

专家系统与神经网络相结合的 汽油机故障诊断系统^①

袁 泉^②

何 勇 唐建华

(中国农业大学车辆工程学院) (浙江农业大学)

摘 要 通过人工神经网络与专家系统的结合,用 Turbo Prolog 和 Turbo C 语言在微机上开发了汽油发动机故障诊断系统。其特点是利用人工神经网络浅层模块进行浅层推理,再进入深层专家系统进一步确诊,并以神经网络来完成自学习功能。

关键词 汽油发动机;专家系统;人工神经网络;故障诊断

中图分类号 TK 418; TP 277

A Gasoline Engine Fault Diagnostic System of Combining Expert System With Artificial Neural Network

Yuan Quan

He Yong Tang Jianhua

(College of Vehicle Engineering, CAU) (Zhejiang Agricultural University)

Abstract With Turbo Prolog and Turbo C, the gasoline engine fault diagnostic system is developed based on the combination of expert system (ES) and artificial neural network (ANN), which uses ANN module to diagnose firstly and then ES to obtain the further result. The self-learning function is realized by ANN module.

Key words gasoline engine; expert system; artificial neural network; fault diagnosis

笔者研制的汽油发动机故障诊断系统,是专家系统与神经网络和多媒体等先进计算机技术相结合的智能化诊断系统。它以便携式微机和单片机组成总体硬件结构;知识库由用计算机模拟汽油机的组成结构和功能原理的故障而建立的深层次知识和由专家提供的实际经验组成。其诊断方法的特点是通过人工神经网络浅层模块进行初诊,再进入深层专家系统进一步确诊,并以神经网络来完成自学习功能。专家系统在整个实用化诊断系统中处于核心地位;微机是控制和处理中心,用户通过键盘或鼠标操作,来自接口电路的信息在此被检测出是否存在故障,经诊断推理得出故障原因、位置及处理方法,全部诊断结果和推理过程由显示器显示;通过人机对话可改变诊断知识,并可补充诊断信息。

系统的软件主要采用 Turbo-Prolog(TP)和 Turbo-C(TC)2 种语言进行编程。将这 2 种语言有机结合起来,充分发挥各自的优点,即利用 TP 开发专家系统的知识库和推理机,用 TC 开发系统的人机界面和图片显示,并且实现了 TP 和 TC 的相互调用。

收稿日期:1997-10-01

①浙江省科委资助项目

②袁 泉,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)214 信箱,100083

1 系统的构成

系统主要由核心模块以及现象诊断、系统诊断、专家门诊、参数诊断、图形查阅和系统帮助等6个功能子模块,以及DOS shell,NW神经网络等模块组成。其中,核心模块进行版本信息和主菜单的显示以及对各子模块的组织和调用。各模块均采用菜单选择和人机对话方式运行。6个功能子模块中有4个为主要的咨询诊断部分,其特点如下:

1)现象诊断模块主要针对汽油发动机常见的6大故障现象进行诊断,用户根据实际发动机的故障现象,通过菜单选择1项与之相同或类似的现象,再进入该项的具体推理,最后得出故障原因、部位和排除方法。

