

无线传感器网络定向扩散路由协议研究

李应娣,单志龙

(华南师范大学,广东 广州 510631)

摘 要:定向扩散协议是一个典型的以数据为中心的路由协议。它有很多的优点,但是也有一定的不足。在初始兴趣扩散阶段,由于采用泛洪方式,导致了很大的能量开销。为了减少泛洪所引起的能量开销,文中提出了一种改进的路由协议 DD-RFA。即采用节点的射频角度来发送兴趣,邻居节点只有在射频角度范围内的才可以扩散兴趣,否则拒绝扩散兴趣。仿真结果表明,与传统的定向扩散协议相比,有效地缩小了兴趣报文泛洪的范围,减少了参与兴趣扩散的节点数目,节省了能量。因此,改进的路由协议很大程度上节省了能量,延长了整个网络的生命周期。

关键词:定向扩散;无线传感器网络;射频角度

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)09-0040-04

Research on Directed Diffusion Routing Protocols in Wireless Sensor Networks

LI Ying-di, SHAN Zhi-long

(School of Computer Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: Directed diffusion (DD) is a typical data-centric protocol for wireless sensor networks. It has many advantages, but it also has some defeats. In the initial interest diffusion stage, DD uses the flooding method, which leads to more energy expenses. In order to reduce energy consumption, directed diffusion based on radio frequency of angle (DD-RAF) is proposed in this paper. In DD-RAF, the neighbor nodes diffuse interest using radio frequency of angle. Only in the radio frequency scope can the interests be diffused by the neighbor nodes. Comparing with DD, simulation results show that the improved protocol efficiently reduces flooding scope, decreases the number of participating nodes in the flooding, and save the energy. Consequently, the improved routing can efficiently save the energy, prolong the lifetime of wireless sensor networks.

Key words: directed diffusion; wireless sensor network; radio frequency of angle

0 引言

无线传感器网络^[1,2] (Wireless Sensor Networks, WSN)是集信息采集、信息传输、信息处理于一体的综合智能信息系统。它综合了微机电系统(Micro-Electron Mechanical System, MEMS)、传感器技术、嵌入式技术、现代网络及无线通信技术、分布式信息处理技术等,能够通过各类集成化的微型传感器协作地实时监控、感知和采集各种环境或监控对象的信息。在军事领域、工业领域、农业领域、环境检测、医疗监护、智能家居系统等许多领域都有十分广阔的发展前景^[3,4]。

但是,由于WSN自身在能量供应、数据处理以及通信能力上的限制,其路由协议与传统的路由协议有较大的不同,能量的有效利用是WSN路由协议^[5]设计的重要目标。文中在定向扩散协议的基础上,提出了一种采用节点的射频角度来扩散兴趣,进而建立梯度的算法,通过仿真结果分析,显示该算法能很好地节省能量。

1 定向扩散(DD)协议分析

DD协议^[6,7]是一个重要的基于数据的、查询驱动的路由协议。该协议采用属性/值对命名传感器节点产生的数据,由兴趣扩散、梯度建立、路径加强和数据传播阶段组成,如图1所示。

(1)兴趣扩散阶段。

在兴趣扩散阶段, Sink节点根据不同的应用需求定义不同的兴趣报文,采属性-值对(对象的类型,对象实例,数据发送间隔时间,持续时间,位置区域等)来

收稿日期:2009-12-16;修回日期:2010-03-26

基金项目:国家自然科学基金(10771080);广东省自然科学基金(07006488)

作者简介:李应娣(1983-),女,硕士研究生,研究方向为无线传感器网络;单志龙,硕士生导师,副教授,研究方向为计算机与通信网、自组织网络、移动通信等。

命名查询任务,并将查询任务封装成兴趣报文。Sink节点将兴趣报文通过泛洪逐级扩散,收到兴趣报文的节点查询自己的缓冲区中是否有相同的查询记录,如果没有,就往缓存中加入一条新记录,否则,丢弃报文。然后将兴趣转发给邻居节点,最终泛洪到整个网络,找到所匹配的查询数据。如图1(a)所示。

