

基于机器视觉技术的数字媒体平面设计系统

苏圆婷

(雅安职业技术学院 智能制造与信息工程学院, 四川 雅安 625000)

摘要:当前数字媒体平面设计系统忽略了区域色彩信息优化,导致色彩变化平衡严重,为此设计了基于机器视觉技术的数字媒体平面设计系统。硬件方面改造图像采集卡电路结构,优化系统图像采集模块;软件方面优化区域内色彩信息,呈现系统展示图形的视觉色彩分布,完成数媒平面设计。对比实验结果表明,所设计系统提高了设计图形色调均值,色彩更符合人类视觉感知颜色,降低了色彩区域边界重复率差值、顶点重复率差值,色彩变化更加协调。

关键词:数媒设计;机器视觉;图像处理

中图分类号:TP391 文献标识码:A 文章编号:1003-7241(2025)02-0159-04

Digital Media Graphic Design System Based on Machine Vision Technology

SU Yuan-ting

(School of Intelligent Manufacturing and Information Engineering, Ya'an Polytechnic College, Ya'an 625000 China)

Abstract: The former digital media graphic design system ignored the optimization of regional color information, resulting in severe color balance. Therefore, a digital media graphic design system based on machine vision technology is designed. In terms of hardware, it transforms the circuit structure of the image acquisition card and optimizes the system's image acquisition module, optimizes color information within the software area, presents the visual color distribution of the system's display graphics, and completes digital graphic design. The comparative experimental results show that the system proposed in this paper improves the mean color tone of the design graphics, making the colors more in line with human visual perception. It also reduces the difference in color region boundary repetition rate and vertex repetition rate, resulting in more coordinated color changes.

Keywords: digital media design; machine vision; Image processing

0 引言

数字媒体平面设计是将平面设计、计算机数字媒体相结合,通过传感器技术、新媒体技术等,展示出具有计算机优点、平面设计魅力的作品^[1]。随着网络技术的迅速发展,数媒设计应用越来越广泛,相比传统艺术的平面设计,数媒设计能够充分融合设计内涵、数据图形,设计师可以基于物体的实际认知,从不同角度出發,通过人机交互,观察作品配色是否协调、设计风格是否统一,选择最佳设计体系^[2]。计算机数字媒体想要直观展示平面设计作品,就要制定一个标准且统一的信息系统,方便设计图形存储,因此,研究数字媒体平面设计系统,实现多功能平面设计,绘制平面图形色彩,具有重要意义^[3]。

现阶段,数字媒体平面设计系统相关研究较为成熟,文献[4]采用基于PCIe高速通信接口的平面设计系统,通过PCIe结构CPU,缩放和倒置图像信息,但该系统PCIe接口可扩展性差,数媒平面图形色彩匹配后,区域色彩不

符合人类视觉感知颜色。文献[5]采用基于FPGA的平面设计系统,选取统一硬件接口,转换图像信息格式,完成图像处理功能,但该系统忽略了图像饱和度的调整,展示图形色彩变化不平衡。文献[6]采用基于USB-HID接口的平面设计系统,使用USB-HID FX2芯片和DSP处理器,传输和采集外部设备的红外图像数据,但该系统硬件结构较为复杂,展示图形色彩变化同样不平衡。

针对以上问题,结合以上理论,提出基于机器视觉技术的数字媒体平面设计系统,设计系统总体结构,优化图形采集模块,识别视觉目标的颜色信息、位置信息,优化拍摄图形、数字图形的色彩内容分配效果。

1 基于机器视觉技术的数字媒体平面设计系统

1.1 数字媒体平面设计系统的硬件设计

1.1.1 系统总体结构设计

根据数字媒体平面设计系统需要,系统硬件选择合适的CPU和外围设备,将所有组件连接到总线,硬件结构如图1所示。选择FLASH存储器、SRAM存储器,连

接外部FLASH芯片、SRAM芯片,配置22 bit地址位宽、8 bit地址位宽,存放所有设计数据,保证断电后数据不丢失。选择Avalon流水桥,在设备信号路径中插入流水寄存器,使设备通过流水桥与CPU通信,提供系统最大频率^[7]。采用Avalon三态桥,连接片外设备和中央处理器,在设备到CPU引脚的路径上添加寄存器,选择双向FLASH芯片、SRAM芯片数据总线,通过三态桥将其与FLASH、SRAM相连,减少存储器件到CPU的延时。使用片上存储器,作为系统内部的RAM资源,定义32 kB片上存储器,当NIOS II运行时^[8],发挥片上存储器的栈内存作用,存放可读写数据。至此完成系统总体结构设计。

