

基于3D DCT 的嵌入式零树视频编码

Embedded Zerotree Video Coding Based on 3D-DCT

王福龙 余英林

(华南理工大学电子与通信系 广州510641)

Abstract With reorganizing the coefficients of 3D-DCT in three level zerotree structure, a video code program based on 3D-DCT method is presented in this paper, which can give very high compression ratio and good quality recovered video picture result as compared with XYZ video coding.

Keywords Discrete cosine transform, Video coding, Zerotree

一、前言

基于3-D DCT^[1]的视频编码以其高压缩比及速度快等特点,具有在低码率信道下实现视频图像实时编码的潜能,对应用具有极高价值,且其算法复杂度低。在相同的压缩比较条件下,基于3-D DCT 的视频编码方法所得到的重建图像质量要优于 H. 261或 MPEG 方法;在相同的重建图像质量的条件下,基于3-D DCT 的视频编码方法的压缩比要高于 H. 261或 MPEG 方法。

小波变换已经成功应用于图像处理,其多分辨率分解的特性,是分层传输图像的理想工具。嵌入式零树小波编码^[2],利用小波分解多分辨率的特点,通过编码不同尺度相同位置零量化系数的零树结构,结合渐进逼近量化策略,将系数按其比特的重要程度逐层编码。嵌入式零树小波编码是低比特率图像压缩最好的方法之一。

将零树结构应用于静止图像编码已取得了很好的效果^[3]。本文对3D-DCT 系数的统计及分布特点进行研究,通过将3D-DCT 系数重组为多分辨率结构,可以将零树编码成功应用于3D-DCT 系数。本文讨论了3D-DCT 系数的分布特性及多分辨率重组,给出基于3D-DCT 零树编码方案和实验结果。

二、3D-DCT 系数重组

将图像序列每8帧作为一组,每组的8帧看成一个三维图像,图像中的每一帧分为 8×8 的方块,形成 $8 \times 8 \times 8$ 的立方体,如图1所示,每个 $8 \times 8 \times 8$ 的立方体单独进行变换编码。对运动图像序列进行3-D DCT,可以视为先对每帧进行2-D DCT,再对帧间方向进行1-D DCT,图像序列经3-D DCT 后,其能量大部分集中在直流及低频系数,高频部分的系数较小或接近零,如图2所示。

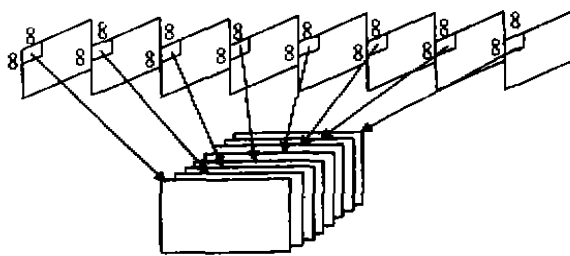


图1 $8 \times 8 \times 8$ 立方体

为应用零树结构到3D-DCT,首先要把 DCT 系数重新组织成适合于多分辨率分解的分级结构,这个结构的定义同时要满足零树结构的假设前提,即若某系数比阈值 T 小的话,则其对应各下级系数也极有可能比 T 小。由于 DCT 变换 $8 \times 8 \times 8$ 系数块中绝大多数的能量都集中在直流分量和少数个低频分量中,可以定义一个共有22个子带的3级树形结构,如图3所示。

将8帧图像视作一个立体图像。将各个 $8 \times 8 \times 8$ 3D-DCT 系数块分级后,位于同一子带的所有系数组织在一起构成整个立体图像的三级零树结构。

三、基于3D-DCT 的嵌入式零树编码

将上述每组图像序列经3D-DCT 得到的系数重组成立体图像的三级零树结构,对此三维零树结构进行嵌入式零树编码,编码使用渐进逼近量化(Successive-approximation quantization, SAQ),将经零树编码的结果再采用算术编码以充分利用重要信息的空间相关性。编码流程如图4所示。

四、实验结果及结论

我们对 Miss America 和 Salesman 图像序列进行了实验,下面给出 Miss America 第21到28帧和 Salesman 第11到18帧的实验结果,如表1和表2所示,并与基于3D-DCT 的 XYZ 编码进行了比较,见图5、图6,原图像及恢复图像见图7及图8。

