

研究通讯

82-86

基于 Agent 的预测支持系统的设计^①胡代平^② 刘豹 N94 TP18
(天津大学系统工程研究所)

【摘要】agent 是在一定环境下能独立自主运行的实体,它具有自己的知识、目标和能力.多 agent 系统(Multi-Agent System)中的 agent 都服务于同一个目标,各个 agent 相互磋商与合作,以提高完成任务的效率和解决问题的能力.本文提出利用多 agent 系统设计预测支持系统,是将每一种定性或定量的预测方法都设计成一个预测 agent,各个预测 agent 都有预测求解方法、知识处理及同其它 agent 通讯合作的能力.随着系统的运行,各个 agent 不断地学习以提高自己的能力,从而提高整体系统预测的准确性.

关键词:agent, 多 agent 系统, 预测支持系统

分类号:N94, TP18

系统工程 人工智能 Agent

0 引言

预测是一个非常难的研究课题^[1],尤其是对那些较为复杂的预测问题如股票市场进行预测时,传统的定性和定量的预测方法以及它们普通组合方法都难以得出令人信服的预测结果.它们的预测往往要用到多个领域的理论和专家的经验知识,需要多种定性方法与定量方法的综合集成^[2,3,4].这些越是难以预测的问题越是需要我们去做好预测,预测支持系统是解决这类“预测两难”问题的一种重要工具,它提供多种预测方法和专家的经验知识,通过友好的界面与用户交谈使得普通用户有解决比较复杂预测问题的能力.以前的预测支持系统在这些方面已取得了一些成就,但也还存在着一些不足:(1)系统所需的各种类型的知识都是存放在同一个知识库中,知识的获取和利用都不方便,尤其是知识越多系统的效率显得越低,而且系统不能在运行的过程中自动获取知识,知识的获取要由专门的人员对知识库进行维护来完成.(2)系统进行预测时主要利用定

量模型,用一种或多种模型计算出预测结果,通过评估选取较好的作为最后结果或通过组合方法对几种模型的预测结果进行组合得到最后结果,没有利用定性与定量的综合集成方法.本文提出利用多 agent 系统设计的预测支持系统可以克服以前预测支持系统在这两方面的不足.下面首先介绍 agent 和多 agent 系统,然后研究如何设计基于 agent 的预测支持系统.

1 agent 的概念及结构

agent 是分布式人工智能(Distributed Artificial Intelligence)的一个基本术语,起源于60年代,当时研究的是作为信息载体的 agent 在描述信息和知识方面所具有的特性.那时 agent 的思想并未引起更多 AI 研究者的重视.到了80年代,由于智能技术的广泛应用以及计算机软硬件水平的提高,使得广大 AI 研究者对 agent 产生了极大的兴趣.近些年来,对 agent 的研究工作主要集中于多 agent 系统.如今多 agent 系统已是人工智能研究

^① 国家自然科学基金资助项目(79470061).

^② 胡代平,博士生,通讯地址:天津大学系统工程研究所,邮编:300072. E-mail: daipingh@public.tpt.tj.cn.
本文1998年4月21日收到.

的一个热点,且在并行计算和分布处理技术中取得了较大的进展.下面所谈的 agent 概念都是多 agent 系统中的 agent,而不是单个的 agent 系统.

1.1 agent 的概念

到目前 agent 还没有一个确切的概念. agent 的中文名词有“智能体”、“代理人”和“结点”,除“智能体”能基本反映出 agent 的含义外,其它的中文名词来表示 agent 都不太合适.由于 agent 有着丰富的内涵,本文采用 agent 的英文形式.

Shoham^[5]给 agent 下了一个“高层次”的定义,他认为,如果一个实体的状态包含了诸如信念(belief)、能力(capability)、决定(decision)和承诺(commitment)等精神状态(mental state)时,该实体就是 agent.要实现这种概念下的 agent 则还需要研究许多的细节组成问题.

对 agent 进行如下描述:agent 是将推理与知识表示相结合的能动实体.在一定环境下能独立自主地运行,作用于环境也受环境影响,且能不断地从环境中获取知识以提高自己的能力.具有知识、目标和能力,即 agent 具有知识和知识获取与应用的能力、有与环境进行通讯的能力、及达到目标的事物处理的方法.

1.2 agent 的结构

agent 的一般结构如图1所示,它由知识库、推理机、用户界面、通讯模块、事物处理模块及学习模块组成.

