

doi: 10.7690/bgzd.2019.03.008

## 基于多层协议字典的通用化通信技术

潘 昶

(中国人民解放军 92941 部队 45 分队, 辽宁 葫芦岛 125000)

**摘要:** 为解决靶场试验信息接口标准与通信协议不规范、接口协议不一致的问题, 以靶场测控试验网为平台, 对多层协议字典的通用化通信技术进行研究。构建一套可以适用于各种不同规范通用的试验数据互联平台, 通过对多层次通用数据协议字典的设计, 实现接口的灵活性和可扩展性; 同时, 提出一种大规模动态订阅发布系统中重配置管理的新途径, 实现动态高效重配置和信息发送接收的灵活性互联。结果表明: 该技术可使信息传输系统具有更大灵活性和扩展性, 适用于所有格式传输规范的信息交换。

**关键词:** 信息交换; 多层协议; 通用的

**中图分类号:** TP311 **文献标志码:** A

## Generic Communication Technology Based on Multi-level Protocol Dictionary

Pan Chang

(No. 45 Team, No. 92941 Unit of PLA, Huludao 125000, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of nonstandard communication protocol and inconsistent interface protocol between the information interface standard and the communication protocol of the range test, taking range monitoring and testing net as platform, the paper research on general communication technology of multi-level protocol dictionary. Establish the test data interconnection platform for satisfying varied standards, and realize the interface flexibility and extensibility. At the same time, put forward a new approach for reconfiguration management in large-scale dynamic publish-subscribe system, realize the flexible interconnection between dynamic high efficiency reconfiguration and information sending/receiving. The results show that the technology can make information transmission system more flexible and extensible. It can be used for information exchange of all types of transmission standard.

**Keywords:** information exchange; multi-level protocol; general

### 0 引言

海上靶场承担各种武器装备的试验、训练和演练任务。指控中心负责各种测控、靶标、海空情报和指挥显示信息的收发、存储、实时处理、指挥显示与导弹安全控制。目前这些测控数据的协议和传输规范格式多样, 没有统一的规范和协议。笔者为实现指控中心对不同系统间不同传输规范信息的通用互联, 研究基于多层软件设计架构、通用灵活、可扩展的靶场试验信息互联通信技术, 以及与之配套多层次的通用数据传输规范字典<sup>[1]</sup>, 便于与其他系统之间的互联互通。目前海上靶场指控中心的测控信息汇集分发系统, 是针对海上靶场以及总装、外部信息的测控信息不同的传输规范和协议, 设计相对应的上层模块, 调用不同的解析程序进行测控数据的接收和解析<sup>[2]</sup>, 这样一方面只能接受和处理已有的数据传输规范的信息, 通用性不高, 当有新的信息帧格式需要处理和通信时, 需要对装备和中

心机不断进行接口改造; 另一方面对于各种不同协议的测控数据, 协议的内容基本上除了各自的数据字段外, 包含有版本号、帧长度、任务标志等一些共性的字段<sup>[2]</sup>, 但是在解析程序中还是需要重新编写代码、测试、开发。针对以上问题, 笔者以靶场测控网络为平台, 对靶场指控中心的汇集分发系统进行通用化的设计, 对不同协议格式进行灵活配置, 适用于不同规范和接口, 设计具有高度灵活性和可扩展性的系统<sup>[3]</sup>。

### 1 总体设计

针对当前靶场所属装备以及靶场系统外部装备信息传输规范的多样性, 研究基于 MVC 的分层软件架构模式, 实现底层数据与数据解析方法、交互显示的分离; 设计可以根据不同需求, 自行编辑协议帧格式的帧编辑软件<sup>[4]</sup>; 根据灵活通用需求在数据表示层面研究设计多层次通用协议字典的方法; 研究支持动态网络拓扑结构的动态重配置模型, 改

