

基于 EPA 的 OPC 服务器模型设计

胡自权^{1,2}, 王平¹

(1. 重庆邮电学院计算机学院, 重庆 400065; 2. 泸州职业技术学院, 泸州 646005)

摘要: 针对 EPA 设备与其它标准设备间的互操作性问题, 研究了 OPC 技术特点, 在此基础上设计了基于 EPA 的 OPC 服务器模型并阐述了该模型。开发了一个基于 OPC 技术的无线监控系统, 该系统的数据采集模块通过 OPC 服务器读取无线温度变送器的数据, 验证了该设计的可行性。

关键词: EPA; OPC; COM; 互操作性

Design of OPC Server Model Based on EPA

HU Ziquan^{1,2}, WANG Ping¹

(1. School of Computer, Chongqing University of Posts & Telecommunications, Chongqing 400065;
2. Luzhou Vocational & Technical College, Luzhou 646005)

【Abstract】 The interoperation problem of field device based on Ethernet for plant automation (EPA) and the other field standards is analyzed, and the characteristics of OLE for process control (OPC) are studied. Based on the analysis, OPC server based on EPA is designed and introduced. Furthermore, data-collection of the remote supervised system based on OPC, OPC client, interacts with the OPC server to read data from the field device. The result indicates the practicability of the design.

【Key words】 Ethernet for plant automation(EPA); OLE for process control(OPC); Component object model(COM); Interoperation

IEC 于 2000 年初宣布的 IEC 61158 包括了 FF、Control Net、Profibus、P-Net、SwiftNet、WorldFIP、Interbus 等 8 种现场总线标准, 而不同标准的产品自成体系, 形成的“信息孤岛”, 难以与外界交换数据。随着以太网的发展, 工业以太网标准与产品不断出现。在国家“863”计划的支持下, 重庆邮电学院作为核心单位参与制定了国家标准《用于工业测量与控制系统的 EPA(Ethernet for Plant Automation)系统结构和通信标准》(简称“EPA 标准”), 在此基础上形成的 65C/357/NP 以 95.8% 的得票率被国际电工委员会 IEC 发布为 IEC/PAS 62409、作为第 14 类型列入实时以太网国际标准 IEC 61748-2、即将作为第 14 类型列入现场总线国际标准 IEC 61158(修订版)。这是迄今为止, 我国第 1 个拥有自主知识产权、并被国际标准化组织接收和采用的工业自动化标准, 由此打破了国外在现场总线标准化工作中的垄断, 为我国工业自动化带来了新的机遇。

OPC 为过程控制和工业自动化领域提供了一套标准的接口、属性和方法, 是实现控制系统现场设备级与过程管理级进行信息交互, 实现控制系统开放性的关键技术。EPA 设备的互操作性是 EPA 的关键技术之一, OPC 技术为实现 EPA 设备与其它标准总线设备互操作而提供了重要工具。笔者将二者结合起来, 设计了基于 EPA 的 OPC 服务器模型, 并在基于 EPA 标准的无线监控系统中得到了应用。

1 不同标准设备间的互操作性问题

互操作性是指连接到同一网络上不同厂家的设备之间, 通过统一的应用层协议进行通信与互用, 使性能类似的设备可以实现互换, 使不同标准总线设备间可以互相通信。作为开放系统的特点之一, 互操作性向用户保证了来自不同厂商的设备可以相互通信, 并且可以在多厂商产品的集成环境中

共同工作。互操作性是决定某一通信技术能否被广大自动化设备制造商和用户接受, 并进行大面积推广应用的关键。

EPA 基于以太网(IEEE802.3)和无线局域网(IEEE802.11)、蓝牙(IEEE802.15)等信息网络 COTS(commercial-off-the-shelf)通信技术; TCP(UDP)/IP 协议是一种适用于工业自动化控制系统装置与仪器仪表间, 以及工业自动化仪器仪表间数据通信的工业控制网络技术。EPA 设备的互操作性是 EPA 的关键技术之一。

2 OPC 技术的特点

OPC 规范是由 OPC 基金会制定的一个工业标准, 它规范了过程控制和生产自动化软件与用 OPC 服务器实现的硬件驱动程序之间的开放接口。其设计目标是为现场设备、自动控制应用、企业管理应用软件之间提供开放、一致的接口规范。为来自不同供应商的软硬件提供“即插即用(Plug and Play)”的连接。当各现场设备、应用软件都具有标准的 OPC 接口时, 便可集成来自不同数据源的数据, 使运行在不同平台上、用不同语言编写的各种应用软件顺利集成。OPC 技术将成为工业管理控制中系统集成与数据交换的重要工具。它具有以下特点:

