

电能表及采集终端通信协议通用解析/生成算法研究

王大宇^{1,2}, 谭长庚¹

(1. 中南大学 信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410083; 2. 长沙威胜电子有限公司, 湖南 长沙 410013)

摘要: 提出一种用上位机与电子式电能表或数据采集终端设备进行通信, 以及下位机与下位机之间进行通信时, 对数据帧进行生成与解析的通用算法。算法通过使用面向对象的方法, 以程序与数据分离为原则, 将具体协议数据以外部数据源的形式提供, 程序仅实现算法。该算法具有通用性强、适用范围广的优点, 封装后的对象可用于上位机软件相关通信程序的编写, 算法及设计思路也可用于下位机通信相关程序或硬件传输协议的设计。并给出了算法设计过程中的建模过程、关键算法原理流程。

关键词: 电能表; 数据采集终端; 通信协议; 通信帧

中图分类号: TP334.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)01-0088-04

All-Purpose Arithmetic Research in Meter/Concentrator Communication Protocol

Wang Dayu^{1,2}, Tan Changgen¹

(1. School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Changsha Weisheng Electronics Limited Company, Changsha 410013, China)

Abstract: A data frame of creating and analyzing arithmetic in communication between electronic meter and concentrator or between application software and firmware is put forward. Using the face to face method, the arithmetic separates the data and program and supports the protocol detail data by extra data source. So the program can only focus on the arithmetic detail not on the protocol data. This arithmetic can be widely applied and is all-purpose. Encapsulated object can be used in application software and the design theory can be used in firmware communication program. It also give the process of module creating and key arithmetic flow in this research.

Key words: meter; concentrator; protocol; frame

在电力行业中, 电子式电能表、数据采集终端以及其他下位机设备, 很多都具有通信功能, 这些设备一般都具有自己的协议体系。比如电子式电能表采用国家电力部颁布的 DL/T-645-1997 协议^[1], 采集终端则采用另外的协议。在编写应用软件时, 对协议帧的解析大部分按设定“已知协议”的前提来进行, 即假设已知帧所属协议, 然后进行解析。这样做的结果是对于不同协议的解析需要编写各自的解析程序, 随着协议的增加, 这个程序可能变得很大而难于维护。早期的电能表产品, 由各厂家自行编制表计协议, 因此一般以市场占有率高的厂家的协议为参照协议, 各厂

家间视情况进行兼容。但即便是同一厂家, 由于市场需求的差异, 同一协议也有不同变种, 形成协议族。对于数据采集终端来说, 近几年随着 GPRS 抄表方式的兴起, 数据采集终端由于数据远传成本的大幅降低而得到广泛应用, 其通信协议以浙江省电力公司制定的《浙江省用电现场服务与管理系统通信规约》(以下简称浙规) 与国家电网公司制定的《电力负荷管理系统数据传输协议 - 2004》^[2] (以下简称国电规约) 最具代表性。

在实际应用中, 数据采集终端一般既要具有按本设备协议与上位机进行通信的功能, 又要具备按电能

收稿日期: 2007-10-29

作者简介: 王大宇 (1973-), 男, 湖南长沙人, 长沙威胜电子有限公司工程师, 中南大学硕士生, 主要从事自动抄表系统的研发;
谭长庚 (1963-), 男, 湖南株洲人, 中南大学副教授, 主要从事计算机应用技术和移动组网技术方面的研究。

表协议, 与下位机(即电能表)进行通信的功能^[3, 4]。就上位机软件(比如电力抄表系统)而言, 需要面对同时支持不同厂家的数据采集终端和电能表的问题。实践中发现, 大部分开发人员进行相关通信程序的开发时, 均按协议文档相关功能进行硬代码编写, 即形如“if ReadChar = 0x68 then ...”的风格, 按协议中功能不同, 对应不同的分解函数。若某协议具有 M 个功能帧, 程序需要兼容 N 个协议, 则整个程序需要的功能函数可以多达 $M \times N$ 个。这意味着工作量随需要兼容协议的个数增加而呈指数级增长, 其后果是造成程序维护困难, 错误增加, 程序健壮性大幅降低。

如果能够找到这样一种方法, 使得开发人员在编写协议帧的生成和分解算法时, 可以不考虑具体协议组成方法: 下行时, 指定协议族和功能, 并输入操作数据, 即可生成下行通信帧; 上行时, 程序根据收到的通信帧自动获得帧所属协议及功能, 并分解得到帧包含数据, 从而极大地提高开发人员的工作效率。同时, 由于统一了程序的输入与输出, 规范了调用方法, 程序健壮性和可维护性也可以得到很大提高。

