

基于 OPC XML-DA 的分布式监控系统的设计

孙汝鹏¹, 贾智平¹, 吴顺鹏²

(1. 山东大学计算机科学与技术学院, 济南 250061; 2. 山东省科技馆, 济南 250014)

摘要:在对分布式监控系统架构进行分析的基础上, 给出基于 OPC XML-DA(OLE For Process Control XML Data Access)标准的分布式监控系统的设计。结合实际海洋环境监测系统对海洋环境参数的分布式实时监测, 给出了运行于海洋监测台站端的 Server 程序框架并着重描述了标准中的 Subscribe 系列服务的具体应用。根据监测数据的实时性要求, 基于 HTTP1.1 协议的持久连接机制扩展了标准 Read 服务。
关键词: OPC; XML; SOAP; 海洋监测

Design of Distributed Monitoring and Control System Based on OPC XML-DA

SUN Rupeng¹, JIA Zhiping¹, WU Shunpeng²

(Department of Computer Science and Technology, Shandong University, Jinan 250061;

2. Science and Technology Collection of Shangdong Province, Jinan 250014)

【Abstract】 After analyzing the architecture of distributed monitoring and control system, the design of distributed monitoring and control system based on the OPC XML-DA standard is presented in this paper. According to the practice sea environment monitoring system, the framework of server side program is given and the series service of "subscribe" is described in detail. According to the real time requirement of sea environment data, standard "Read" service based on the persistent connection mechanism of HTTP 1.1 protocol is extended.

【Key words】 OPC; XML; SOAP; Sea monitoring

随着计算机和网络技术的发展, 分布式监控系统已被越来越多的企业的生产过程所采用。为了屏蔽监控系统中各监测设备接口的差异, 使上层应用以统一的方式访问底层设备, OPC基金会制定了一系列标准的数据访问接口。早期的标准基于微软的COM技术^[1], 应用的广泛性上有一定的限制, 新的 OPC XML-DA^[2] 规范采用目前流行的 XML Web Service 分布式应用框架, 主要特点如下: (1) 基于 XML 的 SOAP^[4] (Simple Object Access Protocol) 消息作为应用程序间数据交换的格式, 增强了数据的可扩展性和平台无关性。 (2) 将 SOAP 消息绑定到 Internet 上流行的 HTTP 协议上, 可以在 Internet 上畅通无阻传输。

结合海洋监测领域内对海洋环境参数分布式监测的需求, 本文提出了在以高端嵌入式开发平台作为硬件基础的海洋环境自动监测台站上实现 OPC XML-DA 标准数据访问接口的方案, 使得监测台站具有标准的访问接口和开放的数据传输格式, 能够方便无缝地集成到基于 OPC XML-DA 海洋环境分布式监测系统整体中。

1 系统总体架构分析

如图 1 所示海洋环境分布式监测系统总体上由 3 个子系统组成:

(1) 实时数据采集子系统: 该系统由位于海洋中的监测台站以及其连接的若干传感器组成。任务是实时采集海洋环境参数, 对数据进行初步预处理后通过无线信号将数据发出。

(2) 数据传输子系统: 该系统由 GSM/GPRS 无线公网和

Internet 组成。任务是通过无线和有线网络将来自实时数据采集子系统的实时数据通过网络传输到数据集成子系统。

(3) 数据集成子系统: 该系统由若干数据库组成。任务是组成面向海洋预警主题的数据仓库为海洋灾害预测模型提供数据支持; 另外该系统也包含 Web 信息服务器, 用于对外发布海洋信息相关网页。

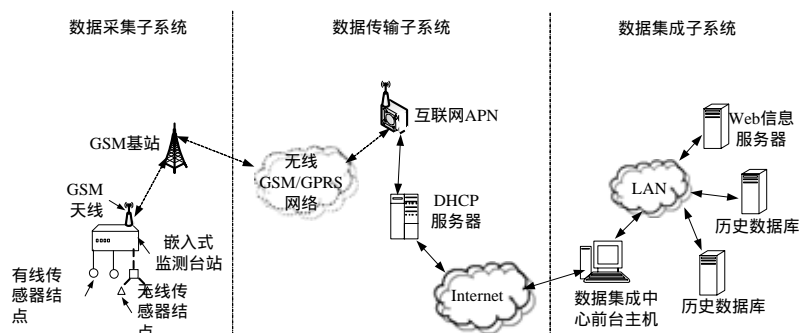


图 1 海洋环境分布式监测系统的总体框架

监测台站位于海洋中, 无法直接通过有线网络将其接入 Internet。采用基于 TCP/IP 协议的 GSM/GPRS 无线发射模块, 可以利用覆盖范围广阔的 GSM 网络将监测台站接入 Internet。监测台站通过 GSM/GPRS 网络接入 Internet 后就可以利用 TCP/IP 连接来传输实时海洋环境参数。

