

# “软件人”的概念模型与构造特征<sup>\*</sup>

曾广平 涂序彦

(北京科技大学信息工程学院 北京100083)

**摘要** 本文是国家自然科学基金“计算机网络环境中虚拟机器人——‘软件人’的研究”(基金项目编号:60375038)研究内容的一部分。文章对“软件人”(SoftMan:SM)的概念、概念模型及本体构造特征等进行了探讨,在此基础上提出了“软件人”的本体结构模型,为进一步构造“软件人”的行为算法和软件人功能建立了基础。

**关键词** 软件人,概念模型,构造特征,本体结构

## The Concept Model and Construction Frame of the SoftMan

ZENG Guang-Ping TU Xu-Yan

(School of Information Engineering, Beijing University of Science and Technology, Beijing 10083)

**Abstract** This paper is part task of the NNSFC(National Natural Science Funds of China) project(NO. 60375038), in which, the concept model and construction frame of the SoftMan are depicted. On this bases, we produce the SoftMan's Ontology model, and prepare the prerequisites for the realities of the SoftMan's prototype algorithms, the functions and the behaviors of the softMan.

**Keywords** SoftMan, Concept model, Structure features, Body structure

## 1 引言

“数字写意,网上冲浪”已经是当今计算机主要用途的生动写照。各种用途的程序、软件迭出不穷。“智能 Agent”、“Mobile Agent”、Smartware、分布式程序设计正在兴起,以软硬件结合实现的智能机器人取得了长足的进展,并成功用于工业生产、家庭服务。如何把它们的优势特点抽取出来,构造适合于计算机网络中游弋的“虚拟人”实体,并使之赋予人的特点和个性,这是一个具有挑战性的课题。

互联网发展迅速,已遍布世界各个角落,渗透到了经济、文化、科技、军事、政治等各个领域。Internet 已成为真实的(不是虚拟的)信息社会。Internet 时代的到来,加速了人类社会的发展,给人们的工作、生活和娱乐提供了新的巨大空间和便利,但也产生了一些(有时是很严重的)问题。例如:

1. 网上不良信息流渗,垃圾信息充斥;
2. 网上违法违规行行为愈来愈多,国家、企业、公民的机密信息失窃,网上资源遭受破坏,安全隐患严重;
3. 提供的服务不够理想(人们要求网络提供更便捷、更人性化的服务,为企业、个人和社团自动地、例行地处理一些指定事务)。

鉴于以上事实,国内外学者和工程技术人员进行了积极的研究和开发工作。为了寻求解决上述问题的新途径,我们在国内外专家学者研究工作的基础上提出了“软件人”的概念,试图通过研究“软件人”的模型、算法和在智能网络中的应用提供解决上述问题的智能自动软件工具。基本构想是:以人工智能<sup>[11,13,15]</sup>、人工生命<sup>[7,16]</sup>和分布式系统<sup>[10]</sup>为理论基础,结合“智能机器人<sup>[5,6,15]</sup>”、“智能网络<sup>[9,12,15]</sup>”和“多智能体<sup>[1~4,8]</sup>”技术,研制出一类网上自动智能工具——“软件人”。该“软件人”

能够在网上自由迁移,采用“信息推拉技术”自动处理某些指定的任务,充当某类职员角色。如:软件邮递员(网络通信),软件资料员(数据采集),软件医生(反病毒),软件卫士(防黑客)等。

“软件人”的研究目标是从理论上和实现技术上对“软件人”结构、“软件人”运行机制等方面进行探讨,在“软件人”原型构造、通信交互、网上迁移的理论和关键技术方面进行突破。在此基础上,构造、检测并评价“软件人”的性能和可适应环境。

## 2 “软件人”的概念、学科基础、独立特征及类型

### 2.1 “软件人”的概念、定义及其描述

“软件人(SoftMan,SM)”是本文提出的新概念,对它的涵义界定如下:

“软件人”是从广义人工生命观点出发,为了延伸、扩展人的生命而提出的,它生存于软件环境、活动于网络世界,具有类似于人的活性(思维、感知、行为特性与信息处理、获取和利用功能)的软件人工生命。

