

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»
Институт компьютерных наук и технологий

**Отчет о прохождении учебной практики
(ознакомительной)**

Курякин Данила Александрович
(Ф.И.О. обучающегося)

1 курс магистратуры, гр.3540901/12001

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
(Направление подготовки (код и наименование))

Место прохождения практики: Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий (ВШИСиСТ) ИКНТ ФГАОУ ВО «СПбПУ» с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Сроки практики: с 14 января 2022 по 25 января 2022 г.

Руководитель практики:

Нестеров С.А., старший преподаватель ВШИСиСТ ИКНТ
(Ф.И.О., уч.степень, должность)

Оценка (зачет):

Руководитель практики:

/ С.А. Нестеров /

Обучающийся:

/Д. А. Курякин/

Дата: 25.01.2022

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»
Институт компьютерных наук и технологий

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПЛАН (ЗАДАНИЕ И ГРАФИК)
ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ**

Ф.И.О. обучающегося Курякин Данила Александрович

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

(код/наименование)

Профиль 09.04.01.20 «Проектирование интеллектуальных компьютерных систем»

(код/наименование)

Вид практики: учебная

Тип практики: ознакомительная

Место прохождения практики: Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий (ВШИСиСТ) ИКНТ ФГАОУ ВО «СПбПУ». При необходимости руководителями практики обеспечивается организация практики на базе университета с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Руководитель практики: Нестеров С.А., старший преподаватель ВШИСиСТ ИКНТ

(Ф.И.О., уч.степень, должность)

Рабочий график ознакомительной практики

Сроки практики: с **14.01.2022** г. по **25.01.2022** г.

№ п/п	Этапы (периоды) практики	Вид работ	Сроки прохождения этапа (периода) практики
1	Организационный этап	Установочная лекция для разъяснения целей, задач, содержания и порядка прохождения практики, выдача сопроводительных документов по практике Основная тема: Подготовка тестового перекрестка в 3D-симуляторе CARLA со стереокамерами.	14.01.2022 г.

2	Основной этап	1. Разобраться с API 3D-симулятора Carla для языка программирования Python. 2. С помощью языка программирования Python расставить стереокамеры на перекрёстке и вывести с них картинку. 3. Запустить трафик.	14.01.2022 - 24.01.2022 г.
3	Заключительный этап	Подготовка отчета	14.01.2022 - 24.01.2022 г.
		Защита отчета по практике (аттестация)	25.01.2022 г

Обучающийся: _____ /Д. А. Курякин/

Руководитель практики: _____ /С.А. Нестеров/

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЗАДАНИЕ	6
2. УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА	6
3. НАСТРОЙКА ТЕСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ	7
4. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММ	9
4.1. Файл add_camera_on the _junction.py	9
4.1.1. Класс RGBCamera.....	9
4.1.2. Класс DisplayManager.....	9
4.1.3. Запуск программы	9
4.2. Файл get_coordinate_spectator.py	10
4.3. Файл sittings.json	10
ПРИЛОЖЕНИЕ	12
Приложение 1. Определение координат летающей камеры	12
Приложение 2. Код для размещения камер	12
Приложение 3. Файл с настройками	19
ИСТОЧНИКИ	21

ВВЕДЕНИЕ

Разработчики транспортных систем требуется учитывать очень большое количество данных факторов, алгоритмы поведения в тех или иных ситуациях в основном не прописываются «вручную» программистами, а формируются в процессе обучения. Для этого может использоваться реальное тестирование, при котором на заранее известном участке записываются данные с сенсоров, а потом воспроизводятся на разрабатываемой модели. Но при таком подходе не всегда можно записать все возможные ситуации. Поэтому совместно с реальным тестированием применяется тестирование на 3D симуляторе.

