

一种改进的 Bayer 图像彩色恢复差值算法

尹 勇 胡 磊

(武汉理工大学信息工程学院 武汉 430070)

摘 要 图像传感器采集到的都是经过滤波镜·片后的 Bayer 格式马赛克图像,为了恢复丢失的色彩信息,必须经过插值计算。针对图像采集系统处理的实时性要求,结合自适应插值法和三角函数法则,提出了一种适用于硬件实现的新算法。给出对算法性能的评估数据和 MATLAB 仿真图片,对比了算法的处理效果,最后基于实际应用的需求对该算法的硬件实现难度进行了分析。实验结果证明,改进算法在图像边缘的处理上效果更好,基于硬件的实现方式也能保证系统的实时性。

关键词 插值算法,彩色滤波阵列,Bayer 格式,硬件,FPGA

中图分类号 TP391.41 文献标识码 A

Improved Interpolation Algorithm for Demosaicing Bayer Pattern Images

YIN Yong HU Lei

(School of Information Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract Image sensors can only gain the Bayer pattern pictures which are filtered by CFA. In order to get the full colour information, the other two missing colour samples must be interpolated. An algorithm based on Hamilton-Adam interpolation and trigonometric function rule was presented, which can satisfy the demand of real-time system, and can be implemented by hardware easily. Then statics and simulation pictures produced by matlab were given to estimate this algorithm, and the difficulty of the implement for the algorithm on hardware was discussed at the end. The results of experiments proved that the algorithm can restore the edges of the pictures better, and can provide satisfying speed when implied on hardware.

Keywords Interpolation algorithm, Colour filter array, Bayer pattern, Hardware, FPGA

1 引言

目前的数字图像采集系统都采用一块 CCD/CMOS 作为接收图像的传感器,在感光表面覆盖颜色滤波阵列(CFA),每点仅允许通过一种颜色分量,产生一种马赛克图像。对经过滤波阵列 CFA 的原始马赛克图像进行彩色恢复和图像重建,在图像压缩、解码和数字图像采集系统彩色实时显示方面有着非常重要的应用。由于多数彩色恢复算法都是基于 DSP 来实现,受限于 CPU 的运算能力,因此,充分利用 FPGA 的并行运算优势,选择和研究适用于硬件的算法,成为了当今图像处理的一个发展趋势。

关于去马赛克的颜色插值方法有很多,常用的算法有邻域插值法、线性插值法、立方卷积插值法、神经网络插值法等。选用方法越复杂,插值产生的图像质量越高,但需要的处理时间也会增加。其中,邻域插值、线性插值法能在图像相对平滑的区域得到较好的结果。但是,在图像高频区域,如图像中的边缘处和色差大的区域,走样现象不能得到很好的控制;而立方卷积插值算法和神经网络插值算法在计算过程中会用到大量的卷积等复杂运算,比较适合于计算机处理,但采用硬件实

现的难度很大。因此,本文选择对线性插值算法进行改进,在保留其运算快的特点的同时尽量提高图像质量。

为了更好地解决边界问题,本文借鉴文献[2]中的三角函数法则,在插值过程中引入边界方向的概念。针对 FPGA 的特点设计了一种取近似的简化计算方法;在边界的判断和检测时,则采用了一种平滑的仲裁方式,以避免插值过界。

2 适用于硬件的改进算法

考虑相关性的差值算法,其核心思想是通过研究邻域像素的水平和相关性,选择在相关性大的方向的两个像素进行线性插值,在相关性一样的情况下,此法与线性插值一致。图 1(a)是一个 3×3 窗口的 Bayer 格式彩色阵列,由图中可以看出,绿色像素点占到了图像的一半。由于绿色分量数量最多,其中包含的景象信息也比红色分量和蓝色分量多,因此一般将绿色分量作为考察相关性的根据,首先恢复出绿色分量的信号,再根据不同颜色通道的相关性恢复出红色和蓝色信号。

由于人的视觉系统对色彩的变化以及边界信息敏感,错误的色彩、模糊的边界都会直接影响人眼观察到的图片的质

到稿日期:2009-05-22 返修日期:2009-08-05

尹 勇(1976—),男,硕士生导师,研究方向为智能制造、网络化控制与节能,E-mail: yiyong_hust@126.com;胡 磊(1985—),男,硕士生,研究方向为嵌入式智能控制。

