

УДК 621.396

К.А. Польщиков¹, Е.Н. Кубракова²¹Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск²Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава

МЕТОД БУФЕРИЗАЦИИ ЗАПРОСОВ НА ПЕРЕДАЧУ ПОТОКОВ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПО КАНАЛУ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

В статье предложен метод, основанный на прогнозировании параметров сетевого трафика и выборе рационального значения емкости памяти для буферизации запросов на передачу потоков реального времени по каналу телекоммуникационной сети.

Ключевые слова: буферизация запросов, нечеткая нейронная сеть, трафик реального времени.

I. Проблема обслуживания запросов на передачу потоков реального времени

В настоящее время большинство информационных потоков, передаваемых в современных телекоммуникационных сетях с коммутацией пакетов (голос, видео), образуют мультимедийный трафик. Интенсивность передачи информации, инициированная работой соответствующих программных средств в реальном времени является достаточно высокой и близкой к постоянному значению, потому такой вид трафика часто называют потоковым или трафиком реального времени.

Интенсивность поступления от пользователей запросов на передачу потоков реального времени изменяется случайным образом. При случайном возрастании этой интенсивности в сети наблюдается временный дефицит канальных ресурсов. Это обуславливает появление отказов в обслуживании поступивших от пользователей запросов. При снижении указанной интенсивности уменьшается сетевая нагрузка, каналы сети работают в недогруженном режиме, и наблюдаются паузы в их использовании. Таким образом, каналы современных телекоммуникационных сетей нагружаются неравномерно во времени, в результате чего используются неэффективно.

II. Анализ последних исследований в области обслуживания запросов на передачу потоков реального времени

Анализ исследований в области качества сетевого обслуживания показал, что применяемые в современных телекоммуникационных сетях технологии передачи трафика реального времени не обеспечивают эффективное использование сетевых ресурсов. Известные архитектуры обеспечения качества обслуживания (QoS – Quality of Service) трафика –

Best Effort, IntServ и DiffServ предполагают отказ пользователю в случае дефицита канальных ресурсов [1]. Случайность, неравномерность поступления в сеть запросов на передачу потоков мультимедийной информации, с одной стороны, приводит к возникновению временных перегрузок, а, с другой стороны, является причиной появления участков времени с недостаточной загруженностью каналов [6]. Запросы, получившие отказ, могли бы быть обслужены позже, в то время, когда в сети появится требуемая доступная пропускная способность. Однако соответствующие средства в существующих сетях не предусмотрены [7, 8].

Для повышения используемости каналов телекоммуникационной сети целесообразно использовать буферизацию запросов на передачу потоков реального времени. Реализация этой идеи обеспечит сглаживание потока поступающих заявок и позволит использовать пропускную способность сети более эффективно.

Обоснование применения в сети очередей запросов на передачу потоков реального времени обуславливает необходимость решения другой важной задачи, которая состоит в выборе максимального значения длины этих очередей [9]. Возможность буферизации большого количества заявок, с одной стороны, улучшает качество обслуживания пользователей, потому что в этом случае большее число запросов будет обслужено и меньшее количество пользователей получит отказ.

С другой стороны, чем больше запросов будет находиться в очереди, тем больше времени пользователям придется ждать обслуживания своих запросов, что негативно повлияет на качество их обслуживания [2].

Кроме того, для рационального управления размером емкости буферизованных запросов необходимо иметь данные о том, какие значения будет принимать величина интенсивности поступления запросов на передачу потоков реального времени, а

также длительности передачи этого потока по каналу телекоммуникационной сети. Располагая этими данными, можно с достаточной точностью спрогнозировать загруженность соответствующих каналов сети и выбрать такое значение емкости буферизованных запросов, при котором будет обеспечена эффективная передача потоков реального времени.

III. Формулировка задачи

Как было отмечено выше, эффективным средством обеспечения качественного обмена мультимедийными данными в пакетной сети является предварительное резервирование ресурсов, инициируемое поступлением запросов от пользователей на передачу потоков реального времени по телекоммуникационному каналу.

Актуальной научно-технической задачей является создание метода обслуживания таких запросов, применение которого позволило бы управлять их буферизацией для повышения качества обслуживания (QoS) пользователей.

