



JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS

主办: 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

2013
08
VOL.18

ISSN1006-8961
CN11-3758/TB



北魏



隋



初唐

数字文化遗产研究 P968

综述

尺度不变特征变换算子综述

刘立, 詹茵茵, 罗扬, 刘朝晖, 彭复员 885

图像处理和编码

改进的H.264帧间模式选择算法

任克强, 张旭光, 罗会兰 893

均质雾天下摄像机动态标定的车速估计

宋洪军, 陈阳舟, 郜园园 901

基于人脸五官特征的空域差错掩盖算法

张江鑫, 谢晋, 邝万坤 913

采用圆谱-傅里叶矩的图像区域复制粘贴篡改检测

秦娟, 李峰, 向凌云, 殷蓓蓓 919

图像分析和识别

基于视频感知哈希的视频篡改检测与多粒度定位

朱映映, 文振焜, 杜以华, 邓良太 924

视觉注意模型的道路监控视频关键帧提取

刘云鹏, 张三元, 王仁芳, 张引 933

格拉斯曼流形上的半监督判别分析

姜伟, 陆瑶, 杨炳儒 944

精神疲劳实时监测中多面部特征时序分类模型

陈云华, 张灵, 丁伍洋, 严明玉 953

图像分类中的概率乘积核函数

杨赛, 赵春霞 961

轮廓整体结构约束的壁画图像相似性度量

唐大伟, 鲁东明, 杨冰, 许端清 968

应用色彩空间聚类方法实现道路建模

向宸薇, 王拓, 于舰 976

图像理解和计算机视觉

杂乱背景和摄像机移动下的时空兴趣点检测

刘长红, 陈勇, 王明文 982

形状和颜色混合不变量在图像检索中的应用

公明, 曹伟国, 李华 990

计算机图形学

结合统计分类和边缘特征的最优视图提取

潘翔, 陈敖, 章国栋 1004

医学图像处理

局部熵驱动下的脑MR图像分割与偏移场恢复耦合模型

张建伟, 杨红, 陈允杰, 方林, 詹天明 1011

改进的模糊聚类实质肺结节3维分割

李翠芳, 聂生东, 王远军, 孙希文, 郑斌 1019

遥感图像处理

高光谱海岸带区域分割的活动轮廓模型

王相海, 金弋博 1031

改进的基于非局部均值的极化SAR相干斑抑制

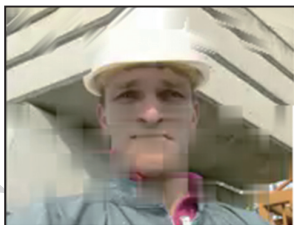
赵忠民, 赵拥军, 牛朝阳 1038

小波变换和稀疏表示相结合的遥感图像融合

刘婷, 程建 1045

《中国图象图形学报》论文摘要写作要求

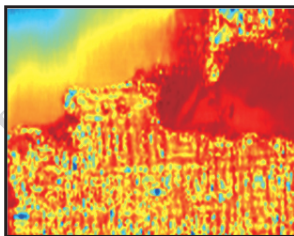
1054



基于人脸五官特征的空域差错掩盖算法 (第913页)



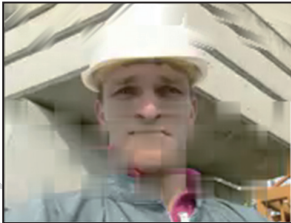
应用色彩空间聚类方法实现道路建模 (第976页)



改进的基于非局部均值的极化SAR相干斑抑制 (第1038页)

CONTENTS

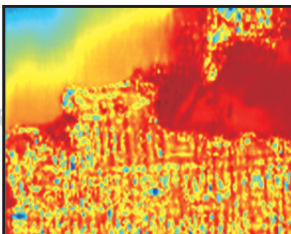
JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS



Spatial error concealment algorithm based on the facial features (P913)



Road modeling using color spatial clustering (P976)



Improved polarimetric SAR speckle filter based on non-local means (P1038)

Review

- Summarization of the scale invariant feature transform
Liu Li , Zhan Yinyin, Luo Yang, Liu Chaohui, Peng Fuyuan 885

