

# 基于社交网络的音乐影响力网络构建及度量挖掘 ——2021美赛D题O奖经验谈

郑婉

2021年12月24日

饮水思源 · 爱国荣校



# 目录

1

赛前准备工作

2

问题分析与求解

3

论文写作细节

4

参赛经历与建议



# 1.1 问题引入

## 音乐家创作作品时的影响因素：

- 个人独创性
- 当前社会或政治事件
- 新的乐器或工具
- 其他音乐家的影响
- ...

## 影响力的主观度量：个人坦白

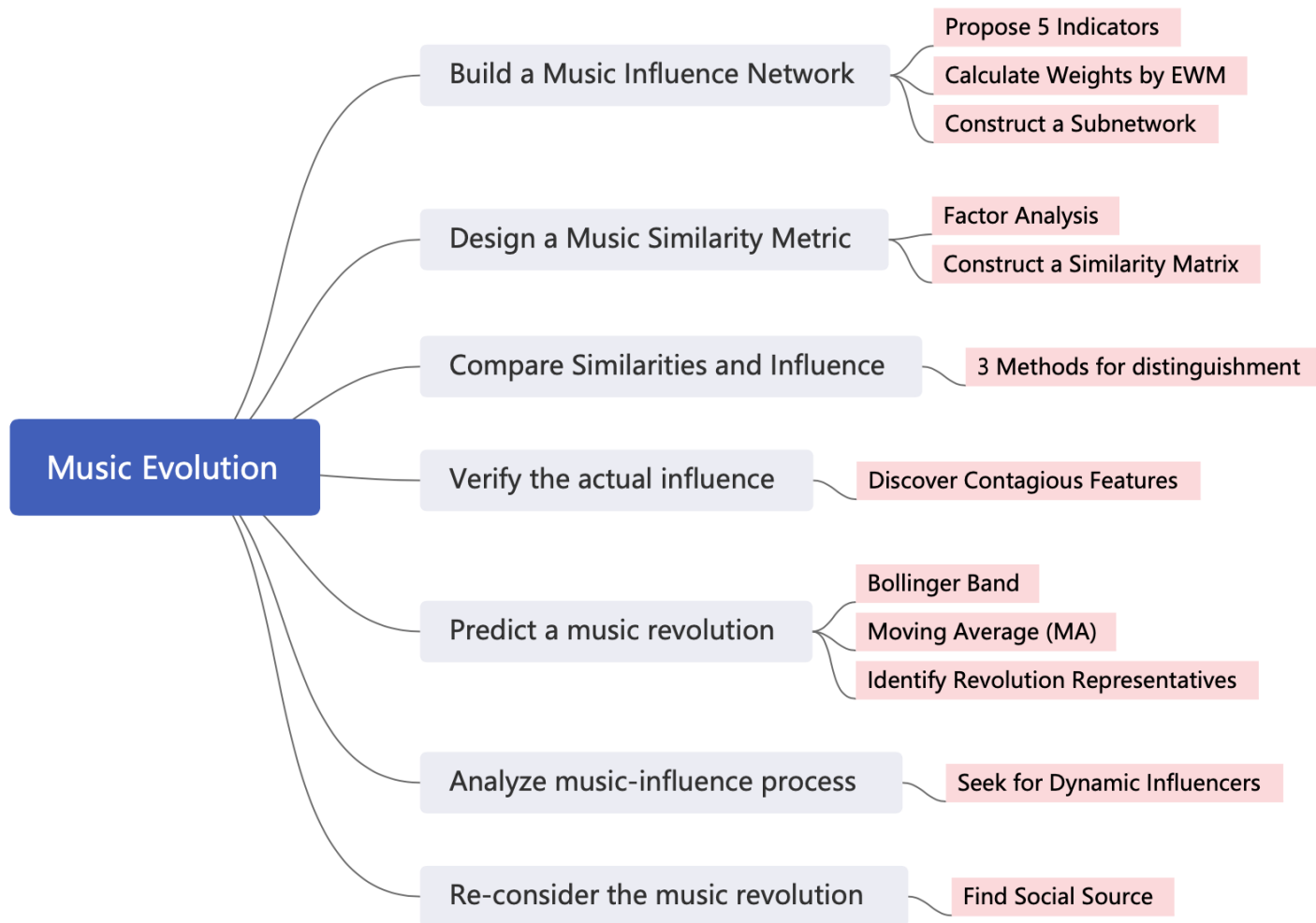
## 影响力的客观度量：相似性

- 歌曲的结构
- 歌词
- 节奏
- 旋律特点
- ...





# 1.1 流程图



附件数据集:

- Influencer-follower data  
姓名, 流派, 活跃时间...
- Full music data  
速度, 调式, 音量...

