

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

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

Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ)

Поступила в редакцию 26.01.2015 г.

Аннотация. Предложен метод оценивания параметров промежуточного узла в сетях с разной топологией для задачи маршрутизации и способ оценивания используемого канала связи. Решение основано на использовании методов оценки не относящихся к условиям стандартных сетевых протоколов. Применяется ряд критериев, охватывающих параметры, описывающие работу сети в условиях ограниченного присутствия администратора, а так же историю использования узла (сегмента). В условиях вне сетевой иерархии задача оценивания состоит в выделении ряда параметров предполагаемого управляющего узла в реальном времени, а в конечном счёте, в сборе данных для механизма анализа работы сегмента сети. Это позволяет оценить параметры предполагаемого управляющего узла, учитывая особенности работы на каждом этапе. Свойства узлов могут быть адаптированы в численных показателях, отвечающих за загруженность узла, стабильность, пропускную способность. Это применимо как для компьютерных вычислительных сетей, так и для сетевых структур управления. Результаты работы метода проходят комплексную оценку, в результате которой происходит обработка накопленной статистики для вынесения оценки предполагаемого узла-посредника с учетом выполняемой задачи. Понятие «задачи» учитывает тип передаваемых данных, и условия необходимые для наиболее оптимального использования канала для задачи передачи каждого типа данных.

Ключевые слова: сети связи, узлы связи, маршрутизация, топология сети, передача данных.

Annotation. The method for estimating the parameters of the intermediate node in the networks with different topologies for routing problem and the method of estimation used communication channel are proposed in the article. The solution is based on the use of methods to assess the conditions of non-standard network protocols. Applies a number of criteria, covering the parameters describing the network in a limited presence of the administrator, as well as the history of use site (segment). In the absence of the network hierarchy estimation problem is to allocate a number of parameters of proposed control node in real time, and, ultimately, to collect data for the analysis of the network segment. This allows to estimate the parameters of the proposed control node, taking into account the peculiarities of work at each stage. Properties of nodes may be adapted in numerical terms, responsible for load assembly, stability, bandwidth. This applies both to computer networks, and for managing networks. The results of the method are comprehensive assessment, which results in the treatment of accumulated statistics for making assessments of the expected node agent with the task at hand. The concept of «problem» takes into account the type of data, and the conditions needed to make the best use of the channel for the problem of transmission of each data type.

Keywords: network, communication nodes, routing, network topology, data transmission.

ВВЕДЕНИЕ

В статье [1] авторами был предложен метод выбора промежуточного управляющего узла в задачах сетевой маршрутизации. В основе описанной идеи был предложен алгоритм, использующий сбор и анализ данных о работе сети, с использованием аппарата нейронных сетей. Описывались условия для выделения управляющего узла, в частности наличия феномена «малого мира» в сети.

В данной статье описывается выбор и обоснование ряда параметров, независимых от сетевой иерархии, которые могут быть использованы в задаче анализа. Указывается на связь между типами передаваемых по сети данных и общими характеристиками сети, такими как параметры физической работы и загруженности. Параметры обязательно учитывают и физическую составляющую, и типы пользовательских данных, и историю их использования (надежности).

Метод использует в качестве объекта оценивания узел сети с рядом параметров:

$$U_c = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где U_c – узел сети;

(x_1, x_2, \dots, x_n) – параметры узла.

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. 1 приведена модель с использованием обучаемой нейронной сети. Параметры x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 зависят от оцениваемого сегмента сети.



Рис. 1. Модель оценки маршрута

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ

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 по следующему соотношению:

$$Qr = \frac{S(1+P)}{C}, \quad (2)$$

где Qr – оценка маршрута;

S – максимальная скорость среды передачи на промежутке;

P – постоянная загруженность канала в долях процентов;

C – средняя скорость передачи на канале.

