

信息技术导论

An Introduction to Information Technology (Spring 2024)

计算机学院 王鹏飞 / wangpengfei@scujj.edu.cn

学习目标



哎呦喂，厉害了

计算机小白对你的评价

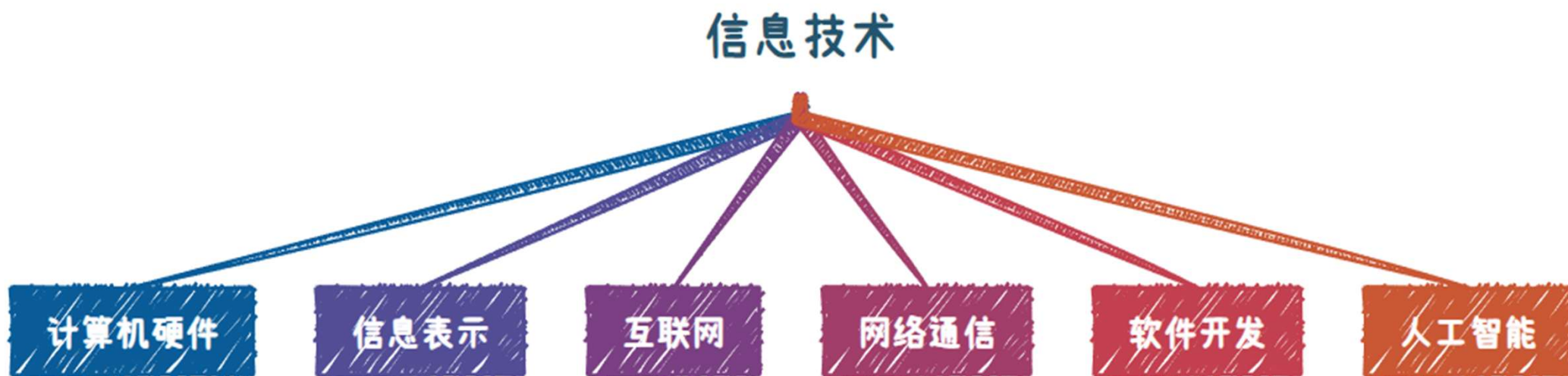
哎呦不错哦



计算机高手对你的评价

课程提纲

信息技术(Information Technology)涵盖的领域很广泛，作为面向非计算机专业（尤其是文科类）的通识课程，我们选取了以下几个方面，做浅入浅出的介绍，让大家有个常识性的理解即可。



课程提纲

计算机是怎样构成的

计算机是如何运行的

信息是如何表示存储的

微信聊天是如何进行的

互联网究竟是个什么网

软件是怎样被开发出来的

人工智能是如何思考的

Lesson 1

计算机是怎样构成的?

How is computer made up?

什么是计算机

日常生活中，我们见得最多的计算机，基本是这个样子：



台式机



笔记本

什么是计算机

可能您已经知道了，这些设备，也算是计算机（或者其中包含了计算机的核心部件）：



手机/移动设备



车载导航



监控摄像头

什么是计算机

但是，这些不太起眼的东西，里面也有一个称之为嵌入式设备的很简单的计算机：



智能开关



音箱



多功能电饭煲

什么是计算机

甚而至于，这种巨无霸，也是计算机，它叫“超级计算机”。



透过现象看本质

我们会发现，这些五花八门的“计算机”，直观上看起来起码有三个方面的区别：



形态



体积



功能

既然它们都叫做“计算机”，就一定会有一些相同的“本质”。先忽略细节，只寻找事物的相同性质的思维方式，在计算机科学中叫做“抽象”。

透过现象看本质

譬如说，可以从不同的维度对人进行分类：性别、年龄、肤色、身体状况...如果您是一个医学生，就更关注人的生理和解剖结构（如右图），这才是医学生眼中人的“本质”。



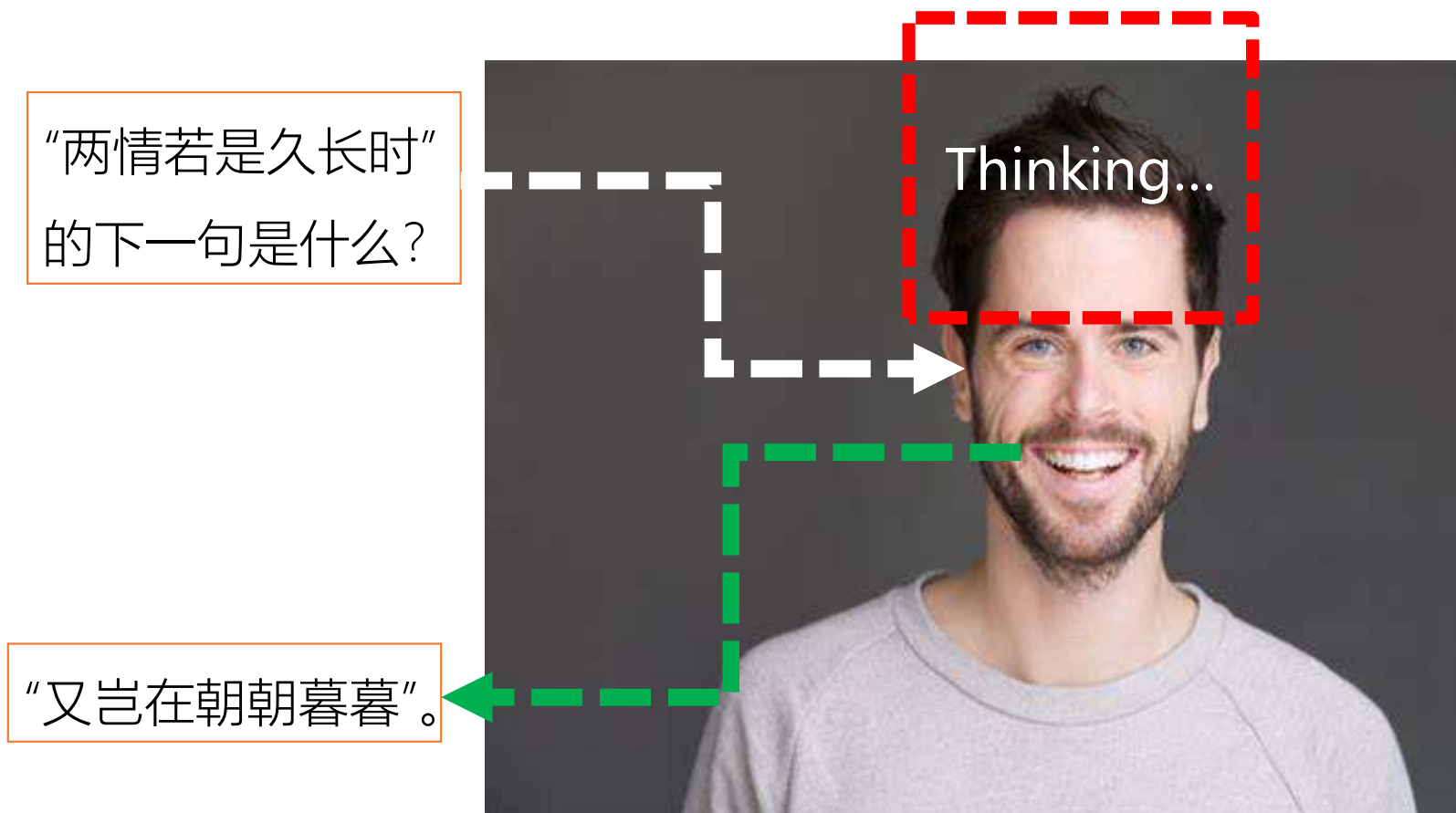
输入输出模型

所以，这次课的任务是，抓住这些五花八门的计算机的本质，免得“乱花渐欲迷人眼”，因为我们“自缘身在最高层”。继续使用我们刚讲过的抽象思维来分析计算机：



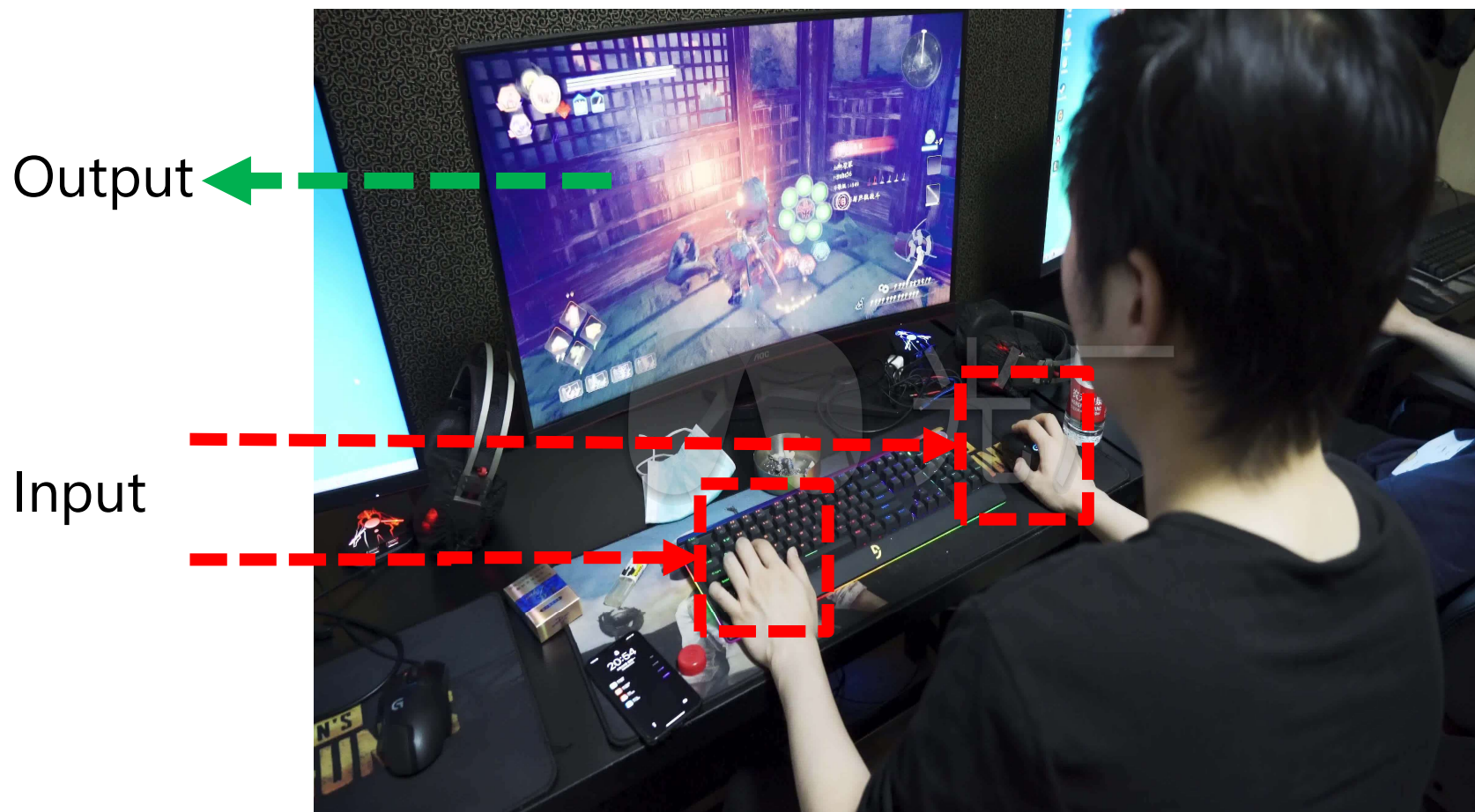
计算机就是这样一种机器：给它供电以后，它就自动地将输入按某种规则进行处理，然后再将处理的结果输出。所以，它跟人是很像的：人吃饱了饭之后，就去打工，产出工作成果，换取饭吃。

输入输出模型



人肉输入输出模型

输入输出模型



计算机输入输出设备

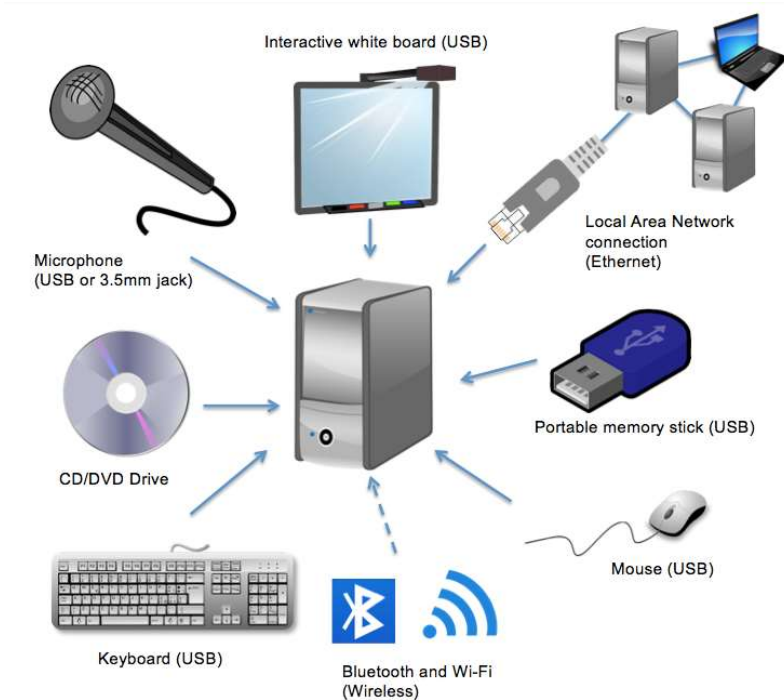
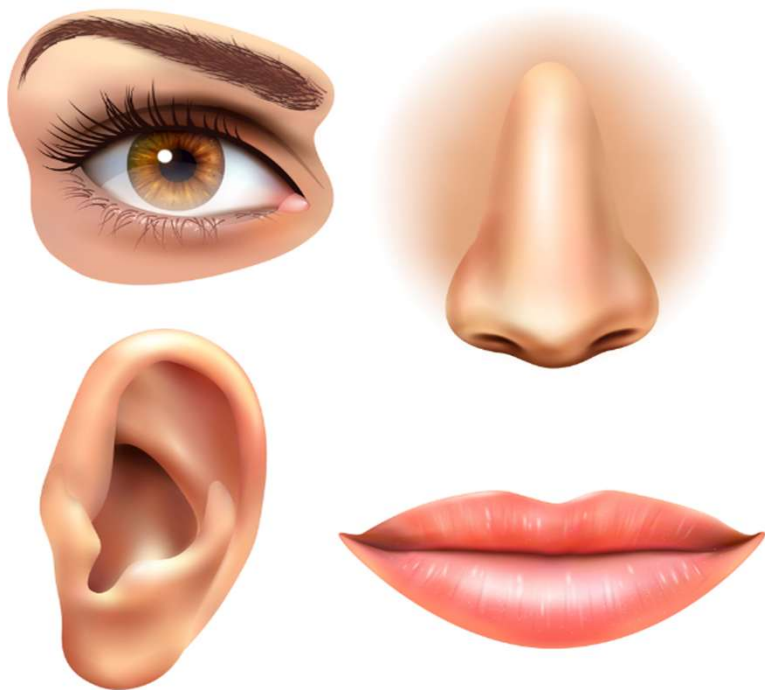
中央处理器

先看Process，它对应的就是人的大脑。在计算机里，称之为CPU（Central Process Unit），嵌入式设备里称之为MCU（Micro-Control Unit），可以统称为处理器（Processor）。



输入设备

再看Input，它对应的就是人的各种感觉器官，比如听觉（耳朵）、嗅觉（鼻子）、视觉（眼睛），接受信息输入的。对计算机而言，就是键盘、鼠标、扫描仪、摄像头、麦克风等能接收信息(字符、语音、图像)输入的设备。



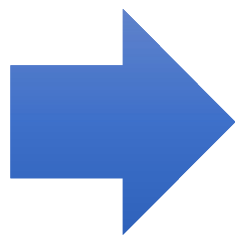
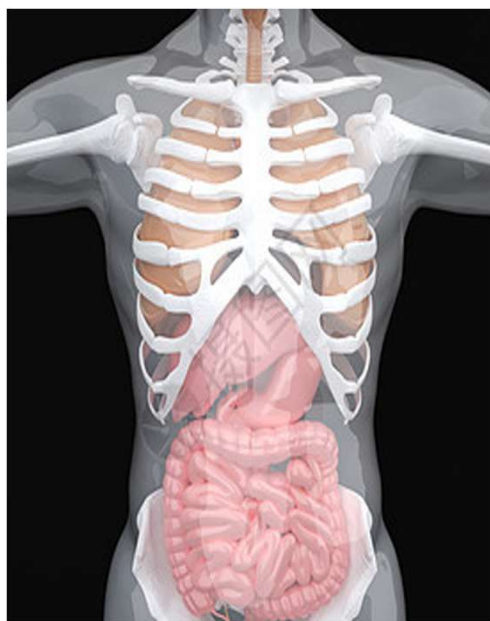
输出设备

最后看Output，它对应的就是人的嘴（语言）、四肢（行为），当然还有五官的表情也可以输出信息。对计算机而言，就是显示器（屏幕）、打印机、音箱、投影仪、磁盘等设备。



电源和散热

还有一个重要的东西，就是能量。人依靠进食和呼吸获取营养（氨基酸、水、氧气），依赖于循环系统供应到全身的组织，最后将废物代谢出去；计算机则依靠电源给所有的部件提供能量，驱动它们工作。产生的废物就是热量，最后通过散热器（风冷、液冷）排出去。



电源/适配器和散热装置

机箱类型

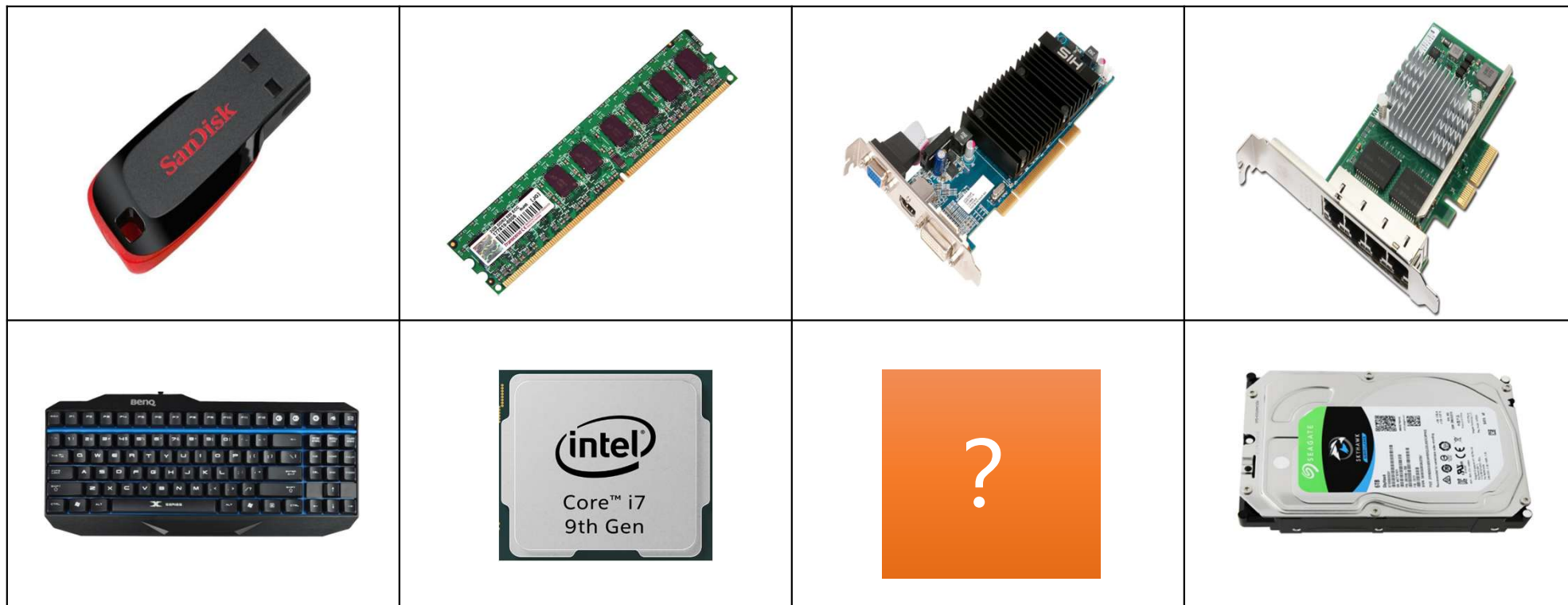
还有一个问题：人体的各个器官，是通过骨骼、肌肉、筋膜固定起来，通过遍布全身的神经系统传递来自大脑的信号去控制各个器官协调工作。计算机也一样，用机箱将作为一个容器（像人的颅腔、胸腔、腹腔）将部件进行固定，核心部分被插在主板上，通过主板上的总线传输数据和控制信号完成协调。



