

文章编号:1007-2780(2013)05-0747-05

基于 CLIPS 的专家系统显示技术

马泽龙¹, 刘晶红^{2*}, 秦永左¹, 孙 辉²

(1. 长春理工大学 电子信息工程学院, 吉林 长春 130022, E-mail: mazelong1985@126.com;

2. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘 要: 设计了一种基于 CLIPS 及 VC2010 的专家系统。通过编写 CLIPS 的自定义函数, 发挥 CLIPS 语言编写专家系统的灵活性、可移植性以及开源等优点, 将 CLIPS 嵌入 VC2010 中。以 CLIPS 为知识库与推理机的载体, 使用 VC2010 编写专家系统人机交互显示界面, 完成了专家系统诊断推理过程以及结果的显示, 克服了 CLIPS 人机对话显示界面不友好的缺点。该专家系统操作方便, 能根据外场人员提供的故障现象进行推理以及故障定位。

关 键 词: CLIPS; 专家系统; 显示

中图分类号: TP182

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20132805.0747

Display Technology of Expert System Based on CLIPS

MA Ze-long¹, LIU Jing-hong^{2*}, QING Yong-zuo¹, SUN Hui²

(1. College of Electronic and Information Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China, E-mail: mazelong1985@126.com;

2. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: An expert system based on CLIPS and VC2010 was designed in this paper. Written user functions in CLIPS, reveal the advantage of CLIPS language in the design of expert system as flexibility, portability, open source and etc., the CLIPS embedded in VC2010. Taking CLIPS as the carrier of knowledge base and inference engine of the expert system, written using VC2010 human-computer interaction interface, complete expert system diagnostic reasoning process and display the result, overcomes the weakness in CLIPS display of man-machine conversation interface not friendly. The expert system is easy to operate, can carry on reasoning and fault location based on fault phenomena of field personnel to provide.

Key words: CLIPS; expert system; display

1 引 言

专家系统(expert system, ES)是人工智能研究中最活跃、取得成功最多和最实用化的一个分支。专家系统可以运用已有的知识和推理来解决只有专家才能解决的复杂问题, 也就是说, 专家系统是一种模拟专家决策能力的计算机程序。

CLIPS(C Language Integrated Production System)是由美国航空航天局用 C 语言设计的用于编写基于规则的通用专家系统工具。最初 CLIPS 仅支持基于产生式规则正向链规则的编程, CLIPS5.0 之后引入了面向过程和对象的编程, 增强其面向对象的建模能力, 使得编程更加灵活^[1]。由于其灵活性、可移植性及开源等优点, 得

收稿日期: 2013-04-10; 修订日期: 2013-06-14

作者简介: 马泽龙(1985—), 男, 吉林长春人, 硕士研究生, 研究方向为光电传感与光电探测技术。

* 通信联系人, E-mail: liu1577@126.com

到了广泛的应用。但由于 CLIPS 操作界面是类似 DOS 命令形式的,这对于专家系统的推理过程的表示以及结果的显示都有很大程度上的限制,并对操作人员有较高的要求。为了方便使用,通常应用 CLIPS 时都是与 VC2010 进行联合开发。

VC2010 作为 C++ 的开发工具,是微软公司提供的 C++ 开发环境,它不仅能够编译 C++ 和 C 代码,而且集成了 MFC 类的库文件。鉴于 CLIPS 是使用 C 语言编写的,可能将 CLIPS 嵌入到 VC2010 中完成在 Windows 下的专家系统设计。

本文根据 VC2010 及 CLIPS 两者的优点,结合实际应用,完成了一套故障诊断专家系统的故障诊断显示设计,用 VC2010 面向对象的消息处理机制和 CLIPS 正项链规则相结合,在 CLIPS 中实现故障诊断的推理及定位,同时将故障诊断推理过程及定位结果以弹出式对话框与工作日志两种形式加以显示。

2 专家系统简介

专家系统主要用于解决当专业人员不在现场不能及时对故障设备进行诊断时,外场人员通过对专家系统输入已知的故障现象,可以对设备进行故障诊断与定位^[2]。

系统主要组成有:

- (1) 用户与专家系统之间进行通信的语言处理模块;
- (2) 记录中间结果的“黑板”;
- (3) 由事实和启发式规则与问题求解规则组成的知识库;
- (4) 应用规则的推理模块(或称解释机构);
- (5) 控制规则处理顺序的推理模块^[3]。如图 1 所示。

外场人员发现故障现象后,首先在人机交互显示界面中声明该故障现象,通过语言处理模块,故障现象的信息会声明到专家系统的“黑板”上,推理模块根据“黑板”上的信息查询知识库并进行推理,推理结果通过解释模块以及语言处理模块返回人机交互显示界面;专家系统的推理结果分为两种,一种是推理过程中的中间结果,即系统需要进一步的信息来进行推理,系统会从规则知识库中读取进一步推理所需的问题,并将问题在人机交互显示界面询问外场人员,并继续进行推理;

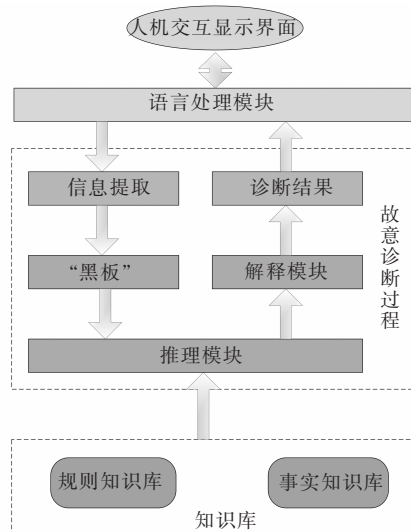


图 1 故障诊断专家系统框图

Fig. 1 Block diagram of fault diagnosis expert system

另一种是最终结果,系统在完成故障诊断后,将故障原因从事实知识库中提取出来,并在人机交互显示界面中向外场人员显示最终结果。

3 基于 CLIPS 的嵌入程序设计

3.1 CLIPS 嵌入 VC2010 简介

CLIPS 嵌入到 VC++ 有两种方式:直接嵌入方式及加载动态链接库(DLL)方式^[4-5]。虽然后者在嵌入时更加方便,但在人机交互显示方面,加载动态链接库方式并没有摆脱类似 DOS 命令行式的操作方式。直接嵌入式可以充分利用 CLIPS 的用户自定义函数功能,使用 C++ 语言在 CLIPS 与 VC2010 中编写自定义函数,CLIPS 调用自定义函数将需要的参数传送给 VC2010,并通过自定义函数将规定的参数回传给 CLIPS,因而形成一个以用户自定义函数为桥的情形,如图 2 所示。

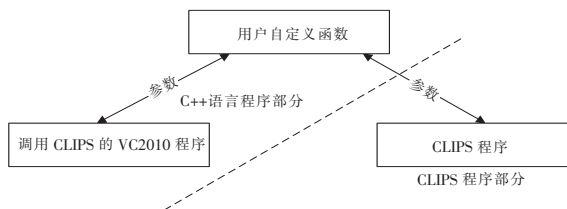


图 2 用户自定义函数桥接示意图

Fig. 2 Schematic diagram of user-defined functions bridging

本文设计的专家系统主要包括以下几个功能:

- (1)设备故障的诊断;
- (2)通过专家系统界面,提供友善的故障诊断过程的人机对话界面;
- (3)直观的结果显示。

为了完成上述功能,程序首先设计用户自定义函数,使 CLIPS 与 VC2010 可以进行参数交换;其次程序需要将专家系统的推理过程以及最终结果进行显示,详细设计如下面所介绍。

3.2 自定义函数的设计

如前文中所述,在将 CLIPS 直接嵌入到 VC2010 时,为了将 CLIPS 的推理诊断功能与 VC2010 的人机交互显示功能有机地结合在一起,需要编写自定义函数来将这两种语言桥接起来。

编写自定义函数工作分为 3 个步骤:

- (1)在要推理的窗口中编写用户自定义函数,例如:

```
void YesorNo(char * str1, char * str2, char * str3)
{
    str1=RtnLexeme(1); //question
    .....
    if(r)
        {AssertString(.....);}
```

