

# 基于 Agent 技术虚拟植物模型的研究与探索

苏中滨, 孟繁疆, 康丽, 郑萍

(东北农业大学工程学院, 哈尔滨 150030)

**摘要:** 该文简述了 Agent 技术基本原理及应用概况, 并从基于 Agent 技术来解决农业系统问题的角度出发, 针对农业系统复杂, 系统内的各要素之间存在着很强的交互性和协作性等特点, 以及目前虚拟植物模型构建方法可能带来的非结构化问题, 提出了利用 Agent 技术构建虚拟植物模型的观点, 给出了 Agent 植物体的结构模型, 阐述了 Agent 技术在虚拟植物模型构建中的应用方法及技术路线。

**关键词:** 虚拟农业; 虚拟植物模型; Agent

**中图分类号:** TP242.62; S646.11

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2005)08-0114-04

苏中滨, 孟繁疆, 康丽, 等. 基于 Agent 技术虚拟植物模型的研究与探索[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 114-117.

Su Zhongbin, Meng Fanjiang, Kang Li, et al. Virtual plant modeling based on Agent technology[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(8): 114-117. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

虚拟植物是近 20a 来随着信息技术和计算机技术快速发展而出现的新兴的研究领域, 是建立在植物学、计算机图形学、数学、虚拟现实技术等多学科基础之上的交叉学科。虚拟植物模型在农学、林学、生态学、遥感等领域有着广泛的应用前景<sup>[1]</sup>。

随着信息技术和计算机技术在农业领域应用的日益广泛和深入, 目前已经在作物生理生态模拟, 作物与环境关系(气候、土壤及水分), 农业专家系统, 地理信息系统, 农业数据库等多方面取得了成果。虚拟植物概念的内涵和外延也发生着变化。虚拟植物技术是植物模拟模型与计算机可视化技术有机结合的产物, 是以土壤和环境数据库为基础, 以植物模拟模型和专家系统作为驱动, 以时间为主线, 以计算机技术为手段, 采用虚拟现实技术在计算机上模拟植物形态、生长发育过程及其与环境因素的交互过程, 来完成辅助科研、生产决策和教学的现代农业信息技术<sup>[2]</sup>。

目前在虚拟植物模型方面的研究, 多集中在模拟模型构建方法、植物几何形态、植物生理机理模型等细节方面, 相关软件设计也多局限于具体应用。农业系统是一个复杂的系统, 系统内的各要素之间存在着很强的交互性和协作性, 所以传统的应用多是着眼于解决单个问题, 如各种农业专家系统, 而在复杂问题的解决和决策方面则显得力不从心。由分布式人工智能技术发展而来的 Agent(智能体)技术, 为解决例如农业系统这样的复杂系统提供了可行的方案。本文从基于 Agent 技术来解决农业系统问题的角度出发, 提出了利用 Agent 技术构建虚拟植物模型的观点, 阐述了 Agent 技术在虚

拟植物模型构建中的应用方法。

## 1 Agent 基本原理及应用

兴起于 20 世纪 70 年代的 Agent 是涉及计算机科学、人工智能、并行计算、分布式系统、知识工程、专家系统等多领域的交叉性研究方向。随着分布并行处理技术、面向对象技术、多媒体技术、计算机网络技术, 尤其是 Internet 和 www 技术的发展, 国内外对 Agent 的研究扩展到各个领域。由于各领域研究者对 Agent 各个特征的重要性的不同理解, 至今仍没有一个公认的、确切的 Agent 的定义。比较普遍的观点认为, Agent 是一个计算机硬件或软件系统(可以看作是自然实体或者抽象概念模型在计算机世界中的映射), 其组成元素之间以及与所在环境之间存在着某种特定的关系。它能够连续不断地感知外界的变化及自身的状态变化, 并自主产生相应的动作<sup>[3]</sup>。在 Agent 设计中, 从应用出发一般认为应具有: 自主性、主动性、持续性、社交性、反应性等属性<sup>[3]</sup>。有些 Agent 还表现出其它属性, 如进化性或适应性、可移动、可靠性、代理性等。虽然目前没有一个 Agent 同时表现出以上属性, 但已实现的 Agent 系统已表现出了上述的许多属性。

Agent 对象基本结构模型如图 1 所示。如果从形式化的角度并结合面向对象技术, Agent 可以用如下形式描述: Agent = (D, M, R, A, I)。其中: D 是 Agent 的唯一标识; M 表示 Agent 的能力, 已接收到的消息作为事实进行处理; R 表示规则, 体现了与各 Agent 之间的协作; A 表示执行的行动, 一般是推理机的推理过程; I 表示与其他 Agent 之间的接口。

