



河海大学
HOHAI UNIVERSITY

《物联网规划与设计》报告 ——智慧门禁系统

(2018----2019 学年 第二学期)

学 院 物联网工程

专业班级 物联网 3 班

学 号 1662410330 1662410304 1662410314

姓 名 殷康 黄施羽 侯文达

指导教师 李威

摘要：随着物联网在生活各个方面的普及，校园智能门禁系统逐步引起人们的关注。我们针对校园实际情况制定出了一整套的门禁系统解决方案，并从各个角度分析了该方案的可行性，并提供了实现的方法。

关键词：门禁系统、智能识别、校园

目录

| | |
|--------------------------|----|
| 一、项目概述 | 5 |
| 二、项目需求调研与分析 | 5 |
| 2.1 项目背景 | 5 |
| 2.2 已有条件与问题 | 6 |
| 2.2.1 布局分析 | 6 |
| 2.2.2 条件分析 | 8 |
| 2.3 功能需求分析 | 9 |
| 2.3.1 常规需求分析 | 10 |
| 2.3.2 特殊需求分析 | 11 |
| 三、项目总体设计 | 12 |
| 3.1 物联网三层架构 | 12 |
| 3.1.1 感知层 | 13 |
| 3.1.2 传输层 | 13 |
| 3.1.3 应用层 | 13 |
| 3.2 系统总体硬件框架图 | 14 |
| 3.2.1 摄像头模块 | 14 |
| 3.2.2 闸机模块 | 14 |
| 3.2.3 烟雾传感器模块 | 15 |
| 3.2.4 服务器模块 | 15 |
| 3.3 系统软件框架图 | 15 |
| 3.3.1 宿舍区端系统软件 | 16 |
| 3.3.2 单片机端系统软件 | 16 |
| 3.3.3 服务器端系统软件 | 16 |
| 四、项目详细设计 | 17 |
| 4.1 总功能设计 | 17 |
| 4.1.1 进入认证 | 17 |
| 4.1.2 早晚开关通道 | 17 |
| 4.1.3 夜宿查寝 | 17 |
| 4.1.4 夜间紧急通道 | 18 |
| 4.1.5 火灾开放 | 19 |
| 4.1.6 闯入报警 | 19 |
| 4.2 感知层设计 | 20 |
| 4.2.1 超声波测距模块 | 20 |
| 4.2.2 闸机摄像头 | 24 |
| 4.2.3 RFID 读写器 | 28 |
| 4.2.4 光电检测 | 28 |
| 4.3 网络层 | 29 |
| 4.3.1 有线与无线通信的选择分析 | 29 |
| 4.3.2 I2C 的选用 | 29 |
| 4.3.3 RS232 的选用 | 31 |

| | |
|-------------------------|----|
| 4.3.4 RJ45 的选用 | 32 |
| 4.4 应用层 | 32 |
| 4.4.1 手机 APP 监控模块 | 32 |
| 4.4.2 人脸识别模块 | 33 |

一、项目概述

智能门禁是物联网当前最重要和最现实的应用平台之一，智能门禁具有从“集约安防”到“智慧安防”转变之特征，从单一功能产品到多传感终端集成；从单一变量监测到周边环境全面感知；从被动防御到基于模型分析与态势分析的主动防御，安防行业将会因此实现从提供产品到系统运营服务的全面升级，同时物联网还将对安防行业的发展格局及业务模式产生重大影响。

在对学校及宿舍区的布局进行分析后，我们通过观察、访谈等调查方式，归纳了当前门禁情况、已有设备条件。在此基础上，我们根据学生和学校具体需求，制定了整个系统的功能。依据已有条件和预算，进行了选材的分析。感知层主要由烟雾传感器，单片机模块中的超声波测距、摄像头、光电检测、RFID 读写器和 POE 摄像头构成。传输层分为有线网络和无线网络。ZigBee 组网后通过协调器串口，有线的方式接入网络。应用层主要实现闸机人脸识别开启，火灾自动开启，异常行为识别、报警信息通知，查寝结果公告功能。

二、项目需求调研与分析

2.1 项目背景

物联网是继计算机、互联网与移动通信之后世界信息产业的第三次浪潮，它将现实的基础设施和信息网络实现了整合。物联网作为互联网和通信网的网络延伸与应用拓展，具有整合感知识别、传输互联和计算处理等功能，是对新一代信息技术的高度集成和综合运用。

智能安防系统是物联网时代的应用先锋，从某种意义上讲，物联网由于具备实时感知、准确定位、有效控制等安防基本要素，可以说它天生就是为安防准备的，将会对安防产生重大影响，因此而出现了物联网安防，也被称为智能安防。它促使安防产业“互联网”化，使智能视频成为物联网发展的重要部分。公共安全管理的关键是预先感知，物联网在公共安全方面应用的核心是智能化，使得我们能够建立相关技术平台、谋划事件预案，营造安全氛围，使社会环境更加平安与和谐。

智能安防监控系统是指采用图像处理、模式识别和计算机视觉技术，通过在

监控系统中增加智能视频分析模块,借助计算机强大的数据处理能力过滤掉视频画面无用或干扰信息,自动识别不同物体,分析抽取视频源中的关键有用信息,快速准确定位事故现场,判断监控画面中的异常情况,并以最快速度和最佳方式发出警报或触发其它动作,从而有效进行事前预警、事中处理、事后及时取证的全自动实时智能监控系统。简单地说,智能安防监控就是由计算机替代部分人脑的工作,对监控的图像自动进行分析并作出判断,出现异常时及时发出预警,改变监控系统摆脱不了人工干预以及只能作为场景记录的“事后诸葛亮”角色。而提到智能安防,自然而然就离不开智能门禁系统。

门禁系统,又称出入口管理系统,是一种管理人员进出的数字化管理系统。一般的门禁系统通常由门禁读卡器(生物识别仪)、门禁控制器、电控锁、开门按钮、卡片及其他设备组成。历经二十多年的发展,门禁系统已经超越过去单纯的门道及钥匙管理,发展成为一套完整的出入管理系统。通过计算机系统进行何时何处放行某些人、何时何处拒绝某些人、何时发出报警信号及保存出入记录,门禁系统能达到安全防范和及时警报联动的目的,它在工作环境安全、提升企业管理效率中发挥着重大的作用。

智能门禁是物联网当前最重要和最现实的应用平台之一,智能门禁具有从“集约安防”到“智慧安防”转变之特征,从单一功能产品到多传感终端集成;从单一变量监测到周边环境全面感知;从被动防御到基于模型分析与态势分析的主动防御,安防行业将会因此实现从提供产品到系统运营服务的全面升级,同时物联网还将对安防行业的发展格局及业务模式产生重大影响。

2.2 已有条件与问题

2.2.1 布局分析

(1) 学校布局

河海大学常州校区占地 436 亩,目前在读本科生即研究生约 5500 人。其中国内生源住于校内宿舍区,国际生源有另外居住区。学校中宿舍区 9 个、宿舍楼 17 栋。其中主要宿舍区 8 个,包含 16 栋宿舍楼;辅楼宿舍区 1 个,包含一栋宿舍楼。此外,在校区北边于东边分别各有一个安保处,有警卫人员看守。监控、网络等设备汇聚于东南部的信息控制中心。

具体分布情况如下：



图 1 学校布局

(2) 主要宿舍区布局

学生主要宿舍区中包含 8 个宿舍区, 13 栋宿舍楼与 9 个大门及与之相配的阿姨站。其中 1 号、2 号、8 号、9 号宿舍区分别容纳 2 号楼、6 号楼、4 号楼与 8 号楼, 此四个宿舍区皆只有一个门与此门配备的阿姨站 (阿姨工作所在小屋), 每个阿姨站由一个阿姨管理。

8 号宿舍区包含 12 号、16 号两栋楼, 由一个大门与一个阿姨站进行管理。

7 号宿舍区中包含 10 号、11 号、14 号、15 号四栋宿舍楼, 其中 10 号、14 号楼由 4 号阿姨站管理, 11 号、15 号楼由 5 号阿姨站管理。两个阿姨站所配的大门互通。

由于建筑与布局没有协调好的原因, 7 号楼被拆成两个甲、乙两个单元分别由 3 号宿舍区、4 号宿舍区管辖。但由于楼中有墙隔断, 所以虽然看似同一栋楼, 但是其中互不相同, 在不同的宿舍区各自有门进出。故而在设计过程中可以直接当成两栋楼。

下图是我们根据学校宿舍区地图画出的宿舍区地理位置示意图。图中浅黄色部分为学校干道路径, 墨绿色方框圈起来的部分为被栅栏圈起来的宿舍区, 凡有栅栏隔断, 皆不可越过。



