



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

3022/82

28/vi-8

10-82-143

А.Е.Сеннер

УНИФИЦИРОВАННОЕ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ ЕС-1040
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ
В КОМПЛЕКСАХ ПРОГРАММ
РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
УСТАНОВОК "ДИСК-2" И СЯО

1982

Электронная методика проведения экспериментальных исследований в настоящее время является одной из основных методик, используемых в области ядерной физики. Важнейшим ее достоинством является возможность получения результатов проводимых измерений в реальном масштабе времени. Это обстоятельство определяет актуальность разработки эффективных систем представления экспериментатору полученных результатов.

Интенсивность восприятия человеком информации является функцией формы ее представления. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что интенсивность восприятия графических данных существенно выше интенсивности восприятия данных, хранящихся в цифровой форме/1/. В соответствии с этим графические системы представления результатов завоевали широкую популярность при проведении физических экспериментов.

Предлагаемая работа посвящена рассмотрению унифицированного математического обеспечения для организации представления графических данных в комплексах программ реального времени экспериментальных систем СЯО и "ДИСК-2"/2/. Системы работают на пучке синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ и используются для решения широкого класса физических задач. Экспериментальное оборудование работает в режиме непосредственной связи с ЭВМ ЕС-1040, удаленной от него на расстояние 1,2 км. В качестве графического устройства используется дисплей, разработанный в ЛВТА ОИЯИ/3/. Дисплей удален от ЭВМ и находится на рабочем месте экспериментатора. Аппаратное включение дисплея в экспериментальную систему реализовано с помощью аппаратуры, выполненной в стандарте КАМАК/4/.

Разработанное математическое обеспечение машинной графики предназначается для представления на графическом дисплее одномерных и двумерных статистических распределений, таблиц, графиков, схем срабатываний детекторов и других объектов. Большинство из них являются объектами пакета ПВООК/5/.

Создание математического обеспечения для представления графических данных в комплексах программ СЯО и "Диск-2" основано на использовании базового пакета графических программ для ОС ЕС ЭВМ. Пакет характеризуется возможностью управления используемым ресурсом ОЗУ и существованием различных алгоритмов организации взаимодействия процесса генерации графических данных и процесса вывода этих данных на устройство. Указанные средства позволяют оперативно оптимизировать эффективность работы сис-

темы представления графических данных в соответствии с целевой функцией, которая может меняться в зависимости от режима функционирования комплекса программ.

В данной публикации рассмотрен ряд реализованных схем организации математического обеспечения машинной графики в комплексах программ реального времени. Приведены обоснования принятых решений. При этом к соответствующему математическому обеспечению предъявлялись следующие требования:

- параллельность прохождения нескольких процессов,
- высокая реактивность обслуживания заявок на вывод изображения,
- гибкость системы управления,
- эффективность использования ресурсов ЭВМ,
- адаптивность по отношению к изменениям условий функционирования,
- надежность функционирования,
- возможность дальнейшего развития.

Обоснованность перечисленных требований определяется функциональной направленностью комплекса программ и средой, в которой происходит его эксплуатация.

УПРАВЛЕНИЕ ВЫВОДОМ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Функциональным назначением дисплея является представление по требованию экспериментатора информации, способствующей экспресс-анализу получаемых результатов измерений. Отсюда следует актуальность разработки методов и средств, обеспечивающих эффективное оперативное управление выводом изображений.

Большинство изображений в описываемых системах является графическим представлением статистических объектов, обслуживаемых средствами пакета НВООК. Идентифицирующими именами таких объектов служат натуральные числа. Изображаемым объектам, которые не принадлежат к подмножеству объектов НВООК, для унификации средств управления также присваиваются уникальные собственные номера. Это обеспечивает единый аппарат идентификации объектов.

При разработке математического обеспечения к создаваемым средствам управления предъявлялись требования оперативного и эффективного взаимодействия экспериментатора с комплексом программ, снижения ручного труда за счет повышения уровня автоматизации, унификации программных средств. Основное внимание уделено алгоритму генерации заявок на получение изображений и созданию средств оперативного управления этим алгоритмом.

