

色彩空间转换的理论和实证研究综述

章 惠

(上海出版印刷高等专科学校, 上海 200093)

摘要: 首先介绍了一些主流的色彩空间,对色彩空间转换流程进行了介绍,随后对国内外关于各种主流色彩空间的转换的研究文献进行了综述,最后给出了未来色彩空间转换研究的发展方向。

关键词: 色彩空间; 转换; RGB; CMYK; XYZ; L^*a^*b ; YUV; YCrCb

中图分类号: TS801.3; TS807 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2011)13-0102-06

Review of Academic and Empirical Research of Color Space Conversion

ZHANG Hui

(Shanghai Publishing and Printing College, Shanghai 200093, China)

Abstract: Main color spaces and color space conversion flows were introduced. Literatures on main color space conversion in the world were overviewed. Future development of color space conversion research was put forward.

Key words: color space; conversion; RGB; CMYK; XYZ; L^*a^*b ; YUV; YCrCb

长期以来色彩空间的研究是多个学科均高度关注的问题,计算机、色彩学、艺术设计、出版印刷等学科均对色彩空间从不同视角进行研究并且取得了丰硕的成果。由于色彩空间具有跨学科和跨行业的特点,诸多色彩空间之间存在着相互转换的内在需求,例如:RGB 色彩空间多应用于计算机屏幕显示方面;YUV 空间多用于动态视频显示;CMYK 空间用于印刷品行业。如果需要将静态的多张图片转换为动态视频,则需要将 RGB 转换为 YUV 空间;如果将纸质的印刷品进行大批量的印刷,则需要在 RGB 和

CMYK 这 2 个色彩空间之间进行转换。
关于色彩空间转换,目前尚缺乏一个系统性的对前人研究成果的梳理和述评,本文对于色彩空间转换的文献进行分类述评,并给出该领域未来的发展方向。

1 色彩空间

在生活中和工作中,诸多色彩空间已经获得了广泛的应用,例如 RGB, XYZ, L^*a^*b , CMYK, LUV, HSV, YUV 等著名的色彩空间,见表 1。

表 1 常用的色彩空间
Tab.1 Commonly used color space

色彩空间	提出时间	与设备相关性	应用领域	含义
RGB	1929	有关	计算机显示器领域	R,G,B 分别代表红、绿、蓝 3 种原色
CIEXYZ	1931	无关	从 RGB 空间发展而来,纠正了 RGB 空间的相关问题	X,Y,Z 分别从光谱三刺激值转换而来
Lab	1975	无关	主要作为各色彩空间转换的“中介空间”	L:心理明度,a,b 为心理计量色度
LUV	1976	无关	均匀色彩空间的一种	L:明度指数,U,V 为色度指数
CMYK	—	有关	印刷行业	C,M,Y,K 代表印刷四色:青色、品红、黄色、黑色
HSV	—	有关	计算机显示屏、艺术设计	H:色相,S:饱和度,V:亮度
YUV	—	有关	电视、图像传输	Y:亮度,a,b 为心理计量色度

收稿日期: 2011-03-15

基金项目: 上海高校选拔培养优秀青年教师科研专项基金(slg08047)

作者简介: 章惠(1974—),女,江苏苏州人,硕士,上海出版印刷高等专科学校讲师,主要研究方向为视觉与颜色科学、彩色印刷图像处理等。

除了以上典型著名的色彩空间之外,还存在其他的一些色彩空间,例如作为 YUV 空间的一个变种的 YCrCb 空间的应用也很广泛。

由于实际应用的需要,各种不同的色彩空间需要进行转换,对于转换的稳定性、鲁棒性、效率、成本等方面的要求不断提高。

2 色彩空间转换

色彩空间转换在理论上一般体现在对于色彩空间的转换公式、算法的寻求以及转换精度、效率的提升等方面,在实证方面则往往和色彩管理结合在一起,其目的是为了寻求色彩在各种表现形式、表现介质之间转换的一致性。一般色彩管理的流程见图 1。

