

# 用于监测海豚回声定位脉冲 参数的微处理机系统

## 一、引言

本文介绍一种峰值—频率分析器，它与另外的电路相连接可作为微处理机声信号分析系统的接口设备。该系统是为分析海豚定位信号而设计的。我们还描述了系统的其它性能，例如，它可以在海豚的定位实验研究中查找所需要的信号的幅度与频率信息。

微处理机是通用设备，用它来监测海豚的回声定位信号。Kadane等<sup>[1]</sup>和Au等<sup>[2]</sup>用了一台Apple II计算机系统来搜集和分析海豚回声定位信号的下列参数：发射喀啞声(Click)的数目，每一喀啞声的出现时间，喀啞声串的持续时间，喀啞声之间的间隔，以及在回声定位实验中每一喀啞声的峰—峰幅度。该系统对每一喀啞声的上述参数进行分析后几近于实时地把结果显示在TV监视器上。对每一实验分析之后还显示出它的平均值和曲线图。这样，实验者就可以监测海豚在每次实验中的行为特征。此外，可将数据存贮，并传输至永久存贮磁盘以备将来进一步的分析。

在每次回声定位实验中的平均信号谱和平均信号波形，这是两个很有用的参数，在先前Kadane和Au等人的工作中并没有测量过。任何一种测量这些参数的设备，都要处理宽带瞬态信号的问题，它的典型值是：峰值频率为130千赫，持续时间约为70微秒<sup>[3]</sup>。在本文中我们将介绍所研制的信号平均谱分析器和利用信号的平均谱、利用喀啞声的数目，以及回声的峰—峰值来监测海豚声信号特性的计算机计算方法。

## 二、系统概况与工作原理

该系统使用一个接收水听器。检测器通过高通滤波器和施密特触发器来接收喀啞声发射。放大后的模拟输入电压变换成数字信号，将它并联传送至数据总线，以及峰值检测器和峰值—频率分析器(图1、2)。控制程序遍查喀啞声检测器输入地址以确定是否已收到了喀啞声，当数据已被分析并传送至存贮器后，再令检测器复位至未收到信号前的状态。

峰值幅度检测器保持信号电压值，它相应于偏离于零伏的最大电压之和。将这一峰值电压用一个8比特模—数转换器(A/D)进行量化。将数据送至数据总线，通过它数据读入并存贮。然后输入峰值幅度检测器在程序控制下清除信息。输入的模拟电压可以从0至10伏变化，相应的数字化值为0至255之间。

然后将存贮信号放大10、20、30或40分贝，信号放大是由手控增益开关控制的。峰值频率分析器是由八个相邻的模拟滤波器以及可以对滤波器输出的峰值电压进行采样和保持的电路所组成。滤波器有不同的中心频率，30、45、60、75、90、105、120和135千赫。

当收到一个喀啞声信号后，控制程序从峰值检测器读出信息的峰值，并将从每一频率滤波器或通道来的数据振幅顺序地读入存贮器中。每一个通道有一个特定的地址，当控制程序将通道地址置入地址总线时，则相应频率的模拟信号被A/D转换器(Burr-Brown MP-21) 转换成一个八比特的二位制数。

