

# 通过抽取的特征进行图象检索的算法测试平台

章毓晋 徐寅 刘忠伟 姚玉荣 李

(清华大学电子工程系, 北京 100084)

**摘要** 基于内容的图象检索近年来得到了广泛的研究,人们已提出了许多基于特征的图象检索算法,但如何管理、比较、评价、组合应用这些检索算法已成为继续深入研究必须要解决的一个问题.为了解决此问题,建立了一个通过抽取的特征进行图象检索的算法实验平台.该平台既具有管理功能(包括管理各种算法、图象库和图片),又能集成各种算法,以综合实现不同的检索功能(包括递进检索和综合检索).实验结果表明,借助平台对算法和图象进行集中管理,既可以方便地对各种基于特征的图象检索算法进行比较和评价,又有助于方便地研究新的算法.

**关键词** 图象查询 图象管理 基于特征 测试平台 递进检索 综合检索

中图法分类号: TP391.41 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2001)05-0439-05

## A Test-Bed for Retrieving Images with Extracted Features

ZHANG Yu-jin, XU Yin, LIU Zhong-wei, YAO Yu-rong, LI Qing

(Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

**Abstract** Content-based image retrieval is a hot research subject and has been studied widely in recent years. A number of feature-based image retrieval algorithms, such as using color feature, texture feature, shape feature and position information etc., have been proposed in the literature. How to manage, compare, evaluate, and combine these algorithms becomes a challenge problem for further research and improvement in feature-based image retrieval. This paper describes a specially constructed test bed for algorithms of retrieving images with extracted features. This test bed has both the functions of management, such as algorithm management, image database management, and individual image management, as well as the functions of integrating different feature-based algorithms together for performing image retrieval task. On the basis of algorithm gathering, different retrieval stratagems, such as step-up retrieval (including average and cumulative retrieval) and combined retrieval (using more than one independent feature-based technique) have been realized. Experiments shows that with the help of this test bed, especially for its centralized control and management of algorithms and images, it is ease not only to compare and evaluate different feature-based image retrieval techniques, but also to combine their advantages and to develop new algorithms.

**Keywords** Image query, Image management, Feature-based, Test-bed, Step-up retrieval, Combined retrieval

## 0 引言

基于内容的图象检索(CBIR)是近年来多媒体技术应用方面的一个研究热点<sup>[1]</sup>,也与将于今年正式确定的国际标准 MPEG-7 密切相关<sup>[2]</sup>.目前已经比较成熟和得到实际应用的检索算法大部分是基于

图象特征的,即利用图象的颜色、纹理、形状、位置关系等特征信息来进行检索<sup>[1,3]</sup>.由于大量的检索算法不断涌现出来,因此如何管理、比较、评价、组合应用这些检索算法已是继续深入研究必须要解决的一个问题.

为此目的,本文在集成各基于特征图象检索关键技术研究成果<sup>[4]</sup>的基础上,建立了一个通过抽取

的特征进行图象检索的算法测试平台(Test Bed for Retrieving Images with Extracted Features, 简称 T-Brief)<sup>[5]</sup>. 用其可以使人们能够方便地管理大量的图象和算法, 用其还可以进一步帮助人们对各种特征提取、相似匹配和查询检索方法等进行综合研究.

## 1 设计原则和功能要求

基于内容的图象查询检索是一个能够帮助用户迅速获取数据库信息的手段, 而通过抽取特征来检索图象的通用原理框架如图 1.



图 1 基于特征图象检索的通用原理框架

这里的检索功能是通过查询、分析、匹配和提取等多个模块来实现的<sup>[4]</sup>. 用户提交查询图或查询条件后, 先通过分析获得查询图的特征, 然后借助于与特征数据库中的特征进行匹配的方法, 从图象数据库中提取出需要的图象.

这样看来, 对于一个通过抽取的特征进行图象检索的算法测试平台, 主要应该具有如下功能:

### (1) 管理功能

因为测试平台要在不同的条件下测试各种算法, 所以该平台要能够集中管理不同的检索算法, 以及能够管理不同的图象库和不同的图片. 具体说来,

- ① 它应能集成不同的检索算法, 并对它们提供统一的输入输出接口;
- ② 它应能结合不同的图象库, 来测试不同的算法;
- ③ 它应能管理大量的图片, 并可以方便地进行增删操作.

### (2) 检索试验功能

因为图象检索功能是由算法实现的, 而平台的建立又是为了对算法进行测试比较, 所以平台应能对不同算法的检索结果同时显现, 以便对算法进行评测. 另外还应可以进行不同算法之间的组合, 以便研究它们共同作用的效果.

## 2 管理模块及特点

本平台管理模块的数据库采用 Access 关系数据库, 而管理对象则包括算法、图象库和图片 3 类.

### 2.1 算法管理

为解决因不同算法由不同人编写而造成的参数不同, 形式不同, 风格不同等问题, 因而对算法采用了动态联接库的形式, 也就是将每种算法包装成一个动态连接库程序(DLL). 这些 DLL 有统一的入口函数和调用参数, 由于平台对这些 DLL 采用直接动态载入的方式调用, 而不需对它们重新编译或改写代码. 因此, 程序编写者可具有较大的灵活性.

