

基于 Agent 的智能决策支持系统

向阳¹, 沈洪²

(1. 同济大学电信学院, 上海 200092; 2. 上海财经大学公共经济管理学院, 上海 200433)

摘要: 根据决策支持系统应用中存在的问题, 提出了一种新的利用决策支持系统求解问题的思路, 并将 Agent 思想和技术引入到这一思路的实现中, 设计了一种基于 Agent 的智能决策支持系统的架构, 该架构主要由模型选择 Agent、模型构造 Agent、模型求解 Agent 和人机交互 Agent 4 部分组成。该结构的实现可有效地突破基于模型的决策支持系统在求解问题时难以适应动态环境变化的障碍, 使决策支持系统真正成为面向问题系统, 极大地提高了决策支持系统的智能型, 能够根据问题的变化作出适应性的自主的调整, 满足用户的求解问题的要求。

关键词: 智能决策支持系统; Agent; 模型; 人机交互

Intelligent Decision Support System Based on Agent

XIANG Yang¹, SHEN Hong²

(1. School of Electronics and Information, Tongji University, Shanghai 200092;

2. College of Public Economics and Management, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433)

【Abstract】 This paper puts forward a new approach to solve the problem in decision support system which overcomes the disadvantage of current system. The paper designs the structure of intelligent decision support system by connecting the agent theory and practice with this approach. It consists of model selecting agent, model-constructing agent, model solving agent, and human computer interactive agent. This overcomes the difficulty in adapting the environmental changes when solving problem using DSS based on model and turns the DSS to be a problem oriented system and improves the intelligence of the system thus enables the system to make some adjustments according the changes of the problem and meet the requirements of the user.

【Key words】 Intelligent decision support system; Agent; Model; Human computer interaction

1 概述

在决策支持系统中, 通常解决问题是沿着: 用户根据当前环境提出问题→专家与用户交互理解问题→专家抽象出数学模型→依据数学模型编制或调用求解软件→软件运行求解问题这样一种思路进行的。在这种思路中, 问题的求解是由“模型驱动”的, 问题求解模型是随着问题环境的变化而变化, 并且由于变化而重新构造模型时都离不开专家的辅助, 这就使得原本是用户在决策支持系统辅助下求解问题变成了在专家辅助下求解问题, 用户在求解问题的多数环节上仍然离不开专家。决策支持系统应用中出现的这种问题, 其主要原因是系统的智能性不足, 不能根据问题的变化作出适应性的自主的调整。本文针对这种现状, 提出了一种新的决策支持系统求解问题思路: 用户提出问题→计算机运用知识与用户交互理解问题→基于理解的模型智能构造→调用求解软件→软件运行求解问题; 同时, 在这一思路的实现上引入了 Agent 思想与技术。决策支持系统求解问题思路的这种变化, 以及 Agent 思想与技术的引入, 有效地突破了基于模型的决策支持系统在求解问题时难以适应动态环境变化的障碍, 进而使用户在使用决策支持系统时尽量摆脱对专家的依赖。这种变化改变了模型在决策支持系统中的地位, 使决策支持系统由“模型驱动”变为了“问题驱动”, 大大提高了决策支持系统的智能性。

目前 Agent 已成为一个具有普遍意义的概念, 在智能系统领域得到了广泛应用。智能 Agent 具有对外界环境的自适应、

运用自身知识对问题进行处理的能力、自学习的能力和与外界协同工作的能力等特性。这些特性决定了建造 Agent 对于解决上述人工智能类方法存在的缺陷是一条值得探索的途径。建造 Agent 的经典方法是将其看作是一种特殊的知识系统, 即通过符号 AI 的方法来实现 Agent 的表示和推理, 这就是所谓的思考型或慎思型 Agent (deliberative Agent)。思考型 Agent 的最大特点就是 Agent 看作是一种意识系统 (intentional system)^[1]。建造 Agent 的目的之一就是把它作为人类决策行为的智能代理, Agent 能反映出被代理者具有的决策意识, 这种意识是被代理者的意图、愿望、信念、目标等的反映。已经有很多学者认为, 把 Agent 作为意识系统来研究是合理的^[2,3]。被代理者的意识态度决定着 Agent 系统的内部结构、运行规律和变化状态等。Wooldridge 等人^[2]把 Agent 应具有的意识态度分为两大类: 信息态度和积极态度。前者是指 Agent 所拥有的关于自己、环境及其他 Agent 的信息和知识, 如信念和知识等; 后者是指那些能导致 Agent 执行动作的状态, 如愿望、目标、意图、承诺、责任、能力等。按此类划分最为典型的 Agent 就是 Rao 和 Georgeff 提出的 BDI (belief-desire-intention: 信念-期望-意图) 模型, 在这一模型中, 用信念、愿望和意图这 3 类意识态度来刻画 Agent 的结构, 并最终通过规划库来研

