

参赛队号#1316

第六届“认证杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

承 诺 书

我们仔细阅读了第六届“认证杯”数学中国数学建模网络挑战赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

我们允许数学中国网站(www.madio.net)公布论文，以供网友之间学习交流，数学中国网站以非商业目的的论文交流不需要提前取得我们的同意。

我们的参赛队号为：1316

参赛队员（签名）：

队员 1：陈佳佳

队员 2：田小雨

队员 3：陈庆畏

参赛队教练员（签名）：

参赛队伍组别：B 题 1316

参赛队号#1316

第六届“认证杯”数学中国

数学建模网络挑战赛 编号专用页

参赛队伍的参赛队号：（请各个参赛队提前填写好）：
1316 本科组

竞赛统一编号（由竞赛组委会送至评委团前编号）：

竞赛评阅编号（由竞赛评委团评阅前进行编号）：

参赛队号#1316

2013 年第六届“认证杯”数学中国 数学建模网络挑战赛第二阶段

题 目 流行音乐发展简史关 键 词 层次分析 模糊评价 神经网络 流行音乐 统计 matlab

摘 要：

近几十年来，中国流行音乐的风格经历了相当复杂的演变过程，每个时代都有其代表性的人物和风格，歌曲的成功要素也随着时间不断变化。不同时期的流行音乐不仅反映了不同历史时期人们的精神面貌，也用音乐这个特殊的方式记载着不同历史时期人们的日常生活和人文背景。

我们建立了基于层次分析法的模糊评价模型，先对各时代的流行歌曲进行随机选择（各 30 首，时间有限，理论上各 100 首为宜），然后对它们的音乐标签进行分析，总结出各时代的特点。接着随机选择 10 首歌，通过分析其特点判断出它所属的年代。并通过对近几十年来音乐发展的分析，得出了歌曲成功要素的变化趋势。

在对歌曲的年代进行判断的问题中，我们首先使用了层次分析法，把影响歌曲分类的因素分为风格、主题和情感这三个因素。将风格又分为流行、乡村、摇滚和布鲁斯这四种；将主题分为爱国、爱情、友情、亲情和理想；将情感分为喜悦、忧伤、思念和励志。我们选取百度音乐、酷狗音乐、酷我音乐、QQ 音乐及 Last.fm 等大型音乐网站，从上面免费获得音乐（所筛选的歌曲）的标签（包括风格、主题和情感三个方面）。统计得出不同的时代各个因素在总体中的比例，然后运用模糊评价法，建立因子集、评判集等，从而确定风格、主题、情感对应的权值，即这三种因素在不同年代对流行音乐的影响程度。

为了验证模型的正确性，我们对每个年代的流行歌曲再次进行随机选取（各 10 首，时间有限，理论上 30 首为宜）。我们建立了 BP 神经网络模型，并用 matlab 对歌曲的风格进行频谱和波形的分析，然后从歌词中总结其主体和情感。结果，运用所建模型得到的音乐标签与权威音乐网站所给标签的一致性很高（均超过 70%）。这表明所建模型具有可行性，因此，是正确的。

在对音乐的成功要素进行分析的过程中，我们根据之前所统计的结果，并对其建立柱状图，可以清晰地得出风格、主题、情感这三种要素随时代的变化情况，从而分析出成功要素的变化趋势。从 60 年代开始，流行音乐在风格方面从单一化慢慢发展成丰富多元化。主题上以爱国、亲情和友情为主题的流行音乐逐渐减少，表达爱情的歌曲则明显增加。情感方面表达忧伤的歌曲的比重上升明显，而表达喜悦的歌曲则明显下降；以励志和思念为情感的歌曲则变化不大。

参赛队号： 1316所选题目： B 题

参赛密码 <u> </u> (由组委会填写)

参赛队号#1316

英文摘要（选填）

In recent decades, the style of Chinese pop music underwent complex evolution. Each age has its representative character and style and the successful elements of songs are continuously changing with time. The popular music of different period not only reflect peoples spirit of different historical period, but also record their daily life and cultural background.

We found Fuzzy Synthetic Evaluation Model based on Analytic Hierarchy Process. Firstly, we made random selection from popular musics of different eras(30 for each). Then by analyzing their music label, we summarize the characteristics of the times. Secondly, in 10 random selected songs, by analyzing its characteristics, we can determine the time it belongs to. Based on the analysis of the development of popular music in recent decades, we got the change trends of song's success factors.

When we judge the time of songs, we chose Analytic Hierarchy Process in the first. The factors affecting songs are classified into three ways, and they are style、theme、emotion. Also, the style is classified into POP、Rock、Country、New centry. The theme is classified into Being Patriotic、Love、Friendship、Family Bond. The emotion is classified into Happy、Sad、Encouragement、Missing. We choose Baidu Music、KuGou Music、KuWo Music、QQ Music、Last.fm websites. They can give us the music label for free. After statistics, we got each factor's ratio in every era. Then we used Fuzzy Synthetic Evaluation Model, by establishing factor set、evaluation set and so on to ensure the related weight of style、theme and emotion.

To check up the validity of the established model, we made random selection from popular songs of different eras(10 for each). We set up Back Propagation model, we made analysis on frequency content and wave profile by using matlab software. At the same time, we sum up the theme and emotion from the words of a song. Finally, the consistency of the model obtained music labels and authoritative music website to tagis is very high, which shows that the model is feasible. Consequently, the model we have found is right.

In the process of analyzing success factors, according to the statistics result we got before, we build some histograms to show the condition of change. From the beginning of 1960s, the style of popular music developed from being blank into being rich and diverse. The theme of patriotic、family and friendship were reducing gradually. The number of love related songs increased apparently. In emotional field, the proportion of sad related songs rise sharply. However, the emotion of happy ones declined fiercely. Last but not the least, the inspirational and thoughts for the emotional songs changed little.

参赛队号#1316

目录

一 问题重述.....	2
1.1 问题背景.....	2
1.2 问题提出.....	2
二 模型假设.....	2
三 符号说明与名词解释.....	3
3.1 符号说明.....	3
3.2 名词解释.....	4
四 问题分析.....	4
五 模型的建立与求解.....	5
5.1 模型的建立与求解.....	7
5.2 模型的验证.....	13
六 模型的评价和改进.....	17
七 模型的推广.....	18
八 参考文献.....	18
九 附录.....	19

一 问题重述

1.1 问题背景

随着互联网的发展，流行音乐的主要传播媒介从传统的电台和唱片逐渐过渡到网络下载和网络电台等。网络电台需要根据收听者的已知喜好，自动推荐并播放其它音乐。由于每个人喜好的音乐可能横跨若干种风格，区别甚大，需要分别对待。这就需要探讨如何区分音乐风格的问题。

在流行音乐中，传统的风格概念包括 Pop（流行）、Country（乡村）、Jazz（爵士）、Rock（摇滚）、R&B（节奏布鲁斯）、New Age（新世纪）等若干大类，它们分别可以细分成许多小类，有些小类甚至可以做更进一步的细分。

1.2 问题提出

“流行歌曲”一词来源于 popular music，西方学者 popular 定义为“大众”；而目前国内却没有人对流行歌曲做一个很明确的定义，“流行歌曲”、“大众歌曲”、“通俗歌曲”等概念相互混用。所谓“流行歌曲”，即“词曲的内容与形式迎合一定历史时期内相当数量群众的心理需求，创作状态自由活泼，无需国家或其他社会机构的强行介入便可以自由地为社会大众所接受和广泛传播的歌曲”。从这个定义不难看出，流行歌曲不是今天才有的，它有悠久的历史。音乐的流行与传播是分时间、空间和深度的。在不同历史时期里流行的音乐风格等特点显然不同。

近几十年来，流行音乐的风格经历了相当复杂的演变过程。每个时代都有其代表性的人物和风格，歌曲的成功要素也随时间不断改变。请你建立合理的数学模型，对曾经走红过的流行歌曲，通过其原唱录音或曲谱来推断其所处时代。并请你写一篇短文，向大众简述在某个时期内，流行歌曲的“成功要素”是如何变化的。

二 模型假设

- (1) 随机抽取的音乐具有代表性，能够反映时代的音乐特点。
- (2) 音乐的高潮部分能反映它的音乐风格特征。
- (3) 流行音乐所属年代的判别因素主要由风格、主题和情感三种因素决定。
- (4) 流行音乐的风格特征主要由流行、乡村、摇滚、新世纪这四种因素决定；其他因素影响不大。
- (5) 流行音乐的主题特征主要由理想、爱国、爱情、亲情、友情这五种因素决定，其他因素忽略不计。
- (6) 流行音乐的情感特征主要由喜悦、忧伤、思念、励志这四种因素决定，其他因素忽略不计。
- (7) 所选取的百度音乐、酷狗音乐、酷我音乐、QQ 音乐及 Last.fm 等大型音乐网站上给出的音乐标签具有权威性，即所给标签是正确合理的。

