

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
СПб ГУТ)))

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Лекция

1

Выборнова Анастасия Игоревна

План занятия

- Сенсорные системы и сети:
 - определение;
 - примеры применения.

- Искусственные нейронные сети:
 - определение;
 - примеры применения.

Зачем это вообще?

Цель курса — познакомить вас с двумя группами актуальных и востребованных технологий:

В любом современном высокотехнологичном продукте или сервисе используются либо сенсорные системы и сети, либо искусственные нейронные сети, либо и то, и другое.

Зачем это вообще?

Карл Маркс и Фридрих Энгельс — это не муж и жена, а четыре совершенно разных человека.

Сенсорные системы и искусственные нейронные сети — это разные группы технологий, поэтому и курс будет делиться на две равные и мало связанные друг с другом части:

1. Сенсорные системы и сети.
2. Искусственные нейронные сети.

План занятия

- Сенсорные системы и сети:
 - определение;
 - примеры применения.
- Искусственные нейронные сети:
 - определение;
 - примеры применения.

Сенсоры

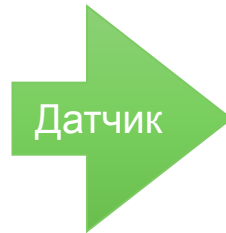
- **Преобразователь физической величины** — устройство, предназначенное для восприятия и преобразования контролируемой физической величины в выходной сигнал (ГОСТ Р 51086-97).
- **Первичный измерительный преобразователь (sensor)** — устройство, используемое при измерении,
 - которое обеспечивает на выходе величину, находящуюся в определенном соотношении с входной величиной,
 - и на которое непосредственно воздействует явление, физический объект или вещество, являющееся носителем величины, подлежащей измерению (ГОСТ Р 8.673-2009).

Сенсоры

- **Датчик** — средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем (ГОСТ Р 51086-97).
- **Датчик** — конструктивно обособленное устройство, содержащее один или несколько первичных измерительных преобразователей (ГОСТ Р 8.673-2009).
- Слово «**сенсор**» в настоящий момент в русском языке используется как синоним слова «датчик».

Сенсоры

Окружающий мир



Вычислительные системы



Сенсоры

Виды датчиков (классификация неполная):

- температуры;
- давления;
- влажности;
- радиоактивности;
- вибрации;
- ускорения (акселерометр);
- положения (на основе гироскопа);
- и другие.

Сенсорные системы и сети

А что если взять и объединить множество датчиков?

В современном мире чаще используются не единичные датчики, а их совокупности:

- Несколько различных датчиков, объединенных в систему.
- Географически распределенная система из большого количества датчиков 1-2 типов.

Сенсорные системы и сети

Несколько различных датчиков, объединенных в систему — **смартфон**.

Сенсорные системы и сети

Несколько различных датчиков, объединенных в систему — **смартфон**.

- «датчик прикосновения» — сенсорный экран;
- микрофон;
- «датчик» GPS;
- сканер отпечатка пальца;
- датчик освещенности;
- датчик приближения;
- акселерометр и/или гироскоп;
- магнитометр (компас);
- камера (слежение за взглядом).

Сенсорные системы и сети

Географически распределенная система из большого количества датчиков — беспроводные (всепроникающие) сенсорные сети.

- «умный дом»;
- системы контроля промышленных объектов;
- контроль автотрафика;
- контроль проникновения на территорию;
- контроль экологических параметров;
- ресурсосбережение.

Сенсорные системы и сети

ITU-T Y.2221:

Сенсорный узел — устройство, состоящее из датчика (и опционально — актора) и оборудования для обработки и передачи информации:



Сенсорные системы и сети



Сенсорные системы и сети

ITU-T Y.2221:

Сенсорная сеть — сеть, включающая в себя связанные друг с другом по проводным или беспроводным каналам сенсорные узлы, осуществляющие пересылку данных друг другу.

