

基于物联网的智能可穿戴救生设备设计

张梦贝, 代云凯, 黄顺宗, 赵盛萍*

玉溪师范学院, 云南 玉溪

收稿日期: 2021年10月9日; 录用日期: 2022年1月5日; 发布日期: 2022年1月13日

摘要

本设计基于Arduino Nano开发板, 以ATmega328p为最小系统核心的控制板, 基于物联网平台, 运用MQTT协议而设计智能可穿戴救生设备。它通过佩戴者的心率、血氧含量、地理位置、所处环境湿度等信息进行综合测定与判断, 当检测到佩戴者的生命体征等信息开始出现不正常的波动或存在向溺水状态靠近时, 装置需要立刻将信息向手机客户端发送预警信号, 弹出安全气囊, 从而最大限度地减少溺水带来的意外事故。

关键词

Arduino Nano, 物联网, 防溺水, 可穿戴

Design of Intelligent Wearable Life-Saving Equipment Based on Internet of Things

Mengbei Zhang, Yunkai Dai, Shunzong Huang, Shengping Zhao*

Yuxi Normal University, Yuxi Yunnan

Received: Oct. 9th, 2021; accepted: Jan. 5th, 2022; published: Jan. 13th, 2022

Abstract

This design is based on Arduino Nano development board, ATmega328p control board as the minimum system core, and based on the Internet of things platform, use MQTT protocol to design intelligent wearable life-saving equipment. It comprehensively measures and judges the wearer's heart rate, blood oxygen content, location, environmental humidity and other information. When it is detected that the wearer's vital signs and other information begin to fluctuate abnormally or approach the drowning state, the device needs to immediately send an early warning signal to the mobile phone client to pop up the airbag, so as to minimize accidents caused by drowning.

*通讯作者。

Keywords

Arduino Nano, Internet of Things, Drowning Prevention, Wearable

Copyright © 2022 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

据不完全统计,我国每年因溺水意外死亡的人数高达 11.2 万人左右,平均每天约有 150 多人发生溺水事故。其中 0 至 14 岁的中小学生占溺水死亡总人数的 56.58%,溺水致死排在青少年各事故死亡的第三位。

但是,目前相关智能救生设备较少[1] [2] [3],能方便穿戴的智能化保护设备则更少。溺水保护更多的还是依赖传统的保护方式:救生圈和救生衣等需要提前充气准备的保护措施,不能做到溺水前预防,溺水时及时救援,只能做到溺水后救援;并且由于传统保护方式体积很大,游泳时阻力等较大,使用不方便,体验感差等问题影响使用者的积极性,无形中大大增加了溺水事故发生的概率[4] [5]。

国外开始有半智能或智能化保护设备出现,如:美国的 Kingii 救生手环、Swim Safe、PLOOTA 等,但是这些设备大多需要手动打开,判断溺水方法单一,不足以应对人们游泳时面对的复杂问题。

针对游泳安全及溺水事件发生的特点,及青少年这个重点人群,我们设计出了一款便携式,可穿戴的智能救生装置,通过对使用者体征进行监测,智能判断是否溺水,操作气囊弹出。

2. 系统硬件设计

本设备由监测模块、定位模块、救援模块三部分构成。如下图 1 所示。监测模块压力传感器、心率传感器、温度传感器等构成[6],主要作用是实时监测使用者的身体情况及状态,以便做出判断。定位模块由 GPS 模块、4G 模块构成,实现对使用者的实时定位及信息传输,为设备的远程求救报警提供支撑。救援模块由触发装置、气囊等硬件模块构成,当控制器根据使用者综合情况判断溺水后,触发装置刺破气囊,进行充气自救[7] [8] [9]。设备硬件结构如图 1 所示。

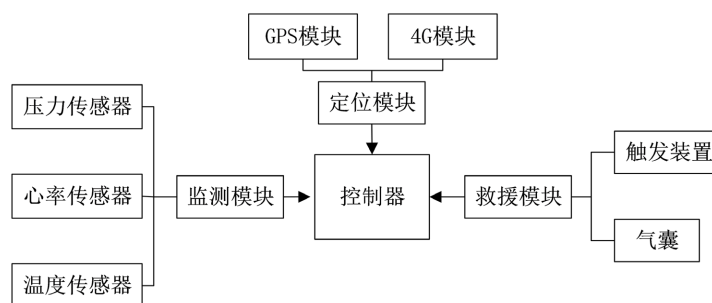


Figure 1. Basic structure of equipment

图 1. 设备基本结构

2.1. Arduino Nano 主控芯片

Arduino Nano 以 ATmega328p 为最小系统核心的控制板,与 Arduino Uno 相对比。它没有可直流电

压供电接口而是通过 Mini-B USB 接口与电脑进行连接。它的外形尺寸小巧、价格便宜、操作方便、插面包板上就可以使用。具体的技术参数如表 1 所示[10] [11]。

