

УДК 621.396.2

К.Н. Яковишин

Національний авіаційний університет, Київ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ С МУЛЬТИМЕДИЙНЫМ И ТЕКСТОВЫМ ТРАФИКОМ НА ОСНОВЕ КОММУТАТОРОВ ETHERNET

Описывается алгоритм проектирования и расчета сетей с мультимедийным и гипертекстовым трафиком на основе коммутаторов Ethernet. Алгоритм состоит из ряда последовательных шагов. **На первом шаге** строится информационно-геометрическая модель сети в виде графов и матриц. Эта модель содержит параметры трафиков приложений в конечных узлах сети и координаты конечных узлов (источников/потребителей информации). **На втором шаге** модель информационных потоков приложений преобразуется в идеальный коммутатор сети. Это дает возможность заменить расчет искомой сети расчетом параметров идеального коммутатора. **На третьем шаге** используются сведения о геометрическом распределении конечных узлов сети, и модель идеального коммутатора всей сети преобразуется в сеть идеальных коммутаторов сегментов сети. Здесь уже каждый идеальный коммутатор имеет точные геометрические координаты. **На четвертом шаге** каждый идеальный коммутатор реализуется одним реальным промышленным Ethernet-коммутатором или объединением (сетью) реальных промышленных Ethernet-коммутаторов. **На пятом шаге** производится изменение заводских настроек промышленных коммутаторов. Это делается с целью максимального сближения конфигурации и параметров сети реальных промышленных коммутаторов с конфигурацией и параметрами сети идеальных коммутаторов. Работа алгоритма иллюстрируется примером. Алгоритм может быть запрограммирован для построения систем автоматизированного проектирования сетей с мультимедийным и гипертекстовым трафиком, например, сетей с видеотелефонной связью и видеоконференциями.

Ключевые слова: проектирование, сети, мультимедийный, трафик, коммутаторы, Ethernet.

Введение

Постановка проблемы. В условиях бурного роста числа информационных сетей и систем, новинок в области телекоммуникационной техники все более остро ощущается дефицит новых научных и технических знаний по технологиям проектирования и расчета сетей, в том числе сетей с мультимедийным и текстовым трафиком. Актуальность и практическую ценность решения этой проблемы знают как разработчики информационных сетей, так и специалисты высшей школы, обучающие будущих инженеров и аспирантов.

Анализ последних исследований и публикаций. В океане информации по IT-технологиям, к сожалению, мало открытых публикаций, в особенности по результатам научных исследований, по технологиям применения, проектирования и расчета информационных сетей и систем со смешанным трафиком. Ощущается дефицит учебников для высшей школы, в которых были бы изложены конкретные алгоритмы и примеры инженерных расчетов таких систем. На этом фоне очень интересен сайт www.netwizard.ru, который позволяет проектировать сети через Интернет. Много полезных рекомендаций по проектированию сетей (например, [3]) можно найти на сайте www.citforum.ru. Среди учебников для вузов следует вспомнить «Компьютерные сети» [4].

Формулирование цели статьи. При написании данной статьи ставилась цель – описать и обосновать разработанный автором алгоритм проектирования и расчета информационных сетей с мультимедийным и гипертекстовым трафиком на конкретном примере. Рекомендовать этот алгоритм разработчикам информационных сетей, а также студентам вузов для выполнения инженерных расчетов в дипломных работах и дипломных проектах.

Разница между этой работой и предыдущими публикациями. Эта работа является продолжением работ [1, 2], но есть отличия. В [1, 2] информационно-геометрическая модель сети преобразуется в идеальный коммутатор, а затем идеальный коммутатор заменяется реальным. Здесь, информационно-геометрическая модель сети преобразуется в сеть идеальных коммутаторов, а затем сеть идеальных коммутаторов преобразуется в сеть промышленных Ethernet-коммутаторов.

Построение информационно-геометрической модели сети

Как показано в [1, 2], чтобы начать проектирование сети, необходимо построить формальное описание сети в виде информационно-геометрической модели, т. е. в виде графов и матриц (рис. 1, а). Вершинам графа соответствуют узлы сети (источники / потребители информации), а ребрам – потоки информации (трафики), а также расстояния между узлами.

