维普资讯 http://www.cqvip.com

计算机科学1997Vol.24№.1

采用软件构件技术开发领域应用软件*

耿刚勇　　仲萃豪
（中科院软件所　北京 100080）　（中科院软件所）　（国家软件工程中心）

摘　要　In the procedure of developing tobacco MIS, The idea of reuse which run through the whole process of component development is used. This paper gives some rules of component drawing and making. A mechanism for component designing, integrating and management is given. This method can be used to develop software of other domain.

关键词　Reuse, Component library, Software bus, Domain

烟草行业是属国家专卖的一个特殊领域，国家烟草专卖总局决定在此行业推广使用 MIS 系统，开发领域的应用软件。由于各省烟草公司之间及下设烟草分公司和烟草厂商之间在管理上有一定的共性，但也有其特殊性，管理体制和经营方式不尽相同，所以使用同一 MIS 是行不通的，为此，我们采用群体构件库开发技术，针对其具体操作方式，用已有构件集成一个系统。这样就可以解决应用软件开发效率低、重复劳动多、周期长、适应性差等长期困扰开发人员的难题。

重用的思想在计算机软件领域得到了最广泛的公认，这一事实揭示了未来应用软件的开发趋势，"八五"时期我们已提出过一套开发方法，并取得了良好的效果[1,2]。近年，国际上兴起了可重用和可互操作的构件软件研究的高潮，更向软件提供商昭示了一个对支持重用的开发环境和方法及其辅助工具渴求的巨大市场，世界上最负盛名的计算机软件公司纷纷加入到这场角逐中。

国际上象 CORBA[4]，OpenDoc，OLE2等标准和技术以及 PowerBuilder，Delphi 等界面构件开发工具的出现，主要是解决编程阶段的一些可重用问题。现在软件工程研究领域一个重要课题是研制出大众化的实用的领域构件化软件开发方法和技术。软件工程作为一门工程的学问，首要任务是使软件开发越来越工程化，普及化，使众多的"工匠"能迅速高效地垒筑软件系统。软件工程的价值在于应用。只要成功地支撑应用开发才能延续和发挥其内涵价值。本文利用国际上的成果和我们的开发经验，确定出针对领域构件应用开发的方法、原理、模型和机制。

1　构件概念模型

1.1　构件的定义

软件构件是可重用的软件单元，可以被用来构造其它软件。它可以是被封装的对象类、一些功能模

RDBMS 的所有功能。所以可以说它是一个关系对象数据库管理系统。它的丰富的 DD 内容和灵活的 DD 结构使它具有很好的可扩充性，包括定义函数、类型、运算符和聚类。这些特点是许多 DBMS 所没有的。它的 Client/Server 结构、大对象接口以及空间数据描述和处理功能正符合目前迅速发展的信息系统对 DBMS 的要求。目前，Postgres95不支持子查询，这是它的美中不足。尽管这一功能可以通过用户定义函数来实现，但毕竟不直观。另一缺点是，由于它未广泛商品化，所以前端工具不丰富。Postgres95是一个很有生命力的 DBMS，它的进一步完善和商品化是指日可待的。

主要参考

[1]Andrew Yu et al., The POSTGRES95 User Manual, Beta Release0.03(7/19/95)
[2]L. Rowe et al., The POSTGRES Data Model, Proc. 1987 VLDB Conf., Brighton,England,Sept., 1987
[3]L. Rowe et al., The Design of POSTGRES, Proc. 1986 ACM-SIGMOD Conf. on Management of Data, Washington,DC, May, 1986
[4]M. Stonebraker et al., The Implementation of POSTGRES, IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, 2(1), March, 1990
[5]A. Davison, Object Oriented Databases in Polka, UNICOM, Applied Information Technology, 13, 1992

*)本文得到国家软件工程重点项目，国家基金和北京基金的支持。

维普资讯 http://www.cqvip.com

块、软件框架、软件系统模型、软件的文档，如可重用的分析件，设计件等。直观上讲，构件相似于建筑上的预制板，而构件类相似于生产预制板的模子。在应用软件的开发中，从构件库选择构件，通过构件的组装和控制来构造应用软件。但软件构件的组装远非预制板组合那样简单，需要一种智能的互操作机制将它们联系起来，这就是自适应软件总线机制。

在面向对象的程序设计中，构件类相当于类机制，构件就是由类生成的类实例——对象。在传统的程序设计中，构件相当于过程和其所使用数据的封装体、一个模块或一个程序模板、系统分析件和系统设计件，只要符合能重用的原则都可以做成构件。我们提倡面向对象的设计思想，但目前还有大量非面向对象的软件需要重用，可以认为传统模块的松耦合是构件封装性的下限，对象是构件封装性的上限。

