

一种基于多 AGENT 的网络智能教学系统框架

A Framework Based on Multi_Agent in Network Intelligent CAI

刘保卫 (内蒙古科技大学 包头 014030)

黄海明 (中国科学院计算技术研究所 北京 100080)

(中国科学院研究生院 北京 100039)

阿里木江·艾拜都拉 (新疆喀什师范学院 喀什 844000)

摘要:当前网络智能计算机辅助教学 NICAI 的发展还不很成熟,智能化和网络化不能很好的融合,没有形成一个完善的系统框架。本文通过用 MULTI_AGENT 方式来进行 NICAI 的系统构架,生成了一种较好的协同学习环境,提出了一种教师参与的协同控制策略,能在较大的程度上满足教学资料开放式共享,教学流程的精确控制和实时个性化教学的要求。

关键词:CAI AI Multi_Agent 协同控制

智能计算机辅助教学(ICAI)的发展是迅速的,但它受着 AI 发展水平的制约,还不能实现教学控制的精确化和快速化。NICAI(网络智能计算机辅助教学)是计算机网络技术、CSCW 技术以及原有 CAI、ICAI 技术的结合产物,它是社会网络化发展的一种必然趋势。

从某种意义上说,NICAI 系统中最重要不是课件而是一种协同学习的开放式环境,本文就提出了一种基于 Multi_Agent 的协同学习系统框架并着重讨论了其中的协同控制策略。

1 系统框架

AGENT 源于分布式人工智能(DAI)。软件 AGENT 是一个目标驱动的智能软件包,它通过与外界的通讯进行感知,并根据对外部事件的感知结果及自身状态的变化独立地决定和控制自身行为。而 MULTI-AGENT 系统是通过多个 AGENT 间的协作来求解问题的。各 Agent 处理的问题粒度不宜太粗(太粗则 AGENT 难以实现),也不宜太细(太细则 AGENT 数量太多,通讯复杂)。针对 NICAI 的特点,我们可以设定学生用户代理(S_AGENT),教师代理(T_AGENT),下面还可以设协同界面代理(I_AGENT),最上层设系统管理代理(M_AGENT)。学生用户代理与系统中其他部分协作,演示教学,执行学生操作命令,收集各种学习信息,生成维

护各种本地数据库并进行评估决策。教师代理执行教师的操作命令,对学生站点进行监视,遥控、还有广播、组播功能。协同界面代理负责处理各种输入,规范地生成各种信息,生成人员数据库,管理各种协同工具,并将交互信息提交给学生代理或教师代理。系统管理代理,包括一个教学内容管理子系统代理和一个协同管理子系统代理,来自各低层代理的请求在这里被分类处理。显然低层 AGENT 能解决工作站协作接口自治性差的问题,适应个性化需求,而系统 AGENT 的设定又可从一定程度上解决数据一致性维护问题。在此我们把它用于 NICAI 中也算是一种尝试。

每个 AGENT 之间按工作关系互为客户端/服务器。这其实是一种多层代理结构,有利于系统运行和维护。其中学生代理和教师代理分布于各个工作站上,每个工作站上还载有界面代理,而系统代理设在服务器上,以满足巨大的负荷要求。也可以将内容管理子系统代理和协同管理子系统代理分设于不同的服务器上,以减轻负荷。其整体结构如图 1。

