

基于 EPA 通信标准的 OPC 服务器研究

郝锐, 王平

(重庆邮电大学重庆市网络控制技术与智能仪器仪表重点实验室, 重庆 400065)

摘要: 针对当前各种总线共存、无法实现互连互通的状况, 结合基于以太网的工厂自动化(EPA)通信协议的特点, 提出 EPA 网段和无线网段(802.15.4)的互连模型, 采用基于过程控制的对象连接与嵌入(OPC)技术开发了基于 EPA 通信规范的 OPC 服务器, 并运用开发的 OPC 客户端成功实现了对 EPA 网段和无线网段的数据监控, 实际测试表明, 开发的基于 EPA 的 OPC 服务器正确、可靠。

关键词: 基于以太网的工厂自动化; 基于过程控制的对象连接与嵌入; 组件对象模型; 服务器; 无线网络

Research of OPC Server Based on EPA Communication Standard

HAO Rui, WANG Ping

(Chongqing Key Lab of NC & IC, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065)

【Abstract】 All kinds of fieldbus coexist and can not implement the interconnection, the technology of OLE for Process Control(OPC) is taken to develop a OPC server based on Ethernet for Plant Automation(EPA) communication protocol, and the interconnection of EPA network and wireless network are implemental. OPC Server based on EPA communication protocol are introduced in detail. And a client to control the data of field device to show the property of the OPC server based on EPA is design.

【Key words】 Ethernet for Plant Automation(EPA); OLE for Process Control(OPC); Component Object Model(COM); server; wireless network

1 概述

在国家“863”计划的连续滚动支持下, 重庆邮电大学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”), 目前已经作为第十四类型列入正在制定的现场总线国际标准IEC61158^[1]。

2005年12月正式进入现场总线国际标准第四修订版, 成为IEC 61158-314/414/514/614规范。EPA标准是一种用于工业自动化系统的实时动态网络通信协议, 规定了基于以太网、无线局域网、蓝牙等信息网络通信技术的工业自动化控制系统与仪器仪表间通信的标准。

OPC规范是由OPC基金会制定的工业标准, 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。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, 使运行在不用平台上、用不同语言编写的各种应用软件顺利集成^[2]。

目前, 基于EPA标准的产品正在越来越多地被应用于工程实际, 而EPA作为现场总线的一种, 与无线网络和其他现场总线之间的集成成为亟待实现的现实问题, 本文运用成熟的OPC集成技术, 提出了EPA网段和无线网段(802.15.4)的互连模型。互连模型中通过OPC客户端将EPA网段中OPC服务器与802.15.4网段中的OPC服务器相连, 从而将EPA网络和无线网络集成起来, 实现了异构网段数据的互连。为了实现EPA网段和其他异构网段互连, 本文开发了一个基于EPA通信标准的OPC服务器。

2 基于EPA的OPC服务器结构设计

对于OPC服务器的开发者而言, 一方面需要根据不同硬件设备的通信协议完成与硬件的通信, 另一方面需要合理设计OPC服务器的上层软件结构以及数据管理算法, 以实现

OPC的逻辑处理。同时作为一种基于COM的技术, OPC服务器必须完全实现组件注册、装载、卸载等一系列COM所必须管理的规则。最后, 需要实现数据能被快速读写, 实现实时控制。由于工业现场对OPC服务器有以上具体要求, 因此OPC服务器被划分为4个模块: OPC标准接口模块, 服务器界面模块, 存储缓冲区模块, 硬件驱动模块(通信模块), 如图1所示。

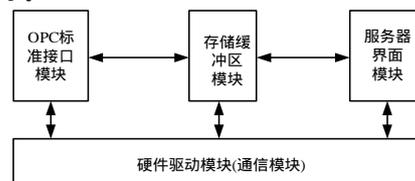


图1 OPC服务器框架结构

其中, 硬件驱动模块通过EPA应用层协议实现数据读写, 完成通信功能; 存储缓冲区提供数据存取的方法, 完成存取功能; 服务器界面模块用来配置参数, 注册/卸载服务器, 增加项等功能; OPC标准接口模块实现将数据与上层客户端的数据传送。

3 基于EPA的OPC服务器的开发

OPC服务器的开发有一般源代码级开发和快速开发工具包两种。快速开发工具包开发周期短, 开发难度小, 但灵活性较差; 源代码级开发需要开发者自己实现OPC规范和了解COM技术, 开发周期长, 开发难度较大, 但灵活性好。源代码级开发又分为ATL和MFC两种方式。为了实现程序的灵

