

一种结合 CLIPS 和 VC++ 开发专家系统的方法^①

A Method to Realize an Expert System Using CLIPS and VC++

谢晓方 (烟台海军航空工程学院军械工程系 264001)

姜震 (烟台海军航空工程学院学员旅 264001)

摘要:本文介绍了 CLIPS 和 C++ 程序混合编程的优势和方法,并以第四代战斗机驾驶员辅助决策系统的开发为例,探讨了两者在系统开发中的应用。

关键词:CLIPS VC++ 专家系统

1 引言

专家系统的开发一直是人工智能领域的一个重要研究方向。目前比较流行的专家系统开发语言主要有以下几种工具:

(1) 程序设计语言。包括通用程序设计语言(如 C\C++、PASCAL)和人工智能语言(如 Prolog 和 Lisp)两种。

(2) 专家系统外壳。它是由一些已经成熟的具体专家系统通过抽取其中的具体知识,而保留它的体系结构和功能演变过来的。利用它可以快速产生一个专家系统。主要缺点在于灵活性和通用性比较差,只局限于某些特定的领域。

(3) 专家系统开发工具。它介于两者之间,为知识的表示提供了固定的模式,使专家系统的构造变得很方便。专家系统开发工具不局限于特定的具体领域,与专家系统外壳相比有更大的通用性和灵活性,其代表有 OPS、CLIPS、FRL 等。

这三种方式各有优缺点,其中专家系统工具以其高效、简便成为最常用的工具;另一方面,随着面向对象的程序设计方法的发展,VC++ 等面向对象的可视化编程工具成为广大科技工作者熟悉和喜爱的开发工具。这里我们选择两者结合的方法来开发专家系统,可以充分利用两者的特点实现优势互补。

2 CLIPS 简介

CLIPS(C Language Integrated Production System)是由美国航空航天局约翰逊空间中心(NASA's Johnson Space Center)开发的一种专家系统工具,由 C 语言编写而成。最初的版本发布于 1985 年,当前的最新版本是 CLIPS 6.22。

CLIPS 基本结构是产生式系统,采用正向推理机制,CLIPS 与一般的产生式系统的不同在于其推理过程中独特的 RETE 模式匹配算法,极大地提高了系统的反应速度。

CLIPS 专家系统主要有三大部分组成:

(1) 知识库:包括初始事实和初始对象实例以及规则库。

(2) 推理机构:控制整个规则的执行,决定规则是否应该执行和什么时候被执行。

(3) 黑板:由事实列表和对象实例列表组成,用于存储推理结果数据(黑板数据)。黑板数据包括开始推理以来得到的事实集和对象实例集。

最初的 CLIPS 版本只支持产生式表示法,在 6.0 以后的版本中增加了对面向对象表示法的支持。这两种方法既可以单独使用也可以结合起来使用。因此可以实现两种方法的优势互补。

由于具有兼容性好、知识表达方式灵活、运行效率高、集成性好、可免费使用且可靠性高的特点,CLIPS 已经成为目前应用最为广泛的专家系统开发工具之一。

3 CLIPS 和 VC++ 结合的优势

任何一种语言都有自己的优势和缺陷,C++ 是当前主流的程序设计语言,在人工智能领域也有广泛的应用。它的优点:

(1) 具有强大的功能,便于实现和硬件相关的底层功能。而且擅长进行复杂的数值计算和与外设交换数据等。

(2) 用 C++ 编写的程序效率高,运行速度快并且可移植性好。

(3) C++ 是一种面向对象的语言,便于实现框架或面向对象的知识表示。

^① 本课题为国家“十五”规划支持的重点预研项目

利用 VC++ 实现专家系统的主要缺点是 C++ 在逻辑推理方面并不擅长,因此采用 C++ 编写的推理机的开发程序量相对较大。

CLIPS 的优点包括:

① 逻辑推理方面的强大功能。使用 CLIPS 开发专家系统,推理机的设计可以大大简化。只需要将相关领域的知识按照给定的知识表示模型表示并按一定结构顺序组织起来即可。

② 可移植性好。CLIPS 由 C 语言写成,因此可移植性和速度都很好。并且可以不必改变代码就安装到很多不同的计算机上。CLIPS 已经在 IBM PC compatibles, Macintosh, VAX 11/780, and Sun 3/260 等平台上成功测试过。

③ 可扩展性好。CLIPS 免费提供全部源代码,我们可以根据自己的需要方便的修改和剪裁。

④ 有利于和其他语言联合使用。CLIPS 很容易实现和其他语言的接口,而且 CLIPS 写成的专家系统可以和 VC++ 共同编译,极大的提高了系统运行速度和可移植性。

CLIPS 的主要缺点为:

① 它在数值计算、数据采集和与外设的数据交换等方面并不擅长。

② 由 CLIPS 开发的专家系统和数据库系统之间的接口不易实现。

③ CLIPS 只提供文本环境和用户进行交互,缺少开发图形用户界面的能力。

从以上分析可以看出,VC++ 和 CLIPS 在开发专家系统方面都有各自突出的优势,也有其缺陷。两者具有很强的互补性:CLIPS 在逻辑推理方面的强大功能使它适合编写专家系统的知识库和推理机部分;VC++ 用于开发人机界面、处理与数据库和外设的数据交换。CLIPS 在推理过程中遇到的复杂数值运算则通过调用 VC++ 编写的外部函数来完成。这样结合 VC++ 和 CLIPS 编程我们可以实现功能强大、界面友好的专家系统。

4 实例分析

第四代战斗机驾驶员辅助决策系统是计划装备于新一代战斗机上的智能辅助决策系统,用于辅助飞行员在飞行和战斗中收集到的信息进行分析和推理,并及时准确的做出决策。这一课题是目前国际航空军事领域研究中的热点,对提高飞机作战能力有显著的作用。因此本课题中我们以飞行员辅助决策为研究对象,进行了相关系统的预研和开发工作。

这一系统主要由数据库系统、知识库系统、人机接口等几个主要部分组成。这是一个非常复杂的系统,它的设计需要涉及到虚拟现实、人工智能和数据库等多种技术的综合应

用。在这种情况下如果只选择单一的开发工具很难满足要求,因此我们采用 VC++ 和 CLIPS 两者结合作为辅助决策系统的主要开发工具。其中 VC++ 作为整个系统的基本开发平台,负责数据采集、处理,开发人机界面;而 CLIPS 则用于开发知识库系统。这是系统的关键组成部分,主要用于根据数据库中的参数进行推理,辅助飞行员做出判断与决策。

整个系统的构成如下图所示。其中知识库系统采用 CLIPS 开发,其余部分采用 VC++ 完成。

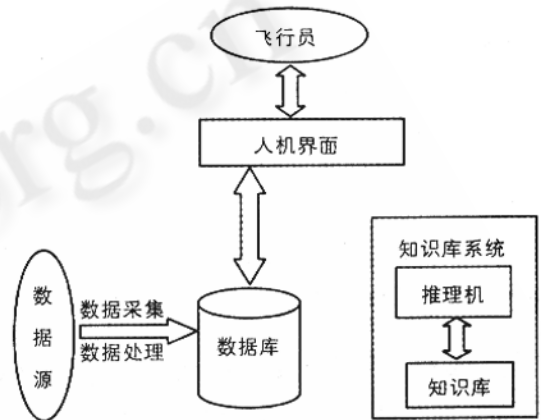


图 1 系统组织结构

5 CLIPS 与 VC++ 的接口设计

CLIPS 很容易实现和其他语言的接口。CLIPS 程序可以嵌入在其他过程性语言编写的程序中使用,同样其他过程性语言也可以被作为外部函数而被 CLIPS 调用。在 CLIPS 中嵌套其他语言比较容易实现,只要在 CLIPS 主程序(main 函数)中定义的 UserFunctions 函数中对需要调用的外部函数加以声明即可。这里我们主要讨论将 CLIPS 嵌入其他语言编写的程序中运行的方法。其中 CLIPS 与 C/C++ 语言的混合编程是最易于实现的,也是最可靠的。

CLIPS 和 VC++ 程序的嵌套使用主要有两种方法:直接嵌入式的混合编程和 DLL 方式的混合编程。

5.1 DLL 方式的混合编程

在因特网上可以下载到随同 CLISP 开发环境发布的软件包,其中包含了一个 clips.dll 文件,这是 CLIPS 的开发者提供的动态链接库。这个动态链接库中封装了 CLISP 的核心命令如 Load、Reset、Run 等。通过调用此动态链接库中的函数可以实现 CLISP 的绝大多数核心功能。[1]通过引入 clips.dll 文件,我们将 CLISP 内核(去掉原来的人机交互式界面)嵌入到 VC++ 编写的主程序中,从而实现 CLIPS 和 VC++ 的混合编程。

此外,在相关网站也可以找到名称为 `clipsmfc.h`、`cpp` 的文件,CLIPS 的开发者在其中实现了一个类: `CCLIPSWrap`。这个类把 `clips.dll` 的所有函数封装起来,使之利用起来更加方便,并且符合 C++ 语言的习惯。`CCLIPSWrap` 类主要用来完成以下两方面的工作:引出所有 `clips.dll` 中定义的函数,并建立 CLIPS 运行环境。用户可通过该类的成员变量和成员函数直接使用 CLIPS 的函数。有了 `CCLIPSWrap` 类,在 C++ 程序中嵌入 CLIPS 作为专家系统的内核就容易多了,而且整个程序也更符合面向对象的程序设计风格。我们还可以进一步对这个类进行修改,使之更符合我们的需要。

