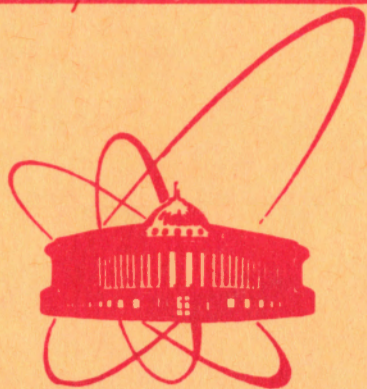


15/4/82

29/III-82



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P11-81-860

А.А.Карлов, А.Д.Полынцев

**СТРУКТУРА
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ГРАФИЧЕСКОГО
ТЕРМИНАЛА
НА ОСНОВЕ МИКРО-ЭВМ**

Направлено на Конференцию
по машинной графике /Новосибирск, 1981/

1981

I. Введение

Построение компактных, сравнительно недорогих и надежных интеллектуальных графических терминалов для визуального представления и анализа данных стало возможным в связи с развитием индустрии микропроцессорной техники. Общая тенденция к децентрализации вычислений является актуальным направлением и в развитии систем машинной графики. Интеллектуальный графический терминал (ИГТ) на основе микро-ЭВМ и графического дисплея благодаря наличию развитого локального математического обеспечения (МО) представляет пользователю современный и гибкий инструмент для решения научно-технических задач.

В данной статье представлена разработка, выполненная в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

2. Структура интеллектуального графического терминала

В состав ИГТ входят графический дисплей на запоминающей трубке и встроенная микро-ЭВМ /1/. Графический дисплей позволяет адресовать 1024×1024 точек и допускает вывод изображения как в запоминающем, так и в регенеративном режимах. Терминал оснащен клавиатурой для ввода текстовых и функциональных кодов и устройством-локатором (трекбол) для ввода координат позиции экрана.

Встроенная микро-ЭВМ включает в себя следующие основные компоненты:

- микропроцессор INTEL 8080 с необходимым набором схем;
- постоянную память EPROM объемом 8К байт;
- оперативную память RAM объемом 16К байт;
- программируемый контроллер прерываний 8259;
- программируемый интерфейс последовательного ввода-вывода 8251;
- два программируемых интерфейса параллельного ввода-вывода 8255.

В настоящее время ИГТ подключен через последовательный интерфейс и модем к центральной ЭВМ БЭСМ-6 измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ. Передача информации происходит со скоростью 9600 бод. Интерфейсы параллельного ввода-вывода пока не используются и позволяют подключить к ИГТ дополнительные внешние устройства, например, кассетный накопитель на магнитной ленте.

3. Математическое обеспечение

ИГТ располагает ограниченными ресурсами для выполнения арифметических вычислений, поэтому решение задачи пользователя осуществляется на центральной ЭВМ. Графическое изображение, как правило, генерируется на центральной ЭВМ. Основными функциями, выполняемыми ИГТ, являются: поддержка графического ввода и вывода, прием и обработка команд от центральной ЭВМ и человека и организация диалога человека с ЭВМ.

3.1. Структуры данных

В потоке информации, проходящем между центральной ЭВМ и ИГТ, можно выделить следующие типы данных:

- графические объекты;
- текстовые сообщения от центральной ЭВМ;
- текстовые сообщения, введенные с клавиатуры;
- системные объекты;
- приказы от центральной ЭВМ;
- массивы произвольной двоичной информации.

Организация данных для хранения объектов различного типа показана на рис.1.

Графический объект в данном случае представляет собой неструктурированный массив данных, подлежащих выводу на экран дисплея. В ИГТ одновременно могут храниться два графических объекта, которые содержат информацию о двух кадрах изображения: текущем и предшествующем.

Текстовое сообщение от центральной ЭВМ представляет собой последовательность символов в размерах одной строки текста на экране дисплея. Посылка текстового сообщения центральной ЭВМ с точки зрения пользователя аналогична выполнению дистанционной операции write. Текстовое сообщение, введенное с клавиатуры, также есть последовательность символов, которые передаются в центральную ЭВМ (аналогично дистанционной операции READ).