Исследователи под руководством Владлена Колтуна (Vladlen Koltun) из Центра Компьютерного Зрения в Барселоне создали симулятор с открытым кодом под названием CARLA. В нем имитируется городская среда со зданиями, пешеходами, автомобилями и другими объектами, а также меняющаяся погода. Для рендеринга в симуляторе используется бесплатный для некоммерческого использования движок Unreal Engine 4. Разработчики алгоритмов для беспилотных автомобилей могут подключать к симулятору свои алгоритмы через специальный API. На данный момент в симуляторе доступны несколько сенсоров: обычная камера, камера глубины и сегментирующая камера, классифицирующая объекты, а также лидар, радар и GPS. Также доступен API для подключения сторонних датчиков.

1. ЗАДАНИЕ

- Разобраться с API 3D-симулятора Carla для языка программирования Python.
- С помощью языка программирования Python расставить стереокамеры на перекрёстке и вывести с них картинку.
- Запустить трафик.

2. УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА

Для настройки тестовой площадки использовался Carla симулятор 0.9.13 для ОС Windows из репозитория [1]. Этот репозиторий содержит множество различных готовых версий Carla, а также документацию к ним. Также использовался язык программирования Python 3.8.

Для запуска сервера Carla симулятора требуется распаковать скачанный архив, перейти в директорию и ввести в консоль:

```
CarlaUE4.exe
```

тогда запустится сервер и графическое окно с летающей камерой. Управление движением камеры осуществляется с помощью клавиш “W”, “A”, “S”, “D”, а управление камерой с помощью мыши и зажатой правой кнопкой. Для ускорения перемещения нужно прокрутить колесико мыши вверх, а для замедления в низ.

При запуске Carla можно вести аргументы. Например:

```
CarlaUE4.exe -carla-rpc-port=2000 -quality-level=High
```

аргумент `carla-rpc-port` устанавливает порт, через который доступен сервер, `quality-level` настраивает качество графики. Если количество видео памяти на компьютере меньше 6 гигабайт, то требуется ввести аргумент `dx11` для запуска с DirectX 11.

В директории root/examples есть примеры программ на python. Например, если запустить:

```
python manual_control.py
```

то запустится сценарий, где можно управлять автомобилем. Также в этом сценарии есть примеры сенсоров, которые можно выбирать кнопками 1–9, обработка коллизий и отображаются сообщения о пересечении дорожной разметки. Если запустить программу:

```
python generate_traffic.py
```

то появится трафик.

3. НАСТРОЙКА ТЕСТОВОЙ ПЛОЩАДКИ

Для настройки тестовой площадки были определены координаты перекрестка, с помощью программы на Python, приведенной в приложение 1. В программе определяются координаты камеры и угол поворота по трем осям.

В приложении 2 приведена программа, расставляющая стереокамеры. По координатам, которые могут определяться в программе из приведенной в приложении 1, определяется нужный перекресток. Зная перекресток можно определить координаты светофоров. В этом симуляторе под светофором подразумевается столб с несколькими трёхцветным табло светофора. На рис. 1 показан пример перекрестка с 4 светофорами. Также в симуляторе есть перекрестки с другим количеством светофоров.



Рис 1. Пример перекрестка

В написанной программе на один светофор в общем ставится по 2 стереокамеры или 4 простых камеры так как одна стереокамера состоит из 2-х простых цветных камер. Одна стереокамера смотрит в сторону огней светофора, а вторая в противоположную сторону. На рис. 2 показан вывод картинок с камер которые расставлены на перекрестке из рис. 1.



Рис. 2. Картинка с камер

Одна строка это картинки с камер, которые размещенных на одном столбе. Камеры по парно объединены. Красным квадратом выделены

картинки с одной стереокамеры. Одна стереокамера смотрит в сторону движения, а вторая против.

Для удобной настройки тестовой площадки был создан файл с настройками в json формате. В файле можно изменить координаты перекрестка, угол обзора камеры, параметры искажения камеры, угол наклона к дороге, смещение одной камеры относительно другой, угол между двумя камерами, смещение камер между собой.

4. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММ

Код созданных программ приведен в приложении 1–3 или в репозитории [3]. Всего были созданы 2 программы для определения координат перекрестка и для добавления камер на светофоры и был создан файл с настройками в формате json.

4.1. Файл `add_camera_on the _junction.py`

Рассмотрим файл `add_camera_on the _junction.py`, который представлен в листинге 2. Он состоит из 2-х классов `DisplayManager`, `RGBCamera` и запускающих функций `main`, `run_simulation`, `read_json`.

4.1.1. Класс `RGBCamera`

Класс `RGBCamera` отвечает за создание камеры, обновление картинки и удаление камеры. Содержит в себе положение по трем координатам, положение в окне приложения, за которое отвечает класс `DisplayManager`, настройки камеры.

4.1.2. Класс `DisplayManager`

Класс `DisplayManager` отвечает за отображение картинок с камер. Содержит в себе окно приложения, список камер.

4.1.3. Запуск программы

В функции `main` считываются аргументы `ip` адрес и порт указанные при запуске программы. Затем осуществляется подключение клиента к серверу по `ip` адресу и порту, которые узаконены в аргументах или по умолчанию. Далее

вызывается функция `run_simulation`. В этой функции считываются настройки и координаты перекрестка с `json` файла, файл приведен в листинге 3; по считанным координатам определяется перекресток и количество столбов со светофорами; создается окно для отрисовки картинок с камер, в зависимости от количества столбов настраивается сетка окна; устанавливаются и камеры на столбах и добавляются в окно для отрисовки изображения; в конце создается цикл для перерисовки изображения с камер и ожидания завершения программы.

4.2. Файл `get_coordinate_spectator.py`

Файл `get_coordinate_spectator.py` приведен в листинге 1. Он состоит из функции `main` в которой по указанному `ip` адресу и порту происходит подключение клиента к серверу. Затем в цикле считываются координаты летающей камеры и выводятся в консоль.

4.3. Файл `sittings.json`

Файл `sittings.json` состоит из настроек. Описание настроек файла приведено ниже:

- `junction_coordinate` – координаты перекрестка по `x`, `y`, `z` осям. Для каждой оси тип `float`
- `width` – ширина окна приложения. Тип `int`.
- `height` – высота окна приложения. Тип `int`.
- `baseline` – смещение одной камеры относительно другой. Тип `float`.
- `angel` – угол между камерами. Тип `float`.
- `orientationю.tilt` – наклон камеры к дороге. Тип `float`.
- `intrinsic` – смещение левой и правой камеры относительно нормального положения по осям `yaw`, `pitch`, `roll`. Тип `float`.
- `fov` – угол обзора камеры. Тип `float`.
- `distortion` – параметры искажения камеры подробнее в [2]. Для каждого параметра тип `float`.

ВЫВОДЫ

При выполнении практического задания был получен опыт работы с 3d симулятором Carla: запуск с различными настройками, работа с API для Python. Были созданы две программы: для определения координат перекрестка и для расставления стереокамер по светофорам и вывода с них картинку. Также был создан файл с настройками в формате json.

Во время выполнения задания было выяснено, что светофоры на перекрестке сгруппированы их координаты можно получить, зная координаты перекрестка. Также можно получить координаты любого объекта на карте. У Carla симулятора есть редактор карт, есть удобный доступ к сенсорам и объектам сенсоры можно устанавливать на движущиеся и статические объекты на карте.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1. Определение координат летающей камеры

