

# DSP在激光探测中的实现与应用

叶有生

国营长虹机械厂 广西 桂林 536000

**摘要:** 随着科技的不断发展,激光探测技术已广泛应用于军事、工业、医疗等多个领域。基于此,本文简要介绍了DSP的基本原理和特点,分析了DSP在激光探测中的实现与应用,包括条件减法和移位指令实现除法运算、数字互相关技术、激光全息、激光测距等方面,以期对相关领域的研究和应用提供参考。

**关键词:** DSP; 激光探测; 实现与应用

## 引言

激光探测系统能够获取目标物体的三维信息、精确测量距离以及实时识别激光威胁,对于提高作战效率、保障人员安全具有重要意义。数字信号处理器(DSP)作为现代信号处理技术的核心,以其高速处理能力、高精度算法和灵活的可编程性,在激光探测系统中发挥着至关重要的作用。

### 1 DSP概述

#### 1.1 DSP的基本原理

DSP即数字信号处理器,是一种具有特殊结构的微处理器,专门用于处理数字信号。在现代科技领域中,DSP以其强大的数据处理能力和广泛的应用范围,成为了信息技术发展的重要基石。第一,DSP首先通过外部的模数转换器(ADC)将模拟信号转换为数字信号,ADC的作用是将连续的模拟信号在时间上进行离散化,并转换为一系列离散的数字样本。这个过程称为采样和量化,其结果是将模拟信号转换为以0或1表示的数字信号。第二,在接收到数字信号后,DSP会利用内部的数字滤波器对信号进行滤波处理。数字滤波器可以根据信号的频率特性选择不同的滤波方式,如低通滤波、高通滤波、带通滤波等<sup>[1]</sup>。此外,DSP内部还包含一组算术逻辑单元(ALU),可以执行各种数字信号处理算法,如傅里叶变换、卷积、滤波、频谱分析等,这些算法可以对信号进行增强、降噪、压缩等处理,以满足不同的应用需求。第三,在一些应用中,DSP还可以通过数字信号生成器产生特定的数字信号。例如,通过数字信号生成器可以产生各种音频信号、视频信号等。第四,DSP通过外部的数模转换器(DAC)将处理后的数字信号重新转换为模拟信号,以便输出到外部设备或者系统。DAC的作用是将离散的数字值按照一定的更新速率转换为连续的模拟信号。

#### 1.2 DSP的特点

(1) 高速处理能力。这主要得益于其内部采用的哈佛结构,该结构将程序和数据分别存储在两个独立的存储空间中,实现了并行处理。同时,DSP还配备了专门的硬件乘法器和多级流水线操作,使得其在执行复杂的数学运算和信号处理算法时能够迅速响应,实现高速运算。这种高速处理能力使得DSP在处理大量数据、执行复杂算法时能够轻松应对,大大提高了系统的处理效率和响应速度。(2) 可编程性。DSP芯片通常采用可编程的硬件设计,用户可以根据实际需求编写特定的算法程序,实现各种功能。这种可编程性使得DSP具有高度的灵活性和适应性,能够满足不同领域和不同应用的需求。通过编程,用户可以对DSP进行定制和优化,以实现更高效、更精确的信号处理。(3) 高集成度。DSP芯片内部集成了大量的电路元件和功能模块,包括模数转换器(ADC)、数模转换器(DAC)、存储器等关键组件。这些集成化的设计使得DSP系统更加紧凑、可靠和高效。高集成度不仅减少了系统的体积和重量,还提高了系统的稳定性和可靠性。(4) 低功耗。随着移动设备和嵌入式系统的普及,低功耗成为了电子设备设计的重要考虑因素之一。DSP芯片采用低功耗设计,能够在保证性能的同时降低能耗,这种低功耗设计使得DSP在移动设备、物联网设备等领域具有广泛的应用前景。

## 2 DSP在激光探测中的实现与应用

### 2.1 激光探测系统概述

激光探测系统是一种利用激光技术实现目标探测、测距、测速等功能的先进系统,它以其高精度、高速度、抗干扰能力强等优点,在军事、民用、科研等多个领域得到了广泛的应用。激光探测系统通常由激光发射器、接收器、信号处理单元以及显示和控制单元等部分组成,每个部分都发挥着不可或缺的作用。第一,激光发射器是激光探测系统的核心部件之一,它负责产生并发射激光束。激光束通常具有高亮度、高方向性和高单

