

Visual Prolog 智能集成开发环境评述

雷英杰, 邢清华, 孙金萍, 张雷

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要: Visual Prolog 是国际上已经广泛流行的功能强大的通用智能化应用集成开发环境。本文全面评述其功能特点, 包括 Visual Prolog 的由来与发展、可视化开发环境、可视化编程接口、语言与编译器、运行环境等。

关键词: Visual Prolog; 人工智能; 逻辑程序设计; 开发环境

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2002)05-0039-05

智能化是当前计算机、自动化、通信、管理等信息科学技术领域中的新方法、新技术、新产品的重要发展方向与开发策略之一。信息处理的智能化与信息社会对智能的巨大需求是人工智能发展的强大动力。人工智能研究曾取得过许多令人瞩目的成果, 也走过不少弯路, 经历过不少挫折。近几年来, 随着计算机与网络通信技术的迅猛发展, 特别是因特网的大规模普及, 人工智能的研究再度活跃起来, 并正向更为广阔的领域发展。围绕智能化应用系统的研究和开发也迎来一个蓬勃发展的新时期。因此, 引进与消化国际上已经广泛流行的功能强大和通用的智能程序设计语言、工具与环境, 对于我国开发智能应用系统十分必要。有鉴于此, 本文全面介绍和评述 Visual Prolog 的功能特点, 希望对我国在这一领域从事教学、研究及应用开发的同行有所启迪。

1 Visual Prolog 的由来与发展

Prolog 语言是人工智能与专家系统领域最著名的逻辑程序设计语言。Visual Prolog 意指可视化逻辑程序设计语言, 是基于 Prolog 语言的可视化集成开发环境, 是 Prolog 开发中心(PDC)最新推出的基于 Windows 环境的智能化编程工具, 其语言特性符合相应的国际标准 ISO/IEC 13211-1:1995。目前, Visual Prolog 在美国、西欧、日本、加拿大、澳大利亚等发达国家和地区十分流行, 是国际上研究和开发智能化应用的主流工具之一。预计短时期内, 在国际上已经十分流行的最新版本的可视化逻辑程序设计语言 Visual Prolog 将会在我国广泛流行开来, 并将迅速成为我国研究和开发智能化应用的最重要的工具。

Visual Prolog 具有模式匹配、递归、回溯、对象机制、事实数据库和谓词库等强大功能^[1-2]。它包含构建大型应用程序所需要的一切特性: 图形开发环境、编译器、连接器和调试器, 支持模块化和面向对象程序设计, 支持系统级编程、文件操作、字符串处理、位级运算、算术与逻辑运算, 以及与其它编程语言的接口。Visual Prolog 包含一个大型库, 捆绑了范围广阔的 API 函数: 包括 Windows GUI 函数族、ODBC/OCI 数据库函数族和 Internet 函数族(socket、ftp、http、CGI 等)。这个开发环境全部使用 Visual Prolog 语言写成, 而且包含对话框、菜单、工具栏等若干编码专家和图形编辑器。Visual Prolog 支持 Windows 98/Me/NT/2000/XP、OS/2 及文本方式下的 Linux 和 SCO UNIX。

Visual Prolog 非常适合于专家系统、规划和其它 AI 相关问题的求解, 是智能程序设计语言中具有代表性且应用较多的一种程序设计语言。由于这种语言很适合表达人的思维和推理规则, 在自然语言理解、机器定理证明、专家系统等方面得到了广泛的应用, 在智能程序设计语言中占有相当重要的地位。

Prolog 是全世界计算机科学家多年来研究工作的结晶。Prolog 的第一个正式版本由法国马赛大学(A

Colmerauer)于70年代作为一种逻辑程序设计工具研制。其结果是诞生了一种远比当今 Pascal 和 C 这样著名的编程语言功能更加强大的语言。一个特定应用的 Prolog 程序典型情况下只需要对应 C++ 程序的十分之一程序行。

今天,Prolog 是人工智能应用编程和专家系统开发的一个非常重要的工具。更多的“用户友好性”和智能化程序的要求是使 Prolog 流行起来的另一个原因。但 Prolog 最重要的好处是非常公平地适用于任何应用领域:通过让程序员建立对象和进程之间的逻辑关系,复杂问题更容易从本质上求解,而且产生的程序在其生命周期更容易维护。定制知识库、专家系统、自然语言接口和智能信息管理系统这些应用都是当前使用 Visual Prolog 进行程序设计的领域范围^[3]。

