

关于多媒体推理环境 MIDE 的设计*

高全泉

(中国科学院数学研究所 北京 100080)

A

摘要 MIDE (Multi-media Inference Development Environment) is a knowledge inference development environment where users can apply multi-media information. It consists of inference engines, a multi-media DBMS kernel, tools of inference program development, interface and several application systems. The main inference engine of MIDE is Tuili- I based on Tuili1. 1. In this paper, the main idea and overall design schema of MIDE environment will be presented, functions design of some sub-systems is also discussed.

关键词 Knowledge engineering, Inference, Knowledge programming.

1. 引言

AI (人工智能) 是当代最主要的高科技领域之一, 它在社会发展中的重要性已为人们普遍认识。一般认为, AI 领域内的许多问题的求解, 可以化归为在定义好的问题空间内, 寻找从当前状态到某个目标状态的一条路径的搜索过程。通过搜索问题空间中的状态来得到问题的解涉及两方面的控制。一是搜索方向 (推理方向), 二是在搜索方向确定后, 搜索控制策略的确定。控制策略是关于如何选取和使用算子 (如规则) 作用于当前状态, 以及有多个算子可运用于当前状态时, 实际选取使用哪一个算子的具体处理办法。常用的有宽度优先、深度优先、最佳优先等。最佳优先是解决复杂问题的有效策略。

AI 应用成功的典范, 非 ES (专家系统) 莫属。ES 是一种基于知识的智能系统。E. Feigenbaum 对 ES 有以下通俗的解释: ES 是运用知识进行推理的计算机程序。推理就是使用某种符号逻辑, 从一些事实得到结论的过程, 知识包括两种, 一种是事实, 另一种是经验, 即一种好的猜测和判断^[1], 这种推理本质上是在一定搜索方向和控制策略下的搜索过程。

智能应用的特点决定了 AI 语言的特点。因此, 推理和搜索能力应是衡量 AI 语言水平的主要标准。通用逻辑推理语言 Tuili 就是一个推理功能强、控制策略多样化的 AI 语言。Tuili 语言由中科院数学所陆汝钊教授设计。它的设计体现了产生式系统和逻辑

程序设计相结合, 综合了许多建造 ES 所必需的逻辑功能, 因而比产生式系统和 Prolog 语言有明显的优点^[2,3]。控制策略 (包括: 推理方向、搜索方式、求解策略和限制策略) 丰富, 使用灵活 (由用户在编程中使用) 是它的最主要的特点。此外, 它具有模块化的程序结构, 层次化的控制结构, 方便的交互手段, 高效的计算能力, 并可直接引用外部语言 (C 语言) 程序。一个一般的 Tuili 程序由一组相对独立的模块组成, 知识模块 (规则基) 形成了层次式的推理网络。每个规则基都可使用自己所需的控制策略, 同一规则基在运行的不同阶段, 还可以采取不同的控制策略^[4]。

Tuili 的设计得到国内外同行的高度评价。它的提出也解决了 ES 开发中具有一定普遍意义的难题。Tuili 语言的一个基本集, 即 Tuili1. 1 系统^[5,7], 由作者于 1990 年底在微机上实现并在国内二度推广。有关的实践表明, Tuili 及其实现系统在理论和技术上有明显特色, 而且有很好的实用性。

对于 AI 应用来说, 好的 AI 语言或工具的选择不仅可以降低应用系统开发的复杂性, 而且可以大大提高开发效率。目前的 AI 语言与 AI 应用的实际需求之间尚有明显的距离。所以, 多年来, AI 语言及其工具的研究一直是 AI 的重要内容。我们以 Tuili1. 1 为基础, 做了三方面的扩展, 形成了 Tuili- I^[6]。所作的扩充有: 语言中增加了多媒体信息处理功能, 将语言与分布式多媒体数据库管理系统^[11]结合, 集

*) 中国科学院院长基金特别支持项目

成为演绎式分布数据库管理系统,提出了体现 Tuili 与框架/基于对象风格结合的属性谓词及其推理机制以及规则基间的知识共享策略。以 Tuili-I 为核心,我们设计了一个微机上的多媒体推理开发环境 MIDE (Multi-media Inference Development Environment)。现在, MIDE 的一些子系统已经实现,环境的总体集成正在加紧进行之中。

