

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 23120121152882

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

火灾监测系统中多源信息融合方法的研究

The research on multi-source information fusion method in

Fire Monitoring System

缪 瑛

指导教师: 许惠英 教授

专业名称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2015 年 月

论文答辩日期: 2015 年 月

学位授予日期: 2015 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2015 年 4 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

火灾是威胁人民生命安全和经济社会发展最为经常、普遍的灾害之一。近年来，室内火灾发生率在全球所发生的火灾中占比约百分之八十以上。国际消防技术委员会对这个现象非常的重视，希望各国的相关部门可以对此采取有效的措施。各国为此都采用了比较有效的方法，也就是利用信息科技技术手段对室内火灾环境进行监测预防，使得火灾得到有效防控。

生活中普遍的火灾监测系统中多采用烟雾传感器监测单一的环境参量，并简单地通过阈值法来判断火灾情况。这难免会因为传感器失灵，自然环境影响等不可抗拒的因素造成系统误报或是漏报的概率变大。为了减少这个现象的发生，我们提出了在搭载 $\mu C/OS-II$ 系统的 STM32 平台监测系统中，结合多源信息融合技术通过多个传感器传来的多类型环境信息进行综合信息处理，以改善系统识别环境的准确率等问题。

论文中通过对多源信息融合一般框架结构的研究和分析，设计出了针对室内火灾环境特征级信息融合系统结构，得到准确的用于支持决策的信息。我们根据监测环境参量所使用的多个传感器所得信息选择了人工神经网络进行信息融合特征级上的处理，应用了 BP 神经网络和 RBF 神经网络两种神经网络融合的方法进行了验证，分析了两者各自的优、缺点。证明了系统特征级融合模型的可行性与系统的可靠性。

关键词： $\mu C/OS-II$ ；多源信息融合；BP 神经网络；RBF 神经网络

Abstract

Fire is one of the mostly frequently and common disasters , which threat to people's life safety and social development. In recent years, the incidence of indoor fire is about more than eighty percent in the fire, all over the world. The CTIF pay more attention to this phenomenon, hoping the relevant departments of all over the word can take effective measures to solve it. Because of that, many countries have adopted a more effective method, which is the use of information technology means to monitoring indoor fire environment to avoid the fire accident effectively.

It is commonly to find fire monitoring systems use smoke sensor to monitor single environmental parameter, and simply to judge the fire through the threshold value method in our life. This will inevitably because of sensor failure, irresistible factors such as natural environmental impact system misstatement or omission probability. In order to reduce the occurrence of this phenomenon, we put forward STM32 platform monitoring system based on $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ operating system combined the technology of multi-source information fusion by sorts of environmental information from muti-sensors for integrated information processing, improving the problem such as accuracy of system which identified environment and so on.

In this paper ,we analyze and make a research on the frame structures of multi-source information fusion. According to the monitoring of environmental parameters which use multiple sensors to get information , we choose the method of artificial neural network for muti-source information fusion by feature layer, put BP neural network and RBF neural network into use, which are verified by the use of two kinds of neural network, analyzes the advantages and disadvantages of both. Proved the feasibility of the system model of feature level fusion and the system reliability.

Key words: $\mu\text{C}/\text{OS-II}$; multi-source information fusion; BPNN; RBFNN

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 课题研究的背景和意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.3 论文安排.....	3
第 2 章 嵌入式系统设计	5
2.1 嵌入式系统.....	5
2.1.1 嵌入式操作系统.....	5
2.1.2 μ C/OS-II 系统的移植.....	10
2.2 嵌入式系统设计流程.....	12
2.2.1 μ C/OS-II 操作系统的初始化.....	12
2.2.2 用户任务创建.....	14
2.2.3 μ C/OS-II 操作系统的启动.....	14
2.3 系统总体设计.....	16
2.3.1 系统硬件平台.....	16
2.3.2 STM32 处理器软件开发工具.....	17
2.3.3 系统接口与功能设计.....	19
2.4 本章小结.....	24
第 3 章 多源信息融合	25
3.1 多源信息融合来源概述.....	25
3.2 多源信息融合的定义.....	26
3.3 多源信息融合的分类.....	26
3.3.1 按信息融合的技术的分类.....	26
3.3.2 按信息融合处理层次的分类.....	28
3.3.3 按信息融合结构模型的分类.....	29

