

# 基于图像识别的色觉障碍群体辅助辨色软件设计与实现

严芳, 万超, 刘佳\*

武汉商学院信息工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年11月6日; 录用日期: 2022年12月6日; 发布日期: 2022年12月13日

## 摘要

世界上约有百分之八的人患有色觉障碍, 然而当今社会对这种色觉障碍并没有充分地重视, 大部分色觉障碍群体本身没有意识到自身存在的这个问题。色觉障碍主要表现为无法正常识别日常生活中的色彩或者对色彩的感知度较低。当前, 在医疗科技方面, 尚无完全治愈的方法, 科学研究在此领域涉足不深, 能让色觉障碍群体使用的辅助产品较少。本文借助图像识别算法设计实现了一种可供色觉障碍群体辅助辨色的APP软件, 色觉障碍群体可通过手机APP扫码对周围的色彩进行识别, 辅助色觉障碍群体对周围色彩的认知, 给生活带来一定的便利。社会上对色觉障碍群体的关注度较低, 可利用科学技术来提高色觉障碍群体对色彩的感知。

## 关键词

色觉障碍, 辨色, 图像识别, APP

# Design and Implementation of Color Identification Software for Color Vision Impaired Group Based on Image Recognition

Fang Yan, Chao Wan, Jia Liu\*

School of Information Engineering, Wuhan Business University, Wuhan Hubei

Received: Nov. 6<sup>th</sup>, 2022; accepted: Dec. 6<sup>th</sup>, 2022; published: Dec. 13<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

About 8% of the world's people suffer from color vision disorders, but today's society does not pay enough attention to these color vision disorders, and most people with color vision disorders are

\*通讯作者。

not aware of their own problems. Color vision disorder is mainly manifested in the normal recognition of daily life in the color or the perception of color is low. At present, there is no complete cure in medical technology, scientific research in this field is not deep, and there are few auxiliary products that can be used by people with color vision disorders. In this paper, we design and implement an APP software that can be used for color identification of color-impaired groups. Color vision impaired groups can identify the surrounding colors by scanning the code of mobile phone APP, which can help color vision impaired groups recognize the surrounding colors and bring some convenience to their lives. People with color vision impairment have less attention in society, so we can use science and technology to improve color perception of color-impaired groups.

## Keywords

Color Vision Disorder, Color Discrimination, Image Recognition, APP

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## 1. 研究背景以及意义

研究数据表明,世界上约有百分之八的人患有色觉障碍,且色弱人群占比较大,主要表现为无法正常识别日常生活里的色彩或者对色彩的感知度较低。而色彩与人们的日常生活及生产关系极其紧密:衣、食、住、行都无法离开色彩,无法正确识别色彩会对日常生活带来极大不便甚至威胁到生命安全,如红绿色盲患者无法正常识别红绿灯。在此通过软件设计的办法,辅助色觉障碍群体对色彩快速且准确地进行色彩识别。本设计使用手机 APP 调用相机结合图像识别算法完成生活场景、图片或视频中物体的颜色识别,用户可以根据自己的视觉情况对相机进行个性化调节,以达到更好的视觉体验。

## 2. 市场调研分析

### 2.1. 痛点分析

通过调查取样研究表明,部分色觉障碍是遗传性疾病,男性发病率较高,相对之下女性发病率略低一些,表 1 统计数据 2 表明近视人群更易患色觉障碍[1]。而对于部分既有色觉障碍又近视的人群来说,是有着极大生活困难的,市场上目前并未出现近视的色盲眼镜,这意味着近视和色盲色弱矫正二者之间是无法同时实现的。且戴色盲色弱矫正眼镜出门比较容易被遗忘,出行上解决问题的可能性较小。

**Table 1.** Comparison of incidence of myopia

**表 1.** 近视发病率比较

	总人数	近视人数	近视率
色盲色弱	293	155	52.9%
非色盲色弱	6515	2674	40.04%

### 2.2. 当前治疗发展分析

#### 2.2.1. 色盲矫正镜

色觉障碍的矫正以改善和提高色觉障碍人对颜色的分辨能力为目标。后天性的色觉障碍可通过药物

或者物理矫正可以达到较好的效果，先天性暂无最优解决方案，现在市场上针对色弱障碍群体的产品有色盲色弱矫正镜，但长期的佩戴易导致眼疲劳、眼睛痛等不良反应，可能会导致多种眼睛疾病。对于网上热卖一种色盲矫正镜的隐形眼镜，同时还会附赠色盲检查图谱和一副简易的测试镜。看似一戴就能解决问题，这里面其实是有猫腻的[2]。而许多眼部疾病依靠当前世界的医疗技术并不能完全根治，有的甚至影响其他的器官，且对身体造成的伤害都是不可逆的。

