|  |  |
| --- | --- |
| **分类号 密级** | 校徽 |
| **UDC** |
|  |

本 科 毕 业 论 文

基于CAMSHIFT的自动瞄准系统

设计与开发

**学生姓名** 李智勤 **学号** 13090041031

**指导教师** 黎明

**院、系、中心** 工程学院自动化及测控系

**专业年级** 2013级自动化

**论文答辩日期** 2017年 6月 日

**中 国 海 洋 大 学**

基于CAMSHIFT的自动瞄准系统设计与开发

完成日期：

指导教师签字：

答辩小组成员签字：

基于CAMSHIFT的自动瞄准系统设计与开发

摘 要

|  |
| --- |
| 本论文提出了一种基于机器视觉的自动瞄准系统设计。该系统通过摄像头采集数字图像，使用CAMSHIFT、密度匹配、面积匹配、重叠匹配算法实现目标的识别与跟踪，进而控制由57步进电机搭建的二自由度云台实现自动瞄准，并能通过Android端应用实现远程实时视频传输、自动控制和手动遥控的无扰切换等功能。该系统对遮挡、噪声干扰有较好的容忍性，结合密度匹配、面积匹配、重叠匹配算法能够有效识别目标丢失，并在目标重新进入视野后继续自动瞄准。本论文详细论述了该系统核心图像处理算法的实现，介绍了基于EmguCV的PC端上位机的设计，介绍了基于STM32F407ZGT6设计的控制器的软硬件实现，介绍了Android端应用的实现，并验证了系统的性能。  关键词：自动瞄准；数字图像处理；EmguCV；CAMSHIFT； |

**Design and Development of Automatic Aiming System Based on CAMSHIFT**

**Abstract**

|  |
| --- |
| This thesis presents a design of automatic aiming system based on machine vision. This system acquires digital images through the camera, uses CAMSHIFT, density matching, area matching algorithm to identify and track the target, and then control the two-degree PTZ to achieve automatic aiming, and through an Android application to achieve remote real-time video transmission, automatic control and manual remote control and other functions. This system has robust noise and occ-lusion tolerance, and it is effective to identify the missing target by combining the density matching and the area matching algorithm, and then continue to aim when the target re-entering the field of view. In this thesis, the realization of the core image processing algorithm is discussed in detail. The design of PC software based on EmguCV is introduced. The hardware and software implementation of controller based on STM32F407ZGT6 is introduced, and the application of Android is introduced,then the performance of the system is verified.  Keywords: Automatic aiming; Digital image processing; EmguCV; CAMSHIFT |

目 录

摘 要 I

Abstract II

目 录 III

1 绪论 1

1.1 自动瞄准系统的意义及作用 1

1.2 基于视觉的目标识别与追踪算法概述 1

1.3 本课题的研究目的及意义 2

1.4 论文的主要工作内容 2

2 总体方案设计 3

2.1 系统技术指标 3

2.2 核心识别追踪算法选择 3

2.3 系统总体设计方案 3

2.4 系统硬件开发平台选择 4

2.5 系统软件开发平台选择 4

2.5.1 PC端软件开发平台选择 4

2.5.2 嵌入式软件开发平台选择 5

2.5.3 Android端软件开发平台选择 5

2.6 本章小结 5

3 系统硬件设计 6

3.1 硬件总体设计 6

3.2 电源选型 6

3.3 嵌入式系统电路设计 7

3.3.1 嵌入式系统电源电路设计 7

3.3.2 系统基础电路设计 8

3.3.3 MCU引脚分配 8

3.3.4 嵌入式系统外围接口电路设计 9

3.4 本章小结 9

4 系统软件设计 10

4.1 PC端软件设计 10

4.1.1 PC端软件总体设计 10

4.1.2 PC端软件UI设计 11

4.1.3 核心图像处理算法实现 11

4.1.4 Socket通信及视频传输实现 15

4.2 Android端软件设计 16

4.2.1 Android端软件总体设计 16

5 系统性能分析 17

5.1 本章小结 17

6 总结与展望 18

参考文献 19

致谢 20

附录 21

# 绪论

## 自动瞄准系统的意义及作用

随着信息技术的高速发展，军队信息化成为各国的军事技术的重要发展方向。自动瞄准系统作为信息技术军事应用的典型，有着人工瞄准无法达到的准确性、安全性，并且能够有效减少友军人员伤亡。此外，自动瞄准系统能够长时间稳定工作，无论是进攻还是防守，都能发挥出其巨大优势。