参赛队号#1316

三 符号说明与名词解释

3.1 符号说明

$U = \{U_1, U_2, U_3\}$: 主因素集

U_1 : 风格

U_2 : 主题

U_3 : 情感

$U_k = (U_{k1}, U_{k2}, \dots)$: 子因素集

$U_{1i} (i=1, 2, \dots, s)$: 风格的评价因子 (流行、乡村等)

$U_{2i} (i=1, 2, \dots, s)$: 主题的评价因子 (爱国、爱情、亲情等)

$U_{3i} (i=1, 2, \dots, s)$: 情感的评价因子 (喜悦、忧伤等)

$A = (A_1, A_2, A_3)$: 主因素集对应权重集

$A_k = (A_{k1}, A_{k2}, \dots)$: 子因素集对应权重集

$A_{1i} (i=1, 2, \dots, s)$: 风格的各评价因子所对应的权重

$A_{2i} (i=1, 2, \dots, s)$: 主题的各评价因子所对应的权重

$A_{3i} (i=1, 2, \dots, s)$: 情感的各评价因子所对应的权重

$V = \{V_1, V_2, V_3, V_4\}$: 评判集

V_1 : 60 年代至 70 年代末

V_2 : 80 年代

V_3 : 90 年代

V_4 : 21 世纪至今

$B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$: 综合评价集

$R = (r_{ij})_{n \times m}$: 模糊评判矩阵

r_{ij} : 子因素 U_{ki} 对第 j 级评价 V_j 的隶属度

λ_{\max} : 矩阵的最大特征值

$C.R.$: 一致性比例

$R.I.$: 平均随机一致性指标

$C.I.$: 一致性指标

f : 映射

$A = (a_{ij})_{n \times m}$: 判断矩阵

a_{ij} : 因素 i 和因素 j 对决策目标的影响程度之比

X_i : BP 神经网络的输入值

Y_i : BP 神经网络预测值

w_{ij} : BP 神经网络权值

a : BP 神经网络隐含层阈值

n : BP 神经网络输入序列 (x, y) 所确定的输入层节点数

l : BP 神经网络输入序列 (x, y) 所确定的隐含层节点数

m : BP 神经网络输入序列 (x, y) 所确定的输出层节点数

H : BP 神经网络隐含层输出

参赛队号#1316

 O ：BP神经网络隐含层预输出 e ：BP神经网络预测误差 η ：学习效率

3.2 名词解释

德菲尔法(Delphi Technique)：即函询调查法,将提出的问题和必要的背景材料,用通信的方式向有经验的专家提出,然后把他们答复的意见进行综合,再反馈给他们,如此反复多次,直到认为合适的意见为止。这是一种匿名的专家问卷调查法。选择数位的专家,设计出问卷,寄出问卷,回收整理相同意见的部分,不同意见的部分再次设计并寄出问卷,如此反复进行直到意见一致。

四 问题分析

不同时期的流行音乐不仅反映了不同历史时期人们的精神面貌,也用音乐这个特殊的方式记载着不同历史时期人们的日常生活和人文背景。

我们研究一首歌曲能够成为一个时代的流行歌曲的原因,首先要从其流行要素来分析。所谓流行要素,即歌曲在流行过程中所必须具备的条件。毫无疑问,好的歌词在歌曲的流行要素中比之音乐是第一位的。词作者借助于艺术想象力和各种其它处理,使得艺术幻象中的空间形象得以再现。歌词创作是一种造型的艺术,词作者要通过各种想象和艺术处理,创造一种美的艺术的幻象。同时,所有的歌词又必须能够传达一个可以用音乐来谱写的思想,并且能够提供某种感情基调和联系线索,以此来激发音乐家的想象力。实际上,当今的流行歌曲已经成为体现当代社会群体文化生活质量的重要衡量标准之一,歌曲的主题和情感主要通过歌词来表现。

歌曲的第二个重要的流行要素是音乐。当作曲家被一首好的歌词所激励并为它谱曲时,这首词才能变成一支歌。在音乐艺术的创作过程中,音乐家始终处于一种纯粹音响的天地里,大脑里所有的世界有形的影象和现实都变得模糊不清了,感觉对象变得与视觉影象关系不再那么紧密,在其音乐想象中异常充实的是具有广阔连续性的无比激情,每一种东西都能用一种曲调表现出来,并使其组合成为一部完整的作品。音乐的旋律能够反映一首歌的风格。

我国流行音乐逐渐发展起来是在70年代,改革开放后,随着通俗文艺的兴起,流行歌曲在中国大陆保持着迅猛的发展态势,产生了广泛的社会影响。为了进行有针对性的研究,我们将研究对象定义在中国流行音乐范围内,并且将研究阶段分为:60年代-70年代末、80年代、90年代、21世纪-今...四个时期。

我们将研究分为两个步骤完成,第一步总结出每个时期流行音乐的特点,第二步根据所得结论将音乐按时代分类。因此建立基于层次分析法的模糊评价模型和BP神经网络模型。

1. 第一部分:每个时代流行音乐的特点:可以利用逐层分析法,通过分析不同时代流行音乐的不同标签,总结出其风格特点、主题特点、情感特点这三种具有决定性因素的性质,从而归纳总结出每个时代的流行要素。然后将音乐按时代划分等级,即60-80年代音乐、80年代音乐、90年代音乐、21世纪音乐,构成评语集。利用模糊分析法,将影响因素分为两个层次,组成一级、二级因素集,再根据抽取的歌曲的数据找出相应的权重集,模糊矩阵,建立模糊评价模型,从而得出歌曲所属的年代。

参赛队号#1316

2. 第二部分：将音乐按时代分类：先建立 BP 神经网络模型，找出能提取流行音乐风格的方法，在分析其主题和情感，按权重得出所在年代。

五 模型的建立与求解

1. 先介绍层次分析的概念，以便于下面的阐述。

层次分析 (Analytic Hierarchy Process, 简记 AHP) 是一种定性和定量相结合的、系统化的、层次化的分析方法。

层次分析法解决问题的基本思想是与人们对一个多层次、多因素、复杂的决策问题的思维过程基本一致，最突出的特点是分层比较，综合优化。其解决问题的基本步骤如下：

(1) 分析系统中各因素之间的关系，建立系统的递阶层次结构，一般层次结构分为三层，第一层为目标层，第二层为准则层，第三层为方案层；

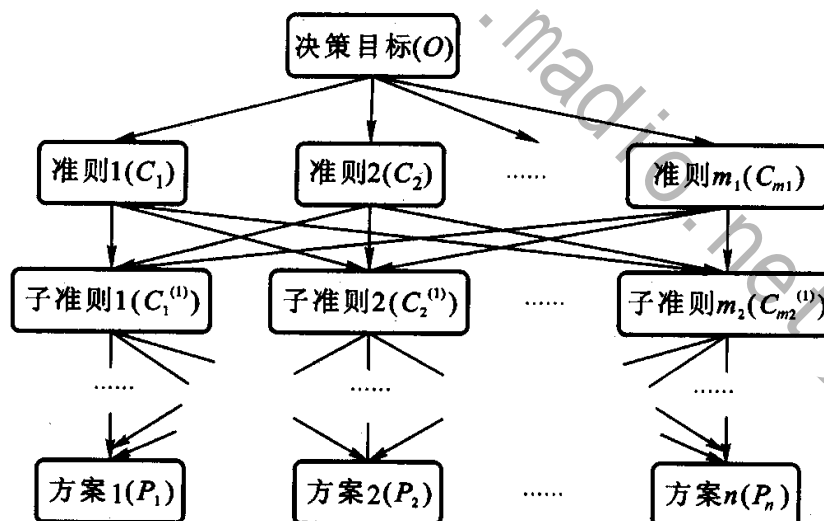
(2) 构造两两比较矩阵 (判断矩阵)，对于同一层次各因素关于上一层中某一准则 (目标) 的重要性进行两两比较，构造出两两比较的判断矩阵；

(3) 由比较矩阵计算被比较因素对每一准则的相对权重，并进行判断矩阵的一致性检验；

计算方案对目标层的组合权重和组合一致性检验，并进行排序。

利用层次分析法研究问题时，首先要把与问题有关的各种因素层次化，然后构造出一个树状结构的层次结构模型，成为层次结构图。一般的层次结构图分为三层，如图 5.1 所示。

图 5.1 层次结构图



最底层为方案层 (P)：方案层是为实现目标而供选择的各种措施，即为决策方案。

一般来说，各层次之间的各因素，有的相关联，有的不一定相关联；各层次的因素个数也未必一定相同。实际中，主要是根据问题的性质和各相关因素的类别来确定。

构造比较矩阵主要是通过比较同一层次上的各因素对上一层相关因素的影响作用，而不是把所有因素放在一起比较，即将同一层的各因素进行两两对比。比较时采用相对

参赛队号#1316

尺度标准度量，尽可能地避免不同性质的因素之间相互比较的困难。同时，要尽量根据实际情况具体情况，减少由于决策人主观因素对结果造成的影响。

设要比较 n 个因素 C_1, C_2, \dots, C_n 对上一层（如目标层） 0 的影响程度，即要确定它在 0 中所占的比重。对任意两个因素 C_i 和 C_j ，用 a_{ij} 表示 C_i 和 C_j 对 0 的影响程度之比，按 1-9 的比例标度来度量 a_{ij} ($i, j=1, 2, \dots, n$)。于是，可得到两两成对比较矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$ ，又称为判断矩阵，显然

$$a_{ij} > 0, a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, a_{ij} = 1 (i, j = 1, 2, \dots, n),$$

