

关于变电站 GOOSE 通信方案的研究

肖 韬 林知明 田丽平

(华东交通大学 电气与电子工程学院 江西 南昌 330013)

摘要: IEC61850 的特点是建立分层的体系结构、统一对象模型和抽象通信服务接口等,实现面向通用对象的变电站事件(GOOSE)报文通信是 IEC61850 通信的一种方式,它解决了对实时性和可靠性要求很高的数据传输。文中详细研究了 GOOSE 报文通信方式及其流程,这对实现 GOOSE 通信提供了一种可行性方法。最后,给出了 GOOSE 通信实体结构图,包括了 GOOSE 通信的一整套通信流程。结合 GOOSE 报文的发送和接收,讨论了基于 Linux 操作系统上的通信,详细描述了 Linux 网络设备驱动程序。

关键词: GOOSE; 通信协议栈; IEC61850

中图分类号: TM763

文献标识码: A

IEC61850^[1]是关于变电站综合自动化通信体系结构的一个国际标准,它解决了不同设备和不同系统之间传输时的不兼容,真正实现了设备的互操作性。目前国内厂商对 IEC61850 开展了深入的研究并取得了可喜的发展,主要研究领域从以制造报文规范(MMS)为核心的客户/服务器(C/S)通信转移到研究 GOOSE 通信上。针对目前 GOOSE 的研究,重点描述了 GOOSE 报文通信结构和传输实现机制。

1 应用背景

IEC61850 规定了几种报文来传输变电站实时数据,每种报文传输值的侧重点不同。例如采样值传输(SAV)、通用变电站状态事件(GSSE)、GOOSE 报文等。SAV 用于采样值传输及相关服务,关注时间约束,要求成组地在时间与频率受控的情况下快速传送电流、电压模拟量,可采用多播技术一对多地传送,一般不重发,只保留最新数据。GSSE 报文负责传输双比特的状态变位信息,当每次检测出 1 个或者多个状态值发生改变,就发送 GSSE 报文。GOOSE 保证变电站事件(例如跳闸命令、报警、保护启动、

闭锁等公共数据)在系统范围内(例如间隔层之间、间隔层与变电站层、间隔层与过程层)快速传输,用于紧急跳闸、启动故障录波、启动闭锁/解锁等需要快速传递信息的场合。相比而言,GOOSE 的信息内容较 GSSE 更广泛。

2 GOOSE 工作方式

GOOSE/GSSE 报文传输服务的抽象模型采用发布者/订阅者通信结构,原因除了此种通信结构支持多节点之间的快速、直接通信外,还有重要一点:发布者/订阅者通信结构与 GOOSE/GSSE 报文传输的本质一样,是事件驱动的。

GOOSE/GSSE 报文传输利用多路广播/多播服务,从而有效地保证了向多个物理设备同时传输同一个通用变电站事件信息。实际应用中,报文传输有以下特殊要求:

(1) 时序性控制。对时序进行控制是实时应用所必须的,例如 GOOSE/GSSE 报文传输的时间延迟规定在 4 ms 内。此外,发布者发送报文的有效保持时间有些情况下也是很重要的。

(2) 可靠性控制。GOOSE/GSSE 报文传输的可

靠性要求很高,它的经典应用之一是过程层上跳闸命令的传输,故在实际应用中,需对 GOOSE/GSSE 报文传输的可靠性与时间确定性之间具有折衷选择的能力,即在这一矛盾因素中找到平衡点。

(3) 询问-响应。在复杂的实时应用中要求订阅者具备主动询问、发布者具备响应询问的功能。例如,为实现对站内智能电子设备(IED)配置文件的互操作性,IEC61850 规范了基于 XML 的配置文件,

这是一种静态配置,当利用其对发布者和订阅者配置后,配置结果的有效性可通过订阅者和发布者之间的询问-响应这种动态过程进行验证。

为了满足以上要求,改进后的发布者/订阅者通信结构不仅支持订阅者以客户/服务器的通信方式读或设置发布者的控制块属性^[2](如图1所示),而且引入以下几个重要控制参数:

