

Моделирование процессов решения задач начертательной геометрии

Карабчевский В.В., Бабкова А.А.

Донецкий национальный технический университет, каф. ПМИ.

karabch@pmi.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Karabchiewski W.W., Babkova A.A. The modeling of descriptive geometry tasks solving process. The animated models for demonstration of descriptive geometry tasks solving process creating methods are described.

Постановка проблемы

Разработка систем компьютерной поддержки учебного процесса, позволяющих формировать связь между представлением геометрических фигур на комплексном чертеже и пространственным видом за счет повышения наглядности преподавания, развития пространственного воображения, является важной практической задачей [1,2].

Анализ публикаций

Применение 3D Studio MAX для создания динамических трехмерных моделей решения задач начертательной геометрии предложено в [3,4]. Известны и другие учебные пособия, использующие такие модели. Среди них выделяются работы А.М. Швайгера из Южно-Уральского государственного технического университета (г. Челябинск) и К.А. Вольхина (Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск).

Применение AutoCAD для облегчения построения точных статических моделей предложено в [5].

Постановка задачи

Ставится задача исследовать средства пакета 3D Studio MAX, позволяющие эффективно выполнять построение трехмерных динамических моделей процессов решения задач начертательной геометрии с использованием статических моделей изучаемых объектов, импортированных из AutoCAD.

Выбор средств решения задачи

Создание наглядной анимированной модели, предназначенной для демонстрации решения задач начертательной геометрии, целесообразно выполнять в несколько этапов [5]. При этом на каждом этапе используется программное средство, наиболее подходящее для решения поставленной задачи. Общая схема создания анимированной модели показана на рис. 1.

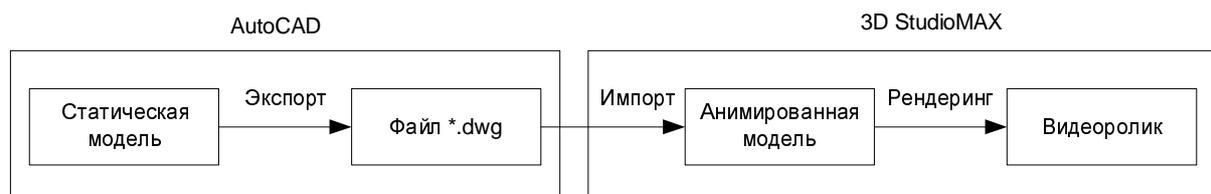


Рисунок 1 – Схема построения анимированной модели

Такой выбор программных средств решения задачи обусловлен следующими факторами: AutoCAD позволяет легко создавать точные модели за счет наличия инструментов точного построения линий, поверхностей и тел, предложенные в [5] средства связи между двумерными и трехмерными геометрическими моделями облегчают генерацию трехмерной модели, соответствующей построениям на комплексном чертеже. В свою очередь, 3D Studio MAX, содержит развитые средства для построения реалистичных анимированных моделей. А при построении моделей, используемых в качестве учебного методического материала, важную роль играют именно наглядность и легкость восприятия модели в пространстве.

Моделируемые объекты и процессы

При решении задач начертательной геометрии наиболее часто возникает необходимость иллюстрировать следующие процессы:

- перемещение объекта из одного указанного положения в другое;
- перемещение объекта по указанной траектории;
- поворот объекта вокруг заданной оси;
- построение прямых и кривых линий;
- моделирование постепенного исчезновения (появления) объекта или мерцания.

Моделирование этих действий предлагается выполнять путем изменения во времени различных параметров объектов. Методы моделирования вышеописанных процессов можно представить в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1 – Методы моделирования

Моделируемое действие	Метод моделирования	
	Объекты	Изменяемые параметры
Перемещение из положения в положение	Исходный объект	Положение объекта
Перемещение по траектории	Исходный объект, траектория, заданная сплайном	Положение объекта
Поворот объекта	Исходный объект	Угол вращения вокруг заданной оси
Построение прямой линии	Цилиндр ($d \ll h$)	Высота цилиндра
	Прямолинейный сплайн	Положение конечной вершины
Построение дуги окружности	Сегмент тора ($R_1 \approx R_2$)	α_1, α_2
	Дуга	α_1, α_2
Построение произвольной кривой линии	Сплайн	Положение вершин
Построение пунктирных и штрихпунктирных линий	Лофт, полученный путем протягивания окружности по сплайну	Деформация Scale

В табл. 1 использованы следующие обозначения:

d - диаметр цилиндра;

R_1 - внутренний радиус тора;

