

基于业务区分的 IEEE802.15.4 MAC 协议分析及改进

乔冠华 毛剑琳 郭宁 胡宇杰 王乐

(昆明理工大学信息工程与自动化学院 昆明 650500)

摘要 针对多种业务并存的动态网络,提出网络负荷概率判断的自适应业务区分动态退避算法——PJNL_ASDB 算法。其通过概率机制判断当前网络状况,引入权值参数对优先级不同的业务采用自适应的动态退避方案,以实现不同优先级业务更合理的退避。二维离散时间的马尔科夫链模型数值分析与 NS2 仿真结果表明,PJNL_ASDB 算法在网络状况不断变化的情况下不仅能够保证高优先级业务的传输性能要求,而且提高了低优先级业务的网络性能。

关键词 动态网络,业务区分,概率机制,马尔科夫链

中图分类号 TP393 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2014.10.034

Research and Improved Design in IEEE802.15.4 MAC Protocol for Service Distinguishing

QIAO Guan-hua MAO Jian-lin GUO Ning HU Yu-jie WANG Le

(Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

Abstract According to multiple services in the dynamic networks, this paper proposed a new backoff scheme, which uses probability judgement based on network load and adaptive service distinguishing backoff (PJNL_ASDB) scheme that can judge network status with Probability mechanism and use adaptive dynamic backoff scheme to distinguish service by introducing weighting parameter, thus it can implement reasonable backoff. The numerical results of two-dimensional discrete-time Markov chains model and NS2 simulation show that the PJNL_ASDB scheme can not only ensure the demand of high priority transmission but also improve the network performance of low priority.

Keywords Dynamic networks, Service distinguishing, Probability judgement, Markov chains

1 引言

近年来,无线传感器网络(WSNs, Wireless Sensor Networks)受到了学术界的广泛关注。随着 WSNs 在实时环境监测、医疗与教育等领域中的运用,对于有效的服务质量(QoS)保障需求也越来越突出^[1]。

IEEE802.15.4^[2]媒体访问控制层(MAC, Medium Access Control)协议是协调无线网络终端接入共享信道的机制,是影响无线网络性能的重要因素。因此,MAC 协议高效地使用无线信道是保证无线网络通信的关键因素之一。在多种业务并存的动态网络中,传统的 MAC 协议无法根据网络状况对优先级不同的业务采用不同的退避方案,这样就不能将紧急突然事件快速地接入信道。文献[3]提出了通过改变 MAC 协议参数来区分业务优先级的机制。文献[4]通过优先级调度策略对优先级业务高的数据执行一次 CCA(Clear Channel Assessment)信道评估后接入信道。文献[5]提出了 DC 机制,该机制通过设置退避间隔(Backoff Interval)和帧间隔(IFS)来实现业务区分。文献[6]提出了一种基于优先级的时隙 CSMA/CA 机制,对不同优先级业务设置不同的竞争窗口,以区分不同优先级业务。这些算法能较好地地区分优先级不同的业务,从而快速地将高优先级业务接入信道,但是不能

很好地解决在高竞争情况下低优先级业务网络性能显著降低的问题。本文基于文献[6]的模型提出了一种基于网络负荷概率判断的自适应业务区分动态退避(PJNL_ASDB, Probability Judgement Network Load and Adaptive Service Distinguishing Backoff)算法,采用二维离散时间的 Markov 链模型给出理论分析,通过 NS2 平台进行仿真实验。

2 基于业务区分的退避算法分析

2.1 算法描述

(1) 网络负荷概率判断

在每一次业务分组发送后,计算出信道检测为忙的次数与信道检测状态总次数,将两者的比值定义为信道竞争激烈程度:

$$P = \text{Busy_Channel} / \text{CCA_Channel} \quad (1)$$

其中, *Busy_Channel* 为检测信道为忙的次数, *CCA_Channel* 为检测信道状态总次数,包括信道检测为忙与信道检测为空闲的次数。在当前活跃节点数、节点传输速率、节点间传输距离等不断变化的情况下,信道检测为忙的次数是不断变化的,因而当前信道竞争激烈程度也是不断变化的。*P* 越大,表明信道处于忙的次数相对越多,当前网络状况为高负荷的可能性越大;*P* 越小,当前网络状况为低负荷的可能性越大。仿真