近年来，数字图像传感器的性能迅速提升，将数字图像传感器用于辅助、自动瞄准成为了一个重要的研究方向。相对于使用其他传感器的自动瞄准系统，使用图像传感器的系统获得的信息更多，使用范围更广。在不同的环境场合，只需更换特定的数字图像传感器即可。

## 基于视觉的目标识别与追踪算法概述

一个基于视觉的自动瞄准系统，其核心技术之一就是基于视觉的目标识别与追踪。国内外已经提出了大量可以用于目标识别与追踪的算法，广泛使用的包括:

1. 基于形状特征的识别。如SURF[1]、Hu不变矩匹配。
2. 基于颜色特征的识别。如颜色直方图匹配、反向投影法、CAMSHIFT[2]。
3. 基于目标运动的识别。如背景减法。
4. 基于机器学习的识别。如级联分类器[3]。
5. 模板匹配。

本设计中使用到的CAMSHIFT(Continuously Adaptive Mean-Shift)算法是在1998年提出的一种改进的Mean-Shift算法，通过迭代求矩的方式获得被跟踪目标的重心、长短轴等信息进行跟踪，当目标大小发生改变或者旋转时能自动适应并做出调整。

CAMSHIFT算法提出至今已有19年，在此期间有许多应用该算法的设计论文发表，同时也有大量结合kalman滤波等其他方法的改进算法被提出[4]。CAMSHIFT及其各种改良算法广泛应用于手势识别、目标跟踪等场合。相比较于其他基于Haar特征、Hu不变矩等特征匹配算法有明显的速度优势，更适合于视频图像的实时处理中。但其算法存在一定缺陷，当目标色调和背景色接近时追踪效果不佳；当目标发生丢失时，该算法不能正确识别并继续跟踪。

随着半导体制造工艺的快速发展，各种处理器的性能增长迅速，过去看来较为复杂的算法也有很大的实用价值。而一些相对快速的识别算法也在不断改进中提升识别效果，并在经济型应用领域得到大量应用。

## 本课题的研究目的及意义

目前国内外的军用自动瞄准系统开发都还在探索阶段，虽有少量研究成果，但因为价格过高或不够成熟，尚未有大规模列装的例子。

本课题旨在设计一个由上位机、二自由度云台、摄像头、移动端app组成的基于图像识别的自动瞄准系统，该系统应能通过摄像头识别出用户指定的一个与环境有不同色调的目标，并能通过控制一个二自由度的云台使得摄像头能够跟随目标运动，并评价瞄准的性能。用户需要时可实现自动控制和手动控制的无扰切换。系统采集处理的图像应能实时传输到移动端app上。

针对CAMSHIFT无法识别目标丢失的问题，本设计通过结合密度匹配、面积匹配、重叠匹配算法，使得目标丢失能够被有效识别，并能在目标重新进入视野时自动继续瞄准而无需人工干预，改善了系统的瞄准性能。

除此之外，由于该设计的核心识别追踪算法有较好的适应性，其潜在的应用场合包括但不限于：

1. 足球、篮球比赛球员跑动距离、热区图自动生成。
2. 无人机的目标自动跟踪。

## 论文的主要工作内容

本课题的主要工作内容包括：

1. 图像处理算法的设计与实现；
2. PC端图像处理上位机的编写；
3. 基于STM32F407的电机控制器的软硬件设计；
4. Android端APP的编写；
5. 二自由度云台的搭建以及系统整机调试；
6. 系统性能评估。