Figure 1: Work Flow





## 1.2 网络构建

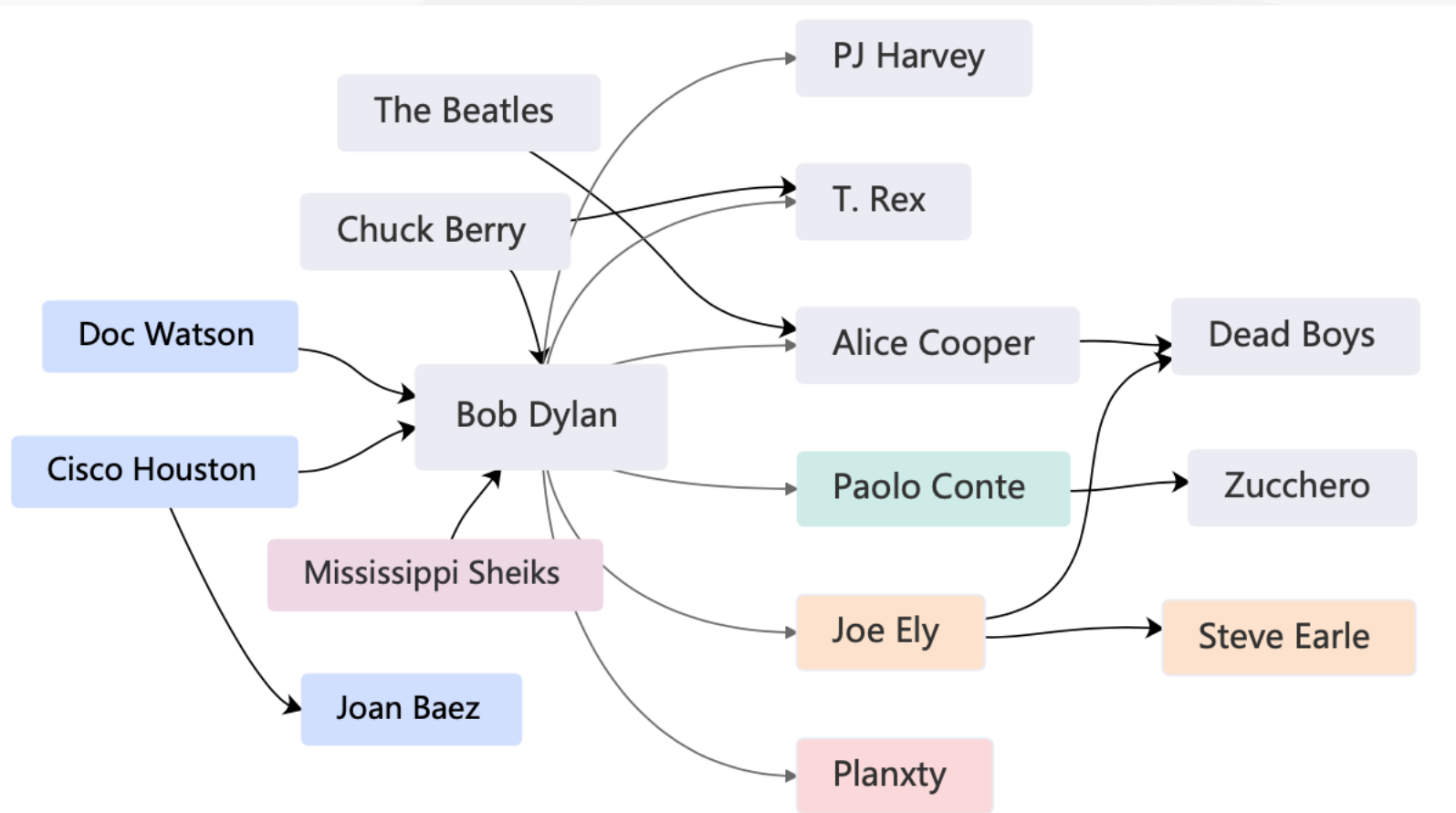


Figure 2: A local example of music influence network



## 1.2 设计指标

### 1. 中介中心性BC

某一节点位于任意其他两个节点的最短通路上的次数，BC越高，该节点对网络的“控制”越强，因为前辈的影响力只有通过它才能传递给后人。

### 2. 特征向量中心性EC

考虑邻近节点的影响力，“大师的徒弟也是大师”，受影响力强的音乐家影响的音乐家也有较高的影响力。定义邻接矩阵。

### 3. 三度影响力TDI

每个节点的影响力可以持续三代，影响到后代的后代的后代。采用广度优先算法（BFS），得到每个节点的三代子网络。

### 5. 影响流派多样性DIG

三度影响力子网络中，影响到的流派的个数。

### 4. 追随者忠诚度FL

粉丝的关注者越多，那么这位粉丝对每位关注者的忠诚度越低。对音乐家的每个粉丝计算其入度，取倒数，再对这些所有的倒数求和。







## 1.2 量化影响力

- 用熵权法(entropy weight method, EWM, 指标的方差越大, 越分散, 说明该指标的信息熵越大, 对因变量的影响越大, 所以权重越大)来确定这些指标的权重, 从而量化每个音乐家的影响力。

$$MI(v) = w_1 \cdot BC(v) + w_2 \cdot EC(v) + w_3 \cdot TDI(v) + w_4 \cdot FA(v) + w_5 \cdot DIG(v) \quad (1)$$

