

基于 ARIS 的农业信息采集平台需求分析方法

徐 刚, 陈天恩^{*}, 陈立平, 王彦集, 郜允兵

(国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097)

摘 要: 需求分析是信息系统工程的关键, 随着农业信息化的发展, 农业信息系统工程的需求定义和分析也逐渐得到重视。该文针对农业软件系统研制中经常发生的需求无法得到准确描述的问题, 在农业信息采集平台的研制过程中引入 ARIS 需求分析建模方法。通过对农业信息采集平台的需求建模, 研究了 ARIS 5 种视图在农业信息系统建模中的应用, 采用 EPC 建立流程模型。最后结合软件研制实例分析了 ARIS 需求分析建模方法在农业领域应用软件研制中的优势。

关键词: 信息系统工程, 模型, ARIS, 需求分析, 农业信息采集

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2009.08.025

中图分类号: F302

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2009)-8-0136-05

徐 刚, 陈天恩, 陈立平, 等. 基于 ARIS 的农业信息采集平台需求分析方法[J]. 农业工程学报, 2009, 25(8): 136—140.
Xu Gang, Chen Tianen, Chen Liping, et al. ARIS-based requirement analysis of agricultural information collection system[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(8): 136—140. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

农业信息化研究的重点之一是开发动植物生长和生态环境信息数字化采集技术、精准作业和管理系统^[1]。信息系统的功能覆盖两大范畴: 系统责任与问题域。系统责任实现系统的通用功能, 一般包括数据采集、数据维护、数据输出和安全功能等。问题域是系统面向特定领域的业务规则, 由其产生的业务处理功能是信息系统的核心功能^[2]。信息系统工程是一个将农业领域问题空间映射到信息领域解空间过程, 包括业务逻辑与界面逻辑两部分。不正确, 不准确, 或过度的需求定义, 必然导致需求与实现的偏差^[3]。当前中国学者针对农业信息系统工程的特点, 在系统的设计、实现方法、应用平台和软硬件环境上都做了很多研究^[4], 然而在需求分析阶段所做的工作还比较少, 在一般的工程中也很少将需求分析与设计区分开来, 随着系统规模的扩大, 需求与设计脱节的问题也日趋严重。有必要寻找一种需求建模方法, 通过科学的方法定义软件需求, 并将这一过程标准化、工程化, 可以改善农业信息化过程中重复建设较多的问题, 使信息工程学的实现更为准确的反应农业实际需求。软件工程领域常用的需求建模的方法有很多, 例如 ARIS (architecture of integrated information system)、IDEF

(integration definition method)、CIM-OSA (computer integrated manufacturing system architecture)、GERAM (generalized enterprise reference architecture and methodology)、IEM (integrated enterprise modeling) 等。其中 ARIS 作为一种面向过程的建模方法, 较为适合描述农业领域应用的需求建模。本文的主要工作是将 ARIS 方法用于农业信息采集平台的需求分析与建模, 用于解决农业信息化工程需求分析阶段常常遇到的, 组织机构不清晰、功能需求不明确、数据需求混乱和业务逻辑表述不直观等问题。希望能够为农业领域内的需求分析提供一种新的方法, 在需求分析阶段缩短领域专家与设计人员之间的距离, 为信息工程的质量控制、进度控制和变更控制提供方便。

1 ARIS 介绍

ARIS (集成化的信息系统体系结构) 是由德国 Saarbrücken 大学的 Dr. A.-W. Scheer 教授提出的一种面向过程的企业建模方法^[5]。它定义了组织、数据、功能和输出视图, 并定义了独特的“控制视图”以 EPC (event-driven process chains 事件驱动的过程链) 方法将以上 4 个视图连接在一起。

