

Метод квазистатического управления потоками требований в инфокоммуникационной системе специального назначения

Легков К.Е.

Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики

Буренин А.Н.

Научно-исследовательский институт «Рубин»

Аннотация

Эффективность использования виртуальных каналов в их совокупности и пропускная способность всей инфокоммуникационной системы во многом определяются используемыми протоколами маршрутизации и способами управления потоками требований. Поэтому вопросы организации наиболее целесообразных процедур управления потоками требований в инфокоммуникационной системе (включая все уровневые сети услуг) являются весьма важными, определяющими качество ее функционирования.

Ключевые слова:

инфокоммуникационная система; поток требований; протоколы управления; маршрутизация; уровневые сети.

В настоящей проблеме естественно стремление применить в инфокоммуникационной системе специального назначения (ИКС СН) стандартные решения и протоколы, а управление потоками требований свести к минимально требуемому. В настоящее время в той или иной мере стандартизировано достаточно много протоколов маршрутизации, правда, исключительно для IP-сети. Наиболее известным является протокол RIP (RFC 1058). RIP относится к классу протоколов IGP. Этот протокол является одним из первых протоколов обмена маршрутной информацией в IP-сети. Несомненным преимуществом протокола RIP является его простота. Недостатком – увеличение трафика за счёт периодической рассылки широковещательных сообщений, практическая незащищенность и недостаточная эффективность для уровневых сетей ИКС СН, ориентировка исключительно на IP-сети.

Протокол RIP использует алгоритм длины вектора. Стоимость вычисляется по информации, имеющейся в таблицах маршрутизации всех соседних VPN-маршрутизаторов (маршрутизаторы регулярно обмениваются между собой таблицами маршрутизации). Этот протокол работает в небольших IP-сетях. В больших сетях их загрузка широковещательным трафиком заметно влияет на пропускную способность. Из-за постоянных значений периода обмена протокол не всегда точно и быстро учитывает изменения сетевой топологии, так как маршрутизаторы не имеют точного представления о топологии IP-сети, а располагают только информацией, полученной от своих соседей. Протокол RIP использует в качестве метрики маршрута количество переходов, то есть число маршрутизаторов или VPN-маршрутизаторов, которые должен миновать каждый пакет (дейтаграмма), прежде чем он достигнет получателя.

В целом протокол RIP гарантирует, что таблицы маршрутизации за определённое время (время сходимости) станут правильными. Вместе с тем, алгоритм в текущем своём состоянии не гарантирует, что время сходимости будет мало. Может оказаться так, что до истечения времени сходимости в IP-сети произойдут изменения, и тогда процесс начнётся заново. Вместе с тем, протокол RIP обладает существенными недостатками, которые практически исключают возможность его использования в специальных сетях (для ИКС СН даже в базовом уровне).

Протокол OSPF описан в документе RFC 1247. Протокол применяют в больших распределённых сетях. OSPF вычисляет маршруты в сетях IP, работая вместе с рядом других протоколов обмена маршрутной информацией. Протокол OSPF использует понятие «состояние» канала. Суть его алгоритма состоит в вычислении кратчайшего пути. Подразумевается, что информация пройдёт по этому пути быстрее, чем по другим. VPN-маршрутизатор, работающий с этим протоколом, отправляет запросы

всем соседним маршрутизаторам, находящимся в одном домене маршрутизации, для определения состояния каналов до них и далее от них. Состояние канала при этом характеризуется несколькими параметрами, которые называются метриками. Метрикой может быть паспортные данные о пропускной способности канала, либо данные о предполагаемой его загрузке, либо предполагаемая задержка информации при её прохождении по этому каналу и т.д. Обобщив полученные сведения, этот маршрутизатор сообщает их всем соседям. После этого им строится ориентированный граф, который повторяет топологию домена маршрутизации. Каждому ребру этого графа назначается оценочный параметр (метрика). После построения графа используется алгоритм Дейкстры, который по двум заданным узлам находит набор рёбер с наименьшей суммарной стоимостью, т.е., по сути, выбирает лучший маршрут. По совокупной информации (полученной и найденной в результате вычислений) создаётся таблица маршрутизации.