量,因此高效的插值算法都会结合边界进行插值。基于边界的插值算法均是采用沿水平或是竖直方向进行插值,即认为边界位于最理想的方向,但实际上,边界是有一定的角度的。更精确的做法是计算出每个像素点在水平和竖直方向的梯度,然后根据梯度值分别在两个方向给出加权系数,再计算出最终的G通道的插值结果。例如文献[2]中的三角函数法就是这样处理的。然而,由于三角函数的计算过程中有开根号和除法运算,在FPGA硬件系统中实现起来会相当困难。本文通过一种求近似方法,对三角函数的计算进行简化。

R ₃₃	G ₃₄	R ₃₅	-1	0	1	-1	-2	-1
G ₄₃	B ₄₄	G ₄₅	-2	0	2	0	0	0
R ₅₃	G ₅₄	R ₅₅	-1	0	1	1	2	1

(a) Bayer 格式矩阵 (b) 横向系数矩阵 (c) 纵向系数矩阵

图1 Bayer 格式及 Sobel 算子矩阵

首先引入方向标志位的概念。由于每个像素与它邻域内的像素具有相关性,我们认为每一像素都存在方向标志位,定义符号 $flag_{m,n}$ 为位于第 m 行 n 列的像素 $P_{m,n}$ 的标志位。如果 $flag_{m,n}=1$,则认为像素 $P_{m,n}$ 与水平方向的像素的相关性大,在该方向存在边界的概率比较大;反之 $flag_{m,n}=0$,则认为该像素在竖直方向存在边界的概率比较大。在恢复绿色分量时,综合考虑亮度分量与色度分量的影响来确定边界方向。以图1的 B_{44} 像素点为例,分别计算其水平与竖直方向的梯度 G_h, G_v 。

索贝尔算子^[6] (Sobel operator)是图像处理中的算子之一,主要用作边缘检测。在技术上,它是一离散性差分算子,用来运算图像亮度函数的梯度之近似值。在图像的任何一点使用此算子,都会产生对应的梯度矢量或是其法矢量。Sobel 算子包含两组 3×3 的矩阵,如图1(b)和图1(c)所示,分别对应横向及纵向,将之与图像作平面卷积,即可分别得出横向及纵向的亮度差分近似值。如果以 A 代表原始图像, G_x 及 G_y 分别代表经横向及纵向边缘检测的图像,则计算公式如下:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} A, G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} A \quad (1)$$

套用索贝尔算子,则像素点 B_{44} 处的梯度计算表达式为:

$$G_h = R_{35} + R_{55} + 2G_{45} - (R_{33} + R_{53} + 2G_{43}) \quad (2)$$

$$G_v = R_{53} + R_{66} + 2G_{54} - (R_{33} + R_{35} + 2G_{34}) \quad (3)$$

如果 $G_h < G_v$, 取 $flag=1$, 否则 $flag=0$ 。使用上面的规则,可以获得每个像素的方向标志位,判断出边界可能存在的方向。但是,本文并不采用方向标志位作为判断边界的标准,而是采用一种平滑的仲裁法来检测边界。对于 B_{44} , 取其邻域内 3×3 窗口,统计出该窗口内 $flag$ 的总数:

$$total_flag_{44} = flag_{33} + flag_{34} + flag_{35} + flag_{43} + flag_{44} + flag_{45} + flag_{53} + flag_{54} + flag_{55} \quad (4)$$

由式(4)可知, $total_flag_{44}$ 的取值范围在 $0 \sim 9$ 之间,且为整数。为简化计算过程,本文给标志位的每个取值分配一个“近似”的角度值 θ ,也就是将 $0 \sim 90$ 度的角度进行 9 等分,每 10 度为一个步进,然后用三角函数法确定水平方向和竖直方向的加权系数,最后计算得到插值结果。

这样,第 4 行第 4 列像素的绿色分量计算表达式为:

$$G_{44} = \left(\frac{G_{43} + G_{45} + B_{33}}{2} - \frac{B_{42} + B_{46}}{4} \right) \sin\theta + \left(\frac{G_{34} + G_{54} + B_{44}}{2} - \frac{B_{24} + B_{64}}{4} \right) \cos\theta \quad (5)$$

