

Алгоритм выравнивания загрузки узлов мобильной информационно-телекоммуникационной сети

С.А. Качанов, Н.В. Медведев

Аннотация

В работе предлагается алгоритм выравнивания загрузки узлов мобильной информационно-телекоммуникационной сети, позволяющий повысить качество и надежность работы систем связи в условиях чрезвычайной ситуации (ЧС).

Ключевые слова: балансировка загрузки, информационный поток, трафик сообщений, информационный граф, оптимальное значение загрузки, узел сети.

Algorithm of Leveling Loading of Mobile Information and Communication Centers Net

S. Kachanov, N. Medvedev

Abstract

Article offers algorithm of leveling loading of mobile information and communication centers net which will help to increase quality and reliability of the communication system functioning in conditions of emergency situation.

Key words: loading balancing, information stream, communication traffic, information graph, optimal loading rate, communication center.

Балансировка загрузки узлов сети при обработке трафика высокоприоритетных сообщений в сети уменьшает его влияние на низкоприоритетный трафик. Увеличение интенсивности поступления высокоприоритетных сообщений на узел сети приводит к росту времени ожидания в очереди низкоприоритетных сообщений, поэтому возникает необходимость сбалансированного распределения по узлам показателя качества обслуживания QoS¹.

Кроме того, необходимо предотвращение высокой загрузки на одни узлы, в то время как загрузка на другие узлы намного ниже. Загрузка на узел определяется как отношение величины полного потока через узел к его пропускной способности. Минимизация значения загрузки — наиболее распространенная целевая функция для балансировки загрузки. Задача состоит в минимизации суммы стоимостей баланси-

ровки узлов, принадлежащих множеству маршрутов для каждого класса потока.

Формализация задачи распределения. Отличие метода выравнивания загрузки, рассматриваемого в данной статье, от известных методов состоит в том, что не допускается перегрузка узлов, и функция балансировки имеет другие точки перелома. В сущности, точная форма функции не имеет решающего значения, однако важно, чтобы функция являлась кусочно-линейной, возрастающей и вогнутой.

Стоимость балансировки есть безразмерная величина, характеризующаяся затратами времени и ресурсов узла сети, необходимых для обработки данного сообщения.

Загрузка узла определяется как отношение интенсивности поступления сообщений на узел к интенсивности обработки этих сообщений узлом.

¹ QoS — Quality of Service.

На рис. 1 представлена стоимостная функция балансировки для узла с единичной пропускной способностью.

Пусть $\phi(\cdot)$ — стоимостная функция балансировки. Стоимость выравнивания загрузки $\phi(m)$ на узел m зависит от полного потока через него $f(m)$, создаваемого потоками всех классов, маршруты которых про-

ходят через данный узел. Полный поток $f(m)$ через узел m определяется по формуле

$$\Omega^k = \left\{ \phi^k : f_i^k \leq f_i^k, f_i^k \leq \min_{l \in r_i^k} \{c(l)\} \right\} —$$

