

网络环境下虚拟机器人——“SoftMan”系统平台总体设计^{*}

王洪泊¹ 班晓娟^{1,2} 曾广平¹ 尹怡欣¹ 涂序彦¹

(北京科技大学信息工程学院 北京 100083)¹ (清华大学智能技术与系统国家重点实验室 北京 100084)²

摘要 基于网络环境虚拟机器人的计算模式融合分布式人工智能、并行分布式系统、移动智体和人工生命的技术,是计算机网络时代的一项崭新而关键技术,不仅会实现更灵活的分布式异步计算,而且将把网络计算带入一个全新的智能化时代。这种计算方式在如何充分利用网络资源,如何给移动用户提供高效的服务等诸多问题上提供了新的思路,目前主要研究领域集中在动态信息获取、智能网络、电子商务、主动网络和移动智能通信网络等。本文系统阐述“SoftMan”系统平台的设计方法、开发策略、总体架构和软件实现,同时对其相关支撑技术进行了剖析;最后就“SoftMan”系统开发的思路和未来研究趋势进行了展望。

关键词 人工生命,移动智体,人工智能,分布式系统,软件人

Virtual Robot in Network Environment——“SoftMan”System Platform Design

WANG Hong-Bo¹ BAN Xiao-Juan^{1,2} ZENG Guang-Ping¹ YIN Yi-Xin¹ TU Xu-Yan¹

(School of Information Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083)¹

(State Key Laboratory of Intelligent Technology and System, Tsinghua University, Beijing 100084)²

Abstract Integrated with distributed artificial intelligence and distributed system, and mobile agent, and Artificial Life, “SoftMan” is one of the most brand-new and crucial technology in the age of Internet. “SoftMan” can not only accomplish the more flexible computing by distributed asynchronous way, but also bring the network computing into a new intelligent era. The computing mode of “SoftMan” is developed from the traditional computing method, it not only exhibits those Agent's features, such as autonomous, intelligent, mobile, but also applies the method of AL, and extends the distributed computing. The main advantages of the “SoftMan” paradigm lie in its ability to full utilize network resources and to provide the best service for mobile customer. At present, the research of this field concentrates information searching, filtering and retrieval, and for electronic commerce on the Web, and intelligent network, and active network, and mobile communicational network. Based on the correct comprehension of “SoftMan”, this paper focuses on the analysis and elaboration of research platform about “SoftMan”, including its related support technology and development methods. At last, we give a novel thinking about the development of “SoftMan” system and forecast its research trend in near the future.

Keywords Artificial life, Mobile agent, Artificial intelligence, Distributed system, SoftMan

1 引言

1.1 “软件人”思想的提出

Minsky 在 1986 年出版的《思维的社会》一书中明确提出了 Agent 的概念, Minsky 认为 Agent 是具有社会交互性和智能性的个体。Wooldridge 和 Jennings^[1] 认为 Agent 应具有自主性、社会交互性、反应能力和预动能力。Russell 认为 Agent 能通过感知环境而做出动作。随着网络技术的发展,可以让 Agent 在网络中移动并执行,完成某些功能,这就是移动 Agent(Mobile Agent)的思想。文[2~7]介绍了我们在移动智体方面开展的研究工作,并且在文[3~8]中,从人工生命的角度,对智体理解做出了新的尝试。文[9]中明确提出基于人工生命的网络环境下虚拟机器人——“软件人”的概念,并对其涵义、特点进行了科学界定。

2 相关支撑技术

2.1 开发语言的选择

网络环境下虚拟机器人系统开发语言应满足四个基本要

求:(1)支持移动:该语言必须提供机制以确定将要移动的“软件人”应携带哪些代码;必须提供发起“移动”操作的原语或函数。(2)支持异构性:异构的环境可能包含不同拓扑结构的网络,不同类型的计算机硬件设备、不同的操作系统等。(3)高性能:“软件人”的移动操作会给系统带来很大的开销,在某些情况下,移动“软件人”的执行效率甚至远低于其他技术。该语言必须能快速、高效地运行。(4)安全性好:该语言必须具有很好的安全性,使用该语言编写的移动“软件人”不易受到恶意主机和其他恶意“软件人”的攻击。综上所述,Java 成为开发“软件人”系统平台的首选。

2.2 基于 XML 语言的通信和信息传输机制

XML 以其良好的数据存储格式、可扩展性、高度结构化、便于网络传输等特点,已经被业界倡导作为电子商务的通用描述语言。XML 提供了丰富的语法来存储数据、携带数据和交换数据,能方便地在独立的平台之间交换数据和针对特定的应用定义自己的标记语言。

