

•信号与信息处理•

## 强光干扰下可见光图像质量分析方法研究

尚举邦

(中国电子科技集团公司光电研究院,天津 300308)

**摘要:**研究强光对图像中目标识别的干扰能力以及信息处理对强光干扰的抑制能力,并对信息处理效果进行量化分析。研究过程采用了两种不同的研究方案,一是基于无干扰底图的强光干扰效果分析,将被干扰的图像与同一场景未受干扰的可见光图像进行比对,通过配准后的图像直接分析干扰抑制效果。二是基于目标模板的强光干扰效果分析,选择目标模板进行仿真,分别计算信息处理前后目标模板在目标场景下的可识别度,并进行比对,即获得信息处理对强光干扰的抑制效果。两种研究方案均能对信息处理的效果进行定量的统计分析。将处理效果量化,能够对信息处理技术提供必要的技术支持。

**关键词:**强光干扰;图像信息处理;可识别度

中图分类号:TP391.41

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2016)-06-0047-06

## Research on Image Quality Analysis under Strong Light Interference

SHANG Ju-bang

(Academy of Opto-Electronics, China Electronics Technology Group Corporation (AOE CETC), Tianjin 300308, China)

**Abstract:** The interference performance to the target recognition in images from strong light and the suppression of information processing to the strong light interference are researched. And the information processing effect is analyzed quantitatively. Two different research schemes are adopted. The first is strong light interference effect analysis based on base map without interference. The interference image is compared with the visible light image without interference in a same scene. And the interference suppression effect is directly analyzed based on the registered images. The second is strong light interference effect analysis based on target template. The target template is selected for simulation and the recognition levels of the target template under target scene before and after processing are calculated respectively and compared to get the suppression effect of the information processing to strong light interference. The information processing effect can both be quantitatively statistically analyzed through the two research schemes. Processing effect is quantified to provide technology support to information processing technology.

**Key words:** strong light interference; image information processing; recognition level

常用的图像质量评价指标有归一化均方误差(NMSE),它是基于原始图像和降质图像像素之间绝对差异而定义的,计算形式非常简单,评价结果与主观感觉相差较大<sup>[1-3]</sup>。近年来Wang等<sup>[4]</sup>提出了一种基于图像结构相似度的评价方法(SSIM)。此后又出现许多改进的SSIM算法,包括多尺度结构相似度(MS-SSIM)<sup>[5]</sup>,基于图像边缘特征的结构相似度

(ESSIM)<sup>[6]</sup>,根据图像平滑区域、纹理和边缘三分量加权的结构相似度(three-SSIM)<sup>[7]</sup>,这类算法都是从图像整体特征的改变程度来评价图像质量。而强光干扰图像的失真仅仅局限于图像的某一区域,其他区域的图像信息基本没有损失,这导致在评价强光干扰图像时,NMSE和SSIM等基于灰度值改变和整体失真程度的图像质量评价算法评价结果不准

确<sup>[8]</sup>。文中提供两种计算方法,定量描述强光在图像上产生的光斑对图像中关键信息获取的影响程度,通过比较信息处理前后图像中目标可识别性能的变化,比较不同图像处理方法的优劣,从而可以找到最优的图像信息处理方法。

### 1 基于无干扰底图的强光干扰效果分析

研究采用了边缘提取、噪声抑制、目标自适应分割等多种方法研究目标与强光光斑相对距离不同时目标可识别性能的变化情况,由此对强光干扰效果实现定量的统计分析结果。研究过程采用了两种不同的研究方案,本节介绍第一种。

第一种研究方案是利用可见光图像幅面较大,图像中场景细节丰富等特点,与同一场景未受干扰的可见光图像进行比对,通过配准后的图像直接分析干扰抑制效果。因为人眼对图像的边缘信息有着较强的敏感度,而图像的梯度信息可以较好地反映图像中纹理特征变化等一些细微的反差。因此,先对图像进行边缘提取,然后再比对。

