Белорусский государственный университет
факультет Радиофизики и Электроники
Минск, Беларусь, 2009

Использование технологий XML и COM для решения задач статистической радиофизики

Выпускная работа студента магистратурыТруса Александра Александровича
Руководитель: Хейдоров Игорь Эдуардович, доцент, кандидат физ.-мат. наук.

Содержание

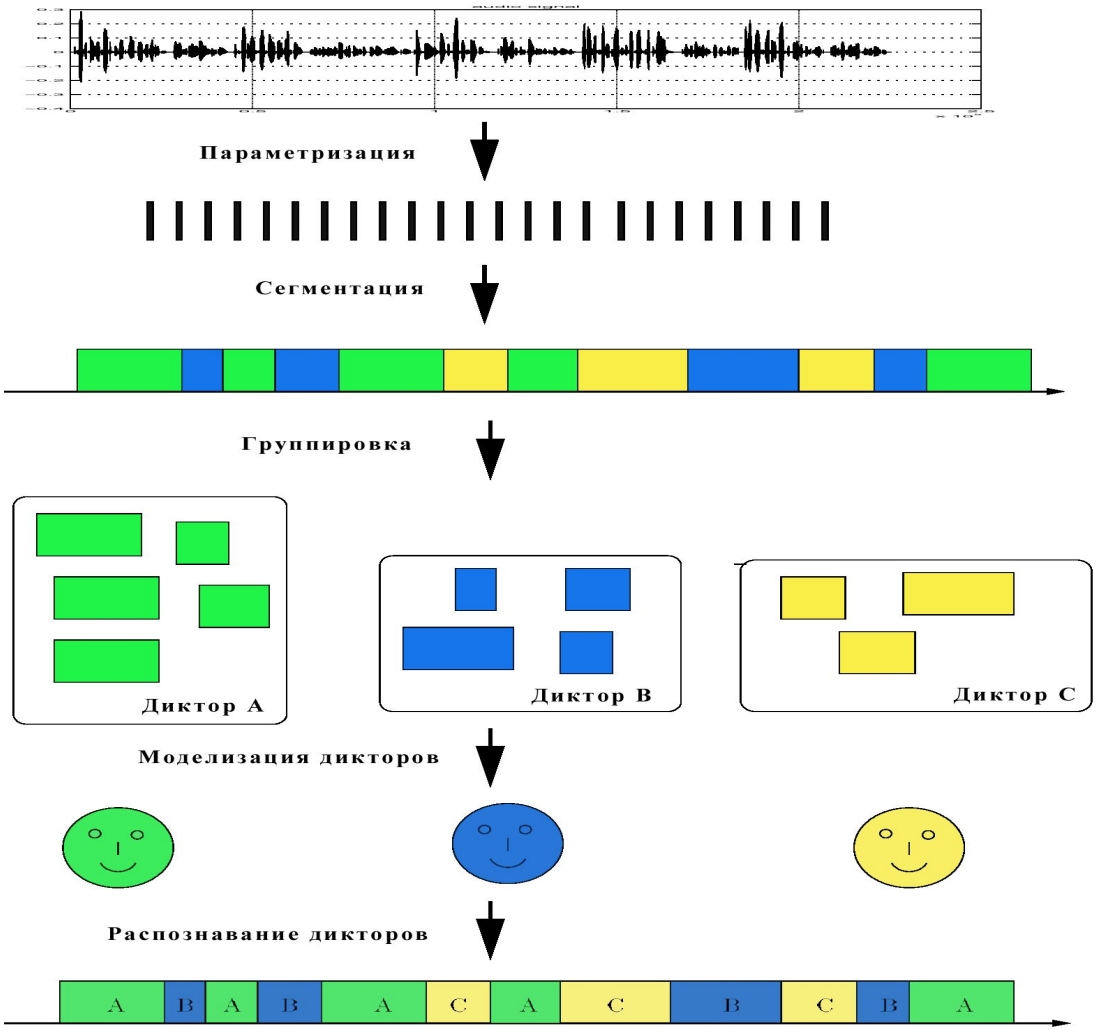
- Цель работы
- Задача индексации
- Вектора признаков
- Кепстр
- Формирования вектора признаков на основе вейвлет-преобразования
- Скрытые Марковские модели
- Метод опорных векторов
- Структура ядра системы индексации
- Структура ядра системы индексации
- Процессоры
- Компоненты чтения
- Пользовательский интерфейс
- Эксперимент
- Результаты эксперимента
- Заключение

Цель работы

Целью данной работы является разработка системы индексации аудиопоследовательностей на основе СММ и МОВ. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить общую проблему индексации аудиодокументов и существующие подходы.
- Разработать структуру системы Разработать структуру системы индексации аудиопоследовательностей на основе Скрытой Марковской Модели Разработать структуру системы индексации аудиопоследовательностей на основе Скрытой Марковской Модели и Метода Опорных Векторов.
- Разработать алгоритм извлечения вектора признаков из аудиосигналов на основе вейвлет преобразования.
- Разработать структуру и реализовать систему индексации аудиопоследовательностей на языке C++.
- Разработать структуру компонентов системы Разработать структуру компонентов системы и реализовать графический интерфейс системы.
- Реализовать базовые компоненты обработки аудиосигналов.

