

基于 SSIM 与 ROI 的视频质量评价方法*

王正友^{1,2}, 胡国胜^{1,2}, 明建华^{1,2}, 吴海燕^{1,2}

(1. 江西财经大学信息管理学院 南昌 330013; 2. 江西财经大学智能信息处理研究所 南昌 330013)

摘要: 在客观结构相似视频质量评价模型 SSIM 基础上, 提出了一种基于感兴趣区域 (ROI) 的视频质量评价方法, 方法通过对帧内感兴趣区的提取, 对帧内分块计算的 SSIM 值进行加权。该方法具备了 SSIM 算法的简单、高效等特性, 同时又融合了人类感兴趣区域这一视觉特性, 使得算法更好的反映了人的主观感受。在 VQEG Phase I 测试数据集的实验结果表明, 该方法的非线性回归后相关系数、斯皮尔曼相关系数、线外率等指标均优于传统的其他视频质量评价算法, 有效地提高了视频客观评价与主观评价的相关度。

关键词: ROI; SSIM; HVS; 视频质量评价

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.2050

Video quality assessment based on SSIM and ROI

Wang Zhengyou^{1,2}, Hu Guosheng^{1,2}, Ming Jianhua^{1,2}, Wu Haiyan^{1,2}

(1 School of Information Technology, Jiangxi University of Finance & Economics, Nanchang 330013, China;

2 Institute of Intelligent Information Processing, Jiangxi University of Finance & Economics, Nanchang 330013, China)

Abstract: The paper presents a video quality assessment method based on the structural similarity index (SSIM) and the region of interest (ROI). In the proposed method, the SSIM values for those intra blocks are calculated using different weighted values after the ROIs are extracted. The method has properties of simple and efficient as the same of the SSIM method. And it is more suitable for human visual system because of fusing the ROI. Experimental results show that the method can reflect people's subjective feelings in a better way and is better than other traditional methods in fitting M2 (Non-linear regression), M3 (Spearman), M4 (Outlier Ratio) of VQEG Phase I MOS.

Key words: ROI; SSIM; HVS; video quality assessment

1 引言

随着数字高清电视、网络视频、视频会议等数字视频媒体技术的日益成熟, 数字视频质量评价成为研究的一个热点。目前, 由于影响视频质量的因素多方面, 导致数字视频质量评价系统成为一个复杂系统。这些因素包括^[1]:

1) 视频系统是由一个很多组件构成的复杂系统。它由视频硬件的采集、显示、数据转换、编解码、网络传输等系统构成, 每一个环节都将给视频质量造成影响; 2) 人眼的视觉系统是一个更为复杂的系统。如果要做出很好的质量评价就必须先了解视频质量的优劣将给人眼产生怎么样的

激励。这些问题导致数字视频质量评价截至目前为止尚未形成一套规范的评价标准。

视频质量评价从方法上可以分为主观评价和客观评价。主观评价就是通过观察者观测一系列的失真视频和参考视频, 然后按照失真视频损伤的视觉效果给出评分。该方法劳动强度大、费时, 且受到观察者背景知识, 观测动机, 观测环境等因素的影响, 结果稳定性差, 可移植性也差。在实际应用中, 受到严重限制。客观评价就是利用一定的数学模型对影响视频的质量各种因素进行建模, 最终由计算机根据该模型客观的给出评分。客观质量评价的方法主要有^[2]: 全参考质量评价 (Full-Reference QA)、无参考质量评价 (No-Reference QA)、弱参考质量评价

收稿日期: 2009-02 Received Date: 2009-02

*基金项目: 国家自然科学基金 (No. 60963011) (No. 60963012), (No. 60665001), 江西省教育厅重点科技项目 (No. GJJ09021), 江西省研究生创新专项 (No. YC08A071) 资助项目

21994-2015 China Academic Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(Reduced-Reference QA)。

本文提出了一种基于感兴趣区 (ROI) 的结构相似视频客观质量评价方法, 该方法具备结构相似算法 (SSIM) 简单高效、具备空间结构信息等优点, 同时又融合了人眼感兴趣区域特性。实验证实, 该算法较其他客观评价方法更符合人的主观评价结果。