Image Processing and Coding

- Improved inter frame mode selection algorithm for H.264
Ren Keqiang, Zhang Xuguang, Luo Huilan 893
- Vehicle velocity estimation based on camera calibration under homogenous fog
Song Hongjun, Chen Yangzhou, Gao Yuanyuan 901
- Spatial error concealment algorithm based on the facial features
Zhang Jiangxin, Xie Jin, Kuang Wankun 913
- Detection of image region copy-move forgery using radial harmonic Fourier moments
Qin Juan, Li Feng, Xiang Lingyun, Yin Changming 919

Image Analysis and Recognition

- Video forgery detection and multi-granularity location based on video perceptual hashing
Zhu Yingying, Wen Zhenkun, Du Yihua, Deng Liangtai 924
- Key frame extraction based on the visual attention model for lane surveillance video
Liu Yunpeng, Zhang Sanyuan, Wang Renfang, Zhang Yin 933
- Semi-supervised discriminant analysis on Grassmannian manifold
Jiang Wei, Lu Yao, Yang Bingru 944
- Time-series classification model based on multiple facial feature for real-time mental fatigue monitoring
Chen Yunhua, Zhang Ling, Ding Wuyang, Yan Mingyu 953
- Probability product kernels in image classification
Yang Sai, Zhao Chunxia 961
- Similarity metrics between mural images with constraints of the overall structure of contours
Tang Dawei, Lu Dongming, Yang Bing, Xu Duanqing 968
- Road modeling using color spatial clustering
Xiang Chenwei, Wang Tuo, Yu Jian 976

Image Understanding and Computer Vision

- Spatio-temporal interest point detection in cluttered backgrounds with camera movements
Liu Changhong, Chen Yong, Wang Mingwen 982
- Application of combined shape and color invariants to image retrieval
Gong Ming, Cao Weiguo, Li Hua 990

Computer Graphics

- Best view selection based on statistical classification and edge features
Pan Xiang, Chen Ao, Zhang Guodong 1004

Medical Image Processing

- Brain MR image segmentation and bias correction model based on local entropy
Zhang Jianwei, Yang Hong, Chen Yunjie, Fang Ling, Zhan Tianming 1011
- Segmentation of sub-solid pulmonary nodules based on improved fuzzy C-means clustering
Li Cuifang, Nie Shengdong, Wang Yuanjun, Sun Xiwen, Zheng Bin 1019

Remote Sensing Image Processing

- The active contour model for segmentation of coastal hyperspectral remote sensing image
Wang Xianghai, Yin Yibo 1031
- Improved polarimetric SAR speckle filter based on non-local means
Zhao Zhongmin, Zhao Yongjun, Niu Chaoyang 1038
- Remote sensing image fusion with wavelet transform and sparse representation
Liu Ting, Cheng Jian 1045

中图法分类号: TN919.81 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2013)08-0913-06

论文引用格式: 张江鑫, 谢晋, 邝万坤. 基于人脸五官特征的空域差错掩盖算法[J]. 中国图象图形学报, 2013, 18(8): 913-918. [DOI: 10.11843/jig.20130804]

基于人脸五官特征的空域差错掩盖算法

张江鑫^{1,2}, 谢晋^{1,2}, 邝万坤^{1,2}

1. 浙江工业大学信息工程学院, 杭州 310023; 2. 浙江省通信网技术应用研究重点实验室, 杭州 310023

摘要: 目前可视电话等应用对人脸图像质量要求很高, 为了解决这一问题, 提出一种基于人脸五官特征的空域差错掩盖 (FFSEC) 算法。首先利用边缘检测技术对丢失块进行分类, 以完成初步差错掩盖; 然后使用肤色分割技术提取肤色区域; 最后利用模式识别技术获取眼睛的具体位置, 根据五官的相对位置以及具体特征对其进行插值差错掩盖。采用 H. 264 的 JM11 模型对算法进行仿真验证, 实验结果表明, FFSEC 算法相对于现有的基于人脸特征的自适应差错掩盖算法 (BFASEC), 在丢包率较大的情况下, 峰值信噪比 (PSNR) 提升了约 0.5 ~ 1.5 dB, 视觉效果提升明显。

关键词: 差错掩盖; 空域; H. 264; 五官特征

Spatial error concealment algorithm based on the facial features

Zhang Jiangxin^{1,2}, Xie Jin^{1,2}, Kuang Wankun^{1,2}

1. College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China;
 2. Zhejiang Province Key Laboratory of Communication Networks and Applications, Hangzhou 310023, China

