

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2013232445

UDC_____

廈門大學

工 程 碩 士 學 位 論 文

龙岩市智慧森林防火系统平台的设计
与实现

Design and Implementation of Wisdom Forest-fire
Prevention System Platform on Longyan City

丁洁琴

指导教师姓名: 杨律青教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2017年04月

论文答辩日期: 2017年05月

学位授予日期: 2017年06月

指导教师:

答辩委员会主席:

2017年04月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版)，允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

- () 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
- () 2.不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人(签名)：

年 月 日

摘 要

在当代,全球科学技术的进步浪潮推动了现代管理工具朝着感官、物理、智能化方向发展,层出不穷的信息科学技术给森林防火业务提供了丰富的管理方法和先进的森林保护理念,利用卫星设备、监控设备与人力监测相结合的多种工作模式,为森林防火系统平台建设提供了良好的技术氛围、创造了良好的工作条件。人类在前人的经验上,分析和总结了森林火灾的一些固有特点,开始利用现代高新技术,全面监测保护森林生态系统的安全,丰富森林资源管理的方式和手段,为林业的现代化而努力,深刻地影响了后来者对森林资源的现代化管理。

龙岩市森林防火工作以中国智慧林业发展指导意见为前提,这为开发以“智慧林业”为发展方向的龙岩市智慧森林火灾系统平台提供了先决条件。“智慧林业”,这类日趋成熟的林业资源管理概念,正在慢慢融入龙岩市林业工作者的日常行动中,它是龙岩市日后林业管理系统的主要工作理念,指导林业工作者的森林资源管理决策和工作方式,促进林业的可持续发展。

本文利用计算机网络技术、大数据、时态空间数据库、3S(GIS、GPS、RS)结合技术、烟火识别技术等,顺应国家智慧林业的发展方向,探讨建立一套龙岩市森林防火智慧化发展的长效机制,实现龙岩市森林的现代化管理,用高科技武装林业部门,保障森林平衡生态的作用,给后世子孙留下宝贵财富。根据龙岩市多年的森林防火技术经验和防火知识,结合龙岩市林业森林资源丰富、防火效率不高的现状,基于龙岩市林业部门对森林火警信息的流通共享的需求,利用新型森林火灾信息管理手段,做到森林环境的全方位全时空探测、防火业务按标准流程管控、森林火灾及时指挥扑救、灾害损失及早评估等。

关键字: 森林防火; 智慧森林; 3S 技术

Abstract

In the contemporary era, the wave of global science and technology has promoted the development of modern management tools in the direction of sensory, physical and intelligent, and the endless information science and technology has provided rich management methods and advanced forest protection concept to the forest fire prevention business. , Monitoring equipment and human monitoring combined with a variety of work patterns for the forest fire system platform to provide a good technical atmosphere, creating a good working conditions. In the past experience, human beings have analyzed and summarized some inherent characteristics of forest fires, began to use modern high-tech, comprehensive monitoring and protection of forest ecosystem security, rich forest resources management methods and means for the modernization of forestry efforts, Profoundly affected the later management of modern forest resources.

Longyan City forest fire prevention work to China's wisdom forestry development guidance as a prerequisite for the development of "wisdom of forestry" for the development of Longyan City, the wisdom of forest fire system platform provides a prerequisite. "Smart Forestry", this increasingly mature concept of forestry resource management, is slowly integrated into the daily operations of forestry workers in Longyan City, it is Longyan City, the future of forestry management system, the main work of the concept of forestry workers to guide the management of forest resources Decision-making and working methods to promote the sustainable development of forestry.

In this content, the use of computer network technology, large data, temporal spatial database, 3S (GIS, GPS, RS) combination technology, pyrotechnic identification technology, in line with the development direction of national wisdom forestry, to explore a set of Longyan City forest fire intelligent development Long-term mechanism to achieve the modern management of forest in Longyan City, with high-tech armed forestry sector to protect the role of balanced forest ecology, to future generations left a valuable asset. According to the experience of Longyan forest

forest fire protection technology and fire protection knowledge, combined with Longyan City, forestry forest resources are rich, fire efficiency is not high status, based on Longyan forestry sector on forest fire information circulation sharing needs, the use of new forest fire information management , To do the full range of forest environment, full-time exploration, fire business according to the standard process control, timely fire fighting the forest fire, disaster assessment and early assessment.