具体加入算法时, 只需填写一张表(见图 2), 其中每种算法在表中均登记为一条记录, 用以记录算法的各种属性信息, 包括算法名、所对应的平台菜单名、算法对应的 DLL 文件和特征文件名等. 在新增算法后, 要对算法库和所有图象库和特征库自动进行更新.

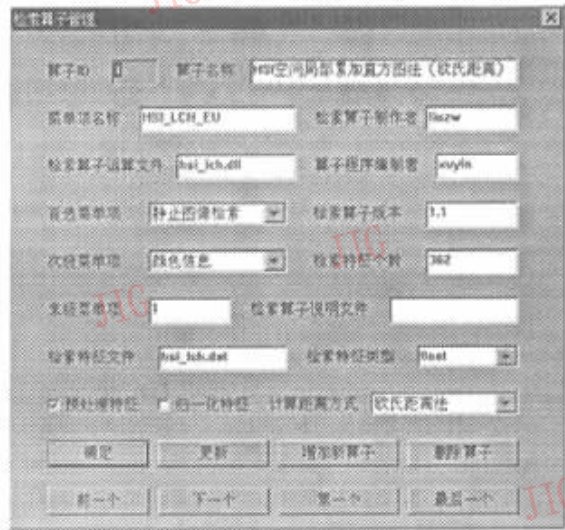


图 2 算法管理界面

### 2.2 图象库管理

图象库管理指对图片(图象)集合的管理. 为管理方便、检索准确, 可将图片按内容分类归档, 以形成不同的图象库, 而且这些图象库的数量可以方便地增加或删减, 当新增图库时, 平台可先在相关数据库中进行注册登记, 通过搜索各库中的图片, 来构造相应的图象数据库; 然后, 还要更新与图象库对应的特征库, 以备检索.

### 2.3 图片管理

图片管理是指对各个具体图片的管理. 这里, 由于将对图象的管理分为图象库管理和图片管理两级, 因而简化了对海量图片归档的复杂度. 其中, 图片管理的主要功能是为了在某一图象库中增加和删减少量图片. 但因为实际检索中, 需要先抽取图片特

征,并存放在特征库中,所以当对图片进行增加或删除后,还需要调用算法集来对特征库加以更新.与图象库管理类似,具体增加、删减图片时也只需填一张表(见图 3),表中包含图片的属性信息,它也可帮助人们进行图片的随机浏览.



图 3 图片管理界面

### 3 检索试验模块及特点

检索试验模块可实现算法对图象的检索功能,即通过运行算法来对图象库进行搜索.用不同算法进行检索的流程类似,但基本原理和具体技术不同.平台主要是提供统一的交互界面(图 4),图 4 上面的图片是查询图和检索的结果(以相似度递减排列),图 4 的下方,还可见平台提供的检索功能选项,现将其中两种有特色的检索功能介绍如下.

#### 3.1 综合检索

目前该平台已集成的算法可分成基于颜色,基于纹理,基于形状和基于位置信息特征的 4 类算法.虽然不同的检索方法都有各自的特点,但仅基于一种特征的检索方法常缺少足够的区分信息,而且一般不适合尺度或方向有较大变化的场合,例如颜色直方图方法的优点是对图象的旋转和平移具有不变



图 4 查询检索界面

性,若通过归一化,则对尺度也可具有不变性,但其缺点是没有利用空间分布信息;又如纹理方法虽能反映图象中不同区域的特点(物体表面性质),但它反映的空间信息与人的直观感觉并不完全一致;再如利用边缘方向的形状方法虽可以利用目标的形状信息,且借助直方图可对平移具有不变性,但边缘方向会受尺度变化影响,而且会随旋转而变化.

在对真实图象进行检索的大多数情况下,为取得良好的效果,即为了提高检索的可靠性和准确性,需要将多种类型的检索方法进行组合.为此,该平台

除了能让使用者选择算法库中任一种算法进行检索外,还提供了将多种基于不同特征的算法结合,并可以自由选择权重的综合检索功能.另外,综合特征检索既可将不同特征两两结合,也可将两个以上特征结合,并可在结合时分别选择各种特征的相对加权重(见图 5 的界面).

但综合检索中需要解决的一个重要问题就是算法匹配结果的归一化.由于不同算法得到的相似距离互相之间不具有可比性,即它们的期望、方差可能会相差很远,所以必须进行归一化,这样才能保证不

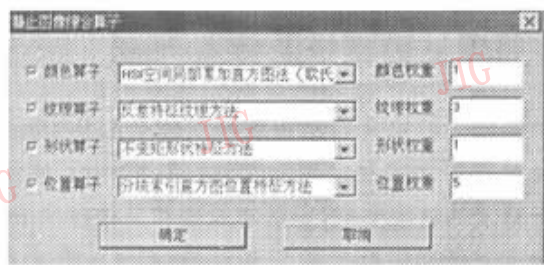


图 5 综合检索

同的算法在加权中处于平等的地位. 这里可采用高斯归一化方法<sup>[6]</sup>. 实验表明, 综合检索的时间复杂度与各个检索算法的时间复杂度有关, 目前平台已集成的 10 多种算法均可在 1s 内从具有上千幅图象的图象库中完成检索, 可见综合检索也是非常快捷的.

