

doi: 10.7690/bgzd.2022.12.004

## 基于 ARINC661 的火控系统 UA 设计

雷雨能<sup>1</sup>, 孙磊<sup>2</sup>, 魏正兵<sup>1</sup>, 梁群<sup>3</sup>, 张毅<sup>4</sup>

(1. 中国兵器装备集团自动化研究所有限公司, 四川 绵阳 621000; 2. 陆装驻重庆地区第二军代室, 重庆 400060;  
3. 北京信睿浩扬科技有限公司, 北京 110006; 4. 成都晋林工业制造有限责任公司, 四川 彭州 611930)

**摘要:** 为解决火炮火控系统混合编写用户界面和用户应用程序所带来的显示系统设计复杂、开发难度大、维护性差等问题, 对显控终端用户界面和用户应用(user application, UA)的设计进行分离, 重点进行 UA 的设计研究。对火控系统的总体框架和复杂界面进行分析, 对多定义文件(definition file, DF)文件和多 UA 进行分析和设计, 给出 UA 设计流程。测试验证结果表明: 该设计能实现 UA 与座舱显示系统(cockpit display system, CDS)的动态交互, 达到火控系统用户界面和用户应用的分离。

**关键词:** ARINC661; CDS; UA; 火控系统; DF 文件

**中图分类号:** TJ302 **文献标志码:** A

## UA Design of Fire Control System Based on ARINC661

Lei Yu'neng<sup>1</sup>, Sun Lei<sup>2</sup>, Wei Zhengbing<sup>1</sup>, Liang Qun<sup>3</sup>, Zhang Yi<sup>4</sup>

(1. Automation Research Institute Co., Ltd. of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China;  
2. Military Representative Office of Army Equipment Department in Chongqing, Chongqing 400060, China;  
3. Beijing Xinrui Haoyang Technology Co., Ltd., Beijing 110006, China;  
4. Chengdu Jinlin Industrial Manufacturing Co., Ltd., Pengzhou 611930, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of complex design, difficult development and poor maintainability of display system caused by the mixed programming of user interface and user application in artillery fire control system, the design of user interface and user application (UA) of display and control terminal is separated, and the design of UA is emphasized. The overall framework and complex interface of the fire control system are analyzed, the multi-DF file and multi-UA are analyzed and designed, and the UA design process is given. The test results show that the design can realize the dynamic interaction between UA and cockpit display system (CDS), and achieve the separation of user interface and user application of fire control system.

**Keywords:** ARINC661; CDS; UA; fire control system; DF file

### 0 引言

随着陆军装备信息化程度的推进, 火炮火控系统电子设备逐渐增加, 显示系统中显示终端的数量也在不断增加, 例如: 炮长显示终端(内)(安装于车内)、炮长显示终端(外)(安装于车外)、瞄准手显示终端、装填手显示终端。显示终端的数量增加导致了显示系统越来越复杂, 传统的用户界面和用户应用混合编写方法会提高设计和开发难度, 而且一旦需要进行微小的功能改动都将牵一发而动全身, 软件维护起来也将更加困难。

将火控系统用户界面和用户应用进行分离后, 显示终端可以在不改变程序的情况下只进行用户应用的简单改动或者配置文件的简单变化, 这将提高火控系统软件的复用性和设计开放效率, 增强软件可扩展性和维护性<sup>[1]</sup>, 对火控系统显示界面的设计

和开发具有重大意义。

### 1 基于 ARINC661 的显示原理

ARINC661 标准规范了座舱显示系统(CDS)的接口<sup>[2]</sup>, 规范了 CDS 界面显示的定义格式, 通过引入一个新的概念——定义文件(DF)来初始化 CDS 显示界面, 规范了 CDS 与用户应用(UA)之间的通信协议, 定义了 CDS 与 UA 交互的各类事件、消息及其传输格式。基于 ARINC661 的显示系统工作流程如图 1 所示。

基于 ARINC661 协议的座舱显示系统的开发从时间上分为开发、定义、运行 3 个阶段<sup>[3]</sup>。开发阶段的工作主要是客户需求分析, 进而在设计阶段, 设计人员通过设计工具将客户需求转化为符合协议标准格式的 DF 文件。在运行前, UA 应加载设计好的 DF 文件, 同时 CDS 也应加载相应的 DF, 或加

收稿日期: 2022-08-19; 修回日期: 2022-09-20

作者简介: 雷雨能(1982—), 男, 广西人, 硕士, 高级工程师, 从事嵌入式系统、火力控制技术研究。E-mail: pig\_520820@163.com。

