The Application of Fault Simulation to Machine Diagnostics and Prognostics

故障仿真在机器诊断和预测中的应用

故障模拟在机器诊断中具有三个主要方面。 首先与人工神经网络（ANN）和类似分类器的训练有关，以对机器中的故障进行诊断和预测。

许多作者建议通过学习表征各种类型故障的特征，使用ANN进行自动化的机器诊断。 但是，必须使用大量数据来训练神经网络，以表征要检测和分类的每个条件，并具有一定数量的随机变化，这些随机变化通常是给定条件下机器所经历的运行条件变化的结果。

实际上，正常条件是唯一可以提供足够数据以实现该目标的条件，因此，可以使用ANN来检测此条件以及是否偏离该条件。 另一方面，实际经历为所有故障条件训练ANN所需的每种类型的故障和失败的数量都是不经济的。

而且，不能使真正的错误随意出现。 通常必须等到它们发生，这种情况很少发生。 一些描述使用ANN进行诊断的论文的另一个问题是，对其进行训练的数据来自特定的机器（通常是带有种子故障的实验室测试机器）。 尽管在这种情况下训练过程可能会成功，但仍不清楚如何将结果扩展到非常相似的机器，更不用说运行中的各种机器了，在这些机器上不可能体验到 必须保护机器的故障。

因此，有效地将ANN用于机器诊断和预测的唯一方法是使用模拟信号来训练它们。 所需的复杂程度取决于应用程序，但是本文介绍了具有不同复杂程度的一系列应用程序。 通常，希望模拟能够涵盖尽可能广泛的情况，但是在非常有价值的机器（例如涡轮发电机组）中，有必要针对特定​​机器制作详细的模拟模型， 例如1、2）。

仿真模型还可以用于提供信号，以测试新的诊断方法并比较不同的方法，而不是被迫依赖随机捕获的案例历史记录或实验室测试台生成的数据（通常带有缺陷）。

机器故障模拟的最终应用是更好地理解实践中遇到的信号特征，例如，非线性可能会导致难以预测的相互作用，并且可以用来帮助解释异常。

本文以滚动轴承，齿轮和齿轮系统的仿真为例，以及齿轮与轴承之间的相互作用为例，说明了其中的许多应用。 还涵盖了对往复式机器（例如柴油和火花点火发动机）的信号进行模拟的方法，主要是通过模拟它们的扭转振动来进行的，但是也正在进行一个模拟汽缸盖和缸体振动的项目。

所示的示例越来越复杂。 例如，滚动轴承中的局部故障在包络信号的频谱中给出了非常独特的模式，该频谱是通过对故障占主导地位的频段进行解调而获得的，3此类频谱可以直接进行模拟，而不必经过时间信号。 这种建模虽然是通用的，但仅会指示是否存在特定类型的故障，并且很难指示严重程度，尽管这是未来发展的目标。 仿真的类型从复杂度到特定机器的建模范围不一，显示了如何使用少量的实际测量数据（用于良好和故障状态）来更新和校准模型，并给人以信心