1 建模

我们要找到一种通用的协议帧的生成和解析算法, 首先需了解目前主要通信协议族的数据帧特征, 从而采用面向对象的方法进行抽象设计, 设计出的对象应可很好地描述当前主要通信协议的数据帧。

1.1 协议分析

以 DL/T-645 规约和浙规为例, 其通信帧格式如表 1、2 所示。

表 1 DL/T-645 规约帧结构

Table 1 DL/T-645 frame structure

代 码	字节数	说 明	代 码	字节数	说 明
68H	1	帧起始符	L	1	数据长度
ADDR	6	从站地址	DATA	变长	数据域
68H	1	帧起始符	CS	1	校验码
C	1	控制码	16H	1	结束码

表 2 浙规通信帧结构

Table 2 Zhejiang protocol frame structure

代 码	字节数	说 明	代 码	字节数	说 明
68H	1	帧起始符	L	2	数据长度
RTUA	4	终端逻辑地址	DATA	变长	数据域
MSTA&SEQ	2	主站地址与命令序号	CS	1	校验码
68H	1	帧起始符	16H	1	结束码
C	1	控制符			

1.2 模型设计

可根据协议帧结构特征分析认为, 每个数据帧由若干数据域组成; 每个数据域又由若干数据单元组成。这里数据域是协议帧的段划分, 如表 1、2 所示。根据不同的协议, 不同的数据域处理方式不同, 比如是

否加某个值作为偏移量, 是否低字节在前传输等。各数据域由若干单元组成, 单元是逻辑上不可分的最小处理单位, 或者说是具有同样性质的数据集合, 一个单元可以由若干字节(Byte)组成。比如 645 规约中的“从站地址”是一个数据域, 由一个 6 字节的单元组成, 该单元名称即从站地址。根据从上至下、从大到小的原则, 采用面向对象的方法, 设计如下几个对象及各对象属性, 如图 1 所示。

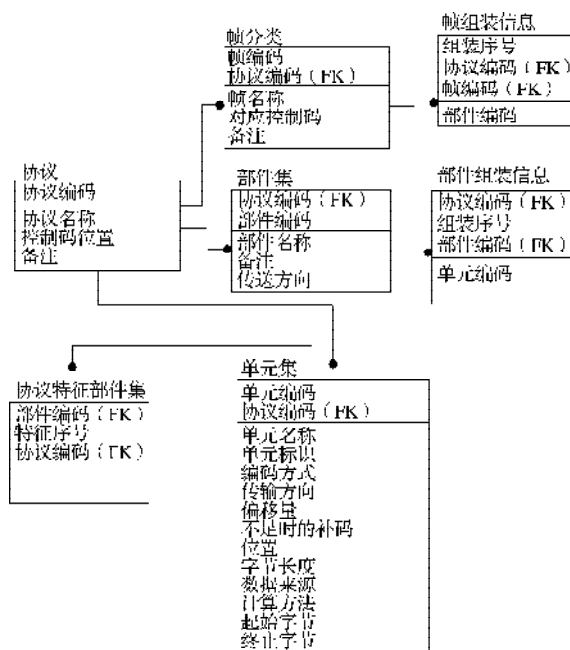


图 1 对象逻辑属性

Fig. 1 Objects logical property

1.3 数据准备

对图 1 中的各对象属性, 上位机软件实现时的主要手段就是协议入库, 即将协议数据(包括各类组装信息、协议数据域的描述定义等)保存到数据库中, 当然也可用别的方式, 比如用文件; 下位机软件实现时, 则可将上述对象信息保存在片外存储器, 程序需要时从片外存储器读取。下行帧生成时, 根据对象描述的帧组装信息, 生成下行帧; 上行时, 首先判断帧所属规约, 然后进一步根据对象描述信息中的组装信息分解各数据域, 最后得到要用的数据信息。实现上述步骤的基础是对协议帧及组装信息进行正确的描述。实际应用中, 应将各协议的各类参数、数据按协议要求进行完整录入, 即协议入库。以 DL/T-645 的“主站请求读数据”帧为例, 该帧组装信息定义如图 2。

除对帧进行定义外, 还需对组成帧的各部件进行定义, 包括部件的组成、长度、编码方式等。这些定义一方面用来生成下行帧; 另一方面, 上行帧的正确解析也依赖对帧组成单元的正确描述。完整正确的帧组成对象属性描述及定义, 是正确实现帧的自动生成