论文具体内容的安排如下：

第一章 绪论：阐述了自动瞄准系统的意义和应用价值，简单介绍了目前应用较为广泛的基于视觉的目标识别与追踪算法，介绍了本课题的研究目的及应用价值。

第二章 总体方案设计：对系统应达到的性能指标做出了说明，对核心识别追踪算法的选择做出了解释与说明，介绍了基于CAMSHIFT的自动瞄准系统的总体设计方案和结构框图。

第三章 系统硬件设计：

# 总体方案设计

## 系统技术指标

由于透视现象，图像传感器得到的图像中的目标随距离增加而变小，自动瞄准系统的精度也随之降低。为了便于观测和评估，本课题的瞄准精度使用瞄准稳定后瞄准中心与目标正对采集系统的横切面重心的像素点绝对差值来评估，该值越小，精度越大，在最大理想精度时像素点绝对差值为0。本课题设计应达到的基本参数如表 2‑1所示。

表 2‑1 系统设计基本指标

|  |  |
| --- | --- |
| 采集帧率 | ≥25 fps |
| 光照条件 | 100~150lux |
| 像素点绝对差值 | ≤5 |
| 瞄准范围 | 0°≤X≤180°，0°≤Y≤180° |
| 有效瞄准距离 | 0.5m~2m |
| 目标半径大小 | ≥10cm |
| 目标最大移动速度 |  |

## 核心识别追踪算法选择

针对绪论中提到的几种目前应用较为广泛的算法，编写测试程序分析发现：

1. SURF算法能够检测到大量特征点，当目标特征点和源图像中吻合较多时效果很好，但对于实时连续图像采集系统来说耗时过长。
2. 背景减法在背景环境较为稳定时效果良好，耗时短，资源占用低，但考虑到本设计的采集摄像头在工作中会发生移动，背景会有较大变化，该方法不适用于本设计中。
3. 基于Haar特征的级联分类器训练要花费大量时间，并且由于本设计中的目标有不确定性，该方法亦不适用于本设计中。
4. CAMSHIFT算法在目标色调与背景相差较大时效果较为理想，其耗时较短可以用于实时连续图像采集系统中，但不能分辨出目标是否丢失。

考虑到使用基于颜色特征的识别时间、空间复杂度较低，能够有效地保证系统的实时性，本设计将CAMSHIFT作为核心算法。针对CAMSHIFT算法存在的目标丢失无法识别、物体移动速度过快时效果不好的问题，本设计通过结合轮廓识别和密度、面积匹配、重叠匹配算法来改善其跟踪性能。

## 系统总体设计方案

由基本设计指标可知，系统对图像采集、处理帧率要求较高，因此设计将需要消耗大量运算资源的图像处理算法放在PC端， PC较为出色的运算性能可以保证系统处理的实时性。另外由于瞄准精度指标要求，系统对二自由度平台的电机精度要求较高，因此搭建平台的电机选用步进电机，通过嵌入式系统和步进电机驱动器控制电机转动。

结合性能指标要求，综合考虑成本、性能、开发难度，本课题设计的系统框图如图 2‑1所示。



图 2‑1 系统总体框图

## 系统硬件开发平台选择

本系统涉及到的硬件开发主要是嵌入式系统硬件开发，嵌入式系统的性能很大程度上取决于系统选用的微处理器。本设计使用的MCU为意法半导体公司的STM32F407ZGT6。STM32F4采用ARM Cortex-M4内核,内嵌硬件DSP单元和浮点运行单元,主频168MHz[6]，大量集成的片内外设能够有效减少开发成本和开发周期。

## 系统软件开发平台选择

由于本课题所需软件较多且运行环境跨多平台，选择合适的开发平台将会大大减少开发周期和开发难度。下面将对各平台软件开发选择做具体的介绍。

### PC端软件开发平台选择

考虑到本设计PC端软件需要大量使用图像处理算法和多线程、多窗口编程，开发语言选择C#/C++混合编程，结合开源计算机视觉库OpenCV、EmguCV能够有效减少开发周期。因此本设计使用Visual Studio 2015搭建的WinForm工程，工程框架基于.NET Framework 4.5.2，并添加了OpenCV、EmguCV为外部引用。

