

多媒体传感网络学习监控实时反馈方法研究

杨柳青^{1,2}, 王 冲¹

(1 桂林电子科技大学 计算机与信息安全学院, 广西 桂林 541004;

2 玉林师范学院 教育技术中心, 广西 玉林 537000)

摘 要: 为了降低多媒体传感器网络的数据丢包和时间延迟, 提高网络学习的监控实时反馈能力, 提出了基于线性移位自适应寻优的多媒体传感网络学习监控实时反馈方法. 构建多媒体传感网络的节点优化部署模型, 采用簇内传感节点融合跟踪方法进行多媒体信息融合和二维熵特征提取, 根据传感节点的阈值进行模糊自适应加权控制, 结合线性移位信道分配方法进行多媒体传感网络学习监控反馈链路均衡处理, 采用智能寻优算法进行多媒体传感网络传输延迟控制, 提高数据的实时反馈能力. 仿真结果表明, 采用该方法进行多媒体传感网络学习监控实时反馈控制, 数据输出的丢包率较低, 多媒体信息反馈的时延较小, 整个网络的链路均衡性较好.

关键词: 多媒体传感网络; 学习; 监控; 传输延迟控制; 信道均衡

中图分类号: TP393.02

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2018)04-0130-05

Research on Real-time Feedback Method for Multimedia Sensing Network Learning Monitoring

YANG Liu-qing^{1,2}, WANG Chong¹

(1 Department of Computer and Information Security, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China;

2 Department of Educational Technology Center, Yulin Normal University, Guilin 53700, China)

Abstract: In order to reduce the multimedia sensor network data packet loss and time delay, improve the real-time feedback ability of monitoring network learning, proposes a multimedia sensor network optimization based on linear shift adaptive learning monitor real-time feedback method. The optimal deployment model of multimedia sensor network, the sensor nodes within the cluster fusion tracking method for multimedia information fusion and the two-dimensional entropy feature extraction, fuzzy adaptive control based on sensor node weighted threshold, combined with linear shift channel allocation method for multimedia sensor network learning monitoring feedback link equalization, using intelligent optimization algorithm for multimedia sensor network transmission delay control, improve the ability of real-time feedback data. Simulation results show that using the method of multimedia the sensor network monitoring real-time feedback control, output data lost packet rate is low, the time delay of the multimedia information feedback is small, and the link balance of the whole network is better.

Key words: multimedia sensing network; learning; monitoring; transmission delay control; channel equalization

1 引言

多媒体传感网络 (Multimedia Sensor Network, MSN) 是采用物联网组网的形式将多媒体传感器分布在各个监控区域进行图像、声音、视频等多

媒体信息采集和自适应传输处理的网络体系结构, 多媒体传感网络具有通信能力强、计算能力高和组网拓扑结构简单等优点, 因而广泛应用在多媒体数据监控、信息传输和多媒体教学等领域^[1]. 多媒体传感网络的监控实时性和数据传输的准确性受到网络

拓扑结构的影响,为了延长网络生命周期,降低数据丢包和时间延迟,需要对多媒体传感网络进行路由拓扑优化设计,结合链路信道均衡控制方法进行网络学习监控实时反馈设计,提高数据传输的准确性,降低链路开销,研究相关的反馈控制方法在改善多媒体传感网络的性能方面具有重要意义^[2].