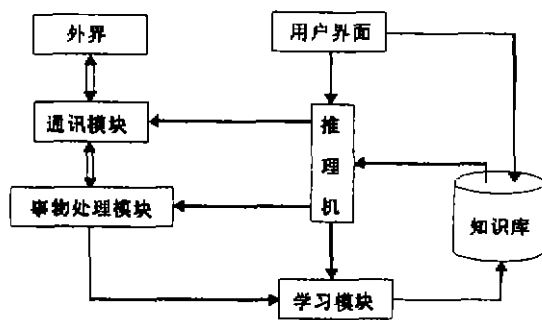


图1 agent 的一般结构

(1) 知识库:存储 agent 的知识,知识来源有两个,一个由用户增加,另一个是通过学习模块学习而获得.

(2) 推理机:利用已有的知识控制通讯模块、事物处理模块和学习模块.

(3) 用户界面:用户可以利用该界面维护知

识库,并通过推理机控制通讯模块、事物处理模块和学习模块.

(4) 通讯模块:负责 agent 与外界(外界环境或别的 agent)的通讯.

(5) 事物处理模块:是 agent 要到达目标的事物处理方法模块.

(6) 学习模块:从 agent 的不断运行过程中总结经验,为知识库增加新的知识.

2 多 agent 系统

多 agent 系统是有多个 agent 组成的集合,是由一系列在局域网或 Internet 上耦合的 agent 构成,或者是在同一个硬件环境下的软件 agent 构成.在不同的实际应用背景和环境下,多 agent 应用系统的结构及耦合程度也不相同.多 agent 系统存在两个极端^[6]:神经网络和分布式问题求解系统.神经网络的每个单元是一个 agent,它们之间紧密耦合,可认为是一种精细的多 agent 系统.分布式问题求解系统的 agent 之间是松散耦合,是一种粗粒度的多 agent 系统.一般研究的都是介于这两个极端的具有中等粒度的多 agent 系统.

多 agent 系统中,agent 之间的相互合作是通过通讯来实现的.常用的通讯方式有两类:一类是黑板方式,agent 把信息放在其它所有 agent 都可以存取的黑板上,实现广播通讯.另一类是二者之间的信息传递方式,该类又分两种,同步信息传递和异步信息传递.同步信息传递是进行通讯的两个 agent 之间直接通讯,也叫同步通讯.异步信息传递是将信息放在二者事先约定的地方,信息存取可以是在不同的时刻进行,也叫异步通讯.

3 基于 agent 的预测支持系统设计

3.1 预测支持系统中的 agent 的分类

基于 agent 的预测支持系统也可叫做多 agent 预测支持系统,按其功能设计4种类型的 agent:交互 agent、管理 agent、预测 agent 和集成 agent.

(1) 交互 agent:与预测用户进行人机对话,

接受用户的预测问题,并从用户那里获得相关的定性与定量的信息,然后将预测任务分解,发送给预测 agent,还负责从集成 agent 那里得到最后的预测结果输出给用户。

(2) 管理 agent: 帮助建立起其它 agent 之间的通讯链接,通提供所有 agent 的名称和地址、建立通讯黑板及异步通讯的缓存区等,还负责系统管理,如 agent 的增加、删除等。

(3) 预测 agent: 由一种定性或定量的预测方法构成的 agent,它是完成预测任务的主体,各个预测 agent 都将根据自己的能力决定是否接受预测任务或确定接受预测任务的哪一部分,在预测过程中,可以和其它的预测 agent 进行磋商合作得到预测结果,然后将结果送给集成 agent。

(4) 集成 agent: 获取预测 agent 的输出结果并利用集成方法将结果集成,最后把集成结果发送给交互 agent。

3.2 基于 agent 的预测支持系统的分布结构

根据 agent 所基于的分布环境不同,有三种分布结构的基于 agent 预测支持系统,Internet 上耦合的、局域网耦合的及同一硬件环境下的多 agent 系统。

Internet 上耦合的多 agent 预测支持系统的结构如图2所示,各个 agent 分布在 Internet 上的一些不同局域网中,也有可能某些 agent 是在同一局域网中,其中负责 agent 管理和建立通讯的管理 agent 必须是建立在一个服务器中,其它的 agent 可以是在工作站上。

