

物联网智能生态康养环境监控系统 的研究设计

王 兴¹, 卫玲芝¹, 杨 柳²

(1. 太原科技大学 计算机科学与技术学院, 太原 030024;

2. 河南财经政法大学 计算机与信息工程学院, 郑州 450036)

摘要: 随着物联网技术的不断发展, 智能家居如今已经开始深入到人们生活; 针对智能家居中的智能生态康养环境监控问题, 对物联网智能生态康养环境监控系统进行了研究, 包括系统模型的构建、系统软件的设计、通信指令的智能化调度等; 通过研制控制电路板, 集成负氧离子、温度、湿度、甲醛、PM2.5、语音等传感器, 采集室内各种环境参数信息, 采用智能控制方式, 通过无线 Wi-Fi 节点, 对室内负氧离子发生器、水暖、电暖、加湿器、空气净化器等进行控制, 从而调节室内负氧离子、温度、湿度、甲醛、PM2.5 等环境参数, 达到优质的居住环境和良好的疗养要求; 通过研究探索一种物联网智能生态康养环境监控系统的设计方法, 经过实验表明该设计是可行的。

关键词: 智能家居; 物联网; 智能生态; 监控系统

Research and Design on Monitoring System of IoT Intelligent Ecological Health Care Environment

WANG Xing¹, WEI Lingzhi¹, YANG Liu²

(1. College of Computer Science and Technology, Taiyuan University of Science and Technology,

Taiyuan 030024, China; 2. School of Computer and Information Engineering, Henan University of

Economics and Law, Zhengzhou 450036, China)

Abstract: With the continuous development of Internet of Things technology, smart homes begin to penetrate people's lives. Aiming at the monitoring of the intelligent ecological health care environment in smart homes, the IoT intelligent ecological health care environment monitoring system is researched, including the construction of the system model, the design of the system software, and the intelligent scheduling of communication instructions. Through the development of a control circuit board, it integrates negative oxygen ion, temperature, humidity, formaldehyde, PM2.5, voice and other sensors, collects various indoor environmental parameter information, adopts intelligent control methods, and uses wireless Wi-Fi nodes to control negative oxygen ions generators, plumbing, electric heating, humidifiers, air purifiers and other equipment are controlled to adjust indoor negative oxygen ion, temperature, humidity, formaldehyde, PM2.5 and other environmental parameters to achieve a high-quality living environment and good treatment requirements. Through research and exploration of a design method of the IoT intelligent ecological health care environment monitoring system, the experiment shows that the design is feasible.

Keywords: smart home; IoT (internet of things); smart ecology; monitoring system

0 引言

科技发展日新月异, 智能家居的出现为人们提供了各式各样的便捷服务。2020年5月28日《中国智能家居生态发展白皮书》发布, 智能家居进入 AIoT 赋能期。根据 CSHIA 前瞻产业研究院整理数据得, 2019 年终端用户倾向的智能家居控制方式最高的是智能面板, 高达 48%。在物联网^[1]大时代背景下, 结合当前人们对于居住环境宜居性的考虑, 设计了一种智能生态环境康养系统。在我们日常

生活中, 温度过高或者过低都会对人体造成一定的不良影响。当温度过高时, 人体中松果腺体分泌出的松果激素量增大, 使得体内甲状腺素和肾上腺素的浓度降低, 人就会感觉到精神萎靡不振。长时间在湿度较大的地方生活、工作, 很容易得风湿病; 当气温过低时, 蒸发加快, 人体的水分容易被干燥的空气吸收掉, 就会使得皮肤干燥, 影响鼻腔粘膜。尤其是在秋冬季节, 天气寒冷干燥, 呼吸系统疾病频发。此外, 负氧离子浓度也是环境好坏的重要标准

收稿日期: 2020-12-12; 修回日期: 2020-12-28。

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(41372350); 国家国际科技合作专项项目(2014DFR70280); 山西省高等学校大学生创新创业训练计划项目(2020342); 太原科技大学大学生创新创业训练项目(XJ2020167)。

作者简介: 王 兴(1981-), 男, 山西太原人, 博士生, 副教授, 主要从事物联网工程、计算机技术方向的研究。

引用格式: 王 兴, 卫玲芝, 杨 柳. 物联网智能生态康养环境监控系统的研究设计[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(8): 99-103.

