

# 信息模型驱动的信息系统开发与元信息系统

梁 军 何建邦

(中国科学院地理科学与资源研究所 北京100101)

## Information Model Driven Development of Information System and Meta Information System

LIANG Jun HE Jian-Bang

(Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

**Abstract** The development of Information System has been experienced four phases: Computing Central, Data Central, Object Central phase, and Model Central phase under developing. Information Model in UML will be the core of development of Information System. In order to manage Information Model, Artifacts of system development (such as models, documents, source codes and components), the development process and the running of information system, an information system of information systems, Meta Information System, must be built. Meta Information System will become a Computer Integrated Manufacture System (CIMS) of Software Enterprise.

**Keywords** Information model, Meta information system, UML

信息系统开发经历了以计算为中心、数据为中心、对象为中心(数据与处理一体化)和正在发展的以模型为中心的四个阶段。以模型为中心的阶段的出现,使信息系统开发成为一个由信息模型(Information Model)驱动的过程,信息模型将贯穿于信息系统的分析、设计、实现、配置、维护和管理各个阶段,从而需要一个基于信息模型的、辅助和管理信息系统开发与运行过程的信息系统,即元信息系统。

### 1 信息系统开发的四个发展阶段

软件的开发经历了以计算为中心、数据为中心、以对象为中心(数据与处理一体化)和正在发展的以模型为中心的四个阶段。

以计算为中心的阶段,数据与程序是一体的,没有独立的数据库,主要用于完成特定的计算任务,数据各自孤立,无法共享。这个阶段出现了结构化设计方法和模块化技术。

以数据为中心的阶段,数据与程序分离,数据由数据库管理系统(DBMS)管理,应用程序通过访问数据库,获取所需的数据并进行处理,各种应用程序共享数据库中的数据资源。这一阶段出现了实体关系模型(E-R图)和数据流分析等方法与技术,以及SQL结构化查询语言,主要解决数据的可重用(Reuse)问题。

以对象为中心的阶段,它把信息系统中所有要素看作对象,对象由数据(属性)和处理(方法)构成,持久性对象的数据存贮在数据库中,数据库中的数据通过影射转换为软件对象。软件对象能更好地与现实系统中的实体对应,从而实现了现

实世界与信息世界的统一,使软件和信息系统的建模成为可能。这个阶段出现了许多面向对象的分析与设计方法,最后通过UML(Unified Modeling Language)统一建模语言一统江湖<sup>[1]</sup>,为信息模型建立奠定了基础。组件(Component)和CBD(Component Based Development)组件开发技术、 workflow技术(Workflow)、Internet技术得到迅速发展。本阶段强调软件的可重用。

以模型为中心的阶段,基于信息模型开发软件产品。UML作为一种标准的建模语言,用于建立软件及信息系统的信息模型,并利用软件工具实现软件开发的正向工程和逆向工程,乃至知识库的管理。系统分析与设计将更好地利用人们长期积累总结出来的模式(Pattern)<sup>[4]</sup>。XML用于模型的交换与共享,SQL用于数据的定义与处理,信息模型统一存放在信息库(Repository)中,通过相应的软件工具构成一个元信息系统,元信息系统管理的数据是软件或信息系统的元数据。这一阶段强调模型和解决方案(模式)的可重用。

这四个阶段反映了人类认识的逐步深入和抽象的过程。信息产品的生产与物质产品的生产发展过程是类似的,最初人们生产物质产品的过程是没有设计的,基于想象和言传身授,其后出现了用文字和图纸记录分析与设计的过程,随着计算机的出现,发展了计算机辅助设计技术,并进一步发展为CIMS(计算机制造集成系统),从而使人类在物质生产过程的组织结构分层和分工愈来愈明显,进而改变物质产品的过程与方法。随着面向对象技术、组件技术、信息模型的发展以及元信息系统的出现,信息产品的生产也将像物质产品的

梁 军 博士,主要从事城市GIS研究。何建邦 教授,博士生导师。

好地提供个性化服务的道路上,Web Service向我们展示了新的可能,而ServiceBox则让我们看到了新一代个性化服务解决方案的雏形,同时也演示了分布式体系在Internet上的强大生命力。

