

基于 XML 的智能传感器数据显示技术研究

蔡利民

(江汉大学 物理与信息工程学院, 湖北 武汉 430056)

摘要: 介绍了智能传感器 IEEE 1451 标准, 提出了采用 XML (Extensible Markup Language, 可扩展标记语言) 来实现智能传感器输出数据的传输和显示方案, 给出了一种智能温度传感器的实现方案. 传感器以三星 S3C2440A 微处理器为核心, 移植嵌入式 Linux 操作系统和 Web 服务器, 通过数字温度传感器 DS18B20 实现温度的现场采集, 数据保存在 XML 文档中, 远端利用浏览器即可显示现场的实时温度. 运行结果表明效果良好.

关键词: 智能传感器; IEEE 1451; XML; DS18B20

中图分类号: TP212.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-0143(2011)03-0027-05

0 引言

智能传感器技术是一门正在蓬勃发展的涉及多种学科的现代传感器技术, 是当今世界正在迅速发展的高新技术. 有人认为所谓智能式传感器就是一种带微处理机的, 兼有信息检测、信息处理、信息记忆、逻辑思维与判断功能的传感器^[1]. 智能传感器从其功能来说具有以下一种或多种敏感功能: 能够完成自校零、自标定、自校正、自动补偿功能; 能够完成自动采集数据, 并对数据进行预处理、自动进行检验、自选量程、自寻故障功能; 能够完成数据存储、记忆与信息处理功能; 能够完成双向通讯、标准化数字输出或者符号输出功能; 能够完成判断、决策处理功能. 因为智能传感器具有如此多的功能和优点, 所以各大厂商纷纷推出自己的智能传感器产品, 这带来了不同厂家之间产品的兼容问题. 为了解决传感器与各种网络相连的问题, IEEE 和 NIST (National Institute of Standard and Technology) 组织制定了网络化智能传感器接口标准 IEEE 1451. IEEE 1451 标准的智能传感器可以自动配置传感器电气数据表 (Transducer Electronic Data Sheet, TEDS), 不仅简化了工作, 而且由于是系统自动配置, 从而使即插即用成为可能. 但是 TEDS 在接口模块硬件 Flash 中采用二进制数值存储, 操作起来十分不方便, 对数据的解析也困难. XML 是 W3C (World

Wide Web Consortium) 组织定义的一种数据传输和交换的标准语言. XML 独立于任何语言和体系结构, 提供了适合表示半结构化数据的松散树型结构, 具有定义严格、结构清晰、灵活易读的特点, 可以用来描述各种复杂信息, 已经成为计算机系统中用于数据交换和存储最为普遍的格式之一^[2]. 因此, 采用 XML 语言描述 TEDS 信息和传输、显示传感器输出数据是可行的, 而且方便用户的使用.

1 IEEE 1451 标准简介^[3-6]

1994 年, IEEE 和 NIST 联合发起并制定了智能传感器接口标准 IEEE 1451, 它定义了一套连接传感器到网络的标准化通用接口, 建立了网络化智能传感器的框架, 使变换器能够独立于网络, 与现有的基于微处理器的系统、仪器仪表和现场总线网络相连, 并最终实现变换器到网络的互换性与互操作性. IEEE 1451 标准可以分为面向软件的接口与面向硬件的接口两大部分. 软件接口部分借助面向对象模型来描述网络化智能变送器的行为, 定义了一套使智能变送器顺利接入不同测控网络的软件接口规范; 同时通过定义通用的功能、通信协议和电子数据表格式, 以达到加强 IEEE 1451 族系列标准之间的互操作性. 软件接口部分主要由 IEEE 1451.1 和 IEEE P1451.0 组成. 硬件接口部分由 IEEE 1451.2、IEEE 1451.3、

IEEE P1451.4 和 IEEE P1451.5 组成, 主要是针对 IEEE 1451 标准族的整体框架和各成员间的关系. 智能传感器的具体应用而提出的. 图 1 描述了

