

颜色和边缘的方向性描述符（Color and Edge Directivity Descriptor，CEDD）

本文节选自论文《Android手机上图像分类技术的研究》。

CEDD具有抽取特征速度较快，特征描述符占用空间较小的优势。下面就对CEDD原理进行详细的阐述和分析。

1.颜色信息

CEDD特征结合了颜色和纹理两方面信息，本小结将给出颜色信息提取的过程，重点分析RGB-HSV模型转换、10-bins模糊过滤器和24-bins模糊过滤器的原理。

1.1.RGB模型转换为HSV模型

RGB模型可以说是我们最熟悉、使用也最多的颜色模型，它们分别代表组成一个颜色的三个分量，（0，0，0）代表黑色，（255,255,255）代表白色，（255,0,0）代表红色，（0，255，0）代表绿色，（0,0,255）代表蓝色，其它颜色也可通过调整这三个分量表示出来。RGB颜色模型的设计是根据色彩发光原理而来的，且与硬件相关，一般情况下，计算机都会采用这种空间模型在屏幕上显示某种颜色的定义，即人们所熟悉的三色组合。所以，当从一幅图像中提取像素点时首先提取的一般也是像素点的RGB信息。

HSV模型中，H（Hue）代表色调，指通过物体传播或从物体射出的颜色，一般在使用中是由颜色名称来标识的。S（Saturation）代表饱和度，表示色调中灰色成分的比例，指颜色的纯度或强度。V（Value）代表亮度，指颜色相对的明暗程度。HSV模型能够较好地反应人对颜色的感知和鉴别能力，所以非常适合于比较基于颜色的图像相似性，在图像分类中也得到了广泛应用。

综合上述两点，在提取颜色信息前就需要对图像像素进行RGB-HSV的模型转换。在此特征提取算法中RGB-HSV转换的方式稍有不同，且最后得出的S、V取值范围也有差别，都是（0，255），但基本原理不变，这是为了便于后面在模糊过滤器中的运算，转换公式如下：

$$\begin{aligned} S &= \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B)} \\ V &= \frac{\max(R, G, B)}{255} \end{aligned}$$

这里所有的HSV值最后都取整数。

通过上面的计算，便可以得出像素点的HSV值，下面将用HSV值进行模糊过滤，得出颜色信息的直方图。

1.2. 10-bins模糊过滤器

$$\begin{aligned} H &= \frac{360}{2\pi} \arccos \left(\frac{R - G}{\sqrt{(R - B)^2 + (G - B)^2}} \right) \\ S &= \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B)} \\ V &= \frac{\max(R, G, B)}{255} \end{aligned}$$

10-bins模糊过滤器的工作过程是通过三个通道输入HSV信息，然后输出10个模糊的直方图信息值。10个直方图信息值的含义如下：（0）黑色（Black），（1）灰色（Gray），（2）白色（White），（3）红色（Red），（4）橙色（Orange），（5）黄色（Yellow），（6）绿色（Green），（7）青色（Cyan），（8）蓝色（Blue），（9）品红色（Magenta）。其原理如图所示。

10-bins模糊过滤器是基于模糊理论的，我们先来分析一下模糊理论中颜色径向边缘的生成。由于H代表的是色调，从它的计算方法可以看出H的取值范围为0-360，则当一张图片上出现由一种颜色向另一种颜色过渡时，H值的变化就会较快，这时就会出现所谓的颜色径向边缘。根据模糊理论可以找出这些径向边缘的位置。如图所示，图（a）为提取出的H通道值的图像，图（b）是将图（a）通过CLF过滤器模糊处理后得出的。CLF的英文全称为Coordinated logic filters，它的方法就是将图像上每个3*3方块的九个像素点的二进制值进行逻辑“与”运算，这样，在H通道的颜色边缘处就会出现较小的H值，也就是我们看到的图（b）的效果。再将原H值图像与过滤后的H图像进行差运算即可得如图（c）所示的较明显的颜色径向边缘。图（d）为H通道理论上的径向边缘位置。

$$\begin{aligned} H &= \frac{360}{2\pi} \arccos \left(\frac{R - G}{\sqrt{(R - B)^2 + (G - B)^2}} \right) \\ S &= \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R, G, B)} \\ V &= \frac{\max(R, G, B)}{255} \end{aligned}$$

通过上述原理反复实验可以得到H径向边缘的范围，如图所示，将H通道的值分为八个模糊区域，每一区域依次命名为：（0）红色-橙色（Red to Orange），（1）橙色（Orange），（2）黄色（Yellow），（3）绿色（Green），（4）青色（Cyan），（5）蓝色（Blue），（6）品红色（Magenta），（7）蓝色-红色（Blue to Red）。每两个相邻区域都有交叉的部分。

