

基于组件技术的通用指挥系统框架设计

杨仁宝¹, 杜兵¹, 杨操², 焦蓬斐¹, 周淦¹

(1. 中国电子信息产业集团有限公司第六研究所, 北京 102209; 2. 31432 部队, 辽宁 沈阳 110020)

摘要: 在国产化背景下, 针对航天测控体系中指挥显示软件系统(简称指显系统)在设计和开发过程中可移植性、可复用性较低的问题, 在分析指显系统的任务需求和体系结构基础上, 提出了基于组件技术的通用指显系统框架(General Command and Display Architecture, GCDA), 解决了显示平台/编辑平台与组件耦合问题, 使用 Qt 实现了基于组件的指显系统原型。GCDA 框架和组件化方法是指显系统研发技术的积累和提升, 在提高航天测控软件的研发水平方面提供了可行的技术途径。

关键词: 组件; 通用指显系统框架; 航天测控

中图分类号: TP520.60

文献标识码: A

DOI: 10.19358/j.issn.2096-5133.2020.09.015

引用格式: 杨仁宝, 杜兵, 杨操, 等. 基于组件技术的通用指挥系统框架设计[J]. 信息技术与网络安全, 2020, 39(9): 79-82.

Design of general command and display architecture based on component technology

Yang Renbao¹, Du Bing¹, Yang Cao², Jiao Pengfei¹, Zhou Gan¹

(1. The Sixth Research Institute of China Electronics Corporation, Beijing 102209, China;
2. 31432 Troops, Shenyang 110020, China)

Abstract: Under the background of localization, aiming at tackling the problems of low portability and reusability in the design and development of command and display software system(CDSS for short) in aerospace TT & C system, and based on the analysis of the task requirements and architecture of the presentation system, general command and display architecture (GCDA for short) is proposed based on component technology. It solves the coupling problem between display platform/editing platform and components, using Qt to realize the prototype of CDSS. GCDA framework and component-based method refers to the accumulation and promotion of CDSS, which provides a feasible technical way to improve the level of aerospace TT & C software.

Key words: component; general command and display architecture; aerospace TT & C

0 引言

传统的指显系统一般是在 Windows 操作系统上使用微软工具开发, 不满足可移植性和国产化的要求, 同时在二次开发、快速生成显示页面等方面不能满足日益繁重的任务需求。因此, 在进行新的指显系统设计时, 软件平台的通用性、可移植性、可扩展性成为亟待解决的问题, 有必要进行基于组件技术的通用指挥系统框架设计研究。指挥显示软件以提高航天器测控综合管理能力为目标, 以国产化计算机系统建设的需求为牵引, 从顶层需求和用户需求出发, 设计能够满足未来任务要求和职能拓展

的软件系统。

1 背景介绍

1.1 任务需求

航天测控信息具有实时性强、信息量大、可靠性要求高等特点^[1], 指显系统作为测控中心软件系统的一个重要组成部分, 用于收集航天测控任务执行过程中的各类信息并以多种方式进行集中显示, 为各级各类人员提供监视服务的通用平台, 并为指挥员的指挥决策提供参考和依据^[2]。

1.2 组件与框架技术

组件(component)技术是实现软件复用的重要方

法^[3-4]。用户可以将多个组件结合在一起,快速构成一个新的应用程序,能够提高开发速度,降低开发成本,增强软件可扩展性^[5]。

基于组件技术业务系统的框架如图 1 所示,由提供支撑的公共组件、平台组件、显示组件等组成。显示组件用于业务数据的展示,不关注业务数据。基于组件技术的系统抽象程度高,可重用性更好^[6]。

