

一种能耗数据采集协议描述及生成解析方法

俞晓华¹, 于凤芹¹, 钦道理²

(1. 江南大学 物联网工程学院, 江苏 无锡 214122;
2. 锐泰节能系统科学有限公司, 江苏 无锡 214135)

摘要:针对能耗计量仪表通信协议多标准并存的问题, 分析了常用协议的特征, 依据程序与数据分离的原则, 提出应用三层树形结构来表示协议。采用XML文档作为协议描述文件, 通过对描述文件中元素和属性的定义完成了协议描述文件的设计, 并应用协议帧某些字段的属性建立协议特征库, 最后给出了通用协议帧生成与解析的实现方法。测试结果表明, 该方法能很好地应用于能耗监管领域DL/T645-1997、DL/T645-2007、CJ/T188协议的描述以及数据采集协议帧的生成与能耗数据的初步解析, 具有一定的通用性, 避免了重复开发。

关键词:能耗数据采集; 协议帧; 协议描述; 协议解析

中图分类号: TP302.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2015)04-0130-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.040.030

A Protocol Description and Generating/Parsing Method of Energy Consumption Data Acquisition

YU Xiao-hua¹, YU Feng-qin¹, QIN Dao-li²

(1. School of Internet of Things Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;
2. Reatgreen Energy-saving System Science Co., Ltd., Wuxi 214135, China)

Abstract: Aiming at the problem of multi-standard coexisting of energy consumption meters communication protocol, the feature of commonly used protocol is analyzed. According to the principle of separation of program and data, a method of using three layer tree structure to represent protocol datagram is proposed in this paper. The XML document is used as protocol description file. The protocol description file is designed by the definition of elements and attributes in description file. Then the protocol feature library is established by using some attributes of some parts of protocol datagram. At last, a general method to realize protocol datagram parsing and generating is put forward. The test results show that this method can be good for describing the protocol of DL/T645-1997, DL/T645-2007 and CJ/T188 in energy consumption regulation area as same as the protocol datagram parsing and generating. This approach has good generality and can reduce the repeated development.

Key words: energy consumption data acquisition; protocol frame; protocol description; data parser

0 引言

在能耗数据监管领域, 需要按照相关协议格式与底层计量仪表进行数据通信采集能耗数据。由于能耗计量仪表种类繁多, 采用的通信协议并不统一, 存在着多种通信标准, 对于不同类型协议帧的处理方法一般是不同的^[1-2]。以往在进行程序开发时, 一般根据项目需要将相关需求的实现固化在程序代码中, 支持协议较为单一^[3-4]。当协议增多时, 需要分别编写协议

帧的生成、解析程序, 使得程序变得复杂, 难以维护^[5]。

在程序中如果能实现对不同协议帧的通用生成、解析, 当出现新的需要兼容的协议时, 无需重新改写程序, 只需提供协议相关数据。为此, 文中将程序中需要处理的相关协议信息分离出来, 存储在协议描述文件中以外数据源的形式提供。提出应用三层树形结构表示协议数据帧, 通过协议描述文件中元素、属性的定义以及协议特征库的建立, 使得协议帧的生成、解析更具通用性, 避免重复开发。

收稿日期: 2014-06-06

修回日期: 2014-09-09

网络出版时间: 2015-02-23

基金项目: 教育部-中国移动科研基金项目(MCM20122013)

作者简介: 俞晓华(1988-), 男, 硕士研究生, 研究方向为嵌入式网关; 于凤芹, 博士, 教授, 研究方向为基于物联网的能耗感知系统研究与设计以及语音和图像等多模态信号分析与处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150223.1239.028.html>

1 能耗数据采集的常用协议分析

1.1 能耗数据采集协议介绍

常用于能耗计量仪表通信的协议有 DL/T645、CJ/T188 等。DL/T645《多功能电能表通信规约》是电力工业部批准的用于多功能电能表和数据采集终端进行数据交换的标准^[6-7]。该标准有 1997 和 2007 两个版本,两个版本主要在控制码和数据标识的定义不同。CJ/T188《户用计量仪表数据传输技术条件》与 DL/T645 协议类似,主要用于水表、热量表、燃气表等的通信^[8]。这两种协议在数据链路层采用主从结构的半双工通信方式,一次单方向的传输为一帧,DL/T645 和 CJ/T188 数据帧格式如表 1 所示。

