

引用格式:寇马可,钟升,唐磊.一种基于小波变换的数据位迭代纠错算法设计与 Matlab 实现[J].微电子学与计算机,2019,36(6):60-63. [KOU M K,ZHONG S,TANG L. A data bit error correction iterative algorithm design and matlab implementation based on wavelet transform [J]. Microeletronics & Computer,2019,36(6):60-63.]

一种基于小波变换的数据位迭代纠错算法设计与 Matlab 实现

寇马可,钟 升,唐 磊

(西安微电子技术研究所,陕西 西安 710054)

摘 要: 针对目前图像数据处理系统中由系统噪声等各种因素造成的不等规模的数据出错问题,文章针对以往的基于小波变换的位纠错算法在纠错精度上不足的缺点,提出一种新型高效的迭代纠错算法,以提升数据处理系统中的多种数据流的位纠错精度,从而提高数据的纠错质量.经 Matlab 算法验证结果分析,与传统的纠错算法相比,文章设计的新型位迭代纠错算法能够显著提升图像数据的位纠错精度和图像质量.

关键词: 小波变换;位出错;新型位迭代纠错算法;Matlab 算法设计

中图分类号: TP311.1/TP312

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2019)06—0060—04

A data bit error correction iterative algorithm design and matlab implementation based on wavelet transform

KOU Ma-ke,ZHONG Sheng,TANG Lei

(Xi'an Microelectronics Technology Institute, Xi'an 710054, China)

Abstract: Aiming at the unequal-scale bit error of the present data processing system problem caused by system noise and other factors, in order to solve the previous wavelet transform-based bit error correction algorithm, this paper proposes a kind of new efficient iterative bit error correction algorithm. The new algorithm will improve the bit error correction accuracy of multiple data streams in data processing systems, then improving the quality of image data. According to analysis of the results verified by Matlab, compared with the traditional error correction algorithm, the new error correction algorithm designed in this paper can significantly improve the bit error correction accuracy and quality of the image data.

Key words: wavelet transform; bit error; the new bit iterative error correction algorithm; algorithm design of Matlab

1 引言

对于目前的各类数据处理系统中的数据流(图像、音频、视频等)由于各种原因造成的数据位出错问题,可以采用 FECs (Forward Error Correction schemes)^[1]对数据处理系统中出现的位出错数据进行纠错.

为了解决数据处理系统中数据流出现的位出错问题,根据已有文献^[2-4],主要集中于对各种去噪或者纠错算法的研究,但是对于纠错算法的研究上依

旧存在很大的空缺和问题.

本文提出了一个基于小波变换的新型位纠错算法,该算法的设计思路来源于计算方法中求解方程近似根的迭代法.该算法具有可以进行并行处理设计的优势,为下一步的硬件并行逻辑设计奠定很好的基础.

2 基于小波变换的数据位并行纠错算法

对于一幅数据系统获取到的二维图像,其所有的像素值可以进行提升小波分解变换,而且对于一

幅 $M \times N$ 大小的图像,各分解层的子带系数的分布情况如图 1(a)、(b)、(c)所示.

