

2021 年全国大学生电子设计竞赛设计报告
竞赛选题：基于互联网的摄像测量系统（D 题）

基本信息

学校名称	南京航空航天大学金城学院		
参赛学生 1	席鸿键	Email	1506961729@qq. com
参赛学生 2	夏登民	Email	2964174901@qq. com
参赛学生 3	范天一	Email	1975970391@qq. com
指导教师 1	卞晓晓	Email	84172909@qq. com
指导教师 2	徐超	Email	27886700@qq. com
指导教师简介	卞晓晓，女，副教授，信息工程教研室教师。研究方向：通信与信息系统、嵌入式系统设计。徐超，女，讲师，信息工程教研室教师。研究方向：雷达信号处理		

基于互联网的摄像测量系统（D 题）

摘 要

本设计使用两个 USB 摄像头分别运行在两块树莓派上。以正交的方向朝向原点摆放，获取视频数据。利用树莓派进行编码处理，以 RTSP 视频串流的形式广播至交换机所在的互联网网络中。第三块树莓派作为终端节点处理前述两摄像节点生成的视频流数据，并通过 OpenCV 计算机视觉进行编程实现对曲线长度 L ，激光笔轨迹与斜边的夹角 θ 得出题目所要求变量值。所有信息最终通过 HDMI 显示器进行数据的展示。通过网络串流，实现了在摄像节点 A、B、以及终端接节点实时摄像视频的显示；实现激光笔轮廓的识别并红色方框实时框住，并追踪；通过对激光笔的视频流的处理实现了对线长 L 在 50~150 cm 的自动测量,误差小于 1 cm,测量时间 12 秒以内；实现了在特殊角度 0 度和 90 度的自动测量绳长；实现在 0~90 度角的一键启动测量的功能。

关键词：计算机视觉，视频编解码，多机以太网通讯，建模，互联网

摄像测量

一、系统设计方案主要内容

1、 设计方案工作原理

1.1 预期实现目标定位

- (1) 设计并制作两个独立的摄像节点，并可以显示拍摄到激光笔的运动视频。
- (2) 在终端显示器上可以分别和同时显示两个摄像节点拍摄的实时视频。在视频中可以识别出激光笔，并在视频中用红色方框实时框住激光笔轮廓
- (3) 测量系统在终端节点设置一键启动。从激光笔摆动开始计时，测量系统通过对激光笔周期摆动视频信号的处理，自动测量长度 l 。
- (4) 一键启动后，测量系统通过两个独立摄像节点的网络协同工作，能自动测量长度 l 。
- (5) 一键启动后，可以测量 θ ， $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 。

1.2 技术方案分析比较

(1) 方案 1 采用嘉楠耘智的勘智 K210 芯片

我们最初的构想是采用搭载 K210 芯片的 Maxibit 模块，利用一颗 OV2640 摄像头，一个 LCD 屏，和很多的硬件外设 GPIO0，采用内置卷积神经网络处理模块加速视觉的处理，利用 TypeC 可用于串口调试，TF 卡槽用于外插存储，Wifi 接口，32MB Flash 等。利用内置卷积神经网络处理模块进行高帧率的激光笔实时识别跟踪。

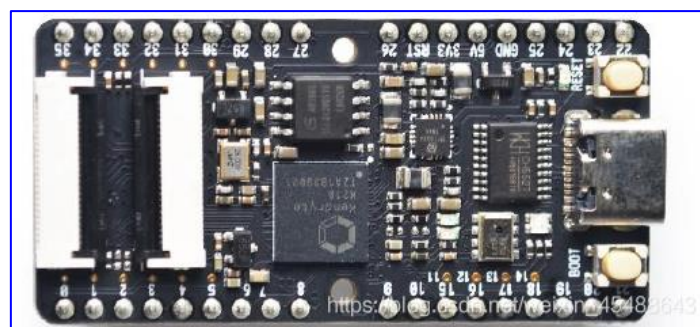


图 1 搭载 K210 芯片的 Maxibit 模块

(2) 方案 2 采用树莓派 4B 开发板

该开发板采用 ARM V8 指令集的 A72 架构的四核 CPU 芯片，树莓派的视频输出多样，支持 microHDMI 接口输出，分辨率可达 3840X2160。板载千兆以太

