

基于 MAS 的企业 GDSS 设计^{*}

李 刚¹ 仲元昌² 韩逢庆¹ 王 越¹

(重庆工学院计算机系 重庆400050)¹ (重庆大学通信工程学院 重庆400044)²

摘 要 由于企业决策支持系统 GDSS 的分布性和协同性,采用基于多层次 MAS 的企业 GDSS 可提高决策效率、缩短决策周期。本文讨论了以多重层次结构设计的系统的通信方式、总体结构、功能划分、动态特性,设计了基于多个 agent 群的企业 GDSS 结构模型,分析了各 agent 群的结构和实现,最后给出了系统的实现过程。

关键词 多智能体系统,群决策支持系统,智能体

Design of Enterprise GDSS Based on MAS

LI Gang¹ ZHONG Yuan-Chang² HAN Feng-Qing¹ WANG Yue¹

(Department of Computer, Chongqing Institute of Technology, ChongQing 400050)¹

(College of Communication, Chongqing University, Chongqing 400044)²

Abstract Because GDSS is a distributed and coordinative system, the enterprise GDSS based on multilayer MAS can lower its complexity, enhance decision-making efficiency and shorten decision-making period. The GDSS's multilayer architecture, communication method, function partition and dynamic character are discussed, then its agent group structure and decision-making realization are analyzed and designed, at last, its implement process is presented.

Keywords MAS, GDSS, Agent

1 引言

在日益激烈、复杂多变的市场竞争中,企业为了实现经营目标,提高竞争优势和经营效能,需要通过全面估量、分析企业外部环境和内部条件及其变动,使企业经营活动与这些变动保持动态协调,即企业必须组织由研发、生产、调度、市场、财务等人员所组成的决策群体,以最有效的方式进行协同工作,全盘考虑各种经营决策的关键因素,做出正确的决策方案,因此研究企业群决策支持系统(Group Decision Support Systems, GDSS)具有很重要的现实意义和实用价值。

2 基于 MAS 的企业 GDSS 及其设计

设企业 GDSS 决策活动的条件为^[1~3]:

1)由多个不同专业特长、分担不同的决策任务、不同权重的决策者,根据其专业特长和责任,将群体决策问题分解为多层次的多个个体决策问题;

2)群体共有可行的决策方案集,这些方案可以是集体产生的,也可以是集体采用已有的方案,在决策过程中决策者可以对这个方案集中的方案进行修改、完善并根据评价指标进行排序,最后选择一个或多个方案;

3)每个决策者有其自己的反映优先价值和理想水平的目标,这些目标由指标及其属性具体表示;

4)当意见未统一时,可重新寻找或产生新的方案提供给群体成员,以便从新的角度进一步分析。

由企业 GDSS 提供的功能所涵盖的内容有^[2~3]:1)数据交流的控制;2)合适的群体决策支持技术的自动选择;3)群体决策的计算和解释;4)如果未能达到一致,则提出讨论个体差异或重新定义问题的建议;5)帮助协调员控制通信结构和过程;6)协助协调员收集成员结果并使其一致化,辨识个体差异、共同兴趣,产生新的争论点和方案。

由于企业的决策活动具有广泛的分布性和协同性,不仅要依赖管理者个人的智慧,更要依赖各部门主管及其相关人员的群体智慧,因此企业 GDSS 既要解决群体决策任务的分布、群体之间的社会特性、群体的组织及其动态性等问题,还要解决适应于决策群体结构的、企业组织机构的动态自组织、人机界面、对不确定性问题的建模等。当前以协同科学为指导的、以分布式人工智能理论为基础的多智能体系统(multi-agent system, MAS)及计算机支持的协同工作技术,为 GDSS 提供了强有力的理论信息基础。

MAS 技术的研究目标是将复杂的大型系统分解成较小的、彼此相互通信及协调、易于管理的系统。由于 MAS 具有分布性、协调性、自组织能力、学习和推理能力等优点,基于 MAS 的企业 GDSS 可以很好地解决 GDSS 中信息分布、处理分布和决策分布等一系列问题,这是因为^[4,5]:1)agent 具有社交能力,通过多个 agent 之间的交互,帮助用户进行信息查询、信息处理和信息交流等;2)可以通过对 agent 进行改造、定制、封装原有系统的部分代码并集成到基于 agent 的新系统中去,实现软件的重用;3)agent 可以拥有本地知识,并被赋予一定的学习能力,通过学习 agent 可以提高和完善自身的性能,逐步完善整个系统的性能;4)agent 具有自主性,系统的稳定性可以得到增强,不会因为某个子系统出错而导致整个系统崩溃。

基于 MAS 的企业 GDSS 把分类方法和分解合成方法结合起来,形成多重层次结构的表达方法和结构状态,包含着抽象与具体、主题与部分的动态关系,而 agent 之间的逻辑关系可通过 agent 间的功能联系、协作方式和通信机制来建立。