之一，它不仅有利于我们的身心健康，对神经系统、大脑皮层等也有一定的调整功能。而当前市面上传统的环境监测仪检测指数不全面，传感器集成性较低，功能较为单一，灵活性和智能化程度也不高。因此，针对家庭中家居智能化的问题，本系统利用友好的用户图形交互界面实现了对室内环境的实时监控、智能控制负氧离子发生器、水电暖控制器、加湿器等设备的启动关闭等功能，并将采集到的数据实时反馈到云服务器，通过云端来对整个数据进行存储、处理、交互。

1 系统总体设计

1.1 系统组成

智能生态康养环境监控系统基于物联网的 3 层基本架构设计：感知层由多个传感器组成，检测各项环境参数；网络层由微型平板电脑以及服务器管理软件等组成；应用层主要由多个节点组成。系统结构原理如图 1 所示。

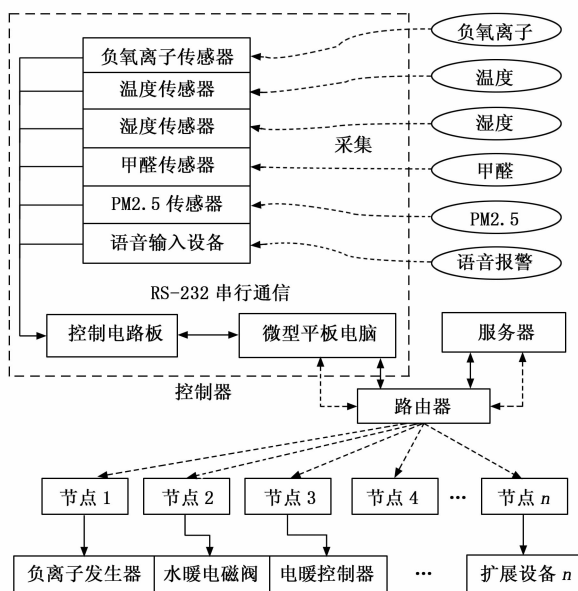


图 1 系统结构原理图

1.2 系统工作原理

首先，控制器平板电脑向控制器主板电路发送指令协议，判断传感器连接是否正常。若传感器连接正常，将信息反馈至平板电脑，平板电脑发送指令启动传感器采集室内环境信号，控制电路板接收到传感器采集到的数据信息之后，继续反馈给平板电脑，并将这些信息储存在电脑数据库中。将数据库中的信息与系统中设置的环境参数阈值进行比对，当检测到某一项环境参数值不在阈值范围内时，将信号发送到局域网中，平板电脑通过 Wi-Fi 与路由器连接，路由器收到信号通知相应节点，从而控制相应设备的开启/关闭。同时，路由器通过 Wi-Fi 或者以太网向云服务器发送指令反馈信息，通过云服务器^[2]可以对整个控制器和设备进行实时监控以及控制。系统工作原理如图 2 所示。

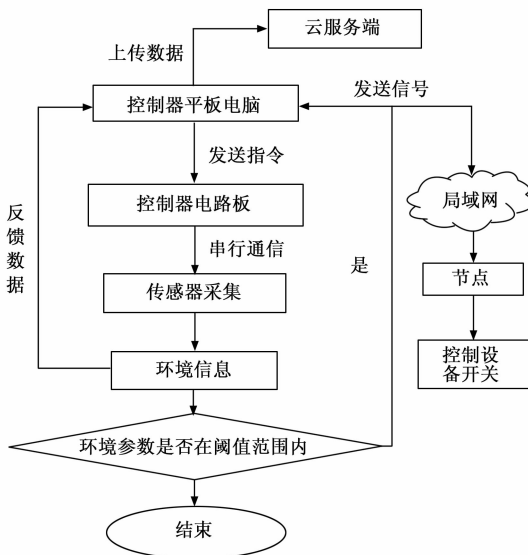


图 2 系统工作原理图

2 系统硬件设计

2.1 控制器设计

控制器是整个系统的核心，它将触摸屏、主控电路板、电源模块、天线、Wi-Fi 模块、传感器单元等集成在一起。首先，传感器单元采集^[3]到模拟信息量以后，先通过电压跟随器提高^[4]采集信息的精度，再利用内部数模转换器将模拟信号转换为数字信号，通过设置好的指令发送给主控电路板，此时屏幕上可显示多个传感器单元采集到的环境参数信息以及广告宣传信息。控制器可通过 Wi-Fi 接口、RJ45 以太网接口两种通信接口进行数据传输。当采用 Wi-Fi 模块传输时，控制器上的天线接收到电磁波信号，进入滤波器和低噪声放大器，将信号送入到 Wi-Fi 芯片内，经过处理之后，信号传输给控制器主板。采用 RJ45 以太网接口进行数据传输时，根据规定的网络协议发送相应的数据包。控制面板通过与节点通信，控制室内环境设备。控制器如图 3 所示。