载由 UA 传输过来的 DF，以初始化显示页面。运行阶段，CDS 与 UA 通过 ARINC661 指令进行动态交互，以实现 CDS 的动态显示。

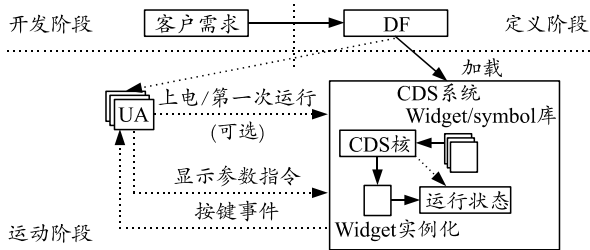


图 1 基于 ARINC661 的系统工作流程

## 2 UA 设计总体框架

### 2.1 火控系统框架设计

火控系统框架设计如图 2 所示。火控系统主要由综合处理箱和显示终端组成。其中，综合处理箱由网络模块、通用模块和电源模块组成。

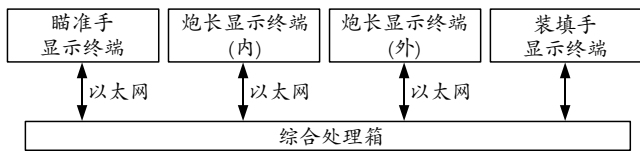


图 2 火控系统框架设计

通用模块基于 arm-linux 的系统架构，并装载各个独立 UA。综合处理箱主要通过 CAN 接口和以太网接口采集各类数据信息，对导航、地图、数据库、指挥报文、检测维修、数据管理、定位和传感器等信息进行综合处理，然后上报到显示终端进行显示，并接收和处理显示终端下达的事件。

显示终端包括瞄准手显示终端、炮长显示终端(内)、炮长显示终端(外)和装填手显示终端，基于 arm-linux 系统架构，装有触摸屏，以触摸方式与用户进行交互，装载同样的 CDS 内核软件。显示终端主要通过以太网接收综合处理箱处理结果信息进行显示，并呈现给终端进行人机交互。显示终端连接到综合处理箱的网络模块，与通用模块的 UA 进行信息交互。

### 2.2 UA 软件框架

UA 运行于通用模块中，根据显示终端界面的显示内容划分成多个 UA，每个 UA 与瞄准手显示终端、炮长显示终端(内)、炮长显示终端(外)和装填手显示终端进行信息交互，且相互独立。每个 UA 主要由数据分布式服务(data distribution service, DDS)通信模块、DF 加载模块、逻辑处理模块和数据采集模块组成。DDS 通信模块完成 UA 与 CDS

通信过程中的 ARINC661 协议组包和解包，DF 加载模块完成 DF 文件的加载以获取窗体部件属性信息，逻辑处理模块完成 CDS 下达事件的响应以及对图层和窗体部件参数属性的上传，数据采集模块完成对外部数据的采集供逻辑处理模块使用。

通用模块由显示界面内容划分为菜单、数据采集、底盘管理、安全连锁、惯导导航、电源管理、伺服驱动、任务执行、检测维修、指挥通信、数据管理、GPS 北斗、电子地图和其他功能等 14 个 UA。

## 3 UA 设计过程

### 3.1 火控系统界面分析

火控系统炮长显示终端(内)显示界面信息最多，包括电子地图、导航、底盘、伺服驱动、安全连锁、电源、GPS 北斗定位、传感器、任务执行、指挥通信、数据库管理、检测维修等相关界面信息，炮长显示终端(外)在炮长显示终端(内)基础上裁剪电子地图界面的显示，操瞄手显示终端主要显示弹种、引信、装药号等装填时所需信息，瞄准手显示终端主要显示装定高低、装定方向、当前高低、当前方向等调炮瞄准时所需信息。

火控系统界面所涉及到的窗体部件按照 ARINC661 标准主要包括 BasicContainer、GLine、EditBoxNumeric、EditBoxText、Slider、RadioBox、ScrollPane、Pannel、ComboBox、CheckButton、Label、Picture、PushButton、Symbol、MapGrid 等基本部件<sup>[4]</sup>，没有自定义部件。CDS 内核针对这些基本部件都已经进行窗体实例管理、交互操作、显示渲染等处理，不需要进行增加或修改。

### 3.2 DF 文件设计

DF 文件使用 A661 座舱显示设计平台进行设计。在设计过程中，需要根据显示终端界面的显示内容划分成多个 DF 文件。每个 DF 文件包含多个图层，每个图层又包含多个窗体部件，然后对每个窗体部件的属性，如大小、颜色、位置、可见性等进行设定。设计完成后生成 ARINC661 标准的二进制 bin 文件或者 XML 文件，供 CDS 和 UA 进行加载。

本文中 DF 文件根据火控系统的显示界面内容、界面功能和设备名称，划分为菜单、数据采集、底盘管理、安全连锁、惯导导航、电源管理、伺服驱动、任务执行、检测维修、指挥通信、数据管理、GPS 北斗、电子地图和其他功能等 14 个 DF 文件。其中：菜单 DF 文件主要包括所有显示菜单所需界

面的图层及其窗体部件信息；数据采集 DF 文件主要包括各类传感器显示所需界面的图层及其窗体部件信息；任务执行 DF 文件主要包括执行调炮任务所需相关界面的图层及其窗体部件信息。

