

《无线传感器网络》复习知识点

期末考试题型及分值分布：

填空（20 空，共 20 分）、单项选择题（30 小题、共 30）、简答题（10 小题，共 30 分），综合题（2 题，共 20 分）

主要知识点包括但不限于以下内容：

一、概述

1、WSN 一般使用下面哪种介质作为传输介质（ ）

A、无线电波 B、双绞线 C、光波 D、光纤

2、无线传感器网络的英语简写是（ ）

A、WSN B、LoRa C、Wi-Fi D、ZigBee

3、汇聚节点通常又被称为（ ）节点

A、网关 B、簇头 C、接收 D、多路

4、简述无线传感器网络系统工作过程，传感器节点的组成及其功能是什么？

无线传感器网络(WSN)是大量的静止或移动的传感器以自组织和多跳的方式构成的无线网络，目的是协作地采集、处理和传输网络覆盖地域内感知对象的监测信息，并报告给用户

功能：具有感知物理环境数据和处理数据的能力。

5、传感器网络的电源节能方法：休眠机制、数据融合等。

6、传感器节点由传感器模块、处理器模块、无线通信模块和能量供应模块四部分组成。

7、WSN 中网络结构和特点。

结构：节点可以组成三种拓扑结构：星型结构、网状结构(Mesh)和簇状结构(Cluster tree)。节点以自组织形式构成网络、每个节点都可以自主采集数据，数据通过单跳方式或多跳中继方式送到汇聚节点(Sink 节点)。汇聚节点将收集的数据发送到远程的控制中心，或通过串行接口把数据发送给 PC 机进行数据处理和存储。

特点：(1)网络节点密度高，数量大；(2)节点的计算和存储能力有限；(3)节点体积微小，节点能量有限；(4)通信能力有限，传感器网络的通信带宽较窄，

节点间的通信单跳距离通常只有几十到几百米，因此在有限的通信能力下如何设计网络通信机制以满足传感器网络的通信是必须考虑的问题；(5)各传感器节点位置随机分布，具有自组织特性。

二、物理层及信道接入技术

- 1、WSN 一般使用 ISM (Industrial Scientific Medical) 频段，ISM 是无须注册的公用免费频段，ISM 频段主要用于工业、科学和医疗。ISM 就是这三个词汇的缩写。
- 2、无线传感器网络可以选择的频段有：868MHZ、915MHZ、2.4GHZ、5GHZ。
- 3、ZigBee 协议栈物理层采用直接序列扩频(DSSS)技术，定义了三种流量等级：

选择频率	支持信息	数据传输率
2.4GHz	16 信道	250kbps
915MHz	10 信道	40kbps
868MHz	1 信道	20kbps

- 4、在无线传感器网络中，采用的无线电波频段是什么？为什么？

答：ISM 频段。对所有无线电系统都开放，发射功率在 1W 以下，自由频段，无须注册。

- 5、请写出至少 3 个无线传感器网络中常用的调制技术？

答：窄带调制技术、扩频调制技术、超宽带 UWB 调制技术

- 6、在无线传感器网络中，节点能量的主要消耗模块是什么？造成网络能量浪费的主要原因有哪些？

答：无线通信模块是传感器节点能量的主要消耗者。

造成网络能量浪费的主要原因：冲突、串扰（串音）、空闲监听（降低占空比）、控制开销。

- 7、简述无线网络介质访问控制方法 CSMA/CA 的工作原理

CSMA/CA 机制：

当某个站点（源站点）有数据帧要发送时，检测信道。若信道空闲，且在 DIFS 时间内一直空闲，则发送这个数据帧。发送结束后，源站点等待接收 ACK 确认帧。如果目的站点接收到正确的数据帧，还需要等待 SIFS 时间，然后向

源站点发送 ACK 确认帧。若源站点在规定的时间内接收到 ACK 确认帧，则说明没有发生冲突，这一帧发送成功。否则执行退避算法。

8、S-MAC 的工作原理？

- 答：①、采用周期性的休眠/侦听方法减少空闲侦听带来的能量损耗；
- ②、当有节点收发数据时，与此无关的邻居节点进入休眠减少冲突与串音带来的能量损耗；
- ③、采用消息传递机制，减少控制消息带来的能量损耗；
- ④、采用自适应的侦听机制，减少消息传输延迟。

9、T-MAC 的工作原理？

各节点周期性被唤醒，进入活动期，并在活动期间与相邻节点进行通信，然后进入休眠状态，直到下一帧到来。如果在指定时间内没有需要处理的“激活事件”发生，节点进入休眠状态。激活事件为：周期帧定时器溢出；信道上收到数据包；检测到信道上通信在进行；节点数据包或确认信息发送完毕；相邻节点数据包发送完毕。

10、基于竞争的 MAC 协议--T-MAC 协议中，采用 满缓冲区优先 和 未来请求发送 两种方法解决早睡问题。

11、IEEE 802.15.4 标准的主要特征有哪些？

答：IEEE 802.15.4 标准的主要特征：

- 工作在 ISM 频段上，其中在 2450 MHz 波段上有 16 个信道，在 915MHz 波段上有 10 个信道，在 868MHz 上有 1 个信道；
- 实现 20kbps、40kbps、250kbps 不同的传输速率；
- 支持星型和点到点两种拓扑结构；
- 在网络中采取两种地址方式：16 位地址和 64 位地址。其中 16 位地址是有协调器分配的，64 位地址是全球唯一的扩展地址；
- 采用带冲突避免的载波侦听多路访问（Carrier sense multiple access with collision avoidance, CSMA-CA）的信道访问机制；
- 支持 ACK 机制以保证可靠传输；

12、ZigBee 的主要特征是什么？

答：低速率、低功耗、低成本、短延迟、近距离通信、免许可无线通信频段、三级安全模式

13、 ZigBee 协议栈的核心部分是什么？它的主要功能是什么？

答：ZigBee 协议栈的**核心部分是网络层**。

网络层的主要功能：

- 1) 确定网络的拓扑结构，拓扑结构的构建和维护、命名等；
- 2) 负责加入和离开网络机制、应用安全帧的机制、发现和保持设备之间的路径；
- 3) 有自组织、自维护功能，以最大程度减少消费者的开支和维护成本。

14、 ZigBee 支持的三种网络拓扑结构是什么？

答：星形、网状、簇状（树形）

三、 路由、覆盖与拓扑技术

1、 WSN 中路由选择面临的主要问题有哪些？

- ① 节点部署。部署方案：（1）手工 （2）随机
- ② 数据精确性前提下的能耗
- ③ 以数据为中心的数据报告模型
- ④ 鲁棒性与容错性
- ⑤ 网络动态性
- ⑥ 数据融合

2、 无线传感器网络的路由协议有哪些类型？路由协议的设计要求？

由协议主要分为四类：**基于聚簇的路由协议、以数据为中心路由协议、基于地理位置路由协议和能量感知路由协议**。

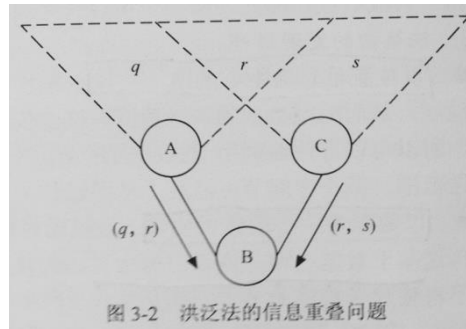
现有的无线传感器网络路由协议设计**以节能、延长网络生命周期**为主要目的。

3、 洪泛协议 flooding 基本思想、主要缺点是什么？

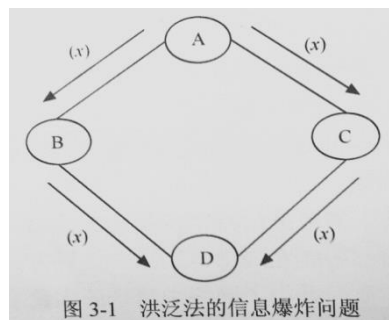
答：基本思想：**节点在任何时刻产生或收到数据后向所有节点广播数据包直到过期 或到达目的地才停止传播。**

主要缺点：

- （1）**信息内爆(Impllosion)**：即将同一个数据包多次转发给同一个节点的现象，这极大浪费节点能量。



(2) **部分重叠(Overlap)**: 这是无线传感器网络特有的, 如图, 节点 A 和 C 感知范围发生了重叠, 重叠区域的事件被相邻的两个节点探测到, 那么同一事件被传给它们共同的邻居节点 B 多次, 这也浪费能量。

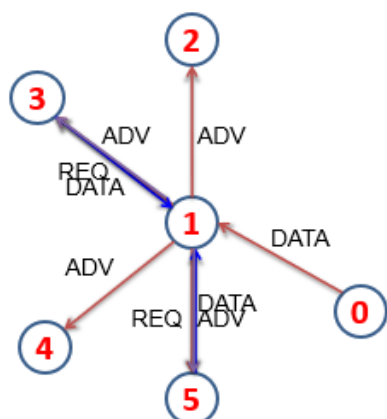


(3) **资源利用不合理**, 即洪泛法不考虑各节点能量可用状况。因而无法做出相应的自适应路由选择。

4、请简述信息协商传感协议 (SPIN) 的工作原理和过程。

当某一节点接收到数据包时, 它会向其周围的邻居节点广播这个 ADV 数据包, 以通告是否需要接收数据, 邻居节点接收到来自传输请求节点发起的 ADV 数据包后, 若其需要接收, 则向请求发起节点发送 REQ 资料包, 然后该节点会将 DATA 数据包发送给相应节点。

SPIN路由协议转发过程



- 0号节点向1号节点发送传感数据
- 当1号节点接收到数据后，向其周边邻居节点广播ADV数据包，通知邻居节点自己有传感数据需要转发
- 当邻居节点接收到1号节点的ADV数据包后，根据自己的情况，自主选择接受数据DATA与否。如左图中，节点3与节点5选择接收数据DATA，因此其向1号节点发送REQ数据包
- 当1号节点接收到节点3和节点5发送的REQ，即立刻将DATA发送至这两个节点

5、SPIN 协议通过节点之间的协商，解决 Flooding 协议和 Gossiping 协议的**内爆**和**重叠**及**资源利用不合理**现象。内爆是指节点在同一时刻收到多份相同的数据；重叠是指节点多次收到同一地区关于同一事件的数据。

6、SPIN 的 3 种协议消息？

- (1) **ADV: (Advertise, 消息广播包)**: 当一个节点要传输数据 DATA 时，先对外广播 ADV，以通告是否需要接收数据(包含 DATA 的元数据,比 DATA 小得多)
- (2) **REQ: (Request, 数据请求包)**: 节点收到 ADV 时，若其需要接收，则发送 REQ
- (3) **DATA: (Data transfer, 数据包)**: 传感器节点采集的原始感知数据

