

基于专家系统和 MapInfo 的电路故障诊断技术研究

郭小娟, 张庆荣

(北京航空航天大学, 北京 100191)

摘要: 以飞机自动飞行控制系统的控制逻辑转换装置为研究对象, 采用专家系统与 MapInfo 相结合的方法完成故障诊断系统的设计。该系统根据报错的测试步骤, 诊断出故障位置和原因, 并在电子地图定位显示, 以辅助技术人员手工排查故障。实践表明, 该故障诊断方法快速有效, 提高了电路故障诊断的效率。

关键词: 故障诊断系统; 专家系统; 电子地图; MapInfo

中图分类号: TP206.3

文献标识码: B

Research on circuit fault diagnosis system based on MapInfo and expert system

GUO Xiao Juan, ZHANG Qing Rong

(Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

Abstract: Taking the logic transition device as research object, this fault diagnosis system is completed with MapInfo combining expert system. According to the error of the test procedure, the system can diagnose fault and fault location. For some signals needing further analysis, it provides correct value of these signals, and displays the signals in the electronic map. This system can be used as an auxiliary positioning method for technology personnel to diagnose. The practical test result demonstrates that it is faster and more effective.

Key words: circuit fault diagnosis; expert system; electronic map; MapInfo

控制逻辑转换装置是飞机飞行控制系统的重要组成部分, 在该系统中起着控制枢纽的作用。现有的测试系统只能判断控制逻辑转换装置是否有故障, 如果测试报错, 则完全由人工依靠仪器分析, 有时由于测试人员经验不足而导致误判断或误处理, 致使故障扩大。

利用基于 MapInfo 和专家系统的电路故障诊断系统, 可以帮助测试技术人员及时、准确地对各种异常状态和故障做出诊断, 并预防和消除故障。

1 故障诊断系统的总体设计

故障诊断技术发展至今, 已提出了大量较成熟的方法。按照国际故障诊断权威 FRANK P M 教授的观点, 所有的故障诊断方法可以分为 3 种: (1) 基于解析模型的方法; (2) 基于信号处理的方法; (3) 基于知识的方法^[1]。基于知识的诊断方法包括基于专家系统的方法、基于模糊的方法、基于神经网络的方法和基于故障树的方法^[2]。

逻辑转换装置的测试系统设计如图 1 所示。本文采

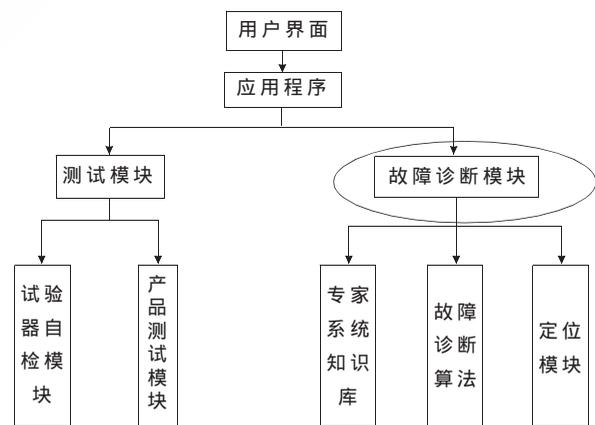


图 1 系统总体设计图

用专家系统的方法设计故障诊断系统, 专家诊断的结果还将通过电子地图的方式提供给测试人员。

2 故障诊断专家系统的设计

专家系统故障方法是计算机在采集被诊断对象的

技术与方法 Technique and Method

信息后,综合运用各种规则(专家经验),进行一系列的推理^[3]。必要时还可以随时调用各种应用程序,运行过程中向用户索取必要的信息后,就可快速地找到最终故障或最有可能发生的故障,再由用户来证实^[4]。

本文设计的专家系统如图 2 所示,由人机接口、数据库、推理机、知识故障库等组成。

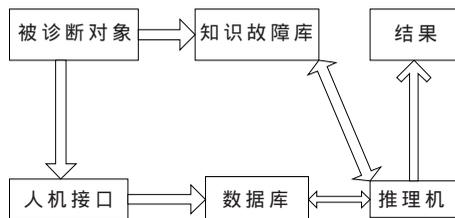


图 2 专家系统结构图

人机接口:人与专家系统打交道的桥梁和窗口,也是人机信息的交互界面。

数据库:采集大量信号和器件在测试中的正确状态。如输入输出信号线、中间信号在测试过程每一步的正确值及开关、灯、继电器以及三极管在测试中的正确状态。系统采用 Access 完成知识和数据的存储,信息以表的形式存储。数据库的结构易于系统推理加工和处理,在管理软件的控制下,数据库接收和存储有关故障类型的信息和相对应的信息。

