

# 一种 SDP 扩展的传感数据描述协议探索

沈春山<sup>1,2</sup> 吴仲城<sup>1</sup> 罗家融<sup>2</sup>

(中国科学院强磁场科学中心 合肥 230031)<sup>1</sup> (中国科学院等离子体物理研究所 合肥 230031)<sup>2</sup>

**摘要** 随着传感网络理论和技术的不断发展,对网络化传感器的开放性和互操作性提出了更高的要求,传感数据标准化描述正成为研究热点。提出了一种基于扩展 SDP(Session Description Protocol)的传感数据描述协议 SDDP(Sensor Data Description Protocol)。该协议以文本方式对传感器固有参数进行一定程度的定义,并用 ABNF 语言对其做了形式化描述,为网络化测控环境下传感器的互联和使用带来了方便。通过与在通信领域取得巨大成功的 SIP 协议结合,SDDP 协议实现了网络化传感器与其它设备的高效互联。应用了 RS232,OPC 等接口标准来传输 SDDP 协议数据,并分析了其时间性能。实验表明 SDDP 具有较好的易用性和开放性,有助于形成传感器接口标准化。

**关键词** 传感器网络,SDP,标准

**中图分类号** TP212 **文献标识码** A

## Research on Sensor Data Description Protocol Based on Extended SDP

SHEN Chun-shan<sup>1,2</sup> WU Zhong-cheng<sup>1</sup> LUO Jia-rong<sup>2</sup>

(High Magnetic Filed Laboratory,Chinese Academy of Sciences,Hefei 230031,China)<sup>1</sup>

(Institute of Plasma Physics,Chinese Academy of Sciences,Hefei 230031,China)<sup>2</sup>

**Abstract** Sensor network,a new kind of distributed measurement and control system,has been developed rapidly with high requirements for openness and interoperability,and standard description of sensor data is becoming a popular research topic. The paper presented a kind of sensor data description protocol (SDDP) which was based on SDP (session description protocol). SDDP defined some important parameters of sensors in a text-based way, and gave a formalization description for it in ABNF language,which offered convenience for connecting sensors in control-measurement system. Through cooperation with SDP,SDDP protocol can connect networked sensors more effectively. The experiment results indicated that SDDP-SIP has good real-time performance,handiness and openness.

**Keywords** Sensor networks,SDP,Standards

## 1 引言

传感器网络正逐步进入未来分布式测控新领域,众多软硬件资源的互联对开放性和互操作性提出了更高的要求,设计良好的接口和推动接口标准化工作显得尤为重要。从一般分布式测控系统结构层次上看,传感器网络主要存在两大类接口,分别承担着不同的任务。一类接口是将物理层传感器执行器连接到网络层,主要代表是 IEEE 1451 协议族<sup>[1]</sup>。另一类接口工作在网络层,甚至在全网范围内(如在 Internet 上)处理传感器信息,为特定应用服务,主要代表是 OGC SWE 草案<sup>[2]</sup>。传感器网络接口在标准化过程中涉及到的主要问题有<sup>[3,4]</sup>:

- 根据功能需求确定传感器网络的系统架构;
- 传感器网络中需要使用的基础协议和应用协议;
- 传感器网络中需要处理的数据类型和格式;
- 传感器网络需要支持的接口;
- 传感器网络需要的服务;

- 与特定传感器网络相关的安全、隐私、身份认证规范;
- 标准化组织的推动工作。

目前各个国家和相关标准组织都在积极推动传感器网络接口标准化方面的工作,都希望在未来的传感器网络中包含对本国和组织发展有利的技术标准。从技术层面来看,传感器网络接口标准化并没有太多难度,但需要考虑的问题众多。例如,IEC61158 列入了 8 种现场总线标准,发展迅速的工业以太网也有 4 大主要标准<sup>[5,6]</sup>。标准众多,很难统一,给互联带来不便。

