

К. М. МАКАРОВ
(Новосибирск)

ДИГФОР — СРЕДСТВО ИНТЕРАКТИВНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Введение. Программные средства поддержки работы с графическими терминалами разрабатываются для того, чтобы позволить программисту-прикладнику сосредоточиться на своей задаче, а не на особенностях программирования для конкретного терминала и эксплуатируемой операционной системы.

С точки зрения программиста-прикладника эти средства можно назвать «графическим языком». Такой термин довольно расплывчат и может означать:

проблемно-ориентированный язык программирования с ориентацией на графику;

графическое расширение какого-либо известного универсального языка программирования;

множество вызовов процедур (подпрограмм) графического пакета.

Последний подход предпочтительнее по нескольким причинам. Прежде всего это отсутствие необходимости в изучении нового языка программистом, возможность использования графического пакета в нескольких известных языках, дешевизна разработки и т. д. Основным недостатком такого подхода — относительная ненаглядность программ, написанных с использованием графического пакета. Однако практика показывает, что этот недостаток не является слишком серьезным.

Примером графического пакета служит пакет подпрограмм ДИГФОР для работы с графическим дисплеем ЕС-7064 на ЭВМ БЭСМ-6 в рамках ОС ИПМ. Использование пакета ДИГФОР возможно программами на языках ФОРТРАН, АЛГОЛ-ГДР, МАДЛЕН, БЕМШ, входящих в состав мониторной системы «Дубна».

Функционирование интерактивной графической прикладной программы сводится к взаимодействию пользователя за пультом дисплея с программой в ЭВМ. Это взаимодействие состоит в основном в том, что программа создает и динамически изменяет изображение на экране дисплея, а пользователь направляет ход работы программы с помощью доступных ему средств: светового пера, функциональной клавиатуры (ФК) и специальных клавиш алфавитно-цифровой клавиатуры (АЦК). Кроме того, пользователь может осуществлять ввод данных с помощью АЦК и координатного рычага. Следуя этому, подпрограммы пакета можно разбить на три группы:

1) средства построения и модификации изображения на экране дисплея;

2) средства связи пользователя с программой;

3) средства поддержки автономной работы пользователя за пультом дисплея.

Именно в таком порядке подпрограммы, составляющие ДИГФОР, будут обсуждаться ниже. Более детальное описание этих подпрограмм содержится в работе [1].

Средства построения и модификации изображения. Можно считать, что изображение на экране дисплея состоит из одной или нескольких картин. Картины могут создаваться, модифицироваться, отображаться и стираться с экрана независимо друг от друга. Каждая картина идентифицируется именем, которое она получает в момент создания. Это имя может быть целым числом, символьным набором (до 6 символов)

или же произвольным 48-битовым набором. С точки зрения дисплейного процессора картина представляет собой последовательность дисплейных приказов и данных, управляющих изображением. Эта последовательность приказов и данных называется дисплейным кодом картины. С точки зрения программы картина является последовательностью элементов картины (точек, линий, строк символов и некоторых других). Включение элемента в картину осуществляется обращением к соответствующей подпрограмме. При этом элементу может быть (но не обязательно) присвоено имя элемента, которое используется для идентификации части картины при указании на нее световым пером, корректировании картин и в некоторых других случаях. Это имя также может быть любым 48-битовым набором и может служить, например, порядковым номером элемента в картине или указателем элемента структуры данных. Этот последний вариант чрезвычайно полезен, так как с его помощью программист может легко устанавливать связь между структурой данных и изображениями, полученными по этой структуре.

Определение картины представляет собой последовательность вызовов подпрограмм генерации элементов, начинающуюся вызовом подпрограммы «Начало картины», а заканчивающуюся вызовом подпрограммы «Конец картины». К подпрограммам генерации элементов относятся следующие: «Установить луч в точку», «Изобразить точку», «Изобразить линию», «Изобразить строку символов», «Ввести метку», «Конец последовательности приказов». Каждая из этих подпрограмм в качестве одного из параметров имеет имя элемента. Часто возникает необходимость именовать группы из нескольких элементов. Это достигается «обрамлением» последовательности вызовов элементов вызовами двух подпрограмм «Начало элемента» и «Конец элемента».

Экран дисплея ЕС-7064 представляет собой прямоугольную область, содержащую 1024×1024 адресуемых точек. Другими словами, имеется система координат экрана, где координаты x и y могут принимать значения от 0 до 1023. Точке (0, 0) соответствует левый нижний угол экрана.

ДИГФОР позволяет программисту определять и использовать математические системы координат, которые определяются своим отображением на физическую систему координат с помощью окна и рамки. Рамка задает на экране прямоугольную область, в которой должно появиться изображение картины. Окно задает нижние и верхние пределы изменения графических данных в математической системе координат. Преобразование из математических в экранные координаты сводится к переносу и масштабированию так, чтобы левый нижний угол окна соответствовал левому нижнему углу рамки, а правый верхний угол окна — правому верхнему углу рамки. В это преобразование может быть включено клиппирование [2] графической информации по отношению к окну.

Как окно, так и рамка могут быть неоднократно переопределены во время работы программы. Кроме того, имеется возможность выполнять обратное преобразование: из экранных координат в математические.

В процессе работы программы может понадобиться модификация изображения картины или картин. В некоторых случаях нельзя обойтись без полной генерации заново дисплейного кода картины, но часто требуется лишь незначительная ее модификация. В этом случае повторная генерация картины, в особенности если это связано с большими потерями времени, может оказаться нежелательной. Этого иногда можно избежать, используя программы «Удалить часть картины, начиная с определенного элемента» и «Продолжить определение

картины». После вызова последней подпрограммы для некоторой картины эту картину можно пополнить новыми элементами с помощью подпрограмм генерации элементов. Эти средства довольно удобны для модификации информации в конце картины. В связи с этим программисту рекомендуется размещать часто изменяемую часть картины в ее конце.

