

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2021.03.014

基于 LZW 算法的高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩方法

肖 峰

(安徽职业技术学院,安徽 合肥 230031)

摘要:为提高光栅传感网络数据分块压缩效果,设计了基于 LZW 算法的高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩方法。在构建存储结构模型的基础上,提取高负荷光栅传感网络数据的关联谱特征量,经数据分块融合处理后,结合参数多分辨重构方法实现对数据的分块加窗处理,并根据窗函数检测结果构建特征压缩子空间调度模型;在均衡的窗口中,采用多尺度的 LZW 算法实现对高负荷光栅传感网络数据的特征分解和分块压缩。仿真结果表明:该方法分块融合匹配能力较强,有效提高了数据的存储空间。

关键词:LZW 算法;高负荷光栅传感网络;数据分块;无损压缩

中图分类号:TP212.9;TP391 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2021)03-0066-04

LZW Algorithm-based Data Block Lossless Compression Method for High-load Raster Sensor Networks

XIAO Feng

(Anhui Vocational and Technical College, Hefei, Anhui 230031, China)

Abstract: In order to improve the data block compression effect of grating sensor network, a lossless data block compression method based on LZW algorithm was designed for high load grating sensor network. Based on the construction of the storage structure model, the associated spectrum feature quantity of the data of the high-load grating sensor network was extracted. After the data block fusion processing, the data block windowing processing was realized combining the parameter multi-resolution reconstruction method, and the feature compression subspace scheduling model was constructed according to the window function detection results; Multi-scale LZW algorithm is used to realize feature decomposition and block compression of high load grating sensor network data in balanced Windows. The simulation results show that the proposed method has strong ability of block fusion and matching, and can effectively improve the storage space of data.

Keywords: LZW algorithm; high-load raster sensor network; data block; lossless compression

0 引言

随着光栅和光纤传感网络技术的发展,通过构建高负荷光栅传感网络模型来实现数据的优化传输和存储控制,实现高负荷光栅传感网络中数据信息转发,能够提高信息采集和特征检测能力。因此,研究高负荷光栅传感网络的数据存储和无损压缩方法,在网络的组网控制设计和数据传输存储优化中具有重要意义^[1]。

对高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩是通过对数据的自适应处理和特征聚类实现的,结合对数据的特征检测和模糊信息聚类处理,构建高负

荷光栅传感网络数据分块聚类模型,实现数据压缩。传统方法中,对高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩方法主要有主成分融合聚类的高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩方法,基于时频特征转换的数据压缩方法、基于相空间重构的高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩方法等^[2-4],结合对高负荷光栅传感网络数据的网格分块融合和特征聚类,实现数据压缩,但传统方法进行高负荷光栅传感网络数据分块压缩的无损性不好,压缩精度不好。对此,本文提出基于 LZW 算法的高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩方法。首先构建高负荷光栅传感网络数据的存储结构模型,提取高负荷光

收稿日期:2021-03-15

基金项目:安徽省教育厅自然科学基金重点项目(KJ2017A477)。

作者简介:肖峰(1981—),男,安徽合肥人,讲师,硕士,研究方向:计算机网络。

栅传感网络数据的关联谱特征量,采用模糊解析控制方法,进行高负荷光栅传感网络数据分块融合处理,结合参数多分辨重构的方法实现对高负荷光栅传感网络数据分块加窗处理,然后根据窗函数检测结果构建高负荷光栅传感网络数据的特征压缩子空间调度模型,采用多尺度的LZW算法实现对高负荷光栅传感网络数据的特征分解和分块压缩,提高高负荷光栅传感网络数据的压缩精密密度水平。最后进行仿真测试分析,展示了本方法在提高光栅传感网络数据分块无损压缩性能方面的优越性。

