

红外成像跟踪技术的现状和发展

张云深 王义玉

(长春光学精密机械学院物理系, 长春 130022)

摘要 本文就红外成像跟踪技术的特点、现状和发展加以简要的论述, 并对利用光学复眼和神经网络技术实现红外跟踪、制导提出了我们的看法。

关键词: 红外成像跟踪; 光学复眼; 神经网络

1 引言

由于近年来科学技术的飞跃发展, 对红外跟踪系统提出了新的要求: 增大探测距离(到几千米, 几十千米); 反干扰和伪装能力的加强; 能识别目标。这样, 老式的调制盘探测系统和十字叉探测系统就不能适应现代战争的要求, 而具有跟踪能力的成像系统能从成像和跟踪两个方面实现系统摄取景物空间热图像, 并测出各个景物在视场中的位置及对运动目标进行跟踪, 因此颇受国内外的重视。当前, 法、英、美等国处于研制的领先地位。如法国研制的用于 Totem 火控系统的 Pirana—3 型红外跟踪器, 整机为双通道光学结构, 工作波段为 $4\sim 5\mu\text{m}$ 和 $(8\sim 12\mu\text{m})$, 光学系统的通光孔径为 170mm, 视场 $\pm 8\text{mrad}$, 角分辨率 0.15mrad , 探测元件为 InSb ($4\sim 5\mu\text{m}$) 和 HgCdTe ($8\sim 12\mu\text{m}$) 由 60 只单元探测器组成。采用波门技术, 选取所需跟踪目标, 排除波门外目标的干扰自动跟踪时, 波门视场 $\pm 1\text{mrad}$, 自动搜索时为 10mrad 。数字图像处理先采用快速信号处理机进行处理, 然后由较慢的处理计算机用相关算法, 目标角运动特性以及强度增加等算法, 选出跟踪目标, 大大降低了虚警率。这种热像仪, 对低空飞机和掠海导弹的探测跟踪距离大于 8km。

本文就从红外成像跟踪技术特点、现状和发展加以论述。

2 红外成像跟踪技术

成象跟踪系统的工作原理如图 1 所示。而实现成象跟踪首先要测出目标在视场中的位置, 如图 2 所示。

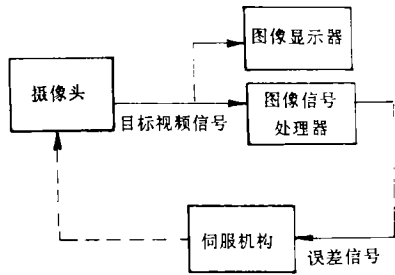


图 1

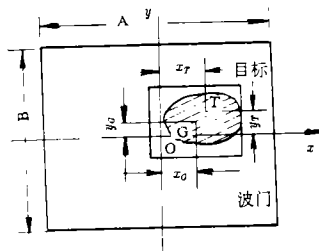


图 2

观察视场为 $A \times B$, 视场中心为 O , 目标图像在视场中的位置如图示, 测量目标位置的方法有测量目标图像的边缘、测量目标图像的矩心、测量目标图像的相关度等几种。用这些不同的测量方法构成的跟踪器分别为边缘跟踪器、矩心跟踪器和相关跟踪器。边缘跟踪器与矩心跟踪器要设置一个波门, 波门尺寸要略大于目标图像, 波门紧紧套住目标并检出波门以内信号, 摒除波门以外其它信号, 也可以对视场中出现的若干个目标设置几个波门。这种方法是属于选通技术, 可以非常有效地排除背景干扰; 相关跟踪器是用于先存储的目标图像去和实时摄取的目标图像求取相关值来计算目标位置变化的, 这种方法是属于匹配技术, 它对于选定的跟踪目标不相似的其它一切目标都不敏感。因此, 也具有极好的选通跟踪能力和抗背景干扰能力。

由此可知, 由于成像跟踪器是利用了目标图像的形状及其亮度分布状况等作为跟踪信息, 所以信息量也比较丰富。而非成像跟踪器只是利用目标的辐射强度作为跟踪信息。因此, 成像跟踪器就显和优越得多, 可对各种目标和背景进行鉴别而实行选择跟踪, 跟踪精度也高。

