

图像处理的虚拟 3D 显示及阴影过渡区检测研究

Research of Virtual 3D Display and Shadow Transition Region Detecting on Image Processing

范立南^{1,2} 孟 浩² 徐心和¹

(东北大学信息科学与工程学院 沈阳 110004)¹ (沈阳大学信息工程学院 沈阳 110044)²

Abstract By the image virtual 3D display for smoothing, sharpening, edge detection, gray-scale indication of RGB separate quantity to research the image algorithms, some image variety features are found, which is hidden in a 2-D image. The mechanism of image is reflected t from one side. In addition, a new method to detect the shadow transition region is given.

Keywords Virtual 3D display, Image processing, Shadow transition region

1 RGB 分量灰度表示

图像是用各种观测系统以不同形式和手段观测客观世界而获得的,可以直接或间接作用于人眼并产生视知觉的实体。

常见的图像是连续的,为了能用计算机对图像进行加工,需要把连续的图像进行加工,如在坐标空间 XY 和性质空间 F 都离散化,这种离散化的图像是数字图像。

彩色图像可以分解成红(R)、绿(G)、蓝(B)三个单色图像。在图像处理中,彩色图像的处理通常是通过对其三个单色图像进行处理来实现的。

为了正确使用颜色,需要建立颜色模型。面向硬设备的最常用的彩色模型是 RGB 模型,如图 1 所示。这个模型基于笛卡尔坐标系,3 个轴分别为 R,G,B。从黑到白的灰度值分布在从原点到离原点最远顶点间的连线上,而立方体内其余各点对应不同的颜色。当图像中每个点的像素的 RGB 分量都相同时,显示的就是灰度图。

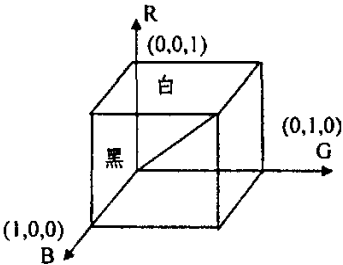


图 1 颜色模型

用原图像的各个 RGB 分量替代与之对应的

图像中的 RGB 值(即:在红色灰度图中 RGB 的值等于原图像中 R 的值;在绿色灰度图中 RGB 的值等于原图像中 G 的值;在蓝色灰度图中 RGB 的值等于原图像中 B 的值),就可以实现对彩色图像的各个分量的灰度图像

2 图像的虚拟 3D 显示

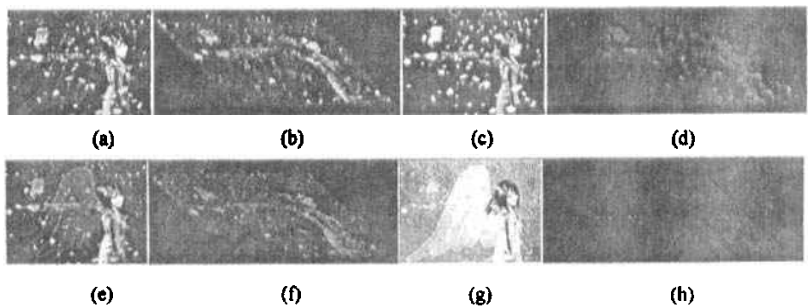
通过对图像的 RGB 分解,可以观测 RGB 各分量在图中的分布(分量图越暗说明在此像素中对应的 RGB 分量越小),但还不够直观,而且诸如灰度分布等图像特征也没有明显的显示出来。为了能够获得更多的图像特征信息,通过对图像坐标的 2D→3D 转换即加入一个新的颜色灰度轴,再把得到的新图形通过一定的转换规律写入 2D 坐标系,实现 RGB 分量的 3D 效果显示,称之为 2D 图像的虚拟 3D 显示,转换公式如下:

$$\begin{aligned} X_c &= x + y \times 0.7071 & (1) \\ Y_c &= y \times 0.7071 + 70 & (2) \\ Y_r &= Y_c - r / \text{move} & (3) \\ Y_b &= Y_c - b / \text{move} & (4) \\ Y_g &= Y_c - g / \text{move} & (5) \end{aligned}$$

其中 x,y 是原图像的坐标,Yc 与原图像中 y 轴成 45 度角,Xc、Yr 是 R 分量“3D 图”的坐标,Xc、Yb 是 B 分量“3D 图”的坐标,Xc、Yg 是 G 分量“3D 图”的坐标。move 是根据不同情况所取的系数,在这里取 move=5。

