

文章编号: 1002-2082(2004)05-0047-04

# 一种双通道夜视图像彩色融合系统

陶茜, 郭宏, 王岭雪, 王霞, 金伟其

(北京理工大学 信息科学技术学院光电工程系, 北京 100081)

**摘要:** 提出了一种双通道夜视图像的彩色融合系统: 利用Matrox Meteor- II 多通道图像采集卡获取双通道微光与红外视频图像, 通过仿 MIT, BIT, TNO, 线性组合和混合结构等图像融合结构实现微光/微光和微光/红外图像的彩色融合处理。系统彩色图像融合处理是在 VC++6.0 环境下运用采集卡图像函数库实现的。建立的实验平台为彩色夜视融合算法的评价和进一步的研究奠定了基础。

**关键词:** 图像融合; 微光图像; 红外图像; 彩色微光夜视

**中图分类号:** TN22

**文献标识码:** A

## A Dual-channel Night Vision Color Image Fusion System

TAO Qian, GUO Hong, WANG Ling-xue, WANG Xia, JIN Wei-qi

(School of Information Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** A dual-channel night vision color image fusion system is presented. The system uses a Matrox Meteor- II /multi channel image card to realize low-light-level/low-light-level and infrared/low-light-level image fusion processing. Image fusion processing of MIT, BIT, TNO, linear combination and mixed structure is adopted. With the image card's image processing function library. The color image fusion processing was realized in MS VC++6.0 environment. Based on the prototype system being built, evaluation and further research on color night vision image fusion algorithm could be implemented.

**Keywords:** image fusion; low-light-level image; imfrared image; color night vision image

### 引言

“微光”和“热成像”是实现军用夜视观察的两个必不可少的技术途径, 但是微光和红外热像显示的通常是灰度图像, 尤其在低照度情况下, 图像提供的细节信息比较有限, 而人眼对颜色的分辨力远超过对灰度等级的分辨力。如果采取某些彩色化处理将蕴藏在原始信道图像灰度中的细节信息突显出来, 则可使使人眼对图像的细节有更丰富的认识<sup>[1]</sup>。这就是当前彩色夜视技术迅速发展的内在动力。

早期研究的彩色夜视图像融合方法是以图像像素灰度为基础的假彩色融合法<sup>[2]</sup>, 以及将各种类型的图像在彩色空间简单叠加的彩色空间映射法。

这两种方法虽然在一定程度上改善了图像的显示效果, 但是其呈现的色彩并不自然, 不适宜于长时间观察。1995年美国麻省理工学院林肯实验室提出考虑符合人眼生理视觉特性的 MIT 融合结构<sup>[3]</sup>, 荷兰人力因素研究所的 Toet 等人也开发出 TNO 彩色融合结构<sup>[4]</sup>, 并在此基础上提出了一系列符合人眼视觉特性的 BIT、线性组合和混合结构等彩色融合结构。虽在改善静态图像可视效果和增加背景与目标细节等方面均有所突破, 但尚未取得动态夜视图像的彩色融合效果。因此, 构建一个可动态显示彩色融合效果的研究平台对于融合算法的评价和实用化具有重要意义。

虽然利用 DSP 开发实现实时彩色图像融合系

**收稿日期:** 2003-12-22

**项目资金:** “十五”国防重点预研资助项目(40405050103)

**作者简介:** 陶茜(1977-), 女, 北京理工大学光电工程系硕士研究生, 主要从事微光/红外图像处理 and 图像融合技术研究工作。

统是最佳的技术途径,但由于开发周期和成本等问题并不利于彩色融合算法的实验性研究。本文采用现成的视频系统,通过软件集成多种彩色融合结构,为研究微光/红外和双波段微光的静态/动态彩色图像融合算法搭建了双通道彩色夜视图像融合实验平台。

### 1 彩色融合结构

#### 1.1 MIT 结构<sup>[3]</sup>

1995年,美国MIT林肯实验室开发的中心-周边分离神经网络法(简称MIT法)主要是利用生物的彩色视觉特性融合红外与微光图像的。图1为1998年提出的融合结构。在该结构中,经过预处理的微光和热图像均采用生物视觉模型增强,其中红外图像为突出冷热目标需要经过正极和负极两次增强,然后进行组合,最后送入RGB三通道合成彩色图像。