#### (1)粗配准

利用地面试验图像,对干扰光斑的影响进行分析和评价。试验图像如图1所示。



(a)可见光波段的实验图像1

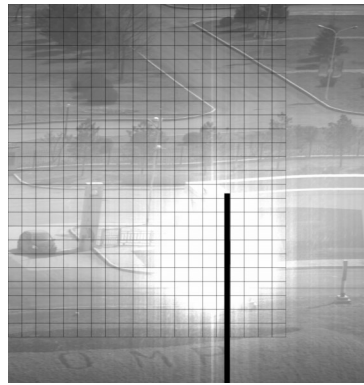


(b)可见光波段的实验图像2

图1 (a)可见光波段的实验图像1;(b)可见光波段的实验图像2

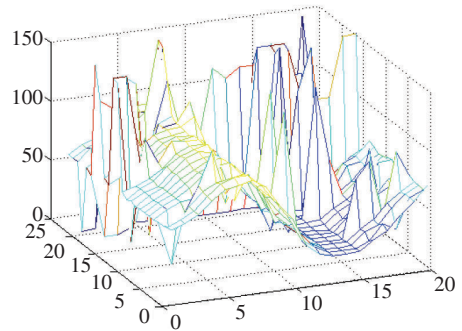
由于两幅图像成像时刻不一样,像面出现较大偏移,且部分地面细节出现变化(车辆和行人的出现等),因此,两幅图像的背景部分需要先进行配准,再进行评价。

将干扰划分成小区域,小区域的大小为300×300像元,两幅比较图像的重叠区域被划分成共24×20个小区域。干扰图像的待配准小区域如图2a所示。

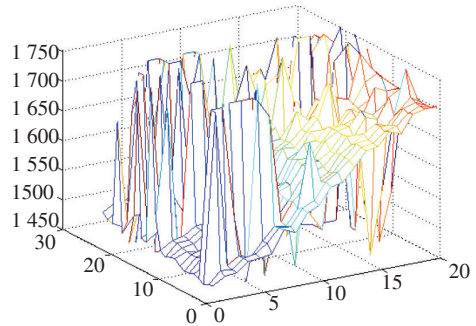


(a)区域配准选择

再与底图进行配准,其未受干扰区域和影响较小的区域可以获得较好的相关系数。每个小区域在底图中寻找相关系数最大的匹配区,作为配准结果。配准后的X,Y方向偏移结果如图2b~图2c所示。

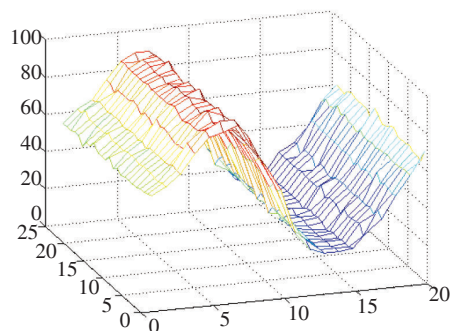


(b)X方向粗配准偏移量结果

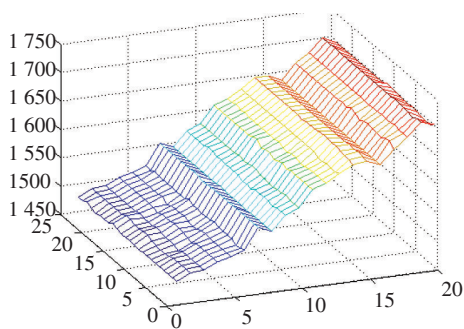


(c)Y方向粗配准偏移量结果

在剔出异常点以后配准结果如图2d~图2e所示。



(d) X方向粗配准偏移量结果



(e) Y方向粗配准偏移量结果

图2 (a) 区域配准选择; (b) X方向粗配准偏移量结果; (c) Y方向粗配准偏移量结果; (d) X方向粗配准偏移量结果; (e) Y方向粗配准偏移量结果

