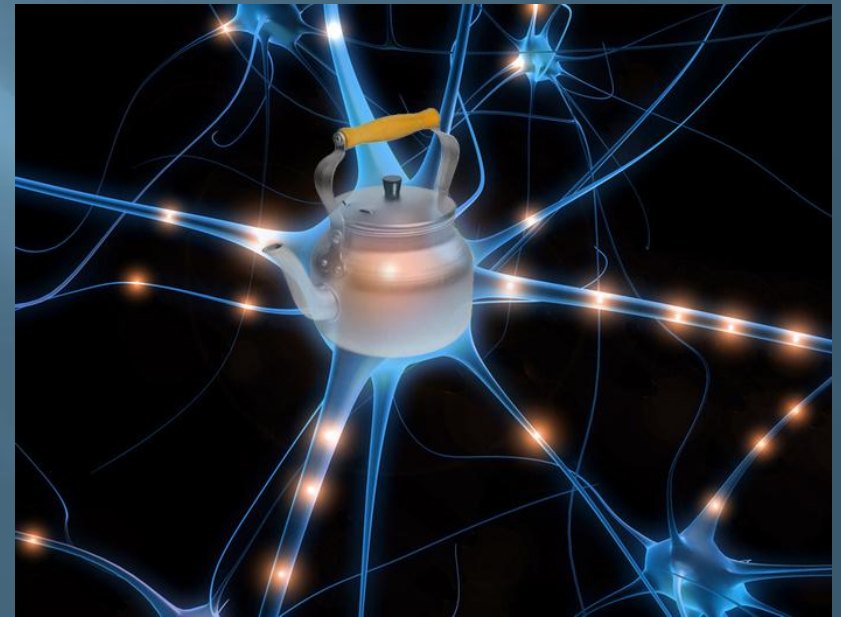
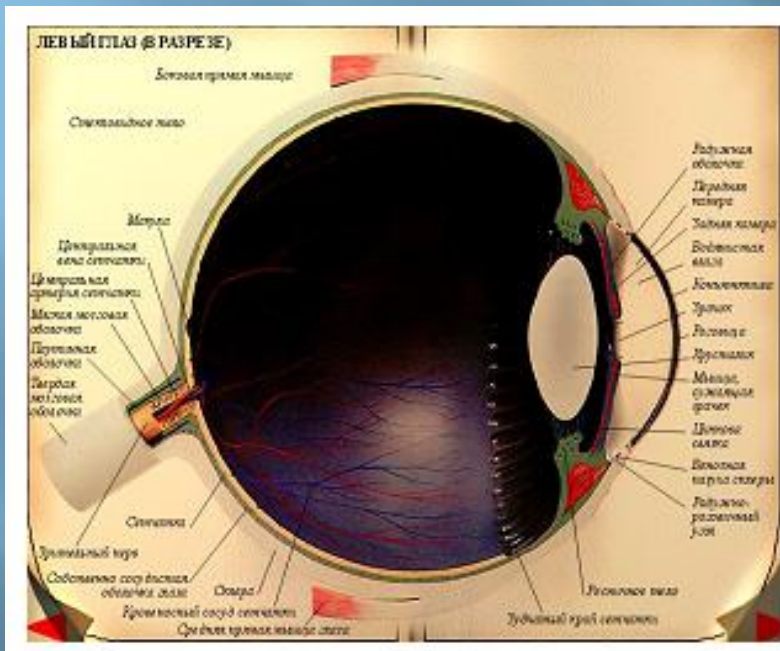


ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ



Содержание

1. Введение. Актуальность.
2. Понятие образа и задачи распознавания образов.
3. Математическая формулировка задачи распознавания образов.
4. Нейронные сети для решения задачи распознавания образов.
5. Распознавание образов в среде MATLAB.

