



无线传感器网络

——数据融合/网络管理

重庆邮电大学



WSN数据融合



主要内容

- 数据融合的作用
- 数据融合的分类
- 数据融合的典型方法
- 数据融合协议实例

数据融合

- 数据融合（**data aggregation**或**data fusion**）：将多份数据或信息进行处理，组合成更有效、更符合用户需求的数据的过程。
- 例子1：辨别一个事物，综合听觉、嗅觉、触觉、视觉多种感官信息，融合后得出辨别结果。
- 例子2：视频监控应用中，需要对不同位置、不同视角的多个传感器采集到的图像数据进行融合处理，实现对目标的准确识别。

传感网中的数据融合（1）

- 本章所阐述的传感网数据融合，更看重的是“在网信息处理”，即从以数据为中心的传感网视角出发，传感网不转发或汇聚所有节点的所有数据包，而是对一些数据包本身进行聚合处理，或对它们所携带的信息进行融合处理，从而达到降低网络数据发送量、节省整体能量的目的。
 - **例子1：**传感网具体应用的数据包一般比较小，将多个较小的包合成一个大的数据包一起发送，可以降低数据包帧头的总开销。

传感网中的数据融合（2）

- **例子2：**传感网节点的部署一般存在冗余，即多个传感器节点的采集区域存在重叠情况，中间节点在转发前，先将重叠区域导致的冗余信息去除，可减少数据发送量。
- **例子3：**温度监控网络，若用户只关心某一区域的平均温度、温度上下限等信息，则簇头在转发信息前，可直接进行求平均、找最大/最小值的信息处理，只将处理后的结果告知查询者，不转发每个数据包。

数据融合的作用

○ 节省能量

- 通过在网信息处理，减少信息传输量，降低网络能耗。

○ 获得更准确的信息

- 通过对多个传感器采集的信息进行融合，能够提供传感信息的准确性。

○ 提高数据收集效率

- 通过在网融合减少数据包发送量后，能够减少冲突、拥塞现象，提高网络的整体效率。

数据融合的分类（1）

○ 根据融合前后数据的信息量划分

● 无损失融合

- 小数据包聚合成大数据包，信息量没有变化
- 节点若多次汇报的数据相同，仅是时间不同，可以只汇报最后一次的数据，并通过标志位指示之前的数据与之相同，信息量不丢失。

● 有损失融合

- 省略一些细节信息或数据的质量，换取数据存储或传输量的降低。
- 一般是针对数据搜集的需求才进行有损融合。例如只关心温度平均值、最大/最小值的例子。

数据融合的分类（2）

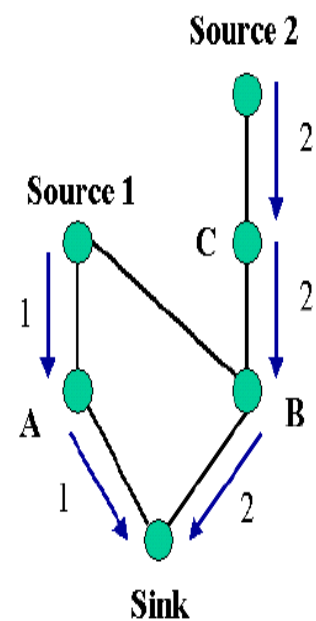
- 根据融合与应用层语义之间的关系划分
 - 依赖于应用的数据融合（**ADDA**）
 - 融合一般在应用层实现，若在其他层次实现，需要进行跨层处理。
 - 独立于应用的数据融合（**AIDA**）
 - 融合可以在数据链路层或网络层等层次进行
 - 结合两种技术的数据融合

