

文章编号:1001-9081(2006)05-1004-02

基于小波的压缩图像索引技术

张问银¹,曾振柄²

(1. 临沂师范学院 计算机系,山东 临沂 276005; 2. 华东师范大学 软件学院,上海 200062)

(zwyxrx@163.com)

摘要:在 JPEG2000 压缩框架下给出了两种压缩图像索引方法,不需要完全解压缩,减少了数据处理量。实验结果证明,给出的索引方法具有很强的图像表征能力,利用该索引进行图像检索,提高了检索效率。

关键词:压缩图像索引;小波提升;JPEG2000

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

Compressed image indexing technique based on wavelet

ZHANG Wen-yin¹, ZENG Zhen-bing²

(1. Department of Computer, Linyi Normal University, Shandong Linyi 276005, China;

2. Software Engineering Institute, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Two index methods of compressed image were provided for image retrieval based on JPEG2000 standards, which reduce the amount of data processing without full decompression. The experimental results show that the indexes have more powerful ability of characterizing the image contents and improve performance both in retrieval efficiency and effectiveness.

Key words: compressed image indexing; wavelet lifting; JPEG2000

0 引言

数字图像数据所具有的海量性和无序性的特点,决定了任何多媒体业务和应用的构建都必须解决图像数据的高效压缩和有效检索两个关键问题。然而,数字图像压缩和检索的研究是相互分离的。基于内容的图像检索技术的研究主要是针对原始图像进行的,对于普遍存在的压缩形式的图像数据,必须先解压才能进行相应的分析、处理,这将极大地影响多媒体应用系统的实用性和灵活性。因此,压缩域图像索引技术研究逐步受到了国内外的广泛关注^[1]。本文在新一代静态图像压缩标准 JPEG2000 的框架下,探讨了基于小波提升算法的压缩图像索引方法,并给出了实验结果。

1 JPEG2000 框架下的图像检索技术

JPEG2000 许多优良的品质使它在各行各业的应用有着不可阻挡的趋势。但如何从这种压缩格式的图像中快速提取图像特征,又成为了一种新的挑战。在这个标准框架内探讨图像的检索技术有着明显的现实意义。所以,许多学者在这方面已进行了不少有益的探索。文献[2]在 JPEG2000 框架内给出了一种渐近位平面索引技术,它用小波系数的位平面重要位映射图以及重要位直方图作为图像的索引,然后通过索引的匹配进行图像检索。他们还考虑了根据压缩码流的包头信息进行图像索引^[3]。文献[4]在该标准框架内结合感兴趣区域编码的特点给出了基于区域的图像检索方法,它通过 ROI 区域的跟踪和分析,提取 ROI 区域的轮廓以及区域内的纹理和颜色特征作为图像检索的依据。文献[5]从重要小波系数中提取图像形状并将其能量转换成直方图索引进行图像检索,获得了比较好的实验结果。以上介绍的相关方法都是在小波压缩域内结合 JPEG2000 压缩技术进行图像索引或检

索的,在检索速度上有了很大的提高,但检索效果与传统的方法相比从整体上并没有太大的改进,因此,还需要进一步地对这个问题进行研究。

2 一种小波压缩域图像检索方法

本节在 JPEG2000 压缩框架下给出一种压缩图像检索方法。本方法主要考虑从 JPEG2000 压缩码流中逐步提取小波系数位平面,然后根据位平面建立两种索引,通过索引进行图像检索。由于 JPEG2000 下的熵解码技术是以位平面为基础的,因此从压缩码流中进行熵解码,很容易得到位平面,并且是从重要到次要的顺序渐近得到的。图像的索引是在获得位平面的过程逐渐形成的,实际上就是利用 JPEG2000 的两大特性:分辨率可伸缩性和信噪比可伸缩性。

2.1 图像索引的建立

根据 JPEG2000 FCD1544-1 标准,一幅图像进行 N_L 层小波分解,可得到 $N_L + 1$ 个分辨率以及 $3 \times N_L + 1$ 个子带,如图 1 所示。

