一种三波段成像对比演示系统设计与初步应用

王正刚,康 青,沈志强,陈善静,崔长彬

(后勤工程学院 国防建筑规划与环境工程系,重庆 401311)

摘 要:为了解决近紫外、可见光、近红外波段的同时、直观成像及对比演示问题,提出了构建一种上述三波段成像对比演示系统的设计思路,并对图像采集端、信号处理平台和图像输出投影端三部分进行了设计和构建,搭建了一个三波段同步实时输出的演示平台。从对平台的光谱敏感度验证以及涂料、色片、布料、图案、仿真植物等人工合成物的成像对比来看,达到了实现三波段同时对比成像的目的。

关键词:近紫外; 可见光; 近红外; 对比演示

中图分类号:O439;G482 **文献标志码**:A **DOI**:10.3788/IRLA201645.S218002

Design and primary application of an imaging contrast demonstrating system in tri-band

Wang Zhenggang, Kang Qing, Shen Zhiqiang, Chen Shanjing, Cui Changbin

(Department of National Defense Architecture Planning & Environmental Engineering, Logestic and Engineering University, Chongqing 401311, China)

Abstract: In order to solve the problem of simultaneous, object imaging and contrast demonstrating in near ultraviolet, visible light and near-infrared, the design thinking of constructing an imaging contrast demonstrating system was put forward. Three parts of image collectors, signal processing platform and image output projections was designed and constructed. A tri-band simultaneous and actual output demonstrating platform was established. From the spectral response verification of platform, and the imaging contrast of the human-made such as paint, color chip, fabrics patterns and artificial plants, the purpose of tri-band simultaneous and contrast imaging was realized.

Key words: near ultraviolet; visible light; near-infrared; contrast demonstrating

收稿日期:2016-08-05; **修订日期**:2016-09-03

作者简介:王正刚(1982-),男,副教授,硕士,主要从事军事工程伪装、工程电磁防护方面的教学和研究。Email:106017039@qq.com

0 引 言

在 300~1 200 nm 的近紫外、可见光与近红外波段,物体的成像方式均为目标物反射辐射源的光谱辐射,并由遥感器所探测到从而成像[1]。当前,无论是军用领域还是民用领域,可见光成像技术与应用已是最为成熟和普及,红外则主要发展了红外热像、遥感、通讯、制导、安防、光谱分析技术、近红外遥控等,紫外技术在军事方面可用于导弹预警、制导、紫外侦察、通讯、生化分析等,民用方面用于明火探测、生物医药分析、臭氧监测、海上油监、太阳照度监测、公安侦察等[2-3]。然而,在 300~1 200 nm 的近紫外、可见光与近红外波段,除可见光外,其他都是人眼不可见,需要特殊的仪器设备转换之后才能进行直接的演示、分析与研究,在对同一目标物体进行上述三个波段探测和侦察时,往往需要三套不同的设备,操作难度大,不容易同时、实时展现和获取。

在相关的教学、训练与实验中也遇到了上述问题,为了将物体在近紫外、可见光、近红外三个波段的光谱反射作直观的对比演示和分析,观察可见光下相同光谱反射的物体在近紫外、近红外等不同波段的反射差别(即同色不同谱),以及可见光波段探测不到,但在人眼不可见的近紫外、近红外波段却又存在的光谱反射现象,特设计、构建了一种近紫外、可见光、近红外成像对比演示系统,以市售独立的三个探头、视频采集卡、PC 和三频投影组建系统,实时对观察对象进行成像对比与分析,该演示系统主要针对需要了解该知识点的非物理专业本科学员和相关专业进修学员进行教学、训练与实验。

1 系统设计与构建

1.1 系统要求及设计

系统要求能在一般日照或人工光照条件下获取被探测对象的近紫外、可见光和近红外波段光谱图像,并能进行三个波段图像的实时对比投影,以进行观察和分析。

根据这一思路设计了图像采集端、信号处理平台和图像输出投影端三部分构成的演示系统,其中图像采集端包括近紫外、可见光、近红外三个波段的独立摄像头,信号处理平台含有视频采集卡硬件和图像同步显示与输出软件,图像输出投影端则是转换为光学图像后的近紫外、可见光、近红外信号的独立同步输出,系统设计图如图 1 所示。

