

无线传感器网络中一种避免节点拥塞的算法

孙国栋¹ 廖明宏^{1,2} 邱 硕³

¹(哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院 哈尔滨 150001)

²(厦门大学国家示范性软件学院 福建厦门 361005)

³(中国科学院计算技术研究所 北京 100190)

(sunguodong@hit.edu.cn)

A Node-Level Congestion Avoidance Algorithm in Wireless Sensor Networks

Sun Guodong¹, Liao Minghong^{1,2}, and Qiu Shuo³

¹(School of Computer Science and Technology, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

²(National Pilot Software School, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005)

³(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract Network congestion happens if the source traffic load exceeds the maximal transport capacity at any point in a network. For wireless sensor networks, the node-level congestion leads to a large amount of packet drop, causes the transport capacity to degrade, and increases the network latency. Particularly, more packet retransmissions under network congestion waste the limited energy of network nodes, and shorten the network system lifetime. However, the end-to-end congestion control in wired networks is not appropriate to wireless sensor networks, due to the radio channel and the traffic pattern in wireless sensor networks. In this paper, a node-level congestion avoidance algorithm for wireless sensor networks is proposed. The proposed algorithm consists of two parts, one is the sending window based congestion avoidance and the other is the priority based packet sending strategy. Under the proposed algorithm, every sensor node assigns a sending window for each upstream node by some strategies, and the upstream node which obtains available sending window sends the packet with the highest priority in order to improve the network performances, such as fairness and latency. The simulation results show that the proposed algorithm is energy-efficient, not only reducing the packet drop rate over networks, but also improving effectively the network transport fairness and the average network latency.

Key words wireless sensor networks; congestion avoidance; sending window; packet scheduling; energy efficiency

摘 要 无线传感器网络节点拥塞导致节点丢弃大量的数据包,这不仅影响了网络服务质量,还浪费了节点宝贵的能量,进而缩短了网络生命周期.提出了一种避免传感器网络节点拥塞的算法.该算法包含了基于发送窗口分配的拥塞避免和基于优先级的数据包调度策略.网络节点首先根据一定策略为上一跳节点分配发送窗口来预防本地发生拥塞,获得发送窗口的上一跳节点每次选择优先级最高的数据包发送以改善网络服务质量.模拟实验表明,提出的算法具有良好的能量有效性,有效地避免了由节点缓冲区溢出造成的网络丢包,同时改善了网络传输的公平性并降低了网络的平均延迟.

收稿日期: 2008-04-21; 修回日期: 2008-11-12

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(60533110)

©1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

关键词 无线传感器网络; 拥塞避免; 发送窗口; 数据包调度; 能量有效性

中图法分类号 TP393

无线传感器网络(WSN)是一种由大量微小传感器节点通过自组织方式组成的数据收集和发送的分布式信息系统. WSN 在环境监测、目标跟踪等很多方面具有广阔的应用前景^[1,2]. 将节点采集到的数据以多跳的方式发送到基站, 这种多对一的数据传输方式以及待监测事件的突发性使得能源、处理能力及通信能力都受限的 WSN 在数据传输过程中经常发生拥塞^[3,4]. 当节点的数据包接收速度大于发送速度时节点处会出现排队, 甚至造成缓冲区溢出而使节点不得不抛弃某些数据包. 这种被称为 WSN 节点拥塞的现象在严重的情况下会引起节点本地甚至整个网络丢包率的增加和网络延迟增加等问题, 这不仅浪费了节点宝贵的能源而缩短了网络生命周期, 还影响了网络服务质量, 甚至导致网络应用的崩溃. 所以, 对 WSN 的节点拥塞进行有效的控制是节约网络能耗和保证网络服务质量的一个关键手段.