Определение новых картин и модификация уже существующих не изменяют содержимого экрана. Для того чтобы на экране появилось изображение новой картины или же старое изображение картины заменилось новым, соответствующий дисплейный код должен быть передан в буферную память дисплея. Это достигается обращением к соответствующей подпрограмме пакета. Кроме того, имеется возможность выборочного удаления картин с экрана, а также возможность очистки от изображения всего экрана. Программу можно использовать для: светового пера, ПК и т. д. Программа может как блокировать, так и деблокировать отдельные из этих источников, причем в произвольной комбинации.

СВ, появившийся в результате активации пользователем источника этого сигнала, поступает в ЭВМ в виде прерывания, где факт его возникновения фиксируется вместе с сопутствующей информацией.

Программа может узнать о факте появления СВ несколькими способами:

- 1) остановить выполнение программы до появления СВ;
- 2) ожидать появления СВ в течение определенного интервала времени;
- 3) периодически производить опрос, не появился ли СВ (возможно, выполняя между тем полезную работу).

Как только факт появления СВ станет доступным программе, она может выяснить, что именно явилось источником этого сигнала, проанализировать дополнительную информацию и в зависимости от этого продолжать свою работу. Состав и формат этой дополнительной информации зависит от типа СВ. Например, при указании световым пером программа получает имена указанных картины и элемента, а также координат указания.

Поддержка автономной работы пользователя. Автономная работа пользователя за пультом дисплея может состоять из ввода алфавитно-цифровой информации, а также из перемещения по экрану с помощью координатного рычага метки. В пакете ДИГФОР имеются программы, поддерживающие работу с АЦК и с координатным рычагом.

Работа с АЦК состоит из управления курсором, отмечающим текущую позицию ввода на экране, и из ввода в программу алфавитно-цифровой информации, введенной пользователем в буферную память дисплея.

Для работы с координатным рычагом программа должна вначале вывести на экран метку, представляющую собой яркую точку. Это достигается включением в картину элемента «Ввести метку». Пользователь с помощью рычага может изменить положение метки на экране. Программно изменить положение метки на экране невозможно. Однако программа в состоянии выяснить это положение в любой момент времени. Используя координатный рычаг и метку, можно реализовать ряд известных интерактивных методов: указание элементов изображения; задание позиции на экране; размещение частей изображения на экране; рисование методом «резиновой нити» и т. д.

Описанный пакет реализован и эксплуатируется в Новосибирском филиале Института точной механики и вычислительной техники

АН СССР. Кроме автора, в разработке и реализации пакета участвовали А. В. Ерофеев, А. Ю. Матерук и В. П. Степанов. С помощью пакета ДИГФОР создан ряд систем применения (СЕТКА, МОНТАЖ ФИЛЬМОВ и т. д.), а также отдельных программ.

Опыт работы с пакетом подтверждает его эффективность, простоту в использовании и возможность расширения пакета за счет новых программ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев А. В., Катков В. Л., Макаров К. М., Матерук А. Ю., Степанов В. П. ДИГФОР — пакет программ на ФОРТРАНе для работы с графическим дисплеем ЕС-7064. — В кн.: Вычислительные системы. Вып. 71. Программное обеспечение машинной графики для решения научно-технических задач. Новосибирск, изд. ИМ СО АН СССР, 1977.
2. Ньюмен У. М., Спрул Р. Ф. Основы интерактивной машинной графики. М., «Мир», 1976.

Поступила в редакцию 21 февраля 1978 г.

УДК 681.327

**В. Л. АВЕРБУХ, И. В. КАРАКИНА, Н. В. ПОДЕРГИНА,
Л. С. ПОНОМАРЕВА, В. В. САМОФАЛОВ, Л. А. СОЛОВЬЕВА**
(Свердловск)

РЕАЛИЗАЦИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ДИАЛОГОВОЙ СИСТЕМЫ ГРАДИС

Техническая база системы ГРАДИС. Диалоговая графическая система ГРАДИС реализована для комплекса, включающего ЭВМ БЭСМ-6 и АСВТ М-6000, графический дисплей «Vidi sintra» и графопостроитель «Benson-220». Элементы комплекса соединены, как показано на рисунке. АСВТ М-6000 имеет оперативную память 16 К. МО М-6000 включает ОУС, трансляторы с ФОРТРАНа и мнемокода. Дисплей снабжен алфавитно-цифровой и функциональной клавиатурой, световым пером, имеет собственную память для регенерации изображения. Дисплей «Vidi sintra» — неинициативное устройство, и информация с него в М-6000 принимается путем опроса.

На БЭСМ-6 с ОС ДИСПАК [1] для вывода на графопостроитель в рамках мониторной системы «Дубна» успешно используется система ГРАФОР [2—4] с буферизацией выводимой информации [5].

Аппаратура машинной связи дает равные права БЭСМ-6 и М-6000 в инициативе на передачу информации от одной ЭВМ к другой.

Основные цели и принципы. При разработке системы ГРАДИС ставилась задача создания базовых средств общего назначения для проблемного программиста, позволяющих организовать хранение графической информации во внешней памяти, выделение элементов и частей изображения, сборку изображения из элементов, графический диалог через дисплей с задачей, решаемой в БЭСМ-6, документирование наблюдаемых на дисплее картинок (кадров).

ЭВМ БЭСМ-6 в системе рассматривается как центральный вычислитель. М-6000 играет роль терминальной ЭВМ, в которой одновременно с графическим дисплеем могут работать другие терминалы.