

Исследование алгоритма Виолы-Джонса

Подготовил студент: Сидоренко Е.В.

Группа 43505/2

Руководитель: д.т.н., проф. Малахина Г.Ф.

Цели и задачи

- **Цели:**

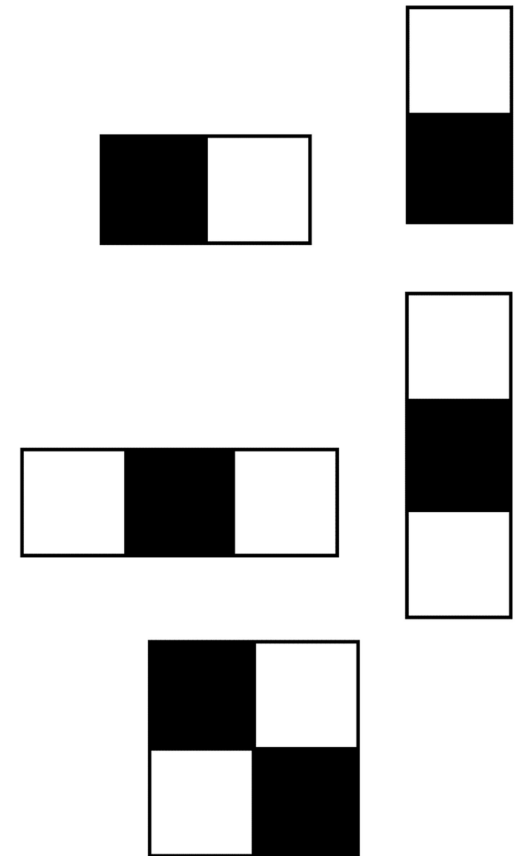
- Реализовать алгоритм детектирования Виолы-Джонса
- Выполнить модификацию алгоритма с использованием различных алгоритмов классификации
- Провести сравнение результатов тестирования

- **Задачи:**

- Провести анализ алгоритма Виолы-Джонса
- Реализовать каждый этап алгоритма с использованием пакета MATLAB
- Построить графики качества детектирования
- Получить оценку точности классификации
- Получить ошибки первого и второго рода