各种尺寸的机箱

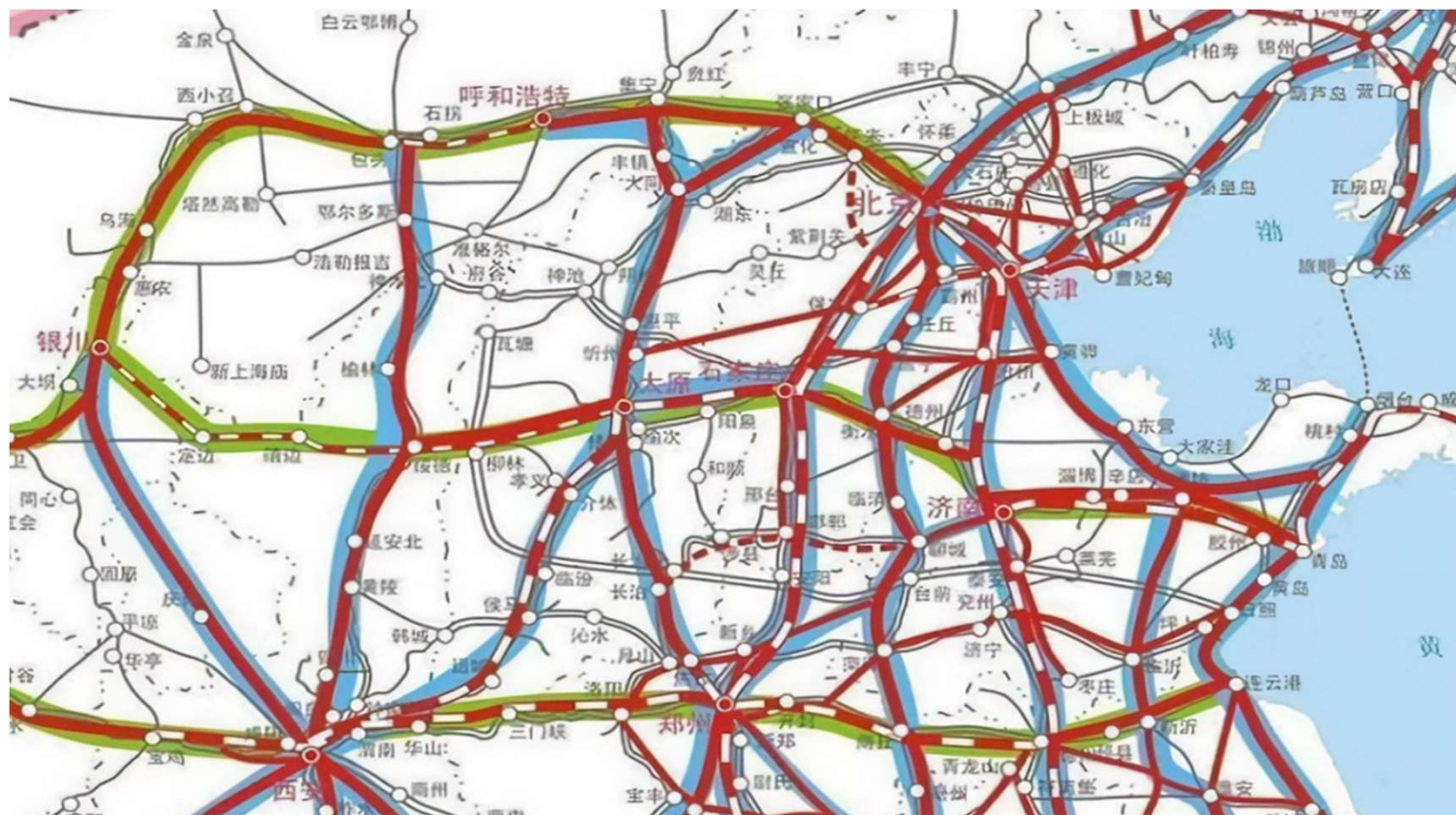
总线互联

总线用肉眼看不见。它的作用就是将这些部件互联，使之协同工作。包括在CPU内部，每个核心之间，也通过总线互联。总线的原理是共享，让这些部件通过竞争获得其使用权。



总线互联

做个类比，总线就好像国家的高速公路、高速铁路网络，将重要的城市连接起来。



总线互联

地址总线

数据总线

控制总线

按传输功能分类

片上总线

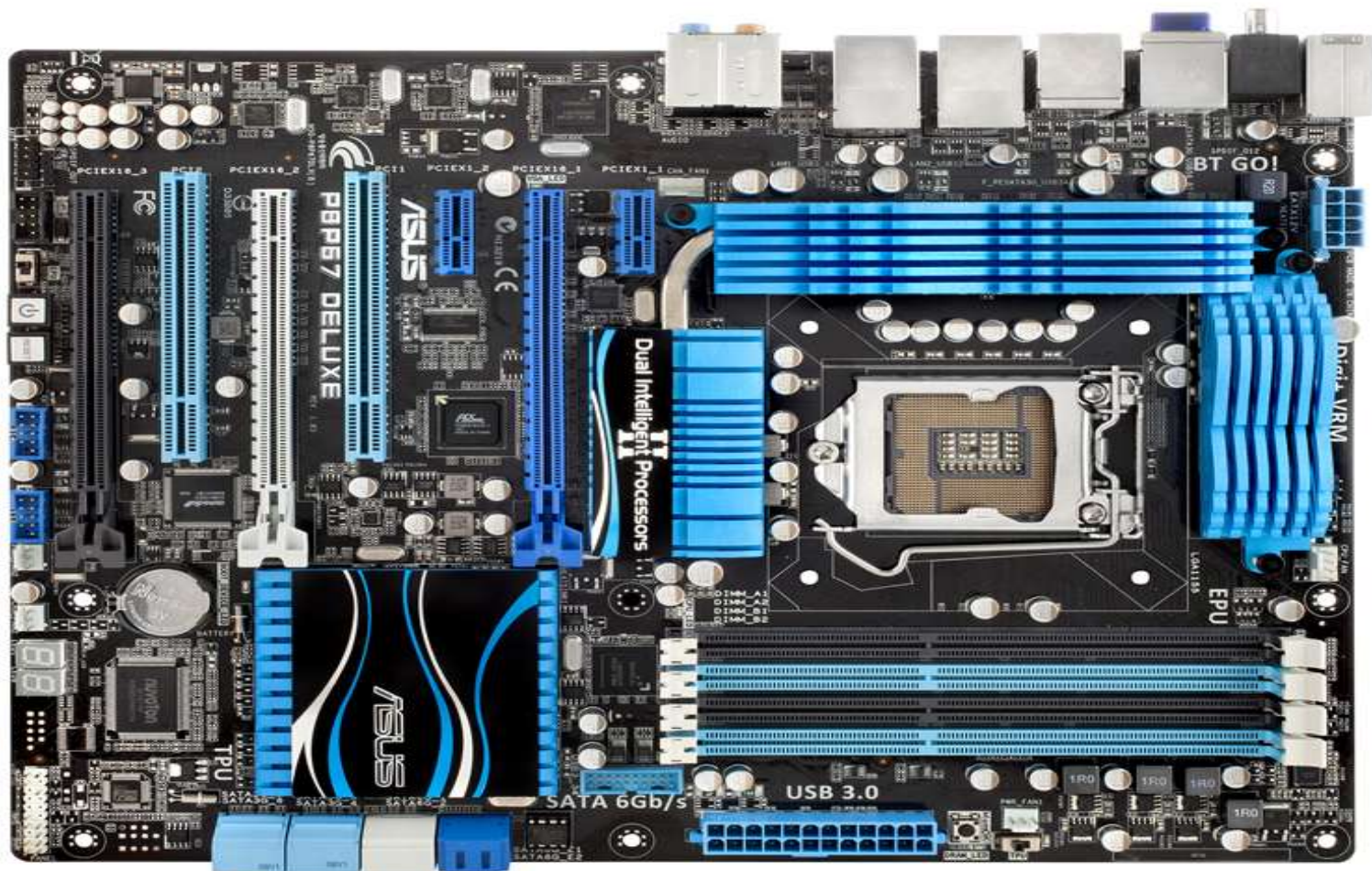
系统总线

设备总线

按互联目标分类

主板的布局

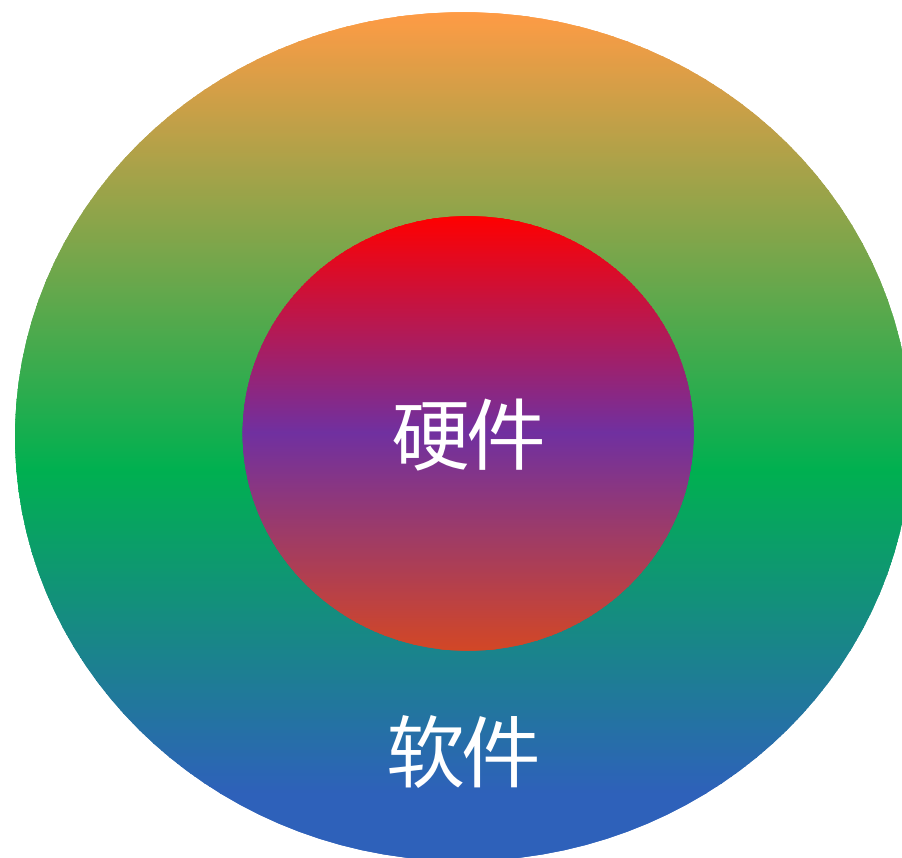
核心部件（CPU，内存，显卡、网卡）是直接插在主板的各种插槽/接口上的。主板内部通过前述的总线，将它们互连起来。



软件的世界

到目前为止，我们所讨论的，能够直观看见的东西，在计算机系统中称之为“硬件”（Hardware）。但是只有硬件不够，我们日常打游戏、聊微信、编辑文档、看电影...都是通过“软件”（Software）来实现的。

如果要类比的话，硬件好比你买了一台解放牌卡车。软件就是业务，你用它运钢材、土石方、猪、蔬菜、电冰箱，甚至改装了运人也可以。



软件的世界

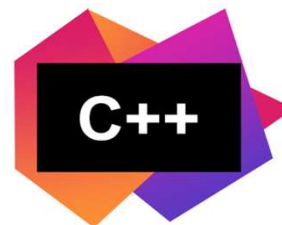
因此，硬件的范围比较固定，而软件的范畴就非常宽泛了。一般的教科书上，将软件分为“系统软件”和“应用软件”两个层面，我这里将软件分为三类：

1. 操作系统
2. 中间件
3. 应用软件

应用软件



中间件



操作系统



小结

好了，我们从静态的角度，介绍了计算机的基本原理和构成要素，希望大家对计算机有个直观的理解。更深入的知识就是计算机类专业的学习范围，不属于必须掌握的范畴。有兴趣的同学可以自学，如果特别热爱的同学可以申请换专业。



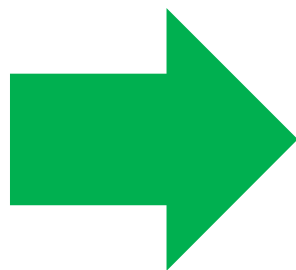
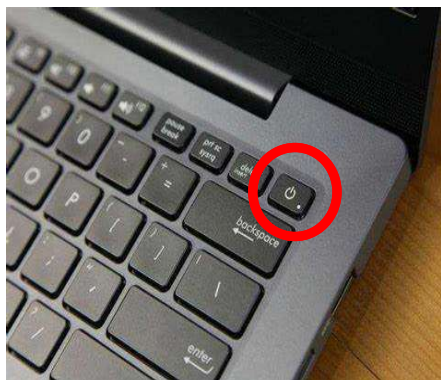
Lesson 2

计算机是如何工作的?

How does computer work?

开机的过程

大家有没有想过，当您按下电源键之后，计算机的内部到底做了些什么，然后就可以打游戏上淘宝聊微信了？接下来我们就探究一下，计算机开机的过程。



开机的过程

1 通电

用电脑的第一步就是接通电源。我们通过右上图的线缆接上市电（220V），然后经过笔记本的适配器或者台式机的电源部件，将它变压整流为直流电，比如电压20V。电源有不同功率的，笔记本较常用的是输出65W，台式机和一些游戏本可能需要更高功率。当按下电源按钮后，就给主板供电了，主板再通过电源电路向其它部件供电。当然，主板上还有复杂的电源管理电路，称之为PSU。



开机的过程

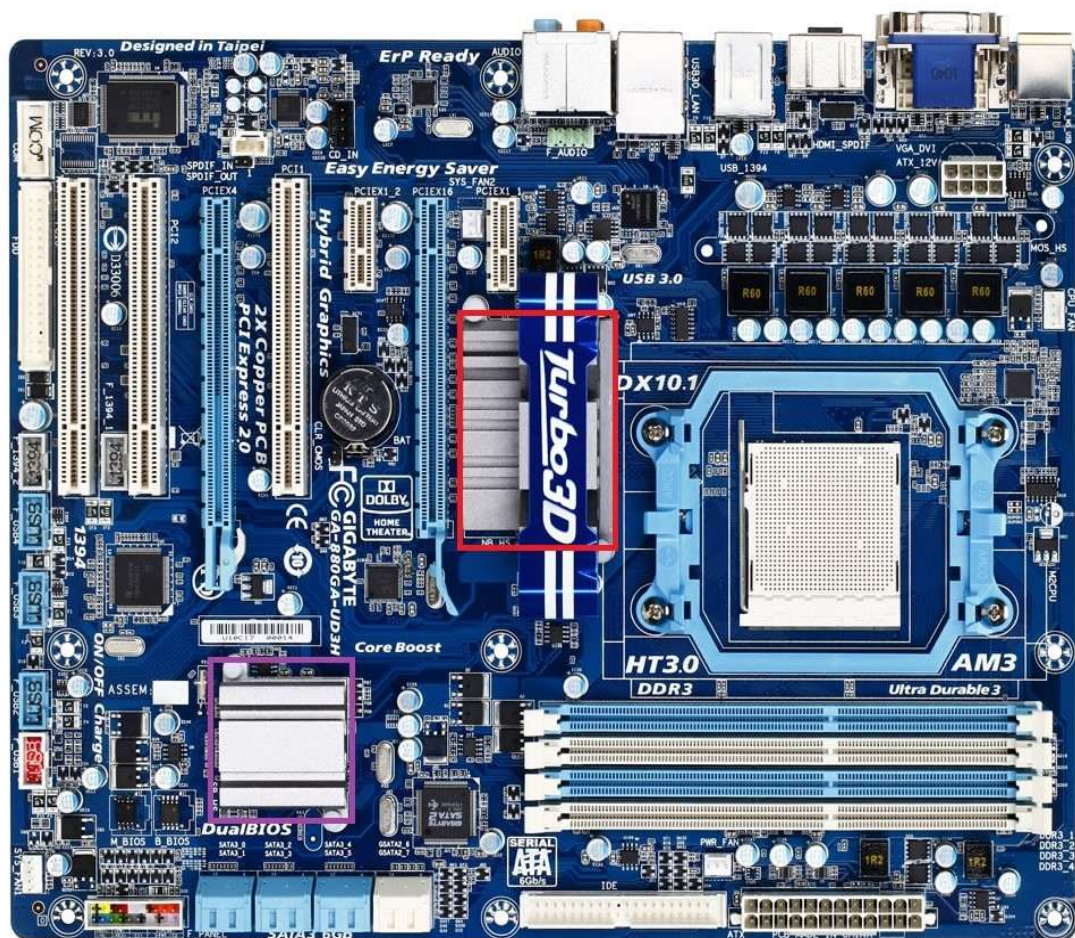
2

自检

如同我们出门时要检查身份证手机钥匙钱包带了没有一样，计算机在启动时也要检查核心部件是否正常。右图的界面大家肯定眼熟，但一般不在意它。



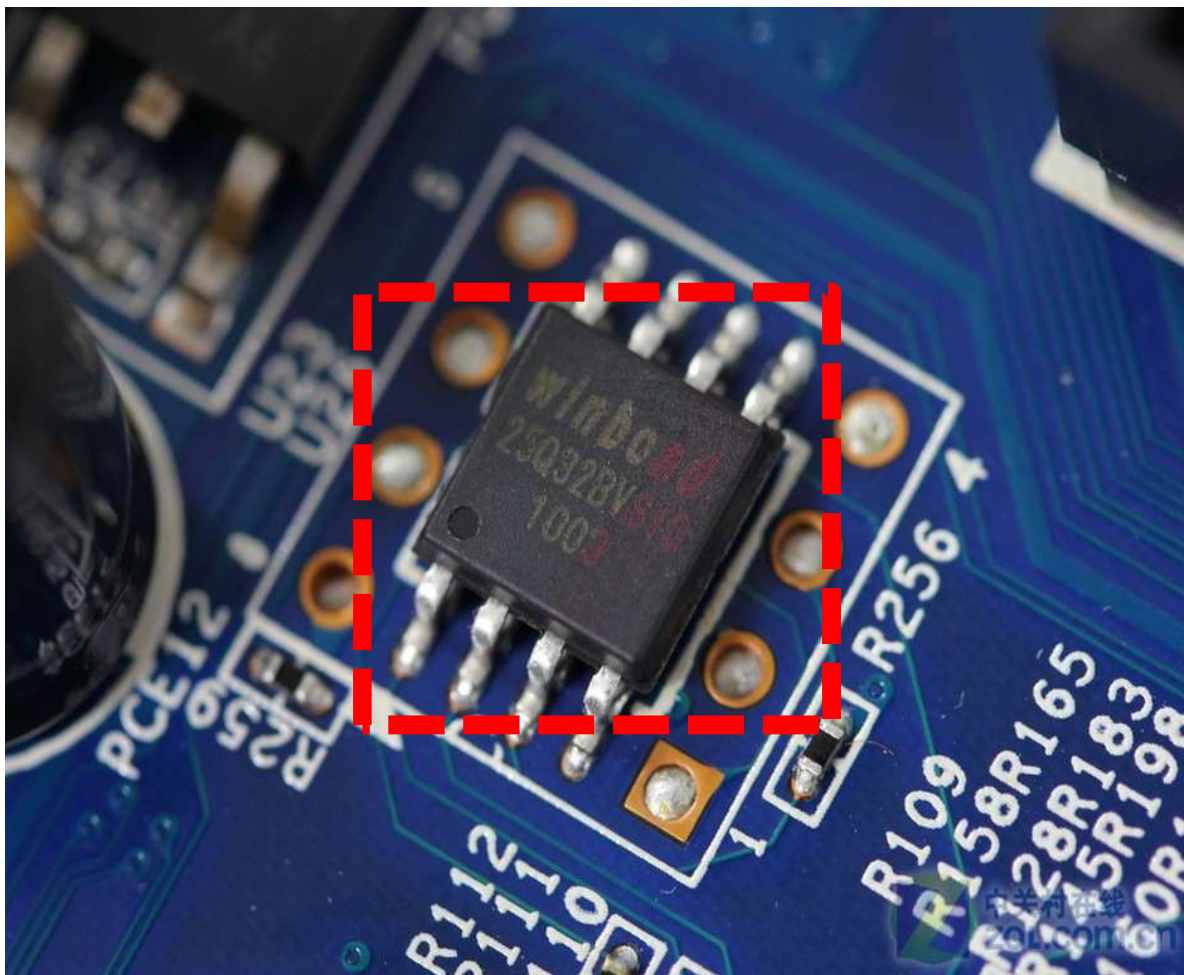
开机的过程



自检(Power On Self Test, POST)需要执行一些代码。因此，自检得第一步是先要初始化CPU和内存，给POST代码提供执行环境。

刚开机时，PSU的电压不稳定，因此主板上的北桥芯片向CPU发出复位信号，稳定电压，进行初始化。接下来初始化内存（BIOS初始化前1M，UEFI初始化全部），CPU就开始执行自检代码了。

开机的过程



自检过程的到底是怎么进行的呢？

主板上有一块芯片，叫做 BIOS (Basic Input/Output System) 或者 UEFI BIOS，它里面存储了一个特殊的程序，我们暂且也称其叫 BIOS。

CPU 和内存初始化完成之后，开始执行 POST 程序，自检过程中如果发现故障，会通过蜂鸣报警；如果一切良好，自检结束。

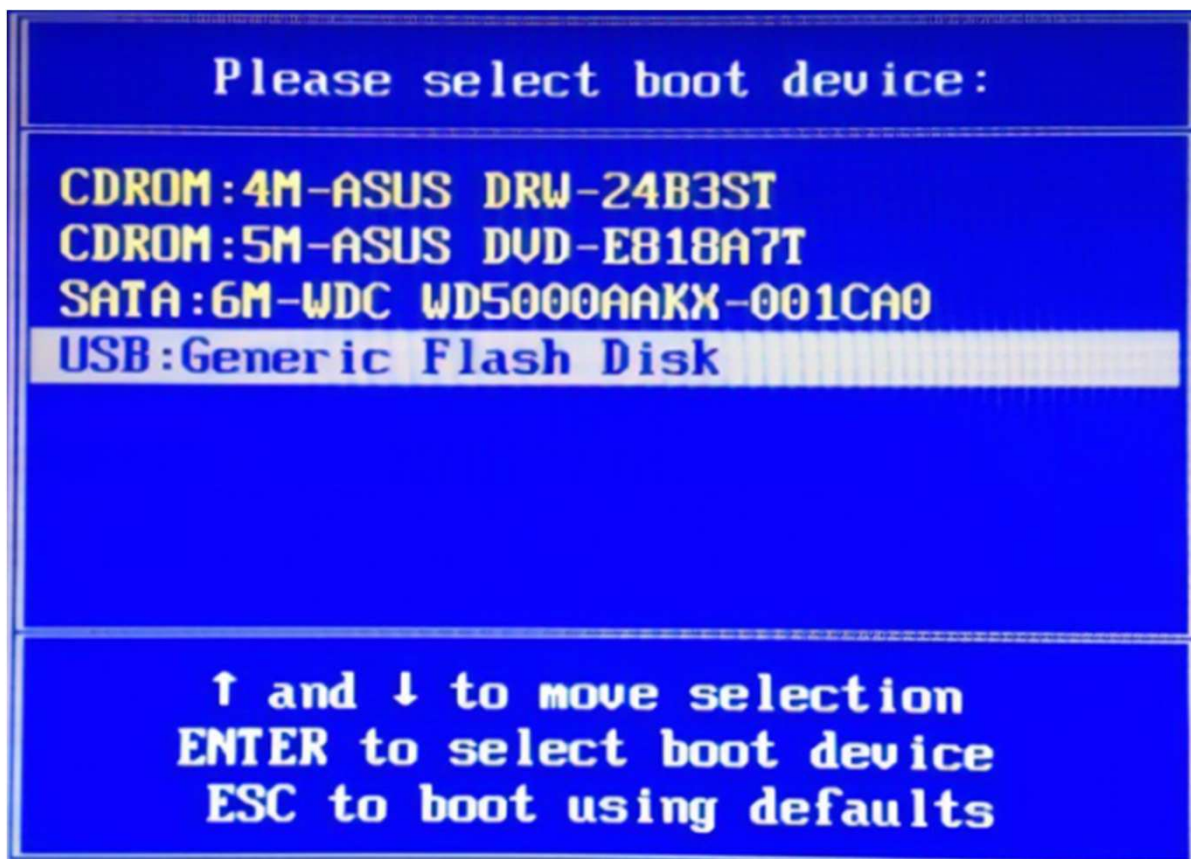
开机的过程



自检完成之后，会马上进行各种硬件的初始化工作，优先级最高的是显卡。当显卡完成初始化之后，屏幕上就可以显示信息了，我们就看见开机的画面了。

硬件初始化的信息会显示在界面上，比如CPU风扇故障，或者没有键盘、没有硬盘等等。

开机的过程



BIOS/UEFI程序有一个重要的模块是系统设置，在启动界面上，用户可以按F2(或者其它的功能键)进入设置界面。

系统设置信息存储在主板上的一块CMOS RAM芯片中，其中最重要一项设置是：从哪个设备上能找到操作系统？比如从U盘安装系统，引导设备就要选择USB。默认(排序第一)的那个设备称为第一引导设备。

开机的过程

3 引导

硬件没问题了，BIOS就将主导权交给第一引导设备，开始执行引导程序（Boot Loader）。引导程序被安装在引导设备的固定起始位置，它负责启动某个操作系统。



开机的过程

```
GNU GRUB version 2.02

*Ubuntu, with Linux 5.3.2
Ubuntu, with Linux 5.3.2 (recovery mode)
Ubuntu, with Linux 5.0.0-23-generic
Ubuntu, with Linux 5.0.0-23-generic (recovery mode)

Use the ↑ and ↓ keys to select which entry is highlighted.
Press enter to boot the selected OS, `e' to edit the commands
before booting or `c' for a command-line. ESC to return previous
menu.
```

如果只安装了一个操作系统，引导程序就直接加载它，不需要选择。

如果存在多个操作系统，您可以选择启动其中某一个。

很多人习惯安装双系统，兼顾日常使用和专业工作，比如：

Windows + Linux

Windows + MacOS

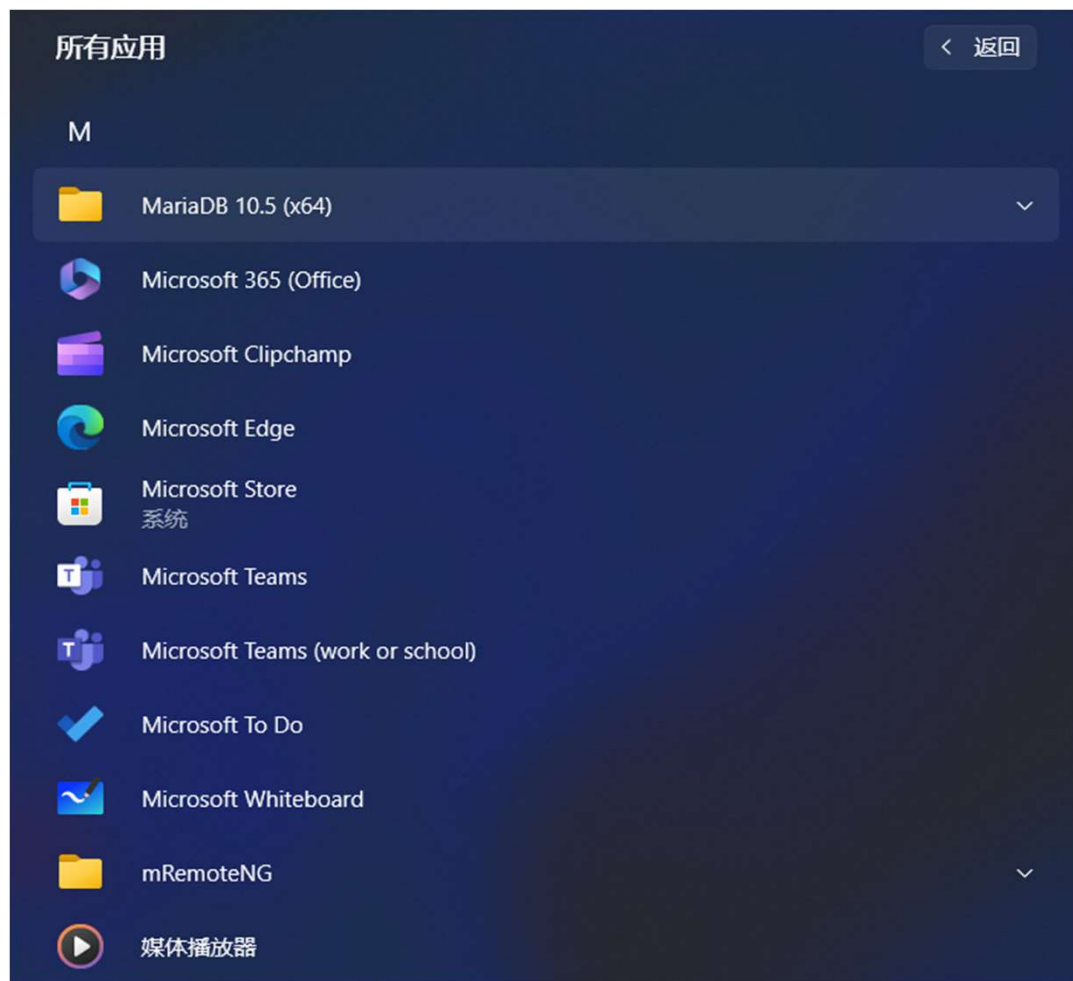
开机的过程



完成选择之后，系统将跳转到指定的地址去执行操作系统代码。操作系统内核被加载到内存中，计算机的控制权将被操作系统接管。

操作系统在启动过程中，还会执行很多检查、初始化工作，加载很多硬件设备的驱动程序和系统服务，最后把计算机的控制权交给用户。

软件运行的过程



电脑的桌面上，或者开始菜单里，有很多图标，双击它，就会打开与之对应的软件。

大家有没有好奇过，双击图标之后，计算机内部究竟发生了些什么？

接下来，我们简要地探讨一下，软件是如何运行的。

软件运行的过程

```
1 import Koa from 'koa'
2 import KoaRouter from 'koa-router'
3
4 import koaBody from 'koa-bodyparser';
5 import { graphqlKoa,
6   graphqlKoa } from 'graphql-server-koa'
7
8 import schema from './schema/schema3'
9
10 const app = new Koa()
11 const router = new KoaRouter()
12 const PORT = 3000
13
14 app.use(koaBody())
15
16 router.all('/graphql', graphqlKoa({ schema }))
17 router.get('/graphql',
18   graphqlKoa({ endpointURL: '/graphql' }))
19
20 app.use(router.routes())
21
22
23 app.use(router.allowedMethods())
24
25 const server = app.listen(PORT, () => {
26   const port = server.address().port
27   console.log('GraphQL listening at http://localhost:%s/graphql', port)
28 })
29
```

软件（Software）就是一些指令，告诉计算机如何完成某一项任务的详细步骤。它由软件开发人员用某种像自然语言一样的程序设计语言（Program Language，比如C、Python等）编写出来，再用一种称之为编译器的工具翻译成机器能识别的二进制指令，存储在硬盘等存储介质上。后面的课程会专题讨论软件是怎么开发出来的。

软件运行的过程

```
000000B0 50 45 00 00 4C 01 03 00 9B 4D 8F 42 00 00 00 00
000000C0 00 00 00 00 E0 00 0F 01 0B 01 05 0C 00 02 00 00
000000D0 00 04 00 00 00 00 00 00 00 10 00 00 00 10 00 00
000000E0 00 20 00 00 00 00 40 00 00 10 00 00 00 02 00 00
000000F0 04 00 00 00 00 00 00 00 04 00 00 00 00 00 00
00000100 00 40 00 00 00 04 00 00 00 00 00 00 02 00 00
00000110 00 00 10 00 00 10 00 00 00 00 10 00 00 10 00
00000120 00 00 00 00 10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00000130 14 20 00 00 3C 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00000140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00000150 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00000160 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00000170 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00000180 00 00 00 00 00 00 00 00 00 20 00 00 14 00 00
00000190 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000001A0 00 00 00 00 00 00 00 00
```

如果我们用16进制的工具打开一个软件，看见的内容就像左图一样，普通人已经无法识别了，但机器可以。

它也不是杂乱无章的数字，而是按一套非常严谨的规则组织起来的指令序列，CPU就按部就班地执行它们。

执行的过程中，可能还需要与磁盘、网络、等等打交道。

软件运行的过程

软件要能够被运行，一个基本的常识是：要将软件的指令和所需的数据装入到内存（Memory）中，CPU从内存中取指令和数据去执行，一次执行一条指令，再把执行结果写回到内存。按照这种模式设计的计算机称之为“冯诺依曼结构”。



计算机的内存容量要比硬盘小很多，每单位存储的价格也高很多。因此，运行完毕的程序总要从内存中清理出去。同时运行的程序，各占一部分内存空间，彼此隔离开来。冯诺依曼结构中，指令和数据存在一起的。也可以把数据和指令分开存储，执行效率会高一点，叫做“哈佛结构”。

软件运行的过程

我们所见的计算机，不管是PC还是手机，都可以同时运行多个软件。但是计算机的资源是有限的，要让这些软件能够和睦友好地运行，需要一个管理机构来协调，这就是操作系统的职责。Windows是最常用的操作系统之一。还有我们常说的安卓手机，苹果手机，更准确的含义是：这个手机所使用的操作系统是Android，或者是苹果公司的IOS。在操作系统眼里，一个运行的软件就是一个进程（Process）。



软件运行的过程

软件在运行的过程中，还需要跟用户交互。比如很多软件都有图形界面，它是通过显卡画出来的；有时候需要接受用户的输入，叫做**客户端软件 (GUI/Console)**。也有一类软件，运行起来之后，不太需要人去干预，没有界面，甚至那台计算机都没有显示器、键盘和鼠标。它们一般通过网络与客户端软件进行交互，叫做**服务器软件**。

也有一些计算机功能单一，只做一件事情，比如微波炉上的控制电脑，不需要操作系统，只要启动之后就自动运行软件，计时、调整温度等，它们就是“哈佛结构”的。



Lesson 3

信息是如何表示和存储的?

