

# 无线传感器网络 QoS 路由协议的研究

刘 新

(重庆城市管理职业学院 信息工程学院, 重庆 400055)

**摘 要:** 描述了无线传感器路由协议的特点及 QoS 路由协议所面临的问题, 详细分析了几种典型的满足 QoS 需求的路由协议。最后探讨了无线传感器路由协议未来的研究策略及发展趋势。

**关键词:** 无线传感器网络; 路由协议; QoS 路由

**中图分类号:** TP393.02

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-7880(2009)02-0062-04

## On Qos Routing Protocols of the Wireless Sensor Networks

LIU Xin

(Chongqing City Management Vocational College, Chongqing 400055, China)

**Abstract:** The paper describes the characteristics of wireless sensor networks (WSNs) routing protocols and the problems of Quality of service (QoS) in WSNs routing protocols. Then it discusses some typical routing protocols which can satisfy the QoS requirement. Finally it describes the future research strategies and trends.

**Key Words:** WSNs; routing protocols; QoS routing

随着无线通信、电子与传感技术的发展, 无线传感器网络 (WSN) 引起了人们的广泛关注<sup>[1]</sup>。WSNs 由具有传感、数据处理和短距离无线通信功能的传感器组成, 综合了传感器技术、嵌入式计算机、现代网络及无线通信技术、分布式信息处理等技术, 在军事国防、环境监测、生物医疗、抢险救灾以及商业应用等领域具有广阔的应用前景。

### 1 无线传感器网络路由协议特点

由于无线传感器网络节点能量有限, 所以路由协议设计必须将有效利用能源放在第 1 位, 将服务质量 (QoS) 放在第 2 位。由于无线传感器网络是以数据为中心进行路由的, 数据传输遵循多对一的模式。无线传感器节点不需要经常移动, 因此没有必要花费很大的代价频繁地更新路由表信息。无线传感器网络邻近节点间采集的数据具有相似性, 存在冗余信息, 须经数据融合处理再进行路由。无线传感器网络的节点数量远远大于传统的 ad hoc 网络中的节点数, 而节点的处理能力、存储能力却远不如传统 ad hoc 网络中

的节点。因此, 无线传感器网络路由设计中的几点问题主要是优化能量消耗、均衡能量消耗、合理选择多跳和优化传输路径。

### 2 QoS 路由协议所面临的问题

(1) 获得满足应用的 QoS 请求所必须的 QoS 路由计算信息。例如, 可选的 QoS 度量, 延迟、带宽、可靠性等等。它的选择要满足应用要求和无线传感器网络的特点。在无线传感器网络中要尽量合理地、有效地利用网络资源, 提高数据传输性能, 进而为服务质量提供保障。

(2) 建立满足 QoS 请求路径。要满足不同的 QoS 条件, 将约束引入优化问题, 则算法将变得复杂。多约束路由选择通常是 NP 完全问题, 可以去度量相关性或转化为单一度量来降低计算复杂度。

(3) 维护已建立的路径。由于受到节点失效、移动及周围环境影响较大, 网络拓扑变化频繁, 路由更新和获取较为困难。这就要求协议必须考虑到时延、带宽等参数的不准确性, 在路由开销和计算准确性上进行折衷, 建立一个最为有

收稿日期: 2009-03-02

基金项目: 重庆城市管理职业学院 2008 年院级项目 (2008YJKT012)。

作者简介: 刘 新 (1980—), 女, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 助讲, 研究方向: 计算机通信网络。

效的路由协议。

### 3 支持 QoS的路由协议

#### 3.1 SAR (Sequential Assignment Routing)<sup>[12]</sup>

SAR是第一个把 QoS概念引入到无线传感器网络的路由协议中的,它是一种表驱动的路由机制,目标是达到高效能和高容错能力。它在确定路由树时,同时考虑 QoS质量、路径上的能量资源和每一个数据包的优先级。为了避免单条路径路由失败, SAR使用了多条路径方式和路径存储机制,建立了从源点到目的节点的多条路径,在建立路径树时会避免低能量或低 QoS保证的节点。会根据拓扑变化来重建路由,同时通过在路由表中增强每条路径上下行数据流节点的连通性来恢复失败。 SAR增强了能效和容错能力,但它增加了路由表和状态表的维护开销。所以,不适用于大规模的传感器网络。

