

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>



第1章

1.1 如何理解计算机网络在现代社会的作用?

答: 现代社会生产生活中, 网络技术实现信息互通和流动, 高速完善的网络能使信息更快捷、准确的传输, 发挥强大的作用。网络已成为信息社会的技术命脉和知识经济的发展基础。

1.2 请给出计算机网络协议的整体结构。

答: 参考 ISO/OSI 模型以及 TCP/IP 模型。

1.3 目前的骨干网络大多为光纤传输, 部分城市实现了光纤到户, 是否可以完全用光纤网取代所有其它类型的有线网络? 试分析。

答: 不能取代所有其他类型的有线网络。电话线、有线电视线缆、双绞线、电力线等在生活中大量存在, 许多也基本能满足不同实际需求, 光纤铺设较复杂、成本较高, 适于新建网络。

1.4 为什么网络协议栈都以分层形式实现? 各层主要完成哪些功能?

答: 网络体系结构是一个复杂系统, 所以采用结构化方法, 将其分解为若干层次并设置相应协议, 便于分别管理、维护和更新。各层主要功能参考 ISO/OSI 模型及 TCP/IP 模型。

1.5 无线网络近几年迅速发展, 试分析其原因并给出对未来无线网络发展的看法。

答: 不同种类且数量众多的应用需求是推动无线网络发展的根本原因, 如移动办公、无线支付、智能交通等等; 未来的发展将更加体现多元化(高速率、实时性等)、便捷、泛在性等特点。

1.6 从不同的应用目的角度, 无线网络可以分成哪两大类? 请列举各种无线网络技术, 并分别归入这两大类。

答: 根据不同的应用目的, 无线网络可分为两大类: 互联接入和物联传感。

无线局域网、无线城域网、蜂窝网络、卫星网络等, 其应用目的是为用户访问互联网提供信息服务, 属于互联接入。

物联网、无线传感网、无线个域网、无线体域网等, 其应用目的是将网络触角延伸到传统社会信息之外的自然界、环境、物体、人体等, 传输更为丰富多样的信息, 属于物联传感。

1.7 试分析和比较无线网络和有线网络, 可从传输方式、组网结构等方面进行比较。

答: 有线网络须架设电缆, 挖掘电缆沟或架设架空明线; 而无线链路则无需架线挖沟, 线路开通速度快, 将所有成本和工程周期统筹考虑, 无线链路成本更为节省。

有线网络电缆数量固定, 通信容量有限, 而无线网络相对更灵活, 随时增加链路, 安装、扩容方便。

通信质量方面, 无线网络和有线网络的通信质量均会随线路距离扩展而下降, 如果配备中继设备, 可予以改善。

1.9 为什么现阶段 IPv6 必须与 IPv4 共存, 而非直接取代? 它们各有什么特点?

答: 现阶段大部分互联网用户使用 IPv4, 若直接升级到 IPv6, 须将互联网上所有节点都进行修改, 实施较困难, 所以考虑 IPv4/IPv6 共存形式进行逐步过渡。不远的将来, IPv6 将会得到全面使用, 最终取代 IPv4。

IP 是网络层协议, 是 TCP/IP 的核心协议。目前版本是 IPv4, 自 20 世纪 70 年底末发展至今。IPv4 的地址位数为 32 位, 即最多有 2^{32} 个主机地址, 已基本耗尽。IPv6 是下一代互联网协议, 将地址空间扩展到 2^{128} , 还考虑了 IPv4 中存在的其它问题, 如端到端 IP 连接、QoS、安全性、多播、移动性、即插即用等。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第2章

2.1 无线电频谱如何划分? 请简单介绍 ISM 频段。

答: 无线电频谱和波段划分见表 2.1。

ITU 规定 ISM(Industrial Scientific Medical, 工业科学医疗)频段, 开放给工业、科学、医疗等三类机构使用, 无需授权, 可免费使用。ISM 频段在各国规定并不统一, 美国有 3 个频段 902-928MHz、2.4-2.4835GHz 和 5.725-5.850GHz, 其中 2.4GHz 频段各国通用。欧洲 ISM 低频段为 868MHz 和 433MHz。使用需遵守一定的发射功率(一般低于 1W), 不要干扰其它频段。许多无线网络可工作于 ISM 频段。

2.2 不同无线网络采用的无线通信介质各异。请列举常见的几类, 并进行对比。

答: 参考 2.2 节

2.3 假设有一个波长为 0.5 毫米的微波发射器, 最大传输距离为 50 米, 则其满足最大传输距离的损耗为多大?

答: 应用 2.2 节的公式 (2.1) 进行计算。

2.4 常见的信号干扰和损耗有哪些? 如何解决?

答: 参考 2.3 节。

2.5 请简述信号的调制过程, 并对比常见的调制技术。

答: 参考 2.4 节。

2.6 调频扩频和直接序列扩频技术各有什么特点?

答: 跳频扩频(FHSS)是用一定的扩频码序列进行选择的多频率频移键控调制, 使载波频率不断跳变。发送方用看似随机的无线电频率序列广播信息, 并以固定间隔从一频率跳至另一频率。而接收方接收时也同步跳频。窃听者只能听到无法识别的杂音, 即使试图在某一频率上干扰, 也只能影响有限的几位信号。

直接序列扩频(DSSS)用高码率的扩频码序列在发送方直接扩展信号频谱, 而接收方则用相同扩频码序列进行解扩, 即把频谱拓宽的扩频信号还原成原始信息。原始信号中每一位在传输中以多个码片表示, 即使用扩展编码。这种扩展编码能将信号扩展至更宽的频带范围上, 该频带范围与使用码片位数成正比。

2.7 复用和多址技术能提高无线传输的效率, 试比较分析常见的几种复用和多址技术。

答: 复用技术有频分复用(FDM)、时分复用(TDM)、码分复用(CDM)、空分复用(SDM)等。多址通信技术有频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)、空分多址(SDMA)等。5G 引入了非正交多址(NOMA), 此外还有极化复用和波分复用等。

具体原理参考 2.6 节。

2.8 天线技术在无线网络通信中起到了重要作用, 试分析天线的主要技术指标。

答: 参考 2.7 节。

2.9 MIMO 包括哪些关键技术?

答: 信道估计、空时信号处理、同步、分集等。具体分析见 2.8 节。

2.10 认知无线电的功能和关键技术是什么?

