

哈尔滨工业大学 2020 学年秋季学期

## 《计算机网络》课程报告

学号： L170300901

姓名： 卢兑琬

1.概括《计算机网络》课程的核心知识点，总结你学习本课程的主要收获、心得与体会。

《计算机网络》是计算机科学与技术专业的一门专业课程。计算机网络是计算机技术和通信技术密切结合而形成的新的技术领域，是计算机发展的重要方向之一，在人们的工作和生活中，计算机网络通信技术应用越来越广泛，地位越来越重要。通过对《计算机网络》这门理论性与实践性都较强的课程的学习，我在老师的教导下学会和掌握了计算机网络的基本概念、原理和方法，掌握了计算机网络的体系结构和典型网络协议，了解了常用网络设备的组成、特点和工作原理，熟练掌握了网络互连和因特网的有关概念、协议及其应用，了解了网络安全方面的知识，为进一步的学习和研究，以及在工作中应用和维护网络打下良好的基础。

《计算机网络》课程的核心内容分为计算机网络概述、应用层、传输层、网络层、链路层五大部分进行教学内容的展开。首先在课程概述部分的教学中，快速了解、认识了计算机网络，理解并掌握了计算机网络与网络协议等基本概念、网络组成与网络体系结构，通过老师对网络应用的类型、运行原理以及应用层协议的剖析，理解了绝大多数网络应用所采用的应用编程接口-套接字（Socket），并由此学习且掌握了 Socket 编程技术，具备开发简单网络应用的能力。接着在课程的后续环节中深入学习了计算机网络内部，探究计算机网络深层奥秘，了解并掌握了计算机网络深层次的原理、协议及网络技术，在老师的教导下做到知其然而且知其所以然。这部分的主要知识点有可靠数据传输的基本原理、停-等协议与滑动窗口协议、典型传输层协议（UDP 与 TCP）、虚电路网络与数据报网络、路由与转发、IP 协议与 IP 地址、CIDR、子网划分与路由聚集、ICMP 协议、DHCP 协议、NAT、IPv6、路由算法、路由协议、差错编码、MAC 协议、ARP 协议、以太网、VLAN、PPP 协议、无线局域网等内容。最后的教学部分在老师的授课下认识到了网络安全威胁，理解并掌握保障网络安全的基本原理、网络协议以及技术措施，认识到如何在享受网络带给你诸多便利的同时尽可能避免令自身处于重重危机之中。这部分包含的核心知识点有网络安全基本概念；网络安全威胁；密码学基础；信息完整性与数字签名；身份认证；安全电子邮件；SSL；IPsec 与 VPN；无线网局域网安全；防火墙；入侵检测等。

在学习过《计算机网络》该门课程之后，结合当下计算机技术快速发展、计算机网络时代更新迅速的现状，可以充分认识到在如此大背景之下，我们作为计算机专业的学生，结合国家计算机网络的发展趋势，今后将面临着更多的挑战、与此同时也存在着更多的机会。计算机网络是计算机技术高速发展的产物，其发展经历了多个历史阶段。2010 年以后拉开了第四代计算机网络发展的序幕，随着 4G 以及 5G 技术的相继投入使用，广域网的网速正实现着从 MB 级向 GB 级的逐步跨越式发展，随着计算机网速逐步接近计算机内部各种总线的传输速率，通过网络把地理上分散的 CPU 和存储器整合成一个整体并进行统一调度及分配的时机日渐成熟，这也是云计算、云应用等分布式运算、存储架构得以大量推广的物理基础。与此同时，由于网速的大量提升，Internet 外延进一步扩展，海量的传感器可以通过移动设备回传其抓取到的数据，一个全球性的集连通、感知、运算、存储为一体的万物互联网络正在形成—物联网时代正在到来。作为计算机专业的学生，计算机技术快速发展、计算机新时代迅猛到来的同时，就是对我们专业学生而言最佳的发展机会，与此同时，结合物联网时代的大背景，我们作为计算机专业的学生，在加强专业技能的同时，也应当将目光投入在多学科融合的发展方面。在电子、光电、半导体和应用数学等基础学科不断获得突破的背景下，传感器技术、网络技术和计算机技术都获得了空前的发展，人类世界正在进入一个全新的物联网时代，把物联网单元安装到汽车上就能够实现对车辆的数据采集和远程控制，安装到家庭里就能够实现对家居的数据抓取和远程控制，安装在医院、交通指挥体系、乃至整个城市、整个国家的方方面面应用中，就构成了基于物联网的智能城市体系和智慧地球基础设施。不