2.1 系统的设计思想

传统 GDSS 将决策问题分解为决策因素确定、决策方案拟定、最佳方案评价和选择等步骤,这有利于决策群体对决策因素进行综合,全面地评估和进行权重分配,但往往造成决策

^{*}重庆市科委科技计划项目(20031114)资助。李 刚 博士生,主要从事计算机控制技术的研究。仲元昌 副教授,主要从事计算机应用,通信信号处理,载波通信,医用仪器等领域的教学与研究。

效率低、决策周期长。改进的方法是采用基于多重层次 MAS 构建 GDSS 的思想,即将决策问题分解为子问题,或进一步分解为子子问题,根据子问题的性质不同指派给不同的 agent,其中某些子问题由一个部门就可以决策,不需要群体决策成员的参与,而某些子问题则属于综合性决策问题,需要对各部门的定量和定性分析结果进行综合分析后才能得到。对于顶层的最终决策方案的选择则是决策群体一致性偏好的体现,需要综合考虑群体决策成员相对于该问题的权重和结论,协调员承担问题定义、信息收集、态势分析、群体协调等任务。根据决策的不同阶段,承担决策任务的 agent 也应具有不同的任务。

这样,GDSS 其实就是网络环境下的 MAS 系统,Internet 支持系统与企业外人员或 agent 进行通信,并作为数据挖掘的基础,寻求信息支持;Intranet 则支持企业内部 agent 之间、agent 与决策成员之间的通信,并为解决内部资源信息的整合和有效性问题提供支持。

agent 间的通信方式之一是直接 agent 通信^[6],其优点是各 agent 相互独立,不必依赖于其他 agent。当 agent 的数量较少时,通信成本较低,但在 GDSS 这种复杂的环境中,涉及到企业内外的各种对象,消息发布和消息处理任务十分繁重,使得通信成本非常昂贵。解决这个问题的方法是采用专门进行通信协调的 agent 协助通信,即将多个具有共同目标、处于相同环境的 agent 组织为联盟系统即 agent 群,并在 agent 群中增加一个负责内外通信、协调和信息管理的管理 agent(图1)。例如,agent P_1 不必与其它每个 agent 进行通信,而只和管理 agent P_m 进行通信,通信内容包括 P_1 的需求、能力、各种消息和请求, P_m 将这些信息转换为运用层信息并传递给其他适当的 agent,构成了一个无级通信。

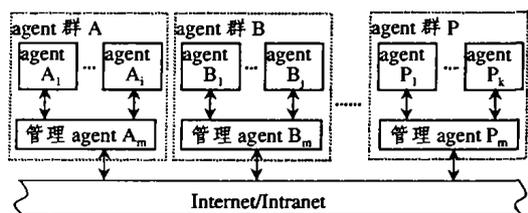


图1 采用管理 agent 的通信方式

2.2 系统的总体结构

为便于信息管理和问题的解决、减少网络负荷及 agent 之间的交互次数,可将 MAS 中的 agent 群按基本功能划分为:1)server agent(SA)群。SA 群既是拥有并管理各 SA 群的能力、地址等有关知识的管理者,又是承担决策问题定义、信息收集、态势分析和群体协调等任务,并与协调员直接进行交互的协调器。在 GDSS 中由于参与决策的决策成员数量有限,相应的 agent 群之间的通信成本不会太大,为减少 SA 群自身的复杂性,SA 群并不承担通信中间件的功能,各 agent 群之间的通信以直接 agent 通信的方式进行一对一的交流与协作。2)部门 agent(department agent,DA)群。主要承担由 SA 群和其它 agent 群指派的各种任务,根据所承担的问题进行信息收集、信息分析、问题求解并根据一定的知识和规则提出智能建议。3)群 agent(group agent,GA)群。承担 SA 群和 DA 群指派的一些涉及多种功能部门、多种知识的综合性决策任务,确定决策因素及其权重,利用一致性求解模型或群体决策方法对各 DA 群的求解结论进行综合分析,为决策提供建议。

这样,只要通过对基于 MAS 的 GDSS 中包括 DA、GA、SA 以及 agent 等的结构设计,即可动态地建立集成化的企业 GDSS 系统(图2)。决策过程按决策任务分解和各 agent 对决

策任务分担的线索从上到下逐步细化,而决策制定则通过 agent 之间的协作从下而上逐步综合提炼,使 GDSS 在以 agent 和 Internet/Intranet 为中介的基础上实现基于 MAS 的智能化和柔性化。