答: 基本功能包括: 分析无线环境, 估计空间电磁环境中的干扰温度和检测频谱空穴; 信道状态估计及容量预测; 功率控制和动态频谱管理。

关键技术包括频谱检测、频谱管理、功率控制等。

2.11 了解可见光通信的前沿进展, 提出和分析一种新颖的可见光通信应用场景。

答: 登录知网数据库, 检索“可见光通信”, 阅读相关前沿动态文献。

2.12 无线反射表面技术对改善无线通信质量有什么好处? 请简单列举一下。

答: IRS 可改善无线环境, 使信道变得可控, 打破了信道对通信链路起负面作用的传统认识。着力优化和改善通信信道, 研究重点并非收发机, 通过智能重构传播环境形成有效的传播途径, 显著提高无线网络的传输性能, 这对未来的通信系统将产生颠覆性影响。

IRS 的突出优点包括如下: 智能改善无线电传播环境; 器件便于部署在室内外; 只控制反射, 耗能少, 电磁污染小; 可提高定位精度, 增强物理层安全, 支持全双工、全频带传输; 低成本、易实现, 可应用在物联网、车联网等各种无线网络中。

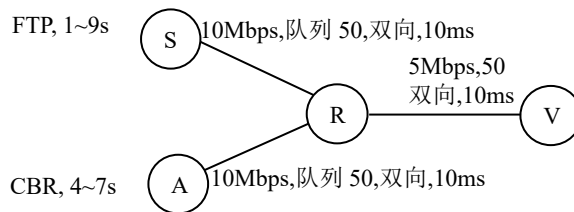
2.13 请你调研一下, 目前无线充电在消费电子产品中的应用现状如何?

答: 无线充电作为消费电子重要的趋势方向, 经过近几年研发, 取得突破性的技术进步。无线充电产成品陆续推出, 如无线充电版的笔记本、特斯拉的无线感应充电板、Apple Watch 及各品牌的无线充电手机等。在克服了效率、成本、充电距离、标准不一等技术瓶颈后, 无线充电产品应用市场将持续看好。

2.14 针对网络仿真技术, 请列举不少于 3 种仿真平台, 分析对比其技术特点。

答: OPNET、NS2、NS3、MATLAB、Mininet 等, 具体技术特点可自行列举和比较。

2.15 假设有一个 4 个节点的网络, 拓扑和链路的带宽、时延、队列长度等设置如下图所示。S 节点设置为 FTP+TCP, 工作起始时间在 1~9s; A 节点设置为 CBR+UDP, 工作起始时间在 4~7s。请在 NS2 中利用 OTcl 编程实现该网络仿真。



答：参考代码：

```

#=====
#      Simulation parameters setup
#=====
set val(stop)    10.0                      ;# time of simulation end

#=====
#      Initialization
#=====
#Create a ns simulator
set ns [new Simulator]

#Open the NS trace file
set tracefile [open 2.13.tr w]
$ns trace-all $tracefile

#Open the NAM trace file
set namfile [open 2.13.nam w]
$ns namtrace-all $namfile

#=====
#      Nodes Definition
#=====
#Create 4 nodes
set n0 [$ns node]
set n1 [$ns node]
set n2 [$ns node]
set n3 [$ns node]

#=====
#      Links Definition
#=====
#Createlinks between nodes
$ns duplex-link $n0 $n2 10.0Mb 10ms DropTail
$ns queue-limit $n0 $n2 50
$ns duplex-link $n1 $n2 10.0Mb 10ms DropTail
$ns queue-limit $n1 $n2 50
$ns duplex-link $n2 $n3 5.0Mb 10ms DropTail

```

```
$ns queue-limit $n2 $n3 50
```

```
#Give node position (for NAM)
```

```
$ns duplex-link-op $n0 $n2 orient right-down
```

```
$ns duplex-link-op $n1 $n2 orient right-up
```

```
$ns duplex-link-op $n2 $n3 orient right
```

```
#=====
```

```
#          Agents Definition
```

```
#=====
```

```
#Setup a TCP connection
```

```
set tcp0 [new Agent/TCP]
```

```
$ns attach-agent $n0 $tcp0
```

```
set sink1 [new Agent/TCPSink]
```

```
$ns attach-agent $n3 $sink1
```

```
$ns connect $tcp0 $sink1
```

```
$tcp0 set packetSize_ 1500
```

```
#Setup a UDP connection
```

```
set udp2 [new Agent/UDP]
```

```
$ns attach-agent $n1 $udp2
```

```
set null3 [new Agent/Null]
```

```
$ns attach-agent $n3 $null3
```

```
$ns connect $udp2 $null3
```

```
$udp2 set packetSize_ 1500
```

```
#=====
```

```
#          Applications Definition
```

```
#=====
```

```
#Setup a FTP Application over TCP connection
```

```
set ftp0 [new Application/FTP]
```

```
$ftp0 attach-agent $tcp0
```

```
$ns at 1.0 "$ftp0 start"
```

```
$ns at 9.0 "$ftp0 stop"
```

```
#Setup a CBR Application over UDP connection
```

```
set cbr1 [new Application/Traffic/CBR]
```

```
$cbr1 attach-agent $udp2
```

```
$cbr1 set packetSize_ 1000
```

```
$cbr1 set rate_ 1.0Mb
```

```
$cbr1 set random_ null
```

```
$ns at 4.0 "$cbr1 start"
```

```
$ns at 7.0 "$cbr1 stop"
```

```
#=====
#           Termination
#=====
#Define a 'finish' procedure
proc finish {} {
    global ns tracefile namfile
    $ns flush-trace
    close $tracefile
    close $namfile
    exec nam 2.13.nam &
    exit 0
}
$ns at $val(stop) "finish"
$ns run
```

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第3章

3.1 无线局域网具有什么特点? 无线局域网存在哪些局限性?

答: 特点包括: 移动性、灵活性、可伸缩性和经济性。局限性包括可靠性、兼容性和共存性、带宽与系统容量、覆盖范围、干扰、安全性、能耗、多业务与多媒体、移动性等。

3.2 试阐述无线局域网的组成和结构。

答: WLAN 由站、无线介质、无线接入点或基站、分布式系统等组成。

WLAN 的拓扑结构可从几方面分类。根据物理拓扑可分为单区网和多区网; 根据逻辑拓扑可分为对等式、基础架构式和线型、星型、环型等; 根据控制方式可分为无中心分布式和有中心集中控制式两种; 根据与外网的连接性可分为独立和非独立两种。

3.3 请比较分析 CSMA/CA 机制和 CSMA/CD 机制的不同技术特点。

答: IEEE 802.3 面向有线局域网, 采取载波侦听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)机制, 发送方检测到冲突以后放弃发送, 以减少冲突。而无线网络中的冲突检测较难, 原因在于: 信号强度衰减, 无法准确检测出冲突; 节点隐藏, 如两个相反方向的工作站共同使用一个中心接入点进行连接时, 可能因障碍或距离原因无法感知对方存在, 而会导致冲突。所以 IEEE 802.11 采用 CSMA/CA, 包括 RTS/CTS 预约信道、网络分配向量 NAV、帧间间隔 IFS 等机制。

3.4 IEEE802.11ac 是常见的 WLAN 标准, 请分析其物理层和 MAC 层技术特点

答: 参考 3.3.2 节和 3.3.3 节。

3.5 IEEE802.11 有哪几种帧间间隔(IFS)? 请分析其含义和长度。

答: IEEE 802.11 规定了 4 种 IFS, 以实现不同的访问优先级别, 其时间长度关系为: SIFS<PIFS<DIFS<EIFS, 具体含义和长度参考 3.3.3 节。

EDCA 中还规定传输数据前等待称为仲裁帧间间隔 AIFS, 参考 3.3.3 节。

3.6 请简述 IEEE 802.11 ax(即 WiFi6)和 IEEE 802.11 ac(即 WiFi5)相比, 工作机理上采取了哪几项优化技术方案?