7、定向扩散路由协议 (DD Directed Diffusion) 的主要思想以及组成的三个阶段是什么？

答:主要思想:

汇聚节点根据不同的应用需求定义不同的兴趣 (Interest) 请求消息，并通过洪泛的方式将兴趣请求消息数据包发送至全网或者局部网络节点。在进行兴趣消息洪泛发送的同时，每个节点根据缓存中的兴趣列表，沿着兴趣消息发送方向的反向建立数据传输梯度 (Gradient)，当兴趣消息到达源节点后，源节点则将数据沿着之前建立好的传输梯度进行正向传输，直到汇聚节点。

三个阶段: 周期性的兴趣扩散、数据传输梯度建立和路径加强。

消息

8、低功耗自适应分簇协议 (LEACH) 中簇头节点是固定的吗？为什么这样做？有什么好处？

簇头节点不固定；

簇头节点除了传输非簇头节点的数据外，还要执行数据融合功能，为避免节点长期担当簇头而过早耗尽能量；

采用随机轮循机制选举节点成为簇头节点，从而让所有的节点都有机会成为簇头节点而达到网络中节点能量消耗均匀的目的。

9、LEACH 是属于哪种路由协议？简述其基本思想以及执行过程中的两个构成阶段。

答：LEACH 是第一个低功耗自适应分簇路由协议。

基本思想：将节点组织成簇结构~~XXXX~~，每个簇有一个簇头节点 (Cluster Head Node)，其他节点作为非簇头节点，所有非簇头节点只与本簇的簇头节点通信，而簇头节点收集簇内非簇头节点的数据，进行融合后传输到汇聚节点。两个阶段：

(1) ~~簇的建立阶段~~：节点分簇

随机产生簇头节点，邻居节点动态地形成簇。

(2) ~~簇的稳定状态阶段~~：数据传送

簇头节点收集簇内非簇头节点的数据并进行数据融合，然后把融合后的结果发送给汇聚节点。

10、LEACH 协议的优缺点？背自己书上写的

答：优点：(1) 簇头进行数据融合，减少冗余数据量；

(2) 在 MAC 层中使用了 TDMA、CSMA、CDMA 等机制来共同处理簇内与簇间的冲突问题；

(3) 采用选举簇头算法，保证 WSN 能量消耗平均负载到各节点上；

(4) 采用层次路由，路由路径选择比较简单，不需要存储很大的路由信息。

缺点：(1) 簇头选举随机性很强，可能会出现簇头集中在某一个区域的现象，造成簇头分布不均匀。

(2) 信息的融合和传输都是通过簇头节点来进行，造成了簇头节点能量消耗过快的问题；

(3) 发射机和接收机必须严格遵守时隙的要求，避免在时间上互相重叠，然

成簇
阶段

而，维持时间同步又增加了一些额外的信令通信量。节点的时间表可能会需要较大的存储器。

(4) LEACH 要求节点之间和节点与 Sink 点之间都能进行直接通信，网络的扩展性差，对于大规模网络而言，节点直接进行通信需要消耗大量的能量。并且采用单跳路由方式，增加了交换数据的能量。



11、 HEED 优于 LEACH 之处：

① HEED 算法采用了一种对普通节点和簇头节点都统一的制来衡量簇内通信的代价，而不是 LEACH 算法所使用的节点和簇头间的距离作为是否加入该簇的指标，这样可以协调簇头覆盖范围内所有节点的能量消耗，从而产生比较均匀的簇头分布。簇头分布更加均匀

② 在簇头选举中考虑了节点的剩余能量情况，让剩余能量占初始能量比例更大的节点有更多的机会成为簇头，使得选出的簇头更适合担任数据转发任务，形成的网络拓扑结构更为合理，全网能量消耗更加均匀。

12、 WSN 中地理路由协议的隐含条件是什么？

要求节点知道自己在网络中的位置

13、 基于地理位置信息改善的多播路由协议 LBM 中，转发域的 3 种类型。

静态转发域：将目标域与源节点限制在一定范围空间中，从而将节点的数据转发范围缩小，降低广播通信量。

自适应转发域：转发域随着数据包的不间断转发进行相应的变化。

基于前进距离的非显示转发域：转发区域时刻变化且无固定形状，时刻根据节点自身计算值变化。

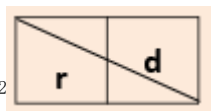
14、 什么叫拓扑控制技术？在无线传感器网络中，拓扑控制设计目标是什么？

答：拓扑控制技术是在保证网络的连通性和覆盖度的前提下，通过一定的功率控制或骨干网节点的选择算法，剔除节点间不必要的无线通信链路，生成一个节能高效的数据转发网络拓扑结构。

拓扑控制设计目标：能量优化、覆盖度、连通性、算法的分布式程度、网络延迟、干扰和竞争、对称性、鲁棒性和可扩展性

15、 GRID 路由协议中，栅格的边长与通信半径满足的关系是什么？请作图说明。

$$(2r)^2 + r^2 = d^2$$



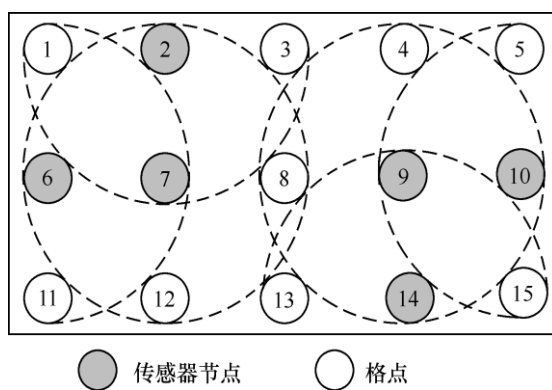
16、 什么是邻居节点？

邻居节点:传感器节点通信半径范围以内的所有其他节点，称为该节点的邻居节点

17、 节点度指什么？

一个节点的度数是指所有距离该节点一跳的邻居节点的数目

18、 在基于网格的覆盖定位传感器配置算法，节点 8、12 的能量矢量为？



节点 8: (0, 0, 1, 1, 0, 0)

节点 12: (0, 0, 1, 0, 0, 0)

四、 WSN 定位、跟踪与时间同步技术

1、 WSN 中常用的测距技术有哪些？分别有哪些特点？

RSSI (Received Signal Strength Indicator 到达信号强度测量法): 信号强度会随着其传播距离的增加而衰减，实现容易，但受环境影响较大，精度不高

TOA (Time of Arrival 到达时间测量法): 要求进行通信的两个节点时间必须高度同步

TDOA (Time Difference of Arrival 到达时间差测量法): 因要发射不同的信号，因此对硬件要求高、能耗也较大

AOA (Angel of Arrival 到达角度): ~~通过接收节点的麦克风阵列之间或多个接收器接收~~
基于信号的时间差或角度测距

2、 为什么基于接收信号强度 (RSSI) 的测距精度有限？

信号强度会随着其传播距离的增加而衰减，实现容易，但受环境影响较大，

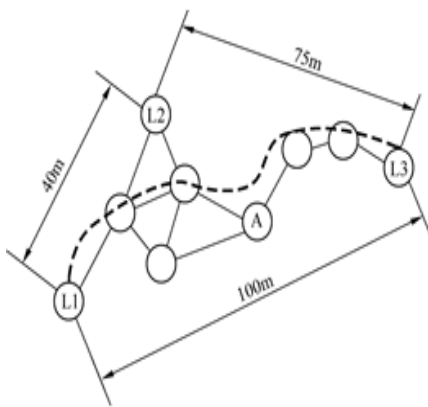
精度不高

3、简述基于多信号到达时间差 TDoA 的原理。其测距计算公式如何表达？

解答：节点同时发射两种不同传播速度的无线信号，接收节点根据两种信号到达的时间差以及这两种信号的传播速度，计算两个节点之间的距离。

假设发射节点同时发射无线射频信号和超声波信号，接收节点记录下这两种信号到达时间为 T_1 、 T_2 ，无线射频信号和超声波信号的传播速度分别为 c_1 、 c_2 ，那么两点之间的距离为 $(T_2 - T_1) * S$ ，其中 $S = c_1 * c_2 / (c_1 - c_2)$ 。

4、说明 DV-Hop 的距离计算步骤。并能根据给定条件进行计算。



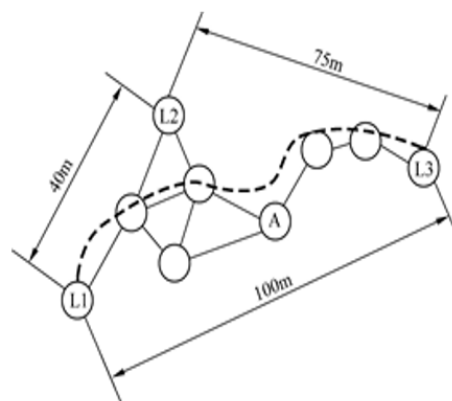
答：（1）计算未知节点与每个信标节点的最小跳数；

（2）估算平均每跳的距离，利用最小跳数乘以平均每跳距离，得到未知节点与信标节点之间的估计距离；

（3）利用三边测量法或极大似然估计法计算未知节点的坐标。

例如在图中，通过前面两个阶段，能够计算出信标节点 L1 与 L2、L3 之间的实际距离和跳数。那么信标节点 L2 计算的每跳平均距离为 $(40 + 75) / (2 + 5)$ 。

假设 A 从 L2 获得每跳平均距离，则节点 A 与三个信标节点之间的距离为 $L1 = 3 \times 16.42$ ， $L2 = 2 \times 16.42$ ， $L3 = 3 \times 16.42$ ，最后使用多边测量法。



5、简述质心定位算法的步骤。

解答：在质心定位算法中，锚节点周期性的向临近节点广播分组信息，该信

息包含了锚节点的标识和位置。当某个未知节点接收到来自不同锚点的分组信息数量超过一个门限之后，就可以计算这些锚点所组成的多边形的质心，作为确定出自身位置的依据。

假设多边形定点位置的坐标向量表示为 $p_i = (x_i, y_i)^T$ ，则这个多边形的质心坐标为 (\bar{x}, \bar{y}) ，具体的计算公式为

$$(\bar{x}, \bar{y}) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \right)$$

6、为什么无线传感器网络需要节点定位，简述基于距离的定位算法、三边测量算法、三角测量算法的工作原理？

答：传感器节点的自身定位是传感器网络应用的基础。许多应用都要求网络节点预先知道自身的位置，并在通信和协作过程中利用位置信息完成应用要求。若没有位置信息，传感器节点所采集的数据几乎是没有什么应用价值的。所以，在无线传感器网络的应用中，节点的定位成为关键的问题。

