

基于STM32的婴儿智能识别追踪监护系统的研究

刘任杰 肖薇 喻成晨 饶宇航

江苏大学京江学院

DOI:10.12238/acair.v2i2.7371

[摘要] 本研究设计了一个基于STM32的婴儿智能识别追踪监护系统,能够为家长提供更加全面、智能的监护服务。

[关键词] 图像识别; 监护系统; STM32

中图分类号: R715.7 **文献标识码:** A

Research on STM32-based infant intelligent identification tracking and monitoring system

Renjie Liu Wei Xiao Chencheng Yu Yuhang Rao

Jiangsu University Jingjiang College

[Abstract] In this study, we designed an STM32-based infant intelligent identification tracking and monitoring system, which can provide parents with more comprehensive and intelligent monitoring services.

[Key words] image identification; monitoring system; STM32

引言

在当今社会,随着科技的进步和家庭生活质量的提高,对婴儿的监护需求也日益增加。然而,传统的婴儿监护方式往往受到人力和时间限制,无法实现全天候、全方位的监护。因此,如何利用先进的技术手段提高婴儿监护的效率和安全性成为了一个亟待解决的问题。

基于STM32的婴儿智能识别追踪监护系统正是在这样的背景下应运而生。该系统旨在通过集成多种传感器和高清摄像头,实现对婴儿行为的智能识别和追踪,以及异常情况的及时报警。本研究不仅为家长提供更加全面、智能的监护服务,而且还有助于提高婴儿的安全保障。

与传统婴儿监护方式相比,基于STM32的婴儿智能识别追踪监护系统具有更高的识别准确率和追踪能力。它利用先进的机器学习算法,能够行为状态,监测环境温度和周围湿度变化,从而及时发现异常情况。此外,该系统还具有高度的自适应性,能够根据不同婴儿的行为模式进行自我学习和调整,进一步提高监护的准确性和可靠性。

本研究对于改善婴儿监护的实际问题具有重要意义。通过基于STM32的婴儿智能识别追踪监护系统的设计和实现,我们期望能够为家庭监护提供一种更加高效、智能的解决方案,从而为婴儿的健康成长保驾护航。

1 监护系统硬件设计

本婴儿监护系统由STM32作为整体控制芯片,搭配DHT11温湿度传感器、ESP8266 wifi模块、OLED显示器、蓝牙模块、蜂鸣器、OV2640摄像头等电子元器件组成。将实现对婴儿周围环

境温度及湿度的监测、婴儿的行为识别与追踪,并与设备传送信息,配合蜂鸣器以实现报警等功能。

1.1 主控芯片

本研究采用STM32F103芯片作为总系统的核心控制芯片,内核是具有ARM 32位的Cortex-M3,最高72MHz工作频率,在存储器的0等待周期访问时可达1.25DMips/MHZ。

此芯片在数据处理方面可进行单周期乘法和硬件除法,存储器最大为64K字节的SRAM。可用于烧录程序完成系统功能的实现。

1.2 摄像头模块设计

摄像头采用的是OV2640摄像头。该传感器体积小、工作电压低,提供单片UXGA摄像头和影像处理器的所有功能。可以完全控制图像质量、数据格式和传输方式。灵敏度高,得到的图像指令更好,能够配合芯片更准确的完成婴儿行为的识别。

1.3 传感器模块设计

本系统使用DHT11温湿度传感器进行检测,如图1所示,该传感器包括一个电阻式测湿元件和一个NTC测温元件,并与一个高性能8位单片机相连接。是一种复合传感器。传感器内部湿度和温度数据40Bit的数据一次性传给单片机,数据采用校验和方式进行校验,有效的保证数据传输的准确性。主要用于实现对环境温度和湿度的监测,防止环境温度和湿度异常,对婴儿的健康产生不利的影

