层提供信息服务的,通常具有很高的实时性要求,一般带有服务器数据高速缓冲器.同时,只要数据层与业务层的接口保持不变,业务层可以无需注意数据层内部的具体逻辑结构.

监控系统的业务层负责完成表现层与数据层之间的数据交换和调度,其中的数据流动是双向的.一方面,业务层需要将数据层实时数据信息及时地提交至表现层;另一方面,业务层接受用户通过表现层下达的操作命令等,并下发至数据层.业务层对下层数据层而言是 OPC 客户,同时对业务逻辑进行封装,向上层表现层提供统一的服务接口.

三层结构中的表现层只提供应用的用户界面,其根据用户的操作调用相应的业务逻辑,并不会直接访问后台数据库.只要表现层与业务层之间的接口保持不变,表现层可以根据需要采用各种灵活的表现方式,包括传统的胖客户端,以及基于网络浏览器的瘦客户端,从而能够实现 C/S 模式与 B/S 模式的无缝集成.

根据区域水资源实时监控管理系统的实际需求,结合 OPC 规范以及多层软件的设计思想设计的实时监控管理系统体系结构如图 2 所示.

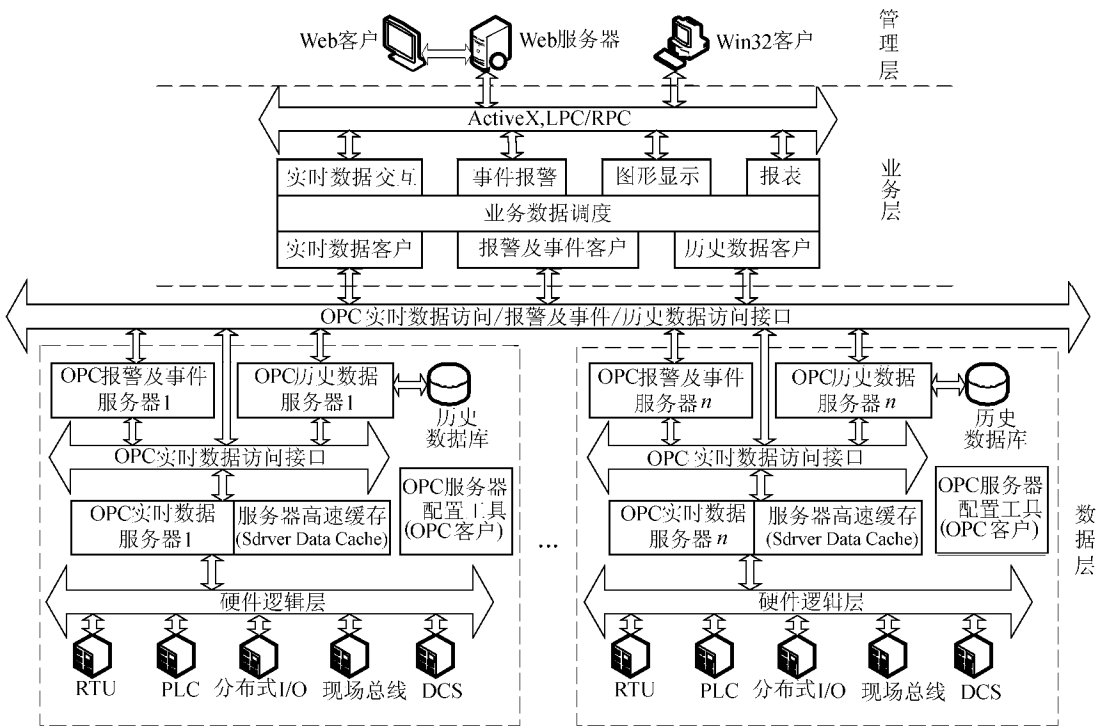


图 2 基于 OPC 的开放式区域水资源实时监控管理系统体系结构

Fig.2 Architecture of real-time open monitoring and management system for regional water resources based on OPC

2.1 数据层

系统的数据源来自 OPC 服务器.在这里,OPC 服务器代替了传统三层模式中数据层通常采用的数据库,可以看作是特殊的实时数据库,带有数据高速缓冲器,以满足实时性的要求.OPC 服务器通过标准的 OPC 接口,负责完成实时数据的采集以及上报,同时接收来自业务层的调度控制指令,实现对硬件设备的控制.OPC 实时数据服务器(DA Server)完成针对具体设备的数据采集,而 OPC 报警及事件服务器(AE Server)和 OPC 历史数据服务器(HDA Server)是构建在 OPC 实时数据服务器之上实现的,通过调用 OPC 实时数据服务器的接口方法,将实时数据通过不同的逻辑处理规整成 AE/HDA 数据.由于将针对具体设备的数据采集抽象为针对 OPC 实时数据服务器的数据访问,采用这种形式开发的 OPC 报警及事件服务器和 OPC 历史数据服务器能够无缝地适用于任何 OPC 实时数据服务器.

