

# 基于 CDMA 和 MPEG-4 的移动视频监控的实现

王志良, 金洁华, 刘冀伟, 牟世堂  
(北京科技大学信息工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 在该移动视频监控系统中, 采用 MSTFP 模型来预测 CDMA 无线网络下一时刻的有效带宽。以此为基础, 结合 H.263 与 XVID 代码中调节器的设计, 设计并实现了基于缓存容量反馈控制法的自适应码率控制策略。实验表明, 通过 CDMA 网络传输, 视频速率与信道速率得到了良好匹配, 实现视频很好的传输与显示。

**关键词:** CDMA; MPEG-4; 码率控制; 视频监控系统

## Realization of Motional Video Surveillance System Based on CDMA and MPEG-4

WANG Zhiliang, JIN Jiehua, LIU Jiwei, MOU Shitang

(Information Engineering College, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083)

**【Abstract】** In this motional video surveillance system, MSTFP model is adopted to predict the next-time available bandwidth of CDMA. Based on it, referring to the design of the regulator in H.263 and the XVID codes, the scheme designs an auto-adapted rate-control strategy based on buffer capacity and feedback control. The experiment shows that the video speed and the channel rate obtain a good match, and provides a better transmission and display of the video.

**【Key words】** CDMA; MPEG-4; Rate control; Video surveillance system

当前网络技术的不断提高与普及, 有线与无线通信网络逐渐融合, 视频编码压缩逐渐向高压压缩率、高质量、低传输率发展。随着无线网络的带宽的不断增加和视频压缩技术的不断发展, 基于它们的应用越来越广泛。如对重要区域或远程地点的监视和控制的移动视频监控系统。

本文介绍本实验室共同开发的移动视频监控系统, 描述了针对视频图像传输过程中 CDMA 网络带宽较窄而采集端视频流较大的问题, 在系统中采用一些优化策略, 最后作了简单的总结。

### 1 系统简介

系统主要由视频采集的车(船)载终端、监控中心和 CDMA 网络和 GPS 系统 4 部分构成。其系统结构如图 1 所示。视频采集端采用 MPEG-4 的压缩技术, 通过 CDMA 网络传送实时监控图像到监控中心, 并且利用 GPS 来实现自身定位。监控中心主计算机 ADSL 连上局域网, 与采集端交互, 可对前方摄像机进行远程控制。



图 1 移动图像实时监控系统结构

车(船)载终端的视频是由 CCD 摄像头经视频采集压缩卡获得。采集压缩卡采用 MPEG-4 的压缩技术, 可动态设置

帧结构、帧率和图像质量, 即在压缩过程中可改变帧率和量化系数, 无须停止、启动压缩。通过动态修改量化系数可控制压缩码率, 当码率太高时, 加大量化系数; 当码率太低时, 减少量化系数。

采集端的视频流在一定范围内是可以控制的; 但 CDMA1X 无线网络传输信道较窄, 并且不稳定。要利用 CDMA1X 网络来传输视频流, 在一定的传输率限制的条件下取得最好的视频质量, 就必须采用相应的优化策略。

### 2 优化策略

先对 CDMA1X 无线网络进行带宽预测, 再采用相应的控制策略, 对码率自适应调整, 使视频能正常地传输, 从而获得较好的视频质量。

#### 2.1 带宽预测

带宽预测是进行码率控制的先决条件。本系统依照 MSTFP 模型<sup>[3]</sup>预测出下一时刻的网络有效带宽, 用于调整视频流输出速率, 避免网络拥塞的发生。要使用 MSTFP 模型预测有效带宽, 需要先获得包丢失率  $loss$ , 传输时间 (Round Trip Time, RTT), 传输超时 (Time Out, TO) 的参数。

