


**ГОО ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Утверждено
Директор Института
Математики и Информатики
Дарбинян А.А.
«18» июня 2024, протокол №15



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Организация вычислительных систем

Авторы: *канд. физ.-мат. наук Саргсян Севак Сеникович*

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

ЕРЕВАН

Структура и содержание УМКД

1. Аннотация

1.1. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Данная дисциплина тесно взаимодействует с другими курсами в учебном плане. Её связь с курсами по инженерной механике обогащает знания студентов о проектировании механических систем, что применяется в создании дронов. Кроме того, дисциплина находит взаимосвязь с курсами по программированию, особенно в рамках Python, позволяя студентам разрабатывать управляющие алгоритмы для дронов. Математика и физика также играют важную роль, обеспечивая основы для понимания принципов полета и механики дронов.

В этой дисциплине также включена часть "Компьютерного зрения". Это предоставляет студентам возможность разрабатывать и реализовывать управляющие алгоритмы для дронов и роботов, используя информацию, полученную из визуальных данных. Они ознакомятся с процессом работы с изображениями, полученными с помощью сенсоров дрона или робота используя MatLab/Python. Знание принципов компьютерного зрения позволяет разрабатывать системы для решения разнообразных задач, таких как распознавание объектов, создание панорамных изображений, 3D-реконструкция и другие. В результате, эта дисциплина формирует комплексные знания и навыки в инженерии, программировании и физико-математическом аспекте, применимые в различных аспектах специальности.

1.2. Требования к исходным уровням знаний, умений и навыков студентов для прохождения дисциплины (что должен знать, уметь и владеть студент для прохождения данной дисциплины)

Для успешного освоения дисциплины желательны базовые знания программирования, включая Python, предварительное понимание инженерных концепций, а также базовые знания электрических схем и физики. Основы работы в Linux также могут оказаться полезными при взаимодействии с программами на дроне.

Кроме того, для успешного усвоения тем по компьютерному зрению нужны базовые знания основ математики, включая алгебру, геометрию и тригонометрию.

Желательно иметь базовые знания MatLab-a, основных понятий физики в оптике.

1.3. Предварительное условие для прохождения (дисциплина(ы), изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины)

Для прохождения этого курса надо знать Python, мат-анализ, алгебру, геометрию и тригонометрию, электрические цепи (физика), раздел оптики (физика), операционные системы (Linux, протоколы).

2. Содержание

2.1. Цели и задачи дисциплины

Обеспечить студентов глубокими знаниями и навыками в области разработки, управления и моделирования дронов. Основные задачи включают изучение программирования на Python для управления дронами, освоение инженерных принципов и электрических схем, а также разработку навыков в Linux. Студенты также будут заниматься моделированием

и созданием физических дронов, анализом тенденций в этой области и применением знаний в инновационных проектах.

Кроме того, в рамках данной дисциплины студентам будут предоставлены фундаментальные знания и навыки в области компьютерного зрения. Основные задачи включают изучение методов получения данных с помощью сенсоров и алгоритмов обработки изображений, программирования на Python или MatLab для анализа визуальных данных, а также применение компьютерного зрения в создании систем для решения различных задач. В ходе обучения студенты будут разрабатывать проекты, воплощая полученные знания в практических решениях.

2.2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (какие компетенции (знания, умения и навыки) должны быть сформированы у студента ПОСЛЕ прохождения данной дисциплины)

После успешного прохождения данной дисциплины студенты будут:

- Понимать основы **программирования на Python для управления дронами.**
- **Обладать навыками разработки управляющих алгоритмов для дронов.**
- **Иметь опыт создания и моделирования дронов в 3D средах.**
- **Уметь настраивать программы на дроне и взаимодействовать с его электроникой.**
- **Обладать пониманием основных методов компьютерного зрения и алгоритмов обработки изображений.**
- **Владеть навыками программирования на Python или MatLab для анализа визуальных данных и разработки алгоритмов компьютерного зрения.**
- **Уметь работать с различными сенсорами и камерами для получения визуальных данных.**
- **Быть готовыми применять полученные знания и навыки для решения задач в робототехнике и других областях.**

2.3.1. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семинары (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)	Другие виды занятий (ак. часов)
1	2=3+4+5+6+7	3	4	5	6	7
I семестр						
Модуль 1.						
Раздел 1. Ознакомление с дронами						
Тема 1.1. Введение в робототехнику и дростроение	6	2	4			
Тема 1.2. Анатомия и компоненты дронов	6	2	4			
Тема 1.3. Конструирование и сборка дрона	6	2	4			