网接口 四核 1.5GHz 的处理器能够满足 ffmpeg 网路串流的性能需求。搭载的 UNIX 操作系统方便程序的测试和调用，同时具备 GPIO。

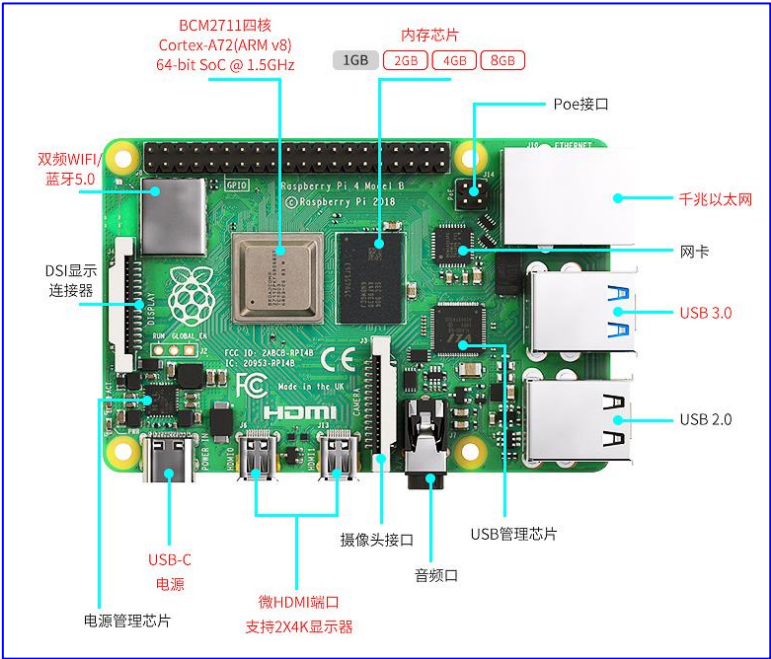


图 2 树莓派 4B 开发板

选择理由：

由于题目需要通过交换机进行视频数据的交换，K210 的 CPU 难以满足 ffmpeg 视频实时编码性能的需求，且缺少适配的以太网接口模块，虽然性能神经网络性能优越但为了节省开发时间便选择了**方案二**。

1.3 系统结构工作原理

将摄像头与树莓派交换机相结合，树莓派主要处理摄像头识别到数据，因单个 USB 设备只能被一个程序调用，所以采用串流的方式，将摄像头获取到的数据广播到节点所在的局域网中。让局域网内的所有设备及多个程序均可访问调用摄像头捕获的数据，而交换机负责局域网内的数据交换任务，HDMI 显示器则用于显示。