2 XML-DA Server 的实现

OPC XML-DA 标准通过 OPC XML Schema^[5] 定义了 8 种

作者简介: 孙汝鹏(1979—), 男, 硕士生, 主研方向: 嵌入式网络; 贾智平, 教授; 吴顺鹏, 助理

收稿日期: 2005-09-23 **E-mail:** rupengsun@163.com

标准接口服务类型，分别为：Status(获取服务器状态信息服务)，Read(数据读取服务)，Write(数据写入服务)，Subscription(数据订阅服务)，SubscriptionPolledRefresh(数据订阅刷新服务)，SubscriptionCancel(数据订阅取消服务)，Browse(数据浏览服务)，GetProperties(获取数据属性服务)。根据海洋监系统的实际，对OPC XML-DA规范的标准服务进行以下两点改动：

(1)简化标准服务里的 Write 服务的具体实现。由于监测台站所连接的传感器所采集的数据是只读的，因此无须具体实现 Write 服务。

(2)增加自定义服务 PersistentConnectionRead。该服务是通过 HTTP1.1 协议的 Persistent Connection(持久连接)对标准的 Read 服务进行扩展。

2.1 XML-DA Server 运行机制

台站端服务器程序启动后,主进程调用 TCP/IP 连接处理模块监听网络请求并进入阻塞状态,等待来自客户端的连接请求;收到请求消息后创建新的线程来处理连接请求并立即返回阻塞状态继续监听连接请求;请求处理进程调用 HTTP 消息处理模块解析 HTTP POST 请求将其中的 SOAP 消息体取出,交给 SOAP 消息处理模块,解析后获得请求服务的类型及相关参数;根据请求调用 OPC XML-DA 相应的服务实现模块,生成结果信息;将结果信息封装成 SOAP 消息通过 HTTP 报文发送给客户端。程序流程如图 2 所示。

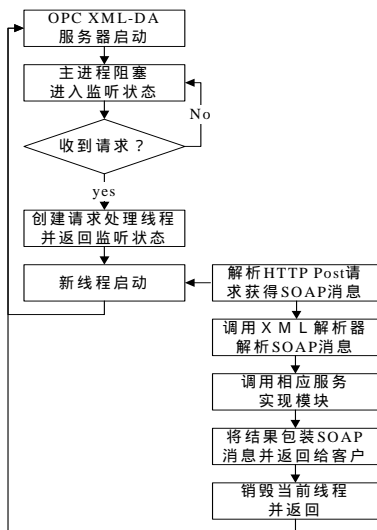


图 2 OPC XML-DA 服务器运作流程

2.2 软件层次架构分析

根据 OPC XML-DA Server 的工作流程,图 3 给出了台站端软件模块架构。

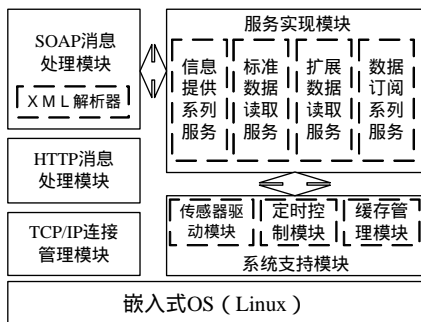


图 3 监测台站软件模块架构

各子模块对应实现流程图中的相应步骤的功能。SOAP 消息处理模块中需要调用基于 DOM(Document Object Model)

