

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ПРЕЗИДЕНТСКИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 239  
191028, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 8, телефон/факс 272-96-68

**ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ**

Принята на заседании  
Методического (педагогического)  
совета  
от «30» 08 2023 г.

протокол № 1

Утверждена  
Приказом № 3901 от «01» 09 2023 г.

Директор  
ГБОУ «Президентский ФМЛ №239»



\_\_\_\_\_ Пратусевич М. Я.

**Дополнительная общеразвивающая программа**

**«Основы навигации и управления командой роботов»**

**Возраст учащихся: 15-18 лет**

**Срок реализации: 1 год**

**Разработчик –**

**Мещеряков Александр Дмитриевич,  
педагог дополнительного образования**

## **I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **Направленность**

Дополнительная общеразвивающая программа «Основы навигации и управления командой роботов» (далее «Программа») имеет **техническую** направленность.

По уровню освоения является **углубленной**.

### **Актуальность**

Робототехника – это прикладная наука, занимающаяся разработкой и эксплуатацией интеллектуальных автоматизированных технических систем для различных сфер человеческой деятельности. Некоторые алгоритмы и математические модели для управления этими системами разрабатываются в процессе решения задач, сформулированных регламентом международных соревнований RoboCup. Целью этих соревнований по робототехнике является создание автономных роботов-футболистов для содействия научным исследованиям в актуальных областях компьютерного зрения, навигации, искусственного интеллекта и мультиагентного взаимодействия. Программа, в свою очередь, предназначен для того, чтобы познакомить учащихся с каждой из перечисленных областей.

Стоит также отметить, что поддержка и развитие детского технического творчества, посредством проведения занятий по Программе, соответствуют актуальным и перспективным потребностям личности и стратегическим национальным приоритетам Российской Федерации.

### **Отличительные особенности**

Отличительной особенностью Программы является то, что роботы здесь контролируются единым вычислительным центром, который получает информацию о местоположении всех объектов на игровой поле с нескольких камер, обрабатывает полученную информацию и затем генерирует сигналы управления сразу для всей команды роботов. Также стоит отметить, что вся система управления и роботы используются уже готовые, то есть внимание акцентируется преимущественно на алгоритмах и программировании. Для проведения занятий используется специальный комплекс робототехнического оборудования, соответствующий регламенту RoboCup SSL.

Программа является составной частью Концепции преподавания робототехники в Центре Робототехники ГБОУ «Президентский ФМЛ №239» и реализуется на пятый или шестой год обучения.

### **Объем и срок реализации программы**

Программа рассчитана на 288 часов. Срок реализации – 1 год обучения.

### **Адресат программы**

Программа предназначена для учащихся в возрасте от 15 до 18 лет, имеющих опыт в программировании. Учащиеся, прошедшие обучение по дополнительной общеобразовательной программе «Футбол автономных роботов» или «Основы компьютерного зрения и навигации» в приоритете.

### **Цель программы**

Развитие интереса к научно-исследовательской деятельности, аналитических и технических способностей посредством изучения и реализации алгоритмов централизованного управления группой роботов.

### **Задачи программы**

#### **Обучающие**

- Изучение теоретических основ теории управления на примере футбола роботов.
- Изучение основных методов и архитектурных подходов для построения алгоритмов оценки ситуации в сложных, неопределенных средах.

- Обучение приемам применения фундаментальных математических знаний для решения типовых задач в области мобильной робототехники
- Приобретение навыков программирования на языке Python.
- Приобретение умения подготовить и представить команду роботов-футболистов на соревнованиях регионального и всероссийского уровня проводимых по регламенту международных соревнований RoboCup SSL.

#### **Развивающие**

- Развитие навыков исследовательской деятельности.
- Формирование мотивации к техническому творчеству и интереса к инженерным профессиям.
- Развитие аналитических и технических способностей.

