

面向 Agent 与面向对象*)

Oriented-Agent and Oriented-Object

齐艳平 李胜红 王 钰² 龚传信¹

(军械工程学院管理工程系 石家庄050003)¹(中国科学院系统科学研究所 北京100080)²

Abstract The paper discusses Agent/Object, Oriented-Agent Modeling/Oriented-Object Modeling and Oriented-Agent Programming/Oriented-Object Programming, and compares with the two ones.

Keywords Agent, Object, Modeling

1 引言

面向对象概念及方法研究是70年代末期在软件工程领域出现的重要技术。OOA/OOD(Object-Oriented Analysis/Object-Oriented Designed, 面向对象分析/面向对象设计)和UML(Unified Modeling Language, 标准建模语言)二者都是面向对象的程序设计方法。随着程序设计语言和程序设计方法的不断发展,在70年代出现了一种新的程序设计语言范型,即面向对象的程序设计语言,主要有 Smalltalk, C++, Ada 等。伴随着面向对象程序设计语言的出现,人们开始研究如何更好地使用面向对象程序设计语言进行程序设计即面向对象程序设计技术。而到了90年代,人工智能界和计算机科学界的研究人员在对 Agent 技术研究的基础上,提出了面向 Agent 的建模与程序设计方法,这种方法开创了一个新时代。下面就对这两种方法做一些简单的介绍和比较。

著名人工智能专家 Guilfoyle 在1995年就曾断言:10年后,大多数新兴信息技术的发展将受 Agent 技术发展的影响,而许多产品也将以基于 Agent 的系统为基础。毫无疑问,基于 Agent 理论与技术手段将是解决21世纪系统建模和网络化协调问题的重要手段。

2. Agent 与对象

2.1 对象

对象是具有明确边界和意义的事物,也是某些问题的概念抽象,是一个封装了数据和方法的实体,一个对象的实质是一组数据和与它相关的方法及操作。它的特征由属性表示,属性的数据值表示对象的状态。系统开发人员通过对象所具有的属性来了解对象的静态结构。通过操作可改变对象的内部数据(私有的和受保护的数据),从而改变对象的状态。当其他对象向某个对象发送消息时,操作就得得以进行和实现。每一个对象都有唯一的标识,以区别于一个类中的其他对象。一个对象不同于其他对象的关键是其属性值,构成其标识。

对象是为现实世界中的实体建立的抽象模型,它包括了实体的属性以及作用在实体上的操作。它具有唯一性、封装性和多态性等重要特性。对象一般由三部分组成:对象名、对象体和触发器。对象名唯一地标识一个对象,对象体是一个对象所封装的所有数据的集合,它可以是属性值的集合也可能是

多个数据库的集合。触发器定义对象的哪些状态变化会引起事件的发生,是可选择的部分,它用于描述事件重要的状态变化。

面向对象(Object Oriented, 简称 OO)是近几年来在计算机界用得较多的一个术语。这种方法力图将问题空间的结构和概念直接映射到软件的解空间,从而使人类认识问题的过程与软件开发的过程保持一致。

2.2 Agent

所谓 Agent,按 Shoham 教授的提法,即“如果一个实体可以用信念、承诺、义务、意图等精神状态进行描述,那么该实体可视为一个 Agent”。这一定义从精神状态的角度对 Agent 进行了描述,由于建立单个 Agent 模型的目的是想模拟人的行为,而从精神状态的角度对人的行为分析是比较自然的,这也正是 Agent 为什么吸引了众多研究人员进行研究的重要原因之一。这一定义已被广泛接受,Wooldridge 教授称之为 Agent 的强定义。作为补充,Wooldridge 教授又提出了 Agent 的弱定义,即“如果一个实体具有自主性、反应性、预动性、社交性四条基本性质,那么该实体也可以视为一个 Agent”。

An Agent is an entity whose state is viewed as consisting of mental components such as belief, capabilities, choices, and commitments. These components are defined in a precise fashion, and stand in rough correspondence to their common sense counterparts.