### 2.2.2. 色盲色弱的基因治疗

色盲分为先天性和后天性。先天性色盲是由于视网膜锥体细胞内的红、绿、蓝三种感光色素部分或全部缺如所致。先天性色盲是 X-性连锁隐性遗传疾病，色盲会遗传，会受父母基因的影响[3]。2021 年，AGTC 公司对开发的两种 AAV 基因疗法候选药物进行评估，分别针对 CNGB3 和 CNGA3 基因突变的 ACHM。该基因疗法旨在以 AAV 作为载体，携带功能完好的人类 CNGB3 或 CNGA3 基因，并通过视网膜下注射，使视锥细胞表达功能性基因，产生之前缺失的蛋白质来恢复视锥细胞的正常功能。有实验表明，在这两项试验的剂量递增部分中，ACHM 患者的畏光得到改善，提示有生物活性依据[4]。基因治疗已经在全色盲及其他遗传性视网膜疾病上取得突破，未来也将有新的成就有益于色盲患者。但是目前还处于临床试验状态，还不能完全确定其疗效与安全性，还存在着很多不稳定不安全因素。

### 2.3. 竞品分析

主要竞品是一款以数字图像处理为基础，辅以语音、导航等功能的智能手环，主要用于帮助色觉障碍患者解决出行途中识别红绿灯困难的问题。首先以数字图像处理技术为基础，对交通信号灯进行识别处理，再将结果发送给使用人[5]。将摄像头对准红绿灯，产品在进行图像采集后会进入图像处理阶段，预处理结束后对红绿灯定位、判定颜色，最终将结果发送给使用人。在图像处理这方面，它与我们的真彩视界有着异曲同工之处。但前者是需要依附于智能手环，后者是依附于智能手机。都是会以语音或屏幕显示来展现最后的色彩识别结果。前者主要针对色觉障碍群体无法识别红绿灯问题，而后者是针对整个色觉障碍群体的日常生活需求。后者功能更为完善，可通过相册上传、拍摄或动态识别三种方式对生活中的色彩进行色彩识别，更具多样性。并且当前，智能手机几乎人人不离手，如影随形。

### 2.4. 市场前景与创新分析

本 APP 使用到的图像处理技术是 OpenCV。它可以运行在 Linux、Windows、Android 和 Mac OS 操作系统上。它轻量级且高效，并提供了 Python、Ruby、MATLAB 等语言的接口，实现了图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法。

应用图像处理技术解决辨色障碍人群的出行问题，一方面发挥了图像处理应用面宽广的优势，另一方面又满足了社会上的不便群体对更好生活的要求。它的成本不高，带来的效果却十分明显，将会大大改善色觉障碍群体生活的不便。同时，这种技术的应用还会带来更多对此技术的研究，起到实践的检验作用，对于技术的进步和发展有很大意义

而我们的 APP 需要与依附于智能手机。根据 Strategy Analytics 的最新研究表明，截止 2022 年 10 月，全球至少一半的人都拥有智能手机，而且现在出门随身携带手机已经是一件非常普遍的事情，生活已离不开手机。因而，用手机 APP 辅助色觉障碍群体辨色是非常有潜力和巨大的市场的。

### 2.5. 主要研究内容

由于我们的世界是五颜六色的色彩组成，很多色彩的融合能带给人们视觉的冲击，不同的色彩都给人以不同的心理感受。色觉障碍群体眼中的世界类似于正常人看黑白照片一样，充满了细腻的明暗层次，

通过敏锐的明暗差异观察物体。色彩作为城市里的信息导视系统中最为直观元素，通常会使用色彩划分不同等级层级的信息，引导人们获取信息时的先后顺序，突出强调重要信息。因此在信息导视设计时，颜色的选择极为重要，但在色彩搭配上，设计师往往会忽略特殊群体——色觉障碍群体[6]。本文设计的 APP 主要为辅助色觉障碍群体感受生活的绚丽多彩，便利他们的日常生活。

随着图像处理技术的快速发展，以传感器和图像处理算法为核心的色觉障碍矫正方法正在逐渐得到应用。APP 通过将手机和摄像头进行一定的利用融合，作为色彩的传感器，手机摄像头硬件装置为辅助，且使用一定的软件算法来提高 APP 识别颜色的精确度。

