

基于 L-GMSD 的图像通道检测技术

王琛 何玉珠

(北京航空航天大学仪器科学与光电工程学院 北京 100191)

摘要: 图像通道作为电视吊舱的主要模块是联系制导导弹和飞机之间的通信桥梁,是吊舱检测过程中的主要检测点。为实现图像通道的快速准确检测,采用模块化的设计思想,设计出一种方便快捷的图像通道检测系统。硬件系统以工控机为主控制器,基于 PCI 总线技术,实现图像信号的发送与采集,并提出一种基于梯度相似度偏差和亮度相结合的全参考客观图像质量评价算法(L-GMSD),将其嵌入到检测系统中,通过计算得出相关的质量评价参数与预先设置的阈值进行对比,来判断图像通道的好坏。实验结果表明,该系统能够很好实现对图像通道的检测,提高了测试效率,满足了测试需求。

关键词: 图像通道;客观图像质量评价;梯度;L-GMSD

中图分类号: TP206.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.40

Detection method of image channel based on L-GMSD

Wang Chen He Yuzhu

(School of Instrumentation Science and Opto-electronics, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: As the image channel is the main module of the pod, it is the bridge which connects the guided missile and aircraft and the detection of it is important. In order to realize the fast and accurate detection of the image channel, this paper uses the idea of modular design, and designs a convenient and fast method for image detection. The hardware of the system is based on the industrial control computer and the PCI bus technology is used to realize the transmission and collection of the image signal. This paper designs a kind of convenient and fast channel image detection system, proposes an image quality assessment method, which combines the gradient based similarity deviation and brightness. By using the threshold value we can easily judge whether the image channel can be used or not. The computer simulation results show that, this system can achieve the detection of image channels, improve the testing efficiency and meet the test requirements.

Keywords: image channel; objective image quality assessment; gradient; L-GMSD

1 引言

图像通道是电子吊舱的核心单元,其质量的好坏直接影响到吊舱作战任务的完成^[1],为了确保吊舱发挥效力,在使用前必须对图像通道的性能指标进行测试。

目前,传统的图像通道的检测操作十分复杂,人工的对图像通道的图像质量进行主观评价^[2],使其成本代价高,可操作性差,同时由于其受到观察者的客观因素的制约,无法成为一种可重复的精确工程的测量方法。所以,设计一种快速便捷、操作方便的检测系统,提高图像通道的检测维修能力显得尤为重要。

基于上述要求,本文设计出一种方便快捷的图像通道检测系统以 PCI 总线结构为基础,选用 C++ 与 MATLAB 语言设计并编写基于梯度相似度偏差^[3]和亮度相结合

的 FR 图像质量评价算法(L-GMSD),将其嵌入到图像通道检测系统中对图像质量进行评价,实现了图像通道的自动检测,提高了图像通道的检测速度与准确度,实践效果良好。

2 图像通道检测系统设计

2.1 检测原理

图像通道检测时,先由图像信号源产生一个标准的图像信号,送至吊舱的图像通道,同时对从图像通道传送出的图像进行监测,从而判断图像通道的工作是否正常。

2.2 检测系统结构的设计

通过对图像通道工作原理的分析和研究,本文设计一种新的测试系统来实现图像通道的检测。采用基于 PCI 总线的技术^[4-6],利用 C++ 编程的方式来实现图像信号源的功能。该图像信号源通过计算机显卡输出至微波电视发射

机中^[7],经过电视发射机的相关高低频转换,输出至图像接收机,图像接收机把接收的图像信号经过识别后通过图像通道反馈出去,计算机对经过图像通道发送出来的图像信息进行采集,将采集图像与源图像信号进行对比和质量评价,通过计算得出的图像质量评价参数与预先设置的阈值进行对比,来判断图像通道的好坏。其设计设计方案如下图 1 所示。

