

# 基于 RTP 与模板卷积法的视频无线传输技术<sup>①</sup>

汪宋良<sup>1</sup>, 卓微<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(宁波城市职业技术学院 信息学院, 宁波 315100)

<sup>2</sup>(宁波大学 信息学院, 宁波 315211)

**摘要:** 速率控制和差错控制是视频传输系统重点研究内容, 在 RTP 实时传输协议和 MPEG-4 码流分包的基础上, 提出了采用一种新的基于 RTCP 反馈的自适应分包技术和基于模板卷积的计算运动矢量的方法. 该技术能有效解决高分辨率、大数据量视频图像在无线视频传输中的丢包率难题. 通过实验结果表明, 该技术能保证无线视频实时传输质量.

**关键词:** RTP; 自适应分包法; 差错掩盖; 无线视频传输; 模板卷积

## Technology of Video Wireless Transmission Based on RTP and Template Convolution

WANG Song-Liang<sup>1</sup>, ZHUO Wei<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Ningbo City College, Vocational Technology, Ningbo 315100, China)

<sup>2</sup>(Ningbo University, Ningbo 315211, China)

**Abstract:** The paper proposes adaptive subcontracting technology using a new RTCP feedback technology and calculation methods of motion vector based on template convolution, based on RTP transport protocol and MPEG-4 stream subcontracting. The technology in a wire transmission can effectively solve the high-resolution video images of the large amount of data packet loss rate problem. By the experimental results show that the technology can guarantee a high quality of real-time wireless video transmission.

**Key words:** RTP; adaptive subcontract; error concealment; wireless video transmission; template convolution

高分辨率无线视频传输需要消耗大量带宽, 同时存在时延严格、无线信道易干扰、差错率高以及时变和不对称传播的特性. 虽然 MPEG-4 本身带有一定的纠错机制, 如变字长码编码和预测编码等技术, 使用改变量化参数进行码率控制的自适应编码、多码率编码、分层编码、多描述编码等技术<sup>[1]</sup>, 但是无线信道传输视频信息仍会造成丢包率较高情况. 本文将讨论无线视频传输中的实时传输技术和差错控制机制.

## 1 实时传输技术

### 1.1 传统分包法

在无线视频传输系统中, 为保证播放视频流畅, 目前较多采用 Real-time Transport Protocol 协议(以下简称 RTP)解决实时传输问题. RTP 是用于 Internet 上针

对多媒体数据流的一种实时应用的传输协议, 可以提供端到端的网络传输服务. 传统的分包技术多数采用 RTP 硬分包法. 即不管数据的内容, 机械的将固定的值(常常以 MTU)作为每个包的大小. 这样, 同一个视频帧可能会被放入两个不同的包内, 每个数据包之间的相关性会非常大, 数据一旦发生丢包, 就无法在接收端采取差错掩盖的技术进行恢复, 因为接收到的数据有可能是不完整的, 也不知道是哪一帧被丢弃. 因此, 这种方法有可能造成接收端画面的黑屏或者不连续, 大大影响播放的质量

而无线信道中, 信道的利用率和数据包的长度有直接的关系<sup>[2]</sup>, 如图 1 所示. 包的长度并不是越长越好, 我们要对视频流采取合理的、动态的 RTP 分包方法, 把丢包率控制在中低程度. 在设计新的分包方法时候

<sup>①</sup> 收稿时间:2012-10-27;收到修改稿时间:2012-11-30

充分考虑两个因素: 1) 如何实现自适应. 即根据网络条件(如带宽、拥塞程度等)变化自适应地调整 RTP 大小, 以此来提供更好的服务质量; 2) 如何提高带宽使用率, 不浪费有限的带宽资源.

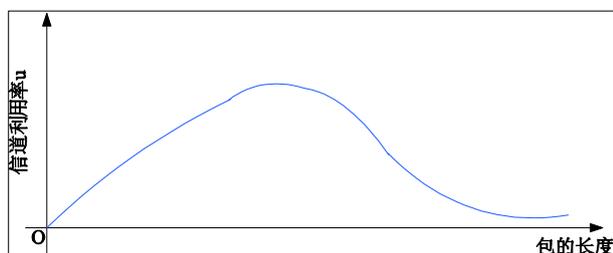


图 1 信道利用率和包长度的关系图

### 1.2 基于 RTCP 反馈自适应分包法

本文沿用 RFC3016 中 VOP 作为封装的基本单元进行软分包技术, 并在此基础上提出基于宏块的自适应调整分包大小的方法. 对于一个超过 MTU 大小的 VOP 的分包, 要分成几个不同的 RTP 包(VGA 格式的 MPEG-4 视频流中几乎每个 VOP 都会超过 MTU 的大小). 每个包的数据以宏块为单位存入. 而每个 RTP 包中的宏块个数根据反馈到的网络状态自动调整. 如图 2 所示, 系统建立一个反馈机制, 在接收端截取 RTCP 包, 进行自适应分包控制. 一个包的丢失只是导致几个宏块的损坏. 接收端的解码时采用差错掩盖技术, 使解码时尽可能掩盖和减小由于丢包而出现的差错, 使图像的视觉效果接近于原来的效果.