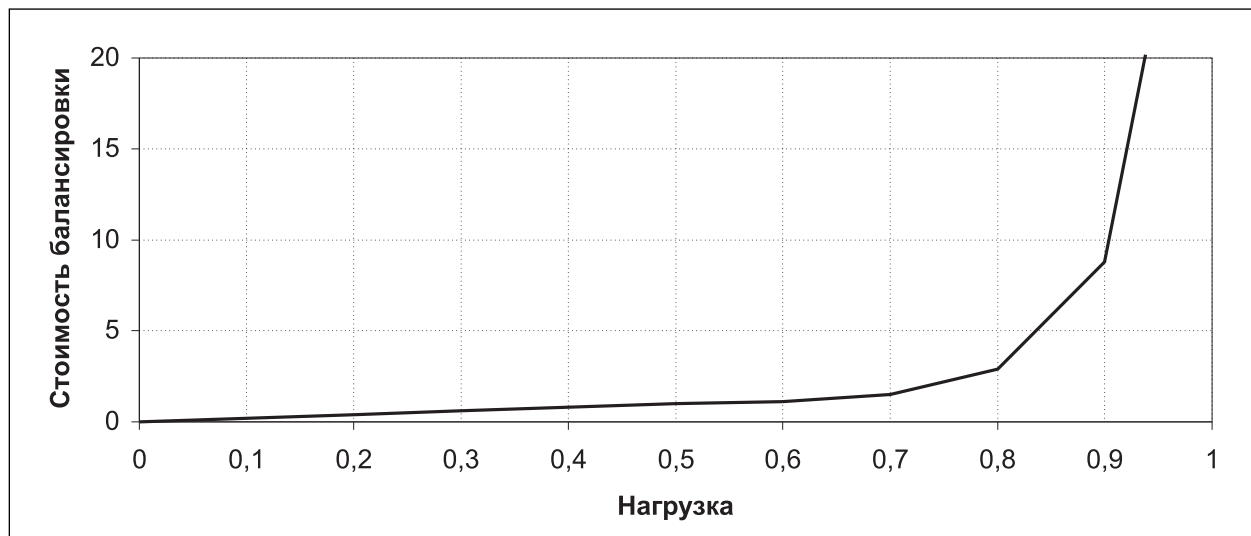


Рис. 1. Пример функции стоимости балансировки

ходят через данный узел. Полный поток $f(m)$ через узел m определяется по формуле

$$f(m) = \sum_{k \in K} \sum_{i=1}^{n_i^k} a_m^{k,i} f_i^k \quad \forall m \in E, \quad (1)$$

где $a_m^{k,i} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-ый маршрут для } k\text{-потока проходит через ребро } m, \\ 0, & \text{если} \end{cases}$

f_i^k — доля k -потока, маршрутизированного по i -маршруту из соответствующего множества маршрутов.

E — множество ветвей графа.

Полный поток, проходящий через узел m , должен удовлетворять ограничению $f(m) \leq c(m) \quad \forall m \in E$, где $c(m)$ — пропускная способность узла m .

$$\text{Загрузка на узел } m \text{ равна } \lambda(m) = \frac{f(m)}{c(m)}. \quad (2)$$

Ниже приводится формальная постановка задачи поиска наиболее сбалансированного распределения загрузки для данного участка сети, представленного в виде графа.

Стоимостная функция $\phi(\cdot)$ зависит от способа распределения потоков по маршрутам соответствующих классов. Пусть $\varphi_i^k = \frac{f_i^k}{f^k}$ — доля k -потока, маршрутизированного по i -пути. Тогда распределение k -потока по маршрутам множества R^k можно записать в виде вектора $\varphi^k = (\varphi_1^k, \varphi_2^k, \dots, \varphi_{n^k}^k)$, стоимо-

сти которого равна $\phi(\varphi^k) = \phi^k$. Пусть векторное пространство

$$\phi(\Omega^k) = \{\phi(\varphi^k) : \varphi^k \in \Omega^k\}.$$

Определим теперь пространство совместного распределения потоков Ω как подпространство произведения пространств распределений отдельных потоков $\Omega^1 \times \dots \times \Omega^K$, на котором выполняется условие:

$$\Omega = \{(\varphi^1, \dots, \varphi^K) : \varphi^i \in \Omega^i, i = \overline{1, K}, f(l) \leq c(l)\}.$$

Соответственно,

$$\phi(\Omega) = \{\phi(\varphi^1, \dots, \varphi^K) : (\varphi^1, \dots, \varphi^K) \in \Omega\}$$

— образ пространства под действием стоимостной функции. Для простоты обозначим стоимость совместного распределения K потоков

$$\phi_{1...K} := \phi(\varphi^1, \dots, \varphi^K).$$

Задача выравнивания загрузки состоит в нахождении совместного распределения с минимальной стоимостью балансировки, то есть такого

$$\phi'_{1...K} \in \phi(\Omega), \text{ при котором}$$

$$\phi'_{1...K} \leq \phi_{1...K}, \quad \forall \phi_{1...K} \in \phi(\Omega). \quad (3)$$

Вторая цель оптимизации модели достигается минимизацией суммы стоимостей балансировки всех узлов

$$\min \sum_{m \in E} \phi(m) \quad (4)$$

Исходя из выше сказанного, алгоритм выравнивания загрузки узлов мобильной информационно-телекоммуникационной сети можно представить следующим образом:

Шаг 1. Задание исходных данных.

