

# 用 Java 实现分布式基于内容的 Web 图像检索系统

方昭辉, 陈冬霞

(南京师范大学数学与计算机科学学院, 210097, 南京)

[摘要] 给出了一个分布式基于内容的 Web 图像检索系统的模型, 并给出了用 Java 技术实现的方案. 介绍了系统的体系结构和各功能模块, 以及使用的 JSP、Servlet、Java Bean、JDBC 等 Java 技术.

[关键词] 基于内容的图像检索, 分布式, Web, Java

[中图分类号] TP391, [文献标识码] B, [文章编号] 1672-1292-(2004)01-0060-04

## 0 引言

随着 Internet 和多媒体技术的快速发展, Web 上出现了越来越多的图像. 传统的基于文本的搜索引擎, 无法满足人们快速准确检索图像信息的需求. 因此, 基于内容的图像检索, Content-Based Image Retrieval (CBIR) 已成为研究热点. CBIR 是综合数字图像处理、信息检索和数据库等多方面知识, 实现对图像进行查询和管理的综合性技术. CBIR 从图像中抽取颜色、形状和纹理等特征作为图像索引, 保存在数据库中. 用户进行查询时, 只需给出查询图例或特征描述, 系统利用图像特征的距离度量相似性, 从数据库中检索相似的图像.

自上世纪 90 年代以来, 国内外对基于内容的检索进行了大量研究, 也开发了一些实验或商业系统. 比如, IBM 的 QBIC 系统, 美国哥伦比亚大学研究的图像/视频检索系统 VisualSeek, Virage 公司开发的 Virage 系统. 但这些系统主要针对特定的数据库, 基于算法的研究和实现, 缺乏对用于 Web 上的分布式 CBIR 系统的研究.

随着 Web 的迅速发展, 独立的集中式搜索引擎在数据容量、计算能力等方面都将感到不足. 它们彼此之间没有协作, 造成了重复工作和带宽浪费, 已不能适应现代信息检索的需要. 本文提出了一个分布式基于内容的 Web 图像检索系统, 并给出了用 Java 技术实现的方案.

## 1 分布式 Web 图像检索系统的模型

Web 图像检索  $(R, Q, k) \rightarrow C$ , 是指从 Web 上

的全体信息集合  $R$  中找到与给定的查询图例  $Q$  相似的、数目为  $k$  的图像集  $C$ . 分布式搜索引擎通常根据地域、主题、IP 地址等标准将因特网划分成若干自治区域, 即对  $R$  进行划分得到集合  $S = \{S_1, \dots, S_n\}$ , 其中  $S_i \subseteq R, S_i \neq \emptyset (i = 1, \dots, n)$ , 且  $\bigcup_{i=1}^n S_i = R$ . 本系统根据地域对 Web 信息空间进行划分:  $R \rightarrow \{\langle .cn \rangle, \dots, \langle .ca \rangle\}$ . 对每个 Web 信息子空间  $S_i$ , 建立一个基于内容的图像检索子系统  $IRS_i$  (Image Retrieval Sub-System). 各  $IRS$  相互协作, 构成分布式 Web 图像检索系统 DIRS (Distributed Web Image Retrieval System), 图 1 为 DIRS 的模型.

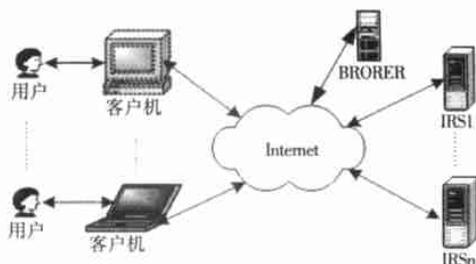


图1 分布式 Web 图像检索系统模型

DIRS 中的信息中介服务器 (BROKER), 负责维护所有 IRS 的注册信息, 协调各 IRS 进行分布式协作检索. 注册信息包括各 IRS 的地理区域、IP 地址、负责搜索的 URL 列表和目前的工作状态等数据. 用户进行图像检索时, 首先向本地的 IRS 提出检索请求. 如不满查询结果, 需要进行分布协作查询时, 根据需要选择合适的远程 IRS, 由本地 IRS 作为全局服务器, 组织查询. 分布式检索系统扩大了检索覆盖度; 各 IRS 管理的 Web 信息量相应减小, 降低

收稿日期: 2003-09-03.

