

基于 Agent 技术的在线测试系统研究与设计

周 清, 林 拉

(华南师范大学 计算机学院, 广东 广州 510631)

摘 要:为了使数字教育服务提高到一个新的水平,把 Agent 技术引入到网络教学中,可以更好地实现网络教学信息系统的自动化和智能化。近年来,许多科研人员纷纷投入到 Agent 技术的研究中。采用面向 Agent 软件开发方法,结合 Agent 技术的优越性,提出了一个网络教学中基于 Agent 技术的在线测试系统设计模型,在一定程度上满足了教师和学生等对在线测试系统动态性和智能性需求。

关键词:Agent; 面向 Agent 软件开发方法; 在线测试

中图分类号:TP18;G434

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)10-0184-05

Research and Design on Agent - Based Online Testing System

ZHOU Qing, LIN La

(School of Computer, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: Agent technology introduced into the network teaching system makes the realization of automatic and intelligent teaching information system based on Internet more easily, which brings the digital education service into a higher level. A model of Agent - based online testing system is put forward in this paper, which integrates advantages of Agent technology and adopts Agent - oriented software development, it meets the demand of dynamic and intelligent online testing system to a certain degree.

Key words: agent; agent - oriented software development; online testing

0 引 言

计算机技术、网络技术和多媒体技术的迅猛发展,为网络教学的发展奠定了一个良好的基础。目前,为了使数字教育服务以及网络教学提高到一个新的水平,更有效地解决目前网络教学中智能化的瓶颈问题,世界许多国家的科研人员纷纷投入到智能 Agent 技术的研究中,致力于提高或增强网络教学信息系统的自动化和智能化程度,使网络化教学信息系统能够根据学生的个体情况、知识结构,有针对性地确定及调整教学策略,智能化自动监控和激励学生的学习,丰富教学手段,提高教学水平。

在网络教学中,在线测试是检验教学效果的有效手段,它的作用日益被重视,运用场合越来越广,使用的学生越来越多,对在线测试系统的动态性和智能性要求也越来越高。

文中采用面向 Agent 开发方法,结合智能 Agent 技术的优越性和实际情况,设计了《软件工程》网络课程中的在线测试子系统,在一定程度上满足了教师和

学生等对在线测试系统动态性和智能性需求。

1 Agent 概念及其技术优点

1.1 Agent 及 Multi-Agent 概念

著名 Agent 理论研究者、英国的 Wooldridge 博士和 Jennings 教授认为:Agent 是处于某个环境中的计算机系统,该系统有能力在这个环境中自主行动以实现其设计目标^[1]。从软件工程的视点和角度看,Agent 是指驻留在某一环境下能够自主、灵活地执行动作以满足设计目标的行为实体^[2]。从 Agent 的定义可以看出,Agent 与对象不同,它是一种可主动运行的智能体,有自己的思想和行为,不需要外界的刺激也能进行动作。由于单个 Agent 能力的局限性,在实际应用中,常常使用 Multi-Agent 系统。所谓 Multi-Agent 是指将各种具有不同能力的 Agent 结合起来,通过它们之间的相互协同和相互依赖,共同完成任务。

1.2 应用 Agent 技术的优点

Agent 技术源于分布式人工智能,随着分布式人工智能技术的发展,Multi-Agent 得到广泛的应用,现在已经大量用于网络信息处理、电子商务、交通控制、生产过程控制等领域,受到了人们的高度关注。

收稿日期:2006-12-16

作者简介:周 清(1983-),女,江西宜春人,硕士研究生,研究方向为软件工程;林 拉,副教授,硕士生导师,研究方向为软件工程。

Agent 技术具有以下优点^[3]:

(1)任务的分布。一个任务可分成若干个子任务并分派到一系列 Agent 上。通过知识交换、协商及控制信息的传送等,这些 Agent 可并行地协调工作。

(2)快速求解问题。由于 Agent 之间可以并行工作,多 Agent 可以快速求解问题。

(3)减少通信流量。Agent 之间使用高层 Agent 通信语言通信,不需传递原始数据,从而减少了网络中的通信流量。

(4)增加灵活性。不同问题域的 Agent 可以相互合作解决一个更大的问题。

(5)增加可靠性。系统中若有一个 Agent 不可以用,或因某种原因未能完成任务,可交给其他 Agent 来完成任务,从而增加了整个系统的可靠性。

(6)任务分担。一个任务可以被分解成若干较小的子问题,然后交给其他 Agent 分布治之。

(7)可扩展性。当网络、业务、管理能力不足时,新的相关能力可以容易地通过引入相关 Agent 或 Agent 子系统来完成。

(8)有效协商。通过以高层 Agent 通信语言进行通信,多 Agent 系统中的用户、业务提供者、网络提供者之间能够动态和有效地协商业务,从而在任务分派、业务花费、业务参数及业务质量等方面达成协议。

除上述特点外,如果在多 Agent 系统中引入移动 Agent,还可获得支持非连接操作,支持低带宽连接,支持功能较弱的客户设备以及支持即时的业务提供和使用等优点。同时移动性还为多 Agent 系统中的任务分布及 Agent 间的协商提供了更好的支持。

2 基于 Agent 技术的在线测试设计

毫无疑问,在网络课程中,构建一个理想的在线测试系统,不仅给学生提供了一个在线测试知识的平台,同时也满足了教师随时组织学生进行在线考试的需要,对提高教学效果有着重要和积极的作用。文中的在线测试系统是华南师范大学求实工程项目《软件工程》网络课程的一个子系统,本系统采用 JACK 开发平台^[2]。

2.1 JACK 开发平台简介

JACK 是 Intelligent AgentTM Framework 的简称,是澳大利亚 Agent-Oriented Software 公司的主导软件产品。它是一个基于并完全集成了 Java 编程语言的面向 Agent 的软件开发环境,它主张并提供了一组轻量级的组件来构建、运行和集成商业级的面向 Agent 的软件系统。JAL 是该平台的一个重要组成部分,它是一个基于 Java、支持对面向 Agent 软件系统进行编程

的程序设计语言,将 Agent 视为是一种特殊的对象,它具有特殊的内部结构,能够持续地运行并能对外部的刺激(如消息或事件)做出自主的响应,从而展示某些理性和智能的行为。一个 JAL 程序一般包含以下一组功能性单元,如图 1 所示。

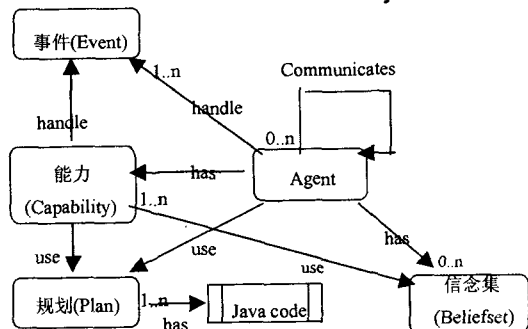


图 1 软件 Agent 的组成

信念集(Beliefset):描述 Agent 对世界的理解和认识,采用基于元组的关系模型来表示 Agent 的信念。

事件(Event):事件是一种特殊的对象。

规划(Plan):规划定义了一组动作序列。它既可用 Java 语句来表示,也可用 JAL 提供的语句来表示。

能力(Capability):能力封装了信念、事件、规划等功能性单元,描述了 Agent 能够访问的信念集、能够感知和处理的事件以及对事件做出响应和处理、实现 Agent 目标所需的规划。