答: WiFi6 首次在 WLAN 中使用 OFDMA, 其他技术方案包括更高阶的 1024 QAM、Triggerframe 帧机制、BSS 颜色机制、新的 RTS/CTS 处理机制、目标唤醒时间(TWT)等。

3.7 请使用某一种测量工具，测试你身边的 WLAN，对信道、数据包等进行分析。

答：可使用 3.4 节中介绍的工具或其他工具软件测量你所在的校园无线网。

3.8 如下图所示，无线节点 A 和 C 同时想与 B 通信，此时会产生什么问题？如何解决？

答：隐藏节点问题。可使用 RTS 和 CTS 机制，参考 3.7.1 节。

3.9 如下图所示，无线节点 B 想与 A 通信，同时节点 C 想与 D 通信，此时会产生什么问题？如何解决？

答：暴露节点问题。可采用 RTS/CTS 机制，参考 3.7.2 节。

3.10 请列举两个你熟悉的无线局域网应用实例，分析其各项功能和技术特点。

答：一是用 WiFi 访问互联网，可节约蜂窝通信套餐流量。二是用 WiFi 操控扫地机器人。具体分析略。

3.11 请利用 NS2 设计和实现有 20 个节点的 WLAN，要求 MAC 层采用 IEEE 802.11 相关协议，其它参数自行设定。对仿真过程、结果等情况进行分析。

答：参考代码如下：

```
#=====
#      Simulation parameters setup
#=====

set val(chan)   Channel/WirelessChannel    ;# channel type
set val(prop)   Propagation/TwoRayGround   ;# radio-propagation model
set val(netif)  Phy/WirelessPhy           ;# network interface type
set val(mac)    Mac/802_11                ;# MAC type
set val(ifq)    Queue/DropTail/PriQueue    ;# interface queue type
set val(ll)     LL                        ;# link layer type
set val(ant)    Antenna/OmniAntenna       ;# antenna model
set val(ifqlen) 50                        ;# max packet in ifq
set val(nn)     20                        ;# number of mobilenodes
set val(rp)     AODV                      ;# routing protocol
set val(x)      2283                      ;# X dimension of topography
set val(y)      100                      ;# Y dimension of topography
set val(stop)   10.0                     ;# time of simulation end

#=====
#      Initialization
#=====

#Create a ns simulator
set ns [new Simulator]

#Setup topography object
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
```

```

create-god $val(nn)

#Open the NS trace file
set tracefile [open 3.11.tr w]
$ns trace-all $tracefile

#Open the NAM trace file
set namfile [open 3.11.nam w]
$ns namtrace-all $namfile
$ns namtrace-all-wireless $namfile $val(x) $val(y)
set chan [new $val(chan)];#Create wireless channel

#=====
#      Mobile node parameter setup
#=====
$ns node-config -adhocRouting $val(rp) \
                -llType      $val(ll) \
                -macType      $val(mac) \
                -ifqType      $val(ifq) \
                -ifqLen       $val(ifqlen) \
                -antType       $val(ant) \
                -propType      $val(prop) \
                -phyType       $val(netif) \
                -channel       $chan \
                -topoInstance $topo \
                -agentTrace    ON \
                -routerTrace   ON \
                -macTrace      ON \
                -movementTrace ON

#=====
#      Nodes Definition
#=====
#Create 20 nodes
set n0 [$ns node]
$n0 set X_ 947
$n0 set Y_ 1191
$n0 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n0 20
set n1 [$ns node]
$n1 set X_ 1147
$n1 set Y_ 1191
$n1 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n1 20

```

```
set n2 [$ns node]
$n2 set X_ 1347
$n2 set Y_ 1191
$n2 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n2 20
set n3 [$ns node]
$n3 set X_ 1547
$n3 set Y_ 1191
$n3 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n3 20
set n4 [$ns node]
$n4 set X_ 1747
$n4 set Y_ 1191
$n4 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n4 20
set n5 [$ns node]
$n5 set X_ 947
$n5 set Y_ 991
$n5 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n5 20
set n6 [$ns node]
$n6 set X_ 1147
$n6 set Y_ 991
$n6 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n6 20
set n7 [$ns node]
$n7 set X_ 1347
$n7 set Y_ 991
$n7 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n7 20
set n8 [$ns node]
$n8 set X_ 1547
$n8 set Y_ 991
$n8 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n8 20
set n9 [$ns node]
$n9 set X_ 1747
$n9 set Y_ 991
$n9 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n9 20
set n10 [$ns node]
$n10 set X_ 947
$n10 set Y_ 791
$n10 set Z_ 0.0
```

```
$ns initial_node_pos $n10 20
set n11 [$ns node]
$n11 set X_ 1147
$n11 set Y_ 791
$n11 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n11 20
set n12 [$ns node]
$n12 set X_ 1347
$n12 set Y_ 791
$n12 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n12 20
set n13 [$ns node]
$n13 set X_ 1547
$n13 set Y_ 791
$n13 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n13 20
set n14 [$ns node]
$n14 set X_ 1747
$n14 set Y_ 791
$n14 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n14 20
set n15 [$ns node]
$n15 set X_ 947
$n15 set Y_ 591
$n15 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n15 20
set n16 [$ns node]
$n16 set X_ 1147
$n16 set Y_ 591
$n16 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n16 20
set n17 [$ns node]
$n17 set X_ 1347
$n17 set Y_ 591
$n17 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n17 20
set n18 [$ns node]
$n18 set X_ 1547
$n18 set Y_ 591
$n18 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n18 20
set n19 [$ns node]
$n19 set X_ 1747
$n19 set Y_ 591
```

```
$n19 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n19 20

#=====
#           Agents Definition
#=====

#Setup a TCP connection
set tcp1 [new Agent/TCP]
$ns attach-agent $n0 $tcp1
set sink2 [new Agent/TCPSink]
$ns attach-agent $n19 $sink2
$ns connect $tcp1 $sink2
$tcp1 set packetSize_ 1500

#Setup a UDP connection
set udp3 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $n15 $udp3
set null4 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n4 $null4
$ns connect $udp3 $null4
$udp3 set packetSize_ 1500

#=====
#           Applications Definition
#=====

#Setup a FTP Application over TCP connection
set ftp0 [new Application/FTP]
$ftp0 attach-agent $tcp1
$ns at 1.0 "$ftp0 start"
$ns at 9.0 "$ftp0 stop"

#Setup a CBR Application over UDP connection
set cbr1 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr1 attach-agent $udp3
$cbr1 set packetSize_ 1000
$cbr1 set rate_ 1.0Mb
$cbr1 set random_ null
$ns at 1.0 "$cbr1 start"
$ns at 6.0 "$cbr1 stop"

#=====
#           Termination
#=====

#Define a 'finish' procedure
```

```
proc finish {} {  
    global ns tracefile namfile  
    $ns flush-trace  
    close $tracefile  
    close $namfile  
    exec nam 3.11.nam &  
    exit 0  
}  
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {  
    $ns at $val(stop) "\n$i reset"  
}  
$ns at $val(stop) "$ns nam-end-wireless $val(stop)"  
$ns at $val(stop) "finish"  
$ns at $val(stop) "puts \"done\" ; $ns halt"  
$ns run
```

