

А.А.Пасько, В.В.Пилюгин
(Москва)

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ МНОГОМЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
ПРИ ПОМОЩИ ЭВМ

Процесс решения многомерной геометрической задачи можно разделять на этапы постановки задачи, разработки геометрического алгоритма, реализации алгоритма и анализа результатов. В зависимости от способа реализации алгоритма существующие методы решения можно разделить на аналитические, графические и графоаналитические. Аналитические методы предполагают введение и обработку числового описания геометрических объектов и операций на основе многомерной аналитической геометрии. К ним также относятся методы на основе теории R - функций, методы интерполяции гиперповерхностей, другие методы приближенного описания (K-деревья, n-мерные многогранники). В графических методах многомерным геометрическим объектам и операциям ставятся в соответствие графические объекты и операции над ними, выполняемые с помощью чертежных инструментов или средств машинной графики. К графическим относятся методы начертательной геометрии многомерного пространства, метод параллельных координат и широкий класс методов визуализации многомерных геометрических объектов при помощи ЭВМ (изображение двумерных проекций многомерных отрезков и точек, пиктограммы многомерных точек, поверхности уровня и др.).

Обшим недостатком существующих методов является неудобство, связанное с необходимостью перехода к негеометрическим понятиям инструментальных средств, а также нетворческая деятельность по реализации алгоритмов - аналитические преобразования, вычисления, графические построения. В связи с этим по аналогии с двух- и трехмерным случаем предлагается прямой метод решения, принципиально основанный на применении ЭВМ с инструментальными средствами в виде программной интегрированной системы многомерной машинной геометрии и графики с геометрическим языком программирования или диалога. Это позволяет в рамках прямого метода использовать понятия многомерной геометрии на всех этапах решения задачи. Обсуждаются проблемы реализации прямого метода решения.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНОЙ
ФОРМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Необходимым этапом расчета аэродинамических характеристик объектов является построение математической модели их поверхности. Существенные требования к математическому описанию поверхности для расчета аэродинамического обтекания—обеспечение гладкости поверхности в модели (отсутствие осциляций, непрерывность нормалей и вторых производных), а также возможность непосредственного использования в расчетных программах.

Наиболее распространенным в современных условиях становится описание поверхности объектов параметрическими бикубическими сплайнами по методу Кунса. Исходную информацию для описания составляет каркас опорных кривых поверхности. Непосредственное применение метода сопряжено с рядом трудностей. Для опорных линий каркаса поверхности, представляющих собой составные кривые, интерполяция кубическим сплайном приводит к осциляциям кривых, в окрестности сопряженных участков более низкой степени (отрезки прямых, кривые второго порядка), и поверхности. Модификация, возможная за счет изменения координат узлов опорных кривых, чрезвычайно трудоемка. Рассматриваемые в докладе алгоритмы и комплекс программ обеспечивают преодоление указанных трудностей. Они основаны на аппроксимации исходной информации составной поверхностью Безье 3-го порядка с непрерывными дифференциальными характеристиками при минимизируемых отклонениях от исходной поверхности. Повышение точности описания может быть достигнуто за счет снижения степени непрерывных производных, вплоть до кусочно-гладкой интерполяции. Формируемые многогранник Безье, а также специальные средства загущения многогранника для выделяемых сегментов поверхности, обеспечивают высокую наглядность модификации поверхности в интерактивном режиме. Может быть выполнен переход к поверхности Кунса и обратный переход. Комплекс программ состоит из двух основных элементов. В первом, в существенно интерактивном режиме, выполняются построение математической модели и фиксированных сеток. Во-втором, вызываемом в расчетных программах, решается задача интерполяции, расчет координат, первых и вторых производных, нормалей по подготовленной модели.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КУ-
ЗОВА АВТОМОБИЛЯ

Для формирования математических моделей поверхностей кузова автомобиля можно использовать формализованные описания известных графических методов разработки поверхностей. Формализация таких методов разработки поверхностей, не используемых в настоящее время в машинной графике, может быть осуществлена с помощью аппарата параметризации алгебраических кривых. Это позволяет внедрить процессы автоматизации в художественное конструирование, используя математические методы и критерии для корректировки, уточнения формы (в отношении ее гладкости, симметричности, закономерности построения, пропорциональности и т.д.) в соответствии с замыслами дизайнера и под его контролем.

Рассмотрим методы математического моделирования поверхностей автомобильного кузова, построенные на деформации криволинейных поверхностей основных типов: цилиндроида или конусоида. Для этого зададим уравнения названных поверхностей в параметрической форме путем движения образующей прямой по двум направляющим кривым. Предположим, что мы деформируем исходные поверхности таким образом, что образующая прямая становится плоской кривой, перемещающейся по исходным направляющим. Положив, что при всех значениях параметра будут соблюдаться соотношения пропорциональности сечений, мы получаем уравнение новой криволинейной поверхности.

Рассмотренный метод моделирования криволинейных поверхностей может допускать другие законы деформации образующих и направляющих линий, основанные на формализации разработки поверхностей с использованием трапециoidalного или конусоидного ключа. Например, горизонтальная плоскость конусоида может становиться цилиндрической поверхностью, образованной горизонтальной прямой, скользящей по пространственной кривой.

Таким образом, имея исходные кривые, ограничивающие кусок кузовной поверхности, мы можем получить уравнение самой поверхности, удовлетворяющей условию пропорциональности кривых сечений исходной поверхности.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИНТЕРАКТИВНОГО
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Рассматривается разработанный авторами программный комплекс для решения задач геометрического моделирования и расчета технических форм. Комплекс характеризуется объединением в едином диалоге с ЭВМ выполнения графических построений на плоскости, математической генерации пространственных форм объектов и расчета по математическим моделям характеристик объектов. Особенностью комплекса является автоматическое создание языкового описания геометрического объекта в процессе его диалогового конструирования. Синтезированное языковое описание представляет собой программу на разработанном авторами языке расчетно-графического программирования. Такая программа в исходном виде или после ее параметризации (определения отдельных величин в качестве переменных входных параметров) помещается в библиотеку описаний объектов. Язык расчетно-геометрического программирования включает средства геометрических построений, средства выполнения вычислений (в т.ч. геометрических), средства передачи управления в программе. Транслятор языка реализован с использованием программной системы YACC.

Разработанный комплекс в настоящее время опробуется в задачах проектирования и технологической подготовки корпусного производства малых, уникальных по своей форме судов, строящихся на верфях Дальнего Востока, генерации форм теплообменных аппаратов, центробежных насосов, с получением по ним программ расчета и чертежей, а также, в учебном процессе курсов начертательной геометрии и черчения, курсового и дипломного проектирования в ДВВИМУ. Комплекс включает около 100 подпрограмм, написанных на языке СИ, и набора макрокоманд, обеспечивающих дополнительные сервисные построения, базируется на системе управления графическим диалогом, СУБД "Уссури", графической системе "Листграф" (разработаны в ИАПУ ДВО АН СССР) и использует ряд программ комплекса "Графор".