因此，又称判断矩阵为正互反矩阵。

比例标度的确定： a_{ij} 取 1-9 的 9 个等级，而 a_{ji} 取 a_{ij} 的倒数，如表 5.1 所示。

表 5.1 比例标度值

标度 a_{ij}	含义
1	C_i 与 C_j 的影响相同
3	C_i 比 C_j 的影响稍强
5	C_i 比 C_j 的影响强
7	C_i 比 C_j 的影响明显地强
9	C_i 比 C_j 的影响绝对地强
2,4,6,8	C_i 与 C_j 的影响之比在上述相邻等级之间
1/2,...,1/9	C_i 与 C_j 的影响之比为上面 a_{ij} 的互反数

由正互反矩阵的性质可知，只要确定 A 的上（或下）三角的 $\frac{n(n-1)}{2}$ 个元素即可。
在特殊情况下，如果判断矩阵 A 的元素具有传递性，即满足

$$a_{ik}a_{kj} = a_{ij} (i, j, k = 1, 2, \dots, n),$$

则称 A 为一致性矩阵，简称为一致阵。

在相对权重向量的确定方面，通常有三种方法，分别为：和法、求根法（几何平均法）和特征根法这三种。

2，由于所建立的模型是基于层次分析的模糊评价模型，所以下面介绍模糊评价的概念。

模糊综合评判是模糊决策中最常用的一种有效方法。在实际中，常常需要对一个事物做出评价（或评估），一般都涉及多个因素或多个指标，此时就要求我们根据这些因素对事物做出综合评价，这就是所谓的综合评判，即综合评判就是要对受多个因素影响的事物（或对象）做出全面的评价，故模糊综合评判又称为模糊综合决策或模糊多元决策。

很多问题的因素评判集都是模糊的，因此，设 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 为研究对象的 n 种因素（或指标），称之为因素集（或指标集）。 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 为诸因素（或指标）的 m 种评判所构成的评判集（或称评语集、评价集、决策集等），它们的元素个数和名称均可根据实际问题的需要和决策人主观确定。实际中，很多问题的因素评判集都是模糊的，

参赛队号#1316

因此，综合评判应该是 V 上的一个模糊子集

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_m) \in F(V)$$

其中 b_k 为评判 v_k 对模糊子集 B 的隶属度：

$$\mu_B(v_k) = b_k \quad (k = 1, 2, \dots, m),$$

即反映了第 k 种评判 v_k 在综合评价中所起的作用。综合评判 B 依赖于各因素的权重，即

它应该是 U 上的模糊子集 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n) \in F(U)$ ，且 $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ ，其中 a_i 表示第 i 种因素的

权重。于是，当权重 A 给定以后，则相应地就可以给定一个综合评判 B 。

模糊综合评价的一般步骤为：

(1) 确定因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ ；

(2) 确定评判集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ ；

(3) 确定模糊评判矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times m}$ ：

首先，对每一个因素 u_i 做一个评判 $f(u_i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$)，则可以得 U 到 V 的一个模糊映射 f ，即：

$$f: U \rightarrow F(V), u_i \mapsto f(u_i) = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}) \in F(V).$$

然后，由模糊映射 f 可以诱导出模糊关系 $R_f \in F(U \times V)$ ，即

$$R_f(u_i, v_j) = f(u_i)(v_j) = r_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m).$$

因此，可以确定出模糊评判矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times m}$ ，而且称 (U, V, R) 为模糊综合评判模型， U ， V ， R 成为该模型的三要素。

(4) 综合评判：对于权重 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n) \in F(U)$ ，用模型 $M(\wedge, \vee)$ 取最大—最小合成运算，可以得到综合评判

$$B = A \circ R \quad (\text{或 } b_j = \bigvee_{i=1}^n (a_i \wedge r_{ij}) \quad j = 1, 2, \dots, m)$$

注：关于评判集 V 的权重 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 的确定在综合评判中起重要的作用，通常情况下可以有决策人凭经验给出，但往往带有一定的主观性。要从实际出发，或更客观地反映实际情况可采用专家评估法、加权统计法和频数统计法，或更一般的模糊协调决策法、模糊关系方法等来确定。

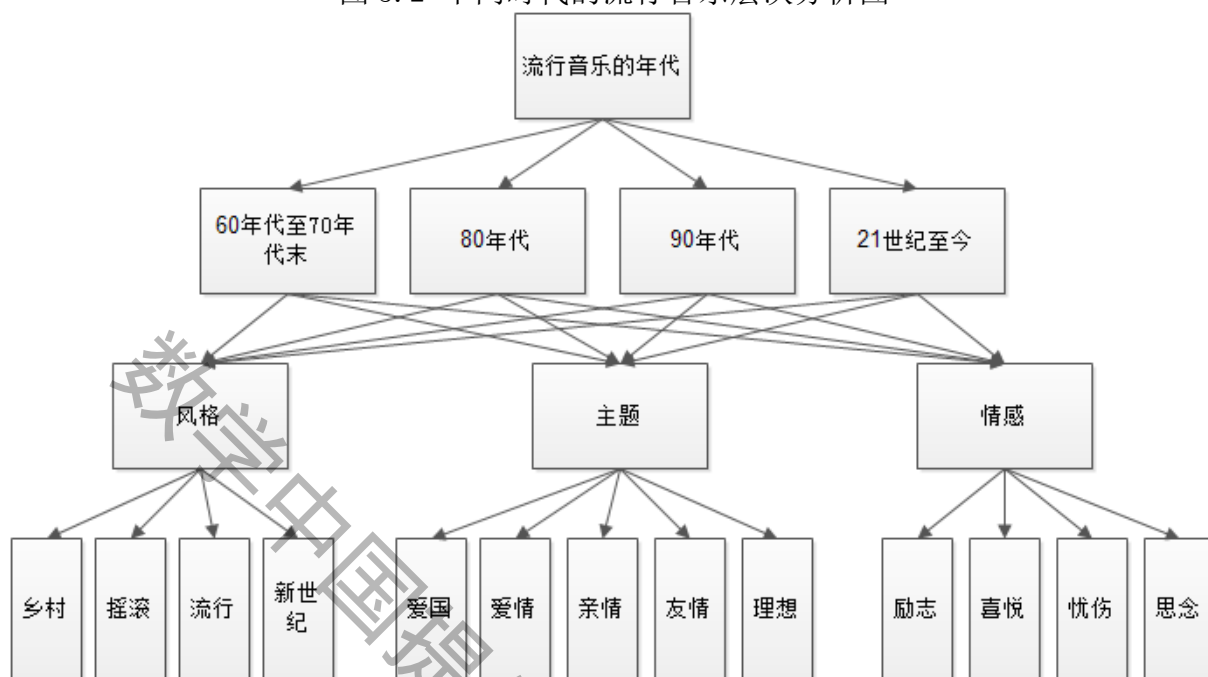
5.1 模型的建立与求解

我们将不同年代的流行音乐定位目标层，60 年代至 70 年代末、80 年代、90 年代、21 世纪至今这四个时期为准则层；将风格、主题、情感定义为子准则层；考虑到中国内地音乐的实际情况，将风格下属的流行、乡村、摇滚、新世纪这四个元素、主题下属的爱国、爱情、亲情、友情、理想这五个元素及情感下属的喜悦、忧伤、励志、思念这四

参赛队号#1316

个元素分别定为方案层。层次分析图如图 5.2 所示。

图 5.2 不同时代的流行音乐层次分析图



本模型的研究更关注于实际应用，所以选取整首音乐作为研究对象。数据集共 4 的时间阶段，分别是 60 年代至 70 年代末、80 年代、90 年代、21 世纪至今。其中，每个时间阶段由 30 首对应时期的经典流行音乐组成。这些音乐是根据百度音乐、酷狗音乐、酷我音乐、QQ 音乐及 Last.fm 等大型音乐网站列出的时代经典歌曲，并在上面免费下载获得音乐及相应音乐标签。

为了获得方案集的数据，我们对每个时代的歌曲选取了 30 首经典流行歌曲进行统计（时间有限，理论上 100 首为宜）。由于每首歌曲都是经过随机筛选，从而所选歌曲的特点具有普遍性和代表性，因此这种选取方案是可行的。

