导航

博客园
首　页
新随笔
联　系
订　阅 XML
管　理

< 2018年9月 >

| 日 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

公告

昵称：袁军峰
园龄：9年9个月
粉丝：7
关注：7
+加关注

搜索

找找看
谷歌搜索

常用链接

我的随笔
我的评论
我的参与
最新评论
我的标签

我的标签

Linux(7)
CUDA(3)
MTK(2)
python(2)
SQL(2)
机器学习(2)
sed(2)
shell(1)
进程地址空间(1)
库使用(1)
更多

随笔分类

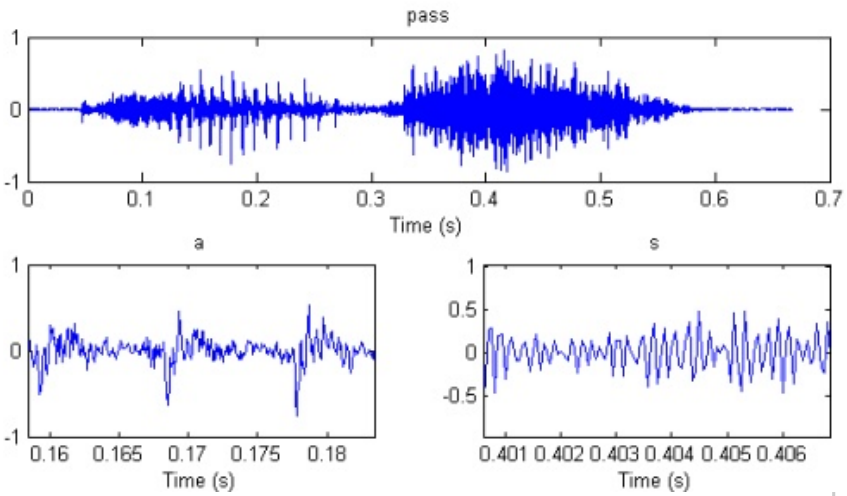
android(2)
ASP.net(2)
C++学习(12)
C语言学习(26)
Flash学习(2)
HTTP协议(1)
iPhone开发(1)
JAVA学习(3)
Linux学习(61)
MTK平台学习(6)
python脚本(19)
svn使用(8)
并行计算(10)

# 波形、频谱和语谱

1.声音最直接的表示方式是**波形**，英文叫**waveform**，就是你贴的左边那张图。另外两种表示方式（频谱和语谱图）下文再说。波形的横轴是时间（所以波形也叫声音的**时域**表示），纵轴的含义并不重要，可以理解成位移（声带或者耳机膜的位置）或者压强。

当横轴的分辨率不高的时候，语音的波形看起来就是像你贴的图中一样，呈现一个个的三角形。这些三角形的轮廓叫作波形的**包络**（**envelope**）。包络的大小代表了声音的响度。一般来说，每一个音节会对应着一个三角形，因为一般地每个音节含有一个元音，而元音比辅音听起来响亮。但例外也是有的，比如：1) 像/s/这样的音，持续时间比较长，也会形成一个三角形；2) 爆破音（尤其是送气爆破音，如/p/）可能会在瞬时聚集大量能量，在波形的包络上就体现为一个脉冲。

下面这张图中上方的子图，是我自己读单词pass /pæs/的录音。它的横坐标已经被我拉开了一些，但其实这个波形是由两个"三角形"组成的。0.05秒处那个小突起是爆破音/p/，0.05秒到0.3秒是元音/æ/，0.3到0.58秒是辅音/s/。