基于距离的定位算法：通过测量节点与信标节点间的实际距离或方位进行定位

三边测量算法：已知 A、B、C 三个节点的坐标，以及它们到节点 D 的距离，确定节点 D 的坐标。

三角测量算法：已知 A、B、C 三个节点的坐标，节点 D 相对于节点 A、B、C 的角度，确定节点 D 的坐标；

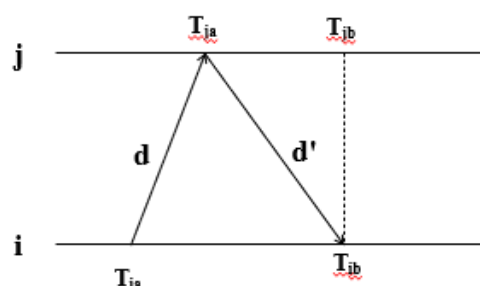
7、为什么无线传感器网络需要时间同步，简述 RBS、TPSN 时间同步算法工作原理？

答：在分布式的无线传感器网络应用中，每个传感器节点都有自己的本地时钟。不同节点的晶体振荡器频率存在偏差，以及湿度和电磁波的干扰等都会造成网络节点之间的运行时间偏差。

RBS 同步协议的基本思想是多个节点接收同一个同步信号，然后多个收到同步信号的节点之间进行同步。这种同步算法消除了同步信号发送一方的时间不确定性。这种同步协议的缺点是协议开销大。

TPSN 协议采用层次型网络结构，首先将所有节点按照层次结构进行分级，然后每个节点与上一级的一个节点进行时间同步，最终所有节点都与根节点时间同步。

8、双向报文交换的工作过程及其计算公式。

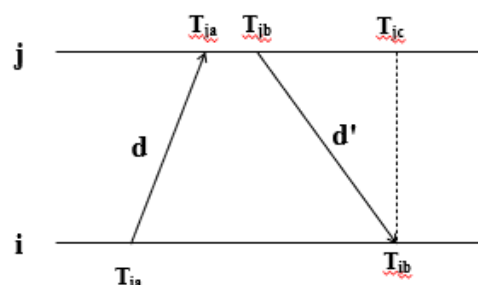
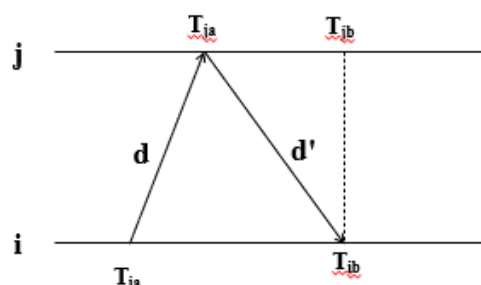


- 由此可以确定节点 i、j 之间的时间偏差为：

$$\Theta = T_{ib} - T_{ja} - d'$$

- 假设上行报文和下行报文的时间延迟相等，即 $d=d'=D/2$ ，则

$$\Theta = T_{ib} - T_{ja} - D/2$$



- 一般节点 j 收到报文后都会延迟一段时间再向节点 i 回复，则有：

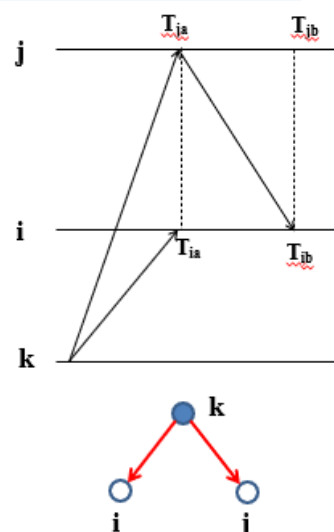
$$T_{ja} = T_{ia} + d + \Theta \quad T_{ib} = T_{jb} + d' - \Theta$$

- 由以上两式推得： $\Theta = ((T_{ja} - T_{ia}) - (T_{ib} - T_{jb})) / 2$

9、广播参考报文的工作过程及其计算公式。

3) 广播参考报文

- 它是利用第三个节点 k，发送时间同步的参考广播报文给相邻的节点 i 和节点 j。假设这个参考广播报文到达节点 i 和节点 j 的时间延迟相等 $T_{ia} = T_{ja}$ 。节点 j 收到参考广播报文后，立即发送包含有 T_{ja} 信息的报文给节点 i，于是节点 i 就可以计算收到两条报文的时间间隔 D 为 $T_{ib} - T_{ia}$ ，两节点偏差为 $\Theta = T_{ia} - T_{ja}$



- 广播参考报文的方法**只能使节点间的时钟保持相对同步**。

10、什么是内同步？什么是外同步？

内同步（相对同步）：网络必须内部一致，不需要它们与外界标准时间保持一致性。

外同步（绝对同步）：每个节点都要与外部时间标度（如 UTC）保持同步

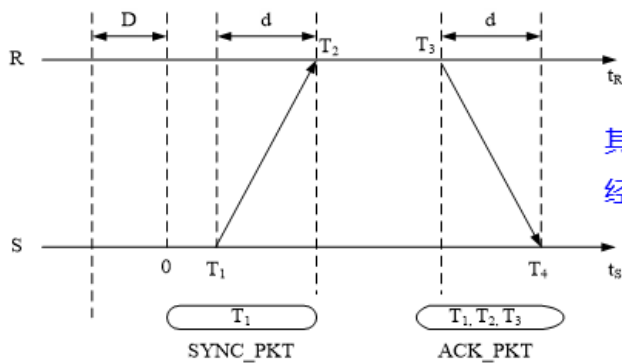
11、传感器网络时间同步协议(TPSN)采用两次握手机制进行节点时间同步。

请画图说明两个相邻层级节点间时间同步过程，并给出节点时差 Δt 的表达式。



(3) TPSN协议

□ 节点S在本地时刻 T_1 时向节点R发送同步请求，该请求中包含节点S的等级和 T_1 ，节点R在本地时刻 T_2 时收到请求并在 T_3 时回发同步应答，该应答包含 T_2 和 T_3 ，节点S于本地时刻 T_4 收到应答信息，根据时间关系可列出方程：



$$T_2 = T_1 + d + \Delta$$

$$T_4 = T_3 + d - \Delta$$

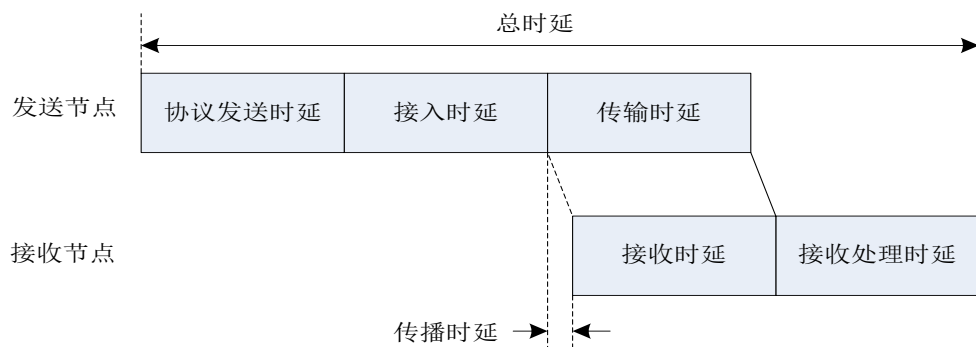
其中， d 为消息传输延迟， Δ 为时钟偏差。

经过计算得

$$d = \frac{(T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)}{2}$$

$$\Delta = \frac{(T_2 - T_1) - (T_4 - T_3)}{2}$$

12、画出同步消息中时间延迟示意图，以及解释其中各自时延内容？



协议发送时延：发送节点构造并装配以及向 MAC 层发送时间同步消息所用时间。

接入时延：消息等待传输信道空闲的时间（受网络流量影响大）

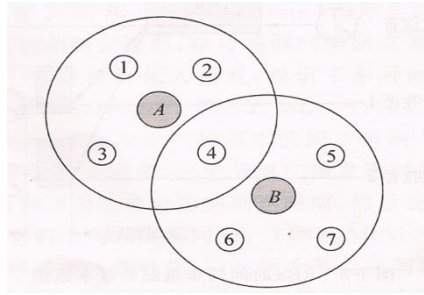
传输(发送)时延：发送节点在无线链路的物理层发送包的时间（受包长及速率影响）

传播时延：发送节点传输到接收节点所经历的时间

接收时延：接收节点从物理层接收数据包，重装该消息并交给上层所用时间。

接收处理时延：接收节点处理收到的数据包，并通知相应程序所需要的时间。

13、 如图所示的网络拓扑，考虑发生在节点 1 和节点 7 附近的两个事件 E1 和 E7。假设节点 A 和节点 B 分别在 Ta 和 Tb 时间点发送同步信标，节点 1 在接收到 A 发送的信标后 2 秒观察到事件 E1，节点 7 在观察到事件 E7 后 6 秒才收到节点 B 发送的信标。两个广播域内的节点和节点 4 交换信息后获知 Ta=Tb+10 秒。问 E1 和 E7 的时间关系怎样？



$$T_A = T_B + 10$$

$$T_A + 2 = E1$$

$$E7 + 6 = T_B$$

$$\text{得出 } E1 = E7 + 18$$

五、 无线传感器网络安全

1、 WSN 的安全需求主要有哪些方面？

(1) 机密性 (2) 真实性 (3) 完整性 (4) 新鲜性 (5) 扩展性 (6) 可用性 (7) 自组织性 (8) 鲁棒性

2、 传感器网络的安全问题：(1) 机密性问题。(2) 点到点的消息认证问题。(3) 完整性鉴别问题。

3、 Mote-class 攻击和 Laptop-class（便携式电脑）攻击，哪种攻击威胁更大？为什么？

按照攻击者的能力来分，可以分为 Mote-class 攻击和 Laptop-class（便携式电脑）攻击；在前一种情况下，攻击者的资源和普通的节点相当，而在后一种攻击中，攻击者拥有更强的设备和资源。也就是说，在 Laptop-class 攻击中，恶意节点拥有的资源，包括能量、CPU、内存和无线电发射器等，优于普通节点。显然，Laptop-class 攻击所带来的危害更大。

4、 WSN 中，常见的攻击有哪些？

(1) DoS (Denial of Service) (拒绝服务) 攻击 (2) Sybil (女巫) 攻击 (3)

Sinkhole (污水池) 攻击 (4) Wormhole (虫洞) 攻击 (5) Hello 泛洪攻击 (6)
选择转发攻击

5、什么是 DoS (Denial of Service) 攻击?

