

Design and Implementation of Dual-Spectral Automatic Gun-Aiming System

Hong Zhang¹, Zhixin Jiang², Bin Lin², Wenshen Hua¹

¹Department of Electronic & Optical, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang Hebei

²Shandong North Optical Electronics Co., Ltd., Tai'an Shandong

Email: 31309502@qq.com

Received: Apr. 15th, 2016; accepted: May 2nd, 2016; published: May 5th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Aiming at the shortage of traditional aiming telescope, a dual-spectral automatic gun aiming system is designed based on digital processing method of image. Firstly, overall function of the system, requirement of software and hardware and principle of the system are analyzed. Design of the whole system composed of imaging module, control circuit module and software is proposed. Secondly, lens with big and small field for visible spectrum and lens for infrared spectrum are designed for use in the daytime and in the evening. Thirdly, in order to acquire more information from image accurately, image enhancement and pseudo color image are studied. And contrast ratio and details of image are improved. The test results indicate that the indexes of the system match the design function requirements well.

Keywords

Automatic Gun Aiming, Dual-Spectral, Image Processing, Infrared Pseudo-Color

双波段自动枪瞄系统方案设计与实现

张宏¹, 姜志新², 林滨², 华文深¹

¹军械工程学院电子与光学工程系, 河北 石家庄

²山东北方光学电子有限公司, 山东 泰安

Email: 31309502@qq.com

文章引用: 张宏, 姜志新, 林滨, 华文深. 双波段自动枪瞄系统方案设计与实现[J]. 光电子, 2016, 6(2): 27-32.

<http://dx.doi.org/10.12677/oe.2016.62005>

收稿日期：2016年4月15日；录用日期：2016年5月2日；发布日期：2016年5月5日

摘要

针对传统枪瞄技术的不足,以图像的数字化处理手段为基础,设计并实现了一种双波段的自动枪瞄系统。首先分析了系统的总体功能、软硬件的设计要求和实现原理,确定了成像模块、控制电路模块和软件系统为主构成系统的总体方案。分别设计了具备大视场和小视场的白光和红外成像系统;并采取图像增强及红外伪彩手段解决了图像对比度不高及灰度图像细节信息不明显等问题。经实际检测验证,该双波段自动枪瞄系统的各项指标均达到系统设计的技术指标要求,能够满足实际需求。

关键词

自动枪瞄, 双波段, 图像处理, 红外伪彩

1. 引言

望远镜自 17 世纪初被发明以来,就被广泛应用于人们的生活中,并在战争中发挥着巨大作用[1]。1904 年,德国的蔡司公司设计并制造了第一款真正具有实用价值的瞄准镜,并在后来的第一次世界大战中发挥了重要作用。随后,银氧铯光阴极的发明促使了新一代主动红外瞄准镜的问世。该瞄准镜被应用在第二次世界大战中,并取得了不错战绩。20 世纪 70 年代,便携式手持热成像观察仪由美国人成功研制出来,从而在 70 年代末出现了热成像瞄准镜[2]-[4]。直到今天,新型瞄准镜的研制一天也没有停止过。

近年来,由电力驱动和车内遥控操作台组成的自动枪瞄系统逐渐成为各国军队的新宠。美国、俄罗斯、德国、以色列等军事强国均投入大量人力物力研发。自动枪瞄系统配装在履带式/轮式侦察车上,操作方便、可靠性强,大幅提高了作战人员的战场生存概率,主要用于执行火力压制、掩护侦查车辆撤退等任务[5]。因此,研究空时域分辨率高、抗干扰能力强、战场适应能力好的昼夜兼用自动枪瞄技术,已经成为现代装备升级换代的重要发展方向[6]-[8]。

本文从战场实用需求出发,开展双波段自动枪瞄技术研究。依托该技术构建的自动枪瞄系统,不仅可在能见度条件良好的昼间实现对目标的大视场搜索和小视场识别,而且可在光线条件较差的昼间和夜间利用红外热成像识别目标,对于提高我军战场观察和作战能力具有重要的现实意义。

