

67-70

智能体 实例检索控制

控制模型 (25)
人工智能

计算机科学1998Vol. 25No. 5

多智能体实例检索控制模型的研究

Study On the Multi-Agent Case Retrieval Control Model

方明^{1,2} 李怀祖²

TP18

(西安石油学院计算机系 西安710065)¹(西安交通大学管理学院)²

摘要 On the basis of analysis of traditional case retrieval control strategies, the paper proposed an autonomy intelligent agent which consists of the case with the knowledge, goal and ability, it can actively run in the case retrieval process. A multi-agent case retrieval control model which consists of the agent and its control process was proposed in the paper.

关键词 Case-based reasoning, Agent, Case, Case retrieval, Cooperation

1 引言

基于实例的推理(Case-Based Reasoning, CBR)是基于利用以往求解类似问题的以实例形式表示的经验知识进行推理,从而获得当前问题求解结果的一种推理模式^[1],它克服了传统的基于规则推理系统的知识难于获取和推理的脆弱性等缺陷,已广泛应用于各种问题求解的领域。一般来说, CBR的推理过程包括问题特征的抽取、相应实例检索、实例的改写与调整、方案的评价和新实例的存贮等基本步骤^[1-2]。其中,相似实例的检索与匹配是 CBR 系统的关键,也是实例库管理与维护的关键。实例的检索策略主要包括^[3]最相邻近策略、归纳推理策略和知识引导策略等。这些策略都是针对将大量实例放在一个实例库中的仅具有单一 CBR 技术的专家系统,并且实例库中的实例都是等待被检索的不具备智能的实体。

随着计算机网络技术的不断发展和专家系统的广泛应用,待求解问题则相应存在着信息种类多、来源分布广、随机不确定和问题求解环境的动态不确定性等特性。针对这些特性,在 CBR 系统中若采用单一的大型实例库,则一方面很难保证实例库中实例的一致性,因而直接影响了实例检索的准确性;另一方面大型的实例库其实例的表示、组织和索引等也是复杂和困难的,从而降低了实例检索的效率,并且需要建立一个复杂的实例检索控制机制,本文提出一种利用智能体(Intelligent Agent)的技术,构造一个多智能体实例检索控制模型来控制实例检索

的过程。

2 控制模型的体系结构

2.1 实例检索控制中智能体的作用

Agent 是一个具有感知能力、问题求解能力和与外界进行通讯能力的一个实体^[4]。作为具有自主特性的一种抽象实体,它能作用于自身和环境,并能对环境作出反应^[5]。多 Agent 合作求解问题主要包括两种方法^[6]:任务共担(task-sharing)和结果共享(result-sharing)。在任务共担方法中,一个问题被分解为几个独立的子问题,每个子问题都能被一个问题求解器(问题求解 Agent)解决。该方法中,存在一个管理控制 Agent,该 Agent 在问题求解过程中,负责监督每一项任务的执行,并对结果进行处理。在结果共享方法中,每个独立的 Agent 合作解决一个问题,它们彼此共享部分结果,并对结果进行讨论,系统中存在一个协调 Agent,每一个 Agent 都与之通讯,形成一个完整的结果。

一般的实例检索模型在实例检索过程中把系统中的各组成部分看作是无智能的或近似无智能的实体,不具备主动根据所解决的问题及环境的变化来自我调整实例自身的知识结构和主动求解问题的能力。另一方面,实例检索的控制过程仅包含相似性计算、选择匹配和确认三个阶段。这种控制模型仅适合于具有单一实例库的系统,不能适应具有分布式特征的、多实例库分布式问题求解系统的实例检索控制过程。为使 CBR 系统能有效地求解具有分布式特征的复杂问题和提高 CBR 系统的检索性能,一方面

需要视 CBR 系统中的各组成部分为具有智能的实体对象,将它们构造为具有知识、目标和能力的能在问题求解环境中持续自主运行的智能实体;另一方面则需要传统的检索控制模型中引入相应的问题分解和结论综合等机制,形成一个多智能体实例检索控制模型(Multi-Agent Case Retrieval Control

