

XML 技术在嵌入式系统中的应用*

彭新宇, 姚振强

(上海交通大学 机械制造工程学院, 上海 200030)

摘要: 首先介绍和分析了 XML 标准及它的技术特征, 然后讨论了嵌入式系统网络化应用发展概况和现状。在此基础上提出了将 XML 技术应用于嵌入式系统中, 实现嵌入式系统的 Internet 网络化应用和管理的方案, 并结合嵌入设备网络化的开发项目进行了详细论述。

关键词: XML(eXtensible Markup Language); 嵌入式系统; 实时性系统; 通知服务器

中图分类号: TP312 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3695(2003)08-0133-03

XML Technology Application in Network Management of the Embedded Equipments System

PENG Xin-yu, YAO Zhen-qiang

(College of Mechanical Manufacture & Automation, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: This article introduces the XML technology and analyzes the major feature of the technology. Combining with the discussion of the development of embedded system in Internet, the article proposes a solution method for remote network management of embedded system, in which the XML technology is applied. Finally a project is talked about in detail with which we are busy now.

Key words: XML; Embedded Equipments System; Real-time System; Notice Server

0 引言

目前,以计算机和软件为核心的数字化技术取得了迅猛发展,消费电子、计算机、通信(3C)一体化趋势日趋明显,嵌入式技术成为研究热点。以往的嵌入式系统是单独工作应用的,独立于 Internet 网络环境之外。为适应对嵌入式系统的分布式处理和网络化应用的需求,新一代嵌入式系统必须接入 Internet 中,并能够通过 Internet 实现对嵌入式设备系统的网络化应用和管理。

利用以往的 Internet 技术将 Web 服务器移入嵌入式设备中,以此实现嵌入式设备直接作为网络设备接入 Internet,可方便地提供网络服务及进行远程管理、网络配置。但是由于嵌入式设备的特点(硬件资源和处理能力有限),它不能像一般的网络设备可轻易地实现这一点。本文提出了一种新的嵌入式设备网络应用和管理的方法,即利用具有诸多优点且日趋成熟的 XML 技术与 Web 服务器相结合,实现嵌入式设备的网络化应用管理和网络数据处理。

1 XML 标准特性分析

1.1 XML 与 HTML 比较

XML 和 HTML 都是 SGML 的一个简化子集,它们之间有显著的区别。HTML 只能显示数据内容而无法表示数据内容,而且还不能表述矢量图形、数学公式、化学元素,在数

据显示方面也不尽人意,总而言之,可扩展性不强。

与之比较,XML 是元数据语言,它提供一种格式来描述结构化数据。这样允许开发者以标准统一的方式简便地描述,在任意应用程序中传输结构化数据,并且可以跨平台地进行数据内容的定义声明,由此可提供更有意义的搜索结果。

1.2 XML 的特性分析

XML 功能强大之处在于它可以提供一种置标结构化数据的构成体制。XML 既是一种语言,又是一组规范化的数据应用规则,不同类型的终端设备能从同一格式信息中提取数据,进行不同的处理和使用。同一个 XML 标志(Tag)表示的数据可以是零售价格、销售税、书名或任何其它的你所想表示的数据。由于 XML 标志是由一个专门组织为一个特定的 Intranet 制定的或是其他人通过 Internet 统一制定的,所以搜索、声明数据可以不受数据所在应用程序的影响。一旦一个应用程序定位好一个 XML 数据,那么这个程序就能以任意方式在网络上传输数据,在网络浏览器上显示数据,或是把数据递交给另外的程序以求进一步的数据处理。

2 嵌入式系统

2.1 嵌入式系统简介

现今的嵌入式系统大致经历了两大阶段:

(1)以单芯片或微控制器(MCU)为核心的可编程控制器形式的系统。这些系统大部分应用于工业控制系统中,一般没有操作系统的支持,大多是处于独立的运行环境。在少数的工业应用中,也有利用 CAN, RS-232,