到稿日期:2013-12-05 返修日期:2014-02-16 本文受国家自然科学基金项目(61163051),云南省应用基础研究基金项目(2009ZC050M)资助。

乔冠华(1987—),男,硕士生,主要研究方向为传感器网络协议优化, E-mail: qghkmust@126.com; 毛剑琳(1976—),女,副教授,主要研究方向为传感器网络优化与控制; 郭宁(1983—),女,实验师,主要研究方向为无线网络协议分析; 胡宇杰(1989—),男,硕士生,主要研究方向为传感器网络协议优化; 王乐(1989—),男,硕士生,主要研究方向为传感器网络协议优化。

表明,95%以上的 P 值落在区间 $[0, 0.8]$ 内。本文引入概率机制来估测当前网络状况,此方法思想如下:

在每次业务分组发送后产生一个 $[0, 0.8]$ 内的随机数 R 。若 $R < P$, 则规定当前网络状况为高负荷;若 $R \geq P$, 则当前网络状况处于低负荷。当网络中站点数较多时,此方法能很好地体现概率机制的统计特征,从而更加逼近真实的网络状况。

(2) 不同优先级业务区分退避策略

站点接入信道失败后将进入退避过程,不同优先级业务的动态退避算法如式(2):

$$CW_i = \begin{cases} 2^{(1+x_i)} CW_{i-1}, & \text{高负荷} \\ \begin{cases} CW_{i-1}/2^{(1+x_i)}, & \text{高优先级业务} \\ CW_{i-1} - 2^{(1+x_i)}, & \text{低优先级业务} \end{cases} & \text{低负荷} \\ CW_i, & \text{退避已达到最大次数} \end{cases} \quad (2)$$

其中, x_i 为当前站点的权值参数,由当前业务分组的重要程度、网络状况与碰撞次数所占的比例决定。

2.2 模型分析

假设 IEEE802.15.4 网络模型为单跳星型拓扑,有 n 个传感器节点,不考虑隐藏终端等问题,并且网络中总有业务分组等待发送。由于本文提出的方法适用于更为一般的情形,为简单起见,这里只考虑网络中有两种不同优先级业务的情形。高优先级业务按泊松分布规律产生,采用动态退避算法随机退避完成接入信道后执行一次 CCA 信道检测,低优先级业务按均匀分布规律产生,采用动态退避算法随机退避完成接入信道后执行两次 CCA 信道检测。随机过程 $w(t)$ 表示业务分组在时刻 t 所对应的退避计数器的值。对一个特定的业务,随机过程 $s(t)$ 表示节点当前所处的退避阶段,取值范围为 $(0, 1, 2, \dots, m)$ 。状态 $\{s(t), w(t) = 0\}$, $\{s(t), w(t) = -1\}$ 分别表示第一次与第二次执行 CCA 的概率。空闲状态 $\{s(t) = -1, w(t) = 0\}$ 表示在当前空闲时隙中节点没有业务分组发送的概率。数据传输状态为 $\{s(t) = -2, w(t) = 0 \dots Q-1\}$, 其中 Q 表示业务分组的长度。这样就可以建立如图 1 所示的二维离散时间 Markov 链模型^[7,8]。其余参数定义如下。

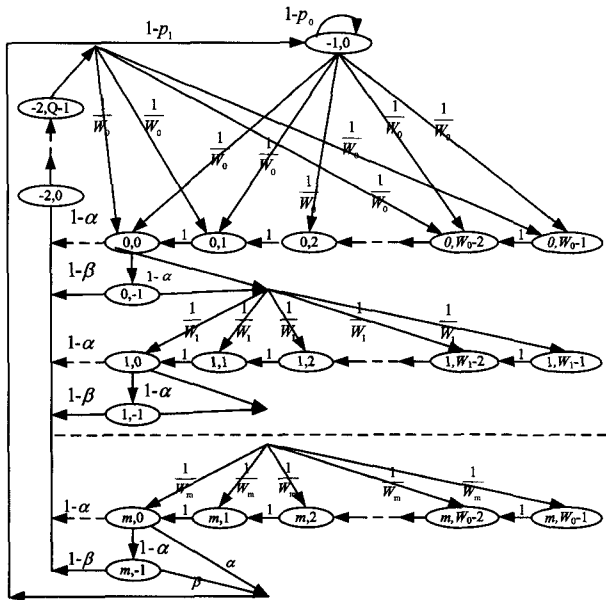


图 1 PJNL_ASDB 算法的 Markov 模型

α 与 β 分别表示第一次与第二次执行 CCA 信道检测忙的概率;

p_0 与 p_1 分别表示空闲周期与传输周期节点发送数据的概率;

m 表示最大退避级数;