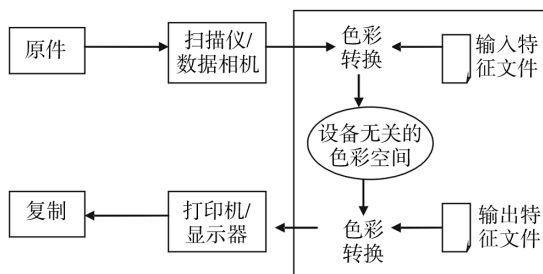


图 1 色彩管理流程

Fig. 1 Flow chart of color management

如图,对于一张纸质的原件来说,如果要将其转换成可以打印或者印刷的版本,需要先用扫描仪或者数码相机将其转换为电子格式,例如 RGB 格式,RGB 空间和 CMYK 空间无直接转换公式,这时可以借助数码设备的特征文件以及 Lab 等与设备无关的色彩空间进行一个过渡:先转换为 Lab 空间,然后再转换为 CMYK 空间,在 Lab 到 CMYK 的转换过程中需要结合输出设备的特征文件,最后在印刷机上印刷即可。由于计算机方面的应用最为广泛,目前关于色彩转换的研究重点集中在 RGB 和各种色彩空间的转换上;另外,也有一部分研究集中在某一特定色彩空间和“中介空间”的转换上,例如 CMYK 和 Lab 之间的转换。在研究方法上,目前的一些主流的图形图像处理软件都具备对于各种色彩空间的转换功能,而相当多数的关于色彩空间转换的研究中,一般都采用理论研究+实证印证的模式,实证印证则通常采用 photo-shop 等软件进行样本的采样和分析工作。

3 色彩空间转换的理论和实证研究

色彩空间转换主要是 RGB 和 XYZ, $L^* a^* b^*$, YUV/YCrCb, CMYK 和 Lab 以及其他色彩空间之间的转换。

3.1 RGB 和其他色彩空间的转换

3.1.1 RGB 和 XYZ 空间的转换

张二虎(2000)^[1]对于 RGB 和 XYZ 空间的转换模型进行了分析评价,该文介绍了 γ 校正法、数学拟合、查表法以及神经网络方法等 4 种转换模型, γ 校正法可以实现 CRT 荧光粉亮度与 XYZ 空间的转换,但是其精度不高,需要进行校准。在数学拟合法中,采用最小二乘法或者多项式模型等进行转换,精度也不高。查表法属于实证方法,将测得的 CRT, RGB 和 XYZ 的数据以表格的形式存放,由于 R, G, B 各有 256 个值,其组合过于庞大,可以将 R, G, B 的值每隔若干个取一个值,这样表格会变得小一些,对于表中不存在的数据,可以用插值的方法求取,查表法对于色彩空间转换不失为一个比较简单并且效率较高的算法。神经网络方法在非线性函数的映射方面的求解精度是比较高的,但是初始权重、学习因子等因素的确定方面需要通过诸多试验来决定。

许宝升等(2007)^[2]采用阶调/矩阵方法建立了 RGB 和 CIEXYZ 色彩空间的转换模型,分别运用多项式回归和指数回归算法对模型进行了曲线拟合,通过挑选不同的特征点完成了模型的色差计算与精度分析。

何军锋、姚军财、谭毅(2008)^[3]提出了一个精巧的 CRT 显示器中的 RGB 和 XYZ 色彩空间转换的方法,该方法有效地克服了由于 RGB 3 个通道相互作用和 CRT 显示器的不稳定性的影响,用这种方法建立彩色显示器颜色查找表时,只需要测量小范围各单色通道单独显示和三通道共同显示颜色的三刺激值就可以建立各自的一维颜色查找表,不要求解复杂的方程,这表明小范围样本空间内 CRT 色彩空间转换方法是行之有效的。

李瑞娟(2008)^[4]采用多项式回归算法建立了 RGB 到 XYZ 色彩转换模型,并编程实现了转换实例,最后分析了模型的精度。

3.1.2 RGB 和 Lab 空间的转换

胡涛等(2003)^[5]采用基于 BP 网络的神经元方法

研究了 RGB 到 Lab 空间的转换,BP 算法是前向多层网络学习算法的简称,是目前最为引人注目的应用最广的人工神经网络算法之一。试验中采用分辨率为 300 dpi 的 Microtech ScanMake v636 扫描仪,并采用 AGFA 公司的 IT8.7/2 的反射稿色靶。采用 BP 模型进行转换后的 Lab 色度值和对照组进行对比,结果表明色差均小于国际标准规定的色差误差。

