1. 简述双向信息交换

在单向同步信息交换的基础上，接受点再回应一个消息，包含3个时间戳。

其中，需要注意的是：

1）双向传播时延是一致的（方向）

2）在两次传播过程中，时钟漂移不变（频偏）

1. 请简述基于树的轻量级同步协议(包括集中式与分布式)

* 集中式多跳LTS：

1）基于单一的参考节点，且此参考节点作为包含所有节点的生成树的根

2）使用广度优先搜素构建树

3）一旦树建立完成，参考节点与叶子结点通过两两成对同步完成网络级同步过程

* 成对同步的误差会积累：要尽量使树的深度较小
* 成对同步的固定开销：3个消息
* 网络级同步的开销：3n-3个消息（n为边的数量）
* 分布式多跳LTS:

不需要建立最大生成树，同步的责任从参考节点转移到传感器节点自己

1. 当有同步需求发生时，总存在一个或多个节点能与参考节点通信
2. 同步周期由同步需求节点自身决定，需要考虑的因素包括：

合适的准确度、到最近参考节点的距离、自己的时钟漂移、上次的同步时间

1. 节点会询问邻居节点潜在的同步请求，如：

如果邻居有同步要求，这个节点与自己的一跳邻接点同步，而不是与参考节点同步

1. 请说明三边测量法、极大似然估计法、三角测量法、最小最大法的计算方法

* 三边测量法

以三个顶点为中心的圆交点作为未知节点的估计位置，但由于受无线传感器网络节点的硬件和能耗限制，通常节点间测距误差较大，经常无法出现3个圆交于一点的情况

* 极大似然估计法

在极大似然估计法中，求解的是距离误差最小点，并且该点作为未知节点的位置。该方法所运用的是求解最小误差点的原理，即存在一个点使得所有方程的误差最小。

其基本思想为：假如一个节点可以获得足够多的信息来形成一个由多个方程式组成并拥有唯一解的超限制条件或限制条件完整的系统，那么就可以同时定位跨越多跳的一组节点。

* 三角测量法

三角测量法根据三角形的几何关系进行位置估算。三角测量法首先进行“点在三角形中”的测试，即任意选取三个锚节点组成三角形，以测试未知节点是否落在该三角形内。

* 最小最大法

最小最大法的基本思想是依据未知节点到各锚节点的距离测量值及锚节点的坐标构造若干个边界框，即以参考节点为圆心,未知节点到该锚节点的距离测量值为半径所构成圆的外接矩形，计算外接矩形的质心为未知节点的估计坐标。

1. 请简述电源节能方法（休眠机制与数据融合具体方面)

* 休眠机制

休眠机制的主要思想是：当节点周围没有感兴趣的事件发生时，计算与通信单元处于空闲状态，把这些组件关掉或调到更低能耗的状态，即休眠状态。该机制对于延长传感器节点的生存周期非常重要。但休眠状态与工作状态的转换需要消耗一定的能量，并且产生时延，所以状态转换策略对于休眠机制比较重要。如果状态转换策略不合适，不仅无法节能，反而会导致能耗的增加。

* 数据融合

数据融合的节能效果主要体现在路由协议的实现上。路由过程的中间节点并不是简单地转发所收到的数据，由于同一区域内的节点发送的数据具有很大的冗余性，中间节点需要

对这些数据进行数据融合，将经过本地融合处理后的数据路由到汇聚点，只转发有用的信息。数据融合有效地降低了整个网络的数据流量。

1. 请简述部署k联通拓扑的基本思想

无线传感器网络中有些节点一旦出现故障，网络就会被断开。为了使无线传感器网络能够容忍节点发生故障，一种方法是任意两个节点之问有多条路径。一种建立容错拓扑的方法是构造k连通图。

k连通网络是指网络中任意两点之间都至少有k条不相交的路径，k连通网络中任意k-1个节点发生故障时网络仍然保持连通。

在完全图中找最小代价的k连通子图是很难的，日前有很多近似算法。其中 FGSSk和

FLSSk,分别是在网络中维持k连通的全局和局部近似算法。

FGSSk是一个集中式贪婪算法，它使得网络中的最大能耗最小化。FCSSk把网络模型化为一个图，节点是图中的点，存在直接通信连接的节点间作一条边，两个节点间的距离作为该边的权重。FGSSk算法分为三步，首先按权重对所有边排序；然后按边权重从大到小依次考虑边是否应该加入生成子图,判断准则是该边的两个端点还没有k条路径连通时，就把这条边加入生成子图。最后判断是否所有节点都达到k连通，如果不是则重复第二步，否则算法结束。

FLSSk是一个分布式算法，它通过局部信息来调整发射功率和维护邻居集。由信息收集、拓扑构造、决定传输能量三个阶段组成。在信息收集阶段，每个节点以最大的能量广播自己的ID号和位置信息，同时收集周围节点发来的信息，形成自己的邻居集；在拓扑构造阶段，使用FCSSk算法，每个节点生成一个子图，在这个子图中它与其他邻居都是k连通的；最后一个阶段通过去掉单向边或加强为双向边改进生成的连通图。

1. 请列举5个QoS需求参数及相关定义

* 路径延迟：网络所有源到目的路径的平均跳段数
* 能量效率：沿路由路径传输一个数据包所消耗的能量
* 路由维护开销：维护网络中所有源到目的路径的能量消耗率
* 拥塞概率：路径流量负载超过路径所有链路的瓶颈容量的概率
* 路由鲁棒性：一对节点之间的最少路径数

1. 请说明女巫攻击的具体意义

女巫攻击是指一个恶意装置非法占用多个网络身份。将一个恶意装置的额外身份称为女巫节点。女巫攻击会大幅度地降低路由协议、拓扑维护中的容错功效。认为使用不相交节点的各条路由实际上包含冒充多个身份的那个攻击者节点。

一个女巫节点可以采取以下方法获取身份：一种方法是伪造一个新的身份。另外一种获取身份的方法是窃取某个合法节点的身份。例如，在匿名投票中，攻击者通过操控大量虚拟身份在投票中占据了较高的投票权，那么攻击者则有可能改变真实的投票结果，从而改变项目走向，实现攻击的目的。