每个视图都是按需求定义、设计规约、实现描述的 ARIS 生命周期进行组织的。在需求定义阶段从需求提供者那里了解需求, 确定系统的语义模型 (semantic model); 设计规约阶段的主要任务是针对实施工具的接口改写模型, 此时尚未与实际产品建立关系; 在实现描述阶段将需求实现到物理的数据结构、硬件组件和实际软件产品上^[6-15]。ARIS 方法通过这样一个生命周期, 将需求与最终产品连结起来。

2 农业信息采集平台的需求分析与建模

在农业领域使用 ARIS 方法进行需求建模实际上是

收稿日期: 2009-02-16 修订日期: 2009-05-25

基金项目: 北京市留学人员科技活动项目择优资助课题—精准灌溉自动化系统中的智能传感器网络技术与耗能理论研究; 国家 863 计划课题“基于 SOA 的数字农业智能决策服务关键技术研究” (2007AA10Z234); 国家 863 计划重大项目课题“精准农业技术集成平台研究与开发” (2006AA10A306)

作者简介: 徐 刚 (1979—), 男, 主要研究方向为软件工程、精准农业信息获取技术等。北京 国家农业信息化工程技术研究中心, 100097。

Email: xug@nercita.org.cn

^{*}通信作者: 陈天恩 (1978—), 男, 博士, 主要研究方向为空间信息、软件工程及农业信息技术。北京 国家农业信息化工程技术研究中心, 100097。

Email: chente@nercita.org.cn

一个对农业专业问题域进行逐步限定的过程。通过逐步限定问题域的方式,使需求提供者即农业领域专家与系统设计者即信息领域开发人员逐步达成共识,确定信息系统工程的需求。

农业信息采集平台的需求建模工作主要集中在两方面:功能与流程。主要包括 3 个软件:测绘软件用于对农村地物进行测绘,将地物分为点线面 3 种类型,测绘结果可以上传到服务器,并由服务器自动处理,生成矢量地图。采样管理软件用于记录采样情报,软件可以通过服务器上相应的 Web Service 实时获取推荐点位图,而后参考推荐点位图进行实际采样,记录样品信息与采样点信息,最后将采样结果发回到服务器。施肥情况调查软件负责调查农业生产信息,包括种植信息、气象信息、施肥信息,主要解决传统调查表式调查信息无法自动处理的问题,并可以将调查结果上传,这种方式在一些较偏远、欠发达地区比基于 Web 页面的调查更方便。由于功能需求复杂,业务流程很多,限于移动开发在处理能力、显示能力以及存储能力上的限制,系统要求流程尽可能精简。采用 ARIS 方法,建立直观的流程模型,并提供精简与改进流程的方法,是本研究的核心。

下文分析农业信息采集平台的需求,定义平台的组织机构、数据、输出、功能结构和业务流程。根据 ARIS 方法,以工程管理为例,建立流程的 EPC 视图,并根据数学逻辑的演算分解流程。建模的过程就是一个对问题空间的服务对象、加工材料、产品、作用范围以及详细流程的限定过程。

2.1 系统组织、数据和输出的定义

定义组织结构视图的目的是限定系统用户,确定用户的权限及其工作范围,在农村政务系统中,可能会定义较为复杂的组织结构,本研究的研究对象是农业信息采集平台的需求,组织结构相对简单。包括 4 种角色:测绘人员、采样人员、调查人员、以及管理人员,系统的一切功能都是由这 4 种角色控制的。测绘人员、采样人员、调查人员定位是农村基层工作人员和农村基层技术推广员,管理人员定位在经过较长时间培训的有一定 IT 知识的系统维护人员,以上限定了软件服务对象的技术能力。从需求上也要求软件的最终界面应以简单为主,功能上以自动化处理为主,尽量避免人工操作,以减少出现问题的概率,缩短培训时间。将难度比较大的数据处理工作放到服务器上,这样就要求手机端软件必须很容易的与服务器交互,最终选择了采用基于 SOA(service-oriented architecture, 面向服务的体系结构)思想的 Web Service 技术沟通手机与服务器,这就保证了软件的可移植性与通讯的可靠性。

