

# 仓库智能防控软件系统总体设计

李向荣, 王志刚, 马啸飞

陆军装甲兵学院, 北京 100072

**摘要** 针对复杂环境下仓库智能防控系统中央控制、联调联试的需求, 研究了软件系统总体框架设计问题。利用数据流和面向对象的方法, 分析了软件系统功能需求, 对系统的功能结构和网络构成进行了设计, 并提出了相应的软件优化建议。

**关键词** 智能防控; 软件系统; 总体设计

随着人工智能技术的发展, 装备智能化、无人化、网络化的趋势不可阻挡<sup>[1]</sup>。与此同时, 随着社会不断发展, 仓库人员数量大幅压缩, 人防、物防能力阶段性急剧下降, 正常的昼夜人工巡检都很难得到保证, 亟需在技术防范、智能防控上寻求突破, 实现由静态固定设置、只具备图像摄取功能的安防系统, 向动态定期自动巡检、险情发现与处置一体智能安全防控系统转变。设计一种集仓库巡检、险情监测、实时报警、高效处置等功能于一体的以无人机为平台的智能安全防控系统, 大幅提高仓库自主防控能力, 显得极其重要并具有广阔的应用前景<sup>[2]</sup>。系统组成应包含地面站系统、通信系统、无人机系统和任务系统, 整体功能为: 能沿固定路径或自主规划的路径实现不间断的巡检, 能够自动避障; 能及时发现可疑人物, 并根据储存图像进行自动识别与报警; 能及时发现微弱火源, 在自主判别为意外火源基础上发送信号至监控室或进行自主灭火处

理。软件系统控制这些功能, 并且是人机交互的接口, 所以是系统功能实现的“大脑”。为保证软件质量和进行成本控制, 可使用软件工程的方法对该软件系统进行设计。

## 1 系统需求分析

### 1.1 系统功能和性能要求

无人机巡检系统应该具备昼夜巡检、自主避障、路径规划、探测识别、投射灭火剂等功能, 鉴于无人机载荷的轻量化要求, 设计方案中暂不考虑向无人机机载系统增加的目标识别与跟踪单元, 由地面端数据综合管理系统统一控制和实现。无人机将探测的数据利用通信单元传送至数据综合管理系统, 处理完成后, 生成的控制和处置数据回传至无人机, 整个过程处理时间尽可能短, 以达到系统的实时性要求。因此, 数据综合管理系统总体功能

收稿日期: 2020-04-20; 修回日期: 2020-06-16

作者简介: 李向荣, 教授, 研究方向为弹药毁伤与智能化保障, 电子信箱: lxr118@163.com

引用格式: 李向荣, 王志刚, 马啸飞. 仓库智能防控软件系统总体设计[J]. 科技导报, 2021, 39(9): 109-113; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.

2021.09.013

包括:(1)有效载荷控制功能;(2)软件编解码功能;(3)可见光/红外图像目标识别和敌我识别功能;(4)对通信系统各节点工作状态的监视功能;(5)数据传输接口采用以太网传输<sup>[3]</sup>。

为此,系统相应具体功能的处理流程为:(1)监听通信系统网络中的节点状态数据,确定六旋翼无人机与通信节点连通状态;(2)从已连通旋翼无人机通信节点读取六旋翼无人机发送过来的数据,区分监视数据和无人机状态数据进行处理;(3)在显示屏上实时显示六旋翼无人机的监视图像;(4)将图像数据发送至目标识别模块;(5)读取目标识别模块已处理信息并在显示屏上与监视图像合并显示;(6)目标识别模块具有敌我识别和报警功能;(7)将报警信息发送至控制模块;(8)控制模块具有对六旋翼无人机线路规划、定点跟踪及控制功能与对任务载荷控制功能;(9)读取控制模块数据并发送给六旋翼无人机<sup>[4]</sup>。

技术指标为:(1)软件系统可靠性要求:平均无故障时间即平均故障间隔时间 $MTBF \geq 1000$  h<sup>[5]</sup>;(2)维修性要求:能够实现模块化维修,即各模块

功能相对独立,发生故障后不影响其他模块的正常运行,主要模块平均修复时间 $MTTR$ 小于1 h;(3)测试性要求:软件系统具有对传感器和总线等各种硬件以及各个软件模块进行自检能力。

## 1.2 系统数据要求

利用面向数据流的设计方法,对上述每条建议和数据综合管理系统的功能特点进行分析,可以确定系统的数据处理过程。

下行数据:首先是从六旋翼无人机向通信节点或指挥中心直接发送采集到的数据,再由数据处理模块对数据进行分割,分割的图像数据复制成2份,1份直接由监视模块处理,另1份与各种状态数据由目标识别与跟踪模块和控制模块进行处理。上行数据:由目标识别与跟踪模块和控制模块处理的数据输出结果,如果指挥中心与六旋翼无人机无法通视,则将输出结果发送至通信节点,再发送至无人机;如果能够通视,则直接发送给无人机进行控制<sup>[6]</sup>。数据记录模块实时记录数据综合管理系统运行的所有动作和图像数据<sup>[7]</sup>。构建数据流如图1所示。