2. MIDE 的基本设计思想

MIDE 是一个在 DOS 和 Windows 系统下开发的多媒体推理环境。以下,讨论 MIDE 的设计所要解决或改进的主要问题以及所采取的基本策略和方法。

2.1 易使用性问题

AI 应用中,专家系统的一个发展方向是要解决易使用性问题。E. Feigenbaum 认为,现在从 ES 输出给用户的信息很多,但表现形式却很单调,存在着所谓 ES 与用户间的信息频道过窄的问题。若在 I/O 中采用多媒体的形式,则实际应用效果就会好得多^[1]。

实际上,上述问题的解决涉及许多复杂的技术和方法。Tuili-I 中,可以通过过程基做到图形的动态生成和动态加工。过程基中,由 C 语言程序及其对图形库函数的调用实现图形的动态处理。此外, Tuili-I 具有处理多媒体信息的基本手段,既可接收多媒体信息的输入,也可在推理中输出多媒体信息,因而能够支持应用系统的多媒体 I/O。多媒体技术与推理结合也体现在多媒体数据库系统 MCDB^[11]与 Tuili-I 集成的系统里。

2.2 程序的易开发性

Tuili-I 是环境的核心推理机,程序的易开发性是针对 Tuili-I 程序而言。Tuili-I 是基于 Tuili1.1 的语言,包括了 Tuili 的功能和特点。主要特点有:丰富的数据类型、模块化及层次化的推理控制结构,既有向前也有向后推理、具有包括启发式搜索在内的多种搜索策略及适合 ES 开发的多种特性(如交互性、计算特性、中断和精灵机制等)。作为 Tuili1.1 的扩展, Tuili-I 结合了多媒体技术,吸取了框架/基于对象的主要特性。Tuili-I 的功能和性能对 ES 和知识工程应用提供了强有力的支持。由于语言规模较大,推理功能较齐全,包含了设计者在 AI 语言领域多年来的研究成果,所以对 Tuili-I 的理解和掌握也较难,不及 Prolog 那样简单明了,易于理解和设计出不易出错的程序。

当 Tuili-I 用于 ES 和其它知识系统时,除了知

识获取外,主要的工作是知识程序设计。即通过规则和属性谓词表达领域知识,模拟专家运用知识解决问题所作的判断和推理。Tuili-I 程序设计包括四个方面,即图基、数据基、过程基、规则基的设计。涉及数据基与规则基的配合、规则基间的控制关系以及由规则和属性谓词定义的与/或树和分类树的搜索等,无论设计还是调试都有一定难度。为了有助于 Tuili-I 的传播,使得用户较快地理解和掌握这一工具,减少因语法格式和语义理解方面的失误,提高应用系统开发效率和所开发的系统的效率(选择合适的推理和搜索方式等),在 MIDE 里提供两个专门工具。一是由 Tuili-I 语法驱动的专门的编辑器,用户通过它可进行交互式程序设计。在编辑器的提示下,用户可以象填表那样开发程序,一些固定格式由编辑器生成。二是程序的静态分析和动态调试工具。通过使用这一工具,用户可以更好地理解所开发系统的静态和动态两方面的行为。最终开发出正确、实用的系统。

2.3 界面的友好性

界面包括人机界面和软件界面。前者指应用者与环境的界面,后者指环境中的语言与其它软件的界面(或接口)。界面的友好性的重要性已为人们普遍认识,是实用系统的一个重要方面。对于当今工业化的应用,要求环境中的语言系统既是一个开放系统,同时又能便利地为别的系统引用,能作为别的集成式系统的一个构件。MIDE 环境里,除了外部的总的人机界面(由此进入环境),各子系统也都有自己的界面友好性问题,除 Tuili-I 外,主要是人机界面。Tuili-I 语言系统是核心,它与几种主要软件有便利的界面。

2.4 推理的适应性

ES 和知识工程是 AI 发展的产物,为 ES 和知识工程提供功能更强、效率更高、使用更方便的开发工具,这是研制推理语言及其环境的一个主要目的。

在迄今为止的 ES 实践中,有两个值得注意的方面。一是 ES 与数据库的关系日渐重要。对数据库的存取需求象征着 ES 的成熟。E. Feigenbaum 认为,对数据库的存取问题是每个实用专家系统都不可避免地遇到的问题。二是在 ES 中,知识表示方法集中于规则和框架/基于对象。何新贵^[1]列举了一些比较著名的 ES,共 110 个。对这些 ES 的知识表示方法的统计,多少可反映 ES 的知识表示的主要趋势。统计表如表 1 所示。从表可以看出,规则与框架/基于对象的覆盖面达 92%。这既部分体现了规则与框架/基于

