

数字故障录波器 MMS 服务设计与实现^①

蒋 杰, 郝卫东, 霍崇浩

(桂林电子科技大学 机电工程学院, 桂林 541004)

摘 要: 针对 IEC61850 标准在数字化变电站及智能电子设备中广泛应用, 采用 IEC61850 标准对故障录波器功能进行了建模, 将该模型中的对象及服务映射到 MMS 中, 设计了 MMS 服务端. 调用思科 MMS-EASE Lite 源码包, 降低了 MMS PDU 的设计难度, 实现了录波器 MMS 通信服务功能, 最后以录波器应答客户端调取服务器目录服务为例, 抓取分析通信报文, 验证了 MMS 通信准确性.

关键词: 录波器; MMS; IEC61850 标准; 逻辑节点

Design and Realization of MMS Service in Digital Fault Waveform Recorder

JIANG Jie, HAO Wei-Dong, HUO Chong-Hao

(School of Mechanical & Electromechanical Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: The IEC61850 standard is used widely in digital substation and intelligent electronic devices. The fault waveform recorder model is build based on IEC61850. The objects and services in model are mapped to MMS. The MMS server is designed. It reduce difficulty of design by call the cisico MMS-EASE lite. The function of MMS service achieve. The last, give an example, the server respond to the server directory request of client. It verify that MMS service is provided right correctly by analyze the communication messages.

Key words: waveform recorder; MMS; IEC61850; logical node

制造报文规范(Manufacturing Message Specification)是 OSI 应用层的一个协议标准(国家标准 GB/T16720, ISO 9501:2003), 用于支持计算机集成制造(CIM)环境下可编程设备之间双向报文通信. MMS 规范了厂商设备间的通信, 方便制造设备入网, MMS 通信服务是实现电子设备间互操作性的基础^[1].

数字故障录波器应用于电力系统, 在系统发生故障时, 自动地、准确地记录故障前、后过程中的电气量(电压、电流等)的变化, 通过对这些电气量的分析、比较, 生成故障数据文件. 这些故障数据文件对分析处理事故、判断保护动作是否正确及提高电力系统安全运行水平均有着重要作用^[2].

1 数字故障录波器模型

1.1 录波器信息模型

IEC61850 标准是基于通用网络通信平台的变电

站自动化系统唯一国际标准, 采用面向对象思想来描述变电站电子设备之间的通信协议^[3]. 通过对故障录波器的功能进行抽象, 分析故障录波器的逻辑组成, 对传统过程化流程实现的功能进行解耦分析, 抽象出故障录波器所含有的逻辑节点^[4]. 录波器的信息模型自上而下依次为: 服务器(Server)、逻辑设备(Logical Device)、逻辑节点(Logical Node)、数据对象(Data Object)及数据属性(Data Attribution). 在数字故障录波器中设立一个服务器, 服务器中包含一个逻辑设备, 逻辑设备下面建立四大类逻辑节点, 每个逻辑节点下依据功能约束, 分别建立数据对象及数据属性. 基于 IEC61850 的录波器信息模型如图 1.

根据 IEC61850-7-3 和 IEC 61850-7-4 的标准^[5], 故障录波器的四类逻辑节点分别为逻辑节点零(LLN01)、物理装置逻辑节点(LPHD1)、模拟量监测逻辑节点(RADR)及开关量监测逻辑节点(RBDR). 逻辑节点零

^① 收稿时间:2013-01-14;收到修改稿时间:2013-03-06

(LLN01)用于存放其它逻辑点实例所需要的公有信息, 在一个逻辑设备(LD)内只有一个该类型的实例. 物理装置逻辑节点(LPHD1)主要反应了设备物理特性而非功能特性, 在一个逻辑设备(LD)内也只有一个该类型的实例. 针对故障录波器监测的模拟量通道, 设计模拟量监测逻辑节点(RADR), 为每一个模拟量通道, 实例化一个 RADR 类型对象. 与 RADR 类型的逻辑节点类似, 针对故障录波器监测的开关量通道, 设计 RBDR 类型的逻辑节点, 为每一个开关量实例化一个 RBDR 类型对象.