How does information represent and store?

信息的多样性

大象为什么不长毛？

猛犸象生活在寒带，需要毛发御寒，而现存大象都生活在热带，没有这个必要。所以大象不长毛的一个因素，是气候。但是，和象生活在同一个地方的许多哺乳动物，例如斑马、长颈鹿、狮子，都有毛发，为什么大象的体毛却严重退化呢？

文字

信息的多样性



图像

信息的多样性



音频

信息的多样性



视频

信息的多样性

我把前面的照片，歌曲和电影，用另一种软件(UltraEdit)打开看，是下面的样子。谁能根据这些乱七八糟的符号分辨出，哪一张是哪个？

00 00 00 18 66 74 79 70	6D 70 34 32 00 00 00 00	89 50 4E 47 0D 0A 1A 0A	00 00 00 0D 49 48 44 52	00 00 00 18 66 74 79 70	64 61 73 68 00 00 00 00
69 73 6F 6D 6D 70 34 32	00 00 4D D7 6D 6F 6F 76	00 00 00 E2 00 00 01 22	08 06 00 00 00 E4 8F 0E	69 73 6F 36 6D 70 34 31	00 00 02 60 6D 6F 6F 76
00 00 00 6C 6D 76 68 64	00 00 00 00 DC 8F 6B 4E	D7 00 00 20 00 49 44 41	54 78 5E ED 7D 0B B4 5D	00 00 00 6C 6D 76 68 64	00 00 00 00 D9 2D A5 D2
DC 8F 6B 4E 00 00 30 00	00 09 6D 04 00 01 00 00	55 75 F6 22 09 21 21 09	10 48 78 04 50 11 2B B4	D9 2D A5 D2 00 00 AC 44	00 B2 30 00 00 01 00 00
01 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 01 00 00	82 8A F6 A7 1D A3 D5 2A	8E 02 22 6A A9 69 79 6A	01 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 01 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 01 00 00	85 28 A0 3C 2A FE F8 03	0A A8 E0 10 90 6A E5 15	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 01 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 40 00 00 00	50 81 4A 3B 04 B1 58 05	14 05 5B 14 91 56 28 45	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 40 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	79 4B A5 58 95 87 90 84	57 12 08 79 70 FF F1 ED	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	C3 77 98 67 DE B9 E7 99	6B EF 7B C3 39 B9 6B 8F	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	91 71 E1 EC B5 D7 63 AE	F5 AD B9 D6 9A 73 7E 6B	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 02 00 00 00 28
00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 03 00 00 26 D8	BD 91 91 91 91 54 9E 22	81 22 81 97 54 02 EB 15	6D 76 65 78 00 00 00 20	74 72 65 78 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	20 BE A4 F2 2F 85 17 09	54 12 28 40 2C 03 A1 48	00 00 00 01 00 00 00 01	00 00 00 00 00 00 00 00
74 72 61 6B 00 00 00 5C	74 6B 68 64 00 00 00 03	60 00 24 50 80 38 00 9D	50 AA 50 24 50 80 58 C6	00 00 00 00 00 00 01 C4	74 72 61 6B 00 00 00 5C
DC 8F 6B 4E DC 8F 6B 4E	00 00 00 01 00 00 00 00	40 91 C0 00 48 A0 00 71	00 3A A1 54 A1 48 A0 00	74 6B 68 64 00 00 00 03	D9 2D A5 D2 D9 2D A5 D2
00 09 6C 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	B1 8C 81 22 81 01 90 40	01 E2 00 74 42 A9 42 91	00 00 00 01 00 00 00 00	00 B2 30 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 01 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	40 01 62 19 03 45 02 03	20 81 02 C4 01 E8 84 52	00 00 00 00 00 00 00 00	01 00 00 00 00 01 00 00
00 00 00 00 00 01 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	85 22 81 02 C4 32 06 8A	04 06 40 02 05 88 03 D0	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 01 00 00
00 00 00 00 40 00 00 00	05 00 00 00 02 D0 00 00	09 A5 0A 45 02 05 88 65	0C 14 09 0C 80 04 0A 10	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 40 00 00 00
00 00 00 24 65 64 74 73	00 00 00 1C 65 6C 73 74	07 A0 13 4A 15 8A 04 0A	10 CB 18 28 12 18 00 09	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 01 60 6D 64 69 61
		14 20 0E 40 27 94 2A 14	09 B4 06 E2 47 3E F2 91	00 00 00 20 6D 64 68 64	00 00 00 00 D9 2D A5 D2
		F4 F3 9F FF BC B1 24 BF	F3 9D EF A4 99 33 67 A6	D9 2D A5 D2 00 00 AC 44	00 B2 30 00 15 C7 00 00
		9F FC E4 27 E9 C4 13 4F	AC F2 F9 D1 8F 7E 64 E6		

信息的多样性

从前面的直观印象，我们可以得到以下两个猜想：

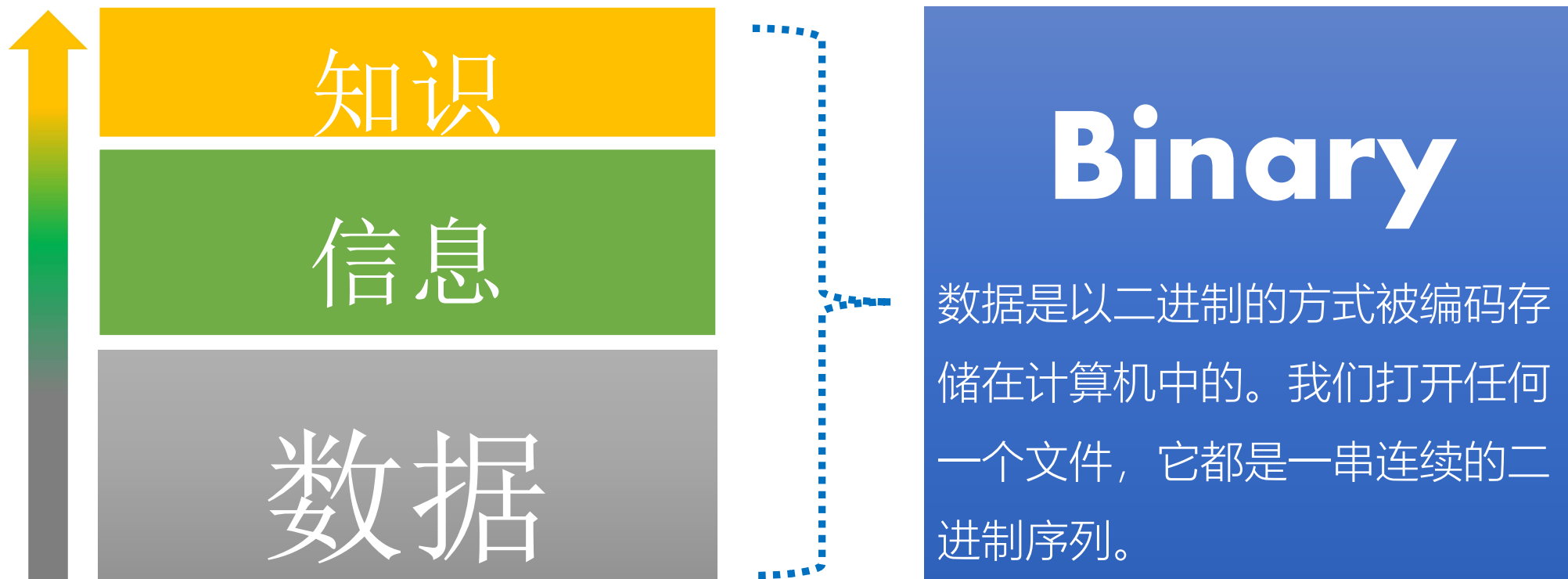
1. 无论什么样的信息，可能都是用统一的方式保存的，在计算机眼里没有任何差别。

2. 数据的意义是人为定义的，按照不同的规则对它进行解释，能向人传递不同的信息。

* 这里就不去抠书本，对信息进行严格的定义了。陷入“名词之争”，对初学者没有任何好处。

数据-信息-知识的关系

前面说的“统一的方式”，就是数据。不管什么信息，都是由数据记录下来的。而数据是以二进制方式表示、存储和参与计算的。



二进制编码

我们日常计数用十进制(0~9)，与之类似，二进制就只有0和1两个基本数字，任何信息都用它来表示。计算机不认识0/1之外的任何东西，所以它很笨。但是它很勤快，所以就显得很聪明。



0



1

二进制的算术运算

比如，我们要计算 $9 + 5 = 14$ ，看看二进制该怎么做：

$$9 = 1001$$

$$5 = 0101$$



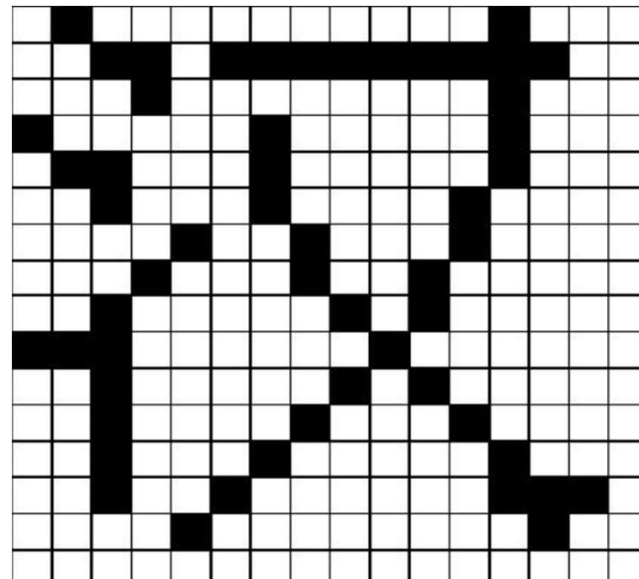
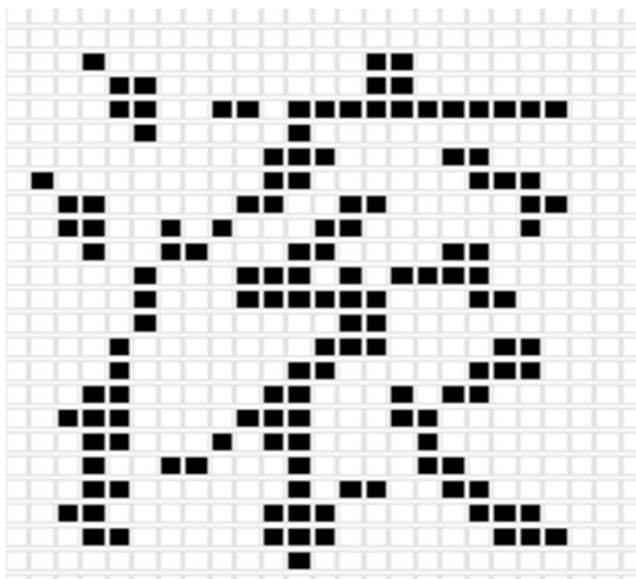
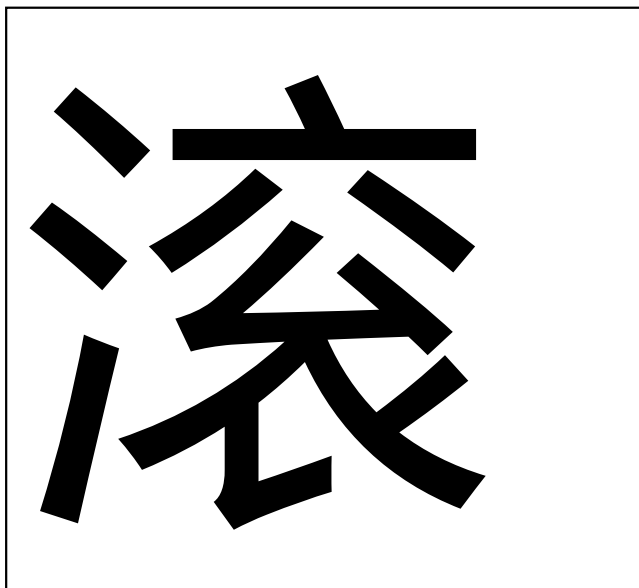
$$1110$$

十进制转二进制：除2取余

二进制转十进制：按权展开

二进制显示文字

我们在屏幕上看见的所有的文字，图片、符号都是一个一个点画在显示器屏幕上的。也就是说，每个字占了一个矩形区域，被分割成很多小格子。格子越多，字显示得就越平滑。每一个文字，都对应这样一个编码，称之为“点阵码”。显示的时候，每一个小格子又由很多点(像素)构成，点越密集，显示效果越好。



二进制表示文字

81	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
4	丂	上	下	丌	丂	丂	丂	丂	丂	丂	丂	丂	丂	丂	丂	丂
5	弗	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
6	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
7	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
8	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
9	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
A	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
B	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
C	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
D	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
E	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇
F	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇	𠂇

世界上所有的文字符号，在计算机内部，都可以用一个代码来表示。

比如“滚”字的国标码是：

47606

存储在计算机里，是它的二进制格式：

1011 1001 1111 0110

二进制表示文字

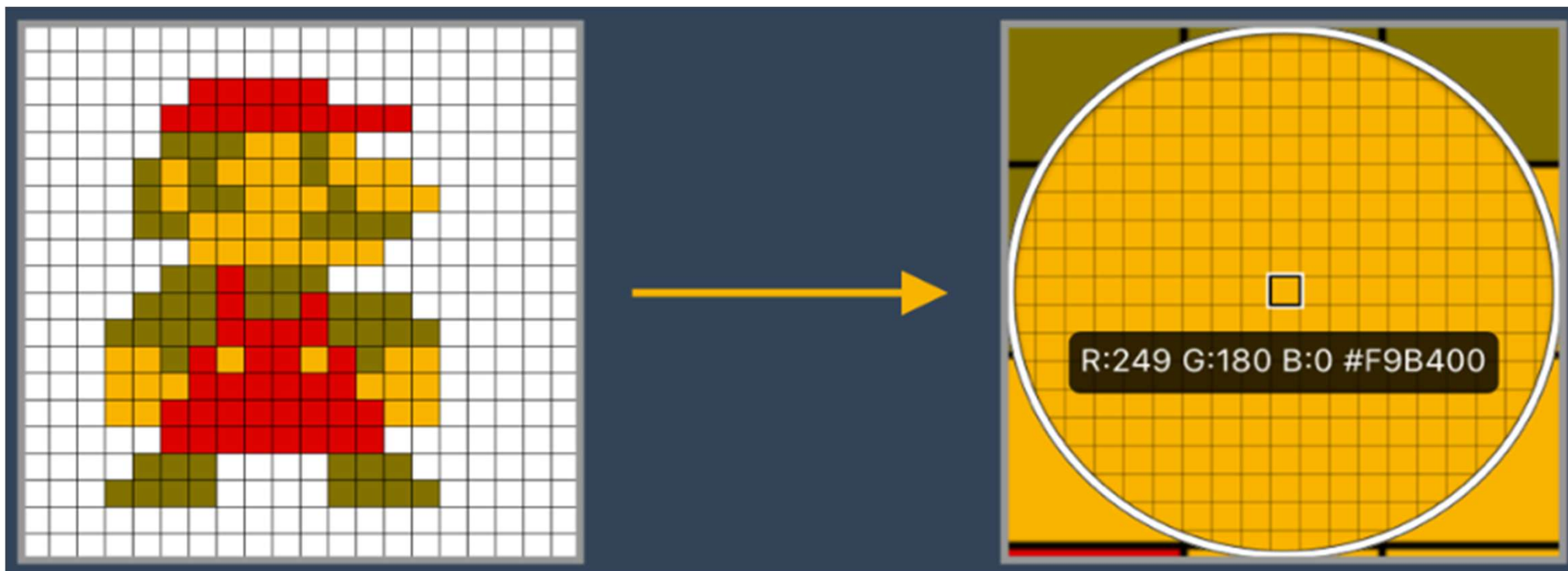
ASCII 值	控制字符	ASCII 值	控制字符	ASCII 值	控制字符	ASCII 值	控制字符
0	NUL	32	(space)	64	@	96	`
1	SOH	33	!	65	A	97	a
2	STX	34	"	66	B	98	b
3	ETX	35	#	67	C	99	c
4	EOT	36	\$	68	D	100	d
5	ENQ	37	%	69	E	101	e
6	ACK	38	&	70	F	102	f
7	BEL	39	,	71	G	103	g
8	BS	40	(72	H	104	h
9	HT	41)	73	I	105	i
10	LF	42	*	74	J	106	j
11	VT	43	+	75	K	107	k
12	FF	44	,	76	L	108	l
13	CR	45	-	77	M	109	m
14	SO	46	.	78	N	110	n
15	SI	47	/	79	O	111	o
16	DLE	48	0	80	P	112	p
17	DC1	49	1	81	Q	113	q
18	DC2	50	2	82	R	114	r
19	DC3	51	3	83	X	115	s
20	DC4	52	4	84	T	116	t
21	NAK	53	5	85	U	117	u
22	SYN	54	6	86	V	118	v
23	TB	55	7	87	W	119	w
24	CAN	56	8	88	X	120	x
25	EM	57	9	89	Y	121	y

对英语国家的人来讲，编码就简单多了，因为字母只有26个，不像中文的常用字都有几千个。

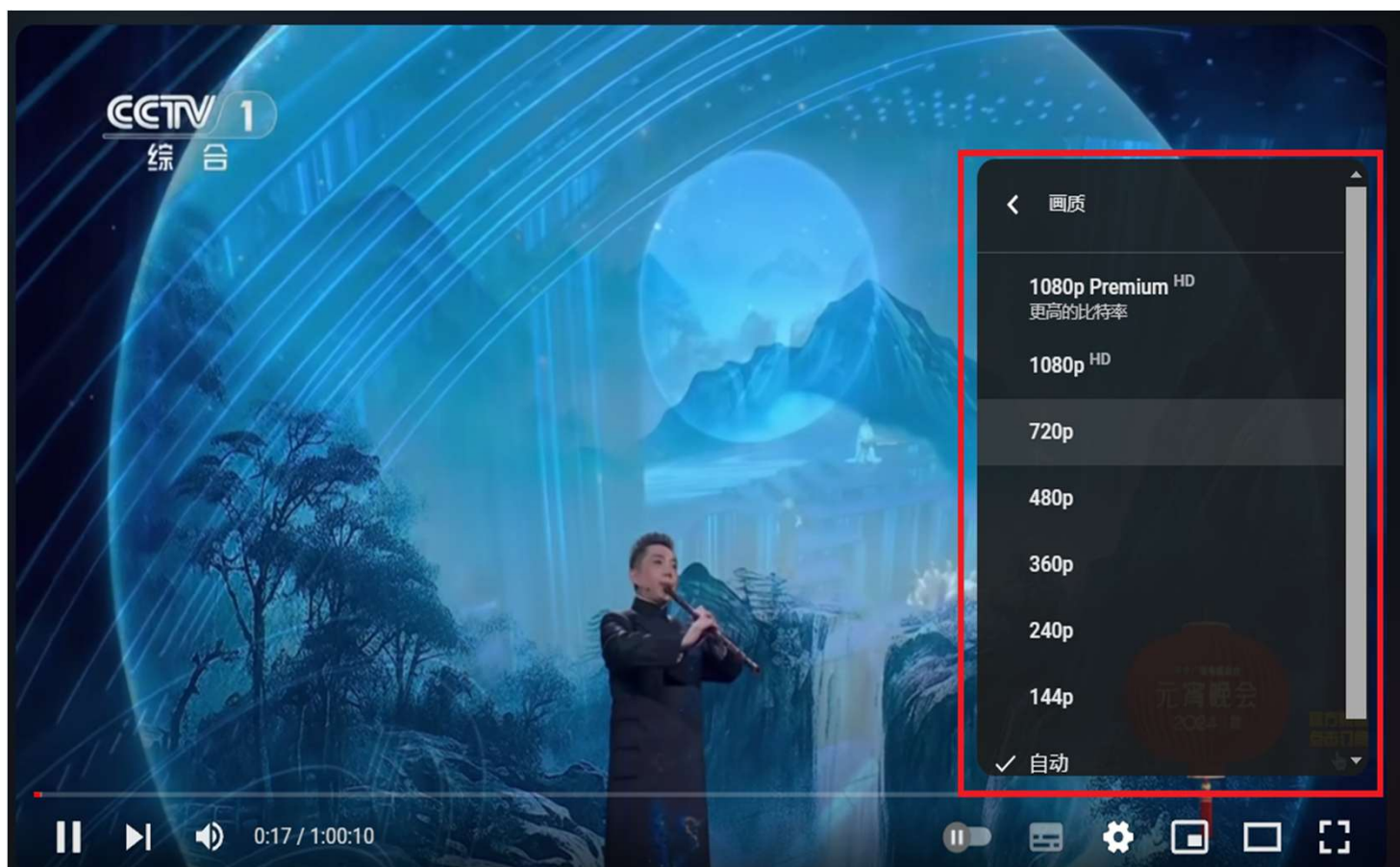
因此，可以用一个简单的表格把它们都表示出来，这称之为ASCII码。

二进表示图像

假设我们把显示器分成1024 x 768个小格子（像素），每个格子都可以用颜色填充，这就形成了图像。颜色用(R, G, B)三个数字来表示。如果是黑白图，就用0表示白色，1表示黑色。像素数量称之为图片的分辨率，它决定了图片的清晰度。



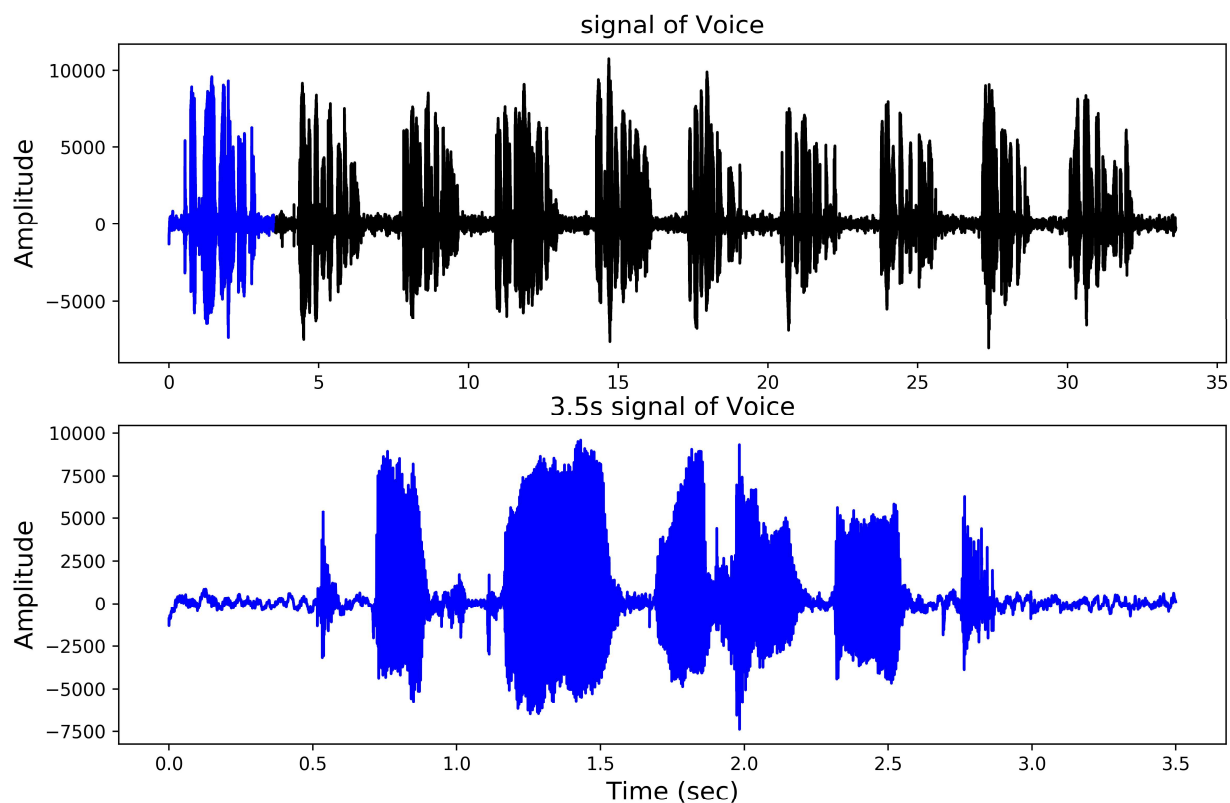
二进制表示视频



视频就是连续出现的图片，比如每秒钟出现24张甚至更多，欺骗人的眼睛，有了动态效果。每一张图片的分辨率决定了视频的清晰度；帧率(FPS)是指每秒钟出现多少张图片，帧率越高越流畅。如果帧率低于24，看起来视频就卡顿。但是帧率越高，视频文件越大，对网络传输和计算机解码压力越大。

二进表示声音

声音是由振动产生的。因此，计算机里面记录的是某个时刻声音振动频率(声音高低)和振动幅度(音量大小)。计算机将这个频率高低输出到音箱，音响把输出的信号放大，并驱动喇叭振动，就发出声音了。录音是与播放相反的过程，通过捕获麦克风振动的频率和幅度信息，把它按某种格式存储起来。