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2006AA040302-1)

作者简介: 郝锐(1981-), 男, 硕士研究生, 主研方向: OPC技术及应用; 王平, 教授、博士生导师

收稿日期: 2007-11-20 **E-mail:** feiyu0816@126.com

活性，本文采取 ATL 源代码开发方式。

3.1 OPC 标准接口模块

OPC 标准接口实现模块是 OPC 服务器程序与 OPC 客户端程序的交互部分，OPC 客户端程序通过 OPC 接口与 OPC 服务器进行交互，它通过 OPC 接口调用服务器提供的方法以实现对现场数据的访问。主要依照 OPC 基金会的数据存取规范来实现。

本文采用 Visual C++ 开发语言来开发组件接口程序，该标准接口实现 OPCServer, OPCGroup, EnumOPCItemAttributes 等对象，其中，OPCServer 对象需要实现 IOPCCOMMON, IOPCServer, IOPCItemProperties, IConnectionPointContainer 等接口的方法；OPCGroup 对象需要实现 IOPCSyncIO, IOPCGroupStateMgt, IOPCAsyncIO2, IOPCItemMgt, IConnectionPointContainer 等接口方法；EnumOPCItemAttributes 需要实现 IEnumOPCItemAttributes 接口的方法^[3]。接口方法的原型可以参照从 OPC 基金会组织的官方网站上下载的 OPCDA.idl 中的定义。

由于 ATL 采用多重继承的方式来实现 COM 接口^[4]，因此以 OPCServer 为例来说明多重继承的实现：

```
class ATL_NO_VTABLE CServer :
public CComObjectRootEx<CComMultiThreadModel>,
public CComCoClass<CServer, &CLSID_Server>,
public IOPCServer
{
...
}
```

OPC 服务器的工作流程如图 2 所示，从图 2 可以看出，当服务器启动后(自启动或者客户端启动)，应客户端请求创建了服务器对象，然后等待客户端的命令，根据客户端不同的要求调用不同的接口来响应不同请求，如：添加删除组对象，添加删除项操作，同步或异步读写操作，浏览服务器地址空间，获取设置组对象，设置项状态以及注册/注销服务器操作等，随着断开请求的执行，同时引用计数减为零，服务器释放资源，退出程序。

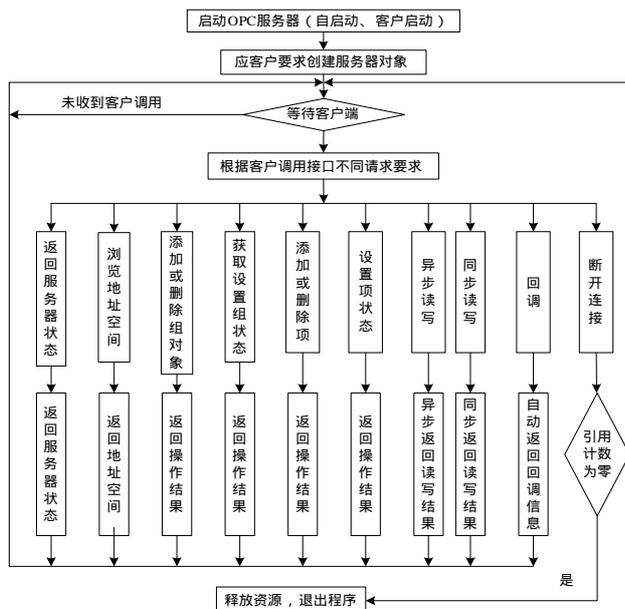


图 2 OPC 服务器工作流程

3.2 服务器界面模块

服务器界面的主要功能是方便用户配置服务器的参数。组对象是用来管理标签的，实际上就是对标签的分类。最后

是创建标签对象。数值就是服务器从现场设备取得的实时变化的数据。标签对象和现场设备是一一对应的，OPC 客户端程序从 OPC 服务器读取标签对象的数据，等于从现场设备读取数据。

3.3 存储缓冲区模块

存储缓冲区模块用来缓存数据信息。一方面存储转发客户端发给现场设备的信息，另一方面存储 OPC 服务器从现场设备取得数据信息，并在客户端需要时候传给客户端。因此，该模块要采用多线程，来保证数据传输的效率。

