

基于语义网络的列车无线烟雾报警系统的设计与实现

孔邵颖¹, 郭宏亮², 沙继东³

(1. 吉林广播电视大学, 长春 130022; 2. 吉林农业大学, 长春 130118;

3. 长春职业技术学院, 长春 130033)

摘要: 当前的列车无线烟雾报警系统无法对多变环境下的烟雾复杂信息特征进行准确地描述与提取, 列车无线烟雾报警系统报警精度较低; 设计并实现了一种基于语义网络的列车无线烟雾报警系统, 采用语义网络作为综合信息描述烟雾属性之间的内部联系, 将 ARMS3C2440 当成主控芯片, 语义网络节点当成数据交换模块, 总体列车无线烟雾报警系统中 ZigBee 无线模块同语义网络相融合, 采用可伸缩语义网络距离准确描述烟雾浓度信息特征阈值, 进行报警, 提高了报警的准确率与及时性; 验设置烟雾流速为 1.0 g/s, 浓度是 2 g/s, 设置烟雾浓度报警阈值小于或等于 25% 火灾下限, 而总体气体中烟雾火灾下限是 5%, 因此设置烟雾气体报警高限是 1%; 真实实验结果说明, 该种语义网络的列车无线烟雾报警系统能够准确分析列车中烟雾特征, 对异常烟雾进行及时准确地报警, 相比传统报警系统, 报警精确度提高了 42% 左右, 报警时间降低 2~3 s, 具有很强的应用前景。

关键词: 语义网络; 烟雾报警; MSP430 单片机

Passenger Train Wireless Smoke Alarm System Design Based on Semantic Network

Kong Shaoying¹, Guo Hongliang², Sha Jidong

(1. Jilin Radio And Television University, Changchun 130022, China;

2. Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

3. Changchun Vocational Institute of Technology, Changchun 130033, China)

Abstract: Was designed and implemented a train wireless smoke alarm system based on semantic network, by using semantic network as a comprehensive information to describe the internal connection between the smoke properties, ARMS3C2440 as main control chip, semantic network nodes as a data exchange module, ZigBee wireless module of the overall train wireless smoke alarm system combined with the semantic network, accurate description of smoke concentration by using scalable semantic network distance threshold information characteristics, alarm, improve the alarm accuracy and timeliness. Setup smoke flow rate of 1.0 kg/s, the concentration is 2 kg/s, set the alarm valve value less than or equal to 25% of fire smoke concentration lower limit, and the overall gas fire smoke in the lower limit is 5%, so the smoke gas alarm upper limit is 1%. The result of simulation experiment shows that this kind of semantic network train wireless smoke alarm system can accurately analyzing the characteristic of smoke in the train, to timely and accurate warning of abnormal smoke, compared to the traditional alarm system, alarm accuracy increased by about 42%, and the alarm time reduce 2~3 s, have very strong application prospects.

Key words: semantic network; smoke alarm; MSP430 single chip microcomputer

0 引言

铁路列车是当前我国重要的公共交通工具, 列车车厢人员量大、空间小、列车处于高速运行状态, 一旦发生火灾, 会造成人员生命和财产的巨大损失。列车无线烟雾报警系统能够确保列车的防火安全, 降低列车火灾隐患的发生概率, 因此寻求合理的方法构建高效的列车无线烟雾报警系统具有重要的作用, 是铁路安全管理人员分析的重点课题。当前的报警系统,

系统结构具有多样性和性能具有随机性, 无法对多变环境下的烟雾复杂信息特征进行准确地描述, 对烟雾监控预警的参数稳定性要求较为敏感, 报警精度较低, 具有一定的局限性。为了解决传统列车无线烟雾报警系统存在的弊端, 本文设计并实现了一种基于语义网络的列车无线烟雾报警系统, 系统测试结果表明, 该种语义网络的列车无线烟雾报警系统能够准确分析列车中烟雾特征, 对异常烟雾进行及时准确地报警, 并且具有较高的报警精确度^[7]。

1 报警系统总体架构

本文通过语义网络描述列车烟雾报警系统结构, 塑造用于识别列车烟雾的语义网络列车无线烟雾报警系统。列车无线烟雾报警系统包括报警数据收集模块、ZigBee 网络传输模块、烟雾检测数据库模块、人机会话模块、语义网络知识库模块、

收稿日期: 2013-09-21; 修回日期: 2013-12-17。

基金项目: 吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(吉教科合字[2013]第 506 号)。

