

基于可信度的多传感器火灾报警系统的设计与仿真

陈雷¹ 杨丽娟²

(1. 西安工业大学计算机学院 西安 710032; 2. 西安工业大学北方信息工程学院电子系 西安 710200)

摘要:在各种灾害中,火灾是威胁公众安全和社会发展最为主要的灾害。而火灾在室内发生的频率最高,对于火灾的监控重点在于对环境信息(温度、火焰、烟雾等)的监控,所以这3个参数,能实时、准确地对火灾进行监控和报警。但是在传统的系统中报警之前没有考虑到传感器获取的数据是否可信,因此在传感器获取数据后首先进行可信度计算,剔除其中野值,并且对可信的数据进行加权,最后进行多传感器的数据进行融合计算,根据结构进行报警诊断,结果显示。

关键词:多传感器;火灾;可信度;仿真

中图分类号: TN102 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510

Design and simulation of fire report police system based on the credibility of multi-sensor

Chen Lei¹ Yang Lijuan²

(1. School of Computer Science and Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China;
2. Department of Electronics, Xi'an University of Technological Information, Xi'an 710200, China)

Abstract: In various disasters, fire is the most major disasters, threats to public safety and social development. The highest frequency of occurrence of the fire in the room, for fire monitoring focuses on environmental information (temperature, fire, smoke, etc.) monitoring, so these three parameters can monitor and alarm fire accurately. However, in the conventional system does not consider whether the sensor data obtained credible, this paper plausibility calculation for the obtain data, which excluded outliers, and credible data weighting, finally use the merge weighting parameters get the result.

Keywords: multi-sensor; fire; credibility; simulation

1 引言

火灾是一种凶恶的灾害,它可以顷刻之间夺取人的生命,使社会事业和人民生命财产受危害^[1]。随着社会的繁荣发展,人民的生活水平的逐渐提高火灾发生频率最高的出现在室内。所以国内外针对室内的火灾报警有了突破性研究。

随着当今社会科技的飞速发展,火灾报警的实时和准确得到了不断提高^[2]。室内火灾的监控重点在于对环境信息(温度、火焰、烟雾等)的监控^[3-5],系统获取多参数后不仅可以降低误报率,还可以对日后火灾的分析提供数据支持。当今国内外火灾报警的研究以火灾自动报警技术为核心,但是其报警系统智能化程度低以及火灾自动报警系统误报、漏报问题较多是其主要的问题。传统的系统没有考虑到传感器损坏以及数据数据传输出现错误数据的

问题,这样就会提高误报率,因此本文提出了基于可信度的多参数报警系统,这样就可以传感器传输过来的参数进行可信度预判之后利用可信度权值参数进行火灾报警降低火灾误报率。

2 多传感器火灾报警系统的功能分析

本系统首先模拟多传感器的温度、火焰、烟雾数据,由于采集的数据可能存在不可信的数据,其数据会对后面的火灾报警产生误差,所以要对其进行可信度处理,处理后可以减少错误数据对报警的影响。而后对参数进行数据处理得到火灾的预警系数,最后通过对预警系数的选择进行语音及图像报警。本系统的模块示意如图1所示。

1)数据采集模块:对火灾影响较大的温度、烟雾浓度、火焰强度3个环境参数进行监控,搜集火灾产生的数据^[6],在LabVIEW中,针对不同的参数数据,用程序模拟

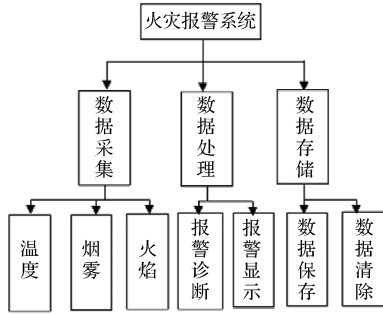


图1 系统功能模块示意

不同的数据进行数据输入和读取。

2) 数据处理模块: 首先进行信息的分析, 通过一定的方法进行变换处理, 从不同的角度获取最敏感、最直接、最有用的特征信息; 而后对获得的参数进行可信度计算, 并对可信度计算后的参数进行融合得到报警系数; 最后是对数据进行报警诊断, 包括对传感器采集的数据信息的识别、判断和报警。把温度、烟雾、火焰等参数数据进行实时监测曲线显示, 包括数字和波形图的显示。

