

# 遥感数字图像分类编码软件仿真

何 斌, 郝志航

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130021)

摘要: 图像分类法是一种自适应图像编码方案, 文献[1]提出了向量标量分类方法, 对于普通图像进行自适应编码, 具有编码辅助信息少编码效率高的特点。在卫星图像分类编码应用中, 我们发现其编码效率体现的不明显。依据卫星数字图像边缘信息丰富, 频谱中高频分量多的特点, 在文献[1]方法的基础上调整了频率划分的策略, 提高了聚类效果。通过应用 C++ 语言在计算机上进行仿真实验, 结果表明分类编码效率明显提高。改进方法在卫星数字图像的自适应编码和高码率编码器设计中具有广泛的应用。

关键词: 向量标量分类; 向量量化; 编码; DCT

中图分类号: TP391.9 文献标识码: A

## 1 引 言

随着空间成像技术的发展及其应用领域的拓宽, 空间采集图像数据量急剧增加, 图像数据冗余量随之增加, 通信传输效率随之下降。因此当前国内外的各种空间遥感器, 针对不同用途的遥感数字图像, 采用了相应的图像编码技术, 以便在满足成像保真度指标的前提下, 提高空间遥感器过境的传输效率和图像的实时性。由于空间遥感器自身技术指标和不同用途的限制, 使得空间相机数字图像表现为频谱的相似特征, 因此采用自适应分类编码方法能在允许失真范围内, 提高编码效率。

## 2 图像分类量化编码

分类量化是从高维空间到低维空间的一种映射。在实际信号处理中, 经常采用各种形式的分类方法进行信号压缩。这种压缩处理的过程, 可依据信号的特性(如: 统计、频谱等)把数个信号采样块划分到具有相同特性的限定类集中, 因此分类方法可实现完整信号的量化器设计。因为实际信号可表现为各种特性子集, 所以可以把分类信号压缩认为是自适应信号压缩方法的特例。

图像块分类量化器对不同类集, 采用独立的

码书。由于图像块局部统计特性的明显变化, 可应用平稳概率模型, 将图像块分到更为相似的类组中; 另外, 在不同的类中采用不均匀比特分配, 即对图像重要的部分分配较多比特。这样分类编码系统要得到好的编码效果, 必须获取图像的不均匀特性。由此可得出, 块分类算法由分类映射和特征两部分组成。选择不同的分类特征和映射, 可得出不同的分类方法。

在图像块分类方法的研究中, 自从 Chen 和 Smith<sup>[2]</sup>首先提出用图像块增益特征分类观点以来, 文献[3]提出以图像块频谱系数作为特征参数进行分类, 这种方法适用于 DCT 和小波变换编码系统。文献[1]变换域图像编码的向量标量分类方法(VSC), 减少了辅助信息比特数, 提高了编码效率。

卫星遥感数字图像空间分辨率远低于普通的风景人物数字图像, 从频域特性的观点来考虑, 遥感数字图像的频谱特性变化较为明显, 各图像块的频率系数有相近聚类特点。因此可以采用提取图像频谱特征做为分类特征, 以向量码书表示分类映射, 实现数字图像分类编码的目的。

本文应用 VSC 方法, 针对遥感图像的特点, 进行适当改进子向量元素组成划分, 应用 C++ 编程对改进方法进行软件仿真, 得到了 VSC 在遥感图像分类编码的应用结果。

### 3 VSC 方法

对  $16 \times 16$  图像块进行 DCT 变换, 每个 DCT 块完成简单的边缘检测。  $\{f_{ij}: i = 0, 1, \dots, 15; j = 0, 1, 2, \dots, 15\}$ 。计算块平均幅值,  $A_{01}, A_{10}$ , 和  $A_{11}$ 。  $4 \times 4$  块分别为  $\{f_{ij}: i = 0, \dots, 3; j = 4, \dots, 7\}$ ,  $\{f_{ij}: i = 4, \dots, 7; j = 0, \dots, 3\}$ ,  $\{f_{ij}: i = 4, \dots, 7; j = 4, \dots, 7\}$ , 然后, 进行下列判别计算:

- 若  $A_{01} > 5A_{10}$ , 则有垂直边缘;
- 若  $A_{10} > 5A_{01}$ , 则有水平边缘;
- 若  $A_{11} > A_{01}$  和  $A_{11} > A_{10}$  则有对角边缘;
- 否则, 无边缘。

