

TCP/IP与网络软件编程

章阳，计算机科学与技术学院

yangzhang@whut.edu.cn

课程信息

- 参考书目
 - 课件
 - 《TCP/IP网络编程》 尹圣雨
 - 待补充，可见网站

- 课程时间：1-8周，周三5-6节，周五3-4节
- 考核方式：平时30%+期末考试70%
- 作业与考勤：2-4次作业，考勤按学校要求
- 实验：10学时，时间另行通知，请统计
- 课程网站：yzhang.org 自行寻找
- 联系方式：yangzhang@whut.edu.cn

TCP/IP简介与回顾

第一章

TCP/IP协议：历史与发展

- TCP/IP协议的起源 - ARPANET
 - 1968年6月DARPA提出的Resource Sharing Computer Networks研究
 - 目的是让DARPA的所有电脑都能互联起来，使大家可以共享人们的研究成果
 - 起源于国防网络研究，称为的ARPANET

- ARPANET的通信协议 - NCP
 - 在20世纪70年代初，UCLA的网络工作小组（NWG）制定Network Control Protocol（NCP）
 - NCP仅为一台主机直接对另一台主机的通信协议
 - NCP没有纠错功能，出现传输错误即告失败

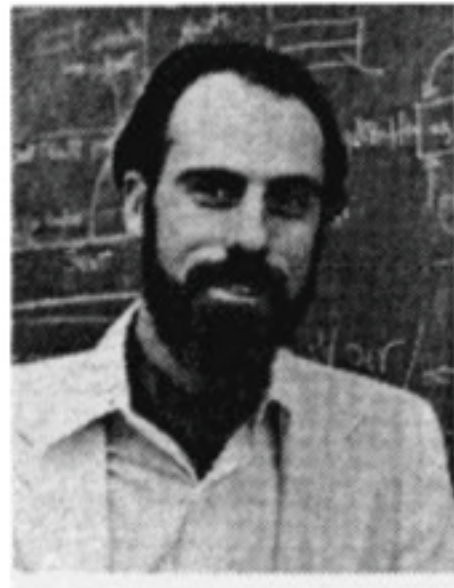
- 随着连入ARPANET的电脑数量的增加，就需要有一种新的协议来管理网络通信，需要给每一台电脑分配一个唯一的名字，即唯一的网络地址
- 该新的协议包括如下基本设计原则：
 - 自治与兼容：独立子网的自治性，不同网络互联的兼容性
 - 性能：网络应该在最佳的状态下完成通信
 - 可靠性：数据丢失后的重传
 - 透明性：连接网络之间的设备为一种“黑盒”
 - 分布式：整个互联网不需要在操作层面上进行任何总体控制

- 第一版TCP协议
 - 按以上设计原则，在1973年由研究操作系统通信原理的Kahn和参与过网络通信协议NCP设计的Cerf两人一起为ARPANET开发具有以上特点的网络互联协议。
 - 1974年5月Cerf和Kahn两人合作在IEEE Trans.on Comm.上发表了一篇题为《分组网络互联协议》的论文，同年12月，他们正式发表了第一份TCP协议的详细说明，该协议负责在互联网上传输和转发信包。

A Protocol for Packet Network Intercommunication

VINTON G. CERF AND ROBERT E. KAHN,
MEMBER, IEEE

Abstract — A protocol that supports the sharing of resources that exist in different packet switching networks is presented. The protocol provides for variation in individual network packet sizes, transmission failures, sequencing, flow control, end-to-end error checking, and the creation and destruction of logical process-to-process connections. Some implementation issues are considered, and problems such as internetwork routing, accounting, and timeouts are exposed.



Vinton G. Cerf was born in New Haven, Conn., in 1943. He did undergraduate work in mathematics at Stanford University, Stanford, Calif., and received the Ph.D. degree in computer science from the University of California at Los Angeles, Los Angeles, Calif., in 1972.

He was with IBM in Los Angeles from 1965 through 1967 and consulted and/or worked part time at UCLA from 1967 through 1972. Currently he is Assistant Professor of Computer Science and Electrical Engineering at Stanford University, and consultant to Cabledata Associates. Most of his current

research is supported by the Defense Advanced Research Projects Agency and by the National Science Foundation on the technology and economics of computer networking. He is Chairman of IFIP TC6.1, an international network working group which is studying the problem of packet network interconnection.

of one or more *packet switches*, and a collection of communication media that interconnect the packet switches. Within each HOST, we assume that there exist *processes* which must communicate with processes in their own or other HOSTS. Any current definition of a process will be adequate for our

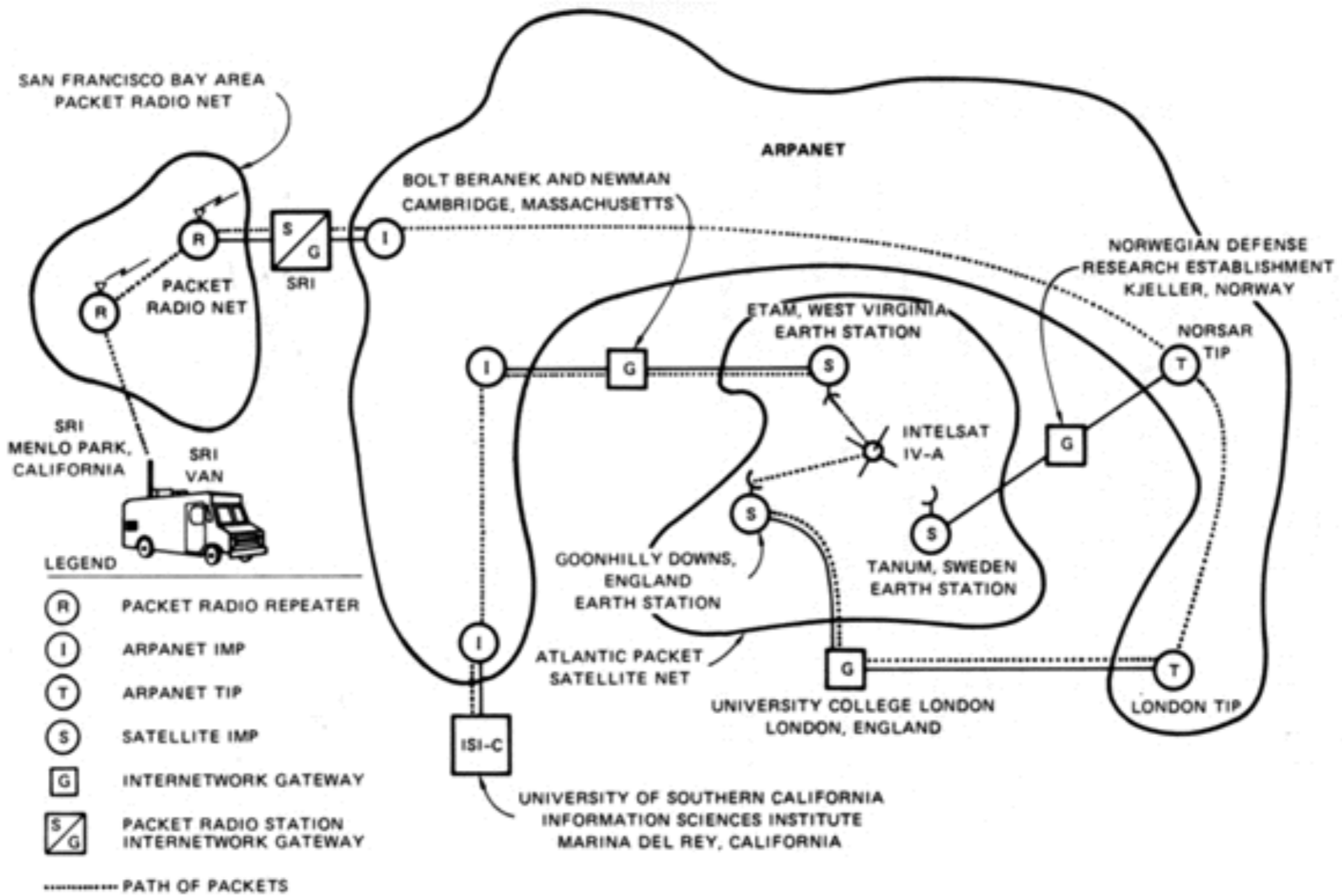


Robert E. Kahn (M'65) was born in Brooklyn, N.Y., on December 23 1938. He received the B.E.E. degree from the City College of New York, New York, in 1960, and the M.A. and Ph.D. degrees from Princeton University, Princeton, N.J., in 1962 and 1964, respectively.