图 2 宿舍区布局

2.2.2 条件分析

在对学校及宿舍区的布局进行分析后，我们通过观察、访谈等调查方式，归纳了当前门禁情况、已有设备条件

(1) 门禁情况

现有的宿舍区大门都是敞开的，由阿姨对进入者进行识别与不许通行警告。

每个阿姨站由 3 个阿姨轮班值守，学生进入认证是由阿姨判断，是本宿舍区的人阿姨允许进入，不是本宿舍区的人阿姨就不准进入。

而后我们学校在宿舍区门内外高空中分别各布置了一个摄像头，这个摄像头可以对通道往来人员人脸进行捕捉，与学校数据库中的人脸进行比对，比对结果展示在阿姨小屋的电脑显示器上。但是由于距离较远，且同一时刻可能有多人进入画框，故而识别准确度只有 80%左右。

阿姨除了对同学进出进行识别认证、开放通行之外，还负责早上 6:00，晚上 11:00（周五、周六晚上 11:30）开关寝室楼大门。此外，阿姨还负责适时查夜，即在十一点左右走入每个寝室查看学生是否有夜不归宿现象。

当有同校非本宿舍区的人要进入此宿舍区，或外校人员(如家长或学生他校同学)，若阿姨未看见，则将偷偷进入；若阿姨看见，则需与阿姨协商可否进入。

(2) 已有条件

设备情况：目前每个宿舍区门口都配有一个阿姨站小屋，小屋内有一台电脑，连接屋外大门内外两个摄像头，摄像头边上还有防止黑夜模糊而看不清人脸的打

光灯。在宿舍楼中装有烟雾传感器。

网络情况：校区范围内部署无线局域网（WLAN）HHUC 与有线局域网（LAN）光缆。其中，HHUC 不用登陆可访问学校官网，若要访问外网需购买学校网络套餐并且登录。宿舍区大门里、外摄像头均通过双绞线直接与阿姨小屋内相连，阿姨小屋内电脑、保卫处电脑与摄像头拍摄视频均通过校区内 LAN 光缆传输至信息中心服务器。

软件情况：每个阿姨站的电脑中都装有与大门内、外摄像头相配的人脸匹配软件，摄像头实时拍摄进、出大门人员照片，传入电脑后在电脑人脸匹配软件中，与学校全学生信息数据库中照片进行比对，比对后软件将把学生姓名、学号、性别及宿舍号显示在界面上，若库中无此人将在图片中标志其为陌生人。但由于拍摄距离较远、同一时刻多人入镜、角度难以把控以及算法问题，识别成功概率约只有 50%。

人员情况：每个宿舍站有 4 至 5 名宿管阿姨，日常工作为开关宿舍大门、查看进出寝室人员性别、年龄，并判断其是否为本宿舍区人员。由于阿姨站内人脸识别软件准确率不高，阿姨通常需要通过观察窗外来判断进出宿舍区者性别，与是否为本宿舍区人员。当有非本宿舍区人员（学生家长、异性、外校人员、维修人员）要进入宿舍区时，将与阿姨说明情况，由阿姨判断可进入否。但是由于阿姨并不能记住本宿舍区所有人员，故而有时会有人伪装进入。此外，在学校北门与东门保卫处有警卫若干人。

规定情况：学校规定非本宿舍区成员非特殊原因不得进入宿舍区，且夜不归宿必请假。在校规与阿姨的监察下，大多数同学自觉遵守，异性在在进入非己宿舍区时将会询问阿姨可否进入；同性同学有时趁阿姨不认识而擅自进入。约有 80% 的同学夜不归宿向阿姨请假。

2.3 功能需求分析

在对宿舍区的布局与可用条件进行分析后，我们通过日常观察、访谈等调查方式，归纳了一些常规需求与一些特殊需求。

常规需求指针对校区在籍学生上课期间日常进、出宿舍区，请假不归等需求，特殊需求是针对非常规上课场景或非正常在籍学生（如保洁人员、维修人员）进

出宿舍区需求。

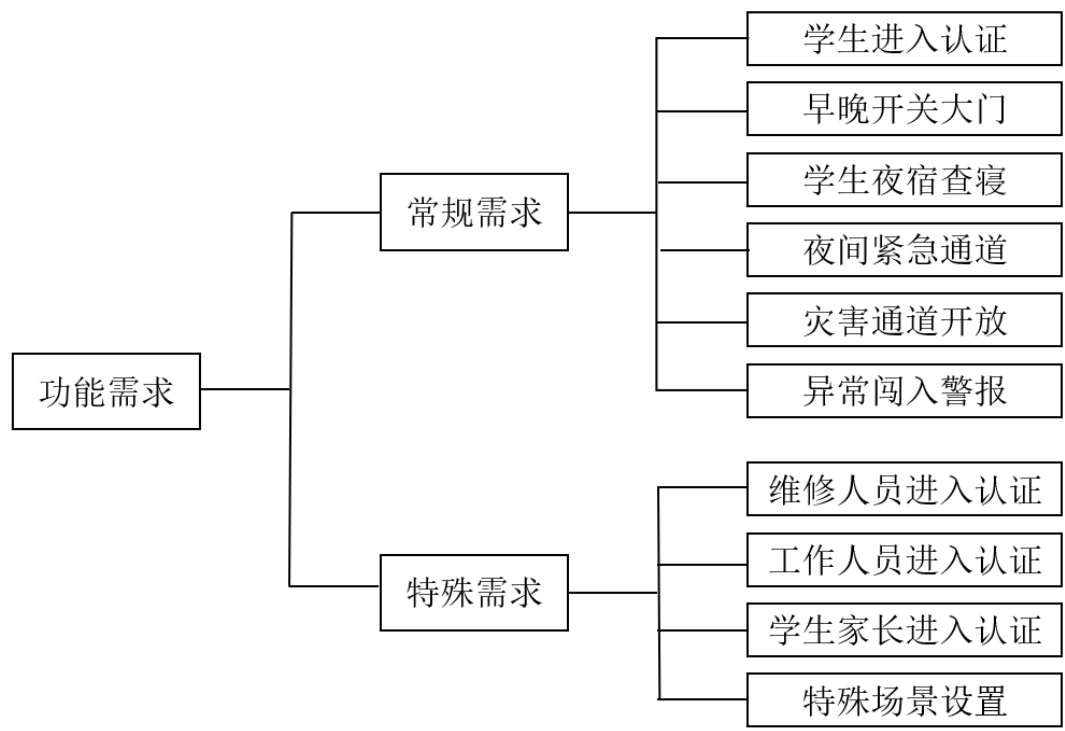


图 3 功能需求分析

2.2.1 常规需求分析

常规需求包括日常进入认证、早晚开关通道、夜宿学生查寝、夜间紧急通道、灾害通道开放与异常闯入警报六个。

(1) 学生进入认证

现在的宿舍区大门都是敞开的，阿姨坐在宿舍区门口的小房间内，通过肉眼判断来人是不是本宿舍区的，如果是阿姨就允许进入，不是阿姨就不准进入。学校在宿舍区门内外高空中各布置了一个摄像头，来作为安全监控，同时也可以对人脸进行捕捉。在阿姨站的房间内有一台计算机与摄像头配套，来判断摄像头捕捉到的人是不是我们校区的人。

但是这个摄像头只判断捕捉到的人是不是我们校区的成员，不对宿舍区进行分析。判断结果也只作为阿姨的参考，并不能直接阻挡外人进入。如果值班阿姨去上厕所了，或者没注意，就有可能有人偷溜进来。

而我们希望通过在门口部署闸机通道，就是上高铁前通过的那种通道，将识别认证与通道开关联系在一起，在不需要阿姨监视的情况下实行智能的人员认证

放行。

（2）早晚开关通道

现在宿舍区的大门由阿姨起早贪黑地人工开关。我们希望通过给闸机设置时间，让它可以自动开关。

（3）夜宿学生查寝

我们学校不允许学生不请假便夜不归宿。现在主要通过校规和阿姨不定时地查夜来约束学生。我们希望通过我们的门禁系统可以更好地完成每天的查夜功能。

（4）夜间紧急通道

当晚上寝室关门后，如果有同学出现生病等情况要紧急就医，通常是敲门叫醒阿姨来开门。我们希望在闸机上部署夜间紧急通道开关，在不吵醒阿姨且做好良好记录的前提下，不耽误学生就医。

（5）灾害通道开放

在白天，考虑到学生上课时间集中与紧急，所以我们的系统只对宿舍区的进入进行认证，出不需要认证的，只要感应到人要出去都会短暂打开闸机放行。所以灾害通道开放主要针对的是夜间关门后。如果宿舍区的安全系统感应到有灾害，所有的闸机通道将全部开放。

（6）异常闯入报警

如火车站的闸机通道一般，我们的闸机有一定宽度。虽然我们的闸机可以感应一个人的经过而开、关通道，但是难保一些同学不守学校约定，在一个人出门的同时闯进来。我们的闸机要尽量对这个问题进行控制。