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第4章

4.1 为什么说无线城域网解决了最后一公里的接入问题? 试分析。

答: WMAN 和蜂窝通信能有效解决有线方式无法覆盖地区的宽带接入问题, 有较完备的 QoS 机制, 可根据业务需要提供实时、非实时不同速率要求的数据传输服务, 为居民和各类企业提供宽带接入业务。

4.2 请简单介绍 IEEE 802.16 系列技术标准和协议体系结构。

答: 参考表 4.1。

4.3 请从基站覆盖地理区域角度, 分析 WiMax 和蜂窝移动通信的区别?

答: WiMax 的一个基站能覆盖数十平方千米或更多区域, 属于集中式。而蜂窝移动通信系统则将地理区域分成许多蜂窝单元(小区), 每个小区半径从几百米到千米, 属于分布式。

4.4 请你调查 WiMax 的应用情况, 为什么其应用不如蜂窝网络广泛?

答: 蜂窝移动通信网络自 20 世纪 90 年代以来由各大运营商部署建设, 不断演进, 覆盖和应用日趋成熟。WiMax 仅在日、韩、东南亚等少数国家得到商用, 现基本无业务, 由于其属于另起炉灶, 技术成熟度和市场开拓均存在较大障碍。

4.5 蜂窝网络为什么比 WiFi 网络更能保证信号传输质量?

答: 蜂窝网络采用 CDMA、TDMA、OFDMA 等, 提高了用户连接的共存性, 运营商针对各种场合地域部署的优化维护提高了传输质量。WiFi 网络更多体现资源争用型机制, 需考虑避免冲突, 通常无运营商维护传输质量。

4.6 请针对蜂窝移动通信的 2G/3G/4G/5G 技术, 分析比较其技术特点。

答: 参考 4.3、4.4、4.5 节。

4.7 试从多角度分析比较 5G 和 WiFi6 技术的优缺点。

答: 请参考表 4.5。

4.8 请搜集查找 6G 技术研发动态, 对中外学者的未来 6G 网络设想提出你的看法。*。

答: 请自行搜集分析。

4.9 请乘坐高铁/动车等旅行时,用手机测试蜂窝网络和 WiFi 网络性能,列出结果和分析各种影响。

答:可使用第3章介绍的有关测量工具软件。

4.10 你最关心 5G 的哪一种应用?请你描述一下这种应用的场景。

答:请自行分析讨论。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>



第5章

5.1 什么是卫星网络? 与其它无线网络相比有何不同?

答: 如果某个微波通信系统中, 一些中继站由卫星携带, 并且这些卫星之间及卫星与地面站之间能进行通信, 则卫星在地域上空按一定轨道运行而构成覆盖很广的通信网络就称为卫星网络。相比其他无线网络, 其以卫星为节点, 链路距离长, 覆盖范围大, 传输时延也较大。

5.2 请从卫星制式、覆盖区域范围、用户性质、业务范围等对无线网络进行分类。

答: 参考表 5.1。

5.3 卫星网络有哪些类型的轨道? 各具有什么特点?

答: 分为 LEO、MEO、GEO 和 HEO, 特点参考表 5.2。

5.4 未来的全球通信系统中, 卫星通信网络将是一个宽带网络, 支持任何人在任何时间和任何地点进行高效通信。为此, 卫星网络需要实现哪些关键技术?

答: 参考 5.2 节“3. 卫星网络的关键技术”。

5.5 卫星网络的链路有哪些? 以具体卫星网络为例阐述。

答: 星间链路、轨间链路和用户数据链路。可结合北斗系统进行描述分析。

5.6 请简单介绍移动卫星系统的通信标准和网络设计?

答: 参考 5.4 节。

5.7 请举出 1-2 个你所熟悉的卫星通信系统, 从技术角度进行简要介绍。

答: 如北斗、GPS、铱星等, 请自行介绍分析。

5.8 请使用手机导航软件实际感受北斗/GPS 等卫星导航系统, 并分析其导航定位原理。

答: 北斗导航定位原理请参考 5.6 节“3. 北斗导航定位工作原理”。

5.9 请搜集有关北斗导航系统的技术资料, 分析其与 GPS 系统相比的优势和劣势。

答: 请访问北斗官网, 自行搜集资料进行分析。

5.10 请针对星链、鸿雁等卫星天基互联网系统, 任选一个, 搜集相关资料, 分析其进展动态和应用前景。*

答: 请访问相关项目官网, 自行搜集资料进行分析。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第6章

6.1 什么是 Ad hoc 网络和 MANET? 它们具有哪些特点?

答: 无线自组织(Ad Hoc)网络又称无线对等网络, 由若干个无线终端构成的一个临时性、无中心的网络, 网络中亦不需要任何基础设施。

移动 Ad Hoc 网络(Mobile Ad Hoc Network, MANET), 又称移动多跳网或移动对等网, 是一种特殊的在不借助任何中间网络设备的情况下, 可在有限范围内实现多个移动节点临时互联互通的网络。特点请参考 6.1 节“3. MANET 的特点”。

6.2 MANET 有哪些拓扑结构? 各具有什么特点? 试分析对比。

答: 分为平面结构和分级结构, 特点参考 6.2 节“1. MANET 的拓扑结构”。

6.3 MANET 路由协议如何分类? 各有什么特点。

答: MANET 路由协议较多, 按算法的不同性质和执行过程可分为: 主动路由、被动路由、地理路由、地理多播路由、分层路由、多路径路由、能耗感知路由及混合路由等, 特点参考 6.3.2 节。

6.4 请分析 DSDV 路由协议的特点和工作过程。

答: 参考 6.3.3 节“1. DSDV 路由协议”。

6.5 请分析 AODV 路由协议的特点和工作过程。

答: 参考 6.3.3 节“2. AODV 路由协议”。

6.6 请介绍一种具体的 MANET 地理位置路由协议。

答: 参考 6.3.3 节“4. LAR 路由协议”。

6.7 在 MANET 中如何进行 IP 地址分配?