Abstract: Nowadays, advances in videophone place higher quality on human facial images. To tackle this issue, a new spatial error concealment algorithm based on the facial features (FFSEC) is proposed in this paper. The algorithm is constituted by three steps. First, the lost blocks are classified by the edge detection technique so as to finish the preliminary error concealment. Second, the facial area is extracted by the facial partition technique. Finally, an interpolation is implemented according to the relative position and specific feature of the five organs, where the position of eyes is obtained by the pattern recognition technique at first. JM11 model of H. 264 standard is used to evaluate this FFSEC algorithm. Simulation results showed that compared with the existing adaptive spatial error concealment based on face features (BFASEC) algorithm, when the packet dropping probability is too large, the FFSEC algorithm achieved better visual quality, with 0.5 ~ 1.5 dB gain in PSNR.

Key words: error concealment; spatial; H. 264; facial features

0 引言

随着社会发展, 视频会议、视频监控以及视屏电

话等需求日益增长, H. 264 作为最新的视频编码标准, 由于拥有良好的网络适应性和高效的压缩性能, 在国内外受到广泛的重视和欢迎, 并成为各类视频通信系统中首选的压缩标准, 但其高效压缩的视频

收稿日期: 2012-08-27; 修回日期: 2013-01-04

基金项目: 浙江省级重点科技创新团队基金项目 (2012R10011-01)

第一作者简介: 张江鑫 (1964—), 男, 副教授, 1991 年于浙江大学获通信与电子系统专业硕士学位, 主要研究方向为光纤多媒体数字通信、通信网络管理、宽带接入、信息处理、有线电视技术。E-mail: zjx@zjut.edu.cn

码流对传输差错也更为敏感,一旦出现差错,将在空间和时间上迅速蔓延和扩散,使视频质量急剧下降,因此进行差错掩盖就变得不可缺少。

在解码端进行视频数据解码的过程中,I帧作为视频数据的首帧起到了至关重要的作用。面对出错的I帧,H.264/AVC参考模型JM11在解码器内采用了双线性插值算法,利用四周宏块内距离当前像素最近的4个像素进行加权,对当前像素进行恢复,距离越近权值越大。该方法对于平滑区域有较好的效果,但是对于边缘区域效果却不甚理想。文献[1]提出了基于边缘检测的空域自适应差错掩盖算法,将丢失宏块划分为平滑块和边缘块,分别采用不同的插值方法进行差错掩盖,但对人脸区域进行边缘检测时容易得到虚假边缘,若沿着虚假边缘利用插值对面部区域进行差错掩盖,将会严重影响主客观质量。文献[2]为了解决这个问题,提出一种在解码端基于人脸检测的自适应空域差错掩盖算法,利用肤色分割的方法获取人脸区域,对于受损帧内人脸五官区域的宏块采用水平双线性插值,对于背景区域宏块采用自适应多方向插值算法。但由于不能准确地定位五官位置,在插值过程中仍会产生虚假边缘,所获得的图像尤其是人脸五官部分主客观质量仍旧不好。

基于上述现状,在文献[2]的基础上提出一种基于人脸五官特征的空域差错掩盖(FFSEC)算法。首先将受损块分类,利用双线性、单方向或多方向插值算法进行初步的差错掩盖;然后进行肤色分割,获取面部大致区域;最后引入模式识别技术,获取眼睛的具体位置,利用五官相互之间在空间上有固定的相对位置这一特征,以及人脸五官各自的具体特征,对面部区域进行第2次差错掩盖,提高图像中人脸区域的质量,并利用JM11对算法进行仿真。

1 算法分析

在视频电话或者视频监控中,由于传输网络性能不佳,会导致数据包丢失或者出错,此时在解码端会检测到错误宏块的存在。为了能获得主客观质量较好的视频图像,需要在解码端进行差错掩盖。对于视频数据压缩包中I帧内受损的宏块,主要是采用插值的方法进行差错掩盖。文献[3]为了对数字图像进行修复,利用Sobel边缘检测器获取纹理的边缘图像,然后通过一系列的计算获得图像的边缘