断推陈出新的即时通信、电子商务、导航系统、交通一卡通、远程支付系统、近场支付系统、人脸识别、语音识别、文本理解、手机、智能电视、共享单车、共享汽车等诸多软硬件应用都是这个基础设施的一部分，在物联网时代，网络不再是人类的工具，而正在成为人类生存的环境。

结合我国当前对计算机专业人才的需求，即使各高校计算机专业的扩招力度不断加大，但始终未能有效缓解各行业对计算机人才的需求。国内的软件开发人才，网络技术、信息安全等方面的人才缺乏比较严重。那些高水平的系统分析师，资深项目策划人员非常少，从事程序开发的程序员也比较缺乏。从国家总体层面上看，社会对计算机人才总需求量有明显变化，但毕业生就业岗位分布和岗位层次将更加宽泛，需求的主体由政府机关、金融单位、电信系统、国有企业转向教育系统、非公有制经济实体等中小用人单位，由于毕业生人数剧增，就业率与供求比例明显相差大。企业是吸纳人才的主力，随着国有企业改革步伐加大，对高新技术人才、计算机专业大学生的需求会迅速增长，高新技术企业每年产值增长在 20%以上，中国加入 WTO，外国资本、公司的涌入，需要招聘大批高素质的计算机专业人才，毕业生的就业选择和人才流动会偏向外资企业。结合自己在本门课程中学到的内容，体会老师在授课课程中提及的专业发展前景以及行业分类，一方面充分地加强了自己在计算机网络方面的专业知识，与此同时也在学习过程中感受到了计算机网络技术应用中多学科的交叉性，触发自己在学习其它专业课时充分结合自己今后的职业发展规划进行考虑，以实现有针对性、有目的性的高效学习。

2.P2P 与 DHT 是什么关系？试论述 P2P 相关协议的特点以及 P2P 相关的最新发展。

### 2.1

P2P 模式（Peer-to-peer model）或同等阶层间通信网不是相对集中于少数服务器，而是依靠参与网络构成的机器计算和带宽性能构成的通信网。简单地说，就是电脑之间的双向文件传输系统。没有中央服务器，电脑之间各自成为服务器和客户端，相互之间连接文件，互通文件。P2P 型号大致有两种方式。hybrid P2P 方式和 pure P2P 方式。首先，hybrid 方式是提供现有服务器-Client 的中介和搜索，个人之间进行数据交流。第二个 P2P 方式是 pure。这是没有中央服务器，参与网络的所有电脑分别负责服务器和客户端，进行数据交换的方式。即使寒带出现问题，整个网络也没有问题，网络的增加费用也很少。但缺点是网络无法控制，搜索速度缓慢。

### 2.2

依照节点信息存储与搜索方式的不同，诸多 P2P 协议可以分为 2 大类：结构化(Structured)的与非结构化(Unstructured)的系统。在结构化 P2P 系统中，每个节点只存储特定的信息或特定信息的索引。当用户需要在 P2P 系统中获取信息时，他们必须知道这些信息(或索引)可能存在于那些节点中。由于用户预先知道应该搜索哪些节点，避免了非结构化 P2P 系统中使用的泛洪式查找，因此提高了信息搜索的效率。但是，结构化 P2P 也引入了新的问题：首先，既然信息是分布存储的，那么如何将信息分布存储在重叠网中的节点上？其次，由于节点动态的加入和离开重叠网，如何将拓扑的变更信息通知其它节点？DHT 则是结构化 P2P 的核心技术，其引入基本解决了上述问题，因此自从 DHT 协议出现以后，结构化 P2P 的应用得到了快速的发展。目前已经有很多较为成熟的 DHT 协议被提出并且得到了应用。其中比较有代表性的有：缓冲阵列路由协议(CARP)；一致性哈希；Chord；内容寻址网络；Pastry。