Model, MACRM)。

2.2 多智能体实例检索控制模型结构

MACRM 系统的体系结构是一个递阶、不确定的动态结构。系统中综合了任务共担和结果共享两种方法。其结构如图1所示:

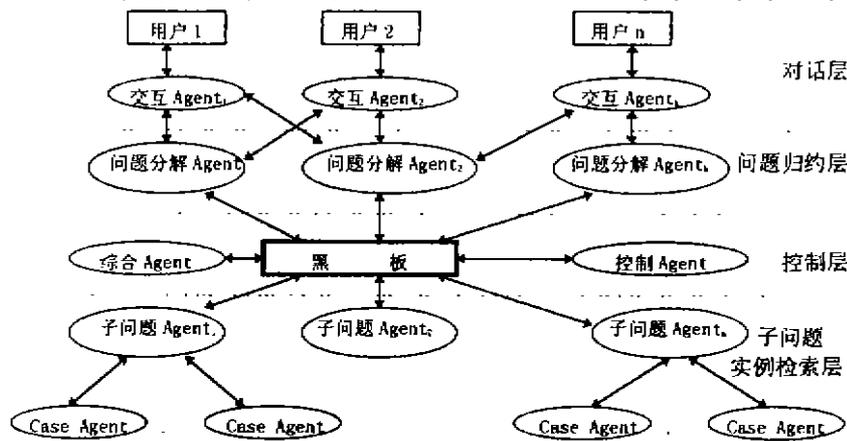


图1 多 Agent 实例检索控制模型框架

整个模型结构将实例检索过程分为对话层、问题归约层、控制层和子问题实例检索层。

(1)对话层。是由多个交互 Agent 组成。交互 Agent 是用户与计算机进行人机对话的接口,它接收用户需求的问题信息,并将最终检索结果输出给对应的用户。

(2)问题归约层。是由多个问题分解 Agent 组成的。它将由交互 Agent 分配来的用户问题分解为多个系统所能求解的子问题。通过问题的层次归约(分解)产生了用于刻画问题特性的问题结构图和用于子问题求解时检索相似事例的子问题描述信息,并以这些信息作为子问题求解 Agent 的配置框架。

(3)控制层。是由综合和控制两个 Agent 组成的。控制 Agent 负责将各子问题分配给相应的子问题求解 Agent,同时,各 Agent 的信息都传递到该 Agent 的黑板中,由该 Agent 控制信息的交换和各 Agent 之间的通讯,控制 Agent 包括一个黑板和控制模块两部分。黑板是用于存放信息的全局数据库,它记录了各 Agent 所需要的信息和产生的假说,能提供给所有的 Agent 共享;控制模块则用于监督和控制选择相应的 Agent。相对于控制 Agent 来说,各 Agent 构成了黑板模型中的知识源。综合 Agent 则

是控制将各子问题 Agent 的检索结果进行综合和评价,从而产生问题的解。控制层在实例检索过程中起着确认的作用。

(4)子问题实例检索层。是由于子问题求解 Agent 和实例 Agent 等多个 Agent 组成的。该层主要是针对问题各子问题及目标,由各子问题 Agent 根据其内部知识选择相应的实例 Agent 或多个实例 Agent 合作进行子问题实例的检索。

子问题 Agent 是求解某个子问题的一个 CBR 专家系统,但它又与以往的 CBR 专家系统不同,它除了具有问题求解的推理能力,同时还具有通讯能力和学习能力,其内部模块都是具有智能的实体,因此,子问题 Agent 可以通过通讯相互合作解决问题。黑板模型^[7]中的控制模块根据当前子问题选择相应的子问题 Agent。子问题 Agent 则将子问题分配给与子问题描述相似的实例 Agent,由各实例 Agent 合作解决该子问题,各子问题 Agent 之间是一种任务共担式的分布式问题求解方式,而子问题 Agent 与各实例 Agent 之间则是一种结果共享型的分布式问题求解方式。子问题 Agent 在实例检索中起着选择与匹配的作用。