Литература

- ▣ С.Хайкин. Нейронные сети. - М.: Издательский дом “Вильямс”, 2006.
- ▣ А.И. Галушкин. Нейронные сети: основы теории. - М.: Горячая линия - Телеком, 2010.
- ▣ Дж. Ту, Р. Гонзалес. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978.
- ▣ А.Н. Горбань, Обучение нейронных сетей. – М.: СП ПараГраф, 1990.
- ▣ Ф. Блум, А. Лейзерсон, Л. Хофстедтер. Мозг, разум и поведение. – М.: Мир, 1988.
- ▣ Ф.Розенблатт. Принципы нейродинамики : перцептроны и теория механизмов мозга. - М.: Мир, 1965.
- ▣ Е.В. Бодянский, О.Г.Руденко. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. – Харьков, 2004.

1. Введение

2011 год фирмы [Microsoft](#), [Google](#) и [Apple](#) анонсировали свои системы распознавания лиц. Благодаря этому стало возможным найти человека на Facebook или в Skype по его фотографии.

2012 год Компания Microsoft продемонстрировала технологию, которая способна почти мгновенно переводить произносимую человеком английскую речь на китайский язык.

Сообщается, что система работает с помощью нейронных сетей по аналогии с функционированием мозга, доля ошибок была снижена на 15%.

2013 год Канадские ученые создали функционирующий виртуальный мозг. После нескольких лет работы, группа исследователей из Университета Ватерло (Канада создала Spaun(Semantic Pointer Architecture Unified Network) - "крупнейший в мире симулятор функционирующего мозга", 2,5 миллиона «нейронов».

2013 год

Создан процессор Zeroth на базе искусственных нейронных сетей, структура которого полностью моделирует работу нейронов в человеческом мозге. Процессор способен учиться и адаптироваться посредством взаимодействия с окружающим миром, в частности со слов пользователей.



Актуальность

Сферы применения распознавания символов:

1. Перевод печатного и рукописного текста в формат электронного документа.
 2. Выделение и распознавание нечётких или искажённых символов на фотографии (например, чтение автомобильного номера нарушителем системами ГАИ).
 3. Распознавание текста в робототехнике для принятия решений.
- и.т.д.



2. Понятие образа и задачи распознавания образов

- ▣ **Образ (pattern)** – объект, подлежащий распознаванию.

Образное восприятие мира - одно из свойств человеческого мозга.

Образы обладают характерными объективными свойствами.

Распознавание образов – это задача идентификации объекта по его изображению (оптическое распознавание) или аудиозаписи (акустическое распознавание).



2. Понятие образа и задачи распознавания образов

Три фазы в распознавании образов



- получение данных

12 канальный сканер - 12 спектральных характеристик



100011000111111100011000110001

-предварительная обработка
данных



≠



-принятие решения
о классификации

3. Математическая формулировка задачи распознавания образов

Дано множество M объектов w . Объекты задаются значениями некоторых признаков $x_i, i=1,2,\dots,N$, наборы которых одинаковы для всех объектов.

Совокупность признаков объекта w определяет его описание $I(w)=(x_1(w), x_2(w), x_3(w).. x_N(w))$.

На всем множестве M существует разбиение на подмножества (классы объектов)

$$M = \bigcup_{i=1}^m \Omega_i$$

Разбиение на классы может быть задано полностью или определяться некоторой априорной (обучающей) I_0 информацией о классах.

Задача распознавания состоит в том, чтобы для каждого данного объекта w по его описанию $I(w)$ и априорной информации I_0 вычислить значения предикатов $P_i = (w \in \Omega_i), i = 1.., m$ Для описания невозможности распознавания предикаты заменяются величинами

$$\alpha_i = \in \{0(w \notin \Omega_i), 1(w \in \Omega_i), \Delta(\text{неизвестно})\}$$

Таким образом для рассматриваемого объекта необходимо вычислить его информационный вектор $\alpha(w) = (\alpha_1(w), \alpha_2(w) \dots, \alpha_n(w))$

Предикат — это то, что утверждается или отрицается о субъекте суждения.