2 框架的实现策略

2.1 “教学内容管理”子系统 AGENT

系统 AGENT 在本 MULTI_AGENT 系统中可分为“教学内容管理”子系统 AGENT 和“协同管理”子系统 A-

GENT。“教学内容管理”子系统 AGENT 的主要功能是负责教学课件资源的调度、使用和维护。其中包括教学内容库和教学内容管理器两部分。

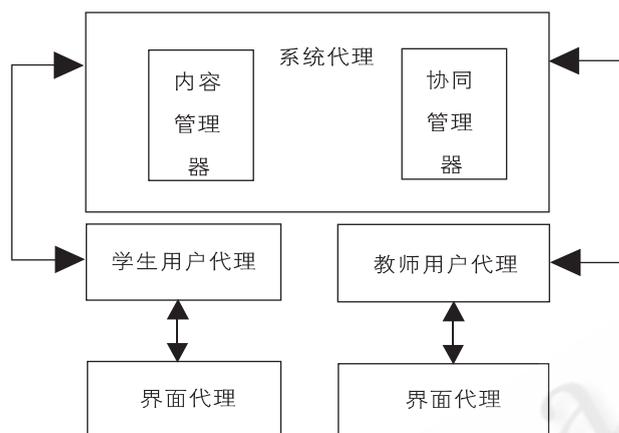


图 1 MULTI_AGENT 系统框架概貌

教学内容库是教学内容管理子系统 Agent 的重要模块。固有观念导致许多现有课件虽然融入了课本知识、教学方法以及个人经验，也适用于特定情景，但具有很大的固定性和封闭性，知识不能再重组呈现，无法广泛应用，因此我们采用了另一种方法——准积件。

积件 (INTEGRATABLE WARE)^[4] 是由教师和学生根据教学需要自己组合运用多媒体教学信息资源的教学软件系统。它是由积件库和组装平台构成。

积件库是教学资料库、微教学单元库、呈现方式库和教学策略库的集合，教学资料库中资料素材的收集、整理、制作、索引和规范化封装都需要大量的工作。而微教学单元库更需要一线教师的大量工作的积累。呈现方式库中要实现类似“画面切入切出”、“内容着重强调”等功能的软件模块，使内容的表现更能满足不同的师生教学需求。教学策略库包括“问答式”、“陈述式”等策略，最终用软件实现各种策略的模板功能，根据标准接口就可以将教学内容通过所选中的策略表现出来。

最后，积件库提供给教师和学生在学习中，从而为协同学习控制提供了底层支撑。

积件组合平台是供教师和学生使用，用来组合积件并最终用于教学的软件环境，类似与 Authorware，但更强调临场组合的效率，资料搜索的智能高效化。“组合”事务处理可以分布在学生代理或教师代理中，从而

可以实现因人而异的呈现方式。

积件与传统课件不同之处在于：以人为本，可以由一线教师根据自己的习惯和学生的特点来进行适合具体环境的组织和教学，而不会陷入被课件“牵着走”的情况，更适合于网络协同教学中的对象不同、场景不同、水平不同的复杂局面。

另外，积件的细粒度和可积性，对于 NICAI 中协同控制的实现也是必不可少的。

“准积件”与积件不同之处仅在于各单元之间运用了某些超级链接，使之仍构成一个网状结构，相互关联，更贴近知识的实际特性。实践证明，实现紧密知识点的关联更有助于教学的实施和查询的快捷，因此我们只能说这种方法是准积件的。

教学内容管理器包含了控制模块、策略知识库、事物处理集和通讯模块，其功能除了对库的日常维护外主要是接收各工作站发来的读库请求，综合各个请求，进行身份识别，区别各代理的优先级，在物理层次上找出具体知识点并发送出去。因此其通信模块颇为重要，知识点搜索的速度也是其瓶颈之一。可以运用数据库管理的成熟技术来实现知识点的各种管理，包括其安全性鉴别。用户从工作站登录，将进行授权，授权由系统根据用户的情况来设定，也可以由教师进行重设。不同权限的用户对教学资料库的使用也是有区别的，权限越大，范围越大。系统将这些登录情况，成员权限情况统一放入服务器里的一个安全表中，供内容管理 AGENT 或系统管理员在执行任务时参考。可以这么说，只有保证了可靠的权限机制，协同学习才有意义。总的说来，我们可以把系统安全权限分为学生 (S)、教师 (T)、管理 (M) 三级，构成横向的三级安全体系。针对具体章节或资料类型还可以根据协同情况动态设定权限，实现纵向安全。

通讯模块是 Agent 实现的重要环节，可以对接收到的消息先进行分类辨识，具体消息类型由系统设定，放入系统库中。消息类型可分为：(A) 学生类：①协同请求；②显示协同信息；③修改数据库；④教学内容求阅条件。(B) 教师类：⑤协同通知；⑥显示协同信息；⑦控制信息。不同种类的消息将驱动不同的 AGENT 进入相应的事务处理进程。

2.2 “协同管理”子系统 AGENT

“协同管理”子系统 AGENT 是控制所有用户间协

同事务的代理。

其主要功能是根据用户的权限对来自低层代理的协同请求进行汇总再分发,根据消息的类型并结合一定的策略进行控制,决定是点对点协同或是组内整体协同,对非法的协同请求(如未经教师允许来自于某学生的广播请求)进行屏蔽。