的 XML 解析器提供的接口函数解析或生成 SOAP 消息。

根据服务的内容特征及实现服务需要的系统模块支持的差异可以将要实现的 8 种服务分为：信息提供，标准读取，扩展读取和数据订阅 4 个系列，其中订阅系列服务(包括 Subscribe, SubscriptionPolldRefresh, SubscriptionCancel)为客户维护其订阅的海洋监测参数并根据客户给出的时间参数适时回复。该系列服务是服务器端核心部分，实现较为复杂。订阅系列服务要根据客户端给出的 EnableBuffer 缓存控制参数和 SubscriptionPingRate, RequestSamplingRate, HoldTime, WaitTime 等时间参数对数据进行缓存管理以及数据采集频率，客户是否在线监测频率进行严格的时间控制管理。

系统支持模块包括：传感器驱动，定时控制，缓存管理 3 个部分。它们作为独立的模块来实现，向各服务提供统一数据读取，定时设置，缓存分配接口函数，避免了在各系列服务内单独实现这些功能所带来的复杂性。且由于服务的运行采用多线程并发的方式，简化服务实现也使得操作系统创建和维护服务线程的开销大大减少，有利于提高系统的运行速度和对客户请求的响应速度。

2.3 订阅系列服务的应用

在 OPC XML-DA 规范规定实现的 8 种服务类型中，订阅(Subscription)系列服务实现较为关键也比较复杂。规范中提出一种“注册 - 拖出”(Polled-Pull)的方式来描述服务的实现，“注册 - 拖出”方式分为基本注册刷新(Base Polled Refresh Approach)方式和高级注册刷新方式(Advanced Polled Refresh Approach)两种。基本注册刷新方式采用简单的请求应答方式，实现较为简单；而高级注册刷新方式模拟实现 COM/DCOM 异步回调机制，可以减少客户服务器间不必要的通信开销，具有更高的效率。下面结合海洋监测参数的实际来说明高级注册刷新方式的应用。

海洋监测台站主要是利用连接于其上的传感器对海洋生态要素(酸碱度、溶解氧、营养盐等)和动力要素(水温、盐度、潮位等)的监测^[6,7]。要把每个传感器结点映射到 OPC XML Schema 定义的一个数据项元素上。以下是一个包含 Sucribe 调用的 SOAP 消息体用以订阅酸碱度 (PH_Value) 和水温 (Temperature) 参数：

```
<soap:Body>
<Subscribe
ReturnValuesOnReply="true"
SubscriptionPingRate="50000"
xmlns="http://opcfoundation.org/webservices/XMLDA/1.0/" >
...
<ItemList RequestedSamplingRate="10000" EnableBuffering=
"true">
<Items ItemName="//BiologyParameter /PH_Value" />
<Items ItemName="//PowerParameter /Temperature " />
</ItemList>
</Subscribe>
</soap:Body>
```

<Subscribe>元素表调用 Subscribe 服务，<ItemList>是所要订阅数据项的列表，其 RequestedSamplingRate 属性是客户端建议的数据采集时间间隔，此处为 10 000ms，Enable Buffering 属性置为 true 表示服务器端要对两个 Subscription PolledRefresh 请求之间的数据变化进行缓存，而不是仅保存当前值；<Items>元素包含了要订阅的数据的名称，ItemName

属性值中的“//BiologyParameter/”表示数据项的名称空间，说明数据项属于生态要素集中的参数“PH_Value”表示监测海水PH值的传感器的数据项名。

服务器收到Subscribe请求后，为客户订阅的PH_Value和Temperature数据项分别建立Buffer以缓存在SubscriptionPolledRefresh请求消息的HoldTime属性指定的时刻到来之前数据项的各次变化值，然后向客户发送SubscribeResponse响应消息，消息中包含了客户要订阅的数据项的值，当客户处理完服务器的响应消息后，重新建立新的TCP/IP连接，发出SubscriptionPolledRefresh请求如下：

```
<SubscriptionPolledRefresh
HoldTime="2003-05-27T06:16:53"
WaitTime="60000"
xmlns="http://opcfoundation.org/webservices/XMLDA/1.0/" >
...
</SubscriptionPolledRefresh>
```

