



南京大學

NANJING UNIVERSITY

移动互联网

殷亚凤

智能软件与工程学院

苏州校区南雍楼东区225

yafeng@nju.edu.cn , <https://yafengnju.github.io/>



移动互联网

- 移动通信技术
- 短距离无线接入技术
- 物联网云平台
- 总结



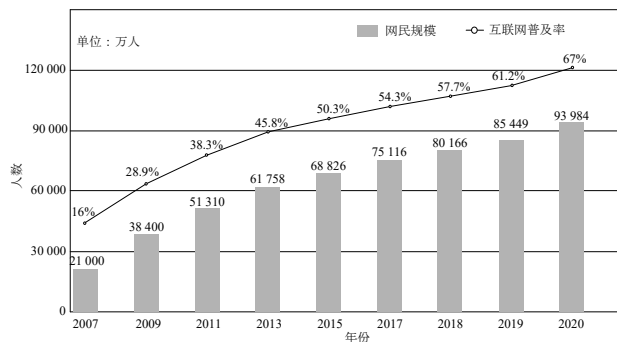


概论：移动互联网时代

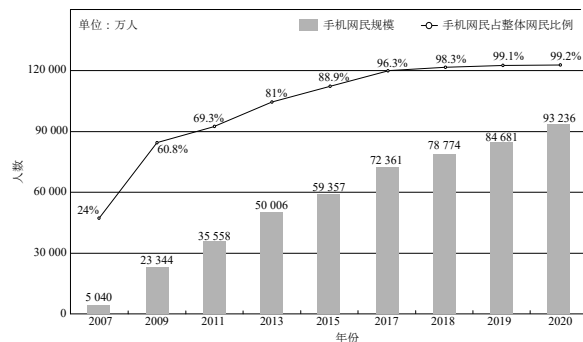
截至2020年6月，中国手机网民规模已突破9.3亿，中国网民规模达到约9.4亿

设备接入

- 移动通信技术接入运营商网络
- 短距离接入技术（无线）接入互联网



网民规模



手机网民规模





移动通信技术发展

第一代移动通信 (First Generation, 1G)

- 20世纪80年代
- 提供模拟语音服务



第二代移动通信 (2G)

- 数字化传输，仍在使用
- 支持传统语音通信、文字、多媒体短信、电子邮件、传真等应用
- 代表性网络：全球移动通信系统GSM，码分多址访问系统CDMA





移动通信技术发展

第三代移动通信 (3G)

- 数字信息多元化
- 支持带宽多媒体服务



第四代移动通信 (4G)

- 支持图片、视频在智能移动终端快速传输
- 网络吞吐量提升
- 时延降低





移动通信技术发展

第五代移动通信 (5G)

海量物体无线联网

结合云计算和大数据技术，充分物联化和智能化

技术指标

- 峰值速率：20Gb/s
- 用户体验数据率：100Mb/s
- 移动性：500km/h
- 时延：1ms
- 连接密度：每平方千米百万个
- 流量密度：10Mb/s/m²

主要通信应用场景

- 增强型移动带宽
- 大规模机器通信
- 超高可靠超低时延通信





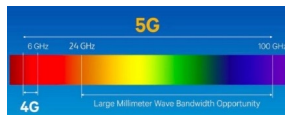
移动通信技术发展

第五代移动通信 (5G)