3) 数据保存模块: 测试结果的数据保存, 用户可以将采集到数据的一部分或全部保存在 Excel 表格中, 方便查询和打印。

3 系统的流程分析

本系统采用的是模拟串口采集传感器的温度、火焰、烟雾数据, 其数据由模拟串口写入, 可以选择随机数据、经典的信号数据和自己组织的掺杂错误数据的实验数据, 而

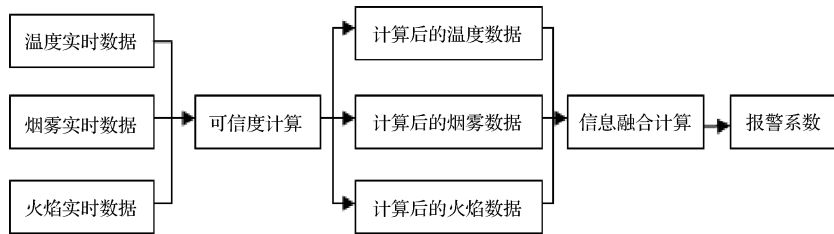


图3 报警参数的处理流程

参数数据的可信度算法如下:

假设在某一时刻 t 获得了传感器采集的某参数的数据 X_t , 在这个时刻的之前第 $t - \Delta t$ 获得采集数据 $X_{t - \Delta t}$, 数据服从高斯分布, 以高斯曲线作为传感器的特性函数^[8], 记为 $P_t(x)$ 、 $P_{t - \Delta t}(x)$ 。

用置信距离测度反映 $P_t(x)$ 和 $P_{t - \Delta t}(x)$ 之间的偏差大小, 设:

$$d_{ii} = 2 \int_{t - \Delta t}^t p_t(x/x_t) dx \quad (1)$$

式中:

$$p_t(x/x_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_i} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x - x_t}{\sigma_i}\right)^2\right\}$$

式中: d_{ii} 表示 t 时刻数据与 $t - \Delta t$ 时刻数据的置信距离

后进行数据的分析和处理。数据的分析其中要经过数据的可信度计算以及各种数据的融合运算, 最后给出结果, 流程如图2所示。

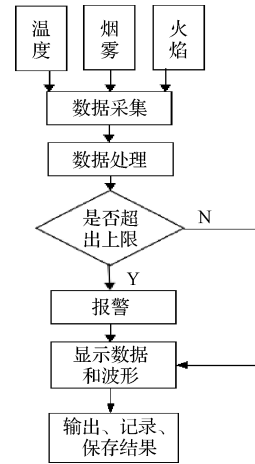


图2 系统的工作流程

4 数据处理的分析

在传统系统中直接利用传感器获取的参数进行火灾报警, 没有考虑到此时传感器采集的数据是否可信^[7]。如果此时采集的数据是不可信的那对于最后的诊断结果会产生误差, 所以本文提出了加权可信度的方法, 利用传感器获取的历史数据来计算此时数据的可信度。最后利用加权的参数进行参数融合得到报警系数, 具体实现基本流程如图3所示。

测度^[9], 借助误差函数 $erf(\theta)$, 求得:

$$d_{ii} = erf\left(\frac{|x_t - x_{t - \Delta t}|}{\sqrt{2\pi}\sigma_i}\right) \quad (2)$$