因此一个被广泛接受的网络化传感器接口标准有助于开发智能传感器/执行器,而且能够为生产厂家极大地降低成本。其中急需的标准化内容之一就是传感器数据规范化描述。需要强调的是,本文不是要介绍一种不一样的控制网络协议,而是要提出一种独立于具体网络之上并且基于 SDP 协议的智能变送器网络接口标准:传感数据描述协议。为突出对传感器数据的描述思想和有别于 SDP 的称呼,暂时称之为 SDDP(Sensor Data Description Protocol)协议。这一协议将

到稿日期:2009-03-31 返修日期:2009-06-10 本文受 863 国家重点基金项目(2008AA04Z205)资助。

沈春山(1980-),男,博士生,主要研究方向为网络化测控系统、传感器网络接口,E-mail:csshen@hfcas.ac.cn;吴仲城(1968-),男,博士,研究员,主要研究方向为人机交互、传感器网络等。

有助于减轻厂家生产不同网络接口类型传感器的负担,同时能够降低用户在不同网络标准中使用多传感器的风险。

## 2 相关工作概述

设备通信需要标准化语言。为此,随之建立了各种设备间通信协议,如 UCA, CIM 等。但是专门用于网络化传感器数据描述的标准较少,值得一提的是 IEEE1451.2 协议<sup>[7]</sup>。它定义的 TEDS(变送器电子数据表单)对传感器关键参数进行了较为详细的描述。它将书面的数据表转化为电子表单的形式,储存在传感器的记忆芯片里,使传感器在配置时即插即用。

SDP 的目的是描述在会话公告、会话邀请和其它一些形式的多媒体会话应用的初始化时所需的信息<sup>[11]</sup>。例如,在多播骨干网上,用一个会议路径工具通知会议的参与者将加入的多播组地址和参加会议要用的工具等信息。SDP 就是为了达到这一目的而被定义的一个 RFC 规范,它在 RFC2327 中有详细的定义。SDP 是一种纯粹的会话格式描述信息,不是为一个特定的传输协议而规定的,可以同会话通知协议(SAP)、会话初始化协议(SIP)、RTSP 协议和 HTTP 协议相结合。SDP 是为了更一般目的而规定的。所以它的应用范围很广,不仅仅是用于多媒体会议路径的描述,也不仅仅是为了协商多媒体会议内容或媒体编码而规定的,它完全可以应用于工业测控系统中设备通信参数的描述。

可以看到,IEEE1451 协议族缺少对传感器数据网络间传输协议的定义和网络化传感器初始化建立的描述,围绕 NCA,也只是定义了一套 API 函数。然而,测控系统中对传感器数据的需求形式是多种多样的,不同的应用系统差别很大。包括 UCA, OPC, IEEE1451. x 在内的这些标准和协议都只能满足某些特定情况和应用背景。有些实现起来不易,通信双方都要维护较为复杂的通信协议栈和支持 API 的中间组件,对软硬件资源要求较高。

一个可行的方法是,通过扩展 SDP 协议来描述网络化传感器通信参数,而这些参数又是测控系统中所必要的。再将扩展的 SDP 协议和其它传输协议(如 SIP)相结合,实现网络化测控系统中设备间的初始化连接,协商完成最终满足测控任务的通信方式。这将是一个值得探索的问题,该思想简单实用,更重要的是它建立在 SDP 和 SIP 之上,有助于传感器接口标准化的形成。

## 3 SDDP 协议描述

本文以网络化传感器实际使用背景为依据,对建立网络化传感器通信的一些必要参数用扩展 SDP 协议的方式进行了封装(以下称之为 SDDP 协议)。首先给出用 SDDP 协议描述的网络化传感器参数信息,如表 1 所列,随后逐一对其新定义的内容进行解释。

表 1 扩展 SDP 的 SDDP 协议举例

```
v=0 001
o=handley 2890844526 2890842807 IN IP4 126.16.64.4
c=IN IP4 224.2.17.12
t=2873397496 2873404696
a=channel:1
g=china-hfml-200809101513-1
m=sensordata 32416 Supsddp text
a=ctype:force
```

```
a=samplingperiod:2ms
a=maxrate:1m/s
a=range:0-5000g
a=precision:10g
a=transmode:irreciprocal
a=coefficient:0.0 1.0
a=offset:20.0g
```