1649 -18 16 7 5 11 1 -5 -119 31 16 -9 13 3 4 -6 -31 -21 7 -2 3 -1 2 3 18 0 -15 4 -7 -1 1 2 4 1 3 -1 -3 -1 -2 3 1 -2 1 1 -1 1 0 -1 -6 3 -1 -7 3 -1 -1 0 -4 0 2 1 1 1 1 0	342 4 6 8 5 -1 -10 6 -92 48 -10 -3 6 -2 1 4 -27 -40 -2 -4 -2 0 2 1 24 0 -19 2 -1 3 1 -2 3 2 8 -3 -1 -2 0 1 2 -2 1 1 -1 -1 0 -1 -4 3 -4 -1 1 1 0 -2 -3 -1 1 1 0 0 1 1	-111 -69 -12 -1 9 -4 -9 8 5 26 0 -1 2 -7 2 4 -40 -29 -2 -2 3 1 -1 0 17 1 -11 -2 -5 2 2 -1 -6 9 8 0 1 -1 -2 0 2 -4 1 1 0 0 0 -1 0 2 0 -2 -1 0 0 0 -2 -3 1 1 0 0 0 0
33 -63 -20 -1 12 -5 -14 -2 -19 17 11 2 -10 -3 -2 3 -34 -18 8 -7 -2 1 -2 2 9 -8 -10 3 1 -1 -4 1 4 5 1 1 2 -2 0 -1 -1 -2 0 0 0 1 -1 0 -1 3 0 -1 -2 2 0 1 -2 -1 1 0 0 1 0 0	75 -5 -4 -13 -2 11 2 6 64 -16 5 7 7 -2 -8 -3 -19 13 2 -1 3 32 -2 -6 -7 -7 -6 0 -2 -1 4 3 -3 7 -3 3 -1 -2 -1 -2 -2 0 1 -1 2 -1 2 0 4 -1 2 2 1 0 -1 1 0 0 2 0 1 0 1 0	13 -17 -29 -35 8 10 -2 12 34 -2 0 12 1 1 12 -6 11 -1 18 -3 -6 2 -1 -6 -12 -11 -4 -1 1 3 0 2 4 -3 -7 -2 0 0 -2 -2 -4 2 1 1 -1 0 -1 1 3 -2 1 3 -1 0 2 0 0 2 2 1 -1 0 0 0
8 6 31 -12 -1 10 1 7 16 31 -1 4 15 12 -9 -2 8 17 -11 3 4 -4 -2 1 -12 1 1 -4 -3 0 5 3 6 -4 -2 -2 -2 -1 1 1 -2 5 -1 -2 2 -1 0 -1 2 -3 1 1 2 1 -1 0 0 3 0 0 1 -1 0 -1	-22 -9 54 -6 8 0 -5 -5 -13 9 17 4 11 4 0 0 17 -5 3 -1 4 -1 -3 1 -8 -1 1 -4 -3 0 -2 1 5 -5 -5 0 0 0 2 1 -1 4 0 -2 0 0 0 0 -3 -1 1 1 1 1 -1 1 0 2 0 0 0 0 0 0	

图2 3D-DCT系数

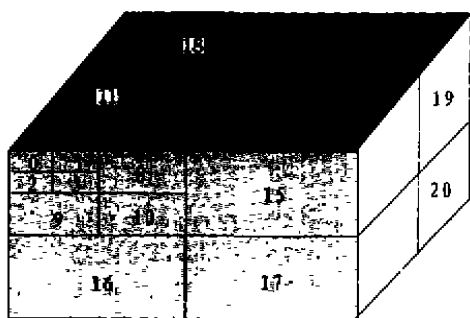


图3 3D-DCT系数3级子带分解图

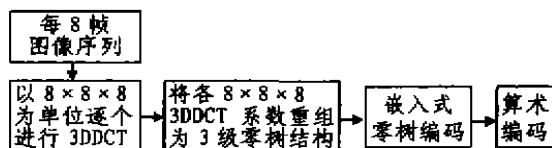


图4 基于3-D DCT的嵌入式零树编码系统

表1 用EZ3D-DCT方法实验结果比较 (Miss America 21~28)

压缩比	140.31	180.42	231.05	328.34
平均信噪比 PSNR(dB)	39.29	38.62	37.769	36.42

表2 用EZ3D-DCT方法实验结果比较 (Salesman 11~18)

