

基于深度学习 YOLOv2 算法的无线通信网络 干扰信号准确识别方法

马冬云, 王 景, 魏正荣

(国网上海市电力公司信息通信公司, 上海 200072)

摘要: 由于不同种类的干扰信号, 其信号特征属性是不同的, 造成传统方法对无线通信网络干扰信号识别的准确率下降。为此, 提出基于深度学习 YOLOv2 算法的无线通信网络干扰信号准确识别方法。首先利用深度学习算法对无线通信网络干扰信号进行聚类, 以此确定干扰信号中心; 然后利用 YOLOv2 算法分割由通信信号组成的时频图像; 最后构建时频图像干扰信号检测框, 并结合干扰信号中心确定结果实现无线通信网络干扰信号准确识别。设计对比实验, 实验结果表明, 所提出方法先验框高度最大, 即实际的检测范围最大, 识别耗时最短, 可以达到无线通信网络干扰信号准确识别的目的。

关键词: 深度学习; YOLOv2 算法; 无线通信网络; 通信信号; 干扰信号; 信号识别

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 2096-9759(2023)06-0037-03

Accurate Recognition Method of Interference Signals in Wireless Communication Network Based on Deep Learning YOLOv2 Algorithm

MA Dongyun, WANG Jing, WEI Zhengrong

(State Grid Shanghai Electric Power Company Information and Communication Company, Shanghai 200072, China)

Abstract: Due to different types of interference signals, their signal characteristics and attributes are different, resulting in the decline of the accuracy of traditional methods for identifying interference signals in wireless communication networks. Therefore, an accurate recognition method of interference signals in wireless communication networks based on the deep learning YOLOv2 algorithm is proposed. Firstly, the interference signals of wireless communication network are clustered using the deep learning algorithm to determine the interference signal center; Then, YOLOv2 algorithm is used to segment the time-frequency image composed of communication signals; Finally, the time-frequency image interference signal detection frame is constructed, and the interference signal center determination results are combined to achieve accurate recognition of interference signals in wireless communication networks. A comparative experiment is designed. The experimental results show that the proposed method has the largest prior frame height, that is, the largest actual detection range, and the shortest recognition time. It can achieve the purpose of accurate recognition of interference signals in wireless communication networks.

Key words: Deep learning; YOLOv2 algorithm; Wireless communication network; Communication signal; Interference signal; Signal recognition

1 引言

无线通信系统正面临着日益复杂的网络环境, 无线网络系统在通过通信网络实现数据传输的过程中, 容易受到多种因素的干扰^[1], 有一些干扰信号是受到环境影响而产生的, 而有一些干扰信号是网络用户恶意制造的, 用于阻止、妨碍或者窃取通信网络链路上的数据信息^[2]。网络干扰信号种类比较多, 包括单音干扰、多音干扰、噪声调频干扰以及线型扫频干扰等, 这些信号对无线网络通信质量具有重要影响, 因此需要采用相关的信号识别方法, 识别无线通信网络通信干扰, 以保证无线通信网络质量。杨洁等^[3]利用天牛须搜索算法改进混合蛙跳算法后, 实现了雷达有源遮盖性干扰信号分类处理。邵正途等^[4]提出了基于长短时记忆网络和残差网络相结合的雷达有源干扰识别方法。为了准确的识别无线通信网络干扰信号, 本文提出了基于深度学习 YOLOv2 算法的无线通信网络干扰信号准确识别方法。

2 基于 YOLOv2 算法的时频图像信号识别技术

2.1 利用 YOLOv2 算法分割时频图像

整理时频图像输出的极值, 并按照图像波动峰值的边权

值, 确定时频图像的吉布斯能量, 数值关系可表示为公式(1):

$$E = U + r \quad (1)$$

式(1)中, E 表示时频图像的吉布斯能量, U 表示平滑分离的概率, r 表示时频图像前后景的边权函数。根据公式(1)得到的时频图像吉布斯能量数值, 规定时频图像的运行时间, 即无线通信网络通信时长, 调用 YOLOv2 算法框架中的掩码结构, 优化时频图像内的各项参数, 处理过程可表示为公式(2):