方向,通过此方法得到的方向不够精确,将其用于视频图像的差错掩盖时,对于边缘复杂的图像掩盖效果不理想;而文献[4]基于受损区域边界处像素的梯度值,计算图像的主、次边缘方向,在受损区域比较大的情况下掩盖效果不佳。如图1所示本文利用改进的Sobel算子与图像的像素矩阵进行卷积,获取图像边缘方向,进行初步的差错掩盖,改善受损帧的整体效果。

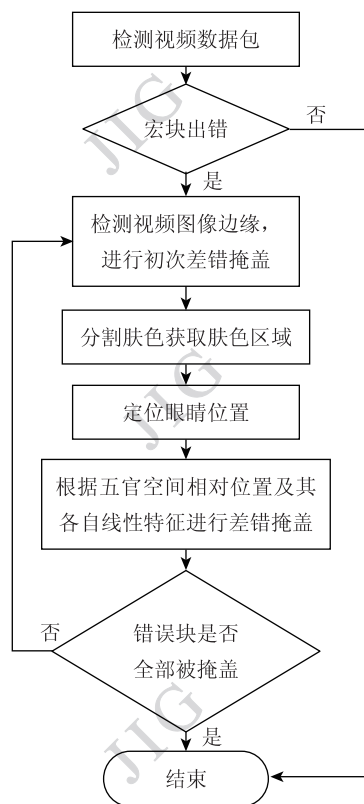


图1 基于人脸五官特征的空域差错掩盖算法流程

Fig. 1 The flowchart of FFSEC algorithm

为了能够进一步提高视频图像受损区域内人脸部分的主客观质量,采用了肤色分割的方法,将肤色区域从视频帧内单独分割出来;然后引入模式识别技术,在肤色区域内定位眼睛部位;最后根据五官在空间上固定的相对位置,以及五官尤其是眼睛、鼻子以及嘴唇各自的线性特征进行差错掩盖,达到对人脸区域进行二次差错掩盖的目的。

2 算法模块设计

2.1 边缘检测

为了能够尽量避免因虚假边缘造成的视频质量下降,在进行差错掩盖之前将整帧图像的丢失块进行分

类,划分为平滑块、单方向边缘块以及多方向边缘块。

为了能比较准确地进行分类,采用文献[5]中的多方向的 Sobel 算子模版与图像的像素矩阵进行卷积运算,获取图像的边缘方向。算子的模板如图 2 所示,方向划分为:以水平向左为方向 1,逆时针旋转,每增加 45° 方向数加 1,依此类推得到方向 2~8,由于方向 5~8 与方向 1~4 正好相反,卷积的结果也正好相反,因此可以只进行方向 1~4 的判断,从而减少运算量。

$$\begin{array}{cc} \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ \text{(a) 垂直方向} & \text{(b) 水平方向} \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} \begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{(c) 左上-右下方向} & \text{(d) 右上-左下方向} \end{array}$$

图 2 方向模板^[5]

Fig. 2 The template of direction^[5]

由于边缘点的灰度突变和方向性较强,梯度值在沿着边缘的方向上较大,在与边缘方向垂直的方向上较小,在视频图像中出现的大多数噪声不具备这一特性。出于这种原因,文献[5]提出用差值计算梯度的方法,即对卷积结果取绝对值,取结果中最大的与最小的相减,差值作为该点的梯度值。本文对此方法进行了详细的研究与分析,发现在多种情况下,文献[5]这种计算梯度值的方法并不能很好地选择出边缘方向。例如如图 3 所示,其中灰色部分表示像素值为 0 的点,白色部分表示像素值为 255 的点,按照文献[5]的方法,利用图 2(c)(d)模板对此图像的像素矩阵进行卷积,计算结果相等,无法判断此图像的边缘方向。针对这种情况,采用矩阵卷积结果中最大值与最小值的差作为该点的梯度值,能在一定程度上解决这一问题。

为每个方向设置一个计数器,计算每个邻域内 8×16 或者 16×8 像素的梯度方向,当某一个像素点的梯度方向属于 4 个方向中的一个时,将这个方向的计数器加 1。对丢失块邻域内的像素点都进行边缘检测后,设阈值为 T_1 ,记 4 个计数器有 N 个的数值超过阈值 T_1 ,则

X1	X2	X3
X4	X0	X5
X6	X7	X8

图 3 折线边缘示意图

Fig. 3 The diagram of irregular edges

1) 当 $N > 1$ 时,则认为此块属于多方向边缘块,采用多方向的插值算法对其进行差错掩盖^[2];