### (1) SDDP 的版本号

用“v=”域来描述 SDDP 的版本号,前一部分是基础 SDP 版本号,紧随其后的是 SDDP 的版本号。

v=<sdp version><sddp version>

### (2) 传感器的全球唯一标识号

通常网络中设备都有自己唯一的标识号,定义用“g=”域来表述:

g=<global unique identifier>

例如 g=china-hfml-200809101513-1。

标识号由 4 部分,即传感器生产地、厂家名称、生产时间以及序列号组成,分别用“-”隔开。

### (3) 通道数量

通道数量描述了传感器实现对物理信号量变换的种类数,定义用新的属性行来表述:

a=channel:<number of channels>

a=channel:1 表示该传感器实现了对一个物理信号量的变换。

### (4) 通道类型

通信安全层是定义属性行描述通道类型,指示是何种类型的传感器:

a=ctype:<type of channel>

例如 a=ctype:force 表示该通道实现了对一维力学量的测量。

### (5) 通道采样周期、最大传输率、测量范围和测量精度

同样,定义新的属性行,分别对通道采样周期、最大传输率和测量范围等进行描述:

a=samplingperiod:<sampling time>

a=maxrate:<max transport rate>

a=range:<measurement range>

a=precision:<measurement precision>

表 1 中的 a=samplingperiod:2ms, a=maxrate:1m/s, a=range:0-5000g, a=precision:10g 表示该通道的采样周期是 2ms,最大传输速率可以是 1m/s,量程是 5000g,精度是 10g。

### (6) 传感数据的格式描述和数据传输所采用的基础协议描述

传感数据接收方需要理解传感数据的含义,首先要明确传感数据的格式定义等信息。本文将该设计信息包含到传感数据实际传输承载协议中,假定收发双方明确该协议。对该协议的描述放在“m=”域中。

表 1 中 m=sensordata 32416 supsddp text 表示该通道传输的是传感器数据,使用端口 32416,采用基于 udp 的 supsddp 协议(一种用户自定义协议),格式为 text。

另外, a=transmode:irreciprocal 指出传输数据接收方不需要进行交互式的命令就可以连续获得传感器数据。

### (7) 校准多项式函数

校准是运用在传感器通道数据上的一种特殊数学方法,目的是消除耦合、去零点等,以便更好地使用传感器数据。一

个校准函数通常可以定义为一个多项式函数：

$$D(k) = \sum_{i=0}^{D(1)} \sum_{j=0}^{D(2)} \dots \sum_{p=0}^{D(n)} C_{i,j,\dots,p} [X_1 - H_1]^i [X_2 - H_2]^j \dots [X_n - H_n]^p$$

式中,  $X_k$  表示传感器通道的原始输出,  $D(k)$  是  $X_k$  的相关度,  $H_k$  是  $X_k$  的偏移。这样, 一个单通道并且相关度为 1 的校准多项式函数就是

$$C_0 + C_1 (X_1 - H_1)$$

这里我们增加属性行, 分别表示  $C_{i,j,\dots,p}$  和  $H_k$ 。

表 1 中的  $a = \text{coefficient}; 0.0 \ 1.0, a = \text{offset}; 20.0g$  表示的校准多项式就是  $0.0 + 1.0 * (X_1 - 20.0)$ 。校准系数按照行列顺序书写, 多于一行用 ‘;’ 隔开。

