

# 电气学院大创项目阶段成果汇报

-第一组学院大创负责人 杨周奕

## 一、工作简介

本阶段设计了利用 k 近邻原理工作的人数检测终端

- 1) 研究了基本的检测原理以及重要参数
- 2) 设计了可以在不同情况下产生程序数据的一套流程并定义了相关的概念
- 3) 从准确率和速度上优化了人数检测终端
- 4) 分别从软件和硬件上设计了该人数检测终端的测试方法并进行测试和分析
- 5) 对人数检测终端的可拓展性和可移植性做了初步分析
- 6) 初步制作了人数检测终端的模型，并进行测试

## 二、项目简介

西十二教学楼自习室存在电能的浪费问题。一楼的电子显示牌，不能真正让同学们快速找到理想的自习室。本项目设计一套智能地管理教室的系统，体现了信息化智能化的思路，能够通过一系列电子技术让教室实现自行管理，包括电灯控制，温度控制，实时人数反馈等等。这个系统将客观体现教学楼实情，反馈给电气设备和管理人员，最终服务教师与同学。

## 三、成果记录

### （一）人数检测终端设计

人数检测终端是智能教室管理系统的一个非常重要的组成部分，这个阶段主要方向是优化人数检测终端，以期提高其准确率与简捷性。主要的成果是在该终端中融合统计算法的思想，实验表明该方法很大程度上提高了人数检测的准确率。

### 1、统计算法的原理及应用

#### 1) 采用统计学习算法的目的

目前基于单片机的使用光电开关的人数检测系统采用规则式的检测方法<sup>[1]</sup>，即通过尝试寻找到人通过光电开关时，光电开关高低电平的变化时序的规则等，进行检测。这种方式处理较为简单的情况时比较简捷，但是在处理复杂的情况时，

抗干扰能力较差判断能力较弱,就会出现严重的偏差,若想以这种思路解决复杂问题,需要更为复杂的规则式算法,这就增大了单片机的空间和时间上的开销。

本组采用的统计学习的方法，是对光电门的高低电平根据一定时间间隔采样，再通过一系列算法将人通过时候的一系列数据进行处理，而这种处理过程具有可以简单学习的特性，当学习到一定程度时，就能够处理较为复杂的情况。具有较好的可拓展性与学习性。

## 2) 采用 k 近邻算法进行检测

### (1) 收集数据方法及记录结构

由光电门获得数据：当有物体触发了任何一道光电门时，单片机开始中断并计时，每隔  $p$  毫秒采样一次两道光电门的高低电平状况，一共采集  $q$  次，所以单片机的一次中断持续时间为  $p \times q$  毫秒，收集数据时总共有 4 种情况“00”代表某一时刻两光电管均为低电平，“01”代表某一时刻 光电管 A 为低电平 B 为高电平，“02”代表某一时刻光电管 B 为低电平 A 为高电平，“03”代表 AB 均为高电平，每一时刻的数据均已十六进制数的形式存为一个字节，将结果记录在一列数组中。同时在每一条记录的前后加上标志，方便处理，44 和 55 分别代表着一个记录的开始与结束，同时也表示着这条记录是光电开关 B 的触发而得到的。所以一条记录由电平高低值和记录标记构成。下方是一条 240 位电平长度的典型记录。

“44 02 02 02 02 02 02 00 00 00 00 01 01 01 01 01 01 01 01 01 03 03 03  
03  
03  
03  
03  
03 03 55 ” 可以从高低电平对应的数字看出这是一个人从 b 门走向 a 门的一条  
记录。

## (2) 数据处理方法

### a) K 近邻方法的介绍及参数选择

K 近邻是一种基本分类与回归方法。K 近邻法的输入为实例的特征向量，对应于特征空间的点；输出为实例的类别，可以取多类。K 近邻法假设给定的一个训练数据集，其中的实例类别已定。对新的实例，根据其  $k$  个最近邻的训练实例的类

别，通过多数表决等方式进行预测。K 值得选择、距离度量及分类决策规则是 k 近邻法的三个基本要素[2]。

在该终端中，人通行时的产生的记录数据有效部分为输入实例的特征向量，输出为判定的类型，包括正通过、反通过、无人通过三种。训练数据集为程序中已经存储的数据集。

距离度量：出于程序简单的考虑，人数检测终端使用欧氏距离

分类决策规则：目前采用少数服从多数，票数相等则选距离小的记录这种规则。此处有较大的改进空间。

k 值选择：由于对于每一种光电开关安装情况及数据收集方法参数，得到的记录不相同。所以最优化的 k 值较能从理论推导得出，这里使用 python 语言编写了大量数据交叉验证获得最优 k 值的方法。如图可以发现在 k 值为 3 的时候正确率达到最高水平。（下图才采用欧式距离与少数服从多数的分类决策规则）