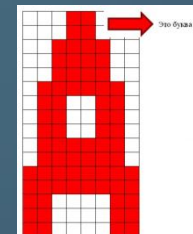
3. Математическая формулировка задачи распознавания образов: разбиение на классы

Разбиение множества объектов M на классы Ω_i задается следующими способами:



1. Перечисление или метод сравнения с эталоном.

Недостатки – слабая устойчивость к шумам и искажениям.



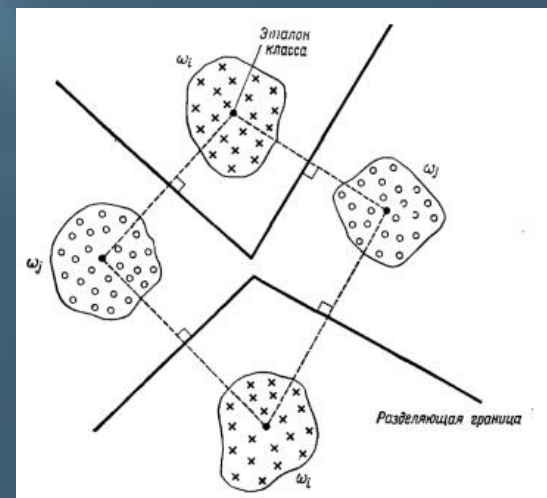
2. Задание общих свойств или метод сопоставления по признакам.

Более экономичный метод по сравнению с методом перечисления.

Недостаток- сложность определения полного набора признаков, отличающих один класс от другого.

3. Кластеризация, когда объекты описываются векторами признаков.

Распознавание осуществляется на основе расчета расстояния от объекта до каждого из имеющихся кластеров. Для задания исходных кластеров целесообразно использовать процедуру обучения.



3. Математическая формулировка задачи распознавания образов: разбиение на классы

Дано множество M объектов ω , имеющих свои описания

$$I(\omega) = (x_1(\omega), x_2(\omega), \dots, x_N(\omega))$$

Задан критерий $K(I(\omega))$, позволяющий отличать объекты друг от друга в соответствии с определенным условием.

Требуется в соответствии с заданным критерием K построить разбиение множества M на классы

$$\Omega_i : M = \bigcup_{i=0}^m \Omega_i$$

Действие критерия определяется следующим выражением

$$\forall i, j (i, j = 1, \dots, m) \quad i \neq j \Leftrightarrow K(I(\omega \in \Omega_i)) \neq K(I(\omega \in \Omega_j))$$

Число классов изначально неизвестно и определяется по результатам выполнения классификации.