“软件人”具有拟人属性、拟人功能、拟人行为和拟人结构:

它的拟人属性  $A = \{A_{auto}, A_{acti}, A_{sens}, A_{reac}, A_{mobi}, A_{soci}\}$ ,即自主性、主动性、敏感性、反应性、机动性和社会性等;

它的拟人功能  $F = \{F_l, F_o, F_w\}$ ,即学习功能、组织功能、工作功能等;

它的拟人行为  $D = \{D_{adap}, D_{evol}, D_{gene}, D_{dacti}\}$ ,即拟人适应、拟人进化、拟人繁殖和拟人活动等;

它的拟人结构  $S = \{S_b, S_f, S_a\}$ ,即软件人脑(思维、信息

<sup>\*</sup> 本文得到国家自然科学基金资助,基金项目批准号:60375038和国家863高技术项目资助,项目编号:863-511-9944-019)。曾广平 博士生,教授,涂序彦 教授,博士生导师,中国人工智能学会指导委员会主席。

处理),软件人感觉器官(感知和获取信息),软件人效应器官(行为和信利用)等。

“软件人”模型可用下列五元组表示:

$$SM = \{ A, F, D, S, E \}$$

其中,  $A, F, D, S, E$  均为集合( $E$  为环境因素集合),它们的元素是相应对象的集合。如  $F$  中的  $Fw$  是  $SM$  的工作功能集合,  $Fw = \{ Wi | i = 1, 2, 3, \dots, N \}$ 。  $N$  即为  $SM$  定义和实现的工作功能数。

作为一个“活体”,“软件人”表现出来的是“行为”。“行为”的启动、延续和停止就是“软件人”在网络时空中的活动轨迹。其状态  $Vi = ([状态集合], 初态, [激发条件])$  是刻画“软件人”活动的三要素,因此,软件人系统的活动状态模型可用如下导出的六元组表示:

$$SM|_{act} = \{ SM, Vi \} \\ = \{ A, F, D, S, E, Vi \}$$

### 2.2 “软件人”的科学技术基础

“软件人”的科学技术基础包括:广义人工生命(GAL: Generalized Artificial Life)、广义人工智能(GAI: Generalized Artificial Intelligence)和软件技术与软件工程(Software Technology and Engineering)。

### 2.3 “软件人”的独立特征及类型

要明辨“软件人”的独立特征重要的是弄清“软件人”与“机器人”和“Agents”关系:“软件人”是移动 Agents 的发展,是网络环境下物理机器人的“虚拟化”,它要继承“机器人”和“Agents”的多方面技术成果。所以,“软件人”是在“分布式移动智能体”、“机器人”和“人工生命”等已取得的成果基础上提出来的,它不同于通常的“机器人”和“Agents”。它具有“机器人”和“Agents”所不具备的本质特性。如:“软件人”是纯软件的、无形体的、只在虚拟的网络空间里活动,而“机器人”是软硬件结合的、有形体的、在三维物理空间活动;与“Agents”比较,“软件人”不仅具有更全面的拟人智能、拟人行为(拟人进化、拟人繁殖)和功能,而且具有环境识别和自主决策能力及自由意志。“机器人”和“Agents”的相关理论和技术成果为“软件人”的研究提供了很好的基础和借鉴。

所以,“软件人”的独立特征是:实体虚拟、拟人智慧、仿人进化、适应环境、网上居住、自由迁移、自主决策及自由意志。

软件人类型 按软件环境分:网络软件人、系统软件人、工具软件人、应用软件人、安全软件人。按信息功能分:信息获取软件人、信息传输软件人、信息处理软件人、信息利用软件人、信息保护软件人。