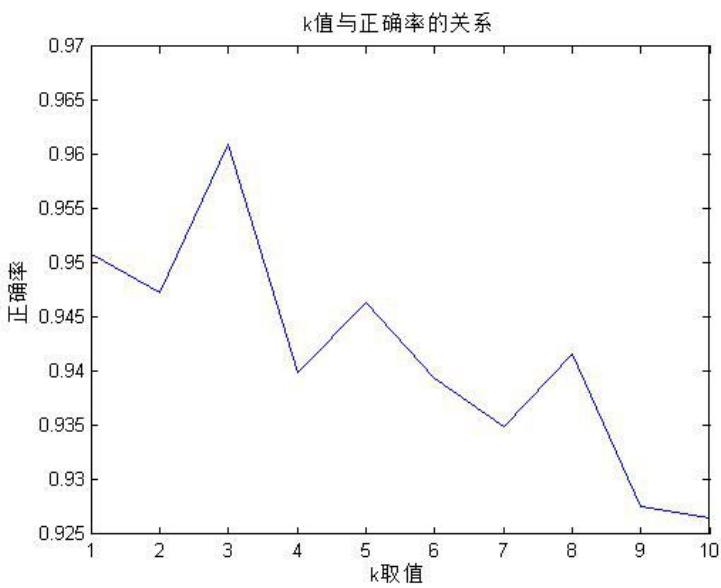


图 1 参数选择中的 k 值与正确率关系

下文中用**程序记录**表示烧录在单片机中的程序，用来配合算法进行判断。用**测试记录**表示光电开关收集到的记录，需要对其进行判断。

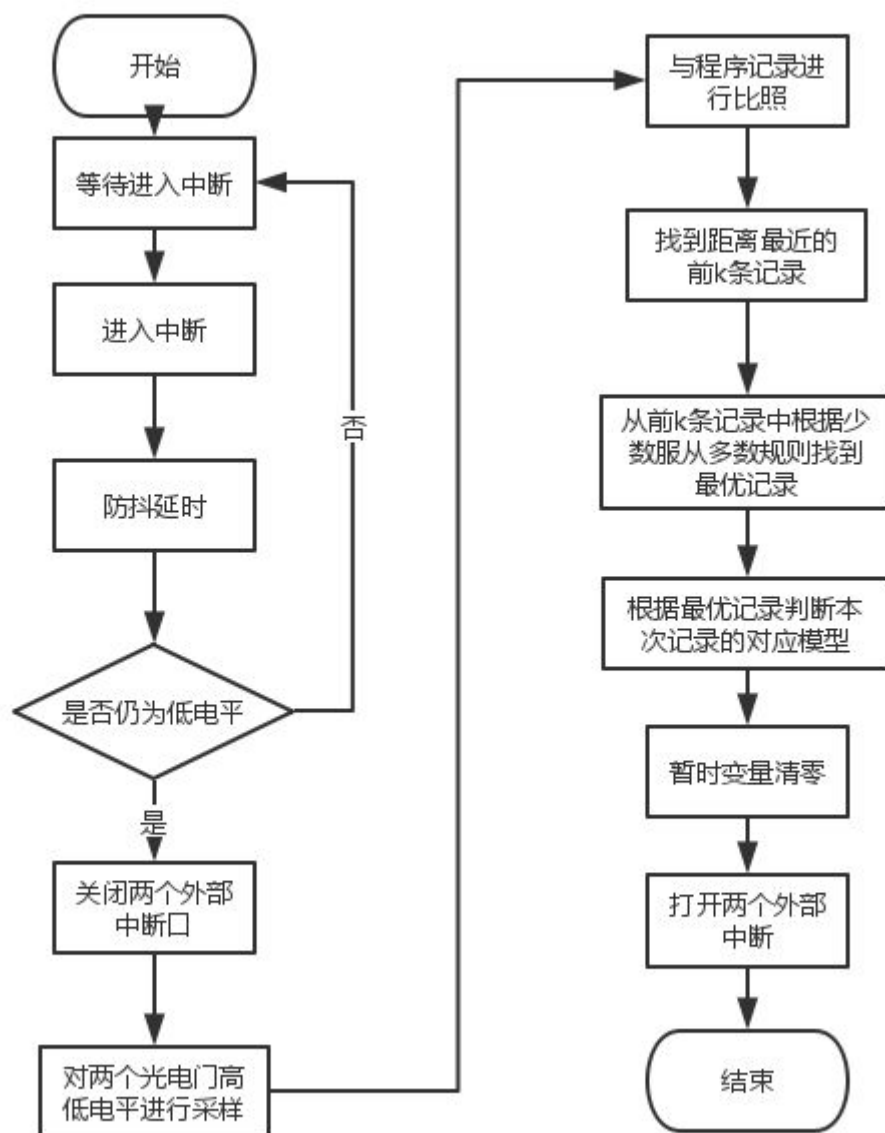


图 2 k 近邻算法基本流程

### (3) 适应人数检测的 k 近邻方法（软件方面优化）

在经过大量的实验检测后，发现最基本的 k 近邻算法不能满足人数检测准确率和速度的要求，所以采用以下五种方法使检测准确，下面对这五种方法进行详细介绍。

#### a) 检测中途出现较多低电平时停止检测然后补齐数据规则

问题描述：人数检测终端收集到的记录长度是固定的，但是实际上每次通行的时间都是不一样的，但大多数情况，规定的记录长度可以包含通行过程的所有信息并且有一些空间的剩余，这些剩余的数据是以 03（两个光电开关均为高电

平)的形式出现的,可以称这些剩余空间之外的数据为有效记录。最慢通行的有效记录常常是最快有效记录的数倍,所以快步通行时的记录有很大的空间都是 03,这些 03 不仅占用空间而且减慢了程序运行的速度