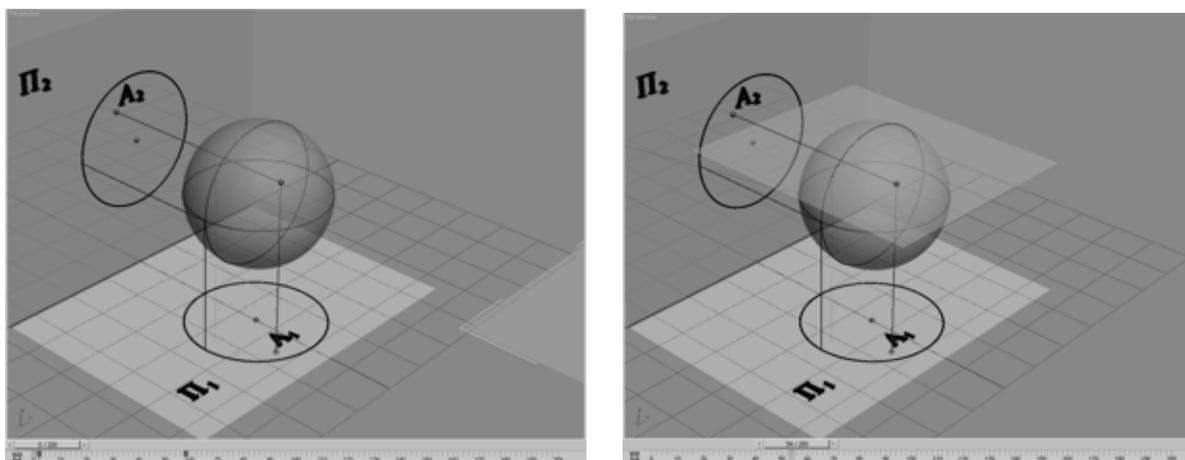
R_2 - внешний радиус тора;

α_1, α_2 - начальный и конечный угол построения.

Применение разработанных методов

Рассмотрим пошагово моделирование каждого действия в пакете 3D Studio Max. Для примера возьмем задачу определения принадлежности точки поверхности сферы. При решении данной задачи возникает необходимость промоделировать перемещение вспомогательной секущей плоскости, построение ее фронтального следа, горизонтальной проекции сечения и линии сечения в пространстве. Моделирование перемещения секущей плоскости показано на рис. 2. На рис. 2а показано исходное

положение плоскости на начальном кадре (бегунок в позиции 0). На рис. 2б бегунок перемещен в позицию 54 и плоскость расположена в новой позиции. При генерации последовательности анимационных кадров перемещение из исходной позиции в конечную при переходе от кадра 0 к кадру 54 будет просчитано автоматически.



а)

б)

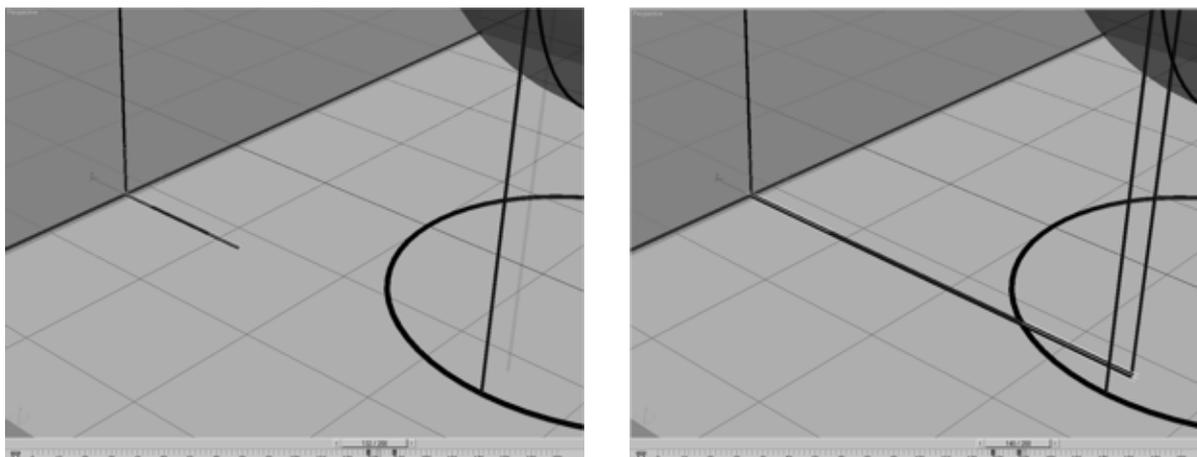
Рисунок 2 – Моделирование перемещения секущей плоскости
а) исходное положение, б) конечное положение

В случае, если необходимо промоделировать перемещение по сложной траектории, необходимо выполнить следующие шаги.