由于现有的网络拥塞控制机制不能很好地适合 WSN 应用^[5], 近年来, 研究人员针对传感器网络应用及通信方式的特殊性提出了一些相关的解决节点拥塞的办法. ESRT^[6], CODA^[7], fusion^[8] 以及文献[9-10]等提出的机制都是基于缓冲区或信道使用情况以及通过对节点发送速率或数据流量的调节来对节点拥塞进行控制. 文献[11]利用启发式信息分配网络流量以避免出现潜在的热点区域. EasiCC^[12]在对网络拥塞进行控制的同时考虑了无线信道带宽分配的公平性. 文献[13]使用数据包到达间隔与其被服务时间的比例作为拥塞检测指标来对节点拥塞进行控制. Zawodniok 等人^[14]提出了一种自适应的流控制机制和退避间隔选择算法来控制拥塞. 此外, 文献[15]提出了一种基于资源调度的算法, 在网络发生拥塞时唤醒更多的节点来缓解网络拥塞.

上述拥塞控制策略是在网络发生或即将发生拥塞时采取一定措施来缓解网络节点拥塞, 是一种被动的方式, 一般不能消除网络节点拥塞现象. 已有的基于速率调节或资源调度的拥塞控制算法主要有两个缺点: 1) 基于缓冲区或信道使用情况的拥塞检测不是任何时候都能有效地反映网络局部的拥塞状态, 受网络拓扑和流量特征的影响较大; 2) 不能准确地分配速率, 因为在无线并发通信的条件下, 对速率的计算不仅要依赖于底层的 MAC 算法而且还依赖

于数据流量的分布. 文献[16]提出了一种避免 WSN 节点拥塞的算法 CA. CA 要求节点只有在确定其下一跳节点有可用缓冲空间的情况下发送数据包, 并且采用一个 I/G-buffer 缓存管理机制来避免无线通信中的隐藏终端现象, 基本避免了节点拥塞的发生. 在使用 CA 的情况下每个节点都要时刻检测邻节点发送数据的情况, 消耗了额外的节点能量. 另外, 节点每发送一个数据包后就要等待下一跳节点的可用缓冲区信息, 引起了较高的网络延迟. 另外, CA 没有考虑源数据传输的公平性问题.

针对上述节点拥塞控制和避免机制存在的问题和不足, 本文提出了一个 WSN 节点拥塞避免算法, 每个节点只有在它的下一跳节点为其分配一个发送窗口后才可以发送数据, 并且使用基于优先级的数据包调度策略在当前窗口内发送数据. 模拟实验表明本文算法不仅避免了节点拥塞还具有较好的能源有效性, 同时改善了网络传输的公平性并降低了网络平均延迟.

1 节点拥塞避免算法

1.1 网络模型

WSN 通常包含大量传感器节点, 如果两个节点位于各自的通信半径内, 它们可以直接通信. 节点响应监测区域内的事件或周期性的产生数据并发送至基站. 本文假设所研究的传感器网络满足以下几个特征: 1) 软硬件同构、通信频率相同的传感器节点随机、均匀地分布在平面有界区域内, 一个基站位于该区域的边界上; 2) 节点的物理位置和无线通信半径在节点生命周期内保持不变; 3) 源节点处数据产生率可调; 4) 无线信道误码率为 0; 5) 网络路由机制是静态的或周期更新的.

在一个路由机制下, 如一个数据包从节点 u 发送至邻节点 c , 那么称 u 是 c 的上游节点, c 是 u 的下游节点. 由于假设路由是静态的或周期更新的, 所以每个下游节点总可以知道有多少个上游节点.

1.2 算法预览

本文算法的基本过程如图 1 所示. 节点 c 的上游节点集为 N^u . 下游节点 c 发送消息 $\langle que \rangle$ 来查询上游节点的缓冲队列情况, N^u 中的节点向 c 发送消息 $\langle rep \rangle$ 来汇报各自的队列长度值, c 根据这些上

游节点队列信息以一定策略为上游节点分配发送窗口并同时保证这些发送窗口之和小于本地可用缓冲区空间, 然后通过本地广播消息 $\langle asg \rangle$ 来通知发送窗口的分配信息; 获得有效发送窗口(值大于0的窗口)的上游节点可以向 c 发送一定数量的数据包 $\langle pack \rangle$ 同理, c 也从其下游节点处获得发送窗口, 并且在完成自身的发送窗口后再次发送 $\langle que \rangle$ 消息. 在上述消息和数据交互的过程中, 如果节点 $u \in N_c^{up}$ 且当前发送窗口大于0, 则不响应 c 发送的 $\langle que \rangle$, 也不发送 $\langle rep \rangle$ 消息, c 不为 u 重新分配发送窗口. 另外, 如果 u 完成了当前发送窗口, 则等待 c 发送的下一个 $\langle que \rangle$. 可见每个上游节点只能在收到消息 $\langle asg \rangle$ 和之后的 $\langle que \rangle$ 之间发送数据包, 所以 c 点处不会产生节点拥塞.

