

Исследование методов выделения/сопоставления локальных особенностей КТ-реконструкции

Ишханян Даниэль Артурович

Научный руководитель: Полевой Дмитрий Валерьевич,
доцент кафедры Когнитивные технологии, к.т.н.

Московский физико-технический институт

17 мая 2024

Мотивация и постановка задачи

Дескриптор в компьютерном зрении - это алгоритм, который извлекает ключевые точки из изображения и математически описывает их. Изучение 3D-дескрипторов позволяет разрабатывать инновационные методы для:

- распознавания объектов
- трехмерной реконструкции и сшивки

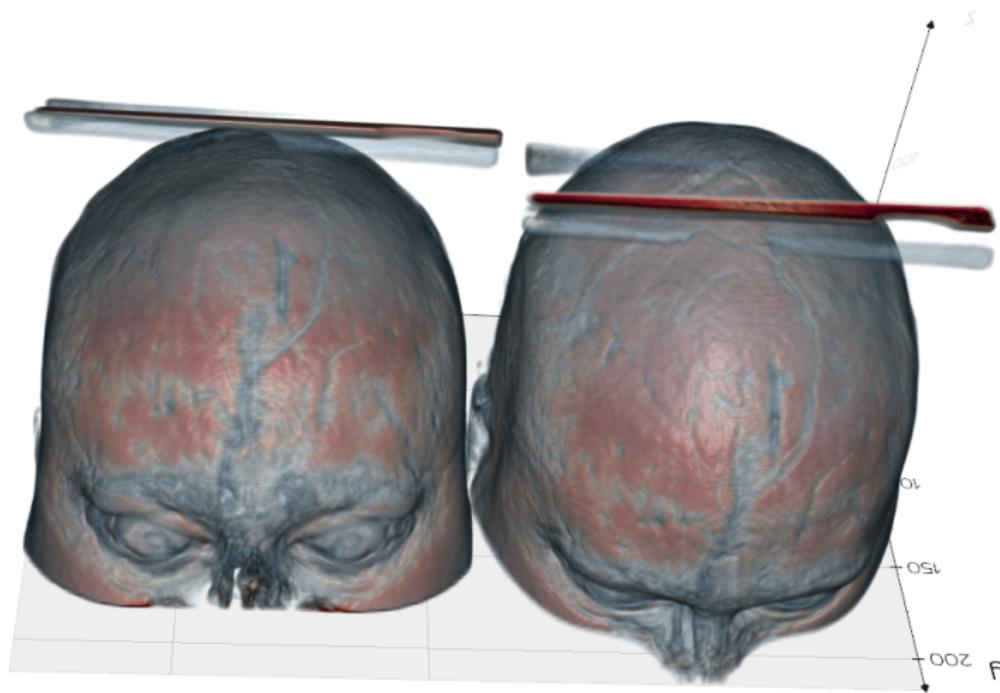
В силу своей широкой применимости от дескрипторов требуется высокая точность и эффективность.

Задача: изучить методы выделения/сопоставления локальных особенностей КТ-реконструкции

Текущие результаты

- ① написан код для генерации и визуализации Shift и Rotation Dataset из исходных 3Д-данных для проверки качества работы 3Д-дескрипторов на различных сдвигах и вращениях соответственно
- ② запущена реализация дескриптора SIFT-3D на данных датасетах
- ③ протестировано качество сопоставления в условиях различных сдвигов по осям
- ④ протестировано качество сопоставления в условиях вращений на малые углы вокруг одной из осей
- ⑤ построены различные графики для иллюстрации работы дескриптора

Результат генерации Shift and Rotation Dataset



Методика исследования качества сопоставления

Алгоритм принимает на вход два файла - исходный и сгенерированный в результате какого-то аффинного преобразования.

Результат работы алгоритма - список пар сопоставленных точек на обоих изображениях.

