

# 基于卷积神经网络的经编织机故障预测报警系统的研究

习 龙

(西安工程大学 计算机科学学院,陕西 西安 710600)

**摘要:**在物联网及工业智能化的推动下,针对织机实时信息和历史信息,开发了一种织机故障预测和报警的实时监控系  
统,对 PLC 中的历史和实时数据进行采集,通过卷积神经网络(CNN),对织机历史故障数据和正常运行进行训练,从  
而对织机实时数据做出分析预测,达到提前预测故障并做出提前报警。更好地对纺织车间进行管理和运维。

**关键词:**故障预测;实时监控;深度学习;CNN

**中图分类号:**TS183.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2019)02-0012-03

传统纺织行业织机数量多,需要大量人员进行运  
维工作,而且织机的生产数据量庞大,传统的信息管理  
系统已经不能适应工业智能化的要求。用传感器对织  
机的数据进行采集,并通过 PLC 得到织机的参数数  
据,数据包括织机正常运行和故障状态时的转速、单  
次工作时间、停机时间、温度、湿度等,还有故障位置、  
故障参数等,将这些数据输入到卷积神经网络(CNN)  
中进行训练,得到 CNN 神经网络模型。利用此神经  
网络模型预测织机车间的实时数据,判断此状态是否  
为正常状态,是故障状态还是接近故障状态,并对未  
来若干时间段的织机工作状态做出判断,达到实时故  
障预测并在还没有任何损失的时候就做出响应,提前  
报警,及时处理故障问题。

卷积神经网络已经成功应用在各大行业,如交通、  
医学、手机应用、自动驾驶等。考虑到织机车间管理  
复杂、人员繁多,常规织机故障检测系统已经不能满  
足要求,所以提出了新型的织机故障实时预测系统,旨  
在预测织机的工作状态,在织机还没发生故障的时候,  
就可以预测到即将发生故障的位置、原因以及故障将  
要发生的时间,提高织机车间的数据管理系统和检测  
系统,尽早处理故障,以免带来不必要的损失。

## 1 织机故障预测报警系统流程

织机故障预测报警系统构架如图 1 所示,其步骤  
为:

(1)通过传感器得到织机正常情况下的数据和非

正常情况下的数据;

(2)将数据从传感器中传输到 PLC 端;

(3)数据再由 PLC 端到数据库存储系统中;

(4)将织机历史数据存储在文本格式,输入到卷积  
神经网络中对其进行训练,并生成织机故障预测模型;

(5)从织机中传输过来的实时数据就可以通过织  
机故障预测模型来对此时间段的织机工作状态进行  
故障预测;

(6)如果预测到有故障,会提示故障将会发生的位  
置及原因,并提供故障大约发生时间,并及时触发报  
警系统。

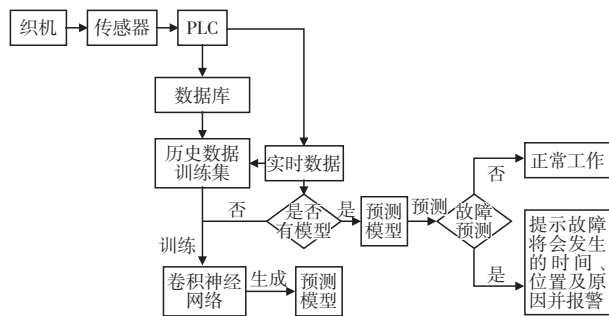


图 1 织机故障预测报警构架

从织机故障预测报警的构架图 1 中可以看出,织  
机的数据是通过传感器传输到 PLC,再到数据库中,根  
据数据种类的不同,将数据分为了正常情况下的和非  
正常情况下的数据,并将其按照各自数据标签写入文  
本文件中作为卷积神经网络的输入。

由此可以看出,研究的核心在于卷积神经网络的  
引入,利用卷积神经网络训练织机的历史数据,也就  
是这些带各自标签的文本文件,得到织机故障预测  
报警模型。从而,对每次织机传输进入此故障预测  
报警模

型的数据进行判断预测,预测此刻的数据对未来的影响,到底是正常数据,还是即将有故障要发生。如果预测到有故障要发生,那么,预测故障位置,原因及故障即将发生的时间。

## 2 织机故障预测报警架构分析

### 2.1 数据采集

利用传感器向 PLC 传输织机各个数据,解析 PLC 中的数据,并将各个数据写入文档格式的文件,其数据类型为:

(1)正常情况下的数据:织机转速、单次工作时间、车间温度、车间湿度、停机次数、停机时间等;

(2)非正常情况下的数据:织机转速、车间温度、车间湿度、停机次数、停机时间、故障原因、故障参数、故障位置等。

### 2.2 数据处理

将织机车间正常情况下的数据和非正常情况下的数据作为卷积神经网络的输入,对数据进行训练,卷积神经网络(CNN)由输入层(Input Layer),卷积层(Convolutional Layer)、池化层(Pooling Layer)、线性整流层(Rectified Linear Units Layer)、全连接层(Fully-Connected Layer)和输出层(Output Layer)组成。一个卷积神经网络一般有多组卷积池化层,卷积层后接一个池化层,并跟随激活函数,重复此动作,在最后加入全连接层和一个分类器得到一个完整的卷积神经网络。卷积神经网络结构如图2所示。

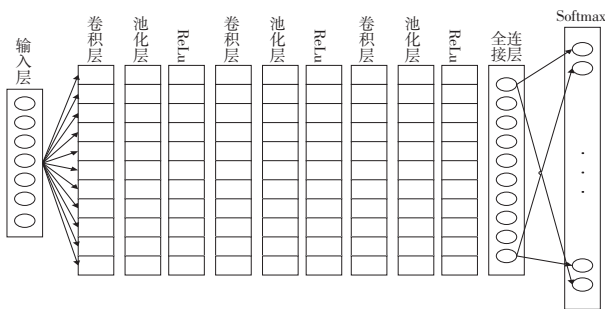


图2 卷积神经网络结构

在卷积神经网络中,将正常情况下的数据和非正常情况下的数据输入到网络中,进行卷积操作,公式为:

$$s(i, j) = (X \cdot W)(i, j) + b \\ = \sum_{k=1}^n (X_k \cdot W_k)(i, j) + b \quad (1)$$

其中,  $n$  为输入矩阵的个数,  $X$  代表第  $k$  个输入矩阵;  $W$  代表卷积核的第  $K$  个子卷积核矩阵;  $s(i, j)$  为卷积核  $W$  对应的输出矩阵对应位置元素的值。

接着进入池化层,池化分为3种类型,向下采样、向上采样、还有平均采样,本文使用的是向下采样的方法,池化层主要是用来降维,防止过拟合,如图3所示。

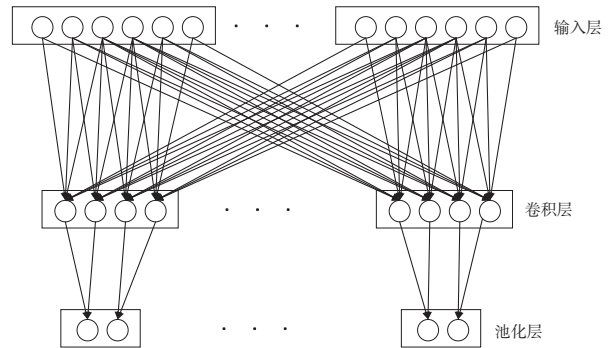


图3 卷积层和池化层

从图3中可以看出,池化层起到二次提取织机运行参数特征的作用,在通过降低特征维度的方式来获取其不变的特征,其公式为:

$$t_{nl}^{out} = f_{\min}(t_{nq}^{in}, t_{n(q+1)}^{in}) \quad (2)$$

其中,  $t_{nq}^{in}$  代表池化层的第  $n$  个输入特征面第  $q$  个神经元的输出值,  $f_{\min}$  代表取最小值函数。

在经过卷积层和池化层之后,选用 Relu 作为激活函数,加入非线性因素,使得分类结果具有非线性特征,其值在 0 到 1 之间。

最后一层全连接层的输出值被传递到输出层,采用 Softmax 逻辑回归进行分类,Softmax 逻辑回归中,数据训练样本由  $n$  个带标签样本组成:  $\{(x^{(1)}, y^{(1)})\}, \{(x^{(2)}, y^{(2)})\}, \dots, \{(x^{(n)}, y^{(n)})\}$ , 其中输入的特征  $x^{(i)} \in R^{n+1}$ ,  $n+1$  为特征向量  $x$  的维度,分类标签为:  $y^{(i)} \in \{1, 2, 3, 4, \dots, k\}$ , 函数为:

$$h_{\theta}(x) = \frac{\begin{bmatrix} e^{\theta_1 T x(i)} \\ e^{\theta_2 T x(i)} \\ e^{\theta_3 T x(i)} \end{bmatrix}}{\sum_{j=1}^k e^{\theta_j T x(i)}}$$