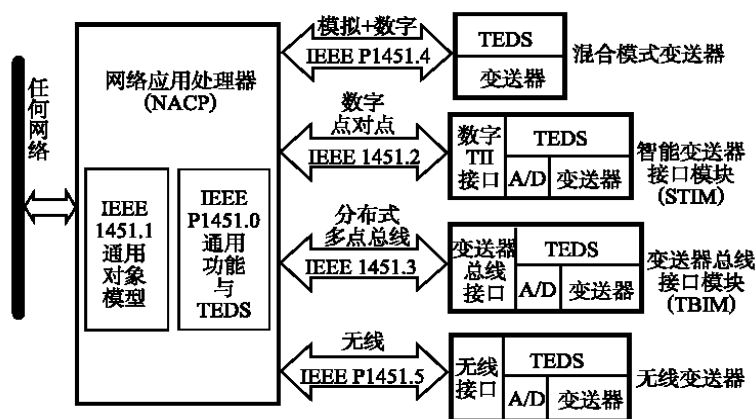


图 1 IEEE 1451 智能变送器接口标准族体系框图

图 1 中 TEDS 是 IEEE 1451 标准的核心. 配备有 IEEE 1451 标准的智能传感器可以自动配置 TEDS, 不仅简化了工作, 而且由于是系统自动配置, 从而使即插即用成为可能, 系统的总体完整性和可靠性也得到很大的提高. TEDS 信息分为几个关键部分: 第一部分, 即基本 TEDS, 包含着必要的传感器识别信息, 包括传感器的制造商、型号和序列号; 第二部分, IEEE 标准 TEDS, 它包含传感器专用的“数据表”信息, 一般是正确配置电气接口并将测量数据转换为工程单位所需要的数据, 典型的 TEDS 参数包括测量范围、电气输出范围、灵敏度、功率要求以及校准数据, 标准 TEDS 部分对使用传感器进行测量所需的一切进行了描述; TEDS 的最后一部分, 用来存放驻留在传感器中的自定义数据和信息, 这是一个极其有用的属性, 它可以存放传感器位置 (ID 代码)、附加维修信息或其他驻留在传感器内的自定义信息.

IEEE 标准为不同的传感器类型规定了许多定义为模板的标准 TEDS 格式. 这些模板使测量系统可以将贮存在智能传感器中的二进制数据转换成有意义的传感器规格. 该标准还允许制造商定义客户子模板, 这些子模板可在标准模板之外使用, 或取代标准模板, 以适应特殊的参数和要求. 由此可以看出, 采用 XML 语言描述 TEDS 信息具有很大的优势.

2 应用实例

随着计算机控制技术和网络技术的快速发展, 单个传感器独立使用的场合越来越少, 这就要求传感器具有易于组网、方便与其他设备连接的特

点. 但是采用 IEEE 1451 标准的传感器结构复杂, 标准制定困难, 因此本文提出基于以太网的智能传感器的设想, 它与传统传感器建立智能接口, 智能处理单元得到的测量结果以 XML 文档的形式保存, 内部实现嵌入式 Web 服务器功能, 对外建立网络接口, 系统结构如图 2 所示.

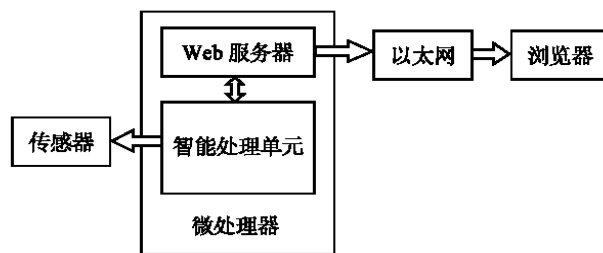


图 2 智能传感器结构图

该智能传感器融合了嵌入式 Web 技术和网络技术, 具有以下优点:

(1) 不需要专门的通信线路. 传统的控制系统一般是通过专用通信线路进行通信的, 其通信介质、通信协议、相关软件和硬件都是专用的, 而 Internet 技术的发展使控制设备的控制和管理方式发生了改变. 它不需要专门的通信线路, 并且传输的信息不局限于数据信号, 还可以有声音和图像.