DoS 攻击是指任何能够削弱或消除传感器网络正常工作能力的行为或事件。

攻击者可以发起快速消耗传感器节点能量的攻击, 例如向目标节点连续发送大量无用信息, 目标节点就会消耗能量处理这些信息, 并把这些信息传送给其他节点。

如果攻击者捕获了传感器节点, 那么它还可以伪造或伪装成合法节点发起 DoS 攻击。

6、什么是 Hello 泛洪攻击?

Hello 泛洪攻击攻击原理是许多协议要求节点广播 Hello 数据包来发现其邻近节点。

假如攻击者使用大功率无线设备来广播、路由, 它能够使网络中的部分甚至全部节点确信它是邻近节点。网络中的每个节点都试图使用这条路由与基站进行通信, 但一部分节点离它相当远, 发送的消息根本不可能被攻击者接收而造成数据包丢失、网络混乱。

最简单地对付 Hello 泛洪攻击是通过通信双方采取有效措施进行相互的身份验证。

7、什么是选择转发攻击?

在选择转发攻击中, 恶意节点可能拒绝转发特定的消息并将其丢弃, 以使得这些数据不再进行任何传播。然而, 这种攻击可能引起被邻近节点发现这条路由失败并寻找新路由的危险。

另一种表现形式是攻击者修改节点传送来的数据包, 并将其可靠地转发给其他节点, 从而降低被怀疑的程度;

8、在选择和设计 WSN 网络的加密算法时, 应考虑哪些原则?

- 速度**
(1) 加密算法要快; (2) 算法占用存储空间要小; (3) 算法通信开销要小;
(4) 易于实现 (5) 加密算法需要多样化, 以便应对不同的应用和需求

9、密钥管理方案分类?

- (1) 按密码学基础分类: 对称与非对称
(2) 按网络逻辑结构: 分布式和层簇式

(3) 按照密钥是否更新：静态和动态

(4) 按密钥链接性程度：随机型与确定型

- 10、无线传感器网络主要路由协议可能遭受的攻击，为什么 LEACH 协议不会遭到虚假路由攻击？

在层次路由中，由于 LEACH 采用的是单跳路径选择模式，即假定所有节点都能与基站进行直接通信，因此对虚假路由、Sinkhole、虫洞、女巫攻击都有防御能力。

- 11、入侵检测与传统的网络安全防范措施相比，有何优点？

入侵检测作为一种积极主动的深度防护技术，可以通过检测网络流量或主机运行状态来发现各种恶意入侵并作出响应。

1.能够使现有的安防体系更完善。
2.能够更好地掌握系统的情况。
3.能够追踪攻击者的攻击线路。
4.界面友好，便于建立安防体系。
5.能够抓住肇事者。

(1) 分治而立的检测体系

优点：实现和部署简单。

(2) 对等合作的检测体系

优点：检测能力提高。

(3) 层次的检测体系

优点：提高准确性、减少开销。

六、无线传感器网络操作系统

- 1、节点操作系统设计要求有哪些？

(1)低功耗

操作指令的低功耗设计是节点操作系统区别于传统个人计算机操作系统的重要特征

(2)轻量级

节点内存大小，限制了运行于节点之上的节点操作系统的代码量

(3)实时和并发操作

节点操作系统需要对硬件资源的变化进行即时响应，对系统的实时性要求较高

(4)模块化

需要提供标准的硬件抽象，为不同的硬件设备编制不同的代码模块

- 2、无线传感器网络常用操作系统有哪些？各有哪些特点？

• **TinyOS**: ①是一个开源的嵌入式操作系统；②程序核心很小；③任何一个时刻只执行一个任务；④采用 nesC 语言编写；

• **MOS (mantinsOS)**: ①易用和灵活，可以快速的搭建 WSN 原型系统，对 RAM 需求小；②采用传统的“逻辑/物理”分层方式设计硬件驱动；

- **SOS:** ①消除了操作系统静态的局限性, 引入消息模式, 实现相关绑定;
- ②采用 C 语言作为编程语言; ③具有四层架构; ④SOS 有动态加载模块和静态内核组成;

3、TinyOS 中的简单程序的基本编程模型、实验中常用命令等;



示例程序 (二) : TimerLed

```
/** 启动事件处理函数, 在TimerLed.nc已经关联到MainC.Boot接口
    系统启动后会调用此函数 */
event void Boot.booted()
{
    post DebugTask();    //
    /** 开启定时器工作, 每隔1s触发一次 */
    call TestTimer.startPeriodic(1000);
}
```

1s-----1000

0.5s-----500

即要乘上 1000

8、无线传感器网络数据管理技术

1、无线传感器网络数据库与分布式数据库相比较, 其特殊性体现在哪些方面?

答: (1) 无线传感器网络处理的是无限、连续、实时、流式的数据。

(2) 传感器节点上的存储、计算和能量资源非常有限。

(3) 数据传输路径上的中间传感器节点具有对本身采集的数据和其他节点转发来的数据进行融合、缓存、转发的能力, 可以减少冗余数据在传输中耗费的网络资源。

(4) 相邻节点采集的数据通常具有相似性, 是从不同监测点得到的同一事件的相关数据, 所以数据存在冗余性。

(5) 网络中的数据源是大规模分布的传感器节点, 节点采用与 IP 地址类似的全局编址或者局部标识, 标识一般与节点物理位置无关。

2、无线传感器网络数据管理的关键技术主要包括哪三个方面?

答: 无线传感器网络数据存储结构、数据查询处理技术、数据压缩和融合技术

3、现有的无线传感器网络数据存储结构主要有哪四个类型？各自基本思想是什么？

答：网外集中式存储方案、网内分层存储方案、网内本地存储方案、以数据为中心的存储方案

① 网外集中式存储方案:感知数据从数据普通节点通过无线多跳传送到网关节点，再通过网关传送到网外的基站节点，由基站保存到感知数据库中。

② 网内分层存储方案:这种网络中有两类传感器节点，一类是大量的普通节点，另一类是少量的有充足资源的簇头节点,用于管理簇内的节点和数据。将原始的数据存放在普通的节点，在簇头节点上处理簇内节点的数据融合与数据摘要，在根节点形成一个网内数据的整体视图

③ 网内本地存储方案:数据源节点将其获取的感知数据就地存储。

④ 以数据为中心的存储方案:以数据中心，将网络中的数据按内容命名，并路由到与名称相关的位置。

4、数据查询可以根据查询要求的时间特性分成哪三种类型？对无线传感器网络而言，用户最经常使用的查询是哪种？

答：① 历史查询；② 快照查询；③ 连续查询。

连续查询是用户最经常使用的查询。

5、无线传感器网络查询系统是由哪两部分构成的？

答：全局查询处理器和局部查询处理器

6、已有的无线传感器网络查询处理方案有哪三种？

答：① 采用广播发布查询的方法；② 采用特定路由方式；③ 采用定向扩散技术。

7、无线传感器网络中为什么要进行数据融合？其基本思想是什么？

答：在无线传感器网络的信息收集过程中，采用各节点单独传送数据到汇聚节点的方法不太合适。相邻的节点采集的信息往往存在相似性（形成冗余数据），各个节点单独传送冗余数据会定程度将浪费过多的通信带宽，消耗过多的能量，缩短整个网络的生存时间。主要是为了减少网络内的数据传输量，达到减少能源的消耗的目的。

数据融合的基本思想是：在从各个节点收集数据的过程中，利用节点本地的计算和存储能力处理数据，去除冗余数据，尽量减少网络内的数据传输量，提高

数据采集效率，达到减少能源的消耗，延长网络生命期的目的。

9、简述以地址为中心（AC）的路由和以数据为中心（DC）的路由的不同？

答：以地址为中心的路由(Address-Centric Routing, AC 路由)追求的是信息传递路径最短，对于数据融合的考虑基本没有，信息源采到数据之前其传输路由就已经形成，而这一路由是全局的最短路径或最优的逼近。

以数据为中心的路由（data-centric routing, DC 路由）加入数据融合,在数据转发的路途中，节点会依据其内容，对来自多源的数据进行融合，源节点没有形成最短路径。

10、数据融合技术对无线传感器网络带来的其他方面性能的牺牲包括哪些，为什么？

答：时延性牺牲、鲁棒性的牺牲

时延性代价：在数据传送过程中，寻找易于进行数据融合的路由、进行数据融合操作、为融合而等待其他数据的到来，这些都可能增加网络的平均延迟。

鲁棒性的代价：无线传感器网络相对于传统网络有更高的节点失效率及数据丢失率，数据融合可以大幅度降低数据的冗余性，但丢失相同的数据也会损失信息，因此降低了网络的鲁棒性。

9、物联网环境下的无线传感器网络接入技术

1、什么是网关？网关的主要作用是什么？

网关又称网间连接器、协议转换器。网关在传输层上以实现网络互连，是最复杂的网络互连设备，仅用于两个高层协议不同的网络互连。

网关作用：在多网融合的无线传感器网络中担当网络间的协议转换器、不同网络类型网络路由器、全网数据聚集、存储处理等重要角色，成为网络间连接不可缺少的纽带。

2、WSN 接入基础网络的方式有哪些？各有何特点？

接入方式	上行数据率	网络覆盖	网关集成难度及成本
有线接入	最高（56K-100M）	室内	易集成，成本低
GPRS接入	较低（115.2K）	较广	易集成，成本低
CDMA接入	较高（153.6K）	较广	易集成，成本低
WLAN接入	高（1M-54M）	热点区域	易集成，成本较低
卫星接入	最低，传输延迟大	最广	不宜集成，成本高

结论： WLAN网络在网络覆盖、数据传输速率、网络的稳定性和设备性价比上都有优势。

3.通过以太网接入 WSN 方式中，网关一般应运行何种协议？

TCP/IP 协议。

无线传感器网络-题库

一、选题题

- 1、在网络中，保证数据的新鲜性，可以避免网络中的（ B ）攻击。
A、 拒绝服务
B、 重放
C、 选择转发
D、 sinkhole
- 2、定向扩散路由协议中，汇聚（sink）节点传播兴趣消息的方式是（ A ）
A、 洪泛方式
B、 点到点方式
C、 逐级传播方式
D、 反向传播方式
- 3、以下因素中，不影响通信频率的选择的是（ D ）
A、 天线的长度
B、 功耗的大小
C、 节点集成化的考虑
D、 数据的传输质量
- 4、选择和设计 WSN 网络的加密算法时，不是优先考虑的因素是（ C ）
A、 算法占用存储空间要小；
B、 算法通信开销要小；
C、 采用目前计算机网络中主流的加密算法，如 RSA 算法
D、 加密算法执行要快，且易于实现