2.2.2 特殊需求分析

特殊需求分析主要针对非学生的非常规的需求进行分析，包括维修人员进入认证、工作人员进入认证、学生家长进入认证与特殊场景设置。

在此，我们将必须要进入宿舍区的非本宿舍区人员甚至外来人员分成有证者与无证者两类。

有证者是学校入职入籍人员，如领航计划学长学姐、辅导员、小辅导员与保洁阿姨。他们有固定的任职期间，也就是需要进入宿舍区的时间会按学期、年度周期更替。对于他们我们要有针对性的提出开门方案。

无证人员指并不在学习入职、入籍的人员，如校外维修人员、学生家长以及

外来同学等其它人员，他们进入宿舍区的目的不在学校常规设置内，并且进入宿舍区时间、次数、期限不定。对于他们进入宿舍区，我们要有提出有针对性的解决方案。

此外，针对开学的那几天、节假日等外来人员需要频繁进出宿舍区的时间段我们也希望能通过非常规的特殊场景对门禁系统进行控制。

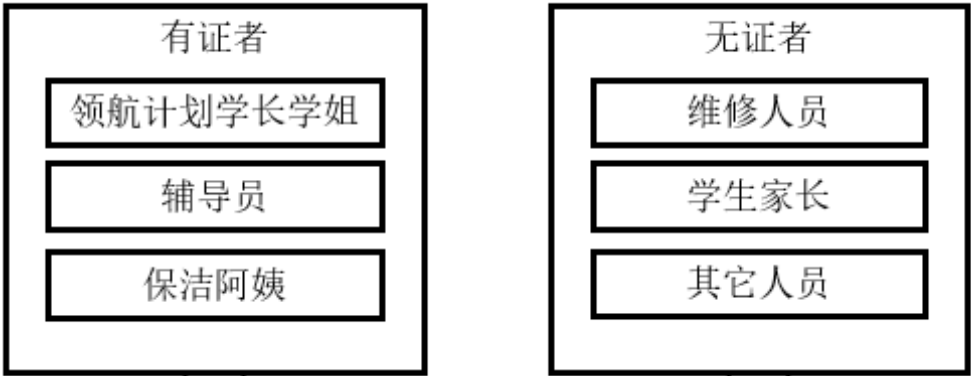


图 4 外来人员分析

三、项目总体设计

3.1 物联网三层架构

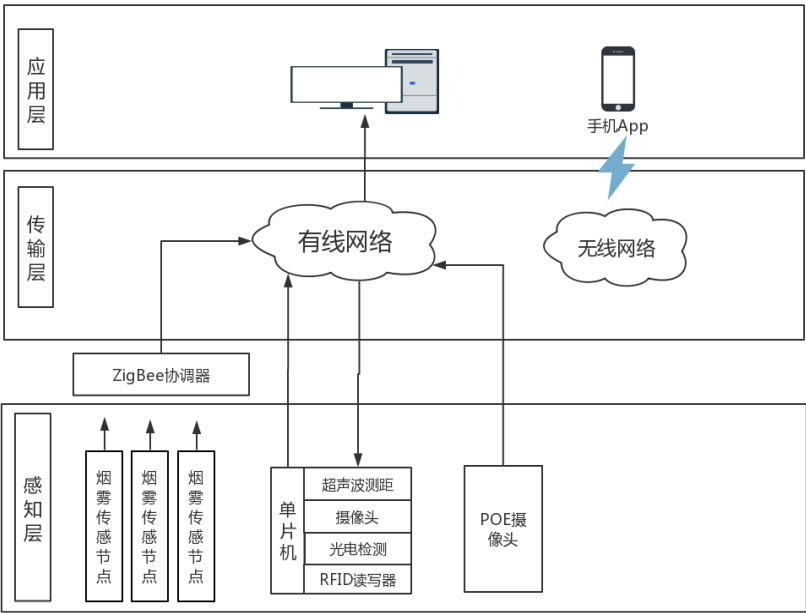


图 5 三层架构

3.1.1 感知层

感知层主要由烟雾传感器，单片机模块中的超声波测距、摄像头、光电检测、RFID 读写器和 POE 摄像头构成。烟雾传感器对宿舍里烟雾信息和温度信息实时的采集，为上位机进行火灾判断提供数据支持。超声测距通过自动地发送超声波并由接收模块接收返回的超声波，为测距提供数据信息。单片机模块中的摄像头完成对人脸信息的采集。光电检测，光电接收模块不断地对发送模块发送的光信号进行采集，若一段时间采集不到，便说明有障碍物，从而为异常行为的判断提供数据支撑。RFID 读写器是对 IC 卡内信息的获取。安装在宿舍门内部的 POE 摄像头完成对出入口的图像采集，为日后调取监控提供方便。安装在宿舍门外的 POE 摄像头对图像信息采集，为人脸识别提供图像信息。感知层是对信息的全面感知，为后续的处理提供数据支持。

3.1.2 传输层

传输层分为有线网络和无线网络。ZigBee 组网后通过协调器串口，有线的方式接入网络。这里指宿舍楼里的各个烟雾传感器节点采集的信息汇聚到该层 ZigBee 协调器，ZigBee 通过串口有线的方式接入宿舍区的上位机，完成信息处理。有线网络我们利用学校构建好的局域网将 8 个社区的系统联系起来，8 个社区的上位机通过学校预先铺设好的光纤线路，有线的方式接入总的服务器。8 个社区通过学校的 HHUC 无线局域网将报警信息传到保卫处与宿管阿姨手机 App。

3.1.3 应用层

应用层主要实现闸机人脸识别开启，火灾自动开启，异常行为识别、报警信息通知，查寝结果公告功能。人脸识别程序部署在社区站的上位机中，通过对单片机超声波信息、图像信息的采集，对信息进行解码获取、入库比对等处理，并根据信息处理的结果执行相应操作，完成一个完整的功能。火灾自动开启和异常行为识别所实现的步骤基本同人脸识别开启一样。报警信息通知与查寝结果公告在上位机上传到总的服务器后，宿管阿姨手机通过 HHUC 无线局域网访问服务器，并最终结果在 APP 中呈现。

3.2 系统总体硬件框架图

系统总体硬件框图如下：

系统主要有五个模块组成：闸机模块、烟雾传感器模块、PC 机模块、摄像头模块和服务器模块。

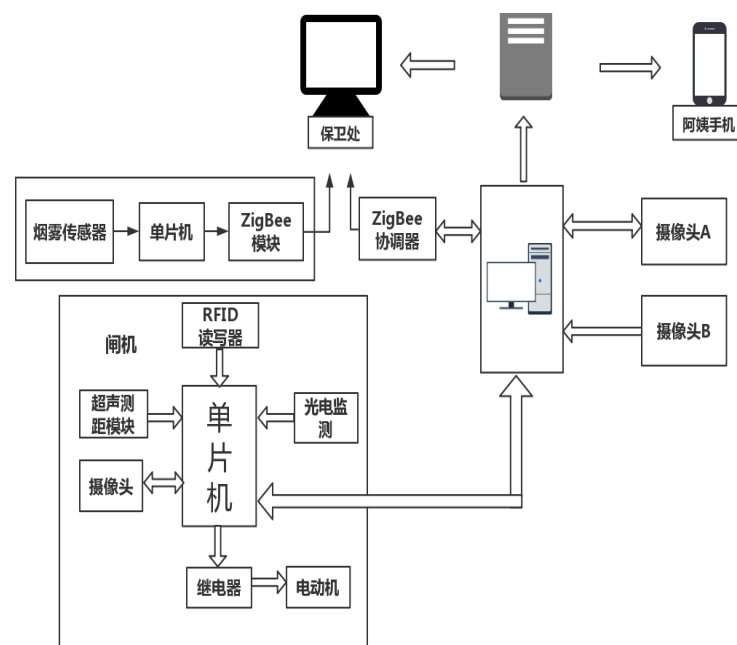


图 6 总体硬件框图

3.2.1 摄像头模块

摄像头模块分为摄像头 A、摄像头 B。摄像头 A 部署在进入宿舍大门一侧，通过网线与 PC 机相连，主要是起到监控探头作用。摄像头 B 部署在宿舍出口处，将视频实时传输到 PC 机，并在 PC 机进行人脸识别、计数，为查寝功能提供数据支持。

3.2.2 闸机模块

闸机模块分为了七个单元，超声测距单元负责监测摄像头前是否有人停留，若有则将信息反馈给单片机，单片机向摄像头发出拍照指令，单片机将截取的图片通过串口通信到 PC 机，PC 机将获取的图片进行人脸识别，反馈给单片机是否开闸机的指令。若比对成功，则单片机通过继电器驱动电动机打开闸机。RFID 读写器主要负责 IC 卡的读取，当 IC 卡进入到读写器区域被激活后，读写器读取到

