

应急消防机器人系统设计

李梓铖 王田怡 臧志

(华北理工大学 机械学院, 河北 唐山 063000)

摘要 在日常生活中,火灾对我们有着很大的威胁。火灾的特点是发生频率高、突发性强、破坏性大。在火灾救援的过程中,空气中会产生烟雾、有害气体,这些恶劣的条件给救灾人员带来了很多的困难。随着科技的不断进步,消防机器人成为了一个新兴而富有挑战的科研领域。本文主要讲述一种火灾探测机器人的功能和其控制台的结构设计。

关键词 火灾 消防 机器人 控制台

中图分类号: TP242

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)11-0005-03

随着科技的发展和时代的进步,机器人开始与各行各业进行有效的结合,消防机器人也随之而生。消防机器人的存在,大大提高了救援的效率,保护了受害者与消防员的生命安全。

1 消防机器人的现状

1.1 消防机器人的背景

随着社会经济的不断发展,高楼、地铁、石油化工企业等不断增加,使火灾、爆炸、燃烧等相关事件的数量,救援难度,危险系数急剧增加。因此,需要对事故现场的环境提前进行勘察、分析、反馈,保障消防官员的人身安全问题刻不容缓,而无生命损伤、可重复利用率高的特种机器人——消防机器人就此应运而生。

1.2 消防机器人的主要类型

当今,市面上流通的消防机器人按功能可分为灭火机器人、火场侦察机器人、危险物品泄露探测机器人、破拆机器人、救人机器人、多功能消防机器人等,^[1]其中火场侦察机器人作为消防行动的先行者,将为消防员提前侦察火灾现场,尽可能的规避危险,大大减少消防员的伤亡率,为提高消防救援的速度做出了不可磨灭的贡献。

1.3 消防机器人控制台的类型

目前市场上用于人机交互领域的控制器种类有无线手柄、键盘鼠标、无线摇杆控制器。手柄的特点如下:手柄的按键较为集中,可以充分发挥手的灵活性;体积较小,方便携带,适应性强,很适合单人车载机器人的控制工作;操作简单,容易上手,熟练度高。

2 控制台的研究过程

2.1 消防机器人研究过程

本文所设计的消防机器人具有防水防爆耐高温的功能,主要由移动系统、环境检测系统、电源系统组成。^[2]

移动系统:为满足消防机器人在狭窄楼道的通过能力,提高消防机器人躲避障碍物的灵活度,消防机器人采用履带式移动底盘,在保证速度的情况下,采用紧凑型设计,提高消防机器人的路面适应能力。

环境勘探系统:机器人的图像传输包括前后两个摄像

头,分别位于机器人的前后两端,辅助小车的正常行驶。本次设计的传感器包括红外火焰传感器,主要由红外敏感元件构成。可以通过不同的红外波长,反映火灾温度。消防机器人还配置多种传感器,机器人将收集到的各类环境数据(氧气浓度、风向等)与图像实时反馈至数据分析平台及显示屏上。^[3]

消防机器人工作流程:(1)由操作人员在安全区域内打开机器人电源,通过操作台传达运输指令,加速进入消防现场;(2)抵达消防现场后,减速慢行,将火灾图像实时传递至显示屏上;(3)消防机器人通过探测各类数据,传至分析平台,由分析平台预测未来火势走向,再传至显示屏上(如图1所示)。同时,分析平台还会利用这些数据分析机器人的最佳救援途径,确保救援效率(如图2所示);(4)当机器人发现疑似人形物体时,将自动标记,并使操作台发生震动,改变救援路线;(5)机器人到达被困者处,由操作员进行对话,对于有自主行动能力的被困者,机器人将指引正确的路径,帮助逃生;对于有意识但无行动能力的被困者,操作人员将通过通讯装置安抚情绪,同时通知消防员赶到;对于无意识的被困者,操作人员通过通讯装置通知消防员立即救助。

2.2 控制台的研究过程

2.2.1 控制台的材料说明

控制台外壳采用具有一定的韧性,抗腐蚀性能好,加工产品表面光洁的ABS树脂时,手持部分用小圆点增加摩擦力;内部按钮需要高频率使用,因此采用不易折断且具有较高的弹性、耐热性好、拉伸强度高的硫化橡胶;外部按钮采用PC塑料,冲击强度高,尺寸稳定性和耐磨性较好。背面采用磨砂喷涂,在确保手感的同时还能有效防滑。而符合人体工程学的螺纹指槽位,在确保舒适的同时,在一定程度上也能缓解操作者疲劳。在救援过程中如果发生电源不足的情况,可通过顶部的Type-c接口,进行充电使用。

2.2.2 控制台的键位功能分析

功能分析如下:

左摇杆:控制消防机器人的移动。

右摇杆:控制摄像头的移动。

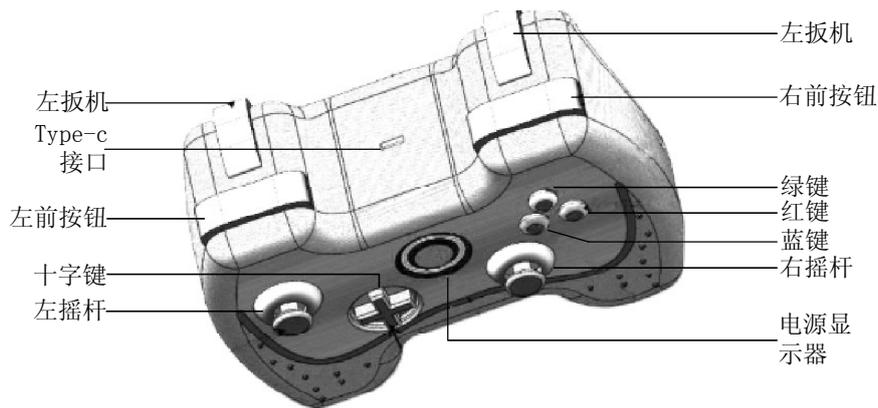


图1 控制台的按键布局图

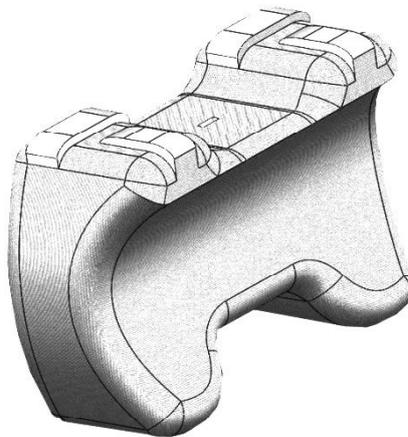


图2 控制台的局部图

十字键：切换不同的视角传至主界面。

电源显示键：当手柄处于开启状态时，指示灯就会发光，电源充足时发绿光，电量不足一半时发黄光，电量不足百分之二十时发闪烁红光，提醒充电。

左前按钮：负责与被困人员通话，第一次按下时，消防机器人将重复播放“有人吗”，第二次按下时，将建立与被困人员的对话联系；第三次按下时，语音将关闭。

右前按钮：加速键，按下时消防机器人将持续加速，松开按钮将维持最后速度前行。

左扳机：确认键，与十字键配合使用，只有按下左扳机屏幕才会发生相对应的变化。

右扳机：减速键，按下时消防机器人将持续减速，松开按钮后将维持最后的速度前行。

绿键：放大键，界面放大，按一下在最原始基础上放大30%。

红键：缩小键，界面缩小，按一下在最原始基础上缩小30%。

蓝键：对话键，第一次按下时，将建立与消防员的对话，指引消防员至被困者附近；第二次按下时，语音将关闭。

2.3 控制台按键的研究分析

将电源显示按钮放中间可以让操作者在一开始就对手

柄的电量做一个初步的判断。

对于大多数人而言，右手是习惯用手，右手会显得更加灵活，所以将想要长时间操作的移动功能放到右边，同时摇杆本身就不会让操作者的手指做出高强度的运动，给人体带来的肌肉疲劳度小，对人体工学的要求低，对于操作者而言，移动用右摇杆控制，会更加的轻松，也可以更灵活的控制机器人的移动。

加速、减速过程中需要一直按键，因为右手手指比左手手指更有力气，所以将摇杆放右边，使操作者只需用到左大脑，起到缓解疲劳的作用。

左手大拇指的快捷移动区域是左上方和右方，所以把移动摄像头的功能与切换屏幕的功能放在右摇杆对称点的左上方与右方。移动摄像头的要求比较灵活，所以采用摇杆结构，相比切换屏幕而言移动摄像头的频率较高，所以放在左上方。

由于放大缩小的功能只有在切换屏幕的时候才能用到，放在右边可以充分利用左右大脑，更加方便。

在使用对话按钮的时候，都是在发现人的时候下，这时候机器人需要大幅度的移动和小部分的视角移动。如果对话按钮放右边，会影响机器人的灵活移动。

(下转第58页)

算法把连续型随机变量用区间表示,这样就可以使用ID3算法的计算过程进行计算,并在此基础上计算出信息增益比来进行比较,信息增益比的计算公式:

$$g_i(D,A)=\frac{g(D_i,A)}{H_A(D)}, \text{ 其中 } H_A(D) \text{ 表示特征 } A \text{ 的熵, } g(D_i,A) \text{ 就是 ID3 算法的信息增益。}^{[6]}$$

2.2.3 CART 算法

CART 算法是选出基尼指数选出最大的属性作为最佳分裂属性进行划分,假设有 K 种分类,样本点属于第 k 类的概率为 p_k ,基尼指数为 $Gini(p)=\sum_{k=1}^K 1-p_k^2$,如果样本集合 D 根据特征被划分为 D_1 和 D_2 两部分,此时集合 D 的基尼指数 $Gini(D,A)=\frac{D_1}{D} Gini(D_1)+\frac{D_2}{D} Gini(D_2)$ 。^{[7]}

