

黑板抓拍器产品报告

组长：冯绍庭 520021911362

组员：徐天琪 520021911354 安鲁冀 520021911357

华崇晔 520021911363 黄汇杰 520021911364 李瑞彬 520021911365

单位：上海交通大学 日期：2020.12.24

一、项目背景

1. 问题描述

在高强度、快节奏的大学学习中，板书资料的不完整是学生的一大痛点，给课后巩固、考前复习带来了许多不便。常用的两种记录方式各有缺陷：笔录受限于学生的记录速度和对板书的及时辨别能力；拍照受限于部分课的相关规定和手机开锁、调焦的速度，且照片质量不足。而最大的缺陷在于两者都会使学生无法将全部精力集中于听讲。因此，我们希望制作一个可以自动准确拍摄板书并扫描处理以提高笔记易读性的小型可伸缩摄像设备。

2. 需求分析

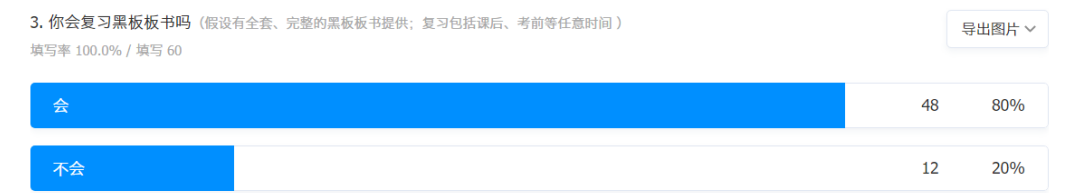
受限于传播途径，本次数据的采集对象主要来源于上海交通大学的大一新生，共收集 60 份样本。



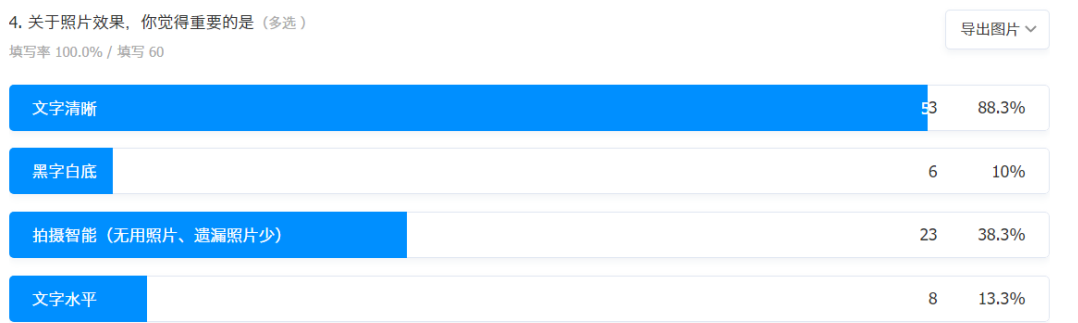
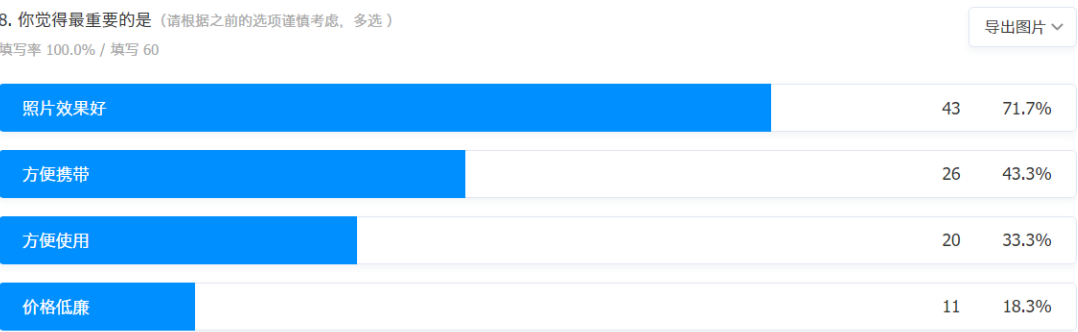
手机是目前学生记录板书的主要渠道。