表 1 DL/T645 和 CJ/T188 数据帧格式

DL/T645			CJ/T188		
字段名	值	长度	字段名	值	长度
帧头	68H	1 字节	帧头	68H	1 字节
地址域	A ₀ -A ₅	6 字节	仪表类型	T	1 字节
帧头	68H	1 字节	地址域	A ₀ -A ₆	7 字节
控制码	C	1 字节	控制码	C	1 字节
数据长度	L	1 字节	数据长度	L	1 字节
数据段	DATA	不定	数据段	DATA	不定
校验	CS	1 字节	校验	CS	1 字节
帧尾	16H	1 字节	帧尾	16H	1 字节

1.2 协议描述中报文映射

表 1 中协议帧有些字段是由子字段组成的,如数据段包括数据标识、数据域等字段,这说明协议帧具有层次结构。层次模型是用树形结构表示实体及其之间关系的模型,这种关系只能是 1-M 的。通常把表示 1 的实体集放在上方,称为父节点,表示 M 的实体集放在下方,称为子节点。层次模型中只有一个节点无父节点,称为根节点。具有相同父节点的节点称为兄节点,当前节点下没有子节点的节点称为叶节点^[9]。层次模型具有如下的结构特点:

- (1) 根节点以外的其他节点有且只有 1 个父节点;
- (2) 有且只有 1 个无双亲的根节点。

根据层次模型的定义可知,用于能耗数据传输的协议数据帧与 XML 文档都可以用层次模型表示成树状结构。图 1 为一个协议帧与 XML 文档的映射示例。左边为数据帧中的一个片段,分为 A、B、B₁、B₂ 和 B₃ 这 5 个字段。其中,B₁、B₂、B₃ 称为兄字段,它们具有相同的父字段 B,由于 B₁、B₂、B₃ 无子字段,又称作叶字段。右边是该协议帧片段对应的 XML 文档片段,由 5 个 node 元素来表示协议帧的 5 个字段,对应字段的性质由元素的属性来表示。XML 文档中的兄元素和叶元

素的定义和协议帧中的兄字段、叶字段类似。

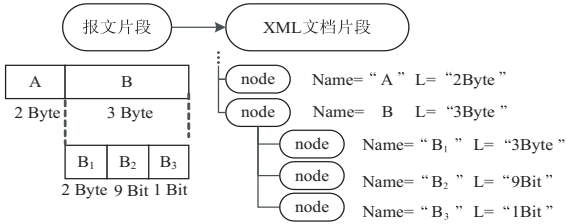


图 1 协议报文与 XML 文档的映射关系

2 协议描述文件的设计

2.1 基于 XML 的协议描述文件设计

文中采用了 XML 文件作为协议描述文件,XML 协议描述文件的设计其实就是一个基于 XML 技术对协议数据结构进行描述定义的过程^[10-11]。协议帧一般具有特定的格式。由表 1 可以看出,协议帧包括“帧头”、“地址域”、“功能码”、“数据长度”、“数据域”、“校验”、“帧尾”这些字段。通过对 XML 文档中元素、属性的设置与定义,可以对协议帧进行描述。文中采用了三层树形结构来描述协议,其中“Proto_Frame”是 XML 协议描述文件的根元素,位于 XML 协议描述文件的第一层,根元素并不表示协议帧的任何字段,仅仅表示协议帧整体。根元素定义了相关属性,根元素及其属性用于描述协议信息,用于区别不同的协议。非根元素“Com”位于 XML 描述文件中的第二层,为根元素的子元素,用于表示协议帧的不同字段,“Com”元素的个数与根元素的“Num”属性值要相等。“Com”元素也定义了相关属性,“Com”元素与其相关属性的集合用于描述协议帧的每一个字段,如“帧头”、“地址域”等。某些“Com”元素还拥有“Sub_Com”子元素,位于描述文件中的第三层,子元素也定义了相关属性,子元素和子元素的属性则可以用于描述协议帧中的一个子字段,如“数据域”中的“数据标识”。子元素的主要属性及含义和“Com”元素类似,但无“Class”属性。Proto_Frame 元素、Com 元素、Sub_Com 元素的属性定义如表 2 所示。

表 2 中“L”属性表示对应字段或子字段的长度。该属性的值分为 3 种情况:

- (1) 字段的长度是确定值,此时“L”属性值为具体长度值;
- (2) 字段的长度是变量,但可以由另一个字段的数值得到,如 645 规约协议帧中“数据段”字段的长度可以由“数据长度”字段获得;
- (3) 字段的长度是变量,由所有子字段长度的和决定,如 645 规约协议帧中的“数据段”,此时“L”属性值设为空。