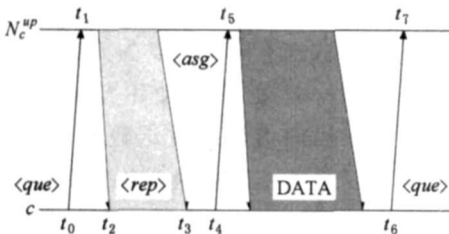


Fig. 1 A snapshot of the proposed algorithm.
图1 算法运行中的一个片段

除了采用基于发送窗口分配的策略来避免节点拥塞以外, 本文对缓冲队列内的数据包定义了优先级, 在有效的发送窗口内总是发送优先级最高的数据包到下游节点.

1.3 算法的设计

从反馈控制系统的观点来看, 发送窗口的分配算法主要包含两类事件: 上游节点发送 $\langle rep \rangle$ 作为系统输入; 下游节点发送 $\langle asg \rangle$ 作为到信息输入端的反馈. 针对这两类事件, 以事件驱动的方式描述本文的算法: 上游节点接收到消息 $\langle asg \rangle$ 执行过程 P_{asg} , 下游节点接收到消息 $\langle rep \rangle$ 执行过程 P_{rep} .

过程 P_{asg} : $\{u$ 收到 $\langle asg \rangle$

BEGIN

① if $wnd_u > 0 \vee wnd_u^{asgn} = 0$ then 退出

② if $wnd_u^{asgn} > 0$ then $wnd_u = wnd_u^{asgn}$

③ 更新队列内数据包的权值.

④ while $wnd_u > 0$ 且当前信道可用

do

$\langle pack \rangle \leftarrow p (\omega_p = \max_{pack \in queue} \{ \omega_{pack} \})$

发送 $\langle pack \rangle$

$q_u \leftarrow q_u - 1$

$b_c \leftarrow b_c + 1$

$wnd_u \leftarrow wnd_u - 1$

done

⑤发送 $\langle que \rangle$

END

消息 $\langle asg \rangle$ 主要包括上游节点的 id 及其分配的窗口值 wnd , 消息 $\langle que \rangle$ 主要包含本地节点 id 信息. 从过程 P_{asg} 可知, 如果节点 u 当前发送窗口不为0, 它就不响应下游节点的 $\langle asg \rangle$. 与此同时, 如果 u 没有获得有效的发送窗口, 则退出并进入休眠状态以节约能量, 再一次收到下游节点发送的 $\langle que \rangle$ 时被唤醒. 获得有效发送窗口的节点按照式(1)更新队列中每个数据包的权值:

$$\omega_p = \frac{1}{h_p + 1} \sum_{i=0}^{h_p} t_i^{buff}, \quad (1)$$

其中, h_p 表示数据包 p 到达当前节点时已被传输的跳数, t_i^{buff} 表示 p 在第 i 跳节点队列内等待的时间(从进入队列到成功被发送的时间间隔). 所以权值 ω_p 的含义为数据包 p 在沿途各跳节点队列内的平均等待时间. 这种基于权值优先级的数据包调度策略能使每个数据包从源节点到基站的传输过程中保持比较一致的流速, 有利于降低网络平均延迟. 模拟实验也表明该策略有效地改善了距离基站较远的源数据不能获得足够带宽而导致的吞吐量低的现象. 过程 P_{asg} 表明, 节点 u 没有获得有效窗口就不能向其上游节点发送消息 $\langle que \rangle$. 这使得 u 的上游节点在当前路由控制下也不能发送数据. u 等待有效发送窗口的时间越长, 其上游节点等待发送数据的时间也随之增加, 使 u 面临的拥塞情况快速地、逐跳反馈到相应的源节点, 来迫使它们降低数据包产生率, 从而能使网络吞吐量较快地收敛到一个比较稳定的状态.