边缘跟踪器是一种简便的波门跟踪器, 波门跟踪器的结构原理如图 3 所示。

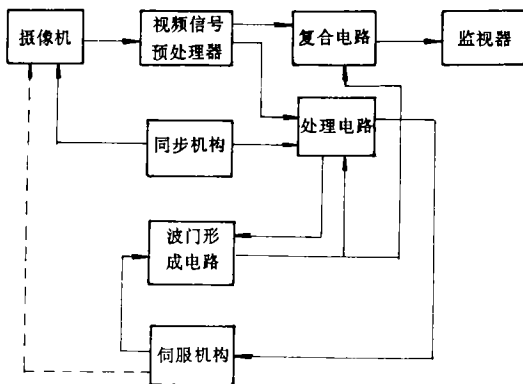


图 3

对边缘跟踪器来说, 就是要根据图像与背景图像亮度的差异, 抽取目标图像边缘的信息, 用这个信息去控制波门的产生并同时产生目标位置误差信号。

对矩心跟踪器来说, 是利用目标的全部信息求矩心, 矩心的值就反映了误差信号值, 对边缘对比度没有什么要求。所以与边缘跟踪器相比, 矩心跟踪器的跟踪精度高, 抗干扰的能力强, 因而得到了广泛的

应用。

相关跟踪器是测量同一景物的两个不同图像间的相对位移, 其中一个图像为基准图像, 并且可以代表上一次的测量值, 另一个图像称作接收图像, 即为实时图像。因此, 它们之间在图像亮度及图像位置等方面既有关系又会有出入, 但可以用相关函数去描写两幅图像之间的相关程度, 如图 4 所示。若基准图像亮度和实时图像亮度分别为 $s(u, v)$ 、 $r(u, v)$, 则相关函数 $c(x, y) = \iint s(u, v)r(u+x, v+y)dudv$ 。式中 x , y 为两幅图像之间的相对位移量, 相关矩阵 $c(x, y)$ 的主峰是两幅图像完全相重合的位置, 并由此找出两幅图像的配准点。若两幅图像失配, 失配距离(失配点与配准点的距离)值大小决定了相关跟踪器输出的误差信号的大小, 误差信号驱动伺服机构, 使实时摄像机的轴向预存图像中心靠拢以实现配准。

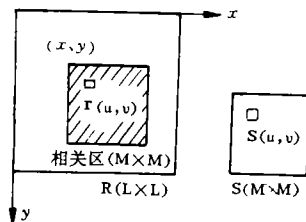


图 4

因此, 相关跟踪比波门跟踪更有自动, 连续跟踪目标, 可跟踪目标内部细节, 实现稳定的末端跟踪等优点, 并克服了波门跟踪器盲区的缺点。也最适用于寻的导弹的制导装置。

3 现状和发展

对成像跟踪系统来说, 其基本性能应从成像和跟踪两个方面同时考虑。如成像系统的温度分辨率、空间分辨率和扫描速率; 跟踪系统的跟踪角速度、跟踪角加速度、跟踪精度等。应综合上述各项指标去设计成像跟踪系统。如前所述的法国 SAT 公司与法国海军合作研制的 Pirana 系列红外跟踪器, 目前已研制出 2、3、3-2、4-2 等五种型号的系列产品, 它既可以与舰载光电火控系统和跟踪雷达组合使用, 也可独立用于搜索, 跟踪低空或超低空飞行的导弹或飞机等目标。德国 Siemens 公司研制的 Siretrae 红外跟踪器可适用于装在舰船、装甲车、坦克和直升机上。随着高技术的发展, 1. 发展大规模多色凝视焦平面阵列探测技术及相应的信息处理方法, 进一步提高了系统对远距离目标的探测能力, 着重提高系统对目标的灵敏度而不仅是成像能力; 改进了信号处理算法和硬件, 着重解决辐射背景的突变所引起的干扰问题; 传感器输出为电视兼容信号。更重要的是采用图形、字符兼容显示, 有利于识别小型目标。2. 利用仿生成果发展光学复眼和人工神经网络技术, 根据昆虫复眼原理研制而成的光学复眼, 对目标信息处理有相互侧向抑制的功能。加强物体边缘轮廓, 易于实现模式识别。神经网络以软件或硬件为基础, 在计算机上运算, 它是完成人们过去难以完成的工作的一种快速、简易的方法。美国马丁·玛丽埃塔公司及海军研究中心在过去的五年中一直研究把神经网络用于寻的导弹。因此利用光学复眼探测目标信息, 人工神经网络进行自动目标识别可以实现新的红外跟踪装置。

参 考 文 献

- [1] 杨宜示、岳敏, 红外系统. 国防工业出版社, 1985, (12)
- [2] 国外红外产品信息汇编. 兵器工业红外技术情报网, 1992, (8)
- [3] 2010 年的十大防卫技术. 兵器快报, 1993, (45)

- [4] S. Shang, Image processing in the compound eye of insects. SPIE, 1993, 1982: 388—393

Status and Development of Infrared Image Tracking Technique

Zhang Yunshen, Wang Yiyu

(*Depa. of Physics, Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Changchun130022*)

Abstract

Characteristics, status and development of infrared image tracking technique is simply theorized in this paper. Our viewpoint on using optical compound eyes and artificial neurotic network technique to realize infrared tracking and infrared guide is put forward.

Key Words: Infrared image tracking, Optical compound eyes, Artificial neurotic network