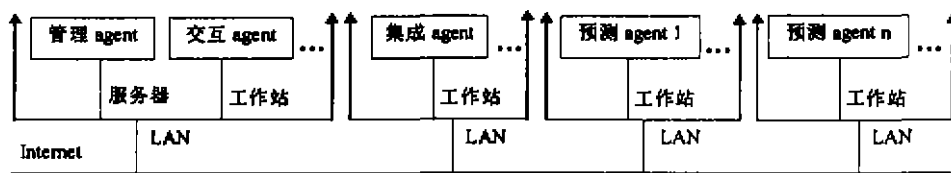


图2 Internet 上的多 agent 预测支持系统的分布结构

局域网上的多 agent 预测支持系统的结构如图3所示,它与 Internet 上的多 agent 预测支持系

统的结构基本类似,只是所有的 agent 集中在同一个局域网内。

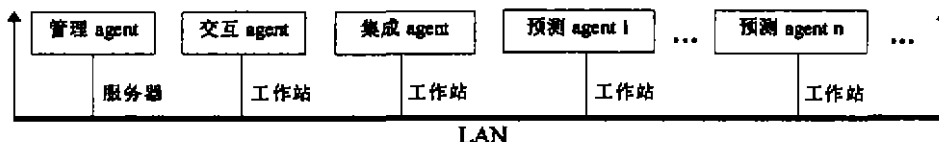


图3 局域网上的多 agent 预测支持系统的分布结构

同一硬件环境下的多 agent 预测支持系统是由软件 agent 组成,它们共享同一个 CPU 及硬件存储资源。

Internet 上耦合的及局域网上耦合的多 agent 预测支持系统充分利用了多硬件进行分布计算,但需要多个硬件,通讯的设计与实现比较复杂,同一硬件环境下的多 agent 预测支持系统只需单个硬件,通讯简单,但由于各个 agent 共享同一硬件资源虽然采用了并行计算方法但并不能大大提高计算效率。

3.3 系统的工作过程

3种分布结构的多 agent 预测支持系统的运行模式和工作过程是相同的,如图4所示。

系统的工作过程如下:

(1) 用户将预测问题及能相关定性与定量的信息送给交互 agent。

(2) 交互 agent 将预测问题分解成小的预测任务。

(3) 交互 agent 通过管理 agent 与各个预测 agent 建立起通讯、向预测 agent 发送消息,询问它们各自能解决该预测问题的哪些部分。

(4) 各个预测 agent 将根据自己的能力确定接受预测问题的哪些小任务,并向交互 agent 作出回答,同时告诉交互 agent 解决这些预测问题需要那些相关的输入信息。

(5) 交互 agent 向预测 agent 发送相关的信

息,如果没有这方面的信息,交互 agent 通知用户再去搜集.如果用户得到了这些信息,再由交互 agent 发送个预测 agent.如果用户弄不到这些信息,由交互 agent 通知预测 agent 取消相应的预测任务的完成.

(6) 多个预测 agent 进行预测过程,在此过程中,一个预测 agent 可以通过管理 agent 与其它的预测 agent 建立起通讯联系,以便相互合作.

(7) 交互 agent 通知集成 agent 有哪些预测 agent 将输出预测结果.

(8) 集成 agent 接收那些接受了预测任务的 agent 的输出结果,然后将得到的结果利用集成方法集成并把最后的结果送至交互 agent.

(9) 交互 agent 将得到的预测结果送给预测用户.

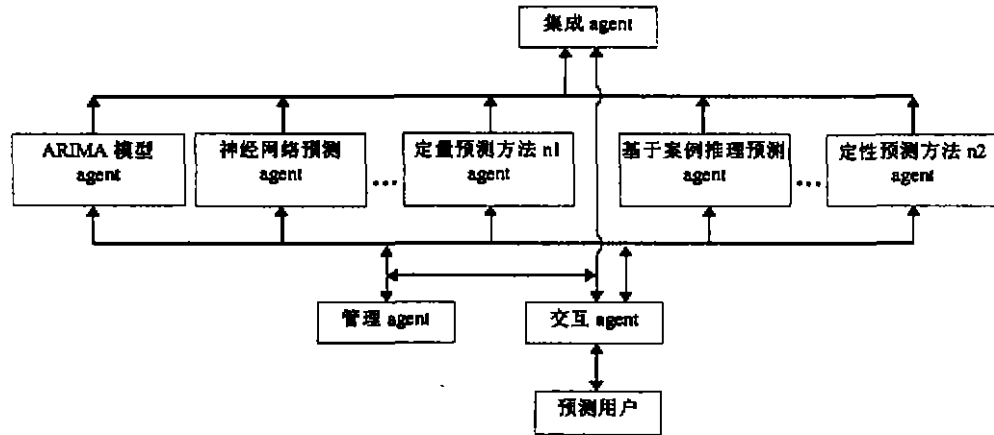


图4 基于 agent 的预测支持系统的运行模式

3.4 agent 之间的通讯

基于 agent 的预测支持系统中,agent 之间的通讯采用黑板通讯和信息传递两大类.信息传递又包括同步通讯和异步通讯两种方式.agent 之间需要建立以下这些通讯.

(1) 管理 agent 与其它 agent 之间采用同步通讯.将各个 agent 的名称和地址表送给其它的 agent.当有新的 agent 加入或有 agent 删除造成地址表改变时,管理 agent 将给其它 agent 发送新的地址表.

