

Моделирование и управление манипуляционными роботами

Преподаватель:

к.ф.-м.н., PhD, с.н.с. ИММ УрО РАН А.А. Усова

Семестр: 9-10

Нагрузка: 2 часа лекций в неделю

Форма отчетности: зачёт

Аннотация:

Курс «Моделирование и управление манипуляционными роботами» знакомит студентов с основными концепциями, принципами и методами моделирования и управления манипуляционными роботами с жесткими связями. В частности рассматриваются такие вопросы, как пространственные описания координат и преобразования систем координат, применяемые в проектировании роботов; прямая и обратная задачи кинематики; якобианы скорости и статические силы; динамика манипулятора; алгоритмы генерации траекторий; базовые методы управления манипуляционными роботами. Излагаемые в рамках курса теоретические результаты демонстрируются на конкретных примерах. Студентам предлагается также выполнить практические (лабораторные) задания по математическому моделированию и построению законов управления манипуляционными роботами в одной из популярных сред программирования систем указанного вида.

Программа курса:

1. Вводная часть. Что есть манипулятор и какова его структура?
2. Пространственное описание позиции и ориентации звена манипулятора. Пространственные преобразования. Однородные преобразования.
3. Определение положения и ориентации звеньев манипулятора. Система параметров Денавита-Хартенберга (DH параметры).
Разбор примеров построения системы DH-параметров для различных манипуляторов.
4. Прямая позиционная задача (Forward kinematics). Разбор примеров (двухзвенные и трехзвенные манипуляторы).
Реализация алгоритма решения позиционной задачи в системе Matlab.
5. Обратная позиционная задача (Inverse kinematics). Разбор примеров. Существование и неединственность решения обратной задачи.
Алгебраический и геометрический подходы к решению обратной задачи.
6. Описание рабочего пространства (workspace) манипулятора.
7. Якобианы, скорости и статические силы. Понятие линейной и угловой скорости. Относительные скорости.
Вычисление скоростей. Построение якобианов. Их свойства.
Якобиан для сил. Разбор примеров.
Реализация алгоритма вычисления скоростей в системе Matlab.
8. Динамика манипулятора. Вычисление ускорений.
Разбор примеров. Реализация алгоритма вычисления ускорений в системе Matlab.
9. Рекурсивный алгоритм Ньютона-Эйлера для построения уравнения динамики манипулятора.
Разбор примеров. Реализация алгоритма Ньютона-Эйлера в системе Matlab.
10. Динамика манипулятора в декартовом пространстве (Cartesian space). Разбор примеров.
11. Моделирование движения робота. Работа в системе Matlab. Разбор примеров.
12. Построение траекторий движения манипулятора (Trajectory generation or planning).
Описание проблемы построения траекторий, ограничения на траектории.
13. Построение траекторий, состоящих из кубических кривых, по заданным критериям. Разбор примеров.
14. Построение траекторий, состоящих из линейных и параболических участков, по заданным критериям. Разбор примеров.
15. Простейшие законы управления манипулятором. Управление, приводящее манипулятор в заданную позицию (Position control).
Реализация законов управления в Matlab.
16. Простейшие законы управления манипулятором. Управление, ведущее манипулятор по

заданной траектории (Trajectory tracking control).

Реализация законов управления в Matlab.

17. Дальнейшие проблемы в моделировании манипуляторов и сложных роботизированных систем.

Задачи управления роботом.

Рекомендованная литература:

1. J.J. Крейг, «Введение в робототехнику: механика и управление», 3-е издание, Pearson. Прентис-Холл, Нью-Джерси, 2004.

2. Bruno Siciliano, Lorenzo Sciavicco, Luigi Villani, Giuseppe Oriolo, «Robotics: Modelling, Planning and Control (Advanced Textbooks in

Control and Signal Processing)», 1st ed. 2009.

3. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. «Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами». Учебник для вузов — М.:

Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 400 с.

Вопросы к экзамену:

1. Что есть манипулятор и какова его структура.

2. Пространственное описание позиции и ориентации звена манипулятора.

3. Определение положения и ориентации звеньев манипулятора. Система параметров Денавита-Хартенберга.

4. Прямая позиционная задача (Forward kinematics).

5. Обратная позиционная задача (Inverse kinematics).

6. Описание рабочего пространства (workspace) манипулятора.

7. Якобианы, скорости и статические силы. Понятие линейной и угловой скорости. Относительные скорости.

8. Динамика манипулятора. Вычисление ускорений.

9. Рекурсивный алгоритм Ньютона-Эйлера для построения уравнения динамики манипулятора.

10. Динамика манипулятора в декартовом пространстве (Cartesian space).

11. Моделирование движения робота.

12. Построение траекторий движения манипулятора (Trajectory generation or planning). Описание проблемы построения траекторий, ограничения на траектории.

13. Построение траекторий, состоящих из кубических кривых, по заданным критериям.

14. Построение траекторий, состоящих из линейных и параболических участков, по заданным критериям.

15. Простейшие законы управления манипулятором. Управление, приводящее манипулятор в заданную позицию (Position control).

16. Простейшие законы управления манипулятором. Управление, ведущее манипулятор по заданной траектории (Trajectory tracking control).

17. Дальнейшие проблемы в моделировании манипуляторов и сложных роботизированных систем. Задачи управления роботом.

Source URL: <http://sa.cs.msu.su/node/425>