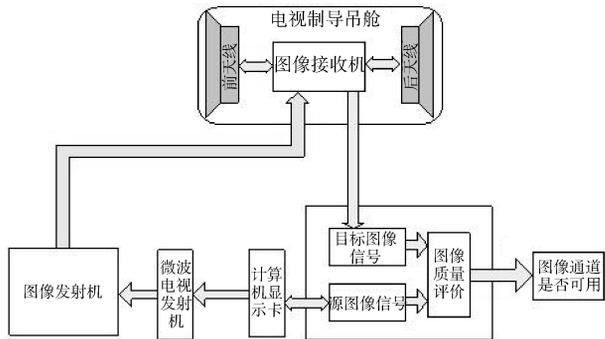


图 1 图像通道检测的设计方案

3 基于 L-GMSD 的图像质量评价算法

3.1 L-GMSD 质量评价算法设计

在图像通道检测系统中,主要关注点是图像如何更好的被人眼所感知而不是与原图多么接近,因此图像评价的模型的设计应更侧重于考虑匹配人眼视觉系统(HVS)的感受^[8-9]。由于人眼对图像的边缘非常敏感,而图像中梯度可以非常有效的反映出目标图像与参考图像之间的细节反差和纹理变化^[10-11],因此可以用来评价图像的清晰程度,同时在电视制导过程中,图像的亮度也会对人工操作造成非常大的影响。本文提出的将梯度作为主要的结构信息,同时结合图像中的亮度变化来对图像质量进行有效的评价。

由于人眼对水平和垂直方向上的细节敏感大于其他方向的敏感度,本文采用 Sobel 算子来对图像进行梯度的计算。Sobel 算子模板如下所示:

$$S_v = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$S_H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: S_v 为垂直边缘算子, S_H 为水平边缘算子。

梯度幅值计算公式如下:

$$G_x(i, j) = \left| \frac{\partial x(i, j)}{\partial i} \right| + \left| \frac{\partial x(i, j)}{\partial j} \right| \quad (3)$$

式中: $\frac{\partial x(i, j)}{\partial i}$ 和 $\frac{\partial x(i, j)}{\partial j}$ 分别为水平边缘算子 H 和垂直边缘算子 V 计算得到的梯度分量。

由此可以得到图像块 x, y 的梯度结构的相似度

(GMS) 定义:

$$GMS_{(x,y)} = \frac{2 \sum_j \sum_i G_x(i, j) G_y(i, j) + C}{\sum_j \sum_i [G_x(i, j)]^2 + \sum_j \sum_i [G_y(i, j)]^2 + C} \quad (4)$$

式中: G_x, G_y 分别代表原始图像 x 和失真图像 y 在水平和垂直 2 个方向上的梯度幅度值。

整幅图像的基于梯度的结构相似度可以由各个子图模块的 GMS 的均值得到:

$$GMSM_{(x,y)} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M GMS_{(x,y_j)} \quad (5)$$

由于一幅图像中包含有许多不同类型的局部结构,当一副图像失真时,GMSM 忽略了这种特性他内部不同的结构会在梯度等级上造成不同的退化。其无法准确的反应出局部图像质量如何退化的。基于文献[2]提出利用 GMSM 的均方差来对图像的质量进行相关评价。

$$GMSD_{(x,y)} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (GMS_{(x,y_i)} - GMSM_{(x,y)})^2} \quad (6)$$

原始图像与失真图像的亮度函数表示如下:

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C} \quad (7)$$

式中: μ_x 和 μ_y 分别为 x 和 y 的均值; C 是为了避免分母为零而设置的小常数。

由于 GMSD 的值越大图像的失真程序越大,值越小失真程度越小。而亮度函数的意义恰好相反,因此需要对亮度函数进行一定的数学转换后,再与 GMSD 相结合。

$$L-GMSD_{(x,y)} = \{1 + [1 - l(x, y)]\} \cdot GMSD_{(x,y)} = [2 - l(x, y)] \cdot GMSD_{(x,y)} \quad (8)$$

需要注意的是 $L-GMSD$ 的值反映了图像失真的程度, $L-GMSD$ 的值越大图像的失真程序越大,而值越小失真程度越小。

3.2 实验结果分析

本文从 CSIQ 图像库中选出 50 幅原始图像以及他们失真的图像,采用 GMSM、参考文献[2]中的 GMSD 以及本文设计的 L-GMSD 进行图像质量的评估。

