

# MPEG-2 视频编码的色饱和度调整算法

骆立俊 邹采荣 何振亚

(东南大学无线电工程系, 南京 210096)

**摘要** 给出了一种用于 MPEG-2 视频编码的色饱和度调整算法, 该算法采用了神经网络分类器将 MPEG-2 当前帧每个像素的色差信号分成色饱和度很高, 色饱和度高, 色饱和度低和色饱和度很低等 4 个区, 然后分别加权得到色差信号的总修正因子用以调整图象的色饱和度, 仿真结果表明, 视频解码图象的主观质量都有明显改善, 可以有效调整图象序列中欠饱和和过饱和的图象。

**关键词** MPEG-2, 视频编码, 色饱和度

## 1 引言

视频编码技术在数字电视, 高清晰度电视, 可视电话, 会议电视和多媒体等视频通信服务中起着至关重要的作用。然而在视频编码过程中, 序列图象的质量受很多因素的影响:

(1) 实际环境的摄影条件如照明条件等不好会影响序列图象的色饱和度;

(2) 序列图象在保存和传输过程中会不可避免地导致图象质量变差;

(3) 在视频编码中为实现高的压缩比, 采用了运动估计和补偿技术, 快速运动估计算法<sup>[1~10]</sup>在相邻帧的亮度信号上进行运动估计, 往往只能找到局部最优值而使估计出的运动矢量信息不够正确, 同时用估计出的亮度运动矢量信息作为色差信号的运动矢量会影响图象的色饱和度;

文献[11, 12]采用模糊控制逻辑来动态地调整模拟电视的色度和色饱和度, 提高图象质量, 文献[13]采用了神经网络分类器来模仿人的观察能力, 将模拟电视每一场的色差信号分成色饱和度基本一致的表面音调区和非表面音调区, 将每一区再细分成色饱和度很高, 色饱和度高, 色饱和度低和色饱和度很低等 4 个区, 然后分别加权得到色差信号的修

正值用以调整图象的色饱和度, 其中神经网络分类器的权值和阈值通过模拟的训练图象训练得到。

## 2 MPEG-2 视频编码的色饱和度调整算法

MPEG-2 视频编码的色饱和度调整算法的基本思想是采用神经网络分类器将 MPEG-2 当前帧每个像素的色差信号分成色饱和度很高, 色饱和度高, 色饱和度低和色饱和度很低等 4 个区, 然后分别统计加权得到整幅图象色差信号总的修正值用以调整图象的色饱和度, 如果图象的色饱和度偏大, 降低图象的色饱和度, 否则, 增加图象的色饱和度。

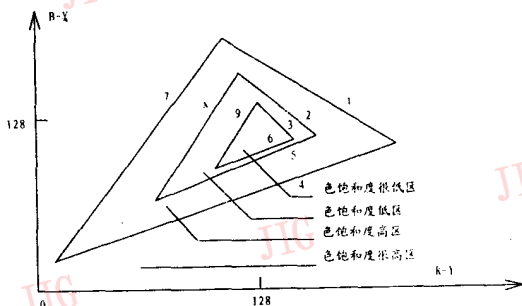


图 1 4 类色饱和度的分布图

图1是色饱和度很高,色饱和度高,色饱和度低和色饱和度很低等4个区的分布图,每个分区的边界可以采用任何形状,为了简单起见,我们也采用了三角形区域<sup>[13]</sup>,三角形区域的每条边位置的调整采用单层感知器,单层感知器的基本结构如图2所示。

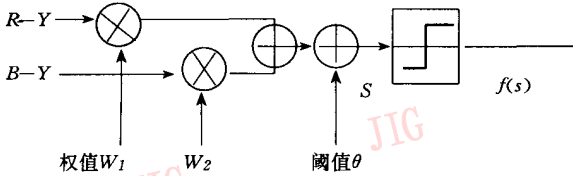


图2 用做神经网络分类器的单层感知器基本结构

设神经网络第j个单层感知器的输入为  $x_1 = B - Y, x_2 = R - Y, \theta_j$  为其阈值,输出为  $y_j = f(\sum_{i=1}^2 w_{ij}x_i - \theta_j), j = 1, \dots, 9$ 。色饱和度很高,色饱和度高,色饱和度低和色饱和度很低4个区的分布与各个神经网络单层感知器输出的关系为:

如果当前图象中像素的色差信号满足  $y_3 = -1, y_6 = 1, y_9 = -1$ ,该像素的色饱和度位于色饱和度很低区;否则如果当前图象中像素的色差信号满足  $y_2 = -1, y_5 = 1, y_8 = -1$ ,该像素的色饱和度位于色饱和度低区;否则如果当前图象中像素的色差信号满足  $y_1 = -1, y_4 = 1, y_7 = -1$  则该像素的色饱和度位于色饱和度高区;如果以上条件都不满足,则该像素的色饱和度位于色饱和度很高区。

神经网络分类器的权值和阈值通过训练图象序列训练得到。训练图象序列采用色饱和度为0.75的红,绿,蓝以及黄颜色的信号,调整权值和阈值使色饱和度位于色饱和度高区,采用色饱和度为0.25的红,绿,蓝以及黄颜色的信号,调整权值和阈值使色饱和度位于色饱和度低区,神经网络分类器的学习算法为:

- (1) 随机给定初始权值  $w_{ij}, i = 1, 2; j = 1, \dots, 9$  和阈值  $\theta_j$ ;
- (2) 采用上述训练图象序列每个像素的2个色差信号作为输入,给定希望输出  $d$ ;
- (3) 计算实际输出

$$y_j = f(\sum_{i=1}^2 w_{ij}x_i - \theta_j), j = 1, \dots, 9 \quad (1)$$

- (4) 调节权值

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta[d(t) - y(t)]x_i(t), i = 1, 2; j = 1, \dots, 9 \quad (2)$$

其中  $0 \leq \eta < 1$ 。

- (5) 回到步骤2,继续训练网络。

神经网络分类器的权值和阈值通过训练图象序列和图象序列 Miss America 训练,结果如表1所示。

表1 神经网络分类器的权值和阈值的训练结果

	权值 $w_{1j}$	权值 $w_{2j}$	阈值 $\theta_j$
1	-0.011	0.012 4	0.833
2	-0.017 8	0.020 8	0.963
3	-0.005 27	0.006 33	0.216
4	0.005 25	0.015 7	-1.73
5	0.005 16	0.015 1	-2.40
6	0.006 89	0.023 9	-3.60
7	-0.016 8	-0.011 8	5.26
8	-0.017 4	-0.011 8	4.66
9	-0.013 7	-0.007 85	2.86

MPEG-2 视频编码的色饱和度调整算法的步骤如下:

- (1) 在未对当前编码帧进行编码前,统计当前编码帧每个像素的色差信号在色饱和度很高,色饱和度高,色饱和度低和色饱和度很低4个区的分布的情况,设当前编码帧总的像素个数为  $N$ ,在4个区域的像素个数分别为  $N_1, N_2, N_3, N_4$ ,其中

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 \quad (3)$$

- (2)  $N_1 + N_2 + N_3 + N_4$  加权得到当前编码帧色差信号总的修正因子  $\Delta$

$$\beta = \frac{-0.40 N_1 - 0.12 N_2 + 0.19 N_3 + 0.83 N_4}{N} \quad (4)$$

$$\Delta = -4.427\beta + 3.534 \quad (5)$$

$$C'_{R-Y} = C_{R-Y} \cdot \Delta \quad (6)$$

$$C'_{R-Y} = C_{R-Y} \cdot \Delta \quad (7)$$

用  $\Delta$  调整当前编码帧的色饱和度的作用如果是如果图象的色饱和度偏大,降低图象的色饱和度,否则增加图象的色饱和度。

### 3 仿真结果和结论

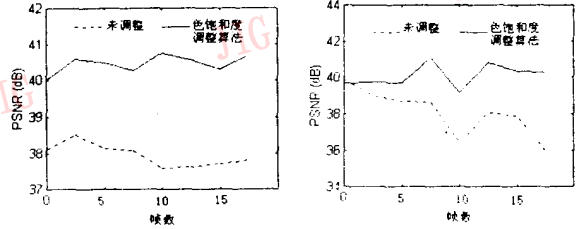
仿真在 MPEG-2 的 MP@LL 进行,对  $352 \times 288$  个像素,2:1 隔行扫描的标准测试序列 Miss America 和序列 Ale 进行实验,实验的压缩码率为 0.64Mbps。

仿真人为地改变 2 个标准测试序列色饱和度, 仿真结果如图 3 和图 4 所示。图 3 分别给出了 2 个序列色饱和度未调整和色饱和度调整后的解码峰值信噪比 PSNR 曲线。图 4 是 2 个序列图象欠饱和和过饱和时, 色饱和度未调整和色饱和度调整后的解码图象比较。

从图 3 和图 4 中可以看出, 采用神经网络分类器将 MPEG-2 当前帧每个像素的色差信号分成色饱和度很高, 色饱和度高, 色饱和度低和色饱和度很低等四个区, 然后分别加权得到色差信号的总修正因子用以调整图象的色饱和度, 视频解码图象的主观质量都有明显改善, 可以有效地调整欠饱和和过饱和的图象。