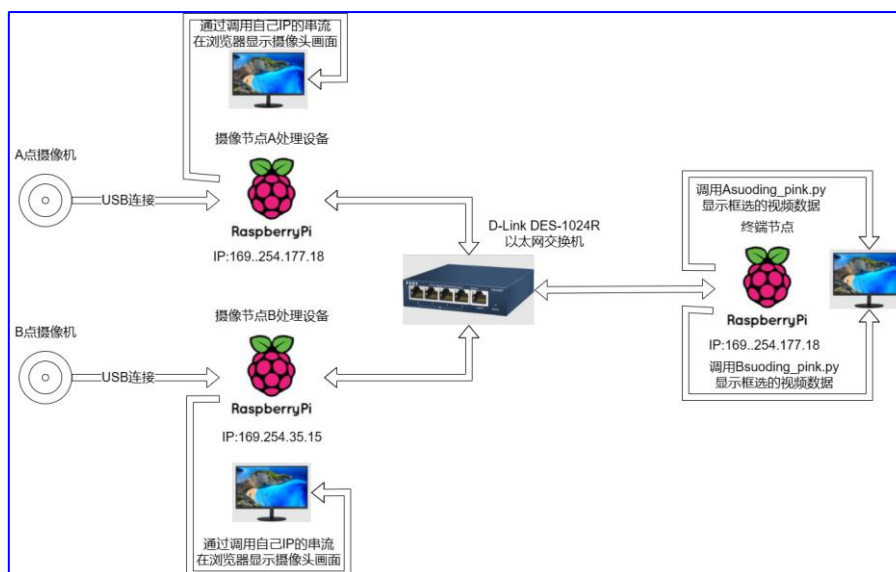


图3 系统总体结构流程图

1.4 功能指标实现方法

- (1) 通过 USB 摄像头捕获视频数据
- (2) 通过使用树莓派将补货的树皮数据以川流的方式广播到局域网中。
- (3) 在终端节点中调用 opencv 计算机视觉库对目标进行识别，实时框锁住激光笔。并实现长度的测量与计算。
- (4) 在 Gpio 口接按钮来设置终端节点的一键启动。

