

智能循迹体温检测机器人系统的设计

李国霞, 贾亚楠

天津商业大学信息工程学院, 天津

Email: L1015774552@126.com

收稿日期: 2021年4月8日; 录用日期: 2021年4月22日; 发布日期: 2021年5月18日

摘要

针对疫情下企业单位复工的现象, 为了提高车站, 大型工厂, 商场等一些固定场所体温监测力度, 智能循迹体温检测机器人是在体温监测时不可或缺的助手, 它在一定程度上大大降低了人力的投入。机器人按照之前确定的轨道行驶, 在行驶过程中还可实现循迹、体温监测、高温预警等功能, 实验结果表明该设计具有实用性强, 效率高, 实时性强的特点。

关键词

循迹, 体温检测, 高温预警

Design of Intelligent Tracking Body Temperature Detection Robot System

Guoxia Li, Ya'nan Jia

School of Information Engineering, Tianjin University of Commerce, Tianjin

Email: L1015774552@126.com

Received: Apr. 8th, 2021; accepted: Apr. 22nd, 2021; published: May 18th, 2021

Abstract

In view of the phenomenon of enterprises returning to work under the epidemic situation, in order to improve the body temperature monitoring in some fixed places such as stations, large factories and shopping malls, the intelligent tracking body temperature detection robot is an indispensable assistant in the body temperature monitoring, which greatly reduces the manpower investment to a certain extent. The robot travels according to the previously determined track, and can also realize tracking, temperature monitoring, high temperature warning and other functions.

The experimental results show that the design is practical, efficient and real-time.

Keywords

Tracing, Temperature Detection, High Temperature Early Warning

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

全球各个国家都在遭受着疫情带来的影响, 同时积极开展对疫情的各种防控。随着国内抗疫工作获得阶段性成果, 各行各业开始积极复工复产。对于机场、大型工厂, 商场等场所的人员出入管理及防疫检测尤为重要[1]。各地纷纷采用非接触式的测温方式, 而目前所存在的安在大型工厂等场所进出门上的红外测温仪所检测的时间地点都是固定的, 存在体温检测不及时、医务人员投入成本较大等问题。针对这些存在的问题, 研究一种疫情下的智能循迹机器人与体温检测相结合的系统, 这种机器人可以在按照事先规划的路线进行自动巡逻的基础上, 装有基于热成像技术的体温监测系统, 以极低的错误精准发现体温高于 37.3℃ 的体温异常人员, 提高了疫情防控的智能化。

2. 系统方案设计

本系统总体设计主要由智能循迹模块和红外热成像模块构成。机器人身上装备了红外, 温度传感器等, 这些传感器收集信息发送给单片机进行分析, 控制机器人完成相应操作。1) 主控模块以 ST89C52 作为主控芯片(STC89C52 单片机具有低成本、高性能、抗干扰能力强, 在不需改变硬件的情况下, 支持在系统编程技术), 对传感器收集到的各种信息进行分析, 控制机器人的各种功能的实现[2]。2) 信息采集与处理模块: 由红外传感器, 温度传感器, 循迹等传感器共同作用, 实现信息采集, 并且把采集的信息发送给主控模块进行分析。3) 温度采集与预警模块: 体温监测模块可检测范围内的人进行体温检测, 若体温高于所预定的正常值, 则会预警。如图 1 所示为智能循迹体温检测系统框架。