和解析的重要前提。完成帧及帧组成对象的属性描述和定义后,即可进行上、下行算法设计。

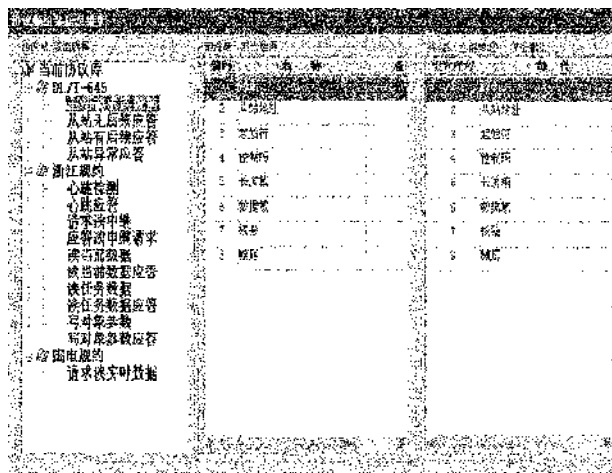


图2 DL/T-645 帧组装信息一例

Fig. 2 Frame sample for DL/T-645

2 下行帧生成算法

上位机向下位机或下位机向下位机发起请求时,生成通信帧的过程属下行帧生成,即生成命令帧的算法。下行帧生成时,已知所属协议、要干什么以及目标设备,因此,下行时协议编码、功能码、设备地址、操作数据内容已知。其算法流程见图3。

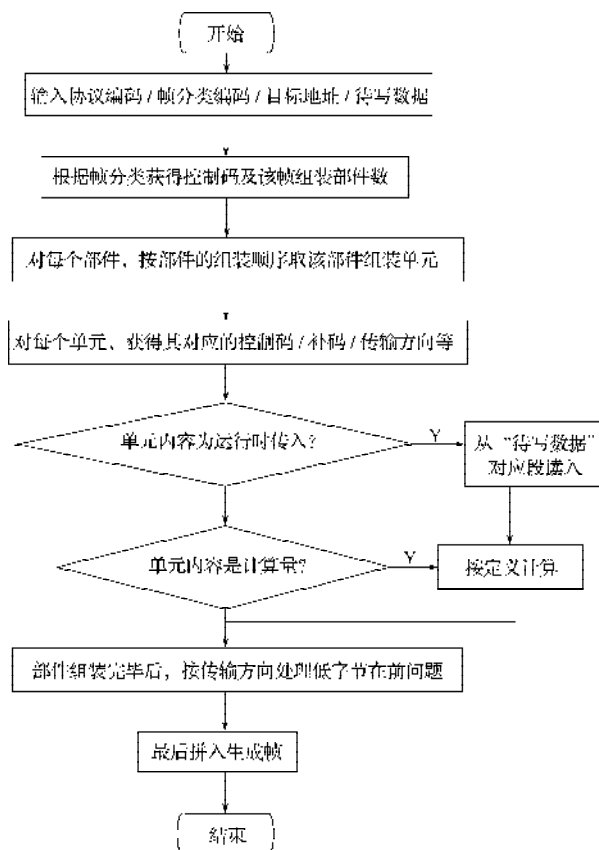


图3 下行帧生成算法流程

Fig. 3 Download arithmetic flow

下行帧算法流程图给出了下行帧算法的主要思路,当遇到单元内容是“运行时传入”时,就从输入参数中的“待写数据”对应的数据段读取。除了帧头帧尾等固定内容的单元,其他单元内容不是运行时传入就是计算得到,关键是计算从哪个段取。实际编程时可根据情况自行确定数据段的划分法,本例使用竖线“|”划分。

以DL/T-645规约的“主站请求读数据”为例,其运行结果如图4所示。

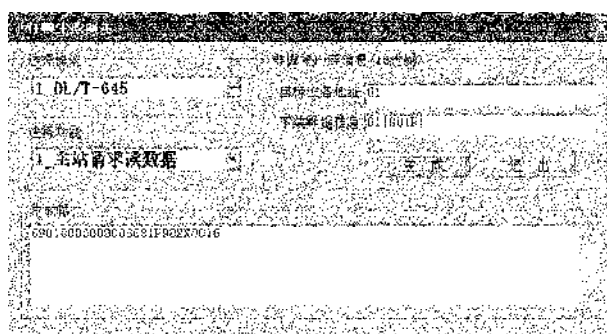


图4 下行帧生成示例

Fig. 4 The next frame product sample

图中DL/T-645规约的下行参数只有2个,即设备地址和数据域。生成帧中可以看到6个字节的设备地址被配置成低字节在前的方式,长度不足时的掩码是“00”。

3 上行帧解析算法

下位机向上位机或下位机之间应答时,生成通信帧的过程属于上行帧算法,即生成应答帧的算法。解析上行帧时,应假设在收到帧时并不知道帧所属规约,而从判断帧所属协议开始,本算法才具有普遍适应性。上行帧的分解过程基本是下行的逆运算,实现时,包括下行帧生成算法在内,其流程可分解成若干函数实现,比如判断帧所属规约函数 $f_WhichProt()$,然后是判断帧归属函数 $f_WhichFrame()$ 等。解析时的首要工作是正确判断出帧所属协议,然后可在协议表中逐条查对控制码位置,从而进一步得知该帧功能。确认帧功能后,根据该类功能帧的组装信息,提取帧数据域,再根据数据域各组成单元的特征(如编码方式等)翻译成明文。上述步骤在应用时,提取出帧的数据域后,上位机与下位机可能根据各自的特点分开处理,但关键是提取出数据后的返回格式,上位机可用XML等方法处理,下位机的特点决定其必须作更多的工作,以便使调用者能够确定返回数据的具体含义。上行帧算法原理如图5所示。

