

## 第一章

### 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、便捷等特点。

### 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因特网提供信息服务, 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: 现阶段大部分因特网用户使用 IPv4, 若直接升级到 IPv6, 须将因特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。

## 第二章

### 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转频率。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。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。

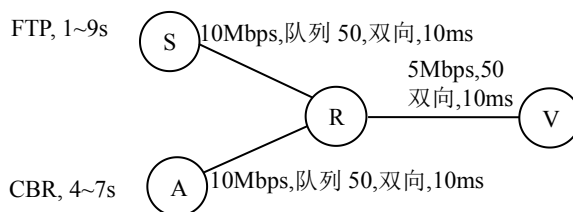
## 2.12 请你调研一下，目前无线充电在消费电子产品中的应用现状如何？

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 Win10 笔记本、特斯拉的无线感应充电板、Apple Watch 及三星无线充电手机等。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有望快速爆发。

## 2.13 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。

2.14 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
```

### 第三章

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：参考 3.1 节“2. 无线局域网的特点”。

3.2 试阐述无线局域网的组成和结构。

答：参考 3.2.1 节和 3.2.2 节。

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

答：参考 3.3.3 节“2. CSMA/CA”。

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 部署大规模 WLAN 需要有效的 AP 和信道分配，请查阅文献，了解研究进展。\*

答：请参考文献【6】或查阅更新的文献。

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 3.5 节中介绍的工具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 3.8.1 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 3.8.2 节。

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]
$ns0 set X_ 947
$ns0 set Y_ 1191
$ns0 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns0 20
set n1 [$ns node]
$ns1 set X_ 1147
$ns1 set Y_ 1191
$ns1 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns1 20
set n2 [$ns node]
$ns2 set X_ 1347
$ns2 set Y_ 1191
$ns2 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns2 20
set n3 [$ns node]
$ns3 set X_ 1547
$ns3 set Y_ 1191
$ns3 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns3 20
set n4 [$ns node]
$ns4 set X_ 1747
$ns4 set Y_ 1191
$ns4 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns4 20
set n5 [$ns node]
$ns5 set X_ 947
$ns5 set Y_ 991
$ns5 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns5 20
set n6 [$ns node]
$ns6 set X_ 1147
$ns6 set Y_ 991
$ns6 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns6 20
set n7 [$ns node]
$ns7 set X_ 1347
$ns7 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

```

## 第四章

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 如 WiMax 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，为居民和各类企业宽带接入业务提供新方案。

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 和 4.2。

4.3 请列举 WiMax 和蜂窝移动通信的不同应用场景？

答：参考 4.3 节和 4.5 节。

4.4 请你调查 WiMax 在国内的应用情况，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 属于另起炉灶，技术投入和市场开拓均存在较大障碍。

4.5 你对 IEEE 802.20 技术前景的看法如何？为什么？

答：请自行分析讨论。

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

答：参考 4.5 节。

4.7 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，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，考虑避免冲突，可参考 4.5 节和第 3 章。

4.8 试从多方面分析和比较 4G 与 IEEE 802.11ac 技术的优缺点。

答：参考 4.5.4 节和第 3 章。

4.9 请乘坐高铁/动车等旅行时，用手机测试网络性能，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？请你设想和描述一下这种应用的场景。

答：请自行分析讨论。

## 第五章

5.1 什么是卫星网络?与其它无线网络相比有何不同?

答: 参考 5.1 节。

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: 参考 5.2 节“1. 卫星轨道”。

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: 参考 5.2.5 节“5. 卫星链路”。

5.6 请简单介绍移动卫星系统(MSS)的通信标准和网络设计?

答: 参考 5.5 节。

5.7 目前主要有哪些实际的卫星网络提供服务?请予以简单介绍。

答: 通信服务参考 5.3 节,定位导航服务参考 5.5 节“2. 卫星定位系统”。

## 第六章

### 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: 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: 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理想方式之一。