5、在 ZigBee 技术中，物理层采用直接序列扩频 (DSSS) 技术，当频率采用 868MHz 时，使用（ A ）个信道

- A、 1
- B、 4
- C、 10
- D、 16

6、层次（分簇）型路由是指网络（ B ）

- A、 根据拓扑结构划分为很多层
- B、 根据拓扑结构划分为若干个簇
- C、 根据网络中节点的位置，可分为不同的层次
- D、 根据网络的分层原则，划分出若干层

7、TPSN(Timing-sync Protocol for Sensor Networks)时间同步算法的通信模型是基于（ B ）的同步算法。

- A、 单向报文传播
- B、 双向报文交换
- C、 广播参考报文
- D、 参数拟合技术

8、以下无线传感器网络接入基础网络的方式中，传输速度最快的是（ C ）。

- A、 GPRS 接入
- B、 CDMA 接入（3G）
- C、 WLAN 接入（WIFI）
- D、 卫星接入

9、基于地理位置信息改善的多播路由协议 LBM，与 PALR 路由协议相比，以下说法错误的是（ D ）

- A、 LBM 协议采用有目的的广播

- B、 PALR 路由协议采用单播方式，即只选择一个邻居节点进行转发数据包
- C、 LBM 的自适应转发域会根据当前数据发送节点进行动态调整发送区域
- D、 基于前进距离的非显示转发域，是指两个节点与目的节点的距离之差小于一个设定的值，才进行数据的转发

10、影响无线传感网的拓扑结构动态变化的原因，不包括（ D ）

- A、 节点的失效
- B、 新节点的加入
- C、 节点控制射频发射功率大小，从而造成其周围邻居节点的变化
- D、 节点选择不同的路径转发数据

11、谣传路由协议寻找可行路径的方式是（ D ）

- A、 采用广播的方式
- B、 由源节点随机选择下一跳节点，直到汇聚节点
- C、 由汇聚节点发出一个查询数据包到源节点，源节点再沿反方向返回一个数据包
- D、 从源节点和汇聚节点均发送数据包，两者都随机进行下一跳节点，直到两个数据包在某一节点上相交，则构成了一条可行路由

12、无线传感器网络与传统的无线网（如 Wi-Fi、移动通信网）之间的主要区别是（ C ）

- A、 节点分布密集
- B、 数量巨大
- C、 前者更注重能量的高效利用
- D、 前者更注重网络的服务质量

13、在 HEED 算法的主要优点中，不包括（ C ）

- A、 采用了一种对普通节点和簇头节点都统一的机制来衡量簇内通信的代价
- B、 在簇头选举中考虑了节点的剩余能量情况
- C、 以节点和簇头间的距离作为是否加入该簇的指标，算法容易实现

D、 相对于 LEACH 算法，产生的簇头节点分布比较均匀

14、无线传感器网络的英语简写是（ A ）

A、 WSN

B、 Wi-Fi

C、 NB-IoT

D、 ZigBee

15、信息安全就是要保证网络中传输信息的安全性。对于无线传感器网络而言，具体的信息安全需求内容不包括（ A ）。

A、 数据的格式

B、 数据的机密性

C、 数据鉴别

D、 数据的完整性

16、关于无线传感器网络覆盖感知模型，以下说法正确的是（ C ）

A、 布尔感知模型应用的更广泛，因为它更接近于真实的场景

B、 概率感知模型应用的更广泛，因为它更接近于真实的场景

C、 布尔感知模型应用的更广泛，因为它的模型相对简单，更容易进行算法分析

D、 概率感知模型应用的更广泛，因为它的模型相对更真实，更容易进行算法分析

17、在 TEEN 协议（能量有效的阈值敏感路由协议）中，其对超过阈值的数据比较敏感，主要是通过（ C ）实现的。

A、 硬门限

B、 软门限

C、 硬门限与软门限共同决定

D、 簇头节点

18、下面哪项不是 ZigBee 的网络层支持三种拓扑结构（ A ）。

- A、 总线型 (Bus) 结构
- B、 簇树型 (Cluster Tree) 结构
- C、 网状 (Mesh) 结构
- D、 星型 (Star) 结构

19、无线传感器网络的网络协议可分为（ B ）

- A、 4
- B、 5
- C、 6
- D、 7

20、以下关于 DMTS (Delay Measurement Time Synchronization , 延迟测量时间同步协议)，错误的说法是（ B ）

- A、 其通过对同步报文在传输路径上所有的延迟进行估计来实现节点间的时间同步
- B、 同步报文在传输路径上采用双向通信方式以进行时间同步
- C、 通过广播同步报文，能够一次广播就同步单跳广播域中的所有节点
- D、 未考虑传播延迟、没有估算时钟频偏等，因此精度不高

21、以下定位算法中，不属于基于测距的定位算法的是（ D ）

- A、 TDOA
- B、 RSSI
- C、 TOA
- D、 DV-HOP

22、在广播参考报文时间同步算法中，其第三个节点发送的广播信息中，（ B ）

- A、 包含的时钟信息作为所有接收节点的时间信息
- B、 广播信息作为接收节点的时钟同步参考

- C、 广播信息到各接收节点的时延不同，同步时需要将之计算出来
- D、 广播参考报文只进行一次数据包传递

23、在 ZigBee 技术中，物理层采用直接序列扩频 (DSSS) 技术，当频率采用 915MHz 时，使用（ C ）个信道

- A、 1
- B、 4
- C、 10
- D、 16

24、现在的智能手机 (GPS 终端设备) 能够快速地完成搜星工作，主要是因为（ C ）

- A、 现在的 GPS 卫星的功能更加强大
- B、 现在的智能手机功能更强大
- C、 现在的智能手机在进行 GPS 定位时会借助附近的基站进行辅助定位
- D、 现在的智能手机中都有两套以上的 GPS 定位系统

25、在连通传感器覆盖算法中，所选择的节点路径，应满足（ B ）

- A、 新加入的节点，能够达到最小的网络能量消耗
- B、 新加入的节点，能够达到最大化的网络覆盖
- C、 新加入的节点，能够使传输的路径最短
- D、 新加入的节点，能够达到最小化的网络覆盖

26、一个 ZigBee 网络可容纳最多（ D ）个从设备和一个主设备。

- A、 32
- B、 64
- C、 255
- D、 254

27、在基于 TDOA 的测距中，如果利用波速差来进行测距，其主要缺点是（ B ）

- A、 算法过于复杂，节点的运行功耗过大
- B、 要产生和接收两种不同的信号波，节点硬件较复杂
- C、 无线电波的速度过快，造成误差过大，精度不足
- D、 声波信号与无线电波信号速度差异过大，造成算法实现困难

28、在 WSN 中，对时间同步技术研究的重点是（ D ）

- A、 时间同步的精度越高越好
- B、 同步应尽量控制成本
- C、 同步应尽量降低能耗
- D、 在满足应用需求的前提下，尽可能提高同步精度、节约能耗

29、退出或被俘的节点，不能再进入网络，是指无线传感器网络应具有（ A ）

- A、 前向私密性
- B、 后向私密性
- C、 抗同谋破解
- D、 源端认证性

① **密钥生成或更新算法的安全性**：破解代价不能过于容易。

② **前向私密性**：退出或被俘的节点，不能再进入网络。

③ **后向私密性和可扩展性**：新加入的节点具有合法性。

④ **一定程度上的抗同谋破解**：被俘节点泄密不危害全网。

⑤ **源端认证性和新鲜性**：可追溯、有限延迟可送达。

30、Gossiping 路由协议，即闲聊路由协议，是对 Flooding 协议的改进。其转发数据包的方式是（ C ）

- A、 以广播方式发送
- B、 向目的节点方向，选择一个邻居节点进行数据包的转发
- C、 随机选择一个邻居节点进行数据包的转发
- D、 一对一转发

31、SAR 路由协议中，树根节点是从（ B ）开始的。

- A、 汇聚节点
- B、 汇聚节点的邻居节点
- C、 各簇的簇头节点
- D、 任意节点均可作为树根节点

32、ISM 频段的主要缺点是（ C ）

- A、 只能用于工业
- B、 只能用于科研
- C、 发射功率受限，只能在 1W 以下
- D、 需要交纳使用费

33、在无线传感器网络中，节点的定位通常是通过（ D ）来实现的。

- A、 节点中具有 GPS 模块，可以获得节点的物理坐标
- B、 节点具有北斗模块，可以获得节点的物理坐标
- C、 节点通过在安装时，获得确定的位置信息
- D、 节点通过锚点，并运行相应的定位算法，计算出自己的位置

34、WSN 一般使用下面哪种介质作为传输介质（ B ）

- A、 双绞线
- B、 无线电波
- C、 光波
- D、 光纤

35、以下关于 LTS 时间同步算法中，错误的是（ B ）。

- A、 构建的生成树的深度越小越好
- B、 上层节点与下层节点采用广播方式进行时间同步
- C、 LTS 算法包括两种同步方式：集中式和分布式

D、 LTS 算法中的分布式同步中，未利用生成树，而是按已有的路由机制寻找参考点

36、在 GRID 路由协议中，各栅格选择簇头节点的依据是（ D ）

A、 以能量的多少

B、 随机竞争

C、 以距离栅格中心的距离为依据：距离越大，成为簇头节点的概率越大

D、 以距离栅格中心的距离为依据：距离越小，成为簇头节点的概率越大

37、拓扑控制算法在网络协议分层中，对应于（ D ）

A、 物理层

B、 MAC 层

C、 路由层

D、 MAC 层与路由层之间

38、无线传感器网络的底层标准一般沿用无线个域网（ C ）的相关标准部分

A、 IEEE 802.5

B、 IEEE 802.4

C、 IEEE 802.15

D、 IEEE 802.3

39、定向扩散路由协议中，兴趣消息的传播，采用的是（ A ）。

A、 广播方式

B、 反向传播方式

C、 一对一（单播）方式

D、 广播与单播相结合的方式

40、当前的无线传感网为一低负载应用，如果希望数据包的发送延迟少，则节点的发射功率应比较（ B ）。

- A、 小，以减少节点间数据包的碰撞
- B、 大，以减少数据包在网内的跳数
- C、 小，以减少数据包在网内的跳数
- D、 大，以减少节点间数据包的碰撞

41、ZigBee 协议栈的核心部分是它的（ B ）

- A、 应用层
- B、 网络层
- C、 MAC 层
- D、 物理层

42、攻击者使用大功率无线设备来广播、路由，吸引网络中的部分甚至全部节点向其发送数据，该攻击手段是（ D ）。

- A、 DoS 攻击
- B、 选择转发攻击
- C、 sinkhole 攻击
- D、 hello 泛洪攻击

43、在无线传感器网络中，大多数节点没有安装 GPS 模块，其主要原因不包括（ D ）

- A、 GPS 模块的价格较高，会造成节点的成本增加
- B、 安装 GPS 模块后会造成节点的体积增加
- C、 GPS 模块的功耗较大
- D、 GPS 的定位精度无法满足应用需求