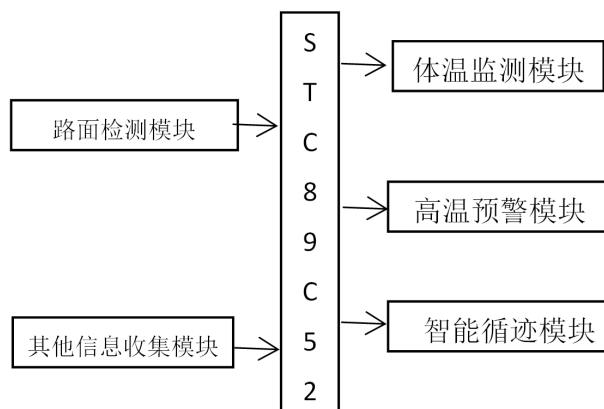


Figure 1. System framework

图 1. 系统框架

3. 硬件设计

3.1. 循迹电路设计

循迹机器人是可以自动按照事先规划路径行驶的机器人，它在很多方面都有着广泛的应用[3]。

循迹光电传感器原理，就是利用光敏二极管或光敏三极管通过黑线对红外线不同的反射能力，接收反射回的不同程度的光强信号，把不同程度的光强转化为电流信号，最后通过电阻，转化为高电平或低电平可以让单片机识别。光电传感器实现循迹的基本电路，如图2所示。