### 嵌入式软件开发平台选择

为了降低开发难度，本设计的嵌入式平台开发使用意法半导体公司提供的官方HAL库，版本V1.7.0，另使用FreeRTOS[5]作为实时操作系统以充分利用STM32F407的性能。IDE使用Keil uVision5，编译器版本V5.06 update 4，使用C99标准。

### Android端软件开发平台选择

Android端软件开发全部使用Java语言，IDE选择Android Studio 2.2.3， API级别23。为了测试应用的通用性，除在一屏幕分辨率为1920\*1600的实机上调试以外，还使用了Genymotion模拟器测试了多种屏幕分辨率下的应用使用情况。

## 本章小结

本章主要介绍系统总体方案的设计过程，介绍了系统的基本设计指标，继而根据该指标并综合考虑开发成本设计了总体方案，最后对系统的软硬件开发平台选择做出了说明。

# 系统硬件设计

性能良好的硬件是系统正常运行的基础。本章将在前文的基础上详细介绍本系统的硬件设计。

## 硬件总体设计

本设计搭建云台的步进电机选用57步进电机，配合可进行32细分的TB6600步进电机驱动器，电机每转需6400个脉冲，能有效提高控制精度并减少步进电机的低频振动和超调量。嵌入式控制系统通过USB与PC通讯后收集目标位置信息，进而计算输出量输出脉冲控制信号和方向控制信号至步进电机驱动器，控制电机转动。其中使用的云台和步进电机驱动器如图 3‑1所示。



图 3‑1 云台和步进电机驱动器

## 电源选型

本设计硬件部分使用到的电源有两种，分别是：

1. 步进电机、步进电机驱动器电源；
2. 嵌入式系统电源。

其中步进电机电源由步进电机驱动器给出，步进电机驱动器的供电电压范围为10V~42V，因此本系统的步进电机、步进电机驱动器电源选用了一款如图 3‑2所示的开关电源，其额定输出电压为，输出功率为。



图 3‑2 步进电机驱动器开关电源

嵌入式系统电源选用市面上常见的DC稳压电源，其额定输出电压V，额定输出功率。

## 嵌入式系统电路设计

基于STM32F407的嵌入式控制系统是本设计的核心组成之一。下文将详细介绍该嵌入式控制系统的电路设计。

### 嵌入式系统电源电路设计

STM32F407ZGT6的工作电压为3.3V，因此9V稳压源不能直接给MCU供电，本设计选用了集成的DC-DC稳压芯片LM1117-5V和LM1117-3.3V分别得到5V和3.3V的电压，为MCU及嵌入式系统板的其他器件供电，电路原理图如图 3‑3所示。



图 3‑3 嵌入式系统电源电路

### 系统基础电路设计

除电源电路外，系统基础电路还包括BOOT电路、时钟电路、复位电路、JTAG调试接口等。其中BOOT电路和时钟电路如图 3‑4所示，复位电路和JTAG调试接口电路如图 3‑5所示。



