

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и технологий

Неделя науки 2017

# Математические методы распознавания образов

*Выполнила:*

Новик Виктория (гр. 33506/2),  
студентка каф. «Компьютерные  
интеллектуальные технологии»

*Научный руководитель:*

Филимоненкова Надежда Викторовна,  
доцент каф. «Высшая математика»

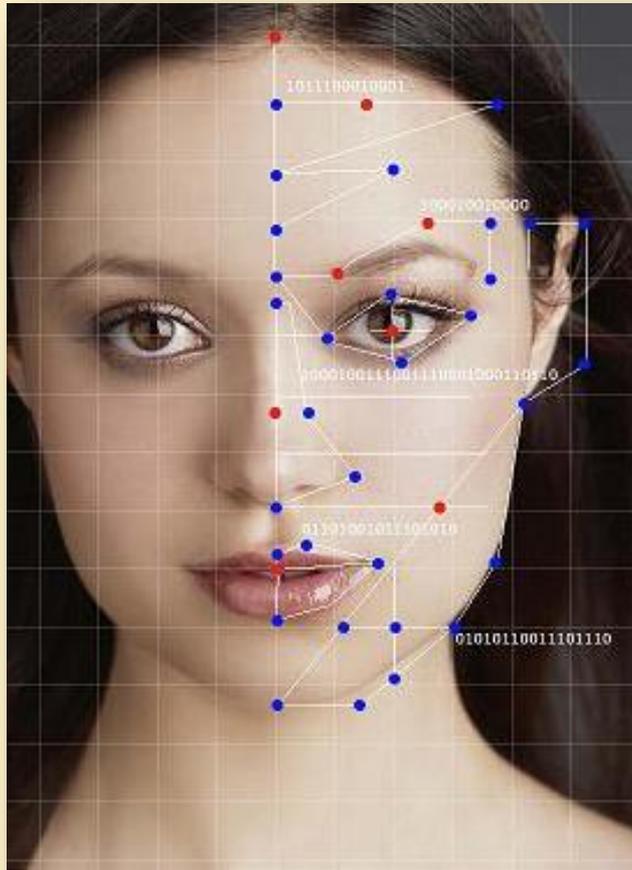
# Аннотация

В докладе был сделан обзор пяти математических методов распознавания образов (сигналов): метод решающих функций, статистический метод, метод расстояния Хаусдорфа, метод взаимного отклонения и метод расстояния Хэмминга. Рассмотрены простые примеры их применения.

На основе метода расстояния Хэмминга была создана программа на языке C++, выполняющая распознавание текста на изображении.



# Введение



## *Сферы применения систем распознавания образов:*

- **Медицина:** постановка более точных диагнозов
- **Производство:** прогноз брака в партиях товаров
- **Безопасность:** биометрическая идентификация личности
- **Развитие** искусственного интеллекта

# Определения

- **Образ** - некий сигнал, полученный на выходе информационного канала.
- **Класс образов** (или просто **класс**) – это совокупность образов, обладающих некоторыми общими свойствами.
- **Распознавание образов** — это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков из общей массы несущественных данных.

# 1. Метод дискриминантных (решающих) функций

$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  –  $n$ -мерный вектор признаков некоторого образа.