IC 卡信息，并通过单片机串口传输到 PC 机，PC 机将卡号信息入库比对，如果成功，则反馈给单片机打开闸门的指令；若失败，则反馈继续等待的指令。光电监测单元是物理的安放来实现异常行为的监测，被将该信号通过单片机传输给 PC 机，PC 机对摄像头 A 实时传输的视频切帧，并将该信息上传到服务器，服务器上的系统将该信息反馈到保卫处和宿管阿姨手机中。

3.2.3 烟雾传感器模块

烟雾传感器模块，当烟雾达到一定浓度，将该信息通过 ZigBee 发送模块发送到 ZigBee 协调器，ZigBee 协调器通过串口与 PC 机通信。PC 机解析数据帧，发现烟雾信息后，首先向单片机发送打开闸门的指令，并将该信息通过服务器通知到宿管阿姨与保卫处。

3.2.4 服务器模块

服务器模块的功能一是作为全校借宿学生数据库物理存储位置，有完整的数据库信息；二是接收到 PC 机上传的报警信息，并将信息发送给宿管阿姨与保卫处；三是可以通服务器对各个社区的系统进行修改参数等操作，方便统一管理。

3.3 系统软件框架图

系统总体软件框图如下：

系统主要有五个模块组成：闸机模块、烟雾传感器模块、PC 机模块、摄像头模块和服务器模块。

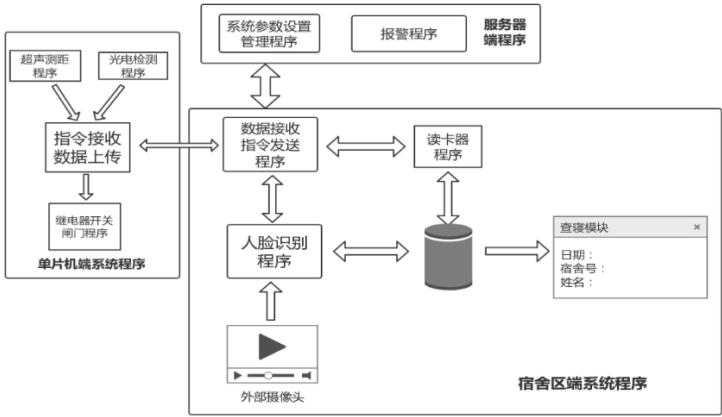


图 7 软件框架图

3.3.1 宿舍区端系统软件

部署在宿舍区 PC 机上的系统能够完成对单片机的获取、解析，向单片机发送指令；对摄像头的视频获取、分析；对数据库的写入、信息的分析；接受上层系统的统一调度，系统参数的修改等功能。（数据接收，是将收到的信息进行分析，然后调用相应的软件模块，比如接收到的数据帧是 IC 卡信息的就调用读卡器程序）

3.3.2 单片机端系统软件

主要有四个程序构成，超声测距程序实时监测摄像头前有没有人员停留，如有，则调用数据上传程序完成系列操作。光电检测程序主要通过光电信息对是否是异常行为做出判断。继电器开关闸门程序是对闸门开关的程序实现，如需要开闸门，则调用此程序。指令接收与数据上传程序，一是对自身要上传的数据封装成数据帧，方便串口的传输。二是对接收的数据解析成指令操作，去执行相应的操作。

3.3.3 服务器端系统软件

服务器端软件主要实现对 8 个社区系统的调度、参数修改，方便学校统一管理；报警程序主要是对异常的行为如：烟雾报警、闸机手动开启、异常闯入等行为数据化的形式呈现，宿管阿姨手机 APP 和保卫处的后台程序即使监听到这些信息，并完成报警。

四、项目详细设计

4.1 总功能设计

4.1.1 进入认证

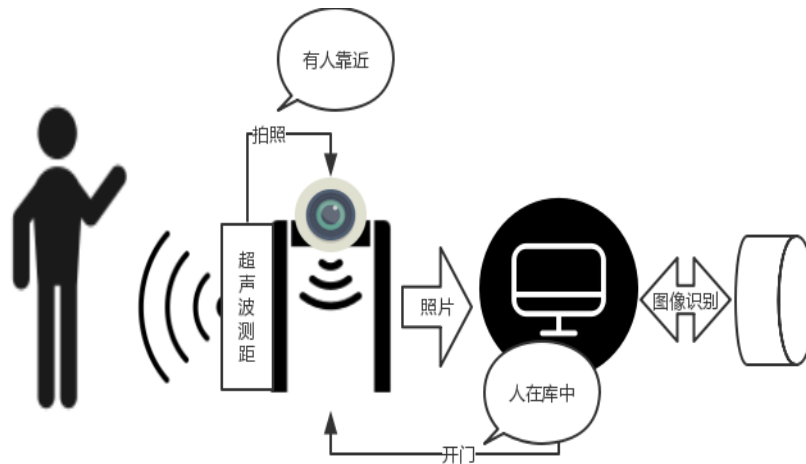


图 8 进入认证

当有人进入时，超声测距模块检测到摄像头前有人注视，将该信息发送给闸机摄像头模块，闸机摄像头进行视频切帧，将图像通过单片机的串口传输到上位机，在上位机对图像处理后入库比对，并将结果反馈给单片机，单片机根据反馈的结果决定是否通过继电器驱动电动机打开闸门。

4.1.2 早晚开关通道

为了方便管理，减轻人员负担，我们闸机设置了自动关闭和开放功能。在晚上的 23:00 闸机关闭，这时关闭不是指断电，而是指进入的人脸识别模块和随意外出的光电检测程序不再单一工作。该功能由烧录的程序实现，时钟的校准跟 PC 机保持一致，PC 机与服务器保持一致。

4.1.3 夜宿查寝

| 5号宿舍区 | | | | | |
|-----------|------------|----|------------|--------|------|
| 日期 | 时间 | 姓名 | 学号 | 寝室楼、号 | 进出累计 |
| 2019-4-30 | 01: 15: 30 | 陈晨 | 1662410205 | 14#203 | -1 |

图 9 夜宿查寝

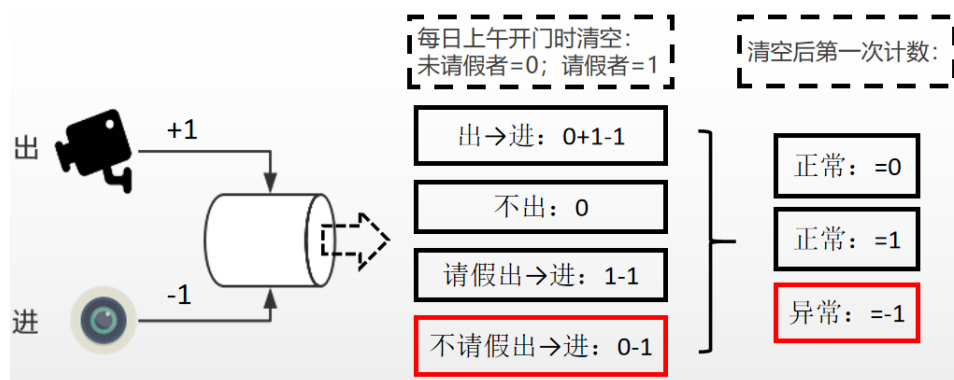


图 9 夜宿查寝

我们通过对闸机上摄像头人脸信息的采集识别和安装在宿舍区外的摄像头 B 人脸采集识别，对数据库中进出累计进行修改，为查寝功能实现提供数据。

对于查寝功能的实现我们思路如下：每日上午闸机开放前，所有学生未请假者进出累计均清空为 0，请假者设置为 1。当学生出门时，进出累计+1；进门时，进出累计-1。我们通过判断该学生在当天开门后第一次通过门是进入还是外出，来判断其是否夜不归宿。若第一次是进入，则减 1，进出累计为-1，则该生夜不归宿；若第一次是外出，则加 1，进出累计为 1，正常；若当天该生既未进入，也未外出，则依然为 0，进出累计为 0，正常。我们通过学生线上申请的请假时间，来设置请假者置 1 的周期，保证系统正常有效的运行。

4.1.4 夜间紧急通道

我们闸机是统一设定时间，统一开放。因此，当晚上闸机关闭后，有同学需要外出（例如紧急就医）我们要保障同学快速顺利的外出，因此在闸机内侧设置 RFID 读写器，当有同学需要在闸机不开放情况下外出，则刷自己的学生卡，这时，闸机门打开，该同学的 IC 卡信息入库比对，并将该学生信息和外出情况上