From 1960 to 1962 he was a Member of the Technical Staff of Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, N.J., engaged in traffic and communication studies. From 1964 to 1966 he was a Ford Postdoctoral Fellow and an Assistant Professor of Electrical Engineering at the Massachusetts

Institute of Technology, Cambridge, where he worked on communications and information theory. From 1966 to 1972 he was a Senior Scientist at Bolt Beranek and Newman, Inc., Cambridge, Mass., where he worked on computer communications network design and techniques for distributed computation. Since 1972 he has been with the Advanced Research Projects Agency, Department of Defense, Arlington, Va.

Dr. Kahn is a member of Tau Beta Pi, Sigma Xi, Eta Kappa Nu, the Institute of Mathematical Statistics, and the Mathematical Association of America. He was selected to serve as a National Lecturer for the Association for Computing Machinery in 1972.



- 第一版TCP协议的修改-TCP/IP协议的产生
 - 后续实验证实这种TCP协议不能有效处理纠正信包丢失
 - 原始的TCP协议被扩展为两种协议：
 - 检测网络传输中差错的传输控制协议TCP：检测到传输差错时，接收端发出重发信号，源端收到该信号后就重发出错信包
 - 负责对不同网络进行互联的互联网协议IP，实现不同类型的局域网互联，它在各种局域网地址标准之上，为互联网络中的所有主机设定了统一的IP地址，以保证主机之间就可以相互识别和通信
- TCP/IP协议因此产生

- 1983年UC Berkeley发布了4.2BSD
 - Berkeley Software Distribution
 - 一款非常先进和流行的的UNIX操作系统
 - 4.2BSD实现了TCP/IP协议，帮助促进了TCP/IP协议推广与应用

- 1982年ARPANET开始使用TCP/IP协议代替原有NCP
- 1983年的1月1日，ARPANET停止了NCP的使用，TCP/IP协议成了计算机网络领域事实上的（de facto）工业标准协议
- NSF资助建立连接科研单位节点的网络NSFNET，后期替代了ARPANET成为Internet骨干网，NSFNET初始即采用TCP/IP协议

- TCP/IP的后期发展
 - 现在所采用的TCP/IP协议为什么叫IPv4?
 - IPv6
 - 移动IP

TCP/IP体系结构

- 网络协议-分层体系结构与协议栈
 - 网络硬件系统
 - 路由器、交换机、网卡
 - 网络软件系统
 - 操作系统、网络协议、网络应用软件

- 在网络协议发展的初期，网络协议未分层设计
- 网络协议的发展与随之产生的复杂性，出现了分层的体系结构
 - 模拟了人类在解决复杂问题时所广泛使用的“分层管理”的思想。
- 类比：政府的结构
 - 中央政府管理省级政府，省级政府管理地区级政府，地区级政府管理县级政府等。
 - 县级政府有问题先要向上一级地区政府汇报，然后由地区政府再向上一级政府汇报。
 - 跨级别管理？错误的级别管理？只有底层？只有高层？

- TCP/IP分层的体系结构
 - 将分层管理的思想应用到网络软件的设计上
 - 将网络系统的软件按功能划分为若干个层次
 - 通常分成4层到7层，每层负责不同级别的通信功能。（为何是4层、7层？）
- 层数越多越细越好？

TCP/IP体系结构



- 每一层功能：黑匣子
- 其它（相邻）层不关心黑匣子的内部实现，只关心的是黑匣子的外部服务接口
- 每一层都向它的上层提供服务，每一层使用它的下层所提供的功能
- 分层结构的优点和特点：
 - 各层之间相互独立：只要保持相邻层接口不变，层内部可用不同的方式来实现。层内部实现升级或改变时，不影响相邻层
 - 易于设计与实现：各层都可以使用最合适的技术来分别实现
 - 易于维护：复杂功能简化成各层简单功能，易于分析与维护

- 协议栈 (Protocol stack)
 - TCP/IP分层体系结构，使得网络协议也是分层的，
 - 各层有明确的分工，不同层的协议从上到下形成了一个栈结构的依赖关系
 - 称为协议栈 (Protocol Stack)

TCP/IP体系结构



- 如图所示是TCP/IP协议的栈结构
- 在TCP/IP协议栈中各个层总共包括很多协议
- TCP协议和IP协议是该协议栈中两个最重要的协议，因此常将该协议栈简称为TCP/IP协议

TCP/IP协议栈-网络接口层

Application, 应用层	HTTP DNS
Transport, 传输层	TCP UDP
Internet, 网络层	IP
Network interface, 网络接口层 或 Network access	Ethernet

TCP/IP协议栈-网络接口层

- 网络接口层处于TCP/IP协议栈的最低层
- 负责将其之上的网络层发送的IP数据报（IP datagram）通过下层的物理网络发送出去；或接收由物理网络发送到本机的数据帧（Data frame），抽取IP数据报交网络层
- 物理网络可为各种实际传输数据的局域网或广域网等
- 在TCP/IP协议栈中并没有具体定义网络接口层的内容，一般认为只要是在其上能进行IP数据报传输的物理网络（如，以太网、令牌环网、FDDI-光纤分布式数据接口、IEEE802.3及RS-232串行线路等），都可以作为TCP/IP协议栈的网络接口层

TCP/IP协议栈-网络层

Application, 应用层	HTTP DNS
Transport, 传输层	TCP UDP
Internet, 网络层	IP
Network interface, 网络接口层 或 Network access	Ethernet

TCP/IP协议栈-网络层

- 网络层(网际层, 互联层, Internet layer)主要协议是IP协议, 也可简称为IP层
- 主要功能是把源主机上的IP数据报 (IP分组) 根据需要发送到互联网中的任何一台目标主机上
- 一般情况, 源主机要知道接收信息的目标主机的地址。目标地址可以处于同一子网或不同子网中
- 源主机与不在同一个网络中的目标主机通信时, 可能有多条通路相连, 网络层的一个非常重要的功能: 在这些通路中做出 (优化的) 选择, 即所谓的路由选择功能

- 网络层的本质是在各种物理网络基础上，建立一个覆盖层（Overlay），使用IP协议将它们互联，组成了一个传输IP数据报的虚拟网络
- 网络层使得物理网络变得透明（Transparent），实现不同网络的互联功能

- 在IP层提供的是一种“尽力而为”的数据报传输服务，它不能保证数据的可靠传输
- 在TCP/IP协议中，网络层除了包括IP协议外，还包括ICMP协议（Internet Control Message Protocol，Internet互联网控制报文协议）、IGMP协议（Internet Group Management Protocol，Internet组管理协议）等

TCP/IP协议栈-传输层

Application, 应用层	HTTP DNS
Transport, 传输层	TCP UDP
Internet, 网络层	IP
Network interface, 网络接口层 或 Network access	Ethernet

