

2.Определение основных характеристик цифровой системы

Цель и содержание

Цель работы: определение основных характеристик цифровой системы связи путем моделирования и с помощью теоретических методов.

Формируемые компетенции

ОПК-1 Способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.

ОПК-3 Способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.

ОПК-4 Способностью иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.

ПК-5 Способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети.

Теоретическое обоснование

Рассмотрим цифровую сеть связи на базе протокола TCP/IP, состоящую из двух персональных компьютеров (ПК) соединенных между собой через Hub (рис. 2.1).

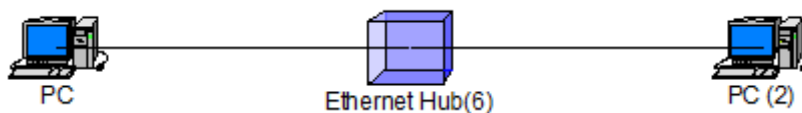


Рисунок 2.1. Простая цифровая сеть связи

При расчете характеристик такой сети необходимо знать закон распределения длин передаваемых пакетов $\omega(x)$ и распределение интервалов времени между ними $\omega(t)$. Считается, что эти ПРВ известны. Тогда можно определить среднюю длину передаваемых пакетов как математическое ожидание (МО):

$$m_x = \int x\omega(x)dx,$$

и средний интервал времени между двумя соседними пакетами:

$$m_t = \int t\omega(t)dt.$$

В табл. 1.1 приведены наиболее часто используемые в цифровых системах ПРВ с их основными числовыми характеристиками.

Таблица 2.1

Часто используемые ПРВ в цифровых системах связи

Название закона распределения	Плотность распределения вероятностей $\omega(x)$	Моменты
Нормальный	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}\right)$	$m_1 = a, \mu = \sigma^2,$ $\mu_3 = 0, \mu_4 = 3\sigma^4$
Равномерный	$\frac{1}{b-a}, a \leq x \leq b$	$m_1 = \frac{a+b}{2}, \mu_2 = \frac{(b-a)^2}{12},$ $\mu_3 = 0, \mu_4 = \frac{1}{80}(b-a)^4$
Экспоненциальный	$\lambda e^{-\lambda x}, x \geq 0$	$m_1 = 1/\lambda, m_2 = 2/\lambda^2,$ $\mu_2 = 1/\lambda^2, \mu_3 = 2/\lambda^3,$ $\mu_4 = 9/\lambda^4$
Логарифмически-нормальный	$\frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(\ln x - a)^2}{2\sigma^2}\right),$ $x > 0$	$m_1 = \exp(a + 0,5\sigma^2),$ $\mu_2 = \exp(2a + \sigma^2) \cdot$ $\cdot (\exp(\sigma^2) - 1)$
Гамма	$\frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta},$ $x \geq 0, \beta > 0$	$m_1 = \alpha\beta, m_2 = \alpha(\alpha+1)\beta^2,$ $\mu_2 = \alpha\beta^2, \mu_3 = 2\alpha\beta^3,$ $\mu_4 = 3(\alpha+2)\alpha\beta^4$
Вейбулла	$\alpha\beta x^{\alpha-1} \exp(-\beta x^\alpha), x \geq 0$	$m_1 = \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \beta^{-\frac{1}{\alpha}},$ $\mu_2 = \left(\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \right.$ $\left. - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)\right) \beta^{-2/\alpha}$

На основе величин m_x и m_t определяется средняя загруженность канала связи по формуле

$$\mathcal{F} = m_x / m_t = m_x \mu,$$

где $\mu = 1/m_t$ - интенсивность передачи пакета по каналу связи. Анализ данного выражения показывает, что загруженность линии связи зависит как от размеров передаваемых пакетов, так и от интенсивности их генерации сетевой картой.

Если величина $\mathcal{F} \geq \vartheta_{line}$, где ϑ_{line} - предельная скорость передачи данных по линии связи, то некоторые из переданных пакетов будут теряться с вероятностью

$$p_B = 1 - \frac{\vartheta_{line}}{\vartheta}.$$

Среднее время передачи пакета по каналу связи определяется по формуле

$$t_{cp} = \frac{m_x}{\vartheta_{line}} = \frac{1}{\mu},$$

где μ - интенсивность передачи пакетов по линии связи. Зная величины λ и μ , можно определить нагрузку в цифровой системе как

$$Z = \lambda / \mu .$$

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер с установленной NetCracker Professional 4.1 и пакетом Microsoft Office.

Указания по технике безопасности

Необходимо выполнять требования по технике безопасности, предусмотренные для компьютерного класса

8. Не включать компьютер без разрешения администратора класса и преподавателя.
9. Запрещается самостоятельно вскрывать корпус ПК.
10. Не касаться одновременно экрана монитора и клавиатуры (возможен разряд повышенного электростатического потенциала).
11. Не загромождать верхние панели устройств бумагами и посторонними устройствами.
12. Не прикасаться одновременно к металлическим частям ПК и устройствам, имеющим естественное заземление.
13. Запрещается производить отключение питания во время выполнения активной задачи.
14. Не допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, клавиатуру, принтеры и другие устройства.

