

Target Environment

Введение

Цели

Предоставление списка объектов наблюдения. В качестве объектов наблюдения могут быть использованы спутники (низкой и средней орбиты), аэродинамические объекты (самолеты, вертолеты, БПЛА, крылатые ракеты, статичные объекты), баллистические ракеты с полным набором участков полета. В настоящий момент реализован только список спутников по TLE каталогу NORAD.

Соглашения о терминах

Объект наблюдения (ОН) – любой радиоотражающий объект, по которому возможно вести периодическое наблюдение.

Область обнаружения – совокупность геодезических координат (широта, долгота и высота) приемного поста и описания области (сектора шара, цилиндра, конуса и т.п) возможного сканирования радиолокатора относительно этих координат.

МПСК – местная прямоугольная система координат, с ориентацией осей соответствующей топоцентрической системе координат и с центром в центре полотна приемного поста антенной решетки.

Опорная точка – точка, относительно которой происходят измерения соответствующей ей (определяется контекстом) параметров.

Область применения

Применяется как для обеспечения возможности написания модуля аппаратной имитации приемного и передающего поста радиолокатора, так и для независимого использования.

Общее описание

Назначение и возможности продукта

Представляет собой пару клиент-сервер работающие по транспортному протоколу TCP. Обмен сообщениями осуществляется в формате JSON. Состав и формат сообщений представлен в Приложении А. Список объектов наблюдения формируется по алгоритму, представленному в Приложении Б.

Среда функционирования продукта

Исполняется в среде операционных систем Windows и Ubuntu Linux. Модуль поставляется в качестве исходных текстов – заголовочные (.h) и компилируемые (.cpp) файлы или статической библиотеки – заголовочный (.h) файл и объектный код (.lib и .a) файл.

Допущения и зависимости

При реализация используются библиотеки:

- boost::asio (со своими зависимостями)
- eigen3
- rapidjson

Описание системы

Конфигурирование клиента и сервера осуществляется через файл конфигурации. Состав и формат конфигурационных файлов описан в Приложении В.

При вызове интерфейсных функций возможны следующие типы ошибок:

- OK – ошибки отсутствуют.
- SystemError – ошибки, вызванные ошибками при работе с функциями операционной системы или сторонних библиотек.
- ConfigError – ошибка при чтении файла конфигурации или файла каталога спутников. Неверный формат.
- RegisterFail – ошибка подключения к серверу, вызванная превышением лимита подключений или неверным форматом сообщения.
- RequestFail – ошибка обработки запроса от клиента, неверный формат сообщения.

Более детальное сообщение об ошибке выводится в файл `<Дата и время запуска>.log` в каталоге `<Исполняемый файл>/logs/`.

Серверная подсистема

Описание

Подсистема предназначена для обслуживания запросов клиентов на предоставление списка ОН.

Функциональные требования

- ErrorCode load_config(config_manager).
Загрузка конфигурации с помощью менеджера конфигураций. В случае успеха возвращает OK. В случае ошибки возвращает SystemError или ConfigError. Вызов функции возможен только при остановленном сервере.
- ErrorCode start().
Запуск сервера на исполнение согласно параметрам, представленным в файле конфигурации. Вызов неблокируемый. В случае успеха возвращает OK. В случае ошибки возвращает SystemError или ConfigError.
- ErrorCode stop().
Остановка сервера и закрытие всех установленных соединений. В случае успеха возвращает OK. В случае ошибки возвращает SystemError. В случае успешной остановки возможен повторный запуск сервера на исполнение.

Клиентская подсистема

Описание

Предназначена для взаимодействия с сервером и получения списка ОН.

Функциональные требования

- ErrorCode load_config(config_manager).
Загрузка конфигурации с помощью менеджера конфигураций. В случае успеха возвращает OK. В случае ошибки возвращает SystemError или ConfigError. Вызов функции возможен только до установки соединения с сервером.
- ErrorCode connect().

Установка соединения с сервером согласно параметрам представленным в файле конфигурации. В случае успеха возвращает ОК. В случае ошибки возвращает `SystemError`, `RegisterFail` или `ConfigError`.

- `ErrorCode disconnect()`.

Отмена текущих операций приема или передачи данных и разрыв текущего соединения с сервером. В случае успеха возвращает ОК. В случае ошибки возвращает `SystemError`. В случае успешного разрыва соединения возможна повторная установка соединения с сервером.

- `ErrorCode get_targets(targets_list, search_area, radar_location, time)`.

Получение списка ОН, где `targets_list` (выходной параметр) – список в который попадут все ОН, прошедшие фильтрацию по параметрам ОО `search_area`, положения радиолокатора `radar_location` на момент времени `time`. В случае успеха возвращает ОК. В случае ошибки возвращает `SystemError` или `RequestFail`.

Приложение А. Состав и формат сообщений обмена.

Состав сообщений

Сообщение запроса от клиента.

