

《计算机网络课程设计》指导书

课程负责人：张晓明

主要成员：张世博，杨飞，杜天苍，赵国庆，魏战红

版本：V2.2

发布日期：2019 年 01 月 02 日

计算机科学技术系

2018 年 12 月

修订说明

本版本 V2.2 修订内容包括以下方面：

1. 重点更新了选题 5、9 和 10 内容，一是针对校验和计算结果，明确要求采用真实抓包数据进行验证；二是增加了发送包程序设计和实现功能，并要求采用“网络助手”工具进行验证。
2. 删除了原有版本中应用层的所有选题。
3. 针对 2.2.3 节内容，删除了解奇偶校验码和循环冗余码的内容描述。

目录

1. 设计要求.....	1
1.1 课程性质和要求.....	1
1.2 设计类型与选题.....	2
1.2.1 选题类型.....	2
1.2.2 选题指南.....	2
1.3 过程管理和成果验收.....	3
1.3.1 指导教师.....	3
1.3.2 学生小组.....	3
2. 部分设计内容说明.....	4
2.1 IEEE 802.3 以太网帧封装模拟.....	4
2.1.1 设计内容.....	4
2.1.2 设计要求.....	4
2.1.3 相关理论知识.....	4
2.2 网络数据校验模块程序设计.....	4
2.2.1 设计目的.....	4
2.2.2 设计要求.....	5
2.2.3 设计内容.....	5
2.3 VLSM IP 地址划分工具设计.....	5
2.3.1 设计要求.....	5
2.3.2 输入输出.....	5
2.3.3 举例.....	5
2.4 滑动窗口协议模拟程序设计.....	5
2.4.1 设计目的.....	6
2.4.2 设计要求.....	6
2.4.3 流量模型的简化.....	6
3. 主要参考资料.....	6

1. 设计要求

1.1 课程性质和要求

本课程的先修课程是《计算机网络 A》或《计算机网络 B》，属于专业必修的实践性课程。必修学时 2 周，占 2 学分。

本课程属于设计性，要求学生通过网络工程实践，更加深入掌握计算机网络原理及其应用方法，在网络协议包生成设计、网络协议分析与模拟实现和网络应用系统设计等方面打下较好的基础。

通过本课程的网络技术实践训练，使学生具备下列能力：

- 1.深化计算机网络原理的理解和应用方法。
- 2.增强网络协议分析、应用设计和实现能力，能够设计简易网络工具。
- 3.通过选择适当的建模仿真工具，设计和实现中小型网络应用系统，具有软硬件综合和通信设计能力；
- 4.通过小组管理方式，增强团队协作意识和责任意识，提升沟通表达能力。

课程		《计算机网络课程设计》								
毕 业 要 求	指标点	1.6	3.3	4.2	5.2	9.1	9.2	10.2	Σ	
	课程对指标点的权重系数	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2	
教学及考核环节		教学及考核环节对指标点的权重系数							Σ	成绩
方式	权重									
过程指导		√	√	√	√	√	√	√	/	/
项目验收与答辩		√	√	√	√	√	√	√	/	/
平时成绩	0.15		0.3	0.4		0.3			1	
验收答辩	0.50		0.3	0.2	0.2		0.2	0.1	1	
设计报告	0.35	0.3	0.4			0.1		0.2	1	
Σ	1.0	0.3	1.0	0.6	0.2	0.4	0.2	0.3	3	
指标点达成度										

为了体现小组工作模式和团队协作精神，以**小组方式，3 人一组**，由学生自行组队。每组推选组长，负责本组的联络、分工，各成员负责完成分配的任务。

各班级应在项目启动后，由学习委员将分组和项目选定情况汇总，返回给指导教师。

1.2 设计类型与选题

1.2.1 选题类型

本课程设计属于计算机网络主题，其设计类型按照 OSI 网络模型进行划分，包括以下二个类型：

- 1) 网络协议包生成技术与模拟工具实现：组帧、IP 包、路由协议包、TCP 包、UDP 包、；
- 2) 网络协议的算法分析与模拟实现：连续重传协议、选择重传协议、透明网桥的转发表生成、路由表生成、TCP 流量控制、TCP 拥塞控制；