1.5 测量控制分析处理

(1) 模型的建立。

我们首先确定了笔长、线长、距离三个指标，以图 1 实验数据为基础，对笔——摄像头间的距离和线长进行研究。

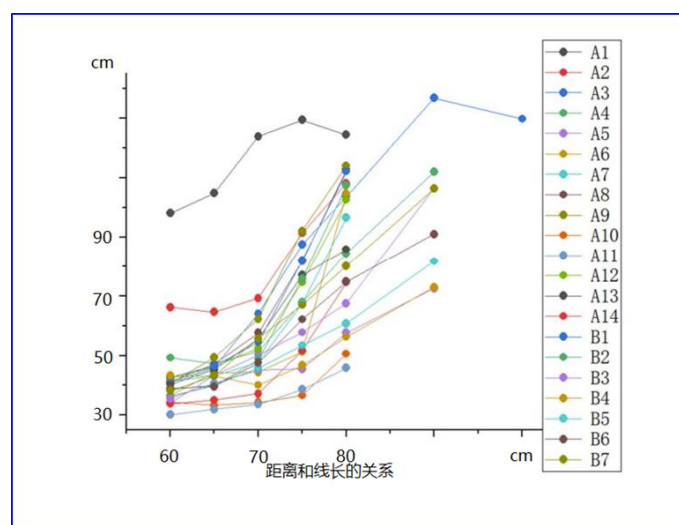


图4 使用 python 中的 NumPy 模块进行多项式曲线拟合

通过使用 python 中的 NumPy 模块进行多项式曲线拟合，确定合适次数的多项式，使得图 1 的数据完全拟合，并求得距离和线长关系函数。如图 5 所示。

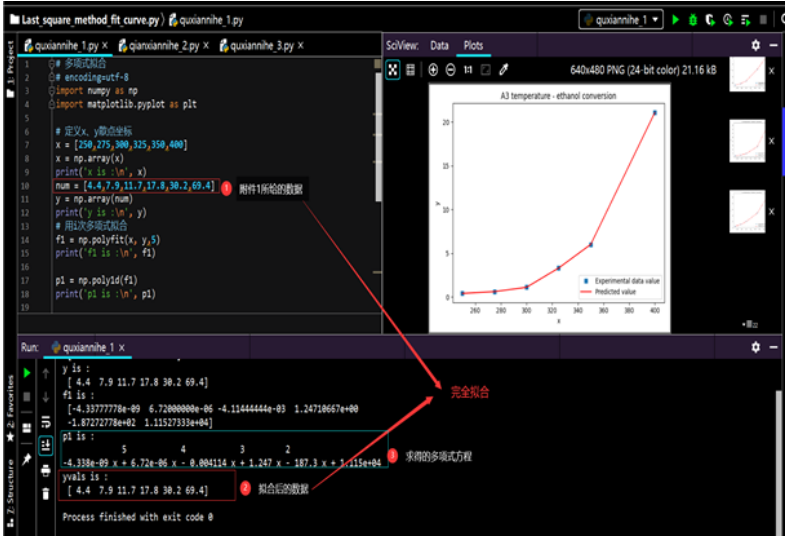


图 5 距离和线长关系函数

(2) 模型的求解

再通过 origin 进行拟合制图，对 21 组实验数据拟合。

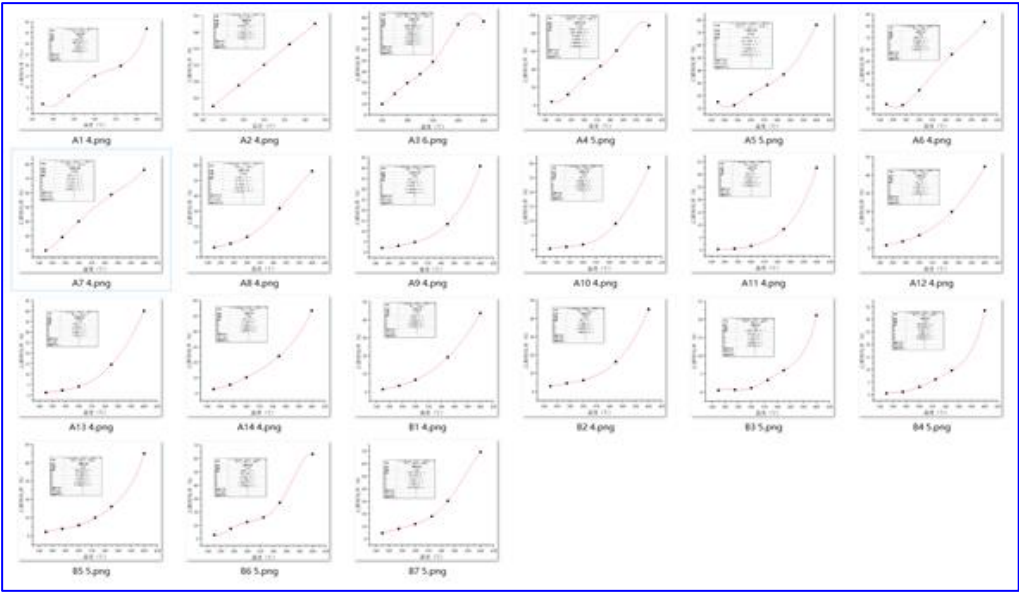


图 6 建模过程-数据拟合

$$f(x) \approx p_n(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)^2 + \dots + a_n(x - x_0)^n$$

通过分析 21 组数据，实验数据以高次多项式来表示接近函数均符合拟合后的曲线。

$$L=(Y_min[0]-479)*21/92 + 142.3087$$

2、系统软件设计分析

2.1 主要模块程序设计

摄像节点 Linux 程序	
start_stream.sh	开机创建 USB 摄像头串流服务
start_browser.sh	完成基本要求的(1)、(2) 开机自动采用浏览器打开串流地址的方式显示各自节点的摄像头的视野
终端节点 Linux 程序	
A.sh	调用 Asuoding_pink.py 挂在后台终端
B.sh	调用 Bsuoding_pink.py 挂在后台终端
gpio_service.sh	调用 gpio.py 挂在后台终端
start_processing.sh	将所有需要的服务放在此脚本内可开机自动执行
Download_chuanliu_X_5SECONDS.sh	通过 FFmpeg api 将摄像节点 A 的视频流编码为 h.264 的 MP4 文件，时长五秒钟
终端节点 Python 程序	
Asuoding_pink.py	开机在终端节点显示摄像头 A 的网络串流数据并追踪
Bsuoding_pink.py	开机在终端节点显示摄像头 B 的网络串流数据并追踪
gpio.py	按钮主程序，实现按钮调用每个题目的相应的 Python 程序

