УДК 004.724.4

О МЕТОДЕ ВЫБОРА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ УЗЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ МАРШРУТИЗАЦИИ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СЕТЯХ РАЗНОЙ ТОПОЛОГИИ

А. В. Грачев, Т. В. Киселева, А. С. Добрынин, Р. С. Койнов

Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ)

Поступила в редакцию 17.03.2014 г.

Аннотация. Предложен метод определения промежуточного узла в сетях с разной топологией для задачи маршрутизации и способ оценивания используемого канала связи. Применяется ряд критериев, охватывающих параметры, описывающие работу сети в условиях ограниченного присутствия администратора, а так же историю использования узла (сегмента).
Ключевые слова: сети связи, узлы связи, маршрутизация, топология сети, передача данных.
Annotation. The method for determining the intermediate node in networks with different topologies for the routing problem and the estimation method of the used communication channel are proposed in article. Uses a variety of criteria covering the parameters describing the network in a limited presence administrator, as well as a history of using node (segment).
Keywords: network, communication nodes, routing, network topology, data transmission.

ВВЕДЕНИЕ

В современных сетях условным управляющим узлом является узел-инициатор передачи данных. [1] На основе определенных протоколов он формирует канал передачи данных, и он же следит за их доставкой (если такая возможность предусмотрена протоколом). Однако наличие задач, в которых необходима не только передача, но и контроль за получением данных, не позволяет исключить управляющий узел из числа задействованных в передаче соединений. Тогда чтобы сократить количество сервисного трафика необходимо сократить часть функций узла контроля, оставив ему самое необходимое.

СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМАТИКА

Задачу освобождения основного управляющего узла от части сервисных функций можно рассматривать как комплексный подход, состоящий из выявления в объеме подчиненных узлов, точек, являющимися транспортными узлами для большого количества маршрутов, и метода рассмотрения обнаруженных узлов как потенциальных кандидатов на делегирования им части транспортных функций.

В качестве исходного состояния принимается, что сеть имеет открытую инфраструктуру как на физическом уровне[1] (количество узлов в сети непостоянно и может изменяться от нуля до некоторого значения N), так и канальном уровне – сеть может состоять из нескольких сегментов с разными топологиями. Например, сочетать в себе традиционную локальную вычислительную сеть на основе протоколов TCP/IP и через шлюзы быть соединенной с сегментом мобильной сети или с сегментом производственной линии, состоящей из узкоспециализированных устройств.[2]

© Грачев А. В., Киселева Т. В., Добрынин А. С., Койнов Р. С., 2014

[1] Подразумевается сетевая модель OSI (англ. open systems interconnection basic reference model – базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем, сокр. ЭМВОС; 1978 г) // URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Сетевая_модель_OSI (дата обращения: 21.03.2014).

Также принимаются исходные условия, при которых присутствие администратора сети на постоянной основе невозможно, как и невозможна предварительная оценка состояния разных сегментов сети. Структурная схема этого процесса представлена на рис. 1.

В идеальных условиях параметры сети заранее известны. Это, как правило, данные о скоростных характеристиках сети (компьютерные сети), или данные об оборудовании. Но развитие сетей разного назначения рано или поздно приведет к ситуации, когда возникнет необходимость, комбинируя сети разных физических условий и топологий произвести передачу данных. В таких условиях не следует рассчитывать, что данные о состоянии сети будут заранее известны. И маршрутизатору придется прокладывать маршрут, имея в наличии только сам канал связи. Еще одним ограничением является отсутствие администратора, способного задать параметры работы и организации. Тогда сети требуется самоорганизация в условиях неопределенности. И необходимыми критериями, определяющими качество узла будут такие критерии, которые возможно оценить и измерить.