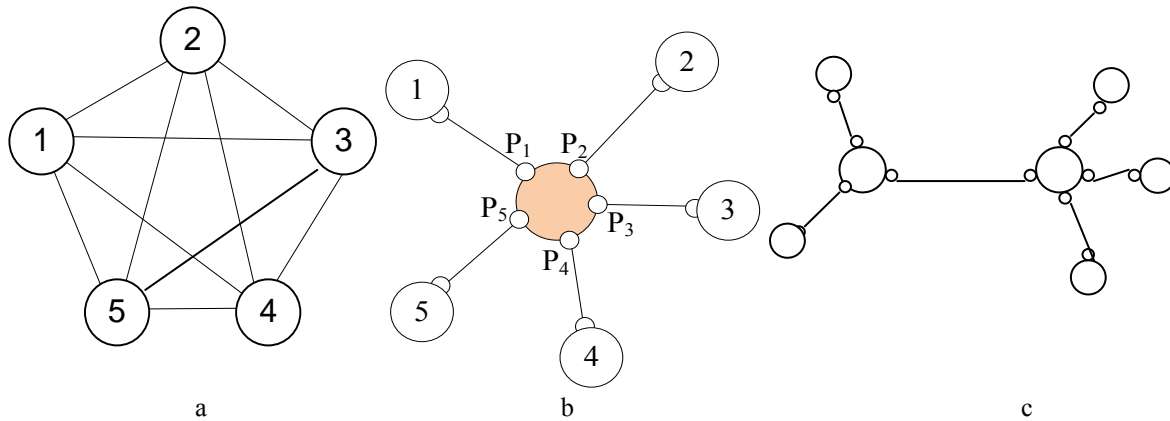


Рис. 1. Варианты информационной архитектуры модели сети

Преобразование полносвязной сетевой модели в сеть с топологией звезды и идеальным коммутатором

Согласно [1, 2], исходная информационно-геометрическая модель сети с произвольной топологией (рис. 1, а) может быть преобразована в сеть с идеальным коммутатором и топологией типа "звезда" (рис. 1, б). Это дает уникальную возможность: расчет сети заменить расчетом идеального коммутатора.

Преобразование идеального коммутатора сети в сеть идеальных коммутаторов сегментов сети

Сеть (рис. 1, б) может быть разделена на сегменты (группы конечных узлов). Для группировки узлов можно использовать критерий геометрической близости (на основе геометрической конфигурации сети). Пусть, например, узлы 1,5 будут рас-

сматриваться как первый сегмент. Предположим, что узлы 2, 3, 4 будут рассматриваться как второй сегмент. Тогда идеальный коммутатор всей сети (рис. 1, б) будет заменен на два идеальных коммутатора двух сегментов сети (рис. 1, с).

Расчет распределения классов трафика по портам идеального коммутатора

Одна из основных целей проектирования современных локальных сетей - это обеспечение нормальной работы приложений с различными типами трафика. Для решения этой проблемы приложения делится на классы. Таких классов - восемь.

В [1, 2] дан пример (табл. 1) распределения двух классов трафика (H^{VO} и H^{BE}) по 34 портам идеального коммутатора. В этом примере, H^{VO} – класс чувствительных к задержкам трафиков - смесь голоса (VoIP) и видео (Video) трафиков. H^{BE} – класс нечувствительны к задержкам трафиков – смесь трафиков WWW и трафиков FTP.

Таблица 1

Пример расчета производительности портов идеального коммутатора

	1	2	3	4	5	6	7-33	34	Всего
	VoIP - gateway	Video - gateway	WWW-server	FTP-server	PC1	PC2	PC (3-29)	PC - 30	
H^{VO}	3,84	61,44	0,00	0,00	2,18	2,18	58,75	2,18	131
H^{BE}	0,00	0,00	570,00	750,00	44,00	44,00	1188,00	44,00	2640
V	19	307	633	833	51	51	1385	51	3332

Резервирование и расчет производительности портов идеального коммутатора

Одна из главных целей проектирования локальной сети, в которых трафик состоит из смеси голоса, изображения и текста, является предотвращения повреждения каждого из этих трафиков.

Известно, что основная идея, лежащая в основе всех методов поддержания характеристик QoS, заключается в следующем: общая производительность

каждого ресурса должна быть разделена между различными классами трафика неравномерно. В этом конкретном случае производительности портов идеального коммутатора также должны быть разделены между различными классами трафика неравномерно.

Известно, что главным фактором, влияющим на задержки пакетов в коммутаторе, является загрузка портов. Поэтому для обеспечения надлежащего качества обслуживания важно, чтобы коэффициент использования портов коммутатора не превышал определенного значения.

Так, для облегчения задачи все потоки разделяются на два класса – чувствительные к задержкам (например, голос) и нечувствительные к задержкам, допускающие большие задержки, но чувствительные к потерям данных.