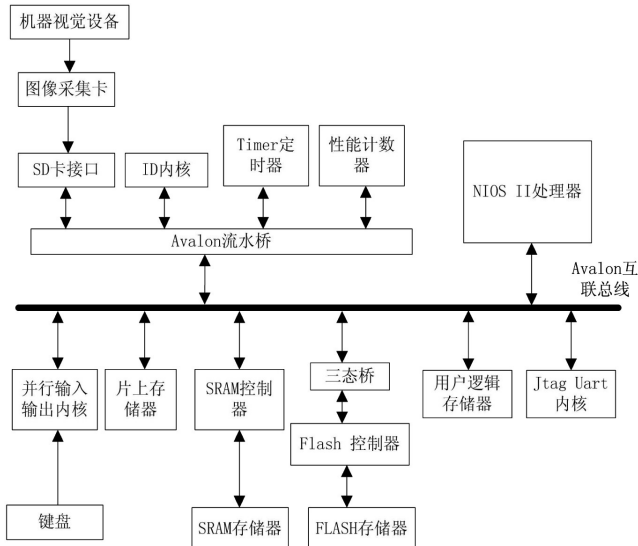


图1 数媒设计系统硬件结构总体框图

1.1.2 基于机器视觉优化系统图像采集模块

选择合适的机器视觉设备改造图像采集卡的图像处理电路,优化系统图像采集模块。机器视觉设备选取光源、镜头、图像采集卡、摄像机,由多组凹透镜、凸透镜、光阑,组成光学镜头,把平面图像聚焦至摄像机的光敏面,在镜头中设置一个金属片,控制光束大小,光源选择LED条形光源,LED灯型号选择OPT-R型号,配置800 mm长度的连接电缆,发射光为环形光源,光谱为近红外光、红光,为突出采集图像边缘,选择背光照射方式^[9]。摄像机选择CCD工业摄像机,型号选择MV-UB1000,该摄像机具有140万像素分辨率,数据接口为USB 2.0,输出可选择的8 bit、24 bit、32 bit图像数据格式,配置C型、F型等形式的机械光学接口,利用光学接口电路,转换摄像机图像采集的控制信号。由驱动器、晶振等,构成摄像机驱动电路,利用CCD成像器件,对平面设计的图像信号进行放大、转移、输出,形成电荷信号,把电荷信号输入信号处理电路,进行图像信号的合成、输出^[10]。选择NI PCI-1407单通道图像采集卡,该采集卡通过视频输入级,与CCD工业摄像机相连,内置分配器、滤波器,集成多路信号,去除

信号中的彩色信息,避免干扰图像分解,采用高速A/D转换器,转换图像信号。将图像处理电路作为采集卡核心电路,改造后的电路结构如图2所示:图像处理电路采用并联结构,在信号接收端接入匹配电阻,提供连续回流路径,利用网络隔离变压器,隔离滤波电路和时钟电路,选择ADP5052电源芯片,提供电路的数据缓冲区,通过缓冲区的电压偏置电路,定义电平标准,在管脚内集成多个调节器,保证高密度电源供应,配置有源晶振的MEMS振荡器,将时钟信号作为系统时钟源,在工作电压下输出稳定时钟^[11]。至此完成基于机器视觉的图像采集模块优化,实现数字媒体平面设计系统硬件设计。