3.1.3.24-bins模糊过滤器

24-bins模糊过滤器就是将10-bins模糊过滤器输出的每种色区再分为3个H值区域，输入一个10维向量和S、V通道值，输出的是一个24维向量，其系统模型如图3-7所示。它输出的每一维所代表的信息分别是：（0）黑色（Black），（1）灰色（Grey），（2）白色（White），（3）暗红色（Dark Red），（4）红色（Red），（5）浅红（Light Red），（6）暗橙色（Dark Orange），（7）橙色（Orange），（8）浅橙色（Light Orange），（9）暗黄色（Dark Yellow），（10）黄色（Yellow），（11）浅黄色（Light Yellow），（12）深绿色（Dark Green），（13）绿色（Green），（14）浅绿色（Light Green），（15）暗青色（Dark Cyan），（16）青色（Cyan），（17）浅青色（Light Cyan），（18）深蓝色（Dark Blue），（19）蓝色（Blue），（20）淡蓝色（Light Blue），（21）暗品红色（Dark Magenta），（22）品红色（Magenta），（23）浅品红色（Light Magenta）。

3.2.纹理信息

本小结将介绍CEDD特征中纹理信息的提取过程，通过YIQ模型计算出像素灰度值，再提取图像的边缘方向直方图纹理信息。

3.2.1.YIQ彩色空间

YIQ色彩空间属于NTSC（国际电视标准委员会）系统。Y（Luminace）代表了颜色的明视度，直观点说就是图像的灰度值。I和Q（Chrominace）代表了色调信息，它们分别描述图像色彩以及饱和度的属性。在YIQ色彩空间模型中，Y分量表示图像的亮度信息，I和Q分量表示颜色信息，I分量是指从橙色到青色，Q分量则是指从紫色到黄绿色[24]。

通过对彩色图像从RGB到YIQ空间的转换，可以分开彩色图像中的亮度信息与色度信息，并对其各自进行独立处理。RGB转换到YIQ空间模型的对应关系如下面方程所示：

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & 0.187 \\ 0.212 & -0.521 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

提取纹理特征时，最常用的就是图像的灰度值，这里引出YIQ空间也只为求出Y值，以便后面进行纹理信息的提取。

3.2.2.边缘方向直方图

在这里将提出一种计算速度较快捷的纹理信息提取方法，EHD（Edge Histogram Descriptor），即边缘直方图描述符，将会用到5个数字滤波器，如图3-9所示。



这五个数字滤波器是用来提取纹理边缘信息的，它们能够将其所作用的区域分为垂直方向、水平方向、45度方向、135度方向和无方向五个类别。在对图像进行纹理信息提取时会将图像分为若干小区。然后每个小区再分为如图3-9的四个大小相等的子小区。然后每个小区再分为如图3-9的四个大小相等的子小区。用 $g_0(i, j)$ ， $g_1(i, j)$ ， $g_2(i, j)$ ， $g_3(i, j)$ 分别表示在第 (i, j) 个小区内四个子小区的平均灰度值。 $a_v(k)$ ， $a_h(k)$ ， $a_{d-45}(k)$ ， $a_{d-135}(k)$ 和 $a_{nd}(k)$ 分别代表四个子小区平均灰度值经过过滤器时的参数，图中每个子小区中的数值便是滤波器的参数，其中 k 的取值范围是0到3整数，表示小区内的四个子小区。 $n_v(i, j)$ ， $n_h(i, j)$ ， $n_{d-45}(i, j)$ ， $n_{d-135}(i, j)$ 和 $n_{nd}(i, j)$ 为第 (i, j) 个小区内所判定各方向的取值。计算方法如下：

$$n_v(i, j) = \max\{a_v(k) | g_0(i, j) - a_v(k) \leq T_0\}$$

找出最大值，

$$n_h(i, j) = \max\{a_h(k) | g_1(i, j) - a_h(k) \leq T_0\}$$

再对所有 n 值规范化，

$$n_v(i, j) = \frac{n_v(i, j)}{n_{max}}$$

通过上面的计算公式，可以得出每个小区内图像边缘的信息。CEDD中纹理信息提取的是一个6维直方图，直方图中各维信息的含义分别是：（0）无边缘信息，（1）无方向的边缘信息，（2）水平方向的边缘信息，（3）垂直方向的边缘信息，（4）45度方向的边缘信息，（5）135度方向的边缘信息。判断每个小区纹理信息所属的直方图区域的方法如图3-10所示：