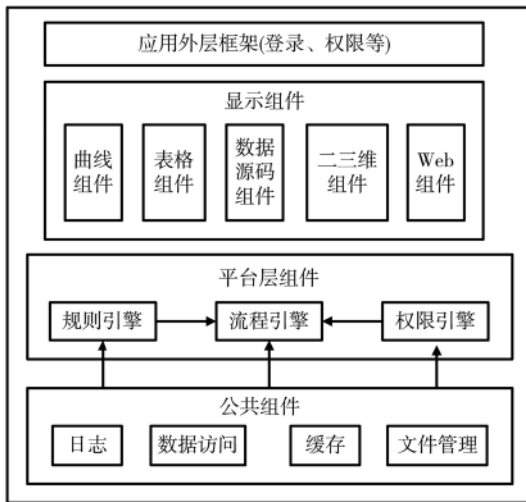


图 1 组件技术框架

1.3 Qt

Qt 是 Qt Company 公司于 1991 年开发的 C++ 图形用户界面应用程序开发框架,支持跨平台运行。

Qt 是面向对象的框架,使用一些宏以及特殊的代码生成扩展(MOC,元对象编译器),其易于扩展并允许真正地组件化编程。Qt 具有良好的封装机制,可重用性好,模块化程度高。

Qt 通过抽象出不同平台核心模块的原理和特色,针对不同平台所提供的 API 分别进行实现,实现了跨平台机制,通过 Qt 进行开发通用指挥系统,可实现系统跨平台复用特性^[7]。另外,Qt 具备“信号与槽”、元对象系统、事件系统等机制^[8],可实现软件快速开发。

2 GDCA 设计

2.1 系统架构

结合指显系统需求,在国产化计算机和操作系统下,采用 Qt 图形用户界面应用程序开发框架进行 GDCA 设计。指显系统架构共分为 5 层,如图 2 所示。

辅助层提供底层服务,为上层提供数据和管理支撑,主要包括数据存储、数据回放、数据库访问、版本管理、远程控制、地理信息服务。

数据层完成数据处理相关服务,包括数据接收、发送、缓存、解析转换、检索服务以及实时数据的监控功能。

平台层负责完成对综合显示软件的运行支撑,包括多任务场景支持、界面插件控制、运行日志管

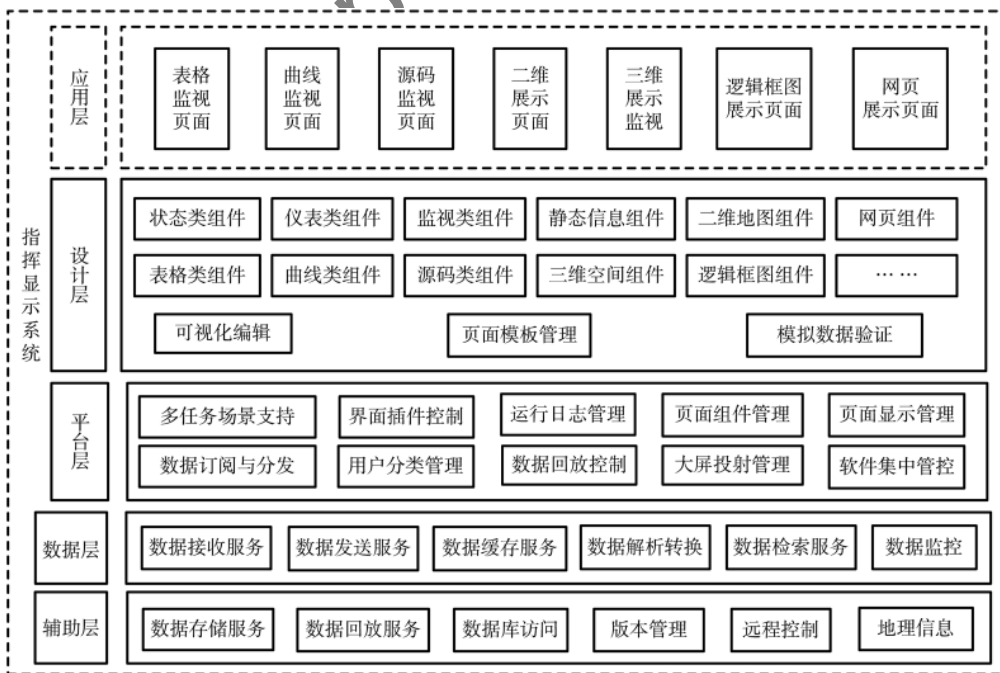


图 2 指挥显示系统架构分层图

理、页面组件管理、页面显示管理、数据订阅分发、用户分类管理、数据回放控制、大屏投影管理、软件集中管控。

设计层具备对曲线、表格、二三维地图、逻辑框图、Web 等组件的管理功能，用户通过页面编辑器加载组件库，能快速生成各种监视页面，并通过模拟数据进行页面验证。

应用层综合显示软件加载可视化设计平台生成的页面文件，接入实时/非实时测控数据进行页面展示。具备航天器早期测控、长期在轨管理数据监视和模拟训练等应用场景的功能。

2.2 功能组成

指挥显示系统包括数据预处理软件(Data Pre-processing Software, DPS)、综合显示软件(General Displaying Software, GDS)、可视化设计平台(Visual Design Platform Software)、运维支持软件(Operation and Support Software, OSS),如图 3 所示。