1.2.2 选题指南

如下表所示，共有 10 道题。学生小组需要选择其中一个网络工具设计题目。**每班的每题最多有 2 组可选择（按每班 30 人估算）。**

表 1 计算机网络课程设计选题指南

网络层次	序号	题目名称	设计基本要求
数据链路层	1	网络组帧工具设计	任意选择一种帧格式：以太网 V2 帧、HDLC 帧、PPP 帧、无线局域网帧。 给定输入数据，能够任意选择组帧方法，自动生成数据帧结果并显示；采用 CRC 校验方法。给定输入数据，选择标准的生成多项式，能够自动生成 CRC 码和码字；输入输出内容自动保存到 xml 文件中。
	2	滑动窗口连续重传协议模拟工具设计	按照滑动窗口连续重传协议，设计网络传输界面；给定输入，在正常或出错的情况下，验证协议的正确性。输入输出内容能够保存。
	3	滑动窗口选择重传协议模拟工具设计	按照滑动窗口选择重传协议，设计网络传输界面；给定输入，在正常或出错的情况下，验证协议的正确性。输入输出内容能够保存。
局域网	4	网桥转发表处理模拟工具设计	给定局域网络图和几个转发信息，能够按照逆向学习算法，自动生成转发表并图形显示；此后的转发信息能够参照转发表正常工作。输入输出内容能够保存。
网络层	5	IP 协议包自动生成工具设计	1) 按照 IP 数据包格式，设计 IP 协议包头的图形界面； 2) 输入相应字段的信息，能够自动计算出校验和，并自动生成 IP 协议包。要使用真实的抓包数据进行验证校验和计算结果。 3) 设计和实现 IP 包发送程序，采用网络助手工具进行接收，测试发送包的有效性。 4) 输入输出内容能够保存。
	6	RIP 协议路由表处理模拟工具设计	按照 RIP 协议，设计网络拓扑图形界面，至少 10 个路由器结点；给定距离矢量和刚到达的距离，要求自动更新指定路由器的路由表信息，并图形化显示。
	7	VLSM IP 地址划分工具设计	按照 IP 地址可变长度划分方法，自行设计一种划分工具。要求能够任意给定单位数量和每单位的主机数，从而自动完成划分过程，并给出划分结果，并图形化展示。
	8	OSPF 协议路由表	按照 OSPF 协议，设计网络拓扑图形界面，至少 10 个路由器结点；

		处理模拟工具设计	给定权重，要求自动计算最短路径，并更新指定路由器的路由表信息，图形化显示。
传输层	9	UDP 协议包自动生成工具设计	1) 按照 UDP 协议，设计 UDP 协议包头的图形界面； 2) 给定相应字段的信息，能够自动计算出校验和，并自动生成 UDP 协议包。要使用真实的抓包数据进行验证校验和计算结果。 3) 设计和实现 UDP 包发送程序，采用网络助手工具进行接收，测试发送包的有效性。 4) 输入输出内容能够保存。
	10	TCP 协议包自动生成工具设计	1) 按照 TCP 协议，设计 TCP 协议包头的图形界面； 2) 给定相应字段的信息，能够自动计算出校验和，并自动生成 TCP 协议包。要使用真实的抓包数据进行验证校验和计算结果。 3) 设计和实现 TCP 包发送程序，采用网络助手工具进行接收，测试发送包的有效性。 4) 输入输出内容能够保存。

1.3 过程管理和成果验收

1.3.1 指导教师

指导教师必须认真负责学生设计的全过程，包括学生分组、答疑、日常指导、验收答辩、报告批阅、设计成绩、资料归档等。重点要把握过程性指导和检查、设计项目验收工作：

(1) 在第 1 周末，教师要**重点检查设计模型图（界面、功能划分、模块流程）、设计环境和分工**，并填写阶段检查单；

(2) 在第 2 周末，教师开展设计验收和答辩工作，同时检查设计报告，并填写验收单，给定验收成绩。**让学生通过抓取真实的网络包数据（如 HTTP 包），对程序进行验证。**

(3) 验收完成后，教师要批阅设计报告并给定报告成绩；

(4) 课程组长负责本课程设计的工作安排、选题管理、成绩提交和课程总结。

1.3.2 学生小组

每组设计完成后，都需要经过验收答辩和报告评阅 2 个过程。

① **设计模型必须包括：软件界面图、系统功能框图、功能模块设计的流程图。**

② 设计成果必须经过设计验收和现场答辩过程，通过抓取真实的网络包数据进行验证，才能达到测试要求。验收通过者才能获得学分。

③ 设计报告要体现系统建模技术和网络协议特点，其内容主要包括：题目与设计要求、课题文献查阅说明、系统功能框图、设计流程图、算法描述、运行界面截图、设计要点和主要程序片断、系统运行与调试结果、小组任务分工说明、还存在的问题与今后的解决思路、参考文献。

