

【题目】Markov 链与音乐识别

学期快结束了，大家都需要在紧张的备考之余放松一下神经。让我们来一边听音乐，一边研究 Markov 链吧！

使用 Markov 链的理论进行音乐分类系统设计的想法非常自然。本质上讲，Markov 链描绘了一连串事物之间的前后关联，更准确地说，是较为简单的一种“局部”的前后关联。而音乐作为待分类的对象，除了音节、音调等单一特征以外，最为显著的特征就是前后音节的关联关系。这段乐曲是舒缓还是急促、是柔和还是跳跃、是古典还是爵士，其信息有相当大一部分蕴含在前后音节的关联关系中。如果我们能够用 Markov 链对乐曲片断进行建模，那么乐曲的重要特征会在某种程度上从一步转移概率矩阵中体现出来。这也正是我们研究的出发点。

MIT 媒体实验室在本世纪初获得的研究成果[1]被认为是 Markov 链用于音乐识别分类的经典范例。该文引入了所谓 HMM(Hidden Markov Model)作为基本模型。自此之后，HMM 成为了音乐信号处理与分类的研究热点[2]。Gatech 的博士论文[3]包含了对该方向较为全面的描述。HMM 在语音识别以及图像分析领域获得了巨大的成功（我们不难直观感觉到语音识别与音乐分类间的相似性），美国两院院士 Rabiner 的综述文章[4]是到目前为止关于 HMM 最好的教程，甚至连该文中的符号体系都被人广泛沿用。Carnegie Mellon 大学的课件[5]比较直观。而[6]则包含了较为朴实的介绍以及一些 MATLAB 实现方面的相关材料。另一篇博士论文[7]给出了一些该领域较新的进展。硕士论文[8]的报告撰写模式值得参考。

这一次作业的任务是：

1. 搜寻你感兴趣的音乐（或者歌曲）片段，作必要的编码转换和特征提取，建立原始数据库，为随后的研究作好铺垫。
2. 建立 Markov 模型（不限于 HMM），用于进行乐曲片断的分类。并设计相应的分类和训练算法
3. 利用原始数据库对模型进行训练，确定最优的模型参数。
4. 尝试将此模型用于音乐的分类。这里的分类可以有不同目标，例如乐曲片断的曲风（爵士、摇滚、乡村。。。），乐曲片断的类型（夜曲、进行曲、舞曲。。。），等等，也可以直接对乐曲片断本身进行识别。

【参考文献】

- [1] Chai, W., and B. Vercoe. 2001. Folk music classification using hidden Markov models. *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence*.
- [2] I.Karpov, “Hidden Markov Classification for Musical Genres”, Technical Report, Rice University, Fall 2002.
- [3] Durey, A.S. “Melody Spotting using Hidden Markov Models”, Ph.D Thesis, Gatech, 2003
- [4] Rabiner, L. R. 1989. A tutorial on hidden Markov-models and selected applications in speech recognition. *Proceedings of the IEEE* 77 (2):257-286.
- [5] Moore, A W. “Hidden Markov Models”, Course slides, CMU, 2001
- [6] <http://www.igi.tugraz.at/lehre/CI/tutorials/HMM/index.html>
- [7] West, K, “Novel techniques for Audio Music Classification and Search”, Ph.D Thesis, University of East Anglia, 2008
- [8] Heittola, T. “Automatic Classification of Music Signals”. Master Thesis, Tampere University of Technology, 2003