

车辆碰撞信号准确挖掘过程的仿真分析

常红梅

(1. 北京交通大学, 北京 100044; 2. 潞安职业技术学院, 山西 长治 046204)

摘要: 研究车祸中车辆碰撞信号的准确检测问题。针对车辆在完成碰撞的过程中, 车辆碰撞部位随机性很大, 碰撞过程较短, 声音信号的采样周期和间隔很小, 碰撞信号与外部的干扰声音信号经常形成交叉冲突, 造成瞬时碰撞信号很难被准确采集。传统的检测算法很难在碰撞中对短促碰撞信号与外界声音信号进行区分, 造成检测度不高, 提出了一种粗糙集神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法。采集车辆声音信号, 对信号进行预处理, 从而获取粗糙集神经网络参数。建立粗糙集神经网络模型, 对车辆碰撞信号进行深度挖掘检测。实验结果表明, 提出的算法能够有效提高车辆碰撞声音信号检测的准确性。

关键词: 粗糙集神经网络; 车辆碰撞; 信号检测

中图分类号: F127 **文献标识码:** B

Simulation Test of Vehicle Collision Sound Signals Based on Rough Set and Neural Network

CHANG Hong - mei

(1. Beijing Jiaotong University, Beijing 100048, China;

2. Lu'an Vocational and Technical College, Changzhi Shanxi 046204, China)

ABSTRACT: Research the accurate detection of vehicle collision signal in traffic accidents. The paper proposed a vehicle collision sound signal detection method based on neural network and rough set. Vehicle voice signals were acquired and preprocessed, then the rough set neural network parameters were obtained. The rough set neural network model was established and the vehicle collision signals were detected. The experimental results show that this algorithm can effectively improve the vehicle collision sound signal detection accuracy.

KEYWORDS: Rough set neural network; Vehicle collision; Signal detection

1 引言

随着车辆数量的逐年增加, 交通压力也在不断增大^[1]。在智能交通管理系统中, 需要对车辆碰撞声音进行检测, 从而为智能交通管理提供准确的信息, 保证交通的通畅和驾驶人员的安全^[2]。所以, 车辆碰撞声音信号检测, 已经成为智能交通领域需要研究的热点问题, 受到了诸多学者的重视, 成为大家研究的主要课题^[3]。目前, 主要的车辆碰撞声音信号检测方法包括基于径向基函数神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法、基于 BP 神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法和基于小波神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法^[4]。其中最常用的是基于小波神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法。由于车辆碰撞声音信号检测方法应用范围十分广泛, 因此受到了诸多学者的重视, 有广阔的发展空间^[5]。

针对车辆在完成碰撞的过程中, 车辆碰撞部位随机性较

强, 碰撞时间较短, 声音信号的采样周期和间隔很小, 声音信号较为特殊, 外界存在太多同质性干扰, 碰撞信号与外部的干扰声音信号经常形成交叉冲突, 造成碰撞过程中检测的不准确^[6]。传统的检测算法受困于这种干扰的影响, 很难在碰撞中对短促碰撞信号与外界信号进行区分, 会造成虚警和误报警, 存在较大缺陷, 从而降低了车辆碰撞声音信号检测的准确性。

为了避免上述缺陷, 提出了一种基于粗糙集神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法。采集车辆声音信号, 对信号进行预处理, 计算粗糙集神经网络参数。建立粗糙集神经网络模型, 对车辆碰撞信号进行检测。实验结果表明, 这种算法能够有效避免由于车辆碰撞部位随机性很大, 碰撞过程较短, 声音信号的采样周期和间隔很小, 降雨、颠簸等因素造成的信号中存在大量干扰噪声的缺陷, 提高了车辆碰撞声音信号检测的精度。

收稿日期: 2012-09-14

2 车辆碰撞信号检测原理

2.1 碰撞声音的有效提取检测

在车辆碰撞检测中,主要是根据碰撞中发生的声音信号异常,进行检测。需要利用无线传感网络将车辆声音信号传递到控制端,计算信号的车辆碰撞特征系数,从而判断出该信号是否是车辆碰撞声音信号,实现车辆碰撞声音信号检测。其整个识别建模的步骤如下所述:

设置车辆碰撞声音信号检测的无线传感网络中节点数量是 n , 车辆声音信号的数量是 m , 碰撞位置随机性参数是 α , 声音信号采样周期是 T , 外界干扰影响因子是 f_i , 利用下述公式能够计算车辆碰撞特征系数:

$$\varepsilon = \frac{m^2 + \alpha^2}{2f_i \sqrt{T - 2n}} \quad (1)$$

利用上述公式能够获取车辆碰撞特征系数,用来描述车辆碰撞过程中声音的相关特征。设置车辆碰撞特征阈值是 v , 利用下述公式能够进行车辆碰撞声音信号检测:

$$\begin{cases} \varepsilon > v & \text{车辆发生碰撞 报警} \\ \varepsilon \leq v & \text{车辆没有发生碰撞 继续检测} \end{cases} \quad (2)$$

2.2 传统算法的弊端

针对车辆在完成碰撞的过程中,车辆碰撞部位随机性很大,碰撞过程较短,声音信号的采样周期和间隔很小,降雨、颠簸等因素都会形成干扰噪声,碰撞信号与外部的干扰声音信号经常形成交叉冲突,这种冲突使得碰撞中的声音信号会形成噪声干扰,这种干扰的非线性很强,随机性也很强。很难去除。根据式(1)能够得知,碰撞位置随机性参数增大,将造成车辆碰撞特征系数 ε 受到较大干扰,发生形变。根据式(2)能够得知,车辆碰撞特征系数增大,将造成车辆碰撞误报警。因此,针对声音信号进行碰撞检测后,虚警率很高。

3 车辆碰撞声音信号检测方法

车辆碰撞声音信号检测,是智能交通领域需要研究的热点问题。利用传统算法进行车辆碰撞声音信号检测,无法避免由于车辆碰撞部位随机性很大,碰撞过程较短,声音信号的采样周期和间隔很小,降雨、颠簸等因素造成的信号中存在大量干扰噪声的缺陷,导致车辆碰撞声音信号检测的准确性降低。因此,提出了一种基于粗糙集神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法。

3.1 计算粗糙集神经网络参数

由于车辆碰撞声音信号受到各种恶劣天气、路况等因素的影响,造成声音信号中存在大量的干扰噪声,因此,需要对声音信号进行预处理,去除干扰噪声,计算粗糙集神经网络参数,从而为车辆碰撞声音检测提供基础数据。利用无线传感网络能够将采集的车辆声音信号传递到控制端,无线传感网络中节点的分布情况能够用图1进行描述。

利用瞬时傅立叶变换方法,能够检测到初始的车辆声音信号,从而得到下述公式:



图1 无线传感网络节点分布图

$$G(j, x) = \int_{-\infty}^{+\infty} [g(v) h(v - u)] e^{-kx} dv \quad (3)$$

其中 $g(v)$ 是需要进行预处理的车辆声音信号 $h(v - u)$ 是车辆声音信号的窗函数。为了衡量粗糙集神经网络的性能,需要利用下述公式计算粗糙集神经网络性能指数:

$$G(y) = F[e^T e] = F[(u - p)^2] \quad (4)$$

其中 $G(y)$ 是网络性能函数 μ 是网络目标输出分量 p 是网络实际输出分量。利用下述公式能够对粗糙集神经网络参数进行更新处理:

$$\hat{G}(y) = (u - p)^T (u - p) = e^T e \quad (5)$$

在粗糙集神经网络参数更新过程中,需要根据粗糙集神经网络的敏感度逆向传递特性,计算逆向传递参数。在粗糙集神经网络模型中,隐含层敏感度逆向传递参数是 \hat{G}_1 , 输出层敏感度逆向传递参数是 \hat{G}_2 。在粗糙集神经网络输出层中,数据传递是一个线性变换的过程,因此能够利用下述公式进行描述:

$$g(p) = p \quad (6)$$

对上述公式进行求导处理,能够得到输出层的敏感度逆向传递参数 \hat{G}_2 。根据上面阐述能够得知 $\hat{G}_2 = 1$ 。

设置粗糙集神经网络权值系数是 x_{ji} , 位移系数是 s_k , 延伸系数是 b_k 。对这些数据进行求导处理,能够计算粗糙集神经网络均误差:

$$\partial G / \partial x_i = - \sum_{j=1}^p \{ g(p) [\cos(2\pi(p - v_j) / b_j) - \cos(\pi(p - v_j) / b_j)] / [\pi(p - v_j) / b_j] \} \quad (7)$$

利用下述公式能够计算敏感度逆向传递参数:

$$\begin{cases} t_2 = -\hat{G}_2(u - p) = -(u - p) \\ t_1 = \hat{G}_1(X_2) t_2 \end{cases} \quad (8)$$

式中 t_1 是输出层的逆向传递敏感度系数 t_2 是隐含层的逆向传递敏感度系数 \hat{G}_1 是输出层逆向传递参数 \hat{G}_2 是隐含层逆向传递参数 X_2 是对粗糙集神经网络相关系数求导的结果。利用下述公式能够对粗糙集神经网络中不同层次的数据进行更新,从而获取理想的粗糙集神经网络参数:

$$Q_{n(l+1)} = Q_{nl} - \beta t_n \quad (9)$$

其中 $Q_{n(l+1)}$ 是对第 n 层第 Q 个粗糙集神经网络参数进

行第 $l+1$ 次更新处理的结果 β 是样本训练速度 l_n 是第 n 层数据的逆向传递敏感度。利用上述方法对采集的信号进行初始化处理后, 获取的信号波谱如图 2 所示。

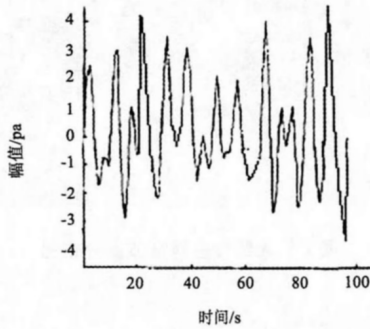


图2 车辆声音信号预处理后的波谱

通过上面阐述的方法, 能够计算粗糙集神经网络参数, 为车辆碰撞声音信号检测提供准确的数据基础。

3.2 建立粗糙集神经网络模型

利用粗糙集神经网络进行车辆碰撞声音检测, 是一个逆向变换的问题。在粗糙集神经网络中, 全部或者部分输入和输出的数据是能够通过上面阐述的方法获取的, 需要利用粗糙集神经网络进行计算, 从而判断车辆是否发生碰撞。粗糙集神经网络是一种逆向传递网络, 隐含层的数据变化是非线性的, 而在该神经网络中, 输入层中的数据变化和输出层中的数据都是线性变换的, 考虑到车辆碰撞声音信号检测的实际情况, 需要采用同时输入多个信号、输出一个结果的网络结构, 即在输入层中, 节点的数目是根据数据的维度 p 确定的, 而在输出层中只存在一个节点。隐含层中节点的数目是根据实际情况随时发生改变的。粗糙集神经网络结构的拓扑关系能够用图 3 进行描述。

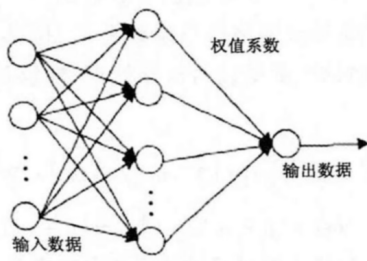


图3 网络结构拓扑关系图

在图 3 中, 输入样本能够用 $D = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_n]$ 进行描述 $L = [l_1 \ l_2 \ \dots \ l_p]$ 是输入层数据的中心 $X = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_p]$ 是隐含层到输出层中数据之间的关联性, 不同层次数据之间的连接权值是 m , 粗糙集神经网络模型输出结果是 z , 那么利用下述公式能够计算输出结果:

$$z = \sum_{k=1}^p x_k \exp \left[-\frac{\|D - l_k\|}{2v_k^2} \right] \quad (10)$$