图 3‑4 BOOT电路和时钟电路



图 3‑5 复位电路和JTAG接口

### MCU引脚分配

MCU引脚分配如表 3‑1所示。

表 3‑1 STM32F407引脚分配

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Position | Name | Type | Signal | Label |
| 1 | PE2 | Output | GPIO\_Output | LED1 |
| 2 | PE3 | Output | GPIO\_Output | LED2 |
| 3 | PE4 | Output | GPIO\_Output | LED3 |
| 4 | PE5 | Output | GPIO\_Output | LED4 |
| 23 | PH0-OSC\_IN | I/O | RCC\_OSC\_IN |  |
| 24 | PH1-OSC\_OUT | I/O | RCC\_OSC\_OUT |  |
| 46 | PB0 | Output | GPIO\_Output | DIRX |
| 47 | PB1 | Output | GPIO\_Output | DIRY |
| 60 | PE9 | I/O | TIM1\_CH1 |  |
| 96 | PC6 | I/O | TIM8\_CH1 |  |
| 103 | PA11 | I/O | USB\_OTG\_FS\_DM |  |
| 104 | PA12 | I/O | USB\_OTG\_FS\_DP |  |
| 105 | PA13 | I/O | SYS\_JTMS-SWDIO |  |
| 109 | PA14 | I/O | SYS\_JTCK-SWCLK |  |
| 110 | PA15 | I/O | SYS\_JTDI |  |
| 114 | PD0 | I/O | GPIO\_EXTI0 | KEY1 |
| 115 | PD1 | I/O | GPIO\_EXTI1 | KEY2 |
| 116 | PD2 | I/O | GPIO\_EXTI2 | KEY3 |
| 117 | PD3 | I/O | GPIO\_EXTI3 | KEY4 |
| 133 | PB3 | I/O | SYS\_JTDO-SWO |  |
| 134 | PB4 | I/O | SYS\_JTRST |  |

其中定时器1和定时器8的输出通道1输出脉冲控制信号，DIRX、DIRY输出方向控制信号，另外为了方便调试，外接了4个按键和4个LED。

### 嵌入式系统外围接口电路设计

本系统主要使用到的接口电路包括USB接口电路和电机驱动器控制信号输出接口电路。系统中用到的USB为全速USB，应添加电阻进行阻抗匹配。在完全匹配的条件下，信号源的输出能量将会被终端匹配电阻完全吸收，不产生反射[7]。

由于电机驱动器识别的信号为TTL电平，高电平为+5V，而MCU控制输出信号电平为3.3V的CMOS电平，为了使控制输出信号被有效识别，选用74HCT245D进行3.3V-5V的电平转换，同时隔开步进电机驱动器和嵌入式系统电路，对嵌入式系统电路起到保护作用。其设计原理图如图 3‑6所示。

图 3‑6 接口电路

## 本章小结

本章主要介绍了系统的硬件设计，对步进电机和其驱动器选型作出了说明，具体介绍了电源和嵌入式系统电路的设计。

# 系统软件设计

软件设计是本课题的核心工作内容之一，本章将在第二章的基础上详细介绍各平台的软件设计。

## PC端软件设计

### PC端软件总体设计

本设计的PC端软件是组成统的最重要的核心，主要承担的任务有：

1. 用户交互；
2. 读取摄像头采集数据；
3. 识别并追踪目标；
4. 与嵌入式系统信息交换；
5. 建立Socket服务器，与Android端通信。

由上可知，其承担任务较为复杂，如果只使用单线程操作，除了无法发挥多核处理器的多线程处理能力，还有可能因线程阻塞导致UI线程响应缓慢甚至无响应，因此PC端软件设计为多线程程序。除去外部引用创建的线程，程序运行时可能会产生8个线程同时运行，其代码图如图 4‑1所示。