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70371054)

作者简介: 向阳 (1962—), 男, 教授、博导, 主研方向: 智能决策支持系统, 电子商务; 沈洪, 博士、副教授

收稿日期: 2005-11-15 **E-mail:** shxiangyang@yahoo.com.cn

究BDI模型的抽象性质和推理过程^[4]。

按照上述决策支持系统求解问题的新思路,以及 Agent 的建造方法,本文围绕决策者的意识态度,按照 Wooldridge 等人对意识态度的划分,主要从 Agent 的信念知识系统和处理执行系统两个方面,设计基于 Agent 的智能决策支持系统的结构与其工作原理,使决策支持系统具有更加人性化的智能,使其真正成为辅助决策者进行科学决策的有效工具。

2 基于 Agent 的智能决策支持系统架构设计

一般认为 Agent 的结构由感知器、处理机、通信机、学习机及知识库组成。结合决策支持系统与 Agent 的结构,本论文设计了基于 Agent 的智能决策支持系统结构,如图 1。

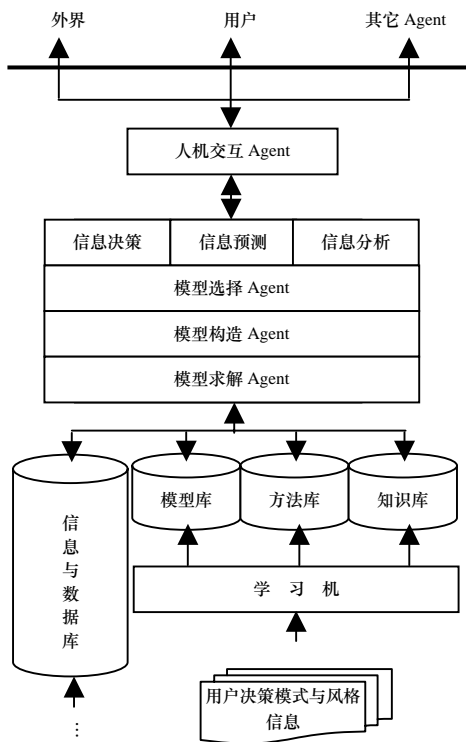


图 1 基于 Agent 的智能决策支持系统结构

图 1 在一般的决策支持系统中嵌入了信息决策 Agent、信息预测 Agent 和信息分析 Agent。这 3 个 Agent 是基于信息支持 Agent 的智能决策支持系统的核心,它们能够运用各类信息,通过模型选择、模型构造和模型求解,得到决策者所需决策辅助信息,并通过人机交互 Agent 支持决策者决策。

对于信息决策 Agent、信息预测 Agent 和信息分析 Agent 这 3 个 Agent,其内部构造本质上是由模型选择 Agent、模型构造 Agent 和模型求解 Agent 组成。人机交互 Agent 的设计是信息决策 Agent、信息预测 Agent 和信息分析 Agent 与用户、其它 Agent 和外界沟通的渠道。它以用户和 Agent 都易理解的方式将信息传递给二者。它以自然语言理解为基础,智能完成人机交互任务。

3 基于 Agent 的智能决策支持系统工作原理

3.1 模型选择 Agent 工作原理

按照人类求解问题的思维规律,用户求解一个问题首先要思考何种类型的模型可以选择利用,选择过程就是用户运用自身知识或与专家交互的过程,考察这一过程,本文认为模型选择 Agent 应具有特性:(1)能根据对用户问题的理解,明确自己的目标;(2)当问题环境变化时,能自动调整模型选择的策略;(3)具有模型选择的知识与推理选择的能力;(4)

可与其它 Agent 或专家通信,获取选择模型的信息;(5)具有自学习能力;(6)是一个自主、持续运行的软件系统。

按照上述模型选择 Agent 特性,及其 Agent 结构,模型选择 Agent 应具有感知器、任务处理机、学习机和通信机 4 部分组成。其各部分工作原理如下:

(1)感知器:1)感知用户以自然语言输入的问题语句,并存入问题语句列表;2)接受外界或其他 Agent(人机交互 Agent)传来的有关模型选择的知识,并送学习机处理;3)将模型选择结果送用户或送入通信器交给其他 Agent(模型构造 Agent)进行后续处理。

(2)任务处理机:1)从问题语句列表中获取一个以自然语言表达的问题语句,送入语句语义分析器中的词法与句法分析模块中;2)词法与句法分析模块借助分词词典库和知识词典库完成对问题语句的分词、词性标注及主、谓、宾成份的中心词判定的处理;3)问题模型匹配搜索器借助语句语义分析器得到的语句主、谓、宾成份的中心词,在问题语料知识库中匹配搜索,获得可以求解问题的模型。

