

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ И КОРРЕКЦИЯ МУЗЫКАЛЬНОГО ФОНА В ОБЩЕСТВЕННЫХ МЕСТАХ НА ОСНОВЕ ПСИХОАКУСТИЧЕСКИХ ДЕСКРИПТОРОВ И ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Зинковская Е.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Левченя Ж.Б. – к.т.н. доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Аргументируется влияние музыкального фона в общественных местах на поведение посетителей, ссылаясь на проведенные эксперименты. Приводится описание инструментов обработки и анализа аудиофайлов, используемых для автоматизированного подбора музыкальных плейлистов.

Ключевые слова: музыкальный фон, аудиофайл, *ffmpeg*, *librosa*, поведение посетителей, цифровая обработка сигналов, музыкальный анализ

Введение. В условиях высокой конкуренции в сфере услуг музыка рассматривается не только как фон, но и как инструмент управления поведением посетителей. Исследования показывают, что параметры музыкального сопровождения влияют на эмоциональное состояние людей, длительность их пребывания и активность [1]. Отсутствие грамотного подбора музыкального фона может негативно сказаться на бизнесе. Современный уровень цифровизации позволяет использовать специализированное программное обеспечение для анализа, коррекции и оптимального подбора музыкального сопровождения.

Основная часть. Влиянию музыки на посетителей посвящено множество исследований. Эксперимент 1980 года в супермаркете США показал, что темп музыки влияет на скорость движения посетителей: быстрый темп ускоряет передвижение, медленный – замедляет, при этом снижение скорости связано с увеличением объема продаж [1]. Аналогичные результаты получены для ресторанов и кафе: при медленной музыке посетители дольше остаются и заказывают больше напитков [2]. Исследования также показали, что музыка снижает психологические барьеры между посетителем и заведением, а жанр и национальная принадлежность композиций влияют на выбор товаров [2].

Для качественного и единообразного воспроизведения музыкального фона, необходимо обеспечить предварительную коррекцию аудио. Это возможно благодаря использованию *FFmpeg* – набора инструментов командной строки и библиотек для обработки аудио- и видеофайлов. Одним из ключевых этапов коррекции является нормализация громкости различных композиций к единому стандарту. Для этого применяется фильтр *loudnorm*, реализующий нормализацию в соответствии со стандартом *EBU R128*. Для этого могут использоваться такие параметры, как [3]:

- *i* – интегральный уровень громкости (от -70 до -5, по умолчанию -24);
- *lra* – целевой диапазон уровня громкости (от 1 до 50, по умолчанию 7);
- *tp* – максимальный уровень пикового сигнала (от -9 до 0, по умолчанию -2).

Для уменьшения уровня шума можно использовать фильтр *affdn* [3]. Например, параметр *noise_reduction* устанавливает уровень шумоподавления (в дБ), *noise_floor* – уровень шумового порога, и другие [3].

Atilt – фильтр для аудиостримов. Параметры: *freq* настраивает частоту, *level* – уровень громкости. Для получения информации о резкости звука можно использовать параметр *sharpness* фильтра *sr_at*; для яркости параметр *brightness* фильтра *despill* [3].

Для извлечения аудиодескрипторов и анализа музыкального сигнала можно применять библиотеку *Librosa* для *Python*. Одной из ключевых возможностей является извлечение темпа музыкальной композиции с использованием функции *beat_track()* [4].

Для анализа яркости звука используется такой признак, как спектральный центроид: чем выше полученное значение, тем ярче и острее звук, чем ниже, тем звук более глухой, басовый. Данный признак может быть вычислен с использованием функции *spectral_centroid()* [4].

Для получения информации о тембре музыкальной композиции можно использовать функцию *mfcc()*, которая также применяется в задачах определения жанра и распознавания музыкальных инструментов [4].

Процесс автоматизированного анализа и коррекции музыкального фона может быть представлен в виде последовательности этапов. На первом этапе осуществляется коррекция аудиофайла с использованием инструментов цифровой обработки сигналов. Второй этап включает извлечение и сохранение аудиодескрипторов. На основе полученных дескрипторов далее проводится автоматический анализ музыкальных композиций. Сравнение полученных значений с целевыми позволяет осуществлять подбор музыки в соответствии с видом общественного места и его атмосферой. Можно подбирать музыкальный фон под настроение посетителей, учитывая время суток, праздники и другое.

Для классификации музыкальных жанров применимы методы машинного обучения. К ним относятся метод опорных векторов (*SVM*), метод *k*-ближайших соседей (*k-NN*), дерево решений, случайный лес и нейронные сети [5].

Заключение. Эффективность акустического воздействия на посетителей напрямую зависит от параметров композиции, например, темпа, громкости, спектрального центроида. Извлечение дескрипторов из аудио, анализ и агрегация достижимы с использованием программного обеспечения, работающего с рассмотренными инструментами. Человеческий фактор исключается при классификации музыки, подбора плейлистов в соответствии с настроением посетителей, атмосферой общественного места и другими факторами, но при этом оставляя право за человеком на принятия решения. Применение методов цифровой обработки сигналов и анализа аудиодескрипторов позволяет формализовать процесс выбора музыкальных композиций. Это переводит формирование музыкального фона из области субъективного выбора в область инженерного анализа и алгоритмического управления.

Список литературы

1. Milliman, R.E. *Using Background Music to Affect the Behavior of Supermarket Shoppers* / R.E. Milliman // *Journal of Marketing*. – 1982. – Т. 46, № 3. – С. 86-91
2. North, A.C. *The Influence of In-Store Music on Wine Selections* / A.C. North, D.J. Hargreaves, J. McKendrick // *Journal of Applied Psychology*. – 1999. – Т. 84, № 2. – С. 271-276
3. *FFmpeg Filters Documentation* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ffmpeg.org/ffmpeg-filters.html>. – Дата доступа: 05.03.2026.
4. *librosa* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://librosa.org/doc/latest/index.html>. – Дата доступа: 06.03.2026.
5. *Analyzing the Performance of Machine Learning Models in Music Genre Classification* / L. Sharma [и др.] // *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*. – 2023. – Т. 11, № 6. – С. 4196-4202

UDC 004.85:004.62

AUTOMATED ANALYSIS AND CORRECTION OF BACKGROUND MUSIC IN PUBLIC SPACES BASED ON PSYCHOACOUSTIC DESCRIPTORS AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING TOOLS

Zinkovskaya E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Levchenya Zh.B. – Cand. of Sci., Associate Professor of the department of ICSD

Annotation. The influence of background music in public spaces on visitors' behavior is argued based on the results of several experiments. The paper provides a description of tools for audio file processing and analysis used for automated playlist selection.

Keywords: background music, audio file, FFmpeg, Librosa, visitor behavior, digital signal processing, music analysis