传到服务器，宿管阿姨手机后台捕获到数据的更新，对宿管阿姨进行提醒，让宿管阿姨及时获取到该讯息。

4.1.5 火灾开放

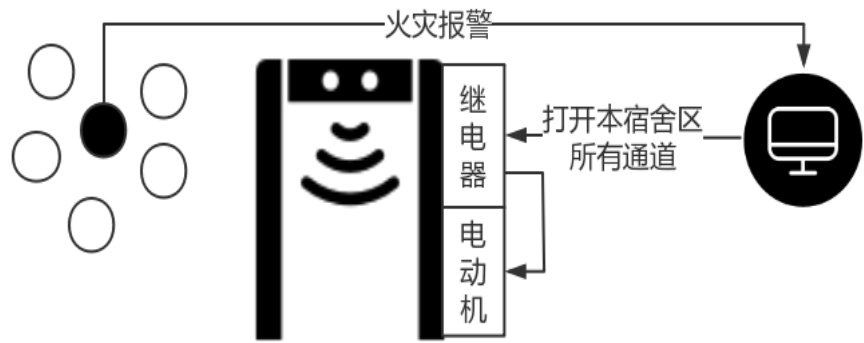


图 10 火灾开放

当烟雾报警器检测到烟雾浓度超过一定阈值，将该信息通过 ZigBee 协调器传至社区管理站的上位机，上位机收到该消息后立刻向闸机发出打开闸门的指令，闸机中的单片机通过继电器驱动电动机打开闸门，保证通道的顺畅。该报警信息还会通过有线网络传到总的服务器，并将该信息传至阿姨和保卫处，完成报警。

4.1.6 闯入报警

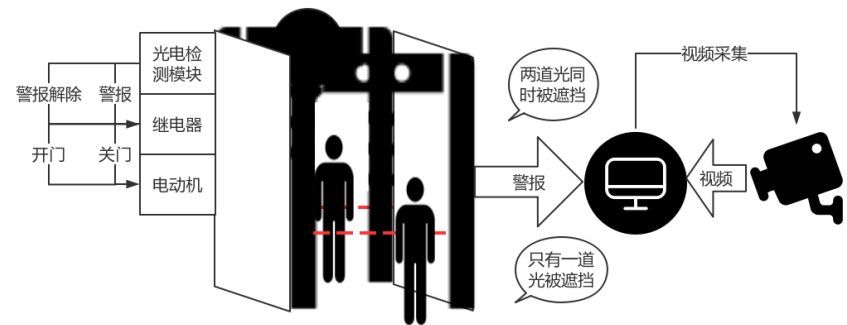


图 11 闯入报警

出门规则：因为我们发现外出时间有两个高峰段，一个是上午 7：45-7：55，一个是 13：50-13：55，同时兼顾到成本和实用性，我们决定在出口侧闸机不设置人脸识别，换言之，进入宿舍要进行识别，而人人都可以走出宿舍。当外出的人走到第一个光电检测区挡住光线后，这时闸机判断有人将要出门，通过继电器

驱动电动机开门；当外出的人经过第二个光电区后，闸机关门。

闯入报警主要解决的问题是防止外来人员的异常闯入，当外出的人走到第一个光电检测区挡住光线后，这时闸机判断有人将要出门，通过继电器驱动电动机开门。而这时外边人想利用此空档强行闯入，那么他将会把外侧的光电监测区阻挡住，即两个光电区同时遮挡。这时单片机判断有人强行闯入，进行报警。

存在问题：我们在当初讨论这个问题时，并没有思考到课上老师和同学的时延问题，就是闸门是在人触碰到第一个光电区时打开，那么何时关闭？如果是延迟一段时间关闭，在早高峰时段势必会造成拥挤。若当人触碰到第一个光电区时闸门打开，触碰到第二光电区时闸门关闭，这样比延迟一段时间关闭更加合理，但是依旧没有解决多个人单通道快速外出的问题。并且会大大增添了错误报警的可能性。

4.2 感知层设计

4.2.1 超声波测距模块

（1）超声波测距原理分析

超声波是指振动频率高于 20 kHz 的在弹性介质中传播的机械波。超声波测距原理为发射换能器向外发射超声波同时开始计时，超声波在空气中传播，遇到障碍物后反射，接收换能器收到超声波马上停止计时。假设 s 为发射源与目标障碍物之间的距离 (m)， t 为发射与接收超声波之间的时间差 (s)， v 为超声波在空气中的传播速度 (m/s)，则被测物体的距离为：

$$s = vt/2$$

式中， v 为超声波在空气中的传播速度； t 为超声波在空气中传播的时间。

（2）超声波测距模块硬件设计与实现

系统主要由超声波发射电路和接收电路、温度补偿电路、数码管显示电路和通信电路等组成。采用 STM32F4 单片机作为核心处理元件，利用其 P3.3 引脚产生超声波集成模块工作所需的信号，外部中断口接收返回信号以及内部定时器 T0 来计算超声波发射与接收所用时间间隔，结合温度补偿后的超声波速度，根据式（1）得到传感器与障碍物之间的距离，最后通过串口通信传送到上位机界面。该系统可提供 2~400cm 的非接触式距离感测功能，测距精度可达高到毫米 (mm) 级。系统整体结构如图所示。

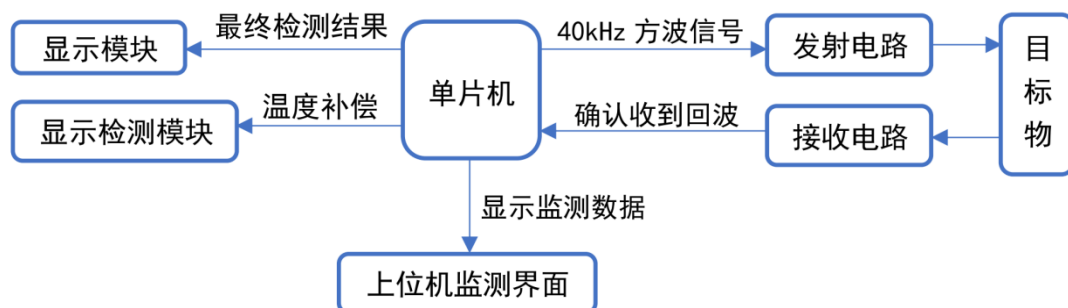


图 12 超声波与上位机通信

(3) HC-SR04 超声波测距模块

采用非直接接触的测距方式,可测距离最少为 2~300cm 远,测量精度可达到 3.0mm。该测距模块包括了超声波发射器、接收器与控制电路三部分。下图为超声波电路图,该电路由 4 个端口组成,端口功能分别为:端口 1 为接地端,端口 2 为数据接收端,端口 3 为数据发送端,端口 4 接电源。表显示 HC-SR04 超声波模块的参数。

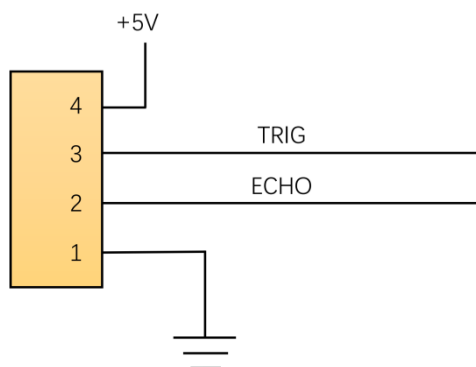


图 13 超声波引脚图

| | |
|------|---------------|
| 电气参数 | HC-SR04 超声波模块 |
| 工作电压 | DC 5V |
| 工作电流 | 15mA |
| 工作频率 | 40Hz |
| 最远射程 | 4m |

| | |
|--------|--------------------|
| 最近射程 | 2cm |
| 测量角度 | 15 度 |
| 输入触发信号 | 10us 的 TTL 脉冲 |
| 输出回响信号 | 输出 TTL 电平信号，与射程成比例 |
| 规格尺寸 | 45*20*15mr |

表 1

其基本工作原理如下：

- 1) 采用IO口TRIG触发测距，给予至少 10us 的高电平信号；
- 2) 模块自动发送 8 个 40khz 的方波，自动检测是否有信号返回；
- 3) 有信号返回，通过IO口ECHO输出一个高电平，高电平持续的时间就是超声波从发射到返回的时间。测试距离 = $\left(\text{高电平时间} * \text{声速}(340M/S) \right) / 2$ 。
- 4) 本模块使用方法简单，一个控制口发一个 10 μs 以上的高电平，就可以在接收口等待高电平输出。一有输出就可以开定时器计时，当此口变为低电平时就可以读定时器的值，此时就为此次测距的时间，方可算出距离。如此不断的周期测量，即可以达到移动测量的值。下图为 HC-SR04 超声波时序图。