Key words:Forest Fire Prevention; Smart Forestry; 3S Combination Technology

目 录

第一章 绪论	1
1.1 选题背景.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.2.1 国外研究现状.....	2
1.2.2 国内研究现状.....	3
1.3 研究目的与意义.....	4
1.4 论文的内容和组织结构.....	5
第二章 相关技术介绍	7
2.1. NET 平台和 C#	7
2.2 ArcGIS Engine 插件.....	7
2.3 烟火识别系统软件	8
2.4 3S 技术	8
2.5 本章小结	9
第三章 系统需求分析	10
3.1 系统的总体目标.....	10
3.2 角色定义.....	10
3.3 用户需求用例.....	10
3.3.1 数据浏览和查询	11
3.3.2 监控设备管理.....	12
3.3.3 火点定位	13
3.3.4 火源分析	14
3.3.5 林火蔓延态势	15
3.3.6 最优路径分析	16
3.3.7 灾损评估功能	17
3.4 系统的非功能需求.....	18
3.5 本章小结.....	20
第四章 系统设计	21

4.1 系统设计原则.....	21
4.2 系统总体架构设计.....	22
4.3 系统网络总体设计.....	22
4.4 系统的软件架构.....	23
4.5 系统平台功能模块.....	24
4.5.1 数据浏览和查询模块.....	25
4.5.2 监控设备管理模块.....	25
4.5.3 火点定位模块.....	26
4.5.4 火源分析模块.....	26
4.5.5 林火蔓延态势模块.....	27
4.5.6 最优路径分析模块.....	27
4.5.7 灾损评估模块.....	28
4.6 数据库设计.....	28
4.6.1 数据库总体设计.....	28
4.6.2 数据库表结构.....	28
4.7 本章小结.....	30
第五章 系统实现与测试.....	32
5.1 系统开发环境与运行环境.....	32
5.1.1 系统软件环境.....	32
5.1.2 系统硬件环境.....	32
5.2 系统实现的主要界面.....	33
5.3 系统实现的代码.....	41
5.4 系统测试.....	56
5.4.1 测试环境.....	57
5.4.2 测试方法.....	57
5.4.3 测试用例.....	57
5.5 测试结果.....	59
5.6 本章小结.....	60
第六章 总结与展望.....	61

6.1 总结	61
6.2 展望	62
参考文献	64
致 谢	65

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction.....	1
1.1 Research Background.....	1
1.2 Research Status	2
1.2.1 Research Status at Abroad	2
1.2.2 Research Status in China	3
1.3 Research Purpose and Significance.....	4
1.4 Content and Organizational Structure	5
Chapter 2 Introduction to Relevant Technologies	7
2.1 .NET Platform and C#	7
2.2 ArcGIS Engine Plug-ins	7
2.3 Fireworks Recognition System Software	8
2.4 3 Stechnology	8
2.5 Summary.....	9
Chapter 3 System Requirements Analysis	10
3.1 Overall Project Objectives	10
3.2 The Role Definitions	10
3.3 User Requirements Use Case	10
3.3.1 Data Browse and Query	11
3.3.2 Monitoring Equipment Management.....	12
3.3.3 Point Positioning.....	13
3.3.4 Fire Source Analysis	14
3.3.5 Forest Fire Situation.....	15
3.3.6 Optimal Path Analysis	16
3.3.7 Functional Damage Evaluation.....	17
3.4 Non-functional Requirements.....	18
3.5 Summary.....	20

Chapter 4 System Design	21
4.1 System Design Discipline	21
4.2 System Overall Architecture Design	22
4.3 Overall Design System Network	22
4.4 Software Architecture of System	23
4.5 Function Modules of System Platform	24
4.5.1 Data Browse and Query Module	25
4.5.2 Monitoring Equipment Management Module	25
4.5.3 Point Positioning Module	26
4.5.4 Fire Source Analysis Module	26
4.5.5 Fire Spreading Dynamics Module	27
4.5.6 Optimal Path Analysis Module	27
4.5.7 Damage Assessment Module	28
4.6 Database Design	28
4.6.1 Database Design as a Whole	28
4.6.2 Database Table Structure	28
4.7 Summary	30
Chapter 5 System Implementation and Test	32
5.1 System Development Environment and Running Environment	32
5.1.1 System Software Environment	32
5.1.2 System Hardware Environment	32
5.2 Main Interface of System Implementation	33
5.3 System Implementation Code	41
5.4 System Test	56
5.4.1 Test Environment	57
5.4.2 Test Method	57
5.4.3 Test Case	57
5.5 Test Results	59

5.6 Summary.....	60
Chapter 6 Conlusions and Prospects	61
6.1 Conlusions.....	61
6.2 Prospects	62
References.....	64
Ackknowledgments.....	65