实例 Agent 是以往求解某子问题实例的一个

智能代理。它不同于以往 CBR 系统中的实例,是在传统 CASE 的基础上封装了相应的推理、通讯和学习等能力,是一个具有自主性的智能实体对象类。按照面向对象的概念,以往求解问题的实例则是该智能实体对象类的实例,它们继承了事例对象类的数据成员和操作。各实例 Agent 在问题求解过程中,既可单干也可相互合作,并能通过问题的不断解决进行自我演化,删除和修改实例的某些成分和无用过时的实例。

2.3 多智能体实例检索控制过程

根据多智能体实例检索控制模型的结构,MACRM 中将实例的检索过程分为问题确定、问题分解、子问题分配、相似性计算、实例的选择和实例的综合确认等阶段。每一阶段都由不同的 Agent 完成相应的工作。整个实例检索的控制过程如下:

- 1) 由交互 Agent 确定问题。
- 2) 各问题分解 Agent 共同进行问题分解。问题的分解采用基于实例的方式。当某个问题分解 Agent 具有对当前问题分解的实例时,则它将问题分解结果输出给黑板。
- 3) 控制 Agent 将子问题分配给相应的子问题 Agent 进行相应实例的检索。
- 4) 与子问题有关的所有实例 Agent 共同进行相似性计算,由子问题 Agent 从中选择相似性最高的实例。在这一过程中,根据问题属性的不确定程度,各实例 Agent 之间需要合作进行相似性计算和

消除冲突。

5) 当某个子问题无法有效解决时,则子问题 Agent 将其输出给黑板,由黑板中的控制 Agent 将其交由问题分解 Agent 针对该子问题再进行分解,返回到 3)。

6) 如果所有子问题都已检索出相应的实例则转 7), 否则转 3)。

7) 综合 Agent 将各子问题检索的相似实例综合评价,形成最终的检索结果经过交互 Agent 输出给相应的用户。

3 实例 Agent 的内部结构

MACRM 中包含有各种用途和功能的多个 Agent,它们相互合作、协调一致地在问题求解中控制实例的检索,构成了一个多 Agent 集成环境。MACRM 中的实例 Agent 不同于一般 CBR 系统中的实例,它不再是一个被动的等待被检索的实例,而是具有问题求解和推理能力的,同时还具有相互协作进行问题求解能力的智能体。根据不同应用领域的需要和 Agent 的用途,研究人员在分析研究了 Agent 的概念、特性基础上,提出了多种 Agent 的结构^[8-10]。参考 Agent 的一般结构和建造 Agent 的一般原则^[10],按照 MACRM 实例检索的需要和特征,在 MACRM 中,实例 Agent 的内部结构分为感知通讯、规划求解、认知学习和信息知识四部分,如图 2 所示。

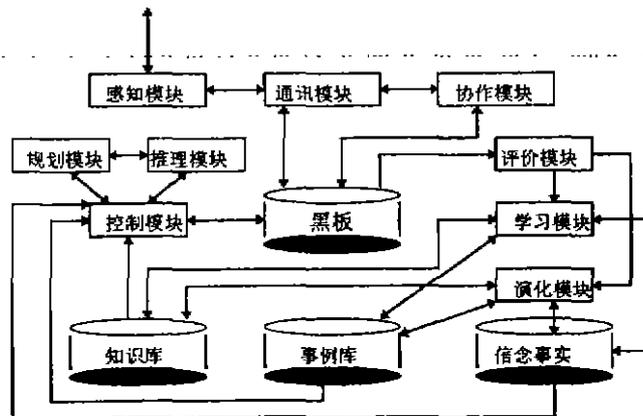


图2 实例 Agent 的内部结构

感知通讯部分是实例 Agent 结构的接口部分,它负责获取、抽象和筛选 Agent 所感知的集成环境

中的信息,并负责 Agent 之间的通讯和信息交换。主要功能有感知功能、通讯功能和协作功能。

规划求解部分是实例 Agent 的基本功能部分。它负责根据感知的信息,采用某种问题求解模型和方法,为问题求解规划有效的搜索过程和问题状态的转移。规划求解部分的主要功能有推理功能、规划功能和控制功能。

认知学习部分是实例 Agent 智能行为的体现。它负责实例 Agent 的学习、演化和维护。通过学习使 Agent 内部发生适应性变化,因而 Agent 在以后求解同一问题范围中类似的问题时有较高的效率。Agent 的学习、演化和维护功能使 Agent 的性能可以根据由环境反馈的信息不断得到提高和改善,并成为一种自适应 Agent。认知学习部分的主要功能有学习功能、演化功能、评价功能和维护功能。

