

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МАССИВОВ В АСУ

В. З. ЯМПОЛЬСКИЙ, И. Л. ЧУДИНОВ

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры автоматизированных систем управления и лаборатории управления)

Любой процесс управления можно охарактеризовать как систему целенаправленных действий, основными компонентами которой является планирование некоторых операций и контроль за их проведением. И планирование операций, и контроль за ними обычно сопровождаются сбором, передачей, накоплением и обработкой массивов информации. Чем сложнее система управления, тем сильнее информационные связи между ее элементами, тем больший объем информации необходимо обработать для принятия решения.

Известно, что применение электронных вычислительных машин позволяет хранить большие массивы информации в компактном виде и производить их обработку с большой скоростью. Однако нерациональная организация процесса сбора, хранения и обработки информации может свести на нет возможности ЭВМ. Особенно велико значение оптимальной организации массивов информации в автоматизированной системе управления (АСУ). Для большинства задач АСУ характерна логическая переработка массивов информации, сводящаяся к выборке необходимых данных из массива, выполнению над ними простейших операций, записи полученной информации в новые массивы, выводу информации из ЭВМ.

Перестройка массивов или, как обычно говорят, обработка массивов оказывает большое, часто преобладающее влияние на затраты машинного времени, а следовательно, и на стоимость функционирования АСУ.

Академик В. М. Глушков [1] определил информационную систему как ядро автоматизированной системы управления и сформулировал основную системо-техническую задачу проектирования АСУ как задачу оптимального формирования информационных массивов, их рациональной обработки и комплексного использования. Эффективность организации информации во многом определяется выбором такой структуры информационного массива, которая позволяет хранить информацию в памяти машины в таком виде, чтобы эти данные занимали минимум места в запоминающем устройстве и в то же время могли бы обрабатываться за возможно меньшее время. Эти два противоречивых условия заставляют находить компромиссное решение в выборе информационно-поискового языка. В [2] дается сравнительный анализ типов информационно-поисковых языков с использованием таких качественных характеристик, как семантическая сила, многозначность, компактность, стоимость. Однако отсутствие количественной основы анализа не позволяет осуще-

ствить строго обоснованный выбор структуры конкретного информационного массива.

Другой важной задачей организации информации в АСУ является задача распределения данных (формирования массивов). С целью экономии памяти вычислительной машины выгодно иметь единый информационный массив системы, а для конкретных задач формировать массивы программным путем. С другой стороны, наличие многих массивов, описывающих отдельные объекты с различных сторон, ведет к уменьшению времени поиска и обработки массивов. Более того, время поиска и обработки, а также надежность технического оборудования запоминающих устройств может потребовать дублирования некоторых массивов информации в ущерб экономии памяти вычислителя и времени на внесение изменений в такие массивы. Следовательно, задача формирования массивов является оптимизационной и в терминах математического программирования она может быть поставлена в соответствии со следующей целевой функцией: минимизировать суммарное время обработки массивов при наличии ограничений на параметры запоминающих устройств вычислителя (объем, надежность, быстродействие, стоимость и т. д.) и массивов (объем, частота обращения, время сортировки и т. д.). Из работ, посвященных данной проблеме, следует отметить [1, 3, 4, 5]. В [1] приводится методика определения необходимого числа дублей. В качестве критериев оценки принимается время ожидания результата при выполнении обращения к массиву и стоимость выполнения обращения. Выводятся функциональные зависимости значения указанных критериев от количества дублей массивов и их упорядоченности, из которых определяются значения оптимального количества дублей $n_{\leq L}$ и n причем n_V определяет минимальное значение эксплуатационной стоимости, а n_T — минимальное время ожидания результата. Наиболее целесообразное количество дублей n_0 выбирается из условия $n_V < n_0 < n_T$. Вероятно, данный метод может быть улучшен, если оба локальных критерия: эксплуатационная стоимость и время ожидания результата свести тем или иным образом в некоторый обобщенный критерий. Попытка разрешить противоречие между бытующими крайними точками зрения:

а) единый массив для всех задач,

и

б) индивидуальные массивы для каждой задачи, приведена в [3, 4]. Предлагается достичь этого путем объединения некоторых массивов, имеющих общие признаки, в один массив, при условии, что время на обработку объединенного массива меньше суммарного времени обработки составляющих его массивов по всему комплексу задач. Следует отметить, что если число массивов, имеющих общие признаки, велико, а общие признаки между различными комбинациями массивов отличаются по составу, то для определения оптимального варианта объединения массивов потребуется применение комбинаторных методов, например, метода ветвей и границ.

Другим направлением в разработке методов формирования массивов информации является подход, предлагаемый в [5]. Здесь рассматривается задача формирования первичного набора информационных массивов $G_{\text{пр}}$, который позволяет получить требуемый для решения задач вторичный набор G -вых массивов за минимальное время, причем первичный набор находится в памяти с последовательной схемой выборки, а объем этой памяти ограничен в том смысле, что вторичный набор в памяти не уместится. Решение задачи сводится к задаче «раскраски вершин графа».

Выше затрагивался вопрос о формировании массивов информации для автоматизированной системы управления. Но производительность работы вычислителя АСУ в значительной степени зависит от размещения массивов информации в памяти системы. Набор носителей информации, входящих в состав технических средств АСУ, обычно содержит различные типы запоминающих устройств (ЗУ) с различным быстродействием, объемом, надежностью, стоимостью и т. д. В свою очередь информационные массивы также имеют различные характеристики: частоту использования, объем, тип упорядоченности, отношения к задачам и т. д. причем некоторые из них могут быть вычислены лишь с помощью вероятностей (например, вероятность обращения).