2.3 支持移动计算的相关技术

目前比较常用的两种移动技术是 Mobile Code 和 Remote

^{*} 基金项目:国家自然科学基金项目(60375038),清华大学智能技术与系统国家重点实验室开放课题(0109)。王洪泊 博士生,主要研究方向:人工智能,人工生命,系统集成。班晓娟 副教授,博士,主要研究方向:人工智能,人工生命。曾广平 教授,主要研究方向:人工智能,计算机网络。尹怡欣 教授,博士生导师,主要研究方向:自适应控制,人工智能,人工生命。涂序彦 教授,博士生导师,主要研究方向:人工智能,大系统控制,智能管理,人工生命。

Object。Mobile Code 技术主要是通过异构环境中构建同构执行环境 MFC(Mobile Code Framework)来实现。一个 MFC 一般包括:MD(Mobile Code Daemon),MF(Migration Facility),CF(Communicate Facility),SF(Security Facility)和被管资源接口几部分。其中,每个网络节点运行自己的 MCD 来接收经过安全保护的“软件人”,SF 对“软件人”进行安全认证;MF 定义把“软件人”从一个网络节点移动到另一个网络节点的移动策略;CF 提供“软件人”间的通信机制。已运行在网络节点上的“软件人”通过被管资源接口访问该网络节点的本地资源。

3 开发策略和总体实施思路

3.1 采用进化系统的开发策略^[5]

为了确保“软件人”系统平台的开放性,适应和跟踪其服务对象与相关技术的发展与变化,根据大系统的开发原则,“软件人”系统平台的设计与开发过程采用进化系统的开发策略。这是具有多重反馈、逐步进化的开发策略。分为三步:“最小系统-原型系统-进化系统”。利用反馈信息,逐步进化。根据用户需求,改善人-机协调特性,充实“软件人”系统平台的功能,扩展、提高系统的智能水平。

3.2 实施思路

软件人平台的开发基于 Java 技术,尝试 P2P 新技术(或 JXTA)^[13],借鉴多 Agent 系统、可移动 Agent 系统开发的成功经验,在明确应用主题的背景下,展开系统的理论与关键技术的研究。另一方面,“软件人”系统平台采用基于面向组件化软件工程开发方法,可以提高软件复用的程度,满足开放式系统本身的要求;通过提供标准和接口透明,使“软件人”协作容易且便于集成和维护。

4 总体设计方案

4.1 “软件人”系统平台的总体架构

“软件人”系统可以分为两大部分:“软件人”以及“软件人”虚拟学习性组织或称为服务设施(SoftMan service Infrastructure,又称为 SoftMan Environment)。“软件人”服务设施为每个“软件人”建立运行环境,提供服务接口,并利用“软件人”传输协议(STP)实现“软件人”在网络节点间移动。“软件人”在虚拟学习性组织中运行,通过“软件人”通信语言(SCL)相互通信并访问服务设施提供的服务如图 1 所示。

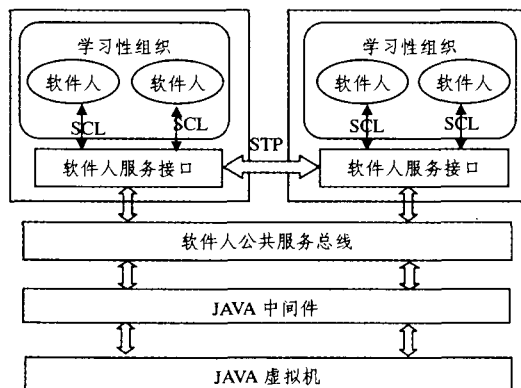


图1 “软件人”的执行环境

4.2 “软件人”的个体模型

由图2可以看出,“软件人”的最外层是安全机制、学习与进化机制、通信与路由机制。其中,通信与路由部分是“软件人”与外界通信的中介;而安全部分执行“软件人”的安全策略,阻止外界环境对“软件人”的非法访问;学习进化部分是“软件人”区别于 Agent(包括移动 Agent、多 Agent)关键所在。

“软件人”通过感知器(环境交互模块)与外部环境交互并作用于外部环境。环境交互模块实现“软件人”通信的语义,保证使用相同通信语言的“软件人”和服务设施之间的正确通信和协商。

“软件人”的效应器(任务求解模块)包括“软件人”的执行器(运行模块)以及“软件人”任务相关的推理方法和规则;运行模块包括“软件人”的初始化和事件处理程序,前者在初始化或移动到另一节点后启动事件处理程序,后者持续自主运行,感知外部环境的请求,并依据内部的规则和状态产生动作。