学生群体中确实存在来不及拍板书的问题。



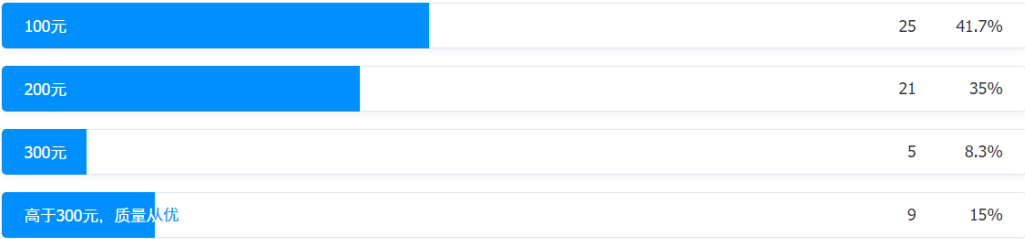
学生对完整板书存在切实需求。



7. 你能容许的价格上限是（假设功能均以实现）

填写率 100.0% / 填写 60

导出图片



本产品最重要的是实现照片的完整、易读，其次应做到携带体积较小，多节课续航。价格要素暂不在考虑范围，目标压至 200 元内。

3. 项目目标

优 先 级	目标	目标规格	底线规格
1	图片清晰度	高清	无明显颗粒
2	信息完整度（保存板书/实际板书）	>0.9	>0.7
3	有效图片比（有用图片/用户获得图片）	>0.7	>0.5
4	运行时长	>10h	>2h
5	价格	<200 元	<500 元

4. 同类产品比较

市场上目前不存在功能重叠的同类产品。为了达成自动、无遗漏的核心功能，最接近的产品为手机的摄像功能，然而常用的高清录像超过 10 分钟会导致手机过热，手机本身的内存、电量也不支持 1 小时以上的录像，与本产品不构成竞争关系。

传感器：可用的传感器有红外检测、颜色检测、影像实时处理三种。红外检测优点是，器件功耗很小，隐蔽性较好，距离较远；缺点是易受干扰，灵敏度低。颜色传感器优点是灵敏度高；缺点是在弱光环境下不工作。影像实时处理优点是功能性、可操作性强；缺点是耗电高，代码难度大。

图像优化：对图像的识别和优化是当今未解决的世界技术难题（如验证码依旧是网络最常用的反爬虫手段），纯粹的文字提取至今没有成品。因此我们只能提高相机的性能，并搜寻一些开源代码对图片进行有限的优化。比较手机常用 app “全能扫描王”，摄像机至少要求能自动聚焦、像素超过 10w。