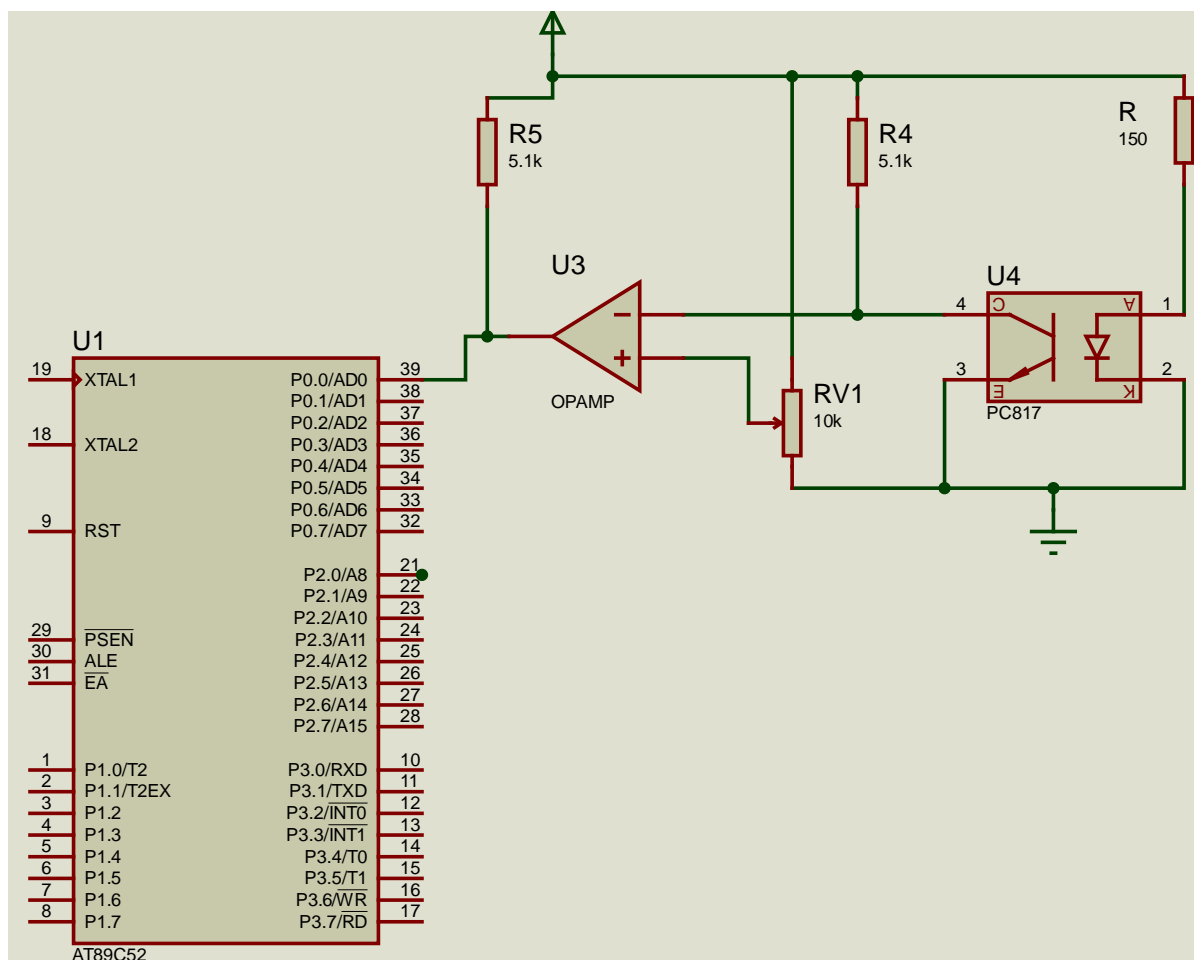


Figure 2. Circuit diagram of tracking sensor

图 2. 循迹传感器电路图

循迹传感器工作原理：TC 端为传感器的控制端，为高电平时，发光二极管不亮，传感器不工作；为低电平时，传感器启动。信号端检测信号输出，当遇到黑线，黑线大量吸收红外光线，接收到的反射红外线很弱，光敏三极管不导通，信号端输出高电平。

这种探测方法，就是利用不同颜色对红外线的不同反射能力。循迹电路设计就是要机器人的主控模块不断对道路检测模块进行数据采集。当机器人行驶过程中，嵌入进去的红外传感装置中的红外线发射器会向外界发射红外光波，若发出的红外线遇到了不同颜色障碍物都会反射不同强度的红外线，红外传感装置中的红外线接收器负责接收反射回的红外线；而当检测到黑色物体时，红外光会被黑线吸收，这个时候的红外接收器就接受不到反射的光线或者接收到的红外光强度极弱[4]。由于红外反射这一特性，

要使得机器人能按照事先规划好的道路行驶, 那道路必须用能够吸收红外光的黑色跑道。

当程序烧录进单片机后, 就可以执行指令了。如果机器人向前行驶时向右边偏离了轨道上的黑线, 那么右边传感器会产生一个对单片机的指令, 单片机判断后, 然后向左拐回到黑线。如果机器人向左偏离黑线, 右边传感器产生指令, 单片机判断指令后, 然后向右拐。这样, 机器人一定不会偏离黑线, 完成智能循迹。

3.2. 体温检测系统

3.2.1. 体温检测仪选择

我国对于传染病主要以预防为主, 高效、可靠的监测手段对于预防工作是非常有意义的。检测体温是预防和控制疫情的主要手段[5]。所以, 应用到公共场所中的体温检测仪器应考虑非接触式、测量时效和测量准确性。目前常用的测量体温的仪器包括水银体温计、电子体温计及红外体温计。水银体温计使用比较麻烦且会造成感染, 使用范围小。与水银体温计相比, 红外体温计具有非接触性操作, 使用方便, 温度显示迅速。而额温计测量目标为额头, 在实际操作过程中, 需要人工操作, 感染风险大, 适用范围比较小。因此, 在疫情期间, 非接触式红外体温仪器适用于公共场所所有人群体温初步测量[6]。

3.2.2. 红外测温原理

自然界中, 一切物体只要其温度高于绝对零度(-273°C)都能辐射电磁波, 波长与电磁波的辐射强度分布特性都会随着温度的改变而改变, “红外线”是波长介于 $0.75\sim 1000\ \mu\text{m}$ 的电磁波。而人类视觉可见的“可见光”介于 $0.4\sim 0.75\ \mu\text{m}$ 。黑体辐射定律是红外测温仪的测温原理。黑体是一种理想化的辐射体, 任何温度下它都能吸收所有波长的辐射能量, 没有能量的反射和透过, 其表面的吸收率为 1。所有物体都有辐射率, 因为自然界中不存在真正的黑体。红外测温的实质是测环境的温度之间或者目标物与传感器的差值, 其公式可表达为:

$$E = \delta\sigma(T^4 - T_0^4)$$

式中 E 为辐射的出射度数, 单位为 W/m^2 ; σ 为斯蒂芬-波尔兹曼常数, $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$; δ 为物体的辐射率; T 为物体的温度, 单位为 K ; T_0 为物体周围的环境温度, 单位为 K [7]。人体主要辐射波长为 $9\sim 10\ \mu\text{m}$ 的红外线。由于空气不吸收该波长范围内的光线, 因此, 人体表面温度就可以用人体辐射的红外能量准确测量[8]。

