

基于运动检测的低码率视频监控系统

庞淑蓉^{1,2} 岳利军^{1,2}

¹ (中国科学院深圳先进技术研究院 深圳 518055)

² (深圳市射频集成电路重点实验室 深圳 518055)

摘要 本文提出了一个固定摄像头的低码率视频监控系统。运动检测技术与视频编码结合可以实现较低码率的实时监控,使在网络传输中对带宽、存储介质的需求更低,更经济,更有效。基于动态阈值和背景更新机制的运动检测算法可以有效地检测出当前画面的运动区域,仅对运动区域进行编码。根据测试序列的实验结果显示,在不降低视频质量的前提下,码率得到了有效下降。

关键词 动态阈值;背景更新;X264;DM642

Low Bit Rate Video Surveillance System based on Motion Detection

PANG Shu-rong^{1,2} YUE Li-jun^{1,2}

¹ (Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055, China)

² (Shenzhen Key Laboratory for RF Integrated Circuits, Shenzhen 518055, China)

Abstract The paper describes an indoor video surveillance system of lower bit rate with static camera. The combination of efficient video compression and motion detection realizes lower bit rate real-time monitoring, saving the network resource and storage space. Using the dynamic threshold and background updating, motion detection can efficiently get the moving area which is encoded by H.264. The result shows the bit rate is much lower while video image quality has no change.

Keywords dynamic threshold; background updating; X264; DM642

1 引言

随着信息技术和视频分析技术的发展,高效智能的远程监控系统得到越来越广泛的关注。H.264 压缩标准的显著优点是拥有较高的压缩比和高质量的流畅图像,被广泛应用在视频会议,视频监控等方面^[1-2]。

当在较低带宽的特殊网络环境下,有效地降低压缩码流是研究的热点。运动检测是视频分析中应用最广泛的技术,是指从序列图像中将变化区域从背景中标识出来,是图像处理和分析的关键技术。高效的视频编码和运动检测技术结合,可以实现对远程场景的实时监控和分析,有助于节省网络资源和存储空间资源^[3]。

一般来讲,在室内监控系统中,固定摄像头捕捉的画面中不变的背景占大部分,而只有连续几帧的小部分区域有变化。如果我们用运动检测技术将每帧变化的区域提取出来,用传统的 H.264 标准编码,其他不变的背景区域只用标志位标识,这样就可以有效地降低压缩码流。在解码端,通过标识位将背景中相对应的像素拷贝到当前帧中未编码的区域,进行后处理可实现图像解码。

2 系统设计

整个系统(见图1)是由摄像头,DSP 开发板(DM642),网络设备,PC 客户端和显示器组成的。由摄像头和 DSP 开发板实现视频采集,运动检测,

视频编码、发送；PC端和显示器实现视频数据的接收、存储、解码和显示功能。



图1 系统设计图

图2显示了系统的工作流程图：当系统上电后，客户端向服务器发送视频请求，摄像头开始采集视频图像CIF (352×288 像素)，服务端(DSP开发板)执行运动检测，H.264编码，发送视频数据，通过WIFI网络设备实现传输，PC客户端接收、存储、解码视频数据而后在显示器上播放。

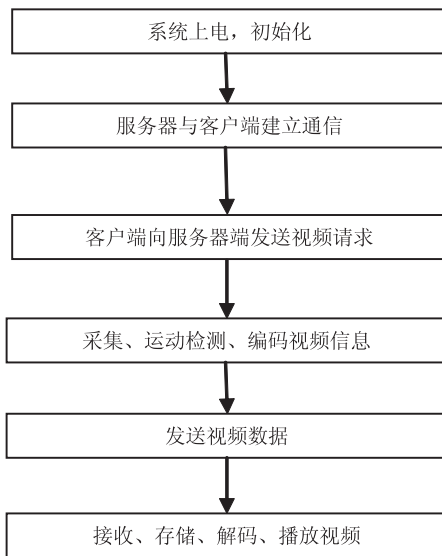


图2 系统工作流程图

系统采用的编解码方案为开源的X264。X264是一种实用性较强的符合H.264/MPEG-4 AVC视频压缩标准格式的编码库。与JM模型相比，X264去除了一些对效果贡献少且计算复杂度高的算法，且易移植于DSP中，能在较低码率和较高图像质量的平衡下实现高效的编解码^[4]。

