第33卷，第3期
2013年3月

光谱学与光谱分析
Spectroscopy and Spectral Analysis

Vol. 33, No. 3, pp844-849
March, 2013

一种适于空间多光谱TDICCD图像压缩算法

刘妍妍[1,3]，高印寒[2]，李　进[4]，金龙旭[4]，韩双丽[4]，李国宁[4]

1. 吉林大学仪器科学与电气工程学院，吉林 长春　130061
2. 吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室，吉林 长春　130022
3. 长春理工大学电子信息工程学院，吉林 长春　130022
4. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所，吉林 长春　130033

摘　要　针对传统遥感图像压缩算法中小波变换和位平面编码没有考虑图像内容特点而导致多光谱各谱段图像边缘和纹理的模糊的问题，提出一种适于成像谱段数相对较少多光谱TDICCD图像压缩算法。提出的自适应提升DWT可以自适应的选择最佳的提升方向，同时根据图像局部特征使用拉格朗日插值策略进行预测，这种方法可以充分的利用图像的纹理信息。提出的码率控制算法可以根据图像纹理复杂程度进行自适应的码率分配。实验结果表明，提出的压缩算法具有良好压缩性能，对于平滑的图像与传统算法相当，对于边缘和纹理程度复杂的图像，性能高于传统算法，在正常工作压缩比为8∶1时，平均信噪比比传统方法平均提高了3.53 dB。有效的保护了多光谱图像的边缘和纹理信息，非常适于纹理复杂的空间多光谱CCD图像压缩应用。

关键词　多光谱TDICCD；图像压缩；方向自适应提升DWT

中图分类号：TP391.4　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.3964/j.issn.1000-0593(2013)03-0844-06

引　言

目前基于光谱谱段数相对较少的多光谱TDICCD成像技术的空间相机在视场和空间分辨率指标要求上的不断提高，所采用的CCD拼接片数和读出速率也不断增多和提高，从而使数字化后的CCD图像数据量呈指数增加[1,2]，给卫星图像存储和传输带来了巨大的挑战，因此非常有必要进行图像压缩。

对于谱段相对较少的多光谱图像由于其谱段间相关性远远小于空间相关性，因此空间多光谱CCD相机图像压缩不进行去除谱间冗余处理，各谱段采用与全色图像相同的压缩算法。目前，对于谱段较少的多光谱各谱段图像压缩的常用方法是基于小波变换然后在小波域对小波系数进行压缩处理，如JPEG2000，CCSDS，SPITH等，然而，这些算法对于空间多光谱CCD而言，存在两个问题：(1)小波变换单元，这些算法的小波变换通常采用两个一维的9/7或5/3提升小波变换在垂直和水平方向进行提升以实现2D小波变换，而大多数遥感图像具有丰富的纹理结构，方向不仅在垂直和水平方向。因此传统小波变换在遥感图像压缩时会出现图像边缘和纹理模糊的问题，影响遥感图像的应用。(2)小波系数量化后的压缩单元，传统JPEG2000采用EBCOT对小波系数进行编码，然而EBCOT计算量非常复杂，同时需要大量存储资源，不适于星上应用。CCSDS码率控制采用码段均分策略，不能自适应图像内容；SPIHT算法的比特平面需要前一个比特平面结果，它的码率不具有渐进的特点，如果码流出错，则解码图像将会“面目全非”，可靠性比较差[3]。因此，非常有必要根据空间多光谱CCD图像特点对其压缩算法进行设计。

在参考国内外相关技术的基础上，根据背景项目需求，结合空间谱段数相对较少的多光谱TDICCD图像特点，提出一种适于谱段数相对较少的遥感多光谱CCD图像压缩算法。其中，提出的自适应提升小波变换突破了传统小波变换仅在水平和垂直方向进行提升，可以自适应地选择方向进行提升。提出的位平面编码器可以根据图像进行自适应地进行码率分配。这两种方法均使多光谱各谱段的边缘和纹理丰富的区域得到了很好的保护，非常适合空间多光谱CCD应用。

