

$$T^{(i)} = T^{(i)}(\tau_1, \tau_2, R_1, R_2, A_1, A_2)$$

式中 τ_1, τ_2 为三元介质中两种物质的体积比, $R_i, A_i (i=1, 2)$ 是粒径分布参数。声场数为

$$T^{(i)} = T^{(i)}(f_i)$$

f_i 为频率, l 为不同频率点的个数。将它们代入(17)即可进行反演, 最终测出 $\tau_i, R_i, A_i (i=1, 2)$ 。

4. 海洋浅层沉积物颗粒分类

海洋工程和军事训练需要知道海底浅层沉积物是泥还是砂, 而水下钻探取样不仅费工费时, 而且难以进行普查。如果测得海底的频带反射声场数据, 通过反演方法, 即可得到表层沉积物的颗粒分布参数和孔隙度, 从而对它们进行分类。

参 考 文 献

- [1] Qian Z. W. (钱祖文), *J. Sound Vib.*, **103**(1985), 427; **108**(1986), 147.
- [2] Sewell C. J. T., *Phil. Trans. Roy. Soc.*, **A210**(1910), 239.
- [3] Lamb H., *Hydrodynamics*, 6th edition, Cambridge Univ. Press, 661.

- [4] Urlick R. J., *Jour. Acoust. Soc. Am.*, **20**(1948), 283.
- [5] 钱祖文, 物理学报, **30** (1981), 433.
- [6] Qian Z. W. (钱祖文), "Concentrated suspension Theory of Sound attenuation in Marine Sediments", *Fortschritte der Akustik-FASA/DAGA'82, Göttingen*, 1982, 739.
- [7] 魏荣爵, 张淑仪, 物理学报, **21** (1965), 1061.
- [8] Hamilton E. L., *Jour. Acoust. Soc. Am.*, **68**(1980), 1313.
- [9] 钱祖文, 物理学报, **37** (1988), 64.
- [10] Inman D. L., *Jour. Sedimentary Petrology*, **22**(1952), 125.
- [11] Stoll R. D., *Jour. Acoust. Soc. Am.*, **66**(1979), 1152.
- [12] Wu D., Qian Z. W. and Shao D., *J. Sound Vib.*, **160**(1993), 1.
- [13] Strasberg M., *Jour. Acoust. Soc. Am.*, **25**(1953), 536.
- [14] Carstensen E. L. and Foldy L. L., *Jour. Acoust. Soc. Am.*, **19**(1947), 481.
- [15] Devin Jr. C., *Jour. Acoust. Soc. Am.*, **31**(1959), 1654.
- [16] Gazanhes par C. et al., *Acustica*, **55**(1984), 114.
- [17] 钱祖文, 李保文, 郑晓瑜, 邵道远, 中国科学, **A 辑 2** (1992), 193.
- [18] Qian Z. W., *J. Sound Vib.*, **164-3**(1993) (即将发表).
- [19] Davids Norman and Thurton E. G., *Jour. Acoust. Soc. Am.*, **22**(1950), 20.
- [20] Qian Z. W. and Li Baowen, *Westpac III*, 1988, Shanghai, 81.

研究报告

数字声呐语音报警系统设计

李云岗 赵文立 李启虎

(中国科学院声学所 北京 100080)

1992年7月3日收到

本文给出了数字声呐用语音报警系统设计, 并给出了详细框图。该系统采用单片微机控制, 由语音库、语音处理及控制部分组成。该系统有许多独特之处, 结构简单、控制灵活、语音自然、寻址能力大、可以进行编程、灵活地调用语音库中的词组或单音组合成完整的句子, 例如目标、方位、距离等。通过改变语音库内容, 该系统可适用于任何需要语音的场合。

一、前 言

语音合成技术已日趋成熟, 各种语音合成集成电路近几年相继推出^[1-3]。但统观目前市场上的语音集成电路就会发现^[4], 它们仅有

应用声学

暂停和连放功能, 且寻址能力很有限, 一般仅为256k位, 很少有编程功能, 或仅有简单固定的编程功能, 使应用受到很大限制。在声呐语音报警系统中需报的信息比较多, 要求的词汇量很大, 而且有些词要反复应用。典型的语音报警词汇有上百个, 它们必须能灵活地被组合在