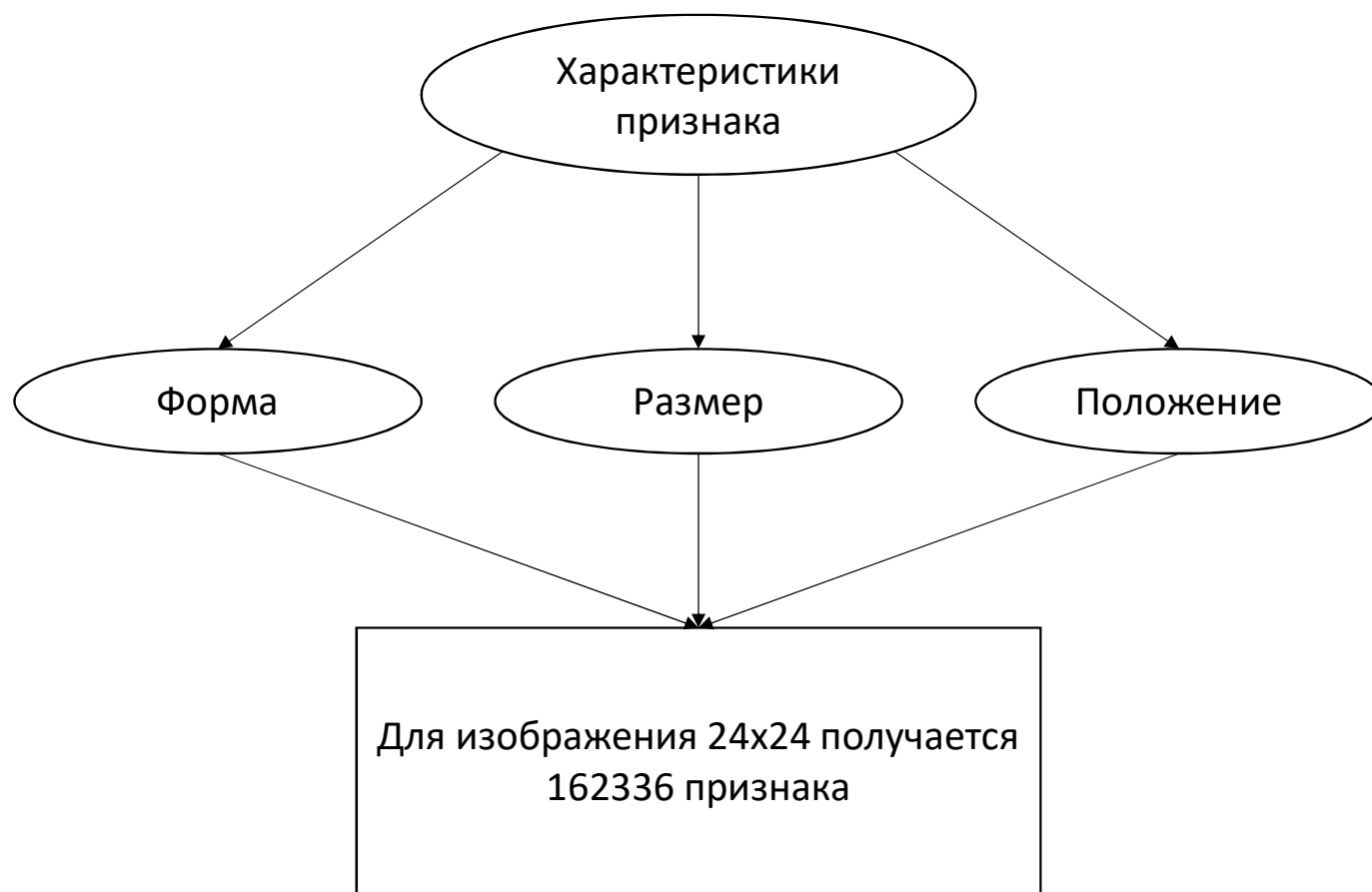
Признаки Хаара

- Признак Хаара – численное значение, характеризующееся разностью суммы пикселей между черной и белой областями.¹



