

MAS 智能体 多Agent系统 (2) 人工智能

MAS 及其相关概念

MAS and Correlation Conceptions

102-103, 87

程显毅

董红斌

TP18

(江苏理工大学计算机系 镇江212013) (哈尔滨师范大学计算机系 哈尔滨150080)

Abstract The researching of MAS originates from distributed artificial intelligence, because new theory framework is provided for solving some problems in complex and distributed environment, MAS is valued increasingly by computer, automatic control and management science.

Keywords MAS, DPS, CSCW, CIMS, Petrinet, GDSS, Man-machine system

1 引言

现实世界存在大量分布系统, MAS(多 Agent 系统)结构为其提供了一条研究途径, 网络及多处理机的硬件研究成果为其实现提供了必要的支持。

MAS 系统由多个智能体(Agent)组成, 每一个 Agent 又是一个自治计算实体, 具有目标、知识和能力。

我们为什么要研究 MAS? 首先 MAS 优于仅由单个 Agent 控制世界的系统。设计单个 Agent, 使它具有足够的能力来控制其环境, 存在许多困难: ①Agent 必须处理众多不确定的相互矛盾的信息; ②Agent 必须处理多个上下文相关的、冲突的目标; ③Agent 必须把它的目标与自己受限的感知和行为能力相对应。然而, 对解决上述困难, MAS 是一次飞跃。第二, 通过 Agent 间合作, MAS 不仅改善了每个 Agent 的基本能力, 而且从 Agent 的交互中进一步理解了社会行为。第三, 用模块化风格组织系统。如果说模拟人是单个 Agent 的目标, 那么 MAS 则是以模拟人类社会为其最终目标。

MAS 核心是“局部运作, 全局共享”。它特有的多学科交叉特色: 任务分担、自治、并发、合作、决策、通信、信息共享等, 使得出现了大量与 MAS 相关的技术、方法和支持环境, 令人眼花缭乱, 如: 群体决策支持系统 GDSS, 人机系统, 计算机集成制造系统 CIMS, 计算机协同工作 CSCW, 并行工程, 多机系统, Petri 网等等。它们之间具有怎样的关系, 侧重点是什么, 需要 MAS 研究者有一个宏观上的把握。本文旨在讨论 MAS 概念, 所以我们以 MAS 为中心, 将所有有关概念与 MAS 进行比较。

2 与 MAS 相关的概念

2.1 DPS(Distributed Problem Solve)

程显毅 副教授, 主要研究方向: 自动推理, 多 Agent 系统, 董红斌 副教授, 主要研究方向: 分布式人工智能,

DPS 是研究如何进行问题分解和任务分布, 并在共享数据、知识、求解状态以及部分结果基础上协作完成整个问题的分布求解(相当于计划经济模式, 柔性制造), 从问题出发研究协作求解, 是自顶向下的研究方法。

MAS 是研究如何在一组自治的 Agent 之间协调它们的行为(知识、目标、能力和规划), 从而完成问题协作求解(相当于市场经济模式, 敏捷制造), 是基于一些已预先存在的自治 Agent 研究协作求解, 是自低向上的研究方法(其比较见表1)。

Agent 的自治指的是有独立的目标、知识和求解能力, 这就使得 MAS 结构复杂化, MAS 系统可以同时处理多个目标, Agent 之间的信息与控制关系需要在求解问题过程中动态确定, 因为系统必须具备很强的规划能力和协调能力, 还必须考虑 Agent 之间的竞争问题。

表1 DPS 与 MAS 比较

	自适应范围	Agent 之间关系	方法	Agent 目标
DPS	预先确定	静态	自顶向下	相同
MAS	无限	动态	自低向上	可以不同

2.2 多机系统

所谓多机系统是指由多台独立离散的计算机所组成的系统, 计算机之间只在数组一级相互作用, 目的是为了求得 CPU 最大利用率, 不得不把其部分辅助性功能(如: I/O, 系统诊断等)分散给一些较小的专用机器来完成, 这样一些功能专用化的多机系统显然不具备对单一问题进行合作求解。

多机系统和 MAS 具有如下共性: (1) 软硬件结构上具有模块化; (2) 工作方式上具有自治性; (3) 系统功

能上具有协同并行性;(4)对用户讲具有透明性;(5)运行时具有坚定性;(6)"计算"可分布性。

表2 多机系统与MAS比较

	协调机制	分布对象	反应性
多机系统	无	数据、硬件	无
MAS	有	数据、硬件、程序	有

2.3 CSCW (Computer Support Collaboration Work)

CSCW 在理论上探讨人类群体工作的内在本质及其在技术系统中的角色、作用;在应用上探讨相关技术和方法,支持人们分布地、交互地协同工作,提高群体工作的效率和性能,具有新颖的计算机应用风格,如:协同感知(Collaboration-awareness),协同控制、共享工作空间、你见即我见(WYSIWIS)等,提供了群体成员间丰富的交互手段和有效的协调工具,提供协作支撑环境^[1]。