1 光栅传感网络数据的存储结构分析和特征检测

1.1 光栅传感网络数据的存储结构分析

为了实现基于LZW算法的高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩,需要首先构建高负荷光栅传感网络数据的存储结构模型,采用模糊解析控制方法,构建高负荷光栅传感网络数据检测和存储结构模型,采用解耦参数特征分析方法,进行高负荷光栅传感网络数据的分块融合聚类处理,根据数据聚类分块压缩结果^[5-6],实现数据融合聚类分析,得到高负荷光栅传感网络数据压缩的总体结构模型如图1所示。

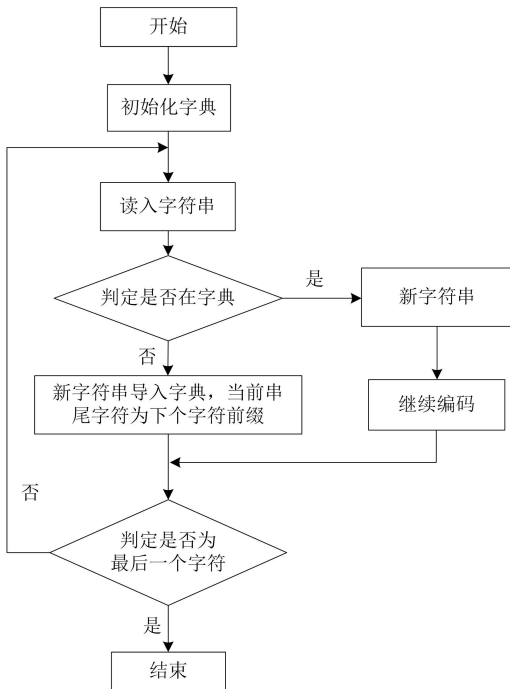


图1 高负荷光栅传感网络数据压缩的总体结构模型

采用模糊分布式检测方法进行高负荷光栅传感信息跟踪识别^[7],得到高负荷光栅传感网络数据的各指标的权重 β ,并得出阈值 $F(b)$ 公式如下:

$$F(b) = 2^b + \beta \quad (1)$$

式中: b 表示高负荷光栅传感网络数据分布的概率数学模型的嵌入维数。

根据数据集中的实体类型分布,得到数据信息过滤的最大门限 $\Delta\alpha_c^{\max} > 0$ 和最小门限 $\Delta\alpha_c^{\min} < 0$,计算高负荷光栅传感网络数据大数据分布的随机一致性指标,采用阈值检验和门限判决检测,得到信息采集过滤输出序列 $F(n)$ 为:

$$F(n) = F(b) 2^{(\Delta\alpha_c^{\min})} + \beta n, n \in \{0, 1, 2, 3\} \quad (2)$$

式中: n 为高负荷光栅传感网络数据的相关距离信息分布。

根据上述高负荷光栅传感网络数据过滤的样本序列输出,进行统计回归分析,得到栅传感网络数据的存储异构特征量满足 $\alpha_c^{[1]} < C$ 和 $g_c^{[1]} < C$,采用自适应回归分析方法,得到输出的高负荷光栅传感网络数据过滤样本序列 $(\alpha_c^{[1]}, \alpha_c^{[2]}, \alpha_c^{[3]}, \dots)$ 与训练样本序列 $(g_c^{[1]}, g_c^{[2]}, g_c^{[3]}, \dots)$,根据上述分析,构建了栅传感网络数据的存储结构分布模型,根据空间结构分布重组,进行信息融合聚类分析。

1.2 光栅传感网络数据特征提取

结合大数据分析构建高负荷光栅传感网络数据采集模型,对采集的实时数据采用无线传感网络和RFID标签射频检测的方法实现数据分量检测^[8],得到高负荷光栅传感网络数据的模糊关联规则统计特征量 δ_i :

$$\delta_i = \frac{F(n)}{t} - \Delta H \quad (3)$$

式中: t 为高负荷光栅传感网络数据过滤的时延; ΔH 为高负荷光栅瓦片中的最大值 H_{\max} 与最小值 H_{\min} 的差值。

通过机器学习方法实现对高负荷光栅传感网络数据的属性聚类处理,采用子空间压缩方法得到高负荷光栅传感网络数据的模糊度参数^[10-12],得到高负荷光栅传感网络数据的可靠性特征参数分布函数 $\mu(n, b)$:

$$\mu(n, b) = S(n, b) / \delta_i \quad (4)$$

式中: $S(n, b)$ 表示高负荷光栅传感网络数据的语义相关本体特征量。

在分层子空间中,提取高负荷光栅传感网络数据的统计特征量,根据高负荷光栅传感网络数据的关联规则性分布,采用高负荷光栅传感网络数据的无损特征检测方法,得到高负荷光栅传感网络数据的数据块分布为 m_i 和 m_j ,采用特征映射进行高负荷光栅传感网络数据的匹配映射,当满足:

$$m_i \rightarrow m_j; m_{i,j} (1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k) \quad (5)$$

采用子空间压缩方法实现对高负荷光栅传感网络数据的压缩和信息融合,求得高负荷光栅传感网络数据的动态参数,数据的链路分布长度为 N ,将 $L_x = a_i$ 转化为 $2N + 1$ 个字符串,求得高负荷光栅传感网络数据分块压缩的特征量 λ_i :

$$\lambda_i = \mu(n, b) - \ln \frac{\delta_i}{m_{i,j}} \quad (6)$$

根据上述分析构建的模糊层次性融合模型,进行高负荷光栅传感网络数据的分块匹配和相空间重组。

2 高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩优化

2.1 高负荷光栅传感网络数据融合处理

结合参数多分辨重构的方法实现对高负荷光栅传感网络数据分块加窗处理,根据窗函数检测结果构建高负荷光栅传感网络数据的特征压缩子空间调度模型,提取高负荷光栅传感网络数据的高阶时频分布特征量,在网格环境下进行高负荷光栅传感网络数据的熵信息检测^[14],得到高负荷光栅传感网络数据检测规划模型:

$$I_i = -p_i \log_2 \lambda_i \quad (7)$$

式中: p_i 为高负荷光栅传感网络数据的输出信息参数。

构建高负荷光栅传感网络数据的异构存储结构模型,提取高负荷光栅传感网络数据子空间压缩的网格分量,得到网格分块模型:

$$H_i = - \sum_{i=H_{\min}}^{H_{\max}} I_i \quad (8)$$

采用模糊层次性融合的方法,实现对高负荷光栅传感网络数据的关联性融合挖掘^[13],在模糊 C 均值聚类空间,得到高负荷光栅传感网络数据检测的模糊函数 $f(x)$,通过相似度特征分解,得到数据检测的阈值满足如下条件:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x = 0 \\ f(b), & x = b \\ (255, +\infty), & x \neq 0, b \end{cases} \quad (9)$$

某一检测周期检测环境下,进行高负荷光栅传感网络数据的融合聚类,采用梯度投影方法提取高负荷光栅传感网络数据的相似度信息^[9],得到高负荷光栅传感网络数据的动态压缩的均值函数 E_i 为:

$$E_i = \int_{i=1}^R f(x_i - u_i) dx \quad (10)$$

式中: $x_i \in R^n$, 代表高负荷光栅传感网络数据的状态矢量; $u_i \in R^m$ 表示对高负荷光栅传感网络数据

进行压缩重组。

令 $A_j(L)$ 作为高负荷光栅传感网络数据的融合聚类中心,其中 $j = 1, 2, \dots, k$, 在 r 个不同的聚类中心,得到高负荷光栅传感网络数据检测的自适应模糊迭代式:

$$\varphi_j = E_i \lg \mathbf{M} A_j^{-(e-1)} \quad (11)$$

式中: $\mathbf{M} \in R^{3 \times 3}$ 为高负荷光栅传感网络数据分布的正定矩阵; e 为高负荷光栅传感网络数据分块压缩的网格分区特征量。