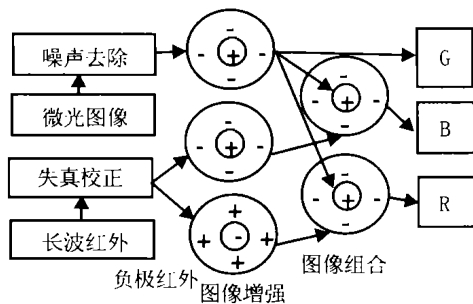


图1 1998年MIT融合结构

Fig. 1 MIT fusion architecture in 1998

#### 1.2 BIT 结构<sup>[3]</sup>

BIT结构是在MIT法的基础上提出的另一种融合方法,与MIT法的基本原理一致,只在算法结构上作了一些调整(参见图2)。该结构在增强阶段

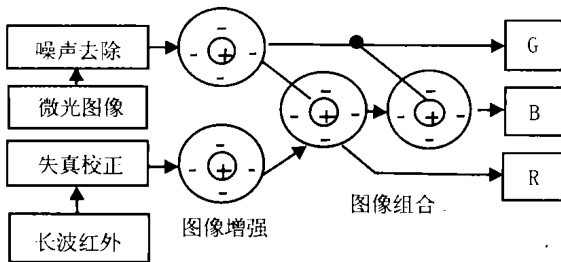


图2 BIT融合结构

Fig. 2 BIT fusion architecture

减少了一次负极热增强计算,在组合阶段MIT结

构采用增强的微光图像与负极热图像组合,而BIT法采用增强的微光图像与微光和红外组合的图像再组合。

#### 1.3 TNO 结构<sup>[4]</sup>

TNO融合结构是由荷兰TNO人力因素研究所Toet等人提出的。它仅对对应的像素值进行操作,采用简单的局部最小算法提取红外与微光图像的共有成分,然后将原始图像分别减去共有成分得到微光与红外图像的独有成分,最后将微光图像减去红外图像的独有成分以及红外图像减去微光图像的独有成分分别送入R和G通道(B通道悬空)。

#### 1.4 线性组合结构

线性组合结构是在简单彩色映射准则的基础上,模拟生物视觉模型实现图像组合的。它将原始的微光与红外图像乘以一定系数再作简单加减运算送入RGB三通道合成彩色图像。操作过程可表示为

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_1 \cdot LL + n_1 \cdot IR \\ m_2 \cdot LL + n_2 \cdot IR \\ m_3 \cdot LL + n_3 \cdot IR \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中,LL表示微光图像;IR表示红外图像; $m_1, n_1, m_2, n_2, m_3$ 和 $n_3$ 为正有理数, $m_1, m_2$ 和 $m_3 \geq 1$ 。由于大大减低了计算量,因此可提高运算速度。

#### 1.5 混合结构<sup>[5]</sup>

结合生物视觉增强模型以及线性组合法结构构筑混合结构,亦即在图像增强阶段采用生物视觉模型,而在组合阶段采用简单的线性组合。

在微光与红外图像的融合过程中,经常会遇到两种特殊情况:一是微光图像的对比度较低;二是红外图像的目标较小。此时目标的距离远,在红外图像中只能看到面积很小的亮点或黑点。如果沿用以上这些结构融合,效果会很差。针对这两种情况,对融合结构作了相应的调整,分别加大了图像增强阶段微光/红外图像的增强系数。

## 2 双通道夜视图像彩色融合系统

### 2.1 系统组成

构建动态彩色图像融合系统的首要问题是两路视频图像同步输入系统处理;其次,采用软件方法实现各种融合运算(通常融合算法结构复杂且运算量较大)。因此,尽可能提高处理速度以达到最

佳动态演示效果是关键性技术,即合理选择成像系统及与计算机处理系统接口的图像采集卡显得尤为重要。经过分析比较,我们采用了加拿大Matrox公司的视频采集卡Meteor-II/Multi Channel<sup>[6]</sup>。该卡具有32位PCI总线,内置4MB的SGRAM缓存;高达3MHz的采样频率,保证了图像数据的实时传输;支持RGB分量输入,同步信号可由三路输入信号中的任何一路提供。另外,该卡还具有强大的基本控制库MIL-LITE和可供二次开发的高级图像处理及模式识别函数库MIL,可在MS Visual