2)系统诊断模块含有汽油发动机的点火系、电气系、供油系和内部机械等重要部分的诊断,从用户提供的故障可能发生的系统或其中某子系统入手,逐步确诊。

3)专家门诊模块对发动机中几种容易发生故障的零部件进行检测和诊断,并提供标准参数和调整方法,给出专家处方。

4)参数诊断模块对汽油发动机几种常用的故障特征参数进行检测,以反映发动机常见故障现象的特点,从而辅助判断发生的故障。

用户通过对上述模块的综合运用,得到满意的结果。

系统内部各菜单的主要内容如图1所示。

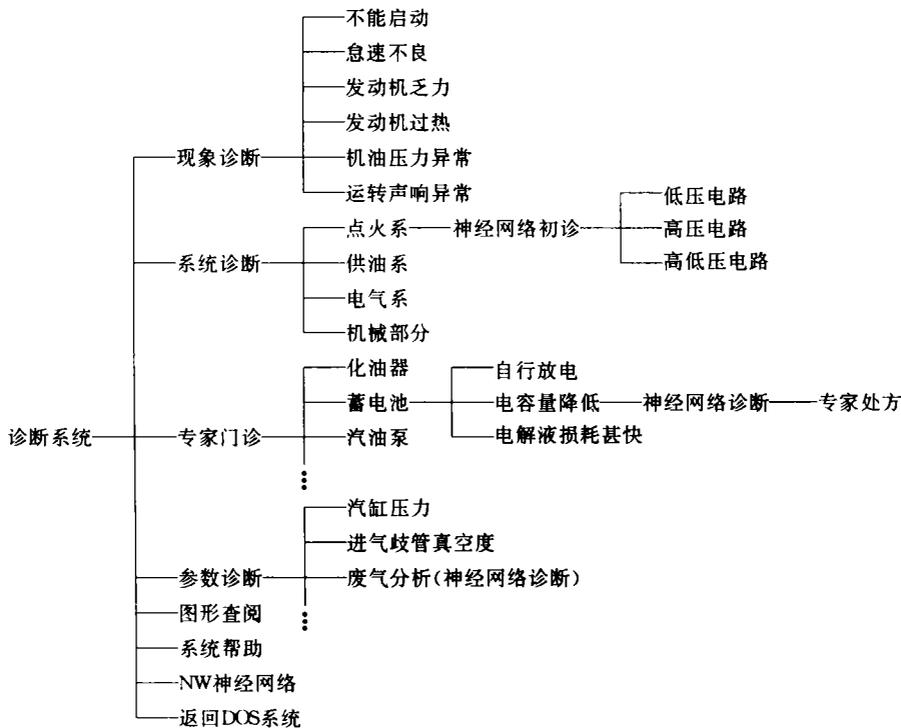


图1 系统运行菜单结构简图

2 人工神经网络模型的建立

本系统的 3 个模块含有人工神经网络模型^[1],这里只介绍点火系故障分类(发动机不能启动)的神经网络模型。

点火系故障分类的人工神经网络模型的输入为 5 种不同的故障现象(见图 2),若条件满足,则该输入点值为 1,否则为 0,不确定的情况下取 0.5。输出层代表网络的分类结果^[2]。一般可将点火系故障(发动机不能启动)分为 3 类,即低压电路故障、高压电路故障和高低压电路综合故障^[3]。采用 3 个输出单元来表示这 3 类特征:单元输出为 0 表示正常;输出为 1 则表明是此类故障;3 个输出皆为 0,表示点火系处于正常工作状态。

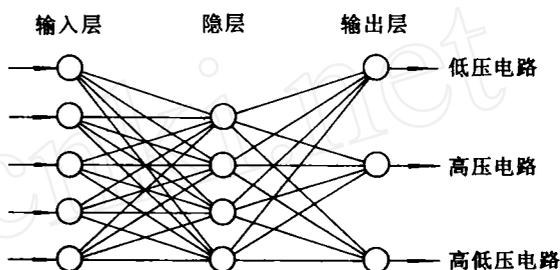


图 2 点火系故障分类的人工神经网络模型

学习阶段采用 10 组数据对其进行训练,经过 2 500 次学习后,网络的误差值下降至接近于 0。在使用时网络将输出 3 个值:其中若有某一个输出等于 1 或最接近于 1,就是此类故障;若 3 个输出均为 0 或远小于 1,则表明点火系工作基本正常。

3 知识表述和推理机

发动机故障诊断的知识库中需要有大量的中文字符,采用符号替代的方法将繁琐的中文处理转化为对简单的符号进行操作,由此便解决了知识库信息的冗余问题,保证了匹配的正确性。常量文件组成了系统的知识库。系统中人工神经网络的知识库体现在其权重矩阵中,是由大量的训练数据转化而来的,神经网络的知识库与推理机融为一体。

推理机是专家系统设计中的难点,也是其智能性的重要体现。本系统的推理主要包括 ANN 浅层经验知识推理和 ES 深层逻辑知识推理。ANN 依靠受过训练的网络进行计算得出推理结果;深层次推理依靠知识库和推理机,主要采用故障树法和故障字典法进行正反向混合搜索(以逆向推理为主),效率较高。把神经网络与专家系统结合起来,两者相互补充,发挥各自所长,提高了系统的总体智力水平,既有浅层经验知识推理,又有深层逻辑知识推理,能解决一般专家难以解决的问题。推理方式由浅入深,由经验推理到逻辑推理,符合人脑思维规律。

4 故障诊断示例

本系统的 4 大诊断模块中分别采取不同的方式进行咨询和诊断,各有特点。在此仅举一例:系统诊断——点火系。

在系统诊断中从故障可能发生的系统入手,逐步进行确诊。点火系的诊断包括神经网络模型的浅层经验推理和专家系统的深层逻辑推理。诊断时,首先进入神经网络得出初步诊断结果,即某种故障现象,再进入专家系统进一步诊断。

点火系(发动机不能启动)——高低压电路综合故障诊断过程如下。

首先进入神经网络,打开 DHX 文件并使之运行。输入参数值后,神经网络即给出结果:—0.008 9,—0.12,0.99。其中第 3 个输出值最接近于 1,所以这是第 3 类故障——高低压电路

综合故障。然后进入高低压电路综合故障的深层推理机继续诊断。

请问:电流表动态正常,发动机不能启动吗? Yes

拔出中央高压线(分电器盖一端),试火;

请问:火弱吗? Yes

使触点(白金)张开,用改锥将活动触点臂与其托盘搭铁后再迅速拿开,看中央高压线跳火情况;

请问:火花仍弱吗? Yes

拆下电容器导线再试火;

请问:火花变弱吗? Yes。

诊断结果:故障原因——点火线圈不良;排除方法——及时修理或更换。

5 结束语

所研制的汽油机故障诊断系统是一个包括汽油发动机各系统和部件故障的全方位智能化诊断系统。主要有如下特点:

1)将人工神经网络与专家系统结合起来,互相补充、发挥各自所长,提高了系统总体的智能水平,丰富并完善了推理的结构和功能。

2)具有集声音、图像于一体的多媒体功能和良好的人机界面,具备完善的文档、图形和提示功能;主要采用菜单和鼠标操作,既灵活又方便。

3)具有较强的实用性和拓展性,既可用于实际辅助诊断,又可用于CAI教学。

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,1992. 242~251
- 2 高 鹏. 利用神经网络技术建造工艺设计专家系统. 农业机械学报,1996,27(3):120~123
- 3 戚 扬,韩北山. 汽车故障诊断. 北京:人民交通出版社,1988. 22~49