色性等特点,使得激光探测系统能够在复杂的环境中准确地识别和定位目标<sup>[2]</sup>。激光发射器的设计通常需要考虑激光的波长、功率、脉冲宽度等参数,以满足不同应用场景的需求。第二,接收器是激光探测系统的另一个关键部件,它负责接收目标反射回来的激光信号。接收器通常包括光学系统和光电探测器两部分。光学系统用于将接收到的激光信号聚焦到光电探测器上,光电探测器则将激光信号转换为电信号。为了提高接收器的灵敏度和抗干扰能力,通常需要对光学系统和光电探测器进行特殊设计和优化。第三,信号处理单元是激光探测系统的核心组成部分之一,它负责对接收器输出的电信号进行实时、高速的处理。在激光探测系统中,信号处理单元的主要任务包括信号放大、滤波、数字化、解码、特征提取、目标识别等。DSP(数字信号处理器)作为信号处理单元的核心部件,凭借其强大的数字信号处理能力,能够实现对激光信号的快速、准确处理。第四,显示和控制单元是激光探测系统的人机交互界面,它负责将信号处理单元处理后的结果以直观的方式展示给用户,并接收用户的控制指令。显示单元通常包括显示屏、指示灯等,用于显示目标的距离、速度、角度等信息;控制单元则负责接收用户的控制指令,如调整激光发射器的参数、选择目标等,并将这些指令传递给信号处理单元执行。

## 2.2 公式与算法

### 2.2.1 条件减法和移位指令实现除法运算

在激光探测系统中,DSP(数字信号处理器)扮演着至关重要的角色,它通过运用各种数学公式和算法对接收到的激光信号进行实时、高速的处理,这些公式和算法不仅提高了系统的性能,还扩展了系统的功能和应用范围。其中,条件减法和移位指令实现除法运算,在数字图像处理中,经常需要将两张强度像进行除法运算以得到距离像。然而,直接进行除法运算可能会消耗大量的计算资源和时间。为了解决这个问题,可以利用DSP的条件减法和移位指令来实现近似除法运算。具体实现方法如下:假设我们需要计算A除以B的结果,其中A和B都是整数。我们可以使用一个循环,每次从A中减去B,同时记录减去的次数。当A小于B时,循环结束。此时,减去的次数就近似等于A除以B的结果。为了得到更精确的结果,可以在循环结束后使用移位指令对结果进行微调。这种方法虽然精度有限,但在实时性要求较高的场合下非常有用,它可以在较短的时间内得到近似的除法结果,满足系统的实时性要求。

### 2.2.2 数字互相关技术

数字互相关技术是一种用于测量两个信号之间相似性的方法,在激光探测系统中,我们可以利用数字互相关技术进行相位检测,从而提高测距精度。具体实现方法如下:假设我们有两个信号 $x(t)$ 和 $y(t)$ ,我们可以计算它们的互相关函数:

$$(R_{xy}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot y(t-\tau) dt)$$

其中, $\tau$ 是时间延迟。当 $\tau$ 等于两个信号之间的相位差时,互相关函数达到最大值。因此,我们可以通过搜索互相关函数的最大值来估计两个信号之间的相位差。在激光测距技术中,我们可以将发射的激光信号和接收到的反射信号作为输入信号,利用数字互相关技术计算它们之间的相位差,进而得到目标与探测器之间的距离,这种方法具有高精度和抗干扰能力强的优点,在激光探测系统中得到了广泛的应用。

## 2.3 DSP在激光探测中的应用

### 2.3.1 激光全息

激光全息技术基于光的干涉和衍射原理,当激光照射到物体上时,物体会对光波进行调制,形成包含物体信息的物光波。同时,还需要一束参考光波与物光波在存储介质上发生干涉,形成全息图。这个全息图不仅包含了物体的振幅信息,还包含了物体的相位信息,通过适当的照明和重构算法,可以从全息图中提取出物体的三维信息。首先,在激光全息技术中,DSP可以用于对全息图像进行实时处理。由于全息图像通常包含大量的数据,传统的处理方法往往难以满足实时性的要求,而DSP的高速处理能力使得全息图像的实时处理成为可能。DSP可以对全息图像进行滤波、增强、去噪等处理,提高图像的质量和清晰度。其次,相位信息是激光全息技术中最为关键的信息之一,它直接决定了从全息图中还原出的物体的三维形态。DSP可以通过特定的算法对全息图像进行相位解包裹、相位恢复等处理,提取出准确的相位信息,这些相位信息可以用于后续的物体三维重构和测量。最后,在激光全息技术中,DSP还可以用于实现实时三维重构。通过结合全息图像的实时处理和相位信息的提取,DSP可以实时地还原出物体的三维形态,这种实时三维重构技术在军事侦察、医疗诊断、工业检测等领域具有广泛的应用前景。

