

机动目标的噪声识别和定位系统的研究^{*}

季茂荣 温蓉 王伟策

(南京工程兵工程学院 南京 210007)

1995年9月4日收到

摘要 本文介绍了一种机动目标噪声识别和定位系统的硬件组成、工作原理及系统的软件设计方法,对于在系统中解决的几个主要技术问题进行了论述.

关键词 噪声识别,噪声定位,机动目标

System for identification and location of motor target through it's noise

Ji Maorong, Wen Rong, Wang Weice

(Engineering Institute of Engineering Corps, Nanjing 210007)

Abstract The principle and hardware composition of an identification and location system for motor target by it's noise as well as the design of the software are presented. In addition, some principal problems solved in study of the system are discussed.

Key words Noise identification, Noise location, Motor target.

1 引言

各种机动车辆,由于其发动机的存在,在其行驶过程中,要向外传播声信号,从而在其周围一定的空间中形成了一个声场,由于各类车辆本身结构及其发动机的不同,在其周围的声场就各具特征,利用这些特征,可以对车辆的类型进行准确识别.同时,利用一定形式的传感器阵列和与之相适应的硬件系统,可以准确捕获声源的位置信息,从而实现利用噪声来对机动目标进行精确定位的目的.研制成功的“机动目标的噪声识别和定位系统”能够在100 m的距离上探测到机动目标的声信息,能在80 m距离上正确识别出车辆的类型(履带式、

轮式、载重汽车等),系统还能确定单个机动目标运动时的方位、距离和速度,在完成识别之后,确定目标的位置,其定位精度优于2°.

2 系统硬件组成及工作原理

系统硬件设计时,主要考虑能满足智能识别、定位与控制的要求,同时还要满足系统在工作时的实时性要求,系统的组成如图1.

系统中的传感器阵列用以对机动目标的声信息进行探测,并将目标的声信息转换成相应的电信号.阵列中的声探测传感器采用的是金

^{*} 国家“863计划”重点研究课题,于1994年5月通过国家科委鉴定.

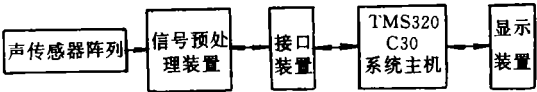


图1 系统硬件组成原理图

属膜后驻极体电容式传声器^[1]，它不仅体积小、灵敏度高，而且克服了一般电容式传声器必须配很高极化电压的缺点，使用普通电池就能正常工作，而且功耗极低。

信号预处理装置主要完成多路声信号的自动增益控制、滤波、模数转换、采样率控制、数据长度控制和数据自动存贮等信号预处理功能。该装置集多通道采集控制于一体，其滤波性能优越，且低通、高通、带通频率均由程序根据信号的特点设置，采样率、采样数据长度均可根据需要程控，该装置与主机接口简单，其原理框图如图2。

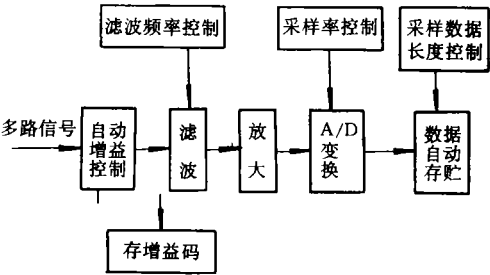


图2 信号预处理装置原理框图

I/O 接口一方面要完成对 A/D 变换的控制，另一方面要接收主机的各类指令，向主机传送数据，并控制预处理装置改变其参数设置。由于 I/O 接口完成的是预处理装置与主机的接口，而主机为高速的专用数字信号处理器，因此，I/O 接口的数据通讯能力和速度是至关重要的，否则将会影响到整个系统的速度。

主机是整个系统的核心，主机按照系统工作程序控制信号预处理装置，先对信号进行放大、滤波等处理，然后，主机针对系统的目标识别和定位算法进行高速信号处理，并根据运应用声学

算处理结果对显示装置进行不同的显示控制。由于主机要完成大量的数据运算处理和控制任务，同时又要满足实时性要求，因此，系统中采用了美国 Texas 的数字信号处理芯片 TMS320C 30^[2]，它的运算速度为每秒 3300 万次浮点运算，有两套完全独立的外部总线可以并行操作，由它组成的数字信号处理主机有很大的动态范围和高的运算精度，满足了系统使用的要求。

系统的工作原理为：机动车辆进入 100 m 范围时，传感器阵列接收到目标的声信号，经过转换送入到信号预处理装置，声信号在经过预处理后由 I/O 接口送入系统主机，主机先对信号进行智能识别，确定目标的种类，然后开始定位计算，准确计算出目标运动的距离、方位和速度，并驱动显示装置进行跟踪显示。对于非目标的干扰声，通过智能识别后，系统可判断为非目标，不再继续后面的处理。