收稿日期: 2018-10-22; 修回日期: 2018-12-25

作者简介: 潘 昶(1974—), 女, 辽宁人, 硕士, 高级工程师, 从事计算机与测控软件研究。

进静态的发布订阅消息模式；设计搭建一套可以适用于各种不同规范和接口的、通用的、具有高度灵活性和可扩展性的试验数据互联平台。

## 2 靶场信息通用互联系统软件架构

首先建立通用互联系统相关的分层业务关系、部件组织关系、控制逻辑。建立面向服务的标准数据互联体系架构。设计分层的 MVC 软件架构，将试验信息通用互联系统结构设计分成控制层、模型层、视图层和接口层。接口层提供各类数据接口的初始化，建立与各类协议信息连接和套接字，完成相应的数据采集功能，为数据解析提供一个统一、友好的数据接口，二次封装与上层通信。数据业务层由帧解析模块构成，预先通过协议编辑操控软件将协议信息按特定格式录入，生成协议配置文件。那么解析模块按设定的解析方案对试验信息进行信息帧的分类和解析，对数据进行有效性验证、整合，交给视图层<sup>[5]</sup>。在视图层用户选择想要监测的帧信息进行显示，根据协议的不同动态布局，提供针对不同帧格式的特定显示界面。业务层调用相应帧的数据提供给视图层。控制层完成系统的信息订阅发布数据流控制和标准协议的配置管理，并以消息方式通知视图层显示刷新。这样分层设计的好处是只要约定好各功能模块及层次之间的接口，就可进行各层次模块的独立并行开发，较好地实现了底层数据与数据解析方法、交互显示的分离，从而提高软件复用程度。试验信息通用化通信系统架构如图 1。

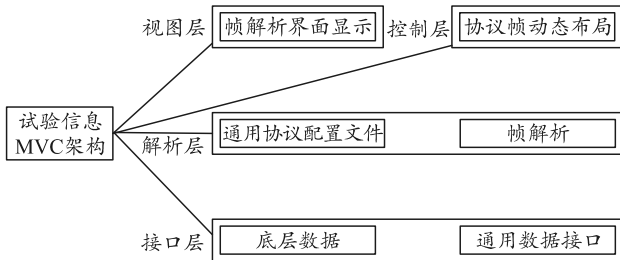


图 1 试验信息通用化通信系统架构

## 3 多层次通用数据协议字典的设计

### 3.1 基本思想

目前的靶场信息传输协议内容大体格式为：除了基本的包含版本号、帧长度、任务标志等一些共性的字段外，还有针对某项任务、某种装备专门制订的数据字段，这样的协议格式就与具体的任务高耦合，任何一点改动都需要产生新的协议。为了适应新的协议，产生了大量的重复工作。笔者根据海上靶场信息系统的基本特性，采用接口虚拟化设计

技术，提出多层通用数据协议字典方法，提供协议模板描述、协议组织与协议解析服务，实现本地协议、标准协议、网络收发、安全保密的逻辑分离，真正实现接口的灵活性和可扩展性<sup>[6]</sup>。

### 3.2 协议格式定义

目前的靶场信息传输规范中涉及中心机之间、中心机与装备间、中心机与外部系统间多种信息交换格式，表 1、表 2 中列举了几种协议格式。

表 1 格式 1

协议 1	UDP 头标				用户数据包
符号	SK	DK	LP	CHK	I
含义	信源端口	信宿端口	长度	校验和	信息
字节数	2	2	2	2	n

表 2 格式 2

协议 2	UDP 头标				用户数据包		
符号	SK	DK	LP	CHK	S	D	I
含义	信源端口	信宿端口	长度	校验和	信源	信宿	信息
字节数	2	2	2	2	1	1	n

从表中可以看出：2 种协议有共同的字段，比如信源、信宿、长度、校验等。在其中的用户数据包也有一些通用的字段：类型、目标号、时间、状态等。不同是头标定义协议 2 比协议 1 多了信源信宿地址，信息字段内部定义根据具体要求也有所不同。

### 3.3 协议的弊端

从 3.2 节的帧格式中可以看出：一方面一些字段的名字虽然不尽相同，实质含义却大同小异，那么在解析帧结构的时候，需要对这些共同部分的帧重复编写代码，造成了人力物力的浪费；另一方面，不同系统之间在对不同格式之间信息帧交换时涉及协议之间转换问题，当一方因为任务需要改变帧格式定义，那么与之信息交换的另一方也需要进行相应的转换工作。不仅如此，使用该协议的所有系统和装备都需要进行相应的改变，造成大量的接口改造工作。

