

作物管理知识模型系统设计与开发框架研究

朱 艳, 曹卫星, 田永超, 王其猛

(南京农业大学农业部作物生长调控重点开放实验室, 南京 210095)

摘 要: 在提炼小麦栽培管理知识模型框架的基础上, 通过综合不同作物管理知识模型系统的共性及软件设计与开发的特点, 初步确立了作物管理知识模型系统的通用设计与开发框架, 包括系统总体结构框架、软构件的基本标准、开发平台框架及系统应用框架等。其中, 开发平台框架包括系统开发平台的结构和功能、模型库管理系统的功能设置和模型库管理系统的框架及构件; 系统应用框架包括系统应用框架结构、应用系统开发框架、应用系统功能框架及构件、应用系统功能构件的输入输出接口框架及应用系统自定义构件中的通用算法函数框架等。研究结果对于提高作物管理知识模型系统的开发效率, 以及建立标准化的作物管理知识模型系统提供指导。

关键词: 作物管理; 知识模型; 系统开发; 框架; 软构件

中图分类号: S363; TP182

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)04-0138-05

0 引言

随着计算机技术的飞速发展以及各种新技术的不断涌现, 各行各业对软件开发速度和质量的要求都有了很大提高, 传统的“手工作坊”式软件开发方式远远不能满足人们的需求, 有关软件重用方向的研究与应用成为软件工程中的重点和热点^[1-6]。但传统的软件重用一般是指程序源代码的重用, 理想的软件重用应该包括软件开发方法、需求规格说明、源程序代码与模块、开发工具与支持环境、测试和维护信息等一切可构造软件系统的成分, 即任何系统在最初的开发过程中就应该以一种重用的思想来指导整个开发过程^[6]。而框架是整个系统或部分系统的可重用设计, 它把一个系统有机地分解成一群相对独立的构件, 定义了各个构件间的接口和作用关系, 支持分析和设计级的重用^[4,5]。因此, 系统设计与开发框架的研究是重用思想指导整个系统开发过程的体现。

作物管理知识模型是借助系统分析原理和数学建模技术, 对作物生育及栽培管理指标与品种类型、生态环境及生产水平之间的关系进行解析、提炼和综合, 而建立起来的描述作物生育及管理指标与环境因子动态关系的定量化模型^[15,16]。作物管理知识模型的建立, 有助于实现作物管理的科学化和数字化。本研究的目的是在提炼小麦栽培管理知识模型框架的基础上, 通过综合不同作物管理知识模型系统的共性及软件设计和开发的特点, 初步确立作物管理知识模型系统的通用设计与开发框架, 以期为实现作物管理知识模型系统的标准化高效开发提供参考。

1 系统总体结构框架

已有研究^[12-14]表明, 为了提高系统的开发效率, 应用系统的开发应该在开发平台和应用框架的基础上进行。作物管理知识模型系统也不例外, 应该在当前主流软硬件环境基础上, 依次由开发平台、应用框架和应用系统 3 部分组成, 其总体结构见图 1。其中开发平台提供适用于模型系统的通用开发环境, 应用框架提供专用于作物管理领域的知识模型系统开发环境, 应用系统是专用于某一独立作物的管理知识模型系统; 内层为外层提供服务, 外层在内层的基础上进行开发; 每一层的软件均由符合统一规范的软构件组成。系统可以是单机版, 也可以分布在网络环境下的多台计算机上。

图 1 作物管理知识模型系统总体结构框架

Fig 1 General structure framework of knowledge model system for crop management

2 软构件的基本标准

软件产业要达到工业生产的工程化水平, 软构件的生产和使用起着重要作用^[4-8]。构件是封装了其设计和实现, 而仅向外部提供标准化接口的独立的可重用软件单元。构件接口的严格标准化, 是构件技术成熟的标志之一。目前主要的构件技术标准有 Microsoft 公司的 COM/DCOM (Windows 环境)^[9]、OMG 组织的 CORBA (UNIX 操作系统)^[10]、Java 的 JavaBeans 和 EJB^[11]等。

