

# 潜艇雷弹发射装置控制系统模拟操作软件<sup>①</sup>

周 杰<sup>1</sup>, 郭 敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(海军潜艇学院战略导弹与水中兵器系, 青岛 266044)

<sup>2</sup>(海军 91033 部队, 青岛 266043)

**摘 要:** 为降低训练费用, 提高训练效率, 提出开发潜艇雷弹发射装置控制系统模拟操作软件, 以软件平台代替实际操作台, 便于操作人员迅速熟悉系统工作流程, 掌握操作方法. 文章从模拟操作软件的基本功能出发, 提出综合利用 VC、FLASH 和 3DSMAX 软件平台开发模拟操作软件, 利用模块化设计, 构建了系统软件结构, 分析了各组成模块的功能, 归纳了软件流程.

**关键词:** 发射装置; 模拟操作; 软件设计

## Simulation Operation Software Design of Submarine Launcher Control System

ZHOU Jie<sup>1</sup>, GUO Min<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Dept. of Strategic missile and Underwater Weapons, Naval Submarine Academy, Qingdao 266044)

<sup>2</sup>(Naval 91033, Qingdao 266043)

**Abstract:** In order to reduce the cost of training, improve the training efficiency, the paper suggests to develop the simulation operation software of submarine launcher control system. Operators can operate with the software instead of real the control console, so as to facilitate the operator to quickly familiar with the work flow of system, control method of operation. Based on the basic function of simulation operation software, the paper put forward to comprehensive use of VC, FLASH and 3DSMAX, to develop the simulation software. The configuration of the software is built by modular design. The function of each modular is analyzed. The software flow diagram is summed up at last.

**Key words:** launcher; simulation operation; software design

## 1 引言

潜艇雷弹发射装置控制系统是潜艇发射武器过程的控制中心, 在与指控系统交换信息的同时, 对发射过程中使用的机械装置按发射时序进行控制, 并实时显示管上机械的初始和实际状态<sup>[1]</sup>.

随着潜艇性能的提高, 潜艇雷弹发射装置的控制系统已经从以往的手动控制阶段发展到了综合程序控制阶段. 发射装置的控制程序已经和指控系统程序融合为一个整体, 成为指控系统(作战系统)的一部分, 在鱼雷、导弹攻击解算的过程中适时开始发射装置的准备工作, 主要的过程由专用模块自动控制完成, 可进行多管的快速发射准备, 使发射反应速度大为提高, 提高了操作的准确性, 降低了艇员的劳动强度, 可使

岗位编制压缩近一半. 但是综合程序控制使得系统由多个作战单元组成, 系统结构复杂, 价格昂贵, 信息交互复杂, 对系统各个操作环节要求严格. 由于受到场地、装备保障、训练经费等条件制约, 发射装置控制系统实际装备操作训练难以经常、大规模地进行, 为此, 开发该装备的模拟操作软件就显得十分重要.

模拟操作软件是代替实际装备进行训练的有效手段, 在模拟训练系统中, 模拟操作软件是进行人机交互的界面, 它一般能接收和识别操作手各种操作命令, 并将操作结果以图形显示或指示灯方式回馈给操作者, 或将操作信息发送到服务器端进行处理; 应能接收服务器(系统数据处理中心)发送过来的各种信息, 并能根据这些信息按照既定的格式显示在显示屏上<sup>[2]</sup>.

① 收稿时间:2012-07-25;收到修改稿时间:2012-10-28

模拟操作软件系统应具有以下基本功能:

- (1) 网络通信功能. 处理网络数据的收发操作.
- (2) 网络数据分析功能. 根据既定的网络通信协议, 送行网络信息解析.
- (3) 命令解析功能. 能对操作手在操作台上进行的各种操作进行识别和执行.
- (4) 信息显示功能. 选择相应的信息按照既定的格式在显示器上进行图并茂的显示.

潜艇雷弹发射装置控制系统模拟操作软件可以完全代替实际装备进行训练, 有效解决训练过程中面临的实际装备少、训练维护费用高的问题, 显著提高训练的费效比, 加快训练的速度, 提高训练效果. 本文提出了潜艇雷弹发射装置模拟操作系统的软件结构和系统开发的新方法.