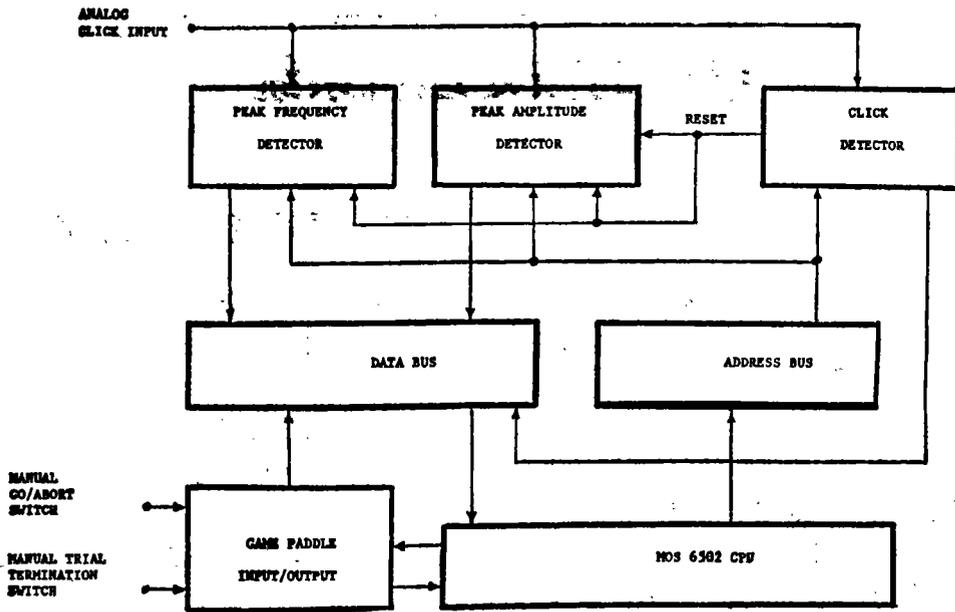


图1 数据采集系统方块图

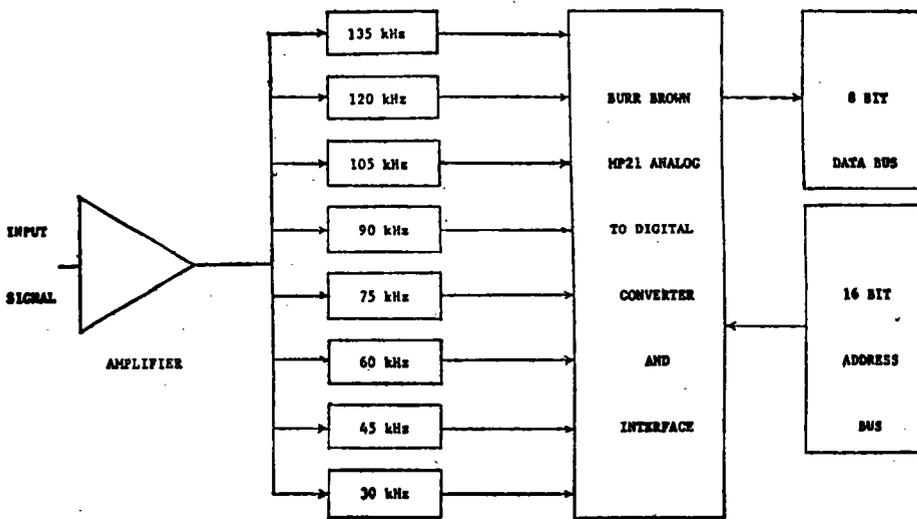


图2 峰值-频率分析器方块图

为了保证一个完整的变换所需要的时间，这个时间约在 40 至 200 微妙之间，因此要经过一段时延再读出一个字节。控制程序逐个地从通道读出和存贮数据，直到把八个通道的

数据完全读出和存贮为止。这一过程对于每一喀历声均如此重复，峰值频率分析器能对彼此相隔大约为 1 毫秒的瞬态信号进行采样和保持。

这种分析器很好地适用于海豚定位信号的研究。在接收目标回声信号与海豚发射下一个信号之间的最小延时是根据 Evans 和 Powell 的数据确定的。当目标距动物为 0.03 米时为 2.5 毫秒。在多数实验中目标是稀少的，即使放置得很靠近海豚。最通常的目标距离是大于 0.4 米，这时测得的平均延时间在 15 与 22 毫秒之间。峰值频率分析器的输出的图例如图 3 所示。

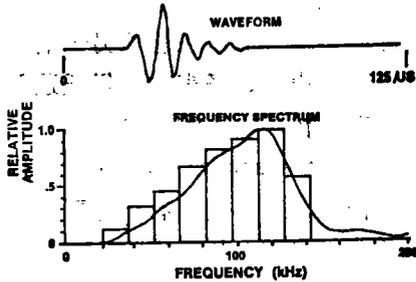


图 3 上边：由大西洋 Bottenose 海豚(T. Truncatus)发射的脉冲时间波形  
下边：对回声定位脉冲的快速付氏变换(频谱)直方图是峰值-频率分析器的八个通道的数字输出，付氏变换与直方图这两者的幅度都已归一化到 1。

### 三、应 用

我们研制了两种用于回声定位特征的数据采集系统的计算机程序：一个用于峰-峰幅度平均的实验，另一个用于喀历声串的峰

值频率平均值的实验。

该程序能监测幅度，对每一个信号串能以高分辨率绘出峰-峰幅度<sup>[1]</sup>，以及每一串的平均幅度。频率数据采集程序可显示出以每个滤波器信号强度为基础绘出平均谱的直方图(如图 3 所示的直方图)。实验结束后，实验者可将数据传输至软磁盘以便永久保存。

我们的程序提供了数据打印选择，无论在实验结束或在进行中都可打印。还有，一些基本统计参数如平均值、标准偏差、平方和等等可以和利用另外的数据分析程序对存贮于软磁盘中的数据进行分析。

### 四、总 结

我们设计了一个对海豚回声定位信号的峰值幅度与峰值频率的数据收集系统。该系统包含一个带有特殊程序块的微处理机用以采集幅度的和频率的数据。利用这一系统，实验者可以监测海豚的回声定位。计算机程序能够调节输入信号串的数据流，使它进入计算机存贮器，并将数据的特征显示给实验者。本系统使考察某一回声定位信号变得容易实现，否则是很难做到的。

参考文献(从略)

(丁东译自 J. A. S. A. Vol 73(4)  
April pp.1390-92 1983 沈志华校)