关键技术

毫米波技术

毫米级别波长，
工作频段30-
300GHz，增加
可利用带宽



毫米波

微站技术

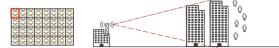
小体积、低功耗、
低部署成本



微基站

大规模多天线技术

源自多输入多输出
(MIMO) 系统，
使用多路天线，同
时面向更多用户接
收 (发送) 数据

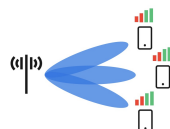


Hundr
eds of
anten
nas

Tens of
users
大规模
多天线

波束成形技术

聚集信号能量至比
较窄的方向，发射
信号具有高度方向
性



波束成形





移动通信技术发展

第五代移动通信（5G）

技术标准（3GPP发布）

- Release15：2019年4月完成
- Release16：2020年7月完成
- Release17：2022年完成

截至2020年11月，全球范围内共部署了122个商用5G网络；129个国家的407家运营商对5G系统提供投资，包括测试、获取运营许可、网络部署等领域





移动通信技术发展

第六代移动通信（6G）：

预计提供

- 更高频率效率和能量效率的全球网络覆盖
- 更低成本
- 更好智能控制水平
- 更强大安全性

《2020高技术发展报告》

- 在未来的6G中，网络与用户将被作为一个整体，进一步挖掘和实现用户的智能需求





移动互联网

- 移动通信技术
- **短距离无线接入技术**
- 物联网云平台
- 总结





Wi-Fi : 无线局域网

Wi-Fi

一般指IEEE 802.11系列协议



IEEE802.11协议

目的：规范和统一无线局域网

典型使用频段

- 2.4-2.485GHz公共频段
- 5.1-5.8GHz高频频段

物理层技术

- 直接序列扩频DSSS
- 正交频分多路复用OFDM

IEEE 802.11 协议	发布时间	频宽 (GHz)	最大带宽 (Mbps)	调制模式
IEEE 802.11-1997	1997.6	2.4~2.485	2	DSSS
IEEE 802.11a	1999.9	5.1~5.8	54	OFDM
IEEE 802.11b	1999.9	2.4~2.485	11	DSSS
IEEE 802.11g	2003.6	2.4~2.485	54	DSSS或OFDM
IEEE 802.11n	2009.10	2.4~2.485或5.1~5.8	100	OFDM
IEEE 802.11ac	2014.1	5.1~5.8	866.7	OFDM

不同802.11协议的不同特征

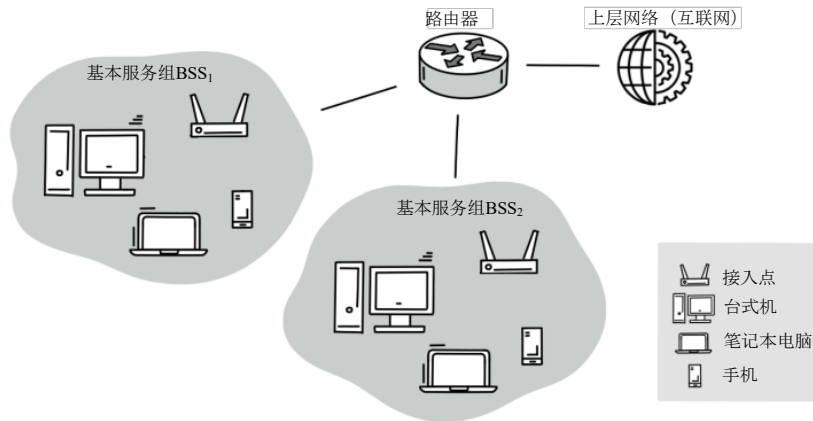


802.11架构

基站模式

基本服务组 (Basic Service Set , BSS)

- 多个无线用户（笔记本电脑、台式机等）：通过与接入点相关联获取上层网络数据
- 一个接入点（基站）：通过有线网络设备（交换机/路由器）连入上层公共网络。“无线路由器”是接入点和路由器功能的结合体



无线局域网WLAN架构



802.11架构

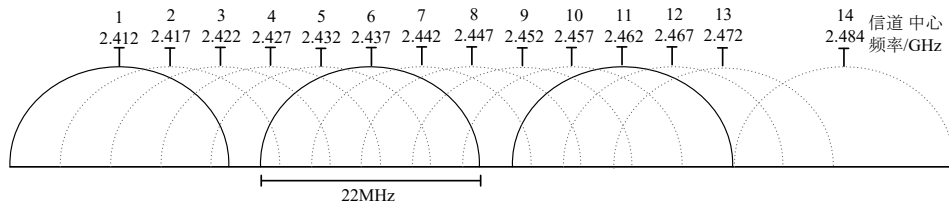
基站模式

用户与接入点关联方式

- 被动扫描：接入点广播“识别帧”，用户接收“识别帧”
- 主动扫描：用户广播“探测帧”，接入点返回“回应帧”