(1) 采用标准的 Windows 体系接口, 硬件制造商为其设备提供的接口程序的数量减少到一个, 软件制造商也仅需要开发一套通信接口程序。既有利于软硬件开发商, 更有利于最终用户。

(2) OPC 规范以 OLE/DCOM 为技术基础, 而 OLE/DCOM 支持 TCP/IP 等网络协议, 可以将各个子系统从物理上分开, 分布于网络的不同节点上。

基金项目: 国家“863”计划基金资助 CIMS 主题项目(2003AA412030)

作者简介: 胡自权(1976-), 男, 硕士生, 主研方向: 过程自动化与 OPC 技术开发; 王平, 博士、教授

收稿日期: 2006-03-03 **E-mail:** cq_hzq@sina.com.cn

(3)OPC 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,只将接口方法暴露在外面,客户以统一的方式去调用这个方法,从而保证软件对客户机的透明性,使得用户完全从低层的开发中脱离出来。

(4)OPC 实现了远程调用,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,使得系统的应用范围更广。

(5)采用 OPC 规范,便于系统的组态,将系统复杂性大大简化,可以大大缩短软件开发周期,提高软件运行的可靠性和稳定性,便于系统的升级与维护。

(6)OPC 规范了接口函数,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,从而实现系统的开放性,易于实现与其它系统的接口。

3 OPC 服务器设计

将 OPC 技术引入 EPA 系统中,OPC 服务器具有上位机和服务器的双重身份,OPC 的客户端和服务器采用 COM/DCOM 通信,而 OPC 服务器和 EPA 设备采用 EPA 协议进行通信。OPC 服务器总体结构由 OPC 对象模块、转发模块、接收模块和存储缓冲区等组成,如图 1 所示。OPC 服务器与 EPA 协议中的详细交互部分如图 2 所示。

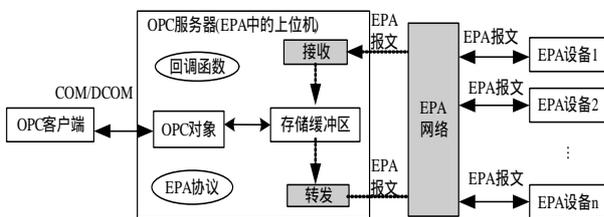


图 1 OPC 服务器的总体结构

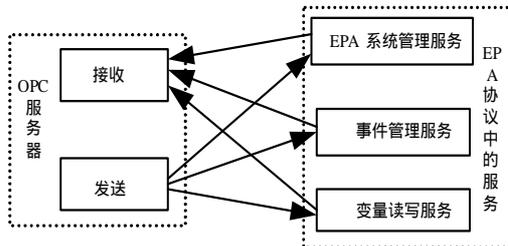


图 2 OPC 服务器与 EPA 的交互

OPC 对象模块通过同步和互斥机制负责读写 OPC 服务器中存储缓冲区的数据,且是客户端程序与服务器程序的交互部分。存储缓冲区中存放从 EPA 设备采集到的数据和来自 OPC 客户端的数据,而且在客户端需要时传给客户端。接收模块和转发模块在 OPC 服务器中完成通信规约处理。回调函数在异步通信中调用。定时器用于 EPA 超时和重发控制。

3.1 OPC 对象

表 1 OPC 服务器中的主要接口

接口	描述
IConnectionPointContainer IConnectionPoint	客户端通过二接口与服务建连接,方可接收服务器发布的事件
IOPCServer	客户端可通过该接口创建、查询和删除组对象
IOPCItemMgt	允许客户端添加、删除和管理组包含的数据项
IOPCSyncIO	对服务器同步数据访问
IOPCAsyncIO	对服务器异步数据访问
IOPCShutdown	服务器通过该接口发布关机事件
IOPCDataCallback	服务器通过该接口发布异步通信事件

从逻辑上看,OPC 服务器由 3 类对象组成:服务器对象,组对象和数据项对象。OPC 服务器对象和组对象之间是聚合关系,而组对象和数据项对象之间是包含关系。服务器对象

拥有服务器的所有信息,创建完组对象以后,返回组对象指针供客户使用,为客户机访问组对象创造了条件。OPC 组对象拥有本组的所有信息,提供了客户端组织数据的一种方法。OPC 数据项并不提供对外接口,客户端不能直接对它进行操作,OPC 客户端对设备的操作都是通过其数据项来完成的。在 OPC 对象模块中支持表 1 的接口。

