# 《计算机网络》教学大纲

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程代码** | **SOFT0031131022** | **课程性质** | **专业必修** |
| **课程名称：** | **计算机网络** | | |
| **英文名称** | **Computer Networks** | | |
| **学时/学分** | **54/3** | **其中实验/实践学时** | **0** |
| **开课单位** | **软件工程学院** | **适用专业：** | **软件工程** |
| **先修课程** | **C/C++语言程序设计，数据结构与算法** | | |
| **大纲撰写人** | **章玥** | **大纲审核人** | **张民** |
| **课程网址** | **https://elearning.ecnu.edu.cn/** | **授课语言** | **中文** |

一、课程说明

计算机网络是信息时代的重要基础设施。计算机网络课程是软件工程、计算机科学与技术方向本科生的专业核心课程。计算机网络课程对于培养学生掌握计算机网络领域背景知识，理解计算机网络、协议及应用的工作原理，分析和解决计算机网络领域实际问题具有重要意义。

二、课程目标

1. 能够阐述计算机网络领域的关键概念和术语，说明典型网络的技术特征，掌握计算机网络领域的核心知识；

2. 能够运用计算机网络基本概念和原理，解释并对比典型网络、协议和应用的技术特征和工作原理，深入理解计算机网络、协议及应用的工作原理；

3. 能够运用计算机网络涉及的相关理论技术和文献资料，分析并评估计算机网络协议，制定网络规划方案，解决计算机网络领域的实际问题。

三、课程目标与毕业要求的对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1：工程知识：系统掌握数学、自然科学、工程基础和专业知识，能够综合应用上述知识，解决软件工程领域中的复杂工程问题。 | 观测点1-4：能够系统地将软件工程专业的工程基础和专业知识用于本领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。 | **目标1** |
| 毕业要求2：问题分析：能够应用数学、自然科学及软件工程的基本原理与方法，识别、表达、并通过文献研究等方式对软件工程领域的复杂工程问题进行分析，以获得有效结论。 | 观测点2-3：能够借助文献研究，寻求解决专业领域复杂工程问题的多种方案，能够运用本专业知识的基本原理，分析过程的影响因素，并进行方案比较，得出有效结论。 | **目标2**  **目标3** |

四、教学内容与学时安排

**第一章 引论（支撑课程目标1、2）**

**教学内容：**

1. 计算机网络的用途：明确通信网络相互区别的标准，描述计算机网络的定义和用途。
2. 计算机网络的类型：明确计算机网络典型的分类准则，描述不同种类计算机网络的构成和特点。
3. 网络实例：描述典型网络实例尤其是因特网Internet的发展历程及目前Internet的构成，明确网络领域最新发展动态。了解网络抓包工具Wireshark。
4. 网络协议：解释计算机网络体系结构中的相关概念和术语，解释计算机网络协议分层的好处和缺点，描述通过协议分层实现数据封装及解封的过程，说出面向连接服务和面向无连接服务的特点及实现过程，选择符合网络应用具体需求的服务类型。
5. 网络参考模型：明确网络参考模型的必要性，阐述OSI参考模型的层次划分及各层主要功能，阐述TCP/IP网络体系结构的构成、各层主要功能及典型协议，解释OSI参考模型与TCP/IP参考模型之间的相同点和不同点。

