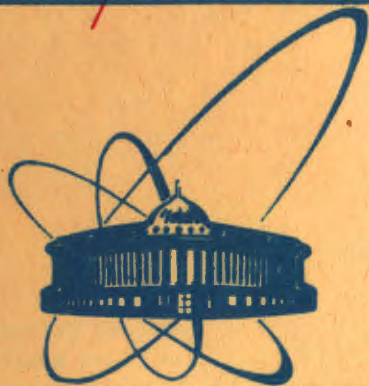


4542/82

20/ix-82



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

10-82-482

Н.Н.Говорун, И.М.Иванченко, П.В.Мойсенз,
В.В.Пальчик

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
МАШИНОЙ ГРАФИКИ
ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
НА ЛИНИИ С ЭВМ

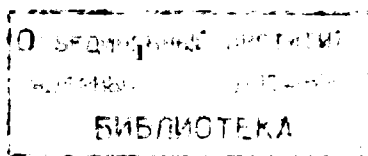
1982

Успешное проведение современных исследований в области физики высоких энергий с использованием ЭВМ во многом определяется обеспечением активной роли физика-экспериментатора в контуре автоматизированного управления экспериментом. Решение этой проблемы предопределяет создание программного обеспечения машинной графики, ориентированного на применение в реальном масштабе времени проведения эксперимента.

В этой работе мы рассматриваем вопросы, относящиеся к области машинной графики, классифицируемой^{/1/} как изобразительная машинная графика. Анализируемая система программного обеспечения предназначена для генерирования и представления изображений, а также для оперативного взаимодействия с этими ассоциированными процессами. Такой круг решаемых задач отделяет рассматриваемую область от таких областей машинной графики, как перцептивная графика и анализ изображений^{/1/}. Автоматический анализ изображений, охватывающий такие задачи, как подавление шума, оценка изображений, распознавание образов, включается в систему управления экспериментом, но в анализируемом программном обеспечении рассматриваются только результирующие данные указанного процесса как один из объектов для графического представления.

Использование машинной графики в современных системах управления экспериментом, кроме портативности и адаптивности, предполагает выполнение ряда других требований и условий, в числе которых:

- совместимость с компонентами системы управления экспериментом, обеспечивающими формирование базы данных;
- прохождение процессов, относящихся к машинной графике, параллельно с другими ассоциированными процессами;
- принадлежность основных визуализируемых объектов к результатам текущей статистической обработки или физическим событиям, регистрируемым экспериментальной установкой;
- возможность применения средств машинной графики в условиях распределения вычислительных средств (комплексы и сети ЭВМ), использу-



емых в реальном масштабе времени для управления сложными функциональными системами;

- оперативное взаимодействие специалистов различной ориентации и квалификации с программным комплексом для оценки технического состояния экспериментальной системы и/или контроля эксперимента по физическому эффекту.

Одним из средств удовлетворения приведенным требованиям является использование языка высокого уровня (стандартный Фортран) для создания программного обеспечения и фактического его расширения за счет различного уровня графических пакетов и библиотек программ, нашедших широкое применение в ОИИИ и других ядерно-физических центрах.

Абсолютная мобильность доминирующего количества программ в сочетании с методами, основанными на применении инструментальных средств типа PASCAL^{/2/}, позволяет достигнуть высокой степени мобильности системы программного обеспечения.

Оперативное управление процессом формирования и вывода изображений осуществляется на языке директив. В качестве аппаратных средств ввода директив служат терминалы с алфавитно-цифровой клавиатурой, функциональные (управляющие) кнопки, блоки набора констант, а также штатное периферийное оборудование основной ЭВМ. Ввод директив оформлен в виде единой подсистемы (подзадачи на ЕС ЭВМ), обслуживающей все основные процессы типа сбора экспериментальной информации, накопления данных на МД, обработки информации и визуализации элементов базы данных. Вводимые директивы, состоящие из ключевого слова и набора параметров (целые, вещественные, логические константы и текстовые строки в свободном формате), обрабатываются анализатором команд, обеспечивающим их лексический, синтаксический и семантический анализы, производится преобразование введенной информации к нужному типу. Рассматриваемые программы обеспечивают унифицированный результирующий набор данных, моделирующий виртуальное устройство ввода директив для последующей интерпретации, в частности, для управления генерированием изображений. В подсистеме ввода директив используется программа GFREAD^{/3/}, внедренная в базовые библиотеки целого ряда систем обработки.