④ 项目验收通过后，每组上交一份设计成果（含设计报告电子版、设计模型，以及相关源程序等），打包后发给指导教师。随后上交打印稿，供指导教师评阅并和给定报告成绩。

2. 部分设计内容说明

部分项目的设计思路和内容，可以主要教材《计算机网络课程设计》作参考。

2.1 IEEE 802.3 以太网帧封装模拟

2.1.1 设计内容

编写程序实现 IEEE 802.3 以太网帧封装。

2.1.2 设计要求

(1) 要求画出界面（客户端、浏览器网页等形式不限），以太网帧的数据部分、源 MAC 地址和目的 MAC 地址均从界面输入；

(2) 计算后的校验和字段和封装后的结果可以从界面上输出；

(3) 生成多项式 $G(X) = X^8 + X^2 + X + 1$ ；

(4) 能够实现 CRC 计算过程的可视化。

使用的操作系统、语言和编译环境不限，但必须在报告中注明。

2.1.3 相关理论知识

按 802.3 标准的帧结构如下表所示（802.3 标准的 Ethernet 帧结构由 7 部分组成）



其中，帧数据字段的最小长度为 46B。如果帧的 LLC 数据少于 46B，则应将数据字段填充至 46B。填充字符是任意的，不计入长度字段值中。

在校验字段中，使用的是 CRC 校验。校验的范围包括目的地址字段、源地址字段、长度字段、LLC 数据字段。

2.2 网络数据校验模块程序设计

2.2.1 设计目的

掌握 TCP/IP 协议网络各层次的差错控制方法和实现技术。

2.2.2 设计要求

- (1) 全面分析和了解网络数据校验方法;
- (2) 界面设计: 通过选择不同网络层次, 显示相应的校验计算界面;
- (2) 使用真实的网络抓包数据进行程序验证;
- (3) 所有实例的生成结果保存为 TXT 或 XML 文件。

2.2.3 设计内容

- (1) 设计和实现网络层 IP 协议的校验和计算方法, 并至少通过 2 个实例验证;
- (2) 设计和实现传输层 UDP 协议的校验和计算方法, 并至少通过 2 个实例验证;
- (3) 设计和实现传输层 TCP 协议的校验和计算方法, 并至少通过 2 个实例验证。

2.3 VLSM IP 地址划分工具设计

2.3.1 设计要求

VLSM 是一种可变长地址划分的方法, 请设计界面 (客户端 或 基于浏览器页面不限), 让用户输入可用网络地址, 子网个数, 各个子网的最大主机数, 通过 VLSM 划分的方法, 计算不同子网的 IP 起始范围以及其对应的子网掩码。

2.3.2 输入输出

输入: 可用网络地址, 子网个数, 各个子网的最大主机数

输出: 在界面中给出各子网的 IP 起始范围及掩码、**网络拓扑结构图**;

注: 对于不可分不能满足要求的用户输入, 要给出提示。

2.3.3 举例

用户输入 **192.168.1.0/24** 网络地址, 输入子网个数 **3**, 输入每个子网的最多主机数量:**120, 60, 30**.

经过程序计算, 在界面中输出:

子网一: 192.168.1.0----192.168.1.127 子网掩码为 255.255.255.128

子网二: 192.168.1.128---192.168.1.192 子网掩码为 255.255.255.192

子网三:

2.4 滑动窗口协议模拟程序设计

在网络通信中, 滑动窗口协议通常用于实现流量控制, 保证数据传输的可靠性和有效性。它既可以作为数据链路层协议, 也可用于传输层的 TCP 协议中。该协议定义了网络通信的接收方在回送确认之前发送方至多能传输的数据量。

典型的数据链路层滑动窗口协议有 1 位滑动窗口协议、使用回退 n 帧的滑动窗口协议和使用选择性

重传的滑动窗口协议 3 种。

2.4.1 设计目的

本设计项目通过对数据链路层滑动窗口协议的编程模拟,掌握滑动窗口的概念和滑动窗口协议的实现原理,加深对数据重传和流量控制机制的理解。

2.4.2 设计要求

模拟实现使用选择性重传策略的滑动窗口协议程序,功能包括:

- (1) 所有功能应该可视,要有简单的界面。
- (2) 由一台 PC 向另一台 PC 机发送数据包,界面中必须动态显示数据帧的发送和接收情况,以表明模拟协议的正确运作过程。
- (3) 接收方应具有固定大小的滑动窗口。当发送方速度过快或帧丢失时,接收方应发送消息,要求暂停或是重传。接收方要求按序向网络层提交收到的帧。
- (4) 发送方发送速度可以调节。发送方重传时仅需要重传需要的帧,可指定滑动窗口数目、停等的超时时间间隔以及发送类型等参数。
- (5) 可以扩展到传输层滑动窗口协议的设计和实现。

2.4.3 流量模型的简化

为了使协议模拟尽量简化,做 2 个假设:

- (1) 发送方的网络层总有数据需要发送;
- (2) 接收方没有反向流量,因此不能捎带确认,每次等待辅助定时器超时之后,发送一个单独的确认帧 (ACK 或 NAK)。

3. 主要参考资料

- ① 张晓明. 计算机网络课程设计. 北京理工大学出版社, 2016 年 8 月
- ② 张晓明. 计算机网络教程 (第 2 版). 清华大学出版社, 2017 年 9 月
- ③ 吴功宜 等. 计算机网络高级软件编程技术. 清华大学出版社, 2008 年 1 月