

文章编号:1004-1478(2011)06-0012-04

# 无线网络中基于 PSNR 的视频数据流传输仿真分析

刘书如, 蔡增玉, 甘勇, 聂南

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**针对无线网络环境低带宽、高错误率和高时延的特点,在 NS2 中建立仿真模型,利用基于 PSNR 的客观质量评估方法,分别对不同的数据包错误率、压缩量化参数、GOP 的长度、数据包的长度对于图像质量的影响进行仿真分析.仿真结果给出的结论为无线网络更加有效地进行视频数据流传输提供了有益的参考.

**关键词:**峰值信号与噪声比;无线网络;视频数据流传输

**中图分类号:**TP393 **文献标志码:**A

## Simulation study of transmission of vedio data streams through wireless area network based on PSNR

LIU Shu-ru, CAI Zeng-yu, GAN Yong, NIE Nan

(College of Comp. and Com. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In view of the low bandwidth, the high error rate and the high delay of wireless networks, simulation model in NS2 was established. The simulation analysis of the different packet error rate, the compression quantisation parameter, the length of GOP and packet for image quality based on the PSNR evaluation method respectively were carried out. The result of the simulation analysis provides the beneficial reference for the wireless network more effectively in vedio data transmission.

**Key words:** peak signal-to-noise ratio (PSNR); wireless network; transmission of vedio data stream

## 0 引言

随着无线网络的广泛应用,对多媒体数据流(如音频和视频)的服务质量提出了更高的要求.在无线网络环境下,由于无线链路本身的特性及终端可能处于不停的移动中,数据包的错误率较高.因此在这种特殊的环境中传送视频图像的时候,要进

行高吞吐量、低时延的传输,并能在接收端把数据恢复到公众认可比较好的质量程度<sup>[1]</sup>,就必须对影响视频图像质量的各种因素进行研究<sup>[2]</sup>.文献[3]仅对压缩量化参数对图像质量的影响进行了仿真.截至目前,很少有人 802.11 环境中研究多因素影响下图像质量的性能仿真.本文拟在文献[4]提供的 NS2-MyEvalvid 基础上,分析数据包长度、数据传

收稿日期:2011-04-21

基金项目:河南省自然科学基金项目(0611054800);河南省科技攻关项目(112102210322);河南省教育厅自然科学研究计划项目(2009A520032)

作者简介:刘书如(1979—),男,河南省南阳市人,郑州轻工业学院讲师,硕士,主要研究方向为网络移动性管理.

输错误率、GOP 长度及压缩量化参数对图像质量的影响,并且通过仿真进行评估分析,以期为进一步研究无线网络中视频图像的传输质量提供一定的理论依据.

### 1 影响视频质量因素及关联

在 MPEG 编码中,被编码的视频串流会被分类成 3 种不同的画面,分别是: I-frame (Intra-coded frame), P-frame (Predictive-coded frame) 和 B-frame (Bi-directionally Predictive-coded frame). I-frame 是以它本身的数据内容作为编码,也就是不参考其他画面, P-frame 是参看先前被编码的 I-frame 或 P-frame 及本身的画面数据去做编码, B-frame 则是参考先前及后来的 I-frame 或 P-frame 及本身的数据做编码. 一般来说, MPEG 图像可以以 GOP 为单位进行分解和编码,如图 1 所示. 1 个 GOP 的样式可以用  $G(N, M)$  来表示,其中  $N$  表示从 I-frame 到 I-frame 之间的画面数,  $M$  表示从 I-frame 到 P-frame 的画面数. 例如图 1 中  $G(12, 3)$  表示 1 个 GOP 中有 1 个 I-frame, 3 个 P-frames 和 8 个 B-frames.

