

基于运动对象跟踪的改进精细可分级视频编码

郑夜星, 林其伟

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 泉州 362021)

摘 要: 针对感兴趣区域问题, 对增强层的编码加以改进, 提出基于运动对象跟踪的 FGS(Fine Granularity Scalable) 视频编码方法. 该方法利用了 OpenCV(开源计算机视觉库), 实现运动对象的检测与提取, 通过提取, 将运动对象作为感兴趣区域, 进行位平面提升, 优先传输. 并在基本层上引入提高编码效率的单环算法, 进一步提高视频主观与客观质量. 实验结果表明, 算法在大部分的码率范围内 ROI 区域的 PSNR 值高于整体区域的 PSNR 值, 对背景静止的视频序列, 效果理想.

关键词: 运动对象跟踪; 单环; 感兴趣区域; OpenCV

中图分类号: TN919.81

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)12-0134-04

FGS Video Coding Based on Tracking Moving Object

ZHENG Ye-xing, LIN Qi-wei

(College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: Targeted to the problem of region of interest, we improve the enhanced layer coding strategy and propose the FGS(Fine Granularity Scalable) video coding based on moving object tracking. This method make use of OpenCV (Open Source Computer Vision Library), achieving moving object detection and extraction. By extracting we make the moving object as ROI, enhancing the Bit-plane, transmission first. And introducing a single-loop algorithm which on the base layer, further enhancing the subjective and objective quality video. The results of experimental show that the algorithm in the context of ROI region PSNR value higher than the overall PSNR value in Most of the bit rate, the background static video sequences, the results are satisfactory.

Key words: moving object tracking; single-loop; region of interest; openCV

1 引言

随着视频技术的发展, 视频服务有着各种不同的环境, 如高清晰度电视, 有线/无线上网服务, 掌上电脑等, 这就要求视频编码技术要能适应各种不同的带宽变化. 精细的可分级视频编码 FGS(Fine Granular Scalable)能有效的对抗网络带宽波动及提高视频数据鲁棒性, 实现对数据的连续比特控制, 数据比特流能在增强层码流中任意位置被截断而不影响保留码流的正确解码. 然而, 所有这些特性的获得都是以牺牲编码效率为代价的.

为改善编码效率并保证码流的鲁棒性, 许多学

者提出改进算法. 吴枫、李世鹏等人提出了一种渐进精细粒度可分级 PFGS(Progressive FGS)^[1], 其基本思想是在增强层图像编码时使用高质量的参考进行运动补偿, 并保留一条从基本层到最高质量的增强层之间的完整的预测路径, 提高编码效率并使得编码具有一定的错误恢复能力. Mihaela van der Schaar 等提出基于运动补偿的改进算法 MC-FGS^[2], 其核心思想就是将增强层对应的高质量图像用于帧间预测, 然而增强层中的传输差错会给当前帧造成漂移, 抗误码性能较低, 鲁棒性较差. Won-Sik Jeong 等提出了基于感兴趣区域的水环扫描算法^[3], 其基本思想是定位出扫描中心, 然后依次向

外扩展,通过改变编码顺序,优先编码感兴趣宏块,提高视频主观质量,然而该方法无法自适应的定位扫描中心,不能基于视频内容编码^[4-5].

针对上述的不足,文中提出自适应的基于运动对象的FGS算法.考虑到优先编码部分宏块对FGS性能的影响,将部分解码的增强层图像加上重建的基本层图像作为基本层参考,有效补偿了由于优先编码而造成的效率降低,并大大提高了总体的编码效率.然后分析运动对象^[6]的自适应检测跟踪,这里引入OpenCV(Open Source Computer Vision Library)^[7],利用其强大的库文件,将视频进行转化成单通道图像、自适应的背景建模、空域滤波、目标定位等处理.将定位的边界点作为优先编码宏块的边界,实现自适应的基于运动对象FGS算法.由于将运动对象的检测作为一个独立的处理,算法的自适应强,不受FGS编码的影响.

2 优先编码的改进

2.1 FGS中优先编码的方式及不足

FGS编码生成两个视频流:基本层码流和增强层码流.基本层码流码率低是必须传输的;增强层则对原始图像和重建图像的残差进行位平面编码,根据带宽的实际情况来截断增强层码流,解码器能从基本层和截断的增强层码流中解出增强后的视频序列.而优先编码指的是在位平面编码中,提升感兴趣区域的位平面,使得增强层码流被截断时,感兴趣区域优先传输.这样的编码方式能提高感兴趣区域的视频质量,在网络带宽不高的情况下,优先增强感兴趣区域,然而,该编码方式却无法提高视频的编码效率,原因在于:FGS的编码效率主要取决于基本层残差图像和增强层的残差图像,而优先编码仅仅是改变增强层中位平面的编码顺序,不改变基本层和增强层的残差图像.针对此问题,提出下面改进的编码方式.

