

信息系统的开发方法及其体系模型*

仲萃豪 曹东启

郭荷清

(中国科学院软件研究所, 北京 100080)

(华南理工大学计算机系, 广州 510641)

摘要 本文讨论了信息系统中的几个关键问题, 包括一些重要概念: 认知体系、可重用构件库、Form(表格)数据结构及其控制语言等。所建议的方法分为3个阶段。第1步是由角色法仿真人工系统, 第2步是构造可重用构件库, 即基本级、Form级和专用级, 最后是生成实际运行系统。本文侧重于面向对象的概念。它已成功地用于几个大型 MIS 系统。

关键词 软件工程, 应用软件, 面向对象。

随着人们对客观世界认识的深化, 对信息系统的开发方法、模型、开发工具的研究也随之深化。回顾系统软件开发技术, 通常将其发展阶段划分为初始、发展和成熟三个阶段。初始阶段采用传统的模块结构设计方法, 按功能需求直接加以实现, 其结果是开发周期较长、模块间关系紧密、系统结构固定, 整个系统难以分割、改变和维护。第二阶段是发展阶段, 抽象出一些基本概念, 如引入进程模块概念, 研究语言的语法和语义等, 并采用结构化程序技术实现, 在系统结构上获得改善, 但开发效率未获得根本解决。第三阶段为成熟阶段, 在总结出系统模型、分析出系统的特征和规律的基础上, 研制出信息系统开发的辅助工具和自动生成工具, 在系统结构和开发效率上均得到较大的改善。总结系统软件的发展过程和规律, 可以发现, 历史悠久的程序语言技术仍旧是开发过程中最活跃、最有效的工具, 可以实现自动编程; 而其它各种工具仅仅是辅助手段, 仅对减轻劳动强度、提高工作效率有所帮助, 对系统的生成并无实质性的改变。

软件工程的发展规律也是相同的, 结构化分析和结构化设计方法, 仅仅改善了系统的结构, 其开发方法仍旧是按功能逐步求解来实现的。因此, 当前软件工程设计中仍存在着开发周期长、改变和维护困难等一系列问题。采用一些 CASE 工具, 也无法从根本上改变开发面貌。为此, 又引出 JSD 方法、策略数据库方法、面向对象方法等。它们都是从某一侧重面去总结系统的特征、规律和开发方法论, 做了大量的研究工作, 发表了不少论著。我们也在较多信息系统开发实践的基础上, 从认知体系这一根本观点出发, 总结了系统的整体结构及其数据和模块的特征, 研究了开发方法、环境和工具, 并做了几类信息系统的试验, 取得了较为满意的结果。

* 本文1994-09-23收到, 1994-12-31定稿

作者仲萃豪, 1934年生, 研究员, 博士生导师, 主要研究领域为软件工程, 软件开发。曹东启, 1935年生, 研究员, 主要研究领域为软件系统。郭荷清, 女, 1936年生, 副教授, 主要研究领域为软件工程, 工具与环境。

本文通讯联系人: 仲萃豪, 北京100080, 中国科学院软件研究所

本文先从认知体系方法入手,将信息系统开发概括为分析、设计和实现三个不同的阶段,并认为这三个阶段应有不同的认知规律^[1],应由最熟悉相应规律的人去完成相应的工作.针对分析阶段,我们采用了仿真客观世界现行人工系统的观点^[2],以获得准确的系统需求;针对设计阶段,我们设计了可重用模块的构件,并按层次继承关系将其抽象和转换成相应的逻辑系统;针对实现阶段,我们研制了实际运行系统开发平台,并将系统中的构件按菜单和界面设计要求进行外包装,以组装成有效的实际运行系统.在分析阶段中,我们采用了面向对象的核心思想^[3,4],并以信息系统的活动为基本分析、设计成分,将其提炼成可重用的构件,形成系统的构件库.深入研究信息系统的特征和规律之后,不难发现信息系统中的所有信息处理实质上都是对 Form 作为基本操作对象,研究它们的数据结构和各类操作.实际应用系统中可重用模块构件有时也被称之为套装软件包,它不仅类似面向对象系统中的封装对象,也可以仅仅是实现某一功能的功能模块,即采用 Ada 语言中的包更为确切.根据信息的特点,可以把各种构件进行分类:首先是常用的基本数据结构,它们组成零级构件;然后,在零级构件基础上,继承和建立信息系统中经常使用的数据结构,如表格、界面、菜单等二维数据结构,这类数据结构和构件是所有信息系统都可重用的封装体,称为一级构件;其次,在不同行业信息系统中,与行业关系密切的构件,其性质差别甚大,仅在同一行业中可重用,这类构件称为二级构件,它们是在一级构件基础上继承并构成的.