#### **Воспитательные**

- Воспитание добросовестного и аккуратного подхода к выполнению поставленных задач.
- Воспитание терпеливого отношения к возникающим трудностям.
- Воспитание уважительного отношения к мнению других людей.

### **Условия реализации программы**

#### **Условия набора и формирования групп**

В группу зачисляются учащиеся в возрасте 15-18 лет, прошедшие обучение в Центре робототехники ОДОД Президентского ФМЛ №239 по программе «Футбол автономных роботов» или по программе «Основы компьютерного зрения и навигации», а также прошедшие индивидуальное тестирование.

#### **Количество детей в группе**

Количество учащихся в группе 5 – 9 человек. Уменьшенная наполняемость в соответствии с пунктом 2.3. Положения о наполняемости объединений дополнительного образования ГБОУ «Президентский ФМЛ №239» обусловлена необходимостью использования специфического высокотехнологичного оборудования, которое требует особого обращения и усиления контроля за его сохранностью.

#### **Язык реализации программы**

Программа реализуется на русском языке.

#### **Форма обучения**

Очная.

#### **Особенности реализации**

Для реализации программы используются различные образовательные технологии, в том числе дистанционные образовательные технологии, электронное обучение.

#### **Формы организации деятельности учащихся, используемые на занятии**

Фронтальная, групповая, индивидуальная.

#### **Формы проведения занятий**

- Занятие-тренировка для отладки алгоритмов управления роботами на полигоне;
- Лекция для представления теоретического материала;
- Мини-соревнования для поддержания интереса и развития навыка работать в команде.

#### **Материально-техническое обеспечение**

Помещение для занятий по Программе должно соответствовать следующим требованиям:

- 6 – 9 компьютеризированных рабочих мест или ноутбуков с предустановленным ПО: Python3, LARCSaCS
- 1 компьютер(сервер) с операционной системой Linux и предустановленным ПО: SSL-Vision
- Возможность выхода в интернет
- 4-16 роботов-футболистов, удовлетворяющих регламенту соревнований RoboCup SSL

- Специальный полигон, соответствующий регламенту соревнований RoboCup SSL:
  - 1-8 камеры DC1394
  - Помещение должно вмещать игровое поле размером, как минимум, 4x5 метров
  - В помещении должны располагаться специальные фермы для крепления камер и осветительных ламп над полем
  - В помещении должна быть предусмотрена возможность предотвратить попадание солнечного или любого другого постороннего света на полигон
  - Сам полигон представляет из себя ковролин зеленого(или его оттенков) цвета с нанесенной белой краской разметкой, удовлетворяющей регламенту соревнований RoboCup SSL

#### ***Кадровое обеспечение***

1 преподаватель при группе 5 – 9 учащихся.

#### **Планируемые результаты**

##### ***Предметные результаты***

К концу обучения по программе учащиеся:

- Освоят теоретические основы теории управления на примере футбола роботов
- Овладеют основными методами и архитектурными подходами для построения алгоритмов оценки ситуации в сложных, неопределенных средах
- Овладеют приемами применения фундаментальных математических знаний для решения типовых задач в области мобильной робототехники
- Приобретут навыки программирования на языке Python
- Приобретут умение подготовить и представить команду роботов-футболистов на соревнованиях регионального и всероссийского уровня проводимых по регламенту международных соревнований RoboCup SSL

##### ***Метапредметные результаты***

К концу обучения учащиеся:

- Разовьют аналитические и технические способности
- Разовьют навыки исследовательской деятельности
- Будут проявлять устойчивую мотивацию к техническому творчеству и интерес к инженерным профессиям

##### ***Личностные***

К концу обучения, учащиеся будут:

- Добросовестно и аккуратно подходить к выполнению поставленных задач
- Терпеливо относиться к возникающим трудностям
- Уважительно относиться к мнению других людей

