

# “软件人”系统研究及其应用

王洪泊, 曾广平, 涂序彦

(北京科技大学 信息工程学院, 北京 100083)

**摘要:**在论述“软件人”概念、类型的基础上,提出一种“软件人”个体结构模型和基于Java的“软件人”间接口实现方法;利用智能自律分散系统的建模方法,构建了一种“软件人”社会协调模型,并将其应用于数字气田管网生产实时调度系统中.结果表明,“软件人”计算模式可有效提高气田管网调度的智能水平.

**关键词:**智能自律分散系统;人工生命;人工社会;“软件人”计算模式

**中图分类号:**TP242 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4785(2006)01-0024-05

## Research on SoftMan systems and its application

WANG Hong-bo, ZENG Guang-ping, TU Xu-yan

(School of Information Engineering, University of Science & Technology Beijing, Beijing 100083, China)

**Abstract:** A novel structure model of SoftMan individual and the Java-based interface among SoftMans were proposed after discussing the concepts and kinds of SoftMan. A coordination architecture for Soft-Man society based on intelligent autonomous decentralized systems (IADS) was presented. Digital gas field pipe-net scheduling system based on SoftMan coordination was described. The result shows that the SoftMan computing mode can promote the intelligence level of the gas field pipe-net producing scheduling.

**Key words:** IADS; artificial life; artificial society; SoftMan computing mode

在未来网络计算环境下,研制、开发更加智能的软件系统、提高软件的智能水平已经成为计算机系统发展的必然趋势,同时也是近年来国内外学者的研究热点.

“软件人”(SoftMan, SM)技术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.基本构想是:以人工智能、人工生命和分布式系统为理论基础,结合智能机器人、智能网络和多智体(multi-agent)技术,研制出一类网上自动智能虚拟机器人——“软件人”<sup>[1]</sup>.“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.

### 1 “软件人”的概念与类型

“软件人”是基于计算机软件、三维动画、计算机图形学、虚拟现实、计算机网络等软件工程技术研究的拟人的个体或群体的人工生命.“软件人”是具有类似于人的形态、结构、性能、活动或行为的“软件模型”,是具有拟人形态、拟人结构、拟人智能、拟人情感、拟人活性、拟人行为的“软件人工生命”,是人的“自然生命”(natural life)在软件世界中的模拟、延伸或扩展<sup>[2]</sup>.

“软件人”有“有形”、“无形”之分.所谓“有形”是指具有拟人的外观形态或内部结构.“无形”是指没有拟人的外观形态或内部结构,只是计算机软件模块或子程序.“软件人”也有“动态”、“静态”之分.“动态”是指具有拟人的外部活动或内部活动.“静态”是指没有拟人的外部行动或内部生理活动,但具有某些拟人生命特征与功能.“软件人”这2种分类也可交叉进行.

收稿日期:2006-01-14.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60375038, 60374032, 60503024);国家“十五”重点科技攻关项目(2004BA616A).

“软件人”既有软件人个体,也有软件人群体,由多个“软件人”个体相互联系,相互通信,可以组成各种类似于人群组织的软件人群体;由多种“软件人”群体可组成“软件人社会”,是模拟人类社会的“人工社会”的软件模型。

“软件人”的概念模型与性能特征是由其行为、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<sup>[3]</sup>。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。

“软件人”性能特征是结构分区、行为分类、功能分块。结构分区是指按照人的基本构造对“软件人”进行模块划分;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。

## 2 “软件人”个体结构模型

“软件人”具有自学习、自进化能力,当处于陌生环境或对待陌生事件时,能用以前积累的经验去解决,当解决不了或效果很差时,则通过学习或联想记忆法去尝试其他方法,并将最成功的方法记录并保存下来,而且可以遗传给子“软件人”。“软件人”个体结构模型如图 1 所示。