为了提高构件的开发效率,将具有相同属性的构件设计成模板,即构件类脚本;然后,使用 Form 操作语言编写这些模板或脚本;再经过相应语言编译工具,自动生成所需的构件,组成逻辑信息系统.

最后阶段是根据用户设计的菜单和界面,将逻辑系统安装到相应运行平台上,并增加操作界面、各种报表打印、各种性能优化、增加系统维护功能等,即对系统进行外包装,生成实际运行的信息系统.如果按行业建立了相应的构件库,那么对相同行业信息系统的开发,仅需要第三阶段的工作,有时仅对需求报告和构件库作一些局部修改,由此提高了系统的开发效率、确保系统质量,同时也便于系统的修改和维护工作.

由于篇幅所限,本文仅对上述问题作一扼要的讨论,其它有关内容将在陆续发表的论文中详细介绍.

1 开发应用程序的认知体系

认知体系是人们如何认识客观世界的基本观点和方法,从开发信息系统来看,对分析、设计和实现三个阶段,应有相应的业务专长的人完成,他们的认知体系往往是不同的.这是因为它们所描述的对象不一样,特性不一样,需要解决的目标和存在的问题也不一样.如果把三个阶段的任务混在同一个体系中解决是不合适的,也是难以达到较满意的结果,应采用不同途径去解决.

1.1 需求获取阶段

系统分析阶段又称需求获取阶段,其主要目的是获取信息系统的准确需求,编写高质量的需求分析说明书.根据 Jackson 的观点,计算机信息系统是代替人工现行系统,它首先是忠于现行系统,然后是高于现行系统,以提高人工系统效率和正确性,支持人们优质、高效地完成信息业务的处理、管理和决策方面的任务.

目前信息系统的需求分析工作是由系统分析员承担,他们往往只凭自己熟悉的计算机技术和一知半解的相应专业知识,去调查、了解信息系统的总体情况和业务细节,以归纳写出系统需求报告。如此写出的报告很难是完整的、正确的,由此会造成以后各阶段的不断修改、扩充和完善。如果企图让用户对这样写出的需求报告签字、确认,是不甚合理的。最好的办法是采用一个专家系统代替分析员,让用户自己去写需求报告,才能较完整、较准确地反映系统的需求和实际情况。

研究现行系统的模型,要求把系统的功能和任务说清楚,要满足完备性和一致性,要强调描述系统的目标、任务和组织机构,每个部门、每个人都做哪些事(即活动),每件事的工作步骤,所用的文档和数据格式。

现行系统的模型可概括为系统中有许多角色,系统任务是通过各角色的行为和相互间的通信来实现的。角色可以是一个人或一台设备,角色又可进一步分为内部角色和外部角色(即主体和客体)。计算机信息系统的最终目的就是要替代内部角色的工作;而外部角色是系统的边界和环境,是整个系统的外部数据源和数据宿,起着激发内部角色工作的作用。现行系统的每一个活动,可用 IPO(输入、处理、输出)模型来描述,而整个信息系统可描述成为一个层次 IPO(HIPO)图。在具体获取系统需求时,专家系统向用户提供一组表格和问题,请用户自己填写和回答;然后系统检查各角色填写、回答的内容是否正确、是否一致,连接起来是否能够正确运转(完备性),并由此形成需求报告;最后,系统根据需求报告,通过解释程序将一个“演示”呈现给用户,并请用户给予确认。实现上述模型的专家系统工具,称之为 Roles,目前已建立一个原型系统,正在进行实用化、产品化工作。所获取的需求分析报告经过适当的加工、转换工作,就可以通过一个称之为 RSL&RSA(需求分析语言和需求分析器)的工具,完成进一步的分析、验证工作。需求分析过程中,将两种工具连接起来使用,将发挥更大的作用。

