

综合纹理和形状特征的外观专利图像检索算法研究*

贺双双¹, 戴青云²

(1. 广东工业大学 信息工程学院, 广东 广州 510006;

2. 广东工业大学 科技处, 广东 广州 510006)

摘要: 针对外观设计专利图像背景多样性、复杂性以及形状特征突出等特点, 提出了一种综合纹理和形状的检索算法。该方法首先采用基于物体内部结构纹理特征描述纹理, 并用欧式距离取得其相似值, 然后再用改进的加权欧式距离取得不变矩形状特征向量的相似值, 经特征融合得到最终相似距离值。实验结果表明, 该算法优于现有的其他算法, 针对外观专利图像的检索, 具有更高的查全率和查准率。

关键词: 查全率; 查准率; 特征融合; 外观专利

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)04-0042-03

Comprehensive texture and shape features algorithm research for appearance pattern image retrieval

He Shuangshuang¹, Dai Qingyun²

(1. College of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China

2. Science and Technology Department, Guang Dong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Considering diversity, complexity and prominent shape feature of the appearance design pattern images, a retrieval algorithm of comprehensive texture and shape features is proposed in this paper. In this method, the texture characteristics based on object interior structure to describe the texture is firstly generated, and obtains image similar value by using Euclidean distance. Then it uses the improved weighted Euclidean distance formula to get the invariant moments shape characteristic vector of the similar values. Ultimately, it gain similar distance through the characteristic fusion. The experimental results show that the method is better than other existing algorithm. Aiming at the appearance patent image retrieval, it has higher recall ratio and precision ratio.

Key words: recall ratio; precision rate; features fusion; appearance patent

查全率和查准率从被提出之日起就成为评价检索系统检索性能的重要指标,而且两个指标必须同时满足一定的标准时才能说检索效果令人满意。在外观设计专利图像检索中,特征选取与描述方法是检索算法的核心。现在常用的图像检索特征主要有颜色、纹理特征、形状和空间关系。由于外观专利图像的特殊性,其颜色会受复杂环境因素如亮度等的影响而呈现出稳定性,而形状是描述外观图像不可忽视的本质特征,纹理则是反应图像内部结构的一个重要视觉特征。参考文献[1]采用了Hu不变矩作为形状特征,并融合了灰度共生矩阵算法提取的纹理特征,但没有考虑到轮廓特征以及局部纹理特征对检索的影响,因此检索效果不尽如人意。参

考文献[2]采用分级检索的机制,综合利用灰度及形状进行基于内容的医学图像检索。该方法克服了灰度直方图不能充分表示空间分布信息的不足,利用边界方向直方图描述形状特征,避开对图像进行精确分割这一医学图像处理中的难点问题。但它只能得到图像的大致边界信息,不能实现对物体形状的精确描述,即对于物体图像的内部特征表达得不够详细。参考文献[5]采用了面积、形状矩等局部或全局特征来表示一幅图像,但它只是单一地提取了形状特征,而无法清楚地描述物体内部结构,这对于外观专利图像来讲并不是最佳的算法选择。

本文针对已有的图像检索算法存在的不足和外观设计专利图像背景多样性、复杂性和形状特征突出等特点,提出了一种新的改进算法。首先利用一种基于物体

* 基金项目: 广东省产学研项目(2008B090500254); 广东省信产厅项目(GDHD2008IS007, GDHD2008IS003)

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

内部结构的图像提取纹理特征,再用欧式距离求出纹理特征向量的相似距离;然后用不变矩提取图像的形状特征,并用改进加权欧式公式得到形状特征向量的相似距离;最后采用两个特征融合的方式,并通过设置各自的权重,取得关键图与检索图的多特征相似度值,从而实现图像信息的自动检索。

1 图像纹理特征提取

图像在进行纹理特征提取之前,首先进行了预处理,包括噪声消除、背景去除、边缘提取和归一化。

外观设计专利图像具有边缘清晰、前景与背景区分度大的特点。不同外观设计专利的本质区别在于形状和结构特征。与颜色特征不同,纹理特征不是基于像素点的特征,它需要在包含多个像素点的区域中进行统计计算。作为一种统计特征,纹理特征常具有旋转不变性,并且对于噪声有较强的抵抗能力。为了有效描述图像的内部结构,本文采用两个方向的纹理扫描方式,如图1所示。沿着不同方向计算纹理得到的值是不同的。算法具体流程描述如图2所示。