**教学要求与教学方法：**

了解计算机网络的定义、种类及构成；（讲授）

了解因特网发展历程及最新发展动态；（讲授）

掌握计算机网络的层次化架构及其优缺点；（讲授+案例）

掌握网络协议分层实现原理及过程；（讲授+案例）

掌握网络参考模型及其主要特点。（讲授+案例）

**重点难点：**

【本章重点】计算机网络基本概念，网络的层次化架构，网络协议的分层实现原理，网络参考模型。

【本章难点】数据封装及解封装过程，面向连接和面向无连接服务的实现过程。

**第二章 物理层（支撑课程目标1、2、3）**

**教学内容：**

1. 传输介质：描述有导向传输介质的种类及各自在传输方面的特点。
2. 无线传输：描述无线传输典型的技术手段及各自的特点。
3. 数据通信的理论基础：明确数据通信系统中的信号及传输的种类，明确信号在时域和频域上的形式及转换方法，阐述带宽与数据传输速率之间的关系，利用奈奎斯特定理和香农定理分析信道容量。
4. 数字调制与复用：阐述基带传输和通带传输的特点，使用基带传输中常见的编码机制对数据进行编码，评估编码机制的效率，使用通带传输中常见的调制技术对数据进行调制，评估调制技术的效率，阐述多路复用技术的工作原理，使用CDMA技术对发送的数据进行编码及对接收的编码进行数据解析。
5. 公用交换电话网络：阐述公共交换电话网络的主要构成（本地回路、干线、交换机）及所采用的关键技术，描述Modem、DSL、FTTH的工作原理，阐述模拟信号的数字传输过程，阐述PCM的工作原理，阐述T1、E1采用TDM技术成帧的过程，分析电路交换、分组交换、报文交换的工作原理及特征。
6. 蜂窝网络和有线电视网络：描述各代移动电话系统的技术特征，描述有线电视网络的结构及承载Internet业务的具体方法。
7. 通信卫星：了解通信卫星的种类和各自的技术特征。

**教学要求与教学方法：**

了解传输介质种类及其特点；（讲授）

掌握数据通信的基础理论；（讲授+案例+练习）

掌握数字调制与复用的相关原理；（讲授+案例+练习）

了解公用交换电话网络的架构及其关键技术；（讲授）

理解电路交换、分组交换、报文交换的工作原理及特征；（讲授+案例+练习）

了解各代移动通信系统和有线电视网络的技术特征。（讲授）

**重点难点：**

【本章重点】数据通信的基础理论，数字调制与复用关键技术，公用交换电话网络的架构及其关键技术

【本章难点】利用奈奎斯特定理和香农定理分析信道容量，编码机制和调制技术，多路复用技术的工作原理

**第三章 数据链路层（支撑课程目标1、2、3）**

**教学内容：**

1. 数据链路层的设计要素：明确链路的类型及各自的特点，描述数据链路层的子层划分，描述数据链路层向网络层提供的服务种类及特征，明确数据链路层的具体功能，阐述数据链路层的主要成帧方法，使用上述成帧方法给出数据成帧过程，明确差错控制的主要机制，明确流量控制的主要机制。
2. 差错检测及纠正：明确海明距离与编码的检错能力和纠错能力之间的关系，分析编码机制的检错能力和纠错能力，分析纠正单比特错误所需校验位的最小位数，阐述海明码、Checksum、循环冗余校验码CRC的构造过程，能为给定的数据构造对应的海明码、Checksum、CRC。
3. 停等协议和滑动窗口协议：明确停等协议中流量控制和差错控制的具体实现机制，明确滑动窗口的相关概念，包括发送窗口、接收窗口、发送窗口的尺寸、接收窗口的尺寸等，阐述滑动窗口协议的原理，阐述回退N帧和选择性重传协议的具体工作机制，明确回退N帧协议中发送窗口尺寸的最大值与发送窗口所采用编号的位数之间的关系，明确选择性重传协议中发送窗口和接收窗口尺寸的最大值与发送窗口所采用编号的位数之间的关系，同时能说明上述发送窗口/接收窗口尺寸存在上限值的原因。
4. 数据链路层协议示例：明确数据链路层协议HDLC和PPP的技术特点。

**教学要求与教学方法：**

了解数据链路层的设计要素；（讲授）

掌握编码机制的差错检测及纠正方法；（讲授+案例+练习）

掌握停等协议和滑动窗口协议的原理和实现机制；（讲授+案例+练习）

了解数据链路层协议HDLC和PPP的技术特点。（讲授）

**重点难点：**

【本章重点】数据链路层的主要成帧方法及过程，海明码、Checksum、循环冗余校验码CRC的构造过程，停等协议中流量控制和差错控制的具体实现机制，滑动窗口协议的原理和工作机制。