Б. Н. Гайфуллин
(Черноголовка)

ИНТЕРАКТИВНАЯ МАШИННАЯ ГРАФИКА В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ
СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

Описывается комплекс программ интерактивной машинной графики для персональных ЭВМ, совместимых с IBM PC, реализованный на языке программирования Си, ориентированный на использование в приложениях, связанных с обработкой изображений и структурной графической информации. Требования к структуре, составу и форме реализации пакета определяются характером задач, для решения которых он используется в качестве инструментального средства, - разработка интерактивных графических систем. В качестве основных требований выступают функциональная полнота пакета и интерактивность. Функциональная полнота обеспечивается включением в состав ядра графического пакета набора средств, позволяющего пользователю реализовать практически все возможности машинной графики на ПЭВМ. Интерактивность системы определяется наличием развитых средств организации графического взаимодействия пользователя с ЭВМ, возможностью работы с клавиатурой, устройствами типа "мышь" и др., программной реализацией нескольких страниц, а также поддержкой работы в реальном времени, что обеспечивается быстрой графического вывода и малым временем отклика. Реализация пакета на языке Си обеспечивает легкость адаптации под другой тип дисплея или машины, что подтверждается переносом пакета на ЭВМ "Электроника-85".

1. Б. Н. Гайфуллин. Комплекс программ интерактивной машинной графики. Препринт ИППМ АН СССР, 1988.
2. Б. Н. Гайфуллин, Л. Н. Котельникова, Н. Г. Ушаков. "Программное обеспечение диалоговой системы обработки изображений". Сб. докл. респ. конф. "Проблемно-ориентированные диалоговые системы", Батуми, 1988, т.2, с.20-24.
3. Б. Н. Гайфуллин. Принципы реализации переносимого программного обеспечения обработки изображений. Тез. всес. сем. "Мобильное программное обеспечение", Калинин, 1988, с. 30-32.

В.Г.СИРОТИН

(НОВОСИБИРСК)

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АЛЬБА.
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ.

Географическая информационная система АЛЬБА может использоватьсь автономно, либо в составе экспертных систем, предназначенных для решения задач, возникающих при проектировании искусственных сооружений на местности, поиске полезных ископаемых, в навигации, экологическом мониторинге и т.д. Существенным моментом при решении такого рода задач является необходимость быстро получать ответы на запросы о характере исследуемого участка местности, располагающихся на нем естественных и искусственных объектах, зафиксированных либо прогнозируемых явлениях.

На концептуальном уровне для моделирования предметной области в системе АЛЬБА применяется так называемая Географическая матрица (ГМ) и набор реляционных таблиц. В стационарной ситуации ГМ трехмерна. Два ее измерения отвечают плоской системе географических координат, а третье - списку характеристик (атрибутов). Для динамически изменяющихся обстановок число измерений ГМ должно быть увеличено за счет введения еще одного измерения, соответствующего времени. Каждый элемент ГМ предстает собой "географический факт".

Фактически, ГМ предстает собой как бы набор (стопку) элементарных тематических карт (ЭТК), базирующихся на единой топооснове.

Каждая ЭТК содержит данные одного геометрического типа (точечного, линейного, площадного, поверхности-рельефа), относящиеся строго к одному географическому типу объектов или явлений.

Хранятся и обрабатываются ЭТК с помощью метода квадрограмм, что позволяет ограничиться относительно небольшим набором базовых операций.

Разработка ГИС АЛЬБА проводится в ВЦ СО АН СССР. Работы по созданию пилотного образца планируется завершить в 1990г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТА CGM В САПР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Рассматриваемая САПР ПРИЗМА-2 ориентирована на автоматизированное формирование и выпуск документации для печатных плат. Система обеспечивает кодирование эскиза платы, формирование и выпуск комплекта преимущественно графических документов.

В системе определены средства представления данных, включающие Язык Описания Документов (ЯЗОД), Язык Графических Образов (ЯГО) и метафайл CGM (стандарт ИСО-8632). ЯЗОД позволяет описывать документ, используя графические элементы, составляющие ЯГО, и ссылки на другие ЯЗОД-описания, базу данных системы и оперативную информацию, вводимую с консоли. ЯГО-описание получается в результате раскрытия всех ссылок.

Метафайл формируется на основе ЯГО-описания, имеет двоичное представление и предназначен, кроме всего прочего, для оперативного отображения документов на технических средствах САПР, например, координатографах или сверлильных автоматах. Кроме того, документ, представленный метафайлом, может быть отредактирован, и результаты редакции необходимо отразить во всех верхних описаниях вплоть до ЯЗОД. Здесь возникает проблема однозначного отображения неструктурированного метафайла на ЯЗОД-описание, имеющее структуру и содержащее части, не подлежащие редактированию.

Опыт использования метафайла CGM как описания документа, ориентированного на весь спектр конечных технических средств САПР, выявил следующие недостатки стандарта: отсутствие структур и, в частности, подкартинок; отсутствие характеристики графического элемента, определяющей его вид для разных устройств (диаметр сверла, номер пера и т.п.); недостаточные изобразительные средства (отсутствие шага штриховки, фиксированный ее наклон, малый диапазон типов линий и т.п.), неудобства при организации редактирования.

В ПРИЗМА-2 большая часть этих недостатков обойдена без нарушения стандарта. В то же время дополнительно к метафайлу формируется его оглавление, описывающее структуру изображения; от использования подкартинок пришлось отказаться.

С.П. Родимин, Л.В. Коваль
(Киев)

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА КОНТУР/ГРАФОР

Система программирования КОНТУР/ГРАФОР (СПКГ) разработана на основе принципов эффективного представления, хранения и обработки графической информации в прикладных областях (ПО), предложенных кафедрой теоретической кибернетики Киевского госуниверситета, и представляет собой интеллектуальную настройку над пакетом графических программ (ПП) ГРАФОР.

Использование в качестве входного языка пакета языка программирования ФОРTRAN затрудняет общение с ПП ГРАФОР специалистов ПО (СПО), не являющихся профессиональными программистами. Описание графических объектов (ГО) во входном языке пакета затемняет существенные зависимости и делает практически невозможным накопление, анализ и систематизацию знаний на уровне ПО.

СПКГ основана на проблемно-ориентированном языке высокого уровня КОНТУР, позволяющем в удобной для СПО символьской форме представлять ГО ПО, осуществлять разработку сложных ГО с использованием модульного принципа, параметризовать описания ГО относительно составляющих элементов уровня ПО, хранить эти описания в текстовых файлах, осуществлять их редактирование и воспроизводить графическое изображение ГО на графопостроителе.