推理机:根据获取的信息,综合运用各种规则进行故障诊断、输出诊断结果。本系统设计了两种算法:(1)通过计算匹配度确定故障原因。根据已知的错误信息检索数据库,保存匹配度大于 0 的所有故障类型,并按匹配度大小进行排队,匹配度大的故障类型是实际发生故障的可能性比较大,由此可以根据专家知识库推理出可能出错的元器件。(2)根据测试中错误信号的分布范围确定故障位置。根据报错的所有测试步骤,查询涉及到的输入输出信号、中间信号、交叉信号,并通过比对输出。技术人员在地图上根据信号找到出错的元器件。

知识故障库:包括所有的故障类型和故障类型对应的信息。故障类型与其对应信息可以在线检测时添加,使得知识库在使用中会不断丰富壮大。

3 电路地图的开发制作

3.1 基于 MapInfo 制作电路地图的步骤

MapInfo 是常见的 GIS(地理信息系统)软件之一,MapInfo 地理信息系统平台作为图形、文字信息结合的软件工具具有多个优点:强大的图形表达及处理功能、实用的关系型数据库功能、灵活的数据查询分析功能、功能强大的系统开发工具^[5]。地图的制作主要经历四个步骤:获取栅格图、配准栅格图、地图图层化、地图编码。

经过获取栅格图、配准栅格图、地图图层化三个步骤后得到的部分电路地图如图 3 所示。

图 3 是制作完成的控制逻辑转换装置 PCB 电路地图的一部分。包括元件 C19(电容)、C8(电容)、D1(CPLD)、

以及元件管脚上的信号。图层 1 是作为背景的栅格图像层;图层 2 是信号图层,由星状标识构成,每一个星状标识代表一个信号;图层 3 是信元器件图层,由黄色多边形构成,每一个多边形代表一个元器件。

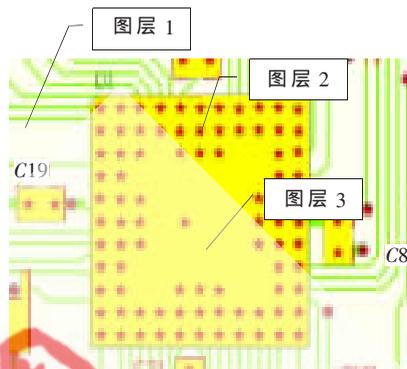


图 3 部分电路地图

地图编码首先将以上所得到的三个图层制作成一个“.gst”文件,然后采集“.gst”文件中元器件和信号的名称、位置、放大倍数等信息,并将其保存到 Access 数据库,这样就可以实现调用地图进行 SQL 查询,但由于尚无导航功能,因此必须以此为基础进行二次开发。

3.2 基于 VB.Net+MapX 的导航电子地图实现

MapX 是 MapInfo 的 ActiveX 控件产品。它是一种基于 Windows 操作系统的标准控件,因而能支持绝大多数标准的可视化开发环境,如 Visual C++、Visual Basic、Delphi、PowerBuilder、Visual Studio.NET 等。利用 MapX 能够简单快速地在软件中嵌入地图化功能,增强软件的空间分析能力。

在 VB.Net 环境下集成 MapX 开发 GIS,将 MapX 做为控件软件添加到应用程序中,然后通过设置属性和调用该属性方法来实现。

3.2.1 添加 MapX 控件

在 VB.Net 开发环境界面中,在工具栏中点击右键,选择“Choose Items”项。在随即弹出的对话框中,选择“COM Components”选项卡,选中“MapInfo MapX V5”。即可完成添加。