接入点参数

- MAC地址：唯一确定了网络接入点的身份
- 服务集标识符SSID：接入点管理者为每个SSID指定一个频段作为通信信道



IEEE 802.11b/g信道分布

自组织模式

- 无需基站
- 每个无线网络用户既是数据交互的终端，也可作为数据传输过程中的中继和转发者





蓝牙

起源

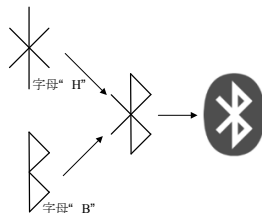
1994年，瑞典爱立信公司研发短距无线通信技术，并用Harald Blatand（英译为Harold Bluetooth）国王的名字命名

标志

保留了蓝牙名字的传统特色，包含了古北欧字母“H”和一个“B”

蓝牙技术联盟

成立于1998年，成员包括爱立信、IBM、Intel、东芝和诺基亚等国际通信巨头





蓝牙

蓝牙技术IEEE 802.15.1标准

- 物理层：跳频扩频结合的调制技术
- 频段范围：2.402GHz-2.480GHz
- 通信速率：1Mbps左右
- 设备角色：中心设备，外围设备
- 同一个蓝牙设备可以在两种角色之间转换
- 一个中心设备可以最多同时和7个外围设备通信
- 在任意时刻，中心设备单元可以向任何一个外围设备单元发送信息，也可以用广播方式同时向多个外围设备发送信息



发展

- 截止到2020年1月，共七个版本V1.1/1.2/2.0/2.1/3.0/4.0/5
- 美国《网络计算》杂志曾将其评为“十年来十大热门新技术”之一



蓝牙

蓝牙4.0

- 2010年7月7日推出
- 模式：高速蓝牙、经典蓝牙和低功耗蓝牙（Bluetooth Low Energy，BLE）
- 目的：应对以数据交换与传输、信息沟通与设备连接、低带宽设备连接为主的不同应用需求

技术规范	传统蓝牙	低功耗蓝牙
无线电频率	2.4GHz	2.4GHz
理论通信距离	100m	>100m
空中数据率	1~3Mb/s	1Mb/s
支持活跃外围设备数	7	未定义（理论最大值为 2^{32} ）
延迟	100ms	6ms
安全性	64/128bit AES	128bit AES
语音能力	有	无
耗电量	1W（参考值）	0.01~0.5W（依赖使用情况）
峰值电流消耗	<30mA	<15mA

传统蓝牙和低功耗蓝牙的技术指标对比

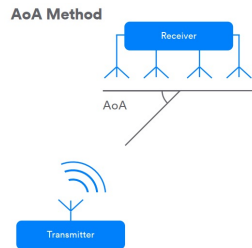


蓝牙

蓝牙5

2016年12月推出

支持基于天线阵列测量到达角 (AoA)