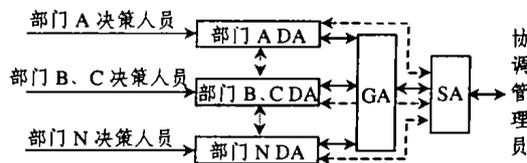


图2 基于 MAS 的企业 GDSS 总体结构

由于决策过程本身的动态性,决定了 MAS 体系结构的动态性,即 agent 角色及其相互关系是动态的。因此,GDSS 是由多个 agent 群构成的 MAS 系统,一个 agent 群其实就是一个 MAS 子系统,它是由多个处于相同环境、具有相同目标、拥有不同功能、为一群用户服务的 agent 组合而成的 agent 联盟。

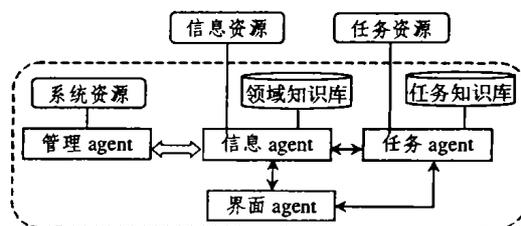


图3 系统中的 agent 群的基本结构

2.3 agent 群的结构

如图3,根据功能和决策任务的不同,agent 群所包含的类型和数量有所差别,但通常包括:1)界面 agent,代替用户与其他 agent 或用户进行通信,承担一些简单的在线、重复和费时的工作;2)信息 agent,用于实现信息检索、信息收集、信息过滤、信息挖掘等功能;3)任务 agent,用于任务描述、任务分解、任务分配和任务的解决,根据其具体执行任务的类型又可分为 sales agent、selection agent 等;4)管理 agent(图4),它在 agent 群中发挥着特殊的作用,对 agent 群中的所有 agent 所提供的服务项目清单进行管理。如果有新的 agent 进入该群中,管理 agent 就通知所有 agent,并自动向新 agent 提供该 agent 群所具有的功能,使它能方便地获得其它 agent 的服务,从而支持 agent 群的自适应性和可扩展性。此外,管理 agent 还代表该 agent 群与其它 agent 或 agent 群进行通信,以减少 MAS 系统中 agent 间的通信量,达到减轻网络负荷,降低通信成本的目的。

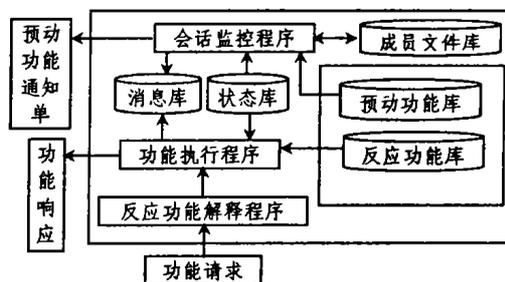


图4 agent 群中的管理 agent

2.4 agent 群的决策实现

通过各 agent 群的功能分析可进一步获得其决策实现,图5和图6分别为 GA 和 SA 的决策实现。

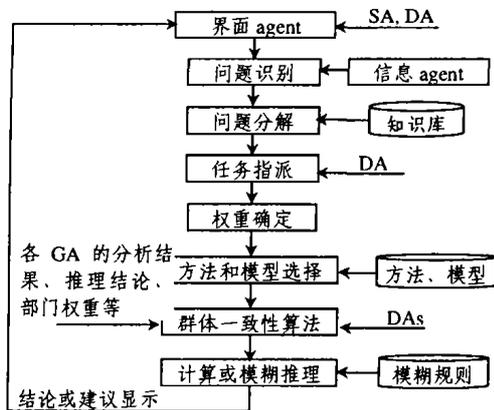


图5 GA 的决策实现

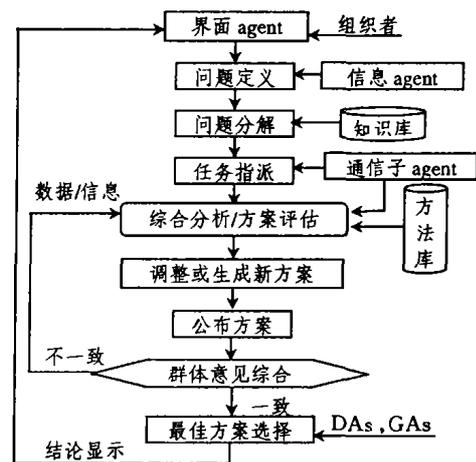


图6 SA 的决策实现

3 基于 MAS 的企业 GDSS 的实现过程

通过以上分析,基于 MAS 的企业 GDSS 的基本实现过程为:1)由组织者(协调员)提出决策问题;2)SA 的任务 agent 将决策问题进行描述后分解为子问题指派给不同的 agent