图 1 中的感知模块、执行模块和通信模块负责与系统环境和其他的 Agent 进行交互, 处理模块负责对感知和接收到的信息进行初步处理和存储, 控制模块运用方法集对所接收到的处理模块处理后的信息和其他 Agent 的通信信息进行进一步的分析、推理, 为通信和执行模块的执行做出决策<sup>[3]</sup>。

收稿日期: 2005-04-27 修订日期: 2005-07-17

基金项目: 黑龙江省科技攻关项目(GC04B712)

作者简介: 苏中滨(1965-), 副教授, 主要从事虚拟农业及决策支持系统的研究。哈尔滨 东北农业大学工程学院, 150030。

Em ail: suzb001@163.com



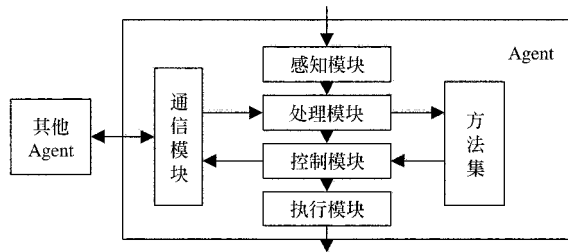


图 1 Agent 基本结构模型

Fig 1 Basic structural model of agent

在把现实世界中的对象抽象为 Agent 时, 通常根据对象的特点将 Agent 分为 3 种类型, 即审慎式 Agent、反应式 Agent 和混合式 Agent。审慎式 Agent 是通过基于模板匹配和符号操作的逻辑推理做出行动的, 如同人类在深思熟虑的基础上做出决定一样。反应式 Agent 是通过感知器感知内外部状态变化, 并对之做出一系列反应的对象, 这种反应是一种类似于植物和动物体的应激反应。混合式 Agent 是审慎式 Agent 和反应式 Agent 的混合体, 同时具有两者的特性, 在简单或者紧急的状态下体现为反应式 Agent 特性, 而在一般情况下体现为审慎式 Agent 特性。

如果对问题域进行抽象, 可以得到多个 Agent。这些 Agent 之间相互协作、通信, 从而构成了一个 Agent 社会, 以此来反映问题域, 便于问题求解。这种抽象之后的模型体系被称为 MAS (多 Agent 系统)。Agent 之间的通信方式有直接通信和联邦形态两种形式。通信语言目前流行的是 KQML 语言 (Knowledge Query and Manipulation Language)。

在计算机领域目前还没有一种好的 Agent 实现的工具, 但是采用含有主动对象特性对象的面向对象技术可以解决这一问题。从问题抽象角度来看面向对象技术与 Agent 技术有许多相似之处, 在具体实现时可以采用计算机技术 (进程或线程) 来实现 Agent 的主动特性。

目前, Agent 技术已经广泛应用于科学计算、机器人、制造业、电子商务、计算机网络及各行业管理控制软件系统等众多领域。

将 Agent 技术与生物信息技术相结合, 参考文献 [4] 建立了一个基于多 Agent 的生物信息数据整合系统 BioAgent, 通过信息采集 Agent、信息整合 Agent、用户 Agent 的协调, 完成数据抽取、数据标准化、数据存储、数据融合、Web 显示等工作流程, 以实现数据整合的自动化。同时利用 BioAgent 系统, 开发了人类精神分裂症相关基因的突变信息多层次定位数据库。

在机器人领域, Agent 技术已广泛应用于智能控制器、多机械手、机器人避障及多机器人的协调与协作的研究, 并已取得了一些成果。例如大家熟知的机器人足球赛系统是一个典型的多 Agent 系统。每个机器人都视为一个具有基本行为的 Agent, 各 Agent 之间的相互协调和协作共同完成比赛的过程充分体现了 Agent 的

特性。

针对传统决策支持系统的局限性, 应用 Agent 技术使决策支持系统智能化。运用界面 Agent、信息 Agent、移动 Agent、协作 Agent 等技术实现系统的智能部件, 通过协作 Agent 信息路由器进行协作和交互, 共同完成决策支持任务。中国在这方面已有通过现实实验证的成功模型。

对于 Internet 这个庞大、复杂、高度动态的软件环境, Agent 为其提供了从信息搜索到分析的智能化信息服务的研究基础。目前, Agent 在 Internet 上的应用主要有: 网络管理、移动存取、电子商务、信息搜索与管理、邮件和消息处理、远程教育及娱乐等<sup>[5]</sup>。

随着 Agent 技术研究的不断深入, 将其用于解决复杂的农业系统问题, 有着广阔的应用前景。通过研究, 我们提出了构建基于 Agent 技术的虚拟植物模型的设计和技术路线。