## II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

### «Основы навигации и управления командой роботов»

№	Тема	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Инструктаж по ТБ. Знакомство с системой. Обзор Python.	6	1	5	Контрольное задание
2	Геометрические преобразования на плоскости	5	2	3	Контрольное задание
3	Скалярное и псевдоскалярное произведение	6	3	3	Устный доклад
4	Движение в точку без регулятора скорости	10	2	8	Контрольное задание
5	Движение в точку с П-регулятором. Плавная остановка	9	2	7	Контрольное задание
6	Trapezoid motion для синхронных роботов	13	4	9	Контрольное задание
7	Trapezoid motion для асинхронных роботов: движение по расписанию с П-регулятором	15	5	10	Контрольное задание
8	Построения маршрута: Rapid Random Tree	3	3	0	Устный доклад
9	Пересечение окружности и прямой на плоскости	15	5	10	Контрольное задание
10	Построение маршрута: Fast Path Planning algorithm	22	4	18	Устный доклад. Контрольное задание
11	Объезд препятствий без полного предподсчёта маршрута	13	3	10	Контрольное задание
12	Объезд препятствий с предсчетом маршрута	22	3	19	Зачёт
13	Прицеливание робота для удара мяча	13	3	10	Контрольное задание
14	Конечный автомат. Общая концепция	4	4	0	Устный доклад
15	Инструктаж по ТБ. Удар мяча с использованием модели конечного автомата	15	3	12	Мини-соревнование
16	Пересечение отрезков и прямых на плоскости	6	3	3	Устный доклад. Контрольное задание
17	Поведение вратаря	11	3	8	Контрольное задание
18	Игра 1 на 1 вратарь и атакующий	13	2	11	Мини-соревнование
19	Классификация игровых ситуаций. Гистерезис.	15	6	9	Устный доклад. Контрольное задание
20	Игра 2 на 2	22	4	18	Зачётный футбольный матч
21	Участие в соревнованиях	8	0	8	
22	Передача паса	19	4	15	Контрольное задание
23	Игра 3 на 3	23	6	17	Зачётный футбольный матч
	<b>Всего часов</b>	<b>288</b>	<b>77</b>	<b>211</b>	

**УТВЕРЖДЕН**

**Приказом № \_\_ «\_\_» \_\_ 20\_\_ г.**

**III. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**

**реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Основы навигации и управления командой роботов» на 2023-2024 учебный год**

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий
5 год	5 сентября 2023 год	23 мая 2024 год	36	288	2 раза в неделю по 4 часа

#### IV. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

##### Методические материалы

##### Презентации

- Введение в Python
- Геометрия Робофутбола
- Движение в точку
- Объезд препятствий
- Конечный автомат
- Атакующий
- Вратарь
- Правила Робофутбола
- Архитектура AI в робофутболе
- Игровые взаимодействия

##### Оценочные материалы

##### *Виды и формы подведения итогов по программе*

Вид контроля	Цель	Как часто/когда	Формы	Тема/Название/Содержание
Входная диагностика	Выявление уровня готовности учащихся к освоению программы	Один раз, в начале учебного года	Тестирование	Основы школьной геометрии и текстовое программирование
Текущий контроль	Выявление уровня освоения материала учащимися и корректировка процесса обучения	В течение всего учебного года, в конце/начале занятий	Контрольное задание. Устный доклад	В соответствии с темами календарно-тематического планирования
Промежуточный контроль	Выявление уровня освоения программы учащимися и корректировка процесса обучения	В течение учебного года, в конце каждого раздела	Зачет. Минисоревнование	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Знакомство с системой. Обзор Python.</li><li>2. Геометрические преобразования на плоскости</li><li>3. Скалярное и псевдоскалярное произведение</li><li>4. Движение в точку без регулятора скорости</li><li>5. Движение в точку с П-регулятором. Плавная остановка</li><li>6. Trapezoid motion для синхронных роботов</li><li>7. Trapezoid motion для асинхронных роботов:</li></ol>