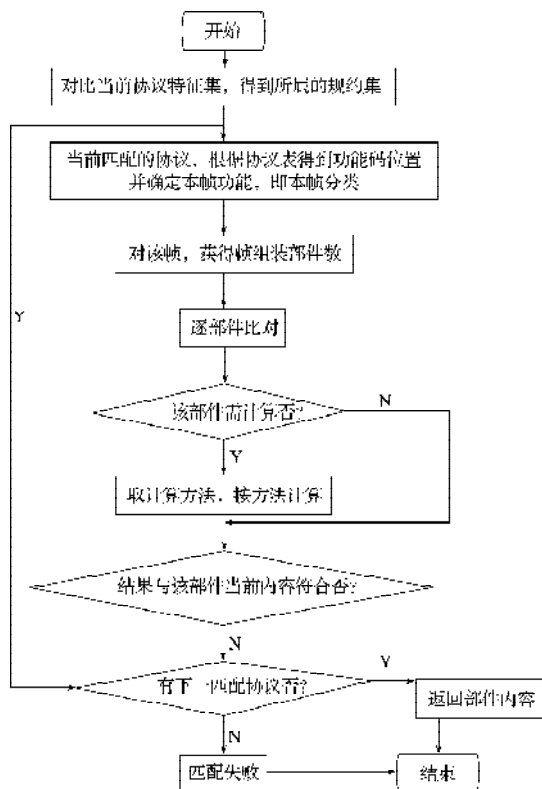


图5 上行帧解析原理

Fig. 5 Upload arithmetic flow

4 结语

本文提出自动进行通信帧生成与解析的解决思路, 通过对不同协议、不同功能帧进行大量的实验后发现, 使用此方法可较好地解决对 DL/T-645 系列规约、国电规约等的自动生成和解析。根据本设计, 对通信协议进行协议数据入库和对象抽象描述后, 可在编写协议通信帧的生成和解析程序时, 将精力放在算法上, 而不必理会具体的协议数据, 且编成的程序的

可重用性和通用性得到了很大提高, 大大减轻了编程复杂度, 提高了程序的可维护性。本文算法通过 DELPHI 和 PowerBuilder 在电力系统中得到应用, 效果良好。下位机如采集终端, 亦使用本算法原理实现了对多厂家电能表的兼容。根据使用的结果, 进一步发现, 协议结构在设计时, 应与当前不同协议族在协议辨识单元上存在明显差异, 比如该辨识单元的内容或位置。但对某协议的扩展应用则必须遵守原协议标识设计, 不得改动^[5]。从这一点上, 我们可认为浙规是 DL/T-645 协议的一个变种, 至少可看出它在设计时大量借鉴和借用了 DL/T-645 规约的设计, 在关键的协议辨识单元如帧头帧位的位置和内容上, 则和 DL/T-645 规约相同, 导致协议帧特征单元集与 DL/T-645 相同, 从而不能仅从协议帧的特征集判断帧所属协议。与之形成对比的是国电规约的设计无论是从功能上看还是从结构上看, 都比浙规显得更为专业和严谨, 这点值得我们学习借鉴。

参考文献:

- [1] DL/T645-1997, 多功能电能表通信协议[S].
- [2] 国家电网公司生产运营部. 电力负荷管理系统数据传输规约 - 2004 [EB/OL]. [2007-08-20]. <http://email.xldz.com/CustomerServices/DownFiles/dlfhglgy2004.pdf>.
- [3] 国家电网公司生产运营部. 电力负荷管理系统通用技术条件 (试行) [EB/OL]. [2007-08-20]. <http://email.xldz.com/CustomerServices/DownFiles/dlfhgljstj.pdf>.
- [4] DL/T743-2001, 中华人民共和国电力行业标准 - 电能量远方终端[S].
- [5] DL/T719-2000, 中华人民共和国电力行业标准 - 远动设备及系统第 5 部分: 传输规约[S].
- [6] 李卫忠, 雷英杰. 微机串行通信协议研究[J]. 计算机工程, 2001, 27(4): 180-181.

(责任编辑: 廖友媛)