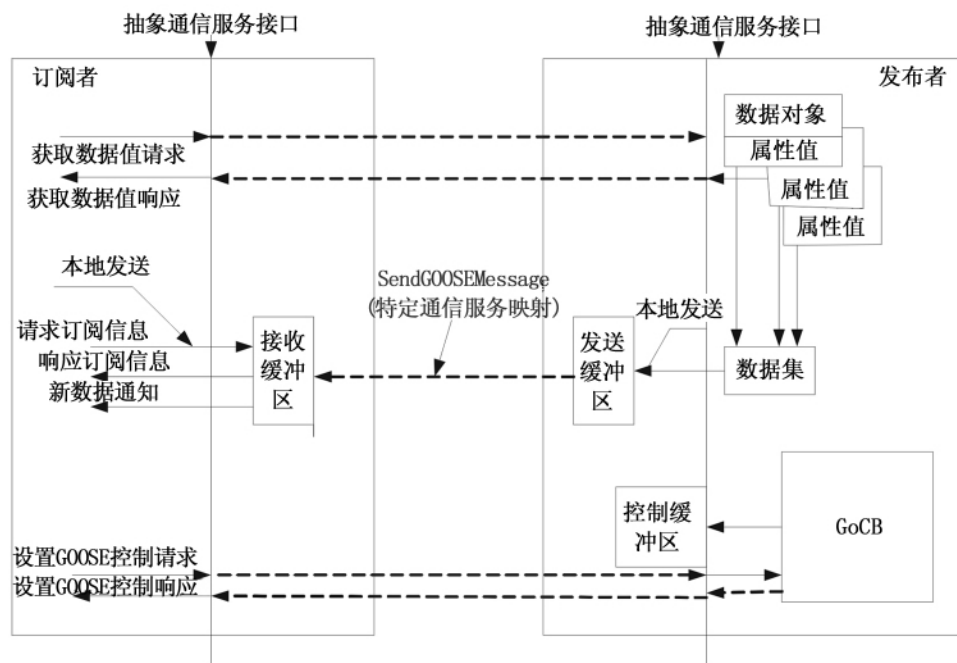


图1 GOOSE模型

(1) 报文存活时间(timeAllowToLive)。由于GOOSE/GSSE报文的重要性,即使外部状态不再变换,也应重发。此参数提示订阅者等待下一报文到来的最长时间。当等待时间大于timeAllowedToLive值仍未收到有效报文时,订阅者认为通信联系失去,采用预先定义的默认值取代。

(2) 事件序列计数器(SqNum)指GOOSE/GSSE报文传输次数计数值,订阅者通过SqNum能够确认报文传输无漏包。

(3) 状态改变计数器(StNum)与SqNum不同,表示由于外部状态变化导致报文发送的计数值。

(4) 状态改变时刻(T)表示由于某种事件状态变化导致GOOSE/GSSE报文发送时发布者的时刻,订阅者利用此参数可对其内部计时器进行设置。

网络,即功能与通信解耦。功能的最终实现还需要经过SCSM,SCSM负责将抽象的功能服务映射到具体的通信网络及协议上,具体包括:

(1) 根据功能需要和实际情况选择通信网络的类型和OSI模型的1-7层协议(如图2所示)。

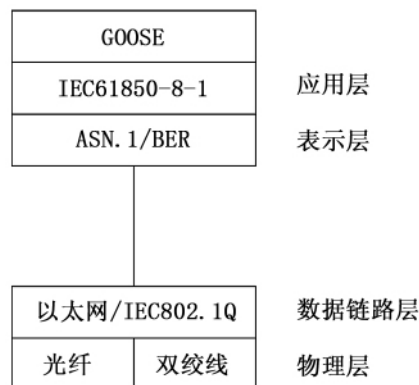


图2 变电站通信协议栈映射

(2) 在应用层上(OSI模型中的第7层)对功能服务进行映射,生成应用层协议数据单元(如Application Protocol Data Unit, APDU)形成通信报文(如图3所示)。