从这个定义可以看出,所谓的 Intentional Stance 是站在 Agent 的观察者或者设计者的角度而言的。它是一种抽象工具,通过它能使我们用更方便更熟悉的拟人化方式来描述、解释、预测一个复杂系统的行为。一般来说,一个系统越复杂,我们对系统越不了解,就越需要用 Intentional Stance 去观察和解释它的行为。当然,在赋予 Agent 各种思维状态时,要求必须精确、简单而自然。

2.3 对象与 Agent 之比较

Agent 是对象实体延伸,Agent 可以看作特殊意义上的对象,但 Agent 毕竟不同于对象,其区别主要表现在以下两个方面:

(1) 尽管 Agent 与对象都是采用消息传递实现联系,但就对象而言,消息的传递是为了激活方法;而 Agent 是对消息进行区分的基础上,利用语言行为理论(Speech act)及复杂的

*)河北省自然科学基金资助项目(601316)。齐艳平、李胜红 硕士生,研究兴趣:装备勤务指挥理论及指挥自动化,分布式人工智能与装备保障建模仿真。王 钰 博士后,研究方向:分布式人工智能。龚传信 教授,博导,研究方向:装备勤务指挥理论及指挥自动化,装备保障建模与仿真。

协议进行建模以实现协商。另外, Agent 在对这些消息进行分析的基础上, 决定是否答应执行所请求的行为。

(2) Agent 可主动运行, 有自己的目标和行为, 可由外部激励或内部状态而启动, 而 Object 是纯被动的, 只能由外部的消息控制。

(3) Agent 是一个自治的实体, 具有自己的知识和分析问题方法, 能理解信息并控制自己的行为, 而 Object 只能机械地执行所规定的动作。

(4) Agent 能根据推理规则进行信息的抽象, 而 Object 却不具备推理功能。

3. OOM 与 AOM

3.1 面向对象建模 (Object-Oriented Modeling, 简称 OOM)

OOM 方法体现了面向对象软件开发中以模型驱动的基本思想, 它将软件开发的重心转移到了分析阶段。在整个开发过程中, 使用统一的概念——对象, 而其它所有的概念都是围绕着对象组成的, 在分析阶段中建立的对象模型也适合于设计和实现阶段。这样, 软件开发的各阶段就比较统一。整个开发过程实际上就是对模型细化的过程, 从而避免了传统的结构化方法中从数据流程图到模块层次结构图的转化过程。

OOM 方法的不足之处在于: (1) 建模的描述过程不是很清楚, 而建模的结果是各种图形的表示, 它们不能具体地体现建模过程; (2) OOM 方法用图形表示分析过程, 这样在表示大而复杂的系统时是很不容易画得有条理和清晰的; (3) OOM 方法对系统的描述是不够详细的; (4) OOM 方法的模型不含有语义的成分, 这样对系统的描述是不够精确的、有些操作会产生二义性。

3.2 面向 Agent 建模 (AOM)

由实际作战系统到基于 Agent 的作战仿真模型的映射关系是: 行为主体——Agent; 资源——对象, 其中对象可视为一类特殊的 Agent。下面就这两种实体的模型及基于这两种实体的建模过程进行分析。

面向 Agent 建模要把研究的系统看成是基于 Agent 的系统, 然后运用 Agent 理论对所研究的问题进行抽象建模。与实际系统相对应, 基于 Agent 的系统具有的三个基本要素是: Agent (对应于实体组元); 事务 (对应于活动) 及资源。通过对这三个基本要素及它们之间的关联进行描述, 即可从过程的角度对基于 Agent 的系统进行描述、抽象、建模。面向 Agent 建模过程基本如下:

1) 通过对问题领域基本需求的分析, 确定系统组元分化的程度, 获得相应的 Agent 群体, 并根据实际的行政隶属关系与业务指导关系确定系统的静态组织结构。

2) 通过对要建模的实际系统功能的分析, 获取对事务的框架形描述, 并初步建立起事务与 Agent 之间的关联。

3) 规范化描述各 Agent 所需要处理的事务, 并依据事务之间的关联关系, 采用自顶向下的方法获得规范化的事务结构, 并建立起 Agent 与事务之间的联系。

4) 建立起事务与资源之间的联系。

5) 构造相应 Agent, 依据事务处理分析 (包括 Agent 与事务之间的关联分析及事务与资源之间的关联分析) 的不断细化, 定义其外部特征 (包括标识、类别、能力、特点及与外部交互的接口)、状态集、事务处理集及资源限制。

