

## АЛГОРИТМ ПОИСКА ЗАИМСТВОВАНИЙ В МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЯХ

Петровец В.Н., Раловец А.А., Деменковец Д.В.

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

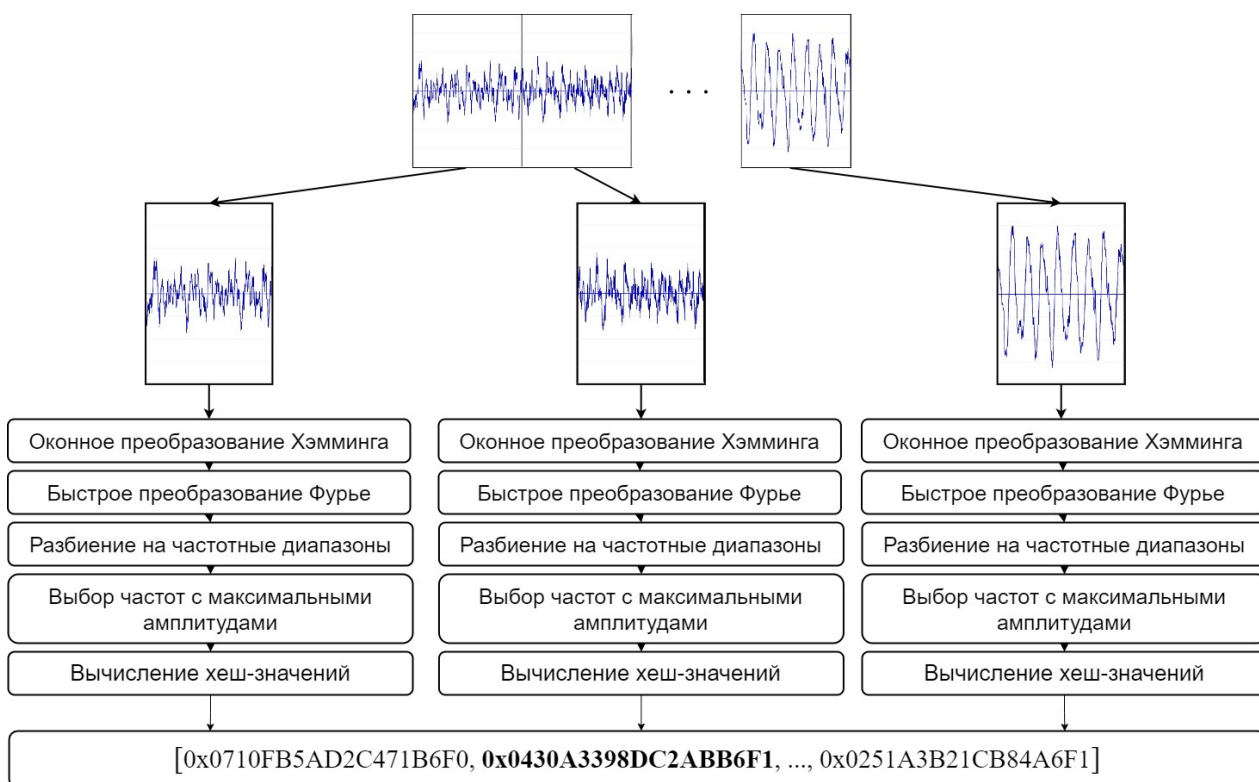
Мельник Н.И. – ст. преподаватель

В работе рассматривается алгоритм поиска заимствований и сравнения музыкальных произведений. Приводится описание алгоритма.

Новинки в музыкальном мире распространяются с большой скоростью. Современный слушатель все чаще улавливает в новых музыкальных произведениях старые и давно полюбившиеся мелодии. И поэтому проблема плагиата в музыке является серьезной и актуальной.

Целью работы является разработка алгоритма для быстрого анализа музыкальной композиции и проверки ее на заимствования из других музыкальных композиций. Ключевой идеей является то, что среди всех характеристик звука, при разных искажающих факторах неизменной остается частотно-амплитудная характеристика.

Суть алгоритма состоит в последовательности действий, представленной на рисунке 1.



Полученное хеш-значение

• • •
[0xAB45FF00EF33ABCEF, 0xB592DEB5485768AC1, ..., 0xE4E3496CD8EAB6BE8]
[0x0510FB5A22C471A650, 0x0430A3398DC2ABB6F1, ..., 0x0151B3A21CB84A641]
[0x4BA5291DCE824A6A5, 0xF4739B2A1116EA721, ..., 0xEF8094853CFC2A681]
• • •

Поиск значения в базе эталонных хеш-значений

Рисунок 1 – Последовательность действий алгоритма анализа на заимствования

В начале происходит преобразование аналогового звукового сигнала в цифровой вид с частотой дискретизации 44100 Гц и квантованием 16 бит [1]. Результатом является файл формата Waveform Audio File Format [2].

Далее выполняется деление на отрезки (40 мс), для каждого из которых применяется оконное преобразование Хэмминга (коэффициент наложения 50%, размер 2048 байт). Затем выполняется быстрое преобразование Фурье (2048 значений) [3]. Входными данными для БПФ является массив комплексных чисел, действительная часть которых – образцы оцифрованного сигнала, принадлежащие одному окну; мнимая часть – нуль. После заполнения исходной комплексной матрицы, содержащей информацию об одном окне, выполняется БПФ-анализ для этого окна.