群,各 agent 群将这些子问题继续分解后求解或指派给不同的 DA;3)各部门的信息 agent 通过信息检索、信息过滤、信息分析后由任务 agent 利用 agent 的建模功能、推理技术和预测模型进行问题求解、推理或预测;4)由 GA 将各个 DA 的分析结果进行群体一致性问题求解后,向 SA 提供建议;5)SA 对各 agent 群提供的建议加以综合分析后,向群体决策成员提供第一轮统计处理结果,形成若干决策方案,并解释说明这些决策方案的背景材料,然后群体成员通过界面 agent 进行交互,对所提供的所有方案进行打分和分级判断;6)SA 根据各方案的得分情况和群体成员的意见,选择群体意见一致的方案,再转向第2步;7)如此反复多次直至得出一个意见统一的决策结果。

结束语 通过建立基于多层次 MAS 的企业 GDSS,避免了诸如社会化、求同压力、少数人支配等人造的缺点,系统具有很好的模块性、动态性、层次性、开放性和可扩展性,有效地降低了系统的复杂性和构造成本,提高了决策效率,缩短了决策周期。

参考文献

- 1 Postmes T, Lea M. Social processes and group decision making: anonymity in group decision support systems. *Ergonomics*, 2000, 43(8): 1252~1274
- 2 Abhijit G, Pushkala P. Understanding GDSS in symbolic context: shifting the focus from technology to interaction. *MIS Quarterly*, 2000, 24(3): 509~546
- 3 Jackie R, Gary J K. An Evolutionary Approach to Group Decision Making. *INFORMS Journal on Computing*, 2002, 14(3): 278~292
- 4 Neal G S, Ahmad M, Surya B Y. A comprehensive agent-based architecture for intelligent information retrieval in a distributed heterogeneous environment. *Decision Support Systems*, 2002, 32: 401~415
- 5 Kwon O B, Lee K C. MACE: multi-agent coordination engine to resolve conflicts among functional units in an enterprise. *Expert Systems with Applications*, 2002, 23: 376~389
- 6 Ronald R Y. Defending against strategic manipulation in uninorm-based multi-agent decision making. *European Journal of Operational Research*, 2002, 141: 217~232
- 8 Hawkins J, Howard R B, Nguyen H V. Automated real-time testing for embedded control system [DB/OL]. *IEEE*, 2002
- 9 刘超.程序交互执行流程图及其测试覆盖准则. *软件学报*, 1998(6)
- 10 邓支益,何亦征.嵌入式软件测试研究. *田冀航空电子技术*, 2003(3)

(上接第175页)

无条件跳转块单链表

line: 6	line: 13
Labelredname: NULL	Labeldefname: MULL
Labelrefname: AR0	Labelrefname: M2
Next:	Next: NULL
ID: U1	ID: U2

结束语 本文将汇编语言的指令分为5种类型,对应于5种基本块。通过扫描被测源程序生成5种基本块的单链表。进一步通过扫描这5个单链表建立程序流程图。由于汇编嵌入式程序结构的复杂性,建立相应程序流程图的算法也非常复杂。试验证明,本文提出的算法是正确有效的。

参考文献

- 1 郑人杰,殷人昆,陶永雷.实用软件工程(第二版).清华大学出版社,1997
- 2 孙林,岳丽华,贾文举.一种从源代码到其流程图的自动转换算法. *微计算机应用*, 2001, 22(3): 181~186
- 3 吴金成,沈庆阳,郭庭吉. 8051单片机实践与应用.清华大学出版社
- 4 <http://www.autosoft-jitong.com.cn/products/crests.asp>
- 5 严蔚敏,吴伟民.数据结构.北京:清华大学出版社,1997. 156~192
- 6 郑人杰.计算机软件测试技术[M].北京:清华大学出版社,1992
- 7 Huang J C. Program Instrumentation and Software Testing [J]. *Computer*, 1978, 11(4): 3

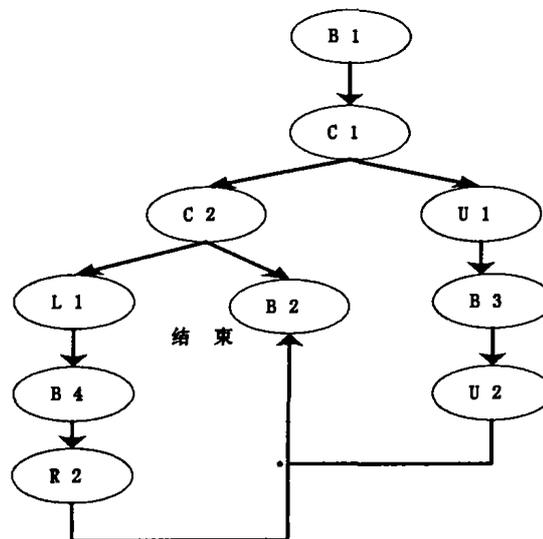


图2 算法生成的链表及实验结果