

# 基于多 Agent 的网上教学系统模型的研究

王益军,赵建民

(浙江师范大学,浙江 金华 321004)

**摘 要:**随着人工智能技术的不断发展和完善,人工智能领域的理论(特别是 Agent 技术)不断地被应用到网上教学系统(NTS, Network Teaching System)中,从而给 NTS 的研究与应用提供了新的发展空间。文中设计了一个基于多 Agent 的网上教学系统模型,详细描述了本 NTS 结构的三层:应用层、集成层、数据层,及多 Agent 的通信机制。

**关键词:**Agent; 网上教学系统; 学生模型; 教学策略; 资源集成

**中图分类号:**G434

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2006)08-0208-03

## Research of Model of Network Teaching System Based on Multi-Agent

WANG Yi-jun, ZHAO Jian-min

(Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

**Abstract:** With the development and improvement of the AI (artificial intelligence) technology, the theories of AI (especially agent technology) are continuously applied into the NTS, providing new space for the research and application of NTS. Designs a model of network teaching system based on multi-agent, emphatically describes the system structure of three layered NTS with application layer, integrated layer, data layer, and communicative mechanism of multi-agents.

**Key words:** agent; network teaching system; student model; instruction strategy; integrated resource

### 0 引言

网上教学是以计算机网络为基础的教学系统,它以网络作为传输信息的载体,是网络 and 多媒体技术相结合的一种新型教育技术。随着 Internet 和 Web 技术的迅速发展,与普及,基于 Web 的远程教育正以突破时空限制的特点被人们日益接受。但传统的基于 Web 的网上教学系统,在教育过程中缺乏一定的交互性、智能性、适应性,无法满足学生按需学习和教师因材施教,而 Agent 的技术发展为解决上述问题提供了新的思路和方法。

### 1 Agent 技术

Agent 技术是近几年分布式人工智能等领域研究的热点之一,并在计算机科学的许多领域得到了广泛的研究。Agent 是一个具有自主性、反应性、预动性、社交性、人类精神状态(知识、信念、意图、义务、诚实、理性等特性)的硬件系统或基于软件的计算机系统<sup>[1]</sup>。它能作用于自身和环境,并能对环境做出适应性的反应。

Agent 的特点可从两方面阐述:Agent 的心智模型和 Agent 的社会模型。Agent 心智模型包括:信念、能力、承

诺、意图等为人类的心智成分;Agent 的社会模型包括 Agent 之间具有通讯、交互以及协商等社会行为特征。通常认为 Agent 可通过感知、学习、推理以及行动,能够经过知识库的训练后来模仿人类社会的行为,即具有智能性。按其应用可分为单 Agent 系统和多 Agent 系统。单 Agent 系统主要用于实现本地的任务,也可用于在网上信息搜索。多 Agent 系统(MAS: Multi-agent System)是由多个自主的 Agent 组成,每个 Agent 都有自己的职责,并与其它 Agent 通信获取信息,互相协作完成整个问题求解。与单个 Agent 相比,它能够完成更为复杂更广泛的功能。

由于单个 Agent 仅拥有不完全的信息和问题求解能力,所以多个 Agent 必须协同工作。在 MAS 中 Agent 之间平等协作,以协同操作来共同完成给定的任务,其特点与现代教育理论相吻合<sup>[2]</sup>。因此,文中设计了一个基于多 Agent 的网上教学系统模型。

### 2 基于多 Agent 的网上教学系统模型

文中 NTS 采用经典的 B/A/S 结构,即浏览器 Browser/代理 Agent/中心服务器 Server 结构。这种结构使得模型内各层之间在功能上相对独立,各自完成不同的任务,便于系统的设计开发和管理,同时教学策略和教学资源的设计和实施也进行了分解,这样有利于在教学过程中依据不同的情况灵活地调整教学过程,提供个性化教学,并且减少了网络数据的传输,缓解网络堵塞,保证教学质量。

收稿日期:2005-11-24

基金项目:浙江省自然科学基金重点资助项目(ZD0108)

作者简介:王益军(1978-),男,浙江缙云人,硕士研究生,助教,研究方向为智能信息处理与多媒体技术应用;赵建民,教授,硕士生导师,研究方向为智能信息处理与多媒体技术应用。

