

ABE系统 Agent系统 人工智能

58-61

多 Agent 系统构造环境 ABE 的研究*

Research on Multi-Agent System Building Environment ABE

郭磊 艾早阳 陈世福 TP18

(计算机软件新技术国家重点实验室 南京大学计算机科学与技术系 南京210093)

Abstract This paper introduces the architecture and the design point of ABE system provided by IBM, which is a well known agent building environment system. It describes the adapter, engine and library, which are the three important components of ABE. And analyzes its shortage in multi-agent system design with our extension in the communication and engine.

Keywords Distributed artificial intelligence, Agent oriented technology, Agent building environment

1 引言

Agent 技术是当今人工智能、计算机软件等领域研究热点之一,有关 agent 的各项研究在国外已得到迅猛发展。多 agent 系统已成为分布式人工智能研究的一个十分活跃的领域。美国、日本等发达国家对多 agent 开发环境已进行了多年的研究,从软件工程到分布式系统,从多媒体技术到 Internet,……,agent 理论与技术均受到广泛的关注和研究,并取得了一些成果。为了方便某些特定类型的面向 agent 应用的开发工作,一些相应的 agent 开发环境已经研制成功。IBM 公司开发的 ABE 系统(Agent Building Environment)就是其中之一,该系统目前可以从 Internet 下载,同时已有一些由该系统开发的应用程序可供下载,其影响颇大。

尽管目前面向 agent 技术的研究呈现一派繁荣景象,但用来开发多 agent 智能应用系统的开发平台还很不成熟,而越来越复杂的现实世界给智能系统开发工具提出了新的要求。随着知识数量、种类和知识源间关系复杂程度的增加,在多知识源多处理场地的网络环境中,有效地表达、组织和处理知识,以及通讯等是设计分布式专家系统和分布式智能信息系统所面临的主要问题。这样就提出了多 agent 系统的研究,即研究如何在—组自治的智能 agent 间协调其智能行为,以及协调它们的知识、目标、技

能和规划等的技术,并迫切需要研制出支持多 agent 结构的开发环境。基于这一情形,我们正在进行这方面的研究工作。在研究 ABE 系统的基础上初步进行了多 agent 系统的开发工作,并取得了良好的效果。本文介绍的 IBM 研制的 ABE 系统的有关技术和设计思想将给从事该领域的研究者以良好的启迪。

2 ABE 系统的基本结构及其设计思想

IBM 开发 ABE 系统的目标是让用户将智能 agent 集成到其所开发的应用系统中去,系统提供了 agent 的基本运行环境以及—组供用户构建并将 agent 嵌入其应用系统的 C++ 和 JAVA 的 API 类库。此外,ABE 还提供了一个独立的规则编辑器,以使用户在 agent 运行时动态修改其规则集。目前我们所接触到的系统是1997年6月的 Level6,支持的操作系统有:AIX、OS/2、Win95/NT^[1-3]。

2.1 ABE 系统的基本结构。

ABE 系统中 agent 的结构及其与应用程序和用户之间的关系如图1所示,其中各模块的功能如下:

- Agent 控制器:对 agent 初始化及运行控制。
- 引擎:解释针对 agent 的指令。
- 适配器:实现特定功能或连接特定子应用程序。
- 库:存储并维护 agent 指令(规则和事实等)。
- 视点(View):用户观察与编辑库内指令的图