模式

- 短距离快速传输模式：将数据率提升为BLE的2倍，即2Mb/s
- 长距离低功耗传输模式：将通信距离提升为BLE的4倍，理论上的有效距离可达400m



蓝牙耳机



蓝牙鼠标



蓝牙键盘



蓝牙游戏手柄





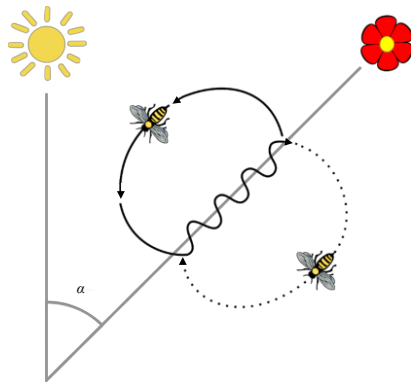
ZigBee

起源

基于IEEE 802.15.4标准的低功耗局域网协议

功能

实现类似于蜂群通信的低功耗、低复杂度、低速率、自组织的短距无线网络，为个人或者家庭范围内不同设备之间的低速互连提供统一标准



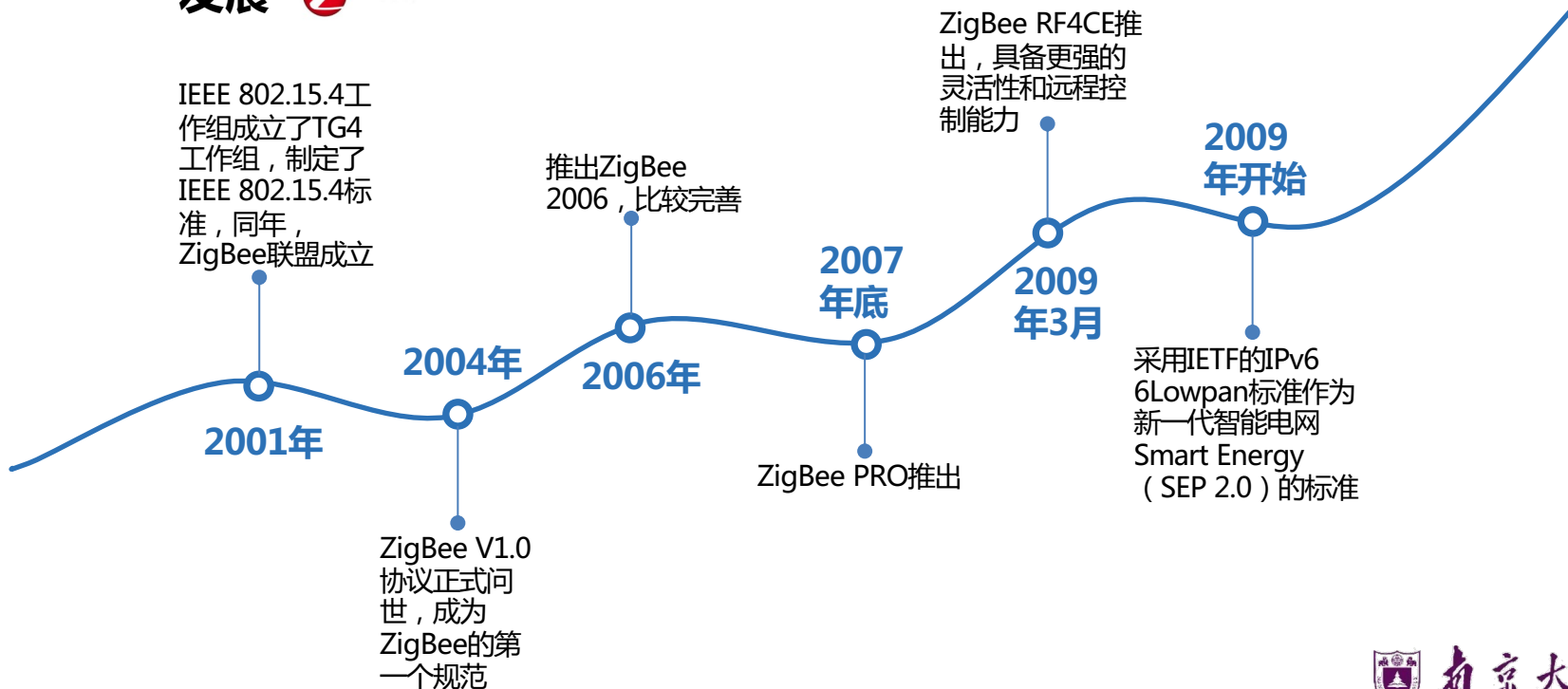
Zigbee名称来源于蜜蜂的8字舞：
“ZigZag”形舞蹈





ZigBee

发展 ZigBee®





ZigBee

工作频段

最高传输速率

2.4GHz (全球流行)	●	●	250kbit/s
868MHz (欧洲流行)	●	●	20kbit/s
915MHz (美国流行)	●	●	40kbit/s

传输距离：10-180m(室内一般不超过60米，室外一般不超过180米)