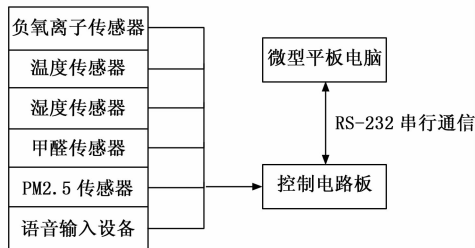


图 3 控制器示意图

2.2 节点设计

本系统中的节点与设备相连接，根据接收到的指令信息控制设备开关。要实现智能化，必须遵循统一的网络协议。智能家居的节点控制^[5-6]模块包含多种类型，多个模块被连接在一条总线上，本系统使用的是继电器开关控制模

块, 有两种类型的继电器可供使用, 一种是 2 A 继电器隔离触点, 可连接负氧离子发生器、台灯、风扇等功率较低的电器设备; 另一种是 10 A 继电器隔离触点。可连接空调、冰箱、电暖等功率较大的电器设备。Wi-Fi 节点如图 4 所示。

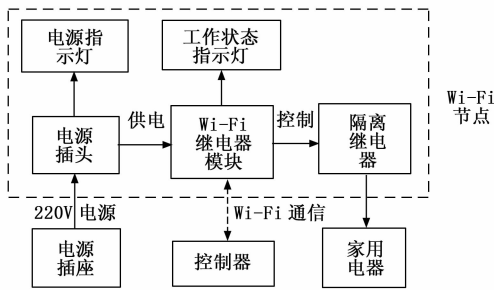


图 4 Wi-Fi 节点示意图

为了增加对节点控制设备的时效性, 提高节点的控制效率, 本系统采用了一种节点控制方法。该方法首先要对每一个目标标识对应的待支配节点设置时间阈值, 向当前支配节点发送支配指令, 支配指令的作用是控制当前待支配节点的自动开启和待机。接着要确定支配时间, 支配时间具体表现为指令发送的时刻到当前时刻的时间间隔。当支配时间与设定的时间阈值相等时, 开始判断, 若当前待支配节点完成开关机命令, 则继续接受外部指令。

2.3 通信指令设计

针对室内环境较为复杂、控制器与被控制节点之间距离较远的问题, 为了使传输指令、连接节点增加更加方便, 本系统采用无线通信技术取代有线^[7]传输, 将控制器以及由其控制的节点构成无线局域网。

云服务器与控制器之间通过以太网光纤进行信息传输, 采用全双工通信, 将控制器的操作信息及设备信息等信息上传至云端。当云服务器发出指令信息时, 控制器给出相应反馈。当设备出现故障或者被测环境参数超出限定值, 控制器会向云服务器发送指令, 云服务器自动记录信息。

本系统采用 IEEE 802.11 协议作为无线局域网内部通信协议。服务器与控制器之间、控制器与节点之间通过相应的信息指令进行数据通信, 信息指令的内容如下:

- 1) 服务器监控控制器和节点状态, 设备发生故障时, 控制器向服务器发送报警信息。
- 2) 控制器监控节点状态, 被测环境参数超过限定值时对节点发送控制指令。

系统主要的指令数据帧的格式为:

发送指令: 起始字符+IP+功能码+结束字符

反馈指令: 起始字符+IP+功能码+“OK”+结束字符

例 1: 服务器监控控制器的状态

发送指令: Chr (&H1B) & "192.168.126, 101" & "2" & Chr (&HA)

反馈指令: Chr (&H1B) & "192.168.126, 101" & "2" & "OK" & Chr (&HA)

例 2: 控制器关闭节点

发送指令: Chr (&H1B) & "192.168.137, 101" & "0" & Chr (&HA)

反馈指令: Chr (&H1B) & "192.168.137, 101" & "0" & "OK" & Chr (&HA)

表 1 指令数据帧的格式

	指令字节/Byte	说明
起始字符	1	16 进制起始字符, 例如: "Chr (&H1B)" 对应 ASCII 码表中的字符 "esc", 十进制 ASCII 码 27
IP	4	服务器 IP、控制器 IP 地址和节点 IP 地址, 例如: 节点的 IP 为 192.168.137,101
功能码	1	功能码: 字符 "1" 代表启动, 字符 "0" 代表关闭, 字符 "2" 代表工作状态。
"OK"	2	用于反馈信息
结束字符	1	16 进制结束字符, 例如: "Chr (&HA)" 为对应 ASCII 码表中的字符 "nl", 十进制 ASCII 码 10。