В целом протокол OSPF и многие другие (IGRP, EIGRP, EGP, BGP, IGMP, DVMRP, MOSPF, PIM) не в полной мере подходят для современных больших, динамически изменяющихся IP-сетей ИКС СН, т.к. ориентированы на открытую сеть типа Интернет, предполагающую знание на каждом узле всей структуры сети. Это является существенным недостатком для сетей специального назначения, особенно для инфраструктурного и промежуточного уровней. Поэтому применение их в IP-сетях в составе ИКС СН нецелесообразно. Требуется применение эффективных способов, являющихся основой перспективных протоколов для защищенных ИКС СН.

Особенности формирования структуры специальных управляемых защищенных физических и VPN сетей ИКС СН (привязка маршрутизаторов, коммутаторов, VPN-устройств как минимум к двум-трем коммутаторам транспортной широкополосной сети, необходимость учета требований по безопасности процедур управления потоками) определяют необходимость особого формирования протоколов маршрутизации требований на обслуживание для их использования в уровнях сетях ИКС СН.

Топологические изменения уровней сетей (в т.ч. VPN) ИКС СН зависят (или могут быть сведены) к наличию (выходу из строя, восстановлению) соответствующего оборудования уровня сети, что необходимо учитывать при формировании маршрутной информации и вычислении метрики для каждого информационного направления, на основе которой производится управление потоками требований и их маршрутизацией.

Процедуры формирования метрики могут носить различный характер, определяемый степенью ее адекватности реальным процессам распределения требований на обслуживание в уровнях сетях ИКС СН. Однако, как показал анализ известных способов управления [1], ни в одном из них процедуры формирования метрики не позволяют обеспечить требуемый уровень качества функционирования уровней компонент ИКС СН и, следовательно, ИКС СН в целом.

В соответствии с изложенным и для выполнения требований, предъявляемым к ИКС СН, могут быть предложены методы управления параметрами уровней компонент, характеризующими процессы функционирования ИКС СН, которые фактически сводятся к управлению потоками требований на обслуживание и потоками сообщений обслуживания в уровнях сетях ИКС СН.

Одним из первых, появившихся способов управления и формирования плана управления, который можно использовать в качестве основы в ИКС СН, является способ, при котором, в случае его применения в ИКС СН, порядок выбора исходящих направлений из каждого узла предоставления услуг уровня сети ИКС СН заранее задан. В настоящее время, данный способ стал де факто стандартом в специализированных сетях из-за уверенности заказчиков систем связи специального назначения в его безопасности, в связи с трудностями информационных воздействий на него. Следует отметить, что это утверждение не совсем верно, т.к. при этом не рассматриваются возможности воздействий противника по цепям управления, в которых несанкционированная корректировка плана управления реализуется достаточно просто.

Данный способ, по сути, является статическим детерминированным (неизменным во времени) и групповым (формирует план для группы требований) методом управления для рассматриваемых задач управления. В статическом детерминированном групповом методе план управления не изменяется в процессе функционирования уровня сети ИКС СН. Маршрутная информация в нем задается матрицей маршрутов $M_M = \{m_{ijk}\}$, каждый элемент m_{ijk} которой равен 1, если путь из i -го узла уровня сети ИКС СН в k -й узел предоставления услуг через соседний j -й узел является путем первого выбора (т.е. наилучшим).

Если путь из узла является путем второго выбора, то соответствующий элемент $m_{ijk} = 2$. Матрица маршрутов содержит число столбцов, на единицу меньше числа узлов уровневой сети ИКС СН, и число строк, равное числу исходящих направлений. Каждой строке соответствует определенный код исходящего направления. Выбор направления передачи по матрице маршрутов $M_M = \{m_{ijk}\}$ происходит следующим образом: при поступлении требования на получение той или иной услуги в матрице $M_M = \{m_{ijk}\}$ выбирается столбец, соответствующий этому узлу. В нем ищется элемент, равный 1. Строка, в которой он находится, определяет код исходящего направления. При невозможности обслужить требование по данному направлению в том же столбце выбирается элемент равный 2, по которому определяется исходящее направление второго выбора и т.д. Так формируется план управления потоками требований и потоками сообщений (единиц) обслуживания.

Метод является относительно безопасным (с точки зрения компьютерных атак) и самым простым, но план распределения потоков в уровневой сети ИКС СН, полученный статическим детерминированным групповым методом, имеет тот недостаток, что кратковременное занятие какой-либо ветви виртуального пути первого выбора (или кратковременный сбой соединения) приводит к необоснованному выбору пути второго выбора [1-3]. Существенные же изменения в структуре уровневой сети ИКС СН могут привести к ситуации, когда составление плана управления окажется за пределами возможностей этого метода, т.е. реально информация о требовании можно передать по какому-нибудь существующему в уровневой сети ИКС СН пути, но в матрице $M_M = \{m_{ijk}\}$ его просто не существует. Поэтому эффективность применения статического детерминированного группового метода в уровневых сетях ИКС СН достаточно низкая [1-3].