## 2 虚拟植物模型

目前的虚拟植物模型分类可以有多种, 如植物体规模方式类、模拟模型功能类、模拟模型方法类和模拟模型应用类等<sup>[6]</sup>。之所以存在这么多种类模型其原因有二, 其一是人们长期在自己的科学研究领域应用计算机技术解决实际问题而形成的, 其二是由于软件工程技术在当时还没有能够较好地反映问题域的方法和手段, 即人们对问题域进行抽象和描述的技术手段不够先进, 不能直观影射问题域。

目前应用较多的是依据规模表述的宏观模型。其分为静态模型和动态模型。静态模型是采用测定的植物形态结构数据建立的计算可视化模型, 用于研究与植物空间结构相关的性质<sup>[1]</sup>。这种模型中需要大量的数据支持, 且不能反映植物形态结构的动态变化规律。动态虚拟植物模型是在对植物生长过程中拓扑结构演变和几何形态变化规律的研究基础上提取的生长规则建立的, 用于反映植物生长过程的规律。静态模型可以在深入研究的基础上归并到动态模型中。在动态模型中又可以从功能实现角度分为: 生长机模型和可视化模型。生长机模型又可以细分为形态发生模型和生理生态模型。可视化模型则是基于计算机图形学基础的植物三维构建的模型。

上述模型在具体的虚拟植物系统构建中被广泛应用。但是从计算机系统构建角度来看, 会给系统构建带来非结构化的可能, 给系统开发带来难题。笔者提出了基于人工智能领域的 Agent 技术思想, 整合以往虚拟植物的多种模型为 Agent 虚拟植物模型的思想 and 模型结构。

## 3 Agent 虚拟植物模型

典型的植物结构由根、茎、叶、花、果实及种子构成<sup>[7]</sup>。根称为地下部分, 与土壤环境之间交互。茎、叶、花、果实及种子称为地上部分, 与空间环境交互。植物个体的生长过程表现自主、主动、持续的属性。植物的各器

官之间则存在着交互和协作过程。同种植物的不同个体之间则存在着竞争关系,不同植物的个体之间则表现为协作或者竞争的关系。植物体与环境的交互则体现为反应性(应激性)。作为环境因素的人则是一种具有完全智能的Agent。所以将现实空间中的实体(植物体)映射到Agent模型空间(Agent植物模型)则可以将单个植物体抽象为AP(Agent Plant),植物的各个器官抽象为AO(Agent Organ),将植物体与环境间的关系及其与器官之间的关系抽象为知识库和模型库,在不同的AP和AO中构建推理机。AP和AO将自主的工作,人作为外部调控机制可以修改相关的环境因素参数(也可以对外界环境采用Agent方法构建Agent环境模型,通过模型改变相关参数),来观察虚拟植物的生长和演变过程达到预期的科研、教学等目的。Agent虚拟植物系统结构如图2所示。

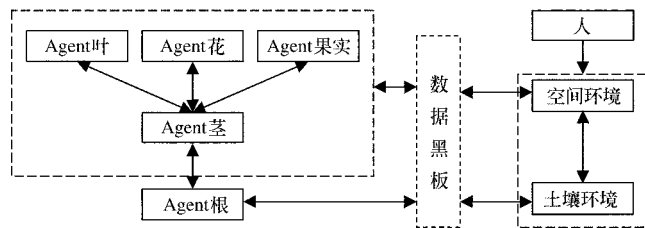


图2 Agent植物系统结构

Fig 2 System construction of agent plant

环境因素中水、养分参数和每日气象参数使用Agent构件从土壤与气象数据库中提取。其中,水分和养分参数可以使用施肥和灌溉专家系统Agent组件实施调控。环境因素中每日气象要素(如太阳辐射、温度、湿度、风速和降雨量)是植物生长模拟的必需参数。这些参数的来源是植物生长地域的气象资料。当气象资料不完整或者不齐全时,则需要采用利用现有数据产生数据。一般可以采用气象要素日变化曲线法或采用统计算法。

上面的Agent植物模型结构表述的是植物体的完整结构形式。因为植物体是由种子发育而来的。如果要长成一个完整的植株需要经过不同的生长发育时期,在每个时期会表现出不同的形态特征和生理特性。Agent植物模型是一个植物生长发育过程的可视化动态模型,由种子开始以时间轴为主线,以植物及生长知识库作为支撑,以外界环境的交互作为影响因子来反映不同需求。图3以大豆的生长过程表述了Agent植物模型的动态演进过程。

