

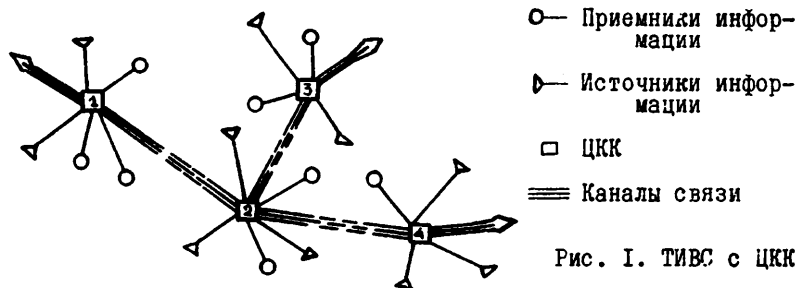
О НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМИ СЕТЯМИ ПЕРЕДАЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

И.А. Башмаков

(Москва)

Разбираются вопросы децентрализованного управления территориальными информационно-вычислительными сетями (ТИВС). ТИВС используются для передачи и переработки информации [1].

Развитие таких систем идет в 2-х направлениях. Во-первых, разрабатываются сети с промежуточными центрами кодовой коммутации (ЦКК), осуществляющие обработку и транзитную передачу сообщений [1]. Структура такой сети представлена на рис. 1,



структура сообщения-на рис. 2. Во-вторых, создается асинхронные адресные системы связи (ААСС), в которых связь осуществляется непосредственно между абонентами без промежуточных коммутационных центров [2]. Структура ААСС изображена на рис. 3.

При создании крупных ТИВС (когда требования к надежности систем увеличиваются), а также при разработке сетей специального назначения первое направление при данном уровне развития техники остается предпочтительным. Задачи анализа и

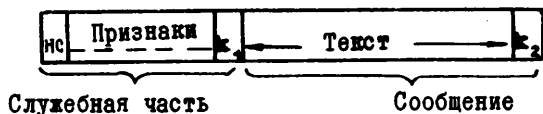


Рис. 2. Структура сообщения

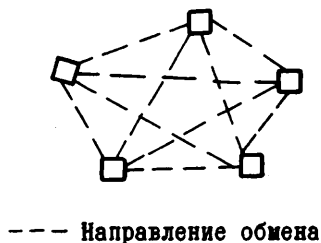


Рис. 3. ААСС

синтеза таких систем в самой общей постановке можно сформулировать следующим образом:

1. Разработка критериев оценки сети и определение оптимальной структуры сети заданного свойства (т.е. синтез сети заданной надежности, пропускной способности, минимальной стоимости).

2. Организация управления работой сети.

3. Отыскание методов синтеза элементов сети.

Задачами устройства управления сетью передачи информации будут:

1. управление движением информации по сети;
2. кодирование и декодирование информации и обеспечение обработки одновременно с её движением по сети;
3. автоматический контроль за работой аппаратуры сети.

Возможны два принципа управления сетью: централизованное и децентрализованное. При первом - задача решается единым центром управления, при втором - задачи управления возлагаются на сами коммутационные центры, расположенные в узлах сети.

Децентрализованное управление характеризуется достаточно высокой живучестью сети, повышением быстродействия и пропускной способности. Эти характеристики являются решающим для ТИВС в силу сложности и ответственности функций таких систем.

До недавнего времени при создании ТИВС преобладающей была тенденция к использованию специализированного оборудования и сложному решению всех вопросов управления. В связи с возрас-

тающей сложностью задач, решаемых информационными сетями, в них помимо элементов самой сети (т.е. датчиков и потребителей информации и каналов связи с уплотняющим и коммутирующим оборудованием), имеется ещё система управления и контроля, а также специализированное (или универсальное) вычислительное оборудование.

Предлагается использование программных методов управления. Возможность применения таких методов основана на использовании устройств с программным управлением (в частном случае ЭЦВМ), которые размещаются в узлах сети и выполняют функции центров кодовой коммутации.

При этом объединяются функции управления, коммутации и вычисления. ЭЦВМ функционирует по системе специально разработанных управляющих программ. Стоимость ЭЦВМ сравнима или даже меньше стоимости специализированного оборудования крупного центра. Потенциальные же возможности таких сетей будут качественно новыми, так как наряду с передачей информации можно проводить и её обработку.