信息存储

前面讨论过的，文字、图像、音视频，都要存起来。从硬件角度来看，信息是被存储以二进制的方式，存储在硬盘、U盘、光盘、磁带等设备上的，这些都是存储的介质。不同存储介质的原理不一样，但我们不必对此深究，了解它们可以在断电的情况下持久保持数据，就够了。



信息存储

多个磁盘块被组织成逻辑上的文件。文件有很多种类，不同类型文件中的信息的组织结构不同，解释方式也不同。常见的有：



记录无规则的文本和格式数据



记录有规则的表格数据



记录可以让CPU执行的指令

信息存储

课程代码	课程名称	课程类别	课程性质	教师姓名
10106216	C语言程序设计	公共课	必修课	段晨旭
30806101	JavaScript技术应用	专业课	必修课	周刚
30806901	数据结构	专业课	必修课	彭勇
30802502	UI设计与界面交互	专业课	必修课	盛腾
30806118	Linux操作系统应用	专业课	必修课	刘子杰
30706203	数据库系统原理	专业课	必修课	段鹏
30706003	离散数学	专业课	必修课	张炜,牛苗
10106209	大学计算机基础及办公软件应用	公共课	必修课	
30806113	数据库原理及应用	专业课	必修课	代博,薛丽莹;罗佳;杨菊英
30706105	数据库应用	专业课	必修课	杨菊英
30806201	※PHP程序设计	专业课	必修课	段鹏
50806027	机器学习算法原理及应用	专业课	必修课	付春龍
50906001	网络配置与维护	专业课	必修课	王鹏飞
50806018	※软件项目管理	专业课	必修课	薛丽莹
40906002	HTML5应用开发	专业课	必修课	蒋琦
50806020	Linux操作系统	专业课	必修课	王鹏飞;段鹏程;代博
50906127	专业英语 I	专业课	必修课	段鹏程
50806019	RFID原理及应用	专业课	必修课	王玮慧
50806100	Hadoop系统基础	专业课	必修课	未春风
50806102	数据分析与应用	专业课	必修课	牛苗
60806014	Android基础应用开发	专业课	必修课	赵淑贤
40806082	Python程序设计	专业课	必修课	张雪莲
30806112	程序设计C(数据结构)	专业课	必修课	杨铸;张颖;刘群
30806111	程序设计D(Java程序设计)	专业课	必修课	陶亮;李震;张颖
20706110	JavaScript程序设计	专业课	必修课	周刚
30706104	※JAVA程序设计	专业课	必修课	陶亮

我们经常见到这样成行的数据，然后构成一张表格。如果数据量少，也不需要频繁地跟人共享信息，就可以用Excel之类的电子表格存储。

信息存储

The screenshot displays a database interface with a tree view on the left and a data grid on the right. The tree view shows the 'neutron' database containing various tables, with 'data_ts_actuator' selected and highlighted. The data grid shows the following data:

id	devid	project	ts	fb0	fblc
1	10	1	1689045228	130	1200
2	10	1	1689045230	130	1200
3	10	1	1689045231	130	1200
4	10	1	1689045231	130	1200
5	10	1	1689045231	130	1200
6	10	1	1689045231	130	1200
7	10	1	1689045232	130	1200
8	10	1	1689045232	130	1200
9	10	1	1689045232	130	1200
10	10	1	1689045232	130	1200
11	10	1	1689045232	130	1200
12	10	1	1689045233	130	1200
13	10	1	1689045233	130	1200
14	10	1	1689045249	130	1200
15	10	1	1689045249	130	1200
16	10	1	1689045249	130	1200
17	10	1	1689045249	130	1200
18	10	1	1689045250	130	1200
19	10	1	1689045250	130	1200
20	10	1	1689045250	130	1200
21	10	1	1689045250	130	1200
22	10	1	1689045251	130	1200
23	10	1	1689045251	130	1200

数据库通过库(database)和表(table)两级结构组织数据。每个库中有多个表，每个表有多行，每一行有多列。

它提供一些手段，可以对表中数据进行增删改查，统计，一张表可以容纳数千万条数据。

信息存储



数据库管理系统是一种高技术含量的软件，也是信息技术重要的基础软件之一。长期以来，国际大厂的产品和开源软件占据了主要市场。这几年，国产数据库软件厂商崛起，做得还不错。

信息存储

非结构化

半结构化

结构化

文件系统

设备驱动程序



Lesson 4

互联网究竟是个什么网?

What's the Internet?

什么是互联网

internet **Internet**

请注意，这两个词的区别。前者表示Interconnection Network，哪怕两台电脑用一根网线连起来，也叫internet；后者是专用名词，表示独一无二的、无边无际的、把地球上的人和人联结起来的这个互联网。

什么是互联网



互联网 (Internet) 是20世纪90年代开始兴起的一种特别的网络形态，它具有全球联通的特征，没有明确的边界，可以概括地说：它包含**基础设施、用户、内容和服务**四个部分。

互联网基础设施



机房/数据中心。里面存放了计算、存储和网络设备。数据中心分布在全世界各个国家、城市。

Google甚至提出了一个理念：数据中心就是计算机。

互联网基础设施

数据中心里有很多设施，最常见，数量最多的是服务器(Server)、存储(Storage)和网络设备。计算和存储使用服务器，网络通信使用交换机(Switch)和路由器(Router)。



服务器

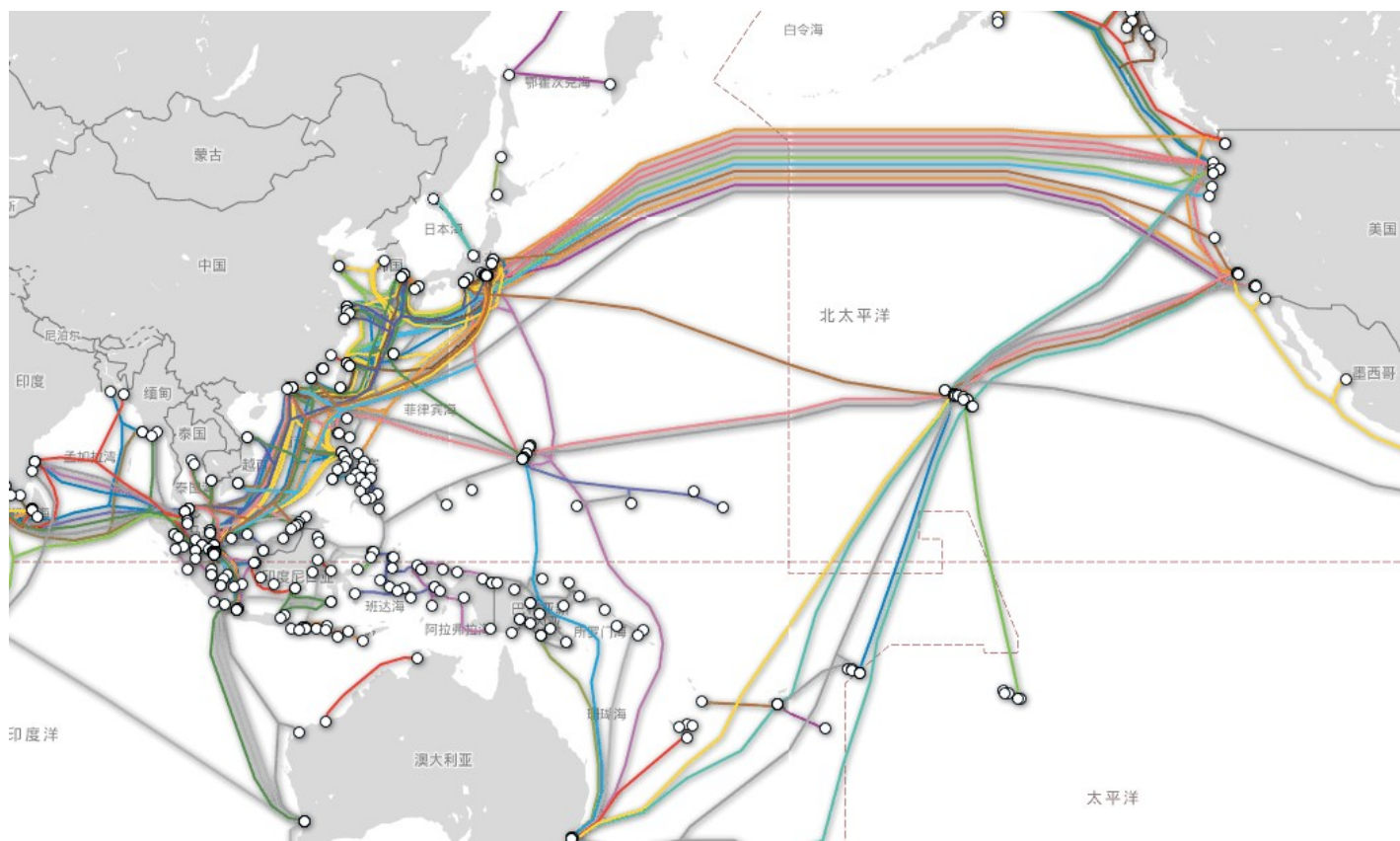


交换机



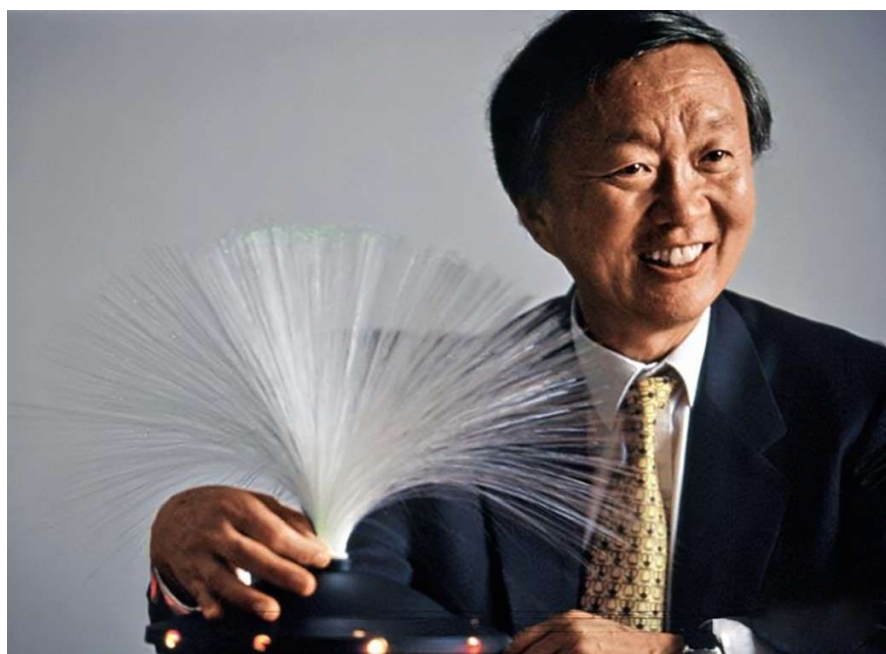
路由器

互联网基础设施

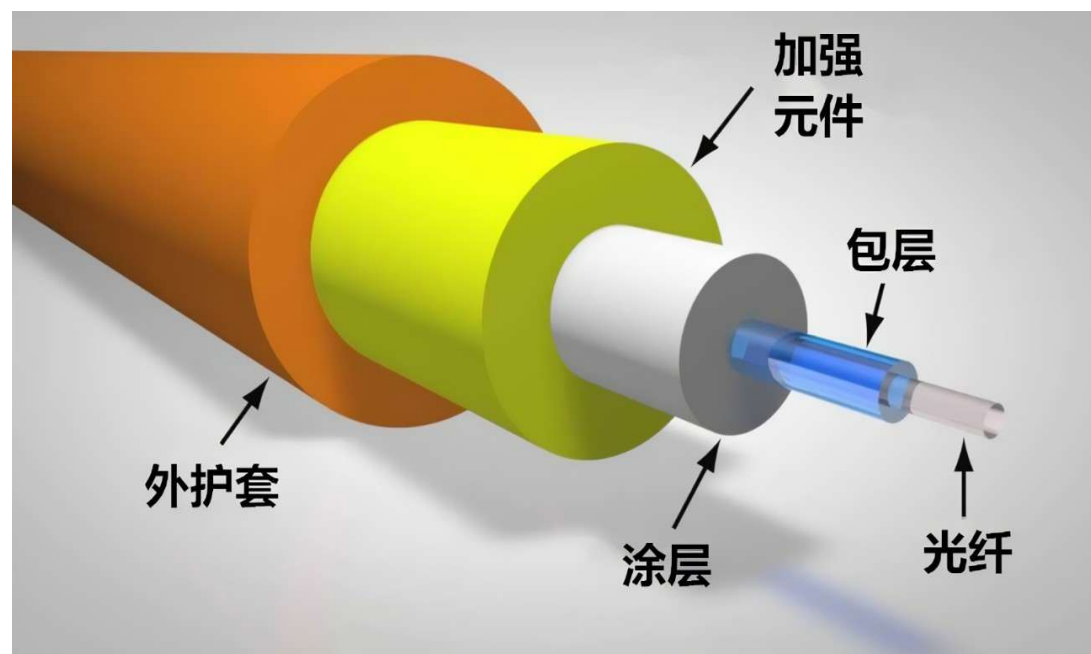


分布在全世界大大小小的数据中心，通过光缆互相连接。在中国，由联通、移动、电信等运营商负责建设和运营。国与国之间，通过海底光缆互相连接。

互联网基础设施

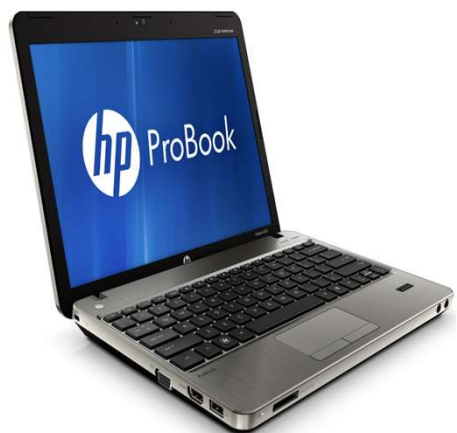


光纤发明者：高锟博士 (1933 - 2018)



光纤很脆弱，所以加了好几层保护层

互联网的用户



人就是用户。但是，人必须通过各种设备才能接入，变成互联网的用户。因此，将这些接入到互联网的设备统称为终端(Terminal)，现在接入互联网最多的是移动终端。

互联网的服务

互联网的样式一直在变化，因此它提供的服务也在更新，有些消失了，有些没落了，有些进化了，有些昙花一现。归纳起来，有以下几类：



电子邮件为代表的通信



WEB为代表的信息获取



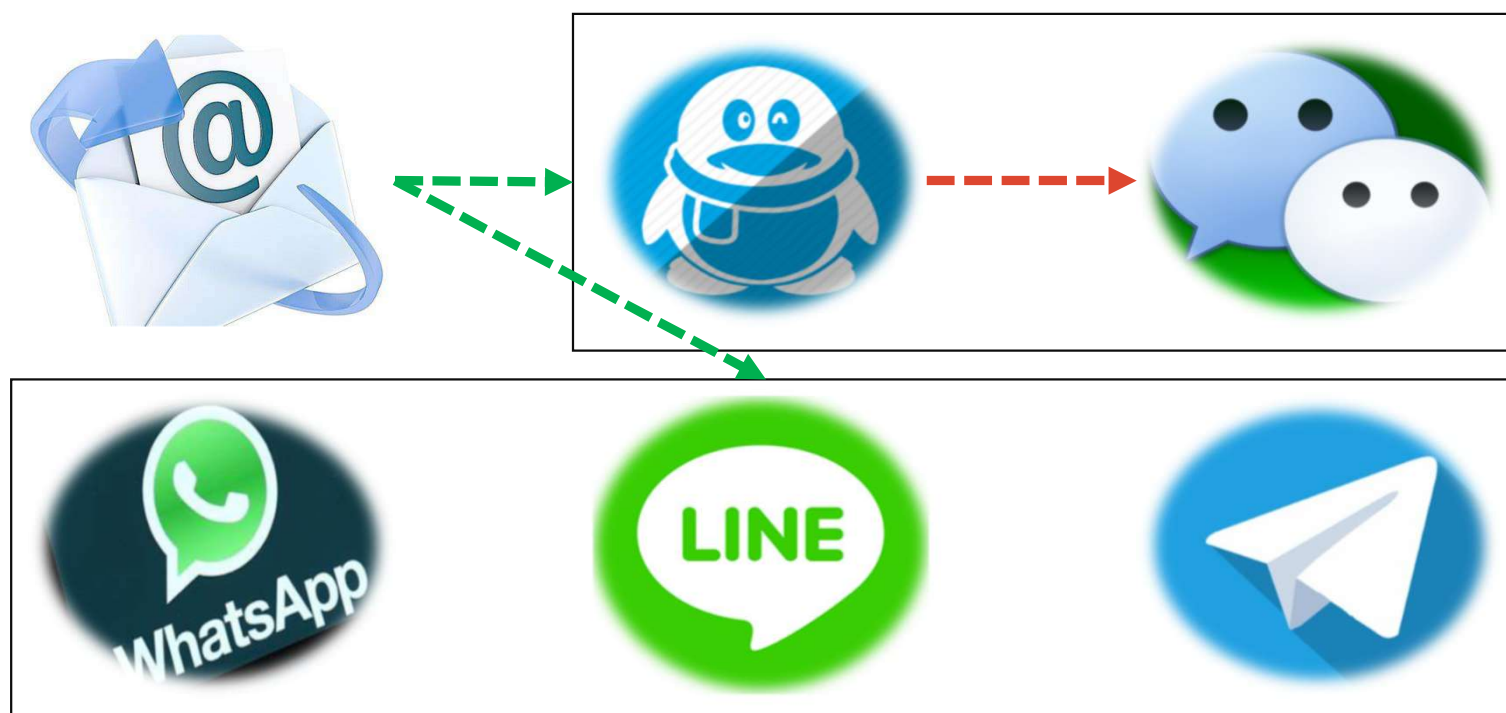
BBS为代表的UGC



在线购物为代表的电商

互联网的服务-通信

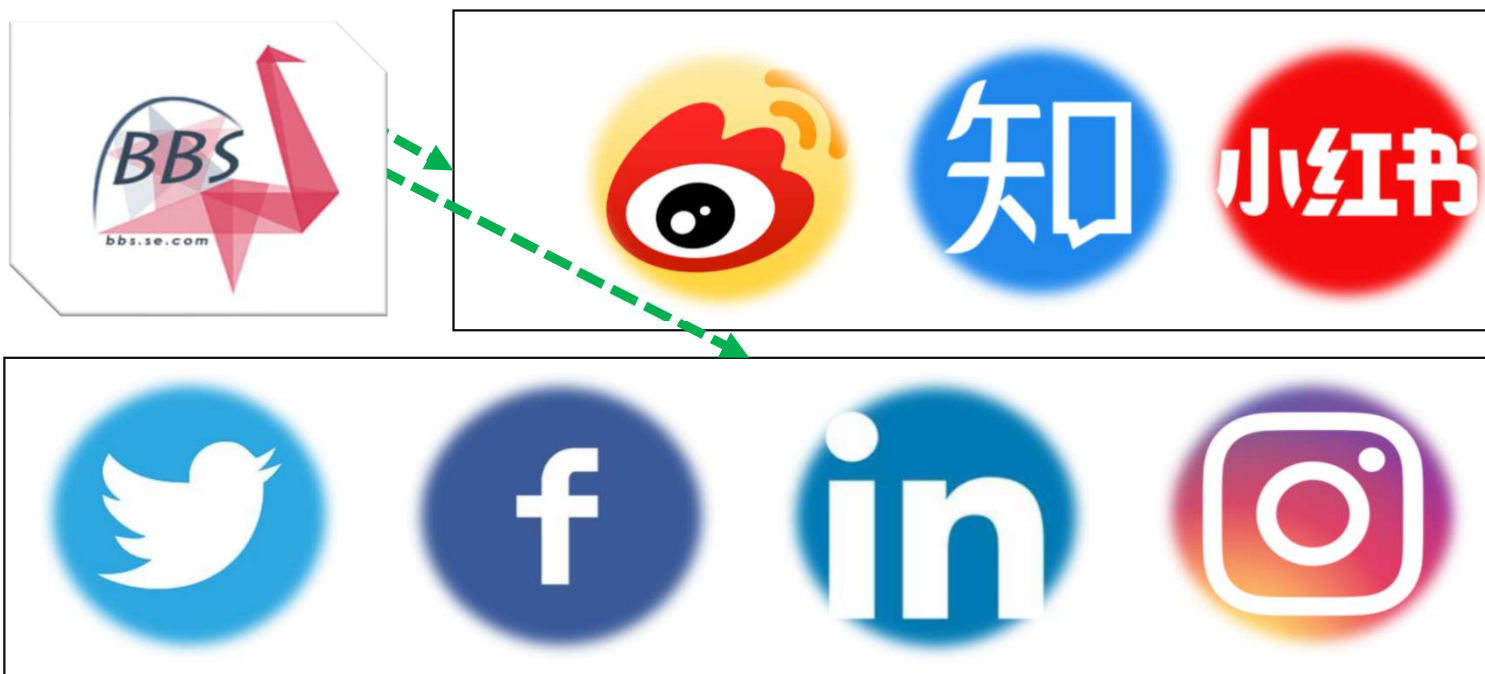
即时通讯(IM)产品是由电子邮件(email)发展而来的, 国内以微信为主, 绑架了中国人的整个人际关系链, 让人欲罢不能。QQ偶尔还在用; 国外的IM应用生态更丰富些, 选择也更多。



电子邮件至今仍有其不可替代的价值, 尤其是在工作中, 它是一种非常好的正式的沟通工具。建议大家在工作中重要的事情多用电子邮件, 不要在微信群里扯。

互联网的服务-UGC

最先对BBS发起进攻的是个人博客(Blog)。短命的Blog几年后就被微博(Micro Blog)取代了。在国内，新浪微博成了微博的代名词，也有以知识分享为卖点的知乎，以照片分享为特点的小红书等。国外最知名的就是facebook, twitter(现在改名叫X), 还有以职场社交为主的Linkedin, 等等。



BBS是互联网最经典的服务之一，曾经，各个大学都有自己的BBS，清华大学的水木清华BBS，北大的未名BBS等，热闹非凡，盛极一时。

互联网的服务-电子商务

电子商务(e-commerce)简单地说就是在互联网上做生意。迄今为止，它的发展经历了三个阶段，这三种形态都还并存着。搜狐、新浪、网易这些门户网站，都还有单纯的在线广告；以淘宝，京东以及异军突起的拼多多为代表的在线购物，改变了中国人的购物方式。直播带货更是让很多有点名气的人趋之若鹜，仿佛看到了财富密码。请注意，**电子商务的高度发达是把双刃剑。**

重磅消息！哈佛大学解开长寿秘密，
人类寿命有望突破120岁！...

九旬李嘉诚服用NMN，“感觉回到了20岁”



在线广告

淘宝
Taobao

在线购物



直播带货

互联网的服务-电子商务

电子商务(e-commerce)按交易主体（企业、个人），主要有下面三种模式。Business是指企业，Customer是指个体消费者。依照它们之间的买卖关系，有B2B, B2C, C2C。现在还发展出了更丰富的主体，比如政府(Governments)，于是出现了B2G等新的模式。不过互联网本身就是一个制造概念工厂，不必太在意这些层出不穷的新名词。（数字2就是英文to的意思，谐音）



B2B



B2C



C2C

互联网的服务-电子商务

电子商务(e-commerce)按交易方式, 也可以分为三种模式:



快递



O2O



OMO

快递是传统的交易模式, 买卖双方互不相见, 目前还是最主要的模式; O2O(Online to Offline)就是通过把在线的流量引流到线下进行交易, 比如各种排着长队的网红店; OMO(Online Mobile Offline)更多是一种理念, 通过移动方式, 将线上和线下融合。请大家注意一个事实: 不管这些概念怎么变化, 本质上还是为了卖货, 买卖是亘古不变的。

互联网的服务-信息

互联网信息服务经历了三个阶段：



没有选择权，喂什么吃什么。
新浪、搜狐、网易、雅虎、
BBC...这些都是大型的门户网站。当然也包括企业和个人的网站。

用户可以主动在浩如烟海的互联网信息中，寻找自己想要的信息。主要搜索引擎包括 Google, 微软必应，百度等，推荐大家用必应。

平台通过搜集(合法/非法)用户个人信息，分析用户偏好，推送的它认为你需要的大量信息，容易形成信息茧房，大家千万要小心。

互联网的服务-信息检索

搜索引擎 (Search Engine) 是互联网最重要的服务之一，它给我们提供了一种主动查找信息的手段。而且是免费的，如果你学会了有效使用它，就能从小白鼠变成大百科和智多星。



智商



情商

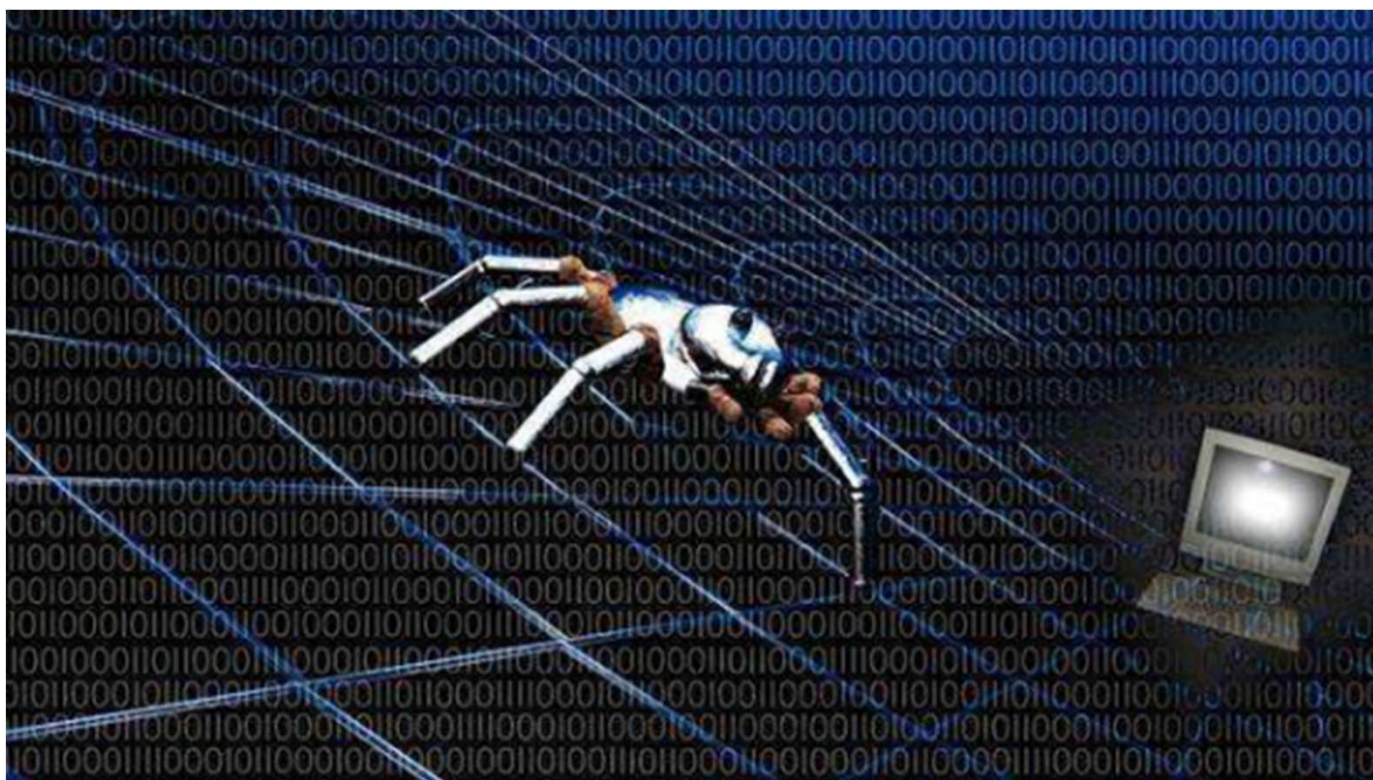


搜商

孔子说：人商有三，搜商为大。搜商可以弥补智商的短板，是现代人应该掌握的一种生存技巧。

互联网的服务-信息检索

搜索引擎是一种技术，基本原理就是抓取内容，分析内容，建立索引，快速查找。



搜索引擎通过一种称之为爬虫 (Spider) 的工具，在互联网上到处抓取信息。然后从信息中提取关键字，将它们像字典一样保存起来。当用户搜索某个关键字时，就会将内容呈现给用户。国外的Google，国内的百度，都是靠搜索引擎起家的。