Рис. 1. Структурная схема процесса ранжирования узлов

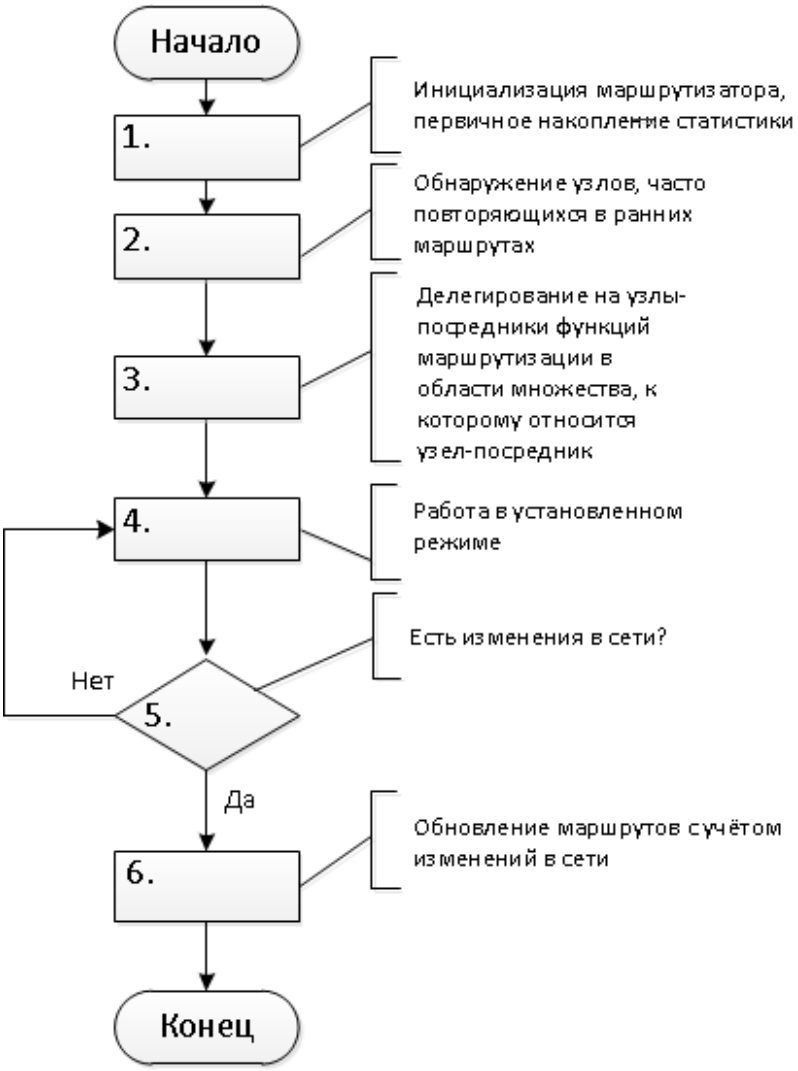


Рис. 2. Схема работы алгоритма самоорганизации сети

Не менее важной задачей является самоорганизация сети, когда участие командного узла невозможно. Схема работы алгоритма представлена на рис. 2.

МЕТОД РАНЖИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ УЗЛОВ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ

На этапе выявления потенциальных промежуточных транспортных узлов стоит обратить снимание на методику определения так называемых «малых миров».

Выбор головного узла определенного сегмента сети является основной проблемой для алгоритма, отвечающего за построение маршрута. Выделение необходимого узла на первоначальном этапе после инициации сети следует производить по результатам накопленной статистики.

Когда сеть инициирована, то необходимых данных для адаптивной маршрутизации еще не собранно. Поэтому в данном случае сеть опирается исключительно на свою структуру. При этом все узлы имеют *исторический ранг* 1 ($S_{истр} = 1$).

Дальнейшая работа сетевой структуры в зависимости от выбранного протокола формирует начальную таблицу маршрутизации. При этом, поскольку не один из узлов еще не был назначен узлом посредником, то у всех узлов на первоначальном этапе *Ранг посредника* равен нулю ($Q_{поср} = 0$).