数据视图定义了农业信息采集平台涉及到的数据,共有 10 项数据:工程信息、地名表、肥料表、新肥料表、测绘类型信息、地图信息、测绘信息、采样信息、生产信息以及地图文件。与功能需求不同,数据需求通常由参与制定数据交换标准的专业人员提供,对于信息系统的认识一般比较深刻。此外,由于开发的是基于移动平台的农业信息采集系统,一般数据独立性较强,在需求阶段需要做的交流工作比较少,只定义数据类型及

数据之间的相互关系。

农业信息采集平台的输出视图定义了平台提交到服务器的数据,共有 3 项输出:测绘输出、采样输出和调查输出。3 项输出都包括工程信息,测绘输出还包括地物类型信息,而调查输出则包括新肥料信息。输出视图实际上是数据视图的子集,视图的定义主要与 Web Service 的设计人员相关,需求交互较少。

2.2 系统功能界定

由于农业信息采集过程中多数功能是由自然事件(指由操作人员的测绘、采样、调查和管理需求或环境因素引起的外部事件)直接引起的,相互之间的逻辑关系较为简单,本文对此不作研究。事件、功能、组织、数据、输出之间的关系完全由控制视图反映,在此仅研究功能结构。

平台由测绘、采样、调查 3 个软件构成(图 1),每部分都包括特有工程执行单元和工程管理单元两个模块。这两个功能单元都是复杂功能,通过进一步了解需求,就可以将功能分解。通过这样自上而下,层层分解的方法,直到把功能分解为不能继续拆分的基本功能为止。整个软件最终被分解出 120 余个功能,下面将以工程管理为例,详细解释定义功能结构图的过程。

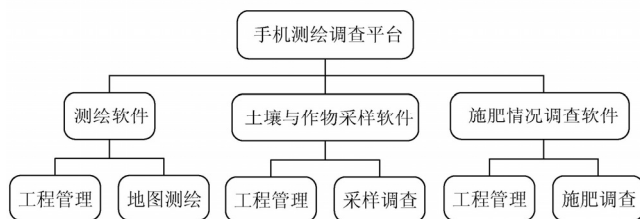


Fig.1 Function view of agricultural information collection platform

图 2 是一个功能分解的范例,工程管理单元被分解为两部分:新建工程 and 选择现有工程,选择现有工程又被分解为:数据管理、确认工程和取消选择 3 个功能单元,数据管理又进一步分解为:配置工程底图、查看数据、数据上传、增加测绘类型和选择工程 6 个子功能。

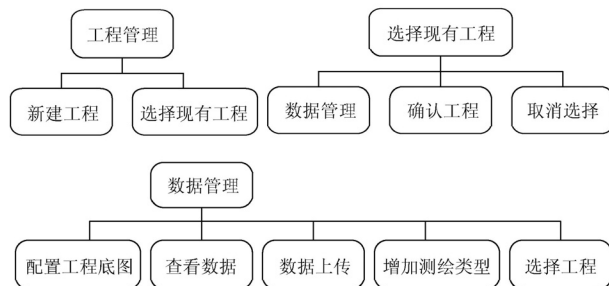


Fig.2 Detailed function view of agricultural information collection platform

功能结构的划分实际上是对问题空间的作用范围进行逐层划分。通过这样功能分解的过程,设计人员就可将农田信息采集平台的功能结构展示给需求提供人员。此外,在定义功能结构的同时也对界面逻辑做出了限定。

2.3 流程建模

控制视图中包括 120 余个功能模块, 将功能用事件连接起来, 就构成了 50 余个业务流程。ARIS 建模方法在农业信息采集平台的优势就在于: 使用相对简单的 EPC 图表描述复杂的农业领域业务流程。并且, 可以根据数学演算校验、简化或修正流程。

