



БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ и ИНФОРМАТИКИ

Тарасюк Александр Евгеньевич

**СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ
НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

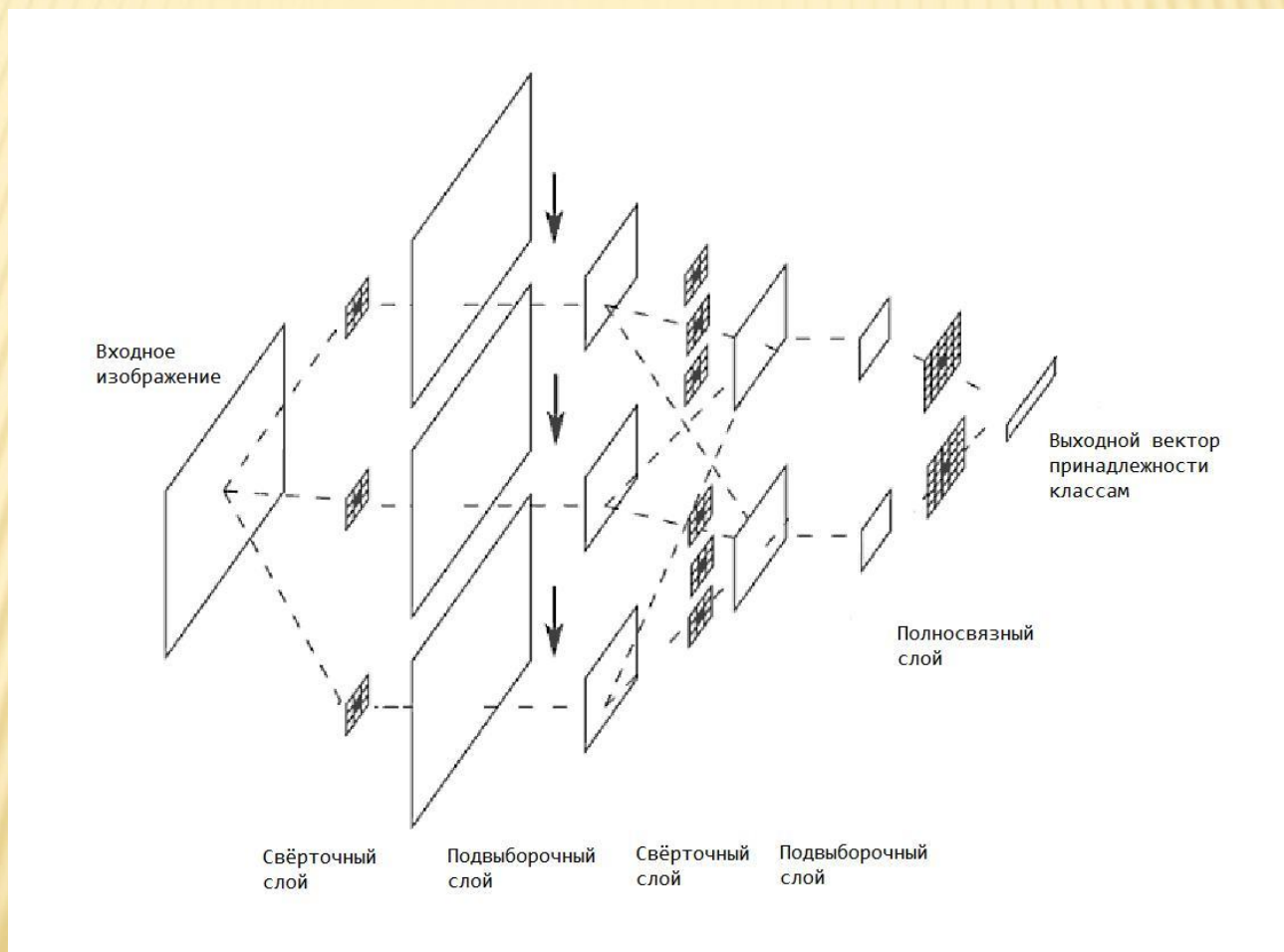
СОДЕРЖАНИЕ

- Постановка задачи
- Выбор базового алгоритма
- Модификация алгоритма
- Программная реализация
- Результаты экспериментов
- Заключение

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

- Задача распознавания человека по портретному изображению лица
- Количество классов до 100
- Множественные изображения для каждого класса в обучающей выборке
- Требования к алгоритму
 - устойчивость к местоположению лица, уровню освещённости и помехам
 - приемлимое время обучения и работы

СХЕМА СВЁРТОЧНОЙ СЕТИ



БАЗОВЫЙ АЛГОРИТМ

Описан в работе Lawrence S., Giles C. L., Tsoi A. C., Back A. D.
Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach

Обучение

- Предобработка (масштабирование)
- Прямое распространение по свёрточной сети
- Вычисление ошибки сети
- Обратное распространение и корректировка весов (шаг обучения зависит от эпохи)

$$\delta_{ki} = (y_{ki} - t_i) \cdot (1 - y_{ki}^2), k = L,$$

$$\delta_{ki} = \left(\sum_{j=1}^q \delta_{k+1,j} w_{k+1,ji} \right) \cdot (1 - y_{ki}^2), k = (L-1)..1,$$



$$w_{kij}(t+1) = w_{kij}(t) - \alpha(t) \delta_{ki} y_{k-1,j}, k = 1..L,$$

Распознавание

- Предобработка (масштабирование)
- Прямое распространение по свёрточной сети
- Принятие решения на основе выходного вектора

Характеристики:

- Высокая точность
- Устойчивость к изменению местоположения лица
- Слабая устойчивость к уровню освещённости и шумам
- Большая вычислительная сложность (особенно процесс обучения)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ АЛГОРИТМА

The screenshot shows a software window titled "G:\Diplom\Programm\Nets\test4" with a menu bar containing "File" and "Command". On the left side, there are two input fields: "Face number" with the value "1" and "Image Number" with the value "7". Below these is a "Recognize" button. Underneath the button, two small grayscale images of a face are shown, each with the number "1" below it. To the right of these images is the number "99".