答: 参考 6.4 节“1. MANET 的 IP 地址分配”。

6.8 什么是无线网状网络? 它具有哪些优势?

答: 无线网状网(Wireless Mesh Network, WMN)是从 Ad hoc 网络发展起来的新型网络技术, 是动态、自组织、自配置的多跳宽带无线网络。与 MANET 不同, WMN 通过位置相对

固定的无线路由器，互联多种网络，并接入高速骨干网。已被纳入 IEEE 802.11s、IEEE 802.16 等标准中，是无线城域核心网的选用方式之一。

优势包括：快速部署和易于安装；健壮性；结构灵活；高带宽；低干扰。

6.9 NS2 中可针对无线自组织网络进行仿真分析，请构建一个具有 20 个节点的无线自组织网络，要求体现其自组织特性。

答：参考代码如下：

```
#=====
#      Simulation parameters setup
#=====

set val(chan)   Channel/WirelessChannel    ;# channel type
set val(prop)   Propagation/TwoRayGround   ;# radio-propagation model
set val(netif)  Phy/WirelessPhy           ;# network interface type
set val(mac)    Mac/802_11                ;# MAC type
set val(ifq)    Queue/DropTail/PriQueue    ;# interface queue type
set val(ll)     LL                        ;# link layer type
set val(ant)    Antenna/OmniAntenna       ;# antenna model
set val(ifqlen) 50                        ;# max packet in ifq
set val(nn)     25                        ;# number of mobilenodes
set val(rp)     AODV                      ;# routing protocol
set val(x)      1762                      ;# X dimension of topography
set val(y)      100                       ;# Y dimension of topography
set val(stop)   10.0                      ;# time of simulation end

#=====
#      Initialization
#=====

#Create a ns simulator
set ns [new Simulator]

#Setup topography object
set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $val(x) $val(y)
create-god $val(nn)

#Open the NS trace file
set tracefile [open 6.10.tr w]
$ns trace-all $tracefile

#Open the NAM trace file
set namfile [open 6.10.nam w]
$ns namtrace-all $namfile
$ns namtrace-all-wireless $namfile $val(x) $val(y)
set chan [new $val(chan)];#Create wireless channel
```

```

#=====
#      Mobile node parameter setup
#=====
$ns node-config -adhocRouting $val(rp) \
                -llType      $val(ll) \
                -macType      $val(mac) \
                -ifqType      $val(ifq) \
                -ifqLen       $val(ifqlen) \
                -antType      $val(ant) \
                -propType      $val(prop) \
                -phyType      $val(netif) \
                -channel       $chan \
                -topoInstance $topo \
                -agentTrace    ON \
                -routerTrace   ON \
                -macTrace      ON \
                -movementTrace ON

#=====
#      Nodes Definition
#=====
#Create 20 nodes
set n0 [$ns node]
$n0 set X_ 696
$n0 set Y_ 697
$n0 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n0 20
set n1 [$ns node]
$n1 set X_ 896
$n1 set Y_ 697
$n1 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n1 20
set n2 [$ns node]
$n2 set X_ 1096
$n2 set Y_ 697
$n2 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n2 20
set n3 [$ns node]
$n3 set X_ 1296
$n3 set Y_ 697
$n3 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n3 20
set n4 [$ns node]

```

```
$n4 set X_ 1496
$n4 set Y_ 697
$n4 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n4 20
set n5 [$ns node]
$n5 set X_ 696
$n5 set Y_ 497
$n5 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n5 20
set n6 [$ns node]
$n6 set X_ 896
$n6 set Y_ 497
$n6 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n6 20
set n7 [$ns node]
$n7 set X_ 1096
$n7 set Y_ 497
$n7 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n7 20
set n8 [$ns node]
$n8 set X_ 1296
$n8 set Y_ 497
$n8 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n8 20
set n9 [$ns node]
$n9 set X_ 1496
$n9 set Y_ 497
$n9 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n9 20
set n10 [$ns node]
$n10 set X_ 696
$n10 set Y_ 297
$n10 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n10 20
set n11 [$ns node]
$n11 set X_ 896
$n11 set Y_ 297
$n11 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n11 20
set n12 [$ns node]
$n12 set X_ 1096
$n12 set Y_ 297
$n12 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n12 20
```

```
set n13 [$ns node]
$n13 set X_ 1296
$n13 set Y_ 297
$n13 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n13 20
set n14 [$ns node]
$n14 set X_ 1496
$n14 set Y_ 297
$n14 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n14 20
set n15 [$ns node]
$n15 set X_ 696
$n15 set Y_ 97
$n15 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n15 20
set n16 [$ns node]
$n16 set X_ 896
$n16 set Y_ 97
$n16 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n16 20
set n17 [$ns node]
$n17 set X_ 1096
$n17 set Y_ 97
$n17 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n17 20
set n18 [$ns node]
$n18 set X_ 1296
$n18 set Y_ 97
$n18 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n18 20
set n19 [$ns node]
$n19 set X_ 1496
$n19 set Y_ 97
$n19 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $n19 20
```

```
#=====
```

```
#           Agents Definition
```

```
#=====
```

```
#Setup a TCP connection
set tcp0 [new Agent/TCP]
$ns attach-agent $n3 $tcp0
set sink1 [new Agent/TCPSink]
$ns attach-agent $n11 $sink1
```

```

$ns connect $tcp0 $sink1
$tcp0 set packetSize_ 1500

#=====
#           Applications Definition
#=====
#Setup a FTP Application over TCP connection
set ftp0 [new Application/FTP]
$ftp0 attach-agent $tcp0
$ns at 1.0 "$ftp0 start"
$ns at 2.0 "$ftp0 stop"

#=====
#           Termination
#=====
#Define a 'finish' procedure
proc finish {} {
    global ns tracefile namfile
    $ns flush-trace
    close $tracefile
    close $namfile
    exec nam 6.10.nam &
    exit 0
}
for {set i 0} {$i < $val(nn)} {incr i} {
    $ns at $val(stop) "\n$i reset"
}
$ns at $val(stop) "$ns nam-end-wireless $val(stop)"
$ns at $val(stop) "finish"
$ns at $val(stop) "puts \"done\" ; $ns halt"
$ns run

```


无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第7章

7.1 现在传感器的品种和规格越来越多, 请你根据对主要的传感器进行分类。

答: 传感器可进行多种分类, 如按工作原理可分为物理传感器、化学传感器、生物传感器, 按用途可分为压力传感器、位置传感器、液位传感器、能耗传感器、速度传感器、加速度传感器、射线辐射传感器、热敏传感器等, 按制作工艺可分为集成传感器、薄膜传感器、层膜传感器、陶瓷传感器等, 按构成可分为基本型传感器、组合型传感器、应用型传感器等。

7.2 无线传感器网络具有哪些特点? 面临什么挑战?