1. Выделить перемещаемый объект.
2. В закладке «Motion» выбрать пункт «Trajectories», затем пункт «Convert from».
3. Указать сплайн, представляющий необходимую траекторию.

Для анимации поворота вокруг оси необходимо задать начальный угол в начальный момент вращения и конечный угол – в конечный момент вращения. Для выбора оси вращения, которая отличается от одной из тех, которые свойственны существующим системам координат, можно воспользоваться инструментом «Adjust Pivot Point» и в режиме «Affect Pivot Only» задать положение локальных осей объекта.

На рис. 3 показано моделирование построения прямой линии на примере вспомогательной линии на горизонтальной плоскости проекций. Для моделирования удлиняемой линии использован цилиндр. На рис. 3а–3б показано, как изменяется длина линии (высота моделирующего цилиндра) при переходе от кадра к кадру.

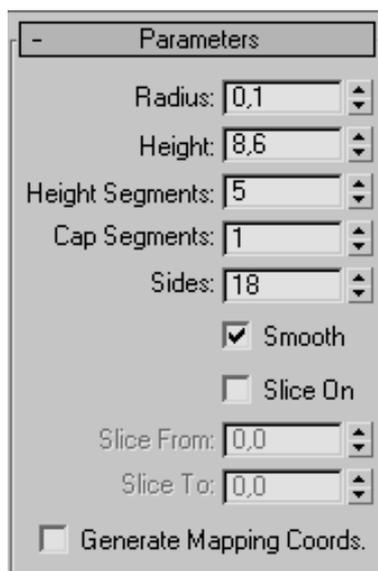


а)

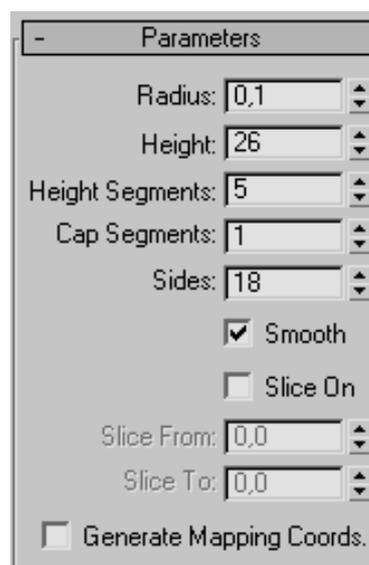
б)

Рисунок 3 – Моделирование построения вспомогательной линии
а) на промежуточном этапе, б) на конечном этапе

На рис. 4 показаны значения параметров моделирующего цилиндра в начальный и конечный момент времени.



а)

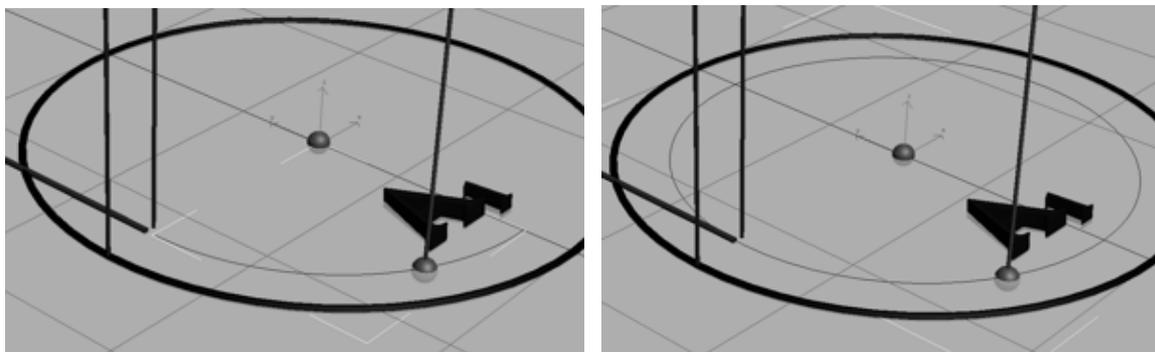


б)

Рисунок 4 – Параметры моделирующего цилиндра
а) на промежуточном этапе, б) на конечном этапе

На рис. 5 показано моделирование построения горизонтальной проекции сечения сферы. Эта проекция представляет собой окружность, моделирование процесса построения которой будет осуществляться дугой

с изменяющимся центральным углом. Дуга моделируется сплайном типа Arc.



