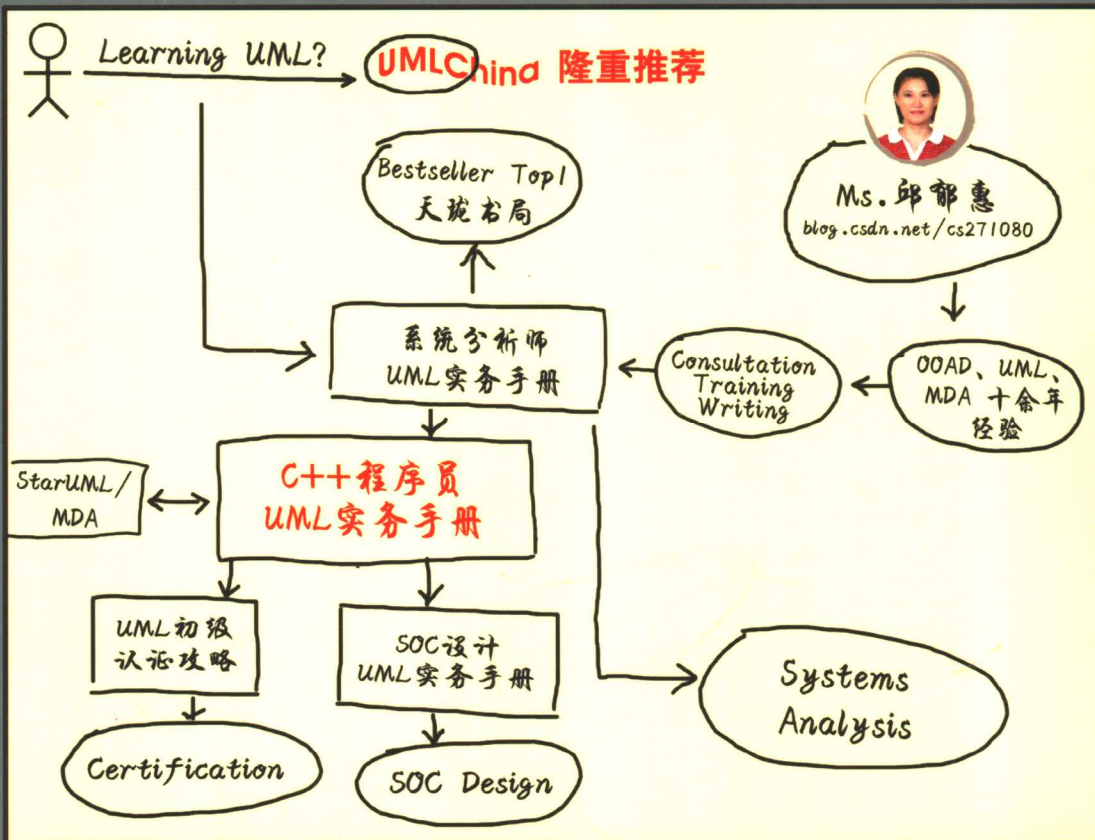


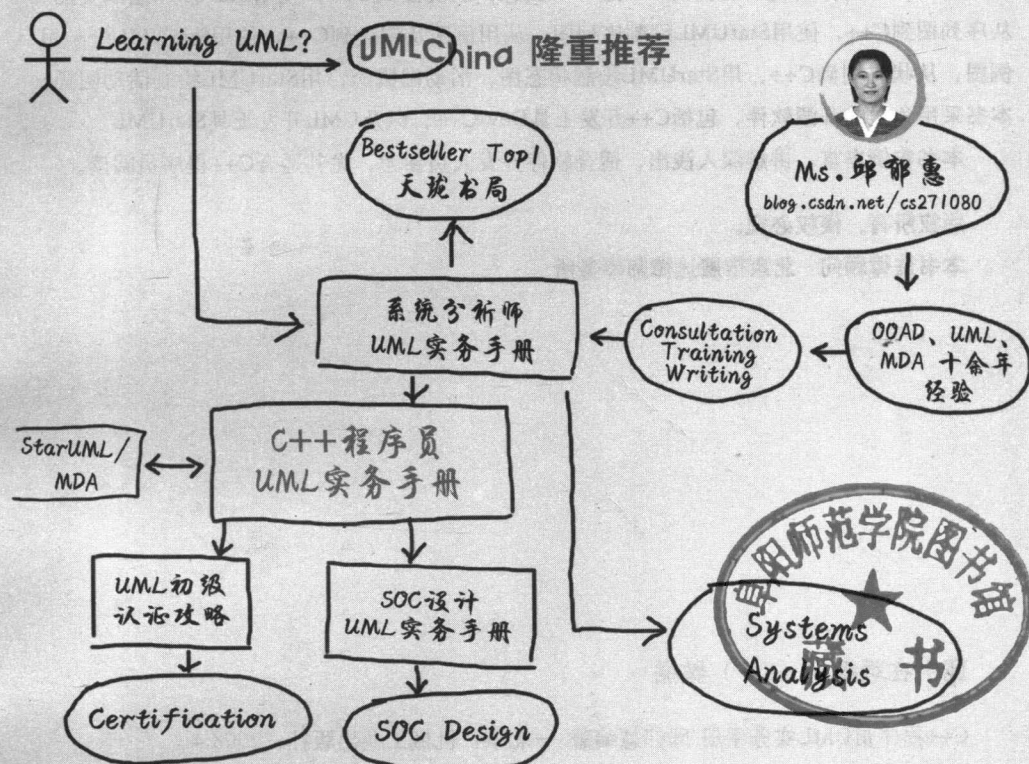


C++程序员 UML实务手册

邱郁惠 编著



机械工业出版社
China Machine Press



C++程序员 UML实务手册

邱郁惠 编著



机械工业出版社
China Machine Press

本书介绍了C++程序员如何利用UML进行建模,以便更好地进行C++程序设计主要内容包
括: C++文件结构,重要的OO及UML概念,从类图到C++,使用StarUML绘制类图,
从序列图到C++,使用StarUML绘制序列图,从用例图及叙述到C++,使用StarUML绘制用
例图,从状态图到C++,用StarUML绘制状态图,活动图概念,用StarUML绘制活动图等。
本书采用免费的开源软件,包括C++开发工具Dev-C++,以及UML开发工具StarUML。

本书实例丰富,讲解深入浅出,适合软件开发人员参考,尤其适合C++程序员阅读。

版权所有,侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

C++程序员UML实务手册/邱郁慧编著. —北京:机械工业出版社,2008.4
(原创精品系列)

ISBN 978-7-111-23739-6

I. C… II. 邱… III. ①C语言—程序设计②面向对象语言,UML—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第036287号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:王春华