Другими словами, план распределения потоков, формируемый статическим детерминированным групповым методом, вообще никак не зависит от ситуации в уровневой сети ИКС СН, от выхода из строя узлов, ветвей, перегрузки направлений или других процессов, поэтому он вообще не может быть использован в задаче управления потоками требований в каждой уровневой сети.

Для усовершенствования статического детерминированного группового метода с целью улучшения его качественных характеристик и получения соответствующего класса перспективного метода управления при условии, что это не приведет к значительному усложнению процедур выбора исходящих направлений, может быть предложено два направления [1] (рис. 1).

Первое направление связано с заданием целесообразного числа последовательных проб в каждом исходящем направлении. При неудачной попытке передать требование, сообщение обслуживания, пакет, кадр, ячейку или установить соединение по пути первого выбора полезно предпринять еще несколько попыток, прежде чем переходить к выбору следующего пути. Требуемое число последовательных проб зависит от количества каналов в виртуальных ветвях уровневых сетей, составляющих пути передачи, времени занятия виртуальных каналов (виртуальных соединений) передачей требований или сообщений обслуживания, массивом пакетов, кадров.

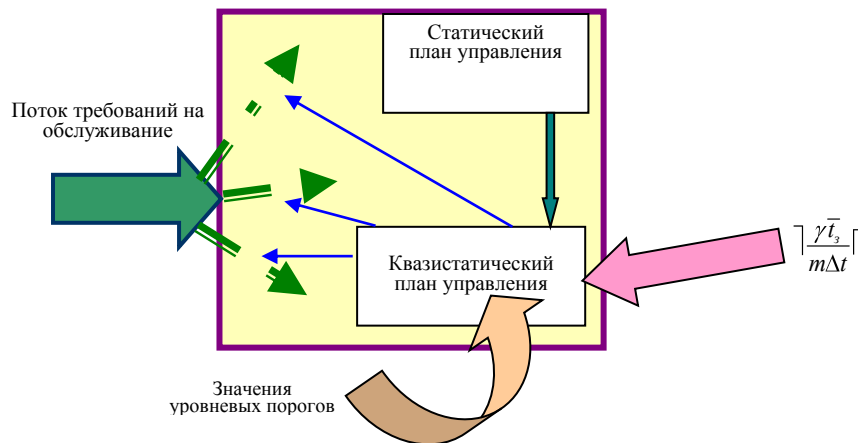


Рис. 1. Описание метода квазистатического управления потоками требований на обслуживание для уровневых компонент ИКС СН

Если среднее время занятия виртуального соединения передачей требования или сообщения обслуживания равно \bar{t}_3 , то среднее время, в течение которого ветвь из m каналов будет находиться в занятом состоянии, составит $\frac{\bar{t}_3}{m}$. Так как процесс поступления новых требований или сообщений независим от процессов освобождения, то за целесообразное число последовательных проб можно взять величину $\lceil \frac{\gamma \bar{t}_3}{m \Delta t} \rceil$, где Δt - интервал времени между двумя последовательными пробами передать пакет (кадр, сообщение) или установить виртуальное соединение, γ – весовой коэффициент, характеризующий различие между путем первого (второго) и второго (третьего) выбора и допустимой доли от среднего времени передачи требований или сообщений обслуживания по определенному пути в уровневой сети ИКС СН.

Второе направление связано с возможностью усовершенствования метода путем придания ему некоторых адаптивных свойств. В диссертации для этой цели предложено использовать локальную информацию, аналогично известному методу дельта-маршрутизации в сетях передачи данных [1]. На каждом узле уровневой сети ИКС СН периодически производится анализ загрузки средств (занятости виртуальных ветвей, размера очередей) или текущая оценка времени задержки для каждого исходящего направления.

Выбор пути производится по матрице маршрутов $M_M = \{m_{ijk}\}$, но с учетом приведенных параметров локальной узловой информации, имеющейся на каждом узле уровневой сети ИКС СН. В реальных ситуациях часто пути в матрице маршрутов имеют одинаковую длину. В этих случаях выбирается тот путь, который на первом участке (исходящем направлении) менее загружен, характеризуется меньшей очередью или меньшей задержкой.

