

似图形图像序列压缩编码方案的研究

沈燕飞¹ 沈未名¹ 朱立¹ 徐正全¹

(1 武汉大学多媒体网络通信工程湖北省重点实验室, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘要: 针对远程炒股、远程教学和远程协同工作中的计算机屏幕共享问题, 提出了一种对似图形图像序列进行无损压缩的编码方案。首先将似图形图像转化成索引图像, 然后对索引图像序列进行帧间行程编码和自适应预测 Huffman 编码, 最后再对码流进行 LZ77 编码。实验表明, 该方案能够有效地压缩似图形图像序列, 与一般的无损图像编码方案相比, 明显地提高了图像的压缩效率, 压缩比可达到 80:1 以上。

关键词: 图像编码; 数据压缩; 行程编码; 视频压缩; Huffman 编码

中图法分类号: TN919.81; TP311.12; TP393

在许多远程教学、远程炒股和远程协同工作应用中, 常常要收发这样一类图像序列: 图像的色彩分布主要集中在少数几种颜色上, 且相同颜色值的像素在空间域上的分布比较集中。这种图像序列称为似图形图像序列。对于这种图像序列, 若采用基于块运动补偿和 DCT 变换技术 (MC+DCT) 的传统图像编码方案, 如 H. 261^[1]、H. 263^[2]、MPEG-1^[4]、MPEG-2^[5] 等, 图像质量难以满足应用的要求。因为这种图像序列中含有许多边缘信息, 例如表格线或文字等, 它们分别对应于 DCT 变换域中的高频分量, 在量化过程中部分高频分量的丢失会导致图像中边缘信息的模糊, 即文字或线划边缘的模糊, 严重地影响图像的视觉效果。而另一方面, 若采用通用的无损图像压缩编码方案, 如 JPEG2000^[6] 等, 其压缩比较低, 难以满足信息实时传递的要求。

针对这种特殊的视频序列和应用, 本文提出了一种无损或近似无损的图像编解码方案。它利用了似图形图像序列中颜色数较少的特点, 首先将其转化为索引图像, 然后再对索引图像序列进行帧间行程编码和自适应 Huffman 编码。在帧间编码的过程中, 由于这种序列基本上没有平移运动, 因此没有进行运动估计操作, 只是根据一定的规则进行了一些简单的宏块替代和帧间预测编码。同时, 在行程编码的过程中, 对图像的索引值进行了预测编码。

1 似图形图像序列几种基本的压缩编码算法

1.1 似图形图像序列的特点分析

似图形图像序列是由一系列似图形图像组成的序列, 而似图形图像则是主要由一些简单的图标、文字和线划等图形元素组成的图像。这样的图像画面虽然简单, 但如果用传统的图像编码方案进行编码, 如 H. 263 等, 则压缩后的图像边缘部分过于模糊而影响图像的主观视觉效果, 不适合于这种特殊的图像序列。另外, 图像的前后帧之间基本上没有平移运动, 也就没有必要进行运动估计, 但前后帧之间又有强烈的相关性, 例如画面上文字或图形的局部变化, 因此仍然需要进行帧间预测和补偿。

1.2 似图形图像无损压缩的基本技术

传统的基于块变换编码方案主要是利用正交变换将图像的能量集中到少数低频变换系数上, 再对这些系数进行量化编码, 从而达到压缩的目的。这是一种有损压缩方案, 它会使似图形图像中的文字和线条变模糊, 无法满足用户对图像清晰度的要求。因此, 本文采用了一种无损或近似无损的压缩方案, 该方案中利用了以下几种编码算法。

1) 行程编码 (RLC): 由于似图形图像序列中含有许多颜色值相同的大面积区域, 因此采取行

程编码的压缩效率是很高的^[8];

2) Huffman 编码: 用来对行程进行编码, 以进一步提高压缩效率;

3) 预测编码: 用来去除相邻两帧在时间轴上的冗余;

4) LZ77 方案: 用在熵编码阶段, 对经过信源编码后输出的数据流进行压缩。

2 似图形图像序列压缩方案

2.1 总体方案

对于似图形图像, 不能进行变换编码, 因此只能采取空域中的无损压缩编码方案进行编码。如果采集的图像中含有噪声, 则需在编码之前首先对输入的图像序列进行去噪处理, 再转化为索引图像进行编码, 如图 1 所示。对于图像序列中的第一帧, 以及收到解码端请求帧内编码信号后的第一帧图像, 采用帧内编码, 其优点在于能够消除解码端的累积误差, 并使解码器能及时地从因误码和丢包所造成的错误状态中恢复过来, 缺点则是压缩率较低。为了提高压缩率, 对于序列中的其他图像, 则采用帧间编码, 即以前一帧作为参考帧, 依据一定的匹配准则进行帧间预测补偿。

2.2 帧内编码

与传统的图像编码方案一样, 本方案仍然采用基于块的编码。因为这种图像的颜色数比较少, 首先利用直方图统计的方法提取出图像的背景

景色和非背景色, 这样就将原来的图像简化为二值图像, 1 代表背景像素, 0 代表非背景像素。对这样的二值图像进行行程编码, 就完成了像素数最多的背景色的编码。再将非背景色的像素按 Raster 扫描方式形成一维数据, 对这一维的数据进行行程编码。在行程编码的过程中, 对每个新出现的行程颜色值根据前面的预测编码方法进行预测编码, 由于各个行程长度出现的概率不一样, 因此, 对行程长度编码采用 Huffman 编码的方式可以进一步提高压缩比, 如图 2 所示。