对每个年代的流行歌曲按风格进行分类，得到不同的音乐风格在总体中所占的比重。结果如表 5.2 所示。

表 5.2 各年代流行音乐中不同音乐风格的比重

	音乐风格			
	流行	乡村	摇滚	节奏布鲁斯
60年代-70年代末	0.233	0.767	0.100	0.000
80年代	0.467	0.433	0.100	0.000
90年代	0.667	0.133	0.133	0.067
21世纪-今	0.600	0.167	0.167	0.033

由表 5.2 可知，60 年代至 70 年代末，流行音乐中以乡村为风格的音乐占极大比重，其它风格的音乐所占比重则很少；但随着时间的发展，90 年代及 21 世纪，流行音乐中各种风格所占比重趋于均匀。也就是说，改革开放以前，中国的流行音乐形式只有流行和乡村这两种，而且乡村风格（民歌）所占比例很大。到了改革开放以后，出现了摇滚乐，到九十年代出现了布鲁斯的音乐风格。

参赛队号#1316

这说明，从 60 年代开始，流行音乐在风格方面从单一化慢慢发展成丰富多元化。

对每个年代的流行歌曲按主题进行统计分类，得到不同的音乐主题在总体中所占的比重。结果如表 5.3 所示。

表 5.3 各年代流行音乐中不同音乐主题的比重

	音乐风格				
	爱国	爱情	亲情	友情	理想
60年代-70年代末	0.600	0.267	0.000	0.033	0.000
80年代	0.333	0.333	0.000	0.000	0.333
90年代	0.100	0.533	0.067	0.167	0.133
21世纪-今	0.033	0.800	0.033	0.033	0.100

观察表 5.3，我们发现音乐表达的主题也随时间而有明显的改变。60 年代至 70 年代末，也就是改革开放以前，歌颂党、歌颂祖国等具有强烈爱国主义情怀的歌曲约占 60%；同一时期，歌颂友情、爱情的也有很多，但同比却远低于爱国歌曲所占比重的。而到了 80 年代，随着改革开放的大潮涌来，人们逐渐接受更多元化的思想，流行歌曲的主题中关于爱国、爱情及理想的歌曲也呈现三足鼎立的局面，各占 1/3。到了九十年代，以爱情为主题的歌曲超过以爱国为主题的歌曲比重，成为流行歌曲中最受欢迎的表现主题。进入到 21 世纪，在中国共产党的带领下，人们的生活水平有了进一步的提高，中国加入了世界贸易组织，并且“全球化”的思想深入百姓心中。这一时期，以爱情为主题的歌曲相较于以前，明显增加很多，占到 0.8。而以爱国为主题的歌曲却只占 0.033，这远远低于 90 年代之前的数字水平。

对每个年代的流行歌曲按情感进行统计分类，得到不同的音乐情感在总体中所占的比重。结果如表 5.4 所示。

表 5.4 各年代流行音乐中不同音乐情感的比重

	音乐风格			
	喜悦	思念	忧伤	励志
60年代-70年代末	0.633	0.167	0.067	0.133
80年代	0.533	0.100	0.100	0.267
90年代	0.267	0.100	0.500	0.133
21世纪-今	0.100	0.267	0.567	0.067

观察表 5.4，发现随着时代的改变，音乐表达的情感同样发生了很大的变化。在 60 年代至 70 年代末，歌曲的情感多为喜悦，表达思念、励志等情感的歌曲则相对较少，其中，表达忧伤的情感的歌曲所占比重最少，只有 0.067。在 80 年代，欢快的比例开始下降，但还是主旋律，占 0.533，忧伤的比例开始上升，但也不是很明显，占 0.1，励志的比例有所增加。到了 90 年代，忧伤的比例迅速增加到 0.5，成为流行歌曲表达的主要情感，喜悦的比例下降到 0.267，思念的比例基本保持不变。21 世纪以来，忧伤的比例继续增加，但增幅不大，表现思念的比例增加超过了喜悦。

模糊评价法不仅可以对评价对象按综合分值的大小进行评价和排序，而且还可根据模糊评价的值按最大隶属度原则去评定对象所属的等级。

应用模糊评价法，首先要确定一套评价指标体系。

参赛队号#1316

综合评价指标体系模型根据上文分析，在建立了评价指标体系后，用通常的方法，分步进行模型的建立。

a. 建立评价指标集、权重指标集并定义评语集

在这里权重可以理解为每个子因素指标对上一级指标的相对影响程度。定义主因指标集为 $X = (X_1, X_2, X_3)$ ，其中， X_1 为风格、 X_2 为主题、 X_3 为情感。相应的权重集为 $A = (A_1, A_2, A_3)$ ，分别代表风格、主题、情感这三个要素在流行音乐中所占的比重。定义子因素层指标集为 $X_k = (X_{k_1}, X_{k_2}, \dots, X_{k_s})$ ，($k=1,2,3$)，例如 X_{1_i} ($i=1,2,\dots,s$) 表示风格的评价因子集。相应权重集为 $A_k = (A_{k_1}, \dots, A_{k_s})$ 。通过上面层次分析法的运用，我们已经求出几个层次中的权重。

定义评语集为 $W = (W_1, W_2, W_3, W_4)$ ，其中 W_j ($j=1,2,3,4$) 分别表示评语为属于60年代至70年代末、80年代、90年代、21世纪至今这四个时期。

b. 评判矩阵的确定

从 X_k 到 W 的模糊评价矩阵为

$$R_k = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \end{bmatrix}$$

其中 r_{ij} ($i=1,2,\dots,s; j=1,2,3,4$)， r 表示子因素层指标 U_{k1} 对于第 j 级评语 W_j 的隶属度。 r_{ij} 的值可由德尔菲法确定，得到对于指标 U_{k1} 有 W_{11} 个 W_1 级评语， W_{12} 个 W_2 级评语， W_{13} 个 W_3 级评语， W_{14} 个 W_4 级评语，则对于 $\sum_j^4 W_{ij} \neq 0$ 有

$$r_{ij} = \frac{W_{ij}}{\sum_j^4 W_{ij}} \quad (1)$$

c. 模糊变换及模糊综合评价模型的建立

(1) 确定风格，主题和情感的权向量。通过大量的数据分析，给出矩阵

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0.5 & 1 & 1 \\ 0.5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

通过 *matlab* 求解它的特征值为 $\lambda = 3$ ，特征向量为

$$A = [0.8165, 0.4182, 0.4082],$$

对其进行归一处理得

参赛队号#1316

$$A = [0.500, 0.250, 0.250]。$$

然后，对所得权值进行检验：随机抽取 10 首歌曲，用现有的权向量进行检验。定义 $C.R.$ 为一致性比例，其计算方法为

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

当 $C.R. < 0.1$ 时，认为判断矩阵的一致性是可以接受的。其中，平均随机一致性指标 $R.I.$ 可以通过查表得出。而一致性指标 $C.I.$ ，通常使用的方法是由

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

得到。

式中 λ_{\max} 为判断矩阵的最大特征向量， λ_{\max} 的算法可由 *matlab* 软件计算得出，特征值 λ_{\max} 的计算均由 *matlab* R2006 软件计算得。

现在矩阵的 $C.I. = 0$ ， $C.R. = 0 < 0.1$ ，满足一致性要求，这说明我们所假设的矩阵在一致性上满足要求。

(2) 先对各子因素层指标 U_{k1} 的评价矩阵 R_k 作模糊运算，合成关系，得到总因素层指标 X_k 对于评语集 W 的隶属向量 B_k 。

$$B_k = A_k \cdot R_k = (b_{k1}, b_{k2}, b_{k3}, b_{k4}) \quad (2)$$

这其中，很重要的一步是选择适当的合成算法，常用的两种算法是加权平均型和因素突出型。在实际应用中，现实问题的性质决定算子的选择。

(3) 记

$$R = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

再对 R 进行模糊变换，即得到目标层指标 X 对于评语集 W 的隶属向量 B ：

$$B = A \bullet R = (b_1, b_2, b_3, b_4) \quad (3)$$

式(3)即为精简的模糊综合评价模型

d. 评价结果

在模糊综合评价模型中，当 $\sum_j b_j \neq 1$ 时，归一化处理可以使结果更加清晰明了，即令 $\bar{b}_j = b_j / \sum_j b_j$ 得到：

参赛队号#1316

$$\bar{B} = (\bar{b}_1, \bar{b}_2, \bar{b}_3, \bar{b}_4) \quad (4)$$

式(4)即是该模型的结果，也即目标层指标 X 对于评价集 W 的隶属向量。 \bar{b}_1 、 \bar{b}_2 、 \bar{b}_3 、 \bar{b}_4 分别表示 X 对于评语 W_1, W_2, W_3, W_4 的隶属度。我们还可以得到某一首歌属于每一个年代等级的程度。但由于评价中权重的确定是根据主观赋权法，所得数值不能反映绝对水平，仍应和定性方法结合在一起综合讨论。

为了获得方案集的数据，我们对每个时代的歌曲选取了30首经典流行歌曲进行统计（时间有限，理论上100首为宜）。由于每首歌曲都是经过随机筛选，从而所选歌曲的特点具有普遍性和代表性，因此这种选取方案是可行的。