当节点接收到其上游节点发送的 $\langle rep \rangle$ 时执行的过程 P_{rep} 来决定如何为上游节点分配发送窗口. $\langle rep \rangle$ 主要包含发送节点的 id 和对应的队列长度 q 等信息.

过程 P_{rep} : $\{c$ 收到 u 发送的 $\langle rep \rangle$

BEGIN

① $Q(u) \leftarrow q_u$

② if 中所有的上游节点已发送 $\langle rep \rangle$

then

while $b_c > 0$

do

$E' \leftarrow \{x | W(x) = \max_{u \in E} \{W(u)\}\}$

```

确定  $y$ , 使得  $Q(y) = \max_{u \in E} \{Q(u)\}$ 
 $wnd_y^{asgn} \leftarrow \min \{b_c, q_y\}$ 
 $b_c \leftarrow b_c - wnd_y^{asgn}$ 
 $W(y) \leftarrow 0$ 
done
forall  $u \in E \wedge q_u > 0 \wedge wnd_u^{asgn} = 0$ 
     $W(u) \leftarrow W(u) + 1$ 
发送  $\langle asg \rangle$ 
END
    
```

在执行过程 P_{rep} 时, 每个节点维护 3 个数据结构 E, Q 和 W , 分别记录当前发送窗口为 0 的上游节点、这些节点的队列长度信息以及这些节点到从最近一次发送完成到目前为止已等待有效发送窗口的次数。为了保证发送窗口分配方案的有效性, 过程 P_{rep} 的第 2 步要求首先确定 E 中所有节点队列信息之后才能分配发送窗口。另外, 由于消息包 $\langle rep \rangle$ 的尺寸非常小, 上游节点发送 $\langle rep \rangle$ 的过程不会占用明显的额外带宽, 进而对发送延迟影响不大。如果节点 c 当前可用缓冲空间 $b_c > 0$, c 进入发送窗口分配状态。首先搜索 W 确定目前为止已等待有效发送窗口次数最多的上游节点集 E' , 从降低发送延迟的角度看, E' 中的节点是最迫切要发送数据的上游节点。然后, c 选择 E' 中队列最长的节点来为其分配发送窗口。如上游节点 y 获得了有效发送窗口, 其对应的 $W(y)$ 被置为 0; 如果一个上游节点没有获得有效发送窗口, 其对应的 $W(y)$ 增加 1。过程 P_{rep} 中优先为等待时间最长、缓冲队列最长的节点分配发送窗口的策略可以降低网络平均延迟并提高上游节点的带宽公平性。

2 模拟实验

本节通过模拟实验考察了提出的 WSN 节点拥塞避免算法, 并与 CODA^[7] 和 CA^[16] (不使用同时提出的多路路由机制) 在网络丢包情况、网络吞吐率、网络传输平均延迟和能量有效性 4 方面进行了比较。模拟实验的参数如下: 500 个节点随机分布在 1000×1000 的正方形区域内, 基站位于该区域的右边界中点上。节点的通信半径 $r = 100$, 网络带宽为 0.5 Mbps; 每个数据包 ($\langle pack \rangle$) 包含 32B, 节点最大可用缓冲空间为 20 个数据包。源节点产生 CBR 流, 根据 WSN 应用低数据率的特点, 设置 $CBR_rate = 1\text{Kbps}$, 网络底层采用最少跳数路由算法和 802.11DCF 协议 (不使用重传机制)。所有模拟实验