1.2 逻辑软件系统模型

利用计算机系统直接仿真、模拟现行人工系统工作,这就是 JSD 方法,其缺点是效率差,不符合软件系统的要求,软件人员要根据信息系统的需求报告,设计出适合软件系统要求的体系结构。如采用不同级别语言描述,自底向上逐层构造虚拟机,利用套装软件技术组成系统,实现可重用性;还要考虑系统安全性、可维护性、适应性等。这就是软件专业人员对信息系统的认知体系,此组成的信息系统称之为逻辑软件系统。一般 MIS 系统的数据结构是 Form(表格)为主,通常采用在数据库上建立起来的第四代语言 4GL 来编写逻辑软件系统,尽管不同的 4GL 因没有标准化,差异较大,并存在着各自的缺陷,但它还是一种强有力的编程工具,如果进一步将其改造,以面向对象技术中的封装对象 Form 为基本成分,以抽象数据类型为指导组成构件,以对象继承性实现自底向上的构件库,设计出 Form 过程控制语言来编写各构件脚本,将是较理想的编程工具。

在马丁对信息系统的论述中,曾提出主题数据库的思想,认为在信息系统中有一组活动及其相应的数据是相对稳定的,特别是对同一类企事业部门存在着一套相对稳定的目标、任务和信,依此原理可构造出相对稳定的可重用的专用构件,从而设计出逻辑软件系统。

1.3 各具特色的实际运行系统

在同一类企事业中,除有相对稳定的特性外,对每个具体单位,在管理方式、运作模式、

组织形式、机构大小、工作习惯、经营策略等都是不同的，特别是如何选择软硬件环境，确定系统配置；如何提供友好界面，使用户容易使用。较为实用的运行系统，是在逻辑软件的构件库和数据库基础上，根据用户的特定要求，制作出用户喜爱的界面和运行方式；并随着社会的变革、企业的发展、技术的进步，也要求信息系统不断地改进、扩充和完善，这就是使用人员对信息系统提出的适应变化和使用方便的认知体系。企图建立一个通用信息系统来适应不同企事业各异要求是不现实的，也是不可能的。

在建立逻辑软件系统之后，其工作平台的功能已经很强了。只要提供相应的工具，就可以在短时间内实现高质量的信息系统。由于这些工具和环境屏蔽掉软件系统实现过程中的很多问题，所以一旦实用化、产品化之后，就有可能培训用户或一般技术人员，去完成信息系统的分析、设计和实现工作。目前我们正结合一个商场的进、销、存信息管理系统，研制构件库开发平台和实现实际运行系统的环境和工具。

根据分析、设计和实现三个阶段，上述工具环境的工作流程如图 1 所示。

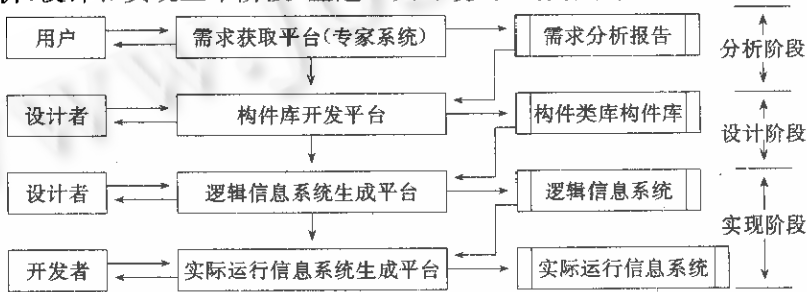


图1

2 构件的定义和实现

构件是一个具有封装性和继承性的可重用软件，也可以是一个不需封装的文档、数据、功能模块或函数。因此，构件类似于 Ada 语言中的程序包的概念，包括面向对象技术中的“对象”（狭义）。