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 绪论

1.1 选题背景

在当代，尽管全球信息科学技术发展突飞猛进，但在完全制服森林火灾的手段，人类还未突破这一世界难题。

森林火灾多发生于人类监管不良、交通崎岖的山区，其破坏性特别大、救助特别困难、扑灭损耗巨大。过火面积巨大的森林火灾，往往吞噬森林里的一切动植物，摧毁各种生产设施和建筑物，短时间内产生大量有害气体，污染火灾区域及周边地区环境，严重危害当地的生态平衡和社会发展；甚至威胁森林附近的人类聚集地，造成交通中断、停产、停课与停工，从而给灾区人民带来巨大的经济损失。一些无法扑灭的森林火灾，只能等待林火自灭，增加了当地不安全因素。因此，森林火灾成为世界上最可怕的灾难之一，如何做好森林防火工作和发现萌芽状态的火灾并进行扑灭是我们要思考的问题。

根据当代森林防火经验的归纳总结，森林火灾的特点概括为：森林资源越是丰富的地区，森林火灾引发的损失越严重；森林着火的面积越巨大，扑灭的时间越长；森林火灾与极端气候有明显的直接联系，干旱、扬沙等恶劣天气表明森林植被含水率极低，易燃性增高，提高了森林火灾的发生机率，加剧了森林火灾的损害程度。可以看到，森林火灾正朝人类不愿看到的方向发展，因而，积极有效地预防和控制森林火灾已经成为世界上的一个共同研究的课题。国内外的学者已开始着重研究森林火灾的理论和技術，从而形成了林业相关的研究部门和专业队伍^[1]。

在当代，全球科学技术的进步浪潮推动了现代管理工具朝着感测、物理、智能化方向发展，地球空间信息技术、互联网、大数据、云计算等新型信息科技广泛的跨越和深度整合，诞生了许多新成就和新成果，为森林防火工作提供了丰富的管理方法和先进的森林保护理念，利用卫星设备、监控设备与人力监测相结合的多种工作模式，为森林防火系统平台搭建提供了良好的技术氛围、创造了良好的工作条件。

为使中国林业能早日完成现代化，我国在 2013 年定义了智慧林业的基本内

涵,为森林防火的工作出具了具体的指导意见龙岩市森林防火以中国智慧林业发展指导意见为前提,这为开发以“智慧林业”为发展方向的龙岩市智慧森林火灾系统平台提供了先决条件。“智慧林业”,这类日趋成熟的林业资源管理概念,正在慢慢融入龙岩市林业工作者的日常行动中,它是龙岩市日后林业管理系统的主要工作理念,指导林业工作者的森林资源管理决策和工作方式,促进林业的可持续发展。本文以龙岩市为例,论述龙岩市智慧森林防火系统平台建设。

1.2 国内外研究现状

由于信息技术的迅猛发展,使得森林防火技术由最初的以技术为中心转化成以信息为中心,即转向对自然环境、森林资源、火灾形势、地理空间等各方面信息的有效获取、集中处理和合理利用,因此信息统计技术的强弱与森林防火信息化平台有直接的关系,对其产生重要的影响^[2]。

森林防火平台是由西方发达国家首先开始设计并进行应用的。这方面的代表作是美国在1972年开发的国家级火险预报系统和加拿大在1987年开发的森林火险等系统^[3]。中国经过多年的努力,在森林防火平台开发方面也逐渐成熟。

1.2.1 国外研究现状

纵观国际上历史发展,得益于两次工业革命的有利时机,国外信息科学技术遥遥领先于国内。不仅森林防火管理手段和技术远超国内,而且伴随着技术的不断发展和经验的累积,防火意识理念也远比国内先进。

德国在2001年有了FireWatch,其技术核心是通过红外技术进行旋转扫描,可以在8分钟时间里完成对700平方公里森林的异常烟气与火炎进行检索、比对以及警告。

美国经济与科技发展水平在现阶段领先全球,在地广人稀的国情下,主要采用卫星监控与飞机巡逻,能以昂贵的技术资本投入来换取人力地少量使用。

加拿大采用从卫星发射电磁射线检测林区温度,当检测出某一林区局部温度上升到150~200,红外线波长3.7微米时,便是火灾前兆,立即测定具体温度,采取措施及时防火,同时,加拿大林区采用多架配备先进的直升飞机轮流监测森林火灾^[4],飞行费用为每小时需人民币25300-30360元。

