

基于感兴趣区域的小波变换可分级视频编码研究

吕宝成, 张贵仓, 朱贤坤

(西北师范大学 数学与信息科学学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要:随着 Internet 和无线通信的飞速发展,人们在网络上实时获取视频数据已经成为可能。由于传输网络和接收终端的多样性,所以需要视频流能适应多种不同传输、解码和显示的要求,由此产生了可分级视频编码。文中在可分级视频编码的基础上对其进行改进,把感兴趣区域的检测和小波变换应用到可分级编码中,该方法中对视频流进行感兴趣区域检测,利用小波变换对增强层中的感兴趣区域进行编码,由于小波变换具有良好的空间方向选择性,与人眼的视觉特性十分吻合,从而得到很好的效果。

关键词:感兴趣区域;可分级视频编码;人类视觉系统;小波变换

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)12-0081-03

Research on Wavelet Transform Scalable Video Coding Based on ROI

LÜ Bao-cheng, ZHANG Gui-cang, ZHU Xian-kun

(College of Mathematics and Information Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: With the development of Internet and wireless communication, it is easier for people to obtain real-time video over networks. The diversity of network and receiving terminals, so that it requires video stream should have the ability to adapt itself to various transmission, decoding and display requirements. So results in scalable video coding. The improvement that the extraction of the regions of interest and the wavelet transform are applied to the scalable video coding is done based on scalable video coding in this paper. Extracting the regions of interest from video stream in this method. Using wavelet transform to code the region of interest of the enhance layer. As wavelet transform with good spatial orientation selectivity, and the human eye in line with the visual characteristics, the experiment proves that the method is efficient.

Key words: regions of interest; scalable video coding; human visual system; wavelet transform

0 引言

随着 Internet 及多媒体技术的飞速发展,人们对视频的传输及质量都提出了更高的要求,但在实际应用中,由于网络传输条件(拥塞和噪声)不同、用户终端解码能力的不同及不同用户对视频质量要求不同等原因,人们提出了可分级视频编码(Scalable Video Coding)^[1]。可分级视频编解码的基本原理如图1所示,可分级视频编码方

法通常把视频数据区分成不同的优先级,产生两个视频流:基本层码流和增强层码流。在网络信道较差时只传送基本层的视频数据,在网络信道好时,可以同时传送基本层和增强层的数据,基本层是必须传输的,这

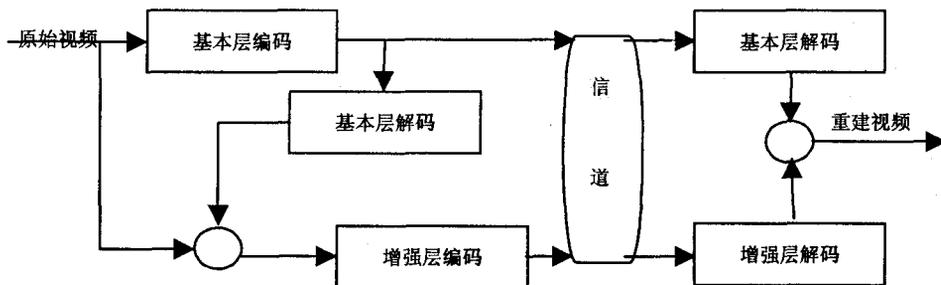


图1 可分级视频编解码系统框图

样就保证了视频流在网络带宽波动时可以自适应调整,有效地利用带宽并且最大限度地提高视频质量。

文中把感兴趣区域检测方法与小波变换引入到可分级视频编码中,对原有方法加以改进,实验结果表

收稿日期:2008-04-12

基金项目:国家教育部重点科学技术项目(204143)

作者简介:吕宝成(1982-),男,黑龙江绥化人,硕士研究生,主要研究方向为数字图像处理;张贵仓,博士,教授,主要研究方向为图形图像处理、计算机辅助几何设计、计算机图形学。

明,收到良好效果。

1 感兴趣区域及小波理论概述

人们在观察图像时,往往只对图像的某个区域感兴趣,这时,可以对感兴趣区域进行低压缩比,甚至是无损压缩编码以求获得高质量的重建图像,而对其他区域采用较高压缩率,这就是感兴趣区域(ROI)编码技术^[2]。感兴趣区域能在保证不丢失重要信息的同时又有效地压缩了数据量,实现了真正的交互式压缩。

小波变换具有很好的时-频或空-频局部特性以及多分辨性,所以特别适合按照人类视觉系统特性设计图像压缩编码方案,也非常有利于图像的分层传输。因此,在图像压缩编码理论中,小波变换理论越来越受到重视。在最新的图像压缩标准 JPEG2000 和 MPEG4 中都采用了小波变换方法。

小波分析的基本思想是用一族函数去表示或逼近一信号或函数,这一族函数称为基函数,它是通过一基本小波函数的不同尺度的平移和伸缩构成,基函数表示的特点是时频带宽乘积很小,且在时间和频率轴上都很集中。