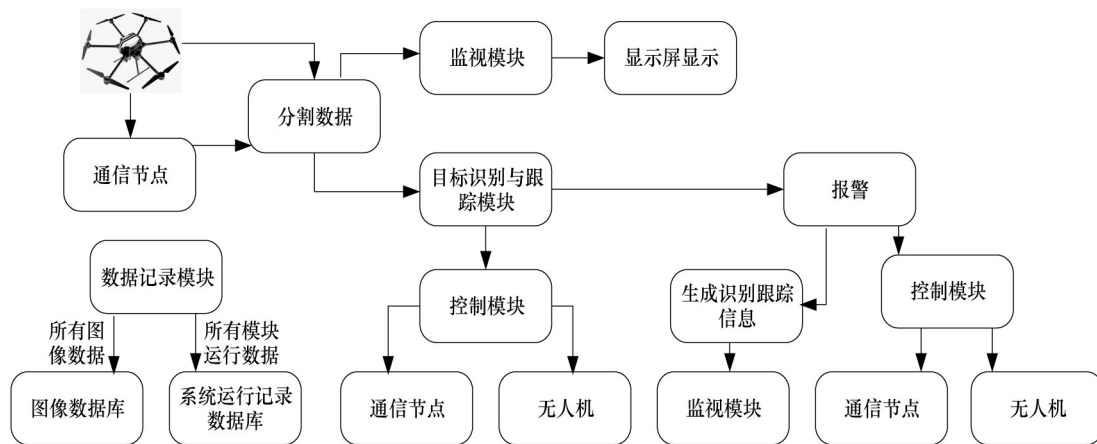


图1 数据综合管理系统数据流

## 2 智能防控系统软件功能设计

分析数据流的处理过程,根据模拟独立原理对每一个过程进行精细化,达到每个模块尽可能高的内聚<sup>[8]</sup>,模块间尽可能松散的耦合,得到一个相对便于维护和测试的软件结构<sup>[9]</sup>。软件结构如图2所示。

### 2.1 利用面向对象的方法设计

传统软件的设计通常是面向过程的,类似于数据流图的处理过程,流程中所有的模块功能实现都是基于总体系统所实现的功能,而各个模块的功能在本系统中是最容易变更的。如果一个模块功能发生变化,整个系统的结构很可能会受到破坏,也

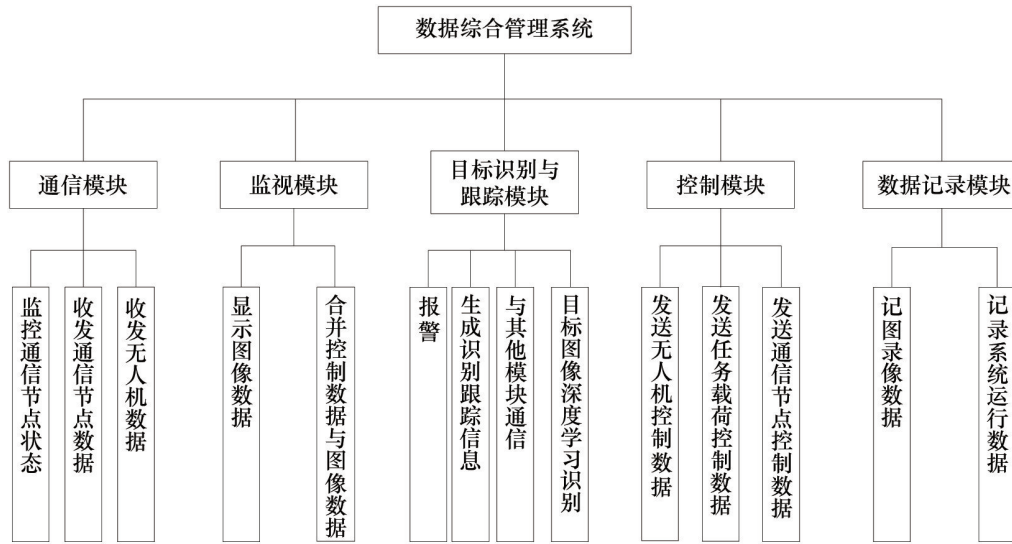


图2 数据综合管理系统结构

不利于模块化维修的要求。

因此,本软件系统采用面向对象的方法,也是最符合现实中对问题的描述方法<sup>[10]</sup>。相比面向过程方法<sup>[11]</sup>,其优点为:一是代码可重用性,模块设计的各种类可以为其他模块使用,甚至于软件系统设计的各种类也可被其他系统使用;二是可维护性,由于软件系统是建立在系统对象类的基础上,模块与各种功能之间的结构相对稳定,当系统功能需要

