

МОДЕЛИ И ЗАДАЧИ ДЛЯ ТРЕНИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ПО КОМПЬЮТЕРНЫМ СЕТЯМ

Эволюционное развитие компьютерных сетей приводит к необходимости обеспечения постоянного контроля степени эффективности их использования. Как следствие – повышаются требования к уровню понимания процессов функционирования сетей. Необходимый уровень квалификации можно достичь с помощью систем тренинга. Основу и наполнение таких систем составляют методологические блоки метаданных, описывающих технологические аспекты функционирования сетей. Такими метаданными могут быть группы, содержащие модели и аналитические задачи. В статье предлагается блочная структура групп и примеры сформированных типовых блоков. Все предложенные результаты получили апробацию в рамках университетской подготовки студентов.

Ключевые слова: компьютерные сети, анализ состояния компьютерных сетей, тренинговые системы.

Введение

Актуальность решения задач, связанных с анализом состояния компьютерной сети и степени эффективности их использования, несомненна. Компьютерные сети развиваются и эволюционируют. Сегодня даже домашние сети становятся по сложности, как сети малых офисов. Корпоративные сети становятся все более сложными, включая в себя облачные технологии. А сами облачные ресурсы позволяют формировать виртуальные сети любой степени сложности с динамически изменяемой структурой ресурсных узлов. Во всех этих условиях остаются задачи анализа состояния сети, своевременного выявления неисправностей, предсказания возникновения отказов или снижения эффективности использования ресурсов [1, 2]. Как следствие – повышаются требования к уровню понимания процессов функционирования сетей. Как указывалось, в [2], это актуально для широкой группы специалистов и, особенно, для администратора сети.

Как показано в фундаментальных работах [3, 4, 5], необходимый уровень квалификации можно достичь с помощью различных систем тренинга. Основу и наполнение этих систем составляют методологические блоки метаданных, описывающих технологические аспекты функционирования сетей. Такими метаданными могут быть блоки модели и аналитические задачи. Сложность состоит в наполнении систем моделями и задачами. Модели плохо формализованы, а задачи разрознены. Учебники [3 – 5] содержат большой список задач и примеров, требующих соответствующей систематизации. Большая часть задач относится к оценке качества трафика компьютерной сети. В этой связи полезными оказываются работы [6 – 8].

Цель статьи состоит в разработке комплекса моделей и аналитических задач по компьютерным сетям и сетевым технологиям, которые могут быть использованы в тренинговых системах.

1. Концептуальные положения формирования структуры системы

Для проведения тренинга, прежде всего, необходимо определиться с наборами основных показателей. Как показали исследования и результаты работ [3, 6, 7], эта задача сводится к определению характера изменения значений трех показателей: пропускной способности в битах в секунду (C_c), пропускной способности в кадрах в секунду (C_{ef}), времени передачи определенного объема данных (T_t).

Все модели и задачи можно представить в виде некоторой групповой-блочной структуры:

- группа простых задач, ориентированных на простые условия передачи данных;
- группа задач для условий передачи данных последовательностью пакетов с подтверждением и передачи окнами;
- группа задач для условий передачи при наличии потерь пакетов;
- группа задач при условии потоковой передачи.

Каждая группа состоит из трех блоков: графическая интерпретация, модели, типовые задачи.

Такое представление задач позволяет сформировать метаданные описания каждого блока и построить справочную аналитическую систему.

2. Модели для тренинговых систем

Приведем примеры для выборочных групп. **Группа «Условия передачи с подтверждением».**

Блок 1. Графическая интерпретация.

Диаграммы, поясняющие процесс передачи, представлены на рис. 1, а, б.

Блок 2. Основные математические модели.

К основным моделям относим:

$C_c = f(L_0, \tau_F, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, M, Sw)$, где M- тип подтверждения (SAW, GBN, SR), Sw- размер окна.

$C_{ef} = f(L_0, \tau_F, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, M, Sw)$,

$T_t = f(L_0, \tau_F, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, M, Sw)$;

$RTT = f(L_0, \tau_F, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, M, Sw)$

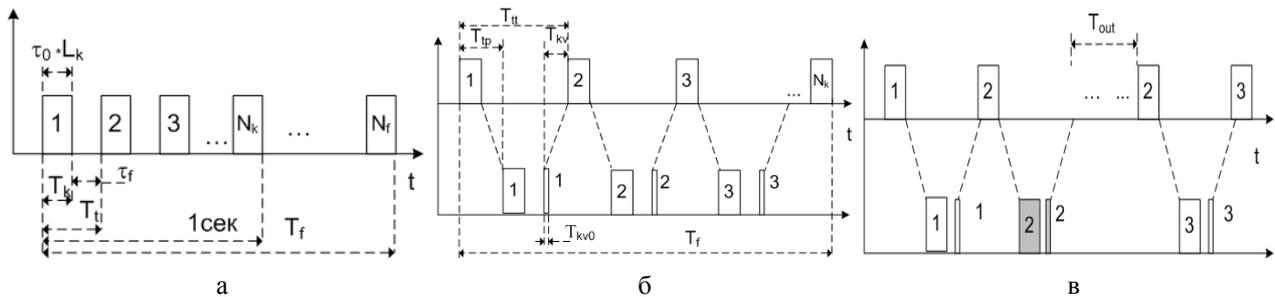


Рис. 1. Диаграммы передачи данных: а – общая; б – с учетом подтверждения по методу SAW; в – в условиях передачи при потерях пакетов»

$t_{out} = f(RTT)$, RTT – Round Tripp Time.