## 2 系统开发平台

模拟操作系统的开发涉及到网络通信、人机交互页面的开发和虚拟操作环境的建立. 采用单一软件很难同时满足开发要求, 达到较好的操作效果. 所以系统开发平台综合使用 Visual C++、FLASH 和 3DSMAX, 发挥各自的特长, 取长补短, 使模拟操作软件的开发效率较高, 界面立体感强, 操作简便, 系统稳定. 系统利用 VC 兼容性强和网络通信稳定的特点, 使用 VC 作为系统框架的编写软件, 利用 VC 编写框架可以很好的兼容其它开发平台开发的软件模块. 但 VC 在虚拟操作界面的立体化和真实化上存在不足, 利用 VC 很难使操作界面完全仿制实际装备, 所以系统采用 FLASH 和 3DSMAX 来开发虚拟操作界面, 并利用 VC 控件嵌入系统框架. VC 可以利用 Shockwave Flash Object 控件读取并控制 FLASH 编写的软件, 同时利用 CSocket 类进行网络通信.

FLASH 是矢量图编辑和动画创作的专业软件. 通过符号、按钮、层、帧场景等组合, 集成图像、声音、动画、影像文件等多媒体素材, 制作出形式简洁、内容丰富、交互性强和极富感染力的软件. 对于模拟操作软件的后台编程可以利用 FLASH 功能强大的 Action Script 函数, 基于 Action Script 函数来实现其交互能力. FLASH 可以利用 FSCommand(command,args) 函数向外部发送消息的, 将控制结果通知 VC 框架程序, VC 可以利用 SetVariable(LPCTSTR name, LPCTSTR value) 函数设置 FLASH 软件参数, 从而实现两种

软件之间的信息交换. FLASH 交互性强而且生成软件体积较小, 通用性较强, 其良好的交互性和平台移植性使得在模拟操作方面的应用非常广泛.

同时为保证模拟操作界面的真实感和立体感较强, 使用 3DSMAX 依据实际装备建立操作界面各个操作控制面板的三维模型, 3DSMAX 输出三维模型在层次、内容、表现形式等诸多方面都表现出色. 利用 3DSMAX 生成三维图片和动画, FLASH 导入生成的素材建立相应的元件, 综合利用元件建立立体感较强的操作界面.

3DSMAX 和 FLASH 综合使用既能充分发挥 3DSMAX 建立模型真实, 输出图形质量高的特点, 又能利用 FLASH 交互性强, 界面美观的特点, 弥补 3DSMAX 动画缺乏交互性的缺点. 两者结合生成模拟操作软件, 具有三维空间感强, 操作过程逼真, 软件体积小, 对硬件要求不高等优点. 三种开发平台的综合使用流程如图 1 所示.

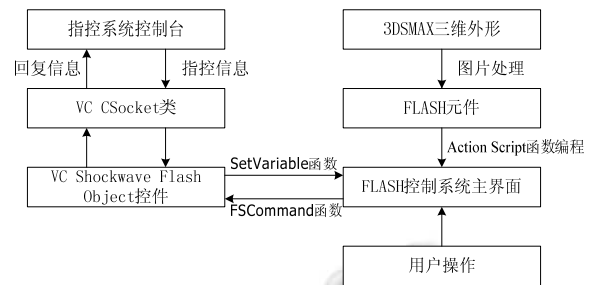


图 1 软件开发平台综合使用流程图

## 3 系统软件结构

发射控制系统可以根据指控系统的命令工作完成发射过程, 也可以根据自主工作完成发射过程. 模拟操作软件利用网络通信完成指控系统命令的接受和回复. 同时利用 FLASH 虚拟输入界面完成相应的操作. 系统结构如图 2 所示. 系统可响应网络传输操作命令和操作人员输入的操作命令. 当操作人员操作时, VC 框架利用控件显示 FLASH 模拟操作界面, 收到操作命令后, 命令解析模块分析命令数据, 需要本机响应的命令则利用 FLASH 帧控制模块使 FLASH 模拟操作界面跳转至相应的帧处理操作命令, 并通过 VC 控件显示出来; 需要网络传输的指令则利用网络数据分析模块建立符合网络通信协议的数据格式, 然后利用通信模块使用广播方式或点对点方式发出操作命令. 而利用通行模块接受到网络命令后, 立即利用网络数据分