在面向对象技术中，具有相同属性的“对象”组成“类”；反之，将“类”参数化后就形成实例。在实际工程应用中，具有相同属性的“构件”也组成了“构件类”（或称为模板）。在人工编写构件时，常以模板为样本完成构件的编制。对于我们所定义的构件类，可采用 Form 控制语言来编写。这种控制语言类似于 Shell 程序设计中的 Shell 语言，所不同的是 Shell 语言的操作对象是文件，而控制语言的操作对象是 Form。由此编出的构件类，称之为构件类脚本。每个构件类脚本都有相应的生成工具来生成相应的构件。依此定义，Oracle 上 Report 生成模块和 Form 生成模块都是构件类生成工具，只是不太规范罢了。在生成构件时，要提供填写参数的界面和操作接口。如果将人工智能中的智能体(agent)也看作构件，则编写构件类脚本的语言是一组产生式规则语言，同时要有一个推理机制给以实现。

由此看出，我们吸取面向对象技术中关于“对象”的核心思想，为了付诸于实用，扩充了对象的概念，并把它称之为构件，以便与“对象”区别开来。

每个构件和构件类脚本都应包括以下几部分：

- (1)描述构件的外部参数及与其它构件之间的继承关系，称为构件的可见部分。其它部

分为不可见部分.

(2) 构件内部的数据结构,包括数据的表示形式、域属性(如该域的初始值默认值是什么,外部表示时的字体号和颜色等).

(3) 对内部数据提供的操作的用法及其具体实现算法.

构件通常以高级语言来编写,如 SQL、C++、4GL 等语言,而构件类脚本是提供给构件生成程序的,要用它所能接受的控制语言来描述,通常以“宏”命令来编写.

为了使构件中的数据结构 and 操作能被其它构件重用,在构件库中它们被作为独立组成部分存放.

构件库中的构件分为 3 级:

(1) 最底层为零级,它是系统中永久存贮的基本构件,如整数、人民币、编码、日期、字符串、控制键等.

(2) 中间层为一级,它是信息系统中经常使用的二维数据结构所表示的构件,由零级基本数据复合而成,如 Form、屏幕界面、菜单、按钮、图符、报表、声图等.其上的操作包括有增、删、改、查询、浏览、转换、打印、显示、权限、口令、求助等.

构件数据结构的外部表示形式是数据结构的属性.例如,Form 在系统中有 6 种具体表示形式:如屏幕显示格式、数据库存放格式(table)、报表打印格式(report)以及存储表示形式(数组记录).

一级构件的构件类脚本,可以是数据库录入构件类、统计查询构件类、报表打印构件类、数据编码构件类、系统后援构件类、安全性构件类等.

(3) 二级构件是针对不同行业的专用构件.在行政财务管理信息系统中,有计划、汇总、分析、清算、口径调整等构件.在商场进、销、存管理信息系统中,可设置:进货构件类、库存构件类、销售构件类、合同构件类、商品核算科目构件类等.在制造业资源策划信息系统中,如 MRP I,提供了 8 种构件类工具.

构件库继承层次结构图如图 2 所示.

所用语言	构件 / 构件类
控制语言	二级专用构件和构件类脚本
	一级公用构件和构件类脚本
	一级构件提供的操作
4GL	常用的复合基本数据结构
	零级永久存储的基本构件
	基本构件的操作
	基本数据结构

图2

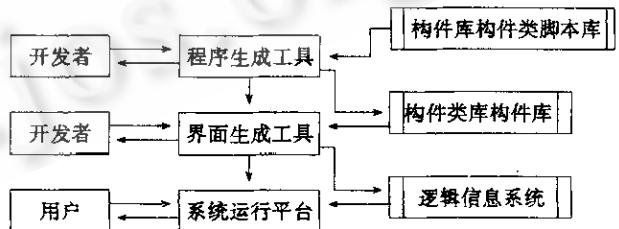


图3

在构件库开发平台上,要提供一个存放构件的构件库,提供对构件的增、删、改、浏览等操作,提供编写构件文本的编辑程序,以及编写构件和构件类脚本的语言编译程序,以便生成、调试各个构件.

