

分类号:

学校代号: 11845

UDC:

密级:

学 号: 2110803225

广东工业大学硕士学位论文

(工学硕士)

基于多特征融合的 外观设计专利图像检索算法

张国宏

指导教师姓名、职称: 蔡念 副研究员

企业导师姓名、职称: 无

专业或领域名称: 信号与信息处理

学生所属学院: 信息工程学院

论文答辩日期: 2011.06



A Dissertation Submitted to Guangdong University of
Technology for the Degree of Master of Engineering Science

**IMAGE RETRIEVAL ALGORITHMS FOR DESIGN
PATENT BASED ON MULTI-FEATURE FUSION**

Master of Engineering Science

Master Candidate: Zhang Guohong

Supervisor: Assoc. Prof. Cai Nian

**June 2011
Faculty of Information Engineering
Guangdong University of Technology
Guangzhou 510006, P. R. China**

摘要

外观设计在提高产品的市场竞争中扮演着举足轻重的角色。外观设计专利检索不仅帮助设计人员发现设计灵感，同时也能帮助企业规避侵权行为风险，对于知识产权的保护具有十分重要的意义。

本文针对外观设计专利图像的特点，提出了两种基于多特征融合的外观设计专利图像检索算法。基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法采用 Hu 不变矩和高斯描绘子两种算法提取图像形状特征，采用 Gabor 滤波方法提取纹理特征，检索过程中计算特征融合后的相似距离，根据相似距离将图像排序后返回；基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法采用结构特征和边界方向直方图两种算法描述图像形状特征，采用 Gabor 滤波算法和分块统计算法提取纹理特征。首先采用几种几何特征对图像库进行初步筛选，之后将图像特征进行对称变换，分别计算原特征与变换后特征的相似距离，以最短距离作为实际的图像之间相似距离，最后将图像排序后返回结果。

本文通过实验比较分析了多种图像检索算法的检索性能。实验结果表明，本文提出的基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法能够更有效地实现外观设计专利图像的检索。最后以基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法为基础，实现了外观设计专利图像检索仿真系统。

关键词： 外观设计专利，基于内容的图像检索，多特征融合，形状和纹理

ABSTRACT

Product design plays a more and more important role in the market competition. Product design patents retrieval technology not only helps designers find inspiration, but also can help companies avoid the risk of infringement. It has great significant meaning for the protection of intellectual property.

This thesis puts forward two retrieval algorithms for design patent images based on multi-feature fusion according to the characteristics of design patent images. The multi-feature fusion algorithm based on Gaussian descriptor extracts shape features by using Hu invariant moments and Gaussian descriptor, and texture features by using Gabor wavelet. The algorithm obtains the retrieval results according to the similarity distance of multi-feature fusion in the retrieval process. The multi-feature fusion algorithm based on edge direction histogram extracts shape features by using structure feature and edge direction histogram, and texture features by using Garbor wavelet and statistical characteristics of image blocks. Several geometric features are used to roughly classify the images in the image library. Then image features are transformed symmetrically. And the similarity distance between pretransformed features and transformed features are calculated. The actual similarity distance is the shorter one. Finally retrieval results are achieved according to similarity distance.

This thesis analyses the performance of several multi-feature fusion algorithms for image retrieval. The experimental results indicate that the multi-feature fusion based on edge direction histogram is most feasible for design patent image retrieval. Finally this thesis realizes a simulation image retrieval system for design patents based on this algorithm.

Keywords: Product design patents, Content based image retrieval, Multi-feature fusion, Shape and texture

目录

| | |
|----------------------------------|-----|
| 摘 要 | I |
| ABSTRACT | II |
| 目 录 | III |
| Contents | V |
| 第一章 绪论 | 1 |
| 1.1 外观设计专利简介 | 1 |
| 1.1.1 外观设计的概念 | 1 |
| 1.1.2 外观设计专利的意义 | 2 |
| 1.1.3 外观设计专利权的保护范围及侵权认定 | 2 |
| 1.2 外观设计专利检索的研究意义 | 4 |
| 1.3 外观设计专利检索的国内外研究现状 | 5 |
| 1.4 本文工作和章节安排 | 6 |
| 第二章 外观设计专利检索相关技术 | 7 |
| 2.1 基于关键字的外观设计专利检索技术 | 7 |
| 2.2 基于内容的外观设计专利检索技术 | 7 |
| 2.2.1 图像特征提取技术 | 9 |
| 2.2.2 相似性度量技术 | 10 |
| 2.2.3 相关反馈技术 | 12 |
| 2.3 本章小结 | 13 |
| 第三章 基于形状和纹理特征的外观设计专利图像检索算法 | 14 |
| 3.1 特征提取算法 | 15 |
| 3.1.1 形状特征 | 15 |
| 3.1.2 纹理特征 | 18 |
| 3.2 相似性度量算法 | 19 |
| 3.3 基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法 | 20 |
| 3.4 基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法 | 21 |
| 3.5 本章小结 | 23 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 第四章 实验结果比较与分析 | 24 |
| 4.1 性能评价指标 | 24 |
| 4.2 算法性能比较与分析 | 26 |
| 4.2.1 基于高斯描述子的图像检索算法性能分析 | 26 |
| 4.2.2 多特征融合图像检索算法性能分析 | 27 |
| 4.3 本章小结 | 34 |
| 第五章 外观设计专利图像检索仿真系统设计 | 35 |
| 5.1 仿真系统总体结构 | 35 |
| 5.2 仿真系统主要功能 | 36 |
| 5.3 仿真系统设计方案 | 37 |
| 5.4 检索结果示例 | 40 |
| 5.5 本章小结 | 43 |
| 总结与展望 | 44 |
| 参考文献 | 45 |
| 攻读硕士学位期间发表的论文 | 48 |
| 独创性声明 | 49 |
| 致 谢 | 50 |

Contents

| | |
|--|-----------|
| ABSTRACT..... | II |
| Contents | V |
| Chapter 1 Introduction..... | 1 |
| 1.1 Brief introduction of design patents..... | 1 |
| 1.1.1 Concepts of product design | 1 |
| 1.1.2 Significance of product design patents..... | 2 |
| 1.1.3 Protection and infringement of product design patents | 2 |
| 1.2 Research significance of product design patents retrieval | 4 |
| 1.3 Current research state of product design patents retrieval | 5 |
| 1.4 Contents and the structure of the thesis..... | 6 |
| Chapter 2 Retrieval technology of product design patents..... | 7 |
| 2.1 Text-based retrieval technology of product design patents | 7 |
| 2.2 Content-based retrieval technology of product design patents | 7 |
| 2.2.1 Features extraction..... | 9 |
| 2.2.2 Similarity measurement..... | 10 |
| 2.2.3 Relevance feedback | 12 |
| 2.3 Brief summary | 13 |
| Chapter 3 Image retrieval for design patents based on shape and texture features..... | 14 |
| 3.1 Features extraction | 15 |
| 3.1.1 Shape features..... | 15 |
| 3.1.2 Texture features | 18 |
| 3.2 Similarity Measurement..... | 19 |
| 3.3 Multi-feature fusion algorithm based on Gaussian descriptor | 20 |
| 3.4 Multi-feature fusion algorithm based on edge direction histogram | 21 |
| 3.5 Brief summary | 23 |
| Chapter 4 Experimental results..... | 24 |
| 4.1 Performance evaluation..... | 24 |
| 4.2 Comparison and analysis of the performance | 26 |
| 4.2.1 Performance analysis of the algorithm based on Gaussian descriptor | 26 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2 Performance analysis of multi-feature fusion algorithms..... | 27 |
| 4.3 Brief summary | 34 |
| Chapter 5 Simulation image retrieval system for design patents | 35 |
| 5.1 Structure of simulation system | 35 |
| 5.2 Function of simulation system | 36 |
| 5.3 Design of simulation system | 37 |
| 5.4 Examples of image retrieval for design patents | 40 |
| 5.5 Brief summary | 43 |
| Conclusions..... | 44 |
| References | 45 |
| Published Papers During the Master Period..... | 48 |
| Declarations | 49 |
| Acknowledgements | 50 |

第一章 绪论

本章首先介绍了外观设计专利的概念以及外观设计专利检索技术的研究背景，然后概述了外观设计专利检索技术的国内外研究现状，最后阐述了本文的主要工作。

1.1 外观设计专利简介

1.1.1 外观设计的概念

外观设计就是指对工业品的外观样式所做的富有美感的设计^[1]。外观设计专利是指依法应授予专利权的外观设计。它是专利权的客体，也是专利法保护的对象。外观设计不是技术方案，因此外观设计专利与发明专利或实用新型专利完全不同。我国《专利法实施细则》第二条规定：外观设计是指对产品的形状、图案或者其结合以及色彩与形状、图案的结合所作的富有美感并适于工业应用的新设计。

通过以上描述可以看出外观设计专利应当符合如下基本要求：

(1) 外观设计是对产品外观所做的设计。外观设计的载体必须是某一种客观存在的产品。离开产品讨论外观设计是没有意义的。

(2) 外观设计是指形状、图案、色彩或是对这几个方面进行结合所做的设计。外观形状是指产品设计在某个视图平面内所呈现的外部线条轮廓；图案是指产品设计在内部用线条或绘图的组合所呈现出一种图形；色彩是指设计采用的颜色的组合。单独的色彩设计无法构成外观设计专利，也就是说必须有其它两个因素中的一种元素的组合才能构成外观设计专利。

(3) 外观设计必须适用于工业应用。适用于工业应用是指外观设计是针对工业中实际制造的产品所进行的设计。设计必须以产品的制造、批量生产进行出售盈利为目的。

(4) 外观设计是富有美感的设计。外观设计是用于装饰工业品外观的一种式样，因此外观设计必须是具有美感的。而这种具有美感的定义则是由大多数的消费者的眼光来决定的。

1.1.2 外观设计专利的意义

若干年前,美国哈佛大学商学院教授罗伯特·海斯就说过“过去,企业在价格上相互竞争,今天是在质量上相互竞争,明天则在设计上相互竞争”。可见外观设计在提高产品的市场竞争中扮演着举足轻重的角色,发挥着重要的作用。外观设计创新是企业竞争中制胜的法宝。工业品的外观设计不仅反映了产品设计者的工业技术水平,而且还从一个侧面反映出设计者的设计思想和审美观。优秀美观的产品设计可以提高产品档次和附加值,并且更容易赢得消费者的认同,给企业带来较大的市场份额。同时,外观设计创新投入少、产出多。美国研究部门的研究则表明,在外观设计方面每投入1美元,就可带来1500美元的利润。

外观设计专利以产品的形状、图案、色彩为设计对象,以产品为载体,适合工业上的应用,与实用新型和商标一起被合称为工业产权^[1]。随着国际形势的发展和世界贸易一体化进程的加快,外观设计专利在工业产权中占有越来越重要的地位。越来越多的企业已经认识到:企业过去靠价格竞争、质量竞争,未来将靠设计竞争。

1.1.3 外观设计专利权的保护范围及侵权认定

外观设计专利保护的范围是指任何人或企业在制造与指定产品相同的产品时,不得仿制该产品的外观设计^[2]。所谓仿制即是摹仿外观设计中具有新颖性和独创性的部分。在进行具体的判定过程中,要把仿制的外观设计与享有专利保护的外观设计进行整体的比较,如果两种设计之间的差别非常微小,则可认定前者的设计侵犯了后者的保护范围。外观设计专利保护的范围与申请专利时指定的产品类型有关。已经实行外观设计注册的国家,通常都有一个使用外观设计的产品分类法,要求专利申请人声明所要申请的外观设计是应用于哪一类的哪几种产品。产品分类表在决定外观设计专利权的保护范围时有一定效力。

在外观设计专利侵权纠纷案件审判中,判断被告的被控产品是否落入原告专利的保护范围,一直是专利审判工作的一个难点。我国专利法第十一条第二款、第二十三条和第五十九条第二款,对外观设计专利权授予的条件、构成侵权的要件及保护范围作了原则性的规定。那么,如何判断被控产品与原告外观设计专利产品相同、相近似主要有以下几项原则^[3-5]:

(1) 判断相同的原则

物品相同和设计相同,判断为相同。所谓物品相同,是指产品的用途和功能完全相同。如机械手表和电子手表,尽管它们的结构不同,但它们的用途和功能相同,故它们是相同的产品。所谓设计相同,是指形状、图案、色彩(或者结合),三个要素相同。一般产品的设计内容表现为以下几个方面:单纯的形状或图案设计;形状和图案二者结合的设计;图案和色彩二者结合的设计;形状、图案、色彩三者结合的设计。对于两种以上要素结合的设计,必须两种以上要素完全相同时,才能判断为相同的设计。

(2) 判断相近似的原则

物品相同,设计相近似,判断为相近似;物品相近似,设计相同,判断为相近似;物品相近似,设计相近似,判断为相近似。所谓物品相近似,是指同一类的产品,即是指用途相同、功能不同的物品。如钢笔与圆珠笔都是书写工具,其作用相同,但二者的功能不同,故二者属相近似的物品。

以市场上一般购买者的水平判断。这是因为某些相近似产品的细微差别,一般购买者往往会忽略掉,而专家或者专业人员很容易分辨出来。现在许多侵权者在仿他人外观设计专利时,往往会作一些小的改动,故而给人一种似像非像的感觉。以间接对比与直接对比相结合的方式判断。判断被控产品是否与原告外观设计专利产品相近似,应根据视觉观察到的方式进行比较判断,对视觉观察不到的,不能借助仪器或化学手段进行分析比较。在比较时,应注意采用间接对比的方法,即把原告外观设计专利产品与被告的被控产品分别摆放,进行比较,观察时在时间上、空间上要有一定的间隔。对审判人员来讲,此种方法就是让你有对两种产品第一眼的感觉,若产生混同,二者就是相近似。此外,审判人员还需要运用直接对比的方法进行判断。要进一步直接对比、分析、判断,以描述二者的相同点和不同点,最终得出二者是否近似的结论。

从产品的外部 and 易见部位进行观察判断。外观设计专利,顾名思义是保护产品的外观。因此,审判人员在判断被控产品与外观设计专利是否相同、相近似时,应以产品的外观作为被判断的客体,通过视觉对产品的形状、图案、色彩进行观察。观察时应以产品易见部位的异同作为判断的依据。

从整体、综合方面进行观察判断。整体观察、综合判断是相辅相成的。对被控产品的外观与外观设计专利产品外观是否相同、相近似,不应仅从一件设计的局部出发,或把一件设计的各个部分分割开来,而应从其整体出发,从一件设计的整体或其主要