Следует различать *Ранг исторической оценки* и *Ранг посредника*. Ранг исторической оценки показывает насколько узел хорошо

себя проявил в прошлых эпизодах работы в составе сети при этом, не важно был ли он узлом-посредником или обычным узлом. Исходя из того, что некоторые протоколы имеют возможность сохранять таблицу маршрутизации на время выключения питания, в момент инициализации сети узел получает ранг 1, т.е. он активен и готов принимать и передавать данные. Если же данный узел фигурирует в сохраненной ранее таблице маршрутизации, но на новом этапе работы сети он не доступен, то ему присваивается ранг 0, и при последующем обновлении таблицы маршрутизации этот узел в построении маршрутов не используется.

Топология искусственной нейронной сети, используемая в модели оценки маршрута через узел, состоит из пяти элементов на входе и из одного элемента на выходе. На рис. 3 приведена модель с использованием обучаемой нейронной сети. Параметры x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 зависят от оцениваемого сегмента сети. Они обязательно учитывают и физическую составляющую, и типы пользовательских данных, и историю использования (надежности).



Рис. 3. Модель оценки маршрута

В качестве первой переменной x_1 предлагается использовать загруженность выбранных альтернативных маршрутов, взятых в промежутке от узла-посредника до конечного узла-получателя. Их оценку следует производить с учетом пропускной способности и загруженности канала. Соотношение для вычисления имеет вид:

$$Qr = \frac{S(1+P)}{C}, \qquad (1)$$

где Qr – оценка маршрута;

S – максимальная скорость среды передачи на промежутке;

P – постоянная загруженность канала в долях процентов;

C – средняя скорость передачи на канале.

Следующий параметр x_2, который был выбран для оценивания предложенного сегмента – это соотношение потерянных пакетов при передаче к общему количеству пакетов. Сети со стопроцентной проводимость редки. Чаще всего любой из сегментов сети имеет определенный процент потерянных пакетов. Причем при каждом цикле передаче количество потерянных пакетов может меняться. Для того чтобы оценить работу сегмента следует провести анализ потерь при его работе. Исходные данные для анализа можно получить, используя анализатор трафика, программный продукт для накопления и статистической обработки трафика на заданном сегменте. Самые известные программные продукты в данной области – Wireshark, tcpdump.

Третьей переменной x_3 является временная характеристика. Временные затраты на передачу пакета данных являются одним из самых показательных. Данные о временных параметрах прохождения пакетов являются частью сетевых протоколов и для их получения достаточно использовать уже упоминавшиеся выше программные комплексы – Wireshark, tcpdump.

Четвертой характеристикой x_4 предлагается считать наличие «агрессивного фактора» в сегменте. В современных условиях наличие агрессивного фактора обретает все большее значение. Поэтому, по мнению авторов, для успешного применения адаптивной маршрутизации необходимо учитывать наличие «агрессивного фактора». Под агрессивным фактором следует понимать любое противодействие процессу передачи данных и препятствие нормальной работе сети. Процесс оценки «агрессивного фактора» сложен, так как почти не имеет численных показателей, пригодных для расчетов. Поэтому для оценки сегмента с наличием в нем активного противодействия предлагается применять аппарат нечеткой логики. [3] Это позволит оценить доступную ширину канала для передачи разных типов данных.

Последней переменной x_5, необходимой для принятия решения, следует считать опыт

использования канал в прошлый циклы передачи данных. Опыт работы выделенного сегмента может оказать существенное воздействие на оценку всего сегмента. Так, информация о прошлых циклах использования сегмента несет в себе данные о непосредственной работе.

В качестве такой переменной может выступать численный показатель, зависящий от количества узлов в сегменте, количества предыдущих циклов и количества отказов. Формула имеет вид:

$$Q = \frac{N * P}{q}, \qquad (2)$$

где Q – численный показатель надежности канала;

N – число узлов в выделенном сегменте;

P – количество предыдущих циклов;

q – количество отказов в предыдущих циклах.