由抽取统计的数据计算可得：

第一个主因素即音乐风格下的各个子因素进行评分，收集到的单因素评价数据如下：

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.233 & 0.667 & 0.100 & 0.000 \\ 0.467 & 0.433 & 0.100 & 0.000 \\ 0.667 & 0.133 & 0.133 & 0.067 \\ 0.600 & 0.167 & 0.167 & 0.033 \end{bmatrix}$$

$$\text{则 } B_1 = A_1 \bullet R_1 = [0.370 \quad 0.406 \quad 0.398 \quad 0.397]$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.600 & 0.267 & 0.000 & 0.033 & 0.000 \\ 0.333 & 0.333 & 0.000 & 0.000 & 0.333 \\ 0.100 & 0.533 & 0.067 & 0.167 & 0.133 \\ 0.033 & 0.800 & 0.033 & 0.033 & 0.100 \end{bmatrix}$$

$$\text{则 } B_2 = A_2 \bullet R_2 = [0.296 \quad 0.297 \quad 0.316 \quad 0.413]$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.633 & 0.167 & 0.067 & 0.133 \\ 0.533 & 0.100 & 0.100 & 0.267 \\ 0.267 & 0.100 & 0.500 & 0.133 \\ 0.100 & 0.267 & 0.567 & 0.067 \end{bmatrix}$$

$$\text{则 } B_3 = A_3 \bullet R_3 = [0.306 \quad 0.296 \quad 0.285 \quad 0.271]$$

综上，

$$R = \begin{bmatrix} 0.370 & 0.406 & 0.398 & 0.397 \\ 0.296 & 0.297 & 0.316 & 0.413 \\ 0.306 & 0.296 & 0.285 & 0.271 \end{bmatrix}$$

参赛队号#1316

所以 $B = A/c \cdot R = [b_1, b_2, b_3, b_4]$ ，取 $b = \max(b_1, b_2, b_3, b_4) = b_k$ ，其中 $k = 1, 2, 3, 4$ ，则所判断的歌曲评语为 W_k 。

从而得出60年代至70年代末，风格、主题、情感三种因素对流行歌曲的影响程度分别为0.370、0.296、0.306。同样可以得到这三种因素在其它年代的比重。结果如表5.5所示。

表5.5 三种因素在不同年代对流行音乐的影响程度

	60年代-70年代末	80年代	90年代	21世纪-今
风格	0.37	0.406	0.398	0.397
主题	0.296	0.297	0.316	0.413
情感	0.306	0.296	0.285	0.271

5.2 模型的验证

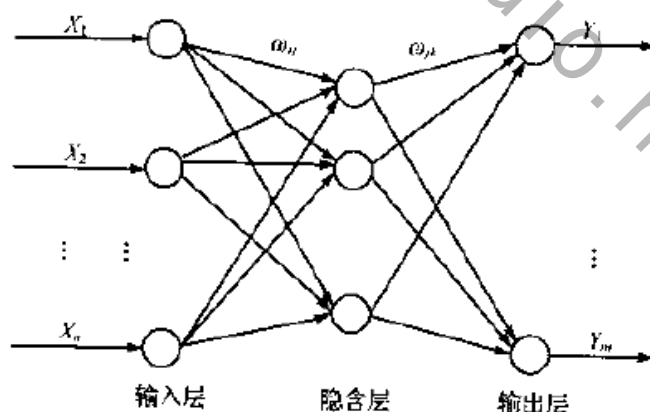
要分析一首歌的年代，就要从它的风格、主题、情感三个方面运用逐层分析法确定其对应的年代。

当我们对一首歌进行风格分析时，为了结果的准确性，我们建立了BP神经网络模型。

为了方便理解，下面介绍BP神经网络的相关知识。

BP神经网络是一种多层前馈神经网络，该网络的主要特点是信号前向传递，误差反向传播。在前向传递中，输入信号从输入层经隐含层逐层处理，直至输出层。每一层的神经元状态只影响下一层神经元状态。如果输出层得不到期望输出，则转入反向传播，根据预测误差调整网络权值和阈值，从而使BP神经网络预测输出不断逼近期望输出。BP神经网络的拓扑结构如图5.2所示。

图5.2 BP神经网络的拓扑结构



在图5.2中， X_1, X_2, \dots, X_n 是BP神经网络的输入值， Y_1, Y_2, \dots, Y_m 是BP神经网络的预测值， w_{ij} 和 w_{jk} 是BP神经网络权值。从图中可以看出，BP神经网络可以看成是一个非线性函数，网络输入值和预测值分别为该函数的自变量和因变量。当输入节点数为 n ，输出节点数为 m 时，BP神经网络就表达了从 n 个自变量到 m 个因变量的函数映射关系。

BP神经网络预测前首先要训练网络，通过训练使网络具有联想记忆和预测能力。BP

参赛队号#1316

神经网络有如下几个步骤。

步骤 1：网络初始化。根据系统输入输出序列 (X, Y) 确定网络输入层节点数 n ，隐含层节点数 l ，输出层节点数 m ，初始化输入层 \ 隐含层和输出层神经元之间的连接权值 w_{ij} ， w_{jk} ，初始化隐含层阈值 b ，给定学习速率和神经元激励函数。

步骤 2：隐含层输出计算。根据输入向量 X ，输入层和隐含层间连接权值 w_{ij} 以及隐含层阈值 a ，计算隐含层输出 H 。

$$H_j = f(\sum w_{ij}x_i - a_j) \quad j=1,2,\dots,l;$$

表达式中， l 为隐藏层结点数， f 为隐藏层激励函数，该函数有多种表达形式，例如：

$$f(x) = \frac{1}{1+e^x}$$

步骤 3：输出层输出计算。根据隐含层输出 H ，连接权值 w_{jk} 和阈值 b ，计算 BP 神经网络预输出 O 。

$$O_k = \sum_{j=1}^k H_j w_{jk} - b_k \quad k=1,2,\dots,m;$$

步骤 4：误差计算。根据网络预测输出 O 和期望输出 Y ，计算网络预测误差 e 。

$$e_k = Y_k - O_k \quad k=1,2,\dots,m$$

步骤 5：权值更新。根据网络预测误差 e 更新网络连接权值 w_{ij}, w_{jk} 。

$$w_{ij} = w_{ij} + \eta H_j (1 - H_j) x(i) \sum_{k=1}^m w_{jk} e_k \quad j=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,l$$

$$w_{jk} = w_{jk} + \eta H_j e_k \quad j=1,2,\dots,l; k=1,2,\dots,m$$

式中， η 为学习效率。

步骤 6：阈值更新。根据网络预测误差 e 更新网络节点阈值 a, b 。

$$a_j = a_j + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m w_{jk} e_k \quad j=1,2,\dots,l$$