### 参 考 文 献

- 1 Microsoft Passport Technical White Paper. Microsoft Corporation. March 2001
- 2 Web Service Architecture Overview-the next stage of evolution for

e-business. IBM Web Services Architecture Team, IBM developer-works. Sep. 2000

- 3 Advancing SOAP interoperability-A look at community SOAP interoperability efforts. Tony Hong. Founder, XMethods. June 2001
- 4 Web services architect. Dan Gisolfi. Solutions Architecture. IBM JStart Emerging Technologies. April 2001
- 5 ServiceBox Technical White Paper. Zhouhui, USTC ServiceBox Group. 2001-08
- 6 ServiceBox Business Model Overview. Caijianming, Zhouhui, USTC ServiceBox Group. 2001-08

生产一样进入一个社会化大生产的阶段,元信息系统将成为软件企业的 CIMS。

## 2 信息模型与模型驱动的信息系统开发

信息模型是信息系统的模型,是信息系统的结构与功能的形式化规范或详细规格说明,或者说是信息系统的元数据。

信息系统是为人类活动(主要是管理与决策)提供服务的一种设施或工具,主要用于对现实系统的数据进行采集、存储、处理和分析,为人类管理与决策提供信息服务,并通过人类的活动或自动化的处理对现实系统进行调控,从而使现实系统达到人类的要求与目标。如企业作为一种现实系统,需要管理信息系统、ERP、CIMS 和 CRM 的支持。

信息系统实质上是现实世界的系统(现实系统)在信息空间的影射,建立信息系统的关键在于建立信息模型,即建立现实系统组成部分(或要素)及其相互关系在信息系统中的影射关系,将现实系统组成部分(或要素)及其相互关系转换为信息系统的对象(实体)及其相互关系。系统分析与设计是一个建立信息模型的过程,而系统的实现和配置是依据信息模型进行编码、测试与安装,使信息系统运行的过程。系统运行管理与维护同样也需要依赖于信息模型。现实系统、信息系统与信息模型的关系如图1所示。

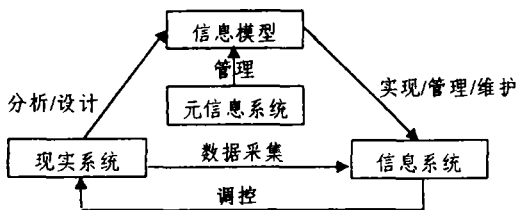


图1 现实系统、信息系统、信息模型与元信息系统的关系

信息模型如同建设工程的方案图和施工图,是信息系统建设的蓝图。建立信息模型的关键在于要有一个规范和形式化的语言对信息系统的结构与功能进行严格的定义和描述,反映系统的静态与动态特征,用于系统用户、系统分析员、设计师、程序员和系统管理员之间的信息交流与沟通,并在信息系统的整个生命周期(开发与运行)中发挥作用。

UML(Unified Modeling Language)统一建模语言,作为对象管理组织(OMG)的标准可视化建模语言,已成为信息模型的标准语言。OMG 对象管理组织的 MDA(Model Driven Architect)模型驱动的体系结构<sup>[6]</sup>和 MDC 元数据联盟的 OIM(Open Information Model)都以 UML 为核心语言定义系统的信息模型<sup>[5]</sup>。

UML 及其基础语言 OCL(Object Constraint Language)基于面向对象的思想,具有较强的语义表达能力和扩展能力

(通过 Stereotype 与 Tagged Value),能够反映系统动、静态结构与功能。

UML 具有较强的可视化能力,有利于信息系统开发参与人员的信息交流与共享。它通过用例图(Use Case Diagram)、状态图(Statechart Diagram)、类图(Class Diagram)、合作图(Collaboration Diagram)、序列图(Sequence Diagram)、活动图(Activity Diagram)、组件图(Component Diagram)、配置图(Deployment Diagram)等不同的视图来实现信息模型的可视化,如图2所示。各种视图在建模中的作用如表1所示。