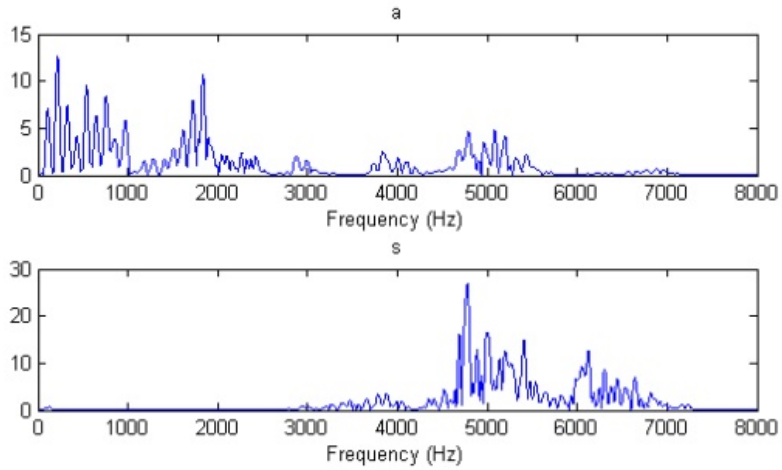

如果你把横轴的分辨率调高，比如只观察0.02s秒甚至更短时间内的波形，你就可以看到波形的**精细结构**（**fine structure**），像上图的下面两个子图。波形的精细结构可能呈现两种情况：一种是有周期性的，比如左边那段波形（图中显示了两个周期多一点），这种波形一般是元音或者辅音中的鼻音、浊擦音以及/l/、/r/等；另一种是乱的，比如右边那段波形，这种波形一般是辅音中的清擦音。辅音中的爆破音，则往往表现为一小段静音加一个脉冲（如pass开头的/p/）。

2. 看完了声音的**时域**表示，我们再来看它的**频域**表示——**频谱**（**spectrum**）。它是由一小段波形做傅里叶变换（Fourier transform）之后取模得到的。注意，必须是一小段波形，太长了弄出来的东西（比如你贴的右边的图）就没意义了！这样的一小段波形（通常在0.02~0.05s这样的数量级）称为一**帧**（**frame**）。下面是我读的pass的波形中，以0.17s和0.4s为中心截取0.04s波形经傅里叶变换得到的频谱。频谱的横轴是频率；我录音的采样率用的是16000 Hz，频谱的频率范围也是0 ~ 16000 Hz。但由于0 ~ 8000 Hz和8000 ~ 16000 Hz的频谱是对称的，所以一般只

