

3-172

463/2-76

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



9/11-76

10 - 9326

Н.С.Заикин, А.В.Кавченко, А.А.Карлов, А.Д.Полынцеv,
Т.Ф.Смолякова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
УДАЛЕННОЙ ДИСПЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ

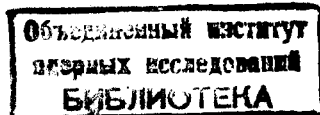
1975

10 - 9326

Н.С.Заикин, А.В.Кавченко, А.А.Карлов, А.Д.Полынцев,
Т.Ф.Смолякова

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
УДАЛЕННОЙ ДИСПЛЕЙНОЙ СТАНЦИИ**

Направлено в сб. трудов Всесоюзного совещания
по системам автоматизации научных исследований.
Рига, 1975.



В настоящее время при создании систем машинной графики все более широкое распространение получают так называемые "интеллектуальные" терминалы. Под "интеллектуальным" понимается терминал, имеющий аппаратные, программные /микропрограммные/ средства, которые позволяют ему выполнять операции приема графической и алфавитно-цифровой информации, накопления данных, проверки, редактирования и передачи массивов информации по командам от человека или от центральной ЭВМ^{1/}.

Такие терминалы обладают достаточно широкими возможностями по преобразованию и обработке информации без привлечения ресурсов центральной ЭВМ и могут быть также использованы в автономном режиме.

При создании математического обеспечения систем машинной графики с "интеллектуальными" терминалами важное значение имеют вопросы, связанные с распределенной обработкой данных. Иными словами, эффективность использования всей системы в значительной степени зависит от правильного распределения функций между центральной и терминальной ЭВМ. В последнее время наблюдается тенденция возложения все большего числа функций на терминальный процессор. В общем случае выбор оптимального разделения функций между ЭВМ затруднителен ввиду широкого диапазона применений с противоречивыми требованиями различных пользователей. Проблема еще более усложняется в случае диалоговых графических терминалов, когда наряду с системными вопросами возникают чисто "графические": быстрая пере-

дача больших объемов информации между ЭВМ, организация диалога с использованием различных устройств ввода-вывода, усложнение алгоритмов взаимодействия человека с машиной и т.п.

Наиболее гибким подходом к решению проблемы оптимального разделения функций между ЭВМ является динамическое распределение функций в зависимости от конкретных требований задачи. Такой подход позволяет в более полной мере использовать все возможности терминального процессора, не допускает перегрузки отдельных звеньев системы /как терминальной, так и центральной ЭВМ/, что может явиться причиной ее неэффективного использования.

Системная реализация динамического разделения функций между ЭВМ в данном случае сопряжена со значительными трудностями и может служить причиной неоправданных программных издержек. Если представить на усмотрение самого пользователя решение этого вопроса, то желаемый результат /т.е. оптимальное распределение функций между ЭВМ/ может быть и не достигнут из-за неудачного выбора решения. Кроме того, такой подход требует более детального знакомства со средствами соответствующего программного обеспечения, усложняет процесс решения основной задачи, препятствуя, таким образом, расширению диапазона применений системы.

В последнее время при создании математического обеспечения "интеллектуальных" графических терминалов получил распространение метод "черного ящика" /2/.

Терминальный процессор, благодаря хранимой в памяти ЭВМ программе, располагает некоторым набором стандартных возможностей, которые являются универсальными и могут обеспечивать обработку различных команд от центральной ЭВМ. Таким образом, терминальный процессор выступает по отношению к задаче пользователя как "черный ящик".

Основным преимуществом метода "черного ящика" является избавление пользователя от необходимости изучения программного обеспечения терминала, что упрощает программирование основной задачи. Вместе с тем этот метод имеет определенные недостатки, главным образом

связанные с ограниченным набором стандартных возможностей. Появляется необходимость подсоединения пользователя к системному программному обеспечению терминала за счет собственных подпрограмм для реализации индивидуальных требований, которые не могут быть выполнены имеющимися стандартными средствами.

Использование преимуществ метода "черного ящика" с возможностью программирования пользователем собственных функций на терминале было взято за основу создания математического обеспечения удаленной дисплейной станции /УДС/ в Объединенном институте ядерных исследований.

