# 声纹识别

## 概念

说话人识别，判断一段声音是谁说的。

### 特征

一般使用plp或者mfcc做帧的特征抽取，其中帧往往是采样获得的，不是每个都取。

## LBG建模

根据对机器学习的常识，首先就会想到一种方法来做声纹识别：

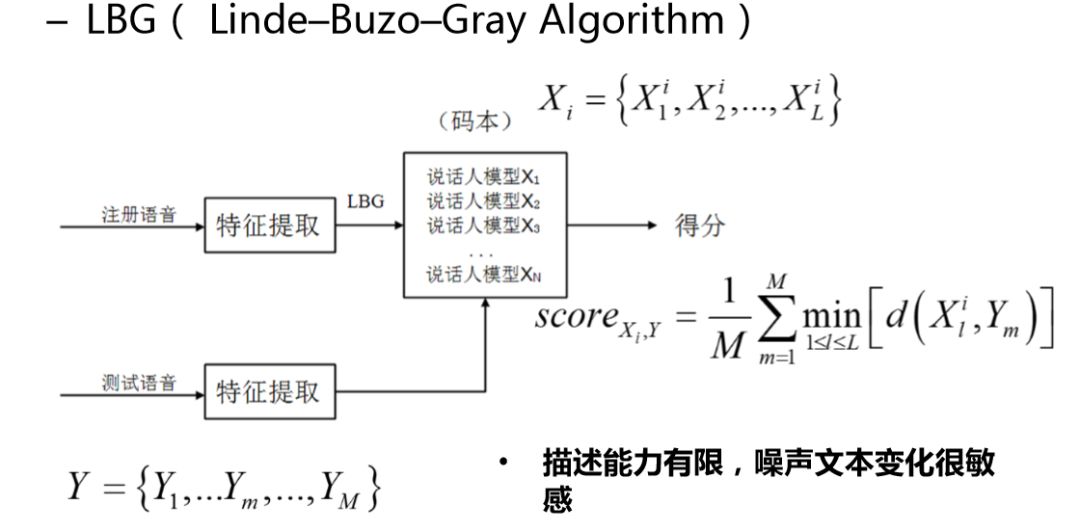
假如已经训练好了说话人模型：一个人对应一个模型。

伪代码：

1）对帧进行采样

2）对帧进行特征抽取，记为y1，y2...yn

3）将所有对特征向量代入每个说话人模型，计算所有对yi和说话人模型之间对距离之和，距离最小对score对应对说话人模型就是这段语音对应对模型。



缺点：

音频文件避免不了各种背景噪音。

就是音频里面往往又很多噪音，这些噪音会影响距离对大小。

## 高斯混合模型

与语音识别中对GMM用法不一样，声纹识别中的GMM是对一段语音中的帧会抽取特征，如mfcc，一段语音会有多帧，将这些帧的语音特征放在一起来训练一个GMM. 而声学模型是对音素的某一个状态训练gmm模型。

如果使用mfcc抽取特征，则为13维的特征向量。

这个时候高斯分布的维度也是13维，而高斯的数量是一个超参数可以调整。

训练高斯混合模型的时候，首先参数需要一个初始值，然后使用em算法逐渐收敛。

初始值的选取方法是：

使用kmeas对数据进行聚类，假如高斯分布对数量设为m，则使用kmeans聚m类。然后对每个类求解高斯模型参数。这就是高斯混合模型对初始值。

## GMM-UBM

思想：

其实UBM就是GMM模型，只是训练的目的不同，GMM我们希望训练得到一个能够表征说话人音素分布的模型，而UBM是希望得到一个通用的模型，简单的说就是能够反应所有人共性的模型，其实某种意义上说就是一个取均值的过程。

操作方法：

对所有人对应的音频混杂在一起训练一个高斯混合模型。这个时候训练出来的高斯混合模型我们理解为“通用模型”

在通用模型上面进行微调，就可以得到每个人的模型。

## MAP自适应过程

虽然高斯混合模型的参数为四个：

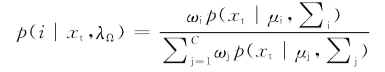
和协方差矩阵。但是协方差矩阵一般设置为对角阵。

C为GMM的混合阶数；说话人X的训练语音的特征向量序列为 x

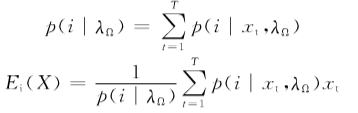
1. 首先计算语音特征向量序列中的各个向量相对于每个UBM混元的概率得分。

IMG_256

2. 对于UBM中的任意混元i，特征向量xi对于它的后验分布概率为：



3. 利用后验概率计算均值所需要的统计量



4. 最后利用上面两个统计量对UBM均值进行更新，其对任意混元 i 的均值更新表达式如下：

IMG_259

自适应IMG_256系数控制着旧估计与新估计之间的均衡，自适应算法就是对UBM参数做个微调，使得参数在一定背景的基础下调整到能够表征说话人发音特征，在语音数据不充分的情况下，没有覆盖到的发音特征可以用UBM的平均发音特征来代替。第2步公式，反应了当前模型下，第j个观测数据，来自第K个分模型的概率，称为分模型K对观测数据yj的响应度。