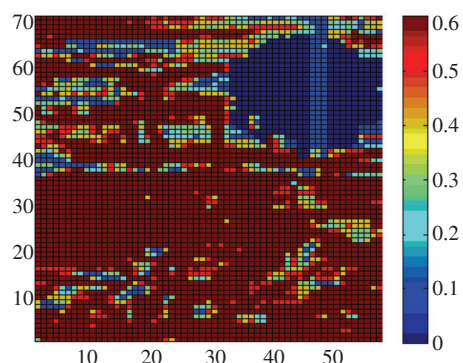
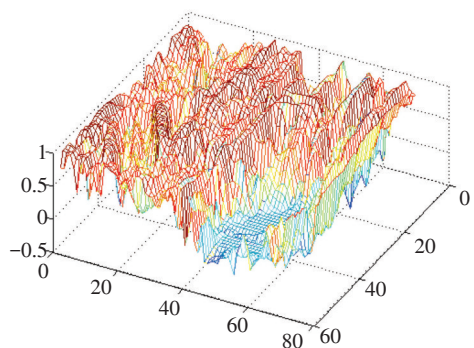
### (2) 精配准

在粗配准的基础上再进一步细致划分区域,再进行精配准。待配准的小区域,每隔100像元(X方向或Y方向)取一个区域进行精确配准和相似性计算。对应底图的区域如图3a所示。



(a) 配准后的结果示意图

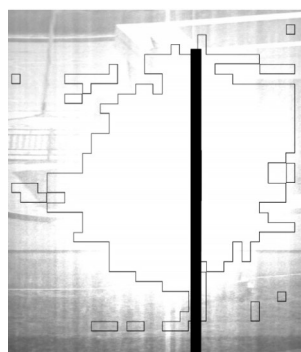
从图中配准小区域的对准情况来看,激光的出现,会造成像面的扭曲和轻微变形。配准后的相似性计算结果如图3b所示。