Работа алгоритма генерации заявок на получение изображения основывается на использовании значений параметров, оперативно

определяемых экспериментатором. Текущие значения параметров устанавливаются соответствующими управляющими командами оператора, которые вводятся либо с консоли ЭВМ, либо с расположенного на рабочем месте экспериментатора удаленного терминала, созданного на основе устройства DZM-180KRS.

Для управления получением изображения используются три команды оператора. Ограничение количества команд этим числом и использование принципа умолчания обеспечивает удобство работы и облегчает процесс обучения персонала, эксплуатирующего комплекс программ. Рассмотрим эти команды и их воздействие на алгоритм генерации заявок на представление изображения.

Команда DTIME time определяет величину интервала времени, в течение которого очередное изображение находится на экране. Параметр time задает численное значение интервала в секундах.

Команда DON ID1 [,ID2 [,N]] является требованием включения в работу алгоритма генерации заявок на вывод изображений.

Определение двух первых параметров означает последовательную генерацию заявок вывода на дисплей изображений объектов, идентификаторы которых принадлежат сегменту натуральных чисел [ID1, ID2]. Просмотр сегмента реализован по циклическому алгоритму. Интервал времени между генерацией соседних заявок равен time. Значение интервала может оперативно модифицироваться командой DTIME. Если в указанном сегменте номеров не нашлось ни одного объекта, работа алгоритма приостанавливается до получения новой команды DON, а на экран посылается диагностическое сообщение.

Определение в команде DON только одного параметра тождественно вводу команды DON ID1, ID1. Данный режим позволяет наблюдать во времени динамику изменения состояния интересующего экспериментатора объекта.

Изобразительный ресурс экрана достаточен для одновременного размещения изображений нескольких объектов. При этом обеспечивается возможность проведения визуального сравнения различных объектов, одновременно находящихся на экране. Очевидная актуальность такого режима функционирования определила разработку и создание соответствующих средств математического обеспечения.

Управление этими средствами реализуется с помощью параметра N, определяющего количество объектов, одновременно располагающихся на экране. N может принимать значения из диапазона [1, 10]. Отсутствие параметра тождественно N=1. В соответствии с определенным значением параметра каждая из сторон экрана делится на N равных частей. Каждый из образовавшихся прямоугольников /в частном случае - квадратов/ рассматривается как отдельный экран для вывода изображения некоторого объекта. Таким образом, в целом на экране одновременно располагается N^2 объектов.

При возрастании значения N участок экрана, предназначенный для размещения отдельного объекта, уменьшается. В этом случае пропорциональное уменьшение изображения приводит к практической бесполезности ряда его элементов /тексты, числа, мелкие детали и т.п./. Для оптимизации работы системы при значениях $N > 1$ реализовано подавление изображения подобных элементов. Это обеспечивает снижение времени генерации и вывода изображений и повышает эффективность использования ресурса ОЗУ. При необходимости может быть затребовано полное индивидуальное представление любого объекта ($N=1$).

Команда управления выводом изображения DOFF приостанавливает работу алгоритма генерации заявок. Новый запуск алгоритма реализуется очередной командой DON.

Как показала практика эксплуатации экспериментальных систем, представленная совокупность команд управления выводом изображения проста для понимания, легко осваивается, mnemonic, лаконична и эффективна в работе. Эти свойства позволяют использовать ее в аналогичных подсистемах управления машинной графикой.

ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ И ВЫВОДА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Анализ процесса представления графического изображения позволяет выделить в нем два в достаточной мере автономных компонента - процесс генерации графических данных и процесс вывода этих данных на периферию. Организация взаимодействия этих процессов является ключевым моментом, определяющим характеристики и параметры всей подсистемы представления изображений.

Последовательное выполнение указанных процессов приводит, естественно, к снижению эффективности использования ресурса ЭВМ и, как следствие, к снижению эффективности функционирования комплекса программ.

Более продуктивной является параллельная организация выполнения данных процессов, реализованная согласно схеме обменов, использующих метод доступа с очередями. Параллельность выполнения обеспечена средствами существующих в рамках комплекса программ подзадач.