2.2 改进的FGS编码

将增强层图像与重建的基本层图像相加,作为基本层参考,通过提高基本层运动补偿的效率来降低基本层残差图像的能量,提高基本层的编码效率.对于增强层,由于增强层实际编码的是原始图像与基本层重建图像的差值,即基本层量化误差,基本层残差图像能量下降,残差图像量化前后的差值的能量同样也减小了,即量化误差降低,也就是说增强层要编码的源信息能量降低了,故增强层的编码效率相应也得到提高.然而,基本层并不是独立于增强层

的,当网络带宽突然下降时,增强层中用于参考的比特流数据可能由于丢包而没被解码端接收到,这就造成解码端的基本层产生预测误差,这种误差又会被带到增强层中,随着编码一直传播并累积下去.所以文中将采用前端网络带宽估计的方法,将用于FGS增强层传输的位平面个数确定下来,使得用于基本层参考的位平面个数不超过可正确传输的位平面个数,确保用于重建基本层参考图像的增强层信息,避免预测漂移.

图1为改进FGS与基于H.264的FGS对hall-objects_qcif序列的实验比对,其中ROI区域取为(3,2)到(8,8)的宏块(这里的ROI区域任意定义,目的是为了测试改进优先编码的效果).可以看出,改进后的FGS无论基本层、增强层,ROI区域的PSNR都有很明显的提高.

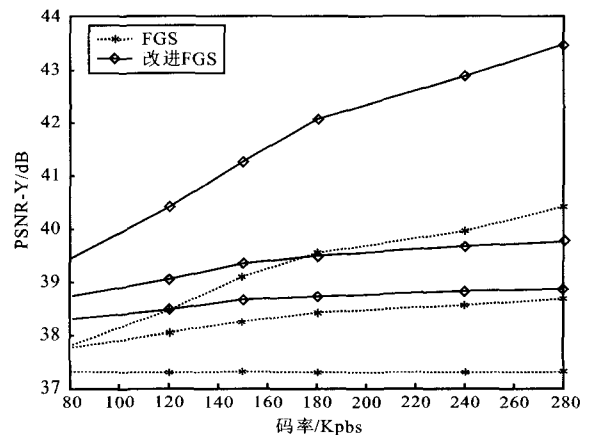


图1 改进FGS与FGS的实验比对

3 基于运动对象跟踪FGS编码

3.1 运动对象跟踪

运动对象跟踪^[5]是指从视频流中实时的对目标进行连续的跟踪以确定其运动轨迹.运动物体的检测和跟踪处于整个视觉监视系统的最底层,在视频编码、分析、监控等方面有着广泛的应用,是近年来的一个研究热点.随着研究的深入,应用于运动物体跟踪的算法也越来越多:从最简单的“帧差法”、“背景消减法”、“模板匹配法”、到带有预测功能的“卡尔曼滤波”和“粒子滤波”等算法,都在不断地提高对运动目标检测、跟踪的准确性和高效性.文中采用的跟踪算法是利用OpenCV的运动物体跟踪的数据结构、函数以及基本框架,定位出一个视频运动物体.

3.1.1 OpenCV

OpenCV是Intel公司支持的开源计算机视觉库^[4].它由一系列C函数和少量C++类构成,实现

了图像处理和计算机视觉方面的很多通用算法. 它拥有包括 300 多个 C 函数的跨平台的中、高层 API, 不依赖于其它的外部库, 但却可以使用某些外部库, 具有源码开放、简单易用、功能强大、移植方便等优越性能. 在 OpenCV 中每个函数的命名都以“cv”开始, 然后是该函数的行为及目标. 根据其在实际应用中所实现的不同的功能可分为以下五类: (1) 图像处理; (2) 结构分析; (3) 运动分析与对象跟踪; (4) 模式识别; (5) 照相机定标和三维重建. OpenCV 提供了针对各种形式的图像和视频源文件的帧提取函数和很多标准的图像处理算法, 这些函数都可以直接用在具体的视频程序开发项目中.

3.1.2 算法

运动对象跟踪中算法的复杂度与准确性对 FGS 的编码效率的影响至关重要. 然而, 现有的 OpenCV 中对运动对象检测方法, 一般复杂度都过高, 需要大量的运算. 文中对运动对象跟踪的目的是为了找到运动物体, 提升其所在的位平面, 从而提高感兴趣区域的编码效率, 达到视觉上视频质量提高的效果. 为此运动物体的跟踪不需要十分精准的结果, 只需在最简单有效的算法下, 定位出对象边界即可. 故在 OpenCV 中运动对象检测的处理算法上做出改进, 算法具体步骤如下:

(1) 输入视频源文件(这里的视频文件为 video 或实时摄像机)按帧读取;

(2) 若当前帧为第一帧时, 则将当前帧存放于背景图像中, 并转化成单通道图像;

(3) 若当前帧不为第一帧时, 则将其转化成单通道图像后通过高斯滤波, 减去背景图, 得到前景图, 二值化后通过形态学滤波去掉噪声, 滑动平均更新背景;

(4) 扫描前景图, 找到左上角及右下角两个边界点并统计各行列非 0 像素点, 以边界点为界, 扫描判断像素统计值为 0 的行列, 若连续 10(经验阈值)行或列为 0, 则记下始末的行列号与原找到的边界点一起做为边界点;

(5) 绘制矩形框图, 输出结果.