5.2 直接嵌入式的混合编程

CLIPS 的源代码是公开的,用户可以自由使用和修改。当 CLIPS 作为嵌入式程序运行时,原来在交互式界面可用的命令和功能都可以通过直接对源代码中的函数调用来完成。我们可以在 C++ 程序中把 CLIPS 的源代码包含进去,做出一定的修改,然后和主程序一起编译、链接形成一个整体。我们以 Windows 环境下的编程为例,介绍其连接的方法。所需要的 CLIPS 源代码有核心代码 `CLIPSSrc.zip` 和 Windows 界面代码 `Interface.zip` 两部分。在网上可以免费下载。将 CLIPS 直接嵌入的方法是:首先在工程目录下建立一个名为 `source` 的文件夹, `source` 文件夹下再建立两个文件夹 `clips` 和 `Interface`;然后将 CLIPS 核心代码和 Windows 界面代码分别拷贝这两个文件夹下,再将核心代码复制一份也放在 `Interface` 文件夹下。最后将这些文件添加到工程中。

当 CLIPS 被当作 C++ 应用程序的嵌入式程序使用时, C++ 程序必须提供一个主程序以替代 CLIPS 源代码中的主程序(这里是 `WinMain.c`)。在其中通过调用 CLIPS 源代码中的 `InitializeCLIPS` 函数来完成 CLIPS 的初始化。而且不管 CLIPS 有没有调用外部函数, `UserFunctions` 函数也都必须在主程序中被定义。在作完这些工作之后对 CLIPS 的调用就可以和对其他普通的子程序的调用一样进行。注意在此之前还应该主程序中包含以下头文件:

```
#include "clips.h"
```

最后把所有 CLIPS 源代码文件(除了原来的 `WinMain.c` 文件以外)和 VC++ 程序一起编译和链接,形成一个可执行文件。

5.3 两种连接方式的比较

这两种方法有各自的优点:直接嵌入式的编程方式将 CLIPS 源代码和主程序一起编译、连接形成一个整体,运行速度会比较快,但需要的内存较多。另外直接嵌入式的编程需要在主程序(`WinMain` 函数)中完成对 CLIPS 的加载和初始化,而在 MFC 编程中 `WinMain` 函数是隐藏的,通过应用程序类(`CWinApp`)的实例化来完成的,这样就限制了对 MFC 的

使用,使程序编写的困难增大;而动态连接库方式则不存在这个问题,它是 CLIPS 开发者为了方便在 MFC 程序中嵌入 CLIPS 而编写的。此外,动态连接库是编译好的,在程序编制过程中不需要重新编译,所有的函数都可以直接调用。而且所有的程序可以共享这个动态连接库,有助于减小程序的规模,而程序中的各个进程或者线程都可以共享一个 CLIPS 运行环境,这对于降低程序对内存的需求是非常有利的[2]。

综合以上特点,在本系统的开发中我们采用动态连接库方式,将 CLIPS 内核嵌入主程序中。

6 开发自己的图形用户界面

CLIPS 的运行环境是基于文本交互式界面。不仅用户界面不友好,而且人机交互浪费时间,极大延缓了系统反应速度,不适合本系统的设计要求。因此在设计中我们抛弃 CLIPS 原来的界面,采用 VC++ 开发自己的人机界面。CLIPS 的输入由 VC++ 完成,推理的结果直接反映在人机界面上。CLIPS 提供了方便的途径使用户能开发出具有良好的图形用户界面的专家系统。这是由 CLIPS 的 Router 模块(`Router.c`)实现的。它提供一系列的函数,使开发者能方便的把专家系统的界面从基于命令行的变为 Windows 的图形用户界面。这主要是通过 CLIPS 中的局部名字(logical names)来实现的。CLIPS 的输入输出路径是由局部名字指定的。要改变 CLIPS 的 I/O 路径,开发者只需要把相关的局部名字和自己开发的界面对应部分联系起来即可。通过这种方式,可以开发出符合自己需要的图形用户界面。

7 结束语

CLIPS 作为一种优秀的专家系统开发工具,有着广阔的应用前景。我们采用它与 VC++ 相结合的方式进行了飞行员辅助决策系统的开发。与其他方式相比,这种方法具有源代码公开,因此系统安全可靠;可移植性好,更适应机载设备环境等明显优势。

参考文献

- 1 唐红斌、文晟, CLIPS 在工程制图专家系统中的应用研究, 计算机应用, 2003 年 2 月。
- 2 张鹏、张维竞、罗蛟龙, 一种开发故障诊断专家系统的新方法, 微型电脑应用, 2000 年第 16 卷第 7 期。
- 3 STB of NASA, CLIPS Architecture Manual 2001.
- 4 STB of NASA, CLIPS Reference Manual Advanced Programming Guide 2001.
- 5 STB of NASA, CLIPS User's Guide 2001.