IV. Разработка метода буферизации запросов на передачу потоков реального времени

При оценке уровня QoS в телекоммуникационной сети необходимо учитывать возможные неудачные попытки осуществить передачу потоков реального времени. Эти попытки можно разделить на два основных типа. Неудачная попытка 1-го типа происходит в том случае, если в момент поступления запроса на передачу потоков реального времени длина очереди запросов, ожидающих обслуживания, равна предельному значению. Неудачная попытка 2-го типа обусловлена тем, что пользователь по собственной инициативе отказывается от передачи потока из-за неприемлемо длительного ожидания обслуживания своего запроса.

Указанные типы неудачных попыток по-разному влияют на неудовлетворенность пользователей качеством обслуживания их запросов на передачу потоков реального времени. Для характеристики этой неудовлетворенности будем использовать безразмерную величину $\xi_i \in [0, 1]$ – вес неудачной попытки i -го типа. Чем больше вес ξ_i , тем большую неудовлетворенность вызывают у пользователей неудачные попытки i -го типа. Вес неудачной попытки, вызывающей наибольшую неудовлетворенность, равен 1.

Для оценки QoS запросов на передачу потоков реального времени в телекоммуникационной сети предлагается использовать показатель Ω – уровень пользовательской неудовлетворенности качеством обслуживания, определяемый суммарным весом множества неудачных попыток на передачу потоков

реального времени, предпринятых за определенный промежуток времени [2]. Для расчета этой величины можно использовать следующую формулу:

$$\Omega = \frac{\xi_{\Sigma}}{T_{mid}}, \quad (1)$$

где T_{mid} – среднее время, которое требуется для того, чтобы пользователем было сделано множество неудачных попыток, суммарный вес которых равен не менее ξ_{Σ} .

На основе применения теории вероятностно-временных графов получено аналитическое выражение, отражающее зависимость показателя QoS запросов на передачу потоков реального времени от различных параметров:

$$\Omega = f(\lambda, \tau, \theta, C, L, \xi_1, \xi_2, m), \quad (2)$$

где λ – прогнозируемая интенсивность поступления запросов на передачу потоков реального времени; τ – прогнозируемая средняя длительность передачи одного потока реального времени; θ – допустимое время ожидания пользователем обслуживания своего запроса на передачу потоков реального времени; C – пропускная способность телекоммуникационного канала; L – пропускная способность, необходимая для качественной передачи одного потока реального времени; m – предельная длина очереди запросов на передачу потоков реального времени [11].

Для прогнозирования величин интенсивности и длительности передачи потоков реального времени предлагается использовать нейро-нечеткие системы. Рассмотрим нечеткую нейронную сеть (рис. 1), на вход которой подаются измеренные в течение четырех предыдущих тактов значения интенсивности поступления запросов на передачу (входных величин λ_{i-4} , λ_{i-3} , λ_{i-2} и λ_{i-1}).



Рис. 1. Величины интенсивности поступления запросов на входе и выходе нечеткой нейронной сети

Применение такой нечеткой нейронной сети положено в основу модели прогнозирования интенсивности поступления запросов на передачу потоков реального времени по каналу телекоммуникационной сети. Указанный процесс прогнозирования включает выполнение следующих процедур:

1) в течение каждого текущего такта измеряется загрузка компьютерной системы;

2) на вход нечеткой нейронной сети подаются значения величин λ_{i-4} , λ_{i-3} , λ_{i-2} и λ_{i-1} ;

3) на основе выполнения нейро-нечеткого вывода вычисляется значение прогнозируемой величины $\tilde{\lambda}_i$.

Построение нечеткой нейронной сети целесообразно осуществлять в соответствии с методикой [3], предполагающей выполнение следующих этапов:

- 1) выбор алгоритма нечеткого вывода;
- 2) определение функций принадлежности для входных величин: выбор количества функций принадлежности, а также формы функций принадлежности;
- 3) выбор алгоритма обучения нечеткой нейронной сети;
- 4) создание обучающей выборки для настройки параметров нечеткой нейронной сети;
- 5) выбор количества циклов для обучения нечеткой нейронной сети;
- 6) настройка параметров (обучение) нечеткой нейронной сети.

Нечеткая нейронная сеть должна быть максимально простой, но при этом обеспечивать достаточное качество прогноза.

С учетом этих критериев выбраны следующие параметры синтезируемой нейро-нечеткой системы:

алгоритм нечеткого вывода – Сугено 1-го порядка [4],

количество функций принадлежности для каждой входной величины – 2,

форма функций принадлежности для каждой входной величины – треугольная,

алгоритм обучения нейронов – алгоритм обратного распространения ошибки [5].

