

# Study on Cooperation Learning Model of Agent-based Network Teaching Platform

Yi ZHAO

Information Engineering Department Shan Xi University Business College, Taiyuan, China

Email: zhaoyiaa@163.com

**Abstract:** Aiming at the deficiency of current network teaching platform, Multi-Agent technology is used to the design of network teaching platform, and from the angle of software system structure, Multi-Agent System (MAS) and network teaching platform are studied, and Formal description method is adopted to create an Agent-based network teaching platform cooperation learning model, which will fully reflect the individuated teaching characteristics of network education, providing the learner with completely and correctly intelligent service and really obtaining the purpose of teaching students in accordance of their aptitude.

**Keywords:** network teaching; multi-agent; modeling

## 基于多 Agent 的网络教学平台协作学习模型研究

赵 怡

山西大学商务学院信息工程系, 太原, 中国, 030031

Email: zhaoyiaa@163.com

**摘 要:** 本文针对现有网络教学平台的不足, 把多 Agent 技术应用于网络教学平台的设计中, 从软件体系结构的角度研究多 Agent 系统和网络教学平台。采用形式化描述方法, 构建一种基于多 Agent 的网络教学平台协作学习模型, 并给出了总体结构的设计以及关键技术的实现, 使现有网络教学平台能充分体现网络教育个性化的教学特点, 为学习者提供全面而准确的智能化服务。

**关键词:** 网络教学; 多 Agent; 建模

### 1 引言

随着网络教育的快速发展和广泛应用, 对网络教学平台在智能性和个性化教学方面提出了更高的要求。目前, Agent 技术在 Internet 和网络教学上的应用迅速增加, 特别是多 Agent 技术在提高网络教学平台的易用性、信息发现与过滤和协作学习方面表现出很大的应用潜力。

本文从软件体系结构的角度研究多 Agent 系统和网络教学平台, 并以 Petri 网和  $\pi$  演算为形式化理论基础, 对多 Agent 系统的元素进行形式化定义, 同时结合网络教学平台的具体设计目标, 设计基于多 Agent 的网络教学平台协作学习模型, 从而提高网络教学平台的交互性, 为开展个性化的网络教学活动服务。

### 2 多 Agent 系统的形式化建模

基金项目: “十一五”国家课题 (FIB070335-B8-14); 山西大学商务学院 2008 年科研项目 (2008006)

目前, 在多 Agent 系统的设计和开发中, 主要采用非形式化和形式化描述方法。非形式化描述方法简单易用、直观明了, 但是缺乏精确语义、具有二义性, 对其理解更多地要依赖于开发者的经验和知识。形式化方法<sup>[1]</sup>是以逻辑、自动机、代数和图论等数学理论为基础, 可以对系统进行精确、无歧义的描述, 同时提供系统模型模拟和验证的分析手段和工具。采用形式化建模方法对多 Agent 系统进行描述和研究, 有助于架起理论研究与实践之间的桥梁, 可以减少在系统开发早期潜在的错误, 降低开发成本, 提高软件质量<sup>[2]</sup>。

下面以 Petri 网和  $\pi$  演算为形式化理论基础, 从软件体系结构的角度研究多 Agent 系统, 对多 Agent 系统的元素进行定义, 分析多 Agent 系统的动态行为及结构的演化, 建立多 Agent 系统体系结构模型 MASSM。

定义 2-1: MASSM 是一个三元组,  $MASSM = (AComp, AConn, Conf)$ , 其中  $AComp = (AComp1,$

AComp2, ..., ACompo)表示计算 Agent 的集合, AConn=(AConn1, AConn2, ..., AConnp)表示连接 Agent 的集合, Conf表示 MAS 的配置。

## 2.1 计算 Agent (AComp)

计算 Agent 是一个数据单元或一个计算单元, 由接口和内部实现组成, 负责与用户和环境进行交互, 并提供特定的服务。

定义 2-2: 计算 Agent 定义为一个三元组, ACompo=(ID, AS, EA), 其中, ID 是计算 Agent 的标识符集合; AS 定义了计算 Agent 的接口和内部实现; EA 利用  $\pi$  演算描述了计算 Agent 的演化。