2 人的感兴趣区域 (ROI)

2.1 感兴趣区域的定义

在自然图像和视频, 人眼往往对一些特定对象格外关注。这些吸引人眼注意力的对象被称作感兴趣区域 (ROI)。影响人眼注意力区域的因素有很多, 静止图像中, 对比度、对象的大小、外形、颜色、位置等因素对 ROI 有比较强烈的影响, 特别是人眼对图像中的人脸异常敏感。运动视频图像中, 运动的物体往往能强烈地吸引人的注意力^[3]。

2.2 感兴趣区域的提取

Laurent Itti, Christof Koch 和 Ernst Niebur 等提出基于显著度的注意计算模型, 较好地模拟了人观察图像时注视点的选取过程^[4]。其基本思想是把像素点在亮度、颜色、方向等方面与背景的对比定义为该点的显著值 (Saliency)。对比越强, 该点的显著值就越大, 所有点的显著值构成一张显著图 (如图 1 所示)。这里显著图是一幅表明图像各像素点显著性的灰度图像, 越亮表明该像素点的显著度越大。2006 年 Dirk Walther 和 Christof Koch 在 Itti 的基础上进行扩展, 提出了复杂静止自然图像显著度测试模型, 可以很好的提取复杂静止自然图像的感兴趣区域^[5]。

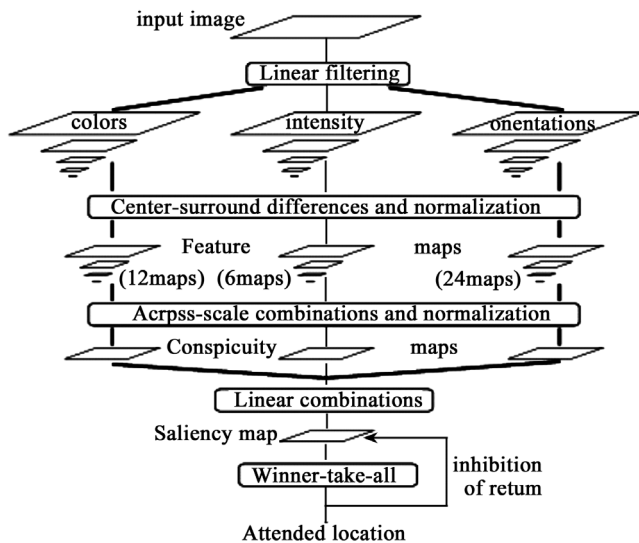


图1 显著度模型整体结构图

Fig.1 The structure diagram of saliency model

Itti 和 Christof Koch 认为视觉显著性的产生是由于视觉对象与外界通过某种对比形成了能够引起观察者注意

的新异刺激。用候选区域与周边区域比较产生的差异值或差异矢量来描述显著性, 通过中心-周边 (center-surround) 算子比较候选区域与周边区域在亮度、颜色和方向这些早期视觉特征上的差异。算法具体描述如下:

Step 1: 生成高斯金字塔。

显著度图提取的流程如上图 1 所示。输入图像首先通过可分离线性高斯滤波, 经过亚采样生成一个二进的高斯金字塔。

Step 2: 生成强度显著度图。

设 r 、 g 、 b 分别为输入图像红色、绿色、蓝色三色信号, 为了从强度图中剥离色调的影响, 将 r 、 g 、 b 分量归一化为 I 。强度图 (Intensity map) 被定义为 $I=(r+b+g)/3$ 。 I 被用来创建一个强度 (Intensity) 高斯金字塔 $I(\sigma)$, 其中 $\sigma \in [0 \cdots 8]$ 。因为颜色变化在亮度很低时很难被人眼察觉, 同时为了避免颜色对比在低亮度时出现大幅波动, 所以当 $\max(r, g, b) < 1/10$ 时 (设 RGB 值宽度为 $[0, 1]$), r 、 g 、 b 都置 0。