(3)学习机:接收感知器传送来的知识,针对词典库、知识词典库和问题语料库进行一致性和冗余性检查,根据检查结果,通过知识管理器扩充库中知识,达到自学习目的。

(4)通信机:借助通信原语接收感知器传送来的、要求与其它 Agent 交互的请求,并将请求内容交递相应的 Agent 处理。

3.2 模型智能构造 Agent 工作原理

在本文提出的决策支持系统求解问题新思路中,模型智能构造是使系统成为面向问题决策支持系统的关键环节。决策支持系统求解问题思路的这种变化改变了模型在求解问题中的地位,系统由“模型驱动”变为“问题驱动”,模型构造方式由专家适应问题环境的变化来重新构造模型变为系统以问题为导向,计算机根据问题领域知识理解问题本质,通过自适应问题环境变化来重新智能构造模型。按照上述问题求解的新思路,根据 Agent 结构,模型智能构造 Agent 有如下工作原理:

感知器的触发消息监控器接收用户要求构造模型的消息,并将已由智能人机交互 Agent^[6]格式化后的构模任务存入任务列表中,任务处理机中的模型智能构造器根据形式化的任务,从模型模板库中获得求解该任务模型类的模板,以此产生模型框架;向模型知识库或通过通信机向其它 Agent 发送消息获得有关该类模型知识,并通过模型作用域属性在问题领域知识库中获得构造模型所需的问题领域知识;依据问题领域知识获得构模需求,模型构造器依据构模需求在构模数据库中检索所需构模数据,获得有关构模数据;若所需数据和资料在数据库中不存在或不全,模型构造器借助问题领域知识库中的知识向该问题域对象或通过通信机向其它 Agent 发送获得所需资料和数据的消息,并通过智能人机交互 Agent,填充该对象有关数据属性值,存储于模型库相应字段中;模型构造器运用方程表达式构造函数,构造模型;构造好模型后,模型智能构造器产生模型输出消息,感知器的触发消息监控器接收该消息,并将所构造的模型交由用户评价,用户评价不满意,感知器接收用户消息重新构造模型;用户评价满意感知器发送消息给学习机,由学习机的冗余检查器和一致性检查器进行冗余和一致性检查,并根据检查结果通过知识管理器扩充有关知识库,达到自学习目的;学习机除自学习外还可通过通信机向其它 Agent 学习。

3.3 模型求解 Agent 工作原理

模型求解是信息支持决策的重要环节。模型求解是对模型构造 Agent 构造的模型,通过模型求解算法的调用,求解出模型结果用以支持决策。模型求解 Agent 的主要功能就是根据模型求解知识,调用相应的求解软件,并激活软件使其运行求解问题。由于智能 Agent 具有根据环境变化主动改变自己的行为,适应环境变化或完成外界传来的任务的特性,因此,模型求解 Agent 具有如下工作原理:

感知器的触发消息监控器判断模型库状态变化标识,通知任务处理机获取模型构造 Agent 传来的新模型类别标识与新模型体。任务处理机中的求解软件选择推理机根据新模型类别与模型选择产生式规则,调用搜索算法选择合适的求解软件,并将新模型体中模型属性值加载到求解软件代码中,运行软件,最终将运行结果通过感知器发送给用户。新模型求解过程可由感知器传送给学习机,由学习机的冗余检查器和一致性检查器进行冗余和一致性检查,并根据检查结果通过知识管理器扩充有关知识库,达到自学习目的;学习机除自学习外还可通过通信机向其它 Agent 学习。

3.4 智能人机交互 Agent 工作原理

智能人机交互是通过嵌入问题领域知识来协调用户与系统的交互,它能综合运用各种知识理解用户的输入,在运行时指导用户进行操作,减轻用户负担,使用户愿意使用系统。智能人机交互的智能性主要体现在计算机对用户以自然语言描述的交互问题的深层含义理解上。对问题深层含义的理解,就是要弄清问题的组成结构和揭示描述问题语句的概念之间的联系,这就需要领域知识的加入,但如何将管理领域知识有效地与自然语言理解中的词法、句法、语义分析理论结合起来,并用于问题理解,最终完善智能人机接口,是一项重要的研究课题。按照智能人机交互系统应具有的功能,智能人机交互 Agent 应具有感知器、交互问题理解器、交互语句生成器、学习机和通信器。其各部分工作原理如下:

(1)感知器:1)感知用户输入的交互问题,存入交互问题列表;2)接受外界或其他 Agent 传来的领域知识,送学习机处理;3)将由问题理解结果形成的、以自然语言表达的交互语句传送给用户,形成人机交互;4)将交互问题最终结果送入通信器交给其他 Agent 处理。