在高级注册刷新方式中SubscriptionPolledRefresh请求消息中必须指定HoldTime和WaitTime两个属性，其作用如图4所示。

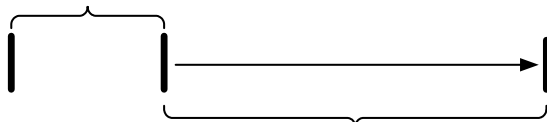


图4 高级注册刷新方式示意图

如果在WaitTime时刻内订阅的数据项没有发生值的改变，也就是说当到达客户指定时刻即2003-05-27T05:16:53后再经过60000ms，也就是2003-05-27T05:17:53时刻到来时PH_Value和Temperature没有任何改变，服务器仍然要返回一个不包含任何数据项的SubscriptionPolledRefreshResponse消息。当客户收到响应消息后可以根据情况继续发出订阅刷新请求消息或者发出SubscriptionCancel消息通知服务器端取消所订阅的数据项。

(上接第215页)

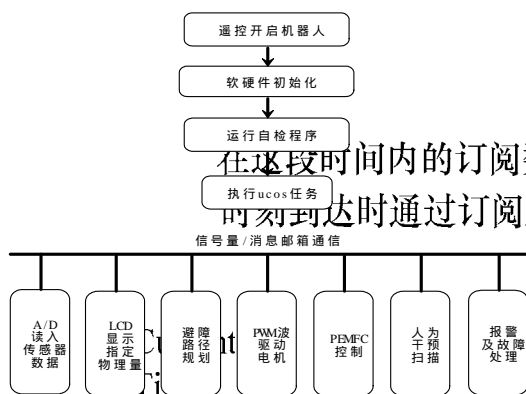


图5 软件设计框图

2.4 扩展服务——PersistentConnectionRead

PersistentConnectionRead服务基于HTTP1.1所规定的持久连接的机制。它在模式中的定义与标准的Read服务基本一致，只是增加了一个PersistentConnectionHoldTime属性，用于指定持久连接的保持时间。当用户发出PersistentConnectionRead请求消息后，在PersistentConnectionHoldTime指定的时间段内，服务器和客户保持初始建立的连接，当客户要读取的数据项发生变化服务器通过该持久连接发送PersistentConnectionReadResponse响应消息给客户。这样避免了每次通信都要重新建立连接的延迟，客户可以更迅速及时地获得变化数据。

3 结束语

传统的分布式海洋监测系统中近海台站通常用VHF无线频道与陆上集成中心进行通信，传输距离较短，数据格式单一，且只能实现点对点的通信。基于OPC XML-DA海洋监测系统中，监测台站借助了GSM/GPRS网络以增加数据信号的传输距离，采用了SOAP消息传输数据，这些特点使得数据采集子系统，数据传输子系统以及数据集成子系统形成同时具有紧凑性、灵活性、开放性特征的分布式海洋环境监测系统整体。

参考文献

- 1 OPC Foundation. OPC DA 2.05a Specification[Z]. <http://www.opcfoundation.org>, 2002.
- 2 OPC foundation. OPC XML - DA 1.01 Specification[Z]. <http://www.opcfoundation.org>, 2004.
- 3 W3C. Extensible Markup Language[EB/OL]. <http://www.w3.org/XML>, 2003.
- 4 W3C. Simple Object Access Protocol V1.2[EB/OL]. <http://www.w3.org/TR/soap>, 2003.
- 5 W3C. XML Schema V1.1[EB/OL]. <http://www.w3c.org/XML/Schema>, 2004.
- 6 池天河, 张新. 台湾海峡海洋动力环境立体监测信息服务系统[D]. 广州: 华南理工大学学报, 2004, 32(4): 19-22.
- 7 康寿岭. 海洋环境自动监测系统[J]. 海洋技术, 2001, 20(1): 1-21.

5 结束语

本文以32位微控制器为核心，建立了一个PEMFC驱动的自主机器人系统。利用微控制器和嵌入式实时操作系统对机器人进行控制，增加了系统的稳定性及实时性。该系统能够自主导航、避障、电量监测、报警及故障处理，而且可以人为进行远端干预，并对PEMFC电量状态、机器人本体状态参数等进行监测显示。同时将运行数据以文件形式保存在控制板上的Flash里，以便传送给上位机作运行分析。目前该系统调试情况良好。

参考文献

- 1 Heinzl A, Hebling C, Müller M, et al. Fuel Cells for Low Power Applications[J]. Journal of Power Sources, 2002, 105(2): 250-255
- 2 Maish A. Fuel Cell Powered Mobile Robots[EB/OL]. <http://www.sandia.gov/isrc/fuelcellrat.html>, 2005-04.

Hold Time

在等待时间内如果有数据变化的改变将立即返回