

机场跑道异物信息管理系统软件设计与实现

孙灿飞^{1,2}, 赵英梅^{1,2,*}, 何泳^{1,2}

1. 中航工业上海航空测控技术研究所, 上海 201601

2. 中航工业故障诊断与健康管理局航空科技重点实验室, 上海 201601

摘 要: 根据机场跑道异物监测系统的应用需求, 提出其主要组成系统之一——信息管理系统的主要功能需求, 并分别从数据管理功能、数据统计分析、数据导出、用户管理及系统信息设置存储等方面进行详细分析, 通过数据库选型与创建, 开展软件设计与实现, 并对主要软件界面进行说明。该系统经过系统联调及用户体验, 验证了系统功能, 为机场对监测的跑道异物信息进行管理提供了有效手段, 也为后续跑道异物监测信息管理标准的制定提供参考。

关键词: 机场跑道; 跑道异物; 信息管理; 数据库; 软件设计

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-5453 (2016) 02-0048-05

跑道异物, 国际上统称FOD(Foreign Object Debris), 指出现在机场跑道可能损伤航空器或系统的各种外来物质、碎屑或物体。国际民航组织(ICAO)、美国联邦航空管理局(FAA)以及中国民用航空局(CAAC)都明确规定了机场跑道异物的监测方法和监测要求^[1,2]。随着全球化的不断推进, 世界航空产业迅猛发展, 使得各国机场吞吐量持续攀升, 飞机的起降更加频繁。如何全天候通过现代化手段确保跑道异物的清洁, 对高负荷运转机场飞机起降安全显得尤为重要, 因此, 跑道异物监测系统应运而生。

目前, 主流跑道异物监测系统是指采用混合式技术, 即毫米波雷达技术与可见光视频监视技术相结合, 来完成对跑道异物的自动检测, 并进行应急处置和信息管理与存储的系统^[3]。

机场跑道异物信息管理系统作为跑道异物监测系统的软件功能模块之一, 主要完成对异物信息的长期存储、日常管理以及相关分析, 可以为机场提供完善可靠的异物信息, 为准确发现威胁源提供了数据保障, 也可通过查询分析历史数据采取针对性措施来预防异物的损伤危险。因此, 在FAA发布的咨询通告中明确要求, 跑道异物监测系统应建立FOD数据库, 记录详细的FOD信息以便后期调查分析^[4]。

本文对机场跑道异物信息管理系统进行了框架设计及

软件实现。

1 系统主要功能

信息管理系统功能包括数据管理、数据统计分析、数据导出、用户管理和系统信息设置存储, 详细功能结构如图1所示。

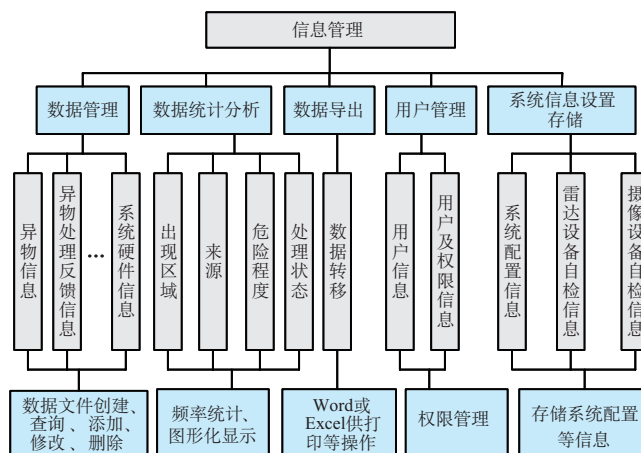


图1 信息管理系统功能构成图

Fig.1 Function structure of information management system

1.1 数据管理

数据管理主要包括数据文件创建、查询、添加、修改、删

收稿日期: 2015-10-19; 录用日期: 2015-11-28

基金项目: 中航工业技术创新基金项目(2009Q63375, 2013F63324)

*通讯作者: Tel.: 13916509877 E-mail: sunhaot0917@sina.com

引用格式: SUN Canfei, ZHAO Yingmei, HE Yong. Design of information management software for airport runway's foreign object debris monitoring[J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27(02): 48-52. 孙灿飞, 赵英梅, 何泳. 机场跑道异物信息管理系统软件设计与实现[J]. 航空科学技术, 2016, 27(02): 48-52.