通过上述设计,利用模糊信息聚类构建高负荷光栅传感网络数据的融合模型,根据对高负荷光栅传感网络数据融合结果,进行数据的特征点标定和分块无损压缩^[15]。

2.2 高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩

构建基于模糊层次分析的高负荷光栅传感网络数据分块加窗处理,根据窗函数检测结果构建高负荷光栅传感网络数据的特征压缩子空间调度模型,在均衡的窗口分布集中进行高负荷光栅传感网络数据的特征压缩^[16],得到光栅传感网络数据的多维 LZW 尺度变换模型:

$$S_{C/A} = \sum_{l=-\infty}^{\infty} \pi \varphi_i \left(1 - \frac{e}{\rho_i} \right) \quad (12)$$

在 LZW 算法的优化规划下,得到高负荷光栅传感网络数据分块压缩为 $\rho_i, i = 1, \dots, n$ 。采用 RFID 标签射频标签识别的方法,从不同层面上进行高负荷光栅传感网络数据分布式融合,得到高负荷光栅传感网络数据的分块无损压缩输出特征矩阵满足:

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 E_1 & \lambda_1 E_2 & \cdots & \lambda_1 E_i \\ \lambda_2 E_1 & \lambda_2 E_2 & \cdots & \lambda_2 E_i \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \lambda_i E_1 & \lambda_i E_2 & \cdots & \lambda_i E_i \end{pmatrix} \neq 0 \quad (13)$$

构建高负荷光栅传感网络数据检测的模糊聚类函数,提取高负荷光栅传感网络数据的模糊相关性特征量,高负荷光栅传感网络数据分块压缩的输出为:

$$E^\sigma = - \frac{1}{S_{C/A}} \left(\sum_{i=1}^{i+k} (-1)^{i+k} I_i \right) \quad (14)$$

为高负荷光栅传感网络数据压缩的 LWZ 学习权重。在三维点元模型中进行高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩,采用多尺度的 LZW 算法实现对高负荷光栅传感网络数据的特征分解和分块压缩,提高高负荷光栅传感网络数据的压缩精密水平。算法的改进实现流程如图 2 所示。

3 仿真测试分析

为验证基于 LIW 算法的高负荷光栅传感网络

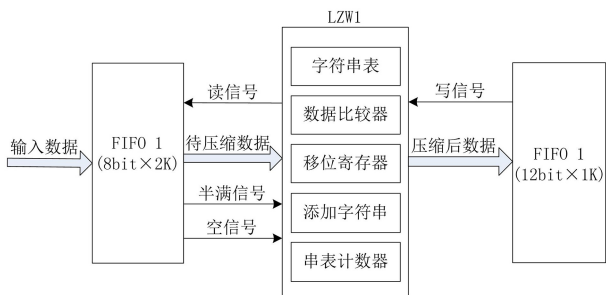
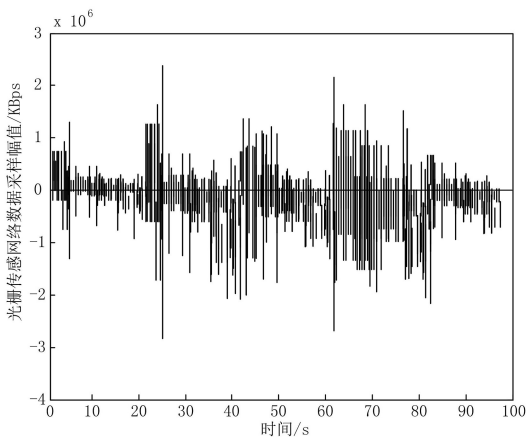
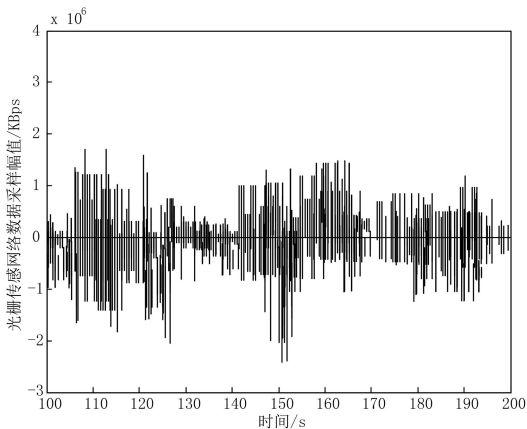