收稿日期：2012-08-06，**修订日期**：2012-12-08

基金项目：国家(863)高技术研究发展计划项目(863-2-5-1-13B)资助

作者简介：刘妍妍，女，1981年生，吉林大学仪器科学与电气工程学院讲师　　e-mail：Liuyy306@163.com

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1　压缩算法总体结构的提出

压缩算法总体结构如图 1 所示。

总体上分为 A，B 和 C 三部分，A 为小波变换单元，提出一种基于插值的方向自适应提升 DWT 来去除各谱段空间相关性。B 为位平面编码器(BPE)，BPE 借鉴 CCSDS 中位平面编码思想，将每 64 个小波系数分为一个块，一个块包括 1 个 DC 系数和 63 个直流系数，若干块组成一个码段，块的数目可以根据压缩性能进行设置。每个码段独立进行编码，以实现渐进传输特点。提出一种基于边缘检测的方法来为每个码段自适应的分配码率策略，使纹理和边缘区域分配更多的码率。考虑到 DC 系数来源于小波变换的最低频子带 LL，它集中了大部分图像内容，采用无损编码算法上下预测算法 DPCM。对于每个码段中的每个块中 AC 系数采用 CCSDS 位平面编码策略。最后，将 B 单元编码码流经 C 单元中的自适应二进制熵编码编码，并将码流打包输出。

2　关键技术

2.1　插值方向自适应提升 DWT 的提出

空间多光谱 TDICCD 图像各谱段中，不同的区域有不同的空间几何特征方向，如边缘和条纹等。如果所有的几何流特征采用相同的结构处理提升算法，可能忽略一些特征或导致较大的误差。因此，本工作主要集中根据空间几何特征采用最合适的提升方向。