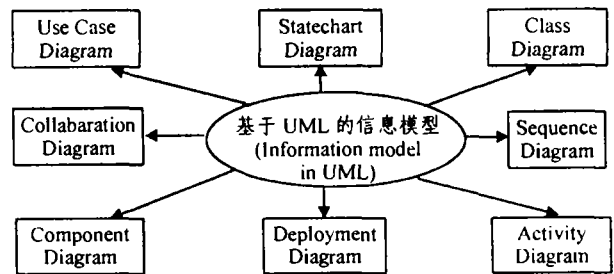


图2 基于 UML 的信息模型的可视化视图

表1 UML 视图在系统建模中的作用

建模要求	使用的视图	说明
系统需求	Use Case Diagram	用户角度对系统功能的需求
系统静态结构	Class Diagram	构成系统的类及其相互关系
对象的动态行为	Statechart Diagram	单一的一类或对象动态行为的建模,状态的变化与触发状态变化的活动。
对象之间的相互作用	Activity Diagram	业务流程的工作流建模及类操作或代码执行的流程。
	Sequence Diagram	对象间相互作用的时间序列的描述
	Collaboration Diagram	对象间相互作用的消息传递顺序的描述
物理实现结构	Component Diagram	对象与类在系统物理设计中所属的组件及系统的组件结构描述。
	Deployment Diagram	系统硬件设备及联接关系的定义

其中类图最为重要,反映了系统的结构,可以用于生成代码的模板和 DDL。

基于 UML 建模软件工具的发展,如 Rational Rose 和 Microsoft Visio,使信息模型能真正地在信息系统整个生命周期中发挥作用,信息模型驱动的信息系统开发成为可能。

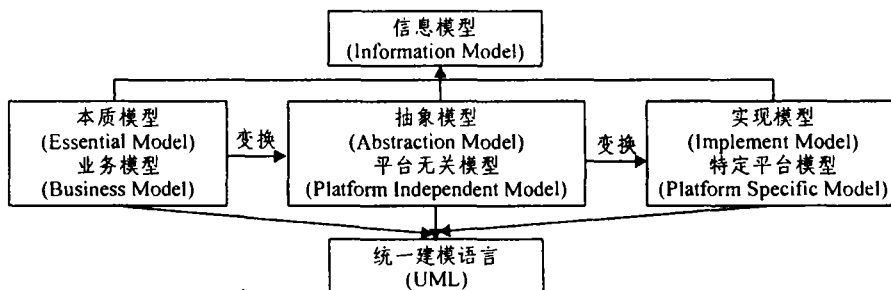


图3 信息模型分类

信息系统的信息模型可分为本质模型(Essential Model)或业务模型(Business Model)、抽象模型(Abstraction Model)或平台无关模型(Platform Information Model)、实现模型(Implement Model)或特定平台模型(Platform Specific Model),如图3所示。这些模型统一采用UML描述。

其中本质模型是现实系统的业务过程与业务对象的模型,是需求与业务(领域)分析的成果,而抽象模型则是基于本质模型,不考虑具体实现平台和独立于服务提供商的信息系统的模型,抽象模型的建立有利于模型的重用。而实现模型则针对具体平台实现信息系统的模型,如基于CORBA或COM/DCOM。抽象模型与实现模型是系统分析与设计的结果,抽象模型可以通过手工或自动方式转换为实现模型。基于实现模型可以通过软件工具生成源码的模板和DDL,实现正向工程;也可以由源码和DDL逆向生成模型,实现逆向工程,从而贯穿系统的整个开发过程。

根据MDC的OIM,信息模型由分析与设计模型、对象与组件模型、数据库与数据仓库模型、商业工程模型和知识管理模型等构成,它们都以UML作为模型语言。如图4所示。

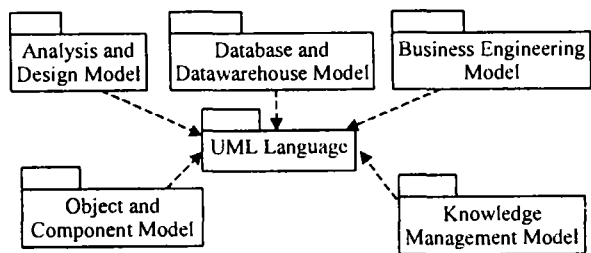


图4 MDC OIM的信息模型构成<sup>[4]</sup>

为了实现模型在不同工具软件之间的重用,OMG与MDC都提出了基于XML的模型交换规范,如OMG的XMI。

基于信息模型驱动的信息系统开发可以将分析与设计模式应用于建模过程,从而提高系统的开发效率,实现知识的重用。

### 3 元信息系统

信息系统的分析、设计、开发、布置以及管理、维护是人类的一种活动,同样需要一种设施或工具,为人类这种智力活动提供帮助,这就需要一种信息系统,即元信息系统。信息模型的出现为元信息系统奠定了基础。现实系统、信息系统、信息模型与元信息系统的关系如图1所示。