Программное обеспечение генерирования изображений построено в виде четырехуровневой иерархической системы, показанной на рисунке. Каждый уровень структуры представляет, вообще говоря, детализацию функций более высокого уровня. Поэтапное преобразование информации осуществляет переход от представления модели объекта в базе данных к графическому представлению в дисплейном файле. Каждый уровень состоит из набора подпрограмм, которые разделяются на внутренние

модули сопряжения, обращения к которым фиксированы и не изменяются даже при существенных модификациях внутренних модулей. Подпрограммы сопряжения доступны с более высокого иерархического уровня. Такое построение системы имеет ряд достоинств, упрощающих создание программного обеспечения, сопровождение и адаптацию к меняющимся условиям.

На верхнем (четвертом) уровне реализуется согласование прохождения процесса машинной графики с другими ассоциированными процессами, оптимизируется перезагрузка графических программ, учитывающих построение системы в виде структуры с перекрытием.

На этом уровне учитывается специфика применения машинной графики в среде многофункциональной системы управления экспериментом в реальном масштабе времени. Синхронизация процесса генерирования изображений осуществляется как с процессами формирования общей базы данных, так и с процессом передачи графической информации по линиям связи к дисплейному процессору или спутниковой ЭВМ. Начальная интерпретация директив, относящихся к графической системе, является одной из функций этого уровня.

На языке директив осуществляется описание структуры и атрибутов изображений^{/1,6,7/} и управление временной схемой вывода. Запрашиваемое изображение задается именем или (основная масса изображений) логическим номером - ID, однозначно идентифицирующим изображение. Вывод изображений заданного диапазона осуществляется последовательно, в порядке возрастания ID. После вывода изображения с максимальным ID следует вывод изображения с минимальным ID. Величина временного интервала между выводом соседних изображений может быть изменена посредством языка директив. Такой характер вывода связан со спецификой контроля сложной экспериментальной системы или оперативного анализа исследуемых физических явлений, предполагающих значительное количество статистических объектов, множество и состояние которых меняется в ходе эксперимента. Все изображения делятся на два класса, имеющих разные приоритеты при выводе. Вызов изображений первого приоритета (идентифицируемых именами) приостанавливает циклический вывод изображений второго приоритета (идентифицируемых ID), который автоматически восстанавливается после вывода заданного количества изображений первого приоритета. К этому же уровню относятся программы формирования элементов общей базы данных, соответствующих так называемым временным статистическим объектам и являющихся результатом обработки сохраняемых статистических объектов. Примером временного объекта может служить результат сложения, вычитания и т.п. двух статистических распределений, вычисление параметров аппроксимирующих функций. Генерируемые временные элементы базы данных исключаются после вывода изображения.

Благодаря стандартизации средств статистической обработки достигается устойчивость программ, расширяющих базу данных для различных экспериментальных систем.

К третьему уровню относятся программы, генерирующие представленные графических объектов (изображения статистических распределений, событий). На этом уровне используется база данных системы реального времени, сформированная основными функциональными процессами и дополненная временными элементами на предыдущем иерархическом уровне. Благодаря унификации базы данных не требуется специальных (ориентированных на конкретный физический эксперимент) программных интерфейсов для доступа к данным - результатам статистической обработки.

