

управляет мини-ЭВМ, однако в наиболее ответственных моментах обработки при возможных ошибках системы из-за резкого изменения качества изображения в программах предусмотрены остановки. При остановках результаты осмотра фрагмента высвечиваются на регистрах индикации ЭВМ, и один из возможных вариантов дальнейшей обработки задает оператор с пульта. Наблюдения оператора за общим ходом выполнения измерений по экрану визуального контроля исключают грубые промахи.

Основной эффект применения автоматизированной системы обмера фотоизображений - увеличение скорости и точности обмера в 2-10 раз по сравнению с обмером на универсальном измерительном микроскопе типа УИМ-23, УИМ-24. Скорость и точность обмера в значительной степени определяются качеством обмеряемых изображений.

Система автоматизированного обмера фотоизображений может быть использована также при обработке картин оптического спектрального анализа при обработке результатов кинотеодолитного слежения за летательными аппаратами и т.п.

Л и т е р а т у р а

1. Г р и ш и н М.П. Автоматическая обработка фотографических изображений с применением ЭВМ. Минск, 1976, с. 232.
2. Н е с т е р и х и н Ю.Е., П у ш н о й Б.М. О системе автоматической обработки изображений. Автометрия, 1977, № 3, с. 6-12.

А.Н. Г и н з б у р г

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАГИСТРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

(Н о в о с и б и р с к)

В ИАиЭ СО АН СССР разработан и успешно эксплуатируется в течение ряда лет многоцелевой магистральный комплекс автоматизации научных исследований (АНИ), базирующийся на унифицированной магистральной системе обмена (УМСО) [1], [2] и включающий: вычисли-

тельный центр, использующий ЭВМ средней производительности (М-4030, ЕС-1020); графические терминалы на базе разработанных в Институте специализированных внешних устройств (дисплей ДЕЛЬТА, графопостроитель ВЕКТОР, устройств микрофильмирования КАРАТ, графопостроитель - кодировщик ПЛАНШЕТ, прецизионный фотографический автомат ЗЕНИТ); ряд лабораторных подсистем автоматизации экспериментов, выполненных в стандарте САМАС и управляемых мини-ЭВМ (М-6000, М-400, "Электроника-100И").

Состав и системная организация технических средств определяют специфику программного обеспечения магистрального комплекса АНИ, которое условно может быть разделено на следующие основные части:

инструментальные средства (кросс-трансляторы, диалоговые системы программирования, символьные редакторы, трансляторы с машинно-ориентированных языков системного программирования);

системное и сервисное программное обеспечение (коммуникационные программы УМСО, графические комплексы, средства графического диалога, вспомогательные средства программирования для САМАС);

программное обеспечение для решения прикладных задач и систем автоматизации конкретных экспериментов, выполненных в стандарте САМАС.

Ниже приведены краткие описания компонентов программного обеспечения, разработанного и апробированного в ИАИЭ СО АН СССР.

Инструментальные средства программирования.

Диалоговая система программирования АСТРА [3] предназначена для составления, редактирования, компиляции и исполнения абсолютных программ на минимальном комплексе оборудования ЭВМ М-6000. Входным языком является язык ассемблера, а работа оператора напоминает работу с системой *BASIC*.

Текстовые редакторы на базе алфавитно-цифрового дисплея ВИДЕОТОН-340 предназначены для редактирования в режиме диалога символьных файлов, хранящихся во внешней памяти (НМД, НМЛ). Наряду с функциональными возможностями клавиатуры ВИДЕОТОНА программно реализованы различные режимы табуляции и возможности ведения архивов текстов. Версии редактора реализованы на ЭВМ М-6000, М-4030, ЕС [4].

Кросс-ассемблеры для ЭВМ семейства "Электроника-100" [5],[6]

предназначены для трансляции программ, написанных на языках *PAL-11* и *MACRO-8*. В результате работы ассемблер генерирует объектный модуль для исполнения на ЭВМ "Электроника-100". Транслятор также дает возможность получения листинга программы и таблицы меток. Версии кросс-ассемблера реализованы на ЭВМ М-6000 и М-4030. Кроме того, на ЭВМ М-4030 реализован кросс-ассемблер для ЭВМ семейства М-400, имеющий аналогичное назначение и возможности.

Транслятор с машинно-ориентированного языка системного программирования *PL-360* [7] предназначен для написания системных программ и является мощным инструментом наращивания программного обеспечения. Язык *PL-360* - это язык с блочной структурой, в котором совмещены высокоуровневые конструкции типа циклов, условных переходов, операторов присвоения с инструкциями языка ассемблера. Транслятор - однопроходный оптимизирующий процессор - реализован на ЭВМ М-4030.