W_i 表示第 i 次业务所对应的竞争窗口大小。

2.2.1 高优先级业务建模分析

当网络中有高优先级业务时,为了快速地将高优先级业务接入信道,采用式(2)动态地调整退避窗口的大小并在成功接入信道后传感器节点只执行一次 CCA 信道检测。基于对图 1 的分析可得高优先级业务状态转移概率如下:

(1) 当退避计数器为零时,传感器节点执行 CCA 信道检测为空闲的概率为:

$$p\{i, -1 | i, 0\} = 1 - \alpha, i \in (0, m) \quad (3)$$

(2) 当退避计数器为零时,信道检测状态为空闲,退避级数加 1,退避计数器取值的概率为:

$$p\{i, k | i-1, 0\} = \alpha / W_i, i \in (1, m), k \in (0, W_i - 1) \quad (4)$$

(3) 在一次传输完成后,如果有更多的高优先级业务需要传输,重新选择新的退避级数;否则,保持信道空闲状态。两者概率如下:

$$\begin{cases} p\{0, k | -2, Q-1\} = q_1 / W_i, k \in (0, W_i - 1) \\ p\{-1, 0 | -2, Q-1\} = 1 - q_1 \end{cases} \quad (5)$$

(4) 当达到最大的退避级数且传感器节点第一次执行 CCA 信道检测为忙时,丢弃当前的高优先级业务。如果此时传输队列为空,信道转为空闲状态;否则,节点将选择新的退避级数。两者转移概率如下:

$$\begin{cases} p\{0, k | m, 0\} = \alpha q_1 / W_i, k \in (0, W_i - 1) \\ p\{-1, 0 | m, 0\} = \alpha (1 - q_1) \end{cases} \quad (6)$$

(5) 传感器节点从空闲状态转为传输状态与自身状态的概率为:

$$\begin{cases} p\{0, k | -1, 0\} = q_1 / W_0, k \in (0, W_0 - 1) \\ p\{-1, 0 | -1, 0\} = 1 - q_1 \end{cases} \quad (7)$$

本文设 $b_{i,k} = \lim_{t \rightarrow \infty} p\{s(t) = j, w(t) = k\}$, $i \in (0, m)$, $k \in (0, W_i - 2)$ 为马尔科夫链的稳态分布,则 $b_{i,k}$ 为 $\{s(t) = i, w(t) = k\}$ 平稳分布,有以下公式成立:

$$\begin{cases} b_{i-1,0} \times \alpha = b_{i,0} \Rightarrow b_{i,0} = \alpha^i \times b_{0,0} \\ b_{-1,0} = \frac{1 - q_1}{q_0} \times b_{0,0} \\ b_{-2,0} = \dots = b_{-2,Q-1} = (1 - \alpha) \times \sum_{i=0}^m b_{i,0} \\ b_{i,k} = \frac{W_i - k}{W_i} b_{i,k} \end{cases} \quad (8)$$

其中, p_0 与 p_1 定义如下:

$$\begin{cases} p_0 = e^{-\lambda T_s}, T_s \text{ 为平均传输时间} \\ p_1 = e^{-\lambda W}, W \text{ 为退避时隙时间} \end{cases} \quad (9)$$

根据马尔科夫链概率的归一性,可得:

$$1 = \sum_{i=0}^m \sum_{k=-1}^{W_i-1} b_{i,k} + \sum_{k=0}^{Q-1} b_{-2,k} + b_{-1,0} \quad (10)$$