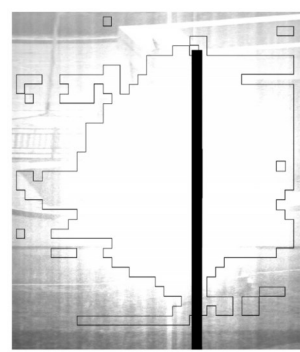
(b) 配准后图像的区域相似性统计

图3 (a) 配准后的结果示意图  
(b) 配准后图像的区域相似性统计

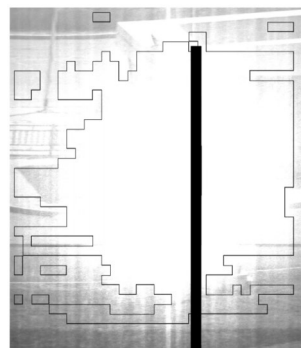
光斑影响区域等高线绘制如图4a~图4h所示。



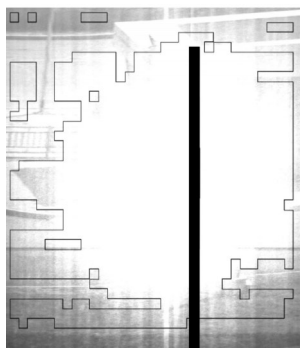
(a) 相关性 $< 0.1$ 等高线



(b) 相关性 $< 0.2$ 等高线

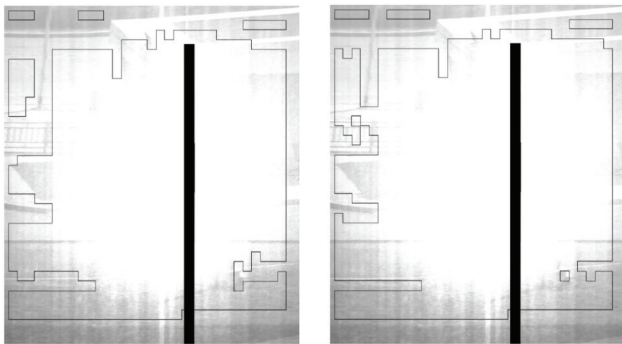


(c) 相关性 $< 0.3$ 等高线



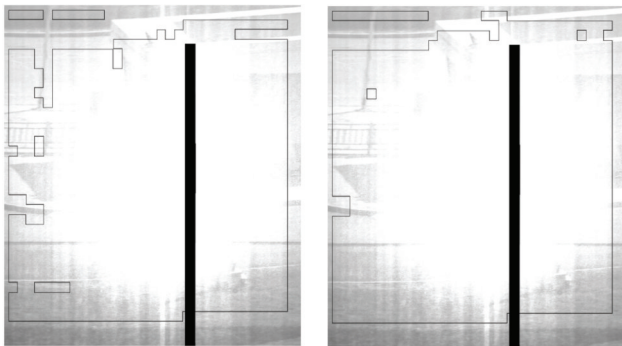
(d) 相关性 $< 0.4$ 等高线





(e) 相关性<0.5等高线

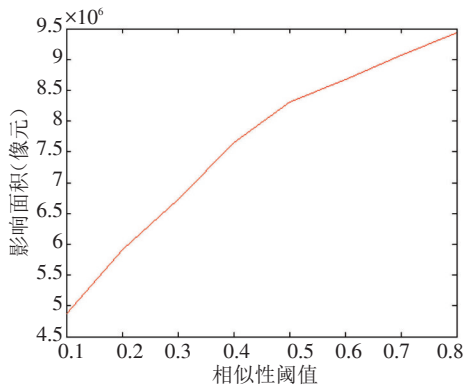
(f) 相关性<0.6等高线



(g) 相关性<0.7等高线

(h) 相关性<0.8等高线

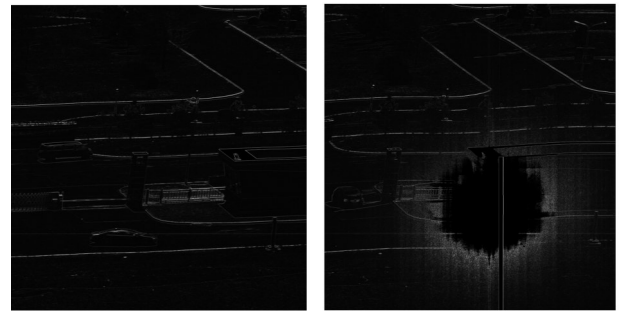
对应的光斑干扰区域相关性和影响面积曲线如图4i所示。



(i) 相似性阈值与影响面积的关系

图4 (a) 相关性<0.1等高线;(b) 相关性<0.2等高线;  
(c) 相关性<0.3等高线;(d) 相关性<0.4等高线;  
(e) 相关性<0.5等高线;(f) 相关性<0.6等高线;  
(g) 相关性<0.7等高线;(h) 相关性<0.8等高线;  
(i) 相似性阈值与影响面积的关系

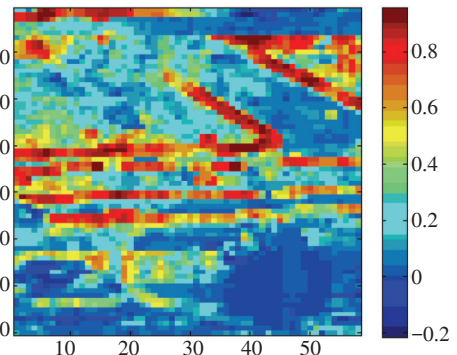
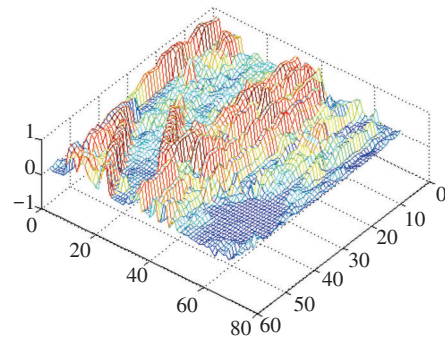
由于人工判读可能参与对干扰图像的解读,所以还针对图像轮廓进行了相似性影响分析。首先用sobel算子对干扰原图与底图进行梯度提取,结果如图5a~图5b所示。



