

文章编号: 1007-4619 (2002) 01-0024-06

# 遥感图像数据库基于内容查询的研究

罗 睿, 张永生, 范永弘

(信息工程大学 测绘学院遥感信息工程系, 河南郑州 450052)

**摘 要:** 在分析图像数据库信息特征的基础上, 讨论了图像数据库的一般关系模型和图像数据库基于内容查询的定义, 提出了相应的集合代数模型, 指出遥感图像基于内容查询实现的两种方案。并以 GIS 要素与遥感图像的空间关系为基础, 着重分析了 GIS 支持的遥感图像基于内容查询系统的主要算子, 对基于图像特征索引的内容查询, 也作了一般形式化的讨论并给出了应用的系统框架。

**关键词:** 图像数据库; 基于内容的查询; 图像索引; 空间关系

**中图分类号:** TP311 **文献标识码:** A

对于海量存储的影像数据库系统, 研究其基于图像内容的查询是提高图像检索效率和综合分析数据效益的关键。基于图像内容的查询, 在医学图像<sup>[1]</sup>、多媒体领域<sup>[2-4]</sup>已经进行了多年的持续研究和进展, 并在一些原型和商业系统中得到了成功的应用<sup>[5-7]</sup>, 人们对基于图像色彩、纹理、形状等特征的查询作了深入的研究, 取得了大量的研究成果, 但是针对遥感影像的研究相对较少。本文首先讨论图像数据库的信息特征和关系模型, 分析普通关系查询和基于图像内容查询的区别, 并给出基于内容查询的定义和代数模型, 然后, 具体讨论遥感图像数据库两种不同途径设计的查询系统的原理和方法。

## 1 图像数据库的信息特征及其关系模型

图像作为一个复杂信息集合的载体, 可以认为是描述复杂信息集合的又一种形式, 其在关系数据库中的信息根据 William Grosky 的研究可以区分为基于内容的 (content-based) 的和与内容无关的 (content-independent)<sup>[8]</sup>。基于内容的属性还可分为承载信息 (information-bearing) 和非承载信息 (non-information-bearing) 两类。如果信息在媒体对象本身内明确地表示, 它就是非承载信息, 反之则是承载信息, 也就是说, 非承载信息的表示需要设计一个特定

的媒体属性字段, 而承载信息则是蕴涵在媒体对象的表现模式之中, 需要特定的中间程序对它作出解释。Alberto Del Bimbo 和 Raimondo Schettini 1998 年在意大利米兰召开的“视频和图像数据基于内容查询研究的进展”国际会议上进一步指出, 在一个可视化的信息查询系统中, 存在以下不同的信息与图像和视频数据关联<sup>[9]</sup>:

(1) 与图像/视频内容无关, 但通过一定的方式与之存在联系的数据。也即是所谓的与内容无关的元数据 (content-independent metadata), 如格式描述、作者名称、日期、地点、所属关系等。

(2) 图像的视觉内容数据。包括低级或中级水平的视觉特征, 如色彩、纹理、形状、空间关系、运动等, 也称为基于内容的元数据 (content-dependent metadata)。

(3) 内容语义。也称为内容的描述元数据 (content-descriptive metadata), 主要是表示图像实体与现实世界实体的关系、时态事件、运动和视觉信号与场景等有现实意义的数据。

实际上, 要在图像的关系模式中表示出图像所反映的所有现实语义对象, 往往需要通过人工标记和交互注释才可能实现, 这显然是一件极其困难和烦琐的事情。而通过图像的视觉特征数据 (视觉内容), 如色彩、纹理、形状等, 在一定的智能机制 (如分

收稿日期: 2000-10-31; 修订日期: 2001-01-03

基金项目: 国家 863 计划 863-308-18-04(8) 课题, “基于数字地球框架的遥感图像信息系统”资助。

作者简介: 罗睿 (1973—), 男, 信息工程大学测绘学院遥感信息工程系博士研究生, 分别于 1995 年、1998 年毕业于解放军测绘学院摄影测量与遥感系。研究兴趣: 遥感图像信息系统, 数据压缩、基于图像内容的查询, 已发表论文 5 篇。