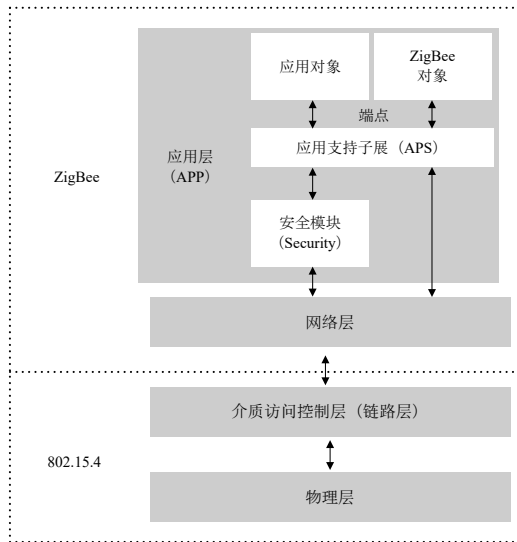
ZigBee

协议栈

开放系统互联（OSI）五层模型，包括物理层、介质访问控制层、网络层、传输层，以及应用层

IEEE 802.15.4标准规定了物理层和链路层的规范

ZigBee则提供网络层、传输层和应用层规范



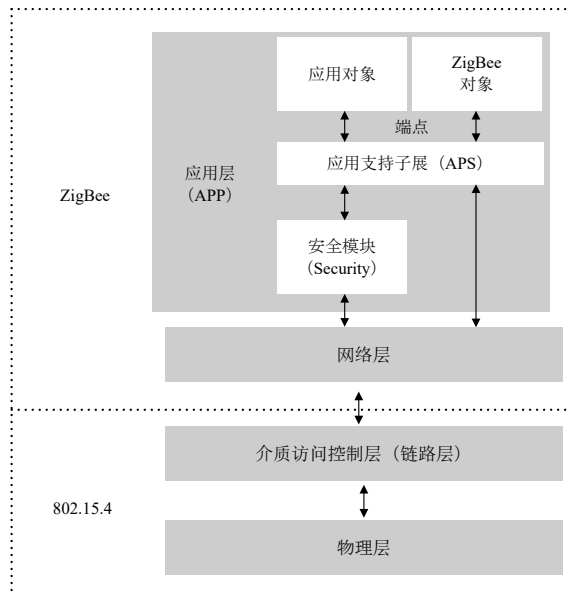
IEEE 802.15.4/ZigBee体系结构



ZigBee

标准规范

- **物理层**：最早采用直序扩频DSSS，具有很好的抗干扰效果。在发射功率为0dBm时，室内能达到30~50m通信距离，室外能达到100m以上通信距离
- **MAC层**：通过采样侦听（sampling listening）方式实现低功率侦听（low power listening, LPL）协议
- **网络层**：基本路由协议是按需距离矢量路由协议（ad hoc on-demand distance vector routing, AODV）





移动互联网

- 移动通信技术
- 短距离无线接入技术
- **物联网云平台**
- 总结

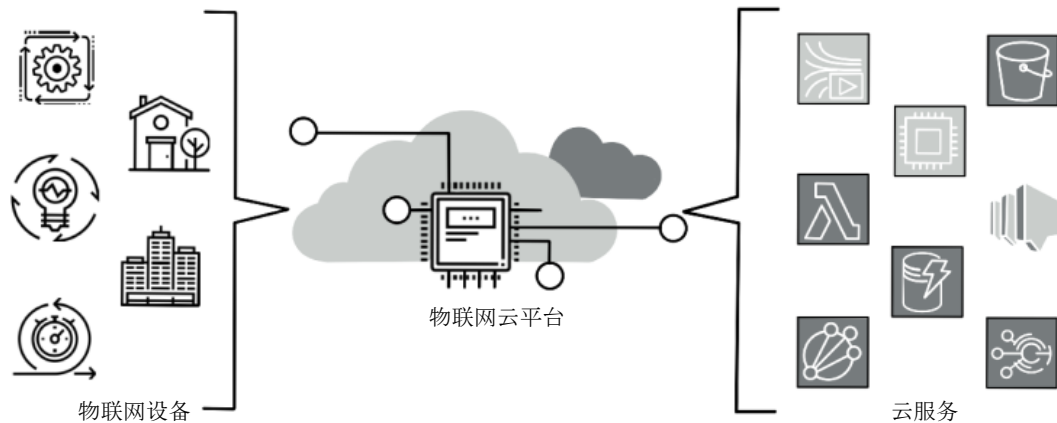




物联网云平台

简介

- 物联网设备深入人类生活各个角落，实现感知功能的大范围覆盖
- 云计算技术利用高性能与大规模的服务器集群，实现对海量数据的快速处理
- 物联网云平台作为物联网设备与云服务的桥梁，结合二者的优势，向下管理各种边缘设备、向上为云服务提供各种帮助