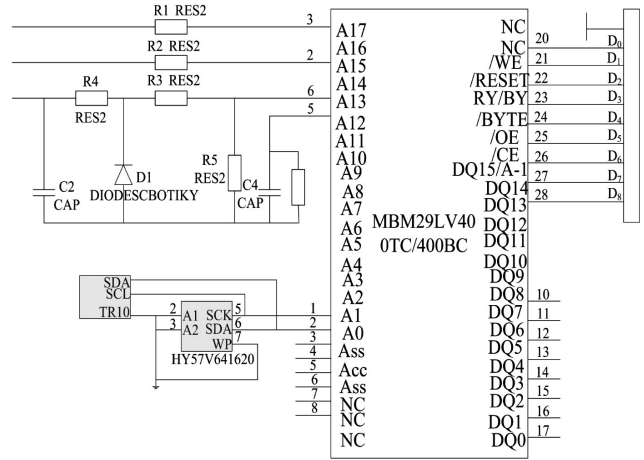


图2 图像采集卡图像处理电路结构

1.2 数字媒体平面设计系统软件设计

1.2.1 优化视觉图像识别算法

通过颜色转换和中心点定位,识别机器视觉设备拍摄目标的颜色、位置。计算光学镜头性能指标,定义搭建机器视觉的内部参数,利用焦距 f ,描述光学镜头屈光能力,公式为:

$$f = \frac{2a}{b} \quad (1)$$

式中, a 为镜头视场角, b 为CCD成像器件一个维的长度^[12]。

焦距 f 与图像大小呈正比例相关,由此决定目标成像大小,结合焦距 f 、摄像机拍摄距离、光学镜头放大倍率,确定光学镜头垂直方向视场、水平方向视场,对镜头畸变进行标定和补偿,令镜头最大畸变 $< 1\%$,得到清晰拍摄图像。机器视觉设备采集图像数据后,结合大卷积模板和滤波器,加大滤波程度,降噪处理像素点。识别图像颜色信息,数字摄像机上传数据格式为RGB,其颜色识别标准信息量过大,采用后续算法处理HSV格式中的分量,实现RGB格式-HSV格式的转换^[13]。设HSV格式的分量分别为H、S、V,归一化H、S、V到[0,1],数值亮度V分量值 $\max(R,G,B)$,色调H分量转换关系式为:

$$H = \begin{cases} \frac{60(G-B)}{\max(R,G,B)-\min(R,G,B)} & \max(R,G,B)=0 \\ 120 + \frac{60(G-B)}{\max(R,G,B)-\min(R,G,B)} & G = \max(R,G,B) \\ 240 + \frac{60(G-B)}{\max(R,G,B)-\min(R,G,B)} & B = \max(R,G,B) \end{cases} \quad (2)$$

式中, R、G、B为RGB格式的分量, 分别对应红、绿、蓝。

饱和度S分量转换关系式为:

$$S = \begin{cases} 0, & \max(R, G, B) = 0 \\ \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B)}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

通过格式转换, 减少颜色识别标准信息量, 消除光照对颜色识别的影响。颜色识别完毕后, 遍历拍摄图像目标区域, 加权平均各像素点的图像坐标, 得到拍摄目标中心点位置(x, y), 公式为:

$$\begin{cases} x = \frac{\sum_{i=1}^M x_i}{M} \\ y = \frac{\sum_{i=1}^M y_i}{M} \end{cases} \quad (4)$$

式中, M为目标区域的像素点总数量, x_i 、 y_i 分别为像素点i的横向坐标、纵向坐标。

标定目标中心点位置, 利用边缘邻域二阶导数变化, 检测拍摄目标边缘, 设置边缘检测算法控制参数, 包括像素灰度值、边缘长度、边缘强度、边缘位置, 提取拍摄目标与背景像素的分界线, 可视化显示拍摄目标整体轮廓, 使其与背景像素分离。至此完成视觉图像识别算法的优化。

1.2.2 优化平面设计图形色彩分配算法

利用可视化显示的视觉图像, 以及计算机自带图形, 进行数媒平面设计, 优化设计图像色彩展示效果。将整个平面设计划分为多个设计区域, 分配视觉图像、计算机图形的色彩内容, 利用分割区域拓扑信息, 结合数字媒体中的色彩区域匹配, 获得平面设计图形的视觉色差匹配公式, 匹配向量形式如下:

$$\begin{cases} K_j = \frac{n_j}{N} \\ R_j = \frac{d_j}{GI} \end{cases} \quad (5)$$

式中, K_j 为系统平面设计展示界面中, 第j区域内颜色色差, R_j 为第j区域内色差变化率, n_j 为第j区域中的设计区域数量, N为图像区域总数量, G为设计区域拓扑信息, I为分割区域面积比例, d_j 为第j区域原始颜色识别率。