在多媒体传感网络设计中,影响拓扑结构稳定性的因素较多,主要表现为网络的均衡性、节点的分布密度、网络的层数以及网络寿命周期等,需要对多媒体传感网络的拓扑结构稳定性控制参数进行有效调节,结合参数控制和路由算法进行稳定控制,实现多媒体传感网络学习监控实时反馈方法优化设计,传统方法主要采用模糊反馈控制方法^[3],结合能量感知算法进行多媒体传感网络的均衡设计,提高网络拓扑控制的稳定性,但是随着节点规模的增大和传感网络采集数据规模的增多,多媒体传感网络的监控实时反馈控制稳定性不好.对此,不少学者进行了改进设计,取得了一定的研究成果,其中,文献[4]中提出了基于环形路由算法多媒体传感网络的节点自适应学习方法,进行多媒体传感网络的负载—功耗联合测试和网络节点的路由均衡设计,实现监控多媒体信息的实时反馈,但该方法随着多媒体传感节点的增多,网络的稳定性不好.文献[5]中提出了基于多媒体传感节点通信负载鲁棒性控制的传感网络学习监控实时反馈方法,采用全网能量均衡方法进行多媒体传感网络的链路均衡设计,采用传感量化跟踪方法进行信息融合,提高监控实时输出的信息融合度,从而降低传输时间延迟和能量开销,但该方法不能有效抑制节点之间扰动因素的影响,导致网络的全局抗扰动性不强.

针对上述问题,提出基于线性移位自适应寻优的多媒体传感网络学习监控实时反馈方法,并测试,展示了本文方法在提高多媒体传感网络学习监控实时反馈能力方面的优越性.

2 多媒体传感网络节点优化部署及信息融合处理

2.1 多媒体传感网络节点优化部署设计

为了实现多媒体传感网络学习监控实时反馈控制,需要首先进行多媒体传感网络的节点优化部署设计,采用平衡传感器节点控制方法进行多媒体传感网络的节点链路分布模型构造,假设网络存在 $k(k \geq 2)$ 条不相交路径, v_i 与 v_j 之间有一条边 $(v_i, v_j) \in E$,SN、RN节点集分布描述为 $V = \{v_0, v_1,$

$v_2, \dots, v_n, v_{n+1}, \dots, v_{n+m}\}$,单层中继节点的冗余容量记为 $RC(v_j) = C(v_j) - w(v_i)$,在划定的多媒体监控区域内,周期性转发数据包,对传感节点和簇头节点执行时间窗口划分^[6],采用树形结构和交叉性结构进行多媒体传感网络的节点分布式链路设计如图1所示.

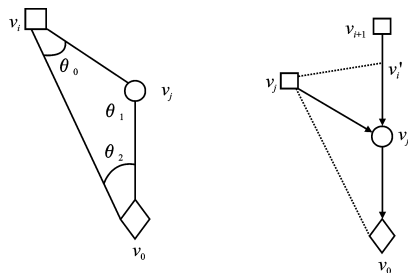


图1 多媒体传感网络节点分布式链路设计

根据图1所示的传感节点链路分布模型,进行网络的初始拓扑结构设计,构造多媒体传感数据分布节点的簇头向量集,将数据集 D_n 按照时间窗口的宽度 $|d_{n-\max} - d_{n-\min}| \cdot (1/K)$ 划分为若干个(K 个)二维子区域 A_k, A_k 为二维信息熵集,满足 $A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_k = A$,当监控区域内的多媒体传感数据的信息熵满足 $A_i \cap A_j = \Omega$,其中 $i, j = 1, \dots, m$ 且 $i \neq j$.对监控区域的节点部署状态进行自适应调节,选择簇内加权方法进行普通结点的信道分配,将SN、RN、sink构造一个最大独立集MIS^[7],根据多媒体信息监控区域的网格结构进行模糊分区,得到多媒体监控的两层中继节点信道分配的布局如图2所示.

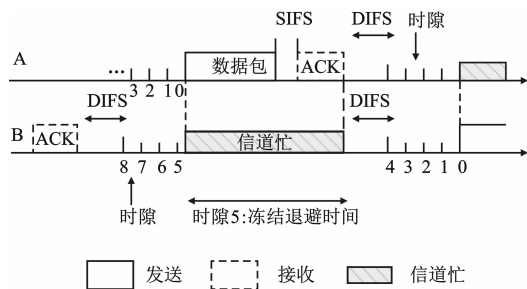


图2 多媒体监控的两层中继节点信道分配的布局

当多媒体传感网络的SN与sink之间存在时隙时,初始化 $k = 1$,对应监控区域多媒体传感器节点的簇头位置分布集合为 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$,两层中继节点采用均匀放置方法进行部署,部署的特征分布方程描述为:

$$f(v_i, v_j) \geq 0 \quad (1)$$

$$\sum f(v_0, v_k) = 0 (1 \leq k \leq n+m) \quad (2)$$

$$\sum f(v_i, v_k) = 0 (1 \leq k \leq n) \quad (3)$$

$$\sum (f(v_j, v_k) - f(v_h, v_j)) = 0, \quad (n+1 \leq k \leq n+m, 1 \leq h \leq n+m) \quad (4)$$