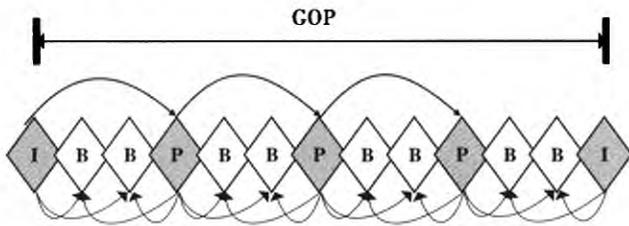


图 1 MPEG 编码

从图 1 还可以看出,最后一个 I-frame 表示下一个 GOP 的开始,箭头指示着 P-frame 和 B-frame 是根据之前或之后的 I-frame 或 P-frame 来做编解码操作的.

#### 1.1 GOP

在一个 GOP 中,如果 I-frame 的数据包在传输过程中丢失,则接收端将无法正确地进行译码,其后所有的 P-frame 和 B-frame 都无法进行译码的操作. 这将导致所有属于该 GOP 的画面都是无用的,使得整个画面质量明显降低.

在无线网络环境下,无线链路本身的特性及终端可能处于不停的移动中,这会导致数据包的错误率增加. 那么,在这种特殊的环境中传送视频图像的时候,就必须考虑无线网络的状况,然后决定采用何种 GOP Pattern. GOP 的类型如表 1 所示.

表 1 GOP 长度

帧频率	GOP 长度
IBBPBBPBBPBBI...	12
IIIIIIII...	1
IPIPIP...	2
IPPIPI...	3
IPPPIPPI...	4
IBIBI...	2
IBBIBBI...	3
IBBBIBBBI...	4

#### 1.2 压缩量化参数(Q 值)

在进行图像编码时,可以选用不同的量化标准进行图像压缩. 选用比较大的量化标准时,编码出来的图像质量较差,但所需的数据量较小;而选用比较小的量化标准时,编码出来的图像质量比较好,但所需数据量较大. 数据量的大小会影响到每个 frame 所分割的数据包数目. 在网络状况不好的情况下,如果每个 frame 要分割的数据包数太多的话,则包含此 frame 的数据包丢失的可能性会增大,这将导致 frame 不可解码的概率增大,故在此情况下,应该采用较大的量化标准,降低 frame 数据量. 这虽然在编码时会降低图像质量,但是译码出来的图像会比解不出来的图像质量要好.

#### 1.3 数据包的长度(MTU)

无线网络上传图像时,数据包长度会影响每个 frame 分割出来的数据包数目. 此外,数据包长度的大小也会影响到网络上数据包错误率的大小. 因此数据包长度是在网络上传输多媒体数据流时重要的影响因素.

#### 1.4 数据包的错误率

在网络上进行视频流传输时,网络上的数据包错误率将会严重影响到图像传输的质量. 现在的图像编码技术大多采用分层的编码方式,前面丢失的数据包将会导致后来的画面无法译码,从而导致传输的图像流质量极差,故现今网络上的数据包错误率将大大影响到传输中的图像串流.

## 2 基于 PSNR 的评估方法

图像质量客观评测方法是利用客观数学评测模型进行视频质量的评估<sup>[5]</sup>. 相对于主观评价而言,利用数学方法进行客观评估具有速度快、费用低和可以嵌入到数字系统等优点,是目前普遍使用的质量评价方法.

图像质量客观评测方法是求解原始图像和终

端接收到的图像之间的误差. 最常用的测试标准是峰值信号与噪声比 PSNR (peak signal-to-noise ratio). 对于大小为  $M \times N$  的原始数字图像  $f(x, y)$  和压缩后的图像  $g(x, y)$ , 有

$$PSNR = 10 \lg \frac{(2^n - 1)^2}{MSE}$$

其中,  $(2^n - 1)^2$  为图像中最大可能的信号值平方,  $n$  表示每个像素的比特数;  $MSE$  是原始图像和被测图像之间的均方误差, 即

$$MSE = \frac{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [g(x, y) - f(x, y)]^2}{MN}$$

图像的质量用 PSNR 值来衡量. 如果同一像素点原始图像与被测图像差异越小, 则 PSNR 值就越大, 即被测图像保留原图像质量的成分就越高, 从而图像质量也就越高.

### 3 仿真分析

#### 3.1 仿真模型

为了对无线网络中图像传输质量进行评估, 利用网络仿真软件 NS2 建立一个仿真模型<sup>[6-7]</sup>, 配置如图 2 所示.