下面本文将针对几个有代表性的流程介绍农业信息系统 ARIS 需求建模。

图 3 反映的是启动平台的业务流程, 当软件启动之后, 首先确认当前工程, 而后才可以管理或执行工程。这样业务流程是比较复杂的。为了便于理解需要对流程进行分解, 而分解的过程无需需求提供人员参与, 只要根据功能与事件之间的产生关系就可以分解流程。分解过程是一个完全的数学过程, 将事件与功能用符号表示。

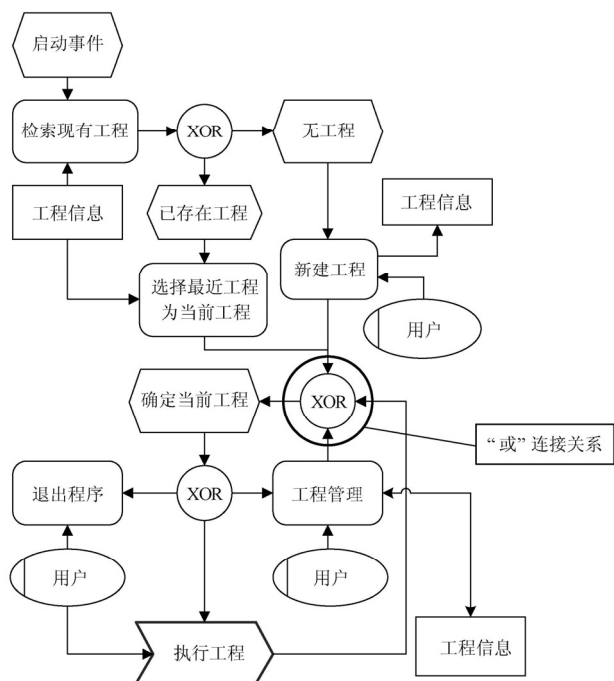


图 3 农业信息采集平台启动项目业务流程控制视图(原始)
Fig.3 Control view of startup process of agricultural information collection platform (oriented)

启动事件 (E0), 无工程 (E1), 已存在工程 (E2), 确定当前工程 (E3)。

检索现有工程 (F0), 选择最近工程为当前工程 (F1), 新建工程 (F2), 工程管理 (F3), 退出程序 (F4), 执行工程 (F5)。

数学表达如下

$$E0 \rightarrow F0 \quad (1)$$

$$F0 \rightarrow E1 \oplus E2 \quad (2)$$

$$E2 \rightarrow F1 \quad (3)$$

$$F1 \oplus F2 \oplus F3 \oplus F5 \rightarrow E3 \quad (4)$$

$$E3 \rightarrow F3 \oplus F4 \oplus F5 \quad (5)$$

$$E1 \rightarrow F2 \quad (6)$$

依据离散数学中的逻辑演算规则可知

$$F0 \rightarrow E1 \oplus E2 \Rightarrow F0 \rightarrow (E1 \cup E2) \cap \neg (E1 \cap E2) \quad (7)$$

将式 (3) 和式 (6) 代入式 (7) 则有

$$F0 \rightarrow (F1 \cup F1) \cap \neg (F2 \cap F1) \quad (8)$$

因此在 F0 成立的前提下, F1 与 F2 不相交, 记做:

$$F0: F1 \cap F2 = \emptyset \quad (9)$$

$$F0: F1 \cup F2 = F1 \oplus F2 \quad (10)$$

同理可知

$$E3: F3 \oplus F5 = F3 \cup F5 \quad (11)$$

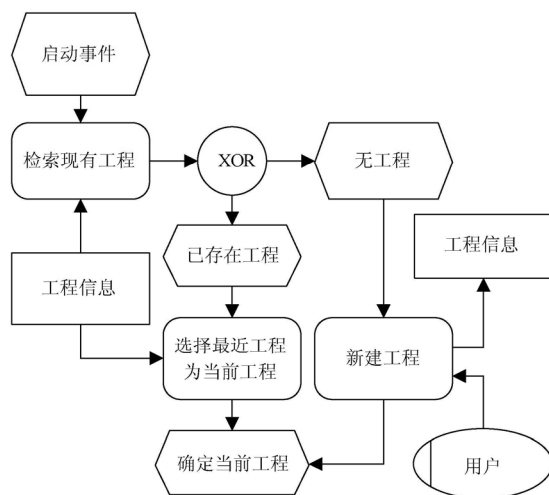
将式 (10) 与式 (11) 代入式 (4) 可得式 (12)