(上接第 166 页)

率达 95.83%,特征数只需要 39 个,这比用 1 120 个特征进行分类速度有很大提高。2DPCA 的识别率优于 PCA,这可以从分块 PCA^[7]的理论进行解释。2DPCA 可以看成是按行分块的 PCA,将所有训练样本的行向量组成的模式作 PCA。不过 2DPCA 在对图像完成了横向压缩后在纵向仍然包含较多的冗余信息,2DPCA+PCA 在对特征进一步压缩后,排除了一些次分量信息的干扰,抽取出的特征更利于分类,这是 2DPCA+PCA 的识别率优于 2DPCA 的原因。

5 结论

本文提出了一种二维投影与一维方法相结合的特征抽取方法,用 2DPCA 抽取初步的特征,再用 PCA 做进一步的压缩。不仅解决了二维投影抽取出的特征数量太多的问题,而且取得了较好识别率。本方法可应用到类别数较多、样本集较大的图像识别系统中,在工程上有重要意义。利用本文的思想能组合出其他类似的两种投影相结合的特征抽取方法。

参考文献

1 Turk M, Pentland A. Eigenfaces for Recognition[J]. Cognitive

(2)交互问题理解器:1)从交互问题列表中获得一个以自然语言表达的交互问题语句,送词法与句法分析模块处理;2)词法与句法分析模块借助分词词典库完成对交互问题语句的分词、词性标注及主、谓、宾成份的中心词判定的处理;3)交互问题理解模块借助词法与句法分析得到的概念中心词,在知识词典库中搜索匹配,达到问题理解的目的。

(3)交互语句生成器:以交互问题理解模块在知识词典库中搜索匹配过程中获得的知识片断树中的知识概念词,以及用户开始交互时给出的自然语句为基础,生成计算机与用户交互的自然语言语句。

(4)学习机:接收感知器传送来的知识,针对知识库进行一致性和冗余性检查,根据检查结果,扩充知识库达到自学习目的。此外,学习模块还具有词典库维护和管理功能。

(5)通信器:接收感知器传送来的交互问题最终理解结果,分析判断理解结果所处问题领域,并递交相应的 Agent 处理。

4 结束语

本文根据决策支持系统应用中存在的问题,提出了一种新的利用决策支持系统求解问题的思路,并将 Agent 思想和技术引入到这一思路的实现中,设计了一种基于 Agent 的智能决策支持系统的结构。该结构的实现可有效地突破基于模型的决策支持系统在求解问题时难以适应动态环境变化的障碍,使决策支持系统真正成为面向问题系统,极大地提高了决策支持系统的智能型,使其能够根据问题的变化做出适应性的自主的调整,满足用户求解问题的要求。

参考文献

- 1 刘大有,杨 鲲,陈建中. Agent 研究现状与发展趋势[J]. 软件学报. 2000,11(3): 315-321.
- 2 Wooldridge M J, Jennings N R. Intelligent Agent: Theory and Practice[J]. Knowledge Engineering Review, 1995,10(2): 115-152.
- 3 Haddadi A. Reasoning About Cooperation in Agent Systems: A Pragmatic Theory[D]. Manchester, UK: University of Manchester Institute of Science and Technology, 1995.
- 4 Rao A S, Georgeff M P. BDI Agents: from Theory to Practice[C]. Proceedings of the 1st International Conference on Multi-agent Systems. San Francisco. ACM Press, 1995: 312-319.
- 5 Neuroscience, 1991, 3(1):71-86.
- 6 刘青山,卢汉清,马颂德. 综述人脸识别中的子空间方法[J]. 自动化学报, 2003, 29(6): 900-911.
- 7 Liu Ke, Cheng Yongqing, Yang Jingyu. Algebraic Feature Extraction for Image Recognition Based on an Optimal Discriminant Criterion[J]. Pattern Recognition, 1993, 26(6): 903-911.
- 8 Yang Jian, Zhang D, Frangi A F, et al. Two-Dimensional PCA: A New Approach to Appearance-based Face Representation and Recognition[J]. IEEE PAMI, 2004, 26(1): 131-137.
- 9 Chen Songcan, Zhu Yulian, Zhang Daoqiang, et al. Feature Extraction Approaches Based on Matrix Pattern: MatPCA and MatFLDA[J]. Pattern Recognition Letters, 2005, 26(8): 1157-1167.
- 10 边肇祺,张学工. 模式识别(第二版)[M]. 北京:清华大学出版社, 2000.
- 11 Gottumukkal R, Asari V K. An Improved Face Recognition Technique Based on Modular PCA Approach[J]. Pattern Recognition Letters, 2004, 25(4): 429-436.