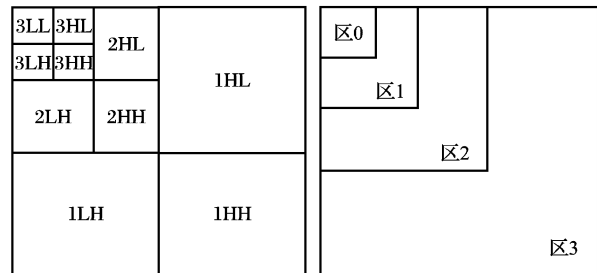


图 1 三层小波分解及区域划分示意图

如果在每一个分辨率上,将 3 个高频子带看作一个区的话,总共可得到 $N_L + 1$ 个区,分别标记为 0,1,2,3 区,其中最低分辨率为 0 区,随着区号的增加,数据的重要性逐渐降低。

收稿日期:2005-11-02;修订日期:2006-02-28

基金项目:国家 973 规划资助项目(NKBRPC-2004CB31003);国家自然科学基金资助项目(NNSFC-10471044)

作者简介:张问银(1972-),男,山东临沂人,博士,主要研究方向:图像检索、信息隐藏;曾振柄(1963-),男,甘肃皋兰人,教授,博士生导师,主要研究方向:计算机自动推理。

同时,根据 DWT 系数之间的父子关系,我们将其组合在一起,形成一个局部块,如图 2 所示。局部块表示了图像的对局部信息。

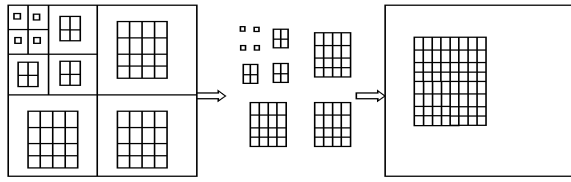


图 2 三层小波系数重组示意图

我们在区及局部块的基础上建立两种图像索引,一种是称为区位直方图,记为 SBH,一种称为局部位直方图,记为 LBH。它们分别建立如下:

(1) SBH(区位直方图)

对于所有的区,记 M_b 为最大的位层数,它由小波系数的最大值决定。对于给定的区 j ,按照位层面的重要性从高到低的顺序去统计每个位层面 i 上“1”的个数去建立索引 SBH。用 $H_s(X)$ 表示图像 X 的 SBH 索引,其每一个值用 $B[i, j]$ 标记,表示给定的第 j 区的第 i 个层上的“1”的个数, $H_s(X)$ 可表示如(1)式:

$$H_s(X) = \begin{bmatrix} B[0,0] & B[0,1] & \dots & B[0,N_L] \\ B[1,0] & B[1,1] & \dots & B[1,N_L] \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ B[L-1,0] & \dots & \dots & B[L-1,N_L] \end{bmatrix} \quad (1)$$

为了减少计算量,同时降低索引的尺寸,这里,对于给定的区 j ,按照从 MSB 到 LSB 的顺序选择 $M_b - (j + 1)^2$ 个位平面,其他位平面则忽略不计。

(2) LBH(局部位直方图)

SBH 索引给出了图像能量的全局分布情况,对图像的局部描述得不够。这里通过重组 DWT 系数构成图像的局部块,在局部块的基础上给出另一种索引,就是 LBH 索引。它利用的就是小波系数之间相关性。LBH 索引一方面考虑小波系数之间的相关性,一方面紧密和 EBCOT 算法结合起来,以便实现边解码边生成索引。

若图像进行 d 层小波分解,则按照系数的关系重组小波系数,可得到尺寸为 $2^d \times 2^d$ 大小的数据块,记块的总数为 N_b 。对于这样的每一块来说,设其最多有 M_b 个位平面,用 $L_j^i[k, l]$ 表示块的一个位平面, i 为位层号, $0 \leq i \leq M_b$, j 为块号, $0 \leq j \leq N_b$, $0 \leq k, l \leq 2^d$ 。记 W 和 H 为图像的大小。我们按照从重要层到次要层的顺序建立一系列长度为 4^d 的 LBH 索引:

$$H_i[m] = \sum_{w=0}^{W/2^d} \sum_{h=0}^{H/2^d} \begin{cases} 1: & \left(\sum_{k=0}^{2^d-1} \sum_{l=0}^{2^d-1} L_j^i[k, l] \right) = m, \\ & 0 \leq m \leq 4^d \\ 0: & \text{其他,} \\ & 0 \leq i < M_b, 0 \leq j < N_b \end{cases} \quad (2)$$