都运行 100s, 每个实验结果取 5 次不同网络节点拓扑下实验结果的平均值。

图 2 所示实验结果是对 3 种算法下的网络丢包情况进行了比较。每个结果不包含由于信道冲突而丢失的数据包。每个点表示前 10s 内网络总的丢包数量。可以发现 CODA 下网络丢包率较高, 第 100s 开始网络丢包率才趋于稳定。因为 CA 和本文算法都采取了预防拥塞发生的策略来进行拥塞控制, 所以网络丢包率几乎为 0。另外, 在 CA 中, 由于信道访问的随机性, 有可能出现上游节点根据下游节点过时的队列信息来采取发送操作, 造成了下游节点缓冲区溢出, 所以网络中出现少量的丢包现象。

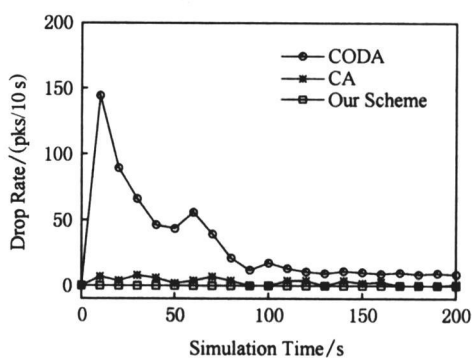


Fig. 2 Comparison of drop rate over networks.

图 2 网络丢包率比较

图 3 所示实验结果是对 3 种算法下的源数据平均发送速率进行比较来考察算法的吞吐率。CODA 的平均源速率最低, 因为 CODA 使用了基站闭环源速率调节, 拥塞发生时源速率降低到原来的一半。另外, CODA 下网络容易在拥塞缓解后很快再次发生拥塞, 所以 CODA 的平均源速率震荡较为明显。本文算法采用了基于发送窗口的拥塞避免机制, 具有较好的带宽利用率, 所以获得了比 CA 稍高的平均源速率, 同时由于在源节点处偶尔会出现数据包在

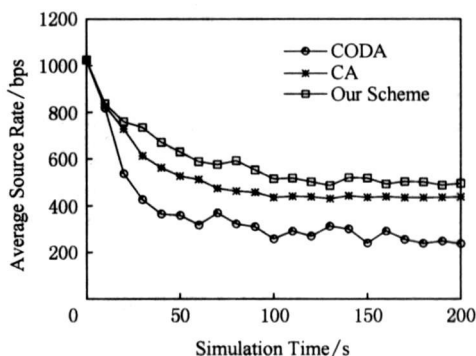


Fig. 3 Comparison of average source rate.

图 3 源数据平均速率比较

一跳内等待时间较长的现象,所以本文算法的平均源速率略有波动,但都高于CA的。

图4所示实验结果是对算法的网络传输公平性和网络平均延迟这两个指标进行了比较。由于CODA控制的网络下基站收到的数据包的平均传输距离(跳数)最小,这表明距离基站越远的源节点的吞吐量越低。本文算法的数据包平均传输距离大于CA的具有较好的传输公平性,这主要是因为本文算法采用了基于优先级的数据包调度策略,缩小了网络中的数据包在网络中的流速差异,进而提高了距离基站较远的节点的吞吐量。与上述原因类似,CODA下的网络平均延迟(每个到达基站的数据包在网络中停留的平均时间)最小,本文算法的网络延迟较CA有所改善,主要是因为本文算法的基于发送窗口的拥塞避免机制降低了数据包在缓冲区内的平均等待时间。

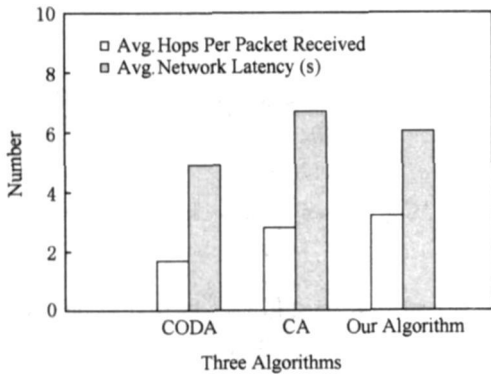


Fig. 4 The average routing hops per packet and the average network latency.