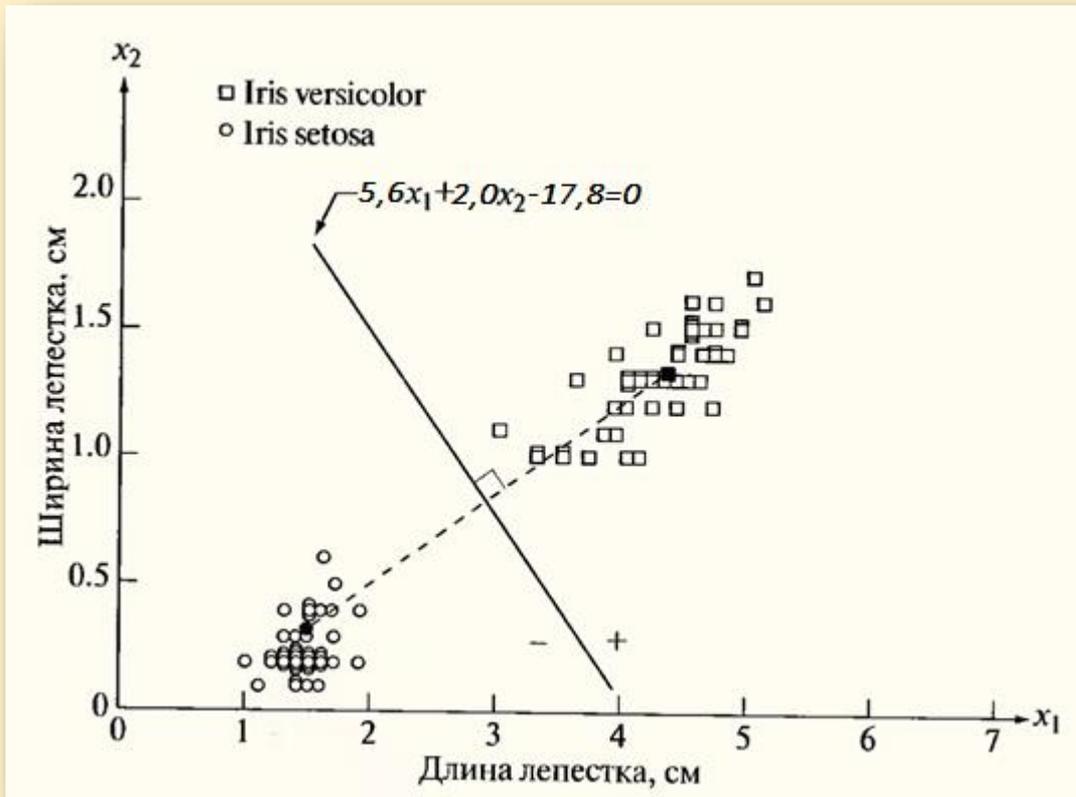
$W_1, W_2, \dots, W_m$  –  $m$  классов образов.

$x^i = (x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i)$  – эталон класса  $W_i$ .

*Дискриминантной (или решающей) функцией  $d_{ij}(x)$  называется функция*

$$d_{ij}(x) = 2 \sum_{k=1}^n (x_k^i - x_k^j) x_k - \sum_{k=1}^n (x_k^i - x_k^j)^2 = 0$$

# Пример



Два класса:

$W_1$  – *Iris versicolor*,  
 $W_2$  – *Iris setosa*.

Их эталоны:  $x^1 =$   
(4.3, 1.3)  $x^2 =$   
(1.5, 0.3).

Уравнение разделяющей поверхности принимает вид:

$$d_{12}(x) = d_1(x) - d_2(x) = 5.6x_1 + 2.0x_2 - 17.8 = 0$$

## 2. Статистический метод

$$D(x) = i \Leftrightarrow p(i) * p(x|i) > p(j) * p(x|j)$$

для всех  $j \neq i$ ,

где  $p(i)$  – вероятность принадлежности образа  $x$  к  $i$ -му классу (частота появления образов  $i$ -го класса);

$p(x|i)$  - плотность распределения образов  $i$ -го класса в пространстве признаков;

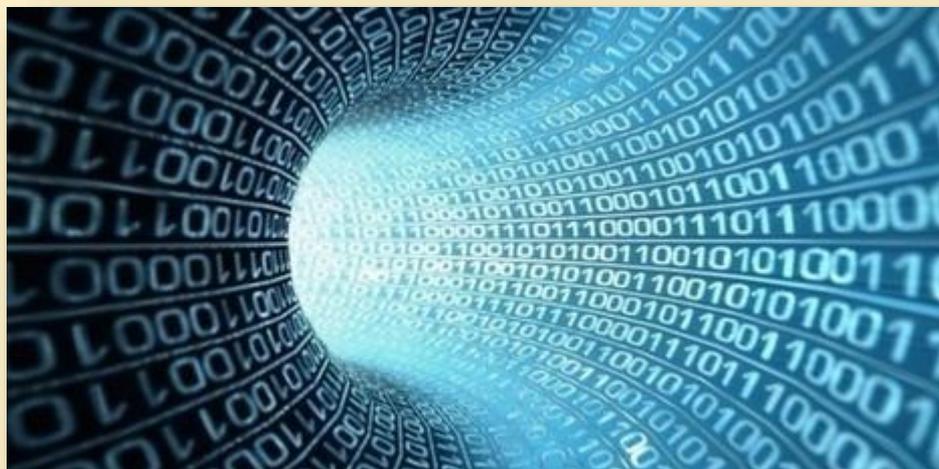
$D(x)$  - функция, которая ставит номер класса  $i$  в соответствие вектору признаков  $x$ .