由每个区域色彩均值, 确定该区域与相邻区域的颜色差值, 更新每个区域中的搭配颜色识别率, 通过能量函数, 获得所有分割区域的颜色匹配关系, 函数表达式为:

$$F = \frac{2L_j r_j C_j}{WO} \min \sum \|K_j - R_j\|^2 \quad (6)$$

式中, F为区域色彩信息优化结果, L_j 为第j区域搭配颜色识别率, W、O分别为设计图形在系统中的图像高度、宽度, r_j 为第j区域对角线长度, C_j 为第j区域色彩均值。

将F值作为区域内图像信息的颜色匹配向量, 得到系统展示界面的视觉色泽分布, 呈现出最终平面设计展示效果。至此完成平面设计图形色彩分配算法的优化, 完成系统软件设计, 实现基于机器视觉技术的数字媒体平面设计系统设计。

2 系统性能测试

选择基于PCIe的平面设计系统、基于FPGA的平面设计系统、基于USB的平面设计系统作为本文设计的对比系统, 比较它们的色彩匹配效果。

2.1 设计系统实现

首先对系统功能进行测试, 测试过程如下: 输入基础图形结构图; 系统加载设计软件, 自动进入辅助设计模块; 系统进行平面设计。功能测试结果为: 系统生成基础设计结构; 软件运行载入正常; 图像预处理原则、色彩分配原则载入正常。经功能测试后, 可知系统功能均能正常使用, 可以用于数字媒体平面设计。设置机器视觉设备技术参数, 采集计算机辅助设计的平面设计图, 识别基础图形颜色、位置, 提取拍摄目标与背景的分界线, 具体如图3所示。

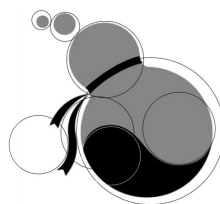


图3 导入系统后图形识别结果

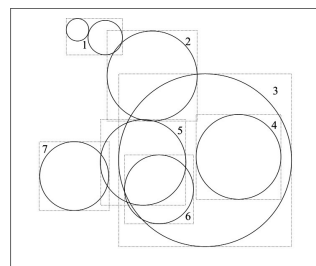


图4 基础图形设计区域分割

将图3导入葫芦样式的机器视觉设备采集图形, 颜色转换后, 色彩对比度明显, 葫芦整体轮廓边界清晰, 线条为葫芦设计空间的局部区域分界线。根据系统显示的分界线, 对图形进行设计区域分割, 结果如图4所示。将数媒平面设计图形的设计空间, 划分为7个相邻区域, 对其进行编号, 分配各区域色彩内容, 得到最终数媒设计图形。

2.2 测试结果分析

计算四种系统展示的数媒设计图形色调均值, 色调

均值越高,表明图形色彩越符合人类视觉感知颜色,色彩匹配效果越好,色调均值 U 表达式为:

$$U = \frac{R+G+B}{3} \quad (7)$$

四种系统各个设计区域的色调均值实验对比结果如图5所示。由图5可知,设计系统展示图形整体设计空间的色调均值为129,基于PCIe高速通信接口的平面设计系统色调均值为91,基于FPGA的平面设计系统色调均值为80,基于USB-HID接口的平面设计系统色调均值为49,设计系统色调均值分别提高了38、49、80,图形色彩更符合人类视觉感知颜色。

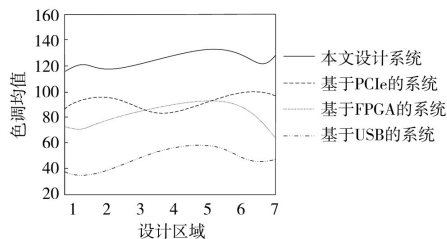
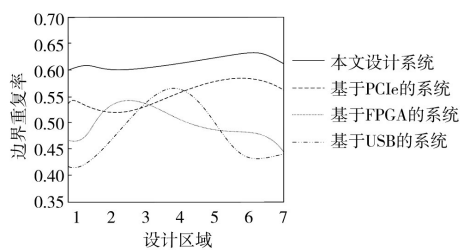