Пусть алгоритм SIFT-3D поставил в соответствие точке

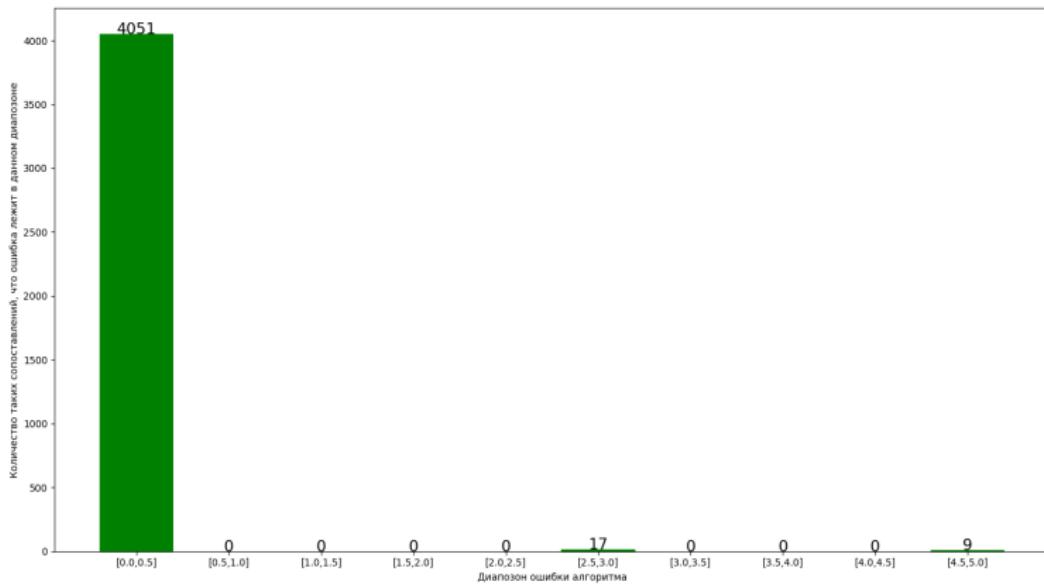
$p_1 = (x_1, y_1, z_1)$ первого файла точку $p_2 = (x_2, y_2, z_2)$ второго. Еще на этапе генерации датасета нам известна матрица аффинного преобразования A от исходного файла к сгенерированному.

Тогда ошибку сопоставления считаем по формуле:

$$err = \|Ap_1 - p_2\|_2$$

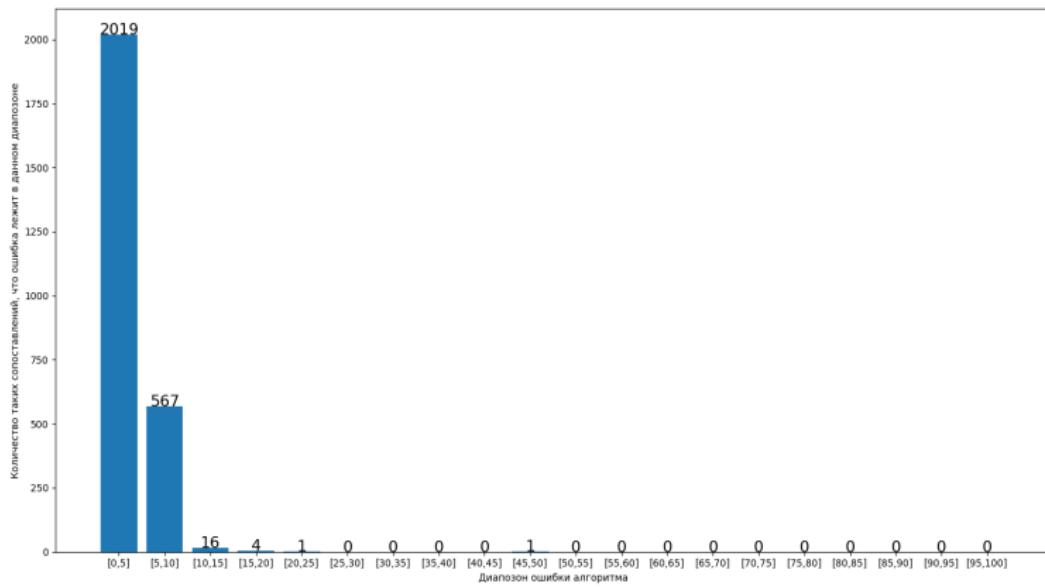
Графики для оценки качества : Shift Dataset

Shift = (10 mm, 20 mm, 30 mm)



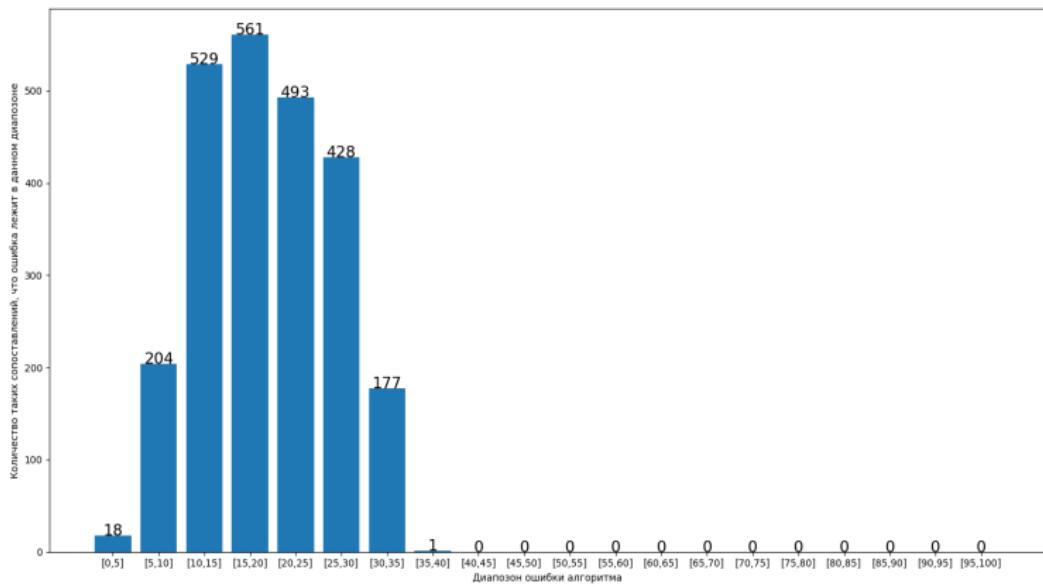
Графики для оценки качества : Rotation Dataset