## 3 软件人的模型与构造特征

“软件人”的本体模型是由其行为、功能、特征等要素共同决定的。所谓“形式与内容”“本质与现象”的一致性、互补性即在于此。按组织分析法原理“软件人”包括如下构造模块:自主心理思维、自主行为显现、服务功能、交互会话、自主迁移、环境识别、群体管理等。与人的结构对比,软件人实体模型包含:HH、HB、HEY、HN、HEA、HM、HA、HH、HL、HF 等。其中:HH:拟人头(Humanoid head);HB:拟人脑(Humanoid Brain);HEY:拟人眼(Humanoid Eyes);HN:拟人鼻(Humanoid Nose);HEA:拟人耳(Humanoid Ears);HM:拟人嘴(Humanoid Mouth);HA:拟人臂(Humanoid Arms);HH:拟人手(Humanoid Hands);HL:拟人腿(Humanoid Legs);HF:拟人脚(Humanoid Feet)。

软件人的构造特征是:结构分区;行为分类;功能分块。

软件人的结构分区是指按照人的基本构造对软件人进行模块划分。 $SM$  由虚拟脑、虚拟眼、虚拟耳、虚拟嘴、虚拟手和虚拟脚等客体构成。虚拟脑负责记忆、推理、信息脑内传输、指挥决策;虚拟眼负责本机内进程视别、软件人视别、主机环境视别和特殊文件视别;虚拟耳负责网上传话监听、本机软件人讲话收听;虚拟嘴负责对本机软件人讲话、对网上软件人讲话、对用户(人)讲话(声音或屏上字幕显示);虚拟手负责独立完成、本机协作/合作完成和网上协作/合作完成任务;虚拟脚负责软件人的网上迁移工作;等等。

软件人的行为分类是指按照人的行为类别对软件人进行行为归类。软件人的行为分为自然行为、自发行为和自觉行为。自然行为包括成长、老死、夭折等。自发行为包括睡眠、闲逛、漫游等。自觉行为包括进化、繁殖、克隆、自保护、软件人间的互适应等。

软件人的功能分块是指按功能的性质不同进行功能块构造与维护。这种方法有利于软件人的功能扩充和功能检索。软件人的功能块分为通讯功能、服务功能、接口功能。通讯功能包括近地通讯和远地通讯。服务功能包括独立服务、合作服务和远地服务。接口功能包括  $SM-SM$  接口、 $SM$ -环境接口、 $SM$ -人(用户)接口。接口又分为数据接口、命令接口、和行为(方法)接口。

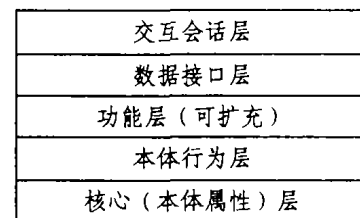


图1 软件人体系结构——分层模型

以上的构造特征是从概念角度抽象出来的。下面从实现角度来讨论其构造。从图1(软件人体系结构——分层模型)分析,软件人实施体系由6层组成:核心层、行为层、功能层、数据接口层和交互层。

核心层是软件人本体基本属性的集合。在本层中含有:本体属性(软件人名,类型,级别,上代(父亲),下代(儿子)等);初始化模块;功能注册表;行为与特征注册表;自组织装配模块;演化克隆模块等。

本体行为层是软件人的自然行为、自发行为和自觉行为和软件人群体环境的管理任务的集合。本层的主要功能有:环境自适应模块;自灭(老死或夭折)及清场模块;功能加载模块;迁移模块;对象(软件人)识别模块;基本交互原语等。

软件人功能层是设计者赋予软件人的全部功能的集合,而且此集合可以扩充、更新和重组。本层的基本功能模块有:垃圾邮件清理模块、信息推拉模块、信息安全模块,以及其它规划和定义的服务模块。

交互层是软件人与其它软件人、环境和人(用户)交互功能的集合。这种交互是形成软件人社区、优化组织结构、协调系统环境的有效机制。交互行为包括:传递信息;寻找同类;协同合作;功能交流/交换等。

数据接口层是软件人与软件人、软件人与环境、软件人与人(用户)交互时进行数据交换和信息存储的堆栈集合。这种

(下转第143页)

决方案。它与 ECOC 结合,获得了与 AdaBoost.MH 和 AdaBoost.M2 相似的可证明边界,其特点是它可以与任意能处理简单二值标签的弱学习器相结合。