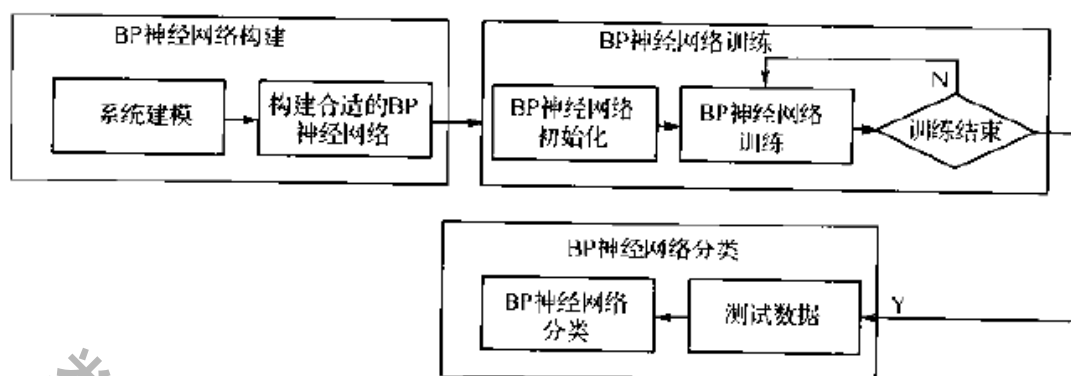
$$b_k = b_k + e_k \quad k=1,2,\dots,m$$

步骤 7：判断算法迭代是否结束，若没有结束，返回步骤 2

BP 神经网络算法流程用图形表示如图 5.3：

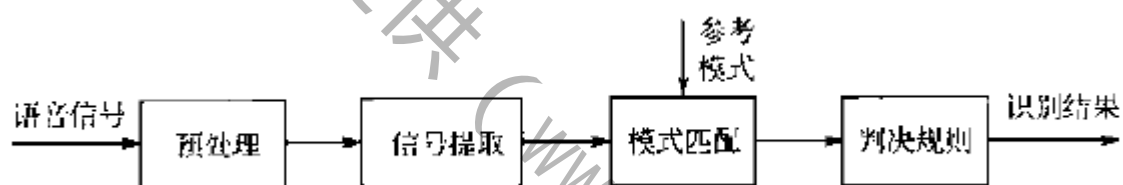
参赛队号#1316

图 5.3 BP神经网络算法流程图



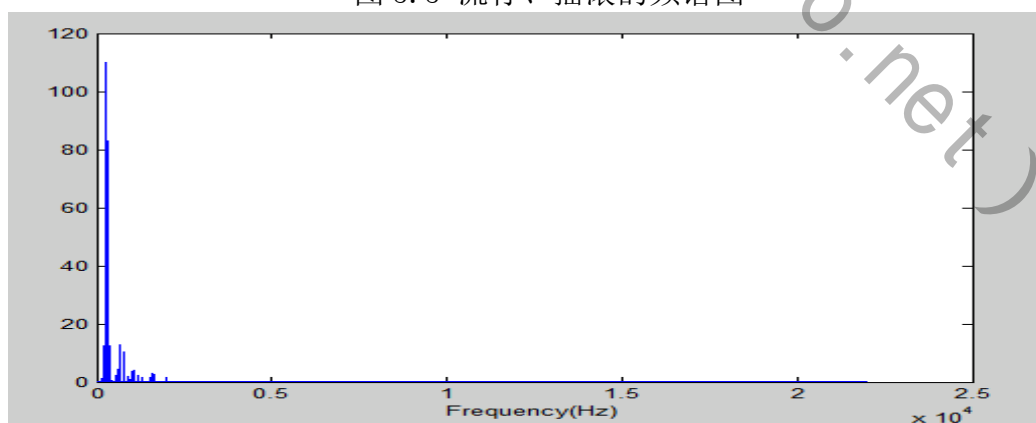
将待识别音乐转化为电信号后输入识别系统，经过预处理后用数学方法提取音乐特征信号，提取出的音乐特征信号可以看成该段音乐的模式。然后将该段音乐模型同已知参考模型相比较，获得最佳匹配的参考模式为该段音乐的识别结果。音乐识别流程如图 5.4 所示。

图 5.4 语音识别流程图



本题中，我们选取了具有各种特征的不同类型音乐，用 BP 神经网络对这些音乐进行效果分析。将音频文件导入 *matlab*，从而得到音频的频谱和波形结果，如图 5.5、5.6 所示。

图 5.5 流行、摇滚的频谱图



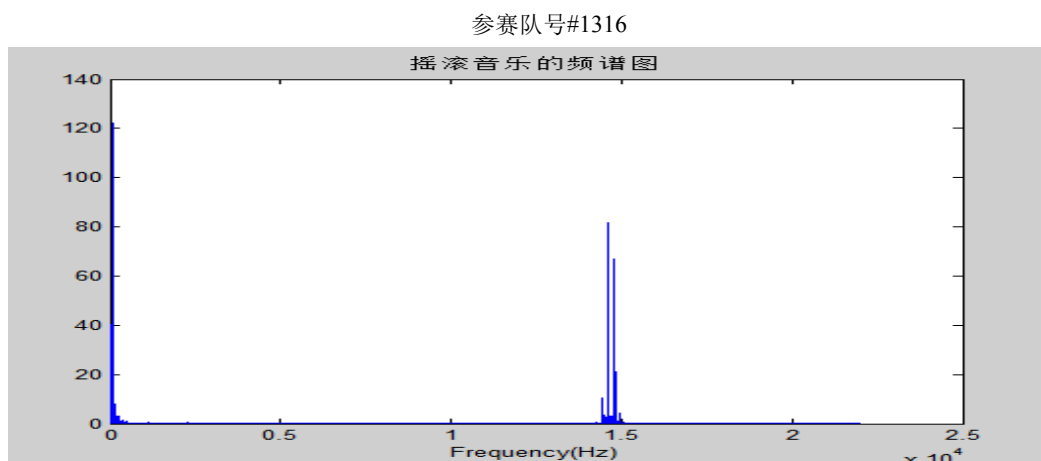
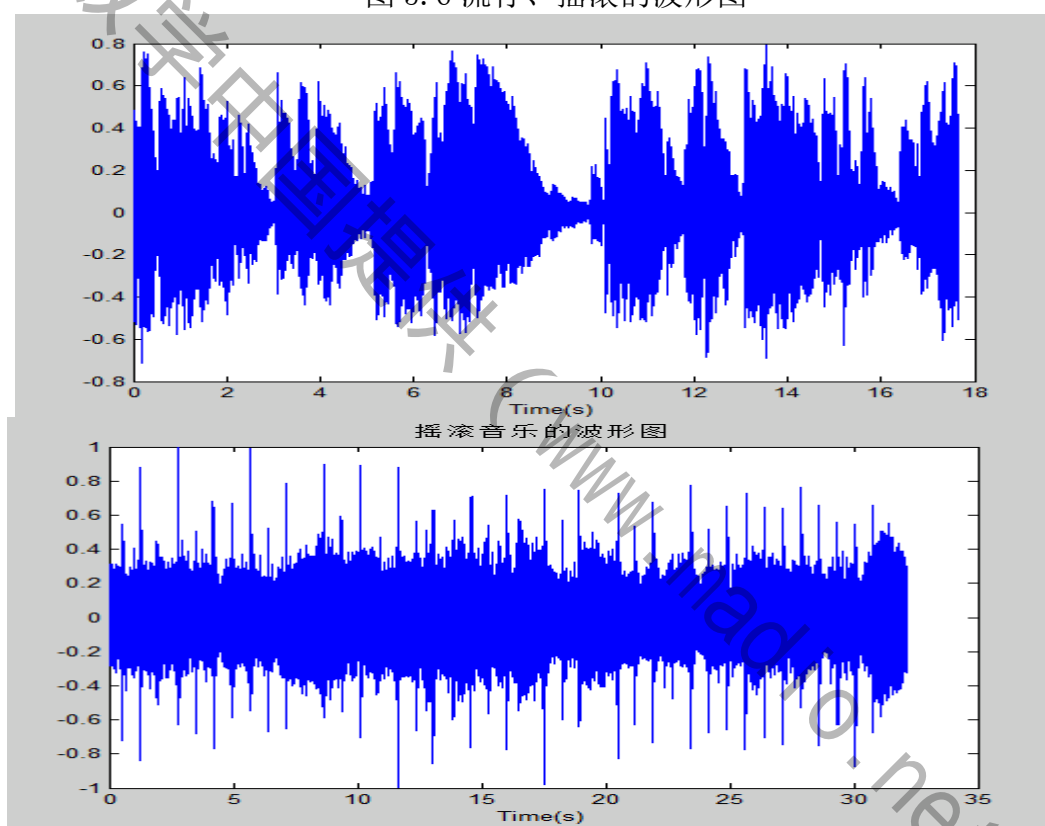


图 5.6 流行、摇滚的波形图



由图 5.8 和 5.9 可知，不同风格的流行音乐的频谱和波形图差别明显且各有特征。从而利用这一特点对音乐按风格进行分类。

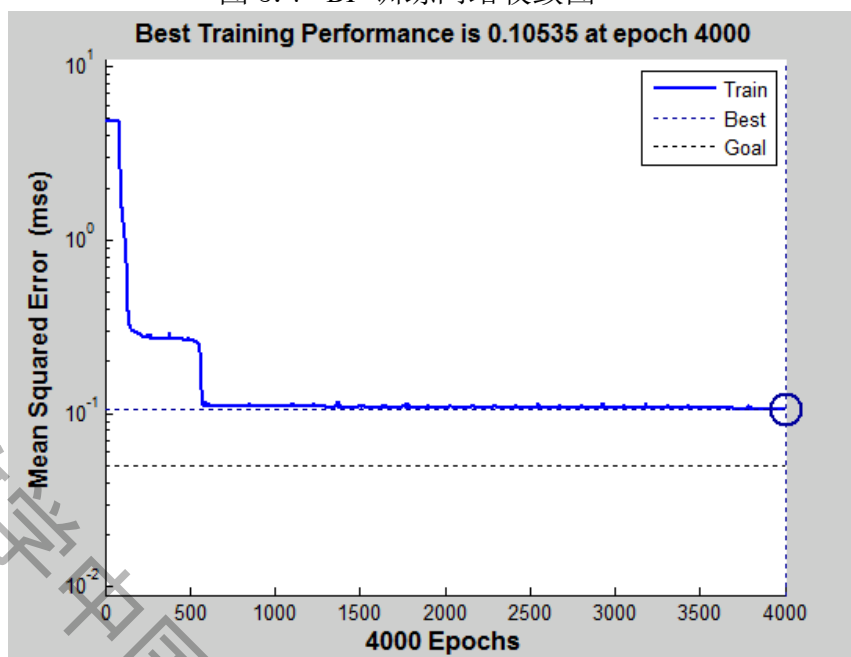
选取了流行、摇滚这两种类型的音乐各 5 首作为训练样本，用样本数据训练 BP 神经网络，在训练过程中根据网络预测误差调整网络的权值和阈值。