压缩比	50.09	64.17	76.14	87.14
平均信噪比 PSNR(dB)	33.38	32.26	31.75	31.14

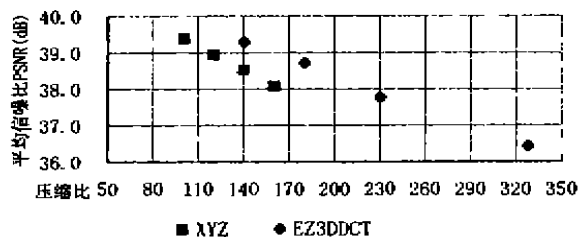


图5 Miss America 21-28帧比较

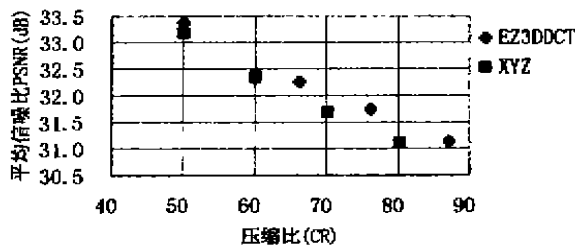


图6 Salesman 11-18帧比较

从以上实验结果可以看出,将嵌入式零树编码方法应用到3D-DCT视频编码,效果是显著的,与基于3D-DCT的传统XYZ编码相比,在相同的恢复图像质量下,EZ3D-DCT可以取更高的压缩比;在相同的压缩比下,EZ3D-DCT可以取得更好的恢复图像质量。

参考文献

1 Westwater R, Furht B. Real-Time Video Compression Techniques and Algorithm. U. S. A. Kluwer Academic Publishers. July 1997. 35~64

(下转第90页)

Safety 内核自动生成过程采用专用服务器来完成(因为没有实时性要求,又可便于移植)。为此在 CRTOS Micro 中生成了 safety 服务器,在库生成服务器中添加了与安全相关的工具。主要过程如下(图7):应用通过 CRTOS Micro 的微消息通信机制把安全(safety)策略发送至库生成服务器;后者使用过滤器对安全(safety)策略进行分类(比如核反应类、交通控制类等),并把分好类的 safety 策略发送给 safety 服务器; safety 服务器中 safety 策略映射器根据当前系统设备的实际情况把 safety 策略映射到有限状态机上,由验证器对两者的一致性进行验证;验证完后的有限状态机在库生成服务器上生成安全内核库并放置在相应的应用空间,供应用软件使用。

结束语 safety 内核是当前最新的安全保障机制之一,本文在深入讨论 safety 内核的基础上结合安全关键系统发展的趋势,对 safety 内核与操作系统之间的关系、safety 策略的表示式及 safety 内核的建立等关键问题进行了研究,并在超微内核实时操作系统 CRTOS Micro 上设计了 safety 内核的实现机制。它具

有安全性与实时性并举、safety 内核机制重用等功能,能为安全关键系统的开发提供有力的支撑。我们下一步将对其进行优化处理。

参考文献

- 1 Brown J P, Stavridou V. Formal methods and software safety. IFAC Symposium, Zurich, Switzerland, 1992. 93~98
- 2 Leveson N G, Shumeall T J, et al. Design for Safe Software. In: Proc. AIAA Space Sciences Meeting, Reno, Nevada, 1983
- 3 Rushby J. Kernels for safety?. Safe And Secure Computing Systems Symposium. London: Blackwell Scientific Publications, 1989. 210~220
- 4 King R. Safety kernel enforcement of software safety policies: [Doctor Thesis] USA; University of Virginia, 1995
- 5 蒋继洪, 黄月江编著. 计算机系统、数据库系统和通信网络的安全与保密. 成都: 电子科技大学出版社, 1995
- 6 Ammann P. A Safety Kernel For Traffic Light Control. 1995. Available at: <http://www.issse.gmu.edu>
- 7 王志平. 硬实时操作系统研究: [博士论文]. 成都: 电子科技大学, 2000

(上接第66页)



图7 Miss America 第26帧原图(左)和解码图像(右).CR=231.05,PSNR=37.88dB



图8 Salesman 第16帧原图(左)和解码图像(右).CR=66.17,PSNR=32.38dB

- 2 Shapiro J M. Embedded image coding using zero-trees of wavelet coefficients. IEEE Trans. Signal Proc., 1993, 41(12): 3445~3462
- 3 Xiong Z, Gulerguz O, Orchard M T. A DCT-based embedded image coder. IEEE Signal Proc. Letters, 1996, 3(11)