作者简介: 孔邵颖(1980-), 女, 吉林安图人, 硕士研究生, 副教授, 主要从事计算机网络技术应用、语义网方向的研究。

推理数据库模块、火灾预警模块、人工干预模块及输出显示模块。列车无线烟雾报警系统结构图如图 1 所示。

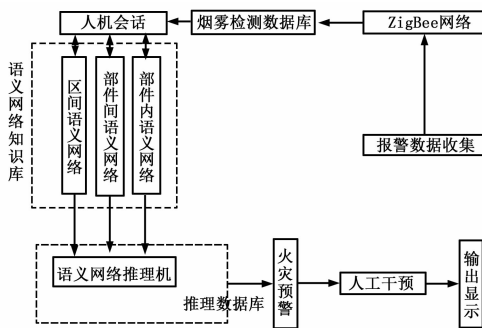


图 1 报警系统总体结构图

列车火灾预警时, 首先当烟雾产生时, 报警数据收集模块进行烟雾数据收集, 通过 ZigBee 无线网络传到烟雾检测数据库, 人工会话模块从数据库中提取数据进行语义网络分析, 并借助语义网络推理机进行火灾特征分析, 提取出火灾信息, 进行火灾预警, 数据结果显示前, 还要经过人工干预进行最后判断, 以增加预警的准确性, 最后进行预警结果输出显示。

2 烟雾报警系统关键硬件模块结构设计

烟雾报警系统对列车中的烟雾浓度进行检测, 具有报警性能。总体烟雾报警系统的硬件包括: 烟雾报警模块设计、Zig-Bee 发射模块、ZigBee 接收模块、语义网络硬件模块及 SC32440 主控模块。详细的硬件结构图设计如图 2 所示。

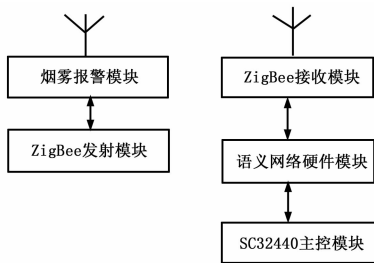


图 2 报警系统总体硬件设计结构图

2.1 烟雾报警模块及 ZigBee 模块的硬件设计

烟雾报警系统中, 烟雾报警信息会通过 ZigBee 无线传输到相应的语义节点, 语义节点再将信息传输到列车无线烟雾报警系统的控制终端, 总体烟雾报警系统能够进行数据的双向传输, 实现报警信息的有效控制。烟雾报警电路硬件设计采用 MQ-2 当烟雾感应器。MQ-2 传感器对不同浓度、不同浓度的气体具有不同的电阻值, 进而确保获取的电压出现波动。烟雾报警器主要有降压整流、稳压电路、气敏传感部件以及触发、报警音响电路构成。半导体气敏部件采用 QM-25 型, 通过稳压块 7805 对灯丝电压进行控制, 555 以及 R2、RP2、C4 构成可控多谐振荡器, 如果 QM 型气敏部件采集到烟雾, 则 A-B 极间的阻值会减少, 导致 4 脚电位高于 1 V, 555 以 $f=1.44 / (R2 + RP2) C4$ 的振动频率发生振动。

本文列车无线烟雾报警系统采用 MSP430 系列单片机处理烟雾数字信号, 其是 TI 公司生产的一种 16 位低功耗混合数字信号处理器。MSP430 可在 8 MHz 晶振条件下运行, 指令速度可

达 8 MIPS。MSP430 单片机使用 1.8~3.6 V 低电压, 在 RAM 数据下的耗电量可达 0.1 μA 。MSP430 具有正常运行模式以及 5 种低功耗运行模式 (LPM0~LPM4)。MSP430 系列单片机存在大量的外设部件, 主要有高精度的 ADC 以及 DAC、片内模拟比较器、片内数控振荡器 (DCO)、大量的 I/O 端口以及大容量的片内存储器等, 最终可提高单片机的性能。

2.2 烟雾信号收集电路及语义网络硬件模块设计

烟雾信号收集电路采用烟雾传感器以及模拟放大器将烟雾信号转换成模拟的电信号, 再采用 A/D 变换电路将烟雾模拟信号转换成单片机能够辨识的数字信号, 最终将数字信号传输到单片机中。单片机对数字进行滤波操作, 判断获取的值同报警阈值的关系, 如果高于报警阈值, 则运行报警电路传递出报警信号。烟雾检测报警器主要由烟雾传感器以及单片机构成。列车无线烟雾报警系统终端同用户的烟雾报警列车无线烟雾报警系统相连, 能够对烟雾报警列车无线烟雾报警系统的部件运行情况进行及时地监控, 数据以及报警信息通过烟雾报警列车无线烟雾报警系统通信网传输到用户, 并发出警报。

