

设计模式及其在软件设计中的应用研究

刘海岩¹, 锁志海², 吕青³, 梁建龙¹

(1 .西安交通大学软件研究所, 710049, 西安; 2 .西安交通大学科学与技术处, 710049, 西安;
3 .西安交通大学校长办公室信息中心, 710049, 西安)

摘要: 总结了不同模式适用于不同应用的一般规律,分析了常用模式的内涵及侧重点,提出了设计模式应用于软件设计的策略,即抽象求解问题、划分问题类型、模式初选、模式匹配、根据问题进行模式变体、软件体系结构细化、设计优化、性能优化及设计质量度量.通过电力行业绘图平台的实际应用,给出了基于软件度量标准下的系统稳定性参数的计算方法.分析与实地测试表明,所提策略能够优化软件的设计及性能,为用户提供了一种快速选取设计模式的途径.

关键词: 设计模式;模式匹配;软件度量

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253 987X(2005)10 1043 05

Design Patterns and Their Applications to Software Design

Liu Haiyan¹, Suo Zhihai², Lü Qing³, Liang Jianlong¹

(1 .Software Institute, Xi an Jiaotong University, Xi an 710049, China; 2 .Science and Technology Office, Xi an Jiaotong University, Xi an 710049, China; 3 .Information Center of President Office, Xi an Jiaotong University, Xi an 710049, China)

Abstract: The general laws of different design patterns adapting to various applications were reviewed and the intension of ordinary pattern and its focus were analyzed . The strategy applying the design pattern to software design, including problem-solving abstraction, problem type partition, initial pattern selection, pattern match, pattern variation according to the problem, software architecture refinement, design optimization, performance optimization and design quality measurement was provided . The calculation method of the system stability parameters based on the software measurement standards was given through the practical application of the plotting platform to the field of electrical industry . The practice and analysis show that the proposed strategy can optimize the software design and its performance, and provide users with a way to select design pattern .

Keywords: *design pattern; pattern matching; software measurement*

90 年代中期,基于面向对象理论的设计模式得到了进一步的发展,之后 Erich Gamma 等人给出了设计模式的定义^[1].设计模式关注的是特定设计问题及其解决方案,它描述了如何利用面向对象的基本概念和机制来解决可扩展的软件设计中经常出现的问题,并针对设计问题给出可复用的解决方案,而这个解决方案是对反复出现的设计结构进行识别和抽象得到的.同时,每个模式都伴有定义的语

境和强度,语境解释了模式的适用情况,强度是语境中的元素.如果问题的环境与模式的语境和强度相匹配,该模式便可应用.因此,设计模式是软件人员在面向对象软件设计中,经多次验证的成功解的记录与提炼.

设计模式的描述方法包括自然语言描述法、统一标记语言(UML)描述法、形式化语言描述法.自然语言描述法比较简单、方便,但在现实与设计之间

的过渡描述不够流畅.对象建模技术(OMT)描述法是利用类图和对象图对设计模式中的类、实例以及整体模式结构进行图形描述的方法,而UML^[2]是在OMT基础上进一步发展起来的,其描述更加清晰和统一,符合大部分软件设计人员的习惯,也便于设计人员的理解和应用.形式化语言主要包括DisCo、LePUS、LayOM、ADV/ADO、CDL、PDL、PDSP等,其中DisCo^[3]侧重于描述设计模式中参与者的交互行为.

1 模式的选取

各种模式均有其自身特点和适用范围,所以在选取模式前应充分了解模式的内涵及侧重点,发掘出不同模式的适用规律.

常用模式的应用规律有如下几种.

(1)享元(Flyweight)模式.该模式可用于实现共享细粒度符号对象,主要解决由于系统存在大量类似的、具有共性的对象而严重影响系统性能的问题.此时,可将对象的共同信息提取出来并作为一个新的Flyweight对象,而原有对象需要的且重复的信息描述只需要在一个共享的Flyweight对象中描述,从而大大削减了应用程序创建的对象,降低了程序内存的占用率,增强了程序的性能.

如果一个应用程序需要显示的对象同属于一种类型,就可以考虑用Flyweight模式来共享一定数量的对象.例如,在Java程序中,字符串、Swing树节点、组件边界等都利用了Flyweight.如果从一个数据库中读取一系列字符串,这些字符串中有许多是重复的,那么可将这些字符串储存在Flyweight池(pool)中.又如字处理软件,若以单字作为一个对象的话,要是数千个字则需数千个对象,这在处理字的同时无疑要耗费很大的内存资源,所以需要找出这些对象群的共同点,设计一个元类,并将共享的类封装起来.