1.2 软件构件的分类

为了检索和重用构件时更好地了解构件的性质，我们将构件按多个侧面分类如下：

①根据构件复用的方式，分为两种构件，一种是黑匣构件 Black，我们不需要知道其内部怎么工作，只需从外部使用它，能够达到即插即用；另一种是白匣构件 White，需要经过修改才能重用。

②根据使用的范围，分为通用构件 Common 和专用构件 Special。

③根据构件粒度的大小，分为小型 Small，基本数据结构类构件，如窗口、按钮、控件、菜单等；中型 Medium，功能构件，如录入，查询，删除；大型 Lager，子系统级构件，如人事管理，财务管理。

④根据功能用途，分为系统构件 System，在整个构件集成环境和运行环境都使用的构件；支撑构件 Support，在构件集成环境，构件库管理系统中使用的构件；领域构件 Domain，为专用领域开发的构件。

⑤根据构件的结构，分为原子构件 Atom 和组合构件 assemble。

⑥根据构件重用时状态，分为动态构件 Dynamic，运行时可以动态嵌入、链接的构件，如对象链接和嵌入(OLE)、动态链接库(DLL)；静态构件 Static，如原代码、系统分析构件、系统设计构件等。

2 构造构件的原则

一个构件系统不只是为一个工程定制的，而是为多个工程所共享，因此加在构件上的需求比普通软件大，建立构件要比建立一般的软件贵得多。为了使一个构件能在各种应用中重用，需要独立于其设计的应用，因此，从领域分析、设计到构件提取、描述、认证、测试、分类、入库，都必须围绕重用目的而进行。下面提出构造构件的几条原则：

(1)增强构件的可重用性需要提高抽象的级别。由于构件将不用作根本性的改变，被用于各种应用中，因此要求它是一个通用的抽象，应有一套有关名字，异常操作，结构等的标准。

(2)可理解性。构件应设计有很好的与语义有关的界面，界面构件要有标准，必须通用完整，容易替换，易于使用。构件要统一命名，最重要的是要有标准，要全盘考虑。这对构件管理系统中的分类，检索都很关键。可理解性不仅仅是对外部而言，也是对内部而言。好的构件将有长的生命期，是特别重要的，所以写它们的时候就要考虑到易于保存，尽量不需要后人进行改动。构件必须伴随有完整、正确、容易使用的文档，有利重用。

(3)构件将代表一个抽象，有很高的内聚力。提供一些所需的特定操作、属性、事件和方法接口，构件将独立于周围的实体，它与周围其它单位的关系是松散连接。这是面向对象思想导致的结果。

(4)提高构件的复用程度，须区分领域的可变和不可变成分[4]。分离功能构件，将可变的部分数据化、参数化，可适合不同的应用。构件中的功能在一定程度上可以取舍，数据结构可重定义，这样可以在程序不变的情况下满足多个应用的要求。通过界面进行参数调整，使用户易于做功能的改变。从系统发展的观点，分离功能服务部分和用户界面部分是十分重要的。这使多个用户界面服务互操作同一个功能服务成为可能。

(5)构件系统要向下兼容。如果改进构件系统，也许在性能或界面上，新旧版本都可以用，构件库运作必须能象对其它产品一样控制构件版本。

(6)尺寸大小、复杂度适中。如果太小，重用带来的好处将小于管理，太大难以有高质量；太复杂难以重用，太简单管理费用将大于重用带来的好处。

(7)易于演化。借助自适应数据存储和分离功能构件实现。所谓自适应数据存储是指数据与其结构是封装在一起的，数据存放在数据构件对象中，能主动解释其结构，这是构件间交互和集成的基础。