支架结构：常见支架有三角架式、夹式、箍式等。三角架式适应光滑平面，载重最大，较不稳定。夹式、箍式适应狭小地形，载重较小，更加稳定。

二、方案设计

1. 指标要求

名称	范围
高度	40-60cm
长宽	10-20cm
抗压能力	>1000pa
质量	<1kg
价格	100-500 元

2. 方案设计

在方案触发中，本小组将黑板抓拍器拆分为支架、主控、照片捕捉三大模块

1) 支架

方案一 支架立于桌面。利用伸缩杆及三脚（或四脚）架，架下端采用磁铁使其闭合时实现自锁。结构简图如图 1 所示。

方案二 放置在地面上。外形与方案一相同，采用更长的伸缩杆和更大的三脚（或四脚）架。

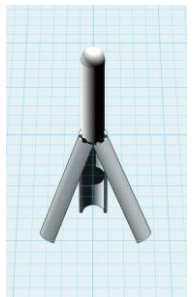


图 1 支架结构简图

方案三 夹在桌上。具体位置为两个座椅之间的空位处。位置如图 2 所示。夹子如图 3 所示。



图 2 夹式安装位置示意图

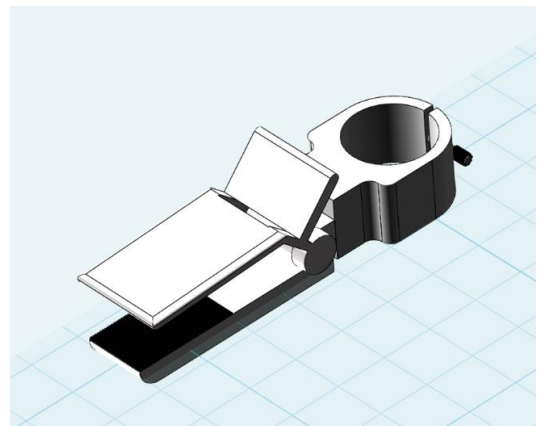


图 3 夹子结构简图

2) 主控

方案一 购买微摄像机头并且对其中的高性能处理芯片进行改造，烧入机器视觉部分软件。

图 4 烧录芯片过程图



方案二 购买 Arduino 相关模块，用 Arduino 软件编写程序，调用其他程序（如 OpenCV）的库。

图 5 Arduino 主板



3) 照片捕捉

方案一 将摄像模块接入 **Arduino**，于固定时间间隔拍照，将图片数据导入 **Arduino** 调用 **OpenCV** 库进行软件处理。当照片指定区域内白色像素相较前一张照片增多时，删去前一张照片保留后一张；当照片白色像素相较前一张照片减少时，对前一张照片进行图像清晰化提升等处理并保存，保留后一张。

方案二 将颜色传感器、摄像模块接入 **Arduino**，将颜色传感器对准黑板下部。当黑板上下移动时，颜色传感器检测到白色墙壁露出，通过 **Arduino** 传送信号给摄像模块来进行抓拍。

方案三 在黑板槽两侧安装激光接收器和发射器，一旦黑板擦离开黑板槽，接收器就会接收到发射器的信号，然后通过蓝牙发送拍照命令，**Arduino** 接受命令指挥摄像头拍照。

3. 方案比较

方案模块	方案名称	优点	缺点
支架	桌立式	放置稳固，便于放置与拿取，便于查看相机是否正常工作。	占用桌面空间。
	站立式	不占用桌面空间，放置稳固。	体积与质量大，难以携带，占据过道或其他空间，每次使用前都需调节支架，较费力。
	夹式	放置较稳固，基本不占用空间，小巧便携。	影响他人视野，拍照效果受他人行为干扰。
主控	芯片改造	照片清晰度有保障。外形美观。集成化程度高。	工作复杂，所购相机与程序间的兼容性未知。
	Arduino 连接	操作难度低，相关资料丰富，兼容性强。	封装性较差。
照片捕捉	白色像素检测	照片捕捉正确率高；与图像处理有重叠，无需额外传感器。	较为耗电；对代码编写有较高要求；移动黑板有干扰。
	黑板边缘检测	程序效率高，照片捕捉正确率高。	无法应用于不可移黑板，无法解决老师未移动黑板而直接擦除笔迹。
	黑板槽改装	拍照频次较低，可行性高，适用性广。	要求教师每次使用黑板擦后都要放到黑板槽；传感器每改变教室就需精准拆装，用户使用不便。