$$F1 \oplus F2 \oplus F3 \oplus F5 \rightarrow E3 \Rightarrow (F1 \cup F2) \oplus (F3 \cup F5) \rightarrow E3 \quad (12)$$

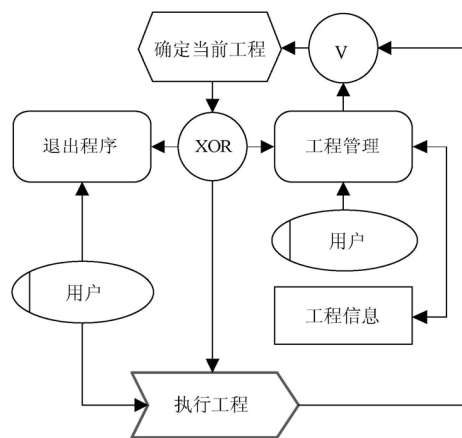
综合式 (2) 式 (4) 式 (5) 式 (12) 可知

$$F1 \oplus F2 \oplus F3 \oplus F5 \rightarrow E3 \Rightarrow F1 \cup F2 \cup F3 \cup F5 \rightarrow E3 \quad (13)$$

因此图 3 “确定当前工程”处的“异或”关系可被替换为“或”关系, 将流程在此处切割, 就可以将图分成两个流程: 启动项目和控制工程。当软件启动之后, 首先检索工程如果未发现工程, 则须创建新工程为当前工程, 否则自动选择最近一次工程为当前工程; 当确定当前工程之后就可以管理工程, 或执行工程。上述两个流程如图 4 所示。



a. 启动项目业务流程控制



b. 控制项目业务流程控制

图 4 拆分后农业信息采集平台启动项目与控制项目业务流程控制

Fig.4 Split control views of startup process and project management process of agricultural information collection platform

图 3 与图 4 描述的流程是一致的, 只是因为对流程进行了切割, 单个流程描述得到了简化, 也更容易理解。

对一些复杂的流程, 也可以按从粗到细的思路进行描述, 由功能结构图可知, “工程管理” 实际上是 1 个可分解功能, 因此可以对工程管理进行细化, 那么图 4b 描述的就是 1 个“粗流程”, 图 5 描述的工程管理就是 1 个“细流程”。

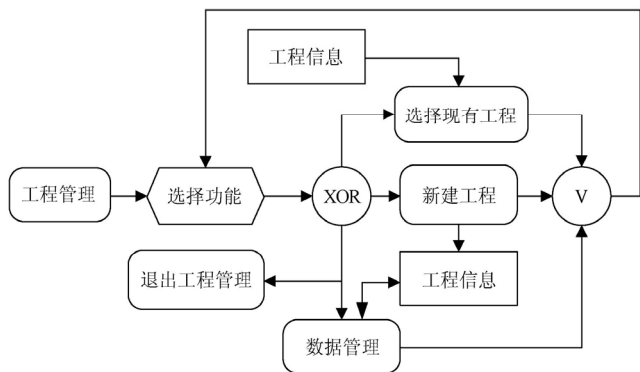


图 5 农业信息采集平台工程管理业务流程控制视图

Fig.5 Control view of detailed project management process of agricultural information collection platform

根据流程中事件与功能的产生关系, 可以对复杂流程进行切割, 将大流程切为小流程; 根据功能结构图可以将“粗流程”分解为“细流程”, 这种简化方法可以减少设计人员与需求提供人员之间的距离。由于简化与分割过程是建立在严格数学推导过程基础上的, 通过这样 1 个过程, 可以实现流程自动分割与简化, 同样也可以通过类似的逻辑演算验证流程的正确性, 使设计人员