2.3 帧间编码

似图形图像序列中, 基本上没有传统意义上的运动, 因此运动估计不能有效地提高压缩比。该方案中的帧间编码是基于前后帧相对应的块进行的。如果前后帧相对应的块完全相同, 则用前一帧对应的块来替代当前块; 如果它们之间的不同像素超过一定的阈值 (Th_1), 则对该块进行帧内编码, 否则进行帧间预测编码, 即只对与前一帧对应块不相同的像素编码, 如图 3 所示。图中, “差异”表示前后帧对应块中不相同的像素数。帧间预测编码和帧内编码相似, 根据比较结果形成当前宏块的二值图像, 1 表示该像素和前一帧对应像素值相同, 0 表示该像素和前一帧对应像素值不相同, 对此二值图像的编码就完成了相同像素值的编码。对不相同的像素进行 Raster 扫描形成一维数据, 再对一维数据进行行程和 Huffman 编码。在解码端反向操作即可。

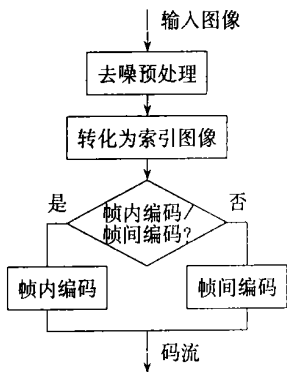


图 1 算法基本流程图
Fig. 1 Flow Chart of Basic Algorithm

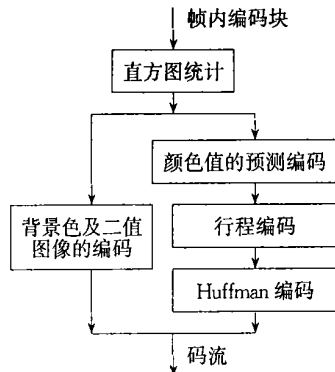


图 2 帧内编码流程图
Fig. 2 Flow Chart of Intra Coding

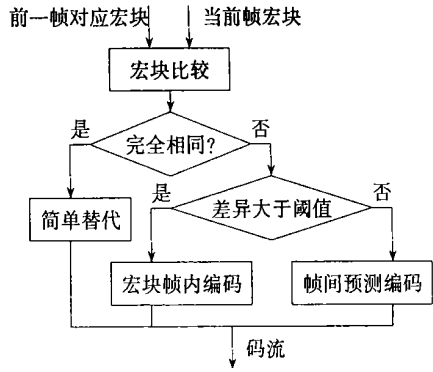


图 3 帧间编码流程图
Fig. 3 Flow Chart of Inter Coding

2.4 码流的 LZ77 编码

为了去除码流数据本身的冗余, 需要对码流数据再进行 LZ77 压缩编码, 但 LZ77 方案的耗时较大, 会影响应用的实时性要求, 因此窗口不做滑动, 而是采用 64k 大小的固定窗口。

3 实验结果和分析

为验证本文方案的有效性, 笔者测试了多种图像序列。在用 C 语言实现该方案的过程中, 选择图像大小为 1 024×768, 块的大小定义为 32×

- pression and Coding of Continuous-tone Still Images. Part 1: Requirements and guidelines; Part 2: Extensions; Part 3: Compliance testing; 1996
- 4 ISO/IEC 11172. Information Technology: Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbit/s. Part 1: Systems; Part 2: Video; Part 3: Audio; Part 4: Conformance Testing; 1993
- 5 ISO/IEC 13818. Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio. Part 2: Video; 1994
- 6 ISO/IEC 15444. Information Technology: JPEG 2000 Image Coding System. Part 1: Core Coding System; 2000
- 7 ISO/IEC 14496. Coding of Audio-Visual Objects. Part 2: Visual; 1998
- 8 姚庆栋, 毕厚杰, 王兆华, 等. 图像编码基础. 杭州: 浙江大学出版社, 1993
- 9 余松煜, 张文君, 孙 军. 现代图像信息压缩技术. 北京: 科学出版社, 1998
- 10 吴乐南. 数据压缩. 北京: 电子工业出版社, 2000
- 11 Telenor Research and Development. TMN (H. 263) Coder, Version 2.0. Norway, 1996
- 12 Robinson J A. Compression of Super High Definition Multimedia Images. Proceedings of the IS & T/ SPIE Very High Resolution and Quality Imaging Conference. San Jose, CA, 1996
- 13 Robinson J A. Efficient General-purpose Image Compression with Binary Tree Predictive Coding. IEEE Transactions on Image Processing, 1997, 6(4): 601~607
-
- 作者简介: 沈燕飞, 硕士生。从事图像通信、图像处理研究
E-mail: syfyhy@263.net

Compression Scheme of Graphiclike Image Sequences

SHEN Yanfei¹ SHEN Weiming¹ ZHU Li¹ XU Zhengquan¹

(1 The Key Laboratory of Multimedia and Network Communications Engineering, Hubei Province, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan, China 430079)

Abstract: In order to realize the computer screen share in distant teaching, distant stocking and distant cooperation working, a compression scheme is proposed for graphiclike image sequences (GISS) in this paper. It first converts the graphiclike image to index image, then codes them with interframe run length algorithm and adaptive predictive Huffman algorithm, finally we code stream with LZ77 algorithm. The scheme employs the intrinsic characters of the GISS—the color distribution of the image mainly concentrates on few kinds of color and the pixels which have the same color are also adjacent in space. The result of computer simulation shows that our scheme can compress the GISS effectively and improves the compression ratio obviously relative to the traditional lossless compression algorithms. The most compression ratio is 80:1.

Key words: image coding; data compression; run length coding; video compression; Huffman coding

About the author: SHEN Yanfei, post graduate. His main interests focus on image communication and image processing.
E-mail: syfyhy@263.net