

Томский политехнический институт

СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ  
НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Рассмотрена идеология локальных вычислительных сетей для создания рассредоточенных децентрализованных АСНИ, имеющих иерархическую структуру. Показаны особенности проведения межмашинного обмена в подобных системах и преимущества использования локальных вычислительных систем (ЛВС) для организации межмашинных коммуникаций.

АСНИ на крупных электрофизических установках являются децентрализованными и рассредоточенными. На нижнем уровне иерархии они представляют собой многомапинные системы реального времени. Характер обмена информацией между ЭВМ накладывает основные ограничения на рабочие характеристики таких систем. В процессе функционирования АСНИ межмашинный обмен служит для организации передачи экспериментальной информации, прошедшей ту или иную форму обработки; сообщений о неисправностях в подсистемах физической установки и в физическом оборудовании; информации об управляющих воздействиях (требуемые режимы работы, установки для регуляторов и т.д.).

Для конкретной физической установки и конкретного эксперимента межмашинный обмен (виды сообщений, объем передаваемой и принимаемой информации и т.д.), а также действия, им вызываемые, являются фиксированными для ЭВМ нижнего уровня иерархии. Поэтому в течение длительного времени организация межмашинного обмена в различных АСНИ осуществлялась на физическом уровне, что не позволяло в полной мере использовать преимущества распределенных АСНИ.

Реализация полного комплекса функциональных задач распределенных АСНИ при таком подходе вызывает большие затруднения при программировании, так как необходимы индивидуальные для каждой ЭВМ организация параллельных процессов, обслуживание прерываний, комплексная отладка и т.п.

Расстояние между ЭВМ в АСНИ может составлять от 5 до 100 м. При небольшом расстоянии между ЭВМ для организации коммуникационных связей можно использовать разделяемую память, параллельные интерфейсы с обменом по программному каналу или по каналу прямого доступа в память — это позволит обеспечить высокие скорости передачи информации, соизмеримые со скоростью обработки. При больших расстояниях между ЭВМ можно выделить следующие виды коммуникационных средств.

1. Технические и программные средства для подключения ЭВМ к машинам других, более мощных классов, для обеспечения доступа к их ресурсам и для локальной обработки информации. В первом случае прибегают к эмуляции терминала, что позволяет использовать ЭВМ в качестве терминала головной машины. В качестве аппаратных средств используют адаптеры для синхронной или асинхронной последовательной линии, поддерживающие соответствующий протокол в линии связи. Для локальной обработки информации программное обеспечение поддерживает файловый обмен между ЭВМ. Типичным примером такой системы являются программы *VTCOM* на локальной и *TRANSF* на ведущей машинах (линия СМ-3/СМ-4, операционная система *RT-11V5*), позволяющие обеспечивать эмуляцию терминала и передачу файлов (параллельно с выполнением прикладной программы). Такой подход к организации коммуникационных связей можно вполне применять в АСНИ, если нет требований к организации межмашинного обмена между подсистемами в реальном масштабе времени.

2. Технические и программные средства для работы ЭВМ в типовых и специализированных локальных вычислительных сетях (ЛВС). В этом случае коммуникация между ЭВМ базируется на протоколах, ориентированных на передачу сообщений. Стандартное представление протокола для обмена сообщениями имеет структуру из нескольких уровней или функциональных слоев. Каждый из них использует возможности находящиеся ниже по иерархии: уровней через четко регламентированный интерфейс, но без учета особенностей внутреннего функционирования всех предшествующих слоев.

При создании коммуникационных связей необходимо учитывать следующие характерные черты АСНИ:  
структура информационных связей вида "точка-точка" и древовидная;

возрастание мощности ЭВМ по уровням иерархии снизу вверх;  
уменьшение числа ЭВМ по уровням иерархии снизу вверх;  
высокие требования к скорости передачи средств связи между ЭВМ для возможности срочной передачи экстренных графиков (передача сообщений об аварии, выдача управляющих воздействий за предсказуемое время);

большое число управляющих элементов и средств сбора информации на самом нижнем уровне.