作者简介: 方昭辉, 1978-, 硕士研究生, 主要从事多媒体及基于内容检索的学习和研究. E-mail: cchashui@sina.com

通讯联系人: 张明, 1957-, 南京师范大学数学与计算机科学学院教授, 硕士生导师, 主要从事多媒体信息处理, 人工智能, 人机交互等领域的研究.

了消耗; 个别 IRS 出现故障, 也不影响其他 IRS 工作; 从而有效地提高了系统的功能和效率.

## 2 检索子系统 IRS 的模型及实现

### 2.1 系统模型

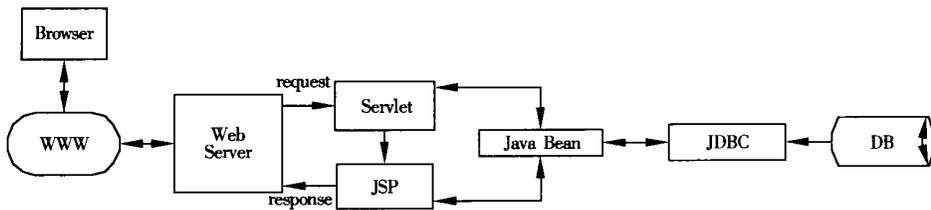


图2 检索子系统 IRS 的体系结构

客户端是基于浏览器的, 用户界面都是 HTML 网页. 逻辑处理层(中间层)分别采用 Apache 和 Tomcat 作为 HTTP 服务器和应用服务器; 其中 Servlet 负责处理 HTTP 请求, 完成处理流程的控制; 通过 JDBC 访问数据库; 数据库访问、特征提取和匹配等逻辑运算都封装为 JavaBean; JSP 负责将查询结果用动态网页显示. 这样的结构更加清晰, 实现了业务逻辑和内容显示的分离, 方便了编程人员的开发和维护. 各种基于 Java 的技术, 都具有良好的可移植性、安全性和可重用性. 数据层包括信息库和特征库, 信息库存储图像的类型、大小、URL 等信息, 特征库存储图像的内容特征, 数据库采用 SQL Server.

### 2.2 相关技术

Servlet 是运行在服务器端的 Java 应用程序, 用户可以用浏览器通过 URL 来调用 Servlet 程序. Servlet 是基于线程的, 可用多线程机制同时为多个请求服务. JSP 在 HTML 中嵌入 JSP 标签和 Java 程序片断 (Scriptlet), 生成动态数据与静态页面相结合的 HTML 网页. 实现了显示和内容的分离, 便于开发人员编写和维护网页. JSP 是基于 Servlet 的, 服务器收到请求后触发 JSP 引擎, 对于首次被访问的 JSP 文件, 引擎将其翻译成 Servlet 程序, 再编译生成 class 文件, 由 Java 虚拟机执行, 生成响应页面发送给用户. 当相同的 JSP 网页再次被访问时, JSP 引擎就直接调用已经装载的 Servlet 程序.

检索子系统 IRS 采用 B/S(浏览器/服务器)三层结构, 即用户界面表示层、逻辑处理层、数据存储层. 图2显示了 IRS 的体系结构.

JavaBean(简称 Bean)是基于 Java 的可重用组件, 用来执行复杂的计算任务或与数据库交互等操作. JDBC(Java Database Connectivity)是 Java 连接数据库的工业标准, 为基于 SQL 的数据库访问提供调用级应用编程接口. 由于 JDBC 具有平台无关性和数据库访问一致性两大优点, 开发人员编写的程序只需稍作改动就可以在不同的平台上访问不同的数据库系统.

JDBC 驱动程序分为 4 类: JDBC-ODBC 桥 (JDBC-ODBC bridge), 通过 ODBC (Open Database Connectivity) 驱动程序来提供 JDBC 对数据库的访问; 本地 API 部分 Java 驱动程序 (Native-API Partly Java Driver), 将 JDBC 调用转换为基于客户端 API 的调用; 中间件的纯 Java 驱动程序 (Net Protocol Alt - Java Driver), 将 JDBC 调用转换为中间件的协议, 再通过中间件服务器访问数据库; 本地协议纯 Java 驱动程序 (Native-Protocol Alt-Java Driver), 由数据库厂商提供, 将 JDBC 调用转换为特定数据库的网络协议, 进行数据库访问. 对于数据库的 Web 访问, 主要采用后两种驱动程序. 因为他们对客户机无任何要求, 是真正的瘦客户机.