44、无线传感器网络中，节点采用多跳的方式来传输数据，主要的原因是（ B ）

- A、 节约能源
- B、 节点通信距离有限
- C、 节点的计算能力有限

D、 为了数据的安全

45、在统一功率分配算法 COMPOW 中，各节点的通信发射功率（ ）

A、 在初始时设置为最大发射功率

B、 在初始时设置为最小发射功率

C、 根据各节点所处的位置，设置不同的发射功率

D、 发射功率始终保持不变

46、WSN 网络的源端认证性，是指（ D ）

A、 退出或被俘的节点，不能再进入网络

B、 新加入的节点具有合法性

C、 被俘节点泄密不危害全网

D、 数据包可追溯

47、关于质心定位算法，以下说法正确的是（ B ）

A、 质心定位算法是一种基于测距的定位算法

B、 多边形顶点坐标的平均值为质心坐标

C、 在质心定位算法中，未知节点恰好位于多边形的质心位置

D、 质心定位算法是一种较精确的定位算法，尤其是节点分布不均匀时

48、在 ZigBee 技术中，其有效的通信距离一般为（ B ）

A、 10 米左右

B、 100 米左右

C、 1000 米左右

D、 2000-3000 米

49、节点的度是指（ B ）

A、 节点的度数

B、 节点的邻居节点的数目

- C、 节点的子节点的数目
- D、 节点的父节点的数目

50、汇聚节点通常又被称为（ B ）节点

- A、 簇头
- B、 网关
- C、 多路
- D、 接收

51、以下加密算法中，属于对称密钥加密算法的是（ B ）

- A、 椭圆曲线加密算法
- B、 RC5 加密算法
- C、 基于 Hash 函数的加密算法
- D、 基于 ID 的加密算法

52、TinyOS 是一个开源的（ D ）操作系统，它是由加州大学的伯里克分校所开发，主要应用于无线传感器网络方面。

- A、 桌面
- B、 后台
- C、 批处理
- D、 嵌入式

53、使用通信双方共享的会话密钥来加密待传递的消息，该操作主要是为了保证信息的（ A ）

- A、 机密性
- B、 真实性
- C、 完整性
- D、 可用性

54、无线传感器网络中，以下（ C ）不是节点的主要特点

- A、 数量众多
- B、 自组织网络
- C、 传输距离远
- D、 通过多跳方式传输数据

55、下面哪项不是应用 ZigBee 技术的无线网络方案的特点（ C ）

- A、 低速率
- B、 低价格
- C、 低效率
- D、 低功耗

56、下面哪项不是无线传感器网络可选择的频段（ D ）

- A、 868MHz
- B、 915MHz
- C、 2.4GHz
- D、 3G Hz

57、无线传感器网络中，最主要的传输介质是（ A ）

- A、 无线电波
- B、 光波
- C、 红外线
- D、 超声波

58、数据包在进行传输时，会产生一些不确定的时延。其中，受网络流量影响较大的时延是（ B ）

- A、 协议发送时延
- B、 接入时延
- C、 发送时延

D、 传播时延

59、当前 WSN 网络密钥管理方案研究的主流是（ C ）

A、 分布式的密钥管理

B、 对称密钥管理

C、 层簇式密钥管理

D、 动态密钥管理

60、TEEN 协议中的主要缺点是（ D ）

A、 网络数据传输量较大

B、 簇头节点可以与其它簇头节点构成层次结构

C、 对超过阈值的数据比较敏感

D、 因为阈值的设置，造成有些数据不能上报

61、攻击者通过向目标节点发送大量数据，而使目标节点无法正常工作的攻击手段是（ A ）

A、 DoS 攻击

B、 sinkhole 攻击

C、 hello 洪泛攻击

D、 wormhole 攻击

62、以下不是 LEACH 路由协议优点的是（ D ）

A、 簇头随机选取，无需全网命令控制，实现比较容易。

B、 节点作为簇头节点的机会均等，网络负载比较均衡。

C、 簇头的轮转选择使网络具有较强的抗毁性

D、 簇头节点间根据距离远近选择合适的簇头节点进行数据转发，有利于更好的节约簇关节点的能量

63、如图所示，网络中的各格点都可至少被一个传感器节点所覆盖，此时区域达到了完全覆盖。此时，位置 8 的能量矢量为 (0, 0, 1, 1, 0, 0)。位置 12 的能量矢量为 (C)。

A、 0, 0, 0, 1, 0, 1

B、 0, 0, 0, 0, 0, 1

C、 0, 0, 1, 0, 0, 0

D、 0, 1, 1, 0, 0, 0

64、最早的无线传感器网络可追溯到 (B)

A、 20 世纪 60 年代

B、 20 世纪 70 年代

C、 20 世纪 80 年代

D、 2001 年 9 月 11 日

65、ZigBee 协议栈的网络层数据帧结构中，半径域中的数字表示的是 (C)

A、 通信的半径 (单位：米)

B、 通信的最远距离 (单位：米)

C、 数据包传送时，所经过的节点的跳数

D、 本节点的通信半径

66、基于到达信号强度的测距算法 (RSSI) 中，以下说法正确的是 (D)

A、 实现困难，且精度不高

B、 容易实现，且精度较高

C、 信号强度与节点间距离成正比

D、 信号强度与节点间距离平方成反比

67、Flooding 路由协议的主要缺点不包括 (A)

A、 过于简单

B、 信息内爆

- C、 部分重迭
- D、 能量浪费严重

68、基于地理位置路由协议，是把节点的（ B ）信息作为路由选择的依据。

- A、 能量
- B、 位置
- C、 通信质量
- D、 距离

69、无线传感器网络中，节点包括硬件及（ D ）

- A、 计算模块
- B、 电源模块
- C、 通信模块
- D、 嵌入式软件

70、下面哪项不是 ZigBee 的网络层支持三种拓扑结构（ A ）。

- A、 总线型（Bus）结构
- B、 簇树型(Cluster Tree)结构
- C、 网状(Mesh)结构
- D、 星型(Star)结构

71、在 ZigBee 技术中，物理层采用直接序列扩频(DSSS)技术，当频率采用 2.4GHz 时，使用（ D ）个信道。

- A、 1
- B、 4
- C、 10
- D、 16

72、LEACH 是一种低功耗自适应聚类路由协议，与原有的成簇算法相比，其改进主要是（ C ）

- A、 首次提出了分簇算法
- B、 首次提出了固定簇头算法
- C、 首次提出了簇头选举算法
- D、 首次提出了簇间路由算法

73、控制节点的发射功率，以下说法错误的是（ D ）

- A、 发射功率越大，通信距离越远
- B、 发射功率过小，容易造成网络分割成一些孤立的子网
- C、 发射功率过大，使得节点的邻居节点更多，更容易发生数据包的碰撞
- D、 增大发射功率，可以使节点通信距离更远，数据包传输的跳数更少，因此更加节能

74、S-MAC 协议是基于 802.11 的改进协议，其最重要的改进在于（ A ）

- A、 引入了周期性侦听/睡眠的低占空比机制，通过控制节点的周期性睡眠来降低能耗
- B、 取消了 IEEE802.11 的 RTS/CTS 机制
- C、 采用长消息传送机制
- D、 取消 NAV(网络分配矢量)以避免串音现象

75、定向扩散路由协议的优点不包括（ D ）

- A、 以数据为中心的路由算法，无线传感器网络的通信不再依赖特定的节点
- B、 采用多路径，健壮性好
- C、 节点只需要知道局部(邻居)节点的情况，无需了解整个网络的拓扑结构
- D、 网络数据传输时延短

76、Cricket 定位系统是一种用于室内机器人的室内定位系统，其把信标节点和发射器布置在天花板上，周期性地发射无线射频信号和超声波。这种方式在测距中采用的是（ B ）测距算法

- A、 TOA
- B、 TDOA
- C、 RSSI
- D、 AOA

77、在基于 TDOA 的定位算法中，如果利用距离差测距方法来实现定位，则要求（ B ）

- A、 未知节点与参考节点的时间完全同步
- B、 参考节点之间的时间完全同步
- C、 所有节点之间的时间完全同步
- D、 无需进行时间同步

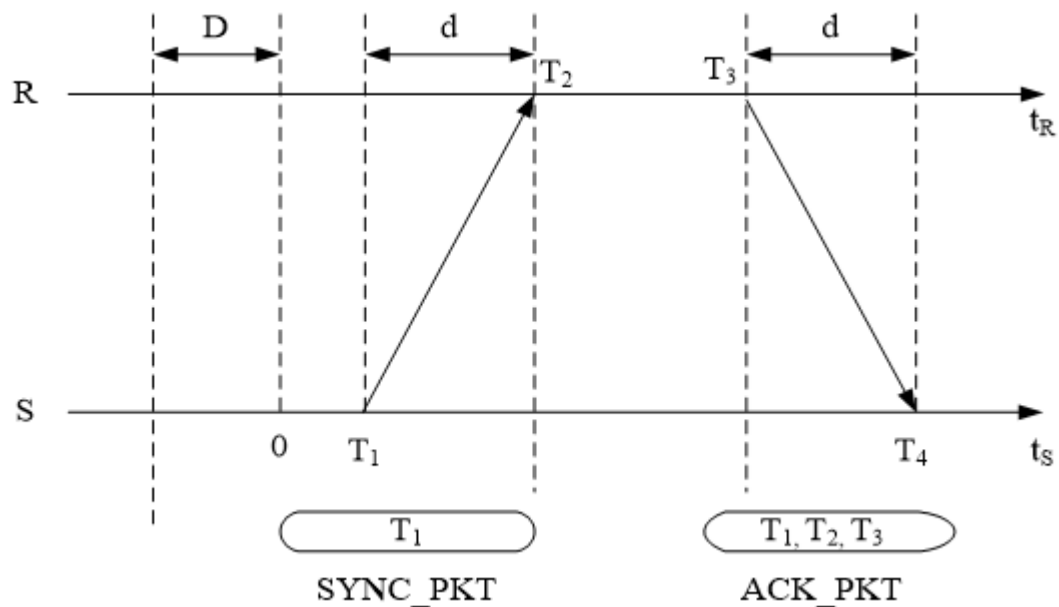
78、无线传感器网络的底层标准一般沿用无线个域网（ C ）的相关标准部分。

- A、 IEEE 802.5
- B、 IEEE 802.4
- C、 IEEE 802.15
- D、 IEEE 802.3

79、在无线传感器网络的安全设计时，通常要采用跨层设计的方式，其主要原因是（ D ）

- A、 安全性更好
- B、 更容易实现
- C、 协议本身是跨层的
- D、 安全需求与网络性能的折中处理

80、根据下图，在 TPSN 算法中，两同步节点的时钟偏差 Δ 为（ B ）



A、
$$\frac{(T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)}{2}$$

B、
$$\frac{(T_2 - T_1) - (T_4 - T_3)}{2}$$

C、
$$\frac{(T_1 - T_2) + (T_4 - T_3)}{2}$$

D、
$$\frac{(T_1 - T_2) - (T_4 - T_3)}{2}$$

81、SPIN 路由协议中，对数据包的转发，（ D ）

- A、 与 Flooding 协议类似，采用广播方式
- B、 与 Gossiping 协议类似，采用单播方式
- C、 有时广播，有时单播
- D、 ADV 数据包采用广播方式，而 DATA 数据包采用单播方式

