

导弹制导技术上模式识别和图像处理技术的应用

何志刚, 颜娜, 王刚, 任民, 赵梓竹

(吉林江机特种工业有限公司, 吉林省 吉林市 132021)

摘要 现阶段, 我国军事领域得以不断发展, 导弹制导技术水平也在不断提升, 其中应用到了较多新型技术, 模式识别与图像处理技术等, 在这两项技术手段的应用下, 能够对导弹制导技术产生直接影响, 实现创新发展。基于此, 本文从模式识别与图像处理技术入手, 分析导弹制导的几种方式, 分析模式识别以及图像处理技术在导弹制导技术上的具体应用, 以供相关人员参考。

关键词 导弹制导; 模式识别; 图像处理

中图分类号: TJ7; TP317.4

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0025-03

1 模式识别与图像处理技术概述

1.1 模式识别技术

计算机技术持续发展下, 科研工作者处理复杂信息时, 往往会对其过程进行研究, 而进行信息处理时, 针对真实及客观存在的信息实施生命力识别, 就是模式识别工作。对于模式识别而言, 实际上是图形识别, 简单来讲就是通过计算机技术的应用, 对特定信息或图像实施数字化处理, 从中提取图像中潜在的信息。计算机技术持续发展下, 我国各个领域均已广泛应用到模式识别技术。模式识别涵盖较多方式, 具体为: 第一, 模糊模式识别。模糊模式识别主要是进行模糊事物的识别与判断, 可以解决生活中存在的模糊性概念, 这种方式在自然科学以及经济学等方面应用较为广泛。第二, 统计模式识别。这种识别方式主要是将被识别对象原始数据信息作为重要基础, 提取特征向量定义。在特征空间中, 按照某种相似性测度, 所有特征向量相似的对象均有对应点。第三, 人工神经网络。这种方式又被称为连接模型, 这种方式会立足信息处理角度, 理解动物的神经网络运行方式, 并以抽象的方式构建某种简单模型, 按照不同连接方式, 形成复杂的自联想与学习系统。第四, 结构模式识别。这种方式又为句法模式识别, 主要是对较为复杂的模式加以分解, 使之成为多个易于区分的子模式, 若获得的子模式仍存在较大的分类识别难度, 应对其进行再次分解, 直至成为易识别的结构, 从而作为该模式的基元。随着模式识别技术的开展与研究的持续推进, 其

已经成为较多技术领域的总称, 在计算机视觉、语音识别、图像技术、信号识别等方面均得到了良好发展。

1.2 图像处理技术

实际上, 图像处理技术中涉及较多内容, 不过具体对图像处理技术进行划分, 可将其分为以下几部分: 一是图像压缩; 二是增强复原; 三是匹配描述识别, 以上几部分图像处理技术, 共同称为图像处理。计算机技术高速发展环节, 图像处理技术属于为满足人们视觉或心理需求产生的一种信息提取类技术, 最先产生于 20 世纪 20 年代, 现阶段已被广泛应用于我国各个领域, 一些高校还设置了专门课程, 已成为当今时代发展的一项关键技术。

2 导弹制导方式

2.1 遥控制导

对于遥控制导方式, 需要通过制导站进行目标方位及距离计算, 再通过指令发送装置使导弹获得相应信息, 进而准确击中目标, 简单而言就是指挥站指挥导弹, 将目标摧毁, 如图 1 所示。这种方式主要分为两种类型: 一是指令制导; 二是波束制导, 其中指令制导又包含无线与有线两种。通常, 无线指令制导会利用雷达将目标信息测出, 发射指引导弹, 对其中的误差进行纠正。对于有线指令制导, 存在光纤制导、人工有线指令制导以及半自动有线指令制导。第一种制导方式如我国的“红箭-10”, 这种方式下, 导弹飞行环节, 光纤会从尾部放出, 通过光纤向导弹传导控制指令, 目标识别能力较强, 拥有较高的制导精度,

并且具备较强的抗干扰性。对于波束制导方式,具体是利用雷达跟踪目标,同时利用激光波束以及雷达波束对目标进行照射,当导弹进入波束后,利用导弹自身控制装置进行角度修正,将目标击毁。波束制导存在一定优势,不易受到干扰,成本较低,并且能够进行多枚制导导弹的同时控制。不过攻击环节需要对目标进行连续照射,导致实际攻击环节易被敌方发现并予以反击。