由于各功能块在网络上分布存在的,依据各功能块在模型中的功能地位和分布位置,将 NTS 从左到右分为应用层、集成层和数据层,如图 1 所示。为使各功能块在分布的环境下协调工作,采用了 Agent。各种数据和信息的传输是通过 Agent 之间的通讯实现,Agent 的通讯机制将各功能块连接成为一个整体。

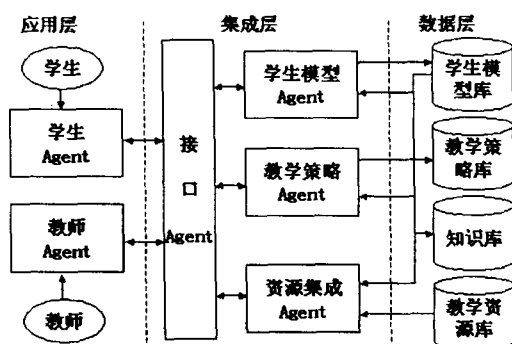


图 1 基于多 Agent 的 NTS 结构

应用层呈现和采集部分位于浏览器端,负责实施教学过程,将采集学生的反馈信息传递给集成层,另有推理功能模块位于服务器端;其余层次均在服务器端。集成层在分析应用层传来的信息之后,确定学生适用的教学策略,在数据层中选取相应的教学资源作为个性化教学策略的对象实施教学。集成层也接受学生和教师的信息对数据层中的资源进行调整。

## 2.1 应用层

应用层:主要完成教学任务,为学生和教师提供与系统进行交互的接口。其中包含学生 Agent 和教师 Agent。

1) 学生 Agent 功能是在实施教学时跟踪学生的学习过程,采集各种学习信息,采集后传给信息处理器分析。信息处理器将得到的学生信息与规则集进行匹配分析。规则集是学习中的行为规则集。信息处理器通过分析可以了解学生的一些学习状况。如果需要对教学资源的呈现进行调整控制,就通知控制器控制呈现器的工作。如果没问题,则将信息传送给学生模型 Agent。学生 Agent 结构如图 2 所示。

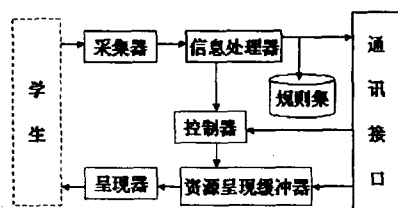


图 2 学生 Agent 结构

①采集器:实时地采集学生学习过程中的状态信息。

②信息处理器:分析采集器采集的学生状态信息,分析的结果决定调整资源的呈现或送入学生模型 Agent。

③控制器:根据信息处理器分析的结果,调整教学资源的呈现。

④资源呈现缓冲器:存放资源集成层传送过来的和教学策略集成的个性化教学资源。

⑤规则集:是信息处理器进行学生学习行为推理分析的规则依据,NTS 使用产生式推理规则。

⑥呈现器:呈现个性化教学资源。

⑦通讯接口:接收和传送各种信息。

2) 教师 Agent 主要有 3 个功能,其一收集学生信息,通报给教师;其二教师通过教师 Agent 指导学生的学习;其三帮助教师修改、增删、更新教学资源、教学策略和规则,是教师与 NTS 进行交互的接口。

## 2.2 集成层

集成层:依据每个学生的特点,自适应集成个性化的教学资源并按照教学策略实施教学;由自主的 Agent 组成 Multi-agent system(MAS)协作完成教学资源的组织。它是 NTS 中的核心层次,包括 4 个基本的 Agent:接口 Agent,学生模型 Agent,教学策略 Agent 和资源集成 Agent。

(1) 接口 Agent 负责各种信息的交换、任务的分配和 Agent 之间的协作,以及完成 MAS 与外界的通讯。同时接口 Agent 也为教师和管理员管理数据层提供支持。

(2) 学生模型 Agent 负责分析由学生 Agent 采集的消息,根据这些消息完善学生模型,发现学生的个性化偏好,为后面的集成工作提供个性化信息支持。当一个学生在登录时,学生的一些个人信息被询问且记录下来。