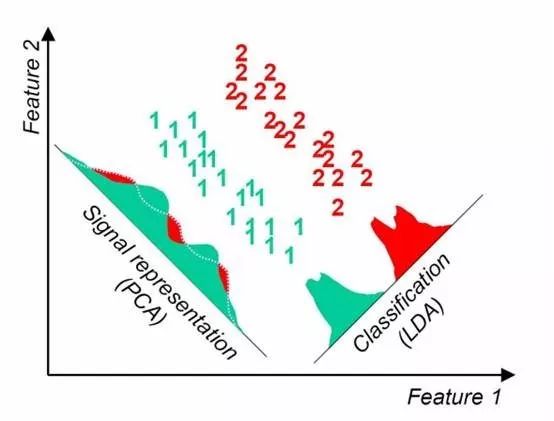
### 总结：

使用所有特征训练一个高斯混合模型（通用模型），使用MAP获得每一段语音对应的高斯模型的均值参数。这个均值向量就可以表示这段语音的声纹特征。

## LDA(线性判别分析)

### LDA的思想

LDA是一种监督学习的降维技术，也就是说它的数据集的每个样本是由类别输出的。PCA是不考虑样本类别输出的无监督降维技术。LDA的思想可以用一句话概括，就是“投影后类内方差最小，类间方差最大”，投影后希望每一种类别数据的投影点尽可能的接近，而不同类别的数据中新之间的距离尽可能的大。



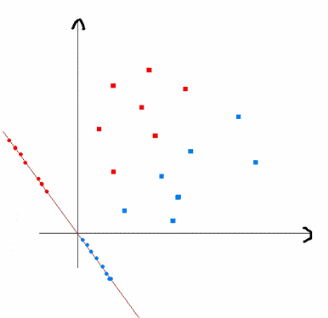
LDA的全称是Linear Discriminant Analysis（线性判别分析），**是一种supervised learning。**有些资料上也称为是Fisher’s Linear Discriminant，因为它被Ronald Fisher发明自1936年，Discriminant这次词我个人的理解是，一个模型，不需要去通过概率的方法来训练、预测数据，比如说各种贝叶斯方法，就需要获取数据的先验、后验概率等等。

    LDA的原理是，将带上标签的数据（点），通过投影的方法，投影到维度更低的空间中，使得投影后的点，会形成按类别区分，一簇一簇的情况，相同类别的点，将会在投影后的空间中更接近。要说明白LDA，首先得弄明白线性分类器([Linear Classifier](http://en.wikipedia.org/wiki/Linear_classifier))：因为LDA是一种线性分类器。对于K-分类的一个分类问题，会有K个线性函数：

[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455463969.png)

     当满足条件：对于所有的j，都有Yk > Yj,的时候，我们就说x属于类别k。对于每一个分类，都有一个公式去算一个分值，在所有的公式得到的分值中，找一个最大的，就是所属的分类了。

    上式实际上就是一种投影，是将一个高维的点投影到一条高维的直线上，LDA最求的目标是，给出一个标注了类别的数据集，投影到了一条直线之后，能够使得点尽量的按类别区分开，当k=2即二分类问题的时候，如下图所示：

[](C:\\Documents and Settings\\Administrator\\Local Settings\\Temp\\WindowsLiveWriter-429641856\\supfiles4CEE5\\image[15].png)

     红色的方形的点为0类的原始点、蓝色的方形点为1类的原始点，经过原点的那条线就是投影的直线，从图上可以清楚的看到，红色的点和蓝色的点被**原点**明显的分开了，这个数据只是随便画的，如果在高维的情况下，看起来会更好一点。下面我来推导一下二分类LDA问题的公式：

     假设用来区分二分类的直线（投影函数)为：

[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455476902.png)

    LDA分类的一个目标是使得不同类别之间的距离越远越好，同一类别之中的距离越近越好，所以我们需要定义几个关键的值。

类别i的原始中心点为：（Di表示属于类别i的点)[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455476869.png)

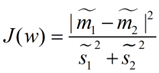
    类别i投影后的中心点为：

[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455473248.png)

    衡量类别i投影后，类别点之间的分散程度（方差）为：

[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/20110108145548391.png)

    最终我们可以得到一个下面的公式，表示LDA投影到w后的损失函数：

[](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455487850.png)

   我们**分类的目标是，使得类别内的点距离越近越好（集中），类别间的点越远越好。**分母表示每一个类别内的方差之和，方差越大表示一个类别内的点越分散，分子为两个类别各自的中心点的距离的平方，我们最大化J(w)就可以求出最优的w了。想要求出最优的w，可以使用拉格朗日乘子法，但是现在我们得到的J(w)里面，w是不能被单独提出来的，我们就得想办法将w单独提出来。

   我们定义一个投影前的各类别分散程度的矩阵，这个矩阵看起来有一点麻烦，其实意思是，如果某一个分类的输入点集Di里面的点距离这个分类的中心店mi越近，则Si里面元素的值就越小，如果分类的点都紧紧地围绕着mi，则Si里面的元素值越更接近0.

[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455491720.png)

   带入Si，将J(w)分母化为：

[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455497751.png)

image

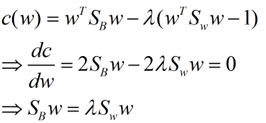
   同样的将J(w)分子化为：

[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455509636.png)

   这样损失函数可以化成下面的形式：

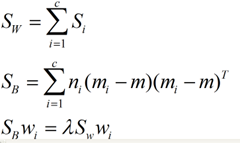
[image](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455509047.png)

   这样就可以用最喜欢的拉格朗日乘子法了，但是还有一个问题，如果分子、分母是都可以取任意值的，那就会使得有无穷解，我们将分母限制为长度为1（这是用拉格朗日乘子法一个很重要的技巧，在下面将说的PCA里面也会用到，如果忘记了，请复习一下高数），并作为拉格朗日乘子法的限制条件，带入得到：

[](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455513997.png)

   这样的式子就是一个求特征值的问题了。

   对于N(N>2)分类的问题，我就直接写出下面的结论了：

[](http://images.cnblogs.com/cnblogs_com/LeftNotEasy/201101/201101081455514488.png)

   这同样是一个求特征值的问题，我们求出的第i大的特征向量，就是对应的Wi了。