Требование полноты решения функциональных задач АСНИ можно удовлетворить только путем использования средств организации ЛВС для обеспечения межмашинного обмена на всех уровнях иерархии системы, а не только на верхнем уровне, где применение такого обмена естественно ввиду слабой детерминированности комплекса решаемых задач. В широко распространенных ЛВС основными являются задачи использования ресурсов периферийного оборудования более оснащенных ЭВМ и информационного обмена между узлами сети. При применении ЛВС для построения АСНИ узлы сети дополняют друг друга в части полноты и достоверности получаемой экспериментальной информации, а также используют вычислительную мощность во времени, привязанном как к процессам, протекающим в физических установках и оборудовании, так и к схеме проведения эксперимента.

Наибольшая гибкость в организации программного обеспечения АСНИ достигается при реализации следующих возможностей ЛВС:

загрузки удаленных узлов и выполнении удаленных командных файлов;

запуске и выполнении задач в другом узле сети;

обмене информацией (как синхронный, как и асинхронный) между задачами, выполняющимися на разных узлах сети (в реальном времени);  
передаче файлов между ЭВМ, доступе к записям в удаленных файлах;

разделении ЭВМ, включенной в ЛВС, периферийных устройств (дисков, магнитофонов и т.п.), находящихся в других узлах сети;

организации режима виртуального терминала любой ЭВМ, включенной в сеть.

При использовании концепции ЛВС для построения АСНИ содержательный смысл передаваемой между узлами информации расширяется. В традиционных областях применения ЛВС сообщения носят лишь чисто информационный характер. В АСНИ сообщения между прикладными задачами или узлами служат также для передачи управляющих воздействий, изменения порядка сбора и/или обработки информации, задания режимов работы оборудования и аппаратуры.

Отличительной особенностью ЛВС, на базе которой функционирует АСНИ, является работа в реальном масштабе времени (РМВ) — поэтому функциональная декомпозиция системы должна проводиться с учетом скорости протекания физических процессов в объектах автоматизации, определяющих время сбора экспериментальной информации и выдачи управляющих воздействий. Вопросы сбора экспериментальной информации, контроля параметров и управления в реальном масштабе времени решаются в основном на нижнем уровне иерархии путем использования соответствующих аппаратно-программных соглашений, обеспечивающих синхронизацию и требуемый темп процессов измерения параметров и выдачи управляющих воздействий. Передача вызовов отправления/получения данных, прерывающих сообщений в ЛВС при работе в РМВ обеспечивает лишь обмен предварительно обработанной экспериментальной информацией, укрупненными результатами контроля, информацией об управляющих воздействиях (в основном, для супервизорного управления, изменения режимов, порядка сбора и т.п.), который имеет малый объем и незначительную частоту.

Минимальная загрузка ЛВС при фиксированном объеме решаемых функциональных задач осуществляется в случае, если преобладающая структура информационных связей совпадает с физической структурой системы. В физической структуре могут отсутствовать лишь имеющиеся в информационной структуре связи между узлами, удаление которых не приводит к перегрузке используемых для передачи этой информации физических линий.

Применение концепции локальных вычислительных сетей при построении АСНИ обеспечивает унификацию программных решений по "горизонтали" в системе для организации межмашинных взаимодействий, позволяя при этом полностью реализовать требуемые функциональные задачи АСНИ. Удобство работы пользователей АСНИ, как экспериментаторов, так и обслуживающего установки и оборудование персонала, возрастает.

Структура информационных связей (включая связи по управлению) в АСНИ представляет собой объединенные древовидную структуру и структуру "точка - точка". На нижнем уровне иерархии число задач, выполняющихся на ЭВМ, фиксировано, и поток сообщений носит, в основном, детерминированный характер. На верхнем уровне иерархии поток сообщений носит преимущественно стохастический характер, число пользователей, загружающих каналы связи, меняется случайным образом.

Анализ существующих реализаций ЛВС как у нас в стране, так и за рубежом, показывает следующее [1, 2, 3].

1. Сети, использующие физическую среду в виде канала со случайным или множественным доступом при контроле несущей и с обнаружением столкновений (МДКН/ОС, типа *Ethernet*), позволяют обеспечить передачу больших объемов информации. Время передачи может изменяться в широком диапазоне из-за возможных столкновений в канале и, как следствие, задержки в захвате канала. Эффективная скорость передачи данных, с учетом накладных расходов на передачу служебной информации, составляет 1 КБод, хотя номинальная скорость передачи символов составляет 10 МБод. При большой загрузке сети эффективная скорость передачи еще больше падает. В этом случае не гарантируется обслуживание запросов, поступающих из других узлов в течение заданного конечного интервала времени. Такие сети, в принципе, могут быть применены в АСНИ для организации информационных связей, когда нет высоких требований к времени передачи информации, а также для организации связей по управлению в случае, если загрузка сети минимальна и время передачи с учетом возникновения возможных столкновений обеспечивает работу в реальном времени.

