

一种基于多 Agent 的企业知识链管理系统模型

A Knowledge Chain Management System Model Based on Multi-agent

李君 吴春旭 彭诚 (中国科学技术大学管理学院 安徽合肥 230052)

摘要:本文在 C. W. Holsapple 和 M. Singh 提出的知识链模型基础上,引入了分布式人工智能(DAI)中的多 Agent 技术,提出了一个基于多 Agent 的知识链管理系统模型——MAKCMS,讨论了该模型的体系结构和模型中各个 Agent 的功能,研究了模型内各 Agent 之间的通信与协作机制。

关键词:知识链 知识链管理 多 Agent 系统 分布式系统 系统模型

1 引言

目前,国内外的学者们已提出了一些初步的知识链模型和框架。较早提出知识链模型的是美国学者 C. W. Holsapple 和 M. Singh,他们在 1998 年提出了一个系统的知识链模型概念^[2],该知识链模型是从组织知识和组织核心竞争能力的关系出发构建的。Thomas Y. Choi、Jaroslaw Budny 和 Norbert Wank 等人从知识供应链角度提出了用于知识资产管理的五个关系模型^[3]。在国内的研究中,清华大学的刘冀生教授在 2002 年对 C. W. Holsapple 和 M. Singh 提出的知识链模型进行了改进,增加了外部知识链和与外部环境的反馈^[1];徐建锁、王正欧和李淑伟在 2003 年对刘冀生改进的知识链模型进行二次改进,在知识链中增加了用户这一环节,并从控制论的角度分析了知识链内部的知识成长机制^[4];徐忠兰在 2003 年阐述了企业知识链的四种能力:企业外部洞察能力、企业内部洞察能力、企业内部反应能力和企业外部反应能力,并研究了企业知识链的特点^[5];徐焕良和李绪蓉在 2005 年提出了一个由知识生产链和知识应用链组成的知识链模型,并给出了一个知识链评估体系^[6]。

然而不足的是,目前国内外对知识链(KC)的这些研究还仅限于知识链概念和模型的描述上,没有提出更进一步的操作性强的知识链管理(KCM)方法。而且,知识链比传统的供应链更加抽象、复杂、分布和动态,因此不能简单地套用管理供应链的方法来管理知识链。本文在 C. W. Holsapple 和 M. Singh 的知识链模型基础上,引入了分布式人工智能(DAI)中的多 a-

gent 技术,提出了一个基于多 agent 的知识链管理系统模型(MAKCMS),可以有效地对企业知识链进行管理,提高企业知识链上的知识流动速度,增强企业的核心竞争力和适应复杂多变环境的能力。

2 C. W. Holsapple 和 M. Singh 的知识链模型介绍

C. W. Holsapple 和 M. Singh 提出的知识链模型^[2]如图 1 所示。

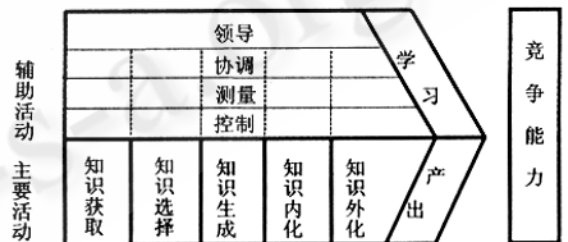


图 1 知识链模型

该知识链由主要活动和辅助活动两部分组成。主要活动包括:知识获取、知识选择、知识生成、知识内化和知识外化;辅助活动包括:领导、协调、控制和测量。五个主要活动和四个辅助活动一起产生组织的“学习”和“产出”,从而提高企业的竞争能力。

3 多 Agent 的基本原理

通常认为 Agent 是一类在特定环境下能感知和适应环境,并能灵活、自治地运行以实现一系列目标的计

算实体或程序。Agent 具有自治性 (autonomy)、社会性 (social ability)、反应性 (reactivity)、主动性 (pro-activeness)、移动性 (mobility) 等特性^[7]。按其体系结构的不同,代理可分为思考型 Agent、反应型 Agent 和混合型 Agent^[8]。思考型 Agent 具有内部状态,它通过逻辑推理和符号操作来做出决策;反应型 Agent 没有内部状态,不使用复杂的符号推理,仅对外部环境的刺激做出反应;混合型 Agent 是上述两种类型 Agent 的综合。