2.3 主控电路设计

主控模块列车无线烟雾报警系统使用 Samsung S3C2440 ARM 作为核心控制芯片, S3C2440 的接口硬件设计结构如图 3 所示, 存储器, 3.3 V 外部 I/O, 16 kb 指令缓存支持 MMU, 2 个 USB 主机, 1 个 USB 设备 (USB1.1), 4 通道 PWM 计时器, 1 通道内部计时器, LCD 控制器和 1 通道 LCD 专用 DMA 的 32 位微处理器。S3C2440 控制模块能够处理单片机处理的烟雾数字信号, 并在液晶屏上显示出相关的报警信息。

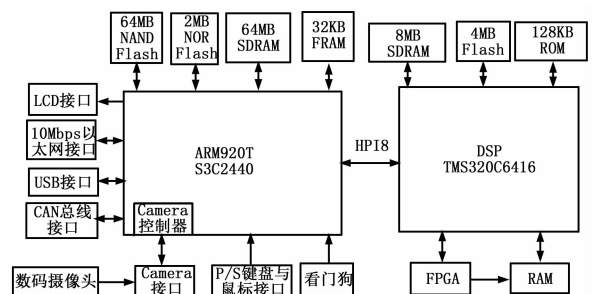


图 3 S3C2440 处理器接口硬件设计结构图

3 烟雾报警系统软件设计

3.1 烟雾报警系统整体软件设计

本文设计的报警系统整体软件设计结构如图 4 所示。启动监测后, 首先进行系统初始化, 运行系统监控程序, 采用传感器收集信息, 先进行红外检测, 红外信号强度高于设置值的异常标识位, 再进行烟雾检测, 如果未检测到烟雾, 则设置定时器为 80 ms, 并且随着烟雾浓度的增加, 烟雾报警控制电路会进行相关的操作。

3.2 烟雾报警系统关键技术分析

对烟雾信息进行操作后, 能得到需要进行辨识的有价值信息, 并挖掘这些信息的相关特征。依据语义网络技术的信息描述方法, 对烟雾进行准确地分辨。假设烟雾特征为 $w(x, y)$, 其中存在实现聚类的烟雾信息。因此依据烟雾特征值 $w(x, y)$ 可以获取烟雾信息的特征之以及挖掘路线。

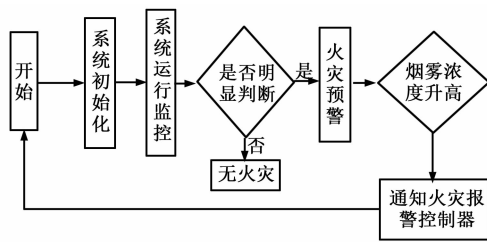


图 4 系统整体软件设计结构图

采用语义网络中的距离分析烟雾信息的辨识特征可以反映烟雾信息的相关特征。采用可伸缩语义网络距离可以反映烟雾复杂信息，用 $u(x, y)$ 描述，如果 x 以及 y 具有相同的含义，且 $u(x, y)$ 中的变量同特征具有较强的关联性。 x 同 y 不能同时成为变量，则 $u(x, y)$ 能够形成模糊化的描述，最终可获取烟雾最佳距离公式为：

$$u(x, y) = \left[\sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \right]^{1/r} \quad (1)$$

如果可伸缩语义网络距离处于相似模糊区域中，则获取的距离差会产生相反的语义网络值。此时应通过技术绝对值途径获取相应的距离大小：

$$u(x, y) = \left[\sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \right] \quad (2)$$