除等基本功能,以及存储异物信息、用户信息以及系统硬件、软件配置等相关信息。

(1) 异物信息包括雷达扫描信息和摄像系统信息:雷达扫描信息是雷达每次扫描的异物的个数、具体位置、扫描时间等信息;摄像系统信息是摄像设备根据雷达每次扫描的异物的原始信息定位并拍摄图像。

(2) 异物处理反馈信息是处理意见、异物处理时间、处理状态以及异物清理人员情况等相关信息。

(3) 系统硬件信息主要指雷达、摄像、云台等设备基本信息。

1.2 数据统计分析

主要对出现异物的频率做统计,对一定时间段(日统计、月统计等)内出现的异物进行统计,对容易发现异物的重点区域重点监控,同时为监控预测提供数据基础。具体内容如下:

(1) 异物出现区域统计:分析异物分布在跑道的位置,结果可以体现最容易出现异物的区域,工作人员可以对该区域重点监控。

(2) 异物来源统计:通过对产生来源分析,对潜在异物的来源加强管理,从根本处减少异物的产生。

(3) 危险程度:统计结果初步显示异物的危害程度,为进一步分析原因提供依据。

(4) 处理状态:处理状态结果显示当前异物是否清理,提高异物清理的效率。该属性同时显示雷达误报、漏报情况,为系统虚警情况做出统计。

1.3 数据导出

数据导出功能是数据管理模块的扩展功能之一,具有一定的重要性。数据采用以Word或 Excel格式导出,可以直接编辑,也可以用作数据源设计制作报表等,而报表打印软件作为辅助软件可提供机场跑道异物监测系统的监测报表、反馈报表等,以方便维护人员的日常维护作业。

1.4 用户管理

加强对数据信息管理,用户类别分为普通用户和管理员,管理员可根据要求设置用户权限:

(1) 普通用户:具有查询数据、刷新记录以及统计分析等一般操作权限。

(2) 管理员:添加、修改、删除异物信息记录等编辑权限,用户权限管理,如设置用户权限(权限调整)、清理用户信息(人员变更)。

1.5 系统信息设置存储

系统软件配置等信息,以及存储雷达、摄像等设备运行

时自检相关信息。

2 数据库的选型与创建

2.1 数据库软件选型

系统数据库类型采用能够对底层数据改变实时更新的联机事务处理系统。目前,广泛应用于商业并且满足本系统需求的客户/服务器机制的数据库主要有SQL Server和Oracle Database,其中Oracle Database数据量大、数据可靠,能够应用于多平台,但是Oracle Database在操作使用方面存在一定的难度,同时该软件价格高。SQL Server只能在Windows平台上应用,能够有针对性的优化操作、解决问题,使用方便,价格相对较低。因此,数据库选用SQL Server与Windows7操作系统、Visual Studio 2010开发环境共同开发数据管理模块。

2.2 数据库的创建

为数据库创建了3张数据表:异物信息表、用户信息表和其他信息表。

异物信息表如图2所示,包括以下内容:(1)编号。(2)名称。(3)属性,指材质等异物属性。(4)图像,原始拍摄照片(能够同时存储图像处理结果)。(5)危险等级,表示异物危险程度。(6)时间,指雷达扫描到异物的时间发现。(7)位置信息,雷达扫描表示位置的坐标信息。(8)区域,位置对应的跑道区域。(9)雷达设备编号,发现异物的雷达设备编号。(10)摄像设备编号,拍摄图像的摄像设备编号。(11)处理状态,异物当前状态、雷达误报、漏报等状态,即已处理,未处理,误报已处理,漏报已处理。(12)处理时间,异物清理的时间。(13)操作人员,清理异物人员信息。(14)来源,异物来源。(15)备注,对

	列名	数据类型	长度	允许空
▶	编号	int	4	
	名称	varchar	50	✓
	时间	datetime	8	✓
	属性	varchar	50	✓
	图像	varchar	50	✓
	位置信息	varchar	50	✓
	出现区域	varchar	50	✓
	危险等级	varchar	50	✓
	雷达设备编号	int	4	✓
	摄像设备编号	int	4	✓
	处理状态	varchar	50	✓
	处理时间	datetime	8	✓
	操作人员编号	varchar	50	✓
	来源	varchar	50	✓
	备注	text	16	✓