(2)代理(Proxy)模式.该模式主要是通过代理来控制对象的访问,所覆盖的应用场合从小结构到涉及整个系统的大结构,并具有以下功能.

防止越权访问功能,主要是对不同级别的用户进行权限划分和管理控制,如论坛、银行信息、图书档案管理系统的管理控制.

存取优化功能,正如word文档中有很大的图片,要打开该文档通常需要花费很长时间,这时需要做图片Proxy来代替真正的图片,以便于提高存取效率.

客户端存取远程服务器信息的功能,如果直接操作Internet远端服务器上的对象,可能会因网络运行缓慢而影响访问速度,这时需要利用Proxy.

(3)Observer模式.该模式的特点是在对象间定义一对多的依赖关系,当一个对象的状态发生改变时,所有依赖它的对象都将被告知并自动更新,主要应用如下.

在界面设计中的应用.因为应用程序的开发往往要求用户界面与业务逻辑分离,而Observer模式就是解决此类问题的最常用的设计模式.

解决对象间的状态同步问题.当一个用户视图中的数据被其他用户改动后,后端的数据库能够自动更新,而当数据库以其他方式更新后,用户视图中的数据显示也会随之改变.

另外,Observe模式还适用于实时更新的系统,如股票系统、税务系统、网上商店等.

(4)组合(Composite)模式.该模式是将对象组织成“整体-部分”的层次结构,即将对象组织成树状结构,从而保证客户机在使用单个对象和复合对象上的一致性.这样做,客户端不但能一致地使用组合结构或单个对象,简化了客户端的调用,也可以在组合体内部加入新的对象,而用户则无需更改代码.

Composite模式主要应用于树形结构系统,诸如论坛这类典型的系统,另外还常用于一些涉及产品结构和配置管理的系统,此类系统可将产品的结构和配置看作是一种产品结构树,如产品由零件、部件组成,部件又由零件、部件组成.这种嵌套递归关系通常使用Composite模式来表示.

Composite模式也适用于界面设计,例如图形由若干基本对象组成,而这些对象的操作基本相同,亦即移动、缩放、绘制、拷贝、粘贴等.使用Composite模式可以规范设计,从而提高代码的可重用度.

(5)单件(Singleton)模式.它强调一个类仅有一个实例,主要体现系统的多选的-的特性.

(6)命令(Command)模式.它将请求与执行分离,允许系统以不同请求、队列或日志请求作为参数来表示客户,并支持可取消的操作.

(7)迭代器(Iterator)模式.它提供了连续访问一个聚集对象中的各个元素,而不需要暴露对象的内部表示方法,适用于文档的查找和遍历.

(8)策略(Strategy)模式.它定义了一系列的算法,对每个算法进行封装,允许交互.利用该模式可使算法的变化独立于使用它的客户.

还有其他模式也具有类似的适用于不同应用的

一般规律,需要程序开发人员在开发具体的系统中不断体会、归纳。

2 设计模式的选取策略

现有的软件设计模式一般应用于以下 2 个方面: 在软件系统设计的开始阶段就应用设计模式对软件体系结构进行设计; 在系统的体系结构设计初步完成后,对系统另有要求的组件或模块通过加入设计模式使其更加优化、灵活。由于设计模式具有一定的复杂性,所以很难将其应用到具体的软件设计中,主要原因有两点: 软件设计人员没有正确把握和理解软件设计模式; 没有一种有效的方法来指导使用这些设计模式。

为此,本文在总结了一些软件设计模式的应用经验的基础上,借鉴了对面向对象软件工程过程的研究^[4],提出了设计模式应用于软件设计的策略,步骤如下。

步骤 1: 对所要解决的问题进行抽象,并划分适当的类型。

步骤 2: 根据问题类型选择适合的设计模式。

步骤 3: 规划问题和匹配模式,即将所要解决的问题与所选择的设计模式进行比较,找出共性。在所要解决的问题域内考虑元素对应于模式中的类和模式中的各种角色,如果发现选择的设计模式并不合适,返回步骤 3,重新进行设计。