图4 数据包平均跳数与网络平均延迟

图5所示实验结果是对3种算法的能量有效性进行了比较,评价指标为每个到达基站的数据包的

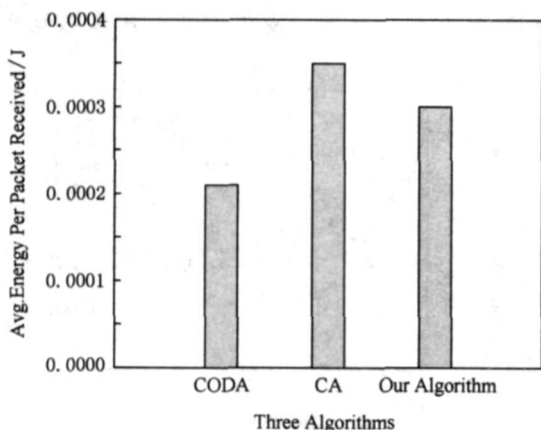


Fig. 5 Comparison of energy efficiency.

图5 能量有效性的比较

平均能耗。在实验中,节点每发送一个数据包就消耗 10^{-4} J的能量,接收数据包的能量不计。由于CODA下数据包被传输的跳数最少,因而每个数据包的平均能耗最低。相反,由于CA和本文算法的传输公平性较好,距离基站远的源数据包被传输的跳数多,因而数据包的平均能耗高。本文算法不要求节点始终监测信道状态,节省了节点的能量,故具有良好的能量有效性。

3 结束语

针对已有的基于速率调节和流量分配的WSN拥塞控制机制的不足,本文提出了一个新的WSN拥塞避免算法。算法使用的基于发送窗口的拥塞避免策略有效地避免了节点拥塞的发生,同时降低了数据包在队列里的平均等待时间以及能允许节点休眠来节省能量。另外,算法采用的基于优先级的数据包调度策略缩小了数据包在网络中流速的差异,有利于降低网络平均延迟。模拟实验也表明提出的算法不仅具有良好的能量有效性,还改善了网络传输的公平性,同时降低了网络的平均延迟。

参 考 文 献

- [1] Akyildiz IF, Su W, Sankarasubramanian Y, et al. Wireless sensor networks: A survey [J]. *Computer Networks*, 2002, 38(4): 393-422
- [2] Ren Fengyuan, Huang Haining, Lin Chuang. Wireless sensor networks [J]. *Journal of Software*, 2003, 14(4): 1282-1291 (in Chinese)
(任丰原, 黄海宁, 林闯. 无线传感器网络[J]. *软件学报*, 2003, 14(7): 1282-1291)
- [3] Tilak S, Abr Ghazaleh NB, Heinzelman W. Infrastructure tradeoff for sensor networks [C] // *Proc of the 1st ACM Workshop on Wireless Sensor Networks and Application*. New York: ACM, 2002: 49-57
- [4] Wang C G, Sohrawy K, Li B. A survey of transport protocols for wireless sensor networks [J]. *IEEE Networks*, 2006, 20(3): 34-40
- [5] Sun Limin, Li Bo, Zhou Xinyun. A survey of congestion control technology for wireless sensor networks [J]. *Journal of Computer Research and Development*, 2008, 45(1): 63-72 (in Chinese)
(孙利民, 李波, 周新运. 无线传感器网络的拥塞控制技术[J]. *计算机研究与发展*, 2008, 45(1): 63-72)
- [6] Sankarasubramanian Y, Akan O, Akyildiz IF. Event to sink reliable transport in wireless sensor networks [J]. *IEEE/ACM Trans on Networking*, 2005, 13(5): 1003-1016