节点完成随机退避后,执行 CCA 信道检测的概率为 τ_1 , 不管传感器节点处于哪个阶段, τ_1 等于各退避阶段退避计数器减为零的概率和。

$$\tau_1 = \frac{\sum_{i=0}^m b_{i,0}}{2p_0(1-\alpha)(1-\gamma\alpha) + 2p_1Q(1-\alpha)(1-\gamma\alpha)(1-\gamma\alpha^{m+1}) + p_0W_0(1-\alpha) + (1-\gamma\alpha) + p_0W_0(\gamma\alpha)^m + (1-\gamma)} \quad (11)$$

其中, $\gamma = 2^{(1+x_i)}$ 为退避窗口乘数因子, 由式(2)决定。

定义传感器节点执行 CCA 信道检测为空闲时, 业务分组的发送概率为:

$$\eta_1 = (1-\alpha^{m+1})b_{0,0} \quad (12)$$

由上述公式可得传感器节点执行 CCA 信道检测为忙的概率 α 为:

$$\alpha = 1 - (1-\eta_1)^{m+1} \quad (13)$$

2.2.2 低优先级业务建模分析

对于低优先级业务可以采用与高优先级业务相似的方法进行分析。与高优先级业务相比较, 低优先级业务执行两次 CCA 信道检测, 仍然根据当前网络状况改变竞争窗口大小, 只是竞争窗口改变的幅度不同于高优先级业务。基于对图 1 的分析可得低优先级业务状态转移概率如下:

(1) 当退避计数器为零时, 退避计数器取值的概率为:

$$p\{i, k | i-1, 0\} = \beta/W_i, i \in (1, m), k \in (0, W_i-1) \quad (14)$$

(2) 当达到最大的退避级数且传感器节点第二次执行 CCA 信道检测为忙时, 丢弃当前的低优先级业务。如果此时

$$b_{\tilde{i},0} = \frac{2p_0(1-q)(1-\alpha)(1-\gamma\alpha)}{2p_0(1-q)(1-\gamma^2\alpha) + 2p_1Q(1-q)(1-\gamma^2\alpha)(1-q^{m+1}) + p_0W_0(1-q) + (1-\gamma^2q) + p_0W_0(\gamma^2q)^m + (1-\gamma^2)} \quad (18)$$

定义传感器节点完成退避后, 第一次执行 CCA 信道检测的概率 ω 为:

$$\omega = \sum_{i=0}^m b_{i,0} = \frac{1-q^{m+1}}{1-q} b_{\tilde{i},0} \quad (19)$$

定义传感器节点执行第二次 CCA 信道检测的概率 τ_2 为:

$$\tau_2 = \sum_{i=0}^m b_{i,-1} = (1-\alpha)\omega \quad (20)$$

定义传感器节点发送低优先级业务的概率 η_2 为:

$$\eta_2 = (1-\beta)\tau_2 = (1-q^{m+1})b_{\tilde{i},0} \quad (21)$$

由上述公式可得传感器节点第一执行 CCA 信道检测为忙的概率 α 与第二次执行 CCA 信道检测为忙的概率 β 为:

$$\begin{cases} \alpha = 1 - (1-\eta_2)^{m+1} \\ \beta = (1 - (1-\eta_2)^{m+1})(1-\beta) \end{cases} \quad (22)$$

2.3 网络性能分析

2.3.1 吞吐量分析

吞吐量是单位时间内传送通过网络的平均比特数。本文对吞吐量进行归一化处理, 设 S 为归一化的系统饱和吞吐量^[9], 定义为:

$$S = \frac{E[\text{在一个时隙内成功传输有效载荷的平均时间}]}{E[\text{一个时隙的平均长度}]} = \frac{P_s P_r E[P]}{(1-P_r)\sigma + P_s P_r T_s + P_r(1-P_s)T_c} \quad (23)$$

设 $E[P]$ 为有效载荷的长度, 理想状态下若发送的分组相等, 则 $E[P]$ 与分组的长度 Q 相等。但在实际网络中数据发生碰撞冲突时, 有效载荷并不相等, 各个分组为独立的随机变量。本文假设有效载荷服从条件概率均匀分布函数 $F(\cdot)$ 。设 P_{\max} 为最大的有效载荷, 则有 k 个分组发生冲突的条件期望为:

$$E[P] = E[E(\max(P_1, P_2, \dots, P_k) | k)] = \frac{\sum_{k=2}^n \binom{n}{k} \eta_1^k (1-\eta_1)^{n-k} \int_0^{P_{\max}} (1-F(x))^k dx}{1 - (1-\eta_1)^n - n\eta_1(1-\tau)^{n-1}} \quad (24)$$