MAS 在宏观上提供协调策略;CSCW 在工程上提供协调支撑环境。CSCW 必须有人参与,而 MAS 就未必。

2.4 人机系统(Hybrid)

在计算机迅猛发展的今天,计算机作为一个系统所具有的开放性仍然是很差的,通过程序进行学习的能力很差,不能向周围环境中获取知识,更不要说象人那样利用知识了。但计算机有它的长处,如运算速度令人望尘莫及,现在已经越来越清楚,盲目地追求自动化,一切都要求计算机来完成,既不现实也不合理。可以想象,在一个人和计算机协同进行工作的系统中,一些繁重的推理和计算,或可以形式化加以解决的事物,由计算机来定量地加以解决。而人则利用人脑具有的高度开放性和知识处理能力,在一些支持环境的帮助下,在关键之时给予定性的决策和处理。人与计算机相互弥补,充分发挥各自的长处,要做到这一点,还需要人和机器互相靠近,也就是说要求人比较容易与机器进行通讯与交流信息,这就需要方便的人机接口,因为要求机器向人靠近,而不是人向机器靠近。

2.5 CIMS (Computer Integrated Magnification System)

CIMS 主要强调支持个人工作,局限于支持群体信息处理,对协作支持较少(其比较见表3)。

表3 CIMS 与 MAS 比较

	人机结合	消除冲突机制
CIMS	无	无
MAS	可以	有

2.6 GDSS (Group Decision Support System)^[2]

GDSS 和 MAS 同样是由一群分散的、但相互有联系的主体组成,目标是共同合作寻求问题的解,但前者组成了一个"集体",而后者只是一个相互有联系的"集合",正如人类社会一样,一个集体与一个集合在能力上往往会显示出差异。

对 MAS 来说,决定系统性能好坏的核心是协调,一般有如下策略:修改行动的协调、同步协调、组织结构协调、谈判协调、机遇地满足目标协调、交换偏好的协调、约束推理协调等,在 GDSS 里这些协调是根据不同问题综合应用,并还有一些结构化协调方法:NGT, Delphi,头脑风暴等。(其比较见表4)。

表4 GDSS 与 MAS 比较

	组织形式	工作方式	策论	协调机制	交互环境	决策过程
GDSS	集体	半自动	不产生	灵活	友好	非结构化
MAS	集合	自动	产生	有局限性	差	结构化

2.7 CE (Concurrent Engineer)

实现并行的途径有:时间重叠、资源共享,有四种结构:流水线计算机、阵列处理机、数据流计算机、多处理机系统。

多处理机系统与多机系统是有区别的。

对新一代计算机软件开发不考虑"分布"、"并行"的思想是不现实的。

2.8 网络

远程资源共享加上通信技术与计算机技术导致计算机网络的产生,而远程资源共享加上并行处理就是最初分布式技术的思想。实现真正分布式由纯网络是难以做到,其原因:

表5 网络与 MAS 比较

	结点自治性	通信模式	结点灵活性	目的
网络	无	c/s	不可移动	通讯
MAS	有	平等	可移动	通信

(1)没有提供一个能够支持以模块化的方式增加一个新资源或新的服务的支撑环境,例如,人不能把现在的文件传送服务作为分布式数据库管理的基础。

(2)存取资源的方式方法对于终端用户或程序来说不是透明的。

(3)分布式处理本质上是并行处理,单纯的计算机网络不能支持并行处理。

2.9 Petri 网

Petri 网是一种适合于描述异步并发现象的计算机系统模型,起源于德国 Carl Adam Petri 1962 的博士论文《用自动机通信》,论文阐述了用网状结构模拟通信系统的思想。

(下转第87页)

算结构 G_i 的测度 $Score(G_i; C)$ 。

最后,从中选取测度值最优的结构 G_i 作为信度网的结构。

可以看出,以上过程的计算量很大,一般当可能结构的数目很小时才使用,它存在如下的问题:①由于对每个可能结构都要利用参数的近似算法,所以算法的复杂性很高;②测度不再具有可分解性,所以无法使用启发式搜索算法,计算量很大。