3.2.2 利用 MapX 控件实现图形的显示、缩放、漫游、定位查询

(1)图形显示

首先在工具栏中调用 MapX 控件,然后在显示图形窗体(frmView)上添加 MapX 图,在初始化添加如下代码。

```
Private Sub Form_Load()
    Dim lyr As MapXLib.Layer
    Map1.Layers.Add App.Path & "\map\totalmap.tab"
    Map1.Zoom=180'设置图形初始显示比例
    Map1.CenterX=-1.2'设置图形初始显示 X 轴中心
    Map1.CenterY=1'设置图形初始显示 Y 轴中心
    Set lyr=Map1.Layers("totalmap")
```

技术与方法 Technique and Method

lyr.Editable=False'设置图形不可编辑

lyr.Selectable

End Sub

(2)图形缩放、漫游

先在显示图形窗体(frmView)上添加放大按钮、缩小按钮、漫游按钮。

这3个功能的实现调用MapXLib中的函数miZoomInTool、miZoomOutTool和miPanTool来实现。

(3)图形定位

定位功能有着重要的实用意义,技术人员将不必翻找大量资料,在定位元器件或信号的同时,技术人员还可获取该元器件或信号的信息(如名称、当前的正确状态),以便进行下一步排故工作。

VB.Net定位功能实现的思路:在某一图形窗体(frmView)上放2个MapX控件:Map1(主图)、Map2(鹰眼图,也称导航图)。然后编写相应代码在鹰眼图上创建一个图层,在该图层上添加一个矩形Feature,该矩形的大小随着主图边界而变化。

完成以上工作后,电子地图可以放大、缩小、移动,通过主副图配合使用,技术人员能够快速精确地找到故障位置,获得相关信息。

4 系统用户界面设计

测试系统中与故障诊断界面相关的有故障分析界面和地图操作界面。

(1)故障分析界面主要实现4个功能:输入错误信息、选择算法诊断、输出诊断界面、向故障知识库添加新知识。

(2)地图操作界面进一步辅助用户分析。用户输入出错的测试步骤时,地图会自动定位到相关的原理图或PCB图相关的元件上。通过查看电路图,用户就可以进一步验证故障分析的结果。

此外,在地图操作界面上,用户可查出测试中每一步所有信号的正确状态。因此用户可判断某一信号的状态是否正确,方便手动排除故障。地图操作定位界面如图4所示。

本系统采用人机对话界面风格,系统功能按层次全

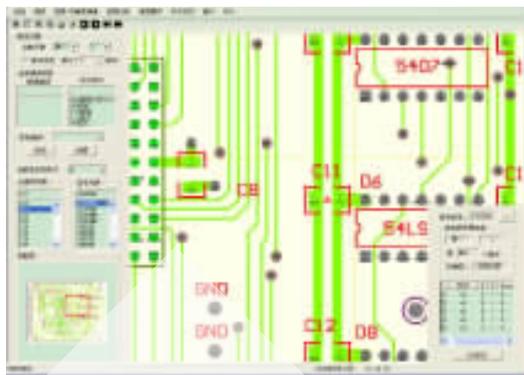


图4 定位界面

部列于屏幕上,用户可直接用键盘、鼠标等各种设备选择各项功能。在各子功能菜单上设计各种类型的对话框及图标,实现高度交互性,提高对无效信息的屏蔽,同时统一各菜单标准,提供运行指导和联机帮助功能。

通过对故障诊断系统的现场调试实验,对该方法进行了大量有效验证,实践证明该方法能够较好地实现对该电路系统的故障诊断,并且与原测试系统相互配合,融为一体。与其他电子电路的故障诊断方法相比,采用专家系统和MapInfo方法设计的故障诊断系统,不但能诊断出故障原因和故障位置,还可将电路图做成电子地图,直观、形象地查看故障,便于用户实施解决方案。

参考文献

- [1] 朱大奇,于盛林.基于知识的故障诊断方法综述[J].安徽工业大学学报,2002,19(7):197-204.
- [2] MOUBAD S,ZORIAN Y.电子系统测试原理[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [3] 翟丽芳.电子设备故障诊断专家系统的设计[J].计算机应用,2001,27(4):244-246.
- [4] TARIQ A, JOANNE B D. Diagnostic expert systems from dynamic fault trees. www.cnki.com, 2003.
- [5] 杜巧玲.MapInfo 7 中文版[M].北京:清华大学出版社,2006.

(收稿日期:2009-09-06)

作者简介:

郭小娟,女,1986年生,在读硕士,主要研究方向:故障诊断。