步骤 4: 对选取的模式进行变体,即对模式的原始结构进行修改或扩展,以解决具体问题。

步骤 5: 设计并细化所需的软件体系结构。

步骤 6: 对设计质量进行度量。

设计模式的形式化描述为软件设计人员的模式自动获取提供了依据^[5],特别是在结合了设计模式的形式化描述和规范匹配基础上研究设计模式的自动化获取,对推动模式的应用具有重大意义。模式的自动获取建立在需求和设计均需形式化描述的基础上,这对于大多数非形式化描述的软件并不适用。将设计模式的自动化获取与经验模式选取相结合,才能真正推动模式的广泛应用。

3 设计模式应用举例

下面以电力行业的绘图平台设计为实例,进一步说明模式选取策略。该实例是建立一个基于 Web 的电力接线图绘制平台,并与其他应用系统接口。

3.1 设计模式的初步选取

(1)分析问题且划分问题类型。实例系统主要是

产生矢量电力接线图,通过分析和抽象,判断出该问题应该属于创建型模式。

(2)选择适合的创建型模式。在创建型模式中,Singleton 模式强调一个类仅有一个实例,因此可排除该模式。Builder 模式的特点是将复杂对象的构建与它的表示分离,这不能满足系统对图元可扩充性的要求。Factory Method 模式相对设计平台而言,增加图元必须增加相应工厂类的实例,所以后期程序维护复杂,这也不符合系统对图元扩充性的要求。

Prototype 模式对电力逻辑平台框架来说可能是最佳选择,它仅需要为每个图元类实现一个 Clone 操作,便可减少类的数目。除此之外,由于电力接线图是由多个图元的多个实例组成,Prototype 可以较好地满足这一要求。

(3)匹配模式。据此得出系统的体系结构。

(4)综合系统性能。用对象来表示连接图中的所有设备将占用大量的存储空间,也就是说这将影响到系统的空间性能,因此需要采用其他设计模式来修改体系结构。

3.2 选取 Flyweight、Builder 模式完善设计

在本实例中,可用 Flyweight、Builder 2 种模式完善设计,利用前者可修改平台体系结构,以解决系统由于存在大量类似的、具有共性的对象而严重影响系统性能的问题,利用后者能提高软件设计的灵活性。

Flyweight 对象可以共享图元,即接线图中的设备实例可以共享 Flyweight 对象中的描述信息(设备图示符号)。通过对对象共性的抽象和提取,会大大减少系统占用的存储空间。但是,原有 Flyweight 模式中的共享对象已不能满足日益剧增的设备类别,所以必须改进其共享对象(设备类别描述)的构建方式。

要改进对象的构建方式,必然要从创建型模式中寻找合适的模式。电力设备的图示可以先通过组合基本几何图形(线段、圆形、矩形)来搭建各种设备图示,再利用 Builder 模式以同样的构建过程来创建不同的表示。所以说,采用 Builder 模式可改善对象的创建过程,从而大大提高设计的灵活性。