##### 2.1.1 估算包丢失率 $loss$

数据包在网络上传输过程可以通过一个具有两个状态 (状态 R-数据包传输成功; 状态 L-数据包传输失败) 的

**基金项目:** 北京市“现代信息科学与网络技术”重点实验室项目 (TDXX0503); 国家自然科学基金资助项目 (60573059); 北京科技大学基金资助重点项目

**作者简介:** 王志良(1956 - ), 男, 教授、博导, 主研方向: 智能控制理论, 网络控制系统, 机器人技术, 虚拟人技术及人工心理; 金洁华, 硕士; 刘冀伟, 硕士、副教授; 牟世堂, 副教授

**收稿日期:** 2005-11-28 **E-mail:** jiehuajin@163.com

MarKov链(MarKov chain)来描述,这就是Gilbert模型<sup>[5]</sup>,如图2所示。p、q为状态R、L之间相互状态的概率。

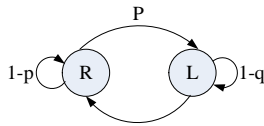


图 2 Gilbert 模型

系统处于数据包传输失败的概率即数据包丢失率为

$$\rho_{loss} = \frac{TL}{TL+TR} = \frac{q}{p+q} \quad (1)$$

其中:  $T_R$ 、 $T_L$ 分别为系统处于状态R、L的时间,它们可以通过对视频数据包中的时序信息和数据包之间的传输情况的依赖性进行分析求出。

### 2.1.2 估算传输时间, 传输超时

视频发送端按正常的时间(20ms-200ms)从接收端反馈回来的信息,根据这些反馈信息,来估算传输时间,公式如下:

$$RTT = \alpha * RTT' + (1-\alpha) * (now - ST_1 - \Delta PT) \quad (2)$$

其中,  $RTT'$ 为当前数据的往返传输时间;为常数,取  $\alpha = 0.75$ ;  $TO$ 采用TCP协议同样的算法来计算。

### 2.1.3 有效带宽的估计

当视频发送端获得  $\rho_{loss}$ 、 $RTT$ 、 $TO$ 等参数后,以MSTFP模型为依据,用以下公式来估算端到端网络路径的有效带宽:

$$B = \frac{p}{RTT * \sqrt{2 * \rho / 3 + 3 * TO * \rho} * \sqrt{3\rho / 8 * (1 + 32 * \rho * \rho)}} \quad (3)$$

其中,  $p$ 为数据包的大小。

## 2.2 码率控制

本系统中比特率控制采用了缓存容量反馈控制法,如图3所示。

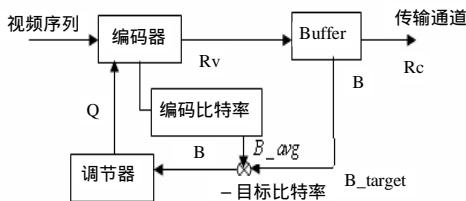


图 3 基于缓存的反馈速率控制

视频编码后产生视频码流率  $R_v$ 是可变的。假设受限的信道速率为  $R_c$ ,为了使可变的编码速率  $R_v$ 和信道速率  $R_c$ 相匹配,编码器中设置了一个缓存器。随着每一帧被编码,编码数据以可变的  $R_v$ 速率填充缓存器,以  $R_c$ 速率移出缓存。由于没有对变化的速率  $R_v$ 有限制,缓存的数据既有可能漫出(上溢),也有可能变空(下溢)。为了避免这种情况的发生,可将缓存的占有率  $B$ 的信息“反馈”到编码器去控制量化步长  $Q$ 。随着  $B$ 的增加/减少,  $Q$ 也随着增加/减少,这就引起压缩率的增加/减少,始终维持缓存容量在一个合理的范围内。为了快速准确地调整量化步长  $Q$ ,调节器的设计就显得非常重要。结合 H.263 与 XVID 代码中调节器的设计,采用 H.263 的 R-D 模型,并进行了部分改进。

R-D 模型在 H.263 中使用的时候,提出了一些类似的方法来改动  $Q$  值,例如文献[1]中:

$$\rho_m^R = 1 - \frac{B_m^R}{\lambda} \cdot \frac{N_{MB}}{N_{MB} - m}$$

其计算出  $k = \frac{\rho_m^R}{\rho_m^P}$ ,第  $m+1$  个宏块的量化系数  $Q_{m+1}$  如下:

$$Q_{m+1} = \begin{cases} Q_n + 3 \dots \dots \dots 1 + 3\delta_k \leq k < +\infty \\ Q_n + 2 \dots \dots \dots 1 + 2\delta_k \leq k < 1 + 3\delta_k \\ Q_n + 1 \dots \dots \dots 1 + \delta_k \leq k < 1 + 2\delta_k \\ Q_n \dots \dots \dots 1 - \delta_k \leq k < 1 + \delta_k \\ Q_n - 1 \dots \dots \dots 1 - 2\delta_k \leq k < 1 - \delta_k \\ Q_n - 2 \dots \dots \dots 1 - 3\delta_k \leq k < 1 - 2\delta_k \\ Q_n - 3 \dots \dots \dots -\infty \leq k < 1 - 3\delta_k \end{cases} \quad (4)$$