### 3. 软件总体设计

#### 3.1. APP 需求分析

1) 功能上，真彩视界 APP 主要是对手机摄像头采集到的照片或视频流数据进行颜色区分，帮助色盲色弱人群认清颜色。同时，APP 端在后期将增加学习功能，以答题的方式一次又一次的刺激色盲色弱群体对颜色的敏感神经，从而提高用户的对比视觉能力。

2) 性能上，真彩视界 APP 进行颜色识别时需进行较多的复杂运算(如色度比对、噪点去除等)，尤其在对视频流进行处理的情况下，运算量成倍提升，这就需要我们开发者对代码进行优化尽可能减少用户手机的负担。

3) 技术难点上，由于现实生活中的颜色相当复杂，在颜色识别的过程中经常会受到光线、天气等的影响，这对开发造成了很大的困扰，所以需要优化软件算法使得程序达到一个不错的效果。

#### 3.2. APP 开发环境

##### 1) 运行及开发环境

目前主流的移动端操作系统有 Android 和 iOS，由于 Android 操作系统的开放性、开源性、完善和强大的开发工具的支持和用户的易用性等因素的综合考虑，决定在真彩视界 APP 设计中采用 Android 操作系统。

Android 的系统架构采用了 MVC 分层架构的思想，如图 1 所示。从上层到底层共包括四层，分别是应用程序层、应用框架层、系统库和 Android 运行时的 Linux 内核。

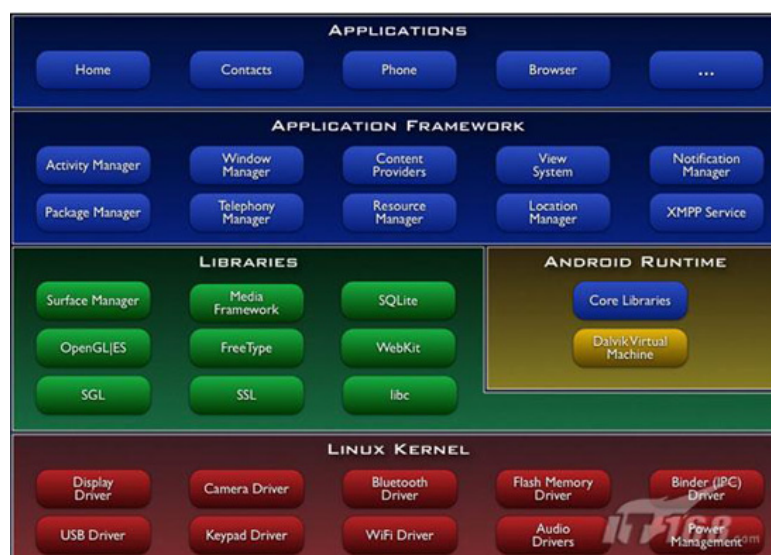


Figure 1. Android system architecture diagram

图 1. Android 系统架构图

### 2) 第三方库

本 APP 是在 OpenCV 的官方 SDK 的环境下开发的，OpenCV 是一个基于 BSD 许可(开源)发行的跨平台计算机视觉和机器学习软件库，可以运行在 Linux、Windows、Android 和 Mac OS 操作系统上。它轻量级而且高效，由一系列 C 函数和少量 C++类构成，同时提供了 Python、Ruby、MATLAB 等语言的接口，实现了图像处理 and 计算机视觉方面的很多通用算法。

OpenCV 用 C++语言编写，它具有 C++，Python，Java 和 MATLAB 接口，并支持 Windows，Linux，Android 和 Mac OS，OpenCV 主要倾向于实时视觉应用，并在可用时利用 MMX 和 SSE 指令，如今也提供对于 C#、Ch、Ruby，GO 的支持。

### 3) 开发工具

由于 OpenCV 的底层是用 C++语言编写，而在本 APP 中的安卓开发是用 Java 语言编写的，所以我们需要使用一些开发工具使得 Java 能与本地的 C++语言进行交互。

JNI，JNI 全名 Java Native Interface，即 Java 本地接口，作用是使得 Java 与本地其他类型语言(如 C、C++)交互，通俗点讲就是在 Java 代码里调用 C、C++等语言的代码或 C、C++代码调用 Java 代码。

