

# 复杂工业过程控制中实时数据 OPC Server 的设计与研究<sup>①</sup>

尹 菲, 郭凤仪, 孙 倩, 王昊轶

(辽宁工程技术大学 电气与控制工程学院, 葫芦岛 125105)

**摘 要:** 针对复杂工业过程控制的要求, 研究了 OPC Server 的实时处理策略, 完成了具有较高实时性和复用性的 OPC Server 的软件设计, 体现了软件工程所追求的结构化设计与软件复用的思想。

**关键词:** 实时控制; OPC; 变周期采样; DCS; 软件工程

## Design and Research of Real-Time Process Data OPC Server for the Control of Complex Industrial

YIN Fei, GUO Feng-Yi, SUN Qian, WANG Hao-Yi

(Faculty of Electrical and Control Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

**Abstract:** Aiming at the requirements that the advanced control software for the complex industrial process control, this paper studies the real-time processing strategy of OPC Server and completes the OPC Server software design of high real-time and reusability. This reflects the thought that software engineering pursues, i.e., the structural design and software reuse ideas.

**Keywords:** real-time control; OPC; variable-period sampling; DCS; software engineering

### 1 引言

流程工业是我国的支柱产业, 包括冶金、化工、电力、原材料供应等多个领域<sup>[1]</sup>。随着我国工业过程信息化建设的不断发展与深入, 以 DCS 等技术为基础的先进控制软件被引入到工业过程控制当中, 这些先进控制软件都要以现场检测到的实时数据为基础, 通过系统辨识建立模型和实施控制算法, 进而对现场设备进行控制。先进控制软件与 DCS 之间的数据通讯通常采用 OPC 接口的方式, 因此 OPC Server 如何为先进控制软件提供高实时性、高可靠性的过程数据<sup>[2]</sup>是 OPC Server 开发工程师必须解决的问题。

本文针对这一问题, 基于 OPC 规范, 通过建立通讯规则框架信息库和采用有效的实时处理策略, 设计开发了具有较强通用性、面向过程数据通讯的 OPC Server。通过该数据服务软件, 先进控制软件可以实时、准确的获得最新的现场数据, 安全、可靠的对现场设备进行控制。

### 2 过程数据 OPC Server 的体系结构设计

通过对软件的需求分析, 对该软件作如下结构设计如图 1 所示:

(1) 用户接口模块: 根据实际应用需要, 该 OPC Server 提供可交互的人机界面, 具有独立的进程地址空间。主程序界面具有文档/视图框架, 便于用户操作。

(2) OPC 数据访问接口模块: 此模块用于实现符合 OPC 规范的各种对象及相关接口。

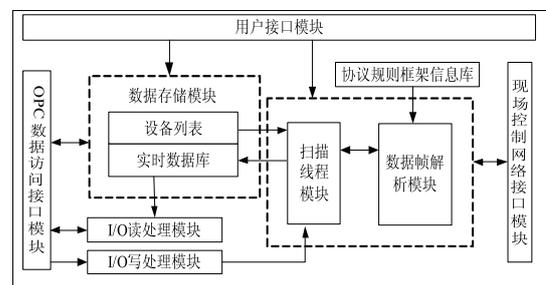


图 1 OPC Server 软件体系结构图

① 基金项目: 辽宁工程技术大学研究生科研项目(Y200900404)

收稿时间: 2010-09-11; 收到修改稿时间: 2010-10-19

(3) 数据存储模块: 该模块包括设备列表和实时数据库两个部分。设备列表存储用户对于设备的配置信息; 实时数据库用于存储设备各通道实时值, 供 I/O 读处理模块调用。

(4) 扫描线程模块: 该模块采用定时器和多线程技术进行设计。定时器周期扫描设备列表中的现场数据, 监听线程接收控制网络返回的数据并利用数据帧解析模块, 对其进行解析将结果写入实时数据库。此外监听线程优先响应控制命令事件, 对现场设备进行控制。