对象在应用中的作用,也能反映将此二种主要的知识表示方法结合的实际意义。

表 1 一些 ES 的知识表示统计

知识表示	数量	占总数的比例
规 则	69	63%
框架/基于对象	28	25.4%
归 纳	9	8%
规则 & 框架/基于对象	4	3.6%

Tuili 语言的知识表示是通用的产生式规则。同一规则既能由数据驱动,也能由目标驱动。Tuili 若能吸取框架/基于对象的主要长处,无疑能适应更广的应用范围。框架/基于对象在表示分类知识,即事物及其属性的纵向关系方面有独到之处。现实世界的事物及其属性间的内在联系,可以通过框架/基于对象的继承性和发展性自然地模拟表示。特别地,继承性问题的解决对 ES 和知识工程具有非同寻常的意义,作为框架/基于对象的主要特性之一,已经广为传播。我们在分析和归纳基本的知识表示(即事物及其属性表示)的一些本质特点的基础上,结合 Tuili 的具体情况,扩充了传统的谓词表示,提出了属性谓词及其在语言里的执行机制^[10]。属性谓词体现了逻辑和框架/基于对象的结合,兼有此二种风格的特性。属性谓词可形成嵌套和层次式的知识结构,上位谓词的属性可为下位谓词继承。属性谓词的属性部分是关于所属谓词图象为真的知识,二者间的联系既可是必要性联系,也可是充分性联系,因而有较强的知识表达能力和适应性。

另外,近年来模糊控制技术在工控和家电中得到普遍应用^[11],且前景广阔。我们已着手在环境中设置可支持实用系统开发的模糊推理机。

2.5 系统的实用性

原型/实验系统与实用系统之间尚有较大距离。系统软件作为应用者的开发工具,其实用性应是第一重要的。这里,实用性有两层含义:

1) 环境中,语言或工具的可靠性和健壮性好,具有满足实际应用的时空效率,Tuili-I 更应如此。我们对原编译和实现技术作了多方优化和改进,不仅时空效率大大提高,而且能满足一般大型应用的开发需求。

2) 环境中,为应用者提供若干具有一定实用或参考价值的应用系统或模型。前者可直/间接服务于社会,后者便于应用者学习和借鉴,因为通过具体的

实例学习如何运用 Tuili-I 不失为一条行之有效的途径。应用系统包括一个多媒体信息管理系统和三个智能系统。

3. MIDE 环境的总体结构

多媒体推理环境 MIDE 由以下五部分组成:

- 1) 一个多媒体数据库管理系统 MCDB(核心)。
- 2) 推理程序开发工具,包括:①Tuili-I 语法制导(或驱动)的编辑器;②Tuili-I 程序的静态分析和动态调试工具。
- 3) 推理机,包括:①基本推理机 Tuili-I 系统;②多媒体演绎数据库管理系统;③模糊推理机。
- 4) 界面,包括:①环境的人机界面;②软件界面。
- 5) 应用系统和原型集,包括:①中国水库、水力发电多媒体信息管理系统;②具有一定通用性的气象预报系统;③动物分类原型系统;④五子棋对奕系统。

MIDE 环境的总体结构如图 1 所示。

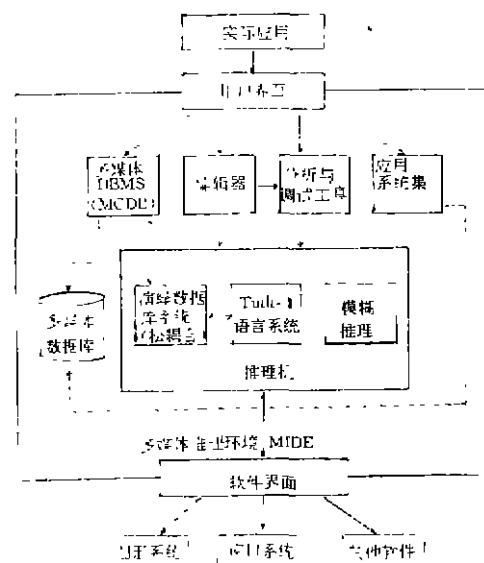


图 1 MIDE 环境总体结构示意图

4. MIDE 的部分子系统

MIDE 环境涉及面较广,其全部内容非本文所能包括,环境的核心和主要推理机 Tuili-I 语言系统有自成体系的一面^[8,10]。本节简略介绍其它子系统的概况。