(2) 标准是公开的. Internet 技术的通信协议是标准的, 而且是公开的. 随着 Web 技术的发展, 几乎改变了现在的信息表达形式, 很多应用都是基于 Web 技术的. 由于 HTML 语言的标准统一性, 只要在智能传感器中有一个嵌入式 Web 服务器, 就可以使用任何一种 Web 浏览器接收和发送信息, 不需要额外的系统或软件开发.

(3) 使用方便. 由于 Internet 技术应用的普

及,而且用户操作界面标准、生动和直观,所以用户无需花费额外的时间来学习软件操作。

(4) 安全可靠. 传感器系统出现故障,不会影响到控制系统的其他设备,可靠性和适应性高。

(5) 成本低廉. 相对采用代理服务器的工作方式,减少了设备,降低了系统成本,减少了出现故障的几率。

3 系统实现

系统的硬件平台采用 Samsung 公司的处理器 S3C2440A,该处理器主频可达 400 MHz,硬件接口和资源丰富,存储单元包括 Flash 和 SDRAM. Flash 具有掉电保持数据的特性,用于存储 Bootloader 启动程序、Linux 内核映像、文件系统以及用户应用程序等. SDRAM 数据存取速度大大高于 Flash 存储器,用于为操作系统和应用程序提供运行空间. 平台利用 RS232 接口输出调试信息,通过以太网控制器芯片 DM9000 扩展了一个网口,用于与外部网络进行通信,通过 GPIO 连接一线制数字温度传感器 DS18B20.

系统软件平台采用嵌入式 Linux. 嵌入式 Linux 具有内核小、效率高、源代码开放、内核直接提供网络支持等优点. 但嵌入式系统的硬件资源毕竟有限,因此不能直接把 Linux 作为操作系统,需要针对具体的应用,通过配置内核、裁减 shell 和嵌入式 C 库对系统定制,使整个系统能够存放在容量较小的 Flash 中. Linux 的动态模块加载使其裁减极为方便,高度模块化的部件使添加非常容易。

移植嵌入式 Linux 操作系统和 Web 服务器的过程,由于篇幅的原因,这里不作讨论. 下面主要介绍基于 XML 的测量结果的保存和显示的实现方法。

3.1 XML 及相关技术^[7]

作为标准通用标记语言 SGML (Standard Generalized Markup Language) 的子集, XML 在保留 SGML 主要功能的同时极大地缩减了 SGML 的复杂性. XML 具有自我描述性,是 W3C 的推荐标准. XML 不是 HTML 的替代,它们是为不同的目的而设计. XML 被设计为传输和存储数据,用来描述数据的内容; HTML 被设计用来显示数据的外观. 即 HTML 的目的是显示信息,而 XML 的目的是传输信息. 因此,在智能传感器的数据显示处理中,要利用 XML 技术来传输数据,采

用 HTML 在网页上显示数据. 用户可以在网页中编写 JavaScript 程序,读取一个外部 XML 文件,在网页中显示数据的内容,当然这时仅仅显示的是静态数据. 通过定时器,用户就可以周期性地读取外部 XML 文件,实现数据的动态显示,而不需要对整个的网页文档反复刷新,减少了网络数据的流量。

基本的 XML 文档通常包含 XML 声明、元素、元素属性、子元素、元素内容和注释. 一个温度传感器现场采集的数据可以用 XML 文档表示如下:

```
<? xml version="1.0" encoding="gb2312" ?>
<sensor >
<Name>温度传感器</Name>
<Model>DS18B20</Model>
<Address>A 区 1 号机组</Address>
<MeasuredValue>23.6</MeasuredValue>
</sensor>
```

