

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ, ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ

Методические указания
по проведению
лабораторных работ

Москва 2012 г.

Составитель: Д.В. Евстигнеев

Материал предназначен для студентов дневного отделения, проходящих обучение по дисциплине Б.3.В.08 «Основы проектирования систем управления автономных объектов» направления подготовки 220400.62 «Управление в технических системах» и по дисциплине Б.3.В.ДВ.05.01 «Основы проектирования систем управления автономных роботов» направления подготовки 221000.62 «Мехатроника и робототехника», а также может быть использован для самостоятельной работы при освоении данной дисциплины.

Лабораторная работа №1. Проектирование системы обратной связи

Цель работы: получение практических навыков использования и обработки информации с датчиков обратной связи.

Задание:

В качестве объекта проектирования студентам следует использовать модель робота, разработанного в рамках лабораторного практикума по дисциплине «Виртуальное моделирование автономных объектов и систем» (для студентов направления 220400.62 «Управление в технических системах») или по дисциплине «Виртуальное моделирование и проектирование автономных роботов» (для студентов направления 221000.62 «Мехатроника и робототехника»).

Вариативность задания обеспечивается уникальностью используемых моделей роботов.

На робота следует установить датчики обратной связи и систему их обработки, обеспечивающую измерение:

- скорости и положения для звеньев манипулятора;
- скорости для колес шасси.

Точность измерения углов поворота звеньев должна быть не хуже 0.1° . Точность измерения положения линейных звеньев – не хуже 1 мм.

При использовании инкрементных энкодеров предусмотреть их калибровку.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Список датчиков, использованных для каждого звена манипулятора и колес шасси. О каждом датчике поместить в отчет:
 - тип датчика;
 - модель датчика;

- основные технические характеристики;
 - способ размещения (на валу двигателя, на валу звена).
Указать передаточное число редукции;
 - коэффициент пересчета меток датчика в углы в радианах.
3. Электрическую схему подключения датчиков (одну или несколько).
 4. Структурную схему программного обеспечения, обеспечивающую обработку информации с датчиков, с указанием параметров использованных блоков.
 5. Таблицу с показаниями максимальных скоростей звеньев и колес шасси в условных единицах, измеряемых датчиками.

Порядок работы:

Перед началом работы студентам рекомендуется ознакомиться с разделом 1 учебного пособия [2].

Используя программный комплекс 3D Studio MAX, установить на робота, датчики положения (инкрементные энкодеры, абсолютные энкодеры или потенциометрические датчики). Допускается вместо установки внешних датчиков использовать двигатели со встроенными датчиками. Датчики должны быть установлены на каждом звене манипулятора и для каждой степени свободы шасси. При использовании инкрементных энкодеров для звеньев манипулятора необходимо предусмотреть на звене концевые датчики, по которым будет осуществляться калибровка.

Используя редактор схем и подключения Dyn-Soft RobSim 5 подключить датчики к микропроцессору. Для шумящих датчиков рекомендуется использовать триггеры Шмитта.

Используя редактор структурных схем программного обеспечения Dyn-Soft RobSim 5, необходимо создать структурную схему обработки информации с датчиков. Особое внимание следует обратить на измерение скорости по датчику: необходимо определиться с методом измерения скорости, с диапазоном скоростей с периодом выдачи информации о скорости. Также студентам следует следить за скоростью работы

разработанной программы для микропроцессора. Возможно, что будет необходимо разгонять микропроцессор путем использования кварцевого резонатора на 16 или 20 МГц.

В схеме необходимо предусмотреть передачу информации о скорости колес шасси и каждого звена манипулятора на бортовую ЭВМ. В структурной схеме программного обеспечения бортовой ЭВМ предусмотреть вывод информации о скорости, получаемую с нижнего уровня, на консоль, используя блок «вывод на экран».

Контрольные вопросы:

1. Основные типы датчиков обратной связи.
2. Виды и разновидности энкодеров.
3. Методы подключения энкодеров к микропроцессору. Схемы.
4. Измерение положение по инкрементному энкодеру.
5. Измерение скорости по инкрементному энкодеру.

Лабораторная работа №2.