TCP/IP协议栈-传输层

- 在TCP/IP协议族中，传输层(Transport Layer)处于第3层。传输层完成我们通常所说的两台主机之间的通信，其实质是两台主机上对应的应用进程之间的通信。传输层提供的应用进程之间的通信，也叫端到端(end to end)的通信。端到端的通信是在传输层两个通信的实体之间进行的，这就好像是在两个通信的实体之间建立了一条逻辑通路一样，它屏蔽掉了IP层的路由选择和物理网络等细节。
- 在实际的通信过程中，传输层应用进程之间对通信质量的要求是不一样的。这为了满足不同的需要，在TCP/IP协议族中传输层定义了两个不同的传输协议：一个是TCP（传输控制协议）；另一个是UDP（用户数据报协议）。

- TCP协议为两台主机提供高可靠性的数据通信服务，它可以将源主机的数据流无差错的传输到目标主机。当有数据要发送时，它对应用进程送来的数据进行分片，以适合于在网络层中传输；当接收到网络层传来的分组时，它对收到的分组要进行确认；还要对丢失的分组设置超时重发等，为此TCP需要增加额外的许多开销，以便于在数据传输过程中进行一些必要的控制，以确保数据的可靠传输。
- UDP协议则为应用层提供一种非常简单的服务，它只是把称作数据报的分组从一台主机发送到另一台主机，但并不保证该数据报能正确到达目标端，通信的可靠性必须由相应的应用程序来提供。
- TCP协议和UDP协议各有其特点，TCP协议可以确保数据传输的可靠性，但由于需要额外的开销，所以数据传输的效率比较低；UDP协议虽然不能保证数据传输的可靠性，但数据传输的效率比较高。用户在开发应用程序时，可以根据实际通信的情况，选用TCP协议或UDP协议进行数据传输。

“TCP比UDP好？”

TCP/IP协议栈-应用层

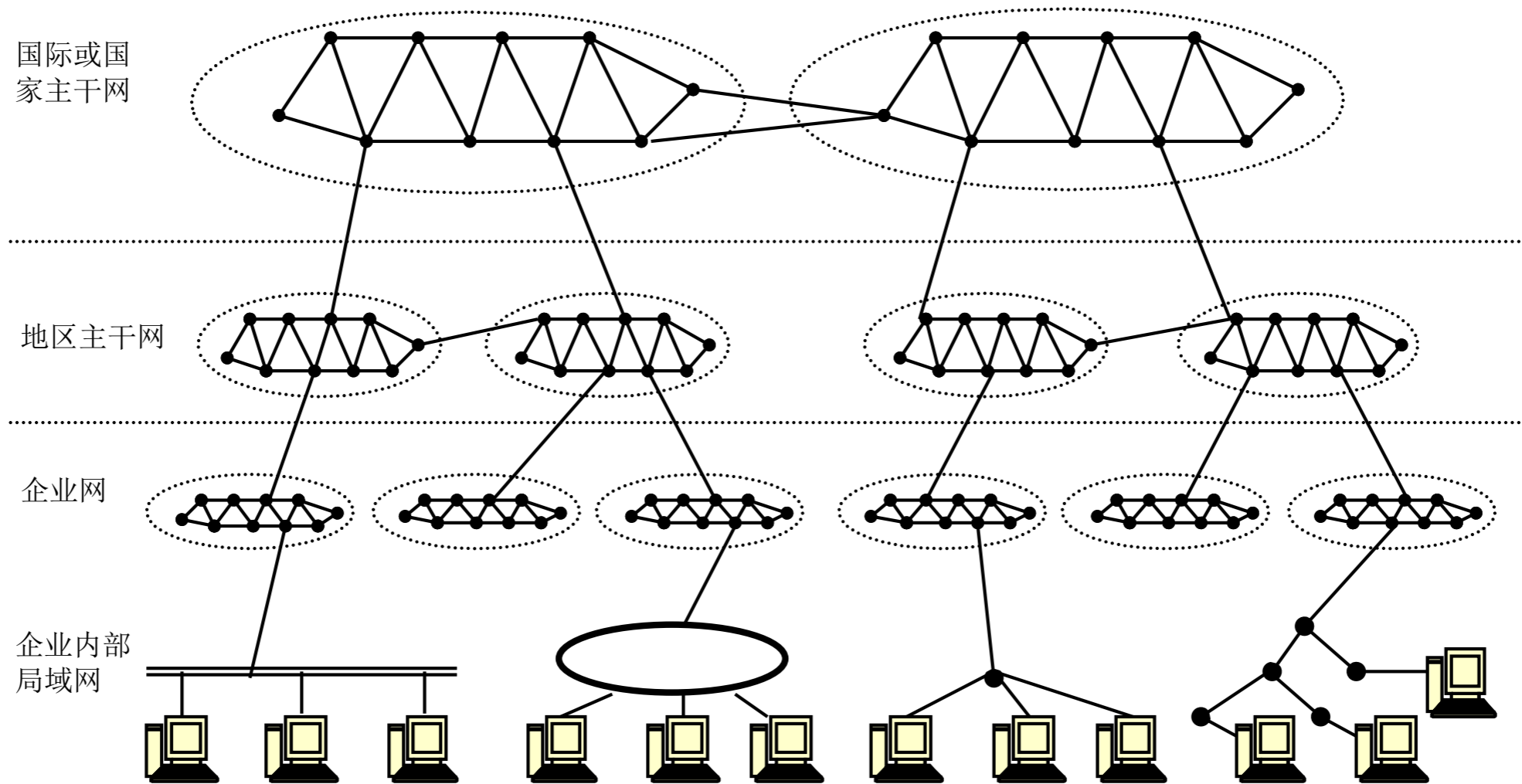
Application, 应用层	HTTP DNS
Transport, 传输层	TCP UDP
Internet, 网络层	IP
Network interface, 网络接口层 或 Network access	Ethernet

TCP/IP协议栈-应用层

- 应用层在TCP/IP协议族的第4层，即最高层，它提供面向用户的网络服务，如进行文件的传输服务和远程登录服务等。
- 不同的用户，对应用层服务的需求不同，因此应用层定义了许多面向用户的、提供特定服务的协议。比较常用的有远程登录协议（Telnet）、文件传输协议（FTP）、超文本传输协议（HTTP）、域名系统（DNS）、简单网络管理协议（SNMP）和简单邮件传输协议（SMTP）等。
- 由于传输层可以使用TCP协议，也可以使用UDP协议。因此，有些应用层协议是基于TCP协议的（如FTP和HTTP等），有些应用层协议是基于UDP协议的（如SNMP等）。

- 尽管应用层提供了较多的应用程序，但这些程序只能满足普通用户在一般情况下使用网络的需求，如果用户要在网络上进行一些特殊的应用，如网把管理或需要一个公司内部使用的邮件系统等，应用层并没有提供这样的程序，这就要由网络用户根据自己的实际需要，开发所需的应用软件。