该 XML 文档描述了在“A 区 1 号机组”地区,采用型号为 DS18B20 的温度传感器,测量的结果为 23.6。

如何使 XML 文档的内容在 HTML 文档中显示,这需要采用 XML 解析技术. XML 解析器的制作或开发一般遵循标准定义的 API,现在被提及概率最高的 API 标准定义是 DOM (Document Object Model) 和 SAX,笔者采用 DOM. DOM 是 W3C 的推荐标准,它定义了对 XML、HTML 等文档的操作接口及其他标准. 所有现代浏览器都内建了用于读取和操作 XML 的 XML 解析器. 解析器把 XML 读入内存,并把它转换为可被 JavaScript 访问的 XML DOM 对象. 微软的 XML 解析器与其他浏览器中的解析器是有差异的. 微软的解析器支持对 XML 文件和 XML 字符串(文本)的加载,而其他浏览器使用单独的解析器. Internet Explorer 的 XML 解析器加载 XML 文档的实现方法如下:

```
xmlDoc=new ActiveXObject ("Microsoft. XMLDOM");
xmlDoc.async=false;
xmlDoc.load (dname);
```

Firefox、Mozilla 等浏览器的 XML 解析器加载 XML 文档的实现方法如下:

```
xmlDoc = document.implementation.createDocument ("",
"", null);
xmlDoc.async=false;
xmlDoc.load (dname);
```

DOM 把 XML 模拟为一系列节点接口,通过 JavaScript 或其他编程语言就可以访问节点,并且

把节点的值显示在网页上。

3.2 XML 数据的直接显示

XML 文档可以在浏览器上直接显示。如果希望实现超限提示等功能,显然用XSL(Extensible Stylesheet Language),即扩展样式表语言更方便^[7]。W3C 开始发展 XSL 的原因是存在着对基于 XML 的样式表语言的需求。如同 CSS = HTML 样式表一样, XSL = XML 样式表。XSL 可描述如何显示 XML 文档。XSL 包括 3 部分: XSLT, 一种用于转换 XML 文档的语言; XPath, 一种用于在 XML 文档中导航的语言; XSL-FO, 一种用于格式化 XML 文档的语言。本文采用 XSLT 来实现超限提示功能。

XSLT 用于将一种 XML 文档转换为另外一种 XML 文档,通过 XSLT,可以向输出文件添加或从输出文件移除元素和属性,也可重新排列元素,执行测试并决定隐藏或显示哪个元素,等等。描述温度传感器的 XML 文档需要添加一行: `<? xml-stylesheet type="text/xsl" href="DispXML.xsl"?>`, 所以修改后的 XML 文档如下:

```
<? xml version="1.0" encoding="gb2312" ?>
<? xml-stylesheet type="text/xsl" href="DispXML.xsl"?>
```

```
<sensor >
<Name>数字温度传感器</Name>
<Model>DS18B20</Model>
<Address>A 区 1 号机组</Address>
<MeasuredValue>23.6</MeasuredValue>
</sensor>
```

编写的 DispXML.xsl 文档如下:

```
<? xml version="1.0" encoding="gb2312"?>
<xsl: stylesheet version="1.0"
xmlns: xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
<xsl: template match="/">
<html>
<body>
<table border="1" align="center">
<tr bgcolor="#9acd32" >
<th colspan="2" align="center"> <h2> 远程温度监视
系统</h2> </th>
</tr>
<tr>
<td>传感器类型: </td>
<td><xsl: value-of select="sensor/Name"/></td>
</tr>
<tr>
<td>传感器型号: </td>
<td><xsl: value-of select="sensor/Model"/></td>
</tr>
<tr>
<td>传感器所在位置: </td>
<td><xsl: value-of select="sensor/Address"/></td>
```

```
</tr>
<tr>
<td>温度测量值: </td>
<xsl: choose>
<xsl: when test="sensor/MeasuredValue > 20">
<td bgcolor="#ff00ff">
<xsl: value-of select="sensor/MeasuredValue"/></td>
</xsl: when>
<xsl: otherwise>
<td><xsl: value-of select="sensor/MeasuredValue"/>
</td>
</xsl: otherwise>
</xsl: choose>
</tr>
</table>
</body>
</html>
</xsl: template>
</xsl: stylesheet>
```