2.4 自适应环境算法

本系统采用多参数自适应算法调节环境参数, 通过采集室内温度、湿度、PM2.5 等多个环境参数, 对获取到的这些环境参数值建立一种相关函数联系, 使得每个环境参数的控制策略与其他环境参数控制策略之间形成闭环关联关系, 实现多环境参数的统一调节, 实时调节设备使环境更为适宜。

- 1) 对所有传感器采集的环境参数数据进行遍历, 建立传感器彼此之间一一对应的关系函数。
- 2) 控制器根据每个环境参数, 单独设置默认的控制策略。
- 3) 根据相关函数计算每个环境参数默认的控制策略对其他环境参数的影响。
- 4) 根据不同环境参数彼此之间的控制策略关系, 对这个环境参数控制的策略通过公式 (1) 进行修改, 然后将修改后的控制策略重新排列组合, 完成当前环境的控制策略。

$$E' = \bar{\alpha}E(v_1 + v_2 + \dots + v_n) \tag{1}$$

其中: E 为修改前的该环境参数控制策略, E' 为修改后的该环境参数控制策略, v_n 为第 n 个环境参数控制策略对其他环境参数的影响因子, $\bar{\alpha}$ 为影响因子向量的 2 范数。

2.5 智能控制技术

专家系统是包含专业技能和推理的一套智能^[8]的高效计算机程序, 它能够有效地运用专家多年积累的有效经验和专业知识进行推理判断进行^[9]控制。专家系统通常由人机交互界面、知识库、推理机、解释器、综合数据库、知识获取等 6 个部分构成。智能生态康养环境监控系统中主

要运用专家系统对设备故障监测与报警、网络故障、环境参数报警方面进行智能控制。

知识库用于存放专家的专业知识，专家系统中问题的决策处理都是通过知识库内的专业知识进行推理。因此知识库是衡量专家系统质量优劣的关键。系统采用产生式规则知识表示形式建立专家系统，基本格式是：IF 条件 THEN 结论。推理机针对当前问题的条件，反复对知识库中的规则进行搜索，寻找更好的解决方法。智能生态康养环境监控系统采用专家系统实现对设备的^[10]智能控制，能够实时处理各种突发的专业问题。

下面展示发生异常事件时，专家系统对问题的决策。

IF (环境参数超限)

THEN (环境异常! 对控制器状态进行检查)

ELSEIF (控制节点失灵) or (节点通信故障)

THEN (网络故障! 对节点的状态以及网络状态进行检查)

ELSEIF (控制器状态异常)

THEN (设备故障! 对控制器进行检修)

END IF

3 系统软件设计

该系统既要便于环境信息的监测，又要方便用户的使用，利用友好的人际交互界面实现对此监控系统的操作。对于该系统的上位机来说，充分考虑了用户的易操作性，设置了监控界面、动态宣传、控制策略、系统检测^[11]、参数设置、用户管理等多个模块，使用户可根据控制系统的提示界面进行操作，从而实现相应的功能。监控界面模块由日期、环境参数、设备状态、当日信息、动态曲线、功能按钮等部分组成。在本模块中，可以显示当前的日期，记录系统的日志信息，监控负氧离子、温度、湿度、甲醛、PM2.5 等环境参数信息，同时记录数据，自动生成相应的折线图，还可对当前的设备状态进行手动控制。动态宣传模块在监控环境信息的同时还可以显示宣传广告、报警信息^[12]等。控制策略模块中，用户可以根据自身的需求调节并设定浓度值以及选择手动控制模式或者自动控制模式，实现设备的智能化控制，同时此模块还可以根据环境需要提供 1~10 个扩展控制设备。系统检测模块用来检测各传感器以及设备的故障问题，并显示结果，以使用户及时对设备进行维护。参数设置模块完成对网络设备的无线连接，对设备名称、IP 地址、网络服务器等参数进行设置。用户管理模块可供使用者进行添加、删除、操作限制等操作。系统软件模块如图 5 所示。主监控模块如图 6 所示。控制策略模块如图 7 所示。