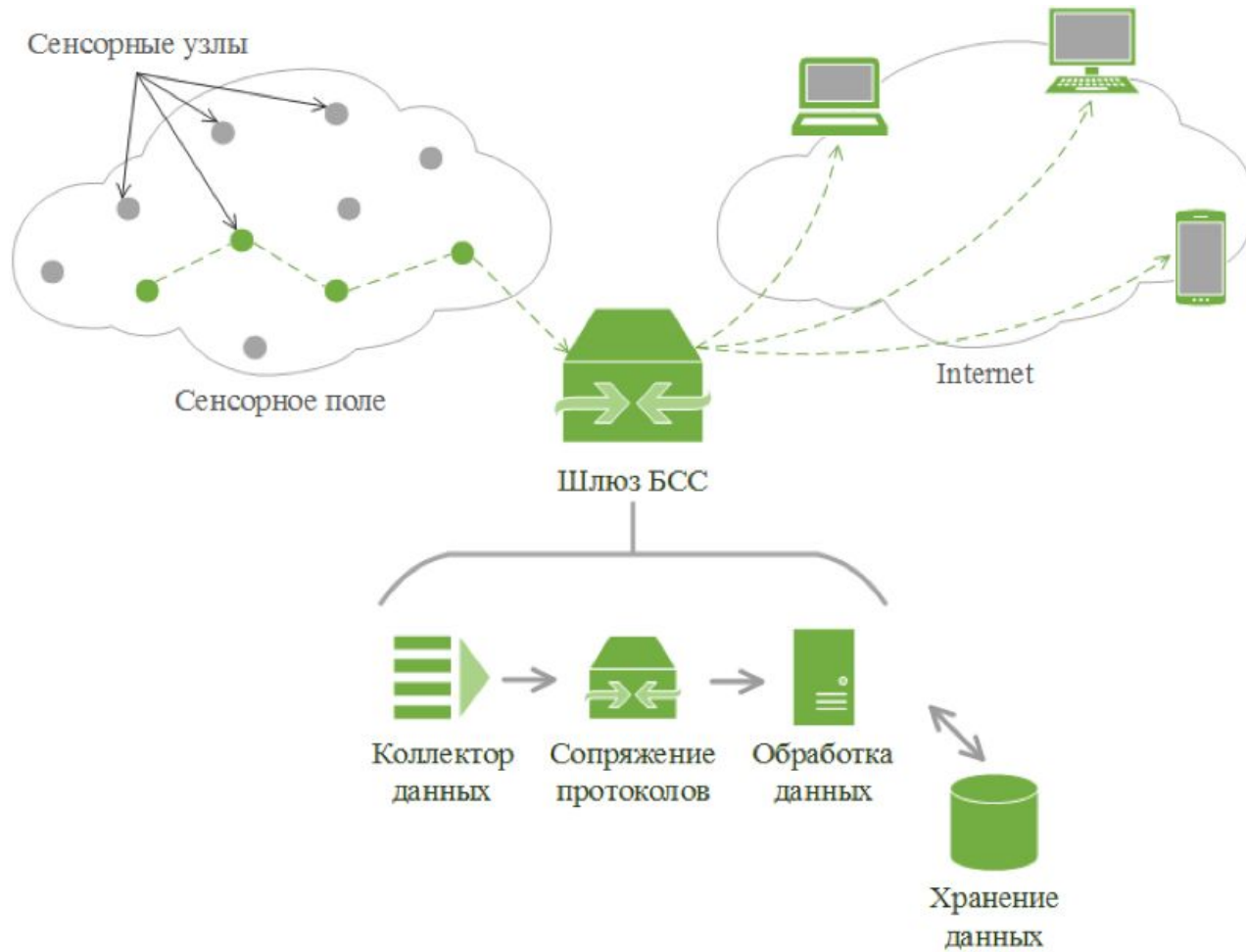


Беспроводная сенсорная сеть

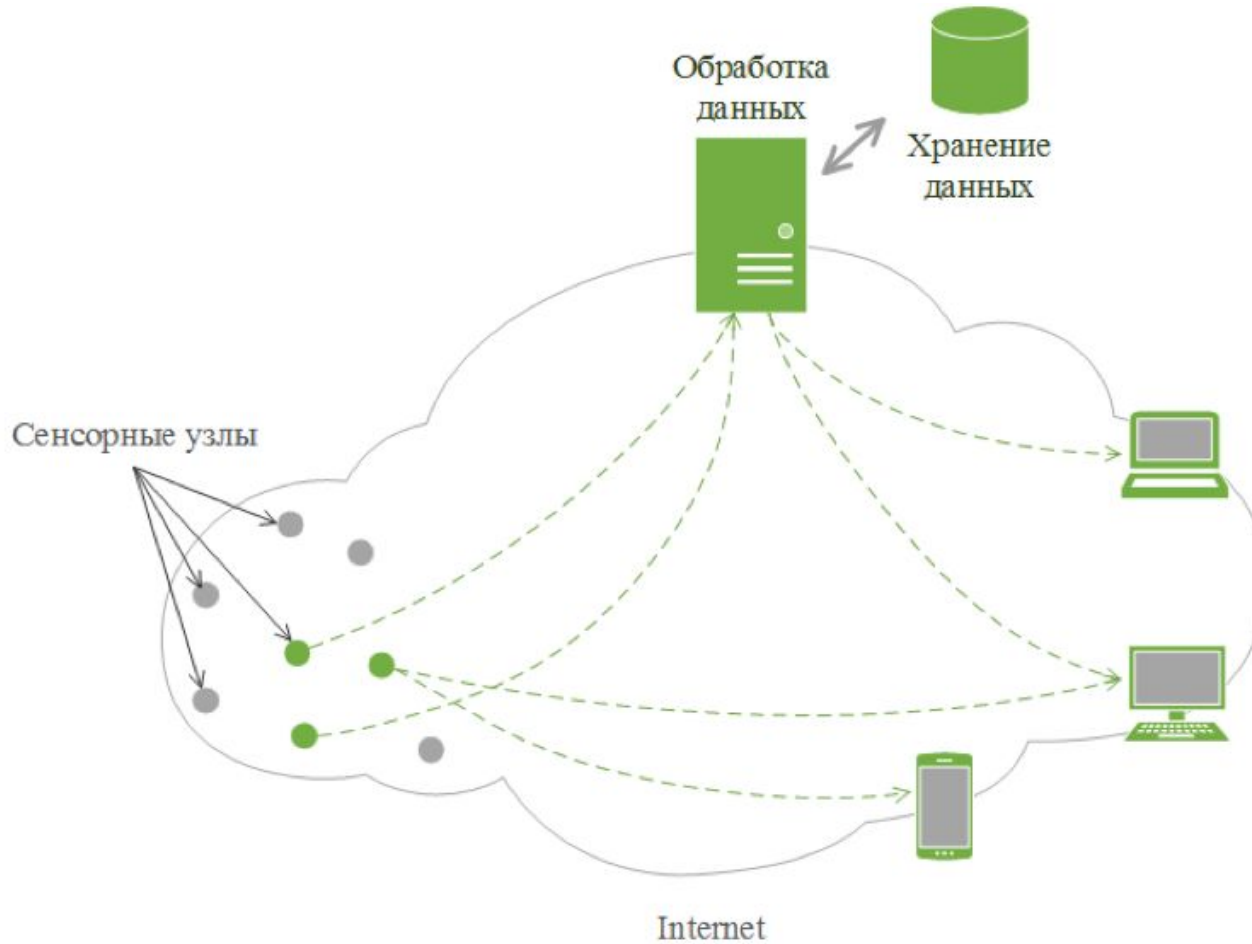


Всепроникающая сенсорная сеть (Ubiquitous sensor network, USN) — концептуальная интеллектуальная сеть, построенная поверх существующих сетей связи и предоставляющая данные от множества сенсоров в любое время, в любом месте и любому потребителю.