每个 OPC 服务器均对应具体的设备数据源,即 DataTag 对象,它是由开发商所定义的.OPC 接口中传递的数据信息全部是针对 OPC 组/数据项(Group/Item).因此,系统必须提供 OPC 实时配置工具,以便在 OPC 服务器的运行过程中,用户根据需要能够对 OPC 服务器进行配置,即进行 OPC 组/数据项的管理.

对于分布式区域水资源监控系统,可以根据需要设置多个 OPC 服务器,如区域内被监控的每个水利工程可以设置一个 OPC 服务器,其位置透明,可以通过网络向业务层提供标准服务接口.同时 OPC 服务器与现

场监控设备可以直接相连接,也可以通过以太网等与设备相连,并通过 OPC 服务器配置工具对 OPC 服务器进行相应的配置.这样大大提高了 OPC 服务器设置的灵活性,有利于对原有监控系统的升级改造以及系统的扩展.

2.2 业务层

业务层在软件体系上是三层结构中的核心层.它负责实现业务的逻辑处理,响应表现层的请求,根据具体的需求完成相应的处理,并通过接口调用数据层实现具体的数据操作,而且要将这些操作结果返回表现层.业务逻辑层又可分为业务逻辑处理和数据调度.

系统业务层中的数据调度接收来自数据层的数据,并根据不同性质的数据采用不同的缓存及调度算法,规整到实时数据交互、事件报警、数据趋势显示、报表等模块,以满足不同实时性的要求.数据调度负责与 OPC 服务器之间通信的管理,协调不同的 OPC 服务器通信,同时将接收来自用户的控制信息下发至数据层.为满足实时性的要求,数据调度采用高效的缓存/调度算法,同时对 OPC 服务器的数据访问采用非同期通信机制.

业务层构成了应用的业务逻辑规则,采用构件化的软件设计思想,将最基本的业务动作封装成构件,通过构件的组装构成业务,从而提高了软件的可靠性、扩展性和可维护性.针对具体的应用,业务层将逻辑相同的 OPC 接口进行封装,组合成多个逻辑单位,从而方便客户端对 OPC 的调用.

2.3 表现层

表现层为水资源调度管理层,实现与用户的交互和数据表示,即收集用户的调度管理信息数据,向业务逻辑层发出请求,并以图表等方式显示下层提供的处理结果.表现层的形式可以采用传统的 Win32 应用程序,通过 LPC/RPC/Socket 与业务层进行通信;也可以采用基于 DHTML/Script/ActiveX 等表现形式,通过 Web 服务器进行 Internet/Intranet 发布,实现 C/S 与 B/S 或 Web GIS 模式的无缝集成.

3 结 语

本文讨论了基于 OPC 规范技术和构件技术的三层区域水资源实时监控管理系统体系结构的设计.在系统设计中,采用分布式分层监控模式,把数据采集、设备控制、数据查询和图形绘制等功能分散到不同的部件上,平衡系统的负载,提高系统的运行效率.系统各应用程序之间通过标准的 OPC 接口进行访问与控制,能够无缝集成任何遵循 OPC 规范的硬件设备,具有良好的扩展性、兼容性和可维护性.业务层采用构件技术,提高了系统的开放性能.另外,表现层可采用基于浏览器的瘦客户模式,实现基于 Internet/Intranet 网络的水资源远程监控管理,适用于区域特别是跨区域或流域水资源实时监控和调度管理系统.

参考文献:

- [1] 邢建春,王平,仲未央,等.工业控制软件互操作标准 OPC 综述[J].工业控制计算机,2000,13(1):29—32.
- [2] 李勤,党选举.基于 COM 的 OPC 技术研究及其接口实现[J].电子技术应用,2003,(2):28—30.
- [3] 潘爱民.COM 原理与应用[M].北京:清华大学出版社,1999.9—138.
- [4] 邹益仁,马曾良,蒲维.现场总线控制系统的设计与实现[M].北京:国防工业出版社,2003.82—100.
- [5] 向冬,王润孝,秦现生.基于 OPC 的多层过程控制系统架构设计与实现[J].计算机应用,2003,23(2):68—70.

Architecture design for water resources real-time monitoring and management system based on OPC

WU Xue-wen¹, WANG Zhi-jian¹, SUO Li-sheng², CAO Jing¹

(1. College of Computer and Information Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;

2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract In consideration of the fact that the conventional software structure does not adapt to the complex real-time water resources monitoring and management system, an open software structure of three-tier was put forward based on the OPC and component techniques, and a detailed explanation of its tier structure was given. The software structure is of good openness and high flexibility, compatibility, reliability and maintainability and suitable for the water resources monitoring and management system for large areas and river basins.

Key words monitoring and management system; water resources; architecture; OPC; OPC interface