

Создание алгоритма для высокоточных измерений геометрии объектов на основе фотографий

Pixel Point

Кейс №11

Цели

- Генерация датасетов с заданными параметрами оптической схемы
- Проверка гипотезы о технической возможности измерения расстояния
- Получение базовой погрешности измерения
- Исследование и проверка гипотез по повышению точности

Инфраструктурные задачи

01

Разработка минимального
пользовательского
интерфейса

приложение на FastAPI

03

Разработка базового
решения

openCV

02

Формирование синтетического
датасета из 3D-моделей

Blender+скрипт на Python

04

Получение погрешности на
базовом решении

Проект пользовательского интерфейса

Интерфейс запускается локально на сервере (APM) и позволяет:

- загрузить калибровочный файл или параметры камеры и калибровочный паттерн
- загрузить фотографии и 3d-модели
- получить результаты вычислений

Кейс №11

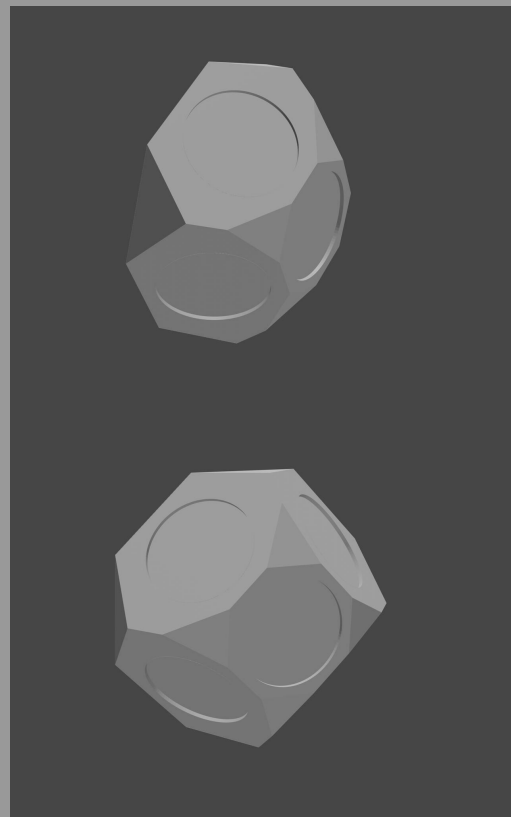
The screenshot displays the 'PixelPoint Case 11' web application interface. It is divided into three main sections: 'Calibration', 'Upload', and 'Results'.
1. **Calibration**: Features a 'Calibration Mode' toggle switch (currently off) and an 'Upload Calibration File' section. This section includes a text input field for the 'Calibration File (JSON)' with a placeholder 'Выберите файл' and 'Файл не выбран', and a blue 'Upload Calibration' button.
2. **Upload**: Features a '3D Model Upload Mode' toggle switch (currently off) and an 'Upload Images' section. This section includes two text input fields for 'First Image' and 'Second Image', each with a placeholder 'Выберите файл' and 'Файл не выбран'. Below these fields is a blue 'Upload and Process' button.
3. **Results**: Contains an 'Action Result:' label and a corresponding text area for displaying the output of the processing.

Pixel Point

Примеры сгенерированных изображений

Программа автоматически генерирует
заданное количество
стереофотографий загруженной 3D-
модели

Кейс №11



Pixel Point

Подзадачи разработки

01

Получение калибровочных данных для дальнейшей обработки реальных фото матрицы камер, F/E

03

Разработка архитектуры взаимодействия разрабатываемых функций

02

Построение 3D-облака точек из стереопары синтетических фотографий

04

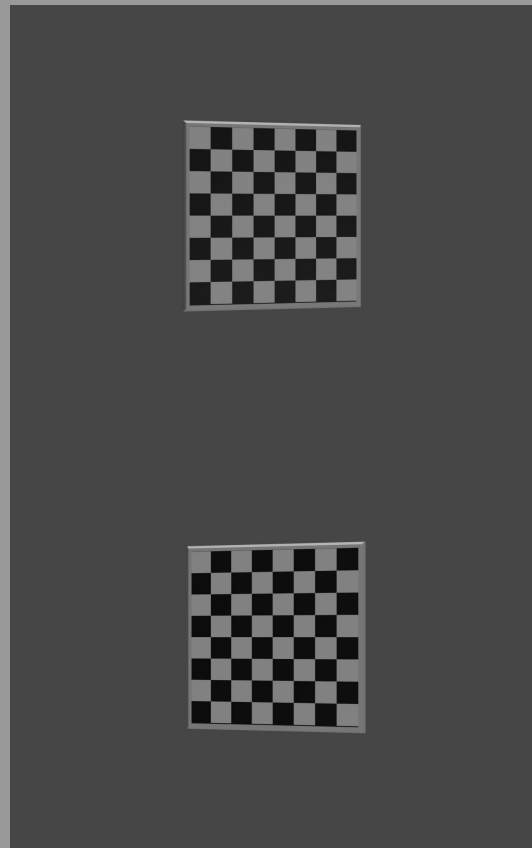
Исследование: возможностей применения ИИ привязки к реальным размерам