信息知识部分是 Agent 的基础数据信息部分。它包括 Agent 问题求解所使用的知识、数据、信念和有关领域知识等。该部分包括知识库、事例库、数据库和有关信念及事实库等。

在 MACRM 中,采用面向对象的思想,为系统的实例 Agent 定义了相应的“类”,每个“类”代表一个“知识对象”,Agent 的活动就是由 Agent 向这些“知识对象”发“消息”,从而获得结果的,因此在 MACRM 中,随着问题的不断解决,可以动态地建立新的实例 Agent 或构造新的实例,这些新的 Agent 和新的实例是对相关 Agent“类”的继承和重用,极大地扩展了 CBR 求解动态不确定和具有分布

式特征问题的能力。

参考文献

- [1] B. Smyth and M. T. Keane, Using adaptation knowledge to retrieve and adapt design cases, Knowledge-Based System, 9(2)1996
- [2] Stephen Slade, Case-Based Reasoning: A Research Paradigm, AI Magazine, 12(1)1991
- [3] 徐明、胡守仁,基于事例推理的检索模型研究,计算机科学,20(4)1993
- [4] 肖晴等,多作用体系统的研究现状,控制与决策,1997,12(增刊)
- [5] 刘海燕等,多 agent 系统的研究,计算机科学,22(2)1995
- [6] R. G. Smith and R. Davis, Frameworks for cooperation distributed problem solving, IEEE Trans. on System Man and Cybernetics, 11(1)1981
- [7] B. H. Roth, A blackboard architecture for control, Artificial Intelligence, 26(2)1985
- [8] L. Gasser and T. Ishida, A Dynamic Organizational Architecture for Adaptive problem Solving, AAAI-91
- [9] B. H. Roth, An architecture for adaptive intelligent systems, Artificial Intelligence, 35(2)1995
- [10] 马志方等,面向 agent 程序设计语言 DL-1,计算机研究与发展,33(2)1996

(上接第85页)

和方法,其中包括对象标识属性(ID)。元对象有两个子类:空间对象和时序对象。空间对象是具有空间属性的多媒体对象的抽象,它包含显示的尺寸大小,左上角坐标点(x-origin, y-origin)、画面的宽(Width)和高(Highth)。空间对象又细化为图形、图像类。图形类是由矢量表示的平面显示,而图像是由光栅表示的平面显示。图像又可细分为 BMP、PCX、JPG 等不同的图像编码类型。时序对象是具有时序属性的多媒体对象的抽象。视频对象因为具有时空特性,因此它同时继承了空间对象和时序对象的属性,进一步又细化为 MPEG 编码和 JPEG 编码类等。音频对象不含空间属性,而只是时序对象的子类。由此可以看出,多媒体类型构成了一个层次结构,上层与下层的为继承关系。在已有类型的基础上,可以定义其子类(扩展新的属性),具有很强的可扩展性以及原类型描述的复用。

总结 我们通过对多媒体数据特点的分析,指

出了传统数据库模式对多媒体数据的不适应,分析了面向对象机制对多媒体数据描述的有效性,进而讨论了多媒体数据对逻辑分割的需求,最后给出了一种面向对象多媒体类型定义的层次结构,该结构作为我们实现多媒体数据库的模式。我们将根据该机制开发多媒体数据库管理系统,作为我们实现多媒体编辑与浏览查询的支撑环境。

参考文献

- [1] C. J. Date, An Introduction to Database systems, Vol.1, Addison-Wesley Publishing Company, 1981.
- [2] Michael J. Carey, David J. Dewitt, of Objects and Databases: A Decade of Turmoil, In Proc. of the 22nd VLDB Conf. Mumbai(Bombay), India, 1996
- [3] A. Desai Narasimbalu, Multimedia Databases, Multimedia Systems, 1996, 4
- [4] C. Y. Roger Chen et al., Design of a Multimedia Object-Oriented DBMS, Multimedia Systems, 1995, 3