Сенсорные системы и сети



Сенсорные системы и сети

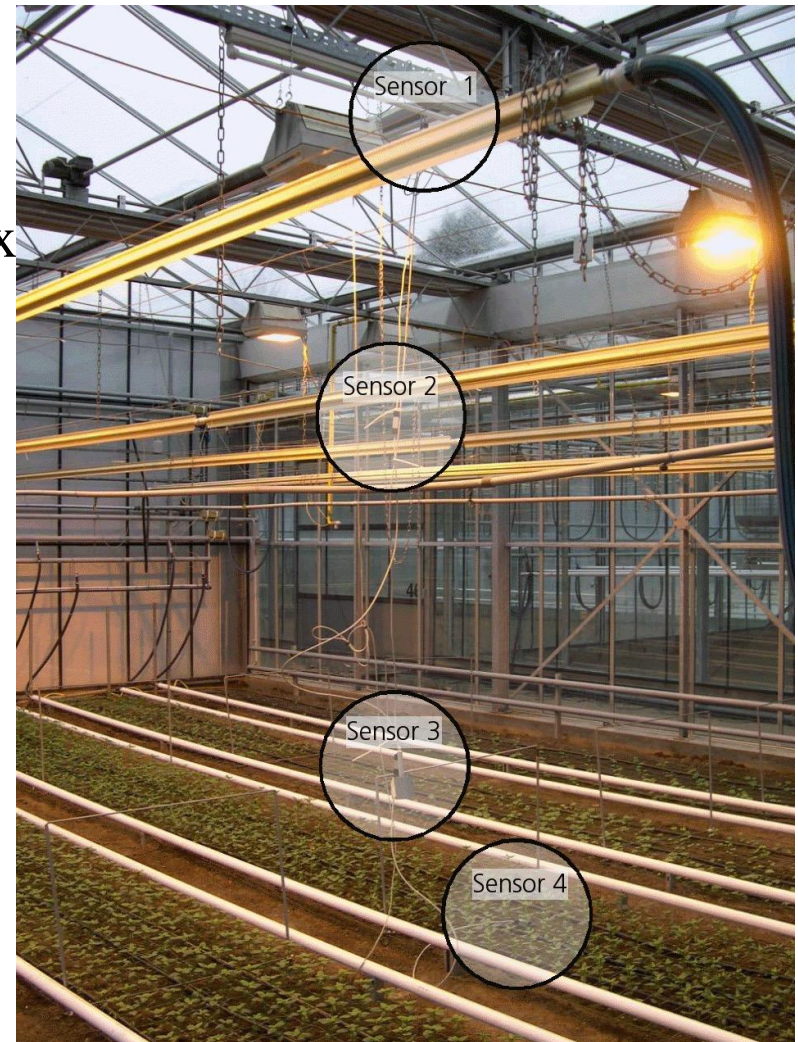


План занятия

- Сенсорные системы и сети:
 - определение;
 - примеры применения.
- Искусственные нейронные сети:
 - определение;
 - примеры применения.

Сенсорные системы и сети

Мониторинг параметров окружающей среды (температура, вибрации, содержание вредных веществ в атмосфере) на различных промышленных объектах.