L_0 – размер информационного поля в кадре, τ_f – межкадровый интервал, τ_0 – длительность одного бита, t_w , t_s – время обработки пакета на рабочей станции и сервере.

Дополнительные соотношения:

$$L_{kv} = L_{hmac} + L_{hip} + L_{htcp} + L_{kv0},$$

$$T_{kv0} = C_n * L_{kv},$$

$$T_{kv} = T_{kv0} + t_w + t_s + T_p, (T_p = 0)$$

$$C_r = V_f * T_f$$

$$T_t = T_k + \tau_f$$

$$N_f = V_f * L_0$$

L_{kv} – размер квитанции, L_{hmac} , L_{hip} , L_{htcp} – размеры заголовков MAC, IP, TCP, L_{kv0} – размер информационного для квитанции.

В случае передачи без окон имеем

$$T_{tt} = 2 * t_w + 2 * t_s + T_f + T_{kv},$$

$$T_f = T_{tt} * N_f$$

В условиях передачи окнами имеем

$$N_w = S_w / L_k,$$

$$N_{fk} = N_f / N_w,$$

$$T_{tt} = t_w + t_s + T_t.$$

$$T_f = N_f * T_{tt} + N_{fk} * T_{kv}.$$

Группа «Для условий передачи при потерях пакетов».

Блок 1. Графическая интерпретация.

Диаграммы, поясняющие процесс передачи, представлены на рис. 1, в.

Блок 2. Основные математические модели потерь пакетов.

К основным моделям относим:

$$C_e = f(L_0, \tau_f, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, r, t_{out}),$$

$$C_{ef} = f(L_0, \tau_f, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, r, t_{out}),$$

$$C_r = f(L_0, \tau_f, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, r, t_{out}),$$

$$T_t = f(L_0, \tau_f, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, r, t_{out}).$$

$$Q_e = C_r / C_e = f(L_0, \tau_f, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, r, t_{out})$$

t_{out} – время Time-out, r – уровень ошибок.

Дополнительные соотношения:

$$T_{kv} = T_{kv0} + t_w + t_s + T_p$$

$$T_{tt} = t_w + t_s + t_t + T_{kv} + T_p = 2 * t_w + 2 * t_s + T_t + T_{kv0} + 2 * T_p, (T_p = 0)$$

$$N_f = V_f * L_0$$

$$T_{block} = t_{out} * N_f * r \%$$

$$T_{fr} = T_{block} + T_{tt}$$

$$C_r = V_f * T_{fr}$$

$$k = C_e / C_r.$$

$$Q = C_r / C_e = 1/k.$$

3. Задачи для тренинговых систем

Группа «Условия передачи с подтверждением» – Блок 2.

1. Пусть выбрана модель вида

$$C_e = f(L_0, \tau_f, \tau_0, t_w, t_s, t_{kv}, M, S_w).$$

а) Распределить переменные по степени значимости. Пояснить.

б) Какие значения переменных легко изменяются, а какие являются неизменными. Пояснить.

в) Какие диапазоны значений переменных могут быть (область допустимых значений). Пояснить для 100Base-TX.

г) Где в компьютерной системе хранятся эти значения? Пояснить.

2. Составить формулу и построить график:

а) для оценки производительности $C_e = F(t_w)$, где t_w – время обработки данных на рабочей станции, C_e – эффективная пропускная способность (для 100Base-TX, 1000Base-T);

б) для оценки производительности $C_{e1} = F(L_0 | P=UDP)$, $C_{e2} = F(L_0 | P=TCP)$, где L_0 – размер информационного поля кадра, C_e – эффективная пропускная способность, для условий передачи данных без подтверждения (UDP) и с подтверждением (TCP) (для 100Base-TX, 1000Base-T);

в) для оценки производительности $C_{e1} = F(\tau_f | P=UDP)$, $C_{e2} = F(\tau_f | P=TCP)$, где τ_f – время межкадрового интервала, C_e – эффективная пропускная способность (для 100Base-TX, 1000Base-T);

г) для оценки производительности в единицах измерения [число кадров] \ сек: $C_{e1} = F(L_0 | P=UDP)$, $C_{e2} = F(L_0 | P=TCP)$, где L_0 – размер информационного поля кадра (для 100Base-TX, 1000Base-T);

д) для технической утилизации канала: $U_e = F(L_0) = (C_e \setminus C_n)$, где L_0 – размер информационного поля кадра (для 100Base-TX, 1000Base-T).