收稿日期: 2002-06-21; 修返日期: 2002-09-29

基金项目: 国际合作项目的资助项目

RS-485 等总线将 MCU 组网的例子,但这种网络很有限,相关的通信协议也比较少,并且处于 Internet 之外。

(2)以嵌入式实时操作系统为标志。嵌入式实时操作系统内核精小、效率高,并且具有高度的模块化和扩展性;具备文件和目录管理、设备支持、多任务、网络支持、图形窗口以及用户界面等功能;具有大量的应用程序接口(API),嵌入式应用软件丰富。这类操作系统主要有 VxWorks, pSOS, iTRON, 实时 Linux 等。这类系统的应用越来越广,比如各种手持设备、智能设备、智能家电、移动终端(Java 手机)等。如何结合当今的 Internet 技术将这些设备作为网络设备方便地接入网络,实现智能化是本文提出的最大课题,而该课题的解决是当今 Internet 发展的一大趋势。

2.2 嵌入式设备的网络管理系统的建立方案

2.2.1 已有方案的讨论

以往将嵌入式系统接入 Internet 中主要有两种方式:

(1)将嵌入式设备作为计算机的一个外设,将计算机接入 Internet 网络中,以实现对其应用管理(如打印机、MP3 播放器、数码相机等)。

(2)将嵌入式设备作为网络设备直接接入 Internet 网络中,从而脱离计算机直接实现对嵌入式设备的应用管理(如系统功能比较强大的交换机)。

图 1 左的打印机就是现在常用的嵌入式设备接入 Internet 的方式,它本身不具有直接接入 Internet 的功能,必须间接地通过计算机接入。来自网络的打印任务发给连接打印机的计算机,由计算机将这些任务通过它们直接的并口转发给打印机,打印机再提供打印驱动程序,完成打印任务。这种间接的接入方式的缺点是嵌入式设备必须依靠计算机,当计算机没有启动时,嵌入设备无法提供服务;优点是嵌入设备无须处理复杂的网络协议,嵌入设备的操作系统不需提供复杂的网络功能。

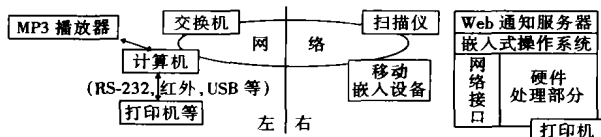


图 1 传统的接入方式与新方案之比较

图 1 左的交换机由于本身是网络设备,功能强大,这类嵌入式设备可以说是 CPU 处理能力强大、功能单一的“专用计算机”。因为这类设备的操作系统主要是处理网络数据交换,除此之外,一般不提供任何其它的应用程序运行。支持 TCP/IP 网络协议如 SNMP(简单网络管理协议),FTP, Telnet 等,设备制造厂商需要提供相匹配的 SNMP 软件以方便地配置网络、监测性能。因此这种嵌入式设备的缺点是:①管理软件比较复杂;②SNMP 软件希望网络管理站与被管理的设备之间的连接是固定不变的;③SNMP 使用 UDI(用户数据报协议)来发送信息包,这种方案不能保证无差错传输;④它不能高效地更新整个嵌入式设备,因为采用和支持这些网络协议需要嵌入设备具有较多资源和 CPU 处理能力。

2.2.2 新的方案的提出

综上所述,现在大多数的嵌入设备没有交换机那样的硬件资源,因此上述的两种 Internet 接入方式都难以满足新一代嵌入式设备接入 Internet 的要求。基于此,本文

提出新的方案如图 1 右的网络打印机,我们通过网络就可以直接对网络打印机进行远程操作、数据存储、软件更新、故障解决、性能监测等。而要实现这些远程管理和应用功能,利用已有的技术在嵌入式设备中植入 Web 服务器,通过在 Internet 上就可以直接管理配置。但 Web 服务器具有单向性的不足,它只是在需要的时候才提供数据,用户必须请求从某个服务器 URL 地址发送特定信息,而且数据的存储也是采用专用的格式。

因此我们又设想把 Web 服务器与通知方法结合起来,同时,在此新方案中提出通知请求及通知的内容均用 XML 来描述。这与不基于 XML 建立的通知服务器相比,可以体现 XML 的强大特性。因为不基于 XML 的服务器,客户机和服务器必须遵守通知的头部分的大小以及头部分中字段的的大小的限制,而基于 XML 的通知服务器则可以取消这种不灵活性。以 XML 构建通知要求或通知内容时,是用 XML 解析器来抽取字段的内容而不管字段的大小,这样可以方便地在头中添加新字段。而且 XML 存储的数据格式具有结构化特性,易于扩展和被应用程序进行解析,从而使这些数据可以得到广泛的应用和不同的处理。

