**这周主要看了一篇论文《LSTM在五声调式和声的应用》**

**摘要**

RNNS创作歌曲，缺乏全局性，结构不完整，LSTM恰恰具有全局性的特点，该论文以中国五声调式民族乐曲为对象，修改乐曲输入，使用改进LSTM为模型，以不同的方法进行训练，最终为已知旋律配合省

**收获**

1. **中国五声调式民族乐曲**

五声调式就是由五个音构成的调式，以纯五度的音程关系来排列的，3又2分之1的的五度音程称之为纯五度。由于这种调式是我国特有的，也可以称为民族调式。这五个音的名称分别是:宫、商、角、徵、羽

1. **和声**

和声是多声部音乐的音高组织形态，通过和弦的运用表现出不同的音响色彩，和声有结构功能和色彩功能两种基本属性：结构功能和色彩功能，结构功能主要表现在三个方面：1.音高纵向结构的组织作用；2.确立或瓦解调性，调试作用；3.发展或终止某一结构的作用

1. **自动配和声系统**

是一种基于某种和声配置规则及风格，能生成已知的旋律为主的多声部音乐计算机程序，现如今，人们开始使用音乐创作的形式化技术，使用计算机模拟作曲家的音乐创作过程，计算机作曲使用的技术：马尔克夫，神经网络，遗传算法等，其中人工神经网络被广泛的在音乐系统中使用，Mozer使用RNNS构造了CONCERT，利用反向传播学习算法来训练CONCERT，CONCERT能够以—音符—音符的方法来创作旋律，但生成的音乐缺乏音乐的全局连贯性，无法获取高级的音乐特征，与RNNS学习梯度的逐渐消失有关，LSTM怎可以解决以上的问题，已有人成功的使用LSTM来学习蓝调音乐（爵士、摇滚及福音歌曲(Gospel)的老祖宗，蓝调音乐的曲调给人一种悲伤的感觉,但是很平淡,淡淡的愁思）并能够生成类似风格的音乐，因而文章以五声调试的中国民族音乐为对象，基于LSTM为旋律配和声，首先是对Douglas Eck有关蓝调创作使用的LSTM学习及训练过程加以改进（Douglas Eck的github网址：<https://github.com/douglaseck>有相关训练的代码，这周只是看了论文，代码部分并无未尝试）

1. **LSTM**

使用LSTM时为了得到不随时间变化而改变的误差自己放置该误差不会受到干扰，LSTM利用线性单元误差克服误差消失和误差指数增长问题，在训练过程中采用改进的BPTT（随时间反向传播的算法，算法介绍网址：<http://www.cnblogs.com/wacc/p/5341670.html>）和RTRL梯度下降算法（<http://www.cnblogs.com/gongxijun/p/5890548.html>）

1. **使用程序描述音符**

将简谱或者五线谱描述的乐曲输入到程序实验中，需要把乐曲中的音符转化为计算机能处理的数据格式，将音符的属性描述成一个三维向量<N,S,T>，其中N向量是音符名称集合{rCm,rDm,rEm,rGm,rAm,rBm}中一个元素，m代表音符所属音组，m相同表示同属一个八度音，r为半音升降号（#，b）或r等于1为全音符，等于2为2分音符，等于4为4分音符……等于.1为附点全音符，等于.2为附点2分音符，等于.4为附点4分音符以此类推

1. **实验过程**
2. 在LSTM网络中设置4各组块，并且每个组块包含2个细胞单元，4个组块相互连接，每个组块与输入层连接，输出层与每个细胞单元，输入层连通。遗忘门，输入门，输出门在4个组块的阈值分别为：-0.1，-0.3，-0.5，-0.7，输出阈值为0.5 ，学习率我0.00001，激励率为0.9，权值每步都更新（此处应为在代码中设置）
3. 乐曲与和弦标志间的转换：在把乐曲输入程序之前，要先对乐曲音符中的装饰音进行处理及选择学习训练的最小单元（2/4与4/4,3/4与3/8,6/8节拍分别做相同的处理）。对于不同节奏的情况，以2/4节拍为例，程序中一个节拍为一个处理单元，自一个节拍中的音符中找出一个和弦，使得一个节拍的音符在该和弦中尽可能出现，之后讲这些带有和弦标识的和弦序列作为新的乐曲输入，经过学习训练后得到该乐曲的和声整体变化规律及旋律音符串与和声之间的概率。
4. 配和声



以宫调式的2/4节奏的江西民歌《八月挂花遍地开》为例，为旋律乐曲配和声，输入新的旋律乐曲。由LSTM得到该乐曲的和弦整体变化得到该乐曲的和弦标识串，对于旋律乐曲的每个节拍中的音符串，要在其和弦标识所在和弦类中匹配其最大相似的旋律音符。

1. 总结

LSTM学习过程

1. 乐曲输入
2. 音符转换及建立和弦字典库
3. LSTM训练得到和弦变化特性及旋律音符与和弦之间的概率

配和声过程

1. 旋律乐曲输入
2. 音符转换并生成和弦标识序列
3. 对于每个节拍中的音符串查找其极大相似的乐曲旋律音符串
4. 拷贝伴奏乐曲音符串