Table 1. Technical parameter

表 1. 技术参数

项目	数量
处理器核心	ATmega328 和 ATmega168
数字输入/输出	14 个
模拟输入	8 个
16MHz 晶体振荡器	1 个
Mini-B USB 口	1 个
ICSP header	1 个
复位按钮	1 个

2.2. GPS 模块

GT-U7 GPS 默认波特率为 9600，能够兼容 3.3v/5v 电平，可直接与单片机 IO 通信，从而方便连接当 PPS 指示灯亮可以判断模块的工作状态，其中 GPS 模块与单片机的接线图如图 2 所示。

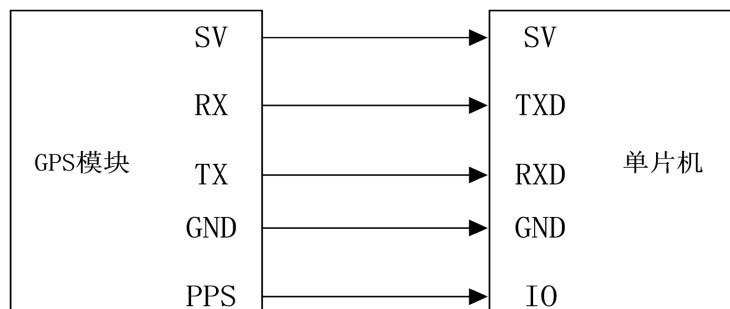


Figure 2. Wiring diagram of GPS module and MCU

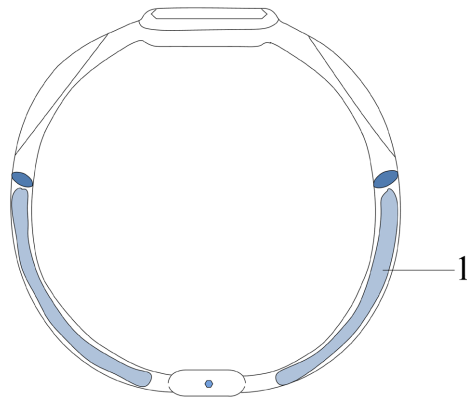
图 2. GPS 模块和单片机接线图

2.3. 心率传感器

心率传感器模块采用 HXDZ-30102-ACC，它是由 LIS2DH12 其中包含 ST 的三轴加速传感器主要是记录心脏跳动数据和 MAX30102 是用于血氧和心率检测记录数据等组成。它集成了多个元器件，主要采用光电容积法，将光电转换器接收到的人体组织反射的光线，将光信号转变为电信号并将其放大和输出。

2.4. 触发装置

触发装置的触发方式有两种自动触发和手动触发。自动触发是系统智能判定溺水后，通过磁电结果推动刺针刺破储气钢瓶封口。手动触发是使用者通过手动按压方式推动刺针，同时和进行了防误操作设置。为了提高救援的可靠性，该设备采用的是颈环式设计，如图 3 所示，触发后 5~10 秒可以完成充气。



1——压缩气囊

Figure 3. Overall schematic diagram of intelligent drowning prevention and self rescue device
图 3. 智能防溺水自救装置整体示意图

3. 系统软件设计

3.1. 整体程序设计

选用 Arduino Nano 作为系统 MCU，选择 4G 模块让 MCU 能够接入网络，选择 GPS 模块来实时获取位置坐标，考虑到不同年龄段、身体素质使用者的特征参数不同，使用前首先要填写、收集个人基础数据，给定一个安全指数 S ，当判断安全指数降低时，提醒佩戴者及时上岸，当安全指数低于设定值时，判定佩戴者风险较高，将启动装置，弹出气囊，达到智能化、自动化的目的。具体的程序框图 4 如下。