其中:  $B_m^R = T_n - B_m^P$ ,  $T_n$ 为目标比特数,  $B_m^P$ 为已编第  $n$  帧图第  $m$  个宏块的比特数,  $N_{MB}$ 为每一帧的宏块总数量。  $\sigma_k = \frac{0.67}{C} * 2^{Q_n/6}$ ,  $C=3000$ 。

在本图像监控系统中,只能对单帧图的量化系数进行调整。以 MPEG-4 为基础,引入了类似的 R-D 模型,在使用调节器的过程中,图像在开始的一段时间,产生扭曲的现象。为了较好地解决这个问题,从以下几个方面来改进调节器:

(1)设计一个类似的调节器,对  $Q$  的调整只能按照整数进行调整。

(2)为了防止  $Q$  一次性调整过大,在每次修改  $Q$  时,将  $Q$  限制在一定范围内,避免发生严重的抖动。

(3)计算每 50 帧产生的码率,作为编码比特率,可以很好地消除单个或者少数几帧产生的编码误差。

(4)在编码的时候,由于在视频序列的起始帧 I 是帧内编码,产生的高码流将会引起量化步长持续升高,使图像质量产生扭曲,新的调节器中, I 帧不参与调节器的参数统计,能够很好地解决此问题。调节器如下:

$$\Delta B = B_{avg} - B_{target} \arg et$$

$$\text{if } \Delta B > 0, Q = Q + \left( \frac{B_{avg}}{B_{target}} - 1 \right), Q \uparrow$$

$$\text{if } \Delta B < 0, Q = Q - \left( \frac{B_{target}}{B_{avg}} - 1 \right), Q \downarrow \quad (5)$$

1)帧不参与此调节器的参数统计;2) $B_{avg}$ 为 50 帧产生的平均比特率,  $B_{target}$ 为目标比特率,采用式(3)的结果;3)本系统中板卡的量化系数取值范围是 12~30,量化系数越低图像质量越好,一般取值法为:取 I 帧和 P 帧一样大, B 帧比它们大 3 到 5,量化系数初始值:  $QP_I = QP_P = 18$ ,  $QP_B = 23$ 。同时每帧的量化步长的变化限制在  $(Q-2, Q+2)$  之内。

## 3 结束语

本系统采用改进后的 R-D 模型,设计基于缓存容量的反馈控制调节器,通过预测 CDMA 下一时刻的带宽,作为调节器的目标比特率,进行码流率自适应控制,实现了一个移动视频监控系统的。使用结果表明,与未使用任何优化策略相比,用户能够获得更为清晰流畅的视频图像。

## 参考文献

- Milani M, Celetto L, Mian G A. A Rate Control Algorithm for the H.264 Encoder[C]. Proceedings of the Sixth Baiona Workshop on Signal Processing in Communications, Baiona, Spain, 2003:390-396.
- Ma Siwei, Gao Wen, Wu Feng. Rate Control for JVT Video Coding Scheme with HRD Considerations[C]. The 2003 IEEE International Conference on Image and Processing, Barcelona, Spain, 2003: 793-796.
- Zhang Qian, Zhu Wenwu, Zhang Yaqin. Network-adaptive Rate Control with TCP-Friendly Protocol for Multiple Video Objects[C]. Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo. (II) 2000: 1055-1058.
- 陈佳科. 基于 H.264 视频压缩标准的码率控制算法研究[D]. 北京: 北京科技大学, 2005.
- 兰帆, 张尧弼. 基于 Gilbert 模型的网络丢包仿真[J]. 计算机工程, 2004, 30(增刊): 200-201,203.