

文章编号: 1005—0523(2003)04—0071—04

基于内容的图像检索中的相关反馈技术

刘 倩

(西南交通大学 计算机与通信工程学院, 四川 成都 610031)

摘要:早期的基于内容的图像检索系统以图像处理技术为核心,研究重点集中在视觉特征的选择和提取方面,而没有充分利用人们在视觉方面的主观性.基于内容的图像检索中的根本问题是用于理解图像内容的高层语义概念与图像中提取的用于索引数据库图像的低层特征之间存在差异.为了解决上述问题,近年来相关反馈技术在基于内容的图像检索中受到重视.简要介绍了基于内容的图像检索系统的一般结构,在此基础上给出了相关反馈技术的目标以及基本思想,并阐述了相关反馈的原则.最后简要介绍了几个现有的使用相关反馈技术的基于内容的图像检索系统.

关 键 词:基于内容的图像检索(CBIR);相关反馈;特征提取;相似性度量

中图分类号:TP752 文献标识码:A

0 引 言

随着多媒体技术及 Internet 网的迅速发展,信息发布方式由单一的文本方式逐步转变为以图形、图像、动画、视频等多媒体信息为主的表现方式,人们对图像数据的查询需要日益增长.传统的基于特征提取和相似性距离度量的图像检索系统,由于计算机自动提取的图像特征与人所理解的语义之间存在巨大的差异,其检索结果往往难以令人满意.这主要是因为计算机视觉技术还不够完善,人们在日常生活中总是使用一些高层次的概念,而依靠计算机视觉技术,从图像中自动提取的特征主要是低层次特征.在特定领域比较容易找到低层次特征和高层次特征的影射关系,例如:脸部、指纹识别系统.但是在大多数情况下,很难直接得到底层次特征与高层次特征之间的影射.图像检索系统的最终用户是人,因此,从心理学角度来捕获人对图像内容的认知是相当重要的.为了把用户模型嵌入到图像检索系统,最近几年在基于内容的图像检索领域引入了相关反馈机制.

1 基于内容的图像检索(CBIR)

为了更好地了解基于内容的图像检索系统中的相关反馈技术,首先简要介绍一下基于内容的图像检索.

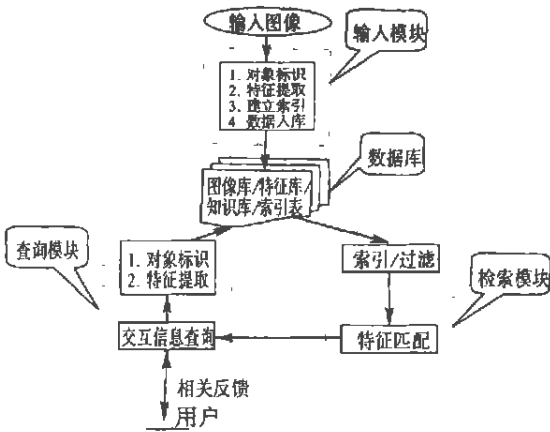


图 1 CBIR 系统的结构

基于内容的图像检索就是利用图像本身包含的不同层次结构和语义信息进行检索.现阶段主要研究的是如何利用颜色、纹理、形状和空间位置等

视觉特征和组合特征进行检索. 基于内容的图像检索既体现了图像信息的特点, 又结合了传统的数据库方法, 是在理论研究和实际应用中具有前途的新技术.

基于内容的图像检索系统一般由输入模块、数据库、查询模块和检索模块等组成^[1], 其结构与各部分的功能如图 1 所示.

2 基于内容的图像检索(CBIR)中的相关反馈技术

目前, 基于内容的图像检索技术中所提取的图像特征基本上是图像的低层视觉特征, 它们与图像的实际语义是脱离的. 低层视觉特征目前尚无能力辨别出图像中所包含的物体. 因此, 无论采用何种特征, 无论使用何种距离度量, 最终决定两幅图像是否相似还取决于实际用户. 基于内容的图像检索系统应尽可能地做到以用户为中心, 而不是以计算机为中心. 另外, 由于侧重点的不同, 不同的用户对图像的相似性的判断也存在不同的标准. 为此需要研究如何使系统自动适应这种特定的需求, 从而实现更好的查询效果. 相关反馈是提高系统查询效果的一种强有力的方法.

2.1 相关反馈的目标及基本思想

相关反馈的目标就是从用户与查询系统的实际交互过程中进行学习, 发现并捕捉用户的实际查询意图, 以此修正系统的查询策略, 得到与用户实际需求尽可能吻合的查询结果. 由于相关反馈可以实时地修改系统的查询策略, 从而为图像检索系统增加了自适应功能.