(3) 教学策略 Agent 是一个目标、任务、对象、执行者、接受者、教学方法和教学时间的元组。它的任务就是根据学生模型的信息,选取适合该学生学习状况的教学策略,确定教学的目标、任务、执行者、接受者、教学方法序列,使教学策略满足资源集成 Agent 进行教学资源自适应组织的需要。它分析学生模型中学生的当前学习情况。根据学生的策略喜好求得教学策略;根据学生学习目标决定学习目的;根据学生学习进度决定学习任务、学习的具体知识点、掌握水平、难度等等;根据学生喜好策略的信息从教学策略库中选取相应教学策略的教学方法序列。教学策略 Agent 形成了教学策略的基本框架,规划了即将进行的教学活动过程,形成一个没有教学对象和教学时间的教学策略。这个教学策略通过资源集成 Agent 加入教学对象和教学时间,形成一个完整的教学策略。

教学策略 Agent 的另一个功能是在某种教学策略缺乏适用教学资源时调整教学策略。由于教学资源库不可能一开始就是完整的,虽然教学策略 Agent 找到了学生最好的教学策略,但资源集成 Agent 不一定能够在教学资源库中找到合适的教学资源配合该教学策略,这时需要教学策略 Agent 寻找代用的教学策略。

(4) 资源集成 Agent 是教学资源组织的神经中枢,NTS 的教学资源通过资源集成 Agent 与教学策略集成。资源集成 Agent 不仅可以在本地组织教学资源,当本地教学资源不能满足要求时,它还能够进行分布式教学资源组织。个性化的教学资源要求该资源应该是学生喜好的,因此资源集成 Agent 选择教学资源时必须考虑学生的各种喜好(环境喜好、策略喜好、媒体喜好、内容类别喜好等

等)。教学资源也必须适合教学策略的开展,适合教学方法的应用,因此资源集成 Agent 必须针对教学策略及其教学方法来选择教学资源。所以进行资源集成时需将学生信息中学生的各种喜好,与教学策略和教学方法一起作为选择教学资源的约束条件。

资源集成 Agent 的结构如图 3 所示。它包括 3 个部分:资源集成器、资源选择器和条件集。资源集成器提取教学策略 Agent 形成的未考虑教学对象和教学时间的一般个性化教学策略,并要求资源选择器选择教学资源。条件集存储教学资源选择的约束条件。资源选择器依据学生模型和教学策略的信息,对比条件集中的教学资源约束条件,在本地教学资源库中选取适用的个性化教学资源交给资源集成器。当本地教学资源库不能满足学生的个性化要求时,资源集成 Agent 向其它的 NTS 资源集成 Agent 请求帮助,其它的资源集成 Agent 的资源选择器根据该 NTS 的个性化教学资源要求在各自的教学资源库中选择适用的教学资源,并提供给请求 Agent 的资源选择器。资源选择器得到个性化教学资源后将其提供给资源集成器,资源集成器将教学资源作为教学策略的对象和教学策略进行集成,并根据教学资源的时间属性求得教学策略的时间,最终形成供学生 Agent 使用的具体教学策略。

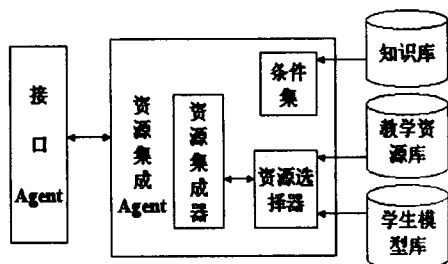


图 3 资源集成 Agent 结构

资源集成 Agent 的另一个功能是提供个性化的关联知识。一个知识点可能有几个关联的知识。资源集成 Agent 根据学习的知识点的组织关系,找到之前已经学习过的关联知识点,将其和已集成完成的个性化教学资源一起提供给学生 Agent,由学生 Agent 在教学的最开始呈现。根据学生的学习记录,对于学习效果较差的关联知识点突出呈现,以提醒学生注意比较和学习巩固。

### 2.3 数据层

数据层:主要存储 NTS 中的各种信息数据,包括教学资源、教学策略、学生信息、规则集、条件集和系统信息等。这些信息分别存储在教学资源库、学生模型库和教学策略库中。教学资源库存储的是具体教学内容(如文字、图片、动画、视频、音频等)及其相关属性。学生模型库由学生信息库、学生记录库构成,分别存储学生的各种信息和学习记录。教学策略库存储的只是某个教学策略的教学方法,而具体的教学策略将在系统运行时实时生成。