胡涛、谭红梅(2005)^[6]基于色彩空间转换方法提出了一个屏幕显示器的灰平衡校准方法,采用飞利浦 1075S 型号显示器作为建模对象,使用爱色丽屏幕色度测量仪获取显示器的输出值 Lab,对于获取到的 RGB 和 Lab 值进行插值处理后采用多项式回归的处理方式,研究结果显示该模型对于显示器的灰平衡校准有一定的提高作用。

Jin Liang-hai 和 Li De-hua(2006)^[7]考虑了 RGB 到 Lab 空间转换中的降噪问题,提出采用转换矢量滤波器的方法来解决图形图像边界和脉冲噪音的辨识问题,并采用多幅图形进行了验证分析,结果表明转换矢量滤波器(switching vector filter)的方法是现实有效的。

智川、周世生、石毅(2009)^[8]考虑了 RGB 到 Lab 空间的转换,在对纽介堡方程法、多元回归法、查找表、插值法、神经网络法等进行介绍后,将人工智能方法中的模糊控制理论引入色彩空间转换模型的构造中,借助于 MatLab 模糊工具箱,基于 Mamdani 模型建立了 RGB 到 CIELab 的颜色空间转换模型。

3.1.3 RGB 和 YUV 空间的转换

由于 YUV 空间主要用于视频处理等领域,因此 RGB 和 YUV 空间的转换较多地采用硬件转换的方式。Andreadis(2000)^[9]从硬件芯片的角度考虑了 RGB 到 YUV 空间的实时转换,传统的软件转换由于计算量过于庞大,转换速度缓慢从而达不到实际工作的要求,采用了 VLSI 集成电路进行转换,转换速度达到 260MIPS,较好解决了工业生产的需要。

Bensaali 和 Amira(2005)^[10]考虑了在可重复配置硬件上的色彩空间转换问题,选用 Celoxia RC1000 PCI 开发板进行 RGB 到 YCrCb 的转换,并将转换结果和软件转换进行了对比,结果发现转换结果比一般的软件转换提高了上百倍。

刘朋瑞等(2007)^[11]考虑了 RGB 和 YUV 色彩空间的转换,YUV 空间现在广泛使用在计算机图像和视频处理上,随着嵌入式视频系统应用面的扩大,对

于 RGB 和 YUV 转换软件速度以及占用空间等方面的要求越来越高。该文考虑了乘法元查表法进行 2 个空间的转换,相对于一次和二次查表法,乘法元查表法在存储空间和运算速度方面获得了较大的提高。

张娜、郭炜(2007)^[12]考虑了 RGB 到 YCrCb 空间的转换,并且采用基于分布式算法的硬件实现了该转换,首先使用 MatLab 软件中的相关函数读取到图像的 RGB 值,然后用硬件完成 RGB 到 YCrCb 空间的转换,为了验证空间转换的质量,将转换后的 YCrCb 色彩空间做成视频,并用 YUV player 播放以检查图像质量,结果发现该硬件转换取得了较好的转换效果。

刘云粼、王树东(2010)^[13]考虑了数字视频领域中的 YUV 到 RGB 空间的转换,在主频 2.4HZ 的 intel 的 Pentium4 处理器上,采用 SSE2 优化计算方法,发现该算法可以将 YUV 到 RGB 空间的转换速度提高到传统的软件转换速度的 25 倍。

Mukherjee 和 Lang 等(2005)^[14]从数码相机 CFA(色彩过滤矩阵)转换的角度考虑了 RGB 和 YUV 空间的转换,并且提出了一个新的存储和转化的算法,从实证分析的角度看,该算法的效果不错,一是转化存储的效率较高,二是提高了转换重构后的图片质量。