每个 DCT 块向量  $x$  由扫描 AC 系数组成。扫描顺序如图 1 所示, 然后将  $x$  按表 1 划分为子向量  $x_1, x_2, \dots, x_{N_c}$ 。计算平均子向量能量, 定义为系数分量平方和除以子向量分量数量, 得到  $N_k$  维能量向量  $e = \{e_1, e_2, \dots, e_{N_k}\}$ 。

在 VSC 中, 子向量能量分类模式由 VQ 的 LBG 算法构成的码书确定, 其中失真准则为:

$$d(e, y_j) = \sum_{k=1}^{N_k} w_k (e_k^r - y_{jk})^2 \quad (1)$$

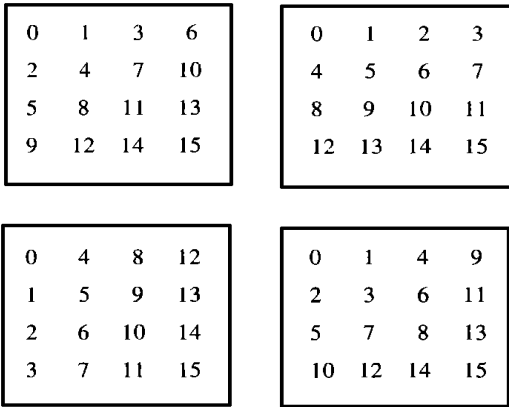


Fig. 1 Left on top, right on top, left on bottom, right on bottom are scanning order of no-edge, vertical edge, horizontal edge, diagonal edge, respectively

当  $w = 1, r = 0.25$  时, PSNR 的结果最好。

通过 SQ (Scalar Quantization) [1] 构成能量分类模式到预定子向量能量类的连接, 最后得到图像块 DCT 系数子向量到限定子向量类的映射。

Table 1 Scanning order

Order of subvector	Size
1	5
2	9
3	15
4	15
5	15
6	15
7	15
8	16
9	16
10	16
11	16
12	16
13	17
14	17
15	22
16	29

### 4 分类方法的改进及应用

#### 4.1 方法的改进

由于空间相机自身分辨力的限制, 因此遥感图像频谱能量的类组相对较为集中于低频段, 这样子向量划分方案就要进行改进, 否则分类编码效率下降。为此我们对 Table 1 进行了改进。基本原则就是缩短小序号子向量的尺寸, 放大大序号子向量的尺寸, 以达到有效对低频段分类的目的。实验结果表明, 这样分类的效果明显提高了编码效率。

具体图像块 DCT 系数分类编码过程如下:

- a. 对  $16 \times 16$  图像块进行 DCT 变换, 每个 DCT 块进行边缘检测, 通过边缘检测确定块扫描方式, 组成 DCT 块向量;
- b. 依据改进划分方案, 划分 DCT 块向量为 16 个子向量, 计算子向量能量向量;
- c. 子向量映射到由 VQ 索引和模式-类连接确定的类组中, 在每类中连接 DCT 子向量形成子向量序列;
- d. 将子向量序列转换为等尺寸分类序列, 连接 DC 系数组成 DC 序列;
- e. 应用优化比特码率分配算法对序列配置比特编码;
- f. 应用 Huffman 编码方案对序列编码。