3.2.3. 人体辐射特性

如果人体测温时选择一个固定的波段, 我们可以认为人体表面的发射率是变化不大的, 甚至把人体近似成一个“灰体”, 即可以近似的认为发射率一个与波长无关的常数, 经研究表明, 人体皮肤的发射率为 0.96 (20 度)。人体表面的温度与人体的辐射特性是密切相关的。通常情况下, 人体皮肤的红外辐射波长范围在 $3\sim 50\ \mu\text{m}$ 之间, 而在 $9\sim 10\ \mu\text{m}$ 波段范围内的辐射能量占总能量的绝大部分, 并且这个波段能够避免波长范围内的光线被空气吸收。因此, 选择 $9\sim 10\ \mu\text{m}$ 波段的红外热像仪是合理的, 它能够吸收人体辐射的绝大部分能量, 能够比较准确地探测到人体表面的真实温度[9]。

3.2.4. 热成像测温仪

如图 3 所示为红外测温系统的总体电路图。

红外测温模块用 TMN901 红外传感器, 搜集信息是通过物体的辐射, 引脚 3 连接 P1.1, 低电平有效, 为输出引脚; 引脚 4 连接 P1.0, 高电平有效, 为接受引脚。LCD 部分用 LCD1602 显示, 它是一种专门用来显示字母、数字、符号等的点阵液晶模块。1602 采用 14 脚接口, 第 1 脚: GND 接地; 第 2 脚接 5 V