解决方法及解释:在收集数据的时候对 03 的个数进行计数,当 03 的个数到达某一值得时候就停止数据收集,将还要收集的数据直接补为 03,并开始数据处理的工作,这样处理就可以根据记录的实际有效长度来决定真正收集数据的长度。理论上讲,这种 03 计数的方法可能会漏收集一些数据,但是从实验效果看来,对原本的人数检测性能没有较大的负面影响,说明这是一种合理的方法。

#### b) 单电平判定规则

问题描述:由于使用 k 近邻的模式识别方法,在实验中发现了一些常见的误判情况,比如 02 02 02 00 00 00 00 01 01 01 03 03 03 03 03 03 03 03 和 02 02 02 03 03 03 03 01 01 01 03 03 03 03 03 03 03 03 这两条经过“精简”的记录,实验中前者是正常人通过的情况而后者是有一只手进行干扰的情况,但是未加单电平有效这一规则之前,机器很大程度上将两者混为一谈,因为两条记录的空间距离非常近,这可能是使用 k 近邻进行人数检测模式识别的数据处理算法的一种重要系统误差。

解决方法及解释:将这种 k 近邻方法与规则式的方法结合在一起,所以增添了单电平有效的规则。考虑到一个正常的人通行时最为典型的记录有一个基本的特征,即在一条记录中,应该存在某一时刻两个光电开关有且仅有一个为低电平。所以在进行 k 近邻计算之前,系统会对得到的记录进行一次检查,如果该记录里面没有 01 或者没有 02,那么便直接将这条记录视为干扰记录。加上这条规则之后,实验得到人数检测的准确率有所提高。

#### c) 二级程序记录(目前进展到软件测试阶段)

问题描述:存在某对程序记录,类型分别为有人通过和无人通过,这两组记录的距离很小,只有三、四位(记录长度 240 位)电平有差别,这说明通过时的情况与未通过时对光电开关的阻挡情况很相似。这时若有某条测试记录与这两条记录都很接近,就很有可能出现失误判断。

解决方法及解释:为了应对这种情况,专门设计了两级程序记录,一组优先级高称为高级组,另外一组优先级低称为低级组。当有测试记录与高级组的程序记录有小于等于 3 位电平的差距时,判断结果直接以高级组为准,而不再是少数服从多数的原则。当没有上述情况时,就按照少数服从多数的原则考虑高级组和低级组进行判断。高级组由于需要经过特殊的加工(加工方式见后)所以不存在距离小于 3 的情况。

选择以 3 位电平长度作为判断标准的原因：实验表明在记录长度为 240 位的情况下，如果有不同类型记录对距离小于等于 2，则这个记录对有一条记录是标记错误的。

这种情况的实质是某类特征向量在高维空间所占的范围包围或者部分包围了另一类特征向量，所以优先级的设定减弱了正确点附近噪声的影响。当出现更复杂的情况时，可以设计更多级的程序记录。

#### d) 数据获得与计算并行

问题描述：按照普通流程，判断的一般过程是完全完成数据收集工作之后再进行分析工作。但是这样非常浪费时间

解决方法及解释：将处理数据的过程与收集数据的过程同时进行：因为在收集数据的过程中有一段时间是需要软件延时的，所以这段时间可以用来对收集的数据进行处理。所以总的来说是一边收集数据，一边分析数据。这样，可以大大加快判断速度。

## 2、程序记录集的设计与生成

使用 k 近邻统计算法，在单片机内预置的程序记录集对判断性能有重要的影响。甚至可以通过程序记录集的改变来定向地改变人数检测终端的功能和性能。所以研究程序记录集并制定一套产生程序记录集的流程可以大大提高研究效率。

### 1) 适当的记录长度设定

通过实验结果合理地选取记录长度：若记录过短，无法记录较长时间的人通行过程，若记录过长，会造成空间的浪费。基于实验，使记录的长度为普通步行通过光电开关有发生低电平时间所占用长度的两倍，这样较为合理。

### 2) 程序记录存储

将数据储存在单片机的编程区：首先写进编程区的数据不会因为单片机掉电而丢失，其次单片机的编程区有较大量的剩余空间可供数据存储，同时相较于外部存储器，编程区的调用速度更快，这样可以提高整个单片机处理的速度。

### 3) 程序记录生成

本阶段设计出来生成合格记录的一套标准流程并设计出了记录筛选的方法

#### (1) 程序记录生成步骤

a) 固定光电开关位置，收集不同物体（包括人）遮挡光电管时的记录，并对每一条测试记录做好标记（表明该记录为正确记录或错误记录）

b) 选取五分之一的记录作为初始程序集，另外五分之一的记录为一号测试

集，完成一次记录筛选（记录筛选的方法见后）

c) 获得改进后的程序及后再另选五分之一记录为二号测试集，再次完成记录筛选

d) 重复 b、c 步骤直到所有的原始记录被使用完毕

e) 获得程序数据

#### 4) 测试记录类别

在进行程序记录生成时，每一组被测试的测试记录集中记录都可以被归为五类：第一种为和程序集中已有记录较为相近的测试集记录（正常记录）；第二种为和程序集中已有记录非常接近的并且标记也一样的测试集记录（冗余记录）；第三种为和程序集中已有记录非常远的测试记录（更新记录）；第四种为和程序集中已有记录很接近但是标记不一样的测试集记录（特殊记录）；第五种为和程序集中已有记录极其接近但是标记不一样的测试集记录（错误记录）。