The main area of the window displays the visualization of the neural network's layers:

- First layer:** A row of 10 small grayscale images representing the first layer's output. To the right of this row is a dropdown menu showing the value "9".
- Second layer:** A row of 10 small grayscale images representing the second layer's output. To the right of this row is a dropdown menu showing the value "19".
- Third layer:** A row of 10 small grayscale images representing the third layer's output. To the right of this row is a dropdown menu showing the value "0".
- Final layer:** A row of 10 small grayscale images representing the final layer's output. To the right of this row is a dropdown menu showing the value "0".

On the far right of the interface, there are two larger grayscale images: the top one is a clear grayscale image of a face, and the bottom one is a heavily blurred and pixelated version of the same face. At the bottom of the window, there is a thick black vertical bar on the left and a horizontal line extending to the right.

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА

Слабая устойчивость к помехам на изображении:

- В результате масштабирования помехи на изначальном изображении смазывают детали портрета



Вейвлетная предобработка изображения:

- Вейвлетное сжатие путём отбрасывания малозначительных коэффициентов преобразования

Слабая устойчивость к уровню освещённости:

- Проявляется в первом свёрточном слое – нейроны реагируют на яркость



Локальная нормализация входящих данных:

- Для каждого набора входных значений первого свёрточного слоя

$$M = \sum_{i,j} x_{i,j} \quad D = \sqrt{\sum_{i,j} (x_{i,j} - M)^2}$$

$$y_{i,j} = \frac{(x_{i,j} - M)}{D}$$

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА

Недостаточное влияние ключевых признаков:

- Множество слабовыраженных признаков влияют на процесс распознавания в ущерб некому ключевому признаку



Введение упрощённых обратных связей:

- Между последним и первым свёрточными нейронными слоями
- Веса формируются на основе статистических зависимостей между наборами признаков

Большая вычислительная сложность алгоритма:

- Для обучения свёрточной сети требуется больше эпох, больше операций в каждой эпохе



Выбор адаптивного шага обучения:

- Шаг обучения выбирается с целью минимизации среднеквадратичной ошибки

$$\alpha(t) = \frac{\sum_{i=1}^r \frac{\delta_{ki}^2}{1 - y_{ki}^2}}{\left(1 + \sum_{j=1}^p y_{k-1,j}^2\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^r \delta_{ki}^2\right)},$$

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Три основных компонента:



Компоненты представляют собой программные модули, написанные на языке программирования C# (платформа .NET).

Особенности реализации алгоритма свёрточной сети:

- Гибкость при настройке (возможность задания параметров архитектуры сети: кол-во слоёв, их тип, кол-во нейронов и связей между слоями, размер входных данных)
- Возможность получения структурированной информации о внутреннем состоянии сети (весах нейронов и промежуточных значениях при вычислении);

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

- Базы – ORL и FERET



- Обучающая и тестовая выборки не пересекаются
- Конфигурации нейронных сетей:
 1. 2 свёрточных слоя (10 и 30 нейронов)
 2. 2 свёрточных слоя (20 и 20 нейронов)
 3. 3 свёрточных слоя (10, 20 и 20 нейронов)
 4. 3 свёрточных слоя (5, 10 и 10 нейронов)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

База ORL

Алгоритм	1	2	3	4
Базовый	80%	76,5%	78,75%	78,5%
Предложенный	86%	84,25%	88%	87,25%

База FERET

Алгоритм	1	2	3	4
Базовый	95%	93,5%	94%	92,5%
Предложенный	96%	94,5%	97,5%	97%

ПРИМЕРЫ

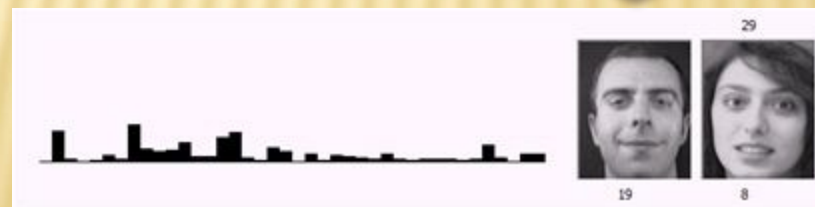
Устойчивость к местоположению



Устойчивость к уровню освещённости



Пример ошибочного распознавания



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Рассмотрен подход на основе свёрточных нейронных сетей
- Предложена модификация базового алгоритма Лоренса-Гилса включающая вейвлетную предобработку, локальную нормализацию, введение обратных связей и адаптивного шага обучения.
- Эксперименты показали снижение уровня ошибок распознавания в 1,2 – 2,5 раз для баз изображений ORL и FERET

Спасибо за внимание.