本文给出的 MPEG-2 视频编码的色饱和度调整算法, 可以有效地提高欠饱和和过饱和的图象序

列的解码峰值信噪比, 在实验中对复原图象序列的主观质量评价也证实了色饱和度调整算法的有效性, 调整后的图象色彩自然鲜艳, 比较真实地反映了图象序列中各种景物原有的色度和色饱和度。



(a) 序列 Miss America; (b) 序列 Ale;

图 3 色饱和度未调整和色饱和度调整后的解码峰值信噪比 PSNR 曲线



(a) 欠饱和的解码图象; (b) 色饱和度调整后的解码图象; (c) 过饱和的解码图象;

(d) 色饱和度调整后的解码图象; (e) 欠饱和的解码图象; (f) 色饱和度调整后的解码图象;

图 4 色饱和度未调整和色饱和度调整后的解码图象比较

参考文献

- 1 ISO/IEC 13818-2 Coding of moving picture and associated audio, 1995.
- 2 Koga T, Iinuma K. et al. Motion-compensated interframe coding for video conferencing. Proc. NTC81, New Orleans, LA, 1981, C9. 6. 1~9. 6. 5.
- 3 kappagantula S, Rao K R. Motion compensated interframe image prediction. IEEE Trans. Commun, 1985, COM-33:1011~1015.

- 4 Jain J R, Jain A K. Displacement measurement and its application in interframe image coding. IEEE Trans. Commun., 1981, COM-29: 1799~1808.
- 5 Ghanbari M. The cross-search algorithm for motion estimation. IEEE Trans. Commun. 1990, 38(7):950~953.
- 6 Lee L, W, Wang J F, Lee J Y, et al, Dynamic search-window adjustment and interlaced search for block-matching algorithm. IEEE Trans. CASVT, 1993, 3:85~87.
- 7 Li R, Zeng B, Liou M. A new three-step search algorithm for

- block motion estimation. IEEE Trans. CASVT, 1994, 438~442.
- 8 Po L M, Ma W C. A novel four-step algorithm for fast block motion estimation. IEEE Trans. CASVT, 1996, 6(3).
- 9 Fan Hongyin, Zhang Chuntian. Some improvements on MPEG2 video coding algorithm, China J. Institute of communications, 1996, 17(3).
- 10 ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, "Test Model 5," Draft, Apr. 1993.
- 11 Dalal S, Satyanarayana S. Application of fuzzy logic to picture quality enhancements in television. IEEE Int. Conf. Consumer Electronics (ICCE-93), THAM 18. 8, 1993.
- 12 Sugiura H, Asakawa K, Fujino J. false color signal reduction method for single-chip color video cameras, IEEE Trans. Consumer Electronics, 1994, 40(2): 100~106.
- 13 Dalal S Satyanarayana S, Video color enhancement using neural networks. IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, 1996, 6(3): 295~302

**邹采荣** 东南大学无线电工程系教授, 当前主要研究领域: 视频编码, 人工神经网络, 多维信号处理等。



**骆立俊** 东南大学无线电工程系博士生, 当前主要研究领域: 视频编码, 人工神经网络。

**何振亚** 东南大学无线电工程系教授, 博士生导师, 国家攀登计划首席科学家, 当前主要研究领域: 视频编码, 人工神经网络, 多维信号处理, 自适应信号处理等。

## Color Saturation Adjustment Algorithm in Video Coding of MPEG-2

Luo Lijun, Zou Cairong, He Zhenya

(Radio Engineering, Southeast University, Nanjing 210096)

**Abstract** A color saturation adjustment algorithm of video coding in MPEG-2 is given in this paper. This algorithm divides the color difference signals of current frame into four color saturation regions of very high, high, low, very low region by using neural networks and derive the modification factor to adjust the color saturation of the current frame. Simulation results indicate that this method can improve the subjective and objective quality of video decoding frame in terms of decoding peak signal-to-noise ratio and color saturation.

**Keywords** MPEG-2, Video coding, Color saturation

### 小消息

### 美将规划“下一代 Internet”

美国副总统戈尔宣布, 美国将耗资 5 亿美元加速“下一代 Internet (Next Generation Internet)”的发展。据美国新闻处报道, 戈尔表示, 将来这项投资或许能够让最好的医药专家把他们的医药知识带给乡村医院的病人; 让科学家使用遥控超级计算机预测龙卷风; 让成年人不受地域限制地学习新技术。