TCP/IP协议的工作原理-互联网

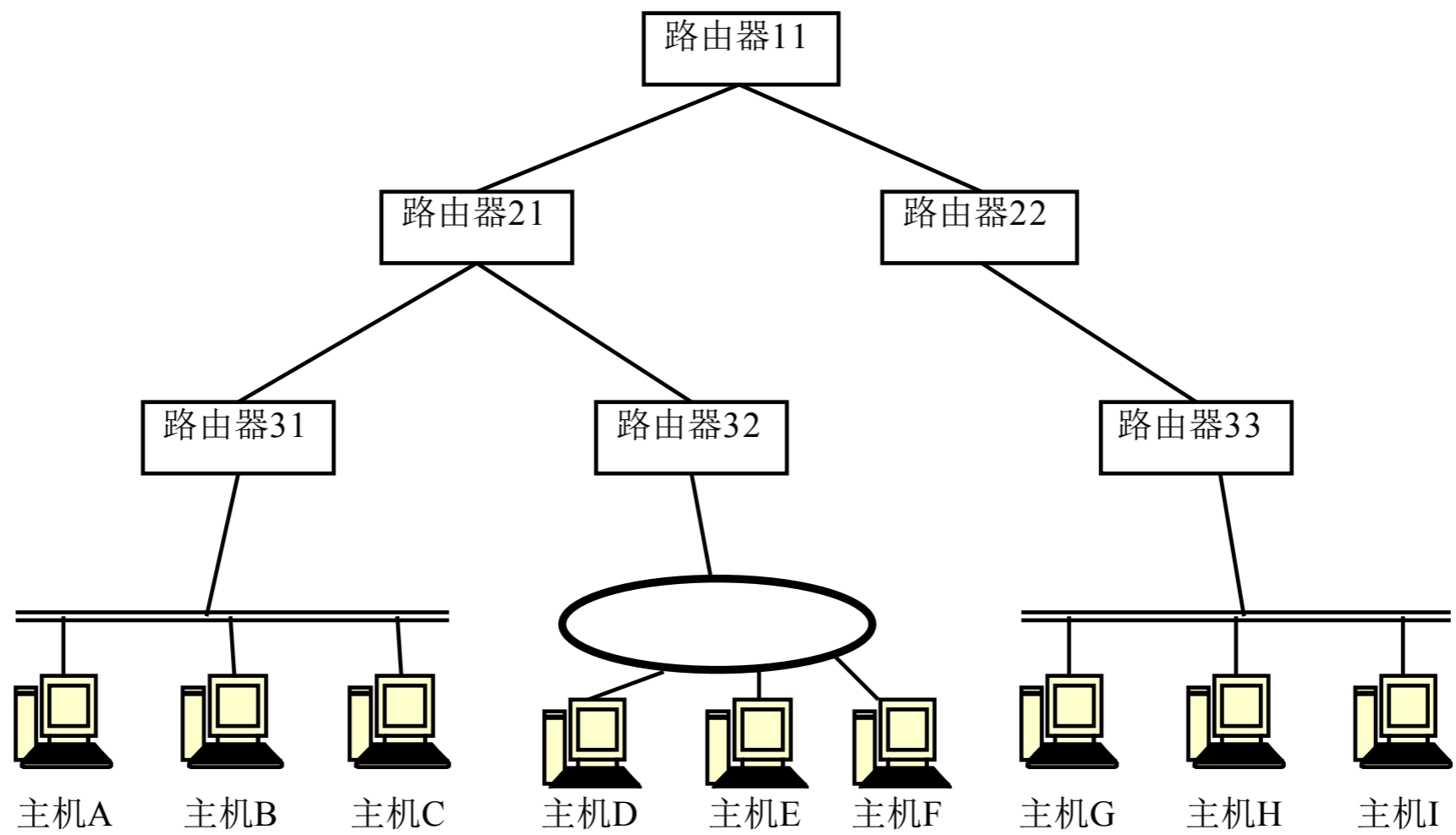


说明见下页

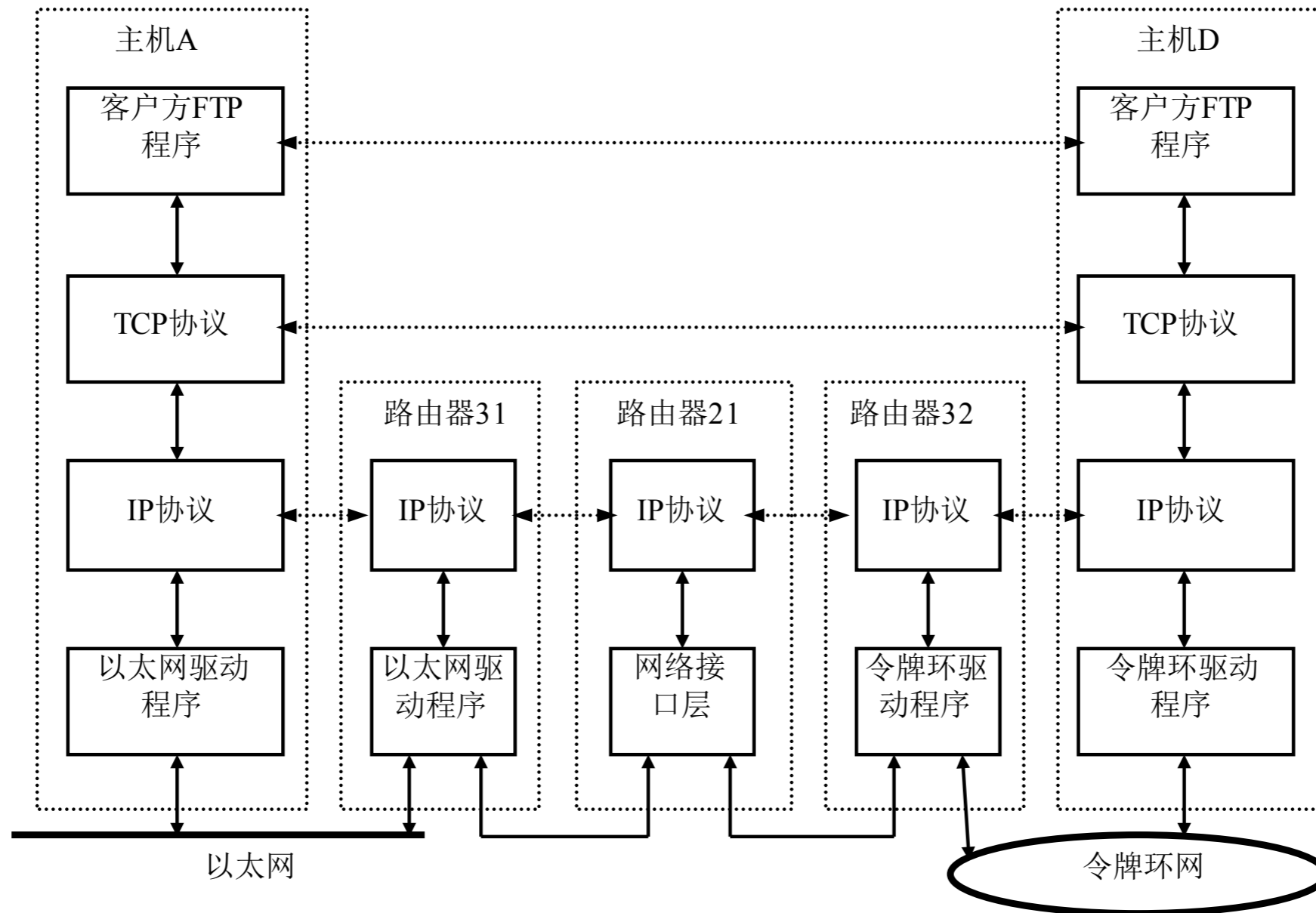
- 如图，Internet的整体可以看成是由三个级别的网络组成的：
 - Tier 1：组成Internet的国际或国家主干网
 - Tier 2：连接到国际或国家主干网上的地区级网络
 - Tier 3：接入地区主干网的企业或校园网
 - 这三个级别的网络通过路由器相互连接在一起
- Tier 3中企业网或校园网的拓扑结构与形式可能不同，据前分析，TCP/IP协议的最大优点是可以将物理结构不同的网络相互连接在一起。
- 不同的网络连接起来的互联网如何使用TCP/IP通信？如下例：

TCP/IP协议的工作原理

- 端到端 (End-to-end) 通信
 - 该模型中，主机A和主机D组成了端到端 (End-to-End) 的系统，前面我们分析过，传输层（这里使用的是TCP协议，在其他类型的通信中也可以使用UDP协议）完成的是端对端的通信。在端系统中，必须具有TCP/IP协议的四层完整结构。
- 中间的路由器有些资料称为中间系统 (Intermediate system)，中间系统一般只把网络中传输的数据包从一个网络转发到另一个网络，它只有网络接口层和网络层就可以进行工作。不需要传输层和应用层处理。



