

Кинематические геометрические модели в концептуальном проектировании

Valery Kuchuganov, Vladimir Kharin
Department of Computer Aided Design
Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia
kvn@cd.istu.udm.ru (Valery Kuchuganov)
woldemar@udm.net (Vladimir Kharin)

Аннотация

В работе предлагаются методы развития кинематического принципа построения геометрических моделей, содержащих скульптурные поверхности, так называемых «аморфных» объектов. Приводятся особенности построения данных объектов, описывается сценарий и программа для концептуального дизайна.

Abstract

This work is proposing cinematic principle development methods of geometric models construction that contain sculptural surfaces, so called "amorphous" objects. There is adduced that objects construction features, described scenario and program for conceptual design.

Keywords: *Геометрические модели, Моделирование поверхностей, Кинематический синтез.*

1. ВВЕДЕНИЕ

В большинстве систем геометрического моделирования при построении моделей применяют метод конструктивной твердотельной геометрии. В этом случае сложные объекты “собирают” из простых, полученных кинематическими методами.

В кинематических методах синтеза твердое тело образуется в процессе движения замкнутого контура. Контур может быть плоским или иметь сложную пространственную конфигурацию. Движение может быть поступательным, вращательным или по произвольной траектории. На базе созданных таким образом тел можно создавать новые объекты, применяя, например, булевы операции.

Применение трехмерных моделей может быть самым разнообразным. Одним из таких направлений является концептуальное проектирование, в котором кинематические методы, их развитость и качество, оказывают значительное влияние на конечный результат.

2. КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

На ранней (концептуальной) стадии проектирования не требуется детальная конструкторская проработка изделия, но желательно как можно раньше получить концепт-модель. При наличии концептуальной модели становится возможной оценка дизайна изделия, эргономичности, предварительный прогноз затрат на производство. Эта модель может быть

использована в рекламе, маркетинговых исследованиях или при утверждении проекта.

Альтернативой кинематическим методам синтеза тел является работа с группами полигонов (например, системы 3dMAX или LightWave). Многие дизайнеры используют именно их для концептуального проектирования, но для этих целей лучше подходят кинематические методы. Во-первых, упрощается и становится более понятной работа дизайнера, т.к. исходными данными является информация, близкая к эскизам, чертежам. Во-вторых, в этом случае становится проще переход от концепции к техническому проекту, т.к. дизайнерская информация о модели лучше согласуется с конструкторской.

Недостатком кинематических методов является то, что с их помощью можно строить достаточно небольшой класс объектов. При построении сложного объекта приходится разбивать его на составные части, даже если конструктивно он представляет собой единое целое. В разрабатываемом нами методе построения «аморфной» модели объекта мы пытаемся расширить класс синтезируемых объектов, сделать построение объекта легко понимаемым, а также максимально упростить работу с формой.

Ошибка, найденная и исправленная на концептуальной стадии проектирования обойдется гораздо дешевле, нежели на последующих этапах. Удобный, понятный инструмент построения моделей поможет не допустить никаких ошибок и выполнить работу быстро и качественно даже дизайнеру-непрофессионалу.

Начинающий дизайнер (студент, школьник) начинает изучение систем геометрического моделирования с построения простых моделей. Более сложные, требующие навыка, традиционные методы работы со сплайновыми поверхностями и с группами полигонов осваиваются не сразу, что ограничивает творческую фантазию. Работа с эскизами, чертежами гораздо более естественна и понятна для дизайнера, что делает кинематические методы (в частности, разрабатываемые нами) более эффективными и пригодными также для образовательного процесса.

В существующих системах геометрического моделирования инструменты построения моделей кинематическими методами очень схожи и в новых разработках практически не развиваются. Тем не менее, потенциал в них есть, а сами кинематические методы востребованы. Наши исследования в этом направлении идут в сторону расширения класса

синтезируемых объектов, повышения удобства работы дизайнера.

3. МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ АМОРФНЫХ ОБЪЕКТОВ

В большинстве систем, в которых реализуется кинематический синтез, модель задается формообразующим контуром и законом его движения в виде направляющих кривых. Класс объектов, которые можно сформировать таким образом достаточно ограничен. Путем к преодолению этого недостатка является расширение набора используемых при построении данных, определение кроме движения формообразующего контура его топологических преобразований.

При построении аморфных объектов исходной информацией для синтеза модели являются контуры, близкие к эскизам и чертежам. Метод построения при этом становится более удобным для дизайнера. Контур, которыми задается модель, делится на профили и сечения.

Профили – это контуры, определяющие форму объекта вдоль траектории движения формообразующего контура. Могут быть заданы как основные профили, соответствующие основным проекциям (рис. 1, а), так и дополнительные. Дополнительные профили могут представлять собой плоские контуры или трехмерные кривые, лежащие на поверхности модели и повторяющие ее форму (рис. 1, б).

Сечения – это варианты формообразующего контура (рис. 1, с). Основное сечение лежит в основании объекта и является формообразующим контуром, который начинает формировать объект, а дополнительные сечения определяют, как изменяется, какой вид принимает формообразующий контур в процессе движения. Вместе профили и сечения формируют каркас объекта, на основе которого строится модель (рис. 1, d).