## 6 应用

关于 Boosting 的大量实验和应用证明了该方法的有效性。这使得在实际应用中,可以不再寻找通常很难获得的预测精度很高的强学习算法,只需找出一个精度略好于随机预测的弱学习算法,就可以通过 Boosting 方法大幅度提高预测算法的预测准确率,从而促进了机器学习成果的广泛应用。在文本挖掘中 Boosting 用于文本分类,这是 AdaBoost 的多类多标签情况。其中弱假设被用于测试某字或短语出现与否。它还可以用于文本过滤, Schapire 等将 Boosting 应用到文本过滤,并与从信息检索角度所提出的 Rocchio 算法进行比较,其实验结果表明在提供的训练文本集较大的情况下, AdaBoost 算法的效果比 Rocchio 算法好,但比 Rocchio 算法耗时。在网络挖掘中还可用于网络用户行为分析(如偏好排序),与决策树等学习方法的结合,如 Boosting 神经网络、决策树等。Quinlan 把 Boosting 应用于 C4.5 决策树。其实验结果表明,在一般情况下 Boosting 都能明显减少泛化错误。Boosting 在数据挖掘中也有了越来越多的应用。Boosting 在自然语言理解和多媒体信息挖掘中语音理解、语音识别和分类、图像数据库中图像检索和识别、手写体的字符识别等方面的应用也有了一定的进展。Boosting 可以用来产生出与 RIPPER、IREP 和 C4.5rules 等系统相似的规则列表。还可与“随机属性选择社团”结合以提高决策树性能。

**结束语** AdaBoost 具有快、简单、易于编程的优点,除了迭代次数  $T$  外不需调整参数;不需要弱学习器的先验知识,因此可以灵活地与任意方法结合寻找弱假设;给定足够数据和一个能够可靠地仅提供中等精度的弱学习器,它可以提供学习的一套理论保证。但 AdaBoost 在特定问题上的实际性能很明显依赖于数据和弱学习器;与理论相一致, AdaBoost 在不足的数据集,过于复杂的或太弱的弱假设上性能不好;对噪声是乎很敏感。

本文主要介绍了 AdaBoost 的泛化错误及其与结构风险最小化、VC 维、支持向量机及 margin 理论的关系,并从游戏理论和统计学视点分别对 AdaBoost 进行了理解和解释,以期提供 Boosting 的较为全面的视角。

(上接第136页)

堆栈集具有统一的结构模式和应用接口。

**结论** 本文对“软件人”的概念、概念模型和构造特征进行了论述,对其构造特征进行了分析,使其能在网上形成独立生存的“软件动态实体”。课题目前进行的“软件人”原型构造研究和受限(约束条件下)网上迁移机制与实现技术研究正是基于本文的研究结论。实践证明本文提出的软件人模型和构造架构是合理的,是可行的理论范式之一,但其完备性要在应用中补充。

## 参考文献

- 1 Ferber J. Multi-agent Systems. Addison-Wesley, Reading, MA, 1999
- 2 Labrou Y, Finin T, peng Y. Agent communication language: current landscape. IEEE Intelligent Systems, 1999, 14(2): 45~52
- 3 焦文品, 史忠植. 构造 MAS 的动态体系结构的模型. 计算机学报, 2000(7)