(a) 底图轮廓

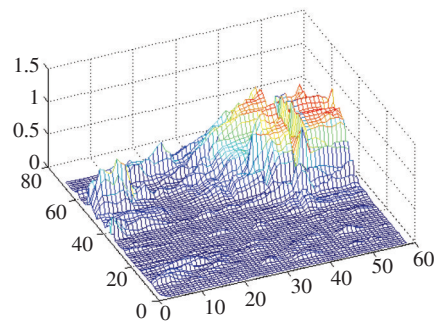
(b) 干扰图轮廓

配准后的相似性计算结果如图5c所示。

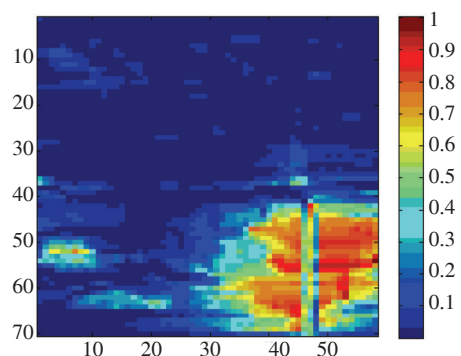


(c) 基于梯度的相似性度量

为了消除无轮廓区域对相关性的影响,进行了负相关计算,结果如图5d~图5e所示。



(d) 基于梯度的负相关



(e) 基于梯度的负相关二维图

图5 (a) 底图轮廓; (b) 干扰图轮廓; (c) 基于梯度的相似性度量; (d) 基于梯度的负相关; (e) 基于梯度的负相关二维图

从上图看来,左下角的两个彩色区域是因为干扰原图和底图分别有一辆汽车出现的缘故,造成了区域不相关。光斑的出现造成的不相关则比他们更显著。以这两辆汽车出现造成的负相关程度作为阈值,划分光斑的不相关情况,约有6,580,000个像元的面积受到显著影响。

## 2 基于目标模板的强光干扰效果分析

第二种研究方案则是为了研究强光干扰对具有一定形状的目标识别的干扰能力以及信息处理对强光干扰的抑制能力,基于目标的形状制作目标模板,通过目标模板与目标场景融合仿真图像进行可识别度计算,即获得强光对目标可识别度的影响效果;另外将目标场景融合仿真图像通过信息处理手段抑制强光光斑,再计算其可识别度,将信息处理前后的可识别度进行对比,即获得信息处理对强光干扰的抑制效果。图6为不同区域添加模板图。