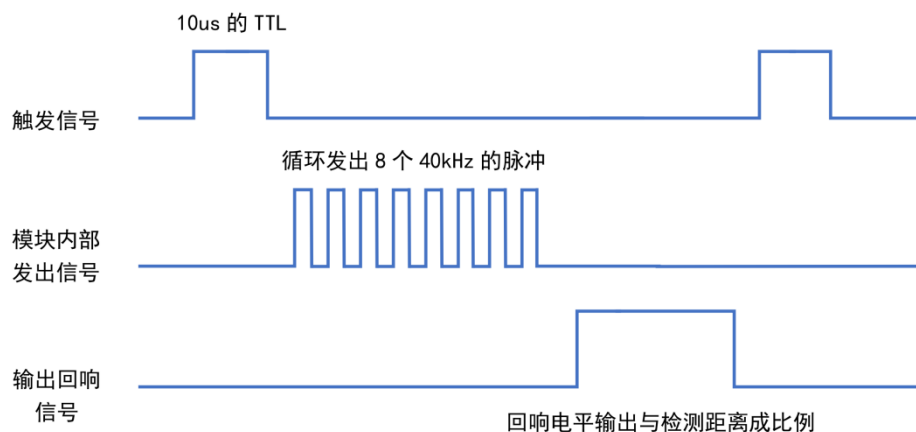


图 14 超声波时序图

(4) 超声波发射电路和接收电路

超声波发射电路通过发射探头向目标障碍物发射 40kHz 的脉冲信号，由单片

机 P3.3 口通过定时器定时输出，但功率不够大，将其送入由 74LS04 组成的功率放大器以便使发射距离足够远。超声波发射电路如图。

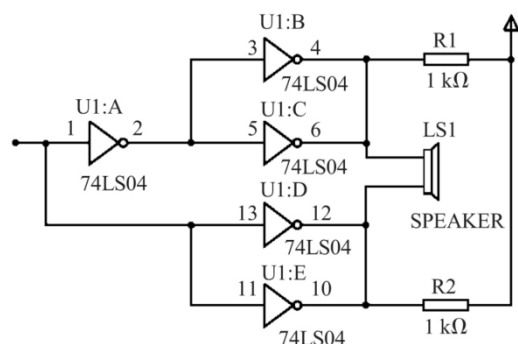


图 15 超声波发射电路

超声波接收电路是将探头接收到的微弱信号放大、滤波和整形后输出，最后计算超声波在空气中的传播时间 t 。超声波接收电路如图。

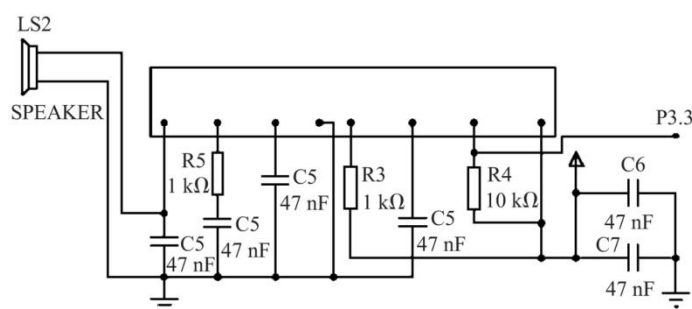


图 16 超声波接收电路

（5） 温度补偿电路

为了得到更加精确的测量结果，我们采用了温度补偿的方法。采用高精度的 DS18B20 数字温度传感器模块，该模块自带 AD 转换且电路简单，可直接使用。通过 DS18B20 温度传感器测量环境温度，再由单片机进行声速修正并计算得出精确的距离。

（6） 通信电路

由超声波模块采集到的数据直接以电信号的方式传输到单片机，再由单片机与上位机进行通信。

（7） 淘宝链接：

①HC-SR04 超声波模块:

https://detail.tmall.com/item.htm?id=40102506092&spm=alz09.2.0.0.489c2e8dEEqkQo&u=q267jfeua715&tdsourcetag=s_pctim_aiomsg&skuId=4126227428434

②HD74LS04:

https://detail.tmall.com/item.htm?id=40102706759&spm=alz09.2.0.0.489c2e8dEEqkQo&u=q267jfeu63c2&tdsourcetag=s_pctim_aiomsg

③CX20106A:

https://item.taobao.com/item.htm?spm=alz09.2.0.0.489c2e8dEEqkQo&id=533948222259&u=q267jfeu026f&tdsourcetag=s_pctim_aiomsg&qq-pf-to=pcqq.c2c

(8) 报价: HC-SR04: 6.32 元; HD74LS04:1.5 元; CX20106A: 4 元。

4.2.2 闸机摄像头

(1) OV2640 传感器简介

OV2640 是 OmniVision 公司生产的一颗 1/4 寸的 CMOS UXGA (1632*1232) 图像传感器; 支持自动曝光控制、自动增益控制、自动白平衡、自动消除灯光条纹等自动控制功能。UXGA 最高 15 帧/秒, SVGA 可达 30 帧, CIF 可达 60 帧; 支持图像压缩, 即可输出 JPEG 图像数据。实物如图。



图 17 OV2640 传感器

(2) OV2640 引脚及功能框图

OV2640 传感器采用 BGA 封装, 它的前端是采光窗口, 引脚都在背面引出,

引脚的分布见图。

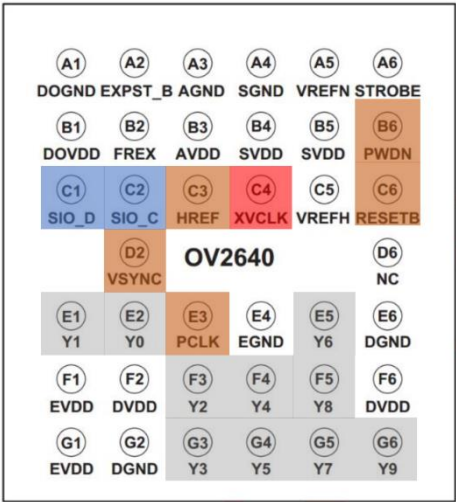


图 18 OV2640 引脚图

图中的非彩色部分是电源相关的引脚，彩色部分是主要的信号引脚，介绍如下表。

| 管脚名称 | 管脚类型 | 管脚描述 |
|---------|------|-----------------|
| SIO_C | 输入 | SCCB 总线的时钟线 |
| SIO_D | I/O | SCCB 总线的数据线 |
| RESETB | 输入 | 系统复位管脚，低电平有效 |
| PWDN | 输入 | 掉电/省电模式，高电平有效 |
| HREF | 输出 | 行同步信号 |
| VSYSNC | 输出 | 帧同步信号 |
| PCLK | 输出 | 像素同步时钟输出信号 |
| XCLK | 输入 | 外部时钟输入端口，可接外部晶振 |
| Y0...Y9 | 输出 | 像素数据输出端口 |

表 2

下面是配合 OV2640 功能框图对这些信号引脚的详细讲解。

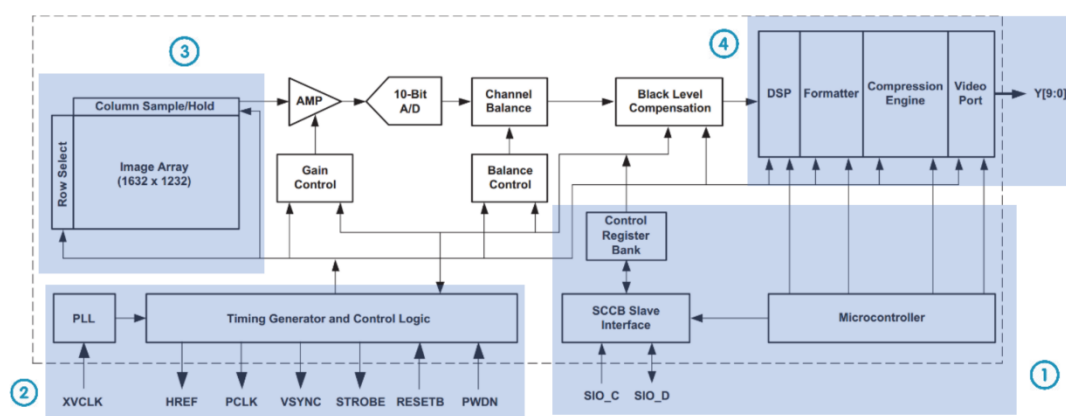


图 19 OV2640 功能框图

1) 控制寄存器

标号①处的是 OV2640 的控制寄存器，它根据这些寄存器配置的参数来运行，而这些参数是由外部控制器通过 SIO_C 和 SIO_D 引脚写入的，SIO_C 与 SIO_D 使用的通讯协议跟 I2C 十分类似，在 STM32 中我们完全可以直接用 I2C 硬件外设来控制。

2) 通信、控制信号及时钟

标号②处包含了 OV2640 的通信、控制信号及外部时钟，其中 PCLK、HREF 及 VSYNC 分别是像素同步时钟、行同步信号以及帧同步信号。RESETB 引脚为低电平时，用于复位整个传感器芯片，PWDN 用于控制芯片进入低功耗模式。最后的一个 XCLK 引脚，是用于驱动整个传感器芯片的时钟信号，是外部输入到 OV2640 的信号；而 PCLK 是 OV2640 输出数据时的同步信号，它是由 OV2640 输出的信号。XCLK 可以外接晶振或由外部控制器提供。