е) для оценки допустимого объема передаваемой базы данных

$$V_f = C_e * T = f(C_e, C_n, L_0 | C_n = 10[Mbps], L_0 = 1000[B]).$$

3. Что более чувствительно для сети: изменение τ_f или t_s ? Почему? (Показать на математических зависимостях). (Для передачи UDP и TCP).

4. Как изменятся характеристики производительности, если в два раза увеличиться межкадровый интервал? Почему? (Показать на математических зависимостях). (Для передачи UDP и TCP).

5. Как изменятся характеристики производительности, если в два раза увеличится время обработки кадра на стороне сервера? Почему? (Показать на математических зависимостях). (Для передачи UDP и TCP).

Группа «Для условий передачи данных при потере пакетов» - Блок 2.

1. Составить формулу и построить график зависимостей, для условий передачи данных без подтверждения (UDP) и с подтверждением (TCP) (для 100Base-TX, 1000Base-T):

а) для оценки производительности
 $C_{e1}=F(r | P=UDP)$, $C_{e2}=F(r | P=TCP)$,

где r – уровень потерь, C_e – эффективная пропускная способность;

б) для оценки производительности
 $C_{e1}=F(t_{out} | P=UDP)$, $C_{e2}=F(t_{out} | P=TCP)$,

где t_{out} – время тайм-аута;

в) для оценки производительности
 $C_{ef1}=F(r | P=UDP)$, $C_{ef2}=F(r | P=TCP)$;

г) для оценки производительности
 $C_{ef1}=F(t_{out} | P=UDP)$, $C_{ef2}=F(t_{out} | P=TCP)$;

д) для оценки показателя утилизации
 $k_{e1}=F(r | P=UDP)$;

е) для оценки показателя утилизации
 $k_{e1}=F(t_{out} | P=UDP)$.

2. Почему даже малые значения потерь (r) не желательны в сети? (Показать на математических зависимостях). Построить графики.

4. Анализ использования групповой-блочной структуры

Предложенная концепция формирования метаданных для тренинговых систем позволяет строить гибкие системы с адаптивной подстройкой на уровень квалификации пользователя. Такая структура комплекса позволяет развивать его в любом направлении изучения технологий компьютерных сетей.

Выводы

В статье предлагается базовая структура метаданных для тренинговых систем по компьютерным

сетям. Предложены типовые модели для оценивания показателей качества функционирования сетей и набор типовых аналитических задач.

К научным результатам моно отнести формализованные описания моделей для условий передачи данных с учетом потерь пакетов и механизмов подтверждения правильности передачи и наборы типовых задач.

Практическая ценность полученных результатов состоит в том, что они могут быть использованы для формирования специальных тренинговых систем в рамках академических программ подготовки специалистов, для самоподготовки и тестирования.

Продолжение исследований предполагается рассматривать в направлении расширения структуры типовых групп задач и моделей для других условий функционирования компьютерной сети.

Все методологические предложения получили апробацию в рамках университетской подготовки студентов.

Список литературы

1. A. Clemm. *Network Management Fundamentals* \ Cisco Systems, Inc. 2007 – 532 p.
2. M. Burgess. *Principles of Network and System Administration — 2nd ed.* \ John Wiley & Sons Ltd, 2004. - 635 p.
3. Таненбаум Э. С., Уэзеролл Д. *Компьютерные сети. 5-е изд.* \ Издательство: ПИТЕР, СПб, 2013. – 960 с
4. Олифер В., Олифер Н. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд.* \ СПб.: Питер. 2015 – 992 с.
5. W. Stallings. *Data and Computer Communications (10th Edition)* \ Prentice Hall, 2013 – 912 p.
6. M. Sadiku, S. Musa. *Performance Analysis of Computer Networks* \ Springer; 2013- 350 p.
7. R. Srikant *Communication Networks. An Optimization, Control, and Stochastic Networks Perspective/ University of Illinois, 2014 - 363 p.*
8. M. Harchol-Balter. *Performance Modeling and Design of Computer Systems* \ Cambridge, 2013. - 576 p.

Надійшла до редколегії 1.02.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.О. Філатов, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

МОДЕЛІ І ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТРЕНІНГОВОЇ СИСТЕМИ ПО КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ

В.І. Сасенко

Пропонується базова структура метаданих для тренінгових систем по комп'ютерних мережах. Запропоновано типові моделі для оцінювання показників якості функціонування мереж і набір типових аналітичних задач. Моделі розглядаються для умов передачі даних з урахуванням втрат пакетів і механізмів підтвердження правильності передачі. Всі рішення отримали апробацію в рамках університетської підготовки.

Ключові слова: комп'ютерні мережі, моделі для комп'ютерних мереж, тренінгові системи.

MODELS AND TASKS FOR A TRAINING SYSTEM ON A COMPUTER NETWORK

V.I. Sayenko

The basic structure of metadata for training systems on computer networks is offered. Typical models for estimating the performance indicators of networks and a set of typical analytical tasks are proposed. The models are considered for data transmission with packet loss and transmission with packet acknowledgement mechanisms. All decisions were approved in the framework of university training.

Keywords: computer network, models for computer network, training system.