Системный объект может иметь произвольную природу: графическая информация, данные. В частном случае системный объект может содержать модуль объектных кодов в абсолютных адресах — предназначенную для выполнения на ИГТ программу, динамически загружаемую со стороны центральной ЭВМ.

3.2. Организация взаимодействия человека с ИГТ и центральной ЭВМ

Основным инструментом диалога является клавиатура с алфавитно-цифровыми (текстовыми) и функциональными кодами. Функциональные коды используются для организации выполнения различных действий на ИГТ. Ввод с клавиатуры допускается как по приказу от центральной ЭВМ (синхронный ввод), так и по инициативе пользователя (асинхронный ввод). Во избежание возможных задержек в обслуживании запросов от центральной ЭВМ процесс ввода с клавиатуры выполняется параллельно с другими процессами на ИГТ. При разработке МО ИГТ учитывался опыт создания и применения интеллектуальных графических систем на основе мини-ЭВМ /2,3/.

3.3. Организация взаимодействия между ИГТ и центральной ЭВМ

Существует два типа взаимодействия между центральной ЭВМ и ИГТ:

- а) на уровне операционной системы центральной ЭВМ;
- б) между задачей пользователя и ИГТ.

Характер взаимодействия первого типа зависит от операционной системы центральной ЭВМ. В нашем случае (ОС "Дубна" на ЭВМ БЭСМ-6) существуют следующие возможности;

- инициирование задачи на счет посредством передачи пакета заданий в центральную ЭВМ со стороны ИГТ;
- опрос состояния задачи пользователя;
- передача текстового сообщения оператору центральной ЭВМ;
- прием текстового сообщения от оператора центральной ЭВМ.

Взаимодействие между ИГТ и задачей пользователя на центральной ЭВМ осуществляется посредством приказов. Приказ передается в ИГТ и представляет собой последовательность управляющих и информационных слов, которые определяют необходимость выполнения некоторого действия на ИГТ.

3.4. Структура локального МО

Общая структура локального МО показана на рис.2.

Таблица объектов
Текстовое сообщение от центральной ЭВМ
Текстовое сообщение для центральной ЭВМ
Графический объект -1
Графический объект -2
Системный объект -1
Системный объект -2

Элемент таблицы объектов

Флаг состояния
Тип объекта
Флаг вывода
Имя объекта
Начальный адрес
Длина

Флаг состояния = "y" - объект существует
 "w" - объект формируется
 "n" - нет объекта

Тип объекта = "g" - графический объект
 "n" - неграфический объект

Флаг вывода = 0 - объект не был выведен
 1 - объект был выведен

Рис. 1. Организация графических данных.

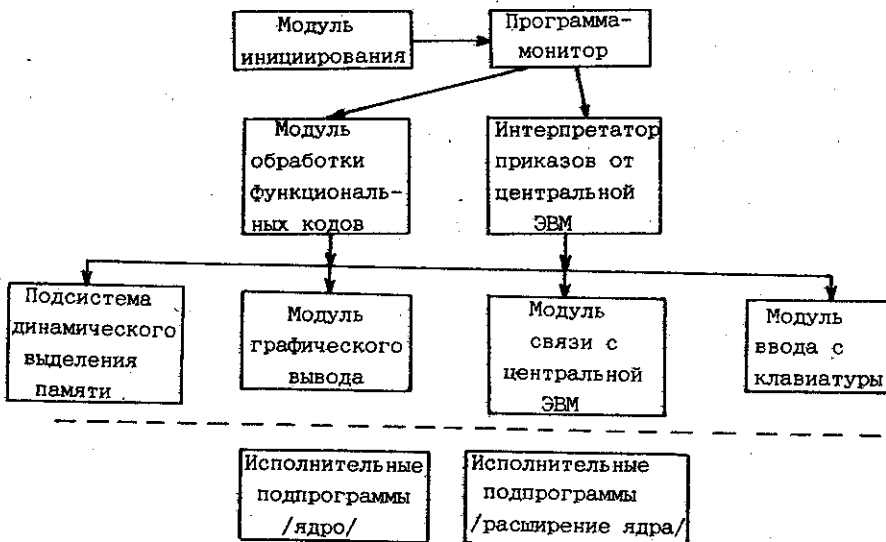


Рис. 2. Общая структура локального МО ИТ.