答: 特点包括自组织性、网络规模大、低速率、低功耗、低成本、短距离、可靠性、动态性等。

挑战包括: 通信能力有限; 需要节约能量, 使网络生命周期最大化。计算能力有限, 要让大量有限计算能力的传感器进行协作分布式信息处理; 软硬件须具有高健壮性和高容错性; 网络动态性; WSN 应具有可重构性和自调整性; 大规模的分布式触发; 感知数据流大; 以数据为中心。

7.3 无线传感器网络的网络结构包括哪些? 各具有什么特点?

答: 分为平面结构和分级结构, 前者适于小规模网络, 后者适于大规模网络。

平面结构比较简单, 所有节点的地位平等, 所以又称为对等式结构。源节点和目标节点间一般存在多条路径, 网络负荷由这些路径共同承担, 一般情况下不存在瓶颈, 网络健壮性较好。

分级结构中, 一个 WSN 被划分为多个簇, 每个簇由一个簇头和多个簇成员组成。簇头间可形成高一级网络, 簇头负责簇间数据转发, 簇成员只负责数据采集。这样就减少了路由控制信息的数量, 可扩展性良好。簇头可预先指定, 也可由节点使用分簇算法随时选举产生, 使分级结构有很强的抗破坏性。

7.4 无线传感器网络的节点组成结构和体系结构如何? 请进行简单分析。

答: 节点组成参考图 7.5, 节点体系结构参考图 7.7。

7.5 无线传感器网络具有怎样的协议栈结构? 各层实现什么功能?

答: 参考 7.4.1 节。

7.6 请简单介绍分析定向扩散路由协议的特点。

答: 参考 7.4.3 节“定向扩散路由协议”。

7.7 请简单介绍分析 S-MAC 协议的特点。

答: 参考 7.4.4 节“S-MAC 协议”。

7.8 水下无线传感器网络的主要技术困难是什么? *

答: 由于无线电波的水下传输衰减太大, 只能使用激光和声波, 考虑到成本因素, 水声通信成为主流, 其主要技术困难请参考 7.6 节第 3 小节前 7 行介绍。

7.9 请列举和介绍你了解的一个无线传感器网络的实际应用, 分析其功能和特点。

答: 略。

7.10 第 7.7 节中介绍了很多无线传感器网络的研究进展, 请你任选一个领域, 搜集相关资料, 对其展开分析讨论。*

答: 略。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>



第8章

8.1 什么是无线个域网? 它与其它无线网络相比有哪些不同?

答: 参考 8.1 节“1. 从个域网到无线个域网”。

8.2 无线个域网可分为几类? 具体各有什么特点?

答: 分为低速、高速、超高速 3 类, 特点参考 8.1 节“2. 无线个域网的分类”。

8.3 常见的应用于无线个域网的技术有哪些? 试予以分析对比。

答: IrDA、HomeRF、UWB、蓝牙技术、ZigBee 技术等, 比较分析参考表 8.1。

8.4 IEEE 802.15 包括哪些标准。

答: 参考表 8.2。

8.5 UWB 可实现短距离的高速网络连接, 请分析其如何组建应用于数字化家庭?

答: 参考 8.3.2 节。

8.6 蓝牙主要应用于什么领域? 请举例说明其应用技术原理。

答: 消费电子, 如蓝牙耳机, 技术原理请自行分析。

8.7 低功耗蓝牙技术优势明显, 请简述其协议特点。

答: 低功耗物理层、低功耗链路层、逻辑链路控制与适配协议(L2CAP)、属性协议(ATT)和通用属性框架(GATT)、安全管理协议(SMP)、组建网状网等。

8.8 本章重点介绍了 IEEE 802.15.4 的功能, 请结合物理层和 MAC 层对 IEEE802.15.4、IEEE 802.3、IEEE 802.11 协议进行技术特点对比。

答: 针对 8.3.3 节和第 3 章、第 1 章, 自行讨论分析。

8.9 请简单介绍 ZigBee 网络层协议, 描述其组网过程。

答: 如果某节点具有 ZigBee 协调点功能且未加入任一网络, 可发起建立一个新的 ZigBee 网络, 该节点即成为协调点。协调点首先进行能量探测和主动扫描, 选定一个空闲或通信较少的信道, 然后确定自身的 16 位网络地址、WPAN 标识符(WPANID)、网络拓扑参数等。

其中 WPANID 是该网络在此信道的唯一标识，不应与探测到的其它 WPANID 冲突。此后协调点可接受其它节点加入该网络。

一个孤立节点 A 想要加入该网络时，可向网络中的节点发送关联请求。收到关联请求的节点如果有能力接受其它节点为其子节点，就为 A 分配一个唯一 16 位地址，并发出关联应答。收到应答后，A 成功加入网络，并可接受其它节点的关联。A 加入网络后，将自身 WPANID 设为与协调点相同。一个节点是否接受其它节点与其关联，主要取决于该节点可利用的资源，如存储空间、能量等。

8.10 请列举一个你了解的 ZigBee 实际应用系统，并分析其构成和性能特点。

答：略。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第9章

9.1 从不同视角, 存在不同的物联网观点, 请予以简单分析。

答: 参考图 9.1。

9.2 请介绍基于 SOA 的物联网中间件架构层次。

答: 简单分为: 应用层, 服务合成层, 服务管理层, 对象的抽象层、信任、隐私和安全管理层。具体请参考 9.2 节 “3. 物联网中间件”

9.3 请比较和分析 RFID 和 NFC 的技术特点。

答: 参考 9.3 节 “1. RFID 技术” 以及 “2. 近场通信技术”。

9.6 物联网的操作系统众多, 请选择一款, 列举其主要技术特点。

答: 如 Contiki、AliOS Things、华为 Lite OS 任选一个进行分析, 参考 9.5 节。

9.7 物联网的硬件平台众多, 请选择一款, 列举其主要技术特点。

答: 如对树莓派简单分析, 参考 9.4 节。

9.8 请简述 6LoWPAN 如何将一个普通的物联网设备地址转换为一个 IPv6 地址。*

答: 如针对一个 MAC 地址 00:1C:83:7B:31:9B。

第一步是从 48 比特的 MAC 地址转换到 EUI-64 地址, 需在制造商 ID 和扩展 ID 之间插入 16 比特的 11111111 11111110(0xFFFE), 即上述地址改为 00:1C:83:FF:FE:7B:31:9B, 还需将 U/L 位置 1, 即 02:1C:83:FF:FE:7B:31:9B。

第二步是补充 IPv6 地址前缀, 成为一个 IPv6 地址, 即 FE80::021C:83FF:FE7B:319B。

9.9 和互联网的经典路由协议如 RIP 相比, RPL 协议的原理特点是什么? *

答: RPL 是物联网环境的 IPv6 距离向量路由协议, 根据目标函数, 利用路由度量和约束条件计算出最优路径, 构建面向目标的有向无环图(DODAG)参考 9.6.2 节。