3. Математическая формулировка задачи распознавания образов: разбиение на классы

Виды классификации

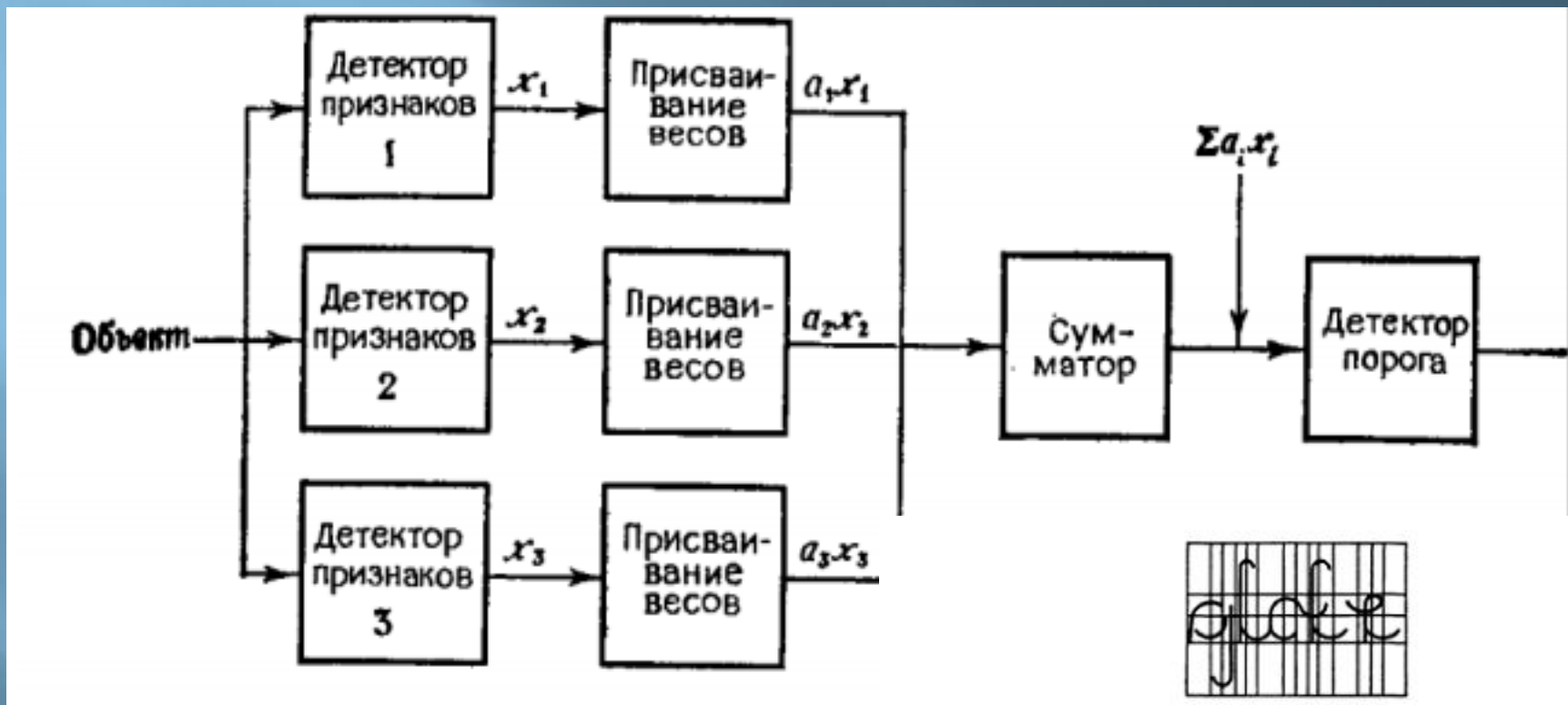
-Параллельная- проведение ряда тестов над всей совокупностью данных об объекте и принятие решения на основе их результатов

-Последовательная - проведение последовательности тестов над подмножествами выявленных данных; выбор очередного теста определяется результатами предыдущих тестов

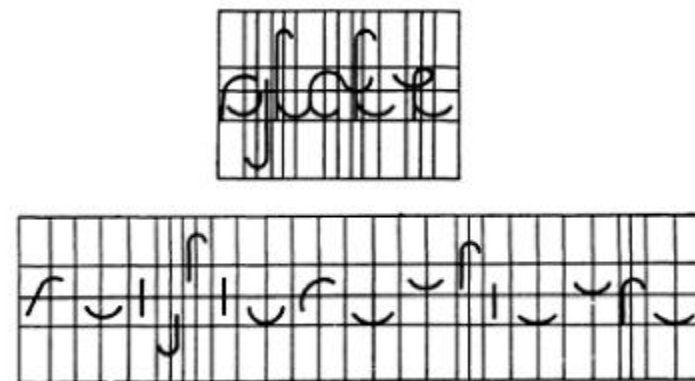
3. Математическая формулировка задачи распознавания образов: разбиение на классы

Параллельная классификация

Надежный, но не гибкий способ классификации.