Программное обеспечение этого уровня осуществляет переход от изображений к сегментам^{/1,6/} изображений. Наиболее употребляемыми сегментами являются сегменты изображения гистограмм, интегральных количественных характеристик гистограмм, статических элементов экспериментальной установки детектирующей аппаратуры, результатов машинного опознавания образов, аппроксимирующих или интерполяционных кривых.

Модификации графической системы для адаптации к конкретным применениям связаны в основном с этим функциональным уровнем. С целью "стандартизации ввода нестандартных функций" используются два подхода, реализуемых в рамках средств базового языка высокого уровня. Первый связан с использованием EXTERNAL -функций или подпрограмм, имена которых описываются в надстроечной части и передаются вызываемым базовым программам уровня как фактические аргументы. При втором подходе внешние подпрограммы вызываются с фиксированными именами. Этот подход обеспечивается штатными средствами ведения библиотеки на используемых ЭВМ.

На этом уровне наряду с локальной системой координат^{/7/}, связанной, например, с областью определения и областью значений функции статистического распределения, вводится мировая система координат^{/1,6,7/}, точнее, прямоугольная область-страница, которая по умолчанию соответствует формату А4, одному из стандартных форматов, определяемых ГОСТ 9327-60.

Второй иерархический уровень соответствует графическому программному обеспечению, ориентированному на решение широкого класса задач обработки данных. Сюда же мы включаем программы преобразования^{/7/} и графические подпрограммы общего назначения, необходимое множество которых невелико. Программы этого уровня не зависят от применяемых в системе дисплейных процессоров. В редких ситуациях для учета характеристик средств изображения используются только

дисплейно-зависимые таблицы параметров. Рассматриваемые программы обеспечивают формирование элементов графических объектов и подготавливают фактические значения параметров выводимых графических примитивов^{/6/}.

К этому уровню относится пакет HPLOT^{/4/}. Выбор этого пакета среди других, принципиально реализующих необходимые функции и хорошо документированных, определился в основном его совместимостью с пакетом подпрограмм NBOOK^{/5/}, широко используемым для статистической обработки данных в ОИЯИ и ряде других ядерно-физических центров. На этом уровне производится выборка информации из базы данных NBOOK. Большой размер пакетов NBOOK и HPLOT (исходные тексты превосходят 20К строк) предъявляет повышенные требования к мобильности, реализация которой была стимулирована их интенсивным использованием на различных ЭВМ. К этому же уровню относятся программы, формирующие текстовые строки с формально-управляемой подстановкой текстового представления числовых величин. Использование таких подпрограмм, которые вошли в базовые библиотеки ОИЯИ, связано с отсутствием унификации средств формально-управляемой передачи типа память-память в используемом языке программирования высокого уровня. Пакет HPLOT кроме графического представления объектов, модели которых хранятся в базе данных, образованной пакетом NBOOK, реализует и некоторые функции общего назначения (построение прямых, размещение текстовых строк, построение интерполяционных кривых) с применением стандартного для фортрана механизма передачи данных к вызываемым подпрограммам.

Некоторое расширение программ этого уровня связано с учетом разработок GSPC^{/6/} с целью стандартизации интерфейса с программами следующего уровня.

Таким образом, программное обеспечение этого уровня осуществляет переход от сегментов к представлению более низкого уровня - графическим примитивам. Минимизация набора примитивов и описание их в единой, мировой, системе координат являются одними из средств упрощения и сокращения объема программ следующего уровня, являющихся зависимыми от применяемых дисплейных процессоров.

Предусмотренные потенциальные возможности применения графических пакетов общего назначения практически не использовались из соображений концептуального единства.