Главная задача цепей управления в ТИВС - управление движением информации или выбора оптимального пути следования сообщения, появившегося в данном центре и адресованного в некоторый пункт. На время решения этой задачи накладываются очень жесткие ограничения, так как она выполняется в реальном масштабе времени и является массовой (выполнение её повторяется для каждого сообщения).

В качестве критериев оптимальности принимаются следующие:

1. путь с минимальным числом транзитов (с минимальным числом промежуточных центров);

2. путь минимальной длины;

3. путь с минимальной вероятностью помех. В этом случае надо знать весовую функцию ребер $\{p_{ij}\}$, т.е. вероятность работы линии между двумя вершинами i и j , и весовую функцию вершин $\{p_i\}$, т.е. вероятности работы коммутационных центров.

Предложенные критерии являются аддитивными (или легко приводятся к ним).

Для критериев 1 и 2 отыскивается минимум некоторой суммы, а для 3-го - минимум произведения вероятностей сбоя на элементах пути. Если в последнем случае вместо вероятностей взять $\ln p_{ij}$, то задача сведется к отысканию $\max \sum |\ln p_{ij}|$, т.е. опять приводится к аддитивному критерию.

Каждый центр может быть и источником и потребителем информации. Кроме того, параметры сети могут меняться во времени как случайно (вследствие выхода из строя ветвей и узлов или изменения скорости их работы), так и под влиянием потока сообщений (отдельные направления загружаются, и на них возрастает время на обслуживание). В связи с вышесказанным задача управления превращается в динамическую.

Для возможности динамического децентрализованного управления задача должна решаться каждым центром в отдельности. Для этого надо, чтобы на каждом центре была построена математическая модель сети, отражающая структуру сети с весовыми функциями ребер и вершин, которые изменялись бы при изменениях в сети.

Для автоматического изменения модели предлагается организация "циркулярного" обмена информацией между центрами, когда каждый ЦКК рассылает сообщения о своем режиме всем остальным центрам при резком (пороговом) изменении режима его работы (увеличение или уменьшение длины очереди, выход из строя оборудования или восстановление его). Такой обмен позволяет вносить коррекцию в модель сети только в отдельные моменты времени, т.е. дискретно. В промежутках между обменом каждый ЦКК хранит информацию о предыдущем состоянии сети и в соответствии с этим принимает решение при передаче информации.

Заметим, что заранее трудно оценить как сами весовые функции ребер и узлов сети, так и их приращения при коррекции. Однако в процессе работы система самонастраивается, если задать начальные значения весовых функций априорно и выбирать некоторый шаг для коррекции.

Сейчас проводится моделирование работы ТИВС с целью оптимального выбора пороговых функций обмена и выбора шага коррекции при разных критериях оптимальности. Критерием оптимальности выбора является минимум времени, затрачиваемого в системе на управляющие операции при одинаковом качестве управления.

Можно выделить три группы программ: а) программы приема и передачи информации в канал связи, б) программы управления движением сообщений, в) программы типовых алгоритмов аналитической обработки сообщений.

Набор программ типа в) зависит от принятых в сети видов обслуживания. Программы типа а) реализуют следующее:

1. Схемно-программное определение порядка записи входящей информации в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), преобразование последовательного кода из каналов связи в параллельный код для ОЗУ, определение конца сообщения и момента записи входной информации в ОЗУ.

2. Схемное и схемно-программное декодирование и исправление ошибок (параллельно с записью информации).

3. Динамическое (списковое) распределение памяти между сообщениями, ждущими передачи в выходные каналы. Размещение в ОЗУ сообщений, задержанных в очереди, отражает порядок их передачи в выходные каналы.

4. Схемно-программное определение порядка и момента передачи информации в выходные каналы. Преобразование параллельного кода из ОЗУ в последовательный код для каналов связи.

Все эти программы во времени выполняются параллельно. Организация работы ЭЦВМ рассмотрена в работе [3].

Набор алгоритмов для программ типа б) включает в себя следующие программы, выполняемые, если это необходимо, в порядке их номеров (рис. 4).