(2) 梯度建立阶段。

DD协议最大的特点是引入了梯度^[8]的概念,梯度定义了一个数据的传输方向和传输速率。兴趣扩散的同时反向建立了从源节点到Sink节点的数据传输梯度。一个节点接收到其邻居节点发来的兴趣时,它会将该兴趣发送给所有的邻居节点,这就使得每对邻居节点都建立了一个指向对方的梯度。如图1(b)所示。

(3) 路径加强和数据传输。

在数据传输阶段,源节点会沿着已建立好的梯度,以较低速率发送数据信息,Sink节点会对最先收到新数据的邻居节点发送一个加强信息,接收到加强信息的邻居节点依照同样的规则,加强它最先收到新数据的邻节点,从而形成了一条“梯度”值最大的路径,如图1(c)所示。后续数据就可以沿着这条路径以较高的数据传输速率进行数据传输。

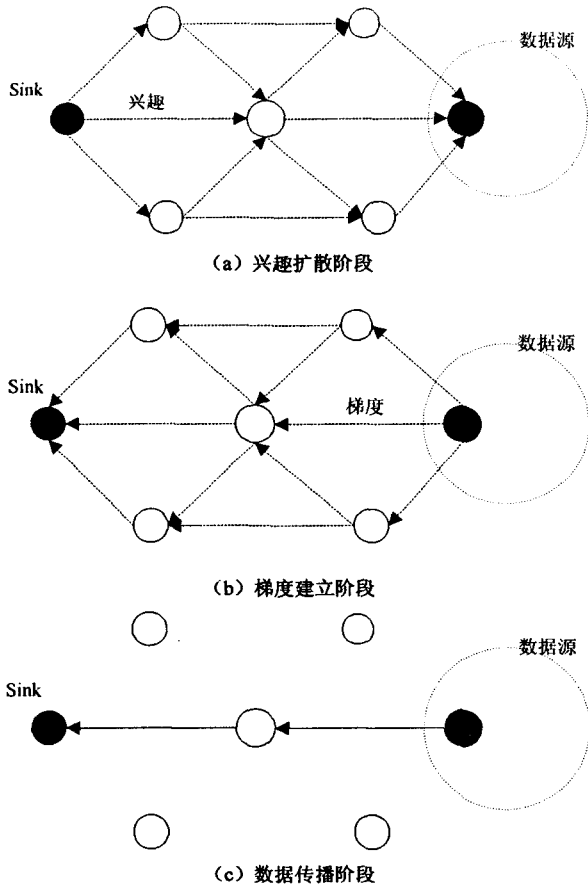


图1 定向扩散协议机制

虽然,DD协议可以减小泛洪到网络中的冗余信息,采用查询驱动具有较高的健壮性。但是,DD协议本身也存在不足:中间节点会将第一次接收到的兴趣报文以泛洪方式扩散给它所有的邻居节点。随着扩散深度的增加,网络中转发的兴趣报文的数目也呈指数增长。当网络中节点数目增多时,泛洪扩散兴趣就会给整个网络带来巨大能量开销;而且,网络中源节点个数有限,向整个网络扩散也会造成能量消耗,导致整个网络寿命缩短。因此,在兴趣扩散阶段合理减少兴趣报文的扩散范围,可以很好延长网络的生命周期。

2 DD的改进方案

2.1 无线能量模型

在无线传输^[9]中,发射功率的衰减随着传输距离的增大而呈指数衰减。在以发送方为圆心, $\frac{d}{2}$ (d 为发送节点和接收节点之间的距离)为半径的圆内,采用自由空间模型,发射功率呈 d^2 衰减;否则采用多路径衰减模型,发射功率呈 d^4 衰减。

2.2 算法描述

在进行算法描述之前,假定无线传感器网络具有如下性质:

(1)网络中每个传感器都有一个射频发射角度,这个角度由网络中节点的密度确定,节点密度越大,射频角度就越大。

(2)网络中各节点状态均为静止的。

(3)采用自由空间模型,每个传感器节点具有相同的传感能力。

2.3 具体算法描述

(1)算法描述:文中假设兴趣区域为矩形,其坐标为 $(x_{d1}, y_{d1}, x_{d3}, y_{d3})$,于是,兴趣区域的中心点坐标为

$$x_d = \frac{x_{d1} + x_{d3}}{2}, y_d = \frac{y_{d1} + y_{d3}}{2} \quad (1)$$

Sink节点(其坐标为 (x_0, y_0)),假定 $(x_0 < y_d, y_0 < y_d)$ 产生兴趣,并计算自己到兴趣区域的兴趣扩散方向 $\vec{\alpha d} = \frac{y_d - y_0}{x_d - x_0}$,Sink节点根据节点密度、兴趣区域大小计算自己的射频发射角度

$$\alpha = 2(\gamma - \beta) \quad (2)$$

$$\text{其中 } \gamma = \arctg \frac{y_d - y_0}{x_d - x_0} \quad (3)$$

$$\beta = \arctg \frac{y_{d3} - y_0}{x_{d3} - x_0} \quad (4)$$

并将 (x_0, y_0) 、 (x_d, y_d) 和 α 添加到兴趣报文中,作为包含兴趣分组的字段。接收到兴趣报文的节点*i*

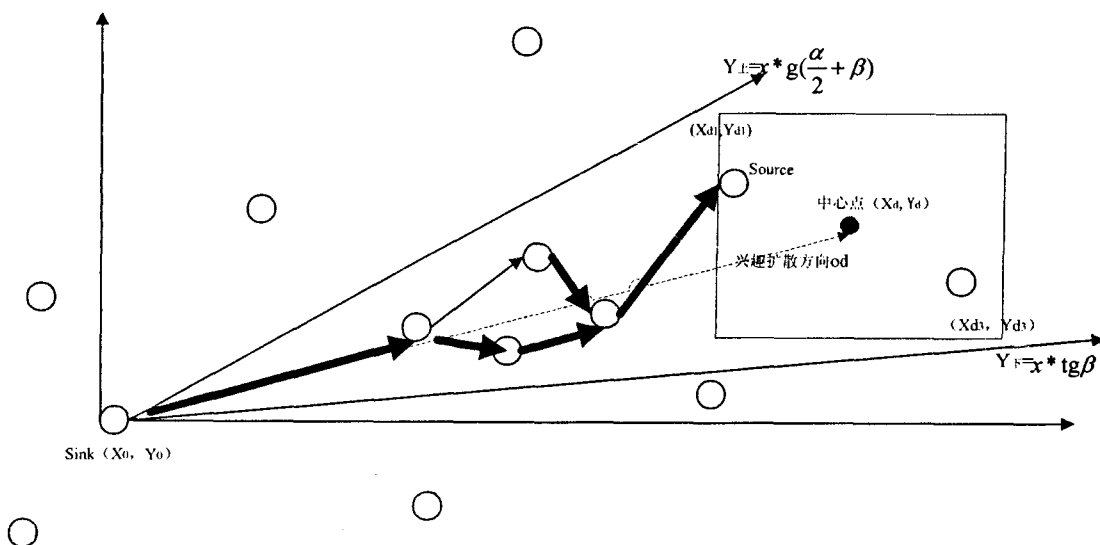


图 2 DD-RFA 协议示意图

(其坐标为 (x_i, y_i))不直接对兴趣进行处理,而是先从兴趣报文中取出 (x_0, y_0) , (x_d, y_d) , α 等信息。先判断自己是否在兴趣区域内,如果是的话,则继续转发兴趣。如果不在兴趣区域内,说明节点 i 是中间节点,然后节点 i 再判断自己是否处于兴趣泛洪的方向上,即比较 x_i 是否处于 x_0 和 x_d 之间且 y_i 处于 y_0 和 y_d 之间,若该条件成立,说明节点 i 处于兴趣泛洪的方向上;若不成立,则不转发兴趣。若节点 i 在兴趣泛洪的方向上,再检查自己是不是在 sink 节点的射频发射角度范围之内,即比较 y_i 是不是处于 $y'_上$ 和 $y'_下$ 之间,其中

$$y'_上 = x_i * \tan(\frac{\alpha}{2} + \beta) \quad (5)$$

$$y'_下 = x_i * \tan\beta \quad (6)$$

如果该条件不成立,说明节点 i 在 sink 节点射频角度范围之外,不进行兴趣转发;反之,说明节点 i 处于 sink 节点的射频范围之内,则继续兴趣转发。如图 2 所示。