## 3 Agent 的通信机制

通信机制<sup>[1,3,4]</sup>是 Agent 间相互感知、信息沟通的基

本途径,它包括通信方式、通信原语和通信内容 3 部分,形式地表示为:

通信机制::=<通信方式>,<通信原语>,<通信内容>

通信方式::=<点-点通信>|<间接通信>|<约定通信>|<混合通信>

通信原语::=<公告>|<预约>|<请求>|<允诺>|<通知>|<拒绝>|<应答>

通信内容::=(<行为>,<源 Agent>,<目标 Agent>,<时间>,<原因>,<信息>)

通信方式分为点-点通信、间接通信、约定通信和混合通信 4 种,说明如下:

①点-点通信。源 Agent 和目标 Agent 间直接通信,只有双方知道,安全性好。教学中个别辅导时采用。

②间接通信。源 Agent 将公告信息发布到电子白板上,其它 Agent 都可获得发布的信息,这种方式适于广播与组播通信。广播教学或群体指导、自由讨论时可采用此方式。

③约定通信。源 Agent 将消息发送到与目标 Agent 约定的地点(如某个公共数据区),实现间接通信。

④混合通信。在协同教学过程中,有时不仅要求组内广播和组内成员间的点-点通信,还要求组间有选择地进行点-点通信。

上述前 3 种方式都不能完全满足这种多群体协作通信的要求,实现这一要求的途径是采用混合通信方式。其原理是将电子白板划分为一个公共数据区和若干个与任务分组相对应的逻辑区域,称之为组区域。公共数据区供所有成员访问,以实现广播与组播通信,而组区域只能供本组成员或经组负责人授权的组外成员发送和接收消息,以实现约定通信和点-点通信。

通信内容反映了源 Agent 希望目标 Agent 做什么(即通信行为)、何时服务、服务的理由、怎样服务等。

上述通信机制采用 KQML 语言实现。KQML 是一个基于消息的通信语言和信息交换协议,它支持 Agent 的高层通信,能有效地在多 Agent 间共享知识。KQML 表示的信息用 3 个层次描述:内容层、消息层和通信层。内容层包含消息的实际内容,KQML 可携带任何语言(包括 ASCII 码或二进制代码)表达的内容;消息层是在内容层的表达式上增加了关于内容的描述特征,以利于信息的正确传递和接收者进行数据分析。消息层可认为是“谈话动作层”,其重要特征是在 Agent 对话期间表明一个动作,如断言、查询、回答和错误消息;通信层在消息层的基础上增加对底层通信的描述特征,如发送者、接收者以及与通信有关的惟一标识符等。

## 4 结束语

文中结合 Agent 技术,提出了一种基于多 Agent 的网

(下转封三)

实上,两者是相辅相成的。防火墙关注于基于安全策略的以及特定网络间的连接种类,与此同时 IPSec 确保特定连接的认证机制和机密性。接受还是拒绝与内网间一些内部主机的连接取决于 IPSec 所提供的特性。如果和防火墙一起使用,IPSec 可用于组建 VPN(Virtual Private Networks,虚拟内网)。同样,防火墙可以在 IPSec 下发挥更好的效用。

有一些防火墙的功能 IPSec 就无法处理。防火墙可以保护所有内部主机的不恰当配置。虽然很难确保所有内网中的节点都被正确配置,但不管配置正确与否,在防火墙级很容易控制与这些节点连接的建立。这样防火墙也可以限制对有问题系统的访问,这些系统往往易受到外来的攻击。

还有一个和使用加密相关的问题,根据安全策略应该由防火墙和 IPSec 来解决。防火墙允许使用主机对主机、防火墙对主机或防火墙对防火墙加密连接<sup>[5]</sup>。

(1)主机对主机加密:对防火墙来说,由于无法看到包中的内容所以难以运用安全策略,例如:在管道模式下 IP 地址和端口号都加了密,一个主机便可以连接到一个被禁止的外部主机上。