通过对节点的优化部署,减少传感器节点 sink 周围 RN,在 s_k 与 sink 的连线上进行线性加权,实现多媒体传感网络的自适应学习和数据聚合^[8].

2.2 簇内传感节点信息融合处理

在对多媒体传感网络节点优化部署设计的基础上,采用簇内传感节点融合跟踪方法进行多媒体信息融合和二维熵特征提取,从而减低监控多媒体的计算开销^[9],信息融合的处理步骤描述如下.

Step1:输入多媒体传感网络的 SN、sink 位置、对多媒体传感网络的监控覆盖半径进行初始化操作;

Step2:确定睡眠时长,在信息融合中心对 SN 与 sink 之间的距离降序排列, $d = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$,得到对应监控区域多媒体传感器节点的簇头位置分布集合为 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$;

Step3:初始化 $k = 1$,根据当前报文位置确定多媒体传感序列的伪随机数,并进行自适应重排,置 Tag = 1;

Step4:若 $d_k \geq d_0$ 且 Tag(k) = 1,得到数据聚类融合中心的最优位置,转至 Step5,否则算法结束;

Step5:设定多媒体传感网络学习因子 s_k 的最大跳数 hop_count_max(s_k, v_0), χ_k 是传感网络路由本身的相关度, Tag(k) = 0;

$$\left| \frac{d(s_k, v_0)}{d_0} - \chi_k \right| \leq 0.5 \quad (5)$$

Step6:在传感网络的 s_k 与 sink 的连线上对节点进行随机重排,在传感网络的监控区域放置 $(\chi_k - 1)$ 个 RN,并计算网络节点的能量效率与频谱资源,记 s_k 的下一跳记为 r_k ,在 d_0 范围内对 Sink 节点输出的多媒体传感信息进行量化融合跟踪识别^[10],若存在 SN,可能出现以下两种情况.

① $RC(v_j) \geq 0$. 选择最优节点分布距离,以 SN 作为 r_k 的种子节点,采用最短路径寻优方法搜索.前报文位置(X_{packet});

② $RC(v_j) < 0$. 选择额外数据允许节点作为根节点,以 SN 作为 r_k 的子节点,将所有的转发参与到路由协议中,执行信息融合和数据聚类;

Step7:更新 $k, k \leftarrow k + 1$;

Step8:转至 Step4,当满足约束条件,进行 K 次迭代,直至 $k = n$ 算法结束;

通过上述处理,采用簇内传感节点融合跟踪方法实现多媒体信息融合和二维熵特征提取.

3 多媒体传感网络学习监控反馈优化

3.1 网络的信道均衡分配设计

由于传感器网络节点的随机状态差错 $\left| \frac{d(s_k, v_0)}{d_0} - \chi_k \right| \leq 0.5$,定义节点变异函数 $f(t)$,求出簇内各节点的差异性特征,当满足 $\chi_k \leq \text{hop_count_max}(s_k, v_0)$,确定数据选择阈值 $\{x_{\max}, x_{\min}\}$,求出簇内各节点 SN 与 sink 连线上的最大跳数,求得多媒体传感网络学习的节点的一维熵,取数据分布的综合特征 v_i' ,当满足公式:

$$d(v_i, v_0) = d(v_i', v_0) \quad (6)$$

根据多媒体传感网络学习监控节点邻域内数据均值,得到监控反馈数据分布空间特征为

$$d(v_i', v_j) > \frac{1}{2}d(v_{i+1}, v_j); d(v_i', v_j) = \frac{1}{2}d(v_{i+1}, v_j); d(v_i', v_j) < \frac{1}{2}d(v_{i+1}, v_j) \quad (7)$$