2. 系统方案设计

2.1. 系统方案

双波段自动枪瞄系统设计的关键是在全天候环境下获得高分辨率、高清晰度图像,进而实现对目标的昼夜观瞄。为满足战场作战的实际需求,其主要工作指标应达到:在能见度不小于 8 km 大气条件下,白光瞄准系统和红外瞄准系统对 X 型车辆的识别距离分别不小于 2 km 和 1 km。可见光大视场和小视场成像系统视场角分别优于 $7.5^\circ \times 5.5^\circ$ 和 $2.5^\circ \times 2.1^\circ$,红外成像模块视场角优于 $6^\circ \times 4^\circ$ 。

为满足战场环境大视场搜索、小视场识别及能见度条件较差环境的工作需求,提出可见光与红外双通道、三光路的设计方案。系统主要硬件结构有白光成像模块、红外成像模块、控制电路模块以及信息处理模块,如图 1 所示。

2.2. 成像模块

系统成像模块主要由白光成像模块和红外成像模块构成。白光成像模块又分为白光大视场和小视场

成像模块，用于昼间能见度条件较好时获取目标图像，完成光学信号的读取和光电转换，其主要由大小视场物镜和 CMOS 探测器组成。大小视场物镜由光学镜片、隔圈、物镜框、压圈等组成，如图 2 所示。

红外成像模块主要用于夜间或者昼间能见度较差条件时，主要由红外物镜和红外探测器组成。红外物镜由光学镜片、隔圈、物镜框、压圈等组成，如图 3 所示。

2.3. 电路模块

电路模块包括控制电路模块和电源模块。控制电路模块是自动枪塔瞄准镜的重要组成部分，主要由控制模块、电源模块以及连接线缆组成。采用 STC12C8051 单片机作为中央处理器，接收外部 CAN 通信发出的指令，经处理给 FPGA 命令，完成白光大、小视场成像模块视频切换，以及夜间红外成像模块与白光成像模块视频切换、电子分划叠加、图像增强处理、夜间红外图像伪彩等功能。控制电路模块结构如图 4 所示。

