

一种分块图像信源信道联合编码方法^①

A Combined Source-Channel Coding for Fractal Image

王 刚 季桂树 刘 洋 (中南大学 信息科学与工程学院 湖南 长沙 410083)

摘 要: 基于分块的图像压缩编码方法在数据传输过程中, 由于传输信道误码率的存在, 使得某些比特的数据发生错误, 可能就会导致整块的数据丢失。分析了分块压缩编码数据对信道干扰的敏感程度, 针对各部分数据的不同特点, 结合 VCFL 编码, 可以分别采用信源信道联合编码方法或者误差掩蔽方法来消除或减小其对图像质量的影响。提出了一种信源信道联合编码方法, 并且对这种信源信道联合编码方法的失真度及其优化方法进行了分析。

关键词: 分块图像 信源信道联合编码 VCFL 编码

1 引言

在众多的图像压缩编码方法中, 基于块的编码方法以其独特的优点受到了广泛的重视。目前, 在图像和视频的 JPEG, MPEG 和 H.261 标准中均采用基于块的压缩编码方法。但是, 由于传输信道误码率的存在, 使得在数据传输过程中, 总是会有某些比特的数据发生错误。对于基于块的图像压缩编码数据而言, 某一比特的数据发生错误, 可能会导致整块数据的丢失, 甚至会导致一系列块的数据丢失。信道编码技术可以纠正一定比特的错误, 但会增加数据的冗余度, 降低压缩效果。分块图像编码也是一种基于分块的图像编码方法, 因此也同样存在着这样的问题。

事实上, 分块图像压缩各部分数据对传输信道干扰的敏感程度是不同的。有些对图像的质量影响比较大, 有些相对而言小一些, 有些只是对所有分块中的某一块影响比较大。本文首先分析了分块图像压缩各部分数据对传输信道干扰的敏感程度, 针对各部分数据的不同特点, 可以分别采用信源信道编码或误差掩蔽方法来消除或减小其对图像质量的影响。对于传输信道干扰很敏感的数据部分, 采用信源信道联合编码方法, 这虽然会增加数据码率, 但由于这部分数据占整个数据的比例比较小, 所以数据码率的增加很少, 而对于传输信道干扰相对不太敏感的数据部分, 则可以用另外的比较好的方法进行误码检测和图像恢复, 减少其对图像质量的影响。

2 分块图像编码各部分数据对信道干扰的敏感分析

对二叉树分割的分块图像压缩编码方法而言, 对每一个值块, 其压缩编码数据包含以下五部分: i) 表示一个块是否继续细分的标志位 F ; ii) 相似域块的位置信息 L ; iii) 等距离变换的种类 T ; iv) 比例系数 S ; v) 偏移量 O 。表示一个域块是否细分的标志位 F 通常为 1 个比特, 0 表示不再细分, 1 表示继续细分; 相似域块的位置信息 L 存储对某一值块搜索得到的相似域块的位置信息(所用比特数视值块和域块数目的多少而定); 等矩阵变换 T 有 8 类, 故可以用 3 比特来表示; 缩放系数 S 和偏移量 O 是域块到值块的仿射变换系数, 通常 S 用 5 比特表示, O 用 7 比特表示。

在这五部分数据中, 表示一个值块是否继续细分的标志位 F 最为总要。因为某一值块是否细分, 对后续块的位置是有影响的, 因此某一值块的标志位 F 的错误, 不但会导致该块前的某些块的压缩错误, 而且会导致所有后续块的解压缩错误, 进而会导致此块前的某些块的解压缩错误。所以, 在分块压缩数据的传输中, 由于传输信道中干扰的存在, 哪怕是只产生 1 比特的误码, 如果恰好导致标志位 F 的误码, 就可能会导致整幅图像的质量大幅度下降。根据图像分块编码压缩, 解压缩的原理可知, 除了标志位 F 外, 其余的参数(比例系数, 偏移量, 等距变换种类, 域块位置

^① 收稿时间:2009-01-04

信息)均只主要影响所对应的块,因此对解压缩图像的影响不象标志位 F 那么大。其中,等距变换种类 T 误码对平坦块和部分纹理块基本没有影响,而只对边缘块影响比较大;比例系数 S ,偏移量 O ,域块位置信息 L 均影响到所对应的块,由于偏移量 O 影响到所对应块的平均灰度,因此相比之下对图像质量的影响最大。

3 分块图像的信源信道联合编码

由于传输信道中干扰的存在,误码是不可避免的。为了消除或减小信道误码对图像质量的影响,就要对分块压缩编码数据进行信道编码,但这样会增加数据的冗余度,降低数据压缩效果,也就是说,为了提高分块数据传输的可靠性而降低其有效性。若将信源编码和信道编码联合起来,即可同时考虑有效性和可靠性,可使编译码器更理想。