从图 2 可以看到虚拟 3D 显示能很直观地描绘出图像 RGB 分量的分布和图中灰度值的变化情况,从一个侧面清晰地反映了图像的组成及结构,在空域中揭示了五彩斑斓图像的组成机理。

范立南 教授,东北大学博士生。主要研究方向为图像处理与分析、虚拟仪器、DCS 系统等。孟 浩 沈阳大学信息工程学院学生。徐心和 教授,博士生导师。



(a)原始彩图;(b)原始彩图虚拟 3D 显示;(c)R 分量灰度图;(d)R 分量虚拟 3D 显示;
(e)G 分量灰度图;(f)G 分量虚拟 3D 显示;(g)B 分量灰度图;(h)B 分量虚拟 3D 显示

图 2 RGB 图像及其虚拟 3D 显示

3 平滑、锐化和边缘检测的虚拟 3D 显示

通过 2D 图像的虚拟 3D 显示,可以更直接地观

测到平滑、锐化和边缘检测等处理后的图像像素的变化,更方便进行深入的研究。

本文主要在空域中,通过模板对图像进行平滑、锐化、边缘检测处理。

1	1	1
1	2	1
1	1	1

(a) 平滑模板

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

(b) 锐化模板

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

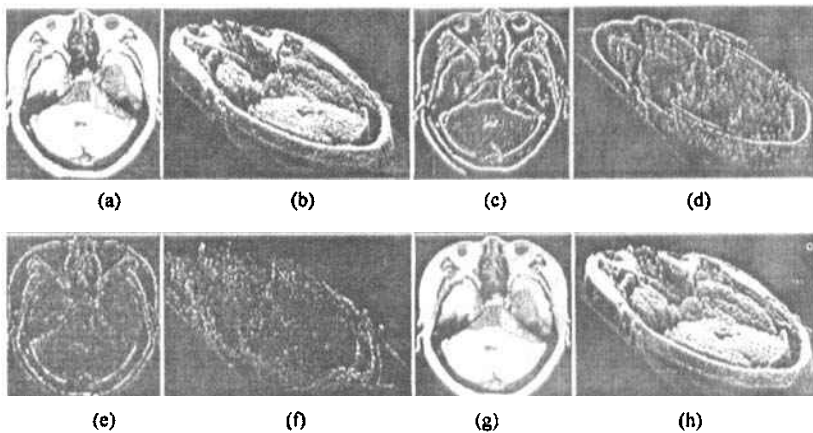
(c) 索贝尔算子模板

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

图 3 图像处理模板

平滑(低通)滤波器能减弱或消除傅立叶空间的高频分量,但不影响低频分量。因高频分量对应图像中的区域边缘等灰度值具有较大较快变化的部分,滤波器将这些分量滤去可使图像平滑。平滑滤波器

3×3 的模板如图 3a,模板的所有系数都为正。图 4a 为一幅医学图像原始图,图 4g 为线性平滑滤波器处理后图像。



(a)原医学头骨图像;(b)原医学头骨图像虚拟 3D 显示;(c)边缘检测图像;(d)边缘检测虚拟 3D 显示;
(e)锐化处理图像;(f)锐化处理虚拟 3D 显示;(g)平滑处理图像;(h)平滑处理虚拟 3D 显示

图 4 医学图像处理及其虚拟 3D 显示

锐化(高通)滤波器能减弱或消除傅立叶空间的低频分量,但不影响高频分量。因为低频分量对应图像中灰度值缓慢变化的区域,因而与图像整体特性,

如整体对比度和平均灰度值等有关,高通滤波器将这些分量滤去可使图像锐化。线性锐化滤波器的 3×3 模板如图 3b,这种滤波器的中心系数为正而周

围的系数为负,而且所有的系数和为零。当这样的模板放在灰度值是常数或变化很小的图像区域中时,其输出为零或很小。图 4e 为线性锐化滤波器处理后图像。

边缘检测属于图像分割技术,图像分割就是指把图像分成各具特色的区域并提取出有用目标的技术和过程。这里的特色可以是灰度、颜色、纹理等,目标可以对应单个区域,也可以对应多个区域。两个具有不同灰度值的相邻区域之间总存在边缘。边缘是灰度值不连续的结果。这种不连续常可用求导数方便地检测到,一般常用一阶和二阶导数来检测边界。梯度对应一阶导数,对于一个连续函数 $f(x,y)$,它在位置 (x,y) 的梯度可表示为一个矢量。

$$\Delta f(x,y)=[G_x \ G_y]=[\partial f/\partial x \ \partial f/\partial y]^T \quad (6)$$