(2)防火墙对主机/防火墙对防火墙加密:包的信息可以被内网的主机嗅探到,大多数嗅探器是由内网的主机启动的。

## 5 入侵检测系统的作用

入侵检测系统用于检测可能存在的入侵行为,通过计算机网络或计算机系统若干关键点收集信息并进行分析,从中发现网络或系统中是否有违反安全策略的行为和被攻击的迹象。更重要的是,入侵检测系统检测并发现存在的网络攻击以及网络错误。安装在网络中的入侵检测系统就如同一个房间中安装的用于防止盗贼的防盗报警器,能发现网络中的非法入侵行为,并根据相应的情况发出警告或者报警<sup>[3]</sup>。

(上接第 210 页)

上教学系统的模型。该系统可采用 Java 语言编程,因其具有动态性、分布性、多线性、与平台无关性和它在分布异构环境中面向对象编程方法和对象序列化、映像 API 和远程方法调用 RMI 等优点,最适合该系统的特点<sup>[3,4]</sup>。

文中 NTS 在功能与技术上有较好的分离,适用于 Internet 网,也适用于校园网上的教学。与传统的智能化教学系统相比,在人机交互的基础上增加了系统与学生的交流,增强了系统的人性化,更能准确地、实时地按照学生的学习水平来建议学习策略与学习路径;并在学生有疑问时及时地实现个别化答疑或提供讨论式的教学环境,以实现因材施教的原则<sup>[5]</sup>。基于多 Agent 的网上教学系统,教学资源的自适应组织,有利于个性化网络教学的开展,能适合于多个学生同时共享系统中的资源,满足不同学习者的

入侵检测系统往往和防火墙同时配合使用,管理并控制进出网络的数据。这两种安全工具在网络中起到完全不同的作用,防火墙如同房前的警卫,保护房子的安全并阻止入侵者闯入屋子中。入侵检测系统则检测网络是否正在受到攻击。

入侵检测系统是防御系统的最后一道防线。它可以检测到,从而可以帮助避免一些可穿越防火墙的入侵。即使是使用 IPSec,那些被授予了权限而又滥用权限的用户仍然无法被阻止,入侵检测系统可以检测到此类入侵。

## 6 结论

尽管 IPSec 试图解决 IPv4 中的主要安全问题,但其本身的引入也带来了新的问题。虽然 IPSec 解决了很多问题,但仍然有些问题留待解决。

同时可得出的结论是:IPSec 并没有使其他安全防护体系成为冗余,如防火墙、IDS(入侵检测系统)。对于整个安全体系来说,此三部分:IPSec、防火墙、IDS 应该是共同存在、互相扶持,其安全效果胜于任何一个的单独使用。

## 参考文献:

- [1] Chauhan Y. Security in the wake of IPv6[EB/OL]. A Term Paper Report for Advanced Computer Networks (CS625). Department of Computer Science & Engineering, Indian Institute of Technology, Kanpur. <http://www.cse.iitk.ac.in/>, 2000.
- [2] 黄鑫,沈传宁.网络安全技术教程[M].北京:中国电力出版社,2002.
- [3] Anonymous. 最高安全机密[M].王东霞,等译.北京:机械出版社,2004.
- [4] Triulzi A. Intrusion Detection Systems and IPv6[EB/OL]. <http://www.alchemistowl.org/arrigo/Papers/SP12003-IDS-and-IPv6.pdf>, 2003.
- [5] Abie H. An Overview of Firewall Technologies[EB/OL]. <http://www.nr.no/~abie,2000-01>.

需求,从而降低教育成本,以提高系统的教学效率。

## 参考文献:

- [1] 何炎祥,陈莘萌. Agent 和多 Agent 系统的设计与应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2001.
- [2] 徐英卓. 基于多智能体和 CSCW 的协同远程教学系统[J]. 计算机应用,2003,23(11):112-114.
- [3] 李拥军,王惟言. 基于多 Agent 网际实时教学系统的研究和实现[J]. 计算机工程与应用,2003,39(18):181-183.
- [4] 申瑞民,许彦青,张同珍,等. 基于多代理的智能型远程教学环境研究[J]. 计算机工程与应用,2002,38:253-255.
- [5] 董武绍. 关于基于多 Agent 系统的远程教学模式研究[J]. 电化教育研究,2001,9:36-39.