Если пути первого, второго и т.д. выбора различны по длине, то процедура выбора усложняется введением ограничений. Так, например, требование, сообщение обслуживания, пакет, кадр, ячейка посылаются в исходящее направление второго (третьего) выбора, если исходящее направление первого (второго) выбора загружено на определенную величину (очередь достигла предельного значения, ожидаемые задержки превысят допустимые и т.п.). Обычно конкретное значение порогов для путей различного выбора подбирается предварительным моделированием функционирования уровневой сети на ЭВМ.

Таким образом, разработанный метод может быть представлен следующей схемой (рис. 2).

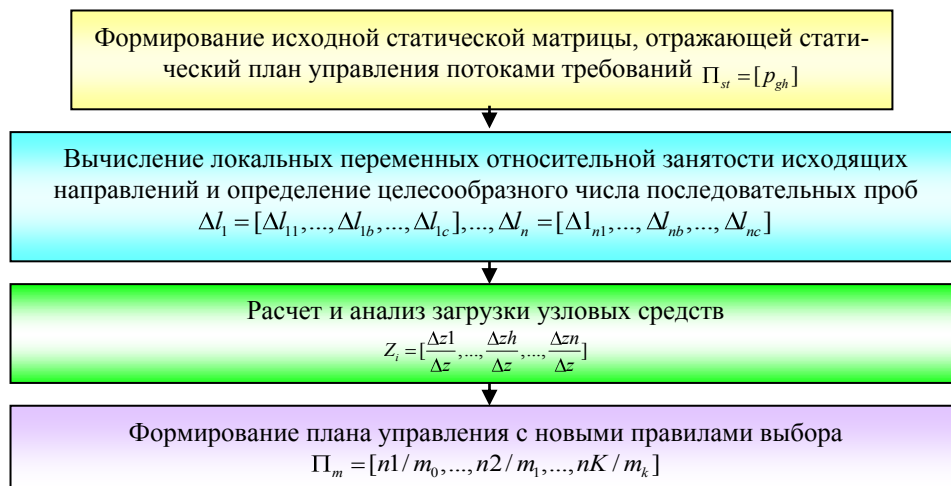


Рис. 2. Процедуры формирования плана управления потоками требований в квазистатическом методе управления

Предложенные выше варианты модернизированных методов управления потоками требований или сообщений (пакетов, кадров, ячеек) в уровневых сетях ИКС СН уже нельзя считать статическими или детерминированными, поскольку в них введены элементы, корректирующие план распределения

на основе текущей локальной информации. Поэтому эти методы целесообразно назвать квазистатическими. Их, в принципе, можно применять в контурах управления потоками в уровневых сетях ИКС СН, используя возможность изменения параметров методов: число последовательных проб, ограничения и т.д.

Литература

1. Буренин А. Н. Об управлении маршрутизацией на основе модифицированных адаптивных методов // Техника средств связи. – 1991. – № 7. – С. 51–59.
2. Лазарев В. Г. Электронная коммутация и управление в узлах связи. – М. : Связь, 1974. – 271 с.
3. Лазарев В. Г. Саввин Н. Г. Сети связи, управление, коммутация. – М. : Связь, 1973. – 264 с.

Для цитирования:

Легков К.Е. Буренин А.Н. Метод квазистатического управления потоками требований в инфокоммуникационной системе специального назначения // i-methods. 2009. Т. 1. № 1. С. 17–21.

Method quasi-static flow control requirement in infocommunication system special purpose

Abstract

The effectiveness of the use of organized thereby virtual channels in their entirety and the throughput of the entire infocommunication system is largely determined by the used routing protocols and flow control requirements. Therefore, the organization of the most appropriate procedures for the management of flow requirements in the infocommunication system (including all network-level services) are very important determinants for the quality of its functioning.

Keywords: infocommunication system, the flow requirements, control protocols, routing, network level.

References

1. Burenin A.N. About the routing control on the basis of modified adaptive methods // Technique of communication. 1991. No. 7. P. 51–59.
2. Lazarev V. G. Electronic switching and control nodes in the communication. – M. : Communication, 1974. – 271 p.
3. Lazarev V. G. Savvin N. G. Network communication, management, switching. – M. : Communication, 1973. – 264 p.

For citation:

Legkov K.E., Burenin A.N. Method quasi-static flow control requirement in infocommunication system special purpose // i-methods. 2009. Т. 1. No. 1. Pp. 17–21.