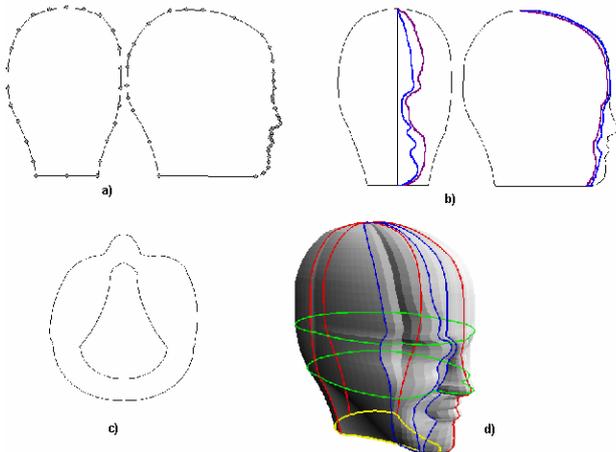


Рисунок 1: Исходные данные для формирования аморфной модели

При определении положения дополнительных сечений и профилей сечения привязываются к профилям (некоторая

точка профиля соответствует положению сечения), а профили к сечениям. Основные профили привязаны к основным координатным плоскостям (XOZ, YOZ). Это делает объекты более определенными и целостными при редактировании модели.

Одной из особенностей определения аморфной модели является то, что в состав контуров могут входить кроме традиционных сплайновых кривых также отрезки прямых и дуги окружностей, что упрощает получение «классических» форм и работу с ними, при проектировании моделей технических объектов.

4. СЦЕНАРИЙ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ДИЗАЙНА

Создание модели начинается с разработки основных профилей и основного сечения (профили могут быть построены по растровой картинке, изображающей объект в разных проекциях). Этих данных уже достаточно для построения модели, и проектировщик может видеть первоначальный результат. Если получаемая модель не обеспечивает необходимую форму, то определяются дополнительные профили и сечения. Возможно определение новых дополнительных профилей и сечений путем извлечения и корректировки контуров в нужных позициях из первоначально полученной модели.

Редактирование и корректировка модели происходят достаточно интерактивно, т.к. изменения в исходных контурах – в сечении или профиле – немедленно приводят к соответствующим изменениям в модели. Этим дизайнеру предоставляется дополнительное удобство и гибкость проектирования, т.к. наглядно видно, что необходимо для получения желаемой формы.

Отдельные созданные объекты размещаются в трехмерной сцене и формируют более сложную модель. Каждый объект в сцене имеет свою позицию, поворот, масштаб и тип булевой операции (сложение/вычитание). Изменения в исходных контурах, определяющих объект, приводят к соответствующим изменениям объекта в сцене.

5. ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА

Метод построения аморфных кинематических моделей может использоваться при построении сложных скульптурных поверхностей. Его важным преимуществом является небольшое количество исходных контуров, необходимых для построения модели. Одна из возможных сфер применения метода – промышленный дизайн, тесно связанный с концептуальным проектированием.

На рис. 2 приведена заготовка для модели, которая стоит на базе всего лишь четырех контуров.

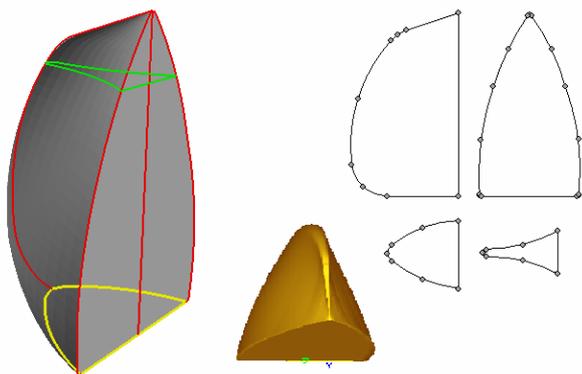


Рисунок 2: Модель утюга

Другой возможной сферой применения метода является скульптурный портрет (рис. 3).

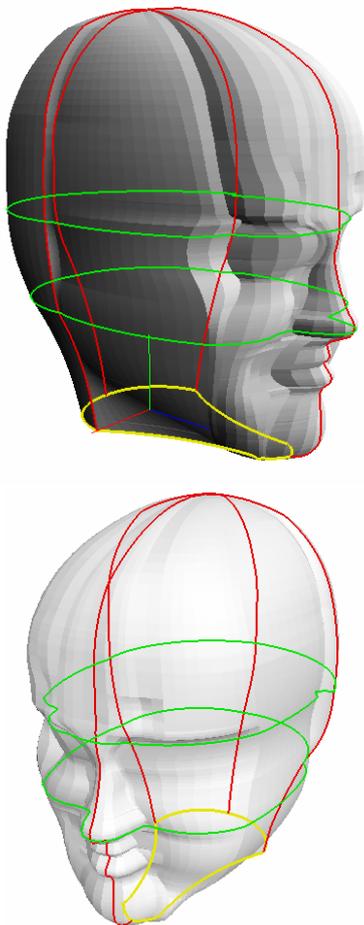


Рисунок 3: Скульптурный портрет

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод построения аморфных моделей реализован в рамках системы управления графическими данными и знаниями «Concept» (ИжГТУ, Ижевск, Россия), предназначенной для

обучения дизайнеров и специалистов в области САПР. Исходные данные для построения модели компактно хранятся и параметризуются в базе графических данных (БГД), также являющейся разработкой направления системы «Concept» [1, 2].

Продолжение работы состоит в дальнейшем совершенствовании методов синтеза моделей, разработке высокоуровневых механизмов управления формой, методов анализа получаемых моделей.

7. ЛИТЕРАТУРА

[1] Кучуганов В.Н., Лопаткин А.Е. «Язык описания трехмерных сцен. Версия 2». Программирование, 1996, №2, с. 70-75.

[2] Kuchuganov V.N. «Verbalization Principles and the Synthesis of Images of Three-Dimensional Scenes». Pattern Recognition and Image Analysis. Vol.6, No. 4, 1996, pp. 827-830.

About the author

Valery N. Kuchuganov is a professor at Izhevsk State Technical University, The Head of CAD Systems Dept. His contact email is kvn@cd.istu.udm.ru.

Vladimir Kharin is a post-graduate student at Izhevsk State Technical University, CAD Systems Dept.. His contact email is woldemar@udm.net.