

# Тема

Классификация 3D-объектов на основе облака точек с использованием архитектуры PointNet и датасета ModelNet (ShapeNet)

---

## Цели

1. Познакомиться с представлением 3D-объектов в виде облаков точек.
  2. Изучить архитектуру нейронной сети **PointNet** для анализа неупорядоченных точечных данных.
  3. Реализовать обучение и тестирование модели на подмножестве **ModelNet40** / **ModelNet10**.
  4. Научиться визуализировать результаты классификации и оценивать качество модели.
- 

## Исходные данные

- Датасет: [ModelNet40](#) или его сокращённая версия **ModelNet10**
    - Формат: .off (объекты в виде 3D-мешей)
    - Каждый объект принадлежит одной из 40 (или 10) категорий.
  - Количество точек: для упрощения используем 1024 точки на объект (равномерное сэмплирование с поверхности).
- 

## Требуемые библиотеки

```
pip install torch torchvision torchaudio  
pip install open3d numpy h5py tqdm matplotlib
```

---

## Ход работы

### Шаг 1. Загрузка и подготовка данных

1. Загрузите ModelNet10/40.
  2. Конвертируйте 3D-модели в облака точек (используя `open3d` ).
  3. Для каждой модели:
    - Выберите **N = 1024** случайных точек с поверхности.
    - Нормализуйте координаты в диапазон [-1, 1].
    - Сохраните как `.ply` или `.h5`.
- 

## Шаг 2. Реализация архитектуры PointNet

Реализуйте архитектуру по статье:

Qi et al., “PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation”, CVPR 2017. (<https://arxiv.org/pdf/1612.00593.pdf>)

Ключевые модули:

- Input Transform (T-Net для выравнивания входных точек)
  - Feature Transform (T-Net для инвариантности признаков)
  - MLP-слои для обработки точек
  - Max pooling (агрегация по всем точкам)
  - Классификатор (Fully Connected слои + Softmax)
- 

## Шаг 3. Обучение модели

1. Разделите данные на `train / test` (например, 80% / 20%).
  2. Используйте **CrossEntropyLoss** и оптимизатор **Adam**.
  3. Обучайте модель 50–100 эпох.
  4. Отслеживайте метрики:
    - Accuracy (точность классификации)
    - Loss (функция потерь)
    - Confusion Matrix (по классам)
- 

## Шаг 4. Визуализация

- Отобразите несколько облаков точек с их предсказанными и реальными классами.
- Постройте графики изменения accuracy и loss.

- (Дополнительно) Визуализируйте облака точек в 3D с помощью open3d .
- 

## Шаг 5. Анализ результатов

Ответьте на вопросы:

1. Какие категории объектов классифицируются хуже всего и почему?
  2. Влияет ли количество точек (512, 1024, 2048) на качество модели?
  3. Какие преимущества PointNet по сравнению с CNN для 3D данных?
- 

## Рекомендуемые источники

- Qi et al., *PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation*, CVPR 2017. (<https://arxiv.org/pdf/1612.00593.pdf>)
  - ModelNet Dataset: <https://modelnet.cs.princeton.edu/>
  - Официальный PyTorch-титориал: <https://github.com/charlesq34/pointnet>
-