假设单位数据子集的信息概率 l, g 都是整数,各节点的概率加权距离 $d(v_i', v_j) > \frac{1}{2}d(v_{i+1}, v_j)$,确定阈值组 $\{L, H\}$ 后,得到单个节点 i 中进行数据传输的信道分配控制函数描述为

$$(I) d(v_{i+1}, v_j) / d_0 = l$$

$$d(v_i, v_j) / d_0 \rightarrow \lambda; [d(v_i, v_j) / d_0] + 1 = \lambda + 1$$

$$(II) d(v_{i+1}, v_j) / d_0 = \lambda \cdot \gamma$$

可确定数据选择阈值,对于 $d(v_i', v_j) \geq \frac{1}{2}d(v_{i+1}, v_j)$,若簇内的 Sink 节点 v_i 是 v_j 的子节点,那么 v_i, v_{i+1} 信道分配的线性移位的帧数为 $M = [m_1, m_2, \dots, m_n]$. 其中,反应节点 i 的多媒体信息的联合概率密度为 $m_i = \text{INT}(|x_{p_i} - b_i| / l), l = |x_{ij\max} - x_{ij\min}| \cdot 1\%$. 由此实现了多媒体传感网络的信道均衡分配设计,进行多媒体传感网络学习监控反馈链路均衡处理.

3.2 多媒体传感网络传输延迟控制

在采用线性移位信道分配方法进行多媒体传感网络学习监控反馈链路均衡处理的基础上,采用智能寻优算法进行多媒体传感网络传输延迟控制,采用多路径路由生成方法进行多媒体传感网络的并行反馈路径设计,将多媒体传感网络的簇头节点帧分为 N_c 个码片,得到串行链路节点的能量开销:

$$e = \frac{1}{n_{\text{ever}}} \sum_{i=1}^{n_{\text{ever}}} \text{sqrt}((x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2) \quad (8)$$

式中, n_{ever} 为 Source 与 Sink 节点的节点差异数; (x_i, y_i) 为传感网络的监控节点 i 的实际位置, $(\hat{x}_i, \hat{y}_i)$ 为多媒体传感信息挖掘的定位坐标。

基于线性移位自适应寻优方法进行节点优化搜索, 多媒体传感网络的多路径路由的跳数和时延分别为 α_l 和 τ_l , 其中, $l \in [0, L-1]$, $\tau_0 < \tau_1 < \dots < \tau_{L-1}$, 规定 v_i 到 sink 的最大跳数 $\text{hop_count_max}(v_i, v_0)$ 。

$$\text{hop_count_max}(v_i, v_0) = \left\lceil \frac{d(v_i, v_0)}{d_0} + 1 \right\rceil \quad (9)$$

若 SN 到 sink 的距离是降序排列, 在多媒体传感网络簇头 n_i 的负载恒定的情况下, 采用全局均衡调度方法进行监控信息实时反馈控制, 结合临界阈值进行多媒体传感节点的模糊自适应加权控制处理^[11], 得到多媒体传感网络学习监控实时反馈的图模型描述为

$$E_{\text{Tx}}(L, d) = \begin{cases} LE_{\text{elect}} + L\varepsilon_{\text{fs}}d^2, & d < d_0 \\ LE_{\text{elect}} + L\varepsilon_{\text{mp}}d^4, & d > d_0 \end{cases} \quad (10)$$

$$E_{\text{Rx}}(L) = LE_{\text{elect}} \quad (11)$$

式中, E_{elect} 表示全局能量均衡系数, 综上处理, 采用线性移位方法实现了多媒体传感网络的传输链路全局均衡控制, 通过智能寻优进行节点优化部署设计, 提高了多媒体信息学习监控实时反馈能力。