TE_Request		
Имя	Тип	Описание
latitude*	double	Геодезическая широта радиолокатора, градус. Диапазон от -180 до +180.
longitude	double	Геодезическая долгота радиолокатора, градус. Диапазон от -180 до +180.
altitude	double	Высота над уровнем моря радиолокатора, метр. Диапазон от 0 до 12000.
type**	string	Тип ОО. Типы: «spherical_sector»
X	double	МПСК координата по оси X опорной точки ОО, метр.
Y	double	МПСК координата по оси Y опорной точки ОО, метр.
Z	double	МПСК координата по оси Z опорной точки ОО, метр.
range	double	Дальность, метр. Диапазон определяется предельной дальностью работы радиолокатора. Для сервера не определен.
elevation_angle	double	Угол места центра ОО, градус. Диапазон от 0 до 90.
elevation_width	double	Ширина ОО по вертикали, градус. Диапазон от 0 до 180.
azimuth_angle	double	Азимут центра ОО, градус. Диапазон от 0 до 360.
azimuth_width	double	Ширина ОО по горизонтали, градус. Диапазон от 0 до 180.
time	uint64	Время, на которое нужно сформировать список ОН, наносекунд. Эпоха – Unix Time (POSIX).

**Примечание: В качестве координат радиолокатора выступает центр полотна приемного поста антенной решетки.*

***Примечание: Состав сообщения может менять в зависимости от типа (type) ОО.*

Сообщение ответа от сервера.

TE_TargetsList		
Имя	Тип	Описание
size	uint32	Количество последующих ОН.
id	uint32	Идентификатор ОН
size раз	x	Вектор параметров по оси X в геоцентрической системе координат. Размерности – метр, метр/сек, метр/с ² и т.д.
	y	Вектор параметров по оси Y в геоцентрической системе координат. Размерности – метр, метр/сек, метр/с ² и т.д.
	z	Вектор параметров по оси Z в геоцентрической системе координат. Размерности – метр, метр/сек, метр/с ² и т.д.

Формат сообщений

Сообщение запроса от клиента.

```
{
  "message" : "TE_Request",
  "latitude" : XXX.XXXXX,
  "longitude" : XXX.XXXXX,
  "altitude" : XXX.XXXXX,
  "type" : "spherical_sector",
  "X" : XXX.XXXXX,
  "Y" : XXX.XXXXX,
  "Z" : XXX.XXXXX,
  "range" : XXX.XXXXX,
  "elevation_angle" : XXX.XXXXX,
  "elevation_width" : XXX.XXXXX,
  "azimuth_angle" : XXX.XXXXX,
  "azimuth_width" : XXX.XXXXX,
  "time" : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
}\n
```

Сообщение ответа от сервера.

```
{
  "message" : "TE_TargetsList",
  "size" : XXX,
  "targets" : [
    {
      "id" : XXXXXX,
      "X" : [ XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX ],
      "Y" : [ XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX ],
      "Z" : [ XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX ]
    },
    ...
    {
      "id" : XXXXXX,
      "X" : [ XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX ],
      "Y" : [ XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX ],
      "Z" : [ XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX, XXX.XXXXX ]
    }
  ]
}\n
```

Сообщение об успешном соединении от сервера.

```
{  
  "message" : "TE_RegisterSuccess"  
}\n
```

Сообщение отказа в соединении от сервера.

```
{  
  "message" : "TE_RegisterFail"  
}\n
```

Сообщение ошибки при обработке запроса от сервера.

```
{  
  "message" : "TE_RequestFail"  
}\n
```

Приложение Б. Алгоритм формирования списка ОН в ОО.

Данный алгоритм используется только для фильтрации ОН в ОО в форме сектора шара.

Задано:

Описание ОО	
lat	Геодезическая широта опорной точки ОО.
lon	Геодезическая долгота опорной точки ОО.
alt	Высота над уровнем моря опорной точки ОО.
R_s	Предельная дальность ОО.
ϵ_c	Угол места центральной оси ОО.
ϵ_w	Ширина ОО по вертикали.
β_c	Азимут центральной оси ОО.
β_w	Ширина ОО по горизонтали.
t	Время, на которое формируется список ОН.

Для каждого спутника из каталога на время t по алгоритму SGP4 вычисляются его положение в геоцентрической системе координат. Всего, для каждого спутника, вычисляется 6 точек (C_1, C_2, \dots, C_6) со смещением времени t на 10 секунд. Для каждой C_i проверяется условие попадания этой точки в ОО, по следующему алгоритму:

1. Перевод точки C в сферическую систему координат (ϵ, β, R), с центром в опорной точке ОО.
2. Проверяем условие попадания ОН по дальности: $R < R_s$. (1)
3. Проверяем условие попадания по углам: $|\epsilon - \epsilon_c| < \epsilon_w$ и $|\beta - \beta_c| < \beta_w$. (2)

В случае если хотя бы одна точка C_i спутника удовлетворяет условиям (1) и (2), то спутник попадет в ОО.

Для получения 6 мерного вектора по каждой из осей, для попавшего в ОО спутника методом наименьших квадратов (аналитическое решение через нормальное уравнение) по точкам C_i определяются коэффициенты полиномиальной регрессии.

Приложение В. Состав и формат файла конфигурации.

Состав конфигурационных параметров

Имя	Тип	Описание
Ip_address	string	Строка адреса сервера.
port	uint32	Номер порта для входящих соединений.
tle_catalog	string	Относительный путь и имя файла каталога спутников. Путь задается относительно каталога с исполняемым файлом.
max_connections	uint32	Максимальное количество соединений.

Формат конфигурационного файла

```
{
  "te_settings" :
  {
    "ip_address" : "XXX.XXX.XXX.XXX",
    "port" : XXXXX,
    "tle_catalog" : "XXX/XXX.tle",
    "max_connections" : XXX
  }
}\n
```