



# 夜视成像技术与图像融合算法的研究

杨永昌

(桂林航天工业高等专科学校, 广西 桂林 541004)

**摘要:** 夜视成像技术是借助于光电成像器件实现夜间观察的一种新的光电技术。本文扼要阐述了夜视成像技术中的红外夜视技术、激光夜视技术和微光夜视技术的基本原理,并以此重点研究分析夜视成像技术的四种图像融合算法:灰度调制融合法、加权平均法、微分算子法和基于小波变换的图像融合方法。

**关键词:** 红外夜视;激光夜视;微光夜视;融合算法

中图分类号: TN21

文献标识码: A

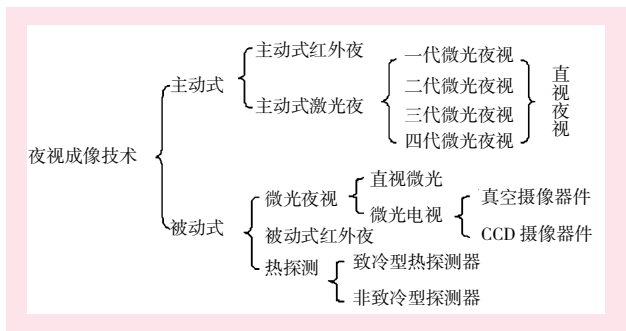
文章编号: 1671-931X (2011) 05-0088-04

88

武汉职业技术学院学报二〇一一年第十卷第五期(总第五十四期)

## 引言

夜视技术是一种利用光电成像器件来实现夜间探测和夜间观察的光电技术,它利用光电探测和成像设备,将肉眼看不见的目标转换成为人眼可视的影像并对其进行采集、处理以及显示的操作。到目前为止,夜视成像技术随着不断的发展已经具有了相当完整而且成熟的理论体系和技术基础,夜视成像技术大体可以分为以下几种<sup>[1]</sup>:



## 一、红外夜视成像技术

### (一) 红外辐射特性

红外辐射就是热辐射中的一种,它是一种不可见光,其强度与光谱造成差异的原因主要是物体的辐射温

度,所以红外辐射探测的原理就是根据每个目标不同的辐射温度来选择不同波段的探测器。

### (二) 主动式红外夜视技术

主动红外夜视仪的工作原理是<sup>[2]</sup>:先由红外探照灯发出红外光束照射目标,由目标反射回来的红外线经过透镜后,在变象管的半透明光电阴极上形成红外线图像。由于光电效应,光电阴极各部分发射出光电子,红外线照射越强的部位发射出来的电子数目也越多。这些电子在光电阴极与电子透镜之间的静电场中加速运动,然后射到荧光屏上,发出可见的荧光,荧光的强弱与电子的数目成正比。变象管的作用不仅能使不可见的红外线图像转换成可见的,而且,由于电子在电场作用下获得了能量,从而使得荧光屏上所得的图像更加鲜明。

主动式红外夜视系统的大致组成框图如图1所示:

### (三) 被动式红外夜视技术

被动红外夜视仪的工作原理是<sup>[3]</sup>:利用光学扫描技术和对中、远红外辐射敏感的固体半导体材料,将地物辐射的红外能量转变成电信号,把电信号处理放大后,转变成可见光图像的。来自目标的热辐射通过输入光学镜组照射到扫描器上,并通过一个红外平行光物镜聚焦在探测器上。探测器将热辐射信号转换成电信号,电信号经过相应放大后通过发光二极管转换成可见

收稿日期:2011-09-09

作者简介:杨永昌(1979-),男,四川巴中人,桂林航天工业高等专科学校讲师,研究方向:电子信息技术。

光，通过平行光镜头将发光二极管射线控制在扫描镜的背面。因此，就可以看到在发光二极管组件中产生、由扫描器组合的“热图像”。用这种方式，在任何情况下都必须在机械上保证接收热成像和发光二极管显像的同步性。

概括起来，被动红外夜视技术有四大优点<sup>[4]</sup>：一、环境适应性优于可见光，尤其是在夜间和恶劣气候下的工作能力；二、隐蔽性好，很多情况下都是被动接收目标的信号，比雷达和激光探测安全、保密性强且不易被干扰；三、由于依靠目标和背景之间的温差和发射率差形成的红外辐射特性进行探测，因而识别伪装目标的能力优于可见光；四、与雷达系统相比，红外系统的体积小、重量轻、功耗低，特别适用于精确制导武器。