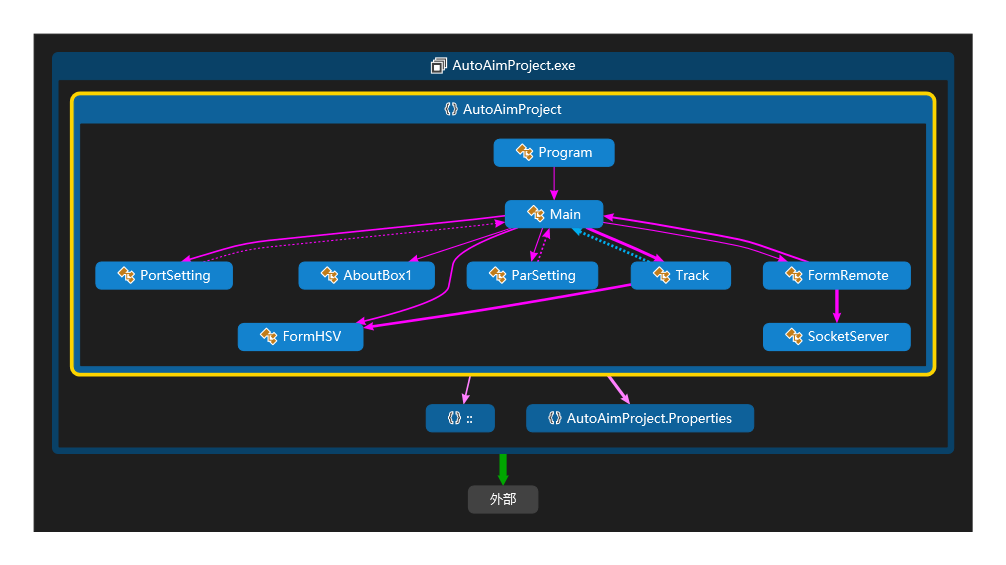


图 4‑1 PC端软件代码图

另由于运行平台为Windows 8.1 x64，为了充分发挥x64平台性能，程序生成为x64。

### PC端软件UI设计

设计通过多个继承自System.Windows.Forms.Form的窗口实现人机交互，其中包括：

1. Main类：包含多个ImageBox的主界面，实时显示采集画面及处理过程，用户可通过鼠标实现选择目标、控制瞄准工作启停等功能，如图 4‑2所示。
2. FormHSV类：用于设置图像处理过程的可调参数。
3. PortSetting类：用于设置与嵌入式系统交互的端口。
4. ParSetting类：用于PID参数调节。
5. FormRemote类：用于建立Socket服务器并设置相关参数、发送接收数据包。



图 4‑2 PC端软件主界面

### 核心图像处理算法实现

除外部引用外，设计的核心图像处理算法均以Tracking类实现，包含在文件Tracking.cs中。设计使用CAMSHIFT算法结合密度、面积、重叠匹配、实现目标的追踪识别和丢失检测寻回。在主线程创建后台进程ProcessFrame后，ProcessFrame将会创建Tracking类的对象objTracking，之后进入图像处理流程。进程ProcessFrame中有一些需要向主UI线程发送的数据，这种跨线程的数据调用设计通过委托实现。图像处理算法流程图如图 4‑3所示。



图 4‑3 图像处理算法流程图

由于设计时考虑到追踪的目标特征可能是肤色，同一人种人体肤色大致相同或接近，肤色检测结果主要受复杂背景下光照、亮度变化影响较大，所以需要选择与亮度无关、对光照的变化不敏感并且具有良好肤色聚类特性的颜色空间模型[8]。在HSV空间中，H分量对光照变化并不敏感，因此本设计中图像处理使用了HSV颜色空间。

在将采集图像frame转为HSV格式后，通过求取用户指定追踪窗口selection内的H分量直方图，可以获得目标H分量的分布情况。图 4‑4显示了在明亮的室内时，划分16个bin时脸部肤色的H分量直方图。



图 4‑4 脸部肤色直方图

在得到目标H分量的分布情况后，通过计算back-projection[9]，可以获得某帧图像中目标颜色特征的概率分布图。图 4‑5显示了根据肤色直方图求得的某帧图像的back-projection。可以通过图像直观地看出，肤色色块被有效地分割出来。



图 4‑5 根据肤色直方图求得的某帧图像的back-projection

在得到back-projection后，为了减少干扰并加快图像处理速度，设计使用MASK掩盖用户不关心的点。图 4‑6显示了根据用户指定SV分量值范围得到的MASK。使用MASK与back-projection求与，可以去掉大量不关心的点。



图 4‑6 根据用户指定SV分量值得到的MASK

经过前面的处理后，通过求取图像的矩可获得追踪窗口内的重心和旋转方向。若有一i行j列的二阶灰度图像矩阵，那么图像的零阶矩 的定义如下：



由定义可知，零阶矩代表了灰度图像的总质量。

一阶矩、的定义如下：





由一阶矩和零阶矩可以求出矩阵的重心：



在得到selection的重心后，移动selection使得selection的中心与上次计算得到的重心重合，重复这一迭代过程直到达到迭代终止条件，如达到限制次数或者移动距离小于指定值。