Системное и сервисное программное обеспечение

Специфика коммуникационных программ [8] определяется тем обстоятельством, что со стороны ЭВМ - абонента УМСО система обмена представляется коммутатором, подключающим к ее каналу ввода-вывода совокупность разнородных объектов: активных и пассивных устройств, других ЭВМ и т.п.

Способ программирования ввода-вывода в УМСО зависит от класса решаемых прикладных задач и режимов работы ЭВМ - абонента системы.

При программировании для режима пакетной обработки в прикладных программах, выполняющих обработку данных, планируется весь обмен, реализуемый развитой системой ввода-вывода. Прикладная программа обращается к любой коммуникационной с помощью оператора типа фортрановского *CALL*. Такой подход вполне удовлетворителен для системы с малым количеством интеллектуальных терминалов и закрывает большинство проблем, связанных с обменом данными с пассивными устройствами ввода-вывода. При некоторых ограничениях на характер взаимодействия прикладной программы и последователем этот подход оправдан и для задач, решаемых с применением графических дисплеев, обладающих интерактивными возможностями.

Комплекс алгоритмов графики для опытно-конструкторских ра

лот (КАГОР) базируется на матобеспечении графопостроителей и устройств микрофильмирования [9], [10], разработанном в ИАиЭ и предназначен для использования в типовой магистральной системе АНИ. В состав КАГОРа входят: ядро, архив и приборные процедуры, в которых отражены особенности реализации устройств. Такое подразделение связано с ориентацией на присутствие в системе графических устройств, различающихся наборами функций, реализуемых аппаратно. Ядро объединяет процедуры, которые могут быть исполнены любым ("самым бедным") устройством. Это обеспечивает универсальность графических программ, написанных на языке ядра, т.е. их независимость от вида устройства. Кроме того, открывается возможность создания универсального архива изображений: "закодированных" на языке ядра картин, которые могут воспроизводиться на любом устройстве отображения.

Так как УМСО и коммуникационные программы дают возможность объединения дисплея ДЕЛЬТА с любой ЭВМ (ЕС ЭВМ, М-4030, М-6000) - абонентом комплекса, то целесообразно рассмотреть программное обеспечение диалоговой системы "ДЕЛЬТА - ведущая ЭВМ (центральный вычислитель)". Предлагаемое программное обеспечение [11], [12] независимо от типа ведущей ЭВМ и не накладывает принципиальных ограничений на класс доступных для решения задач.

Наличие в системе двух ЭВМ привело к тому, что программное обеспечение подразделяется на две части.

В ЭВМ "Электроника-100" размещаются автономный диспетчер терминала (АДТ) и массив индикации. АДТ обеспечивает: обработку прерываний от ВУ, экранного пульта и центрального блока, а также их параллельную работу; связь с ведущей ЭВМ; обслуживание светового нора в режиме указания и трассировки; ввод информации с буквенно-цифровой и функциональной клавиатур; обслуживание диалога "оператор-ЭВМ" (формирование массива сообщений оператора (МСО) и его редактирование).

В состав программного обеспечения ведущей ЭВМ входят: программы для организации связи ведущей ЭВМ с дисплейным процессором, программы-генераторы графической информации (точек, векторов, текстов, маркеров и т.п.); программы расшифровки и интерпретации МСО; программы для манипуляций с фрагментами изображений (масштабирование, мультиплицирование, удаление, перемещение, зеркальное отображение, поворот, вырезание окна и т.п.).

Средства программирования для САМАС включают в себя две системы, реализованные на ЭВМ "Электроника -1001": простой интерактивный язык для САМАС *SICL* [13] (язык типа *BASIC*, удобный для использования инженерами, отлаживающими оборудование САМАС); язык *CAMIN*, позволяющий программисту рассматривать контроллер и управляющую ЭВМ как единое целое и предназначенный для реализации конкретных алгоритмов управления системами САМАС.

На базе перечисленных выше разработок создано программное обеспечение для решения ряда прикладных задач.

Разработано программное обеспечение следующих систем автоматизации экспериментов, выполненных в стандарте САМАС [14]: системы регистрации быстротекающих процессов при исследованиях электрического взрыва проводников; двух систем сбора и накопления данных в биофизическом эксперименте „*COULTER*” и „*DOPPLER*” шестикрейтовой системы сбора данных на объектах, характеризующихся большим количеством каналов (до 1000) и миллисекундным диапазоном времен переходных процессов.