4 实验结果与分析

实验分为环境监控测试和自动控制测试两部分。

环境监控测试在同一室内测试环境下，分别在一天当中选取早、中、晚 3 个时间段检测一周之内的温度、湿度、负氧离子浓度 3 项环境参数的变化情况。如图 8 所示，曲线

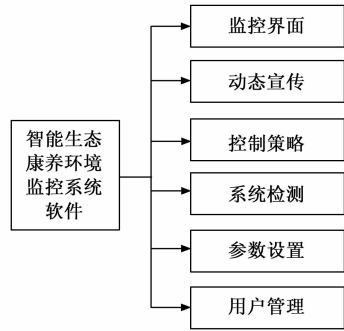


图 5 系统软件模块图

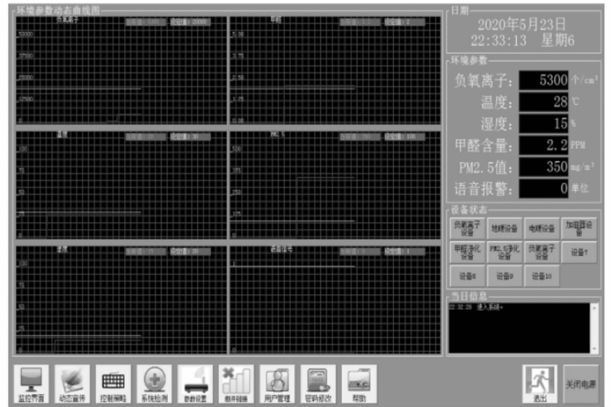


图 6 主监控模块



图 7 控制策略模块

基本上呈现较为平稳的趋势。

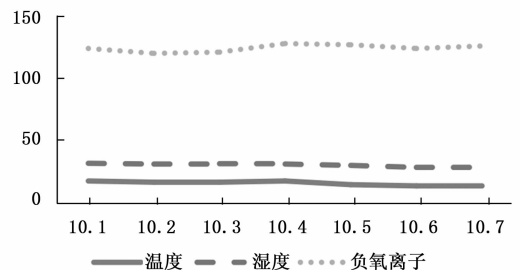
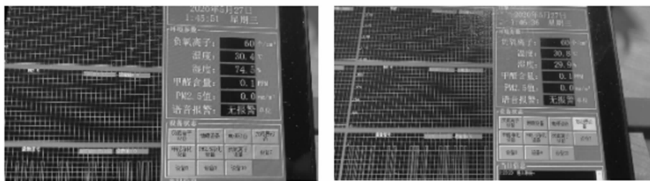


图 8 环境监控测试

自动控制测试以加湿器设备为例, 在同一测试环境中, 检测在湿度变化的条件下, 加湿器自动控制的问题。预设加湿器设备开启的湿度为 40%, 当湿度达到 40% 时, 加湿器自动开启。如 9 (a) 所示, 当前湿度为 74.5%, 高于预设值 40%, 故加湿器的设备状态为关闭状态; 如 9 (b) 所示, 当前湿度为 29.9%, 低于预设值 40%, 因此加湿器的设备状态为开启状态。



(a)

(b)

图 9 自动控制测试

5 结束语

本系统跟随科技发展的新形势, 在物联网^[13-14]的大背景之下, 旨在为用户提供一个更加健康舒适的生活环境的同时便捷用户的生活。本文通过 VisualBasic6.0 编程实现, 通过指令设计、调度, 将各项功能集成在面板按钮上, 利用友好的人机交互界面, 实现了对环境的智能监控以及对设备的智能控制。给用户提供了更直观的感觉, 实现用户对设备的操控, 操作简单, 方便理解。

参考文献:

[1] 孙 岩. 人工智能、物联网背景下智能家居系统智能家居系统的思考 [C] // 中国建筑学会建筑电气分会 2019 年年会论文集, 福州: 2019: 60-63.

(上接第 98 页)

参考文献:

[1] 吕志忠, 张成维, 钟功祥, 等. 一种四足磁吸附爬壁机器人运动学分析及仿真 [J]. 四川大学学报 (工程科学版), 2020, 52 (2): 121-129.

[2] 余 震, 霍同乾, 赵昊坤, 等. 双足磁吸附五自由度爬行机器人运动学模型构建及求解 [J]. 机床与液压, 2019 (3): 14-20.

[3] 钟秋波, 陈浩文, 张文辉. 基于 D-H 参数的 M-DOF 机器人建模、规划与控制系统设计 [J]. 黑龙江大学自然科学学报, 2020, 37 (3): 367-371.