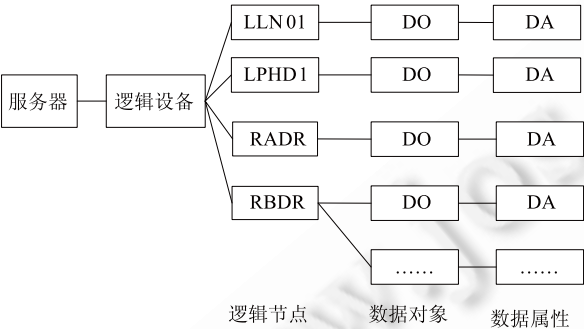


图 1 数字故障录波器信息模型结构

1.2 录波器模型框架

根据 IEC61850-7-2, 故障录波器服务端抽象通信服务紧密相关的三部分内容: (1)故障录波器服务端全部信息的层次结构. (2)服务端模型的层次结构的类提供的服务. (3)与每个服务相关的参数^[6]. 前面已经建立了故障录波器服务端全部信息的层次结构, 故障录波器服务端中层次结构提供的服务主要有下面几类: 与客

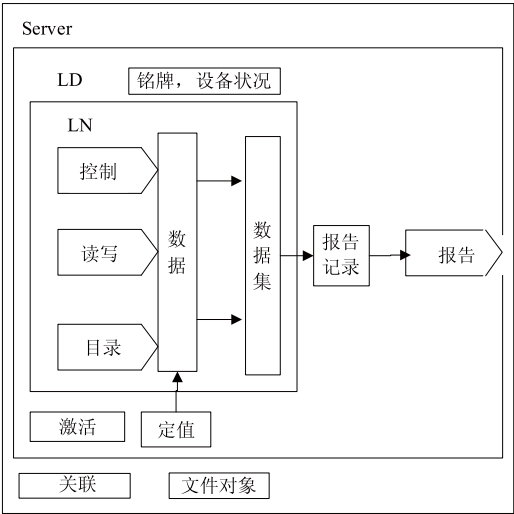


图 2 录波器模型框架

户端建立连接、实时的数据访问和检索、控制设备、设备的自我描述、定值服务、报告控制、文件传输等. 根据故障录波器服务端模型的层次结构和各结构层次提供的服务, 可以得出故障录波器模型框架如图 2 所示.

2 ACSI到MMS的映射

故障录波器模型中提供的服务, 根据 IEC61850-8-1^[7], 通过抽象通信服务接口(ACSI)映射到应用协议集中应用层的 MMS 中. 在 MMS 环境中, 与服务请求客服端建立关联后, 即可实现的 MMS 通信服务. 故障录波器模型中对象与 MMS 映射关系如表 1.

表 1 录波器中对象到 MMS 对象的映射

服务器 (Server)	应用过程虚拟制造设备 (Application Process VMD)
关联 (Association)	MMS 环境上下文
逻辑设备 (LD)	域对象 (Domain Objects)
逻辑节点、数据对象 (LN、DO)	命名变量 (Named Variable Objects)
数据集 (Data Sets)	命名变量列表 (Named Variable List Objects)
日志 (Log)	日志对象 (Journal Objects)

故障录波器核心服务(基于客户/服务器模式的服务)映射到成熟的通信报文规范 MMS, 在应用协议集中表示层采用统一的 BER 编码, 使得不同厂家相同功能的产品可以理解相互传送的信息. 故障录波器抽象核心服务与 MMS 服务映射关系如表 2.

表 2 IEC61850 模型对象中服务到 MMS 服务映射

信息模型对象	信息模型对象提供服务	MMS 服务
服务器	GetServerDirectory	MMS GetNamedList
关联	Associate Release	MMS Initiate MMS Conclude
逻辑设备	GetLogicalDeviceDirectory	MMS GetNamedList
逻辑节点	LogicalNodeDirectory	MMS GetNamedList
数据对象	GetDataValues SetDataValues GetDataDirectory	MMS Read MMS Write MMS GetVariableAccessAttribute
数据集	GetDataSetValue SetDataSetValue CreateDataSet	MMS Read MMS Write MMS DefineNamedVariableList
日志	GetLogControlValue SetLogControlValue	MMS Read MMS Write

3 MMS服务端设计

3.1 MMS 服务端框架结构

录波器模型中对象和服务映射到 MMS 环境中对应的部分之后,下面设计及实现这些 MMS 对象及服务.将录波器作为 MMS 服务端,客户端通过 MMS Request PDU 请求录波器服务端,服务端对一特定服务请求实例作出应答的通信实体.服务端模型中各对象与客户端请求端的关系如图 3:

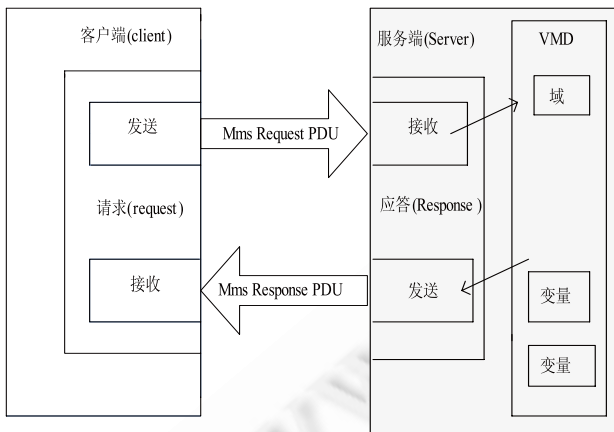


图 3 MMS 客户端与服务端关系框图

3.2 MMS 服务端主要模块设计

3.2.1 特殊通信服务映射(SCSM)模块.

依据 IEC61850-8-1 标准,SCSM 模块负责实现 ACSI 服务到 MMS 服务的映射,包含 SCSM 管理器和 MMS 接口库函数两部分,服务请求信息经过 SCSM 管理器判断处理后,根据 ACSI 服务,调用相应的 MMS 库函数,MMS 接口库函数通过动态链接方式供 SCSM 管理器调用.

3.2.2 制造报文协议(MMPM)模块.

通过设计一个 MMPM 管理器,操作 MMPM 模块.MMPM 模块负责 MMS PDU 的编码,产生 MMS PDU 报文,实现 MMS 服务,实现对客户端请求报文的应答.将 MMPM 管理器设计为链表结构,存储与客户端建立的应用关联信息,每一个应用关联下面存储对应的服务请求链表.当收到请求报文后,则将服务请求添加到对应关联下;完成应答请求报文后,将关联下的服务请求链表删除.

3.3 MMS PDU 实现及测试

根据 ISO/IEC 9506-1 中定义 MMS 服务原语和录波器提供的服务,采用 SISCO 公司的 MMS-EASE Lite

C 语言源代码包,它提供 MMS PDU 编解码机制及 MMS 对象创建的接口函数.以服务端对客户端的 GetServerDirectory 服务请求的应答响应为例来说明.

录波器接收到 GetServerDirectory 服务请求后,作相应的解码,判断服务请求类型.通过 Ethereal 抓包软件,收到客户端的 GetServerDirectory 服务请求发出的报文如图 4:

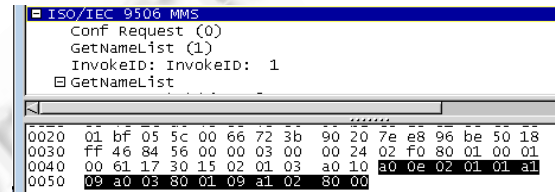


图 4 客户端请求报文

GetNamedList 的请求服务在 MMS 中 ASN.1 定义如下:

```
GetNameList-Request ::= SEQUENCE {
    objectClass      [0] ObjectClass,
    objectScope      [1] CHOICE {
        vmdSpecific    [0] IMPLICIT NULL,
        domainSpecific [1] IMPLICIT Identifier,
        aaSpecific      [2] IMPLICIT NULL,
        continueAfter  [2] IMPLICIT Identifier OPTIONAL
    }
}
```

GetServerDirectory 服务请求请求报文 a0 0e 02 01 01 a1 09 a0 03 80 01 09 a1 02 80 00,最后通过底层 TCP/IP 协议栈发送到服务端.录波器 MMS 服务端回应的报文如图 5. 具体为 a1 1b 02 01 01 a1 16 a0 11 1a 0f 44 46 ...81 01 00.