В СПКГ предусмотрены специальные средства, позволяющие встроить в лексику языка термины ПО (ПЛО): обозначения базовых ГО, преобразований над ними и стандартных технологических цепочек, принятых в среде СПО. Тем самым может быть получена версия языка, удобного СПО.

СПКГ состоит из языков высокого (ЯВУ) и низкого (ЯНУ) уровней, транслятора из ЯВУ в ЯНУ и постпроцессора, осуществляющего настройку выбранной версии языковых средств на среду ПП.

Настройка СПКГ на ПО осуществляется на основе полученного от СПО ПЛО. При этом формируется словарь ПЛО; фиксируются соответствующие версии языковых средств ЯВУ и ЯНУ; генерируются транслятор и постпроцессор; проводится контрольное испытание полученной версии СПКГ на тестовых примерах СПО.

СПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОНТУР/ГРАФОР В ПРИКЛАДНЫХ ОБЛАСТЯХ

Система программирования КОНТУР/ГРАФОР (СПКГ), основанная на проблемно-ориентированном языке высокого уровня КОНТУР, разработана на кафедре теоретической кибернетики Киевского госуниверситета и предоставляет прикладному пользователю (ПП) удобные средства, позволяющие использовать термины (ПО) прикладной области (ПО), принятой в среде ПП, проводить параметризацию (ППО) объектов на уровне ПО, накапливать, систематизировать и анализировать знания о ПО, вводить эти знания в ЭВМ, автоматически преобразовывать их к форме представления уровня входного языка пакета графических программ (ППП) ГРАФОР (язык программирования ФОРТРАН).

За время опытной эксплуатации СПКГ в терминах базовых объектов и действий специфицированы ППП ГРАФОР и некоторые технологические цепочки для автоматизированного вычерчивания в ПО вычерчивания контуров плоских машиностроительных деталей, орнаментов и рекурсивных кривых; вычерчивания и расчета параметров плоских контуров, задаваемых кривыми 2-го порядка; для каждой из указанных ПО зафиксирован словарь ПО (СПО): обозначения базовых объектов, действий над ними и стандартных технологических цепочек, принятых в среде ПП; разработаны кодирующие описания на языке ФОРТРАН, соответствующие каждому из указанных СПО; для каждой из указанных ПО сгенерирована система программирования, включающая зафиксированные на основе СПО языковые средства высокого (ЯВУ) и низкого (ЯНУ) уровней, транслятор из ЯВУ в ЯНУ и постпроцессор, осуществляющий настройку ЯНУ на среду ППП ГРАФОР на основании СПО и разработанных описаний.

Эксплуатация сгенерированных систем на демонстрационных примерах показала, что описания геометрических объектов, выполненные в ПО, способствуют улучшенному восприятию ПП (по сравнению с текстами программ на языке ФОРТРАН), не являющихся профессиональными программистами, за счет использования ПО, ППО и управляющих алгоритмических структур более высокого уровня, чем в языке ФОРТРАН (например, рекурсия).

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ И СИНТЕЗА ДИНАМИЧЕСКИХ
КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Картография является одной из перспективных областей применения машинной графики. Электронные графические изображения - это наиболее наглядный способ отображения картографической информационной модели, используемой операторами для выполнения определенных задач управления. В некоторых приложениях требуется малое время выборки и формирования изображения. Например, автоматизированные системы тематической обработки аэрокосмической информации, воздушной и морской навигации и т.д. Жесткие временные ограничения, большой объем данных выдвигают перед разработчиками ряд проблем, начиная с определения структур хранения тематической и пространственной информации и вплоть до методик построения динамического изображения в реальном масштабе времени.

В докладе рассматривается итеративный процесс проектирования систем отображения определенного класса. Процесс проектирования базируется на предлагаемых методах организации хранения и синтеза картографических изображений. Выбор конкретных методов зависит от перечня запросов пользователя, целевых ограничений, возможности дальнейшего развития системы и предоставляемых средств вычислительной техники. В работе дается сравнительный анализ различных способов хранения и синтеза изображений как по временным характеристикам, так и по объему занимаемой памяти.

На основе разработанного программного комплекса по предлагаемой методике реализована система визуализации картографической информации, учитывающая конкретные функциональные и технические требования пользователя. Система позволяет отображать на экране индикатора статическую и динамическую карту в определенной проекции, с изменяющейся информационной нагрузкой, масштабом, ориентацией и т.п. Время формирования одного кадра определяется типом запроса и составляет от 0.1 до 0.7 сек.

В.А.Бобков, В.И.Говор, С.Б.Белов,
О.С.Молокова, Ю.Д.Карпцов, В.Б.Глущук
(Владивосток)

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

В докладе представлена комплексная система автоматизации картографических работ, предназначенная для решения задач накопления, обработки и визуализации различной картографической информации (КИ). Актуальность данной разработки определяется, с одной стороны, практической потребностью в организации региональных банков КИ и автоматизации производства разнообразных картоматериалов, а с другой стороны, необходимостью автоматизации научных исследований, направленных на изучение природных ресурсов Земли, освоение океана, решение экологических задач. Структура системы в целом включает в себя банк КИ, обеспечивающий долговременное хранение КИ и оперативную работу с базами данных, подсистему подготовки и визуализации цифровых карт, а также подсистемы, обеспечивающие ввод и редактирование КИ. Рассматриваются задачи, связанные с графическими аспектами представления и графического отображения картографических объектов. Используется несколько типов цифровых моделей рельефа и предлагается ряд алгоритмов для их визуализации, взаимного преобразования, "швивки" и "разрезания" областей. Предлагается новый подход и его программная реализация к формальному описанию и визуализации всего многообразия условных знаков в общетопографических и тематических картах.

Рассматривается организация диалогового редактирования цифровых карт. Для решения задачи составления и редактирования карт предложен подход, связанный с применением экспертных знаний.

МОНИТОР ГРАФИЧЕСКОГО ДИАЛОГА

В работе представлен монитор графического диалога (МГД) - программируемая система, предназначенная для организации графического диалога в прикладных программах (ПП).

При разработке МГД преследовались следующие цели:

I. Разделение функций по организации диалога в ПП и функций, реализующих цели самой ПП, что обеспечивает независимость ПП от базовых диалоговых средств.

2. Обеспечить выполнение средствами МГД часто используемых функций в ПП.

Первая цель реализуется в МГД при помощи средств описания структуры диалога, в которые входит "Язык описания меню" и транслятор с этого языка. Описание структуры диалога транслируется в таблицы, используемые при выполнении ПП.