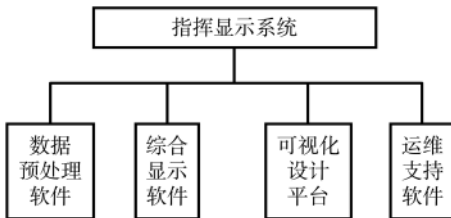


图 3 指挥显示系统功能结构图

数据预处理软件用于接收、处理并存储所有接入到指挥显示系统的数据，对接入的数据进行格式化校验，对通过校验的数据进行数据解析。格式化是为了便于显示数据的内部形式，并根据显示需求将数据发布给综合显示软件的界面集成框架进行数据显示。

综合显示软件是指挥显示系统的核心部分，负责各类测控数据集中监视，是指令显示系统的人机交互部分。主要包括：中心对内/对外信息交换的情况、各类实时传输数据的处理结果、轨道和控制计算分析子系统计算的结果等数据，以及为用户提供打印、保存图片、数据记盘与数据回放等多项服务；完成组件加载、与数据预处理软件的数据注册并接收数据等各项功能，并以表格、曲线和图形等方式向用户提供各类测控数据的实时或准实时显示。功能结构如图 4 所示。

可视化设计平台包括页面编辑器和组件库，前者用于创建、编辑和设计页面，整合组件、理论弹

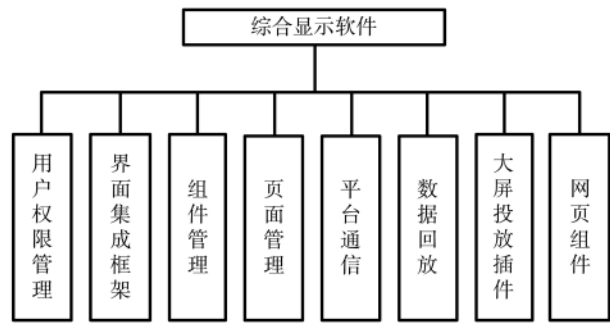


图 4 综合显示软件功能结构图

道、参数字典、资源文件，为用户提供拖拽、属性设置、参数绑定等操作，帮助维护人员在页面中开展“可见即所得”的页面设计与布局调整。组件库是根据指显系统需求提炼出来的通用显示组件，能满足通用航天器指显系统需求，组件库为页面编辑器和综合显示软件提供组件资源，包括表格组件、曲线组件、遥测源码组件、二维地图组件、三维空间组件、框图组件、网页组件等，为页面设计和实时显示提供组件化支撑。