为了得到目标的旋转角度，可利用二阶矩、求得矩阵的旋转角。其中二阶矩、的定义如下：





可得矩阵的旋转角：



其中：



为使追踪框能够自适应目标因透视效应造成的在镜头中的大小变化，算法实现时尝试将追踪框selection长宽都扩大20个像素，再根据求得的旋转矩的长短轴确定新的追踪框。

当确定了新的追踪框且目标尚未丢失时，设计通过统计目标连通体面积和密度均值的方式寻找目标特征。一个二维连通体可以表示为一个包含n个二维点的集合：



若使用这个集合中点的个数n来表示这个连通体的面积，则该连通体的密度表示为：



其中表示处点的灰度值。

当发现求得的新跟踪框内目标连通体面积和密度均值不在给定范围内或新跟踪框过小时，判定为目标丢失。目标丢失后，系统将尝试从back-projection中寻找在给定范围内的连通体，并以此连通体的最小外接矩形为新的跟踪框，继续跟踪过程。由于目标丢失时云台停止运动，镜头内的非目标连通体面积和密度都较为稳定，因此误识别的几率大大降低。

### Socket通信及视频传输实现

在本系统中，PC端和Android通信是通过Socket通信实现的，其中PC端作为服务器端，Android端作为客户端。其中用到的SocketServer类包含在SocketServer.cs中。服务器UI线程创建服务器后台线程后，一个SocketServer对象server被创建，并在其构造方法中对用户指定的IP和端口创建TcpListener监听。Android端试图连接时，触发自定义事件ConnectCallBack，建立异步接收线程和异步发送线程进行通信，并保持连接直到一方断开连接。

与图像处理后台进程的跨进程访问方式不同，服务器后台线程和主线程数据交换是通过自定义事件实现的。相关事件均在ServerEventHandler中处理。

当Socket通信实现后，通过写入、读取流可以很容易地实现数据传输。在开发初期时，尝试了以直接传送定长bmp图像实现的视频传输，但由于bmp图像未经压缩，文件尺寸较大，在达到测试网络实际极限速度3.8Mb/S时仍会有卡顿。后采用压缩算法将图片压缩为jpg格式，但此方法压缩得到的图片长度不定，因此需要设计不定长传输协议。在该协议中，实际发送的数据前会有一包说明数据包长度和类型的包头，其定义如表 4‑1所示。

表 4‑1 包头定义

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 帧起始 | | | 数据长 | | | | |
| # | ! | # | 0~9 | 0~9 | 0~9 | 0~9 | 0~9 |

在发送包头后，再发送实际数据，即可实现不定长传输。

## Android端软件设计

### Android端软件总体设计

由系统总体设计可知，Android端主要的任务有：

1. 建立Socket客户端并接收服务器端（PC）传输的视频画面、文本内容并显示；
2. 远程控制系统自动、手动瞄准的切换；
3. 提供手动瞄准的用户交互界面。

由于显示内容较多，单一的Activity已经无法满足任务需求，因此Android端软件设计为包含SplashActivity和MainActivity的多界面应用，并在MainActivity中通过ViewPager和继承自PagerAdapter的MyPagerAdapter类实现文本、视频显示的滑动切换。

另由于Linux的权限访问控制，而程序需要使用到网络，申请一些网络相关的权限是必需的。表 4‑2给出了在AndroidManifest.xml中申请的权限及说明。

表 4‑2 申请的权限

|  |  |
| --- | --- |
| 权限名称 | 说明 |
| android.permission.INTERNET | 允许程序打开网络套接字 |
| android.permission.ACCESS\_WIFI\_STATE | 允许程序访问Wi-Fi状态信息 |
| android.permission.CHANGE\_WIFI\_STATE | 允许程序改变Wi-Fi连接状态 |
| android.permission.CHANGE\_NETWORK\_STATE | 允许程序改变网络连接状态 |

### Android端软件UI设计

SplashActivity设计为启动界面，主要显示应用信息。在启动界面消失后启动主界面MainActivity，主界面第一页设计为连接设置和文本收发，第二页设计为视频显示和遥控器界面。设计效果如图 4‑7所示。