类)的作用下,可以间接地与图像所表现的现实语义对象产生联系。因此,一般图像数据库只管理上述信息的前两类和个别的第三类信息。此时,内容语义也就退化为图像的非承载属性信息,可以当普通的属性信息处理。

在关系数据库中,关系是一个二元表,每一个关系模式可以用一个五元组表示:

$$R \langle U, D, DOM, F \rangle \quad (1)$$

其中:关系名  $R$  代表符号化的元组语义;  $U$  代表属性集;  $D$  表示属性来自的域;  $DOM$  表示属性组到域的映射;  $F$  表示属性组  $U$  上的函数依赖关系集。通常为简化起见,仅把关系模式视为一个三元组  $R \langle U, F \rangle$ 。

对于图像数据库而言,由以上分析,我们定义其关系模式为:

$$R \langle U_{\text{image}}(U, O, P), F_{\text{image}}(F, S) \rangle \quad (2)$$

这个模式明确地给出了图像关系模式中,属性和函数依赖的特定内涵。其中,  $O$  表示图象的现实语义对象集,这个属性集仅仅是作为一个虚集,并不真正体现在该关系模式的物理实现中,只用于反映图像与客观实际存在的客观联系;  $U, F$  的意义同上;  $P$  表示图像对象的视觉特征属性集,  $P$  的单个元素通常没有太多的实际意义;  $S$  表示  $O$  与  $P$  的函数依赖。这里  $S$  主要体现为一些固定的模式和决策规则,它是图像基于内容查询区别于常规关系查询的关键所在。

当然,这个关系模式可以依据规范化理论,进一步分解为一系列相互依赖的关系模式集合。

## 2 基于内容的查询——概念和模型

已有的研究侧重于视觉特征的提取和选择、相似度和人机交互界面设计等方面,缺少对概念的阐述和界定,明确基于内容查询的概念和模型对于理解问题的实质和指导进一步的研究有重要意义。对基于图像内容的查询下一个精确的定义是困难的,从前面的分析出发,我们认为基于图像内容的查询就是至少部分地依赖图像对象在关系库中定义的非承载信息,依据图像所表现的现实语义信息集合中的元素进行的图像检索。非承载信息相当于数据库中图像对象的特征索引,基于内容的查询必须依赖于特定的解释程序或推理机制对这种特征索引与目标查询中应用的目标模式比较才能够得以实现。

从模型上分析,一般查询都是基于如下的集合

模型<sup>[10]</sup>:

$$Q = \{x \mid x \in S \wedge P(x)\} \quad (3)$$

$Q$  为结果集合,  $S$  为基本目标集或存储目标集,  $P$  为谓词公式,并且总有  $Q \subseteq S$  成立。为了扩充集合查询的范围和使查询不拘泥于  $S$  的固定关系模式之中,文献<sup>[10]</sup>提出下述的幂集查询模型:

$$Q = \{x \mid x \in 2^S \wedge P(x)\} \quad (4)$$

从而扩大了查询结果的范围和谓词的定义域。这种集合模型较好地宏观上描述了结果集合与目标集合之间的关系,但没有很好地体现查询采用的条件与目标集合和谓词之间的逻辑联系,所以,我们用代数的形式来描述这种查询模型,则查询模型可以用

$$Q \langle U, C, V, P \rangle \quad (5)$$

五元组表示,  $Q$  表示结果集合,  $U$  表示目标集合或存储集合,  $C$  为查询条件属性集,  $V$  表示查询属性的取值,  $P$  为谓词集合。并且在一般的情况下有:

$$Q \subseteq U \wedge C \subseteq 2^U \quad (6)$$

成立。此时,谓词集合是一族映射函数集:

$$P = \{f(C, U) \mid f(C, U) \in \{\text{Boolean}\}, C \subseteq 2^U\} \quad (7)$$

我们通过对上述模型的扩展来定义一个基于内容的查询系统,基于内容查询的本质是我们使用了没有在  $U$  中直接描述的属性信息进行查询,在此意义下,查询模型的条件被拓展为:

$$Q \subseteq U \wedge \exists x \in C, x \notin 2^U \quad (8)$$

这里条件的含义是查询所引用的属性子集至少部分来源于图像对象的非承载信息集合。谓词集合可以表述为:

$$P = \{f(C, U) \mid f(C, U) \in [0, 1], \exists x \in C \wedge x \notin 2^U\} \quad (9)$$