2) 当 $N = 1$ 时,则认为这个块属于单方向的边缘块,采用单方向的插值算法对其进行差错掩盖^[6];

3) 当 $N = 0$ 时,则认为这个块属于平滑块,采用双线性加权插值算法进行差错掩盖,即利用水平和垂直方向 4 个相邻宏块边界像素的加权插值得到此像素的恢复值,权值与此像素到边界像素的距离成反比,表示为

$$P_{i,j} = \frac{\sum (a_i \times (n - d_i))}{\sum (n - d_i)} \quad (1)$$

式中, $P_{i,j}$ 为丢失的像素经过双线性加权插值算法后得到的恢复值, a_i 为上下左右 4 个相邻宏块与当前丢失像素邻近的像素值, n 是宏块的垂直或水平尺寸大小, d_i 为 a_i 对应像素点到 $P_{i,j}$ 对应像素点的距离。

经过对多幅受损图像的试验,最后确定阈值取 $T_1 = 60$;或许会有效果更好的取值,有待下一步工作进行探讨。

2.2 肤色分割

在视频电话等应用领域,对于视频中人脸图像的主客观质量有较高的要求,因此在进行初步的差错掩盖之后,利用分割技术将图像中的肤色与其他部分进行分离,单独对其进行二次差错掩盖。由于肤色特征稳定性较高,基本上不依赖于面部细节,对于旋转、表情变化等也不敏感,同时还能同大多数背景物体的颜色相互区别,所以常常被作为人脸检测过程中人脸定位的手段。将图像每个像素点的 R 、 G 、 B 转换成 Y 、 Cb 、 Cr 表示,然后采用文献[7]中使用的非线性转换,变换为 $YCb'Cr'$ 坐标空间,得到每个像素点的色度值 (Cb', Cr') ,在 $YCb'Cr'$ 色度空间中提取人脸候选区,使用 Cb' 、 Cr' 来表示颜色的 2 维平面,由于肤色区域相对集中,所以可以采用高斯分布来描述这种分布。采用文献[2]中的方式对各像素属于肤色的可能性进行计算,其相似度为

$$P(C_b, C_r) = \exp[-0.5(\mathbf{x} - \mathbf{M})^T \mathbf{C}^{-1}(\mathbf{x} - \mathbf{M})] \quad (2)$$

式中, $\mathbf{x} = [C'_b, C'_r]^T$, $\mathbf{M} = E[\mathbf{x}]$, $\mathbf{C} = E[(\mathbf{x} - \mathbf{M})(\mathbf{x} - \mathbf{M})^T]$ 。对计算结果进行统计, 并且将每一像素点的肤色相似度除以最大的肤色相似度, 进行归一化处理, 设定一个阈值 T_2 , 当肤色相似度大于阈值 T_2 的时候, 此像素点归属于肤色区域, 否则不属于肤色区域, 从而将肤色从图像中分割出来, 获得人脸区域。

经过对多幅图像的肤色区域进行分割试验, 最后确定阈值取 $T_2 = 0.75$; 或许会有效果更好的取值, 有待下一步工作进行探讨。

2.3 人脸差错掩盖

由于边缘检测器的性能原因, 难免会在丢失块内五官附近获得多条强边缘, 从而产生虚假边缘。如若对其采用单方向、多方向的插值算法或者双线性插值算法进行差错掩盖, 图像的主客观质量会受到影响。因此在进行了初次的插值差错掩盖后, 利用文献[3]中的方法进行类眼物检测, 以确定五官的具体位置, 然后根据其相互间固定的空间位置关系以及各自的线性特征进行差值差错掩盖。

通过对灰度图像中眼睛部位的深入分析, 可知其特性如下: 1) 在局部范围内, 眼部灰度一般低于背景灰度, 即中间黑两边白; 2) 眼部边缘灰度变化较剧烈; 3) 眼睛内部灰度变化较缓^[7]。根据眼睛的这种特性, 文献[7]提出了一种能一次性地对不同类眼物进行检测的算法。该算法首先利用特性 1) 2) 对上下眼骨架点上下眼皮检测; 然后利用上下眼骨架点进行眼线提取; 最后根据特性 1) 3) 对每根眼线进行细检, 以剔除噪声。在检测到眼睛所处的位置后, 可以针对五官的这一特点设定特定的值, 进行特定位置丢失块的差错掩盖。具体过程如下:

1) 利用文献[7]的方法获取眼睛在人脸区域的位置, 然后计算眼睛部位与水平方向构成的倾斜角

$$\alpha = \begin{cases} \arctan\left(\frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}\right) & y_1 \geq y_2 \text{ 且 } x_1 \neq x_2 \\ \pi + \arctan\left(\frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}\right) & y_1 \geq y_2 \text{ 且 } x_1 \neq x_2 \\ \frac{\pi}{2} & x_1 \neq x_2 \end{cases} \quad (3)$$

式中, (x_1, y_1) 与 (x_2, y_2) 分别表示眼睛部位最右侧

与最左侧像素点的坐标。由于双眼处于同一直线上, 根据 α 确定眼睛的精确插值方向后, 利用式(4)对图像中受损的眼睛部位进行第 2 次差错掩盖。本文只采用处于双眼同一直线上的相邻像素进行加权插值, 权值与参考像素到等待恢复像素的距离成反比。

$$P_{i,j} = \frac{\sum (a_i \times (l_i - d_i))}{\sum (l_i - d_i)} \quad (4)$$

式中, $P_{i,j}$ 为当前丢失像素的恢复值, a_i 为参考像素点的像素值。因为需要等概率地选取眼睛中心点左右两边的像素作为参考像素, 所以利用 $(l_i - d_i)$ 作为参考像素的权限值, 其中 l_i 为眼睛宽度的一半, 在此过程中 a_i 的选取保证 d_i 不超过 l_i , 即参考像素的选取是有范围的。

2) 在完成眼睛的第 2 次差错掩盖后, 可以确定两眼的中间位置, 而根据先验知识可知五官中的鼻子正好位于两眼之间, 且其所处直线与两眼所处直线垂直, 鼻子的高度大致等同于双眼中心点之间的距离, 根据 2.3 节所求角度 α 可以计算到鼻子与水平方向所构成的角度, 即

$$\beta = \begin{cases} \alpha + 90^\circ & \alpha \neq 90^\circ \\ 0^\circ & \alpha = 90^\circ \end{cases} \quad (5)$$

根据所求角度 β , 本文选取与鼻子处于同一直线上, 即与水平方向成 β 角度的像素点, 利用式(4)对鼻子部位进行加权的插值差错掩盖。但此时 l_i 为初步差错掩盖后图像中鼻子高度的一半。

3) 由于嘴唇与眼睛之间的距离约等于双眼中心位置之间的距离的 1.5 倍, 且嘴唇基本上与双眼平行, 可以大致确定嘴唇的位置。继续使用式(4)对嘴唇部分进行加权的插值差错掩盖, 此时 l_i 为初步差错掩盖后嘴唇宽度的一半。

3 实验结果

采用 H. 264 的 JM11 模型作为测试平台, 模拟视频压缩码流在网络传输过程中丢包的差错情况, 分别采用 akiyo. cif、foreman. cif、carphone. qcif、claire. qcif、suize. qcif 序列进行测试, 使用棋盘打包策略对测试序列打包, 对 qcif 序列每帧打成 2 个包, 对 cif 序列每帧打成 6 个包, 由于本文只研究空域差错掩盖算法, 因此对每个测试序列采用全 I 帧格式进行编码, 测试序列长度均为 50 帧, 帧率为 30 帧/s, 量化参数 $QP =$

28,经编码后输出为 RTP 格式的包流。为验证本文算法的有效性,选取 BFASEC 算法与本文的 FFSEC 算法在网络丢包率 10% 的环境下,统计序列中所有受损 I 帧掩盖后亮度 Y 信号 PSNR 值进行效果比较。

由于本文算法加入了模式识别的相关方法,对算法的效率有一定的影响,为了突出算法效果,选择在丢包率比较大的情况下进行实验。图 4 是丢包率分

别为 27%、33% 时,对两种方法重建的第 29 帧 carphone 图像、第 6 帧 foreman 图像的比较。BFASEC 算法重建图像中,位于受损区域的五官主观视觉效果不如本文的 FFSEC 算法,尤其是嘴唇部分进行插值时出现错误边缘,造成了主观视觉效果下降,本文的 FFSEC 算法在一定程度上改善了 BFASEC 算法在选择五官插值方向时失真的缺陷。