4 仿真实验与结果分析

为了验证本文方法实现多媒体传感网络学习监控实时反馈控制中的应用性能, 进行仿真实验。实验采用 Matlab 仿真实现, 构建多媒体传感网络节点的路径规划和定位部署模型, 给出网络的监控覆盖区域为 $2\,000 \times 2\,000$, 节点个数是 200, Sink 节点数为 10, Source 节点数为 25, 多媒体信息传输的波特率 1 Mboud, 传感信息采集的采样率 12 MS/s, 多媒体信息传输码元数 400 个, 载波频率为 3 MHz, 信标节点个数 $n=10$, 监控数据的测试序列长度为 2 000, 学习迭代数为 1~100, 根据上述仿真环境和参数设定, 采用本文方法进行多媒体传感网络的学习监控, 得到监控节点输出的样本序列如图 3 所示。

以图 3 给出的序列样本为测试对象, 设定 SINR 阈值 $\beta=1$, 背景干扰数据的强度为 , 采用簇内传感节点融合跟踪方法进行多媒体信息融合和二维熵特征提取, 得到信息融合结果如图 4 所示。

分析图 4 得知, 采用本文方法进行多媒体传感

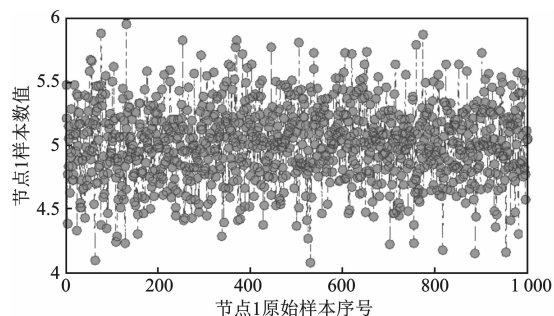


图3 多媒体传感网络监控节点输出的样本序列

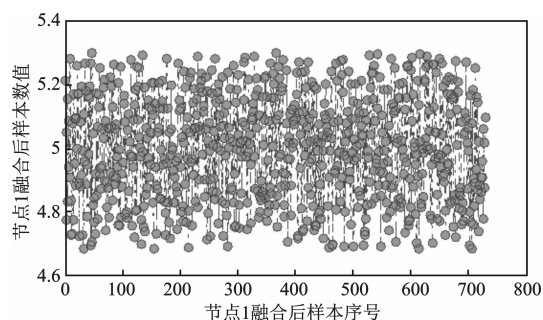


图4 多媒体传感信息融合结果

网络学习, 多媒体传感信息的融合效果较好, 输出的多媒体信息具有很好的抗干扰能力。为了测试监控数据反馈的传输信道均衡性, 测试监控反馈的最大熵适应度值, 根据设定的门限, 当适应度值 $H > 3$, 表示多媒体传感网络学习监控的反馈链路具有均衡性, 得到最大熵适应度值计算结果如图 5 所示。

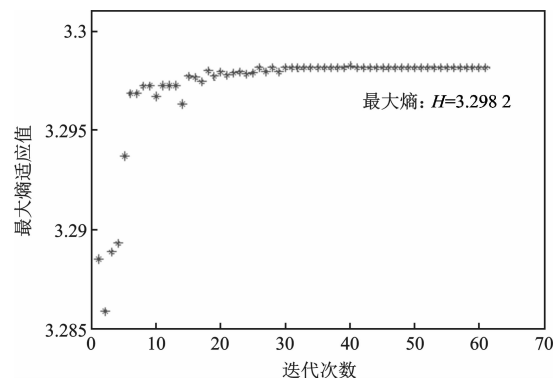


图5 最大熵适应度值计算结果

最大熵为 3.298 2, 表明本文设计的多媒体传感网络学习监控反馈具有链路均衡性, 保证了信息反馈的准确性和实时性。最后测试不同方法进行网络学习监控反馈的丢包率, 对比结果如图 6 所示, 传输时延对比见表 1。分析图 6 的结果得知, 采用本文方法进行多媒体传感网络学习监控反馈的丢包率较低, 提高了数据传输的准确性, 表 1 中的结果表明使

用,本文方法进行多媒体信息反馈的时延较短,实现了监控信息的实时反馈.