$$\min_K E = (\theta_i, \alpha_i) \quad (2)$$

式(2)中, K 表示时频图像运动交互系数, θ_i 表示时频图像更新函数, α_i 表示模糊掩码的初始化函数, $i=1, 2, \dots, n$, n 表示初始化次数, 其余参数保持原有含义不变。整理上述优化后的时频图像参数, 并根据参数大小, 利用高斯处理过程确定参数对应时频图像结构的分割概率, 数值关系可表示为公式(3):

$$p = \frac{\min_K E \sum_{i=1}^n P(w_i)}{C} \quad (3)$$

式(3)中, p 表示得到的时频图像结构分割概率, $P(\cdot)$ 表示高斯函数, w_i 表示干扰信号权重, C 表示属性概率的数量, 其余

收稿日期: 2023-03-24

作者简介: 马冬云(1991-), 女, 上海人, 硕士研究生, 研究方向: 电力通信技术; 王景(1996-), 女, 江苏宿迁人, 硕士研究生, 研究方向: 电力通信技术; 魏正荣(1995-), 男, 甘肃兰州人, 硕士研究生, 研究方向: 电力通信技术。

参数保持原有含义不变。

2.2 构建时频图像干扰信号检测框

采用半卷积网络处理经 YOLOv2 算法得到的时频图像结构,默认初始卷积核结构为时频图像的检测框,设置 2:1 纵横比的锚框处理分割时频图像的像素点,此时,在卷积回归层内,产生像素候选区域,数值关系可表示为公式(4):

$$G(x, y) = \frac{m^2(x+y)}{p(k-\sigma)} \quad (4)$$

式(4)中, $G(x, y)$ 表示像素候选区域, (x, y) 表示时频图像的像素点坐标, m 表示卷积的尺度参数, σ 表示检测图像的轮廓参数,其余参数保持原有含义不变。根据像素值大小和第 1 部分确定的聚类中心确定检测框的中心,数值处理过程可表示为公式(5):

$$W = \min \frac{I(x)G(x, y)}{A} \quad (5)$$

式(5)中, W 表示时频图像干扰信号检测框中心检测结果, $I(x)$ 表示时频图像像素点的尺度函数, A 表示外部干扰参数,其余参数保持原有含义不变。在检测框的边界处设置并交比数值,数值关系可表示为公式(6):

$$h = \frac{s \cap S}{s \cup S} \quad (6)$$

式(6)中, h 表示并交比参数, s 表示预测的目标框面积, S 表示真实检测框产生的面积。利用该并交比数值作为检测框的触发阈值,控制检测框的检测范围。在确定的检测框面积范围内,制定无线通信网络干扰信号识别流程,最终实现基于深度学习 YOLOv2 算法的无线通信网络干扰信号准确识别。

3 实验设置与结果分析

3.1 实验设置

以某地区无线通信网络为实验对象,采用 MATLAB 仿真软件进行仿真实验,干扰信号仿真参数设置如表 1 所示。

表 1 干扰信号仿真参数设置

参数	数值
样本数	1200
初始采样频率/Hz	2.24
终止采样频率/Hz	0.20
离散采样率/kHz	10

除上述参数设置外,设无线网络通信设备信号采样的长度为 1024,干扰信号特征采样偏差为 0.35,信号统计分析的时延为 200ms。根据上述参数设定,得到无线通信网络通信信号时频图像如图 1 所示。