域。

4 基于多 Agent 的知识链管理系统模型 (MAKCMS)

在知识经济时代,知识更新速度日趋迅速,企业所面临的内外环境更加不确定,企业知识链呈现出动态性、复杂性、开放性和分布性等特点,是一个典型的复杂分布式系统。由此,本文在研究 C. W. Holsapple 和 M. Singh 的知识链模型基础上,引入多 Agent 技术,提出了一个基于多 Agent 的知识链管理系统模型——MAKCMS (Multi-agent-based Knowledge Chain Management System),能对企业知识链进行有效管理。

提出了一个基于多 Agent 的知识链管理系统模型——MAKCMS (Multi-agent-based Knowledge Chain Management System),能对企业知识链进行有效管理。

4.1 MAKCMS 系统的体系结构

基于多 Agent 的知识链管理系统模型 (MAKCMS) 采用“联邦式”结构来组织 Agent,即将功能和目标相似的 Agent 聚集成一个 Agent 联邦 (集合),每一个 Agent 联邦由一个管理 Agent 负责管理和协调。整个 MAKCMS 系统模型是由支持知识链上不同管理功能的 Agent 联邦耦合而构成的多 Agent 联邦,其体系结构如图 2 所示。

MAKCMS 根据需要建立了两种类型的 Agent:功能 Agent 和任务 Agent。其中,每个功能 Agent 在各自所属的 Agent 联邦中扮演着管理者和协调者的角色,负责其 Agent 联邦范围内的任务分解,同时根据目标库和规则库

对 Agent 联邦中任务 Agent 的行为进行协调,促进各任务 Agent 间的协作,并动态添加或删除某个任务 Agent。系统中的功能 Agent 包括知识获取 Agent (knowledge acquiring agent, KAA)、知识表示 Agent (knowledge describing agent, KDA)、知识共享 Agent (knowledge sharing agent, KSA)、知识应用 Agent (knowledge using agent, KUA)、知识评价 Agent (knowledge evaluating agent, KEA) 和知识创新 Agent (knowledge innovating agent, KIA),同时可以根据实际需要动态添加新的功能 Agent,使得该系统模型具