北京京北制版厂印刷·新华书店北京发行所发行

2008年4月第1版第1次印刷

186mm×240mm·18印张

标准书号:ISBN 978-7-111-23739-6

定价:39.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换
本社购书热线:(010) 68326294

推 荐 序

市场上已经有了很多UML书籍。在China-pub上搜“UML”关键词，已经有187个结果（2008年3月）。之前，台湾的OO领军人物高焕堂的UML书也在内地出版。既然如此，为什么还要购买和阅读邱郁惠老师带来的UML书籍呢？您可能会这样问。

因为这是由女性写就的建模书。软件开发这个行业，向来被认为不适合女性从事。在这个行业的开发人员，随着年纪增长，继续从事技术工作的本来就已经很少，女性更是少之又少，而邱郁惠老师10多年来一直研究OOAD、UML、MDA。由于作者是女性，所以本套书籍风格非常细腻，是真正的Step by Step。作者使用大量的截图，详细跟踪工具的每一步操作，一步步地画出UML图形；出现代码的地方，作者都给出了详细的、可以执行的代码。入门最难，对于新手来说，本书是极好的上手读物。

因为本套书籍的覆盖面广。《系统分析师UML实务手册》一书适合于开发企业应用的系统分析师阅读，通过一个基金系统的模拟案例，展示了从业务建模、需求到分析的过程；《C++程序员UML实务手册》一书专门为广大的C++程序员而写，使得C++程序员能借助UML进行建模，如虎添翼；《SOC设计UML实务手册》一书则面向硬件设计人员，通过一个录音芯片的模拟案例，展示UML如何与SystemC合作进行芯片设计。