中心的小区域 c 与周边的较大区域 s 的中心-周边差异 (定义为 Θ) 将生成特征图 (Saliency map)。

第一组特征图与亮度对比度有关。黑暗周边的高亮中心和高亮周边的黑暗中心都能强烈的吸引人眼神经元的注意^[6]。同时计算这两种敏感度, 在 $c \in \{2, 3, 4\}$, $s = c + \delta$, $\delta \in \{3, 4\}$ (其中, c 表示中心像素所处的图层, 和 s 表示对应图层的像素) 时可以得到 6 幅强度显著图。

$$I(c, s) = |I(c) \ominus I(s)| \quad (1)$$

Step 3: 生成颜色对比显著度图。

rgb 颜色通道被进一步分解和调整为 4 个颜色通道。红色: $R = r - (g + b)/2$, 绿色: $G = g - (r + b)/2$, 蓝色: $B = b - (r + g)/2$, 黄色: $Y = (r + g) - |r - g|/2 - b$, 当 Y 为负值时则置 0。由这四个颜色通道可创建四个高斯金字塔 $R(\sigma)$ 、 $G(\sigma)$ 、 $B(\sigma)$ 和 $Y(\sigma)$ 。

第二组特征图通过颜色通道建立。在人的大脑皮层, 有种对比色系统: 在接收的区域中心, 神经元对一种颜色 (如红色) 敏感而抑制对比颜色 (如绿色)。在人的大脑皮层中, 红/绿、绿/红、蓝/黄和黄/蓝颜色的空间组合存在明显的对比性^[7]。因此, 颜色高斯金字塔的每一层进一步被分解为红-绿 (RG) 和蓝-黄 (BY) 对比图。由此, 计算红/绿和绿/红对比色可得颜色图 $RG(c, s)$, 同样的, 计算蓝/黄和黄/蓝对比色可得颜色图 $BY(c, s)$:

$$RG(c, s) = |(R(c) - G(c)) \ominus (G(s) - R(s))| \quad (2)$$

$$BY(c, s) = |(B(c) - Y(c)) \ominus (Y(s) - B(s))| \quad (3)$$

Step 4: 生成方向对比显著度图。

I 通过定向 Gabor 金字塔 $O(\sigma, \theta)$ 分解得到局部方向信息, 其中 $\sigma \in [0 \cdots 8]$ 表示金字塔的各图层, 方向参数 $\theta \in \{0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ\}$ 。方向特征图组 $O(c, s, \theta)$ 表示中心和

周边区域的方向对比度:

$$O(c,s,\theta)=|O(c,\theta)\ominus O(s,\theta)| \quad (4)$$

Step 5: 将得到的显著度图融合成一幅显著度图。

经过这轮处理, 总共可生成 42 幅特征图, 其中 6 幅强度特征图, 12 幅颜色特征图, 24 幅方向特征图。显著度图是为了将图像的显著性数值化, 以便于在图像的空间分布中选择感兴趣区域。特征图可通过一个动态神经网络模型融合成一个自底向上的显著度图。

融合不同的特征图有一个困难就是这些特征图分别表示了视觉不同的早期反应, 并且有不同的变化幅度和不同的构造机制。同时, 由于显著度图将由 42 幅特征图构成, 所以在少数特征图中有强烈表现的对象可能被其他大量不显著的特征图掩盖。

在缺乏自上而下的先验知识的情况下, 采用一种归一化操作 $N(\cdot)$, 将有少量强活动峰值的特征图整体提升, 将有大量同样峰值响应的特征图下调。如图 2 所示, 操作 $N(\cdot)$ 包括以下步骤:

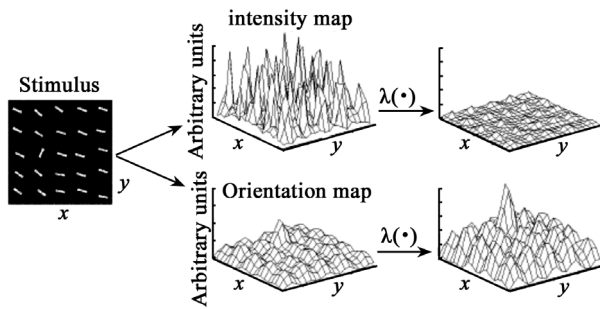


图 2 归一化操作

Fig.2 Normalization processing

1) 将特征图中的值归一化到同一固定范围 $[0 \cdots M]$, 以消除不同特征之间的幅度差;