提出的自适应方向思想不再限制于传统 2D 提升小波的垂直和水平方向。首先，建立方向集合如图 2 所示。

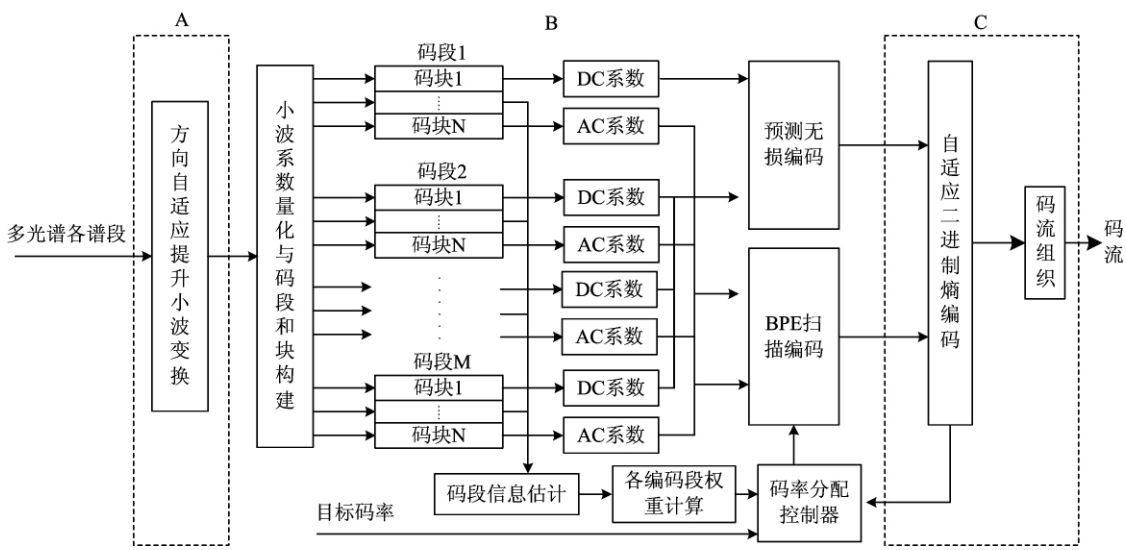
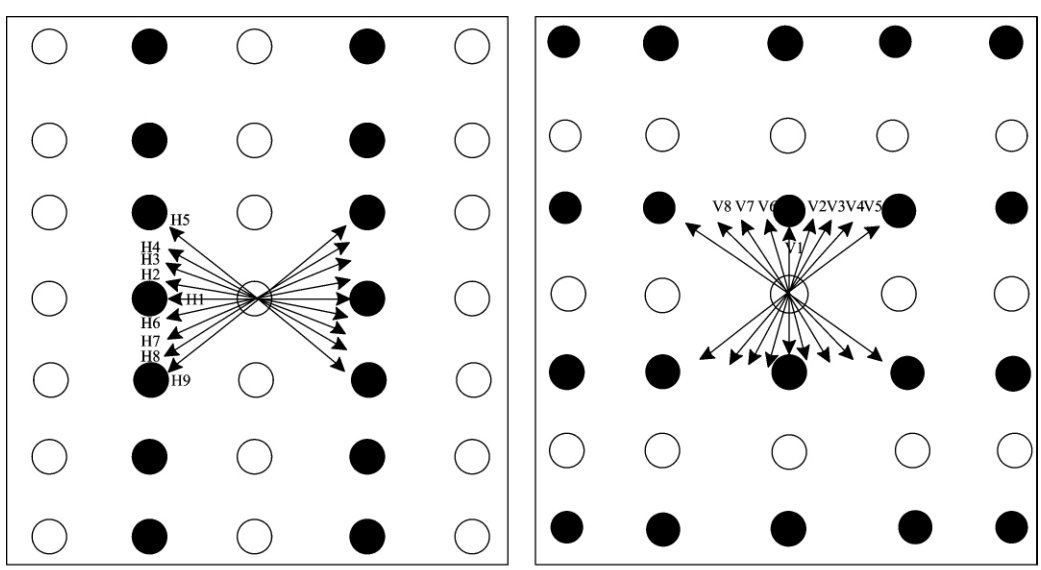


Fig. 1　The general structure of proposed algorithm



(a) Horizontal lifting direction　　(b) Vertical lifting direction

Fig. 2　Selection of choosing lifting direction

图中白点代表奇采样，黑点代表偶采样，图(a)为水平方向集合，水平方向仅需要检测 $-45°\sim+45°$ 和 $+135°\sim+$

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

225°之间水平离散方向。图(b)为垂直方向集合，垂直方向仅需要检测+45°～+135°和+135°～+315°之间垂直离散方向。水平方向的其他方向可以通过垂直方向获得，垂直方向的其他方向也可由水平方向获得。如果多光谱图像中存在两个不同方向特征，可以使用一个方向与水平方向并行，然后选择其他方向来调整垂直方向。

在讨论方向检测前，先说明利用上述的方向集的自适应提升小波变换思想。由于垂直和水平结构是相似的提升，均是根据不同的方向定义采用 1-D 提升小波的。因此，以水平结构为例从分裂、预测和更新 3 个步骤说明提出的自适应提升小波变换[4,5]。

对于分裂步骤，为了保持原有图像特征空间方向，这里仍然使用传统提升小波变换的分裂步骤，即多光谱图像各谱段 $x(m, n)_{m, n\in Z}$ 将会被分成偶序列 $x_e(m, n)=x(m, 2n)$ 和奇序列 $x_o(m, n)=x(m, 2n+1)$。