Задача индексации

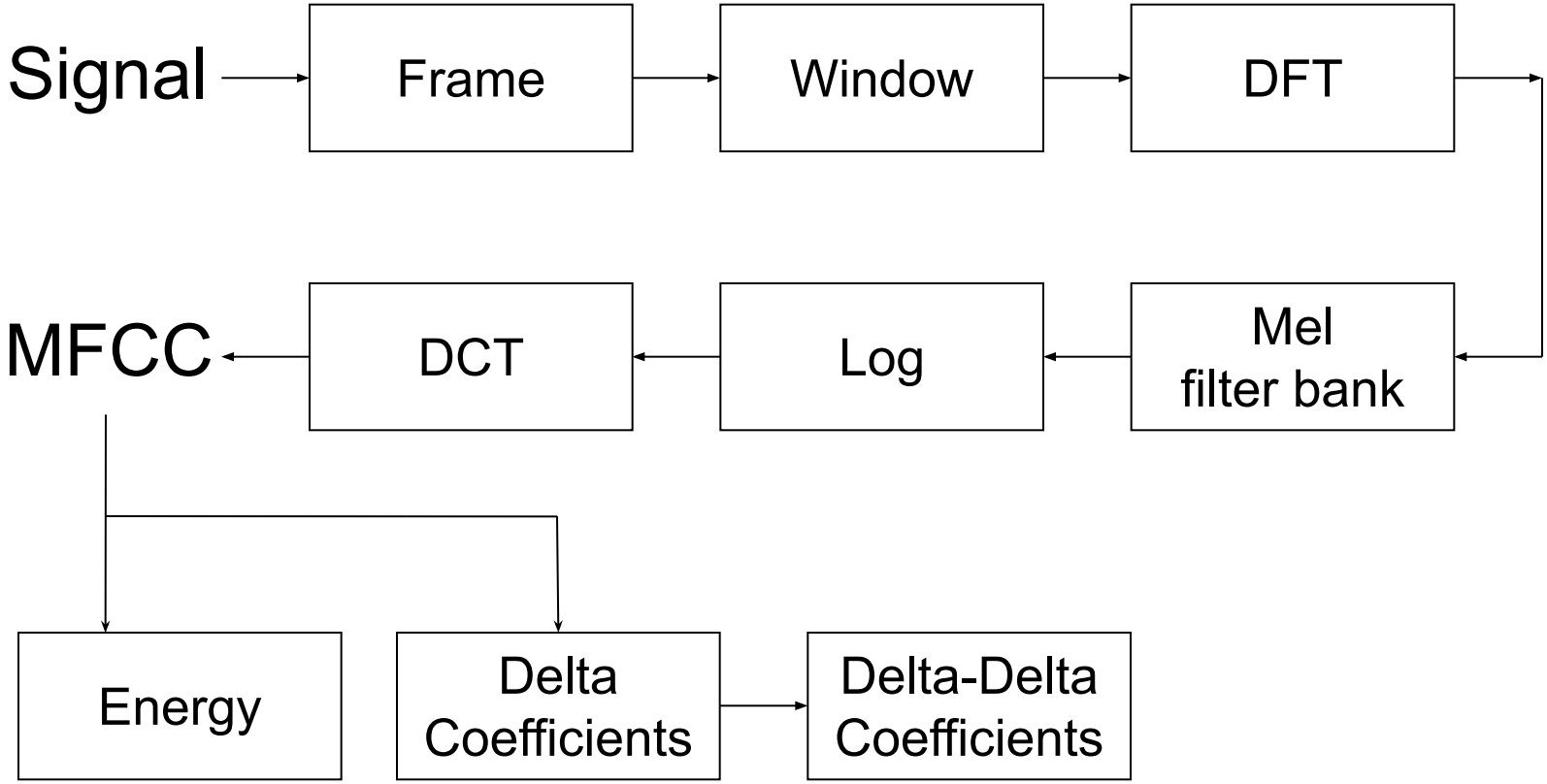


Вектора признаков

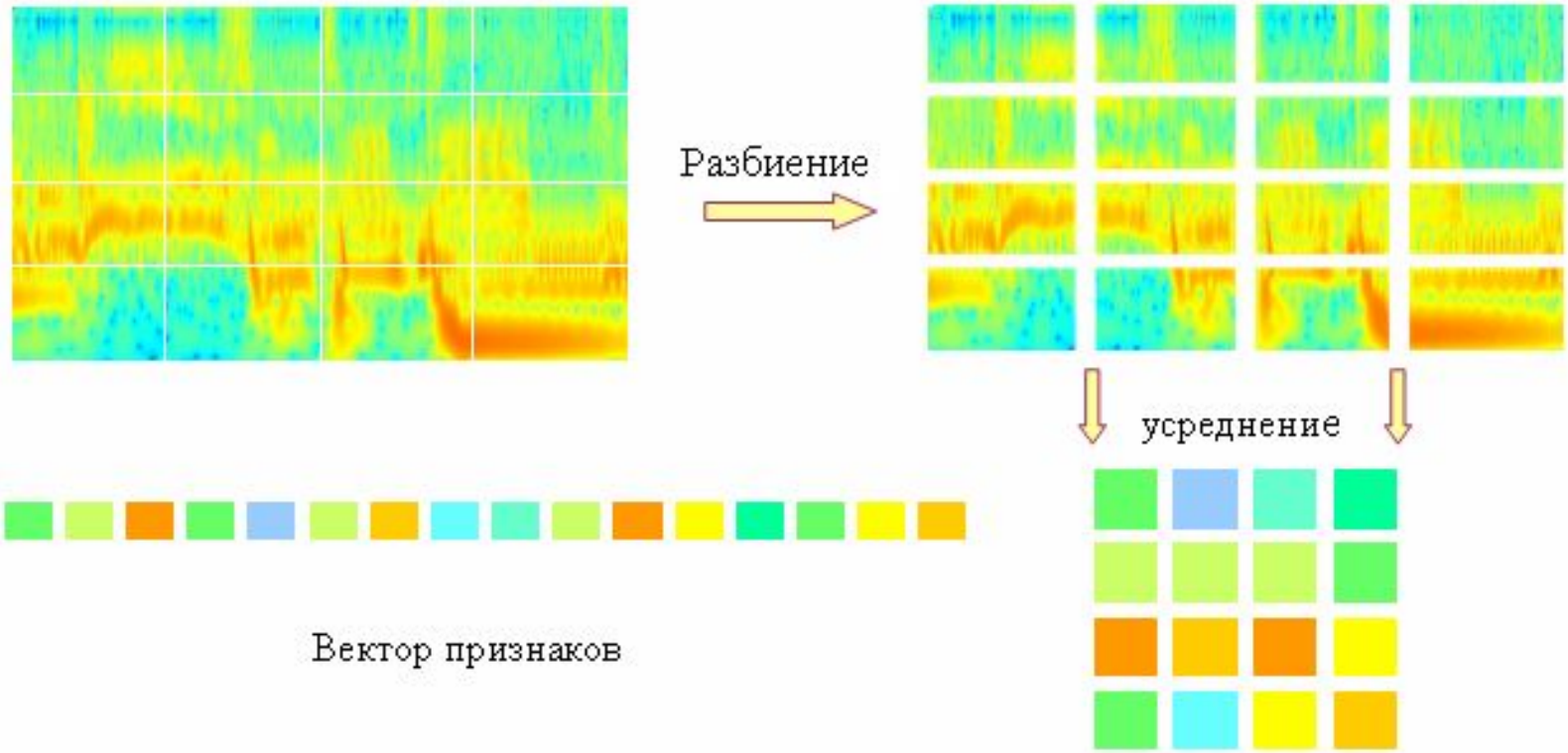
В данной работе использовалось 2 вида векторов признаков:

- Вектор признаков кепстральных коэффициентов
- Вектор признаков на основе вейвлет преобразования

Кепстр


Signal
Frame
Window
DFT
Mel filter bank
Log
DCT
MFCC
Energy
Delta Coefficients
Delta-Delta Coefficients

Формирование вектора признаков на основе вейвлет-преобразования



Скрытые марковские модели

Скрытая марковская модель – это дважды стохастический случайный процесс в котором наблюдения являются вероятностной функцией состояния.