Листинг 1. get_coordinate_spectator.py

```
import glob
import os
import sys
import time

try:
    sys.path.append(glob.glob('./PythonAPI/carla/dist/carla-*%d.%d-%s.egg' % (
        sys.version_info.major,
        sys.version_info.minor,
        'win-amd64' if os.name == 'nt' else 'linux-x86_64'))[0])
except IndexError:
    pass

import carla

_HOST_ = '127.0.0.1'
_PORT_ = 2000
_SLEEP_TIME_ = 2

def main():
    client = carla.Client(_HOST_, _PORT_)
    client.set_timeout(2.0)
    world = client.get_world()

    while (True):
        t = world.get_spectator().get_transform()
        coordinate_str = "(x,y,z) = ({},{},{})".format(t.location.x, t.location.y, t.location.z)
        rotation_str = "(yaw, pitch, roll) = ({},{},{})".format(t.rotation.yaw, t.rotation.pitch,
t.rotation.roll)
        print('*'*20)
        print(coordinate_str)
        print(rotation_str)
        time.sleep(_SLEEP_TIME_)

if __name__ == '__main__':
    main()
```

Приложение 2. Код для размещения камер

Листинг 2. add_camera_on_the_junction.py

```
import glob
import json5 as json
import os
```

```

import sys
import argparse
import time
import numpy as np
import carla
import cv2 as cv
from matplotlib import pyplot as plt
from carla import Location, Rotation, Transform

try:
    sys.path.append(glob.glob('../carla/dist/carla-*%d.%d-%s.egg' % (
        sys.version_info.major,
        sys.version_info.minor,
        'win-amd64' if os.name == 'nt' else 'linux-x86_64'))[0])
except IndexError:
    pass

try:
    import pygame
    from pygame.locals import K_ESCAPE
    from pygame.locals import K_q
except ImportError:
    raise RuntimeError('cannot import pygame, make sure pygame package is installed')

class DisplayManager:
    def __init__(self, grid_size, window_size):
        pygame.init()
        pygame.font.init()
        self.display = pygame.display.set_mode(window_size, pygame.HWSURFACE |
        pygame.DOUBLEBUF)

        self.grid_size = grid_size
        self.window_size = window_size
        self.sensor_list = []

    def get_window_size(self):
        return [int(self.window_size[0]), int(self.window_size[1])]

    def get_display_size(self):
        return [int(self.window_size[0]/self.grid_size[1]),
        int(self.window_size[1]/self.grid_size[0])]

    def get_display_offset(self, gridPos):
        dis_size = self.get_display_size()
        return [int(gridPos[1] * dis_size[0]), int(gridPos[0] * dis_size[1])]

    def add_sensor(self, sensor):
        self.sensor_list.append(sensor)

    def get_sensor_list(self):
        return self.sensor_list

```

```

def render(self):
    if not self.render_enabled():
        return

    for s in self.sensor_list:
        s.render()

    pygame.display.flip()

def destroy(self):
    for s in self.sensor_list:
        s.destroy()

def render_enabled(self):
    return self.display != None

class RGBCamera:
    def __init__(self, world, display_man, transform, options, display_pos):
        self.surface = None
        self.world = world
        self.display_man = display_man
        self.display_pos = display_pos
        self.sensor = self.init_sensor(transform, options)
        self.sensor_options = options

        self.display_man.add_sensor(self)

    def init_sensor(self, transform, options):
        camera_bp = self.world.get_blueprint_library().find('sensor.camera.rgb')
        disp_size = self.display_man.get_display_size()
        camera_bp.set_attribute('image_size_x', str(disp_size[0]))
        camera_bp.set_attribute('image_size_y', str(disp_size[1]))

        camera_bp.set_attribute('fov', str(options['fov']))

        for key in options['distortion'].keys():
            camera_bp.set_attribute(key, str(options['distortion'][key]))

        camera = self.world.spawn_actor(camera_bp, transform, attach_to=None)
        camera.listen(self.save_rgb_image)
        self.camera = camera

        return camera

    def get_sensor(self):
        return self.sensor

    def get_image(self):
        self.camera.listen(lambda image: cv.imshow('Frame', image))