82、LTS (Lightweight Tree-based Synchronization) 时间同步算法的通信模型是基于 (B) 的同步算法。

- A、 单向报文传递
- B、 双向报文交换
- C、 广播参考报文
- D、 参数拟合技术

83、以下关于 FTSP (Flooding Time Synchronization Protocol) 算法, 错误的是 (C)

- A、 FTSP 算法也是使用单个广播消息实现发送节点与接收节点之间的时间同步
- B、 FTSP 算法可以看成是 DMTS 协议的改进算法
- C、 FTSP 算法无需进行双向数据包交换, 因此实现简单, 但精度不高
- D、 FTSP 算法在 DMTS 协议的基础上, 提出了一系列降低时延不确定的策略, 算法较复杂

84、无线传感器网络中, 节点的自组织是指 (B)

- A、 节点自己开始工作
- B、 节点能自动进行组网
- C、 节点具有自愈能力
- D、 节点能够自动加载

85、在基于固定分配的信道接入技术中, 让多节点在不同的时间片 (时隙) 来轮流使用通信信道的方式, 被称为 (A)

- A、 TDMA
- B、 CDMA
- C、 FDMA
- D、 SDMA

86、每个节点都与外部时间标度 (如 UTC, 世界标准时间) 保持同步, 这种同步被称为 (D)。

- A、 全网同步
- B、 长期同步
- C、 内同步
- D、 外同步

87、在基于固定分配的信道接入技术中，将信道总带宽分隔成多个正交的频道，每个用户占用一个频道的方式，被称为（ C ）

- A、 TDMA
- B、 CDMA
- C、 FDMA
- D、 SDMA

88、DV-Hop 算法中，如果某未知节点收到了来自同一个信标节点的不同跳数值，则（ B ）

- A、 取最大的跳数值
- B、 取最小的跳数值
- C、 取先到的跳数值
- D、 取平均跳数值

89、基于地理栅格的分层网络路由协议 GRID 协议中，设栅格的边长为 d ，节点的通信距离为 r ，则二者之间的关系为（ A ）

- A、 $r = \sqrt{5}d$
- B、 $d = \sqrt{5}r$
- C、 $d = \sqrt{2}r$
- D、 $r = \sqrt{2}d$

90、传感器节点消耗能量的模块不包括哪项（ B ）

- A、 传感器模块
- B、 存储模块
- C、 处理器模块
- D、 无线通信模块

91、以下无线传感器网络接入基础网络的方式中，延时最高的是（ D ）。

- A、 GPRS 接入
- B、 CDMA 接入
- C、 WLAN 接入（WIFI）
- D、 卫星接入

92、新加入的节点具有合法性，可以进入网络，是指无线传感器网络应具有（ B ）

- A、 前向私密性
- B、 后向私密性
- C、 抗同谋破解
- D、 源端认证性

① **密钥生成或更新算法的安全性**：破解代价不能过于容易。

② **前向私密性**：退出或被俘的节点，不能再进入网络。

③ **后向私密性和可扩展性**：新加入的节点具有合法性。

④ **一定程度上的抗同谋破解**：被俘节点泄密不危害全网。

⑤ **源端认证性和新鲜性**：可追溯、有限延迟可送达。

93、以下攻击手段不能对层次路由 LEACH 协议进行攻击的是（ D ）。

- A、 选择性转发
- B、 Hello 消息洪泛攻击
- C、 修改数据包
- D、 虚假路由

94、以下常用的定位算法中，采用测距的定位算法是（ D ）

- A、 质心定位算法
- B、 DV-Hop 算法
- C、 APIT 定位方法
- D、 TDOA 定位算法

95、在设计无线传感器路由算法时，应把（ B ）放在首位进行考虑。

- A、 数据包传递的时延最小
- B、 能量的高效利用
- C、 以数据为中心
- D、 为适应网络拓扑结构的动态变化，路由协议的可拓展性必须强

96、节点的时间校正技术是建立在（ C ）基础之上的。

- A、 节点的本地时钟模型
- B、 节点的逻辑时钟模型
- C、 节点间互相交换时间信息
- D、 节点晶振的精确程序

97、完整的 ZigBee 协议栈共分为（ B ）层

- A、 3
- B、 4
- C、 5
- D、 6

98、无线传感网中的最大突破路径，一定是由（ C ）。

- A、 Delaunay（德劳内）三角形组成
- B、 各节点的连线组成
- C、 各节点的连线的中垂线组成
- D、 感知最弱的位置连线组成

99、传感器节点中，哪种单元能耗最大（ C ）

- A、 处理器单元
- B、 信息融合单元
- C、 无线传输单元
- D、 传感器单元

100、与无线传感器网络相比，传统的有线计算机网络的安全问题中，不易发生（ D ）

- A、 信息泄露
- B、 重放攻击
- C、 拒绝服务
- D、 被攻击者物理操纵

101、在基于局部地理拓扑的单播路由协议 PALR 中，每个传感器节点（ C ）

- A、 知道自己、目标节点的地理位置信息
- B、 知道所有节点的地理位置信息
- C、 知道自己、目标节点与其邻居节点的地理位置信息
- D、 仅知道自己与其邻居节点的地理位置信息

102、DV-Hop 算法中，某未知节点在接收信标节点发送的每跳平均距离时，（ A ）

- A、 只记录第一个接收到的每跳平均距离
- B、 记录所有接收到的每跳平均距离
- C、 将接收到的所有的每跳平均距离，再平均
- D、 只记录最后一个接收到的每跳平均距离

103、以下常用的定位算法中，采用非测距定位算法的是（ B ）

- A、 Cricket 定位系统
- B、 质心定位算法

C、 RSSI 定位方法

D、 AOA 定位算法

104、使用功能强大的处理器来代替受控节点，吸引所有的数据流通过攻击者所控制的节点进行传输，该攻击方式是（ C ）

A、 拒绝服务攻击

B、 选择转发攻击

C、 sinkhole 攻击

D、 wormhole

105、本地邻居平均算法 LMA 中，（ B ）

A、 各节点周期性动态调整节点的发射功率，使得节点的度保持为一个固定数值

B、 各节点周期性动态调整节点的发射功率，使得节点的度保持在一个区间内

C、 各节点的发射功率保持最大，以使其节点的邻居节点数保持固定

D、 各节点周期性动态调整节点的发射功率，以使其节点的邻居节点数保持固定

106、信息在网络中传递时，需要保证数据没有被篡改或替换，这是为了保证数据的（ C ）

A、 机密性

B、 真实性

C、 完整性

D、 可用性

107、下面哪项不是传感器的组成部分（ A ）

A、 发射元件

B、 敏感元件

C、 转换元件

D、 基本转换电路

108、接收消息的节点需要对信息的来源进行认证，主要是为了保证信息的(B)

A、 机密性

B、 真实性

C、 完整性

D、 可用性

109、SPIN 协议在路由建立时，定义了 3 种数据包，其中包含有元数据的数据包是 (A)

A、 ADV 数据包

B、 REQ 数据包

C、 DATA 数据包

D、 RTS 数据包

110、与传统有线网络中的路由协议相比，无线传感器网络的路由协议的主要设计思路不包括 (B)

A、 运行于无源节点上，节能是首要目标；

B、 采用集中控制的路由寻找方法；

C、 节点运算能力有限，协议不能过于复杂；

D、 尽量提供高质量服务，合理利用无线带宽，避免发生网络拥塞；

111、拓扑控制中的休眠调度技术中，STEM-T 算法比 STEM-B 算法更简单，主要体现在 (C)

A、 STEM-T 算法不需要发送唤醒包

B、 STEM-B 算法不需要发送应答包

C、 STEM-T 算法不需要发送应答包

D、 STEM-B 算法中，节点会进入周期性休眠以节约能量，而 STEM-T 则不，因此算法更易于实现

112、将需传送的具有一定信号带宽信息数据，用一个带宽远大于信号带宽的高速伪随机码进行调制后载波发送出去的通信方式，被称为 (B)