## 参考文献

- 1 Schapire R E. The strength of weak learnability. Machine Learning, 1990, 5(2): 197~227
- 2 Freund Y, Schapire R E. A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. Journal of Computer and System Science, 1997, 55(1): 119~139
- 3 Valiant L G. A theory of the learnable. Communications of the ACM, 1984, 27(11): 1134~1142
- 4 Kearns M J, Vazirani L G. Learning Boolean formulae or finite automata is as hard as factoring. [Technical Report TR-14-88]. Harvard University Aiken Computation Laboratory, Aug. 1988
- 5 Kearns M J, Vazirani L G. Cryptographic limitations on learning Boolean formulae and finite automata. Journal of the Association for Computing Machinery, 1994, 41(1): 67~95
- 6 Freund Y. Boosting a weak learning algorithm by majority. Information and computation, 1994, 141(2): 256~285
- 7 Dietterich T G, Bakiri G. Solving multiclass learning problems via error-correcting output codes. Journal of Artificial Intelligence Research, 1995, 2: 263~286
- 8 Schapire R E, Singer Y. Using output codes to boost multiclass learning problems. In: Machine Learning: Proc. of the Fourteenth Intl. Conf. 1997. 313~321
- 9 Schapire R E, Singer Y. Improved boosting algorithms using confidence-related predictions. In: Proc. of the eleventh Annual Conf. on Computational Learning Theory, 1998. 80~91
- 10 Friedman J, Hastie T, Tibshirani R. Additive logistic regression: a statistical view of boosting. [Technical Report]. 1998
- 11 Freund Y. An adaptive version of the boost by majority algorithm. In: Proc. of the Twelfth Annual Conf. on Computational Learning Theory, 1999
- 12 Vapnik V N. Estimation of Dependences Based on Empirical Data. Springer-Verlag, 1982
- 13 Schapire R E, Freund Y, Bartlett Y, et al. Boosting the margin: A New Explanation for the Effectiveness of Voting Methods. The Annals of Statistics, 1998, 26(5): 1651~1686
- 14 Baum E B, Haussler D. What size net gives valid generalization?. Neural Computation, 1989, 1(1): 151~160
- 15 Schapire R E. A Brief Introduction of Boosting. In: Proc. of the 16<sup>th</sup> Intl. Joint Conf. on Artificial Intelligence, 1999
- 16 Cortes C, Vapnik V. Support-vector networks. Machine Learning, 1995, 20(3): 273~297
- 17 Vapnik V N. The Nature of Statistical Learning Theory. Springer, 1995
- 18 Freund Y, Schapire R E. Game theory, on-line prediction and boosting. In: Proc. of the Ninth Annual Conf. on Computational Learning Theory, 1996. 325~332
- 19 Freund Y, Schapire R E. Adaptive game playing using multiplicative weights. Games and Economics Behavior, 1997
- 20 Schapire R E. Drifting games. In: Proc. of the Twelfth Annual Conf. on Computational Learning Theory, 1999
- 21 Breiman L. Prediction games and arcing classifiers. [Technical Report 504]. Statistics Department, University of California at Berkeley, 1997
- 22 Grove A J, Schuurmans D. Boosting in the limit: Maximizing the margin of learned ensembles. In: Proc. of the Fifteenth National Conf. on Artificial Intelligence, 1998

- 4 帅典勋, 顾静. 多 Agent 系统分布式问题求解的代数模型方法(2). 群体智能和社会动力学. 计算机学报, 2002(2)
- 5 朱鑫良. 基于多智能体的自主式移动机器人的体系结构. 见: 中国人工智能进展 2001年. 2001
- 6 蔡自兴, 郭军华. 基于多 Agent 的移动机器人导航进化控制的体系结构. 控制理论与应用, 2001, S1
- 7 钟义信. 意识机: 理论与模型. 电子学报, 2000(10)
- 8 刘新宇, 洪炳镜. 基于 BDI 框架的多 Agent 动态协作模型与应用研究. 计算机研究与发展, 2002(7)
- 9 陶先平, 吕建, 等. 一种移动 agent 结构化迁移机制的设计和实现. 软件学报, 2000(7)
- 10 涂序彦. 大系统控制论. 北京: 国防工业出版社, 1994
- 11 涂序彦, 等. 智能管理. 清华大学出版社, 1995
- 12 曾广平. 异质网智能隔离与交换技术及其应用. 通信学报, 2000(3)
- 13 曾广平, 等. 工程专家系统模型与开发方法的研究. 高技术通讯, 2000(9)
- 14 涂序彦. 广义人工生命. 见: 中国人工智能学会第九届全国人工智能学术年会论文集. 北京邮电大学出版社, 2001
- 15 Tu Xuyan. AI, AL, and Robotics. In: Proc. of FIRA World Congress (plenary speech), Korea, 2002
- 16 Tu Xuyan. Generalized Artificial Life Race and Model. In: Proc. of the 8th AROB, Japan, 2003