收稿日期: 2003-07-07 修订日期: 2004-03-22

基金项目: 国家“863”计划项目(2003AA209030); 国家自然科学基金重点项目(30030090)资助

作者简介: 朱 艳(1976-), 女, 博士, 主要从事作物模拟和信息技术的研究。南京市 南京农业大学农业部作物生长调控重点开放实验室, 210095。Email: yanzhu@njau.edu.cn

通讯作者: 曹卫星, 教授, 博导, 地址同上。Email: caow@njau.edu.cn

3 系统开发平台框架

作物管理知识模型系统一般由模型库、数据库和人机界面 3 部分组成^[15, 16]。其中, 模型库是系统最具特色的部件, 人们希望能够象数据库管理系统管理数据那样方便地管理模型, 但模型远比数据复杂, 模型库管理系统的设计与开发是一项具有相当难度的软件工程^[12- 14]。本文主要从系统开发平台的结构与功能及模型库管理系统方面对系统开发平台框架进行了探索。

3.1 系统开发平台的结构与功能

作物管理知识模型系统开发平台是基于主流软硬件环境之上, 面向作物管理领域应用框架及其开发者使用的作物管理知识模型系统开发工具包, 其结构见图 2。其中, 系统服务层用于支持功能构件、集成构件、平台构件, 乃至应用框架中的各软构件生成所必须的公共服务; 功能构件层由一组逻辑上相对独立的原子构件组成, 每一原子构件实现系统开发所需的一种最基本的方法或工具; 集成构件层中的每一集成构件是由若干个功能构件经有机组合而成的软构件, 实现系统开发所需的一种合成方法或开发工具; 平台构件是一种功能比较完整的系统开发平台, 由集成构件、功能构件经有机集成起来的处于开发平台顶层的一种集成构件。软构件管理器的功能是通过人机交互方式进行各类软构件的编辑、登记、查询与修改等操作, 以及相关软构件的集成和相容性检验等。

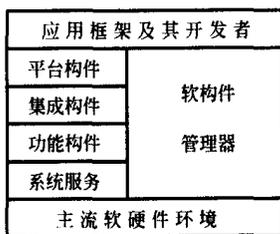


图 2 系统开发平台结构

Fig 2 Structure of system development platform

3.2 模型库管理系统

3.2.1 模型库管理系统的功能设置

模型库是用来存贮模型代码的数据库, 由源码库和目标码库两部分组成。在逻辑上模型库应是各种模型的集合; 在软件内容上, 模型库则由程序模块所组成。因此, 模型库管理系统应具有模型的表现、存储、维护、运行和测试等功能。

3.2.2 模型库管理系统的框架及构件

根据系统开发方法和框架的定义, 同时综合考虑模型库管理系统的功能设置, 模型库管理系统主要包括模型表示子框架、模型存储子框架、模型维护子框架及模型测试和运行子框架等(图 3)。

