

doi: 10.7690/bgzdh.2020.04.006

基于多路双光模组的智能识别预警摄像机

田瑞娟¹, 薛云波², 金丰护³, 张振禹¹

(1. 中国兵器装备集团自动化研究所有限公司特种产品事业部, 四川 绵阳 621000; 2. 成都图影视讯科技有限公司, 成都 610000; 3. 中国兵器装备集团自动化研究所有限公司智能制造事业部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为解决传统监控摄像机在超宽温野外环境下存在工作不稳定、可靠性差、智能化程度低、视场角小和全天候工作能力差等问题, 提出一种基于嵌入式平台的多路可见光和红外双光模组融合拼接识别处理方法。嵌入式处理平台采用 ARM+FPGA 架构, 集成于探测预警摄像机内部, 智能探测识别摄像机前段监控场景中的威胁目标, 并进行效果验证。结果表明: 该摄像机集成度高、结构紧凑, 能减轻监控系统终端视频处理的压力。

关键词: 双光融合; 周界监控; 智能识别

中图分类号: TP391.41 **文献标志码:** A

Intelligent Detecting and Warning Camera Based on Multi-channel Double-spectrum Blocks

Tian Ruijuan¹, Xue Yunbo², Jin Fenghu³, Zhang Zhenyu¹

(1. Department of Special Products, Automation Research Institute Co., Ltd. of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China; 2. Chengdu Tuying Video & Communication Technology Co., Ltd., Chengdu 610000, China;

3. Department of Intelligent Manufacturing, Automation Research Institute Co., Ltd. of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China)

Abstract: In order to solve the problems of general camera with unstable operation, poor reliability, low intelligence, small field of view, and poor all-weather working ability in the super wide temperature range field environment, a method of fusion, mosaic and recognition of multi-channel visible and infrared based on embed platform is proposed. The embed platform adopting the construction of ARM + FPGA, integrated in the detection and early warning camera, realizes the intelligent detection and recognition of threat targets in the fore-end of monitor systems, and validate its effectiveness. Results show that the camera has high integration and compact construction, and reducing pressure of video processing of the terminal monitor center.

Keywords: double-spectrum fusion; boundary detection; intelligent recognition

0 引言

针对部队野外驻训时重点区域周界全天候的智能警戒及应急事件自动定位报警的需求, 笔者构建了基于多路双光模组的智能识别预警摄像机设计方案, 以满足高温高寒超宽温环境适应性、便于野外机动布防、全时段和全天候智能识别预警等核心能力。该摄像机主要用于重点区域、重点设施的周界防控与威胁预警, 避免了传统云台转动实现全景监控方案在极端环境下, 由于电机工作原理导致的低温不可靠性、可维护性能低下的问题。特别是采用在摄像机内部进行基于人工智能的目标探测识别, 减少了监控中心数据处理的压力, 可为快速机动的野外驻训周界监控布防提供参考依据。

1 系统组成

智能识别预警摄像机主要由 4 个双光摄像头模

组、视频处理模块、摄像机壳体, 以及相应的线缆等配套设备组成。

如图 1 所示, 预警摄像机内安装 4 个双光摄像头模组, 每个模组由 1 个可见光摄像头和 1 个红外摄像头组成; 相邻 2 个模组的安装夹角为 45°, 并具有一定的视角重叠; 4 个模组构成 1 台覆盖水平方向 190°、垂直方向 90°的双光摄像机。

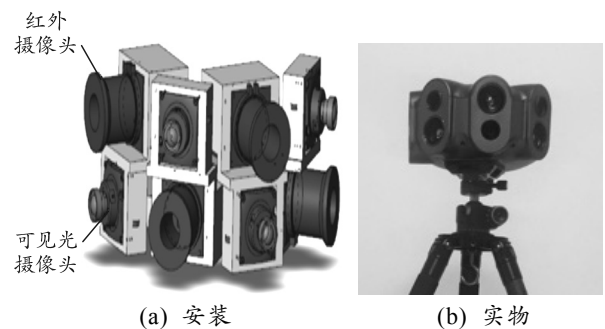


图 1 双光摄像头模组安装及实物

收稿日期: 2020-02-12; 修回日期: 2020-03-03

作者简介: 田瑞娟(1972—), 女, 天津人, 满族, 硕士, 研高工, 从事图像处理、机器视觉、光电探测研究。E-mail: tianruijuan@163.com。

2 系统工作原理

摄像机信息流程如图 2 所示。摄像机内的视频处理模块通过对双光摄像头模组的可见光和红外视频的图像融合^[1]、图像拼接^[2]、移动侦测和 AI 智能检测，实现对场景中运动目标的检测和识别。最终将目标的位置、识别结果连同 h.265 编码的宽视场图像通过千兆网发出，发送到监控的客户端显示。

