

的情况是多种多样的。

塑料是室温下处于玻璃态或结晶态的高分子材料,其声速和衰减系数呈现的规律性和特征,显然是其分子结构、聚集态结构在声场中发生运动变化的结果。有关这方面的分析探讨,将在进一步研究之后另文发表。

参 考 文 献

- [1] 王荣津等,水声材料手册,科学出版社,1983年。
- [2] Wilson W. D., *J. Acoust. Soc. Am.*, **31**(1959), 1067.

用计算机绘制语音信号波形的方法及其在语音信号处理中的应用

刘淑媛

(中国科学院广州电子技术研究所)

1986年9月29日收到

本文介绍了一种在 IBM-XT 机上绘制语音信号(自然语音或合成语音)波形图的方法。这一方法可以使语音波形在屏幕上连续卷动或稳定显示某一特定帧,并给出波形上任意一点的 X 、 Y 坐标,使语音工作者可以形象、直观地了解一段语音的全貌或某一局部的细节,对深入研究语音有很大帮助。文章给出了一些语音信号的波形图。

一、前 言

语音处理的时域方法是语音信号处理的主要方法之一,用时域方法可以获得许多重要的语音特征。在计算机屏幕上画出既可连续卷动又可稳定显示的语音波形,可以使语音的时域处理更直观、更方便。

二、语音波形的产生

通过音响设备、滤波器和计算机中的 AD/DA 板,用采样程序(汇编语言写成)对语音信号采样,采样率为 8000/s。将采样数据放在指定的内存地址,然后,用 DEF SEG 语句和 PEEK 语句把内存中的数据调入。采样数据为 12 位,

应用声学

根据 AD/DA 的要求,数据的高八位放在地址 $(n+1)$ 处,低四位放在地址 n 处的高四位,所以,数据调入后要进行移位、相加,然后用 DRAW 语句在屏幕上画图。画图程序用 BASIC 语言写成。

对于合成语音,可先将合成的数据以文件形式存入软盘,需要画图时,用回放程序(用汇编语言写成)将数据调入内存的指定地址,然后用绘图程序绘图。

三、绘图程序的功能和特点

绘图程序用 BASIC 语言写成,程序有如下特点:

1. 可使屏幕横向连续卷动,给出连续的语音波形图和每帧的标号。

2. 可截取语音波形的某几帧进行显示。
3. 可稳定显示某一特定帧。
4. 可预先选定峰高的阈值,对超出阈值的峰打印出其 X 、 Y 座标值。

5. 当显示某一特定帧时,连续打印出各点的 X 、 Y 座标值。

上述 4、5 两项用 LOCATE、CSRLIN 和 POX 语句实现。当要求打印某点的 X 、 Y 座标时,先用 CSRLIN 和 POX 语句将正在画的波形上的“这一点”记住,然后用 LOCATE 语句在“这一点”上方的空白处选定合适的位置,打印出“这一点”的 X 、 Y 座标值,最后,再用 LOCATE 语句找回到波形上的“这一点”,继续画图。

第 4 项功能是这样执行的:在画图过程中,每当语音信号的峰值超过设定的阈值,计算机自动在其上方打印出它的 X 、 Y 座标,然后回过头来再自动继续画图。这项功能可帮助寻找语音信号的基频周期。

第 5 项功能是用来帮助寻找语音信号的起始点和终止点的。执行这一功能时,计算机在画某一特定帧语音信号波形的同时,在屏幕左上角连续打印各点的 X 、 Y 座标值,当操作人员选定了某一特定点时,可按 Ctrl-Break 键,使画面停止画图,此时,屏幕左上角显示的正是这特定点的 X 、 Y 座标值。如果认为所选点不合适,可按 F5 键或打 CONT 命令,使画图继续下去,以便找到合适的语音起止点。画图的暂停和继续也可以用 Ctrl-Numlock 和任一其它键的交替使用来实现。

四、绘图程序在语音信号处理中的应用

1. 求浊音的基频周期

浊音的基频周期变化比较明显,各相邻周期开始时的最大峰值(或最深的谷值)之间的距离基本代表了基频周期^[1]。用绘图程序的第 4 项功能,先算出若干对相邻高峰(或深谷)间的 X 座标差,再进行平均,根据采样率,即可算出基频周期。图一为声母“啊”的一段波形,图中 a 的长度代表基频周期长。用上述方法算出“啊”音的基频周期为 6.44ms。

基频周期(或说是基本频率)的估值是语音处理中的一个十分重要的问题,但至今还没有一个普遍适用、结果令人满意的有效检测方法^[2]。

2. 判断语音的有无(语音起始点和终止点的判断)

判断语音有无的主要依据是能量和过零率。一般有浊音出现时,语音的能量会升高^[3],在波形图上表现为幅度突然增加,浊音的有无主要是用能量大小来判断。如果有高频清音出现,则过零率会突然增大,大多数清音都可以根据过零率的大小来进行判断^[3]。用绘图程序找出语音起始(或终止)处所在帧,把短时能量和短时平均过零率结合起来,判断语音的确切起止点,定出其坐标。语音的起止点选得合适,可以减少大量不必要的计算。