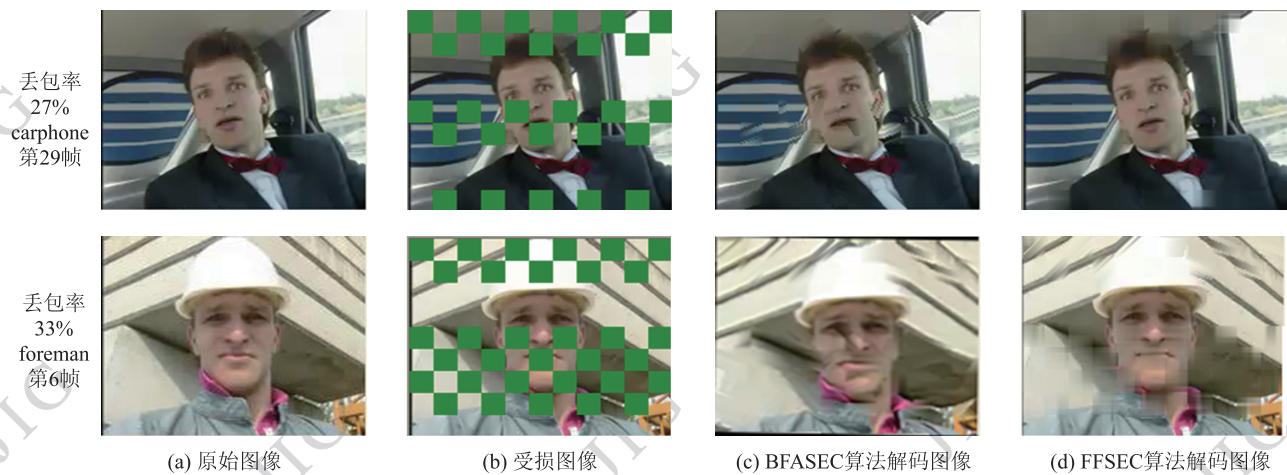


图 4 Carphone 视频序列差错掩盖的效果对比图

Fig. 4 The effect of error concealment to the carphone

表 1 给出了各测试序列在丢包率为 27% 的情况下,图像重建的表现。采用了序列中所有受损 I 帧经过差错掩盖后亮度 Y 信号 PSNR 值作为评价。如表 1 中所示,对不同的序列,FFSEC 算法较 BFASEC 算法都有较好的数值表现,亮度 Y 信号 PSNR 值基本上能提升 0.5 ~ 1.5 dB,而其中又以面部区域数据包丢失较为严重的 foreman. cif 以及 carphone. qcif 序列效果最为显著,PSNR 值提高了大约 1.5 dB,这充分说明 FFSEC 算法与 BFASEC 算法相比有较好的鲁棒性。

表 1 丢包率为 27% 时 FFSEC 算法和 BFASEC 算法的 PSNR 值比较

Table 1 The PSNR of FFSEC and BFASEC with 27% packet loss ratio

算法	akiyo	foreman	carphone	claire	suize
BFASEC	28.000 3	26.01	23.86	26.61	31.04
FFSEC	28.356	27.64	25.27	27.82	32.26

将 akiyo 序列的出错帧利用 BFASEC 以及 FFSEC 两种算法进行差错掩盖,并对掩盖后的亮度 Y

信号 PSNR 值进行统计,如图 5 所示。虽然利用两种算法进行差错掩盖时,第 1 帧、第 7 帧以及第 24 帧的 PSNR 值几乎相等,但剩余的 22 帧,利用本文算法比利用 BFASEC 算法时 PSNR 值高出 0.2 ~ 0.6 dB 不等,其中以第 17 帧效果最为显著。因此可知本文算法对各出错帧的掩盖效果都要优于 BFASEC 算法。