对 G_x 和 G_y 各用一个模板组合起来以构成一个梯度算子。图 4c 是利用索贝尔算子(图 3c)边缘检测后

得到的图像。

由图 4 可以清楚地看到平滑处理后的图像“更加细腻”,在原图中的一些明显的突起部分在平滑处理虚拟 3D 显示图像中都趋于缓和,而且在它周围出现一些“过渡”部分,这些“过渡”在图像的边缘尤为明显。边缘检测的效果比较好,图像的边缘处的像素值基本为同一值,在边缘检测虚拟 3D 显示图中可看到连续的亮线边缘,像素值与原图的对应像素值稍有下降,而锐化处理后的图像边缘像素值参差不齐,在锐化处理虚拟 3D 显示图中不能形成明显的连续线段。

4 阴影过渡区的检测

本文提出一种新的检测方法,在空域中通过像素的多次依次比较来确定阴影过渡区的位置。

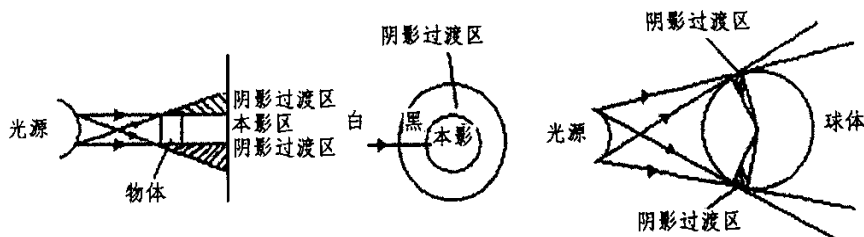


图 5 阴影过渡区产生机理

在日常生活中可以观测到阴影过渡区,当把物体放在日光灯下,在物体阴影的周围会出现一些模糊的影子,而且越靠近外围越明亮,越靠近中心越阴暗。又如白炽灯下的球体(如图 5)也有明显的阴影过渡区。产生这一现象的原因是因为日光灯和白炽灯并不是理想中的点光源,当它们发出的光照射在物体上,由于物体的遮挡,越靠近阴影的地方光线到达的越少,导致阴影过渡区的亮度由明到暗。

计算机中处理的图像都是离散后的图像,那么阴影过渡区也被离散化了。阴影过渡区中相邻像素间灰度值的差其大小与图像的分辨率、灰度等级有关,但通过反复实验发现较清晰的图像阴影过渡区相邻两点像素灰度值的差的绝对值小于等于 3(不为 0)。

阴影过渡区在图像中是由一些连续的像素点组成的,这使得它在某一方向上可以近似地看成是一组灰度值的“等差数列”。这是阴影过渡区非常重要的特点。可以通过这一特点确定阴影过渡区的位置并滤去图像中的大部分干扰。

从 RGB 转换到 HIS 可由下面公式计算:

$$I=(R+G+B)/3 \quad (7)$$

$$S=1-3[\min(R,G,B)]/(R+G+B) \quad (8)$$

$$H=\arccos\{[(R-G)+(R-B)]/2[(R-G)^2+(R-B)^2]\}^{1/2} \quad (9)$$

其中 H 表示色调, S 表示饱和度, I 表示密度(对应成像亮度和图像灰度)。

另外,考虑到阴影过渡区其质地可能并不是单色的平面,所以对检测的精度等级要适中。本文采用对一个像素点分别进行横向、纵向、斜向检测的方法,对相应方向上的 7 个相邻像素进行比较,如果有 5 次成功(灰度值的差的绝对值小于等于 3 且不为 0),则确定此点为阴影过渡区点,另外还要注意滤去差值符号反复变化的像素。基于 Visual C++ 6.0 对阴影过渡区检测的程序框图如图 6 所示,程序实现的效果如图 7 所示。从图 7 可见阴影过渡区部分被完整地保存下来而非阴影过渡区部分被暗灰色所替代。