此时,谓词不再是描述查询语义与图像关系模式中属性的二值匹配的关系,而成为一种广义的相似性度量。普通查询系统的谓词集合可以视为其子集或特例。

## 3 遥感图像基于内容的查询

无论是医学还是普通多媒体应用领域内研究的图像对象,其所表现的主体或主题是明确的、单一的,而对遥感图像而言,一般不存在明显占绝对优势的主体信息。但是,遥感图像的特点在于,总可以以一定的手段,如校正、定向处理等使之与明确的地理坐标关联,从而为图像的高效查询,提供有效的地理引擎。所以,针对遥感图像基于图像内容的查询,我

们提出两种并行并相互补充的设计路线,其一是 GIS 支持的基于图像内容的查询,其二是利用图像的特征索引,并在不同的知识模式和优化决策算法支持下实现的图像查询,也即是常规研究的基于内容的查询技术。

### 3.1 GIS 数据支持的基于图像内容的查询

从认知角度上讲,基础的 GIS 数据可以看作是遥感图像所描述的地理环境的一种先验知识<sup>[11]</sup>,同时是图像所描述内容的具体体现。因此,在遥感图像信息系统中,可以认为 GIS 数据是遥感图像内容对象语义描述的一种高级形式,二者通过统一的坐标系统统一在一种基础的地理信息框架之中,所以,由 GIS 数据出发,进行遥感图像基于内容的查询,是一个比较高效的途径,同时避免了图像特征模型表示的复杂性和不确定性,实际上,图像特征模型的确与选择都是极端困难的。

GIS 数据支持的基于遥感图像内容的查询是建立在对遥感图像与 GIS 要素时空关系正确认识的基础上。GIS 要素与遥感的拓扑空间关系可以在它们的统一的几何基础上进行分析,在 GIS 中,根据目标的自由度,基本实体可以区分为点、线、面 3 种基本类型。以点集拓扑学为基础的 9-交模型,通过引进点集的余,构造出一个由边界、内部、余的点集表示的 GIS 空间关系模型<sup>[12]</sup>,较好地描述了 GIS 要素之间的各种空间关系。对于现实世界中的两个简单实体  $A, B$ ,以  $B(A); B(B)$  表示  $A, B$  的边界; $I(A)$ ,

$I(B)$ 表示  $A, B$  的内部; $E(A), E(B)$ 表示  $A, B$  的余;9-交模型可以表示为:

$$\begin{bmatrix} I(A) \cap I(B) & I(A) \cap B(B) & I(A) \cap E(B) \\ B(A) \cap I(B) & B(A) \cap B(B) & B(A) \cap E(B) \\ E(A) \cap I(B) & E(A) \cap B(B) & E(A) \cap E(B) \end{bmatrix} \quad (10)$$

通过对上述模型产生的大量空间关系进行归纳和分类,得到以下几种基本的空间关系类型<sup>[12,13]</sup>:相离(Disjoint)、相接(Touch)、相交(Cross)、包含(In)、交叠(Overlay)。这几类空间关系,每一种关系都对应了一个唯一的维数扩展 9-交模型矩阵,相互之间不能够进行转换,但已经能够覆盖所有的空间关系模式,还可应用于同维与不同维的几何实体之间。同时,为了使用方便,还定义了几个基本的空间关系,即相等(Equal),包含(Contain),覆盖(Cover)和被覆盖(Covered By)。在这里,我们主要考虑的是 GIS 要素与遥感图像之间的空间关系问题,而无须顾及 GIS 要素本身之间的空间关系,因此,问题模型可以得到相应的简化。对于经过地理编码的影像,如正射影像图,以及仅仅经过定向处理的图像,我们都可以将之视为面目标,因此,在 GIS 要素与图像的空间关系分析中,仅考虑点/面、线/面、面/面 3 种基本类型即可<sup>[12]</sup>。