1) 模型表示子框架

为了便于对模型进行管理, 首先要求模型具有比较统一的表示形式。模型的构件化表示应该包括模型的说明部分、构造部分、参数部分和实现部分。其中, 说明部

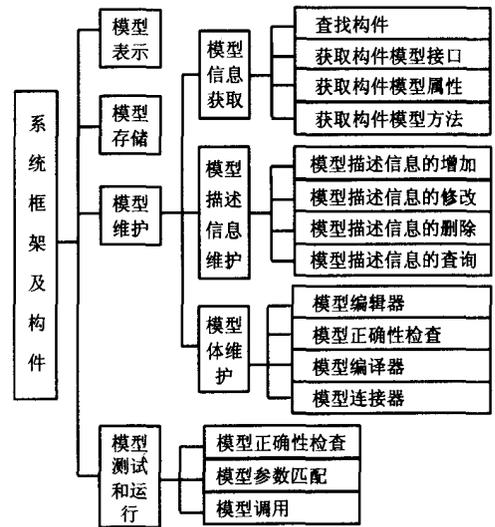


图 3 模型库管理系统的框架及构件图

Fig 3 Framework and soft components of model base management system

分即采用自然语言的形式对构件的特征做出更为详细、准确的描述, 主要记录构件的版本说明、构件的开发环境、构件的运行环境、构件的使用环境、构件功能的自然语言描述及构件的可复用信息; 构造部分包括管理接口、运行接口和模型构件接口的描述; 参数部分包括输入/输出规范化及输入/输出规范参数列表; 实现部分包括模型构件的具体实现和模型构件功能的实现。

2) 模型存储子框架

模型的执行代码以可执行文件的形式存贮在代码库中, 模型的源代码以源程序文件的形式存贮在源库中; 模型描述以模型字典的形式存贮在属性库中; 索引关键字等信息以数组的形式存贮在索引库中。其中, 模型字典包括模型说明字典、模型属性(参数)字典和模型方法字典 3 部分, 分别存储模型描述性信息、模型属性描述信息和模型方法描述信息。模型字典的结构采用 Oracle 或 SQL Server 7.0 数据表的结构, 其关系模式如下: 模型说明字典(模型编号, 模型唯一标识, 模型名称, 模型标题, 模型原理, 模型使用条件, 使用范围, 使用方法, 模型类型, 所属模型库, 开发信息, 实现语言, 编译系统, 模型帮助文件名, 模型作者, 模型入库时间, 模型工程文件名, 模型源程序文件名, 模型可执行程序文件名, 模型工程文件存储地址, 模型源程序文件存储地址, 模型可执行程序文件存储地址); 模型属性字典(模型编号, 属性序号, 属性名称, 属性标题, 属性类别, 属性类型, 属性描述); 模型方法字典(模型编号, 方法序号, 方法名称, 方法标题, 方法类别, 方法类型, 方法描述); 模型输入输出参数字典(方法序号, 参数序号, 参数名称, 参数类别, 参数类型, 参数的约束条件, 参数描述)。

3) 模型维护子框架

模型维护子框架包括构件模型信息的获取(能自动在操作系统中或网络中提取构件模型的信息)框架; 模型描述信息维护框架(对模型描述信息进行增加、删除、

修改及查询等); 模型体维护框架(对模型体的增加、删除、修改、查询和浏览等)。

构件模型信息获取框架由 4 个接口组成。其中构件查找主要是查找操作系统中登记的构件、判断构件是否存在、并获取构件唯一标识等信息; 构件模型接口获取主要是取得构件模型接口个数、判断接口是否存在、并获取接口名称; 构件模型属性获取主要是获取模型属性个数、判断构件模型属性是否存在、获取构件属性名称及属性类型; 构件模型方法获取主要是获取模型构件的方法个数、判断模型方法是否存在、获取方法名称、方法中参数的个数、参数名称及参数类型等。

模型描述信息维护框架包括模型描述信息记录的增加、删除、修改及查询等接口; 模型体维护框架主要包括模型编辑器、正确性检查、编译器和连接器等接口。

4) 模型测试和运行子框架

模型构件化后, 模型的测试和运行一般包括模型正确性检查、模型参数匹配和模型调用等接口。

4 作物管理知识模型系统应用框架及构件

4.1 作物管理知识模型系统应用框架结构

作物管理知识模型系统应用框架是建立在通用开发平台之上、面向作物管理领域的知识模型系统应用框架, 其结构见图 4。其中, 软构件管理器的任务与平台层软构件管理器类似; 领域应用框架指面向作物管理领域的骨架型作物管理知识模型系统开发框架; 自定义构件是由应用框架设计者针对作物管理应用领域需要自己开发的软构件。

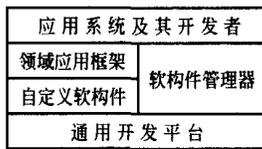


图 4 作物管理知识模型系统应用框架结构

Fig 4 Application framework structure of knowledge model system for crop management