由于本研究的数据不存在连续性,因此采用 ID3 算法进行模型的构建。首先计算集合整体的熵 $-\left(\frac{50}{400} \log_2 \frac{50}{400} + \frac{350}{400} \log_2 \frac{350}{400}\right)$,^{[8]} 然后计算各个分类的条件熵和信息增益,计算结果如表 2 特征信息增益表所示。

然后选出信息增益最大的作为根节点,根据根节点的特征取值,继续选出下一节点。^{[9]} 直到特征值取完为止,最后生成决策树,结果如图 1 所示。决策者可以利用图 1 生成的决策信息对学生进行精准资助。

3 结论

本文通过对高校资助学生的基础数据进行研究,结合机器学习的决策树算法,经过大量的样本训练,最后基于 ID3

的决策树算法生成了基于高校精准扶贫的决策树模型。^{[10]} 为高校的扶贫资助工作提供参考,为扶贫工作的量化估计提供了解决方案。

参考文献:

- [1] 刘鸣,许钟元,齐云鹤.基于决策树算法的高校学生精准资助策略[J].黑河学院学报,2019,10(10):118-120,140.
- [2] 刘筱曼.基于决策树算法的 5M1E 在 GS 公司外贸服装产品质量控制中的应用[D].上海外国语大学,2021.
- [3] 宋歌.基于模糊神经网络的勘探资源数据挖掘方法研究与实现[D].中国石油大学(北京),2018.
- [4] 曹琦.基于数据挖掘的录井剖面归位解释处理方法研究[D].东北石油大学,2019.
- [5] 赖国鸿.面向数据挖掘的招生迎新信息系统的设计与实现[D].华南农业大学,2018.
- [6] 李云.大数据分析技术及其在贫困生帮扶工作中的应用研究[D].贵州大学,2018.
- [7] 田昆.基于 Logistic 回归分析的返贫预测模型研究[D].西北师范大学,2018.
- [8] 唐业喜.基于 AHP 和 CM 模型的贫困生精准认定与实证分析[J].教育财会研究,2017(05):47-53.
- [9] 唐雪.大数据时代高校精准资助体系构建与发展策略[J].高等建筑教育,2017(04):132-135.
- [10] 白华,徐英.扶贫攻坚视角下高校建档立卡生精准资助探析[J].国家教育行政学院学报,2017(03):16-21.

(上接第 6 页)

确认键的使用频率小,为了符合对称美,将确认键放到了左边。

2.4 控制台的尺寸分析

参考《中国成年人人体尺寸(GB/T 10000-1988)》中手的规格,综合来说,我们设计手柄的规格为 165*115*70(单位为毫米)。

右摇杆是由右手的大拇指来控制的,它的面积要大于拇指指甲盖的面积,我们设计它的直径为 14 毫米,摇杆底盘的直径比按钮的直径要大,设为 24 毫米。右手的操作较为频繁,拇指摆动的幅度较大,所以将这个按钮放在偏右下方的位置。按钮的圆心到手柄右下角的距离为大拇指的长度再加 30 毫米,约为 78 毫米,与水平方向呈 40 度角,它的厚度为 10 毫米。

左摇杆是由左手的大拇指来控制的,它与右摇杆的大小、厚度一样。按钮的圆心到手柄左下角的距离为 78 毫米,与垂直方向呈 20 度角。

十字中心键的长度和宽度一样,为 20 毫米。这个按钮的中心与右摇杆的圆心关于手柄对称,按钮的中心到手柄左下角的距离也为 78 毫米,与水平方向呈 40 度角,厚度为 3 毫米。

手柄正中央的按钮的直径为 22 毫米,它的圆心到底边的距离为 72 毫米。

右上角三个小圆键的直径为 10 毫米,它们的圆心连接

到一起可以组成一个等边三角形,这个等边三角形的中心到手柄右下角的距离约为 85 毫米,与水平方向呈 60 度角。它的厚度为 3 毫米。

手柄前面的四个按钮分成了两排,关于手柄的中心对称。按钮的中心到手柄前面中轴线的距离为 30 毫米,厚度均为 3 毫米。第一排的按钮是由两个食指来控制的,按钮的宽度近似食指的宽度为 12 毫米,长度为 40 毫米。第二排的按钮是由两个中指来控制的,宽度为 30 毫米,长度为 12 毫米,这两排按钮的间距约为 10 毫米。

3 结语

救援人员进行救灾的过程中会遇到很多的困难,也会面临着付出生命的代价。消防机器人在一定程度上可以协助救援人员进行救灾,提高救灾效率,降低他们的风险。随着科技的不断进步,消防机器人在救灾的领域也会不断地创新、突破。

参考文献:

- [1] 胡传平.面向新世纪的我国消防机器人展望[J].消防科学与技术,1999(04):57-58,4.
- [2] 谢永利.消防机器人在灭火救援中的研究[J].中国新技术新产品,2021(07):137-139.
- [3] 张伟,阮鹏程,徐岳,张茂春,于柠源,王海磊.变电站消防机器人系统设计[J].消防科学与技术,2020,39(09):1301-1303.