假设 r_i 表示 $x_{t - \Delta t}$ 对 x_t 的支持程度, 则 r_i 应该为置信距离测度 d_{ii} 的函数, 并且 d_{ii} 越大, r_i 越小, 根据实际情况可以设置时间间隔 Δt , 从而获得多个 r_i 。

$$r_i = f(d_{ii}) \quad (3)$$

r_i 是单调下降的函数, 且 $0 \leq r_i \leq 1$ 。则在某时刻的数据 x_t , 存在一个一维支持矩阵 $\mathbf{R} = [r_1 r_2 r_3 \dots r_n]$ 。

x_t 的真实支持程度应该由 $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ 的综合支持程度体现, 设 x_t 的综合支持程度为 r_i , r_i 越大, x_t 的可靠性越高, 则 r_i 应满足下面条件:

$$0 \leq r_i \leq 1 \quad \sum_{i=1}^n r_i = 1 \quad (4)$$

由于与 t 时刻的数据越近的置信度越高,所以针对不同的时间间隔,分配不同的权重系数, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ 。

$$r = r_1\alpha_1 + r_2\alpha_2 + r_3\alpha_3 + \dots + r_n\alpha_n \quad (5)$$

写成矩阵形式如下:

$$r = R\alpha$$

式中: $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n]^T$, r 就是 t 时刻该参数此时数据的可信度权值。利用本方法就可以针对所有要进行诊断的参数数据进行可信度权值的计算,计算后就产生了所有诊断参数的权值矩阵: $[\alpha, \beta, \dots, \varphi]$ 。

本系统的核心在于对进行火灾报警之前的数据进行可信度加权处理,对于其中出现的野值进行剔除,降低其中可信度低的数据影响力。在获得可信度权值之后利用根据先验知识设置的各参数置信权限值矩阵进行对比,如果采集的参数的可信度没有达到置信权限值,则认为此时

的数据不可信就可以不将此参数作为报警的输入,如果可信则对参数进行加权。如此操作后,可以将诊断的所有输入参数统一进行加权可信度的分析,从而剔除了不可信的参数,使得最后的诊断结果更加准确。

系统传感器所收集的多个参数对于火灾的诊断应该具有不同的权重,在已有的先验知识基础上确定参数的权重。如果参数诊断在之前的判断中与正确结论距离较近,则该参数诊断比较可信,其权重也较大,它对最终融合结论的影响也较大;反之,如果一个参数诊断在之前的判断中与正确结论距离较远,则该证据的可信度较低,其权重也较低,它对最终融合结论的影响也较小^[10]。

5 仿真结果的分析

本系统可以将每个传感器的工作状态实时的显示,从而对其进行监控并将实时数据存储到文件中,仿真示意图4所示。

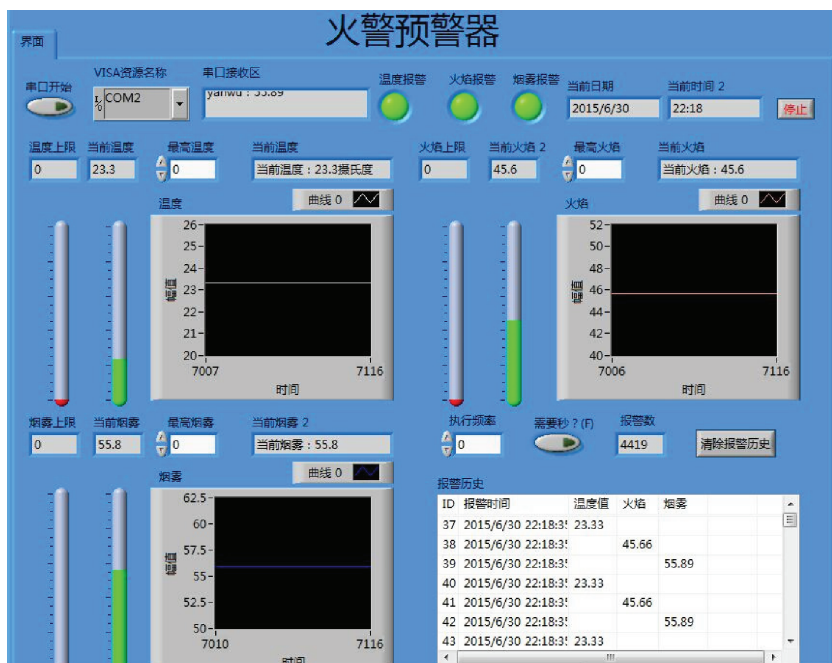


图4 火灾报警系统仿真运行界面

图中分成了4个部分进行仿真,其中有烟雾报警、火焰报警以及温度报警,每种报警分别有指示灯报警以及数据曲线的实时观测。最后一部分是对实时数据的存储的回放,通过该列表可以观测到历史的数据,并对其进行分析。