(2)采用流程图描述,如图 3 所示。

3 仿真及结果分析

仿真基于 NS-2^[10,11]平台,仿真工作主要针对两个方面,一个是关于节点转发兴趣包的数目分析,另一个是关于节点能量开销分析。

仿真环境,为了研究改进的 DD-RFA 协议随网络规模的变化性能,产生各种不同大小的传感器场^[12]。在每个仿真试验中,研究 5 种不同的传感器场,分别在设定 50, 100, 150, 200, 250 个节点数目下的场景中进行仿真,节点随机分布在 350m×350m 的区域。设 Sink 节点为 1,源节点的个数为 5,MAC 层采用 802.11,信道带宽设为 1 Mbit/s,数据分组的大小为 62

byte,兴趣的重发时间间隔为 50s。在能耗方面,由于不同网络密度,节点的能耗不同,所以节点随机分布在 500m×500m 的区域,设定在 50、100、150、200、250 个节点数目下的场景,持续时间为 500s,一个 sink 点和三个源节点,它们的能量最初是 1000J,接收节点能量损耗 0.395J,发送节点能量损耗 0.662J。

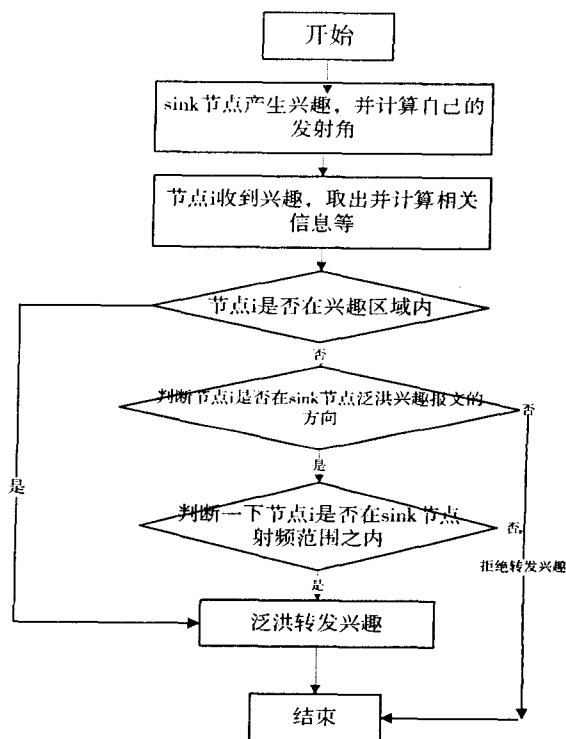


图 3 DD-RFA 流程图

如图 4 所示,在相同的网络仿真环境下,采用改进的 DD 协议,可以大大减少网络内传播的兴趣信息包总数,这与理论是相符的,也直观反映了改进协议的能量有效性,尤其对于节点密集型网络来说,改进的 DD 协议的性能优势就更加突出了。

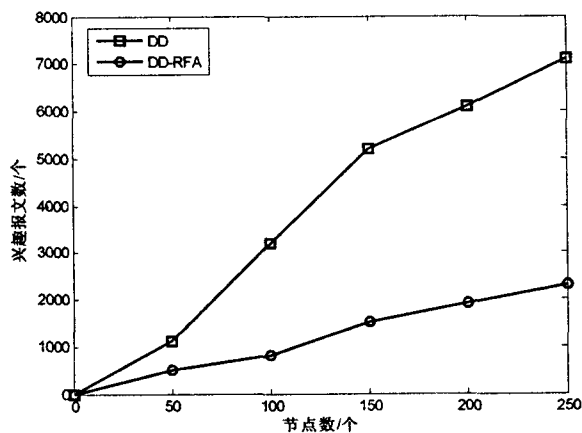


图4 不同网络环境下的兴趣报文数

如图5所示:改进的DD协议,有效地降低了节点的能量开销,这是由于利用射频角度的方法,使得部分不在正确传输方向上的节点不参与兴趣的转发。这样就大大节省了节点的能量,由于降低了节点能量开销,使得节点寿命得到了很好的延长,有利于延长整个网络的生命周期。