3.1.4 RGB 和 CMYK 空间的转换

印刷包装图像分色后一般采用 CMYK 格式进行存储,为了对其进行压缩存储和传输,经常需要转换到其他的色彩空间。巩亚萍、高军(2009)^[15]采用改进的四面体插值技术,实现印刷品检测过程中图像信息从 RGB 到 CMYK 的转换,由于 L^*a^*b 空间不具有规则的几何形状,该文通过分析大量的实测数据,发现在一些颜色区域内存在着二对一甚至多对一的关系,该文利用三维插值和查找技术可以建立非线性对应关系。采用 X-Rite 528 分光色度计,对根据样本分割模式设置的不同驱动值所打印的样本色块进行测量,使用 EXCEL 记录各样本色块 L^*a^*b 色度值,采用校准后的扫描仪对各样本色块进行扫描并记录相应的 RGB 值,建立查找表。最后对转换模型的色彩差进行的计算,得到了较好的效果。

3.1.5 RGB 和 HIS 空间的转换

Lee 和 Archibald 等(2008)^[16]等从农产品分拣的角度考虑了 RGB 和 HIS 空间之间的转换,农产品的成熟度和农产品的颜色有密切的关联,传统意义上

的色彩分拣是将 RGB 转化为 HIS 色彩空间,但是从实际分拣效果上看并不是很理想,该文提出了一个创新和强壮的色彩空间转换和色彩指标分布体系评估的算法,使用三维的多项式将三维的 RGB 值转化为简单的一维色彩空间,使得根据色彩将产品分级变得更加简洁和精确,并且采用实地采集的样本数据对于该算法进行了实证检验。

除了关于 RGB 空间和其他空间转化的文献,国外已经有关于 RGB 的一些衍生空间的专门研究,Rehak 和 Bodrogi 等(1999)^[17]研究了 sRGB 空间与一般的 RGB 空间的差异,研究表明在计算机屏幕显示无需使用比色信息的时候,sRGB 空间是有用的,sRGB 空间与 RGB 空间的差异主要在于单显示器的白点的差异,而荧光粉上的色度差异是相对次要的,同时从色彩转换的视角看,sRGB 空间是一种简单的、固定的与设备独立的色彩空间,能够支持相对较好的色彩质量和色彩转换质量,比较适合非高端客户使用。

3.2 CMYK 和 Lab 空间的转换

车晓岩等(2007)^[18]应用几何插值法进行了 CMYK 和 L^*a^*b 空间的转换,采用 EPSON 彩喷打印机,应用 X-Rite968 分光光度计测量打印后色块的 L^*a^*b 值,用所得到的 CMYK 和 L^*a^*b 数据作为建模以及测试数据。对于 CMYK 源空间进行非均匀分割,建立查找表,然后在分割得到的栅格中应用三棱柱插值算法完成到目标空间的转换,在色差的评估中,采用主观评估和客观评估 2 种方式,取得了较好的结果。

曹从军、孙静(2010)^[19]基于数码打样样张的测量数据,采用广义回归网络分别建立了 CMYK 与 L^*a^*b 色彩空间转换的正反向模型,广义回归神经网络是美国学者 Donald F. Specht 在 1991 年提出的具有较强的非线性映射能力、柔性网络结构以及较好的容错性和鲁棒性的分析方法,同时也能够处理不稳定的较少的样本数据。采用 Photoshop 软件设计所需建模及检验色靶,采用 X-Rite528 分光光度计测量 Lab 值,对于测量值采用广义回归神经网络进行建模处理后,采用色差公式进行校验,得到了较好的效果。

李文会(2010)^[20]介绍了纽介堡方程法和平面理论法,纽介堡方程是根据印刷网点模型和格拉斯曼颜色混合定律而建立的印刷品呈色方程,从网点覆盖率入手,先把 L^*a^*b 值转换为 XYZ 三刺激值,然后利用纽介堡方程研究三刺激值和网点面积率(CMYK)