X264编码器的主要函数如下：

(1) 参数设定

```
void x264_param_default(x264_param_t *param)
```

(2) 初始化

```
handle = H264Encode_Creat(width, height)
```

(3) 编码函数

```
int H264_Encode_Encode(void *handle, unsigned char *inbuffer, unsigned char *U, unsigned char *V, unsigned char *outbuffer, int bufflen, int *length, int *Key)
```

3 软件设计

系统软件由服务端软件和客户端软件组成。服务端软件负责图像采集，运动检测，编码，传输。客户端软件负责数据接收，存储，解码，播放。图3为系统的软件工作流程图。

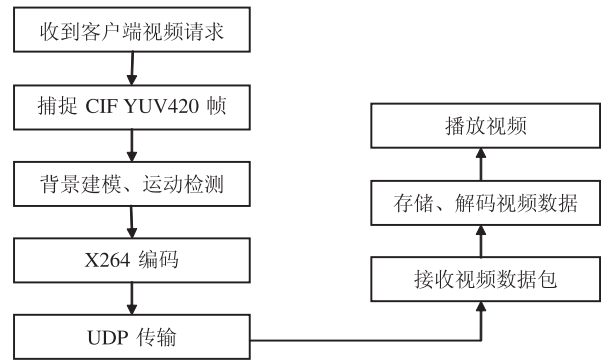


图3 系统软件流程图

运动检测中常用的算法有：背景差分，帧差分，光流法和模式匹配法等。光流法和模式匹配法计算复杂度高，不适合实时检测。背景差分法简单，计算速度快，检测准确，适合于背景变化不大的场景，但它在环境剧烈变化的场景下，算法效果不理想。帧差分算法在背景变化场合，通过检测相邻两帧对应位置的像素值变化来检测运动区域，但对噪声十分敏感。帧差分、背景差分算法以及背景更新机制相结合，可以更加高效地实现运动检测^[5]。

3.1 背景建模

首先，以第一帧来初始化背景帧。用OTSU^[6]自动计算阈值，用帧差分 and 背景差分动态更新背景来适应真实场景。 α 值是比较小的，可以有效地从背景帧中分离出运动区域，但是如果太小的话，背景建模的自适应性会很差^[7]。

$$f_B(x, y) = \alpha * f_B(x, y) + (1 - \alpha) * f_i(x, y) \quad (1)$$

3.2 动态阈值

传统阈值 T 是一个常数，没有自适应性，不能随着环境场景的变化来调节。这里，我们采用了OTSU自动确定阈值，增加了动态阈值 ΔT 。

$$\Delta T = \frac{\lambda}{3M * N} \sum_{i=1}^3 \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} |f_i(x, y) - f_B(x, y)| \quad (2)$$

那么，动态阈值 $T = \text{threshold} + \Delta T$ 。 λ 是抑制因子，根据场景来设定。 $M * N$ 表示图像的大小。 ΔT 反映了整个场景的变化情况。如果图像亮度变化比较小

时, ΔT 接近于 0, 相反若图像亮度剧烈变化时, ΔT 比较大, 这样就抑制了整个光照变化带来的影响。

3.3 运动检测

(1) 相邻两帧图像用 $f(x,y,t_k)$, $f(x,y,t_{k-1})$ 表示。
 $DF(x,y,t_k)$ 表示帧差。

$$DF(x,y,t_k) = f(x,y,t_k) - f(x,y,t_{k-1}) \quad (3)$$

(2) 背景差分用 $DB(x,y,t_k)$ 表示。

(3) b 是一个接近于 0 的调整因子。帧差分分和背景差分的加权和为 $D(x,y,t_k)$ 。

$$D(x,y,t_k) = b * DB(x,y,t_k) + (1 - b) * DF(x,y,t_k) \quad (4)$$

(4) 大于阈值 T 的即为运动区域。

$$M(x,y,t_k) = \begin{cases} 1 & D(x,y,t_k) \geq T \\ 0 & D(x,y,t_k) < T \end{cases} \quad (5)$$