其中可以通过减弱记录的权重后比较正确率来判断错误记录和特殊记录。根据实验经验，错误记录与相对应程序记录在一位电平长度，而特殊记录为两位及以上电平长度（记录长度为 240 电平）。对不同的记录需要不同的处理方法。

#### 5) 记录筛选

a) 作用：

- 1、使程序集中不出现距离极其近的两条记录防止对判断造成影响
- 2、在程序集中添加新类型的记录
- 3、排除程序集中明显错误的程序

b) 对象：一个测试记录集和程序记录集

c) 步骤：

1、计算记录集中每一条记录到程序记录集每一条记录的距离并判断测试记录集中每一条记录的类型

2、找到判断失误的测试记录以及距离其最近的 k 条程序记录

3、根据这 k 条程序记录的对应失误测试记录的距离，将测试集按照标准分类：对于待更记录和距离大于 5 位电平长度的正常记录，加入低级程序记录；对于特殊记录加入高级程序记录；对于错误记录和距离小于 5 位电平长度的正常记录以及冗余记录，可以抛弃

记录类型名称	记录类型定义	记录筛选做法
正常记录	和程序集中已有记录较为相近的测试集记录	与失误测试集距离大于 5 位电平长度的正常记录加入低级程序集，小于等于 5 位的不加入程序集
冗余记录	和程序集中已有记录非常接近的并且标记也一样的测试集记录	不加入程序集
待更记录	为和程序集中已有记录非常远的测试记录	加入低级程序记录
特殊记录	和程序集中已有记录 <b>很</b> 接近但是标记不一样的测试集记录	加入高级程序记录
错误记录	和程序集中已有记录 <b>极</b> <b>其</b> 接近但是标记不一样的测试集记录	不加入程序集

表 1 测试记录的分类类型及处理方法

### 3、可拓展移植性分析

#### 1) 传感器数量与种类拓展

每一时刻的数据均已十六进制数的形式存为一个字节，目前只有两对光电开关的四种情况，理论上一个时刻可以记录 256 种状态，**所以可以添加不同种类的传感器以及不同数量的传感器，而这种添加基本上不会对算法内容和计算速度造成影响。**

#### 2) 不同场合的移植

不同的场合比如教室、图书馆，行人类型不同行为姿态与通行速度不同，需要重新考虑光电开关安装位置，程序集记录长度，程序集记录内容，但是程序集记录内容的改变不会改变生成程序集记录的流程，所以在这方面具有可移植性。同时发现该**人数检测终端可以通过对程序数据的操作来改变检测的对象和性能**，规则式的人数检测若需要适应不同的环境，则需要修改代码，而这通常是较为复杂的。

#### 3) 区分类别的拓展



目前人数检测终端包括正通过、反通过、无人通过三种，由于 k 近邻算法理论上可以添加很多类别，所以可以对类型进行细分，比如以快跑还是慢走通过等等，这样只需要将标记种类增多，就可以实现多种类型的分析检测。这是规则式的程序无法轻松解决的。

## （二）人数检测终端测试与调试

### 1、测试与调试方案

#### 1) 软件测试与调试

软件测试是优化人数检测终端的重要环节。本阶段使用的软件有 matlab 和 python。

应用 matlab 变成，输入程序记录集和测试记录集，对程序记录集的一系列性能指标进行分析计算。

软件测试可以大批量的进行判断，节省时间，切可以很容易的地进行数据比较，获得有用的信息。

具体软件测试方法与程序见附录

#### 2) 实地测试与调试。

由于实际情况较为复杂，检测终端在实际使用时还需要进行实地测试。

##### （1）实地测试

简单测试：主要用于程序的编写调试工作，所以对场景真实度要求不高。对射型光电对管用双头夹夹好，处于同一直线上。障碍物分为两种，一种是细长物体（用以检测两个光电开关各自工作状态），另外是扁宽形物体（用于模拟头部和颈部的形状）。障碍物通行速度由手速控制，基本模拟人体通过光电开关的普遍情况。

准确测试：主要用于整个系统的调试工作，所以对场景真实度要求高。本组目前提出五个测试变量。

a) 光电开关设置高度：目前本组决定以头顶到颈部最下之间某个区域为开关检测的区域，主要考虑到提高人数检测的准确性，需要排除颈部以下诸如摆臂摆腿动脚等因素的影响，则选择附加动作较少的颈部及头部。所以光电开关的设置高度在距离地面 140cm 至 160cm 这个范围内，至于具体的数值，还需要考虑测试数据、人体普遍身高以及单片机计算算法的问题；

b) 两对光电开关的设置间距：可以预估到该间距的大小对准确率存在影响。该变量直接关系着算法中的延迟时间以及算法如何处理电平的关系。

c) 人通过速度，本测试方案将人的通行速度分为快速、中速、慢速和极慢速四个等级。快速大约在普通人步行速度的两倍，中速为普通人步行速度，慢速

大约为普通人步行速度的三分之二，而极慢速约为普通人步行速度的三分之一。之所以考虑到设计极慢速，是因为考虑到人在通过门的时候速度普遍会减慢。测试这个变量以更好地调整算法。

d) 有无头部颈部附加动作：通过的人有无摇头，摆头，挠头，动脖子等头部颈部的附加动作。这个因素用来测试算法的主要抗干扰能力（区别于次要抗干扰能力，用于消除普遍而时常发生的干扰）。

e) 极端情况测试：两人贴着进门、一人站立门口许久等都属于不常见的极端情况。所以这个因素用来测试算法次要的抗干扰能力。

(2) 实地调试

具体方法是在单片机中嵌入一段代码，在串口助手中监视具体的实验记录，并找到前 k 个最邻近记录进行比较。将大量实验后容易引起误导的数据删除，并增加还未出现过的新的记录。