# Пример

- Пусть известно, что из 100 сигналов  $a$  сигналов представляют собой единицы и  $b$  сигналов – нули.
- В результате передачи сигнала на выходе канала появляется величина  $x$ , на которую накладывается гауссовский шум.



$$x < 0.5 - \sigma^2 * \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$



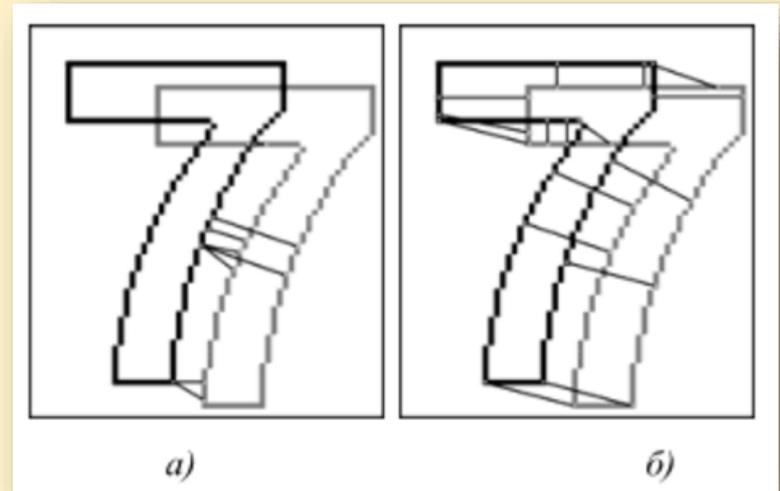
# 3. Метод метрики Хаусдорфа

- *Расстоянием* от точки  $x_0$  до компактного множества  $G$  называется

$$\sigma(x_0, G) = \min_{y \in G} \|x_0 - y\|$$

- *Отклонением* множества  $G_1$  от множества  $G_2$  называется

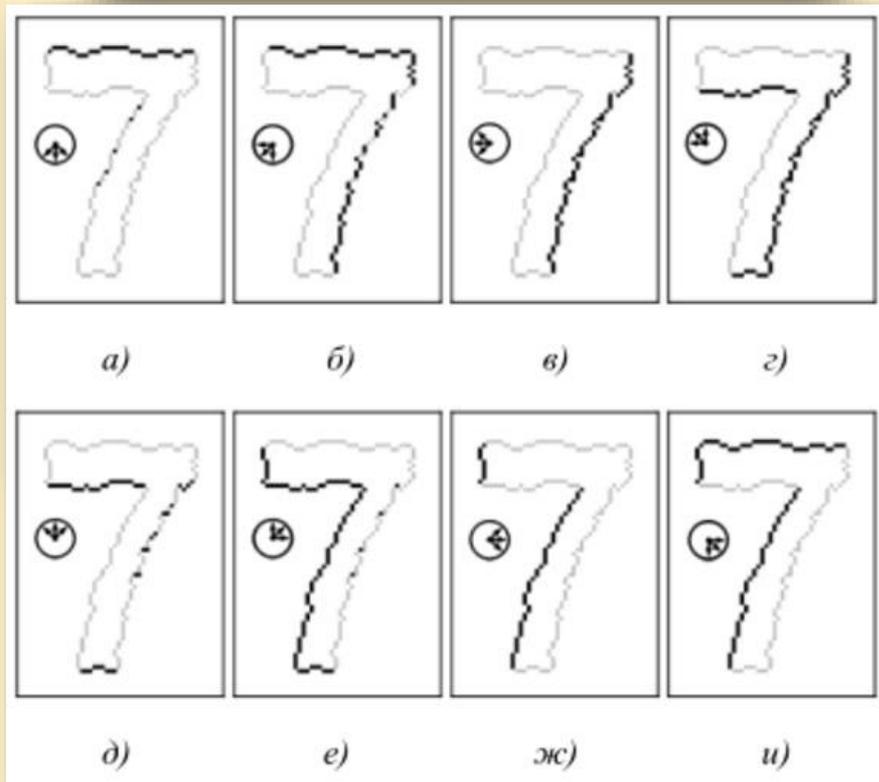
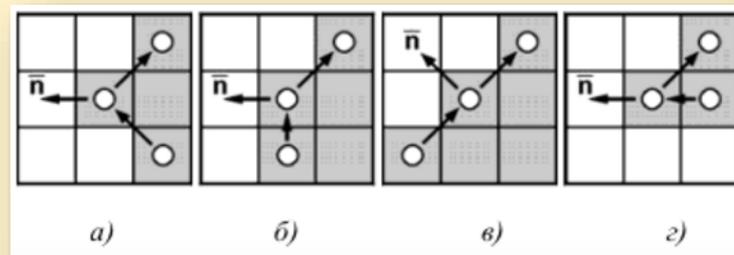
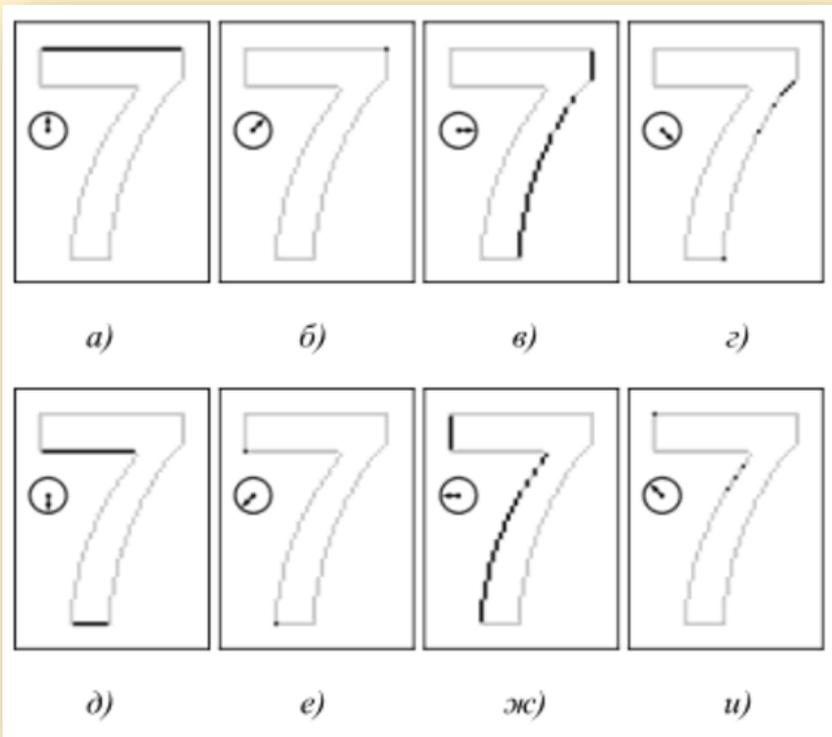
$$\sigma(G_1, G_2) = \max_{x \in G_1} \sigma(x, G_2)$$