4.2 作物管理知识模型应用系统开发框架

作物管理知识模型应用系统应该借助模型库管理系统、数据库管理系统和界面生成器等平台级构件依次建立模型库、数据库和人机接口, 从而进一步开发作物管理知识模型应用系统(图 5)。

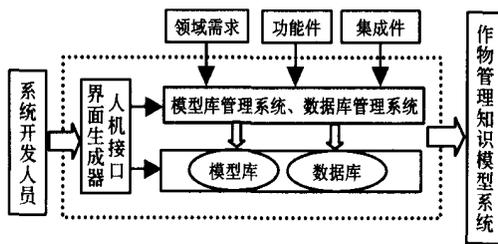


图 5 作物管理知识模型应用系统开发框架

Fig 5 Development framework of knowledge model application system for crop management

4.3 作物管理知识模型应用系统功能框架及构件

作物栽培管理知识模型系统一般应该具有播前方案设计、动态指标预测和生产效益评估 3 大功能, 每一功能又包括若干子功能, 且均做成符合 COM 标准的自动化软构件, 其功能框架见图 6。

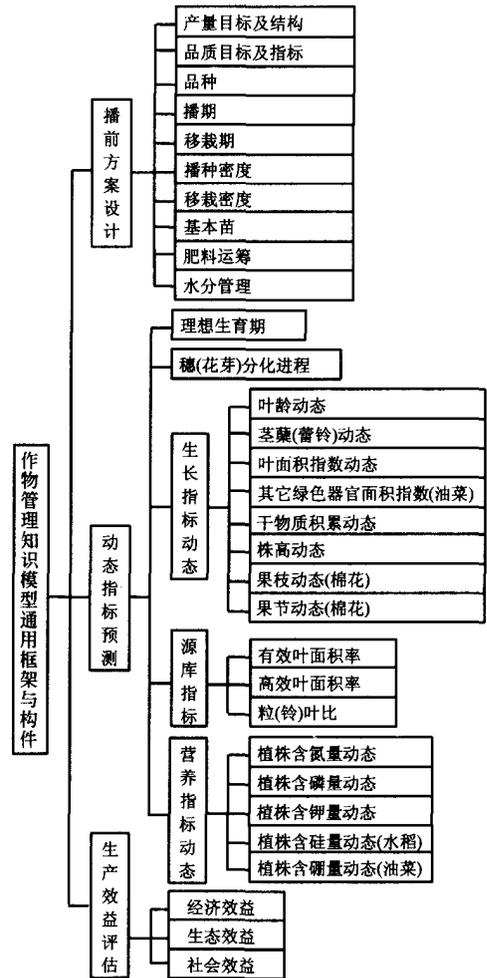


图 6 作物管理知识模型应用系统功能框架及构件

Fig 6 Functional framework and components of knowledge model application system for crop management

4.4 作物管理知识模型应用系统功能构件的输入输出接口框架

作物管理知识模型系统综合了包括气象、土壤、育种、农学、计算机、管理等学科在内的定量化知识和技术^[15], 因此系统中的知识模型往往需要在应用过程中不断得到改进和完善。考虑到系统维护的方便性, 接口函数中的输入输出参数一般不便于用属性表示, 而应统一放到接口上通过变体数组传入传出。同时, 除生产效益评估构件及其子构件外, 其它构件中的输入参数一般均不外乎气象、土壤、品种参数、栽培技术措施和水平、用户生产目标和要求 5 大类。其中, 气象数据一般为作物生长季的逐日气象资料, 品种参数除了在品种选择功能构件中要求同时输入多个品种的遗传参数外, 在其它功能构件中一般只要输入一套即可; 土壤数据、栽培技术措施和水平及用户生产目标和要求一般只要输入一套。各功能构件的输出参数差异比较大, 似乎找不到一个统一的标准, 所以可以将各构件的输出参数放到一个变体数组中带出。