设 $\Psi(t) \in L^2(R), L^2(R)$ 表示一维平方可积实函数集, $\Psi(t)$ 的 Fourier 变换为 $\Psi(\omega)$, 并且满足容许性条件(Admissible Condition):

$$C\Psi = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|\Psi(\omega)|^2}{|\omega|} d\omega \leq \infty$$

则称 $\Psi(t)$ 为基小波^[3]。

2 感兴趣区域小波变换空间可分级编码

在 MPEG-2 及 MPEG-4 国际视频编码标准中都引入了可分级视频编码方法,包括空间可分级性、时间可分级性、信噪比可分级性、数据分割可分级性、精细粒度可分级(FGS)以及这几种可分级方法的组合,称之为混合可分级^[4]。文中采用的是空间可分级编码方法。

空间可分级编码的特点是把原始视频分成两支与原始视频相同的视频流,一个是先经过下采样产生一个比原始视频空间分辨率低的基本层图像数据,这个基本层图像经编码后传输,再经过解码,重建的图像作为网络信道差时传送的视频图像。同时这个被编码的

基本层视频流经本地解码器解码后重新恢复生成基本层图像,经本地解码后的基本层图像通过上采样,得到与原始视频有相同空间分辨率的图像,再把这个图像与另一支原始视频流做差,产生的残差数据作为增强层数据,再对这个残差图像进行增强层编码。

在以上可分级编码基础上把感兴趣区域理论和对增强层数据的小波变换有机地结合在一起,对单纯的可分级编码进行改进,如图 2 所示,具体改进方法如下:对第二支视频流进行感兴趣区域检测,把经检测出的感兴趣区域与经上采样后的基本层图像进行区域匹配,匹配好的区域就是感兴趣的区域,之后再对两个区域做差,得到残差图像,对残差图像进行小波编码,作为增强层数据发送。

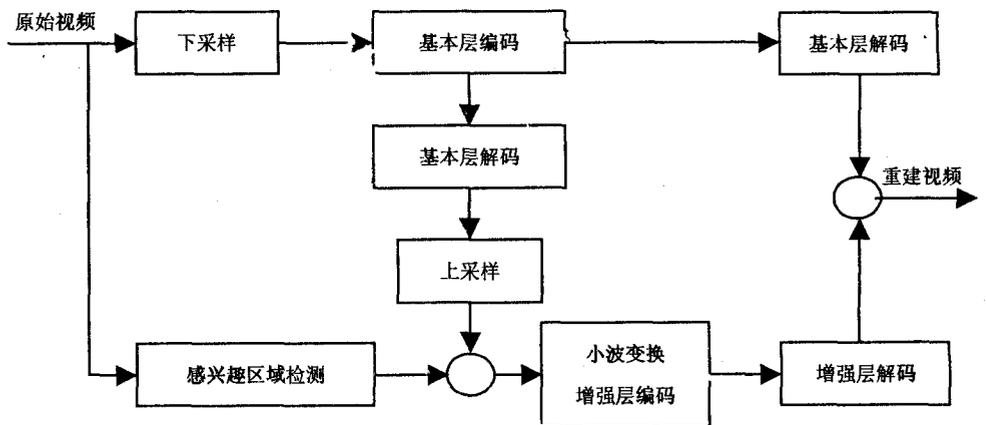


图 2 感兴趣区域小波变换空间可分级编解码框架图

感兴趣区域的提取方法:文中所使用的感兴趣区域检测方法是基于人类视觉系统 HVS 的视觉原理,人类在观察图像时,对图像提供的不同信息给予的关注程度是不同的,如图像的位置、形状、对比度、边缘、轮廓等,这就提供了自动判定感兴趣区域的依据。文中采用的是 Itti 等提出的基于显著度(Saliency-based)的注意计算模型^[5],首先融合图像的一些低层视觉特征生成关注度图(SaliencyMap),然后使用一个动态的神经网络按照显著度递减的顺序依次发现图像中的注意点。显著图方法的基本思想是把像素在颜色、亮度、方向等方面与背景的对比定义为该点的显著值(Saliency),对比越强,该点的显著值就越大^[6]。所有点的显著值构成一张显著图(SaliencyMap)。这里,显著图是一幅表明图像各点的显著性的二维图像,显著图中的点和输入图像的像素有拓扑上的对应关系。

对增强层进行小波编码方法:小波视频图像编码算法大体上可以分为三类:空间域运动补偿的小波方法(MC-DWT)、基于变换域运动补偿的小波视频编码(DWT-MC)、三维小波视频编码(3DWC)^[7]。因为三维小波分解所提供的多分辨数据结构为支持可分级

编码提供了一个良好条件,因此采用三维小波编码中的帧间小波编码方法,如图 3 所示,将运动补偿技术和时间一维变换结合起来,同时采用运动估计补偿和时域一维小波分解两种技术去除时间冗余信息。对于视频编码,一般采取帧间运动估计运动补偿和帧内小波变换相结合的方法,只要在静止图像编码基础之上考虑运动补偿和内插就可以实现动态图像的编码。因为对于视频序列来说,相邻两幅图像之间的变化很小,只需对两幅图像的差值进行编码,在解码后与第一幅图像叠加便可得到后一幅的图像。