6) 依据系统所处环境, 分析并预见外部可能的任务及响

应, 依此确定系统的全部可能事件, 并制定相应的应变策略, 加入各 Agent 的状态集及事务处理集中, 作为建立动态组织结构的基础。

由于对面向 Agent 建模的认识是逐步深入的, 很难从一开始就能给出一个详尽描述, 因此以上步骤必然是一个有反复的、逐步求精的过程。

3.3 OOM 与 AOM 之比较

在过去的 20 年中, 软件工程师皆趋向于采用面向对象方法 (Object-Oriented Modeling, OOM) 进行产品的分析、设计及开发。“对象”这一抽象概念逐步取代“过程抽象”、“数据类型抽象”等名词而成为软件工程应用中不可或缺的词语。但是, 随着 Agent 技术的产生发展, “对象”的抽象和表达能力又远远的逊色于“Agent”, Agent 扩展了“对象的内涵和使用范围”, 它更适合复杂系统问题的描述与处理。AOM 的出现并不是否定 OOM (Object-Oriented Modeling), 而是面向对象方法的延伸与拓展, 两者区别主要表现在以下两个方面:

(1) 对单个智能体而言, 面向对象技术将客观世界看成“刚性的”对象, 不具有组织和抽象出更高层次的构建单元的能力, 而 Agent 自主、灵活的问题求解行为, 能良好地表达出智能体的精神状态。

(2) 对多智能体系统而言, 面向对象技术无法对智能体之间丰富的交互行为进行完整的抽象, 亦无法充分表达多智能体之间动态组织结构的复杂性; 而面向 Agent 方法建模就比较适合了。

4. OOP 与 AOP

4.1 面向对象程序设计

面向对象程序设计 (Object-Oriented Programming: OOP) 是 70 年代末提出, 并在 80 年代中后期开始使用的一种程序设计技术。在 OOP 的设计中, 对象是一个动态概念, 是对客观世界实体的数据抽象, 即具有通信能力的特殊属性和行为方式的一些基本运行实体。类 (Class) 是一个静态概念, 是一组对象的抽象定义或概括, 且具有层次结构和继承性特征。随着各种 OOP 设计语言的大量出现, 导致了 OOP 设计技术的概念迅速完善和发展, 反过来 OOP 设计技术促使 OOP 设计语言不断发展和完善, OOP 设计技术也逐渐被人们广泛应用。面向对象程序设计的基本思想是: 是一种以对象为基础, 以事件驱动对象的程序设计技术, 通过建立和具体实际相对应的软件对象, 通过对这些对象的组合来创建具体的应用, 通过对对象属性定义, 对象方法调用及编写对象事件函数来完整地描述对象, 并实现对象之间的联系和对象本身的操作, 从而实现整个系统设计。

4.2 面向 Agent 程序设计 (简称 AOP)

Shoham 提出了一种面向 Agent 的程序设计原则——AOP 程序设计原则。这种编程方法对计算持社会性观点, 并结合了传统的面向对象程序设计的特点, 如数据封装、消息传递等, 他认为完整的 AOP 系统应包含以下三个部分:

- 一个逻辑系统以定义 Agent 的思维状态 (Mental States);

- 一个可解释的编程语言以便对 Agent 编程;

- 一个 Agent 实现 (Agentification) 过程, 将 Agent 程序编译为低层执行代码。

Shoham 认为, 最理想的 AOP 系统应使用 Agent 的思维

(下转封四)

(上接第 102 页)

状态对 Agent 建模,同时直接使用思维状态对 Agent 进行编程。AOP 实质上是对具有思维状态的智能实体进行编程。根据 Speech Act 理论,Shoham 定义了 Agent 之间的通信原语。另外,Shoham 实现了一种 Agent 语言——Agent0,其中定义了 Agent 的思维状态,包括信念、承诺和能力等。

一个 Agent 程序给 Agent 的思维状态、环境的信息输入以及 Agent 对环境的行为输出三者之间提供了一种联系。它可以被看作是 Agent 的思维状态的转换函数:给定当前 Agent 的思维状态以及环境信息输入,这个转换函数能够确定 Agent 的新思维状态和对环境的行为输出。一般一个 Agent 程序包括:一个初始思维状态,它含一个初始信念集、一个初始意图集和一个初始规划集;一个思维状态改变规则集(Mental States Change Rule)。初始信念集和意图集将用模态算符加上带时间索引的一阶谓词语言表达。初始规划集用带时序关系的原子动作序列来表达。一般地,初始规划集是空集。思维状态改变规则集是 Agent 程序的核心。它包含两种规则,一种用于更新信念集和意图集,另一种用于产生规划。