实地测试的方法可以直观感受人数检测终端失误的地方，容易产生新的记录类型，并且可以做针对性很强的修改，可以提高实际使用时的准确率

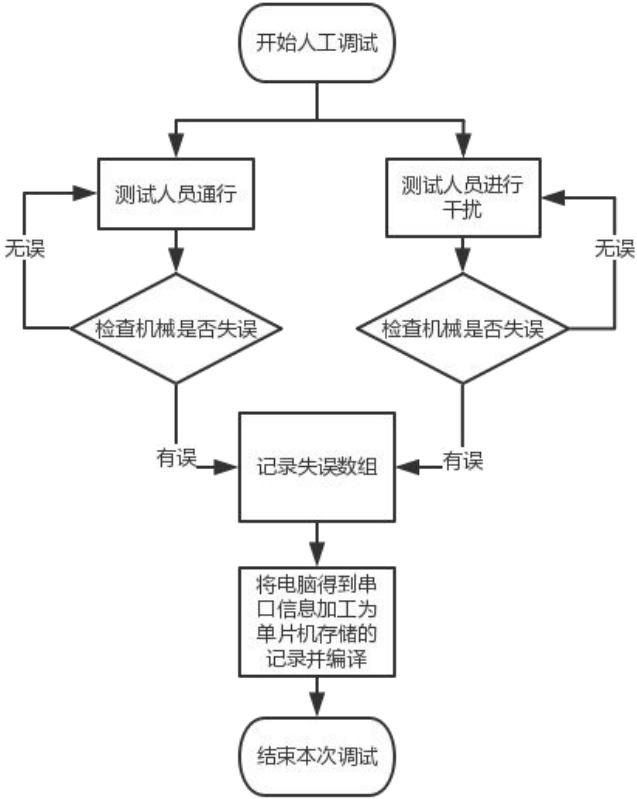


图 3 实际调试流程

## 2、测试结果结果及分析

### 1) 单人普通行走的通行情况

本人数检测终端能够非常准确的判断一个单人普通行走时的情况，准确率可达 97%。

### 2) 多人串行通过的情况

对于使用电平采样处理的方法，理论上单片机处理速度越快，对于多人通过的处理效果越好。本组人数检测终端采用速度较快的单片机，基本上可以满足普通拥挤时候（人与人距离在 10cm）精确计数的人数要求。

### 3) 多人并行通过的情况

本人数检测终端只安装了两个与门平行的光电开关，从目前光电开关的个数以及分辨率看来，当两个人同时通过装置时，光电开关收集的记录与一人差异不大，所以目前该人数检测终端不能够分辨并行通过具体人数，但是提高采样个数，增加传感器的种类与个数，设置传感器的位置，可以尝试解决这个问题。

### 4) 手臂有干扰的情况

由于采用电平采样处理的方法，所以本人数检测终端对于识别诸如手臂干扰、球拍干扰等干扰时有很好的效果。只有很少数情况，当通行的障碍物和肩膀或头或者脖子的形状、大小、速度均相似时，才可能出现误判。

### 5) 单人极慢速通过

由于使用这种按照一定时间间隔采样高低电平的方法，每一条记录都是确定固定的时间，所以也出现了一些使用特殊规则的人数检测方法未曾出现的问题。本人数检测终端一条记录的时长在 600ms 至 800ms，基本上可以满足从快跑、快走到普通步行再到慢速步行的一系列常规通过模式，但是对于极为慢速的模式效果不是很好，所以需要增添一些措施使得该模块有更为优越的性能，所以经过思考，本组采取以下思路：将一个极慢速的通行过程分成多条记录，寻找到其中一条有效记录，其余均为无效记录，并让机器进行学习。经过实验，无效记录大多数为单光电管有效的记录（全部记录没有 01 或 02，这样的记录可以被单片机快速处理），所以可以比较准确的记录极慢速通行的情况。

### **（三）具有良好交互的人数检测终端实物制作**

#### **1、单片机型号选择**

人数检测终端程序有两个需求点，一是需要储存大量的数据，而是要较快的计算速度。STC12C5A60S2 单片机内部自带 60K FLASHROM,，基本可以满足人数检测终端储存数据的需要。并且 STC12C5A60S2 系列单片机是单时钟/机器周期(1T)的单片机，指令代码完全兼容传统 8051,但速度快 8-12 倍，能够满足对速度的要求。

#### **2、光电开关种类选择**

##### **1) 对射型光电开关**

工作电压 6v-36v，输出信号高电平略低于电源电压，方向性最好，可以灵敏地检测到障碍物的出现。扫描半径小，即使障碍物离两管连线只有 1cm 也不会反应，只有当物体完全进入光电开关头部围成的圆柱内时，才会出现反应。并且其安装不会受到环境的影响。同时检测距离很长，两对管理论上最大检测间距为 5 米，但是实际中由于两管未固定，所以如果距离很大，一旦出现很小的抖动便会使得对管未处于同一直线上，使对管无法正常工作。所以但是对射型光电开关分为发射器和接收器，所以连接电路较另外两个比较麻烦。