图 3 所示为任务执行 DF 文件火炮单修图层的设计图。设计时可以对窗体部件的属性进行初始化设定，在运行时由 UA 来进行动态设置。

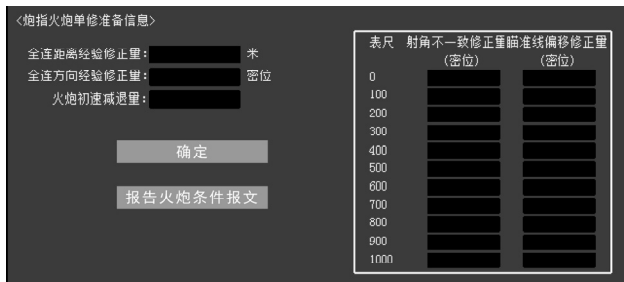


图 3 任务执行 DF 文件火炮单修设计

### 3.3 UA 软件流程

UA 设计过程中，一个 DF 文件对应一个 UA，所有 UA 的软件流程图一致。为保证分布式网络实时数据交互，UA 与 CDS 的 DDS<sup>[5]</sup> 实时中间件进行通信。UA 软件流程如图 4 所示。

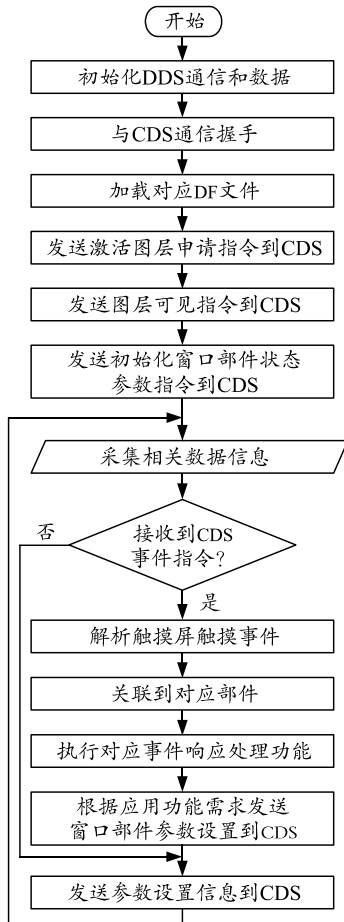


图 4 UA 软件流程

## 4 设计验证

以任务执行 UA 与炮长显示终端(内)CDS 信息交互为例进行测试验证。验证过程中，综合处理箱安装并运行任务执行 UA 软件，炮长显示终端(内)安装并运行 CDS 内核软件，2 两个设备使用网线直连且电源同时上电，炮长显示终端(内)启动后默认显示空白界面，综合处理箱任务执行 UA 软件启动后发送界面图层激活指令，炮长显示终端(内)收到图层激活指令显示“火炮单修”界面。然后在炮长显示终端(内)编辑框输入相关数据，按下“确定”和“报告火炮条件报文”按键，在综合处理箱任务执行 UA 软件均能收到对应的数据和按键信息，测试显示效果如图 5 所示。说明笔者设计的 UA 软件实现了用户界面和用户应用的分离，满足了预期效果。

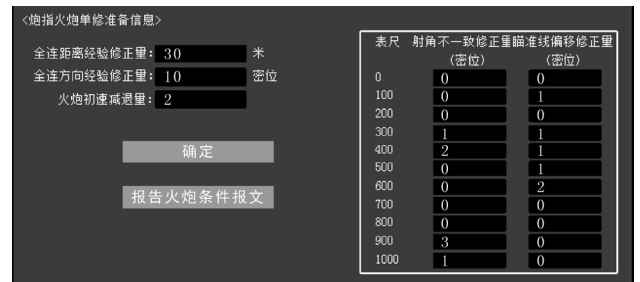


图 5 验证效果

## 5 结束语

笔者主要研究基于 ARINC661 的火控系统 UA 设计，进行通用模块多 UA 的设计，将用户界面和用户应用进行了分离。经过测试验证，实现了与 CDS 内核的动态交互。

### 参考文献：

- [1] 马莉, 王建国, 韦勇宇, 等. 基于图元的火控系统人机交互界面的实现[J]. 火力与指挥控制, 2017, 42(7): 170-174.
- [2] YOON J, BAEK N, LEE H. ARINC661 Graphics Rendering Based on OpenVG and Its Use Cases with Wireless Communications[J]. Wireless Personal Communications, 2017, 94(2): 175-185.
- [3] QIAN X J, SUN Y R, YUAN L, et al. Research on the Communication Mechanism of Cockpit Display System Based on ARINC661[J]. Measurement & Control Technology, 2013(10): 105-108.
- [4] ARINC. ARINC661 Specification: Cockpit Display System Interfaces To User Systems[S]. Aeronautical Radio INC, 2002.
- [5] Object Management Group. Data Distribution Service for Real-time Systems[C]//Object Management Group, 2007.