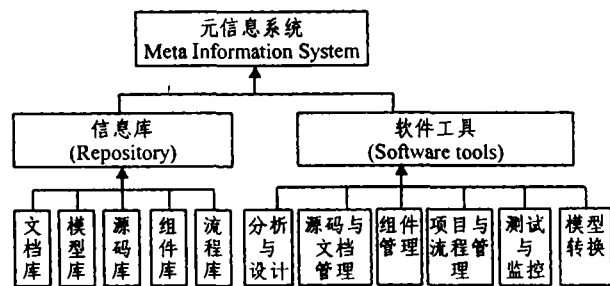


图5 元信息系统的结构

元信息系统是一种信息系统的信息系统,它管理的对象是信息系统的元数据及元数据构成的信息模型,元信息系统是由系统分析与设计、开发(编码与测试)、配置及系统维护、管理等辅助工具软件和信息库构成。主要供系统分析、设计、

开发、布置及系统维护与管理人员使用。元信息系统的构成如图5所示。

元信息系统提供各种软件工具,辅助软件开发人员进行分析、设计、代码生成、测试与系统运行监控、模型转换及各种成果的管理(包括文档、模型、源码、组件)。 workflow管理技术与项目管理技术的集成,用于实现对开发过程的管理。元信息系统的管理内容如图6所示。

目前,已经有一些商品化的软件工具可用于构建元信息系统,如Rational公司的Rational Suit系列AnalystStudio、DevelopmentStudio、ContentStudio、TestStudio等软件和Rational Unified Process过程方法。微软公司的Visual Studio中包含一些可用的工具,如源码与文档管理工具Visual Sourcesafe、组件管理工具Visual Component Manager、建模工具Visual Modeler和Microsoft Repository。关键在于软件企业选择合适的软件工具构建适合自身的元信息系统。

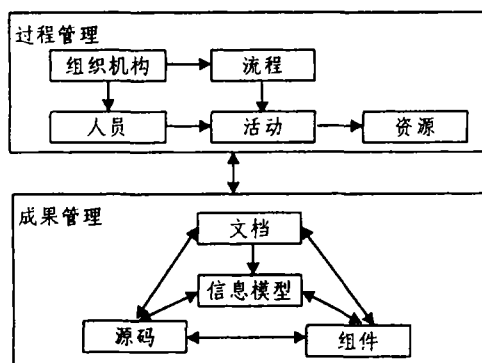


图6 元信息系统的管理内容

元信息系统的建立将有利于提高软件企业的软件开发效率、质量,实现信息资源的可重用,另一方面有利于企业通过ISO 9000和CMM认证。

结论 “工欲善其事,必先利其器”,信息模型的发展为信息系统开发的智力活动提供了一个连接现实世界与信息世界的一个中间的元模型,同时相关软件工具的发展使元信息系统呼之欲出,元信息系统的出现将使信息系统及软件的开发成为一个工业化的生产过程,进入一个以信息模型为中心的e-Development阶段,从而加速信息产业的发展。

随着模型驱动的信息系统开发与元信息系统的发展,今后可能会出现一个基于知识的信息系统开发阶段,在元信息系统中将增加知识管理的功能,基于知识的软件辅助开发工具将得到发展,并将进一步进入到一个以知识为中心的阶段,e-Development将更加全面和完善。

### 参考文献

- 1 陈睿,谢新洲.新一代信息系统——面向对象信息系统的分析与设计.航空工业出版社,1993
- 2 Rumbaugh J, Jacobson I, Booch G. The Unified Modeling Language Reference Manual, Addison Wesley Longman, Inc. 1999
- 3 D'Souza D F, Wills A C. Objects, Components, and Frameworks with UML: The Catalysis Approach. Addison Wesley Longman, Inc. 1998
- 4 Gamma E, Helm R, Johnson R, Vlissides J. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison Wesley Longman, Inc. 1995
- 5 Object Management Group. OMG Unified Modeling Language Specification Version 1.3. <http://www.omg.org>, 2000
- 6 Meta Data Coalition. Open Information Model Version 1.0. <http://www.mdinfo.com>, 1999
- 7 Architecture Board MDA Drafting Team: Model Driven Architecture: A Technical Perspective Review Draft Version 00-17 (frame). <http://www.omg.org>, 2001