【本章难点】数据链路层的差错检测及纠正机制；停等协议和滑动窗口协议的原理和实现机制。

**第四章 介质访问子层（支撑课程目标1、2、3）**

**教学内容：**

1. 动、静态信道分配技术：阐述静态信道分配策略与动态信道分配策略的特点。
2. 多路访问协议：解释ALOHA协议和分时ALOHA协议的工作原理，评估ALOHA协议的信道利用率，阐述载波侦听多路访问CSMA的工作原理及各种形式CSMA协议的区别，阐述CSMA/CD协议的工作特征，分析CSMA/CD协议成功检测冲突的条件，描述无冲突协议和有限竞争协议的工作原理，阐述无线环境下的隐藏站点和暴露站点问题；解释RTS/CTS的工作原理及用途。
3. 以太网：说明传统以太网的结构、帧格式、传输速率、传输介质、介质访问控制方法，分析冲突危险周期与最小帧长之间的关系，阐述快速以太网的演进思路、组网方法、传输速率、传输介质，阐述Gigabit/10 Gigabit以太网的演进思路、组网方法、传输速率、传输介质。
4. 无线局域网：描述IEEE 802.11无线局域网的体系结构、协议栈、MAC方法（CSMA/CA）、帧结构，明确IEEE 802.11系列标准的传输速率、工作频段以及在物理层上采用的不同调制技术。
5. 数据链路层交换：描述数据链路层典型交换设备及其用途，解释不同类型网桥（透明网桥、源路由网桥）的工作机制，明确逆向学习法、生成树协议算法思想，明确虚拟局域网的用途、划分依据及IEEE 802.1Q标准，描述计算机网络中常见连接设备所处的层次。

**教学要求与教学方法：**

了解动、静态信道分配技术特点；（讲授）

掌握多路访问协议的工作原理；（讲授+案例+练习）

掌握以太网的结构、帧格式、介质访问控制方法等关键技术；（讲授+案例+练习）

了解无线局域网的体系结构、协议栈、调制技术等；（讲授）

了解数据链路层典型交换设备工作机制，生成树协议算法思想；（讲授）

**重点难点：**

【本章重点】静态信道分配策略与动态信道分配策略，多路访问协议的工作原理，以太网关键技术，生成树协议算法思想；

【本章难点】多路访问协议的工作原理，以太网关键技术。

**第五章 网络层（支撑课程目标1、2、3）**

**教学内容：**

1. 网络层设计要素：说明存储转发分组交换的思想方法，说明面向无连接的数据报服务与面向连接的虚电路服务的特点。
2. 路由算法：明确动态路由算法的种类及工作原理，利用距离矢量路由算法分析路由表建立及更新过程，利用链路状态路由算法分析路由表建立及更新过程。
3. 网络层业务量管理：明确拥塞的概念，解释拥塞现象在网络性能参数（延迟、吞吐量、丢包）上的表征，说明网络层典型的拥塞控制机制。
4. 服务质量：明确服务质量典型性能指标，描述典型网络应用在服务质量上的不同需求，描述网络层提供的服务质量类型及典型的服务质量保障机制，说明因特网演进过程中在提升网络层服务质量所采用的各种技术手段的思路及特征。
5. 网络互联：明确网络互联的需求，解释隧道技术和分段技术的思路和具体实施过程。
6. Internet的网络层：明确IPv4协议头部各个字段的含义及用法，明确IP地址的格式、记法、类别，解释Internet在解决IP地址短缺问题上所采用的各种技术手段，应用CIDR技术根据需求设计IP地址规划方案，利用子网划分技术对子网进行划分，说明NAT技术的工作原理，明确IPv6协议头部各个字段的含义、用法，解释IP v6协议相对于IPv4协议所进行的改进之处，说明IPv4过渡到IPv6的技术手段，描述Internet控制协议（包括ICMP、ARP、DHCP协议）的用途及工作原理，明确标签交换及MPLS协议的工作原理，明确内部网关协议及外部网关协议的特征及差别，解释OSPF协议和BGP协议的工作原理。了解网络诊断工具ping、网络路由跟踪工具traceroute/tracert、网络文件下载工具wget/curl、地址解析协议工具arp、网络接口配置工具ifconfig/ipconfig、路由表查看工具route、网络监测工具netstat。