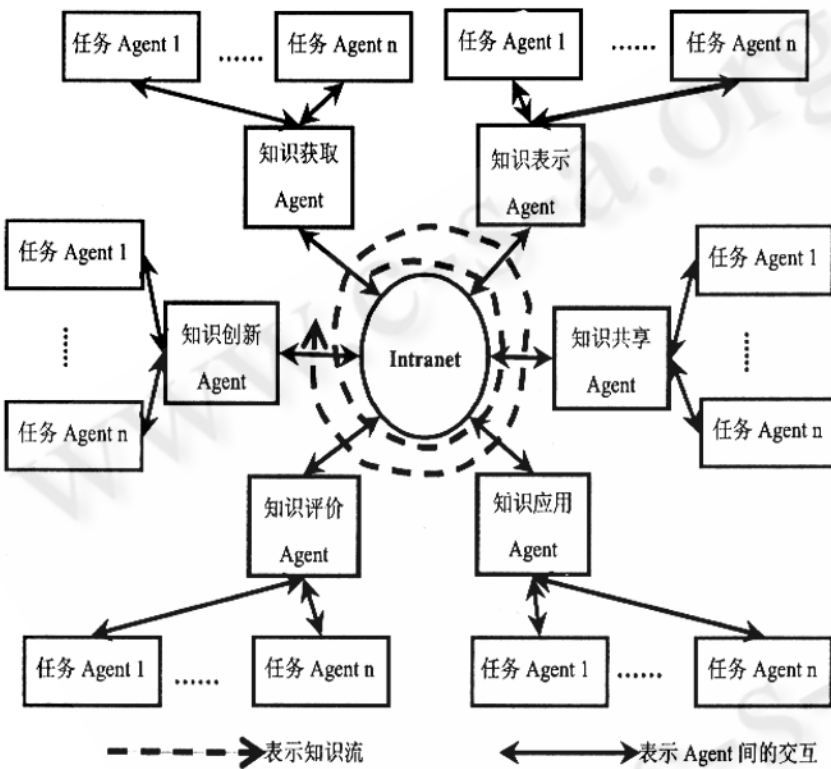


图 2 MAKCMS 的体系结构

多 Agent 系统是为了解决单个代理不能解决的复杂问题,由多个 Agent 协调合作形成的分布式问题求解网络。多 Agent 系统建立在单 Agent 理论上,克服了单个 Agent 知识能力有限、信息不完全的缺陷。多 Agent 系统具有高度的开放性、分布性、灵活性、鲁棒性和可扩展性,可以用来解决许多复杂动态的分布式问题^[6]。目前多 Agent 系统理论与技术已经在企业资源计划 (ERP)、客户关系管理 (CRM)、生产过程控制、决策支持、电子商务等领域得到广泛应用,其中开放系统和复杂系统是多 Agent 系统最典型的应用领

有很强的适应性和可扩展性。每一种功能 Agent 根据实际需要可能有一个或多个,比如系统中可能有两个甚至更多的知识获取 Agent。系统中的这些功能 Agent 之间是对等分布的关系,因此某一个功能 Agent 即使出现故障,也不会对整个系统的运行造成太大影响,这使得 MAKCMS 具有很好的鲁棒性。各功能 Agent 之间通过平等的交互和协作,从而实现组织中知识的循环流动和增值,功能 Agent 的内部结构如图 3 所示。任务 Agent (task agent, TA) 主要负责某一项具体任务的执行,并根据角色和任务类型归入相应的 Agent 联邦,其内部结构如图 4 所示。

成员的行为进行监控和协调;与其他功能 Agent 进行交互和协作,实现知识在企业中的转移和流动。

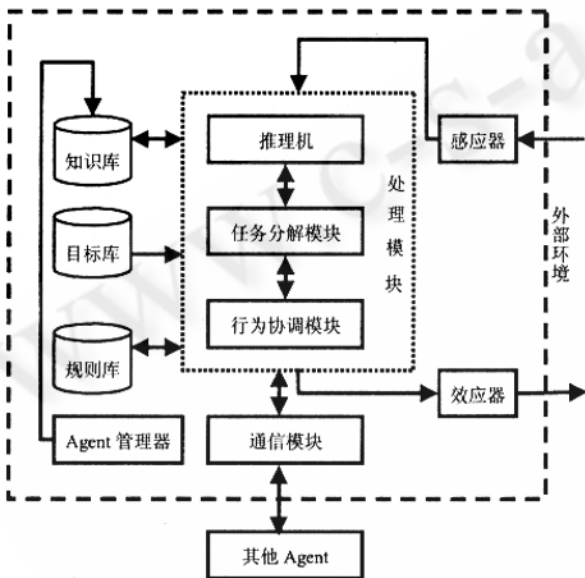


图 3 MAKCMS 模型中功能 Agent 的内部结构

4.2 MAKCMS 中各 Agent 的功能定义

(1) 知识获取 Agent (KAA)。KAA 是一种思考型 Agent,它是整个企业知识链管理活动的开端,负责监控企业内外部环境中的知识变化,并运用一些先进的技术和规则(比如:人工神经网络、数据挖掘、联机分析、问卷调查等)对知识进行辨识、收集、整理和分析,使之成为对企业有用的知识。其主要功能包括:根据业务需要动态添加或删除任务 Agent 成员,比如:知识识别 Agent、知识捕获 Agent、知识组织 Agent、知识转移 Agent 等;根据系统目标和环境信息动态地分解各项知识获取任务;通过招投标方式将分解后的各项子任务交给最合适的任务 Agent 来执行;对各任务 Agent