### 2.3.2 激光测距

激光测距技术基于激光的传输时间和光速之间的关系,当激光脉冲从测距仪发射并击中目标后,部分激光脉冲会反射回测距仪。测距仪通过测量激光脉冲从发射到接收的时间差(即飞行时间),再结合光速,就可以

计算出目标与测距仪之间的距离。这一过程中,激光脉冲的发射、接收和处理都需要高精度的控制和计算。第一,高速信号处理。在激光测距仪中,DSP负责对接收到的激光脉冲信号进行高速处理,由于激光脉冲信号通常非常微弱且包含大量噪声,因此需要进行滤波、放大、数字化等处理,以提高信号的质量和信噪比。DSP通过其强大的计算能力和高效的算法,可以在极短的时间内完成这些处理任务,确保测量的实时性和准确性。<sup>[3]</sup>第二,精确时间测量。激光测距的关键在于测量激光脉冲的飞行时间,DSP通过高精度的时间测量算法,可以准确地测量出激光脉冲从发射到接收的时间差。这一时间差的测量精度直接影响到测距的精度,DSP采用的时间测量算法通常包括时间插值、时间累积等,以提高时间测量的精度和稳定性。第三,数据处理与结果输出<sup>[4]</sup>。DSP在接收到处理后的激光脉冲信号后,还需要进行进一步的数据处理和结果输出,这包括计算目标与测距仪之间的距离、对数据进行存储和传输、以及将测量结果以可视化的形式展示给用户等。DSP通过其灵活的数据处理能力和丰富的接口资源,可以方便地实现这些功能,并为用户提供友好的操作界面和丰富的测量数据。

### 2.3.3 激光告警

激光告警系统是一种专门用于检测和识别敌方激光威胁的装备,它通过对敌方激光信号的截获、分析和处理,可以实时掌握敌方激光的类型、强度、频率、脉冲宽度等关键参数,进而判断激光的来源和意图。激光告警系统广泛应用于军事基地、重要设施、舰船、飞机等场合,为防御方提供及时、准确的情报支持。(1)激光告警系统的首要任务是截获敌方激光信号,DSP可以配合光学传感器和探测器,实现对激光信号的快速捕获和数字化处理。一旦检测到激光信号,DSP会立即启动信号处理流程,对信号进行预处理和特征提取。(2)截获到激

光信号后,DSP会对信号进行详细的分析,这包括信号的波长、脉冲宽度、信号强度、脉冲到达方位等参数的测量和计算。DSP通过运用复杂的算法和数学模型,可以准确地提取出这些参数,为后续的和判断提供有力支持。(3)在提取出激光信号的特征后,DSP会运用模式识别、机器学习等先进技术,对信号进行识别。DSP可以事先存储各种类型激光信号的特征库,通过比对和分析,识别出敌方激光的类型和来源。这对于判断敌方的意图和威胁程度具有重要意义。(4)一旦识别出敌方激光信号,DSP会立即将情报输出给指挥系统或操作人员,情报输出可以包括激光的类型、来源、威胁程度等信息。并且,DSP还可以触发报警装置,提醒操作人员采取相应的防御措施。这对于保障军事设施和人员安全至关重要。

### 结语

综上所述,DSP在激光探测领域的应用展现了其强大的计算能力和处理能力。通过优化算法和硬件设计,DSP能够更好地满足激光探测系统的需求,提高系统的性能和可靠性。未来,随着激光技术的不断发展和DSP技术的不断进步,DSP在激光探测领域的应用将更加广泛和深入。我们有理由相信,DSP将为激光探测技术的发展和应

### 参考文献

- [1]吴建刚,刘璐雅,李星洲.基于DSP扩展的多串口伺服控制器及系统[J].兵工自动化,2022,41(02):18-22.
- [2]王亚男,罗远荣,许滢.基于DSP技术的配电房关键位置温度测量系统[J].信息技术,2022(01):119-125.
- [3]胡芳凝,王忠,刘超群.快速滑动平均滤波在PPG信号去噪中的应用[J].物联网技术,2019,9(06):41-43.
- [4]张正蕾.滑动平均滤波实现一体化同步发电机输出均流控制的研究[D].哈尔滨理工大学,2021:25-27.