该服务器中的地址空间对小量数据采取线性链式存储方式，对大量数据采用哈希链式存储方式。在本文所编写的服务器中，由于异步请求需要存储的数据量不多，而且是顺序存取，不用进行查询操作，因此采用的是线性链式存取；但对于项对象的数据传输，由于量大，并且需要查询，因此采用的是哈希链式存储。

3.4 硬件驱动模块

现场设备通过驱动程序与 OPC 服务器进行数据交互，简单地说，即对现场设备进行读写操作。本文通过 EPA 协议与主控制器的通信来实现 OPC 服务器的驱动部分。这里用到的 EPA 应用层服务是变量访问服务，包含读服务、写服务和信息分发服务。

由于 EPA 协议数据传输是基于 TCP(UDP)/IP 传输协议的，为了使数据传输的实时性提高，OPC 服务器采用 UDP 套接字进行通信，其中，读写服务的通信过程采用客户机/服务器(C/S)模式进行通信。下面结合图 3 以变量读服务来说明数据传输流程。

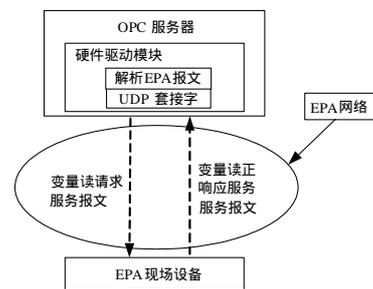


图 3 变量读服务数据传输流程

(1) EPA 通信发起方通过链接对象标识 ID 查找与其相对应的 EPA 链接对象^[5]，EPA 链接对象中本次通信的 EPA 链路信息，包括 EPA 通信应答方的设备 IP 地址、功能块实例 ID。

(2) 当获得这些信息后，调用相应的应用层服务，进行 EPA 报文的编码。

把 EPA 报文头和变量读请求服务报文封装好后，EPA 服务报文下载到 EPA 套接字映射接口实体。套接字映射接口主要完成 2 个功能：1) 按照应用层服务内容(本例中为读服务)确定其优先级，并将报文送到相应的优先级缓冲队列中去；2) 监控 EPA 链路，当链路空闲时按优先级顺序进行报文发送。

(3) EPA 现场设备收到读请求报文后，采用 EPA 服务中的变量读正响应服务回答，OPC 硬件驱动程序模块接收线程函数通过套接字接收到报文数据后，按照变量读正响应报文进行报文解析，刷新 OPC 数据。

4 基于 EPA 的 OPC 服务器的应用

图 4 为 EPA 网段和无线网段(802.15.4)的互连模型，EPA 网段现场设备由 EPA 阀门定位器、EPA 压力变送器组成，802.15.4 网段现场设备由温度变送器、压力变送器以及

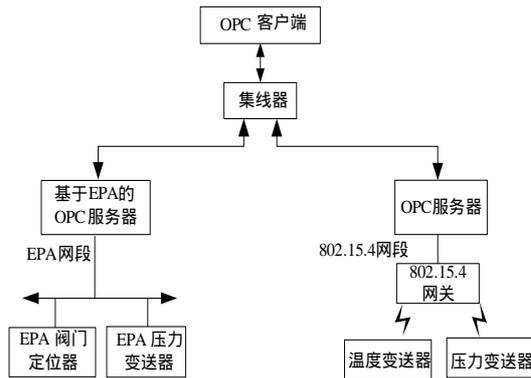


图 4 异构网络 OPC 集成系统结构图

OPC 服务器作为典型的数据源，完成本网段现场设备数据的接收；OPC 服务器实时采集现场设备的数据，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。

OPC 客户端是典型的数据接收源，负责接收从两个网段各自的 OPC 服务器发出的数据，并负责数据的集中显示。

下面以 EPA 网段中的阀门定位器和 802.15.4 网段中的温度变送器之间的数据传输来说明两个不同网段之间的数据交互过程：

- (1)OPC 客户端采用 EPA 变量管理中的读请求服务，将任务提交到基于 EPA 的 OPC 服务器。
- (2)基于 EPA 的 OPC 服务器将数据打包，把打包后的报文发送到 EPA 阀门定位器中。
- (3)EPA 阀门定位器接到包后，采用 EPA 变量管理中的读响应服务(如果接收请求失败，则采取读负响应服务)，将数据打包后发送到基于 EPA 的 OPC 服务器中。
- (4)基于 EPA 的 OPC 服务器将报文解包后把数据传给 OPC 客户端。
- (5)OPC 客户端采用 OPC 协议中的同步/异步写接口，把接收到的数据传入 OPC 服务器中。
- (6)OPC 服务器将数据打包成以太网报文，传给 802.15.4 网关。
- (7)802.15.4 网关将数据通过 802.15.4 无线传输方式把数

