

АЛГОРИТМ ЛОКАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕМОМ ПОТОКОВ

Калимолдаев М.Н., Тулемисова Г.Е.

Институт проблем информатики и управления МОН РК, Казахстан,

E-mail: office@ipic.kz

Исследования показывают, что при высокой интенсивности нагрузки в децентрализованных информационно-вычислительных сетях достаточно хороший эффект дают алгоритмы локального управления объемом потоков.

Можно рассмотреть конкретный реализованный в ЦСИС режим коммутации. Разделим весь поток МВ, поступающих в УК, на классы следующим образом: 1) класс 1 ($c = 1$) присвоим МВ, поступающим в ЦСИС в данном УК; 2) класс 2 ($c = 2$) присвоим транзитным МВ, требующим передачи в УК зоны управления вышестоящего уровня; 3) класс 3 ($c = 3$) присвоим транзитным МВ, которые необходимо передать в УК той же зоны управления, где находится данный УК; 4) класс 4 ($c = 4$) присвоим МВ, которые необходимо передать в УК зоны управления нижестоящего уровня.

Способы пакетной коммутации

Существует два способа пакетной коммутации. Первый способ – это способ датаграммной, второй – способ виртуальных соединений.

Датаграммный метод (ДМ).

Все узлы, окружающие данный УК ранжируются по степени близости к адресату, и каждому присваивается 1, 2 и т.д. ранг.

Пакет сначала посылается в узел первого ранга, при неудаче – в узел второго ранга и т.д.

Эта процедура называется алгоритмом маршрутизации. Существуют алгоритмы, когда узел передачи выбирается случайно, и тогда каждая датаграмма будет идти по случайной траектории.

Датаграммный режим объединяет в себе сетевой и транспортный уровень, поэтому протокол передачи сети Internet называется протоколом TCP/IP, где протокол TCP – протокол четвертого транспортного уровня, а IP – сетевой протокол.

1. Описание алгоритма ограничения интенсивности потоков (ОИП)

Разработанные в данной работе алгоритм ограничения интенсивности потоков (ОИП) основаны на таком выделении буферов в УК, при котором наибольший приоритет отдается трафику более высоких классов, что при большой загрузке сети позволяет обслужить в первую очередь МВ, уже занявшие ресурсы ЦСИС. Под буфером здесь понимается для режима КК номер канального временного интервала, выделенного для установления соединения, для режима виртуального соединения - блок памяти УК, предназначенный для хранения пакетов виртуального соединения в пределах величины окна, для датаграммного режима и режима коммутации сообщений - блок памяти УК, предназначенный для хранения датаграммы (сообщения).

Обозначим $L_k^{(c)}$ - допустимое (пороговое) число буферов, которое могут занять в данном i -м УК МВ класса c , предназначенные для передачи по ИГТ k . Предполагаем, что имеет место неравенство $L_k^{(4)} > L_k^{(3)} > L_k^{(2)} > L_k^{(1)}$.

Алгоритм ОИП подобен традиционным для базовых сетей информационно-вычислительным систем алгоритмам, ограничивающим ввод собственных пакетов УК в сеть при превышении загрузки памяти УК выше некоторого порога. Алгоритм ОИП может использоваться в любом реализованном в ЦСИС режиме коммутации.

В соответствии с решением задачи (3.18)-(3.20) и с учетом распределения пропускной способности ЦСИС по обходным путям передачи нагрузок режима КК алгоритм ограничения интенсивности потоков запишется в следующем виде:

- 1 шаг. Ввод данных: класс МВ c , ИГТ k ;
- 2 шаг. Определение класса МВ c ;
- 3 шаг. Выбор ИГТ k в соответствии с матрицами маршрутов;
- 4 шаг. Если число МВ в буфере в k -м ИГТ $l_k^{(c)}$ меньше порога $l_k^{(c)} < L_k^{(c)}$, то информационная нагрузка принимается к обслуживанию, т.е. за ней закрепляется соответствующий буфер. Если условие $l_k^{(c)} < L_k^{(c)}$ не выполняется, то нагрузка получает отказ в обслуживании.