Центральной ЭВМ является БЭСМ-6 измерительно-вычислительного комплекса института /3/.

Дисплейная станция построена на базе мини-ЭВМ М-6000 с графическим дисплеем СИГДА. Обмен информацией между машинами происходит по специальному каналу связи /4/.

Пользователям, желающим работать с ЭВМ М-6000 как с "черным ящиком", предлагается несколько вариантов математического обеспечения УДС /каждый со своим набором стандартных возможностей/. Тем пользователям, которых не удовлетворяют стандартные возможности УДС, предоставлены средства для легкого подключения собственных подпрограмм, написанных для ЭВМ М-6000 в дополнение к имеющемуся математическому обеспечению УДС.

Центральная ЭВМ работает под управлением операционной системы "ДУБНА", обеспечивая в мультипрограммном режиме пакетную обработку программ.

Пользователь программирует свою задачу на языке ФОРТРАН и взаимодействует с дисплейной станцией посредством обращений к соответствующим подпрограммам. Весь комплекс подпрограмм на БЭСМ-6 можно условно разделить на три группы:

- подпрограммы-генераторы графической информации;
- административные и вспомогательные подпрограммы;
- подпрограммы для организации взаимодействия с УДС.

Подпрограммы первой группы предоставляют возможность построения различного рода графических объектов, начиная от простых элементов /точек, векторов, симво-

лов, окружностей, дуг и т.п./ до сложных изображений трехмерных поверхностей.

Административные подпрограммы обеспечивают выделение памяти на БЭСМ-6 под графическую и служебную информацию, позволяют выполнять различные действия над объектами графической картинки /удаление, перемещение, преобразование и т.п./.

Наиболее специфичные и сложные подпрограммы третьей группы обеспечивают выполнение следующих функций:

- обмен информацией между ЭВМ, проверка достоверности этой информации на предмет ошибок, организация "спасения" программы пользователя в случае фатальных ошибок;
- формирование запросов для УДС;
- генерация специальных приказов, подлежащих исполнению в УДС;
- обработка информации, полученной из М-6000.

Обмен информацией между ЭВМ реализуется посредством специальных подпрограмм READ7/WRITE7⁵. После окончания обмена в специальных системных ячейках памяти БЭСМ-6 содержится информация, определяющая качество выполненной операции. В случае нефатальных ошибок обмен можно попытаться повторить заново. Если ошибки являются фатальными, специальные подпрограммы пытаются "спасти" программу пользователя, однако при этом текущая информация в М-6000, относящаяся к задаче пользователя, теряется.

Взаимодействие между центральной и терминальной ЭВМ осуществляется по принципу: "запрос-ответ". Запрос представляет собой закодированную информацию, которая определяет характер предстоящей операции обмена между ЭВМ. Инициатива в передаче запросов может принадлежать как центральной ЭВМ, так и УДС.

Наиболее типичными являются следующие типы запросов:

- запрос на ввод алфавитно-цифровой информации с клавиатуры дисплея;
- запрос на вывод стандартного текстового сообщения на экран дисплея;
- запрос на передачу приказов для М-6000;

- запрос на выполнение операции ввода-вывода с внешними устройствами ЭВМ М-6000.

Кроме того, имеется ряд специальных запросов для реализации системных функций, таких, как опрос состояния УДС и т.п. На БЭСМ-6 хранится карта памяти М-6000 /таблица загрузки/, поэтому для центральной ЭВМ доступна практически вся информация, которая находится на стороне УДС. Приняв и интерпретировав запрос, М-6000 организует его обслуживание. Например, в случае приема графической информации М-6000 находит доступную область свободной памяти, устанавливает начальный адрес и длину для операции приема данных и инициирует подпрограмму-драйвер для обмена информацией между ЭВМ. Вслед за передачей запроса БЭСМ-6 передает информацию в УДС /в данном случае это графическая информация/, которая к этому моменту уже готова к приему.

В тех случаях, когда М-6000 по каким-то причинам не может организовать обслуживание запроса в текущий момент, БЭСМ-6 получает отказ, и через некоторое время повторный запрос будет передан заново в УДС.