### 2.3 功能模块

中间层从功能上分为搜寻模块、查询模块、特征提取模块和匹配模块. 图3显示了中间层的模块结构.

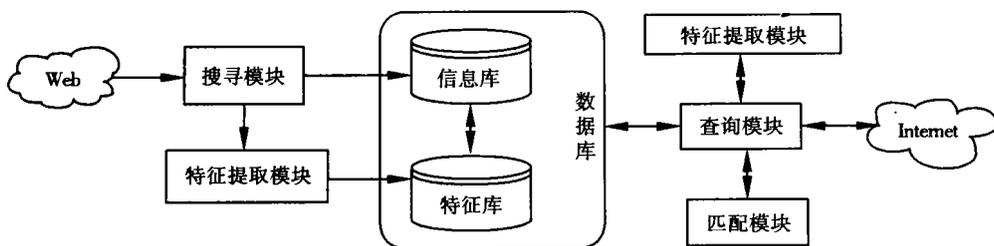


图3 检索子系统 IRS 中间层的模块结构图

### 2.3.1 搜寻模块

搜寻模块用于搜索 Web 上的图像, 是一个相对独立的 ROBOT 程序. 使用 Java 的 URL、ParserDelegator 等类可以方便的访问和分析 Web 网页. 程序从地址列表中抽取 URL 地址, 通过 HTTP 协议浏览 Web 网页, 使用 IMAGE 和 HREF 两个 HTML 标签来检测获取图像数据. 对获取的图像生成缩略图, 连同图像的 URL、大小、图像所在网页的 URL 等信息存入信息库, 调用特征提取模块对图像进行处理, 将特征信息存入特征库. 把页面中新的超链接地址存入地址列表, 继续搜索.

### 2.3.2 特征提取模块和匹配模块

特征提取模块负责提取图像颜色、形状、纹理等内容特征, 采用直方图表示颜色特征、共生矩阵表示纹理特征、边缘方向直方图表示形状特征, 使用 Java 提供的 image 包下的图像处理类获取图像的像素等信息, 使用相关算法计算图像的各种特征值, 保存在特征库中. 匹配模块系统主要采用欧氏距离作为相似度量. 在进行综合特征查询时, 首先对各特征的距离值进行归一处理<sup>[2]</sup>.

### 2.3.3 查询模块

用户通过页面中的表单提交查询请求, 包括提交检索图例 Q, 选择检索特征, 输入查询结果数目 k; 进行组合查询时, 用户还需输入相关内容特征的权值. 提交图例分为从系统图像库中浏览选择和直接从客户端上传两种. 系统中保存的图像主要分为风景、动物、植物、飞机、人物等类别, 用户首先按分类浏览, 从中选择合适的图例; 或者从客户端文件

系统中选择图例, 通过 MultipartRequest 类上传到服务器. 系统调用特征提取模块获取图例的特征, 调用匹配模块计算图例与系统数据库中图像间的相似距离值, 采用 K-最近邻算法(K-Nearest Neighbor Search)<sup>[1]</sup>从数据库中检索图像, 得到查询结果 RESULT.

根据 RESULT 中的索引, 系统获取信息库中的数据, 传递给负责显示结果的 JSP, 生成包括缩略图、URL、文件大小等数据的动态网页. 用户可以根据检索结果, 修改查询参数, 进行交互查询. 当本地 IRS 不能满足用户的需求时, 查询模块向用户提供远程 IRS 的信息, 用户选择合适的远程 IRS, 由本地 IRS 负责组织, 实现分布式协作查询. 程序实现主要采用了 Ju-Hong Lee 等<sup>[3]</sup>提出的分布式协作算法和 Java Socket API 函数.

## 3 试验与结果

我们对系统进行了测试, 通过搜寻模块从 Web 上收集了 1200 幅真彩色图像, 组成试验数据库, Web 服务器和数据库服务器均采用 P4 的 PC 机, 用多台客户机同时进行查询. 查询响应时间在 3~5 s 之间. 查询结果难以进行定量分析, 经测试人员进行逻辑评价, 认为结果比较令人满意. 图 4 和图 5 分别显示了基于系统浏览选择图例和基于从客户端上传图例的检索过程和结果. 其中, 最后一幅图为查询结果. 从图中可见, 查询结果按从左到右, 从上到下顺序相似度依次减小.