3.3.4 按信息融合目的的分类.....	31
3.4 多传感器信息融合.....	32
3.4.1 多传感器信息融合的发展.....	32
3.4.2 多传感器属性融合算法的分类.....	34
3.4.3 基于贝叶斯网络信息融合分析.....	35
3.4.4 基于神经网络信息融合分析.....	38
3.5 本章小结.....	39
第4章 室内火灾监测系统信息融合.....	40
4.1 人工神经网络理论.....	40
4.1.1 人工神经网络的历史发展.....	40
4.1.2 人工神经网络的结构.....	41
4.2 基于人工神经网络的信息融合.....	42
4.2.1 BP神经网络的基本原理.....	42
4.2.2 基于BP神经网络信息融合过程.....	45
4.2.3 RBF神经网络基本原理.....	46
4.2.4 基于RBF神经网络信息融合过程.....	48
4.3 本章小结.....	49
第5章 系统的仿真测试.....	50
5.1 仿真工具 Matlab.....	50
5.2 BP神经网络仿真.....	50
5.3 RBF神经网络仿真.....	55
5.4 本章小结.....	58
第6章 总结与展望.....	60
6.1 全文总结.....	60
6.2 未来展望.....	60
参考文献.....	62

致谢.....66

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

Chapter1 Introduction.....	1
1.1 Background and significace.....	1
1.2 Research Status.....	2
1.3 Paper Organization.....	3
Chapter2 Embedded System Design.....	5
2.1 Embedded System.....	5
2.1.1 Embedded Operating System.....	5
2.1.2 μ C/OS-II Transplantation.....	10
2.2 Design Flow of Embedded System.....	12
2.2.1 μ C/OS-II Initialization.....	12
2.2.2 μ C/OS-II User Task Creat.....	14
2.2.3 μ C/OS-II Start.....	14
2.3 Overall Design of System.....	16
2.3.1 Development Board.....	16
2.3.2 Software Development Tool.....	17
2.3.3 Interface and Function Design.....	19
2.4 Summary.....	24
Chapter3 Multi-Source Information Fusion.....	25
3.1 Origination.....	25
3.2 Definition.....	26
3.3 Category.....	26
3.3.1 Classification by Technology.....	26
3.3.2 Classification by Layer.....	28
3.3.3 Classification by Structure Model.....	29
3.3.4 Classification by Structure Model.....	31

3.4 Multi-sensor Information Fusion.....	32
3.4.1 Evolution.....	32
3.4.2 Classification of Algorithms.....	34
3.4.3 Information Fusion Based on BN.....	35
3.4.4 Information Fusion Based on ANN.....	38
3.5 Summary.....	39
Chapter4 Indoor Fire Monitoring Information Fusion.....	40
4.1 Artificial Neural Networks Theory.....	40
4.1.1 Evolution.....	40
4.1.2 Structure of ANN.....	41
4.2 Information Fusion Based on ANN.....	42
4.2.1 BP Network Fundamental.....	42
4.2.2 Information Fusion Based on BP.....	45
4.2.3 RBF Network Fundamental.....	46
4.2.4 Information Fusion Based on RBF.....	48
4.3 Summary.....	49
Chapter5 Simulation of System.....	50
5.1 Simulation Tool Matlab.....	50
5.2 BP neural network simulation.....	50
5.3 RBF neural network simulation.....	55
5.4 Summary.....	58
Chapter6 Conclusions and Future Works.....	60
6.1 Conclusions.....	60
6.2 Future Works.....	60
References.....	62
Acknowledgements.....	66

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第 1 章 绪论

1.1 课题研究的背景和意义

进入二十一世纪以来,随着电子信息技术的高速发展,给我们生活带来了无限的便利。嵌入式系统作为电子信息技术中普遍用于我们生活中的智能应用技术,发挥了重要的作用。人们在关注科技进步的同时,也考虑到了人们自身生活以及工作环境安全是否可以借助科技手段得到更有力的保障。

室内环境安全关系着人的生命安全和财产安全,设计室内火灾监测系统对保障人的生命安全和财产安全具有重要的意义。现今在生活中,我们传统的室内火灾环境监测系统利用单一传感器对环境的一个参量进行监测,直接反馈给用户,并且不加以分析地对环境的状态就下了判断定论,这样就造成了很多误判信息,给生活、工作带来了不必要的困扰和压力。

