

Фотограмметрия (трёхмерная реконструкция)

📅 5–8 семестры (дисциплина по выбору).

🕒 3–4 зачётные единицы (в зависимости от отчётности).

📄 зачёт или экзамен.

Аннотация

Фотограмметрия позволяет по большому числу (от сотен до десятков тысяч и больше) фотографий одной и той же неподвижной сцены/объекта получить трехмерную модель.

Примеры применения: сшивка спутниковых снимков, построение карт и ортофотопланов, создание трехмерных моделей городов, сканирование замков/статуй/предметов искусства для сохранения культурного наследия, построение цифровых моделей людей/объектов для игровой/кино-индустрии, различная аналитика (здоровье растительности в сельском хозяйстве, мониторинг ЛЭП, поиск трещин в мостах/огромных трубах ядерных реакторов).

В рамках курса рассказываются и в формате домашних заданий предлагаются для реализации ключевые этапы фотограмметрической обработки: от поиска и сопоставления ключевых точек на фотографиях и определения взаимного расположения этих фотографий (Multiple View Geometry) до построения попиксельных карт глубины фотографий и реконструкции цветной высокодетальной полигональной модели поверхности (Multi-View Stereo).

В рамках курса не будет машинного обучения.

Рекомендуются (но не обязательны) базовые навыки разработки на видеокартах, т.к. многие этапы обработки будут обсуждаться в т.ч. через призму как это ускорить (и часто окажется что ответ - видеокарты), но в домашних заданиях достаточно выполнить задание на обычном C++.

Пререквизиты

- Язык программирования C++.
- Алгебра 1 и 2: операции над векторами и матрицами.
- Мат. ан. 1 и 2: задачи оптимизации, производные.
- Алгоритмы и структуры данных 1: СНМ, дин. программирование, графы, мин. разрез графа.

Где понадобится

- Для разработки программы (например Agisoft Metashape или Meshroom) строящей цифровую модель по фотографиям.
- Для разработки ПО обрабатывающего фотографии/данные с видеокамер наблюдения/съёмку с беспилотных летательных аппаратов/съёмку со спутников/данные сканов LIDAR-а.
- Для обработки изображений методами машинного обучения - многие идеи используются и перекликаются.

Содержание

- Сопоставление ключевых точек фотографий (SIFT, RANSAC).
- Определение калибровочных параметров фотографий (например фокусного расстояния и параметров искажений объектива) и их взаимного расположения (Bundle Adjustment).
- Построение карт глубины для набора фотографий с уже определенным точным положением в пространстве - в каждом пикселе в дополнении к цвету алгоритм определит расстояние до поверхности.
- Построение трехмерной поверхности (состоящей из множества треугольников) по картам глубины.
- Построение цветной спутниковой карты подобной maps.yandex.ru - но при этом чтобы не было видно фасадов стен и не было заметно швов и перепадов яркости в переходах между фотографиями.
- Построение цветной текстуры для трехмерной поверхности (без швов и перепадов яркости).

Вы научитесь

- работать с трехмерным пространством;
- использовать библиотеку ceres-solver для нелинейной оптимизации и автоматического дифференцирования;
- адаптировать алгоритмы на многоядерные процессоры (OpenMP) и видеокарты;
- адаптировать алгоритмы на неограниченно большие датасеты (out-of-core - т.е. ограничить константой используемый объем RAM).