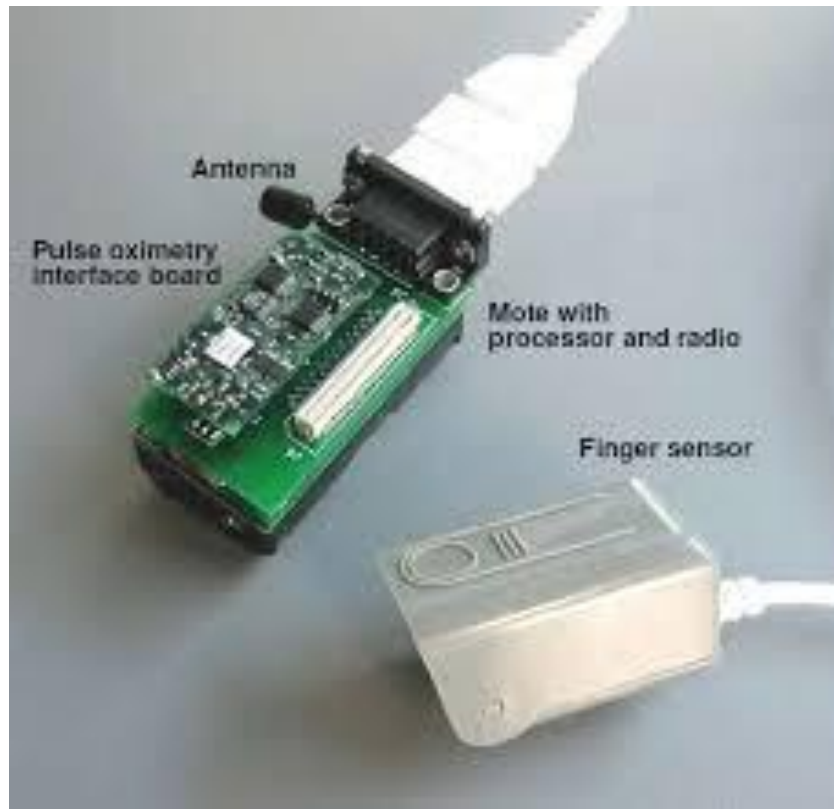
Сенсорные системы и сети

Мониторинг температуры, освещенности, силы и направления ветра, влажности воздуха и почвы в сельском хозяйстве.



Сенсорные системы и сети

Мониторинг состояния здоровья человека (в больнице, дома, на поле боя).



Сенсорные системы и сети

«Умный дом» — следующий шаг в развитии USN, сочетание в одной системе сенсоров и акторов



О чем будут лекции?

Примерные темы последующих лекций, практических и лабораторных работ:

- (?) История развития сенсорных систем.
- Физические принципы, лежащие в основе различных датчиков. Критерии выбора датчиков для решения практических задач.
- Принципы работы протоколов беспроводной передачи данных для сенсорных сетей (физический и канальный уровень). Критерии выбора протоколов для решения практических задач.
- (?) Обзор существующих технологий и платформ для создания сенсорных систем.
- Интернет вещей — обзор приложений.

План занятия

- Сенсорные системы и сети:
 - определение;
 - примеры применения.
- Искусственные нейронные сети:
 - определение;
 - примеры применения.

Искусственные нейронные сети

Искусственные нейронные сети — математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей.

Биологическая нейронная сеть — совокупность нейронов, которые связаны или функционально объединены в нервной системе, выполняют специфические физиологические функции.

Биологические нейронные сети

Нервная система человека построена из нейронов — клеток, способных (помимо прочего) принимать, обрабатывать и передавать электрохимические импульсы