传输队列为空, 信道转为空闲状态; 否则, 节点将选择新的退避级数。两者概率如下:

$$\begin{cases} p\{0, k | m, 0\} = \beta q_1 / W_i, k \in (0, W_i-1) \\ p\{-1, 0 | m, 0\} = \beta(1-q_1) \end{cases} \quad (15)$$

其他状态转移概率求解过程同高优先级业务。根据马尔科夫链可得到以下公式:

$$\begin{cases} (1-\alpha)b_{i,0} = b_{i,-1} \Rightarrow b_{i,0} = (\alpha + \beta - \alpha\beta)b_{i,-1,0} \\ \alpha b_{i,-1,0} + \beta b_{i-1,-1} = b_{i,0} \\ b_{-2,0} = \dots = b_{-2,Q-1} = (1-\alpha) \times \sum_{i=0}^m b_{i,0} \\ b_{i,k} = \frac{W_i - k}{W_i} b_{i,k} \end{cases} \quad (16)$$

令 $q = (\alpha + \beta - \alpha\beta)$ 。根据马尔科夫链概率的归一性可得:

$$1 = \sum_{i=0}^m \sum_{k=-1}^{W_i-1} b_{i,k} + \sum_{k=0}^{Q-1} b_{-2,k} + b_{-1,0} \quad (17)$$

通过分析可得传感器节点第一次完成随机退避的概率 $b_{\tilde{i},0}$:

当网络中有多个分组发生碰撞时, 上式可近似为 $\int_0^{P_{\max}} (1-F(x)^2) dx$ 。设任意一个时隙内站点发送业务分组的概率为 $P_r = 1 - (1-\tau)^n$, 业务分组成功传输的概率为 $P_s = n\tau(1-\tau)^{n-1} / (1 - (1-\tau)^n)$, T_s 为成功传输一个业务分组而使信道为忙的时间, T_c 为业务分组发生冲突而使信道为忙的时间, σ 为空闲时隙。

2.3.2 能量消耗分析

在 IEEE802.15.4 网络中, 传感器节点一般采用电池供电, 能量非常有限, 故而能量损耗成为网络设计的关键性能指标。本文定义 E 为归一化的系统能量损耗率, 则 E 表示为:

$$E = \frac{\text{一个时隙中成功传输业务分组消耗的能量}}{\text{一个时隙中的平均能量}} = \frac{P_s P_r E_{suc}}{P_X E_{suc} + P_R E_R + P_{idle} E_{idle} + P_{CCA} E_{CCA}} \quad (25)$$

其中, E_R 为接收一个业务分组消耗的能量, E_{idle} 为信道处于空闲状态消耗的能量, E_{CCA} 为执行 CCA 信道检测消耗的能量。 P_X 为发送一个业务分组的概率, P_R 为节点侦听信道的概率, P_{idle} 为信道处于空闲的概率, P_{CCA} 为执行 CCA 信道检测的概率。成功发送一个业务分组消耗的能量 E_{suc} 为:

$$\begin{cases} E_{suc} = \frac{E_{cor}}{N(1-P_{col})} \\ P_{col} = 1 - e^{-\sum_{i=1}^{N_{pkt}} \xi_i Q_i \frac{N_{col}}{r}} \end{cases} \quad (26)$$

其中, E_{cor} 表示系统平均功耗, P_{col} 为冲突概率, N_{pkt} 表示发送的业务分组个数, N_{col} 表示业务分组发生冲突碰撞的次数, g_i 表示单位时间发送的业务分组数, Q_i 表示业务分组的大小。

根据 Markov 模型, 有以下公式成立:

$$\begin{cases} P_X = P_s P_r \\ P_{idle} = 1 - P_r \\ E[P] * \tau = P_X + P_R \\ P_{CCA} = 1 - P_X - P_R - P_{idle} \end{cases} \quad (27)$$