Thus, musician  $v$ 's influence on follower  $t$  can be formulated as

$$\begin{aligned} MI(v)_t &= MI(v) \cdot Loy(t) \\ &= [w_1 \cdot BC(v) + w_2 \cdot EC(v) + w_3 \cdot TDI(v) + w_4 \cdot FL(v) + w_5 \cdot DIG(v)] \cdot Loy(t) \end{aligned} \quad (2)$$





## 1.2 量化影响力

Table 1: Weights of 5 indicators by EWM

$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$
0.1801	0.3163	0.2343	0.1152	0.1539

Table 2: Music Influence score of several artists

Name	Genre	$TDI$	$BC$	$EC$	$DIG$	$FL$	$MI$ score
The Beatles	Pop/Rock	3758	0.017854	2.48E-05	18	72.9157	0.587118
Miles Davis	Jazz	3588	0.024155	2.09E-05	18	19.53379	0.520501
Willie Nelson	Country	1453	0.037038	0.000311	14	5.200698	0.479064
The Kingston Trio	Folk	2195	0.029905	3.05E-05	16	2.317591	0.457585
Sly & the Family Stone	R&B;	2932	0.021835	4.64E-05	18	6.813955	0.443942







# 1.3 相似性分析

	danceability	energy	valence	tempo	loudness	mode	key	acousticness	instrumentalness	liveness	speechiness	explicit	duration_ms	popularity	year
danceability	1.0000	0.1427	0.5633	-0.0818	0.1983	-0.0325	0.0145	-0.1738	-0.2136	-0.1302	0.0798	0.0540	-0.0940	0.1831	0.1689
energy	0.1427	1.0000	0.3578	0.2449	0.7854	-0.0356	0.0300	-0.7573	-0.1983	0.1558	0.1382	0.1513	0.0330	0.3898	0.4712
valence	0.5633	0.3578	1.0000	0.1477	0.2661	0.0199	0.0158	-0.2209	-0.1864	-0.0109	0.0338	-0.0461	-0.1830	0.0207	-0.0274
tempo	-0.0818	0.2449	0.1477	1.0000	0.1915	0.0148	0.0032	-0.2021	-0.0714	0.0274	0.0527	0.0162	-0.0203	0.0942	0.1133
loudness	0.1983	0.7854	0.2661	0.1915	1.0000	-0.0095	0.0193	-0.5948	-0.3606	0.0720	0.0493	0.1600	-0.0240	0.4203	0.4843
mode	-0.0325	-0.0356	0.0199	0.0148	-0.0095	1.0000	-0.1134	0.0391	-0.0580	0.0141	-0.0452	-0.0494	-0.0834	-0.0363	-0.0396
key	0.0145	0.0300	0.0158	0.0032	0.0193	-0.1134	1.0000	-0.0288	-0.0109	0.0003	0.0244	0.0091	-0.0045	0.0150	0.0207
acousticness	-0.1738	-0.7573	-0.2209	-0.2021	-0.5948	0.0391	-0.0288	1.0000	0.2180	-0.0412	-0.0280	-0.1546	-0.1049	-0.4775	-0.5578
instrumentalness	-0.2136	-0.1983	-0.1864	-0.0714	-0.3606	-0.0580	-0.0109	0.2180	1.0000	-0.0368	-0.0632	-0.0511	0.1153	-0.2161	-0.1987
liveness	-0.1302	0.1558	-0.0109	0.0274	0.0720	0.0141	0.0003	-0.0412	-0.0368	1.0000	0.2045	0.0268	0.0614	-0.0643	-0.0297
speechiness	0.0798	0.1382	0.0338	0.0527	0.0493	-0.0452	0.0244	-0.0280	-0.0632	0.2045	1.0000	0.1944	-0.0181	-0.0069	0.0435
explicit	0.0540	0.1513	-0.0461	0.0162	0.1600	-0.0494	0.0091	-0.1546	-0.0511	0.0268	0.1944	1.0000	-0.0005	0.1830	0.2323
duration_ms	-0.0940	0.0330	-0.1830	-0.0203	-0.0240	-0.0834	-0.0045	-0.1049	0.1153	0.0614	-0.0181	-0.0005	1.0000	0.0572	0.0733
popularity	0.1831	0.3898	0.0207	0.0942	0.4203	-0.0363	0.0150	-0.4775	-0.2161	-0.0643	-0.0069	0.1830	0.0572	1.0000	0.7754
year	0.1689	0.4712	-0.0274	0.1133	0.4843	-0.0396	0.0207	-0.5578	-0.1987	-0.0297	0.0435	0.2323	0.0733	0.7754	1.0000