#### (1) 点/面关系

现实世界中,具有实际意义的点面关系有 3 种,如图 1。

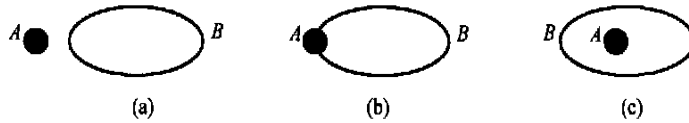


图 1 点/面基本空间关系

(a) 相离( $A \cdot \text{Disjoint}(B)$ ); (b) 相接( $A \cdot \text{Touch}(B)$ ); (c) 包含于( $A \cdot \text{In}(B)$ )

Fig. 1 Spatial relationship between point and polygon objects

在查询时,应只有(c)有意义,用户关心目标  $A$  所在的影像,这种关系的 9-交模型描述为:

$$A \cdot \text{In}(B) \Leftrightarrow A \cap B = A \wedge I(A) \cap E(B) = \phi \quad (11)$$

这里,  $B$  总是表示由遥感图像所确定的面域。

#### (2) 线/面关系

线面关系有 4 种(图 2),同样,从实际角度分析,只有目标相交和包含关系适用于查询,其描述为:

$$A \cdot \text{Cross}(B) \Leftrightarrow (DIM(I(A)) \cap I(B)) < \max(DIM(I(A), DIM(I(B))) \wedge A \cap B \neq A \wedge A \cap B \neq B \quad (12)$$

$$A \cdot \text{In}(B) \Leftrightarrow A \cap B = A \wedge I(A) \cap E(B) \neq \phi$$

#### (3) 面/面关系

有 8 种面面关系(图 3),在应用于查询时只考虑(b),(c),(h)即可,相等关系由于图像所表示的面域较为规则,可能性极小,所以有:

$$\begin{aligned}
 A \cdot \text{In}(B) &\Leftrightarrow A \cap B = A \wedge I(A) \cap E(B) = \phi \\
 A \cdot \text{contain}(B) &\Leftrightarrow B \cdot \text{In}(A) \\
 A \cdot \text{Overlay}(B) &\Leftrightarrow (I(A) \cap I(B) \neq \phi) \wedge (I(A) \\
 &\cap E(B) \neq \phi) \wedge (E(A) \cap I(B) \neq \phi)
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

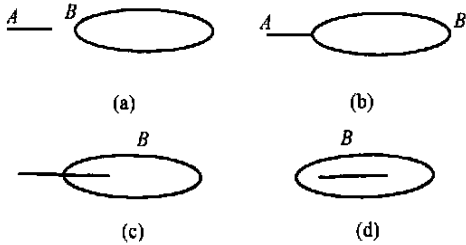


图 2 线/面关系

(a) 分离(A·Disjoint(B)); (b) 相接(A·Touch(B)); (c) 相交(A·Cross(B)); (d) 包含于(A·In(B))

Fig. 2 Spatial relationships between line and polygon objects

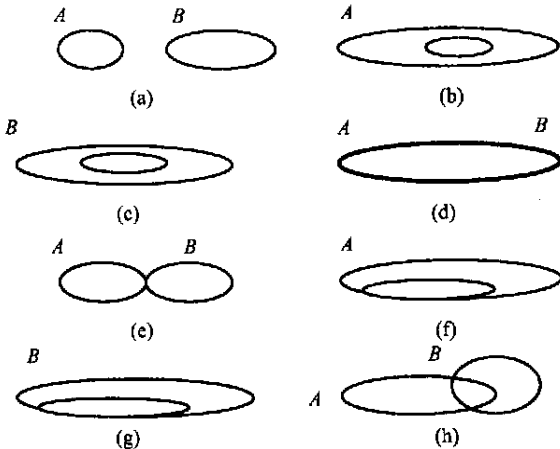


图 3 面/面关系

(a) 分离(Disjoint); (b) 包含(Contain); (c) 包含于(In); (d) 相等(Equal); (e) 相接(Touch); (f) 覆盖(Cover); (g) 被覆盖(CoveredBy); (h) 交叠(Overlap)

Fig. 3 Spatial Relationships between Polygons

由拓扑关系分析得来的空间关系算子是利用 GIS 要素查询的基础,在顾及 GIS 要素与图像的空间关系的同时,我们还需要考虑到 GIS 对象和图像的空间尺度问题,比如在一定的尺度下,某些 GIS 面目标就退化为图像上的点目标或线目标,以及 GIS 要素与图像的时态性质。对于后者的考虑主要是顾及了地理信息的时态变化以及遥感图像数据的时效性。在 GIS 支持的遥感图像基于内容的查询中,这二者本质上可以认为是一个问题,即要查询的目标在图像是否可见。