Раздел 2. Программное обеспечение дрона и управление с помощью наземной станции						
Тема 2.1. Введение в управление полетом и Mission Planner	6	2	4			
Тема 2.2. Режимы полета дрона и настройка передатчика	6	2	4			
Тема 2.3. Безопасность и нормативные требования	6	2	4			
Тема 2.4. Автономный полет и навигация по GPS	6	2	4			
Тема 2.5. Датчики и телеметрия дронов	6	2	4			
Тема 2.6. Захват изображений и видео с дронов	6	2	4			
Тема 2.7. Компьютерное зрение для дронов	6	2	4			
Раздел 3. Моделирование и симуляции, управление с использованием кода						
Тема 3.1. Проектирование дронов и основы 3D-моделирования	6	2	4			
Тема 3.2. Симуляция дронов с использованием Gazebo	6	2	4			
Тема 3.3. Стая дронов и кооперативный полет	6	2	4			
Тема 3.4. Протоколы связи для дронов (MAVLink)	6	2	4			
Раздел 4. Разнообразные задачи для дронов						
Тема 4.1. Планирование маршрута дрона и избегание препятствий	6	2	4			
Тема 4.2. Грузоподъемность дрона, анализ данных дрона и лог-файлы	6	2	4			
Тема 4.3. Управление проектом с использованием дронов	6	2	4			
Модуль 2.						
Раздел 5. Ознакомление с MatLab						
Тема 5.1. Ознакомление с основами, базовыми командами и синтаксисом		2				
Тема 5.2. Скрипты, функции и графики в MatLab		2				
Раздел 6. Визуальное восприятие и данных						
Тема 6.1. Основы компьютерного зрения, “Robot vision”.		2				
Тема 6.2. Цвет в компьютерном зрении		2				
Тема 6.3. Формирование изображений и геометрия формирования изображений.		2				
Раздел 7. Обработка данных для задач в робототехнике						

Тема 7.1.Получение изображений в компьютер и операции над ними.		4				
Тема 7.2.Извлечение характеристик изображения.		4				
Раздел 8. 3D зрение и движение						
Тема 8.1. Основы 3D зрения		2				
Тема 8.2. Управление движением робота на основе зрения		2				
Раздел 9. Различные Проекты компьютерного зрения						
Тема 9.1. Мозаика или панорамное объединение изображений		2				
Тема 9.2. Сопоставление и поиск изображений		2				
Тема 9.3. Получение 3D точек из 2D и реконструкция		4				
ИТОГО	156	60	96			

2.3.2 Содержание разделов и тем дисциплины

Модуль 1

Раздел 1. Ознакомление с дронами

Тема 1.1. Введение в робототехнику и дроностроение

Обзор робототехники и её применения в различных отраслях. Дроностроение: типы, компоненты и сферы применения.

Тема 1.2. Анатомия и компоненты дронов

Понимание ключевых компонентов дрона: каркас, моторы, пропеллеры, контроллер полета и др. Выбор подходящих компонентов для создания дрона.

Тема 1.3. Конструирование и сборка дрона

Пошаговый процесс сборки дрона. Меры безопасности и лучшие практики во время конструирования. Производительность и эффективность дрона.

Раздел 2. Программное обеспечение дрона и управление с помощью наземной станции

Тема 2.1. Введение в управление полетом и Mission Planner

Понимание принципов полета дрона. Основы систем управления полетом и контроллеров PID. Ознакомление с программой Mission Planner.

Тема 2.2. Режимы полета дрона и настройка передатчика

Различные режимы полета: ручной, стабилизированный, удержание высоты и др. Настройка передатчика для управления полетом.

Тема 2.3. Безопасность и нормативные требования

Безопасные методы полета и снижение рисков. Обзор нормативных требований и правовых аспектов, связанных с использованием дронов.

Тема 2.4. Автономный полет и навигация по GPS

Реализация автономного полета с использованием GPS. Навигация по путевым точкам и планирование миссий.

Тема 2.5. Датчики и телеметрия дронов

Введение в различные датчики, используемые в дронах (GPS, IMU и др.). Телеметрия для мониторинга состояния дрона во время полета.

Тема 2.6. Захват изображений и видео с дронов

Понимание встроенных камер и их возможностей. Захват изображений и видео с помощью дрона.

Тема 2.7. Компьютерное зрение для дронов

Введение в компьютерное зрение и обнаружение объектов. Интеграция алгоритмов компьютерного зрения в приложения для дронов.

Раздел 3. Моделирование и симуляции, управление с использованием кода

Тема 3.1. Проектирование дронов и основы 3D-моделирования

Введение в программное обеспечение 3D-моделирования. Проектирование простой конструкции дрона с использованием САД-инструментов. Использование 3D-печати для создания индивидуальных деталей и модификаций дрона.

Тема 3.2. Симуляция дронов с использованием Gazebo

Введение в симулятор Gazebo для тестирования и разработки дронов. Введение в гонки на дронах и технологию FPV (первое лицо).

Тема 3.3. Стая дронов и кооперативный полет

Концепции формирования стай дронов и координация. Кооперативный полет в стае с использованием протоколов связи.

Тема 3.4. Протоколы связи для дронов (MAVLink)

Понимание беспроводной связи для управления дроном и телеметрии. Использование протокола MAVLink и библиотеки Dronekit.