2.3.3 平均传输延迟分析

在网络性能中, 平均传输延迟也是一个非常重要的基本

特征。平均传输延迟可看作是业务分组长度和有效载荷的函数。本文定义 T 为归一化的系统平均传输延迟率, 则 T 表示为:

$$T = T_{suc} / (\bar{X} / R) \quad (28)$$

其中, T_{suc} 为成功传输一个业务分组所需要的时间, 时间 \bar{X} / R 为归一化因子, \bar{X} 为数据平均长度, R 为业务分组传输速率。

3 性能仿真结果

3.1 仿真模型

本文采用单跳星型网络拓扑, 网络负荷^[10]的取值范围为 $[0; 0.1; 1]$ 。随机在 $200m \times 200m$ 区域内撒播节点, 每增加一次节点, 网络负荷增加一个单位并进行一轮模拟仿真。为了建立理想的信道模型, 不考虑隐藏终端的问题。

3.2 实验结果分析

3.2.1 PJNL_ASDB 算法参数设置分析

本文通过 MATLAB 仿真平台对 PJNL_ASDB 算法中的网络参数对吞吐量性能的影响进行了数值仿真分析。图 2—图 4 分别给出了网络参数对吞吐量性能的影响。

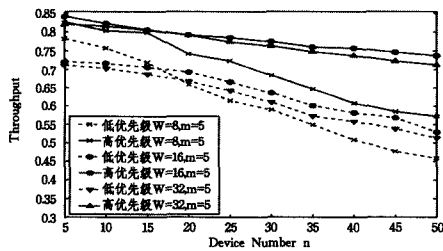


图 2 初始竞争窗口 W_0 对吞吐量的影响

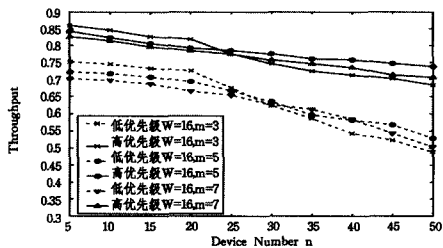


图 3 退避次数 m 对吞吐量的影响

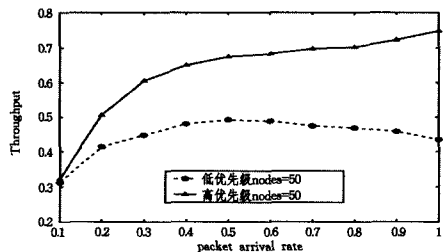


图 4 数据到达率 λ 对吞吐量的影响

从图 2 与图 3 可以看出, 当网络中站点数较少时可以获得较高的吞吐量, 随着站点数增加与网络负荷的加重, 较大的初始竞争窗口与退避次数能够有效地避免业务分组发生碰撞而使吞吐量下降趋势明显减缓, 而当 W_0 与 m 值增大到一定值时吞吐量下降趋势保持不变, 说明当前的竞争窗口与退避次数已经为最优值。两图比较可得, 改变退避次数对吞吐量的影响较小, 改变初始竞争窗口对吞吐量的影响较大。由图 4 可知, 当数据包到达率比较小的时候, 信道长时间处于空闲状态, 导致网络吞吐量较低, 随着数据包到达率的增加, 吞吐

量也增加, 从图中可以看出高优先级业务的网络吞吐量要远高于低优先级业务, 当数据包到达率大于 0.6 时, 低优先级业务的网络吞吐量呈略微下降趋势, 而高优先级业务下的吞吐量仍缓慢增加。这是因为当前活跃站点数较多且当前网络处于高竞争状况, 高优先业务通过权值参数最优地调整退避时间, 避免业务分组发生过多的碰撞冲突, 而低优先级业务在调整退避时间上要差于高优先级业务, 产生较多的二次冲突, 从而降低吞吐量。

3.2.2 NS2 仿真分析比较

前面详细分析了 PJNL_ASDB 算法的参数设置对网络性能的影响。本节使用网络仿真模拟软件 NS2 对 IEEE 802.15.4 MAC 协议 BEB 退避算法、文献[6]提出的改进的时隙 CSMA/CA 机制(为方便起见简称为 E_CSMA/CA)与 PJNL_ASDB 算法进行网络性能比较。假设低优先级业务 PJNL_ASDB_1 与 E_CSMA/CA_1 服从均匀分布, 高优先级业务 PJNL_ASDB_2 与 E_CSMA/CA_2 服从泊松流, 其余仿真参数如表 1 所列。