### 2.3

因提供用户的便利性，原本可以轻易接近普通大众的 P2P 技术，现在逐渐拓宽了其领域。简单文件共享不应仅限于大容量的极限，服务器管理解决 P2P 技术。为了不局限于单纯的文件共享，解决大容量服务器管理的局限，正在利用 P2P 技术。而且对我们非常亲切的聊天工具、Skype、Joost、EMul 等服务现在已经成为了我们无法隔离的服务。这些服务已经使用了断断续续的加密机制，提供通信上的保安服务，在保护个人信息方面，可以匿名接近，被认为是非常有益的技术。

但是在 Peek-a-Booty，TOR(The Onion Routing)展现的匿名性接近因为只强调保护个人信息这一点，向普通人提供了无法控制的自律权，正在成为新的信息保护问题。

在这种情况下，将无法控制的放任性技术引导到制度圈，如果 P2P 服务开发的国际标准并行的话，在善意 P2P 服务的普及和利用 P2P 技术的逆机能应对上也会取得相当大的进展。因此，在 P2P 技术进一步扩张其领域之前，有必要制定国际标准，强化网络空间中的净功能。

3.《计算机网络》课上学习了路由器、三层交换机、交换机、集线器等网络设备，请论述这些网络设备的工作原理与功能特点，在什么场景下适合选择哪种类型的网络设备？

### 3.1 路由器

所谓路由就是指通过相互连接的网络把信息从源地点移动到目标地点的活动。那么路由器具体是如何进行“翻译”工作的呢？我们平时在学习、翻译英语时，肯定会准备一本英汉字典，通过它来实现英文与中文之间的互现转换。而对于路由器而言，它也有这种用于翻译的字典——路径表。路径表（routing table）保存着各种传输路径的相关数据，如子网的标志信息、网上路由器的个数和下一个路由器的名字等内容。路径表可以由系统管理员固定设置好的，也可以由系统动态修改，可以由路由器自动调整，也可以由主机控制。

通过路由器可以让不同子网、网段进行互连，因此路由器与集线器、交换机不同，它一般安装在网络的“骨干”部位，而不像集线器、交换机那样工作在基层。比如说一个较大规模的企业局域网，基于管理、安全、性能的考虑，一般都会将整个网络划分为多个 vlan，如此一来，当 vlan 与 vlan 之间进行通讯时，就必须使用路由器。

对于该企业网而言，肯定还需要与互联网相连，对于企业而言，一般都是通过租用电信的 ddn 专线或者利用 adsl、cable、isdn 等方式将企业网接入互联网，而此时由于网络体系及所用协议的不同，也需要路由器来完成企业网与互联网的互连工作。

一般来说，在路由过程中，信息至少会经过一个或多个中间节点。通常，人们会把路由和交换进行对比，这主要是因为普通用户看来两者所实现的功能是完全一样的。其实，路由和交换之间的主要区别就是交换发生在 OSI 参考模型的第二层（数据链路层），而路由发生在第三层，即网络层。这一区别决定了路由和交换在移动信息的过程中需要使用不同的控制信息，所以两者实现各自功能的方式是不同的。路由器通过路由决定数据的转发。转发策略称为路由选择，这也是路由器名称的由来。

### 3.2 三层交换机

三层交换机就是具有部分路由器功能的交换机，三层交换机的最重要目的是加快大型局域网内部的数据交换，所具有的路由功能也是为这目的服务的，能够做到一次路由，多次转发。对于数据包转发等规律性的过程由硬件高速实现，而象路由信息更新、路由表维护、路由计算、路由确定等功能，由软件实现。

三层交换技术就是二层交换技术+三层转发技术。传统的交换技术是在 OSI 网络标准模型中的第二层——数据链路层进行操作的，而三层交换技术是在网络模型中的第三层实现了数据包的高速转发。应用第三层交换技术即可实现网络路由的功能，又可以根据不同的网络状况做到最优的网络性能。