之间的转换关系,从而实现 L^*a^*b 到 CMYK 空间的转换。平面理论描述如下:日本学者在大量实验的基础上,发现当一些三色色块的青、品红、黄三色网点面积率中的某一色网点面积率一定而其他两色的网点面积率任意变化时,这些色块的 L^*a^*b 值位于同一个平面上。对于四色色块,同样也存在这样的现象,当四色色块的青、品红、黄三色网点面积率的某一色网点面积率和黑色的网点面积率一定时,其他两色的网点面积率任意变化,这些色块的 Lab 值位于同一个平面上。因此,利用统计学中的二元线性回归的方法可得到平面方程各项系数,利用拟合算法,当青、品红、黄色一定时,可以得到平面方程系数与网点面积率之间的关系,从而完成 L^*a^*b 与 CMYK 空间的转换。

3.3 其他色彩空间的转换以及对比分析

袁磊、姜中华(2004)^[21]测量了 WESCOM 显示器中 RGB 和 Y_{xy} 色彩空间的转换,建立了色彩转换的 BP 网络模型,利用 CA-100 万能达 CRT 彩色分析仪,采集 WESCOM 显示器上指定的颜色对应的 RGB 值和 Y_{xy} 值,通过 BP 模型的训练组和预测组之间的对照,发现 BP 模型的转换效果比较理想。石美红、申亮等(2008)^[22]考虑了从 RGB 到 HSV 空间转换公式的修正,修正了转换过程中 H 分量的奇异点和不稳定点。

Rossel 和 Minasny 等(2006)^[23]从土壤颜色的视角研究了 9 种色彩空间之间的转换以及色彩显示的质量,传统意义上土壤颜色一般采用 HVC 色彩模型,该文研究了 9 种色彩空间在土壤颜色表示上的应用:孟赛尔 HVC,RGB,dRGB(decorated RGB),CIE-XYZ, CIE Y_{xy} , CIELAB, CIELUV, CIELHC 以及 Helmholtz 色度坐标。该文给出了这些色彩空间之间转换的算法,比较它们的色彩表达质量以及和孟赛尔土壤色彩系统之间的关系,并且在一个特定的土壤样本中,定量分析哪个色彩空间能够最准确地描述土壤颜色和土壤有机碳之间的关系。研究表明具体采用哪种色彩空间与研究目的有密切的关系,例如:如果土壤颜色仅仅用来描述土壤的种类和质地,则孟赛尔 HVC 系统是最合适的色彩空间;如果土壤颜色是用来作为数理统计或者预测分析,那么使用 Cartesian 坐标系统的色彩空间是最合适的;另外,CIELUV 和 CIELCH 色彩模型最适合用在土壤有机碳的预测方面。

Cheng-Jin Du 和 Da-wen Sun(2005)^[24]应用 NRGB(正则化的 RGB),HSV,I1I2I3, L^*a^*b ,YCb-

Cr 这 5 种色彩空间进行了有趣的匹萨(一种著名的食品)区分的研究,并且应用 3 种 SVM(支持矢量机,线性、多项式的、RBF)和 2 种传统的 C4.5 和 RBF_NN 区分器(classifier)做对比分析,研究表明不同的区分器与不同的色彩空间的组合有不同的应用效果,例如多项式 SVM 区分器和 HSV 空间的组合有最好的区分匹萨的作用。

Qazi 和 Alata 等(2011)^[25]研究了 RGB, IHLS, L^*a^*b 空间的纹理特征,结果表明 L^*a^*b 空间在明度和色度方面的关联最小,最适于作为色彩纹理分组的色彩空间。

3.4 色彩空间转换的一些方法和技巧

在色彩空间转换及其应用的研究中,国外也出现了一些新的色彩空间的处理技巧和方法。

Stern 和 Efros(2005)^[26]应用色彩空间模型(CSM)和色彩分布模型(CDM)的组合技术来进行人脸识别,并且给出了新的识别算法和效果评估算法,该算法的空间转化、识别效率和图像中的像素数密切相关。