3 GOOSE 通信流程

3.1 GOOSE 通信映射

ACSI规范的信息模型的功能服务独立于具体

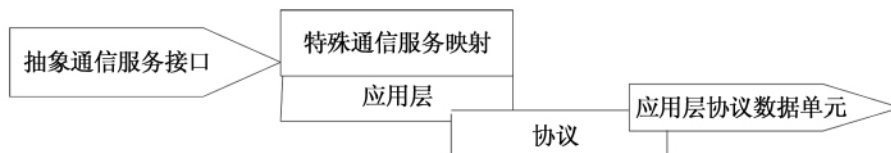


图3 ACSI 向应用层的映射

3.2 应用层

抽象语法记法 1(ASN.1) 被用来定义和规范应用层的 PDU(协议数据单元), 利用 ASN.1, 任何计算系统可以无歧义地将 ASN.1 定义的数据结构表示转换为它们自己的内部表示. 映射提供在 APDU(应用协议数据单元) 被递交到传输缓冲区时, 在此以前由若干个 ASDU(应用服务数据单元) 连接成一个 APDU. 被连接为一个 APDU 的 ASDU 的数目是可以配置的并与采样速率有关. ASN.1 规定 GOOSE 报文的 PDU 格式^[3] 如下所示:

```

IEC61850 DEFINITIONS::= BEGIN
IMPORTS Data FROM ISO - IEC - 9506 - 2
IEC 61850 - 8 - 1 Specific Protocol::= CHOICE{
gseMngtPdu [APPLICATION 0] IMPLICIT GSEmngtPdu,
goosePdu [APPLICATION 1] IMPLICIT IECGoosePdu,
}
IECGoosePdu::= SEQUENCE {
gocbRef [0] IMPLICIT VISIBLE - STRING,
timeAllowedtoLive [1] IMPLICIT INTEGER,
.....
.....
allData [11] IMPLICIT SEQUENCE OF Data
security [12] ANY OPTIONAL,
}
.....
END
  
```

对上述规法分析如下:

(1) 由 DEFINITIONS 可知本数据结构的模块名称是 IEC 61850.

(2) IMPORTS 构件指出此模块引用了 ISO - IEC - 9506 - 2(MMS) 中定义的 Data 参数, 这从 IECGoosePdu 定义的元素 all Data 中也能得到印证. Data 是 MMS 中一个重要的参数, 它同样采用 ASN.1 进行定义.

```

Data::= CHOICE{
IF( str1)
Array [1] IMPLICIT SEQUENCE OF Data,
ELSE
  
```

.....

ENDIF

```

Boolean [3] IMPLICIT BOOLEAN,
bit - string [4] IMPLICIT BIT STRING,
integer [5] IMPLICIT INTEGER,
.....
mMSSString [16] IMPLICIT MMSSString
}
  
```

可以看出, Data 参数中包含了丰富的数据类型, 如布尔型、位串型和整型等, 在 GOOSE 中, 上述数据类型可由用户自由选择. 这也是它比 UCA GOOSE 更为灵活的一种体现.

(3) 由于最上一级的结构使用了 CHOICE 类型, 表示从一组值中选择某个变量. 对于 GOOSE 报文传输, 需选择变量 goosePdu 为标号值是 0 的应用类(APPLICATION 0), 其标志名称是 IECGoosePdu, 标号用来区分不同的 PDU. 当要实现 GetGoReference 和 GetGOOSEElementNumber 这两个服务时, 需选择变量 gseMngtPdu, 其标志名称是 GSEmngtPdu, 标号值为 1 的应用类. 服务 GetGoCBValues 和 SetGoCBValues 分别通过映射到 MMS 的 read 和 write 服务实现. 这里引入了可以带来更简洁编码的隐式标记 IMPLICIT.

(4) IECGoosePDU 定义为包含 gocbRef、allDate 和 security 等 13 个变量的序列(SEQUENCE), 这 13 个变量所代表的信息是 GOOSE 报文的核心内容.

3.3 表示层

采用 BER 对应用层 PDU 进行编码, 如图 4 所示.

3.4 数据链路层

遵循 ISO/IEC 8802.3 协议(即以太网协议), 并对报文传输做了如下特殊处理:

(1) 以太网类型(Ether type) 由 IEEE 著作权注册机构注册, 是独一无二的, 其值为 0x88B8.

(2) 提供报文传输的优先级服务(IEEE802.1p) 报文默认优先级为 4.

(3) 分配特定范围的组播地址, 其范围从 01 - 0C - CD - 01 - 00 - 00 到 01 - 0C - CD - 01 - 01 - FF.