				<p>движение по расписанию с П-регулятором</p> <p>8. Построения маршрута: Rapid Random Tree</p> <p>9. Пересечение окружности и прямой на плоскости</p> <p>10. Построение маршрута: Fast Path Planning algorithm</p> <p>11. объезд препятствий без полного подсчёта маршрута</p> <p>12. объезд препятствий с подсчётом маршрута</p> <p>13. Прицеливание робота для удара мяча</p> <p>14. Конечный автомат. Общая концепция</p> <p>15. Удар мяча с использованием модели конечного автомата</p> <p>16. Пересечение отрезков и прямых на плоскости</p> <p>17. Поведение вратаря</p> <p>18. Игра 1 на 1 вратарь и атакующий</p> <p>19. Классификация игровых ситуаций. Гистерезис.</p> <p>20. Передача паса</p>
Итоговый контроль	Выявление уровня освоения программы, дача рекомендаций по продолжению обучения в структуре Центра робототехники	В конце учебного года	Зачётный футбольный матч	<p>1. Игра 2 на 2</p> <p>2. Игра 3 на 3</p>



*Система оценивания результативности программы*

Измеряемые параметры	Критерии оценки		
	Низкий уровень знаний и умений	Средний уровень знаний и умений	Высокий уровень знаний и умений
<b>Личностные</b>			
<b>Добросовестный и аккуратный подход к выполнению поставленных задач</b>	Не аккуратен, неохотно исправляет ошибки	Старается быть аккуратным, чаще исправляет ошибки	Аккуратен в работе, самостоятельно находит и исправляет ошибки
<b>Терпеливое отношение к возникающим трудностям</b>	Если не справляется с задачей, бросает её ничего никому не сообщает	Если не справляется с задачей, перестает пытаться самостоятельно решить задачу, сообщает о проблеме ученикам и/или педагогу	Если не справляется с задачей, продолжает пытаться решить её самостоятельно, локализует источники проблем и задаёт конкретные вопросы ученикам и/или педагогу
<b>Уважительное отношение к мнению других людей</b>	Не слушает советы других учащихся	Старается слушать советы других учащихся, не задает уточняющих вопросов	Слушает советы других учащихся, задает уточняющие вопросы
<b>Предметные</b>			
<b>Знание теоретических основ теории управления в контексте задач футбола роботов</b>	Может самостоятельно описать алгоритм движения в точку с постоянной скоростью	Может самостоятельно описать алгоритм движения в точку с плавной остановкой	Может самостоятельно описать алгоритм движения в точку с плавным разгоном и остановкой
<b>Владение основными методами и архитектурными подходами для построения алгоритмов оценки ситуации в сложных, неопределенных средах</b>	Может запрограммировать робота, который подъезжает к мячу и пинает в центр/край ворот	Может запрограммировать робота, который подъезжает к мячу и бьет по воротам с учётом расположения противников	Может запрограммировать робота, который подъезжает к мячу, выполняет ведение до удобного для атаки места и только потом выполняет удар по воротам