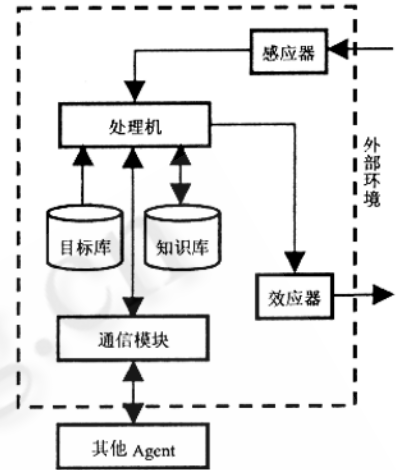


图 4 MAKCMS 模型中任务 Agent 的内部结构

(2) 知识表示 Agent (KDA)。KDA 也是一种思考型 Agent,它是 MAKCMS 系统中非常关键的一个功能 Agent。KDA 从 KAA 处接收知识,然后对该知识进行分析,根据该知识的类型和特点,将该知识结构化、编码化或采用其他合适的表示形式,同时结合企业自身的本体库和 KDA 内部的规则库,将该知识存入相应的企业知识库中,以方便检索和使用。KDA 在执行知识表示功能时,主要起到管理和协调的作用,将各项知识表示活动分解成许多子任务,然后分配给具体的任务 Agent 来执行。

(3) 知识共享 Agent (KSA)。KSA 是一种混合型 Agent,它主要负责将 KDA 所描述的知识通过分发、传递和共享等方式有效地融入到企业中,从而影响和改变企业知识资源的状态,提升企业知识链的价值。KSA 内部拥有自身的知识库,具有思考能力,能够主动分析 KDA 传来的各种知识的类型和结构,然后根据规则库中的共享规则,并结合各种知识的特点,动态决定需采用的知识共享类型。KSA 采用的知识共享方式主要有:创建知识社区、创建知识论坛、开展知识交流、组织知识培训、组建知识联盟以及电子邮件管理等。

(4) 知识应用 Agent (KUA)。KUA 是一种混合型 Agent,主要负责将企业中的知识应用到企业的各项活动中,包括管理活动、生产活动、销售活动等,从而产生知识输出。知识输出包括知识资源直接输出(比如出

售专利)、产品或服务输出(知识附着在企业产品或服务中)。知识应用是企业进行知识链管理的重要目的,通过知识应用体现企业知识的真正价值,比如增加企业利润、提高顾客满意度和忠诚度、提升企业声誉等。

(5) 知识评价 Agent (KEA)。知识应用并不是整个 MAKCMS 的终点,企业竞争力的来源并不在于其获取和拥有知识的数量,而是在于这些知识对企业价值的贡献程度。对企业知识链的管理,归根结底就是为了提升企业价值。因此,有必要对企业获取和应用的知识进行评价,这项工作主要由 KEA 来完成。KEA 是一种反应型 Agent,负责收集和分析企业知识应用的效果,包括企业产品的市场份额变化、企业利润变化、客户满意度变化等,并即时将这些评价信息传递给知识获取 Agent 和知识应用 Agent,以指导企业的知识链管理活动,从而实现知识流在知识链上的无限循环流动和增值。

(6) 知识创新 Agent (KIA)。KIA 主要负责更新企业的知识库,并运用先进的推理技术和算法规则,在企业现有知识的基础上,进行分析和推理,创造出新的知识。同时,KIA 会根据企业需要,动态创建知识交流和融合的环境,鼓励知识员工间的集体讨论,以利于企业隐性知识的创新。

(7) 任务 Agent (TA)。TA 主要负责知识链管理活动中某一项具体任务的执行,各任务 Agent 结合自身的能力状态,通过竞标的方式从其所属的功能 Agent 处取得具体任务,然后执行任务,并将结果返回给所属的功能 Agent。任务 Agent 的数量和类型可以根据需要动态地调整。每一个任务 Agent 都能够自主地完成任务,同时也可以和 Agent 联邦中的其他任务 Agent 进行协作完成某项较复杂的任务。