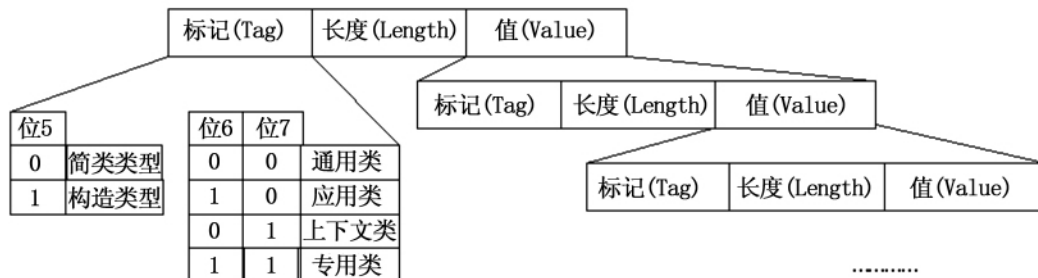


图4 BER 格式

4 实体构建

信息模型实体的构建是实现 IEC61850 的关键

环节,它的作用是让设备的实际功能、运行机制和数据(包括类型与组织形式等)能够准确和完备的实现设备对应信息模型的所有细节,信息模型构建方案如图5所示。

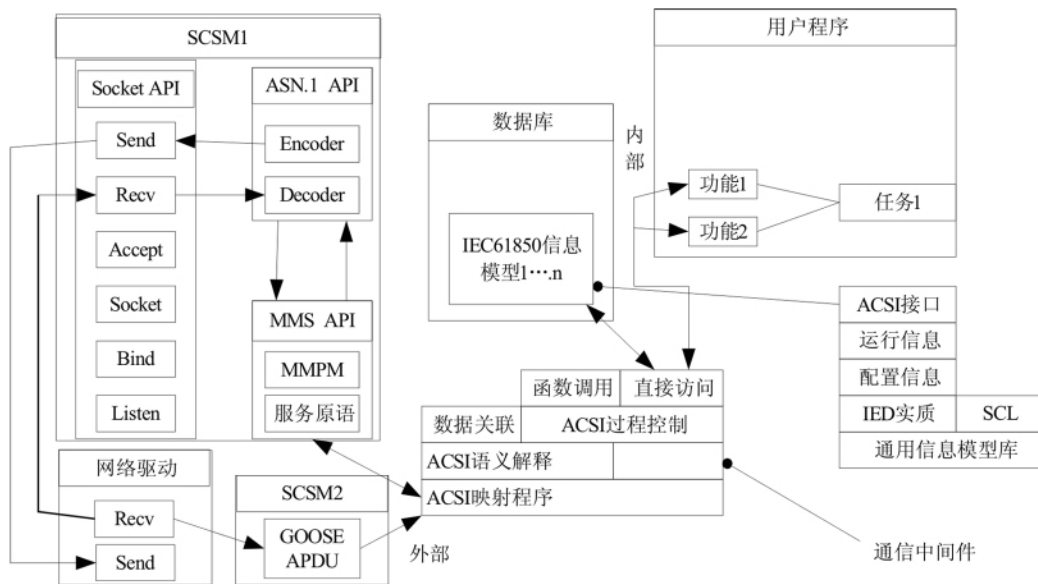


图5 信息模型构建方案

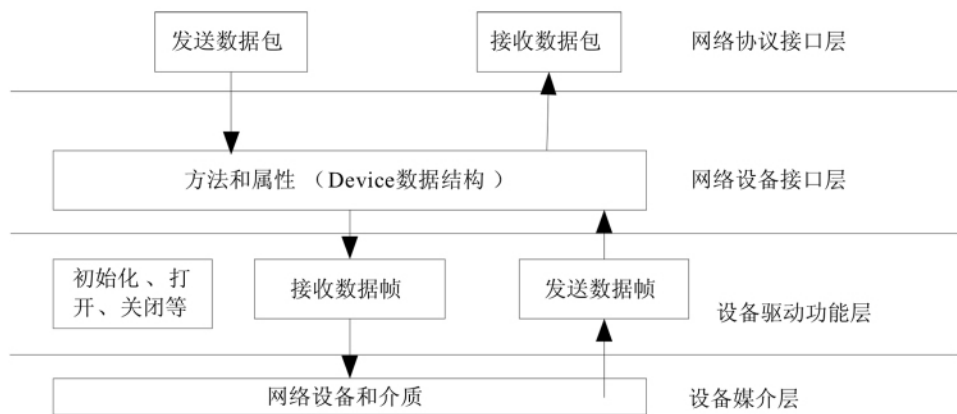


图6 Linux 网络设备驱动程序结构

通过以类的组织形式构建出完整的信息模型(包括信息模型支持的全部功能服务),由类的成员函数与成员变量之间的关联实现服务与服务对象的耦合,通过类的派生行为保证数据语义的准确性和