互联网的服务-信息检索

有些搜索引擎是通用的，有些是某个垂直领域的，有些只搜索某个网站。

通用

谷歌，必应，雅虎，百度

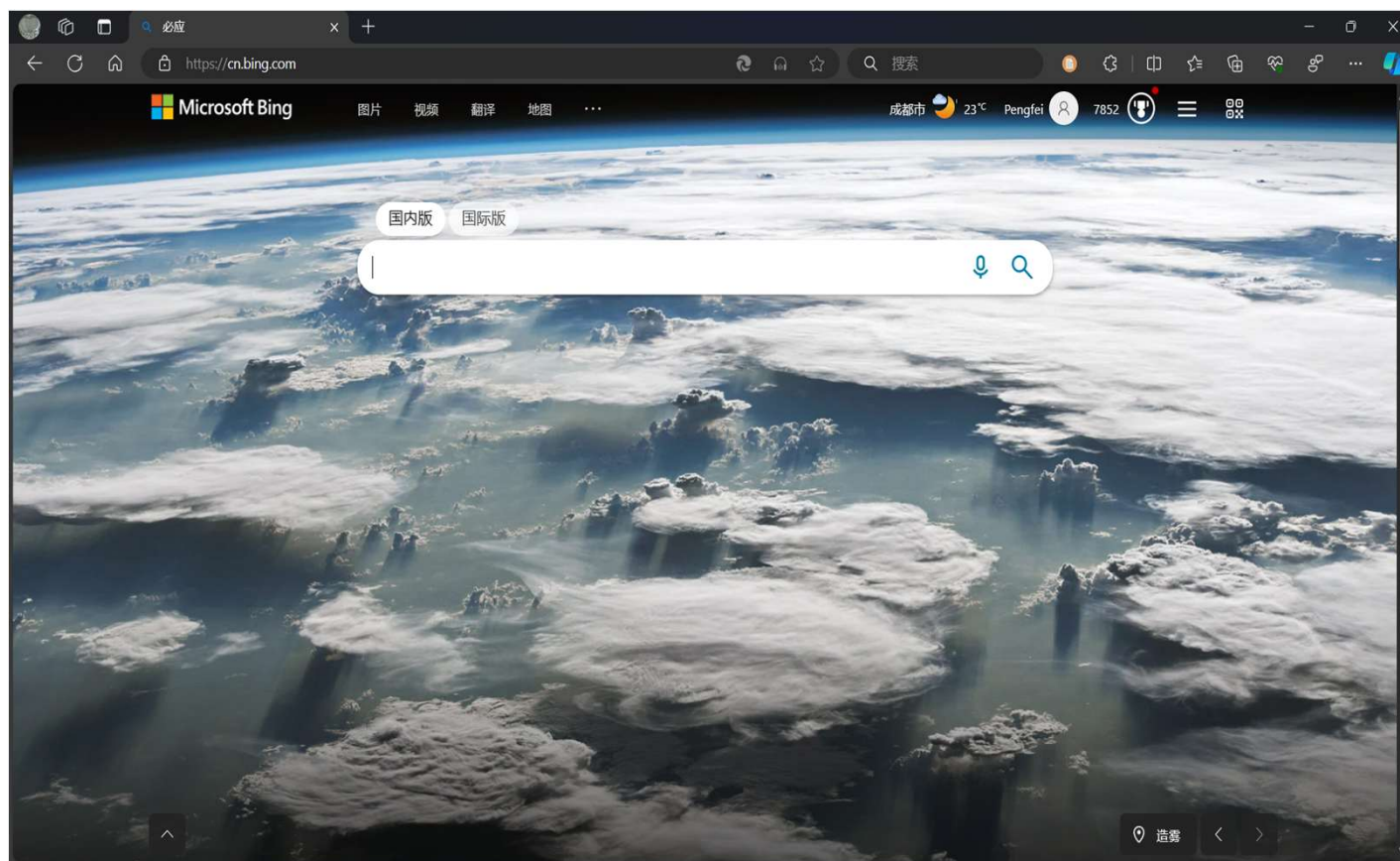
领域

学术论文、电影、音乐、代码

站内

维基百科、微博、贴吧

互联网的服务-信息检索



在中国大陆地区，推荐大家用微软必应，合法、广告少、虚假信息较少、搜索质量较高，体验较好。

* 请微软把广告费打过来。

互联网的服务-信息检索



国内版 国际版

从北京到新疆如果开车的话怎么走

网页 我的必应 图片 视频 学术 词典 更多 工具

约 129,000 个结果

北京到新疆旅游(实用版)-建议收藏
xinjiang-360.kanyow.cn/index.html 来自 360
刚从新疆旅游回来,写下北京到新疆旅游游记来帮助想去新疆的朋友!亲身经历告诉你真实的新疆攻略,包含准备工作+必去景点+费用及注意事项附详细图文... 广告
热门景点: 喀纳斯·禾木·赛里木湖·那拉提·天山天池
游玩线路: 经典7日游·精华10日游·新疆本地团·自由行/结伴游
省钱攻略: 限时优惠·买一送一·预订即享·免费咨询

知乎
<https://www.zhihu.com/question/20558930>

从北京自驾去新疆, 有哪些细节和路线推荐? - 知乎
网页 2012年11月5日 · 从北京出发到新疆, 必须要经过甘肃的河西走廊。在到河西走廊之前, 要经过山西、内蒙、陕西、宁夏和甘肃。无论走那条路, 都要跨越整个黄土高原。黄土高...

从北京到新疆自驾最适合的路线有哪些? 2020年9月6日

从北京开车到新疆需要准备些什么? - 知乎 2019年9月6日

从北京自驾到新疆是一种什么样的体验? 2017年10月16日

查看更多结果

要想搜到满意的内容, 还需要掌握一些搜索技巧。我们要练习用精炼的词语表达意图, 尽量不要口语化, 得到的结果会更有质量。所以, 选择合适的关键词至关重要。

北京 新疆 自驾游

互联网的服务-信息检索



Q 首尔之春好看吗

网页 我的必应 图片 视频 学术 词典 更多 工具

约 1,360,000 个结果

从拍摄技巧、人物形象的塑造、故事情节的推进、道具场地的选取等内容来讲,《**首尔之春**》是一部好电影。就拿人物形象来说,阴险狡诈的全斗光(全斗焕)、正派老实的李泰臣(张泰玩)以及那些跟风倒的草包将军们在观众面前展现的淋漓尽致。《首尔之春》的12·12政变较《第五共和国》而言更具戏剧化,对于那些追求观感的朋友们来说,很值得一看。

如何评价韩国电影《首尔之春》? - 知乎
www.zhihu.com/question/643370946

Q "首尔之春好看吗"

网页 我的必应 图片 视频 学术 词典 更多 工具

约 4,490 个结果

豆瓣电影
https://movie.douban.com/subject/35712804/discussion/...

首尔之春好看吗? 在家二刷才发现这些彩蛋!!
网页 2024年3月4日 · 在家二刷才发现这些彩蛋! . 首尔之春好看吗? . 在家二刷才发现这些彩蛋! . 影迷 2024-03-04 20:14:19 四川. 赞. 转发. 回应 只看楼主.

将关键词包括在英文的双引号之内,将会对搜索内容精确匹配。

但是一般而言,我们不需要这样,很多时候搜索引擎比我们更懂得如何匹配。

互联网的服务-信息检索



Q 首尔之春影评 **site:douban.com**

网页 我的必应 图片 视频 学术 词典 更多 工具

约 123,000 个结果

豆瓣电影
<https://movie.douban.com/review/15730688>

韩国历史的伤疤：首尔之春（首尔之春）影评
网页 2024年2月8日 · 这篇影评可能有剧透. 昨天看完了2023年韩国电影票房冠军《首尔之春》，这部电影在只有五千多万人的韩国，获得了1300多万人次的高票房。· 这部电影是一部满分 ...
5/5 ★★★★★

进一步探索

怒写一万多字理清《首尔之春》——短暂的春天 ...	zhuatlan.zhihu.com
如何评价韩国电影《首尔之春》？ - 知乎	zhihu.com
口碑炸裂，总统都敢黑的敢拍之作《首尔之春》 - 知乎	zhuatlan.zhihu.com
《首尔之春》：韩国政治惊悚片的历史背景解析 影迷驿站	movie.douban.com
敲黑板！带你6分钟了解《首尔之春》实际背景！_哔哩哔哩 ...	bilibili.com

根据热度为您推荐·反馈

豆瓣电影
<https://movie.douban.com/subject/35712804/reviews>

首尔之春的影评 (321)
网页 2023年12月2日 · 这篇影评可能有剧透. 电影《首尔之春》，以1970年代末动摇韩国近现代史的实际事件——“1212”军事政变为基础展开故事。· 汇集了黄政民、郑雨盛、李圣旻等一 ...

从制定网站搜索内容，
类似于站内搜索。

site:网站域名

互联网的服务-信息检索



调酒师职业 filetype:pdf

网页 图片 视频 学术 词典 地图 更多 工具

约 10,000 个结果

上海市人力资源社会保障网
http://www.rsj.sh.gov.cn/sosta/2014jnjid/shhjd/2022/202303/P...

[PDF] 调酒师国家职业标准 - 上海市人力资源社会保障网
网页 2021年7月8日 · 调酒师国家职业标准. 调酒师. 在吧或餐厅等场所,根据传统配方或宾客的要求,专职从事配制并销售酒水的人员. 本职业共设五个等级,分别为:初级(国家职业资格 ...

你可能喜欢的热门搜索

- 酒 宅配
- 白酒检测机构
- 律师行
- 木工简历

中华人民共和国人力资源和社会保障部
http://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/zcfg/SYzhengqiuyijian/...

[PDF] 调饮师 国家职业技能标准 - 中华人民共和国人力资源和社会保障部 ...
网页 2022年7月28日 · 1.9.2 鉴定方式. 分为理论知识考试、技能考核以及综合评审. 理论知识考试以笔试、机考等方式为主,主要考核从业人员从事本职业应掌握的基本要求和相关知识 ...

进一步探索

如果要搜电子书, 视频, 可以制定文件类型, 效果更佳。

filetype: type

互联网的服务-信息检索

现在的搜索引擎，都得到了人工智能的加持，对用户的搜索意图理解得更好了，因此，前面技巧反而没那么重要。如果搜到的结果不是你想要的，一般有两种可能：

5

多次尝试

关键词不对

换一个词，描述得更准确些

真的没有啊

有些信息，互联网上真没有

互联网的服务-信息检索

ChatGPT出现之后，获取信息又有了新的武器。一般而言，GPT类的人工智能工具，能生成质量更高、更精炼的、符合用户意图的信息。所以我们推荐您试试，但是要注意两点：



它会不懂装懂

所以你必须对结果进行鉴别

不要用来作弊

不要用它替你写作业和论文

一些提醒

互联网就是现实社会的一个镜像，门道很多，尤其要小心。



凡是让你付钱的，或者带你赚钱的，都不要信。

一些提醒

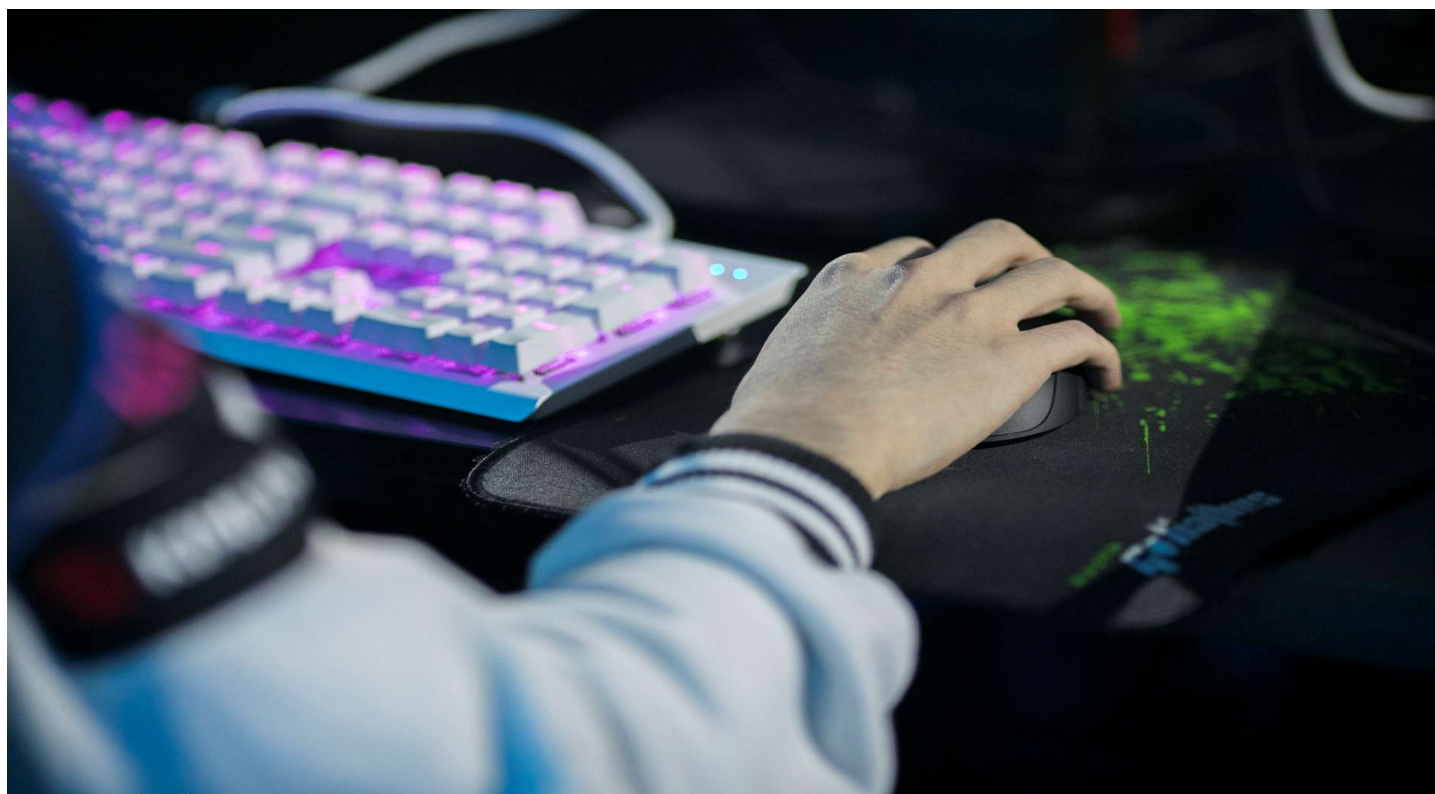
互联网就是现实社会的一个镜像，门道很多，尤其要小心。



做个吃瓜群众就好了，谨言慎行，否则很容易触犯到互联网相关的法规或管理要求，轻则禁言，次则喝茶，重则进宫。

一些提醒

互联网就是现实社会的一个镜像，门道很多，尤其要小心。



不要沉迷网络，现实世界更有趣，毕竟元宇宙还只是一个噱头。

一些提醒

互联网就是现实社会的一个镜像，门道很多，尤其要小心。



互联网上的信息，泥沙俱下，质量欠佳。要有甄别能力，否则学到的都是一脑子垃圾。

Lesson 5

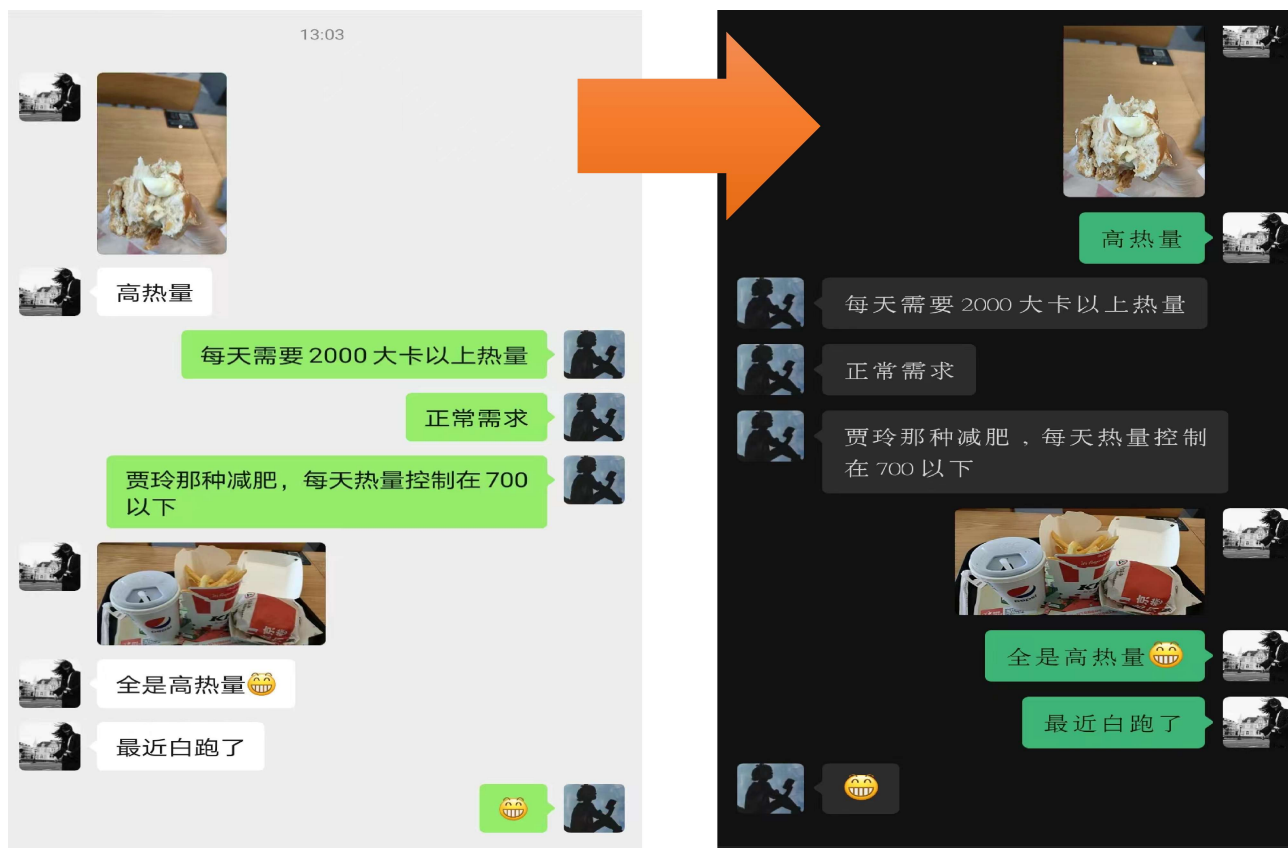
微信聊天是怎样进行的?

How does WeChat work?

从微信聊天说起

上一次从内容和服务的角度讨论了互联网，今天继续探讨其背后的计算机网络知识。这是一个复杂而抽象的领域，我们藉由微信聊天为例，略窥网络的究竟。

为什么一个人在自己手机的微信里输入信息，另一个人的手机上就收到了？



从微信聊天说起

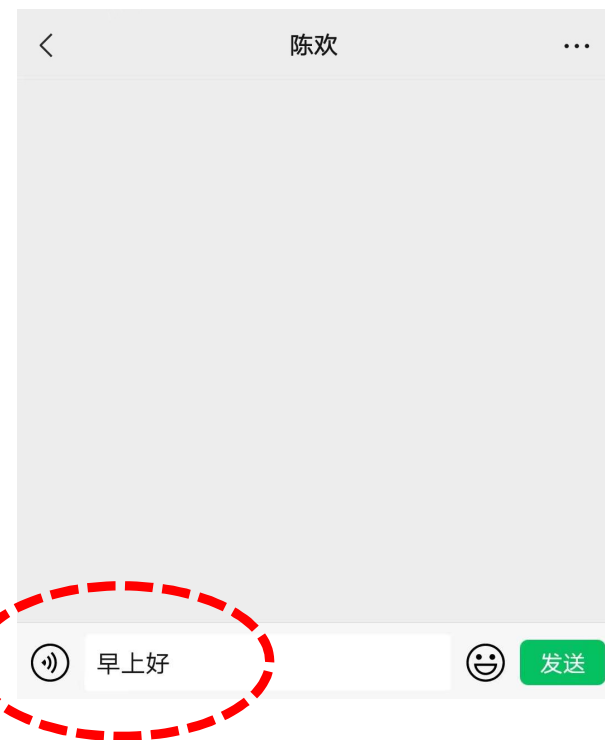
作为普通用户，会用微信就行了，没有动机也没必要性去探究这背后到底做了什么，用冰箱不一定要懂制冷工程，住房子不一定要懂土木工程。

但是我们是接受过高等教育的人，基于计算机在现代社会的普及程度，多少都学过一点计算机相关的课程，对冰山隐藏于水面之下的9/10，要有所了解，这也是“**通识**”的一部分。



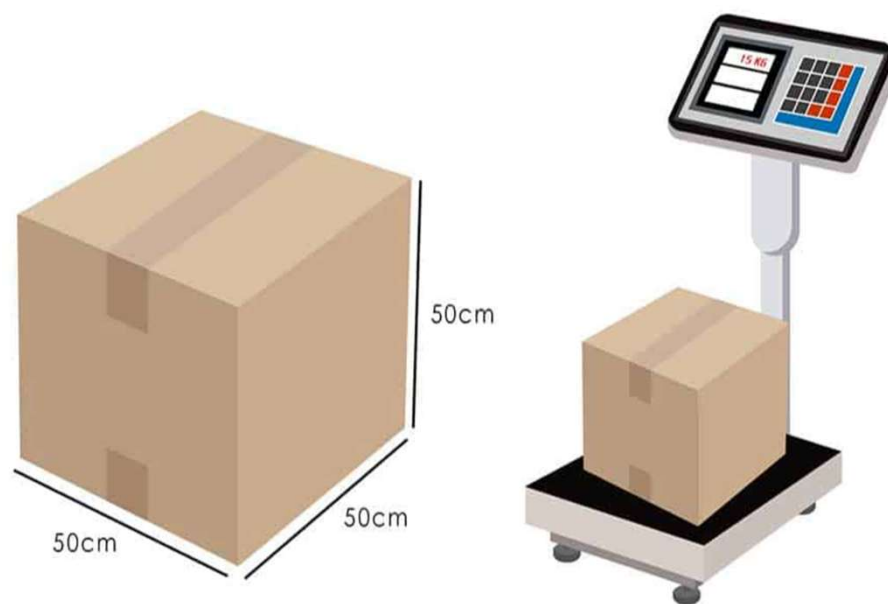
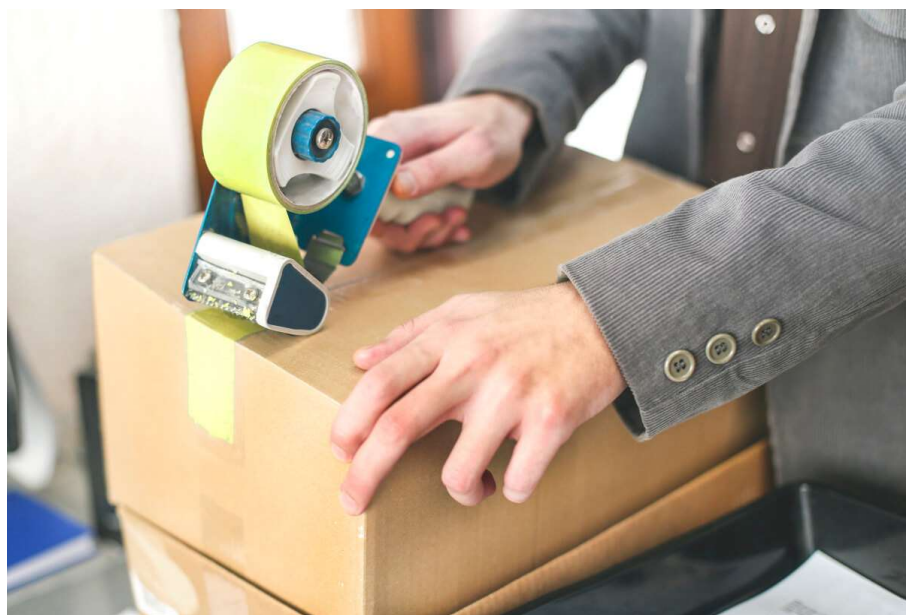
消息发送的过程