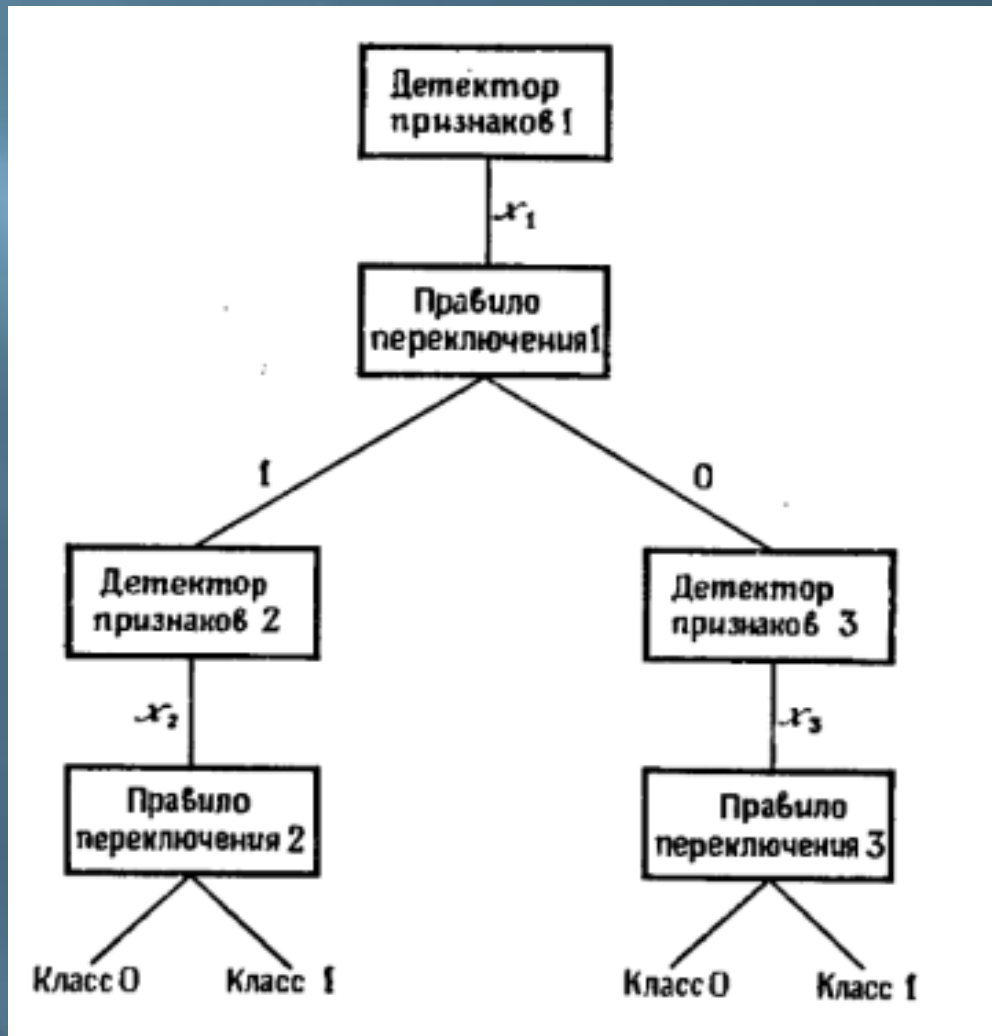
Нейронные сети относятся к параллельным методам классификации.



3. Математическая формулировка задачи распознавания образов: разбиение на классы

Последовательная классификация

Позволяет реализовывать более сложные правила классификации.



4. Нейронные сети для решения задачи распознавания образов

Для распознавания объектов изображений по форме применяют, как правило, многослойные персептроны, обучающиеся на основе метода обратного распространения ошибки с адаптивным шагом обучения, по параметрам – радиальные базисные сети.

Теоретическим обоснованием возможности использования многослойной нейронной сети прямого распространения сигнала для распознавания образов изображений служит теорема Хехт–Нильсена.

Теорема Хехт–Нильсена.