СММ характеризуются следующими параметрами:

- набор состояний $Q = q_1, q_2, \ldots, q_N$;
- вариационная матрица переходов $A = \{a_{ij}\}, \sum_{j=1}^{N} a_{ij} = 1;$
- набор событий $O = o_1, o_2, \ldots, o_T$;
- матрица вероятностей наблюдения $B = b_i(o_t), \sum_{t=1}^{T} b_i(o_t) = 1;$
- начальное и конечное состояния q_0, q_{end};
- матрица начальных вероятностей $\pi = \pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_N, \sum_{i=1}^{N} \pi_i = 1.$

Приближения СММ

1) $P(q_i | q_1 \ldots q_{i-1}) = P(q_i | q_{i-1})$

2) $P(o_i | q_1, \ldots q_i, \ldots, q_n, o_1, \ldots o_i, \ldots, o_n) = P(o_i | q_i)$

Три фундаментальных проблеммы СММ

- **Проблема Оценки –** при данных модели *Ф* и последовательности наблюдени$X = X_1, X_2, \ldots X_T$, какой будет вероятность появления модели, сгенерировавшей наблюдение?

  Прямой алгоритм: $\alpha_t(j) = \sum_{i=1}^{N-1} \alpha_{t-1}(i) a_{ij} b_j(o_t)$

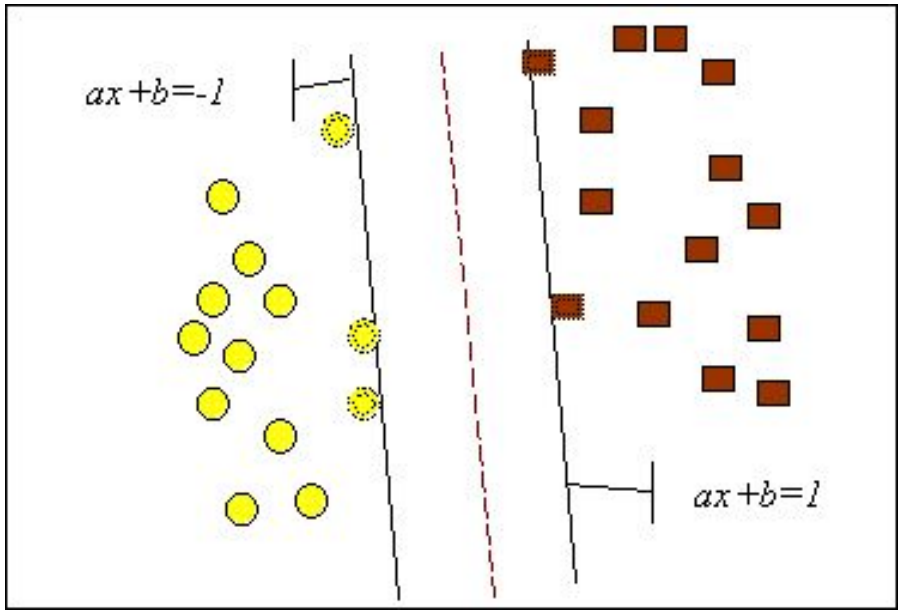
- **Проблема Декодирования -** при данных модели *Ф* и последовательности наблюдени$X = X_1, X_2, \ldots X_T$кой будет наиболее вероятная последовательность состояний *S* в модели, сгенерировавшей наблюдения?

  Алгоритм Витерби$v_t(j) = \max_{1 \le i \le N-1} v_{t-1}(i) a_{ij} b_j(o_t)$

- **Проблема Обучения -** при данных модели Ф и последовательности наблюдений$X = X_1, X_2, \ldots X_T$ как можно настоит параметры модели так, чтобы максимизировать совместную вероятность ?

  Прямой-обратный алгоритм

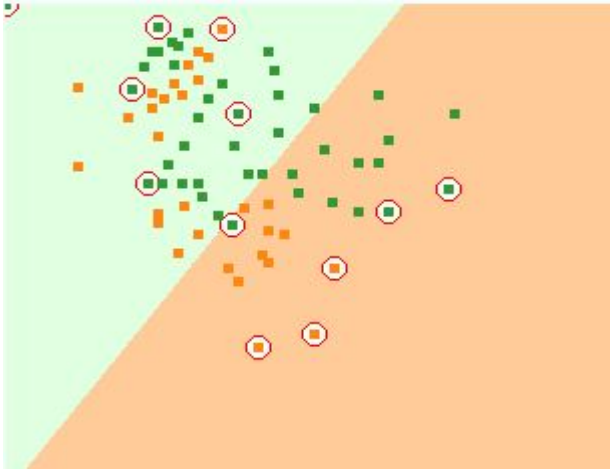
Метод опорных векторов



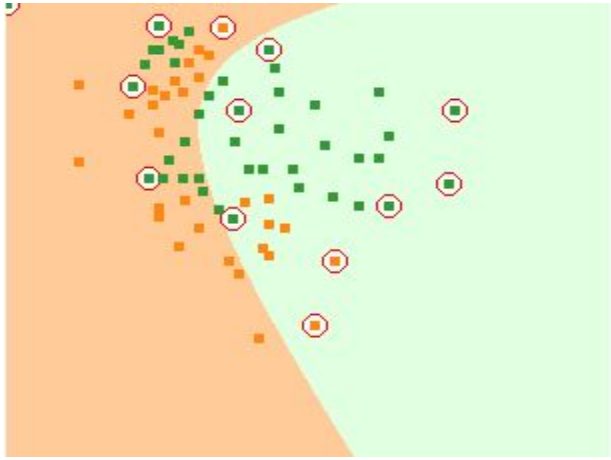
$$a(x) = sign(\sum_{j=1}^{n} w_j x^j - w_0) = sign(< w, x > - w_0)$$