对于预测步骤，设检测角度为 θ 的方向，如图 3 所示。

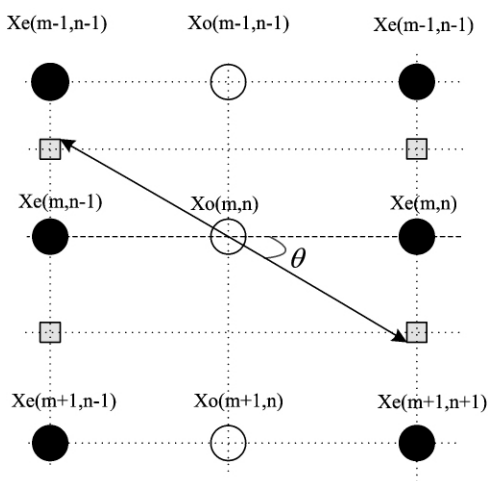


Fig. 3 Direction predictor

将传统运算预测 P 修改为

$$P(x_e, m, n) = \sum_i \alpha_i x(m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta, 2n+i) \quad (1)$$

式(1)中 $m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta)$ 并不总是整形，它可能是非整形像素点，而这些非整形点在图像中并不存在。这就需要使用适当的方法给它们具体的值，这里称为插值。在插值时，为了确保较好的重构效果限制插值像素必须是偶序列 $x_e(m, n)$，插值由下式计算

$$x(m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta, 2n+i) = \sum_k \phi_k x(m+k, 2n+i) \quad (2)$$

其中，k 表示在方向 $\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta$ 下的 $x(m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta, 2n+i)$ 的点数，ϕ_k 为插值系数，本工作采用拉格朗日插值的方法来求 ϕ_k。

对于更新步骤，与预测步骤原理相同更新过程运算 U 修改为

$$U(d, m, n) = \sum_i \beta_i d(m+\mathrm{sign}(i)\tan\theta, 2n+i) \quad (3)$$

式中 $m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta$ 并不总是整数，可以使用预测步骤相同的插值方法。

通过上述三个步骤后即可获得一个垂直高通子带 H 和低通子带 L，然后执行垂直 1-D 方向提升完成 2-D 方向提升结构。

2.2 自适应方向检测算法

由 2.1 节知，自适应方向小波变换过程方向角 θ 的选择十分关键。为此提出一种基于块的率失真方向检测方法。首先，选择基于块的方向角，块的大小为 16×16。对于每个块，选择一对最佳自适应提升方向(一个垂直方向，一个水平方向)使得该块的信号最大的光滑。在每个块中所有像素使用相同方向来提升。不同块的方向独立被选择，不受其他块的影响。对于一幅图像，需要选择一对最佳方向作为每块的提升方向。最后，整个图像能量在每个图像块经相应方向提升后尽可能地被集中在低频子带 LL 中。

具体描述为：首先考虑所有水平方向的选择，假设图像 I 被分裂成一系列互相不重叠的 16×16 块，标记为

$$B_i, i=1, 2, 3, \cdots, B_i \cap B_j = \varnothing, \bigcup B_i = I \quad (4)$$

其次，假设 θ 是块 B_i 的垂直方向。使用率失真 RD 函数来决定每个块的最佳提升方向。首先，计算整幅图像的预测误差，如下式

$$D(I) = \sum_{B_i\in I}\sum_{m, n} |d_{B_i, \theta}(m, n)| \quad (5)$$

由式(4)知，B_i 的 θ 会独立地影响 $D(I)$ 的值，$D(I)$ 可以看作为变量 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \cdots$ 的函数。为了使 $D(I)$ 最小，要求块 B_i 必须有最小的误差，采用下式决定最佳方向提升，

$$RD(\nu) = D(I, \nu) + \lambda R(\nu), \nu = \theta_{B_1}, \theta_{B_2}, \theta_{B_3}, \cdots \quad (6)$$

这里 λ 是拉格朗日乘法因子，它的值取决于图像质量。通常，在低比特率下，λ 比较大，因此采用最小的 $RD(\nu)$ 的 ν 作为图像的方向。

每个块的垂直方向检测方法和水平方向检测方法相同，但需要在 L 子带进行调整，在 L 子带中所有子块大小下采样改为 16×8。L 子带 RD 计算方法与水平方向计算方法相同[6-8]，这里不再详述。

