

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

УДК 681.3.06

Э. А. ТАЛНЫКИН

(Новосибирск)

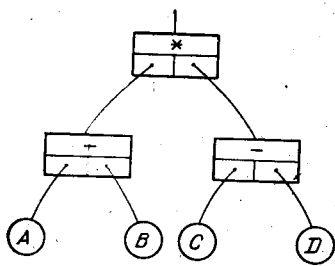
**ВНУТРЕННИЙ ЯЗЫК  
 ДЛЯ ОПИСАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ**

Синтезирующие системы визуализации (ССВ) в качестве имитаторов визуальной обстановки в тренажерно-моделирующих комплексах для подвижных объектов, управляемых оператором [1], обладают той особенностью, что исходной информацией для искусственного построения изображений окружающей среды является ее математическая модель, представленная базой данных [2, 3]. Под базой данных понимается совокупность информации, достаточной для построения с необходимой детализацией всех возможных изображений, возникающих в процессе выполнения конкретной задачи по обучению оператора.

В работе [3] рассмотрена организация базы данных, используемая непосредственно при генерации изображений в ССВ реального времени. Цель настоящей статьи — показать подход, применяемый в Институте автоматизации и электротехники СО АН СССР для описания визуальных моделей в комплексе программного обеспечения ССВ.

Наиболее естественно визуальная модель описывается древовидной структурой, образуемой в результате композиции сцен из объектов, объектов из деталей, а также с использованием некоторых других структурных соотношений. Терминальные узлы дерева представляют описание базовых элементов и содержат информацию о геометрии, раскраске и отражательных свойствах поверхностей. Традиционным представлением дерева в обрабатывающих программах является ссылочная структура. Для хранения на внешних носителях и обмена между программными компонентами такая структура обладает рядом недостатков. Прежде всего ссылка теряет смысл вне контекста породившей ее программы, а реализация контекстно-независимого представления дерева приводит к серьезным накладным расходам, например, к невозможности использования языковых средств обработки списков. Кроме того, ссылочные структуры на файлах не устойчивы к ошибкам.

Предлагаемая идея идет от классических основ трансляции. В большинстве языков программирования принята линейная форма записи выражений, а при исполнении или компиляции иногда бывает целесообразным древовидное представление. Например, на рисунке показано дерево выражения  $(A + B) \times (C - D)$ .



Суть предлагаемого подхода состоит в представлении дерева модели в виде линейной последовательности записей определенного набора типов (вариантные записи). Некоторые типы записей несут информацию об элементах сцены, а некоторые служат лишь разделителями, например как скобки в арифметических выражениях. Если типы записей рассматривать как символы конечного алфавита, то всякой последовательности записей соответствует строка в этом алфавите. На порядок следования записей (синтаксические) ограничения, а точнее, имеются правила построения допустимых последовательностей. Как видим, есть все формальные основания говорить о языке, который называется внутренним, так как доступ к модели на уровне представления языка обеспечивается только для программных компонент системы.

Преобразование линейной формы представления в древовидную осуществляется простым анализатором, основанным на алгоритме типа рекурсивного спуска. Обратное преобразование выполняется обходом дерева. Оба алгоритма рекурсивны, так что для работы с визуальными моделями желательно иметь язык программирования, допускающий рекурсию.

Чтобы не загромождать изложение излишними деталями, будет приведено подмножество языка, достаточное для демонстрации основных его идей.