Максимальная скорость среды передачи данных – это пиковое значение, которое зависит от физической составляющей. Примеры пиковых значений наиболее распространенных стандартов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Популярные стандарты работы ЛВС и их пиковые скорости

Сеть	Максимальная скорость	Тип сети
Fast Ethernet	100 Mb/s	Проводная
Gigabit Ethernet	1000 Mb/s	Проводная
Wi-Fi (a)	54 Mb/s	Беспроводная
Wi-Fi (b)	11 Mb/s	Беспроводная
Wi-Fi (g)	54 Mb/s	Беспроводная
Wi-Fi (h)	> 600 Mb/s	Беспроводная
Bluetooth	24 Mb/s	Беспроводная

Таким образом, максимальная скорость для конкретной технологии может быть задана заранее оператором (Мб/сек). Следует при этом учитывать, что для реального рабочего процесса пиковые скорости не характерны, так как на процесс работы ЛВС влияет много других различных факторов. Авторы предлагают использовать пиковые скорости, заявленные в сертификатах [2], под каждый стандарт, как граничное условие. Результат для

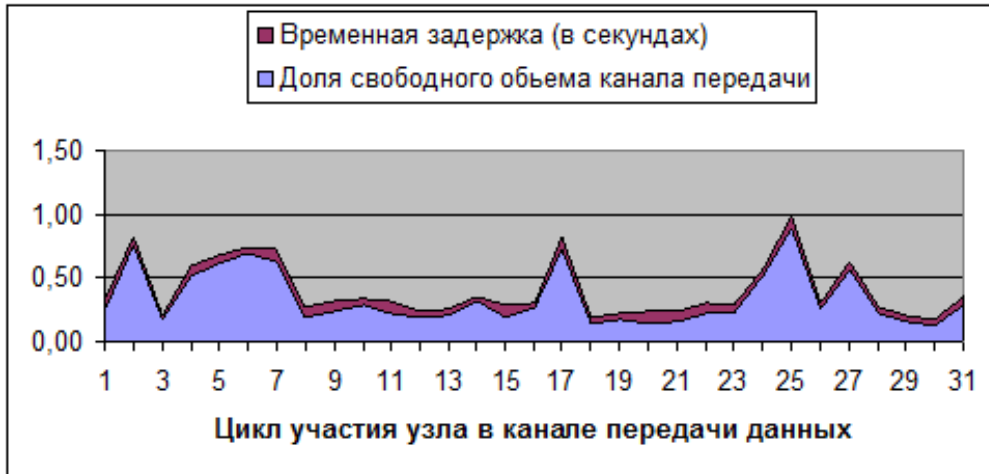


Рис. 2. Зависимость времени передачи от загрузки узла

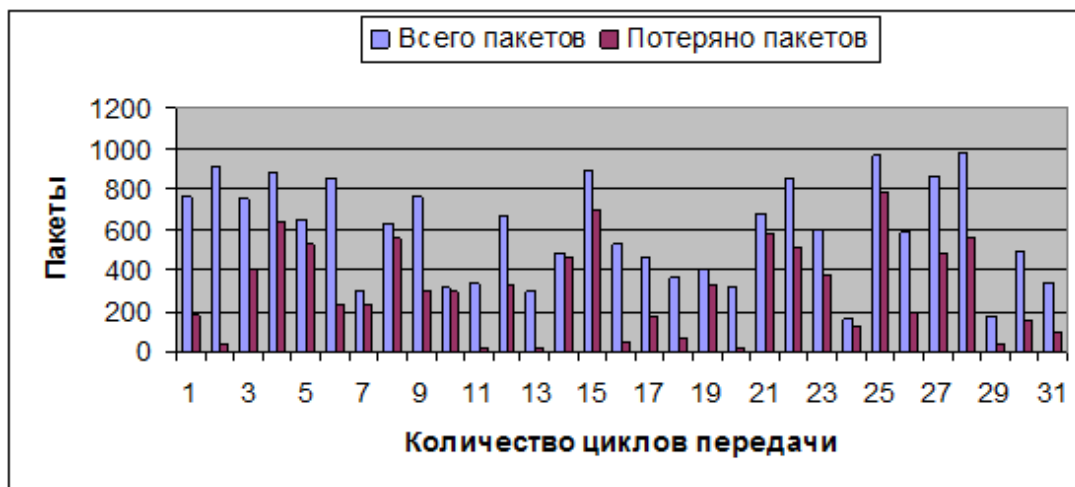


Рис. 3. Пакеты с данными (переданные и потерянные)

первых тридцати циклов тестовой выборки представлен на рис. 2.

Следующий параметр x_2 , который был выбран для оценивания предложенного сегмента – это соотношение потерянных пакетов при передаче к общему количеству пакетов. Сети со стопроцентной проводимостью 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.