Результат БПФ-анализа всех окон – набор частотных характеристик для каждого окна. Частотная характеристика окна представлена на рисунке 2.

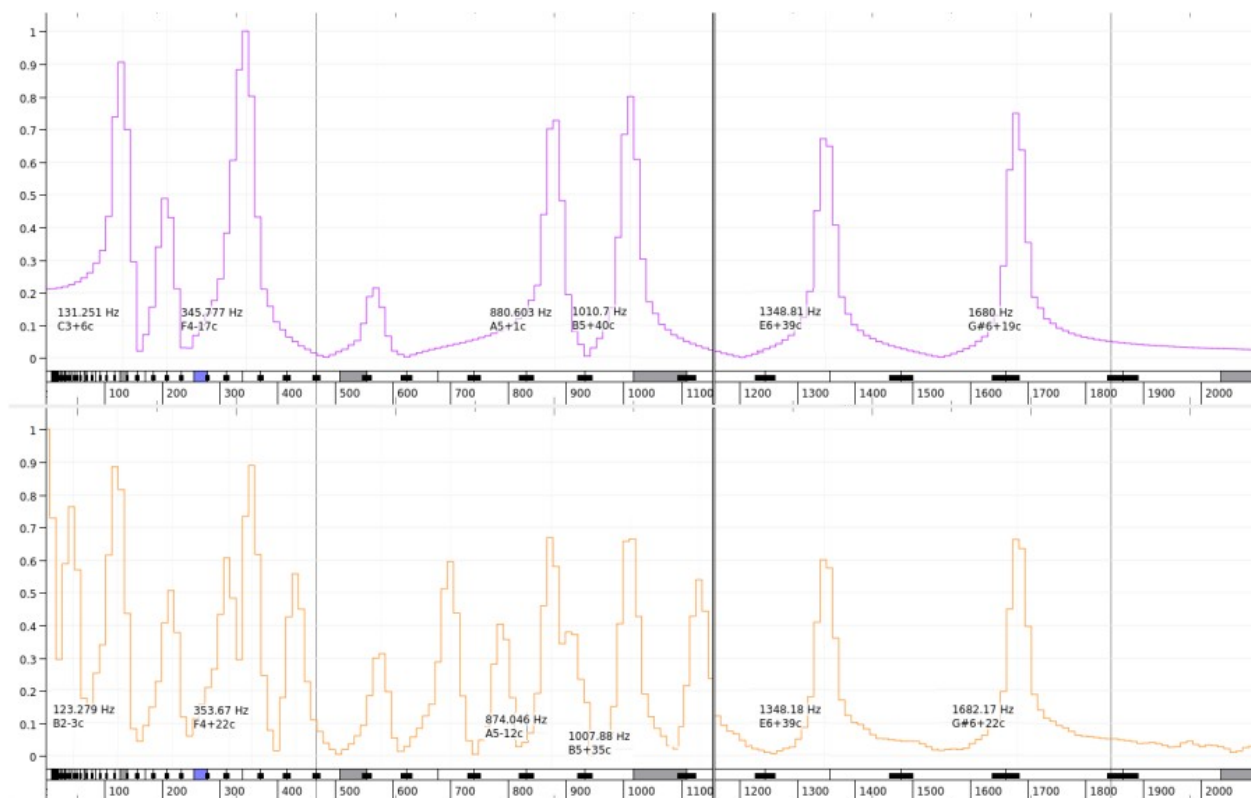


Рисунок 2 – Частотные спектры эталонного и записанного сигналов (сверху – эталонный, снизу – записанный)

После этого из спектра выбираются частоты с максимальными амплитудами в predeterminedных диапазонах частот. Эмпирическим путем были выбраны 6 диапазонов частот: 100-399 Гц, 400-699 Гц, 700-999 Гц, 1000-1299 Гц, 1300-1599 Гц, 1600-1900 Гц. Комбинация этих частот формирует хеш-значения для каждого окна. Хеш-функция соединяет частоты в виде последовательности из 9 байтов. Итоговая совокупность таких последовательностей представляет собой цифровую сигнатуру музыкального произведения. Для поиска заимствований сравниваются цифровые подписи песен. Чем больше строгих совпадений хеш-значений – тем больше вероятность, что данное произведение – искомое.

При реализации алгоритма особое внимание уделяется определению корректного количества и размера шага частотных диапазонов. При большом числе диапазонов и маленьком размере шага музыкальные дорожки должны быть практически идентичны для получения значимых результатов. В случае же малого количества диапазонов и большого размера шага, даже совсем не похожие дорожки могут выдавать одинаковые сигнатуры.

В результате выполнения работы был реализован алгоритм выделения амплитудно-частотных характеристик музыкальных композиций, выделены оптимальные числовые характеристики. Разработанный алгоритм также применим в других задачах, например распознавание музыки, поиск похожих по жанру композиций, определение схожести голоса.

**Список использованных источников:**

*58-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР, Минск, 2022*

1. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. / Ричард Лайонс – М.: ООО "Бином-пресс", 2006 г. – 656 с.
2. WAVE PCM soundfile format [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://soundfile.sapp.org/doc/WaveFormat/> – Дата доступа: 01.04.2022.
3. Интегральные – EqWorld [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/auxiliary/aux-inttrans.htm> – Дата доступа: 01.04.2022.