2) 找出图中最大值 M 所在位置, 并计算所有极大值的平均值 \bar{m} ;

3) 将整幅特征图乘以 $(M - \bar{m})^2$ 。

经过归一化操作后, 42 张图将在金字塔第 4 个图层合成 3 张显著度图: 强度显著度图 \bar{I} , 颜色显著度图 \bar{C} , 方向显著度图 \bar{O} 。

$$\bar{I} = \bigoplus_{c=2}^4 \bigoplus_{s=c+2}^{c+4} N(I(c,s)) \quad (5)$$

$$\bar{C} = \bigoplus_{c=2}^4 \bigoplus_{s=c+2}^{c+4} [N(RG(c,s)) + N(BY(c,s))] \quad (6)$$

$$\bar{O} = \sum_{\theta \in \{0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ\}} N \left(\bigoplus_{c=2}^4 \bigoplus_{s=c+2}^{c+4} N(O(c,s,\theta)) \right) \quad (7)$$

最后, 由强度、颜色和方向显著度图融合得到最终显著度图:

$$S = \frac{1}{3} (N(\bar{I}) + N(\bar{C}) + N(\bar{O})) \quad (8)$$

另有研究表明, 人眼对图像和视频中出现的人物特别敏感, 特别是出现的人脸、手等部位^[8]。因此, 在图像和视频感兴趣区中加入人的身体部位检测有很大必要。不同种族的人的皮肤可以划分为几种限定范围的颜色, 因此图像和视频中的皮肤区域可以通过分析颜色而检测出来。因为人类皮肤的色调在 HSV (色彩属性模式) 颜色空间中集中在一个很小的范围, 所以对皮肤的检测一般用 HSV 颜色空间。从 RGB 空间转换成 HSV 空间后, 用 Heredotou 在^[9]中提到算法来检测图像中的人类皮肤^[10]。

$$H_1 = \arccos \frac{0.5((R-G)+(R-B))}{(R-G)^2 + (R-G)(G-B)} \quad (9)$$

$$H = \begin{cases} H_1 & B \leq G \\ H = 360^\circ - H_1 & B > G \end{cases} \quad (10)$$

$$S = \frac{\max(R,G,B) - \min(R,G,B)}{\max(R,G,B)} \quad (11)$$

$$V = \frac{\max(R,G,B)}{255} \quad (12)$$

通过对大量彩色人脸图像进行统计分析, 得出了适应面较广的人的皮肤颜色在 HSV 色彩空间的分布范围。

$$0 \leq H \leq 50, 0.20 \leq S \leq 0.68, 0.35 \leq V \leq 1.0。$$

通过以上判定公式, 可得到人类皮肤分布图 Skin, 最终需要的显著图为:

$$S = \frac{1}{4} (N(\bar{I}) + N(\bar{C}) + N(\bar{O}) + Skin) \quad (13)$$

图 3(a) 中是感兴趣区在原始视频帧中的分布, 图 3(b) 中显示了该帧的显著度图, 图中亮度越高的地方表示感兴趣程度越高。

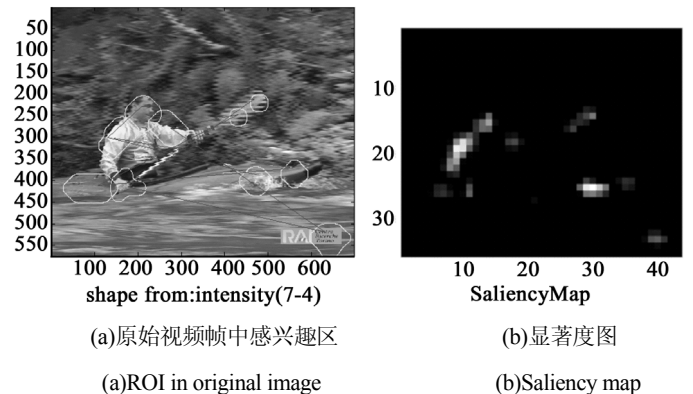


图 3 感兴趣区及显著度图

Fig.3 ROI in original image and saliency map

3 基于 ROI 的视频质量评价

3.1 结构相似算法 (SSIM)