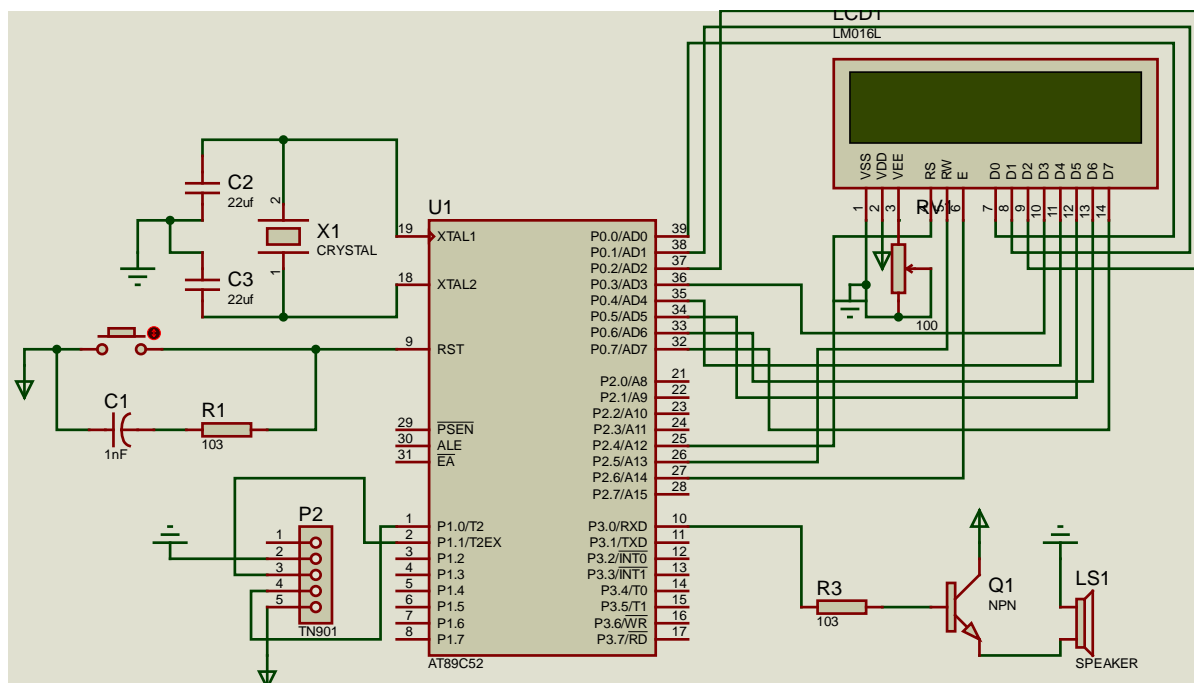


Figure 3. General circuit diagram of infrared temperature measurement system

图 3. 红外测温系统电路总图

的电源正极；第 4 脚，RS 为寄存选择，接 P2.5；第 5 脚 RW 读写信号线接 P2.6；第 6 脚 E 为使能端，接 P2.7；第 7~14 脚 D0-D7 为 8 位双向数据端，接 P0.0-P0.1。单片机上 XTAL1、XTAL2、RST 端口接的是单片机的最小系统包括：晶振电路和复位电路。

红外热成像测温仪就是实现热成像测温的精密仪器。就是通过采集人体发出的红外电磁波，将红外信号转化为电信号，再通过信号处理系统将辐射能量即温度转变为目标的视频热图像的一种技术。它将人体的热分布转变为图像，并在显示屏上通过不同伪彩显示出来，伪彩的不同代表温度不同从而得到人体的温度分布信息[10]。将单片机内部电路图按照电路图设计好后，再通过焊接技术做出来，再将外观做好就是市面上的这种样子。如图 4 为人体红外热成像仪。



Figure 4. Infrared thermal imager

图 4. 红外热成像仪

3.2.5. 高温预警

在疫情下，将人的体温检测超过 37.3℃作为触发报警的阈值。当有人感染疫情，一般情况下就会发烧，人体表面温度升高，人体所发射的辐射波发生变化[11]。报警器是由一个三极管和一个蜂鸣器构成。