“Com”元素中“Class”属性用于表示协议字段的

类型。根据协议帧中各字段的特点可以将协议帧字段分为三类。这三类由属性“Class”来区别,“Class”的取值“1”、“2”、“3”分别代表一类、二类、三类字段。第一类字段的“Field”属性值固定,如“帧头”、“帧尾”为第一类字段,通过第一类字段的“Addr”、“Field”、“L”属性可以区别不同协议类型。第二类、第三类字段的“Field”属性值不固定,需要从外部获取或通过计算得到。其中第三类字段的“L”属性也不确定,其描述的字段由几个子字段组成。如 645 协议“数据段”由“数据标识”、“数据”等子字段组合而成,根据帧类型不同数据段构成也不同。

表 2 元素的主要属性及含义

元素的主要属性		属性介绍
Proto_ Frame 元素	Name	表示协议类型的名称
	ID	表示对应协议类型的编号,每种协议类型定义一个唯一的编号
	Num	表示 Com 元素的个数,即协议帧字段的个数;如:645 标准协议帧有 8 个字段,其 Num 值为 8
Com 元素	Name	表示协议帧字段的名称
	ID	协议帧不同字段的编号,每个协议字段对应唯一的编号,且必须按照协议字段顺序来编号
	Addr	该字段在协议帧中的偏移地址
	Num	表示字段含有的子字段 Sub_Com 的个数,为 0 表示无子字段
	L	表示字段的长度
	Class	表示字段的类型,取值为 1、2、3
	Method	Field 值获取方法
SubCom 元素	Field	用于存储字段的值
	Name	表示协议帧子字段的名称
	ID	与 Com 元素 ID 定义相同
	Addr	该字段在协议帧中的偏移地址
	L	表示字段的长度
	Method	Field 值获取方法
	Field	用于存储字段的值

由“Class”属性值的定义可知,第二类、第三类字段所描述的字段的值需由相应的方法获得,因此定义了“Method”属性用于表示“Field”属性值的获取方法。

2.2 协议特征库的建立

由 2.1 节可知,“Class”属性值为 1 的协议帧字段是一类特殊的字段,该字段的值固定、长度固定,并且在协议帧中的位置即偏移地址(由“addr”属性定义)也是固定的。字段的这些属性代表了协议的一些特征,协议解析中可以用某些字段的这些属性来区别不同的协议^[12]。把不同协议中具有协议特征的信息组

合在一起就可以构成一个协议特征库。协议特征库的特征元素和属性的提取只需根据“class”属性值是否为 1,就可以由程序自动实现。

在协议解析时,解析程序首先假设读取的数据为未知协议类型,然后对比协议特征库查找符合的协议特征就能解析出协议类型。

3 协议数据帧生成与解析方法

协议描述文件的设计为协议数据的处理提供了统一的数据描述,其作用一方面用于能耗数据采集协议帧的生成,另一方面用于对采集到的能耗数据帧的解析。下面主要介绍通过协议描述文件实现协议帧的生成与解析的方法。

3.1 能耗数据采集协议帧生成方法

能耗数据采集过程中需要按照相应的协议格式发送采集协议帧给计量仪表,其中一个重要的部分是协议帧的生成,即根据协议描述信息以及配置信息组建数据采集协议帧的过程。组建协议帧时根据不同协议需要配置不同的信息,如 645 协议需要配置协议类型、地址域、控制码、数据标识这些信息。完成配置工作后,程序从描述文件中读取协议帧生成时需要的信息,并按照 ID 编号顺序获取协议帧每个字段的值。由“Class”属性可以判断该字段是否包含子字段,由“Method”属性可以知道该字段(子字段)值获取方法。获取的方法有直接取 Field 属性值获取、由配置信息获取、由相关算法计算获取等。最后根据“ID”、“Addr”等属性拼装成完整的协议帧,并根据指定的加密算法对协议帧进行加密。能耗数据采集协议帧生成流程如图 2 所示。