Friedman^[6,7]提出了一种不完整实例数据的结构学习算法—SEM 算法 (Structure Expectation Mainumal)。其基本思想是:不直接计算结构的测度,而是确定一种新的测度作为优化指标,该新测度满足两个条件:①新测度最优的结构,原先的测度也最优;②新测度具有可分解性质。期望测度就是符合上述要求的新测度;设当前结构为 G_i ,利用近似的参数估计方法(如 EM 算法、梯度上升算法等)可以确定该信度网的参数 $\hat{\theta}$,从而获得信度网 $B = (G_i, \hat{\theta})$ 。在该信度网上,利用信度网的推理算法,就可以估计出不完整实例数据中所有没有观测值的变量的值,从而获得一个完整的实例数据库。对于完整的实例数据库,可以容易地计算出任一个结构 G_i 的测度(如 BDe 测度或 MDL 测度),该测度称为 G_i 的期望测度,表示为 $E[Score(G_i; C) | G_i, C]$ 。可以证明,一个结构的期望测度越优,其测度也越优;同时可以看出,由于利用了完整

的实例数据,所以期望测度具有可分解性,SEM 算法如下。

第一步(初始化):确定一个信度网的初始拓扑结构 G_i (可以随机地选取一个特殊的结构,或者依靠专家的知识,建立一个结构)。

第二步:利用近似计算算法(如 EM 算法、梯度上升算法、Gibbs 仿真算法等),计算结构 G_i 对应的参数 $\hat{\theta}$ 。

第三步(Expectation Step):利用启发式搜索算法(如“瞎子”爬山法、模拟退火法等),计算所有可能结构的期望测度 $E[Score(G_i; C) | G_i, C]$ 。

第四步(Maximal Step):选择期望测度最大的结构 G_i 。

第五步:如果 $E[Score(G_i; C) | G_i, C] \approx E[Score(G_{i-1}; C) | G_{i-1}, C]$,则停止算法,结构 G_i 即为求得的结构;否则,将 G_i 作为 G_{i-1} ,转第二步继续执行。

SEM 算法类似于实例数据不完整时计算条件概率表的 EM 算法,它避免了对每个可能结构都估计其参数,在每一次循环中,只对期望测度最大的结构进行参数估计,极大地减少了所需的计算量。另外,在算法的第三步,利用期望测度的可分解性,采用了启发式搜索算法来计算各个可能结构的期望测度,进一步减少了计算量。所以 SEM 算法可以高效地利用不完整实例数据库来学习信度网结构。 (下转第 65 页)

(上接第 103 页)

已证明 Petri 网的模拟能力与图灵机等价, Petri 网应用已涉及计算机学科各个领域,如:线路设计、网络协议、软件工程、人工智能、形式语义、操作系统、并行编译、数据库管理等等。

Petri 网是一种可用图形表示的组合模型,具有直观、易懂和易用的优点,有严格定义的数学对象,既可用于静态结构的分析,又可用于动态结构的分析,有人预测它的发展必将为信息论奠定坚实的理论基础。

Petri 网的目的是为了克服有限自动机用系统的全局状态刻画变化所带来的局限性,首先,尽管有限状态机的状态元素只有有限个,当这个数目足够大时,全局状态仍然不是实时可知的,从而无从实时确定什么变化可以发生;其次,就每个变化而言,它发生前后的两个状态并不能完整刻画变化(如:催化剂是某些化学反应必不可少的,却不能在反应前后的差异中体现出来)。

一般系统模型均包含两类元素:表示状态的元素(变量、角色、结构)和表示变化的元素(语句、活动、构造),表示变化的元素也叫变迁,变迁之所以能发生及发生影响完全取决于自然规律,不待主观性。

Petri 网没有任何象冯·诺依曼那种固定的控制。

用 Petri 网描述的系统有一个共同的特征:系统的动态表现为资源的流动。Petri 网为 MAS 及其相关系统提供了设计分析工具。

结束语 MAS 和 Petri 网是研究“分布”、“并发”系统的理论基础,网络是实现这类系统的物理环境,其他相关概念最终将作为 MAS 相应能力的工具或支撑环境(见图 1)。

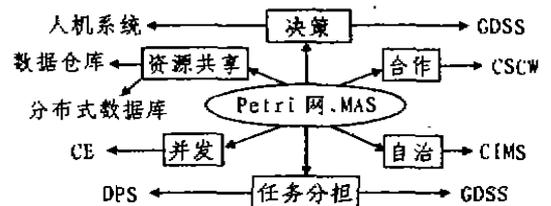


图1 MAS 及其相关概念之间的关系

参考文献

- 1 吴启迪. MAS 和 CSCW 在 CIMS 中. CIMS, 1999, 5(1): 1~6
- 2 沈锦涛. 群体决策支持系统与人工智能. 计算机科学, 1995, 22(1): 78~80