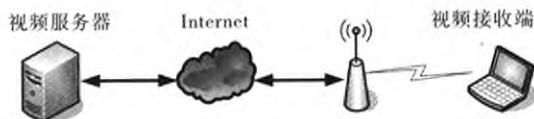


图 2 系统仿真模型图

视频服务器通过 Internet 和无线网络传送到视频接收端, 介于视频服务器和无线接入点的连接为有线网络. 因为本次仿真评估的环境是无线网络, 所以假设有线网络上不会发生任何数据包丢失. 图中的无线网络采用的是 802.11 协议, 在此无线网络上会发生数据包丢失的情况, 因而会导致传输的视频质量变差.

#### 3.2 结果分析

在 NS2 中建立仿真模型, 分别考察数据包长度、压缩量化参数、数据包传输错误率及 GOP 长度对 PSNR 的影响, 并分析各参数之间的关联性.

##### 3.2.1 数据包长度与传输错误率的关联性分析

分别设置无线网络的数据包错误率为 0.02, 0.05, 0.08; 压缩量化参数设为 10; GOP 长度设为 9; 数据包长度 MTU 分别为 200, 400, 600, 800, 1 000. 仿真结果如图 3 所示.

从图 3 可知, 数据包的长度越长, 图像质量就越

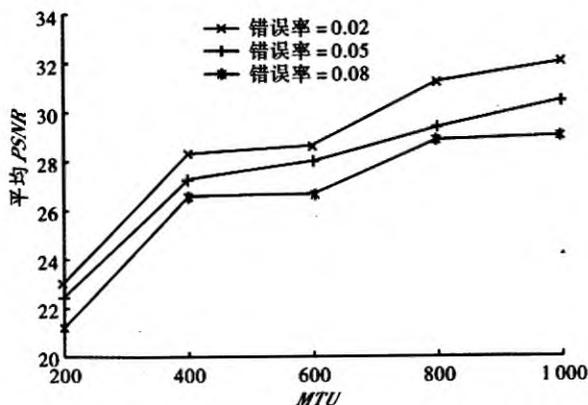


图 3 数据包长度与传输错误率关联性仿真

高. 这是因为在同一个图像中, 如果所使用的数据包长度越长, 则代表一个画面所需要分割的数据包数越少, 而此时数据包的错误率都是相同的, 故其丢失的数据包较少, 所以其图像质量比较高.

##### 3.2.2 压缩量化参数与数据包长度的关联性分析

为了讨论压缩量化参数与图像质量之间的关系, 在仿真模型中, 设置无线网络的数据包的错误率为 0.01; 数据包的长度 MTU 为 200, 600, 800; GOP 的长度设为 9. 分别对压缩量化参数是 2, 10, 20, 31 这 4 种情况下的 PSNR 进行仿真, 结果如图 4 所示.

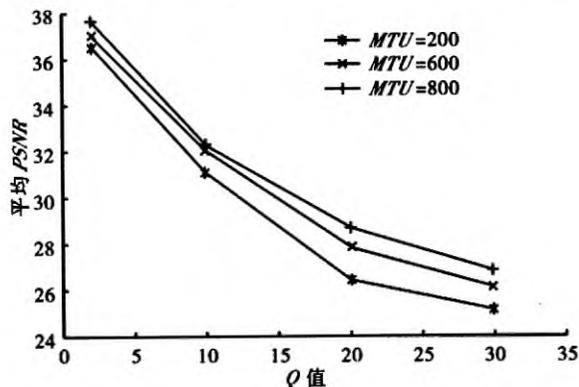


图 4 压缩量化参数与数据包长度关联性仿真

由图 4 可知, 压缩量化参数  $Q$  值越大, 其图像质量就越差. 这是因为图像压缩时, 所使用的量化参数较大, 压缩出来的图像质量会较差, 故此通过网络传送到接收端时, 其图像质量也会比量化参数较小的图像要差. 在相同的压缩量化参数下, MTU 值越大, 图像的质量越高.