NDK，NDK 全名 Native Development Kit，是 Android 的一个工具开发包，作用是快速开发 C、C++的动态库，并自动将 so 和应用一起打包成 APK，通俗点讲就是通过 NDK 在 Android 中使用 JNI 与本地代码(如 C、C++)交互。注意 NDK 是属于 Android 的，与 Java 并无直接关系。关于 NDK 的特点见图 2 所示：

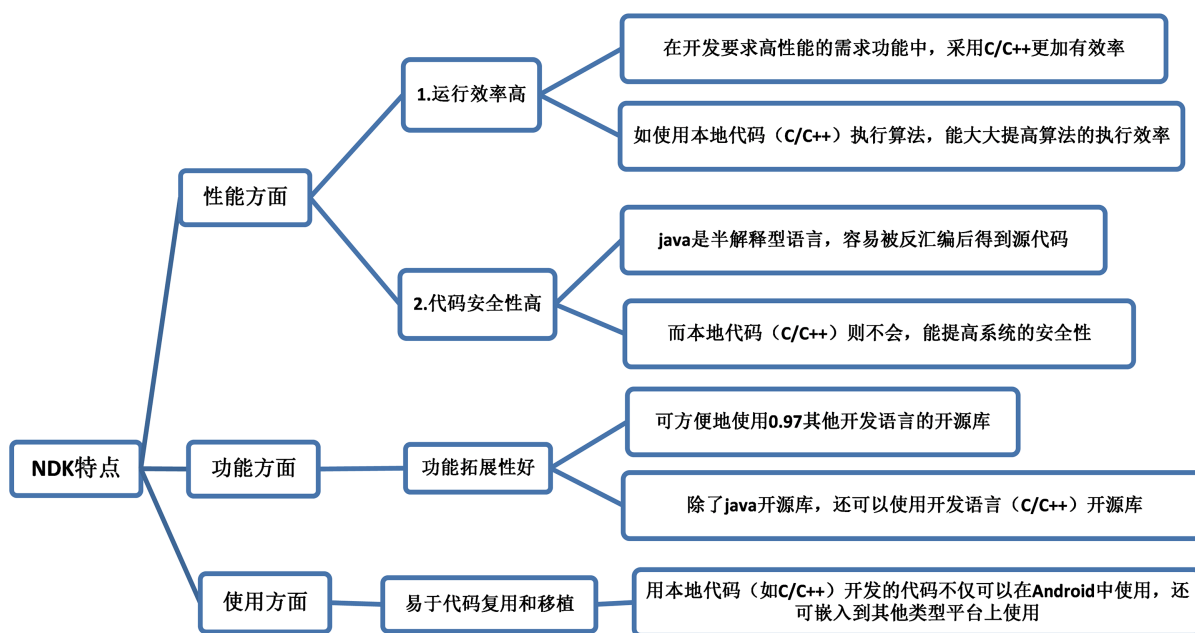


Figure 2. Features of the NDK  
图 2. NDK 的特点

### 3.3. APP 软件功能设计

真彩视界 APP 功能主要包括图片识别、视频动态识别和练习系统三个功能。后续会增加交流社区的功能。采用软件调用硬件相结合的方式进行软件的设计，以实现对色彩的识别。图 3 为软件的功能流程图。

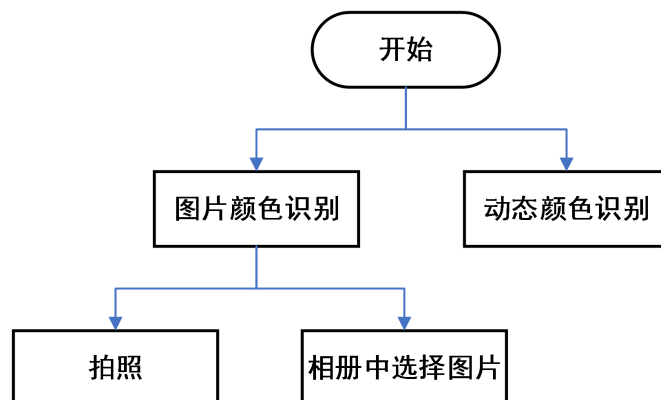


Figure 3. Software function flow chart  
图 3. 软件功能流程图

颜色识别算法分为以下六个步骤：

- 1) 预处理：获取图片 R 值和 G 值最高的像素点，以此为基准调整图片，减小相机误差。
- 2) 色彩模型转换：将图片转成 HSV 色彩模型。
- 3) 二值化：遍历所有像素点，根据色度、亮度、饱和度对图片进行二值化。
- 4) 去除噪点：通过膨胀操作和腐蚀操作去除噪点。
- 5) 轮廓描绘：描绘出二值图中白色部分轮廓。
- 6) 轮廓拟合：处理轮廓对应的点集，合并同属一条直线的像素点。