**教学要求与教学方法：**

了解网络层设计要素；（讲授）

掌握动态路由算法的分类以及几种典型路由算法的工作原理；（讲授+案例+练习）

了解网络拥塞基本概念及网络层的业务量管理机制；（讲授）

了解网络互联的需求及主要技术；（讲授）

掌握IP协议报文格式、IP地址规划方案、NAT技术、代表性协议、典型网络工具等网络层的关键技术及原理。（讲授+案例+练习）

**重点难点：**

【本章重点】动态路由算法的种类及工作原理，拥塞现象，隧道技术和分段技术，IP报文格式，IP地址规划，NAT/ICMP/ARP/DHCP等相关协议及工作原理。

【本章难点】各种动态路由算法的计算方法，隧道技术，拥塞控制，IP地址规划。

**第六章 传输层（支撑课程目标1、2、3）**

**教学内容：**

1. 传输服务：明确传输层提供的服务种类，明确传输层服务原语及Berkeley Sockets的构成，明确网络通信程序的构造。了解Socket编程接口和网络通信程序结构和编程方法。
2. 传输层协议要素：描述传输层协议的功能要点，描述传输层协议的寻址机制，说明传输层协议连接管理（连接建立及连接释放）的具体机制，解释传输层协议进行差错控制和流量控制的机制，描述传输层协议的复用机制。
3. 拥塞控制：明确带宽分配的预期目标，描述拥塞控制与流量控制之间的关联与差异，说明拥塞控制机制的主要思路，分析拥塞控制在平衡效率和公平性两方面所采用的AIMD思想方法。
4. UDP：描述UDP协议的头部结构，描述UDP协议提供的服务特征，明确UDP协议适用的应用场景。
5. TCP：描述TCP协议的头部结构，描述TCP协议提供的服务特征，明确TCP协议适用的应用场景，结合TCP协议头部字段解释连接建立和连接释放过程中三次握手的具体细节，说明TCP协议中基于滑动窗口的流量管理机制，说明TCP协议基于AIMD思想的拥塞控制机制，描述典型的TCP拥塞控制算法，应用给定的TCP拥塞控制算法分析拥塞窗口的变化情况及评估传输效率。

**教学要求与教学方法：**

了解传输层提供的服务种类，服务原语和网络通信程序的构造；（讲授）

掌握传输层协议要素；（讲授）

掌握传输层拥塞控制机制的主要原理，以及拥塞控制与流量控制之间的关联与差异；（讲授+案例+练习）

掌握UDP协议和TCP协议的特点和工作原理。（讲授+练习）

**重点难点：**

【本章重点】传输层提供的服务种类，传输层服务原语，传输层协议的功能要点，拥塞控制与流量控制之间的关联与差异，UDP协议、TCP协议。

【本章难点】拥塞控制与流量控制之间的关联与差异，UDP/TCP协议。

**第七章 应用层（支撑课程目标1）**

**教学内容：**

1. DNS、E-Mail、万维网:明确应用层典型应用的用途及工作机制，明确应用层典型协议DNS、SMTP、HTTP的工作原理。

**教学要求与教学方法：**

了解应用层典型应用的用途及工作机制。（讲授）

**重点难点：**

【本章重点】应用层典型协议DNS、SMTP、HTTP的工作原理。

【本章难点】无。

四、课时分配及对课程目标的支撑

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 教学内容 | 课时分配 | | 课程目标 |
| 讲课 | 习题 |  |
| 第一章 引论 | 6 | 1 | 课程目标1、2 |
| 第二章 物理层 | 7 | 1 | 课程目标1、2、3 |
| 第三章 数据链路层 | 7 | 1 | 课程目标1、2、3 |
| 第四章 介质访问子层 | 7 | 1 | 课程目标1、2、3 |
| 第五章 网络层 | 12 | 1 | 课程目标1、2、3 |
| 第六章 传输层 | 8 | 1 | 课程目标1、2、3 |
| 第七章 应用层 | 1 | 0 | 课程目标1 |
| **共 计** | **48** | **6** |  |

五、教学方法

本课程采用面向翻转课堂的教学模式，具体手段与方法如下：

（1）在梳理各章节教学重难点的基础上，按照翻转课堂教学模式设计教学活动，以周为单位对课程内容及教学活动进行组织，明确给出了课前、课中、课后三个环节中教师和学生分别需要完成的教学活动内容，辅助学生更快速地适应翻转课堂的教学模式。

（2）利用大夏学堂具有的教学管理、资源管理、评价测试、移动学习和系统管理等多种功能，在课程平台上建设了课程相关学习资源，包括课件PPT、文献资料、题库等，发布了通知、作业、自测题十余套，供学生自主学习。

（3）在教师讲授、习题课的基础上，将最新的网络技术发展动态纳入课程体系；通过阅读计算机网络领域顶级期刊和会议中的参考材料，促进学生自主学习，提高师生互动；教学活动以教师授课、学生阅读材料、学生自测等形式展开，提高教学内容的趣味性和学生的参与度，确保每一个学生都能全程参与到完整的教学活动中。