3) 感光矩阵

标号③处的是感光矩阵，光信号在这里转化成电信号，经过各种处理，这些信号存储成由一个个像素点表示的数字图像。

4) 数据输出信号

标号④处包含了 DSP 处理单元，它会根据控制寄存器的配置做一些基本的图像处理运算。这部分还包含了图像格式转换单元及压缩单元，转换出的数据最终

通过 Y0-Y9 引脚输出，一般来说我们使用 8 根数据线来传输，这时仅使用 Y2-Y9 引脚，OV2640 与外部器件的连接方式见图。

(3) 图像采集模块传输原理

图像数据在 HREF 为高电平的时候输出，当 HREF 变高电平后开始读取一行像素点，每一个 PCLK 时钟，输出一个字节数据，当低电平时不操作，重复操作即可读取一帧图像。读取 OV2640 模块图像数据过程如下图。

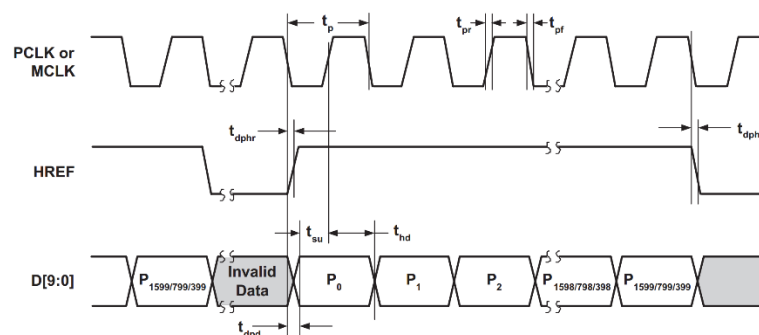


图 20 OV2640 时序图

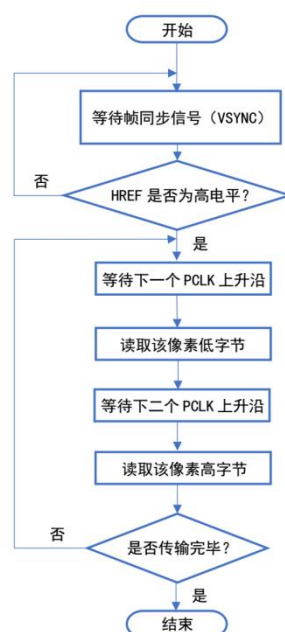


图 21 OV2640 流程图

(4) 淘宝链接:

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=alzo9.2.0.0.489c2e8dEEqkQo&id=16>

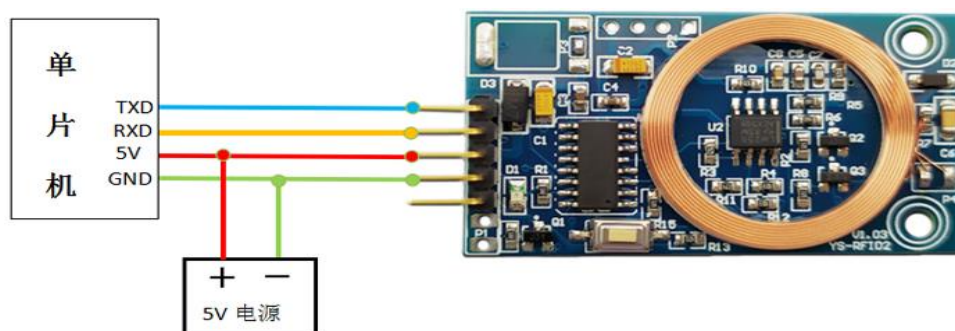
[788410798& u=q267jfeu0302&tdsourcetag=s_pctim aiomsg&qq-pf-to=pcqq.c2c](https://www.taobao.com/search?q=%E5%8D%95%E7%89%87%E6%9C%BArfid%E8%AF%BB%E5%86%99%E5%99%A8&imgfile=&js=1&stats_click=search_radio_all%3A1&initiative_id=staobaoz_20190625&ie=utf8)

(5) 报价：0V2640 模块 65 元。

4.2.3 RFID 读写器

(1) 工作原理：右侧电路板上焊有 STC15 强抗干扰单片机，可以完成对 ID 卡的解码。ID 卡解码读取卡号，上传至单片机（闸机处单片机），单片机将此卡号上传，进行判断和应用。

(2) 接线图如下，采用串口连接方式，即 ID 模块的 RXD 和 TXD 分别于单片机模块的 TXD 和 RXD 连接，然后都接上 5V 电源。



(3) 淘宝链接：

https://s.taobao.com/search?q=%E5%8D%95%E7%89%87%E6%9C%BArfid%E8%AF%BB%E5%86%99%E5%99%A8&imgfile=&js=1&stats_click=search_radio_all%3A1&initiative_id=staobaoz_20190625&ie=utf8

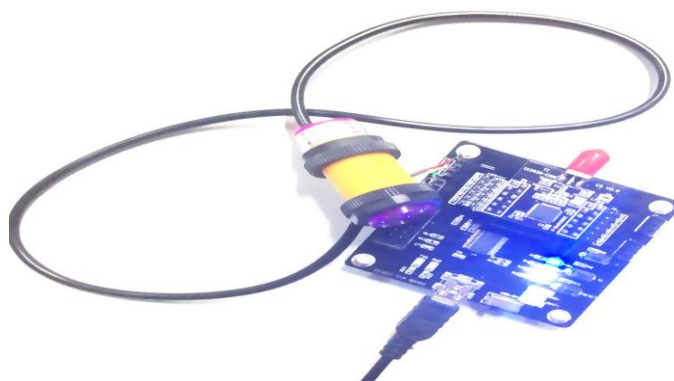
(4) 报价：17 元。

4.2.4 光电检测

(1) 工作原理：

这是一种集发射与接收于一体的光电传感器。检测距离可以根据要求进行调节。该传感器具有探测距离远、受可见光干扰小。我们是利用此模块监测是否有人经过，所以初始值即闸门的宽度，当该值发生变化时，我们把它作为有人经过的判断条件。

(2) 实物图：



(3) 淘宝链接：

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.62.67cfd918ZleKln&id=523066775982&ns=1&abbucket=6#detail>

(4) 报价：25 元。

4.3 网络层

4.3.1 有线与无线通信的选择分析

无线通信传输易受干扰，且通信成本较之有线较高，加之前文中提到有线设备基础完善，故在此方案设计中，我们将采用有线传输的方式进行通信。

4.3.2 I2C 的选用

(1) 使用场合

在 OV2640 向单片机传输图像时，使用 I2C 接口，具体引脚如下图。

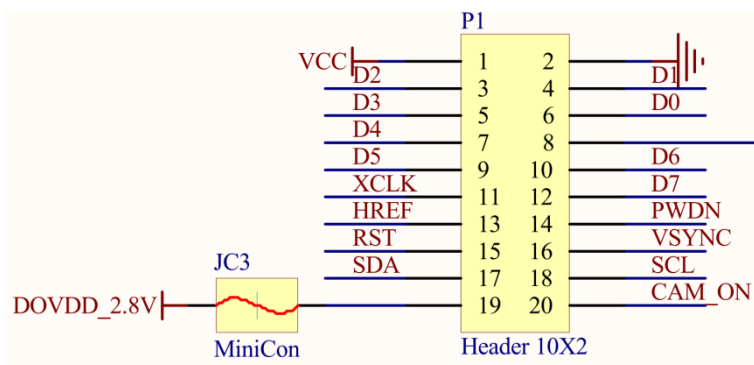


图 22 I2C 引脚图

其中 SDA 为数据引脚，SCL 为时钟引脚。

(2) 从发送器

在接收到地址和清除 ADDR 位后,从发送器将字节从 DR 寄存器经由内部移位寄存器发送到 SDA 线上。

从设备保持 SCL 为低电平,直到 ADDR 位被清除并且待发送数据已写入 DR 寄存器。(见下图中的 EV1 和 EV3)。

当收到应答脉冲时:

TxE 位被硬件置位,如果设置了 ITEVFEN 和 ITBUFEN 位,则产生一个中断。

如果 TxE 位被置位,但在下一个数据发送结束之前没有新数据写入到 I2C_DR 寄存器,则 BTF 位被置位,在清除 BTF 之前 I2C 接口将保持 SCL 为低电平;读出 I2C_SR1 之后再写入 I2C_DR 寄存器将清除 BTF 位。