2. Сети с маркерным доступом (топология - моноканал (*Token Bus*) и кольцо (*Token ring*)) в последнее время получили широкое распространение, например, в малых локальных вычислительных сетях, объединяющих регулирующие и логические контроллеры, которые образуют распределенную систему управления. Такие сети позволяют гарантировать возможность передачи данных при малом их объеме в реальном времени. Однако из-за сложности используемого протокола время реакции (передачи) составляет в лучшем случае доли секунды (при скорости передачи 10 МБод).

В малых локальных вычислительных сетях используются более простые протоколы, но вследствие использования меньшей скорости переда-

ти время реакции имеет значение того же порядка. Такая реактивность систем на базе подобных ЛВС не позволяет использовать их в некоторых АСНИ на нижнем уровне иерархии.

Из ЛВС, имеющих топологию в виде шины или кольца, в настоящее время нельзя выбрать хотя бы одну, удовлетворяющую довольно противоречивым требованиям АСНИ.

В настоящее время ЛВС, одновременно гарантирующие работу в реальном масштабе времени (т.е. обеспечивающие возможность срочной передачи экстренного трафика за предсказуемое время) и позволяющие эффективно передавать большие объемы экспериментальной информации, не нашли широкого распространения. Они относятся к широкополосным сетям, позволяющим при физической топологии в виде шины обеспечивать независимые передачи "точка - точка" в разных полосах частот. Самым существенным их недостатком является большая стоимость.

Суммируя изложенное, можно сделать следующее заключение. На нижнем уровне иерархии, где нет передачи больших объемов данных, представляется целесообразным использовать для доступа к каналам связи эстафетный метод, а на верхних уровнях - применять метод МДКН/ОС.

Альтернативным путем для организации ЛВС с высокой реактивностью и возможностью передавать большие объемы информации является путь организации большей близости между физической топологией сети (т.е. структурой соединений узлов сети средой передачи) и ее логической топологией (структурой маршрута потока данных или, иными словами, структурой информационных связей между узлами). На нижнем уровне иерархии топология сети будет в этом случае иметь вид "точка - точка", а на верхнем - древовидную структуру. Естественно, что в случае малой загрузки каналов связи, низких требований к скорости передачи и достаточной производительности ЭВМ в узлах, для уменьшения числа каналов связи целесообразно использовать маршрутизацию сообщений.

#### Библиографический список

1. Дульник Е.Е., Калачев В.Н. Локальные сети микроЭВМ. М.: МЦНТИ, МНИИПУ, 1986. 109 с.
2. Бойченко Е.В., Кальфа В., Овчинников П.В. Локальные вычислительные сети. М.: Радио и связь, 1985. 304 с.



3. Обзоры по электронной технике: Малые локальные сети микро-  
контроллеров и микроЭВМ /С.А.Нестеренко, С.Н.Карпов. М., 1986.  
64 с. (Сер. Микроэлектроника. Вып. 6 (1243).

УДК 621.94:658.512.011.56

А.И.Кречков, В.Я.Пролиус

НИИ прикладной математики и кибернетики  
при ГТУ им. Н.И.Лобачевского

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГИХ КОНСТРУКЦИЙ  
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Излагается общее описание подсистемы исследования динамически упругих конструкций АСНИ "Атлант-2", технические средства которой представляют собой портативный комплект аппаратуры для экспресс-исследований собственных и вынужденных колебаний металлорежущих станков в цеховых условиях. Приводится описание программного обеспечения.

Упругая система станка представляет собой сложный механический объект с большим числом стыков базовых узлов (станина, консоль, стол и др.), механизмов перемещений и систем управлений (в станках с ЧПУ), поэтому априорное построение математических моделей невозможно без дополнительных экспериментальных исследований с целью определения собственных частот и форм колебаний [1]. Современные требования к скорости и точности обработки информации, полученной в ходе эксперимента, обуславливают необходимость автоматизации этих исследований. В статье дается описание подсистемы исследования динамики упругих конструкций АСНИ "Атлант-2" [2].

---

Автоматизация научных исследований. Куйбышев, 1990.

---