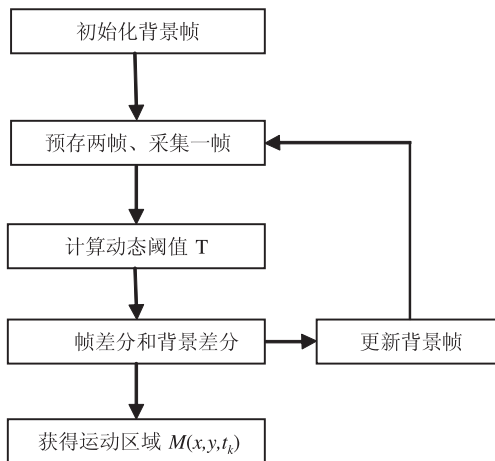


图 4 为运动检测流程图

4 仿真结果

用运动检测技术, 将采集的当前帧的运动区域从背景帧中提取出来, 然后对提取的运动区域进行编码。运动检测后, 仅有小部分的区域用 H.264 编码, 而大部分未变化的部分用标识位标记, 将标识位编入码流。在解码端, 运动区域通过正常的 H.264 解码, 标识位也要解码。通过标识位, 从背景帧中相应的部分拷贝到当前解码帧的区域^[8]。

表 1 是加入运动检测算法和未加入运动检测的 H.264 编码结果比较。使用了 6 个测试序列来测试结果。由此可知, 加入运动检测前后的码率有了显著的下降。

图 5 为与表 1 测试序列名称依次相对应的图, 均为静态背景下的序列。左边为加入运动检测算法之后的解码图像, 右边是原始图像。本文算法对固定摄像头下的运动缓慢的物体是有效的, 对于剧烈运动下的情况效果不太理想。



图 5 加入运动检测算法的解码图像与原始图像比较

表 1 算法结果比较

| 测试序列 | 本文算法码率 | H.264 编码码率 | 下降率 |
|----------------|--------|------------|-------|
| Hall(cif) | 99.6 | 121.0 | 17.7% |
| Tempete(cif) | 302.0 | 518.0 | 41.7% |
| Pairs(cif) | 175.9 | 357.8 | 50.8% |
| Waterfall(cif) | 168.2 | 336.7 | 50.0% |
| Stefan(cif) | 305.0 | 722.0 | 57.8% |

5 结束语

本文基于运动检测和视频压缩提出了固定摄像头的低码率视频监控系统。动态阈值和背景更新有效地实现了运动区域的提取,在图像质量没有变化的情况下,有效地降低了视频压缩码流,节约了视频存储空间,达到了预想的结果。

参 考 文 献

- [1] Freer J A, Beggs B J, Fernandez-Canque H L, et al. Automatic intruder detection incorporating intelligent scene monitoring with video surveillance [J]. European Conference on Security and Detection, 1997(4): 109-113.
- [2] Takano T, Ushita K. Intruder detection system by image processing [C] // Proceedings of Institute of Electrical and Electronics Engineers Annual International Carnahan Conference on Security Technology. 1994: 31-33.
- [3] Wu F, Zhang K, Gao Y. Arguments of H.264 and relevant video coding standards [J]. Cable Technology, 2006(2): 12-15.
- [4] Wang L Q, Li R X, Wang Y Z. A video surveillance system based on X264 and streaming media [J]. Computer Security, 2007(7): 13-15.
- [5] Cucchiara R, Piccardi M, Prati A. Detecting moving objects, ghosts, and shadows in video streams [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2003, 25(10): 1337-1342.
- [6] Wang H Z, Dong Y. An improved image segmentation algorithm based on Otsu method [C] // Proceedings of the SPIE, 2007, 6625: 662501-662508.
- [7] Collins R, Lipton A, Kanade T. A system for video surveillance and monitoring [C] // In Proceedings of American Nuclear Society(ANS) Eighth International Topical Meeting on Robotics and Remote Systems, 1999: 25-29.
- [8] Li Q H, Li A X, Yu F. Improved video compression for indoor video surveillance application [C] // The 2nd IEEE International Conference on Advanced Computer Control(IEEE-ICACC2010), 2010: 452-455.