Данный алгоритм ОИП достаточно прост в реализации, однако в определенных условиях работы ЦСИС, например, при быстром нарастании интенсивности нагрузки высших классов в данном УК, ограничений, введенных им, может оказаться недостаточно.

С целью более быстрого и эффективного ограничения интенсивностей потоков в ЦСИС рассмотрим более сложный алгоритм ОИП с обменом информацией о перегрузке между смежными УК. Основная идея алгоритма ОИП состоит в том, что при достижении числом собственных МВ, в буфере k го ИГТ i -го УК порогового значения $L_k^{(1)}$ всем соседним j -м УК, связанным с УК каналами, передается сообщение о блокировке i -го УК. После чего в j -м УК собственные МВ, которые должны были направляться в j -й УК, блокируются (либо направляются по обходному пути). При уменьшении величины $l_k^{(1)}$ ниже порогового значения всем j -м УК передаются сообщения о снятии блокировки i -го УК.

Алгоритм ОИП, состоит из двух частей. При поступлении в узел УК необходимо выполнить следующие действия:

- 1 шаг. Ввод данных: класс МВ c , ИГТ k ;
- 2 шаг. Определение класса МВ c ;
- 3 шаг. Выбрать ИГТ k в соответствии с матрицами маршрутов
- 4 шаг. Если число МВ в буфере ИГТ k не больше порога $l_k^{(c)} < L_k^{(c)}$, то перейти к п. 6, иначе - перейти к п. 9.

5 шаг. Если $l_k^{(1)} < L_k^{(1)}$ и ИГТ k не блокирован, то перейти к п. 6, иначе - перейти к п. 9.

6 шаг. Принять нагрузку к обслуживанию.

7 шаг. Увеличить счетчик числа МВ в буфере ИГТ k на единицу: $l_k^{(c)} = l_k^{(c)} + 1$.

8 шаг. Если ИГТ k блокирован, то закончить; если нет, то послать сообщение о блокировке i -го УК и закончить.

9 шаг. Блокировать МВ и закончить.

По окончании обслуживания в i -м УК МВ надо выполнить следующие действия:

11 шаг. Уменьшить на единицу счетчик числа МВ в буфере ИГТ: $l_k^{(c)} = l_k^{(c)} - 1$;

11 шаг. Если $l_k^{(c)} < L_k^{(c)} - d$ и k -й ИГТ блокирован, то перейти к п. 3, иначе закончить (параметр d здесь введен для обеспечения устойчивости алгоритма);

12 шаг. Послать всем j -м УК, смежным с i -м УК, сообщение о снятии блокировки i -го УК.

Разработанные алгоритмы ОИП позволяют эффективно ограничивать интенсивности потоков в ЦСИС при условии постоянного соотношения между трафиком различных классов в УК: $\lambda^{(c_1)}/\lambda^{(c_2)} = \text{const}$. В условиях переменных $\lambda^{(c_1)}/\lambda^{(c_2)}$ необходим алгоритм ОИП, позволяющий оптимально перераспределять соотношение между величинами $L_k^{(1)} - L_k^{(4)}$, так как в противном случае трафик низших классов будет блокироваться при наличии достаточной свободной емкости в буферах УК, зарезервированных для трафика высших классов. Следствием этого будет неоправданное снижение производительности ЦСИС.

Пусть Δt - интервал обновления порогов; \tilde{P} - оценка средней вероятности блокировки МВ i -м УК на интервале $[t_1 - \Delta t, t_1]$; $\tilde{P}^{(c)}$ - оценка средней вероятности блокировки МВ класса c на интервале $[t_1 - \Delta t, t_1]$ в i -м УК. Идея предлагаемого алгоритма пересчета порогов состоит в том, что, в условиях малой загрузки ЦСИС $\tilde{P} \leq P_1$ не дается преимущества МВ ни одного из классов, при увеличении же загрузки, т. е. $\tilde{P} > P_1$ получает приоритет трафик более высоких классов. Данный алгоритм может входить в качестве составной части в описанные выше алгоритмы ОИП; при этом периодически с интервалом Δt необходимо выполнить следующие действия.