Методика и порядок выполнения работы

Методика выполнения работы

Моделирование цифровой сети в программе NetCracker

Для создания сети связи, представленной на рис. 2.1, в браузере программы NetCracker нужно

1. Перейдите на закладку «LAN workstations» и в панели устройств выбрать «PC».
2. Разместите два ПК, как показано на рис. 1.1 и перейдите на закладку «Hubs». В раскрывающемся списке выберите опцию «Shared media» и из панели устройств перенесите в рабочую область «Ethernet Hub».
3. В браузере перейдите на закладку «LAN adapters», в раскрывающейся ветви выберите «Ethernet» и в ней отметьте фирму изготовителя «3Com Corp.». В панели устройств найдите сетевую плату «Fast EtherLink 10/100 PCI» и с помощью указателя мыши переместите ее сначала на первый ПК, а затем на второй. В результате компьютеры будут иметь данную сетевую плату и возможность подключения к «Ethernet Hub».
4. В режиме «Link devices» соедините компьютеры с «Ethernet Hub» и в появившемся диалоговом окне нажмите кнопку «Link». Построенная сеть связи будет иметь канал с пропускной способностью 10 Мбит/с.

Будем полагать, что трафик в анализируемой цифровой системе движется от первого ПК, который обозначен как РС, ко второму – РС (2). Для этого

5. Выберите режим «Set Traffic» и с помощью указателя мыши отметьте сначала первый, а затем второй ПК.

6. В появившемся диалоговом окне отметьте пункт «Small office» и нажмите кнопку «Edit».

7. В новом диалоговом окне выберите экспоненциальное распределение для размеров передаваемых пакетов с МО равным 500 байт.

8. Для моделирования интервалов времени также укажите экспоненциальную ПРВ с параметром 10^{-3} с.

9. Перед началом моделирования задайте следующую отображаемую информацию.

10. Для линии связи в диалоговом окне «Statistical Items» отметьте пункты «Average workload» и «Current utilization».

11. Для первого ПК в аналогичном диалоговом окне отметьте пункты «Transactions send» и «Average transaction length».

12. Для второго выберите пункт «Transactions received».

13. Запустите процесс моделирования сформированной схемы на некоторое время. При этом на экране будет отображаться средняя длина передаваемого пакета, средняя загруженность линии, величина текущей загрузки линии связи в процентах и общее число переданных и принятых пакетов.

Порядок выполнения работы

1. Вычислите среднюю загруженность канала связи, среднее время передачи одного пакета и величину нагрузки в сети.

2. Выполните моделирование цифровой сети, представленной на рис. 10, с заданными параметрами ПРВ трафика.

3. Сравните полученные результаты расчета с результатами моделирования.

4. Измените параметры ПРВ трафика таким образом, чтобы вероятность потери пакетов $p_B \approx 0,5$.

5. Выполните моделирование цифровой сети с новыми параметрами ПРВ и на основе полученных результатов вычислить величину потерь.

6. Составить отчет о проведенных исследованиях.

Варианты заданий

Вариант	ПРВ размера/ПРВ интервала	Параметры ПРВ (байт/сек)
1	Равномерный/Экспоненциальный	$a = 500 ; b = 1000 / m_t = 0,001$
2	Экспоненциальный/ Экспоненциальный	$m_x = 500 / m_t = 0,04$
3	Гамма/ Экспоненциальный	$\alpha = 50 ; \beta = 4 / m_t = 0,001$
4	Логарифмически-нормальный/ Экспоненциальный	$a = 4 ; \sigma = 2 / m_t = 0,01$
5	Вейбулла/ Экспоненциальный	$m_1 = 500 ; \mu_2 = 100 / m_t = 0,05$
6	Экспоненциальный/Равномерный	$m_x = 400 / a = 10^{-6} ; b = 10^{-4}$
7	Экспоненциальный/Константа	$m_x = 300 / a = 10^{-3}$
8	Экспоненциальный/Экспоненциальный	$m_x = 600 / m_t = 0,001$
9	Равномерный / Константа	$m_x = 250 / a = 10^{-2}$
10	Гамма / Экспоненциальный	$\alpha = 60 ; \beta = 10 / m_t = 0,002$

Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист с названием лабораторной работы, номером варианта, фамилией студента и группы.
2. Исходные ПРВ с заданными параметрами, расчетные формулы, результаты расчетов.
3. Схема связи с результатами моделирования.
4. Выводы по полученным данным расчетов и моделирования.
5. Измененные параметры ПРВ.
5. Теоретические и экспериментальные значения потерь.
6. Выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы и защита работы**Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные ПРВ, используемые в цифровых системах связи.
2. Как повлияет на величину нагрузки уменьшение среднего размера передаваемого пакета.
3. Как определяется среднее время передачи пакета по каналу связи?
4. Как повлияет на величину нагрузки увеличение интенсивности передачи пакетов по каналу связи?
5. Какие способы соединения двух ПК между собой Вам известны?
6. Как связана величина нагрузки с интенсивностью генерации пакетов сетевой платой и интенсивностью передачи пакетов по каналу связи?

Защита работы

- Защита работы заключается в:
- выполнении заданий раздела «Методика и порядок выполнения работы»;
- ответах на контрольные вопросы;
- предоставлении отчета.

Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Теория телетрафика : учеб. пособие / Н. Ю. Братченко . - Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. - 224 с. : ил.
2. Крылов, В. В. Теория телетрафика и ее приложения / В. В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 288 с.

Дополнительная

1. Корнышев, Ю. Н. Теория телетрафика / Ю. Н. Корнышев, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич. – М.: Радио и связь, 2008 г. – 270 с.
2. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей: учебник для вузов / Е. С. Вентцель. – М.: Высш. шк., 2010. – 576 с.
3. Вишневский, В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В. М. Вишневский. – М.: Техносфера, 2013. – 512 с.