数据融合的分类（3）

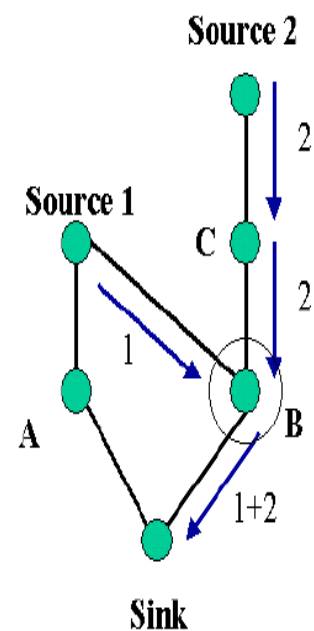
- 根据融合操作的级别划分
 - 数据级融合
 - 例如在目标识别中，进行像素级融合，去除图像中的冗余信息等
 - 特征级融合
 - 例如对温度传感数据进行综合，表示成一定特征；将图像的颜色特征表示成RGB值
 - 决策级融合
 - 例如对监测对象进行判别、分类，是面向应用的融合。
- 三种融合方式，融合的级别越来越高，根据应用需求选择合适的融合方式。

数据融合的典型方法（1）

- 应用层中的数据融合
 - 分布式数据库技术，采用SQL类似的操作方式
- 网络层中的数据融合
 - 从“以地址为中心的路由”（AC）转变为“以数据为中心的路由”（DC），路由器除了具有转发功能外，还具有更强的在网信息处理功能
 - DC不一定总是比AC强，其效果依赖于数据的可融合程度



a) AC Routing



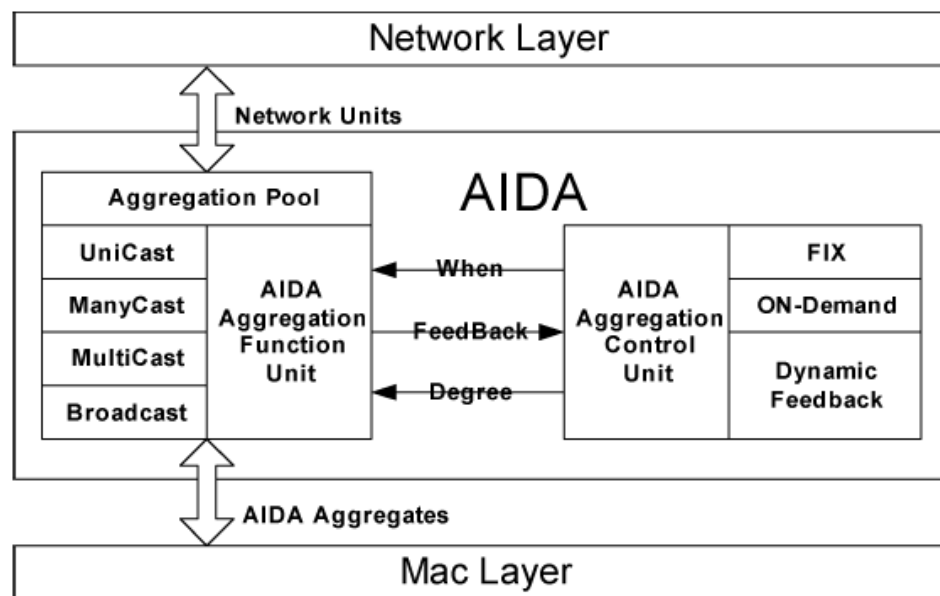
b) DC Routing

数据融合的典型方法（2）

- 基于查询的路由协议中的数据融合
 - DD协议中，采用“抑制副本”的方法，中间节点对转发过的数据继续缓存，发现重复的数据将不予转发。
- 基于层次的路由协议中的数据融合
 - LEACH协议改进后，簇头可以对本簇的数据进行融合处理后再转发。

融合实例——独立于应用的数据融合机制（AIDA）

- **基本思想：**不关心数据的内容，根据下一跳地址进行数据包合并，从而减少数据头部封装开销和MAC层发送冲突。
- **特点：**能够根据网络的负载情况决定融合的程度。网络负载轻时，进行低程度的融合；反之则进行高程度融合。
- **协议层次：**AIDA协议层位于MAC层和网络层之间，分为融合功能单元和融合控制单元。



扩展：数据压缩、数据融合、数据聚合的一种区分方法

- **data compression:** pack data, removing redundant information, etc.
- **data fusion:** combining heterogeneous data to more abstract information or events.
- **data aggregation:** as a special class of data fusion (local preprocessing of homogeneous data to usable information sets).