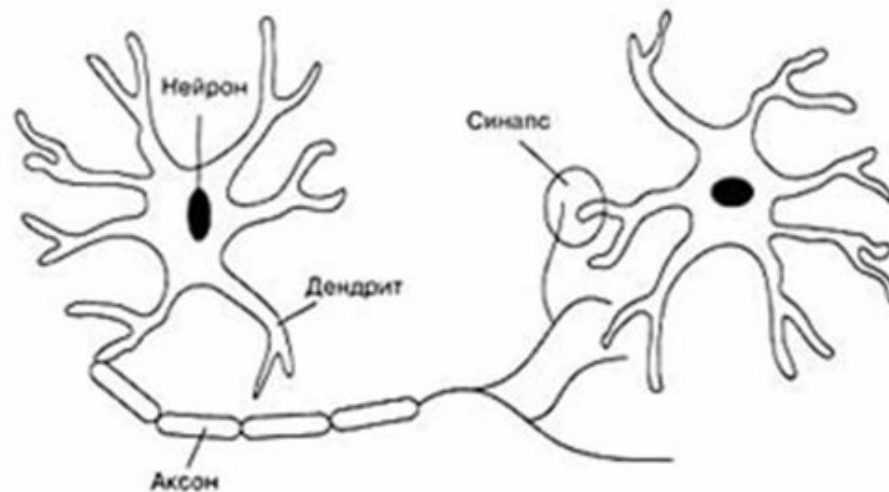


Рис. 1. Упрощенная биологическая модель мозга

Биологические нейронные сети

- Объединенные аксонами нейроны образуют в мозге человека сложную сеть.
- Каждая связь между нейронами имеет свой вес — силу синаптической связи.
- Синапсы имеют «знак» — они могут быть возбуждающими или тормозящими.
- Каждый нейрон имеет «проговое значение» срабатывания — величину электрохимического воздействия на него, после которого он также передаст электрохимический импульс.

А как бы нам это использовать?

Человеческий мозг справлялся лучше компьютеров с большим числом задач. Но:

- Ограниченные вычислительные возможности человеческого мозга.
- Ограниченное число людей.
- Когнитивные искажения.

Искусственные нейронные сети — попытка избавиться от этих недостатков при решении ряда задач.

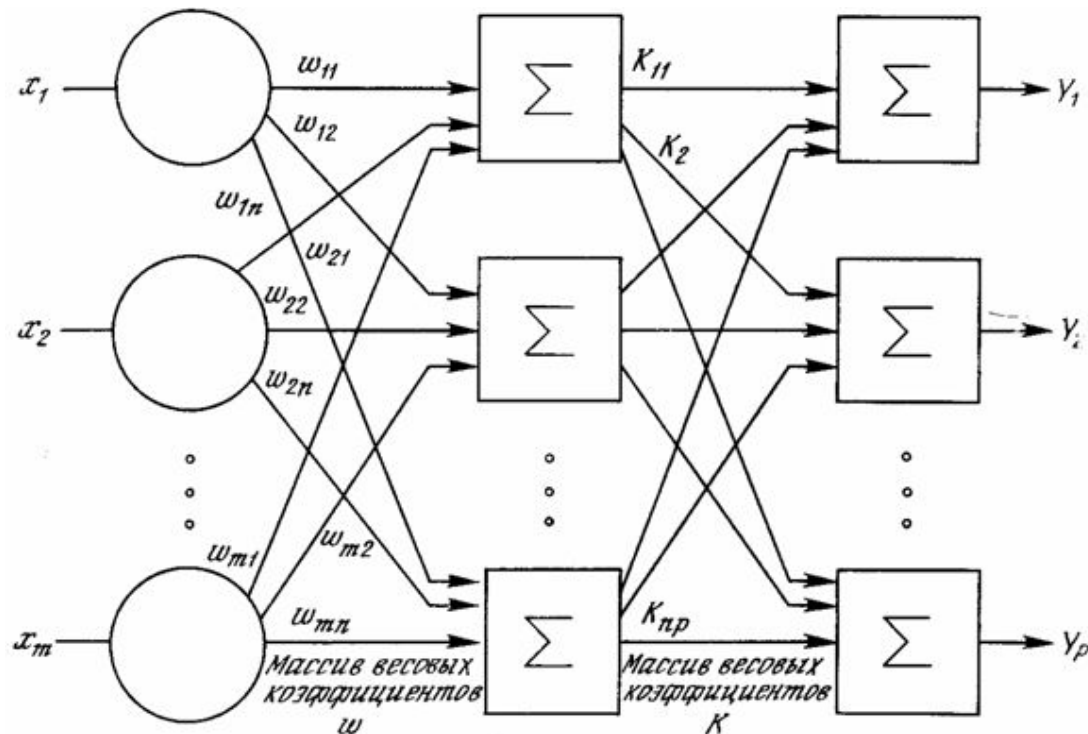
А как бы нам это использовать?

Применение искусственных нейронных сетей:

- Распознавание графических образов, речи.
- Классификация графических образов и др.
- Принятие решений и прогнозирование.