$$< w, x >= w_0$$

Метод опорных векторов

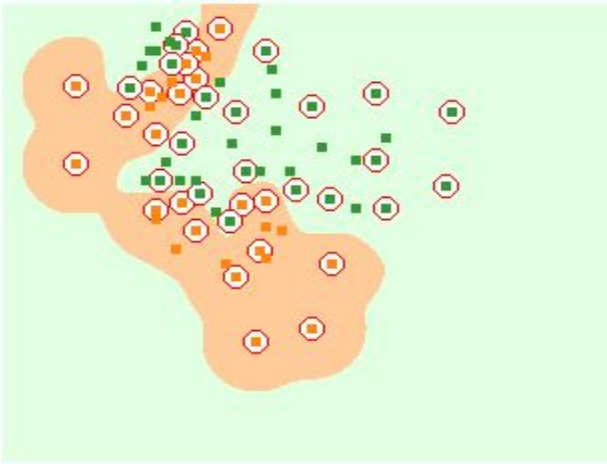


$K(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2$



$K(x_1, x_2) = (1 + x_1 \cdot x_2)^p$

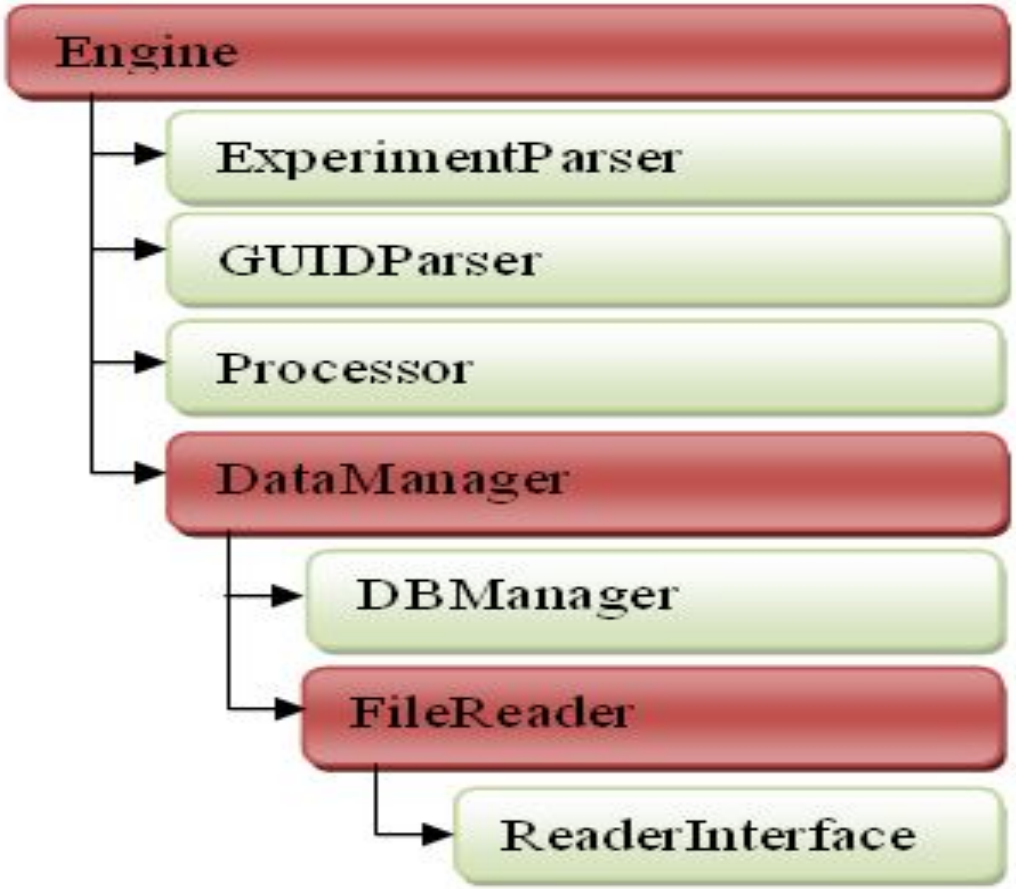
$K(x_1, x_2) = k \cdot \tanh(x_1 \cdot x_2)$