На нижнем уровне осуществляется генерирование дисплейного файла. В рассматриваемой системе дисплейный файл представляет собой упорядоченную совокупность команд (программу) дисплейного процес-

сора (ДП), необходимых для представления изображения на экране. Этот иерархический уровень включает набор подпрограмм, прямо учитывающих специфику ДП. Генерирование дисплейного файла производится в режиме интерпретации: графическому примитиву (отрезок прямой, ломаная линия, тестовая строка) ставится в соответствие команда/набор команд ДП. При этом осуществляется переход от входных устройство-независимых мировых координат к координатам экранной области, измеряемых в единицах растра. В общем случае такое преобразование, называемое преобразованием кадрирования, включает геометрические преобразования и отсечение^{1,6,77}. Для рассматриваемого класса применений преобразование для двумерных объектов сводится к простым операциям масштабирования и параллельного переноса. Начальной точке примитивов (соответствующей CP-Current Position в работе^{6/}), задаваемой в мировых координатах на предшествующем иерархическом уровне, ставится в соответствие команда дисплейного процессора, параметрами которой являются координаты в экранной области. На этом уровне примитив текстовая строка включает совокупность литер, которые перекодируются из базового формата основной ЭВМ в формат литер дисплейного процессора.

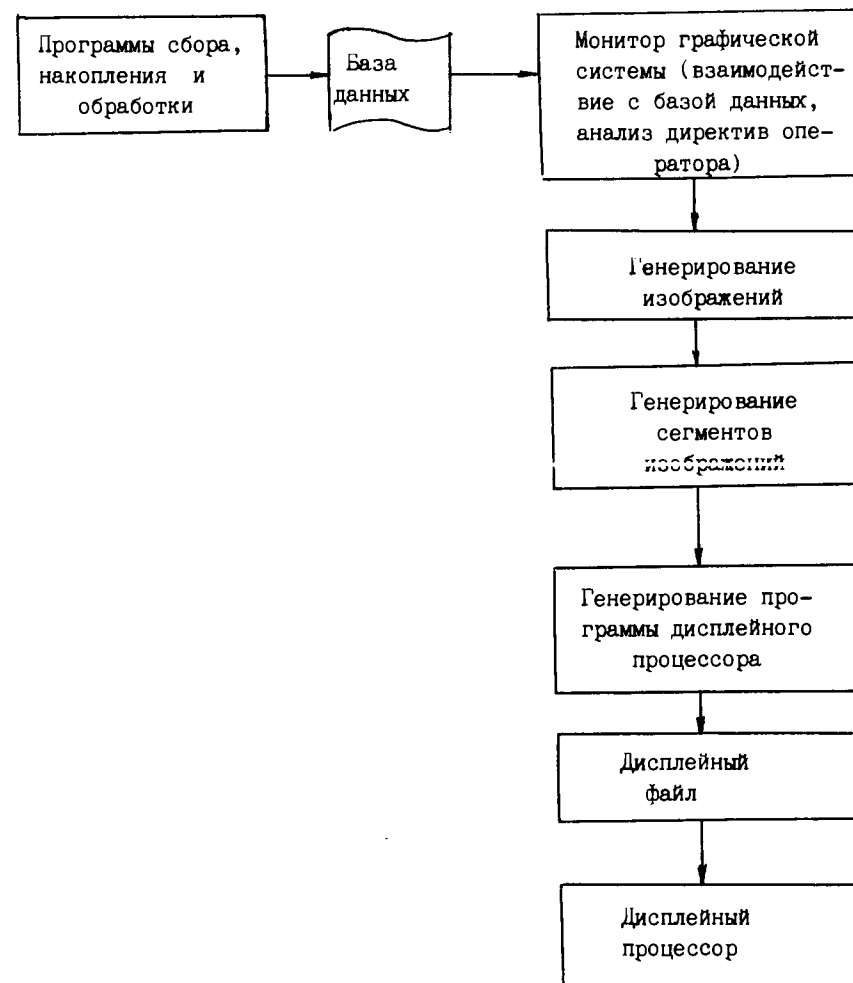
Динамическая настройка программ рассматриваемого уровня на генерирование дисплейного файла для конкретного ДП осуществляется по его идентификатору, задаваемому на верхнем уровне интерпретатором директив оператора.