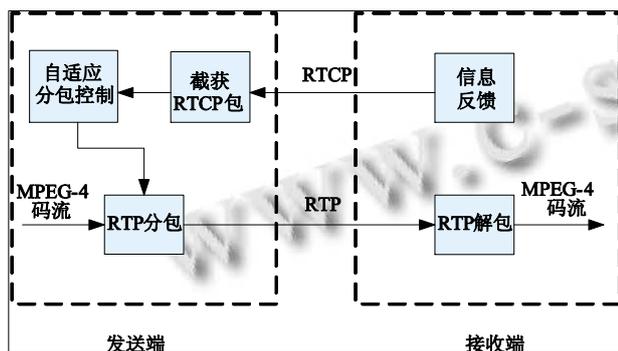


图 2 自适应分包的原理图

### 1.3 基于宏块自适应分包规则

以 VOP 为单位打包既提高了效率, 又充分利用 MPEG-4 的编码特性, 具体分包规则如下:

1) MPEG-4 码流的头通常携带比较重要的信息, 所以单独一个 RTP 包;

2) 不同的 VOP 应该分为不同的 RTP 包, 这样可以保证 RTP 时间戳能唯一地表示 VOP 分帧时间. 即使在包空间允许的情况下, 也不能把不同的 VOP 数据打入同一个 RTP 包中;

3) 对于一个超过 MTU 大小的 VOP 的分包, 要以 MTU 为单位, 分成几个不同的 RTP 包.

自适应调整分包大小的方法具体如下: 发送端通过 RTCP 反馈过来 RR 包并计算丢包率信息, 判断当前的网络状况处于轻载、重载或是拥塞. 若确认处于长期拥塞的状态时, 则对它的分包大小进行动态的调整, 减少包的长度. 待恢复正常以后再缓慢增大包的长度. 本方案采用一种类似于网络传输速率控制中的 AMD 方法(即乘性减少、加性增加), 动态地对宏块进行打包, 公式如下:

$$MB_{new} = \begin{cases} \min\{[MB_{pre} + AIR], MB_{surplus}\} & P_{loss} \leq P_{threshold} \\ \min\{[MB_{pre} \cdot \alpha], MB_{surplus}\} & P_{threshold} < P_{loss} \leq 1 \end{cases} \quad (1)$$

其中  $P_{loss}$  为返回的 RTCP 包所含的丢包率,  $MB_{surplus}$  一个 VOP 中所剩余的宏块个数,  $AIR$  为线性增量因子,  $\alpha$  为乘性减少因子,  $P_{threshold}$  为丢包率的门限值,  $MB_{pre}$  为当前打入一个 RTP 数据包的宏块个数, 为根据当前网络状态更新后的一个 RTP 包中的宏块个数,  $[\bullet]$  为取整符号.

## 2 差错控制机制

无线视频传输系统传送 VGA 格式的高分辨率视频图像信号存在信道易错、时变和带限等特征, 以及因多径现象导致的慢衰落和快衰落现象, 使无线信道的误码率要比有线环境大得多. 在采取 RTP 自适应分包技术后, 仍有部分发生差错的数据被丢弃. 所以传输系统要有一定的差错控制机制. 差错控制机制主要可以分为时域掩盖和空域掩盖, 本系统的空域差错掩盖技术采用一种基于针对编码具有低复杂度的空域差错掩盖算法<sup>[3]</sup>实现, 而时域差错掩盖技术采用一种新的模板卷积的算法实现.

### 2.1 空域差错掩盖技术

这种算法对连续多行的宏块丢失具有很好的掩盖效果, 非常适合无线网络环境下的视频应用. 由于帧内编码帧的差错掩盖非常重要, 算法核心思想为 I 帧数据的误码宏块中的每一个像素与同一帧个相邻宏块正确的像素进行加权内插来重构错误宏块.