1.4 蜂鸣器报警模块设计

蜂鸣器使用的是有源蜂鸣器,如图2所示,内部带震荡源,通电就会鸣叫,相对于无源蜂鸣器,可以直接用直流电源触发。

配合程序,当监测到异常的婴儿数据时就会发出蜂鸣报警以警示监护人。

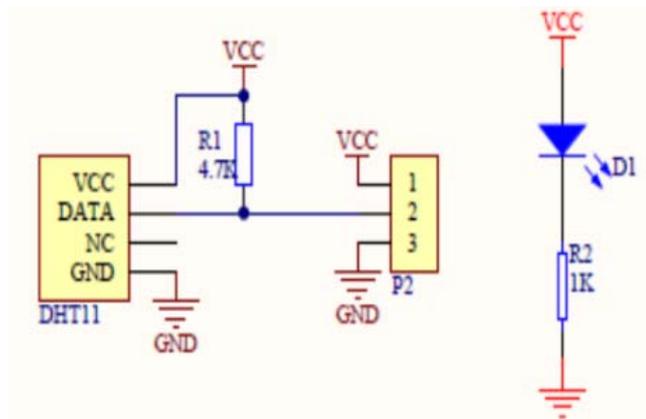


图1 温湿度传感器原理

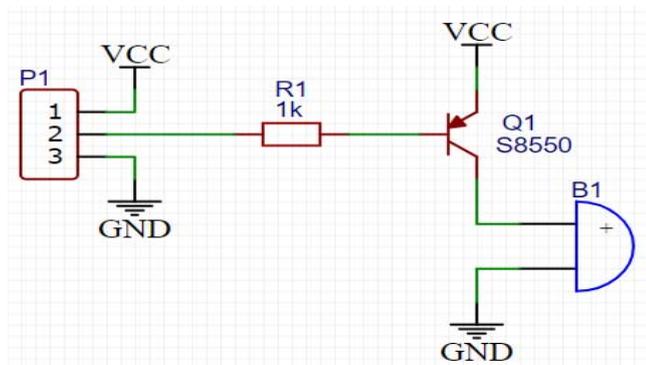


图2 蜂鸣器报警原理

1.5 WiFi模块设计

本系统的WiFi模块采用的是ESP8266Wi-Fi模块,ESP8266Wi-Fi模块为32位微型MCU,带有16位精简模式,主频可达160MHz。同时支持RTOS(Real Time Operating System)集成Wi-Fi MAC/BB/RF/PA/LNA和IEEE802.11b/g/n协议,支持完整的TCP/IP协议栈,也支持STA(Station),AP(Access Point),ATA+AP三种模式。

2 监护系统软件设计

软件系统部分的设计主要包含:婴儿人脸识别的算法设计,婴儿报警监护系统设计,Android交互界面设计三部分。其中人脸识别部分需要不断训练人脸相关数据以提高识别准确度,是软件部分的基础;在报警监测系统中需要兼顾报警与识别人体温度及环境湿度的准确性;交互界面的设计需与硬件系统相配合,需要界面直观。

2.1 婴儿行为识别算法设计

BP(Back Propagation)是一种多层前馈神经网络,该网络的主要特点是信号前向传递,误差反向传播。通过输入层、隐含层和输出层,每一层的神经元状态影响下一层神经元状态。因此我们选用BP神经网络作为婴儿智能识别系统的核心算法,通过对大量婴儿行为数据进行训练和学习,提取出婴儿的行为特征,以提高对不同行为的识别准确性和可靠性。

2.1.1 神经网络模块求解

令标准的婴儿行为数据集为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, 对行为的

像素特定数据为 $y_1, y_2, y_3, \dots, y_m$, 通过BP神经网络训练得到行

为的像素特定数据的预测值 $y'_1, y'_2, y'_3, \dots, y'_m$ 则存在

$$W = \frac{|y - y'|}{y} \times 100\%,$$

其中 W 表示预测结果的相对误差。

通过计算得出使用该模型的误差较小,该模型可用于反映两者之间的关系。若识别结果出现特定数据以外的数据 u 时,则可以通过该数据得到 u 值对应的对照参数

$c = [y_{1u}, y_{2u}, \dots, y_{mu}]$ 。当我们要求当前参数为 u' , 则通过

求解得到对应的参数为 $c' = [y_{1,c'}, y_{2,c'}, \dots, y_{m,c'}]$, 则修正幅

度为 $\Delta y = y_{i,c'} - y_{u,c'}$ 。

2.1.2 模型拟合度及准确性分析

将样本数据带入神经网络中进行训练,训练结果如图3所示:

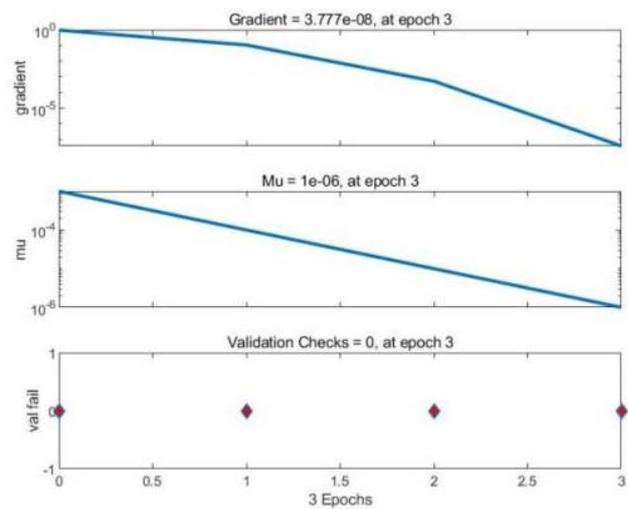


图3 BP神经网络训练步数

训练结果是3epoch, 可得3次检验后误差已经不再减少了。

通过婴儿的左右两边的角度来衡量行为特征对像素特定数据的价值,用160组数据来作为神经网络模型的训练组进行训练。

考虑到莱文贝格-马夸特方法能提供非线性最小化(局部最小)的数值解,选择了其中比较快的莱文贝格-马夸特方法进行训练。其中共训练了3Epochs, 其中在第Epoch3的时候MSE=0.14778达到最小误差,其具体训练结果如下图4所示:

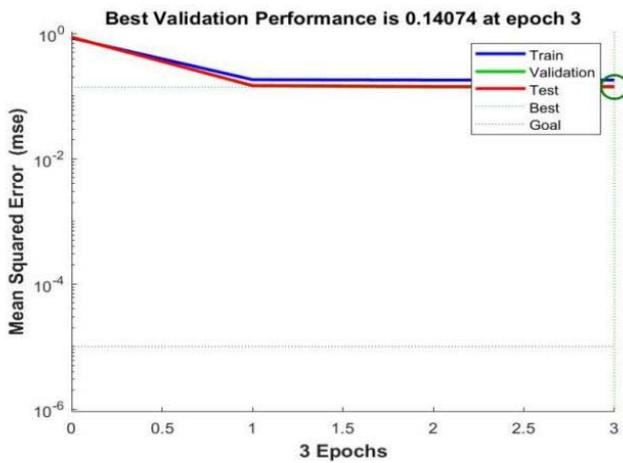


图4 神经网络训练误差

根据神经网络训练误差结果可知,神经网络训练结果良好。TEST红线与最佳训练结果相近。

如图5可见Training, Validation, Test 组的R 值都接近于1,然后综合All的结果, R=0.8084, 结果相对比较准确。

2.2 婴儿报警监护系统设计

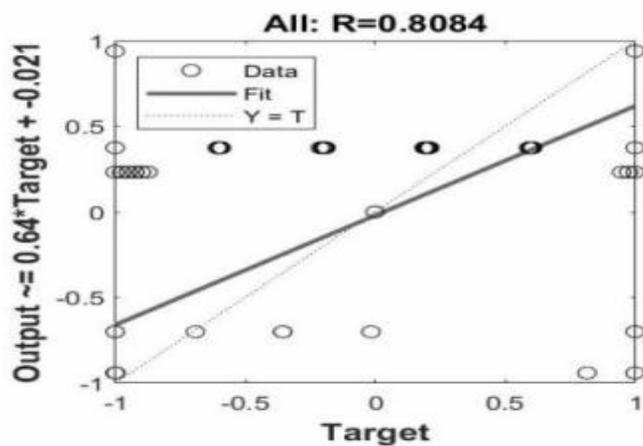
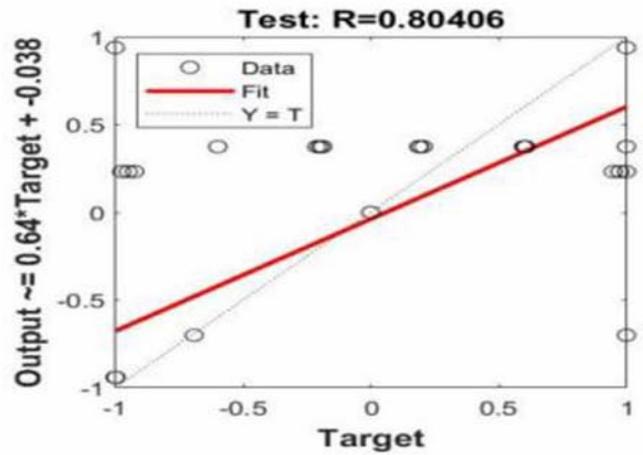