在微信中，把一条信息发给对方的过程，我们可以类比成网购收发快递的过程，比如我想买个水壶，和我要发送一句“早上好”，道理上是相通的。



消息发送的过程

店家准备好了货物(水壶)之后，就要开始打包。快递员要量包裹的体积、重量。信息发送的过程也是这样，不能光秃秃地将“早上好”三个字儿扔出去，还要对它进行一番包装。



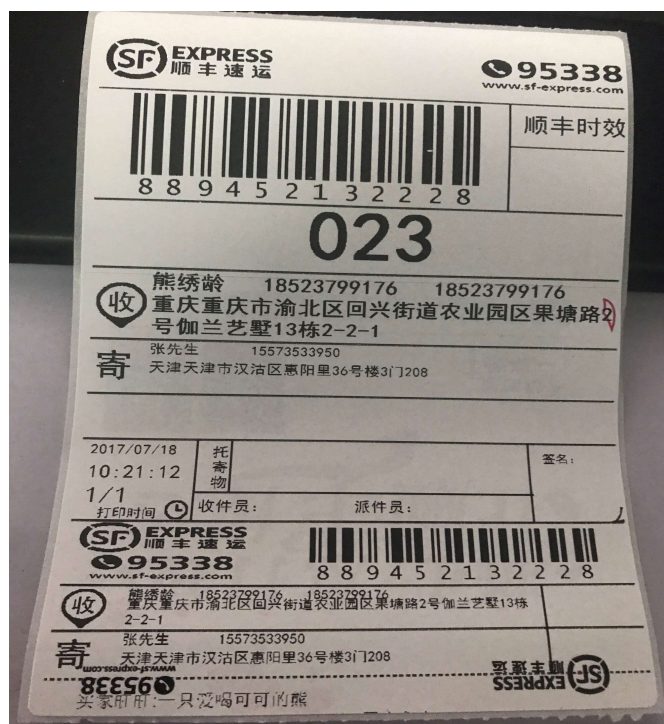
消息发送的过程

在网络上，任何数据，都是通过这种方式进行包装之后，交给更下一层去发送的。这一次的包装属于内包装，称之为应用协议。微信、微博、抖音、QQ都设计了自己的应用协议，一般都是私有的。包装必然就会导致传输的数据比实质性的信息长很多，但这是必要的成本，我也不想收到一个内包装都没有的水壶。



消息发送的过程

接下来就是填快递面单了，写上收货方、发货方的地址、电话，确保能收到。这些信息是贴在外包装上的，快递公司根据这些信息，会准确地将包裹送到收货人手里，它不关心里面究竟是个水壶，还是一个“早上好”。在计算机网络中，这是传输层和网络层协议的职责。



消息发送的过程

请注意一个事实，网络上收发数据，发送方和接收方都是一个主机，微信只是机器上的一个应用。只凭微信账号还无法将消息送达，必须知道对方机器的地址。这种将原始消息加上一些信息的过程，称之为封装，就好像装信封一样，就像贴快递面单一样，附加更多信息上去。



知识点：网络地址

接收方和发送方的地址，一般称之为IP(Internet Protocol)地址。它由两部分构成：

地址

端口号

IP地址有两个版本，目前常见的是第四版，即IPV4。它的格式类似于：192.168.10.23。IP地址表示主机在网络上的唯一编号，是个实实在在的物理主机（当然也可能是物理主机上的一个虚拟机实例）地址，就好像你们家的小区地址：四川省成都市武侯区外双楠大街鹭岛国际2期。

端口号就是门牌号，比如3栋2单元0801。在网络上，它用[1,65535]之间的一个数字表示。1-1024之间通常是保留给特定服务的，比如FTP, HTTP, SSH等。

知识点：网络地址

接收方和发送方的地址，一般称之为IP(Internet Protocol)地址。它由两部分构成：

1 9 2 . 1 6 8 . 1 0 . 2 2 : 3 3 0 6

分成四部分，用英文的点隔开。每一部分是一个数字，介于[0, 255]之间(第一部分不能为0)。四个数字联合起来，就表示了主机在网络上独一无二的身份。当然有一类地址只在局域网小范围内不重复，一般叫内网地址；有一类在全世界范围不重复，称之为公网地址。

端口号是区分机器上不同应用的。您的手机上有微信有QQ，机器接收到消息以后，它怎么知道哪条信息发给微信的？

知识点：域名

IP地址是个数字，不好记忆。于是计算机科学家和工程师们，设计出了域名，便于记忆。

3 9 . 1 5 6 . 6 6 . 1 8



域名解析

w w w . b a i d u . c o m



子域名



主域名



顶级域名

知识点：域名

域名和IP地址之间的关系有三种。一对一的关系是最常见的，将一个域名解析到一个IP地址上。有时候，比如我买了多个域名，闲着也没用，也可以将它们都解析到同一个IP地址上，这是多对一的关系。而一对多不太常见，主要用于做DNS负载均衡，当一个请求来了的时候，负责域名解析的DNS(域名服务器)可以随机（或者轮流）将其解析到某一个IP地址上，将请求分流，从而减轻单一主机的压力，达到负载均衡的效果。这是一个专业话题，大家不明白也没关系。

1:1

n:1

1:n

知识点：域名

顶级域名是由ICANN (The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) 负责管理和分配的。常见的顶级域名包括：



除了美国之外，每个国家也有自己的顶级域名，它们还能与上面的组合：



知识点：域名

子域名可以自己随便定义，在你的主域名下不重复就行了。但是有一些约定俗成的子域名，代表了某种大家都知的服务：

www

mail

bbs

v

因此，起个有意义的二级域名，是很有意义的，不用向别人解释它的用途，也便于传播。

消息发送的过程

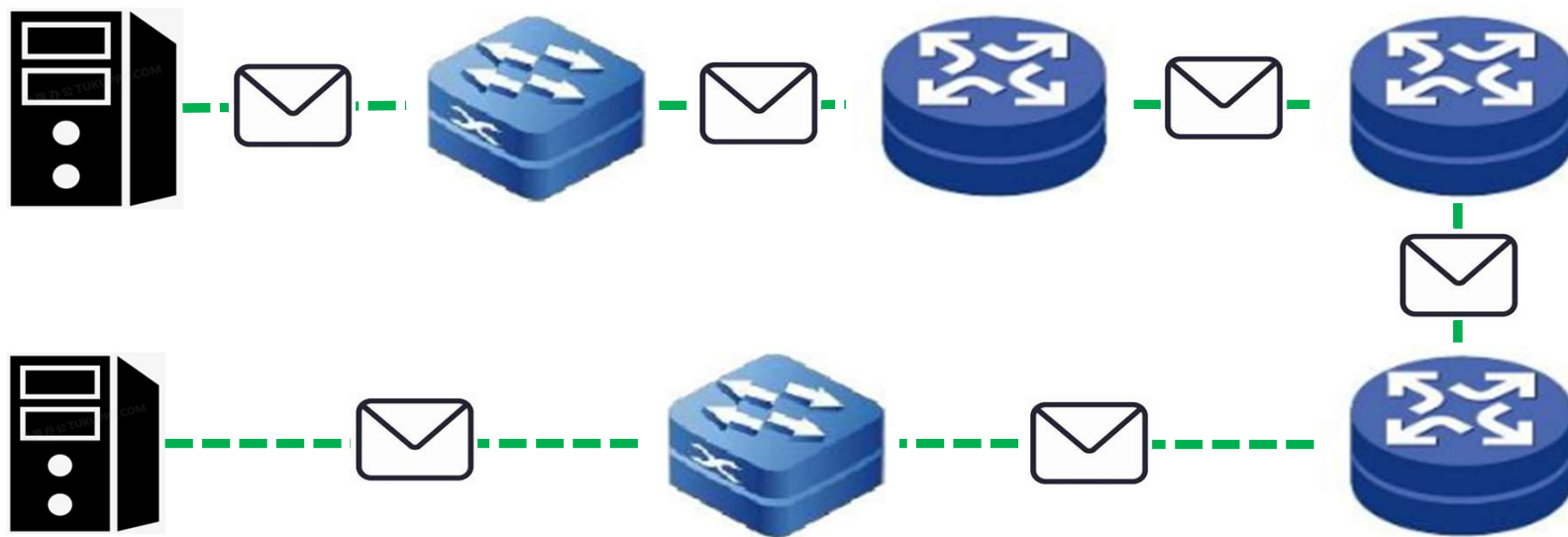


好了，接下来就要把包裹发送出去了。发送的过程是一站一站接力的，并不是同一个人揽件后直接送到您手上。这里面涉及两个要点：

1. 选择合理的路径
2. 包裹的接收-转发

消息发送的过程

网络也是如此，消息是通过**网络设备**接力方式进行传输的。网络设备主要有交换机(Switch)和路由器(Router)两种，它们工作在不同的层次上，原理也不太一样。



知识点

路由器负责将不同的网络连接起来，计算消息发送到下一站的最优路径，然后再把消息转发出去，解决数据在网络之间怎么走的问题。前面讨论的IP地址，就是给路由器用的，它根据IP地址将消息正确转发到下一个路由器上。所有的网络设备，转发（Forward）都是最基本的工作，只是转发的原理不尽相同。



知识点

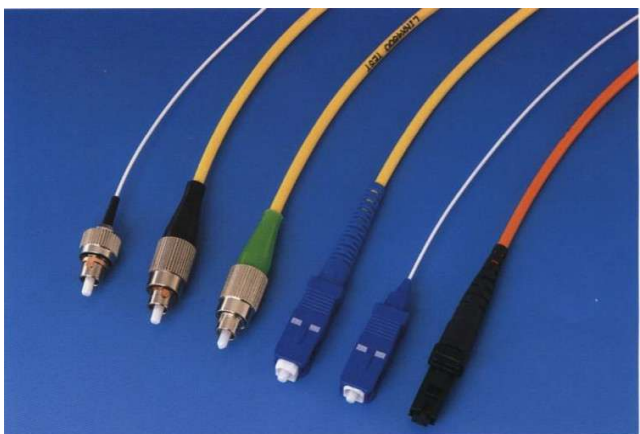
当路由器将消息转发到最后一个网络时，交换机就开始工作了。大多数交换机解决的都是消息传送的“**最后一公里**”问题，在同一个网络里，负责将消息准确转发给主机。



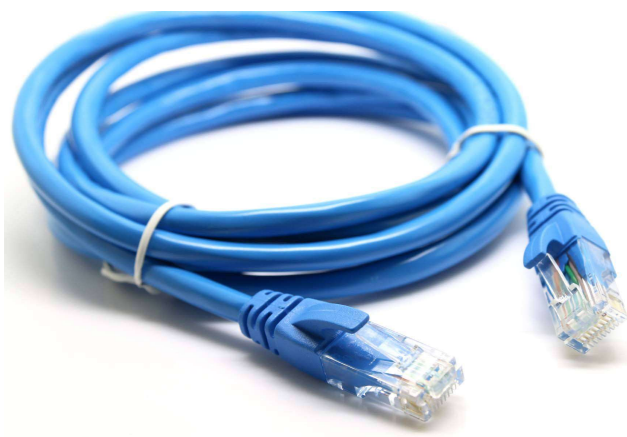
跟路由器相比，交换机工作在更低的层面上，它不需要IP地址。因为在同一个网络里，它知道每一台主机的网卡的地址（MAC），这个更方便。就好像同城快递一样。

知识点

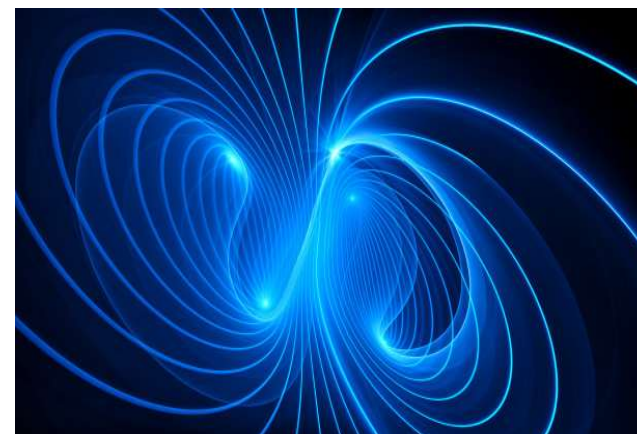
发快递的时候还有一个问题：走航空，汽运还是铁路？在通信网络中，这就是选择通信介质，消息传输的物理通道。常见的通信介质有三类（很多教科书上提到的同轴电缆已经不太用了）：



光纤

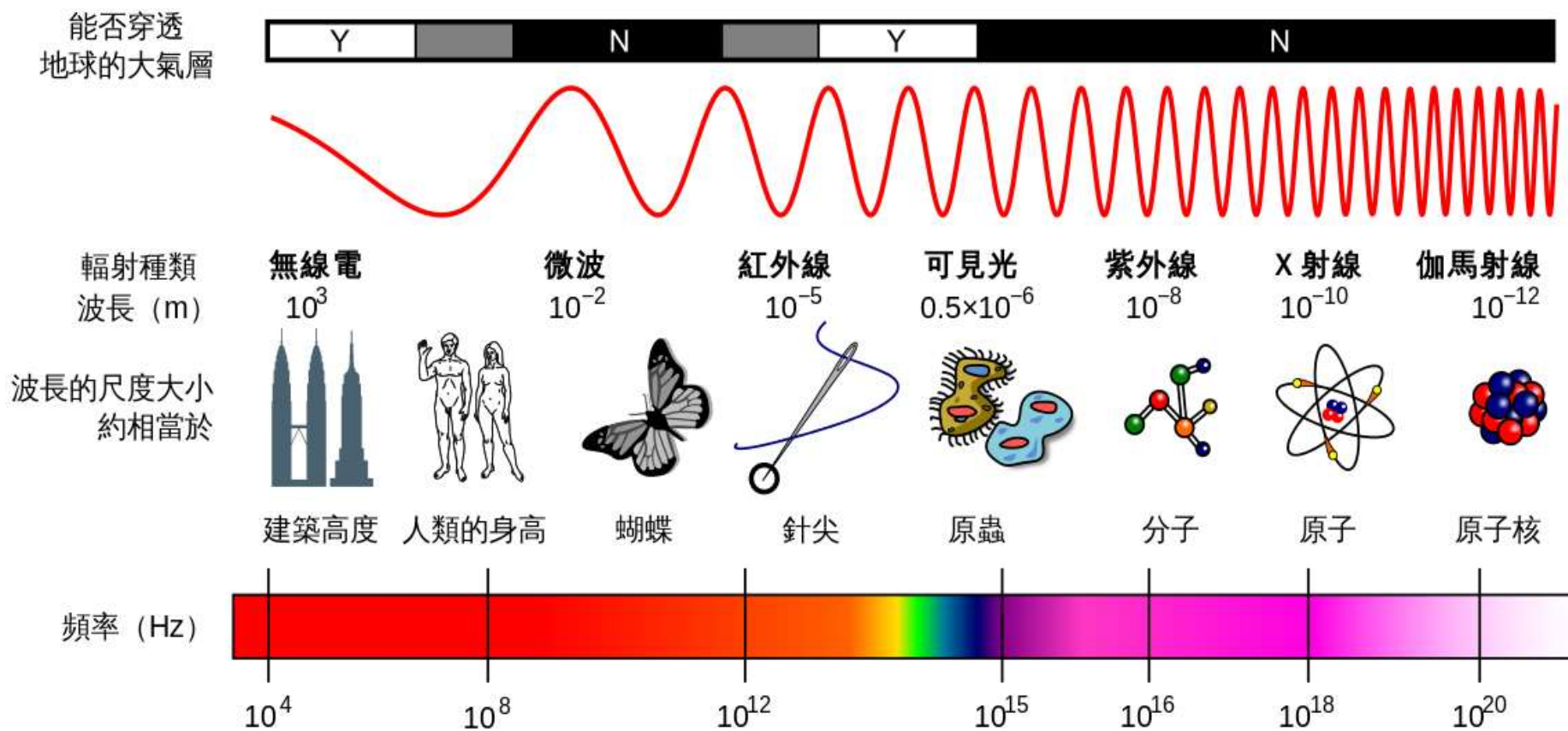


双绞线



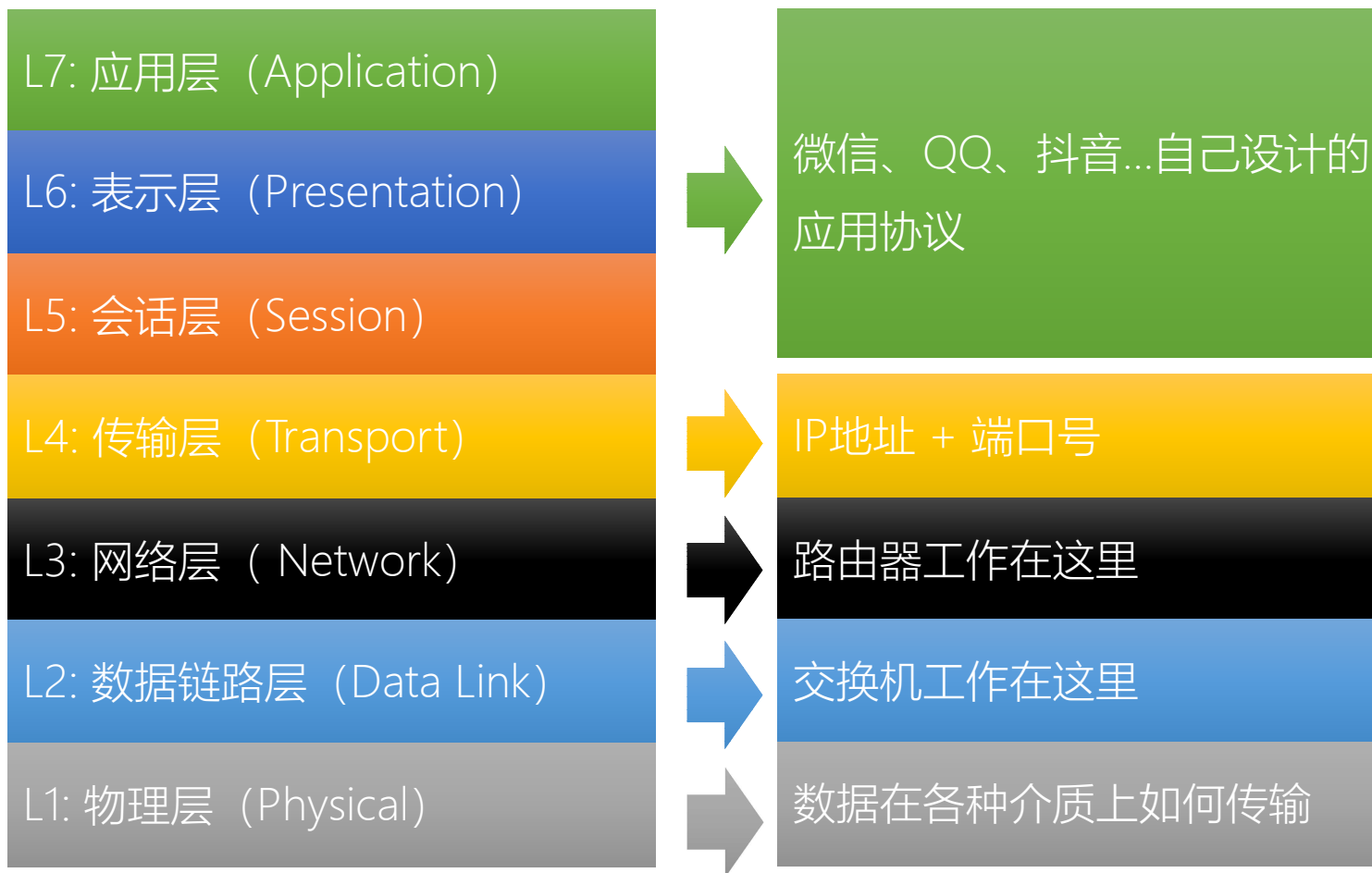
电磁波

知识点：电磁波的频率与波长

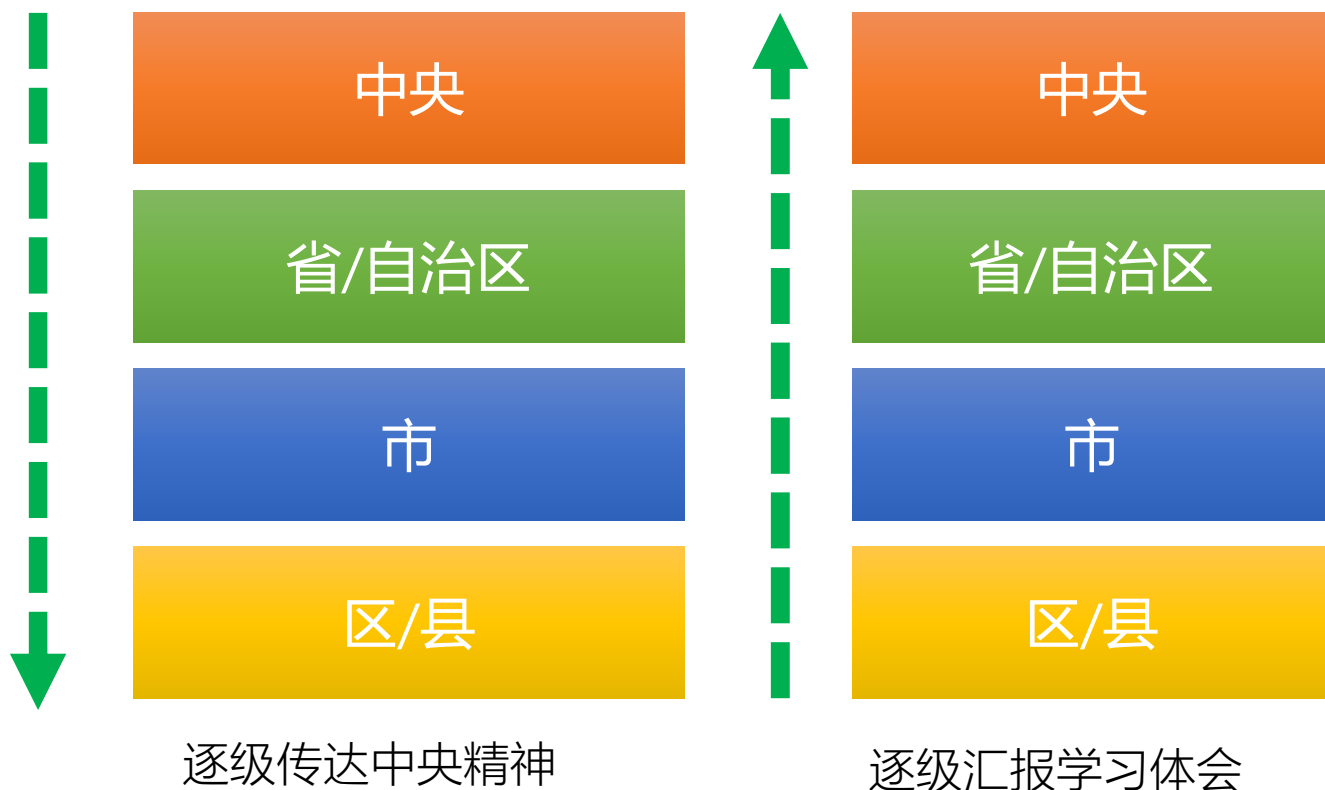


知识点：OSI/RM

消息在网络上传输的过程，宏观层面，可以用快递类比，就这么简单。从封装到传输，对方接收到以后再拆封，我们可以用一个分层的模型来表达，这就是OSI(开放系统互联)的参考模型。发送方和接收方的流程是相反的。



知识点



为什么要分层？看看现实世界里，信息上传下达的基本模式。计算机的很多设计思想并不是凭空而来的，所谓“佛法不离世间法”。

分层是计算机中最重要的设计思想之一，尤其是软件领域，分层无处不在。

Lesson 6

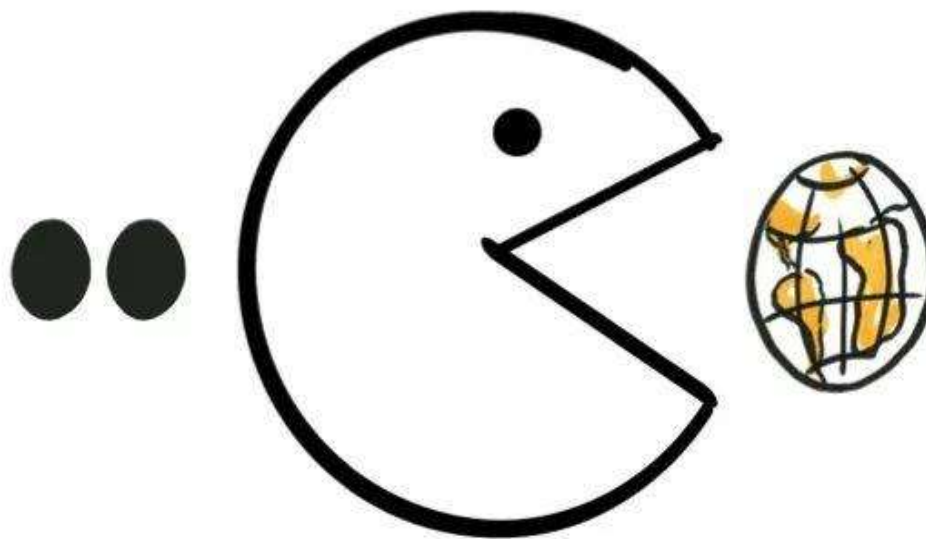
软件是如何开发出来?

How is software developed?

软件无处不在

2011年，网景公司创始人Marc Andreessen在华尔街日报上撰文“软件正在吞噬世界”，成功的预言了“未来十年，越来越多的大型企业及行业将离不开软件，网络服务将无所不在，有更多的行业被软件所瓦解，软件还正在吞噬许多被广泛认为主要存在于实体世界的行业的价值链”。

Software is eating up the world*



* Marc Andreessen
in Wall Street Journal

软件无处不在

2012年，计算机历史博物馆网站发表了一篇文章，解释为什么软件正在吞噬和改变世界。



EXPLORE

CHM BLOG CURATORIAL INSIGHTS

WHY SOFTWARE IS EATING, AND CHANGING, THE WORLD

By [John C. Hollar](#) | December 07, 2012

软件无处不在

当我们每天都被各种软件所支配，而又毫无感觉的时候，软件就成了水、空气、阳光一样的东西了。这是一件既便利又恐怖的事情。



什么是软件开发

所以，我们应该常识性地了解一下，软件是怎么被开发（做）出来的，或者，什么是软件开发。



What is software development?

Software development refers to a set of computer science activities that are dedicated to the process of creating, designing, deploying, and supporting software.

什么是软件开发

软件开发是一项工程活动，它跟盖楼、修路、架桥是一样的。所以我们从考察盖楼房的过程开始。



什么是软件开发

大厦不是一个人盖起来的，现代软件也一样，规模都很大，个人很难胜任。因此软件开发是一项团队活动，团队由多种角色构成。但是软件开发并不是一个高度标准化的行业，角色五花八门甚至乱七八糟的，总的来说，常见的右下的表格：



#	角色
1	项目经理
2	UI设计师/美工
3	架构师
4	软件工程师
5	测试工程师
6	实施工程师
7	产品经理
8

什么是软件开发

1

需求

1. 住宅还是写字楼?
2. 高层还是多层还是低层?
3. 楼顶要不要游泳池?
4. 要容纳多少户?
5. 地下需要几层?
6. 抗多大的地震和台风?
7. 要毛坯房还是精装修?
8.