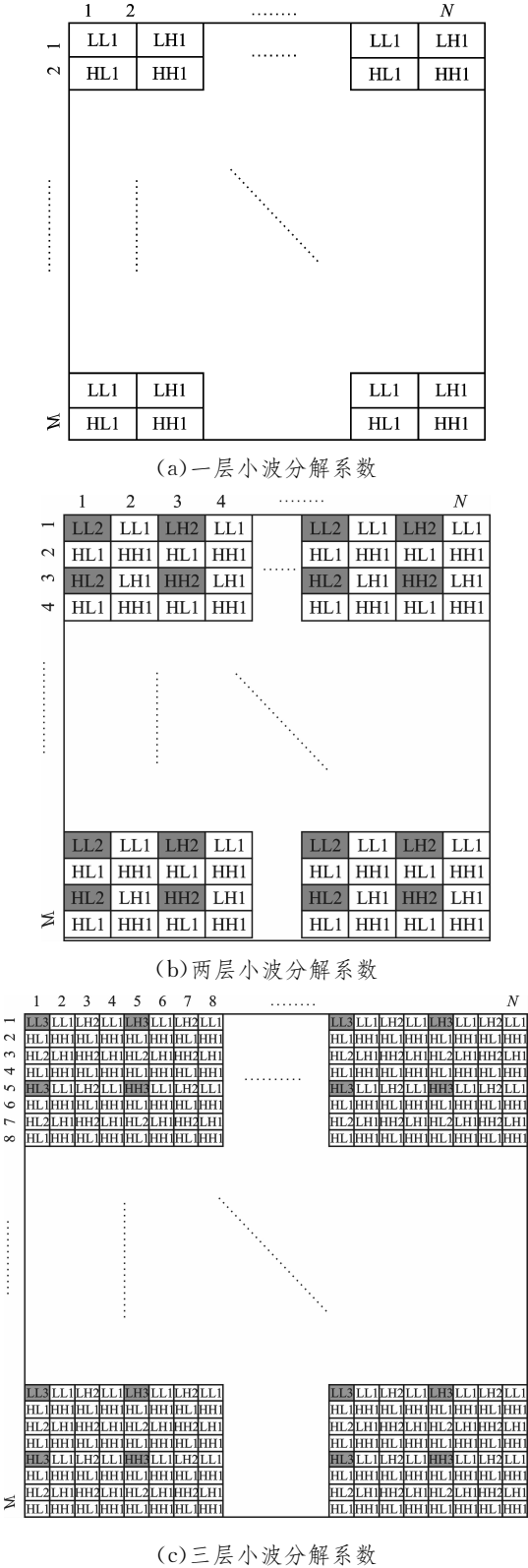


图 1 二维图像的各层小波分解系数

根据二维小波分解、重构变换可知,一幅二维图像在每个分解层次上,经过行列变换处理后,将会在

LH 、 HL 、 HH 子带上,分别获得由小波系数组成的子带图像.由于各个子带各自分别对信号以及噪声(数据错误)在 H (水平)、 V (垂直)、 D (对角)方向上的信号变换敏感,所以,各个子带上的大幅值含噪小波系数,分别沿着 H 、 V 、 D 方向分布,并且会随着分解层数的增加而减少.

因此在考虑图像中出错位的分布时,为了得到更好纠错效果,要充分参考以上特性,特别是方向特性.根据以上的特性,已有文献的一种基于小波变换的位纠错算法叙述如下^[5-6].为了方便表达,如图 2,以两层小波分解层上的纠错处理为例,简要的解析该算法的具体实现过程.在这里我们约定,每个小波系数已转化为 8 bit 二进制表示.

具体的算法实现步骤如下:

1、对产生单粒子翻转错误的图像数据进行两层小波分解变换;

2、如图 2 中所示,

(1)、对于 $LH1$ 、 $LH2$ 、 $HL1$ 、 $HL2$ 子带系数阵列中的每 3 个相邻的小波系数,按照其相同对应的二进制 bit 位进行如下规则操作:若 3 个 bit 位中有 2 位以及以上是‘1’,则其中间小波系数对应 bit 位纠错更新为‘1’,否则更新为‘0’.

(2)、对于 $HH1$ 、 $HH2$ 子带系数阵列中的每 5 个相邻的小波系数,对相对应的 5 个 bit 位做如下处理:若其中有 3 位以及 3 位以上为‘1’,则中间小波系数的对应位纠错更新为‘1’,否则为‘0’.

3、对更新纠错后的每层子带系数做小波重构变换,即可获得基于小波变换的位纠错后的图像.

3 改进后的基于小波变换的位纠错算法设计

在已有的纠错算法下,根据文献以及仿真试验可知^[7-8],对带有噪声的图像有一定程度的纠错效果,不过通过实际的试验数据结果看,该算法在纠错的准确率上依然有很大的不足,也即是纠错精度不足,对于数据的纠错效果非常的不理想,而这些缺陷是由算法的设计带来的.

为了更好地提高算法对于数据的纠错精度和质量,本节提出了一个新的纠错算法设计思路.该算法设计灵感来源于计算方法中的牛顿迭代公式.在牛顿迭代法中,为了更加精确的求解一个函数方程的根,在一步一步的迭代计算过程中,迭代过程中求解出的结果参与到下一步求解计算中,从而提高求解的精度.