“软件人”运行模块可以设计为任务独立的模块,任务相关性由不同的推理规则集实现。内部状态信息是“软件人”执行过程中的当前状态,它影响“软件人”的任务求解过程,同时“软件人”的任务求解又作用于内部状态信息。其中包括约束条件是“软件人”的创建者为保证“软件人”的行为和性能而做出的约束,如返回时间、站点停留时间及任务完成程度等,一般只有创建者拥有对约束条件的修改权限。知识库为“软件人”所感知的世界和模型,包含任务求解的结果和在移动过程中获取的知识。路由机制决定“软件人”的移动路径。可以是静态路由也可以是动态路由。行为模板库记录可以从祖先继承,也可后天通过学习而来的固定处理事件的方法和策略。软件人的个体功能有感知功能、通信交互能力、任务分解能力、局部规划能力、任务分配能力、学习能力、控制与决策能力、进化(自适应)能力^[9]。

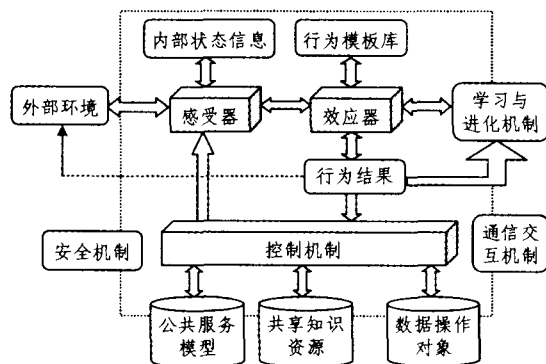
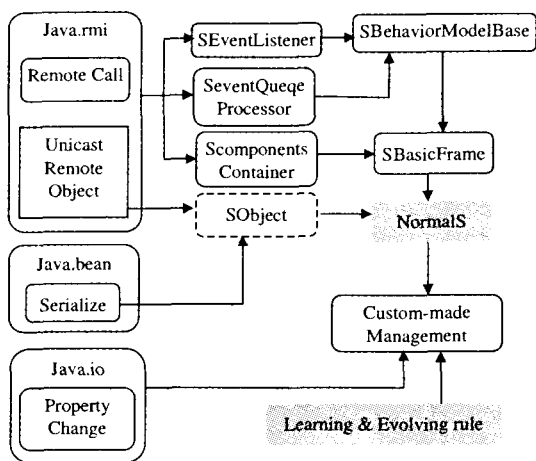


图2 软件人的个体功能结构模型

4.3 基于 Java 技术软件体系结构的实现

基于 Java 技术,“软件人”系统平台框架由一组实现的接口和基类(SFC)组成。受 ABLE^[14]的启发,“软件人”框架是一个轻量级的软件架构,允许“软件人”的学习或行为作为 JavaBean 包装起来。系统中的“软件人”可认为是一个标准的 Java 组件,它有公共的属性 common attributes(姓名、注释、状态等)和基本的函数集 behavior set(即行为集,初始化函数 init(),复位函数 reset(),退出函数 quit()等)。

“软件人”间的交互采用基于事件触发的消息传播机制,数据交换使用缓冲池(buffer transfer)策略。将 Java 的设计模式(Design Pattern)和“软件人”功能进化结合起来;将网络编程与分布式计算结合起来。图3给出“软件人”系统平台接口和基类(SoftMan Founded Class)的大体框架。



灰色圆角矩形部分是类的示意图,虚线圆角矩形部分为实现接口示意图,图中细实线是类继承关系或接口的实现

图3 “软件人”系统平台基类和接口

5 未来的研究趋势

5.1 “软件人”将成为一种新兴共享资源

网络追求信息共享,网络追求的目标是计算资源化与协同工作,“软件人”技术的理想是“智能资源化”。在有效利用当地资源前提下,最大化地发挥“软件人”的潜力,借以达到满足个性化需求的目的,为“智能经济”^[11]的到来打下坚实的基础。

5.2 网络环境下智能与移动融合

Internet的发展趋势要求智能同时具备移动能力和高智能。如在分布式信息查询中,被发送出去的智能不仅需要自主导航的移动能力,还需要信息的理解能力(如自然语言理解),这样才能找到用户真正需要的信息。“软件人”的思想对移动和智能的理解更上了一个新台阶,基于广义人工生命的

思想,为网络环境中复杂问题的求解提供了更加可行的方案。

5.3 从平台无关到个性化平台资源充分利用

无法有效地利用当地资源来高效地工作成为目前所有“智能”系统共有的一个缺点:即无法解决“平台无关性和充分利用平台的个性”这一矛盾^[12]。解决这一矛盾的方法之一是:结合广义人工生命^[7]的思想,建立一种可以体现平台个性的机制,“软件人”的模型在充分利用本地环境和远程资源方面引入了新的思路,而这正是推动“软件人”技术进一步发展的动力之一。