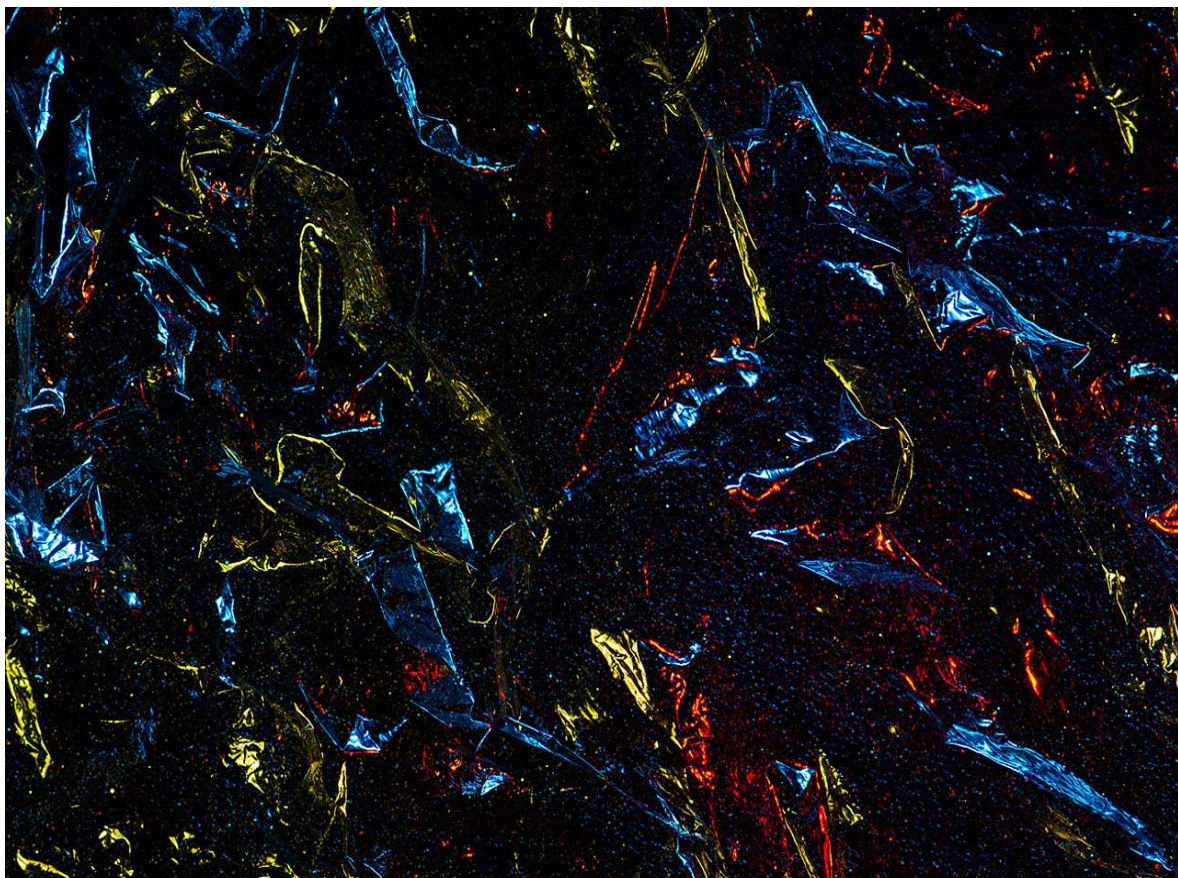
什么是软件开发

我们将业主提的这些要求，称之为需要(Needs)。请记住，并不是所有需要都是合理的，比如业主说我要每一户从室内都能起降直升机。软件开发也是如此。



就照着马化腾那个
微信给我开发一个，
给你5万块！

什么是软件开发



所以，业主/甲方/客户提出的要求，并不一定都合理，作为盖房子的人，或者开发软件的人，要利用专业知识去判断甄别，去归纳总结，去提炼。

在软件开发中，这一步称之为“需求分析”。

需求分析会用到一些技术手段，我们就不展开讲了。

什么是软件开发

简而言之，需求分析就是将客户的需要转变成技术上、商业上、法律上、伦理上可以实现的功能规格的过程，业务建模是过程中非常重要的一个步骤。换言之：需求是为了解决客户的需要而提出的方案，最终以某种形式描述出来。

功能需求

层高4.2米以上，四个卧室，且都有卫生间，一个客厅，一个餐厅一个休闲阳台，精装修。

非功能需求

抗8级地震，抗12级台风，注重隐私，彰显业主尊贵身份，强调建筑的高端人文气质

什么是软件开发



说人话

需求分析的过程，要尽量用客户/业主/甲方能够听懂的、贴近它们业务的语言来表达，将技术的词汇隐藏起来，俗称“说人话”。

很多软件开发人员，满口都是技术名词，感觉自己很高大上，但是给客户的观感很差，交流起来很困难，得不到客户的认可，互相吐槽对方是蠢货，是白痴。

所有的专业人员都一样，面对非专业人士时，请尽量用对方能听懂的语言交流，就好像本课程中充满了类比一样。

什么是软件开发

2 设计



什么是软件开发

如果客户不具备专业知识，是看不懂设计的。也就是说，设计是给专业人士看的，如何用技术手段满足前面提炼出来的需求，满足不同的需求设计不一样。



防潮



抗震

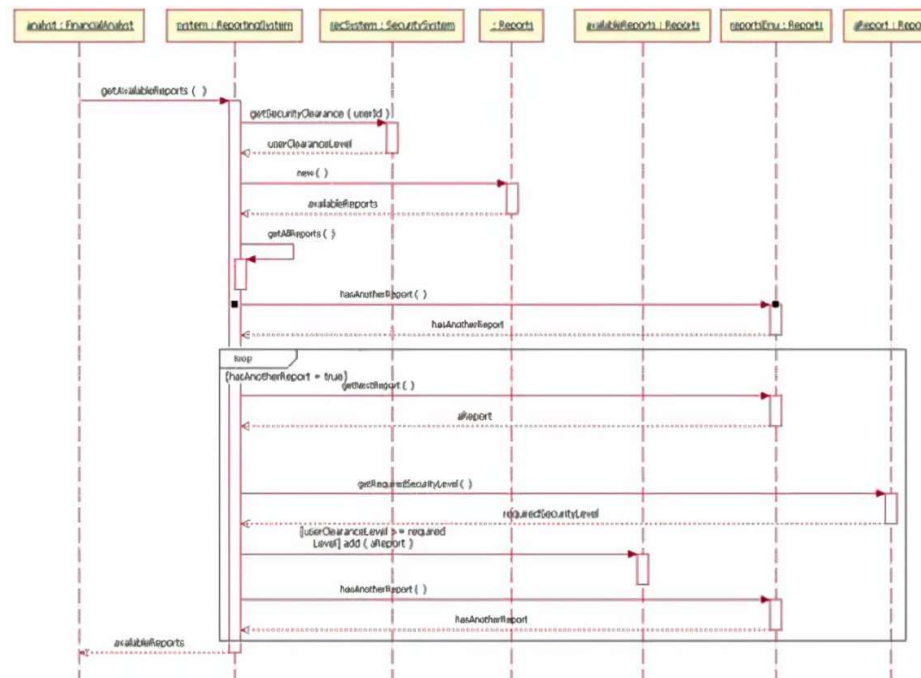
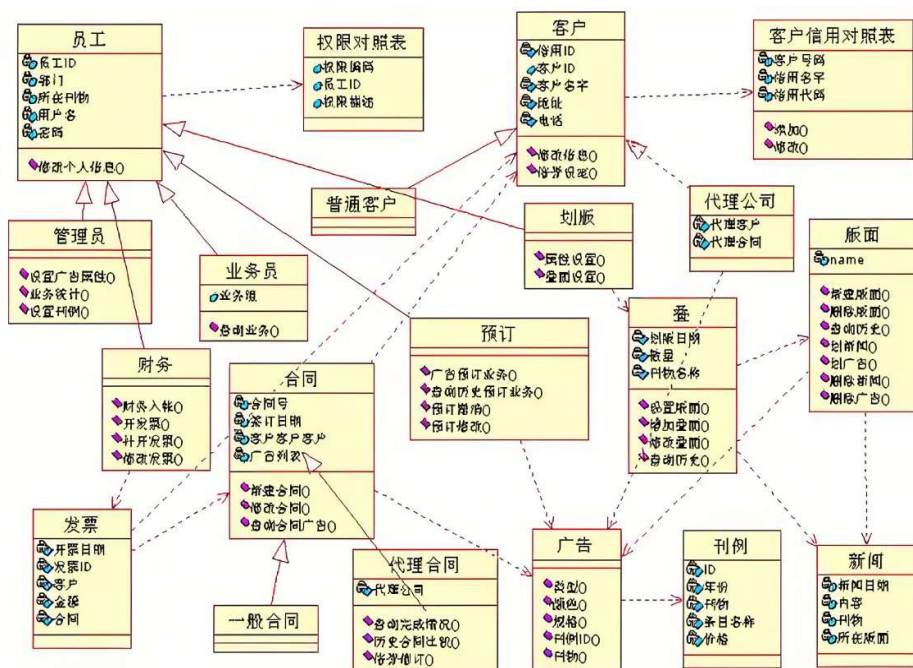


保暖

防风

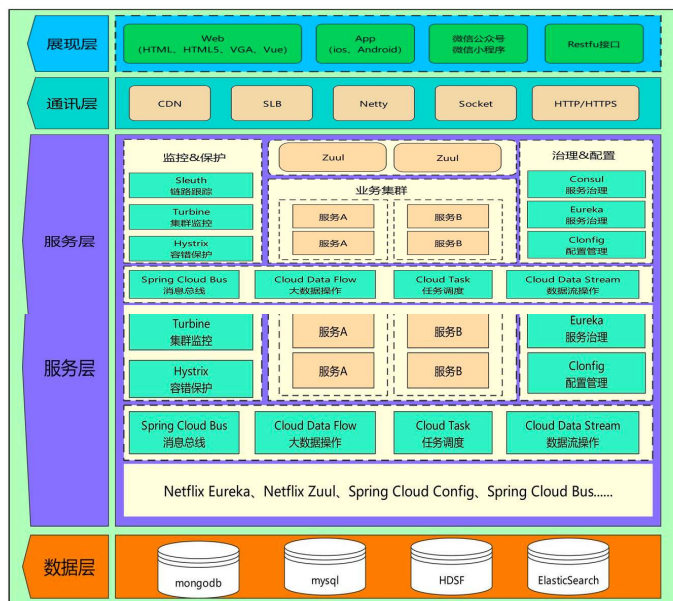
什么是软件开发

软件的设计也类似，设计方案是为后续的开发过程提供指导，关注的是软件的内部结构和外部接口，解决要怎么做的问题，客户一般不关心技术层面的东西。



什么是软件开发

软件设计的常用手段就是画图(标准的UML图, 不标准的流程图, 看起来很厉害但是毫无用处的架构图), 或者伪代码描述的关键算法, 以及必要的文字。



Algorithm 1 Spatial-Temporal Texture Transformer Network for Video Inpainting.

Input: video X , hole H , validity V

Output: completion video Y

for l in reference frame indices do

$$v_l = \text{FFM}(X_l, H_l)$$

$$v_l = \text{Encoder}(X_l)$$

$$k_l = \text{Encoder}(\text{FFM}(X_l, H_l), V_l)$$

end

for i in target frame indices do

$$q_i = \text{Encoder}(\text{FFM}(X_i, H_i), V_i)$$

$$P, W = \text{RE}(q_i, k_l)$$

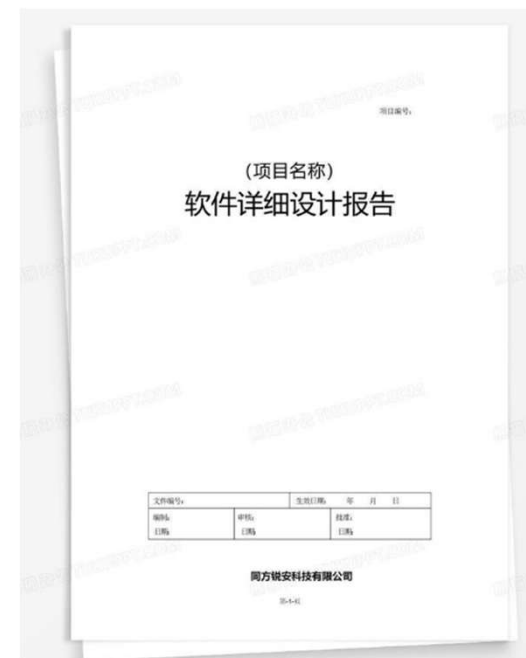
$$T = \text{CLFT}(P, v_l)$$

$$F = \text{DNN}(\text{FFM}(x_i))$$

$$F_{out} = F + \text{Conv}(\text{Concat}(T, F)) \odot W$$

$$Y_i = \text{Decoder}(F_{out})$$

end



什么是软件开发



设计是用来和专业人士进行沟通的，因此要用标准化的方法做设计。比如采用UML。切忌自己发明一些符号、图形，做出来的设计，只有自己懂，别人不理解意思，造成巨大的沟通成本。标准化的意思就是：符号的含义是公开的并且无二义性的，不需要人解释，就好像交通信号灯，绿灯亮了，全世界的人都知道是可以通行的意思。

遗憾的是：软件开发领域，标准化方法的应用程度还很低，土法炼钢者众多。

什么是软件开发

龚自珍说：纵使文章惊海内，纸上苍生而已。房子是盖出来的，软件是编出来的，设计得再漂亮，施工不好也是一堆废纸。

3 施工



什么是软件开发

在软件行业，不叫“施工”，称为“开发”(Development)或“实现”(Implementation)。不管是施工还是开发，第一重要的事，就是需要干活的工人。



软件开发的从业者，一般叫做程序员(Programmer)，更正式一点的叫法是“软件工程师”(Software Engineer)，他们也自称为“码农”，常被客户喊做“李工”、“王工”。

什么是软件开发

其次，要有工具。建筑施工的工具大家都见过，软件开发的工具也多种多样：

编辑器
Editor

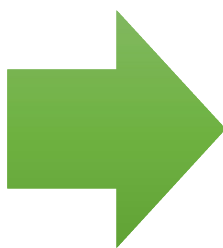
编译器
Compiler

中间件
Middleware

开发人员首先要选定某一/几种语言，在编辑器里，用这些语言写出“程序”，然后通过编译器将程序翻译成机器能理解的二进制代码。有些时候，并不是所有东西都需要我们自己去编，可以采用一些预制件，站在别人的肩膀上干得更快更好，这就是中间件，包括框架、库、解决某个通用问题的软件.....等，有些是开源的，有些是商业产品，有些是自己造的。

什么是软件开发

开发或实现的过程，主要工作就是编程(Programming)。如何将现实世界的模型、过程映射到数字世界里，是程序员一行一行写代码来解决的问题。

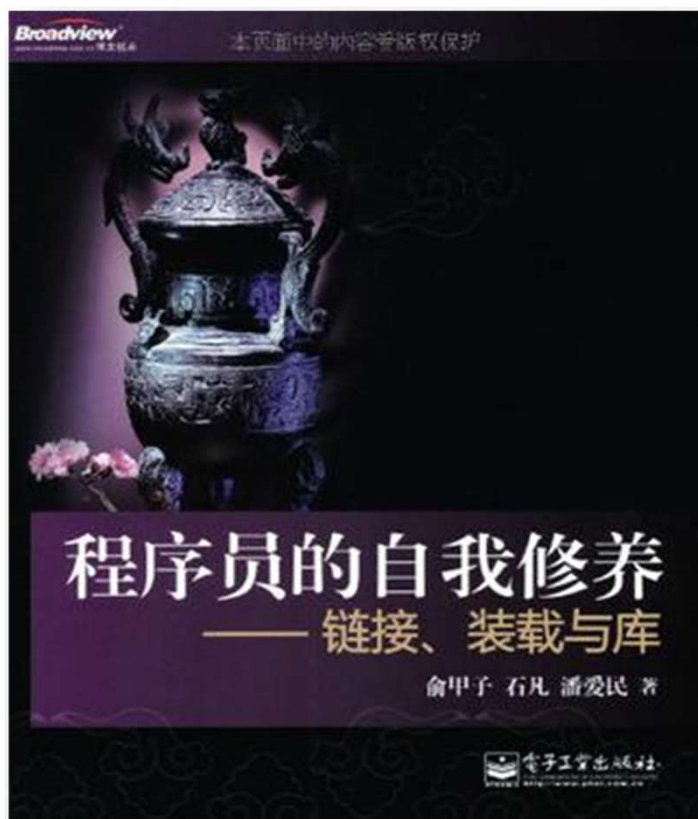


什么是软件开发

编程解决某个领域的问题，需要掌握自己的和别人的专业知识，二者不可或缺。比如，我要做一个帮助高尔夫爱好者训练的APP，那么我要懂APP开发，懂人工智能(姿态识别)，还要会打高尔夫。



什么是软件开发



编程本身并不太复杂，大家花一星期时间，就能学会用某种语言编写程序。但是要把程序编得好，成为一个优秀的程序员，就不容易了，需要学习很多专业知识，经过很多专业训练，即所谓的“一万小时定理”。当然每一个专业都是如此，并不是计算机专业就很独特。

乐器、舞蹈、运动、外科手术.....任何一种技能，都需要经年累月的训练，并不是只懂一些理论知识就能做好的。

什么是软件开发

工具决定了质量和效率。好的工具也能将人从重复繁杂的事情中解放出来。然而事情并没有这么简单，这么美好。



什么是软件开发

软件开发这个行业也如此，随着GPT(生成式人工智能)越来越强大，程序员就越来越感觉到危机，是属于被AI取代的高危行业。

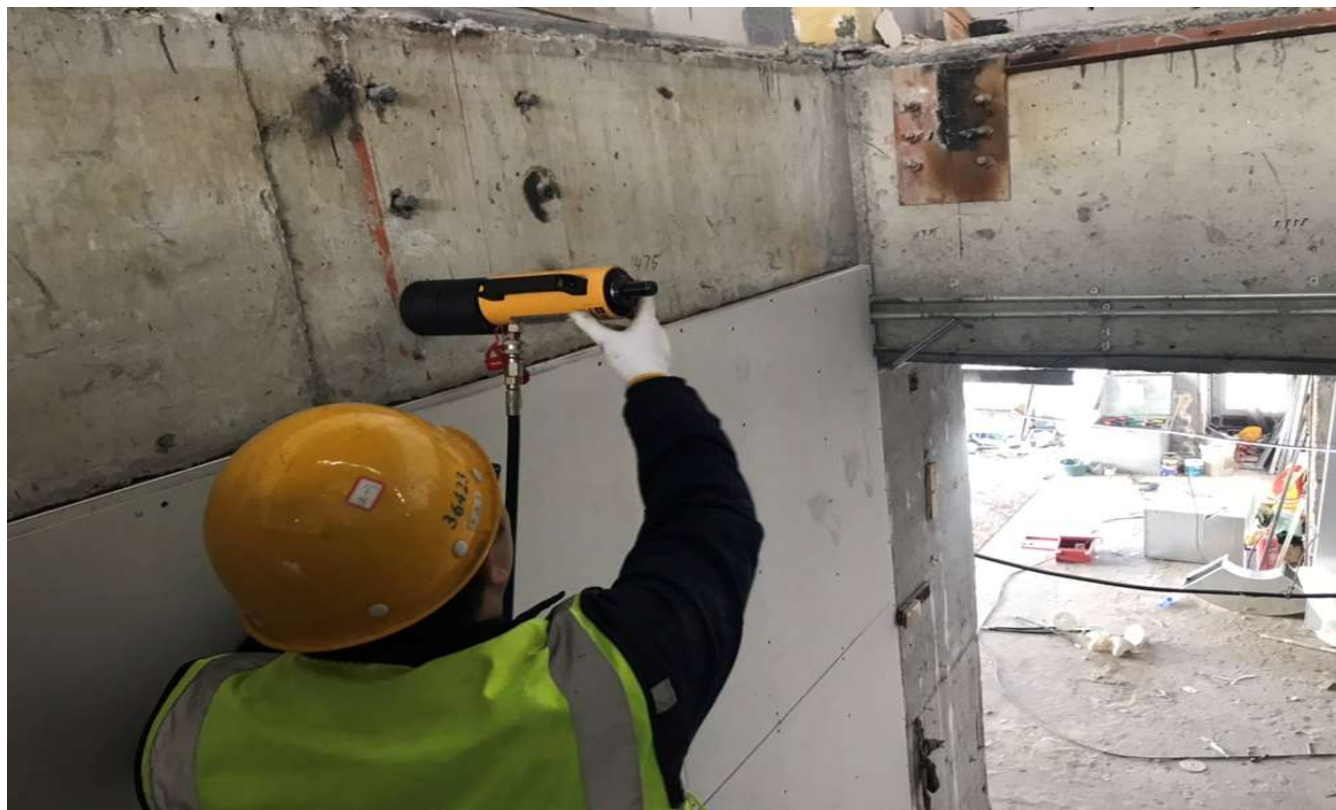


* 如果说人工智能带给我们的是失业的恐慌，剥夺人的工作机会，还需要人工智能吗？

什么是软件开发

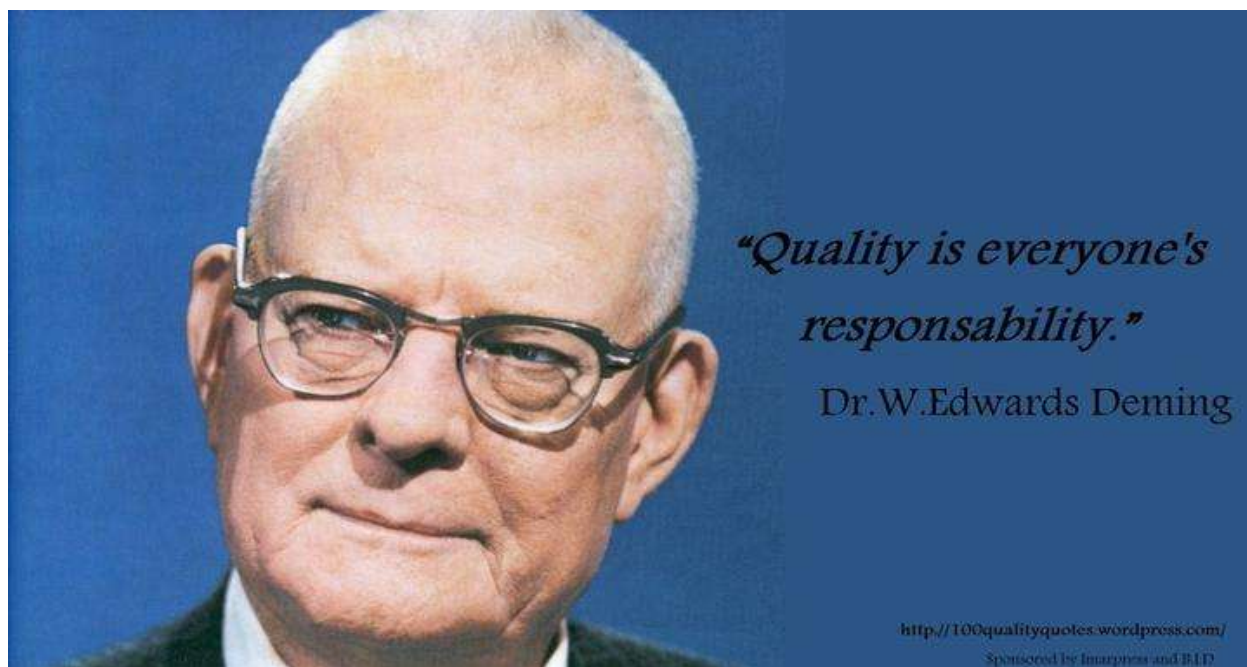
4

测试



什么是软件开发

测试是确保软件质量的一种行之有效的办法，它属于质量保证(Quality Assurance)的一个环节。大家如果对质量管理有所了解的话，就知道测试是贯穿整个生产和开发活动始终的，并且与设计 and 开发相互交织。大家不管学哪个专业，以后从事哪个行业，都有必要了解一点质量管理知识。



什么是软件开发

狭义的软件测试，通常称之为Find Bug。找到之后交给程序员Debug，分析出原因之后，就Fix Bug。这个过程周而复始，直到评估认为达到了质量要求。



Find Bug



Debug

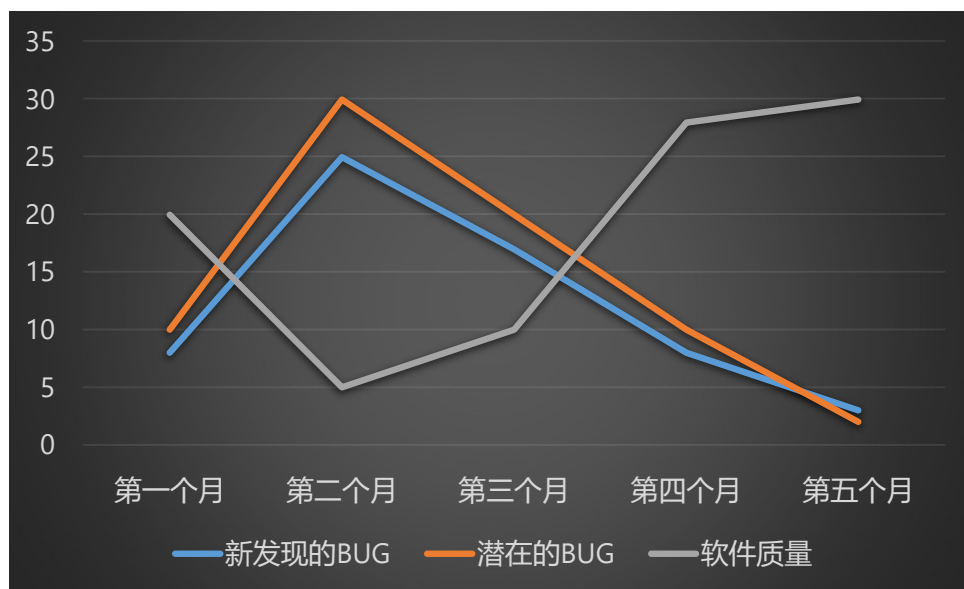


Fix Bug



什么是软件开发

潜在Bug的数量与已知未修复的Bug数量成正比。但是我们无法保证一个软件没有Bug,只能是经过充分的测试之后,未发现Bug。从数学层面,可以通过形式化验证的方法,证明没有BUG,但是它的成本太高昂了,除了性命攸关的特别领域,一般都不用这个办法。



形式化方法

FORMALMETHODS

形式化方法是使用数学方法解决软件问题,主要包括建立精确的数学模型以及对模型的分析活动,具体可以理解为是运用形式化语言,进行形式化的规格描述、模型推理和验证的方法。

望安科技以“形式化验证”为核心技术的安全服务及产品提供商。

什么是软件开发

从质量保证的角度看，Bug只是导致软件失效的一类问题，是对软件质量的狭义化。导致质量不合格的，还有其它类型的问题，统称为缺陷(Defect)。下面列的这些，都是缺陷。

BUG

功能没实现

设计不合理

性能不达标

什么是软件开发

从不同视角，软件测试可以分为不同的类型，比如单元测试，集成测试，验收测试，由不同角色来执行：



单元测试是由程序员自己来做，Eat your own dog food，属于白盒测试；验收测试由客户聘请外部专家进行的。中间过程由开发团队的测试工程师(Tester, Test Engineer)进行的，一般都是黑盒测试。测试和开发之间，经常爆发战争。

什么是软件开发

5

维护



什么是软件开发

软件开发完成之后，需要交付给客户使用。这个过程中，涉及到部署、培训、维护、升级等等工作，是软件生命周期中最漫长的阶段，一般称之为“运维服务”。在软件工程中，还有个专业名词叫“软件进化”。这些服务有些是免费的，有些是需要客户付费的，这里就不详细展开讲了，大家可以将它与物业服务类比，想想物业做了些什么，一模一样的。

Lesson 7

人工智能是如何思考的?

