

# 北京邮电大学

## 本科毕业设计（论文）开题报告

学院	计算机学院	专业	计算机科学与技术	班级	2018211305
学生姓名	崔思颖	学号	2018211290	班内序号	27
指导教师姓名	康学净	所在单位	北京邮电大学	职称	副教授
设计（论文）题目	（中文）基于图像频域信息的颜色恒常性算法研究与实现				
	（英文） Research and implementation of color constancy algorithm based on image frequency domain information				

毕业设计（论文）开题报告内容：（主要包含选题的背景和意义；研究的基本内容和拟解决的主要问题；研究方法及措施；研究工作的步骤与进度；主要参考文献等项目）

## 1 选题背景、意义

### 1.1 历史背景

颜色的基本理论是由牛顿 17 世纪提出的，与光学、物理学等相关学科都有交叉与融合。随着电子计算机算力的快速发展,计算机视觉也随之发展起来。其中，颜色恒常性计算的研究逐渐成为研究的热点与难点<sup>[1]</sup>。颜色恒常性任务是图像处理领域中的基础任务，主要是基于光照与 RAW 图像之间的线性关系对图像进行色偏校正，通常用作多种高层视觉任务中的预处理部分，例如图像分割、图像分类、场景识别等。

### 1.2 国内外研究现状

当前，颜色恒常性的部分研究成果，已经被应用在视频监控<sup>[2]</sup>、物体分类<sup>[3]</sup>、物体颜色识别<sup>[4]</sup>等许多方面，但仅作为辅助手段，精确度还有待提高。颜色恒常性计算的实现方法可以分为以下两大类：第一类是通过对图像进行分析估计场景中的光源颜色，然后再使用 VonKries 模型将图像矫正到标准光源<sup>[5,6]</sup>。第二类不需要估计光源的颜色，只需要从图像中提取出与光照无关的颜色特征描述子<sup>[7,8]</sup>。目前大多数颜色恒常性计算算法采用第一种实现方法。

计算颜色恒常性的算法主要可以分为两类：基于统计的算法和基于学习的算法。基于统计的算法主要基于自然场景的某些统计假设，其中典型的方法是 WhitePatch<sup>[9]</sup>，该算法假定 RGB 通道的最大响应是由白色色块引起的。后来 Van DeWeijer<sup>[10]</sup>等人提出了统一的颜色恒常性计算框架，该框架统一了各种基于统计的算法，包括 max-RGB<sup>[9]</sup>，Gray-World<sup>[11]</sup>，General Gray-World<sup>[12]</sup>和 Shades of Gray<sup>[13]</sup>等。

随着深度学习的蓬勃发展，一些研究者提出使用卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN)解决颜色恒常性问题<sup>[14,15,16,17]</sup>。此类算法使用大量训练数据进行训练，数据集往往包括一张图像和这张图像所对应的全局光照颜色标签以及色板位置等有效信息，其中光照颜色标签用归一化后的 RGB 三通道颜色表示。此类算法在颜色恒常性问题上获得了较高性能。

由于拍摄场景复杂多样，例如光照的类型、方向、颜色等信息不稳定，颜色恒常性目前仍然是一个具有挑战性的问题。常见的颜色恒常性任务包括基于上述的统计方法、基于学习方法等。总的来说，基于统计的方法快速、易于搭载，但精度较低；基于学习的方法精度高、但受到拍摄设备限制，难以搭载。

## 2 研究的基本内容和拟解决的主要问题

颜色恒常性算法旨在消除 RAW 图像中由光照引起的色差，是计算摄影中的重要组成部分，为计算机高层视觉任务，例如图像分类、场景识别等提供基础。本课题拟通过对图像频域统计特征的研究，结合卷积神经网络结构，对现有算法进行优化，并提取相应的颜色恒常性系统，主要研究内容包括以下步骤。

### 2.1 调研相关数据集

我们将对应用于颜色恒常性任务的相关数据集进行广泛的调研，并对不同的数据集的质量和特点进行比较，从而选择合适的数据集进行应用。通常需要考虑的因素如下：

- ①图像的数量
- ②图像的质量
- ③标注是否准确,如是否错误标注
- ④是否足够一般化，如成像条件、光照条件、背景复杂程度等是否具有多样性。

### 2.2 颜色恒常性算法的复现与对比

近几年颜色恒常性计算研究是当前计算机视觉领域的热门研究课题。合理的研究算法，可以有效提高白平衡的效果。调研颜色恒常性任务的相关前沿文献，了解当前常用的颜色恒常性算法，对其进行复现是科研的开始。本课题将对近年来颜色恒常性任务的相关前沿文献进行调研，选择其中的颜色恒常性算法进行复现，并在相同的环境下进行公平对比。