Вторая цель реализуется набором внутренних функций МГД:

- 1) механизм отмены последней введенной команды;
 - 2) переключение режима ввода данных: графический/АЦП;
 - 3) задание системы координат ввода/вывода данных;
 - 4) работа МГД в режиме калькулятора
- и некоторых других.

Особенностью МГД является возможность использования макрокоманд пользователя. Макроязык МГД похож на универсальные языки программирования. Макрокоманды можно либо набирать в текстовом файле непосредственно, либо создавать в процессе диалога.

Основной вариант МГД реализован на базовой графической системе "Дисграф/ШП" (дисплей ЕС-7905). Кроме того имеются реализации МГД (без графической специфики) на базовой диалоговой системе "Диспорт-20" (для операционной системы ОС ЕС МВТ 6.1) и на системе DMS (для операционной системы СВМ ЕС). Язык реализации МГД - "СИ".

МГД применялся при разработке систем: "Аппарат конструктора" в САПР Кораблестроения и автоматизированной картографической системе.

СИСТЕМА ДИАЛОГА

Всякая интерактивная графическая система - это объединение Application (приложения) и User Interface Management System (системы управления интерфейсом с пользователем, или системы диалога).

Предлагается следующий подход к организации системы диалога. Это универсальный в рамках данной прикладной области, например, геометрического моделирования, пакет программ. Пакет используется разработчиком прикладной системы ("конечного продукта") для организации диалога с конечным пользователем (enduser). В устройстве системы диалога предопределена архитектура прикладной системы: состыковка приложения с пакетом происходит по определенным правилам.

С одной стороны, система диалога призвана избавить разработчика от привязки выполнения прикладных операций к работе с внешними устройствами "с нуля", т.е. посредством низкоуровневых средств ввода-вывода. С другой стороны, применение пакета обеспечит хорошее качество диалога (гарантированное эхо-отображение, "help" и т.д.), модифицируемость конечной системы и единообразие серии создаваемых при помощи системы диалога конечных систем.

Деятельность разработчика по превращению набора прикладных алгоритмов в конечную систему состоит в следующем: программировании на основе стандартной библиотеки набора предписаний для отображения и указания объектов модели; заполнении служебных файлов с текстовыми сообщениями; задании возможной последовательности вызовов оператором процедур в конечной системе (например, задании структуры меню или правил разбора командной строки - в зависимости от способа ввода команд).

С.Н.Дятлов, Ю.Т.Лячек
Ленинград

ОРГАНИЗАЦИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ САПР

Графический диалог — наиболее гибкое и мощное средство взаимодействия между человеком и ЭВМ. Визуальный интерфейс на основе графического диалога должен способствовать снятию барьеров, стоящих перед разработчиками новых изделий на пути освоения ими различных САПР.

Наряду с адаптируемостью диалога к терминам конкретной отрасли, привычным для разработчика, визуальный интерфейс с САПР должен обеспечивать:

- ввод и редактирование изображений,
- автоматизированный выпуск чертежной документации,
- графическое представление результатов работы САПР.

По мнению авторов, структура системы для реализации данных функций должна представлять собой совокупность графического редактора, подсистемы документирования и подсистемы отображения расчетных данных, базирующихся на едином графическом ядре.

Ядро системы решено было построить в соответствии с требованиями международного стандарта машинной графики GKS, что обеспечило всей системе интерфейса аппаратную независимость и совместимость с другими графическими пакетами.

Использование языка высокого уровня ФОРТРАН 77 для реализации алгоритмов ядра и подсистем делает минимальными затраты на генерацию системы на различных ЭВМ и операционных системах.

В докладе, кроме общей организации архитектуры системы визуального интерфейса, рассматриваются также особенности реализации индивидуальных постпроцессоров для связей с графическими устройствами и варианты построения структур различной производительности в зависимости от приложений и с учетом возможных ограничений.

Текущая версия интерфейса реализована на мини ЭВМ СМ 4 /ОС РВ версия 3.2/. Предполагается перенос системы на ПЭВМ "Электроника 85" и IBM PC.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАБОТЫ С СИСТЕМАМИ МАШИННОЙ ГРАФИКИ

Постоянное развитие промышленности требует выполнения все большего объема графических работ, причем эти работы становятся более сложными и трудоемкими. Поэтому уделяется большое внимание разработке средств механизации и автоматизации процесса выполнения чертежей и другой обработке графической информации.

Основным пользователем графической информации и, выполняющим ее обработку, является инженер-конструктор, что выдвинуло на первый план задачу осуществления графического диалога между конструктором и пакетами систем машинной графики. При этом необходимо отметить, что работа со сложной графической информацией, ориентированная на использование ЭВМ, уже на содержательном уровне предполагает значительную формализацию постановки задачи в виде выделения определенных частей поверхности и построения алгоритмов стыковки этих частей в зависимости от имеющихся средств машинной графики, но логика перечисленных действий абсолютно отлична от традиционной.

Предложен один из путей решения проблемы посредством применения трехуровневого языка графического диалога. На первом уровне находится ряд внешних моделей, на втором - концептуальная модель, а на третьем - внутренняя модель. Основным отличием предлагаемого языка графического диалога от аналогичных является концептуальная модель. Она отражает концепцию ведения и развития графического диалога, методов и средств машинной графики, но не ориентированная на конкретную внешнюю или внутреннюю модели, что придает предлагаемому языку большую гибкость и эффективность. Внутренняя модель представляет собой пакет программ машинной графики, с помощью которых строят изображения и выводят их на графические устройства (экран, графопостроитель и т.п.). Внешняя модель позволяет осуществлять диалог с пользователем и состоит из ряда сценариев, которые отражают степень подготовки пользователя и предоставляют возможность работать в привычных для него терминах.

ДВА СПОСОБА ИЗОБРАЖЕНИЯ СКАЛЯРНЫХ
ФУНКЦИИ ТРЕХ ПЕРЕМЕННЫХ.

Для изображения функции $f: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$, $\Omega \subset \mathbb{R}^3$ предлагаются две модели — непрерывная и дискретная.

1. Непрерывная модель. Предположим, что область Ω заполнена средой, в которой происходит рождение и поглощение частиц, движущихся параллельно оси OX некоторой системы координат. При этом скорость частицы v зависит от места рождения ($v = \Lambda(f(x, y, z))$), а коэффициент поглощения K — от скорости поглотившейся частицы и места поглощения: $K = P(v, \Lambda(f(x, y, z)))$, где Λ и P — заданные функции.

Предположим также, что частицы, вышедшие за пределы Ω , попадают на экран устройства регистрации и отображения, вызывая его свечение. Цвет и яркость свечения зависят от скорости и количества частиц, приходящихся на единицу площади экрана.

Построение изображения функции по модели 1 требует чрезвычайно большого числа действий и в настоящее время не представляется возможным.