Все входные и выходные данные имеют численные значения, следовательно, необходимость в кодировании входных и выходных параметров отсутствует. Тем не менее, величины были выбраны по принципу обеспечения наибольшего количества факторов, влияющих на работоспособность канала связи в условиях его интенсивного использования, поэтому входные и выходные переменные вполне могут иметь разнородные значения. Так как модель описывает разные характеристики, то и результаты её работы не должны зависеть от применяемых данных. Поэтому для повышения эффективности модели следует привести предобработку данных, приводящую их к единому масштабу.

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ СЕГМЕНТА СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ

Пример обработки сегмента сетевой структуры для выделения узлов посредников приведен на рис. 4. Выборка взята для сегмента из ста произвольных узлов обычной локальной сети. Обработка произведена с помощью программного продукта Statistika Neural Networks и собственного макроса Microsoft Excel.

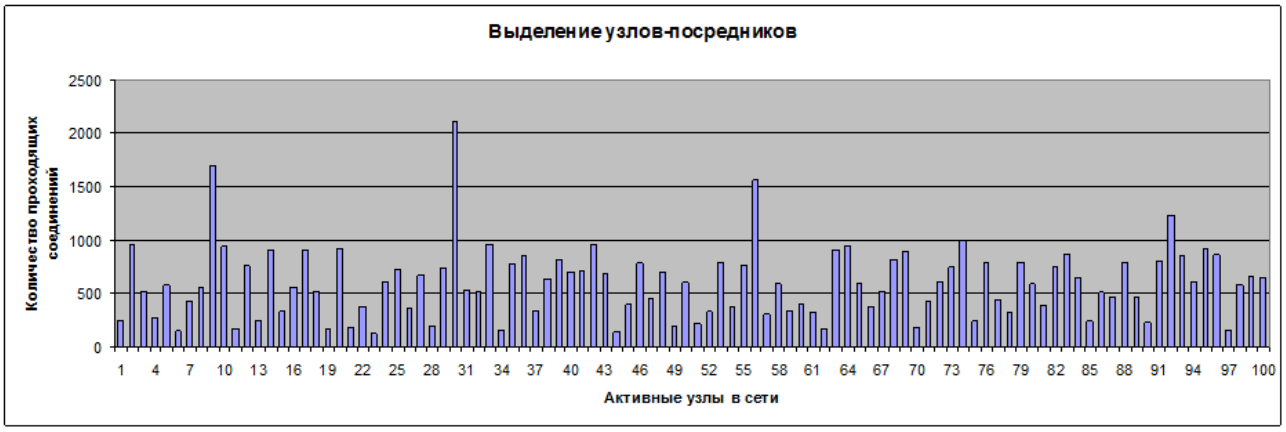


Рис. 4. Выделение узлов посредников

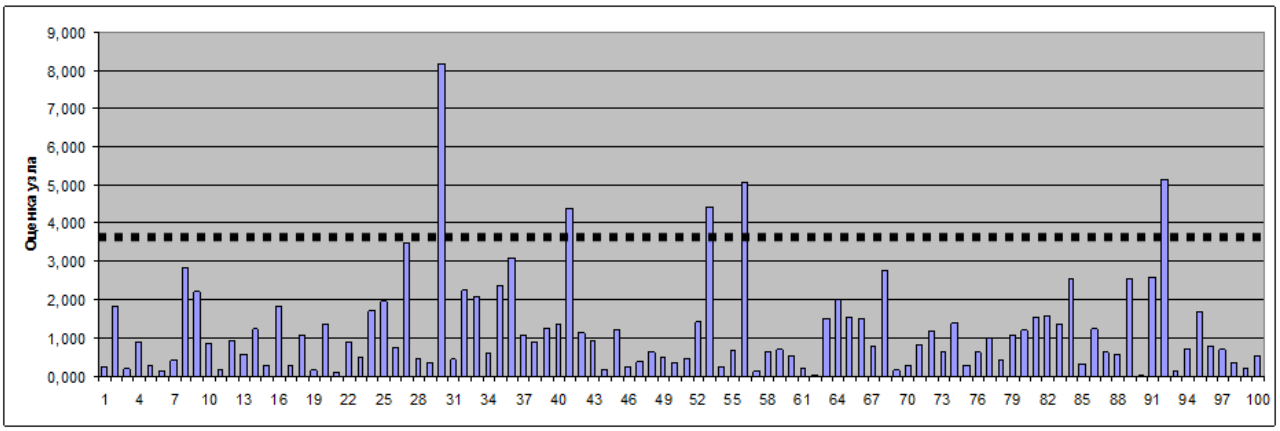


Рис. 5. Результат конечного оценивания выбранных узлов

Исходя из полученных данных, можно говорить о существовании в сети узлов, способных взять на себя задачи локального узла-посредника. Данные узлы соответствуют пикам выше среднего значения на рис. 5 (выше пунктирной линии). Таким образом, мы наблюдаем, что 5 узлов соответствуют этому критерию, что даже избыточно для данного сегмента из ста узлов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача выбора узла маршрутизации является первым шагом для алгоритма, обеспечивающего гибкий подход к составлению маршрутов в условиях быстроменяющейся ситуации в процессе передачи данных. Сети, в которых участвуют узлы разной вычислительной мощности и разного прикладного значения уже являются обычным делом. Поэтому решение задачи управления и маршрутизации должно опираться на факторы учитывающие свойства таких сетей.