4. 最终方案

1) 支架

考虑到便携性的牺牲远不足以弥补稳定性的提升，舍弃站立式方案。出于通用性考虑，提高些许成本，结合桌立式与夹式。

2) 主控

综合考虑小组实力，功能的实现要求远大于美观的要求，选择 arduino。

3) 照片捕捉

综合考虑用户易用性，原件组装难度和代码实现难度，选择黑板边缘检测。

4) 图像优化

通过把所有拍摄后的图片导入到一个文件夹中，然后通过循环进行处理。包括：增加清晰度，提高对比度，轮廓提取。

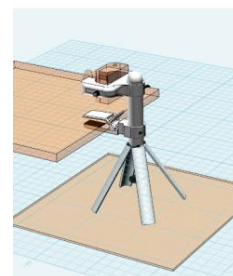
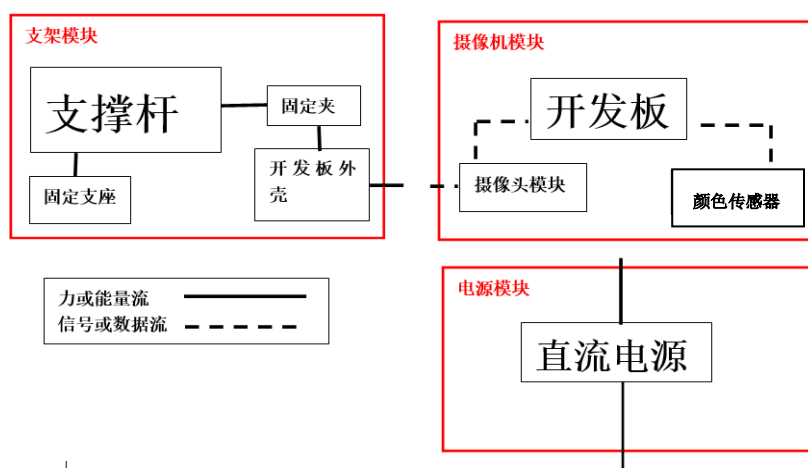


图 6 整体效果图

三、详细设计

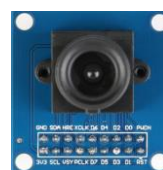
1. 系统结构



2. 各部分设计

1) 摄像头模块：

ov7670 摄像头模块模组
1.8v 60mw 30w 像素



2) Arduino 板：

基本板 2 块+IIC 转 GPIO 数字端口扩展板



3) 颜色传感器：

TCS230 颜色识别传感器模块
覆盖可见光频率



图 7-10 相关元件图

4) 外壳

亚克力板有机玻璃板：2.7mm 黑色，2mm 无色
无毒，抗挤压、抗老化能力强，质轻

5) 支架

手机直播拍照三脚架 金属材质 可伸缩
透明夹子 塑料材质



图 11

四、产品制作

1. 组装

- 1) 用导线连接 Arduino 板、摄像头模块、颜色传感器模块
- 2) 将程序导入 Arduino 板
- 3) 测量已连接部分尺寸，设计外壳
- 4) 外壳材料的激光裁切
- 5) 用工程胶固定外壳，支架与夹子

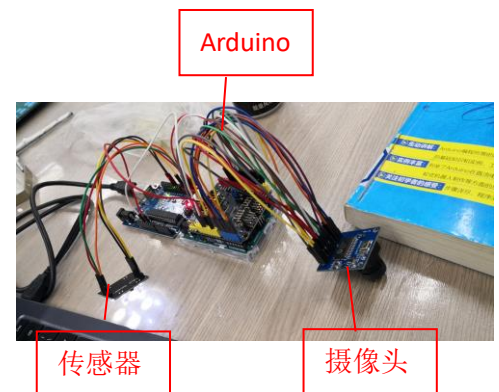


图 12 内部结构



图 13 整体结构

2. 测试

- 1) 颜色传感器功能的实现 测试最远距离：1m 超过 1m 后误报率大幅提升

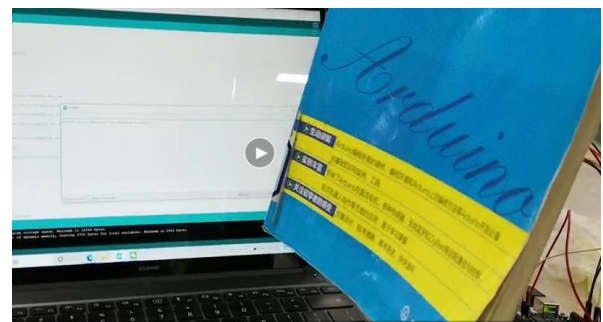
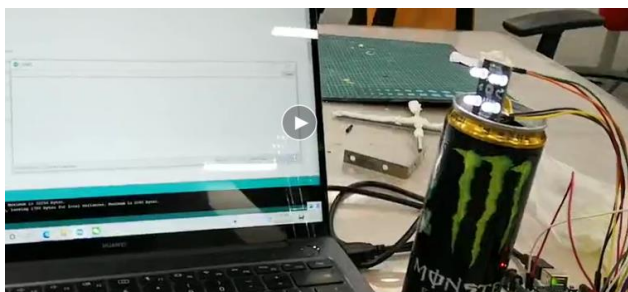
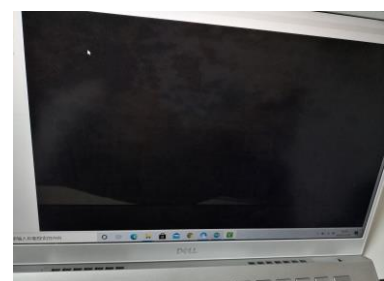