1. <https://habrahabr.ru/company/recognitor/blog/228195/>

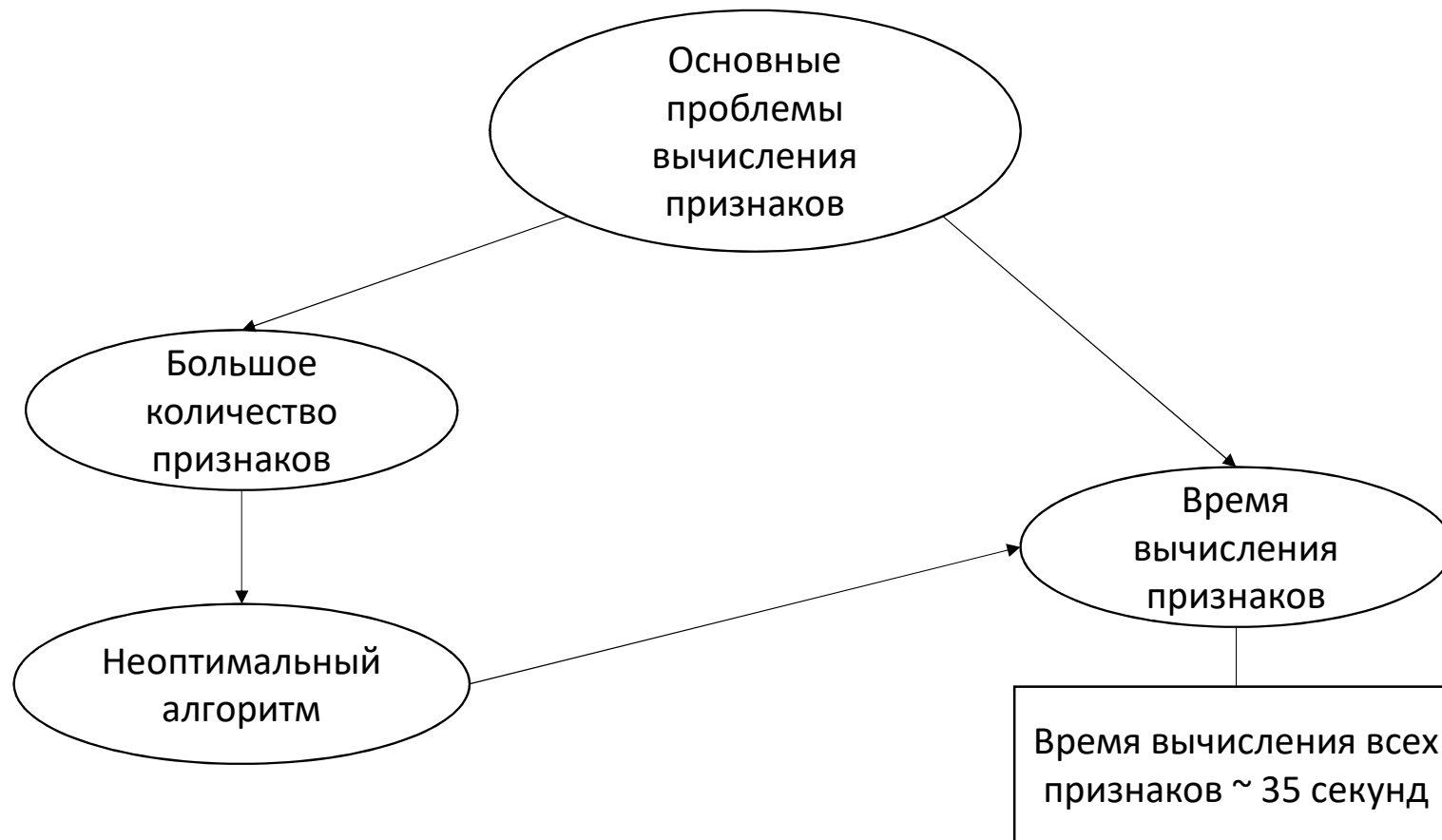
Характеристики



Нормализация



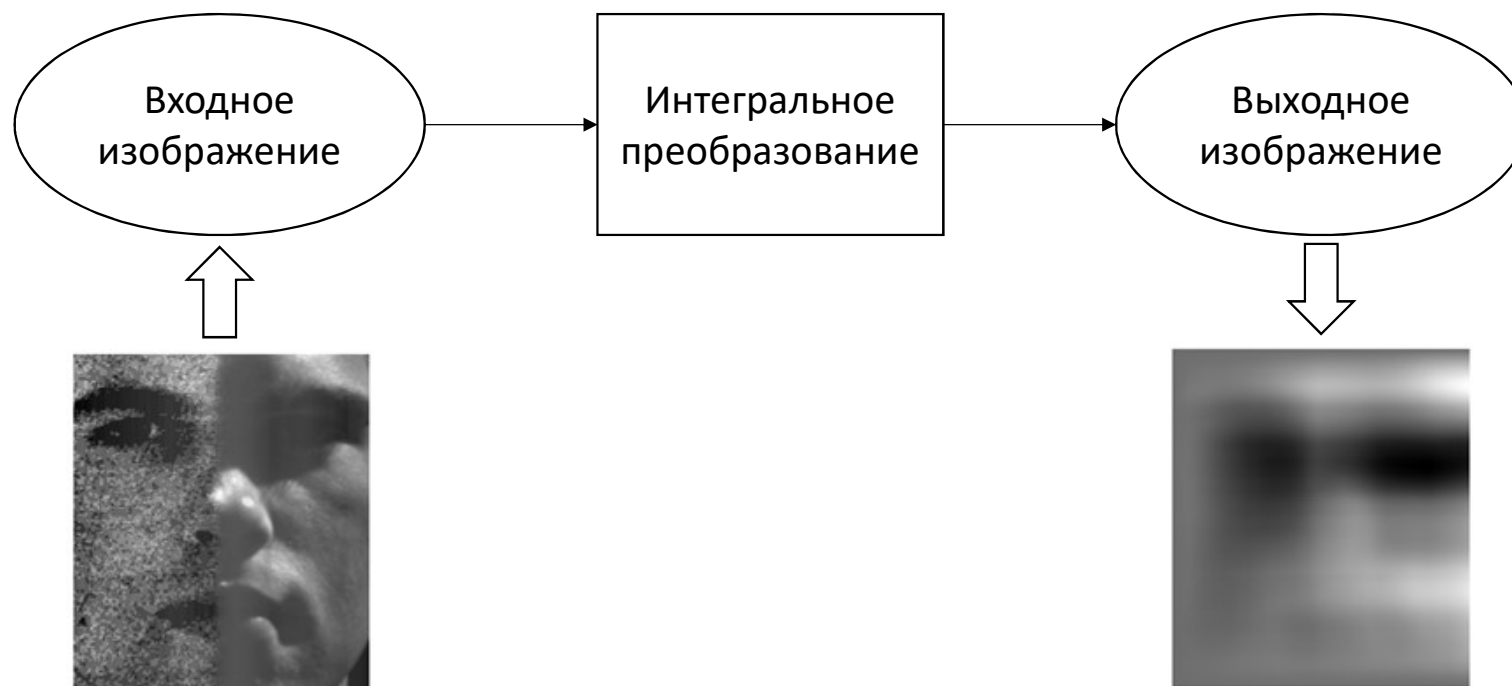
Сложность вычисления



Интегральное изображение

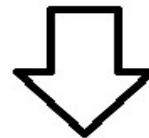
- Интегральное преобразование изображения – преобразование, при котором в каждом пикселе хранится сумма пикселей, находящихся левее и выше текущего.
- $I(X) = X[i; j] + X[i - 1; j] + X[i; j - 1] - X[i - 1; j - 1]^2$

Преобразование



Пример (1)