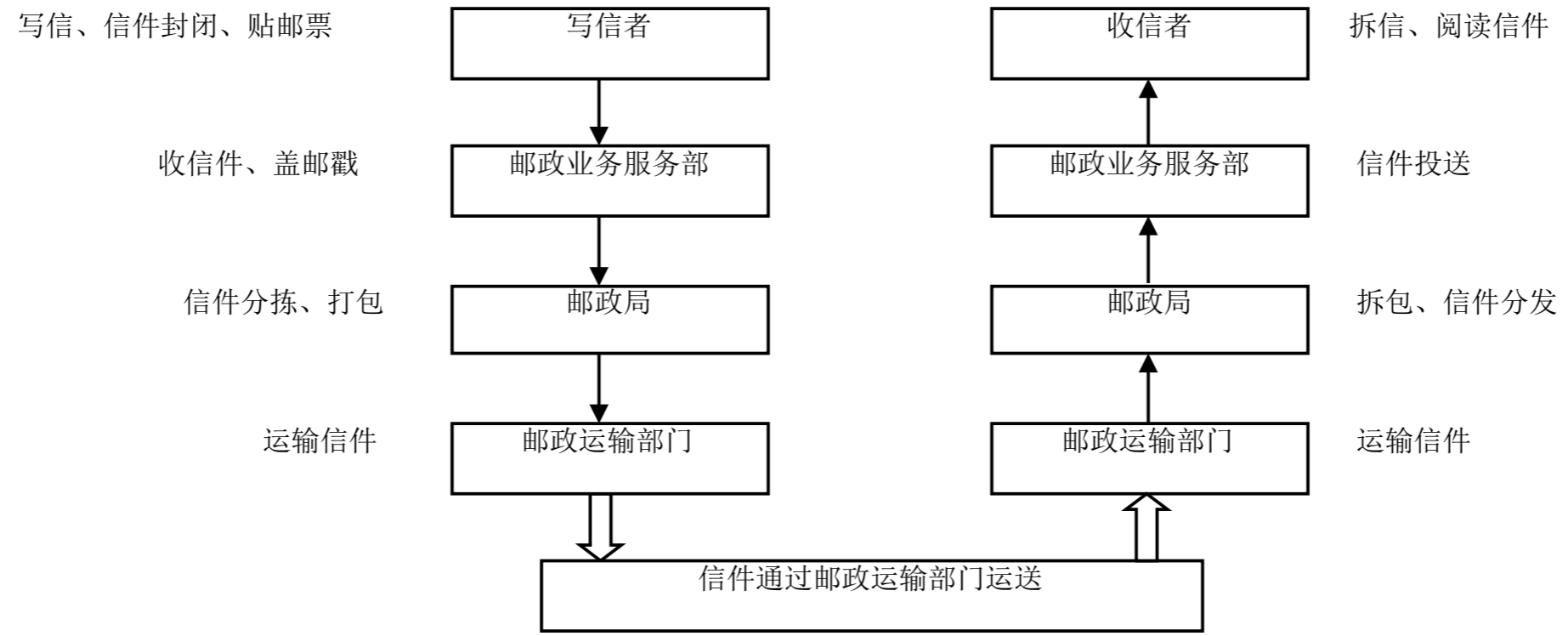
TCP/IP协议的工作原理

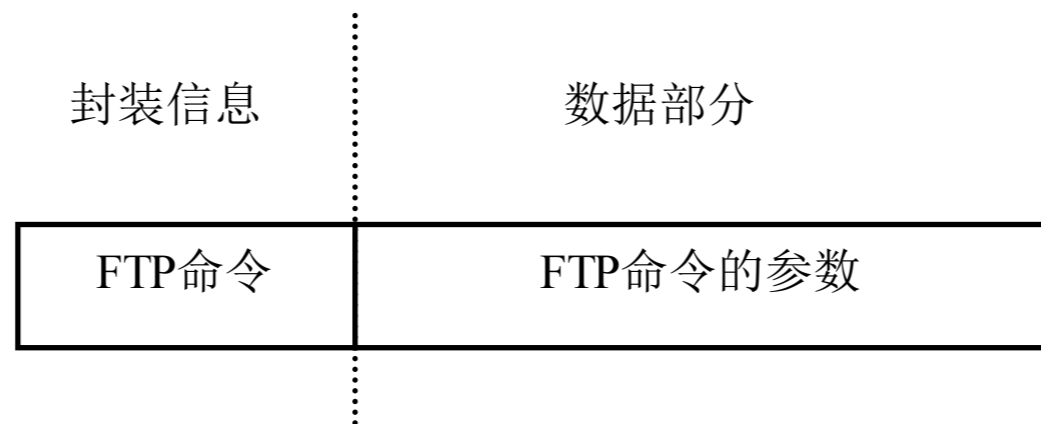


- 1.3.3 TCP/IP协议中数据的封装与解封过程
- 在本节图1-3所示的主机A与主机D通信的例子中，当FTP应用程序用TCP传送数据时，数据被送入主机A的协议栈中，然后从应用层开始依次通过协议栈的每一层，直到数据被当作一串比特流送入物理网络，其中每一层对收到的数据都要增加一些首部信息（有时还要增加尾部信息），这个过程就是TCP/IP协议中数据的封装过程（或叫打包）。
- 在目标主机D接收到数据流以后，又要从主机D的最低层协议开始，依次通过协议栈的每一层，直到数据被送到最高层应用层为止，接收方的每一层要对发送方对等层所加的数据头进行识别、提取和处理，这个过程就是TCP/IP协议中数据的解封过程（或叫拆包）。TCP/IP协议正是通过对数据的封装与拆封过程完成一次数据传输的。
- 数据的封装与拆封过程不是TCP/IP协议所特有的。其实，日常生活中人们所熟知的邮政系统，在传输各种信件时，信件的发送与接收过程也是通过对信件进行“封装与拆封”来完成，

- 类比

- 邮政系统信件发送与接收过程，例如家住北京的A先生要给家住上海的D先生写信，其整个通信过程和网络中数据发送和接收过程如何类比？
- 在这个邮政系统的通信过程，A先生所写的信被A先生本人和A先生所在地区邮政系统的不同部门（即层次）被“封装”后再进行传递，D先生所在地区的邮政部门收到信件后将包含有D先生信件的邮包打开，D先生收到信件后再将信件打开，阅读到信中的内容。