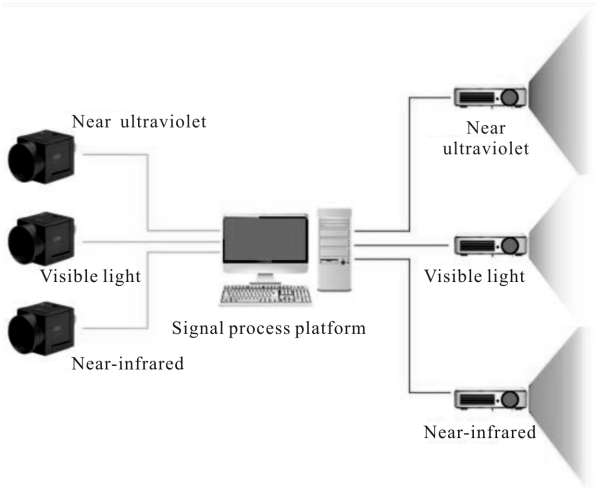


图 1 三波段成像对比演示系统设计图

Fig.1 Design sketch of tri-band imaging contrast demonstrating system

1.2 图像采集器

考虑到图像采集器的主流分辨率、系统通用性与兼容性、演示图像可对比性、信号传输处理等因素,选择日本 SONY 公司生产近紫外、可见光、近红外三款工业摄像头,图像分辨率均为 768×494 像素,并使用桌面三脚架、小型云台进行架设。其中,

近紫外:XC-EU50 摄像头,CCD 尺寸 1/2 in(1 in=2.54 cm),50 mm 1:1.8 镜头,工作波段 300~420 nm;

可见光:XC-ST70 摄像头,CCD 尺寸 2/3 in,50 mm 1:1.8 镜头,工作波段 400~770 nm;

近红外:XC-EI50 摄像头,CCD 尺寸 1/2 in,50 mm 1:1.8 镜头,工作波段 400~870 nm。三种图像采集器外观及工作波段见图 2,详细参数见表 1。

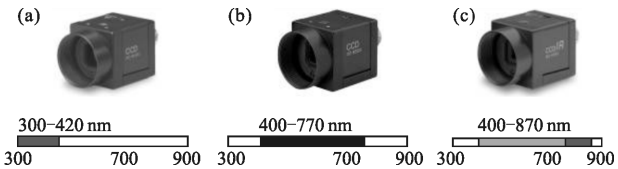


图 2 三种图像采集器外观及工作波段

Fig.2 Exterior and work band of 3 image collectors

表 1 三种图像采集器详细参数

Tab.1 Detail parameters of 3 image collectors

Model/parameters	XC-EU50	XC-ST70	XC-EI50
Imaging device	1/2 in	2/3 in	1/2 in
Effective pixels	768 (H)×494 (V)		
Cell size/μm	8.4×9.8	11.6×13.5	8.4×9.8
Sensitivity	–	400 lx F8	400 lx F11
Minimum illuminance	–	0.3 lx	0.1 lx
Normal shutter	1/100-1/10 000 s		
Power requirements	DC 12V		
Power consumption/W	1.6	2.1	1.6
Dimensions (*W*)×(*H*)×(*D*)/mm	29×29×30	44×29×57.5	29×29×30
Mass/g	50	105	50
Operation temperature /℃	-5-45		
Operation humidity	20%-80%		
MTBF/h	126 000	70 600	126 000
Signal system	EIA standard		
Horizontal frequency /kHz	15.734		
Vertical frequency/kHz	59.94		
Lens mount	C mount		
Sync system	Internal/External (auto)		
External sync system	HD/VD(2-5 Vp-p), VS		
External sync frequency	1%		
Scanning system	2:1 Interfaced		
Video output	1.0 Vp-p, negative, 75 Ω unbalanced		
S/N ratio/dB	60		

1.3 信号处理平台及软件

图像信号输入与输出处理平台主要依托一配备三口视频采集卡的台式电脑进行，具体配置为 Intel Core i7-4770 CPU、8 GB 内存、32 位 Windows 7 旗舰版操作系统，配备三个独立的 Daheng DG-CG300 视频采集卡，支持三频同步图像采集与独立输出。