3、竞赛工作环境条件

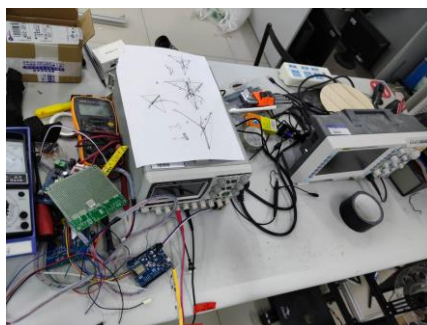


图 7 实验室工作环境

3.1 设计分析软件环境

(1) python 编译环境 pycharm

PyCharm 是一种 Python IDE，带有一整套可以帮助用户在使用 Python 语言开发时提高其效率的工具，比如调试、语法高亮、Project 管理、代码跳转、智能提示、自动完成、单元测试、版本控制。此外，该 IDE 提供了一些高级功能，以用于支持 Django 框架下的专业 Web 开发。其提供了一个带编码补全，代码片段，支持代码折叠和分割窗口的智能、可配置的编辑器，可帮助用户更快更轻松的完成编码工作。

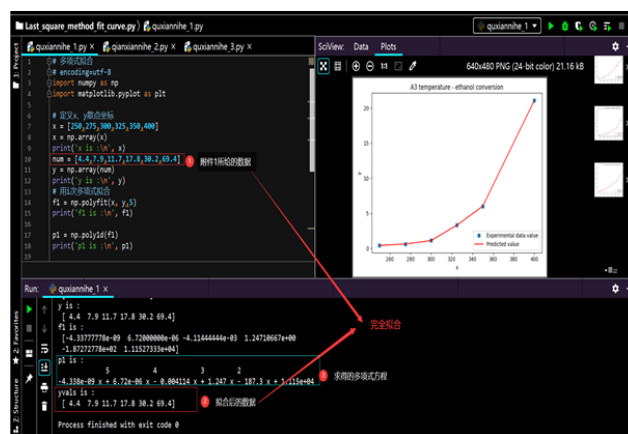


图 8 编程软件环境

(2) xshell SSH 软件

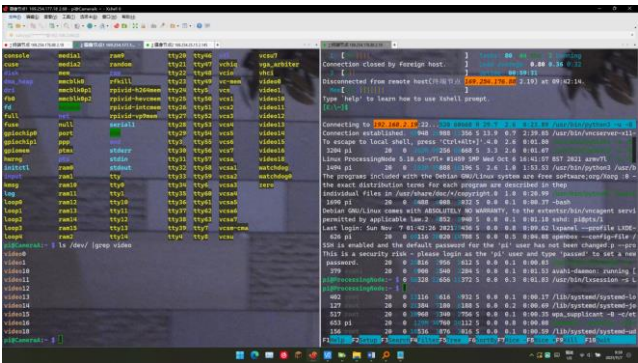


图 9 xshell SSH 软件

4.4 前期设计使用模块

树莓派 电脑 Python 按钮 led 交换机

表 1 树莓派各节点信息

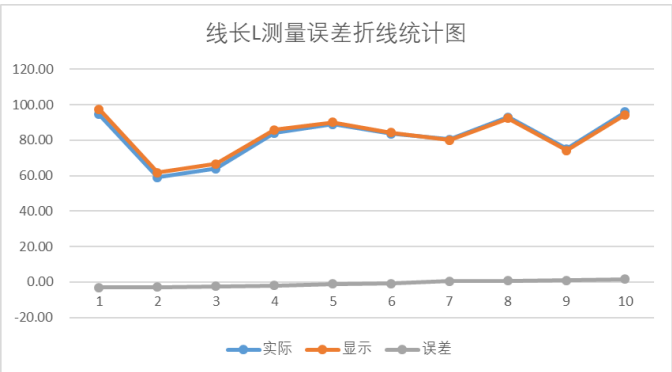
序号	ip	功能	账号	密码
1	169.254.176.88	终端节点	pi	raspberrypi
2	169.254.177.18	摄像节点 A		
3	169.254.35.15	摄像节点 B		

