## 一、无线传感器网络的介绍

无线传感器网络（WSN，Wireless Sensor Networks）是由大量具有有限计算与通信能力的微型传感器节点，随机分布在感兴趣的地理区域，通过自组织的方式构成的网络，各个节点协作地实时监测、感知和采集网络分布区域内的各种环境或监测对象的信息，并对信息进行处理，把详尽而准确的信息传送到需求信息的用户终端。

在无线传感器网络结构中，传感器节点常常散布在如图1所示的监测区域里。无线传感器网络通常由传感器节点、汇聚节点和任务管理节点组成。传感器节点通常是一个微型的嵌入式系统，它的处理能力、存储能力和通信能力相对较弱，通过携带能量有限的电池供电。这些分散在监测区域的传感器节点都具有收集周围数据，并把数据路由到汇聚节点的能力。因此从网络功能上看，每个传感器节点兼顾传统网络节点的终端和路由器双重功能，除了进行本地信息收集和数据处理外，还要对其他节点转发来的数据进行存储、管理和融合等处理，同时与其他节点协作完成一些特定任务。如图1所示，传感器节点将数据通过多跳的方式路由到汇聚节点，最后汇聚节点通过互联网或卫星方式与管理节点进行通信。用户通过管理节点对传感器网络进行配置和管理，发布监测任务以及收集监测数据。

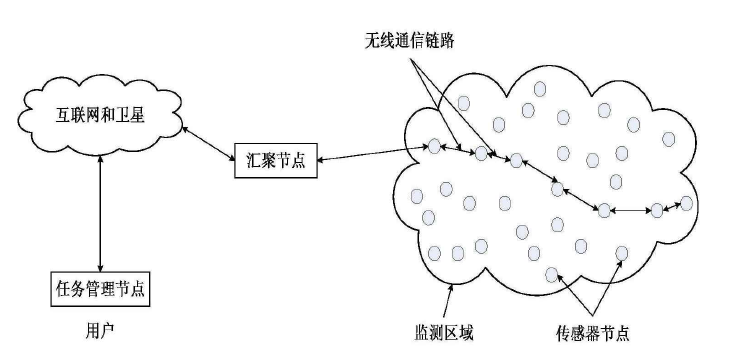


图1 无线传感器网络结构

在无线传感器网络中的路由与传统网络的路由协议目的相同：寻找源节点和目标节点之间的最优路径，并对数据包进行转发的过程。但是与传统网络的路由协议相比，无线传感器网络还具有如下一些特点：

1. 能量优先

由于无线传感器网络节点的能量有限，并且一般不能补给，这使得延长网络的生存期成为路由设计的重要目标，在路由协议设计时需要考虑节点的能耗及网络能耗均衡的问题。

1. 基于局部拓扑信息

由于无线传感器网络节点的存储资源和计算资源很有限，因此不能进行大量的路由信息的存储及复杂路由计算。所以路由协议的设计也只能基于局部拓扑信息。

1. 以数据为中心

无线传感器网络关注的是监测区域的感知数据，并不关心具体是哪个节点获得的数据只需要将感知的数据进行转发。

1. 与应用相关

由于传感器网络具体应用环境的不同，没有一种路由机制会满足所有环境的需要设计者一般需要根据具体应用设计路由协议。

## 二、无线传感器网络的路由协议EDDR

根据无线传感器网络的拓扑结构是否有层次结构、节点作用是否有差异，我们可以将路由协议分为平面路由协议和分层路由协议。在平面路由协议中，所有节点的地位是平等的传感器节点合作执行感应任务。平面路由算法实现简单，但可扩充性差，维护动态变化的路由需要大量的控制信息，数据传输跳数多，因此只适合小规模网络。所以在面对中大规模的网络时，我们一般会采用分层路由协议。

这里我们介绍一种分层路由协议：EDDR(Energy-Distance Dijkstra Routing Alogorithm)，这是一种简易可行的能量均衡的路由算法。在该算法中，需要把无线传感器网络中的节点按簇划分，并把网络中的节点分成了簇头和簇成员两种类型。簇头节点在中扮演了一个本地控制中心的角色，起到协调簇内的数据传输作用。在数据的收集过程中，一个簇里面的传感器节点都将自己采集到的信息发送给自己所在簇的簇头，簇头进行数据融合后再发送给基站。下面我们使用EDDR算法对网络模型、传播模型和能量模型进行建模：