图像同步显示与输出软件为 VC 语言自编软件，其操作界面如图 3 所示，除基本的控制采集器开关与图像显示之外，还具备调节同步输出图像的亮度、对比度、色相、饱和度、图像翻转、视频制式、采集器扫描方式以及打印等功能，图(a)~(c)依次为近红外、可见光、近紫外图像。

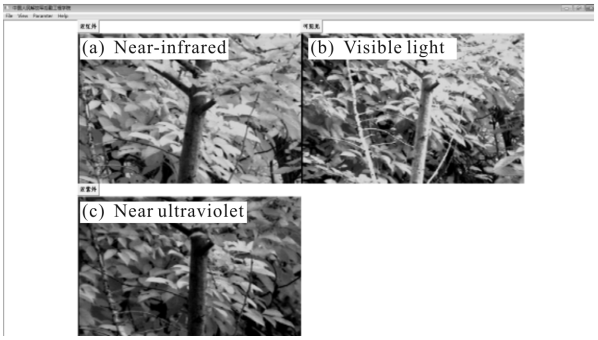


图 3 演示系统软件操作界面

Fig.3 Operation interface of demonstrating system

1.4 图像输出投影端

图像既可以在电脑显示器端显示，也可以通过连接视频卡的三台独立投影仪进行输出演示，投影仪为日本 SONY 公司 VPL-EX242，标准分辨率 1 024×768，屏幕高宽比 4:3，标称亮度 3 200 lx，对比度 2 700:1，与处理平台间使用 VGA 线进行信号传输。

2 系统光谱灵敏度及初步应用

根据系统设计要求，由上述图像采集器、信号处理平台及软件、图像输出投影端构建的近紫外、可见光、近红外成像对比演示系统如图 4 所示。

图 4 近紫外、可见光、近红外成像对比演示系统

Fig.4 Image contrast demonstrating system of near ultraviolet, visible light and near-infrared

2.1 光谱灵敏度

根据采集器说明书及相关资料[4-6]，各采集器在各自工作频段的光谱灵敏度如图 5 所示。

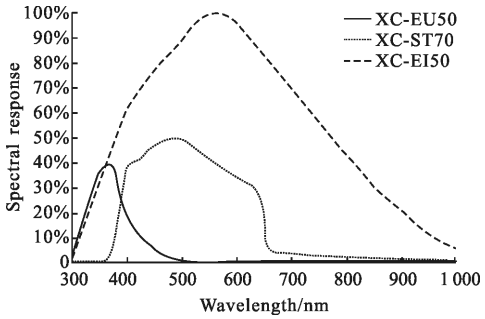


图 5 三种图像采集器的光谱灵敏度分布对比

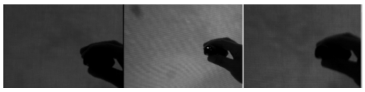
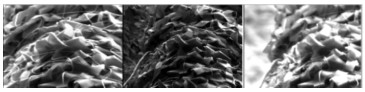
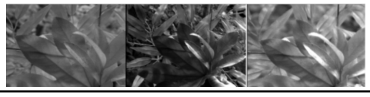
Fig.5 Spectral response allocation and contrast of 3 image collectors

2.2 成像系统初步应用

利用搭建的三波段成像系统，分别展开了采集器光谱敏感度验证、人工涂料成像对比、玻璃色片成像对比、人工迷彩成像对比以及仿真植物成像对比等几组直观的应用，详见表 2，并使用 HYELEC MS6612 数字照度计进行了实验时照度条件记录。

表 2 三波段成像对比系统的初步应用

Tab.2 Primary application of tri-band imaging contrast system

Group	Imaging contrast results (near-infrared, visible light and near ultraviolet)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