Figure 3: Correlation coefficient matrix of music features





## 1.3 相似性分析

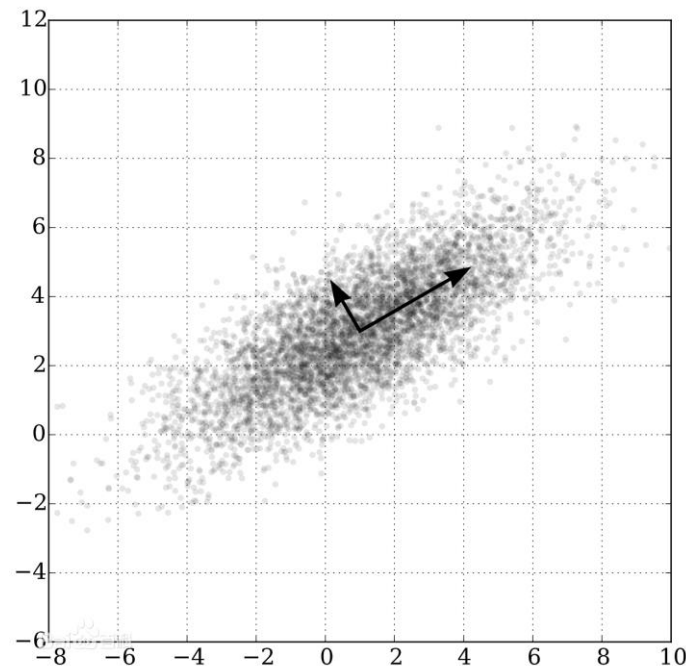
- 因子分析：从变量群中提取共性因子。
- 例：学生的各科成绩之间存在着一定的相关性，一科成绩好的学生，往往其他各科成绩也比较好，从而推想是否存在某些潜在的共性因子，或称某些一般智力条件影响着学生的学习成绩。
- 因子分析可在许多变量中找出隐藏的具有代表性的因子。将相同本质的变量归入一个因子，可减少变量的数目，还可检验变量间关系的假设。





## 1.3 相似性分析

- 主成分分析：从原始变量中导出少数几个主成分，使它们尽可能多地保留原始变量的信息，且彼此间互不相关。
- 将原来 $P$ 个指标作线性组合，作为新的综合指标。通过少数几个主成分来揭示多个变量间的内部结构。



”

# 1.3 相似性分析

$$S_{ij} = \frac{1}{|g_i||g_j|} \sum_{x \in g_i} \sum_{y \in g_j} \text{sim}(x, y), \quad (4)$$