式 (2) 可以变换成欧式几何距离：

$$u(x, y) = \left[\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

依据可伸缩定义距离能够获取高相像度的烟雾特征，采用相应的特征波动塑造限制函数和伸缩规范，能够获取相关的表达式为：

$$u(x, y) = ((x - y)^s (x - y))^{1/2} \quad (4)$$

其中： S 是正相关矩阵。随着烟雾信息的维度增大，可伸缩语义网络距离可采用式 (5) 表示：

$$u(x, y) = \left[\sum_{i=1}^n S_{ij} |x_i - y_i|^2 \right]^{1/2} \quad (5)$$

采用增加的语义网络可伸缩距离运算方法，能够准确描述烟雾信息特征。

4 实验分析

为了验证本文列车无线烟雾报警系统的有效性，需要进行相关的实验分析。实验运行在 TOSSIM 环境下，采用 TinyOS 应用编入事件驱动的仿真器，仿真器运行在普通计算机上，TOSSIM 提供了语义网络节点机外部硬件接口的软件模拟。本文列车无线烟雾报警系统采用的传感器的电阻随着烟雾浓度的升高而降低，因此输入单片机的电压也逐渐降低，本文列车无线烟雾报警系统单片机采集的电压值同烟雾浓度的百分比曲线如图 5 所示。分析图 5 得，电压值同烟雾浓度间非线性关系，本文列车无线烟雾报警系统能准确描述复杂环境下烟雾浓度的变化特征，说明本文设计的烟雾报警列车无线烟雾报警系统是有效的。

实验设置烟雾流速为 1.0 kg/s，浓度是 2 kg/s，设置烟雾浓度报警阈值小于或等于 25% 火灾下限，而总体气体中烟雾火灾下限是 5%，因此设置烟雾气体报警高限是 1%。分别采用本文列车无线烟雾报警系统以及传统列车无线烟雾报警系统对不同的检测点进行报警分析，详细的结果用表 1 描述。

分析表 1 中的数据可以看出，本文列车无线烟雾报警系统

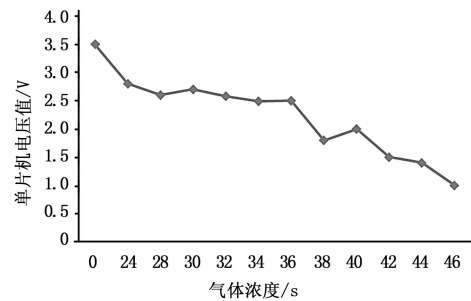


图 5 片机采集电压值同烟雾浓度百分比线性化曲线

对不同检测点的检测时间小于传统列车无线烟雾报警系统，报警时间降低 2~3 s，并且本文列车无线烟雾报警系统的检测精确度远远高于传统列车无线烟雾报警系统，报警准确率提高 42% 左右，说明本文列车无线烟雾报警系统能够快速准确完成列车烟雾情况的检测和分析，具有较高的应用价值。

表 1 不同列车无线烟雾报警系统对不同检测点的报警结果

检测点	本文列车无线烟雾报警系统		传统列车无线烟雾报警系统	
	报警时间 (s)	报警精确度 (%)	报警时间 (s)	报警精确度 (%)
A	1	82	3	55
B	1.8	83	2.8	43
C	2.3	88	3.6	45
D	2.5	90	3.5	59
E	1.6	85	4	63
F	2.4	86	3.9	60
G	1.7	91	4.2	65

5 结束语

本文设计了一种基于语义网络的列车无线烟雾报警系统，列车无线烟雾报警系统测试结果说明，该种语义网络的列车无线烟雾报警系统能够准确分析列车中烟雾特征，对异常烟雾进行及时准确地报警，并且具有较高的报警精确度。

参考文献：

- [1] 乔淑云, 李德臣. 监控预警列车无线烟雾报警系统在煤矿电网中的应用研究 [J]. 计算机工程与设计, 2008, 29 (23): 6161-6163.
- [2] 张亚琼, 杜永贵. 基于 CC2430 的 Zigbee 智能传感器网络研究及应用 [J]. 仪表技术, 2008, (4): 3-7.
- [3] 高建树, 许亮亮. 基于单片机的多点温度烟雾测控列车无线烟雾报警系统设计 [J]. 微计算机信息, 2009, (20).
- [4] 李 朋, 汪亭亭, 吴彦文. 基于 MSP430 的烟雾报警器优化设计 [J]. 世界电子元器件, 2008, (10).
- [5] 陈连生. 可燃烟雾探测器及其设置安装要领 [J]. 石油工程建设, 1996, (1): 23-25.
- [6] 蔡勇智. 一种改进的神经网络算法车牌识别算法研究 [J]. 科技通报, 2012, 10 (28): 128-130.
- [7] 程启明, 王映斐, 程尹雯, 等. 基于 MRAS 无速度传感器的 DTC 系统 Simulink 仿真研究 [J]. 计算机测量与控制, 2011, (19) 12: 3064-3067.