$K(x, y) = \exp(-\gamma \|x - y\|^2)$

Структура системы индексации аудио

Структура ядра системы индексации



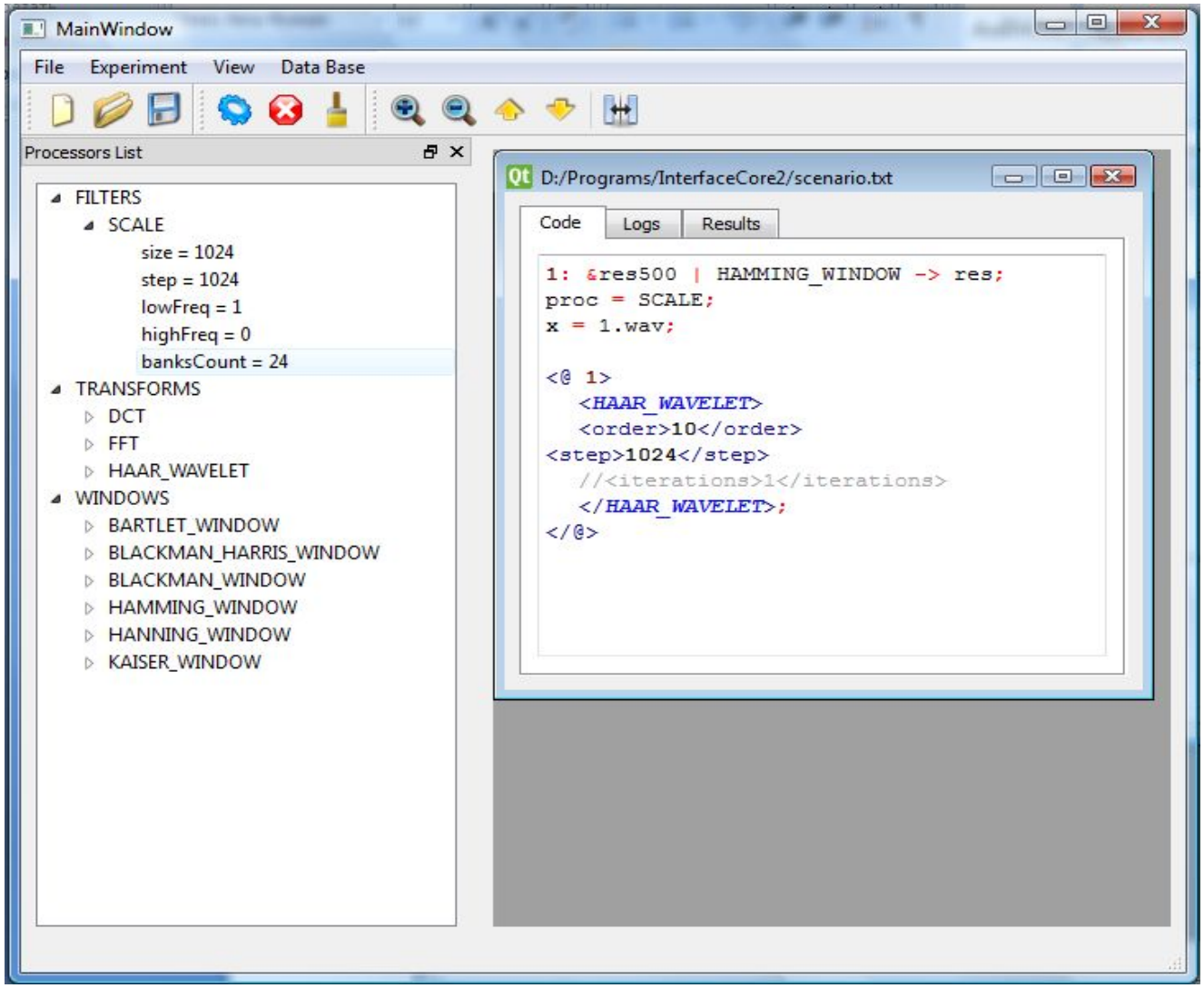
Процессоры

```
class Processor : public Idispatch
{
public:
    virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE loadSettings(const
      char*settings) = 0;
    virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE work(DataStruct** data) = 0;
    virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE getProcessorId(char** id) =
      0;
    virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE getSize(int* val) = 0;
   virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE getStep(int* val) = 0;
   virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE getSettings(char**) = 0;
};
```

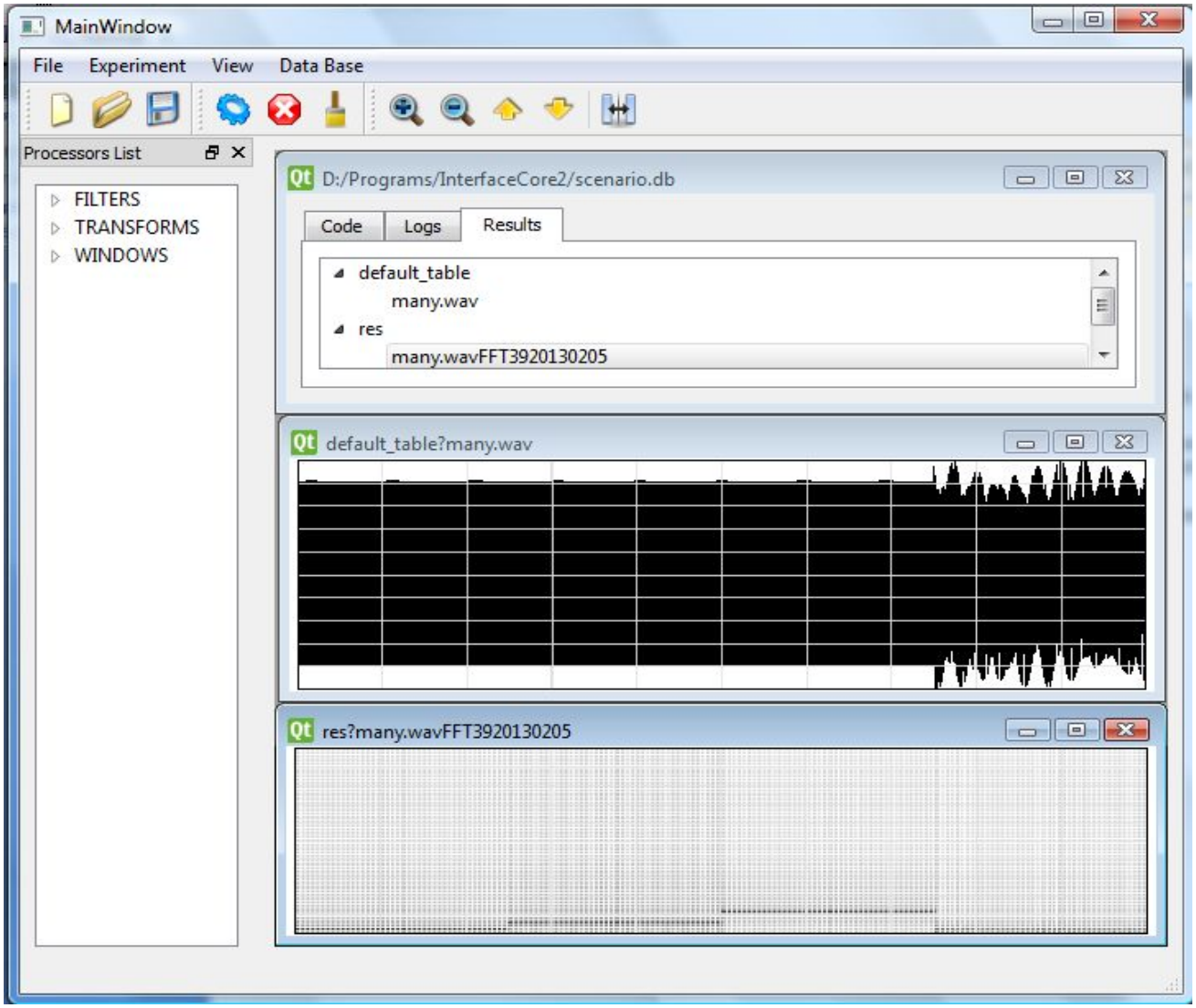
Компоненты чтения

```
class ReaderInterface : public IDispatch
{
public:
  virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE open(const char*, ResultStruct*)
    = 0;
    virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE read(DataStruct**,
    ResultStruct*) = 0;
};
```

