

УДК 004.931 + 78.06

## ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МУЗЫКИ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ

Бойко И.Б., Звягинцева А.В.

Донецкий национальный технический университет, Украина

*В связи с субъективной природой эмоционального восприятия человека, классификация музыки по эмоциям является достаточно сложной задачей. Простого назначения одной эмоции для композиции недостаточно, так как не все люди воспринимают определенные участки композиции с одинаковыми эмоциями. В данной статье рассматривается алгоритм для классификации музыки с помощью нечетких множеств. Для каждого музыкального сегмента данный подход предопределяет с какой вероятностью этот сегмент попадает под тот или иной класс эмоций. Для этого в алгоритме предусмотрены два нечётких классификатора, которые определяют силу определённой эмоции в выбранном музыкальном сегменте. Также данные классификаторы необходимы для определения динамики изменения эмоций в композиции.*

### Введение

Музыка является неотъемлемой частью нашей жизни. С каждым днем базы музыкальных композиций растут, что влечет за собой поиск новых способов хранения, поиска и классификации этих баз. Классификация музыки по воспринимаемым эмоциям является одной из наиболее важных тематик в исследованиях данной области, так как человеческая природа восприятия эмоций довольно субъективна. Настроение во время прослушивания, окружение, личность, возраст, культурное воспитание и т.п. могут влиять на восприятие эмоций человеком. Из-за этих факторов назначение одной эмоции для целой композиции на практике является нецелесообразной [1, 2, 3].

Субъективный характер восприятия эмоций показывает, что нечеткая логика является наиболее подходящим математическим инструментом для определения эмоций. Для создания системы классификации для измерения силы эмоционального класса было предусмотрено два нечетких классификатора. На основании данных измерений можно будет узнать насколько вероятно, что определенный музыкальный сегмент принадлежит к данному классу эмоций и позволит использовать полученные результаты для отслеживания эмоций в песне.

### 1 Систематизация эмоций

В данной статье за основу описания эмоций была принята эмоциональная модель Тэйера [4]. На рис. 1 изображено двумерное пространство эмоций, которое, в свою очередь, разделено ещё на 4 сектора. Эмоции размещены на плоскости таким образом, что каждая эмоция (точка в двумерном пространстве) может быть представлена как  $2 \times 1$  вектор. Правой (левой) стороне плоскости принадлежат положительные (отрицательные)



Рисунок 1. Эмоциональная модель Тайера

эмоции, в то время как в верхней (нижней) части модели находятся энергичные (тихие) эмоции. В соответствии с данной моделью выделим четыре класса эмоций, каждому из которых будет принадлежать определенная четверть в данной плоскости эмоций.

## 2 Обзор системы классификации

Предлагаемая система классификации должна быть разделена на две части: генератор моделей (ГМ) и эмоциональный классификатор (ЭК). ГМ генерирует модели в соответствии с особенностями и характеристиками подготовленных образцов музыкальных композиций, в то время как ЭК применяет полученную модель для классификации входных образцов. Блок-схемы данного генератора и классификатора приведены на рисунках 2 и 3 соответственно.