2.3 像素插值方法

由 2.1 节知，自适应提升小波变换需要进行插值处理，本工作采用拉格朗日插值方法。

预测像素使用 k 点像素进行拉格朗日插值得到，因此拉格朗日算子 P 数学上表达为

$$P(x[n]) = \sum_{i=1}^{k} \frac{\prod_{j\neq i} x[n_i](n-n_j)}{\prod_{j\neq i}(n_i-n_j)} \quad (7)$$

由式(5)知，可以由已经预测而获得的像素去预测待预测像素。因此待预测和已经被预测的像素之间插值越大，$P(x[n])$ 越接近原始像素 $x[n]$。

设置一个门限 δ 来决定 $x_o(m, n)P_1(x_o(m, n))P_2(x_o(m, n))$，为了选择可接收的点来预测 $x_o(m, n)$，首先需要根据 $|P_1(x_o(m, n))-P_2(x_o(m,n))|<\delta$ 决定是否在光滑区域还是在尖峰区域。我们使用在 $x_o(m, n)$ 两边的非对称像素按下式预测像素，

$$P_1(x_o(m, n)) =$$

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$\sum_{i=0}^{k}\frac{\prod_{i\neq j}x(m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta,\ 2n+i)(m-m_j)}{\prod_{j\neq i}(m_i-m_j)} \tag{8}$$

$$P_1(x_o(m,\ n))=$$

$$\sum_{i=-k+1}^{1}\frac{\prod_{i\neq j}x(m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta,\ 2n+i)(m-m_j)}{\prod_{j\neq i}(m_i-m_j)} \tag{9}$$

式中，$P_1(x_o(m,\ n))$ 和 $P_2(x_o(m,\ n))$ 分别代表用 $x_o(m,\ n)$ 周围的 $K+1$ 个非对称点。考虑到在局部最小的去预测 $x_o(m,\ n)$ 概率，因此，需要在另一边加入一个值使预测更准确。由于邻近像素具有较强的相关性，k 的值不能太大。本工作中 k 取 2。从两个预测公式，我们可以选择的点可能是非整数像素，因此使用拉格朗日插值可以得到这些非整数像素点[9]。

其次，在获得 $P_1(x_o(m,\ n)$ 和 $P_2(x_o(m,\ n)$ 后，设置一个门限 δ 判断 $x_o(m,\ n)$ 是在光滑区域还是非光滑区域。如果 $|P_1(x_o(m,\ n))-P_2(x_o(m,\ n))|<\delta$ 时 $x_o(m,\ n)$ 在光滑区域，此时，可以使用下式进行预测

$$P_1(x_o(m,\ n))=$$

$$\sum_{i=-k+1,\ i\neq 0}^{k}\frac{\prod_{i\neq j}x(m+\mathrm{sign}(i-1)\tan\theta,\ 2n+i)(m-m_j)}{\prod_{j\neq i}(m_i-m_j)} \tag{10}$$

如果 $x_o(m,\ n)$ 在非光滑区域，仅需使用一边进行预测 $x_o(m,\ n)$，设获得的两个预测值为 $P_3(x_o(m,\ n))$ 和 $P_4)x_o(m,\ n))$。为了获得较好的重构 $x_o(m,\ n)$，不能直接和 $x_o(m,\ n)$ 比较这两个预测值，而是使用 $x_o(m,\ n)$，$x_e(m+1,\ n-\tan\theta)$ 和 $x_e(m,\ n+\tan\theta)$ 比较这两个值，表达为

$$\delta_1=|x_e(m,\ n+\tan\theta)-P_3(x_o(m,\ n))| \tag{11}$$

$$\delta_2=|x_e(m+1,\ n-\tan\theta)-P_4(x_o(m,\ n))| \tag{12}$$

最终获得的预测像素为

$$P(x_o(m,\ n))=\begin{cases}P_3(x_o(m,\ n))\delta_1<\delta_2\\ P_4(x_o(m,\ n))\delta_1\geqslant\delta_2\end{cases} \tag{13}$$