结束语 本文得到的结果均已通过 Visual C++ 6.0 实现。利用虚拟 3D 显示法对平滑、锐化、边缘检测后的图像进行处理可以更直接地观测到图像像素间的变化,为在空域对图像进行深入研究奠定了基础。

对阴影过渡区的检测的实质是对具有相似特征连续区域的智能提取及对相关干扰的智能排除。找出新的相似特征和设计出更有效的检测规则是解决这一问题的关键所在。

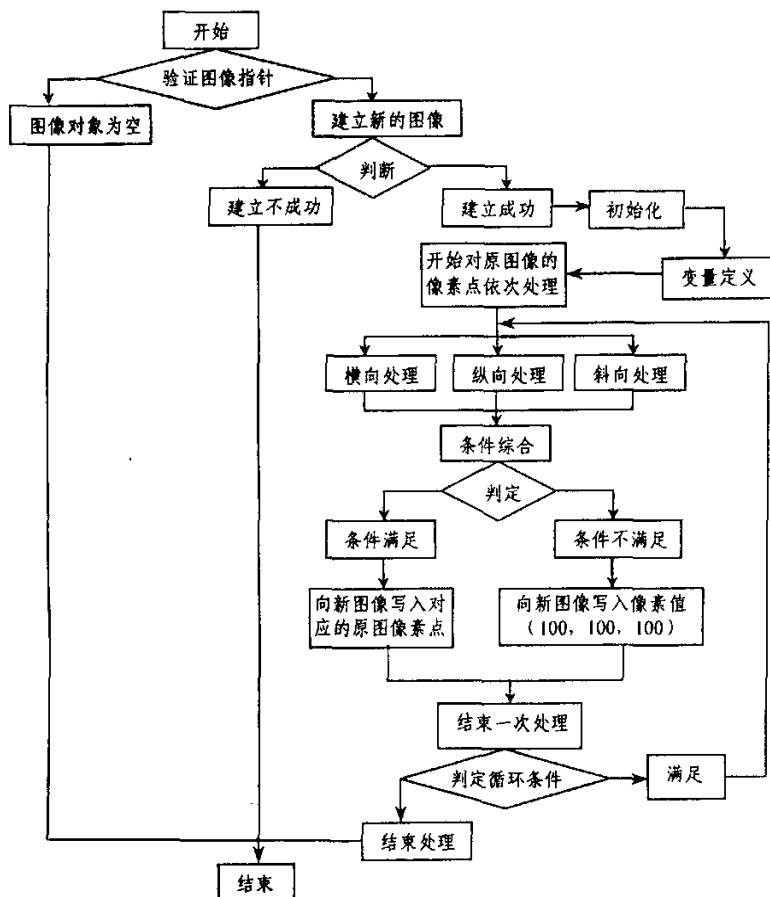
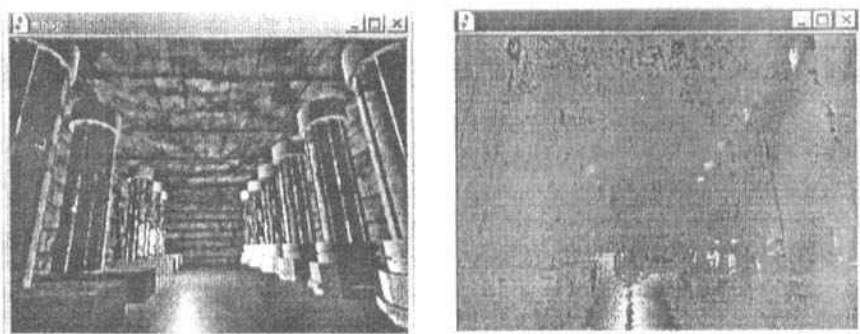


图 6 程序框图



(a)

(b)

图 7 a 为原图, b 为阴影过渡区检测后的图

参考文献

- 1 章毓晋. 图象处理和分析. 清华大学出版社, 1999
- 2 Sphar C(美)著, 前导工作室译. Visual C++6 学习指南. 机械工业出版社, 1999
- 3 Castleman K R. Digital Image Processing. Prentice Hall Inc.

1996

- 4 Sonka M, Hlavac V, Boyle R. Image Processing, Analysis, and Machine Vision, Second Edition, Thomson Asia Pte Led. 1998
- 5 Eugene N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling, John Wiley & Sons, Inc., 2001