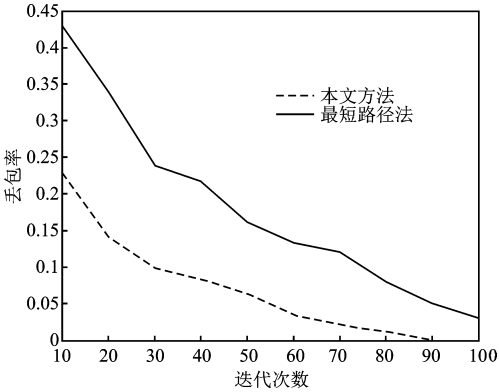


图 6 丢包率对比结果

表 1 多媒体信息传输时延对比结果 s

迭代次数	本文方法	最短路径法
10	0.14	0.67
20	0.10	0.38
30	0.05	0.21
40	0.02	0.18
50	0	0.13

5 结束语

为了延长网络生命周期,降低数据差丢包和时间延迟,需要对多媒体传感网络进行路由拓扑优化设计,结合链路信道均衡控制方法进行网络学习监控实时反馈设计,提高数据传输的准确性,降低链路开销,本文提出一种基于线性移位自适应寻优的多媒体传感网络学习监控实时反馈方法,根据传感节点的阈值进行模糊自适应加权控制,以及多媒体传感网络学习监控反馈链路均衡处理,采用智能寻优算法进行多媒体传感网络传输延迟控制,提高数据的实时反馈能力.研究得知,使用本文方法进行多媒体传感网络设计和学习监控反馈控制处理,数据传输的丢包率较低,时间延迟较短,性能较好.

参考文献:

[1] MORADI M, KEYVANPOUR M R. An analytical review of XML association rules mining[J]. Artificial Intelligence Review, 2015, 43(2):277-300.

[2] DONG G L, RYU K S, BASHIR M, et al. Discovering medical knowledge using association rule mining in young adults with acute myocardial infarction[J]. Journal of Medical Systems, 2013, 37(2):1-10.

[3] KHALILI A, SAMI A. SysDetect: a systematic approach to critical state determination for industrial intrusion detection systems using Apriori algorithm[J]. Journal of Process Control, 2015, 2776:154-160.

[4] 李梓杨, 于炯, 卞琛, 等. 基于负载感知的数据流动态负载均衡策略[J]. 计算机应用, 2017, 37(10): 2760-2766.

[5] LEONARDO E J, YACoub M D. Exact formulations for the throughput of IEEE 802. 11 DCF in Hoyt, Rice, and Nakagami-m fading channels[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2013, 12(5):2261-2271.

[6] MARIMON M C, TANGONAN G, LIBATIQUE N J, et al. Development and evaluation of wave sensor nodes for ocean wave monitoring[J]. IEEE Systems Journal, 2015, 9(1):292-302.

[7] KHALILI A, SAMI A. SysDetect: a systematic approach to critical state determination for industrial intrusion detection systems using Apriori algorithm[J]. Journal of Process Control, 2015, 2776:154-160.

[8] 张莉,张春红. 多跳水下传感器网络中的功率分配算法[J]. 舰船科学技术,2012,34(8):73-75.

[9] KESHAVAMURTHY B N, KHAN A M, TOSHNIWAL D. Privacy preserving association rule mining over distributed databases using genetic algorithm[J]. Neural Computing & Applications, 2013, 22(Suppl 1):351-364.

[10] 朱丹,姜宇. 基于光纤传感器和 ZigBee 技术的网络可靠性研究[J]. 激光杂志, 2016, 37(8): 63-66.

[11] 龙昭华,龚俊,王波,等. 无线传感器网络中分簇安全路由协议保密通信方法的能效研究[J]. 电子与信息学报, 2015, 37(8): 2000-2006.

作者简介:

杨柳青 女,(1986-),硕士,工程师.研究方向为计算机软件开发、网络技术、信息技术. E-mail:654140516@qq. com.

王 冲 男,(1972-),硕士,教授.研究方向为多媒体教育、教育技术、检索技术.