

Design and Research of Starting and Fault Detection System for Liquid Rocket Engine

Minjie Wang

Beijing Xinghe Power Equipment Technology Co., Ltd., Beijing, 100071, China

Abstract

The liquid rocket engine start-up and fault detection system designed and analyzed in this study has obtained the prediction model of the liquid rocket engine start-up and fault detection system based on the improved deep belief network, which can effectively predict the liquid rocket engine start-up and fault detection system by superimposing the logic in the layers of start-up and fault, and then regressing the layers. Furthermore, the prediction framework of the whole system of liquid rocket engine starting and fault detection system equipment is set up, which can be better used to evaluate the faults of liquid rocket engine starting and fault detection system equipment during actual operation, and provide basis for further preventive measures.

Keywords

start of liquid rocket engine; design of fault detection system; predict; probability

液体火箭发动机启动与故障检测系统设计研究

王敏杰

北京星河动力装备科技有限公司, 中国 · 北京 100071

摘要

本研究提出的液体火箭发动机启动与故障检测系统设计分析, 得到了改进深度信念网络的液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型, 主要是通过对启动与故障中的层次叠加逻辑, 再回归层, 从而对液体火箭发动机启动与故障检测系统进行有效预测, 深度信念网络可以通过回归预测层, 进一步搭建起液体火箭发动机启动与故障检测系统设备整体体系的预测架构, 更好地用来评估液体火箭发动机启动与故障检测系统设备在实际运行期间产生的故障, 为进一步的预防措施提供依据。

关键词

液体火箭发动机启动; 故障检测系统设计; 预测; 概率

1 引言

液体火箭发动机启动与的发生与电力、软件、日常维护、人员操作等诸多因素组成, 也从而增加了液体火箭发动机启动与故障检测系统的成本, 降低了设备的工作效率^[1]。因此, 积极的液体火箭发动机启动与故障检测系统评估方法有利于预防危害, 而不是在事故发生后采取反应性措施^[2]。近年来, 基于机器学习算法的机器故障预测, 得到了广泛应用。在液体火箭发动机启动与故障检测系统设备中, 人工提取所采集的信号特征, 需要采集者本人具备较好的数学基础与机械故障诊断能力, 并且不同的信号特征具有不同的表达含义, 人工较难提取统一, 以及适用不同模型的特征。故现有的机器学习方法, 在液体火箭发动机启动与故障检测系统预测中,

适用性较低。而改进的深度信念网络 (Deep Belief Networks, DBNs), 则是通过将多层非线性学习层的组合, 进一步模仿人脑运行机制, 从而对液体火箭发动机启动与故障检测系统设备存在的故障进行分类, 进而成功获得有效的预测。本研究根据现有研究情况, 提出液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型研究及工程评估实践, 以期对液体火箭发动机启动与故障检测系统的有效预测提供一些的思路。

2 改进的深度信念网络模型体系架构原理

改进的深度信念网络主要是由多个受限玻尔兹曼机 (Restricted Boltzmann Machines, RBMs) 堆叠生成一种概率预测模型, 本研究中结合液体火箭发动机启动与故障检测系统设备的特征, 提出改进深度信念网络预测模型^[3]。

受限玻尔兹曼机结构见图 1。

【作者简介】王敏杰 (1985-), 男, 中国内蒙古赤峰人, 蒙古族, 硕士, 工程师, 从事液体火箭发动机系统设计研究。

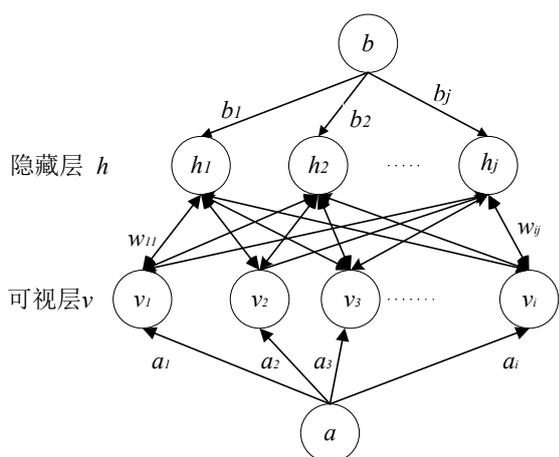


图 1 受限玻尔兹曼机结构

利用对液体火箭发动机启动与故障检测系统设备大量的数据无监督训练 RBM, 进而找出最佳参数集, 自动对于液体火箭发动机启动与故障检测系统的信号提取深层的特征, 使似然函数最大化, 为了解决这个问题, Hinton 根据 CD 算法提出了一种训练 RBM 的多主算法: 对比发散 (CD) 算法 (Hinton et al, 2006), 最大似然函数可以得到最大似然参数。为了实现, 给出了基于 RBM 训练集的最优参数 θ^* 假设:

$$\theta^* = \arg \max_{\theta} F(\theta) = \arg \max_{\theta} \sum_{d=1}^D \log P(v^{(d)} / \theta) \quad (1)$$

在对改进深度信念网络的改进中, 需要对 RBM 的训练参数进行更新, 具体来说, 随机梯度上升是用来求解最大值的。在 CD 算法的过程中, 最关键的一步是求解对数 $P(v/h)$ 对参数的偏导数, hinton 提出了 Markov 链 Monte carlomcc), 它可以解决可见层和隐藏层的状态。当可见层和隐层的分布趋于稳定时, $P(v, h)$ 达到最大值, 参数可以更新如下 (LeRoux 和 Bengio, 2008):

$$\theta^{(t+1)} = \theta^{(t)} + \eta \frac{\partial \log P(v, h)}{\partial \theta} \quad (2)$$

其中, r 和 n 分别是迭代次数和学习率由上述推理, 进一步得到关于液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型的预测的深度体系架构图 2。

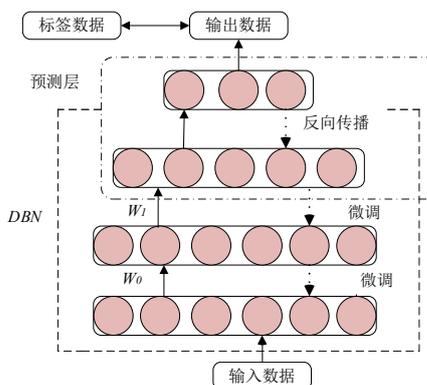


图 2 液体火箭发动机启动与故障检测系统设计预测的深度体系架构

改进的深度信念网络在液体火箭发动机启动与故障检测系统预测时, 可以较好地提取出产生液体火箭发动机启动与故障检测系统的特征向量, 并将所提取的特征向预测层输入, 从而为液体火箭发动机启动与故障检测系统的有效评估, 提供依据。

3 仿真验证

对 H 液体火箭发动机启动与故障检测系统设备进行了故障预测模型的仿真, 以此来为采购的液体火箭发动机启动与故障检测系统设备工程评估提供依据。原始数据提取为 2019 年 1 月—2020 年 1 月期间, 液体火箭发动机启动与故障检测系统发生量。液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型, 加以仿真验证, 对比原始数据与预测液体火箭发动机启动与故障检测系统故障发生概率之间存在的误差。

4 模型工程化应用评估实践验证

4.1 模型工程临床应用实践

本研究所构建的液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型, 是利用局域网络, 采用信号接收系统, 将通过所有与之相关的液体火箭发动机启动与故障检测系统数据采集, 并发送至计算机系统内, 自动完成故障发生概率的测算。液体火箭发动机启动与故障检测系统设计的预测, 可以通过数据的反复采集, 自动形成叠加与存储, 保证数据的准确性与可靠性, 能够随时提供故障预测概率, 保证液体火箭发动机启动与故障检测系统设计, 保证其运行的稳定性。利用局域网的分散发射, 无论设备在哪一方位运行, 均能够保证液体火箭发动机启动与故障检测系统设备时实性的监测效果, 快速反馈液体火箭发动机启动与故障检测系统设备的运行情况, 对可能发生的预测故障下限, 自动分析, 也可自动报警, 给予设备维护人员提示, 根据不同提示, 制定有针对性的运维措施。该预测模型, 可以通过现代化的预测手段, 真正满足当前液体火箭发动机启动与故障检测系统设备的运维, 提升液体火箭发动机启动与故障检测系统领域的整体工作效率。本次研究所构建的模型工程临床应用实践布置^[1]