训练网络时，应用了 Matlab 神经网络工具箱中的 BP 网络的构建函数 `newff`、训练算法采用学习率可变的动量 BP 算法、学习函数使用 `learngdm`。

BP 训练网络收敛图见图 5.7

参赛队号#1316

图 5.7 BP 训练网络收敛图



由上图可知，网络很快收敛。

网络输出：

$a =$

-1 -1 -1 -1 -1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1

可见，网络准确记忆力样本的分类。证明我们按照高潮部分提取音乐特征值的方法是正确的。因此，采用这个样本数据进行训练的BP神经网络是正确的。

基于以上分析，随机在音乐网站上找60至70年代末、80年代、90年代、21世纪这四个时期各10首歌，用作检验。步骤如下：

1，通过matlab软件分析它们的频谱和幅度，通过它们的特征找出相对应的风格。（代码见附录）。

2，通过它们的歌词分，流行歌曲所要表达的主题和情感。

3，从第一步骤中所得的矩阵里取出相应标签的向量，组合成一个新的矩阵。然后用这个矩阵乘以其相应权重。将得到一个列向量，用以表示的是测试歌曲属于各个时代的比重（权重），最终取值为权值最高者所对应的年代。将分类结果与百度音乐、酷狗音乐等大型音乐网站所给出的时代标签进行对比，从而可以得到分类结果的正确性。

验证结果的正确率（百分比）如表5.6所示。

表 5.6 各年代歌曲分类正确率

时代	60年代-70年代末	80年代	90年代	21世纪-今
正确率	80%	70%	70%	80%

六 模型的评价和改进

问题的第一部分，用到了层次分析法和模糊评价模型。层次分析法是一种定性和定量相结合的、系统化的、层次化的分析方法。这种方法运用十分广泛，多用于评价和决

参赛队号#1316

策问题。本题中我们通过运用层次分析来研究各个因素对音乐年代的影响，从而对音乐的年代进行归类。模糊评价模型是模糊数学中应用比较广泛的一种方法，在对音乐进行判断年代的事务中，巧合年代作为模糊评价的评语，而影响评价的因素作为因子集。符合模糊综合评价方法的应用条件，并能得到准确的结果。

但是基于层次分析法的模糊评价模型也存在不足的问题，比如我们权向量的确定可能不是很准确，只能通过检验，尽量减少误差。由于我们对音乐知识认识的有限，有关音乐的专业分类标准不是很了解，导致我们因子集的确定不是相当正确。

针对以上的分析，我们提出如下的模型改进方案：

1，在确定各个时期音乐风格、主题和情感是选取更多的随机样本，这样可以最大程度的避免巧合抽到某一类音乐的可能性，从而保证模型结果的正确性。

2，选取更多的影响因素作为考虑因素。这样能使我们的结果更有说服力。

七 模型的推广

我们的模型主要以“层次分析模型”为基础，层次分析模型在 T. L. Saaty 正式提出之后，由于他在处理复杂的决策问题上的实用性和有效性，很快就在世界范围内得到普遍的重视和广泛的应用。二三十年来，它的应用已经遍及经济计划和管理、能源政策分配、行为科学、军事指挥、运输、农业、教育、人才、医疗、环境等领域。从处理问题的类型看，主要是决策、评价、分析、预测等。所以这个模型很快为广大的应用数学工作者和有关领域的技术人员所接受，得到了成功的应用。

模糊综合评价方法是模糊数学中应用的比较广泛的一种方法。在对某一事务进行评价时常会遇到这样一类问题，由于评价事务是由多方面的因素所决定的，因而要对每一因素进行评价；在每一因素作出一个单独评语的基础上，如何考虑所有因素而作出一个综合评语，这就是一个综合评价问题。模糊综合评价指标模型可用于水质污染情况分析，对不同的污染指标进行加权计算；也可以应用于对公司业绩的评价，通过对不同方面的加权得出一个人对公司的贡献度，以此依据来发放工资。

相关分析研究的是现象之间是否相关、相关的方向和密切程度，一般不区别自变量或因变量。而回归分析则要分析现象之间相关的具体形式，确定其因果关系，并用数学模型来表现其具体关系。比如说，从相关分析中我们可以得知“质量”和“用户满意度”变量密切相关，但是这两个变量之间到底是哪个变量受哪个变量的影响，影响程度如何，则需要通过回归分析方法来确定。利用回归的这一特性，可以用于预测体系，找出影响预测目标的各因素，并用数学方法找出这些因素与预测目标之间的函数关系的近似表达，再利用样本数据对其模型估计参数及对模型进行误差检验，一旦模型确定，就可利用模型，根据因素的变化值进行预测。

八 参考文献

- [1] 韩中庚 《数学建模方法及其应用》，北京，高等教育出版社，2005年；
- [2] 姜启源、谢金星 叶俊 《数学模型》，北京，高等教育出版社，2003年；
- [3] 赵静、但琦 《数学建模与数学实验》，北京，高等教育出版社，2008年；
- [4] 费培之、程中媛 《数学模型实用教程》，成都，四川大学出版社，1998年；
- [5] 陈凯、王佳、徐士彪 《音乐分类器及其 Matlab 实现》，中国科技论文在线，
<http://www.paper.edu.cn>；

参赛队号#1316

- [6] 许洪范 《数学建模教程》，北京，国防工业出版社，2007年；
- [7] Frank R. Giodano、Maurice D. Weir、William P. Fox 《A Frist course in Mathematical Modeling》，北京，机械工业出版社，2006年；
- [8] 张晓 《流行的中国风——浅谈当下中国风歌曲的创作特点》，大众文艺，出版日期不详；
- [9] 郑敏 《从音乐奖项格局中看中国流行音乐发展之属性——以音乐传播学视角》，黄钟——武汉音乐学院学报，2005年02期；
- [10] 杨景春 《流行歌曲歌词创作要素漫谈》，荆楚理工学院学报，2009年6月第24卷第6期。

九 附录

1, Paint.m

```
%画出频谱图和波形图
[y,Fs,bits]=wavread('lyao.wav');%读出信号，采样率和采样位数。
y=y(:,1);
sigLength=length(y);
Y = fft(y,sigLength);
Pyy = Y.* conj(Y) / sigLength;
halfLength=floor(sigLength/2);
f=Fs*(0:halfLength)/sigLength;
figure;plot(f,Pyy(1:halfLength+1));
title('摇滚音乐的频谱图');
xlabel('Frequency(Hz)');%频谱图
t=(0:sigLength-1)/Fs;
figure;plot(t,y);
title('摇滚音乐的波形图');%波形图
xlabel('Time(s)');
```

2, Feature_Exact.m

%这是提取特征值函数，返回值为各个端点之间距离的平均值和方差。

```
function [ FileName,mean_value,variance ] = Feature_Extract( FileName )
%UNTITLED2 Summary of this function goes here
% Detailed explanation goes here
[F,Fs,bits]=wavread(FileName,20*44100);%读入波形函数
time=20;%采样时间
T=1:time*Fs;%采样时间轴
Wave=F(T);
Wave=Wave/max(abs(Wave));%数据统一化处理
WLen=length(T);
```

```
winlen=2^nextpow2(Fs*20/1000);
```

参赛队号#1316

```

dupwin=2^nextpow2(Fs*5/1000);
stepwin=winlen-dupwin;
E=zeros(WLen-stepwin,1);%初始化能量矩阵
for i=1:stepwin:WLen-stepwin%计算帧能量 FE
    xm=Wave(i:i+stepwin);
    E(i)=sum(xm.*xm);
end

E0=[E zeros(length(E),1)];

E0=setxor(E0(:,1),0);
j=1;
for i=1:length(E)%记录帧的位置
    if E(i)>0
        E0(j,1)=E(i);
        E0(j,2)=i;
        j=j+1;
    end
end

Emin=min(E0(:,1));%计算帧能量的最小值
Emax=max(E0(:,1));%计算帧能量的最大值
Emean=mean(E0(:,1));
lamda=0.5;%设定静止阈值
Ttfe=Emin+lamda*(Emean-Emin);
for i=1:length(E0(:,1))%屏蔽 E0 中对帧能量小于静止阈值的值
    if E0(i,1)<Ttfe
        E0(i,1)=0;
    end
end

FER=ones(length(E0(:,1)),2);%初始化帧能量比例矩阵
for i=1:(length(E0(:,1))-1)%计算帧能量比
    if(and(E0(i,1),E0(i+1,1)))%若当前帧与后一帧都不为 0
        FERa=E0(i+1,1)/E0(i,1);
        FERb=E0(i,1)/E0(i+1,1);
        FER(i,1)=max(FERa,FERb);
        FER(i,2)=E0(i,2);
    end
end

level=mean(FER(:,1));%设定高潮阈值
result0=zeros(length(FER(:,2)),1);%初始化结果矩阵
j=2;
if FER(1,1)-level>0
    result(1)=FER(1,2);
end%过滤出高潮端点

for i=2:length(FER(:,2))-1