2. Дискретная модель. Функция $f(x, y, z)$ представляется в виде набора поверхностей одинакового уровня, которые излучают и поглощают частицы. Скорость частицы определяется тем, на какой поверхности она родилась. Не поглотившиеся частицы, как и в первой модели, вызывают свечение экрана устройства регистрации.

В работе приведены формулы, по которым определяется цвет и яркость свечения экрана в зависимости от функций f , Λ , P .

О.А.Ткаченко, В.А.Ткаченко
(Новосибирск)

ПРОСТЫЕ АЛГОРИТМЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ПОЛЕЙ
ДЛЯ ПОЛУТОНОВОГО РАСТРОВОГО ДИСПЛЕЯ

Опробовано несколько способов изображения функций двух переменных и векторных полей в декартовых, сферических, цилиндрических координатах. Эти способы допускают вмешательство пользователя в процесс построения с целью уточнения поведения быстро меняющихся функций и полей.

Для функций заданных явно послойная отрисовка движением к наблюдателю позволяет не удалять невидимые участки поверхности, а заштриховать их. В процессе построения видны детали поведения функций, которые в окончательном рисунке будут скрыты ближними к наблюдателю слоями. Окраска разными цветами верхней и нижней (внешней и внутренней) сторон поверхности повышает наглядность промежуточных и окончательной картинок. Два простых приема определения интенсивности цвета внутри отдельных слоев позволяет моделировать освещенность поверхности в соответствии с углом между нормалью к поверхности и лучом зрения. Для уменьшения объема вычислений и передачи быстрых изменений функции алгоритм допускает автоматическое, либо интерактивное изменение шагов по обеим координатам.

Декартовые и сферические мировые координаты аналитически выражаются через соответствующие экранные координаты точки и глубину слоя. Весь экран поэтому может быть разбит на части, в которых построение, либо удаление изображений функций может проводиться независимо. Это позволяет локальную корректировку изображений после и в процессе рисования.

Для функций, которые заданы неявно или параметрически а также векторных полей предложен способ наглядного отображения в виде траекторий движения точки по поверхности или вдоль линий тока. Яркость текущей точки уменьшается при удалении от наблюдателя. Точка рисуется, если она оказалась ближе к наблюдателю чем ранее нарисованная в том же месте экрана. Если перекрашиваемые точки запоминать, то приостановив расчеты, можно удалить только что нарисованную часть линии (выполнить откат), уменьшить шаг по параметру и вновь продолжить рисование. Алгоритмы реализованы нами на микроЭВМ "Э-60" с устройством ЦДР типа ГСП.УОПКЭ.512×512×10 и монитором ВК51ЦИ.

А.Ю. Первицкий, А.В. Первухин
(Ленинград)

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ В МЕТОДЕ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ

С развитием аппаратных и программных средств машинной графики для решения задачи синтеза изображений трехмерных объектов все более широкое распространение получает метод трассировки лучей – эффективный способ генерации реалистических изображений. Препятствием к широкому использованию этого метода является сложность алгоритмов и, как следствие, большие затраты времени на генерацию сцен.

Подход, предлагаемый в данной работе, заключается в проектировании новых структур данных для представления объектов, составляющих сцену, и быстрых алгоритмов для их визуализации. Разработанная модель предполагает разделение этапа генерации изображения на фазу подготовки структур данных, образующих промежуточное представление изображения, и на фазу собственно трассировки лучей по полученному геометрическому представлению. При организации этого представления в случае объектов с полигональными гранями используются методы теории инвариантов, что позволяет разработать алгоритмы, обеспечивающие сокращение общего времени визуализации за счет использования различных видов когерентности при переходе от луча к лучу и от пикселя к пикселу.

Разработанные структуры данных и алгоритмы планируется реализовать в графической системе визуализации трехмерных объектов.

КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Повышение качества изображений является одной из важных проблем при проектировании синтезирующих систем визуализации, на решение которой уходят обычно довольно серьезные аппаратные затраты. Причем в ряде случаев эти затраты не соответствуют достигнутому эффекту. Характерные искажения изображений, связанные с их квантованием, проявляются в виде ступенек на ребрах, разрывах вдоль узких объектов, мельканиях при движении мелких объектов и многом другом, что затрудняет решение оператором поставленной задачи.

В докладе рассмотрены вопросы, связанные с уменьшением искажений изображений (антиэлайсингом) и дается вариант, реализованный в системе "Альбатрос". Повышение качества в системе достигается за счет вычисления изображений с точностью большей, чем принятое разрешение, и определения вклада каждого фрагмента в цвет пикселя на субпиксельном уровне. В системе "Альбатрос" возможная точность вычислений в каждом пикселе составляет 4x4 либо 2x2 субпикселя. При таком способе определения вклада каждого фрагмента в цвет пикселя приближенно учитывается его форма и площадь внутри пикселя путем формирования битовых субпиксельных карт. В докладе приводятся способы формирования битовых карт фрагментов многоугольников.

Рассмотрено суммирование цветов отдельных фрагментов в пикселе при использовании логарифмической шкалы яркостей, учитывающей нелинейный характер восприятия глазом яркостных различий. Предложена схема, реализующая накопление цвета с нелинейной шкалой яркостей.

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В библиотеке Графора существуют программы аффинных преобразований контурных графических изображений [1]. При применении линейных преобразований к растровым изображениям возникают новые задачи, которые в векторной графике не встречаются. Расширяется и набор операций. Под преобразованием растровых изображений понимают: линейные преобразования, кодирование, визуализацию многоуровневых изображений и т. д. [2].

Основа алгоритма уменьшения 2:1 – разбиение всего изображения на кластеры по 4 бита в каждом и сокращение каждого блока до одного бита. Реализация поворота на 90 градусов осуществляется разбиением изображения на блоки. Продолжается перестановка пикселов внутри блоков, а затем поворот блоков. Программа использует функцию свободного доступа к файлу.

Для реализации сжатия выбрана одномерная схема кодирования длин серий по таблице модифицированного кода Хаффмана [3]. Для описания таблицы использован структурный тип данных. Основной показатель эффективности кодирования – коэффициент сжатия. Для выяснения зависимости коэффициента сжатия от типа изображения строилась гистограмма распределения длин серий, считалась энтропия и максимальный теоретический коэффициент сжатия. Основа метода декодирования – просмотр дерева сверху вниз.

Визуализация полутоонового изображения осуществляется заменой многоуровневого пикселя черно-белым блоком.

Программы написаны на языке Си. Исходные данные представлены в GEM-формате, результат преобразования помещается в GEM-файл.

Литература.

1. Баяковский Ю.М., Галактионов В.А., Михайлова Т.Н., Графор. Графическое расширение фортрана. – М.: Наука, 1985.
2. IBM J. Res. Develop. 31, No. 1, January 1987.
3. ТИИЭР. Том 68, N 7, июль 1980.

