

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P11-85-212

Н.В.Горбунов, А.Г.Карев, Е.А.Ладыгин,
Э.И.Мальцев, Б.А.Морозов, А.Ю.Суханов

СТАНДАРТНЫЕ ДРАЙВЕРЫ
ГРАФИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

1985

При использовании периферийных устройств /в том числе графических/ для вывода информации обычно один из пользователей занимает устройство, закрывая доступ к нему другим. Процессорное время, необходимое для формирования сложных рисунков /таких, как двухмерные поверхности и т.п./, как правило, значительно превышает время вывода информации на экран или графопостроитель. Если же необходимо выводить одну и ту же графическую информацию на различные устройства несколько раз, то пользователь должен каждый раз повторять процедуру формирования образа экрана. В работах /1,2/ этот недостаток преодолевается с помощью формирования файлов описания изображения /псевдодисплейных файлов/, которые могут затем восстанавливаться с помощью специальных программ на различные устройства отображения информации. Эти описания изображений в виде файлов могут храниться сколько угодно долго. Однако большой объем этих программ и массивов выводов делает их применение на малых машинах системы СМ затруднительным.

В данной работе предлагается обойти возникающие трудности в рамках операционной системы RT-11/3/ и работающего под ее управлением монитора TSX/4/ с помощью простого и небольшого, но гибкого интерфейса с псевдодисплейным файлом и вводом в систему стандартных /загружаемых/ драйверов графических устройств. За основу была принята работа/5/.

ИНТЕРФЕЙС МЕЖДУ ПРОГРАММАМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И ПСЕВДОДИСПЛЕЙНЫМИ ФАЙЛАМИ

Открытие псевдодисплейного файла на внешнем устройстве осуществляется следующим образом:

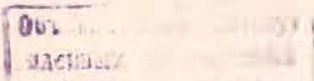
ФОРТРАН

```
call gstart ('dev:filnam.ext', ierror),
```

где первым аргументом является строка или массив, содержащие имя открываемого файла и заканчивающиеся пробелом или нулевым символом, а второй аргумент содержит код ошибки, возникшей при открытии файла /если он равен нулю, то открытие произошло нормально/;

MACRO-11:

```
mov #string, r1  
jsR pc, gstrt $  
bcS error.
```



Здесь string - имя открываемого файла в формате .ASCIZ. При возврате из подпрограммы с ошибкой устанавливается С бит в слове состояния процессора, а байт номер 52 в области системной связи содержит код возникшей ошибки.

Псевдодисплейный файл закрывается следующими вызовами:

```
ФОРТРАН
      call gfinis (ierror)
MACRO-11:
      jSR pc, gfini $
      bcs error,
```

где информация об ошибке возвращается аналогичным образом.

Инициализация режима работы графического устройства осуществляется следующим образом:

```
ФОРТРАН
      call ginit (imode)
MACRO-11:
      jSR pc, gini $,
```

где imode - в первом случае, или r0 - во втором, содержат код установки режима работы. Одновременно происходит сброс в начальное состояние всех внутренних рабочих ячеек и таблиц программ. Если в imode установлен бит 1, то осуществляется очистка экрана /для дисплеев выдается команда ERASE, а для графических построителей - команда HOME/. Если установлен бит 2, то устанавливается режим работы STORE, в противном случае - NON-STORE. Если одновременно "погашены" оба бита, то режим работы устанавливается по умолчанию - STORE и ERASE. Если необходимо в процессе работы программ изменить режим работы устройства без обнуления рабочих ячеек и таблиц, то аналогичным образом вызываются программы gmode и gmod\$.

При необходимости отдельно выполнить команду ERASE /или HOME/ вызываются подпрограммы GERASE или GERAS\$.

Текущая позиция курсора /пера графопостроителя/ из фортрана определяется обращением к подпрограмме GPOSN с двумя целочисленными аргументами, в первый из которых возвращается координата X, а во второй - Y, из MACRO-11 текущие абсолютные координаты можно определить при обращении к глобальным ячейкам POS\$X и POS\$Y.

Вывод текста осуществляется с помощью:

```
ФОРТРАН
      call gtext (iX, iY, text, nchar, nsize),
```

где iX и iY - X- и Y-координаты левого нижнего угла строки text, состоящего из nchar символов размера nsize.

```
MACRO-11
      jSR pc, gtxt$.
```

При таком входе в подпрограмму регистры используются следующим образом:

r0 в младшем байте содержит количество выводимых символов, а в старшем - их размер,
r1 содержит адрес строки выводимого текста,
r2 содержит X-координату выводимого текста,
r3 содержит Y-координату выводимого текста.