图5 色调均值实验对比结果

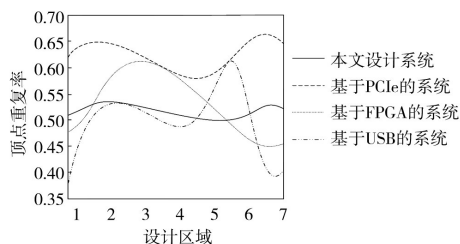
计算四种系统展示图形色彩区域之间的边界重复率 l_1 、顶点重复率 l_2 ,重复率差值越小,表明色彩变化越平衡,色彩匹配效果越好,重复率计算公式为:

$$\begin{cases} l_1 = \frac{E_1 + E_2}{V} \\ l_2 = \frac{J_1 + J_2}{V} \end{cases} \quad (8)$$

式中, E_1 、 E_2 分别为边界像素点 x 方向、 y 方向的视觉呈现值, J_1 、 J_2 分别为顶点像素点 x 方向、 y 方向的视觉呈现值, V 为色彩和图形在系统内的图像距离。



(a) 边界重复率统计结果



(b) 顶点重复率统计结果

图6 色彩区域重复率统计结果

四种系统色彩区域边界重复率、顶点重复率统计结果如图6所示。由图6可知,针对色彩区域边界重复率,

设计系统各区域之间的重复率最大差值为0.04,另外三种系统的边界重复率最大差值分别为0.07、0.11、0.16,设计系统重复率差值分别减小了0.03、0.07、0.12。针对色彩区域顶点重复率,设计系统各区域之间的重复率最大差值为0.03,另外三种系统的顶点重复率最大差值分别为0.10、0.17、0.24,设计系统重复率差值分别减小了0.07、0.14、0.21。综上所述,设计系统减小了色彩区域重复率差值,色彩变化更加平衡,另外三种系统色彩区域重复率差值较大,设计区域的色彩变化存在断层,个别区域与相邻区域的色彩存在明显差别。

3 结束语

为了解决当前数字媒体平面设计系统存在的不足,本文设计了基于机器视觉技术的数字媒体平面设计系统,提高了色调均值,减小了各设计区域的色彩重复率差值,色彩匹配效果更符合人类视觉感知颜色,色彩变化更加协调。但此次设计系统仍存在一定不足,在今后的研究中,会采用更高性能的存储器件,编写性能优越的自定义指令,使用定点数代替浮点数,进一步提高系统对采集图像的处理速度。

参考文献:

- [1] 应自炉,宣晨,翟懿奎,等.面向小样本SAR图像识别的自注意力多尺度特征融合网络[J].信号处理,2020,36(11):1846-1858.
- [2] 李鹏飞,邵枫.基于对象的三维图像颜色传递与视差优化[J].光电工程,2019,46(9):13-21.
- [3] 杨佩宗,王利斌,裴焕斗,等.一种高压压缩比的图像采集压缩系统设计[J].电子器件,2019,42(1):163-167.
- [4] 袁柳,李皓,李勤,等.基于PCIe高速通信接口的图像处理系统设计[J].科学技术与工程,2019,19(22):235-240.
- [5] 李先友,赵曙光,段永成,等.基于FPGA的实时MIPI CSI-2图像采集与处理系统[J].电子技术应用,2019,45(1):97-100.
- [6] 熊焱,朱正鹏,徐玉娇,等.基于USB-HID接口的高速数据采集系统设计[J].激光与红外,2020,50(3):363-367.
- [7] 王莹,伞晓刚.激光通信光斑图像高速采集与实时处理系统[J].应用激光,2020,40(1):124-128.
- [8] 袁汉钦.超高分辨率光电探测图像预处理系统设计[J].中国电子科学研究院学报,2019,14(8):830-835.
- [9] 张瑞,汤心溢.基于激光照明的远距离视觉信息采集系统设计[J].红外技术,2019,41(2):153-156.
- [10] 王颖,王潇贤,王慧.基于DSP和FPGA的激光图像处理系统研究[J].科技通报,2019,35(8):147-150,154.
- [11] 汪航,陈晓,田晟兆,等.基于小样本学习的SAR图像识别[J].计算机科学,2020,47(5):124-128.
- [12] 魏东,董博晨,刘亦青.改进神经网络的图像识别系统与硬件实现[J].电子与信息学报,2021,43(7):1828-1833.
- [13] 林克正,李昊天,白婧轩,等.语义自编码结合关系网络的零样本图像识别算法[J].模式识别与人工智能,2019,32(3):214-224.

作者简介:苏圆婷(1990-),女,本科,副教授,研究方向:数字媒体。