

《音乐与数学》期中研究题

2018 — 2019 学年第一学期

每组同学从下列六个大题中任选一题.

一、鼓的振动模态

1. 研读参考文献的相关内容, 讨论鼓所对应的二维振动方程, 试得出其一般解, 进而弄清其振动模态.
2. 一般的鼓属于无固定音高的打击乐器. 查找文献, 研究定音鼓 (timpani) 的发声机理, 说明为什么定音鼓能够敲出固定的音高

二、管乐器的超吹 (overblow)

超吹可以激发高次泛音, 从而在不改变指法的情况下演奏出更高的音. 记未超吹时音高的基频为 f . 长笛作为开管, 可以产生各次泛音, 所以超吹时发出 $2f$ 频率的音, 即高八度的音级. 单簧管作为闭管, 只能产生偶次泛音 ($3f, 5f, \dots$), 所以单簧管超吹时得到的是高 13 度的音级, 频率为 $3f$.

研读参考文献, 说明为什么双簧管、唢呐等闭管乐曲超吹时得到的也是高八度的音?

一、二题的参考文献:

- [1] Neville H. Fletcher, Thomas D. Rossing, *The physics of musical instruments*, Springer-Verlag, New York, 1991, 第2章、第3章.
- [2] David J. Benson, *Music: A Mathematical Offering*, Cambridge University Press, Cambridge, 2007, 第3章.
- [3] Gareth Loy, *Musimathics: The Mathematical Foundations of Music*, Vol. I, The MIT Press, Cambridge, 2006, 第8章.

三、关于三分损益的问题

仔细考察《吕氏春秋》中所描述的生律过程和《管子·地员》中描述的“三分损益”过程, 它们各自产生的律制是相同的吗? 请阐明你的观点, 并加以论证.

参考文献

- [1] 刘永福,《吕氏春秋》音律相生法的分析和解读,中国音乐学,2017(3): 67 - 74.
- [2] 宋克宾,需回归原典、分清语境解读古代乐律问题,音乐探索,2014(1): 80 - 85.

四、“三分损益”与“五度相生”是否得到相同的律制?

分别研究三分损益和毕达哥拉斯五度相生的生律过程,讨论由这两种生律方法所得律制的异同.

参考文献

- [1] 洛秦,三分损益不等于五度相生,音乐艺术(上海音乐学院学报),1986(2): 83-87.
- [2] 华天初,对三分损益律和五度相生律异同的分析,音乐艺术(上海音乐学院学报),2015(4): 23-27.

五、三种律制的实现·机器自动判别

选取一段或者几段音乐,其总时长度不少于5分钟,作为元数据.

1. 借助你熟悉的任一软件工具,分别依照五度相生律、纯律和12平均律产生若干个八度的各个音级(包括自然音级和变化音级);
2. 分别以三种律制产生选取好的音乐;
3. 研读下列参考文献,借助你熟悉的任一软件工具构建一个学习分类器;
4. 将上述录制好的音乐切分成30秒的片段,每种律制各10段.将其中的一部分(三种律制数目相等)作为训练集,供你的分类器学习;然后对其余的部分进行检验,看能否区分出不同律制的音乐片段.
5. 真实、客观、准确地描述你所完成的各项工作及得到的实际结果,形成完整的实验报告.

参考文献

- [1] Gursimran Kour, Neha Mehan, Music Genre Classification using MFCC, SVM and BPNN, *International Journal of Computer Applications*, **112** (2015) no. 6, 12–14.
- [2] N. Prabhu, J. Andro-Vasko, D. Bein and W. Bein, Music Genre Classification Using Data Mining and Machine Learning, in “*Information Technology - New Generations*”, Shahram Latifi ed., Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 738, Springer International Publishing, 2018, pp. 397–403.

六、纯律的实际应用问题.

选取下列 任意一个子题目, 讨论纯律 (**just intonation**) 在音乐实践中的应用:

1. 声乐 (有伴奏或者无伴奏的情形);
2. 无品 (fret) 弦乐器 (如提琴、二胡等);
3. 管弦乐队中各组乐器的律制协调;
4. 民族乐器与西洋乐器之间的配合;
5. 其他.

可以采用的研究方法: 根据自己的音乐实践体会; 查找并研读相关文献; 开展社会调查, 走访专业人士; 等等.