Обмен данными с аппаратурой, выполненной в стандарте КАМАК, обеспечивается отдельной подзадачей. Это однозначно определяет целесообразность включения в состав данной подзадачи математического обеспечения, реализующего процесс вывода графических данных.

Процесс генерации графических данных реализован в рамках подзадачи подготовки результатов для вывода на периферийное оборудование. Такое решение обеспечивает потенциальные предпо-

сылки независимого параллельного выполнения рассматриваемого процесса и процесса обработки экспериментальных данных. Альтернативное решение - генерация графической информации в рамках подзадачи обработки данных - не обеспечивает такой возможности.

Сравнительный анализ процессов позволяет утверждать, что процесс вывода графической информации характеризуется существенно меньшим использованием ресурса центрального процессора, более низкой интенсивностью потока заявок на выполнение и более высокой скоростью обслуживания этих заявок. Совокупность перечисленных свойств привела к заключению о необходимости присвоения процессу вывода графических данных более высокого относительного диспетчерского приоритета.

Обсуждаемая подсистема должна иметь высокую реактивность выполнения поступивших от экспериментатора заявок на вывод изображений. Это способствует оперативному анализу результатов и создает психологический комфорт работающему персоналу. Указанные причины определили выбор абсолютной дисциплины диспетчеризации обслуживания заявок на генерацию и вывод графической информации.

Асинхронность выполнения процессов выдвигает проблему использования общих ресурсов^{/6/}. В данном случае единственными критическими секциями являются подпрограммы пакета HBOOK, не являющиеся чистыми процедурами. Корректность выполнения комплекса программ обеспечивается использованием системных средств ОС ЕС для работы с общими ресурсами^{/7/}.

Основной недостаток указанных средств - возможность блокирования процесса генерации графических данных процессом обработки данных. В предельном случае блокирование производится в течение всего периода времени, необходимого для обработки данных, полученных за отдельный цикл ускорителя. При этом практически реализуется переход на дисциплину обслуживания с относительными приоритетами. Это, естественно, снижает эксплуатационные параметры комплекса программ в целом.

В настоящее время создается пакет программ, функционально тождественный критическим секциям пакета HBOOK. Использование этих программ в математическом обеспечении, реализующем процесс генерации графических данных, позволит ликвидировать существование критических секций. Это облегчит дальнейшее повышение эффективности оперативного обслуживания заявок на генерацию изображений.

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВКИ НА ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Рассмотрим основные этапы обслуживания заявки на представление изображения при работе комплексов программ экспериментальных систем "Диск-2" и СЯО.

Как указывалось выше, запуск алгоритма генерации заявок осуществляется по инициативе экспериментатора с помощью команды оператора DON. Процессор обработки данной команды проверяет ее параметры на семантическую корректность и в случае благоприятного исхода проверки заносит в фиксированное место глобальной информационной зоны заданные значения параметров. Обработка команды завершается выдачей требования генерации изображения для подзадачи подготовки результатов, выводимых на периферийное оборудование. При этом устанавливается условие возможности вывода изображения по критерию времени.

Получив управление, указанная подзадача проверяет допустимость запуска процесса генерации по временному критерию. Невыполнение критерия вызывает передачу управления в начало подзадачи и перевод ее в состояние ожидания новых заявок. В случае получения положительного результата проверки определяется существование хотя бы одного объекта с идентификатором, принадлежащим множеству имен, определенных командой DON. Если такой объект не найден, на экран посылается диагностическое сообщение "DUMMY DISPLAY REQUEST". Идентификация требуемого объекта обуславливает передачу управления диспетчеру генерации изображений.

Функциями диспетчера генерации изображений являются распределение ресурса экрана между одновременно представляемыми объектами, идентификация типа текущего объекта и, в соответствии с установленным типом, - передача управления функциональным модулям генерации графических данных. Последние обеспечивают формирование дисплейного файла для изображения одномерных и двумерных гистограмм, таблиц, текстов и любых других объектов.

В соответствии с возможностями, предоставляемыми пользователю базовым пакетом графических программ, допускается несколько различных алгоритмов взаимодействия процесса генерации графических данных и процесса вывода этих данных на периферию. В рассматриваемых комплексах программ выбран третий алгоритм взаимодействия этих процессов.