Для вывода единичного символа используется подпрограмма gsmb\$, при вызове которой r0 содержит в младшем байте выводимый символ, в старшем - его размер, а r2 и r3 содержат его X- и Y-координаты.

Для вывода двоичного числа, содержащегося в регистре r1, используется подпрограмма gmb\$. Она преобразует это число в десятичное представление и выводит его слева от символа, содержащегося в младшем байте нулевого регистра. Старшие байты r0, r2 и r3 используются так же, как и в описанных выше случаях.

Вывод графических примитивов /точек и линий/ можно осуществить при обращении к подпрограммам:

```
ФОРТРАН
      call gplot (icode, iX, iY)
MACRO-11:
      jSR pc, gplt $,
```

где imode /r4 для второго случая/ содержит код выполняемой операции, iX(r2) и iY(r3) - соответствующие координаты для X и Y.

Если в icode установлен бит #0, то в точке с координатами iX и iY ставится точка. Если установлен бит 1, то от текущей координаты к точке с координатами iX и iY будет проведена линия. Если установлен бит 2, то iX и iY задаются в приращениях. При установке бита 3, после выполнения требуемой операции, текущая позиция не будет изменяться.

Проведение линии между двумя произвольными точками:

```
ФОРТРАН
      call gvect (istarX, istarY, ifinX, ifinY)
MACRO-11:
      jSR pc, gvct$,
```

где istarX и istarY (r0 и r1) - координаты начальной точки, а ifinX и ifinY (r2 и r3) - конечной.

Приведенные выше подпрограммы являются инструментом, используемым при написании более сложных программ высокого уровня /проведение кривых, осей координат и т.д./.

ДРАЙВЕРЫ ГРАФИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Для интерпретации созданных описанным выше способом дисплейных файлов применяются стандартные /загружаемые в рамках операционной системы/ драйверы для следующих графических устройств:

- TX - для дисплеев семейства TEKTRONIC-4000 /например, 4002, 4006 и т.п./,
 WT - для планшетного построителя типа WATANABE WX-4675,
 TV - 1) для дисплеев семейства TEKTRONIX-600 /модель 613/,
 2) специальная версия для графического растрового дисплея на основе алфавитно-цифрового дисплея Э 15ИЭ-00-013.

Восстановление изображения осуществляется с помощью системной программы PIP /команды монитора COPY/ на соответствующее графическое устройство. Управление работой драйверов осуществляется последовательностью 7 битовых ASCII символов, генерируемых подпрограммами связи с псеводисплейным файлом. Восьмеричные коды в диапазоне 000-040 устанавливают характеристики драйверов и инициализируют выполнение операций внешними устройствами, а коды в диапазоне 041-177 выводятся в виде символов или несут информацию о координатах. Ниже приводится описание управляющих символов и вызываемых ими действий:

NUL	000	- если встречается при вводе команды, то прекращает работу драйвера; во всех остальных случаях - игнорируется. Перемещает курсор дисплея /или перо построителя/ в верхний левый угол экрана;
SOH	001	
STX-FIX	002-003	- не используются;
EOT	004	- инициализация устройства: очистка экрана, курсор /перо/ - в положении HOME, устанавливает начальный размер выводимых символов;
ENQ-BEL	005-007	- не используются;
BS	010	- курсор перемещается назад к началу предыдущего символа /BACK SPACE/;
HT	011	- курсор перемещается вперед до следующей позиции, определяемой по формуле $N*8-1$, где $N=1,2,3...$ (HORIZONTAL TAB);
LF	012	- курсор перемещается вниз до следующей линии (LINE FEED);
VT-FF	013-014	- не используются;
CR	015	- курсор перемещается к началу строки;
SO	016	- устанавливает моду "Рисование" /"Запоминание" /STORE/;
SI	017	- перевод в моду NON-STORE: для WT и TX - подавляет вывод любой информации, заменяя команды "Рисование" на команды

Перемещения пера /курсора/; для TV /ТЕК-613/ - перевод в "осциллографический" режим; для TV /15ИЭ-00-../ режим гашения точек, т.е., если после ввода этого режима идет обращение к точке, которая была раньше "зажжена", то точка "погаснет";

DLE-SYN	020-026	- не используются;
ETB	027	- размер выводимых символов приводится к первоначальному;
CAN	030	- затирание экрана /перемещение пера в положение HOME/;
EM-ESC	031-033	- не используются;
FS	034	- сообщение драйверу о том, что следующий байт несет информацию о новом размере выводимых символов /см. примечание 1/;
GS	035	- "рисование" линии /вектора/ от текущей графической координаты до позиции, закодированной последующими 4 байтами /см примечание 2/;
RS	036	- перемещение курсора /пера/ в точку, закодированную последующими 4 байтами, без "рисования" /см. примечание 2/;
US	037	- следующие 4 байта указывают координаты выводимого текста /см. примечание 2/;
SP	040	- переместить курсор на одну позицию по оси X /SPACE/.