а)

б)

Рисунок 5 – Моделирование построения окружности дугой
а) при $\alpha = 90^\circ$, б) при $\alpha = 360^\circ$

Моделирование построения произвольной кривой также можно осуществлять с помощью сплайнов. Моделирование сплайнами имеет следующие достоинства: во-первых, все линии из AutoCAD импортируются в 3D Studio MAX в виде сплайнов, во-вторых, при изменении масштаба толщина сплайновых линий не изменяется.

Для управления видимостью объектов необходимо выбрать «Curve Editor» и в окне «Track View» добавить трек видимости (рис. 6).

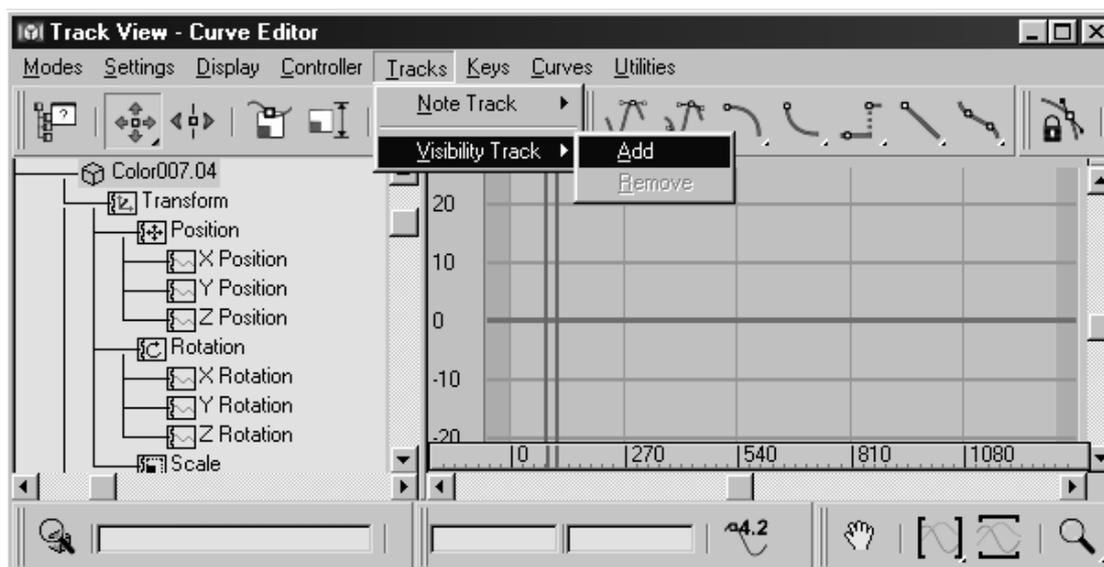


Рисунок 6 – Добавление трека видимости

В добавленном треке необходимо задать значения видимости в соответствующих кадрах.

Описанные методы и инструменты применены для разработки интерактивного учебника по курсу «Инженерная и компьютерная графика». Полученные динамические модели используются также при чтении лекций.

Выводы

Применение предложенных методов формирования трехмерных динамических моделей решения задач начертательной геометрии ускоряет процесс создания таких моделей и повышает их качество. Использование интерактивных учебных пособий, включающих такие модели, повышает качество усвоения материала, вызывает интерес к предмету.

Литература

1. Михайленко В.Е., Анпилогова В.А., Ковалев С.Н., Седлецкая Н.И. Опыт преподавания инженерной и компьютерной графики в Киевском инженерно – строительном институте // Тез. докл. IX научно-методического семинара «Инженерная и компьютерная графика». Севастополь, 1989.- С. 8-9.
2. Карабчевский В.В. Повышение качества преподавания инженерной графики путем разработки и применения обучающих систем. // Научные труды Донецкого государственного технического университета. Серия: Информатика, кибернетика и вычислительная техника, (ИКВТ-99) выпуск 6:-Донецк: ДонГТУ, 1999. - С. 294-299.
3. Карабчевский В.В. Мультимедийный учебник по начертательной геометрии // Сборник научных трудов 6-й Международной конференции «Образование и виртуальность-2002». Харьков-Ялта: УАДО, 2002. - С. 198-203.
4. Гамий О.С., Карабчевский В.В. Мультимедийные компоненты в электронном учебнике по курсу «Инженерная графика» // Сборник научных трудов 7-й Международной конференции «Образование и виртуальность-2003». Харьков-Ялта: УАДО, ХНУРЭ, 2003. - С. 187-192.
5. Карабчевський В.В. Підтримка зв'язку між двовимірними і тривимірними моделями під час розв'язання деяких геометричних задач // Сборник трудов 8-й Международной научно-практической конференции «Современные проблемы геометрического моделирования». Мелитополь: ТГАТА. – 2004. – С. 70-75.