图5 回归分析图

监护系统包括STM32单片机控制程序、OV2640摄像头视频流处理程序。STM32单片机控制程序,根据OV2640摄像头拍摄的视频流,控制追踪装置调整摄像头角度;OV2640摄像头视频流处理程序通过机器视觉算法识别婴儿的位置。

2.2.1 摄像头监护系统设计

将摄像头的拍摄范围设置在与婴儿同在的安全区域,当识别不到婴儿时,立即发出警报;当识别到有危险物品进入摄像范围时,发出警报。整个过程涉及到的程序有两个:摄像头主控制程序,摄像头SDK保存图片程序。

需要控制图像采集周期,摄像头SDK的状态始终是处于采集并保存图像状态,周期为20ms。摄像头主控制程序不断接收婴儿的位置信息,发出停止保存信号时,摄像头SDK保存图片程序接收停止保存图像。

当主控程序识别到非婴儿数据的事物时,发出保存信号。摄像头SDK保存图片程序完成后,发出图像保存完成标志。保存完成后发出报警提示。

2.2.2 温湿度检测系统设计

DHT11温度传感器硬件配置完成后,需要通过光敏电阻对当前环境参数进行采集,并且对采集到的数据进行转换。如将环境

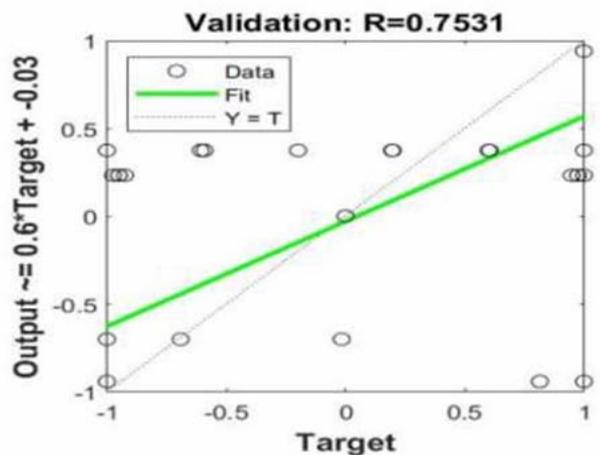
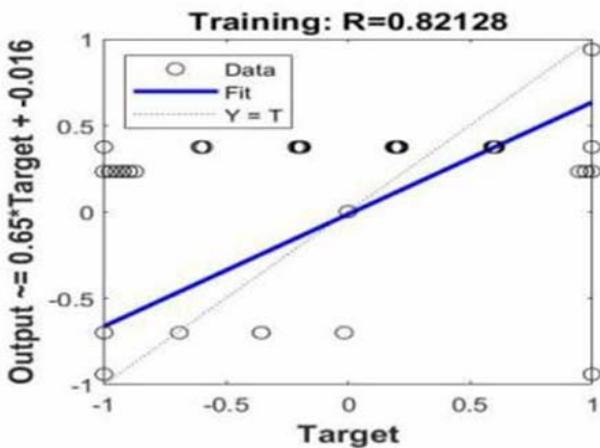


表 1 婴儿行为识别数据

婴儿编号	识别次数	识别成功次数	识别失败次数	识别成功率	平均识别成功率
1	30	28	2	93.33%	90.66%
2	30	29	1	96.66%	
3	30	26	4	86.66%	
4	30	28	2	93.33%	
5	30	25	5	83.33%	