Ряд имитационных экспериментов показал, что использование нейро-нечеткой системы позволяет получить приемлемое качество прогноза (рис. 2, 3).

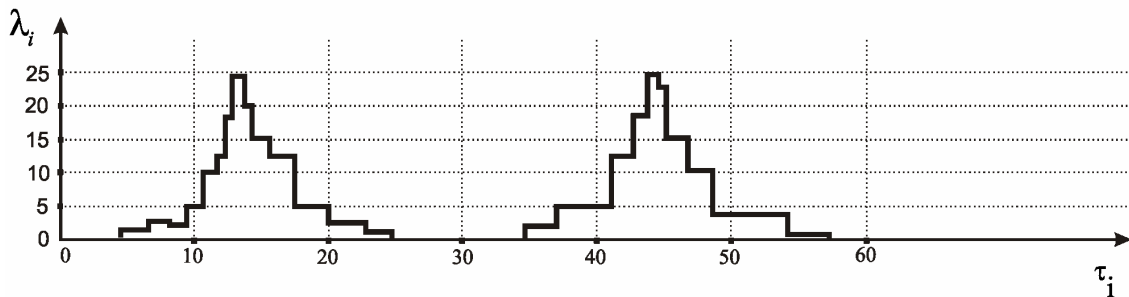


Рис. 2. Интенсивность поступления запросов на передачу в реальной сети

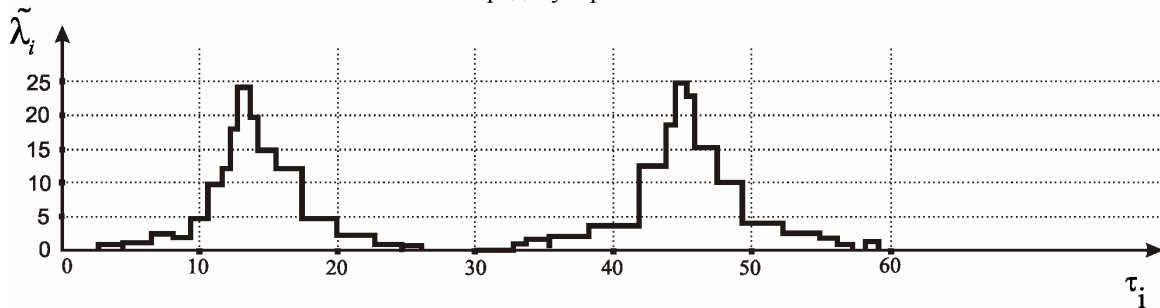


Рис. 3. Интенсивность поступления запросов на передачу, прогнозируемая с помощью нечеткой нейронной сети

Алгоритм выбора величины m^* (емкости буферной памяти для передачи потоков реального времени) представлен на рис. 4.

После ввода исходных данных выполняется нейро-нечеткое прогнозирование величин λ и τ . Затем для каждого значения m ($m=1, 2, \dots, M$) с использованием математической модели [2] вычисляется величина Ω .

После этого осуществляется поиск минимального значения Ω . Искомым значением m^* будет такое m , при котором величина Ω является минимальной [10].

Таким образом, используя математическую модель [2] и нейро-нечеткие модели для прогнозирования параметров трафика, можно определить ра-

циональное значение емкости буферной памяти запросов на передачу потоков реального времени, при котором будет минимизирован уровень пользовательской неудовлетворенности качеством предоставления телекоммуникационных услуг.

Выводы

Предложен метод буферизации запросов на передачу потоков реального времени в канале телекоммуникационной сети.

Применение метода позволяет рационально использовать каналные ресурсы телекоммуникационной сети, а также повысить качество обслуживания пользователей при передаче потоков реального времени.