引自论文：Matthias Vodel and Wolfram Hardt, “Data Aggregation and Data Fusion Techniques In WSN/SANET Topologies - A Critical Discussion ”



WSN网络管理

(P128 第4.5节)

WSN网络管理概述

- 传统的电信网、广播电视网、计算机网络主要使用了两种网络管理模型：
 - 以**OSI**模型为基础的**CMIP**系统管理模型
 - 以**TCP/IP**模型为基础的**SNMP**网络管理模型
- 传统网络管理的主要目标是最大限度的提升网络带宽，减少网络响应时间。
- 传感器网络中网络管理的目标是围绕应用目标使网络具有自适应能力，实现网络的自形成、自组织、自配置，并在网络拓扑、节点能量等动态变化的条件下优化网络资源的利用与整合。
- 因此，现有的网络管理技术难以直接应用于传感器网络。

WSN网络管理功能

○ 配置管理

- 对传感器节点及系统的配置信息进行管理，监测和控制传感器网络的状态。
- 可分为网络和网元两个层次的配置管理。

○ 故障管理

- 涉及故障检测、故障隔离和故障恢复。

○ 安全管理

- 通过一定的安全措施和管理手段，确保网络的安全。

○ 性能管理

- 通过对各项网络性能参数进行实时监测，保证业务管理中定义的**QoS**，并能对网络的运行状态进行监控。

WSN网络管理系统架构

○ 集中式架构


- **Sink**节点作为管理者，收集所有节点信息并控制整个网络。

○ 分布式架构

- 在无线传感器网络中有多个管理者，每个管理者控制一个子网，并和其他管理者直接通信，协同工作以完成管理功能。

○ 层次式架构

- 是集中式和分布式架构的混合，采用中间管理者来分担管理功能。
- 中间管理者之间不直接通信，每个中间管理者负责管理它所在的子网并把相关信息从子网发给上层管理站点，同时把上层管理站点的网管动作传达给它的子网。



WSN可靠传输机制

(P285 第9.3节)

WSN可靠性的定义

○ 数据包可靠和事件可靠

- 数据包可靠是指从源节点发出的数据包经过网络传输可靠到达目的节点。
- 事件可靠反映的是某一特定应用提出的服务质量要求，例如对于入侵检测或多媒体传输，往往不需要所有数据包都可靠到达。

○ 端到端可靠和逐跳可靠

- 端到端可靠强调数据从源节点可靠传输到目的节点，往往需要源和目的之间建立闭环反馈机制。
- 逐跳可靠只考虑单跳链路上的可靠转发，不依赖端到端闭环反馈。传感器网络多采用逐跳可靠。

○ 上行可靠和下行可靠

- 上行可靠针对数据收集应用，保障数据都多个源节点向**sink**传输过程的可靠性，考虑冗余性，这个可靠通常不需要**100%**
- 下行主要针对命令分发、重编程等应用，往往需要**100%**可靠。
- 下行可靠根据数据分发区域大小可分为全局可靠和局部可靠。

保障数据包可靠传输的基本方法

○ 丢包检测

- 发送方通过等待超时（一定时间内是否收到**ACK**）可判断是否丢包。
- 接收端也可使用**NACK**来通过发送端。

○ 丢包恢复

- 节点可将已经发出的包缓存在内存中，等待一段时间以确定是否需要发起重传。
- 采用纠错编码也能够恢复数据，但代价比较高。

○ 带有冗余信息的数据流

- 在一些实时性要求高的应用场景中，重传难以满足时延要求。
- 为了提高可靠性，可以通过加入冗余数据的方法。最直接的方式是将一个数据包多次发送。



Thank you !