

基于 ADSP-21060 SHARC 高速通用 声呐信号处理系统

孙长瑜 李启虎 李伟昌 潘学宝 秦英达 姜 维

(中国科学院声学所研究所 北京 100080)

1998 年 8 月 13 日收到

摘要 中国科学院声学研究所信号处理研究室长期从事水声信号处理、水声工程和声呐系统的研究和实验工作, 研制出了第二代到第四代声呐系统, 积累了丰富的经验。本文介绍一种利用 ADSP-21060 SHARC 芯片研发而成的通用信号处理板。它具有体积小、功能完备、运算速度快、并行处理能力强、可靠性高等特点。可任意集成不同的信号处理系统, 适用于各种信号处理领域。

PACS 数: 43.60

The research and development of high speed general sonar signal processing system by ADSP-21060 SHARC

SUN Changyu LI Qihu LI Weichang PAN Xuebao QIN Yingda JIANG Wei

(Institute of Acoustics, The Chinese Academy of Sciences Beijing 100080)

Received Aug. 13, 1998

Abstract The General Sonar System Lab of IAAS used to underwater acoustics signal processing, underwater acoustics engineering and sonar system's research and experiment for a long term. The second generation to the fourth generation sonar were all borned here. Accordingly, we accumulate abundant experience. This paper presents a general signal processing board which was developed with ADSP-21060 SHARC. It's advantage include small volume, complete function, high operation speed, powerful parallel processing ability and better reliability. It can also be intergrated in any kind of signal processing system and applied to all kinds of signal processing field.

引言

随着现代水声信号处理技术的发展和广泛应用, 对信号处理系统的要求也愈来愈高。依靠通用计算机芯片已很难完成或实现高速、高可靠性、大数据量的实时信号处理。随着 VLSI 技术的发展, 各种专用 DSP 产品相继问世。并且朝着处理速度更快、并行处理能力更强、处理功能更加完备的方向发展。这就为基于先进的 DSP 芯片开发通用信号处理系统创造了有利条件。

声学所长期从事水声信号处理技术和声呐设备的研究, 研制出了第二代到第四代声呐设备, 现正在研发第五代声呐设备。由于水声信道的多途, 时变-空变特性, 水声目标背景均相当复杂, 尤其在浅海中更加突出。这代声呐其主要特点具有智能功能, 能自动与环境相适配。它的运算速度将大大提高, 它将是具有智能知识库的智能软件系统, 因而具有自学习能力, 也将具有智能的接口系统来完成人一机对话, 还具有问题求解与规则推理系统, 使整个系统工作在最佳状态下, 以适应使用环境。在系统结构上, 系统将具有很强的并行处理能力, 有非常高的运算速度, 以实时实现对多个波束的自适应波

束形成、匹配滤波、动目标检测、被动定位中的高精度时延估计、谱分析、线谱检测和跟踪等复杂运算。为此, 声学所信号处理研究室, 为适应现代声呐系统的要求, 研发出基于 ADSP-21060 SHARC 芯片的通用信号处理板, 依此将非常方便地集成任意功能的声呐系统。

1 声呐技术的发展

水声信号的检测技术是利用声波在水中的传播、反射及其特性, 来探测水下固定目标或运动目标。实践证明, 在海水中, 除声波之外, 如光波和电波都衰减非常之快。因此, 目前只有声波被广泛用于 (无论是军用或是民用) 水下目标探测。当今水声探测技术已和微电子技术更加紧密的结合起来, 推动了水声探测技术的发展。并已成功地用于水下导航、定位、测速、反潜、对抗、水下通信、海洋资源的开发勘探等各个领域。

从声呐设备发展的角度来讲, 它与微电子技术的发展息息相关。它经历了从电子管、晶体管和中小规模集成电路, 以及现代商业可利用与系统集成技术, 声呐设备也随之经历了第一代到第五代的发展过程。第一代声呐系统是由电子管组成的模拟信号处理系统, 它一直使用到 50 年代。由于体积庞大、效率低和技术的限制, 这代声呐系统未能采用信号处理新技术。第二代声呐是用晶体管设计而成, 它主要应用于 60 年代。由于运算速度的限制, 这代声呐主要运用了极性重合相关时间压缩技术, 声呐系统仍然是体积大、效率低、功能单一和设备繁杂。在 70 年代初, 出现了模拟数字混合式声呐, 它采用电子计算机作为其主控系统, 匹配滤波、波束形成、能量检测以及后置处理均采用了专用的数字硬件来完成。这代声呐系统可用于实现较大孔径的声呐, 处理速度可达到几十兆的数据率, 有较好性能。第四代声呐源于 70 年代末 80 年代初, 实现了全数字化声呐。其特点是提高了硬件的标准化程度, 从而大大减少了专用硬件的开销, 由中央控制中心来管理各个分系统的动作。各分系统异步工作, 提高了硬件的积木式组装性能, 即分布式体系结构。