图3中t表示时间轴,  $P_i$ 表示人为控制信息(例如Agent人对象向Agent种子发出的消息),  $KM_i$ 表示知识或模型库中的数据输入。  $P_1$ 表示品种及环境条件消息,也是种子萌发生长的启动触发条件,  $KM_1$ 表示种子在  $P_1$ 触发后从相关的知识库(例如所在地域的环境气象条件、环境水量、地温等等)获取(感知)的信息,从生长模型库获取的该生长阶段的知识描述,从植物类库加载基础类,从可视化模型库加载的相关器官几何模型

等。其他各阶段的参数  $P_i$ ,  $KM_i$ 则根据具体情况而定。

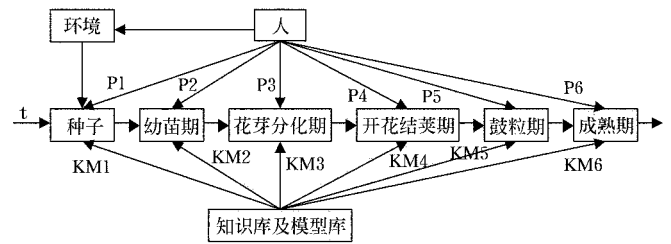


图3 Agent植物模型的动态演进过程

Fig 3 Development of agent plant model

消息的规则采用KQML语言来描述。下面给出人向在开花结荚期的大豆Agent植物体查询关于叶面积指数的消息实例。

```
(ask-one
: sender person : receiver plant
: reply with LA I: content (val (soybean p1))
: language KIF
: ontology Leaf_area
)
```

考虑到目前国内在农业专家系统的设计中,对于专家知识的描述多是基于产生式规则的,所以在Agent虚拟植物模型的知识描述语言中使用了基于知识的KIF语言,以实现与其他基于知识的专家系统的连接。关于具体连接方式及如何与农业专家系统结合,由于牵涉专家系统的构建和知识描述,Agent农业系统中各Agent间的协作和同步问题,距本文主题较远,故在此不再涉及。

### 4 结语

本文从计算机系统构建的目标出发,针对虚拟植物模型及模型系统构建问题,提出了建立在Agent基础之上的虚拟植物系统结构模型思想及方案。目前在植物的生长机理、与环境之间的相关关系等方面的研究还处于发展阶段,缺乏定量的研究成果,这会对虚拟植物系统的构建产生一定的影响。

目前生物基因技术已经取得了世界瞩目的成就,部分农作物的基因组计划也已经列入了人们的研究课题。人们正在探讨基因密码与作物性状的关系。如果能够从微观角度(依据遗传密码)去构建虚拟植物体,从而表达作物的生理生态特性及其与环境的关系,辅助科研和教学指导生产将更具优势。

### [参考文献]

- [1] 郭炎,李保国 虚拟植物的研究进展[J] 科学通报, 2001. 2
- [2] 胡包钢,赵星 植物生长建模与可视化—回顾与展望[J] 自动化学报, 2001. 11.
- [3] 李海深 人工智能[M] 重庆:重庆大学出版社, 2002. 4
- [4] 庄永龙,马飞,等 基于多Agent的生物信息数据整合系统BioAgent1[J] 电子学报, 2005, 1
- [5] [加]Liming Liu 著 多智能体原理与技术[M] 靳小龙,张

- 世武译 北京: 清华大学出版社, 2003: 11.
- [6] 侯加林, 王一鸣, 董乔雪, 等. 虚拟植物生长的研究现状与发展趋势[J]. 农业机械学报, 2004: 5.
- [7] 刘 穆. 种子植物形态解剖学导论[M]. 科学出版社, 2001: 10.
- [8] 曹卫星, 罗卫红. 作物系统模拟机智能管理[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 2.
- [9] Lekkas G P, Avouris N M. Development of distributed problem solving systems for dynamic environments[J]. IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, 1995, 25(3): 400-414.
- [10] Yigal H, Christian F. Distribution issues in the design and implementation of a virtual market place[J]. Computer Networks, 2000, 32: 717-730.
- [11] Pan X, Hesketh J D, Huck M G. OW Simu: An object-oriented and Web-based simulator for plant growth[J]. Agricultural Systems, 2000, 63: 33-47.

## Virtual plant modeling based on Agent technology

Su Zhongbin, Meng Fanjiang, Kang Li, Zheng Ping

(College of Agricultural Engineering, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** This paper describes the basic principle of the Agent technology and its application. Agricultural system is complex, the factors involved are alternating and synergic. To deal with the problems in agricultural system and to model virtual plant better, after the summarization of the principle and application of Agent technology, this paper proposes the idea of constructing virtual plant model based on Agent technology, provides the frame model of Agent plant, and describes the method of applying Agent technology to developing virtual plant model.

**key words:** virtual agriculture; virtual plant model; Agent