(2) 交互 agent 与预测 agent 之间采用同步通讯和异步通讯两种信息传递方式.用以传递控制信息和预测任务.

(3) 交互 agent 与集成 agent 之间采用同步通讯来传递控制信息和集成任务及结果.

(4) 预测 agent 与集成 agent 之间采用异步通讯,预测 agent 将结果传送到它们约定的地方.

(5) 预测 agent 与预测 agent 之间采用黑板通讯以便合作.公布信息和获取信息的 agent 可以在黑板上留下名称和地址,如果合作得很好,则 agent 双方便成为“熟人”,进而建立起同步通讯或

异步通讯以提高通讯效率.

3.5 人与 agent 之间的交互

人与预测系统的各个 agent 之间进行以下几种交互:

(1) 专家分别与各个 agent 进行交互来维护 agent 的知识库.

(2) 预测用户与交互 agent 的交互,为了解决预测问题.

(3) 系统管理员与管理 agent 之间的交互,帮助完成系统的管理.

(4) 专家与预测 agent 或集成 agent 之间的交互,与 agent 一起进行预测.

(5) 专家作为一个 agent,遵守通讯协议与其它 agent 进行合作,共同完成预测任务.

3.6 agent 的学习

多 agent 的预测支持系统中的各个 agent 目标都服务于为用户输出准确的预测结果这个共同的目标,所以,如何使 agent 自身的结果准确同时使整体系统的预测结果准确是 agent 学习应到达的目标.因此 agent 主要集中两方面的学习:一方面是将预测问题的实际结果作为学习标准,预测

问题的实际结果由用户发送给预测系统,各个预测 agent 和集成 agent 将自己得到的预测结果与实际结果进行比较,按一定的方法调整自己,力求得到准确的结果,并能总结经验形成知识,为今后作出更好的预测打下基础;另一方面是学会怎样同其它 agent 协同以共同完成任务^[7],这是每个 agent 应该学习的重要内容.通过长期的学习,系统的预测准确性将逐渐提高.

4 结束语

本文首先介绍 agent 的基本概念,并设计了多 agent 系统中 agent 的一般结构,然后研究了如何设计基于 agent 的预测支持系统.基于 agent 的预测支持系统中,每一种定性或定量的预测方法设计成一个预测 agent,每个预测 agent 都有自己的预测求解方法,具有知识和知识获取与应用的

能力,有与其它 agent 通讯合作的能力.系统的知识是分布存储的,它存储于每一个 agent 中.一个 agent 的知识主要是关于某个领域或某一类的知识,从而使得知识获取与应用的效率大大提高,也有利于知识获取与应用方法的设计与实现.每个 agent 都可以和其它 agent 进行合作,提高系统的鲁棒性和预测能力.利用多 agent 之间的有机合作可以实现定性方法与定量方法的综合集成.该系统中,人(用户或专家)既可以通过 agent 的用户界面用 agent 进行交互,也可以作为一个 agent,遵守通讯协议和其它的 agent 进行合作,充分发挥人的聪明才智,共同解决预测难题.随着系统的不断运行,各个 agent 将不断地获取知识提高自己的能力,从而使整体系统的预测能力提高.进一步将研究基于 agent 的预测支持系统的具体实现技术.

参考文献

- 1 刘豹. 将来事件的可预测性. 系统工程学报, 1993; 8(2): 111~117
- 2 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学的新领域——开放的复杂巨系统及其方法论. 自然杂志, 1990; 13(1): 3~10
- 3 戴汝为. 从定性到定量的综合集成技术. 模式识别与人工智能, 1991; 4(1): 5~10
- 4 戴汝为. 复杂性问题的研究综述: 概念及研究方法. 自然杂志, 1994; 17(2): 18~23
- 5 Shoham Y. Agent-Oriented Programming. AI, 1993, 60: 51~92
- 6 刘海燕, 王献昌, 王兵山. 多 Agent 系统的研究. 计算机科学, 1995; 22(2): 57~62
- 7 朱冰. Agent 研究. 计算机科学, 1996; 23(2): 35~40

Design of Multi-Agent Based Forecasting Support System

Hu Daiping, Liu Bao

Institute of Systems Engineering, Tianjin University

Abstract Agent is an autonomous entity. It has the knowledge, goal and capability. Agents in a multi-agent system serve the same goal and an agent can cooperate with others to do work efficiently. This paper put forward that the forecasting support system can be designed as a multi-agent system. Every qualitative and quantitative forecasting method is designed as an agent, which has the method of forecasting, the capability of knowledge processing and cooperating with other agents. As the system running, each agent improves its capability by learning and also improve the forecasting accuracy of the system.

Keywords: agent, multi-agent system, forecasting support system