对于传统的室内火灾环境监控设备单一性判断环境状况的缺陷,我们有必要提出“多源信息融合^[1]”这个概念为室内火灾环境监测体系提供一个保障。在系统中对多种发生火灾时的环境参量进行监测,并对多个特征参量信息进行融合处理,判断室内环境情况,提高预防室内火灾环境参量监测工作的稳定性、准确性和安全性。

多传感器的信息融合技术目前作为智能信息处理领域里的一个重要的研究热点^[2],从多传感器的角度观察环境特征信息,并能够精准且完整地反馈准确的环境情况及时采取相应措施。所以,多源传感器数据信息融合技术的环境质量及安全监测技术已经成为我们环境监测技术领域重要发展方向和趋势。

在国际消防技术委员会给的统计资料中表明,2010 年的前 10 年当中,平均每年全世界要发生火灾事件的数目在 820 万件左右,死亡人数 8 万人左右。在我国,平均每年发生的火灾事件就有 21 万还要多,死亡人数达到 2000 人,直接导致的经济损失达到 20 亿元以上^[3]。火灾危险威胁着人的生命安全和财产安全,在我们生活中频频发生。在工厂、商场、宾馆、学校、医院、居民楼等室内建筑物如何能够有效地规避火灾危险,所谓“人算”不如“天算”,我们这次就通过

“人算”的方法来有效控制危险系数，通过多源信息融合技术和嵌入式系统平台来有效解决室内环境火灾安全问题。

本课题火灾环境监测系统的研究目标是希望利用信息科技技术手段，基于建立在嵌入式系统平台上对室内温度、一氧化碳浓度、颗粒物浓度等发生火灾时的相关环境数据参量的实时监测，并对监测到的环境信息参量融入信息融合技术方法，进行更加精准的分析，降低信息的不确定性，提高系统的可靠性，以较高的精度判断环境状态并进行有效的控制。

1.2 国内外研究现状

室内作业环境安全如预防火灾等安全问题是世界范围的问题，我国室内作业的环境安全监测相关的信息处理能力一直不能满足经济高速发展下人们日益增长的安全保障意识的需求。美国、欧盟、日本等发达国家，对室内作业环境安全的在这方面的研究工作已经发展得比较成熟了，而我国还处于初期研究阶段，现今在环境监测的科技水平上，他们已经有很多先进的火灾防治的监测技术方法值得我们学习借鉴，火灾监测与报警的技术在十九世纪中期的时候就已经展开了研究。1847年，在美国的 Channing 和 Farmer 就研制出了可以监测火灾的报警装置^[4]。随着科技的进步，利用不同技术手段来监测火灾事故。例如，在森林中使用卫星遥感技术（RS），高速公路上的火灾现场监测使用了光学手段上的传感技术，还有通过录像对现场火灾环境进行监控的手段方法，将录像所得的视频图像传送到数据中心进行监控并应用于火灾探测和火源定位。在室内火灾环境监测系统中基于以上相关的技术本课题采用多传感器对特征信息采集，再利用信息融合的方法同样也能够得到好的预测效果。

智能化火灾监测系统在我国还没有完全的推广开来，国务院颁发的《安全生产“十二五”规划》的重点之一就是构筑社会消防安全。加强安全生产消防工作需要完善我国换进监测网络建设、提高消防监测能力和自动化水平、大力推行对生产作业环境，企业员工宿舍安全保护。虽然较晚起步的我国火灾监控系统不是最先进的，但是经过几十年的发展，也逐步形成了符合我国国情的火灾控制体系。

但是处理技术手段相对落后，自从 1994 年，在北京开展的一次国际消防品博览会，国外各国都展览了较为先进的智能火灾监测设备后，我国各大企业和科研机构就开始了改进国内智能火灾监测系统^{[5][6]}。然而，在两年后北京再次的消防品博览会上，我国大概有十几家企业研制的产品与国外先进水平技术下的产品来比，主要存在着以下 3 个缺点：