更改或维护时,可以在不改变原有系统结构的基础上维护;三是表示方法的一致性,系统从分析、设计和编程阶段都是采用一致面向对象的方法,使得这3个阶段的信息交流变得很容易,阶段功能变更也就很容易向其他阶段转变。

1) 识别系统中各种类及对象。根据数据流图涉及的内容,主要设计的类及对象见表1。

表1 识别系统中的类及对象

名称	属性	方法
六旋翼无人机类	GPS位置、滚转角、俯仰角、方位角等	偏航、滚转、俯仰、旋停、降落等
通信节点类	编号、状态等	发送、接收、转发等
数据分割类	数据对象等	分割、发送等
监视模块类	图像对象、刷新频率等	生成视频、显示视频等
目标识别与跟踪模块类	输入图像、定位边界框、目标类别、敌我状态、算法模型等	检测图像、构建模型、检测视频等
报警类	敌我状态、警示等级、状态等	生成报警信息、分发报警信息等
控制模块类	无人机状态、通信节点状态、输入参数信息等 <sup>[12]</sup>	控制无人机、控制通信节点、转发信息等
数据记录模块类	数据类型、数据对象等	记录图像、记录视频、记录日志、读取等
数据综合管理类	通信对象、监视对象、目标识别对象、控制对象、数据对象参数等 <sup>[13]</sup>	通信、监视、目标识别、跟踪、控制、数据记录等
通用类	各种常数、约定参数等	
网络类	网络参数、网络对象等	设定对象、发送、接收、监听等

2) 识别类及对象的结构。根据需求分析的各  
种功能,系统类及对象的结构如图3所示<sup>[14]</sup>。

## 2.2 数据综合管理系统设计优化

设计的原则是利用尽可能简单的数据结构和

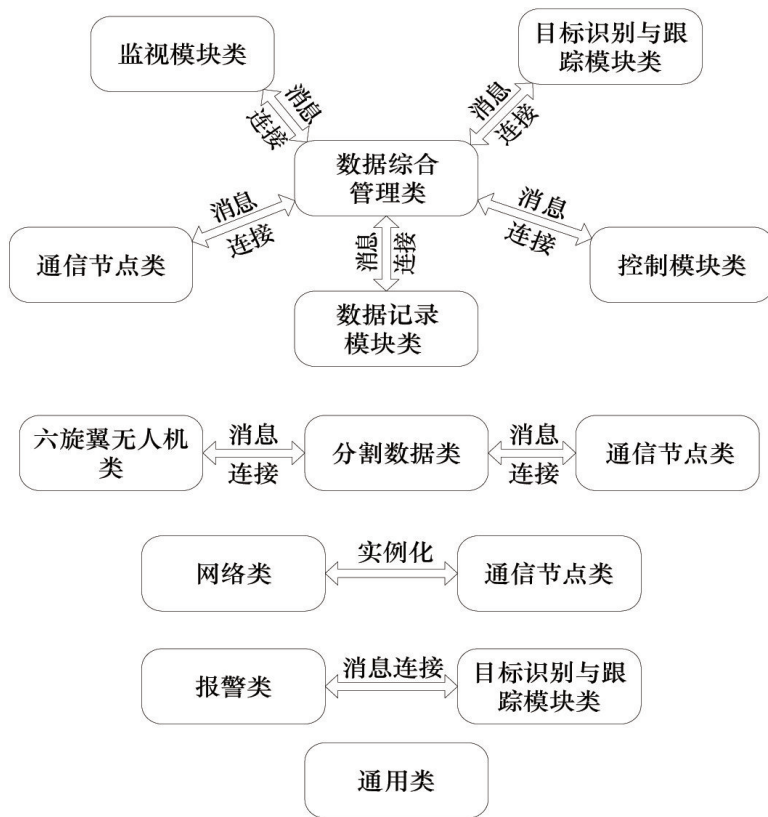


图3 类及对象结构

尽可能少的模块,满足系统要求和功能的情况下,尽可能提高系统运行的准确率和时效。使用下述过程对软件系统进行优化:(1)在不考虑运行时间的前提下,设计简单的数据结构,开发能完成功能的模块,精简模块之间的结构;(2)挑选出那些耗时最多的模块,如目标图像识别和跟踪模块,努力优化其算法,以求尽可能提高效率;(3)使用面向对象的高级程序语言进行编程<sup>[5]</sup>;(4)孤立出那些极大依靠机器并占用很多资源的模块;(5)必要时对这些大量占用资源的模块进行重新设计和开发,尽可能在空间上和时间上取得尽可能的平衡和优化,以提高效率。