Пользовательский интерфейс



Пользовательский интерфейс



Базовые процессоры

- Окна
  - Бартлетта
  - Блекмана
  - Блекмана-Хариса
  - Хемминга
  - Хаара
  - Кайзера
- Преобразования
  - БПФ
  - Вейвлет
  - ДКП
- Признаки
  - Кепстр
  - На вейвлете
- Классификаторы
  - СММ
  - МОВ

Эксперимент

В рамках данного проекта, на основе созданной системы были проведены 3 эксперимента по индексации аудиопоследовательностей:

- сегментация речь/музыка/тишина
- распознавание эмоций на основе МОВ
- определение жанров музыки на основе СММ

Сценарий эксперимента

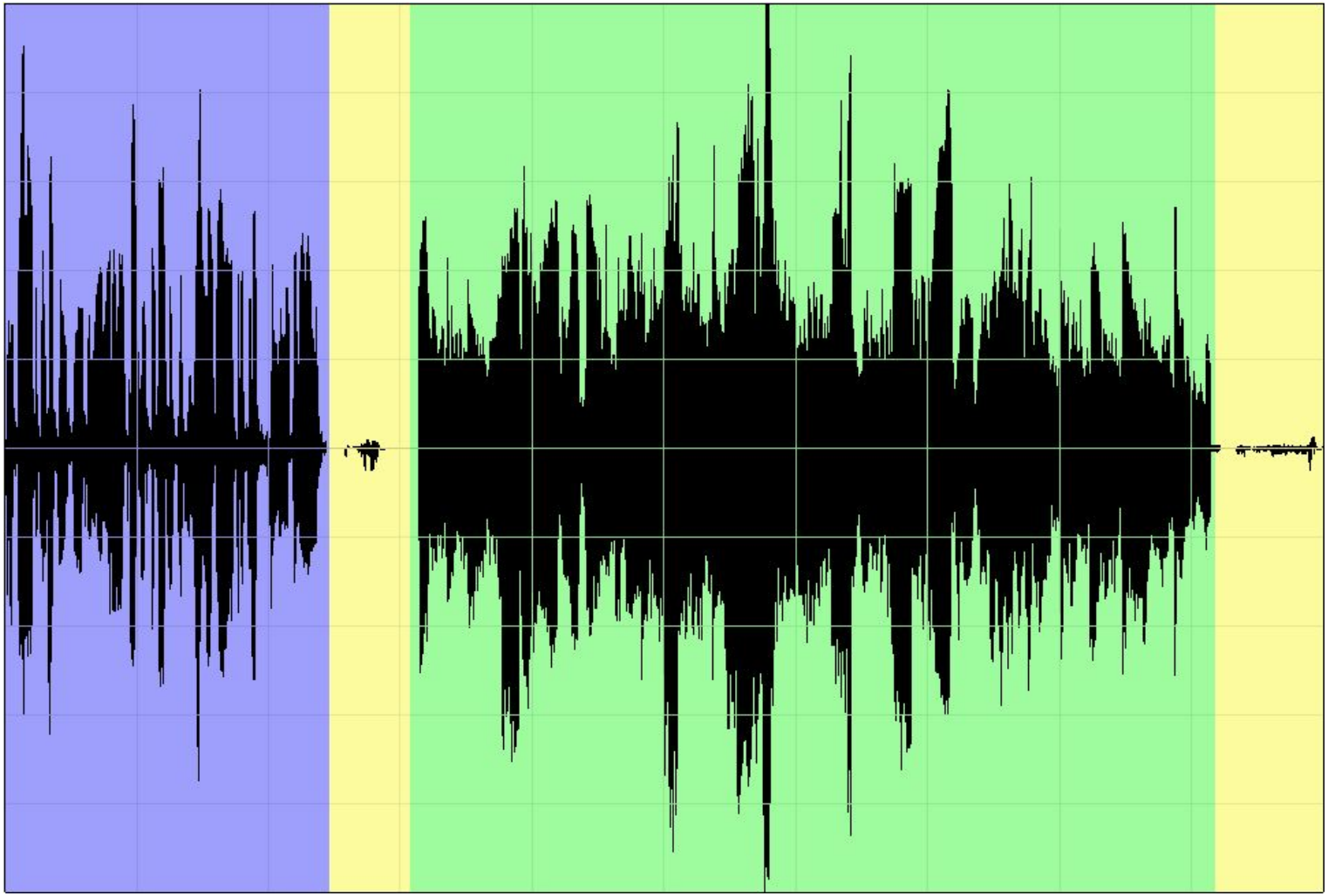
MainWindow - [D:/Диплом/scenario.txt*]

File Experiment View Data Base

Code Logs Results

```
1: fileList | CEPSTRUM, S_M_S_CLASSIFIER -> speech_music;

2: learnAnger | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS;
3: learnDisgust | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS;
4: learnJoy | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS;
5: learnSorrow | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS;
6: learnBoredom | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS;
7: learnFear | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS;
8: learnNeutral | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS;

9: &speech_music | WAVELET_FEATURES, EMOTIONS -> emotions;

10: learnClassic | WAVELET_FEATURES, GENRES;
11: learnRock | WAVELET_FEATURES, GENRES;
12: learnPostRock | WAVELET_FEATURES, GENRES;
13: learnFolk | WAVELET_FEATURES, GENRES;
14: learnElectronic | WAVELET_FEATURES, GENRES;

15: &speech_music | WAVELET_FEATURES, GENRES -> genres;

<@ 1>
  <CEPSTRUM>
    <size>1024</size>
    <step>512</step>
    <banksCount>12</banksCount>
  </CEPSTRUM>;

  <S_M_S_CLASSIFIER>
    <vectSize>12</vectSize>
  </S_M_S_CLASSIFIER>;
<@>

//Setting for emotions
<@ 2>
  <WAVELET_FEATURES>
    <segmentSize>1024</segmentSize>
```