构件管理系统的一部分功能要随软件进入应用系统，如系统的测试文档等，以便用户日后维护和辅助软件的进化。

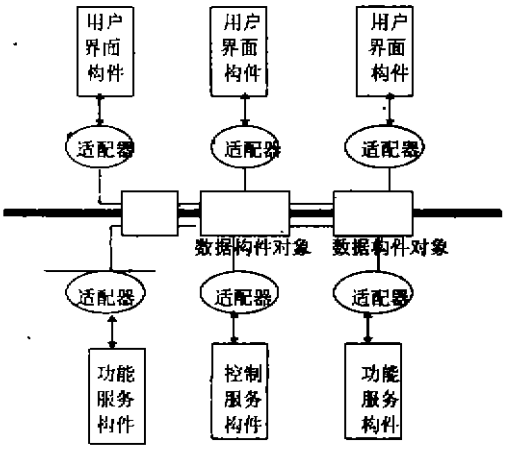
3 软件总线模型

软件总线的目的是解决构件间的交互，支持在软件工厂安装期间和以后运行阶段的高级通信机制。为了实现软件系统集成，首先要实现系统内互操

维普资讯 http://www.cqvip.com

作，即实现各构件所有的信息表示、信息设备、信息系统的可存取性和可用性。这种对构件的高级互操作提供支持的机制，我们称其为软件总线结构。构件同它的适配器交互，从适配器送往总线的数据构件对象能被任一其他适配器自动识别，而且数据构件对象安装期间可由安装人员进行适当的调整从而改变服务构件的功能和结构，以适应新的需求。这一点为构件的集成和重用提供了基础。

构件是一个能提供一定功能或服务的软件，构件之间通过消息传送互相提供服务，基本的构件互操作是交互服务，一个服务是服务元素的集合。基本服务能被单独唤醒，唤醒一个服务元素可看作一个服务元素请求。从面向对象的观点看，构件可以看作其界面描述类的实例，一个构件是另一个同一类的实例构件的替代物，对同一界面类型能有许多可替换的实现，界面(类)和实现(类)是分离的。



软件总线体系结构

构件通过总线进行通信，解决任意构件之间的互操作问题，每个构件通过适配器构件与总线相接，用户界面构件提供表示服务，服务构件提供功能服务、过程控制服务，它们在总线上的地位是相等的，均可作为客户或服务器。当一个构件要求另一个构件提供服务时，可由适配器构件通过总线向另一构件发出请求并得到服务结果。另一构件通过它的适配器构件得到请求并将结果送往总线。适配器构件解决互不相识的构件之间的互操作和数据交换，在总线上传输的是数据构件对象，即数据与其结构被封装在一起，得到此数据构件对象后，可动态分析其内容而决定对它的操作，具有一定的主动性和智能性。它使集成的构件以完整的面貌，主动的方式工作，用户只要回答相应的问题即能完成工作，这也是软件总线解决的一个问题。

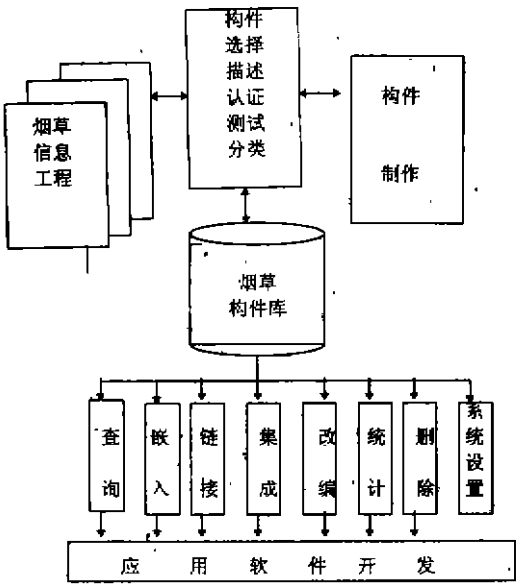
软件总线是支持构件化软件的机制，其前提是要进行系统变化分析，即将系统可变化的部分分离出来，做成数据构件，通过改变数据构件的数据达到改变功能构件、界面构件的目的，使系统有重定义的功能，大大地增加了系统的可适应性，可以弥补需求分析时，由于分析人员对业务理解不透或是由于在分析完成到系统编制时实际系统已经变化，使需求文档与实际系统不符的问题。

软件总线结构的目标在于支持构件集成，构件要规定有统一的界面，这样就可以去掉一个构件而接上另一个兼容的构件。它们通过总线机制提供服务，支持互操作。

4 领域构件管理系统

4.1 领域构件库模型

领域构件库是具有一定语义关系的某领域构件类和构件的集合，这可以从二方面来理解，其一是构件库是构件类和构件的集合，其二是集合的元素——构件类和构件不是任意的堆集，而是具有本领域语义关系的构件类和构件的组合。组织和管理领域构件库的软件系统称为 DCMS，DCMS 提供了内存构件和外存永久构件的管理，并以统一的界面供不同的用户和工具使用构件库，构件库的构造和演化有许多问题，这活动包括选择、分类和查改库中的构件和增加新的构件等。