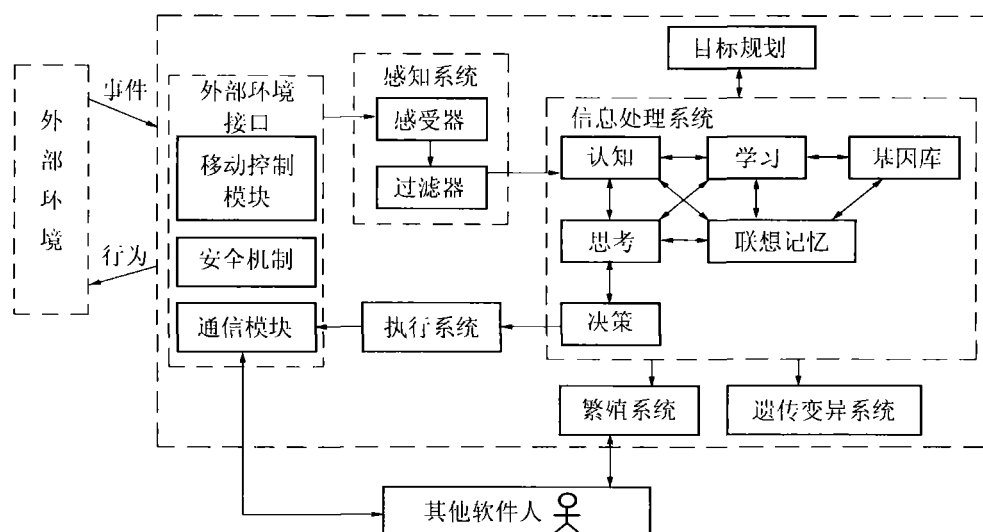


图 1 “软件人”个体结构模型

Fig. 1 SoftMan individual system model

其中,外部环境接口模块包括移动控制模块、安全机制和通信模块。移动控制模块具体实现按照一定的路由策略决定“软件人”的移动路径,可以是静态路由也可以是动态路由;安全机制是与外界通信的中介,执行安全策略,阻止外界环境对“软件人”非法访问;通信模块完成和其他“软件人”之间的协调、协商与协作。

感知系统包括感受器和过滤器,能够按照当前任务需求,滤除对当前行为没有用的、多余的感知信息。当前任务需求有来自环境的变化而产生的任务、指定的任务或其他“软件人”发来的消息任务等。

信息处理系统的任务是将感知到的信息进行处

理,它是“软件人”的“大脑”,主要负责认知、学习、思维、联想记忆及决策等职能。首先对感知到的数据进行抽象加工,建立认知模型,采用联想记忆法进行思考,从基因库中搜索模型方法,以决定采取何种策略。如果对感知到的数据无法建立认知模型,则仍可通过联想记忆法学习来建立,并将其存储到基因库中。基因库中存放“软件人”的基因(源代码片段)、方法、函数、认知模型等。信息处理过程是在目标规划牵引下进行的。

执行系统可以自主运行,感知外部环境的请求,并依据信息处理系统处理的结果产生动作,对环境产生一定的影响。

“软件人”和其他“软件人”可进行交配,产生子“软件人”,由此构成繁殖系统.子“软件人”继承了“软件人”的所有特征,同时在其生命周期中还可通过在变化的环境中学习,来提高自己的适应能力、问题处理能力.

“软件人”自身具有遗传变异系统.基因库中拥有大量的基因,具有遗传效应,并储存遗传信息,可以准确地复制,遗传信息也能够发生突变.“软件人”通过对基因复制和交叉使其形状的遗传得到选择和控制.同时,通过基因重组、基因变异产生丰富多彩的变异现象.

3 “软件人”之间的接口设计

如图 2 所示,“软件人”间的接口由 5 层组成,由底至上依次为:核心层、行为层、功能层、数据接口层和交互层.



图 2 “软件人”间接口分层模型

Fig. 2 Interface layers model between SoftMans

核心层是“软件人”本体基本属性的集合.含有:本体属性,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.主要功能有:环境自适应模块,衰老机制,功能加载模块,迁移模块,对象识别模块,基本交互原语等.

功能层是设计者赋予“软件人”全部功能的集合,而且此集合可以扩充、更新和重组.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,以及其他规划和定义服务模块.

交互层是“软件人”之间、或者与环境交互功能的集合.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”交互时进行数据交换和

信息存储的堆栈集合,这种堆栈集具有统一的结构模式和应用接口.

“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策略.将 Java 的设计模式(design pattern)和“软件人”功能进化结合起来,“软件人”间接口和基类(SoftMan founded class)的框架如图 3 所示.

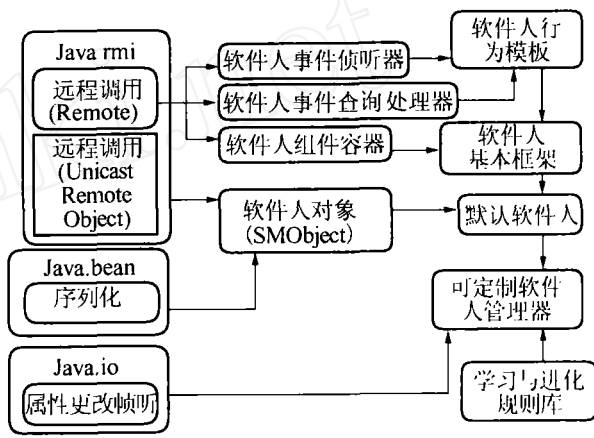


图 3 “软件人”之间的接口设计

Fig. 3 Interfaces design between Soft-Mans

4 基于 IADS 的“软件人”社会协调

根据大系统“分解—协调”思想<sup>[4]</sup>,使“软件人”社会系统中的各“软件人”群体相互协调、相互配合、相互制约、相互促进,从而在实现各“软件人”群体子目标、子任务的基础上,实现“软件人”社会系统的总目标、总任务.智能自律分散系统(intelligent autonomous decentralized systems ,IADS)<sup>[5]</sup>,是一种新的系统架构,各组成部分能自主完成本身功能,又能主动及时地发送信息,实现相互之间的协调、协商和协作.根据智能自律分散系统的集团模型、市场模型与分级递阶概念,在“软件人”群体<sup>[6]</sup>研究的基础上,构建“软件人”社会协调模型,如图 4 所示.

