

УДК 681.3.012

ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СУММА

Л.А. Селухина

Рассматриваются временные характеристики пакетной передачи данных в однородной вычислительной системе СУММА [1,2].

Учитывая относительную неопределенность многих вопросов управления, распараллеливания задач и т.п., действительные возможности и ограничения параллельной архитектуры вычислительных систем можно понять лишь после рассмотрения функционирования реальной системы. Для того чтобы осветить некоторые важные аспекты разработки реальной системы, рассматривается однородная вычислительная система СУММА. Однородная вычислительная система представляет собой совокупность одинаковых ЭВМ - элементарных машин (ЭМ) (для СУММЫ это мини-ЭВМ "Электроника-100", дополненная системным устройством), функциональное взаимодействие между которыми осуществляется через регулярную программно-настраиваемую сеть связи. В системе СУММА сеть связи рассматривается как сеть с коммутацией пакетов. Адресация машин системы на сети связи произвольная. Осуществление передачи сообщений между машинами системы реализуется автоматически сетью связи. При функционировании системы любая машина может быть в один момент времени управляющей, а в другой управляемой, но в каждый момент времени только одна управляющая. Функции управления распределены между машинами, в каждой ЭМ находится резидентная часть операционной системы.

Сообщения, подлежащие к передаче через сеть связи, при обслуживании преобразуются операционной системой в пакет определенного формата [2]. Для осуществления корректного обмена между машинами системы заранее устанавливается максимальная длина пакета, равная 256 словам. Сообщения, длина которых больше установленной длины, передаются в виде нескольких пакетов.

Передача пакета в сеть связи организуется программно и базируется на двух идеях: 1) нумерация пакетов сообщения, так что управляемая ЭМ может просигнализировать управляющей ЭМ, был ли данный безошибочный пакет принят ранее; 2) подтверждение управляемой ЭМ каждого принятия пакета. Операционная система управляемой ЭМ посылает ответный сигнальный пакет "готов" (подтверждение), когда входной пакет принят правильно и отработана соответствующая функция взаимодействия (системная операция), заданная в пакете; и сигнальный пакет "переспрос" (отрицательное подтверждение), когда входной пакет принят с ошибками. Функция взаимодействия между процессами, протекающими в разных ЭМ системы определяется:

а) над данными взаимодействующих процессов путем реализации операции чтения (READ) информации из определенной области памяти указанных ЭМ-абонентов в память управляющей ЭМ, либо путем реализации операции записи (WRITE) информации управляющей ЭМ в определенную область памяти ЭМ-абонентов;

б) над состоянием взаимодействующих процессов путем реализации операции извещения (POST) о завершении процессором определенного события;

в) по управлению процессов путем реализации операции запуска (START) процессов в указанных ЭМ-абонентах с определенного состояния.

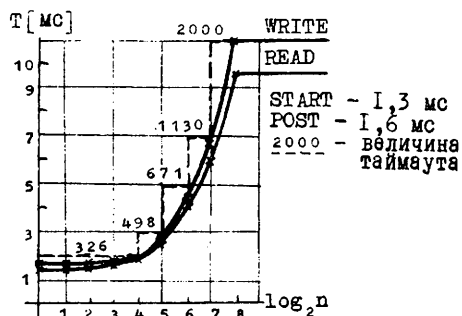


Рис. I

На рис. I приведены зависимости времени передачи пакета для функций взаимодействия READ и WRITE в зависимости от длины передаваемого пакета n и значения времени обработки функций POST и START. Кривые построены на результатах измерения времени (при взаимодействиях любых управляющей и управляемой ЭМ в системе), требующего

на обработку заданной функции по взаимодействию. Для управляемой ЭМ это время складывается из времени контроля приемного пакета, времени обработки заданной функции и времени формирования и передачи ответного пакета.

Заложенный в операционной системе режим передачи данных обеспечивает высокую надежность передачи сообщений при условии обнаружения ошибок. Необнаруженные ошибки могут привести к некоторым затруднениям, например, при выходе из строя управляемой ЭМ. Если предполагать полную потерю пакета в сети связи, то система может заиклиться, т.е. работа системы приостановится, если операционная система управляющей ЭМ ожидает ответа на переданный пакет, между тем как ответный пакет потерян. Такая форма заикливания снимается введением в управляющей ЭМ таймаута, длительность которого зависит от длины пакета и от типа функции взаимодействия, задаваемой в пакете. Таймаут вводится управляющей машиной непосредственно после окончания передачи пакета в сеть. Поступивший сигнальный пакет, который может прийти в управляющую машину только раньше окончания таймаута, сбрасывает часы таймаута. Величина таймаута выбиралась максимальной константой, равной 36,6 мс. Используя полученные зависимости на рис. I, можно величину таймаута выбирать соответственно длине пересылаемого пакета, например, разбив диапазон изменения длины пакета на интервалы и взяв среднее значение в интервале, как показано на рисунке. Это сократит "накладные" расходы при отсутствии взаимодействия со стороны вызываемой ЭМ в системе, так как длительность таймаута для полного пакета, полученная при измерении, равна 12,5 мс, т.е. почти в три раза меньше выбранной ранее. При передаче неполных пакетов, а тем более пакетов по синхронизации и управлению, длительность таймаута должна быть еще меньшей, сокращая тем самым большие "накладные" расходы.