Jian Yang 和 Cheng-jun Liu 等(2010)^[27]从人脸识别的角度提出了色彩空间标准化(CSN)的概念以及技巧,包括在色彩内部标准化的技巧(CSN-I)以及跨色彩空间标准化的技巧(CSN-II),在一个包含 12 776 个训练图片、16 028 个受控的目标图片的大规模样本中,对于多种色彩空间的人脸识别效果进行研究,研究表明 RGB, XYZ, HSV 和 L^*a^*b 相比 I1I2I3, YUV, YIQ 以及 LSIM 色彩空间在人脸识别上的效果要弱一些,同时该文提出了 RGB, XYZ 以及其他三维的 XGB, YRB, ZRG 等色彩空间的转换和标准化的算法,并且通过实证数据进行了人脸识别的效果分析,结果发现提出的标准化的算法的效果是不错的。

4 色彩空间转化研究未来拓展方向

综上,在色彩空间转换方面,前人已经取得了比较丰硕的成果,未来的研究拓展方向为:

1) 各种色彩空间转换的理论转换公式的明确。如果 2 个色彩空间不能直接进行转换,就需要依靠 XYZ 或者 L^*a^*b 等“中介空间”才能够进行转换,在这种情况下,一是空间转换消耗的资源比较多,二是转换环节的增多也会导致转换误差和色差的增大。

2) 转换模型和转换算法的改进。在样本实证测

量数据的基础上,具体的转换模型的研究是未来研究拓展的重点问题,例如 BP 神经网络模型等,其参数和权重的调整对于转换模型的效率和质量有着重要的影响,在这方面的探索对提高转换模型的质量有着重要的推进作用。

3) 边界问题。色彩空间之间都有着相应的转换边界,例如 RGB 中的部分色域是无法用 CMYK 空间来表示的,反之亦然,因此色彩空间转换在转换边界内外的处理方式是完全不同的,对于主流色彩空间之间的转换边界的研究将有利地提高色彩转换的效率和精度。

4) 硬件转换方面的探索与改进。硬件转换相对于软件转换具有速度快、转换效率高等优点,同时也便于批量生产,目前在 RGB 到 CMYK 等重要的转换方面尚缺乏硬件转换的研究成果,有待进一步拓展。

参考文献:

- [1] 张二虎. CRT 色彩空间转换模型的研究[J]. 印刷技术, 2000(4): 40—42.
- [2] 许宝卉, 李言, 薛红. 基于色彩管理的 CRT 色彩空间转换方法的研究[J]. 液晶与显示, 2007(3): 351—354.
- [3] 何军锋, 姚军财, 谭毅. 小范围内 CRT 显示器色彩空间转换方法研究[J]. 液晶与显示, 2008(3): 347—351.
- [4] 李瑞娟. RGB 到 CIEXYZ 色彩空间转换的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(3): 79—81.
- [5] 胡涛, 刘睿, 张志刚. 基于 BP 网络的扫描仪色彩空间转换模型的研究[J]. 印刷杂志, 2003(3): 43—44.
- [6] 胡涛, 谭红梅. 基于局部色彩空间转换的灰平衡校准方法[J]. 计算机时代, 2005(12): 55—56.
- [7] JIN Liang-hai, LI De-hua. A Switching Vector Median Filter Based on the CIELab Color Space for Color Image Restoration[J]. Signal Processing, 2007, 87: 1345—1354.
- [8] 智川, 周世生, 石毅. 基于模糊理论的 RGB 到 CIELac 色彩空间转换模型的研究[J]. 西安理工大学学报, 2009, 25(3): 338—341.
- [9] ANDREADIS I. A Real-time Color Space Converter for the Measurement of Appearance[J]. Pattern Recognition, 2001, 34: 1181—1187.
- [10] BENSALI F, AMIRA A. Accelerating Color Space Conversion on Reconfigurable Hardware[J]. Image Vision Computing, 2005, 23: 935—942.
- [11] 刘朋瑞, 郭伟, 付宇卓. 基于乘法元的查表法实现的色彩空间转换[J]. 计算机工程, 2007, 33(16): 251—255.

