

А.Н. Буханько, В.М. Безрук, Е.В. Дуравкин
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛАМИ СВЯЗИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА УЧАСТКА СЕТИ

© Буханько А.Н., Безрук В.М., Дуравкин Е.В., 2009

Рассмотрены алгоритмы управляющего агента, являющегося частью децентрализованной системы управления сложной телекоммуникационной сети, направленных на реализацию функций выбора каналов связи для передачи на основе заданных параметров качества QoS.

There are considered algorithms representing some functions of a choice of liaison channels for transfer on the basis of the set parameters of QoS, which belong to the operating agent, being a part of the decentralized management system of the complex telecommunication network.

Введение

В настоящее время в связи с развитием телекоммуникационных технологий, повышением скорости и объемов передачи информации, появлением ресурсоемких сетевых приложений актуальным является вопрос об управлении сетями передачи данных. В случае сетей связи управление сводится к процессам наблюдения и контроля состояния узлов, линий и взаимодействий узлов, а также управление работой приложений.

Существует два принципиальных подхода к организации управления сложными сетями [1, 2]:

- централизованное управление;
- децентрализованное управление.

Централизованное управление осуществляется из единого центра управления сетью, в который стекается вся информация управления от всех управляемых объектов. Достоинствами централизованного управления являются: концентрация всей информации о состоянии сети в одном узле управления, целостная картина построения сети, относительная простота управления правами администраторов сети, непротиворечивость принимаемых решений.

В то же время при значительном масштабе сети централизованное управление теряет ряд преимуществ. К недостаткам такого подхода следует отнести: уязвимость системы управления, при этом объемы обрабатываемой информации требуют высокопроизводительных серверов, некоторая часть пропускной способности каналов сети используется для передачи служебной информации центру управления.

В последнее время более эффективным считается подход децентрализованного управления гетерогенным телекоммуникационными сетями. Децентрализованное управление сетью характеризуется отсутствием единого центра управления сетью. Его функции перераспределяются между множеством систем управления сетью. Достоинствами такого подхода являются: живучесть системы управления, отсутствует необходимость в высокопроизводительных серверах и ощутимо меньшие сравнительно с централизованным подходом объемы обрабатываемой информации и трафик служебной информации.

В современных технологиях и аппаратной реализации сетей связи большое применение находят мультиагентные системы, которые представляют собой распределенные (децентрализованные) системы управления.

Элементарным элементом данной системы является управляющий агент (УА) [3], отвечающий за определенный участок сети и обменивающийся служебной информацией с ближайшими

агентами. УА может быть построен на базе интеллектуального сетевого устройства, такого, как управляемый коммутатор, маршрутизатор или сервер со специализированным программным обеспечением, содержащим алгоритмы управления участком сети, за который ответственен данный агент. В работе рассмотрены некоторые алгоритмы управления передачей информационных потоков в участке сети на основе выбранных параметров качества.

Постановка задачи

Для исследований выбрана децентрализованная система управления телекоммуникационной сетью на основе управляющих агентов (рис. 1).

В общем случае сеть состоит из участков, которые группируются относительно множества группообразующих сетевых элементов $G_1...G_n$ – управляющих агентов. Каждый УА инцидентен некоторому множеству каналов связи (КС) $m_1...m_n$, соединяющих его со смежными УА, источниками или получателями информации (на рис. 1 точки А и В). В данной модели передачи информации между источником и получателем не существует способ соединения соседних УА между собой, так как телекоммуникационной основой для нее является протокол с коммутацией пакетов IP.