Как известно [1, 2], предельная загрузка порта коммутатора трафиком, чувствительным к задержкам, не должна превышать 20% предельной общей загрузки, а предельная загрузка порта нечувствительным к задержкам трафика не должна превышать 90%.

С учетом принятых обозначений и названных ограничений можно определить пропускную способность портов коммутатора ($v_{i=1, \dots, N}$) для двух классов трафика H^{VO} and H^{BE} по следующей формуле:

$$v_i = \max ((h^{VO}_i + h^{BE}_i) / 0.9, h^{VO}_i / 0.2).$$

Результат расчета пропускной способности всех портов коммутатора (матрица-строка V) дан в табл. 1.

Расчет параметров конфигурации идеального коммутатора

На основе табл. 1 можно определить параметры конфигурации идеального коммутатора (табл. 2). Здесь общая производительность коммутатора равна удвоенной сумме производительностей всех портов коммутатора.

Алгоритм реализации идеального коммутатора. Определение критериев выбора

Элементарный алгоритм реализации идеального коммутатора может заключаться в поиске такой промышленной модели (реального) коммутатора, конфигурация которого включала бы конфигурацию идеального коммутатора и была бы к ней наиболее близка, это, во-первых, А, во-вторых, необходимо, чтобы параметры промышленного образца могли изменяться администратором сети так, чтобы после соответствующей корректировки заводских настроек промышленный коммутатор был идентичен идеальному коммутатору.

Определим последовательность параметров промышленного образца, которые должны быть приняты во внимание - это: количество портов, производительность коммутатора, количество приоритетных очередей, количество уровней управления, возможность агрегирования портов, возможность профилирования портов, способность поддерживать качество обслуживания параметров мультимедийного трафика (QoS, CoS), наличие веб-интерфейса для конфигурирования (настройки) коммутатора, название фирмы-производителя и, наконец, цена.

Произведя шаг за шагом сравнение параметров конфигурации идеального коммутатора (табл. 2) с параметрами конфигурации реального коммутатора класса "L3" фирмы "D-Link" становится очевидным, что параметры модели DES-3852 (табл. 3) совпадают, либо не хуже, чем параметры идеального коммутатора.

Таблица 2

Конфигурация идеального коммутатора

№	Наименование параметра	Значение
1	Количество портов	34
2	Общая производительность коммутатора (Gbit/s)	6,7
3	Количество классов обслуживания	2
4	Конфигурация портов (Mbps):	
	Производительность порта -1	19
	Производительность порта -2	307
	Производительность порта-3	633
	Производительность порта-4	833
	Производительность порта -5	51
	...	
	Производительность порта -34	51

Таблица 3

Структура параметров реальной модели коммутатора DES-3852

№	Название параметра	Значение
1	Количество портов	52
2	Общая производительность коммутатора (Gbit/s)	15,7
3	Конфигурация портов (Mbps):	
	Количество портов типа 10/100/1000/STP	2
	Количество портов типа 10/100/1000	2
	Количество портов типа 10/100	48
4	Количество приоритетных очередей	8
5	Количество уровней управления	L3
6	802.3ad Агрегирование портов: 32 группы , 8 портов в группе	+
7	Управление полосой пропускания: шаг для каждого порта 64 KB / s	+
8	QoS/CoS	+
9	Цена (\$)	1030

Реализация идеального коммутатора в виде объединения (сети) реальных коммутаторов

Объединив реальные коммутаторы в сеть можно достичь увеличения общего числа портов и общей производительности. Это необходимо, когда для реализации идеального коммутатора не найдено подходящей реальной модели. Однако, следует помнить, что при объединении реальных коммутаторов часть их ресурсов уходит на внутренний трафик.

Настройка параметров реальных коммутаторов сети

Модель коммутатора DES-3852 имеет мощный набор функций (протоколов) и команд конфигурирования, которые позволяют:

- агрегировать порты и каналы;
- поддерживать очереди с разными приоритетами для разных классов трафиков;

– профилировать порты;
– создавать виртуальных сети в виде IP-подсетей.

Важно отметить, что после выполнения команд агрегирования и профилирования портов заводские установки коммутатора будут изменены, и, как следствие, производительности всех портов идеального коммутатора и реального коммутатора станут одинаковыми.