同时，我们还需要确定衡量颜色恒常性计算方法的评价指标和统计量。颜色恒常性理论经过若干年的发展，对算法有效性与准确性的比较产生了多种评判方法。评价方法的好坏成为比较实验的重要环节。业界公认的颜色恒常性计算评估准则是角度误差，可由图像真实光源颜色和算法得到的光源颜色两个量计算得到<sup>[16]</sup>。角度误差的计算公式如下所示：

$$err_{angle} = \frac{180^\circ}{\pi} \arccos(\hat{e}_g \cdot \hat{e}_e)$$

其中， $\hat{e}_g$  代表归一化后的真实光源颜色， $\hat{e}_e$  表示算法估计的经过归一化后的光源

颜色。角度误差  $err_{angle}$  越小，光源颜色估计就越准确，算法的性能就越好。

由于一种颜色恒常性计算方法的性能不能由一张图像确定，因此需要对大量图像数据进行光源估计测试并采用统计量对算法进行评价。描述算法性能常用的统计量有 Mean(均值)、Median(中值)、Tri-mean(三重均值)、Best-25%和 Worst-25%。角度误差的分布往往是倾向于一侧的非对称分布，因此使用中值指标能够很好的描述光源估计算法的性能。均值指标平均了所有图像的估计结果，三重均值是综合考虑了中值和极端值的一项指标，Best-25%和 Worst-25%指标分别描述的是数据集中误差最小和最大的25%图像的误差均值。

在对算法进行复现之后，利用确定的评价指标和统计量进行指标对比。通过实验探究不同算法的特性和适用场景，并进一步分析其影响因素。

## 2.3 颜色恒常性算法的分析与改进

图像的频域以频率为自变量描述图像的特征，可以将一幅图像像元值在空间上的变化分解为具有不同振幅、空间频率和相位的简振函数的线性叠加，图像中各种频率成分的组成和分布称为空间频谱。在对比完不同算法的特征后，我们尝试对颜色恒常性任务对图像频域信息的影响进行分析。

图像颜色恒常性算法可分为静态算法、基于色域的算法和基于学习的算法，其中，基于学习的算法包括传统基于学习的算法和基于深度学习的算法。基于统计的方法快速、易于搭载，但精度较低；基于学习的方法精度高、但受到拍摄设备限制，难以搭载。且现有的颜色恒常性算法执行时间长，和用户交互性弱，与人眼识别结果有一定差距。且目前大多数神经网络识别的时候不够准确。本项目将基于频域信息特性，尝试对已有算法的卷积神经网络结构进行结合或改进，从而提出新的基于频域信息的颜色恒常性优化算法，将所提算法与前沿颜色恒常性算法进行比较，分析所提算法的性能，使其能更加准确、快速地得到识别结果。

## 2.4 颜色恒常性系统的实现

数字图像颜色恒常性算法应用范围较广，其作为图像处理的一般手段，可以用于校正其他计算机视觉算法的输入，也可以作为白平衡应用供用户使用。为了保证研究的实用性和易用性，开发一款 Windows 平台上的、可交互的图像颜色恒常性系统，以使用户进行后期的处理或分享。

# 3 研究方法与技术手段

## 3.1 研究方法

在设计的过程中，学习并掌握用频域统计对图像的特征进行提取，以及卷积神经网络结构在颜色恒常性问题中的应用，并尝试对现有的算法进行改进，使用 Python、C++ 语言编制程序。本项目将采用理论推导、算法设计和计算机仿真相结合的方法进行研究。

涉及到的主要研究方法总结如下：

#### 1、文献研究法

本项目研究的内容大部分为基于现有的方法做出改进，因此，需要参考大量文献，并对部分文献中提出的方法进行实现，在其理论基础和仿真实验结果上进行大量分析论证。

#### 2、理论分析法

一个成熟的颜色恒常性算法需要一套完善的理论来支撑，在设计和实现皮肤检测系统的过程中需要依据数学、概率论等学科的基本理论对颜色恒常性算法进行理论分析。

#### 3、实验研究法

本项目将对提出的所有皮肤分割算法进行实现，并测试其实际性能，然后依据实验结果做出方案改进。

### 3.2 技术手段

图像的频域以频率为自变量描述图像的特征，可以将一幅图像像元值在空间上的变化分解为具有不同振幅、空间频率和相位的简振函数的线性叠加，图像中各种频率成分的组成和分布称为空间频谱。这种对图像的频率特征进行分解、处理和分析称为频率域处理或波数域处理。频域中，由光照引起的图像色偏主要反映在低频区域。