• 9 •

一起构成报警信号,由于种类多,词汇量大,而现成的语音集成电路,寻址能力、编程能力显然都不够。为了适应声呐语音报警系统的需要,我们专门设计了一个语音合成报警系统,它可以实现灵活编程,且寻址能力比较大。

二、语音合成与语音存储考虑

从声呐报警信号的功能来区分,我们可以把报警信号分为四类,这就是测向(包括主被动测向)、测距(包括噪声测距与回声测距)、目标识别与其它辅助手段(如自适应入侵报警、故障自检报警等)。我们可以把所用到的基本词汇构成一个数据库,根据情况随时调用,举例来说,链、分、度、秒、距离、东经、北纬、目标类型、置信度、……这些词汇就可以是数据库的基本成员。

另外,为使报警信号听起来更顺耳一些,也便于值班官兵区分,我们还需在基本数据库中加入一些能产生较好音响效果的程序,如音乐、警笛声、解除警报声等等。首先让我们来看看音乐合成芯片,它主要是将音乐分解为音符序列和节拍序列,使得一首乐曲的存储量大为减少,例如华邦 W6230 系列、富日 CIC-285 系列等,都是可存储几十首乐曲的芯片,所以要存储音乐信号仅仅需要极少的存储量,而要产生专门的音乐效果,也只需很短的程序。

对于音乐分解合成的方法是不能用于语音合成的,语音合成有线性预测编码(LPC)、脉码调制(PCM)、自适应脉码调制(ADPCM)、连续可变斜律增量调制(CVSDM)、自适应增量调制(ADM)等方法^[5-6],不同方法各有其优缺点,如 LPC 方法编码压缩率比较高,而音质则不是最理想,CVSDM 方法编码压缩率不是最好,要求硬件比较多,但语音效果则比较理想。随着微电子学的飞速发展,集成度已不是主要矛盾,单片集成数万门已经实现。台湾 UMC 公司生产的 UM5100 芯片是用于语音合成的专用芯片,它采用了 CVSDM 方法进行语音合成,为此我们采用了该芯片为核心组成的

系统进行语音合成。

语音合成是将自然语音按一定的算法进行编码、存储、然后依据需要再进行语音还原。在选定编码方式之后,如何进行语音存储就成为一个突出的问题。如何挑选基本的语音词汇,也就是如何构成基本数据库,以及如何把它们编程在一起,产生出高质量的报警语音来。若整句进行语音存储,即以句为单位进行存储,虽然自然度很好,但所需的存储空间太大。通过分析汉语可以发现,汉语的字虽然很多,有数十万个,但其发音比较简单。汉语在无限词汇量的语音合成中具有得天独厚的优越性。汉语的句子是由词组成,词又是由音节组成的,虽然存在一音多字的问题,但对于机器讲话,人听话的语音合成情况来说,同音字的问题不必考虑。因为人在听讲时自然会理解这些同音字,也就是说汉语语音合成仅需考虑汉语单音就可以。在汉语中单音仅有几百种,计入一个音的不同音调也仅有 1280 种,采用 CVSDM 算法进行编码,每个音约需 1k 字节的存储空间。若按单音存储,把所有的音进行存储也只需 1280k 字节,即 $1280k \times 8 = 9.24M$ 位就可以完成汉语中所有语音的存储。根据需要将语音进行不同组合就可以完成任何语音功能要求,进一步分析可以发现,利用上述办法获得的语音听起来很生硬,这是由于我们平时说话时,同一个音在句中的不同位置其发音还有强弱与长短之分。欲获得更自然的语音仅存储单音虽然很难实现,经过大量的实验分析与比较,我们已找出一种既节约基本数据库容量又能产生高质量音响效果的方法。可以采用存储词组的方法,即对某些常用的词组以词组的形式存储。通过调用词组和单音来完成整句话的合成,就可以获得比较贴近自然语言的效果。举例来说,在测向时要求报出 0—360 度的数字,从理论上讲只要存储零、一至九、十、百的数就行,比如 123,采用一、百、二、十、三、五个音节构成,但实际上,这种组合的效果不好,虽然能听懂,但自然度较差,我们采用的办法是以下面的形式进行存储,对百位的存入一百、二百、三百、四百、五百、六百、