Искусственные нейронные сети

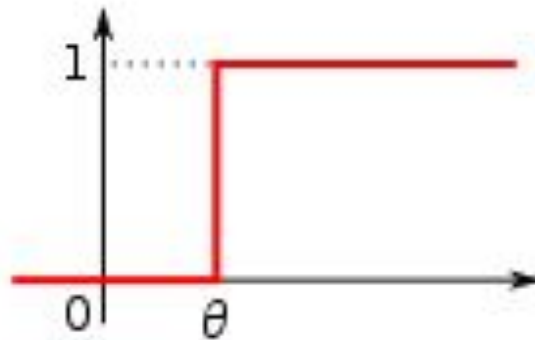
На основе данных принципов строятся искусственные нейронные сети:



Искусственные нейронные сети

Характеристики ИНС:

- Несколько слоев сети (внешние и скрытые).
- Коэффициенты каждой связи.
- В каждом узле — пороговая функция:



Искусственные нейронные сети

Как найти коэффициенты связей и параметры пороговой функции?

Биологические нейронные сети:

Искусственные нейронные сети

Как найти коэффициенты связей и параметры пороговой функции?

Биологические нейронные сети:

- Обучение.

Искусственные нейронные сети:

Искусственные нейронные сети

Как найти коэффициенты связей и параметры пороговой функции?

Биологические нейронные сети:

- Обучение.

Искусственные нейронные сети:

- Тоже обучение!