图 14、15 第一次测试记录图

- 2) 控制照相功能与照片导入电脑的实现
照片质量：清晰度通过，亮度待改进

图 16 摄像模块拍照结果图



3) 图像的优化

边缘提取：已实现 图像优化：受限于 opencv 方面代码能力，优化效果不明显

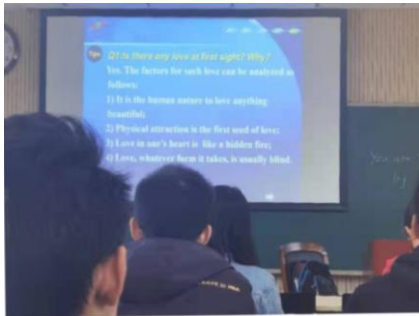


图 17 被处理照片原始图

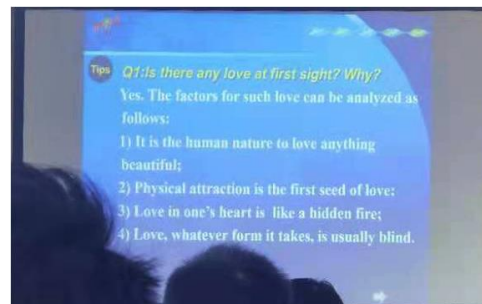


图 18 处理照片结果图

4) 结构的抗压 约 2500pa (载重 2.5kg)

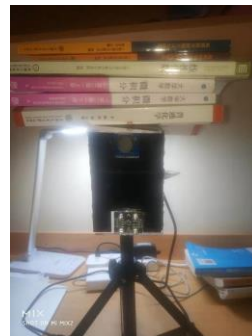


图 19 抗压测试图

5) 净重：0.7kg

收缩时高 45cm，展开时高度可在 40-60cm 间调节

重心高 15cm，重心稳定

6) 尚未解决的问题

受限于 Arduino 主板的 UNO 型号以及扩展板的信息不明确，传感器给出的信号无法直接传递给摄像头模块。（代码编译通过，运行中报错）

Arduino 摄像头模块拍照后的图片无法自动保存到电脑进行处理。

无自带电池，需要 USB 接口供电。

五、总结

目前，本项目已经实现了颜色传感器功能的实现、照相功能的实现，验证了外壳的稳定性与抗压性。在性能、数据传输、图像优化方面均出现了问题。

未达成预期目标的主要原因是：我们过于乐观地估计了软件的可移植性，Arduino 样板 UI 的易操作性，网络教程的渐进性以及组员本身的学习能力。

较易改进的部分为更加灵敏的传感器、性能更好的摄像头；可以期待的改进为购买功能更强的 Arduino 基础板以实现从传感器到摄像头的信号传输、改为使

用树莓派等硬件适配目前无法在 Arduino 中应用的软件程序以及解决供电问题。

不过，我们从中学习到了如何从无到有逐步实现一个工程项目的思维与方法，获得了宝贵的团队合作经验与自主学习经验。

六、致谢

感谢老师的思维培养，感谢老师、助教、**赵天予**学长对项目的技术指导，感谢学校的资金支持，感谢工程训练中心提供加工工具、场地、辅材等硬件设施，感谢互联网上开放的代码与课程资源。