<p><b>Владение приемами применения фундаментальных математических знаний для решения типовых задач в области робототехники</b></p>	<p>Знает что такое вектор и операции над векторами, знает как использовать формулу поворота координат в контексте задачи езды в точку</p>	<p>Знает что такое вектор и операции над векторами, знает как выводить и использовать формулу поворота координат, знает основные свойства скалярного и кососимметрического произведения векторов и умеет их применять на практике</p>	<p>Знает что такое вектор и операции над векторами, знает как выводить и использовать формулу поворота координат, знает основные свойства скалярного и кососимметрического произведения векторов и умеет их применять на практике, может вывести формулу пересечения двух отрезков, отрезка и окружности</p>
<p><b>Навык программирования на Python</b></p>	<p>Знает как написать цикл, условие, задать переменную, может написать простой скрипт на Python</p>	<p>Знает базовый синтаксис Python, умеет выводить графики и собирать массивы с данными</p>	<p>Знает весь базовый синтаксис Python, умеет выводить графики и собирать массивы с данными, умеет свободно работать со сторонними библиотеками с использованием документации</p>
<p><b>Умение подготовить и представить команду роботов-футболистов на соревнованиях регионального и всероссийского уровня проводимых по регламенту международных соревнований RoboCup SSL</b></p>	<p>Может включить систему распознавания SSL-Vision, запустить алгоритмы в LARCmaCS</p>	<p>Может самостоятельно настроить систему распознавания SSL-Vision, установить LARCmaCS и запустить в нём алгоритмы</p>	<p>Может самостоятельно подключить камеру, установить и настроить систему распознавания SSL-Vision, установить LARCmaCS и организовать его связь с распознающим компьютером</p>
<p><b>Метапредметные</b></p>			
<p><b>Аналитические и технические способности</b></p>	<p>Способен решить поставленную задачу с значительными подсказками от педагога</p>	<p>Способен решить поставленную задачу с небольшими подсказками от педагога или наводящими вопросами</p>	<p>Способен самостоятельно решить поставленную задачу, обращаясь к педагогу только в особо сложных моментах</p>
<p><b>Навыки исследовательской деятельности</b></p>	<p>Может реализовать то что рассказывают на занятиях</p>	<p>Может реализовать то что рассказывают на занятиях, задаёт вопросы о возможности оптимизации изученных методов</p>	<p>Может реализовать то что рассказывают на занятиях, задаёт вопросы, самостоятельно экспериментирует и улучшает изученные методы</p>
<p><b>Мотивация к техническому творчеству и</b></p>	<p>Слушает материал на занятиях</p>	<p>Слушает материал на занятиях, интересуется другими смежными темами</p>	<p>Слушает материал на занятиях, дополнительно читает статьи дома,</p>

## V. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

### Список литературы для педагогов

1. **Matveev A.S., Michael Colin Hoy, Ovchinnikov K.S., Anisimov A.** Robot navigation for monitoring unsteady environmental boundaries without field gradient estimation. *Automatica* 62, 2015, 227-235.
2. **Лучин Р.М., Широколов И.Ю., Овчинников К.С.** ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА. 5-я РОССИЙСКАЯ МУЛЬТИКОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ, 213-215, 2012
3. **I Shirokolobov, S Filippov, R Luchin, K Ovchinnikov, A Fradkov.** Control engineering at high schools and universities: project-based learning. *Handbook of Research on Estimation and Control Techniques in E-Learning Systems*. 2016, p. 141-170, IGI Global.
4. **П.А. КОНОВАЛОВ, Г. В. РЕНЕВА, И.Ю. ШИРОКОЛОВ** АЛГОРИТМЫ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И НАВИГАЦИИ В КОМАНДЕ РОБОТОВ-ФУТБОЛИСТОВ. XXI конференция молодых ученых «Навигация и управление движением», 97-99, 2019
5. **B. Browning, J. Bruce, M. Bowling, and M. Veloso.** STP: skills, tactics, and plays for multi-robot control in adversarial environments. DOI: 10.1243/095965105X9470
6. **П. А. КОНОВАЛОВ, А. И. ВОЛОШИНА, А. О. КАЛИТИН, А. Л. ФРАДКОВ, Д. М. КОРОЛЕВ.** КОМАНДА РОБОТОВ-ФУТБОЛИСТОВ UROBORUS-2020 ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ ROBOCUP SSL. 13-я мультиконференция по проблемам управления, 199-201, 2020
7. **Iarosh D., Reneva G., Kornilova A. and Konovalov P.** "Multiagent System of Mobile Robots for Robotic Football," 2019 26th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS), Saint Petersburg, Russia, 2019, pp. 1-3, doi: 10.23919/ICINS.2019.8769365
8. **П. А. КОНОВАЛОВ.** АЛГОРИТМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ В СЛОЖНОЙ ДИНАМИЧНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ КОМАНДЫ РОБОТОВ-ФУТБОЛИСТОВ. 13-я мультиконференция по проблемам управления, 202-204, 2020
9. **Adrian Kaehler, Gary Bradski.** *Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library*
10. **Samarth Brahmhatt.** *Practical OpenCV (Technology in Action)*