Эффективная организация размещения информации должна обеспечивать минимум времени работы с внешним ЗУ и минимумом стоимости эксплуатации всех запоминающих устройств системы с учетом характеристик информационных массивов и носителей информации. Так, в [6] минимизируется время обращения к массивам информации при работе комплекса программ в фиксированном интервале времени, причем время обращения является функцией быстродействия запоминающих устройств и частоты использования массивов. Задача сводится к последовательному решению одномерных «задач о ранце» (отдельно для каждого ЗУ). Приводится графический метод приближенного решения задачи, при котором вначале заполняется запоминающее устройство с более высоким быстродействием массивами с большей вероятностью (частотой) обращения и меньшим объемом. Заметим, что при минимизации времени обращения к массивам полезно учесть также время на обработку массивов, которое зависит от типа ЗУ, и ограничение на требуемое время получения результатов по всему комплексу задач. Кроме того, задачу желательно решить для всех ЗУ в комплексе.

Не менее важной с точки зрения эффективности вычислительного процесса является задача оптимального размещения информационных массивов в пределах однотипной памяти: распределение массивов между ЗУ одного типа [7, 8] и размещение массивов на отдельном носителе [9—15]. В опубликованных работах, как правило, задача состоит в нахождении такого порядка размещения массивов на магнитной ленте, при котором математическое ожидание времени обращения к произвольному массиву минимально, при различных режимах работы считывающего устройства. При этом рассматриваются следующие режимы: с предварительным подводом ленты в исходное состояние (чаще всего центр ленты) [10, 12, 15], без возврата в исходное состояние [9, 13], смешанный режим. В [11] рассматриваются вопросы построения критерия, определяющего целесообразность применения того или иного режима. Следует отметить, что большинство алгоритмов дают приближенное решение. Основная идея этих алгоритмов состоит в упорядочении массивов по вероятности обращения к массивам (P_i) либо по отношению вероятности обращения к длине массива (P_i/L_i), где i — текущий индекс массива. Общее препятствие, которое приходится здесь преодолеть, — катастрофический рост числа вариантов с увеличением числа массивов. Представляется плодотворным использование для этих целей алгоритмов, основанных на идеях метода «ветвей и границ».

Выше были приведены работы, в которых рассматриваются задачи размещения информационных массивов с известными вероятностями обращения. Аналогичная задача возникает, если известен порядок обращения к массивам, но к одним и тем же массивам обращения производится многократно.

Таким образом, организация информационных массивов подразумевает определение содержания информации, распределение данных между массивами, выбор структуры массивов, размещение массивов в памяти машины. На выбор решения по каждому из этих вопросов влияет множество взаимосвязанных факторов: физические характеристики запоминающих устройств, характеристики массивов, логика использования массивов, надежность системы и т. д. Следует отметить, что на стадии разработки новой системы не всегда имеется возможность располагать всеми необходимыми данными по большинству характеристик. Все это заставляет искать новые и совершенствовать имеющиеся подходы к решению задач организации массивов информации в автоматизированной системе управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Глушков, В. П. Гладун, Л. С. Лозинский, С. Б. Погребинский. Обработка информационных массивов в автоматизированных системах управления, Киев, «Наукова думка», 1970.
2. Ч. Мидоу. Анализ информационно-поисковых систем. М., «Мир», 1970.
3. Л. С. Лозинский. К вопросу о формировании информационных массивов в автоматизированной системе управления. «Кибернетика», Киев, 1970, № 6.
4. Л. С. Лозинский. Формирование информационных массивов. Сб.: «1-я научно-техническая конференция спец. констр. бюро мат. машин и систем». Киев, 1970.
5. В. Б. Соколов. Некоторые способы уменьшения времени решения задач в автоматизированной системе управления. «Всесоюзное совещание по проблемам управления. Москва, 1971, г.». Рефераты докладов, часть I. «Наука», 1971.
6. В. А. Ниесов. Оптимальное распределение машинной памяти различных уровней быстродействия. Сб.: «Математическое обеспечение и эффективная организация вычислительного процесса». ИК АН УССР, вып. 2, 1968.
7. В. Н. Бурков, В. Б. Соколов. Оптимальное размещение информационных массивов в памяти на магнитных лентах для случая двунаправленного поиска. «Автоматика и телемеханика», М., 1969, № 4.
8. Б. Б. Тимофеев, В. А. Литвинов. К вопросу об организации размещения информации в памяти на магнитных лентах. «Кибернетика», Киев, 1969, № 4.
9. В. А. Ниесов. Задачи рационального расположения массивов информации на магнитной ленте. «Кибернетика», 1968, № 4.
10. В. А. Литвинов. Алгоритм оптимизации размещения массивов информации на магнитной ленте. «Кибернетика», Киев, 1970, № 4.
11. В. А. Литвинов. О выборе режимов поиска массивов информации на магнитной ленте. «Кибернетика», Киев, 1970, № 5.
12. В. А. Литвинов. Об одном режиме поиска информации на магнитной ленте. Сб.: «Технические средства систем обработки данных», вып. 3. ИК АН УССР, Киев, 1969.
13. В. А. Литвинов, Ю. С. Филимонов. Некоторые вопросы оптимального размещения информации на магнитных лентах. Сб.: «Технические средства систем обработки данных», ИК АН УССР, Киев, 1967.
14. В. Н. Бурков, М. И. Рубинштейн, В. Б. Соколов. Некоторые задачи оптимального размещения информации в памяти большого объема. «Автоматика и телемеханика», М., 1969, № 9.
15. С. С. Вениаминов, Г. А. Соколов. Оптимальное размещение информации на магнитной ленте с предварительной установкой ленты. «Кибернетика», Киев, 1971, № 1.