```


参赛队号#1316

```

        if FER(i,2)-level>0
            if FER(i-1,2)-level<0
                result0(j)=FER(i,2);
                j=j+1;
            end
        end
    end
end

result0=setxor(result0,0);%删除多余的 0 元素
result=zeros(length(result0)-1,1);
for i=1:length(result0)-1
    result(i)=result0(i+1)-result(i);
end
charaction=zeros(size(result));
for i=1:length(result)-1
    charaction(i)=result(i+1)-result(i);
end

result=charaction;
%特征分析
FileName;
u=mean(result);
d=var(result);
disp([FileName])

disp(['均值: ' num2str(u) ' 方差:' num2str(d)]);%输出结果
mean_value=u;
variance=d;
end

```

3, Analyse_Wave.m

```

%分析曲目的脚本
i=1;
TS=zeros(12,3);
FileNameList={
    '1.wav'
    '2.wav'
    '3.wav'
    '4.wav'
    '5.wav'
    '1gu.wav'
    '2gu.wav'
    '3gu.wav'
    '4gu.wav'
    '5gu.wav'
    '1yao.wav'
    '2yao.wav'
    '3yao.wav'
    '4yao.wav'

```

参赛队号#1316

```
'5yao.wav'
};
for i=1:5
    FileName=FileNameList(i);
    FileName=cell2mat(FileName);
    [FN,u,v]=Feature_Extract(FileName);
    TS(i,:)=[u,v,-1];
end

for i=6:10
    FileName=FileNameList(i);
    FileName=cell2mat(FileName);
    [FN,u,v]=Feature_Extract(FileName);
    TS(i,:)=[u,v,0];
end

for i=11:15
    FileName=FileNameList(i);
    FileName=cell2mat(FileName);
    [FN,u,v]=Feature_Extract(FileName);
    TS(i,:)=[u,v,1];
end

T=TS(:,3);
P=TS(:,1:2);
P=P';
T=T';
pr=[min(TS(:,1)) max(TS(:,1)); min(TS(:,2)) max(TS(:,2))];
net=newff(pr,[60,1],{'logsig','purelin'},'traingdx','learnngdm');
net.trainParam.epochs=4000;
net.trainParam.goal=0.05;
net.trainParam.show=100;
net=train(net,P,T);

a=sim(net,P);
for i=1:length(a)
    if(a(i)>0.5)
        a(i)=1;
    elseif a(i)<=-0.5
        a(i)=-1;
    else
        a(i)=0;
    end
end
end

a
```

参赛队号#1316

4, 60年代-70年代末流行歌曲统计

序号	歌曲名	风格	主题	情感
1	边疆处处赛江南	乡村	爱国	欢快
2	北京的金山上	乡村	爱国	欢快
3	送别	乡村	爱情	思念
4	红色娘子军	乡村	爱国	励志
5	东方红	乡村	爱国	欢快
6	驼铃	乡村	友情	思念
7	南泥湾	乡村	爱国	欢快
8	洪湖水浪打浪	乡村	爱国	欢快
9	红梅赞	乡村	爱国	欢快
10	草原上升起不落的太阳	乡村	爱国	欢快
11	打靶归来	乡村	爱国	欢快
12	学习雷锋好榜样	乡村	爱国	励志
13	离别的叮咛乡村	乡村	爱情	思念
14	马儿呀你慢些走	乡村	爱国	欢快
15	山丹丹开花红艳艳	乡村	爱国	欢快
16	烛光里的妈妈	乡村	亲情	忧伤
17	茉莉花	新世纪	爱国	欢快
18	打起鼓来唱起歌	乡村	爱国	欢快
19	北京颂歌	乡村	爱国	欢快
20	北国之春	流行	爱情	思念
21	小白杨	乡村	亲情	励志
22	绿叶对根的情谊	流行	爱情	忧伤
23	十送红军	乡村	爱国	思念
24	小城故事	流行	亲情	欢快
25	天竺少女	新世纪	爱情	欢快
26	康定情歌	流行	爱情	欢快
27	万里长城永不倒	新世纪	爱国	励志
28	牧羊曲	新世纪	爱情	欢快
29	甜蜜蜜	流行	爱情	欢快
30	美丽的草原我的家	新世纪	爱国	欢快

5, 80年代流行歌曲统计

序号	歌曲名	风格	主题	情感
1	当爱已成往事	流行	爱情	伤感、平静
2	乡恋	乡村	爱情	欢快、思念
3	难忘今宵	乡村	爱国	欢快
4	浏阳河	乡村	爱国	欢快
5	草原之夜	乡村	爱国	欢快
6	胭脂扣	乡村	爱情	忧伤
7	爱拼才会赢	流行	理想	励志、欢快

参赛队号#1316

8	初恋	流行	爱情	伤感、平静
9	我只在乎你	流行	爱情	思念
10	军港之夜	流行	爱国	平静
11	蜗牛与黄鹂	乡村	大自然	欢快
12	水中花	流行	爱情	伤感、平静
13	明天会更好	流行	爱国	欢快
14	一无所有	摇滚	爱情	励志、欢快
15	分分钟需要你	流行	爱情	欢快
16	谁能明白我	流行	理想	励志
17	莫再悲	流行	理想	励志
18	春天里	乡村	爱国	欢快
19	牧马之歌	乡村	爱国	欢快
20	野百合也有春天	流行	爱情	励志
21	爱你在心口难开	流行	爱情	欢快
22	百鸟朝凤	乡村	自然	欢快
23	雪在烧	流行	理想	励志
24	一样的月光	摇滚	理想	励志
25	山楂树	乡村	爱国	励志
26	红河谷	乡村	爱国	深情
27	是情非情	乡村	爱国	深情
28	青春啊青春	乡村	青春	欢快
29	青春舞曲	乡村	青春	欢快
30	路弯弯	摇滚	理想	欢快、励志

4, 90 年代流行歌曲统计

序号	歌曲名	风格	主题	情感
1	大海	流行	亲情	忧伤
2	飘雪	流行	爱情	怀旧
3	你的样子	流行	爱情	伤感
4	水手	流行	理想	励志
5	吻别	流行	爱情	忧伤
6	情人	流行	爱情	欢快
7	爱你	流行	爱情	忧伤
8	红日	流行	爱情	欢快
9	朋友别哭	流行	友情	忧伤
10	感恩的心	流行	爱国	感恩
11	追梦人	流行	爱情	忧伤
12	屋顶	流行	爱情	欢快
13	回家	节奏布鲁斯	亲情	忧伤
14	别怕我伤心	流行	爱情	忧伤
15	爱如潮水	流行	爱情	忧伤
16	女人花	流行	爱情	忧伤

参赛队号#1316

17	明天会更好	流行	友情	怀旧
18	祝福	乡村	友情	安静
19	窗外	流行	爱情	思念
20	好大一棵树	流行	自然	励志
21	祝你平安	流行	爱情、亲情	欢快
22	走进新时代	乡村	爱国	欢快、激昂
23	走四方	节奏布鲁斯	理想	励志
24	同一首歌	流行	友情	忧伤
25	雾里看花	流行	社会	忧伤
26	亚洲雄风	流行	爱国	励志
27	一剪梅	乡村	爱情	欢快
28	回到拉萨	乡村	亲情、爱情	思念
29	快乐老家	流行	爱情	欢快
30	同桌的你	流行	友情	忧伤

5.21 世纪-今流行歌曲统计

序号	歌曲名	风格	主题	情感
1	致青春	乡村、流行	爱情	忧伤
2	风吹麦浪	流行	爱情	思念
3	春暖花开	流行	爱情	思念
4	吻别	流行	爱情	伤感
5	烟花易冷	流行	爱情	伤感
6	我的歌声里	流行	爱情	忧伤、思念
7	这一刻爱吧	流行	爱情	思念、欢快
8	稳稳的幸福	流行	爱情	忧伤
9	因为爱情	流行	爱情	平静、思念
10	你懂得	流行	爱情	欢快、思念
11	我爱的你	流行	爱情	安静
12	北京北京	摇滚	理想	伤感
13	兄弟抱一下	流行	友情	伤感
14	我可以抱你吗	流行、乡村	爱情	伤感
15	你还爱我吗	流行	爱情	伤感
16	亲爱的路人	流行	爱情	伤感
17	我们不是说好了吗？	乡村	爱情	伤感
18	致我们终将逝去的青春	流行	爱情	伤感
19	老男孩	乡村	爱情	伤感
20	一念之间	布鲁斯	爱情	伤感
21	类似爱情	流行	爱情	伤感
22	怒放的生命	摇滚	理想	励志
23	红尘客栈	流行	爱情	思念
24	剪爱	流行	爱情	伤感
25	Running Away	摇滚	理想	励志

参赛队号#1316

26	当我想你的时候	摇滚	爱情	伤感
27	生如夏花	摇滚	爱情	思念
28	相爱有时	流行	爱情	思念
29	父亲	流行	亲情	伤感、思念
30	最炫民族风	乡村、流行	理想	欢快

数学中国提供 (www.madio.net)