由于 Web 服务器的植入已经有比较成熟的方法,本文不再进行详细论述,而是对基于 XML 技术的 Web 通知服务器的具体构建方案进行展开。

3 基于 XML 的 Web 通知服务器的建立

基于上述提出的方案,在网络打印机的开发项目中,设计的总体结构如图 2 所示。其中的 Web 通知服务器是遵从 SOAP 协议开发的,提供网络接入处理,实现网络打印任务的处理。

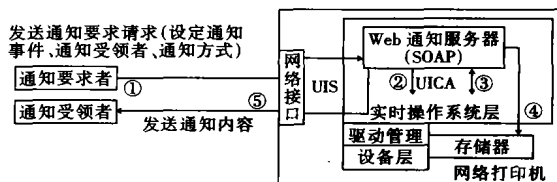


图 2 通知服务器工作流程

3.1 系统结构和实现

图 2 中 UIS(Universal Internet Service)是为了在通知服务器上实现 Internet 服务(HTTP, SMTP, POP3, IMAP4 等)的 API 库, UICA(Universal Internet Client Agent)则是为了在嵌入式设备与通知服务器之间传送数据对象提供 API 库。其主要的流程简述如下:

(1)通知要求者(打印任务者)首先向 Web 通知服务器发送通知要求(网络打印任务、任务的属性),通知要求以 XML 格式发送。在 XML 文档中指定需要监测的事件、通知受领者(用惟一的 URI 来指定,既可以是通知要求者本身也可以另外指定)及通知方式(可以使用电子邮件方式或其它的方式)。通知服务器包含在嵌入式系统中,运行在嵌入式操作系统上(此开发项目中嵌入式设备上运行的是 VxWorks 实时操作系统)。嵌入式设备一旦发生某个事件,通过 UICA 代理向服务器传送信息。

(2)通知服务器在接收到通知要求(XML 文档)后,把它存储到文件系统中以实现通知服务器的永久存储机能(图 2 中④),同时通过 XML Parser 及 DOM 把 XML 文

档转换成结构化数据,加入到服务器的通知要求链中。

(3)设备状态改变(如故障发生)或在处理打印事件(如打印任务完毕)发生时立即通过 UICA 给通知服务器发送通知(事件)内容,通知服务器接收到通知内容后同样是存储实现永续化机能,同时解析成结构化数据加入到通知服务器里的通知内容链。通知要求数据结构中的要求通知事件与通知内容中已发生的事件相符合的话,则对指定的通知受领者发送通知(图 2 中⑤)。如果发送成功,则把相应的通知要求、通知内容从服务器及存储器的文件系统中删除;否则,每隔一段时间 \times 时间的长短由程序设计时决定建立连接重新发送。

3.2 进一步讨论

在这种嵌入式设备中,利用嵌入操作系统提供的接口,实现嵌入设备的网络接入和网络任务处理。网络任务的处理通过将 Web 服务器与利用 XML 技术的任务请求处理相结合的方法。由于 Web 服务器和采用 XML 的任务请求处理技术可以剥离,加上 XML 技术的可扩展性,因此该方案可以很好地移植到相类似的嵌入式设备系统中。由于 XML 的内容与表现形式是分开的,利用解析器与 DOM 树的管理方法可以使请求任务的实现和处理简单化,也方便存储,这样对整个嵌入系统的资源要求不是很高。同时,XML 文档数据也易于被跨平台的多应用程序处理,易于网络打印标准的设立和产品的兼容。另外,通过登录网络打印机的 Web 服务器,直接提交打印任务,用户甚至可以不用单独安装驱动程序,充

分地体现了网络化的优越性。

4 结束语

为实现嵌入式系统的 Internet 网络接入及其网络化应用和管理,本文首先分析了以往嵌入式系统的接入特点以及其任务处理,提出了采用将 XML 技术与 Web 服务器相结合建立通知功能的实现方案。此方案可简便地实现嵌入式设备直接接入 Internet 及 XML 格式的网络任务请求和处理及任务的 XML 格式化的永久性存储。由于这种方法具有可行性且扩展性良好,正在被一些厂商利用开发。