一致性。

下面以 Linux 网络设备驱动来介绍实体构建的通信方法。其功能分为两个部分:发送数据和接收数据。在发送数据时,应用程序调用设备驱动程序,由

后者全权负责将数据发送到物理介质,并且接收硬件产生的应答信号;在接收数据时,由中断处理程序调用设备驱动接收来自网络介质的数据帧,并将它转换为能被应用程序识别的数据. Linux 网络设备驱动程序结构如图 6 所示^[4].

驱动程序编写好后,应用程序要使用它,必须将驱动程序作为一个模块装入内核. 模块是内核的一部分,但是还没有被编译到内核里面去. 它们被分别编译并连接成一组目标文件,这些文件能被插入到正在运行的内核,或者从正在运行的内核中移走.

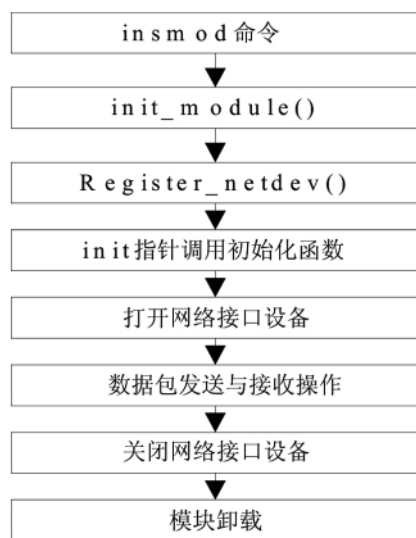


图 7 Linux 网络设备驱动程序实现模式

一个应用从头到尾完成一个任务,而模块则是为以后处理某些请求而注册自己,完成这个任务后它的“主”函数就立即中止了. 所有内核模块都有两个入口点:一个是 `init_module`,另一个是 `cleanup_module`. 其中 `init_module` 的任务就是为以后调用模块的函数做准备. 图 7 示意了网络模块的装载到运行到卸载的过程.

5 结语

对 GOOSE 通信方式和对实现机制方面做了详细的研究. 在实际设计中还要解决许多细节问题. 例如数据集的建立,映射 APDU 的性能以及具体的编码措施等. 相信 GOOSE 通信所具有的优点将会成为变电站自动化系统发展的趋势.

参考文献:

- [1] DL/T. 860. 91 - 2006 IEC61850 [S]. 北京: 中国电力出版社 2007.
- [2] 殷志良, 刘万顺, 杨奇逊, 等. 基于 IEC61850 标准的过程总线通信研究与实现 [J]. 中国电机工程学报, 2005, 25 (8): 84 - 89.
- [3] 殷志良, 刘万顺, 杨奇逊, 等. 基于 IEC61850 的通用变电站事件模型 [J]. 电力系统自动化, 2005, 29 (19): 45 - 50.
- [4] 宋宝华. Linux 设备驱动与开发详解 [M]. 北京: 人民邮电出版社 2008.

Study on the Program of GOOSE Communication Substation

XIAO Tao, LIN Zhi-ming, TIAN Li-ping

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: IEC61850 is characterized by the establishment of tiered architecture, unified object model and an abstract interface, and other communication service. Realizing universal object-oriented substation event (GOOSE) is a way of IEC61850 communication, which solves the real-time and reliability requirements of high data transmission. The paper gives a detailed study of the GOOSE message and its means of communication processes, which provides a possibility of communication methods of realizing GOOSE. Finally, the paper presents the structure of the GOOSE communication entities including a set of GOOSE communication process. Considering sending and receiving GOOSE message, we discuss the Linux-based operating system of communication, and describes the Linux network device driver procedure.

Key words: GOOSE; communication protocol stack; IEC61850

(责任编辑: 刘棉玲)