#### 4 SDDP 应用实例分析

SDDP 协议是一种静态的信息描述规则, 用于描述网络化测控系统中传感器特性参数、数据传输协议和格式等重要内容。但 SDDP 要获得应用, 必须承载到具体的动态通信协议上。如前所述, SDDP 最终目的是构建设备间的初始化通信。SDDP 与具体的动态通信协议相结合, 就是实现初始化通信的手段。这里的“初始化通信”指测控设备在进行测控任务之前的一种信息传递, 它可以创建、修改或终止设备间的数据交换, 引导测控设备进行关键通信参数协商, 将不同的测控网络进行互联。初始化通信是动态的传输机制, SDDP 是静态的描述语言; 前者通过后者引导设备后续数据交换, 后者需要前者进行传输承载。以下讨论 SDDP 可以与不同时传输协议相互结合, 从而达到设备互联的目的。

##### 4.1 SDDP-SIP 分析

SDDP 协议只是扩展了 SDP 协议, 需要和其它响应式交互协议一起工作。本文使用在通信领域得到广泛应用的 SIP 协议来承载 SDDP 数据, 建立网络化传感器初始化通讯<sup>[8,9]</sup>。实验中 SDDP-SIP 基于 exOsip 协议栈开发, 使用标准 C 语言着重增加了对 SDDP 中新定义域的解析。按照 Client-Server 模式, 将 SIP 客户端安装在网络化传感器数据使用者计算机上, 将 SIP 服务器端安装在网络化传感器数据提供者计算机上。这样, 当需要使用传感器数据时, 数据使用者计算机通过 SIP 客户端向运行有 SIP 服务器的网络化传感器发出连接请求, SIP 消息完成 3 次握手后, 网络化传感器就根据 SDDP 中定义的参数, 按照约定的传输协议向数据请求方发送数据。图 1 是用 Ethereal 捕获的 SDDP-SIP 消息包。

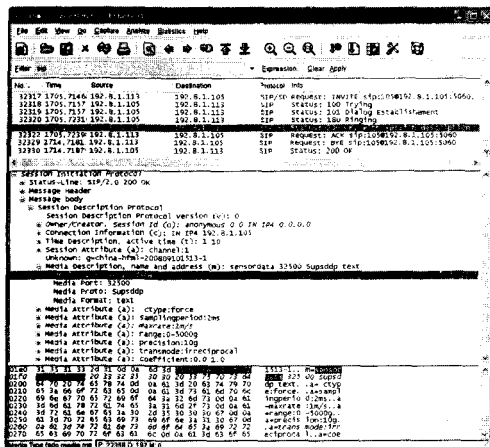


图 1 Ethereal 捕获的 SDDP-SIP 消息包

为了了解 SDDP-SIP 的性能, 我们在刚刚构建的磁体测

控实验系统 (MiniCS) 环境中进行了测试。MiniCS 系统是一个三层结构的分层分布式测控系统, 配置一对冗余操作服务器将控制层和管理层隔离, 操作服务器通过下挂控制器连接众多现场测控传感器、IO 模块等。将 SDDP-SIP 客户端安装在操作站上, 将 SDDP-SIP 服务器安装在操作服务器上。客户端和服务器同在 CISCO 3560 交换机配置的一个 VLAN 内。设计每隔 1s 客户端发起一次通信请求。我们统计了 10 次通信建立的时间, 最后一次用 BYE 消息清除连接, 如图 2 所示。从图中测试结果可看出, SDDP-SIP 的建立时间较短, 在 10ms 之内就能完成初始化通信的建立, 可以满足一般测控系统的需要。

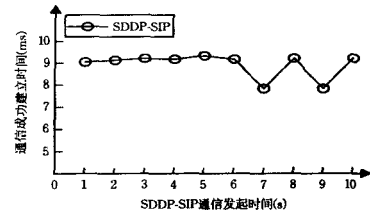


图 2 SDDP-SIP 的建立时间

##### 4.2 SDDP-RS232 分析

传感器节点资源有限, 难以维护像 SIP 这样较为复杂的协议栈, 因此需要考虑在有限软硬件资源情况下实现 SDDP 及其传输机制。在一例油田荷载传感器中, 采用了对 SDDP 协议进行二次简化编码, 并且用 RS232 协议来进行传输承载, 以满足其较高的互操作性要求。该传感器节点由主处理单元 (MSC1202)、RS232 通信接口、四路传感器通道组成。四路通道分别是压力传感器 1、压力传感器 2、加速度传感器和温度传感器。该传感器节点安装在油田采油装置上, 根据压力和加速度数据判断每个冲程的采油量。温度传感器用于温度补偿, 以应对油田的恶劣环境。