Определение параметров объекта управления и синтез регулятора

Цель работы: получить практические навыки снятия переходных процессов, определения по ним параметров объектов управления и синтеза регуляторов.

Задание:

1. Снять переходной процесс по скорости с шасси и с каждого звена манипулятора робота. Для звеньев, инерция которых сильно зависит от конфигурации робота необходимо снять переходный процесс в конфигурации с минимальной и максимальной инерцией. Графики переходных процессов поместить в отчет.

2. По графикам переходных процессов определить максимальную скорость и время регулирования.

3. Вручную или с использованием программного комплекса «Анализ систем» синтезировать регуляторы скорости (для шасси) и положения (для звеньев манипулятора).

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Графики переходных процессов по скорости для шасси и каждого звена манипулятора. Для звеньев, инерция которых сильно зависит от конфигурации робота необходимо снять переходный процесс в конфигурации с минимальной и максимальной инерцией.
3. Таблицу с максимальной скоростью с временем регулирования для шасси и каждого звена манипулятора.
4. Структуру и параметры регуляторов для шасси и звеньев манипулятора.

Порядок работы:

Перед началом работы студентам рекомендуется ознакомиться с разделом 2 и 3 учебного пособия [2].

Переходный процесс по скорости может быть записан в память микропроцессора, для этого в редакторе структурных схем программного обеспечения Dyn-Soft RobSim 5 есть блок построения графиков. Блок записывает график переходного процесса в файл, совместимый с Excel, MathCAD, MatLab и пр. С помощью перечисленных программных комплексов график может быть построен. График следует занести в отчет и определить по нему время регулирования и максимальную скорость.

По данным о времени регулирования и максимальной скорости следует определить параметры объекта управления для шасси и каждого звена робота.

Используя метод обратных задач динамики или программный комплекс «Анализ систем», следует синтезировать регуляторы скорости для шасси и регуляторы положения для звеньев робота. Структуру синтезированных регуляторов, а также их параметры необходимо занести в отчет.

Контрольные вопросы:

1. Цель снятия переходных характеристик с объектов управления. Определяемые параметры.

2. Способ снятия переходных характеристик при использовании микропроцессов.
3. Особенности снятия переходных характеристик в Dyn-Soft RobSim 5.
4. Методы и инструменты построения графиков переходных характеристик.
5. Синтез регуляторов для шасси робота.
6. Синтез регуляторов для манипулятора робота.
7. Суть метода обратных задач динамики.

Лабораторная работа №3. Проектирование системы контурного управления

Цель работы: Получение практических навыков разработки роботов, работающих как обобщенной, так и декартовой системе координат.

Задание:

1. Для манипулятора робота, разработанного в рамках лабораторного практикума, решить прямую и обратную задачи кинематики.
2. Реализовать решение прямой задачи кинематики в Dyn-Soft RobSim 5.
3. Реализовать решение обратной задачи кинематики в Dyn-Soft RobSim 5.
4. Реализовать возможность управления роботом, как в обобщенной, так и декартовой системе координат.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Решение прямой задачи кинематики.
3. Решение обратной задачи кинематики.
4. Код программы, реализующий решение прямой задачи кинематики.
5. Не менее 4 примеров конфигураций манипулятора робота и результатов решения для них прямой задачи кинематики.

6. Код программы, реализующей решение обратной задачи кинематики.
7. Результаты решение обратной задачи кинематики для точек, рассчитанных в пункте 5 данного отчета.
8. Структурную схему программного обеспечения бортовой ЭВМ, реализующую управление, как в обобщенной, так и декартовой системе координат.
9. Код программы, реализующей возможность управления роботом, как в обобщенной, так и декартовой системе координат.

Порядок выполнения:

Перед началом работы студентам рекомендуется ознакомиться с разделом 5 учебного пособия [2].

Решение прямой и обратной задачи кинематики для робота студент должен выполнить предварительно в рамках подготовки к лабораторной работе.

Решение прямой и обратной задачи кинематики в Dyn-Soft RobSim 5 удобно реализовать в виде блока «виртуальный процессор на основе JavaScript». Данный блок позволяет создать программу для расчета на самом простом C++-подобном языке программирования JavaScript. В учебном пособии [2] подробно описан процесс реализации как прямой, так и обратной задачи кинематики с использованием данного блока.