析模块对命令数据进行解读, 转化为系统可识别的模式后, 传输给命令解析模块分析命令数据, 利用 FLASH 帧控制模块使 FLASH 模拟操作界面根据操作命令跳转至相应的帧进行处理. 各模块具体功能如下:

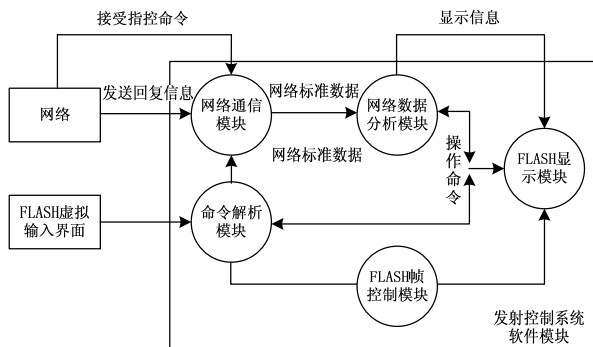


图 2 系统结构图

### (1) 网络通信模块

网络通信的数据走向一般分为两种, 一种是从指控系统下发到模拟操作系统的下行数据, 另一种是从模拟操作系统上传到制动系统的上行数据. 为了保证一些公共信息和命令从指控系统下行到模拟操作软件数据的同步性, 我们对下行数据采用基于 UDP/IP 的广播方式进行传输. 为了保证模拟操作软件上行到指控系统数据的独立性, 我们对操作控制台上行数据采用基于 TCP/IP 点对点方式进行传输<sup>[3]</sup>. 这两种通信方式都可以利用 CSocket 类进行网络实时监控, 接受来自网络的指控系统命令, 并将系统回复信息发送给指控系统.

### (2) 网络数据分析模块

对于实时的网络数据必须进行准确的分析, 以提取需要的数据, 前提就是制定完整、一致的网络通信协议数据格式<sup>[4]</sup>. 所有在网络上传输的数据都必须按照既定的数据格式进行格式化, 以便在数据接收端进行准确的数据分析. 由于指控系统传输的命令包含的信息量较大, 包含不同时间的命令以及各种需要设定的参数, 考虑到实时性的要求, 一次网络数据传输的数据量不宜过大, 在 100M 的局域网中我们制定的一次网络数据传输帧最长为 1024 字节, 即传送一帧数据的时间理论值为 1 毫秒. 数据帧格式如图 3 所示<sup>[5]</sup>. 数据帧头包含了数据大的发送方、接收方、数据类型、数据长度四个字段, 各占一个字节. 数据内容应按照网络通信协议规定的格式将格式化后的数据填入.

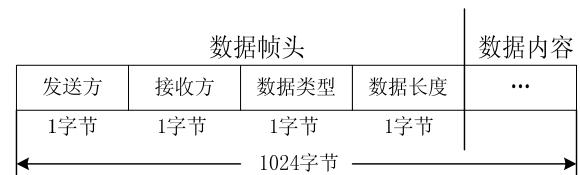


图 3 数据帧格式

### (3) FLASH 显示模块

利用 Shockwave Flash Object 控件读取并显示 FLASH 模拟操作软件, 利用 SetVariable 函数将需要设定的信息和命令传输给 FLASH 软件并实时进行更新显示, 利用 FSCommand 回复执行的结果.

### (4) 命令解析模块

命令解析是对操作手的各种操作和指控系统命令进行接收、识别和执行的过程. 准确地识别并执行各种命令是模拟操作软件的重要组成部分<sup>[6]</sup>. 由于指控系统传输的命令可分为带参数的不带参数的、常单个参数或带多个参数甚至可带缺省参数的命令, 模拟操作界面输入的命令也包括分为单键命令和多键组合命令, 并且命令操作过程中有些命令是互斥的, 有些命令共存的, 甚至还允许互相嵌套. 若想数百条命令逐条去解析, 其解析过程将会异常复杂, 造成解析混乱, 出错率高. 如何灵活、准确地识别并执行这些命令, 成了模拟操作软件设计的一个难点. 为此在命令解析模块设计中, 我们定义了一个命令基类和一个堆栈类.

命令基类中包含了命令的状态、优先级、代码、在命令关系表中的位置码、所属的命令组, 以及命令本身的一些行为, 如命令的执行、删除、取消等. 命令执行对应的操作在命令的执行函数中实现.