Zhou Wang 等提出了基于结构失真的全参考视频质量评价 (SSIM) 方法^[11], 该算法结构框图^[12]如下:

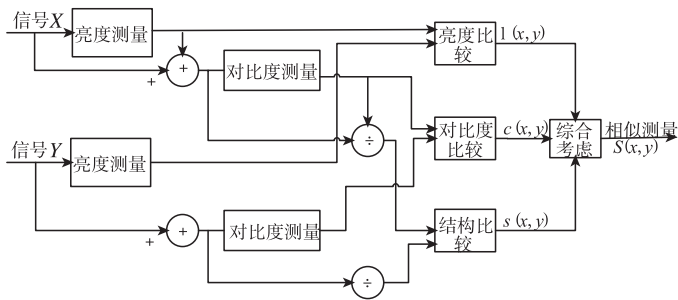


图4 SSIM 算法结构框图

Fig.4 The framework of SSIM

由图可见，算法从参考图像和失真图像的亮度、对比度和结构相似性等三方面进行比较，构造出相应的模型，最后将三个模型综合成一个 SSIM 值。

对于参考视频帧 $X\{X_i | i=1,2,\dots,N\}$ 和失真视频帧 $Y\{Y_i | i=1,2,\dots,N\}$ ，设 $l(x,y)$ 为亮度比较函数， $c(x,y)$ 为对比度比较函数， $s(x,y)$ 为结构相似性比较函数，则有：

$$l(x,y) = \frac{2\mu_x\mu_y + c_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1} \quad c(x,y) = \frac{2\sigma_x\sigma_y + c_2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2} \quad (14)$$

$$s(x,y) = \frac{\sigma_{xy} + c_3}{\sigma_x\sigma_y + c_3}$$

式中： $\mu_x = \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$ 和 $\mu_y = \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$ 表示参考图像

和失真图像的平均亮度， $\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$ 和

$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$ 为参考图像和失真图像的标准

差， $\sigma_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ 表示二者的协方差， c_1 、 c_2 、 c_3 是为了避免分母为零定义的很小的常数。

当 $(\mu_x^2 + \mu_y^2)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2) \neq 0$ 时， X 和 Y 的结构相似量被定义为：

$$S(x,y) = l(x,y) \cdot c(x,y) \cdot s(x,y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c'_1)(2\sigma_x\sigma_y + c'_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c'_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c'_2)} \quad (15)$$

将 SSIM 算法应用于视频质量评价，则有每一帧的结构相似量为：

$$SSIM_{ij} = W_Y SSIM_{ij}^Y + W_{C_b} SSIM_{ij}^{C_b} + W_{C_r} SSIM_{ij}^{C_r} \quad (16)$$

式中： Y 、 C_b 、 C_r 分别为每帧的亮度分量和色差分量； W 为对应分量的权系数，其中： $W_Y = 0.8$ ， $W_{C_b} = 0.1$ ， $W_{C_r} = 0.1$ 。

整个视频的结构相似量为：

$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^{R_s} w_{ij} SSIM_{ij}}{\sum_{j=1}^{R_s} w_{ij}} \quad (17)$$

等式(17)中 R_s 为每帧的分块数目。

为了使算法性能更好的满足人眼视觉特性，Wang 根据人眼的视觉掩盖特性对算法做了两个调整：

1) 基于亮度的调整。研究发现，人眼在非常的亮和非常暗的背景下，视觉存在一个对比度掩盖效应。根据这一特性，对 SSIM 进行如下调整：

$$w_{ij} = \begin{cases} 0 & \mu_x \leq 40 \\ (\mu_x - 40)/10 & 40 < \mu_x \leq 50 \\ 1 & \mu_x > 50 \end{cases} \quad (18)$$