### 3.2 递进检索

因为图象内容其实是一个比较模糊的概念, 所以检索过程可能会是一个期望目标逐渐明朗、结果逐步精确的过程. 另外, 因为在图象查询中, 常有某些初步检索结果会带给用户新的提示, 从而改变方向进一步搜索, 所以检索过程也可能是个兴趣转移的过程. 为此, 平台需提供在查询过程中以某一检索结果作为新的查询图来重新开始查询的功能, 此时既可使用原图

象库和检索算法来进一步进行查询, 也可以根据需要进行改变图象库或检索算法(参见图 4)来进行查询.

查询中的人机交互实际上是一个反馈过程, 因此上述重新查询的方法相当于用户根据反馈来进行主观调节. 为了更多地结合客观信息, 该平台还提供了记录功能, 以便使用户可综合考虑先前不同次的查询图并利用交集检索<sup>[5]</sup>的方法来进行查询. 这里查询又有简单式和累计式两种模式(参见图 4), 其中简单式就是仅仅考虑前后两次的查询图, 而累计式则可将至今得到的各次查询图以一定的权重(一般采用递减形式, 即最近的权重最大)进行组合. 实践证明, 它们均可以较好地组合不同图象的特征, 以进行较为综合精确的检索.

图 6 和图 7 给出了一个利用简单模式进行检索的例子. 如设开始对图 6 左第一幅图象感兴趣, 且查询得到图 6 的右面几幅图; 如果此时对左第 1 幅图的目标形状感兴趣, 而又希望其有如右第 1 幅图的颜色, 则接着取右第 1 幅图为新查询图并借助简单式进行查询, 其结果是搜索到一组图(见图 7), 图中目标既为圆形(如左第 1 幅图), 又为棕红色(如右第 1 幅图).



图 6 直接检索的结果



图 7 简单式继续检索的结果

## 4 总 结

综上所述, 本文设计和建立的通过抽取的特征进行图象检索的算法测试平台既具有管理功能(包括管理各种算法、图象库和图片); 又能集成各种算

法, 实现不同的检索功能(包括递进检索和综合检索). 今后还拟进一步将相关反馈<sup>[7]</sup>和关联反馈<sup>[8]</sup>也尽量结合进来. 另外, 借助该平台对算法和图象的集中管理, 已实现了一个借助 Internet, 用 WWW 浏览器对图象库进行浏览和查询的系统(见 image.ee.tsinghua.edu.cn)<sup>[9]</sup>.

## 参 考 文 献

- 1 Bimbo A. Visual Information Retrieval. San Francisco: Morgan Kaufmann, Inc. 1999.
- 2 章毓晋. 国际标准 MPEG-7 问答. 中国图象图形学报, 2000, 5B(11-12): 7~10.
- 3 Niblack W, Zhu X, Hafner J L *et al.* Updates to the QBIC system. SPIE, 1998, 3312: 150~161.
- 4 章毓晋. 基于内容图象检索研究的进展. 中国学术期刊文摘, 1999, 5(2): 269~270.
- 5 徐寅, 章毓晋. 图象检索算子开放测试平台 T-Brief 设计与实现. 计算机工程与应用, 1999, 35(10): 11~113.
- 6 章毓晋. 图象工程(下册)——图象理解与计算机视觉. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- 7 Rui Y, Huang T S, Ortega M *et al.* Relevance feedback: a power tool in interactive content-based image retrieval. IEEE CSVT, 1998, 8(5): 644~655.
- 8 Xu Y, Zhang Y J. Image retrieval framework driven by association feedback with feature element evaluation built in. SPIE, 2001, 4315: 118~129.
- 9 李劼, 章毓晋. WWW 上基于内容的图象检索系统. 电子技术应用, 1999, 25(12): 11~13.

章毓晋 教授, 博士生导师. 主要研究领域为图象工程. 已发表论文 160 余篇, 著《图象分割》等书 4 本. 现为 IEEE 高级会员.

徐寅 1997 年获清华大学电子工程系学士学位, 现为清华大学电子工程系博士研究生. 研究领域主要为基于内容的图象检索. 现为 IEEE 学生会员.

刘忠伟 1998 年获清华大学电子工程系硕士学位, 现为清华大学电子工程系讲师. 研究领域主要为图象和通信技术. 已发表论文 10 余篇.

姚玉荣 1999 年获清华大学电子工程系硕士学位, 现为朗讯公司研究人员. 研究领域主要为图象和网络技术.

李 1998 年获清华大学电子工程系学士学位, 现为清华大学电子工程系硕士研究生. 研究领域主要为基于内容的图象检索.