首先在系统初始化后,“协同管理”子系统 AGENT 从各客户端(教师代理或学生代理)获得人员注册情况和在线情况,并实时修改用户数据库。

然后,对用户间的交流通道进行创建、更改、撤销等操作,控制各用户间的信息通讯。具体过程是,“协同管理”Agent 从接收到的消息队列中按照优先级关系处理每一个消息,当发现有用户提出协同学习的申请时,首先判断该用户是否具有该种操作的权限,若具备,则根据请求进行处理。这里假设该消息是教师 A 对于部分学生的协同要求,则从这部分学生代理处得到学生信息,反馈给教师代理,同时通知这些学生代理进行启动窗口等操作,握手成功后,“协同管理”Agent 对“交流通道”进行登记。假如此时又有新的学生 S 发出针对教师 A 的协同请求(如:提问、要求退出等等),“协同管理”Agent 根据该新学生 S 的级别、所申请的操作的级别、当前登记的“交流通道”表以及教师 A 代理反馈来的教师状态(如:禁止打搅、太忙等等)来综合决定是否通知教师 A 的代理。当然还有其他很多协同管理的具体操作,这里不再赘述。

2.3 学生代理及教师代理

学生代理在多 AGENT 框架结构中数量最多,学生的所有需求都由学生 AGENT 满足。其主控模块决定采用自学习模式还是程控模式,本地资料库有动态刷新的用户信息、预先载入的教学方式库和刚学习过的教学内容等。其事物处理包括资料组装,学习浏览,举手应答和评估决策。为此所需的知识库有教学专家策略、各种经验规则和关于用户的历史知识。其中的评估决策将确定应学知识点,向内容管理子系统代理提出申请。

教师代理的设置突出了协同的特色,可以通过与学生代理通讯,实时地参与教学评估决策,甚至在特殊情况下还能完全控制学生代理进行强制性教学指导,极大地避免了自学习的迷航,和单纯计算机控制的粗糙及滞后。

3 学生代理中的评估决策模块

在 ICAI 系统中人们融入了大量人工智能技术,使智能导航的技术日趋成熟,智能水平也越来越高,人们利用知识的机内表示,构造规则库和推理机,形成专家系统,但是仅仅利用计算机的高计算性来模拟人进行事务处理,而没有人的参与,最终将因智能程度有限而不能实现很好地决策^[5]。而针对于教学流程控制的决策,是 CAI 系统性能好坏的关键。一个无法控制教学流程或控制不灵敏的 CAI 系统都是失败的。一般的 CAI 中无法对主观题进行有效评判,其决策的效果当然不会好,而在 CAI 系统中要进行有效的个别化教学必须要建立一个有效而全面的评估模块。

3.1 基于机内成绩的简单决策

在当前一般的 CAI 系统中,系统一般都是根据学习者的学习情况进行决策确定学习者教学流程的。个人学习情况包括学习者状态、学习者级别身份、学习记录,最主要的是机内学习成绩。其所谓的成绩大都是来自于单选、多选、判断等客观题。填空题或简答题出现得比较少,问答题更是无法使用。严重地限制了学习者学习能动性的发挥。更不如意的是当前的 CAI 系统中的教学控制是粗粒度的。所谓粗粒度是指决策产生的是很粗糙的控制信息,比如本知识点是否要重学、本小节是否要重学或补习、甚至本章是否要重学补习,这将导致控制不精确,将浪费学习者大量的学习时间和精力,甚至使学习者对 CAI 产生一种不信任感。

3.2 教师参与的评估决策

为了改善控制质量,我们在教学内容库的设计过程中就要特别注意知识点的设计特别是试题的设计,在每道题的答案库中不单单要放上答案,还要设定该题相对于某些知识点的权值。这与出题者的心理是相符的,任何一道题都会涉及考查某些知识,并各有侧重。教师的参与使得基于主观题的细粒度控制成为了可能。主观题评判可以依据分步给分法,而一定的步骤将对应着一定的知识点,也同时赋以相应权值。这种主观题只能由教师协同批阅,成绩也由教师登载入成绩库,从而产生了教师参与的学生评估决策。这在一定程度上解决了题型的局限性。