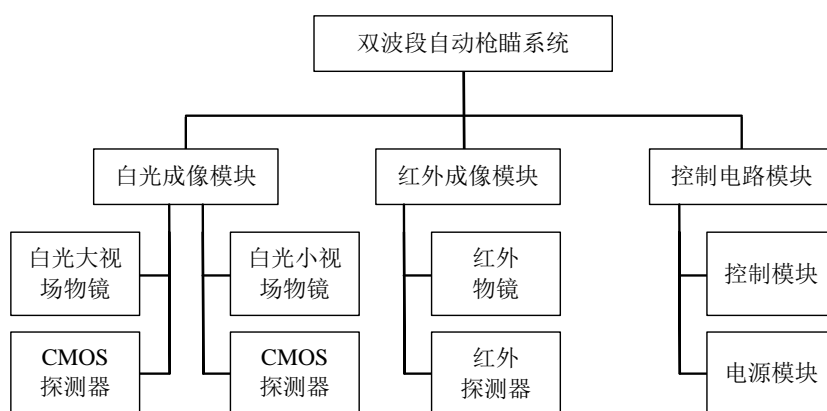


Figure 1. Block diagram of automatic dual-spectral gun aiming system

图 1. 双波段自动枪瞄系统硬件结构框图

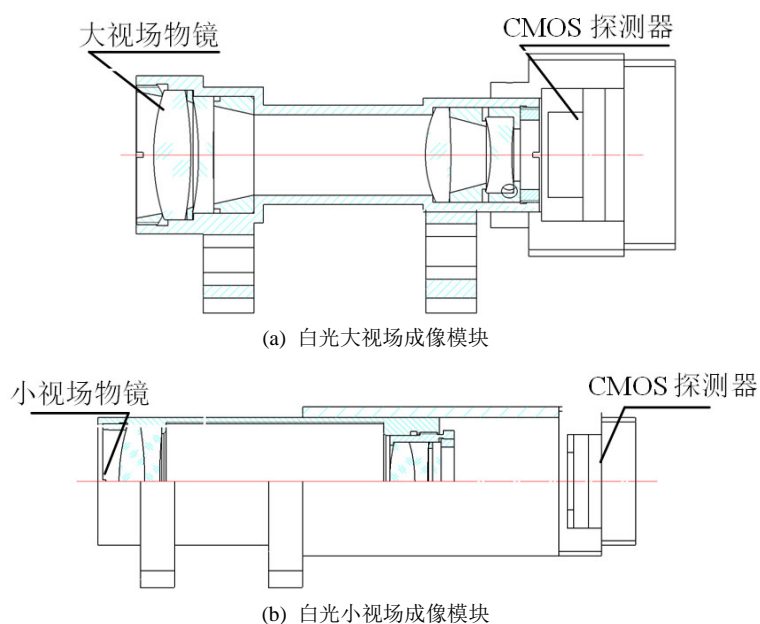


Figure 2. Structure of imaging system for visible spectrum

图 2. 白光成像模块

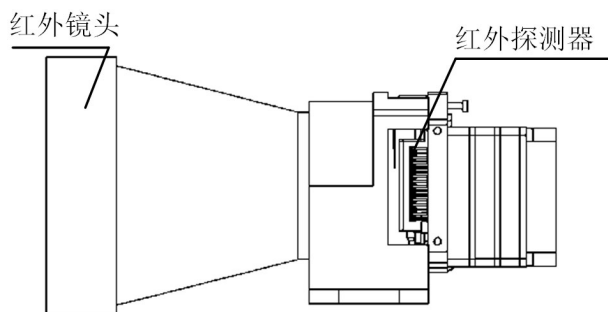


Figure 3. Structure of imaging system for infrared spectrum
图 3. 红外成像模块结构设计图

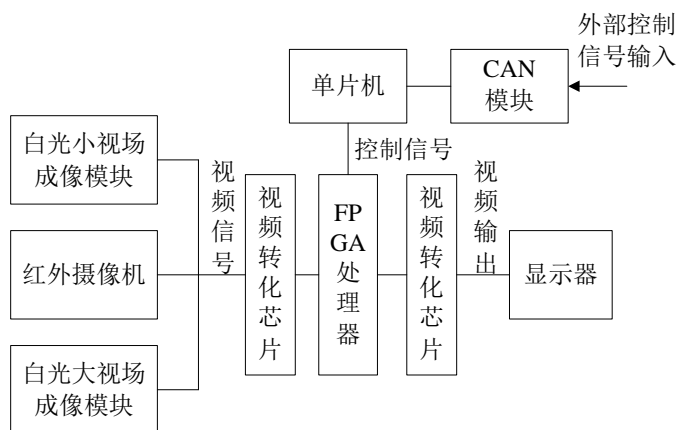


Figure 4. Structure of control circuit module
图 4. 控制电路模块结构设计框图

电源模块用于对系统各部件供电。自动枪瞄系统采用车载 24 V 直流电源，需要设计多路控制电源以保证瞄准系统各部件的正常工作。本瞄准系统中需要供电的部件有：CMOS 探测器和红外探测器所需供电电压为 12 V、单片机所需供电电压为 5 V、FPGA 处理芯片所需供电电压为 3.3 V。经论证，所有用电模块所需功率为 12 W。为此，选用 20 W URB-YMD2412 型变压模块，电源模块结构如图 5 所示。

2.4. 软件方案

系统软件部分包含设备控制模块和图像处理模块。其中，图像处理模块是软件部分的核心，通过软件处理实现对场景信息的图像采集、分划叠加、图像增强、红外伪彩等操作；设备控制模块主要完成单片机的控制以及单片机信息的接收和发送。图 6 给出了系统软件设计方案框图。

3. 系统测试

在系统方案论证、模块设计和图像处理的基础上，构建了双波段自动枪瞄样机系统，并进行试验。首选计算作用距离、分辨率和视场角等主要指标。结果表明，在能见度不小于 8 km 条件下，白光及红外成像系统作用距离均满足指标要求。白光大、小视场模块分辨率分别为 132"和 57.6"。白光大视场成像系统视场角为 $7.98^\circ \times 5.8^\circ$ ，小视场成像系统视场角为 $2.96^\circ \times 2.13^\circ$ ，红外模块视场角为 $6.5^\circ \times 5^\circ$ ，基本达到预期目标。试验获取的白光大小视场图像、夜间红外图像如图 7 所示。