4.3 MAKCMS 中各 Agent 之间的通信与协作

MAKCMS 系统模型是一种智能分布式系统,其中的每个 Agent 都具有自治性,同时各 Agent 之间还需要密切协作,共同实现系统的整体目标。

(1) Agent 之间的通信。在 MAKCMS 模型中,Agent 之间进行协作的首要前提是各个 Agent 之间能够理解和领会彼此的意图,这就要求 Agent 之间必须建立一种有效的通信和交流协议。在本系统中,采用 KQML(知识查询与操纵语言)作为各 Agent 之间的通信语言,并对 KQML 的行为原语进行适当扩充,同时建

立系统的本体库(Ontology Base),从而实现代理之间的良好通信。

为了使系统中 Agent 之间的交流更加准确高效,MAKCMS 系统模型中还建立了系统的本体库。MAKCMS 的本体库对系统中用到的概念、术语以及各种概念之间的联系等进行了统一定义和说明,从而解决了多种形式的知识描述,并提高了知识共享和应用的效率。

MAKCMS 模型中的每个 Agent 中都有一个专门的通信模块,该模块内置了 KQML 语言解释器,从而实现与别的 Agent 的通信与交互。

(2) Agent 之间的协作方式。MAKCMS 模型中的各 Agent 之间基于改进的合同网协议(contract-net protocol)来实现协作。合同网协议最初是由 Davis 和 Smith 等人在研究分布式问题求解时提出来的^[7],后来被广泛地应用到多 Agent 系统的协作中。合同网对任务进行动态分配,网中的 Agent 通过谈判来实现协同。合同网典型的问题求解过程一般分为四个阶段:任务招标、投标、签订任务合同、任务执行。MAKCMS 模型根据知识链管理活动本身的特点,对合同网协议进行了部分改进,一方面在任务招标和投标过程中增加了许多约束条件,比如:时间约束、成本约束、Agent 能力约束、Agent 知识约束等,从而减少了招标 Agent 与投标 Agent 之间不必要的反复磋商过程。另一方面,根据各任务 Agent 的任务执行历史和信用评分,将任务 Agent 分为优秀、一般和较差三个等级,每个任务 Agent 的等级可以根据以后的表现而动态调整。在进行任务招标时,首先在表现优秀的任务 Agent 中招标,如果找不到合适的任务 Agent,再到表现一般和较差的任务 Agent 中招标,这样可以在每次招标中缩小范围,提高任务招投标效率。MAKCMS 中各个功能组(Agent 联邦)内的任务 Agent 之间可以直接通过合同网进行协作,不同功能组的两个任务 Agent 之间的协作则需要相应的功能 Agent 从中协调完成。

5 结论

本文根据知识链的特点,引入了分布式人工智能中的多 Agent 技术,提出了一个基于多 Agent 的知识链管理系统模型——MAKCMS。MAKCMS 具有高度的

(下转第 14 页)

(上接第 10 页)

开放性、自适应性、灵活性和可扩展性,能够有效管理企业的知识链,实现企业知识的循环流动和增值。在下一步的工作中,我们将运用 JADE 工具进一步研究 MAKCMS 系统模型的具体实现,并对其功能和接口进行更详细的设计。

参考文献

- 1 刘冀生、吴金希,论基于知识的企业核心竞争力与企业知识链管理[J],清华大学学报(哲学社会科学版),2002,17(1):68 - 72.
- 2 C. W. Holsapple, M. Singh. The knowledge chain model: activities for competitiveness[J]. Expert Systems with Applications,2001,20:77 - 98.
- 3 Thomas Y. Choi, Jaroslaw Budny, Norbert Wank. Intellectual property management: A knowledge supply chain perspective[J]. Business Horizons,2004,47(1):37 - 44.
- 4 徐建锁、王正欧、李淑伟,基于知识链的管理[J],天津大学学报(社会科学版),2003,5(2):133 - 136.
- 5 徐忠兰、知识链:企业核心竞争力的新动向[J],当代财经,2003,7:79 - 82.
- 6 徐焕良、李绪蓉,知识链模型研究[J],计算机科学,2005,32(2):185 - 192.
- 7 范玉顺、曹军威,多代理系统理论、方法与应用[M],北京:清华大学出版社,2002.