

# 基于目标区域清晰显示的 H.264 编码策略

刘晓明,李毓蕙,高 燕,郑华强

(重庆大学 通信工程学院,重庆 400030)

**摘 要:** H.264 是当前流行的视频编码标准,吸收了现有标准的优点,并采用了诸如帧内预测、整数余弦变换、多模式多参考帧运动估计、自适应熵编码等新技术,大大提高了视频编码的效率。在实时低速率传输的视频监控系统中,由于带宽有限,必须将码率控制在一定范围,以达到在给定码率的条件下,尽可能达到高质量的解码图像。文中采用帧间差与背景差相结合的运动目标检测跟踪及码率控制改进策略,保证目标区域(Target Region)的清晰度和平稳质量,并控制非 TR 质量波动在可接受范围内。该实时编码系统在 DSP 芯片 TMS320DM642 上实现。设计源于与中国航天时代电子公司的合作项目,设计成果将用于无人飞机无线实时视频编码传输系统,有着重要的实用意义。

**关键词:** H.264; 目标检测; 码率控制; DSP

**中图分类号:** TP311

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2010)06-0029-03

## A Coding Strategy of H.264 Based on High-definition Display of Target Region

LIU Xiao-ming, LI Yu-hui, GAO Yan, ZHENG Hua-qiang

(College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** H.264 is the latest video coding standard, and it adopts many new technologies such as intra prediction, integer cosine transform, multiple reference pictures for motion estimation, context adaptive entropy coding and so on, these methods largely improve the coding efficiency. Under real-time and low bit rate conditions, remote digital video monitoring system based on H.264 needs to be improved. In this paper, an inter-frame subtraction combining with background subtraction is used to detect the target region. To achieve the purpose of high-definition of target region under low bit rate, an optimized rate control scheme is proposed. The whole coding system is realized on TMS320DM642. The design originates from the co-operation project with some scientific research unit. The corresponding production will be used for wireless real-time video coding transmission system on unmanned aircraft. The research has important practical significance.

**Key words:** H.264; target detection; rate control; DSP

## 0 引言

在采用无线传输的实时视频监控系统中,低码率是一个关键性的指标。同时,为保证监控系统的有效性,目标区域的清晰度也需要得到保证。文中考虑对感兴趣的目标区域实行低失真或无失真编码,保证其质量。

目前,主流的视频压缩编码标准都采用了熵编码的方式,采用这种变长编码的方法提高了视频编码的压缩比,却使得编码后的输出比特数随着图像背景的复杂度、图像运动的剧烈程度和场景变换等一些不确

定的因素而大幅度的变化。因此,需要使用码率控制算法,以有效地控制视频码流的波动<sup>[1]</sup>。而对目标区域实行低失真编码后,为保持低码率稳定,需要对 H.264 的码率控制提案进行改进,以适应此应用环境<sup>[2,3]</sup>。

## 1 H.264 编码策略概述

H.264 是当前国际上最新的图像编码标准,具有优异的压缩性能和良好的网络亲和性,这对实时的视频通信是十分重要的。H.264 的编码过程主要分为以下部分:

(1) 将图像分成子图像宏块,并且以宏块作为编码单元;

(2) 当采用帧内模式编码时,对宏块进行变换量化和熵编码消除图像的空间冗余,帧内模式中还增加了

收稿日期:2009-09-02;修回日期:2009-12-12

基金项目:中国航天时代电子合作项目(JW20 \* 2007052)

作者简介:刘晓明(1962-),男,教授,硕士生导师,研究方向为电子设计自动化、通信与测控系统的三化、信号与图像处理。

帧内预测模式;

(3) 当采用帧间模式编码时对帧间图像采用运动估计和补偿方法, 针对图像序列中的变化部分编码从而去除时间冗余<sup>[4]</sup>。

在文中, 加入了运动目标检测及改进的码率控制算法, 整个编码系统在 DSP 芯片 DM642 上移植优化, 实现实时低速率视频压缩<sup>[5]</sup>。实际编码框图如图 1 所示。