2.2.1 采集器光谱敏感度验证

在第一组到第三组成像中，分别验证了近红外、可见光、近紫外波段的光谱敏感度及成像对比可行性。其中，第一组成像采用了某品牌的空调遥控器作为目标物，该遥控器工作在近红外波段，由第一组图可见，遥控器开启时，仅有近红外波段有明显亮光，其余可见光、近紫外则图像中则没有，验证了采集端近红外光谱敏感度和成像能力；第二组成像采用了常见的演示激光笔，其发射频段为 635 nm，因此激光笔开启时在第二组图中仅有可见光图像有明显亮点，其余近红外、近紫外图像中则没有，验证了采集端可见光光谱敏感度和成像能力；第三组成像使用了市售 365 nm 紫外荧光检测手电，从第三组图可以看出，手电开启时仅有近紫外图像有明显亮光，其余近红外、可见光则没有，验证了采集端近紫外光谱敏感度和成像能力。

2.2.2 人工涂料成像对比

现今民用的很多涂料、染料都存在仅在可见光波段有图案效果的问题，而不能在一些有特定需要的场合和相关波段使用，第四组成像照度为4 150 lx，图中可见某市售涂料形成的图案仅在可见光波度具有图案效果，近红外、近紫外波段均没有图案。

2.2.3 玻璃色片成像对比

第五组实验照度 1 950 lx，图像显示，人眼所见几乎一样的两片有色玻璃，在近红外和近紫外图像中居然出现了巨大差别，一块在三个波段图像中基本保持原样，而另一块则在可见光波段透视度大增(与人眼所见不同应是由于可见光采集器与人眼光谱敏感度的差别造成)，甚至在近红外、近紫外波段呈现透明状态。

2.2.4 人工迷彩成像对比

第六~八组图像中，分别对网售的民用丛林伪装网(照度 1 650 lx)、荒漠伪装网(照度 1 800 lx)和迷彩布料(照度 1 020 lx)进行了对比成像，第六、七组成像中两种伪装网在三个波段的成像无明显差别，在三个波段均具有伪装效果。而第八组的迷彩布料则在近红外和近紫外图像中失去了原有的大部分迷彩图案，明显达不到原有伪装效果，这种伪装布料极易被侦察到而不能用在某种特定场合。

2.2.5 仿真植物成像对比

第九组则是植物叶片和某市售仿真植物叶片的

成像对比,照度 2 750 lx,从图像显示,在近红外、可见光和近紫外波段,仿真植物叶片的光谱反射与实际环境中植物叶片几乎一致,证明在该三波段成像探测中具有较好仿真效果。

3 结束语

上述演示系统使直观、实时地对目标进行近红外、可见光、近紫外同步成像成为了可能,目前仅作了初步应用,后续还将在图像后期处理与分析方面进行进一步的研究,该演示系统为非物理专业本科学员和相关专业进修学员进行教学、训练与实验提供了一个简单易行的平台,是目标在近红外、可见光、近紫外波段成像效果检验的较为直观、快捷的方法。

参考文献:

[1] Kang Qing, Zhou Zeping. Military Engineering Camouflage Technique [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2004. (in Chinese)
康青, 周泽平. 军事工程伪装技术 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.

[2] Xu Qiang. Military Ultraviolet Detection Technology and Its Application[M]. Beijing: Beihang University Press, 2010. (in Chinese)
许强. 军用紫外探测技术及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010.

[3] Huang Yimin, Li Xiangyang, Gong Haimei. Demo imaging system based on UV linear detectors [J]. ***Infrared and Laser Engineering***, 2007, 30(6): 924-927. (in Chinese)
黄翌敏, 李向阳, 龚海梅. 紫外线列探测器的演示成像系统[J]. 红外与激光工程, 2007, 30(6): 924-927.

[4] Sony Corporation Operatio n manuals: XC-EI50, XC-ES51 (EN) [EB/OL]. [2016-06-01]. http://www.pro.sony.eu/pro/lang/en/eu/support/operation-manual/1237485691991.

[5] Sony Corporation Operation manuals: XC-ST30, XC-ST30CE, XC-ST50, XC-ST50CE, XC-ST70, XC-ST70CE (EN) [EB/OL]. [2016-06-01]. http://www.pro.sony.eu/pro/lang/en/eu/support/operation-manual/1237492308638.

[6] Sony Corporation Operation manuals: XC-EU50, XC-EU50CE(EN)[EB/OL]. [2016-06-01]. http://www.pro.sony.eu/pro/lang/en/eu/support/operation-manual/1237492308859.