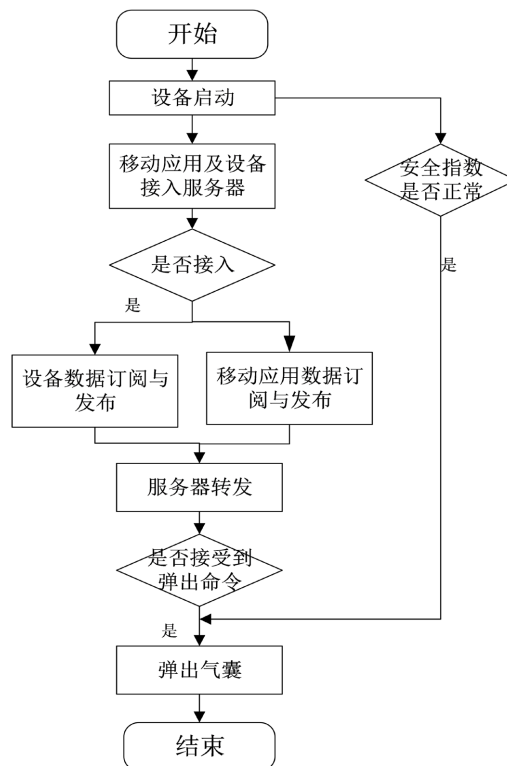


Figure 4. System program block diagram
图 4. 系统程序框图

3.2. 安全指数算法

通过移动应用, 将用户的基本情况录入, 给定用户的安全指数初始值 S_0 , 成人指数较高(80), 青少年较低(70)。同时记录传感器监测用户未游泳前的正常体温、心率情况, 在游泳过程中, 通过判断体温 T 、心率 HR 、压强 P 变化大小、频率情况分析使用者的安全指数:

$$S = S_0 - \alpha \times \Delta T - \beta \times \Delta HR - \gamma \times \Delta P$$

式中: α , β , γ 惩罚系数, ΔT , ΔHR , ΔP 是对应监测值的相对变化量。

3.3. 移动应用的实现

考虑到设备的可靠性以及安全指数的计算, 考虑加入移动应用, 比如手机 APP 和微信小程序, 这样就可以实时显示佩戴者的安全指数, 以及 GPS 位置 GPS 功能, 实时将佩戴者位置返回到服务器, 通过移动应用知道佩戴者的 GPS 坐标, 并且, 还可以通过移动应用, 来自定义地理围栏, 当佩戴者越过地理围栏时, 向监护人告警。

其中涉及到位置坐标的算法, 如图 5 所示, 绿点为监护人即移动应用所在位置, 蓝点为佩戴者所在位置, 红圈表示地理围栏的范围, 可以拖动屏幕确定围栏的位置, 可以拖动下方滑动条, 改变围栏的大小, 最后点击确定围栏, 该信息是通过服务器进行消息对接的, 以便发生溺水时, 第一时间通知监护人, 返回实时 GPS 坐标, 开展救援。并且, 还可以通过移动应用, 主动弹出气囊, 提高装置的可靠性, 防止在溺水时装置拒动, 如图 6 所示。



Figure 5. Geofencing implementation
图 5. 地理围栏实现图



Figure 6. Mobile client implementation diagram
图 6. 移动客户端实现图

4. 总结与展望

本设计实现了低成本的可穿戴防溺水救生设备设置，实现了水压、心率、体温等综合检测，并提出了根据安全指数，智能判断溺水的方法，为游泳爱好者尤其是青少年在游泳中的安全提供了技术保障，对比现有的防溺水救生装置判断依据为：是否与水接触或水深高于设定值的单一判断依据，本设计更加智能、合理，在保障生命安全的同时还注重了使用者的游泳体验。不仅如此，地理围栏设计也更加有利于家长对青少年的安全监控。同时，提出的颈环式设计，也大大提高了救生效率。

但是，颈环式的设计也对硬件的防冲击，对颈部的保护方面有较高的安全要求，该问题还有待解决。更加完善的安全指数算法还有待结合更多的实验进行验证、调整。受到防水技术等方面因素的影响，完整的硬件外观设计难度较大。

参考文献

- [1] 吴超. 可穿戴的心率监测设备设计[J]. 物联网技术, 2021, 11(7): 20-23.
- [2] 丛高翔, 马天洋, 罗明轩, 郑梓文, 曾鹏辉, 贾晓强. 基于 STM32 和物联网技术的智能游泳卫士[J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(2): 65-66.
- [3] 韦哲, 石恒兵, 曹彤, 等. 国内外智能可穿戴设备的研究进展[J]. 中国医学装备, 2020, 17(10): 18-21.
- [4] 杨森杰, 林锦锋, 马凯创, 等. 一种无线便携式心率血氧检测仪的设计[J]. 科技创新与应用, 2020, 10(28): 47-49.
- [5] 李永华, 高英, 陈青云. Arduino 软硬件协同设计实战指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.

- [6] 范培蕾, 梁亮, 赵雨佳, 等. 可穿戴健康产品的发展与检测分析[J]. 计量技术, 2020, 64(1): 24-27.
- [7] 王滨, 邓昌顺. 生物安全智慧监管平台在生猪养殖领域的应用分析[J]. 中国猪业, 2019, 14(7): 21-24.
- [8] 张海朋. 面向穿戴应用的边缘计算平台的研究与实现[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2019.
- [9] 张以涵, 罗磊, 王学忠. 防溺水游泳圈的设计[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(29): 254-256+258.
- [10] 王彪, 娄学辉. 基于单片机的电阻电容测量仪[J]. 电子世界, 2014(7): 31-32.
- [11] 蔡睿妍. Arduino 的原理及应用[J]. 电子设计工程, 2012, 20(16): 155-157.