图2 异物信息表

Fig.2 Foreign information table

异物信息的补充说明。

其中,信息(6)~(10)来自雷达扫描信息,(2)~(5)由摄像系统信息提供,(11)~(15)是处理反馈信息进行补充完善。

用户信息表存储用户信息及登录系统的用户名、密码等信息;用户登录时,系统从该表中核对信息,确定使用权限并开放相应功能,如图3所示。

列名	数据类型	长度	允许空
姓名	char	10	✓
性别	char	10	✓
部门	varchar	50	✓
密码	varchar	50	✓
注册时间	datetime	8	✓
权限	varchar	50	✓
权限说明	varchar	50	✓

图3 用户信息表

Fig.3 Users information table

其他信息表主要包括系统硬件设备信息、安装要求、系统软件配置信息以及运行中设备自检的结果信息。

3 软件设计与实现

3.1 信息存储

信息存储过程软件设计主要流程如图4所示。

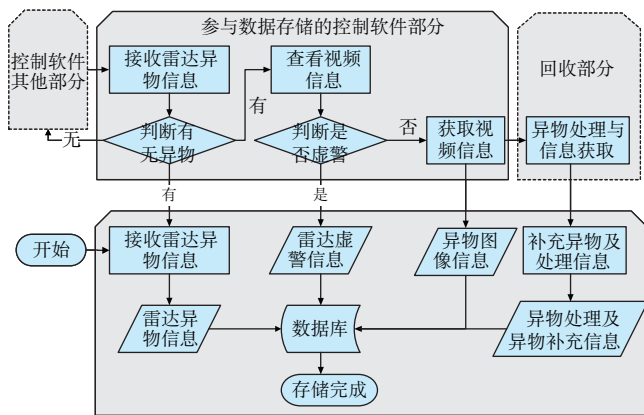


图4 信息存储流程图

Fig.4 The flow chart of information storage

为了保护数据库数据安全,功能划分是必不可少的部分。用户使用权限设计划分为管理员、普通用户两类,用户登录系统时会验证身份,同时会返回该用户的使用权限,根据权限会分配给用户相应的操作权限。

本系统中需要存储的大文件除了摄像系统拍摄异物图

像、图像处理后的图像,还会有部分摄像设备录制的视频文件,这些文件直接存在数据库中,不但占用数据库空间,还会直接影响访问查询速度,所以在数据库中存储文件的保存路径,文件直接存在本地硬盘或者其他备份系统中。

为了保护文件安全,保存路径同样需要保护,以文件名作为该属性内容,路径内容写入程序中,并为该列单元格列添加超链接功能,用于访问该文件。

3.2 信息查询

模块内部使用标准化查询语言(SQL),创建了索引,在VS2010下,用C#编写数据管理模块,生成界面,如图5所示。



图5 信息显示界面

Fig.5 Information display interface

(1) 组合查询:用户可以从异物信息属性项中选择多项查询条件,右侧的文本框会相应显示该条件下的可选项,用户可以直接选择项目进行查询或手动输入进行模糊查询,如图6所示。