(1) 首先将图片转换为灰度图

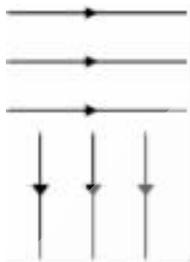


图1 不同方向纹理

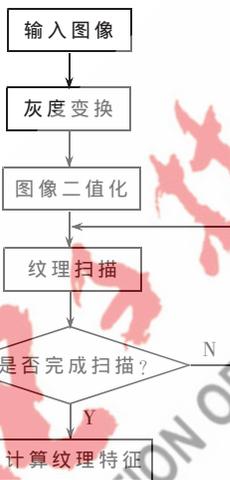


图2 纹理提取算法流程

片,并进行二值化,其灰度转换遵循的转换规律为:

$$I=0.299R+0.587G+0.114B \quad (1)$$

I 为转换后像素灰度级, R 表示红色颜色分量值, G 表示绿色颜色分量值, B 表示蓝色颜色分量值。将图二值化后(背景为黑色,前景为白色)按照式(2)计算可得到一个二进制序列 $T_i(i=1,2,\dots,7)$:

$$T_i = \begin{cases} 1, & (I_{i-1}-I_i) < 0 \\ 0, & (I_{i-1}-I_i) > 0 \end{cases} \quad (2)$$

(2) 对图像进行缩放处理,即变为 26×19 范围的投影。

(3) 分别从左至右方向 10 等分扫描线方向扫描、从上至下方向 10 等分扫描线方向扫描。

(4) 扫描完后,将计算出的纹理特征向量作为该图像在空间的坐标。

(5) 根据欧式距离计算出两幅图像的相似度:

$$L_1(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2} \quad (3)$$

2 图像形状特征提取

自 1962 年 HU K M 首次提出用 7 个不变矩来表征

图像的形状后,不变矩就开始被广泛地用于描述形状特征,其关键还是在于不变矩具有平移、旋转和尺度不变性的优点。

对于一幅二值化图像 $f(x, y)(x, y=0, 1, 2, \dots, N-1)$ 来说,可以定义 $(p+q)$ 阶矩为:

$$M_{pq} = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x, y) \quad (4)$$

为了保证形状特征的位置不变性,还必须计算中心矩,即以物体的质心为原点计算图像的不变矩值。中心矩可以定义为:

$$M_{pq} = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q \quad (5)$$

根据各阶中心矩而定义的 7 个不变矩为:

$$\begin{aligned} M_1 &= \bar{m}_{2,0} + \bar{m}_{0,2} \\ M_2 &= (\bar{m}_{2,0} - \bar{m}_{0,2})^2 + 4\bar{m}_{1,1} \\ M_3 &= (\bar{m}_{3,0} - 3\bar{m}_{1,2})^2 + (3\bar{m}_{2,1} - \bar{m}_{0,3})^2 \\ M_4 &= (\bar{m}_{3,0} - \bar{m}_{1,2})^2 + (\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3})^2 \\ M_5 &= (\bar{m}_{3,0} - 3\bar{m}_{1,2})^2 + (\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})^2 [(\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})^2 - \\ &\quad 3(\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3})^2] + (3\bar{m}_{2,1} - \bar{m}_{0,3})(\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3}) \\ &\quad [(3(\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})^2 - (\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3})^2)] \\ M_6 &= (\bar{m}_{2,0} - \bar{m}_{0,2}) [(\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})^2 - (\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3})^2] + \\ &\quad 4\bar{m}_{1,1}(\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})(\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3}) \\ M_7 &= (3\bar{m}_{2,1} - \bar{m}_{0,3})(\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})(\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})^2 - \\ &\quad 3(\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3})^2] - (\bar{m}_{3,0} - 3\bar{m}_{1,2})(\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3}) \\ &\quad [(3(\bar{m}_{3,0} + \bar{m}_{1,2})^2 - (\bar{m}_{2,1} + \bar{m}_{0,3})^2)] \end{aligned}$$