Prolog 已经走出了人工智能实验室,PDC 的 Visual Prolog 是一个商业上富有竞争的通用开发环境。Visual Prolog 因其容易增加程序甚至网站的智能化特性而日益变成许多开发者选择的工具。

Prolog 是一种众所周知的说明性语言。这就是说,给出所需要的事实和规则,Prolog 将使用演绎推理求解编程问题。这与传统的过程性编程语言如 C、BASIC 和 Pascal 等形成了鲜明的对照。在过程性语言中,程序员必须提供一步一步的指令,准确地告诉计算机如何求解给定的问题。换句话说,程序员必须预先知道如何求解这个问题。相反,Prolog 程序员只需要提供对问题的描述和求解的基本规则。

然后,Prolog 系统本身将确定如何找到一个解。由于这种说明性(而不是过程性)方法,众所周知的错误来源,诸如循环操作次数多一次或少一次这样的错误,一开始就被排除了。Prolog 鼓励程序员从结构良好的问题描述开始,因而实际上,Prolog 也可以被用作指定产品的规格说明工具和实现工具。

Visual Prolog 是 PDC Prolog 和 Turbo Prolog 的后继产品。在微机上,Visual Prolog 是基于 Windows 环境的,而早期的 PDC Prolog 和 Turbo Prolog 是基于 DOS 环境的。Visual Prolog 特别适合于处理知识和知识问题求解,是优秀的智能化应用开发工具。同时它与 SQL 数据库系统、C++ 开发系统和其它语言工具如 Visual Basic、Borland 的 Delphi 或 IBM 的 Visual Age 一样,都致力于同样的目标,已经成为适合于任何应用领域的通用开发工具。当今有一些组织趋向于用数据库技术来求解一切问题,但这种途径常常在开发时间和最终系统的性能两方面导致坏的结果。用 Prolog 开发的应用程序具有更优越的性能和用户友好性、更短的开发时间。PDC 的 Visual Prolog 特别适用于这些传统类型的数据库任务,因为 Visual Prolog 具有的编程能力之一就是十分易于使用的数据库引擎。Visual Prolog 由于高度优化的编译器,创建的程序非常快,几乎与基于 C++ 的应用程序一样快。

Web 编程支持和对象机制这两种功能是对 Visual Prolog 商用有效性的巨大贡献。对象机制本身就是一种非常强大的建模工具,几乎已经成了 Pascal、C++、Smalltalk 等语言的一种事实上的标准。Web 编程支持是一个重要的新特性。譬如,用 Visual Prolog 写的专家系统,可以被连接到 Web 页,在支持部门、网上贸易和其它一些基于 Web 技术的开发等方面将发挥重要作用。

2 可视化开发环境

Visual Prolog 的可视化开发环境(VDE)^[4]把编译器与编辑器、资源工具箱、资源和应用程序专家、交互式建造工具和各种浏览工具等结合在一起。

在交互式、可视化地创建用户接口部件之后,就自动生成了一个运行原型。应用程序专家为一个项目创建所需要的全部文件,资源专家知道如何生成 Prolog 代码,以支持所选择的全部资源。

设计 VDE 是为了使开发应用程序更加容易、方便和快捷,这些应用程序是基于每一个本地操作系统提供标准接口的高级抽象。功能上相同的可视化开发环境可以运行在所有的 Windows 平台上。

编码专家(Code Expert)创建并维护 Prolog 的控件资源代码。Visual Prolog 最大的强项可能是把布局设计工具(Layout)和编码专家结合在一起。编码专家完成大部分工作,就是说,你可以在几分钟之内创建一个应用程序,然后从这个原型逐渐增强到最终的应用程序。

应用程序专家(Application Expert)能生成一个新项目,或对一个现有项目进行配置。它说明操作系统、用户接口策略、C 编译器、伴随工具等数千种组合情形。当生成一个新项目时,它将自动建立所有的基本工具,如帮助文件、工具栏、菜单等。

资源编辑器包含一组工具,这些工具使得以交互方式可视化地设计和修改用户接口成为可能。可以直接使用鼠标安排控件在对话框或窗口中的布局,设置访问属性。资源由窗口、对话框、位图、图标、光标和字

字符串等组成,它们在任何使用 GUI 的应用程序都是需要的。Visual Prolog 具有很强的引入资源的能力。资源可以从 DLL、应用程序、RES 文件及其它 Visual Prolog 项目引入。