卷积神经网络是一种前馈神经网络，它具有局部连接、权值共享、池化操作等特性，这些特性能够有效降低网络的复杂度和减少网络训练所需要的参数数目。除此之外，卷积神经网络还具有强鲁棒性和高容错能力，具有一定程度的扭曲、旋转和缩放不变性。

本课题拟通过对图像频域统计特征的研究，结合卷积神经网络结构，对现有算法进行优化，并提取相应的颜色恒常性系统。

### 3.3 预期达到的目标

本课题拟基于颜色恒常性前沿算法研究，尝试从频域中对前沿算法做出优化，从而设计一个高效、快速的颜色恒常性算法，并完成相关系统的设计与实现。

1.提出新的基于频域信息的颜色恒常性优化算法，将所提算法与前沿颜色恒常性算法进行比较，分析所提算法的性能

2.开发一套基于 Windows 平台的图像颜色恒常性系统

## 4 工作进度安排

时间	进度
数据集调研与相关文献的搜索和学习	2022.1-2022.2
算法的复现和图像频域特性分析	2022.2-2022.3
结合图像频域特性，对现有算法的网络结构进行改进，并与现有算法指标进行对比分析，撰写毕业论文的第一部分	2022.3-2022.4
利用软件工程的方法将提出的颜色恒常性算法予以实现，开发一套方便易用的颜色恒常性系统，完成毕设论文的撰写，准备	2022.4-2022.5

## 5 主要参考文献

- [1]孙馨宇,解凯,何翊卿,李婷,杨泽鹏,杨斌.颜色恒常性计算综述[J].北京印刷学院学报,2020,28(06):131-135.DOI:10.19461/j.cnki.1004-8626.2020.06.038.
- [2]李香平.基于复合颜色空间与时空域的视频车辆监控系统研究[D].天津:天津大学,2004.
- [3]吴富宁,杨子彪,朱虹,等.基于颜色特征进行农作物图像分类识别的应用研究综述[J].中国农业科技导报,2003 ,5(2) :76-80.
- [4]徐春梅,王春耀,刘跃,等.基于机器视觉系统的颜色识别[J].机械设计与制造,2011(8) : 257-258.
- [5]Land and E.H.,“The retinex theory of color vision,”Scientific American, vol.237, no. 6,pp. 108-128.2
- [6]D.A.Forsyth,“A novel algorithm for color constancy,”International Journal of Computer Vision,vol. 5, no.1, pp.5-35,1990.2
- [7]M.J.Swain and D.H.Ballard,“Color indexing,”International Journal of Computer Vision,vol.7, no. 1,pp. 11-32,1991.2
- [8]B.V.Funt and G.D. Finlayson, “Color constant color indexing,” IEEE transactions on Pattern analysis and Machine Intelligence,vol. 17, no.5,pp. 522-529,1995.2
- [9]D.H.Brainard and B.A.Wandell,“Analysis of the retinex theory of color vision,”JOSAA,vol.3,no.10, pp. 1651-1661,1986.2,9,12,29,30,31,44
- [10]J.Van De Weijer, T.Gevers, and A.Gjsenij, “Edge-based color constancy,” IEEE Trans Image Process, vol.16,no.9,pp.2207-2214,2007.2,10,11, 12,29, 30,31,44
- [11]G.Buchsbaum, “A spatial processor model for object colour perception,” .Journal of the Franklin institute, vol.310,no.1, pp. 1—26,1980.2,10,12,29,30, 31,44
- [12]K. Barnard, L. Martin, A.Coath, and B. Funt, “A comparison of computational color constancy algorithms-part ii: experiments with image data,” IEEE Trans Image Process,vol.11 , no.9, pp. 972-983,2002.2,29,30,31,44
- [13]G.D.Finlayson and E.Trezzi,“Shades of gray and colour constancy,”in Color and Imaging Conference,vol. 2004, pp. 37-41,Society for Imaging Science and Technology,2004.2,12.29, 30, 31,44
- [14]Bianco S, Cusano C, Schettini R.Color constancy using CNNs[C]V/Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops. 201581-89.
- [15]Bianco S, Cusano C, Schettini R. Single and multiple illuminant estimation using convolutional neural networks[J].IEEE Transactions on Image Processing, 2017,26(9)4347-4362.
- [16]Lou Z,Gevers T, Hu N, et al.Color Constancy by Deep Learning[C]//BMVC.2015:76.1-76.12.
- [17]Barron J T. Convolutional color constancy[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. 2015:379-387.

允许进入论文撰写环节：是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>		指导教师  签字	
日期	年 月 日		

注：可根据开题报告的长度加页。