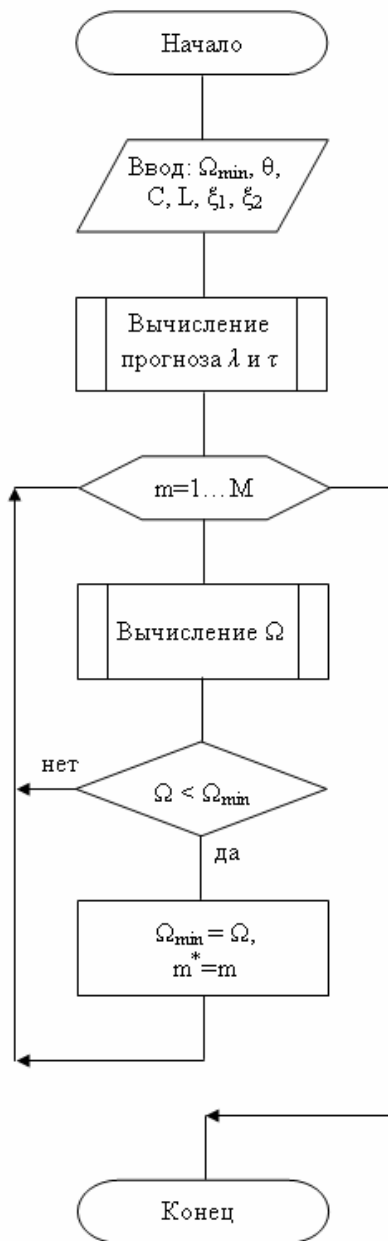


Рис. 4. Схема алгоритма выбора m^*

shchykov, K.M. Kubrakova, O.M. Odaruschenko // *World Applied Programming*. – September 2013. – Vol. 3, N. 9. – P. 446-450.

2. Kubrakova K.M. *Mathematical model for quality estimation of real time flows requests servicing in a telecommunication network* / K.M. Kubrakova // *Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science (TCSET), 12th International Conference*. – Lviv, 2014. – P. 536-538.

3. Polshchykov K.O. *Synthesis of neuro-fuzzy systems of data flows intensity control in mobile ad-hoc network* / K.O. Polshchykov // *Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo), 23rd International Crimean Conference*. – Sevastopol, 2013. – P. 517-518.

4. Takagi T. *Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control* / T. Takagi, M. Sugeno // *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. – 1985. – Vol. 15, N. 1. – P. 116-132.

5. Rumelhart D.E. *Learning Internal Representations by Error Propagation* / D.E. Rumelhart, G.E. Hilton, R.J. Williams // *In Parallel Distributed Processing, t. 1*. – Cambridge: M.I.T. Press, 1986.

6. RFC 1633 *Integrated Services in the Internet Architecture: an overview [Text]/ IETF, 1994.*

7. RFC 3260 *An Architecture for Differentiated Services [Text]/ IETF, 1994.*

8. RFC 2474 *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) [Text]/ IETF, 1998.*

9. Польщиков К.А. *Анализ методов и технологий обслуживания запросов на передачу потоков реального времени в телекоммуникационной сети* / К.А. Польщиков, Е.Н. Любченко, О.Н. Одарущенко // *Радиоэлектронные и компьютерные системы*. – 2012. – № 7 (59).

10. Polshchykov K. *The methodology of modeling available for data traffic bandwidth telecommunications network* / K. Polshchykov, S. Olexij, N. Rvachova // *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), 2010 International Conference*. – P. 158.

11. Волчков В.П. *Изучение структурных схем построения информационных сетей и расчет основных характеристик каналов связи [Электронный ресурс]* / В.П Волчков // *Московский государственный институт электроники и математики (Технический университет), 1998.* – Режим доступа к ресурсу: <http://www.studarhiv.ru/dir/cat32/subj126/view1293.html>. – 20.12.2012 г.

Поступила в редколлегию 26.04.2014

Список литературы

1. Polshchykov K.O. *Methods and technologies analysis of the real time traffic transmission requests servicing* / K.O. Pol-

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.А. Кучук, Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков.

МЕТОД БУФЕРИЗАЦІЇ ЗАПИТІВ НА ПЕРЕДАЧУ ПОТОКІВ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ПО КАНАЛУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

К.О. Польщиков, К.М. Кубракова

У статті запропоновано метод, що ґрунтується на прогнозуванні параметрів мережного трафіку та виборі раціонального значення ємності пам'яті для буферизації запитів на передавання потоків реального часу по каналу телекомунікаційної мережі.

Ключові слова: буферизація запитів, нечітка нейронна мережа, трафік реального часу.

REAL TIME TRAFFIC TRANSMISSION REQUESTS BUFFERING TECHNIQUE IN A TELECOMMUNICATION NETWORK CHANNEL

K.A. Polshchykov, K.N. Kubrakova

This paper deals with a new method based on network traffic parameters prediction and memory volume rational value selection for real time traffic flows transmission requests buffering in a telecommunication network channel.

Keywords: requests buffering, fuzzy neural network, real time traffic.