*)本文研究得到国家自然科学基金和教育部博士点基金的资助。

形接口。

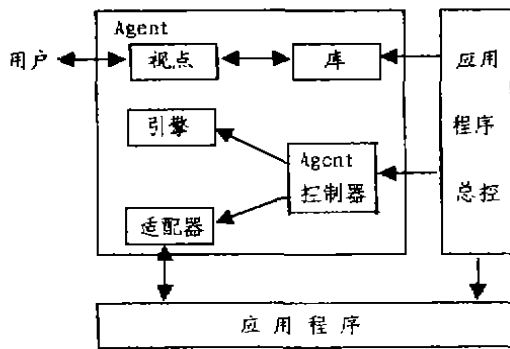


图1 ABE系统中agent结构及其与应用程序及用户的关系

2.2 ABE系统的设计思想和特点

IBM 对于 ABE 系统的设计思想很可能来源于它取得了巨大成功的 PC 构架。我们不妨把 ABE 系统构架与 PC 系统构架作一有趣的对比: Agent 控制器相当于 PC 系统的主机板,其功能是初始化系统并对系统运行进行监控;引擎则相当于 PC 机的 CPU,其功能是解释指令;只不过 ABE 系统中的指令是由规则和事实构成;而库相当于内存,其功能是存储指令与数据;其适配器(Adapter)这一名称乃是直接由 PC 系统借用过来,其功能是完成某个领域内的相关功能或连接外接构件。

与 PC 构架一样, ABE 系统的设计思想强调系统的开放性和各个构件的独立性。 ABE 系统中的 agent 可以灵活地挂接各种构件。可以使用系统提供的“标准”构件,也可以自行设计编制,甚至可以自行设计并挂接多个引擎。 agent 中的各个构件通过标准接口连接并相互独立地完成各自功能,引擎只负责对指令的解释,库只负责对指令的存储和管理,而各个适配器则分别完成针对各自领域的实际操作(也可能是由其挂接的子应用程序完成)。

3 ABE系统的适配器、引擎和库

3.1 适配器

ABE 系统中适配器的功能是在引擎的控制下完成某个领域内的具体操作,按其作用方式和与引擎的关系可以分为三类,如图2所示。

· 监视功能: 监视环境,一旦有特定事件发生即产生触发器事件交给引擎处理。如新建了一个文件、有 email 到达等,类似于 PC 系统中的中断事件。

· 感知功能: 由引擎向适配器发出询问,适配器根据当时所处的环境作出回答。如查看某个文件是

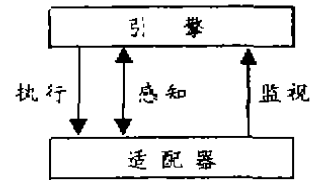


图2 ABE系统中引擎与适配器的关系

否存在,查看是否有未读过的 email 等。这是一个同步动作,引擎必须等到适配器作出回答后方可处理下面的指令。

· 执行功能: 由引擎向适配器发出命令,适配器执行该命令。如删除某个文件、发出一封 email 等。这是一个异步的动作,引擎在适配器执行命令的同时即可开始处理下面的指令。

一个应用于实际领域里的适配器可能具有多种功能。例如一个文件系统适配器应该具有“新文件建立”、“有文件被删”等监视功能;“检查某个文件是否存在”、“某目录是否为空”等感知功能;“删除某个文件”、“复制某个文件”等执行功能。

目前 ABE 系统提供了 File(实现基本文件系统功能)、HTTP(HTTP 协议支持)、NNTP(news 和 email 服务)、Time(带闹钟的时钟)、Util(串、数学处理等)五个“标准”适配器。

3.2 引擎

作为 agent 智能的核心部分,引擎起着关键性作用,其功能也相当复杂,因而编写一个功能完善的引擎非常困难,并且对于已有引擎的更改与维护也很不容易。针对这个问题, ABE 系统采用了多引擎框架。 agent 可以挂接多个分别完成各自功能的引擎。这样对于单个引擎的设计与维护就可以相对简单一些,并且可以很方便地给 agent 增加新的功能,或改善已有功能。

目前 ABE 系统只提供了一个很简单的基于非嵌套 KIF 知识表示模式^[5]的规则与事实的正向推理引擎,名为 RAISE。只能进行一些简单的逻辑推理。

3.3 库(Library)

