

第1章 无线通信概述

移动通信网络包含三部分：接入网、承载网、核心网。

现代通信领域的三大新兴的通信技术手段：移动通信、卫星通信、光纤通信

1.1 什么是无线通信系统

本课程中，我们重点关注的信号频段为 300MHz-10GHz。

无线系统重要公式： $c = \lambda f$

典型无线系统的频率：

1. FM无线电 ~ 87-108MHz
2. 广播电视 ~ VHF (48-223MHz), UHF(470-806MHz)
3. GSM移动电话 ~ 900MHz, 1.8GHz
4. GPS ~ 1.5GHz, 1.2GHz, ...
5. WiFi, 蓝牙, 微波炉~ 2.4GHz
6. 车载防撞雷达 ~ 25GHz、77GHz
7. 射电天文望远镜~ 1400-1427MHz

1.2 无线通信发展历史

1865：电磁场理论与麦克斯韦理论：统一了电、磁和光的理论；

1887：赫兹通过实验（实现了第一套天线）验证了麦克斯韦理论；

1890-1905：无线信息传输的一系列实验（Tesla, Marconi）；

1897：被认为是人类移动通信元年。这一年，美国“圣保罗”号邮船在向东行驶时收到了150km外的怀特岛发来的无线电报；

1901年12月12日：马可尼实现了从康沃尔郡的波尔杜到加拿大的纽芬兰岛的第一次跨洋通信。

1912年，泰坦尼克号沉船事件中，无线电系统拯救了超过700名乘客生命，无线电系统自此成为航船的标配。

1918年，阿姆斯特朗发明了超外差接收机（superheterodyne），并于1933年应用于FM接收系统

1941-1942：第一份关于扩频技术的专利通过（HedyLamarr）

1947/1948：通信中的数学理论(C. Shannon)

1946: 蜂窝移动通信系统（Bell Lab, AT&T）；

1960s：卫星通信技术；

1980s：第一代移动通信系统（1G, AMPS, TACS...）

1990s：第二代移动通信系统（2G, GSM, IS-95, PCS,）

1995：香港首先应用CDMA系统

2000s：IMT-2000发布3G标准（TD-SCDMA, CDMA2000, WCDMA）

2009：IMT-Advanced发布4G标准；

2018: 3GPP 5G NR标准SA发布, 这标志着首个真正完整意义的国际5G标准正式出炉。

现在: 5G-A\6G技术研发

每隔10年左右, 就会有新一代的无线技术产生, 从而改变人们的生活。

1980's: From "point to point" to "anytime, anyplace" – 1G: analog, FDMA, voice, low security

1990's: From "voice" to "data" – 2G: digital, TDMA(CDMA), voice/data, low rate

2000's: From "narrowband" to "wideband" – 3G: digital, CDMA(OFDM, TDMA), multimedia, multi-net

2010's: From "communication tool" to "ubiquitous" – 4G: mutually connection between different system, high quality multimedia communication

2020's: From "ubiquitous" to "everything connected"

无线系统的挑战:

1.3 无线通信系统的实例

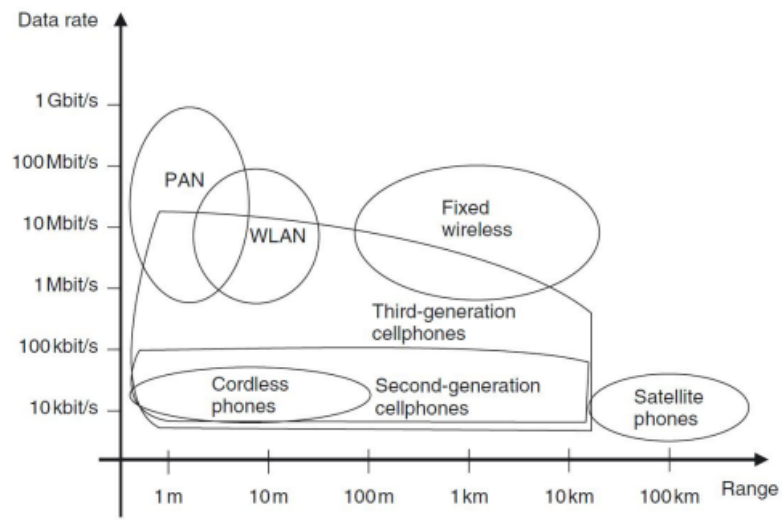
1. 广播: 单工系统、电视广播 (TV) 数据量大, 语音广播数据量小、用户数多、覆盖范围大
2. 寻呼系统 (Pager): 单工系统、数据速率低 (6.4kbps)、实时性一般、基站覆盖范围较大
3. 卫星通信系统: 覆盖范围极大、不同轨道高度 (GEO、MEO、LEO)、传输时延长、基站 (卫星) 和地面终端价格昂贵
4. 蜂窝 (Cellular) 移动通信系统: 双工系统、数据量大、移动性高、用户数多、覆盖范围较大
5. 无绳电话系统: 全双工系统、覆盖范围几十到几百米 (家庭住宅)、移动性较差、数据量较小、不支持切换

典型数据速率

1. 无线传感器网络: <1kbps; 中央汇聚节点: ~10Mbps
2. 语音通信: 5kbps-64kbps (依赖于语音编码方式)
3. 计算机外设之间的通信: 1Mbps
4. 无线局域网 (LAN Local Area Network): 宽带互联网接入 ~1Mbps-100Mbps
5. 无线个域网: >100Mbps

覆盖范围 & 用户数

1. 无线体域网: 1m
2. 无线个域网: <10m
3. 无线局域网: <100m, ~10用户
4. 蜂窝移动通信系统: 微蜂窝 (500m), 宏蜂窝 (10km-30km)
5. 卫星通信系统: 覆盖整个国家甚至大洲



频谱使用:

1. 业务/用户专用频谱
2. 特定业务专用频谱
3. 免费频谱

1.4 蜂窝无线通信与个人通信的发展趋势