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1



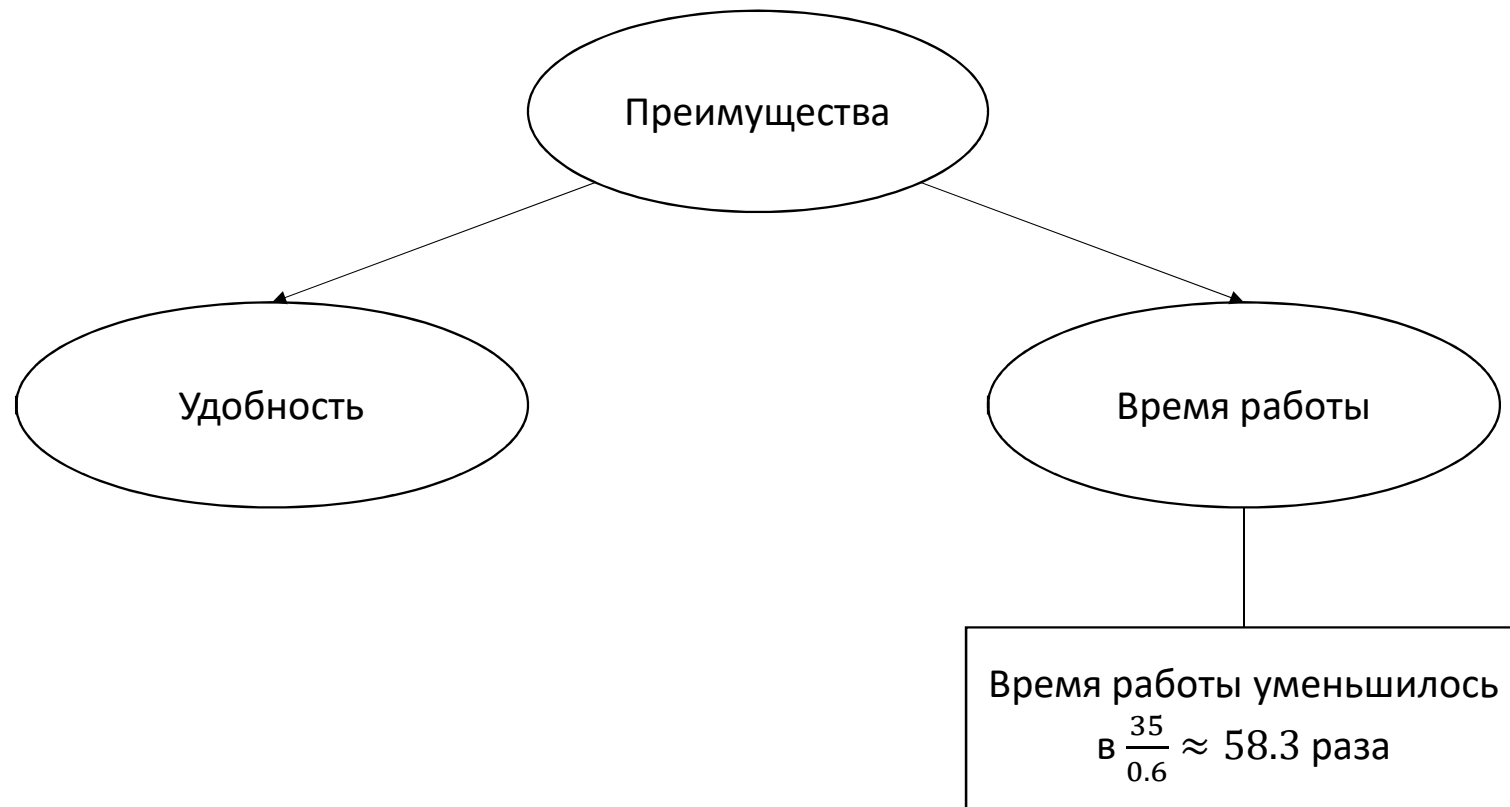
1	2	3	4	5
2	4	6	8	10
3	6	9	12	15
4	8	12	16	20
5	10	15	20	25

Пример (2)

1	2	3	4	5
2	4 (A)	6	8	10 (C)
3	6	9	12	15
4	8	12	16	20
5	10 (B)	15	20	25 (D)

$$S = D + A - C - B \rightarrow S = 25 + 4 - 10 - 10 = 9$$

Скорость вычисления



AdaBoost

- AdaBoost - алгоритм машинного обучения, предложенный Йоавом Фройндом и Робертом Шапайром
- Является алгоритмом адаптивного бустинга, т.е. каждый следующий классификатор строится по объектам, которые плохо классифицируются предыдущими классификаторами³

