

智能监控中的神经网络模型 及提高应用效能的方法

吕 峥 费仁元

(北京工业大学机器人研究中心, 100022)

【摘要】 探讨了选取人工神经网络的误差反向传播(BP)模型应用于智能监控的优点; 讨论了将其应用于制造系统的监控和诊断时应注意的问题; 提出了旨在提高BP模型应用效能的方法即“最有效特征量原则”和“分步式”诊断流程。

【关键词】 人工神经网络, BP模型, 智能监控, 诊断

【中图分类号】 TP206.3

1 智能加工中神经网络模型的选择

智能加工是以智能监控系统为核心的无人化加工, 它除了运用多传感器组来模拟人的感知能力以外, 还运用智能模式识别技术模拟人的判断思维能力。人工神经网络是模拟人的大脑工作方式的先进技术之一。

各国开发的人工神经网络模型有30余种。最近相邻模式分类与加工状态的诊断最为相似, 它是通过比较大量的存贮数据来进行模式分类。能进行这种计算的神经网络模型有很多, 如ART、BAM、BCM、BPN、BSB、HOP、LRN、MDL、PTR。由于这些模型有着不同的学习规则, 而对于加工状态诊断这一特定问题来说, 应用不同的学习规则将会产生不同的效果。故我们可根据学习规则合适与否来选取相应的模型。

神经网络的学习可分为三类: ① 相关规则; ② 纠错规则; ③ 无教师学习规则。

由于相关规则是将网络预先设计成记忆的特定模式, 以后当给定有关该系统的输入信息时, 它们就被回忆起来。而在机械加工中, 反映同一加工状态的加工信息特征量是多样的, 每个特征量都是在一个较宽的连续值范围内取值, 不易预先设计成异联想记忆模式。

自适应共振理论(Adaptive Resonance Theory 简称ART)模型是无教师学习的典型例子, 它无需事先已知样本结果: 完成实时学习, 对已学习过的对象具有稳定的快速识别能力, 同时又能迅速适应未学习的新对象。但由于它对噪声敏感, 可以找出网络中权与某个模式的明显的对应关系; 另外, 若一次对权的修正过大, 会使一个输出节点开始代表的模式与后来所表示的模式相差甚远。所以不选用该模型来诊断由含有噪声的特征量所反映的复杂的实际加工状态。

纠错规则是从例子中学习, 用给定的输入输出学习样本反复训练网络的权连接直至网

络能很好地映射输入、输出样本。对于实际输出样本,网络可给出理想的输出,即反映真实的加工状态。通过比较,我们认为可采用BP(Back Propagation)模型来诊断实际加工状态。由于PTR(Perceptron)模型只能线性区分加工状态;BCM(Boltzman/Cauchy Machine)训练时间太长且有噪音;BSB(Brain State in a Box)模型仅为单步决策,故不选用这些模型。另外,由自适应线性元件构成的MDL(MADALINES)模型,因为其神经元均为线性阈值单元,即I/O是线性关系,所以只能实现二值逻辑函数,无法诊断3种以上的加工状态。而BP模型由非线性的S状的I/O特性节点构成,从输入到输出的映射是高度非线性映射,可以以任意精度逼近任何连续函数,可诊断多种加工状态,对它们进行非线性划分。另外,BP模型的隐层节点可提高信噪比;输入节点可用连续值输入。由此,决定选用BP模型对智能加工中的加工状态进行诊断。

2 应用BP模型诊断加工状态需注意的问题

2.1 足够的样本量

为缩短训练时间,达到更高的判别精度,对每一种待判别的加工状态都需要准备充足的训练用学习样本。本文是在近千次切削实验的基础上,积累了对应于4种镗削加工状态的较为充足的学习样本,为训练能诊断4种状态的BP模型打下了良好的基础。

2.2 合理的隐节点数目

隐节点数目尚需凭经验按输入层节点数目选取(一般不小于输入层节点数),选取的合适与否严重影响着训练的速度和精度。

2.3 合理选取学习速率 η 和常数 α

在不导致振荡的前提下,尽量取大的 η 以提高学习速率; α 的选取则往往凭经验,根据训练的效果逐步调整。

2.4 层数的选择

由于一个三层的BP模型(隐节点可自由设置可以以任意精度逼近任何连续函数,故一般选用两层或三层BP模型。

2.5 合理的输入层节点数目(样本特征量的选取)

一种加工状态可由多个特征量反映出来,所用的特征量数目并非多多益善。本文运用热传感器、力传感器和光纤传感器构成的传感器组多方位监测镗削加工状态,反映加工状态的特征量有:(1)力动态信号均方差;(2)力动态信号自功率谱峰值;(3)光信号均值;(4)光信号偏差;(5)温度动态信号的均方差共5个。

经实践得出了选取特征量的一般原则:最有效特征量原则——选择最能体现本状态区别于同组其它待识别状态的特征量为网络输入层节点,其余皆为冗余特征量。

该原则的含义是,一种加工状态可能具有很多特征量,它们可能很有效地反映该状态的特征。但究竟选取哪些作为输入层节点还取决于与该状态同组进行判别的其它状态。若另一状态也具有同样的特征量且取值相似,则该特征量为冗余特征量,不能作为输入节点。