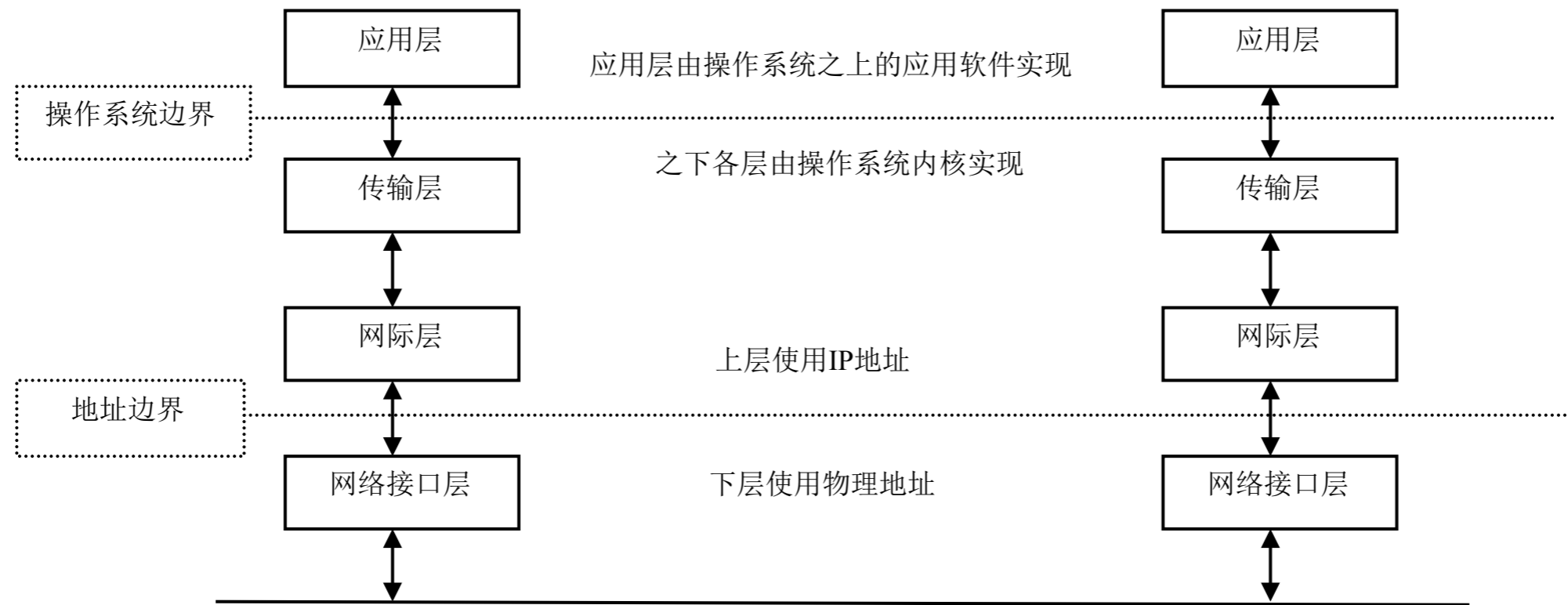


- 以应用层协议FTP为例：当主机A的FTP客户程序向主机D的FTP服务器程序提出服务请求时，我们可以把由用户输入的FTP命令和参数看成是要由主机A传到主机D的“信件”（即数据包）。FTP命令可以看成该“信件”的封装信息，参数可以看成该信件的内容（数据），如图所示

- TCP层为了进行可靠性控制和识别数据从源主机的哪个程序（进程）来，要送到目标主机的哪个程序（进程）去，应加上一些TCP层的控制信息（常称为TCP报文头），这些控制信息由目标端的TCP层进行识别，以查看是否有差错，以及应把该TCP报文送到哪个目标程序，这样源端和目标端的TCP对等层之间也有一个虚通信过程，在图1-4中用虚线表示。
- 实际的通信也是TCP层把加了TCP报文头的报文送到IP层，IP层再加上用于识别互联网中源主机和目标主机的IP地址以及上层协议类型等（该内容的在第3章进行详细分析），组成IP层数据报头后送到网络接口层，网络接口层把从IP层收到的数据报加上以太网数据帧头后（主要为48位的以太网地址和上层协议类型，该内容在第2章中详细介绍），通过以太网网卡向物理介质中传输比特流，只有数据传到这里时才进行真正意义上的物理信号传输，一般叫“实通信”。

- 一般TCP传给IP的数据单元称作TCP报文段或简称为TCP段 (TCP segment) 。IP传给网络接口层的数据单元称作IP数据报(IP datagram)。通过以太网传输的比特流称作数据帧(Frame)。

TCP/IP协议的边界



- 操作系统边界

- 操作系统边界的上面是应用层，应用层处理的是用户应用程序（用户进程）的细节问题，提供面向用户的服务。这部分的程序一般不包含在操作系统内核中，由一些独立的应用程序组成，我们在本书中设计的网络程序就属于这一层。操作系统边界的下面各层是包含在操作系统内核中的由操作系统来实现的，它们共同处理数据传输过程中的通信问题。

- 地址边界

- 地址边界的上层为网际层，网际层用于对不同的网络进行互联，连接在一起的所有网络为了能互相寻址，要使用统一的互联网地址（IP地址）。而地址边界的下层为各个物理网络，不同的物理网络使用的物理地址各不相同，因此，在地址边界的下面只能是各个互联起来的网络使用自己能识别的物理地址。

OSI七层模型

- ISO/OSI七层模型
- 在计算机网络技术研究与发展的初期（20世纪60年代和70年代），网络研究机构和计算机公司各自为政，开发出了互不开放的计算机网络体系结构。
 - 如：1974年IBM，世界上第一个计算机网络体系结构SNA（System Network Architecture，系统网络体系结构）；Digital公司的DNA (Digital Network Architecture)；Honeywell公司的DSA(Distribute Systems Architecture，分布式网络体系结构)等。
- 遵循不同网络体系结构的设备之间是互不开放的，这显然会制约了网络技术的发展与应用
- 但大家都不约而同地采用了分层设计的思想

- 为了使不同的网络设备能实现互联，1977年国际标准化组织（ISO）的TC97技术委员会成立了一个分委员会，专门进行网络体系结构的研究工作
- 1983年提出了开放系统互联参考模型（Open System Interconnection/Reference Model, OSI/RM），我国对应的标准是GB9387。
- 所谓开放式系统是指为了与其他系统通信而相互开放的系统，只要遵循OSI/RM的系统就是一个开放式系统，开放式系统可以在不同厂家的环境中支持互联。
- OSI/RM为计算机间开放式通信所需要定义的功能层次建立了全球标准。

OSI七层模型

7	Application layer, 应用层
6	Presentation layer, 表现层
5	Session layer, 会话层
4	Transport layer, 传输层
3	Network layer, 网络层
2	Data link layer, 数据链路层
1	Physical layer, 物理层

OSI七层模型-物理层

- 物理层是整个完成比特流的传输工作
- 为第二层即数据链路层提供数据传输服务。物理层的数据传输单元是比特
- 物理层的主要功能是为设备之间的数据传输提供介质及互连设备，即建立源节点与目标节点之间的数据传输通路，实现比特流的透明传输

OSI七层模型-数据链路层

- 数据链路层以“帧”为单元进行传输，因此数据链路层要将原始的比特流封装成帧进行发送
- 弥补物理层上的不足，并为上层（即网络层）提供无差错的数据传输，对数据进行检错和纠错，在不可靠的物理介质上提供可靠的数据传输
- 该层的作用包括：物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等
- 一个网络系统一般至少要包括物理层和数据链路层

OSI七层模型-网络层

- 网络层的主要功能是定义通信子网络之间传输的数据单元，建立网络之间的互联，进行路由选择和中继，进行拥塞控制等。
- 具有开放特性的网络中的数据终端设备都要配置网络层。网络层传输的数据单元是分组或包，网络层的主要硬件设备有网关和路由器。
- 只进行通信的网络具有物理层、数据链路层和网络层就可以了。因此我们所说的通信子网，就提供低3层的服务。

OSI七层模型-传输层

- 各种通信子网在性能上存在着很大的差异，例如电话交换网、分组交换网、公用数据交换网、局域网等
- 各通信子网都可互连，但它们提供的吞吐量、传输速率、数据延迟、通信费用等不同
- 传输层将网络层的服务加以提高，以满足高层协议的要求，提供源节点和目标节点之间端到端（end to end）的可靠传输服务。

OSI七层模型-会话层

- 会话层在传输层的基础上提供应用进程之间的会话控制机制，包括建立和维持会话，并使会话过程保持同步
- 类似于两个人之间的交谈，在交谈时约定双方交换信息的方式（谈话方式？回答方式？重复方式？）

OSI七层模型-表示层

- 表示层的主要作用是为异构的计算机通信提供一种公共表示方式，以便使传输的信息最终送到目标端以后，仍保持原来信息的含义而不发生改变
- 这种类型的服务之所以需要，是因为不同的计算机体系结构使用的数据表示法不同