参考文献:

- [1] Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition) [EB/OL]. <http://www.w3c.org/TR/2000/REC-xml-20001006>,2001-11.
- [2] XML Schema Part 0: Primer Part 1: Structure Part 3: DataTypes [EB/OL]. <http://www.w3c.org/TR/xmlschema-0/>,2001-11.
- [3] Warren Webb 远程管理技术 [EB/OL]. <http://www.ednc.com.cn/txt/010701.htm>,2002-05.
- [4] Doc Searls The Next Bang: The Explosive Combination of Embedded Linux, XML and Instant Mess [EB/OL]. <http://www.linuxjournal.com/>,2002-04.

作者简介:

彭新宇(1978-),女,在读硕士生,研究方向为机械制造及其自动化。

(上接第 90 页)周期性地分析网络中的各个流媒体业务的带宽占用水平。如果某个业务流带宽持续低于一个阈值带宽,监测程序就生成控制报文,通知控制程序给运行此业务的用户降低服务级别,停止视频流并启动音频流。经过一段时间后,控制程序尝试提升此用户的服务级别,如果相应的视频流的带宽超过了阈值带宽,则传送视频流,否则传送音频流。

5.3 A/V 服务器上的控制程序

控制程序的任务是接收和分析监测程序传送的控制报文,根据报文的内容进行相应的控制。主要的两种控制方式是前面提到的准入控制和为实现自适应 QoS 进行的服务分级。准入控制具体实现途径依靠 A/V 服务器的 Web 服务,控制程序与服务器的 ASP 程序通信,由 Web 服务器响应或阻塞用户以 HTTP 方式发送的与课件网页的链接请求。

自适应 QoS 实现的机制与准入控制的机制类似,但区别是由 ASP 程序将已建立的音频/视频流中止,并切换到相应的视频/音频流。这里关键的一个问题是如何实现音频与视频的连接。要做到无缝连接相当困难,但我们可以制作教学节目时预先设定若干中断点,在切换音频/视频流时寻找距当前节目播放进度最近的前一个中断点,从那里开始播放。

6 结束语

本文介绍了 IEEE 802.11b 无线局域网及其主要的两种拓扑结构:基础设施网络和 Ad Hoc 网络;我们还对流媒体技术进行了简要介绍,分析了无线局域网中流媒

体业务的特点。在一个无线网络教室场景下,我们讨论了对无线局域网中流媒体业务进行监测和控制的具体方案。我们做了一些测试,重点是检验应用了监测和控制策略后无线网络教室中流式传输的表现,试验表明这一方案能够按设计要求运行,在无线网络教室环境中可以保证教学节目的服务质量。下一步工作的重点是对这一系统进行测量和性能评价,同时完善它的 QoS 保证体系,尝试扩展它的规模。

参考文献:

- [1] IEEE. IEEE Std 802.11b-1999 (Supplement to ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition) [M]. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 1999. 86.
- [2] D Mitzel. Overview of 2000 IAB Wireless Internetworking Workshop [J]. IETF RFC3002, 2000.
- [3] W Richard Stevens. UNIX Network Programming Networking APIs: Sockets and XTI [J]. Prentice Hall, 1998: 707.
- [4] A Alwan, R Bagrodia, N Bambos, et al. Adaptive Mobile Multimedia Network [J]. IEEE Personal Communications, April 1996, 3(2): 35-51.
- [5] Bobby Vandalore, et al. AQuaFWIN: Adaptive QoS Framework for Multimedia in Wireless Networks and its Comparison with other QoS Frameworks [C]. Proceedings of the 24th IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN'99), 1999. 88-97.

作者简介:

张亮,男,硕士研究生,研究方向为计算机网络及应用;张连芳,男,副教授,研究方向为计算机网络性能评价;舒炎泰,男,教授,研究方向为实时计算机应用、CIMS 理论研究与工程实施、计算机网络性能评价及仿真;黄晓东,男,硕士研究生,研究方向为计算机网络;郝立平,男,硕士研究生,研究方向为计算机网络。