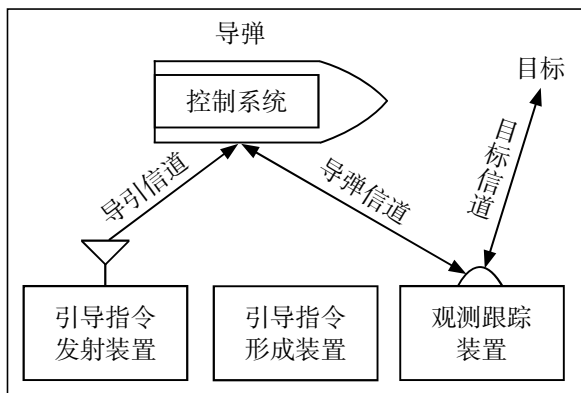


图1 遥控制导

2.2 寻的制导

同遥控制导相比,寻的制导存在一定不同,遥控制导方式下,需要从控制台获得目标信息,而寻的制导主要是从目标接收反射信息。这种制导方式主要有三种:一是主动寻的制导;二是半主动寻的制导;三是被动寻的制导^[1]。寻的制导指引波束种类较多,可以是声波、红外波束,也可以是雷达波束等,主要区别是指引波束不同,方式上基本相同。

2.3 半主动雷达制导

这种制导方式是由地面或机载雷达发射照明波束,将目标位置电量后向导弹反射,使导弹飞向标记目标,雷达并不在导弹身上。半主动雷达制导与主动雷达直达存在较为明显的差异,导弹自身存在一部发射机,能够进行目标照射,同时获得反射信息。对于被动制导,是直接对敌人发射信号进行跟踪打击,如反辐射导弹能够直接按照敌方雷达发出的雷达波,打击敌方雷达。

2.4 自主制导

对于自主制导方式而言,是将所有导弹变成了智能化,如星光制导、惯性制导、地形匹配置导、程序制导以及GPS制导等,以上这些制导方式拥有较高的成本,同时也存在较多的缺点。如惯性制导在距离与时间不断累计下,出现的误差会越来越大;而地形匹

配置导会受到地形的影响,当地形突然改变时,会失去目标,因此,导弹选择自主制导方式时,通常会选择多种制导结合的方式,从而对各种制导方式存在的误差进行弥补,最终实现精准制导。

3 导弹制导技术上模式识别和图像处理技术的应用

3.1 目标分割

1. 固定阈值。导弹出炮口前,需要利用电视测角仪对现场干扰源进行检测,并且导弹进入现场初期,会存在较大的目标图像尺寸,并且由于导弹两侧助推发动机处于启动状态,拥有较高的辐射度,所以目标亮度会高于背景亮度,这种情况下,可寻则固定阈值进行目标分割。基于光圈条件下,对固定阈值大小进行确定,导弹发射程序启动后,导弹地面热电池会为电视测角仪供电,通过大小视场CCD,摄取背景图像,计算出背景图像灰度均值,如果弧度均值为 m_B ,固定阈值为 T_0 。对于小市场固定阈值,主要由小市场灰度均值求得,该阈值只用于小市场光轴自校。对于大市场阈值,通过大市场灰度均值求得,该阈值作用时间较长。

2. 自适应阈值。通常大市场阶段,导弹辐射源亮度会高于背景亮度,并且也会高于主动干扰源亮度。背景均匀度良好情况下,可通过电视图像平均灰度,体现出背景平均亮度,当目标处于跟踪状态时,会通过图像灰度峰值表示出目标最亮部分。比较图像灰度均值与灰度峰值,获得一个阈值,按照该阈值对导弹目标信号进行检测。

3. 小视场图像分割自适应阈值算法。通常导弹出炮口3.5s后,会出现在电视测角仪中的小视场测角范围中,此时系统小视场应重新捕获跟踪导弹目标。因为这时导弹已经飞离一段距离,导弹辐射器辐射亮度会有所下降,并且信噪比也会大幅降低,此时需要进行新的目标分割阈值算法研究。

3.2 目标识别

1. 真假目标模式识别。发射导弹过程中,如果现场存在相应干扰条件,如火堆、灯光等,需要通过电视测角仪在导弹出炮口前,将这些干扰条件的大小、位置、数量等详细记录下来^[2]。假设, $0s$ 前测得的干扰目标质心坐标 $X=I(j),j=1,2,3,\dots,J$,导弹出炮口后,经过实际测量得出目标质心坐标 $X=i(i),i=1,2,3,\dots,I$,需要从以上数据中,进行导弹目标质心坐标的识别。假设存在 N 个常量 $C_n(n=1,2,\dots,N)$,按照从大至小的顺序加以

排列,同时将常量 C_n 作为真假目标距离的判断依据,能够利用理论计算机试验数据,获得的值,识别真假目标模式,通常会经历以下步骤:第一,计算 $X(i)$ 与 $I(j)$ 之差, $L(i, j) = |X(i) - I(j)|$, ($i=1,2,3,\dots,I; j=1,2,3,\dots,J$)。第二,若某个常量 C_n 拥有任意一个 $X(i)$,对于任意 $I(j)$ 恒满足不等式 $L(i, j) \geq C_n$,应将 $X(i)$ 放置相关分析中间寄存器中,构建目标链,随后再进行航迹分析。第三,若不存在任意一个 $X(i)$ 永远满足不等式 $L(i, j) \geq C_n$,需要将下一个 C_n 作为距离判断,并循环前两个步骤,直至 $X(i)$ 为临界值为止,满足 $L(i, j) \leq 5$,退出并进行临界数据标志位设置。按照相同步骤与方法,识别导弹质心坐标 Y 分量。

