

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ
ЭЛЕМЕНТАРНЫМИ МАШИНАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Н.М. Сотский

Наиболее реальным путем достижения высокой производительности электронных вычислительных машин (ЭВМ), является переход к вычислительной системе (ВС), состоящей из большого числа элементарных машин (ЭМ) [1].

В настоящей статье обсуждается вопрос обмена информацией между ЭМ в вычислительной системе.

Предлагается при каждой ЭМ иметь узел связи (УС), который непосредственно соединен с $2n$ машинами, соседними с данной в n -мерной системе координат.

§ I. Возможная организация непосредственных
связей между элементарными машинами

Будем исходить из предположения, что ЭМ должны быть соединены двухсторонними каналами связи. Если предположить, что каждая из ЭМ соединена каналами связи со всеми остальными ЭМ, то общее число каналов связи будет равно:

$$M = \frac{N(N-1)}{2}, \quad (I)$$

где N - общее число ЭМ.

Нетрудно видеть, что каждую ЭМ со всеми остальными можно связать только тогда, когда количество их относительно невелико. Если число ЭМ измеряется сотнями или тысячами, то такую связь реализовать чрезвычайно трудно. В этом случае аппаратура связи может превзойти по сложности ВС. Из сказанного следует, что при больших количествах ЭМ необходимо ограничить число элементарных машин, непосредственно соединенных с данной ЭМ каналами связи. При этом необходимо сохранить возможность передачи сообщений между двумя любыми ЭМ, в том числе и между не имеющими непосредственной связи.

В последнем случае сообщение идет последовательно по нескольким каналам и проходит транзитом через одну или несколько ЭМ. Для этого каждая из ЭМ должна иметь свой местный узел связи (УС). Будем предполагать, что любой УС может в данный момент времени вести прием сообщения только с одного направления и передачу только в одном направлении.

Система связи может быть организована следующим образом. Каждой из ЭМ присваивается адрес с помощью следующей системы адресации. Каждой ЭМ ставится в соответствие точка в n -мерном пространстве. Положение каждой из точек будет определяться координатами x_i ; $i = 1, 2, \dots, n$. x_i принимает значения $0, 1, 2, \dots, m-1$; адрес ЭМ, таким образом, будет являться n -мерным вектором (x_1, x_2, \dots, x_n) .

Будем полагать, что каждая ЭМ непосредственно соединена с $2n$ ЭМ, соседними с данной в n -мерной системе координат. Следовательно, ЭМ с адресом $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ соединена с ЭМ, имеющими адреса:

$$\begin{array}{ll}
 (x_1+1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) & (x_1-1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) \\
 (x_1, x_2+1, \dots, x_i, \dots, x_n) & (x_1, x_2-1, \dots, x_i, \dots, x_n) \\
 \dots & \dots \\
 (x_1, x_2, \dots, x_{i+1}, \dots, x_n) & (x_1, x_2, \dots, x_{i-1}, \dots, x_n) \\
 \dots & \dots \\
 (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_{n+1}) & (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_{n-1})
 \end{array}$$

Считается, что ЭМ, расположенные на границах n -мерной области, имеют меньшее число каналов связи. Количество ЭМ через n и m вычисляется по формуле

$$M = m^n, \quad (2)$$

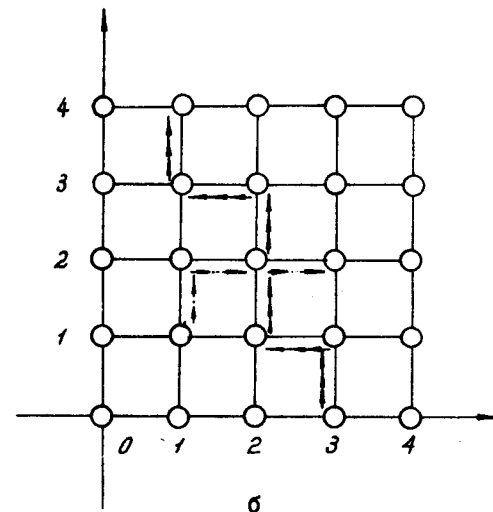
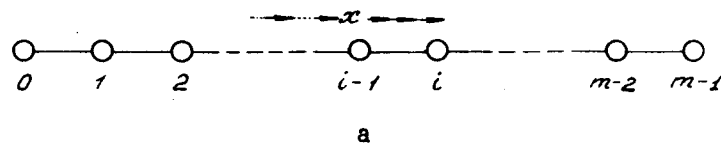


Рис. 1. Примеры образования "пробок" и "заторов" при передаче информации:

а - одномерная адресация (от $i-1$ -го узла связи передается массив информации на i -й узел (обозначено $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$), при этом занимает надолго канал связи и становится невозможной передача сообщений от узлов, расположенных слева от $i-1$ -го, к узлам, расположенным справа (обозначено $\dashrightarrow \dashrightarrow \dashrightarrow x$), а также в обратном направлении);

б - двумерная адресация (передача массива информации идет от узла 3,0 к узлу 1,4, занимая надолго каналы связи (обозначено $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$); при этом невозможна передача сообщений от узлов, расположенных слева от маршрута передачи информации, к узлам, расположенным справа от него (обозначено $\dashrightarrow \dashrightarrow \dashrightarrow$), а также в обратном направлении).