构成上来比较判断二者是否相同、相近似。新颖点或创新点就越多。

综合判断是在整体观察的基础上,对被控产品、外观设计专利产品的主要构成、重要新颖点进行判断。图案的外观设计,一般是由基底题材、构图方法、花样大小及色彩几个要素变换而成。对变化状态的物品的外观设计来讲,应以其使用状态作为基本状态进行综合判断。对于请求色彩保护的外观设计来讲,判断色彩是否相同、相近似,应根据颜色的三个属性、即色相、纯度和明度进行综合判断。形状、图案是外观设计的基础,色彩是附着在形状、图案之上的。没有形状、图案,单纯的色彩不能成外观设计。

总之,判断被控产品与外观设计专利产品是否相同、相近似是一项技术性、法律性很强的工作,判断过程中既要掌握运用好各项原则,又要掌握运用好各种方法,唯有这样,才能使判断结论客观、公正和合理。

1.2 外观设计专利检索的研究意义

外观设计专利以产品的形状、图案、色彩为设计对象,以产品为载体,适合工业上的应用,与实用新型和商标一起被合称为工业产权。随着国际形势的发展和世全球化进程的加快,外观设计专利在工业产权中占有越来越重要的地位。越来越多的企业将外观设计专利产权的保护作为企业长期发展的关键^[9]。

工业产品的外观设计不仅反映了产品设计者的工业技术水平,而且还从一个侧面反映出设计者的设计思想和审美观。优秀美观的产品设计可以提高产品档次和附加值,并且更容易赢得消费者的认同,给企业带来较大的市场份额。

产品外观设计专利申请的数量和质量同时也很好地反映了一个国家外观设计的整体水平和质量,也是国家尊重和保护知识产权的有力体现。近年来,我国外观设计专利申请量逐年增长,但由于我国的知识产权保护、专利保护等相关法律制度和管理体制,不够健全,导致专利抄袭、假冒伪劣产品不断等事情频频发生。因此有必要建立相关标准,防止外观设计专利权与其它法律保护的知识产权产生交叉^[10]。

设计师在设计某种产品的外观时,首先要了解国内外该产品的外观设计发展状况和竞争对手的情况,吸取相关方面外观设计的经验和灵感,更重要的是避免对他人外观专利侵权造成的麻烦。而避免对他人外观专利侵权,最重要的手段就是有效地进行外观设计专利的检索。通过检索结果可以了解是否已经有相似的产品外观设计,产品之间是否有竞争关系;另一方面,企业也可以通过外观设计专利检索,了解同行业的

产品发展水平,了解竞争对手相关产品在专利申请方面所涵盖的权利要求内容,从而做到知己知彼,百战不殆。企业在购买专利技术和得到专利许可之前,也要进行专利检索,清楚对方专利的法律保护状态。

1.3 外观设计专利检索的国内外研究现状

随着国际形势的发展和世界贸易一体化进程的加快,外观设计专利在工业产权中占有越来越重要的地位。世界各国越来越重视知识产权保护,专利检索技术得到了迅速的发展,北美,欧洲和东亚的一部分国家和地区(包括日本,新加坡等地)专利检索技术发展得比较健全。其中,美国的专利检索技术是世界上最为完善的,日本也是该技术领域内走在比较前沿的国家。美国专利检索系统主要采用两词布尔逻辑检索(quick search)、高级布尔逻辑检索(advanced search)、号码检索(number search)等检索方式和基于 Internet 的发布方式^[9]。

近年来,随着中国对知识产权的保护力度不断加大,中国的专利检索技术也得到了长足的发展。国家知识产权局自主开发了专利检索信息系统,该检索系统可以对各种专利进行分类检索,而且有 16 个小项目作为可选检索条件,通过该系统可以方便地查询到我国现在所有已经授权的专利文献。现在各省市的专利检索系统大多通过 Internet 连接到该数据库系统进行查询,还可以通过购买光盘来进行检索。

目前各个国家所建立的专利信息检索系统都是基于关键字检索的。基于关键字的检索匹配难度较小,但是因为外观设计的特点很难用文本准确地描述,而且对于大型的外观专利产品库,手工录入文本信息非常巨大和繁琐,对于人力、物力、资源都有很大的浪费。

另外一方面,我国法律明确申明“外观设计专利权的保护范围以表示在图片或者照片中的该外观设计专利产品为准”^[10]。因此基于关键字的信息检索因为不能客观反映图像内容的多样性,不能满足实际需求。

此外,基于关键字描述产品外观往往只能细化到专利小类的名称,但是如果该小类别的专利涉及太多,而且类别之间存在重合时,查询结果也存在大量的冗余信息,查询精度也很低。因此,对于外观设计专利检索而言,除了要了解某一类别专利的文本内容外,同时最重要的是要根据图像内容进行判定。所以,有必要利用基于内容的图像检索技术实现外观专利自动查询,这对简化申报程序,帮助用户获取指定的专利信息,减少模仿纠纷,对实现真正的现代化管理、增强企业的国际竞争力有着非常重

要的作用。

1.4 本文工作和章节安排

鉴于外观设计专利检索在当今具有的重要意义，本课题在对外观设计产品图像进行分析的基础上研究了两种基于多特征融合的外观设计专利检索算法，并详细描述了算法实现的过程。最后对已有的算法和本文的算法性能进行了比较与分析。

本文分为五章，各个章节的主要内容如下：

第一章简要介绍了外观设计专利的基本内容，外观设计专利检索技术的研究背景以及国内外研究现状。

第二章介绍了外观设计专利检索的相关技术，包括基于关键字的检索和基于内容的图像检索。对基于内容的图像检索技术中的几种关键技术做了比较详细的描述。

第三章首先分析了外观设计专利图像的特点，并针对这些特点分析了特征提取算法、相似性度量算法，并提出两种外观设计专利图像检索算法，即基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法和基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法。

第四章通过实验分析比较本文提出的两种多特征融合外观设计专利图像检索算法性能，说明了基于边界方向直方图的多特征融合的外观设计专利图像检索算法性能更加优越。

第五章根据基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法实现了一个外观设计专利检索仿真软件系统。首先介绍了系统主要功能，之后将系统分为特征提取子系统和图像检索子系统分模块实现，并详细介绍了系统实现流程。最后给出了示例检索结果。

最后总结本文所作的工作和研究结果，并对外观设计专利检索算法将来的改进方向进行了展望。

第二章 外观设计专利检索相关技术

本章首先概述了基于关键字的外观设计专利检索技术。分析了基于关键字的检索技术存在的问题与不足。介绍了基于内容的外观设计专利检索技术，并详细介绍了其中涉及到的几种关键技术以及常用算法。

2.1 基于关键字的外观设计专利检索技术

基于关键字的外观设计专利检索技术是把专利的所有文字信息都存储到数据库中，将用户输入的专利信息作为关键字，从数据库中找出相关记录反馈给用户^[9]。当用户给出多个信息时，这些信息之间可以进行逻辑运算。基于关键字的检索技术依靠数据库技术的成熟，实现起来比较容易，但这种检索方式存在着很多缺陷。首先，采用关键字无法表达专利图像的全部信息，也难以用简短的描述全面体现其意义，难以表达图像的空间关系；其次，大量描述性文字的手工输入需要花费大量的人力物力，对于大型的媒体信息库是无法适应的；第三，由于人对图片的理解有自己的主观性，不同的人对图像的理解不同，所描述的文字往往也不相同，在检索的过程中很容易造成错误匹配。

另一方面，产品的外观造型、色彩图案的分布很难用语言明确描述清楚，必须依赖产品的六视图和效果图才能很好地表示出来。根据《专利法》第五十九条第二款所做的表述是：“外观设计专利权的保护范围以表示在图片或者照片中的该外观设计专利产品为准”。可见基于关键字的检索技术无法满足用户的需求，故需要基于内容的图像检索技术，来满足用户的需要。

2.2 基于内容的外观设计专利检索技术

从 90 年代开始，基于内容的图像检索技术已经成为图像处理与模式识别领域的一个非常活跃的研究课题^[6-9]。根据当前的研究现状来，基于内容的图像检索技术可分为 3 层。底层是基于颜色、纹理、形状等反映基本物理特征的检索，需要应用图像处理、图像特征提取及分析和相似性匹配技术。中间层是基于图像语义特征的检索，如图像中实体及实体之间的空间关系的检索，其技术必须以底层特征提取为基础，并引入对象模型、对象识别以及人工智能等图像理解技术。上层是基于图像概念级语义的检索，

其技术建立在图像语义特征提取的基础上,并引入了对象和场景之间的逻辑、情感等高层语义的描述及识别,需要用到知识库和更加有效的人工智能和神经网络技术。

到目前为止,已有许多商业的或是用于研究的基于内容的图像检索系统问世。

QBIC(Query By Image Content)图像检索系统是 IBM 公司 90 年代开发制作的图像和动态景象检索系统,是第一个基于内容的商业化的图像检索系统。用户无须提供文字检索词,只要输入以图像形式表达的图像检索要求就可以检索出一系列相似的图像。

Virage 是由 Virage 公司开发的基于内容的图像检索引擎。同 QBIC 系统一样,它也支持基于色彩、颜色、布局、纹理和结构等视觉特征的图像检索。Jerry 等人还进一步提出了图像管理的一个开放式框架,将视觉特征分为通用特征(如颜色、纹理和形状)和领域相关特征两类。

Photobook 是美国麻省理工学院的多媒体实验室所开发的用于图像查询和浏览的交互工具。它由两个子系统组成,分别负责提取形状、纹理、面部特征。因此,用户可以在这两个子系统中分别进行基于形状、基于纹理和基于面部特征的图像检索。

VisualSEEK 是基于视觉特征的检索工具,WebSEEK 是一种面向 www 的文本或图像搜索引擎。这两个检索系统都是由哥伦比亚大学开发的。VisualSEEK 同时支持基于视觉特征的查询和基于空间关系的查询。WebSEEK 包括两个主要模块:图像视频采集模块,主题分类和索引模块、查找、浏览和检索模块。

Netra 系统是加利福尼亚大学的 Alexandria 数字化图书馆项目(AlexandriaDigital Library)中用于图像检索的原型系统。它从分割后的图像区域中提取颜色、纹理、形状和空间位置信息,并依靠这些信息从数据库中查找相似的区域。Netra 在研究方面的主要特点包括:采用了基于 Gabor 滤波器的纹理特征;基于神经网络的“图像词典”的构造和基于边缘流的图像分割。

MARS(Multimedia Analysis and Retrieval System)系统是由美国伊利诺斯大学开发的,它无论在研究角度还是应用领域都和其他的图像检索系统有很大的差异。MARS 是计算机视觉、数据库管理系统以及传统的信息检索技术多个领域交叉的结果,它的主要特点包括:数据库管理系统和信息检索技术的结合;索引技术和检索技术的融合以及计算机和人的融合。MARS 系统的重点在于根据实际的应用环境和用户的需要,在检索框架中动态地组合和调整各种不同的图像特征。MARS 在图像检索领域正式提出了相关反馈的体系结构。相关反馈技术在各种层次上融合到检索的过程中,包括查询向量的优化,相似度算法的自动选择,以及图像特征权重的调整。

如今国内的一些研究机构也相继开展了基于内容的图像检索的研究工作,主要有国防科技大学在多媒体数据库检索系统领域的研究,清华大学在视频检索领域的研究。从1998年开始,西北大学可视化技术研究所着手研究基于内容的图像检索技术,如今其研究成果已经应用于医学影像数据库和数字考古博物馆中。中科院计算机所智能信息处理重点实验室智能科学课题组开发的多媒体信息检索系统 Mires 开始尝试在药植物数据库、遥感图像检索系统等方面展开应用。

2.2.1 图像特征提取技术

图像特征的提取与表达是图像检索技术的基础。如何从图像中提取有效的特征向量是影响图像检索系统性能的重要方面。

(1) 颜色特征

颜色特征是图像最基本的特征之一,也是图像检索中应用最为广泛的特征^[9-10]。首先,颜色特征对图像本身的尺寸、方向、视角没有依赖性。其次,相对于几何特征而言,颜色对图像中对象的大小和方向的变化都不敏感,具有相当强的鲁棒性。如何准确充分的提取一幅图像的颜色信息,并以适当的方式表示,将直接影响整个系统的效率和精度。在颜色特征提取方面,常用的特征表示方法有颜色直方图、颜色矩、颜色集、颜色聚合向量等一些方法。

(2) 形状特征

形状特征是基于内容的图像检索特征提取部分中一个十分重要的方面,也是非常具有挑战性的问题^[11]。因为寻找符合人眼感知特性的形状特征不是在人的视觉感知、识别和理解能力中,形状是一个重要的参数。形状特征具有不受目标颜色、纹理、背景变化影响的特点,形状有一定的语义含义,因而形状特征可以看作是比颜色或纹理要高层一些的特征。

形状特征的一个重要原则是对位移、旋转、尺度变换的不变性。但不同于颜色和纹理等底层特征,形状特征的表达必须以对图像中物体或区域的划分为基础,形状特征的提取必须以图像分割作为前提^[12]。在二维空间中,图像的形状特征通常被认为是一条封闭的轮廓曲线所包围的区域。所以在进行形状特征匹配之前,首先需要找到一种合适的特征描述方法。一般形状特征分为两种方法进行表示:一种是基于边界轮廓特征的表示方法,主要有链码、样条拟和曲线、傅立叶描述、小波轮廓描述、边界方向直方图等。其中,最典型的方法是傅立叶描述,采用边界轮廓特征,用到的是物体

的外边界；另一种是基于区域特征的表示方法，如 Hu 不变矩、小波矩。采用形状区域特征，则关系到形状的整个区域^[13-14]。

(3) 纹理特征

纹理特征是物体表面所共有的内在特性，包括关于物体表面的组织结构排列的重要信息以及它们与周围环境的联系^[15]。自然界的各物体，如树木、织物等，均具有各自的纹理特征。纹理特征具有一种不依赖于颜色或亮度的反映图像中同质现象的视觉特征，可以从微观上区分图像中不同的物体。纹理是千差万别的，不同的应用系统常常需要设计不同的纹理分析方法。常见的纹理分析方法大致可分为统计法、结构法和频谱法。统计法是根据像素灰度的统计特性来确定纹理特征的，如 Tamura 纹理表示法、直方图统计特征法、自相关函数法等，这种方法被用于分析象木纹、沙地及草坪等纹理细而又不规则的物体；频谱法是将图像变换到频域，从频谱中导出其纹理特征，如基于傅立叶变换的纹理描述、基于小波变换的纹理描述法等；结构法是将复杂的纹理图像通过特征提取和分割得到局部基元和它们的属性及其相互关系，对纹理基元及其排列规则进行描述、分析和解释^[16-17]。