在 FPGA 中进行浮点乘法运算比较复杂,占用资源多,会对运行速度造成影响。因此考虑采用一种比较简单也比较常用的办法,将浮点乘法运算转换成整数运算。例如,当 $\theta=30^\circ$ 时, $\sin\theta=0.5$, $\cos\theta \approx 0.866$, 则取水平方向的加权系数 e_h 为 500, 竖直方向加权系数 e_v 为 866, 计算得到的结果再左移 10 位(即除以 1024), 就可以得到近似结果。该点绿色分量的计算表达式变为:

$$G_{44} = \left[\left(\frac{G_{43} + G_{45} + B_{33}}{2} - \frac{B_{42} + B_{46}}{4} \right) e_h + \left(\frac{G_{34} + G_{54} + B_{44}}{2} - \frac{B_{24} + B_{64}}{4} \right) e_v \right] \ll 10 \quad (6)$$

其中, e_h, e_v 的取值和 $total_flag$ 以及 θ 的对应关系如表 1 所列。

表1 标志位与加权系数对应表

total_flag	θ	e_h	e_v
0	0	0	1024
1	10	173	984
2	20	342	940
3	30	512	866
4	40	642	766
5	50	766	642
6	60	866	512
7	70	940	342
8	80	984	173
9	90	1024	0

由表 1 可知, 水平方向加权系数 e_h 的值为对应角度 θ 的正弦值乘以 1000 后取整的结果(部分值稍微调整), 竖直方向加权值 e_v 的处理方法相同。

至此就已经完成了对图片绿色分量的恢复, 接下来要恢复 R 通道和 B 通道的颜色分量。在对 R 和 B 通道插值时, 用到的基本思想是基于色差的算法。假设现在需要恢复 R 通道信息, 根据阵列的排列格式, 总共有 3 种不同的情况。

像素点 G_{43} 在上下两个位置有已知的 R 色彩值, 其红色分量计算式为:

$$R_{43} = \frac{R_{33} + R_{53} + G_{43}}{2} - \frac{G_{33} + G_{53}}{4} \quad (7)$$

在像素点 G_{34} 中插值 R_{34} , 在左右两个位置有已知的 R 色彩值:

$$R_{34} = \frac{R_{33} + R_{35} + G_{34}}{2} - \frac{G_{33} + G_{35}}{4} \quad (8)$$

还有一种情况如 B_{44} , 该点的两个对角线上有已知的 R 色彩值, 由于前面的 G 通道恢复过程中已经考虑过边界的方向和角度问题, 此时就不再进行梯度的计算和比较, 直接取邻域像素点信息的平均值:

$$R_{44} = \frac{R_{33} + R_{35} + R_{53} + R_{55}}{4} - \frac{G_{33} + G_{35} + G_{53} + G_{55}}{4} + G_{44} \quad (9)$$

B 通道与 R 通道的处理一致, 经过上面两个步骤的处理, 就完成了图片的插值过程。

3 算法评估与 MATLAB 仿真

3.1 实验数据及仿真图片分析

MSE 与 PSNR 是图像处理中评价重构图像质量最常用的方法。其中, 均方误差 MSE(mean squared error) 定义为:

$$MSE=\frac{1}{MN}\sum_{i=1}^M\sum_{j=1}^N(f_a(i,j)-f_b(i,j))^2 \tag{10}$$

在应用中,均方误差经常根据与它等价的倒数度量,即峰值信噪比 PSNR(peak signal to noise ratio)来引用:

$$PSNR=10 * \log_{10}(255^2 / MSE) \tag{11}$$

其中,M和N代表图像的尺寸为M行N列, $f_a(i,j)$ 和 $f_b(i,j)$ 分别代表原始图像和重构图像在第i行、第j列的强度分量。这里,PSNR是单个通道的值,即真彩色图像可以分成R,G,B三通道独立比较,它反映了原始图像与重构图像相符合的程度,PSNR越大,则两者越接近。表2给出了3种不同插值算法对实验图片进行处理后的PSNR值。

表2 3种算法性能比较

差值方法	B分量 PSNR 值	G分量 PSNR 值	R分量 PSNR 值
双线性插值算法	30.58	36.18	31.44
自适应插值算法	33.24	39.86	36.48
改进的差值算法	33.53	41.18	36.86

本文给出了不同算法对同一图片的插值结果,其采用MATLAB软件仿真实现,如图2所示。结合实验数据和图片效果可以看出,普通的双线性插值算法效果较差,会产生比较多的伪彩色条纹;基于边界的自适应插值算法由于考虑了颜色的相关性,质量有很大改善;而本文提出的算法与自适应算法相比,在对每个像素点做插值运算时都参照了整个领域内的8个像素点,色彩的过渡更平滑,从而进一步减少了伪彩色斑纹(例如图2(a)中间两扇窗分界部分);仔细对比图2(c)和图2(b)可以看出,图2(c)上的细密窗纹线路更清晰,证明了本文算法对图像高频部分恢复效果更好。