Получение калибровочных данных

С помощью:

- синтетической шахматной доски
- калибровочных планок

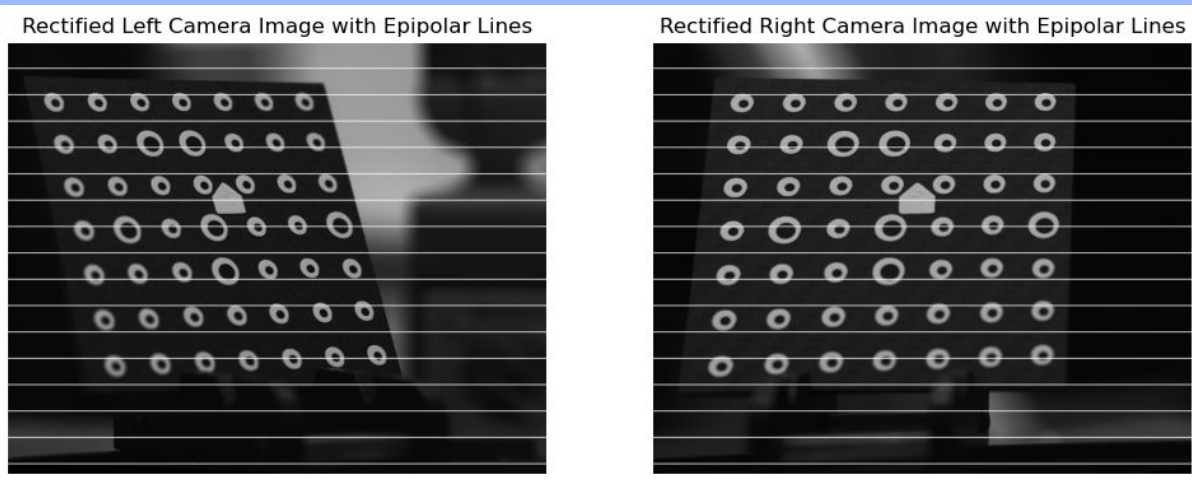
Кейс №11



Pixel Point

Ректификация изображения и нахождение эпиполярных линий

Кейс №11



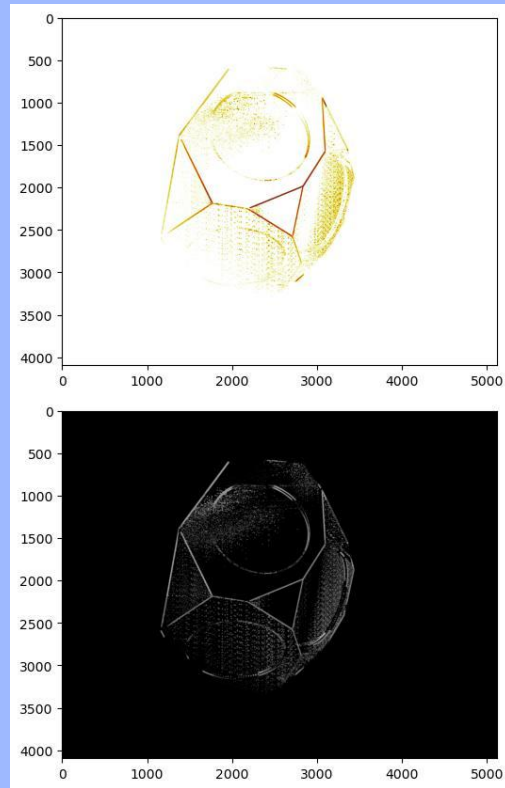
Ректификация изображений используется для упрощения задачи поиска совпадающих точек. Нахождение эпиполярных линий ускоряет поиск.