OSI七层模型-应用层

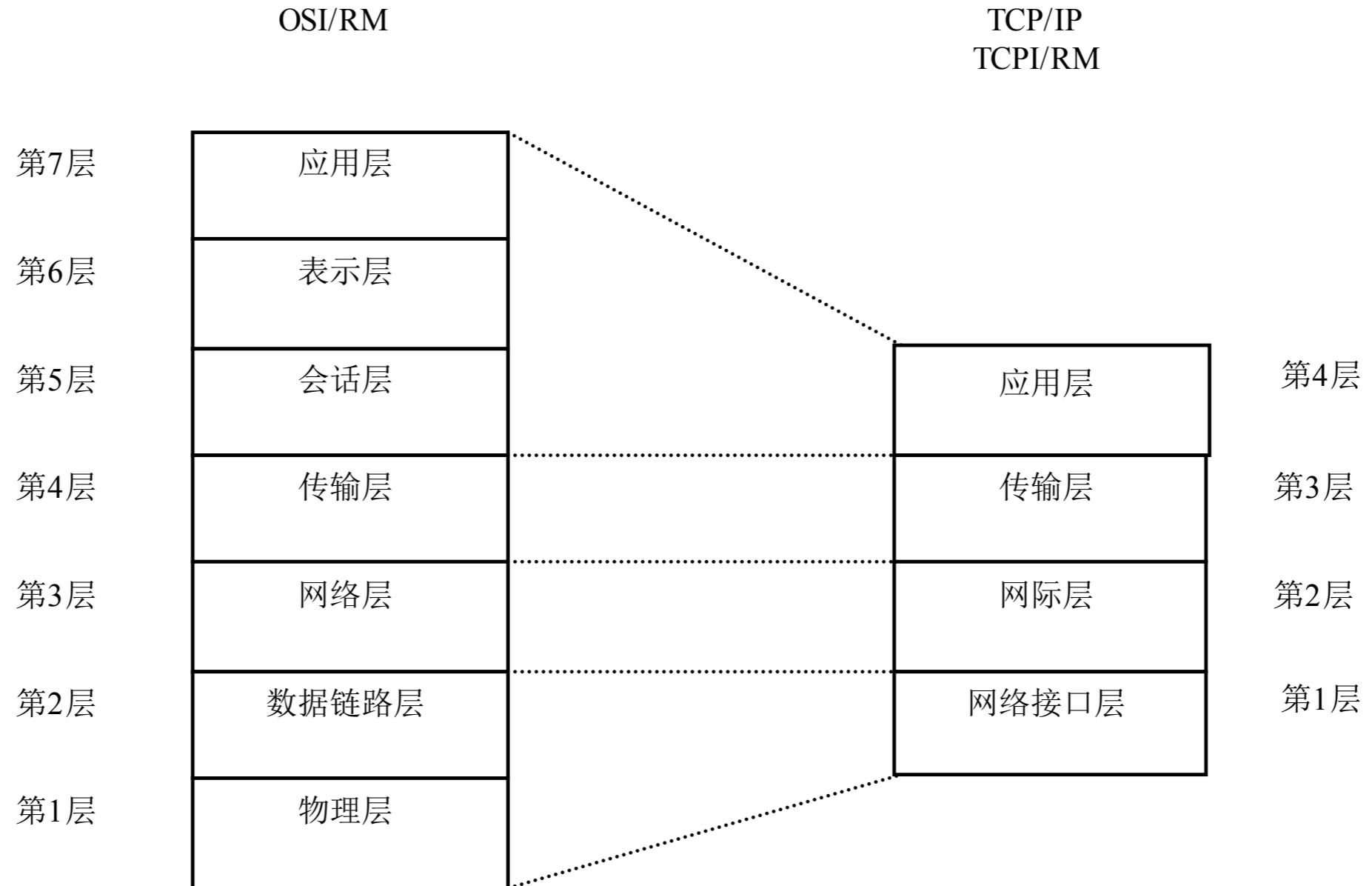
- 应用层处于OSI参考模型的最高层，它直接面向用户应用，包含了使用网络服务的各种应用程序。如DNS、FTP等。

- OSI的7个功能层划分原则是：
 - 网络中各节点都有相同的层次
 - 不同节点的同等层具有相同的功能
 - 同一节点内相邻层之间通过接口通信
 - 每一层使用下层提供的服务，并向其上层提供服务
 - 不同节点的同等层按照协议实现对等层之间的通信

- OSI七层模型总结

- 会话层、表示层、应用层构成开放系统的高3层，面向应用进程提供分布处理、对话管理、信息表示、恢复最后的差错等服务。
- 综上所述，OSI参考模型中各层的数据格式是不相同的（也就是协议数据单元）。物理层的数据格式是比特流，数据链路层传送的数据格式是帧（Frame），网络层传送的数据称作包或者分组（Packet），传输层传送的数据称为报文。当数据从一层传送到另外一层时，支持各层的协议软件负责相应的数据格式转换，数据转换的基本规则是：当数据从上层往下层传送时，协议软件在数据上添加头部，当接收方收到数据从下往上传时，协议软件负责去掉下层头部。OSI的1到3层提供了网络访问，4到7层用于支持端端通信。虽然OSI参考模型包含七层，但对任何给定的通信会话，并不是所有七层都必须参与。例如，通过单个LAN网段的通信可以直接在OSI模型的1、2层操作。