Agent:一个 Agent 实际上就是一个特殊的对象。它拥有一组能力,包含一组信念集关系,拥有一组规划,能够对一组事件进行响应和处理。

2.2 基于 Agent 的在线测试系统的体系结构

MASE(Multi-Agent System Engineering)是由著名学者 Scott A. Deload 提出的,该开发方法充分借鉴面向对象软件开发方法(UML)的思想,许多建模核心概念来自于面向对象软件开发范型,尤其是 UML^[2]。本系统以 Agent 作为核心技术,采用面向 Agent 开发方法之一的 MASE 进行开发。该系统采用基于 Internet/Intranet 网络环境的 B/S 体系结构。用户通过 IE 浏览器注册登录后可浏览用户界面,与 Web 服务器进行信息交互,Web 服务器通过 JACK WebBot 同有关的在线测试的 Agent 对象进行交互操作。JACK WebBot 支持 HTTP 请求到 JACK 中事件响应者的映射^[4]。知识库包括 4 个信念集,分别是信息、试卷、组卷要求和试题信念集,知识库是整个系统中智能分析过程的核心。

系统共包含 5 个 Agent,分别是学生 Agent、教师 Agent、决策 Agent、改卷 Agent 和信息管理 Agent。系统的体系结构如图 2 所示。

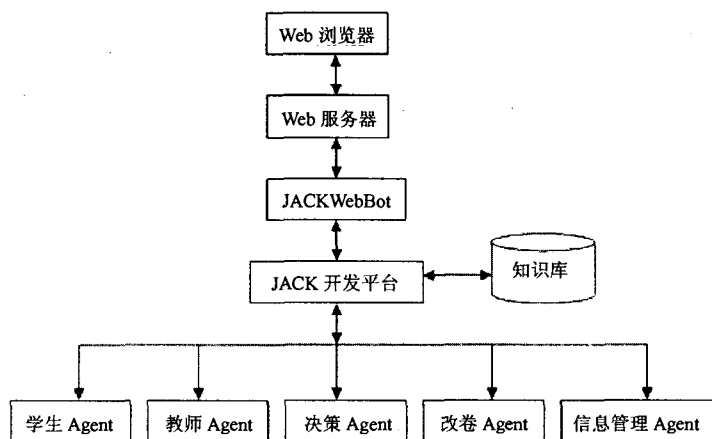


图 2 系统体系结构图

2.3 Agent 设计

系统中的 5 个 Agent, 其中信息管理 Agent 维护考生成绩、试卷分析结果及考生、教师的注册信息; 学生 Agent 可以发送测试请求给教师 Agent, 也可以发送信息查询请求给信息管理 Agent; 教师 Agent 响应和处理学生的测试请求及维护知识库(包括试卷信息表、组卷信息表以及知识点); 决策 Agent 响应和处理教师 Agent 的出卷请求, 将出好的试卷号返回给教师 Agent; 改卷 Agent 响应和处理教师 Agent 的改卷要求, 并将试卷成绩发送给信息管理 Agent 保存。系统中各个 Agent 的关联模型如图 3 所示。

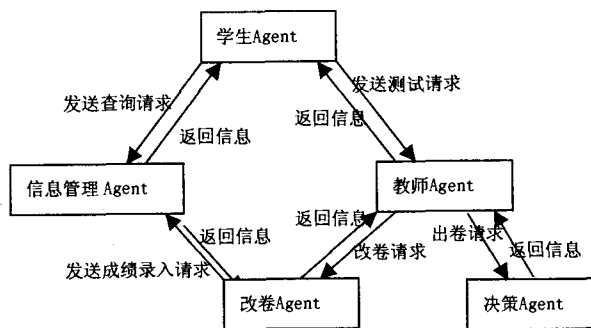


图 3 各个 Agent 的关联模型

(1) 学生 Agent。

学生 Agent 共有 3 个状态, 分别是等待状态、测试状态、查询状态。

·等待状态: 学生登录系统, 处于等待状态, 没有和其他 Agent 发生关系。

·测试状态: 先选定一个教师, 然后发送测试请求。等待教师 Agent 返回信息, 如果成功则进入测试状态, 否则回到等待状态。

·查询状态: 当学生要查询信息时, 先发送信息查询请求给信息管理 Agent, 然后等信息管理 Agent 返回信息, 如果成功则进入查询状态, 否则回到等待状态。