Выводы

Описан алгоритм для проектирования и расчета локальных сетей с мультимедийным и гипертекстовым трафиком. Приведен пример расчета сети на основе промышленных Ethernet-коммутаторов. Алгоритм можно легко запрограммировать на алгоритмическом языке, дополнив электронным справочником коммутаторов разных производителей для автоматизации расчетов сетей любой сложности. Алгоритм и пример использования этого алгоритма для инженерного расчета сетей может быть рекомендован для обучения студентов вузов и инженеров по сетевым технологиям.

Список литературы

1. Yakovishin K. *Designing Local Area Networks That Has A Voice-Video-Text Traffic* / K.Yakovishin // *Proceedings of the Third World Congress „Aviation in the XXI-st Century”* – Kyiv, 2008. – Volum 1: „Safety in Aviation and space Technology”. – P. 2.38-2.45.

2. Яковичин К.Н. *Рекомендации по проектированию и расчету мультисервисных локальных сетей* / К.Н. Яковичин, В.М. Чуприн, О.П. Ткалич // *Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. пр. інституту комп'ютерних технологій Національного авіаційного університету*. – К., 2009. – № 2 (26). – С. 162-168.

3. Олифер В.Г. *Локальные сети на основе коммутаторов: Информационно-аналитические материалы [Электронный ресурс]* / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.citforum.ru> -2008.

4. Олифер В.Г. *Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов* / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 958 с.

Поступила в редколлегию 23.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Игнатов, Национальный авиационный университет, Киев.

ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖ З МУЛЬТИМЕДІЙНИМ ТА ТЕКСТОВИМ ТРАФІКОМ НА ОСНОВІ КОМУТАТОРІВ ETHERNET

К.М. ЯКОВИШИН

Наведений алгоритм проектування та розрахунку мереж з мультимедійним та гіпертекстовим трафіком на основі комутаторів Ethernet. Алгоритм складається із ряду послідовних кроків. На першому кроці будується інформаційно-геометрична модель мережі у вигляді графів та матриць. Ця модель містить параметри трафіків додатків у кінцевих вузлах мережі та координати кінцевих вузлів (джерел/споживачів інформації). На другому кроці модель інформаційних потоків додатків перетворюється в ідеальний комутатор мережі. Це дає можливість замінити розрахунок проектуємої мережі розрахунком параметрів ідеального комутатора. На третьому кроці використовуються дані про геометричний розподіл кінцевих вузлів мережі, і модель ідеального комутатора усієї мережі перетворюється у мережу ідеальних комутаторів сегментів мережі. Тут вже кожний ідеальний комутатор має точні геометричні координати. На четвертому кроці кожний ідеальний комутатор реалізується одним реальним промисловим Ethernet-комутатором або об'єднанням (мережею) реальних промислових Ethernet-комутаторів. На п'ятому кроці проводиться зміна заводських установок промислових комутаторів. Це робиться з метою максимального наближення конфігурації та параметрів мережі реальних промислових комутаторів до конфігурації та параметрів мережі ідеальних комутаторів. Робота алгоритму ілюструється прикладом. Алгоритм може бути запрограмований для побудови систем автоматизованого проектування мереж із мультимедійним та гіпертекстовим трафіком, наприклад, мереж із відеотелефонним зв'язком та відеоконференціями.

Ключові слова: проектування, мережі, мультимедійний, трафік, комутатори, Ethernet.

DESIGNING NETWORKS WITH MULTIMEDIA AND TEXT TRAFFIC ON THE BASE OF ETHERNET SWITCHES

K.N. YAKOVISHIN

The algorithm for designing and calculation the networks with multimedia and hypertext traffic based on Ethernet switches is described. The algorithm consists of a series of sequential steps. The first step: the information-geometric model of the network is constructed in the form of graphs and matrices. This model contains the traffic parameters applications in the final nodes of the network and coordinates of the leaf nodes (sources / consumers of information). The second step: model of information flow is transformed into an ideal switch of the entire network. This makes it possible to replace calculation of the entire network on the calculation of the ideal switch. The third step: information on the geometric distribution of end-nodes is used, and the model of an ideal switch of the entire network transformed into a network of into ideal switches of network's segments. Here an each ideal switch has a precise geometric coordinates. The fourth step: each ideal switch is implemented by one real industrial Ethernet-switch, or union (network) of real industrial Ethernet-switches. The fifth step: the factory settings of industrial switches is changed. The goal is to make identical the configuration of real industrial switches and the configuration of ideal switches. The algorithm is illustrated by example. The algorithm can be programmed to build a computer-aided designing networks with multimedia and hypertext traffic, such as networks with video telephony and video conferencing.

Keywords: design, networking, multimedia, traffic, switches, Ethernet.