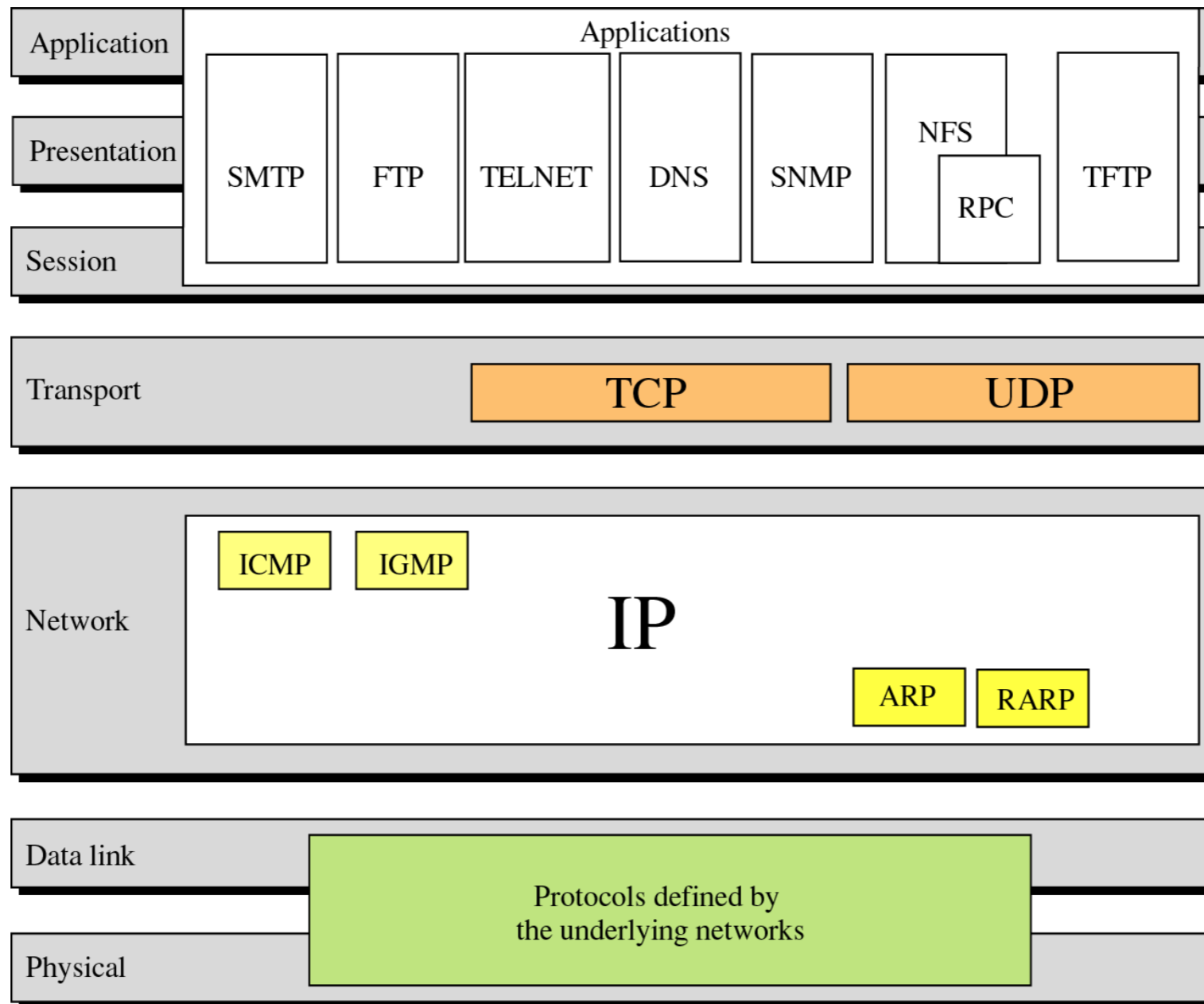
OSI v.s. TCP/IP



OSI v.s. TCP/IP

不同点	OSI/RM	TCP/IP
标准类别	国际标准	被业界广泛支持的实事上的工作标准
参考模型与协议的关系	OSI/RM是人们先定义好了协议的7层参考模型，然后才开始设计基于该参考模型的协议，正因为如此，OSI/RM模型的层次关系比较清楚。	TCP/IP参考模型是先有了协议的实际应用，然后才去研究与探讨描述协议的参考模型，因此层次之间的界线比较模糊，各层的功能定义与实现方法没能区分开来等。
协议的实现难易程度	实现起来比较困难	实现起来相对容易
协议的效率	OSI/RM模型大而全，效率低	TCP/IP参考模型简单，效率高
实用性	主要用于计算机网络理论的研究与分析，实用产品很少。	得到业界的广泛支持，应用非常广泛。
灵活性	OSI/RM强调严格的层次功能划分，灵活性差。	TCP/IP参考模型是在它所解释的协议出现很久以后才发展起来的，它更强调功能分布而不是严格的功能层次划分，因此它比OSI模型更灵活。
模型的进展	产生后进展缓慢	协议的完善速度较快，IPv6已经开始实验性的应用。

回顾总结：TCP/IP体系结构



属性	物理层	数据链路层	网络层	传输层	应用层
单位	比特流	帧	数据报	用户数据报、分组等	
协议	-	-	IP/ICMP/ARP/IGMP等	TCP/UDP等	HTTP/SMTP/FTP/DNS等
通信方式	节点到节点	节点到节点	端到端	进程间	
概括	通过媒体传输比特数据	控制何时发送比特。将比特组装成帧	从源到终点的传送分组，提供网络互联	可靠的进程到进程的交付和差错恢复	
简单解释	发送数据	发送给哪个网卡	发送给哪个IP地址	发送给哪个端口	发送什么数据

其它知识

网络与通信相关组织与机构

- ISO 国际标准化组织
 - 成立于1947年的国际标准化组织（International Organization for Standard, 简称ISO），其宗旨是促进全球范围内的标准化及其有关活动，以利于国际间产品与服务的交流，以及在知识、科学、技术和经济活动中发展国际间的相互合作。
 - 目前，ISO是世界上最大的国际标准化组织。ISO 现有117个成员，包括117个国家和地区。ISO的最高权力机构是每年举行一次的“全体大会”，其日常办事机构是中央秘书处，设在瑞士的日内瓦。ISO现有技术委员会（TC）187个，分技术委员会（SC）552个。其中TC97是计算机与信息处理标准化委员会，其下属的SC16是开放系统互联技术委员会，制定了“开放系统互联参考模型”，缩写为ISO/OSI。

- ITU 国际电信联盟
 - 1993年3月1日国际电报电话咨询委员会 (International consultative committee on telecommunications and Telegraphy, 简称 CCITT) 改组为国际电信联盟 (International Telecommunication Union, 简称ITU) , 其电信标准化部门简称ITU-T。国际电信联盟的主要职责是研究有关电信领域的新技术、新业务和资费等问题, 并对这类问题通过建议, 使全世界的电信系统有统一的、可以遵循的标准。

- IEEE与IET
 - 电子电气工程师协会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, 简称IEEE）是国际电子电信行业最大的专业学会，网络与通信中很多标准就是由IEEE制定的，如：
 - IEEE 802.2：局域网中逻辑链路层的控制协议
 - IEEE 802.11系列：无线通信的系列协议标准

- EIA 美国电子工业协会
- 美国电子工业协会 (Electronic Industries Association, 简称EIA) 广泛代表了设计生产电子元件、部件、通信系统和设备的制造商, 以及工业界、政府和用户的利益, 其制定的最著名的标准是目前在PC机和通信设备上广泛使用的RS-232接口。

- IETF Internet工程任务组
 - Internet工程任务组IETF是由网络设计者、制造商和致力于网络发展的研究人员组成的一个开放性组织，它的任务是为Internet工程和发展提供技术支持，包括短期技术标准与一些新标准的开发，以及向Internet工程指导组（Internet Engineering Steering Group，简称IESG）推荐标准。
 - IETF成立几十年以来，先后成立了数百个标准制定工作组，累计发布了超过5000项的互联网国际标准。IETF一年会晤三次，主要的工作通过电子邮件组来完成，IETF被分成多个工作组，每个组有特定的主题。IETF对任何人都是开放的，其站点是<http://www.ietf.org>。

- IRTF Internet研究任务组
 - Internet研究任务组IRTF负责长期的、与Internet发展相关的技术问题，协调有关TCP/IP协议和一般体系结构的研究活动。
- WWW联盟
 - WWW联盟和其他组织共同致力于与Web有关的一些协议的制定与标准化工作（如HTTP、HTML、URL等）
- InterNIC Internet网络信息中心
 - Internet网络信息中心(Internet Network Information Center, 简称InterNIC)成立于1993年。InterNIC负责最高级域名（国际域名）.com、.org、.net、.edu的注册与管理工。InterNIC提供了一个WHOIS数据库，用户在申请新域名之前可以先搜索该数据库，以确认该域名是否被已经使用。
- CNNIC.....

- RFC文档

- RFC是Request for Comments首字母的缩写，在国内将其翻译为“请求评价”文档或“请求注释”文档。年4月，当时还是研究生的Steve Crocker刊印出第一份著名的“请求评价”稿，题目是“主机软件”。这份“征求意见稿”的意义极为重大，它开了“互联网式讨论”的先河。所有人都可以看到“征求意见稿”，也都可以参加到讨论中去。每一份“征求意见稿”都会收到一些反馈回来的信息，如果反馈的意见足够多的话，又有可能产生新的“请求评价”，即征求意见稿。后来许多与互联网有关的工作都继承了这样的方式。虽然第一份“请求评价”是印刷出来发给大家的，但是当ARPANET真正投入运行后，人们可以方便地从网络上传输文件，通过网络来传输“请求评价”，使得这种开放的讨论方式得到了更好的发挥。并且，由于这种开放性，也使互联网的影响更加扩大。

- “请求评价”的传统一直坚持到现在，至今已经发表了数千篇文章。
- RFC主要是IAB、IETF、IESG、ISOC的工作成果,主要由IETF起草,由IAB指导下的RFC 编辑(Editor)直接负责RFC的发表。每一个RFC文档有一个编号。
- 2008年9月，IETF正式发布了邮件地址国际化（邮箱名称母语化）的三个核心标准：RFC5335、RFC5336和RFC5337。按照这些标准，中国人之间可以使用类似于“张三@互联网中心.中国”这样的中文邮件地址形式收发邮件，而韩国人之间则可以使用类似于“회사@회사.회사”的韩文邮件地址形式收发邮件。中文邮件地址和韩文邮件地址也可以互通，其中起核心作用的RFC5336《SMTP扩展支持国际化邮件地址》，它由中国技术专家主导制定。

第一章
完