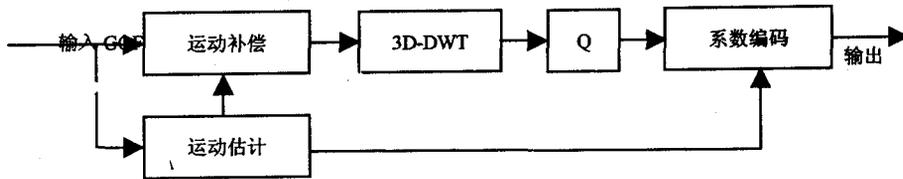


图 3 帧间小波编码框图

3 实验结果

为了验证所提出的改进方法的有效性,采用 QCIF 格式的 Carphone、Akiyo、Foreman、Claire 视频序列,选取 4 级形状自适应 5/3 整数小波变换,对所提方法的性能做了测试。如图 4 所示,截取 Carphone 视频序列的第 161 帧为例,分别选取不同的感兴趣阈值进行对比观察,实验结果表明,所改进的方法是有效的,它能

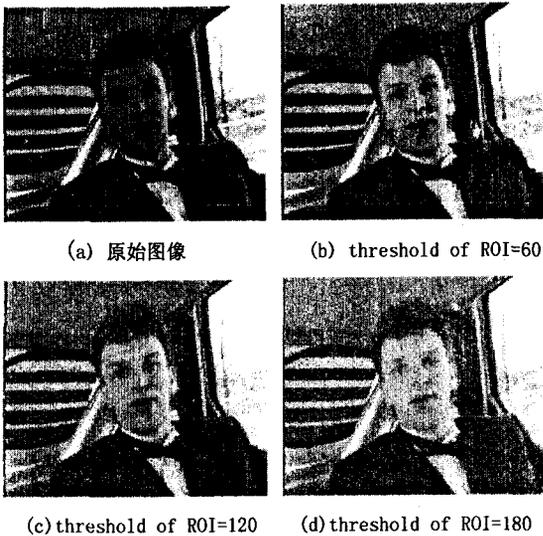


图 4 小波变换可分级编码效果图

够在一定程度上提高编码效率,并且随着感兴趣区域阈值的提高,增强层的编码码率随之降低,而全分辨率图像的信噪比也会随之降低。

表 1 Carphone 等视频序列感兴趣区域小波变换可分级编码信噪比与码率比较

threshold value of ROI	60		120		180	
客观标准 单位: dB/(bit/frame)	PSNR/BitRate	PSNR/BitRate	PSNR/BitRate	PSNR/BitRate	PSNR/BitRate	PSNR/BitRate
Carphone	32.2917	92748.3	30.1073	59383.4	25.5039	28594.5
Akiyo	33.5990	139604	29.4083	106493	26.8937	84728.9
Foreman	31.7385	79383.5	28.8402	67385.3	25.9373	49375.3
Claire	32.7385	110483	29.7395	85934.5	27.3792	67395.7

4 结束语

视频编码作为热门的研究方向之一,受到人们的广泛关注。文中在可分级编码

方法的基础上对其进行改进,实验收到了预期的效果。同时其也有一些不完善的地方,比如在感兴趣区域与基本层图像对应区域进行匹配方面还有待研究与改善。随着感兴趣区域检测技术与基于小波的视频可分级编码技术的完善,视频编码效率及重建视频质量会进一步提高。

参考文献:

- [1] 沈兰荪,卓力.小波编码与网络视频传输[M].北京:科学出版社,2005:137-139.
- [2] Christopoulos C, Askelof J, Larsson M. Efficient methods for encoding region of interest in the upcoming JPEG2000 still image coding standard[J]. IEEE Signal Processing Letters, 2000,7(9):247-249.
- [3] 蒋鹏.基于小波变换的感兴趣区域压缩编码技术研究[D].长春:吉林大学,2007:13-16.
- [4] 曾啸天.基于感兴趣区域可分级视频编码研究[D].大连:大连理工大学,2007:58-64.
- [5] 王艳娟,陈晓红,黄晓欣.图像感兴趣区域检测技术[J].计算机与数字工程,2007,35(5):138-139.
- [6] 王艳娟,陈晓红,邹丽.图像感兴趣区域自动提取算法[J].科学技术与工程,2007,7(12):2867-2871.
- [7] 贾冬顺,张正炳,邓慧萍.基于小波变换的视频编码算法分类研究[J].电子与电脑,2007(3):100-102.

(上接第 80 页)

- [2] Rabiner L R. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition [J]. Proceedings of the IEEE, 1989, 77(2): 257-286.
- [3] Park H S, LEE S W. A truly 2-D hidden Markov model for off-line handwritten character recognition [J]. Pattern

- Recognition, 1998, 31(2): 1864-1894.
- [4] Han Jiawei, Kamber M. 数据挖掘概念与技术[M]. 范明, 孟小峰译. 北京:机械工业出版社, 2001.
- [5] 王实, 高文, 李锦涛, 等. 基于隐马尔可夫模型的兴趣迁移模式发现[J]. 计算机学报, 2001(2): 152-156.