- 1) 缺乏统一的技术标准；
- 2) 报警的精确度低下；
- 3) 智能化技术含量水平低；

信息技术应用水平低下使得我国火灾监控系统时常发送错误信息，妨碍了社会公共秩序和安全。在火灾监控技术的发展问题中存在着许多可避免的问题^[7]。例如，在室内环境中只依靠火灾烟雾报警器，某些人抽烟就会引起报警警报。这种单一传感器来判断室内火灾环境，就会产生这样的错误信息。所以在我国现有的室内火灾环境系统的技术水平大形势下，还是处于落后的局面，在技术上亟待提高。

1.3 论文安排

首先，通过对国内外火灾监测系统设备现状的了解，提出来设计一款基于搭载 $\mu C/OS-II$ 嵌入式实时操作系统的 STM32 硬件平台上的室内火灾环境监测系统。然后，根据现实中常常用单一环境参量的阈值法来判断环境状况的高误报率，找到利用多传感器采集环境数据进行信息融合的办法，提高系统监测环境状况的精确度。

第一章为绪论。通过对课题的背景和意义的研究，还有描述了国内外研究现状，最后介绍了整篇论文的内容结构安排。

第二章中，对本文设计的室内火灾环境监测系统的嵌入式操作系统 $\mu C/OS-II$ 工作原理进行了详细的介绍。针对室内火灾环境监测系统分析其系统需求，对本文主要的传感器数据信息采集任务的设计做了详细说明。以及介绍了设计这款系统主要用到的硬件环境和软件工具。

第三章中，对于室内火灾环境监测系统用到的多源信息融合技术，进行了详细的说明，以及介绍了信息融合中基于统计原理的贝叶斯推理算法以及本文中拟采用的用于多传感器信息融合的两种神经网络算法。

第四章中，介绍了人工神经网络的由来以及对室内火灾环境监测系统中信息融合起到的作用，特别地将 BP 网络和 RBF 网络进行原理及结构的说明，还有对于应用到信息融合中过程的说明。

第五章中，在 Matlab 软件中，利用工具箱中的函数对 BP 网络和 RBF 网络进行仿真训练，通过训练的结果进行数据分析，比较两个网络对信息融合在性能上的优缺点。

第六章中，我们对本论文进行了全文总结和未来的展望，分析通过本文的研究进行内容总结，并说明还存在哪些方面需要改善，提出设想。

第 2 章 嵌入式系统设计

2.1 嵌入式系统

在现代计算机技术飞速发展的大环境下，迅速普及的互联网技术和 3C 技术（计算机 Computer，控制 Control，通信 Communication）的融合，使得嵌入式技术成为了二十一世界最具生命力的技术之一。2010 年在全球以 1000 亿美元为计量的嵌入式软件市场规模的前提下，嵌入式软件市场仍能保持增长速度每年超过百分之三十的跃进式增长。嵌入式技术已经形成了一个充满商机的巨大产业。

在现如今的信息时代和数字时代使得嵌入式产品获得了巨大的发展机遇。在互联网、通信设备、微电子的发展基础上，在数字家电、交通工具设备、医疗电子设备、生产自动化、金融电子等国民体系中嵌入式技术都起到了重要的作用并得到了大范围的利用。它通过社会市场，各行各业（医疗事业、军事国防、工业生产）的具体应用，从小的音频设备，手机，电脑设备等到大的汽车，飞机等都有涉及。使得嵌入式技术有了更加广阔的舞台^[8]。

嵌入式系统现今在生活中有了越来越广泛的应用，已经深入到了各个领域。对应它的操作系统在嵌入式系统中也成为了一种发展趋势。这个操作系统在技术领域并没有标准的定义，在我国国内对于广大的技术人员认为是：在计算机这个平台上可以通过对相应功能对多余的外部设备及软件进行合理利用设计出软件应用、使之适合我们的应用平台，在应用功能、花费物力和财力等要求有明确针对性的系统^[9]。在英国电气工程师协会（U.K. Institution of Electrical Engineering）定义里为：嵌入式系统通常是用来监视、控制辅助机器设备或是工厂中运作的设备^[10]。

2.1.1 嵌入式操作系统

抽象上来说，为应用程序提供服务的“总管”它被叫做操作系统，它是一个重要的组成部分但又可或缺的部分对于一个计算机系统来说。从层次（layer）

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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.