作为一个智能体,知识库是用于存储知识的重要组成部分。 ABE 系统提供了用于存储与维护知识的库构件。针对人类记忆的层次性与相关性,它采用了一个称之为 collector 的对象。通常一个 agent 有多个 collector 并以树形结构组织于库中,此外 ABE 系统中将一些相关的规则、事实以及元数据组合在

一起称为一个 conduct set (CS), 作为 agent 推理切换时重现“记忆”的基本单位, 一个典型的 ABE agent 库结构如下:

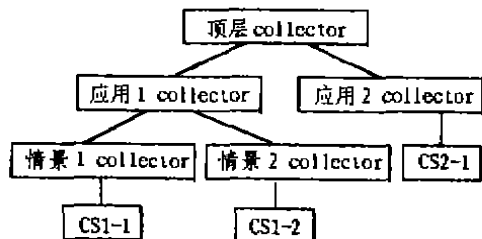


图3 ABE 系统中 agent 库的典型结构

库中的每一项数据都有一个 collector-enable 标志, 对于那些在任何场合下都应重现的记忆, 可以将该标志置假, 这样在每次重载 CS 时, 都会被载入参与推理。这个标志可由用户或 agent 自身的动作修改, 从而可以灵活地更改 agent 的全局“记忆”。

目前, ABE 系统只提供了一个简单的基于文件系统、知识表示为非嵌套 KIF 格式的库, 如果要应用到大型系统的开发, 可以基于某个 DBMS 重建库构件。

4 基于 ABE 系统的多 agent 系统开发

ABE 系统最大的成功之处在于其开放性, 可以对 ABE 系统进行扩充和改造以适应更广泛的应用需求。下文将介绍我们对 ABE 系统所作的旨在建造多 agent 系统的扩充。

人类的智能不仅仅存在于个体思维活动中, 更存在于人类社会的群体交互活动中, 因此, 多 agent 系统以及 agent 间的协作与协商是很多人工智能学者所感兴趣的。同时, 计算机网络的迅猛发展也给多 agent 系统的进一步研究与应用创造了条件。然而, 目前 ABE 系统尚未提供多 agent 通讯与交互功能。因此参照我们前期的工作^[4]针对建造多 agent 系统对 ABE 系统进行了一些扩充, 以适应多 agent 系统开发与应用。

4.1 通讯

把 ABE 系统向面向多 agent 系统方向扩展首先必须解决的是 agent 间的通讯与交互。对此, 我们编制了一个专用的通讯适配器。由于目前 KQML 语言^[5]已成为业内人士普遍接受的知识交互语言, 因此目前我们所开发的通讯适配器也支持 KQML 语言。同时, 在 agent 库的顶层 collector 下设置了社会 collector 和个体 collector, 以分别“记忆”有关社会

事务与个体事务的规则、事实和元数据。对于一般的 agent 只允许访问社会 collector 中的“公开”信息, 而对于相互信任的 agent 间则可以对个体 collector 中的“隐私”进行有限的访问, 其典型的交互语句如下:

```

test
:sender          A
:receiver        B
.in-reply-to    d1
.in-reply-with  d2
:language        KIF
:ontology        MABE_ontology_social
:content
.....
    
```

4.2 引擎

对于引擎, 目前我们挂接了两个由 ABE 系统提供的基于 KIF 的标准推理引擎 RAISE, 分别用于处理社会事务与个体事务。这样做一方面是为了使社会事务与个体事务的处理并行执行, 以提高系统的运行效率, 另一方面也为将来的研究中对社会事务与个体事务分别采取不同的处理方法打下基础, 并且可以根据不同的应用需求设计各种个体事务处理引擎, 如:

- 推理引擎: 依据用户给出的规则与事实进行推理并控制适配器执行某些行动, 亦即可由此实现传统人工智能、专家系统的功能。并且可以在 agent 中挂接多个这样的引擎以实现多个领域专家系统的功能。