Pixel Point

Результаты вычисления диспаритета по стерео фотографиям на синтетических данных

- В дальнейшем используется для построения карты глубины

Кейс №11

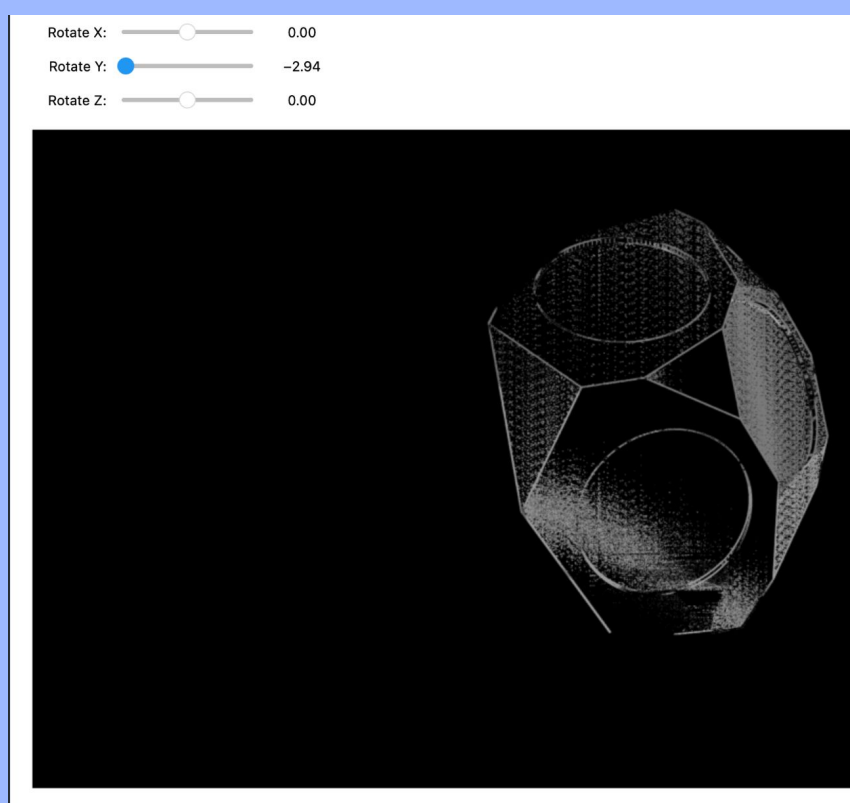


Диспаритет представлен в виде
ЧБ картинки

Pixel Point

Получение 3d-облака точек с помощью карты глубины

Кейс №11



```
ply
format ascii 1.0
element vertex 632141
property float x
property float y
property float z
property uchar red
property uchar green
property uchar blue
end_header
-0.165385 -0.055784 0.508146 187 187 187
-0.164384 -0.055418 0.504806 187 187 187
-0.163215 -0.054980 0.500819 187 187 187
-0.163258 -0.054980 0.500819 187 187 187
-0.164279 -0.055353 0.504615 187 187 187
-0.163131 -0.054923 0.500693 187 187 187
-0.163215 -0.054937 0.500819 186 186 186
-0.163238 -0.054930 0.500756 188 188 188
-0.154390 -0.051898 0.473115 187 187 187
-0.154138 -0.051800 0.472220 187 187 187
-0.153273 -0.051495 0.469445 187 187 187
-0.153313 -0.051495 0.469445 188 188 188
-0.153389 -0.051507 0.469555 187 187 187
-0.153142 -0.051411 0.468674 187 187 187
-0.152895 -0.051314 0.467795 186 186 186
-0.146441 -0.049122 0.447813 186 186 186
-0.165297 -0.055697 0.508146 187 187 187
-0.165341 -0.055697 0.508146 188 188 188
-0.164341 -0.055331 0.504806 187 187 187
-0.164343 -0.055317 0.504679 187 187 187
-0.163172 -0.054894 0.500819 187 187 187
-0.163256 -0.054908 0.500944 187 187 187
-0.163217 -0.054880 0.500693 188 188 188
-0.153232 -0.051455 0.469445 187 187 187
-0.153075 -0.051389 0.468839 187 187 187
-0.152989 -0.051346 0.468454 187 187 187
```

На рисунке показана 2D-проекция облака точек с определенным вращением осей координат