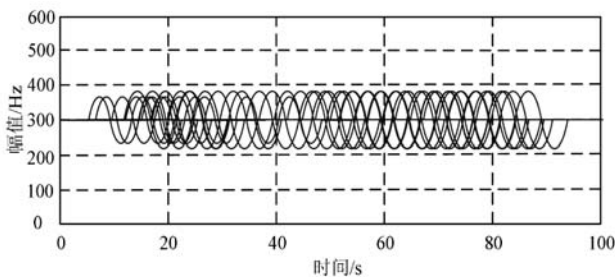


图 1 无线通信网络通信信号

以图 1 的无线通信网络通信信号为输入,采用本文方法分割无线通信网络干扰信号时频图像,得到分割结果如图 2 所示。

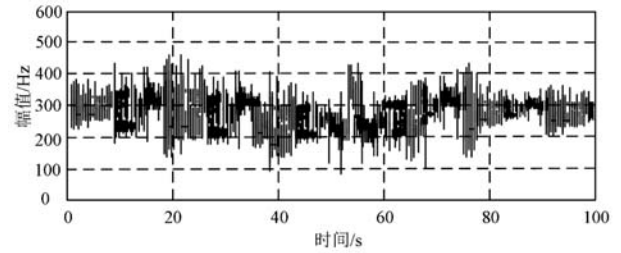


图 2 无线通信网络通信干扰信号

以图 2 获取的无线通信网络通信干扰信号时频图像为基础,去除误检对应的图像后,定量处理时频图像的尺度参数,实现无线通信网络干扰信号识别实验设置。

3.2 检测先验框高度测试

按照上述实验设置,固定本文方法、文献[3]SFLA-BP 神经网络方法和文献[4]LSTM 和残差网络方法三种信号识别方法检测窗口为相同的规模尺寸,输出先验框高度数值关系,以此整理三种信号识别方法得到的先验框高度,结果如图 3 所示:

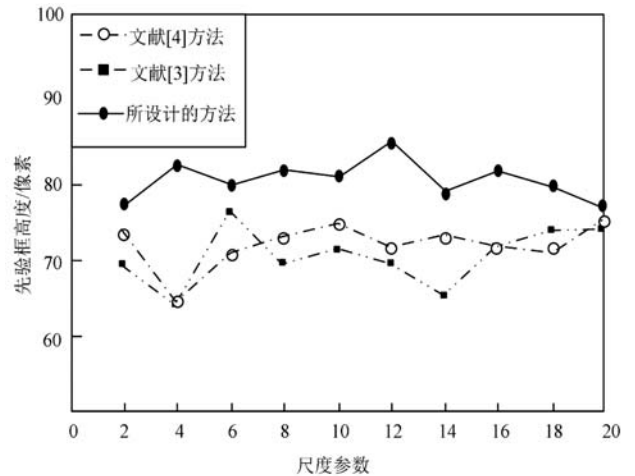


图 3 三种信号识别检测先验框结果

由图 3 所示的检测先验框数值变化,文献[3]方法的检测先验框均值为 73 像素,文献[4]方法的检测先验框均值 68 像素,而所设计的信号识别方法的检测先验框高度数值为 81 像素,与两种参与测试的检测方法相比,该种信号识别方法的检测先验框高度最大,即实际的检测范围最大。因此,所提出基于深度学习 YOLOv2 算法的无线通信网络干扰信号准确识别方法可以更大范围的检测无线通信网络覆盖范围,从中确定干扰性,提高识别准确率。

3.3 干扰环境的识别耗时测试

保持上述测试环境不变,调用上位机的 MATLAB 在测试图像内模拟一个稀疏窗口,并将该稀疏窗口作为干扰,统一图像的分辨率后,在上位机中分别运行本文方法、文献[3]SFLA-BP 神经网络方法和文献[4]LSTM 和残差网络方法三种信号识别方法三种信号识别算法。在无线通信网络干扰信号识别处理过程中,调用承载运行的上位机的任务管理器,将图像集内的两属性的检测图像处理为一个检测组,统计在上述干扰环境下,三种信号识别方法识别耗时结果,如表 2 所示:

基于 Mask R-CNN 的计算机数字图像处理算法

朱倩倩¹, 田恬恬²

(1. 郑州科技学院, 信息工程学院, 河南 郑州 450000;

2. 郑州科技学院, 大数据与人工智能学院, 河南 郑州 450000)

摘要:为进一步提高图像处理的精度与速度, 提出基于 Mask R-CNN 的计算机数字图像处理算法。通过残差结构, 替换模型架构中大部分作用于全连接层的图像, 基于 Mask R-CNN 算法提取图像特征; 设计数字图像处理方法, 设置目标函数, 获取特征信息, 在编码层与解码层的共同作用下获取生成器的网络结构, 经过处理后得到数字图像。实验结果表明, 该算法处理后图像的峰值信噪比、结构相似性系数、均方误差较小, 运行时间均在 0.13s 以下。