该 XML 文档在浏览器中显示结果如图 3 所示。

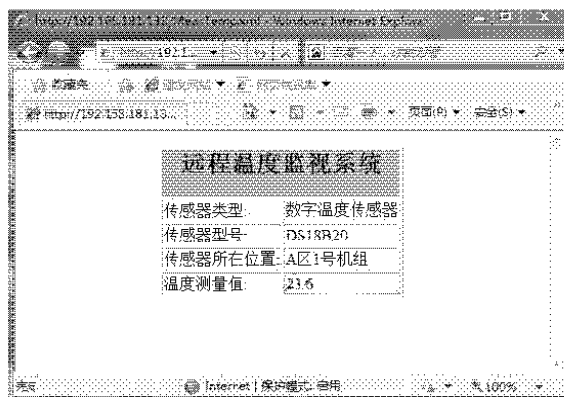


图 3 MeasTemp.xml 文档显示画面

由于在 DispXML.xsl 文档中对测量的结果进行了判断,测量值 23.6 大于 20,所以该单元格的背景显示品红色,对用户进行提示。这种方法是向 XML 文件添加 XSL 样式表,并通过浏览器完成转换。更通用的方法是使用 JavaScript 来完成转换,通过周期性地加载 XML 文档和转换就可以实现数据的自动刷新。

4 结语

智能传感器是传感器技术的一个发展方向,它充分融合了电子技术、网络技术和传感器技术等领域的最新成果,具有微型化、智能化和网络化等优点,将会在自动化和远程测控等领域得到更广泛的应用。由于采用标准的协议和 XML 技术,不同厂家的产品不存在兼容性问题,可以方便地集成。与此同时,智能传感器可以很方便地与企业网融合在一起,使企业的生产、管理、销

售和科研真正集成在一个大系统中,实现计算机的集成制造技术功能,使企业的内部资源达到优化配置,外部条件达到最佳利用,让企业在激烈的市场竞争中处于有利地位。

参考文献:

- [1] 刘迎春,叶湘滨. 传感器原理:应用与设计[M]. 4版. 长沙:国防科技大学出版社,2004:219-220.
- [2] Beeri C, Milo T. Schemas for integration and translation of structured and semi-structured data[C]//Proceedings of Database Theory-ICDT'99,7th International Conference, Jerusalem, Israel, January 10-12,1999.
- [3] Woods S P, Geipel M, Gen-kuong F,et al. IEEE-P1451.2 smart transducer interface module[C]//Proceeding of Sensor Conference, Philadelphia, PA, October 22-24,1996: 25-38.
- [4] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE 1451.2-1997 IEEE standard for a smart transducer interface for sensors and actuators-transducer to microprocessor communication protocols and transducer electronic data sheets (TEDS) formats[S]. Piscataway, New Jersey 08855, 1997.
- [5] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Std 1451.1-1999, standard for a smart transducer interface for sensors and actuators-Network Capable Application Processor (NCAP) information model[S]. Piscataway, New Jersey 08855, 1999.
- [6] Johnson R, Lee k, Wiczler J, et al. A standard smart transducer interface-IEEE 1451 [R/OL]. (2001-10-02). http://ieeep1451.nist.gov/Workshop-04/Oct_01/1451_overview.pdf.
- [7] 解析 XML DOM [EB/OL]. [2011-05-25]. http://www.w3school.com.cn/xml/dom/dom_parser.asp.

Data Display Technology of Smart Sensor Based on XML

CAI Li-min

(School of Physics and Information Engineering, Jiangnan University, Wuhan 430056, Hubei, China)

Abstract: Introduces smart sensors' IEEE 1451 standard, proposed the utilization of XML (Extensible Markup Language) to implement smart sensor output data transmission and display program, gives an intelligent temperature sensor implementation. The sensor uses the Samsung S3C2440A microprocessor core, ports embedded Linux operating system and web server, with a digital temperature sensor DS18B20 to collect temperature on the spot, and saves collected data in XML document, uses the browser to display the remote site real-time temperature. The results show a good effect.

Key words: smart sensor; IEEE 1451; XML; DS18B20

(责任编辑:曾婷)