Шаг 1. Определить режим работы ЦСИС, для чего вычислить \tilde{P} на интервале $[t_1 - \Delta t, t_1]$, t_1 - текущий момент времени.

Шаг 2. Зафиксировать очередной класс трафика c и выполнить пп. 3-5.

Шаг 3. Если $|\tilde{P}^{(c)} - \tilde{P}| < \varepsilon$, где ε - некоторое пороговое значение, то перейти к п. 4, иначе - к п. 5.

Шаг 4. Если $\tilde{P}^{(c)} - \tilde{P} \geq \varepsilon$ то увеличить порог $L^{(c)}$: $L^{(c)} = L^{(c)} + l_0$.

Шаг 5. Если $\tilde{P} - \tilde{P}^{(c)} \geq \varepsilon$, то уменьшить порог $L^{(c)}$: $L^{(c)} = L^{(c)} - l_0$ (l_0 - шаг изменения порога).

Шаг 6 .Если рассмотрены все классы трафика, то закончить, иначе перейти к п. 2.

Разработанные алгоритмы управления ОИП позволяют обеспечить ограничение интенсивности потоков в ЦСИС, работающих в различных условиях и могут использоваться как для ограничения интенсивности потоков при доступе к зоне управления, так; и для ограничения интенсивности потоков при доступе к ГУК внутри зоны управления. Выбор конкретного алгоритма ОИП определяется компромиссом между сложностью реализации и эффективностью, которая, в свою очередь, зависит от характера внутри- и межзонового трафика, параметров ИГТ и ГУК, размерности, зоны управления и других факторов, учесть которые возможно при использовании имитационной модели ЦСИС.

2. Разработка метода оптимального управления пропускной способностью цифровой сети с интеграцией служб

Рассматривается ИЦСС на основе систем импульсно-кодовой модуляции с временным уплотнением в которой реализуется метод гибридной коммутации. В состав ИЦСС входят географически удаленные гибридные узлы коммутации (ГУК), соединенные интегральными групповыми трактами (ИГТ). Каждый ГУК снабжен коммутационной и каналообразующей аппаратурой, степень интеграции которой предлагает возможность доступа к ней абонентов для передачи данных и речевой информации. При этом осуществляется интеграция двух режимов коммутации: коммутации каналов (КК) и коммутации пакетов (КП), причем данные передаются в режиме КП, а речевая информация – в режиме КК. В качестве блока информации по тракту сети передается цикл ИКМ, называемый интегральным кадром (ИК), временные позиции которого могут быть использованы для передачи информации как в режиме КК, так и в режиме КП. Цикл ИКМ при этом условно делится динамически перемещаемым порогом на две части, одна из которых занята передачей информации в режиме КК, а другая – в режиме КП. В зависимости от параметров информации и состояния сети связи система управления сетью связи будет перемещать порог в ту или иную сторону, перераспределяя пропускную способность цикла ИКМ между сообщениями, передаваемыми в режиме КК и КП. По каждому ИГТ осуществляется передача циклов ИКМ фиксированной длины, в которых может быть организована передача информации по N временным каналам. Причем каждый из N каналов может использоваться как для режимов КК, так и для режима КП. Будем считать, что за время передачи цикла ИКМ по одному каналу осуществляется передача C_1 бит информации. Если U есть число временных циклов в

секунду, то пропускная способность одного канала равна $C=UC_1$ (бит/сек), а суммарная пропускная способность тракта – $N = CN$ (бит/сек).

Пусть интегральная цифровая сеть связи на основе импульсно кодовой модуляции с временным уплотнением, состоит из V гибридных узлов коммутации, соединенных M симплексными интегральными групповыми трактами. По каждому ИГТ осуществляется передача интегральных кадров фиксированной длины, вырабатываемыми узлами, в которых в режиме временного уплотнения производится передача информации в режимах КК и КП. Для передачи информации в режиме КК на всех ИГТ, через которые проходят соединения, фиксируются позиции ИК, закрепляемые за данным соединением. Запрос на организацию соединения передается в форме служебного пакета или установленного диалога с асинхронным абонентским пунктом. В режиме КП используются все позиции ИК, не занятые в данный момент передачей информации в режиме КК. ИК разбивается на N временных каналов по c_1 , бит каждый. Если k есть число временных циклов в секунду, то пропускная способность одного канала равна $c=k c_1$, бит/с.