Примечания

1. ASCII символ FS со следующим за ним байтом в диапазоне 101-177 /бит 6 должен быть в 1/ указывают новый размер выводимых символов; если байт равен 100, то размер символа возвращается к первоначальному /действие аналогично действию команды ETB/. Первоначальный размер символов следующий:

WT, TV (ТЕК-613) - 4 единицы
 TV (15-ИЭ-00-..) - 1 единица.

Так как в драйвере TX используется аппаратный генератор символов, то команды FS и ETB для этого драйвера игнорируются.

Для драйверов TV обеих модификаций символ генерируется в виде матрицы 5 на 7 единиц экрана /с учетом расстояния между символами - 7 на 9 единиц/. Размер символа определяется количеством единиц /точек/ экрана между узлами решетки.

2. Команды GS, RS и US с последующими 4 байтами /где обязательно должен стоять бит в 1 бита б/ определяют задаваемые координаты экрана /планшета/. Используется следующий формат:

Бит	6	5	4	3	2	1	0
байт 1	1	*	X1 \emptyset	X9	X8	X7	X6
байт 2	1	X5	X4	X3	X2	X1	X \emptyset
байт 3	1	*	Y1 \emptyset	Y9	Y8	Y7	Y6
байт 4	1	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Y \emptyset

где 1 обозначает, что бит стоит в 1,

* - значение бита игнорируется,

X1 \emptyset -X \emptyset - 11 бит координаты X,

Y1 \emptyset -Y \emptyset - 11 бит координаты Y.

КОМАНДЫ МОНИТОРА SET, ПРИМЕНИМЫЕ К ДРАЙВЕРАМ ГРАФИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

К драйверам TX и WT, подключаемым к ЭВМ по последовательным линиям передачи, применяются следующие команды:

SET [TX/WT] CSR=nnnnnn

SET [TX/WT] VECTOR=mmm,

изменяющие адреса статусного регистра и вектора прерывания.

К драйверам TX и TV применима команда

SET [TX/TV] (NO) ERAS,

которая позволяет/запрещает драйверу игнорировать в файлах команду CAN(030) - затирание экрана. Таким образом достигается возможность наложения изображений из разных файлов.

Общей для всех драйверов является команда

SET [TX/TV/WT] RESET,

аналогичная команде EOT(004).

В связи с тем, что формирование изображения для разных графических устройств ведется на различных по размеру адресуемых полях /512x512 точек для 15ИЭ-00-..., 1024x780 - ТЕК-4000, 2048x1560 - ТЕК-613, и WATANABE WX-4675 2048x2048 условных единиц/, то принято следующее соглашение о формировании изображений:

1. Изображение формируется из расчета размера экрана 512x512 точек /полный экран растрового дисплея/.
2. При восстановлении изображения на любое графическое устройство номер 0, происходит трансформация информации на весь экран.
3. Если при восстановлении изображения на дисплей типа ТЕК-4006 указывается нечетный номер устройства /1,3,5,7/, то картинка изображается в левой половине экрана, если четный /2,4,6/, - то в правой.

4. Для дисплеев типа ТЕК-613 и построителей WX-4675 номерам устройств 1 и 5 соответствует левая верхняя четверть экрана /планшета/, 2 и 6 - правая, 3 и 7 - левая нижняя четверть, 4 - правая нижняя.

5. Для дисплея 15ИЭ-00-013-01 номер устройства игнорируется.

В заключение хотелось бы отметить, что возможность вводить новые команды с помощью неиспользованных символов из диапазона 000-040, простота интерфейса между псевдодисплейным файлом и пользователем с одной стороны, и однозначность интерпретации псевдодисплейного файла драйверами с другой, позволяют пользователю легко адаптировать драйверы для вновь появляющихся и уже существующих устройств представления графической информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. GD-3 Users Guide, Long Write-Up, CERN, 1978.
2. Л.Г.Каминский и др. Графический пакет "Атом". Препринт ИФВЭ, 81-156, Серпухов, 1981.
3. RT-11 Users Guide, DEC, USA, 1981.
4. TSX-Plus Reference Manual, S&H Computer Systems Inc., USA, 1981.
5. Bison Basic Graphic Driver Routines. PN-7, FNAL, USA.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 апреля 1985 года.