На рис. 3 представлен график, отражающий количество переданных и потерянных

пакетов на первых тридцати циклах выборки.

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. Поэтому могут использоваться в динамичном режиме.

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.

С этой целью были выделены ряд типов данных, наиболее часто передаваемых по ЛВС, и обеспечивающих различные нагрузки на процесс передачи. В приведенной ниже таблице указываются необходимые условия для нормальной передачи каждого типа данных. Табл. 2 отражает граничные условия при которых возможна корректная передача данных.

Таблица 2
Требования для передачи разных типов данных¹

Тип данных	Доля недоступной ширины канала (%)	Временная задержка (мсек)
Сервисные данные (эхо-запрос и т.п.)	80	1000
Текстовые	80	800
Транзитные данные (шлюз)	40	800
Аудио и видео	20	200
Постоянная активная передача	10	100

В приведенной таблице первые четыре типа данных имеют ограниченное время передачи и чаще всего этот процесс инициируется пользователем (кроме сервисных).

Постоянная активная передача данных характерна для сетей обеспечивающих функционирование какого-либо технологического процесса, который чаще всего проходит в непрерывном режиме (например сеть датчиков производственного цикла крупного промышленного предприятия).

В качестве базового правила для аппарата лингвистических переменных было выбрано следующие:

¹ Данные получены путем оценки активного трафика на тестовой выборке, полученной с использование программы Wireshark

Если (доля недоступности канала) = (меньше) **И** (время задержки) = (минимально) **Тогда** (соответствие узла) = (полное)

Результаты применения правила представлены в табл. 3.

Таким образом, в табл. 3 в процентах указаны значения коэффициента уверенности для отбора узла с целью обеспечения процесса передачи для каждого типа данных при заданных входных ограничениях.

Представлены результаты для первых тридцати циклов тестовой выборки.

Последней переменной x_3 , необходимой для принятия решения, следует считать опыт использования канала в прошлые 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:

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{N * P}{q} \right), \quad (2)$$

где Q – численный показатель надежности канала;

N – число циклов участия конкретного узла в процессе передачи;

P – количество предыдущих циклов;

q – количество отказов в предыдущих циклах;

n – общее число узлов в канале маршрута.

Формула учитывает как длину маршрута, так и количество неудач во время предыдущих процессов передачи. Таким образом, наилучший показатель имеет узел с максимальным значением ранга.

Первые тридцать циклов тестовой выборки представлены на рис. 4.

Таблица 3

Соответствие узла для каждого типа данных

Ширина канала (доля недо- ступного объема)	Время передачи (в секундах)	Соответствие узла для каждого типа данных				
		Сервисные данные	Текстовые данные	Транзитные данные	Аудио и видео	Постоян- ный актив- ный поток
0,25	0,083	74 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,76	0,063	80 %	86 %	73 %	46 %	30 %
0,17	0,044	80 %	67 %	37 %	29 %	30 %
0,51	0,082	74 %	67 %	73 %	46 %	30 %
0,61	0,07	80 %	67 %	73 %	46 %	30 %
0,70	0,041	80 %	67 %	73 %	46 %	30 %
0,63	0,096	74 %	67 %	73 %	46 %	30 %
0,19	0,088	74 %	67 %	37 %	29 %	30 %
0,24	0,092	74 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,28	0,057	80 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,22	0,096	74 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,19	0,048	80 %	67 %	37 %	29 %	30 %
0,22	0,044	80 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,32	0,034	80 %	66 %	37 %	46 %	30 %
0,20	0,1	74 %	67 %	37 %	29 %	30 %
0,28	0,036	80 %	66 %	37 %	46 %	30 %
0,73	0,09	74 %	86 %	73 %	46 %	30 %
0,15	0,047	80 %	67 %	37 %	29 %	99 %
0,18	0,042	80 %	67 %	37 %	29 %	30 %
0,15	0,1	74 %	67 %	37 %	29 %	99 %
0,17	0,077	74 %	67 %	37 %	29 %	30 %
0,22	0,087	74 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,22	0,065	80 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,52	0,041	80 %	67 %	73 %	46 %	30 %
0,88	0,096	92 %	86 %	73 %	46 %	30 %
0,26	0,051	80 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,57	0,068	80 %	67 %	73 %	46 %	30 %
0,23	0,042	80 %	67 %	37 %	46 %	30 %
0,16	0,039	80 %	66 %	37 %	29 %	30 %
0,13	0,039	80 %	66 %	37 %	29 %	99 %
0,29	0,061	80 %	67 %	37 %	46 %	30 %

