

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СКЛЕЙКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПАНОРАМНЫХ СНИМКОВ

Феденков К. К., студент гр. 350503

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Перцев Д.Ю. – доцент, канд. технич. наук

Рассматриваются ряд подходов по созданию панорам: Feature-based, Direct alignment и нейросетевые. Анализируются их преимущества, ограничения и оптимальные сферы применения.

Склейка изображений является классической задачей компьютерного зрения. Она находит применение в решении таких практических задач, как зондирование поверхности Земли, монтирование видео, обработка снимков, полученных с помощью микроскопа, и в других задачах, в которых важно обеспечить формирование цельного изображения. Существует множество методов решения задачи панорамирования, однако в работе выделены несколько.

**Feature-based** метод. Этот метод решает задачу склейки изображений путем детектирования особых точек для каждого кадра из представленной для склейки выборки. Вычисленные дескрипторы выполняют их сопоставление, на основании которого находится проективное преобразование, переводящее точки одного кадра в соответствующие точки другого с минимальной погрешностью. Для нахождения матрицы гомографии используется RANSAC. Затем вычисляются границы панорамного изображения и происходит сшивание панорамы. Описанный алгоритм можно улучшить компенсацией дисторсии входных изображений. Преимуществом данного метода является устойчивость к изменениям масштаба и поворота, а также устойчивость к частичным перекрытиям (20-30%). Недостатком метода является снижение точности при работе с малоконтрастными областями (например, слаботекстурированные области наподобие однородного неба) [1].

**Direct alignment** метод. Данный метод решает задачу панорамирования основываясь на итеративной оптимизации параметров геометрического преобразования между изображениями путём максимизации коэффициента корреляции их интенсивностей. Процесс начинается с инициализации матрицы преобразования, затем на каждой итерации вычисляется корреляция между исходным и преобразованным изображениями, нормированная по их средним значениям и стандартным отклонениям. Для оптимизации используется метод Левенберга-Марквардта (сочетает градиентный спуск и метод Гаусса-Ньютона), который обеспечивает устойчивую сходимость. Критерий остановки обычно включает либо достижение заданного порога точности, либо превышение максимального числа итераций. Преимуществом данного метода является его устойчивость к линейным изменениям яркости, что позволяет эффективно выравнивать изображения, полученные в разных условиях освещённости. Однако при работе с большими изображениями алгоритм требует значительных вычислительных ресурсов и чувствителен к большим сдвигам между кадрами, что ограничивает его применение задачами с относительно малыми деформациями (медицинская визуализация, микроскопия), где текстура изображений однородна [2].

**Нейросетевые** методы в задаче панорамного склеивания изображений представляют собой сочетание вышеописанных методов. Как следствие, алгоритмы на основе нейросетей разделяют на два основных направления: детекторы и дескрипторы ключевых точек и end-to-end модели. Детекторы и дескрипторы ключевых точек заменяют традиционные методы такие как SIFT или ORB, используя сверточные нейронные сети (CNN) для поиска и описания особенностей изображения, что обеспечивает более устойчивое сопоставление даже при значительных изменениях ракурса или освещения. End-to-end модели избегают явного выделения ключевых точек, предсказывая параметры преобразования напрямую из исходных изображений. Преимуществом данного метода является устойчивость к сложным условиям (освещенность, динамические объекты), а ключевой недостаток состоит в требовательности к вычислительным ресурсам [3].

Таким образом выбор алгоритма для решения задачи создания панорам должен основываться на контексте поставленной задачи. В случае наличия мощных вычислительных ресурсов необходимо выбрать нейросетевые методы. Direct alignment стоит использовать для однородных областей, а Feature-based метод – для текстурированных сцен.

### Список использованных источников:

1. Brown, M., & Lowe, D. G. (2007). Automatic panoramic image stitching using invariant features. *International Journal of Computer Vision*, 74(1), 59–73.
2. Evangelidis, G. D., & Psarakis, E. Z. (2008). Parametric image alignment using enhanced correlation coefficient maximization. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 30(10), 1858–1865.
3. Sun, J., Shen, Z., Wang, Y., Bao, H., & Zhou, X. (2021). LoFTR: Detector-Free Local Feature Matching with Transformers. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 8922–8931.