(Москва)

О ДВУХ ПОДХОДАХ К РЕАЛИЗАЦИИ РАСШИРЕННОЙ ЦВЕТОВОЙ ПАЛИТРЫ
ДЛЯ ПЭВМ ТИПА ИВМ РС

Наиболее часто встречающимся классом ПЭВМ с графическими возможностями являются ИВМ РС и их аналоги, относительная ограниченность их графических возможностей затрудняет построение полноцветных тоновых изображений. В связи с этим возникает задача расширения доступной цветовой палитры, что достигается путем увеличения разрешения по цвету за счет уменьшения разрешения по пространству.

Существует два подхода к решению этой задачи: регулярное и нерегулярное смешение двух цветов. Под регулярным смешением понимается такая закраска, когда на каждой сканируемой линии одного цвета точки другого цвета выбираются строго определенным образом. Нерегулярным называется смешение цветов, при котором на каждой сканируемой линии одного цвета точки другого цвета расставляются случайным образом. Построенная такими способами закраска создает иллюзию нового цвета, и диапазон одновременно доступных цветов значительно расширяется. Преимуществом регулярной закраски является быстродействие, а недостатком - фиксированное процентное отношение смешиваемых цветов. В нерегулярной закраске процентное соотношение может быть произвольным, но скорость закраски снижается из-за использования генератора случайных чисел на каждом шаге.

В данной работе представляется программное обеспечение, реализующее оба описанных подхода для ИВМ РС/АТ с графическими платами CGA и EGA. Реализация выполнена в рамках комплекса графических программ ГРАФОР, с целью предоставления возможностей использования растровой графики и расширения доступной цветовой палитры.

С помощью предлагаемых средств можно выполнять полутоновую раскраску областей с учетом источника света, отражения, материала, наносить тени для различных структур источников, строить изображения пространственных непрозрачных объектов. Доступным также становится графическое представление результатов анализа поведения странных атTRACTоров, визуализация гидро- и аэродинамической информации, получаемой при численном счете.

В.А. Дебелов, А.В. Русков, Ю.А. Ткачев
(Новосибирск)

СИСТЕМА СМОГ ДЛЯ IBM PC

В Вычислительном центре СО АН СССР завершается разработка системы СМОГ на IBM PC, которая включает пакет СМОГ, пакет драйверного уровня и систему управления графическим выводом СУГВ.

Приборно-независимый пакет СМОГ обеспечивает решение графических задач (графики, поверхности, изолинии и т.д.), идентичен по входному языку функциональных процедур более ранним вариантам пакета для БЭСМ-6, ЕС и СМ ЭВМ, Burroughs-6700, Labtam-3215.

Пакет драйверного уровня системы разработан с учетом возможностей адаптеров CGA, EGA, VGA и обеспечивает:

- управление палитрой и цветом, режимом построений (OR, XOR, ...);
- поддержку нестандартных форматов раstra (800*600, 640*480, ...);
- программное обогащение палитры за счет уменьшения разрешения;
- различные типы и толщину линий, шаблоны заливки;
- растровые шрифты;
- эмуляцию алфавитно-цифрового дисплея (25*80 знаков) для вывода текстов;
- ввод координатной информации с использованием экранного маркера управляемого мышью либо стрелками клавиатуры;
- запоминание боксов (прямоугольных участков изображения) в программных переменных для последующего их вывода и комбинирования с текущим изображением;

- получение метафайла и протокола.

Под протоколом понимается файл, в котором прикладная программа может запомнить обращения к процедурам системы, так или иначе влияющим на изображение. Метафайл понимается в том же смысле, что и в стандарте CGM, т.е. описание изображения как моментального снимка. В метафайл помещается информация только о графических командах без учета режимов построения, в связи с чем изображение описываемое метафайлом и изображение на экране могут не совпадать. В стандартном варианте системы предполагается, что получение изображений в виде твердых копий осуществляется только через метафайл - при помощи СУГВ. Возможна генерация варианта системы для вывода таких изображений минуя метафайл, что может быть актуальным на ПЭВМ без твердого диска.

СУГВ позволяет осуществлять:

- просмотр файлов протоколов в режиме мультфильма, что позволяет создавать демонстрационные "ролики" для диалоговых программ, построенных на основе СМОГ;
- просмотр метафайлов;
- создание метафайлов на основе протоколов;
- вывод метафайлов на устройства твердой копии (графопостроители, черно-белые и цветные принт-плоттеры и др.);
- обработку типа масштабирования, поворота, вырезки или экранирования изображений, описанных в метафайлах.

СУГВ является автономной интерактивной программой, управление осуществляется при помощи меню.

Имеется несколько демонстрационных программ, показывающих возможности системы СМОГ на IBM PC. Они работают в интерактивном режиме, управление на основе меню.

ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В МАШИННОЙ ГРАФИКЕ

Стандарты в машинной графике позволяют обобщать накопленный опыт, определяют стратегию развития и взаимосвязь между различными областями машинной графики. Согласно идеологии, разработанной ИСО/МЭК СТК 1/ПК 24 "Машинная графика", вводятся функциональные уровни, разделяющие:

- а) прикладные программы от базовой машинной графики (GKS, GKS-3D, PHIGS);
- б) ядро системы от возможностей, реализуемых на станциях (CGI, GDS).

Для связи функций базовых средств машинной графики с наиболее развитыми языками программирования (Фортран, Паскаль, Ада, Си) разработаны соответствующие стандарты.

Появление новых средств и методов в машинной графике, например, многооконное отображение информации, система управления интерфейсом с пользователем (UIMS) и т. д., а также опыт использования реализаций GKS привели к целому ряду проблем при дальнейшем распространении стандарта GKS редакции 1985 г. Поэтому ПК 24 приступили к разработке под названием GKS-90.

Каждый стандарт базовой машинной графики содержит в себе описание некоторого метафайла для ведения протокола работы системы, хранения и передачи описания элементов изображения (GKSM, GKSM-3, архивный файл PHIGS). Возникает проблема стыковки этих метафайлов. Частично эта проблема решается созданием единого метафайла для всех графических систем CGM. Однако, в CGM, принятом в качестве стандарта ИСО в 1988 г., содержится только информация об описании статических изображений. Например, по отношению к стандарту GKS это соответствует только уровню Оа. Для увеличения уровня функциональности разрабатываются соответствующие дополнения к стандартам CGM, GKS, GKS-3D и PHIGS.

При разработке ГОСТОВ возникают определенные трудности и из-за необходимости устанавливать единую терминологию для всех стандартов и взаимно-однозначного соответствия между английскими и русскими терминами. В настоящее время приняты в качестве ГОСТОВ международный стандарт GKS и стандарт по терминологии в машинной графике.