因为本书使用的是开源的工具。有些UML书籍内容虽然不错，但是使用的是商业的UML工具来示例。商业工具往往价格不菲，出于学习需要的读者无法承受也不愿意付出代价来购买相应的工具来跟着实操，使得效果大打折扣。本书中所有的UML图都使用StarUML制作，这是一款开源、免费的UML工具，而且功能相当全面，这样，读者就免除了购买工具的苦恼。

希望本书成为真正能让您上手的第一本UML书。

  首席专家 潘加宇

前言

一切要从《系统分析师UML实务手册》谈起

在台湾，有许多读者手上同时拥有《系统分析师UML实务手册》及《C++程序员UML实务手册》这两本书。有些读者看完前者之后，又买了后者；也有些读者买了后者之后，又买了前者。甚至，多位非C++用户的读者来信说到，他们很喜欢《C++程序员UML实务手册》一书。在这里，我想一并谈论我对这两本书的原始写作构想，希望读者喜欢这两本书。

OOAD、UML或MDA的初学者，无论是在校学生或已经身为项目经理、系统分析师或程序员，我都会建议从《系统分析师UML实务手册》读起，然后再续读《C++程序员UML实务手册》，即便您不是C++的使用者，甚至很多年不碰程序代码了，都可以读这两本书，前提是您想学OOAD、UML或MDA

在《系统分析师UML实务手册》一书中，我摘掉了许多烦杂的UML概念，仅精简介绍部分核心概念。我发现在编写过程中，谈论许许多多的主题并不难；如何去除烦杂的枝节，但是又能让读者学到东西，这通常才是我伤透脑筋、不断斟酌的地方。

其实，针对《系统分析师UML实务手册》一书，我把它设想为UML入门书，所以在这本书中没有一次谈论太多UML概念，一方面怕吓走了UML初学者，另一方面也是因为锁定本书为给系统分析师读的UML专书，所以我也得仔细考虑系统分析师在实务上到底得懂多少UML概念才够。基于这两个考虑，我就大刀阔斧砍掉许多关于UML的细节。

我认为学习UML最成功的技巧是“提问”；如果问对了问题，就能找到所需要的答案。那么怎样提问可以获得建构UML模式所需要的资料？我在多次的授课教材中都编写过类似的问卷，试图告诉系统分析师可以向使用者提出哪些问题，而问题的答案可以被填入哪款UML图中。因此，我把“提问”的技巧和经验放到《系统分析师UML实务手册》书里。至于模拟对话的设计，只是为了将“提问”放到一个情境，让读者体验可以在什么情境下提问，如此误打误撞而成。

在《系统分析师UML实务手册》中，我试着带引比较新颖的MDA概念，表面看起来谈得很少，可是却是支撑整本书的重要骨干。MDA的三个主要阶段为CIM (Computation Independent Model)、PIM (Platform Independent Model) 和PSM (Platform Specific Model)。在《系统分析师UML实务手册》一书中，界定系统分析师的生成属于CIM及PIM阶段，因此整本书并没有

提到PSM的样貌。我自己认为这样的安排是合理的，因为这是一本写给系统分析师的UML专著，不是谈整个开发程序。

不过，我也想到，如果包含PSM或编码阶段，或许可以让读者看到更清楚的全貌。PSM必须锁定实体平台，所以谈PSM的书必须包含更多的UML、更多的实体平台技术、更多的设计技巧，这样一本书必须有更精心的写作构想，否则读者可能会读得很吃力。

但是，我也想要带领《系统分析师UML实务手册》的读者更进一步地学习OO、UML或是任何的软件开发主题。所以编写了《C++程序员UML实务手册》一书。由于这本书是锁定给程序员看的，所以讨论了更多关于UML的概念！

在《C++程序员UML实务手册》一书中，虽然不再提到MDA的概念，但其实我将其界定为PSM及编码阶段。所以，您可以发现《C++程序员UML实务手册》书中的UML图绘制精细。在MDA的定义中，程序语言也是一种实体平台，因此可以说，在《C++程序员UML实务手册》中关于C++的设计图隶属于PSM阶段。

因此，在《C++程序员UML实务手册》一书中，读者可以看到最简单的PSM设计图与PIM设计图的差异，同时也会看到程序员拿到PSM设计图时，可以如何编写程序代码。当然，最重要的是，通过《C++程序员UML实务手册》一书，读者可以学到更多UML在实作阶段的应用状况。