例如系统模拟采集的数据如表1所示。

表1 3种参数模拟采集数据列表

时间 名称	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
烟雾	6	5.9	6.4	0.3	0.4	5.7	5.6	6.4	6.3	6.5
火焰	240	246	245	56	60	246	243	248	249	243
速度	20	20.1	20.3	80	87	20.5	20.5	20.3	20.7	20.3

在上述的参数 T4 时刻的烟雾参数指示出现了烟雾、火焰参数指示出现了火焰以及温度参数提示出现了火灾,但实际上这些参数都是缓慢变化的物理量,是不可能出现这样的突变的,如果没有利用本文中的可信度计算系统就会进行报警,出现误报。而经过本文中提到的可信度计算后就可以确定此时的数据已经不可信了,进行加权处理后此时的数据权值就很低了,使得系统不出现误报。

6 结论

经过本系统的可信度计算, T4 和 T5 的数据可信度权值接近 0, 系统就会根据设定的野值剔除规则将这两个时

刻的数据剔除,从而避免了系统的火灾误报。通过本系统的设计及仿真,可以看出基于可信度的信息融合技术的应用大大降低了火灾的误报率,解决了火灾误报率居高不下的问题,并且为日后的数据分析提供了可查数据。本系统利用模拟的数据从一定程度上验证了算法的可信性,日后需要利用真实数据和硬件的系统进行集成,为日后的系统开发提供参考。

参 考 文 献

- [1] 杨玲,孔庆红. 火灾安全科学与消防[M]. 北京:化学工业出版社,2011:223-243.
- [2] 薛伟. 基于 GSM 网络的火灾报警网络监控器的设计[J]. 电子测量技术,2008,31(2):24-26.
- [3] 水祺. 火灾报警系统中的信息融合[J]. 国外电子测量技术,2005,24(6):39-41.
- [4] 吴龙标,方俊,谢启源. 火灾探测与信息处理[M]. 北京:化学工业出版社,2006:34-54.
- [5] 刘岩俊. 基于 DSP 的嵌入式温度测量系统设计与实现[J]. 国外电子测量技术,2014,33(1):78-81.

- [6] 陈怀艳,王国华,李志强. 测试不确定度比与测量结果可信度的关系以及实践中的要求[J]. 电子测量与仪器学报,2005,19(1):14-20.
- [7] 郑学理,付敬奇. 基于 PDR 和 RSSI 的室内定位算法研究[J]. 仪器仪表学报,2015,36(5):1177-1185.
- [8] 王帅,李迎春,张廷华. 相机阵列中无视场重合图像时间配准方法研究[J]. 电子测量技术,2015,38(10):53-58.
- [9] FENG D CH, QIN H Y, ZENG Y. Study on straw incineration monitoring based on the combination of remote sensing image[J]. Instrumentation, 2014,1(3):25-42.
- [10] 崔学林,梁宝龙,黄斌,等. 湿度传感器测量不确定度评定[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(10):1544-1549.

作 者 简 介

陈雷,1980,男,汉,硕士,讲师,主要研究方向为计算机控制,故障诊断。
E-mail:ch._l@163.com

(上接第 66 页)

- [19] 陈琦,张屹遐,何晓阳,等. 0.35 THz 二维光子晶体带通滤波器设计[J]. 太赫兹科学与电子信息学报,2014(3):321-324.
- [20] 薛超敏,刘建胜,郑铮,等. 太赫兹滤波器[J]. 激光与光电子学,2008,45(1):43-49
- [21] 谭毅,袁纵横. 太赫兹波在二维正三角晶格金属光子晶体中的传输特性[J]. 激光与光电子学进展,2012(7):127-131.

作 者 简 介

王升,1987年11月出生,工学硕士,主要研究方向为光电检测与遥感信息处理。
E-mail:422296043@qq.com

袁纵横,1957年出生,教授,博士,主要研究方向为光学遥感。
E-mail:yuanzongheng@sina.com