[4] 丁 燕, 俞观华. 基于凸轮三轨迹吸盘姿态控制的爬壁机器人运动吸附方案 [J]. 机械设计, 2020, 37 (4): 106-110.

[5] 张文典, 黄家才, 胡 凯. 基于 Matlab 的机器人轨迹仿真及关节控制 [J]. 制造技术与机床, 2020 (5): 54-58.

[6] 卢俊华, 朱海飞, 梁经伦, 等. 双足爬壁机器人三维壁面环境全局路径规划 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 2020, 52 (1): 148-155.

[7] 赵军友, 张亚宁, 毕晓东, 等. 喷砂除锈爬壁机器人磁吸附结构优化设计及整机性能试验 [J]. 中国石油大学学报: 自然科

[2] 陶 冶. 室内环境监控 [J]. 报警系统设计物联网技术, 2019, 9 (5): 52-54.

[3] 李尚霖, 姜 顺, 潘 丰. 传感器饱和约束下网络化系统的故障检测 [J]. 南京航空航天大学学报, 2019, 51 (6): 809-818.

[4] 阮永超, 刘武发, 郑 鹏. 一种智能传感器系统的设计 [J]. 工程设计学报, 2020, 27 (3): 398-406.

[5] 陈辉煌. 基于 Wi-Fi 的家居智能微节点设计 [J]. 齐齐哈尔大学学报 (自然科学版), 2020, 37 (4): 65-71.

[6] 严圣华, 王昌达. 物联网实时任务传输中链路传感节点的内存效率优化 [J]. 科学技术与工程, 2018, 18 (3): 57-62.

[7] 党小超, 张 彤, 郝占军, 等. 一种基于 Wi-Fi 的室内重点区域检测方法 [J]. 小型微型计算机系统, 2020, 41 (2): 344-349.

[8] 王飞跃, 魏庆来. 智能控制: 从学习控制到平行控制 [J]. 控制理论与应用, 2018, 35 (7): 939-948.

[9] 李跃新, 杨 岗. 基于集中式智能控制系统上位机数据采集算法 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (3): 873-875, 879.

[10] 孙增圻, 邓志东, 张再兴. 智能控制理论与技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.

[11] 魏 烁. 探讨基于智能家居的室内消防报警联动系统的实现和意义 [C] // 2018 中国消防协会科学技术年会论文集, 北京: 2018: 411-413.

[12] 肖清泉, 顾竟成. 面向智能家居的无线语音控制系统设计 [J]. 贵州大学学报 (自然科学版), 2020, 37 (4): 65-71.

[13] 田梁川, 赵晓军, 孙文博. 基于物联网的室内环境监控系统 [J]. 电子世界, 2017 (21): 53-55.

[14] 陈 亮, 仇 晶, 朱有产. 面向家庭物联网的云计算架构 [J]. 计算机应用研究, 2013, 30 (12): 3686-3689.

[15] 田连莲. 接种吸附无细胞百白破联合疫苗后引起血管神经性水肿 1 例报告 [J]. 养生保健指南, 2018 (10): 341.

[16] 黄加俊, 卿兆波, 张珠耀, 等. 基于激光 SLAM 的全方位移动机器人控制系统设计 [J]. 科技通报, 2020, 36 (7): 81-85.

[17] 高国庆, 王 涛, 王斌锐. 仿尺蠖爬壁机器人自适应吸附及摇杆控制 [J]. 智能系统学报, 2018, 13 (2): 208-213.

[18] 赖 欣, 刘鹏理, 蒋 瑾. 基于 STM32 的四轮爬壁机器人路径跟踪控制系统 [J]. 制造业自动化, 2018, 40 (4): 40-43.

[19] 宋 伟, 姜红建, 王 滔, 等. 爬壁机器人磁吸附组件优化设计与试验研究 [J]. 浙江大学学报 (工学版), 2018, 52 (10): 6-13.

[20] 孟宪宇, 董华伦. 爬壁机器人结构设计及曲面磁力吸附关键技术研究 [J]. 制造业自动化, 2018, 40 (6): 19-22, 39.

[21] 张军梁, 张庆华, 张小俊. 永磁轮式爬壁除锈机器人控制系统设计 [J]. 科学技术与工程, 2018, 18 (17): 217-221.

[22] 刘吉永, 徐秀林, 朱文超, 等. 基于爬行训练的脊柱康复训练设备控制系统的设计 [J]. 生物医学工程研究, 2018, 37 (3): 356-361.