#### 3.2 Directed Diffusion协议<sup>[3]</sup>

Directed Diffusion是一种数据为中心的路由协议,它是以数据为中心的路由协议发展中的里程碑。汇聚节点(sink)向所有传感器节点发送其兴趣(Interest,即通过分配不同属性值来表示不同任务的描述符),每个传感器节点在收到兴趣后保存各自的缓存中。每个兴趣项(Interest Entry)包含时间标签和若干梯度域(Gradient Field,按成本最小化和能量自适应原则引导数据扩散的方向)。当一个兴趣传遍整个网络后,从源节点采集到兴趣所需的数据,那么源节点沿着该兴趣的梯度路径传输数据到汇聚节点或基站。其中,源节点采集的数据首先在本地采用汇聚融合技术进行整合,然后在网上传输。

该协议采用多路径,健壮性好;使用数据聚合能减少数据通信量; sink点根据实际情况采取增强或减弱方式能有效利用能量;使用查询驱动机制按需建立路由,避免了保存全网信息,但不适合环境监测等应用。而且, Gradient的建立开销很大,不适合多 sink点网络;数据聚合过程采用时间同步技术,会带来较大开销和时延。

#### 3.3 SPEED协议<sup>[15]</sup>

SPEED协议提供软实时端到端的保证。这个协议需要每个节点去维持其邻居节点的信息和使用地理的转发去寻找路径,并确保每个报文分组能以指定速度转发给 sink节点如图 1所示。

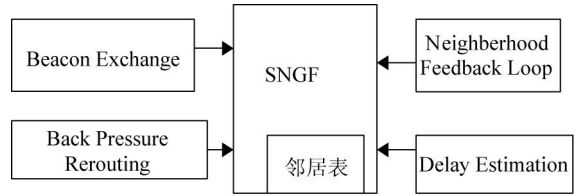


图 1 SPEED 协议框架

SPEED 协议主要有 4 个部分组成: Beacon Exchange 是用于管理节点的地址信息; Delay Estimation 用来得到网络的负载情况,判断网络是否发生拥塞; SNGF 是用来选择满足传输速率要求的下一跳节点; Back Pressure Rerouting 用来通知 source 节点重新选择路径来避免拥塞; NFL 是用来计算节点的邻居节点的转发概率,这个转发概率表示网络能够满足传输速率要求的程度,因此节点按照这个概率进行数据转发。

#### 3.4 TopDisc 协议<sup>[6]</sup>

TopDisc (topology discovery) 协议是带有数据融合的分簇路由算法。用三色算法作为分簇算法的具体实现,在簇结构形成之前,所有节点都被标记为白色,由 sink 节点发起三色算法。具体过程如下: 1) sink 节点标记为黑色,并广播查询消息。2) 白色节点收到黑色节点的查询消息时变为灰色,灰色节点等待一段时间再广播查询消息,等待时间的长度与黑色节点之间的距离成反比。3) 当白色节点收到一个灰色节点的查询消息时,先等待一段时间,等待时间的长度与白色节点到该灰色节点的距离成反比。如果在等待时间内,收到来自黑色节点的查询消息,节点立即变成灰色节点,否则节点变为黑色节点。4) 当节点变为黑色或者灰色后,它将忽略其它节点的查询消息。黑色节点成为簇头,灰色节点为簇员。黑色节点以最后传来查询消息的黑色节点作为自己的下跳黑色节点,称为其父黑节点,自己成为子黑节点。

TopDisc 协议特点: 1) 父黑节点距 sink 节点的最小跳数小于他的子黑节点距 sink 节点的最小跳数。2) 绝大多数父黑节点是在其子节点所有相邻黑节点中距 sink 节点最小跳数最小的黑节点。由于延迟的设置,也存在黑节点选择最小跳数稍大的邻居黑节点为自己父黑节点的情况,但这种情况很少出现,可以忽略。3) 在黑节点的所有邻居黑节点中可能存在距 sink 节点最小跳数与其父黑节点相同的其它黑节点。4) 黑节点