Раздел 4. Разнообразные задачи для дронов

Тема 4.1. Планирование маршрута дрона и избегание препятствий

Алгоритмы планирования маршрута для эффективной навигации дрона. Реализация стратегий избегания препятствий.

Тема 4.2. Грузоподъемность дрона, анализ данных дрона и лог-файлы

Интеграция грузов для специализированных приложений дронов (например, доставка, сельское хозяйство). Сбор и анализ данных полета для оценки производительности.

Тема 4.3. Управление проектом с использованием дронов

Планирование и выполнение проекта с использованием дронов от начала до конца.

Модуль 2

Раздел 5. Ознакомление с MatLab

Тема 5.1. Ознакомление с основами, базовыми командами и синтаксисом

Введение в MATLAB и его основы: знакомство с базовыми командами, структурой синтаксиса и ключевыми функциональностями.

Тема 5.2. Скрипты, функции и графики в MatLab

Организация кода в MATLAB: создание и использование скриптов и функций, изучение создания графиков для визуализации данных и результатов.

Раздел 6. Визуальное восприятие и данных

Тема 6.1. Основы компьютерного зрения, “Robot vision”.

Введение в робототехнику и необходимость восприятия окружающей среды роботами. Рассмотрение сенсоров, используемых людьми и роботами для получения информации о мире вокруг. Фокус на значимости зрения как ключевого сенсора для роботов и его роли в робототехнике.

Тема 6.2. Цвет в компьютерном зрении

Рассмотрение значимости цвета для обработки изображений, изучение его происхождения и способы работы с цветными изображениями на компьютере.

Тема 6.3. Формирование изображений и геометрия формирования изображений.

Изучение процесса формирования изображений и связанную с ним геометрию. Рассмотрение получения изображений из реальных сцен, а также углубленное изучение преобразований координат и проекций, которые играют важную роль в геометрии изображений.

Раздел 7. Обработка данных для задач в робототехнике

Тема 7.1. Получение изображений в компьютер и операции над ними.

Изучение процессов получения изображений различными способами. Исследование операций над изображениями, таких как свертка и сравнение шаблонов, методы удаления шума и обнаружения границ, изменение формы изображений, включая обрезку, изменение размера, создание пирамид изображений и другие.

Тема 7.2. Извлечение характеристик изображения.

Выделение различных особенностей изображения, таких как области, линии и точки, также анализ характеристик этих особенностей.

Раздел 8. 3D зрение и движение

Тема 8.1. Основы 3D зрения

Получение трехмерной информации из двумерных изображений. Важность трехмерной структуры мира для животных и роботов. Объяснение бинокулярного стерео, метода воссоздания трехмерного мира из двух изображений.

Тема 8.2. Управление движением робота на основе зрения

Изучение движения камеры в пространстве и изменение позиции камеры так, чтобы получить желаемый результат, известный как метод, называемый "Управление на основе зрения" или "Визуальное управление".

Раздел 9. Различные Проекты компьютерного зрения

Тема 9.1. Мозаика или панорамное объединение изображений

Проект для создания панорамных изображений путем объединения нескольких изображений в единое целое. Изучение методов выравнивания и сшивки изображений для создания панорамы, что позволит получить обширный обзор сцены.

Тема 9.2. Сопоставление и поиск изображений

Задача поиска наиболее схожего изображения из заданного набора для нового изображения. Можно использовать для определения, было ли такое изображение ранее видно. Это помогает роботам принимать обоснованные решения на основе предыдущего опыта.

Тема 9.3. Получение 3D точек из 2D и реконструкция

Методы извлечения трехмерных точек из двумерных изображений и процесс их реконструкции в трехмерное пространство. Этот процесс позволяет роботам оценить глубину и структуру окружающей среды на основе полученных изображений. Полученные трехмерные данные могут быть использованы для взаимодействия с окружающим миром.

2.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для успешной реализации дисциплины необходимо иметь следующее материально-техническое обеспечение: компьютеры с необходимым программным обеспечением для выполнения практических заданий и программирования; наборы дронов и компонентов для практических занятий по сборке и тестированию; симуляторы, для обучения автономному полету; доступ к 3D-принтеру для создания деталей дронов; а также специализированное лабораторное оборудование для работы с датчиками и телеметрией. Это обеспечение позволит студентам получить практические навыки работы с дронами и их программированием.

2.5 Список литературы

- Kevin M. Lynch and Frank C. Park, May 3, 2017, MODERN ROBOTICS, MECHANICS, PLANNING, AND CONTROL.
- Marcus Ritland, May 21, 2014, 3D Printing with SketchUp.
- Ralph DeFrancesco, Stephanie DeFrancesco, 2022, The Big Book of Drones
- Peter Corke, Robotics, Vision and Control Fundamental Algorithms in MATLAB®
- Tobin A. Driscoll, June 23, 2006, Crash course in MATLAB