3.2 存储缓冲区

OPC 服务器通过存储缓冲区实现了虚拟设备、同步数据访问和异步数据访问机制。虚拟设备存储现场设备的属性值。OPC 客户端通过 IOPCItemProperties 接口读取所有属性值。OPC 的数据访问有同步访问和异步访问两种。异步数据访问是服务器通过访问数据项来读取 EPA 现场设备的数据,同时刷新存储缓冲区的数据。若服务器采集到的数据超过了客户端规定的 DeadBand 并且客户端采用异步数据访问同服务器通信,则服务器通过 IOPCDataCallback 接口的 DataChange() 函数以异步事件方式通知相应客户端,客户端就从异步事件中接收现场设备的数据。这样客户端收到的数据具有很强的实时性。

OPC 客户端与服务器还有一种同步数据访问:服务器通过接收模块从 EPA 现场设备中接收数据信息,并将其缓存在服务器的 OPCITEMINFO 静态数组中。在需要时,OPC 对象模块从 OPCITEMINFO 数组中读取数据信息并立即传回给客户端,同步相对于异步通信更具有高效性。

3.3 转发模块

转发模块根据用户数量,通过调用 EPA 协议中的服务将客户端数据以 EPA 报文形式转发给现场设备,转发算法如图 3 所示。

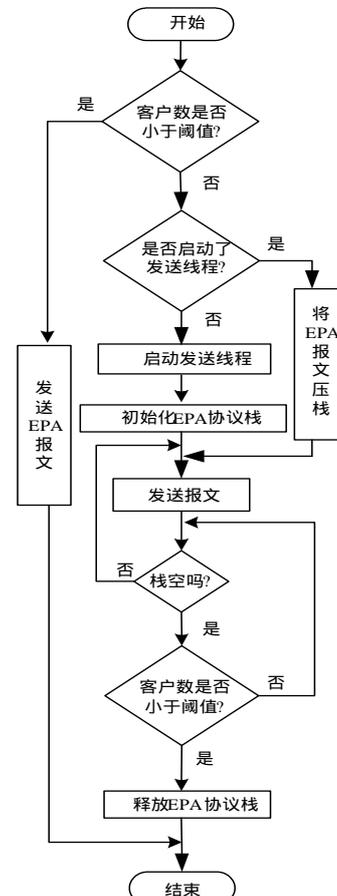


图 3 转发算法

在轻负载下,OPC 服务器忽略 EPA 报文的优先级而直接转发它,此时服务器相当于“通道”。在重负载下,服务器初始化 EPA 协议栈,启动发送线程,按报文优先级转发。若栈空且当前客户数大于等于阈值,就等待 OPC 客户端数据的到来,将数据生成 EPA 报文并向现场设备转发报文,此时转发模块相当于监听某端口的守护进程。若当前客户数小于阈值,结束发送线程,清空 EPA 协议栈,释放 EPA 栈空间。

转发算法也能在多线程模式下正常工作。若已经启动了发送线程,OPC 的读写操作只需调用 EPA 协议中的变量读写服务生成 EPA 报文即启动一个线程将 EPA 报文压入 EPA 协议栈中,由发送线程发送 EPA 报文。

转发算法在下列情况需要服务器的参与才能高效地工作。客户数刚好为阈值时:服务器启动发送线程发送一条 EPA 报文,而马上又结束发送线程,从而不断地初始化 EPA 协议栈而又立即释放它,增加 OPC 服务器的开销。解决这一问题只需在服务器中修改阈值即可。

3.4 接收模块

接收模块负责从 EPA 控制网络截获 EPA 报文,然后解析它,将 data 字段的无符号字符串转换成基本数据类型的值(如字符串表示某一整型值),并将值存储在 OPCITEM 静态数组中,设置操作完成标志和写入错误控制信息。接收完成后,OPC 对象模块应用 EPA 设备的数据并设置数据项标志为空以重用 OPCITEMINFO 和 OPCMESSAGEINFO 数组单元。另外,由于 EPA 没有时间戳(Timestamp)和值的质量(Quality),因此当服务器采集到数据时要加上值的质量标志,同时用 CoFileTimeNow()函数为数据项打上时间戳。例如:OPC 服务器无法连接到 EPA 现场设备的质量标志 0x08 (OPC_QUALITY_NOT_CONNECTED),客户端就通过查看该质量标志就知道此情况。