图① “啊”的稳定段波形



图② “啊”的起始段波形

图②为“啊”的起始段,从图中可以看出,“啊”音一出现,能量就一下子增大了。图③为“诗”的起始段,“诗”音出现时,能量从噪声水平逐渐增加,变化十分缓慢,但过零率却突然增大。图④、图⑤分别为“啊”和“安”的结尾段,把能量和过零率结合起来,这两个音的终止点也不难判断。

3. 清浊判断

通常清音能量都很小,而过零率却很高,一

般可达 49 次/10ms 左右;浊音正相反,一般能量都较大,过零率却比较低,通常为 14 次/10ms 左右^[2]。根据以上原则,可在语音波形图上对清音、浊音进行区分判断。

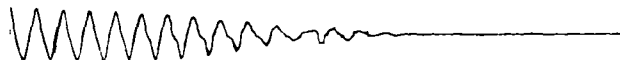
图⑥为“他”开始的一段波形,从图上可以看出,清音“T”和浊音“A”壁垒分明,“T”段能量很小,但过零率却很高;“A”段过零率不高,能量却很高。



图③ “诗”的起始段波形



图④ “啊”的结尾段波形



图⑤ “安”的结尾段波形



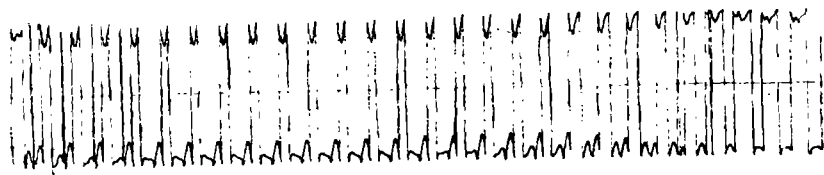
图⑥ “他”的开始段波形

五、结 语

一个新手段的应用往往会给研究工作以有力的推动,有时甚至会带来预想不到的结果。本

应用声学

文介绍的绘制语音波形的方法使用后,发现原来用计算机合成的语音在屏幕上显示的波形不对,(图⑦)由此发现 AD/DA 板存贮数据的码制与 FORTRAN 语言的不一样,原来实验中合成的语音,是以不符合 DA 要求的码制通过



图⑦ 码制调正前的错误波形



图⑧ 码制调正后的正确波形

DA 放出来的,因此语音质量差,可懂度低。改正这一错误后,提高了合成语音的质量。图⑧为改正错误码后合成的“中国科学院广州电子所”中“科”字的一部分。

在开发屏幕绘图程序的同时,我们也编制了在绘图仪上绘制语音波形图的程序。屏幕绘图可以对语音信号的全貌或局部作深入研究,绘图仪绘图则可实现永久保留所需的语音波形图。两者结合起来使用,会给语音研究工作带来许多方便。图⑨和图⑩是研究语音识别中噪声干扰问题时绘制的两张图,它们是“他去无锡市”的波形压缩图(X轴向压缩),图⑨是有噪声干扰时的波形图,图⑩是除掉干扰后的波形图。对比两张图可以看出,消除干扰的措施是有效的。

这一方法也可以用在其它模拟量上,把需要研究的模拟量的波形绘制出来,将为这些量的深入研究带来很大方便。



图⑨ 有噪声干扰的“他去无锡市”



图⑩ 无噪声干扰的“他去无锡市”

参 考 文 献

- [1] Gold B. and L. R. Rabiner, *J. Acoust. Soc. Am.*, **46**-2(1969), 442—448.
- [2] L. R. 拉宾纳, R. W. 谢弗, 语言信号数字处理, 科学出版社, 1983.
- [3] Rabiner L. and M. R. Sambur, *Bell Syst. Tech. J.* **54**-2(1975), 297—315.

杭州电声厂声学实验室在杭州通过鉴定

由北京市建筑设计院设计的杭州电声厂声学实验室(消声室、混响室、试听室)于1987年11月27日在杭州通过鉴定。四十多名代表参加了会议,鉴定委员会由中国声学学会副理事长魏墨鑫教授担任主任委员;南京大学沙家正教授任付主任委员;华东建筑设计院章奎生高级工程师任复测小组组长。

会议由浙江省电子工业总公司主持、北京市建筑设计院项端祈、赵一兴同志分别介绍了实验室的声学

设计、建筑设计、以及各项实测的声学指标。然后进行答问和实验室现场参观。

通过代表们的评议,复测组宣布测定结果表明,各项测定数据可靠、资料齐备,以及使用者反映效果好。鉴定委员会和全体代表一致认为,该声学实验室不仅国内是第一流的,在国际上也属第一流的。

(陈金京)