令  $\delta$  表示图像的空间分辨率,  $MBR$  表示 GIS 要素的最小外切矩形(Minimum Bounding Rectangle), 则

GIS 要素与图像的空间尺度对可见性的影响可以由下式确定:

$$\begin{aligned}
 P(\delta) &= \max(\text{Width}(MRB(A)), \\
 &\text{Height}(MRB(A))) > 2\sqrt{2}\delta'_B
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

这反映了图像空间尺度对 GIS 要素可见性的影响只是取决于 GIS 要素的客观大小。对于点要素的  $MBR$  确定,可以根据 GIS 数据本身的尺度和点要素的属性语义预先给出。

在时态数据库中,事件、状态是两个最重要的基本概念。一个对象在其生命周期中有不同的状态,一般用时间段表示;事件是对象从一个状态变化到另一个状态的过程,一般用一个时刻的概念表示。GIS 要素和遥感图像数据,在这种系统中都是反应地理现象某一时刻的客观实际, GIS 与遥感图像的时效性对于可见性的影响决定于 GIS 要素本身的生命周期  $T_G$  和遥感图像的获取时刻  $T_i$ 。即

$$P(T) = \begin{cases} 1 & T_i \in T_G \\ 0 & T_i \notin T_G \end{cases}
 \tag{15}$$

实际上,在查询时我们难以得到 GIS 要素的时态特性,同时,遥感影像的物理特性传感谱段也是重要的影响因素,因此,  $P(T)$  可直接由一种可见性的判断直接给出:

$$P(A, T_B) = S(M(A), B), \quad P(A, T_B) \in [0, 1]
 \tag{16}$$

$M(A)$  表示要素  $A$  的图像特征模式,  $S(M(A), B)$  表示某种相似性的度量。由此,对上述空间关系算子拓展,并假设 TRUE, FALSE 由“?”条件语句转换为 0, 1; 即可以构造出 GIS 支持的基于内容查询所需的算子集合。即有:

(1) 点要素查询算子

$$\begin{aligned}
 A \cdot \text{In}(B) &\Leftrightarrow (A \cap B = A \wedge I(A) \cap E(B) \\
 &= \phi \wedge P(\delta)?1:0) * P(A, T_B)
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

(2) 线要素查询算子

$$\begin{aligned}
 A \cdot \text{Cross}(B) &\Leftrightarrow (DIM(I(A)) \cap I(B)) \\
 &< \max(DIM(I(A), DIM(I(B))) \wedge A \cap B \\
 &\neq A \wedge A \cap B \neq B \wedge P(\delta)?1:0) * P(A, T_B) \\
 A \cdot \text{In}(B) &\Leftrightarrow (A \cap B = A \wedge I(A) \cap E(B) \neq \\
 &\phi \wedge P(\delta)?1:0) * P(A, T_B)
 \end{aligned}
 \tag{18}$$

(3) 面要素查询算子

$$\begin{aligned}
 A \cdot \text{In}(B) &\Leftrightarrow (A \cap B = A \wedge I(A) \cap E(B) \\
 &= \phi \wedge P(\delta)?1:0) * P(A, T_B)
 \end{aligned}$$

$$A \cdot \text{Contain}(B) \Leftrightarrow B \cdot \text{In}(A)$$

$$\begin{aligned}
 &A \cdot \text{Overlay}(B) \Leftrightarrow ((I(A) \cap I(B) \neq \phi) \\
 &\wedge (I(A) \cap E(B) \neq \phi) \wedge (E(A) \cap I(B) \neq \phi) \\
 &\wedge P(\delta)?1:0) * P(A, T_B)
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