(4) 空间关系

如果一幅图像中包含有多个目标，目标之间的空间关系是又一种描述图像内容的特征。在描述物体间的空间关系之前首先需要对图像进行目标分割和识别，然后将图像转化成采用二维串编码的符号图像，二维串描述物体间的关系是通过一系列算子(上、下、左、右等)，图像的检索问题变成了一个二维串匹配的问题。二维串的匹配是基于一个简单的分级方案，然而用于生成二维串的算法需要对象分割和识别，计算量相当大。

2.2.2 相似性度量技术

相似性的值在数学意义上是一个概率值，其表现的是两个对象共同部分的可能性，而目前研究的图像内容的相似性度量是指图像特征间的相似性，是图像检索研究的一个重要组成部分。相似性度量方法的好坏影响到图像检索的性能，而相似性度量的计算复杂性影响到图像检索系统中的用户响应时间^[18]。

在检索中，根据系统相似性度量的算法计算查询特征与特征库中对应的每组特征的相似程度，把所得结果由大到小排序后得到一个匹配图像序列返回给用户。其间可以通过人机交互，逐步求精检索的结果，不断缩小匹配集合的范围，从而定位到目标。

匹配过程常利用特征向量之间的距离函数来进行相似性度量,模仿人类的认知过程,近似得到数据库的认知排序。距离函数有多种形式,需要结合具体应用,根据特征的属性来定义符合人眼观察特性的距离度量准则。

在基于内容的图像检索中,表示两幅图像的相似度,是指它们的特征的相似度。特征相似关系的理论研究通常使用的是几何模型,将图像的特征看作是坐标空间中的点,两个点的接近程度通常用它们之间的距离表示,也即它们之间的不相似程度。关于距离度量函数的定义通常要满足距离公理的自相似性、最小性、对称性、三角不等性等条件。对于几何相似距离的数学表达形式通常采用 Minkowsky 和 Hausdorff 的距离表示方法,信息论中的熵及其相关概念如互信息等也常用来进行相似度度量。常用的距离度量方式有下面几种:

(1) Euclidean 距离:

$$D(X,Y)=\left[\sum_{i=1}^N|X_i-Y_i|^2\right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.1)$$

Euclidean 距离是一个普遍使用的距离度量方法,它是在 N 维空间中两个点之间的真实距离,计算简单,并与参考系的旋转不变量相关。当所有特征向量不具备相同权重时需要进行归一化:

$$D(X,Y)=\left[\frac{\sum_{i=1}^N|X_i-Y_i|^2}{N}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.2)$$

(2) Minkowsky 距离

对于两个 N 维特征序列 X 和 Y,其明氏距离定义为:

$$D(X,Y)=\left[\sum_{i=1}^N|X_i-Y_i|^\lambda\right]^{\frac{1}{\lambda}} \quad (2.3)$$

Minkowsky 距离是一个距离函数系列,应用广泛,计算简单,受特征向量的量纲影响比较大。在图像进行检索过程中,必须对数据进行标准化处理以达到统一的量纲,这样才具备度量的可比性和一致性。

(3) Mahalanobis 距离

如果特征向量的各个分量间具有相关性或者具有不同的权重,可以采用马氏距离

来计算特征之间的相似度。马氏距离的数学表达式为：

$$D(X,Y)=\sqrt{(X_i-Y_i)^T C^{-1}(X_i-Y_i)} \quad (2.4)$$

其中，C 是特征向量的协方差矩阵。马氏距离是对明氏距离的改进，对于一切线性变换都具有不变性，克服了明氏距离受量纲影响的不足。

2.2.3 相关反馈技术

图像检索过程是以计算机为中心，计算机视觉对色彩、形状、纹理等特征的表示和人的感知存在一定的差距，而且图像的高层语义特征不能完全对应到底层特征。因此，这使得一些查询结果并不能完全满足用户的需求，所以有必要通过人机交互手段来获取人对图像内容的认知，把用户模型嵌入到图像检索系统，从而达到更好的检索结果。

基于上述原因，相关反馈技术被引用到基于内容的图像检索领域。相关反馈的目标是从用户与查询系统的实际交互过程中进行学习，得到用户实际的查询意图，从而修正检索策略，反馈出与用户需求尽可能吻合的检索结果^[19-21]。

运用相关反馈技术的目的主要有以下两个方面：

(1) 用户的查询目的并不是十分明确时，系统可根据用户对初次查询结果的相关性判断通过调整词权改变词语在询问中的作用从而改变检索效果。

(2) 可以对用户不够具体的初始查询进行细化、具体化，将已经检索的文档集不断缩小，最终得到相关度最大的文档集。

在基于内容的图像检索过程中，一个典型的相关反馈的过程如下：

(1) 对于用户输入的被检索图像，系统根据首先根据提取的特征进行相似度比较，将初步的检索结果按照相似度大小顺序排序后返回给用户显示。

(2) 用户进行相关反馈，在显示的结果中选择一组符合该次检索内容的正反馈图片和一组不符合检索内容的负反馈图片，然后提交给检索系统。

(3) 检索系统根据用户提交的信息，来优化检索向量和相似矩阵，重新进行结果的调整，并提交给用户新的检索结果。

因此，在相关反馈中最重要的问题就是，如何有效地利用用户提供的交互信息，并通过优化检索向量和相似矩阵来提高检索的准确度。所以，从本质上来说，相关反馈在信息检索中是一种机器学习的过程，用以提高系统的检索能力。

2.3 本章小结

本章主要是研究了外观设计专利图像检索算法的主要技术。包括基于关键字的检索和基于内容的图像检索。对基于内容的图像检索中关键的几种技术做了比较详细的介绍。包括图像特征提取技术、相似性度量技术等，为第三章中的算法设计做好了铺垫。

第三章 基于形状和纹理特征的外观设计专利图像检索算法

本章根据外观设计专利图像的特点,提出了两种基于多特征融合的外观设计专利检索算法,即基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法和基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法。。

由于外观设计专利图像是对专利产品的不同角度进行拍摄得到的。一般分为六个视图:俯视图、仰视图、左视图、右视图、主视图、后视图。如图 3-1 所示。每一个视图都代表了该产品在某一个角度的特征。因此外观设计专利产品的检索结果给出的是和被检索视图相似的图像。

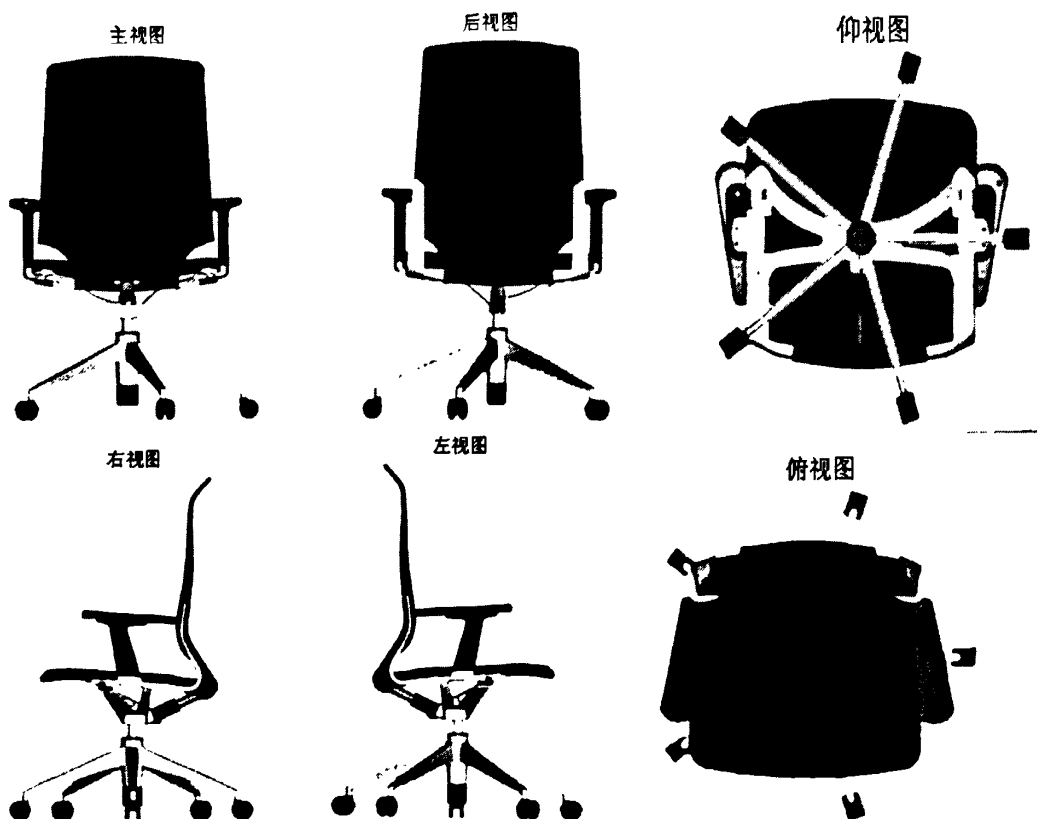


图 3-1 外观设计专利产品典型视图

Fig.3-1 Typical view of product design patent

从图 3-1 可以看出,左右视图虽然是不同视图,但具有很大的相似度。因此,检索算法中需要考虑图像平面上按左右反转后与库中图像的相似性。此外,对于两幅相

似的图像, 首先他们在结构比例上也是大致相同的。可以通过形状的概貌来表达物体结构特征再加上形状轮廓特征对边缘细节进行描述, 就能够对形状特征有比较全面的描述。

3.1 特征提取算法

特征提取是基于内容的图像检索技术中最为重要的技术之一。提取的图像特征是否能很好地表达图像本身的信息对于检索性能有着至关重要的影响。外观设计专利的特点决定了特征之间存在着明显的从属关系, 例如外观设计可以没有颜色、图案, 但不能没有形状。因此在考虑底层特征提取时, 主要以形状特征为主, 以纹理特征为次, 颜色特征很少被考虑。

3.1.1 形状特征

(1) 结构特征

结构特征主要用来整体上描述外观设计专利在不同段上的比例架构。特征提取的具体过程如下:

将物体 x 方向和 y 方向分别划分 5 等份, 分别记为 $x_1, x_2, \dots, x_5, y_1, y_2, \dots, y_5$ 。计算图像每一行和每一列中物体结构的比例 p 。

$$P = \frac{val_i}{val_{\max}} \quad (3.1)$$

其中, val 表示图像中第 i 行物体所占宽度或高度, val_{\max} 表示物体所占宽度或高度的最大值。

分别对每一等份中所有的比重 p 求均值 ap 和方差 sp , 形成了得到图像的结构特征 $S\{ap_1, sp_1, ap_2, sp_2, \dots, ap_{10}, sp_{10}\}$ 。

结构特征是将图像划分为不同区域, 在每个区域中计算物体大致的比例, 从而根据这些比例信息来区分外观设计专利是否相似。

(2) 边界方向直方图

边界方向直方图是一种典型的基于轮廓的形状特征描述方法^[22-24]。通过对物体边界轮廓上的每个点计算切线方向, 将这些切线方向以某个角度为范围进行划分, 建立直方图, 统计直方图每一级下个数从而表征物体形状。

计算边界方向直方图的第一步就是进行图像边界的提取。图像的边界是指其周围

像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的那些像素的集合，是图像分割所依赖的重要特征。现在已经得到广泛应用的边界提取算子有 Roberts 算子、sobel 算子、Krisch 算子、拉普拉斯算子、canny 算子等。

Canny 算子是现今从理论上推导出的最佳边界检测算子，它满足 3 个边缘检测准则：信噪比准则、定位精度准则和单边界响应准则。与其它一些常用的边界检测算子相比，Canny 算可以检测出更多的细节信息，得到的边界连续且为单像素宽^[25-27]。因此本文采用 canny 算子进行图像的边缘检测。

得到图像边界后，对边界上的每一个点 P，跟踪与 P 相邻的顺时针方向第三个点 P1 和逆时针方向第三个点 P2，通过计算 P1,P2 两点形成的直线方向与图像 x 方向的夹角作为 P 点的切线方向。

计算出边界上所有点的切线方向，并对切线方向进行量化。以 5 度为范围进行划分，建立一个 72 级的方向直方图 H[i]。i 的范围为 0-71，表示量化后的角度的每一级；对应 i 的值 H[i]表示在这一角度级别下的点的个数。

将建立的边界方向直方图归一化以达到尺度不变性 $H[i]=H[i]/S$ ；S 代表图像中物体面积。

对直方图进行平滑，使其具有一定的旋转性

$$H_s[i] = \frac{\sum_{j=i-k}^{i+k} H[j]}{2k+1} \quad (3.2)$$

其中 H_s 是平滑后的直方图，参数 k 决定了平滑度。

边界方向直方图计算简便，特征提取速率高，通过统计所有轮廓点角度的直方图，对物体轮廓特征有很好很全面地描述。

(3) 基于 Hu 不变矩的形状特征

一幅图像 $I(x,y)$ ，大小为 $M*N$ ， $(p+q)$ 阶矩定义如下：

$$M_{pq} = \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N x^p y^q I(x,y); p,q = 0,1,2,... \quad (3.3)$$

为保证形状特征的位置不变性，通过零阶矩和一阶矩计算出物体的质心：

$$x' = \frac{M_{10}}{M_{00}}, \quad y' = \frac{M_{01}}{M_{00}} \quad (3.4)$$

图像 $I(x,y)$ 的中心矩计算如下：

$$m_{pq} = \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N I(x,y) * (x-x')^p * (y-y')^q; p,q=0,1,2,\dots \quad (3.5)$$

为了得到的不变矩满足尺度无关性, 将 m_{pq} 归一化

$$m_{pq} = m_{pq} / M_{00}^{(p+q)/2} \quad (3.6)$$

利用归一化的中心矩可以定义 7 个不变矩和离心率 e ,

$$e = [(m_{20} - m_{02}^2) + 4m_{11}^2] / (m_{20} + m_{02})^2 \quad (3.7)$$

用这 7 个不变矩和离心率组成描述物体的区域形状特征向量, 即 $H = (u_1, u_2, \dots, u_7, e)$, 它表示的是一种全局特征^[22,28]。

(4) 基于高斯描述子的形状特征

高斯描述子^[29]是一种新提出的基于轮廓特征的描述方法, 与传统的一些轮廓特征描述方法相比, 它具有如下优点: 对边缘的缺失、断裂或是粘连不敏感, 有一定的抗噪能力; 平移、旋转和尺度不变性; 计算量小, 速度快。

在进行特征提取之前, 首先采用 canny 算子提取图像中目标物体的边缘轮廓。

设物体轮廓曲线为 C , 则首先计算曲线 C 的质心坐标

$$\bar{x} = \frac{\int_c x ds}{\int_c ds}, \quad \bar{y} = \frac{\int_c y ds}{\int_c ds} \quad (3.8)$$

r 表示曲线上所有点与质心距离的平均值

$$r = \frac{\int_c \sqrt{(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2} ds}{\int_c ds} \quad (3.9)$$