RtnLexeme() 为 CLIPS 函数,其原型为:char * RtnLexeme(argumentposition),是 CLIPS 返回给 VC2010 参数的字符型指针,argumentpositon 为参数在函数中的位置。使用 RtnLexeme 就可以将 CLIPS 的参数传送给 VC2010。

与 RtnLexeme()对应的 AssertString()函数则会将 VC2010 的参数以字符指针的方式传送回 CLIPS。

- (2)编写自定义函数后,用户通过修改 CLIPS 中 UserFunctions.c 文件来声明自定义函数,自定义函数可以在 CLIPS 中调用。

方法为:在 UserFunctions.c 中为自定义函数调用 DefineFunction 函数,使自定义函数可以被 CLIPS 编译和链接,例如:

```
void UserFunctions()
{
    extern void YesorNo(.....);
    DefineFunction("YesorNo", 'c', PTIF
        YesorNo, "YesorNo");}
```

DefineFunction 也是 CLIPS 的函数,第 1 个参数是函数的名字,第 2 个参数是返回 CLIPS 的

返回值类型,第 3 个参数则是指向实际函数的指针,第 4 个参数代表第 3 个参数的字符串。

- (3)在 VC2010 项目头文件中声明自定义函数为外部引用函数,声明代码如下:

```
extern "C" void finialanswer(char * str);
```

4 专家系统显示程序设计

完成编写自定义函数后,CLIPS 程序与 VC2010 程序既可以实现跨程序之间参数传递,其显示程序的流程图如图 3 所示。

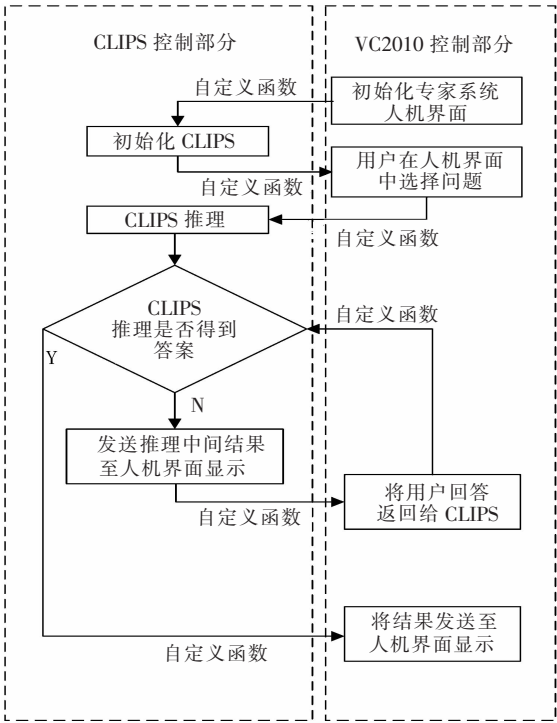


图 3 专家系统显示流程图
Fig. 3 Flow chart of display program of expert system

4.1 知识库加载

在程序初始化时 CLIPS 首先通过 VC2010 选择加载的规则知识库 *.CLP,知识库分为规则知识库和事实知识库,它们分别存放了用于故障诊断推理的知识规则以及相关的故障结论,可以说知识库是专家系统的记忆核心^[6]。在规则知识库加载成功后,CLIPS 程序通过规则知识库文件中的程序加载与之对应的事实知识库文件 *.DAT,完成 CLIPS 的初始工作,并开始运行故障诊断推理,程序代码如图 4 所示。在 VC2010 完成初始化后,故障诊断专家系统界面如图 5 所示,用户从下拉菜单中选择故障现象后,点击运行

推理按钮,这时 VC2010 将加载相应的规则知识库,并执行 Initialize CLIPS()函数,对 CLIPS 进行初始化,CLIPS 读取相应的规则知识库后通过 (defrule ()=>(load-facts "1.dat"))规则,选择相应的事实知识库进行故障诊断。