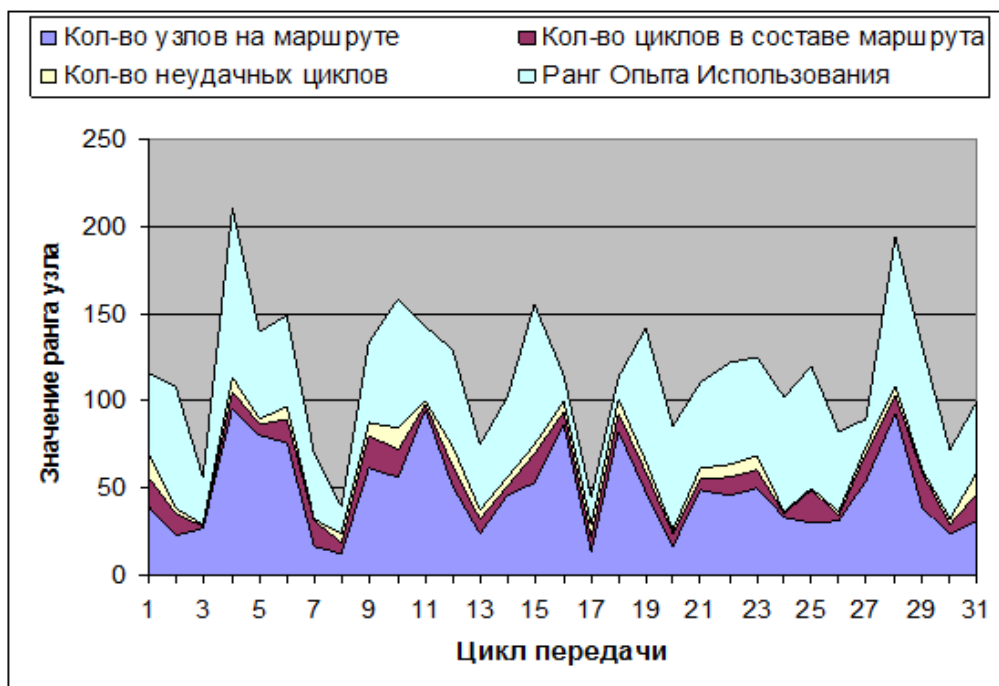


Рис. 4. Зависимость значения опыта использования

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача выбора узла маршрутизации является первым шагом для построения 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 предложен способ определения параметров влияющих на работу сети и необходимых для использования алгоритма оценивания узла-посредника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О методе выбора промежуточных узлов передачи данных для маршрутизации в иерархических сетях разной топологии / А. В. Грачев, Т. В. Киселева, Р. С. Койнов, А. С. Добрынин // Вестник АГТУ. Сер., Управление, вычислительная техника и информатика. – 2014. – № 3. – С. 58–64.
2. Группа стандартов IEEE 802.11 // URL: <http://wi-life.ru/tehnologii/wi-fi/wi-fi-standarty>
3. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений – М. : Изд. Мир, 1976. – 168 с.

Грачев Александр Викторович – старший преподаватель кафедры прикладной информатики и программирования. Сибирский государственный индустриальный университет. Тел.: (3843) 46-35-02, E-mail: grachev_av@list.ru

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

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

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

Grachev Aleksandr Viktorovich – Degree-seeking student, senior teacher. Siberian State Industrial University (SibSIU).

Tel.: (3843) 46-35-02, E-mail: grachev_av@list.ru

Kiseleva Tamara Vasiljevna – Prof. Siberian State Industrial University (SibSIU).

Tel.: (3843) 46-35-02, E-mail: kis@siu.sibsiu.ru

Koynov Roman Sergeevich – Degree-seeking student, senior teacher. Siberian State Industrial University (SibSIU).

Tel.: (3843) 78-43-76, E-mail: koynov_rs@mail.ru

Dobrynin Alexey Sergeevich – Degree-seeking student, senior teacher. Siberian State Industrial University (SibSIU).

Tel.: (3843) 78-43-76, E-mail: serpentfly@mail.ru