### 3.3 交换机

在计算机网络系统中，交换机是针对共享工作模式的弱点而推出的。集线器是采用共享工作模式的代表，如果把集线器比作一个邮递员，那么这个邮递员是个不认识字的“傻瓜”——要他去送信，他不知道直接根据信件上的地址将信件送给收信人，只会拿着信分发给所有的人，然后让接收的人根据地址信息来判断是不是自己的！而交换机则是一个“聪明”的邮递员——交换机拥有一条高带宽的背部总线和内部交换矩阵。交换机的所有的端口都挂接在这条背部总线上，当控制电路收到数据包以后，处理端口会查找内存中的地址对照表以确定目的 mac（网卡的硬件地址）的 nic（网卡）挂接在哪个端口上，通过内部交换矩阵迅速将数据包传送到目的端口。目的 mac 若不存在，交换机才广播到所有的端口，接收端口回应后交换机会“学习”新的地址，并把它添加入内部地址表中。

可见,交换机在收到某个网卡发过来的“信件”时,会根据上面的地址信息,以及自己掌握的“常住居民户口簿”快速将信件送到收信人的手中。万一收信人的地址不在“户口簿”上,交换机才会像集线器一样将信分发给所有的人,然后从中找到收信人。而找到收信人之后,交换机会立刻将这个人的信息登记到“户口簿”上,这样以后再为该客户服务时,就可以迅速将信件送达了。

由于交换机能够智能化地根据地址信息将数据快速送到目的地,因此它不会像集线器那样在传输数据时“打扰”那些非收信人。这样一来,交换机在同一时刻可进行多个端口组之间的数据传输。并且每个端口都可视为是独立的网段,相互通信的双方独自享有全部的带宽,无须同其他设备竞争使用。比如说,当 a 主机向 d 主机发送数据时, b 主机可同时向 c 主机发送数据,而且这两个传输都享有网络的全部带宽—假设此时它们使用的是 10mb 的交换机,那么该交换机此时的总流通量就等于  $2 \times 10\text{mb} = 20\text{mb}$ 。当交换机上的两个端口在通信时,由于它们之间的通道是相对独立的,因此它们可以实现全双工通信。

### 3.4 集线器

集线器的工作原理很简单,以一个具备 8 个端口,并连接了 8 台电脑的集线器为例。集线器处于网络的“中心”,通过集线器对信号进行转发,8 台电脑之间可以互连互通。具体通信过程是这样的:假如计算机 1 要将一条信息发送给计算机 8,当计算机 1 的网卡将信息通过双绞线送到集线器上时,集线器并不会直接将信息送给计算机 8,它会将信息进行“广播”—将信息同时发送给 8 个端口,当 8 个端口上的计算机接收到这条广播信息时,会对信息进行检查,如果发现该信息是发给自己的,则接收,否则不予理睬。由于该信息是计算机 1 发给计算机 8 的,因此最终计算机 8 会接收该信息,而其它 7 台电脑看完信息后,会因为信息不是自己的而不接收该信息。

集线器是一种“共享”设备,集线器本身不能识别目的地址,当同一局域网内的 a 主机给 b 主机传输数据时,数据包在以集线器为架构的网络上是以广播方式传输的,由每一台终端通过验证数据包的地址信息来确定是否接收。由于集线器在一个时钟周期中只能传输一组信息,如果一台集线器连接的机器数目较多,并且多台机器经常需要同时通信时,将导致集线器的工作效率很差,如发生信息堵塞、碰撞等。

由于集线器采取的是“广播”传输信息的方式,因此集线器传送数据时只能工作在半双工状态下,比如说计算机 1 与计算机 8 需要相互传送一些数据,当计算机 1 在发送数据时,计算机 8 只能接收计算机 1 发过来的数据,只有等计算机 1 停止发送并做好了接收准备,它才能将自己的信息发送给计算机 1 或其它计算机。