4、作品成效总结分析

4.1 系统测试性能指标

(1)线长 L 测量误差统计

实际	显示	误差
94.50	97.54	-3.04
59.00	61.79	-2.79
64.00	66.53	-2.53
84.00	85.92	-1.92
89.00	90.00	-1.00
83.50	84.29	-0.79
80.50	79.96	0.54
93.00	92.40	0.60
75.00	74.13	0.87
96.00	94.35	1.65
69.00	67.17	1.83



(2)角度 θ 测量拟合曲线计算

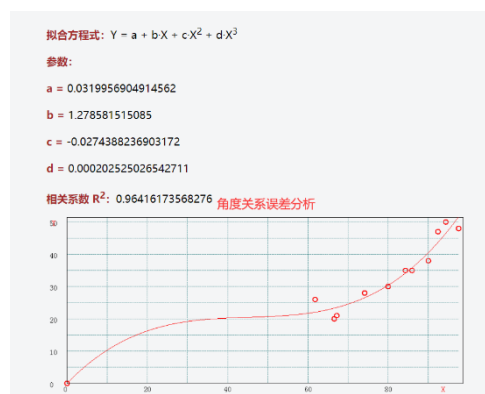


图 10 数据拟合信息图

4.2 成效得失对比分析

本次参赛作品在功能上都已符合赛题要求,总体上来说成功的;不足的是,因为时间有限,在作品完成的基础上并没有添加很多自己个性化的功能,在比赛结束后我们还会不断完善这次比赛的作品。

4.3 创新特色总结展望

在这次电子设计竞赛中,我们组用很快的时间确定下来题目并进行明确的分工,各自负责好自己的任务,而且许多东西都提前准备了,比如舵机模块、超声波模块,比赛开始后,我们就没有在这些方面浪费过时间。在装箱和接线方面,我们也都提前做好了准备,极大的方便了收尾工作。在报告上,我们也提前准备了资料,理好了大致的框架,并且在比赛开始时,我们就列好了计划,让我们在以后的几天中有条不紊的进行工作。这次四天三夜的比赛,让我们也对日后参加各类学科竞赛奠定的扎实的信心。

5、参考资料及文献

- [1]周志勇.关于图像处理与图形识别技术的发展及应用实践[J].网络安全技术与应用,2020(06):144-145.
- [2]林耀海,杨泽灿,张泽均.结合图像和图形特征的原木轮廓识别[J].福建农林大学学报(自然科学版),2020,49(03):412-417.
- [3]刘军伟.基于 OpenCV 的图形识别系统设计[J].电子技术与软件工程,2019(21):60-62.
- [4]董炜.图像识别在物联网上的应用[J].电子制作,2018(19):85-86+93.
- [5]李慧.平面几何中基本图形的识别与应用[J].中学数学教学参考,2018(23):139-140.
- [6]何丽晶.圆来是你——识别基本图形,突破圆综合[J].数理化解题研究,2017(23):22-23.

- [7]Yan Meng,Yuding Fan,Yong Zhou,Nan Jiang,Mingyang Xue,Wenzhi Liu,Yiqun Li,Lingbing Zeng. Identification and comparative expression analysis of RIG-I and MDA5 in Chinese giant salamander *Andrias davidianus*[J]. Aquaculture Research,2020,51(11).
- [8]Xiaodan Wu,Yumeng Zheng,Yiming Che,Changqing Cheng. Pattern recognition and automatic identification of early-stage atrial fibrillation[J]. Expert Systems With Applications,2020,158.

6、附件材料

江苏赛区+D题+14467 电路接线图.pdf

代码整合.zip

作品照片：



作品及制作人员合照