根据以上分析, 作物管理知识模型应用系统功能构件输入输出接口框架可确定如下。CF< 函数名> Name (VARIANT FAR * MEDV, VARIANT FAR * ISDV, VARIANT FAR * MDV, VARIANT FAR * MADV, VARIANT FAR * ITDV, VARIANT FAR * ODV)。其中, < 函数名> 是功能构件函数名称的英文名称或英文缩写。MEDV 为存放作物生长季逐日气象资料的一个二维变体数组, 第一维为天数, 第二维为气象数据项目, 依次为 Cstring 型的日期、double 型的日最低气温、日最高气温、日照时数和日降水量。ISDV 为存放作物生长季土壤资料的一维变体数组, 依次为 Cstring 型的土壤类型、double 型的耕层厚度、物理性粘粒含量、容重、孔隙度、凋萎系数、田间持水量、饱和含水率、作物生长季开始时的土壤实际含水率、有机质含量、全氮含量、速效磷含量、速效钾含量、盐分含量、pH 值。MDV 为存放作物品种遗传参数的二维变体数组, 第一维为品种个数, 第二维为品种参数项目, 依次为 Cstring 型的品种名称、double 型的产量 3 结构、产量、收获指数、总叶片数、叶热间距、节间数、分蘖能力、有效分蘖成穗率、春化天数、光敏感性、温度敏感性、到达顶小穗的天数、灌浆期因子、基本早熟性、Cstring 型的土壤肥力要求、double 型的品质指标 1、...品质指标 n、Cstring 型的抗病性 1、...抗病性 n。MADV 为存放决策点作物栽培管理措施和水平的一维变体数组, 依次为 double 型的播种深度、种子发芽率、氮肥利用率、磷肥利用率、钾肥利用率、决策点前 3 年平均产量及最高产量、Cstring 型的整地质量、栽培管理水平、防病治虫水平、水分管理水平、肥料管理水平、决策点最早播期及最迟收获期、实际播期、实际播种方式。ITDV 为存放用户生产目标和要求的一维变体数组, 依次为是否选用专用品种(int)、double 型的产量目标、品质目标 1、...品质目标 n、Cstring 型的对抗病性 1 的要求、...对抗病性 n 的要求。ODV 为存放构件输出参数的变体数组, 其中, 生长指标动态和植株营养指标动态功能构件及其子构件的 ODV 为二维数组, 第一维为天数, 第二维为数据项目, 依次为日期(Cstring)及其对应的指标值(double); ODV 在其它构件中均为为一维数组。

4.5 作物管理知识模型应用系统自定义构件中的通用算法函数框架

通过分析不同作物管理知识模型系统中的自定义构件, 并根据作者在小麦管理知识模型系统设计与开发过程中积累的经验, 提出了如下 11 个通用算法函数构件。这些算法一旦做成通用构件, 便可以在不同作物管理知识模型系统中即插即用。1) 5 日滑动平均算法; 2) 儒历天数转换成日期; 3) 日期转换成儒历天数; 4) 相对权重法的计算; 5) 日长的计算; 6) 通过日照时数计算辐射量; 7) 光温潜力的计算; 8) 生理发育时间的计算; 9) 适宜最大叶面积指数的计算; 10) 土壤水势转换成土壤含水率; 11) 功能构件中 5 类通用输入参数变体数组的打

包解包过程。

5 结 语

作物管理知识模型是将系统分析方法和数学建模技术应用于作物管理知识表达体系而建立起来的量化模型, 具有普适性强、精度高及实用性好等特点^[15]。但作物管理知识模型的研究起步较晚, 目前尚未形成比较成熟的研究与开发方法^[15]。本研究针对目前作物管理知识模型系统开发框架与标准方面的不足, 将软件重用思想应用于系统设计与开发的全过程, 在提炼小麦管理知识模型框架的基础上, 通过综合不同作物管理知识模型系统的共性及软件设计和开发的特点, 初步建立了作物管理知识模型系统的通用设计与开发框架。研究结果有助于提高作物管理知识模型系统的开发效率, 为建立标准化和数字化的作物管理知识模型系统提供了技术参考和软件框架。当然, 随着软件工程技术的不断发展和对作物管理知识模型系统的更深入理解和分析, 本研究结果将在今后得到不断的修改和完善。