参考文献

- 1 Wooldridge M, Jennings N R. Formalizing the cooperation problem solving process. In: Readings in Agents. 430~440
- 2 杜军平,庄力可,涂序彦. 移动智能体的研究与应用[J]. 计算机应用研究, 2000, 12: 37~39
- 3 涂序彦,尹怡欣. 人工生命及应用[C]. 见: 中国人工智能学会第一届“人工生命及应用”专题学术会议论文集. 北京: 清华大学出版社, 2002
- 4 涂序彦. 人工智能及其应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1988. 58~59
- 5 涂序彦,等. 智能管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 广西科学技术出版社, 1995. 29~30
- 6 Tu Xuyan. AI, AL, and Robotics. In: proc. of FIRA World congress (plenary speech), Korea, 2002
- 7 Tu Xuyan. Generalized Artificial Life Race and Model. In: Proc. of the 8-th AROB, Japan, 2003
- 8 应力可,杜军平,涂序彦. 基于 Mobile Agent 技术的主动性网络管理策略的研究[J]. 计算机应用研究, 2001, 4: 126~128
- 9 曾广平,涂序彦. 软件人[C]. 中国人工智能进展 2003 年. 广州: 北京邮电大学出版社, 2003, 12: 677~682
- 10 Asperti A, Busi N. Mobile Petri Nets. Technical Report UBLCS-96-10, Laboratory for Computer Science, Bologna, Italy, 1996. 71~85
- 11 涂序彦. 从知识经济到智能经济[C]. 见: 中国人工智能学会第七届学术联合会议论文集. 西安, 1999. 1~4
- 12 陆汝钊. 知识科学与计算科学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 126~155
- 13 王克宏. JXTA 技术与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 29~31
- 14 Bigus. A toolkit for building multi-agent autonomic systems. IBM system journal, 2002; 41(3): 350~371

(上接第 141 页)

到 157.6325, 因而不合理。而且收敛速度远不如 SVM, 有:

$$x(t) = 157.6325, t \geq 825;$$

SVM 只有 280 步就收敛(见式 4.3), 预测的准确性方面远不如支持向量机(见表 6), 说明 SVM 在处理小样本方面确实比传统神经网络更胜一筹。表 6 还显示了旧式的回归算法不如改进后的诱导回归算法, 诱导回归算法要比原来的 SVM 回归算法提高了 6 个百分点, 说明我们的算法是非常有效的。

表 6 SVM 和神经网络预测准确率比

预测误差	神经网络准确率	旧 SVM 准确率	新 SVM 准确率
1.3%	80.6%	90%	96%
2.3%	85.6%	91.3%	97.3%
5.3%	90.5%	93.8%	98.1%

结束语 本文建立了一整套基于 ϵ -不敏感损失函数的小样本支持向量诱导回归算法模型预测系统, 并对实时售后服务数据进行了时间序列分析。由于通过置信度估计和反复迭代计算, 去掉了大量含有噪声的样本, 因而数据序列的规律性更强, 预测可信度更高。通过筛选模型参数, 显示出支持向量机诱导回归算法对小样本比神经网络具有更强的处理能力。关于支持向量机, 关键在于参数(核函数, 损失函数, 控制上

界, 敏感度)的选取, 参数的选取依赖于所分析的数据结构以及样本间的相关关系。窗口的确定是非常重要的, 为了更好地控制预测误差, 我们分析了平均绝对误差以确定输入模型窗口(时延)大小。另外, ϵ -不敏感函数虽然精度高, 但也有一个不足之处就是处理回归方程较多, 消耗的计算时间和内存较大, 特别是数据间有非线性高阶相关性时十分明显。这样, 在讨论回归模型时, 必须在计算时间和精度方面作个折衷。因此, 如何分析数据及优化算法、选择模型参数仍是将来进一步要做的工作。

参考文献

- 1 Burgers C. A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition. Data mining and Discovery, 1998, 2(2)
- 2 Vapnik V N. Statistical Learning Theory. John Wiley & Son, Inc. 1998
- 3 Platt J. Sequential Minimal Optimization: A Fast Algorithm for Training Support Vector Machines. In: Scholkopf B, Burges C. j, C, Smola A J, eds. Advances in Kernel Methods - Support Vector Learning, MIT Press, Cambridge, MA, 1999. 185~208
- 4 Joachims T. Making Large-Scale SVM Learning Practical. In: Scholkopf B, Burges C j C, Smola A J, eds. Advances in Kernel Methods - Support Vector Learning, MIT Press, Cambridge, MA, 1999. 169~184
- 5 孙德山, 吴今培. 支持向量回归中的预测信任度. 计算机科学, 2003, 30(8): 126~127