МЕХАНИЗМ И СРЕДСТВА ПРОБЛЕМНЫХ
РАСШИРЕНИЙ ЯДРА ГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Доклад посвящен проблеме повышения эффективности применения ядра графических систем за счет расширения его проблемно-ориентированными функциями с сохранением соглашений и механизмов преобразования и обработки данных, принятых в стандарте *GKS*. Механизмы и средства расширения зависят от типа и сложности проблемных функций.

В проблемно-ориентированной графике любой предметной области можно выделить множество базовых графических функций (БГФ), которые по способу реализации в *GKS* - ориентированных системах можно разделить на следующие четыре группы: f_1 - БГФ строго соответствующие стандартному набору примитивов *GKS*; f_2 - БГФ сводимые к основному набору примитивов *GKS* за счет расширения атрибутов; f_3 - БГФ, включение которых в *GKS* возможно на основе новых обобщенных примитивов вывода (ОПВ); f_4 - БГФ, моделирование которых целесообразно на проблемном уровне программ машинной графики.

Рассматриваются средства расширения ядра, которые реализованы в пакете ГРАФ-СМ/ГКС. Для БГФ группы f_2 в пакет включаются утилиты генерации в диалоговом режиме новых типов маркеров, шрифтов и наборов символов. Результатом работы этих утилит являются таблицы описания маркеров, шрифтов и наборов символов, которые используются драйверами рабочих станций в процессе генерации изображения.

Средства расширения ядра функциями группы f_3 выполнены в виде отдельного программного процессора ОПВ, с которым могут взаимодействовать ядро или драйверы рабочих станций при поступлении на них ОПВ с кодами зависящими от реализации. Процессор выполняет моделирование ОПВ и возвращает его описание в виде набора базовых примитивов *GKS*, которые обрабатываются драйверами рабочих станций. Процессор ОПВ может быть расширен программистом-пользователем без изменения самого ядра и графических драйверов.

РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКОГО МЕТАФАЙЛА CGM
В СРЕДЕ ГРАФОРА.

CGM-стандарт определяет функции для включения в метафайл, его структуру и способ представления функций в метафайле [1]. Метафайл представляет собой набор элементов, которые используются для описания рисунков так, чтобы обеспечить совместимость между системами с различными архитектурами и устройствами, отличающимися возможностями и конструкцией.

В метафайле можно выделить три уровня: метафайла, рисунка и тела рисунка. Каждому уровню соответствует свой набор элементов. Элементы CGM принадлежат восьми классам: элементы-ограничители, элементы дескриптора метафайла, элементы дескриптора рисунка, управляющие элементы, элементы графических примитивов, элементы атрибутов, элемент расширения и внешние элементы.

В сеансе работы с Графором [2] допускается вывод нескольких страниц (кадров), которым можно поставить в соответствие понятие рисунков в метафайле.

Для рисования линий различных типов, маркеров и других элементов изображения в Графоре используется один примитив «треугольник». Для задания атрибутов имеются функции определения цвета фона, цвета и ширины линии. Тем самым в Графоре выделяется минимальный набор функций, которым можно поставить в соответствие подмножество элементов CGM.

При работе с метафайлом в среде Графора возможен параллельный вывод изображения на графическое устройство.

Реализация CGM в среде Графора выполнена для ПЭВМ IBM PC XT и IBM PC AT.

Литература.

1. ISO 8632 Information processing systems - Computer graphics - Metafile for the storage and transfer of picture description information, 1987.
2. Баяковский Ю.М., Галактионов В.А., Михайлова Т.Н. Графор. Графическое расширение фортрана. - М.: Наука, 1985.

РЕАЛИЗАЦИЯ GKS В ЕС ЭВМ .

В настоящее время разработана Графическая базисная система для ЕС ЭВМ (ГБС/ЕС) , которая является реализацией GKS уровня 2b . Система является дальнейшим развитием системы "ГРИС".

В ГБС/ЕС обеспечены : графические дисплеи - ЕС 7905 и ЕС 7980 ; графопостроители - ЕС 7051M , ЕС 7052M , ЕС 7053M , ЕС 7907 , ЕС 7055 и ЕС 7056 ; графические станции - ЕС 7945.

Система может работать под управлением операционных систем ОС 6.1 , ОС 7 (в средах ПДО , БПС и СВС) , МВС.

В докладе рассматриваются методы реализации функций GKS с целью минимизации зависимости от графических устройств и операционных систем.

При реализации системы ГБС/ЕС использовались следующие методы :

- структуризация дисплейного файла (для интерактивных устройств) ;
- создание препроцессора для предварительной обработки программно-генерируемых шрифтов ;
- процедура автоматической настройки на конкретную конфигурацию графических устройств .

В системе реализованы драйверы создания и интерпретации метафайла типа GKSM , однако система открыта для создания драйверов для других метафайлов , например метафайла CGM , который в настоящее время является международным стандартом .

В системе обеспечены несколько логических устройств ввода в каждом классе . При этом реализовано большинство видов подсказки/эха , описанных в GKS , что дает возможность гибкого построения графического диалога .

В докладе сообщается о перспективах дальнейшего развития системы ГБС/ЕС , в частности о реализации драйвера для растрового графического дисплея с большим разрешением ЕС 7955 .

И.В.Белаго, А.В.Гусев, А.В.Романовский, Э.А.Талныкин
(Новосибирск)

КОМПЛЕКС ПОДГОТОВКИ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМ СИНТЕЗА
ВИЗУАЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ

Предлагаемый комплекс предназначен для построения математических моделей визуальных сцен описываемых с высокой степенью точности реальные и гипотетические пространственные объекты. В качестве моделируемых объектов могут выступать инженерные технические конструкции и сооружения, летательные аппараты, географические районы, взлетно-посадочные полосы с осветительными навигационными системами и т.д. Математическая модель реализуется в виде специализированной базы данных содержащей информацию о взаимном расположении, геометрических и визуальных свойствах моделируемых объектов, характеристику источников освещения и наблюдателей. В состав комплекса входят подсистема автоматизированного ввода графической информации и языковое программное обеспечение.

Подсистема автоматизированного ввода графической информации предназначена для ввода в ЭВМ и предварительной обработки больших объемов двух- и трехмерных данных, являющихся исходной информацией для языкового программного обеспечения комплекса подготовки баз данных. Вводимая информация может находиться на различных плоских носителях (чертежах, слайдах, топокартах и т.п.).

Языковое программное обеспечение включает в себя:

- базовый язык описания трехмерных визуальных сцен;
- язык визуально-геометрического моделирования трехмерных объектов;
- интерактивный программный комплекс для моделирования элементов местности;
- внутренний язык представления визуальных моделей;
- вспомогательные программы алгоритмической обработки моделей;
- построитель баз данных.