图 2 表示的是 hall-objects 运动对象跟踪的结果图, 从图中可以看出改进后的跟踪算法很好的将运动对象定位出来. 单个对象时, 独立定位, 如左图; 多个运动对象时, 基于简化算法复杂度的原则, 若这些对象距离相近, 当一个对象处理, 否则独立定位, 如右图第 127 帧是出现两个运动对象, 由于此处两个对象距离相近, 故当一个对象处理.

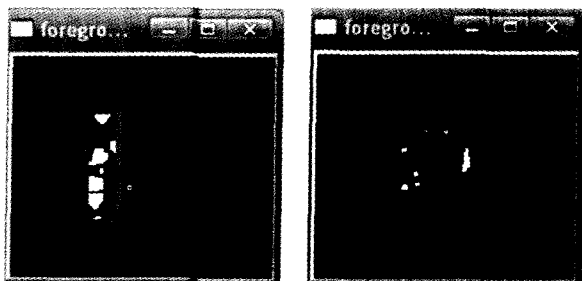


图 2 hall-objects 运动对象跟踪图

3.2 基于运动对象跟踪改进 FGS 编码

将自适应的运动对象跟踪与改进的优先编码结合起来, 得到基于运动对象跟踪的改进 FGS 编码算法, 基本原理图如图 3 所示.

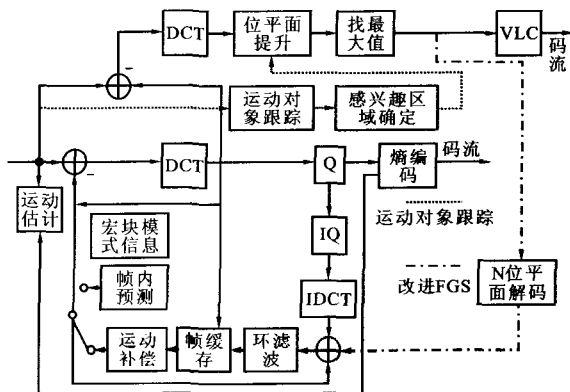


图 3 基于运动对象跟踪改进 FGS

4 实验结果及分析

模拟实验以 H. 264 标准测试模型 JM8.6 为平台, 实现了文中提出的基于运动对象的 FGS 算法. 每个序列编码 70 帧, 第一帧为 I 帧, 其余为 P 帧, 帧率为 30Hz, 熵编码方法为 CABAC, 允许率失真优化宏块模式判决, $QP=35$, 编码一个 FGS 增强层, 基本层码率为 60Kbit/s, 增强层码率为 80~280Kbit/s, 使用重建图像序列亮度分量的平均峰值信噪比($Y-PSNR$)作为视频质量的客观评价标准. 实验中选择了 hall-objects、container_qcif 和 football_qcif 3 个 QCIF 序列, 比较了采用运动对象跟踪的改进 FGS 和未采用任何提升的 FGS.

图 4 为实验结果. 可以看出, 本算法在大部分码率范围内, 基本层, 增强层的 PSNR 值高于未采用任何提升的 FGS 的 PSNR 值, 最多高出 1.7dB, 且随着码率的提高, 增强层信息对于基本层的作用越来越明显. 算法对运动缓慢的序列效果尤其明显, 如 QCIF 的 container_qcif 和 hall-objects_qcif, 因为此类图像时域相关性强, 运动补偿效果明显提高;