После реализации решения прямой задачи кинематики (ПЗК) следует опробовать его работу на 4-5 примерах.

После реализации решения обратной задачи кинематики (ОЗК) следует в качестве исходных данных подать на вход результат решения прямой задачи кинематики. В результате должны быть получены исходные углы поворота звеньев. В случае обнаружения расхождения в решениях следует искать ошибку в расчетах, реализации или искать объяснение такому расхождению (решение ОЗК неоднозначно).

После отладки решения ПЗК и ОЗК можно реализовать управление роботом в декартовой системе координат. Подробно

об этом описано в главе 5.4.2 рекомендованного учебного пособия [2].

Контрольные вопросы:

1. Суть прямой и обратной задачи кинематики.
2. Методы решения прямой задачи кинематики.
3. Общие подходы к решению обратной задачи кинематики.
4. Принцип и алгоритмы реализации управления рабочим органом робота в декартовой системе координат.
5. Операторы языка JavaScript, используемого для решения ПЗК и ОЗК. Объявление функций. Реализация математических операций типа \sin и \cos .

Лабораторная работа №4.

Интеллектуальная система управления движением в среде с препятствиями

Цель работы: получение практических навыков разработки интеллектуальных средств для создания автономного движения объекта в среде с препятствиями.

Задание:

1. На пульте управления поместить кнопки для запоминания текущего глобального положения автономного объекта по GPS.
2. На базе технологии нечеткой логики разработать систему движения автономного объекта к запомненной целевой точке в среде с препятствиями.
3. Провести испытания системы с помощью средств моделирования Dyn-Soft RobSim 5.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы.
2. Структурную схему программного обеспечения бортового вычислителя, решающего поставленную задачу.
3. Базу знаний нечеткой логической системы, решающей поставленную задачу.

4. Отчет о результатах испытания в Dyn-Soft RobSim 5.

Порядок выполнения:

1. На структурную схему программного обеспечения бортового вычислителя необходимо поместить блоки:

- «Построитель локальной карты местности»;
- «Нечеткая логическая система»;
- «Драйвер навигационного приемника»;

2. Обеспечить прием данных от дальномеров (конкретная реализация зависит от выбранной модели дальномеров) или от системы стереозрения.

3. Обеспечить отображения данных от дальномеров или системы стереозрения на локальной карте местности.

4. В параметрах локальной карты местности разметить зоны сканирования опасностей.

5. Создать схему запоминания координат по GPS и формирования расстояния и пеленга до целевой точки.

6. Создать базу знаний нечеткой логической системы, обеспечивающей движение к автономного объекта к заданной целевой точке в среде с препятствиями.

Проверить работу системы в среде моделирования Dyn-Soft RobSim 5.

Контрольные вопросы:

1. Структурная схема интеллектуальной системы управления, обеспечивающей движение робота к целевой точке в среде с препятствиями.
2. Принцип работы нечеткой логической системы.
3. Обосновать выбранную в работе базу знаний нечеткой логической системы.
4. Что такое GPS. Принцип работы. Основные источники погрешности. Системы координат.
5. Назначение локальной карты местности. Принцип работы локальной карты местности в Dyn-Soft RobSim 5.
6. Принцип работы системы стереозрения. Требования к камерам при ее использовании на подвижной платформе.

7. Принцип работы дальномеров. Интерфейс взаимодействия с системой управления.

Список литературы

1. Евстигнеев Д.В. Проектирование роботов и робототехнических систем в Dyn-Soft RobSim 5, часть 1. www.robsim.dynsoft.ru/docs
2. Евстигнеев Д.В. Проектирование роботов и робототехнических систем в Dyn-Soft RobSim 5, часть 2. www.robsim.dynsoft.ru/docs
3. Евстигнеев Д.В. Разработка трехмерных моделей в 3D Studio MAX. www.robsim.dynsoft.ru/docs

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Лабораторная работа №1. Проектирование системы обратной связи	3
Лабораторная работа №2. Определение параметров объекта управления и синтез регулятора	5
Лабораторная работа №3. Проектирование системы контурного управления	7
Лабораторная работа №4. Интеллектуальная система управления движением в среде с препятствиями	9
Список литературы.....	11