其中,  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_k \in R^{n+1}$  为模型的参数,  $1/\sum_{j=1}^k e^{\theta_j T x(i)}$  为归一化处理。

在 Softmax 回归中将样本  $x$  分类为类别  $j$  的概率为:

$$p(y^{(i)} = j | x^{(i)}; \theta) = \frac{e^{\theta_j T x(i)}}{\sum_{l=1}^k e^{\theta_l T x(i)}}$$

最后得到织机故障预测模型,使得模型能分辨出织机的运行状态,提前预测其故障位置以及故障原因,预测故障将要发生的时间段并及时报警。

### 3 结语

提出了基于卷积神经网络的织机故障预测模型,在织机还在正常运行的状态下就能预测到织机即将要发生的故障的位置及其原因,提高了传统车间管理系统的性能,做到预测故障位置、故障原因、故障发生的时间段,并报警,及时处理问题,排除故障,使织机高效率工作。

#### 参考文献:

- [1] 周飞燕,金林鹏,董军.卷积神经网络研究综述[J].计算机学报,2017,40(6):1 229—1 251.
- [2] 吕国豪,罗四维,黄雅平,等.基于卷积神经网络的正则化方法[J].计算机研究与发展,2014,51(9):1 891—1 900.
- [3] 陈先昌.基于卷积神经网络的深度学习算法与应用研究[D].杭州:浙江工商大学,2014.
- [4] 刘万军,梁雪剑,曲海成.不同池化模型的卷积神经网络学习性能研究[J].中国图象图形学报,2016,21(9):1 178—1 190.
- [5] 李岳云,许悦雷,马时平,等.深度卷积神经网络的显著性检测[J].中国图象图形学报,2016,21(1):53—59.
- [6] 李彦冬,郝宗波,雷航.卷积神经网络研究综述[J].计算机应用,2016,36(9):2 508—2 515.
- [7] 张文达,许悦雷,倪嘉成,等.基于多尺度分块卷积神经网络的图像目标识别算法[J].计算机应用,2016,36(4):1 033—1 038.
- [8] 李博,赵翔,王帅,等.改进的卷积神经网络关系分类方法研究[J].计算机科学与探索,2018,(5):697—707.
- [9] 冯兴杰,张志伟,史金钊.基于卷积神经网络和注意力模型的文本情感分析[J].计算机应用研究,2018,(5):1 434—1 436.
- [10] 李臻,王让定,严迪群.基于卷积神经网络的翻录语音检测算法[J].计算机应用,2018,38(1):79—83.

## Research on Warp Machine Fault Prediction and Alarm System based on Convolutional Neural Network

XI Long

(Computer Science College, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710600, China)

**Abstract:** Driven by the Internet of Things and industrial intelligence, in view of real-time information and historical information of loom, a real-time monitoring system for loom failure prediction and alarm was developed. The historical data and real-time data in the PLC were collected. The historical fault data and normal operation of the loom were trained through the Convolutional Neural Network (CNN), so as to predict the real-time data of the loom. The fault could be predicted in advance and alarm could be given in advance. It could provide better management and maintenance for the textile workshop.

**Key words:** fault prediction; real time monitoring; deep learning; CNN

(上接第 11 页)

## Investigation and Thinking of the Development Status of Yak Wool Industry in Pastoral Areas of Northwestern Sichuan

YANG Xu-chao, XIAO Lu, WANG Jia-li, FANG Jia, YU Wei-hua

(Sichuan Academy of Silk Sciences, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Based on the investigation of the development status of yak wool industry, the necessity and advantages of the development of yak wool industry in pastoral areas of northwestern Sichuan were analyzed. Some suggestions on promoting the development of yak wool industry in pastoral areas of northwestern Sichuan were put forward.

**Key words:** pastoral areas of northwestern Sichuan; yak wool; suggestions