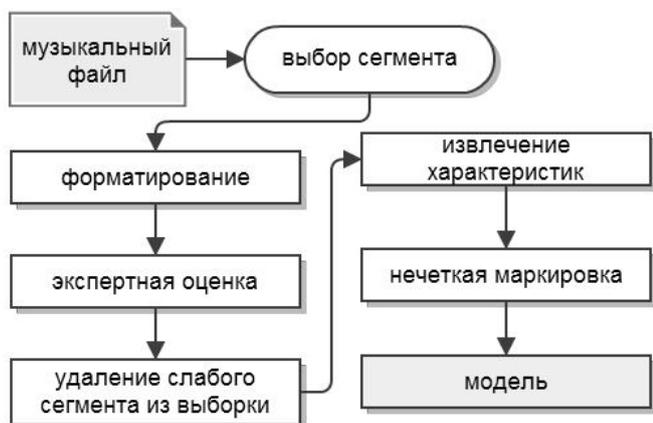


Рисунок 2. Блок-схема генератора моделей

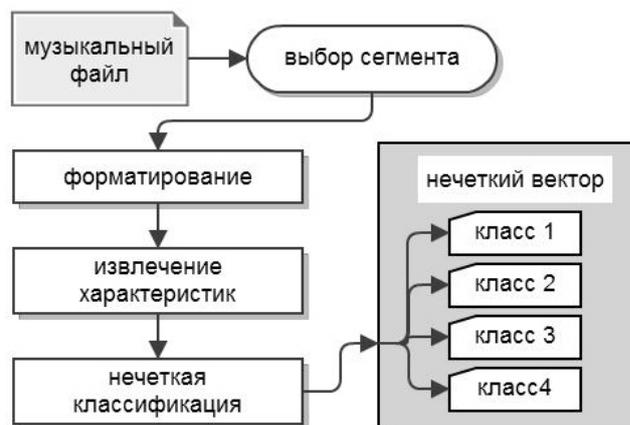


Рисунок 3. Блок-схема эмоционального классификатора

## 3 Подготовка образцов

Для создания базы входных образцов для генератора моделей необходимо отобрать около 245 сегментов популярных композиций различных жанров продолжительностью примерно 25-30 секунд, в каждом из которых будет явно выражен определённый эмоциональный класс. Затем, используя определенную группу людей провести классификацию данных музыкальных сегментов в соответствии с предложенным эмоциональным списком. Если менее половины группы назначили данному сегменту один и тот же класс эмоций, то данный сегмент считается эмоционально слабым и не

участвует в дальнейших исследованиях.

Затем необходимо будет конвертировать оставшиеся сегменты в подходящий звуковой формат для извлечения основных характеристик с помощью системы PsySound3 [5].

#### 4 Нечеткие классификаторы

По сравнению с традиционными классификаторами, которые могут назначить только один класс эмоций на входе образца, нечеткие классификаторы назначают «нечеткий вектор», который указывает на относительную силу эмоций каждого класса. Например, (0,10.0 0.8 0.1) представляет собой нечеткий вектор с наиболее высокими показателями эмоциями силы для класса 3, а (0.1 0.4 0.4 0.1) показывает эмоциональную неоднозначность между классами 2 и 3. Двусмысленность, которую отображают нечеткие векторы, очень важна, поскольку музыкальные эмоции по своей природе субъективны.

Рассмотрим два нечетких классификатора, предлагаемых для данных исследований.

##### 4.1 Нечеткий классификатор k ближайших соседей.

Классификатор k-ближайших соседей широко используется в сфере распознавания образов. Для повышения надёжности классификации входной объект относится к тому классу, которому принадлежит большинство из его соседей ближайших к нему объектов обучающей выборки. Тем не менее, как только входной выборке присваивается определённый класс, нет никаких индикаторов силы членства объекта в данном классе.

Нечеткий классификатор k-ближайших соседей [6] является комбинацией нечеткой логики и классификатора k-ближайших соседей. Он подразумевает два основных этапа для решения поставленной задачи: нечеткая маркировка, которая вычисляет нечеткие векторы подготовленных образцов (этап в ГМ), и нечеткой классификации, которая вычисляет нечеткие вектора входных выборок (этап в ЭК).

##### 4.2 Нечеткий классификатор ближайшего среднего

Для нечеткого классификатора ближайшего среднего необходимо вычислить значение каждой функции из классов в генераторе моделей по формуле

$$\mu(c, f) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N_c} F_{c,f,n} \quad (1)$$

где  $\mu(c, f)$  – значение f-й функции ( $f = 1, 2, \dots, 15$ ) в классе c ( $c = 1, 2, 3, 4$ );  $F_{c,f,n}$  – значение f-й функции в n-м сегменте в классе c, и  $N_c$  – общее количество сегментов в классе c.

#### 5 Эмоциональная классификация

После предварительной обработки входной выборки вычислим нечеткие вектора с использованием модели, созданной в ГМ. Максимальный элемент вектора выбирается в качестве окончательного решения классификации. В случае равного по силе эмоций элемента в двух или более классах, выбирается ближайший. Для дальнейшего исследования данной классификации необходимо проводить эксперименты на выборках.

## Выводы

В данной статье рассмотрена система нечеткой эмоциональной классификации музыки, которая может измерять относительную силу определенной эмоции в музыкальном сегменте. Данный нечеткий подход будет работать лучше обычных детерминированных подходов, так как включает в себя рассмотрение субъективного характера восприятия эмоций человеком.

## Список источников

- [1] Wang, M., Zhang, N., and Zhu, H., “User-Adaptive Music Emotion Recognition” Электронный ресурс. Режим доступа: <http://libra.msra.cn/Publication/50408912/user-adaptive-music-emotion-recognition>
- [2] Liu D., Lu L. and Zhang H.J. Automatic Mood Detection from Acoustic Music Data.[Электронный ресурс] Режим доступа: <ismir2003.ismir.net/papers/Liu.pdf>
- [3] Yang, D., and Lee, W., “Disambiguating Music Emotion Using Software Agents” Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ismir2004.ismir.net/proceedings/p011-page-52-paper218.pdf>
- [4] Thayer, R.E., “The Biopsychology of Mood and Arousal,” Oxford University Press, 1989.
- [5] PsySound, Электронный ресурс. Режим доступа: <http://psysound.wikidot.com/>
- [6] Keller J.M., Gray M.R. and Givens J.A. A Fuzzy kNearest Neighbor Algorithm. IEEE Trans. Syst. Man. Cybern., vol. SMC-15(4), pp. 580-585, 1985.