随着水声信道和目标背景等方面研究的深入, 以及信号处理技术的进步和微电子技术的更进一步的发展。90 年代初开始研制智能化声呐系统, 也就是我们在引言中谈到的第五代声呐。这代声呐的研制成功, 将使水声探测技术达到更新更高的水平, 无论在军用或民用方面均会得到更广泛的应用。

2 通用声呐信号处理系统的组成

前面讲到的第五代声呐, 就是我们这里所要描述的通用声呐系统, 一般它的架构如图 1 所示。

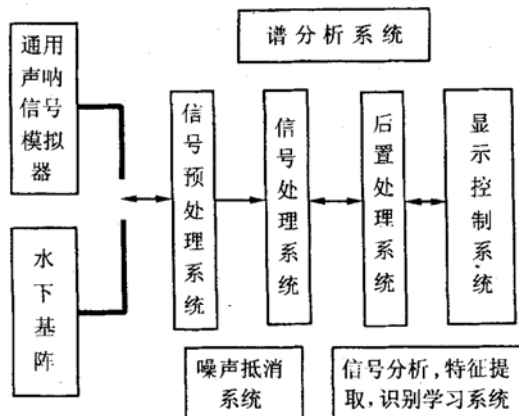


图 1 通用声呐系统的架构

2.1 通用声呐信号模拟器

所谓通用声呐信号模拟器, 它能够实现对不同水文条件、海况、信噪比、方位、距离以及各种阵型的信号模拟。也就是由它来相对模拟产生水下基阵的信号, 从而在实验室中即可获得相对现场的实验结果, 它将对声呐系统设计的功能与验证带来极大的好处, 同时可以节省大量的人力、物力和现场实验经费。另外, 它还可对新型声呐的方案论证提供依据, 为声呐使用部门在基地状态下随时检验声呐系统工作情况。因此, 它应是各声呐系统研制单位和使用单位必备的测试设备。

2.2 信号预处理系统

声呐信号预处理系统包括前置放大器、抗混淆滤波、自动增益控制 (AGC) 和模拟数字转换器 (A/D)。该系统接收来自水下基阵输出或通用信号模拟器的输出信号、放大、滤波和增益控制, 可由显控系统控制选择, 以避免信号动态过小或波形限幅, 然后经对模拟信号的采样产生数字信号 (8bit、12bit 或 16bit), 量化比特可根据要求设定, 以产生合适的量化精度, 并提供给后面的信号处理系统。信号的通道数由基阵的水听器个数决定, 如果水听器个数为 N , 则有 N 路数字信号输出。

2.3 信号处理系统

信号处理系统主要根据任务的要求来完成现代信号处理新技术的一些算法。比如 FIR 滤波、自适应

应滤波、升样、降样、自适应波束形成、自适应噪声抵消、自适应线谱增强、FFT、ZOOMFFT、信号分析学习、特征提取、目标识别以及均衡滤波、积累等,最终给出目标的方位、距离、航速、航迹、频谱特性、类型等信息,并实现实时跟踪目标。

系统硬件平台采用基于 ADSP-21060 SHARC 芯片设计而成的通用信号处理板,每秒可完成近两千万条指令运算。由此板可随意组成所需要的高速运算、控制或管理系统,只要嵌入不同功能的软件包即可实现,有关此板的情况将在下节中介绍。

2.4 显控系统

声呐的显控台是声呐的重要组成部分,是声呐系统中的人机接口,显控台的性能好坏将直接影响到声呐的总体性能。总的说来,显控台的显示部分要清晰明了,并显示尽可能多的信息,同时报警部分和重要参数要在容易引起声呐员注意的视觉角度,控制部分的人机接口要简单,便于迅速操作,并具有一定的智能性防误操作。因此,通用显控台的设计原则是:显示画面清晰,显示内容丰富,人机接口友好,控制过程简单,系统的宽容性好。另外,作为现代声呐显控台,系统应是开放的,即必须能与其他设备方便地交换信息,同时要有信息的存储能力。