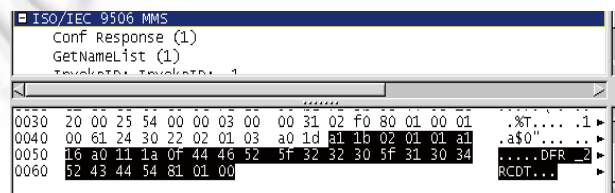


图 5 录波器服务端回应报文

服务端回应的 GetNamedList 的服务在 MMS 协议规范中以 ASN.1 描述定义. 左边为 MMSpdu 的 ASN.1 的描述, 右边为对应该结构的 BER 编码值.

```
MMSpdu ::= CHOICE {
    confirmed-RequestPDU [0] IMPLICIT Confirmed-Request
    confirmed-ResponsePDU [1] IMPLICIT Confirmed-Response
}
```

```

ResponsePDU,                                //a1 1b
  confirmed-ErrorPDU [2]IMPLICIT Confirmed ErrorPDU,
  .....}
Confirmed- ResponsePDU::=SEQUENCE{
  invokeID  unsigned32,                      //02 01
    service  ConfirmedServiceResponse,
  .....}
ConfirmedServiceResponse::= CHOICE{
  .....
  IF(getNameList)
    , getNameList
  [1]IMPLICIT  GetNameList-Response  //a1 16
  ELSE
  .....}
GetNameList-Response::=SEQUENCE{
  listOfIdentifier [0]IMPLICIT SEQUENCE OF Identifier,
//a0 11 1a 0f...

  moreFollows  [1]IMPLICIT  BOOLEAN DEFAULT
  TRUE                                // 81 01 00      }

```

该报文符合 ASN.1 的 BER 基本编码原则, 并且与 MMS 中 GetNamedList 服务协议定义一致, 验证了录波器 MMS 服务正常。

4 结语

在数字故障录波器的通信服务开发中, MMS 通信服务设计及实现是一个关键点及难点。由于基于

IEC61850 标准的数字故障录波器只需实现 MMS 服务和协议中的一个很小的子集, 本文采用了 SISCO 的 MMS-EASE Lite C 语言源代码包, 降低了开发难度。但是在实际产品开发中, 对于 ISO 七层通信参考模型中表示层、会话层等方面, 还需要很多工作。

参考文献

- 1 胡冰山.基于 DSP 的故障录波器设计[学位论文].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2006.1-6.
- 2 张延冬.基于 Linux 实时多任务操作系统故障录波器研究[学位论文].北京:华北电力大学,2004.8-12.
- 3 IEC. Communication networks and systems in substations, Part 7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment-Abstract communication service interface.2006.
- 4 IEC. Communication networks and systems in substations, Part 7-3: Basic communication structure for substation and feeder equipment-Common data classes. 2006.
- 5 IEC. Communication networks and systems in substations, Part 7-4: Basic communication structure for substation and feeder equipment-Compatible logical node classes and data classes. 2006.
- 6 IEC. Communication networks and systems in substations, Part-6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs. 2006.
- 7 IEC. Communication networks and systems in substations, Part 8-1: Specific Communication Service Mapping (SCSM)-Mapping to MMS (ISO/IEC 9506 Part 1and Part 2) and to ISO/IEC8802-3.2006.

(上接第 209 页)

信息管理和维护人员的工作效率, 实现了 IT 在线服务知识管理与共享。

参考文献

- 1 张晓丽,路杨.基于 MVC 模式的 Web OA 系统的设计与实现.计算机技术与发展,2012,22(8):63-66.
- 2 王凤岭.基于 MVC 的主流 Web 框架技术研究.南宁职业技术学院学报,2011,16(3):94-97.
- 3 薛峰,梁锋,徐书勋,王彪任.基于 Spring MVC 框架的 Web 研究与应用.合肥工业大学学报,2012,35(3):337-340.
- 4 田娟,徐钊.基于 J2EE 的 MVC 设计模式的分析与思考.计算机与现代化,2010,10:54-58.
- 5 王坤.基于 Spring MVC 架构的信息系统的设计与实现.河

北软件职业技术学院学报,2009,11(2):31-37.

- 6 孙强,孙龙清,邱小彬.基于 Struts+Spring+iBatis 的轻量级 Web 应用框架研究.计算机应用与软件,2008,25(10):135-137.
- 7 周茜,陈钰,曹庆花,苏方方,阳建中,邓雅琼.基于 Struts+JPA+Spring 架构的电子商务系统的设计与实现.软件导刊,2011,10(1):88-91.
- 8 刘高军,夏景隆.基于 Spring MVC 和 iBATIS 框架的研究与应用.计算机安全,2012:24-30.
- 9 罗国涛.新型框架 Struts2.0+Spring2.0+iBatis 在 MIS 系统中的应用.软件导刊,2009,8(4):35-37.