选取其中两幅图像作为代表进行表示,其中图 2(b)相对于图 2(a)加入了白噪声影响,而图 3(b)相对于图 3(a)加入了高斯模糊失真。



(a) (b) 图 2 垂钓者

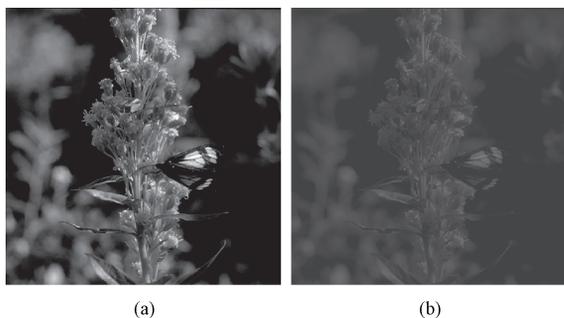


图3 花

其结果如表1所示。

表1 各算法结果

评价算法	垂钓者	花
DMOS	0.056 0	0.515 0
GMSM	0.895 2	0.883 4
GMSD	0.008 5	0.198 9
L-GMSD	0.011 2	0.221 7

从上述结果可以看出,2幅图像的主观评价DMOS的结果分别为0.056和0.515,表明第1幅图像的图像质量明显优于第2幅图像。而利用GMSM的得出的结果表明2幅图像中第1幅质量低于第2幅图像,经过对比利用文献[2]中GMSD和本文L-GMSD得出的结果,发现本文的结果更接近与DMOS结果,优于参考文献[2]中的GMSD算法,使其更接近与人眼的主观评价。通过设定相关阈值,能够很好的对图像通道进行评价。通过以上结论可以看出使用改进后的L-GMSD算法能够更加有效的反映出图像的真实情况,更加符合测试系统快速准确的设计原则。

同时在相同的实验环境下,对1幅尺寸为 512×512 的图像进行质量评价,各种方法所需要的时间如表2所示。

表2 时间对比

方法	时间
SSIM	0.038 8
L-GMSD	0.011 5
GMSD	0.011 0
GMSM	0.008 2
PSNR	0.001 6

通过以上结论可以看出使用改进后的L-GMSD算法能够更加有效的反映出图像的真实情况,更加符合测试系统快速准确的设计原则。

4 结 论

本文设计的图像通道检测系统,加入基于L-GMSD的客观图像质量评价算法,易于实现系统小型化,能有效的提高检测结果的可靠性,避免了由于人工操作产生的不必要的误差。检测系统采用当前主流的C++与MATLAB语言进行编写,使得程序的开发非常的方便。本系统具有体积小、质量轻、可靠性高、性价比高、自动测试等特点,在利用最小资源的同时能够有效快速准确的对图像通道进行检测,提高了图像通道整体检测的速度,达到了设计的目的。

参考文献

- [1] 陈蕾,姜允东等.某型电视制导空地导弹仿真研究[J].系统仿真技术,2012,8(3):192-196.
- [2] 蒋刚毅,黄大江等.图像质量评价方法研究进展[J].电子与信息学报,2010,32(1):219-226.
- [3] XUE W, ZHANG L, MOU X, et al. Gradient magnitude similarity deviation: A highly efficient perceptual image quality index[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2013, 23(2):684-695.
- [4] 戴陈靓,赵伟.导航计算机测试系统的研究与实现[J].电子测量技术,2014,37(5):42-46.
- [5] 张路路,基于PCI总线集成电路测试仪接口电路设计[J].现代电子技术,2012,35(12):66-68.
- [6] 邓云飞,张登福,王占领.基于PCI的ARINC429总线测试软件设计[J].计算机测量与控制,2014,22(10):3442-3444.
- [7] 牧彬,赵晓蕾,黄勇.基于PCI总线的图像数据传输系统设计[J].国外电子测量技术,2013,32(8):46-49.
- [8] 王勇,王宇庆,赵晓晖.图像质量客观评价的复数矩阵结构相似度方法[J].仪器仪表学报,2014,35(5):1118-1129.
- [9] 杨彪,江朝晖.基于客观参数的图像质量评估[J].计算机仿真,2009,26(5):232-235.
- [10] 马旭东,闫利,曹纬,等.一种新的利用梯度信息的图像质量评价模型[J].武汉大学学报,2014,39(12):1412-1418.
- [11] 刘洁瑜,徐军辉,汪立新.基于结构信息分布的图像质量评估新算法[J].工兵学报,2010,31(8):1053-1058.

作者简介

王琛,1992年出生,硕士研究生,主要研究方向为自动测试技术。

E-mail:wangchenbuaa@foxmail.com

何玉珠,1955年出生,北京航空航天大学教授,主要研究方向为测试计量技术

E-mail:heyuzhuhe@buaa.edu.cn