此时,各个算子最终体现为一种 GIS 要素在遥感图像上存在可能性的度量,这也是 GIS 支持的图像内容查询的本质,同时,上述算子可以采用多阶段的策略实现。

### 3.2 基于特征索引的内容查询

利用纹理、色彩、形状等图像视觉特征进行基于内容查询的研究由来已久,大致可以区分为两种类型,其一是使用图像或图形样例进行的查询(QEB, Query by Example)<sup>[5-7]</sup>。其二是使用语义,根据语义形成一种图像的特征模式,再进行模式匹配的查询。两种类型都以特征的提取和描述为基础,前者是目前大多数图像数据库使用的手段,通常体现为一种交互式、多阶段搜索的过程。用户给出样图或勾勒出所需图像的轮廓和色彩布局作为查询条件,然后对候选的图像不断重复使用例子进行查询的精

化。对后者的研究则较少,它需要通过学习建立一个对象语义的模式库和决策知识库,查询也只能局限在训练过的语义对象集合中。图像的视觉特征可以看作图像内容的特征索引,它精练地反映了图像所表现的具体内容,与现实语义对象的联系蕴涵在学习所形成的模式库和决策的知识库之中。鉴于遥感图像的复杂性,特征索引的选择是系统性能的根本所在,在这里我们只讨论其基本的查询模型和实现方法的框架。令  $T$  为所选定的特征集合,  $\langle S, O \rangle$  为经训练形成的模式和语义关系,则检索算法的实现,依赖于特征转换和特征匹配技术,在特征匹配的过程中,特征转换支持从语义特征向基本特征之间的逐步分解和具体化<sup>[2]</sup>。此过程可形式化地描述为:

$$Q::= \langle \text{Trans}(O, T_o, S), \text{Match}(T_o, T) \rangle \tag{20}$$

即首先将查询所引用的语义对象根据领域知识转换为图像特征索引空间所使用的特征量,然后进行特征的匹配,也即是进行相似性的检测,从而得到查询结果。其过程如图 4。

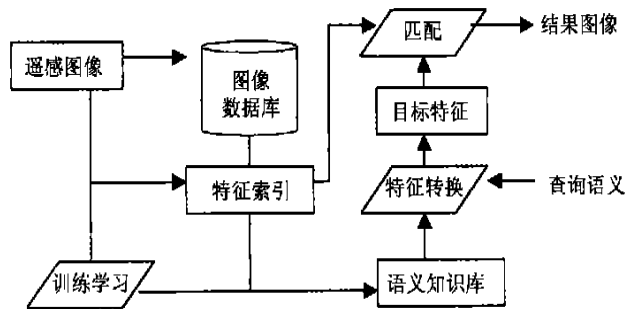


图 4 基于特征索引的查询

Fig. 4 The workflow of CBIR based on feature index

### 3.3 在基于 Web 技术的遥感图像信息系统中的应用

在上述研究的基础上,我们利用关系数据库 Oracle 和 Java 开发了基于 Web 技术的遥感图像信息系统 Image Map Library(以下简称 IML)。IML 实现了对原始航天遥感影像,正射影像产品等进行管理和在 Web 页面上发布图像信息。在 GIS 支持的遥感图像基于内容查询的模型支持下,IML 利用 GIS 的图形数据引导 Web 用户的查询,用户只要在感兴趣的目标上点按鼠标,或在导引图上勾勒出查询的目标和范围,就可完成图像查询,具备了初步的内容查询能力。与采用关键字和利用图幅等方式的查询相比,用户不必具备相应地学背景知识,即可以利用该系统来获取感兴趣的图像资料。

在与香港徠卡公司合作的情况下,IML 于 2000 年初在香港特别行政区政府地政署“航空摄影测量生产网络”项目中中标,在整个生产网络系统中,作为原始航空影像以及正射产品管理和分发的子系统。

## 4 结 论

在遥感数据资料随传感技术的发展呈现出爆炸性的增长和遥感影像图得到日益广泛应用的情况下,建立基于 Web 的遥感图像信息服务体系,有重要的现实意义。遥感影像数据库基于内容的图像查询,无疑是其核心技术之一。从本文的研究,不难看出以下结论:

- (1) 基于内容的图像查询不仅使图像检索更趋

自然、高效,而且用户也无须关于遥感和地学方面的专业知识,对拓宽遥感图像信息系统的应用面有重要的意义。

(2) GIS支持的遥感图像内容查询,充分利用了遥感图像的地理几何基础,不仅简化了图像特征描述的复杂性,而且可以使图像信息系统与现有的GIS完美地结合,无疑是遥感图像基于内容查询的首要手段。