计算 Agent 中的元 AS 以 BDI (Belief Desire Intention) 模型<sup>[3]</sup>为基础, 是一个五元组 AS=(Oo, Pr, Pk, Pg, Pp), 其中 Pr, Pk, Pg, Pp 分别表示推理模块、知识库模块、目标模块和规划模块。推理模块表示 Agent 可以对获取的外界信息进行推理, 并把推理结果存储在知识库 Pk 中。在实际应用中, 知识库模块主要描述了环境和其它 Agent 的信息, 在具体的实现中可以表示成一些简单的变量、数据结构或数据库; 目标模块主要描述了 Agent 的动机和最终目标, 可以表示为一个变量、数据结构或表达式; 规划模块主要描述了 Agent 获取目标时的行为<sup>[4]</sup>。

Oo 表示对象, 是一个八元组: Oo=(P,T,IT,OT,F,E,G, C)。其中, P={p1, p2, ..., pj} 为库所的有限集合; T={t1, t2, ..., tk} 为变迁的有限集合; IT={it1, it2, ..., itl} 为输入接口变迁集合; OT={ot1, ot2, ..., otm} 为输出接口变迁集合;  $F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P) \cup (P \times IT) \cup (IT \times P) \cup (P \times OT) \cup (OT \times P)$  为库所和变迁之间的输入输出弧的有限集合。

Oo 中的元 IT 和 OT 描述了计算 Agent 的输入和输出接口, ACompo.Interface={ (t1, t2) | t1 ∈ IT, t2 ∈ OT }, 接口描述计算 Agent 需要的服务和提供给外界的服务, 计算 Agent 的实现部分由 Oo 的其它元进行描述。

## 2.2 连接 Agent (AConn)

连接 Agent 定义了 Agent 之间交互的规则, 并且给出了一些实现的机制。连接 Agent 从全局层次上协调、监督各个计算 Agent, 可以随时与每个 Agent 进行通信, 并对系统的目标、资源等进行合理安排。

定义 2-3: 连接 Agent 定义为一个五元组, AConnp=(ILP, Gate, KBP, Role, EC), 其中 ILP

(Intelligent Link Place) 为系统中的智能连接库所, 负责建立 Agent 之间的消息传递通道, 然后 Agent 通过 KQML (Knowledge Query Manipulation Language, 知识查询与处理语言)<sup>[5]</sup>或 ACL (Agent Communication Language<sup>[6]</sup>) 等进行交互; Gate 表示 Agent 间的消息传递通道; KBP (Knowledge-base Place) 为知识库所, 存储了连接 Agent 感知外部环境的信息和各个计算 Agent 提供的服务信息 (如名字、地址和接口信息等); Role 是连接 Agent 中的角色, 是与连接 Agent 相交互的、在连接 Agent 中处于相同地位的所有计算 Agent 集合, Role={CID1, ..., CIDi}, CIDi 为系统中计算 Agent 的标志符; EC 利用  $\pi$  演算描述了连接 Agent 的演化, 主要描述连接 Agent 建立 Agent 之间交互通道的动态过程。

## 3 构建基于多 Agent 的网络教学平台协作学习模型

网络教学平台是由群体成员互相协作、共同组成的系统, 这些群体成员之间的工作方式明显具有群体性、交互性、分布性和协作性等多 Agent 系统的基本特征。随着群体参与者在协作过程中的实际需要不断变化, 人们希望通过多 Agent 技术支持的教学平台促进群体之间的交流, 从而提高群体协作的效率和服务质量。

