———————1 слайд———————

### **Основы компьютерного зрения, классические алгоритмы**

#### **Введение**

Компьютерное зрение (CV) представляет собой область науки и технологий, которая занимается автоматическим извлечением, анализом и интерпретацией информации из изображений и видео с целью принятия решений или автоматического выполнения задач, которые традиционно требуют человеческого зрения.

Особое внимание в cv уделяется созданию алгоритмов, которые могут эффективно обрабатывать изображения, извлекать из них важную информацию и использовать её для последующих вычислений.

———————2 слайд———————

#### **Основы компьютерного зрения**

Важным аспектом является то, что компьютерное зрение работает с цифровыми изображениями, которые представляют собой двумерные матрицы пикселей.

Каждый пиксель характеризуется определенной интенсивностью света (в черно-белых изображениях) или набором значений для разных цветовых каналов (в цветных изображениях).

Изображения могут быть представлены в различных цветовых пространствах, например, в пространстве RGB (красный, зеленый, синий), HSV (оттенок, насыщенность, яркость) или YCbCr (яркость и компоненты цветности).

| Цветовое пространство | Преимущества | Области применения |
| --- | --- | --- |
| RGB | Простота, поддержка аппаратных устройств | Обработка изображений в исходной форме |
| HSV | Устойчивость к изменениям освещения | Сегментация, классификация по цвету |
| YCbCr | Эффективное сжатие, устойчивость к шумам | Сжатие изображений, обнаружение объектов |

Однако для того чтобы компьютер мог понимать, что изображено на картинке, требуется извлечь важные признаки (features), которые могут быть использованы для дальнейшего анализа, поговорим об этом чуть позже.

———————3 слайд———————

## **Как человек и компьютер «видят» мир**

Человеческое зрение использует накопленный опыт, чтобы распознавать высокоуровневые признаки: мы легко отличаем кошку от воробья, исходя из их ключевых характеристик (уши, хвост, крылья, клюв и т. д.).

Компьютер же воспринимает изображения в виде наборов чисел.

Каждый пиксель изображения представлен числами, описывающими цвет в модели RGB:

* Три числа для цветных изображений (оттенки красного, зелёного и синего).
* Одно число для чёрно-белых изображений (градации серого).

———————4 слайд———————

### **Проблема обработки изображений компьютером**

Компьютеру не хватает рецептивного поля (способности учитывать контекст на изображении). Например, зелёный пиксель может относиться как к траве, так и к зелёной стене. Чтобы распознать объекты, компьютер должен научиться выделять ключевые признаки изображения:

* Границы объектов.
* Формы (прямые линии, изгибы).
* Текстуры.
* Цветовые переходы.

———————5 слайд———————

**Перейдем к самим решениям задач компьютерного зрения**

Помимо нейронных сетей, в задачах компьютерного зрения применяются классические алгоритмы обработки изображений и машинного обучения. Несмотря на популярность нейронных сетей, эти методы остаются актуальными для определённых задач, особенно когда мы имеем:

* **Ограниченные данные**
* **Малые вычислительные ресурсы**
* **Интерпретируемость (**Результаты классических методов легче интерпретировать и объяснить)
* **Конкретные задачи (**Для задач с чётко определёнными геометрическими объектами (например, обнаружение линий или кругов) классические подходы часто проще и эффективнее)

В общем случае лучше всего с задачами компьютерного зрения справляются нейронные сети, потому что максимально классические алгоритмы это совсем не универсальные методы распознавания каких-либо объектов, потому что много зависит от шумов на изображении, качества искомого объекта, освещения и многих прочих факторов. Сейчас мы посмотрим на это наглядно

#### **Рассмотрим алгоритмы Хафа и Кенни**

———————6 слайд———————

##### **1. Алгоритм Хафа**

Алгоритм Хафа (Hough Transform) — это классический метод для обнаружения простых геометрических фигур, таких как линии, окружности и эллипсы, в изображении. Основная идея заключается в преобразовании параметров изображения (например, координат точек) в пространство параметров геометрических фигур. Алгоритм Хафа позволяет найти все прямые или окружности в изображении, даже если они частично скрыты или перекрыты другими объектами.

**Основные этапы алгоритма Хафа для прямых:**

1. Каждая точка на изображении представляется в полярной системе координат.
2. Для каждого пикселя в изображении вычисляется возможное количество прямых, проходящих через этот пиксель. Эти параметры записываются в пространство Хафа.
3. Все прямые, которые проходят через несколько точек изображения, будут иметь высокие значения в пространстве Хафа, что позволяет идентифицировать их.