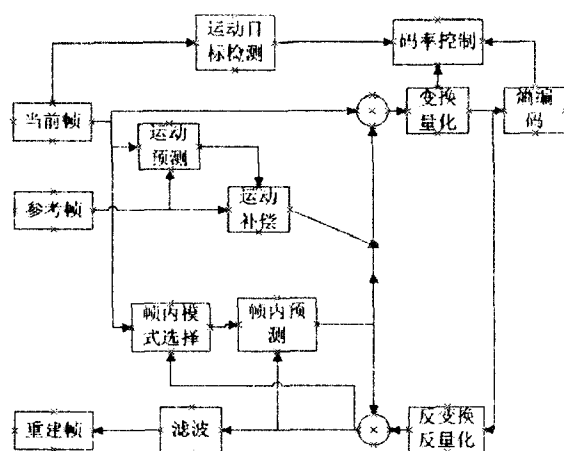


图 1 H.264 编码框图

## 2 帧间差与背景差相结合的运动目标检测与跟踪

帧间差法是在连续的图像序列中两个或三个相邻帧间, 采用基于像素的时间差分阈值化来提取图像中的运动区域, 它实时性强, 对环境的变化有较好的适应性并对噪声有较强的鲁棒性。其缺点是一般情况下不能得到运动目标比较完整的信息。文中将背景差法与帧间差法相结合, 来实现运动目标的精确检测和提取, 并进一步利用 Kalman 滤波器对运动学参数进行估计, 为目标模板匹配提供一个范围, 减少了计算量, 满足了实时监控的要求<sup>[6]</sup>。

### 2.1 背景模型的建立

对于一个固定的场景, 在没有光照变化, 没有运动对象出现的情况下, 场景中各个像素的亮度或者灰度值是符合一个随机概率分布的。高斯分布, 以某一均值为基线, 在其附近作不超过一定偏差的随机振荡, 这种情况下的场景称之为背景。因此可以对场景中的每个像素点建立高斯模型, 对新来的帧进行高斯模型的拟合来提取背景图像<sup>[2,7]</sup>。

背景模型的建立步骤如下:

(1) 取视频前  $n$  帧图像生成原始背景模型如下:

$$B = [\mu(x, y), \sigma(x, y)]$$

$$\mu(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i(x, y)$$

$$\sigma^2(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i(x, y) - \mu_i(x, y))^2$$

其中  $f_i(x, y)$  为第  $i$  帧中  $(x, y)$  处的像素值,  $\mu(x, y), \sigma(x, y)$  分别为对应位置处的均值和方差, 采用  $\mu(x, y)$  作为背景模板的像素值。

(2) 背景模型的更新: 实际的背景模板, 是通过学习每一个新帧, 并进行更新得到的。文中以方差作为判断像素是否需要更新的依据, 所以新的像素属于背景概率越大, 在更新中占的比率就越大。公式如下:

$$\mu_i = (1 - \alpha) \times \mu_{i-1} + \alpha \times f_i$$

$$\sigma_i^2 = (1 - \alpha) \times \sigma_{i-1}^2 + \alpha \times (f_i - \mu_i)^2$$

$$\alpha = \begin{cases} 0, & |f_i - \mu_{i-1}| \in [-3\sigma_{i-1}, 3\sigma_{i-1}] \\ \frac{K}{\sqrt{2\pi}\sigma_{i-1}} \exp\left(-\frac{(f_i - \mu_{i-1})^2}{2}\right), & |f_i - \mu_{i-1}| \in [-3\sigma_{i-1}, 3\sigma_{i-1}] \end{cases}$$

其中  $\alpha$  为更新因子, 是某点属于背景的概率,  $B_{i-1} = [\mu_{i-1}(x, y), \sigma_{i-1}(x, y)]$  为当前的背景模板,  $f_i(x, y)$  为当前帧图像,  $B_i = [\mu_i(x, y), \sigma_i(x, y)]$  为更新后的背景估计图像。

### 2.2 运动目标的提取及跟踪

为提取运动目标, 文中结合背景差和两帧差分, 实现比较精确的运动目标的提取。首先进行背景差, 利用当前帧更新后的背景模型  $B_i = [\mu_i(x, y), \sigma_i(x, y)]$ , 同当前帧  $f_i$  的背景模型相减得到差分图像, 然后利用阈值去除背景像素, 得到目标的二值图像  $B_i M_i$ , 同样, 可以得到下一帧图像  $f_{i+1}$  中目标的二值图像  $B_i M_{i+1}$ 。再利用背景差的结果, 进行两帧差分:

$$FM_i = \begin{cases} 0, & \text{others} \\ 1, & |B_i M_i \times f_i - B_i M_{i+1} \times f_{i+1}| \\ & < Th \vee B_i M_{i+1} = 0 \wedge (B_i M_i = 1) \end{cases}$$