(上接第 103 页)

7 结束语

本文在分析 SIP-Over-P2P 相关技术的基础上，提出一种基于 DHT(CHORD)全分布式结构化 P2P-SIP 网络电话系统的设计思想，实现了一个基本的 P2P-SIP 网络电话模型系统，详细阐述了主要的 Session 功能模块的设计，包括 SIP 协议的 P2P 扩展、节点功能和用户功能的设计。本文的方案具有很好的应用前景。

参考文献

[1] Rosenberg J, Schulzrinne H, Camarillo G. SIP: Session Initiation Protocol[Z]. (2002-07-08). <http://www.faqs.org/rfcs/rfc3261.html>.

据写入到温度变送器中。

这样就实现了数据从 EPA 网段到无线网段的传输，实现了异构网段的互连。

OPC 客户端对 EPA 网段和 802.15.4 网段现场设备数据监控界面如图 5 所示。图中显示了当前控制网络现场设备的设备名、当前值、标签质量、时间戳、设备的 IP 地址等属性。现场设备名表明网络中的具体设备，当前值表明当前设备的实时值；标签质量表明设备实时值的正确性；时间戳表明数据从接收模块中解包后存放到数据缓冲区的当时时间；设备 IP 表明不同无线现场设备接入点或网关的 IP 地址。

现场设备名	当前值	质量	时间戳	设备IP地址
EPA温度变送器(°C)	34.21	GOOD	2007年7月19日16时46分8秒	128.128.2.72
802.15.4压力变送器(无线)/kpa	6.43	GOOD	2007年7月19日16时46分8秒	128.128.2.64
802.15.4温度变送器(无线)(°C)	34.52	GOOD	2007年7月19日16时46分8秒	128.128.2.103
EPA阀门定位器/mm	53.62	GOOD	2007年7月19日16时46分8秒	128.128.2.73

图 5 现场设备数据监控界面图

5 结束语

本文针对 EPA 网段与无线网段(本文为 802.15.4 无线控制网络)间的互连问题，采用了 OPC 集成技术实现了基于 EPA 的 OPC 服务器，阐述了基于 EPA 的 OPC 服务器设计要点，提供了 EPA 网络与无线控制网络互连平台，并在无线监控系统应用中验证了 OPC 服务器的正确性以及 EPA 网络和无线网络互连的可行性。

参考文献

[1] 王平, 易明华, 王浩文, 等. EPA 协议一致性测试方法研究[J]. 仪器仪表学报, 2007, 28(3): 451-455.

[2] 胡自权, 王平. 基于EPA的OPC服务器模型设计[J]. 计算机工程, 2007, 33(4): 236-238.

[3] OPC Foundation. OPC DA 3.00 Specification[EB/OL]. (2003-12-20). <http://www.opcfoundation.org/DownloadFile.aspx?CM=3&RI=66&CN=KEY&CI=283&CU=6>.

[4] Armstrong T. ATL 开发指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000: 95-98.

[5] 国家质量技术监督局. GB/T20171-2006 用于工业测量与控制系统的 EPA 系统结构与通信规范[S]. 2006.

[2] Singh K, Schulzrinne H. SIPpeer: A Session Initiation Protocol(SIP)-based Peer-to-peer Internet Telephony Client Adaptor[Z]. New York: Computer Science Department, Columbia University, 2005-01.

[3] Stoica I, Morris R, Karger D, et al. Chord: A Scalable Peer-to-Peer Lookup Service for Internet Applications[C]//Proceedings of the ACM SIGCOMM'01. San Diego, CA, USA: [s. n.], 2001-08.

[4] Bryan D, Shim E, Lowekamp B. Use Cases for Peer-to-Peer Session Initiation Protocol(P2P SIP)[Z]. (2007-07-08). <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-bryan-p2psip-usecases-00.txt>.