六、考核方式

本课程考核环节包括平时表现（考勤、自测题、作业、期中考试）和期末考试。各考核环节在总成绩中所占比重及考核细则如下。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程成绩构成** | **比例** | **考核/评价细则** |
| 平时表现 | 60% | 1. 出勤（10%）：线下课程的出勤以及线上活动等任务的参与情况。 2. 自测题（10%）：线上自测。逾期提交，当次成绩扣除20%；未提交，当次成绩为0。   平时作业（10%）：逾期提交，当次成绩扣除20%；未提交，当次成绩为0。   1. 课堂参与度（10%）：课堂回答问题及平时表现情况。 2. 期中考试（20%）：根据卷面成绩评分。闭卷考试，120分钟。考试题型包括选择、填空、简答和计算等题型。 |
| 期末考试 | 40% | 根据卷面成绩评分。闭卷考试，120分钟。考试题型包括选择、填空、简答和计算等题型。 |

七、推荐教材和参考资料

**（一）教材**：

《Computer Networks. (Sixth Edition)》，Andrew S.Tanenbaum, Nick Feamster, David J.Wetherall， Pearson. 2021.

**（二）主要参考书**：

1.《Computer Networks. (Fifth Edition)》，Andrew S.Tanenbaum, David J.Wetherall， 机械工业出版社. 2012.

2.《Data Communications Networking (5th Edition)》, Behrouz A.Forouzan, McGraw-Hill, 2013.

3.《Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition)》, James F. Kurose and Keith W. Ross, Addison Wesley, 2012.

4.《计算机网络(第6版)》,谢希仁,电子工业出版社, 2013.

5. 《Computer Networks: A Systems Approach (5th Edition)》， Larry L.Peterson, Bruce S.Davie，Morgan Kaufmann, 2012.

6.《Network Consultants Handbook (Cisco Press Networking Technology)》，Matthew J Castelli，Ciso Press，2001.

**（三）其他学习资源：**

1. IEEE Communication Mag. http://www.comsoc.org/commag

2. ACM SIGCOMM. http://www.sigcomm.org/events/sigcomm-conference

3. Reproducing Network Research network systems experiments made accessible, runnable, and reproducible. https://reproducingnetworkresearch.wordpress.com/

八、评分标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **评分标准** | | | | |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **0-59** |
| 课程目标1 | 清晰阐述计算机网络领域的关键概念和术语，清晰说明典型网络的技术特征，熟练掌握计算机网络领域的核心知识； | 较清晰阐述计算机网络领域的关键概念和术语，较清晰说明典型网络的技术特征，较熟练掌握计算机网络领域的核心知识； | 阐述计算机网络领域的关键概念和术语，说明典型网络的技术特征，掌握计算机网络领域的核心知识； | 了解计算机网络领域的关键概念和术语，了解典型网络的技术特征，了解算机网络领域的核心知识； | 基本了解计算机网络领域的关键概念和术语，基本了解典型网络的技术特征，基本了解计算机网络领域的核心知识； |
| 课程目标2 | 灵活运用计算机网络基本概念和原理，清晰解释并对比典型网络、协议和应用的技术特征和工作原理，深入理解计算机网络、协议及应用的工作原理； | 熟练运用计算机网络基本概念和原理，较清晰解释并对比典型网络、协议和应用的技术特征和工作原理，理解计算机网络、协议及应用的工作原理； | 运用计算机网络基本概念和原理，解释并对比典型网络、协议和应用的技术特征和工作原理，较理解计算机网络、协议及应用的工作原理； | 了解计算机网络基本概念和原理，了解典型网络、协议和应用的技术特征和工作原理，理解计算机网络、协议及应用的工作原理的能力一般； | 基本了解计算机网络基本概念和原理，基本了解典型网络、协议和应用的技术特征和工作原理，不具备理解计算机网络、协议及应用的工作原理的能力； |
| 课程目标3 | 灵活运用计算机网络涉及的相关理论技术和文献资料，熟练分析并评估计算机网络协议，制定合理的网络规划方案，灵活解决计算机网络领域的实际问题。 | 熟练运用计算机网络涉及的相关理论技术和文献资料，分析及评估计算机网络协议，制定可用的网络规划方案，熟练解决计算机网络领域实际问题。 | 运用计算机网络涉及的相关理论技术和文献资料，分析及评估计算机网络协议，制定参考的网络规划方案，能解决计算机网络领域实际问题。 | 理解计算机网络涉及的相关理论技术和文献资料，了解分析和评估计算机网络协议的方法，了解网络规划方案，解决计算机网络领域实际问题的能力一般。 | 了解计算机网络涉及的相关理论技术和文献资料，不了解分析和评估计算机网络协议的方法，不了解网络规划方案，不具备解决计算机网络领域实际问题的能力。 |