Visual Prolog 包含一个语言敏感的文本编辑器,它具有现代开发环境中能找到的所有特性。例如编辑器强大的源代码控制功能,可以使 Visual Prolog 的关键字和其它语言元素的代码有不同的颜色。这些颜色能使谓词名、参数、注释等之间的差别更易于区分。例如,整型常数可以分配以红色显示。编辑器支持不受限制的撤消与重做设施、搜索与替换、剪切、拷贝、粘贴、快速拖放移动块,甚至嵌入超文本链接。此外,与以前的 PDC 编辑器一样,程序员能够把这个编辑器功能包括在自己的应用程序中。这个编辑器用在 VDE 中的独有特色是它知道 Visual Prolog 的所有谓词、用户接口部件、颜色、常量等。所有这些特性都可以容易地用鼠标粘贴到源代码。

VDE 包含有帮助生成器。内置的帮助创作系统使得很容易给出应用程序的联机帮助。这个帮助系统是基于 PDC 的超文本抽象机(HAM)的。在帮助创作系统中,有可能在设计阶段交互式地输入文本,用鼠标标记新的链接,跟随现有的链接。帮助系统能够输出 Windows 的 RTF 格式,所以它可以生成本地的 Windows 帮助系统。Help 编译器(如 HCW.EXE)不包括在 Visual Prolog 中,但可以在 Visual C++ 和 Borland C++ 产品中找到。也可以在 ftp.microsoft.com 站点下载一个最新版本的 Windows 帮助编译器。

Visual Prolog 编译器为源代码浏览器产生信息,所以,检查模块中的谓词、浏览项目中所有全局谓词,或者查找任何谓词、论域声明或定义的位置,都是可能的。

Visual Prolog 也可以使用源代码控制系统,如 Visual SourceSafe、PVCS 和 MKS,因而很容易在几个项目之间共享源代码,也允许多个程序员从事同一项目。

Visual Prolog 的联机帮助设施提供一个完全的 VDE 操作指南和完整的基本 Prolog 语言及可视化编程方面扩展的参考信息。当 Prolog 程序较大时,你就会发现 Visual Prolog 的调试器是一个不可缺少的工具。调试器对编译出来的代码进行工作,允许设置断点和单步执行代码。当单步执行代码时,可以检查变量的值及尚待证实的事实的内容。

Make 工具处理编译、连接、资源编辑和资源绑定等所有的复杂性工作。Make 工具检查时间戳,每次只编译所需要的文件。为了显示项目的结构,可以把项目中的依赖关系显示成一个树。

在 Visual Prolog 专业版本中有一个 VDESRC 子目录,在这个子目录中可以找到可视化开发环境的全部源代码。有了它,就可以任意定制所期望的 VDE,或者研究在程序中如何实现这些功能、适当的工具和技术。用来安装 Visual Prolog 的安装程序本身是用 Visual Prolog 写成的,其核心源代码包含在磁盘上。它能被修改而创建你自己应用程序的安装程序。

3 Visual Prolog 语言与编译器

Visual Prolog 的编译器产生紧凑的本地代码,足以与 Pascal 和 C 编译器所生成的代码媲美。编译器执行几种不同的分析,范围从全局流程分析和确定性机制检查,向下到寄存器分配和偷窥优化。

除了产生有效代码以外,编译器还执行许多高级检查,检测潜在的编译时间问题。主要是类型检验分析、全局流程分析、确定性机制检查和可能的失败检测。

检测编译时间错误的类型检查机制。许多 Prolog 是无类型的解释程序,而 Visual Prolog 杰出的特性之一恰恰是其强类型机制,它提供一个额外级别的编程安全性。类型声明是资料性代码,有助于编译器在开发的早期阶段指出创建的类型错误和更严重的逻辑错误。因此,通过比照程序员和开发系统之间的类型,使得类型声明有助于保证一个程序在整个产品生命周期的完整性。更进一步,这些声明帮助编译器生成的程序更有效,在执行期间更节省存储空间。

异常处理和错误陷阱。Visual Prolog 包括功能强大的处理错误情况和控制用户中断的机制。程序员可以在错误检查和错误报告的各个级别上进行选择。例如

```
check_diskette(S) :- trap(disk(S), ExitCode, errorhandler(ExitCode)).
```

类和对象。人们常常在面向对象和说明性编程语言之间进行取舍,但在 Visual Prolog 中,可以同时使用来自这两种范例的特性。Visual Prolog 语言支持对象和类,在设计中与 C++ 实现类似。

可移植性编码。Visual Prolog 系统可用于多种平台,并能为多种平台生成程序。除了个别操作系统专用设施和限制之外,Prolog 代码在所有平台之间是可移植的。诸如拷贝、重命名和删除文件、调用其它程序、返