### Интернет-ресурсы для педагогов

1. <http://robocup.org/>
2. <https://robofinist.ru/event/info/competitions/id/213#kind1399>
3. <https://ssl.robocup.org/rules/>
4. <https://github.com/RoboCup-SSL>
5. <https://opencv.org/>

### Список литературы для учащихся

1. **Matveev A.S., Michael Colin Hoy, Ovchinnikov K.S., Anisimov A.** Robot navigation for monitoring unsteady environmental boundaries without field gradient estimation. *Automatica* 62, 2015, 227-235.
2. **Лучин Р.М., Широколов И.Ю., Овчинников К.С.** ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА. 5-я РОССИЙСКАЯ МУЛЬТИКОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ, 213-215, 2012
3. **I Shirokolobov, S Filippov, R Luchin, K Ovchinnikov, A Fradkov.** Control engineering at high schools and universities: project-based learning. *Handbook of Research on Estimation and Control Techniques in E-Learning Systems*. 2016, p. 141-170, IGI Global.
4. **П.А. КОНОВАЛОВ, Г. В. РЕНЕВА, И.Ю. ШИРОКОЛОВ** АЛГОРИТМЫ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И НАВИГАЦИИ В КОМАНДЕ РОБОТОВ-ФУТБОЛИСТОВ. XXI конференция молодых ученых «Навигация и управление движением», 97-99, 2019
5. **V. Browning, J. Bruce, M. Bowling, and M. Veloso.** STP: skills, tactics, and plays for multi-robot control in adversarial environments. DOI: 10.1243/095965105X9470
6. **П. А. КОНОВАЛОВ, А. И. ВОЛОШИНА, А. О. КАЛИТИН, А. Л. ФРАДКОВ, Д. М. КОРОЛЕВ.** КОМАНДА РОБОТОВ-ФУТБОЛИСТОВ UROBORUS-2020 ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ ROBOCUP SSL. 13-я мультikonференция по проблемам управления, 199-201, 2020
7. **Iarosh D., Reneva G., Kornilova A. and Konovalov P.** "Multiagent System of Mobile Robots for Robotic Football," 2019 26th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS), Saint Petersburg, Russia, 2019, pp. 1-3, doi: 10.23919/ICINS.2019.8769365
8. **П. А. КОНОВАЛОВ.** АЛГОРИТМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ В СЛОЖНОЙ ДИНАМИЧНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ КОМАНДЫ РОБОТОВ-ФУТБОЛИСТОВ. 13-я мультikonференция по проблемам управления, 202-204, 2020
9. **Adrian Kaehler, Gary Bradski.** *Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library*
10. **Samarth Brahmbhatt.** *Practical OpenCV (Technology in Action)*

#### **Интернет-ресурсы для учащихся**

1. <http://robocup.org/>
2. <https://robofinist.ru/event/info/competitions/id/213#kind1399>
3. <https://ssl.robocup.org/rules/>
4. <https://github.com/RoboCup-SSL>
5. <https://opencv.org/>

## VI. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### Основы навигации и управления командой роботов.

#### **Тема 1.** “Знакомство с системой. Обзор Python”

##### **Теория**

Познакомимся с системой, рассмотрим устройство роботов. Познакомимся с системой распознавания SSL-Vision. Познакомимся с системой управления LARCSmaCS..

Повторим базовый синтаксис Python (if, for, инициализация переменных, списки, кортежи), изучим основные библиотеки: NumPy, Matplotlib, math

##### **Практика**

Научимся менять батарейку у робота, включать и выключать его. Научимся настраивать систему распознавания SSL-Vision. Установим систему управления LARCSmaCS. Научимся подключать компьютер с системой распознавания и компьютер с системой управления в одну сеть. Напишем программы для езды по отрезку, кругу, квадрату, n-угольнику. Напишем на Python программу для перемножения двух матриц, а также программу для вывода графика функции.