- [12] 张娜,郭炜. 基于分布式算法的色彩空间转换的硬件实现[J]. 信息技术, 2007(3): 26—29.
- [13] 刘云鄰,王树东. 基于 SSE2 的 YUV 与 RGB 色彩空间转换[J]. 中国图像图形学报, 2010(1): 45—49.
- [14] MUKHERJEE J, LANG M K, MITRA S K. Demosaicing of Images Obtained from Single-chip Imaging Sensors in YUV Color Space[J]. Pattern Recognition Letters, 2005(26): 985—997.
- [15] 巩亚萍,高军. 印刷品检测过程中的色彩空间转换研究[J]. 山东理工大学学报(自然科学版), 2009, 23(4): 53—57.
- [16] LEE Dah-Jye, ARCHIBALD J K, CHANG Yu-Chou, et al. Robust Color Space Conversion and Color Distribution Analysis Techniques for Date Maturity Evaluation[J]. Journal of Food Engineering, 2008(88): 364—372.
- [17] REHAK R, BODROGI P, SCHANDA J. On the Use of the sRGB Colour Space[J]. Displays, 1999(20): 165—170.
- [18] 车晓岩,匡桂娟,曹洪波,等. 基于三棱柱插值算法的色彩空间转换[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2007, 24(2): 143—145.
- [19] 曹从军,孙静. 基于广义回归神经网络的数码打样色彩空间转换方法[J]. 计算机应用, 2010, 30(8): 2108—2110.
- [20] 李文会. 色彩管理关键技术——Lab 到 CMYK 颜色空间间的转换[J]. 印刷质量与标准化, 2007(2): 13—14.
- [21] 袁磊,姜中华. 色彩空间转换的 BP 神经网络模型[J]. 襄樊学院学报, 2004, 25(2): 53—56.
- [22] 石美红,申亮,龙世忠,等. 从 RGB 到 HSV 色彩空间转换公式的修正[J]. 纺织高校基础科学学报, 2008, 21(3): 351—356.
- [23] ROSSEL R A Viscarra, MINASNY B, ROUDIER P, et al. Colour Space Models for Soil Science Geoderma[J]. 2006(133): 320—337.
- [24] DU Cheng-jin, SUN Da-wen. Comparison of Three Methods for Classification of Pizza Topping Using Different Colour Space Transformations[J]. Journal of Food Engineering, 2005(68): 277—287.
- [25] QAZI Imtnan-UI-Haque, ALATA Olivier, BURIE Jean-Christophe, et al. Choice of a Pertinent Color Space for Color Texture Characterization Using Parametric Spectral Analysis[J]. Pattern Recognition, 2011, 44(1): 16—31.
- [26] STERN H, EFROS B. Adaptive Color Space Switching for Tracking under Varying Illumination[J]. Image and Vision Computing, 2005(23): 353—364.
- [27] YANG Jian, LIU Cheng-jun, ZHANG Lei. Color Space Normalization: Enhancing the Discriminating Power of Color Spaces for Face Recognition[J]. Pattern Recognition, 2010(43): 1454—1466.

征 文 启 事

近期国内外食品安全恶性事件不断发生,食品安全再次引起了人们的强烈关注。食品包装对食品安全有着十分重要的影响,与人们的身体健康息息相关。

为了促进食品包装安全领域的研究,加强食品包装安全研究成果的交流和推广,《包装工程》编辑部开设了“食品包装安全研究”专题栏目,现面向国内外从事相关研究的人员征集论文。

征文范围:

1. 食品包装安全检测(有害物质迁移、重金属检测等);
2. 食品包装材料的制备及性能(透过性、机械性能、可降解性等)研究;
3. 食品包装技术(保鲜、防潮、防虫、防污染等);
4. 食品包装装备和工艺(灌装、充填、封口、装箱等);

5. 食品贮运安全研究;
6. 食品安全质量评价(食品保质期等);
7. 食品安全法规、标准研究。

注意事项:

1. 论文要求:论点明确,论证充分;设想可行,结论可靠;条理分明,数据准确,文字精炼。
2. 论文格式:请参照本刊投稿须知(www.packjour.com);
3. 提交方式:提交电子文档(word 格式)到杂志网站,文章标题后请注明“专题征文”,本刊将优先安排评审和发表。

联系方式:

网址: www.packjour.com 电话: 023—68792836
电子信箱: bzgc59@126.com
地址: 重庆市九龙坡区渝州路 33 号 邮编: 400039