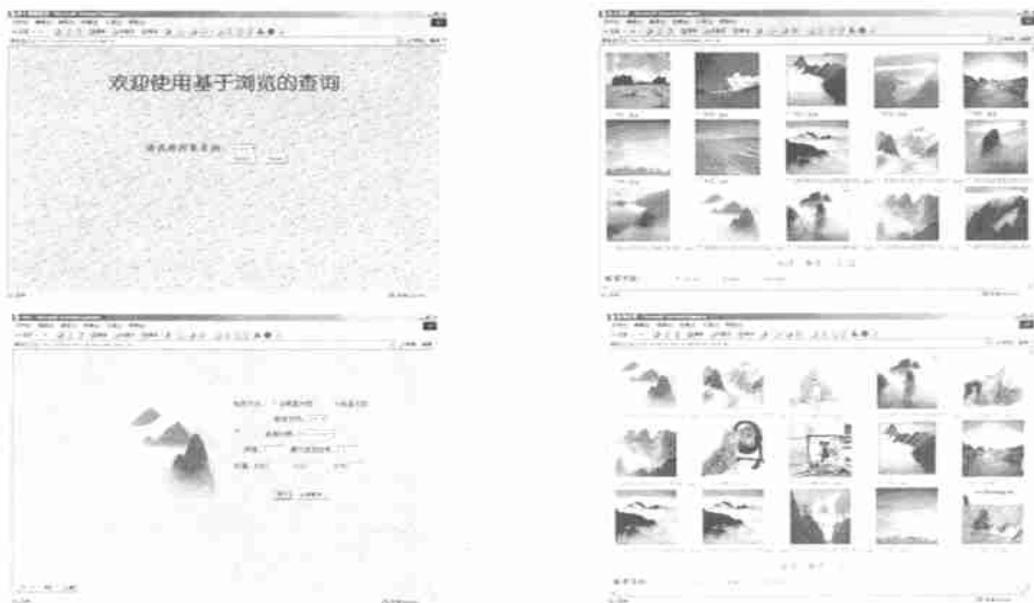


图 4 基于系统浏览选择图例的检索



图 5 基于从客户端上传图例的检索

## 4 结束语

Web 图像的检索已成为一个非常重要的问题. 在本文中, 我们提出了一个基于内容的 Web 图像检索的系统模型, 并且给出了采用 Java 技术的实现方案. 实验结果表明, 该模型和方案是有效和可行的. 因为条件和技术的原因为, 提高分布协作的查询能力是需进一步研究的问题.

### [参考文献]

[1] T Seidl, H Kriegel. Optimal multi-step k-nearest neighbor search[J]. Proc. ACM SIGMOD Internat. Conf. on Management of Data, 1998, 154~ 165.

[2] M Ortega, K Chakrababarti, K Porkaew, *et al.* Supporting ranked Boolean similarity Queries in MARS[J]. IEEE Trans. Knowledge Data Engrg. 1998, 10(6): 905~ 925.

[3] Juhong Lee, Deokhwan Kim, Seoklyong Lee, *et al.* Distributed similarity search algorithm in distributed heterogeneous multimedia databases [J]. Information Processing Letters, 2000, 75, 35~ 42.

[4] 王继成, 杨晓江, 潘金贵, 张福炎. 基于元数据与 Z39. 50 的分布协作式 Web 信息检索[J]. 软件学报, 2001, 4 (12): 620~ 627.

[5] 陈海山. 深入 Java Servlet 网络编程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

[6] 张金涛. 基于 Linux 的 Apache+ JSP+ Oracle[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

## Realization of the Content-Based Web Image Retrieval System by Using Java

Fang Zhaohui, Chen Dongxia

(School of Mathematics and Computer Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, PRC)

**Abstract:** This paper presents a model of a distributed content-based web image retrieval system, describes the scheme for realization by using java. The introduction is made about the structure of the system, every functional module and the Java technology used, including JSP, Servlet, JavaBean and JDBC.

**Key words:** content-based image retrieval(CBIR), distributed, Web, Java

[责任编辑: 刘健]