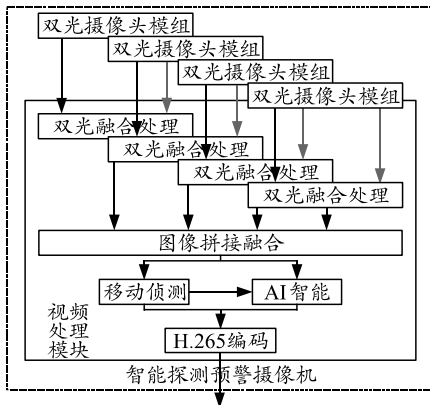


图 2 系统信息流程

3 基于嵌入式平台的 AI 智能探测识别

3.1 基于 FPGA 的嵌入式硬件平台

处理模块是由底板和 FPGA 核心板构成的嵌入式硬件平台。底板实现供电、外部接口扩展和连接的功能，8 路 SDI 视频输入，1 路以太网、1 路 SDI 视频输出接口和 1 路 R485 串口；FPGA 核心板主要包含 1 颗 ZYNQ 系列 FPGA 芯片(内含 ARM 处理器)及其外围存储、电源电路，实现视频采集^[3]、双光融合、图像拼接、图像跟踪、AI 智能识别和视频编码功能。

3.2 智能识别预警摄像机关键技术研究

3.2.1 双光融合全天候视频监控

为满足对周界进行全天候监控的需求，结合红外与可见光图像对场景中目标表现特征信息互补性，更好突出展现场景、目标细节和全天候适应能力，对双光模组的可见光和红外进行融合。

首先，双光摄像机的标定采用黑白分明的漫反射棋盘格装置和温控装置。发热元件集成在黑白格的角点处，测温元件和发热元件通过钎焊的方式固接在一起，采用温控装置控制发热元件的导通，加热黑白角点处的发热元。黑白棋盘格的机体由绝热元件组成，通过温控装置控制黑白角点处的温度。可见光摄像机和红外热成像摄像机通过采集黑白棋盘格表面的可见光图片和热敏感点图像，在后端对

采集的多组图像进行角点检测，获取摄像机的内外参数、透视矩阵、畸变参数、旋转矩阵和平移矩阵，实现双光相机参数的标定^[4-5]。

然后，采用自适应权值的双光图像融合方法，基于直方图自适应阈值分割方法提取出红外目标，将分割出的红外目标融入到可见光场景中，通过加权融合的方法得到融合图像。加权融合的算法为：

$$I_F(x,y) = \begin{cases} \omega_1 I_{in}(x,y) + \omega_2 I_{vi}(x,y) & \text{if } I_{in}(x,y) \geq Th \\ I_{vi}(x,y) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

其中： $I_F(x,y)$ 表示融合图像点 (x,y) 处的灰度值； $I_{vi}(x,y)$ 和 $I_{in}(x,y)$ 分别表示可见光图像和红外图像中点 (x,y) 的灰度值；Th 表示分割红外目标时确定的阈值。

ω_1 和 ω_2 权值的确定为：

$$\begin{cases} \omega_1 = 1 / \left(1 + \exp \left(-k \left((x-sp) / (G_{max} - sp) - \sigma \right) \right) \right) \\ \omega_2 = 1 - \omega_1 \end{cases} \quad (2)$$

3.2.2 基于 AI 智能的目标探测识别

目前较为成熟的目标识别算法很多，不再进行算法详述^[6-8]。文中采用 CNN 卷积神经网络^[9-10]。

CNN 卷积神经网络包含一个由卷积层和池化层构成的特征抽取器。在卷积神经网络的卷积层中，一个神经元只与部分邻层神经元连接。一个卷积层中包含若干个特征图，每个特征图由一些矩形排列的神经元组成，同一特征图的神经元共享权值，也就是卷积核。卷积核一般以随机小数矩阵的形式初始化，在网络的训练过程中，卷积核将学习得到合理的权值。池化可以看作一种特殊的卷积过程。卷积和池化简化了模型复杂度，减少了模型的参数。

在构建基于 FPGA 的 AI 实时分析及图像处理系统过程中，为避免传统网络在传递过程中特征值消失的问题，借鉴残差网络的设计方法，在优化神经网络的层之间设置快捷链路，可以将各层次之间传输的特征值在较小衰减的情况下传输到更深层，解决了影响部署更深层次神经网络的问题。

优化的神经网络被设计成可以在多个不同图像尺度上提取特征。在每一个图像尺度上，进一步采用多个不同大小的特征图来进行对象检测。在最小的特征图上应用较大的先验框，适合检测较大的对象。在中等的特征图上应用中等的先验框，适合检测中等大小的对象。在较大的特征图上应用较小的先验框，适合检测较小的对象。最终联合使用 3 个尺度上的检测结果确定检测对象。

[2] 郭兴旺, 韩卫国. 武器装备作战试验与鉴定关键要素分析[J]. 国防科技, 2015(6): 65.