用这 7 个不变矩组成描述物体的区域形状特征向量,即 $H=(M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, M_7)$ 。

根据改进加权欧式距离计算出两幅图像的相似度:

$$L_2(A, B) = \left[\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^n \right]^{\frac{1}{n}} \quad (6)$$

3 特征融合

本文在应用以上两种方法分别提取了图像的纹理与形状特征之后,相应地运用加权欧式公式和改进的加权欧式公式求出其各自的相似度量值后,就可以将这些特征度量值进行图像检索。外观专利图像有其本身的独特性,形状特征向量和纹理特征向量各自代表的物理意义不同,且都是非常重要的特征,但它们占的权重也不相同。为了能综合它们各自的优缺点,本文应用特征融合距离公式,即通过设置两者的权重并综合两者相似度量值来确定最终的检索图像的相似程度。即:

$$D(A, B) = w_1 L_1(A, B) + w_2 L_2(A, B) \quad (7)$$

其中, w_1 和 w_2 分别代表纹理特征和形状特征的权重,且 $w_1 + w_2 = 1$, $L_1(A, B)$ 和 $L_2(A, B)$ 分别代表前面已求出的代表纹理和形状的特征向量的相似度量值,值越大表示图像间的相似程度越高。但是如何确定它们各自权重的值是一个值得深入研究和探讨的问题。本文在进行实验时给

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 4 期

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

它们设置了不同权重的数据组,最后发现不同类型图像对权重取值有不同要求。由于本文是针对外观专利图像进行检索,形状特征更能体现它的本质特征,所以形状特征的权重取值要偏大些。

本文综合多特征的图像检索改进算法描述如下。

(1)对图像进行预处理;

(2)基于内部结构纹理特征提取,并根据式(3)求出其相似度量值;

(3)不变矩形状特征提取,并根据式(5)求出其相似度量值;

(4)按照式(7)进行关键图和检索图的特征融合相似度的计算,得到最终相似距离值;

(5)输出图像检索结果。

4 实验结果及分析

实验采用的计算机硬件配置为Intel i3 CPU 370 M 2.40 GHz CPU、2 GB 内存,采用 MATLAB 2010a 编程实现相关算法。本文用 5 000 张外观专利图像作为数据库,家具类别包括转椅、衣架、沙发椅、两脚桌、靠背椅、床和储物柜等,图像来源于广东省专利局的图像专利库。