```

```

def save_rgb_image(self, image):
    image.convert(carla.ColorConverter.Raw)
    array = np.frombuffer(image.raw_data, dtype=np.dtype("uint8"))
    array = np.reshape(array, (image.height, image.width, 4))
    array = array[:, :, :3]
    array = array[:, :, ::-1]

    if self.display_man.render_enabled():
        self.surface = pygame.surfarray.make_surface(array.swapaxes(0, 1))

def render(self):
    if self.surface is not None:
        offset = self.display_man.get_display_offset(self.display_pos)
        self.display_man.display.blit(self.surface, offset)

def destroy(self):
    self.sensor.destroy()

def run_simulation(client):
    json_data = read_json("settings.json")

    display_manager = None

    try:
        # Getting the world and
        world = client.get_world()

        map = world.get_map()

        wpJunction = map.get_waypoint(Location(json_data['junction_coordinate']['x'],
                                                json_data['junction_coordinate']['y'],
                                                json_data['junction_coordinate']['z']))

        junction = wpJunction.get_junction()
        if junction:
            traffic_lights = world.get_traffic_lights_in_junction(junction.id)
            traffic_lights_len = len(traffic_lights)
            print('Number of traffic lights: ', traffic_lights_len)
        else:
            print('The junction not found')
            exit(0)

        display_manager = DisplayManager(grid_size=[traffic_lights_len, 4],
        window_size=[json_data['width'], json_data['height']])
        i = 0
        for tl in traffic_lights:
            if i >= traffic_lights_len:
                break
            print(tl.get_transform())

```

```

transform = tl.get_transform()
if -1.0 < transform.rotation.yaw < 1.0:
    RGBCamera(world, display_manager,
        Transform(Location(x=transform.location.x - 7, y=transform.location.y,
z=transform.location.z + 4),
            Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 + json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 0])
    RGBCamera(world, display_manager,
        Transform(Location(x=transform.location.x - 7 - json_data['baseline'],
y=transform.location.y, z=transform.location.z + 4),
            Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 - json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 1])
    RGBCamera(world, display_manager,
        Transform(Location(x=transform.location.x - 7 - json_data['baseline'],
y=transform.location.y, z=transform.location.z + 4),
            Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 + json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 2])
    RGBCamera(world, display_manager,
        Transform(Location(x=transform.location.x - 7, y=transform.location.y,
z=transform.location.z + 4),
            Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 - json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 3])

elif 89.0 < transform.rotation.yaw < 91.0:
    RGBCamera(world, display_manager,
        Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y - 7,
z=transform.location.z + 4),
            Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 + json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 0])
    RGBCamera(world, display_manager,
        Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y - 7 -
json_data['baseline'], z=transform.location.z + 4),
            Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 - json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 1])

```



```

        RGBCamera(world, display_manager,
            Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y - 7 -
json_data['baseline'], z=transform.location.z + 4),
                Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 + json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                    pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                    roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 2])
        RGBCamera(world, display_manager,
            Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y - 7 ,
z=transform.location.z + 4),
                Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 - json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                    pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                    roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 3])

    elif 179.0 < transform.rotation.yaw < 181.0:
        RGBCamera(world, display_manager,
            Transform(Location(x=transform.location.x + 7, y=transform.location.y,
z=transform.location.z + 4),
                Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 + json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                    pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                    roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 0])
        RGBCamera(world, display_manager,
            Transform(Location(x=transform.location.x + 7 + json_data['baseline'],
y=transform.location.y, z=transform.location.z + 4),
                Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 - json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                    pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                    roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 1])
        RGBCamera(world, display_manager,
            Transform(Location(x=transform.location.x + 7+ json_data['baseline'],
y=transform.location.y, z=transform.location.z + 4),
                Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 + json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                    pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                    roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 2])
        RGBCamera(world, display_manager,
            Transform(Location(x=transform.location.x + 7 , y=transform.location.y,
z=transform.location.z + 4),
                Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 - json_data['angel'] +
json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                    pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                    roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 3])

    else:

```

```

        RGBCamera(world, display_manager,
                    Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y + 7,
                                     z=transform.location.z + 4),
                               Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 + json_data['angel'] +
                                     json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                                     pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
                                     json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                                     roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 0])
        RGBCamera(world, display_manager,
                    Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y + 7 +
                                     json_data['baseline'], z=transform.location.z + 4),
                               Rotation(yaw=transform.rotation.yaw + 90 - json_data['angel'] +
                                     json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                                     pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
                                     json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                                     roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 1])
        RGBCamera(world, display_manager,
                    Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y + 7 +
                                     json_data['baseline'], z=transform.location.z + 4),
                               Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 + json_data['angel'] +
                                     json_data['intrinsic']['left']['yaw'],
                                     pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
                                     json_data['intrinsic']['left']['pitch'],
                                     roll=json_data['intrinsic']['left']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 2])
        RGBCamera(world, display_manager,
                    Transform(Location(x=transform.location.x, y=transform.location.y + 7,
                                     z=transform.location.z + 4),
                               Rotation(yaw=transform.rotation.yaw - 90 - json_data['angel'] +
                                     json_data['intrinsic']['right']['yaw'],
                                     pitch=json_data['orientation']['tilt'] +
                                     json_data['intrinsic']['right']['pitch'],
                                     roll=json_data['intrinsic']['right']['roll'])), json_data, display_pos=[i, 3])
        i = i + 1

#Simulation loop
call_exit = False
while True:
    world.tick()

    # Render received data
    display_manager.render()

    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.QUIT:
            call_exit = True
        elif event.type == pygame.KEYDOWN:
            if event.key == K_ESCAPE or event.key == K_q:
                call_exit = True
                break

    if call_exit:
        break

```

```

finally:
    if display_manager:
        display_manager.destroy()

def read_json(path):
    with open(path, "r") as read_file:
        json_data = ".join(line for line in read_file if not line.startswith("//"))
        return json.loads(json_data)

def main():
    argparser = argparse.ArgumentParser(
        description='CARLA Sensor')
    argparser.add_argument(
        '--host',
        metavar='H',
        default='127.0.0.1',
        help='IP of the host server (default: 127.0.0.1)')
    argparser.add_argument(
        '-p', '--port',
        metavar='P',
        default=2000,
        type=int,
        help='TCP port to listen to (default: 2000)')

    args = argparser.parse_args()

    try:
        client = carla.Client(args.host, args.port)
        client.set_timeout(5.0)

        run_simulation(client)

    except KeyboardInterrupt:
        print("\nCancelled by user. Bye!")

if __name__ == '__main__':
    main()

```

Приложение 3. Файл с настройками

Листинг 3. settings.json

```

{
    "junction_coordinate": {"x": -46.656982421875, "y": 21.270511627197266, "z": 0},
    "width": 1280,
    "height": 740,

```

```

"baseline": 0.5,
"angel" : 5,
"orientation" :
{
  "tilt" : -20
},
"intrinsic" : {
  "left" : {
    "yaw" : 0,
    "pitch" : 0,
    "roll" : 0
  },
  "right" : {
    "yaw" : 0,
    "pitch" : 0,
    "roll" : 0
  }
},
"fov" : 120,
"distortion" :
{
  "lens_circle_falloff": 2.0,
  "lens_circle_multiplier": 2.0,
  "lens_k" : -3.0,
  "lens_kcube" : -1.0,
  "lens_x_size" : 0.2,
  "lens_y_size" : 0.08
}
}

```

ИСТОЧНИКИ

1. Интернет-ресурс. Загрузчик Carla 0.9.13. <https://github.com/carla-simulator/carla/blob/master/Docs/download.md>
2. Интернет-ресурс. Документация Carla 0.9.13. https://carla.readthedocs.io/en/0.9.13/tuto_G_retrieve_data/
3. Интернет-ресурс. Репозиторий проекта. https://github.com/danila-kuryakin/carla_test_area