例如,当区分“正常切削——颤振”这对状态时,由于二者的力信号差别很大而温度信号很相似,故力信号的均方差及自功率谱主峰峰值为最有效特征量,而温度信号的均

方差为冗余特征量。

本文经实际训练得到的结论是：带有冗余特征量进行训练的速率和精度明显低于按最有效特征量原则进行的训练。

3 诊断流程的设计和选择

为判别正常切削、断屑不正常、积屑瘤和颤振等四种加工状态，将诊断流程设计为“分步式”(见图 1)。

3.1 设计依据

3.1.1 最有效特征量原则 若同时判别四种加工状态，每种状态都有各自的特征量，则在输入层易引入冗余特征量。

3.1.2 提高训练速率和精度 输出层节点增多很可能导致隐层节点数增加，降低学习速率，达期望的训练精度。

3.2 判别流程的筛选

方案 1(落选)分析：第一步 两待判状态的 3 个特征量：力均方差，光偏差和光均值有时取值很相似。而在第 2 步中，力信号的特征量为冗余特征量。

方案 2(落选)分析：因为第一步中没有温度均方差这个特征量，断屑不正常状态的力信号的特征量与正常切削状态的极相似，所以可能在第一步中将断屑不正常判为正常切削。

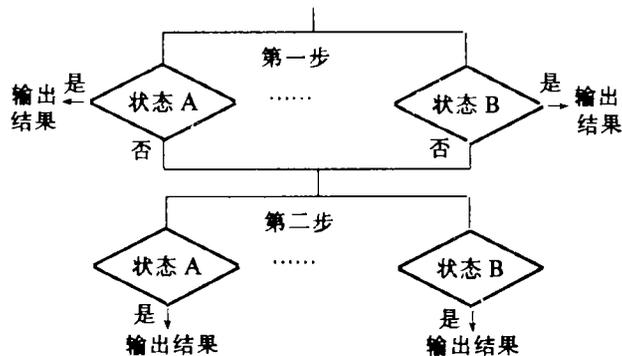


图 1

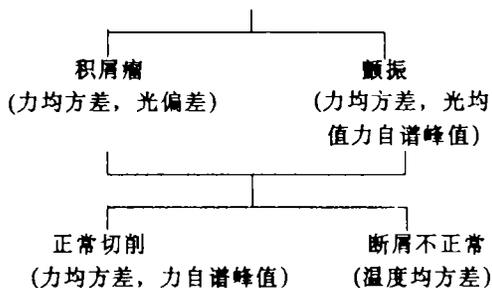


图 2 方案 1

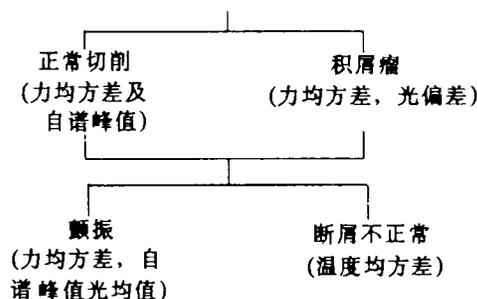


图 3 方案 2

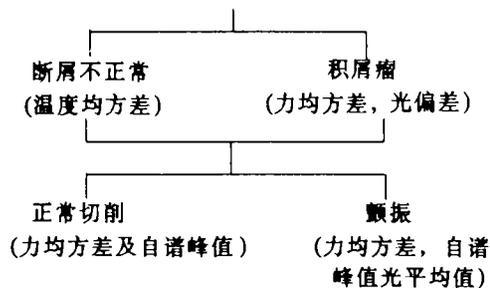


图 4 方案 3



图 5 方案 4

方案 3(落选) 分析: 因为颤振的力信号的方差和光偏差与积屑瘤脱落前的很相似, 故有可能将颤振误判为积屑瘤。

方案 4(唯一入选) 分析: 该方案符合最有效特征量原则, 不会发生误判。

实践证明, 利用方案 4 作为判别流程, 诊断效果是令人满意的。

4 结论

从以上研究可见, 选取 BP 模型应用于智能加工的加工状态诊断不仅有其理论依据, 而且在实际诊断中, 只要运用合理, 且辅以有效措施如最有效特征量原则, 是完全可以得到满意的诊断结果的。

参 考 文 献

- 1 焦李成. 神经网络系统理论. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1990. 13 ~ 14

The Model of Neural Networks and Its Efficiency Enhancement in Intelligent Monitoring

Lu Zheng Fei Renyuan

(Robotics Center, Beijing Polytechnic University, 100022)

【Abstract】 The advantages of BP model in artificial Neural networks during intelligent monitoring and controlling was discussed, the problems which should be considered in diagnosing machining status were mentioned furthermore. Status identification with sequential search techniques and operational feature optimization with most efficiency principle were presented by authors on the purpose of raising the efficiency of the calculation.

【Key words】 artificial neural networks, BP model intelligent monitoring and controlling, diagnosing