2.4　边缘检测的码率分配算法提出

由上述可知，小波系数被组织成独立的码段进行编码，如果对每个码段分配相同的码率，必然导致图像纹理丰富的区域会出模糊现象，这是由于不同码段的图像内容纹理程度是不同的，因此，需要根据图像内容进行自身的分配码率。本工作提出一种基于边缘检测的方法来分配码率。

通常，图像中含有的边缘越多，图像含有的信息越丰富，小波变换后各码段图像也类似。因此，首先采用一种边缘检测算子来评价各码段的信息量，如图 4 所示。

一个码段中各原始像素 x 输入到边缘检测模型中，得到边缘检测值 x'，然后使用门限函数即可获得 x 的信息 $I(x)$。

$$I(x)=\begin{cases}1 & |x'|\geqslant T\\ 0 & else\end{cases} \tag{14}$$

将每个像素的信息 $I(x)$ 求和即可求得该码段的总的信息量 I_i

$$I_i=\sum I(x) \tag{15}$$

其中，i 为码段标号，x 为码段内像素[10,11]。图 4 中的边缘检测模型本文采用 SED 模型如图 5 所示。

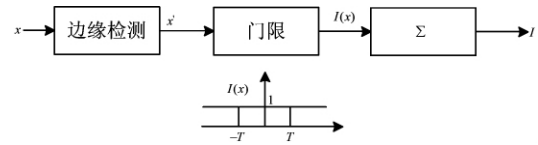


Fig. 4　Edge-detection information for a code segment

-1	-1	0
-1	0	1
0	1	1

Fig. 5　SED algorithm

求出每个码段的的信息量 I_i，求出所有码段的信息总量，然后求出每个码段在所有码段的信息比例，设码段标号为 k，k 码段的信息量权重为 r_k

$$r_k=\frac{I_k}{\sum_{i=0}^{N-1}I_i} \tag{16}$$

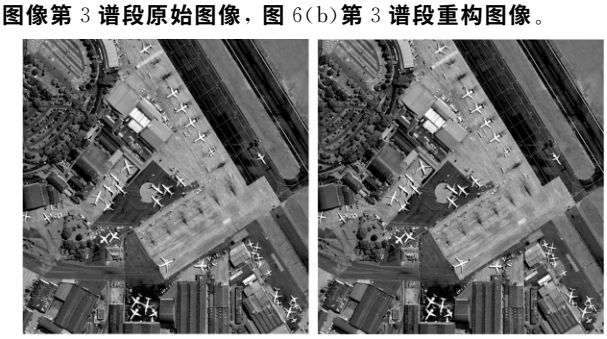
根据式(16)即可对各码段进行码率分配。设第 k 个码段的分配的目标字节数为 R_k

$$R_k=\mathrm{imageSize}\times\mathrm{rate}\times r_k/B \tag{17}$$

其中，imageSize 为码块图像尺寸，rate 为给定的码率，B 为每个像素的比特深度。

3　结果与讨论

为了验证提出的压缩算法的可行性，测试图像选用自主研制的空间多光谱 CCD 相机拍摄的图像序列，每组多光谱图像包含红、绿、蓝、近红外 4 个谱段图像，每个图像格式为 256 pixel×288 pixel×10。整个压缩算法在计算机上用 Matlab R2008a 仿真。压缩比设置为 8∶1，图 6(a)为多光谱图像第 3 谱段原始图像，图 6(b)第 3 谱段重构图像。