3.3 教师参与的全面评估决策

教师参与的学生全面评估决策有三大特色:其一,

是有教师实时的参与;其二,是全面,即其模型的输入包含系统输入和教师输入;其三,就是细精度的。其实这三大特色均是由于教师协同参与而形成的。

在这里我们可以用数学模型来表示。首先定义一个记录学习成绩的数据结构 M , M 是一个矩阵,在每次开始练习之前自动生成,其行数为练习题量 m ,列数为本练习组所考查的知识点总量 n 。并且一开始全部置零。

在学生完成所有练习并提交之后,开始数据收集,客观题部分由代理内设的判卷程序自动判卷,成绩载入记录矩阵。我们规定,当学生答对某道题时将其所对应的知识点列项置 1,否则置 -1,无关的仍为 0,(这对于多选题尤为有效)。而对于非客观题我们摒弃了按一定精度匹配的方法,由教师阅卷,载入成绩,设置一个从判卷界面关联到成绩记录库的接口,由教师用户 AGENT 执行。这样在做完一套题后便得到了一个测试练习记录的矩阵。例如:

$$M = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{Bmatrix} \quad (m=3, n=5) \quad (1)$$

(注:其中,有一些元素项来自教师代理)

它说明本套题共三道题,考查的目标知识点有五项。第一道题涉及到 1、3、4、5,四个知识点,学习者正确使用了三个,弄错了最后一个。现新设矩阵 M' , b_{ij} 是 M 的一项, a_{ij} 是 M 的一项,令 $b_{ij} = a_{ij} * w_{ij}$, 其中 w_{ij} 是知识点答案库中第 i 题反应第 j 个知识点的权重。

下一步,我们利用记录矩阵 M 来计算该学生对于各知识点 $k_j(j=1,2,3,\dots,n)$ 的正确率 $r(k_j)$ 有:

$$r(k_j) = (\sum b_{ij}^-) / (\sum |b_{ij}|) \quad (2)$$

$$(i=1,2,\dots,m; j=1,2,3,\dots,n)$$

注 $b_{ij}^- = b_{ij}$ (当 $b_{ij} > 0$) 且 $b_{ij}^- = 0$ (当 $b_{ij} \leq 0$)

由此得一正确率矢量:

$$R = (r_1, r_2, r_3, \dots, r_i, \dots, r_n) \quad \text{其中 } r_i = r(k_j) \quad (3)$$

当完成多套练习后(设为 p 套)将形成多个评价矢量,构成一个关于“正确性”的评价矩阵 R :

$$R = \begin{Bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pn} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

此时,教师还可以根据平时对学生单独提问时学生的回答情况,人为地加入一些评价记录,作为第 $p+1$ 条评价矢量。从而完成了全面的数据采集和综合评价。还要注意的,由于不同套练习所起的作用不等,因而对不同套练习赋以不同的权值,可以由系统内定,也可由教师根据情况动态调整,现不妨令权矢为: $W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_p, w_{p+1})$, 可得最终评判矢量如下:

$$E = W * R = (e_1, e_2, e_3, \dots, e_n) \quad (5)$$

E 反映了学生对各目标知识点的掌握情况。

最后我们根据上述结果进行全面的教学决策并控制学习进度,看能否进入预定的新单元学习,或者需要进行那些知识点的补习。

4 结论

本文在总结现状的基础上,将 DAI 中的 agent 概念引入 NICAI 系统,进行功能组合,构成了 Multi_Agent 体系结构,通过提出各种优化策略,从整体上构架了一种合理而高效的协同学习环境,增强了资源的开放共享性,通过教师的参与提高了教学控制的精度,同时保证了教学的个性化和实时性。但是这种方案需要进一步具体细化,有许多细节问题需要继续研究。

参考文献

- 1 寿黎但,一个基于多媒体 X 终端的协作 CAD 系统,计算机应用 1998,18(7):8-11。
- 2 史殿习、王怀民、邹鹏等,基于 agent 的分布式集成环境,国防科技大学学报 1997,19(4):72-76。
- 3 张士廉、李群明, A MULTI-AGENT FRAMEWORK OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT, AMSMA' 2000 国际会议论文集 854-857。
- 4 黎加厚,第二代课堂教学软件:积件,计算机与教育,张际平等主编,北京 电子工业出版社,1997,78-83。
- 5 杜价、陈庆华,系统工程方法论,长沙 国防科技大学出版社,1992。