##### **2) 漫反射型光电开关**

工作电压 6v-36v，输出信号高电平略低于电源电压，可以较为灵敏地检测到障碍物的出现，但是容易受到环境的影响，即环境反射了其发出的光信号被其接受，使其处于一直接受信号的状态，从而不能正常工作。并且漫反射的理论检测距离只有 30cm，在实际中更小，适合近距离的检测。但是漫反射型光电开关只有一个部件（发射器和接收器设置在一起），连接电路较为容易。

##### **3) 镜面反射型光电开关**

由于工作电压与前两者均不同，且使用方法较为复杂，接线端口也与平常不一致，所以目前正处于研究状态中，还未测试。

经过上述测试，考虑到需要实现人数检测的功能，我们目前决定使用两对对射型光电开关。该人数检测系统选用迈得豪对射式光电开关，其特性参数见附录。

### 3、硬件电路的设计

本阶段主要完成单片机最小系统板的搭建，12864 输出，24c16 芯片的输入与输出，键盘输入以及时钟芯片 ds12c887+输入输出的工作。系统原理图如下

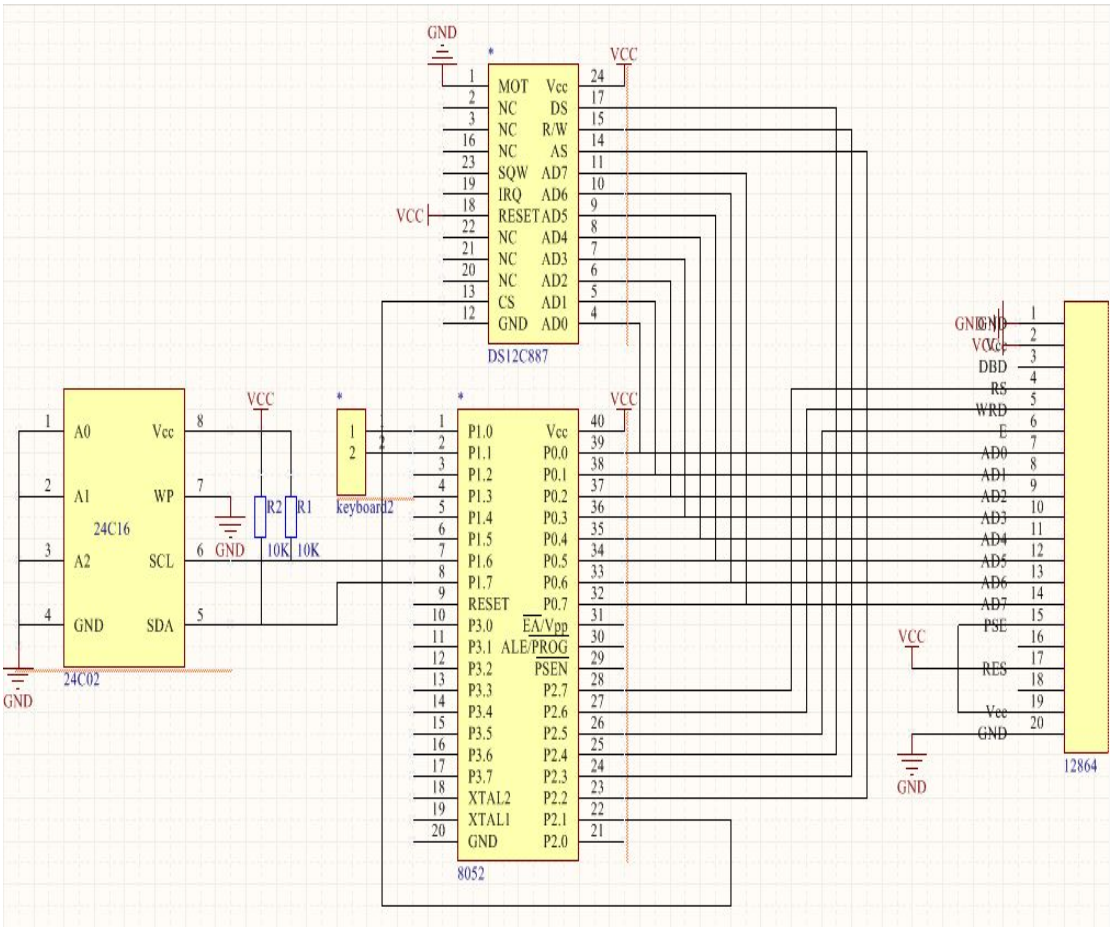


图 4 系统原理图

### 4、24c16 的存储结构

前十位第一位存储当前人数，第二位存储当前记录数（记录指针）。剩余八位预留做其它用途。从第十一位开始存储通行记录信息，一条记录信息占 8Byte，分别是月份、日期、时、分、秒，系统反应状态以及一位预留位。记录与记录之间没有间隔。其中记录指针指向最新一条记录的地址，这样，在点开记录页面时可以方便地将最新的记录放在最前面。