从上面对分块压缩编码数据的分析可知,表示一个块是否继续细分的标志位 F 对图像质量的影响最大,因此必须尽可能减小标志位误码的可能性,为此,可以对标志位进行某种信道编码,这虽然也会增加压缩码数据的冗余度,但由于每个块的标志位只占用 1 比特,且并不是所有的块都需要标志位(如某一个块已被细分到最大容许层次,则此块不需要加标志位,因为它已不可能再被细分),因此标志位在整个分块压缩编码数据中所占的比例是很小的。所以对标志位进行信道编码所增加的数据冗余度也是很小的;对于分块压缩编码中的其他数据(比例系数 S ,偏移量 O ,等距离变换种类 T ,域块位置信息 L),由于他们仅对所对应的块有影响,对整个图像质量的影响很小,因此可以允许它们在传输过程中发生一定程度的误码,而在收到整个图像后,采用一定的方法,检测出这些受影响的块,并采用某种误差掩盖复方法来最大限度的减小这些坏块对图像质量的影响。

因此,首先对标志位进行信道编码,以消除其误码对图像质量产生的影响。按照信道编码检查和纠错的基本原理,在一个码组内,要纠正 t 个误码,要求码距必须满足

$$d_{\min} \geq 2t + 1$$

为了纠正 1 位标志位的误码,要求最小码距为 3,因此对标志位的编码为:当标志位为 1 时相对应的编码为 111,当标志位为 0 时相应的编码为 000,这样,只要不发生连续误码,就可以纠正标志位编码传输时的 1 位误码。

分块图像信源联合编码方案如下:源图像首先经分块变换,得到各值域块的分块参数,经量化后,对表示一个块是否继续细分的标志位进行如上所述的纠错编码。对各值域块的分块参数量化后可以采用两种源编码方式,即使用或者不使用基于统计特性的变系数定长(VCFL)编码,在编码时通过优化算法,对每一个值域块选择最佳的源编码方式。源编码后对各值块分别采用不同的码率兼容删除卷积码(Rate Compatible Punctured Convolution Code, RCPC)编码并进行传输,解码时使用硬判决 Viterbi 译码。过程如图 1 所示:

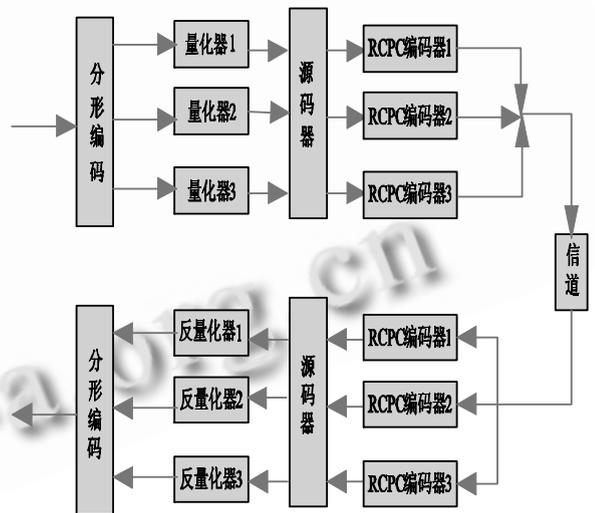


图 1 分块图像信源信道联合编码方框图

4 仿真结果

我们采用静态标准图像大小 256 级灰度的 lena 图像,经过二叉树的分块图像压缩编码方法,总结出:对分块编码数据的标志位采用了这种技术之后,将可以较大程度地增加分块编码数据的抗信道干扰能力,同时压缩比的影响也比较小。当压缩比为 27.26 时,文件大小从 64k 压缩为 2404 个字节,其中标志位 F 占 256 个比特,此时 bits/pixel(每像素所需比

特数)=0.293, 若对每个标志位增加 2 比特的纠错编码位, 此时 $\text{bits/pixel}=0.301$, 仅增加 2.7%, 但其 PSNR 却可以由大约 15.99dB 增加到 24.26dB, 提高了 8.27dB, 增幅达 51.7%。图 4 为采用了标志位纠错编码后的得到的 lena 图像分块压缩图像, 与先前图像相比, 解压缩质量有了很大的提高。



图 2 原图像



图 3 标志位误码后的解压缩图像

5 总结

本文根据分块压缩编码数据的特点, 提出了一种信源信道联合编码方法。信源信道联合编码方法能够



图 4 采用标志位纠错编码后的解压缩图

在信道码率增加很少的情况下大幅度的增加信道的抗干扰能力, 分析了这种编码方法的失真度及其优化。仿真结果表明本文提出的信源信道联合编码方法, 图像的峰值信噪比(PSNR)可以提高 8dB 左右, 主观和客观图像质量有较大的提高。

参考文献

- 1 陈书海,傅录祥.实用数字图像处理.北京:科学出版社, 2005.
- 2 陈守吉,张立明.分形与图像压缩.上海:上海科技教育出版社, 1998.
- 3 顾炜,胡波,凌燮亭.一种综合源编码和信道编码的图像编码方案.红外与毫米波学报, 2002,21(1):44-47.
- 4 Wang Z, Bovik AC, Sheikh HR, et al. Image quality assessment, From error visibility to structural similarity. IEEE Transactions on Image Processing, 2004.
- 5 Saupe D, Hartenstein H. Lossless acceleration of fractal image. compression by fast convolution. Pro. ICIP, 2000:185-188.