2) 基于帧间运动速率的调整。人眼视觉特性中存在运动掩盖效应，当背景运动速率加快时，人眼对一些失真将无法察觉，对于静止图像人眼对失真是较为敏感的。根据这一特性，对 SSIM 进行如下调整：

$$W_i = \begin{cases} \sum_{j=1}^{R_s} w_{ij} & \frac{\sum_{j=1}^{R_s} m_{ij}}{K_M \cdot R_s} \leq 0.8 \\ ((1.2 - \frac{\sum_{j=1}^{R_s} m_{ij}}{K_M \cdot R_s})/0.4) \sum_{j=1}^{R_s} w_{ij} & 0.4 < \frac{\sum_{j=1}^{R_s} m_{ij}}{K_M \cdot R_s} \leq 1.2 \\ 0 & \frac{\sum_{j=1}^{R_s} m_{ij}}{K_M \cdot R_s} > 1.2 \end{cases} \quad (19)$$

式中： m_{ij} 目标块运动矢量， K_M 为一个常数，实验证实 $K_M=16$ 为一个较合理的值。

3.2 基于感兴趣区域 (ROI) 的 SSIM 改进算法

Zhou Wang 的 SSIM 算法中，根据人眼对不同亮度区域的敏感性不同进行简单的亮度加权式(18)，亮度较高的区域权值较高，亮度较低的区域权值较低。这种方法并不能很好的反应人眼对不同区域的敏感性，针对这一不足，本文结合人的视频感兴趣区域，对 SSIM 算法的帧内加权进行改进，具体步骤如下：

Step 1: 将所有参考视频 (525 线、625 线视频各 10 组)，通过 2.2 中感兴趣区域提取算法思想，提取出参考视频序列中每一帧所对应的显著度图 S 。

Step 2: 将显著度图 S 归一化到固定的动态范围 $[0,255]$ ，归一化算法如下：

$$\sum_{i,j} s(i,j) = \sum_{i,j} s(i,j) \times 255 / \text{Max} \quad (20)$$

式中：Max 为显著度图 S 的最大像素值。

Step 3: 对参考视频和失真视频的每一帧分块进行结构相似算法评价，给出相应不同分块的 SSIM 值。

Step 4: 根据归一化后的显著性图 S 各像素点值的不同，对帧内每个分块进行加权，具体权值定义如下：

$$w_{ij} = \begin{cases} 0 & S_j \leq 32 \\ (S_j - 32)/192 & 32 < S_j \leq 224 \\ 1 & S_j > 224 \end{cases} \quad (21)$$

Step 5: 根据每帧各分块对应的不同感兴趣区域权值，利用等式(17)给出该帧的基于 ROI 的 SSIM 评价值 RSSIM。

Step 6: 利用等式(19)对失真视频进行帧间加权，给出

该失真视频的最终客观评价价值 MRSSIM。

3.3 实验结果及其分析

本文实验采取了 VQEG Phase I FR-TV 测试数据集上公共视频库进行实验（其中：525 线、625 线参考视频各 10 组；每个参考视频提供 16 个不同失真的失真视频，共计 320 个失真视频）。并且采用 VQEG Phase I 测试报告中提出的方法对模型进行量化测试。首先，根据一个逻辑函数对模型值和 VQEG 提供主观测试值（MOS）进行非线性拟合；然后，通过三个量化指标作为评价模型的依据^[13]：

指标 1：客观评分和主观评分经过非线性回归分析后的相关系数；

指标 2：客观评分和主观评分之间的斯皮尔曼相关系数；

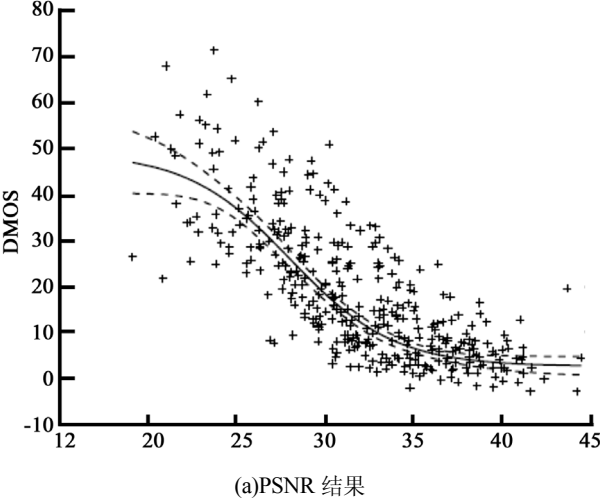
指标 3：经过非线性拟合预测后处于误差大于标准差 2 倍的点的比例（outline-ratio）。