当测得体温超过阈值(37.3)时, 单片机接口会给出一个低电平, 使三极管导通, 从而使蜂鸣器鸣叫。如图 5 为高温预警电路图。

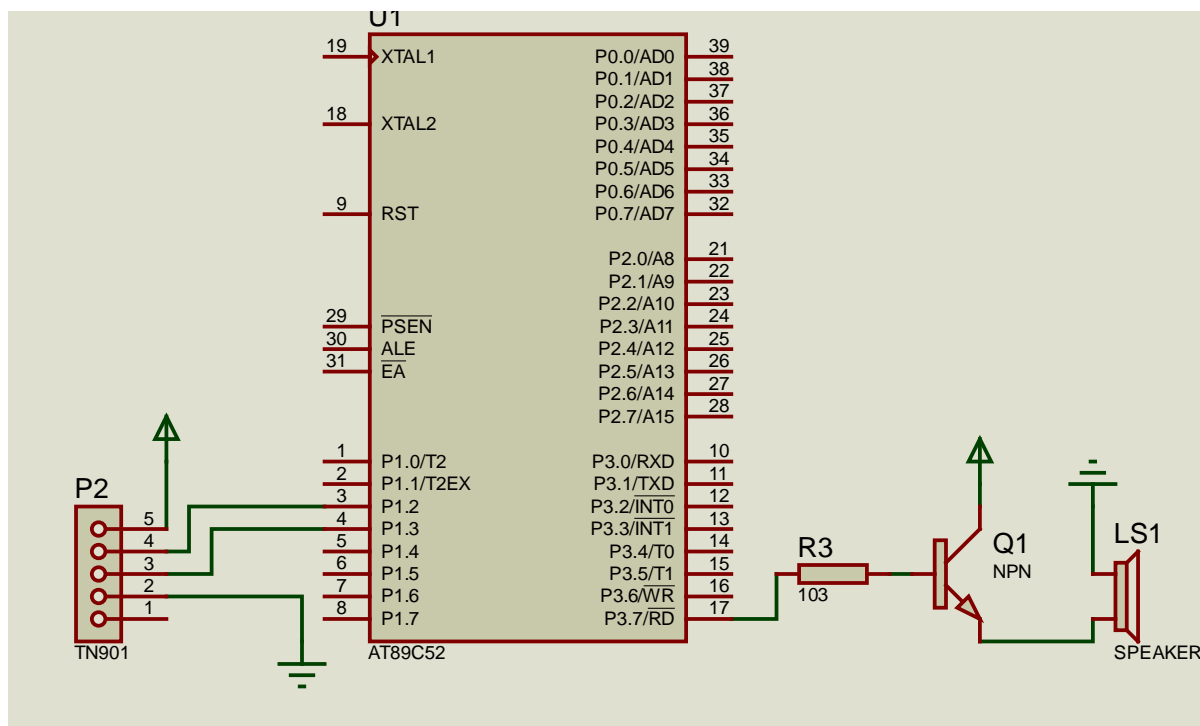


Figure 5. High temperature warning circuit diagram

图 5. 高温预警电路图

4. 结论

从 19 年到现在, 由于新型冠状病毒的传播, 给国家和人民都造成了极大的损失, 此次疫情既是一场灾难也是一个警醒, 是社会公共安全上的一个漏洞。面对疫情如果人体感染最容易检测的症状即为体温, 所以从这一方面入手, 对体温进行检测, 就会得到很好的防控效果。市面上也相继研发出了很多体温检测仪, 但是这种仪器的弊端就是要有工作人员进行直接的操控, 即使工作人员保护的再紧密, 也难逃被感染的风险; 再者也做不到实时检测。针对这些测温时的局限性, 我们设计的智能循迹体温监测仪, 可以在事先确定好的路线中自动巡逻的基础上进行红外测温, 将循迹和测温、自主报警合为一体, 可靠、高效地解决了一些场所体温筛查检测问题, 在一定程度上大大降低了医疗人员的投入, 提高了疫情防控力度。

参考文献

- [1] 王兴, 宋琦, 杨帆, 程麓洁. 疫情下的智能身份识别及消毒预警门禁系统研究[J]. 测试技术学报, 2020, 34(5): 425-430.
- [2] 丁楠, 姚建红. 基于红外传感器智能循迹灭火小车的设计[J]. 常熟理工学院学报, 2018, 32(5): 61-65.
- [3] 台玉朋, 李鹏, 向福林, 刘鑫宇, 李桐. 基于高性能单片机的循迹机器人控制系统设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2012(5): 51-54.
- [4] 陆翔宇, 李建军. 智能探路车的设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2004(1): 39-42.
- [5] 包敬海, 陆安山, 龚文锋. 快速多点体温检测系统的研究[J]. 自动化仪表, 2010, 31(6): 67-69+72.

-
- [6] 王建霞, 许慧祥, 王翌晨, 吴书彬, 范宝林. 疫情防控中常用非接触红外体温计的使用指导分析[J]. 中国医学装备, 2020, 17(11): 157-159.
- [7] 王涛. 红外热成像测温系统在疫情防控时期的应用解析[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2020(21): 166-167.
- [8] 刘继忠, 贺清云, 张华, 姚靖靖. 智能轮椅床的多方位红外体温检测系统设计[J]. 传感器与微系统, 2012, 31(1): 130-132.
- [9] 李明金. 人体温度高精度测量与显示技术[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2010.
- [10] 周汪明. 超高精度人体热成像测温助力疫情防控[J]. 中国安全防范技术与应用, 2020(1): 24-27.
- [11] 胡红波, 袁田, 谢涛, 杨举, 王辉. 一种可用于新冠肺炎体温连续监测预警系统的设计[C]//中国医学装备协会. 中国医学装备大会暨 2020 医学装备展览会论文汇编. 北京: 《中国医学装备》杂志社, 2020: 6.