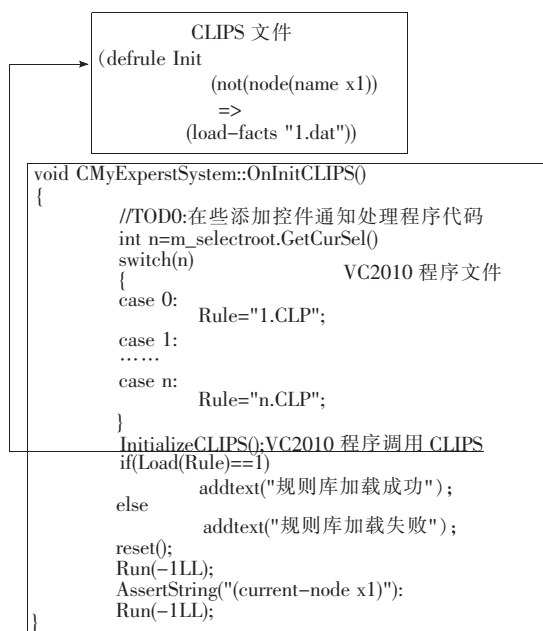


图 4 VC2010 初始化 CLIPS 程序代码

Fig. 4 CLIPS initialization code in VC2010

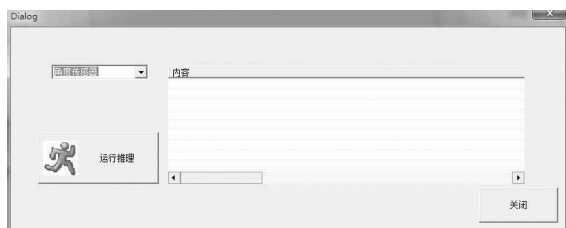


图 5 故障诊断专家系统界面

Fig. 5 Fault diagnosis expert system interface

4.2 专家系统推理过程

专家系统推理过程程序代码如图 6 所示。初始化完成后,CLIPS 首先使用规则 (defrule ask =>(Yes or No))将事实知识库中预先设置好的问题提取出来,并通过调用在 VC2010 自定义函数中的 RtnLexeme()函数将规则知识库中存储的问题传送给 VC2010,将 CLIPS 推理过程中需要用户回答的问题传送给 VC2010。最后在 VC2010 中显示一个由“是”、“否”两个选项及带有 CLIPS 问题的对话框对用户进行询问,当用户做出选择之后,VC2010 通过 AssertString()函数

将用户的回答返回给 CLIPS 做进一步推理用,并将 CLIPS 的问题以及用户的选择通过 addtext()函数显示在专家系统界面的列表中作为工作日志 (图 7)。