Псевдокод

Вход: $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$

Инициализация: $D_1(y_i = 1) = \frac{1}{k}; D_1(y_i = -1) = \frac{1}{r}; k + r = n$

For $t = 1, \dots, T$:

- Вычисление слабого классификатора h_t
- Вычисление $\varepsilon_t = \sum_{i=1}^n D_t(i)[y_i \neq h_t]$
- Если $\varepsilon_t = 0$, то остановиться. Вернуть h_t
- Вычислить $\alpha_t = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1-\varepsilon_t}{\varepsilon_t} \right)$
- Обновить веса:

$$D_{t+1} = \frac{D_t}{2} \left(\frac{1}{\varepsilon_t} [y_i \neq h_t] + \frac{1}{1 - \varepsilon_t} [y_i = h_t] \right)$$

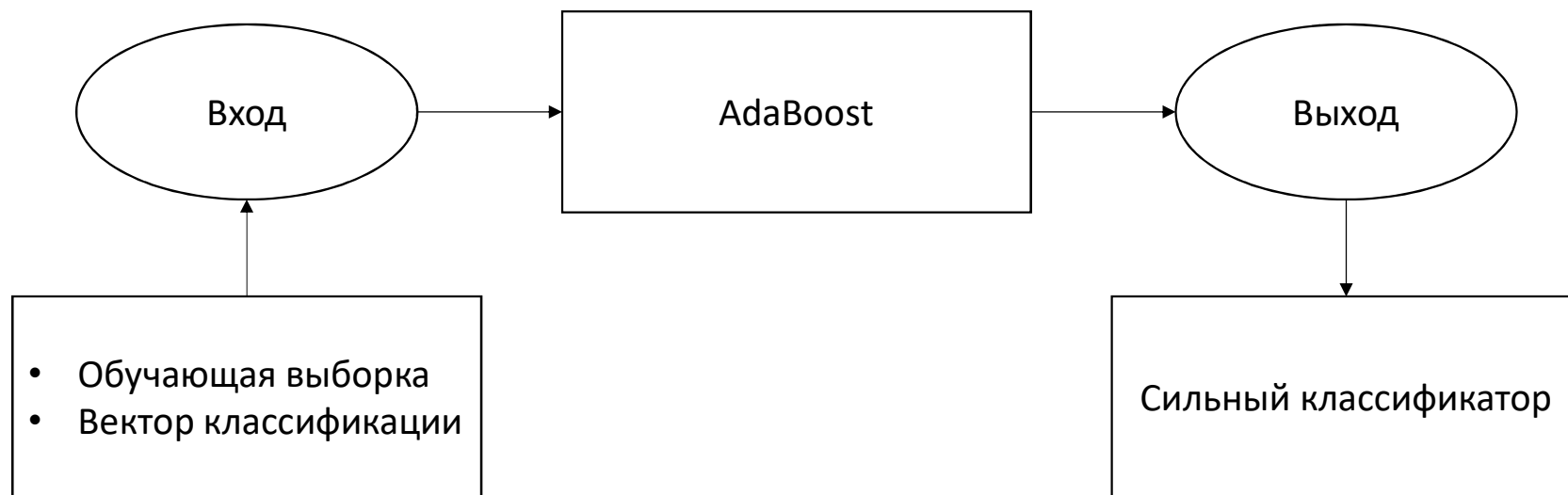
Финальный классификатор: $H(x) = \text{sign}(\sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x))$

T – количество этапов обучения классификатора.