Для каждого ИГТ j , $j=1, \dots, M$, структуры которых определяются ИК, заданы значения числа временных каналов $N_j=m_j+n_j$ и пропускной способности одного канала c . Причем m_j, n_j есть число временных каналов, выделенных в ИГТ для передачи информации соответственно в режимах КК и КП. Отношение $\varepsilon_j = m_j / N_j$ является границей разбиения пропускной способности ИГТ, а совокупность $\varepsilon=(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_M)$ рассматривается как обобщенная граница между сетями КК и КП. При фиксированной границе две сети функционируют независимо одна от другой и свободные каналы одной сети не могут быть использованы для передачи информации другой сетью. При подвижной границе каналные ресурсы ИЦСС используются более эффективно, так как имеется возможность перераспределения их в зависимости от нагрузок обеих сетей.

Входные потоки для сети КК задаются матрицей $L= \parallel \lambda_{ij} \parallel$ и для режима КП – матрицей $\Gamma = \parallel \gamma_{ij} \parallel$, размерность которых $V \times V$. Распределение потоков на сети определяется процедурами вероятностного и детерминированного выбора маршрутизации, используемых для передачи информации в режимах ЮС и КП соответственно. При заданной маршрутизации на каждом ИГТ j фиксируются суммарные интенсивности входных потоков λ_j и γ_j для режимов КК и КП соответственно. Суммарные входные потоки λ_j и γ_j предполагаем пуассоновскими, длины сообщений которых подчиняются экспоненциальному закону распределения со средними значениями соответственно $1/\mu_j$ и $1/\nu_j$.

Качество обслуживания на сети КК и КП обычно оценивается вероятностью отказа в установлении соединения и задержкой пакетов соответственно. Требования пользователей к качеству обслуживания определяется матрицами $P= \parallel p_{ij} \parallel$ $T= \parallel t_{ij} \parallel$

где $0 < p_{ij} < 1$ и t_{ij} соответственно текущие значения вероятности отказа и задержки пакетов между узлами i, j . Для оценки

функционирования ИЦСС необходимо определить качество обслуживания на всей сети в целом.

3.5. Реализация численного примера.

- а) принцип построения алгоритма;
- б) действия алгоритма по выравниванию значений маргинальных задержек;
- в) исследование сходимости алгоритма;
- г) подготовка алгоритма к работе и реализации;
- д) поэтапное описание реализации каждого шага алгоритма

[Г. П. Башарин](#), [Б. Е. Куренков](#)

Аннотация: Рассматриваются аналитические методы исследования неполнодоступных схем ступенчатого включения со стягиванием и без стягивания. Для неполнодоступных схем без стягивания предлагается новый приближенный метод, являющийся обобщением метода Хейварда с одного на несколько избыточных потоков, который позволяет вычислять индивидуальные вероятности потерь. Полученные результаты могут быть применены для расчета и оптимизации сетей с коммутацией каналов. Приводятся численные примеры.

УДК: 621.395.74:519.2

Поступила в редакцию: 21.02.1985

Образец цитирования: Г. П. Башарин, Б. Е. Куренков, “Анализ избыточных потоков в сетях коммутации каналов”, *Пробл. передачи информ.*, 23:3 (1987), 54–63

дополнительная информация о книге [Коммутация в системах и сетях связи](#):

автор книги: **Берлин А.Н.**

издательство: **Эко-Трендз**

год издания: **2006**

ISBN: 5-88405-073-9

Посмотреть подробное описание [Коммутация в системах и сетях связи](#)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ЦИФРОВОЙ СЕТИ С ИНТЕГРАЦИЕЙ СЛУЖБ

Труды межд. научно-практич. конференции ИВТ СО РАН «Выч. и информ. технологии в науке, техн. и образовании», Павлодар, сентябрь 2006г