where

$$\text{sim}(x, y) = \frac{\langle x, y \rangle}{\|x\|_2 \|y\|_2}. \quad (5)$$

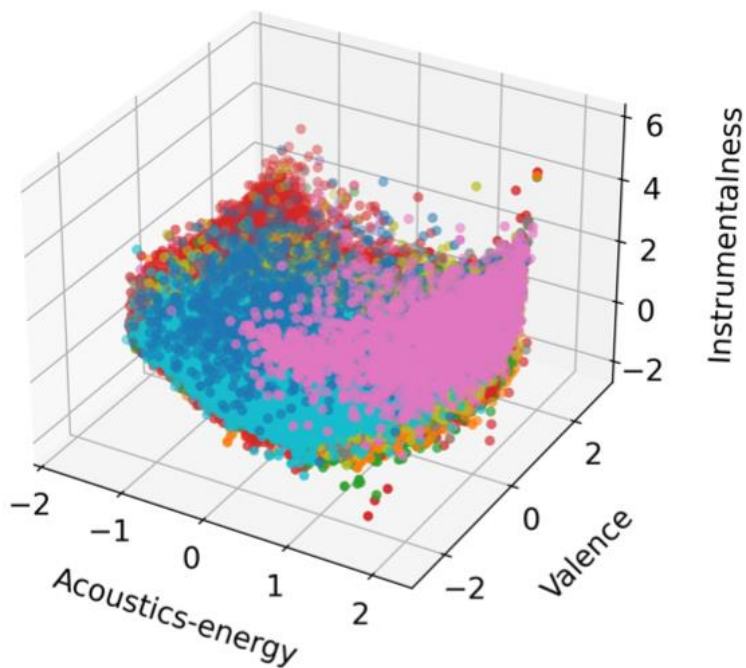


Figure 4: Representations on 3-D latent space

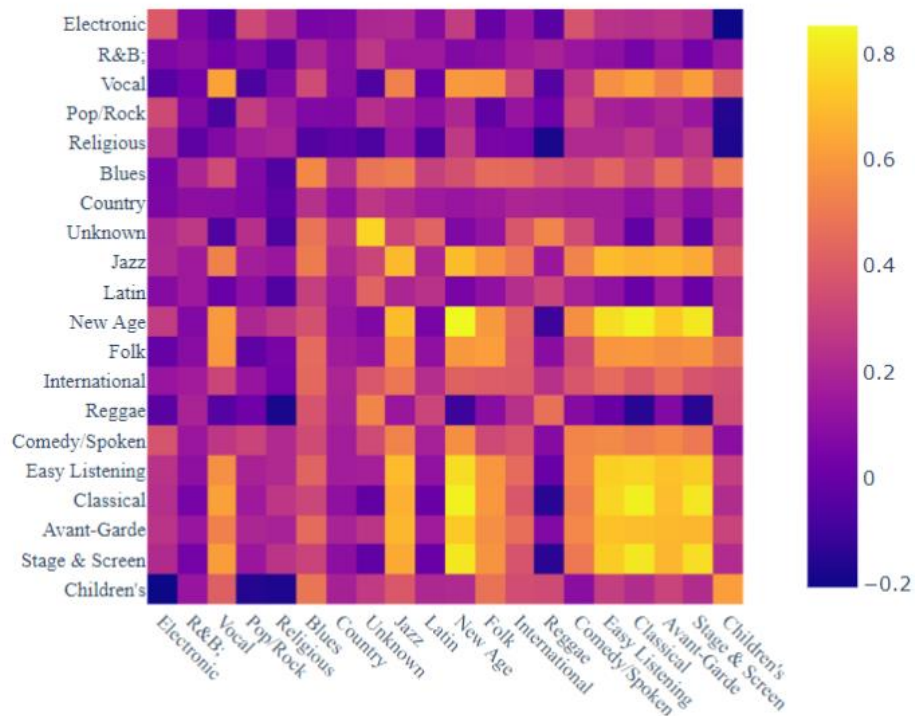


Figure 5: Music similarity between genres



## 1.3 流派间相互影响

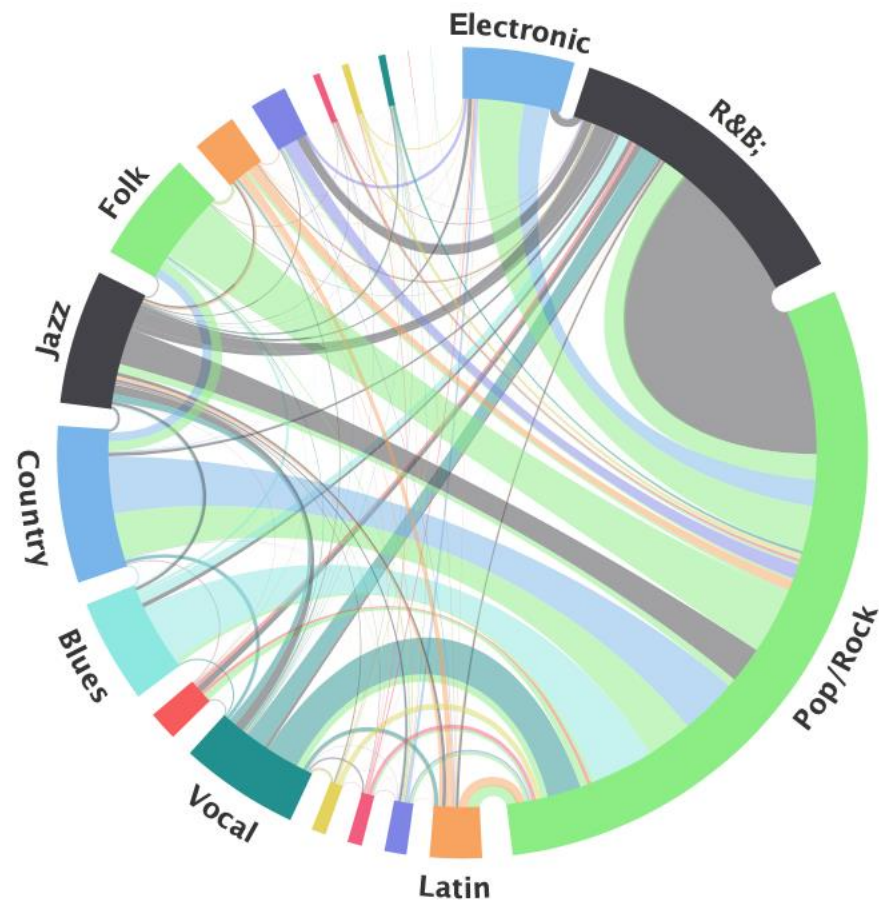


Figure 6: Influence within genre and between genres

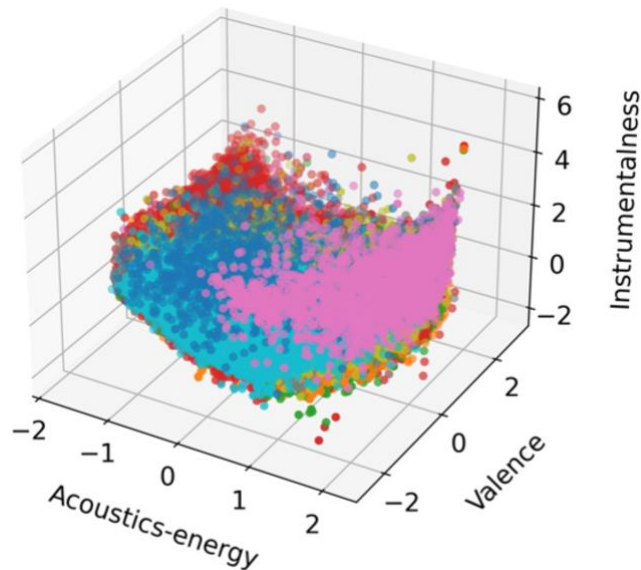


## 1.4 如何区分一个流派?

### 流派中的稳定特征

- 可通过“方差小”来刻画

### 特征因子的分布



### 离群值检测

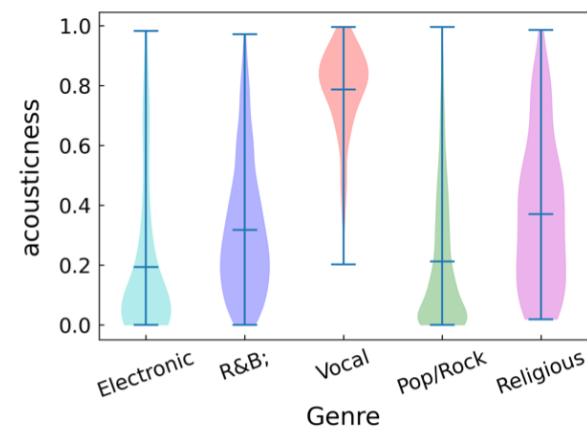


Figure 8: Violin plot of acoustics in several genres