- A、 TDMA
- B、 CDMA
- C、 FDMA
- D、 SDMA

113、无线传感器网络是以（ C ）为中心的网络。

- A、 节能
- B、 安全
- C、 数据
- D、 通信

114、数据包在进行传输时，会产生一些不确定的时延。其中，受包长及速率影响的时延是（ C ）

- A、 协议发送时延
- B、 接入时延
- C、 发送时延
- D、 传播时延

115、在 ZigBee 技术中，物理层采用直接序列扩频(DSSS)技术，当频率采用 868MHz 时，能够提供（ A ）的传输速率。

- A、 20kbps
- B、 40kbps
- C、 80kbps
- D、 250kbps

116、以下关于 PEGASIS 路由协议的说法中，正确的是（ ABC ）

- A、 只采用一个簇头，其将全网看成是一个簇群，并将其称为链
- B、 只有簇头节点能与汇聚节点进行通信
- C、 每个节点必须知道自己的所在位置

D、 任何节点都可以与汇聚节点进行通信

117、LEACH 协议的缺点包括（ ABC ）

A、 簇头能量消耗将大大增加，会导致其过早死亡。

B、 LEACH 在选取簇头时没有考虑到节点当前能量问题。当节点当前能量较低时，继续担任簇头节点，将加快其死亡而成为盲节点。

C、 选择簇头的方法无论从数量上还是分布位置上往往呈现较大不确定性；

D、 由于采用层次结构，使得节点路径的选择及路由信息的储存都非常复杂

二、填空

118、TEEN 路由协议中，节点在第一次给簇头节点上报数据时，只上报值大于（**硬门限**）的值。

119、到达信号强度测距技术其英文简写为**RSSI**。

120、数据包在进行传输时，会产生一些不确定的时延。其中，物理层发送数据包的时间受包长及速率影响，该时延被称为**发送时延**；

121、数据包在进行传输时，会产生一些不确定的时延。其中，数据包由高层传递到低层时，需要对数据包封装，该时延被称为**协议发送时延**；

122、基于地理栅格的分层网络路由协议 GRID 协议中，其基本思想是将网络划分成多个正方形的小栅格，相邻栅格中的（**任意节点**）可直接通信。

123、到达时间差测距技术其英文简写为**TDOA**。

124、在基于固定分配的信道接入技术中，让多节点在不同的时间片（时隙）来轮流使用通信信道的方式，被称为（**TDMA**）

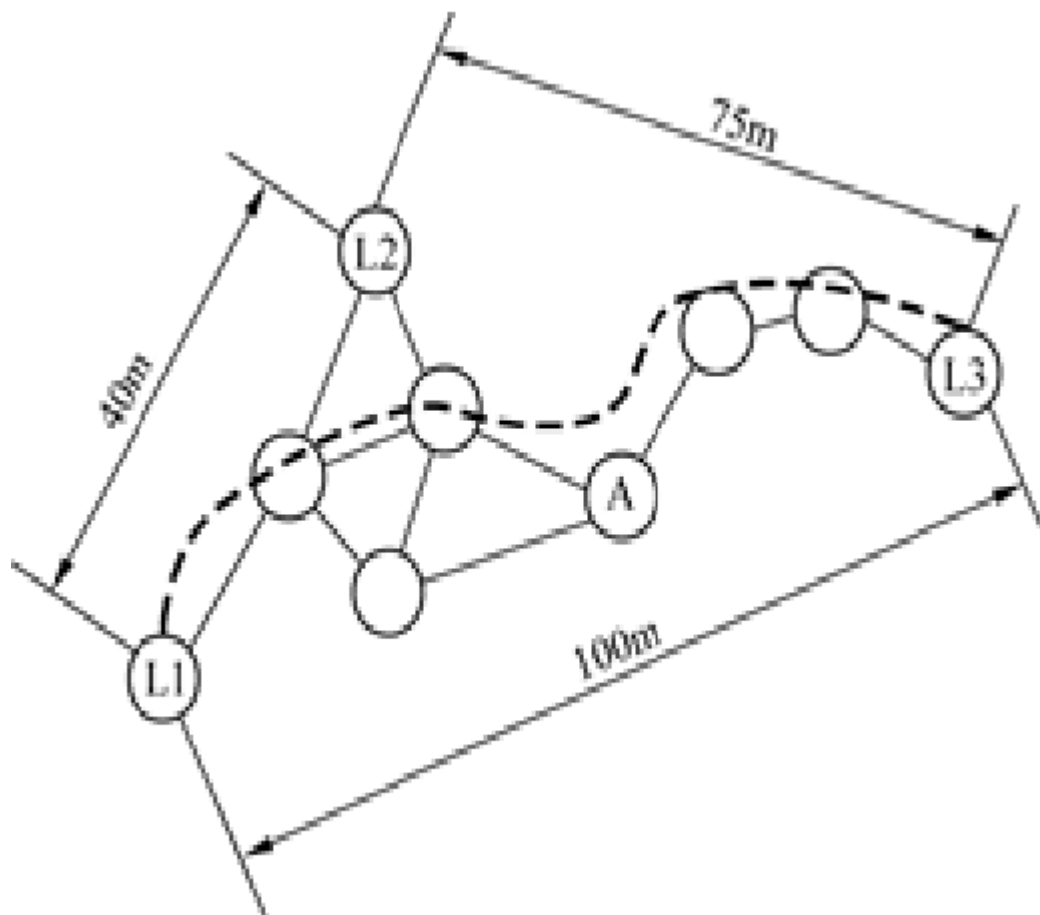
125、在无线传感网中，节点的部署方式有两种，一种是确定性部署，另一种是（ **随机部署** ）。

126、在 HEED 算法中，通过定义簇内 AMRP 指标，即（ **平均最小可达功率** ），来衡量簇内节点通信成本。

127、在工程实践中，确定时钟的精度或误差的上下界的时钟模型是**漂移有界模型**。

128、SPIN 是无线传感器网络中一种基于数据中心的路由协议，其通过节点之间的（ **协商** ）来建立传输路径。

129、在下图中，如果采用 DV-Hop 算法，则由信标节点 L1 所计算出的总跳数为 **8**，平均每跳距离为**17.50**。（结果保留两位小数）



130、现有的无线传感器网络数据存储结构主要包括四个类型：网外集中式存储方案、网内分层存储方案、网内本地存储方案、以数据为中心的存储方案。

131、节点的覆盖率 C 的值，越大越好。（填大或小）

132、在轮换活跃/休眠节点的 Self-Scheduling 覆盖协议中，为了避免邻居节点同时进入休眠状态而出现“盲点”，各节点在进入“休眠状态”之前还将（等待 T_w 时间来监听邻居节点的状态更新）。

133、数据包在进行传输时，会产生一些不确定的时延。其中，链路层等待信道空闲的时间，被称为接入时延；

134、传感器网络的目标跟踪的实质是__协作跟踪的过程__。

135、如果未知节点已知 3 个以上的参考节点的坐标和它们到未知节点的距离，则可以使用__多边极大似然估计__法来实现对未知节点坐标的求解。该方法相对于三边定位法更加__精确__。

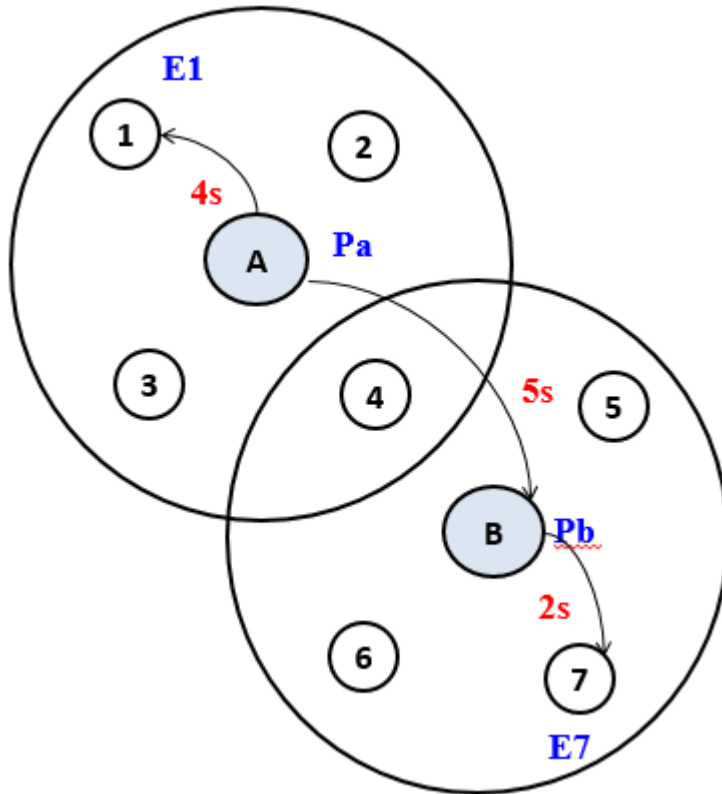
136、数据查询可以根据查询要求的时间特性分成三种类型：__历史查询__、__快照查询__、__连续查询__。

137、无线传感器网络中数据包的生命周期 TTL (Time To Live)，一般是设定的这个数据包（ 转发的最大跳数 ）

138、采用分簇路由算法，且簇头节点采用随机轮循机制进行选举的路由算法是（ LEACH ）

139、基于到达角度测距算法的英文简写为__AOA__。

140、设有如下图所示的多跳网络，A 和 B 为两个非邻节点的广播域。



设发生在节点 1 和节点 7 附近的两个事件，分别记为 E1 和 E7。

节点 A 和节点 B 分别在 P_a 和 P_b 时间点发送 beacon 分组，节点 1 在接收到节点 A 发送的分组后 4s 观察到事件 E1，节点 7 在观察到事件 E7 后 2s 才收到节点 B 发送的 beacon 分组。

其他节点从节点 4 知道节点 A 发送分组比节点 B 晚 5s。

$$P_a + 4 = E1$$

$$E7 + 2 = P_b$$

$$P_b + 5 = P_a$$

请根据 RBS 算法作答（表达式中统一为“+”号，如果是相减的关系，请在答案中写为负值）：

(1) P_a 与 P_b 的关系为： $P_a = P_b + \underline{\quad 5 \quad}$ ；

(2) P_a 与 E1 的关系为： $P_a = E1 + \underline{\quad -4 \quad}$ ；

(3) P_b 与 E7 的关系为： $P_b = E7 + \underline{\quad 2 \quad}$ ；

(4) E1 与 E7 的关系为： $E1 = E7 + \underline{\quad 11 \quad}$ ；

141、LR_WPAN 的中文释义为____**低速率无线个域网**_____。

142、无线传感器网络节点的组成模块分为：计算模块、传感模块、__**无线通信模块**__、存储模块和电源模块。

143、WSN 一般使用 ISM 频段，ISM 频段主要用于__**工业**__、__**科学**__和**医学**。ISM 就是这三个词汇的缩写。ISM 是无须注册的公用频段。

144、无线传感器网络跟踪技术，按照传感器节点运动方式的不同，可以分为静态目标侦测和__**移动目标侦测**_____。

145、在基于竞争的 T-MAC 协议中，采用满缓冲区优先和（ **未来请求发送** ）两种方法解决早睡问题。

146、在 GPS 定位中，要获得地面的被测目标的位置信息，则至少需要同时接收到__**3**__颗 GPS 卫星的信号。

147、到达时间测距技术其英文简写为__**TOA**__。

148、定位算法中，位置信息可分为物理位置和__**符号**__位置两类。

149、定向扩散路由协议采用周期性地对网络进行路由维护与更新，其主要分为 3 个阶段：兴趣消息扩散、数据传输梯度建立和（ **路径加强** ）。

150、无线传感网的覆盖问题是 WSN 网络配置首先面临的基本问题，它反映了一个无线传感器网络某区域（ **被监测和跟踪的状况** ）。

151、在 RBS 时间同步算法中，对于两个接收节点，RBS 机制需要__**3**__个发送消息和__**4**__个接收消息。

152、目前在 WSN 中，节点间主要的时间校正技术有单向报文传递、双向报文交换、__广播参考报文__和参数拟合技术。

153、基于 TDOA 的定位算法中，要计算出未知节点的位置信息，则至少需要__3__个参考节点。

154、S-MAC 把时间分割成许多周期性时隙，在每个时隙中又划分为侦听和（睡眠）两个状态。

155、基于 AOA 的定位算法中，要计算出未知节点的位置信息，则至少需要__2__个基站节点。