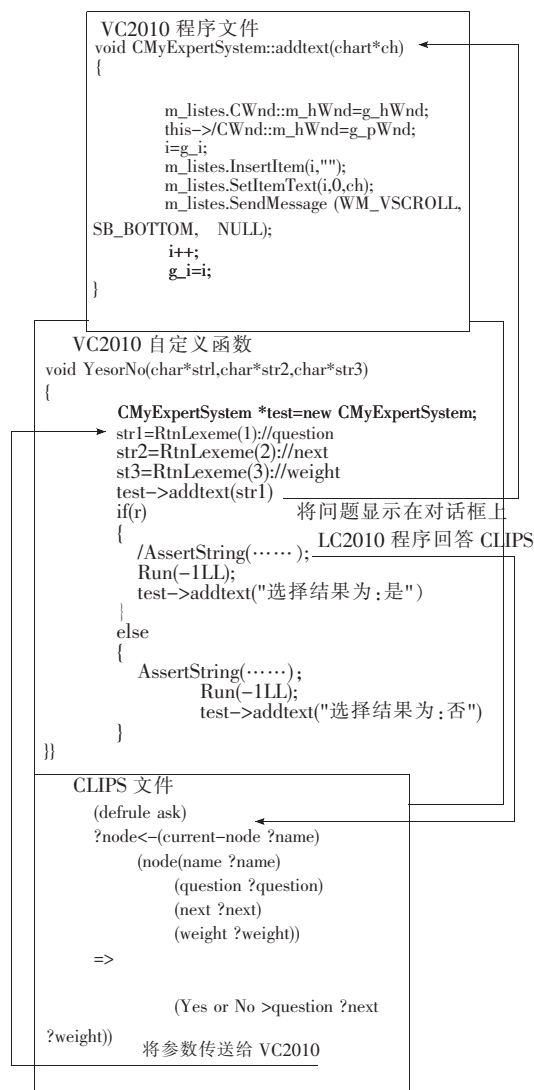


图 6 专家系统询问过程程序代码

Fig. 6 Code of the expert system inquiry program

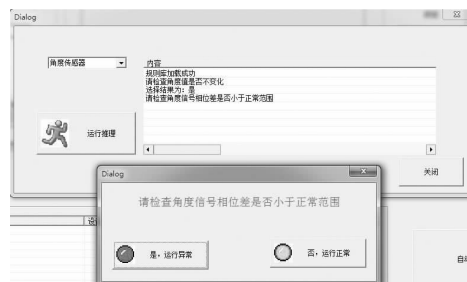


图 7 专家系统询问显示界面^[7]

Fig. 7 Display interface of the expert system inquiry program^[7]

如果 CLIPS 没有询问完在事实知识库中设定的所有问题,即系统没有询问完“黑板”中声明的所有故障现象,则系统会继续返回人机界面询问下一个故障现象;如果所有故障现象都已经询问完毕,系统则进入故障诊断推理所得到的的结果进行显示。

4.3 诊断推理结果显示

在完成询问后,系统通过比较,将最有可能故

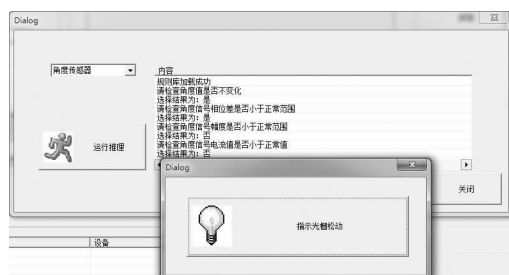


图 8 专家系统显示结果

Fig. 8 Display the results of expert system

障原因发送至专家系统诊断结果窗口(图 8), 同时也在专家系统界面的日志栏中显示故障原因,其显示方法与推理过程类似,这里就不再赘述。

5 结 论

CLIPS 是一款功能强大的专家系统软件,它具有强大知识推理能力,将它嵌入到 VC2010 中,既可以发挥 CLIPS 强大的推理能力,又可以发挥 VC2010 友善的软件界面开发的优点。文章重点阐述了如何将 CLIPS 嵌入至 VC2010 中,以实现专家系统故障诊断推理过程以及诊断结果的显示。充分发挥了 CLIPS 语言编程的灵活性,以及 VC2010 良好的人机交互显示功能,克服了 CLIPS 本身操作显示界面不友好的缺点。

参 考 文 献:

- [1] 沈大伟,庄诚,王学雷. 基于 CLIPS 的故障诊断专家系统开发 [J]. 化工自动化及仪表, 2012, 39(4): 450-453.
- [2] 刘品红,孙辉,沈宏海,等. 机载光电成像设备的可测试性系统设计 [J]. 光学精密工程, 2008, 16(12): 2435-2440.
- [3] 程慧霞. 用 C++ 建造专家系统 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1996: 36-37.
- [4] 马华杰,袁永军,谭悦,等. CLIPS 与 Visual C++ 接口研究 [J]. 仪器仪表用户, 2005 12(6): 110-111.
- [5] Giarratano J C. CLIPS Basic Programming Guide, Quicksilver Beta December 31st 2007 [EB/OL]. [2007-12-31]. <http://www.ghg.net/clips>.
- [6] 郑璇,马昕,张贝克. Visual Prolog 在专家系统故障诊断中的应用 [J]. 计算机工程, 2009, 35(16): 189-194.
- [7] 徐正平,徐永森,匡海鹏. 具有人机交互界面的步进电机控制器设计 [J]. 液晶与显示, 2012, 27(4): 515-522.