(5) I/O 读处理模块: 该模块循环处理客户端发来的读数据包, 根据数据包的内容向实时数据库读取通道值, 并置上时间和质量标签, 然后返回给客户端。

(6) I/O 写处理模块: 该模块解析先进控制软件通过 OPC 数据接口发来的控制命令数据包, 将控制命令数据包处理成符合通讯协议的命令串, 并添加到写消息列表中。

(7) 现场控制网络接口模块: 封装了与访问控制网络有关的 API 函数。

(8) 协议规则框架信息库: 保存现场智能仪表、PLC 等设备的通讯协议框架格式数据的内存库, 提供给数据帧解析模块, 用于数据帧的解析。

(9) 数据帧解析模块: 得到有效数据帧后, 根据协议规则框架信息库, 进行框架推理, 对收到的数据帧进行解析。

### 3 过程数据通讯 OPC Server 的实时处理策略和关键技术研究

#### 3.1 实时数据库的构建

实时数据库是整个 OPC Server 的核心, 其实时地存储和刷新现场设备采集来的数据。就工业控制来讲其数据类型可分为: 模拟量、开关量、字符串量 3 种类型, 下面是模拟量结构示例。

模拟量结构如下:

//实时数据库

```
Class AxData: public Cobject
```

```
{Public:
```

```
int iID: //记录号
```

```
int iNodeID: 节点号
```

```
int iDeviceID: //所属设备号
```

```
int iNodeType: //节点数据类型
```

```
CString strNodeName: //点名
```

```
CString strNodeScript; //点描述
```

```
int iPhysicalType; //硬件类型
```

```
float tValue; //点值(裸数据)
```

```
float fLastValue; //上次点值
```

```
BOOL blsalarm; //是否报警
```

```
float fAlarmValue; //报警时的值
```

```
CString strProjectUnit; //工程单位
```

```
CString strAlarmInfo; //报警信息
```

```
float fRatc; //变化率限制
```

```
float tRateinterval; //变化率周期
```

```
int iInterval; //扫描周期
```

```
int iPri; //优先级
```

```
int iPropty; //只读, 写, 读写
```

```
Public:
```

```
BOOL readAx(int iID, float& fValue); //读模拟点值
```

```
//读模拟点 ID 号
```

```
BOOL readAxID(CString strNodeName, int& iID);
```

```
//写模拟点值
```

```
BOOL writeAx(int index, float fValue);
```

```
...
```

```
};
```

软件启动时从用户配置中加载最新的设备配置信息, 包括设备名称、设备类型、通讯命令等信息。定时采集程序根据配置信息招调现场设备数据, 同时将采集结果实时存入实时库的相应位置。为保证系统的实时性, 本着过程控制对于最新现场数据的要求, 实时数据库的存储方式采用滚动存储即实时数据库的各数据对象以链表形式存放在内存中, 故数据库的容量相对固定, 当新的数据产生时自动更新数据对象的现场值属性。实时数据库常驻内存, 供其它模块访问。

#### 3.2 实时处理策略的研究

该 OPC Server 的设计是为先进控制软件提供统一的现场设备通讯接口, 因此实时性要求显得格外重要, 但由于网络本身的特性, 时延是不可避免的, 对于时延问题的有效解决, 直接影响着该软件的性能和先进控制软件的有效性。

作者受到工程实践的启发, 设计出如下实时处理策略, 来解决时延问题, 满足了系统的实时处理需求, 同时尽量减少了网络丢包事故的发生, 保证了数据的可靠性。

控制网络中的信息流包括: 现场数据(从传感器流

向实时数据库)和控制命令(从实时数据库流向执行器)。基于此,提出如下处理对策:

(1) 采用神经网络进行网络延时在线超前预测,估算最佳扫描周期,在内以时间驱动方式轮询现场数据。

当控制中心计算机监视现场数据时,运行 OPC Server 的远程计算机对现场设备中的寄存器进行逐个扫描,以获取当前寄存器的值,然后写入实时数据库中。在这个过程中从远程计算机向控制器发出数据请求到传感器,将现场数据返回给控制器再返回给远程计算机,这个过程应在远程计算机的 OPC Server 中设定的一个扫描周期内完成,但是由于网络诱导时延的存在,固定周期内现场数据可能不能完全采集到,那么本次的数据即最新数据就可能被废弃掉,没有被实时数据库采样成功。因此,在实际中采取了如下对策:文献[3]中提供了采用随机神经网络<sup>[4]</sup>对诱导时延进行多步超前预测的方法,该方法采用随机神经网络对网络时延进行多步预测,预测速度在 20ms 以内可以满足实时性要求,在该 OPC Server 的设计中,采用了此方法。首先利用多线程技术建立采样周期的预测线程,该线程通过在通讯数据包中设置的时间戳,得到历史时延,再通过文献[3]的方法大致预测时延,再估算出扫描周期,当预测值的大小与当前采样周期之差超过阈值范围时,改变采样周期。在内要保证现场值完整写入实时数据库,如果超时则废弃此次扫描,在下一个扫描周期内继续请求该寄存器数据,如果接连 3 次都没有成功访问到数据,则进入下一个寄存器的请求。这个会根据时延的变化而在线调整。

(2) 对于随机控制命令采用事件驱动方式优先响应。

当先进控制软件需要对现场设备进行控制的时候,将发送控制命令,这时 OPC Server 优先执行控制命令而暂停数据扫描行为。为了立刻找到控制设备,提高系统实时性,可以在实时数据库中为每种类型点(如所有设备的启停控制点算一种类型的点)增加一个标志点,的值在界面发出控制命令的同时被写入,记录下当前有控制命令发出的设备号。这样处理程序就能迅速找到目标设备,而且知道要控制的参数是什么(用 i 值来区分),向设备发出控制命令。控制命令发送成功后值重新置为初始值 0。

### 3.3 基于多线程的 I/O 数据读写设计

对于 I/O 读写操作的有效处理,是提高 OPC Server

实时性的关键。根据 3.3 中的实时处理策略进行如下 I/O 数据的读写设计。

OPC Server 启动后,初始化扫描周期,启动变周期采集程序和异步创建监听线程。在该线程内部是一个无限循环结构,在这个结构中采用事件机制实现控制网络数据接收、先进控制软件控制命令发送等操作,如图 2。当 OPC Server 接收到控制网络返回的数据后,会激活接收事件并将数据放入缓冲区,当收到完整的数据帧后对其进行解析,将解析完的数据存入实时数据库,供 I/O 读模块读取。

对于定时采集,Windows 提供的定时器 Timer 远达不到工控要求,必须使用精度更高的定时器来取代。Windows 系统下的多媒体定时器 API 函数 timeSetEvent 和 timeKillEvent 就能很好的满足实时性的要求。该多媒体定时器工作在自己的线程内,且它的线程优先级设定为 THREAD\_PRIORITY\_TIME\_CRITICAL,这比绝大部分的线程优先权数值都高。相比工作在用户界面线程内的 Timer 定时器来说,它不受消息机制的影响。能够达到很高的定时精度。它的最高定时精度能够达到 1ms。能够满足较高实时性的要求<sup>[5,6]</sup>。

定时采集是以变周期扫描设备列表,读取现场实时数据。首先查询控制点是否有控制命令,如果有则激活监视线程的写事件,优先发送控制命令,否则轮询设备列表的数据招调命令。如图 3 所示:

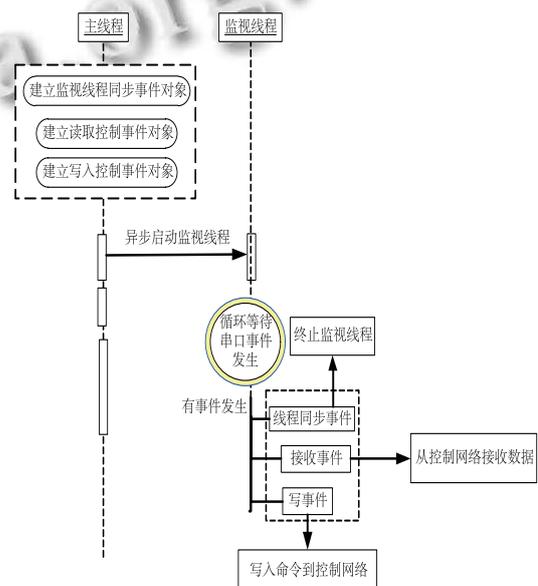


图 2 监听线程的事件机制

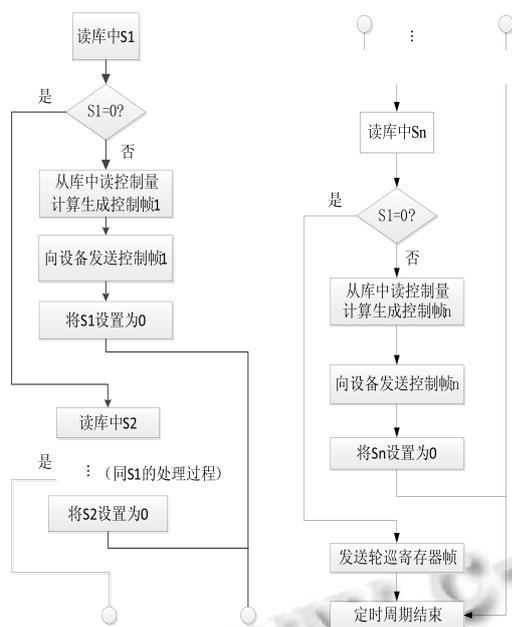


图3 定时采集策略

### 3.4 基于框架推理的智能解析模块设计

由于复杂工业过程控制中涉及的检测量、控制对象众多,因此采用的通讯协议也各自不同。如果根据不同的协议分别开发解析程序,较为费时,也不利于软件的复用性。通过对工程中使用的通讯协议的分析,抽取出协议规则的框架描述,建立框架知识库,通过框架推理确定数据帧采用的通讯协议,在根据协议定义解析出现场实时数据。

对于协议解析模块包括了常用数据校验算法集、常用数值进制转换函数集、常用数据类型转换函数集、协议推理判断函数、数据帧解析处理函数集。

## 4 工程实例

本文设计的 OPC Server 和组态王软件相结合完成了辽宁阜新金山煤矸石热电有限公司水源监控系统<sup>[7]</sup>

的设计实施,达到了满意的监测和控制效果。其工控组态运行画面如图 4 所示。

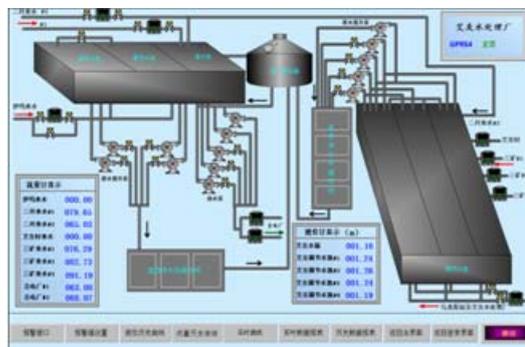


图4 组态运行画面

## 5 结语

本文针对复杂工业过程控制中采用的先进控制软件与现场设备的通讯问题,结合工程实际,采用有效的实时处理策略,设计开发了一个过程实时数据 OPC Server,并对其中关键的处理技术作了详细的论述。

### 参考文献

- 1 孙鹏,周晓杰,柴天佑.面向复杂工业过程应用的图像处理系统.东北大学学报(自然科学版),2008,29(6):765-768.
- 2 杜殿林,张业坤.先进控制软件平台数据库的设计与实现.控制工程,2002,9(6):25-27.
- 3 胡治国,张大陆,侯翠平,沈斌,朱安奇.基于随机神经网络的多步网络时延预测模型.计算机科学,2009,36(7):85-87.
- 4 冯定.神经网络专家系统.北京:科学出版社,2006.
- 5 刘桂强,吴星明,何广平.Win9X 下实现数据的实时采集与显示.计算机工程,2002,28(3):256-257.
- 6 王文磊,徐汀荣,等.工控系统中实时数据库关键技术研究与应用.微电子学与计算机,2007,24(1):69-72.
- 7 王昊轶,赵国材,季楠.面向串行通信的实时数据转储网关的设计与实现.计算机系统应用,2010,19(17):130-134.