本书目标读者

如果您是先阅读了《系统分析师UML实务手册》一书之后，才阅读此书的话，相信您会学到更多UML概念，同时也会知道看了UML图之后，如何按图施工，相当有助于实际工作。

虽然本书采用C++程序语言描述，但是UML从来就不局限于任何特定的程序语言。同时，我也只是希望藉由这本书将程序员领进UML世界，所以即便是非C++用户的读者，其实也适合阅读此书。（经过台湾读者的证明，许多非C++用户的读者也很推荐此书。）

本书结构

本书首先在第1章中简介UML，然后在第2章中通过一个简单的范例示范C++如何落实UML图，随后在第3章中介绍C++的档案结构，接着是整本书的核心第4~14章分别详细介绍了UML的核心概念、类别图、循序图、使用案例图及其叙述、状态图及活动图，以及C++如何按图施工、StarUML如何绘制UML图。

第1章主要介绍UML是什么、UML图的用途和长相、认识UML工具，让您在最短的时间内最迅速地知道什么是UML。

第2章主要将本书提到的UML与C++的对应浓缩成一章，让您可以先睹为快，只要花费一会儿的工夫就可以知道整本书的重点。

第3章将说明如何使用免费C++工具——Dev-C++，以及C++的档案结构。

第4章将讲述重要的UML概念，奠定您的UML及对象导向（Object-Oriented）基础。

第5~14章会分别详细介绍类别图、循序图、使用案例图及叙述、状态图及活动图中的UML概念，以及C++程序员看到这几款UML图之后，应该怎么按图施工，还介绍了免费的UML工具——StarUML如何绘制UML图和自动产出程序代码。

目 录

推荐序

前言

第1章 认识UML	1
1.1 统一建模语言	1
1.2 UML图	3
1.2.1 类图	3
1.2.2 序列图	4
1.2.3 用例图	5
1.2.4 状态图	6
1.2.5 活动图	7
1.3 UML工具	8
1.3.1 StarUML	8
1.3.2 IBM RSA	11
1.3.3 Case Complete	12
第2章 UML-C++先睹为快	16
2.1 简易的开发程序	16
2.2 计算总资产的用例	17
2.3 申购单笔基金用例	23
第3章 C++文件结构	28
3.1 免费工具Dev-C++	28
3.2 C++文件结构	31
3.3 重用类的代码	34
第4章 重要的OO及UML概念	38
4.1 对象	38
4.1.1 对象种类	38
4.1.2 善用交易模式	41
4.2 属性与操作	43
4.2.1 属性细节	43

4.2.2 操作与方法	44
4.3 封装	44
4.4 类	45
4.5 泛化关系	46
4.6 关联关系	48
4.7 聚合关系	49
4.8 组合关系	50
4.9 用例与执行者	52
第5章 从类图到C++	53
5.1 类图	53
5.2 类与对象	53
5.3 关联关系	60
5.3.1 导航性	61
5.3.2 一对多的多重性	66
5.3.3 多对多的多重性	71
5.4 聚合与组合	78
5.4.1 聚合关系	78
5.4.2 组合关系	79
5.5 依赖	85
5.6 泛化关系	90
5.6.1 继承	91
5.6.2 保护等级的可见度	96
5.6.3 抽象类	100
5.6.4 再添两个类	108
第6章 使用StarUML绘制类图	114
6.1 新建项目	114
6.2 新建类图	114
6.3 建立类	116
6.4 建立关系	121