对运动剧烈的序列,如 football_qcif,由于此时时域相关性降低,通过提高基本层的参考图像质量提高运动补偿精度效果不太明显。

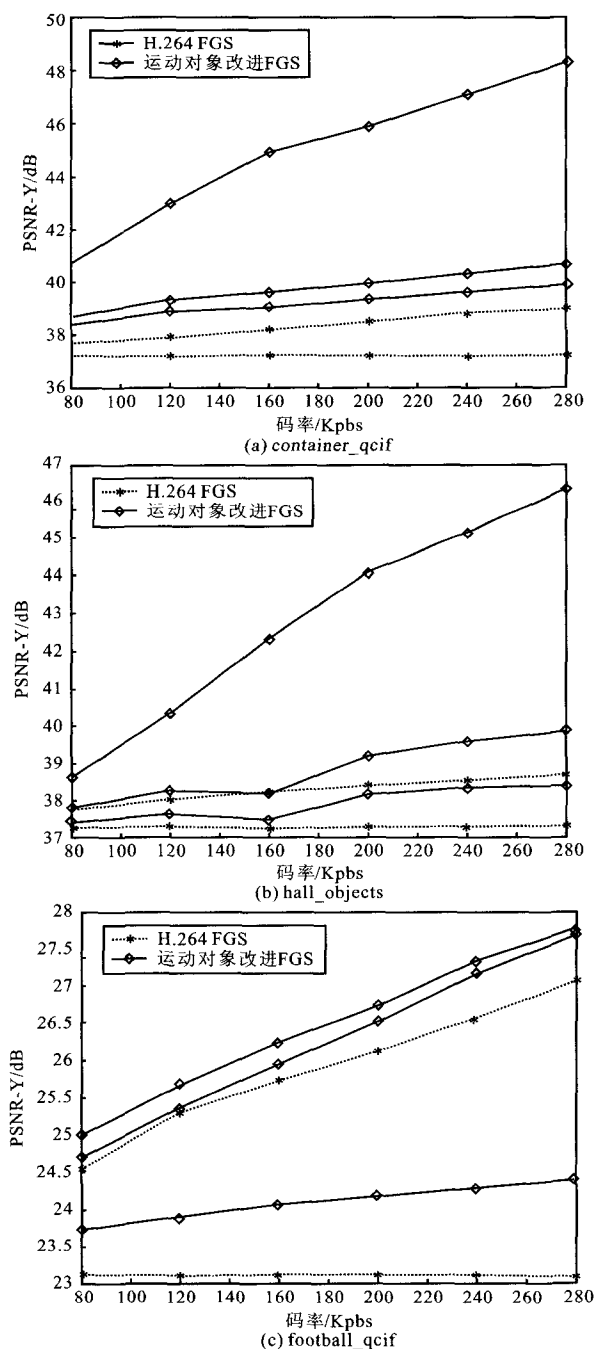


图4 实验结果

对 ROI 区域而言,背景静止的序列,如 QCIF 的 container_qcif 和 hall-objects_qcif,ROI 区域明显比整体区域 PSNR 值高,平均高出了 5dB. 随着码率的提高,PSNR 值差距也逐渐变大,原因在于此类图像运动跟踪效果更为准确,运动对象得到选择增强,当增强层码流截断时,能优先保证 ROI 的图

像质量. 增强层上 ROI 质量的提高使得基本层参考图像的 ROI 区域质量也随着提高,基本层残差图像能量下降,运动补偿效果明显;对剧烈运动的序列,如 football_qcif,此时并无单独的运动物体,运动跟踪误差较大,大量的宏块得到选择增强,选择增强则失去效果,故此选择区域上 PSNR 提高不明显。

5 结束语

基于运动对象改进的 FGS 不仅能有效的提高编码效率,而且在增强层引入独立的运动对象跟踪算法,能够自适应快速的定位运动对象,通过选择增强,提高了 ROI 区域的 PSNR 值,提高视频的主观效果. 同时,可以看到,开源库 OpenCV 的引入,可根据所开发应用程序所要实现的功能选择所需的库函数,大大减少在计算机视觉领域中的开发时间和精力,缩短程序开发的周期. 实验证明该算法复杂度低,自适应能力强,对背景相对静止的视频序列有很好的效果。

参考文献:

- [1] Wang Xianghai. Research progress on fine granularity scalability video coding[J]. Computer Science, 2006, 32(7): 4-7.
- [2] Mihaela Van Der Schaar, Hayder Radha. Double-Loop-motion-compensation fine granular scalability[J]. 计算机与数字工程, 2005(3): 57-59.
- [3] WonHyuck Yoo, Jihun Cha, WonSik Jeong, et al. A new selection method for H. 264 based fine granular scalable video coding[C]// MM'05, 2005. Singapore, Copyright ACM, 2005.
- [4] 刘瑞祯, 于仕琪. OpenCV 教程: 基础篇[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [5] Colombri A, Fusiello A, Murino V. Segmentation and tracking of multiple video objects[J]. Pattern Recognition, 2007, 40(4): 1307-1317.
- [6] 倪峰, 龚声蓉, 沈项军. 一种基于内容的快速视频运动对象分割算法[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(12): 40-43.
- [7] 李健, 史进. 基于 OpenCV 的三维重建研究[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(12): 29-32.

作者简介:

郑夜星 女, (1985-), 硕士研究生. 研究方向为视频编码与通信.

林其伟 男, (1959-), 副教授. 研究方向为视频编码与网络通信.