1 Degree Rotation



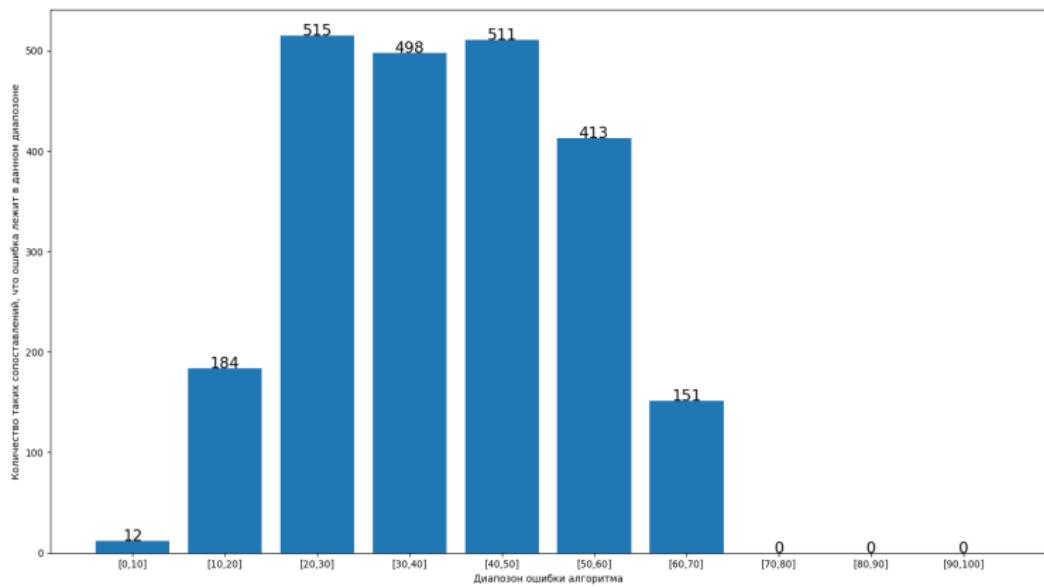
Графики для оценки качества : Rotation Dataset

5 Degree Rotation



Графики для оценки качества : Rotation Dataset

10 Degree Rotation



Основные результаты и вывод

- ① В условиях сдвигов по всем трем осям SIFT работает с точностью не ниже 99 %
- ② SIFT достаточно хорошо работает в условиях вращения вокруг одной оси на малый угол, так как есть достаточно большое количество точек рядом с нулем
- ③ Средняя ошибка сопоставления увеличивается при увеличении угла вращения

Вывод: SIFT может быть использован в случае сдвигов по осям при любых значениях сдвига и в случае поворота вокруг оси на малые углы.

Дальнейший план работы

- 1 протестировать качество сопоставления SIFT при вращении на большие углы
- 2 протестировать качество сопоставления SIFT в условиях сложного движения - комбинации поворотов вокруг всех трех осей и сдвигов
- 3 поварыировать гиперпараметры SIFT, подобрать оптимальные для данной задачи
- 4 провести аналогичные исследования для других дескрипторов
- 5 посчитать другие метрики оценки качества и по ним сравнить дескрипторы между собой

Список литературы

- ① B. Rister, M. A. Horowitz and D. L. Rubin, "Volumetric Image Registration From Invariant Keypoints," in IEEE Transactions on Image Processing, vol. 26, no. 10, pp. 4900-4910, Oct. 2017. doi: 10.1109/TIP.2017.2722689
- ② G. Flitton, T. Breckon, and N. Megherbi Bouallagu. Object recognition using 3D sift in complex CT volumes. In British Machine Vision Conf., 2010.
- ③ R. Agier, S. Valette, L. Fanton, P. Croisille, R. Prost. Hubless 3D medical image bundle registration. VISAPP 2016 11th Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, Feb 2016, Rome, Italy. pp.265-272.