### 3.3.1. 图片颜色识别功能

用户可选择自行拍摄或通过手机相册上传至软件中图 4 示例，软件则以极快的速度对图片进行图像预处理，将 RGB 模型转换为 HSV 模型，并对图片进行滤波去噪点，再通过二值化算法对照片进行轮廓提取，用线条进行边框拟合，从而能够识别出物体的大致轮廓，从而更精确地完成对图片色彩的采集与识别[7]。

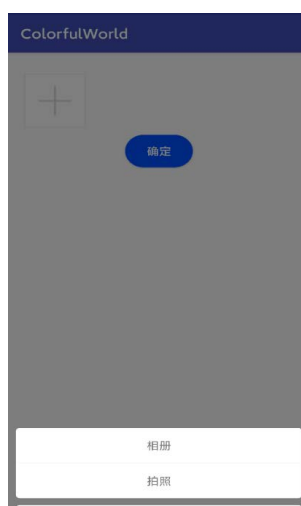


Figure 4. Upload picture interface  
图 4. 软件上传图片界面

点击上传界面的加号，便可以选择相册、拍照、取消。选择到相册时，规定了相册选择照片的一些属性。打开相册中所有的图片，最大的选择数量是 8，最少必须选择一个图片方可继续，最多可以有四

个照片一排，可多选照片，选中确定以后会进行结果回调。伪代码如下：

```

if 点击上传+号
if 选择相册
相册选择照片，点击确定，进行色彩识别
    //至少选择 1 张照片，至多选择 8 张照片，每排 4 张。后台进行预处理识别后，会进行反馈
elseif 选择拍照上传
会进入拍照模式，进行周围环境的拍摄，点击确定，进行色彩识别
    //对于图片拍摄效果不满意，可以选择删除，重新进行获取
else if 选择取消
会退回到最开始的主界面
    else if 选择动态识别
点击会自动进入识别页面，摄像头对着哪里，就可以识别其中的颜色
else 不进行其他操作

```

### 3.3.2. 动态识别功能

用户可通过动态拍摄至软件中。对采集到的动态流数据的色彩进行区分。对动态数据进行分帧处理，再进行识别算法分析各个帧数的色彩。可以满足用户不同需求。

在图像处理中，一般不会直接对图像进行 RGB 处理，因其与人类视觉的感知相差较大，易失真和周围环境的干扰，因此 RGB 并不能好好区分颜色。而 HSV 重新影射了 RGB 模型，也更有视觉直观性，常用于表示色彩空间，这就与软件所需要的技术非常匹配。其中 H 为色调、S 为饱和度、V 为亮度，H 和 S 用于表示颜色信息，图像像素的亮度 V 单独作为一个参数，故可直接忽略明暗度，只关心颜色，对于此时色彩识别轮廓勾勒的情况下，是非常适用的。

## 4. 系统测试

### 4.1. 软件页面测试

打开软件，首先看到的是欢迎界面，在此界面可选择图片颜色识别或是动态颜色识别，如图 5 所示。进入图片颜色识别后，可以在此界面选择调用手机摄像头立马拍摄一张照片进行识别，或是进入手机相册选择一张照片进行识别，如图 4 所示。进入动态颜色识别后，会调用手机摄像头进行动态的颜色识别。



Figure 5. Software welcome interface

图 5. 软件欢迎界面

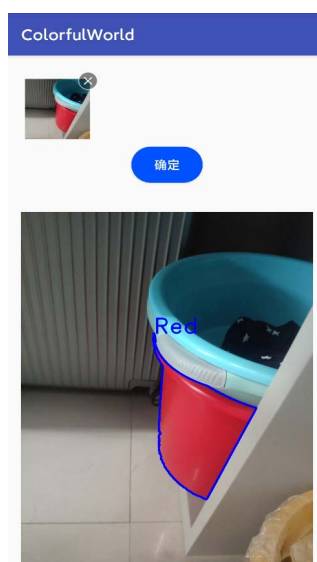
以下是关于软件测试页面功能按钮的测试用例，详情如表 2。

**Table 2.** Page function button test  
**表 2.** 页面功能按钮测试

测试用例	测试内容	预期结果
选择图片按钮	点击选择图片开始、点+号选择上传图片路径，使用相册上传	能够正常使用，无无法跳转的情况
选择图片按钮	点击选择图片开始、点+号选择上传图片路径，使用拍照上传	能够正常使用，无无法跳转的情况
选择动态识别按钮	摄像头旋转可以对准周围环境，进行动态内容识别	能够正常使用，无无法跳转的情况
选择图片按钮或动态识别按钮	使用相册还是摄像头或者动态识别功能	能够正常使用，无无法跳转的情况