优势包括: ①快速部署和易于安装; ②健壮性; ③结构灵活; ④高带宽; ⑤低干扰。

### 6.10 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
```

## 第七章

7.1 现在传感器的品种和规格越来越多，请你对主要的传感器进行分类。

答：参考 7.1 节。

7.2 无线传感器网络具有哪些特点？面临什么挑战？

答：特点参考 7.2 节“3. 无线传感器网络的特点”，“4. 无线传感器网络的技术挑战”。

7.3 无线传感器网络的网络结构有哪些？各具有什么特点？

答：参考 7.3 节“4. 无线传感器网络的网络结构”。

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：参考 7.3 节。

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 和 7.4.2 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。

7.7 请简单介绍分析 S-MAC 协议的特点。

答：参考 7.4.4 节。

7.8 水下无线传感器网络的主要技术特点和困难是什么？\*

答：参考 7.6 节。

7.10 以 S-MAC 协议为例，在 NS2 中建立 20 个节点的 WSN，节点 0 和节点 19 为发送和接收节点，采用 CBR+UDP 数据传输模式。分析该网络中间节点的能量消耗情况，相关参数自行设定，以体现分析的有效性为宜。

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/SMAC ;# 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) 2237 ;# 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 7.11.tr w]
```

```
$ns trace-all $tracefile
```

```
#Open the NAM trace file
```

```
set namfile [open 7.11.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_ 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
```



```

$ns17 set Y_ 97
$ns17 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns17 20
set n18 [$ns node]
$ns18 set X_ 1296
$ns18 set Y_ 97
$ns18 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns18 20
set n19 [$ns node]
$ns19 set X_ 1496
$ns19 set Y_ 97
$ns19 set Z_ 0.0
$ns initial_node_pos $ns19 20

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

#Setup a UDP connection
set udp3 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $n0 $udp3
set null4 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $n19 $null4
$ns connect $udp3 $null4
$udp3 set packetSize_ 1500

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

#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"
$ns at 2.0 "$cbr1 stop"

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

#Define a 'finish' procedure
proc finish {} {

```

```
global ns tracefile namfile
$ns flush-trace
close $tracefile
close $namfile
exec nam 7.11.nam &
exit 0
}
for {set i 0} {$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
```

## 第八章

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: 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 为实现可靠传输, 蓝牙采用了哪些协议? 各实现什么功能?

答: 参考 8.4.1 节。

8.7 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。

8.8 请简单介绍 ZigBee 网络层协议, 描述其组网过程。

答: 参考 8.5 节“2. ZigBee 的网络层”。

## 第九章

9.1 人们从不同视角提出了不同的物联网观点, 请予以简单分析。

答: 参考 9.1 节。

9.2 请介绍基于 SOA 的物联网中间件架构层次。

答: 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: 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: 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: 参考 9.6.1 节“2. 6LoWPAN 的地址转换”。

9.9 和因特网的经典路由协议如 RIP 相比, RPL 协议的原理特点是什么? \*

答: 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: 参考 9.6.3 节。

9.11 什么是 CoAP 协议? 请列举其基本原理和协议特点? \*

答: 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: 参考 9.8 节。

## 第十章

10.1 车内网络有哪几种主流技术标准? 各自的技术特点如何?

答: 参考 10.2 节。

10.2 什么是无线车载网络? 它与其它无线网络相比有哪些不同?

答: 参考 10.1 节。

10.3 无线车载网络如何根据应用分类? 其功能要求有哪些?

答: 参考 10.3 节。

10.4 美国国家 ITS 架构分为几个部分, 各有哪些要素?

答: 参考 10.4 节

10.5 简单介绍 WAVE 协议栈的层次结构。

答: 参考图 10.5。

10.6 请介绍 IEEE802.11p 物理层的主要技术特点。

答: 参考 10.5 节 “1. IEEE802.11p 物理层”。

10.7 请介绍 IEEE802.11pMAC 层的主要技术特点。

答: 参考 10.5 节 “2. IEEE802.11p AMC 层”。

10.8 请列举无线车载网络的各种技术挑战。

答: 参考 10.6 节

## 第十一章

11.1 什么是 WBAN, 它有哪些组成部分?

答: 参考 11.1.1 节。

11.2 请介绍 WBAN 的技术要求?

答: 参考 11.1.2 节。

11.3 请简单介绍 IEEE 802.15.6MAC 协议标准的技术特点。\*

答: 参考 11.1.3 节

11.5 请简单介绍无线室内定位测量技术和评价标准。

答: 参考 11.2.2 节。

11.8 请简单介绍无线家居网的组成和特点。

答: 参考 11.3 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。

## 第十二章

12.1 常见的网络安全威胁有哪些? 如何进行有效防御?

答: 安全威胁参考 12.1.1 节。防御技术参考 12.1.2 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 什么是黑洞攻击? 请说明其攻击过程。

答: 参考 12.3 节“2. 黑洞(Black Holes)攻击”。

12.4 什么是虫洞攻击? 请说明其攻击过程。

答: 参考 12.3 节“3. 虫洞(Worm Holes)攻击”。

12.5 什么是女巫攻击? 攻击者如何进行身份伪造?

答: 参考 12.3 节“4. 女巫(Sybil)攻击”。

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: 参考 12.5.1 节。

12.7 如何进行安全的 MANET 通信? 请给出自己的想法。

答: 各种 MANET 安全技术参考 12.6 节。

12.8 相比无安全机制的路由协议, MANET 的安全路由协议有什么特点?

答: 参考 12.6 节“5. MANET 安全路由”。