(3)可以满足变化检测和动态监测的需要。GIS支持的图像内容查询本质是一个GIS要素的变化检测过程;利用特征索引,通过建立兴趣区域的样图模型,就可以在查询中自然地实现目标区域的动态监测。

作为在这一方向上的初步尝试,我们从理论上建立了遥感图像基于内容查询的框架,在实践上,还必须通过进一步深入地了解不同的用户需求,最终建立直接面向用户的应用模型,这也是我们研究进一步努力的方向。

## 参 考 文 献 (References)

- [1] Euripides G M, Petrakis *et al.* Methodology for the representation, indexing and retrieval of images by content [J]. *Image and Vision Computing*, 1993, 11(8): 504—520.
- [2] Lu Dongming *et al.* Image and Semantic Feature Based Dunhuang Mural Retrieval [J]. *Chinese J. Computers*, 1998, 21(11): 1022—1026. [鲁东明等. 基于形象语义特征的敦煌壁画检索[J]. 计算机学报, 1998, 21(11): 1022—1026.]
- [3] Wu Hao *et al.* Query Image by Object Shape [J]. *Journal of Software*, 1998, 9(5): 343—349. [邬浩等. 基于对象形状的图像查询技术, 软件学报[J], 1998, 9(5): 343—349]

- [4] Bo Xiaochen *et al.* Research on some Key Problems in Color Based Image Retrieval [J]. *Mini-micro Systems*, 1998, 19(10): 42—47. [伯晓晨等. 基于颜色的图像检索中若干关键问题的研究[J]. 小型微型计算机系统, 1998, 19(10): 42—47.]
- [5] Joseph T, Cardenas A E. PICQUERY: A high level query language for pictorial database management [J]. *IEEE Transaction on Software Engineering*, 1988, 14(5): 630—638.
- [6] Flickner M. *et al.* Query by image and video content; The QBIC system [J]. *IEEE Computer*, 1995, 28(9): 23—32.
- [7] Goble C A, *et al.* The Manchester Multimedia Information System [A]. *Multimedia System: Interaction and Applications*, 1st Eurographics Workshop [C]. Stockholm, Mar 1991.
- [8] William I. Grosky, *et al.* The handbook of multimedia information management [M]. Prentice Hall PTR, 1997.
- [9] Alberto Del Bimbo, Raimondo Schettini, Chairmen Introduction [C], *Proceeding of Image and Video content based retrieval*, Italy, Milan, Feb 1998.
- [10] Li Lin. Powerset-based Query Model and Its Query Capacity [J]. *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*, 1998, 23(4): 374—376. [李霖. 基于幂集的查询模型及其查询能力[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1998, 23(4): 374—376.]
- [11] Zhang Yongshen. Remote Sensing Imagery Information System [M]. Beijing: Science Press. 2000. [张永生. 遥感图像信息系统[M]. 北京: 科学出版社, 2000.]
- [12] Cai Shaohua. The Researching and Practicing of GIS Graphics Spatial Relationship [D]. PhD thesis, Zhengzhou Inst. of Surveying and Mapping. 1999. [蔡少华. GIS图形空间关系的研究与实践[D]. 郑州信息工程大学测绘学院博士学位论文, 1999.]
- [13] Wang Feng *et al.* The Spatial Query Language in GIS [A]. 1999—Annual Archives of Chinese GIS Association [C]. 1999. [王峰等. 地理信息系统中的空间查询语言[A]. 1999地理信息系统协会年会论文集[C]. 1999.]

## Research on Content-based Image Retrieval in Remote Sensing Imagery Database

LUO Rui, ZHANG Yong-sheng, FAN Yong-hong  
(Information Engineering University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the information characteristic of image database (IDB) the general relation schema of IDB and the conception of Content-based Image Retrieval (CBIR) were investigated, and then a set model of CBIR was introduced. Moreover, two classes CBIR system were discussed. Especially, the emphasis was put on the GIS supported CBIR and a set of such querying algebra operators was presented. The system frame and the general schema of CBIR based on image feature index were discussed as well.

**Key words:** image database; content-based image retrieval; image indexing; spatial relation