## 4.2. 图片颜色识别测试

图片识别测试，用户可选择本地图片或拍照一张，选择完成后系统会调用识别算法读取图片中的相应的颜色并将其二值化，然后将二值化的图片去除噪点，然后再画出相应颜色的轮廓并将画好后的图片展示出来，让用户能更精确地识别颜色，方便色觉障碍群体使用。如图 6 所示。



**Figure 6.** Photo recognition  
**图 6.** 照片识别

以下是关于照片识别功能测试的测试用例，详情如表 3。

**Table 3.** Photo recognition function test  
**表 3.** 照片识别功能测试

测试用例	测试内容	预期结果
选择图片按钮	点击选择图片开始、点+号选择上传图片路径，使用相册上传	能够正确识别相册照片出红色与绿色部分，并进行轮廓绘制



**Cntinued**

选择图片按钮	点击选择图片开始、点+号选择上传图片路径，使用拍照上传	能够正确识别相册照片出红色与绿色部分，并进行轮廓绘制
选择图片按钮	使用相册还是摄像头功能	暂时无法识别出红绿以外的其他颜色

**4.3. 视频动态颜色识别测试**

视频动态识别，该功能主要是对手机摄像头采集到的视频流数据进行颜色区分，其实现原理是先将视频分帧，然后对每一帧进行图片识别的算法以达到动态的目的。识别过程中会对识别边框进行划分，并将识别后的颜色反馈用户，协助用户进行一定的处理。如图 7 所示。



**Figure 7. Video recognition**  
**图 7. 视频识别**

以下是关于视频识别功能测试的测试用例，详情如表 4。

**Table 4. Video recognition function test**  
**表 4. 视频识别功能测试**

测试用例	测试内容	预期结果
选择动态识别按钮	摄像头旋转可以对准周围环境，进行动态内容识别	能够正确识别相册照片出红色与绿色部分，并进行轮廓绘制
选择图片按钮或动态识别按钮	使用视频动态识别功能，进行场景颜色识别	暂时无法识别出红绿以外的其他颜色

**5. 结语**

通过以上对色觉障碍群体可使用的产品的研究和相关的市场调查，并通过设计开发手机 APP 辅助色觉障碍群体辨色是可行的，也能在更大程度上帮助到色觉障碍群体。但对于混合场景下的色彩识别在技术上、周围环境的安全性、软件的反应速度上还是有着极大的攻克难度。需要更加精确的识别算法来完成更为复杂的场景图片。目前软件已可精准识别出红绿两种颜色(红绿色盲占色盲群体基数最大)，并进行显示告知使用者，对于其他色彩的识别还在完善之中。在后续工作中，将工作重心提到图像识别算法和功能完善上。

**基金项目**

本篇论文获得项目编号为 202211654171 武汉商学院 2022 年度大学生创新创业训练项目《真彩视界》的研究资助。

---

## 参考文献

- [1] 白朝林, 张曼伦, 吴晓莹. 先天性红绿色盲、色弱与近视[J]. 实用眼科杂志, 1993(11): 54-55.
- [2] 网售色盲矫正器不靠谱[J]. 江苏卫生保健, 2019(4): 53.
- [3] 赵耕春. 红绿色盲成因的遗传学分析[J]. 生物学教学, 2021, 46(6): 74-75.
- [4] 欧莉, 刘飞. 色盲治疗的研究进展[J]. 科技视界, 2022(18): 78-80.  
<https://doi.org/10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2022.18.23>
- [5] 薛惠文. 基于数字图像处理为辨色障碍人群设计的智能导航手环[J]. 通讯世界, 2018(9): 210-211.
- [6] 于偲璠. 基于色觉障碍人群的信息导视系统设计研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京工业大学, 2021.  
<https://doi.org/10.26935/d.cnki.gbjgu.2021.000623>
- [7] 周倩, 王军, 王亮亮. 基于 OpenCV 轮廓逼近的 Android 简单图形识别[J]. 福建电脑, 2016, 32(2): 122-123.  
<https://doi.org/10.16707/j.cnki.fjpc.2016.02.064>