[参 考 文 献]

- [1] 宫向东 信息技术标准化讲座(三): 信息技术标准化涉及的范围[J] 信息技术, 2000, 26- 29
- [2] 何绍华 现代信息技术标准化的发展趋势[J] 图书情报知识, 1997, (1): 37- 39
- [3] 卢桂英, 常颖杰 软件产品标准化设计的主要内容[J] 标准化报道, 1996, 17(3): 18- 20
- [4] Johnson R E Components, Frameworks, Patterns [J] ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 1997, 22 (3): 10- 17
- [5] 吴明晖, 应 晶, 何志均 基于构件的框架开发方法及其特定域应用[J] 计算机工程, 1999, 25(10): 86- 87, 92
- [6] 贺 岚, 狄玉来 基于构件的软件设计模型[J] 计算机研究与发展, 1998, 35(5): 451- 454
- [7] 余先庆 构件 构件库 构件化开发方法[J] 中国科学院研究生院学报, 1998, 15(1): 86- 90
- [8] 唐 屹 构件方法在软件开发中的应用[J] 广西大学学报(自然版), 1999, 24(2): 137- 139
- [9] 潘爱民 COM 原理与应用[M] 北京: 清华大学出版社, 1999
- [10] Rofali R, Harkey D. Instant CORBA [M] Wiley Computer Publishing, 1997.
- [11] (美) Chuck Cavaness Brian Keeton, 智慧东方工作室译 EJB 2.0 企业级应用程序开发[M] 北京: 机械工业出版社, 2002
- [12] 肖劲锋, 杨巨杰, 宫辉力, 等 模型库系统平台的研究[J] 遥感学报, 2001, 5(2): 135- 141.
- [13] 闫守邕, 等 空间决策支持系统通用软件工具的试验研究 [J] 环境遥感, 1996, 11(1): 68- 78
- [14] 钱雅靖 决策支持系统开发工具的模式研究[D] 北京: 北京理工大学计算机科学与工程系, 2000
- [15] 朱 艳 基于知识模型的小麦管理决策支持系统的研究 [D] 南京农业大学博士学位论文, 2003

Framework for design and development of knowledge model system for crop management

Zhu Yan, Cao Weixing, Tian Yongchao, Wang Qimeng
(Key Laboratory of Crop Growth Regulation, Ministry of Agriculture,
Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract Based on extracting the framework for design and development of knowledge model system for wheat management, the general framework for design and development of knowledge model system for crop management was established by integrating the general characteristics of different knowledge model systems for crop management and software design and development. The framework includes the subframeworks of system overall structure, fundamental standards of soft components, development platform and system application. The subframework of system development platform includes structure and functions of system development platform, functions, framework and components of model bank management system. The system application subframework includes the structure of system application framework, application system development framework, application system functional framework and components, I/O framework of functional component in applicational system, general algorithm function framework of self-defined components in application system. This study provides a guideline for enhancing development efficiency of knowledge model system for crop management, and for developing the standard knowledge model system and decision support system for crop management.

Key words: crop management; knowledge model; system development; framework; soft component

“Ei 中国”网及部分内容简介

“Ei 中国”网业已开通(网址为 www.ei.org.cn), 如要了解 Ei 数据库信息及收录中国期刊情况, 可登录 www.ei.org.cn。

上网可查阅:

1) 申请在中国召开的学术会议论文 Ei 收录的程序;

2) 如何辨别 Ei Compendex (核心刊) 及 Ei Page

One (非核心刊) 数据;

3) 被 Ei 数据库收录的中国期刊一览表;

4) 期刊收录原则、范围等;

5) Ei 摘要的写作要求等。对指导作者、审者及编辑规范科技论文英文摘要有指导意义。

(本 刊)