领域构件库管理

为了管理构件库和集成构件的需要，应建立正

维普资讯 http://www.cqvip.com

确而完整的构件文档。本构件库的构件文档包括以下内容：

构件及数据：使用说明，构件的功能和用途，构件描述等。

构件的数据结构：构件名，所用业务范围，构件标识符，界面接口，适配器接口，可适应数据定义，构件的重用次数，构件的功能描述，父构件名字，子构件名字，构件的实体。

这里，父构件定义为由子构件组成的构件，子构件和父构件是一种包含关系。由于领域构件库的特点，它的分类是按行业标准术语空间，按业务和功能分类的。查找采用模糊匹配技术，由用户输入与业务或功能相关的关键字和片语，计算机为用户找到相关的构件。用户也可以根据业务和功能，用浏览的方式，通过图形界面，用鼠标找到相应构件，以便重用或与其它构件集成。也可根据已得到的构件名字，回溯其功能和业务以便得到功能相关或业务相关构件。随着构件系统的使用，构件系统将通过构件的重用次数，分析构件的重用频率，哪些构件使用得最多，哪些构件根本就没用。这一分析可以帮助发展构件系统。

从大量使用的管理软件来看，软件除了要求正确性、健壮性、安全性、易维护性外，其易变性或称演化性在当今社会中也是至关重要的。象银行，铁路，邮电等领域，系统是不能间断的，间断意味着巨额的损失或企业的灭顶之灾，所以开发和研究易于演化的软件系统势在必行，软件构件的研究为软件的演化提供了可能。

4.2 构件库的构件组成

(1)系统构件：在整个支撑集成环境和运行环境都使用的构件。

(2)支撑构件：在构件集成环境、构件库管理系统中使用的构件。

(3)领域构件：一些应用于特殊应用领域和组织的构件。

最终用户将面向私有角色的用户操作环境，在这个环境中，用户将存取其角色所需要的工具，而面向角色工具将使用公用功能服务。工具创建一对用户互操作构件和服务构件，我们用一个过程模型来引导最终用户通过一个任务集合以满足其角色需要完成角色的功能。此过程模型描述了任务和活动的顺序。

4.3 构件集成

4.3.1 构件集成 是指从已完成的构件库中构造新的应用软件，构件库是从特定的问题域抽象出来的，由构件构造的系统容易重新组合以满足新的需求。

4.3.2 框架和体系结构 如果系统的体系结构能让其构件替换、去除或重新配置而不影响应用软件的其他部分，应用软件的复杂类就能用框架来定义。框架提供重用构件类库、定义功能、协作、基本构件界面和总的软件体系结构，面向构件的软件集成有下面三个方面：

·框架级。软件体系结构描述构件界面、集成机制和集成规则，一个框架就是由软件体系结构和相应的构件集合组成的。

·集成级。由框架中定义的通用构件和特例化的新构件集成特定的应用。

·实例级。集成是一个运行系统的实例化。

4.3.3 集成模型 根据不同的语言和工具及环境实现不同程度的面向构件的集成，也就对应不同的集成模型。我们主要集中研究可执行级构件的集成模型，自适应总线模型。

4.4 构件系统中的互操作

本系统集成的应用体系结构基于软件总线结构，其中的构件分为系统构件、支撑构件、领域构件，系统操作基于代表专业领域过程的专业规则，这种体系结构支持代表专业领域抽象和领域元素以及计算机底层结构(网络元素、软件、设备)的集成管理。应用由重用构件和用户同系统的交互以及构件文档和图形界面构成，在一定程度上，应用层仅仅是应用的图形界面加上应用逻辑与专业领域规则控制的集成。

互操作最终要求达到语义级的互操作，如为烟草公司开发大型管理系统基于定义的烟草行业构件，试图使关键行业概念和规则在本领域达成协议，没有这种协议在底层的互操作是行不通的。烟草行业管理信息分类与代码行业标准为构件库的术语空间的基础，用户可以根据业务或功能检索到相应的构件，也可以浏览构件查到它的功能和用途，通过基于对象链接和嵌入(OLE)、动态数据交换(DDE)，和动态链接库(DLLs)技术的自适应软件总线达到构件的集成。

在这种体系结构上提供互操作，不仅包括增加使用标准，而且要使体系结构的各方面都更加清晰，以便标准能够用于体系结构。例如，使用清楚的企业模型和商业过程定义，规范数据和过程信息，清楚地描述构件间的关系以及构件与界面间的关系。