Координаты точек

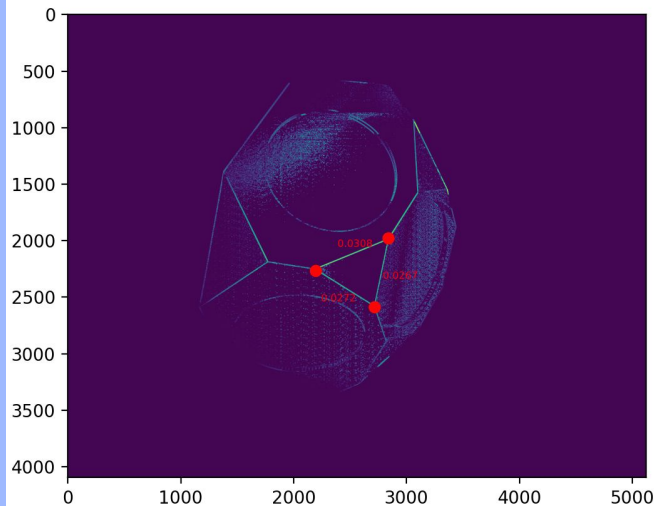
Pixel Point

Подсчет расстояния на синтетически сгенерированном датасете

➤ Интерфейс для подсчета
расстояния доступен в Google Collab

Кейс №11

Точка добавлена: (2836, 1976)
Точка добавлена: (2193, 2264)
Точка добавлена: (2714, 2586)



```
3D координаты точки 1: [0.18526962 0.00493119 0.50918229]
3D координаты точки 2: [0.15715085 0.0175256 0.50918229]
3D координаты точки 3: [0.17993449 0.03160686 0.50918229]
Расстояние между точками 1 и 2: 0.030810465473152995
Расстояние между точками 2 и 3: 0.026783876849519186
Расстояние между точками 3 и 1: 0.027203948242903522
```

Pixel Point

Выявленные препятствия

Необходимость:

а также решение задач повышения
точности:

01

глубокого изучения
математического
аппарата
стереозрения

02

получения
качественных
калибровочных данных
- фотографий
калибровочных досок

03

поиска ключевых
точек и их
сопоставления для
поиска карты
глубины

04

определения
размера объекта
(привязки к
реальным размерам)

В рамках работы над кейсом

разработаны:

- Проект архитектуры программных модулей (функций)
- Функция калибровки камер на базе шахматной доски
- Функция матчинга окружностей/точек на паре стереофотографий
- Функция построения 3d-облака точек и подсчета расстояний на синтетике

проработаны:

- Вопрос внесения пользователем информации по оптической схеме
- Вопрос финансов - разработан проект бизнес-плана по дальнейшей реализации программного продукта

исследованы:

- Модель EVP для построения карты глубины по одной фотографии
- Модель Super Point для поиска ключевых точек на паре стереофотографий

Результаты

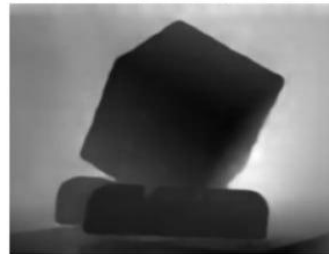
Моделирования для построения карты
глубины по одной фотографии