Представляет интерес сравнение временных характеристик доступа к данным, полученных в результате измерения в системе СУММА, с существующими в многопроцессорных системах. Наиболее характерные организации структур с большим числом процессоров - это сети ЭВМ, мультипроцессорные системы (например, система См*), однопроцессорные вычислительные системы (например, система СУММА) и другие, в которых возможна высокая степень параллелизма обработки информации. Эти системы можно различать по одной характеристике - степени связи между процессорами в системе. Это понятие можно определить как минимальное время доступа процессора к общим данным системы в наихудшем случае. Например, в сети ЭВМ минимальное время доступа процессора к данным - это время доступа к местной памяти, в наихудшем случае - это время доступа к данным, расположенным в памяти

наиболее удаленной ЭВМ. В мультипроцессорной системе каждый процессор имеет непосредственный доступ к общим данным, которые хранятся в основной памяти. В однородных вычислительных системах важной структурной особенностью является отсутствие общего хранилища



Рис. 2

данных и распараллеливание функций управления между машинами, поэтому в однородных вычислительных системах большую роль играет эффективная организация обмена информацией. На рис. 2 приведены сравнительные характеристики связи систем со многими процессорами. Для системы СУММА время доступа к данным в своей памяти равно 1,5 мкс. Время программной передачи пакета длиной в одно слово при обращении к ЭМ в системе (в худшем случае) равно 1,4 мс, как видно из рис. 1. Среднее время доступа к одному слову памяти определяется как T_n/n и равно 48,7 мкс, где T_n — время передачи полного пакета, n — число слов в полном пакете. Таким образом, для системы СУММА временные константы лежат в интервале 1,5 мкс–1,4 мс.

Для мультипроцессорной вычислительной системы $См^*$, в которой обеспечивается непосредственная адресация всей основной памяти каждым процессором, а не в передаче сообщений при обращении к удаленным запоминающим устройствам, как в системе СУММА и сети ЭВМ, и которая создавалась для исследования систем с сильной связью, временные константы лежат в интервале 5–50 мкс [3].

Пригодность той или иной системы для конкретного применения существенно зависит от ее показателя связи. В приложениях, где взаимодействие параллельных процессов происходит лишь через каждые 10–100 с, можно использовать сеть слабосвязанных ЭВМ. В другом случае реализации алгоритмов, когда требуется параллельное выполнение арифметических операций в пределах одного выражения, взаимодействие между обрабатываемыми элементами должно осуществляться в пределах одного цикла команды. Для таких применений не годятся ни сети ЭВМ, обладающие большим временем обмена данными между процес-

сорами, ни даже мультипроцессорные системы. Следовательно, среднее время взаимодействия процессов является критичной "временной константой" конкретного применения, позволяющей определить наиболее подходящий тип организации системы.

Таким образом, как показывает проведенное исследование, системе СУММА можно использовать для решения задач, интенсивности взаимодействия между ветвями параллельных алгоритмов которых не является высокой. К таким задачам могут быть отнесены задачи сбора и обработки данных, управления и регулирования в реальном времени, а также задачи научно-технического характера.

Л и т е р а т у р а

1. ЕВРЕЙНОВ Э.В., ХОРОШЕВСКИЙ В.Г. Однородные вычислительные системы. - Новосибирск: Наука, Сиб.отд., 1978. - 319 с.
2. СЕДУКОВ С.Г. Операционная система СУММА. - В кн.: Вопросы теории и построения вычислительных систем (Вычислительные системы, вып. 80). - Новосибирск, 1979, с. 60-80.
3. Мультипроцессорные системы. Обзор и пример практической реализации /С.Х.Фуллер, Дж.К.Устерхут, Л.Раскин, П.А.Рубинфельд, Дж.Синдху, Р.Дж.Суон. - ТИИЭР, 1978, т.66, № 2, с. 135-150.

Поступила в ред.-изд.отд.

3 августа 1982 года