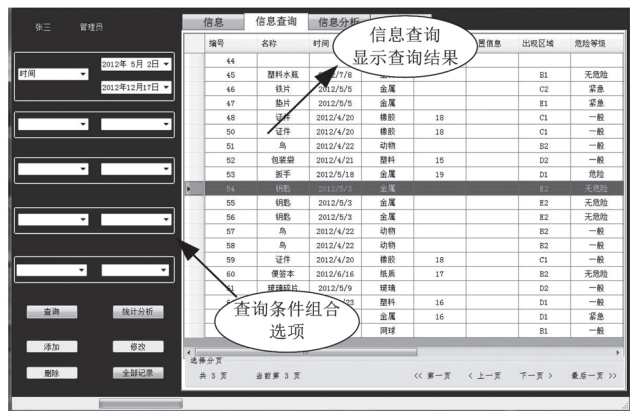


图6 信息查询界面

Fig.6 Information query interface

(2) 分页查询显示:查询结果以每页面最多25条记录的形式显示,方便查看需要的信息。实现方式是将查询的结果分割成小的数据集,分批次查询小的数据集,再逐一显示。

3.3 信息统计分析

统计分析以图形化方式直观显示统计结果,如图7所示,使用VS2010提供的图表控件“chart”实现。

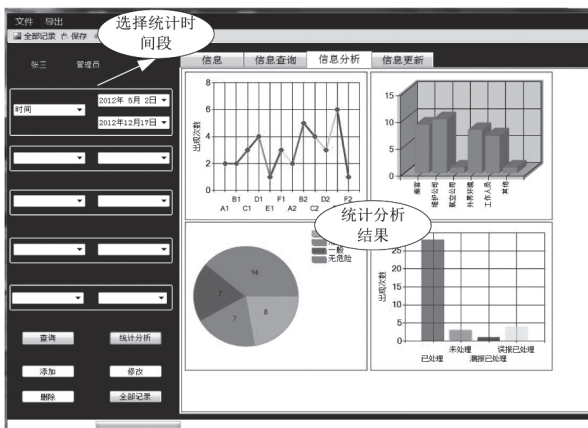


图7 信息统计分析界面

Fig.7 Information statistic analysis interface

数据库中异物信息是对每个异物描述性的记录,需要统计出现频率的结果作为每项统计图表的数据源,最后用统计图的形式形象、直观的显示结果。

3.4 信息导出

从数据库中将数据导出至办公软件(Word 或Excel),如图8所示。如果数据量很大时,从VS.net平台直接导出生成



图8 信息导出界面

Fig.8 Information export interface

产生用户界面响应延迟等现象。面对此类耗时操作,运用独立的线程从后台导出数据,可以顺利导出数据,同时不影响用户操作。

4 结论

信息管理系统软件经过系统调试,顺利地完成了信息接收存储、显示、分析、查询及导出等信息管理功能,实现了系统的全部要求。经过外场试验与用户体验,系统进行了人机交互细节调整有优化。信息管理系统为机场对监测的跑道异物信息进行管理提供了有效手段,为后续跑道异物监测信息管理标准的制定提供参考,同时,该系统软件设计与实现

AST

参考文献

[1] 姚红宇,唐海军,卢贤锋,等. FOD防范手册[Z]. 中国民航局机场司, 2009: 1-5.
YAO Hongyu, TANG Haijun, LU Xianfeng, et al. FOD prevention manual[Z]. Airport department of CAAC, 2009: 1-5.(in Chinese)
[2] AC 150 /5220 - 24. Airport foreign object debris detection equipment[S]. FAA, 2009: 1-13.
[3] 孙立新. 跑道FOD检测系统关键技术分析[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2010, 23(4): 494-496.
SUN Lixin. Key technologies of FOD detection system for runway[J]. Journal of Sichuan University of Science & Engineering(Natural Science Edition), 2010, 23(4): 494-496. (in Chinese)
[4] 李煜,肖刚. 机场跑道异物检测系统设计与研究[J]. 激光与红外, 2011, 41(8): 909-915.
LI Yu, XIAO Gang. Study and design of FOD detection and surveillance system for airport runway[J]. Laser & Infrared, 2011, 41(8): 909-915. (in Chinese)

作者简介

孙灿飞(1979—) 男, 硕士, 高级工程师。主要研究方向: 数据采集与处理技术研究。

Tel: 13916509877

E-mail: sunhaot0917@sina.com

Design of Information Management Software for Airport Runway's Foreign Object Debris Monitoring

SUN Canfei^{1,2}, ZHAO Yingmei^{1,2,*}, HE Yong^{1,2}

1.AVIC ShangHai Aero Measurement-Controlling Research Institute, Shanghai 201601,China

2.AVIC Key Laboratory of Aviation Technology for Fault Diagnosis and Health Management Research, Shanghai 201601,China

Abstract: According to the application of FOD detection system, the main function requirements of the information management system were proposed .The paper analyzed the function of data management, data statistics analysis, data export, user management and system information storage in detail, and explain the design process through the selection and establish of database and the main software interface. After airport test and user experience, the function and performance of the system was verified. This information management system will provide an effective means for the airport to monitor and manage runway foreign object information, as well as provide a reference for formulating the runway FOD monitoring information management system standard.

Key Words: runway; foreign object debris; information management ;database; software design

Received: 2015-10-19; **Accepted:** 2015-11-28

Foundation item: AVIC technological innovation foundation(2009Q63375, 2013F63324)

***Corresponding author. Tel. :** 13916509877 **E-mail:** sunhaot0917@sina.com