从图中可以看出，昼间白光大视场模块锁定目标后，通过白光小视场模块能够准确识别和瞄准目标。红外灰度图像经伪彩色处理后，图像细节信息更加明确，可视性大大增强。



Figure 5. Structure of power source module

图 5. 电源模块结构设计框图

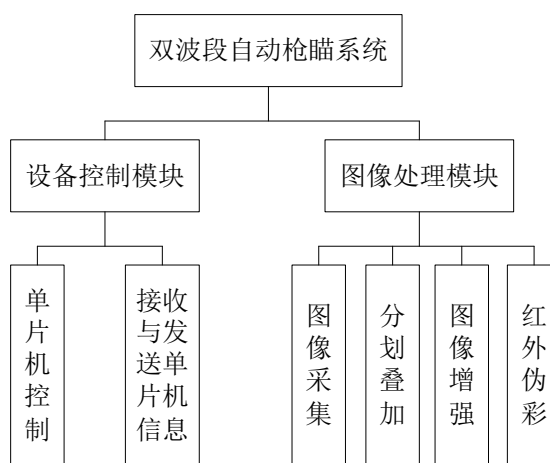


Figure 6. Diagram of system software

图 6. 系统软件方案框图

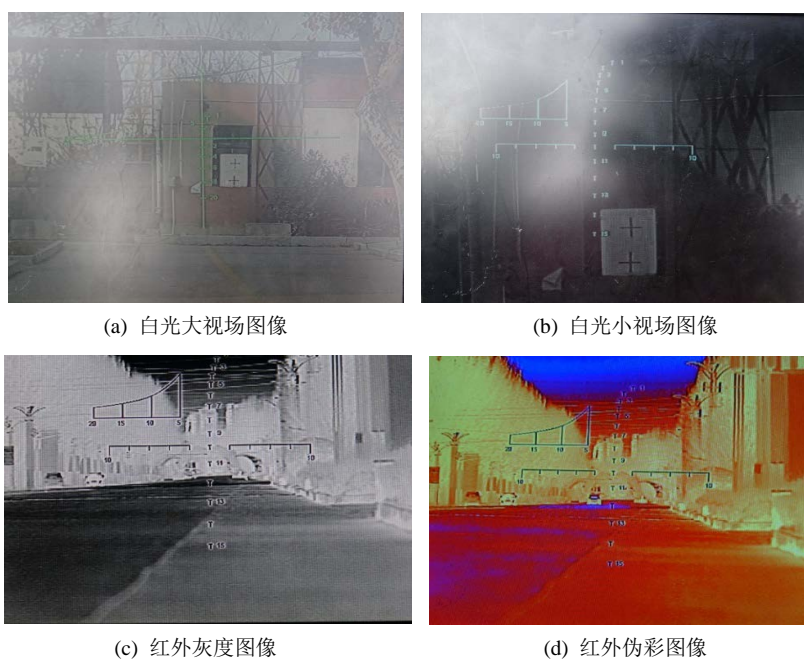


Figure 7. Experimental visible and infrared image

图 7. 试验获取的白光及红外图像

4. 结论

提出成像模块、控制电路模块以及信息处理模块构成的自动枪瞄系统设计方案，分别设计了白光大、

小视场及红外成像系统,实现了昼夜间的目标搜索与瞄准功能。结合数字图像处理技术,采取图像增强、红外伪彩等手段对获取的数字图像进行处理,提高了图像细节信息的丰富程度。在此基础上,完成系统的整体软、硬件设计,并进行了测试,测试指标达到预期目标。

参考文献 (References)

- [1] 王永仲. 现代军用光电技术[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 黄克亚. 内腔式变倍枪塔瞄准镜研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春理工大学, 2010.
- [3] 林昭珩. 可变倍枪瞄系统研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春理工大学, 2008.
- [4] 刘学泽. 枪用瞄准镜[J]. 四川兵工学报, 2008, 29(1): 7-10.
- [5] 林婉宜. 红外瞄具可靠性试验系统研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春理工大学, 2014.
- [6] 付跃刚, 黄蕴涵. 红外双视场枪瞄光学系统设计[J]. 应用光学, 2014, 36(6): 451-456.
- [7] 袁渊. 数字化瞄具实时图像处理系统的开发[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2009.
- [8] 王世允. 轻型热瞄具成像系统的研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2008.