(a) Original images　　(b) Reconstructed frame

Fig. 6　Multi-spectral image compression

由图 6 可知，重构图像纹理十分清晰，边缘与纹理信息得到了很好的保护。

为了测试本文提出压缩算法性能，选用纹理程度不同的

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3 组，第一组图像中含有大量光滑区域称为“I-1”，第二组图像纹理均等称为“I-2”，第三组图像中含有大量边缘和纹理丰富的区域称为“I-3”。每组 4 个谱肺多光谱图像序列进行测试。并用传统遥感图像压缩算法 JPEG2000 和 CCSDS 进行比较。原始图像和重构图像采用信噪比计算公式

$$\mathrm{PSNR}=\frac{10\log(2^{B}-1)^{2}}{\mathrm{MSE}} \tag{18}$$

其中，均方误差公式 MSE 为

$$\mathrm{MSE}=\sqrt{\frac{\sum_{x=1}^{M}\sum_{y=1}^{N}(f(x,y)-g(x,y))^{2}}{MN}} \tag{19}$$

其中，$f(x,y)$和 $g(x,y)$分别为原始图像和重构图像，M 和 N 为图像大小[12]。

I-1 不同压缩比下对应的信噪比试结果如表 1 所示。

Table 1 Compression test results for I-1

方法	平均信噪比/dB	压缩比/(bits·pixel^{-1})
JPEG2000	39.29	
本法	39.74	32∶1
CCSDS	38.51	
JPEG2000	41.70	
本法	41.84	16∶1
CCSDS	41.28	
JPEG2000	44.96	
本法	45.05	8∶1
CCSDS	43.81	
JPEG2000	48.89	
本法	48.90	4∶1
CCSDS	48.35	

Table 2 Compression test results for I-2

方法	平均信噪比/dB	压缩比/(bits·pixel^{-1})
JPEG2000	37.62	
本法	38.84	32∶1
CCSDS	37.04	
JPEG2000	40.30	
本法	41.76	16∶1
CCSDS	39.87	
JPEG2000	43.49	
本法	44.97	8∶1
CCSDS	43.56	
JPEG2000	46.19	
本法	47.75	4∶1
CCSDS	45.82	

I-2 不同压缩比下对应的信噪比试结果如表 2 所示。

I-3 不同压缩比下对应的信噪比试结果如表 3 所示。

由表 1—表 3 知，图像中大部分区域为平滑区域时本文提出的压缩算法与 JPEG2000 和 CCSDS，压缩性能当，均具有较好的压缩性能，在正常工作压缩比为 8∶1 时，JPEG2000 和 CCSDS 平均信噪比分别为 44.96 和 43.81 dB，本文算法平均信噪比分别为 45.05 和 43.89 dB。随着图像纹理程度逐渐变丰富，JPEG2000 和 CCSDS 压缩性能低于比平滑区域，而本文提出的压缩算法对纹理程度丰富的图像仍保持很好的压缩性能，压缩性能明显提高，在正常工作压缩比为 8∶1 时，两种 JPEG2000 和 CCSDS 平均信噪比分别为 42.71 和 41.76 dB，本文提出的压缩算法平均信噪比分别为 46.44 和 45.10 dB，比传统方法平均提高了 3.53 dB。

Table 3 Compression test results for I-3

方法	平均信噪比/dB	压缩比/(bits·pixel^{-1})
JPEG2000	36.75	
本法	40.63	32∶1
CCSDS	36.11	
JPEG2000	39.02	
本法	43.44	16∶1
CCSDS	38.53	
JPEG2000	42.71	
本法	46.44	8∶1
CCSDS	41.76	
JPEG2000	45.39	
本法	49.81	4∶1
CCSDS	45.47	

4 结 论

针对传统遥感图像压缩算法中小波变换和位平面编码没有考虑图像内容特点而导致多光谱各谱段图像边缘和纹理的模糊的问题，提出一种适于成像谱段数相对较少多光谱 TDICCD 图像压缩算法。提出的自适应提升小波变换突破了传统小波变换仅在水平和垂直方向进行提升，可以自适应地选择方向进行提升。实验结果表明，提出的压缩算法具有良好压缩性能，对于平滑的图像与传统压缩算法相当，对于边缘和纹理程度复杂的图像，性能高于传统压缩算法，在正常工作压缩比为 8∶1 时，平均信噪比比传统方法平均提高了 3.53 dB。有效的保护了多光谱图像的边缘和纹理信息，为多光谱图像压缩提供了一种很好的解决方案。

References

[1] Jiao Licheng, Wang Lei, Wu Jiaji, et al. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2011, 8(2): 326.