相关反馈技术的基本思想是: 在检索过程中允许用户对检索结果进行评价和标记, 指出结果中哪些是与查询图像相关的, 哪些是不相关的, 然后将用户标记的相关信息作为训练样本反馈给系统进行学习, 以指导下一轮检索, 从而使得检索结果更加符合用户的需要. 典型的相关反馈方法^{[2], [3]}, 一方面是采用修改查询向量的方法使其向相关图像的中心移动来改进查询结果. 另一方面, 利用反馈信息修改距离公式中各分量的权值, 突出查询向量中较为重要的分量.

2.2 相关反馈原则^[4]

在有关信息检索的文献中, 查询的迭代和自动改善就是众所周知的相关反馈. 在基于文本的检索中, 当对查询文本和数据库文件进行匹配时, 可以

通过调节不同文本项的权值实施相关反馈. 在基于内容的检索中, 相关反馈是一个逐步求精的过程. 首先是用户提交查询实例(可能是一幅或一组图像), 系统获取查询实例的特征, 并按照一定的算法与图像库中其它图像进行特征的相似性匹配. 如果计算出的相似度大于一个给定的阈值, 就认为是相似的, 并按照相似度进行排序, 返回给用户. 用户从显示结果中挑选出一些自己比较满意或不满意的图像, 系统根据用户的交互信息转入另一个查询状态, 直到用户找到目标为止.

CBIR 中, 实施相关反馈的系统应尽量了解用户使用的高层概念与图像中得到的低层特征之间的最佳一致性. 这样, 用户就不必明确指定不同的计算特征的权值, 因为权值已由系统隐含地形成了. 一般来说, 给低层特征赋予在更概念化的层次上与人对图像的感知相一致的权值是一项困难的任务. 另外, 概念和特征之间的一致性是暂时的并且是在特定情况之下. 这就意味着在通常情况下, 每次图像查询都不同.

一个 CBIR 系统, 在相关反馈的执行过程中, 需要满足三个最低要求. 首先, 系统必须给用户显示一系列的图像, 记住哪幅图已经显示过, 使其以后不再被显示. 这样, 系统就不会出现死循环, 并且能保证所有的图像最终都能被显示. 其次, 用户必须以某种方式指出哪幅图在某种程度上与给定的查询图像相似, 哪幅图与查询图像不相似. 与查询图像相似的称为正图像, 反之, 则为负图像. 用户从所示图像中仅选出一幅图是不够的, 必须指定一个图像集作为正图像, 则余下的所示图像就隐含地作为负图像. 最后, 系统必须根据图像是包含在正图像中还是包含在负图像中来改变其执行情况. 在检索过程中, 越来越多的图像聚集到正、负图像中, 这样系统就有不断增加的用于检索随后的图像集的数据. 相关反馈的技巧就是找到最能有效使用信息的方法.

3 使用相关反馈的 CBIR 系统

3.1 使用相关反馈的 CBIR 系统的分类

最近几年, 相关反馈在基于内容的图形检索中受到重视, 美国 MIT^[5, 6]、Illinois^{[2], [3]} 大学、Amsterdam^[7] 大学等相继开展了相关反馈在图像检索系统中的应用. 这些系统可以被分成 3 类:

1) 修改查询矢量或者距离判别标准;

2) 调整图像数据库的分类或类间关系;

3) 基于贝叶斯理论的方法.

在图形检索系统中,第1类方法应用得比较广泛.

调整图像数据库的分类或类间关系的主要思想是:首先用聚类方法对图像数据库进行初步分类,然后根据用户的反馈信息对这些初始的分类结果进行类的合并或拆分.

第3类系统的基本思想是根据用户反馈的信息(样本),进行统计推断.

3.2 实际系统介绍

PicHunter^[8]系统是由Cox等开发出来的,它设计用来寻找与用户头脑中构想的图相似的图像.在实施相关反馈时,数据库中的每幅图都根据其与正图像的距离进行记分,这样特征空间中向量的相关位置才是有意义的.距离的度量在全局方式中不受影响.可以赋给每个图像特征描述的分量一个权值,这个权值用于计算图像间的距离,然后根据用户响应对这些权值进行修改.这样在正图像中具有最小变化的特征分量就会获得最大权值.也可以根据正图像和所有显示图像的逆方差的不同进行加权.另一种可供选择的方法就是调节距离度量的方法以产生正图像间最小的可达相关距离.还能通过结合数据库的层次化聚类以及从用户给定的样例中得到的新规则的集合论机器学习来执行相关反馈.如果特征空间是低维的,用相关反馈修改它的多间隔离散化就是可能的.考虑到一个特定的特征,如颜色,那么基于直方图的匹配将转而有利于用户的相似性观点.该系统的缺点就是没有考虑负图像所起的作用.