在缺乏领域知识的情况下, 可以尽可能的纠正需求理解的偏差。

3 结果与分析

在传统农业信息系统开发中一般采用需求分析与设计结合的方法, 以原型开发的形式了解需求, 逐步改进原型以得到最终的软件。软件的需求主要通过界面来展示, 对于一些复杂流程往往通过专业文档或论文描述。这种需求定义方法没有区分农业领域专家与信息系统开发人员知识域的差距, 在实现时会造成原型开发阶段循环次数较多, 既增加了确认测试的难度, 也容易引发需求偏离。ARIS 建模方法的优势在于通过组织结构视图定义用户、通过数据视图定义待加工材料、通过输出视图定义输出产品、通过功能结构图定义系统功能、最终通过控制视图将其他 4 个视图结合起来以定义业务流程, 各个视图都可以按层次划分, 控制视图还可以通过逻辑推演的方式进行分割和简化。这样就缩短了农业领域专家与开发人员之间的距离, 可以更清楚的定义需求, 减少设计过程与实现过程中因需求变化引起的返工, 改善农业信息工程的质量。

在本研究中, 通过需求建模, 软件的全部需求被定义出来, 软件需求的问题空间被精确限定成 120 余个功能模块, 50 余个业务流程也被分别定义。农业信息采集平台已经被设计实现, 最终实现界面如图 6 所示。由于需求定义清晰, 降低了设计工作的难度, 设计时更多的考虑界面的优化, 而非内部的逻辑, 这就提高了设计的效率, 减少了因为需求偏差导致的返工。由于采用了 EPC 对业务流程进行了建模, 去除了大量冗余流程, 将一些复杂流程简化为简单流程, 也提高了软件的易用性。



图 6 农业信息采集平台部分界面

Fig.6 User interfaces of agricultural information collection platform

因此, ARIS 方法很适于农业信息系统建模, 特别是一些流程复杂的系统, 采用 ARIS 建模方法可以改善需求获取情况, 采用严格的数学推演分解、简化和校正业务流程, 使农业信息工程更好、更准确的实现农业领域的业务需求。

4 结 论

信息系统工程的设计过程是 1 个将需求空间映射到设计空间的过程。为了使需求与设计尽量接近, 本文探讨了 ARIS 方法在需求阶段的建模过程。通过 ARIS 方

法中的 5 个视图, 对农田信息采集平台工程管理模块进行了部分建模, 并提供了功能逻辑的数学分析方法。系统其他部分的建模, 都可参照此过程, 充分利用 ARIS 的体系架构、各类方法与参考模型, 结合系统的特点与需求采取由上至下, 化繁为简, 由粗到细, 层层分解的方法, 构建整个系统的模型。由于 ARIS 方法面向功能与流程, 特别适合农业信息系统的建模。尤其是在一些基于 SOA 架构的系统中采用 ARIS 方法, 可以将 ARIS 的逻辑性与 SOA 的灵活性结合起来, 保证了系统的逻辑性又提高了系统的灵活性和可复用性。