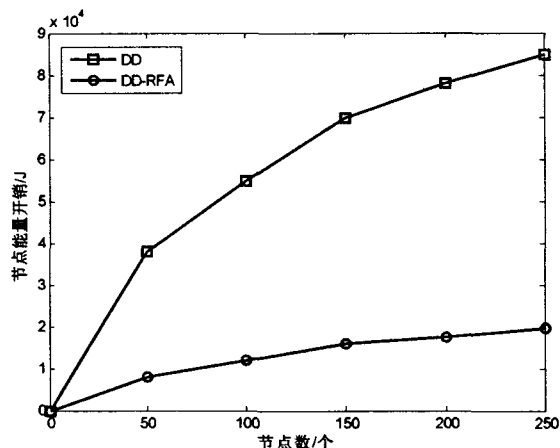


图5 不同网络环境下的能量开销

4 结束语

阐述了DD协议的基本原理,并针对DD协议泛洪兴趣所引起的巨大的能量消耗,提出了基于射频发射

角度的改进协议(DD-RFA)。DD-RFA很大程度上缩小了兴趣泛洪的范围,减少了参与泛洪节点数目,从而节省了节点能量,延长了整个网络的生命周期。

参考文献:

- [1] Akyildiz I F, Su W, Sankarasubramaniam Y, et al. A survey on sensor networks[J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 40(8):102-114.
- [2] 李建中, 高宏. 无线传感器网络的研究进展[J]. 计算机研究与发展, 2008, 45(1):1-15.
- [3] Al-Karaki J N, Kamal A E. Routing techniques in wireless sensor networks: a survey[J]. IEEE Wireless Commun, 2004, 11(6):6-28.
- [4] 任丰原, 黄海宁, 林闯. 无线传感器网络[J]. 软件学报, 2003, 14(7):1248-1291.
- [5] 唐勇, 周明天, 张欣. 无线传感器网络路由协议研究进展[J]. 软件学报, 2006, 17(3):410-421.
- [6] Intanagonwiwat C, Govindan R, Estrin D. Directed diffusion: a scalable and robust communication paradigm for sensor networks[C]//In: Proceedings of the Sixth Annual International Conference on Mobile Computing and Networking. [s.l.]:[s.n.], 2000: 56-67.
- [7] Intanagonwiwat C, Govindan R, Estrin D, et al. Directed diffusion for wireless sensor networking[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2003, 11(1):2-16.
- [8] Macro D, Maniezzo V, Colomi A. The ant system: optimization by a colony of cooperating agents[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part B, 1996, 26(1): 29-41.
- [9] 苏均宇, 曾子维, 石嘉鹏. 基于定向扩散路由协议的改进[J]. 传感技术学报, 2007, 20(3):673-676.
- [10] The Network Simulator - ns-2[EB/OL]. 2008-03-31. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
- [11] 徐蕾鸣, 庞博, 赵耀. NS与网络模拟[M]. 北京:人民邮电出版社, 2003.
- [12] 柯志亨, 程荣祥, 邓德隽. NS2 仿真实验——多媒体和无线网络通信[M]. 北京:电子工业出版社, 2009.

(上接第39页)

- 算语言学联合学术会议论文集. 北京:清华大学出版社, 2003:371-377.
- [8] 张明宝, 马静. 一种基于知网的中文词义消歧算法[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(2):22-25.
 - [9] Salton G, Wong A, Yang S. A vector space model for automatic indexing[J]. Communication of ACM, 1975, 18(11): 613-620.
 - [10] Ide N, Veronis J. Introduction to the special issue on word sense disambiguation: the state of the art[J]. Computational Linguistics, 1998, 24(1):1-40.

- [11] 晋幼丽, 周成全, 王学松. SVM和K-means结合的文本分类方法研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(11):35-37.
- [12] Schutze H, Pedersen J. Information retrieval based on word senses[EB/OL]. 2007-12-01. <http://sholar.google.com.cn>.
- [13] 刘群, 李素建. 基于知网的词汇语义相似度计算[C]//第三届汉语词汇语义学研讨会. 台北:[出版者不详], 2002:1-18.