Реализована система автоматизированного проектирования и подготовки производства печатных плат САМАС, включающая в себя следующие части: программы трассировки; программы корректировки печатных плат на графическом дисплее [15]; программы вывода чертежей плат на графические устройства; программы подготовки перфокар для управления станками с ЧПУ.

Л и т е р а т у р а

1. Н е с т е р и х и н Ю.Е., Г и н з б у р г А.Н. и др. Организация систем автоматизации научных исследований. Автометрия, 1974, № 4.
2. З о л о т у х и н Ю.Н., Л и в ш и ц Э.А. Унифицированная магистральная система обмена. - В сб: Автоматизация экспериментов. ИАиЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1976.
3. Б р е д и х и н С.В., Г и н з б у р г А.Н., П е с л я к П.М. Диалоговая система программирования для мини-машины. Управляющие системы и машины. 1974, № 1.
4. З и н г е р Б.Х. Символьный редактор для ЕС ЭВМ. Автометрия, 1977, № 4.

5. Бредихин С.В., Талныкин Э.А. Кросс-ассемблер для вычислительных машин класса "Электроника-100". Препринт ИАиЭ СО АН СССР, 1976, № 43.
6. Родионов Ю.И. Кросс-ассемблер с языка *MACRO-8*, реализованный на ЭВМ М-4030. - В сб: Система автоматизации научных исследований. ИАиЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1976.
7. Каганский И.М., Талныкин Э.А. Язык системного программирования, ориентированный на архитектуру ЕС ЭВМ. Материалы Всесоюзной конференции "Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ", Новосибирск, 1977.
8. Бредихин С.В., Гинзбург А.Н. и др. Программирование средств связи и управления вводом выводом в унифицированной магистральной системе обмена (УМСО) В сб.: Автоматизация эксперимента. ИАиЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1976.
9. Гинзбург А.Н., Логинов А.В., Плясов В.М. Программное обеспечение системы графического вывода. Автометрия, 1973, № 2.
10. Гинзбург А.Н., Зингер Б.Х. и др. Программирование графического вывода в системах автоматизации научных исследований. Материалы Всесоюзной конференции "Автоматизации научных исследований на основе применения ЭВМ". Новосибирск, 1977.
11. Гинзбург А.Н., Родионов Ю.И. Программное обеспечение графической системы "дисплей ДЕЛЬТА - ЭВМ Минск-32". Автометрия, 1974, № 4.
12. Гинзбург А.Н., Родионов Ю.И. Автономный диспетчер графического терминала ДЕЛЬТА. Автометрия, 1974, № 4.
13. Бредихин С.В., Песляк П.М. Простая система программирования для САМАС. Автометрия, 1976, № 1.
14. Бредихин С.В., Мелешихин В.А. и др. Программное обеспечение системы сбора и накопления данных в биофизическом эксперименте „*COULTER*“ В сб.: Автоматизация эксперимента. ИАиЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1976.

15. Гинзбург А.Н., Родионов Ю.И. Система графического редактирования печатных плат. В сб.: Системы автоматизации научных исследований. ИАиЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1976.

С.М. Д у б и н а

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СИНТЕЗА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ
(К у й б ы ш е в)

Формализованное описание проблемы автоматизации проектировочных расчетов, данное в работе [1], позволило поставить задачу автоматического поиска минимального набора зависимостей, необходимых для вычисления значений некоторого множества параметров по значениям другого множества параметров [2]. Решение этой так называемой задачи планировщика является одной из основных проблем при создании автоматизированных систем проектирования.

1. Пусть F множество зависимостей "с одним выходом", описывающих технический объект (формулы, алгоритмы, таблицы), а A - множество входящих в эти зависимости параметров. Будем считать, что все зависимости из F независимы между собой и непротиворечивы в том смысле, что для определения значений любого множества X параметров из F необходимо и достаточно получение системы K зависимостей из F , содержащих K неизвестных параметров, среди которых содержатся параметры X . Назовем такую систему замкнутой (ЗС). Взаимосвязь F и A удобно представить в виде двудольного графа $G(F, A)$, одно из множеств вершин которого соответствует F , а другое - A . Если $f \in F$ содержит $x \in A$, то ребро графа соединяет соответствующие вершины. Паросочетанием графа называется подмножество его ребер, не смежных друг с другом [3].

Алгоритм поиска минимальной ЗС, определяющей значения параметров из X , с использованием графа $G(F, A)$ состоит в следующем:

1) из $G(F, A)$ удаляются соответствующие заданным параметрам вершины вместе с инцидентными им ребрами;