用方差 σ^2 来描述轮廓曲线上所有点的分散程度

$$\sigma^2 = \frac{\int_c (\sqrt{(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2} - r)^2 ds}{\int_c ds} \quad (3.10)$$

称以 (\bar{x}, \bar{y}) 为圆心, 以 r 为半径的圆为曲线 C 的参照圆。对任意的 $\lambda \in (0, \infty)$, 记曲线

$$C^{(\lambda)} = \{(x, y) | (x, y) \in C \text{ 且 } (x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2 \leq (\lambda r)^2\} \quad (3.11)$$

上式所表示的曲线即为落在以 (\bar{x}, \bar{y}) 为圆心、 λr 为半径的圆内部分的物体轮廓曲线,

下面就用定义的高斯势函数描述这一部分曲线的形状特征。

对任意的 $\theta \in [0, 2\pi]$ 和 $\lambda \in (0, \infty)$, 定义函数:

$$f(\theta, \lambda) = \frac{\int_{C(\lambda)} e^{-\frac{(x-\bar{x}-\lambda r \cos \theta)^2 + (y-\bar{y}-\lambda r \sin \theta)^2}{2\sigma^2}} ds}{\int ds} \quad (3.12)$$

设 $P = (\bar{x} + \lambda r \cos \theta, \bar{y} + \lambda r \sin \theta)$ ，可以看出 P 表示的是以 (\bar{x}, \bar{y}) 为圆心、 λr 为半径的圆上的点。则 $f(\theta, \lambda)$ 计算的是轮廓 $C^{(\lambda)}$ 上所有点以 P 为中心的二维高斯函数的平均值。

$f(\theta, \lambda)$ 类似物理学上的“势函数”，这里用二维高斯函数代替简单的反比例函数，因此称 $f(\theta, \lambda)$ 为高斯势函数。

最后定义函数

$$I(\lambda) = \frac{\int_0^{2\pi} f(\theta, \lambda) d\theta}{2\pi} \quad (3.13)$$

$I(\lambda)$ 可以理解为 $f(\theta, \lambda)$ 在区间 $[0, 2\pi]$ 上的平均值。 $I(\lambda)$ 刻画了边缘图像位于以 (\bar{x}, \bar{y}) 为圆心、以 λr 为半径的圆内那部分的形状特征。

在本文实验中，圆半径 λr 取值分别为 $\frac{1}{6}r, \frac{2}{6}r, \frac{3}{6}r, \dots, \frac{12}{6}r$ 。计算 $I = (I_1, I_2, \dots, I_{12})$ 做为目标物体的形状特征向量。

3.1.2 纹理特征

(1) 基于 Gabor 小波的纹理特征提取

一个 2-D 的 Gabor 函数如下^[30-32]：

$$\psi(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)\right] * \exp(j2\pi\alpha x) \quad (3.14)$$

对 $\psi(x, y)$ 经过伸缩及旋转得到一组自相似 Gabor 小波函数

$$\psi_{mn}(x, y) = a^{-m} \psi(\tilde{x}, \tilde{y}) \quad (3.15)$$

其中， m 和 n 分别为小波的尺度和方向。用 M, N 表示尺度数和方向数。则 $m=0, 1, 2, \dots, M-1$, $n=0, 1, 2, \dots, N-1$ 。上式中

$$\tilde{x} = a^{-m}(x \cos \theta + y \sin \theta) \quad (3.16)$$

$$\tilde{y} = a^{-m}(-x \sin \theta + y \cos \theta) \quad (3.17)$$

其中， a 为伸缩因子 $a > 1$, $\theta = \frac{n\pi}{N}$ 。

对于一幅给定的大小为 $P \times Q$ 的图像 $I(x, y)$ ，它的 Gabor 小波变换

$$G_{mn}(x, y) = \sum_i \sum_j I(x-s, y-t) \psi_{mn}^*(s, t) \quad (3.18)$$

其中, $\psi_{mn}^*(s, t)$ 为 $\psi_{mn}(s, t)$ 的共轭复数。s, t 代表了 Gabor 滤波器模板变量。上式即是用不同尺度不同方向构造出的 Gabor 滤波器模板对图像进行滤波操作。

计算对图像变换后不同尺度不同方向上的系数幅度序列的均值和标准差。

$$\mu_{mn} = \frac{\sum_x \sum_y |G_{mn}(x, y)|}{P * Q} \quad (3.19)$$

$$\sigma_{mn} = \frac{\sqrt{\sum_x \sum_y (|G_{mn}(x, y)| - \mu_{mn})^2}}{P * Q} \quad (3.20)$$

将计算出的所有均值、方差做为目标物体的纹理特征。本实验中, 取 $M=5, N=6$ 。则计算出的纹理特征向量为 $E = (\mu_{00}, \mu_{01}, \dots, \mu_{45}, \sigma_{00}, \sigma_{01}, \dots, \sigma_{45})$ 。

(2) 分块纹理特征

本文采用的另一种纹理特征是将物体分块统计前景物体的像素与背景的比值。

首先通过多阈值分割法去除图像背景信息, 得到二值化后的图像。

将预处理后的二值图分为 $5*5$ 个子块。

对每一个子块统计物体的像素数与子块像素总数的比值 s 做为这一子块的特征值

$$S = \frac{\text{pixel}}{\text{pixel}_{\text{total}}} \quad (3.21)$$

其中, pixel 表示子块中物体所占的像素数, $\text{pixel}_{\text{total}}$ 表示子块的像素总数。

分块像素统计法表示物体的纹理特征在每个区域分别特征提取, 能更好地表达物体局部的纹理信息。

3.2 相似性度量算法

分别计算每一组特征之间的 Euclidean 距离, 之后将每组距离分别归一化后, 计算加权后的距离作为两幅图像特征间的相似距离。距离越小, 说明两幅图像越相似。

相似距离计算的具体步骤如下:

Step1) 计算特征库中任意两幅图像对应特征向量的 Euclidean 距离。

Step2) 计算 Step1) 中距离对应的均值 μ 与标准差 σ 。

Step3) 由于不同的特征向量在对目标物体进行描述时具有完全不同的物理意义, 它们各自变化幅度也可能有很大差异, 如果不进行归一化处理直接计算最后的相似度

时就会有有很大的偏差，所以将提取到特征向量进行归一化处理，即特征内部归一化。

$$v_i = \frac{v_i - \mu_0}{3\sigma_0}, i = 1, 2, \dots, n \quad (3.22)$$

按照 3.2.1 节中特征提取算法提取输入的检索图片的相应特征，分别将每一组特征利用式 (3.22) 进行归一化。

Step4) 将计算出的归一化后的特征向量与图像库中对应图像的特征向量分别计算欧式距离。

Step5) 将每组特征的相似距离用下式进行距离归一化

$$d' = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d - \mu}{3\sigma} \right) \quad (3.23)$$

Step6) 将归一化后的距离加权融合，得到图像间的加权距离

$$D = w_1 d'_1 + w_2 d'_2 + \dots + w_i d'_i \quad (3.24)$$

其中， i 代表特征数， w_i 代表特征权重，且 $w_1 + w_2 + \dots + w_i = 1$ ， d'_i 代表采用每种特征计算相似距离并进行归一化后的结果。

3.3 基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法

本节采用 3.1.1 节中的 Hu 不变矩和高斯描绘子两种算法描述图像形状特征；采用 3.1.2 节中的 Gabor 滤波方法提取纹理特征进行图像特征提取过程。基于以上几种特征，提出一种基于高斯描述子的多特征融合外观设计专利图像检索算法，具体流程如下（如图 3-2）：

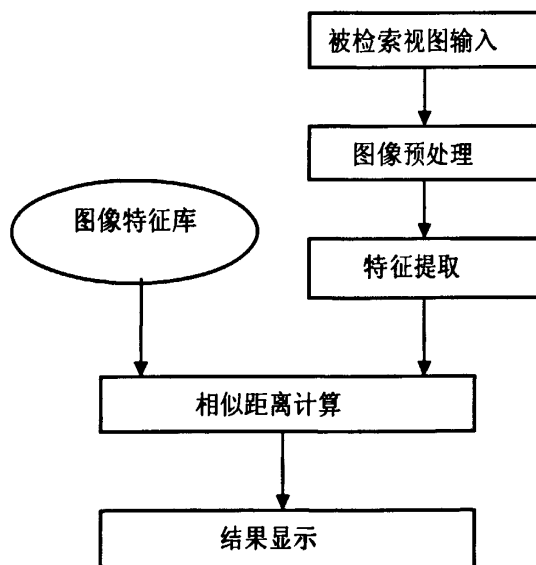


图 3-2 外观设计专利图像检索算法流程图

Fig.3-2 Flow chart of retrieval algorithm for design patent images

Step1) 图像预处理

通过检索界面输入被检索视图, 首先进行图像的归一化和预处理工作。图像预处理的主要目的是为图像特征提取做预备工作。图像预处理工作主要包括图像大小归一化, 中值滤波算法进行图像去噪; 采用多阈值图像分割算法进行背景去除。

Step2) 特征提取

采用高斯描述子算法和 Hu 不变矩算法提取形状特征; 采用 Gabor 滤波方法提取纹理特征。

Step3) 相似度计算

采用 3.2 节中的相似性度量方法计算与图像库中每幅图像的特征距离, 得到最终的图像间的相似距离。

Step4) 按照最终计算出的距离由小到大的顺序, 输出相应的外观专利图像作为结果返回给用户。

3.4 基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法

由于人眼对外观专利产品形状的初步认识是物体在每一段结构上大概的比例来决定的。基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法没有考虑外观设计专利图像的这一特点, 检索效果不能满足实际要求。本节针对外观专利图像这一特点采用结构特征整体上粗略地描述外观设计专利在不同段上的比例架构, 结合边界方向直方图算法提取轮廓特征, 采用 Gabor 滤波算法和分块统计方法提取纹理特征, 提出了一种基于边界方向直方图的多特征融合的外观专利设计图像检索算法。算法流程如图 3-3 所示。

由外观设计专利图像的特点描述可知, 外观设计专利图像不存在二维平面上的旋转, 但是对于左右视图, 或立体图会存在左右方向的对称。而结构特征、边界方向直方图以及分块统计等方法提取的特征在二维平面上均没有旋转不变性, 因此需要在检索过程中对提取的特征进行左右对称变换, 分别计算原特征与库中特征的相似距离和变换后的特征与库中特征的相似距离。取两者的最小距离作为被检索视图与库中图像的最终相似距离。

基于边界方向直方图的多特征融合外观设计专利图像检索算法步骤如下:

Step1) 用户通过检索界面输入被检索视图, 进行图像的归一化和预处理。图像预处理的过程同 3.3 节中的描述。

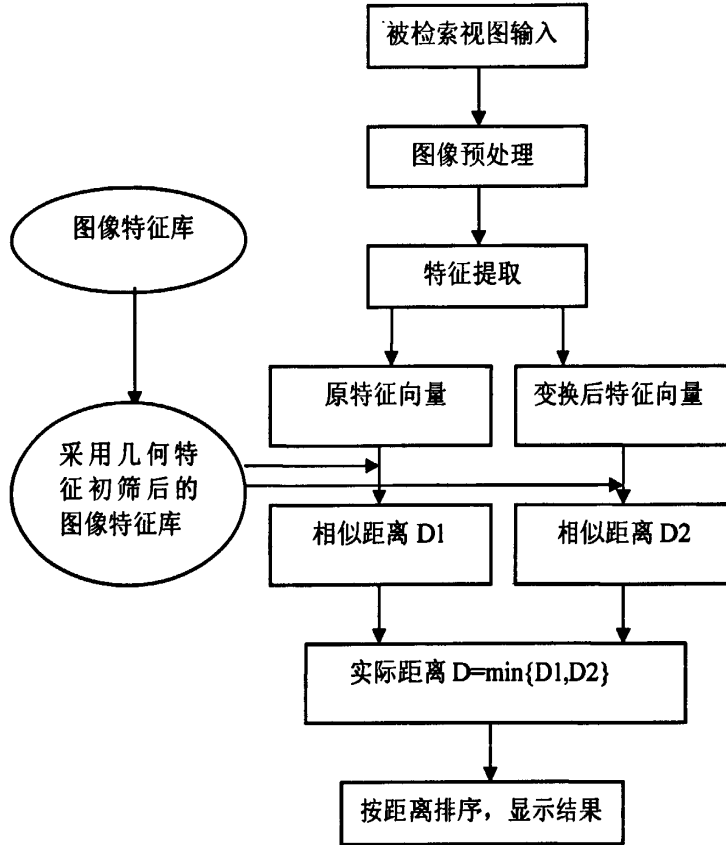


图 3-3 外观设计专利图像检索算法流程图

Fig.3-3 Flow chart of retrieval algorithm for design patent images

Step2) 检索第一步首先进行图像的初步筛选。由于外观设计专利图像的一些几何特征可以在直观上决定图像是否属于一种类型，因此采用长宽比和圆形度这两种几何特征进行初步筛选。初筛不仅可以提高检索精度，还可以大大提高检索效率。

长宽比和圆形度特征是两种最基本的几何特征。采用这两种特征计算输入图像与库中图像的距离，设定阈值，大于阈值的图像剔除，小于阈值的图像保留。

Step3) 提取被检索视图的特征

采用 3.1.1 节中的结构特征提取算法和边界方向直方图算法提取形状特征，采用 3.1.2 节中的 Gabor 滤波算法和分块统计方法提取纹理特征。由于外观设计专利图像存在左右对称性，需要计算图像左右变换后的特征。将原特征表示为特征 1，对称变换后的特征表示为特征 2。

Step4) 特征距离计算。

将计算出的输入图像的特征 1 和特征 2 分别采用 3.2 中的相似性度量方法计算与图

像库中每幅图像的特征距离 $D1, D2$

计算 $D = \min \{D1, D2\}$ 作为与图像库中的最终的特征距离。

Step5) 将归一化后的距离加权融合, 得到最终的图像间的相似度距离。

Step6) 按照最终计算出的距离由小到大的顺序, 输出相应的外观专利图像作为结果返回给用户。

3.5 本章小结

本章通过分析外观设计专利图像产品的特点, 提出了两种外观设计专利图像检索的算法。第一种算法将高斯描述子和 Hu 不变矩两种形状特征与 Gabor 小波纹理特征相融合, 通过相似度度量, 按距离排序后返回检索结果; 另一种算法采用结构特征和边界方向直方图提取形状特征, 纹理特征采用基于 Gabor 滤波的提取方法和分块统计方法。在检索过程中, 首先用简单几何特征过滤部分图像, 对剩余部分考虑相似图像可能存在左右对称的特性, 计算这两种特征距离的最小值作为相似距离, 最后按照距离的大小将结果返回。