应用 3 种模式优化后的软件体系结构如图 1 所示。

3.3 设计质量度量

为了度量平台的稳定性,即该平台对电力企业的适应性,在此引入软件度量标准 $S^{[6]}$ 进行设计质量度量,即

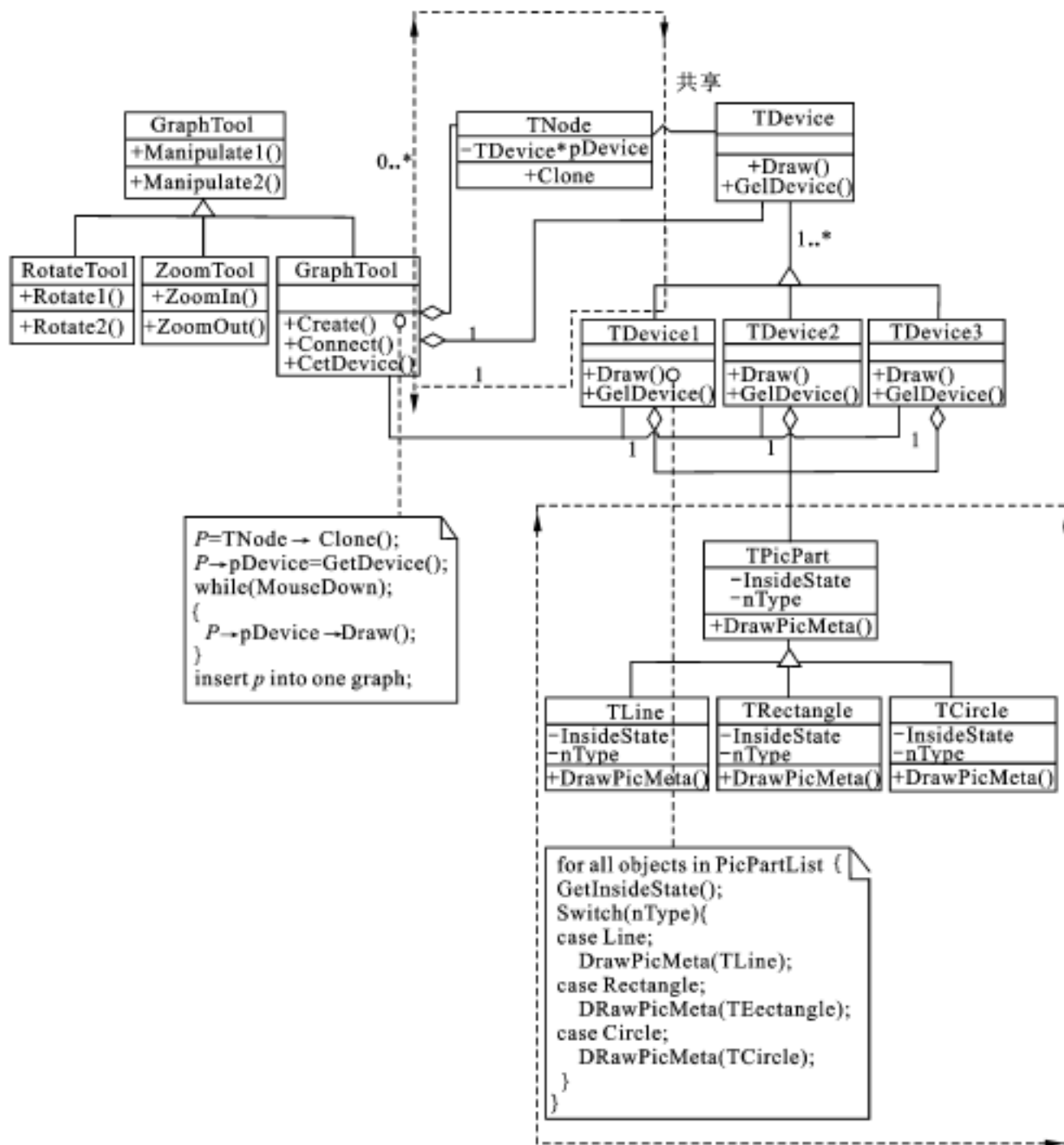


图 1 应用设计模式优化后的软件体系结构图

$$S = [|M| - (|F_a| + |F_c| + |F_d|)] / |M|$$

式中: M 为软件的模块全集; F_c 为被修改的模块集合; F_a 为新添加的模块集合; F_d 为被删除的模块集合. S 越趋近 1, 表明需要变动的部分越少, 则软件设计越成熟、稳定, 自然软件的适应性比较强.

分别在陕西、北京和山西 3 地的电力企业实施了本文所开发的系统, 统计数据如表 1 所示, 计算结果为

$$S_i = 2.16$$

$$\bar{S} = \frac{S_i}{3} = 0.72$$

式中: 0 ~ 2 分别表示北京、陕西和山西地区.

通过分析可知, 要修改的主要是业务规则模块, 但业务规则的基本功能没有改变, 只是增加了各电力企业自己独有的业务规范和术语.

通过 3 地电力企业的实施数据统计计算, 得到系统的整体稳定性参数为 0.72. 这表明, 设计模式

表 1 安全管理平台实施数据统计

	北京	陕西	山西
$ F_d $	0	0	0
$ F_c $	1	1	1
$ F_a $	0	0	0
$ M $	3	4	4
S	0.66	0.75	0.75

的引入, 使平台的稳定性更好, 实践也证明了该平台能满足各地电力企业的基本需求.

在基于 Web 环境的平台设计中, 通过选取适合的设计模式, 应用软件可以达到可扩充性、可复用性要求.