表 1 网络仿真参数

参数	设置	参数	设置
网络负荷	0~1	E_{suc}	40mW
分组大小	70~120	E_R	50mW
MinBE	3	E_{CCA}	50mW
aMaxBE	5	E_{idle}	1mW
仿真时间	300s	1Slot	0.32ms

图 5 反映了 3 种算法下吞吐量随节点数量与网络负荷变化的结果。当节点数量较少时, PJNL_ASDB 算法下高优先级业务的吞吐量高于其他两种算法, 这是因为改进算法感知到当前网络状况处于低负荷, 动态地调整退避时间达到快速地传输业务。随着节点数的增加与网络负荷的加重, 吞吐量都呈下降趋势, 但 PJNL_ASDB 算法的低优先级业务下降趋势要远远低于 E_CSMA/CA 算法, 这是因为 PJNL_ASDB 算法自适应地调整退避时间, 有效地避免了业务发生多次碰撞并能够较快地接入信道, 从而改善了低优先级业务的吞吐量性能。此外, PJNL_ASDB 算法高低优先级吞吐量的平均值高于其余两种算法, 由此证明 PJNL_ASDB 算法不仅有效地实现了区分优先级不同的业务, 而且提高了整个网络的性能。

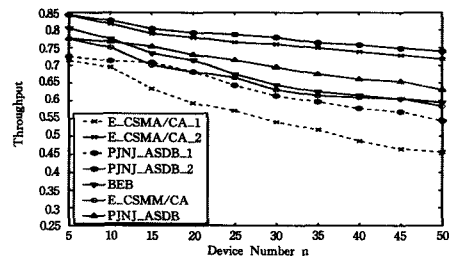


图 5 3 种算法下的吞吐量比较

图 6 反映了 3 种算法下能耗随节点数量与网络负荷变化的结果。高优先级业务能量消耗较低, 且在站点数较多与网络状况为高负荷的情况下, 能量消耗的增幅也是最小的。从图中可以看出, PJNL_ASDB 算法的低优先级业务能耗要低于 E_CSMA/CA 算法, 这是因为在网络负荷较大的情况下, PJNL_ASDB 算法根据当前网络状况合理地提高权值, 减少业务发生冲突次数, 有效地降低能耗。此外, PJNL_ASDB 算法的平均能耗要低于 BEB 与 E_CSMA/CA 算法下的能耗。

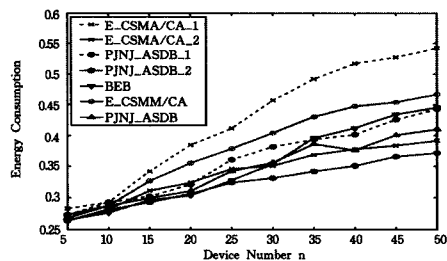


图6 3种算法下的能耗比较

图7反映了3种算法下传输时延随节点数量与网络负荷变化的结果。从图中可以看出,PJNL_ASDB算法与E_CSMA/CA算法下高优先级业务的传输时延基本相当,很好地满足了高优先级业务较高的实时传输性要求。但随着站点数增加与网络负荷加大,E_CSMA/CA算法下的低优先级业务的传输时延要高于BEB算法,但PJNL_ASDB算法下低优先级业务的传输时延上升趋势明显缓于E_CSMA/CA算法并且与BEB算法下的传输时延基本相等,从而改善了网络公平性。

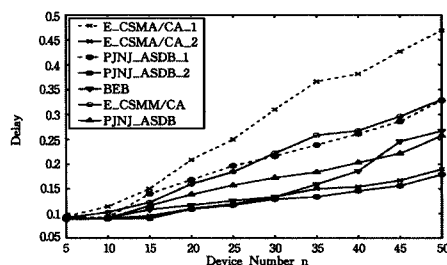


图7 3种算法下的传输时延比较

结束语 在网络状况不断变化的动态网络中,针对为保障高优先级业务的传输性能而较大程度地降低了低优先级业务网络性能的问题,本文提出一种利用概率机制感知当前网络状况,自适应地对不同优先级业务采用不同的动态退避算法。首先利用二维离散时间 Markov 理论模型对算法性能进行详细分析,其次通过 MATLAB 数值仿真分析了不同的网络参数对吞吐量性能的影响,最后在 NS2 平台下对 BEB、E_CSMA/CA 与 PJNL_ASDB 算法下的吞吐量、能耗与传输时

