СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

Ю.И. Чигирь, Д.А. Романова
Научные руководители – профессор ***В.Б. Ковалевкий***, доцент ***В.И. Лакин***, ***А.В. Романов***
Белорусский национальный технический университет

Задача аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР) является одной из классических задач оптимального управления. Эта задача рассматривалась многими исследователями [1...3]. Основные подходы в ее решении связаны с принципом максимума Л.С. Понтрягина и динамическим программированием. При использовании принципа максимума задача, в конечном счете, сводится к краевой задаче для системы нелинейных дифференциальных уравнений, типа Риккати. Метод динамического программирования также, в конечном итоге, сводит решение к системе нелинейных дифференциальных уравнений типа Риккати. Такие уравнения могут решаться только численными методами, при этом следует отметить, что краевая задача особенно трудна для решения численными методами.

Предлагаемый авторами подход к решению задачи АКОР, основанный на построении специальной функции Кротова [2], позволяет избежать большинство трудностей. Для ее построения необходимо проинтегрировать систему стационарных линейных дифференциальных уравнений и одно нелинейное дифференциальное уравнение, что позволяет построить более эффективный алгоритм задачи АКОР.

В данной работе рассмотрена эквивалентная постановка задачи АКОР. Обычно начальные условия задаются в нулевой момент времени. Однако путем стандартной замены переменных можно получить постановку задачи, где фиксируется условия в конечный момент времени. Приведен пример, иллюстрирующий возможность применения такого рода подхода.

Литература

1. Летов А.М. // Автоматика и телемеханика. 1960. Т.21, №5. С. 561 – 568.
2. Кротов В.Ф., Гурман В.И. Методы и задачи оптимального управления. М.,1973.
3. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Методы оптимизации. Минск, 1975.

АЛГОРИТМЫ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ

Т.В. Амелина
Научный руководитель – к.т.н., доцент ***В.В. Орлов***
Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины

Метод конечных элементов в настоящее время является одним из самых распространенных методов решения прикладных задач, например, изучения тепловых процессов, прочностных расчетов, проблем динамики жидкости. Сейчас насчитываются тысячи публикаций, посвященных теории МКЭ и его приложениям, однако дальнейшее расширение сфер применения метода сдерживается недостаточным числом публикаций по проблемам построения аппроксимаций на элементах различных типов и суперэлементных аппроксимаций. Практически отсутствуют работы с рекомендациями по применению МКЭ к решению реальных задач.

В работе рассмотрены основные понятия численных аппроксимаций, используемых при практическом решении задач, описываемых дифференциальными уравнениями. В общем случае представляется проблема описания геометрических характеристик области для последующей удобной ее дискретизации. Разбиение любой области начинают с разбиения ее на подобласти. Встает проблема определения связей между подобластями для объединения затем информации по конечным элементам каждой подобласти. При исследованиях была предпринята попытка выделения общих алгоритмов для реализации этого подхода.

Одномерные примеры не представляют существенного практического интереса, так как во многих случаях для них легко найти точные решения. Однако для дву- и трехмерных задач ситуация существенно отлична, поскольку для них точное решение возможно лишь в случае простейших областей и краевых условий. Как правило, для практически важных задач неизбежно численное решение.

В многомерном случае выбор конечно-элементных базисных функций связан с рядом трудностей. В качестве одного из возможных подходов можно использовать разбиение области на треугольные элементы различного порядка. В работе этот подход исследуется более детально, а также рассматривается возможность использования четырехугольных элементов различного типа с соответствующими базисными функциями.

С помощью семейств элементов треугольного типа можно легко и достаточно точно представить области с криволинейными границами весьма сложной формы. Задав базисные функции для элемента, легко вычислить все необходимые матрицы элементов для любой подходящим образом определенной задачи, в слабую формулировку которой входят только первые производные.

Треугольные элементы различного порядка предпочтительнее при составлении областей более сложной формы, когда при том же числе узлов требуется точно учесть сложную геометрию границы. Еще одним способом учета сложной границы было бы использование смешанной конечно-элементной сетки, состоящей из четырехугольных элементов внутри области и треугольных элементов вблизи границы.

В результате реализации алгоритмов конечноэлементной дискретизации разработана программа, предоставляющая эффективный инструмент для дискретизации двумерной области на четырехугольные элементы различного порядка.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА

В.Р. Кошель, А.С. Куришко, М.С. Данильчик

Научный руководитель – к.т.н., доцент ***А.В.Самойленко***

Белорусский национальный технический университет

В данной работе рассматриваются вопросы кинематического анализа манипуляторов. Это необходимо для последующего проектирования промышленных роботов. Задачи кинематического анализа манипуляторов решаются на различных этапах проектирования. Исходными данными для проектирования являются требования производства: точность позиционирования, габариты, производительность, и т.д.

Специфика движения манипуляторов обусловила две различные постановки этих задач. Они отличаются исходными данными и получили название прямых и обратных задач кинематики манипуляторов.

Прямыми принято называть задачи кинематики, в которых в качестве исходных данных задаются величины, определяющие относительное положение звеньев в кинематических парах манипулятора (т.е. его обобщенные координаты), а также скорости и ускорения относительного движения звеньев в каждой паре (обобщенные скорости и ускорения). По этим данным рассчитывают положения звеньев манипулятора в неподвижной системе координат (в том числе и его последнего звена - схвата), а также скорости и ускорения звеньев манипулятора и любых его точек. Прямые задачи кинематики посвящены расчету величин, необходимых для силового и динамического исследования манипулятора.

Обратными принято называть задачи кинематики манипулятора, в которых задаются величины, определяющие положение, скорость и ускорение схвата в неподвижной системе координат. По этим данным определяют относительное положение звеньев в каждой кинематической паре (т.е. обобщенные координаты), а также скорости и ускорения относительного движения в этих парах (обобщенные скорости и ускорения). При решении обратных задач кинематики определяют относительное движение, которое должно быть воспроизведено в каждой кинематической паре манипулятора, чтобы его рабочий орган - схват выполнил в неподвижной системе координат требуемое движение.