传感器节点 (以下简称 SNODE) 与用户 (以下简称 USER) 交互命令设计为问答式, 而不是采用 SIP 的三次握手方式。即 SNODE 接受 USER 的命令, 并作出响应。一次交互过程由 USER 发出的 COMMAND 和 SNODE 返回的 POCKET 组成。若要拆分并灵活应用 SDDP, 可以将 COMMAND 和 POCKET 设计如下。

COMMAND 命令格式为

$$c = \langle \text{command type} \rangle; *n \langle \text{command paras} \rangle$$

表示由命令类型和命令参数组成, 参数可以是 0 到  $n$  个。

POCKET 返回数据包格式为

$$d = \langle \text{pocket type} \rangle; \langle \text{sensor data} \rangle$$

为进一步提高数据在 RS232 上的传输效率, 降低通信负载, 将 command 和 pocket 格式映射到二进制字节表示法, 然后由程序进行解析。从左至右共 12 个字节依次定义, SNODE 发送给 USER 的 POCKET 格式如图 3 所示。

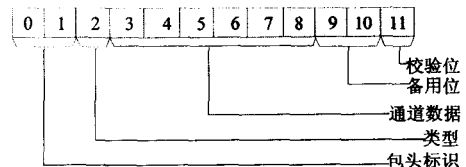


图 3 传感器节点 POCKET 格式

(下转第 174 页)

[2] 姜文志, 蒋伟俊, 张金乙, 等. 军用词典库的设计[J]. 兵工自动化, 2007, 26(8): 50-51

[3] 滕少华. 基于 CRFs 的中文分词和短文本分类技术[D]. 北京: 清华大学, 2009

[4] 许高建, 胡学钢, 王庆人. 文本挖掘中的中文分词算法研究及实现[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(2): 122-124

[5] 孙铁利, 李晓微, 张妍. 信息过滤中的中文自动分词技术研究[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(3): 80-82

[6] (美) Allen J. 自然语言理解(第二版)[M]. 刘群, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2003

[7] Furnkranz J, Mitchell T, Riloff E. A Case Study in Using Linguistic Phrases for Text Categorization on the WWW[R]. AAAI Technical Report WS-98-05. www.aaai.org, 1998

[8] 曲维光. 汉语自动分词的方法选择[J]. 计算机科学, 2002, 29

(9): 54-56

[9] Ma Yuchun, Song Hantao. Research of Chinese word segmentation based on the Web[J]. Computer Application, 2004, 24(4): 134-136

[10] 陈平, 刘晓霞, 李亚军. 基于字典和统计的分词方法[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(10): 144-146

[11] Sun Maosong, Shen Dayang, Tsou B K. Chinese Word Segmentation without Using Lexicon and Handcrafted Training Data [C]// Proceedings of the 36th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics. Montreal: Association for Computational Linguistics, 1998: 1265-1271

[12] 张仰森, 曹大元, 俞士汶. 基于规则与统计相结合的中文文本自动纠错模型与算法[J]. 中文信息学报, 2006, 20(4): 1-7

(上接第 112 页)

在 Windows xp 平台下, 利用 API 函数, 通过直接计算 CPU 主频测得一次 COMMAND 和 POCKET 交互所需时间, 如图 4 所示, 测试 C 代码如下:

```
QueryPerformanceFrequency(&Freq);
QueryPerformanceCounter(&Count1);
//.....交互过程。
QueryPerformanceCounter(&Count2);
double d = (double)(Count2. QuadPart
- Count1. QuadPart) / (double)Freq. QuadPart;
```

