

Кукунчиков А.Э.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Жиганов С.Н.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23***Построение системы имитации траектории движения воздушного объекта в трехмерном пространстве на основе кривых Безье**

В мехатронных системах, компьютерной графике требуется описывать уравнения движения робототехнических комплексов, систем ЧПУ в различных системах координат, формировать сигналы управления, определять координаты объектов, состоящие в ручном вводе координат опорных точек, образующих очерчивающую траекторию движения в виде ломаной линии, с указанием скоростей движения объекта в этих точках. От системы требуется при последовательном накоплении массива информации об опорных точках автоматически формировать уравнения движения объекта по трем координатам $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ и скорости $v(t)$. Формирование траектории движения в виде отрезков прямых, соединяющих заданные точки и постоянной скорости движения объекта между соседними точками является наиболее простым и интуитивно понятным способом формирования траектории. Однако при этом при переходе с одного отрезка траекторий на другой происходит резкое изменение направления движения и скорости объекта, что не соответствует реальным траекториям, кроме этого, подобная модель не может формировать ускоренное движение.

В связи с этим необходимо, чтобы процесс формирования траектории обеспечивал задание сложных вариантов воспроизведения траектории с гибкой, постепенной деформацией формы и кривизны. Траектория движения объекта должна образовываться только набором чередующихся круговых, параболических и прямолинейных сегментов. Она должна обладать нулевым кручением и, таким образом, должна быть более адаптирована для имитации плоских маневров объектов. Движение вдоль каждого сегмента в общем случае должно быть равноускоренным либо равномерным. Оператор задает лишь значения мгновенных скоростей в каждой узловой точке опорной ломаной линии, которая интерпретируется как скорость в точке выхода объекта на переходную кривую. Требуется обеспечить точное аналитическое воспроизведение траектории в параметрической функции времени только для сегментов в виде отрезков прямых и дуг окружностей.

Реальная имитация траектории движения должна учитывать кинематику движения объекта, когда он испытывает мгновенное воздействие перегрузки вследствие скачка центробежной силы. Для реализации отмеченных требований можно использовать способ описания кривой Безье, задаваемой графически и аналитически с наглядным, интуитивным представлением отдельных сегментов ее воспроизведения. При этом параметрическое задание уравнений кривой по прямоугольным координатам формируется как функция безразмерного параметра времени. Но способ задает лишь геометрическую форму кривой и не обеспечивает физическое воспроизведение траектории движения объекта с учетом его кинематики - скоростей, ускорений, непосредственно привязанных к каждой точке всей траектории в заданные моменты времени.

В работе предлагается использовать более эффективный метод сегментации траекторий – на основе гладко совмещенных кривых различных степеней, построенных на общей опорной ломаной, которая задана группой из последовательно расположенных отрезков прямых. Для полученных кинематических параметров движения объекта по заданной траектории предписан и скоростной режим движения таким образом, чтобы определить текущую точку на трассе, в которой будет находиться объект в произвольный момент времени. С этой целью параллельно с траекторией задаются и уравнения скорости $V(t_p)$ на основе ее значений в узловых точках и соответствующих производных, представляющих ускорения. Для связывания между собой геометрии (кусочно-заданной кривой) и кинематики (профиль скорости) движения используется, объединяющий их параметр – пройденный путь S . Предусмотрена возможность контроля скорости, тангенциального ускорения и общей переносимой перегрузки в каждой точке пути.

Для формирования трасс движения ВО на языке программирования Builder C++ была написана программа моделирования. Программа состоит из двух относительно независимых частей: с одной стороны – приложение, содержащее человеко - машинный интерфейс и алгоритмы для задания траектории (Air Situation Designer), с другой – программа, представляющая собой сервер или службу, обрабатывающую поступающие запросы на положение цели (Air Situation Server).