二、激光夜视成像技术

激光夜视技术和主动式红外夜视技术的夜视成像原理基本类似，是利用人造光源照射监测目标，使成像系统采集接收监测目标的反射光并成像，但是对激光

而言，具有：光斑可调——采用特殊激光电动镜头，可实时对激光光斑的照度角度和光强进行调整，实现了无盲区夜视；光轴稳定性好——采用了光轴微调系统，在全变焦过程中，画面没有跑偏或跳动。二者有较为明显的差异，如表 1 所示：

三、微光夜视成像技术

微光夜视技术发展到今天，已经经过了一代微光夜视到四代微光技术的改进，通过表 2 我们可以清楚的看到微光夜视技术的发展状况。

四、夜视图像融合算法

而随着科学技术的发展，夜视成像技术在图像融合算法上取得的突破也是与日俱增，逐渐地改善了以往的红外夜视技术、激光夜视技术和微光夜视技术的单色成像、低信噪比的特点。

图像融合算法的研究是目前夜视图像技术的热点，

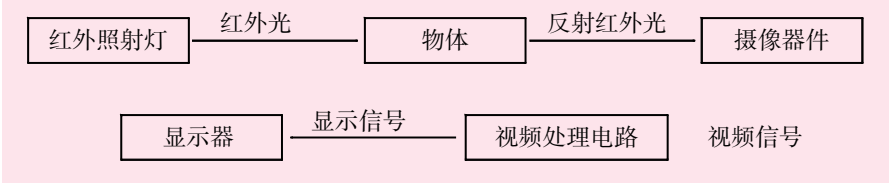


图 1 主动式红外夜视系统组成框图

表 1 主动式红外夜视技术与激光夜视技术对照表

主动式红外夜视技术		激光夜视技术
技术定位	一百米以内的目标监测	三公里里的目标监测,可在全黑环境下使用,可以分辨远距离被监测目标的细节
优势	价格便宜、应用范围广、需求大	性价比高、图像效果好、监测距离远
劣势	稳定性一般、监测距离短、监测环境有一定的限制性	因主动发光而可能会被仪器探测出来、透雾能力比主动式红外夜视技术要差

表 2 微光夜视技术的发展状况表

核心	技术特点		优点	缺点
一代微光夜视	一代像增强器(一代管)	通过光纤面板耦合而成的三级级联式像增强技术	被动工作,不易暴露自己;采用三级级联,光增益高,景物图像较清晰	防强光性能较差,难以在火光强烈的战争环境下工作;体积稍大,比较笨重。
二代微光夜视	二代像增强器(二代管)	在二代管内部,使用电子倍增元件:微通道板(MCP)	鉴别率高;体积小,重量轻;防强光性能和自动亮度控制(ABC)能力	噪声较大,人眼观察不太舒适;作用距离不够远。
三代微光夜视	三代像增强器(三代管)	采用 III—V 族化合物做微光管的光电阴极发射材料	灵敏度高,鉴别率高,体积小,作用距离较远	制作工艺相当复杂,技术难度大,价格高
四代微光夜视	四代像增强器(四代管)	去掉三代管中的离子阻挡,采用自动门控电源	像增强器的性能得到很大提高,大幅提高夜视监测距离	造价昂贵,制作工艺复杂

本文重点研究分析灰度调制融合法、加权平均法、微分算子法和基于小波变换的图像融合方法。

#### (一) 灰度调制融合法

首先需要将一幅图像进行归一化处理,然后把归一化过后的结果和另一个图像进行乘法操作,最后在经过重新量化之后再行图像显示。整个过程如图 3<sup>[9]</sup>所示:

假设微光融合结果图像和红外图像分别为 $LL(i, j)$ 和 $IR(i, j)$ ,其中 $(i, j)$ 代表像素的坐标。首先对微光图像 $LL$ 进行归一化处理,得到归一化的图像:

$$LL^*(x, y) = \frac{LL(i, j) - \min LL}{\max LL - \min LL} \quad (1)$$

然后对归一化结果进行调制运算,也就是将归一化图像 $LL^*(i, j)$ 乘以红外图像 $IR$ :

$$F(i, j) = LL^*(i, j) \times IR(i, j) \quad (2)$$

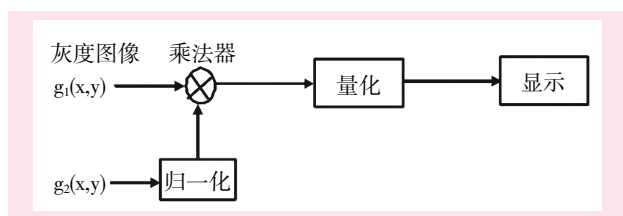


图3 灰度调制融合框架图

计算结果表示的就是调制融合后的图像。为了使图像匹配于显示设备动态显示的范围,需要对其采取量化处理。已知灰度动态范围为0~255,量化的方法如下<sup>[6]</sup>:

$$F^*(i, j) = 255 \times \frac{F(i, j) - \min(f(i, j))}{\max(F(i, j)) - \min(F(i, j))} \quad (3)$$

上述公式中的也就是灰度调制融合图像。

在经由上述过程描述的灰度调制方法对图像进行融合处理之后,将红外图像、微光图像以及经过灰度调制融合处理的融合图像分别送入R、G、B三个通道进行彩色显示处理,经对比可以看出经过灰度调制融合处理的融合图像在图像分辨率和清晰度上达到了很好的显示效果。

#### (二) 加权平均法

加权平均法是一种简单的多幅图像融合方法,也就是对多幅原图像的对应像素点进行加权处理。设为图像A中的一个像素点,为图像B中与之对应的像素点,则融合图像中的像素点可通过下式得到:

$$C(i, j) = W_A(i, j)A(i, j) + W_B(i, j)B(i, j) \quad (4)$$

$$W_A(i, j) + W_B(i, j) = 1 \quad (5)$$

基于局部区域对比度的权值选择法<sup>[7]</sup>利用人眼对对比度非常敏感这一事实,从两幅原图像中选择对比度最大的像素点作为合成图像的像素点,即对比度大的像素点权值为1,否则为0。基于对比度的权值选择技术对噪声非常敏感,这是因为图像中的噪声具有很高的对比度,这样合成图像中将包含很强的噪声。于是又提出了平均和选择相结合的方法,即用1个匹配矩阵来表示两幅图像的相似程度。当两幅图像很相似时,合成图像就采用两幅图的平均值,也就是权值分别为0.5和0.5;当两幅图像差异很大时,就选择最显著的那一

幅图像,此时的权值为0和1,这样就可以抑制噪声。

#### (三) 微分算子法

为了突出图像的精细结构,或者增强图像中已经被模糊化的细节,我们可以采用各种微分算子对图像进行卷积运算以达到锐化增强的目的。常用的微分算子主要有Roberts算子、Prewitt算子、Sobel算子以及拉普拉斯算子,以Sobel算子为例进行分析<sup>[10]</sup>:

Sobel算子包括一对空间模板,分别为

$$h_1 = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad h_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

锐化处理后的输出图像每像素点的灰度值为<sup>[10][11]</sup>

$$y(i, j) = \sum_{n=0}^2 \sum_{m=0}^2 h_1(n, m)x(i-n, j-m) + \sum_{n=0}^2 \sum_{m=0}^2 h_2(n, m)x(i-n, j-m) \quad (4)$$

式中,为原始图像中像素点的灰度值。

从Sobel算子的模板可以看出,在图像灰度变化大的区域,经过Sobel算子卷积运算后图像会进一步增强,但在灰度变化小的区域,进行卷积运算时由于隔行和隔列像素点的灰度互相抵消,图像将变暗。可见,微分算子法具有很强的图像边缘检测能力。

#### (四) 基于小波变换的图像融合方法

基于小波变换的图像融合<sup>[3][9]</sup>,就是对原始图像进行小波变换,将其分解在不同频段的不同特征域上,然后在不同的特征域内进行融合,构成新的小波金字塔结构,再用小波逆变换得到合成图像的过程。根据分解形式的不同又可分为金字塔形小波融合技术和树状小波融合技术<sup>[10]</sup>。金字塔形小波分解是利用正交小波变换对原图像进行正交小波分解,得到表示低频信息、水平方向变化信息、垂直方向变化信息和对角方向变化信息的4个子图像,再将低频子图像进一步分解成4个子图像。树状小波分解与传统的金字塔形小波分解的不同之处在于它不仅将低频信息进行分解,还根据图像的特征,按子带图像的能量自适应地对各个子带信息进行分解。