Концепция

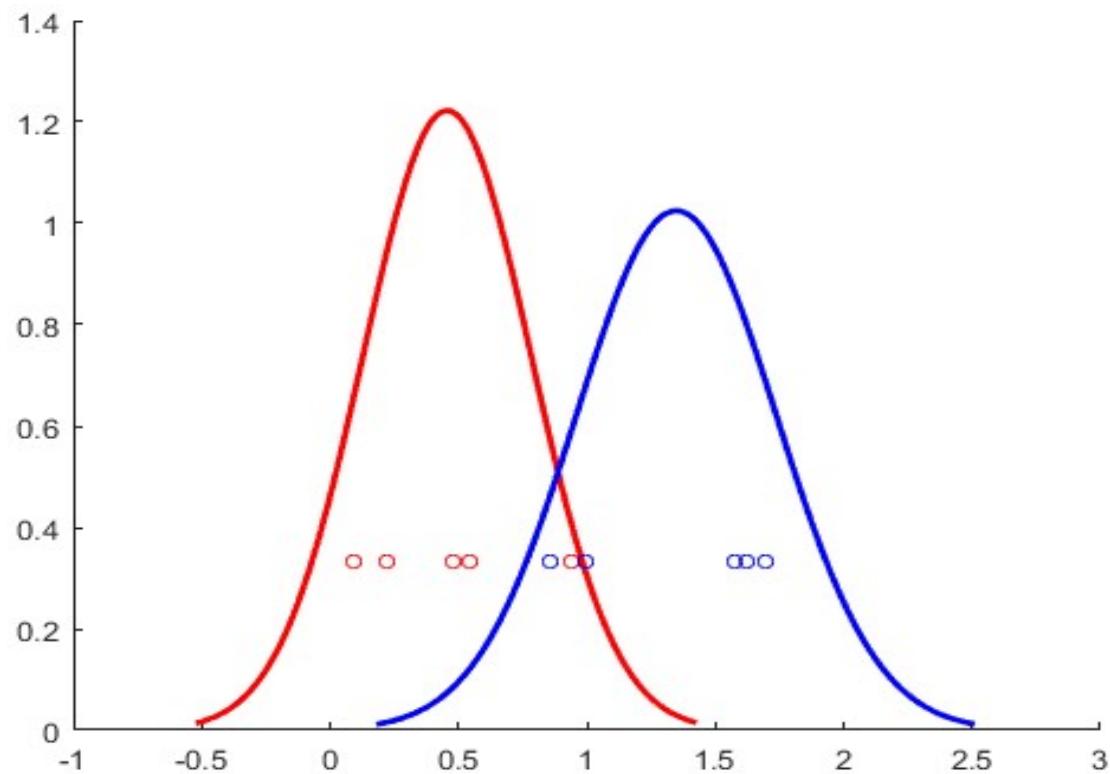


Входные и выходные данные

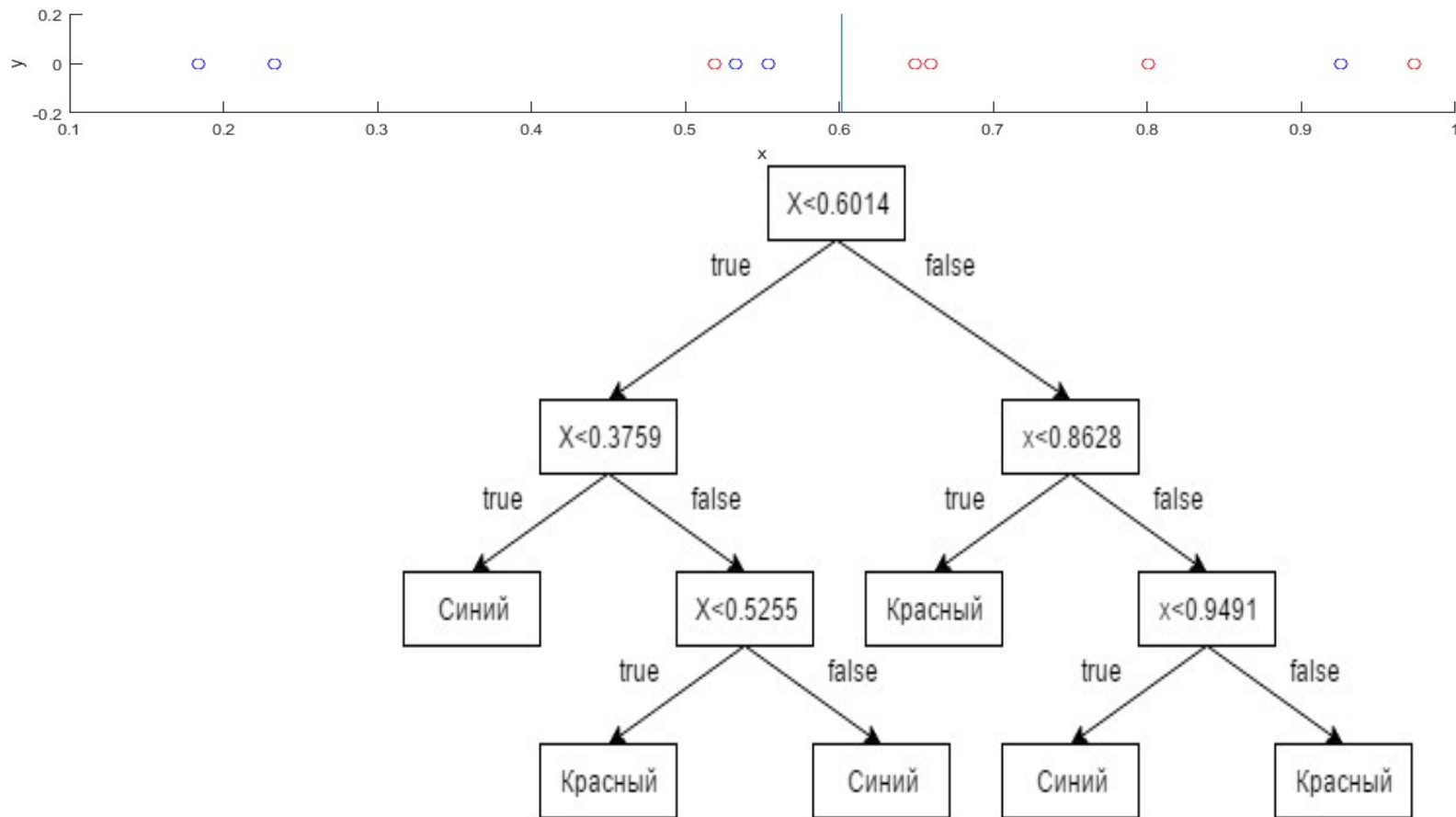


Обучающая выборка	0.5	0.3	0.6	1.1	0.4	1.5	0.9	1.8	1.1	0.7	0.1
Вектор классификации	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1