国外使用的技术方法和手段森林防火效果虽然十分显著,但资金与技术成本

太高，对于我国这样的发展中国家，特别是龙岩这类中小城市，明显是承受不了的。所以，现实情况逼迫我们亟待开发出一套适合我国中小城市实际情况的森林防火系统。

1.2.2 国内研究现状

在国内，森林防火业务的核心点是“防”和“扑救”。“防”，即防止地形、温度、湿度、风、降水等自然因素和生产生活用火等人为因素造成火灾。“扑救”即林业防火部门组织人力、物力扑灭火灾。若森林火灾过于凶猛，人力不能扑灭，只能等待林火自灭，往往造成不可估量的危害和损失。

但现在，传统的森林防火逐渐被现代森林防火代替：在传统的林业中，防火只是为了减少经济损失和人员伤亡，而忽略了整个林业的持续发展，甚至忽略了整个森林生态系统，没有把保护森林生态系统作为根本^[5]，并且难以解决人工防护中某些固有的弱点和缺陷。而森林防火管理是一项与人类发展相关的长期而复杂的系统工程。目前，我国的森林防火工作也开始采纳现代化的管理方式和科学技术手段，对森林资源进行及时而有效的保护，从而能够达到森林资源的有效利用和可持续开发^[6]。在国内，一些城市根据经济发展水平和需要逐渐采纳部分国际防火技术，结合实际发展自己独有的森林防火手段。通常，林业资源丰富的地区，采用的森林防火方式有瞭望台监测、人工地面巡逻、航空巡护、卫星遥感等，单独采用或者混合其中几种手段使用。

瞭望台监测具有视野空间广阔、晴天观测效果良好的优点。但不足的有这几个方面：一是在交通崎岖、人力无法到达的地区不能架设瞭望台；二是人力监测错误率高的地方往往都是烟雾较稀疏、面积较小的火场和余火，受地形地势的限制，这些地方成为瞭望台监测的死角和空白；三是该手段依靠瞭望员的以往经验来推测判断，准确率不高、误差大；四是建设和人工值守的成本高。

人工地面巡逻，让林火巡逻员深入到人力可达的瞭望台观测的死角开展巡逻，减小森林有火成灾的机率；同时向周边居民聚集地反复宣传野外用火安全和森林火灾知识，控制非自然因素火源，预防故意纵火。林火巡逻员能够对林区及附近居民和过往人员、车辆进行告诫，对生产生活用火进行指导和监督，劝导制止违章用火，及时发现、报告、处置火情。但在人烟罕至、交通困难的深山老林，

受自然条件限制，开展人工巡护十分困难。

航空巡护的优点是覆盖面积大、效率高，配置相关检测装置的飞机会使效果成倍增加，但它最明显的缺点就是成本问题，高昂的费用，使得我国目前难以大面积使用这种巡护方式^[7]。

卫星遥感技术的优点是能大面积对温度过高的点做出准确检测并加以报告，同时几乎可以不受天气影响收集资料，也不受地形的影响，能全天候，全时段监测^[8]。不足之处：一是由于卫星空间分辨率和时间分辨率的限制，无法做到全天候的实时覆盖，尤其无法发现面积较小的初发火灾，也无法透过天空云层进行监测。二是卫星过境监测热点往往是两、三小时才能监测一次，多数监控的热点都已经形成火情、甚至已经形成火灾，监测效果相对滞后。三是国家消防局由于监控任务，现在只处理超过 2 像素的图像，一个像素在火灾或热点中的热点不进行处理，且图像处理滞后（0.5 至 1 小时），特别是对南方天气多云、小火多的情况下，降低了林火监测效果。

1.3 研究目的与意义

龙岩地区是福建省主要林区之一，林业产业发达、生态区位突出。在新技术层出不穷的形势下，龙岩市的森林防火工作已经有所完善和提高，但是龙岩市作为中小城市，经济发展水平不高，森林防火工作资金不充足，缺乏现代高新技术，防火工作人手不足，地形、水系、道路、植被等地理因素复杂多变。面对这些复杂的情况，只有细致而深入地分析龙岩市森林防火工作的现实情况，才能制定出科学、合理的方案和策略。

本论文研究的目的是利用当今较为成熟的防火技术和经验，以较低的成本开发一套适合龙岩市当今森林防火工作现状的森林防火信息管理系统，对森林环境进行细致、全面、深入的研究，建立一个全市范围内统一使用标准的林业资源数据库，并不断完善、扩充，做到龙岩市森林火灾数据的集中存储和智能化调用，做好森林火灾数据的管理和预防、控制、蔓延、评价等工作，实现森林防火系统集成化建设、安全平稳地运行和规范化管理，降低人工和维护成本支出，提高森林防火工作的效率；同时探讨龙岩市智慧林业的防火技术建设。

龙岩市智慧森林防火系统平台，主要优势表现为：

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库