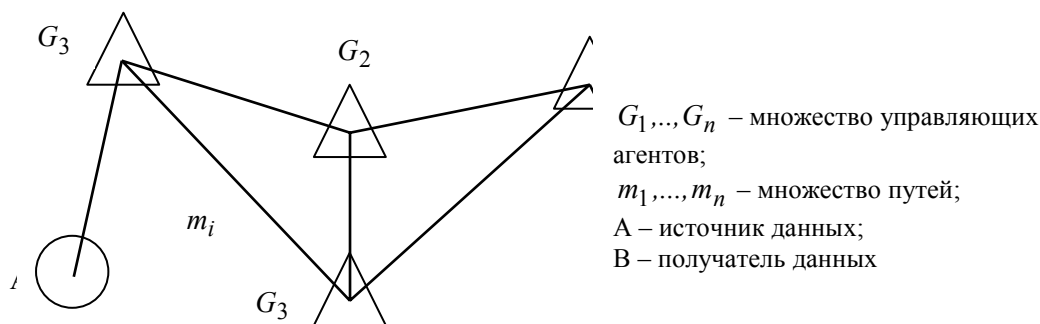


Рис. 1. Распределенная сеть управляющих агентов

Функцией агента является поддержка QoS для обеспечения заданных параметров и характеристик передачи данных, которые, в свою очередь, напрямую зависят от состояния инцидентных агенту КС. Каждый канал может характеризоваться определенным набором показателей его качества, однако наиболее информативными являются мгновенная и средняя пропускная способность, определяющие передающие возможности канала, а также стоимость – технико-экономический параметр сети в целом и отдельного канала в частности. Соответственно главной функцией УА, применимо к модели сети (рис. 1), является анализ мгновенных и усредненных характеристик КС m_i в плоскости использования его для передачи исходного потока данных. Исходя из этого, целью данной работы является разработка алгоритмов управляющего агента, реализующего функции QoS при выборе каналов для передачи.

Основная часть

Данный алгоритм можно разбить на две составляющие: алгоритм определения пропускных способностей принадлежащих агенту КС (рис. 2) и алгоритм выбора подходящих по критерию QoS путей передачи информации (рис. 3) [4].

Одной из функций УА является контроль динамического изменения пропускной способности (ПС) принадлежащих ему КС. Для этого через каждый интервал времени T агент посылает управляющие пакеты опроса ПС в каждый из принадлежащих ему каналов. Через определенное время агент получает информацию о ПС данного КС в k -тый такт работы. В процессе рассылки служебной информации по сети каждый агент обрабатывает управляющие пакеты смежных ему агентов.

Допустим, что агент реализует некоторую функцию QoS, которая состоит в контроле за ПС КС и выявлении каналов с низкой по выбранному критерию и падающей производительностью.

При этом происходит исключения данных КС из списка работающих на следующем такте работы агента для предотвращения потери качества передаваемой информации и внесения дополнительных задержек. Для реализации данной функции в агенте предусмотрен следующий алгоритм проверки КС на систематическое уменьшение ПС.

Происходит проверка на уменьшение ПС на k -ом такте работы, исходя из следующего правила:

$$N_k^m - N_{k-1}^m = \Delta n_k^m, \quad (1)$$

где N_k^m , N_{k-1}^m – ПС m -ого канала связи на k и $k-1$ такте работы агента соответственно; Δn_k^m – кризисный интервал уменьшения ПС канала на k такте работы.

Данный интервал показывает потери КС в пропускной способности за интервал T_i , которые в дальнейшем могут привести к выходу данного канала из строя. Величина Δn^m выбирается, исходя из экспертных оценок или статистики сети.

Возможны два варианта:

1. Условие (1) выполняется. Допустим, что при анализе m -ого КС это произошло впервые. Другими словами, значение ПС k -ого такта меньше, чем на $k-1$, что означает уменьшение ПС канала за интервал T_i .

Одновременно запускаются два процесса: анализ количества тактов с действительным значением Δn^m и анализ величины полученной пропускной способности на текущем шаге работы алгоритма.

Величина кризисного интервала Δn_k^m сохраняется в памяти агента и относительно него запускается счетчик тактов. Далее происходит проверка на количество тактов, при котором разница между ПС настоящего и предыдущего тактов находилась в пределах интервала Δn^m . Если количество тактов превысило экспертно заданное значение T_3 , то данный m -ый канал становится в число «претендентов» на игнорирование УА на последующем такте работы алгоритма. Данное условие является необходимым.