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГРАФИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ САПР

На основе модели данных "сущность-связь-ассоциация" изображение рассматривается как объект, являющийся ассоциацией объектов вида вершина, ребро, область, изображение. Вводится понятие уровня детализации объекта. На определенном уровне детализации существует предел увеличения изображения, при котором дальнейшее увеличение не дает новых подробностей. При переходе на следующий (более низкий) уровень детализации изображения можно получить новую и более подробную информацию о составных элементах картинки предыдущего уровня. Таким образом обеспечивается иерархическое представление проектируемого изделия.

Можно выделить базовый набор операций над изображениями, который является универсальным средством для создания графических баз данных САПР. Определяются два основных класса операций - средства описания изображений и операции манипулирования изображениями.

Описание изображения происходит посредством операций определения объекта вершины, объекта ребра, объекта области и объекта изображения. Иерархическое представление объекта задается операцией "объявить объект x подизображением объекта X ". Вводятся операции "пометить объект", "стереть объект", "определить графические характеристики объекта", "определить топологические свойства объекта", "задать масштаб". Кроме того имеются операции конструирования объектов - пересечение, объединение и дополнение.

Средства манипулирования включают в себя специфические для изображений операции над объектами: вычисление длины линии, площади области, расстояния между двумя точками, кратчайшее расстояние от точки до линии и т.д. Для поиска по изобразительному примеру вводится операция "найти объект идентичный помеченному". Интерактивный режим работы обеспечивается за счет определения временной структуры хранения для изображения, которая преобразуется во внутреннее представление по окончании редактирования изображения.

Предложенный подход удовлетворяет требованиям к графическим базам данных САПР - гибкая схема описания изображений; независимость графических и цифровых данных; моделирование на различных уровнях детализации; независимость от устройства ввода/вывода.

А.Н.Леденев, Е.В.Плюснин, В.Н.Поливанов

(Новосибирск)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИНТЕЗИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
"АЛЬБАТРОС"

Программное обеспечение (ПО) для Геометрического процессора (ГП) является наиболее сложной частью ПО ССВ "Альбатрос". Это обусловлено с одной стороны высокими требованиями к эффективности, с другой - нетрадиционной архитектурой ГП - многофункциональность, конвейерность, микропрограммирование размером 80 бит содержит более 20 информационных полей.

Для ГП был разработан язык программирования UPL и реализован на ЭВМ "Электроника-79" транслятор с этого языка. Лексика UPL в значительной мере позаимствована из языка PASCAL. Язык допускает модульную декомпозицию программы, рекурсивные процедуры, макросы. В UPL имеется достаточный набор операторов управления, возможность описания переменных, массивов, регистров. Хотя язык и не допускает явное задание микропрограмм, транслятором используются практически все возможности аппаратуры.

Для обеспечения параллельности разработки аппаратуры и ПО, на ЭВМ "Электроника-79" был создан эмулятор ГП со встроенным отладчиком. В эмуляторе реализован существенно более жесткий чем в аппаратуре контроль исполнения программы, который оказался очень полезен при отладке ПО.

Для ускорения процесса отладки ПО были также реализованы две сервисные компоненты комплекса - редактор объектного кода и редактор базы данных.

Использование данного комплекса повышает надежность ПО, позволяет выполнить основной объем работ по разработке и отладке ПС без использования аппаратуры, облегчает воспроизведение и развитие ПО, иногда упрощает поиск неисправностей в оборудовании.

ТЕСТОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СИНТЕЗИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Программное обеспечение синтезирующей системы визуализации (ССВ) включает в частности пакет программ, предназначенных для начальной загрузки, отладки аппаратуры и диагностики неисправностей. Пакет состоит из универсальных тестовых программ, специализированных программ-отладчиков и модульной системы специализированных тестов.

1. Универсальные тесты заимствованы из предыдущей разработки ССВ и адаптированы для ССВ "Альбатрос". Они включают тесты памяти и языковый процессор, позволяющий описывать действия над содержимым адресуемых регистров аппаратуры на языке, покажем на "BASIC".

2. Специализированные отладчики предназначены для загрузки микропрограммных кодов, таблиц констант, отладки микропрограмм и оперативного контроля состояния ССВ.

3. Система специализированных тестов пригодна как для обнаружения неисправностей, так и для работы в качестве инструмента оператора, устраняющего неисправность.

Она содержит общую часть - монитор, набор тестовых процедур пользователя и библиотеку универсальных тестовых процедур, которые подключаются при необходимости к тестам пользователя. Модульность системы тестов позволяет постепенно совершенствовать тестовое обеспечение, сохраняя единый стиль диагностики и комплектовать ССВ тестами согласно ее конфигурации.

Тестирование ССВ осуществляется управляющей ЭВМ типа "Электроника-85", подключенной через интерфейс типа "окно". Это дает возможность с высокой скоростью осуществлять опрос узлов аппаратуры.

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗАМЕТАНИЕМ НЕПРЕРЫВНО
ДЕФОРМИРУЕМЫМИ КРИВЫМИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Разработан способ моделирования гладких поверхностей произвольно сложной формы, относящихся к классу кинематических поверхностей, описываемых движением в пространстве некоторой кривой, претерпевающей непрерывную деформацию. Исходная информация задается конструктором в виде опорных линий, образующих каркас моделируемой поверхности. Каркас может иметь произвольное количество образующих линий и до четырех направляющих. Семейства кривых, замышающих каркас поверхности, генерируются в процессе деформации, осуществляющейся между парами соседних образующих каркаса в классе гладких несамопересекающихся кривых. Деформированные кривые должны быть одновременно замкнуты или одновременно разомкнуты. Разработаны решения задач деформации для случая, когда образующие каркаса являются плоскими. В решениях использовались метрики Лобачевского и локально Евклидова при деформации замкнутых кривых, Евклидова метрика при деформации разомкнутых кривых, минимизировались функционалы длины и действия. Разработаны алгоритмы и программы для двух частных случаев, когда одна из двух деформируемых замкнутых кривых есть окружность и когда одна из двух деформируемых разомкнутых кривых есть отрезок прямой. Алгоритм для общего случая сводит задачу к одному из частных случаев. Полученные семейства кривых расставляются в пространстве наперед заданным способом и подвергаются вторичной деформации для того, чтобы направляющие каркаса стали огибающими этих семейств. Разработанные алгоритмы позволяют затягивать каркас, состоящий из кривых произвольно сложной формы и произвольно отличающихся друг от друга по форме, автоматически сохраняя при этом гладкость и несамопересекаемость. Управление формой генерируемой поверхности может осуществляться в интерактивном режиме непосредственно в процессе построения путем изменения скорости деформации, формы и количества линий каркаса, которых для данного метода требуется значительно меньше, чем для других известных методов, описывающих поверхность аналогичной сложности.