运维支持软件负责数据支持、版本管理、远程控制、日志管理等功能。

2.3 内部接口关系

指挥显示系统内部各软件模块间接口关系如图 5 所示。系统内部接口的数据信息如表 1 所示。

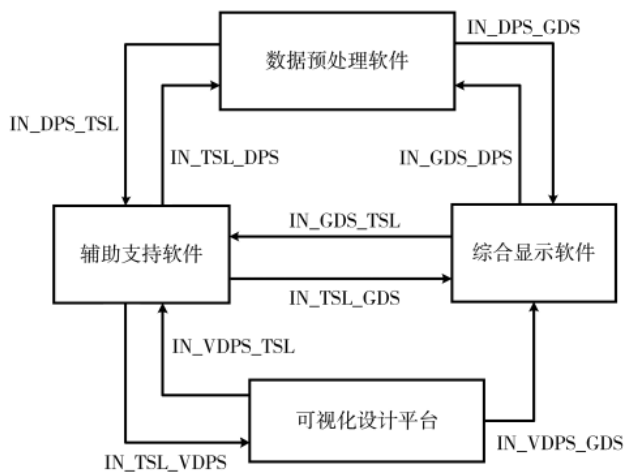


图 5 指挥显示系统内部接口关系图

3 GDCA 实现

按照 GDCA 设计要求，基于 64 位的操作系统，开发语言采用 Qt 5.12.5 版本，实现 GDCA 原型软件。

表 1 指挥显示系统内部接口关系说明

序号	标识	接口内容	接口格式
1	IN_DPS_GDS	实时测控数据,数据回放信息	网络数据流
2	IN_GDS_DPS	数据订阅信息以及初始化等	数据流
3	IN_TSL_GDS	任务集中配置信息和远程控制命令等	数据流、配置文件
4	IN_GDS_TSL	用户登录验证请求、软件运行状态信息和日志信息	数据流、配置文件
5	IN_TSL_DPS	数据存储文件管理命令和远程控制命令等	配置文件
6	IN_DPS_TSL	软件运行状态信息和日志信息	数据流、XML 文件
7	IN_TSL_VDPS	页面仿真数据和远程控制命令等	数据流、配置文件
8	IN_VDPS_TSL	用户登录验证请求、软件运行状态信息和日志信息	数据流、配置文件
9	IN_VDPS_GDS	页面配置信息,组件属性	配置文件

表 2 曲线组件测试结果

序号	测试内容	运行时间/h	数据总点数/万	显示点数/万	CPU/%	内存/MB
1	曲线	12	480	480	1.5	581
2	曲线	24	960	960	1.7	990
3	曲线	48	1 920	960	5.3	1 267
4	曲线	72	2 880	960	5.6	1 376
5	曲线	168	6 720	960	5.5	1 227

在该框架原型下对曲线组件进行了测试,测试结果如表 2 所示。其中,数据总点数是指组件接收的所有数据点数,显示点数是指曲线中实际显示的数据点数。曲线组件的 CPU 和内存占用率满足航天测控任务需求。

4 结束语

本文基于组件技术构建了 GDCA 框架,使用 Qt 进行了原型软件开发,结果证明 GDCA 框架具备较强的二次开发能力。用户通过图形化设计界面,快速生成显示页面,降低了页面配置生成的难度,提高了生产效率,本文研究成果为快速构建指显系统提供了参考,在航天测控领域具有一定的推广价值。但在组件的研制方面,目前主要对曲线和表格等进行了验证,下一步还需研究构建更多的组件,以满足航天测控的任务需求。

参考文献

[1] 杨榜林,岳全发,金振中,等.军事装备试验学[M].北京:国防工业出版社,2005.
 [2] 陈锦平.西昌卫星发射中心指挥显示软件系统设计与实现[D].重庆:重庆大学,2007.
 [3] 谢凌宣.组件技术介绍[EB/OL].(2018-12-03).
<https://blog.csdn.net/xielingxuan666/article/details/84753360>.

[4] 李敬秀.基于组件的软件开发模型与方法研究[J].安徽电子信息职业技术学院学报,2008,7(6):50-52.
 [5] VAN GURP J, BOSCH J. Design, implementation and evolution of object-oriented frameworks: concepts and guidelines[J]. Software: Practice and Experience, 2001, 31(3): 277-300.
 [6] 宋海生.基于组件的软件开发方法[J].福建电脑,2007(10):54-55.
 [7] 戴巍,霍亚,马尚昌,等.Qt 下基于组件的嵌入式软件框架设计及实现[J].计算机应用,2016,36(S1):257-261.
 [8] 谢芬,潘丽,刘守印.基于 Qt/E 的嵌入式 Linux 系统的软键盘实现[J].电子设计工程,2012,20(5):177-179.

(收稿日期:2020-05-26)

作者简介:

杨仁宝(1975-),男,硕士,工程师,主要研究方向:航天测控。
 杜兵(1988-),男,硕士,工程师,主要研究方向:计算机应用。
 杨操(1985-),男,硕士,助理研究员,主要研究方向:大数据分析与应用。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《信息技术与网络安全》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、JST日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《信息技术与网络安全》编辑部
中国电子信息产业集团有限公司第六研究所