“软件人”是构成系统的最基本单元.在物理网络中,其相当于监控计算机、在线智能仪表或其他用于生产现场的设备硬件.每个逻辑节点都能独立接受所需的外界信息及进行内部处理,并主动以智能广播方式发送处理结果及其他内部信息.

智能数据域(intelligence data field ,IDF)是系统中信息传播中心和智能协调中心.相当于部门内部的网络或存储器.所有节点可主动地向数据域发

送信息,同时每个节点又可根据自己所需从数据域中获取数据.这种方式类似于电子市场中的供应者/消费者型智能数据传送机制.

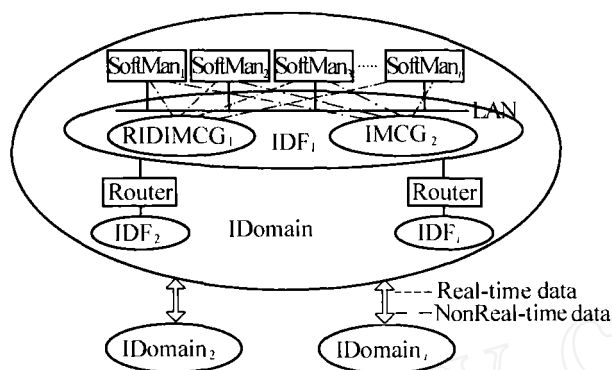


图 4 基于 IADS 的“软件人”社会系统体系结构

Fig. 4 Architecture for SoftMan society based on intelligent autonomous decentralized systems

智能多目广播组 (intelligence multi-communication group, IMCG) : 在“软件人”社会中,最基本的通信方式是基于智能信息推拉技术 (intelligent information pull push, IIPP)<sup>[4]</sup>,把同一数据域中关系相近的多个逻辑节点根据实时需要,动态划分成一个智能广播组,这样便于智能管理.在实际应用系统设计中,需要重点考虑解决实时性问题.系统智能数据域对实时数据的交换采用了特殊的机制.具体做法是将数据分为实时数据和非实时数据,并设立实时数据智能广播组 (RTDIMCG<sub>1</sub>) 和非实时数据智能广播组 (IMCG<sub>2</sub>),实时数据只发向实时数据智能广播组 RTDIMCG<sub>1</sub>,实时数据和非实时数据均可发向非实时数据智能广播组 IMCG<sub>2</sub>. 这样对原有的数据域按照其实时性进行了划分,并且针对不同类型的数据采取不同的优先处理方式.

IDomain (intelligence domain): “软件人”社会系统中的智能域. 多个数据域通过路由器相互连接成为一个整体构成了 IDomain, 在系统中相当于集团计算中心的概念与职能.

## 5 “软件人”协调机制在气田管网调度系统中的应用

根据气田生产实践的需要,考虑数字气田生产本身的特点:实时性、灵活性和复杂性,设计了一种基于“软件人”协调机制的气田管网调度系统。设计

思路是把一个大型复杂的气田管网约减成几个较小的、易于理解和更加便于解释的片区(或队属)网络(“软件人”),并将 SVG 可视化技术有效地应用于气田管网调度系统中,如图 5 所示。

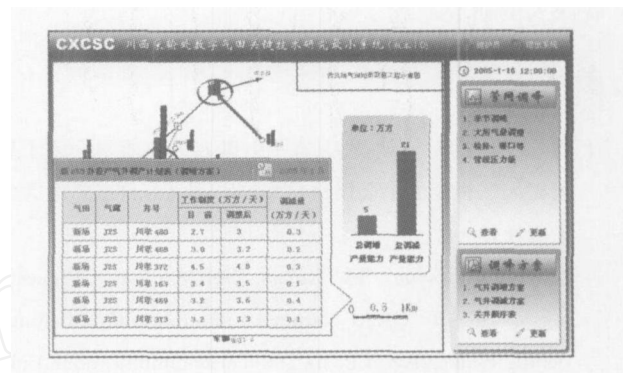


图 5 基于软件人协调机制的数字气田管网调度系统

Fig. 5 Digital gas field pipe-net scheduling system based on SoftMan coordination mechanism

由于气田勘探、开发、生产是随时间滚动进行的,经常有新的气井或井站需要并入气田管网中供气,同样也有新的用户加入进来.以往的集中控制模式对此问题的解决总显得力不从心.一般的做法是定期对系统进行一次大的改动以应对新的情况.传统的气田生产调度与决策技术对于局部小系统具有确定模型的静态决策问题,能给出优化的决策方案.但是对于系统性、全局性的复杂大系统,具有不确定性分散性的气田实时生产调度与动态决策问题,由于问题的复杂性和信息的不完备、数据不准确,难以给出唯一的确定性优化决策方案.