1.1. Множество классов

$$K = \{k : k = (s, d), s, d \in V_1, s \neq d\}.$$

1.2. Пропускные способности узлов

$$c(l), l = \overline{1, E}.$$

1.3. Потоки $f^k, k = \overline{1, K}$.

1.4. Множество маршрутов \tilde{R}_T .

1.5. $\phi(\Omega) = \emptyset$.

Шаг 2. Нахождение минимальной стоимости

$$\phi'_{1...K}.$$

2.1. Построить пространство совместных распределений потоков Ω .

2.2. Выбрать $(\phi^1, \dots, \phi^K) \in \Omega$.

2.3. Определить потоки на узлы $f(l), l = \overline{1, E}$ по формуле (2.3).

2.4. Вычислить стоимость балансировки $\phi(l)$ для каждого узла по формуле (2.5).

2.5. Найти стоимость $\phi_{1...K}$ совместного распределения, изменить множество $\phi(\Omega) = \phi(\Omega) \cup \{\phi_{1...K}\}$

и положить $\Omega = \Omega \setminus \{(\phi^1, \dots, \phi^K)\}$.

2.6. Найти $\min_{\phi_{1...K} \in \phi(\Omega)} \{\phi_{1...K}\}$ и завершить работу алгоритма.

Использование данного алгоритма позволяет повысить качество и надежность работы систем связи в условиях ЧС.

Литература

1. W. Szeto, R. Boutaba, and Y. Iraqi. Dynamic Online Routing Algorithm for MPLS Traffic Engineering// Department of Computer Science, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, 2002.
2. Самуйлов К.Е. Методы анализа и расчета сетей ОКС 7. М.: Изд-во РУДН, 2002.
3. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978.
4. S.C. Erbas and C. Erbas. A multiobjective offline routing model for MPLS networks. In J. Charzinski, R. Lehnert, and P. Tran-Gia, editors, Providing Quality of Service in Heterogeneous Environments — Proc. Of the 18th International Teletraffic Congress (ITC-18), pages 471–480, Berlin, Germany, August–September 2003.
5. S.C. Erbas and R. Mathar. An offline traffic engineering model for MPLS networks. In Proceedings of the 27th Conference on Local Computer Networks LSN 2002, pages 166–174, Tampa, Florida, November 2002. IEEE Computer Society.
6. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер, 2001.

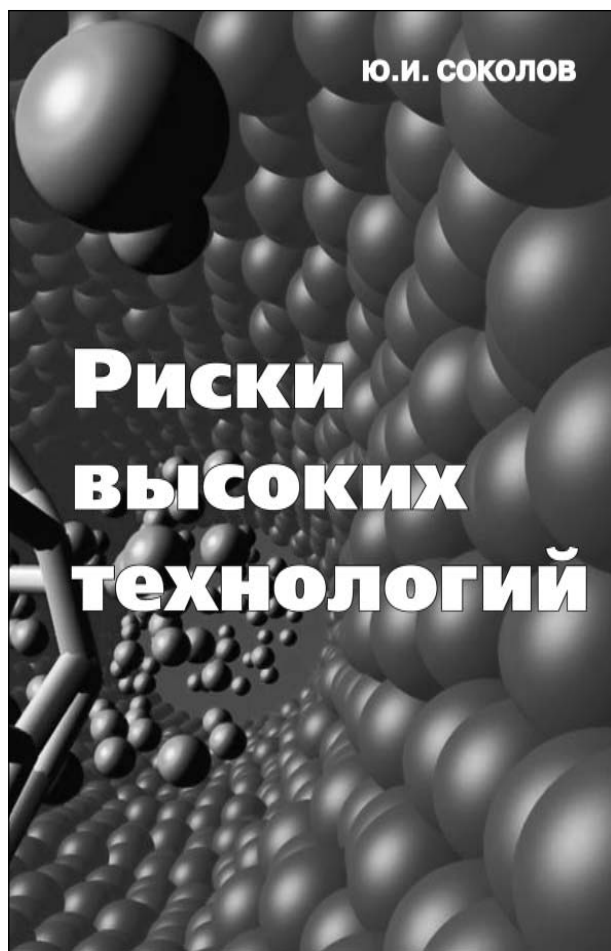
Сведения об авторах

Качанов Сергей Алексеевич: д.т.н., профессор, ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), зам. начальника института по научной работе.