Помимо механизма "запрос-ответ", центральная ЭВМ взаимодействует с УДС посредством специальных приказов /которые передаются в М-6000 по запросу от БЭСМ-6/. Приказ, или *таблица действий*, содержит закодированную информацию, которая определяет некоторое действие, подлежащее выполнению на М-6000. Как правило, таблица действий определяет вызов некоторой подпрограммы на стороне УДС. С целью увеличения гибкости работы УДС на линии с БЭСМ-6 для ЭВМ М-6000 был реализован комплекс подпрограмм для работы с динамическими структурами типа "очередь" /6/. Кроме того, используется цепочная структура данных, что наряду с возможностью организации очередей позволяет более оптимально использовать память ЭВМ М-6000. В частности, благодаря возможности накапливания очереди таблиц действий, требованию к синхронизации работы двух независимых процессоров БЭСМ-6 и М-6000 значительно смягчаются, что повышает эффективность использования всей системы в целом. В данном случае для центральной ЭВМ уменьшается возможное время ожидания

готовности УДС принять следующую таблицу действий. Если БЭСМ-6 интенсивно загружает УДС работой и очередь переполняется, М-6000 временно прекращает прием новой информации до тех пор, пока в очереди не освободится место для приема таблицы действий указанной длины. В тех случаях, когда центральная ЭВМ ждет реакции со стороны УДС, программа пользователя на БЭСМ-6 переходит в неактивное состояние и, таким образом, потеря счетного времени на ожидание не происходит. После появления ответа от М-6000 программа продолжает работу.

Наряду с возможностью обработки команд, поступающих от центральной ЭВМ при выполнении программы пользователя, имеется возможность вмешательства оператора дисплейной станции в процесс вычислений. В частности, за счет реализации гибкой системы подпрограмм ввода и обработки информации появляется возможность создания клавиатурного языка, который, помимо графических функций, может выполнять широкий круг управляющих и вспомогательных действий в системе "центральная ЭВМ-периферийная ЭВМ - графический дисплей". Наличие такого клавиатурного языка в системе математического обеспечения УДС существенно расширяет диапазон возможностей пользователя с точки зрения интерактивного взаимодействия человека с ЭВМ.

С этой целью на ЭВМ М-6000 был реализован процедурно-ориентированный клавиатурный язык, который в основном предназначен для выполнения графических и управляющих функций в интерактивном режиме работы УДС.

Клавиатурный язык допускает три режима работы:

- режим ввода макрокоманд;
- режим графикэв;
- режим ввода произвольной текстовой информации.

При этом ввод информации с клавиатуры дисплея может быть осуществлен двумя способами:

- ввод по запросу оператора дисплея;
- ввод по запросу центральной ЭВМ.

С точки зрения пользователя, различий между способами ввода формально не существует. Отличия проявляются лишь в способах обработки введенной информации.

Макрокоманда состоит из признака макрокоманды /символ ϕ /, идентификатора /рассматриваются первые два символа, остальные не анализируются, если они есть/ и, возможно, списка параметров.

Допускаются два способа задания параметров:

- вызов параметра по значению;
- вызов параметра по наименованию.

В первом случае параметр задается как целое число /восьмеричное или десятичное/ или текстовая константа. В случае вызова по наименованию указывается идентификатор некоторой переменной, информация о которой хранится в специальной таблице. Этот метод вызова используется для облегчения доступа к системным переменным.

Вводимые макрокоманды обрабатываются специальным интерпретатором. В данном случае интерпретатор является программой интерпретирующе-компилирующего типа. При обработке макрокоманды осуществляется синтаксический контроль введенной информации, генерируется таблица действий. На этапе выполнения специальные подпрограммы обрабатывают таблицу действий и генерируют машинные команды для непосредственного выполнения макрокоманды, и в случае успешной генерации соответствующие последовательности команд выполняются. Фазы генерации таблицы действий и обработки разделены во времени. Таблица действий генерируется после окончания процесса ввода макрокоманды. Обработка таблицы действий происходит в течение каждого цикла системной подпрограммы-сканера.