第四章 实验结果比较与分析

第三章重点介绍了两种基于形状和纹理特征的外观设计专利图像检索算法，本章在 matlab7.4 环境下实现了这两种算法，并对这些算法做了性能分析。

4.1 性能评价指标

性能指标是为判定各个检索系统的性能和不同技术所得到的检索结果，需要定义一些计量准则。图像检索中的搜索是一个交互过程，计算复杂度、平均迭代次数、平均范例数量这些性能指标值得考虑^[34]。

图像检索中几个比较通用的准则是有效性、效率和灵活性。这几种指标分别代表了查找与示例图像相似图像的成功率、检索速度以及对不同应用的适应性。目前对检索效果的性能评价更多地侧重于检索结果的正确与否，也就是检索有效性。

检索有效性的评价主要从两个方面考虑：一是人的主观感受；二是具体的量化标准评价。由于个体的差异性，人的主观感受很容易受到个体影响。因此，具体的评价过程中采用通用的检索有效性评价方法^[24]。

检索有效性的量化标准中最重要的两个主要性能指标是查全率和查准率。现在这两种评价方法也已经被越来越多地使用在基于内容的图像检索当中。

所谓查全率就是检索结果中用户满意的图像数目与数据库中所有符合用户要求的图像数目的比值；而查准率定义为检索结果中用户满意的图像数目与检索返回图像数目的比值。

查全率 P_n 和查准率 R_n 的具体定义如下：设一次查询的返回图像数为 n_r ，检索结果中相似图像(简称为有效图像)的数量为 n_s ，图像数据库中和查询样图相似的图像的总数为 n_d ，则：

$$P_n = n_s / n_r \quad (4.1)$$

$$R_n = n_s / n_d \quad (4.2)$$

式中 $P, R \in [0, 1]$ ， P 、 R 值越大说明检索的查全率和查准率越高，检索性能越好。反之亦然。

用查全率 R 作为 x 轴，查准率 P 作为 y 轴，绘制的曲线称为 PVR 曲线 (Precision-

Recall), 如图 4-1 所示。设 PVR 曲线为 $f(x,y)$, 则 $f(x,y)$ 与 x 轴、 y 轴围成的面积为

$$S(f) = \int_0^1 f(x,y) dx \quad (4.3)$$

式中 $S \in [0,1]$ 被称为 PVR 指数。 S 的值越大, 说明该系统检索性能越好, 反之亦然, 如图 4-1 (a) 所示。当 $S=1$, 其 PVR 曲线为 $f(x,y)=1$, 此时的图像检索性能达到最理想的性能状态, 如图 4-1 (b) 所示。

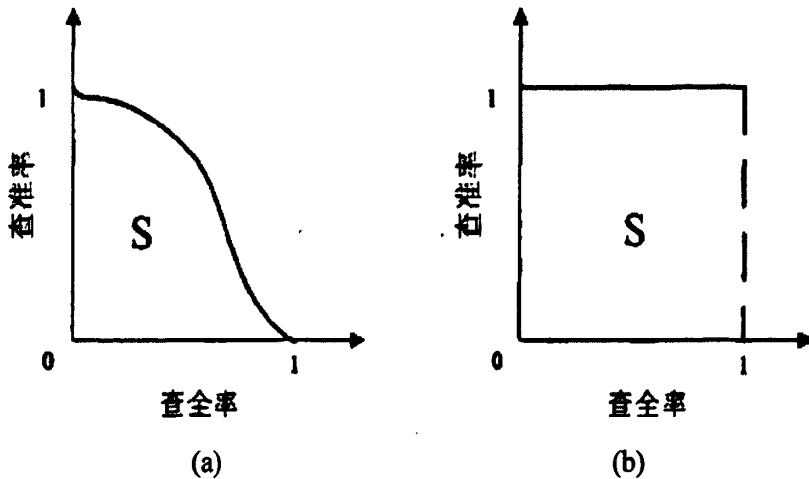


图 4-1 图像检索性能评价准则 PVR (a)PVR 曲线 (b)图像最佳检索性能 PVR 曲线

Fig.4-1 Performance evaluation of image retrieval (a) PVR curve

(b) PVR curve of image retrieval with the best performance

一个良好的检索系统可同时保持较高的查准率和查全率。查准率反映系统拒绝无关图像的能力, 而查全率则反映系统检索相关图像的能力^[35]。

如果一个系统有较高的查准率, 而查全率较低, 则会导致大量图像被漏检; 相反, 如果一个系统有较高的查全率, 而查准率较低, 则会导致大量图像被错检。所以, 人们通常希望系统同时具备较高的查全率和较高的查准率。然而查准率和查全率这两个方面是互相牵制的(类似于信号分析中的时-频关系), 如果要求系统具有较高的查准率, 那只能以牺牲查全率为代价; 反之亦然。因而, 现实中我们需要根据实际情况在这两个因素之间进行权衡。

通过以上描述可以看出, 查全率反映检索的全面性, 查准率则反映检索的准确性。依次来评价检索系统的有效性, 但是这种方法还存在一个问题是它并没有考虑检索结果中相似图像所存在的位置。因此相同的查准率和查全率并不能代表检索性能完全相同。

4.2 算法性能比较与分析

实验采用的计算机配置为 AMD 1.61GHz CPU, 512Mbit 内存, 采用 matlab7.4 编程实现相关算法。本文所采用的 5000 幅家具外观设计专利图像来源于广东省专利局的图像专利库。

4.2.1 基于高斯描述子的图像检索算法的性能分析

实验 1 首先比较了两种单一的基于形状的特征提取算法高斯描述子和傅里叶描述子的检索性能。

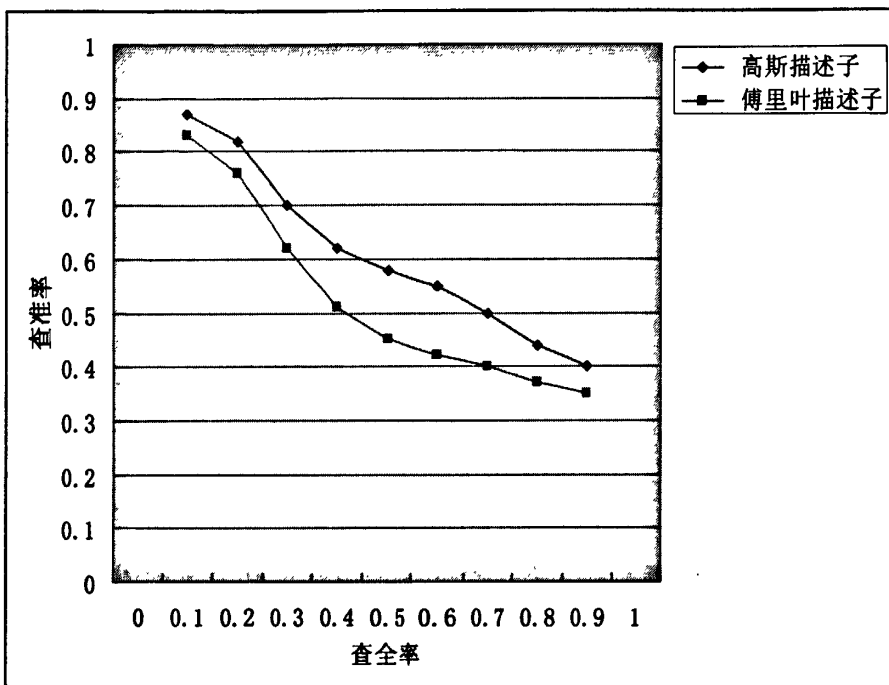


图 4-2 高斯描述子与傅里叶描述子的性能比较

Fig.4-2 The comparison of performance between Gaussian and Fourier descriptor

傅里叶描述子在描述形状轮廓时, 物体轮廓曲线必须是连续、封闭, 才能对轮廓有较好的描述, 而实际中存在很多边缘断裂或是冗余的轮廓曲线, 此时采用傅里叶描述子算法提取形状特征则很不准确^[36-37]。而高斯描述子则对边缘的缺失、断裂或是粘连并不敏感, 同时也具有平移和旋转不变性。因此, 采用高斯描述子实现物体的轮廓特征提取的效果明显优于傅里叶描述子, 其检索性能更优 (如图 4-2)。

实验 2 探讨基于 Hu 不变矩、基于高斯描述子的形状特征、基于 Gabor 小波的纹理特征以及加权融合后的算法对外观设计专利图像的检索性能 (表 4-1)。

表 4-1 单一特征和综合特征的检索性能比较

Table4-1 The comparison of performance between single-feature-based method and multi-feature-based method

| | 不变矩 | 高斯描绘子 | 纹理 | 融合 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均查全率 | 0.443 | 0.592 | 0.388 | 0.702 |
| 平均查准率 | 0.425 | 0.550 | 0.372 | 0.683 |
| 平均排序 | 0.256 | 0.202 | 0.360 | 0.193 |

Hu 不变矩可以全局描述图像的形状特征，但是易受非均匀光照等因素的影响。高斯描绘子可以描述图像的轮廓特征，具有平移、旋转等不变性，对边缘缺失、断裂不敏感。外观设计专利设计图片物体轮廓特征较明显，因此由表 4-1 可以看出，用高斯描绘子方法检索得出的效果要优于 Hu 不变矩。为了进一步提高检索性能，本文将高斯描绘子和 Hu 不变矩两种算法融合作为形状特征。由于外观专利设计主要以形状特征为主，因此无论基于轮廓的形状描述算法，还是基于区域的形状描述算法，其检索效果都要优于基于纹理特征的描述算法。一般单纯依靠一类特征很难完全表达图像的特征，检索性能相对较差。在融合两类形状特征和纹理特征之后，能够真实有效地描述外观设计专利图像，因此检索性能有较大提高，远远优于采用单一特征的检索。

因此，本文首先采用高斯描述子算法作为形状特征提取的主要方法，提出了一种基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法（具体算法见 3.3 节）。

4.2.2 多特征融合图像检索算法的性能分析

由于基于高斯描述子的多特征融合图像检索算法没有充分考虑外观设计专利图像的特点，提取特征没有完全包含图像的所有关键信息，检索效果不能满足实际要求。因此，本文针对外观设计专利图像的特点又提出了一种基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法，充分考虑了物体基本几何形状、结构、边界以及内部细节等特征，并在检索过程中采用分步筛选的策略（具体算法见 3.4 节）。通过实验 3 比较分析了两种多特征融合的图像检索算法的性能（如图 4-3），并给出了相应的示例检索结果。图 4-4 至图 4-5 给出了两种多特征融合算法的检索结果示例图像。

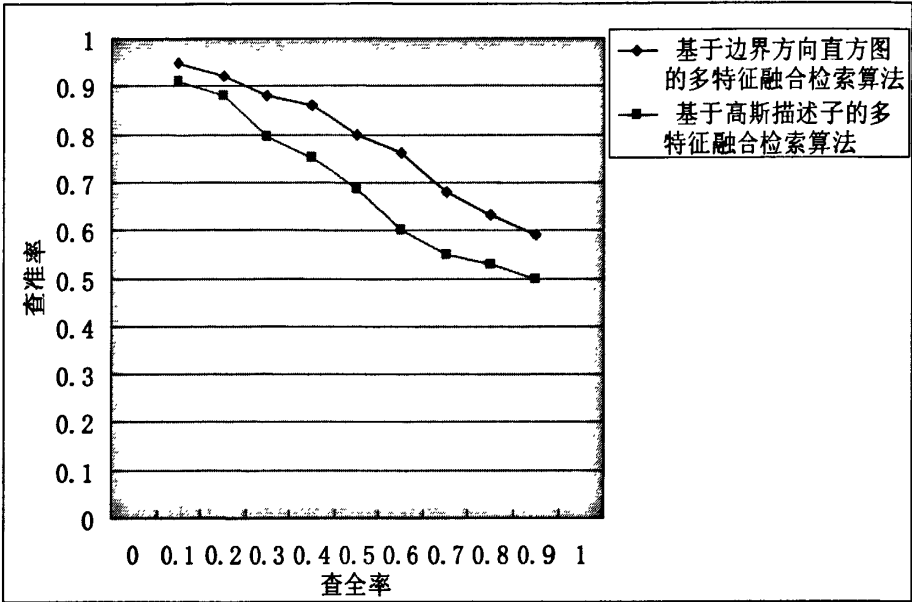


图 4-3 两种多特征融合图像检索算法的性能比较

Fig.4-3 Comparison of two retrieval algorithms based on multi-feature fusion

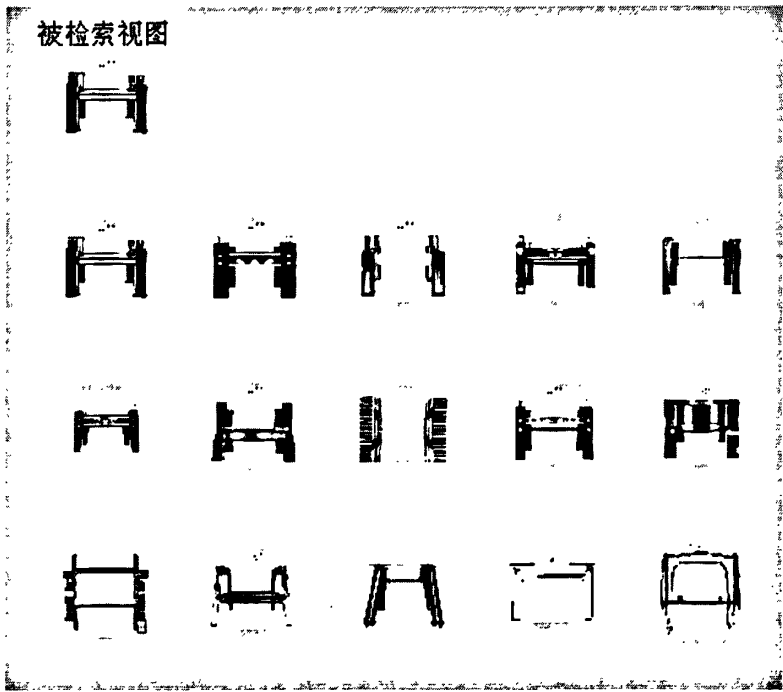


图 4-4 基于边界方向直方图的多特征融合算法的检索结果

Fig.4-4 Retrieval results using multi-feature fusion algorithm based on edge direction histogram