其中：指标 1 是用于检测模型预测的准确性；指标 2 用于检测模型预测的单调性；指标 3 用于检测模型预测的稳定性。各指标的具体描述在 VQEG Phase I 测试报告中提供了详细描述。表 1 给出了本文改进算法与相关算法的比较情况。

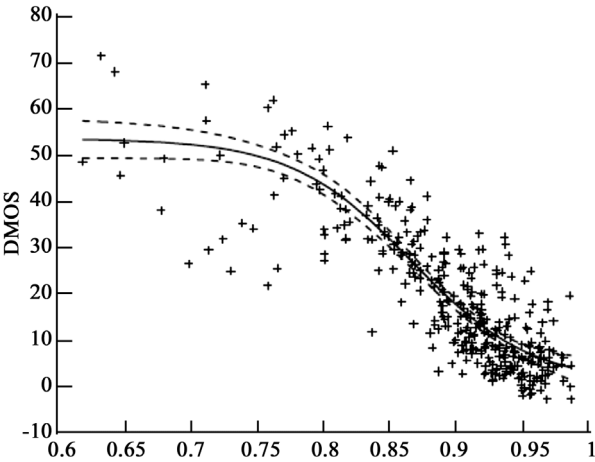
表 1 MRSSIM 算法在 VQEG Phase I 测试集上的实验结果

Table 1 The experiment result based on SSIM and ROI in			
模型	非线性回归 后相关系数	斯皮尔曼 相关系数	线外率 (outline-ratio)
PSNR	0.779	0.786	0.678
KPN/Swisscom CT	0.827	0.803	0.578
SSIM	0.820	0.788	0.597
加权调整MSSIM	0.849	0.812	0.578
本文算法	0.853	0.823	0.574

图 5 分别给出了 PSNR 模型、KPN/Swisscom CT 模型、加权调整后 SSIM 模型和本文模型在 VQEG Phase I 测试集上的主观评价得分（MOS）和客观评价得分对比的散点图。从散点图上看，本文算法的结果要明显优于其他模型，表 1 同时也表明本文提出的算法有效地提高了视频客观评价与主观评价的相关度。