В исходном состоянии УДС находится в режиме ввода макрокоманд. Для переключения режима имеются специальные макрокоманды. Режим графиков ориентирован на построение картин "вручную" с использованием команд режима графиков. Режим ввода произвольной текстовой информации позволяет реализовать дистанционный ввод информации для центральной ЭВМ в асинхронном режиме. При этом информация вводится построчно и буферизуется на ЭВМ М-6000. После выхода из режима

ввода произвольной текстовой информации для БЭСМ-6 разрешен доступ к введенным данным.

Интерпретатор допускает полностью интерактивный режим работы. Ввод и обработка макрокоманд возможны при параллельной обработке информации, поступающей со стороны БЭСМ-6. Для реализации команд режима графиков использовалось общее математическое обеспечение графического дисплея СИГДА на ЭВМ М-6000 /7,8/

В настоящее время терминальная ЭВМ М-6000 имеет небольшой объем оперативного запоминающего устройства /8К слов/, и ресурсы памяти практически исчерпаны. Планируемое расширение оперативной памяти до 16К слов и подключение устройств внешней памяти позволят в значительной степени увеличить "интеллектуальную" мощность УДС. Использование памяти на магнитных дисках даст возможность осуществлять в случае необходимости быструю динамическую перезагрузку подпрограмм в процессе работы. При этом возможности УДС возрастут за счет более полного использования и расширения существующей библиотеки стандартных и дисплейных подпрограмм на ЭВМ М-6000.

Другим перспективным направлением представляется возможность динамической загрузки подпрограмм в ЭВМ М-6000 через канал связи центральной ЭВМ. В этом случае все математическое обеспечение УДС хранится на БЭСМ-6 /в памяти ЭВМ М-6000 находится лишь минимальное количество подпрограмм для организации обмена/.

При необходимости перезагрузки УДС центральная ЭВМ передает в М-6000 скомпонованные и настроенные программные модули /образы памяти ЭВМ М-6000/. Такой подход увеличивает нагрузку на центральную ЭВМ, но дает в условиях ограниченных аппаратных средств малой ЭВМ дополнительные возможности за счет динамического обновления памяти ЭВМ М-6000 в процессе решения задачи.

Литература

1. *Andris Van Dam, G.M. Stabler, R.J. Harrison. Intelligent satellites for interactive graphics. Proceedings of the IEEE, v. 62, N. 4, 483-492 (1974).*

2. *P.A. Woodsford. The design and implementation of the GINO 3D graphics software package. Software-Practice and Experience, v. 1, 335-365 (1971).*
3. *Н.Н. Говорун, А.А. Карлов, М.Г. Мещеряков, В.Н. Поляков, В.И. Чулков, В.П. Шириков, С.А. Щелев. Вычислительный комплекс Объединенного института ядерных исследований и перспективы его развития. Журн. "Автоматика и вычислительная техника", "Зинатне", Рига. /1974/ 6, 62-68.*
4. *А.В. Гусев, И.А. Емелин, А.А. Карлов, В.В. Федорин, Н.И. Чулков, С.А. Щелев. Принципы организации связи между ЭВМ вычислительного комплекса и канал связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ. ОИЯИ, 11-4200, Дубна, 1968.*
5. *Н.С. Заикин. Математическое обеспечение обслуживания линий связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ. ОИЯИ, Д10-7707, Дубна, 1974, 346-350.*
6. *J.L. Christofferson. Mini strings with many uses. Data-mation, December, 1973, 87-92.*
7. *А.В. Кавченко, А.А. Карлов, А.Д. Польшцев, Т.Ф. Смолякова. Математическое обеспечение графического дисплея СИГДА на ЭВМ М-6000. Журн. "Управляющие системы и машины", 1, 110-113 /1974/, "Наукова думка", Киев.*
8. *А.В. Кавченко, А.А. Карлов, А.Д. Польшцев, Т.Ф. Смолякова. Библиотека дисплейных подпрограмм для графического дисплея СИГДА на ЭВМ М-6000. ОИЯИ, Б1-11-7654, Дубна, 1974, 139.*

Рукопись поступила в издательский отдел
19 ноября 1975 года.