Rui^[7]提出了一个多层的图像表示方法,一个图像有K个特征,每个特征有多种表示,每种特征表示是一个高维矢量,对于一次查询就是从最低层特征的每一维开始比较,然后进行加权求和,直到计算到最高层的每种特征之间的加权和.为改进检索结果,Rui提出了动态调整权的思路,即求正反馈图像的每一维特征的标准差,标准差越小权值越大,反之则越小.当某些查询请求可以用颜色、纹理等特征的组合来表示的时候,这种方法非常有效,但是如果用户关心的只是图像中的某个对象,就很难用这些视觉特征的组合来表示查询请求,因而查询结果会很不理想.

Schroder^[9]等开发了一个能处理远程遥感图像档案库中图像的索引和检索的基于内容的图像检

索系统.在预处理阶段,数据的无监督贝叶斯聚类在不同的属性空间(频谱、纹理等)中进行.然后在使用系统的过程中,允许建立低层聚类和用户定义的标号之间的连接.例如:如果用户正在寻找包含“湖”的图像,通过点击湖的不同象素(在样例图像中),他就能建立起一个表示湖的元聚类.每次点击之后,图像中的每个象素就形成了湖的一个先验概率.不同的概率标准被用作检索得分.此外,系统还给出改进的学习过程的概率.然后通过反馈进行搜索.这种方法很灵活,对于远程遥感图像检索有很好的结果.

Vasconcelos^[6]等研制的图像检索系统中采用了基于区域的贝叶斯学习方法,由于采用高斯混合模型估计先验概率,因此计算复杂度比较高,尤其是当图像数据库不断增大的时候,需要重新估计高斯混合模型的参数.

4 小结

传统的基于特征提取和相似性距离度量的方法,由于计算机自动提取的图像特征与人所理解的语义之间存在巨大的差异,其检索结果难以令人满意.相关反馈是提高系统查询效果的一种强有力的方法,它能使系统自动适应用户的需求,从而实现更好的查询效果.

本文简要地介绍了相关反馈技术的基本原则及其在基于内容的图像检索中的作用,并给出几个使用相关反馈技术的基于内容的图像检索系统以作进一步的说明.通过各种技术,相关反馈技术已越来越多地被应用到基于内容的图像检索中.

参考文献:

- [1] B Furht, et al. Video and Image Processing Multimedia Systems[M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1995.
- [2] Rui Y, Huang S, Ortega M, et al. Relevance Feedback: a Power Tool in Interactive Content-based Image retrieval[J]. IEEE Transactions on Circuits Systems for Video Technology, 1998, 8(5): 644~655.
- [3] Rui, Y, Huang T S. A Novel Relevance Feedback Technique in Image Retrieval[C]. In: Proceedings of the 7th ACM International Conference on Multimedia. Orlando, Florida, 1999: 67~70.
- [4] Jamma L, Markus K, Sami L, et al. Self-Organizing Maps as a Relevance Feedback Technique in Content-Based Image Retrieval[J]. Pattern Analysis & Application, 2001, (4): 140~

152.

[5] Minka TP, Picard R. Interactive Learning Using a “society of Models”[J]. MIT Media Lab, Tech Rep;349,1995.

[6] Vasconcelos N, Lippman A. Bayesian Representations and Learning Mechanisms for Content-based Image Retrieval[C]. In: SPIE Storage and Retrieval for Media Databases. San Jose, CA, 2000.

[7] Gevers T, Smeulders A W M. The PicToSeek WWW Image Search System[C]. In: IEEE Int ’l Conf on Multimedia Computing and Systems. Florence, Italy, 1999;264~269.

[8] Cox IJ, Miller ML, Minka TP, Yianilos PN. An Optimized Interaction Strategy for Bayesian Relevance Feedback [J]. CVPR ’98, Santa Barbara, CA, 1998, (6);553~558.

[9] Schroder M, Rehrauer H, Seidel K, Datcu M. Interactive learning and Probabilistic Retrieval in Remote Sensing Image Archives[J]. IEEE Trans Geoscience and Remote Sensing, September, 2000, (38);2288~2298.

Relevance Feedback Technique in Content-based Image Retrieval

LIU Qian

(School of Computer & Communication Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Content-based image retrieval(CBIR) has become one of the most active research field for years. At the early stage of CBIR, research is primarily focused on exploring various feature representations, and ignored the subjectivity of human perception. There exists a gap between the high-level semantic concepts used by human to understand image content, and the low-level visual features extracted from image and used by a computer to index the image in a database. Relevance feedback is a promising technique to bridge between semantic objects and low-level features.

In this paper, the general construction of CBIR is Introduced, Then, the goal and the main idea of relevance feedback are described. Moreover, the principle of relevance feedback are detailed. Finally, some existing content-based image retrieval systems with relevance feedback are given.

Key words: content-based image retrieval(CBIR); relevance feedback; feature abstraction; similarity metric