回日期和时间等函数,在所有平台上的工作都是相同的。应用程序能够针对 Windows 98/Me/NT/2000 /XP 及 Linux 等产生各种不同的应用程序版本。

开放式平台。Visual Prolog 很好地设计了与其它编程工具的接口。Visual Prolog 能生成其它语言可调用的例程,它本身也能够调用其它语言编写的例程。接口是通用的,而且支持所有产生标准 OBJ 模块的编译器。此外,Visual Prolog 程序还能够调用 DLL,并被放在 DLL 内部。

通过声明全局 Visual Prolog 谓词为 C 语言(或 stdcall)调用约定,通过声明参数类型和输入/输出流程模式,在 Visual Prolog 和 C 之间不用特殊的胶合代码而直接调用 C 例程(就象它们是 Prolog 代码一样)是完全可能的。这种接口在两个方向上起作用,当谓词象 C 语言那样声明时,它们能够被 C 语言例程直接调用。例如

GLOBAL PREDICATES

```
procedure LONG vpi_LoadDll( STRING ) - (I) language c
procedure vpi_FreeDll( LONG ) - (I) language c
procedure LONG vpi_GetDllProc( LONG, STRING ProcName ) - (I,I) language c
```

数据库子系统。快速而非常灵活的数据库子系统使 Visual Prolog 成为一个比许多 4GL 数据库应用更适当的选择。这个数据库系统支持一个独特的 Visual Prolog 项的有序链的集合,而数据库的项可以是语言本身支持的任何抽象或数据结构,从简单的记录到树或图。数据库系统能直接访问单个项,或经由项的链进行回溯,以产生或匹配特定值。项可以存放在三个位置中的任何一处:在一个文件中、在内存中或在 EMS 中。数据库还支持 B+ 树,以提供快速数据检索和有效改变项排序的能力。

如果你正在 LAN 应用程序中使用数据库,就可以利用 Visual Prolog 支持外部数据库系统的文件共享这个优点。通过使用相应的机制,在交易内部使文件访问串行化,从而可有效地提供多用户数据库访问功能。也就是说,一个数据库可以被几个用户或几个进程同时打开。

Prolog 解释器源代码。Visual Prolog 还包含 Prolog 推理机 PIE(Prolog Inference Engine):用 Visual Prolog 编写的一个标准 Prolog 解释器的全部源代码。对于更多地学习 Prolog 如何工作和如何把元语言能力加进应用程序来说,这个解释程序是一个强大的工具。你可以修改这个解释程序,创建自己专用的逻辑程序设计语言、推理机、专家系统外壳或程序接口等。

把 Prolog 编译器嵌入到应用程序。在 VPI\TOOLEXAMP\BUILD 子目录中,有一个例子说明如何把 Prolog 编译程序和连接程序集成到你的应用程序,以便编译那些尚未工作的规则。通过在 DLL 中实现规则,就可以改变规则而不用关闭应用程序。对于规划和调度而言,这是一个非常强大的功能特性。要使用这一特性,必须另付给 PDC 运行时间费用,签署一个协议,并且不可以用它来创建一个与 Visual Prolog 产品竞争的应用程序。

4 可视化编程接口

Visual Prolog 已经定义了一种可移植的基于 GUI 的 API,称之为可视化编程接口(VPI)^[5]。这个 API 是一种抽象的设施,可以在 Windows 98/Me/NT/2000/XP 平台中找到。可视化编程接口给 Visual Prolog 程序员一个比本地编程更可移植和更易使用的 GUI API。然而,为了使用户不受限制,VPI 也包含不可移植的平台专用设施和选项。如果使用平台专用设施,那么,应用程序就是不可移植的,或者必须使用条件编译提供不同平台的选择行为。还有可能象在 WINBIND 或 PMBIND 子目录中那样,直接对潜在的 API 进行编程。

与基本的可移植 VPI 一起,许多高级 GUI 部件已经在 VPI 顶层实现。这些部件提供了源代码,当然对于 VPI 所支持的所有平台都是可移植的。这些工具包括删格(Grid)、树型窗口、Explorer 视图、工具栏、制表对话框、高级报表处理等。

客户/服务器体系结构。Visual Prolog 是一个建造客户/服务器应用程序的功能强大的平台。其主要途径当前是 TCP/IP 绑定,也可以是 Windows 下的 NETDDE。使用其中任何一种设施,程序员可以在单个机器的多个进程之间,或在网络中分开的各机器程序之间,发送任意复杂的 Prolog 项。数据库和逻辑服务器可以用这种设施容易地进行建造。