七百、八百、九百,十位的存入一十、二十、三十、四十、五十、六十、七十、八十、九十,个位存入零、一、二、三、四、五、六、七、八、九,这样仅存储28段音就可以完成比较自然的千以内任何数字的语音合成,再加上适当的量词如度、链、分等,就可以完成声呐语音报警系统常用的数字。为此,我们将声呐报警中常用的语言以词为单位进行整理,共有155个,然后依次将其量化、存储。

通过对所需语音进行整理、量化之后依次存入语音库 ROM 或 EPROM 中,然后以各语音的起始地址和长度形成一个索引表,通过对索引表中的内容进行不同编程就可以形成声呐语音报警系统所需的任何语音。

三、系统结构与功能

在语音合成、语音存储方法确定之后,问题就在如何能灵活地进行编程,调用不同语音组合成所需的句子。语音报警系统包括有8031单片机、RAM、语音库,语音处理等,详见图1。

ROM1 存储程序,控制整个系统的工作。语音处理模块采用 CVSDM 方法进行语音合成。它接收语音库送来的8bit连续语音数据作

为它的输入,经合成处理之后的信号送至滤波器和功率放大器,形成高保真的语音。RAM 存储总控台送来的报警信息,为了便于总控台送信息和语音报警系统取信息, RAM 采用了双口 RAM。正如前述语音报警系统需要的信息量比较大,要求语音库的存储空间大,我们采用8031单片机的 P0,P2 口作为地址的低八位和高八位,同时采用 P1 口的0—4五位信号经译码后产生语音库的片选信号,语音库采用了27512 EPROM,这样它的最大容量可达8M位。

语音处理芯片和单片微机各有自己的时钟,为使二者匹配,在系统中将语音处理的 CP 送到单片机的 T0 端进行同步。

语音报警系统的工作过程如图2所示,在声呐系统需要启用语音报警系统时,将报警类型和报警数据送到双口 RAM, 并给单片机一个服务请求信号,当系统接受到服务请求信号后,首先将 RAM 中的信息读入并判别是何报警类型,依据不同类型进入不同的子程序,各子程序的功能是依据读入的数据通过查询语音库索引表,将需要用到的各语音词组或单音的首地址、长度,依次存入数据缓冲区,并将缓冲区的长度反馈给主程序。主程序依次将各语音的首地址取出送到地址码端口,并从语音库取出数据送到语音处理芯片进行语音合成。根据语