- [7] Wan C Y, Eisenman S, Campbell A. CODA: Congestion detection and avoidance in sensor networks [C] //Proc of ACM SenSys. New York: ACM, 2003: 266-278
- [8] Hull B, Jamieson K, Balakrishnan H. Mitigating congestion in wireless sensor networks [C] //Proc of ACM SenSys. New York: ACM, 2004: 134-147
- [9] Ee CT, Bajcsy R. Congestion control and fairness for many to one routing in sensor networks [C] //Proc of ACM SenSys. New York: ACM, 2004: 148-161
- [10] Yi Y, Shakkottai S. Hop by hop congestion control over a wireless multihop network [J]. IEEE/ACM Trans on Networking, 2007, 15(1): 133-144
- [11] Li Shanshan, Liao Xiangke, Zhu Peidong, et al. Congestion avoidance, detection and mitigation in wireless sensor networks [J]. Journal of Computer Research and Development, 2007, 44(8): 1348-1356 (in Chinese)
(李珊珊, 廖湘科, 朱培栋, 等. 传感器网络中一种拥塞避免、检测与缓解策略[J]. 计算机研究与发展, 2007, 44(8): 1348-1356)
- [12] Ju Hailing, Cui Li, Huang Changcheng. EasiCC: A congestion control mechanism for wireless sensor networks [J]. Journal of Computer Research and Development, 2008, 45(1): 16-25 (in Chinese)
(鞠海玲, 崔莉, 黄长城. EasiCC: 一种保证带宽公平性的传感器网络拥塞控制机制[J]. 计算机研究与发展, 2008, 45(1): 16-25)
- [13] Wang C G, Li B, Sohraby K, et al. Upstream congestion control in wireless sensor networks through cross layer optimization [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2007, 25(4): 786-795
- [14] Zawodniok M, Jaqannathan S. Predictive congestion control protocol for wireless sensor networks [J]. IEEE Trans on Wireless Communications, 2007, 6(11): 3955-3963
- [15] Kang J, Zhang Y Y, Nath B. TARA: Topology aware resource adaption to alleviate congestion in sensor networks [J]. IEEE Trans on Parallel and Distributed Systems, 2007, 18(7): 919-931

- [16] Chen S G, Yang N. Congestion avoidance based on lightweight buffer management in sensor networks [J]. IEEE Trans on Parallel and Distributed Systems, 2006, 17(9): 934-946



Sun Guodong, born in 1981. Ph. D. candidate in computer science of Harbin Institute of Technology, Harbin, China. Student member of China Computer Federation. His current research interests include wireless sensor network and embedded operating system.

孙国栋, 1981年生, 博士研究生, 中国计算机学会学生会员, 主要研究方向为无线传感器网络和嵌入式操作系统。



Liao Minghong, born in 1966. Ph. D., professor and Ph. D. supervisor in Harbin Institute of Technology and Xiamen University. He is also the dean of the National Pilot Software School of Xiamen University, Xiamen, China. His major research interests include computer network, p2p computing and embedded operating system.

廖明宏, 1966年生, 博士, 教授, 博士生导师, 厦门大学国家示范性软件学院院长, 主要研究方向为计算机网络、对等计算和嵌入式操作系统。



Qiu Shuo, born in 1980. Received his master degree in computer science from Harbin Institute of Technology in 2005. He is a research assistant in the Institute of Computing Technology, the Chinese Academy of Sciences. His main research

interest include distributed system.

邱硕, 1980年生, 硕士, 实习研究员, 主要研究方向为分布式系统。

Research Background

This work is supported by the Key Project of the National Natural Science Foundation of China under grant No 60533110. Congestion happens to wireless sensor networks when the incoming traffic is beyond any node's capacity, e. g. node's processing capacity and node's buffer. Congestion in wireless sensor networks wastes the scarce energy because a large amount of packets drops and more and more retransmissions are invoked. Particularly, since multimedia traffic in wireless sensor networks is increasing and the scale of networks becomes larger, an amount of data flows will inject into wireless sensor networks with limited energy, constrained radio bandwidth and more channel contentions. Thus the congestion always happens to wireless sensor network and becomes a big challenge. Most of current works uses some rate adjustment based schemes upon congestion. How to avoid congestion at node level before congestion occurs is still largely open. In this paper, we propose a novel node level congestion avoidance algorithm for wireless sensor networks. The proposed algorithm contains two strategies, one is the sending window based congestion avoidance, and the other the priority based packet scheduling. The sending window based scheme assigns bandwidth for node's upstream nodes evenly in average. The priority based packet scheduling scheme considers the difference of priority of all upstream nodes. In fact the priority presents the packet transport length and waiting time, so the priority based packet scheduling is able to improve the network transport fairness and the network latency.