

Задание 4. Работа со скалярными полями в Python (NumPy)

Тема: Работа со скалярными полями в Python (NumPy)

Цель работы

- Научиться создавать и обрабатывать скалярные поля, привязанные к облакам точек с помощью **Python** и **NumPy**.
 - Закрепить навыки обработки численных массивов, визуализации и анализа данных.
-

Исходные данные

Формат: `.txt` , `.csv` , `.npy` или `.ply` (по выбору преподавателя)

Структура файла: массив точек $N \times 3$ или $N \times 6$, где:

- Первые три столбца — координаты `X` , `Y` , `Z` ,
- Остальные (если есть) — дополнительные скалярные поля или цвета.

Пример загрузки:

```
import numpy as np

points = np.loadtxt('cloud.txt') # или np.load('cloud.npy')
xyz = points[:, :3]
```

Список заданий

Каждое задание должно быть реализовано как отдельная функция или блок кода с выводом/визуализацией результатов.

Задание 1. Добавить скалярное поле с постоянным значением

```
scalar_field = np.full(xyz.shape[0], 10.0)
```

Варианты: разные значения (5, 15, -3.5 и т.п.)

Задание 2. Умножить скалярное поле на число

```
scalar_field *= 2
```

Варианты: множители 0.5, -1, 3

Задание 3. Добавить число к значениям скалярного поля

```
scalar_field += 5
```

Задание 4. Применить гауссов фильтр (сглаживание)

Для этого используем `scipy.ndimage.gaussian_filter1d` (или вручную по соседним точкам, если задана сетка).

```
from scipy.ndimage import gaussian_filter1d  
  
smoothed_scalar = gaussian_filter1d(scalar_field, sigma=2)
```

Варианты: разное `sigma` (1, 2, 5)

Задание 5. Вычислить градиент скалярного поля

```
gradient = np.gradient(scalar_field)
```

Лучше применять к точкам, упорядоченным по координате (если это возможно).

Задание 6. Повторное сглаживание (например, скользящее среднее)

```
def moving_average(data, window_size=5):
    return np.convolve(data, np.ones(window_size)/window_size,
mode='same')

smoothed = moving_average(scalar_field, window_size=5)
```

Задание 7. Преобразовать скалярное поле в RGB цвета

```
import matplotlib.pyplot as plt

normed = (scalar_field - scalar_field.min()) / (scalar_field.max() -
scalar_field.min())
colors = plt.cm.viridis(normed)[:, :3] # RGB, без альфа-канала
```

Задание 8. Вычислить статистические параметры

```
mean = scalar_field.mean()
std = scalar_field.std()
min_val = scalar_field.min()
max_val = scalar_field.max()
```

Результаты вывести в таблицу.

Задание 9. Нормализовать значения в диапазон [0, 1]

```
normed = (scalar_field - min_val) / (max_val - min_val)
```

Задание 10. Интерполировать скалярное поле (заполнение пропусков)

Предположим, в `scalar_field` есть пропуски (например, `np.nan`).

```
from scipy.interpolate import interp1d

def interpolate_nan(data):
    nans = np.isnan(data)
    x = np.arange(len(data))
    interp_func = interp1d(x[~nans], data[~nans], bounds_error=False,
    fill_value="extrapolate")
    return interp_func(x)

filled_scalar = interpolate_nan(scalar_field)
```

Задание 11. Фильтрация по значению скалярного поля

```
mask = (scalar_field >= 10) & (scalar_field <= 20)
filtered_points = xyz[mask]
```

Варианты: разные диапазоны

Задание 12. Использовать скалярное поле как координату

```
xyz[:, 2] = scalar_field # заменили Z на скалярное поле
```

Задание 13. Удалить скалярное поле

```
scalar_field = None
```

Визуализация (опционально)

Можно использовать `matplotlib` или `open3d` для отображения точек с цветами:

```
import open3d as o3d

pcd = o3d.geometry.PointCloud()
pcd.points = o3d.utility.Vector3dVector(xyz)
```

```
pcd.colors = o3d.utility.Vector3dVector(colors)
o3d.visualization.draw_geometries([pcd])
```

Требования к оформлению отчета

1. Титульный лист

- Название работы
- ФИО, группа, дата
- Название темы: "Работа со скалярными полями в Python"

2. Цель работы

Кратко: изучить методы работы со скалярными полями с использованием Python и NumPy.

3. Исходные данные

- Описание облака точек (кол-во точек, формат)
- Первичный скалярный параметр (если был)

4. Ход работы

Для каждого задания:

- Цель
- Исходный код (основные части)
- Скриншоты или графики (до/после, при необходимости)
- Краткий комментарий (что получилось, на что повлияло)

5. Выводы

- Что узнали о скалярных полях
 - Какие методы оказались наиболее полезными
 - Применимость к реальным задачам (например, LIDAR, топография)
-

Формат сдачи

- **Файл отчета:** .pdf или .docx
- **Исходный код:** .ipynb или .py

- Именование файлов: Фамилия_Группа_Lab_ScalarFields

Вопросы для самоподготовки

Базовые понятия

1. Что такое облако точек? Какие данные оно обычно содержит?
 2. Что такое скалярное поле в контексте облака точек?
 3. Как можно связать скалярное поле с точками?
 4. Приведите примеры реальных скалярных полей (например, в данных LIDAR или фотограмметрии).
-

Работа со скалярными полями в NumPy

5. Как с помощью NumPy создать массив скалярных значений для точек?
 6. Как добавить к каждому значению скалярного поля постоянную величину?
 7. Как умножить все значения скалярного поля на коэффициент?
 8. Что произойдёт с данными при нормализации скалярного поля в диапазон [0, 1]?
-

Обработка и анализ

9. Какие статистические параметры можно вычислить для скалярного поля?
 10. Как интерпретировать значения: минимум, максимум, среднее, дисперсия?
 11. Для чего используется гауссов фильтр при обработке скалярных полей?
 12. Чем отличается гауссов фильтр от скользящего среднего?
-

Визуализация и преобразования

13. Как можно визуализировать скалярное поле, используя цветовую карту?
 14. Зачем может понадобиться использовать скалярное поле в качестве координаты (например, заменив Z)?
 15. Что произойдёт с визуализацией, если применить некорректную нормализацию?
-

Интерполяция и фильтрация

16. Как можно обнаружить пропущенные значения в скалярном поле?
 17. Что такое интерполяция и как она может быть реализована в NumPy/Scipy?
 18. Как отфильтровать точки по условию, заданному на значения скалярного поля?
-

Практика и реализация

19. Какие библиотеки Python можно использовать для:
 - визуализации 3D-облаков точек (назовите 1–2),
 - сглаживания/фильтрации данных,
 - работы с цветом?
 20. Опишите пошагово, как бы вы добавили скалярное поле к облаку точек и окрасили его по этому полю.
-

Задания с анализом

21. Почему важно сглаживать скалярные поля перед анализом?
22. Что будет, если применить гауссов фильтр с очень большим значением σ ?
23. Как можно визуально определить наличие шума в скалярном поле?
24. Можно ли применить скалярное поле как Z-координату, если оно содержит пропуски (NaN)? Почему?