- *Метрикой Хаусдорфа* называется

$$\rho(G_1, G_2) = \max(\sigma(G_1, G_2), \sigma(G_2, G_1))$$

# Модификация метода. Пример



# 4. Метод взаимного отклонения

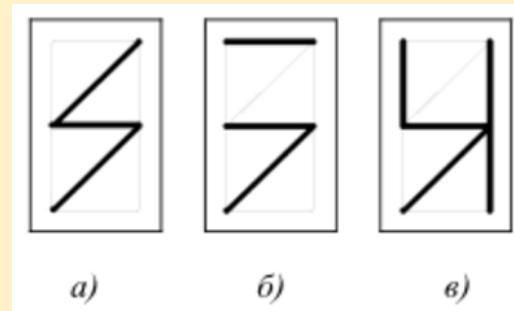
- Нахождение отклонения объекта от эталона сводится к нахождению для каждого элемента объекта соответствующего ему элемента эталона.
- Структурные отклонения объекта от эталона и эталона от объекта определяются суммами «штрафов».
- *Взаимное структурное отклонение* объекта и эталона определяется как некоторая комбинация отклонений объекта от эталона и эталона от объекта.

# Пример

Эталоны:



Объекты:



Для объекта А:

**Эталон 0:**  $S_0(0) = 3$ ,  $S_3(0) = 6$ ,  $S(0) = 9$ ;

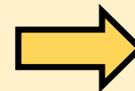
**Эталон 1:**  $S_0(1) = 2$ ,  $S_3(1) = 2$ ,  $S(1) = 4$ ;

**Эталон 2:**  $S_0(2) = 2$ ,  $S_3(2) = 3$ ,  $S(2) = 5$ ;

**Эталон 3:**  $S_0(3) = 0$ ,  $S_3(3) = 1$ ,  $S(3) = 1$ ;

**Эталон 4:**  $S_0(4) = 2$ ,  $S_3(4) = 3$ ,  $S(4) = 5$ ;

...