Рис. 2. Алгоритм определения пропускных способностей, принадлежащих агенту каналов связи

Одновременно с этим происходит сравнение ПС на текущем шаге работы N_k^m с неким его минимальным значением $N_k^m(min)$, которое представляет собой предельное значение ПС канала связи для его использования. Если в некий такт работы агента будет выполняться неравенство

$$N_k^m < N_k^m(min), \quad (2)$$

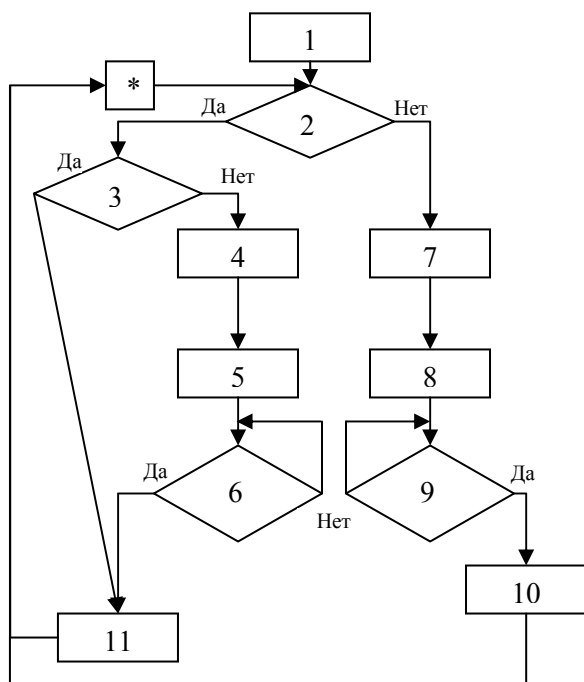
то алгоритм определения нерабочих КС вступает в последнюю фазу. Продолжается анализ кризисного интервала данного канала Δn_k^m . Если на следующем такте работы алгоритма изменение ПС $N_k^m - N_{k-1}^m$ канала попадет в данный интервал и неравенство (2) все еще будет выполняться, то m -ый КС изымается из списка доступных на следующем шаге работы алгоритма. Другими словами, канал будет изъят при выполнении следующих условий:

- счетчик преодолел значение T_3 ;
- выполняется условие (2);
- в условиях неравенства (2) счетчик T_3 увеличивается на 1 (что характеризует уменьшение

ПС канала относительно минимального $N_k^m(min)$).

Если условие (2) не выполняется, то значение T_3 может увеличиваться сколь угодно бесконечно, что является признаком пренебрежимо малого уменьшения ПС в канале. Определение значения $N_k^m(min)$ может быть автоматизировано в зависимости от типа трафика, предназначенного для передачи. Выполнение этих условий позволяет избежать ситуаций игнорирования КС при минимальном уменьшении ПС в них или случайном увеличении производительности после долгого постепенного спада. Если заданное количество тактов не превышено, то происходит анализ $m + 1$ канала и ожидание следующего такта работы агента. Количество тактов T_3 задается по экспертным оценкам или используя статистику сети. В большинстве случаев величина T_3 зависит от кризисного интервала Δn^m .

2. Условие (1) не выполняется. В этом случае происходит проверка выполнения следующих условий: превышения отклонения $N_k^m - N_{k-1}^m \gg \Delta n_1^m$, в этом случае m -ый КС заносится в список игнорируемых на следующий такт работы без дальнейшей проверки.



- 1 – получение номеров рабочих и игнорируемых каналов с алгоритмом 1;
- 2 – сравнение ПС рабочих каналов и заданного потока данных («найжены ли подходящие каналы?»);
- 3 – определение количества подходящих для передачи каналов («канал один?»);
- 4, 7 – определение пары пропускная способность – стоимость для каждого канала;
- 5 – процесс нахождения канала (ов) с $\min N, \min C$ (минимальная ПС и стоимость);
- 6 – поиск оптимального канала по условию $N_n = \min(\min N_1 \min C_1, \dots, \min^* N_k \min^* C_k)$;
- 8 – процесс нахождения канала(ов) с $\max N, \min C$ (максимальная ПС и минимальная стоимость);
- 9 – поиск оптимального набора каналов по условию:

$$N_n = \min(\max N_1 \min C_1 + \dots + \max^* N_k \min^* C_k)$$
- 10 – отказ в обслуживании;
- 11 – обслуживание потока заданным путем (набором каналов)

Рис. 3. Алгоритм выбора подходящих по критерию QoS путей передачи информации

Исходными данными для второго алгоритма (рис. 3) являются ПС поступающего на вход управляющего агента потока данных, информация о ПС КС, принадлежащих данному агенту и информация о возможности их использования, полученная алгоритмом 1. При этом каналы, помеченные как игнорируемые, не используются. Агент реализует функции QoS, основанные на критериях необходимой ПС и минимальной стоимости КС.