# 1.5 音乐演化的信号与代表人物

## 音乐演化的信号：时间序列 + 异常值检验

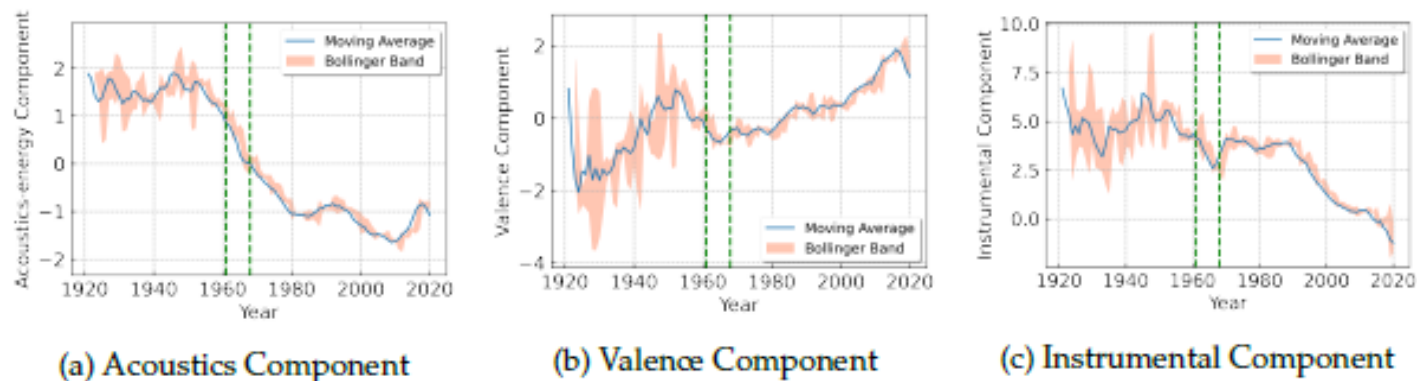


Figure 14: Time series of components

## 音乐演化的代表人物：时间序列相关性

$$CORT(X_T, Average_T) = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} (x_{t+1} - x_t) \cdot (average_{t+1} - average_t)}{\sqrt{\sum_{t=1}^{T-1} (x_{t+1} - x_t)^2} \cdot \sqrt{\sum_{t=1}^{T-1} (average_{t+1} - average_t)^2}} \quad (7)$$





## 1.6 音乐的动态影响者

基于前几小题的指标，加权平均得到动态影响力分数：

$$DIEI(v) = w_1(t) \cdot MI(v) + w_2(t) \cdot POP_{Average}(v, t) + w_3(t) \cdot POP_{Total}(v, t) \quad (8)$$