## 5、主函数工作流程图

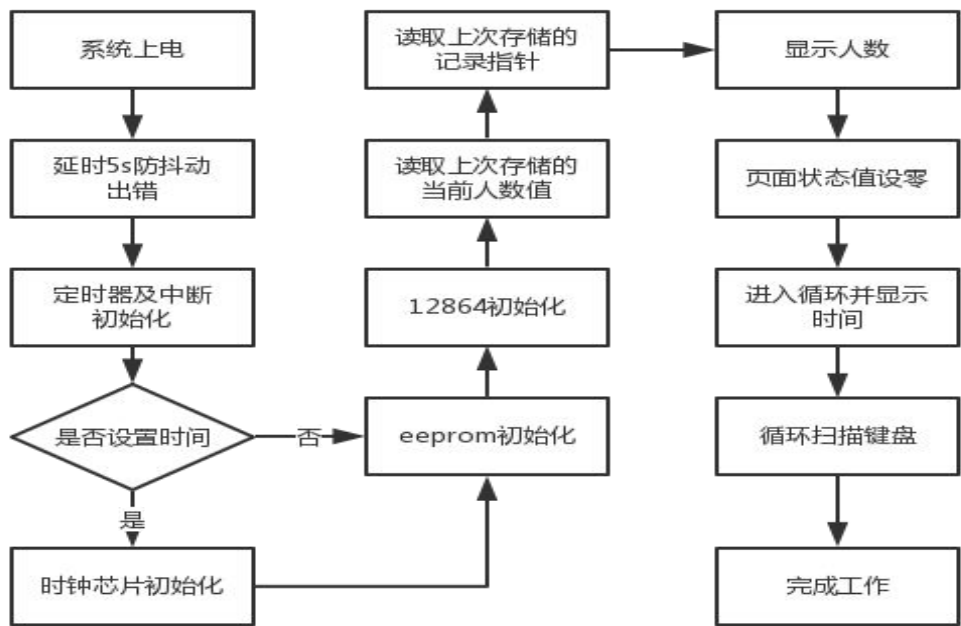


图 5 主函数工作流程图

## 6、显示屏输出界面及功能

开机启动界面会显示时间，时间的下方是当前人数。当有检测到人通过时会在人数下方显示系统的应答情况（分为 IN，OUT 和 FAIL 其中 IN 表示有人通过，OUT 表示有人走出，FAIL 表示系统受到扰动或有人通过但未检测出来），如图一。



图 6 输出界面一

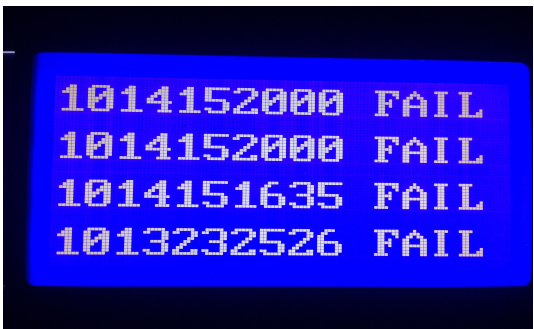


图 7 输出界面二



图 8 输出界面三

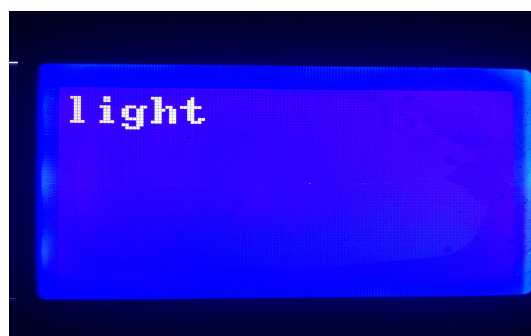


图 9 输出界面四

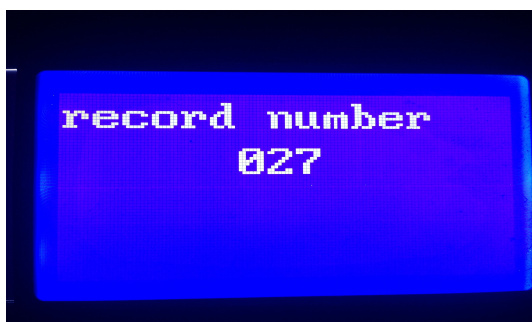


图 10 输出界面五

图二：单击按键 1，进入记录查看状态，可以看到最近检测到的行人通过记录，记录左边为进出时间，右边为系统状态如图二。

图三：在记录查看状态时，可以随时单击按键 2 退出并回到启动界面。如在启动界面单击按键 2，则可进入管理界面如图三。

图四：进入管理界面后首先看到的是当前室温（此功能还处于研发状态），再次单击按键 2 可以看到灯光管理界面（此功能还处于研发状态）如图四。

图五：再次单击按键 2 可以进入记录次数（存储芯片中存储的记录数量）查看界面如图五，在浏览管理界面时如果单击按键 1 可随时退出并回到启动界面。

## 四、遇到困难及问题解决

1、有一段时间人数检测在数码管上总是出现不显示数字的情况，这个问题大概困扰了我几个小时的时间，后来发现是在判断是否有外部中断之后还要有一两毫秒的软件防抖时间，否则系统会因为光电开关的抖动而不停地触发中断，然后再停止，再中断，循环往复，不能够显示数字。数组只能显示 256 位，当选取一个记录每个光电开关 200 个点的时候，发现光电管 B 的数据总是在 56 位之后显示高电平，无论真实的电平如何。起初以为是开发板的 P3<sup>2</sup>P3<sup>3</sup> 接口处有问题，用万用表检查之后未发现问题。后来认为可能是单片机的 P3<sup>2</sup>P3<sup>3</sup> 引脚坏了，所以换了一个单片机，同时将软件内部的 P3<sup>2</sup>P3<sup>3</sup> 程序颠倒了一下（因为是对称的，所以可以通过这个找到错误的地方）但是问题依然没有得到解决。所以最后从软件方面找问题，最后发现，在这款单片机中定义 xdata 最多只能有 256B，如果再定义更多的 xdata 就会出现错误。最终找到错误于是选择了更少的点数。