Модуль инициализации выполняет установку системных переменных, таблиц, параметров, а также программируемых компонент аппаратуры микро-ЭВМ (контроллера прерывания и интерфейсов ввода-вывода).

Программа-монитор осуществляет общее управление ИГТ, организуя прием и обработку команд, поступающих от центральной ЭВМ и человека.

Модуль ввода с клавиатуры отвечает за ввод текстовых сообщений (с обеспечением функций редактирования в процессе ввода), а также функциональных кодов. Ввод текстовых и функциональных кодов фактически выполняется как два независимых процесса, осуществляется в режиме прерываний параллельно с выполнением других программ на ИГТ.

Модуль обработки функциональных кодов вызывается монитором всякий раз, когда с клавиатуры вводится нетекстовый код. При обработке функционального кода просматривается таблица основных функций и организуется вызов соответствующей исполнительной подпрограммы, которая, в свою очередь, может иметь собственный набор функциональных кодов — таблицу производных функций. Глубина иерархии производных функций не ограничена. Например, ввод функционального кода "вызов трекбола" приводит к выполнению исполнительной подпрограммы, которая иницирует графический ввод и объявляет собственный набор производных функциональных кодов: "фиксация позиции", "удаление последней точки", "конец ввода" и т.д. Таким образом, исполнительная подпрограмма состоит из головной части и набора ветвей, причем каждая ветвь подпрограммы выполняется асинхронно по установленному событию. Благодаря такой схеме МО ИГТ обладает высокой гибкостью и своевременно выполняет прием и обработку команд от центральной ЭВМ и пользователя.

Подсистема динамического выделения памяти дает возможность размещать объекты, не заботясь о физическом расположении их в памяти. Предоставляется набор стандартных программных средств типа: "дать память", "освободить память" и т.д.

Модуль обработки приказов от центральной ЭВМ вызывается монитором всякий раз после завершения обмена информацией между ИГТ и центральной ЭВМ. Приказ представляет собой системное сообщение, которое содержит код функционального действия и возможные параметры для вызова соответствующей исполнительной процедуры. Список доступных приказов приведен в таблице.

Модуль графического вывода фактически выполняет функции дисплейного процессора, обеспечивая интерпретацию графических команд. Векторы и символы строятся программным способом в виде последовательно расположенных точек. Предоставляются также воз-

ТАБЛИЦА
Список допустимых приказов от центральной ЭВМ

Код приказа	НАЗНАЧЕНИЕ	Параметры приказа
0	Нет действия	-
1	Начальное инициирование ИГТ	-
2	Инициирование таблицы объектов	-
3	Удаление графических объектов	-
4	Удаление заданного графического объекта	Имя объекта
5	Удаление системного объекта 1	-
6	Удаление системного объекта 2	-
7	Вывод графических объектов, ранее не введенных	-
10	Вывод всех графических объектов	-
11	Очистка экрана и установка начальных позиций для текстовых сообщений	-
12	Обращение к кассетному накопителю	(Не реализована)
13	Вызов трекболла	-
14/15	Функции локального ввода-вывода	(Не реализована)
16	Вызов подпрограммы	Адрес, параметры обращения
17	Занесение функционального кода	Код функции
20	Обмен пустым сообщением	-
21	Текстовое сообщение от центральной ЭВМ	Длина сообщения
22	Текстовое сообщение с клавиатуры ИГТ	-
23	Передача графического объекта в ИГТ	Имя, длина
24	Передача графического объекта в центральную ЭВМ	Имя объекта
25/27	Передача системного объекта 1/2 в ИГТ	Длина объекта
26/30	Передача системного объекта 1/2 в центральную ЭВМ	-
31	Передача двоичной информации в ИГТ	Адрес, длина
32	Передача двоичной информации в центральную ЭВМ	Адрес, длина
33	Прием данных от центральной ЭВМ в исполнительную подпрограмму пользователя на ИГТ	Адрес, длина
34	Передача данных в центральную ЭВМ из исполнительной подпрограммы пользователя	Адрес, длина