表 2 温度检测数据

实验编号	室内环境温度	室内环境湿度	标准环境湿度	差值	平均差值
1	22	52%	50%	2%	2.2%
2	22	48%	50%	2%	
3	22	51%	50%	1%	
4	22	53%	50%	3%	
5	22	47%	50%	3%	

温度监测值设置为20度--25度,湿度检测值设置为40%--70%。超过检测范围相应的报警器进行预警,LED灯也会进行闪烁。

并且还可实现人机交互,在相应的Android程序中可以查看。

2.2.3 Android交换界面设计

Android应用程序需要显示婴儿的活动情况,同时接收来自系统的警报信息。



图6 应用程序页面设计

首先需要配置此程序与硬件部分的连接,如图6所示。在单片机上设置IP地址和端口号,以便与Android设备进行通信;在Android设备上,使用Socket类创建一个TCP连接。输入单片机所在的IP地址和端口号,使用connect方法来连接单片机。连接成功后,主界面可以显示婴儿的视频窗口,以及一些控制按钮,如开始或停止追踪、报警设置等。当系统检测到异常情况时,会触发报警功能。同时,Android交互界面提供数据记录与分析功能,允许用户查看婴儿的活动数据和系统的历史记录。可以通过添加数据统计图表或者报告的形式进行展示。

2.3系统测试

婴儿行为识别数据情况如表1所示,通过对5个不同的婴儿在同一环境下进行行为识别录入,录入成功之后进行30次的行为识别,记录识别成功次数及识别失败次数,计算识别成功率和平均识别成功率。识别成功率的均值在90%以上,虽然不同婴儿之间的特征差别较小,但每次对婴儿的行为识别的成功率较高,便于监护系统的追踪及监护功能。

如表2所示是对同一个婴儿在同一个环境中进行测量,室内环境温度是当时系统测出的当时室内的温度,以确定在同一个室内环境温度下,温湿度传感器使用的是DHT11温湿度测量出的

环境温度和环境湿度,标准环境湿度是指使用实验室的湿度仪器测量的标准环境湿度,并计算室内环境湿度与室内环境湿度的差值。因为实验室的湿度仪的测量误差1%之间,所以近似认为环境湿度的标准值即为实验室的湿度仪的测量值。计算的平均差值为2.2%,对温湿度的测量模块误差较小,便于对温湿度异常能够做到精确的监测和报警。

3 结语

本研究以婴儿的安全监护为研究对象,以STM32为主控芯片,结合BP神经网络以及传感器,设计出一款基于STM32的婴儿智能识别追踪监护系统。该系统可实现环境温度湿度检测、婴儿行为安全检测等功能,并通过Android平台实现用户与硬件的连接。

实验结果表明,训练好的婴儿行为识别系统的平均精度达到了90%以上, SER在10%以内。同时,系统在实时监测和预警方面表现良好,能够及时发现异常情况并采取相应的措施。该系统提高了婴儿监护的效率和安全性,具有一定的实用性和市场前景。

虽然该系统已经取得了一定的成果,但仍存在一些改进空间。可以进一步优化神经网络模型,提高其对婴儿行为的识别精度和速度;可以增加更多的传感器,实现对婴儿健康状况的更全面监测等。未来,我们将继续深入研究,不断完善该系统,为婴儿的安全监护提供更好的解决方案。

[参考文献]

- [1]沈雅婷,白郁馨.卷积神经网络结构优化的人脸识别算法[J]. 电脑与电信,2023,(06):9-13+17.
- [2]胡玉松.基于摄像头的物体位置识别系统[J].信息与电脑(理论版),2018,(02):49-50.
- [3]方仕健.多任务卷积神经网络算法在人脸识别中的改进研究[J].无线互联科技,2023,20(22):96-100+111.
- [4]韦大欢,苏燕.BP神经网络的人脸识别系统探究[J].无线互联科技,2021,18(10):116-117.
- [5]罗小亚,吴玛佳.基于STC89C52大棚室内DHT11温湿度控制器设计[J].河南科技,2018,(34):57-58.