##### 3.2.3 数据包错误率与 GOP 长度关联性分析

设置 MTU 为 1 024, 压缩量化参数  $Q$  值为 10. 为了测试不同的数据包错误率和 GOP 长度对图像质量 PSNR 的影响, 需要分别建立 2 个仿真场景.

1) 测试 GOP 长度为 9, 数据包错误率分别是 0.0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10.

2) 测试 GOP 长度为 15, 数据包错误率分别是 0.0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10.

其仿真结果如图 5 所示.

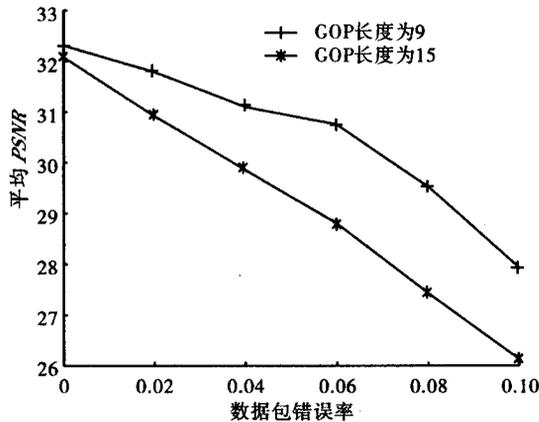


图5 不同的数据包错误率及 GOP 长度的平均 PSNR

从图 5 可以看出,使用 GOP 长度较短的图像,其质量比使用 GOP 长度较长的图像质量好.并且当数据包错误率越来越大时,两者的质量差越来越大.这主要是因为数据包错误率越大时,数据包丢失的概率越高,那么在此时假如丢失的是属于 I-frame 的数据包,就会导致在同一个 GOP 里的画面都变成不可译码的.而在 GOP 长度较长的图像中,I-frame 丢失后必须等到下一个 I-frame 到来时,图像才会恢复成原来的画面,等待时间较长.而使用 GOP 长度较短的图像,其等待时间较短,故恢复的时间也比较短,因此可以得到较好的图像质量.

## 4 结论

分析了在无线网络环境下多媒体数据的传输中

影响图像质量的几个因素,并在 NS2 中建立仿真模型,分别对不同的数据包错误率、压缩量化参数、GOP 长度、数据包的长度建立仿真场景.仿真结果表明,这些因素都会影响图像传输质量.相关结论为无线网络中更加有效地进行多媒体数据流传输提供了有益的参考.

## 参考文献:

- [1] Tong Yu-bing, Zhang Qi-shan. Video quality assessment methods overview [J]. J of Computer-Aided Design & Comp Graphics, 2006, 18(5): 735.
- [2] Li Gui-ling, Wang Nan-nan, Zhang Qiang. Study of moving image quality evaluation base on MPEG-2 system [J]. J of Tianjin Univ, 2001, 34(5): 573.
- [3] 廖勇, 杨士中. 量化因子在 IEEE 802. 11b/e 无线局域网视频流传输中的图像质量性能仿真研究 [J]. 计算机科学, 2010, 37(6): 36.
- [4] Yu Chia-yu, Ke Chih-hneg, Shieh Ce-kuen. MyEvalVid-NT a simulation tool-set for video transmission and quality evaluation [C] // IEEE Tencon Conf, Hong Kong: IEEE Press, 2006: 1-4.
- [5] 杨嘉琛, 侯春萍. 基于 PSNR 立体图像质量客观评价方法 [J]. 天津大学学报: 自然科学版, 2008, 41(12): 1448.
- [6] Surucu D, Surucu M, Ozturk E. Performance comparison of 802. 11 and 802. 16 technologies for video transmission in NS2-EvalVid [C] // IEEE 16th Signal Proc Com and Applications Conf, Aydin: IEEE Press, 2008: 1-4.
- [7] Abdel Hady M, Ward R. A framework for evaluating video transmission over wireless AdHoc networks communications [C] // IEEE Pacific Rim Conf on Comp and Signal Proc, [s. l.]: IEEE Press, 2007: 78-81.