本节根据已有的位纠错算法的计算特点,再参

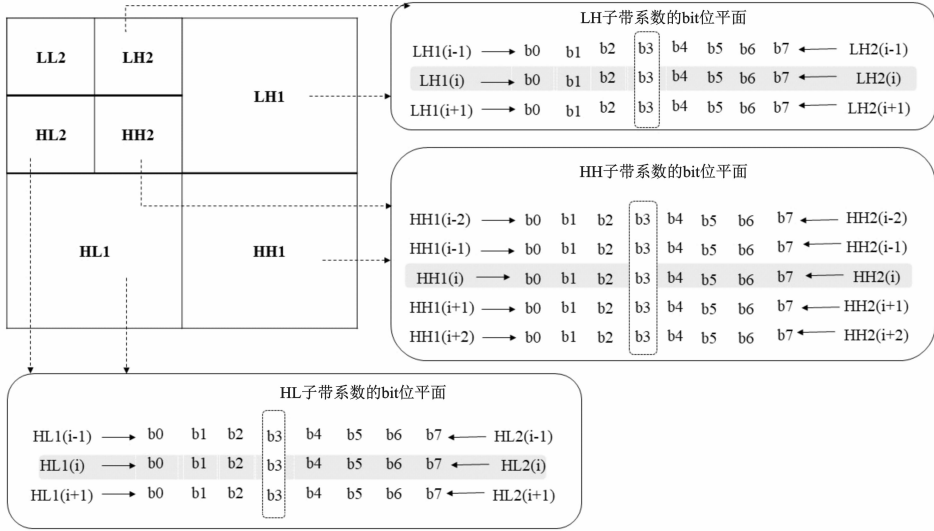


图 2 各子带上的位纠错处理示意图

考迭代计算可以提高数据计算的精确度的优点,对现有算法进行了结构上的改动,最终增强了图像数据的纠错效果. 同样以图像的两层小波分解层的纠错处理为例,改正后的具体的纠错算法如下:

(1)由第二节中的基于小波变换的纠错算法步骤可推出一个分解小波系数的(以 $LH1$ 与 $HH1$ 小波系数为例)纠错更新公式(1)、(2)如下所示.

$$LH1(i)^{(n)} = f(LH1(i-1)^{(n)}, LH1(i+1)^{(n)}) \quad (1)$$

$$HH1(i)^{(n)} = f(HH1(i-2)^{(n)}, HH1(i-1)^{(n)}, HH1(i+1)^{(n)}, HH1(i+2)^{(n)}) \quad (2)$$

(2)根据纠错算法的规则即可更新含有噪声图像的小波系数,在此基础上根据第四节提出的迭代算法设计思路,改进的迭代纠错算法可由公式(3)、(4)给出,具体改进的子带系数纠错过程如图 3 所示.

$$LH1(i)^{(n)} = f(LH1(i-1)^{(n+1)}, LH1(i+1)^{(n)}) \quad (3)$$

$$HH1(i)^{(n)} = f(HH1(i-2)^{(n+1)}, HH1(i-1)^{(n+1)}, HH1(i+1)^{(n)}, HH1(i+2)^{(n)}) \quad (4)$$

该改进的迭代纠错算法,在算法复杂度上与原始纠错算法相当,但是却能大幅度提高图像数据的纠错质量,很好的解决了原有算法纠错精度不足的问题.

4 Matlab 算法验证结果分析

本节通过两种纠错算法的 Matlab 仿真设计,由仿真结果更加直观的展现和证明了改进纠错算法在图像纠错精度上的有效性和优越性.

以一幅 256×256 的二维图像的两层小波分解为例,使用 Matlab 对两种算法进行仿真验证. 通过文献资料可知,在数据处理系统中图像出现的噪声以及位出错种类有很多种,为了更加逼真的模拟数据处理系统中的图像噪声以及位出错情形,依据已有研究成果,我们应用了高斯噪声(由系统中的电源等系统带来的噪声和及位出错)、椒盐噪声(系统传感器在数据采集时带来的噪声)以及斑点噪声(在图像数据采集时造成的噪声和数据位出错)三类非常有代表性的噪声和错误源作为纠错对象.

