一、通信网络概述

通信/通讯在英文中是一个词，communication，也就是交流、传递信息的意思。信息在《信息论》中定义为“未知的或需要确认的消息”，现在的信息则是泛指“人类社会传播的一切内容”。人类传播的内容其实就是人能够感知的东西，即视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉。每一种感觉都需要在输入端由相应的传感器进行采样和量化（《信号与系统》、《通信原理》课程中都有一些介绍），再经过通信系统传递，在输出端以某种形式给予接收者（可以是直接的方式，也可以是转化后的方式，例如，将嗅觉、味觉、触觉转化为文字或图像）。所以说，传感器技术特别重要。目前，听觉的传递技术是最成熟的，视觉的传递技术也比较成熟（这包括了文字、图像、视频），触觉主要有压力、温度传感器，嗅觉和味觉主要是一些生物化学传感器。随着机器替代人的演进不断深入，信息通信不再仅仅局限于人与人之间，也扩展到了人与机器、机器与机器之间的信息交流。

早期的信息传递都直接采用模拟信号方式，随着计算机技术的普及，现在都采用数字信号的方式。注意，这是在模拟信道的基础上加上数字信号处理技术，这个在相关课程中都有介绍。数字信号的优点是信号还原质量好、抗干扰能力强、传输效率高、安全性好等。

通信（信息交互）的形式可以是点对点的，也需要点对多点的。多点之间的信息传递，可以是采用众多的单个点对点链路叠加，但这种方式的通信链路的利用率低，导致通信成本很高（需要建设N\*N的链路），只适用于一些特殊应用场合，例如，多处理器并行计算、集群（网格）计算等。另一种多点通信方式就是利用复用技术来有效地降低使用成本，从而使普通用户也能用得起，就像铁路和公路交通一样。远距离提供通信复用的是交换网络，它由交换节点和中继线路组成。另外，为了有效管理信息传递的复用过程，还需要一套控制程序。交换节点、中继线路、控制软件共同构成了公共通信网络，它与公路、铁路、航空一样成为现代化社会的基础设施。不同的控制程序可以针对不同的通信需要来设计，也就形成了不同的网络通信技术或者说不同的通信网络系统。

由于跨越国家和全球的通信网络十分庞大，也就采用了分层次的网络划分、设计和管理方式。骨干层（广域网）主要解决远程的通信问题，对其要求是绝对的高带宽、高可靠性，其建设成本属于次要问题，就像高速公路和高铁系统；汇聚层（城域网）主要解决区域内的通信问题，也需要比较高的带宽和可靠性，需要考虑通信流量聚合（把各个社区连通）以及与骨干网络的对接问题，就像城市交通系统；接入层（局域网）主要解决个人或单位通信设备的接入问题，需要考虑接入的便捷性、管理的简单化，以及建设的低成本（这部分成本往往由单位或个人承担），就像园区内或者村村通的道路系统。不同的要求和考虑就需要不同的技术手段提供支撑，例如，高带宽需要超高速激光通信技术；高可靠性需要冗余容错的网络拓扑和快速诊断及切换技术；接入的便捷性需要有线、无线多种接入技术。

也看得出来，信息通信网络与公共交通网络十分类似，遇到的问题也类似，例如，链路效率、传输时延、拥塞等。解决问题的手段也有很多类似，如果考试中遇到一个不熟悉的问题，你可以想象如果公共交通中遇到这类问题怎么办，也可以八九不离十地对应上。它们的基础理论都涉及到图论、排队论，也可以用网络流量矩阵、随机网络等方法来建模，再利用运筹学的优化理论来求解。

目前，骨干网络采用的技术主要是光传送网（optical transport network，OTN）。另外，正在快速兴起的是卫星通信网，例如，马斯克的星链。《通信网》课程中将骨干网和汇聚网都称为传送网，接入部分称为接入网。汇聚网络采用的主要技术是分组传送网（Packet transport network，PTN）。接入网的技术则是多样化的，有线技术最典型的有：以太网（计算机网络课程中有介绍）、无源光网络（Passive Optical Network，PON）、高速数字用户线路（High-speed Digital Subscriber Line，HDSL），国内主要用EPON和GPON，欧洲和北美还有用HDSL。无线技术有：蜂窝移动通信、Wi-Fi、蓝牙、Zigbee、红外，以及传感网用的LoRa（Long Range Radio）、Wi-SUN（Wireless Smart Utility Network）、UWB（Ultra Wide Band）等（你们那门课里有介绍）。

一个远程端到端的信息传输往往需要经过多个层次网络系统传递，也会需要使用到多种网络通信技术。下次介绍网络技术概述。