2.4.1 硬件配置

目前通过计算机技术的飞速发展和不断完善,其应用渗透到各个领域。声呐也不例外,为节省大量的研制经费和大量的人力物力开支,各国都提出商业可利用技术(COTS),而且取得了很好的社会效益和经济效益。据此,我们给出通用显控系统的如下配置。

2.4.1.1 主控 CPU 为 Intel 的 80486 以上的芯片。

2.4.1.2 内存应为 32 M 以上。

2.4.1.3 显示卡带有 4 M 以上 Video DRAM,并且有图形加速功能(2D 图形加速卡)。

2.4.1.4 建议带有一块 PCI 接口的网卡(可采用以太网卡,帧类型为 802.3,能用同轴电缆构成总线局域网)。

2.4.1.5 显示器应采用 15 英寸以上超高解析度数控式平面直角显示器。

2.4.1.6 4 G 以上硬盘。

2.4.1.7 跟踪球或鼠标;标准键盘或定制键盘。

2.4.1.8 操作系统采用 Windows(或 NT)中文版,版本的高低可由设计要求选择。

2.4.1.9 显控系统与信号处理系统可采用标准总线

或自定义总线连接。

2.4.2 显示内容

2.4.2.1 目标方位幅度显示和方位历程显示。

2.4.2.2 LOFAR 图显示。

2.4.2.3 DEMON 显示。

2.4.2.4 跟踪历程显示。

2.4.2.5 鱼雷声光报警。

2.4.2.6 侦察波形显示。

2.4.2.7 字符显示等。

以上显示内容可采取功能切换方式显示,根据需要可增减显示内容。

3 基于 ADSP-21060 SHARC 的通用信号处理板的研发

3.1 ADSP-21060 SHARC 芯片的主要特点

四条独立的总线结构,同时可完成双数据存取和指令存取,而不干涉 I/O 操作。

40MIPS、25 ns 指令速率、单周期指令。

最大 120MFLOPS,最低 80MFLOPS 带模和位翻转寻址双数据地址产生器。

零开销程序队列建立单周期循环。

IEEE 1149.1 标准 JTAG 测试访问在片仿真口。

240 引脚散热增强 PQFP 封装。

32 bit 单精度和 40 bit 扩展精度的 IEEE 浮点数据格式或 32 bit 定点数据格式。

并行运算。

双存储器读/写和取指,并行单周期乘法和 ALU 运算。

带加减乘法,加速 FFT 蝶形运算。

4 Mbit 双端口片上 SRAM 可由中心处理器和 DMA 独立访问。

片外存储器接口。

可寻址 4Gigawords。

可编程产生等待状态,支持页方式 DRAM。

10 个 DMA 通道可在 ADSP-21060 内部存储器、外部存储器、外设、主处理器、串行口和 LINK 口之间传输数据。

6 个 LINK 口点到点连接可形成多处理器阵列。

并行总线和 LINK 口上的数据传输率均为 240 Mbytes/s。

2 个带有硬件压缩 40 Mbit/s 的同步串行口,具有独立发送和接收功能。

其系统结构框图如图 2 所示。

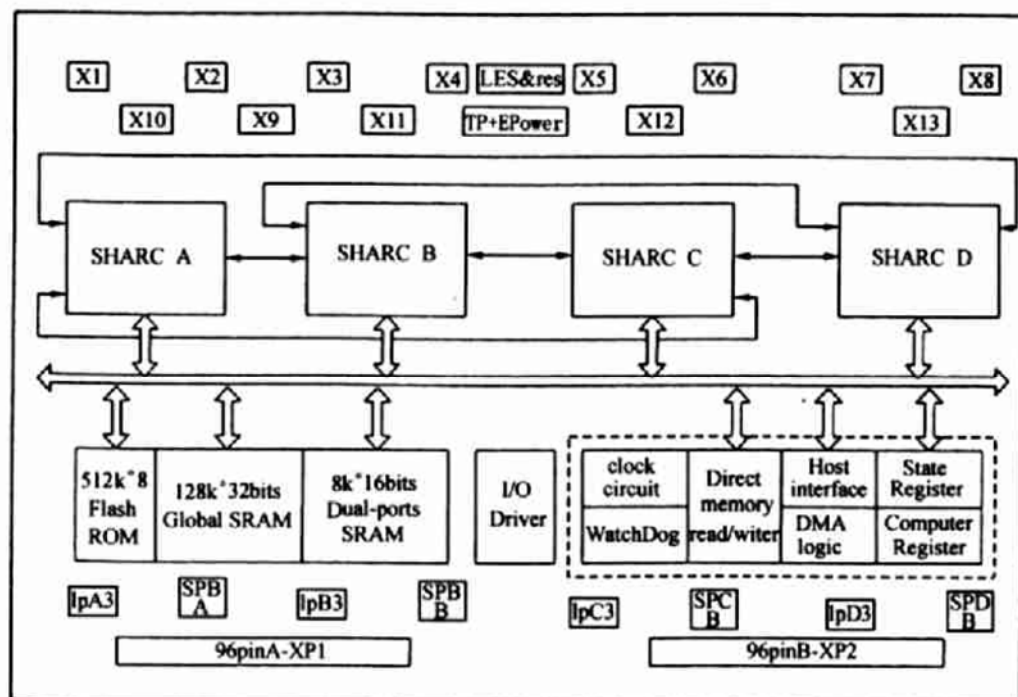