2、在进行单片机模拟 i2c 总线通信的实验中，写完模拟通信的函数之后导入到单片机中，但并未出现掉电数据保护的功能，最后排查问题发现是因为写字节函数中少写了几个应答函数。所以在写这种代码量较大的函数时，应该在每一步都非常仔细，有必要的时候认真检查，不然会在最终调试的时候非常麻烦。

3、当发现单片机内能存储的数据并不是很多，而且目前的一些数据存在冗余占用内存的情况所以优化了数据形式。将同一时刻两个光电门的情况同时记录在一个字节内，这样就省去了一半的空间，同时由于每个数组在后期都出现了两个光电门均为高电平的情况，所以这部分数据的作用是可以代码来抵消的，所以就可以将这部分的数据删除掉，这样又省去了将近 20% 的数据。所以说，数据形式的优化起到了非常重要的作用。

4、最开始硬件系统是一套数据形式，而软件测试系统又是另外一套数据形式，所以直接通过光电门测试到的数据不能够直接用在软件的测试上面，所以还需要一定的转化过程。所以下一次遇到这种情况的时候，需要提前制定一套软件和硬件都适用的标准方便之后的工作。



## 五、简要工作总结

本阶段软件还是硬件的工作都较原来有很大的进步，基本上完成了系统人数检测终端方面的搭建并进行了相应的测试工作，总体上来讲还是比较辛苦，花费了大量的时间，但过程却比较充实，学习到了属于自己的东西。

未来工作的预期：

### （1）多种类、多数量传感器

如果想要实现更为精准的人数检测，需要多种类的传感器，不同的传感器有不同的优势，不同的方向，不同的传感器相互补充可能会出现更令人惊奇的效果。当然传感器的数量也需要在成本合适的基础上有所增加，可以预见到，在本组人数检测终端中多加如一组光电开关将会对检测人数有很大的支撑。

### （2）更强大的芯片

本组人数检测终端的芯片最初是 stc89c52，但是随着程序的一步一步复杂起来，需要存储的数据越来越多，并且需要的计算量也越来越大，需要得计算速度越来越快，所以原本的芯片已经无法满足这种方式人数检测的需要，所以经过一系列波折，最终选定 STC12c5A60s2 这款更为强大的芯片。但是，随着考虑情况的复杂，相信以后会需要更为强大的芯片（如学习并使用 arm），以适应更高的要求。

### （3）更优化的统计算法

目前使用的 k 近邻算法可以说是既简单又实用的一种算法，但是程序简单不代表操作起来就快，同时也有一些不可避免的缺陷需要其它的手段来补充。所以需要阅读更多这方面的书籍，试图找到更加完善的方法。

### （4）更优化的使用界面

目前的界面还比较简陋，还有许多可以完善的地方，所以今后的工作还要使用户界面更为友好。

## 六、参考文献

- [1]王 乾，何秋生，李晓云，张 森. 基于单片机的教室人数检测终端设计 [A]. 山西电子技术，2014（2）.
- [2]李航. 统计学习方法[M]. 北京：清华大学出版社，2012.

说明：

本文涉及到的 python 程序语言设计为计算机学院张子轩同学完成，光电开关的测试由杨周奕与赵炫同学共同完成，其余所有工作均为本人（杨周奕）独立完成。包括参考资料查阅、自主学习统计学习方法、k 近邻算法的研究与设计、适应人数检测的 k 近邻算法改进、自主学习单片机 c 语言编程与 matlab、单片机程序编写、matlab 程序编写、硬件的制作、硬件的调试、项目报告的撰写、答辩。

邱伟康同学为项目编写了一段规则式的单片机检测程序，但具体的测试出现在另外一份报告中。

## Ps 文章自评

我对自己最满意的地方是，通过对统计学习算法和人数检测的研究，算是构建出了一套理论和方法相结合的基础，比如既有 k 近邻算法的理论解释，又有生成程序记录集的完整方法。所以体会到了理论指导实践，又从实践中总结经验完善理论的科学研究方法。尽管理论和方法都不是很完善，但却可以非常容易地找到努力的方向。

其次比较满意的地方是在漫长的项目时间里坚持了下来，并获得自己的乐趣。项目一开始，并没有想到要如此深入地研究人数检测终端，只是想着赶快结题马上走人。但是慢慢地，我强迫自己让自己投入到研究中来，万事开头难，所以自己查阅资料并自学各种软件和技能，终于在学习中看到了一丝曙光，看到了原来事实竟然是这样有趣，所以就趁热打铁，在其它一些同学放弃治疗时埋头苦干，做出了一件让我进步十分大的事情。从这个项目中我又一次认识了自己，原来自己喜欢的事情，哪怕是再长时间也不会厌倦。

但是在写整个报告的时候总是想把自己完成了什么完全表现出来，但是在某种程度上忽视了读者的感受，所以整个报告在具体的逻辑细节没有把握的很好。同时，由于在做测试的时候由于效果非常满意，所以胜利冲昏头脑，忘记记录了重要的数据，忘记截重要的图片。我想，实现了这两点我的报告水平能够上一个新的台阶。

继续加油吧！