а число каналов связи равно

$$N = n(m-1)m^{n-1}. \quad (3)$$

Среднее число каналов связи, приходящееся на одну ЭМ равно

$$\frac{N}{M} = n \left(1 - \frac{1}{m}\right). \quad (4)$$

Значения $n = 1; 2$ (одномерная и двумерная адресация) следует отвергнуть, так как в этих случаях могут создаваться "пробки" и "заторы" в узлах связи при передаче больших массивов информации, замедляющие работу ВС (рис.1). Поэтому нужно исследовать системы адресации с $n = 3$ и более.

§ 2. Структура сообщений и организация обмена информацией

При обмене информацией между ЭМ будем считать, что сообщение содержит адрес, текст сообщения и обратный адрес - адрес ЭМ, из которой поступило сообщение.

Как прямой, так и обратный адреса должны содержать помимо того определенное количество признаков. К числу признаков могут быть отнесены: срочность сообщения, характер адреса, вид сообщения, объем информации и т.п.

Большой интерес представляет также ассоциативный способ задания адресов. Ассоциативное задание адреса позволяет направлять сообщение адресату и получать ответные сообщения без точного указания адреса, а также направлять сообщение целой группе адресатов. Ассоциативный способ указания адреса может оказаться полезным при исследовании вопросов самоорганизации и самообучения с помощью ВС.

Ассоциативное указание адреса может содержать предписание ЭМ о необходимости выполнения действия по некоторой программе над содержимым сообщения и содержимым памяти ЭМ, а также некоторое логическое условие, с помощью которого можно проверить, что сообщение адресовано данной ЭМ.

Узел связи ЭМ (возможная структура УС представлена на рис. 2) состоит из устройства анализа адреса с буферным накопителем и коммутирующих устройств, обеспечивающих выбор направления передачи и приема сообщений. Анализ адреса может выполняться и самой ЭМ.

При поступлении сообщения в УС в первую очередь анализируется признак срочности. Далее анализируется признак характера адреса (ассоциативный или координатный).

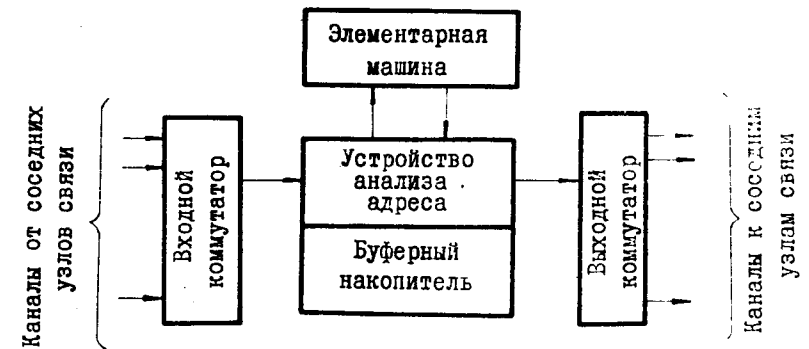


Рис. 2. Схема узла связи при ЭМ.

При координатном задании адреса анализ идет по следующему алгоритму: определяется, насколько адрес сообщения отличается от адреса данной ЭМ. Если адреса совпадают, то сообщение направляется в ЭМ; если нет, то, в зависимости от разности адресов данной ЭМ и сообщения, определяется направление передачи сообщения. Если отличия есть только в одной координате, то выбор направления делается однозначно. Если отличия имеют место более чем в одной координате, то сообщения можно передавать в нескольких направлениях, ведущих к адресату.

При ассоциативном способе задания адреса анализируются признаки, определяющие адресат. Если оказывается, что адресатом является данная ЭМ, то сообщение передается ей; если нет, то сообщение передается далее по одному или нескольким направлениям, оговоренным специальным условием в информации о характере ассоциативного адреса. При этом недопустима одновременная посылка сообщения в противоположных направлениях, так как в этом случае сообщение может блуждать очень долго по узлам связи. При указанном ограничении сообщение дойдет до граничных ЭМ, пройдя через заданную группу узлов связи, и обратно не вернется. Это ограничение не имеет места только для УС - отправителя сообщения.

Предполагается, что любой узел связи, получивший предназначенное для него сообщение, должен отправить по обратному адресу подтверждение о его получении с указанием своего адреса.

В предлагаемой схеме обмена информацией в ВС необходимо предусмотреть реализацию некоторых принципов самоорганизации и самообучения, что позволит:

1) при повторной посылке сообщения тому же адресату сократить количество направлений отправки, в которых сообщения передаются;

2) избирать пути передачи повторных сообщений, проходящие через менее загруженные линии связи; минимизировать время передачи сообщений;

3) выбирать наиболее ценные и краткие способы для ассоциативного задания адреса, поддающиеся наиболее простому анализу;

4) в случае поломки одной из ЭМ подключать для выполнения той же функции незанятую в данный момент ЭМ.

Предложенная идея организации обмена информацией между ЭМ ни в коей мере не является достаточно разработанной. По нашему мнению, при дальнейшей разработке следует моделировать различные конкретные решения на универсальных ЭВМ, что даст возможность производить более точную оценку различных вариантов и выбирать в конкретных случаях наиболее приемлемые.

Л и т е р а т у р а

И. Евреинов Э.В., Косарев Ю.Г. О возможности построения вычислительных систем высокой производительности. Новосибирск, Издательство СО АН СССР, 1962.