C/C++和MS Visual Basic环境下直接调用现有的图像处理函数对图像进行处理,避免了传统VC++编程环境下处理、显示不同格式和不同尺寸图像文件时的诸多限制。

彩色图像融合系统的组成结构示意图如图3所示。图像传感器1和2采用外同步处理方式工作,产生的两路同步视频信号作为RGB彩色信号分量送入Meteor-II/MultiChannel采集卡的RGB输入通道(为保证采集卡正常工作,需要同时输入3路图像信号,故将其中一路输入信号重复送入两个通

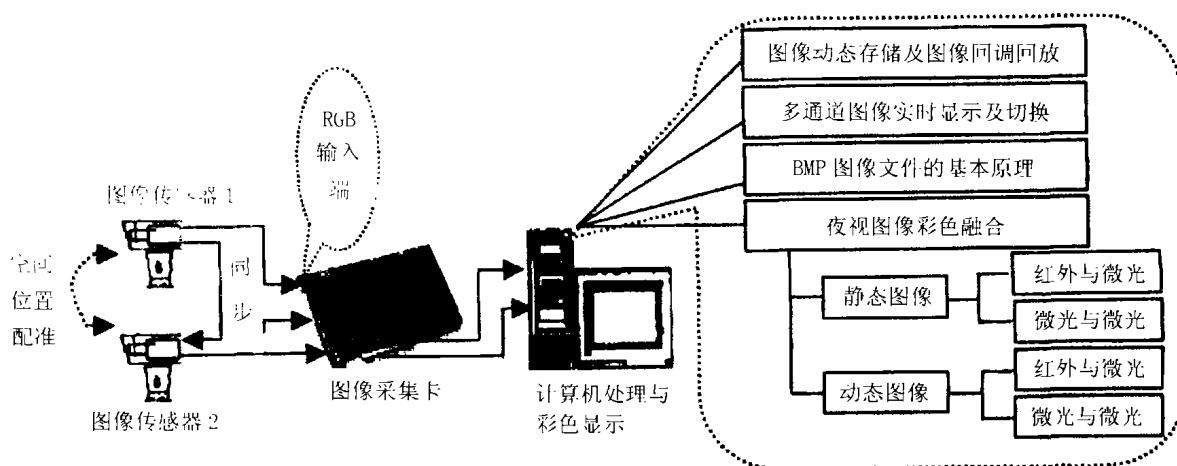


图3 双通道彩色夜视系统组成结构示意图

Fig. 3 Block diagram of dual-channel color night vision system

道)。采集卡将两路输入视频信号转化成数据信息放入自身的缓存,并通过PCI总线分别传送至计算机预先开辟的两个图像的内存空间进行相应运算处理,最后在彩色显示器上显示。通常,图像传感器1和2应预先进行空间位置配准,以保证最终融合图像的成像质量。

## 2.2 系统功能

利用Matrox采集卡图像处理函数库,在VC++6.0环境下完成了两路输入夜视视频图像的彩色融合,开发了多通道图像实时显示及切换、图像动态存储及单帧图像回放回调和BMP图像文件的基本处理等辅助功能。

### 2.2.1 多通道图像实时显示及切换

实现多路输入图像并显示与多传感器图像之间的切换,用于融合系统输入端图像的实时监控或者对目标和场景多角度和多方位的实时监控。

### 2.2.2 图像动态无压缩存储及单帧图回放回调

提供无/有损两种图像动态存储方法供用户按

照实际需求选择;无损失的实时图像存储方法受采集时间和图像大小限制;有损失的动态存储方法不受此约束,信息保存率约为60%。图像最终保存为无压缩的AVI视频流格式,可用Windows Media Player和RealOne等通用软件播放,并且可以随意调用和抽取保存其中任意单帧图像。

### 2.2.3 BMP图像文件的基本处理

对BMP图像进行平滑、滤波和锐化等常规处理。

### 2.2.4 夜视图像彩色融合处理

具有仿MIT<sup>[3]</sup>,BIT<sup>[5]</sup>,TNO<sup>[4]</sup>,线性组合<sup>[5]</sup>及混合结构等多种融合结构算法,能够实现静/动态微光与红外图像的彩色融合,并能就红外图像目标较小和微光图像对比度较低两种特殊情况分别对各融合结构作进一步的调整。