以 16\*16 的宏块为例, P (i,j)是受损宏块中的某个象素点, 它通过周围的个象素的插值进行估计. P<sub>top</sub>(i,16)、P<sub>bottom</sub>(i,1)、P<sub>left</sub>(16,j)、P<sub>right</sub>(1,j)表示上下左右四个相邻块中最靠近受损宏块的象素点. j、17-j、i、17-i 分别为对应的权重值, 如图 3 所示. 在进行插值时, 只使用可以得到的宏块. 若上下左右四个相邻的宏块数据都是正常的, 则插值处理用公式(2)描述如下:

$$p(i, j) = \frac{P_{top}(i,16)\Delta j + P_{bottom}(i,1)\Delta(17-j) + P_{left}(16,j)\Delta i + P_{right}(1,j)\Delta(17-i)}{2 \times 17} \quad (2)$$

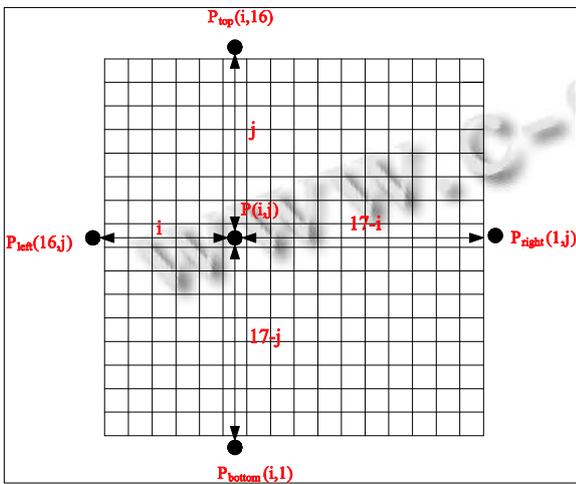


图 3 空域差错掩盖技术

但是, 一般来说, 宏块信息受损时, 其水平方向相邻宏块的信息也会受损, 所以插值计算主要是使用上面和下面接邻宏块的像素点来计算. 计算公式(3)描述如下:

$$p(i, j) = \frac{P_{top}(i,16)\Delta j + P_{bottom}(i,1)\Delta(17-j)}{17} \quad (3)$$

### 2.2 时域差错掩盖技术

本文采用类似于模板卷积算法, 取当前帧的受损宏块的上方接邻宏块(记为 A)的部分特征作为匹配模板, 用该模板与前一帧对应位置的宏块(记为 A)进行逐列比较, 计算各位置的卷积值, 取卷积最大的点为最佳匹配点, 将该匹配点的位置与该模板在当前帧中的位置相比较, 求得图像运动距离, 即为运动矢量<sup>[4,5]</sup>. 具体的实现步骤如图 4 所示.

1) 在宏块 A 中取 N 列图像作为匹配的模板, 在前一帧的对应的宏块 A 中也选取 n 列图像(一般从第一列

开始比较);

2) 用(1)选取当前帧的宏块 A 中 N 列图像与前一帧的宏块 A 中的第 1~N 列图像进行卷积, 对各像素的卷积的结果求和, 作为当前帧宏块 A 中该位置的卷积和;

3) 前一帧的宏块 A 中的 N 列图像往右移动一列, 重复步骤 2)3);

4) 当前帧的宏块 A 的 N 列与前一帧的 16 列(16 为宏块的宽度)图像卷积后, 得到 16-N+1 个卷积和的结果值, 求其中的最大值, 该值对应的前一帧的位置, 即为匹配模块在前一帧的最佳匹配位置, 计算该位置和匹配模块在当前帧的位置之间的差, 从而得到当前帧的宏块 A 的运动矢量.