3 实际运行系统生成平台

实际运行系统生成平台应分为程序生成和界面生成两级,如图 3 所示.

实际运行系统的工作过程是:设计好用户界面;将构件类实例化;添加 I/O 功能(即数据录入和报表打印);设计各种子系统的菜单,并生成和组装各种程序模块;将系统安装到不同的运行环境上(不同机型、不同的系统软件). 尽可能地把系统中可变的、功能部分放到这个阶段来完成,通常是与用户一起完成这部分工作的. 由于运行系统生成平台已经很高了,原型系统生成技术很容易在该平台上实现,以便更好地适应信息系统的发展和改变. 该平台实用化、产品化后可提交给用户或一般技术人员使用. 实际运行系统生成平台的详细讨论,将在另一篇题为“MIS 系统的程序生成方法”的文章中介绍,这里不再赘述.

4 结束语

本模型的开发过程类似于数据库设计,分为概念设计、逻辑设计和实际设计三个阶段,其特点是以 Form 作为基本数据结构,采用构件组成程序成分;用 4GL 语言和控制语言编写构件和构件类脚本;通过需求获取平台、构件库开发平台以及实际系统生成平台产生最后实际运行的信息系统. 本课题属于“八五”国家重点攻关项目——青鸟工程和广东省自然科学基金项目,历时七、八年之久,并得到技术上和经费上的支持. 本方案还在财政部“八五”重点工程“中小城市行政财务系统”和广东省邮电管理局信息系统开发过程中试用,发挥了较大作用,缩短了开发周期,提高了系统质量,也便于系统的维护工作. 实践证明该模型的设计思想和实现方案是可行的、有效的.

为了将模型实用化和产品化,目前我们组织了系统开发和理论体系研究两个小组,围绕“商场 POS 前后台系统(进、销、存管理)”开展工作. 本项目已列入国家级火炬计划支持的重点工程项目,从事以下分课题的研究:(1)需求获取模型及其专家系统,(2)开发过程和文档的规范化、标准化,(3)构件的语义、信息系统结构模型,(4)信息系统的认知体系,(5)信息系统的开发平台,(6)Form 控制语言及其实现. 这些课题的研究成果将在今后的系列论文中详细介绍.

本课题的总名称为“信息系统的构件库设计方法”,是以构件为核心技术开展研究的,是在吸取前人的成果和大量实践的基础上提出来的. 本项目是在青鸟工程(北京大学负责)统一规划下,与兄弟单位(汉京电脑公司、华科电脑公司、华南理工大学、中山大学、香港城市大学等)密切合作下完成的. 本项目参加人员先后有 20 余人,早期参加的有叶农、沈建明、许舒人、诸葛海、殷明、丁茂顺、白光野、蒋东溟等,目前有 10 多名开发和研究人员正在进一步完成实用化、产品化工作,在此一并表示感谢.

参考文献

- 1 仲萃豪,叶农. 软件工程和认知体系. 计算机科学,1988,15(1).
- 2 仲萃豪,叶农. JSD 方法对软件工程研究的启示. 计算机科学,1988,15(6).
- 3 仲萃豪,丁茂顺等. 应用软件开发方法. 计算机科学,1991,18(1).
- 4 Zhong Cuihao. A method for developing application software. Software Engineering Min-Conference. In Hong Kong Polytechnic, 15, 1994.

A METHOD AND ARCHITECTURE MODES FOR INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT

Zhong Cuihao Cao Dongqi

(Institute of Software, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Guo Heqing

(Department of Computer Science, South China University of Technology, Guangzhou 510641)

Abstract This paper discusses some of the key problems in information system (IS) development and proposes a method for cognitive architecture, object manipulation, reusable object library and the platform for developing IS. The proposed method consists of three steps. The first step is to simulate the human system by roles. An expert system is built to help collect users' requirements and generate the specification. The second step is to construct three abstract levels of reusable components, i. e. basic level, FORM level and specific level. The last step is to develop a generation platform for producing software modules. The proposed method emphasizes the object-oriented concepts. It has been used successfully in two large scale MIS development projects.

Key words Software engineering, application software, object-oriented.