学生 Agent 的状态图如图 4 所示。

学生 Agent 包括的事件:

- 测试请求(该事件发送给教师 Agent);
- 测试完成(该事件发送给教师 Agent);
- 进行测试(该事件发送给学生 Agent 本身);
- 信息查询请求(该事件发送给信息管理 Agent)。

学生 Agent 包括的规划:

- 响应教师 Agent 返回的信息;
- 执行测试;
- 响应信息管理 Agent 返回的信息。

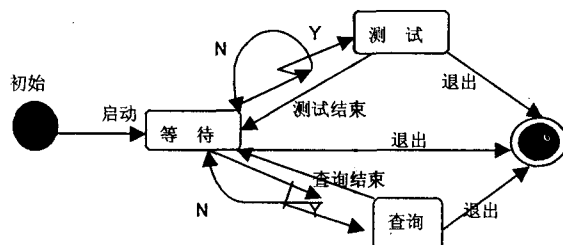


图 4 学生 Agent 的状态图

(2) 教师 Agent。

教师 Agent 的状态图如图 5 所示。

- 测试状态: 组织学生进行考试;
- 练习状态: 学生平时做测试练习时, 教师给予一定的指导;
- 维护状态: 对题库和知识库的维护。

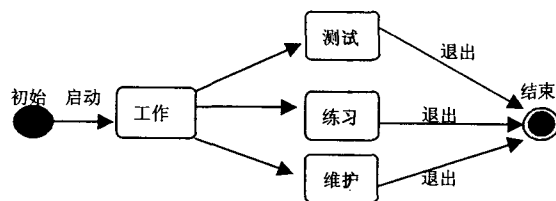


图 5 教师 Agent 的状态图

教师可以完成测试、练习和维护 3 个工作, 工作原理如下:

□ 教师组织测试。选定测试学生名单, 查看试卷信念集, 如果有符合要求的试卷, 则将试卷号发送给测试学生名单中已登录的学生, 否则, 将组卷要求发送给决策 Agent, 决策 Agent 将根据组卷要求进行出卷, 并将出好的试卷号发送给教师 Agent, 教师再将试卷号发送给学生考试。学生测试结束之后, 教师 Agent 发送改卷请求给改卷 Agent, 由改卷 Agent 批改试卷。通常教师 Agent 预先将组卷要求发送给决策 Agent, 等待决策 Agent 出好试卷之后再组织学生测试。

□ 在启动测试以后, 教师还可以启动练习功能, 指导其他学生做一些测试练习。

□ 教师还可以启动维护功能, 开始修改试题库或

者知识库^[5]。

由此可见,教师 Agent 是一个高度自动化和并行化的智能体,辅助教师完成很多工作。

教师 Agent 包括的事件:

- 出卷请求(该事件发送给决策 Agent);
- 改卷请求(该事件发送给改卷 Agent);
- 响应学生 Agent 的测试请求(该事件发送给学生 Agent)。

教师 Agent 包括的规划:

- 响应学生 Agent 的测试请求;
- 执行出卷请求;
- 执行改卷请求。

由于信息管理 Agent、决策 Agent、改卷 Agent 状态比较单一,不存在状态转化问题,故文中只给出了各 Agent 的事件和规划。

(3)信息管理 Agent。

信息管理 Agent 包括的事件:

- 响应学生信息查询请求(该事件发送给学生 Agent);
- 响应成绩录入请求(该事件发送给改卷 Agent);
- 信息查询(该事件发送给信息管理 Agent 本身);
- 成绩录入(该事件发送给信息管理 Agent 本身)。

信息管理 Agent 包括的规划:

- 响应学生信息查询请求;
- 响应成绩录入请求;
- 执行信息查询;
- 执行成绩录入。

(4)决策 Agent。

决策 Agent 包括的事件:

- 响应教师 Agent 出卷请求(该事件发送给教师 Agent);
- 出卷(该事件发送给决策 Agent 本身)。

决策 Agent 包括的规划:

- 响应教师 Agent 出卷请求;
- 出卷。

(5)改卷 Agent。

改卷 Agent 包括的事件:

- 响应改卷请求(该事件发送给教师 Agent);
- 改卷(该事件发送给改卷 Agent 本身)。

改卷 Agent 包括的规划:

- 响应改卷请求;
- 改卷。

2.4 系统包括的信念集

信念集是描述 Agent 对世界的理解和认识,一般采用基于元组的关系模型来表示 Agent 的信念^[2]。本

系统用信念集来存储信息,其作用相当于数据库作用。

(1)信息信念集。因为每位用户都必须在系统注册后才能使用系统,信息管理 Agent 除了响应和处理学生及改卷 Agent 的请求,还包括认证学生或教师的身份,所以该信息信念集除了保存学生的测试成绩以外,还要保存学生和教师的个人信息,即信息信念集不仅包括学生成绩表还包括个人信息表。对于信息信念集 Beliefset 只有信息管理 Agent 可以访问,包括对该信念集的增加、删除、修改信息的操作。

(2)试卷信念集。各位教师 Agent 均有自己的试卷,这些试卷是各位教师 Agent 请求决策 Agent 根据出卷要求进行组卷,保存在试卷信念集中。试卷信念集存储试卷信息,包括:

☐ 试卷编号:作为主关键字,标识不同的试卷;

☐ 试卷要求编号:用于不同的组卷要求;

☐ 理论性能值:根据考试学理论估算出的值,或者说经验的试卷性能值;

☐ 实际性能值:根据实际考试结果统计的试卷性能值;

☐ 试卷路径:试卷文件的存放路径。

各位教师 Agent 可以向试卷信念集中增加、删除试卷,其他教师和测试的学生 Agent 只可读。

(3)组卷要求信念集。组卷要求信念集存储组卷要求信息,包括:

☐ 组卷要求编号:作为主关键字,标识不同的组卷要求;

☐ 知识点分布:组卷的知识点分布要求;

☐ 难度分布:组卷的难度分布要求;

☐ 教学要求:组卷的教学要求。

各位教师 Agent 可以对组卷要求信念集中各自的组卷要求进行阅读、修改、增加、删除,而决策 Agent 只可以阅读组卷要求信念集。

(4)试题信念集。存储软件工程课程的各种试题(包括填空、选择、判断等)。试题信念集存储试题信息,包括:

☐ 试题编号:作为主关键字,标识不同的试题;

☐ 题型:标识属于哪种类型的题目;

☐ 分值:该试题的总分数;

☐ 所属章节:标识具体的出处;

☐ 所属教师:标识题目由哪位教师提供;

☐ 难度系数:试题的难度,提供老师把握出题的难度。

各位教师 Agent 可以对试题信念集中各自的试题读、修改、增加、删除,而决策 Agent 及评判 Agent 只可读。

2.5 系统设计的特色

本系统与传统的在线测试系统相比,系统体系结构设计比较合理,并采用当前比较先进的方法和技术实施开发,使该系统具有更高的自动化水平,也具有一定的智能性,例如出卷、改卷及知识库的维护等都是由相应的 Agent 自动完成,一定程度上减轻了教师的负担;在多人同时测试时,由于本系统各 Agent 之间使用的是一种高层 Agent 通信语言,即 KQML 通信语言,不需传递原始数据,因此减少了通信流量;扩展性得到了提高,可以容易地引入新 Agent 完成新的任务。

3 结束语

尽管 Agent 技术的理论与当前的实际应用仍存在着一定的差距,但是 Agent 技术应用到网络教学中的在线测试系统,在某种程度上,可以较好地克服原有网络教学中在线测试系统的缺陷。笔者尝试着利用面向 Agent 的开发方法,实现网络教学中的在线测试