**随笔档案**



画0 ~ 8000 Hz的部分。

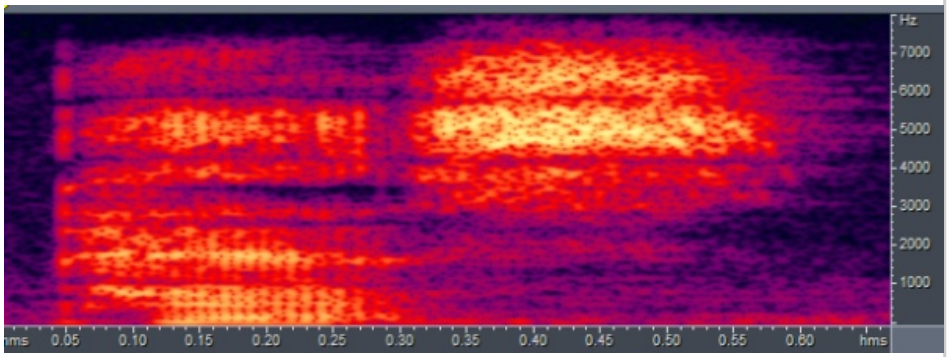



频谱跟波形一样，也有包络和精细结构。你把横轴压缩，看到的就是包络；把横轴拉开，看到的就是精细结构。我上面这两张图使得二者都能看到。

第一个频谱是元音/æ/的频谱，可以看到它的精细结构是有周期性的，每隔108 Hz出现一个峰。从这儿也可以看出来，语音不是一个单独的频率，而是由许多频率的简谐振动叠加而成的。第一个峰叫**基音**，其余的峰叫**泛音**。第一个峰的频率（也是相邻峰的间隔）叫作**基频**（**fundamental frequency**），也叫**音高**（**pitch**），常记作$f_0$。有时说"一个音的频率"，就是特指基频。基频的倒数叫**基音周期**。你再看看上面元音/æ/的波形的周期，大约是0.009 s，跟基频108 Hz吻合。频谱上每个峰的高度是不一样的，这些峰的高度之比决定了**音色**（**timbre**）。不过对于语音来说，一般没有必要精确地描写每个峰的高度，而是用"**共振峰**"（**formant**）来描述音色。共振峰指的是包络的峰。在我这个图中，忽略精细结构，可以看到0~1000 Hz形成一个比较宽的峰，1800 Hz附近形成一个比较窄的峰。共振峰的频率一般用$f_1$、$f_2$等等来表示。上图中，$f_1$是多少很难精确地读出来，但$f_2 \approx 1800\text{Hz}$。当然，在2800 Hz、3800 Hz、5000 Hz处还有第三、四、五共振峰，但它们与第一、二共振峰相比就弱了许多。除了元音以外，辅音中的鼻音、浊擦音以及/l/、/r/等也具有这种频谱，可以讨论基频和共振峰频率（不过浊擦音一般不讨论共振峰频率）。

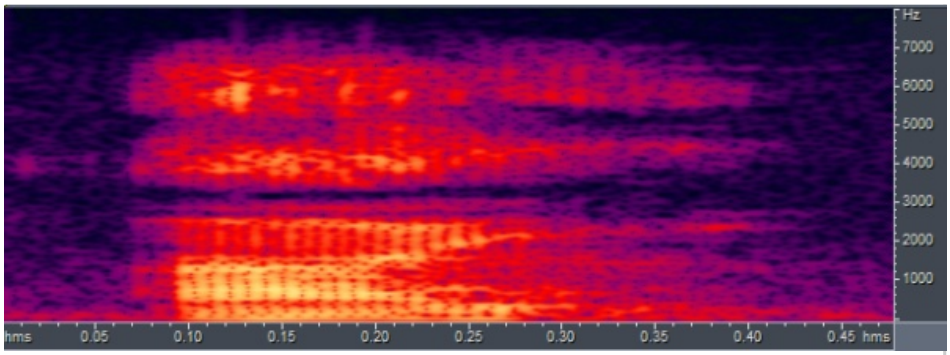
第二个频谱是辅音/s/的频谱。可以看出它的精细结构是没有周期性的，所以就无所谓**基频**。一般也不提这种频谱的**共振峰**。清擦音的频谱一般都是这样。

2.5 在回答你的第三个问题之前，我们先来看一下声音的第三种表示方式——**语谱图**（**spectrogram**）。上面说过，频谱只能表示一小段声音。那么，如果我想观察一整段语音信号的频域特性，要怎么办呢？我们可以把一整段语音信号截成许多帧，把它们各自的频谱"竖"起来（即用纵轴表示频率），用颜色的深浅来代替频谱强度，再把所有帧的频谱横向并排起来（即用横轴表示时间），就得到了语谱图，它可以称为声音的**时频域**表示。下面我就偷懒，不用Matlab自己画语谱图，而用Cool Edit绘制上面"pass"的语谱图，如下：




注意横轴是时间，纵轴是频率，颜色越亮代表强度越大。可以观察一下0.17s和0.4s处，是不是跟我上面画的频谱相似？然后再试着从这张语谱图上读出元音/æ/的第二共振峰频率。

语谱图的好处是可以直观地看出共振峰频率的变化。我上面读的"pass"中只有一个单元音，如果有双元音就会非常明显了。比如下面这张我读的"eye" /aɪ/，可以非常明显地看出在元音从/a/向/ɪ/过渡的阶段（0.2 ~ 0.25s），$f_1$在降低，而$f_2$在升高。