图 4‑7 Android端UI设计

### Android端Socket通信实现

在本系统的通讯过程中，Android是作为客户端与PC端连接的。

# 系统性能分析

## 本章小结

本章介绍了参考文献的书写方式。强烈建议同学熟读本章4.5节，使用CNKI E-Study软件管理和插入文献，将大大简化文献书写难度，同时能够保证论文格式的正确性。

# 总结与展望

第1章 绪论

绪论中需要交代清楚以下内容：选题的目的和意义；国内外的发展现状；本文的结构和内容。

第2章 总体设计

第3章~第n章，对于设计中的模块进行详细说明

第n+1章 总结与展望

具体情参阅《规范》文档。

在完成论文后，应进行格式自查：

* 所有中文字体和中文标点，是否按要求仅使用宋体和黑体而无其他字体？
* 所有数字、西文字体和符号，是否仅采用新罗马体（Times new Roman）而无其他字体？
* 所有图、表是否居中？题注是否已套用“题注”样式？
* 所有表格是否采用开口或三线表？文字是否已套用“表中文字”样式？
* 所有正文内容是否已套用“论文正文”样式？
* 所有英文变量符号是否已经斜体？
* 文中还有超过3行的大片空白吗？若有请将后面的文字提上来。
* 所有参考文献的引用和标注是否符合要求？

当你能信心满满的对以上问题回答“是”时，就说明此论文的格式基本满足提交要求了。最后找同学翻阅一下你的论文，看看通篇是否还有语言不通顺、排版不美观的地方，如有请按要求进行修改。

参考文献

1. Bay H, Tuytelaars T, Gool L V. SURF: Speeded Up Robust Features[J]. Computer Vision & Image Understanding, 2006, 110(3):404-417.
2. Bradski G R. Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface[C]// IEEE Workshop on Applications of Computer Vision. IEEE, 1998:214-219.
3. Mita T, Kaneko T, Hori O. Joint Haar-like Features for Face Detection[C]// Tenth IEEE International Conference on Computer Vision. IEEE Xplore, 2005:1619-1626 Vol. 2.
4. Huang S, Hong J. Moving object tracking system based on CAMSHIFT and Kalman filter[C]// International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks. IEEE, 2011:1423-1426.
5. Barry R. Using the FreeRTOS Real Time Kernel - a Practical Guide[J]. 2010.
6. 廖义奎. ARM Cortex-M4嵌入式实战开发精解:基于STM32F4[M]. 北京航空航天大学出版社, 2013.
7. 晋晶晶. USB2.0中物理层接口的设计[D]. 北方工业大学, 2008.
8. 王鼎, 沈辉, 娄海涛. 一种基于H-CrCb颜色空间的肤色检测算法研究[J]. 计算机科学, 2012, 39(s2):223-226.
9. Xu M, Wang L V. Universal back-projection algorithm for photoacoustic computed tomography.[J]. Physical Review E Statistical Nonlinear & Soft Matter Physics, 2005, 71(2):016706.

注意，

* 参考文献10篇以上，至少2篇英文；
* 五号字，单倍行距。中文宋体，英文Time New Romans；
* 格式按照国标规范GBT-7714-2005执行，可参考第4章；
* 建议采用CNKI E-Study来规范参考文献的格式；
* 参考文献中采用英文的标点符号，参考文献末尾以“.”结束。参考文献需要在正文中引用。
* CNKI E-Study生成的参考文献字体和段落样式略有问题，需要按此部分再修改一下。

致谢

简述自己对本论文（设计）工作的体会，并对在课题研究和设计说明书（论文）撰写过程中曾直接给予帮助的人员（例如指导教师、答疑教师及其他人员）表示自己的谢意。

例：

衷心感谢导师×××教授对本人的精心指导。……，他的言传身教将使我终生受益。

感谢×××教授，以及实验室全体老师和同窗们的热情帮助和支持！

感谢×××同学在×××方面给予我的帮助。

感谢家人一直以来的支持。

本课题承蒙××××基金资助，特此致谢。

…

附录