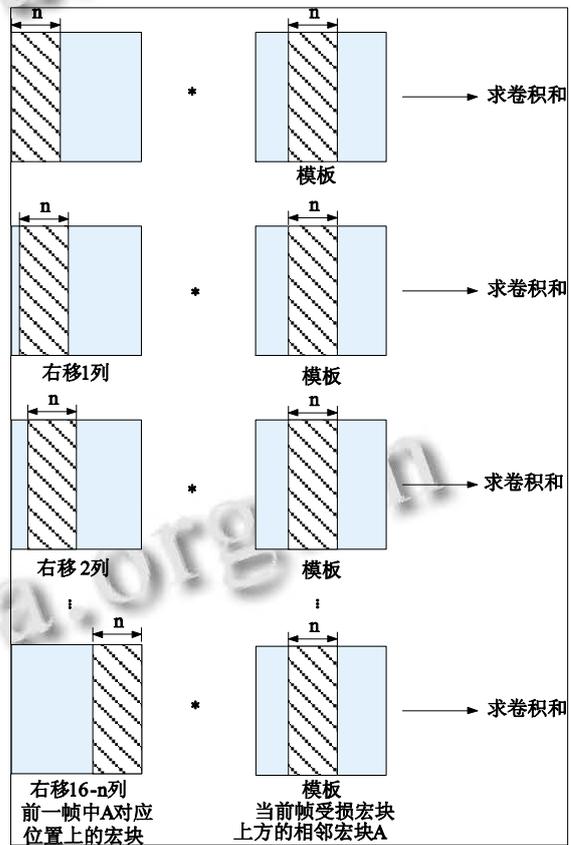


图 4 模板卷积法求运动矢量

## 3 实验结果

### 3.1 自适应分包法实验结果

表 1 是多次实验获得的丢包率数据. 系统在传输分辨率为 320\*240(QVGA 格式)的图像时, 丢包率在 1%-3%之间, 对改进 RTP 自适应分包法效果不明显. 而系统在传输分辨率为 640\*480(VGA 格式)的图像时,



为了与系统更好的结合,在使用时域差错的模板卷积的技术运动矢量的实验中,采取了系统采集到图片进行恢复.图7是对实际摄像机系统中接收端的某一帧的截取.由图可得,使用模板卷积方法进行时域的差错掩盖,恢复的图像效果良好.



(a)原图 (b)受损图 (c)还原图(PSNR=28.72)

图7 系统采集到的图像采用模板卷积法进行时域的差错掩盖

#### 4 结语

通过实验表明,文中提出的基于RTCP反馈的自适应分包方法和基于模板卷积的时域差错掩盖计算方法对改善高分辨率图像的无线传输效果具有显著的效果.采用该技术将实时视频数据传输到接收端,测试得知,在空旷的50米内的空间范围内,在图像分辨率

为 $640 \times 480$ 时,采集速度稳定在每秒30帧,视频较为流畅,丢包现象较少,基本达到了传输要求.在实际应用中具有很大的商业开发价值.

#### 参考文献

- 1 Ding XW, Yang ZX, Guo YC. Temporal Error Concealment Technique for MPEG-4 Video. Transactions of Tianjin University, 2006,12(4):291-296.
- 2 董振亚,张拥军,彭宇行.基于RTP的MPEG-4视频传输.计算机应用研究,2003,20(7):57-59.
- 3 徐银辉,周伟,董育宁.一种基于数据隐藏的H.264空域差错掩盖的改进方法.广东通信技术,2008,28(3):5-7,11.
- 4 马鑫,杨小康,宋利.自适应时域差错掩盖方法.中国图象图形学报,2007,12(10):1782-1785.
- 5 贺贵明,吴元保,蔡朝晖,等.基于内容的视频编码与传输控制技术.武汉:武汉大学出版社,2004.
- 6 Gonzalez RC, Woods RE. 数字图像处理.北京:电子工业出版社,2004.

(上接第154页)

词的产生具有一定的客观性,当采样的网页量足够时可以发现一些推荐关键词与检索关键词之间前所未有的关联性,而这些关联性是以前推荐词产生方式无法发现的,因此也具有数据挖掘所追求的特征.

#### 参考文献

- 1 蔡勇,向婷婷.搜索引擎在中医药行业的实现与应用.辽宁中医药大学学报,2011,1:63-66.
- 2 Boldi P, Bonchi F, Castillo C. Query suggestions using query-flow graphs. WSCD '09 Proc. of the 2009 workshop on Web Search Click Data:56-63.
- 3 Abhishek V, Hosanagar K. Keyword generation for search engine advertising using semantic similarity between terms. ICEC '07 Proc. of the ninth international conference on Electronic commerce:89-94.
- 4 Baeza-Yates R, Hurtado C, Mendoza M. Query recommendation using query logs in search engines. Current Trends

in Database Technology. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 2004:588-596.

- 5 Zhang ZY, Nasraoui O. Mining search engine query logs for query recommendation. Proc. of the 15th International Conference on World Wide Web(WWW2006).
- 6 Zhang ZY, Nasraoui O. Mining search engine query logs for social filtering-based query recommendation. Applied Soft Computing, 2008,8(4):1326-1334.
- 7 葛玲,蒋宗礼.基于共现词查询的主题爬虫研究.计算机工程,2010,8:286-288.
- 8 曾广朴,范会联.基于遗传算法的聚焦爬虫搜索策略.计算机工程,2010,11:167-169.
- 9 金明珠,丁岳伟.基于动态主题库的主题爬虫.计算机应用,2009,12:44-46.
- 10 张晗,任志国,等.基于主题词关联规则的医学文本数据库数据挖掘的尝试.医学信息学杂志,2008,1:32-35.