维普资讯 http://www.cqvip.com

在实现级别，互操作要求体系结构支持适配器构件以便为不同的构件实现提供界面，与构件标准一起辅助构件说明、构件和数据之间的交互。协议还要说明怎样服务，如对构件的事务和查询设施。

为了处理软件生命期间的变化，体系结构同样是可扩展的，由于使用自适应总线结构，增加和替换一个构件变得很容易。

5 领域构件制作和重用实例

根据软件重用思想，从第一步构件库基础设施，就采用重用的观点来做，在存放构件库的服务器上运行多用户多任务 Unixware 2.0(包括 TCP/IP 软件包)，在 Unixware2.0上运行专门为 C/S 结构设计的 SYBASE 分布式数据库管理系统的 System 10作为数据库服务器，提供所有远进程的数据服务，客户机界面使用 Ms Windows 下的 Power Builder 5.0，它们通过 PCTCP，Sybase Open Client 提供一个客户/服务器计算环境。使用面向对象的应用程序开发方法，可视化的开发环境，通过对 OLE，DDE 和 DLLs 的支持达到桌面集成。数据建模采用 Sdesigner 用图形表示实体-关系模型，自动完成物理模型，数据库设计。由于复用以上环境的性能，容易实现我们提到的构件系统设计思想，如，服务与界面分离的原则，软件总线的设计。另外构造构件库的目的是为了有更多的人重用我们的构件，本系统建在一个通用的平台上，有利于这个目标的实现。我们的观点是，自己能重用的东西，别人才有可能重用，自己都无意识要重用的东西，别人很难重用，所以制作构件系统的过程就是一个重用的过程。根据领域分析的结果，首先抽取出领域的基本构件，例如通过分析烟草领域后，我们将其业务分为以下五类：

(1)文档型：人事档案管理，办公文件管理，所有单个数据库的查询，增加，修改，删除，排序等。

(2)计算型：劳资计算，固定资产折旧计算，成本核算等。

(3)统计型：数据收集，数据汇总，报表制作，查询，打印，数据报送。

(4)计划型：历史数据，本期总额，分配策略，计划初算，信息查询，计划调整，测算，查询，实施。

(5)决策型：通用查询，领导综合查询，数据分析，决策制定，修改。

首先做好这几种类型的核心构件、基本构件，重用它们开发专用构件，例如对于文档型，每一个文档一般对应一个数据库，为此我们做一个数据库的操作构件，它几乎包含数据库的一切可能操作，如查，增，删，改，排序，组合查询等，每一个业务系统都可以重用这个构件。对于计算型，因为计算公式可能经常发生变化，因此要将计算公式数据化，参数化，即将公式的修改权交给用户，有利于系统的演化性、构件的稳定性，能使更多的相似系统使用构件。对于统计型，由于是针对省级公司，其大多数工作是进行统计，统计构件的效率要求较高，所以大量的报表要求用通用报表构件来制作。为用户提供方便地修改报表格式的界面。对于计划型，由于烟草专卖有一套专门的计划模式在其多个业务中使用，为此做一个计划型框架构件，供开发重用。决策型是综合查询，分析后进行决策制定，要求有一个通用查询构件和一个有一定智能的专用决策构件，以利于重用。在此基础上开发烟草行业的专用领域构件，将其装入构件库以备重用。由于自己作为构件重用的用户，才能更多地考虑以后构件用户的需要，这应该成为构件开发者的一种基本素质。关于领域构件抽取方法，由于篇幅所限，将另外撰文详述。在此，特别感谢中科院软件所特宝科公司李渊明工程师等同仁，给予本文的帮助。

参考文献

[1]仲萃豪、曹东启、郭荷清，信息系统的开发方法及其体系模型，软件学报，1995增刊

[2]顾明，基于个体、构件和过程控制概念的 MIS 软件开发研究，中科院软件所博士论文，1994.7

[3]可复用构件制作指南，北京大学青鸟工程课题组，1996.9

[4]Object Management Group, OMG common object request broker architecture (CORBA), Rev. 1.1, OMG Doc, 91.12

[5]D. Garlan (Eds.), Special Issue on Software Architecture, IEEE Tran. Softw. Eng., 1995

[6]O. Nierstrasz and L. Dami, Component-oriented software technology, In Object-Oriented Software Composition, O. Nierstrasz and D. Tsichritzis, EDs., Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1995

[7]山东烟草公司 MIS 系统需求文档，设计文档，江苏烟草公司 MIS 系统需求文档，设计文档，中科院软件所特宝科公司，1996.7