### 3.1 模型机理

通过以上多 Agent 系统的形式化模型, 结合网络教育平台的具体设计目标, 可将网络教育平台中的 Agent 分为学生 Agent、教师 Agent 和协调 Agent。当学生登录网络教学平台时, 系统的 Agent 服务器将自动为该学生产生一个学生 Agent, 负责处理学生的学习活动。其主要功能是根据用户标识, 将用户的基本信息和请求封装好发送给协调 Agent, 协调 Agent 根据学生 Agent 的信息选择相应教学内容和教学策略; 对学生的进行学习情况进行跟踪, 收集与学习者相关的学习行为信息和学习状况信息, 如学习知识点、学习路径、学习时间、及练习和测试结果等, 以此作为向学生提供学习提醒和教学内容导航服务的依据; 通过协调 Agent 实现与其他 Agent 之间的交互。例如: 当学生需要同伴或教师的帮助时, 学生 Agent 可以向协调 Agent 发出请求, 通过协调 Agent 帮助查找最佳的合作伙伴和教师进行协作讨论或交流答疑。

教师 Agent 负责处理与教师有关的教学活动。教师登录远程教学系统以后，系统会自动生成一个教师 Agent。它能主动查找需要帮助的学生，提供对学生进行指导的方式和手段，同时对教学内容进行监视，提醒教师及时更新教学内容。

在网络教学平台中，协调 Agent 对其它 Agent 进行管理，定期收集各 Agent 的状态信息，以确保各 Agent 的正常运行。它对内负责多 Agent 结构内的任务调度、规划、协调和分配；对外负责与其他多 Agent 结构的通信，它是整个多 Agent 结构的核心。

其中，学生 Agent 和教师 Agent 属于计算 Agent，它们的模型构建可参考计算 Agent 的形式化定义；协调 Agent 具有调度指挥职能，通过它对其他 Agent 进行管理，协调整个教学任务的完成。它的模型构建可参考连接 Agent 的形式化定义。

### 3.2 学生 Agent 和教师 Agent 的结构与行为策略

根据网络教学平台中学生 Agent 和教师 Agent 的功能以及它们的形式化定义，将学生 Agent 和教师 Agent 的结构分为 5 个模块，分别是：监听模块、控制模块、功能处理模块、通讯模块和输出接口，结构模型如图 1 所示。

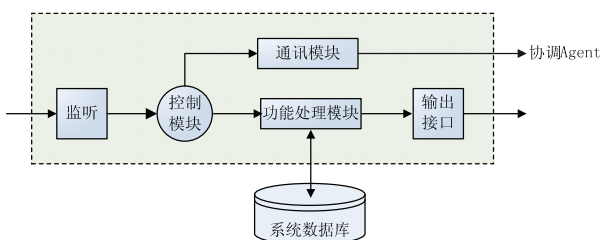


Figure 1. Student Agent and Teacher Agent structure  
图 1. 学生 Agent 和教师 Agent 的结构

监听模块负责外界的信息采集，是学生和教师 Agent 的对外输入接口。接收到相关信息后，交给控制模块进行任务的识别。如果需要与其他 Agent 进行通讯，则将信息传递给通讯模块，由通讯模块负责封装信息并发送给协调 Agent；如果需要完成相关功能，如：学生认知水平分析、教学导航或选择教学策略等，则交给功能处理模块的相关部分进行处理。功能处理模块在完成相应功能时要调用系统数据库的相关数据，处理完毕后将处理结果通过输出接口输出并将产生的数据存至系统数据库，或用产生的数据更新系统

数据库。

### 3.3 协调 Agent 的结构与行为策略

协调 Agent 的结构分为 6 个模块（如图 2 所示），分别是：监听模块、控制模块、注册模块、调度模块、通讯模块和消息传递通道（用 G 表示）。

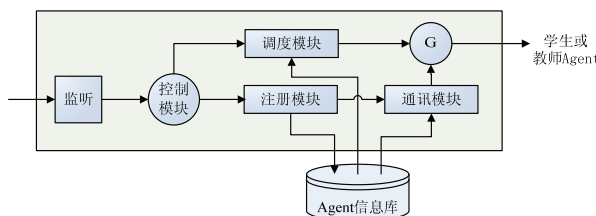


Figure 2. Coordination Agent structure  
图 2. 协调 Agent 结构

当新 Agent 加入时，新 Agent 首先在协调 Agent 中注册，然后通过通讯模块建立和其它 Agent 的交互通道 G。当协调 Agent 接收到学生或教师 Agent 发出的通讯请求时，由于事先不知道哪一个 Agent 能提供所需的服务，需要通过调度模块查找提供相应服务的 Agent。如果存在相应的服务 Agent，协调 Agent 负责建立这两个 Agent 之间的交互通道；如果不存在相应的服务 Agent，发出请求的 Agent 可以向协调 Agent 订购这个服务，一旦有提供这类服务的 Agent 注册，协调 Agent 就向发出请求的 Agent 发送消息，通知可以提出相应的服务请求，并建立这两个 Agent 之间的交互通道。