3. 元音与共振峰的关系已经研究得比较透彻了，简单地说：

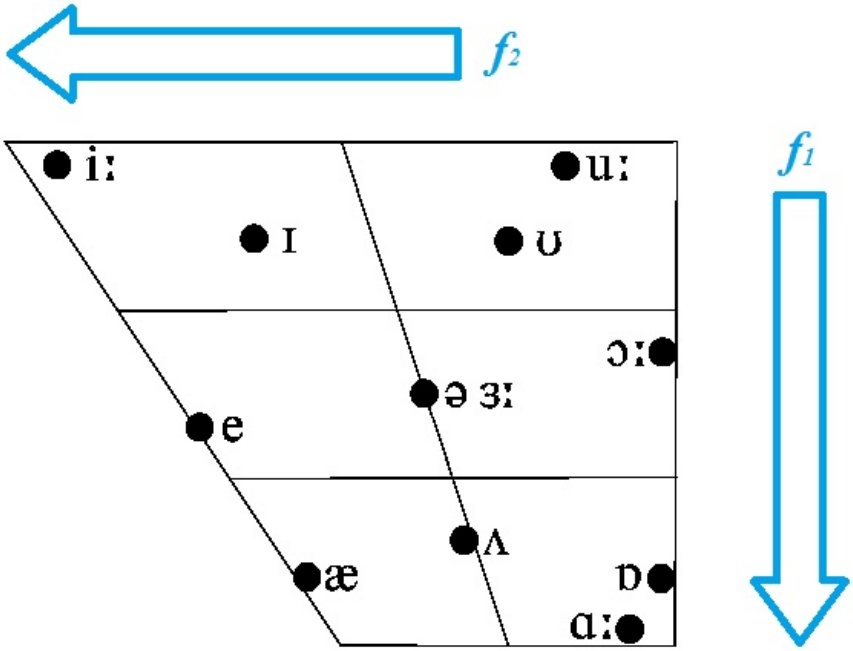
1) 开口度越大，$f_1$越高；

2) 舌位越靠前，$f_2$越高；

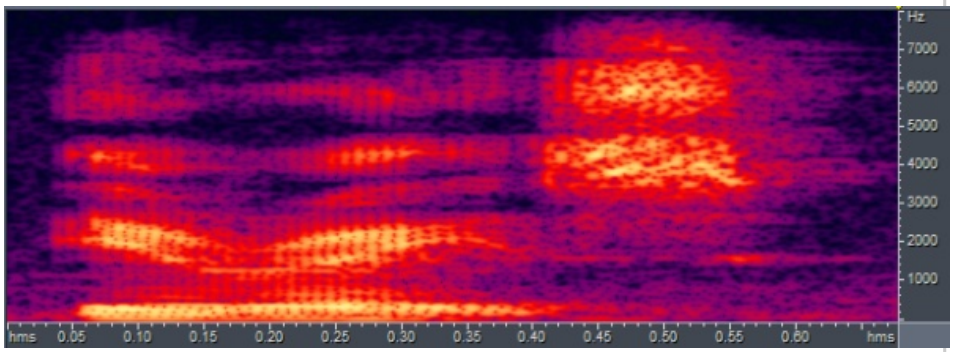
3) 不圆唇元音的$f_3$比圆唇元音高。

例如，/ɑ/是开、后、不圆唇元音，所以$f_1$高，$f_2$低，$f_3$高；/y/（即汉语拼音的ü）是闭、前、圆唇元音，所以$f_1$低，$f_2$高，$f_3$低。

也许题主见过下图那样的元音图（vowel chart），我把$f_1$和$f_2$的变化方向标了上去。




$f_3$最明显的体现其实是在英语的辅音/r/中，例如下面我读的erase /ɪ'reɪz/的语谱图，可以看到辅音/r/处（0.19s左右）$f_3$明显低，把$f_2$也压下去了。