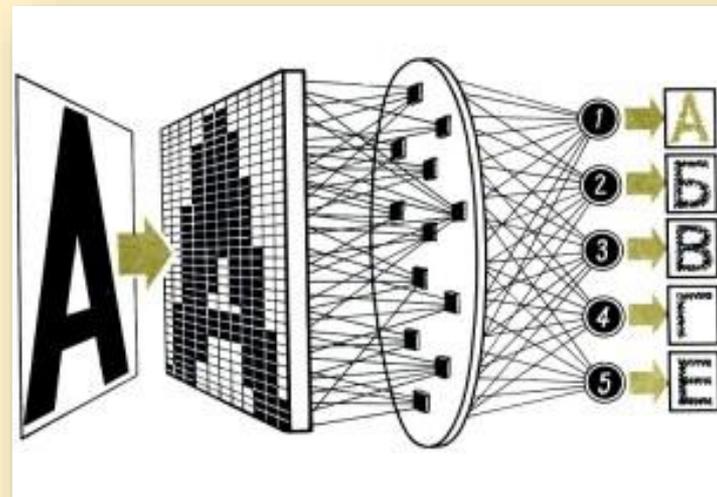
Это  
цифра 3

# 5. Метод расстояния Хэмминга

- *Расстояние Хэмминга* — это число позиций, в которых соответствующие символы двух слов одинаковой длины различны.

$$d_{xy} = \sum_{k=1}^n |x_k - y_k|$$

АПЕЛЬСИН



# Практическая часть

В практической части доклада был смоделирован метод расстояния Хэмминга применительно к распознаванию текста на картинке.

Была создана программа на языке C++ в среде разработки Visual Studio, которая считывает изображение, содержащее текстовую строку, в таких популярных форматах, как jpg, png, bmp, анализирует его и выводит результат – распознанный текст – в окне командной строки.

## *Анализ изображения:*

1. Преобразование изображения к двум цветам – чёрный и белый.
2. Обрезка полей изображения.
3. Разбитие изображения на символы.
4. Обрезка полей у каждого изображения символа (если это необходимо).
5. Сжатие изображений символов до размера 32x32 пикселя.
6. Анализ каждого символа в отдельности методом расстояния Хэмминга.

Программа даёт наиболее точный результат при считывании текста, изображённого с помощью шрифта Arial, так как эталоны букв алфавита созданы с использованием именно этого шрифта.



# Практическая часть

На данный момент программа умеет считывать только строчные буквы английского алфавита, однако возможности программы можно расширить, загрузив в её базу данных эталоны новых символов.

Однако у данного алгоритма есть некоторые недостатки:

1. Изображения, имеющие после обрезки полей высоту меньше 32 пикселей, не всегда распознаются корректно.
2. При попытке считывания изображения с использованием других шрифтов (не Arial) качество распознавания снижается.
3. Некоторые сочетания символов букв нельзя разделить с помощью алгоритма разрезки строк на буквы, который используется в данной программе. Для решения этой проблемы в БД программы хранятся некоторые эталонные изображения таких сочетаний, с которыми сравнивается объект-символ, если для него не нашлось подходящего сопоставления среди эталонов одиночных букв алфавита.

Также программа имеет режим обучения: если для символа не удалось найти подходящий эталон, программа попросит пользователя ввести значение этого символа, а затем сохранит эталон символа и его значение в БД программы.



# Источники

1. История систем распознавания образов [Электронный ресурс]: Электронная статья. – Режим доступа: <https://mirznanii.com/a/113307/istoriya-sistem-raspoznvaniya-obrazov>
2. Теория распознавания образов [Электронный ресурс]: Электронная статья. – Режим доступа: [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Теория\\_распознавания\\_образов](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Теория_распознавания_образов)
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений [Текст] — Москва: Техносфера, 2005. — 1072 с. ISBN 5-94836-028-8
4. Стадник А.С. Распознавание образов и анализ сцен [Электронный ресурс]: Электронная статья. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2011/fknt/stadnik/library/article5.htm>
5. Лекция №17. Методы распознавания образов [Электронный ресурс]: Электронная статья. – Режим доступа: <http://baumanki.net/lectures/1-avtomatizaciya/31-intellektualnye-mehatronnye-sistemy/458-17-metody-raspoznvaniya-obrazov.html>
6. Расстояние Хемминга [Электронный ресурс]: Электронная статья. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние\\_Хэмминга](https://ru.wikipedia.org/wiki/Расстояние_Хэмминга)
7. Ермолаев И. Алгоритм быстрого нахождения похожих изображений [Электронный ресурс]: Электронная статья. – 22 июня 2011. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/122372/>
8. Михайлов И.А. Некоторые методы распознавания изображений [Электронный ресурс]: Электронная статья. – Режим доступа: <https://refdb.ru/look/2037649.html>