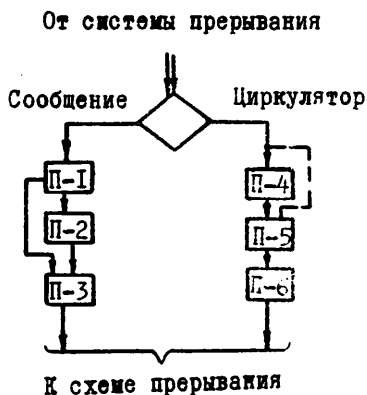


Рис. 4. Структура программ блока обработки

Программы, относящиеся к обработке обычного сообщения.

1. Определение необходимости коррекции маршрута.

2. Определение связности сети.

3. Определение оптимального пути (по одной из программ, выбираемой по соглашению, или по виду сообщения).

4. Кодировка информации, появившейся на данном центре.

Программы, относящиеся к обработке "циркуляра".

5. Выполнение основного алгоритма изменения весовых функций сети.

6. Анализ связности сети (изменение матрицы соединений).

Дадим краткое описание некоторых алгоритмов, реализованных в программах.

Программа 1. Пусть p_{ii} - веса вершин и p_{ij} - ребер, соответственно, и пусть требуется найти оптимальный путь из вершины i в вершину сети j . Примем вес исходной вершины i за "0", а условные веса c_k остальных вершин за ∞ . Будем выполнять для всех вершин сети последовательно, исключая вершину i , следующий итерационный процесс. Начинаем двигаться по ребрам сети от точки i и изменять условные веса вершин по правилу: если $c_j - c_i > p_{ij} + p_{ii}$, то c_j заменяется на $c'_j = c_i + p_{ij} + p_{ii}$; если $c_j - c_i < p_{ij} + p_{ii}$, то c_j не меняется. Такая операция выполняется до тех пор, пока дальнейшее уменьшение станет невозможным.

Выполнение этого алгоритма требуется только в случае получения "циркуляра" о внесении изменения в модель сети.

Программа 2. По заранее составленному списку связанных вершин и адресу маршрута сообщения определяется возможность установления связи. Список связанных вершин составляется в начале работы ТИВС и обновляется по мере изменения модели сети.

Программа 3. Она определяет оптимальный маршрут сообщения. В модели сети заранее по основному алгоритму каждой вершине сети приписывается определенный вес. Для каждой j вершины известна соседняя вершина K_j^* (т.е. связанная с вершиной j ребром), для которой $c_{K_j^*} = \min c_{K_j}$. Если мы, начиная с заданного конечного пункта j , будем идти по ребрам, соединяющим вершины с минимальным весом, то обязательно попадем в исходный пункт i по оптимальному пути.

В настоящее время на модели сети осуществляется сравнение алгоритмов управления.

В результате такого моделирования определяется также требуемое быстродействие ЭЦВМ при заданной пропускной способности сети, или пропускная способность при заданной производительности ЭЦВМ.

Модель сети состоит из 2 моделирующих программ. Первая моделирует процессы в ЦКК. Вторая - процессы в сети в целом. Блок-схема первой программы представлена на рис.5. Подробно структура программы и результаты моделирования описаны в [4]. Посредством моделирования определяются такие параметры ЦКК, как его пропускная способность, задержки в обслуживании, математическое ожидание объема памяти и законы распределения наз-