延进行了仿真分析。结果表明,PJNL_ASDB 算法不仅能实现合理的退避及有效地区分不同优先级业务,而且较大幅度地提高了低优先级业务的网络性能,从而改善了网络公平性。

参考文献

- [1] Chiaraburatti. Sensor Networks with IEEE 802. 15. 4 Systems; Distributed Processing Mac, and Connectivity[M]. 北京:科学出版社,2012:3
- [2] Standard for part 15. 4; wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications for low rate wireless personal area networks (WPAN), IEEE Std 802. 15. 4[M]. New York; Wiley, 2003;64
- [3] MiLic, Sha fi S, MiLic V B. The Impact of MAC Parameters on the Performance of 802. 15. 4 PAN [J]. Elsevier Ad hoc Networks Journal, 2005, 3(5); 509-528
- [4] Kim T, Choi S. Priority-based depay mitigation for event monitoring IEEE 802. 15. 4 LR-WPANs[J]. IEEE Communications Letters, 2006, 10(3); 213-215
- [5] Deng J, Chang R S. A priority scheme for IEEE 802. 11 DCF access method[C]//Transactions in Communications. New York: 1999;96-102
- [6] 陈金,樊晓平,刘少强,等. 非饱和状态下时隙 CSMA/CA 机制改进与性能分析[J]. 计算机工程与应用, 2011, 48(30); 140-147
- [7] 李瑞芳,罗娟,李仁发. 适用于无线多媒体传感器网 MAC 层退避算法[J]. 通信学报, 2010, 31(11); 107-116
- [8] Wen Hao, Lin Chuang, Chen Zhi-jia, et al. An Improved Markov Model for IEEE 802. 15. 4 Slotted CSMA/CA Mechanism[J]. Journal of Computer Science and Technology, 2009, 24(3); 495-504
- [9] Bianchi G. Performance Analysis of the IEEE 802. 11 Distributed Coordination Function[J]. IEEE journal of Selected Areas in Telecommunication, 2000, 18(3); 535-547
- [10] Pang Ai-chun, Tseng H-W. Dynamic Backoff for Wireless Personal Networks [C]// IEEE Communications Society Globecom, Taiwan; Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2004;1580-1584

(上接第 130 页)

律性的老人活动模式分析,下一步我们将致力于进一步研究老人活动的开始时间与持续时间的关系,进一步提升异常检测的准确性。

参考文献

- [1] Tang Yi-ping, Jin Shun-jing, Yang Zhong-yuan, et al. Detection Elder Abnormal Activities by using Omni-directional Vision Sensor; Activity Data Collection and Modeling [C] // SICE-ICASE International Joint Conference. 2006
- [2] Zhang D, Gatica-Perez D, Bengio S, et al. Semi-Supervised adapted HMMs for unusual event detection[C]//Jacobs A, Baldwin T, eds. Proceedings of the IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. Los Alamitos, IEEE Computer Society

Press, 2005; 611-618

- [3] Kim S-C, Jeong Y-S, Park S-O. RFID-based indoor location tracking to ensure the safety of the elderly in smart home environments[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2013, 17(8); 1699-1707
- [4] Lymberopoul D, Bamis A, Savvides A. Extracting spatiotemporal human activity patterns in assisted living using a home sensor network[C]//PETRA'08. 2008
- [5] Lotfi A, Langensiepen C, Mahmoud S M, et al. Smart homes for the elderly dementia sufferers; identification and prediction of abnormal behaviour[J]. Ambient Intell Human Comput, 2012, 3; 205-218
- [6] Kyungseo P, Yong Lin, Vangelis M, et al. Abnormal Human Behavioral Pattern Detection in Assisted Living Environments[C]//PETRA'10. 2010