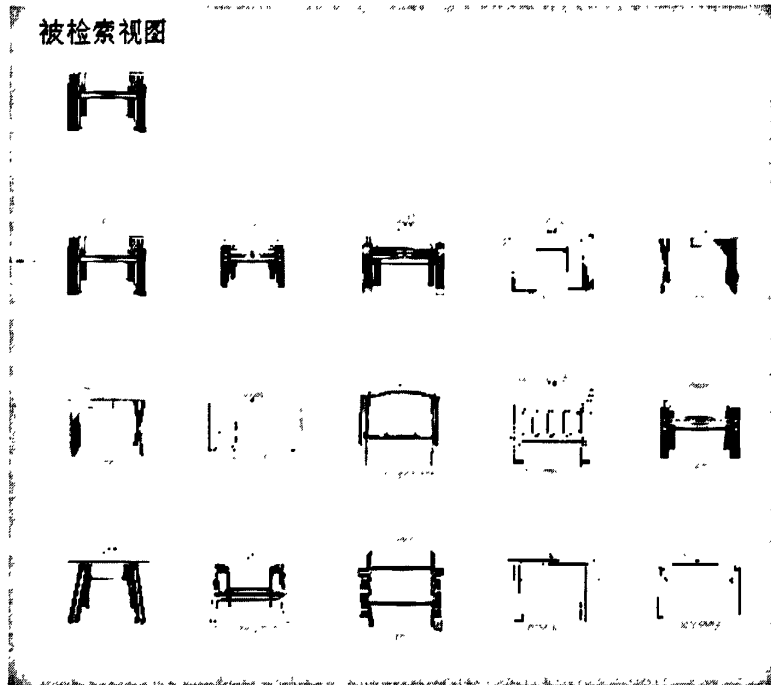


图 4-5 基于高斯描述子的多特征融合算法的检索结果

Fig.4-5 Retrieval results using multi-feature fusion algorithm based on Gaussian descriptor

基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法首先通过几何特征对图像库中的图像进行初步筛选，保证了大致的检索精度并提高了检索效率。采用的结构特征主要在整体上描述外观设计专利在不同段上的比例架构，符合人眼对于物体相似性大致的判断；其次在整体结构相似的情况下，采用了边界直方图表示形状的轮廓特征。通过整体与轮廓细节的特征融合对外观设计专利产品的形状有了较为全面的表达。最后采用 Gabor 滤波算法和分块像素统计特征提取，通过全局纹理和局部纹理特征的综合比较使得检索结果更加准确。

通过实验 3 的检索性能比较与分析，可以得出基于边界方向直方图的多特征融合算法更适用于外观设计专利图像检索。因此，实验 4 比较该算法与文献[32]和文献[33]算法的检索性能。文献[32]是一种基于多特征融合的图像检索算法，文献[33]是针对外观设计专利图像设计的图像检索算法。通过这几种算法的比较验证本文算法的性能（如图 4-6）。

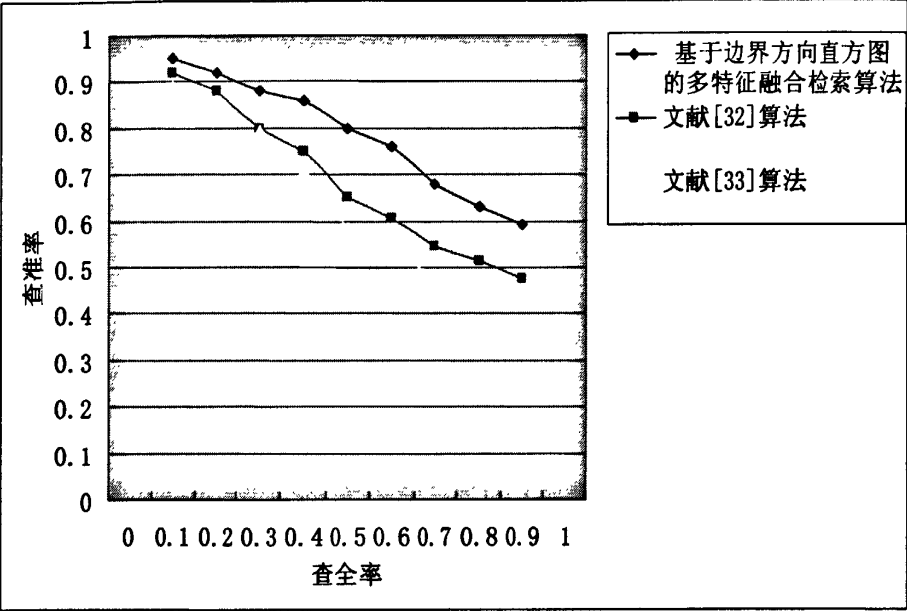
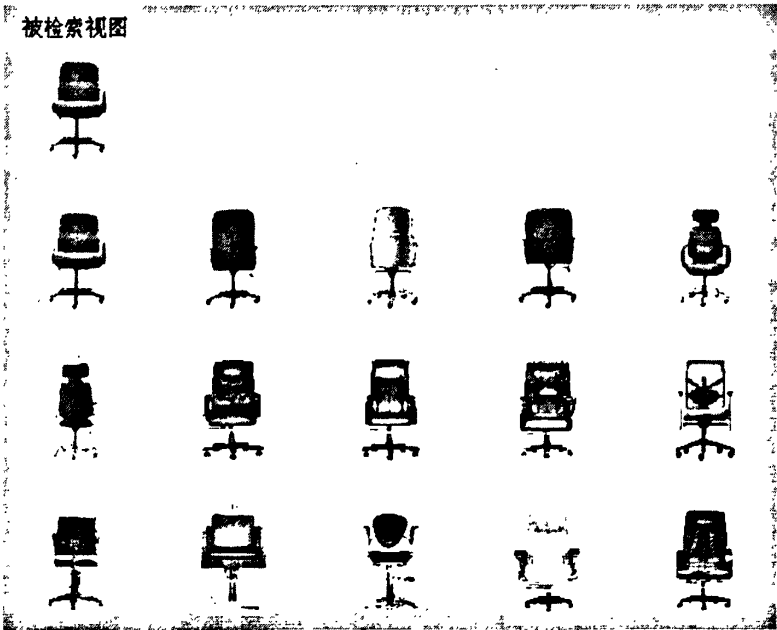


图 4-6 本文算法、文献[32]算法和文献[33]算法的性能比较
Fig.4-6 Comparison of retrieval algorithm performance

图 4-7 至图 4-9 给出了基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法、文献[32]算法和文献[33]算法的检索结果。



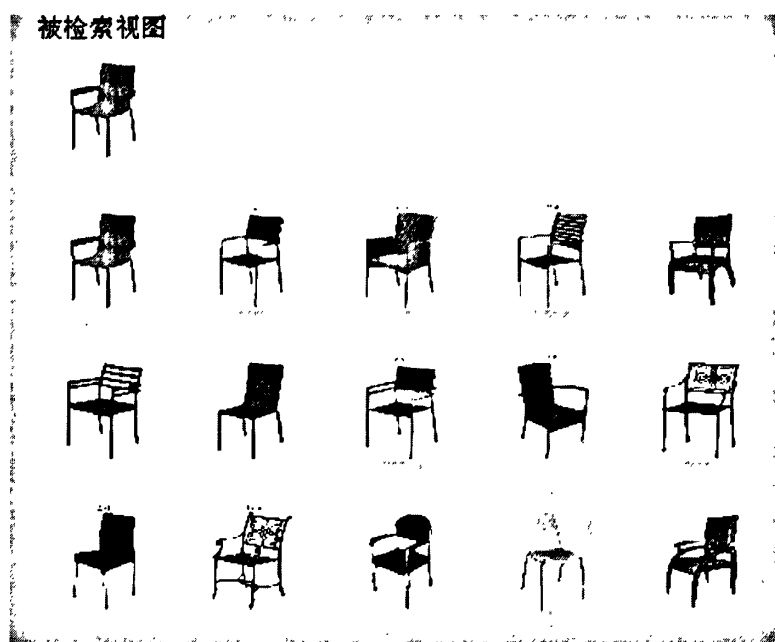


图 4-7 基于边界方向直方图的多特征融合算法的检索结果

Fig.4-7 Image retrieval results using multi-feature fusion algorithm
based on edge direction histogram





图 4-8 文献[32]算法的检索结果

Fig.4-8 Image retrieval results using the algorithm in literature [32]



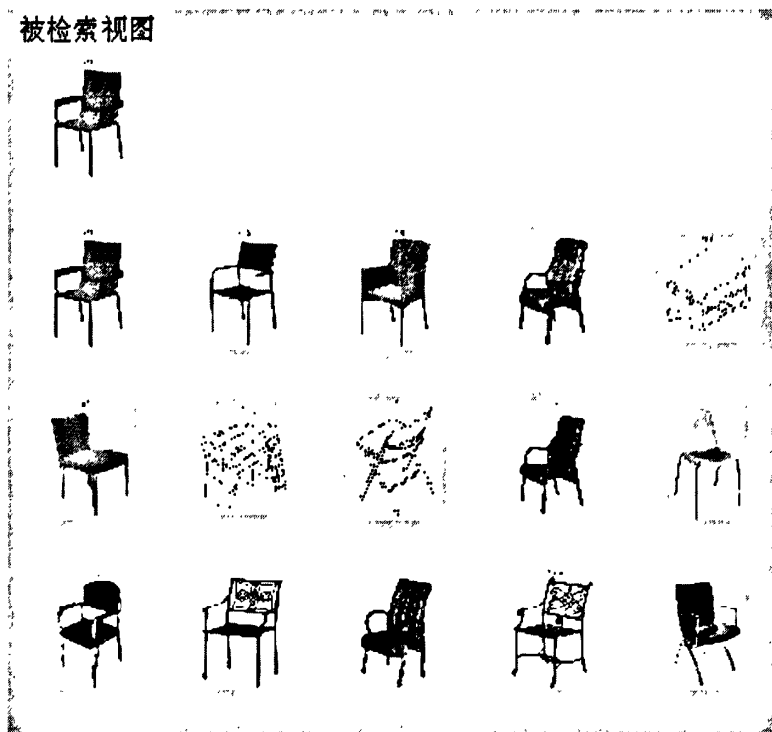


图 4-9 文献[33]算法的检索结果

Fig.4-9 Image retrieval results using the algorithm in literature [33]

由图 4-7 至 4-9 可以看出, 本文提出的基于边界方向直方图的多特征融合算法的检索效果优于文献[32]和文献[33]所采用的算法。文献[33]中采用将 Hu 不变矩提取的形状特征与灰度共生矩阵提取的纹理特征相融合, 没有考虑到轮廓特征以及局部纹理特征对检索的影响。文献[32]中采用将颜色直方图特征、小波矩提取的形状特征与 Gabor 小波提取的纹理特征相融合。由于本文采用的外观设计专利图像库中有部分图像只有产品外观轮廓, 没有颜色填充, 而且相似的产品外观颜色不一定也相似, 因此采用颜色特征反而会影响到检索效果。除此之外, 文献[32]所采用的形状算法为小波矩特征, 小波矩特征是一种基于区域的形状特征, 没有综合轮廓特征以及形状的结构特征, 因此检索效果不尽如人意。

基于边界方向直方图的多特征融合算法采用的结构特征主要在整体上描述外观设计专利在不同段上的比例架构, 符合人眼对于物体相似性大致的判断; 其次在整体结构相似的情况下, 采用了边界直方图表示形状的轮廓特征。通过整体与轮廓细节的特征融合对外观设计专利产品的形状有了较为全面的表达。在纹理特征方面, 采用 Gabor 滤波算法和分块像素统计特征提取, 通过全局纹理和局部纹理特征的综合比较使得结

果更符合人眼对相似性的认定。

4.3 本章小结

本章通过比较本文提出的两种算法性能，说明了基于边界方向直方图的多特征融合算法更适用于外观设计专利图像检索。其次比较了该算法与文献[32]和文献[33]中的图像检索算法性能，由于本文算法在整体结构和边缘细节以及内部纹理方面对图像都有比较好的描述，因此检索性能更加优越。

第五章 外观设计专利图像检索仿真系统设计

第四章通过对多种算法进行检索性能的比较分析,说明了基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法性能更好。因此本章分析图像检索仿真系统的流程与需求后,采用此图像检索算法实现了外观设计专利图像检索仿真系统,并给出了仿真结果。下面重点介绍仿真系统的结构,工作流程以及系统功能和实现的具体步骤。

5.1 仿真系统总体结构

本节根据第三章分析的检索流程,设计了基于内容的外观设计专利图像检索的系统结构^[38-39],如图 5-1 所示。

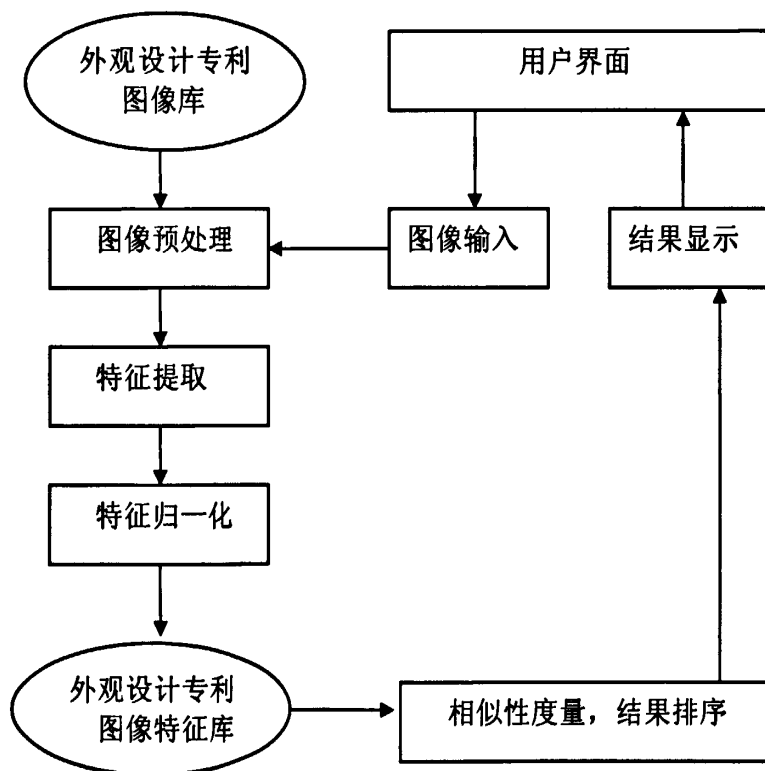


图 5-1 外观设计专利图像检索系统结构图

Fig.5-1 Structure of the image retrieval system for design patents

图像检索系统主要包含两个子系统: 图像特征提取子系统和图像检索子系统。图像特征提取子系统主要将图像库经过预处理、特征提取和特征归一化等步骤生成图像特征库。图像检索子系统将用户输入的被检索视图进行预处理和特征提取之后, 和图像