.Любая функция многих переменных достаточно общего вида может быть представлена двух-слойной нейронной сетью с n нейронами входного слоя, $(2n+1)$ нейронами скрытого слоя с заранее известными ограниченными функциями активации (например, сигмоидальными) и m нейронами выходного слоя с неизвестными функциями активации.

Теорема доказывает решаемость задачи представления функции произвольного вида на нейронной сети и указывает для каждой задачи минимальное число нейронов сети, необходимых для ее решения.

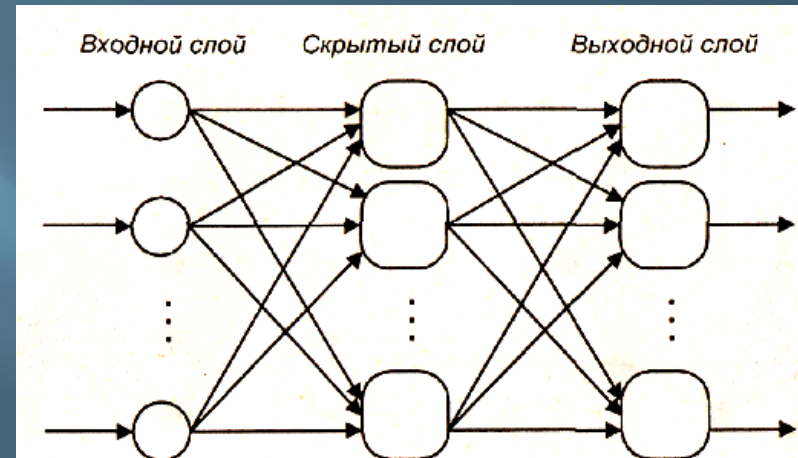
4. Нейронные сети для решения задачи распознавания образов

Выбор параметров сети

$$\frac{mN}{1 + \log_2 N} \leq L_w \leq m \left(\frac{N}{m} + 1 \right) (n + m + 1) + m$$

L_w - число синаптических весов

n - размерность входного сигнала,
 m - размерность выходного сигнала,
 N - число элементов обучающей выборки




$$L = \frac{L_w}{n + m}$$

Число нейронов в скрытом слое

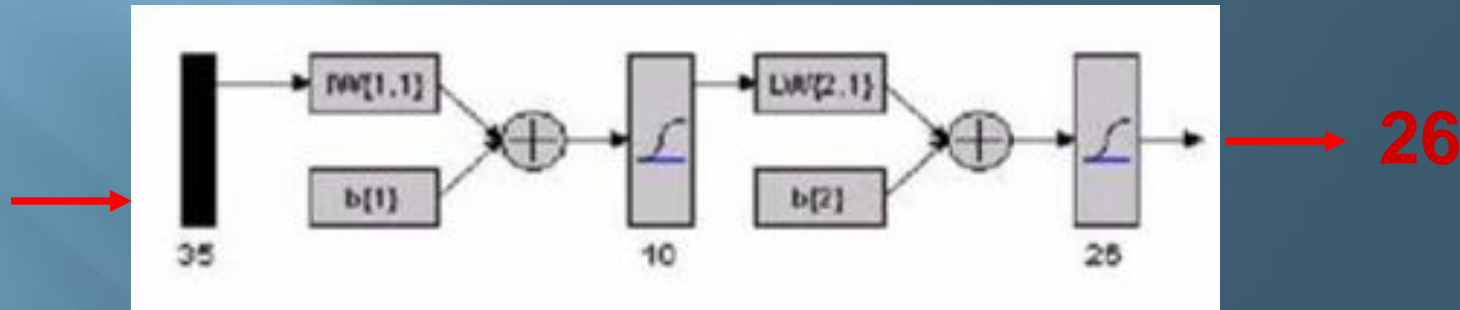
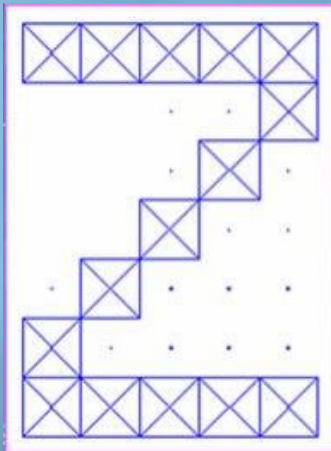
5. Распознавание образов в среде MATLAB