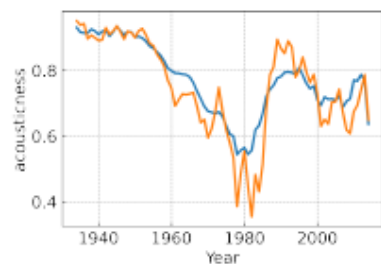
为了避免权重的主观性，用熵权法求权重

流派和音乐家的关系：

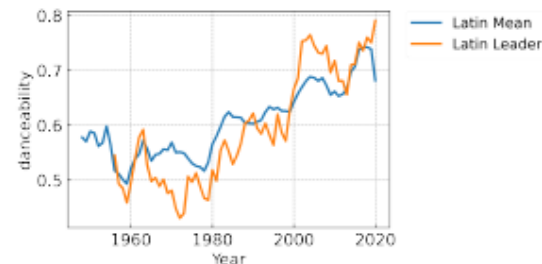
- 缩小范围：只研究找出的动态影响者
- 预设结论：动态影响者（大师）引领音乐发展
- 可视化 200+ 图象，挑一些证明结论

Table 5: Dynamic Influencer Evaluation Index(*DIEI*) score of several artists in 1965

name	genre	<i>MI</i> score	<i>POP</i> <sub>Average</sub>	<i>POP</i> <sub>Total</sub>	<i>DIEI</i> score
The Beatles	Pop/Rock	0.587118	59.10714	1655	0.913469
Bob Dylan	Pop/Rock	0.428424	28.58571	2001	0.765057
Otis Redding	R&B;	0.292864	29.13846	1894	0.720494
The Rolling Stones	Pop/Rock	0.392363	29.83333	1790	0.715112



(a) Evolution of acoustiness



(b) Evolution of danceability

Figure 16: Evolution of Latin's leaders and genre-mean





## 1.7 音乐的社会性

🕒 背景：写第 7 小题的时间是第 5 天早上 7:00 左右，此时还有 Summary 和 Letter 没写

🕒 抢救 (x) 思路：

- 从题目要求上看，如果要完整地解决这一小题，需要在之前所有内容的基础上再做一些实验，根据实验结果进行充分的分析，但我们几乎没有时间了
- 此时，我们的论文已经接近25页上限，增加大量工作会超出篇幅，于是我决定用已有结果“语文建模”