How does Artificial Intelligence think?

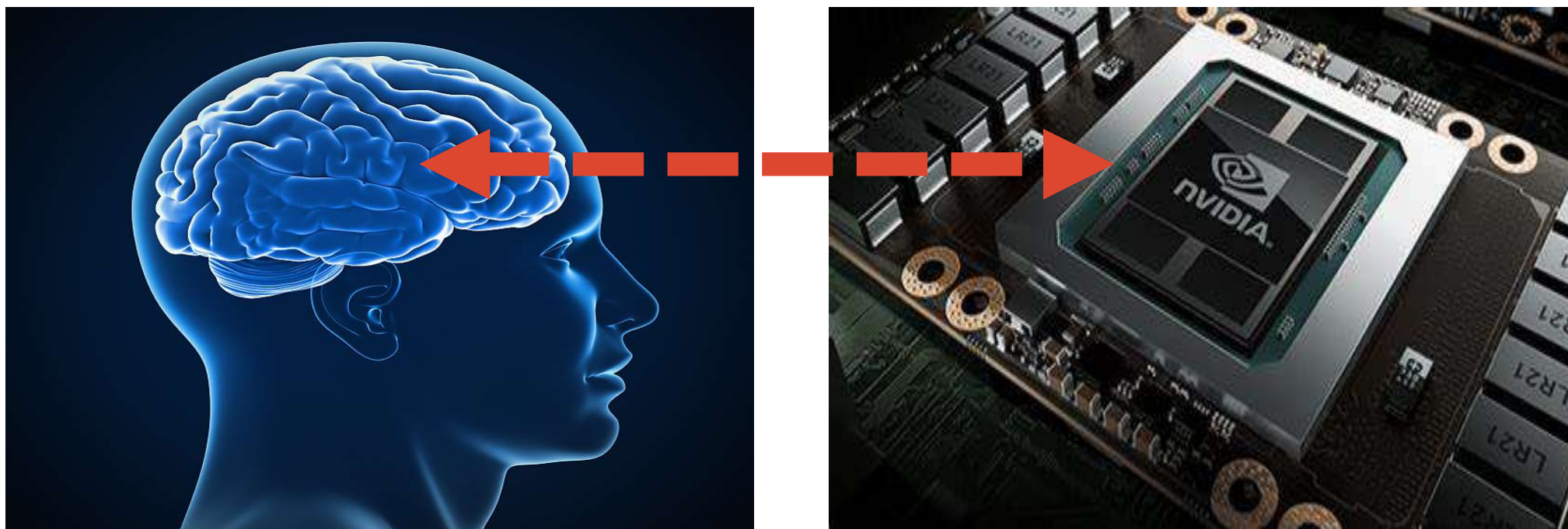
什么是人工智能

整个课程中，我们都没有试图去给五花八门的概念下个定义。算了，人工智能也不能例外，不能晚节不保，到最后一次课，陷入名词之争。



什么是人工智能

当然，也可以给个通俗一点的说法：就是致力于让机器具备像人类一样思考的能力。只是“像”而已，从脑科学角度看，人类对大脑的思考机制了解还很有限呢。



第一个例子

下图中，两个简单的矩阵普通乘积，等于多少？我给大家演示一下，怎么计算。

$$\begin{bmatrix} 2 & 6 & 9 \\ 5 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 & 5 \\ 7 & 3 \\ 9 & 1 \end{bmatrix} = ?$$

第一个例子

但是，如果我们用MATLAB，或者Octave这样的数学软件来计算，就比眨眼还快。

```
octave:2> x = [2 6 9; 5 0 -1]
x =
     2     6     9
     5     0    -1

octave:3> y = [2 5; 7 3; 9 1]
y =
     2     5
     7     3
     9     1

octave:4> x * y
ans =
    127    37
     1    24
```

计算机擅长解答这种确定性的复杂问题，它比人算得更快，也不怕累。

也就是说，计算机善于计算，而人不善于计算。

根据前面的定义，要让计算机像人一样思考，

也就是说要让计算机放弃它擅长的领域。可见

人工智能要研究的并不是让计算机做计算题。

第二组例子



请观察左边两幅图中的人。

1. 谁更瘦一些？

2. 判断依据是什么的？

第二组例子



苏菲.玛索 (法国)



罗玉凤

请观察左边两幅图中的人。

1. 谁更漂亮一些?
2. 判断依据是什么?

第二组例子



请观察左边图片。

1. 是什么动物？
2. 判断依据是什么？

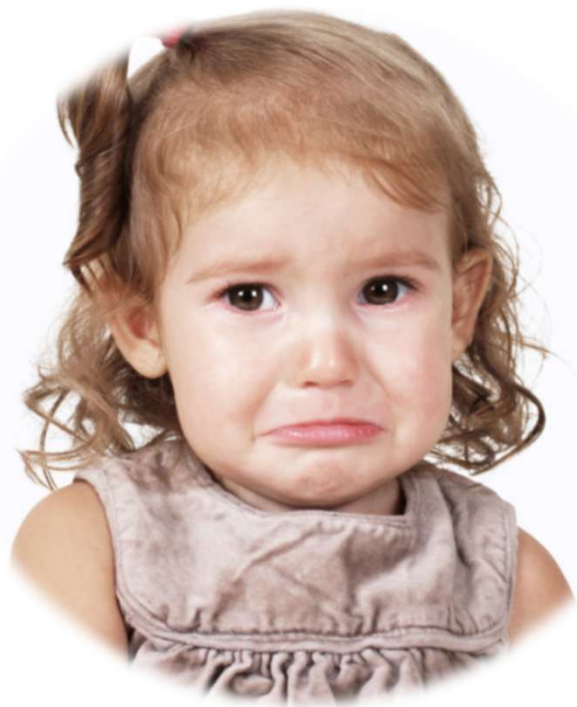
第二组例子



为什么它不是猫？

总结

这一组例子中，人可以很容易得出结果，但是总有一些说不清道不明的地方，也就是说没有标准，问题比较模糊，不确定。思考一下：如何才能让计算机也能像人一样，一眼就能判断出来？

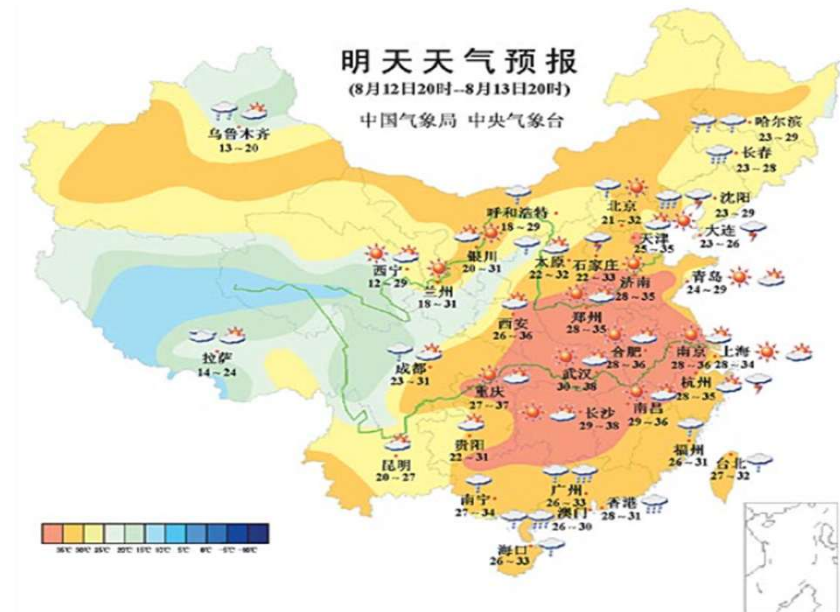


很沮丧，目前并没有什么常规方法能让机器具备这种简单的能力。

第三组例子

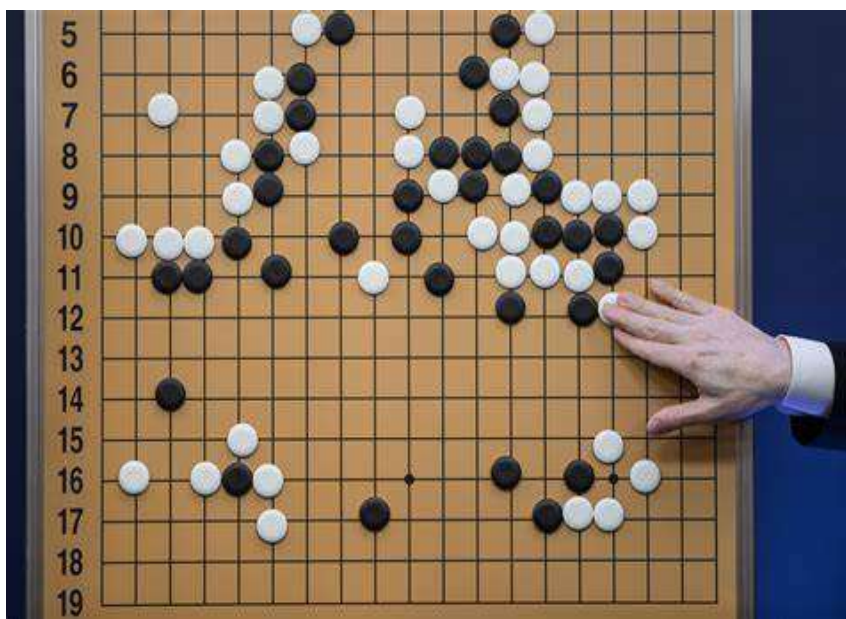


这个人是恐怖分子的概率有多大？

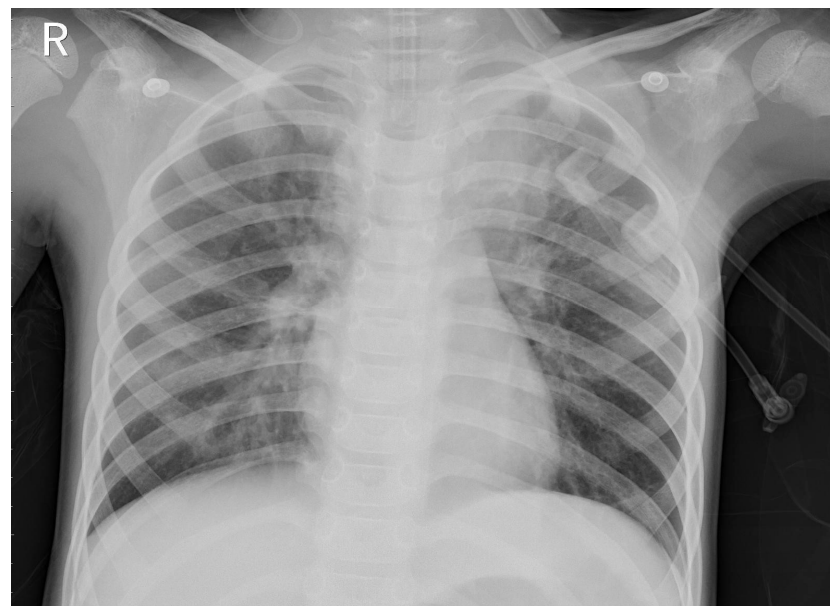


明天会下雨吗？下雨的概率是多大？

第三组例子



下一手棋下哪里，赢的机会更大？



这个人得了肺炎了吗？

总结

大家注意，我们用人工智能帮我们识别恐怖分子，预报未来天气，下棋，临床诊断等，比看美女、认猫狗要复杂了，因为需要更多的先验知识。但是，做这样的事情，都有两个特征：

预测
Prediction

概率
Probability

现代人工智能的基本手段就是通过一些方法去预测。预测的结果并不是确定的事实，所以是以一个概率呈现出来的。机器学习是若干方法之中，预测准确性较高的一种，因此它特别流行。

原理

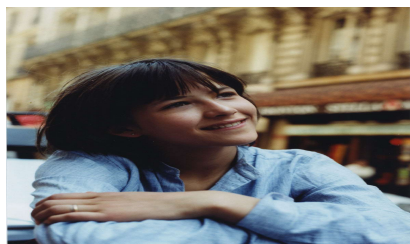
计算机科学家想让机器模仿人脑一样去学习，用学到的知识来解决类似的问题。这就是大家都可能听过的“机器学习”。简单地说，机器学习大约是下面这样一个过程：



猫：
尾巴不翘
嘴巴微凸出
全身有毛



狗：
尾巴翘起
嘴巴凸出
全身有毛



人：
没有尾巴
嘴巴不凸出
头部有头发



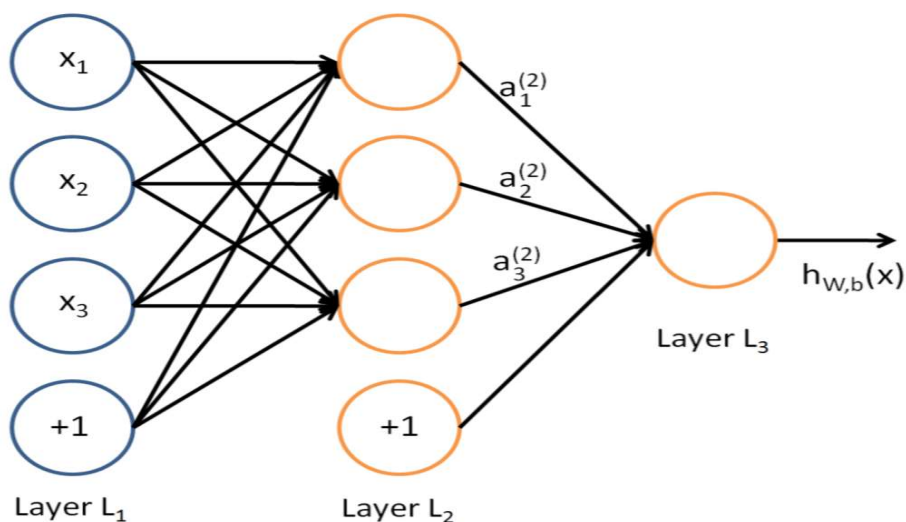
训练



模型

原理

训练是一个反复的过程，每一轮训练后，将其与正确的结果进行比较，根据误差再调整，直到结果的准确率达到可以接受的程度，就完成了。



训练过程涉及到反向传播，随机梯度下降等算法，涉及到各种类型的损失函数，涉及到大规模分布式训练集群的部署，是机器学习中最复杂的部分，我们就不讨论了。

原理

训练出来的模型，就具备一定的“知识”了，它其实是一系列参数的集合。它能够识别图片里到底是什么。用模型解决实际问题的过程叫做“推理”，国际上很多类似的比赛，现在最好的结果，图片识别的准确率已经超过人类了。但是它内部的工作原理，目前还不是很清楚，只知道这样有效，于是大家都这样干。



机器学习以及它的一个分支深度学习的方法已经成为人工智能的主流技术，被广泛应用在多个领域，都取得了不错的效果。

原理

通过前面那些五花八门的例子可以看出，机器学习的应用领域非常广阔。但是从根本上，可以归结为三类任务：

分类
Classification

聚类
Clustering

回归
Regression

预测房价采用的是线性回归方法，判断是猫是狗用的分类方法，把人按性格特征分为若干类是聚类方法。每一种方法都有它的应用场景，我们以最常见的分类任务来看它的基本原理。

原理

假设我们将西瓜分为两类：大西瓜和小西瓜。大西瓜1元一斤，小西瓜2.5元一斤。



大西瓜



? 小西瓜



小西瓜

假如您去买西瓜，挑中了中间这个西瓜。那么，请问，它是大西瓜还是小西瓜？我们肉眼可以观察出来，它更接近于大西瓜。换成数学上的说法就是：它和大西瓜之间的距离更近。

原理

中间的小孩，更可能是华人还是非洲人？



华裔



?



非裔

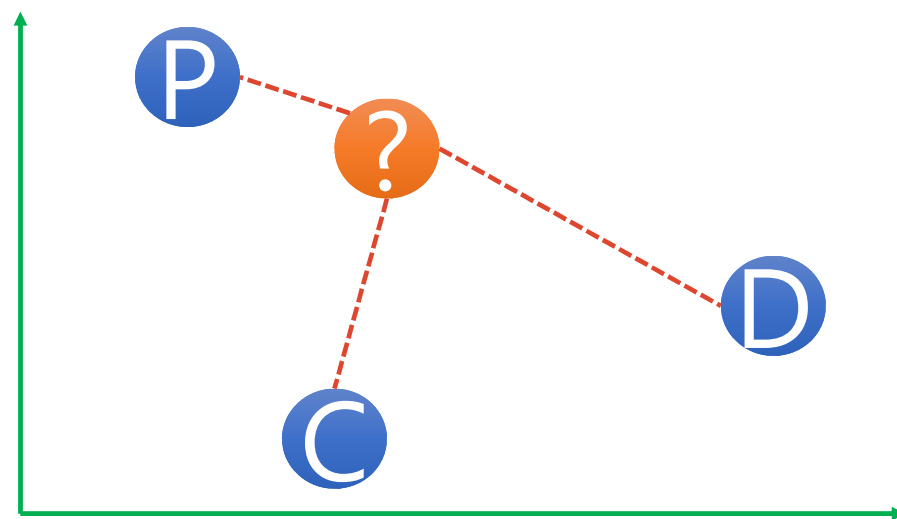
很明显，从肤色，容貌，长相，神态。。。他更像左边的华裔小朋友。也就是说，他们俩在某些特征方面，更接近一些。这个接近，在数学上就用距离来表示。

原理

所以，分类的一种方法，就是计算样本和目标之间的距离(最常用的是欧几里得距离)，看更靠近哪个，就分类为哪一类。分类可以很多种，只要我们明确知道类别即可。



这是猫、狗、还是猪?



$$D = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

原理

我们用一个直观的例子理解距离和分类之间的关系。但并不是所有问题都能有这么直观的数据。

学生	语文	数学	英语
冯小怜	32	45	53
董小宛	92	96	89
陈圆圆	87	90	79
苏小小	71	80	61

$$D1 = \sqrt{((87-32)^2 + (90-45)^2 + (79-53)^2)} = 75.7$$

$$D2 = \sqrt{((87-92)^2 + (90-96)^2 + (79-89)^2)} = 12.7$$

$$D3 = \sqrt{((87-71)^2 + (90-80)^2 + (79-61)^2)} = 26.1$$

经过计算发现，陈圆圆和董小宛的距离最近，很明显，她属于成绩好的学生的概率是最大的，与我们直觉观察到的结果相符，真的是人工智能呢！

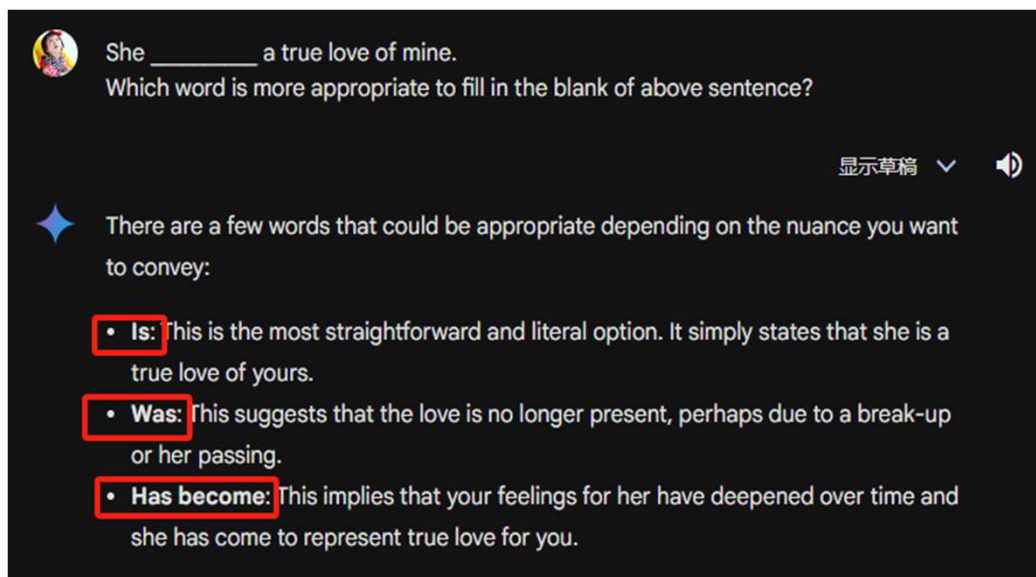
$$D = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2}$$

最后一个例子

为了更加深刻理解人工智能的“预测+概率”的工作方式，我们再看看当下炙手可热的大语言模型（Large Language Model, LLM），也就是ChatGPT，文心一言这一类的东西，是如何工作的。

She _____ a true love of mine.

GPT从大量的训练素材中，**预测**这里出现is或was的可能性最大。它未必理解语法规则，只是训练样本中呈现这样的规律，被它学到了。下面证明给大家看。



The screenshot shows a user asking a question about the appropriate word to fill in a blank in a sentence. The AI response provides three options with detailed explanations for each.

She _____ a true love of mine.
Which word is more appropriate to fill in the blank of above sentence?

显示草稿 ▾ 🔊

✦ There are a few words that could be appropriate depending on the nuance you want to convey:

- **Is:** This is the most straightforward and literal option. It simply states that she is a true love of yours.
- **Was:** This suggests that the love is no longer present, perhaps due to a break-up or her passing.
- **Has become:** This implies that your feelings for her have deepened over time and she has come to represent true love for you.

最后一个例子



How do you know the answers of above question? Please explain the way of your thinking.

显示草稿 ▾



Here's how I approached the question:

1. Analyzing the Sentence:

The sentence "She _____ a true love of mine" establishes a relationship between "she" and your feelings.

2. Considering Context:

Without additional context, it's impossible to know for sure if the love is present, past, or growing.

3. Identifying Possible Meanings:

Therefore, I looked for words that could express different timeframes and intensities of love:

- **Is:** This indicates a current and present love.
- **Was:** This suggests a past love, possibly lost.
- **Has become:** This implies a love that has developed and intensified over time.

我接着问，它为什么知道答案，思考过程是怎样的。它说，它分析了这个句子。

这里的分析，到底是什么意思？

1. 跟人类一样，理解了语法规则，可以举一反三？
2. 仅仅是从大量的数据中学到的一种规律？

我们看它自己是怎么解释的。

最后一个例子



OK, you said a word "Analyzing". my question is how do you know the grammar rules ? real understanding or learning from training text?

显示草稿 ▾



That's a great question! I don't actually understand grammar rules in the same way a human does. Here's the breakdown:


- **Training on Massive Text:** I am trained on a colossal amount of text data, encompassing books, articles, code, and more. This data contains examples of how humans use language, including proper grammar.
- **Statistical Learning:** Through this training, I develop a statistical understanding of language. I learn the probabilities of words appearing together, the order of words in sentences, and the different ways sentences can be structured.
- **Prediction, not Understanding:** While I can identify patterns that suggest grammatical correctness, I don't possess an inherent understanding of the rules themselves. I predict what the most likely next word or phrase is based on the statistical patterns I've observed.

它很诚实，而且情商很高。

1. 先夸我问了一个好问题
2. 无法像人类一样真正理解语法规则
3. 从大量的文本数据中学习到人类怎么使用语言
4. 通过统计学习方式，预测每个词和它的位置的概率
5. 预测，不是理解。

证明完毕。

最后一个例子



Thanks for your answer! next, please choose a most appropriate word to complete the sentence according to my below prompts:

1. The girl is married to a man, but not me.
2. Now I have a girlfriend and I love her very much.

显示草稿 ▾

◆ Based on the prompts you provided, the most appropriate word to complete the sentence is: **Was**

Here's why:

1. **The girl is married to a man, but not me.** This sentence implies that you once had feelings for this girl, but she is now married to someone else.
2. **Now I have a girlfriend and I love her very much.** This sentence suggests that you have moved on and found love with someone else.

Therefore, "**Was**" best reflects the past tense of your feelings for the first girl and the present happiness you've found with your girlfriend.

The complete sentence would be: "She **was** a true love of mine."

最后，我给了它两个提示，继续问，应该填is还是was还是啥：

1. 这个姑娘嫁给了另一个男人
 2. 我现在有个女朋友，我很爱她
- 然后它告诉我答案应该是was，并解释了理由。所以用GPT要学会提示。

总结：大语言模型就是根据你的提示，去猜测接下来应该出现什么内容，概率最大。它用不同于人脑的机制，达到了类似于人类思维的效果。

最后一个例子



我告诉你一句诗：“日月笼中鸟”，你认为下一句应该写什么最好？

显示草稿 ▾



To provide the best suggestion for the next line of the poem “日月笼中鸟,” it's helpful to consider the overall theme and imagery established in the first line. The phrase “日月笼中鸟” (birds in a cage of sun and moon) evokes a sense of confinement and longing, suggesting a bird trapped within a celestial prison.

Here are some potential next lines that complement this imagery:

1. **天涯望故乡:** (Gazing at my homeland from afar)

This line adds a layer of nostalgia and yearning, emphasizing the bird's longing for its distant home.

2. **展翅梦飞翔:** (Dreaming of spreading wings and soaring)

This line introduces a contrast between the bird's current confinement and its desire for freedom.

3. **歌声泣血长:** (Songs of sorrow echo long)

This line highlights the bird's melancholic state, its songs filled with sadness due to its imprisonment.

正是因为它基于“预测 + 概率”的特点，所以会出现“胡说八道”的情况。它只是认为接下来一个最可能的词是什么，而不管整个结论是否与物理世界的事实相符。这是我们需要注意的地方。

我问它的这句诗，其实是杜甫写的：

日月笼中鸟，乾坤水上萍。

但是它不知道，也给了一堆答案。

THE END

我们的理论课程到此结束，谢谢大家。