### 3 软件实现设计

通信模块的实现,在旋翼无人机上配置数传电台,并在旋翼无人机飞行控制系统中实现通信数据的收发处理程序<sup>[6]</sup>。地面上主要有通信中继节点

和数据中心的通信节点,中继节点也装配数传电台,并实现通信数据的接力转发程序功能;数据中心的通信节点通过数传电台实现收发和解析编码数据的程序功能。

监视模块的实现,图像数据采集设备安装在旋翼无人机上,监视硬件配置在数据中心,实现解析从通信节点和控制模块收到的数据的程序功能,并向监视器实时显示结果。

目标识别与跟踪模块的实现,配置在数据中心,其实现是通过接收到的图像进行物件检测,采用目前检测速度较快的物件检测算法,如YOLOV3、YOLOV4等算法,对物件检测的结果,继续采用基于深度学习的敌我识别算法标注需要跟踪的目标,结果数据共享给控制模块。

控制模块的实现,也配置在数据中心,实现对旋翼无人机、通信节点和其他各软件模块的程序控制功能。

数据记录模块的实现,也配置在数据中心,建

立数据库,实现对图像和系统运行数据的存储功能,保存近3个月内的数据,超出部分自动删除。

## 4 结论

仓库现有防控系统主要以定点监控的图像采集为主,在现场处置方面并没有很好的无人化支持,随着人工智能的发展,将来的无人化、智能化、微型化防控手段是仓库管理模式发展的趋势。本研究提出了以六旋翼无人机为平台的智能防控软件系统总体设计,本质上是一种人在环的管理方式,可以利用无人机昼夜巡检、自主避障、路径规划、探测识别、投射灭火剂等,并使用高性能计算机对这一过程进行高速计算以达到相对实时的要求,大大增加了人的感知和处置范围,与现有仓库的防控系统相比,有很大的优势。通过以后更加深入的研究和优化,该智能防控系统一定会有广阔的应用前景。

### 参考文献(References)

- [1] 苗颖,周仕鹏. 浅谈智能化技术在电气工程自动化控制中的应用[J]. 山东工业技术, 2018(10): 122.
- [2] 孟维一. 基于数据仓库的保险商业智能系统设计与实现[D]. 北京: 北京交通大学, 2016.
- [3] 张小娟. 智慧城市系统的要素、结构及模型研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2015.
- [4] 侯瑞敏. 基于SSM的电力设备管理系统的设计与实现[D]. 北京: 华北电力大学, 2017.
- [5] 邢宁哲. 智能电网中通信网络可靠性保障技术的研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2017.
- [6] 张国喜. 进场雷达引导的无人机自主着陆过程仿真研究[D]. 南昌: 南昌航空大学, 2014.
- [7] 崔炽标. 注塑件常见外观缺陷检测系统的研究与开发[D]. 武汉: 华中科技大学, 2017.
- [8] 徐良. 面向数据的软件工程方法探讨及初步应用[D]. 成都: 成都理工大学, 2016.
- [9] 刘明. 基于SOA和EDA的解耦合方案[C]//吉林省第七届科学技术学术年会论文集. 长春: 吉林省科协, 2012: 371-372.
- [10] 马晓星, 刘譞哲, 谢冰, 等. 软件开发方法发展回顾与展望[J]. 软件学报, 2019, 30(1): 3-21.
- [11] 沈被娜, 刘祖照, 姚晓冬. 计算机软件技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016: 256.
- [12] 安高锋. 某型无人机飞行控制器的设计与仿真[D]. 南昌: 南昌航空大学, 2015.
- [13] 周春阳. 面向信息物理系统的实时数据对象调度关键技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2019.
- [14] 李诗坤. 利用软件工具提高技术文档写作质量和效率方法的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2015.
- [15] 宋广军. 软件工程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2011.
- [16] 吴森堂, 费玉华. 飞行控制系统[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

## Overall design of warehouse intelligent prevention and control software system

LI Xiangrong, WANG Zhigang, MA Xiaofei

Academy of Army Armored Force, Beijing 100072, China

**Abstract** Aimed at the requirements of central control and joint debugging and joint testing of warehouse intelligent prevention and control system under complex environment, an overall framework of the software system is presented. Using data flow and object-oriented methods, functional requirements of the software system are analyzed and the functional structure and network composition of the system are designed. Finally, corresponding software optimization suggestions are put forward.

**Keywords** intelligent prevention and control; software system; overall design ●



(责任编辑 陈广仁)