#### 4.2 程序实现

应用 C++ 编写分类仿真程序, 程序流程图如图 2。

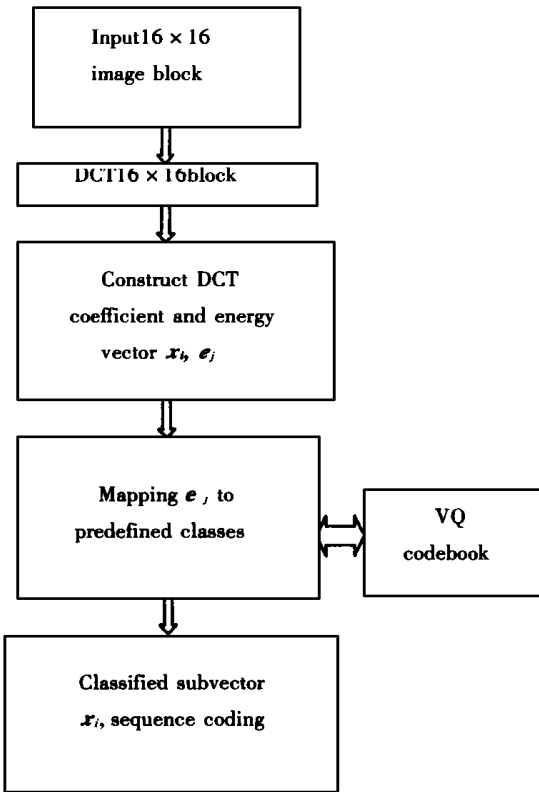


Fig. 2 Flow chart of VSC program



Fig. 3 Original image



Fig. 4 Retrieval image

## 5 分类编码实验结果

通过对 30 幅  $512 \times 512$  遥感图像训练序列进行构成 VQ 码书, 对训练集以外图像分类编码, 并且与改进前的结果比较, 码书尺寸减小, 编码效率得到很大提高, 对遥感图像 PSNR 值略有提高, 部分实验图像结果如图 3、图 4, PSNR = 32.89dB。

## 6 结 论

通过分类编码实验证明, VSC 对遥感图像采用改进划分子向量方案, 可以提高图像编码效率。

## 参考文献:

- [1] Pan J. Vector-scalar classification for transform image coding[J]. IEEE Trans. Image Processing, 1999, 8(9): 1175-1182.
- [2] Chen W, Smith C. Adaptive coding of monochrome and color images[J]. IEEE Trans. Commun. 1977, 25(11): 1285-1292.
- [3] Jafarkhani H, Farvardin N. Adaptive image coding spectral classification[J]. IEEE Trans. Image Processing, 1998, 7(4): 605-610.

## Software simulation for remote sensing digital image classification coding

HE Bin, HAO Zhi-hang

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021, China)

**Abstract:** Image classification is a scheme of adaptive image coding<sup>[1]</sup> proposed a vector-scalar classification for the ordinary image adaptive coding, which is characterized by both less encoded side information and highly efficient coding. However, we found that it is not apparently efficient for the original VSC to be applied to satellite image coding. According to the characteristics of both the affluent edge information and the high frequent component in satellite images, the novel strategy based on<sup>[1]</sup> for partitioning frequent component was proposed, which has improved clustering efficiency. The coding efficiency is justified clearly in the classification by our simulation experiment through C++ program. The new method can be widely applied to both the adaptive coding and high bit rate coder design for satellite images.

**Key words:** vector-scalar classification; vector quantization; coding; DCT

作者简介: 何 斌(1961-),男,河北乐亭人,副研究员。1990年毕业于北京理工大学研究生院,获硕士学位,现在中国科学院长春光学精密机械与物理研究所工作。主要从事卫星遥感数字图像编解码算法研究以及 DSP 应用。

### 消 息

《光学 精密工程》从1996年始被中国科学引文数据库收录为来源期刊。凡列入中国科学引文数据库的来源期刊从总体上来说核心期刊中的核心部分。

本刊被中国科学期刊全文数据库第一批收录为自然科学核心期刊。

为了实现科技期刊编辑、出版发行工作的电子化,推进科技信息交流的网络化进程,我刊现已入网“万方数据(ChinaInfo)系统科技期刊群”,所以,向本刊投稿并录用的稿件文章,将一律由编辑部统一纳入万方数据系统全文上网(网址: <http://www.chinainfo.gov.cn/periodical>)。凡有不同意见,请另投它刊。本刊所付稿酬包含刊物内容上因特网提供信息服务报酬,不再另付。

读者可上因特网进入万方数据系统查询检索本刊内容,也欢迎各界朋友通过万方数据系统向我刊提出宝贵意见、建议、或征订本刊。

中国科学引文数据库利用该库的数据资源已开发出两种产品,即《中国科学引文索引》(光盘版)和(印刷版)。欲购者请与中科院文献情报中心中国科学院引文数据库联系。

电话: (010) 62564354 传真: (010) 62566846

### 《光学 精密工程》编辑部公告

为适应我国信息化建设需要,扩大作者学术交流渠道,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”。作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意将文章编入该数据库,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

特此公告!

《光学 精密工程》编辑部  
2000年12月