### 3.4 通用协议的设计

#### 3.4.1 协议格式设计

目前的靶场通信涉及中心机之间的协议、装备间的协议、装备与靶船的协议、中心与靶船的协议。为了实现信息交互，编写了不同版本的协议和相应的解析及组包程序。笔者针对此类涉及靶场的通用协议问题，为实现通用协议的灵活性，引入协议模板的概念，即在通用协议与具体的数据格式之间增

加了一个协议模板，进行翻译和转换方式的描述，将各自不同格式的协议虚拟化和统一化。具体来讲，设计通过协议模板描述靶场装备系统协议的基本结构(包括协议组成、排列)和具体组织方式(包括封装方式、解析方法等)。为了实现这些区分不同靶场协议的描述功能，协议模板需要设计有相应的模板参数，用来描述协议模板的协议组织格式，包括名称、

长度、类型、转换方案等。模板参数分不同类型，有基础信息参数和协议参数。基础信息参数描述与具体靶场装备有关的参数，比如协议来源、装备 ID 等。如图 2 所示，协议参数包括协议的基本属性协议层次、协议的类型、协议 ID、协议的封装方法等。通过协议模板的设计，实现协议的封装，可提供很大的扩展空间。

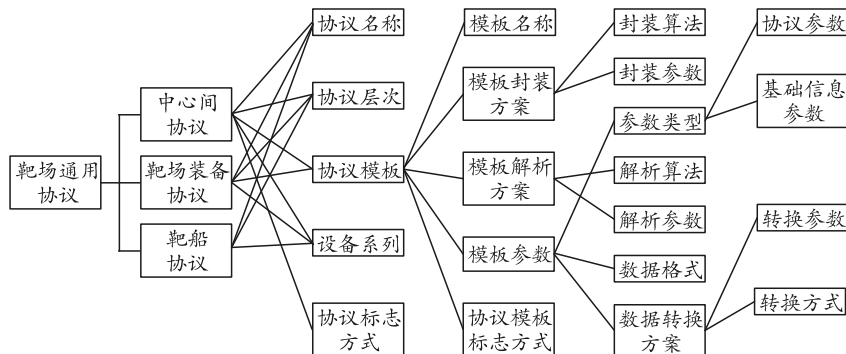


图 2 试验信息多层协议字典

### 3.4.2 协议存储字典设计

考虑通用协议的多层特性以及在数据封装中需要用到大量的查询，采用 MySQL 实现。设计多层次的通用协议，需要协议字典对多层次的协议进行说明和定义。基于协议字典的设计可以从根本上实现协议的灵活性和可扩展性。首先建立协议表、模板表、协议与模板关联表、模板与模板参数关联表和模板参数表，用于实现的数据库表如表 3—5 所示。

表 3 协议表

字段名	解释
Proid	主键
Proname	协议名
Template	模板
Layer	协议层次
Identify	协议识别方式

表 4 模板表

字段名	解释
Templeid	主键
Patname	模板名
Template	模板
parsestyle	解析方式
Identify	识别方式

表 5 协议与模板关联表

字段名	解释
Reltionid	主键
Proid	协议号
Templeid	模板号

### 3.4.3 协议解析方式设计

#### 3.4.3.1 协议多样性设计

采用协议字典模型的解决方式来实现协议的多

样性。将协议以一定的顺序与参数关联，用以定制不同的协议格式。通过定义协议参数的方法实现多层协议的定制。

#### 3.4.3.2 灵活的解析方式

在定义协议模板的时候选择模板解析方案。模板解析方案可以从已有的方式中选择，也可以做二次开发。模板解析方案不影响协议格式。同一个协议可能有多个协议模板，不同协议的协议模板识别方式不同。

新增装备或系统与中心机系统实现互联时，只需要在各自的协议字典中定制新的协议格式即可；装备原有协议发生改动时可通过修改协议等方式维护变更，而解析工作的调整只需要中心机做一些调整，而不再需要在装备端做代码编写和修改工作。这种协议的多层次设计，实现了协议多样性和灵活的解析方式，减少了变更的维护量。

## 4 发布-订阅的重配置传播模式的设计

指控中心作为靶场的信息中心，汇集分发各种测控、靶标、海空情报和指挥显示信息。采用发布-订阅的通信模式，使发布者通过消息中间件通知测控网的其他节点所拥有的消息主题，订阅者通过消息订阅感兴趣的、能够实现测控网信息发送和接收的灵活性，降低耦合度。在此基础上提出一种大规模动态订阅发布系统中重配置管理的新途径，基于代理拆分和合并过程，分析了订阅表的重配置策略。可重配置

