

СИСТЕМА СОЗДАНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН

При цифровой обработке данных, представляющих трехмерные сцены, необходимо разработать структуру данных, которая позволила бы обеспечить эффективный способ манипулирования как всей сценой в целом, так и ее отдельными элементами. Это особенно важно для моделирования трехмерных сцен, состоящих из объектов, которые изменяют свое положение в пространстве. При создании систем, способных моделировать изменяющиеся трехмерные сцены в реальном времени, необходимо информацию о всей сцене полностью держать в оперативной памяти ЭВМ. Современный уровень технологии не позволяет создать память, в которой трехмерная информация хранилась бы поточечно. Поэтому существующие системы обычно разбивают сцену на элементарные графические элементы, для хранения информации о которых требуется небольшой объем памяти. Для манипулирования объектами в сцене, разбитой на такие элементы, необходимо иметь удобную структуру связей между ними.

В данной работе описана система создания и редактирования трехмерных сцен на основе «фрейм-подхода» [1]. «Фрейм» является структурой данных для представления стереотипной ситуации. Его можно представить в виде сети, состоящей из узлов и связей между ними. Каждая сцена состоит из отдельных объектов. Все объекты разделяются на подклассы, имеющие одинаковую структуру связей вершин. Такой подкласс образуется при пространственных трансформациях какого-либо многогранника. Для каждого подкласса необходимо хранить всего одну структуру связей вершин. Информацию о каждом объекте можно получить, используя структуру связей и значения конкретных координат вершин. Описание сцены задается рядом дескрипторов и массивом данных. Дескрипторы описывают связи между элементами, а данные определяют положение объекта в пространстве. При пространственных преобразованиях меняются лишь данные при неизменном содержимом дескрипторов. Структура данных показана на рисунке 1. Дескриптор сцены предназначен для внутреннего представления информации. Он представляет таблицу указателей на данные, описывающие объекты. При преобразованиях информация о структуре неважна, но для полного описания такая информация необходима. Данные о структуре объектов хранятся в дескрипторах многоугольников и вершин. Дескриптор мно-

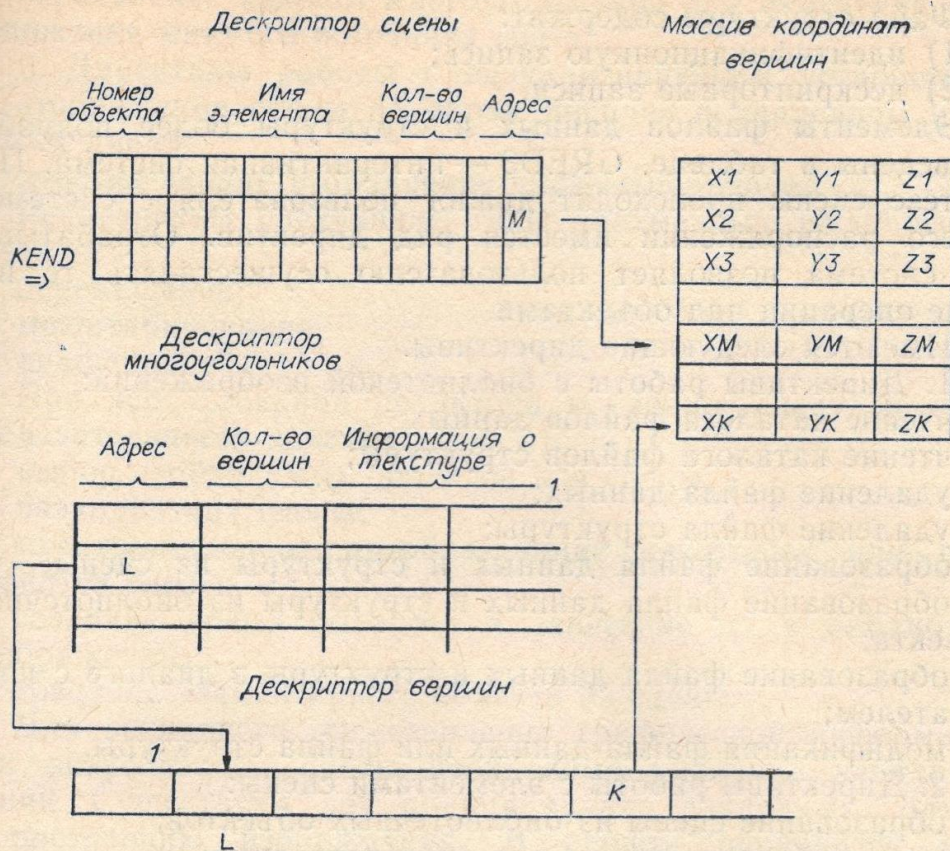


Рис. 1. Структура данных

гоугольников — это таблица, каждая строка которой служит описателем отдельного многоугольника.