4 结束语

本文通过对面向对象软件工程的研究, 总结了软件设计模式应用的一般规律, 并通过分析常用模式的内涵及侧重点提出了设计模式应用于软件设计

的策略,包括抽象问题、划分类型、模式初选、模式匹配、结构细化、设计优化及设计度量等.实例分析表明,利用所提策略可快速进行模式选取,再经模式的完善设计,可以优化系统的性能,提高软件设计的灵活性.

参考文献:

- [1] Gamma E. 设计模式——可复用面向对象软件的基础 [M]. 李英军,译.北京:机械工业出版社,2000.
- [2] Jacobson I. The unified modeling language development process [M]. Boston: Addison Wesley, 1998.
- [3] Mikkonen T. Formalizing design patterns [A]. Pro-

ceedings of International Conference on Software Engineering [C]. New York: IEEE Computer Society Press, 1998. 115-124.

- [4] Gamma E. Design patterns: elements of reusable object-oriented systems [M]. Boston: Addison Wesley, 1995.
- [5] 万剑怡,薛锦云.使用规范匹配实现设计模式的自动获取 [J]. 小型微型计算机系统,2002,23(3):326-329.
- [6] Vlissides J. Pattern hatching [M]. Boston: Addison Wesley, 1998.

(编辑 苗 凌)

《西安电子科技大学学报》2005 年第 2 期部分目次

泵浦光的离轴对激光器性能影响	唐映德,李兵斌,过 振,等(170)
一种新型低压高精度 CMOS 电流源	朱樟明,杨银堂,尹 韬(174)
基于谐波模型的生命探测雷达人体状态识别方法	史 林,姜 敏,黄 莉(179)
条带式合成孔径雷达成像方法研究	魏 青,杨绍全,饶 鲜,等(184)
一种基于图像融合的红外图像增强新方法	林晓春,李存志(189)
多柔体系统动力学建模程序源代码的软件实现	杨东武,段宝岩(193)
复杂目标对柱面波散射的二维 ADI-FDTD 方法	郑奎松,葛德彪,田春明(197)
随机参数板梁组合结构有限元分析的随机因子法	梁震涛,陈建军,马洪波(201)
IC 真实缺陷的骨架提取方法	王俊平,郝 跃,荆明娥(206)
WAPI 认证机制的性能和安全性分析	张 帆,马建峰(210)
自组织网络的互同步技术研究	孙献璞,张艳玲(216)
一种精确估计多载波扩频系统中单音干扰参数的新方法	应小凡,褚振勇,田红心,等(220)
没有可信机构的矢量空间秘密共享-多重量签名方案	许春香,牛志华,肖国镇(225)
业务设计阶段的能力件组合与交互模型研究	刘彦明,李 鹏(229)
AlGa _N /Ga _N HEMT 研制及特性分析	王 冲,郝 跃,张进城(234)
空-时多用户检测中子空间跟踪算法	张 辉,张 晋(237)
脉冲天线近场测量技术	刘木林,张士选(242)
直升机振动环境下的毫米波高频步进信号仿真分析	张冠杰,张 群,张 涛,等(247)
远程控制在 MOCVD 系统中的设计与应用	胡荣旭,李存志,吴振森(253)
一种基于兴趣点颜色及空间分布的图像检索方法	孟繁杰,郭宝龙(256)
基于新模型的多目标遗传算法	刘淳安,王宇平(260)
基于循环平稳特性的 OFDM 盲同步算法	胡梅霞,张海林(264)
基于频段共享的 GSM 与 CDMA 扩容方法	王 磊,聂 敏,裴吕幸,等(268)
基于时延范围预测的媒体播放控制算法	吴 炜,常义林(272)
VLSI 设计中互连耦合噪声的估计	董 刚,杨银堂,李跃进,等(276)
对基于椭圆曲线的代理签名的研究与改进	张 宁,傅晓彤,肖国镇(280)
一种 NIDS 基准测试系统的设计与实现	姚 兰,王新梅(284)
散射问题中的的新型 FDTD 共形技术	汤 炜,吴振森,李清亮,等(290)
q 元广义互缩生成器	高军涛,董丽华,胡予濮(294)
一类网上英式拍卖的保留价与起始价分析	杜 黎(300)
硬-软件系统冗余结构最优化研究	刘 云,温晓霓,赵 玮(304)