小波变换的多分辨结构可解决图像灰度特性不同给图像融合带来的困难。正交小波变换去除了两相邻尺度上图像信息差的相关性,同时各层的融合可并行进行,所以其计算速度和所需的存贮量都要优于拉普拉斯金字塔。

在小波变换图像融合方法的基础上,国外专家还提出了一种多尺度边缘图像融合方法<sup>[9]</sup>:图像可由其多尺度边缘表示重构。利用这一事实,可在不同尺度上计算出小波系数梯度幅值的局部最大值,从而得到图像的多尺度边界点。图像在最粗尺度上的轮廓以及在各个尺度上的边界点构成了图像的多尺度边缘表示,在每个分辨率上,就可以不融合所有的小波系数,只融合图像的多尺度边缘表示。

## 五、总结展望

本文详细研究分析了目前国内外在夜视成像技术研究中的红外夜视成像技术、激光夜视成像技术和微光夜视成像技术,其中红外夜视成像技术还分别研究

分析了主动式的红外夜视成像技术和被动式的夜视成像技术。综合分析了三者的夜视成像特性之后,还重点分析了夜视成像技术中的四种图像融合算法:灰度调制融合法、加权平均法、微分算子法和基于小波变换的图像融合方法,通过数学模型分析和数字图像处理等技术,分别总结了各自的特点和优势,最后得出图像融合技术在夜视成像技术中,将会更好的提高各种夜视仪的图像数据采集、处理、传输、显示的功效。本文在夜视成像技术上的研究还处于初步阶段,后续的研究可以以此为基础,更好的研究和应用各种夜视成像技术。

#### 参考文献:

- [1] 陈庆佑. 微光夜视技术进展简介 [J]. 真空电子技术, 2001, (1): 32-34.
- [2] 倪平平. 红外与微光图像融合夜视系统设计 [D]. 南京: 南京理工大学, 2006.
- [3] 蔡一磊. 多波段彩色夜视技术研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2010.

- [4] ChenQian, BaiLianfa. Study and Design on Modularized real-time Processor for Infrared Thermal Image [J]. SPIE, 2001 (4548): 302-306.
- [5] Clark F Olson. Image Registration by Aligning Entropies [A]. Proceedings of 2001 IEEE Computer Society Conference [C]. Kauai, Hwaaii, USA: IEEE, 2001, (2): 331-336.
- [6] 石俊生, 金伟其, 王岭雪. 微光与红外图像融合质量视觉评价实验 [J]. 红外技术, 2004, (3): 22-28.
- [7] 朱莹. 自适应夜视图像处理技术研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2007.
- [8] 赵鲁燕, 尹君. 图像融合效果评价方法研究 [J]. 遥感信息应用技术, 2005, (4): 16-18.
- [9] Toet A. A Morphological Pyramid Image Decomposition [J]. Pattern Recognition Letters, 2005, 9(4): 255-261.

[责任编辑: 刘 骋]

## Study on Night Vision Imaging Technology and Image Fusion Algorithm

YANG Yong-chang

(Guilin College of Aerospace Technology, Guilin 541004, China)

**Abstract:** Night vision imaging technology is a new photoelectric technology implemented with the help of optoelectronic imaging device for night observation. This article briefly explains the basic principles of infrared night vision technology, laser night vision technology and low-level-light night vision imaging. It then focuses on the research and analysis of four kinds of image fusion algorithm, namely, the gray-scale modulating fusion method, weighted average method, differential operators method and image fusion method based on Wavelet Transform.

**Key words:** infrared night vision; laser night vision; low-level-light night vision; fusion algorithm

(上接第 87 页)

## Design and Implementation of General Online Examination System

LI Shuang-li<sup>1</sup>, PEI Xiang<sup>2</sup>, LIU Hong-po<sup>2</sup>

(1. Technology Information Center of Nanyang, Nanyang 473000; 2. Henan Polytechnic Institute of Software Engineering, Nanyang 473000, China)

**Abstract:** In view of the drawbacks of traditional paper-based exams and existing network test systems, it proposes the design of a general online examination system which can supply comprehensive test with subjective and objective questions and a variety of test patterns. The system integrates the function of setting questions, examining, marking and results inquiry, applicable to a range of disciplinary and subjects. It finally specifies how to implement the design.

**Key words:** online examination system; C/S Architecture