#### **Тема 2.** “Геометрические преобразования на плоскости”

##### **Теория**

Узнаем, что такое глобальная система координат и локальная система координат и как переводить координаты из одной системы в другую. Рассмотрим, как выводить формулу поворота координат на плоскости.

##### **Практика**

Напишем программу, которая на вход получает координаты вектора и угол на который этот вектор нужно повернуть и выдающей на выходе этот вектор повернутый на заданный угол. Напишем программу, которая пересчитывает вектор заданный в глобальной системе в систему координат заданного робота.

#### **Тема 3.** “Скалярное и псевдоскалярное произведение”

##### **Теория**

Узнаем определения скалярного и псевдоскалярного произведения, изучим их свойства, а также геометрический смысл. Рассмотрим примеры применения скалярного и псевдоскалярного произведения в задачах футбола робота.

##### **Практика**

Напишем функции для скалярного и псевдоскалярного произведения. Напишем функцию для проверки нахождения заданной точки, в данном, многоугольнике с помощью скалярного и псевдоскалярного произведения.

#### **Тема 4.** “Движение в точку без регулятора скорости”

##### **Теория**

Научимся нормировать вектор до нужной длины и рассмотрим, как это и формула поворота координат применяется для езды в точку. Узнаем, что такое окрестность точки, как окрестность задается аналитически и как можно формализовать условие остановки робота в заданной точке.

##### **Практика**

Напишем алгоритм движения в точку с заданной фиксированной скоростью.

#### **Тема 5.** “Движение в точку с П-регулятором. Плавная остановка”

### ***Теория***

Поставим вопрос о плавной остановке робота. Изучим один из методов основанный на построении П-регулятора где в качестве ошибки выступает расстояние до точки, а в качестве управляемой величины скорость робота. Узнаем, как можно выбирать параметры регулятора.

### ***Практика***

Напишем алгоритм движения в точку с плавной остановкой.

### ***Тема 6. “Trapezoid motion для синхронных роботов”***

#### ***Теория***

Поставим вопрос о плавном разгоне робота. Познакомимся с принципом Trapezoid motion. Введем понятие синхронных и асинхронных роботов. Рассмотрим алгоритм управления синхронными роботами согласующийся с принципом Trapezoid motion.

#### ***Практика***

Реализуем алгоритм движения по принципу Trapezoid motion для синхронных роботов.

### ***Тема 7. “Trapezoid motion для асинхронных роботов: движение по расписанию с П-регулятором”***

#### ***Теория***

Рассмотрим алгоритм управления асинхронными роботами с принципом Trapezoid motion, который, в начале движения, строит расписание и отслеживающем согласованность позиции робота с расписанием в процессе движения.

#### ***Практика***

Реализуем алгоритм движения по принципу Trapezoid motion для синхронных роботов.

### ***Тема 8. “Построение маршрута: Rapid Random Tree”***

#### ***Теория***

Поставим задачу построения маршрута между двумя заданными точками, обсудим почему никто на соревнованиях не строит идеальные маршруты, рассмотрим рандомизированный алгоритм Rapid Random Tree, решающем данную задачу.

### ***Тема 9. “Пересечение окружности и прямой на плоскости”***

#### ***Теория***

Рассмотрим, как можно находить точки пересечения окружности и прямой.

#### ***Практика***

Напишем функцию для нахождения точки пересечения окружности и прямой.

### ***Тема 10. “Построение маршрута: Fast Path Planning algorithm”***

#### ***Теория***

Изучим еще один метод построения маршрута названный “Fast Path Planning Algorithm”. Обсудим его реализацию.