🕒 在前面的小题中，我们将音乐革命的时间确定在20世纪60年代，因此需要找出这个时间发生了什么

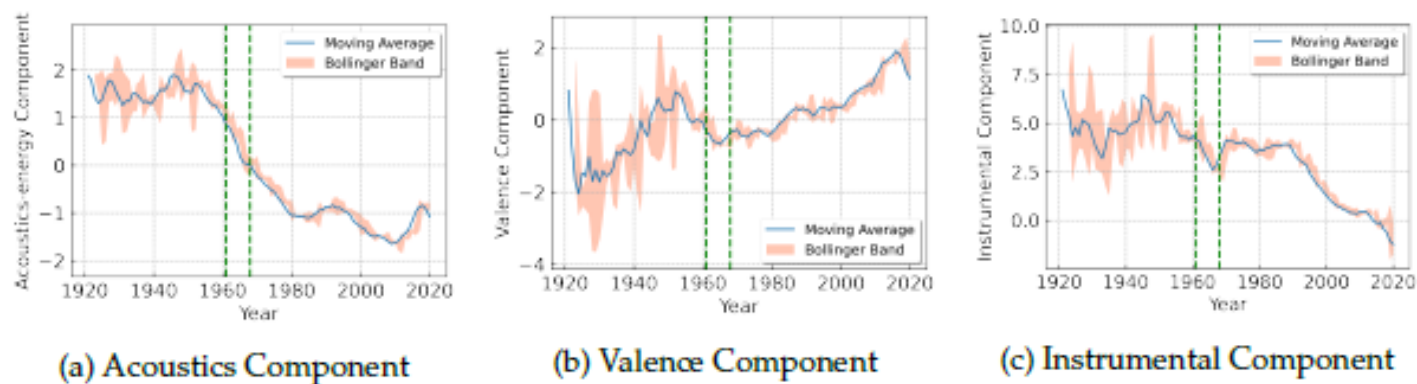


Figure 14: Time series of components





## 2.1 如何讲好故事

从行文思路上，一般都会按照各个小题的顺序来组织内容

- 分析小题之间的内在联系
- 前一小题的结果如何启发后续研究？

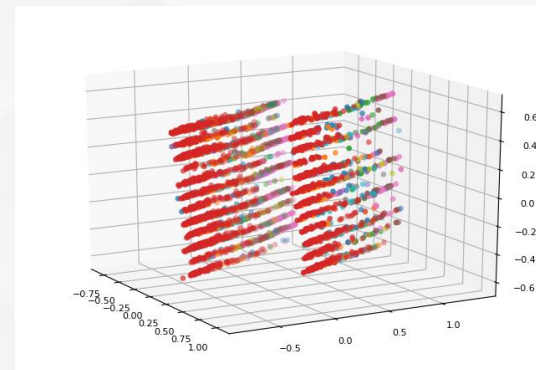
每一小问展现自己方法的常规思路

- 动机、算法、改进（如果有）、实验、分析
- 常见问题：只有模型（算法）没有动机、只有图表没有分析

当某一小题有多种求解思路时，可以从结果选方法

- 希望讲怎样的故事，当前结果能不能支撑这个故事
- 回想一下：为什么降维要用 FA 而不是其他方法？

有意识地隐藏某些不符合故事主线的结果



PCA 降维的效果

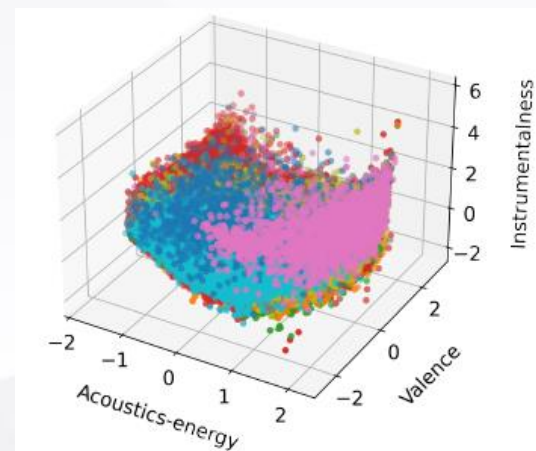


Figure 4: Representations on 3-D latent space

FA 降维的效果





## 2.2 数据可视化

### ④ 更丰富的可视化类型有利于拉高评委的印象分

- 柱状图、网络图、饼图、热力图.....

### ④ 不要硬套某种图表模板

- 思考怎样的可视化最能体现结论
- 在此基础上再去兼顾可视化的多样性

### ④ 合理的构图与配色

- 队内有专业选手最好，三人交流通常也足以避雷
- 不要花过多的精力，这一点并不是那么重要

### ④ 同样结果不同效果：横纵轴、热力图（气泡图）的颜色（大小）对比.....

### ④ 适当投入：在方法和结果的绝对碾压面前，可视化很难改变论文的上限





## 2.3 合理分配时间

- ①重要性排序：模型算法 > 可视化 > 摘要和 Document > 正文内容
- ①一定要完整地给出所有小题的解答，这将保证论文的下限
  - 不需要花过多精力设计非常新颖、特别的模型，经典算法大多数情况下没有问题
  - 不要学我们后两天的安排，进度还是慢了一些
- ①整体的时间安排是有一定套路的，参考一般的时间分配就可以知道快or慢了



## 3.1 参赛经历

- 第一天 6:00 放题后，8:00看完题，8:30组内讨论交流确定题目。
- 8:30-9:30查资料并确定1-3问分工。由于1和2所用数据集不同，没有什么交集，3是1与2的综合与推进。所以两个人去攻1，一人去攻2。
- 12:00，发现题目太难，开始动摇想换题。纠结到14:00，还是坚持一下吧。
- 第一天，1和2确定模型，完成代码，3确定初步想法。
- 第二天，讨论并尝试3，4，完成introduction，1，2写作。完成3代码+1-3可视化
- 第三天，大致完成1 – 4的模型，代码，论文。
- 第四天，讨论5，6，7模型，通宵，疯狂赶稿+画图+贴表格。
- 第五天凌晨1:30，搞完6代码。凌晨6:00，搞完5代码。
- 第五天早上9:00-10:00，摘要+letter，9:58第一次提交后发现重大排版失误。9:59:50，发送邮件，投递失败。下午15:00，再次发送，终于投递成功。



## 3.2 赛前准备

- ④ 团队分工分为建模，写作，代码，我觉得最好的团队是三个人都是全能的，各有侧重取长补短，不能因为我是写作的完全不管建模了，不然到时候建模的同学要费很大的劲才能给写作同学讲明白，浪费时间。
- ④ 建模这个东西其实不咋花时间，三个人都得会，关于建模推荐B站清风，
- ④ 主攻建模的同学去刷往年O奖论文，他们用了啥然后去百度一下，高老师训练营里提到的模型也去百度一下，我觉得他们讲的还是需要线下自己去找点资料
- ④ latex也是全员都得会，最后冲刺时候是要三个人一起写的。而主攻写作的要专注各种排版，伪代码等，还要养成良好的学术英语写作习惯。
- ④ 除了写作剩下两个人得有个人精通可视化，美赛顾名思义美的作品容易出彩，模型可以建成naive，可视化做的好M奖起步，画图手法千奇百怪，如果是数据可视化，可以面向google编程，准备个梯子，有些资料可能要上外网，如果是画示意图等，有手绘高手那也是极好，见养龙题。





## 3.3 建议

最最最重要：找俩好队友！！

设计指标一定要多下功夫。  
做到科学、全面，有特色。

”

叙述定义、描述模型以及整个行文过程中要注重“数学”化，尽量避免行内公式。

”

前1-3问一般解决的是基础问题，对整个文章有奠基作用，尽可能在1.5-2天内搞定。

”

模型结果的呈现：  
画图>表格>文字描述

”



上海交通大學

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

感谢聆听

饮水思源 爱国荣校