

Концепция программирования роботов методом обучения на графических твердотельных моделях

Новичихин Р.В., Курьян Д.Н., Дербан А.Н.

Белорусский национальный технический университет

Область исследования – программирование промышленных роботов (ПР).

Объект исследования – ПР с позиционным и контурным управлением и аналитическим программированием.

Суть проблемы заключается в следующем.

ПР программируются либо методом обучения (запоминанием показа или команд с пульта) либо аналитически (написанием программы текстом).

Обучение просто и не требует навыков программирования, но сопряжено с простоями ПР во время наладки.

Аналитическое программирование автономно, но трудоемко, требует высокой квалификации, не наглядно, сопряжено с вероятностью ошибок.

Последние три недостатка устраняются в специализированных системах аналитического программирования и графического моделирования ПР. В них программы частично формируются, проверяются, отлаживаются и калибруются на трехмерных графических моделях ПР с анимацией. Однако процесс программирования продолжает оставаться трудоемким. В программе требуется задать значение абсолютных и/или относительных координат для каждой ключевой точки. Их нужно знать заранее (умозрительно представлять и вычислять), что сложно и долго, либо «снимать» с экранного изображения. Чтобы добиться нужного изображения, требуется опять таки пробный числовой ввод с последующей коррекцией, либо управление изображением при помощи физических или экранных устройств ввода. От этих устройств требуется адекватность и естественность интерпретации: многомерность, одновременность управления по нескольким координатам, кинематическая идентичность управляющих и воспроизводимых движений, сохранение масштаба. Этим требованиям отвечают только устройства типа «жоскелетон (облегченный макет манипулятора), но они очень

дороги. Применение остальных ведет к дополнительным затратам времени.

Цель разработки – упрощение и ускорение процесса программирования ПР.

Разработанная концепция базируется на аналогии с планированием движений человеком и на возможностях, предоставляемых современными САПР общего назначения (трехмерность, твердотельность, параметризация).

В самом деле, человек отлично ориентируется в окружающем пространстве и свободно манипулирует объектами, нисколько не нуждаясь в знании точного численного значения координат этих объектов и собственных. Достаточно, что он видит цель, процесс и результат. Точно так же, без труда он программирует ПР методом обучения принудительным показом. При этом оператор использует только визуальную обратную связь и, иногда, механический контакт с объектом или шаблоном. Ему не приходится перекодировать очевидную визуальную информацию в абстрактную числовую. Не нужно также заменять естественные моторные реакции неидентичными управляющими движениями.

Это предлагается использовать в разработанной концепции.

Текст управляющей программы ПР на выбранном языке программирования формируется автоматически в процессе обучения ПР принудительным показом. Однако, показ осуществляется не на реальном ПР, а на его трехмерной графической модели прямо на экране. Взятие запястья ПР рукой оператора и принудительное перемещение его в нужные положения имитируется захватом и протягиванием изображения курсором.

Для восприятия «физического» воздействия оператора виртуально, модель должна быть твердотельной, т.е. не допускать взаимного проникновения конструктивных элементов, обеспечивать нужные сопряжения с упругим контактом и сохранять кинематические связи всего манипулятора при перемещениях любого звена.

Для управления приводами необходимо знать требуемое текущее относительное положение звеньев. Эти значения автоматически снимаются с виртуальных датчиков, встроенных или временно накладываемых на каждую кинематическую пару.

Т.о. отпадает необходимость аналитического решения обратной задачи кинематики в явном виде. Расчеты заменяются прямым измерением штатными средствами универсальной САПР.

Имея такой обучаемый вручную но виртуальный ПР, мы объединяем преимущества методов программирования показом и аналитического, избавляясь одновременно от свойственных им недостатков.

Проблема отсутствия графических моделей требуемого оборудования или трудоемкости их разработки решается на основе принципов модульности и параметризации.

Структуру любого манипулятора и другого механизма окружения можно представить комбинацией модулей всего трех типов: звенья, вращательные и поступательные кинематические пары. В свою очередь каждый структурный модуль можно представить одним набором компоновочных элементов. Получаем унифицированные модули. Можно предложить и единожды разработать такую базовую конструкцию этих модулей, что любая конкретная конструкция будет получаться из базовой чисто параметрически. Это означает, что нужная трансформация модуля осуществляется автоматически, без программирования и рисования, путем задания с клавиатуры требуемых размеров по указанному измерению. Т.о. мы получаем универсальный конструктор для сборки прямо на экране любых структурных моделей. Причем не только ПР и любого другого периферийного оборудования (станков, приспособлений, накопителей, транспорта и т.д).

На рисунке 1 показан пример структурной модели ПР из унифицированных модулей.

В качестве инструмента создания структурных модулей используется САПР общего назначения. Это позволяет при необходимости использовать в модели вместо структурных элементов сразу готовые конструктивные элементы и добиваться формы, полностью соответствующей оригиналу. Это может понадобиться, например, для точного анализа столкновений. Автоматическое отслеживание столкновений также заложено в упомянутых САПР.

Для более точного программирования положений могут использоваться копиры с автоматической привязкой и ориентацией. В качестве копиров могут выступать модели

самой детали или виртуальные настраиваемые эталонные траектории с автоматической привязкой к требуемому контуру (рисунок 1).

«Натуральность» восприятия сцены оператором обеспечивается трехмерностью и оптическими эффектами (видимость, перспектива, окраска, затененность, отражение).

Возможность менять точку наблюдения, использовать любой масштаб и временно делать предметы прозрачными дают оператору виртуальной робототехнической системы возможности даже большие, чем в случае реальной системы. Можно работать в зонах вне прямой видимости, с перемещениями микронной точности, с вспомогательными навигационными объектами нулевых размеров и проницаемыми.

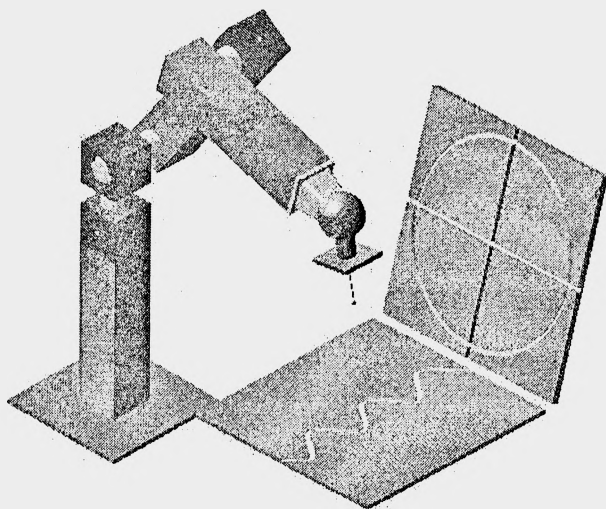


Рисунок 1. Графическая структурная модель ПР из унифицированных модулей и эталонные траектории