的父黑节点在此黑色节点与 sink 节点之间的某条最短路径上。

以 TopDisc 协议的分簇路由为基础的算法区分实时业务与非实时业务,通过维护簇间和簇内两个梯度场建立到 sink 节点的多条最短路径,根据数据包的不同 QoS 需求采用不同的路由策略进行路由。在保证实时数据的 QoS 要求的同时尽量对更多数据进行融合处理。算法采用优先级调度法在各节点区分不同业务的转发速度。

### 3.5 EBQoS 算法<sup>[7]</sup>

针对无线传感器网络中实时业务和非实时业务共存现状,采用按业务类型路由的策略,路由过程中综合考虑节点的剩余能量状况,算法在以下三个方面具有明显的优势:

(1)在能量节省方面,算法在每一跳都只选择一个符合转发条件的邻居节点转发信息包,这样网络中不会出现数据冗余的现象,有效地避免了冗余信息处理带来的额外能量消耗。同时,网络中的信息包是沿着到 Sink 节点的跳数较少的路径向上传输的,在这个过程中,参与信息包路由的节点是相对较少的,因此能量总消耗也是较小的。

(2)在网络的生存期方面,算法在路由选择时充分考虑路径的剩余能量节点,可以有效避开剩余能量较小的路径,使得网络中的节点负载相对平衡,从而延长了网络的生存期。

(3)在差别服务的 QoS 保证方面,算法对实时数据提供 QoS 保证,并充分考虑非实时数据的吞吐量。

### 3.6 EARSN 协议<sup>[8]</sup>

EARSN (energy - aware routing for cluster - based sensor network) 是基于三层体系结构的路由协议。该协议要求网络运行前由终端用户 sink 将传感器节点划分成簇,并通知每个簇首节点的 ID 标志和簇内所分配节点的位置信息。传感器节点可以活动和备用的低能源两种方式运行,并以下面这四种方式之一存在:感知、转发、感知并转发、休眠。与一般层次路由协议不同的是,该

协议的簇首不受能量的限制。它作为网络的中心管理者,可以监控节点的能量变化,决定并维护传感器的四种状态。算法依据两个节点间的能量消耗、延迟最优化等性能指标计算路径代价函数。簇首节点利用代价函数作为链路成本,选择最小成本的路径作为节点与其通信的最优路径。经仿真分析,该协议在运行过程中具有很好的节能性、较高的吞吐量和较低的通信延迟。

### 3.7 Energy-Aware QoS Routing Protocol<sup>[9]</sup>

这个路由算法,根据能量消耗和满足端到端延迟需要的错误率来寻找一条从源到网关的最优路径。算法不仅满足实时数据的通信量而且还要满足非实时数据,它还引入一个队列模型来满足实时数据流和非实时数据流共存的情况。在这个队列模型中用一个分类器来检查包的类型并把不同类型的数据包放在不同的队列中。用一个调度模块来决定数据包被传送的顺序。该算法总的基于结合链路花费和端到端的延迟两步策略。首先不考虑端到端的延迟,为每一个特殊的链路简单计算花费,使用一个扩展的 Dijkstra 算法去发现最小花费的路径。一旦获得候选路径,第二步就要检查它们。看哪一条路径满足端到端的 QoS 要求。

## 4 结束语

无线传感器网络的路由算法是无线传感器网络研究中的热点问题。对 QoS 问题的研究才是起步阶段,大部分都是针对单一服务的尽力而为模型,但是随着应用的不断深入和拓展,不同的业务对网络的服务质量 (QoS) 提出了不同的要求,比如,非实时数据 (如温度、湿度参数) 要求传输可靠,分组丢失率低,而实时数据 (如图像、声音等) 对延迟比较敏感。因此,要求无线传感器网络能够提供针对不同业务的 QoS 保证,以满足不同业务的需求。而现有的算法只能解决当中部分问题,如何设计出适合无线传感器网络特性的更加有效的 QoS 路由算法,仍是一个值得深入探讨的问题。

### 参考文献:

- [1] AKYLDIZ I F, SU Wei lian, SANKARASUBRAMANIAM Y, et al. A survey on sensor networks[J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 40 (8): 102 - 114.
- [2] Sohrabi K, Pottie J. Protocols for Self - organization of a wireless Sensor Network[J]. IEEE Personal Communications, 2000, 7 (5): 16 - 27.