———————7 слайд———————

##### **2. Алгоритм Кенни**

Алгоритм Кенни (Canny Edge Detector) — это один из самых популярных методов для обнаружения краев в изображении. Края — это области изображения, где происходит резкое изменение яркости или цвета, что может указывать на границу объектов.

———————8 слайд———————

**Основные этапы алгоритма Кенни:**

Изначально имеем такую картинку, хотим получить контуры дорожной разметки. (картинка)

Этапы алгоритма Кэнни:

———————9 слайд———————

1. Преобразуем цветовое пространство из RGB (**Red, Green, Blue**) в HSV (Hue, Saturation, Value), чтобы более эффективно сегментировать объекты на изображении на основе их цвета. HSV, в отличие от RGB, лучше разделяет оттенок и яркость, что делает его более подходящим для задач, связанных с цветовой сегментацией.

———————10 слайд———————

1. Применяем пороговую бинаризацию, чтобы выделить пиксели, которые попадают в заданный диапазон цвета. Это ключевой шаг в цветовой сегментации, особенно для разметки, которая часто имеет фиксированный цвет.
2. Применяем фильтр Гаусса, который размазывает изображение, устраняя мелкие шумы. Это важно, поскольку шум может привести к ложным границам.

———————11 слайд———————

1. Применяем алгоритм Кэнни — один из самых популярных методов детекции границ.
2. Применяем детектор границ Кенни: алгоритм оптимального определения границ, который рассчитывает градиенты интенсивности изображения, а затем с помощью двух порогов удаляет слабые границы, оставляя искомые как пороговые значения.

Алгоритм Кенни применяется в таких задачах, как сегментация изображений, распознавание объектов и извлечение контуров.

———————13 слайд———————

#### **Извлечение признаков и дескрипторов**

##### **1. Выделение признаков: общий подход и методы**

Выделение признаков является важным этапом обработки данных, который позволяет уменьшить количество ресурсов, необходимых для анализа сложных наборов данных, сохраняя их информативность. Оно направлено на сокращение размерности данных путем преобразования исходных переменных в набор более значимых и компактных характеристик. Это позволяет минимизировать вычислительные затраты, снизить риск переобучения моделей и улучшить их способность к обобщению на новых данных.

### **Низкоуровневые признаки**

Низкоуровневые признаки описывают базовые характеристики изображения, такие как контуры, углы или текстура. Среди них:

1. **Выделение границ** — определяет участки резкого изменения интенсивности.
2. **Обнаружение углов** — выделяет ключевые точки, которые полезны для сопоставления изображений.
3. **Обнаружение пятен и хребтов** — выделяет локальные экстремумы или структуры в данных.
4. **Преобразование инвариантных признаков** — позволяет строить описания, устойчивые к изменениям масштаба, поворота или освещения.

### **Методы, основанные на форме**

Для более высокого уровня анализа используются методы, основанные на геометрической структуре объектов:

1. **Фильтрация по порогам** — выделяет области на изображении с определенными значениями интенсивности.
2. **Выделение объектов** — определяет контуры и границы интересующих областей.
3. **Обнаружение фигур** — используется для поиска линий, окружностей или других параметризуемых форм.

### **Работа с динамическими изображениями**

Для обработки видеоданных выделение признаков используется для анализа движений и временных изменений. Применяются подходы:

* **Зональный** — сравнение отдельных областей изображения.
* **Дифференциальный** — анализ изменений между кадрами.
* **Оптический поток** — определение скорости и направления движения объектов.

———————14 слайд———————

##### **2. Дескрипторы (Descriptors)**

Дескрипторы — это математические представления признаков изображения, которые позволяют сравнивать и идентифицировать их. Они являются основой для таких алгоритмов, как сопоставление изображений. Примеры популярных дескрипторов:

* **SIFT (Scale-Invariant Feature Transform)**: Этот дескриптор извлекает ключевые точки изображения, которые являются устойчивыми к изменениям масштаба и вращения. SIFT описывает локальную структуру изображения в окрестности ключевой точки.
* **SURF (Speeded-Up Robust Features)**: Модификация SIFT, которая значительно ускоряет вычисления, сохраняя устойчивость к изменениям масштаба и поворота.
* **ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)**: Быстрое и эффективное решение, которое сочетает два популярных метода для обнаружения и описания особенностей изображения.

Дескрипторы используются для поиска и сопоставления особенностей в разных изображениях, что важно для задач, таких как распознавание объектов и создание панорам.