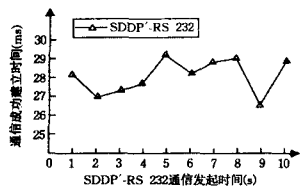


图 4 SDDP-RS232 的建立时间

### 4.3 SDDP-OPC 分析

OPC 是工业控制中一个重要的软件接口标准, 被广泛应用于测控系统中<sup>[10]</sup>。随着工业控制信息化程度的不断提高, 传感器等一些设备的重要参数和数据需要集中保存在管理层的数据库中。现场设备在初始化或者控制过程中需要获得这些参数, 而已有的接口广泛使用了 OPC。

OPC 接口主要由服务器(Server)、组(Group)和项目(Item)组成, 而 SDDP 描述的就是传感器节点对象、通道和属性, 两者能够较好地对应起来。在 MiniCS 系统中, 用一个 OPC Item 来描述 SDDP 中的属性行, 例如“a=channel;1”, 将 OPC Item 的名称设为 channel。读取 channel 值的时间性能如图 5 所示。

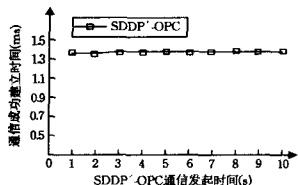


图 5 SDDP-OPC 的建立时间

从上述几个案例可以看出, SDDP 作为一种与具体承载协议无关的数据描述协议, 可以根据实际系统的情况而得以应用, 具有较好的开放性。除数据包大小差异外, 主要是承载协议的不同会导致 SDDP 传输效率的不同。可以预见工业以太网正作为一种测控网络互联的标准逐步深入到现场层。选

择可以灵活改变通信状态的通信协议, 也是一大优势。如 SIP 协议, 其建立时间本实验系统也只要 10ms。

**结束语** 本文提出了一种扩展 SDP 的传感器数据描述协议 SDDP, 并用 ABNF 语言对其做了形式化描述。实验结果表明其在一定程度上能够满足实际应用需求。与其它协议相比较, 扩展 SDP 与 SIP 协议相结合, 在开放性上更具有优势。通过 SDDP-SIP 协议, 网络化传感器之间可以迅速建立初始化连接, 从而引导后续测控任务的建立。扩展 SDP 协议更容易形成新的 RFC 草案, 极易建立网络化测控系统接口标准。完备 SDDP 协议内容, 扩大 SDDP-SIP 应用范围, 寻求科学的 SDDP-SIP 协议形式化描述方法, 将是下一步工作的内容。

### 参考文献

[1] Lee K. Open standards for homeland security sensor networks [J]. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, December 2005: 14-21

[2] Botts M, Robin A. OpenGIS® Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification[R]. OGC® 07-000. July 2007

[3] Akyildiz I F, Su Weilian, Sankarasubramaniam Y, et al. A Survey on Sensor Networks[J]. IEEE Communications Magazine, August 2002: 102-114

[4] Aboelaze M, Aloul F. Current and future trends in sensor networks: a survey[J]. Wireless and Optical Communications Networks, March, 2005: 551-555

[5] 李凤保, 杨黎明. 网络化测控系统技术[M]. 成都: 四川大学出版社, 2004

[6] 夏继强, 邢春香, 耿春明, 等. 工业现场总线技术的新进展[J]. 北京航空航天大学学报, 2004(4): 358-362

[7] Lee K, et al. IEEE 1451. 2 A Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators—Transducer to Microprocessor Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats [EB/OL]. IEEE Standards Department, www.ieee.com

[8] Rosenberg J, Camarillo G, Schulzrinne H. Session Initiation Protocol (SIP)[R]. RFC 3261. June 2002

[9] 刘进, 雷为民, 杨易凡. 支持视频广播的 SIP 媒体服务器设计与实现[J]. 小型微型计算机系统, 2006, 27(12): 2264-2267

[10] Xu Hong, Wang Jianhua. Using standard components in automation industry: A study on OPC Specification [J]. Computer Standards & Interfaces, 2006, 28(4): 386-395