图 2 系统结构框图

3.2 ADSP-21060 通用信号处理板

ADSP-21060 通用信号处理板的主要资源配置如下。

3.2.1 四片 ADSP-21060 SHARC 芯片的并行连接和点到点连接, 可以访问板内板外的其他资源。

3.2.2 512 K * 8 bits 的 FlashROM, 可以存放各种软件包、运算系数和其他数据表等。

3.2.3 128 K * 32bits 全局静态随机存取存储器 (RAM) 用来存放较大的数据块和全局共享数据。

3.2.4 8 K * 16Bits 双端口静态随机存取存储器 (DP-SRAM) 用来存放较小的输入输出数据块以及运算结果。

3.2.5 超大规模的可编程逻辑阵列 (EPLD), 用来编程产生各种总线驱动逻辑、控制逻辑、译码逻辑、自检逻辑以及接口逻辑等。

3.2.6 每块 SHARC 芯片的 6 个 Link 口 3 个对内 3 个对外由印制板前面板引出, 以实现并行处理、阵列处理、流水线处理、分布式处理等各种体系结构。

3.2.7 DMA 总线和 2 个串行口, 用来实现数据块传输和串行数据传输的需要。

3.2.8 可与计算机连接的仿真口和仿真器。

3.2.9 印制板采用 6 U(U=44.45 mm) 标准板设计, 双 96pin VME 总线标准插头座。

3.2.10 软件资源配有系统开发的所有软件包, 可

实现 C 语言和汇编语言混合编程, 为应用软件开发带来极大的方便。

通用信号处理板如图 3 所示。

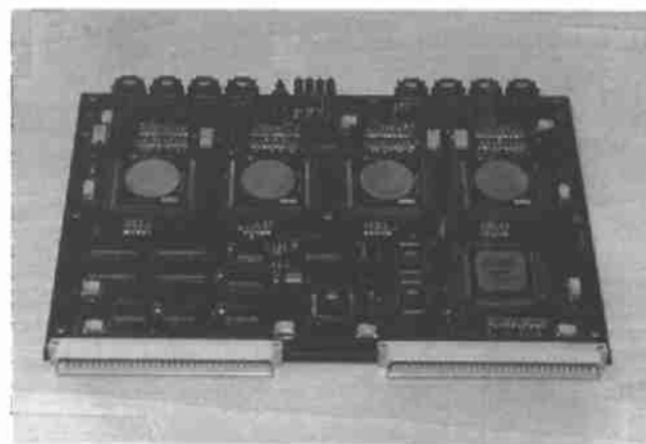


图 3 通用信号处理板

4 结论

中国科学院声学研究所信号处理研究室, ADSP-21060 SHARC 通用信号处理板的研发成功, 将使未来声呐系统大大登上一个新的台阶, 只需几块板就可组成现代大型声呐多功能信号处理系统, 具有很高的系统可靠性 (满足国军标), 适合于各种环境的使用。它不仅适用于军事领域, 更应适用于民用的各个领域, 根据各种不同需求可方便地组成大小不同的系统, 因而它将有非常广泛的应用前景。

参 考 文 献

- 1 孙长瑜, 李启虎等. “通用声呐信号处理系统”. 声学所声呐研究报告, 1996
- 2 潘学宝, 孙长瑜, 秦英达. 通用声呐显控台. 声学所声呐研究报告, 1997
- 3 ANALOG DEVICES. ADSP-2106X SHARC User's Manual. 1995
- 4 ANALOG DEVICES. ADSP-2106X SHARC DSP Microcomputer Family. C2128a-10-11/96
- 5 ANALOG DEVICES. ADSP-21000 Family C Tools Manual. 1995
- 6 ANALOG DEVICES. ADSP-21000 Family Assembler Tools & Simulator Manual. 1995