一般一个家庭的电脑数量有限,而组网的目的一般是为了实现共享上网、玩网络游戏等。由于电脑数量少,对带宽的要求不高,因此选择一个端口数少于 8 个,10mbps 带宽的集线器比较合适,目前这类产品很多,价格也非常便宜,一般在 80~100 元之间。对于学生宿舍而言,一般电脑数量比较多,再加上宿舍与宿舍之间比较近,组网非常方便。学生一般比较喜欢通过组网来实现共享上网、联网游戏、视频欣赏等,因此对带宽的要求相对较高,再加上学生作息时间都差不多,往往许多电脑会同时上网,所以最佳选择是使用交换机。交换机独享带宽的工作模式,能够满足学生对高带宽的要求,同时也可以避免许多机器同时通信所带来的网路堵塞问题。考虑到学生的经济承受能力不高,可以选择国内厂商出品的中低端 10/100mbps 自适应桌面交换机,端口数要根据联网的电脑数目进行考虑,不过最好是选择 16 口的价廉物美的主流产品,目前这类中低端产品的价格大都在 700 元以下,对于学生来说也还可以承受。如果端口数不够的话,可以采取级联的方式解决。对于中小型的办公网络而言,如果考虑性能、稳定性及以后的扩展性,最好选择 10/100mbps 自适应交换机来构建局域网,如果是小型的办公网络,也可以考虑集线器。

4. SDN 是近年来计算机网络发展的主要方向之一，请通过自学总结概括一下 SDN 概念、特点以及发展趋势。

SDN 是 SoftwareDefined Network 的缩写，指从传送功能和控制功能密结合的现有传送装置中分离出的控制功能，使其实现中央集中化，并通过 OpenFlow 等开放型接口，将网络的通信量传达动作从软件基础控制器中控制和管理。像这样分离并开放数据传输用硬件和控制软件，网络运营者及使用者可以不依赖网络的细节构成信息，根据自身的要求，做到以软件为基础轻松地控制和管理通信网络。并且根据商业要求，开发区别于基建政策、拓扑学、通信量传递途径等服务，在必要时可随时以动态方式使用或变更，这样不仅可以摆脱现有网络设备企业的存在（vendor lock-in），还可以革新性地节约 CAPEX 和 OPEX。

由于 SDN 实现了控制功能与数据平面的分离和网络可编程，进而为更集中化、精细化地控制奠定了基础，因此 SDN 相对于传统网络具有以下优势：将网络协议集中处理，有利于提高复杂协议的运算效率和收敛速度；控制的集中化有利于从更宏观的角度调配传输带宽等网络资源，提高资源的利用效率。简化了运维管理的工作量，大幅节约运维费用。

预计随着 SDN 技术的出现，各种市场机会在很多领域都有可能出现。特别包括硬件、软件、服务等领域。硬件领域的市场机会预计会在 infrastructure 及部分平台层发生，预计软件领域的市场机会将发生在平台、控制及服务层，服务领域的市场机会主要通过包括 legacy 技术在内的多种技术的联动。据预测，服务领域的市场机会主要在联动、orchestration、migration 过程中需要多种管理技术，其中包括 legacy 技术。

5.请介绍一款你熟悉的最新的网络应用，其功能是什么？特点是什么？应用了哪些网络技术？

我要介绍的韩国网络应用是 Naver Office。Naver Office 是只要连接网、随时随地都可以快速制作 Word、presentation、spread sheet 的基于网络的 Office 服务。Naver Office 有多种特征和功能。

第一、制作的文件将保存在 Naver MYBOX 中。即使读取保存精心制作的文件的 USB、Naver Office 制作的文件也会自动存入 Naver MYBOX、不用担心丢失。另外、由于每个周期都临时储存，所以浏览器突然关闭也能放心。

第二、无需另行安装程序即可使用。只要连接网络，就可以在浏览器上直接制作文件。

最后、还可以编辑其他节目制作的文件。Naver Office 可阅读或编辑文件形态的 Word、PPT、Excel 等文件。新编辑的文件也可以以其他形式保存、也可以通过其他文件编辑程序阅读或编辑文件。

Naver Office 使用了 Cloud Computing 的网络技术。云计算是将存在于不同物理位置的电脑资源利用虚拟化技术整合、以服务形式提供整合的 IT 资源（软件、存储、服务器、网络等）。例如、将个人电脑或企业服务器中个别储存的程序或文件储存在云端可以使用网络浏览器等必要的软件、完成自己想要的工作的以用户为中心的电脑环境。