图 2 LZW 压缩算法基本框图

数据分块无损压缩方法的实际应用性能,结合 MATLAB 设计如下测试分析过程。实验环境如下:光栅传感网络的节点数为 256, Sink 节点数为 24, 通过 Sink 节点实现对高负荷光栅传感网络数据采集的带宽为 1.37 dB, 数据采样频率为 15.9 KHz。根据上述参数设定,进行高负荷光栅传感网络数据压缩,得到采集的高负荷光栅传感网络数据如图 3 所示。



a. 样本 1

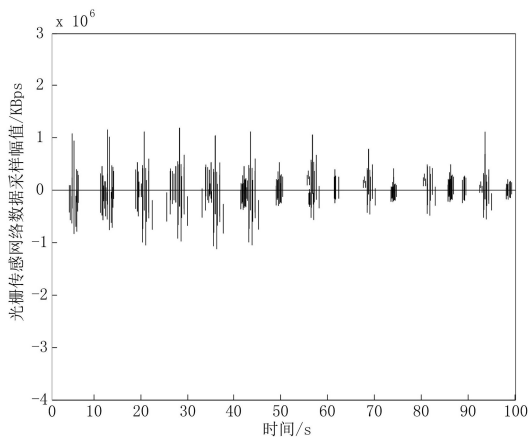


b. 样本 2

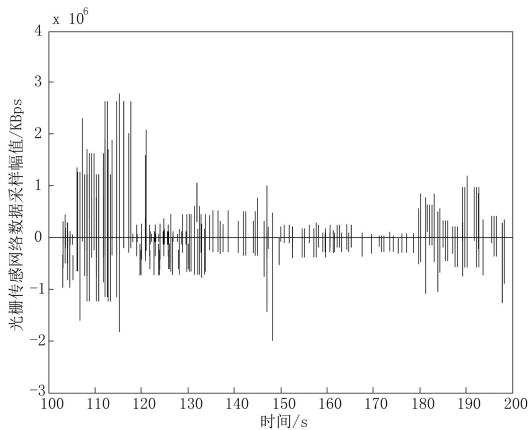
图 3 高负荷光栅传感网络数据

以图 3 采集的高负荷光栅传感网络数据为测试对象,进行数据分解无损压缩,得到无损压缩结果如图 4 所示。

分析图 4 得知,本文方法进行高负荷光栅传感



a. 样本 1



b. 样本 2

图 4 高负荷光栅传感网络数据无损压缩结果

网络压缩,降低了数据存储的负荷。测试不同方法进行高负荷光栅传感网络压缩的压缩度水平,得到对比结果如表 1 所示。

表 1 高负荷光栅传感网络数据压缩水平测试

迭代次数	本文方法	文献[4]方法	文献[6]方法
100	0.897	0.589	0.765
200	0.914	0.643	0.843
300	0.935	0.755	0.894
400	0.965	0.821	0.932

分析表 1 得知,本文方法进行高负荷光栅传感网络数据压缩的压缩度水平较高,有效提高了光栅传感网络数据分块无损压缩性能方面的优越性。

4 结语

结合高负荷光栅传感网络数据的特征分布特性,进行高负荷光栅传感网络数据压缩处理,本文提出基于 LZW 算法的高负荷光栅传感网络数据分块无损压缩方法。仿真结果表明,本文方法对高负荷光栅传感网络数据压缩的无损性较好,压缩水平