清擦音可以根据能量集中的频段来分辨。下面是我读的/f/, /θ/, /s/, /ʃ/的语谱图。浊擦音会在清擦

并且独立完成一个竞赛项目的网友，对于已经在Kaggle上参赛过的网友来说，大可不必耗费时间阅读本文。本文分为两部分介绍Kaggle，第一部分简单介绍Kaggle，第二部分将展示解决一个竞赛项目的全过程。如有错误，请指正！

如何准备机器学习工程师的面试？

**linux编程**

Linux静态库编译的问题

解决libc.so.6: version `GLIBC_2.14' not found问题

0.以下在系统CentOS 6.3 x86_64上操作 1.试图运行程序，提示"libc.so.6: version `GLIBC_2.14' not found"，原因是系统的glibc版本太低，软件编译时使用了较高版本的glibc引起的：

**open sourc code**

github

Git是Linux的作者Linus在2005年写的版本管理工具，它是一个分布式的工具，不区分客户端和服务端。代码库的每份拷贝都带有完整的数据库，用户可以在本地修改、提交代码，而代码库的不同拷贝之间，可以无缝地合并代码。DiBona很佩服GitHub的独到眼光： 这就是Git的天才之处，而GitHub天才之处在于他们理解Git的价值。 凭借Git，GitHub为所有的开源项目提供了一种类似于Linux内核的体验，人们可以随意克隆感兴趣的项目到自己的账户下，进行自己的修改，你可以长期维护自己的版本，定时和原作者的库进行同步，你也可以把自己的修改通过pull request的方式回馈给原作者。Git也为用户提供了私有仓库，这些仓库中的代码不会被公开。正如其名字所暗示的那样，GitHub正成为全世界开源软件的集中营，大家在这里以一种前所未有的高效的方式进行协作。几乎所有的公司都把它们的开源项目放在了GitHub上，包括Google、Facebook、Twitter，甚至包括微软。微软最近开源了一系列他们最核心的软件，他们情愿使用GitHub，也不用自家的CodePlex服务。

**机器学习**

SVM参数设置

LIBSVM使用方法及参数设置主要参考了一些博客以及自己使用经验。收集来觉得比较有用的。

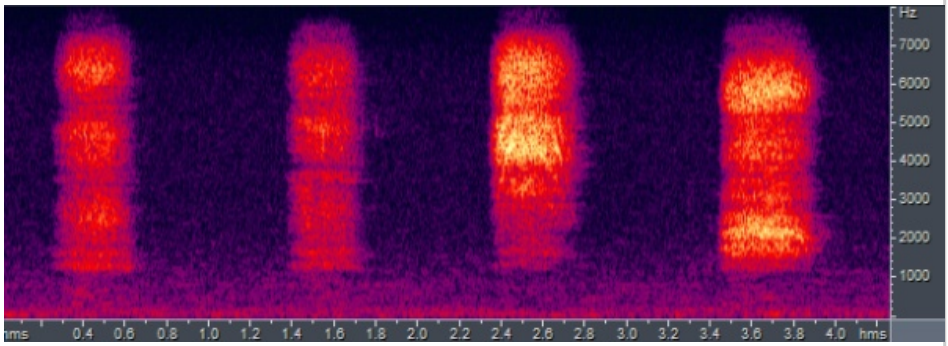
WILDML

AI, DEEP LEARNING, NLP

循环神经网络(RNN, Recurrent Neural Networks)介绍

循环神经网络(Recurrent Neural Networks，RNNs)已

音的基础上有周期性的精细结构。




爆破音的爆破时间很短，在语谱图上一般较难分辨。

题主问的"两个音之间的音是什么样子"，就要分情况讨论了。

1) 如果是两个元音，那么可以在元音图上找到两个元音，取它们连线的中点。这对应着把$f_1$、$f_2$分别取平均。

2) 如果是两个清擦音，那么可以把它们的频谱取平均，这样听起来应该是个四不像（后来我做了实验，结果见这里：Mixture of Unvoiced Fricatives）。