#### ***Практика***

Реализуем алгоритм “Fast Path Planning Algorithm”

### ***Тема 11. “Объезд препятствий без предподсчета маршрута”***

#### ***Теория***

Рассмотрим алгоритм алгоритм движения в заданную точку с объездом одного, ключевого препятствия.

### **Практика**

Реализуем алгоритм движения с объездом препятствий.

### **Тема 12. “Объезд препятствий с предсчетом маршрута”**

#### **Теория**

Сведем задачу движения в точку по заданному маршруту к задаче движения в точку. Обсудим что будет происходить в момент перемещения.

### **Практика**

Реализуем алгоритм движения в точку с объездом препятствий, который пересчитывает маршрут каждый такт.

### **Тема 13. “Прицеливание робота для удара мяча”**

#### **Теория**

Сведем задачу прицеливанию робота к езде с объездом препятствий и проверке нахождения точки в многоугольнике.

### **Практика**

Реализуем алгоритм прицеливания робота для удара мяча.

### **Тема 14. “Конечный автомат. Общая концепция”**

#### **Теория**

Изучим абстрактную математическую модель конечного автомата.

### **Тема 15. “Удар мяча с использованием модели конечного автомата”**

#### **Теория**

Разберем как реализовать удар мяча, используя модель конечного автомата.

### **Практика**

Реализуем алгоритм для прицельного удара мяча.

### **Тема 16. “Пересечение отрезков и прямых на плоскости”**

#### **Теория**

Выведем формулы для расчета точки пересечения прямых использующей псевдоскалярное произведение векторов.

### **Практика**

Напишем функцию для расчета точки пересечения прямых

### **Тема 17. “Поведение вратаря”**

#### **Теория**

Рассмотрим методы аппроксимации траектории движения мяча. Научимся экстраполировать точку ворот в которую летит мяч.

### **Практика**

Напишем функцию управления вратарём.

### **Тема 18. “Игра 1 на 1 вратарь и атакующий”**

#### **Теория**

Обсудим как объединить алгоритм удара в заданную точку и алгоритм управления вратарём.

### **Практика**

Реализуем игру 1 на 1 вратаря и атакующего.

### **Тема 19. “Классификация игровых ситуаций. Гистерезис”**

#### **Теория**

Определим три основных типа игровых ситуаций: перехват мяча, ведение/перепасовка мяча и атака, сведем задачу классификации к численной оценке удобства атаки ворот из заданной точки. Рассмотрим рандомизированный метод генерации точек для ведения мяча. Обсудим что такое гистерезис и как с его помощью избежать ситуации постоянно перескока от ситуации к ситуации в классификаторе.

### **Практика**

Реализуем функцию численной оценки удобства атаки ворот из заданной точки. Реализуем классификатор игровых ситуаций на основе этой функции. Напишем алгоритм генерации точек для ведения мяча.

### **Тема 20. “Игра 2 на 2”**

#### **Теория**

Обсудим как реализовать ведение мяча с помощью небольшой модификации алгоритма удара в заданную точку. Обсудим как объединить классификатор и алгоритмы поведения игроков, чтобы получить архитектуру управления командой роботов в игре 2 на 2.

### **Практика**

Реализуем алгоритм ведения мяча. Реализуем архитектуру управления командой роботов в игре 2 на 2.

### **Тема 21. “Передача паса”**

#### **Теория**

Разобьем задачу передачи паса на три этапа: выбор промежуточной точки, в которую будет передан пас, удар мяча в заданную точку, перехват движущегося мяча. Обратим внимание, что первый этап можно свести к использованию рандомизированного метода генерации точек для ведения мяча, третий этап можно свести к функции управления вратарём.

### **Практика**

Реализуем передачу паса.

### **Тема 22. “Игра 3 на 3”**

#### **Теория**

Дополним классификатор игры 2 на 2 условием для разделения ситуаций ведения и атаки мяча. Обсудим, как можно выбирать между ударом по воротам и пасом.

### **Практика**

Реализуем архитектуру управления командой роботов в игре 3 на 3.