- [12] 葛胜. 腱驱动灵巧手自适应控制算法的研究[D]. 南京: 南京邮电大学, 2019.
- [13] 刘宇宁. 基于深度学习的 Web 社区推荐算法研究与应用[D]. 成都: 西南交通大学, 2018.
- [14] 卢春城. 基于深度学习的糖尿病决策算法研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2019.
- [15] 李春. 基于 BP 和 LSTM 神经网络的基因表达预测研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2019.
- [16] 靳晓岩. C-RAN 中基于深度学习的无线资源分配方法研究[D]. 南京: 南京邮电大学, 2020.
- [17] 杨越翔. 基于日志数据的 U2R 和 R2L 入侵检测研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2020.
- [18] 马烈. 混合优化算法及其在图像处理中的应用研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2017.
- [19] 邱煜炎, 吴福生. 基于粒子群优化的因子分解机算法[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2020, 34(1): 5-11.
- [20] 高海兵, 周驰, 高亮. 广义粒子群优化模型[J]. 计算机学报, 2005(12): 1980-1987.
- [21] 刁爱军. 基于粒群优化算法的云存储数据检索方法研究[J]. 激光杂志, 2016, 37(11): 98-102.
- [22] 朱瞳彤, 顾洁, 金之俭, 等. 规划与运行融合的配电网无功补偿智能协调配置[J]. 电力自动化设备, 2019, 39(2): 36-43.

(上接第 69 页)

较高。展示了本文方法在提高光栅传感网络数据分块无损压缩性能方面的优越性。

参考文献:

- [1] 汪洋帆, 殷爱菡, 郭鑫, 等. 蜂窝形光纤光栅传感网络的可靠性研究[J]. 光通信技术, 2018, 42(6): 18-20.
- [2] 赵建君, 闫石, 陈红叶. 利用光栅探测激光信息的迭代算法研究[J]. 激光与红外, 2015, 45(7): 770-774.
- [3] 张明, 任建文, 陈文, 等. 光折变长周期波导光栅耦合器的设计和分析[J]. 光学学报, 2015, 35(3): 153-161.
- [4] 丁旭, 黄成, 吴晓蓓, 等. 基于压缩感知的传感器网络中概率负载均衡的数据路由协议[J]. 控制与决策, 2018, 33(6): 76-82.
- [5] 彭代锋, 张永军, 熊小东. 结合 LiDAR 点云和航空影像的建筑物三维变化检测[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2015, 40(4): 462-468.
- [6] 李国瑞, 孟婕, 彭三城, 等. 基于 Jacobi ADMM 的传感网分布式压缩感知数据重构算法[J]. 计算机研究与发展, 2020, 57(6): 164-171.
- [7] 周桥, 伊鹏, 门浩崧. 基于资源效用最大化的虚拟网络功能备份方法[J]. 计算机应用, 2017, 37(4): 948-953.
- [8] 森波, 付浩, 李小龙, 等. 基于局域表面等离子体共振效应的聚合物波导传感器特性研究[J]. 发光学报, 2016, 37(1): 112-116.
- [9] 杨军, 李震宇, 孙光才, 等. 一种新的大斜视 TOPSSAR 全孔径成像方法[J]. 西安电子科技大学学报, 2015, 42(1): 47-51.
- [10] 李永刚, 张治中, 李龙江. 一种 WLAN 与 eHRPD 系统间负载均衡算法[J]. 微电子学与计算机, 2017, 34(1): 44-47.
- [11] 熊风光, 李希, 韩燮. 基于整体最小二乘的椭圆拟合方法[J]. 微电子学与计算机, 2017, 34(1): 102-105.
- [12] REN N, YU Y, JIANGX, et al. Improved multi-grating filtering demodulation method based on cascading neural networks for fiber bragg grating sensor[J]. Journal of Lightwave Technology, 2019, 37(9): 2147-2154.
- [13] GERZ D, SCHWEINBERGER W, BUTLER TP, et al. Mid-infrared long-pass filter for high-power applications based on grating diffraction[J]. Optics Letters, 2019, 44(12): 3014-3017.
- [14] 孙其法, 闫秋艳, 闫欣鸣. 基于多样化 top-k shapelets 转换的时间序列分类方法[J]. 计算机应用, 2017, 37(2): 335-340.
- [15] 胡俊, 胡贤德, 程家兴. 基于 Spark 的大数据混合计算模型[J]. 计算机系统应用, 2015, 24(4): 214-218.