Сегментация речь/музыка/тишина

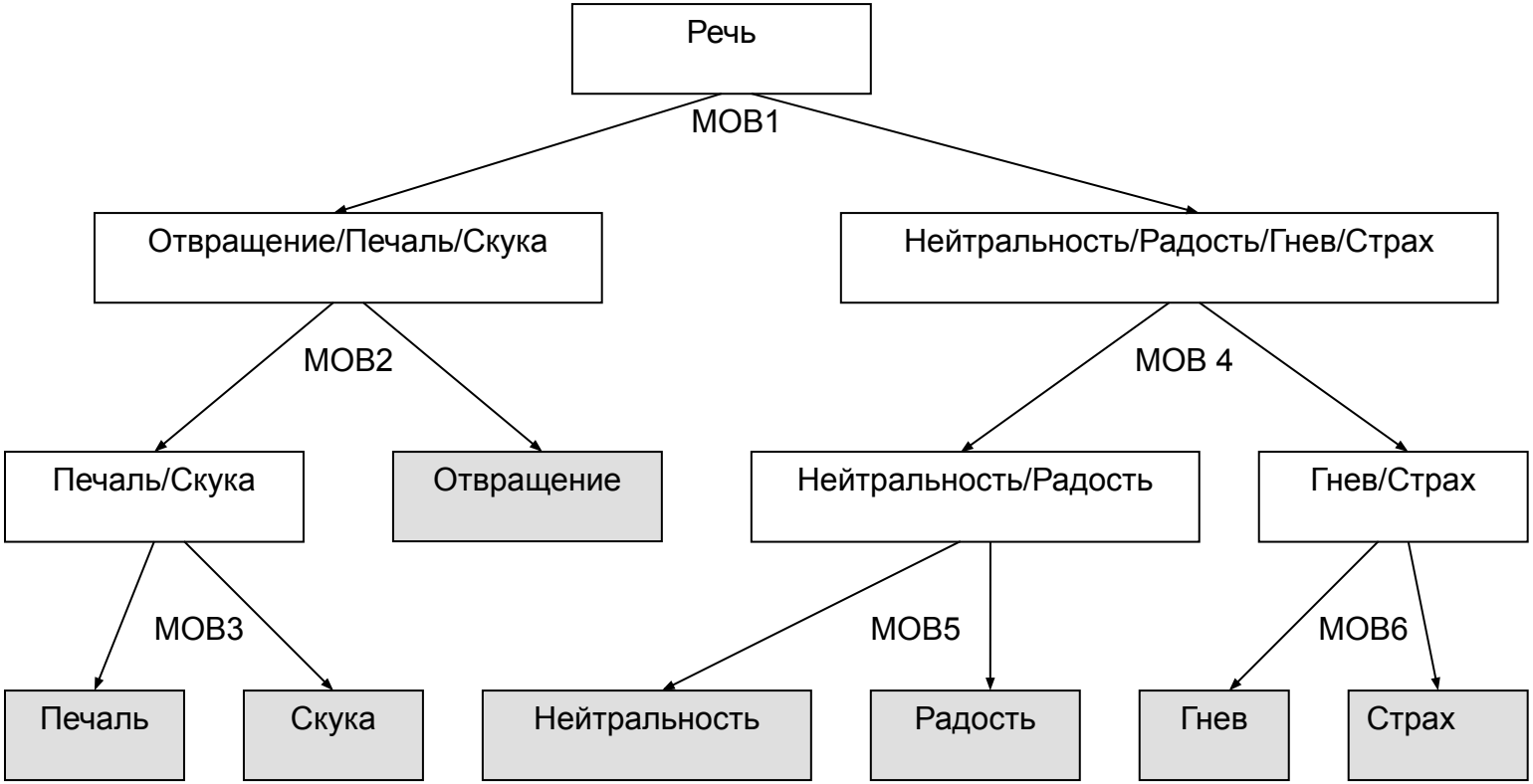


речь | тишина | музыка | тишина

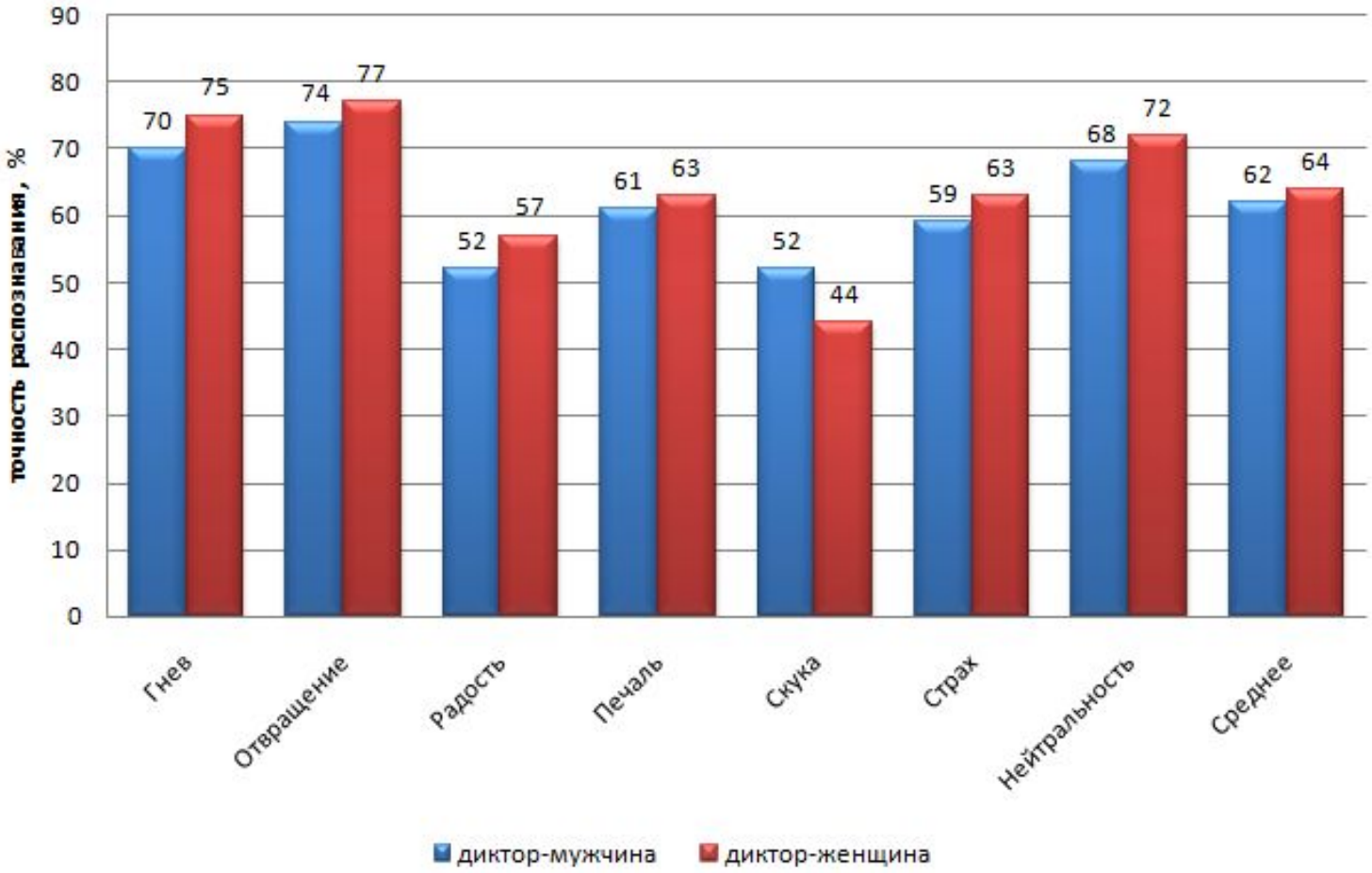
Сегментация речь/музыка/тишина

	Корректно	Критические ошибки	Некритические ошибки
Музыка(музыкальная база)	89.2%	3.7%	7.1%
Речь (языковая база)	92.3%	2.9%	4.8%
Музыка (языковая база)	87.4%	4.2%	8.4%

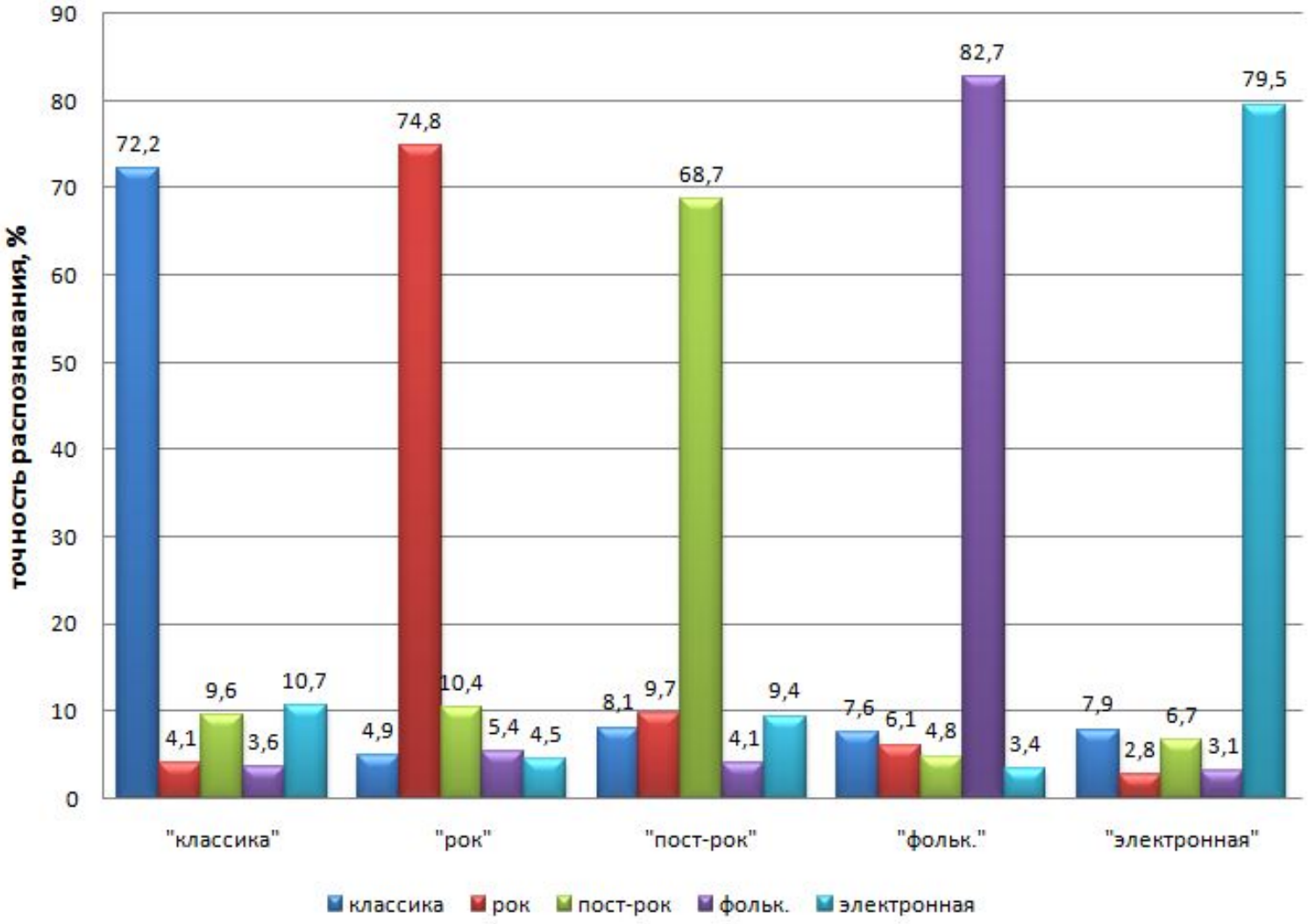
Распознавание эмоций на основе МОВ



Результаты распознавания эмоций на основе МОВ



Результаты определения жанров музыки на основе СММ



Заключение

В рамках данного проекта была выполнена следующая работа:

- разработаны структуры системы индексации аудиопоследовательностей и ее компонент, позволяющие легко модифицировать параметры системы для конкретной задачи индексации.
- разработан интерфейс компонент системы, позволяющий легко подключать к системе компоненты сторонних разработчиков с целью расширения возможностей системы.
- реализована система индексации аудиопоследовательностей на языке C++, графический пользовательский интерфейс системы и базовые компоненты индексации аудиопоследовательностей.
- На основе разработанной системы проведены эксперименты по разделению аудиопоследовательности на речь/музыку/тишину, распознаванию эмоций в речи, определению жанров музыки.

Спасибо за внимание