特征库中的特征进行相似度计算，最后将检索结果按相似度大小显示。

5.2 仿真系统主要功能

(1) 图像特征提取子系统功能

图像库特征提取子系统主界面如图 5-2 所示。图像库特征提取部分读取外观专利检索库中的所有图像，根据第三章中介绍的特征提取算法提取所有的图像特征保存在数据库中。并在界面显示处理的每一幅图像的信息。

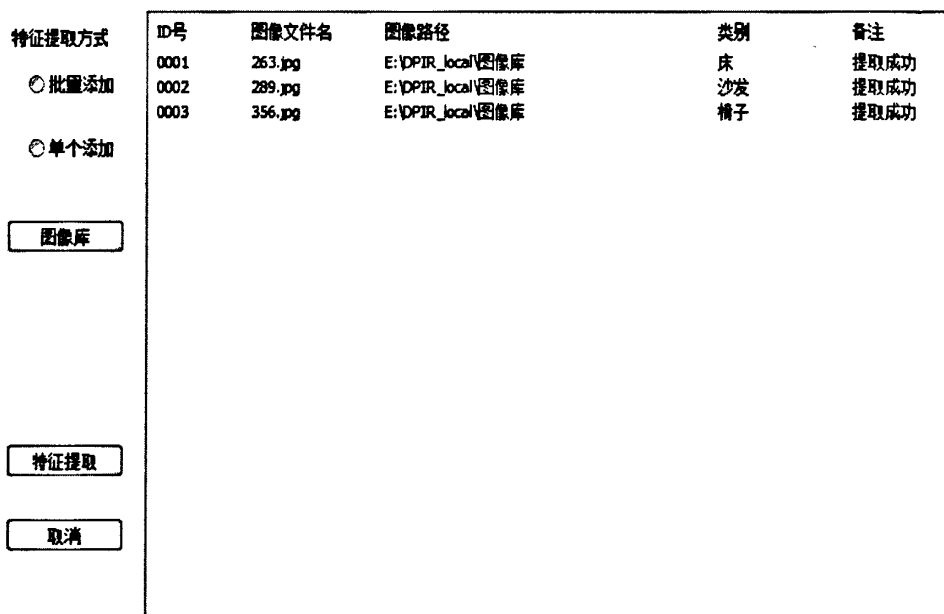


图 5-2 图像特征提取模块主界面

Fig.5-2 Main interface of image feature extraction module

图像特征提取是将外观设计专利图像库经过特征提取算法得到相应的特征，并保存到特征数据库中。本系统特征提取输入包括两种选择，即批量图像库特征提取和单个图像特征提取。选择批量添加，要求用户选择图像库所在的路径。系统根据路径找到该路径下所有图像进行特征提取，选择单个添加，要求用户选择所要进行图像特征提取的图像文件。特征提取采用本文第三章中形状和纹理的多特征融合的方法。提取过程中在提取结果框中显示每幅图像的信息。

(2) 图像检索子系统功能

图像检索主界面如图 5-3 所示。检索模块主要包括用户输入部分和查询结果显示部分。用户输入部分包括被检索视图输入，特征选择输入，检索和退出功能。查询结

果部分将经过特征相似度比较的结果按从大到小的顺序依次显示出来，每一页显示 10 幅图像。

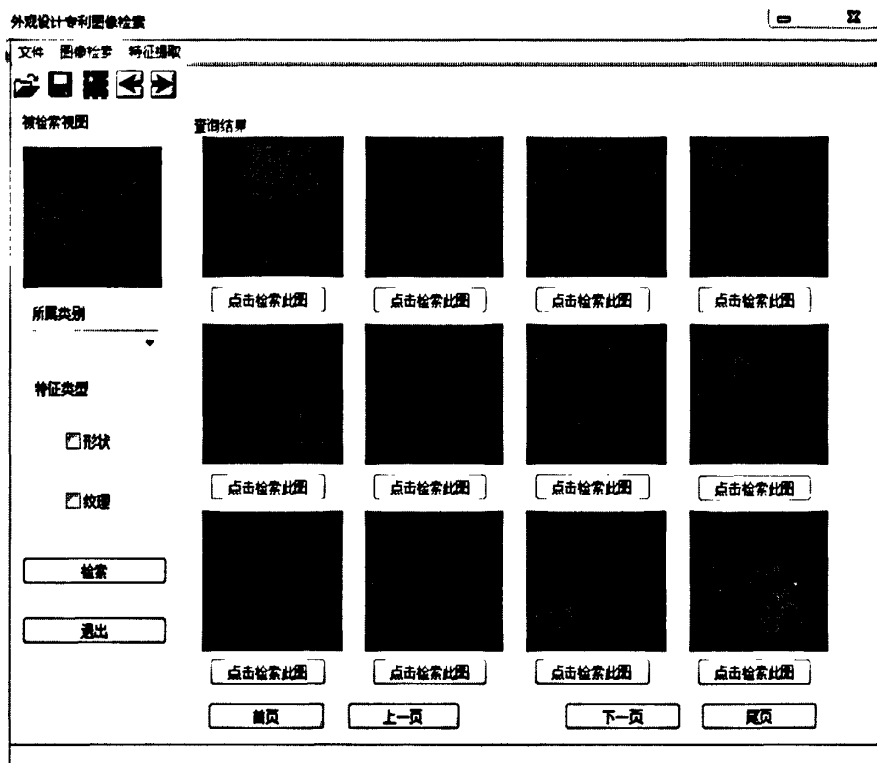


图 5-3 外观设计专利图像检索模块主界面

Fig.5-3 Main interface of an image retrieval system for design patents

用户首先可以通过图像文件输入存储于本地的检索图像，选择图像所属的类别，由于本文系统采用的图像库来源于广东省专利局的家具专利图像库。因此，设置了通过选择图像的类别进行检索。主要的类别有床、椅子、沙发、桌子、柜子等等。用户可以选择具体的类别进行检索。也可以不选择类别，这样的设置就是进行全库检索。界面设置了特征类型选择框，包含形状和纹理两种特征类型。例如有些图像形状特征较为明显，通过形状检索得到的检索结果可能更优于两种特征融合时的检索结果。因此用户可以灵活地通过选择采用哪种特征进行检索得到更好的检索结果。

5.3 仿真系统设计方案

本文实现的外观设计专利检索仿真系统运行在 Windows 系统环境下，采用 Visual studio2005 (VC) 作为集成开发工具，通过 MFC 实现图像处理及界面显示等功能^[40]。软件系统主要包括特征提取模块设计和图像检索模块设计两个部分。软件功能模块如图 5-4 所示。

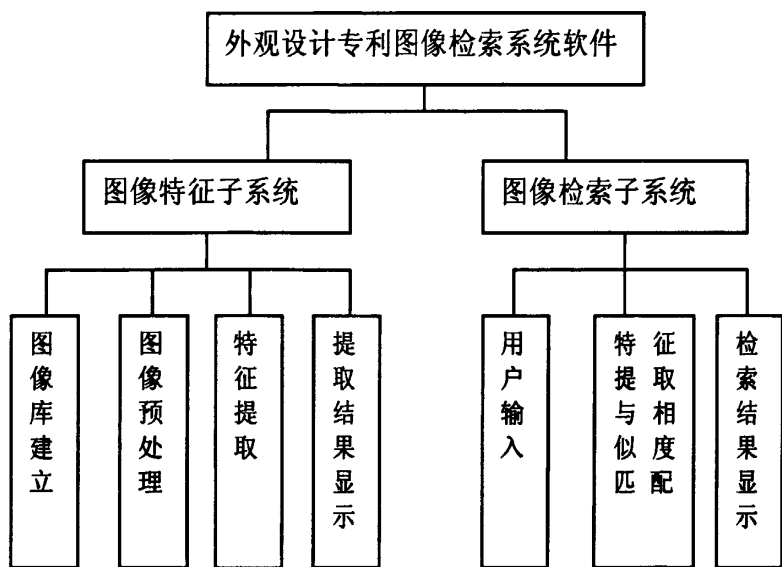


图 5-4 外观设计专利图像检索功能结构图

Fig.5-4 Function blocks of the image retrieval system for design patents

(1) 数据库设计

数据库的设计是系统的核心，包括图像信息和图像特征数据等内容。本系统的数据库数据库表设计如表 5-1 所示：

Picture 表中存放的信息有外观设计专利图像的文件名、图像所属分类、以及提取的形状和纹理特征。

(2) 图像特征提取子系统设计

图像特征提取子系统包括图像库的建立、图像预处理、特征提取和提取结果显示等部分(详见图 5-5)。

图像库的建立过程通过用户输入的图像库信息建立数据表，在数据表中加入相应图像的记录。

图像预处理和特征提取的过程如本文特征提取算法流程描述，特征提取成功后在数据表中更新记录。

数据表中更新记录之后在结果界面显示特征提取信息。

(3) 图像检索子系统设计

图像检索子系统包括用户输入模块、特征提取与相似度匹配模块和检索结果显示模块(详见图 5-6)。

用户输入模块获取用户输入的图像和图像类别，特征选择等信息。

采用本文基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法计算与每幅图像库中图像的相似距离，并将所有图像按距离排序。

检索结果显示模块得到排序后的图像信息，按从左到右、从上到下的顺序按相似度

从大到小依次显示结果图像。界面中共可显示 10 页，每一页显示 12 幅图像。

表 5-1 Picture 数据表
Table 5-1 Data sheet of Picture

| 字段名 | 字段类型 | 字段说明 |
|----------------------|----------|----------------|
| ID | 自动编号 int | 图像 ID |
| FileName | nvarchar | 图像文件名 |
| TypeID | int | 图像所属分类 |
| S1 S20 | float | 结构特征向量 |
| D1 D72 | float | 边界方向直方图特征向量 |
| GS1 GS12 | float | 高斯描述子特征向量 |
| F1 F25 | float | 分块统计特征向量 |
| G1 G60 | float | Gabor 小波纹理特征向量 |

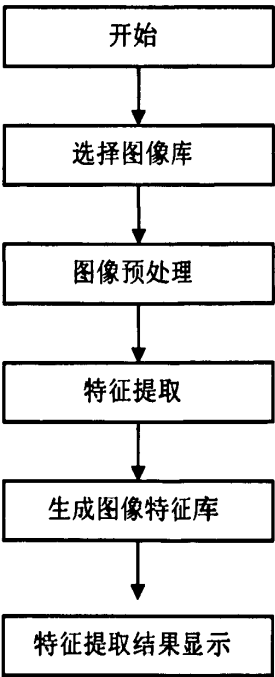


图 5-5 图像特征提取子系统流程图

Fig.5-5 Flow chart of image feature extraction subsystem

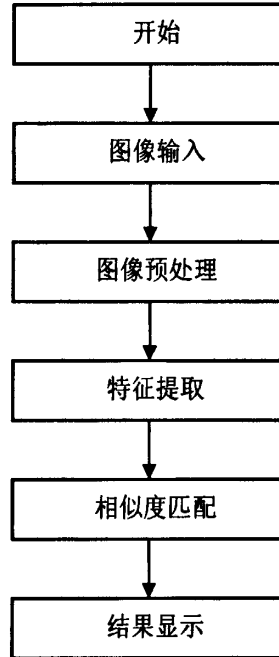


图 5-6 图像检索子系统流程图

Fig.5-6 Flow chart of image retrieval subsystem

5.4 检索结果示例

本节首先在特征提取界面批量选择 5000 幅家具外观设计专利图像库生成图像特征库，然后在图像检索界面选取外观设计专利图像库中选取三种比较典型的产品图像作为被检索视图，通过本系统采用全库检索后得到了检索结果（如图 5-7 至图 5-10）。

通过三种外观设计专利图像的检索结果可以看出，本系统采用形状和纹理特征相融合的特征提取方法，并采用了针对外观设计专利图像所设计的检索算法，得到的检索结果基本符合人眼视觉相似的要求。从椅子和床的检索结果可以看出，本系统不仅能够检索出和被检索视图方向相同的相似结果，还能检索出左右对称的相似结果。