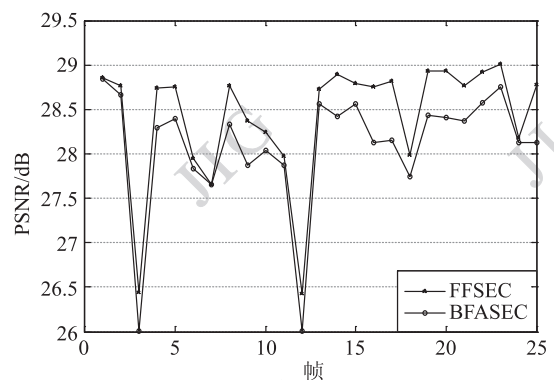


图 5 两种差错掩盖算法用于 akiyo 序列受损 I 帧性能比较

Fig. 5 The performance comparison of the two error concealment algorithm in the application for the damaged I frame of the akiyo sequence

4 结 论

可视电话、视频监控等领域对于视频中人脸图像的质量极其重视,本文在 BFASEC 算法的基础上,提出新的基于人脸五官特征的空域差错掩盖算法,先对整帧图像的丢失块进行平滑块与单方向、多方向边缘块的划分,进行初步的插值差错掩盖,然后进行肤色分割,引入模式识别的技术定位五官的具体位置,并根据其具体特征进行二次差错掩盖。实验结果表明,在采用棋盘打包策略,且丢包率较大时,本文的 FFSEC 算法与 BFASEC 算法相比较,对受损帧,尤其是帧内人脸区域的差错掩盖效果较好,适用于可视电话以及视频监控等以人脸为主要内容的视频领域。

但由于本文在差错掩盖的过程中引入了模式识别的相关方法,使得解码效率在一定程度上受到了影响。使用不同的视频序列进行了多次实验,本文 FFSEC 算法在效率上比 BFASEC 算法低 5% ~ 12%。分别对丢包率为 3% 以及 9% 的情况也进行了实验,FFSEC 算法与 BFASEC 算法相比较,亮度 Y 的 PSNR 平均值提升值为 0.2 ~ 0.4 dB。

对非棋盘打包策略的视频数据压缩包模拟网络丢包,在解压过程中利用本文的 FFSEC 算法进行差错掩盖,得到的视频图像主客观效果仍旧不理想,考虑到效率与质量两者间的平衡,FFSEC 算法比较适合在网络比较不稳定、丢包率比较大且采用棋盘打包策略的环境下使用,其他情况下本文算法有待进一步改进。

参考文献 (References)

- [1] Peng Q, Zhang Q M, Xu J L. An adaptive spatial error concealment algorithm based on edge detection [J]. Journal of the China Railway Society, 2008, 30(6):58-62. [彭强,张庆明,徐锦亮.基于边缘检测的自适应空域差错掩盖配算法[J].铁道学报,2008,30(6):58-62.]
- [2] Yang Z W, Zhang Q M, Peng Q. Adaptive spatial error concealment based on face features [J]. Information and Communication Technologies, 2009, (4):19-22. [杨志伟,张庆明,彭强.基于人脸特征的自适应空域差错掩盖算法[J].信息通信技术,2009,(4):19-22.]
- [3] Wei L, Chen X H. Algorithm of image inpainting based on texture orientation [J]. Computer Applications, 2008, 9(28):2315-2317. [魏琳,陈秀宏.基于纹理方向的图像修复算法[J].计算机应用,2008,9(28):2315-2317.]
- [4] Sun X H, Wang H N. New spatial error concealment method based on multi-texture direction [J]. Journal of Chinese Computer Systems, 2009, 30(11):2264-2267. [孙晓华,王惠南.多纹理方向空域错误隐藏算法[J].小型微型计算机系统,2009,30(11):2264-2267.]
- [5] Lang Y. An improved sobel edge detection operation [J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2011, (5):59-60. [郎瑶.一种改进的 Sobel 边缘检测算子[J].广西轻工业,2011,(5):59-60.]
- [6] Li Q, He J M, Ming Y. Error concealment algorithm based on edge detection and direction weight for H.264 intra frame [J]. Application Research of Computers, 2010, 27(12):4798-4800. [李强,何骥鸣,明艳.基于边缘检测及方向加权的 H.264 帧内错误隐藏算法[J].计算机应用研究,2010,27(12):4798-4800.]
- [7] Qu Y F, Li W J, Xu J, et al. Fast multi-pose face detection in a complex background [J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2004, 16(1):45-50. [曲延锋,李卫军,徐健,等.复杂背景下多姿态人脸快速检测算法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2004,16(1):45-50.]

[1] Peng Q, Zhang Q M, Xu J L. An adaptive spatial error conceal-