4.1 多媒体数据库管理系统 MCDB

多媒体数据库管理系统 MCDB^[1]的核心部分被集成在 MIDE 环境中。应用者通过用户界面可进入到 MCDB 控制,运用 MCDB 提供的建库、查询和修改功能,建立、查询和维护多媒介形式(包括文字、声音、图形、图像)的数据库。在此状态下建立的多媒体信息,还可由 Tuili-I 语言直接引用或通过 MCDB 的接口查询及用于推理和广义的修改。

4.2 推理程序开发工具

4.2.1 编辑器 对 Tuili-I 程序文件的形成和编辑,可使用任一种宿主主机上的编辑系统,形成后缀为“.t”的正文文件。这里讨论的是环境中可以简化和方便用户程序开发过程的有辅助能力的编辑器。

编辑器主要根据 Tuili-I 语法设计,是一个交互式系统。通过与用户的交互过程,接收用户输入的程序成分,其输出的信息具有提示和引导作用,能够解释用户提出的某些编程中的语法定义方面的问题,并在用户不确切知道某些语法格式的情况下,提示帮助信息。

一个一般的 Tuili-I 程序由四部分组成:图象基、数据基、过程基和规则基,它们在程序中的出现是有序的。编辑器的主体依据这四部分的语法设计,它的处理步骤是:

①接收用户的说明信息。说明信息包括常量、变量、形式函数和谓词说明。某些固定格式或语法结构成分,由编辑系统自动填补。此原则也适用以下 3 步。

②接收用户输入的数据基。由于每个数据基的内容是一系列实在谓词,故这里便是接收数据基名字及其实在谓词序列。

③接收 C 语言函数定义集。C 语言函数可现场输入,也可从已有文件复制或从库中 include。

④接收规则基。规则基是通常意义下的知识库,其内容是规则序列。每接收一个规则基的输入时,有相应的提示,由用户回答规则基名字、级别。对每一条规则,先接收左部目标,然后接收右部目标。系统检查目标及其参数的合法性、类型和语法格式等,不断给出应遵循和注意的环节。比如,在接收一条元规则时,系统应向用户展示控制策略不完全时,由 Tuili-I 系统采取的缺省规定;在接收完这一元规则时,应展示相应的返回约定。

编辑器采用多窗口屏幕编辑方式。多窗口设置如图 2 所示。

• 64 •

集成窗口 <pre> tulil(name1); pattern-base; var x,y,z,int; pred p1(x),p2(y,z); cof-pb; database db1; </pre>	编辑对象
	输出提示
	输入示例
	帮助信息
接收窗口	

注 1:集成窗口的内容为用户输入的程序主体与固定格式集成后的完整的 Tuili-I 程序,用户从接收窗口输入。

注 2:编辑对象是当前被编辑的成份名。输出提示是系统对用户的输出。输入示例是对当前输入对象的规范用法。帮助信息给出较完整和系统的启发信息,如一个完整的实例类型表、语法定义、系统设备等。

图 2 多窗口的屏幕设置

4.2.2 程序分析和调试工具 静态分析工具的设计涉及以下几个方面:

1)局部推测。这种推测不执行推理动作。通过询问用户方式,收集用户给出的事实或属性,在规则基/图象基中找出条件部分包含这些前提/属性谓词说明中包含这些属性的说明,给出可能的结论。若用户所给不充分,则给出相应提示,由用户提供进一步的前提。这可视为知识发行的一部分^[1,12]。

2)显示由产生式规则定义的与或树图。

3)给出图象基里属性谓词说明定义的知识结构。

4)由元规则确定的推理控制关系和层次结构展示。

5)数据基和规则基的配合关系图,等等。

程序动态调试功能主要包括:

1)动态追踪,详细显示每个目标的具体执行过程。

2)每进入一个规则基,显示规则基名及其所用的输入/出数据基名(必要时也可输出其内容)

3)显示规则执行形成的搜索树和属性谓词调用执行时形成的判定树。

4)在暂停状态下,由用户使用 Tuili-I 系统提供的两用过程(在程序中和暂停状态下均可使用的内部过程)动态修改和调整推理控制策略,开始一次新的推理执行。等等。

4.3 界面

用户界面采用多窗口、多级菜单的形式。主菜单的选择项应是环境的各子系统。每个子系统也应有相应的用户界面。

软件界面要解决与其它语言或系统的沟通问题,有许多技术细节。作为 Tuili- I 程序的组成部分的过程基,其内容是外部语言 C 定义的函数集。通过 C 语言,又可调用诸如系统命令、窗口、图形等软件系统。因此,软件界面的部分功能已由 Tuili- I 实现系统得到了解决。需进一步考虑的是拓宽沟通方式,建立与一些常用数据库及图形、窗口软件的接口,以及在 Windows 环境下,别的软件系统调用 Tuili- I 系统的问题。