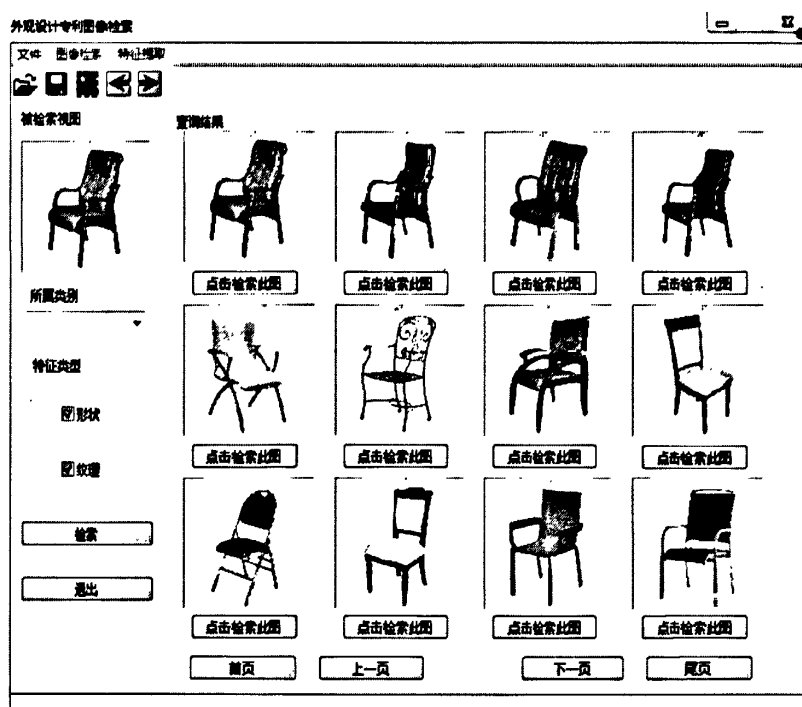


图 5-7 外观设计专利图像检索结果示例 1

Fig.5-7 Image retrieval results for design patents of Example 1

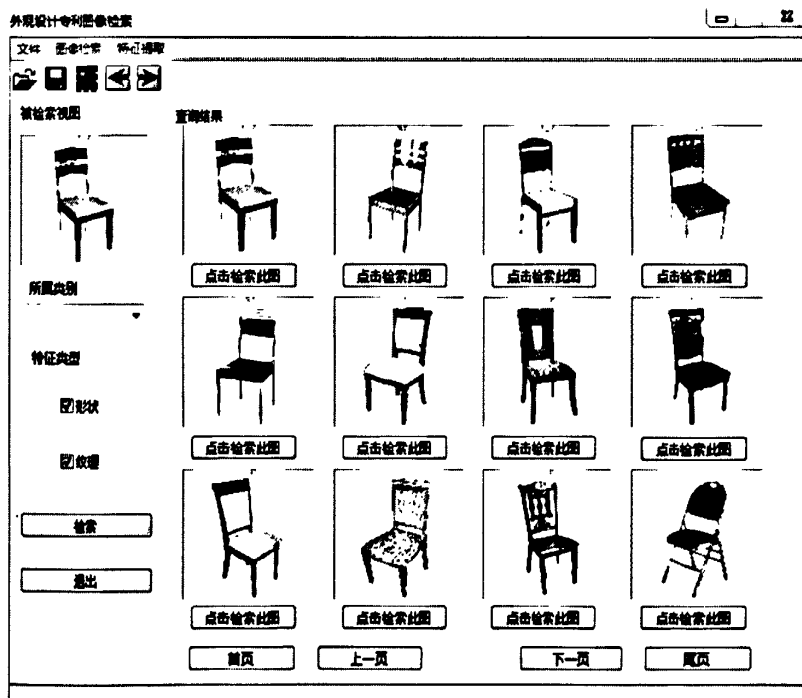


图 5-8 外观设计专利图像检索结果示例 2

Fig.5-8 Image retrieval results for design patent of Example 2

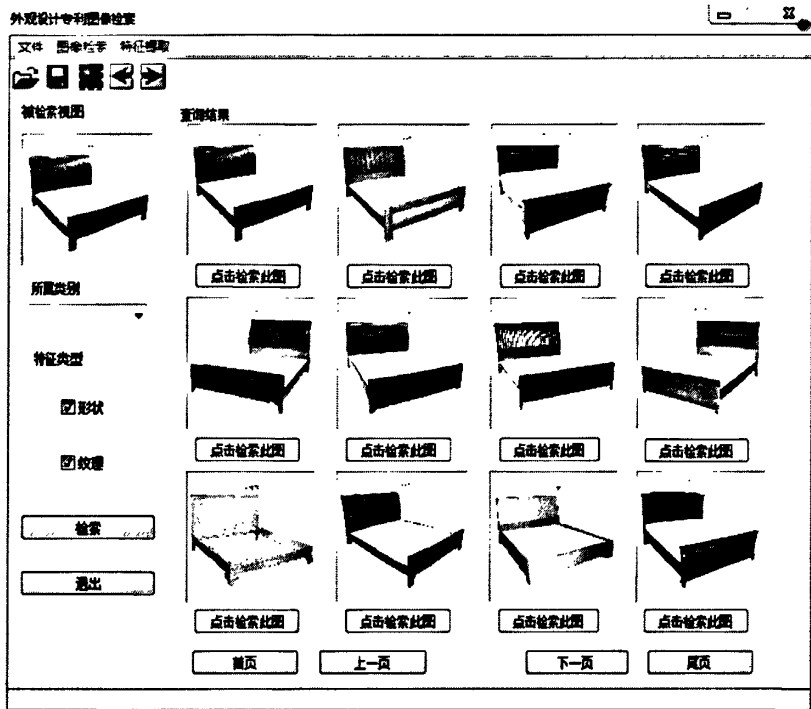


图 5-9 外观设计专利图像检索结果示例 3

Fig.5-9 Image retrieval results for design patent of Example 3

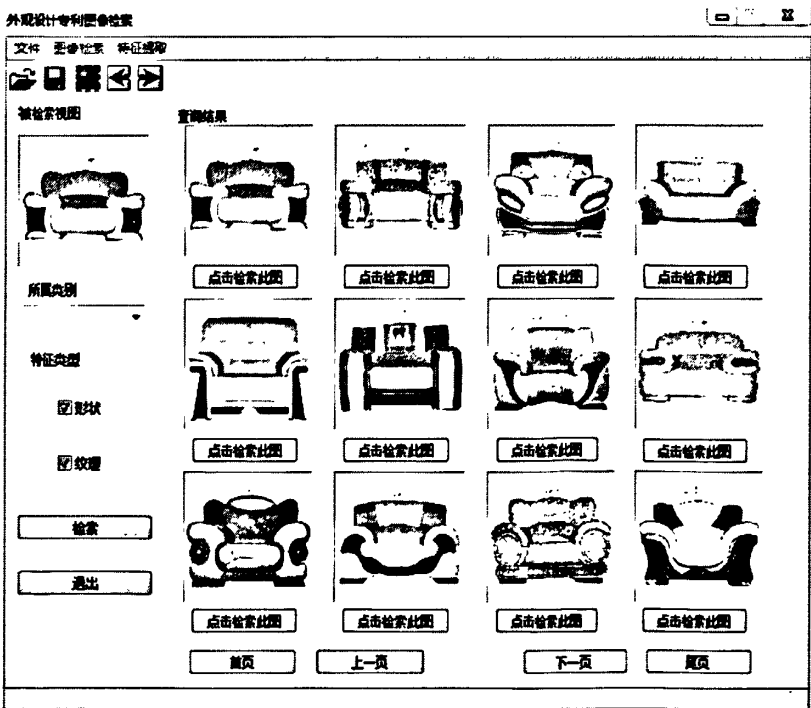


图 5-10 外观设计专利图像检索结果示例 4

Fig.5-10 Image retrieval results for design patent of Example 4

5.5 本章小结

本章主要叙述了外观设计专利图像检索系统的设计和实现过程。首先介绍了系统结构和工作流程，介绍了系统主要功能。然后根据第三章中设计的外观设计专利图像检索算法实现了数据库设计，图像特征提取设计和图像检索设计。最后给出了多个检索结果示例。

总结与展望

在过去一年多的时间里,本人致力于外观设计专利检索算法的研究与实现。本课题针对外观设计专利产品图像的特点,提出了两种多特征融合的外观设计专利检索算法,并实现了一个外观设计专利检索仿真系统。总结本人所做的工作及获得的经验,主要包含如下方面:

(1)通过阅读与总结大量国内外文献与最新的研究成果,结合本课题的设计要求,对基于内容的图像检索关键技术、主要的图像检索算法以及图像检索系统的总体结构、主要功能等有详尽的了解。

(2)进行详尽的外观设计专利图像检索算法设计,给出明确的设计框图和设计流程。主要的算法设计包括特征提取算法、相似度计算算法和图像检索算法。

(3)对本文实现的外观设计专利图像检索算法与已有的几种多特征融合算法进行了性能的比较分析。实验证明,本文提出的基于边界方向直方图的多特征融合图像检索算法更适用于外观设计专利图像,检索效果更佳。

(4)通过分析系统的软件设计要求,确立了与其相对应的软件结构体系与各个模块的功能。通过详细软件编程实现了外观设计专利图像检索的仿真系统。

本文还有以下方面需要改进和完善:

(1)针对外观设计专利图像继续研究低层特征的提取,使得对于形状和纹理特征提取更加准确和快速,更能反映外观设计专利图像的信息。

(2)相似度计算过程中,采用的距离融合系数是根据多幅图像进行多次实验得到的相对较好的值,而对于某些图像,采用这些系数反而影响检索效果。在以后考虑采用相关反馈法自适应地调整系数进行距离加权融合。

参考文献

- [1] 汤宗舜编著.专利法教程[M].法律出版社, 1988
- [2] 国家知识产权局专利局外观设计审查部(编著).外观设计知识产权保护[M].北京:知识产权出版社, 2002
- [3] 王洪霞.外观设计专利的法律保护研究[D].中国政法大学, 2005
- [4] 杨建成.外观设计专利侵权纠纷案件若干问题探讨[J].人民司法, 1998, 5(10): 40
- [5] 徐彬.基于内容的外观设计专利图像检索系统的研究[D].2007, 11
- [6] Rui Yong,Huang T S,Chang Shi h-Flickner M.Image Retrieval Current Techniques, Promising Directions and Open Issues[J].Journal of Visual Conanunitaticnand Image Represents-tion,1999,10(3):39-62.
- [7] 杭燕, 杨育彬, 陈兆乾.基于内容的图像检索综述[J].计算机应用研究, 2002(9): 12-14
- [8] 庄越挺, 潘云鹤. 基于内容的图像检索综述[J].模式识别与人工智能, 1999, 12(2): 170-172
- [9] Strieker M, Orengo M . Similarity of color images [J] . Proc of SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Database, 1995, 24(20):381-392.
- [10]刘忠伟. 利用局部累加直方图进行彩色图像检索. 中国图像图形学报, 1998, 3(7): 533-537.
- [11]Th Gevers,AWM Smeulders.PicToSeek:Combining Color and shape invariants features for image retrieval.IEEE Trans.on Image Process.2000,9(1):102-119
- [12]Timothy K S,Huang J Y.An Intelligent content-based image retrieval system based on color,shape and spatial relations.Proc.Natl.Sci.Counc.ROC(A).2001, 25(4): 232-243
- [13]徐杰, 施鹏飞. 基于内容的图像检索技术[J].中国图像图形学报, 2003, 8 (A9): 977~983
- [14]乃学尚. 基于内容图像检索关键技术的研究[D]. 2002, 1
- [15]M H Gross,etc, Multiscale image texture analysis in wavelet spaces In Proc. IEE E int. Co-nf. on Image Proc.,1994
- [16]Zhang G, Ma ZM. Texture feature extraction and description using Gabor wavelet in content-based medical image retrieval[A].2007 int. conf. wavelet analysis and

- pattern recognition[C], Beijing ,China,2007:169-173
- [17]黄祥林,沈兰荪.基于内容的图像检索技术研究[J].电子学报,2002,30(7):1065-1071
- [18]段立娟,高文,林守勋等.图像检索中的动态相似性度量方法[M].计算机学报,2001,24(11)
- [19]徐建军,吴玲达.基于内容的图像检索技术中的相关反馈技术[J].计算机科学,2004,31(7):200-202
- [20]Harman D.Relevance Feedback Revisited[A].in:Proceedings of the 15th ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval[C], Copenhagen,Denmark,1992.1-10
- [21]Aalbersbery IJ.Incremental Relevance Feedback[A].in:Proceedings of the 15th ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval[C],Copenhagen,Denmark,1992.11-22
- [22]樊亚春,耿国华,周明全.用不变矩和边界方向进行形状检索[M].小型微型计算机系统,2004,4:89:92
- [23]汪蕙,金丰华,罗立民.基于灰度和边界直方图的医学图像检索[J].信号处理,2004,20(1):73-76
- [24]周明全,耿国华,韦娜.基于内容图像检索技术[M].北京:清华大学出版社,2007
- [25]赵荣椿.数字图象处理导论[M].西北工业大学出版社
- [26]贾永红.计算机图像处理与分析[M].武汉:武汉大学出版社,2001
- [27]姚敏等,数字图像处理[M].北京:机械工业出版社,2006,1:205-206
- [28]黄勇,王崇俊.基于形状不变矩的图像检索算法的研究[J].计算机应用研究,2004,(7):256-260
- [29]刘亦书.一种新的形状特征-高斯描述子[J].中国图像图形学报,2007,12(3):482-485
- [30]J. R. Smith, S.F.Chang. Automated binary texture feature sets for image retrieval [A]. Proceedings of IEEE international conference on Acoustics [C], Speech and signal Processing ,Atlanta , 1996:2239-2242
- [31]Ma W Y, Manjunath B S. A comparison of wavelet features for texture annotation.Proc.Of IEEE Int.Conf:on Image Processing.Washington D.C,1995,256-259
- [32]朱守业.基于多特征融合和 Adaboost 算法的图像检索[J].计算机工程与应用,2007,43(36):138-140

- [33]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方法[J].计算机工程与应用,2002,(3):27-29
- [34]张素芳,李剑中等.基于内容的图像检索技术概述及其发展趋势[J].仪器仪表学报,2006,27(6):764-765
- [35]茹立云,彭潇,苏中等.基于内容图像检索中的特征性能评价[J].计算机研究与发展,2003,40(11):1566-157
- [36]王涛,刘文印,孙家广等.傅立叶描述子识别物体的形状[J].计算机研究与发展,2002,39(12):1714-1719
- [37]郭劼,张凌,袁华,许勇.基于形状的图像检索及其应用[J].东南大学学报,2002,32:205-207
- [38]史萍,吕四化.基于形状图像检索系统的设计与实现[J].中国传媒大学学报自然科学版,2006,13(3):87-92
- [39]Gudivada V N, Raghavan V V.Content-Based Image Retrieval System[J].IEEE Computer,September 1995,9:18-22
- [40]何斌等.VC++数字图像处理,第2版[M].北京:人民邮电出版社,2002

攻读硕士学位期间发表的论文

- [1] 张国宏, 蔡念, 楼朋旭, 戴青云. 一种多特征融合的外观设计专利图像检索方法. 计算机工程与应用, 2011.47(14): 166-169
- [2] 蔡念, 张国宏, 楼朋旭, 戴青云. 基于形状和纹理的外观设计专利图像检索方法. 山东大学学报, 2011.41(2): 1-4
- [3] 蔡念, 张国宏, 戴青云, 潘晴, 曹江中. 一种多特征融合的外观设计专利图像检索方法. 发明专利, 专利申请号: 201010191341.3, 公开号: CN101847163A(2010年9月29日公开)

独创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是我个人在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明，并表示了谢意。本人依法享有和承担由此论文所产生的权利和责任。

论文作者签名：张同宏 日期：2011.6.13

学位论文版权使用授权声明

本学位论文作者完全了解学校有关保存、使用学位论文的规定，同意授权广东工业大学保留并向国家有关部门或机构送交该论文的印刷本和电子版本，允许该论文被查阅和借阅。同意授权广东工业大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印、扫描或数字化等其他复制手段保存和汇编本学位论文。保密论文在解密后遵守此规定。

论文作者签名：张同宏 日期：2011.6.13

指导教师签名：张同宏 日期：

致 谢

在本文将结束之际，我要对曾经给与我指导、帮助和关心的老师、同学、朋友和家人表示由衷的感谢。

谨此向我的导师蔡念副研究员致以诚挚的谢意。导师以他渊博的知识，严谨的科研态度及和善淡泊的为人处事方式给我留下了深刻印象。两年多来的硕士学习与生活期间，蔡老师不仅为我提供了优越的科研环境，与此同时在思想方面教会了我许多做人的道理，这些必将深深影响着我，在今后的人生道路上指引我前进。

在此也要感谢 706 实验室的所有老师和同学们，他们不光在科研上给予我指引，同时在生活上予以帮助，我在他们身上也学会了很多东西。

最后感谢我的父母家人和其他亲朋好友，有了他们的关心、鼓励和支持才能让我顺利完成硕士学业。

张国宏

2011 年 5 月于广州

基于多特征融合的外观设计专利图像检索算法

作者：[张国宏](#)
学位授予单位：[广东工业大学](#)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y1941849.aspx