通过(2)式,得到一系列直方图, i 值越小,直方图包含的信息越重要。同样,我们只利用含重要信息的直方图。

2.2 实验结果与分析

用本方法对从 <http://www.benchathlon.net> 提供的图像库中主观选择 12 组相似图像进行了实验,以计算每组图像的平均检索率为衡量标准,两幅图像之间的相似度采用加权(权值为 k)的 City-Block 距离来表示,并与文献[2]和[3]提供的方法进行了比较,参数 $k = 0.3$,见图 3。

从图 3 来看,本方法有较好的优势。文献[3]的方法虽然在 JPEG2000 标准框架下进行图像索引的,但检索效率并

不比文献[2]中的方法高,该方法是在 JPEG2000 标准达成之前出现的一种小波压缩域图像检索方法,许多文献都以此为比较对象。我们的方法在检索效率方面要比起高出 2.4%,由此可见,该索引方法具有较强的图像表征能力。

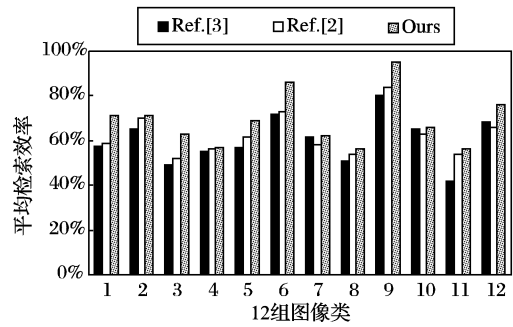


图 3 12 组图像的平均检索效率

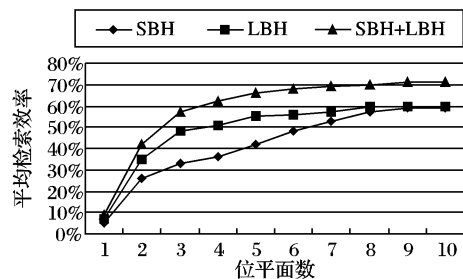


图 4 位层面数目对检索结果的影响

图 4 显示了位平面的利用率对检索结果会产生的影响(设最大位平面数为 10,参数 $k = 0.3$)。由于 SBH 和 LBH 索引是按照位平面由重要位到次要位的顺序逐步形成的,从图 4 可看出,随着使用的位平面的增多,平均检索率呈上升趋势,当利用的位平面数达到 5 时,检索率逐渐平缓,这告诉我们在实际应用时不必要使用全部的位平面,利用重要的前 5 到 6 层即可,这样节省了运算时间,加快了检索速度。从图 4 中还可看出,LBH 索引比 SBH 索引带来了更好的检索效率,这说明 LBH 索引有更强的图像表征能力。其原因在于 LBH 索引抓住了图像的局部信息,而图像的局部信息不会因为图像的变化而发生大的改变,所以产生了比较好的结果。

3 结语

本文在 JPEG2000 压缩标准框架下探讨了基于整数小波提升策略的图像索引技术,提出了两种 JPEG2000 压缩图像的索引方法,并利用索引的相似性比较,探讨了它们在图像检索中的应用。从实验结果来看,虽然比参照方法有了一点改进,但总体检索效果还是不尽如人意,还要进一步地开发小波域内的图像特征,寻找更好的图像索引方法。

参考文献:

- [1] 李晓华, 沈兰荪. 基于压缩域的图像检索技术[J]. 计算机学报, 2003, 26(9): 1051 - 1059.
- [2] LIU C, MANDAL M. Image indexing in the JPEG-2000 framework [A]. Proceedings of SPIE: Internet Multimedia Management Systems[C], 2000. 272 - 280.
- [3] LIU C, MANDAL M. Fast image indexing based on jpeg2000 packet header [A]. Proceedings of 3rd Intl Workshop on Multimedia Information Retrieval[C], 2001.
- [4] BHALOD J, FAHMY GF, PANCHANATHAN S. Region based indexing in the JPEG-2000 framework [A]. Proceedings of SPIE: Internet Multimedia Management Systems II[C], 2001. 91 - 96.
- [5] JIANG JM, GUO BF, LI PJ. Extracting Shape Features in JPEG-2000 Compressed images [A]. ADVIS 2002[C], 2002. 123 - 132.