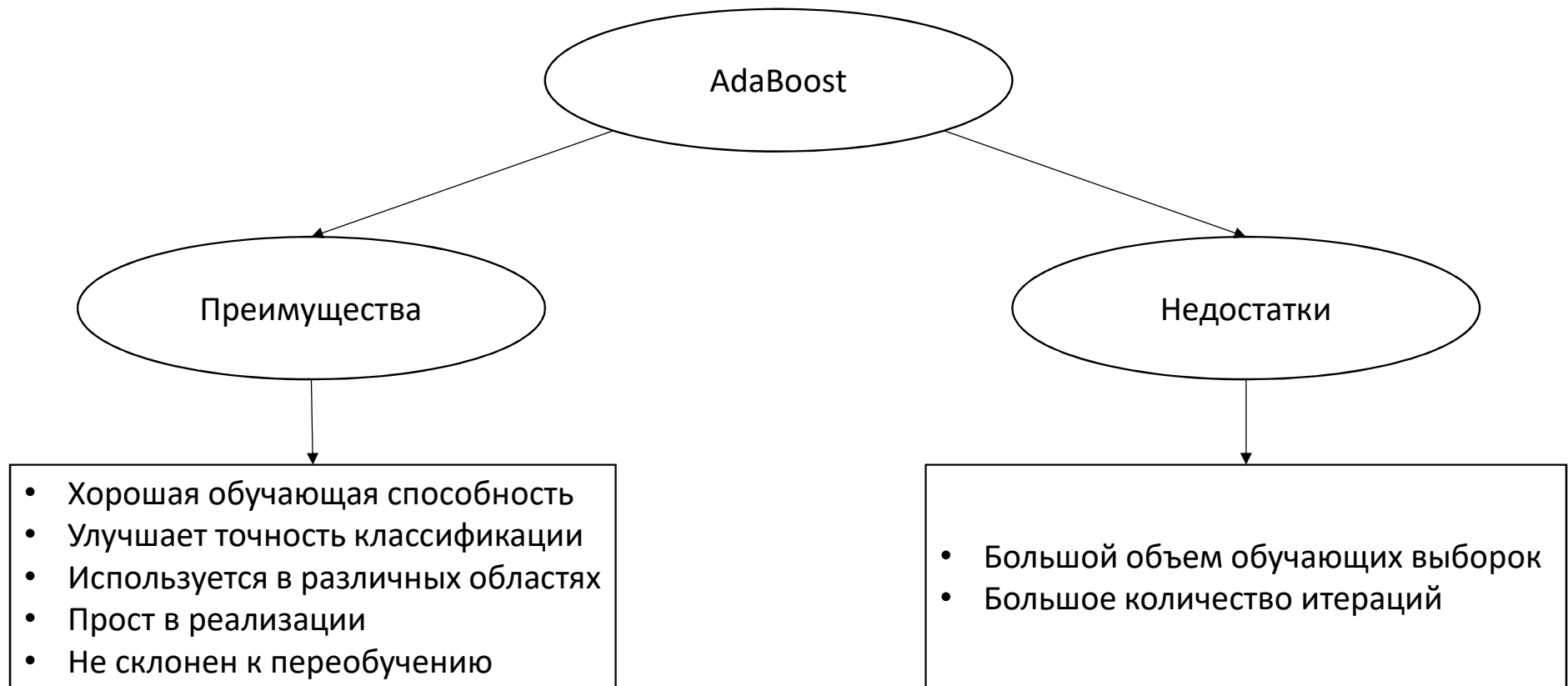
Задача дискриминантного анализа



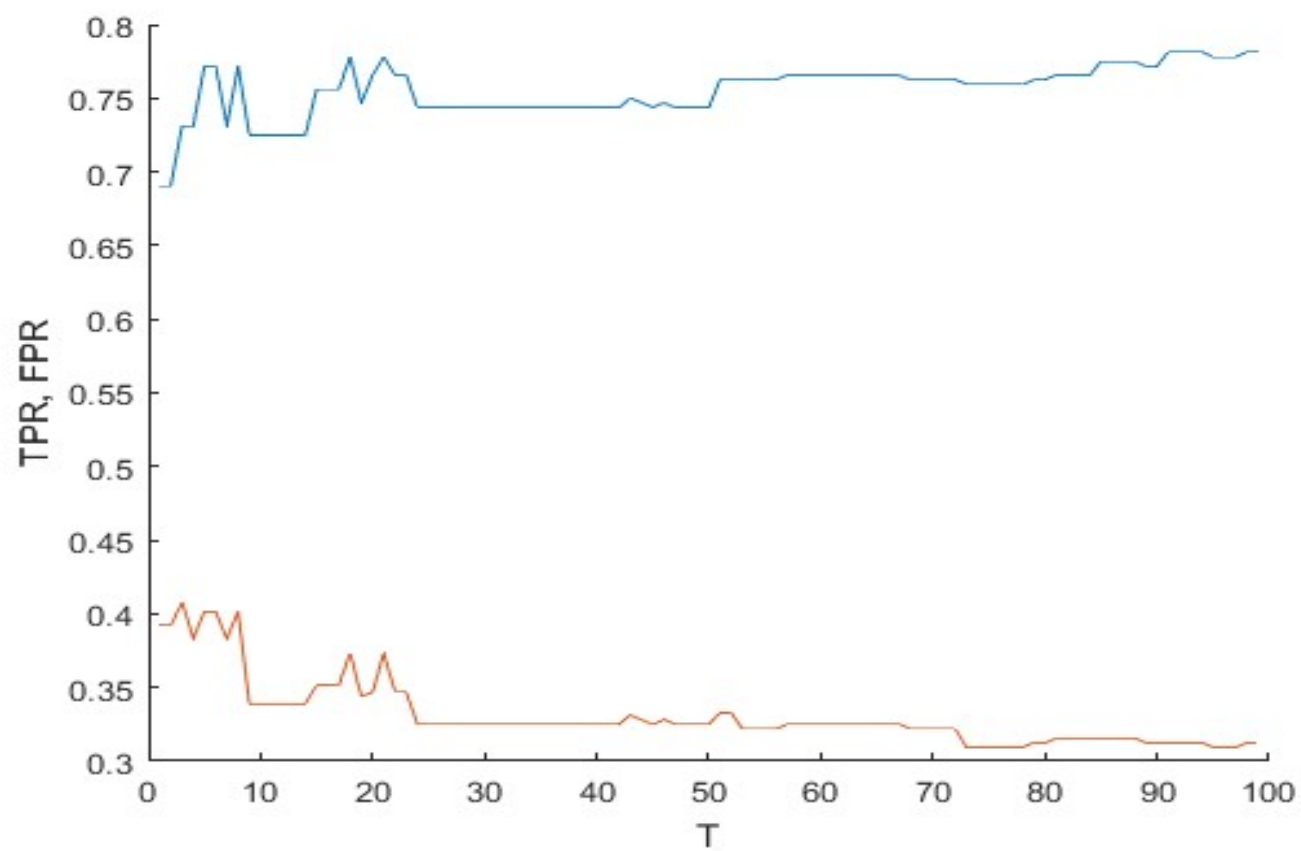
Бинарное дерево



Преимущества и недостатки



Тестирование



Сравнение алгоритмов

		Позитивных образцов	Негативных образцов
Размер тренировочной выборки		320	640
Размер тестовой выборки		80	160
AdaBoost	Правильно классифицировано	75	152
Coarse Gaussian		67	156
Quadratic Discriminant		68	154

Ошибки первого и второго рода

Алгоритм	Ошибка первого рода (ложное срабатывание)	Ошибка второго рода (пропуск события)
AdaBoost	0.033	0.021
Coarse Gaussian	0.016	0.054
Quadratic Discriminant	0.025	0.050

Заключение

- Реализован алгоритм детектирования Виолы-Джонса
- Был модифицирован алгоритм детектирования путем изменения алгоритма классификации
- Получены графики зависимости качества детектирования от количества итераций алгоритма AdaBoost
- Произведено сравнение алгоритмов классификации
- Вычислены ошибки первого и второго рода

Что планируется реализовать

- Удобный API для добавления любых объектов в качестве тренировочной выборки
- Генерация множества изображений объекта, находящегося под разными углами, из нескольких изображений образца
- GUI для удобного использования
- Расширение признаков Хаара для улучшения точности детектирования