AOP 是一种以计算的社会观为基础的新型程序设计范例,它以智能体的设计和构造作为人工智能程序设计的核心,重视智能体的动态特征和智能体的交互活动,并将对分布式系统的研究与开发产生深刻的影响。

小结 本文主要讨论了 Agent 与对象,面向对象建模与面向 Agent 建模以及面向对象程序设计与面向 Agent 的程序设计,并做了相应的比较。其目的是为了让大家在感性和理性上对 Agent 和对象有一个更加深刻的了解,以便能够很好地把这些新的理论方法应用于各自领域的建模与设计。Agent 作为一种智能化的对象,使面向 Agent 方法在面向对象方法基础上为工程系统的分析、设计和实现提供一种智能化的手段。

软件开发方法的发展是人们认识不断深化的过程,从早期的结构化方法到目前的面向对象、Agent 技术的运用,反映了人们对客观世界认识的深入,同时,也更加符合人们的思维方式及客观世界的本来面目,随着这些技术的大量应用,软件工程将越来越体现出其巨大的指导作用,人们对软件的开发

设计将更加趋于科学合理。

参考文献

- 1 王钰. 基于 Agent 的工作过程控制研究:[博士学位论文]. 机械工程学院,2000
- 2 高鹏. 多智能体系统模型和语言技术的研究:[博士学位论文]. 浙江大学,1998
- 3 Chorafas D N. Agent Technology Handbook(代理技术手册). McGraw-Hill Book Co(世界图书出版公司),1999
- 4 Thomas E, Subrahmanian V S. Heterogeneous active agents, II: algorithms and complexity. Artificial Intelligence, 1999, 108(1): 257~307
- 5 Nicola M, et al. Remote agent: to boldly go where no AI system has gone before. Artificial Intelligence, 1998, 103(1-2): 5~47
- 6 Yuan B, et al. Agent-oriented system for self-programming electromagnetic field analysis software. IEEE Transactions on Magnetics, 1999, 35(3): 1678~1681
- 7 Atsushi I. Agent oriented system approach for workflow automation. International Journal of Production Economics, 1999, 60: 327~335
- 8 Michael W, et al. Methodology for agent-oriented analysis and design. In: Proc. of the Intl. Conf. on Autonomous Agents 1999. 69~76
- 9 Lei Ming, Yang Xiaohong, et al. CORBA-based agent-driven design for distributed intelligent manufacturing systems. Journal of Intelligent Manufacturing, 1998, 95: 457~465
- 10 Green S, et al. Software Agent: A review. Trinity College Dublin Broadcom Eireann Research Ltd. 1997
- 11 Jennings N R, Wooldridge M. Applying Agent Technology, An International Journal, Taylor & Francis London, 1995, 9(4): 351~361
- 12 Genesereth R M, Ketchpel S P. Software Agents. Communications of the ACM, 1994, 37(7): 48~53
- 13 Wooldridge M, Jennings N R. Intelligence Agents: Theory and Practice. To Appear in Knowledge Engineering Review, 1995, 10(2)
- 14 Nwana H. Software Agents: An Overview. Knowledge Engineering Review, 1996, 11(3): 205~244

计算机科学

(1974年1月创刊)

第29卷第1期(月刊)

2002年1月25日出版

中国标准刊号: ISSN 1002-137X
CN50-1075/TP

定价: 18.00元 国外定价: 5美元

邮发代号: 78-68

发行范围: 国内外公开

主管单位: 国家科学技术部

主办单位: 国家科技部西南信息中心

编辑出版: 《计算机科学》杂志社

重庆市渝中区胜利路132号 邮政编码: 400013

电话: (023) 63500828 E-mail: jsjxx@swic.ac.cn

主 编: 朱宗元

印刷者: 重庆科情印务有限公司

总发行处: 重庆市邮政局

订购处: 全国各地邮政局

国外总发行: 中国国际图书贸易总公司(北京399信箱)

国外代号: 6210-MO