首先设定4个阈值： $T_0=14$ ，检验该小区是否含有边缘信息； $T_1=0.68$ ，判断该小区是否含有无方向信息； $T_2=T_3=0.98$ ，用来判断该小区是否含有其它四个方向的信息。如果 m_{max} 大于 T_0 ，则该小区含有纹理信息，如果不大于则是非含有纹理信息的小区，那么6维直方图第一维的值会加1。如果该区域是有边缘信息的，即 m_{max} 大于等于 T_0 ，便可以计算其它各方向信息的值，如图3-10所示。此原理图是一个发散的五边形，每个顶点代表一个边缘方向类别，每个小区内计算出的 n_{nd} 、 n_h 、 n_v 、 n_{d-45} 、 n_{d-135} 值便分别落在五个点与中心原点的连线上。中心点的值为1，五边形边界线上的值为0。如果 n 值大于它相应边缘方向类别上的阈值，则可判定该小区属于这个边缘方向类别，可想而知，一个小区可以同时属于几个类别。由此，便有如划分方法：若 n_{nd} 大于 T_1 ，则直方图中含有无方向信息的区域值加1；若 n_h 大于 T_2 ，则直方图中含有水平方向边缘信息的区域值加1；若 n_v 大于 T_2 ，则直方图中含有垂直方向边缘信息的区域值加1；若 n_{d-45} 大于 T_3 ，则直方图中含有45度方向边缘信息的区域值加1；若 n_{d-135} 大于 T_3 ，则直方图中含有135度方向边缘信息的区域值加1。

3.3. CEDD 特征

CEDD的英文全称是Color and Edge Directivity Descriptor,即颜色和边缘方向特征描述符。它结合了图像的颜色和纹理信息,生成一个144位的直方图。这个特征提取方法可以分为两个子模块系统，提取颜色信息的是颜色模块，提取纹理信息的是纹理模块，这两个单元的具体算法已经在3.1小节和3.2小节进行了详细讲述。CEDD直方图信息由六个区域组成，也就是3.2中讲到的纹理模块，六个区域就是提取出的6维向量直方图，然后在这些纹理信息的每一维中再加入颜色模块提取出的24维颜色信息，这样就可以将颜色和纹理有效结合起来，最终得出6*24=144维的直方图信息。其原理如图3-11所示。

在实现过程中先将图片分成若干小区，小区的数量是根据图像具体情况和计算机能力综合决定的，每一个图像小区都会经过纹理模块和颜色模块的处理。

小区在纹理模块特征提取过程中会先分为4个子小区。根据YIQ计算公式得出每个像素的灰度值，求出每个子小区的平均灰度值。再经过5个数字滤波器过滤后，根据图3-10的原理判断该子小区属于哪些纹理信息类别。

在颜色模块中，每个图像小区都会转换为HSV色彩空间，系统会将小区内HSV各通道的平均值通过10-bins模糊过滤器输出的10维向量再通过24-bins模糊过滤器中。通过10-bins模糊过滤器后根据H值得出了 10个色彩类别，当通过24-bins模糊过滤器时会根据S和V的区域判定对H进行再分类输出24维的直方图。

图像的每一个小区都会经过颜色模块的处理，处理后将24个数据分别加入到该小区所属的各纹理类别中，最后对直方图进行归一化处理。

如果只进行到归一化这一步并不能体现出CEDD的优越性，因为这里面的值含有小数部分，要占用大量的存储空间。如果对其进行量化，则量化后的整数值既方便存储，又可以让人们直观的读取特征值。表3-1是CEDD特征提取后的量化表，量化范围是0-7的整数。可以看出它并不是一个均匀量化，向量中每一纹理区域的量化范围都是不同的，而且区域内的量化级也不是等比递增，有关它的原理可以参考文献。

□

原文地址：

<http://www.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?QueryID=0&CurRec=1&recid=&filename=1013244249.nh&dbname=CMFDTEMP&dbcode=CMFD&pr=&urlid=&yx=&uid=WEEvREcwSIJHSlSdnQ1ZStuZ0NTSk9iRWltY2FjWXRhVnU3aTllaWxjQnBWWk4yRklrTDdmd1Bka1BrY3pZPQ==&v=MjQzNTVuVzcvQVZGMjZiYkc4R3RQSBwRWJQSVI4ZVgxTHV4WVM3RGgxVDNxVHJXTTFGckNVUkxtZVp1UnVGeXI=>

文章标签： [cedd](#) [图像](#) [检索](#) [算法](#) [纹理](#)

个人分类：[MPEG7/图像检索](#)

此PDF由spygg生成,请尊重原作者版权!!!
我的邮箱:liushidc@163.com