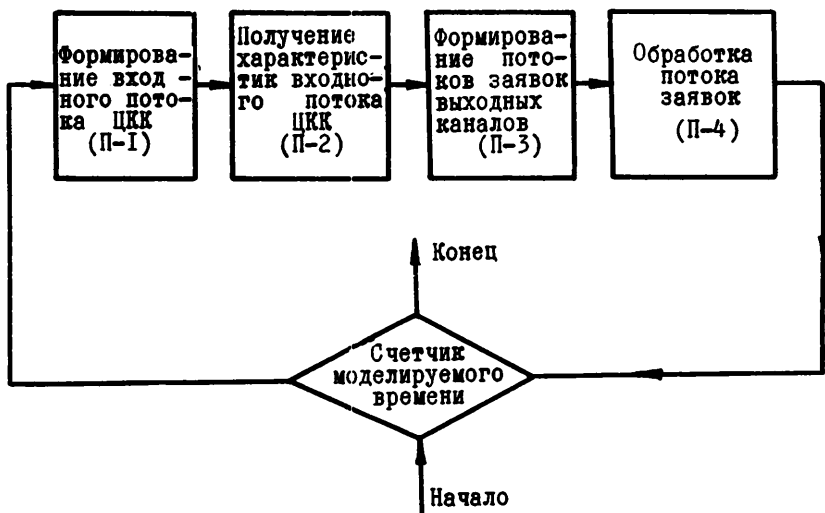


Рис. 5. Блок-схема программы, моделирующей работу ЦКК

ванных величин. В программе моделируется процесс прохождения информационных потоков через математическую модель ЦКК. При этом делаются все необходимые разрезы как по входу, так и по выходу ЦКК.

Основное внимание при разработке моделирующих программ уделено сокращению масштаба времени моделирования, сокращению объема моделирующих программ, а также вопросам универсальности последних. С этой целью при формировании исходного информационного потока создана оригинальная модель события, учитывающая вероятностные характеристики потока заявок. Метод моделирования - событийный. Приняты меры к оптимизации сортировки информации на накопителе на магнитной ленте (НМЛ). Программы универсальны и настраиваются на заданные характеристики каналов связи.

Для сети в целом строится математическая модель сети. Исходным является структура сети, алгоритм управления сетью и потоки "заявок", появляющиеся в каждом узле сети. Потоки заданы как случайные с заявками различных категорий.

Общая блок-схема моделирующей программы представлена на рис.6.

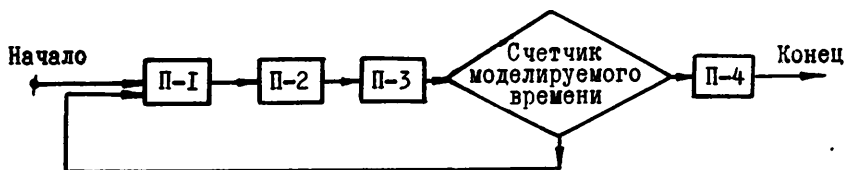


Рис. 6. Общая блок-схема моделирующей программы для сети.

Программа состоит из четырех частей: (П-1, П-2, П-3, П-4). Программа П-1 в заданном интервале времени формирует псевдослучайные потоки заявок (событий), вырабатываемых узлами сети. П-1 обслуживает все узлы сети последовательно, перестраиваясь в соответствии с вероятностными характеристиками информационных потоков узлов. Программа П-2 формирует модель ситуации, складывающейся на сети к данному (текущему) моменту времени.

Программа П-3 осуществляет передвижения информации по сети, т.е. моделирует процессы управления сетью. При этом используются результаты предварительного моделирования работы узлов сети, что позволяет использовать сильно укрупненную модель узла сети и сократить масштаб времени моделирования. В результате работы П-3 получается выходной поток сети. Программа П-4 производит анализ выходного потока. В результате определяется эффективность принятых методов управления сетью, эффективность выбранной структуры сети, определяются коэффициенты, оценивающие качество построения сети по отдельным параметрам сети и в целом. Кроме этого, определяется реальная пропускная способность сети, надежность параметры, живучесть и т.д.

В ы в о д ы

В работе описывается задача децентрализованного управления информационными сетями.

Предлагается задачи коммутации, управления и обработки информации возложить на ЭЦВМ, находящиеся в узлах сети.

Предлагается организация работы ЭЦВМ.

Предлагается осуществить динамическое управление сетью с помощью циркулярного обмена между коммутационными центрами и с помощью учета принципа оптимальности с аддитивным критерием.

Описан набор алгоритмов управления и показано, что оценка эффективности структуры сети осуществляется моделированием её работы на ЭЦВМ.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В.Н. Рогинский. Научные вопросы построения единой системы передачи и переработки информации. - Вестник АН СССР, 1962, № 1.
2. Г.С. Эйдус. В.В. Марков, М.Д. Венидиктов. Асинхронные адресные системы связи (обзор). - Проблемы передачи информации. 1965, № 4.
3. И.А. Башмаков. Об исследовании одного вида систем массового обслуживания. - Техническая кибернетика (в печати).
4. И.А. Башмаков. О возможности использования ЭЦВМ в системе передачи информации. - Труды ВЦ МЭИ, №1, (в печати).