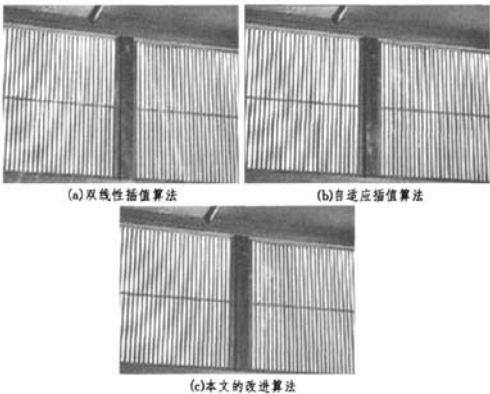


图2 几种不同算法的仿真结果

3.2 硬件可行性评估

本文拟采用 Altera 公司的 cyclone II 系列芯片来实现该算法。从存储容量来说,由于改进的插值法是基于3×3掩模窗口来计算的,计算一个像素点会用到相邻3行内的像素数据,而图像数据是连续输入的,故需要缓存3行数据。输入缓冲可以采用3个16kbit的片内RAM(称缓存1行数据的RAM块为1条line buffer),用于存储3行数据,输出缓冲用1个4kbit的FIFO,而为了存储flag标志变量,需要再增加1条buffer,加权系数的取值固定,可直接采用查表方式实现。这样,总共需要的片内RAM在70k以下,不到cyclone II系列芯片内存总量的30%,故无须使用外部存储器。在计算复杂性方面,本文提出的算法仅限于四则运算,由于FPGA芯片内部提供了大量的乘法器资源,文中所提到的10位以内的乘法运算可以顺利完成,不会成为系统运行的速度瓶颈。因此,本文提出的算法在硬件上是完全可行的。

结束语 从第3节的分析可以看出,虽然本文在对三角函数的求近似简化方面不甚精确,但相对于只做水平和竖直两个方向插值的自适应插值算法而言,本文提出的算法对图像高频部分恢复效果更好,能进一步减少伪彩色斑纹;同时算法描述简单,容易被硬件理解和实现,基本达到了预期的目的。

参 考 文 献

- [1] Bayer B E. Color image array: U. S. Patent No. 3917065[P]. 1976
- [2] 刘方,杜平安. 基于 Bayer 彩色滤波阵列插值算法的研究[M]. 西安:电子科技大学,2006
- [3] Cok B E. Signal processing method and apparatus for producing interpolated chrominance values in a sampled color image signal; U. S. Patent, No. 4642678[P]. 1987
- [4] 刘晓松,杨新,文俊. 一种用于数字图像传感器的彩色插值算法[J]. 中国图像图形学报,2003,8A(5):516-521
- [5] Hamilton J F, Adams J E. Adaptive Color Plan Interpolation in Single Sensor Color Electronic Camera; United States Patent, 5629734[P]. 1997
- [6] Gonzalez R C, Woods R E. Digital Image Processing Second Edition[M]. 北京:电子工业出版社,2005:33-43,225-239,467-475
- [7] 吴心然,赵群飞,山元康裕. 基于小波的 Bayer 颜色滤波阵列上的插值[J]. 计算机工程与应用,2005,26:64-65
- [8] 李奇,徐之海,冯华君. 用于数字相机的 CCD 颜色插值算法研究[J]. 激光与红外,2002,32(5):300-302
- [9] Murean D D, Park T W. Demosaicing using Optimal Recovery [J]. IEEE transactions on Image Processing, 2002

(上接第207页)

- [7] Guan Yan-yong, Wang Hong-kai. Set-valued information systems [J]. Information Sciences, 2006, 176: 2507-2525
- [8] Slowinski R, Vanderpooten D. A generalized definition of rough approximations based on similarity [J]. IEEE Transactions Data Knowledge Engineering, 2000, 2: 331-336
- [9] 陈子春,秦克云. 区间值信息系统在变精度相容关系下的属性约简[J]. 计算机科学, 2009, 36(3): 163-165
- [10] 陈子春,秦克云. 集值信息系统基于变精度相容关系的知识约简[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44: 27-29
- [11] Zhu W, Wang Fei-yue. Some results on the covering generalized rough sets [J]. Pattern Recognition Artificial Intelligence, 2002,