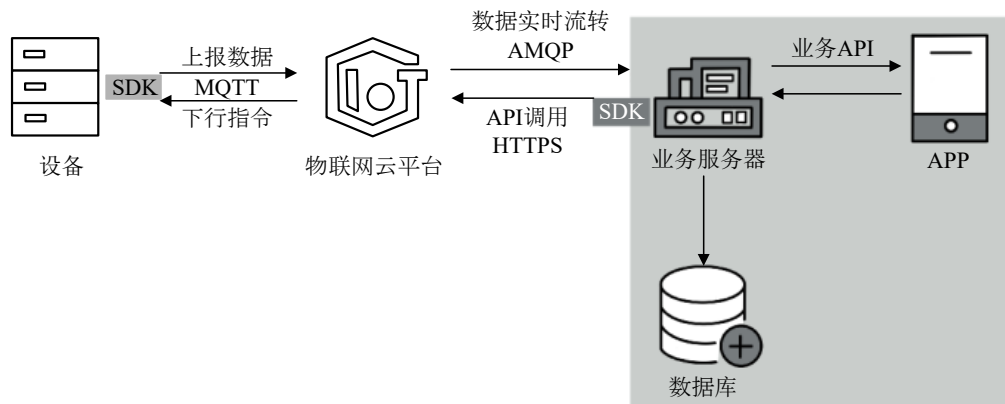




物联网云平台

工作流程

- 数据由设备上报到物联网云平台
- 云平台对数据进行存储、计算
- 云平台将数据提供给上层云服务
- 云服务可以通过物联网云平台给处于网络边缘的设备发送指令



阿里物联网云平台工作流程





基于物联网云平台搭建物联网

优势

- 使用云服务商提供的各种云服务
- 利用云服务商提供的大数据、人工智能等平台，使物联网的应用信息化、数字化和智能化
- 基于云平台搭建的物联网，能享受云计算、云存储、云网络等基础服务所带来的便利
- 物联网云平台使用虚拟化技术，可以满足物联网的多接入、多并发、弹性伸缩、自动运维、快速部署的需求





移动互联网

- 移动通信技术
- 短距离无线接入技术
- 物联网云平台
- **总结**





总结

移动互联网是物联网的基础，其原因在于随着网络技术的发展，移动互联网形成了一个覆盖全球的、高速的、稳定的信息高速公路。在此基础上，海量的感知数据才能被有效地收集和利用，智能的决策能及时地反馈到广袤的物理世界中

移动互联网不仅是物联网中物物互联的基础，也是整个社会信息交流的基础设施。移动互联网本身包含了宏大的技术体系和大量不断发展的技术





课程实验——截止日期：11月11日晚23:59

- 提交方式：<https://selearning.nju.edu.cn/>（教学支持系统）

教学支持系统

课程

- ▾ 2024 Fall
 - 本科生一年级
 - 本科生二年级
 - 本科生三年级
 - 本科生四年级
 - 研究生一年级
 - 智能软件与工程学院

物联网应用软件开发-智软院

教师: 殷亚凤

实验

实验一: 定位算法

实验一: 定位算法

请根据10月14日的实验课程内容提交:

- 实验报告（实验内容、代码实现过程、实验结果与误差计算）
- 代码

请将上述内容打包提交，其中实验报告4-6页。

- 命名：学号+姓名+实验*。
- 提交：文件打包，提交ZIP压缩文件。



助教信息

刘晓	博士	智能软件与工程学院	602024720002@smail.nju.edu.cn
郭博文	博士	智能软件与工程学院	bowen@smail.nju.edu.cn
王学浩	硕士	计算机学院	522023330098@smail.nju.edu.cn



提问

Q & A

殷亚凤

智能软件与工程学院

苏州校区南雍楼东区225

yafeng@nju.edu.cn , <https://yafengnju.github.io/>



南京大學
NANJING UNIVERSITY