系统,在一定程度上满足了学生和教师对在线测试系统智能性和动态性的需求。目前,在线测试是网络课程的重要组成部分,随着网络环境的不断完善、Agent 技术的逐渐成熟,基于 Agent 在线测试系统将成为未来数字教育服务领域中的重要研究课题之一。

参考文献:

[1] 伍尔德里奇.多 Agent 系统引论[M].石纯一译.北京:电子工业出版社,2003.
[2] 毛新军.面向主体的软件开发[M].北京:清华大学出版社,2005.
[3] 朱 萍,杨肖鸳.基于 Agent 技术的敏捷虚拟企业信息系統框架研究[D].昆明:昆明理工大学,2002.
[4] Agent - Oriented Software 公司. JACK™ Intelligent Agents WebBot Manual[EB/OL]. 2006 - 12 - 30. <http://www.agent-software.com/shared/resources/index.html>.
[5] 程 蕾,王泽兵.基于 Agent 技术的智能题库系统的研究与设计[D].杭州:浙江大学,2003.

(上接第 167 页)

研究与发展,1999,36(6):681-684.
[7] 陈湘晖,朱善君,吉吟东.基于熵和变精度粗糙集的规则不确定性量度[J].清华大学学报,2001,41(3):109-113.
[8] 刘振华,刘三阳,王 珏.基于信息量的一种属性约简算法[J].西安电子科技大学学报:自然科学版,2003,30(6):835-838.
[9] Pawlak Z. Rough sets, theoretical aspects of reasoning about data[M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991.

[10] 梁吉业,曲开社,徐宗本.信息系统的属性约简[J].系统工程理论与实践,2001,21(12):76-80.
[11] 王 珏,苗夺谦,周育健.关于 Rough Set 理论与应用的综述[J].模式识别与人工智能,1996,9(4):337-344.
[12] 曾黄麟.粗集理论及其应用——关于数据推理的新方法(修订版)[M].重庆:重庆大学出版社,1998:83-87.
[13] 常翠云,吴 渝.一种基于 Rough Set 理论的属性约简及规则提取方法[J].软件学报,1999,10(11):1206-1211.

(上接第 183 页)

表 1 采样周期与处理时间关系表

| 采样周期(μs) | 计算一个采样点所需平均时间(μs) |
|----------|-------------------|
| 1 | 16~17 |
| 2 | 9~10 |
| 4 | 5~6 |
| 6 | 4~5 |
| 8 | 2~4 |

4 结束语

硬件相位计性能指标不稳定,制作费用昂贵,存在使用寿命问题,软件方法节省了硬件必需的成本费和维修费,处理更加灵活方便。而且软件处理所得密度的时间分辨率取决于探测信号的采样频率,要想获得高时间分辨率的密度,提高信号采样频率即可,硬件相位计的时间分辨率则只取决于信号调制周期。近年来高响应频率的采集卡已非常普遍,计算机的处理能力

也一直在不断提高,给软件方法的应用提供了有利的条件。

参考文献:

[1] Gao Xiang, Jie Yinxian, Xia Chengyi, et al. High Density Operation on HT - 7 Superconducting tokamak[J]. Nuclear Fusion, 2000, 40(11):1875-1883.
[2] 揭银先. HT - 7 超导托卡马克上 HCN 激光干涉仪及等离子体密度行为的研究[D].合肥:中科院等离子体物理研究所,2002.
[3] Jie Y X, Gao X, Cheng Y F. Multi - channel FIR HCN Laser Interferometer on HT - 7 Tokamak[J]. International Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2000, 21(9):1375-1380.
[4] 陈俊本,高 翔,郭其良,等.一种计算远红外干涉仪相位差的数值方法[J].核聚变与等离子体物理,1989,9(3):189-192.
[5] 张春飞,罗家融.软件去除零点漂移方法的讨论[J].计算机测量与控制,2004,12(7):684-686.