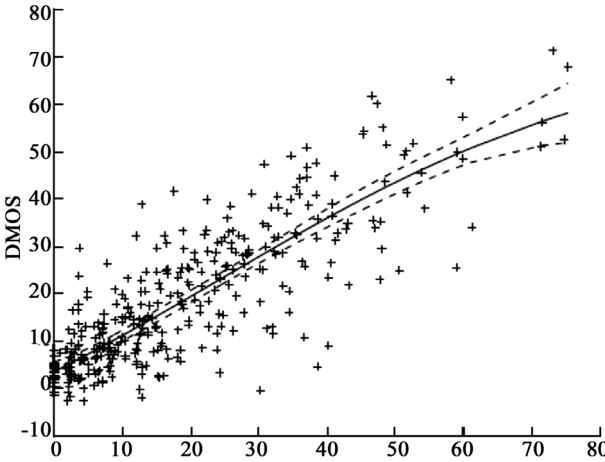


(a)Scatter diagrams of PSNR



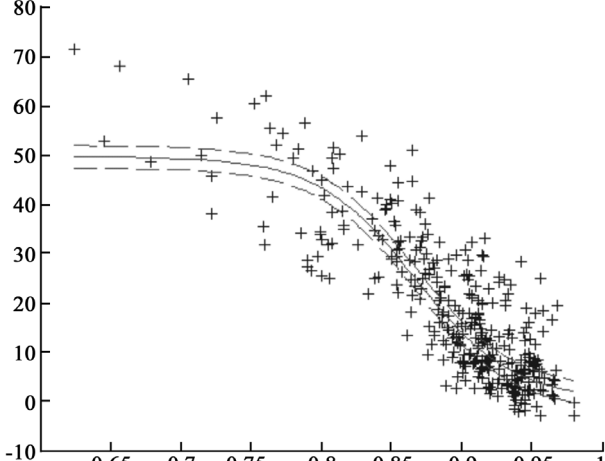
(b)加权调整 SSIM 结果

(b)Scatter diagrams of SSIM



(c)KPN/Swisscom CT Model

(c)Scatter diagrams of KPN/SCT



(d)本文算法结果

(d)Scatter diagrams of SSIM and ROI

图 5 各种算法的结果散点图

Fig.5 Scatter diagrams for different algorithms

4 结 论

视频更多的是提供给观众观看，合乎人眼视觉特性的视频质量评价也就成为追求目标。本文提出的基于 ROI 的视频客观质量评价方法，将人眼感兴趣区域这一视觉特

性融合到结构相似算法中,在保证 SSIM 算法简单、高效的同时,又进行了基于人眼视觉特性的改进。实验结果证实该方法能较好反映人的主观感受,效果明显优于传统的其他视频质量评价方法。

参考文献

- [1] WINKLER S. Video quality and beyond[C]. Proc. European Signal. Processing Conference, Poznań, Poland, 2007,9:3-7.
- [2] WANG Z, SHEIKH H R, BOVIK A C. Objective video quality assessment, The Handbook of Video Databases: Design and Applications[M] (B. Furht and O. Marqure, eds.), CRC Press, 2003,9:1041-1078.
- [3] OSBERGER W, ROHALY A M. Automatic detection of regions of interest in complex video sequences[C]. Proc. SPIE, 2001:4299.
- [4] ITTI L, KOCH C, NIEBUR E. A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis[J]. IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, 1998, 20 (11):1254-1259.
- [5] WALTHER D, KOCH C. Modeling attention to salient proto-objects[J]. Neural Networks. 2006,19:1395-1407.
- [6] LEVENTHAL A G. The neural basis of visual function: vision and visual dysfunction[M]. vol. 4. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1991.
- [7] ENGEL S, ZHANG X, WANDELL B. Colour tuning in human visual cortex measured with functional magnetic resonance imaging[J]. Nature, 1997,388(6637):68-71.
- [8] HERODOTOU N, PLATANIOTIS K, VENET-SANOPOULOS A. Automatic location and tracking of the facial region in color video sequences[J]. Signal Processing: Image Communication, 1999,14:359-388.
- [9] 杜飞涛,陈先桥,万勇. 一种基于肤色分割的人脸检测方法[J]. 湖北工业大学学报, 2004,05.
DU F T, CHEN X Q, WAN Y. An approach of human face detection based on skin segmentation[J]. Journal of Hubei University of Technology, 2004,5.
- [10] WANG Z, LU L G, BOVIK A C. Video quality assessment based on structural distortion measurement[J]. Signal processing: Image communication, 2004,19(2):121-132.
- [11] 佟雨兵,胡薇薇,杨东凯,等. 视频质量评价方法综述[J]. 计算机辅助设计与图形学报, 2006,18(5):735-741.
TONG Y B, HU W W, YANG D K, et al. A review on the video quality assessment methods[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2006,18(5): 735-741.
- [12] LU Z K, LIN W S, YANG X K, et al. Modeling visual attention and motion effect for visual quality evaluation[C]. Proceedings of 2004 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing October 20-22, 2004, Hong Kong.

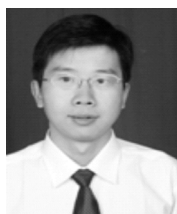
作者简介



王正友, 1994 年于中国矿业大学获得学士学位, 1997 年于中国矿业大学获得硕士学位, 2002 年于中国矿业大学获得博士学位, 现为江西财经大学教授, 主要研究方向为数字视频质量评价、信息融合与数据挖掘等。

E-mail: zhengyouwang@163.com

Wang zhengyou got his bachelor, master and PhD. All from China University of Mining and Technology in 1994, 1997, and 2002 respectively. Now he is a professor in Jiangxi University of Finance and Economics and his research interests include image/video quality assessment, data mining and information fusion and so on.



胡国胜, 2007 年于中央财经大学获得学士学位, 现为江西财经大学硕士研究生, 主要研究方向为视频质量评价。

E-mail: simon_0316@163.com

Hu Guosheng got his bachelor degree in 2007. Now he is a master student in School of Information Technology, Jiangxi University of Finance & Economics; and his research interest is video quality assessment.