3 系统软件优化设计

系统软件在设计思想上充分利用了 TMS 320C30 硬件的主要特点和指令系统的优势，使系统无论是在完成复杂的算法上或在实现对显示系统的控制上都达到高效率，满足了系统使用中的实时性要求。

由于系统要完成对目标的自动识别、确定运动目标的方位、距离、速度等参数，因此，在软件的结构设计中，使各部分软件实现模块化，便于管理和维护；充分利用单片数字信号处理器 TMS 320C30 的资源，利用 C30 的片内 RAM 做使用频率较高的运算，从而提高系统的运算速度；大量使用块重复和并行指令，提高了指令效率。系统软件共有六大模块组成，开机自检模块完成对系统各部分工作状态及联接可靠性的检验；系统初始化模块完成对 TMS 320C30 外部总线、内部 RAM、C30 定时器、串口并口、预处理装置及显示系统的初始化；数据采集模块将传感器阵列输出的信号按规定的采样率、采样长度取入到信号预处理装置中；目标识别模块接着对采集的数据进行参

数估计、特征提取、比较分类识别等处理,获得有无目标存在和为何种目标的信息;在获得目标信息之后,即启动目标定位模块,对目标的方位、距离和速度等参数进行精确计算,结果由控制显示模块进行显示。

系统软件框图如图 3。

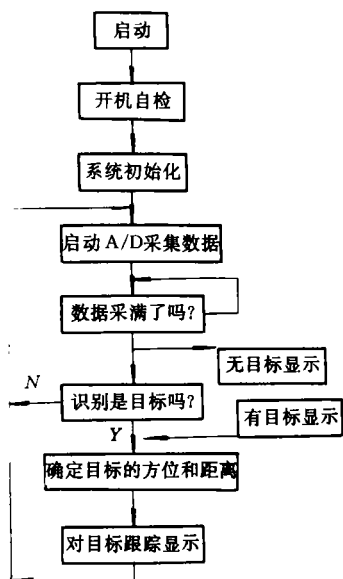


图 3 系统软件框图

4 几个主要技术问题

在系统的研究中,首先要解决的是低信噪比条件下目标声信息的获取。从系统使用角度分析,希望能在较远的距离上发现目标,然而,在野外条件下,由远处传来的目标信号相对于干扰信息总是很微弱。因此,必须充分利用信号和噪声的差异,才能从强大的背景噪声中区分出信号。主要从时间和空间上来区分信号和噪声的差异。信号通常是从远距离某一方方向传来的平面波,而背景声则是从各个任意方向上来的,因此,只要传感器阵列在信号方向上形成尖锐的波束,就可以有效地抑制其它方向的噪声,显著地提高信噪比,这是利用信号和噪声在空间上的差异来提高系统对目标的检测性能^[3]。另一种方法是从时间进行处理,即单一噪声的时间波形和信号加噪声的时间波形

在统计特性上存在差异,利用时间域内的差异改善被动检测系统的性能。通过这两个方面的处理,使得系统对目标信息的有效检测率大大提高。

对目标的正确分类识别也是系统要解决的一个重要问题。系统首先要解决的是目标与非目标的识别,这一点较容易实现;而在确认目标之后,对目标进行分类识别则要困难得多。然而,问题的关键则在于对各类目标特征信息的正确选择和提取,从而建立起用于分类识别的知识库。通过对大量数据样本的分析研究,从时间、频率、幅值域、能量分布及相关等方面,寻找出了各类目标信号的特征,建立了用 TMS 320C30 汇编语言实现的对各类目标分类识别的算法。测试表明,系统的正确识别率在 90% 以上。

目标的定位问题是系统最关键也是最复杂的问题。由于系统采用的是被动声定位的方法,而机动目标在运动过程中可能在方向、距离和速度上有较大幅度的变化,而且外界条件复杂,用以定位的信号不仅被噪声所污染,而且目标机动性影响呈非高斯、非平稳特性,因此,目标定位难度大。其解决方法有两个方面:一是在硬件系统的设计上要为定位计算创造最好条件,这要提高系统的信噪比,此外,要解决多通道情况下通道间相位一致性的问题,尽量减小信号各通道之间的相位误差,为定位计算创造条件;另外一方面就是寻找最有效的定位算法,提高定位算法的有效性和定位精度。本系统较好地解决了这一难题,在 100 m 距离内,系统对目标方位的估计误差不超过 2°,距离误差小于 5 m。

参 考 文 献

- [1] 陶中达等. 应用声学. 1988, 6(4): 16—20.
- [2] 中国科学院声学所语言与通信研究室. TMS 320C30 第三代数字信号处理器用户指南, 1—2.
- [3] 袁易全等. 近代声学基阵原理及其应用, 南京大学出版社, 1994, 415—472.