6.5 输出C++代码	124	第11章 从状态图到C++	214
第7章 从序列图到C++	134	11.1 状态图	214
7.1 序列图与类图的关联	134	11.2 不直接实现	217
7.2 对象与类	142	11.3 土法炼钢	221
7.3 链接与关系	144	第12章 使用StarUML绘制状态图	227
7.4 消息与操作	153	12.1 新建状态图	227
7.5 通信图	165	12.2 绘制状态图	228
第8章 使用StarUML绘制序列图	168	第13章 活动图的应用与概念	235
8.1 准备好类图	168	13.1 企业组织的应用	235
8.2 新建序列图	168	13.1.1 工作流程	235
8.3 建立对象及消息	170	13.1.2 业务流程	236
8.4 建立片段	175	13.1.3 联合服务	237
8.5 输出通信图	179	13.2 信息系统的应用	238
第9章 从用例图到C++	181	13.2.1 系统流程	239
9.1 主要用途	181	13.2.2 整合流程	242
9.2 用例图	183	13.2.3 复杂操作	243
9.3 用例叙述	186	13.3 常见的主要概念	246
9.3.1 用例的基本数据	188	13.3.1 动作	246
9.3.2 执行流程	188	13.3.2 决策或合并	248
9.3.3 条件及规则	190	13.3.3 分支与会合	251
9.3.4 相关文档	190	13.3.4 分区	257
9.3.5 其他事项	191	13.3.5 对象与对象流	261
9.3.6 用例叙述的案例	191	13.3.6 子活动	263
9.4 与类图及序列图的搭配	194	13.3.7 连接器	266
9.4.1 计算总资产的用例	196	13.3.8 信号与事件	267
9.4.2 申购单笔基金的用例	201	13.3.9 中断	269
第10章 用StarUML绘制用例图	206	13.3.10 流程终点	271
10.1 新建用例图	206	第14章 使用StarUML绘制活动图	273
10.2 绘制用例图	207	14.1 新建活动图	273
10.3 编写用例叙述	210	14.2 绘制活动图	274

第1章 认识UML

1.1 统一建模语言

UML是“统一建模语言”(Unified Modeling Language)的缩写,顾名思义,它是建模(model)的专用语言。在编写代码之前,开发人员会先经过分析设计的思考,并且绘制一些图形,再搭配一些文字,作为分析设计的输出,这份输出可称之为软件模型或模型。

以室内设计为例,在工人实际改造房子内部之前,室内设计师会先以许多有特殊含义的小图示来绘制室内设计蓝图。设计蓝图是房子内部的模型,而有特殊含义的小图标就是建造模型的图形语言。在室内设计图里,每个小图示都有它特殊的含义。如果我们把每一个小图示视为一个室内设计的元素,那么这些小图示合起来,就是一套室内设计语言。

比方说,Microsoft Visio提供了住宅规划的图示,一共分为十组不同的图标,每组图标适合表达某一个区块的设计,如图1-1所示。再看图1-2的小图示,室内设计师要想设计家居结构可以使用墙壁、外壳和结构图。



图1-1 住宅规划

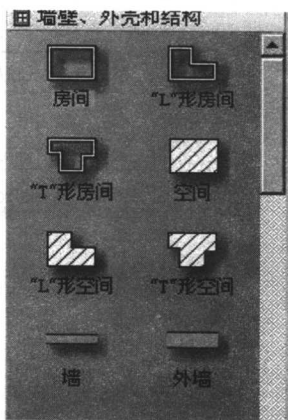


图1-2 墙壁、外壳和结构

回过头来看软件,在编写代码之前,开发人员会先用UML来表示软件的设计蓝图。UML包含一套有明确定义的小图示,方便开发人员用来绘制设计蓝图,建造软件模型。如图1-3所示,这是一张UML的用例图(Use Case Diagram),由此图可以轻松得知基金系统提供两项服务。