七、附录

1. 团队分工

冯绍庭同学负责组织分工，Arduino 采购与编程、接线。

安鲁冀同学负责传感器采购与编程、接线，答辩。

华崇晔同学负责图片优化部分的代码编写。

李瑞彬同学负责外壳材料采购与制作、组装。

黄汇杰同学负责报告撰写，需求调研。

徐天琪同学负责 ppt 撰写。

2. 问卷链接

<https://wj.qq.com/s2/7741383/cf3d/>

3. 产品尺寸图（比例有偏差，以实际参数为准）

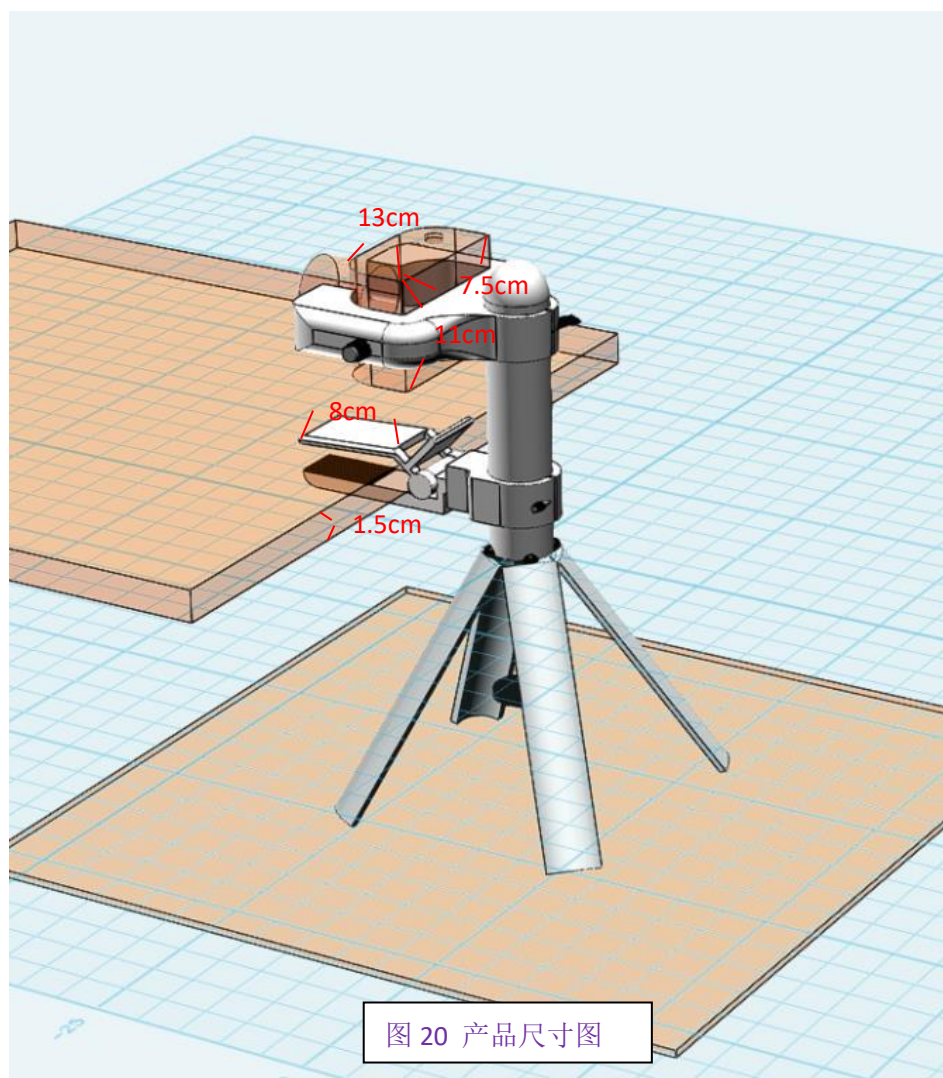


图 20 产品尺寸图

4. 价格

项目	价格(单位：元)
摄像机模块	50
颜色传感器	30
工具与 Arduino 基础板	工程训练中心提供
亚克力板	20
Arduino 拓展板	50
三脚架	50
运费（合）	40
总计	240