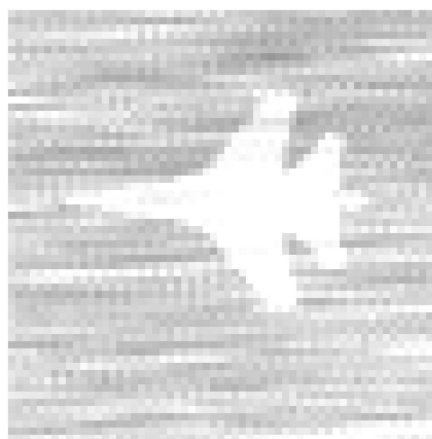
(a) 目标部分叠加区域示意图 (b) 目标模板放大图

图6 (a) 目标部分叠加区域示意图

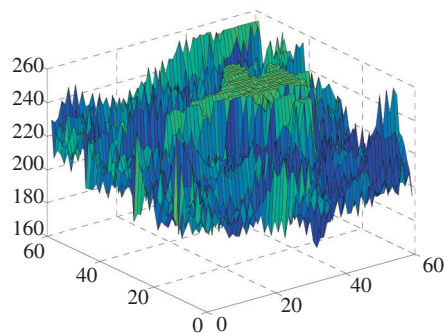
(b) 目标模板放大图

背景图尺寸为3 500×3 400像元,模版图尺寸为60×60像元。在远离光斑(位置(1))、靠近光斑(位置(2))、在光斑边缘(位置(3))和光斑中心(位置(4))4个不同区域添加目标模板,如图6所示。分别计算在部分区域叠加目标的相关性系数。并对干扰图像分别进行两种信息处理方法,分别计算处理之后的相关性系数。

图7所示为模板图在位置(2)时,两种信息处理方法的作用效果。



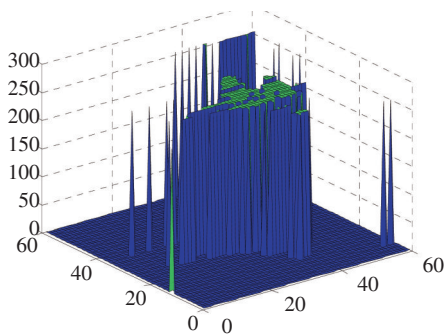
(a) 目标场景叠加图



(b) 目标场景叠加三维图



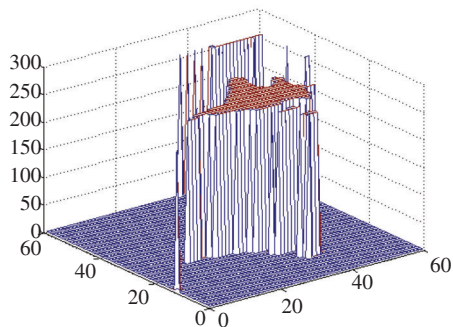
(c) 目标场景叠加图信息处理方法1的结果



(d)处理方法1的结果对应三维图



(e)目标场景叠加图信息处理方法2的结果



(f)处理方法2的结果对应三维图

图7 (a)目标场景叠加图;(b)目标场景叠加三维图;  
(c)目标场景叠加图信息处理方法1的结果;(d)对应  
三维图;(e)目标场景叠加图信息处理方法2的结果;  
(f)对应三维图

表1为信息处理对目标识别影响对比表。由上述部分实验结果及表1数据可知,信息处理方法1的处理结果是,当目标没有被光斑完全覆盖时,信息处理后,同一目标模板同目标背景叠加图的相似性都比处理前有所提高。信息处理方法2的处理结

果是,当强光干扰并不太严重时,信息处理后,同一目标模板同目标背景叠加图的相似性都比处理前有所提高。但如果干扰较严重,信息处理并不能提高目标的可识别度。

表1 信息处理对目标识别影响对比表

	处理前	方法1处理后	方法2处理后
目标远离 干扰光斑中心	0.979 135	0.977 934	0.968 801
目标在干 扰光斑附近	0.679 546	0.759 103	0.843 197
目标在干 扰光斑边缘	0.242 036	0.311 407	0.204 196
目标在干 扰光斑中心	0.000 000	0.000 000	0.000 000

### 3 结 论

在人类生活中获取的信息中,各类图像传感器获得图像信息的可信度、准确度、全面性、抗干扰性等综合性能非常高。因此图像是一种重要的信息来源。有时传感器获取的图像由于受到强光的干扰,会在图像上形成光斑,严重影响图像中目标的可识别度。强光干扰可以理解成一种遮盖效应,光斑遮挡了图像中的信息,降低了人眼分辨能力和获取图像信息的能力,强光干扰图像不同于普通噪声图像失真之处在于,噪声一般均匀的分布在图像中。通过定量判定干扰产生的效果,以及强光光斑对图像中关键信息的遮挡程度,可以为图像信息处理技术的研究分析提供评估准则与定量数据支持。