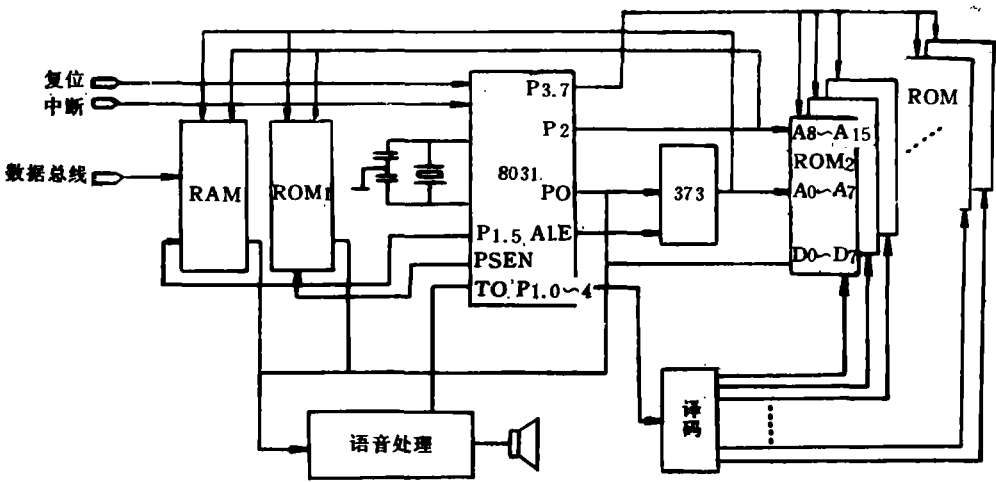


图1 系统结构图

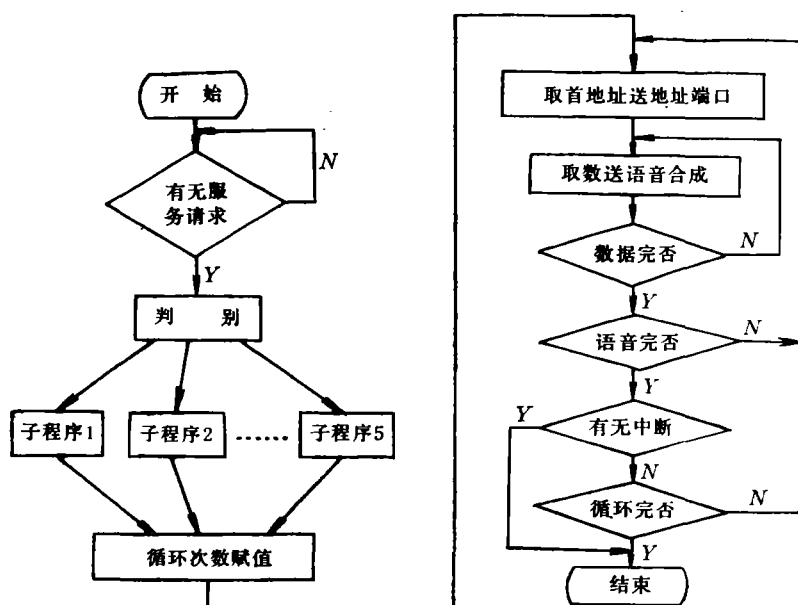


图2 程序流程图

音长度在第一个语音读完后再将第二个语音地址送到地址码端口,周而复始直至将所需的语音全部读完。同时主程序还要控制报警语音的遍数,对于测距、测向等一般报两遍,以便于操作人员听清。如是入侵报警就一直报,并不断查询操作人员有无反应,直到总台给一停止信号为止,以保证不贻误战机。

四、结 束 语

由于采用了单片微机控制,该系统结构简单、控制灵活、语音自然、寻址能力强、可以编程、所以声呐语音报警系统较之常规人机对话系统功能可以大为改善。在语音库存储语音时,

根据不同应用存入不同的词组就可以满足各种应用,所以该系统除了可以应用于声呐语音报警系统外,还可以适用于需要语音的任何系统。

参 考 文 献

- [1] Bowen B. A., and Brown W. R., VLSI Systems Design for Digital Signal Processing, Prentice-Hall Inc., USA, 1982.
- [2] Gupter A., and Tuong M. D., Proc. IEEE 71-11 (1983), 1236—1256.
- [3] Murphy B. T., IEEE. J. Solid-State Circuits, SC-18-3(1983), 236—244.
- [4] 国际电子商情,香港,1991, 11.
- [5] Lynch Thomas T., Data Compression, Techniques and Applications, Wadsworth Inc., USA., 1985.
- [6] Oppenkeirn A. V., Applications of Digital Signal Processing, Prentice-Hall Inc., USA., 1978.

水 声 数 字 遥 控 系 统

张 歆 张小菊 王秀杰 杨俊杰

(西北工业大学航海工程学院,西安 710072)

1992年5月23日收到

本文介绍了一种水声数字遥控系统(声遥控系统),包括发射系统和接收系统。为抗信道衰落,在声遥控系统中,采用了分集技术与纠错编码技术,以提高系统信噪比,降低误码率。本文对声遥控系统进行了分析,并给出了实验系统的框图。