121352, г. Москва, ул. Давыдовская, 7.

Медведев Николай Викторович: к.т.н., доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, начальник научно-исследовательской лаборатории.

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1.



УДК 62-022.53
ББК 30

Соколов Ю.И. Риски высоких технологий / МЧС России. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. — 312 с.: ил. ISBN 978-5-93970-039-2

В книге дана характеристика техногенного общества как общества риска и его связи с появлением принципиально новых технологий, получивших название «высокие технологии».

Отдельная глава книги посвящена воздействию «высоких технологий» на эволюцию человека, их роли в ускорении темпов научно-технического прогресса, биологической и общественной эволюции.

Отдельные направления «высоких технологий», к которым отнесены информационно-коммуникационные технологии, биотехнологии, генная инженерия, искусственный интеллект, нанотехнологии, а также возможное их использование в военных целях, рассмотрены в отдельных главах.

Книга может быть полезна широкому кругу лиц, интересующихся влиянием «высоких технологий» на развитие человеческого общества, а также учащимся образовательных учреждений, изучающим вопросы риска в современном обществе.

© Ю.И. Соколов, 2009
© ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. Техногенная цивилизация

- 1.1. Типы цивилизаций
- 1.2. Постиндустриальное общество
- 1.3. Общество риска
- 1.4. Высокие технологии постиндустриального общества

ГЛАВА 2. Высокие технологии и эволюция человека

- 2.1. Воздействие высоких технологий на человека
- 2.2. Высокие технологии и антропная материя
- 2.3. Проблема антропогенной сингулярности
- 2.4. Проблемы выживания человечества
- 2.5. Вопросы моральной ответственности за будущее
- 2.6. Роль науки и технологии в современном мире
- 2.7. Ускорение темпов научно-технологического прогресса
- 2.7. Ускорение темпов биологической и общественной эволюции

ГЛАВА 3. Информационно-коммуникационные технологии

- 3.1. Информационные технологии
- 3.2. Развитие информационного общества в Российской Федерации
- 3.3. Роль и значение Интернета
- 3.4. Военное применение информационно-коммуникационных технологий
- 3.5. «Большой Брат смотрит на тебя»
- 3.6. Киберпреступность и кибертерроризм

ГЛАВА 4. Биотехнологии

- 4.1. Основные понятия биотехнологии
- 4.2. Общая схема биотехнологического производства
- 4.3. Возможности и направления биотехнологии

ГЛАВА 5. Генная инженерия

- 5.1. Структурная организация генного вещества
- 5.2. Наследственная информация
- 5.3. Проект «Геном человека»
- 5.4. Стволовые клетки
- 5.5. Проект «Протеом человека»

ГЛАВА 6. Искусственный интеллект

- 6.1. Понятие «искусственный интеллект»
- 6.2. Решения проблемы искусственного интеллекта
- 6.3. Искусственные нейронные сети
- 6.4. Философские аспекты искусственного интеллекта
- 6.5. Робототехника

ГЛАВА 7. Нанотехнологии

- 7.1. Введение в нанотехнологии
- 7.2. Техника нанонауки и нанотехнологий
- 7.3. Наноматериалы
- 7.4. Философия нанообщества

ГЛАВА 8. Использование высоких технологий в военных целях

- 8.1. Использование биотехнологий
- 8.2. Генетическое оружие
- 8.3. Международные усилия по контролю за биотехнологиями
- 8.4. Военные роботы
- 8.5. Военное использование нанотехнологий

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

Электронная версия книги в формате PDF
<http://elibrary.ru/item.asp?id=15017749>