实验 1 首先针对同一检索图片,对比了不变矩算法与其他形状描述子排名前 20 的图片检索情况,结果如图 3 所示。



图 3 实验 1 结果

实验 2 用不变矩结合纹理特征即本文算法对不同图片进行检索,结果如图 4 所示。

用各种算法多次针对不同图片一一进行检索,查准率和查全率对比如图 5 所示。

实验 3 为体现实验的有效性,本文对比了参考文献[5]算法的性能,结果如图 6 所示。

由以上实验可以看出,本文算法的检索性能明显优于其他算法。相比于之前的一些常用纹理描述子(如灰度共生矩等),本文算法采用的基于内部结构的纹理特征

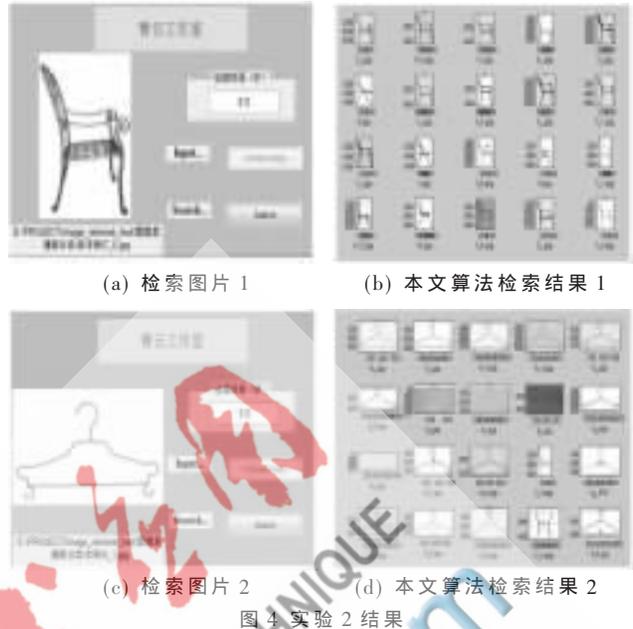


图 4 实验 2 结果

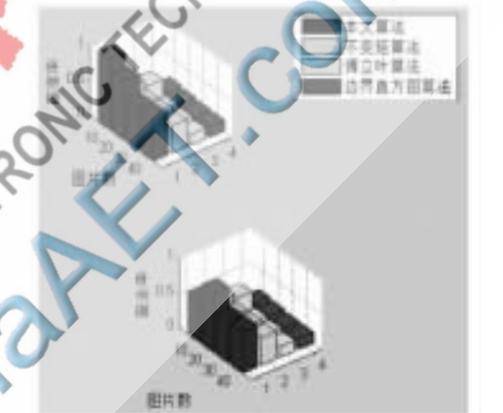


图 5 本文算法与其他算法查准率和查全率对比图

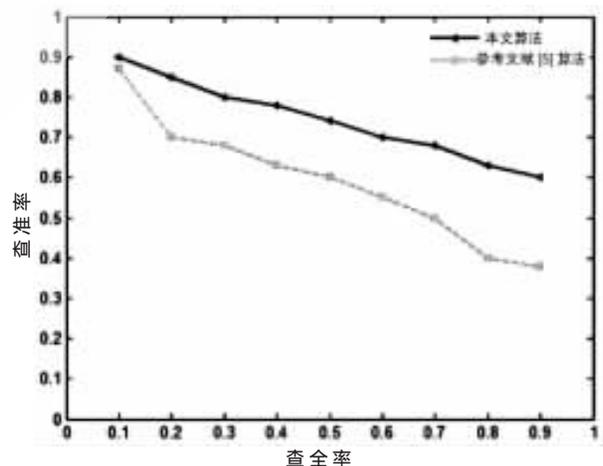


图 6 本文算法与参考文献[5]算法性能对比图

实用简单,它描述的是物体边缘的跳变次数,可一定程度反映物体的内部结构。在形状特征方面,不变矩在其他形状描述子中也体现了一定的优势,再结合改进的加权欧式距离公式使检索性能大大提高了。

针对外观专利图像的特殊性,提出了一种基于内部结构纹理特征结合不变矩形状特征的改进算法。该方法综合考虑了结构和区域特征,克服了其他算法的一些缺陷,经 MATLAB 仿真验证了本文算法能权衡好查准率和查全率,具有较好的实用价值。

参考文献

- [1] 戴青云,李海鹏.基于纹理和形状特征的外观设计专利图像的检索[J].计算机工程与应用,2002,38(3):27-29.
- [2] 王斌.一种不变的基于傅里叶变换的区域形状描述子[J].电子学报,2012,40(1):84-88.
- [3] 蔡菲,蔡珣,史同广,等.一种基于形状特征的图像检索方法[J].计算机应用与软件,2005,22(12):99-100.
- [4] 蔡念,张国宏,楼朋旭,等.基于形状和纹理的外观设计专利图像检索方法[J].山东大学学报(工学版),2011,41(2):1-4.
- [5] 成晓翁,胡学龙,尹翔.一种基于形状的图像检索系统[J].理论与方法,2011,30(10):203-207.
- [6] 戴雯惠.一种基于多特征融合的彩色图像检索方法[J].电脑与信息技术,2011,19(5):22-24.
- [7] Fan Yachun, Geng Guohua, Zhou Mingquan. Shape based retrieve using invariant moments and edge direction[J].Journal of Chinese Computer Systems,2004,25(4):659-662.
- [8] KIN W Y,KIM Y S. A region-based shape descriptor using Zernike moments[J]. Signal Processing:Image Communication,2000,16(1-2):95-102.

(收稿日期:2012-11-16)

作者简介:

贺双双,女,1988年生,硕士研究生,主要研究方向:图像处理、图像检索。

戴青云,女,1965年生,博士后,教授,主要研究方向:图像处理、模式识别、计算机视觉等。

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.ChinaAET.com