1. 网络模型

EDDR算法是针对节点静止的WSN网络设计的，其网络模型基本设定如下：

1. 传感器节点分布在M\*M的区域内，节点随机分布；
2. 节点有源且能量不可补充，节点位置不能移动；
3. 信道对称，无线电信号在各个方向上能量消耗相同，发射功率可调；
4. 基站位于传感器节点分布区域之外，位置固定，且数量唯一。
5. 传播模型

由于无线传感器网络中实际采用的传播方式也是无线的方式，所以在传播上采用无线传播模型。EDDR算法在传播模型上选择了自由空间传播模型和双径传播模型两种传播模型。引入临界距离d0对传播模型进行使用选择。当发射机和接收机之间距离小于d0，采用自由空间传播模型；当发射机和接收机之间距离大于d0，采用双径传播模型。

为了简化计算，一般进行如下规定：

1. 因为簇内节点到簇头距离比较近，一般是小于d0，因此这种情况下我们会选择自由空间传播模型。
2. 簇头节点与基站距离较远，一般大于d0，因此这种情况下我们会选择双径传播模型。
3. 能量模型

EDDR算法中对于能量模型的规定如下：

* + 1. 发送 L bit 的数据信息到相距为d的接收装置时，消耗的能量为：



* + 1. 接收 L bit 信息消耗的能量为：



* + 1. 融合 L bit 信息消耗的能量为：



总结下来，表示发送端的能量消耗，表示接收端的能量消耗，表示发射电路消耗的能量，表示数据融合时的能量消耗，表示融合每bit数据的能量消耗，和分别表示自由空间模型和双径传播模型的功率放大倍数。根据文献：

## 三、基于Dijkstra算法实现的EDDR算法

EDDR的簇间路由的数据采用了基于能量距离复合权值的Dijkstra算法，从而实现了簇间数据传输优化。传统的Dijkstra算法对权值的考虑只是基于距离。也就是说，起始点C到达终点F的路径S在所有连通的路径中距离最短，S即被认为是C到F的最短路径。然而，WSN中簇头到达基站的路径除了考虑距离之外，还应该综合考虑簇头的能量，如簇头 C1在向基站传输数据的路径中可以选择C2和C3两个簇头作为下一站簇头，C1与 C2的距离S2稍小于C1与C3的距离S3，但是C3的能量远远超过C2，从 WSN 能量消耗均衡和生存周期考虑，C3更适合作为C1的下一站簇头。

因此，根据WSN的特殊性 ，EDDR算法在簇间数据传输引入Dijkstra 算法的同时还对两点之间权值进行了改良，将簇头的能量考虑进去，具体过程如下：

首先构造出所有簇头和基站的有向图，即认为每个簇头和基站、任意两个簇头之 间均是双向路径。

* 1. 基站到簇头权值

因为在寻找簇头通向基站的最短路径上，不能存在基站到簇头的回路，所以基站到簇头被认为是不可达的，即。

* 1. 簇头到基站权值

因为在考虑能量因素对权值的影响时，主要是考虑接收节点的能量对权值的影响，即接收节点能量越大，越有成为下一站簇头的机会。而基站的能量在WSN可以补充，能量是无限大的。所以在簇头到基站的路径中，能量对权值的影响只由簇头决定，即能量越大 的簇头，越应承担向基站传输数据的责任。

假设簇头Ci与基站的距离为，Ci当前能量为E，WSN初始化时节点能量为则:

Ci与基站的能量因子： 

簇头与基站边的权值为：

* 1. 簇节点之间的权值

数据在两个簇节点之间传递时，能量对权值影响应在于接收簇头 。起始簇头选择的接收簇头的能量越大，越应承担接收融合数据的责任。设的当前能量为E，WSN的数据包长度为，到达的距离为dis ，簇间最短距离为。

由此可以算出：

的接收融合数据能量：

到达的能力因子：

发送簇头到接收簇头边的权值：

## 四、仿真与分析

TODO: 利用迪杰斯特拉算法分别实现：1.距离为权值的最短路径求解 2.更改后的复合权值的最短路径求解。查看这两种算法在：

1. 各节点相同能量时，固定起点和终点的情况下，采用1权值和2权值各自需要的距离
2. 各节点相同能量时，固定起点和终点的情况下，采用1权值和2权值各自能够完成的次数（节点能力用完相当于死掉，不能再发送消息了）
3. 各节点相同能量时，固定起点和终点的情况下，采用1权值和2权值时，在经过不同轮次时整个网络节点的存活率