ODBC 和可移植 SQL 绑定。Visual Prolog 的外部数据库常常是存储大量数据最快和最灵活的途径。然而,数据可能在另一个数据库系统中已经存在,或者这个应用程序需要与其它仅仅使用特定数据库技术的应

用程序共享数据。在这种情况下,能够连接到外部数据库非常重要,而 Visual Prolog 与可移植 SQL 的绑定将使这种情况对于大多数数据库来说得到简化。可移植 SQL 绑定是基于 ODBC、Oracle 的 OCI 库、或 DB2 的。对 Windows 平台而言,Visual Prolog 还包含更广泛的对 Microsoft 的 ODBC API 的直接绑定。

资料处理工具。PDC 的 DOC 工具为处理丰富的格式化资料提供一个高级抽象。用 Prolog 结构来表示资料使得不受实际格式限制成为可能,而不管它们是否为 RTF、HTML 或 IPF 格式。既有从 Prolog 项格式到这些格式的生成器,也有分析程序把任何这些格式转换为 Prolog 项格式。这些工具展现了许多应用程序的能力,如 Word 资料生成、Internet 助理等。这些工具可以在 DOC_TOOL 子目录中找到,子目录中还包含一个示例程序,可以看到 HTML 格式的文件转换为 RTF 格式时的详细情形。

Visual Prolog 包含许多特性,可以容易地创建由 Internet 激活的应用程序,从而提供广泛的 Internet 编程支持。①绑定到套接字(Socket)。包括绑定基本的低级接口和使套接字接口用起来更安全、更容易的高级接口。套接字是针对 TCP/IP 协议的 API,可以用来在 Internet 的程序之间、在一个网络内部或同一台计算机上的两个进程之间建立一种通信;②FTP 支持。Visual Prolog 包含一些 API 和示例程序,显示如何使用 Internet 文件传输协议 FTP 从 Internet 服务器发送和接收文件,演示如何使用 Internet 超文本传输协议(HTTP)。这组 API 可以用来在 Visual Prolog 中创建 WWW 客户与服务器实用程序和 Internet 代理;③CGI 支持。Visual Prolog 支持 CGI,所包含的一些 CGI 例子演示如何创建和生成动态 Web 页的 Visual Prolog 程序;④ISAPI 支持。Visual Prolog 支持 Microsoft 的 ISAPI,允许在 Microsoft 信息服务器或任何其它支持 ISAPI 接口的 HTTP 服务器上有高性能脚本。此外,Visual Prolog 还包括一些例子,显示如何使 Prolog 服务器与 Java 小程序(Applet)进行通信。

Visual Prolog 当前提供一个商业专家系统外壳 ESTA,同时还提供了全部源代码,可以定制和包含在自己的应用程序之中。

总之,Visual Prolog 提供了大量实例来演示上述各种功能。其中有一个标签专家,是创建和打印标签的一个小应用程序。你将发现它是一个真正展示所包含的 VPI 工具能力的精致的小例子。此外,随 Visual Prolog 一起,还提供了许多展示 Prolog 问题求解的典型例子。

5 Visual Prolog 运行环境

推荐 Visual Prolog 运行环境如下:MS Windows 98/Me/NT/2000/XP, Pentium 以上配置的 PC 机,推荐 64 MB RAM 以上,硬盘至少 75 MB 自由空间,专业版完全安装大约需要 200 MB, SVGA 以上分辨率显示器。

参考文献:

- [1] 雷英杰,张雷,邢清华,等 Visual Prolog 语言教程[M]. 西安:陕西科技出版社,2002.
- [2] 雷英杰,邢清华,张雷,等 Visual Prolog 编程指南[M]. 北京:电子工业出版社,2002.
- [3] Holst H J. Visual Prolog Version 5. x Getting Started[M]. New york: Prolog Development Center, 2001.
- [4] Holst H J. Visual Prolog Version 5. x Visual Development Environment[M]. New york: Prolog Development Center, 2001.
- [5] Holst H J. Visual Prolog Version 5. x Visual Programming Interface[M]. New york: Prolog Development Center, 2001.

(编辑:田新华)

Overview of Visual Prolog Intelligent Integrated Development Environment

LEI Ying - jie, XING Qing - hua, SUN Jin - ping, ZHANG Lei

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

Abstract: Visual Prolog has already become a widely used AI programming language in logic and international developing tools and environment, which has a powerful, general - purpose, intelligent and integrated visual studio. All aspects of Visual Prolog are presented in this paper, such as its origin and evolvement, and its visual programming environment, visual programming interfaces, features of programming language and compiler, running environment and so on.

Key words: visual prolog; artificial intelligence; programming in logic; development environment