**Синтаксис языка.** В качестве базового алфавита выберем, пока формально, следующее множество символов: *вершина*, *грань*, *погружение*, *сфера*, *конец*. Соответственно в представлении языкового подмножества будет использоваться пять типов записей. Опишем синтаксис языка, применяя символику БНФ:

$$\begin{aligned} \langle \text{визуальная модель} \rangle &::= \langle \text{последовательность} \rangle. \\ \langle \text{последовательность} \rangle &::= \text{ПУСТО} \mid \\ &\quad \langle \text{последовательность} \rangle \langle \text{элемент} \rangle. \\ \langle \text{элемент} \rangle &::= \langle \text{грань} \rangle \mid \\ &\quad \text{погружение} \langle \text{последовательность} \rangle \text{конец} \mid \\ &\quad \text{сфера} \langle \text{последовательность} \rangle \text{конец}. \\ \langle \text{грань} \rangle &::= \text{грань} \text{вершина} \text{вершина} \text{вершина} \mid \\ &\quad \langle \text{грань} \rangle \text{вершина}. \end{aligned}$$

**Семантика языка.** Визуальные модели, описываемые показанным выше подмножеством языка, представляются последовательностями записей пяти типов, размещаемыми в последовательных файлах. Понятие  $\langle$ визуальная модель $\rangle$  представляет структуру такого файла.

Понятие  $\langle$ последовательность $\rangle$  есть, возможно, пустая композиция синтаксически замкнутых элементов, составляющих более крупный объект (например, куб состоит из последовательности шести своих граней). Грань представляется записью типа *грань*, за которой следует не менее трех *вершин*. Запись типа *вершина* содержит координаты вершины, а также данные, необходимые для расчета освещенности в вершине. Запись типа *грань* разделяет последовательности *вершин* и содержит информацию, характерную для грани в целом, например, цвет, нормаль и др.

Погружение позволяет не только строить композиции элементов модели, но и воздействовать на них геометрическими преобразованиями. Запись типа *погружение* содержит матрицу аффинного преобразования, которое действует на всю последовательность до парного ограничителя, представленного записью типа *конец*.

Конструкция типа сферы представляет здесь большой класс элементов дерева модели, которые сами по себе не имеют визуального образа, а служат для поддержания баланса между необходимым объемом вычислений и сложностью получаемых изображений. Запись *сфера* содержит координаты центра и диаметр сферы, охватывающей в пространстве геометрический образ всей последовательности до парного разделителя *конец*. Анализ положения сферы относительно пирамиды видимости может сократить объем вычислений для отображения охватываемых объектов, например, сфера может не попасть в поле зрения наблюдателя [3].

**Заключение.** Кратко изложенная идея внутреннего языка лежит в основе реализации комплексов программного обеспечения двух поколений ССВ [2]. Внутренний язык обеспечивает унификацию интерфейса прикладных программ к представлению визуальных моделей. Значительный вклад в конкретизацию языковых элементов и синтаксиса внес А. В. Гусев, А. И. Гурин разработал интерфейсные модули и пакет программ для диалоговой работы с элементами внутреннего языка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тренажерные системы/Под ред. В. Е. Шукшунова.— М.: Машиностроение, 1981.
2. Ковалев А. М., Талныкин Э. А. Машинный синтез визуальной обстановки.— Автометрия, 1984, № 4.
3. Гусев А. В., Ивашин С. Л., Талныкин Э. А. Математические модели сцен в синтезирующих системах визуализации реального времени.— Автометрия, 1985, № 4.

Поступило в редакцию  
13 февраля 1985 г.

УДК 519.219

А. Г. БУЙМОВ  
(Гомск)

## КВАНТОВАНИЕ ПАЛЬМОВСКИХ ПОЛЕЙ

**Введение.** Опыт применения полей Пальма [1] при статистических испытаниях систем сравнения и совмещения случайных изображений [2—5] убеждает в удобстве и целесообразности дальнейшего использования полей. Однако недостаточно изучено их преобразование пороговыми устройствами. Это может сказаться на корректности интерпретации результатов имитационного моделирования систем с квантованием изображений.

Целью данной работы является исследование переходных вероятностей, совместных распределений и ковариаций квантованных пальмовских полей.

**Переходные вероятности.** Пусть два пороговых устройства разбивают множество  $X$  значений однородного случайного поля  $x(r) \in X$ ,  $r \in R_n$ , в точках  $r = r_1$  и  $r = r_2$  на две совокупности непересекающихся подмножеств  $\{x_1 = x(r_1) \in S\}$ ,