- [3] Intanagonwivat C, Govindan R, Estrin D, et al. Directed diffusion for wireless sensor networking[J]. IEEE Trans on Networking, 2003, 11(1): 2 - 15.
- [4] Intanagonwivat C, Govindan R, Estrin n Directed diffusion: A scalable and robust communication paradigm for sensor networks[C]. In: Proceedings of the 6th Annual ACM / IEEE International Conference on Mobile computing and Networking August 2000.
- [5] He T et al. SPEED: A Stateless Protocol for Real - time Communication in Sensor Networks[C]. In the Proceedings of International Conference on Distribute Computing Systems, Providence, R I, 2003
- [6] Deb B, Bhatnagar S, Nath B. A topology discovery algorithm for sensor networks with applications to network management[D]. DCS Technical Report DCS—TR - 441 Rutgers University, 2001.
- [7] 于磊磊,柴乔林,刘鑫,等,一种节能的无线传感器网络 QoS路由算法[J]. 计算机应用, 2007, 27 (2): 376 - 379.
- [8] YOUN IS M, YOUSSEF M, AR ISHA K Energy aware muting in cluster based sensor networks[C] //Pr c of the 10th IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunications Systems Washington DC: IEEE Computer Society, 2002: 129 - 136.
- [9] Akkaya K, Younis M. An Energy—Aware QoS Routing Protocol for Wireless Sensor Networks[C]. In the Proc Of the IEEE Workshop on Mobile and Wireless Networks (MWN2003), Providence, Rhode Island, 2003: 710 - 715.

[编辑 须劲松]

(上接第 9 页)了必须以学生应用能力的培养为主要目的,教授的课程要有一定广度,要为学生建立一个较宽的知识平台,使其在今后的工作乃至职业变化过程中具备一定的基础。

## 2 改进教学方法

教学方法和教学手段在很大程度上影响着教学的质量,好的教学方法和教学手段能够激发学生的潜能,对学生起到事半功倍的效果。本课程具有教学内容广、实践应用性强等特点,要保持学生的学习兴趣,让学生主观上想学、客观上学的进,真正学以致用。

我们依托交流调速实训室开展实践教学,我院交流调速实训室是完全模拟工厂工作环境建设的,里面配有和工厂中相同的元件装置,实现了与企业工作环境的无缝连接,让学生体验工厂的真实环境,增加学习的紧迫感和责任感。

根据教学内容,合理选择教学方法。在本课程的教学过程中,采用现场教学的方法开展教学,全部在实训室中完成,使学生能够在“做中学、学中做”。

## 3 建立客观测评体系

### 参考文献:

- [1] 姜大源. 职业教育学研究新论[M]. 北京:教育科学出版社, 2007.
- [2] 姜大源. 当代德国职业教育主流教育思想研究:理论、实践与创新[M]. 北京:清华大学出版社, 2007.
- [3] E 劳耐尔. 学习领域课程开发手册[M]. 北京:高等教育出版社, 2007.

改进考核方式,打破传统的课程理论考试模式,关注学生的个体差异,注重对学生的学习过程的考核,将教学过程中的基本任务考核和综合任务考核相结合,增加学生自评和互评的分值比例,突出应用能力考核的目的。

## 三、课程改革后的特色

《触摸屏技术及应用》课程的教学改革体现了基于工作过程的课程开发思路,提升了教学效果,促进了课程的发展。我院研制的自动化大类专业柔性自动化综合实训设备正是这门课从教学到应用的一个体现,它分为通用变频器典型调速系统实训模块、逻辑控制综合实训模块、伺服运动控制综合实训模块、运动控制(步进电机、变频器)综合控制实训模块和过渡过程控制系统实训模块,它们分别属于逻辑控制、运动控制和过程控制三大类。从理论学习到实际动手,再到实训装置的成型,也体现了“理实一体”的教学思想,能够让学生在“做中学、学中做”,不仅培养了学生的实际专业应用能力,更是在做的过程中培养学生的方法能力,即可持续发展能力。

[编辑 韩 冰]