通过设计的 Matlab 算法验证结果对比可知,在对同一幅图像所加噪声以及其他等因素相同的试验条件下,两种纠错算法,改进后的迭代纠错算法在三种噪声环境下对图像的峰值信噪比和信噪比提升的百分比都要比原始纠错算法高出很多,特别是对加入斑点噪声的图像纠错,新的迭代纠错算法比传统纠错算法在图像的信噪比提升百分比上提高了 8 个百分点. 数据说明,改进的迭代纠错算法对图像的纠错精度和图像的纠错质量有显著的改善和提升.

5 结束语

在针对数据处理系统中的数据位出错等问题的解决上,通过研究分析现有基于小波变换的位纠错算法的缺陷和问题,进而设计出一种新的基于小波变换的迭代纠错算法. 而且通过 Matlab 仿真工具验证,在算法复杂度没有增加太多的情况下,对图像数据的纠错质量有了很大幅度的提升,图像的信噪比、峰值信噪比等关键指标都有了很大的提升和改善.

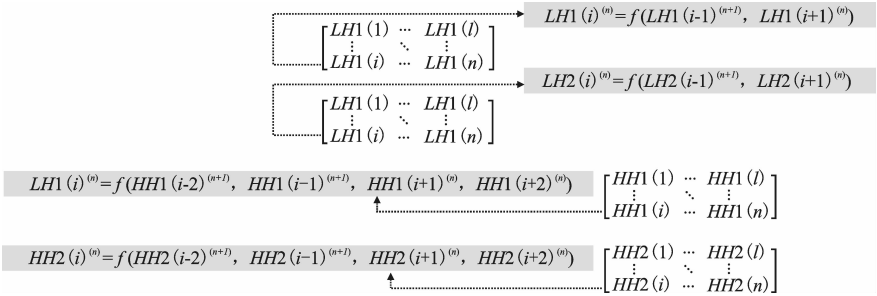


图 3 新型迭代纠错算法小波分解系数纠错示意图

参考文献:

[1] 钟升. 基于小波变换的图像 bit 纠错数据并行实现研究[J]. 系统仿真学报, 2008, 20(8): 2137-2141.

[2] 钟升, 王忠, 杨恒. 提升小波变换的 SIMD PE 阵列实现[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2008, 44(3): 65-73.

[3] 钟升, 沈绪榜, 郑江滨, 等. 提升小波变换的数据并行计算方法研究[J]. 计算机学报, 2011, 34(7): 1323-1331.

[4] 杨兴明, 吴永忠, 孙锐, 等. 基于小波多分辨率分析和新的阈值自适应的信号去噪[J]. 合肥工业大学学报, 2007, 30(12): 1580-1583.

[5] XU Y, WEAVRE J B, HEALY M J. Wavelet Transform Domain Filters, A Spatially Selective Noise Filtration Technique[J]. IEEE Trans. on IP. 1994(3): 217-237.

[6] PRADEEP K G, RAJAN K. Wavelet Transform based ErrorConcealment Approach for Image Denoising[C]. Proceedings of 1stIEEE Con-ference on Industrial Electronics and Applications. NewYork, USA: IEEE, 2006. 1-6.

[7] SHUI P L. Image Denoising Algorithm vi-a Doubly LocalWiener Filtering With DirectionalWindows in Wavelet Domain [J]. IEEE Signal Pr-ocessing Letters (S1070-9908), 2005, 12(10): 681-684.

[8] MIHCAK M K, KOZINSEV I, RAMCHANDRAN K, et al. Lowcomplexity Image Denoising based on Statistical Modeling of Wavelet Coefficients[J]. IEEE Signal Processing Letters, 1999, 7(6): 300-303.

作者简介:

寇马可 男, (1993-), 硕士研究生. 研究方向为嵌入式系统结构. E-mail: koumake@nuaa. edu. cn.

钟 升 男, (1971-), 博士. 研究方向为嵌入式计算机系统结构、图像处理.

唐 磊 男, (1973-), 研究员, 硕士生导师. 研究方向为空间计算机系统结构、微系统.