- 分析引擎: 对 agent 的行为及其影响以及环境、历史记录等进行分析, 得出结论从而进行对自身的改造, 亦即可由此实现 agent 学习功能。此外分析引擎还可以用于对天文、物理等领域的大数据量原始数据的智能分析。

- 监视引擎: 对用户的使用习惯以及环境等进行监视和统计分析, 以期自动适应用户的习惯, 亦即可由此实现智能用户界面。此外监视引擎还可以用于交通控制、工业控制等领域。

经过扩充的 ABE 系统 agent 的结构如图 4 所示。

结束语 本文介绍了 IBM 公司的 agent 构造环境 ABE 系统, 分析了其结构与设计思想, 详细介绍了 ABE 系统的适配器、引擎和库, 并介绍了我们针对建造多 agent 系统对 ABE 系统进行的扩充和改造。目前我们已经对扩充后的系统进行了初步的调试, 进一步的工作是在系统上实现一些经典的多 agent 协商算法并设计一些新的协商算法。

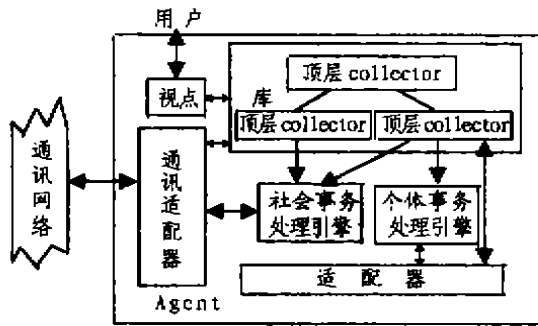


图4 扩充后的 agent 结构

参考文献

1 IBM Agent Building Environment Developer's Toolkit,

Level 6, OVERVIEW

2 IBM Agent Building Environment Developer's Toolkit, Level 6, USER'S GUIDE
 3 IBM Agent Building Environment Developer's Toolkit, Level 6, COMPONENTS AND ADAPTER REFERENCE
 4 张东摩, 陈世福. AODE 中心智能状态的表示与处理. 软件学报, 1997, (增刊): 357~364
 5 Genesereth M, Fikes R. Knowledge Interchange Format (Version 3.0), Reference Manual, Computer Science Department, Stanford, California 94305
 6 Finin T, et al. KQML as an agent communication language. In: Proc. of the Third Intl. Conf. on Information and Knowledge Management (CIKM'94), ACM Press

(上接第38页)

样做不仅可以使运行前的 QoS 协商更加有的放矢而且可以减少运行时 QoS 的监视与维护开销。

·QoS 结束步骤: 终止为该应用创建的所有活动、回收为该应用分配的所有资源、调整受该应用影响的有关状态等。

我们在奔腾、奔腾-I 计算机, Windows95/NT、Ethernet 网络环境下, 基于 TCP/IP 实现了上述多媒体组通信概念模型的原型系统并且将其应用于远程教学系统^[4,5]。实践表明该模型是有效的。

分布式多媒体系统组通信机制极其复杂, 我们提出了一种多媒体组通信概念模型, 希望能对分布式多媒体系统组通信机制的设计与实现有一定的参考价值。

参考文献

1 王兴伟, 张应辉, 刘积仁, 李华天. 分布式系统中的组与组通信机制的研究. 计算机科学, 1997, 24(6): 39~43
 2 王兴伟, 张应辉, 刘积仁, 李华天. 分布式多媒体系统中的多点播送与组通信机制. 计算机工程与设计, 已录用
 3 王兴伟, 张应辉, 刘积仁. 组通信: 概念、需求服务与实例. 计算机应用与软件, 已录用
 4 王兴伟. 分布式多媒体系统服务质量管理与组通信机制的研究: [东北大学博士论文], 1998
 5 王平, 王兴伟, 朱家铨. 远程教学系统通信模型的研究. 见: 第10届中国计算机网络与数据通信学术会议, 已录用, 南京, 1998