- 5: 6-13
- [12] Zhu W, Wang Fei-yue. Reduction and axiomization of covering generalized rough sets [J]. Information Sciences, 2003, 152: 217-230
- [13] Tsang E C C, Chen De-gang, Yeung D S. Approximations and reducts with covering generalized rough sets [J]. Computers & Mathematics with applications, 2008, 56: 279-289
- [14] 张文修,梁怡,吴伟志. 信息系统与知识发现[M]. 北京:科学出版社,2003
- [15] Skowron A, Rauszer C. The discernibility matrices and functions in information systems [M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1992: 331-362

一种改进的Bayer图像彩色恢复差值算法

作者: [尹勇, 胡磊](#)
 作者单位: [武汉理工大学信息工程学院, 武汉, 430070](#)
 刊名: [计算机科学](#) **ISTIC PKU**
 英文刊名: [COMPUTER SCIENCE](#)
 年, 卷(期): 2010, 37(4)
 被引用次数: 0次

参考文献(9条)

1. Bayer B E [Color image array](#) 1976
2. 刘方, 杜平安 [基于Bayer彩色滤波阵列插值算法的研究](#) 2006
3. Cok B E [Signal processing method and apparatus for producing interpolated chrominance values in a sampled color image signal](#) 1987
4. 刘晓松, 杨新, 文俊, 汪进 [一种用于数字图像传感器的彩色插值算法](#)[期刊论文]-[中国图象图形学报A辑](#) 2003(5)
5. Hamilton J F, Adams J E [Adaptive Color Plan Interpolation in Single Sensor Color Electronic Camera](#) 1997
6. Gonzalez R C, Woods R E [Digital Image Processing Second Edition](#) 2005
7. 吴心然, 赵群飞, 山元康裕 [基于小波的Bayer颜色滤波阵列上的插值](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2005(26)
8. 李奇, 徐之海, 冯华君 [用于数字相机的CCD颜色插值算法研究](#)[期刊论文]-[激光与红外](#) 2002(5)
9. Murean D D, Park T W [Demosaicing using Optimal Recovery](#) 2002

相似文献(10条)