Таким образом, предложенный метод является одним из вариантов применения способов оценки для решения задачи оптимизации передачи значительного объёма данных в глобальных вычислительных сетях. В результате получаем увеличение скорости передачи данных и повышение отказоустойчивости систем передачи в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сводная статистика по мировым точкам обмена трафиком (Москва) //URL: https://prefix.pch.net/applications/ixpdir/detail.php?exchange_point_id=191

2. *Тимофеев А.В.* Адаптивное управление и многоагентная обработка информационных потоков в интегрированных телекоммуникационных сетях // Труды СПИИРАН. – 2006. – Н 1, – Т. 3, 62–70 с.

3. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений – М. : Изд. Мир, 1976 – 168 с.

Грачев Александр Викторович – ст. преподаватель кафедры систем информатики и программирования, Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ). Тел.: (3843) 46-35-02.
E-mail: ansel@zaoproxy.ru

Киселева Тамара Васильевна – д.т.н., профессор, зав. кафедрой систем информатики и программирования, Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ). Тел.: (3843) 46-35-02.
E-mail: kis@siu.sibsiu.ru

Добрынин Алексей Сергеевич – зав. лаб. кафедры автоматизации и информационных систем, ст. преподаватель, Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ). Тел.: (3843) 78-43-76.
E-mail: serpentfly@mail.ru

Койнов Роман Сергеевич – зав. сектором кафедры АИС, ст. преподаватель, Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ). Тел.: (3843) 78-43-76.
E-mail: koynov_rs@mail.ru

Grachev Aleksandr Viktorovich – Degree-seeking student, senior teacher, Siberian State Industrial University (SibSIU).
Phone: (3843) 46-35-02. E-mail: ansel@zaoproxy.ru

Kiseleva Tamara Vasiljevna – Prof., Siberian State Industrial University (SibSIU).
Phone: (3843) 46-35-02. E-mail: kis@siu.sibsiu.ru

Dobrynin Alexey Sergeevich – Degree-**seeking student, senior teacher, Siberian State** Industrial University (SibSIU).
Phone: (3843) 78-43-76.
E-mail: serpentfly@mail.ru

Koynov Roman Sergeevich – Degree-seeking student, senior teacher, Siberian State Industrial University (SibSIU).
Phone: (3843) 78-43-76.
E-mail: koynov_rs@mail.ru