3) 楼主提到的/t/和/ʃ/属于不同类型的辅音，很难定义它们"之间"是什么东西。

链接：https://www.zhihu.com/question/27126800/answer/35376174

分类：语音识别



园友 袁军峰
关注 - 7
粉丝 - 7
+加关注

0 0

« 上一篇：可决系数R^2和MSE，MAE，SMSE
» 下一篇：疑难错误之结果类型转换

posted on 2017-04-21 09:31 袁军峰 阅读(797) 评论(0) 编辑 收藏

经在众多自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)中取得了巨大成功以及广泛应用。但是，目前网上与RNNs有关的学习资料很少，因此该系列便是介绍RNNs的原理以及如何实现。主要分成以下几个部分对RNNs进行介绍： 1. RNNs的基本介绍以及一些常见的RNNs(本文内容)； 2. 详细介绍RNNs中一些经常使用的训练算法，如Back Propagation Through Time(BPTT)、Real-time Recurrent Learning(RTRL)、Extended Kalman Filter(EKF)等学习算法，以及梯度消失问题(vanishing gradient problem) 3. 详细介绍Long Short-Term Memory(LSTM，长短时记忆网络)； 4. 详细介绍Clockwork RNNs(CW-RNNs，时钟频率驱动循环神经网络)； 5. 基于Python和Theano对RNNs进行实现，包括一些常见的RNNs模型。

最新隐马尔可夫模型HMM详解

隐马尔可夫模型 (Hidden Markov Model，HMM) 最初由 L. E. Baum 和其它一些学者发表在一系列的统计学论文中，随后在语言识别，自然语言处理以及生物信息等领域体现了很大的价值。平时，经常能接触到涉及 HMM 的相关文章，一直没有仔细研究过，都是蜻蜓点水，因此，想花一点时间梳理下，加深理解，在此特别感谢 52nlp 对 HMM 的详细介绍。

**健康**

杨志英谈肝血管瘤的认识

**最新评论**

1. Re:将openCV中的IplImage格式的图片显示到Picture控件上

方法一bmpinfo需要分配空间，调色板为256，BITMAPINFO *pbminfo = (BITMAPINFO*)malloc(sizeof(BITMAPINFOHEADER)+256*size.....

--esue

2. Re:什么是DC?

学习了，说的不错!

--listen80

3. Re:在VC++中,出现_BLOCK_TYPE_IS_VALID(pH->nBlockUse)的错误

那解决方法呢?

--飞鸽传书

4. re: 卖毕设系统

I Cow

--会长

**阅读排行榜**

1. Linux下rm -rf删除文件夹报错_ Device or resource busy(10919)

· 杭州一科技企业硅谷买楼建创新中心
· 微软悄悄地撤下有争议的Edge弹出广告 称这是Insider测试的一部分
» 更多新闻...



**最新知识库文章:**

· 为什么说 Java 程序员必须掌握 Spring Boot？
· 在学习中，有一个比掌握知识更重要的能力
· 如何招到一个靠谱的程序员
· 一个故事看懂“区块链”
· 被踢出去的用户
» 更多知识库文章...

**历史上的今天:**

2016-04-21 Nginx 下配置SSL证书的方法

2. 五种主要多核并行编程方法分析与比较(7024)
3. 出现Fatal IO error 11 (资源暂时不可用) on X server :0.0.的可能原因及解决方案(4314)
4. 先验概率与后验概率的区别（老迷惑了）(4131)
5. SQLite在多线程环境下的应用(4072)

**评论排行榜**

1. 在VC++中,出现_BLOCK_TYPE_IS_VALID(p->nBlockUse)的错误(1)
2. 卖毕设系统(1)
3. 将openCV中的IplImage格式的图片显示到Picture控件上(1)
4. 什么是DC?（1)

**推荐排行榜**

1. 先验概率与后验概率的区别（老迷惑了）(1)