4.4 应用系统和原型系统集

应用系统(或应用原型)与实际领域密切相关,有的系统本身就是一个独立和完整的工作,每个实用系统离不开与领域专家的合作。

多媒体水库、水电信息系统将用于管理我国大型水库和水电资源。数据库中,不仅有关于水库和水电站的各种数据,而且对每个水库、水坝,都有它的外观彩色图、平面布置设计图、断面图以及相关的关系图表。这样,在表示一个水库或水电站的数据元组里就包含了图象和图形这样的多媒体信息。系统提供多种查询方式(如,按政区、流域、库容、坝高等)和统计方式以及其它多种功能。查询结果(包括图形、图象)和统计报表均可输出。显示图形和图象时,用户还可对其进行放大和缩小。除了用于管理和决策外,也为水电领域的科研和工程技术人员的具体设计工作提供了有力支持。这一系统的原型系统已经完成。

气象预测预报 ES 是一个有一定适用性的降水预报系统。众所周知,对天气做出准确预报并非易事,及早预报灾害性天气意义重大。气象预报涉及许多专业知识,既有一般性规律,又有很强的地域特

点。我们研制的这一系统基于与北京气象学院及有关气象部门的以往合作结果。经过适当修改某些知识库,或者通过询问用户方式获得有关的地域情况及其特点的知识,能在一定范围内作因地制宜的降水预报。

动物分类系统是一个原型系统^[10]。分类本是框架/基于对象的特长。在表 1 中,我们看到它们在已有的一些 ES 中占有一定的比例(约 28%)。近年推出的一些工具和环境,也都突出了在面向对象方面的特性。动物识别分类系统的设计运用了 Tuili- I 的属性描述和属性继承特性,从中也可看出 Tuili- I 语言系统在描述概念的层次结构和分类判定树方面的独到之处。

五子棋对奕属于智能系统,它由陆汝钊教授用 Tuili- I 写成,取名《五朵金花》。系统有二百多条规则,二十四条规则基。由于是与人下棋,并且要进行多个回合,所以对系统的时间和空间效率要求较高。一方面,该系统能为开发复杂应用系统提供一个学习样品,另一方面,以轻松和人们较为感兴趣的方式,展示 Tuili- I 系统及其环境的特点,现正在 Tuili- I 及 MIDE 环境下将其实用化。

结束语 多媒体推理环境 MIDE 的实现工作目前已取得重要进展。由 MIDE 环境各子系统的基本功能不难看出,对环境一些主要的子系统的实现,一个可行、有效的途径是充分利用 Tuili- I 的系统资源,编译和运行支持系统中的某些组成部分可直接或经改造后间接用于它们的实现。其它子系统的实现工作,如多媒体数据库管理系统的实现已经完成,界面系统和应用系统等,现正在良好的基础上进行。

致谢 衷心感谢陆汝钊、周龙骧教授多年来的帮助和支持。感谢本室陆维明教授、柴兴无、徐建礼博士以及北京气象学院陈永义教授、水电部北京勘测设计院科研所刘永川高工对本文工作的贡献。(参考文献共 20 篇略)

(上接第 30 页)

协议还应能支持交易的不同特性,如交易的可靠性、安全性等。结点或弧的撤销是否会影响共同体的存在也应由有关的活动根据共同体存在规则和交易协议,按具体的合同内容判定。限于篇幅,交易协议的具体内容不在本文中讨论。

结论 ODP 的交易功能是支持开放合作的基本功能。本文探讨了交易服务的依据和应提供的操作。交易服务适合于在一种开放的和广泛连网的环境中动态构造各种虚拟组织以支持 CSCW 应用,如

虚拟学校、虚拟企业或虚拟实验室。进一步的工作包括研究 ODP 计算观点下活动之间的接口规范语言,为交易服务所需的服务描述、接口调用结构描述、服务的移入/移出策略、仲裁策略等提供形式化的描述工具,从而为交易服务的实现打下基础。

参考文献

- [1] 龚俊,开放分布式处理的基本参考模型,《计算机科学》,No. 4, 94 年
- [2] ISO/IEC DIS 13235-ODP Trading Function, 1996 年 2 月