4.2 模型工程化应用评估实践验证

液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型是否能应用到工程实践, 仍需要进行评估。选取 2020 年 12 个月, 每个月进行故障预测能力评估。设置迭代次数为 40 次, 改进深度信念网络的液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型与工程应用实践的实测值进行对比。为了进一步保证本次结果的可靠性, 将研究数据录入 SPSS24.0 软件中, 进行统计学的差异性分析, 最终得到的结果见表 1。

通过表 1 数据可知, 液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型, 可以应用到工程实践, 预测值与实际值结果之间存在较小的差异。通过工程实践应用可知, 液体火箭发动

(下转第 82 页)

在施工作业结束之后,应当进行全方位的检查与核对,在有必要的情况下还可以进行测试,保证机电设备可以正常运转和作业。

4.5 增强人员培训

在整个安装过程中作业人员是最为主要的影响因素,对于最终的设备安装效率及质量都会产生影响,应当在提高机电设备安装质量的过程中,切实提升相关安装作业人员的技术水准。在具体执行的过程中,可以定期针对节点作业人员进行技术培训以及强化管理,保证每一名机电设备安装作业人员都能够严格按照施工作业的标准进行施工作业。同时,在机电设备安装的过程中应当加强设备的调试,需要针对机电设备的后期维护与运营进行全方位的技术培训,加强施工作业人员的全方位作业素养^[9]。

(上接第65页)

机启动与故障检测系统预测模型具有多个优点:①权重被引导到最小范数的区域;②它在参数空间的区域中设置权重,其中全局最小的可能性最大;③它可以充分提取所有输入数据的相关特征。

表1 模型工程化应用评估实践验证值对比

月份	预测值	实际值	误差	<i>P</i>
1月	2.45	2.35	0.1	> 0.05
2月	2.32	2.22	0.1	> 0.05
3月	1.89	1.79	0.1	> 0.05
4月	1.35	1.25	0.1	> 0.05
5月	1.42	1.32	0.1	> 0.05
6月	1.63	1.53	0.1	> 0.05
7月	1.74	1.64	0.1	> 0.05
8月	1.58	1.48	0.1	> 0.05
9月	1.23	1.13	0.1	> 0.05
10月	1.46	1.36	0.1	> 0.05
11月	1.32	1.08	0.24	> 0.05
12月	1.63	2.03	-0.4	> 0.05

5 结语

本研究中仿真及工程验证效能结果表明,改进深度信念网络的液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型设置迭

5 结语

综上所述,在建筑机电安装施工作业过程中存在的影响因素还是比较多,对最终的安装作业质量都会产生影响,所以在实际安装施工时,应当针对施工技术以及施工作业人员等加强管理,并且对管理工作制度和体系进行完善,使建筑机电安装施工作业实现全过程管理,严格保障安装质量。

参考文献

- [1] 唐仕聪.建筑机电安装工程施工管理分析[J].建材与装饰,2020(14):200-201.
- [2] 张汉明.建筑机电工程施工管理探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2013(24):1-3.
- [3] 高兆浪.城市建筑机电工程施工管理探讨[J].建材与装饰,2017(8):35.

代次数40次时,预测值与实际值并未出现较大差异,按照模型生成参数的操作步骤,不断完成更新迭代,最终通过训练RBM后的学习算法,获得所需要的最后深度信念网络参数的更新预测模型,可以达到液体火箭发动机启动与故障检测系统准确的预测概率。液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型,可以降低液体火箭发动机启动与故障检测系统的发生率,并且能够为液体火箭发动机启动与故障检测系统设备维护,提供具有科学依据的故障预防措施。随着液体火箭发动机启动与故障检测系统设备维护意识与要求的增强,液体火箭发动机启动与故障检测系统预测模型自身所具备的多重优势(液体火箭发动机启动与故障检测系统预测率准确、快速、全自动操作,无需人工配合),其液体火箭发动机启动与故障检测系统设备维护领域应用前景非常广阔,值得全面推广。

参考文献

- [1] 薛薇,张强,武小平.基于ARMA模型的液体火箭发动机实时故障诊断方法研究[J].计算机测量与控制,2019(9):4-7.
- [2] 吴玉洋,李宁宁,薛薇,等.改进PSO优化LSSVM的液体火箭发动机故障检测[J].计算机仿真,2020,37(5):49-54.
- [3] 何涛,黄敏超,胡小平,等.某火箭发动机故障检测及诊断算法设计分析[J].南京航空航天大学学报,2019(S1):56-61.