## 4 关键技术的实现

网络教学平台中 Agent 的开发，是在 JADE 平台上，利用 JADE 提供的开发包实现的。JADE (Java Agent Development Framework) 是用 Java 编写的一个多 Agent 系统，可以用来开发基于 Agent 的应用程序。JADE 遵循 FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) 规范，能实现多 Agent 系统间的互操作，解决 Agent 之间消息传输、消息编码、消息解析以及 Agent 生存周期等问题。

通过扩展 JADE 平台提供的 Agent 基类来定义应用系统中的 Agent 类、Agent 行为类、消息类和黄页服务类。最后再利用可视化平台来配置应用系统的运行时环境。网络教学平台中的每一个 Agent 的实现都包含了基本构造、通讯和控制等模块的实现。

其中，通讯模块主要包括发送消息处理与接收消息处理。

#### 4.1 消息发送的实现

消息的发送主要包括以下步骤：

第一，创建代表消息内容的类，第二，创建描述这些消息类的 ontology；第三，实例化代表消息内容的类；第四，创建 Agent 通信语言消息 (ACLMessage) 类；第五，将消息接收者装入 Agent 通信语言消息类；第六，将形式语言名和 ontology 名装入 Agent 通信语言消息类；第七，创建消息内容管理器类 (ContentManager) 的实例；第八，用方法 ContentManager.fillcontent (ACLMessage m, ContentElement content) 格式化消息内容；第九，用方法 send (ACLMessage m) 发送消息。

#### 4.2 接收消息的实现

消息的接收按如下两步完成。第一，创建接受消息的行为；第二，从行为的 action () 方法的消息缓存中收到任何消息都要创建消息内容的实例，并实现内容处理类，如果必要的话还可以给发送方一个反馈。

### 5 结束语

随着人工智能和信息技术的发展，网络化、智能化和个性化的计算机远程学习模式将成为未来教育的主要手段，其应用前景非常广泛。本文针对现有的网

络教学平台存在的不足，将多 Agent 理论和技术引入网络教学平台，提出了一种基于 Multi-Agent 的网络教学平台的多 Agent 框架模型，从整体上构架了一种适应性教学特点明显的网络学习平台，但是该模型需要进一步的具体细化，实现并推广应用该模型，还有许多问题需要继续研究。

### References (参考文献)

- [1] HeYan-qiang, Chen Shen-ming. Design and Applications of Agent and Multi-Agent System[M]. Wuhan University Press. 2001.  
何炎强,陈莘明. Agent 和多 Agent 系统的设计与应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社,2001.
- [2] Liu Da-you, Yang Kun, Chen Jian-zhong. Agent Research and Development Trend[J]. Journal of Software. 2000.11(3): P 315-321.  
刘大有,杨鲲,陈建中. Agent 研究现状和发展趋势[J]. 软件学报,2000.11(3): 315-321.
- [3] Bratman M E. Intentions, Plans and Practical Reason. Harvard University Press.1987.
- [4] Gurer.D.desJardins, M.Schlager.M, Representing a student's learning states and transitions. American Association of Artificial Intelligence Spring Symposium on Representing Mental States and Mechanisms, 1995.
- [5] DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group, Specification of the KQML Agent Communication Language [EB/OL]. Http: //www. cs.umbc. edu/kqml/ kqml-spec.ps, 1993-03.
- [6] Foundation for Intelligent Physical Agents. FIPA 97 Specification Part 2: Agent Communication Language [Z]. Geneva, Switzer land, 1997.