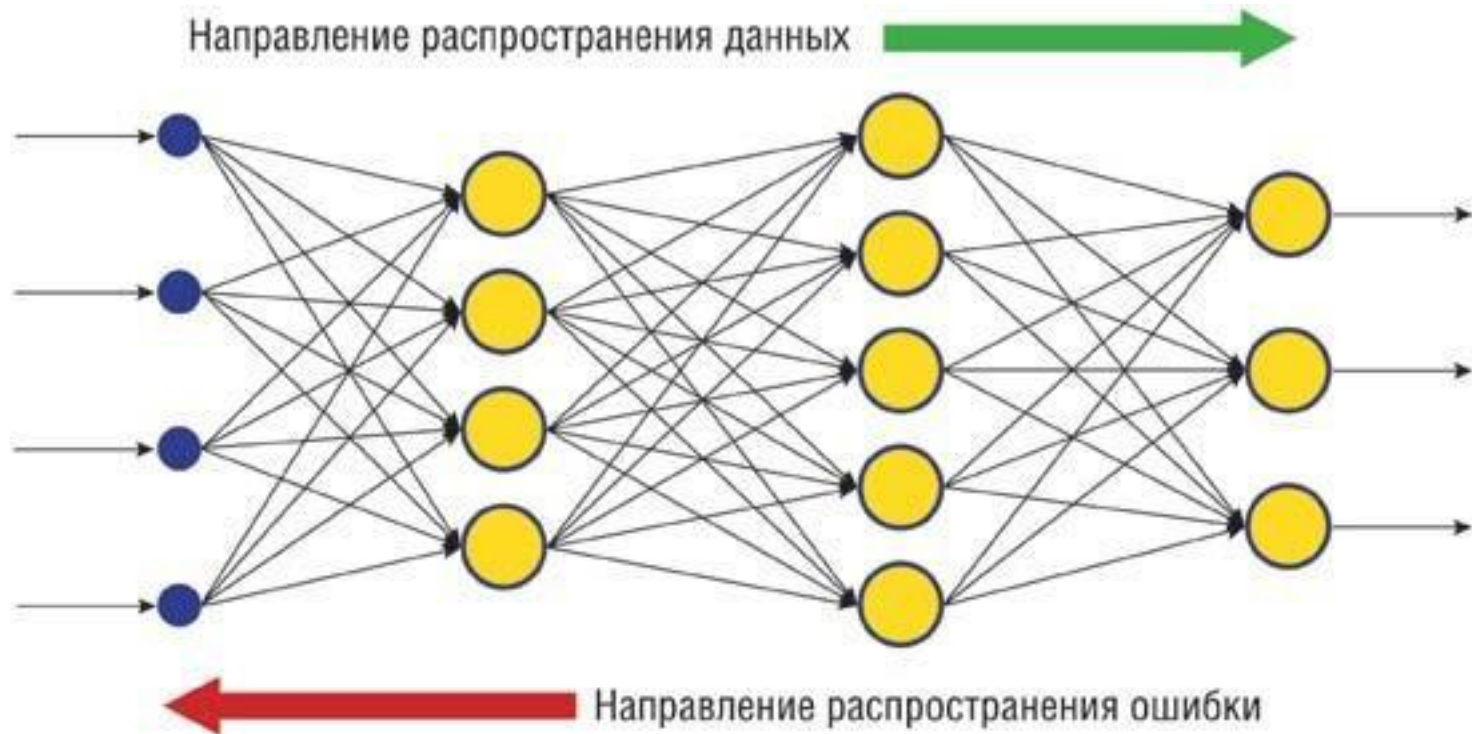
Искусственные нейронные сети

Обучение нейронной сети:

- Начальные параметры выбираются на основе экспертного мнения или случайно.
- Существует набор данных для обучения (исходные данные, «правильный» ответ на вопрос для которых известен).
- Обучающий набор данных пропускается через ИНС, вычисляется разница между известными ответами и значениями на выходе ИНС (обычно сумма квадратов).
- Коэффициенты ИНС изменяются, пока не будут найдены такие коэффициенты, при которых ошибка минимальна (идеально — равна нулю, на практике — стабильна при изменении набора обучающих данных).

Искусственные нейронные сети

Метод обратного распространения ошибки — один из методов подбора весов:



План занятия

- Сенсорные системы и сети:
 - определение;
 - примеры применения.
- Искусственные нейронные сети:
 - определение;
 - примеры применения.

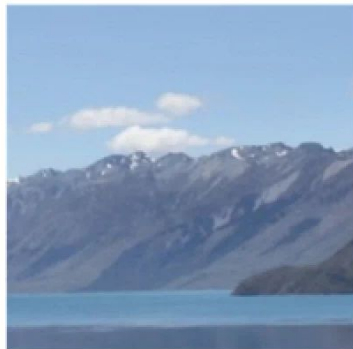
Применение ИНС

Deep Dream от Google:

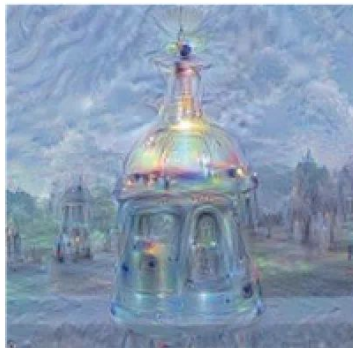


Применение ИНС

Deep Dream от Google:



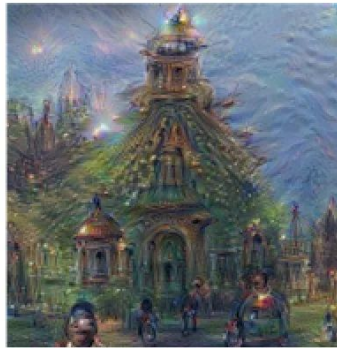
Horizon



Towers & Pagodas



Trees



Buildings



Leaves



Birds & Insects

Применение ИНС



Серьезные применения ИНС

Применение искусственных нейронных сетей:

- Распознавание графических образов, речи.
- Классификация графических образов и др.
- Принятие решений и прогнозирование.

О чем будут лекции?

Примерные темы последующих лекций, практических и лабораторных работ:

- (?) Основы работы биологических нейронных сетей
- Классификация и топологии ИНС. Критерии выбора топологии ИНС для решения практических задач.
- Методы обучения ИНС. Критерии выбора метода обучения для решения практических задач.
- (?) Обзор существующих платформ для создания ИНС.
- Обзор способов применения ИНС