9.10 为什么传统的 TCP 传输协议不适合物联网环境? *

答: 传统 TCP 协议不适合物联网, 原因如下:

(1)连接建立: TCP 会话需要三次握手建立连接, 而物联网大部分通信仅涉及少量数据

交换, 连接建立过程耗时太长。连接建立涉及终端处理和传输数据, 而物联网大多数情况下能量和通信资源有限。

(2)拥塞控制: TCP 负责端到端拥塞控制, 物联网大多为无线介质。如单次会话中交换数据很少, 拥塞控制就不需要, 整个会话通过首个报文传输和接收响应即可完成。

(3)数据缓存: TCP 要求源和目标端进行数据缓存。源端缓存数据以备重传, 目标端缓存是为将数据有序交付应用层。而缓存管理对无源设备而言能耗太大。

9.11 什么是 CoAP 协议? 请列举其基本原理和协议特点? *

答: CoAP 即受限应用协议, 是一个面向受限节点和低功耗有损网络环境的特制应用层 Web 传输协议, 重新实现了一个类似 HTTP 的表达性状态传递(REST)子集。逻辑上可将 CoAP 看成双层结构: 报文层处理节点间信息交换, 支持组播和拥塞控制; 请求/响应层负责传输请求/响应操作信息, 基本原理和特点参考 9.6.4 节。

9.13 请比较 LoRa 和 NB-IoT 二者的技术特点, 分析其应用前景。*

答: 技术特点参考 9.8 节。

应用前景各有千秋, LoRa 由企业用户自行组网, 更灵活, 私密性更好。NB-IoT 充分利用已有蜂窝设施, 由电信运营商主导, 用户成本更低, 范围更大。请自行展开分析。

9.14 请登录 LinkLab(<http://www.emnets.org/linklab>), 尝试接触物联网应用系统开发。

答: 略。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第10章

10.1 简单介绍智能交通系统(ITS)和车联网(V2X)的基本概念。

答: 智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS)指将通信、电子、计算机、控制等各种信息技术应用于交通运输行业, 形成的信息化、智能化、社会化的新型运输系统。通过实时采集、传输和处理各种交通信息, 借助各种科技手段和设备, 协调处理各种交通情况, 建立实时、准确、高效、安全的综合运输管理体系, 实现智能化的交通运输服务管理。

车联网即 V2X(Vehicle to Everything)或 IoV(Internet of Vehicles), 是 ITS 的支撑技术, 实现车辆与周边环境和网络的全方位通信, 包括车与车(Vehicle to Vehicle, V2V)、车与路(Vehicle to Infrastructure, V2I)、车与行人(Vehicle to Pedestrian, V2P)、车与网络(Vehicle to Network, V2N)等, 为车辆驾驶和交通管理提供环境感知、信息交互与协同控制能力。

10.2 请简单介绍车联网和物联网的主要区别有哪些?

答: 见表 10.1。

10.3 请简单介绍一种道路安全类应用需求, 并描述车联网技术如何满足该需求?

答: 可选图 10.1 中 8 种情形任一种进行解释说明。

10.4 车内网络有哪几种主流技术类型? 简述各自的技术特点。*

答: 车内网络也分无线和有线, 无线网络技术如蓝牙、ZigBee、UWB、WiFi 等, 而应用较广的有线网络技术主要有 5 种, 分别是 LIN、CAN、FlexRay、车内以太网、MOST, 具体技术特点参考 10.2 节。

10.5 请简单介绍一下汽车驾驶的自动化分级标准。

答: 目前较通行的汽车驾驶自动化分级标准如下:

0 级, 应急辅助, 即无自动化, 由驾驶员全权驾驶汽车。

1 级, 驾驶辅助, 驾驶系统执行方向盘和加减速中的一项操作, 其余由驾驶员完成。

2 级, 部分自动驾驶, 驾驶系统执行方向盘和加减速中的多项操作, 其余由驾驶员完成。

3 级, 有条件自动驾驶, 驾驶系统完成大部分驾驶操作, 驾驶员须保持注意力集中, 以备万一。

4 级, 高度自动驾驶, 驾驶系统完成所有驾驶操作, 驾驶员无须保持注意力, 但限定道路和环境条件。

5 级, 完全自动驾驶, 任何道路场景和复杂路况下的全面自动驾驶。

10.6 相比传统汽车, 自动驾驶汽车一般还需新增哪些部件?

答: 除车联网模块外, 还配备了计算机、传感器、激光雷达、GPS/定位、立体视觉检测、激光测距、红外摄像等多种设备。车顶上的激光测距仪高速旋转, 进行 360° 全景扫描, 发射的激光遇周围物体会被反射, 通过计算发射与接收的时间差, 判断车与物体的距离。这些设备构成了环境感知、定位导航、路径规划等子系统。信息汇总到决策系统并作出决策, 将相关数据和控制命令发给运动控制系统(油门、制动、转向等)和辅助驾驶系统(紧急制动、限速识别、自动泊车等)。

10.7 请针对自动驾驶汽车简述惯性导航技术原理。

答: 惯性导航系统 INS 包括惯性测量单元(IMU)和计算单元两部分。IMU 配备陀螺仪和加速度计, 可实时检测车辆的重心方向、俯仰角和偏航角等信息, 还可加上电子罗盘、气压计和其他传感器, 进一步提高精度。计算单元包括姿态解算单元、积分单元和误差补偿单元等。

惯性导航系统是从自身过去的运动轨迹推算出当前方位, 核心是 3 个基础公式: 距离=速度 \times 时间, 速度=加速度 \times 时间, 角度=角速度 \times 时间。具体工作步骤见 10.3 节。

10.8 从通信和应用视角下分析我国的车联网系统架构, 自底向上分为哪几层? 各层主要包含什么要素?

答: 底部为设备层, 端指接入无线通信网络的终端(车载/路边基础设施/行人手机)等, 可实现V2V、V2I、V2P、V2N等各种通信, 共享车辆与交通信息。

中间为网络层, 包括蜂窝基站、路边设备、移动计算边缘设备等, 实现V2V、V2I、V2P、V2N等全方位连接和信息交互, 可灵活配置网络 and 提供安全可靠。

上方为平台层与应用层, 通常部署于边缘侧或中心云。平台层包括数据/开放业务/安全管理与支撑平台等, 实现数据的汇集/计算/分析/决策/开放业务管理/功能/安全/运维管理等, 应用层面向各种车联网产业应用及支撑系统, 根据业务需求和网络支持能力, 提供多样化的公共服务和行业应用。

10.9 蜂窝车联网融合了蜂窝通信与直通通信, 请分别简单介绍二者的技术特点?