На начальном этапе работы алгоритма происходит сравнение ПС поступающего потока и КС, принадлежащих агенту. Информация о ПС КС агента динамически изменяется в каждый интервал времени T . В результате сравнения возможны два случая:

1. Найден канал(ы) с удовлетворяющей потоку данных ПС. В данном случае определяется количество данных КС. Если такой канал один, то в этом случае весь информационный поток будет передаваться по данному каналу в период времени T_i , до получения ПС потока и КС на следующем такте работы агента.

Если удовлетворяющих потоку данных КС несколько, то данные линии анализируются по второму критерию QoS, которым в нашем случае является стоимость данных линий. Допустим, стоимость линий известна изначально и не изменяется. В этом случае агент формирует набор пар характеристик всех принадлежащих ему КС (N_m, C_m) , где N_m – текущая на данном такте ПС, C_m – стоимость линий. После этого находятся каналы, имеющие следующие пары характеристик:

$$\{(min N_1 min C_1), (min^* N_2 min^* C_2), \dots, (min^{**} N_n min C_n^{**})\},$$

где * означает не полное соответствие выбранному критерию минимальности.

Исходя из полученного в (3) множества, происходит перебор всех возможных пар $(min N_i min C_i)$, $i = 1, \dots, m$ для поиска варианта передачи информационного потока по критерию следующего вида:

$$N_n = \min\{(min N_1 min C_1), \dots, (min^* N_k min^* C_k)\}, \quad (3)$$

где N_n – ПС, необходимая для передачи.

Используя соотношение (3) для передачи потока данных выбирается оптимальный канал с минимально допустимой ПС и стоимостью, что уменьшает накладные расходы использования КС.

2. Каналов с удовлетворяющей ПС не найдено, при этом, соответственно, ПС каждого КС меньше заданного. В этом случае находятся каналы, имеющие следующие пары характеристик:

$$\{(max N_1 min C_1), (max^* N_2 min^* C_2), \dots, (max^{**} N_n min C_n^{**})\},$$

где * означает не полное соответствие выбранному критерию максимальности.

На следующем этапе происходит анализ возможности передачи потока по двум или более КС агента на основании выбора следующего критерия:

$$N_n = \min(max N_1 min C_1 + \dots max^* N_k min^* C_k). \quad (4)$$

В этом случае для передачи исходных данных используется группа каналов, сумма ПС которых приблизительно равна или немного превышает ПС исходного потока. Такие КС могут быть найдены или нет. В этом случае происходит отказ в обслуживании.

Выводы

В данной работе получены алгоритмы управляющего УА, предназначенные для выбора оптимального канала или набора каналов с минимальной ПС и стоимостью для передачи исходного информационного потока в децентрализованной агентной системе управления. Научная новизна заключается в предложенном механизме анализа непригодных для передачи данных в настоящий момент времени каналов.

Перспективой в данных исследованиях является построение формальной нечеткой модели УА, реализующей вышеописанные алгоритмы с использованием аппарата Е-сетей.

1. Степанов А.Н. *Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей*. – СПб.: Питер, 2007. – 512 с. 2. Дымарский Я.С. *Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи*. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 384 с. 3. Kasabov N. *Introduction: Hybrid intelligent adaptive systems. International Journal of Intelligent Systems, 1998. – Vol. 6. – С.453–454*. 4. Буханько А.Н. *Алгоритмы управляющего агента участка сети связи // Мат. 3-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития»*. – Харьков: ХНУРЭ, 2008. – С.37–40.