2. 导弹目标航迹关联判别。经过以上步骤,获得满足 $L(i, j) \geq C_n$ 及 $L(i, j) \leq 5$ 的目标质心坐标 $X(i)$, $Y(i)$ ($i=1,2,3,\dots,I$),主要存放于相关分析中间寄存器中。假设电视测角仪获得的三场导弹 X 航迹数据为 $T_x(j)$ ($j=1,2,3$),计算公式为:

$$T_x = [3T_x(3) - T_x(1)]/2$$

设 B_n ($n=1,2,\dots,N$) 是导弹航迹连续判断的一组常量,按照从小到大的顺序排列^[3]。因为导弹飞行环节航迹不会突变,因此导弹航迹数据为连续的, $|X(i) - T_x|$ 值越小,表示 $X(i)$ 与预测值越接近。

3.3 神经网络量化算法

导弹制导中,神经网络模型量化通常会对目标识别网络精度产生直接的影响,因此,为保证目标识别网络精度,应积极运用以下神经网络量化算法。

1. ARM+GPU 平台量化算法。NVIDIA Jetson Xavier 属于一种 ARM+GPU 异构计算平台,通过该平台,能够实现 TensorRT 量化方法,这种方法较为成熟,可以向 INT8 上直接映射真实值, TensorRT 量化方法中应用到了饱和映射量化方法,可防止位宽浪费,保证制导精度。饱和映射的具体目的是确定阈值 $|T|$,数据值只要在 $\pm |T|$ 范围内,均会被映射至 ± 127 范围中。通过应用饱和映射技术,实现 TensorRT 量化方法量化,精度会受到阈值的影响,因此应重点关注最优阈值的选择。阈值 T 选择后, TensorRT 中会通过真实数据对其加以校准,同时在校准表应用下进行 INT8 的量化推理。完成校准后,会有效降低精度损失,可满足实际要求,同时量化计算过程较为简单,能够使性能得到较大提升。

2. ARM+FPGA 平台量化算法。通过 FPGA 计算架构的应用,能够在同一时刻实现并行运算,使资源利用率得到进一步提升。FPGA 计算处理单元中,并行数据处理会体现在三个方面:一是输入通道并行;二是

输出通道并行;三是卷积核核间并行。通过数据量化技术,可有效简化硬件加法器与乘法器设计结构,定点量化 INT8,进一步扩展中间数据位宽,同时通过应用 24 位中间数据,有效防止数据上溢,利用移位器,对齐偏差与积累数据,获得更加准确的结果。该算法量化过程中,需要以下公式进行参数计算。

$$s = \max(\text{abs}(W_{ij}))$$

$$m = \text{floor}(\log_2(s))$$

$$n = m + 1 - 2^{(b-1)/2}$$

$$P_{ij} = \{\pm 2^m, \dots, \pm 2^n, 0\}$$

其中, s 表示的是权值绝对值的最大值; W_{ij} 表示的是卷积核; m 表示的是量化位宽上限; b 表示的是量化位宽; n 表示的是量化位宽下限; P_{ij} 表示的是量化后二次幂形式权值数据。

量化协同训练环节,通过经验阈值进行训练参数与量化补偿的量化。主要应用的策略为:对于相同权重的两组,应实施同步训练,每组均应进行组内细分分组,并且通过组建对比的方式实现权重逐步量化。若存在没有量化的权重部分,应在量化环节重新实施迭代求解,最终量化所有参数,保证量化结果最优。通过算法 INT8 进行网络权重定点量化后,能够获得较高的网络精度,在移位计算方式下,实现硬件技术,使得执行效率得到有效提升。

4 结语

综上所述,当前,模式识别以及图像处理技术属于发展相对完善的计算机技术,已被广泛应用于各个领域。在我国军事领域不断发展的背景下,计算机技术已逐渐与军事技术相融合,将计算机技术引入导弹制导技术中,能够进一步提升导弹制导技术水平,促进我国军事科技发展。因此,未来导弹制导技术发展中,相关人员应将重点放在模式识别与图像处理技术的应用上,积极探究有效的方式,不断提升这两项技术的应用水平,增强我国的军事实力。

参考文献:

- [1] 邹汝平,陈士超,陈韵,等.一种图像寻的空地导弹的制导控制方法[J].战术导弹技术,2021(01):93-98,114.
- [2] 林丰辉.模式识别和图像处理技术在导弹制导技术上的应用[J].中国新通信,2018,20(12):211.
- [3] 齐铎,张延忱,贡保昂吉,等.基于直方图均衡的导弹目标图像增强方法对比研究[J].陕西理工大学学报(自然科学版),2017,33(06):55-58,63.