Задача распознавания букв в терминах нейронной сети

<p><i>Дано:</i> растровое черно-белое изображение буквы размером $N \times M$ пикселей</p>	<p><i>Необходимо:</i> распознать предъявленную букву (в алфавите 26 букв)</p>
<p>Формулировка задачи для нейронной сети</p>	
<p><i>Дано:</i> входной вектор из $N \times M$ двоичных символов</p> <p> 100011000111111100011000110001</p>	<p><i>Необходимо:</i> построить нейронную сеть с $N \times M$ входами и 26 выходами, которые помечены буквами. Номер нейрона с максимальным значением выходного сигнала должен соответствовать предъявленному изображению буквы.</p> <p>T</p>

5. Распознавание образов в среде MATLAB

Функция - newff



`net=newff(PR, [S1 S2 ...SN],{TF1 TF2 ...TFN},btf,blf,pf),`

PR – массив размера $R \times 2$ минимальных и максимальных значений для R векторов входа;

Si – количество нейронов в слое i ;

Tfi – функция активации слоя i , по умолчанию `tansig`;

btf – обучающая функция, реализующая метод обратного распространения ошибки;

blf – функция настройки, реализующая метод обратного распространения;

pf – критерий качества обучения, по умолчанию среднеквадратичная ошибка.

5. Распознавание образов в среде MATLAB

- Для обучения сети применяется функция **train**, позволяющая установить процедуры обучения сети и настройки ее параметров и имеющая формат:
- **[net, TR]=train(net, P, T, P_i, A_i)**
- **входные аргументы:**
- **net** – имя нейронной сети,
- **P** – массив входов,
- **T** – вектор целей, по умолчанию нулевой вектор,
- **P_i** – **начальные условия** на линиях задержки входов, по умолчанию нулевые,
- **A_i** – **начальные условия** на линиях задержки слоев, по умолчанию нулевые; а выходные:
- **net** – объект класса `network.object` после обучения;
- **TR** – характеристики процедуры обучения

5. Распознавание образов в среде MATLAB

- Моделирование сети обеспечивает функция **sim**, имеющая формат
- $[Y, Pf, Af, E, perf] = \text{sim}(\text{net}, P, Pi, Ai, T)$, где *входные аргументы*:
- **net** – имя нейронной сети,
- **P** – массив входов,
- **Pi** – начальные условия на линиях задержки входов, по умолчанию нулевой вектор,
- **Ai** – начальные условия на линиях задержки слоев, по умолчанию нулевой вектор,
- **T** – вектор целей, по умолчанию нулевой вектор;
- *выходные аргументы*:
- **Y** – массив выходов,
- **Pf** – состояния на линиях задержки входов после моделирования,
- **f** – состояния на линиях задержки слоев после моделирования,
- **E** – массив ошибок,
- **perf** – значение функционала качества

5. Распознавание образов в среде MATLAB

- ▣ обучающие функции, реализующих метод обратного распространения ошибки

- ▣ по умолчанию `trainlm` :
- ▣ `traingdx` , МОРО с импульсом и адаптацией
- ▣ `trainlm`, метод Левенберга – Марквардта, относящийся к методам второго порядка

Обучение нейронной сети

1. Выбор очередной обучающей пары из обучающего множества, подача входного вектора на вход сети.
2. Вычисление выхода сети.
3. Вычисление разности между выходом сети и требуемым выходом (целевым вектором обучающей пары).
4. Корректировка веса сети для минимизации ошибки.
5. Повторение шагов с 1 по 4 для каждого вектора обучающего множества до тех пор, пока ошибка на всем множестве не достигнет приемлемого уровня.