目前,国内外关于图像质量的评价方法主要包括两种类型,主观质量评价和客观质量评价。主观评价的结果最符合人类的主观感知,但是评价的过程比较复杂,同时评价结果会随着人员与实验条件的变化而变化,缺乏稳定性。相比主观方法,客观方法计算简单,实现方法便捷。

由以上分析可知,基于无干扰底图的强光干扰效果分析方法以及基于目标模板的强光干扰效果分析方法都可以对信息处理方法对强光干扰能力的抑制能力进行定量描述。基于无干扰底图的强光干扰效果分析方法需要同一背景的无干扰图像作为对比,基于目标模板的强光干扰效果分析方法

(下转第58页)



高于升压点跳变引起的冲击电流如图10所示。小于电子保险的安全保护阈值。



图10 正常电压瞬变条件下(22~45 V)冲击电流测试波形

由试验结果可以看出,本方法能够满足用电设备与飞机供电特性的符合性验证试验。针对不同负载情况,可通过修改相应参数,实现本方法所述功能。

## 4 结论

机载设备供电兼容性试验方法强化了对机载设备供电兼容性的考核力度,发现了机载设备供电兼容性设计缺陷,促进了机载设备供电兼容性完善设计工作。结合工程实际,提出了一种有效的设计方法,并通过试验验证,较好的解决了机载设备供

电兼容性设计问题。本设计方法具有较好的适用性和推广性,可广泛应用于后续产品设计中。

## 参考文献

- [1] 任仁良,强喜龙. 航空机载电源标准的发展研究[J]. 航空维修与工程,2011(3):46-49.
- [2] HB20326 机载设备对飞机供电特性适应性试验方法, 2015.
- [3] 孙良,苗壮,王宏霞. 机载用电设备的供电适应性试验系列标准制定与实施[J]. 航空电子技术,2013.
- [4] MIL-HDBK-704 Guidance for Test Procedures for Demonstration of Utilization Equipment Compliance to Aircarical Power Characteristics.
- [5] 黄俊,王兆安. 电力电子交流技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [6] ADS-68-IS Aeronautical design standard Aircraft electrical power characteristics[S]. 2006
- [7] 铃木雅臣. 晶体管电路设计[M]. 北京:科学出版社, 2014.
- [8] 普利斯曼,比利斯,莫瑞. 开关电源设计[M]. 北京:电子工业出版社,2010:19-20.
- [9] 任仁良,余朝霞. 飞机电源系统过压保护要求及实现[J]. 中国民航飞行学院学报,2006,17(5):47-48.
- [10] 吴小华. 飞机供电特性符合性验证试验研究[C]//中国航空协会航空电气工程第七届学术年会论文集,2007.
- [11] 童诗白,华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京:高等教育出版社,2001:78-81.

(上接第52页)

需要知道目标的轮廓,针对不同的具体情况可选择不同的分析方法。

## 参考文献

- [1] 王宇庆,朱明. 评价彩色图像质量的四元数矩阵最大奇异值方法[J]. 光学·精密工程,2013,21(2):470-471.
- [2] 陈勇,李愿,吕霞付,等. 视觉感知的彩色图像质量积极评价[J]. 光学·精密工程,2013,21(3):742-750.
- [3] 郁梅,孔真真,朱江英. 基于视觉阈值及通道融合的立体图像质量评价[J]. 光学·精密工程,2013,21(6):1605-1612.
- [4] Wang Z. Image quality assessment :from error visibility to-

structural similarity [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2004, 13(4):6-7.

- [5] Wang Z, Simoncelli E P, Bovik A C. Multi-scale structural similarity for image quality assessment[C]//IEEE International Conference Signals, Systems and Computers, USA, 2003, 1-4.
- [6] Chen G H, Yang C L, PO L M, et al. Edge-based structural similarity for image quality assessment[C]//IEEE International Conference Acousstics, Speech and Signal Processing, 2006:933-936.
- [7] Li C, Bovik A C, Three-component weighted structural similarity index[C]//SPIE, 2009, 7242:1-8.