4 OPC 服务器的应用

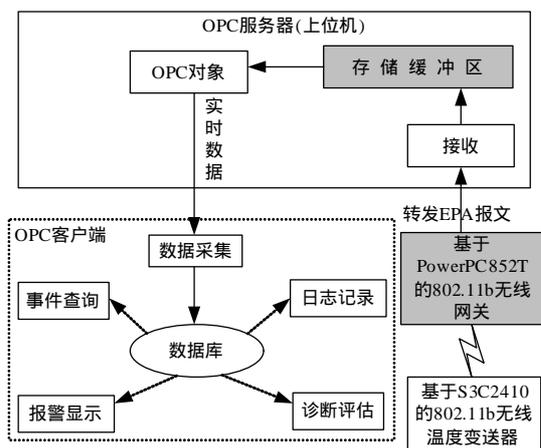


图 4 OPC 服务器的应用

OPC 服务器完成 EPA 通信规约处理而客户端是运用 OPC 技术和数据库技术的无线监控系统。EPA 系统中有一个基于 S3C2410 的 802.11b 无线温度变送器现场设备,如图 4 所示。OPC 服务器实时采集这个设备的数据,并将其缓存于它的存储缓冲区中供客户端使用,同时将客户端的控制信息写入现场设备中。随着客户端的请求,OPC 服务器创建 OPC 对象实例;随着所有客户退出时服务器销毁自己。

根据 COM 规范,OPC 客户端须注册服务器和代理模块 DLL 文件,才能访问服务器。无线监控系统由 5 个模块组成:

- (1)数据采集模块:实时显示从 OPC 服务器中采集到的数据并将其写入数据库 OPCData 表单中。
- (2)报警显示模块:若有报警(超过限值)则触发报警事件并显示报警的设备及相应数据。
- (3)事件查询模块:显示数据库 LoginData 表单中登录监控系统失败的用户和 OPCData 表单中非法数据(如负数)。
- (4)日志记录模块:显示数据库 OPCData 表单中所有现场设备工作情况。
- (5)诊断评估模块:显示 OPCData 表单中现场设备丢包率。

无线监控系统采集到的基于 S3C2410 的 802.11b 无线温度变送器的实时数据如图 5 所示。

现场设备名	当前值	单位(值)	质量	时间戳	opc服务器	设备描述
温度变送器(EPA网络)	13.56	℃	GOOD	16时34分52秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.59	℃	GOOD	16时34分54秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.59	℃	GOOD	16时34分56秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.56	℃	GOOD	16时34分58秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.67	℃	GOOD	16时35分0秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.68	℃	GOOD	16时35分2秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.68	℃	GOOD	16时35分4秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.69	℃	GOOD	16时35分6秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.73	℃	GOOD	16时35分8秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	29.19	℃	GOOD	16时35分10秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.71	℃	GOOD	16时35分12秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.72	℃	GOOD	16时35分14秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.77	℃	GOOD	16时35分16秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.77	℃	GOOD	16时35分18秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	13.76	℃	GOOD	16时35分20秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度
温度变送器(EPA网络)	4.84	℃	GOOD	16时35分22秒	172.17.248.15	用于测量热电偶温度

图 5 基于 S3C2410 的 802.11b 无线温度变送器的实时数据

5 结论

针对于 EPA 设备与其它标准设备间的互操作性问题,研究了 OPC 技术,阐述了基于 EPA 的 OPC 服务器设计要点,在无线监控系统示例中 OPC 服务器得到了应用。在 EPA 协议基础上实现了对 EPA 设备的集成,给 EPA 的发展带来了巨大的影响,促进了 EPA 朝着开放的方向发展,为构建开放的 EPA 系统提供了有效的解决方案和工具。

参考文献

- 1 冯冬芹,金建祥,褚健.工业以太网关键技术初探[J].信息与控制,2003,32(3):219-222.
- 2 Lu Yong, Yu Haibin. Fieldbus Interoperation Technologies[C]//Proceedings of the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation. Hangzhou, China. 2004-04: 3620-3623.
- 3 OPC Foundation. OPC DA 2.05a Specification[EB/OL]. 2002-12. <http://www.opcfoundation.org/DownloadFile.aspx?CM=3&RI=66&CN=KEY&CI=283&CU=6>.

(上接第 235 页)

- 6 Stallings W. High-speed Network-TCP/IP and ATM Design Principles[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004.
- 7 Fei Mu, Shu J W, Li B G, et al. A Virtual Tape System Based on

- Storage Area Networks[C]//Proc. of International Workshop on Storage Grid and Technologies. 2004: 278-285.
- 8 Xu J F, Zheng Qin. STS: A Share Taper System for Storage Area Networks[C]//Proc. of International Workshop on Storage Grid and Technologies. 2004: 246-253.