关键词:Mask R-CNN 算法; 计算机数字图像; 数字图像; 图像处理算法

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:2096-9759(2023)06-0039-03

0 引言

数字图像处理一般指通过计算机技术对图像进行处理的一种技术, 人们使用一系列的算法获取图像中的信息, 并对其进行一系列的处理。然而在现有的数字图像处理技术中心, 图像处理的精度以及处理速度均有很大的提升空间。文献[1]使用深度学习技术与边缘检测算法处理光学图像, 由于图像内的目标与背景差异较大, 因此对图像的提取与处理效率较高, 但是该方法仅适用于单一目标的图像处理。文献[2]使用稀疏低秩处理的方法, 在快速交替极小化的情况下, 以主成分分析和鲁棒特性得到处理后的图像, 该图像可以在视觉显示效果差异较大的情况下使用, 且运算速度较快, 但是在背景较为复杂的图像中效果较差。文献[3]准确破译一系列卫星遥感影像, 从提高图像分割准确率的角度出发, 基于烟花优化聚类

算法, 获取更高的聚类效果, 将分割结果作为初始值, 建立分步混合模型, 完成图像的分割组合。该图像适用于背景复杂的图像处理, 精度较高, 但是算法运行效率极低。综合上述文献, 本文设计一种基于 Mask R-CNN 算法的计算机数字图像处理算法。

1 基于 Mask R-CNN 算法的图像特征提取

图像特征提取的本质是提高计算机数字图像的表征能力, 为获取更高鲁棒性和更高精度的特征模型, 可以使用 Mask R-CNN 算法对其进行特征提取。为防止网络结构的中间部分梯度消失, 在同样的标签上损失计算节点, 可以针对小目标进行自下而上或者自上而下的信息变换。为便于定量分析, 通过残差结构, 在考虑计算成本的基础上, 将其中的一个 3×3 的卷积层替换成两个 1×1 和一个 2×2 的卷积层, 并在另一个卷积

收稿日期:2023-01-30

基金项目:1. 郑州市社科联调研课题“推动郑州市有色金属工业数字化与智能化转型研究”(ZSLX20220989); 2. 郑州科技学院科技攻关项目“基于 KIII 的嗅觉神经系统仿生模型构建及仿生程度评估”(2022XJKY06)。

作者简介:朱倩倩(1993-), 女, 河南周口人, 硕士, 助教, 研究方向: 计算机信息处理。

表 2 三种信号识别方法的识别耗时

并交比参数	无线通信网络干扰信号识别耗时/ms		
	文献[3]方法	文献[4]方法	所设计的方法
1	11.43	8.67	7.80
2	11.43	8.87	7.91
3	11.13	12.97	5.16
4	14.93	17.27	4.23
5	11.53	11.37	7.56
6	15.03	14.67	7.76
7	14.73	16.07	5.96
8	11.83	12.57	6.96
9	10.63	8.87	7.76
10	15.03	11.57	10.45
均值	12.77	12.29	7.16

根据表 2 所示的测试结果可知, 文献[3]方法消耗的识别耗时均值为 12.77ms, 该种检测方法的识别耗时最长。文献[4]方法消耗的识别耗时均值为 12.29ms, 检测该种检测方法的识别耗时较长。而所设计的信号识别方法在相同的检测干扰环境下, 消耗

的检测时间均值为 7.16ms, 与两种参与测试的信号识别技术相比, 设计的方法对无线通信网络干扰信号消耗的识别耗时最短。

4 结语

本文提出了基于深度学习 YOLOv2 算法的无线通信网络干扰信号准确识别方法, 实验结果表明, 所提出的深度学习 YOLOv2 算法可以快速、准确的识别无线通信网络干扰信号。在未来无线通信网络干扰信号识别中, 将会是新一代通信网络抗干扰技术发展的主要方向, 同时对于无线通信网络干扰信号提取要求也会越来越高, 此次研究虽然取得了一定的研究成果, 也需要进一步细化干扰分类, 优化信号识别精准度。

参考文献:

- [1] 王晓惠, 冯彩英. 基于子波变换的无线通信网络干扰信号检测研究[J]. 激光与红外, 2022, 52(6): 875-880.
- [2] 白琳, 安邦. 基于自适应滤波的通信网络干扰信号提取方法[J]. 通信电源技术, 2020, 37(20): 196-198.
- [3] 杨洁, 褚书培. 改进 SFLA-BP 神经网络在遮盖干扰信号识别应用[J]. 传感器与微系统, 2020, 39(8): 155-157, 160.
- [4] 邵正途, 许登荣, 徐文利, 等. 基于 LSTM 和残差网络的雷达有源干扰识别[J]. 系统工程与电子技术, 2023, 45(2): 416-423.