## 3 实验结果

采用该双通道夜视图像彩色融合系统对场景

进行了各种动态融合处理实验,图4给出一组利用热成像系统和CCD成像系统捕获的经动态处理的融合结果。实验表明,BIT法与仿MIT法最终的融合图像色彩柔和,可视效果好,但相对结构较复杂,运算量大,只能实现准实时融合。TNO法与线性组合法运算量小,但是图像效果不理想,尤其是TNO法,虽然图像色彩较鲜艳,但失真现象较严重。

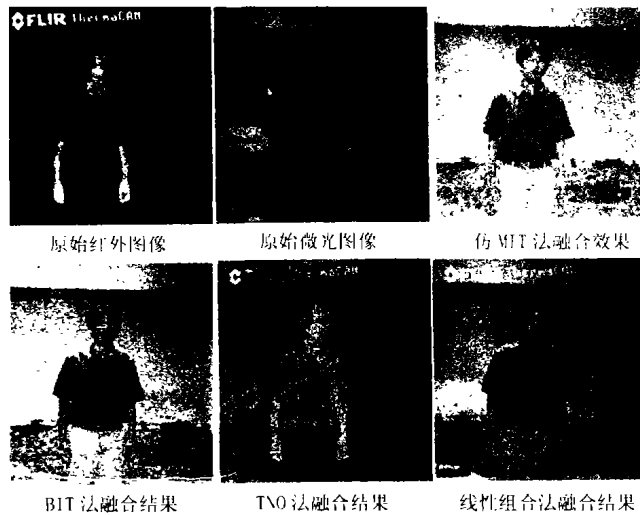


图4 实验结果

Fig. 4 Experimental results

### 4 结束语

本文以Meteor- II /Multi Channel 图像采集卡为中心构建了一个双通道彩色夜视图像融合系统。运用多种融合结构实现了微光与红外图像以及双

波段微光图像的动态彩色融合,为夜视图像彩色融合算法的评价和进一步的研究提供了实验平台。同时,系统充分考虑了可扩展性,主要表现为

(1) Matrox 图像采集卡通用性较高,对于输入端的图像传感器没有特殊要求,支持任意CCIR/RS170 视频输出格式的图像传感器(只需其中一方带有外同步输入端口即可);

(2) 采用多线程技术实现图像的动态融合,各融合结构相互独立,便于添加新的结构与算法;

(3) 图像采集卡具有3个视频输入口,因此还可扩展为三通道图像融合处理系统。

### 参考文献:

[1] 倪国强. 多波段图像融合算法研究及其新发展[J]. 光电子技术与信息, 2001, 14(5): 11-17.  
 [2] Steele P M, Perconti P. Part task investigation of multispectral image fusion using gray scale and synthetic color night vision sensor imagery for helicopter pilotage[J]. SPIE, 1997, 3062: 88-100.  
 [3] Aguilar M, Fay D A, Ross W D, et al. Racamato, real-time fusion of low-light CCD and uncooled IR imagery for color night vision[J]. SPIE, 1998, 3364: 124-135.  
 [4] Toet A, Ljspeert J K, Wax man A M. Fusion of visible and thermal imagery improves situational awareness[J]. SPIE, 1997, 3088: 177-188.  
 [5] 王岭雪. 基于生物视觉特性的夜视图像彩色融合技术研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2003.

(上接第55页)

的折射率随沉积速率的增加而增加。最后,从所给的TiO<sub>2</sub>薄膜的红外光谱曲线分析可知,TiO<sub>2</sub>薄膜在红外区存在三个明显的吸收峰。

### 参考文献:

[1] 唐晋发, 顾培夫. 薄膜光学与技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.

[2] 严一心, 林鸿海. 薄膜技术[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1994.  
 [3] 梅燕, 刘清福, 梁惠峰. 不同晶型的纳米TiO<sub>2</sub>粉体的制备及表征[J]. 光谱实验室, 2002, 19(03): 525-527.  
 [4] 尹荔松, 沈辉, 张进修. 纳米TiO<sub>2</sub>粉晶的光学特性研究[J]. 电子学报, 2002, 30(06): 808-810.