希望本文的研究能对相关的农业信息系统基于 ARIS 方法需求分析有借鉴意义。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国国务院, 国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020 年)[R]. 北京: 中华人民共和国国务院 2002.
- [2] 刘忠. 中国农业管理信息系统发展现状、问题、趋势与对策[J]. 农业工程学报, 2005, 21(13): 201—206.
Liu Zhong. Status, questions, trend and strategy of management information system for agriculture in China[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(13): 201—206. (in Chinese with English abstract)
- [3] 陆汝铃, 金芝, 陈刚. 面向本体的需求分析[J]. 软件学报, 2000, 11(8): 1009—1017.
- [4] 彭隽, 朱德海. 农业信息系统在不同平台上性能的比较[J]. 农业工程学报, 2006, 22(9): 254—256.
Peng Jun, Zhu Dehai. Performance comparison of agricultural information systems in two different platforms[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(9): 254—256. (in Chinese with English abstract)
- [5] Scheer A. Architecture of Integrated Information System[M]. Berlin: Springer, 1992.
- [6] Gavriel Salvendy, Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management[M]. [S. l.]: Wiley-IEEE, 2001: 297—298.
- [7] Rob Davis. ARIS Design Platform: Advanced Process Modelling and Administration[M]. London: Springer, 2008.
- [8] 王彤, 曹颖超, 张丽娟, ARIS 业务流程管理平台简介[J]. 内蒙古石油化工, 2007, (8): 318—320.
- [9] 席阳, 施灿涛, 李铁克. 基于 ARIS 的钢铁企业 ERP 下的 MES 建模[J]. 冶金自动化, 2008, (2): 57—61.
Xi Yang, Shi Cantao, Li Tiek. Modeling methods for MES based on ARIS in iron and steel enterprise[J]. Metallurgical Industry Automation, 2008, (2): 57—61. (in Chinese with English abstract)
- [10] 刘宏波, 贾希胜, 王亚彬, 等. 基于 ARIS 的战时修理业务流程仿真研究[J]. 军械工程学院学报, 2008, (5): 1—11.
Liu Hongbo, Jia Xisheng, Wang Yabin, et al. Research on maintenance operation process simulation by ARIS in wartime[J]. Journal of Ordnance Engineering College, 2008, (5): 1—11. (in Chinese with English abstract)
- [11] Nüttgens M, Feld T, Zimmermann V. Business Process Modeling with EPC and UML: Transformation or Integration[M]//Schader M, Korthaus A. The Unified Modeling Language - Technical Aspects and Applications, Proceedings. Telos: Springer-Verlag, 1998: 250—261.
- [12] 杨树明, 杨青, 杨成海. 精细农业信息采集通用软硬件平台设计[C]. //第二届中国农业工程学术会议论文. 大庆: 中国农业工程学会, 2007.
- [13] 周志艳, 罗锡文. 农作物生产管理信息数据仓库维度建模初探[J]. 农业工程学报, 2005, 21(11): 112—115.
Zhou Zhiyan, Luo Xiwen. Dimensional modeling of crop production management information data warehouse[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(11): 112—115. (in Chinese with English abstract)
- [14] 王继成, 高珍. 软件需求分析的研究[J]. 计算机工程与设计, 2002, (8): 18—21.
Wang Jicheng, Gao Zhen. Research on software requirement analysis[J]. Computer Engineering And Design, 2002, (8): 18—21.
- [15] 王映辉, 王立福, 张世琨, 等. 一种软件需求变化追踪方法[J]. 电子学报, 2006, 34(8): 1428—1432.
Wang Yinghui, Wang Lifu, Zhang Shikun, et al. A tracing approach of software requirement change[J]. Acta Electronica Sinica, 2006, 34(8): 1428—1432. (in Chinese with English abstract)

ARIS-based requirement analysis of agricultural information collection system

Xu Gang, Chen Tianen^{*}, Chen Liping, Wang Yanji, Gao Yunbing

(National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China)

Abstract: Requirement analysis is important for information system engineering, and the requirement definition and analysis of agricultural information system engineering were increasingly being focused with the development of the agricultural informationization. This paper used the ARIS-based requirement analysis and modeling method in the design of the agricultural information collection platform to solve the inaccurate description problem of the requirement in the agricultural software system. The application of the five views of ARIS in the agricultural information system was studied by using the EPC (Event-Driven Process Chains) method to model the requirement in the agricultural information collection platform. Finally, the practical implementation of the software shows the advantages of ARIS modeling method for the agricultural research and development.

Key words: models, agricultural information engineering, ARIS, requirement analysis, agricultural information collection