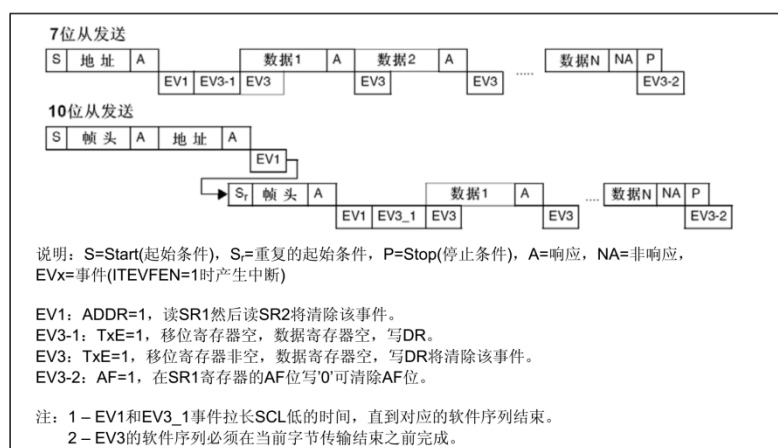


图 23 从发送器

(3) 从接收器

在接收到地址并清除 ADDR 后,从接收器将通过内部移位寄存器从 SDA 线接收到的字节存进 DR 寄存器。 I2C 接口在接收到每个字节后都执行下列操作:

- 如果设置了 ACK 位, 则产生一个应答脉冲
- 硬件设置 RxNE=1。如果设置了 ITEVFEN 和 ITBUFEN 位,则产生一个中断。

如果 RxNE 被置位, 并且在接收新的数据结束之前 DR 寄存器未被读出, BTF 位被置位, 在清除 BTF 之前 I2C 接口将保持 SCL 为低电平; 读出 I2C_SR1 之后再写入 I2C_DR 寄存器将清除 BTF 位。(见下图)

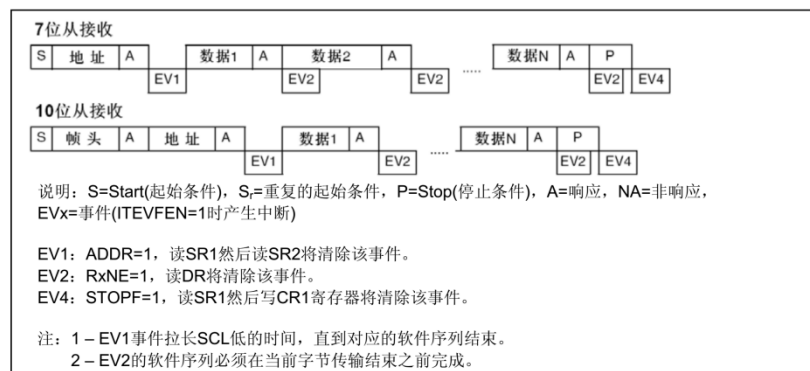


图 24 从接收器

4.3.3 RS232 的选用

(1) 使用场合

在单片机向 PC 传输数据时，使用 RS232 标准的 DB9 接口传输。



图 25 RS232 接口

(2) 电气特性

在 TXD 和 RXD 数据上采用负逻辑定义，逻辑“1” = -3~-15V，逻辑“0” = +3~+15V。

在 RTS、CTS、DSR、DTR 和 DCD 等控制线上采用正逻辑定义，信号有效（接通，ON 状态，正电压） = +3~+15V，信号无效（断开，OFF 状态，负电压） = -3~-15V。

以上规定说明了 RS-232C 标准对逻辑电平的定义。

对于数据（信息码）：逻辑“1”（传号）的电平低于-3V，逻辑“0”（空号）的电平高于+3V；对于控制信号：接通状态（ON）即信号有效的电平高于+3V，断开状态（OFF）即信号无效的电平低于-3V，也就是当传输电平的绝对值大于 3V 时，电路可以有效地检查出来，介于-3~+3V 之间的电压无意义，低于-15V 或高于+15V 的电压也认为无意义，因此，实际工作时，应保证电平在±（3~15）V 之间。一般采用±12V。

4.3.4 RJ45 的选用

(1) 使用场合

在 POE 摄像头向录像机传输数据时，使用 RJ45 连接器。

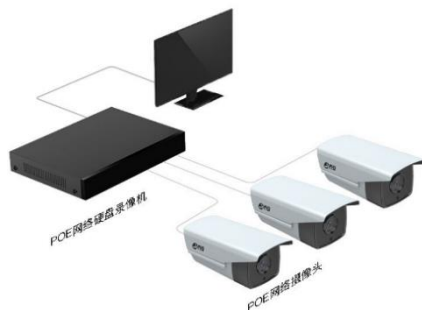


图 26 POE 摄像头使用 RJ45 通信

4.4 应用层

4.4.1 手机 APP 监控模块

(1) 模块总体介绍

该模块用于手机端，给用户提供了视频服务。

(2) 模块实现及应用

总体功能。



图 27 总体功能图

实时监控。



图 28 实时监控图

回放功能。



图 29 回放功能图

4.4.2 人脸识别模块

(1) 模块总体介绍

在上位机收到下位机传来的图片后，将进行人脸识别处理，以判断是否进行之后的开门操作。

(2) 算法实现及应用

初始化参数。

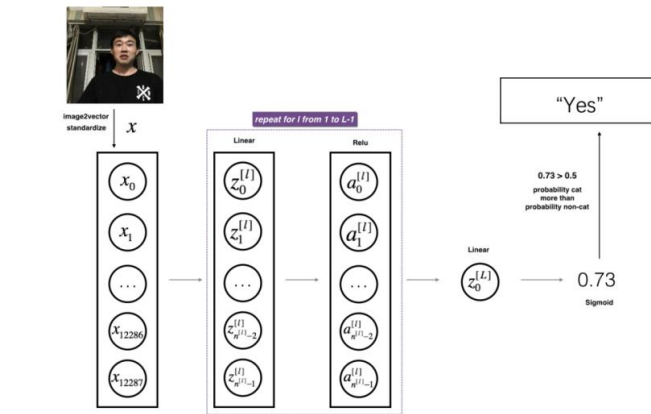


图 30 初始化参数

参数调优。

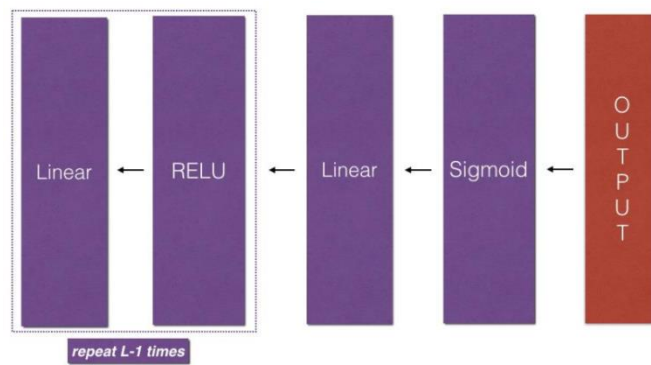


图 31 参数调优

训练及使用效果。

```
In [18]: pred_train = predict(train_x, train_y, parameters)
Accuracy: 0.985645933014

In [15]: pred_test = predict(test_x, test_y, parameters)
Accuracy: 0.8

In [16]: print_mislabeled_images(classes, test_x, test_y, pred_test)
```

参考文献

- [1] 卢喜利, 周月鹏. 基于物联网技术的高校智能宿舍系统的设计与开发[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(27): 44-46.
- [2] 高翔峰, 陈丹凤, 唐镇豪等. 基于 NFC 智能手机的宿舍门禁系统[J]. 科学技术创新, 2018, (35): 88-89.
- [3] 马季军. 高校智能门禁系统在校园安全保卫工作中的作用[J]. 数码世界, 2018, (3): 255.
- [4] 苏世钊, 刘文武, 吴颖莹. 基于 ZigBee 技术的智能宿舍系统[J]. 数字技术与应用, 2017, (5): 82, 85.
- [5] 韩玉, 王潇贤, 冯薇等. 基于 RFID 的宿舍门禁系统设计[J]. 电子界, 2016, (21): 114, 117. DOI:10.3969/j.issn.1003-0522.2016.21.076.
- [6] 杨海川. 基于物联网的智能家居安防系统设计与实现[D]. 上海交通大学, 2013: 14-20.
- [7] 王清珍, 董健, 杨宇. 基于单片机的门禁系统多级菜单设计[J]. 现代电子技术, 2015, 06(15).
- [8] 张永生. 非接触式 IC 卡智能门禁系统[D]. 燕京大学, 2012: 30-40.
- [9] 蔡楠. 基于射频识别的智能门禁系统设计与研究[D]. 南京理工大学, 2013: 12-30.
- [10] 李鹏飞, 孙琪, 李建楼. 门禁控制器的设计与开发[J]. 舰船科技技术, 2007, 05(15).