式中, $\|\cdot\|$ 是欧几里德范数运算符, x_k 是隐含层到输出

层的权值系数 l_k 是输入层数据中心 v_k^2 是输入数据变化参数。利用下述公式能够计算输入数据变化参数:

$$v_k^2 = (1/l) \left[\sum_{j=1}^l \|l_j - l_k\|^2 \right] \quad (11)$$

最终, 能够利用下述公式计算车辆声音信号特征参数:

$$l_k^j = l_k^{j-1} + \beta(D - l_k^{j-1}) \quad (12)$$

设置车辆碰撞声音信号特征参数阈值是 η , 利用下述公式能够进行车辆碰撞声音信号检测:

$$\begin{cases} l_k^j > \eta & \text{车辆发生碰撞, 报警} \\ l_k^j \leq \eta & \text{车辆没有发生碰撞, 继续检测} \end{cases} \quad (13)$$

根据上面阐述的方法, 能够采集车辆声音信号, 对信号进行预处理, 从而获取粗糙集神经网络参数。建立粗糙集神经网络模型, 对车辆碰撞信号进行检测。

4 实验结果仿真分析

为了验证利用本文算法进行车辆碰撞声音信号检测的优越性, 需要进行一次实验。在实验过程中, 在不同时刻采集的三组车辆声音信号如下:

$$\begin{aligned} u_1 &= [1 + (0.1/2048) : (0.1/2048) : 0.4] \\ z_1 &= 1^* \sin(2^* \pi \cdot g3^* u_1) + \\ &\quad 0.3^* \sin(2^* \pi \cdot g5^* u_1 + \pi/24) + \\ &\quad 0.6^* \sin(2^* \pi \cdot g7^* u_1 + \pi/16) \\ u_2 &= [0.3 + (0.1/2048) : (0.1/2048) : 0.6] \\ z_2 &= 0.2^* \sin(2^* \pi \cdot g2^* u_2 + \pi/3) + \\ &\quad 0.1^* \sin(2^* \pi \cdot g1^* u_2) + \\ &\quad 0.7^* \sin(2^* \pi \cdot g4^* u_2 + \pi/7) \\ u_3 &= [0.8 + (0.1/2048) : (0.1/2048) : 1] \\ z_3 &= 1^* \sin(2^* \pi \cdot g2^* u_3) + \\ &\quad 0.3^* \sin(2^* \pi \cdot g6^* u_3) \end{aligned}$$

在上述公式中 $g_1 \sim g_6$ 的频率分别是 22.35HZ、27.85HZ、53.24HZ、67.82HZ、99.83HZ、167.89HZ。对信号参数进行归一化处理的基础幅值是 1, 其它的幅值分别是 0.1、0.6、0.5、0.7、0.2, 并且在 u_1 、 u_2 、 u_3 时刻车辆声音信号中包括不同的分量, 用来对粗糙集神经网络中的车辆声音信号进行仿真。对车辆声音信号波谱进行时频分析, 获取的结果如下图 4 所示。根据图 4 能够得知, 该车辆声音信号中的采样点数目是 2048, 在信号的 1036 点和 1786 点(即时间是 0.6 秒和 2.1 秒)处分别出现了跳变的奇异点, 表示车辆声音信号的频率成分在这两处发生了突变, 可以根据这个突变点计算车辆碰撞的时间和位置。