命令堆栈包含了一个命令对列、一些操命令的行为. 命令队列记录已经存入栈内的命令. 操作命令的行为如命令入栈、删除命令、添加参数等. 命令栈负责控制命令入栈和执行的过程.

### (5) FLASH 帧控制模块

FLASH 根据帧的概念构建整个程序, 为模拟操作软件的各个控制页面分别建立相应的帧处理程序, 利用 onEnterFrame 函数进行帧控制, 根据命令在合适的帧暂停 FLASH, 显示相应的数据并进行相应的操作. 同时帧控制模块也直接接受命令解析模块发送操作命令, 并根据操作指令转向合适的帧利用显示模块进行显示.

根据上述软件模块结构, 制定软件流程如图 4 所

示.

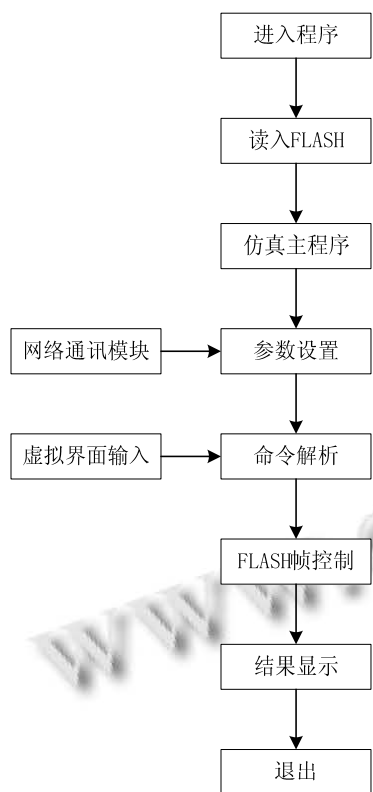


图 4 软件流程图

### 4 结语

潜艇雷弹发射装置模拟操作软件的开发与设计完全遵照面向对象分析、面向对象编程, 综合利用 VC、FLASH 和 3DSMAX 软件开发模拟操作软件, 获得了良好的效果, 能够显著降低训练费用, 提高训练效率, 使操作人员迅速了解发射系统的工作流程, 掌握操作方法. 该方法可用于同类模拟训练系统或其他系统的操作控制台的软件开发与设计.

### 参考文献

- 汪致远. 海军武器装备. 北京: 原子能出版社, 2003.
- 周冬华. 模拟训练系统的操作控制台软件开发与设计. 计算机科学与技术, 2005, (26): 11.
- 郭克新. Visual C++ 代码参考技巧大全. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- 刘锐宁, 宋坤. Visual C++ 开发典型模块大全. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- 余家劲. 某型航空制导弹药仿真控制台的设计. 计算机仿真, 2005, (34): 3.
- 刘航, 王春水, 王积忠. 基于视景仿真技术的某装备虚拟操作训练系统. 指挥控制与仿真, 2007, 29(2).

(上接第 103 页)

### 3 结语

有限状态机在基于 Delta3D 引擎的模拟演练系统中的应用是采用组件的方式设计和实现的, 使得状态机更加结构化和利于维护, 系统中角色的状态变化可控, 条理更清晰. FSM Control 对 FSM Machine 实例的统一维护解决了对对象间相互作用时产生的同步问题, 同时对于状态的设计更具有复用性, 例如移动状态可以适用于所有的角色. 同时我们为每一个状态赋予了更强的功能, 将一些复杂的算法和逻辑封装在状态中而不是角色类中, 提高了系统的灵活性减少了角色的复杂度. FSM 控制器组件系统可以将所有过去的状态信息与引起每一个状态变迁的原因一起存储到一个文件中, 采用这种方式设计方便了程序的调试和对有限

状态机设计的验证.

### 参考文献

- 孙成江, 刘林. 应急救援模拟演练系统设计与实现初探. 石油工业计算机应用, 2010, (3): 3-6.
- Brownlee J. Finite State Machine (FSM). 2002.
- Deloura M. 游戏编程精粹 1. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- Rosenblum L, Macedonia M. Project in VR. The Delta3D Open Source Game Engine, 2005.
- 白晓梅, 王茹, 赵云兵. 基于 Delta3D 的气象仿真框架设计与实现. 现代电子技术, 2012.
- 邹循进, 叶云青, 陈孝威. 第三届和谐人机环境联合学术会议 (HHME2007) 论文集. 2007.