基于“软件人”协调机制的气田生产调度系统,各子系统可在线维护、智能扩展,从根本上解决了此类问题。因为基于“软件人”协调机制的气田生产调度系统本身的特性,各子系统自律运行,大大提高了整个系统的可靠性。“软件人”在线容错机制也保证了气田管网的安全运行。

## 6 结束语

论述了“软件人”的概念与类型;对“软件人”个体结构模型、基于 Java 的“软件人”之间的接口技术、基于 IADS 的“软件人”社会系统体系结构以及基于“软件人”的数字气田管网调度系统基本理论和关键技术进行了系统深入的研究.结果表明,“软件人”计算模式可有效提高气田管网调度的智能水平.

“软件人”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。但是,这种计算方式在如何充分利用网络资源,如何给用户提供高效的服务等诸多问题上都急需开展深入的研究。

## 参考文献:

- [1] 曾广平, 涂序彦. 软件人[A]. 中国人工智能学会第十届全国人工智能学术会议论文集[C]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2003.  
ZENG Guangping, TU Xuyan. SoftMan [A]. Proceedings of the 10<sup>th</sup> CAAI National Conference[C]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Publishing House, 2003.
- [2] 涂序彦, 曾广平. 广义“软件人”及其应用[A]. 中国人工智能学会第2届“数字人体”研讨会论文集[C]. 北京, 2004.  
TU Xuyan, ZENG Guangping. Generalized SoftMan and application[A]. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Digital Human Body National Conference[C]. Beijing, 2004.
- [3] 曾广平, 涂序彦. “软件人”的概念模型与构造特征[J]. 计算机科学, 2005, 32(5): 135 - 136, 143.  
ZENG Guangping, TU Xuyan. The concept model and construction frame of the SoftMan[J]. Computer Science, 2005, 32(5): 135 - 136, 143.
- [4] 涂序彦. 大系统控制论: 修订版[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2005.  
TU Xuyan. Large systems cybernetics: revised ed [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Publishing House, 2005.
- [5] TU Xuyan, TANG Tao. Intelligent autonomous decentralized system (IADS) [A]. Proceedings of IWADS2002 [C]. Beijing: IEEE Computer Society Press, 2002.
- [6] ZENG Guangping, LU Qingling, ZHANG Shumin, et al. Autonomous decentralized organization model and coordination control of SoftMan crowd [A]. Proceedings of International Workshop on Autonomous Decentralized

System (IWADS) [C]. Chengdu: IEEE Computer Society Press, 2005.

- [7] 王洪泊, 班晓娟, 曾广平, 等. 网络环境下虚拟机器人——“SoftMan”系统平台总体设计[J]. 计算机科学, 2005, 32(8): 152 - 154.  
WANG Hongbo, BAN Xiaojuan, ZENG Guangping, et al. Virtual robot in network environment—“SoftMan” system platform design [J]. Computer Science, 2005, 32(8): 152 - 154.

## 作者简介:

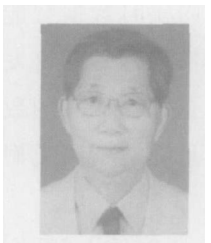


王洪泊,男,1972年生,北京科技大学信息工程学院在读博士研究生,主要研究方向为人工智能、人工生命、系统集成。1994年毕业于山西大学计算机科学系,发表论文8篇,1996年获得山西省科技进步二等奖。

E-mail: foreverwhb@126.com



曾广平,男,1962年生,教授,博士生导师,研究方向为软计算与智能计算、分布/迁移/网络计算、Linux操作系统及应用、智能网络与智能通信。中国人工智能学会(CAAI)理事、中国人工智能学会计算机智能网络专业委员会委员。获部科技进步奖6项,发表论文30余篇,其中有4篇被EI检索。



涂序彦,男,1935年生,教授,博士生导师,计算机与系统科学研究所所长;中国人工智能学会荣誉理事长、学术指导委员会主席。创立多变量协调控制理论、最经济控制理论;倡导人体控制论、大系统控制论新学科,开拓人工智能、专家系统、智能控制、智能管理、人工生命新方法、新技术。荣获国家科技攻关重大成果奖,冶金部、机械部、电子部等科技进步奖多项。