利用传统算法进行车辆声音信号分析, 能够得到信号波谱如图 5 所示。

利用本文算法进行车辆声音信号分析, 能够得到信号波谱如图 6 所示。

根据图 5 和图 6 能够得知, 利用传统算法进行车辆声音信号分析的结果中包括输入信号的全部频率成分, 但是波谱

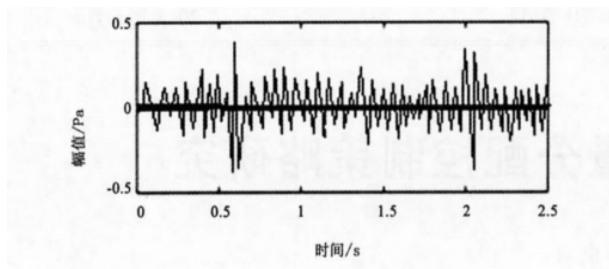


图4 车辆声音信号波谱分析图

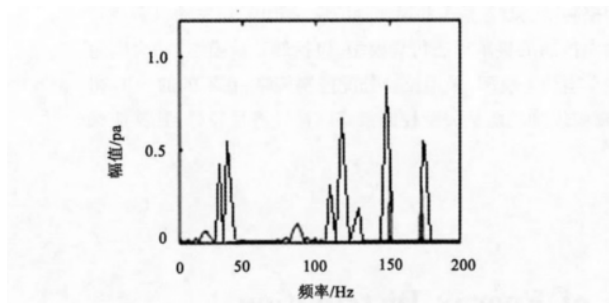


图5 传统算法信号波谱

的具体频率难以确定,而利用本文算法获取的结果则有很大的改善。对车辆声音信号的频率进行检测,获取的结果能够用下表1进行描述:

表1 不同算法信号频率检测结果

实际频率(HZ)	传统算法频率(HZ)	本文算法频率(HZ)
22.35	20.37	22.65
27.85	25.18	27.54
53.24	55.75	53.68
67.82	59.63	67.58
99.83	101.28	99.19
167.89	165.36	167.29

根据表1能够得知,利用粗糙集神经网络进行车辆碰撞声音信号检测,需要对车辆声音信号进行预处理,计算粗糙集神经网络参数,建立粗糙集神经网络模型,对车辆碰撞信号进行检测,极大地提高了车辆碰撞声音信号检测的准确性,从而提高了智能交通系统的性能。

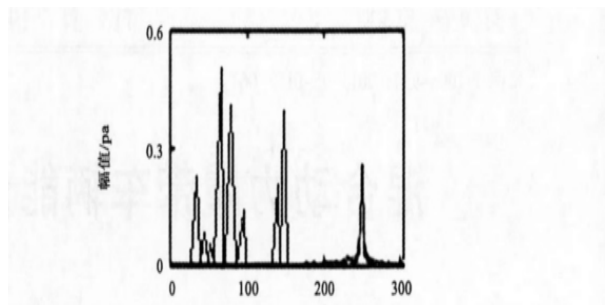


图6 本文算法信号波谱

5 结束语

本文提出了一种粗糙集神经网络的车辆碰撞声音信号检测方法。采集车辆碰撞声音信号,对信号进行预处理,从而获取粗糙集神经网络参数。建立粗糙集神经网络模型,对车辆碰撞信号进行检测。实验结果表明,这种算法能够有效提高车辆碰撞声音信号检测的准确性。

参考文献:

- [1] 潘俊阳. 基于径向基函数神经网络的混沌干扰信号检测[J]. 计算机仿真, 2010-5: 136-139.
- [2] 王安, 焦美鹏, 张小东. 国内18信息移频信号检测频谱校正算法的研究[J]. 计算机测量与控制, 2012-2: 11-12.
- [3] 林伟, 苑秉成, 张坚. 基于滤波与BP神经网络的水下探测信号检测算法[J]. 海军工程大学学报, 2012-3: 5-6.
- [4] 陈玲莉, 田绍华, 陈振茂. 基于振动信号神经网络层合板分层损伤检测研究[J]. 力学与实践, 2011-1: 8-9.
- [5] 鲁道邦, 宋玉玲, 程建政. 小波神经网络在超声检测信号降噪中的应用[J]. 噪声与振动控制, 2010-5: 5-6.
- [6] 李春兰, 苏娟, 杜松怀, 夏越, 张俊杰, 张力森. 基于小波分析和BP神经网络的触电信号检测模型[J]. 农业工程学报, 2010. S2: 2-3.

【作者简介】



常红梅(1975-),女(汉族),山西长治人,硕士,讲师,主要研究方向:计算机应用。