

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТОВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Методические указания
по проведению
лабораторных работ.

II семестр обучения

Москва 2012 г.

Составитель: Д.В. Евстигнеев

Материал предназначен для студентов дневного отделения, проходящих обучение по дисциплине «Проектирование роботов и робототехнических систем» (II семестр обучения) и может быть использован для самостоятельной работы при освоении данной дисциплины.

Лабораторная работа №1. Проектирование обратной связи

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

Задание:

Установить на робота, разработанного в рамках лабораторного практикума в предыдущем семестре, 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:

2. Название и цель работы.
3. 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.

4. Электрическую схему подключения датчиков (одну или несколько).

5. Структурную схему программного обеспечения, обеспечивающую обработку информации с датчиков, с указанием параметров использованных блоков.

6. 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 «Проектирование роботом и робототехнических систем, часть 2», которое размещено на сайте www.robsim.dynsoft.ru

Используя программный комплекс 3D Studio MAX, установить на робота, разработанного в рамках лабораторного практикума в прошлом семестре, 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».

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 «Проектирование роботом и робототехнических систем, часть 2», которое размещено на сайте www.robsim.dynsoft.ru

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.

Лабораторная работа №3. Создание и исследование работы регуляторов нижнего уровня системы управления

Цель работы: Получение практических навыков реализации быстродействующих регуляторов на базе целочисленных микропроцессоров.

Задание:

1. С помощью редактора структурных схем программного обеспечения Dyn-Soft RobSim 5 реализовать регуляторы, синтезированные в предыдущей лабораторной работе.

2. Для регуляторов положения предусмотреть два режима работы: управления скоростью (для ручного управления) и управления положением (для программного управления). Режим работы должен передаваться с бортовой ЭВМ.

3. Исследовать работу регуляторов скорости и положения путем построения переходных процессов. Занести в отчет переходные процессы, иллюстрирующие качество работы регуляторов.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Структурные схемы реализованных регуляторов.
2. Переходные процессы для шасси и звеньев манипулятора по скорости.
3. Переходные процессы для звеньев по положению.

Порядок работы:

Перед началом работы студентам рекомендуется ознакомиться с главами 3.7, 3.8 и разделом 4 учебного пособия «Проектирование роботом и робототехнических систем, часть 2», которое размещено на сайте www.robsim.dynsoft.ru

При разработке регуляторов в Dyn-Soft RobSim 5 рекомендуется использовать макроблоки. Регулятор, собранный внутри макроблока, может быть легко скопирован и размножен.

В главах 3.7 и 3.8 учебного пособия подробно описан процесс создания регуляторов в Dyn-Soft RobSim 5.

После реализации регулятора необходимо снять переходный процесс по скорости для шасси и по скорости и по положению для звеньев манипулятора. Желательно чтобы переходные процессы содержали как участок разгона, так и торможения.

Переходные процессы, которые иллюстрируют качество работы регуляторов, следует занести в отчет.

Лабораторная работа №4. 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 «Проектирование роботом и робототехнических систем, часть 2», которое размещено на сайте www.robsim.dynsoft.ru

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 рекомендованном учебном пособии 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.

ОГЛАВЛЕНИЕ:

Лабораторная работа №1. Проектирование обратной связи	3
Лабораторная работа №2. Определение параметров объекта управления и синтез регулятора	5
Лабораторная работа №3. Создание и исследование работы регуляторов нижнего уровня системы управления	7
Лабораторная работа №4. Проектирование системы контурного управления	8