1. 期刊论文 曹计昌, 杨帆, CAO Jichang, YANG Fan [基于图像增强的灰度插值算法](#) -[计算机辅助工程](#) 2006, 15(4)
 针对传统彩色滤波阵列(Color Filter Array, CFA)插值算法在图像识别前一般需要对彩色图像预处理, 其中包括把插值后的彩色图像转化为灰度图像、平滑内部和锐化边缘, 过程较为繁琐的问题, 提出一种新的基于图像增强的灰度插值算法, 即在插值过程中锐化图像的边缘并平滑内部, 插值结果直接是一幅灰度图像并且保证图像的几何特性不变. 实验结果表明此算法的有效性.
2. 学位论文 刘方 [基于Bayer彩色滤波阵列插值算法的研究](#) 2006
 为了降低数字相机的成本与体积, 生产厂家通常会采用单片CCD或CMOS图像传感器, 并在其表面覆盖一层彩色滤波阵列, 也称为CFA, CFA使每个像素只能获得物理三基色(红、绿、蓝)其中一种分量. 其中, Bayer CFA应用最为广泛. 为了获得全彩色图像, 必须依靠插值获得丢失的两个颜色信息, 这个过程通常被称为彩色插值, 或是demosaicing(去马赛克). 现有的文献中也描述了大量有价值的demosaicing算法, 包括简单的线性插值法到相对成熟的自适应插值法, 尽管后一种方法的性能表现更出众, 但往往计算复杂, 硬件实现的难度较大.
 本文首先回顾了部分典型的插值算法, 并结合对部分典型图片的测试结果, 分析了各种方法的优势与不足之处. 然后本文先提出了一种改进的硬件可实现的Bayer彩色滤波阵列的插值方案, 该算法主要引入了方向标志位的概念以及平滑的边界仲裁法来检测边界, 从而选择合适的方向进行插值. 该方法简单易行, 并适用于实时处理的高速数字相机系统, 但插值效果的改进稍嫌不足. 鉴于此, 本文接着提出了一种基于三次样条函数在相关方向进行插值以及利用梯度的三角函数关系来计算相关性加权系数的混合型插值方案, 并结合考虑不同颜色通道间的相关耦合关系. 经测试算法具有良好的性能.
3. 期刊论文 刘方, 杜平安, Liu, Fang, Du, Ping'an [一种基于硬件的彩色插值算法](#) -[微计算机信息](#) 2006, 22(11)
 大部分消耗型数字相机都采用单片CCD或CMOS图像传感器, 并通过一个彩色滤波阵列来实现, 因此在每个像素上只能采集红、绿或蓝一种颜色分量. 为获得全彩色图, 必须通过插值恢复丢失的色彩信息, 通常这个过程被称为demosaicing. 鉴于传统方法颜色失真明显, 现有方案算法复杂, 不利于硬件实现. 本文提出一种新的插值算法, 引入方向标志位的概念, 以及一种平滑的边界检测方案. 通过该算法, 既可得到满意的插值效果, 同时适合数字相机硬件实现, 文章最后评估了算法性能.
4. 学位论文 胡磊 [CCD图像的颜色插值算法研究及其FPGA实现](#) 2009
 论文研究了基于Bayer格式的CCD原始图像的颜色插值算法, 并将设计的改进算法应用到以FPGA为核心的图像采集前端. 出于对成本和体积的考虑, 一般的数字图像采集系统采用单片CCD或CMOS图像传感器, 然后在感光表面覆盖一层颜色滤波阵列(CFA), 经过CFA后每个像素点只能获得物理三基色(红、绿、蓝)其中一种分量, 形成马赛克图像. 为了获得全彩色图像, 就要利用周围像素点的值近似地计算出被滤掉的颜色分量, 称这个过程为颜色插值. 由于当前对图像采集系统的实时性要求越来越高, 业内已经开始广泛采用FPGA来进行图像处理, 充分发挥硬件并行运算的速度优势, 以求在处理速度和成像质量两方面均达到满意的效果. 主要的工作内容如下:
 本文首先介绍了彩色滤波阵列、图像色彩恢复和插值算法的概念, 然后分析和研究了当下常用的颜色插值算法, 如双线性插值算法、加权系数法等. 总结了各个算法的特点和不足; 接下来针对硬件系统并行运算的特性和实时性处理的要求, 结合其中两种算法的思路设计了适用于硬件的改进算法, 该算法主要引入了方向标志位的概念以及平滑的边界仲裁法来检测边界, 借鉴利用梯度的三角函数关系来判断边界方向, 通过简化且适用于硬件的方法计算加权系数, 从而选择合适的方向进行插值.
 在介绍了FPGA用于图像处理的优势后, 针对FPGA的特点采用模块化结构设计, 详细阐述了本文算法的软件实现过程及所使用到的关键技术; 文章设计了一个以FPGA为核心的前端图像采集平台, 并将改进插值算法应用到整个系统当中. 详细分析了采集前端的硬件需求, 讨论了核心芯片的选型和硬件平台

设计中的注意事项,完成了印制电路板的制作。

文章通过MATLAB仿真得到了量化的性能评估数据,并选取几种算法在硬件平台上运行,得到了实验图片。最后结合图片的视觉效果和仿真数据对几种不同算法的效果进行了评估和比较,证明改进的算法对图像质量有所增强,取得了良好的效果。

5. 期刊论文 [张亚](#). [王元庆](#). [Zhang Ya](#). [Wang Yuanqing](#) [一种有效的数字图像传感器彩色插值算法](#) - [计算机测量与控制](#) 2008, 16 (4)

Bayer彩色滤光片阵列在图像采集设备上的广泛使用,使得必须通过插值的方法恢复每个像素点丢失的另外两个通道的色彩值;文中提出了一种有效的彩色插值算法,它以基于边缘检测的插值算法为基础,通过相邻像素的相似性进一步得到更为准确的边缘信息;同时还使用了颜色比恒定原理对另外两个丢失的色彩进行还原;和基于边缘检测的插值算法相比,这种算法可以有效地减少插值错误,同时计算复杂度比较低,满足了实时图像还原的要求;在实验中证明,这种算法是有效的。

6. 期刊论文 [罗潇](#). [孙海江](#). [陈秋萍](#). [陈静](#). [王延杰](#). [LUO Xiao](#). [SUN Hai-jiang](#). [CHEN Qiu-ping](#). [CHEN Jing](#). [WANG Yan-jie](#) [Bayer格式图像的实时彩色复原](#) - [中国光学与应用光学](#) 2010, 03 (2)