Двойственное представление графических объектов в основной ЭВМ (одно - для модели объекта в базе данных, а второе - для изображения объекта в дисплейном файле) используется в основном режиме, когда на дисплейный процессор возлагаются функции представления информации посредством трансляции дисплейного файла.

В системе предусмотрен и другой режим, связанный с интерактивной обработкой и анализом специального типа объектов - экспериментальных событий, соответствующих однократному запуску физической установки. В этом режиме элемент базы данных заносится с минимальными преобразованиями (например, преобразованием вещественных чисел в целые и т.п.) в дисплейный файл как специальный примитив. Генерирование изображений, их обработка и анализ производятся на микропроцессорном видеотерминале.

Результаты программ этого уровня унифицированы для ДП существенно различных классов. В одном из них^{6/} элементарные графические возможности (построение отрезков в двух взаимно ортогональных направлениях, генерирование текстов) реализованы аппаратно, другой - ТЕКТРОНИХ-4051 является микропроцессорным видеотерминалом с FIRMWARE -реализацией интерпретатора с языка BASIC. Унифика-

ция генерируемых программ ДП (на базе выбора простейших команд), имеющая самостоятельную ценность, позволила также оптимизировать временные характеристики представления изображений на ТЕКТРОНИХ-4051.



Архитектура графической системы.

Заключение

Рассмотренная система графического представления используется в экспериментах ОИЯИ на ЕС ЭВМ для вывода информации на дисплей с запоминающими трубками и микропроцессорный видеотерминал ТЕКТРОНИХ-4051. Созданное программное обеспечение характеризуется широкими возможностями для решения задач управления современными экспериментами и обработки данных, простотой освоения, использования и адаптации к конкретным условиям.

Литература

1. Гилой В. Интерактивная машинная графика. "Мир", М., 1981.
2. Klein H., Zoll J. PACHY-4, CERN, 1977.
3. Brun R. et al. FFREAD Users Guide. CERN, DD/77/11.
4. Brun R., Watkins H. H PLOT-4, CERN, DD-EE-80.2
5. Brun R.; Ivanchenko I., Palazzi P. HBOOK-3.18, CERN, DD-EE-81.1.
6. Status Report of the Graphic Standards Planning Committee. Computer graphics. v.13, No3, 1979.
7. Ньюмен У., Спрулл Р. Основы интерактивной машинной графики. "Мир", М., 1976.
8. Гусик Э., Формыcki А. ОИЯИ, I-81-29, Дубна, 1981.
9. 4050 Series Graphic System. ТЕКТРОНИХ. USA, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 июня 1982 года.

Говорун Н.Н. и др. Структура программного обеспечения машинной 10-82-482 графики для физических экспериментов на линии с ЭВМ

На основе анализа современного состояния вопросов машинной графики и специфики экспериментов в области физики высоких энергий с использованием ЭВМ создана система программного обеспечения, предназначенная для генерирования и представления изображений, а также для оперативного взаимодействия с этими ассоциированными процессами. Рассмотренная система графического представления используется в экспериментах ОИЯИ на ЕС ЭВМ для вывода информации на дисплей с запоминающими трубками и микропроцессорный видеотерминал ТЕКТРОНИХ-4051. Созданное программное обеспечение характеризуется широкими возможностями для решения задач управления современными экспериментами и обработки данных, простотой освоения, использования и адаптации к конкретным условиям.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Govorun N.N. et al. Software Structure of Computer Graphics for 10-82-482 Physical Experiments on-line with a Computer

On the basis of analysis of the present state of some problems of computer graphics and on-line experiments a software system is created. It is intended for generating and graphical representation and for operative interaction with these associated processes. The system of graphical representation is used in JINR experiments on the ES computer to output data on displays with storage tubes and TEKRONI 4051 graphical computer system. This software has wide possibilities for solving problems of modern experiment control and data processing, is very simple in utilization, application and adaptation.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.