Согласно данному алгоритму в случае, если ресурс ОЗУ недостаточен для размещения очередного рекорда изображения, реализуется вызов подпрограммы DAVBND. Подпрограмма генерирует для подзадачи обмена с КАМАК-оборудованием требование передачи на дисплей одного рекорда изображения и переводится в со-

стояние ожидания завершения выполнения требования. На основании этого требования реализуется вывод на экран очередного рекорда графической информации. После завершения вывода генерируется синхронизирующее воздействие для подпрограммы DAVBND, которое выводит ее из состояния ожидания. Подпрограмма возвращает управление базовому пакету программ, освобождающему ресурс ОЗУ, приписанный выведенному рекорду. Цикл обращений к подпрограмме DAVBND повторяется для каждого из существующих рекордов. После этого автоматически возобновляется продолжение выполнения процесса генерации графической информации.

Завершение процесса генерации изображения вызывает выставление соответствующего требования для подзадачи обмена с аппаратурой КАМАК и перевод подзадачи подготовки результатов в состояние ожидания новой заявки на представление изображения. Подзадача обмена с устройствами КАМАК завершает вывод на экран всей находящейся в ОЗУ графической информации. После этого запускается интервальный таймер⁷⁷, обеспечивающий через интервал времени, определенный командой DTIME, запуск подзадачи подготовки результатов для вывода нового изображения.

Другая возможность инициирования указанной подзадачи - ввод команды оператора DON.

Команда DOFF блокирует выполнение процесса генерации заявок на вывод графических данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанное, созданное и описанное математическое обеспечение организации представления графических данных используется в комплексах программ реального времени экспериментальных установок "Диск-2" и СЯО, работающих на пучках синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ. Обсуждаемое математическое обеспечение является унифицированным, т.е. полностью не зависящим от частных особенностей экспериментальных систем. Созданные диалоговые средства позволяют экспериментатору осуществлять гибкое оперативное управление выводом изображений. Применение базового пакета графических программ повышает эффективность использования ресурса ОЗУ и оптимизирует работу комплекса программ реального времени.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить благодарность Э.Штрайту за ряд полезных обсуждений и В.Д.Оплавину за большую помощь при отладке системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н., Мишаков С.Т. Препринт ИПМ АН СССР, №41, 1972.

2. Иванченко И.М. и др. ОИЯИ, 10-81-754, Дубна, 1981.
3. Левчановский Ф.В. и др. ОИЯИ, P11-10579, Дубна, 1977.
4. Груиа А.С.Л.и др. ОИЯИ, P11-10580, Дубна, 1977.
5. Brun R. et al. HBOOK. Users Guide. CERN, DD/77/9, 1977.
6. Шоу А. Логическое проектирование операционных систем. "Мир", М., 1981.
7. Лихачева Г.Н., Медведев В.Д. Операционные системы. "Статистика", М., 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 марта 1982 года.

Сеннер А.Е. 10-82-143
Унифицированное математическое обеспечение ЭВМ ЕС-1040
для организации представления графических данных в комплексах программ
реального времени установок "Диск-2" и СЯО

Рассмотрены унифицированные компоненты в комплексах программ реального времени для организации представления графических данных. Созданные диалоговые средства предоставляют экспериментатору аппарат гибкого оперативного управления выводом изображения на графический дисплей. Обсуждаются проблемы повышения эффективности использования ресурса ОЗУ и проблемы оптимизации работы математического обеспечения реального времени. Приведены алгоритмы организации представления графических данных, реализованные в комплексах программ экспериментальных систем "Диск-2" и СЯО, работающих на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Senner A.E. 10-82-143
Unified Software of EC-1040 Computer for Organization
of Graphic Data Representation for Software of Real Time Systems
of "Disc-2" and "SJO" Installations

Unified components of real time systems for graphic data representation are considered. The developed dialogue means enable the experimenter to control flexibly for image display. The problems of increasing the efficiency of using core resource and organization of real time software are discussed. Graphic data organization algorithms used in software of "Disc-2" and SJO experimental systems are described.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.