对于运动目标的跟踪, 文中采用 Kalman 滤波器估计运动学参数的同时结合模板匹配, 实现对目标的跟踪。

## 3 基于 JVT-H014 提案码率控制算法改进

### 3.1 目标区域无失真量化策略

对于监控视频, 背景是不太重要的信息, 可以进行压缩比较大的有损压缩。而运动物体是非常重要的信息, 应做不改变熵值的无损压缩。在 H.264 中, 采用 52 个 Qstep 的值由一个量化参数 QP 索引。QP 每增加 6, Qstep 量化步长加倍。由于 H.264 支持帧内各个宏块的 QP 值在编码时进行设置, 因此可利用对监控视频的目标检测结果来灵活控制帧内的 QP 以及帧内特殊宏块的 QP 值, 重点考虑视频监控中的目标区域, 达到分层分块编码的目的<sup>[8]</sup>。

视频检测分析结果与  $QP$  之间的函数映射关系为:

$$QP = \begin{cases} 4, (Tr = 1) \\ \text{Update()}, (Tr = 0) \end{cases}$$

式中,  $Tr$  表示当前宏块是否属于目标区域, 若属于, 则将该宏块的量化参数  $QP$  值设为 4, 此时量化步长为 1, 进行无损压缩, 以保证质量。反之, 则根据非目标区域比特分配, 重新设定其量化参数  $QP$  值, 在下一节介绍。

### 3.2 目标区域与非目标区域比特分配

设非目标区域和目标区域的宏块编号集合分别为  $S_n^0$  和  $S_n^1$ , 数目分别为  $|S_n^0|$  和  $|S_n^1|$ 。设  $T_n^0$  和  $T_n^1$  分别为第  $n$  帧中非 TR 和 TR 的分配比特数。根据编码复杂度预测, 为使得目标区域具有平滑且清晰的视频质量, 由第  $n-1$  帧的目标区域编码比特数设定第  $n$  帧中的目标区域的残差信号编码目标比特数为:

$$T_n^1 = \sum_{j \in s_n^1} ((C_{j,n}^F)^2 / \bar{q}^2 + H_{j,n})$$

其中  $H_{j,n}$  为宏块  $MB(j, n)$  的估计头比特数,  $\bar{q} = \sum_{k \in s_{n-1}^1} q_{k,n-1} / |s_{n-1}^1|$ ,  $q_{k,n-1}$  为  $MB(k, n-1)$  的量化步长。实际量化步长均为 1。剩余比特分配给非目标区域, 非目标区域残差编码目标比特数为:

$$T_n^0 = T_n - T_n^1$$

为避免非目标区域视频质量抖动过大, 另需设定非目标区域目标比特数下界。

## 4 实验结果及结束语

基于 H.264 的开源编码器 T264, 文中对 T264 代码在 DM642 上进行了程序级和线性汇编优化<sup>[5]</sup>。实验效果如图 2 到图 4 所示。实验中, 该视频序列为 263 帧, 设定目标码率为 228kbts/s, 编码后的 264 文件大小为 326kb, 即实时码率为 247.81kbts/s。文中达到



图 2 实验效果图 1



图 3 实验效果图 2



图 4 实验效果图 3

25 帧/秒的实时压缩, 并实现运动目标区域的自动清晰显示。

### 参考文献:

- [1] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & IUTTV-CEG Document JVT-H014[M]. [s.l.]: [s.n.], 2003.
- [2] 陈 岚, 李晓辉. 改进的宏块层视频码率控制方法[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(10): 217-218.
- [3] 侯晨娟, 何小海, 曾强宇, 等. 优化的 H.264/AVC 码率控制算法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(24): 159-161.
- [4] 毕厚杰. 新一代视频压缩编码标准——H.264/AVC[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [5] 安向阳, 沈庭芝. 基于 DSP TMS320DM642 的 H.264 视频编码的实现和优化[J]. 微计算机信息(嵌入式与 SOC), 2005, 21: 128-130.
- [6] 马力妮, 郑志辉, 潘 峰. H.264/AVC 视频编码技术研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 163-166.
- [7] 刘 亚, 艾海舟, 徐光佑. 一种基于背景模型的运动目标检测与跟踪算法[J]. 信息与控制, 2002, 31(4): 315-319.
- [8] 路 羊, 李 航, 张 阳, 等. 基于 H.264 感兴趣区域平稳视频主观质量的码率控制[J]. 清华大学学报, 2009, 49(1): 90-93.