的订阅发布系统是指订阅发布系统支持事件代理框架所对应的拓扑结构的动态重配置,是新型高效、面向大规模的事件代理框架。重配置管理分为基于静态模式的和基于结构化模式的 2 种方法。静态模式指由多个代理组成的覆盖网络一旦形成以后,其拓扑结构几乎不会发生变化。本质上是静态的。结构化模式具有良好的自组织性、容错性和扩展性,但是网络中的每个节点需在所有生成树中向根节点传播订;因此,在重配置管理时,订阅表的维护成本很高。文中系统应用 RS3DS 的动态重配置模型,保证订阅发布的高效性,通过调节事件、订阅分区的大小,改变节点的订阅、事件负载,适应不同流量特点的应用,实现动态高效重配置和信息发送接收的灵活性互联。

### 5 结束语

随着试验任务规模扩大,汇集于指控中心的不同格式的试验信息种类也逐渐增多,迫切要求发展统一的、通用性强的靶场测控信息通信互联系统来保障系统间的实时传输。笔者以靶场测控试验网为平台,设计多层协议规范字典技术,实现根据不同需求自行编辑协议帧格式的灵活配置,设计适用于各种不同规范的、有高度灵活性和可扩展性的、通用化多层架构的测控信息交互系统,具有一定的推

\*\*\*\*\*

(上接第 30 页)

任意任务的堆栈信息可由应用程序内调用查询,达到了既能实现任务堆栈检测的功能,又能优化统计任务的目的。

### 3 结束语

针对  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{III}$  启动延时和统计任务方面瑕疵,笔者给出了解决方案。该方案能够有效地解决启动延时问题,并能提高统计任务的效率,降低其占用 CPU 的负荷。

### 参考文献:

[1] 张杨,李恒,谭洁. 基于 Cortex-M4 处理器的  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{III}$  移植分析与实现[J]. 工业仪表与自动化装置, 2017(6): 15-19, 64.

广价值。

### 参考文献:

[1] 张李平. 通用性地面监测系统软件架构的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2015 (3): 28-29.

[2] 陈章毅. 基于 ATCA 的电信多标准通用平台软件设计与实现[D]. 上海: 上海交通大学软件学院, 2009: 3-5.

[3] 曲鹏,周应旺,崔雷. 小型无人机发动机控制系统 CAN 总线通信技术[J]. 兵工自动化, 2017, 36(8): 57-61.

[4] 张吉敏. 测控信息网传输协议研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011: 9.

[5] 张鹏伟,于文新. 基于 Hibernate 的数据操作效率提升研究[J]. 科教导刊(电子版), 2013(19): 129-130.

[6] 罗青林,徐克付,臧文羽,等. Wireshark 环境下的网络协议解析与验证方法[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(3): 772-772.

[7] 唐文娟,陈丽娜. 基于 Hibernate 持久层性能优化方案的研究[J]. 智能计算机与应用, 2012, 2(1): 57.

[8] 陈正举. 基于 HIBERNATE 的数据库访问优化[J]. 计算机应用与软件, 2012, 29(7): 144-149.

[9] 黄辰虎,陆秀平,王克平,等. 海道测量水位改正通用软件研制[J]. 海洋测绘, 2014, 34(5): 51.

[10] 张永峰. 基于 UDP 协议的航空发动机振动实时监视系统设计[J]. 测控技术, 2015, 34(3): 56.

[2] 童鑫.  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$  的移植与堆栈改进[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.

[3] LABROSSE J J, 邵贝贝. 嵌入式实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{III}$ [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012: 20-500.

[4] 张国强. CPU 利用率的估算[J]. 冶金丛, 2002(5): 16-17, 26.

[5] 尹传高,杨跃武. 操作系统[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000: 31-69.

[6] 吴光文,周航慈. Cx51 程序设计的堆栈空间计算方法[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2010(12): 68-69.

[7] 原义盈. 嵌入式软件堆栈溢出的静态测试方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2011: 21-36

[8] 黄土琛,宫辉,薛涛,等. 在 CodeWarrior 编译环境下运行  $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{III}$ [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2012, 12(12): 23-26.