3.2 能耗数据帧解析方法

采集到的原始能耗数据是以帧的形式存储的,需要从数据帧中解析出需要的数据。为了使得解析过程更具通用性,需要假设待解析的数据帧为未知协议类型。读取待解析数据之后,首先应该计算数据长度等信息,为解析做准备。接着对比协议特征库,根据协议特征信息,如 645 协议的“帧头”、“帧尾”的“L”、“Addr”、“Field”属性,解析出该协议帧的类型。然后获取该协议帧类型的协议描述信息,读取相应的解密算法解密协议帧。最后根据 ID、Addr、L 等属性就可以解析出每个字段的内容,该过程同样也需要根据 Class 属性判断是否含有子字段。协议解析流程如图 3 所示。该过程只可以实现协议数据帧的初步解析,初次解析是通过对数据帧进行分割,得到数据帧中每一个字段的原始值。初次解析的数据不具备实际意义,开发者需要对数据进行二次解析才能得到实际的电压、电流、流量、热量等。

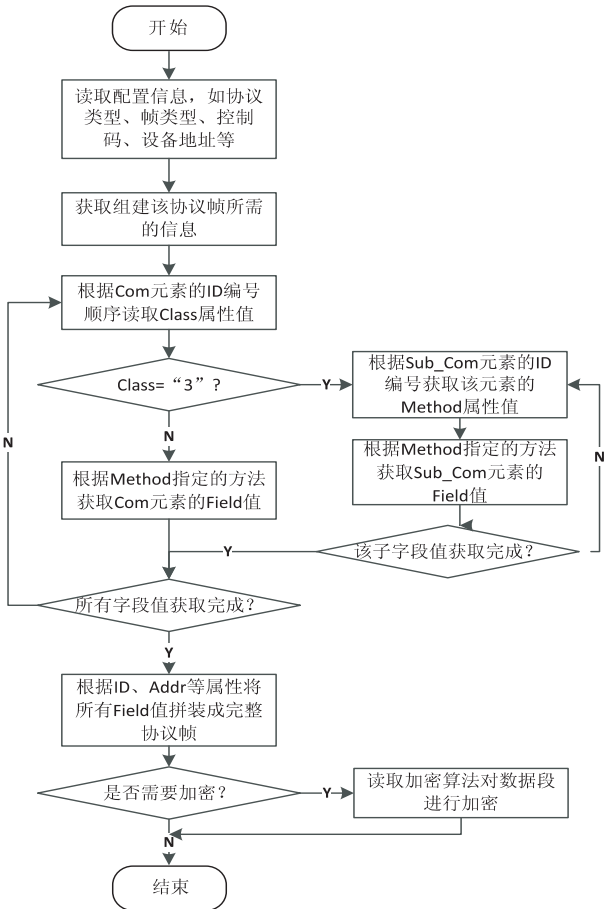


图2 协议帧生成流程

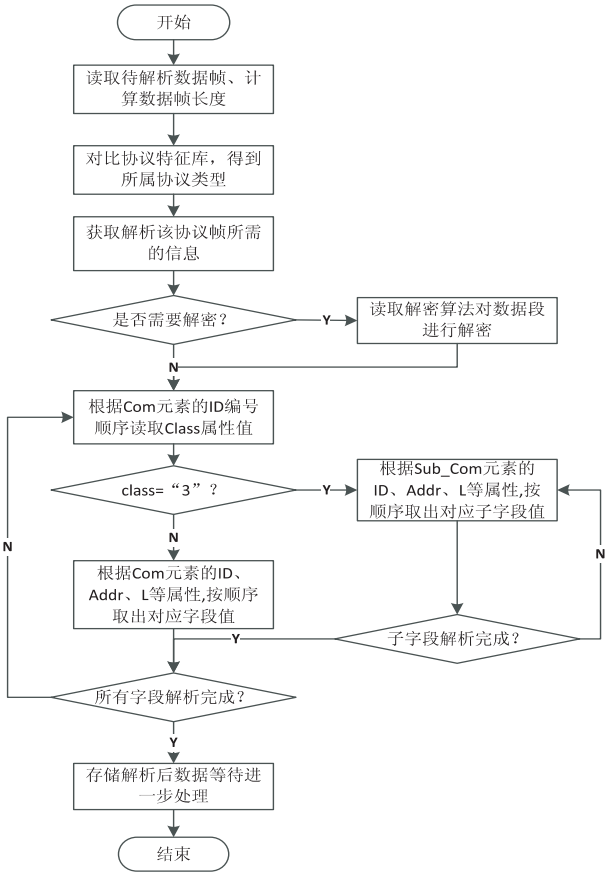


图3 协议解析流程

4 测试及应用效果分析

以某建筑能耗监管项目为背景,项目中智能数据网关需要和底层的电能表、水表、燃气表、热量表等计量仪表进行通信来采集能耗数据。文中的方法主要用于实现网关下行通信模块的开发,网关与计量仪表之间通过 RS485 总线连接,网关需要支持的通信协议有 DL/T645 – 1997、DL/T645 – 2007、CJ/T188 等。采用 XML 文档按照第 2 节的方法完成协议描述文件的编写。该项目的前期测试表明,这种协议描述方法可以很好地描述这几种协议,通过配置也可以比较灵活地构建下发的采集协议帧。