На основе такой системы организации данных был разработан интерактивный графический редактор для создания и редактирования трехмерных сцен GRED3. Естественное требование к такому редактору — возможность каталогизации трехмерных объектов. Это дает возможность создавать сложные сцены из простых объектов, хранящихся в некоторой библиотеке изображений. Каждое изображение описывается двумя файлами: файлом данных с именем LIBR — и файлом, содержащим информацию о структуре с именем FREI. Файл данных — основной. Он содержит ссылку на файл структуры. При такой организации объекты, имеющие одинаковые связи вершин, имеют один и тот же файл структуры. Два последних символа в именах файлов — изменяемые. По ним однозначно определяется номер данных или структуры.

Файл данных, являющийся основным при выборе объектов для сцены, содержит:

- 1) идентификационную запись;
- 2) ссылку на файл структуры;
- 3) записи данных изображения.

Файл структуры содержит:

- 1) идентификационную запись;
- 2) дескрипторные записи.

Элементы файлов данных и структуры более подробно приведены в таблице. GRED3 — интерактивная система. При синтезе сцены происходит диалог пользователя с системой. В его распоряжении имеется ряд директив. Отрабатывая их, система позволяет пользователю осуществлять те или иные операции над объектами.

Имеются следующие директивы.

1. Директивы работы с библиотекой изображений:
 - чтение каталога файлов данных;
 - чтение каталога файлов структуры;
 - удаление файла данных;
 - удаление файла структуры;
 - образование файла данных и структуры из сцены;
 - образование файла данных и структуры из библиотечного объекта;
 - образование файла данных и структуры в диалоге с пользователем;
 - модификация файла данных или файла структуры.
2. Директивы работы с элементами сцены:
 - образование сцены из библиотечных объектов;
 - выбор объектов сцены для преобразования;
 - выбор преобразования и преобразование выбранных объектов;
 - создание новой версии файла данных у измененных объектов;

Элементы файлов данных и файлов структуры

Элементы	Длина (слов)	Позиция
Файл данных		
Имя данных	3	1—3
Номер файла структуры	1	4
Комментарии	252	5—256
Данные		C 257
Файл структуры		
Имя структуры	3	1—3
Комментарии	253	4—256
Количество точек	1	257
Количество многоугольников	1	258
Длина дескриптора вершин	1	259
Резерв для будущих применений	1	260
Дескрипторы многоугольников и вершин	—	C 261

определение яркости многоугольников при изменении расположения мнимого источника света.

3. Директивы работы с визуализирующим устройством: отображение сцены на экран дисплея с удалением невидимых линий;

очистка экрана и обнуление параметров сцены.

Реализованы следующие типы трехмерных преобразований:

перемещение;

масштабирование;

вращение.

При использовании редактора возможна следующая последовательность действий:

выбор необходимых объектов для сцены;

визуализация сцены;

пространственное преобразование некоторых или всех объектов сцены;

создание новых объектов и занесение их в библиотеку изображений;

создание элементарного объекта из сцены.

Для наглядного представления графической информации при визуализации сцены необходимо удаление невидимых линий. Существуют два принципиально различных подхода к построению изображения. В первом проводится идея исследования каждой линии в трехмерной сцене с целью определения не закрытых некоторой поверхностью частей этой линии. Для каждой линии проводится анализ относительно каждой непрозрачной поверхности. Полученные в результате отрезки вычерчиваются. Реализация алгоритмов, использующих этот подход, требует выполнения большого объема вычислений, который прямо пропорционален числу объектов. В связи с этим такие алгоритмы обрабатывают сложные сцены очень медленно. В системе реализован алгоритм Робертса [2] для визуализации простых сцен, состоящих из одного выпуклого многоугольника. При втором подходе задача удаления невидимых линий решается рассмотрением различных участков экранной плоскости для поиска видимых объектов внутри выбранного участка. Такие алгоритмы обладают высоким быстродействием, причем объем вычислений растет пропорционально росту видимой сложности сцены. Реализованный в системе этого типа алгоритм удаления невидимых линий является модифицированным вариантом алгоритма Уотсона [2], обладающего наиболее высоким быстродействием и относительной простотой. Изменен анализ видимости объекта внутри выбранного участка экранной плоскости. Кроме того, он ориентирован на максимальное использование возможностей устройств отображения. Пример процесса создания сцены из библиотечных объектов показан на рис. 2. Описанная система функционирует под управ-