为了减少算法的计算量,保证系统的实时性,本文针对Bayer格式图像提出了一种有效的彩色复原插值算法.插值过程中利用了人眼的视觉特性,能够更精确地得到图像的亮度信息和边缘信息.利用彩色图像的边缘特性更精确地复原了边缘处的R、C、B值.算法最终解为一系列 5×5 大小稀疏的线性滤波器,其复杂度低,实现简单,能在计算机各种嵌入式处理器中完成实时处理.实验证明,本算法的峰值信噪比(PSNR)比通常采用的双线性算法高4~6 db,且有效地减少了插值算法中出现的锯齿现象,使图像色彩的复原性和实时性比双线性算法更优越,具有一定的应用价值.

7. 期刊论文 [张燕](#). [程永强](#). [ZHANG Yan](#). [CHENG Yong-qiang](#) [基于交替投影滤波器组的插值算法](#) - [科技情报开发与经济](#) 2008, 18 (35)

在初始插值为边缘检测插值的基础上提出了交替投影滤波器组插值算法,提高了图像的信噪比,锐化了图像的边缘,减少了图像高频信息的错误像素的数量,提高了视觉质量,而且计算复杂度较低.

8. 期刊论文 [花樱](#). [彭宏京](#) [一种用于单CCD图像传感器的图像插值算法](#) - [中国图象图形学报A](#) 2010, 15 (4)

由于物理结构的限制,单CCD图像传感器在每个像素位置上只能采集一个颜色分量,其余两个颜色分量只能通过插值的办法得到.提出一种在色差空间进行插值的算法,利用具有比例线性关系的局部颜色特性和局部协方差求得最小均方误差意义下的最优插值系数.所获取的该插值系数具有边缘细节保持性,同时色差空间的插值又考虑了不同颜色分量间的耦合性,因而有效地抑制了图像边缘的模糊和颜色失真.实验结果表明,该算法可获得高质量的插值图像.

9. 期刊论文 [刘晓松](#). [杨新](#). [文俊](#). [汪进](#) [一种用于数字图像传感器的彩色插值算法](#) - [中国图象图形学报A](#) 2003, 8 (5)

由于物理结构的限制,单片CCD和CMOS彩色图像传感器在每个像素的位置上只能采集一个颜色分量,其余两个颜色分量只能通过插值的办法得到.鉴于通常的线性插值方法容易使图象的边缘变得模糊,并可能出现较为明显的颜色失真,而一些新方法尽管可以得到较高质量的插值图象,然而运算的复杂性限制了它们的应用.为此提出了一种在色差空间进行插值的算法,以代替普通颜色空间的插值,同时用基于有理函数的插值算子来代替普通的线性算子,并通过后处理来进一步提高插值图象的质量.由于色差空间的插值考虑了不同颜色分量间的耦合性,并利用了有理函数插值算子固有的边缘自适应特性,因而得到了较好的效果.该方法另外的一个优点是计算速度较快.实验结果表明,该算法是有效的.

10. 期刊论文 [程培岩](#). [梁进勇](#). [程永强](#). [CHENG Pei-yan](#). [LIANG Jin-yong](#). [CHENG Yong-qiang](#) [基于贝尔模板的文本图像压缩及重构算法的研究](#) - [太原理工大学学报](#) 2006, 37 (2)

针对文本图像提出了直接对CFA原始数据进行压缩的算法,即首先把贝尔CFA图像从RGB色空间转换到YCrCb色空间,然后把不利于压缩的高频分量中比较多的亮度分量进行低通滤波,再用结构分离法把梅花形的亮度分量转化为矩形,最后分别采用JPEG2000压缩亮度和色度通道.为了估计解压恢复的CFA模板丢失的色彩分量,应用改进的自适应模糊匹配插值算法,对它周围四个相邻连接的像素分配一个模糊隶属度,从而利用相邻信息,且把这个隶属度作为加权平均工具来重构全彩图像.通过实验验证,这种贝尔数据直接压缩方法带来的失真很小,插值后恢复的全彩图像在主观视觉和客观质量评价中也能获得令人满意的效果.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjxx201004070.aspx

授权使用: 陕西理工学院(sxlgxy), 授权号: c69cd14b-f748-459e-a09e-9df20108299e

下载时间: 2010年9月15日