为了测试该方法在面对不同协议数据帧下的通用解析效率,选择 645–1997、645–2007、188 三种协议,每种协议根据读取数据的不同选择 2 种帧格式,总共 6 种不同格式的数据帧。然后按照这 6 种数据帧格式随机生成测试用的模拟数据进行测试,测试网关采用 Intel Atom N2600 处理器,运行 Linux 操作系统和 Node.js 环境^[13–14],测试程序由 JavaScript 脚本语言编写,测试结果如表 3 所示。

表3 解析不同数据帧所需时间表

数据帧数量	解析时间/s
6	0.178 095 6
60	0.527 812 1
600	2.445 160 9
6 000	9.740 657 3

通过测试可以看出,随着数据帧数量的增多,解析数据所需时间并没有呈现出比例增长,可以很好地完成对能耗监管领域不同协议数据帧的初步解析,虽然在解析速度上不及硬代码的方式,但可以实现能耗数据的初次通用解析。开发人员可以将工作主要集中在数据的二次解析,数据的处理、展示等方面。

5 结束语

文中提出了一种用于能耗数据采集的协议描述及协议帧生成解析方法。其中协议描述文件的设计具有三层树形结构特点,由 XML 文档编写实现,提供统一数据描述。此外,协议数据帧的生成与解析达到与具体的协议数据相分离的目的,具有较高的耦合性。文中主要以 DL/T645 和 CJ/T188 对该方法进行介绍,对于其他领域的通信协议该方法也具有一定的适用性。通过该方法可以避免重复开发,对于不同的协议只需按要求编写协议描述文件,无需对程序进行大量改动,就可以实现对不同协议的支持,具有通用性强的特点。

(下转第 138 页)

融合技术进行回顾和研究,然后对其在建筑中的一些运用进行分析,最后提出了把信息融合应用到建筑节能中的模型。但由于信息融合的发展还不是十分成熟,并且我国的建筑节能也相对落后,把信息融合技术更好地应用到建筑节能当中仍然有很长的一段路要走,对于很多问题还需要进行大量深入的研究。

参考文献:

- [1] 郁文贤,雍少为. 多传感器信息融合技术述评[J]. 国防科技大学学报,1994,16(3):1-11.
- [2] 赵宗贵. 信息融合技术现状,概念与结构模型[J]. 中国电子科学研究院学报,2006,1(4):305-312.
- [3] 范新南,苏丽媛,郭建甲. 多传感器信息融合综述[J]. 河海大学常州分校学报,2005,19(1):1-4.
- [4] 刘海英,张池平. 基于多传感器信息融合技术[J]. 佳木斯大学学报:自然科学版,2004,22(1):28-33.
- [5] 张明路,戈新良,唐智强,等. 多传感器信息融合技术研究现状和发展趋势[J]. 河北工业大学学报,2003,32(2):30-35.
- [6] Frankel C B, Bedworth M D. Control, estimation and abstraction in fusion architectures; lessons from human information processing[C]//Proceedings of 2000 international conference on information fusion. Paris: IEEE, 2000.
- [7] Hannah P, Starr A, Ball A. Decisions in condition monitoring—an exemplar for data fusion architecture[C]//Proceedings of the third international conference on information fusion. Paris: IEEE, 2000.