возможности для вывода части изображения в режиме регенерации. В этом случае графический объект должен быть заранее подготовлен в виде отдельных точек. Восемьразрядная шина данных и ограниченное быстродействие микропроцессора 8080 позволяют выводить на экран дисплея в режиме регенерации с частотой 50 герц не более 250 точек.

Программа графического ввода позволяет осуществить ввод двумерных координат и последующее отображение их в виде точек на экране дисплея. Ввод происходит при считывании координат центра маркера текущей позиции. Маркер генерируется программным способом и выводится на экран в режиме регенерации. Предоставляются два способа графического ввода: непрерывный ввод и ввод с фиксацией каждой позиции.

В первом случае координаты маркера считываются и запоминаются в памяти ИГТ при перемещении маркера по экрану. Дискретность координат смежных точек можно задавать посредством функциональных кодов клавиатуры (например, уровень дискретности 1 соответствует сплошной линии, уровень 2 – менее плотной линии и т.д.). После завершения графического ввода координаты введенных точек доступны для последующей обработки как графический объект на ИГТ. При втором способе ввода считывание координат происходит только после фиксации позиции маркера посредством соответствующего функционального кода.

Модуль дистанционного запуска задачи на счет осуществляет передачу пакета заданий в центральную ЭВМ. В данном случае (применение ИГТ на ЭВМ БЭСМ-6) передается следующий пакет:

```
* NAME DXT/MICROGRAPHICS
* PASS GRAPH
* TIME 00.05
* DISC 664/BSNAME,GTUSER
* FILE IGT81,31,R
* LIBRA 31
* LIBRA 27
* PERSO 31141
* MAIN IGT81
* EXECUTE
* END FILE
```

В результате выполнения переданного пакета заданий на ЭВМ БЭСМ-6 выполняется стандартная программа IGT81, которая запрашивает от ИГТ имя файла задачи пользователя и требуемые ресурсы. Получив необходимую информацию (данные вводятся пользователем с клавиатуры ИГТ), программа IGT81 осуществляет вызов задачи пользователя.

Пакет исполнительных подпрограмм непосредственно реализует функциональные возможности ИГТ и может расширяться и изменяться в зависимости от специфики применения. В настоящем варианте МО в набор основных возможностей, выполняемых посредством функциональных кодов, входят:

- графический вывод изображения;
- инициирование графического ввода;

- стирание изображения с экрана;
- удаление графических объектов из памяти ИГТ;
- удаление системных объектов;
- установка размеров символов (малый и нормальный размеры);
- инициирование ИГТ;
- дистанционный запуск задачи пользователя на центральной ЭВМ;
- опрос состояния задачи пользователя;
- передача текстового сообщения оператору центральной ЭВМ.

Расширение функциональных возможностей

В рамках реализованного МО возможно расширение автономных возможностей ИГТ посредством добавления исполнительных подпрограмм, которые могут быть доступны для вызова со стороны центральной ЭВМ по известному адресу памяти. Если требуется доступ к новым программным средствам со стороны пользователя на ИГТ, то необходимо добавить в таблицу основных функций новые элементы - функциональные коды с адресами соответствующих исполнительных подпрограмм.

Литература

1. H. Leich et al. Microcomputer based storage tube graphic terminal. JINR, E11-81-296, Dubna, 1981.
2. А.А.Карлов, А.Д.Полынецев. Локальное математическое обеспечение удаленной дисплейной станции. ОИЯИ, II-10967, Дубна, 1977.
3. А.А.Карлов, А.Д.Полынецев. Структуры данных удаленной дисплейной станции. ОИЯИ, IO-10946, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1981 года.