[2] Li Bo, Yang Rui, Jiang Hongxu. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2011, 49(1): 236.

[3] GUO Qing, LIU Shu-tian(郭 擎，刘树田). Chinese Optics Letters(中国光学快报), 2010, 8(7): 656.

[4] WANG Xiao-rui, BAI Hong-gang, ZHANG Jian-qi(王晓蕊，白宏刚，张建奇). Chinese Optics Letters(中国光学快报), 2010, 8(2): 155.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[5] WANG Hai-yong, ZHOU Wen-rui, CHENG Xuan, et al(王海勇, 周文瑞, 程 宣, 等). Chinese Journal of Aeronautics(中国航空学报), 2012, 25: 115.
[6] Blake T, Robin Y. Acta Mathematica Scientia, 2009, 29(6): 1749.
[7] ZHAO Liao-ying, MA Qi-liang, LI Xiao-run(赵辽英, 马启良, 厉小润). Acta Phys. Sin.(物理学报), 2012, 61(19): 194204.
[8] Eric J Fortener, William F Turri. IEEE Transactions on Image Processing, 2011, 20(8): 2386.
[9] Chang-Hoon Son, Ji-Won Kim, Sung-Gun Song, et al. IEEE Transaction on Computer Electronics, 2010, 56(4): 2421.
[10] YANG Hua-qian, LIAO Xiao-feng, ZHANG Wei(杨华千, 廖晓峰, 张 伟). Acta Phys. Sin.(物理学报), 2012, 61(4): 040505.
[11] PAN Guo-feng, YANG Hui-zhong, KONG Jun(潘国锋, 杨惠中, 孔 军). Journal of Infrared and Millimeter Waves(红外与毫米波学报), 2010, 29(5): 397.
[12] ZENG Zhi, LIU Ren-yi, LI Xian-tao, et al(曾 志, 刘仁义, 李先涛, 等). Journal of Zhejiang University(浙江大学学报), 2012, 39(2): 225.

A Compression Algorithm for Multi-Spectral TDICCD Image

LIU Yan-yan[1,3], GAO Yin-han[2], LI Jin[4], JIN Long-xu[4], HAN Shuang-li[4], LI Guo-ning[4]
1. College of Instrumentation and Electrical Engineering, Jilin University, Changchun 130061, China
2. State Key Laboratory of Automobile Simulation and Control, Jilin University, Changchun 130022, China
3. School of Electronic and Information Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China
4. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China

Abstract In order to solve the problem of edge and texture blurring of multi-spectral image caused by the wavelet transform and bit-plane encoder of traditional method not taking into account image characteristics, a compression algorithm of multi-spectral TDICCD image having few bands is proposed in the present paper. The proposed direction-adaptive lifting DWT can adaptively choose the best lifting direction and use the Lagrange interpolation technique to make prediction according to its local characteristics. This method makes good use of the image texture features. The proposed rate control algorithm can adaptively allocate the rate bits according to image content. The experiments results showed that the proposed compression algorithm has good compressive property. Compared with traditional approaches, the performance of our method corresponds to the conventional approach for smooth images. However, it was superior to others for images with rich texture and a large number of edge detail information. In the compression ration 4∶1, the average peak signal to noise ratio of the proposed compression algorithm could improve the average PSNR by 1.939 dB. They effectively protect the edge and texture detail information for multi-spectral image. It is very suitable for the application of space multi-spectral CCD image with rich texture and a large number of edge detail information.

Keywords Multi-spectral TDICCD; Image compression; Direction-adaptive lifting DWT

(Received Aug. 6, 2012; accepted Dec. 8, 2012)

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net