[3] 曹裕华, 王元钦. 装备试验理论与方法[M]. 北京: 国防工业出版社, 2016: 1-22, 217.

[4] 王金良, 郭齐胜, 李玉山, 等. 陆军开展装备作战试验的总结思考[J]. 装甲兵工程学院学报, 2016, 30(3): 1-3.

[5] 刘丙杰, 杨继锋, 冀海燕. 基于大数据分析的潜射武器作战运用[J]. 兵工自动化, 2019, 38(3): 1-5.

[6] 刘成刚, 叶雄兵. 战区联合作战指挥信息流评价模型[J]. 军事运筹与系统工程, 2018(1): 31-32.

[7] 李越, 张军保. 大数据环境下信息服务决策数据生成方式研究[J]. 无线互联科技, 2016(15): 121-123.

[8] 罗小明, 何榕, 朱延雷. 装备作战试验设计与评估基本理论研究[J]. 装甲兵工程学院学报, 2014(6): 6-7.

[9] 康红宴, 赵阳, 张鹏. 作战数据工程建设与发展[J]. 国防科技, 2018(1): 120-121.

[10] 刘太庆, 张丹. 指挥信息系统数据集成建设研究[J]. 信息与电脑, 2018(9): 140-144.

[11] 侯立波. 锻造一流新型试验靶场[N]. 解放军报, 2018-07-12.

(上接第 22 页)

最后, 优化的神经网络在预测最终目标时, 对于预测对象类别, 通过使用 logistic 类型的输出进行预测, 使得神经网络能够支持多标签对象。

4 摄像机效果验证

智能识别预警摄像机的实物如图 1(b)所示。可见光摄像头为 1 920×1 080 P 高清摄像头, 红外摄像头分辨率为 640×512, 对车、人、小动物进行识别探测的准确率达到 85%, 满足昼夜、不同气候环境下的监控需要, 实现 200 m 距离内识别的智能警戒能力需求。图 3 为在室内环境下进行融合拼接视频的识别测试。对人体部分区域被遮挡的情况下, 仍能得到较好的识别效果。



图 3 识别效果

5 结束语

笔者提出一种基于 FPGA 嵌入式平台的多路可见光和红外双光模组融合拼接识别处理方法, 基于该方法集成了宽视场智能识别预警摄像机, 具有以下特点:

1) 智能识别预警摄像机观察视角广, 针对周界监控不同地形的需求, 可依据部署环境对摄像机进

行灵活分发和部署, 满足不同地形布设形态的要求。

2) 优化后的神经网络在实现主要智能识别功能的基础上, 兼顾功耗与效率, 配合 FPGA 硬件平台, 更适合于作为搭建多样化智能识别实时分析及图像处理系统的基础、通用、模块化平台, 可在更广泛的应用场景中推广。

参考文献:

[1] 张宝辉. 红外与可见光的图像融合系统及应用研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2013: 33-44.

[2] 宋宝森. 全景图像拼接方法研究与实现[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2012: 53-63.

[3] 李波, 李亚南, 李健. 基于 FPGA+DSP 架构异步 FIFO 视频图像数据采集实现[J]. 兵工自动化, 2016, 35(9): 31-34.

[4] 胡广胜, 王青, 单清群. 红外与可见光双摄像头标定方法研究[J]. 科技创新与应用, 2017, 34(4): 9-10.

[5] 佟颖. 基于红外与可见光双波段图像的立体视觉关键技术研究[D]. 天津: 天津大学, 2015: 21-25.

[6] 田瑞娟, 杨帆. 基于空中目标识别的特征提取与选择[J]. 兵工自动化, 2016, 35(9): 31-34.

[7] 刘士建, 金璐. 自动目标识别算法发展综述[J]. 电光与控制, 2016, 23(10): 1-7.

[8] 王加, 纪伯公. 多传感器信息融合技术在空中目标识别中的应用研究[J]. 计算机工程与应用, 2014, 50(SI): 183-185.

[9] 胡亚君. 卷积神经网络在人脸识别的应用[J]. 无线互联科技, 2016(9): 139-140.

[10] 陈耀丹, 王连明. 基于卷积神经网络的人脸识别方法[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2016, 48(2): 70-75.