答: C-V2X 融合了蜂窝通信与直通通信, 提供两者互补的通信模式: 一是直通模式, 终端间通过直通链路(PC5 接口)传输数据, 不经基站, 实现 V2V/V2I/V2P 等直通通信, 支持蜂窝覆盖内和覆盖外两种场景; 二是蜂窝模式, 沿用传统蜂窝通信, 使用终端和基站之间的Uu 接口实现 V2N 通信, 通过基站转发实现 V2V/V2I/V2P 通信。

10.10 我国主推的蜂窝车联网(C-V2X), 在智能交通和自动驾驶中具有哪些优势? 。

答: C-V2X 与移动边缘计算(MEC)等其他 5G 关键技术一起, 与依赖车载感知与计算设备的单车智能技术相比, 能为智能交通和自动驾驶提供更广泛、更精确的信息感知, 更强大的网联智能, 更优的系统边际成本。

10.11 面向自动驾驶汽车, 你更看好 IEEE 802.11p 还是蜂窝物联网技术? 请给出理由。

答: 略。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>



第 11 章

11.1 什么是 WBAN, 它有哪些组成部分?

答: 无线体域网通常是小型或微型的无线网络, 由附于身体或植入体内的微型智能设备组成。这些设备可提供持续的健康监测和实时反馈信息, 并可长期记录和分析。组成一般包括传感器节点、执行器节点、个人设备等。

11.2 请介绍 WBAN 的技术要求?

答: 包括数据率、能耗、QoS 和可靠性、可用性、安全和隐私等, 具体请参考 11.1.2 节。

11.3 IEEE 802.15.6 标准物理层分为哪几种, 分别简介其技术特点。*

答: 分为窄带物理层(NB)、超宽带物理层(UWB)和人体通信物理层(HBC)。各层技术特点参考 11.1.3 节“2. 物理层协议规范”

11.4 请关注你在实际生活中接触到的一种 WBAN 应用, 描述分析其特点。

答: 略。

11.5 请简单介绍无线室内定位测量技术和评价标准。

答: 无线室内定位技术可以分为基于测距和测距无关两大类。基于测距的算法一般测量节点间的距离或方位以测算实际距离, 进一步计算目标节点位置。测距无关算法根据节点连通度等特性估计节点间逻辑距离, 进一步估算出目标节点位置。通常基于测距的算法定位精度更高, 但对硬件要求更高, 而测距无关算法抗噪性更好。

具体测量方法包括三边测量、三角测量、测距无关、指纹识别、近似定位、视觉分析定位等。

评价标准参考 11.2.2 节“2. 室内定位系统的评价标准”。

11.6 不同室内定位系统使用了各种不同无线网络技术, 你更看好哪一种技术? 为什么?

答: 略。

11.7 请在实际生活中关注一个你能接触到的无线室内定位系统, 描述分析其特点。

答: 略。

11.8 请简单介绍无线家居网的组成和特点。

答: 组成包括灯控、远程控制、智能能源、远程护理、安防等, 特点参考 11.3.1 节。

11.9 无线家居网的典型技术方案中, 你更看好哪一个或几个标准, 为什么?

答: 结合 11.3.2 节, 提出你自己的看法。

11.10 请在实际生活中关注你了解的一个无线家居网, 描述分析其技术特点。

答: 针对一个具体的无线智能家居网, 结合 11.3.3 节对其各个层次展开分析。

无线网络技术——原理、应用与实验(第5版)

金光, 江先亮

清华大学出版社 2023

<http://www.thinkmesh.net/wireless/>

第12章

12.1 常见的网络安全威胁有哪些? 如何进行有效防御?

答: 安全威胁包括密码分析攻击、中间人攻击、洪泛攻击、协议漏洞攻击、病毒、木马和蠕虫等。防御技术包括密码编码学、安全协议、防火墙、虚拟专网、入侵检测系统等, 具体参考 12.1 节。

12.2 常见的无线网络安全威胁有哪些? 有哪些对应的防御方案?

答: 无线网络安全威胁参考表 12.1, 防御方案参考表 12.2。

12.3 无线网络的干扰和拥塞攻击是什么? 请说明其攻击过程。

答: 针对无线网络的干扰攻击, 主要是恶意攻击者采用一定的技术手段, 干扰正常的无线网络信号, 造成无线网络不能正常通信。攻击降低了无线网络的传输性能, 且难以防御。拥塞攻击指在无线网络中, 攻击节点在某一工作频段上不断发送干扰信号, 则使用该频段的其它节点无法进行正常工作。拥塞攻击对单频通信的无线网络比较有效, 而对全频通信而言, 攻击需付出的代价较大。

12.4 什么是无线传感网的黑洞攻击? 请说明其攻击过程。

答: 无线传感网中许多数据报文传输的目标地址是基站, 给攻击提供了可能。攻击节点可利用功率大、收发能力强、距离远的节点, 在基站和攻击点之间形成单跳路由或比其它节点更快到达基站的路由, 以此吸引附近大范围内的传感器节点, 以其为父节点向基站转发数据。黑洞攻击改变了网络中数据报文的传输流向, 破坏了网络负载平衡, 也为其它攻击方式提供了平台。

12.5 什么是女巫攻击? 攻击者如何进行身份伪造?

答: 女巫攻击的目标是破坏依赖多节点合作和多路径路由的分布式系统。女巫攻击中的恶意节点通过扮演其它节点或声明虚假的身份, 而对网络中其它节点表现出多重身份。其它节点会认为存在被女巫节点伪造出来的一系列节点, 但实际上这些节点并不存在, 而所有发往这些节点的数据将被女巫节点获取。

12.6 典型的 WLAN 安全技术有哪些? 在实际场景中如何选择和应用?

答: MAC 地址过滤、SSID 匹配、有线等效保密、802.1x 端口访问控制、WPA、802.11

等, 具体细节参考 12.5 节。

12.7 物联网的安全威胁中, 你最关心哪几种? 请简要分析相应的防御机制。

答: 如物理层的消耗能量、劫持设备, 物理层的 DoS 攻击等, 防御机制参考 12.6 节“3. 物联网的安全措施”。

12.8 蜂窝通信网络的安全威胁中, 你最关心哪几种? 请简要分析相应的防御机制。

答: 如用户设备遭受的 APP 漏洞和恶意软件等, 防御机制请自行分析讨论。

12.9 智能手机应用于移动互联网中, 存在哪些安全漏洞? 请简要举例加以分析, 并给出相应的防御手段。

答: 如海豚音攻击, 利用超声波非法操控智能语音系统。防御手段请自行分析讨论。

12.10 物联网的许多技术涉及人, 其隐私问题很受关注, 请你结合个人感受对其进行分析, 提出自己的看法。

答: 略。

12.11 车联网的主要安全威胁中, 你最关注哪一种, 简要分析相应的安全机制。

答: 略。

12.12 请针对量子安全通信技术, 搜集相关资料, 简要分析其进展动态。*

答: 略。