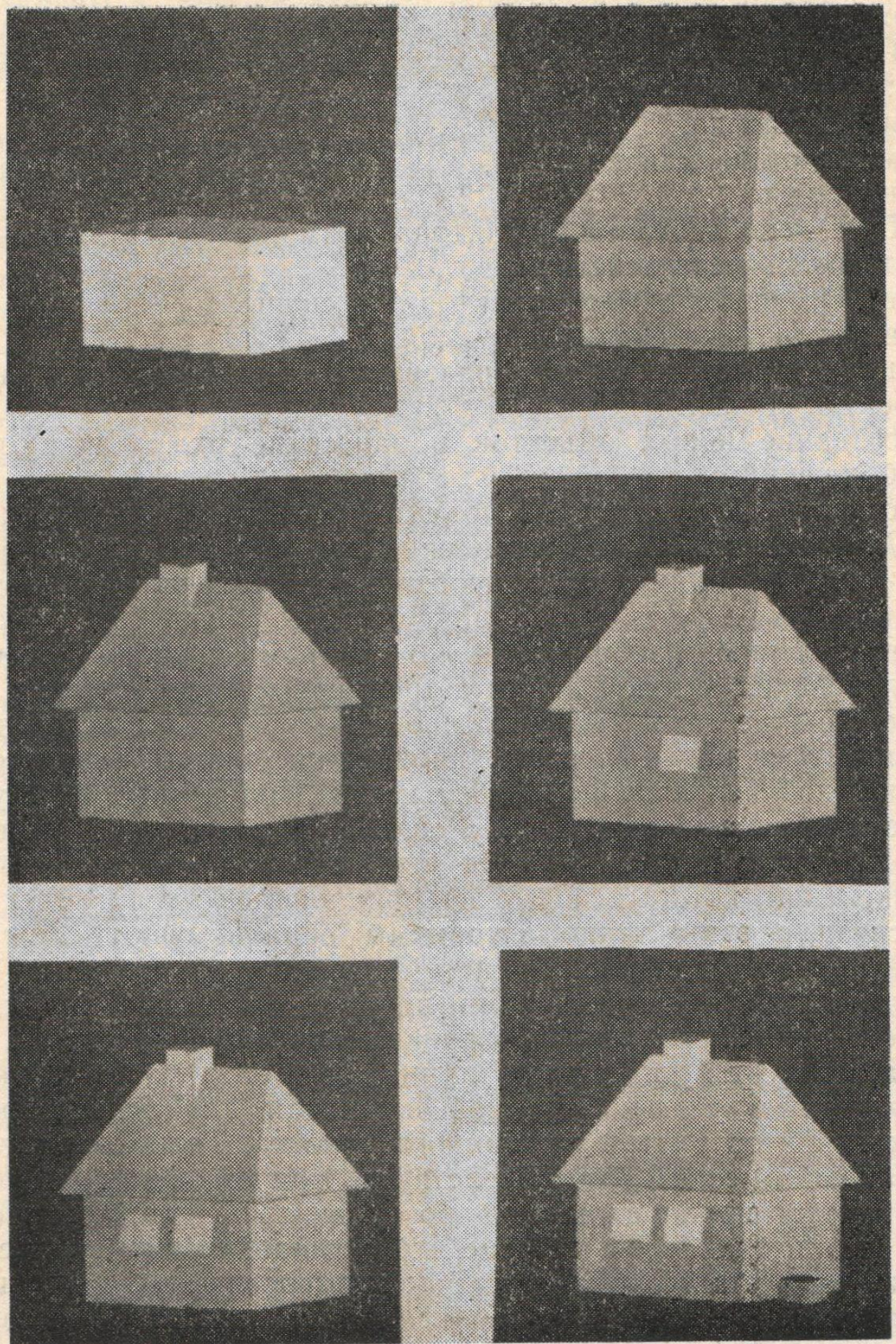


Рис. 2. Процесс создания сцены из библиотечных объектов

лением операционной системы RT-11 на вычислительных машинах типа СМ-4. GRED3 позволяет создавать сцены из объектов, имеющих до 800 плоскостей. Время визуализации такой сцены около 30 секунд. Система используется в ЛАОИ НЭТИ для создания тестовых объектов при моделировании различных алгоритмов адаптивной оптики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минский М. Фреймы для представления знаний.— М.: Энергия, 1979.— 152 с.
2. Ньюмен У., Спрулл Р. Основы интерактивной машинной графики.— М.: Мир, 1976.— 574 с.