(上接第133页)

参考文献:

- [1] Chen Yongpan, Mu Xianmin, Zhang Jili, et al. Development of monitoring system of building energy consumption[C]//Proceedings of international forum on computer science—technology and applications. [s. l.]: [s. n.], 2009:363-366.
- [2] Sun Yimin, Wang Zhengli. The energy consumption monitoring platform design for large-scale industry users based on the GPRS[C]//Proceedings of second international conference on mechanic automation and control engineering. [s. l.]: [s. n.], 2011:7827-7980.
- [3] 石为人,杨幸坤,蔡章利,等. 基于XML的可配置数据采集网关[J]. 微计算机信息,2010(24):91-93.
- [4] 魏纪东,王昭顺,戴桂兰,等. 树形结构数据帧解析和处理[J]. 小型微型计算机系统,2010(12):2352-2354.
- [5] 王大宇,谭长庚. 电能表及采集终端通信协议通用解析/生成算法研究[J]. 湖南工业大学学报,2008,22(1):88-91.
- [6] 孟珏遐,朱宁辉,白晓民,等. 基于DL/T645-2007协议的智能电表嵌入式通信软件研发[J]. 电网技术,2010(9):7-12.

- [8] Llinas J, Hall D L, Liggins M E, et al. Handbook of multisensor data fusion: theory and practice[M]. [s. l.]: CRC Press, 2009.
- [9] Bedworth M, O'Brien J. The Omnibus model: a new model of data fusion? [J]. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 2000, 15(4):30-36.
- [10] 潘泉,于昕,程咏梅,等. 信息融合理论的基本方法与进展[J]. 自动化学报,2003,29(4):599-615.
- [11] 胡麟. 同质传感器信息融合的移动机器人定位研究[D]. 武汉:武汉科技大学,2010.
- [12] 马平,吕锋,杜海莲,等. 多传感器信息融合基本原理及应用[J]. 控制工程,2006,13(1):48-51.
- [13] 张燕君,龙呈,李达. 基于冲突表示的冲突证据融合方法[J]. 模式识别与人工智能,2013,26(9):853-858.
- [14] Teng J, Zhang T, Lu W. Structural stress identification using fuzzy pattern recognition and information fusion technique[J]. Journal of Civil Engineering and Architecture, 2012, 6(4):479-488.
- [15] 徐学强. 多传感信息融合及其应用研究[D]. 南京:南京邮电大学,2013.
- [16] 马丽娜. 基于神经网络的建筑环境信息融合方法研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2008.
- [17] 黄斌. 基于多传感器信息融合的节能控制系统[J]. 测控技术,2013,32(4):66-69.
- [18] 郭惠勇,张陵. 信息融合技术在智能建筑控制系统中的应用[J]. 信息与控制,2003,32(5):442-447.
- [19] 周慧忠. 智能建筑中的多传感器信息融合[J]. 智能建筑,2006(11):30-32.

- [7] 多功能电能表通信协议[S]. DL/T645-2007, 2007.
- [8] 户用计量仪表数据传输技术条件[S]. CJ/T188-2004, 2004.
- [9] 刘喆,郇极,刘艳强. 基于XML的EtherCAT工业以太网协议解析技术[J]. 北京航空航天大学学报,2011,37(9):1086-1090.
- [10] 王忠锋,王宏. 基于XML的现场总线设备描述[J]. 计算机工程,2004,30(8):183-185.
- [11] 郭瑞杰,王斌,丁捷. 基于表格驱动的XML配置文件解析与生成技术[J]. 计算机工程与应用,2006,42(9):89-92.
- [12] 林霞,蔡声镇,吴允平,等. 基于特征关键字的多协议数据流转换方法[J]. 计算机工程,2011,37(5):282-284.
- [13] Tilkov S, Vinoski S. Node.js: using JavaScript to build high-performance network programs[J]. IEEE Internet Computing, 2010, 14(6):80-83.
- [14] Karagoz M F, Turgut C. Design and implementation of RESTful wireless sensor network gateways using node.js framework[C]//Proceedings of 20th European wireless conference. [s. l.]: [s. n.], 2014:1-6.

一种能耗数据采集协议描述及生成解析方法


作者:

[俞晓华](#), [于凤芹](#), [钦道理](#), [YU Xiao-hua](#), [YU Feng-qin](#), [QIN Dao-li](#)

作者单位:

[俞晓华, 于凤芹, YU Xiao-hua, YU Feng-qin\(江南大学 物联网工程学院, 江苏 无锡, 214122\)](#)
[, 钦道理, QIN Dao-li\(锐泰节能系统科学有限公司, 江苏 无锡, 214135\)](#)

刊名:

[计算机技术与发展](#)

英文刊名:

[Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期):

2015(4)

引用本文格式: [俞晓华](#). [于凤芹](#). [钦道理](#). [YU Xiao-hua](#). [YU Feng-qin](#). [QIN Dao-li](#) [一种能耗数据采集协议描述及生成解析方法](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(4)