Кейс №11

Original Image



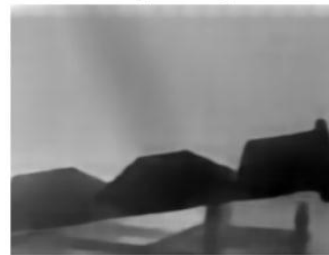
Depth Map



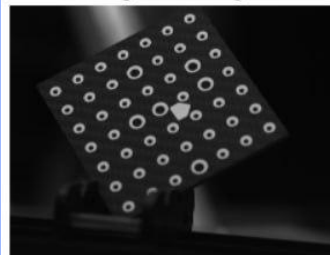
Original Image



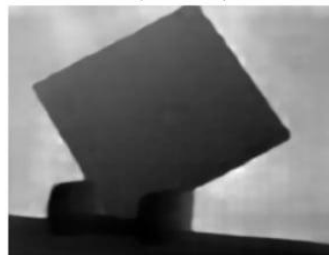
Depth Map



Original Image



Depth Map

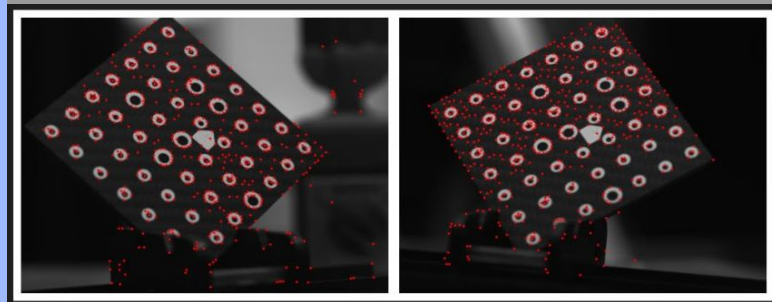


Pixel Point

Результаты

Моделирования для
поиска ключевых точек на паре
стереофотографий

Кейс №11

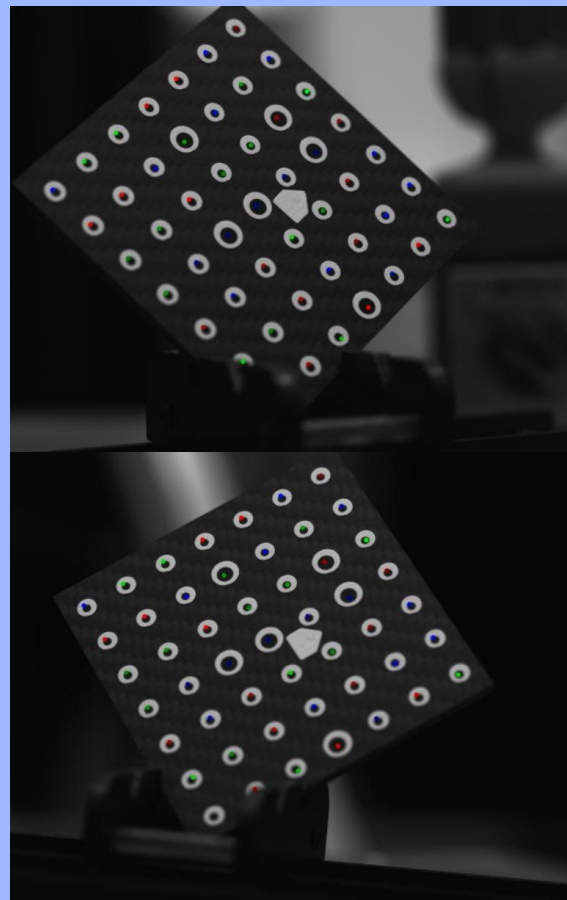


Pixel Point

Результаты

Матчинга окружностей на паре
стереофотографий

Кейс №11



Pixel Point

Дальнейшие задачи

Обеспечивающие повышение точности работы программы

- Фильтрация шумов при вычислении диспаратетов
- Увеличение точности стерео калибровки
- Пост-обработка полученной 3D моделей (облака точек) - сглаживание и удаление выбросов
- Использование и оптимизация нейросетевых моделей для расчета диспаратетов
- Интеграция использования структурированной подсветки (паттерны для повышения точности)
- Изменение параметров фотосъемки. Получение качественных калибровочных данных

Команда Pixel Point



@akudryavsev

Общее управление разработкой:
планирование, постановка задач,
контроль за реализацией

Разработка отчетных материалов:
Презентаций, бизнес-плана,

Представление результатов работы

Кудрявцев Александр

Команда Pixel Point



@timtim2379

Разработка функций:

вычисления диспаритета

ректификации изображений

получения 3d-облака точек

Исследование:

привязки к реальным
размерам

возможности
построения 3d-модели

Ильясов Тимур

Команда Pixel Point



@deniskirbaba

Разработка функций:

калибровка камер

определение и матчинг
ключевых точек

3d-реконструкция

Исследование вопросов:

нейросетевые подходы для
построения карты глубины

привязки к реальным
размерам

Денис Кирбаба

Команда Pixel Point



@Leonid13345

Алхименков Леонид

Разработка:

пользовательского
интерфейса

архитектуры взаимодействия
разрабатываемых модулей

Исследование вопросов:

привязки к реальным
размерам

Команда Pixel Point



@AetelFinch

Разработка функций:

генерации синтетического датасета из 3D-моделей

расчета координат оптической схемы

Исследование вопросов:

использования ИИ для матчинга окружностей

использования ИИ для расчета карты глубины

Чупров Максим

Командой проведена большая работа и выполнен ряд исследовательских задач.

Направление работы полагаем верным и уверены в успехе.