

Предисловие редактора перевода

Предисловие

Глава 1. Введение

История автоматизации промышленного производства

Механика манипуляторов и управление ими

Условные обозначения

Глава 2. Пространственные описания и преобразования

Введение

Описания: положения, ориентации, системы отсчета

Отображения: перевод описаний из одной системы отсчета в другую

Операторы: сдвиги, вращения и преобразования

Общие выводы

Арифметика преобразования

Уравнения преобразования

Другие способы представления ориентации

Преобразование свободных векторов

Эффективность вычислений

Глава 3. Кинематика манипуляторов

Введение

Описание звена

Описание соединения звеньев

Привязка систем отсчета к звеньям манипулятора

Кинематика манипуляторов

Пространство положений приводов, конфигурационное пространство и декартово пространство

Примеры: кинематика двух промышленных роботов

Системы отсчета со стандартными именами

Где находится инструмент?

Эффективность вычислений

Глава 4. Обратная задача кинематики манипуляторов

Введение

Разрешимость

Понятие подпространства манипулятора

Алгебраический и геометрический подходы

Алгебраическое решение за счет сведения к многочлену

Решение Пайпера в случае трех пересекающихся осей

Примеры решения обратной задачи кинематики манипуляторов

Стандартные системы отсчета

Функция SOLVE для манипулятора

Повторяемость и точность

Эффективность вычислений

ГЛАВА 5. Якобианы: скорости и статические силы

Введение

Положение и ориентация, изменяющиеся во времени

Линейная и угловая скорости твердых тел

Более подробно об угловой скорости

Движение звеньев робота

«Распространение» скорости от звена к звену

Якобианы

Особые точки

Статические силы в манипуляторе

Якобианы в пространстве сил

Декартово преобразование скоростей и статических сил

Глава 6. Динамика манипуляторов

Введение

Ускорение твердого тела

Распределение масс

Уравнение Ньютона и уравнение Эйлера

Итерационный метод Ньютона-Эйлера

Сравнение итерационного и аналитического методов

Пример динамических уравнений в замкнутой форме

Структура динамических уравнений манипулятора

Динамика манипуляторов в формулировке Лагранжа

Формулировка динамики манипуляторов в декартовом пространстве

Включение в уравнения динамики влияния нетвердых тел

Моделирование динамики

Эффективность вычислений

Глава 7. Генерация траектории

Введение

Общие сведения, касающиеся описания и расчета траектории

Траектории в конфигурационном пространстве

Траектории в декартовом пространстве

Геометрические проблемы построения траекторий в пространстве декартовых координат

Генерация траекторий во время выполнения программы

Описание траекторий на языке программирования роботов

Планирование траекторий на основе динамической модели

Планирование траекторий без столкновений

Глава 8. Проектирование манипуляторов

Введение

Проектирование с учетом требований задачи

Конфигурация кинематической цепи

Количественная оценка рабочего пространства

Избыточные и замкнутые структуры

Приводные схемы

Жесткость и прогибы

Датчики положения

Датчики силы

Нюансы проектирования датчиков силы

Глава 9. Линейное управление манипуляторами

Введение

Управление с обратной связью

Линейные системы второго порядка

Управление системами второго порядка

Разделение закона управления

Управление движением по заданной траектории

Подавление помех

Непрерывное и дискретное управление

Моделирование одного сочленения и управление им

Архитектура регулятора промышленного робота

Глава 10. Нелинейное управление манипуляторами

Введение

Нелинейные и нестационарные системы

Системы многомерного управления

Задача управления манипуляторами

Практические соображения

Системы управления современных промышленных роботов

Анализ устойчивости по Ляпунову

Системы управления в декартовом пространстве

Адаптивное управление

Глава 11. Силовое управление манипуляторами

Введение

Применение промышленных роботов в сборочном производстве

Концепции управления в частично ограниченных задачах

Задача комбинированного позиционно-силового управления

Силовое управление системой «масса-пружина»

Схема комбинированного позиционно-силового управления

Схемы управления современных промышленных роботов

Глава 12. Языки и системы программирования роботов

Введение

Три уровня программирования роботов

Пример задачи

Требования, предъявляемые к языкам программирования роботов

Проблемы, свойственные языкам программирования роботов

Глава 13. Системы автономного программирования

Введение

Основные вопросы, связанные с разработкой систем автономного программирования

Симулятор Pilot

Автоматическое выполнение подзадач в системах автономного программирования роботов

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Тригонометрические тождества

ПРИЛОЖЕНИЕ В. 24 представления ориентации с помощью множества углов

Приложение С. Некоторые формулы обратной кинематики

Решения отдельных упражнений

Предметный указатель