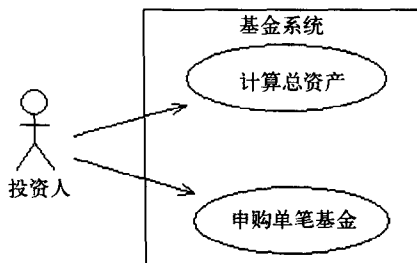


图1-3 用例图

再看图1-4与图1-3不同，这是一张UML序列图（Sequence Diagram），表示投资人在申购单笔基金时，基金系统内部软件对象的运作情况。

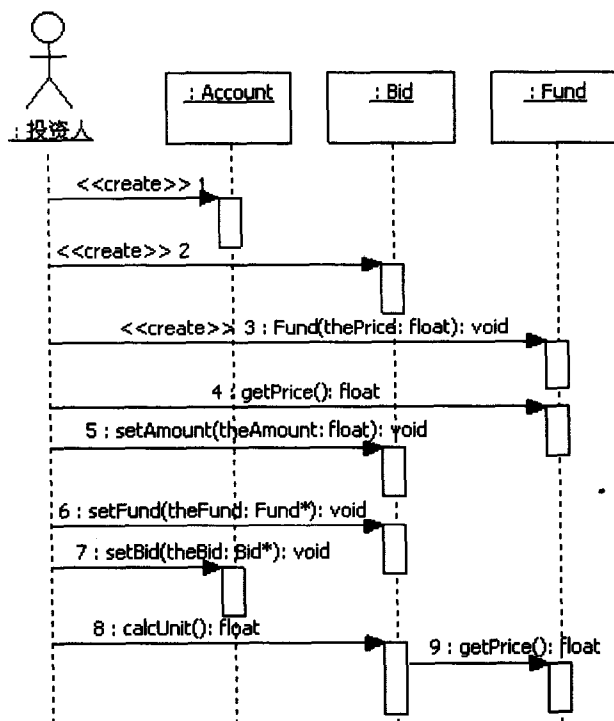


图1-4 申购单笔基金的序列图

对于住宅规划，UML也定义了十多种不同的图。每种图适合表达一种设计观点，例如前述的用例图适合表示系统对外提供的服务，而序列图则适合用来表示软件内部对象交互的情况。如图1-5所示，这是在StarUML这套UML的开发工具里，所支持的UML图。如图1-6所示，由左至右依次为用例图、类图（Class Diagram）和序列图里可用的小图示。

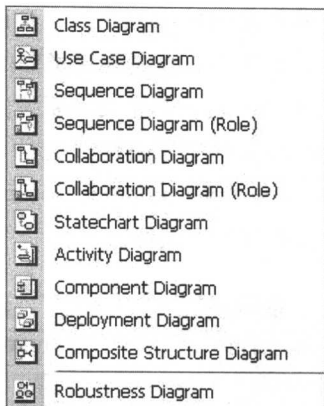


图1-5 UML图

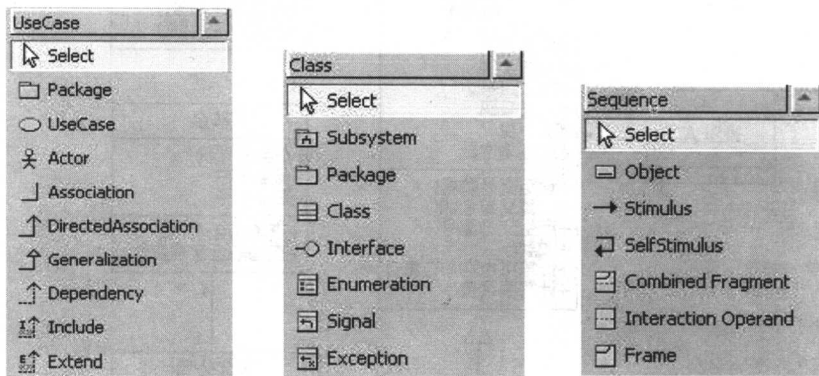


图1-6 UML小图示

有了住宅规划的图示，方便室内设计师表达心中的构思，但这些图示却不会告诉室内设计师该如何规划住宅。UML方便开发人员表达对软件的分析设计，但是UML同样不会说明该如何设计软件。换言之，UML定义了标准的建模语言，有助于开发人员使用相同的图标元素表示软件设计，但是UML并未规范也未说明开发人员该如何设计软件。

1.2 UML图

目前，UML推出了十多款图，不过并非每款图都实用。本书仅为您介绍在开发商用信息系统时，最常用到的UML图，包括类图、序列图、用例图、状态图（state diagram）和活动图（activity diagram）。

1.2.1 类图

类图是最重要的UML图的活动。类图主要用来呈现系统内部的静态结构，而这样的静态结

构通常可以直接对应代码，因此，从程序员的角度来看，类图是最值得关注的UML图。甚至，许多具备自动生成代码功能的UML开发工具，也是参照类图的内容自动转成对应的源代码。

如图1-7所示，这是一张典型的类图，表示基金交易系统内部的静态结构。图中的矩形代表类（class），类内部记载属性（attribute）与操作（operation），类之间有代表关联关系（association relationship）的实线、组合关系（composition relationship）的实心菱形实线、泛化关系（generalization relationship）的三角形实线。

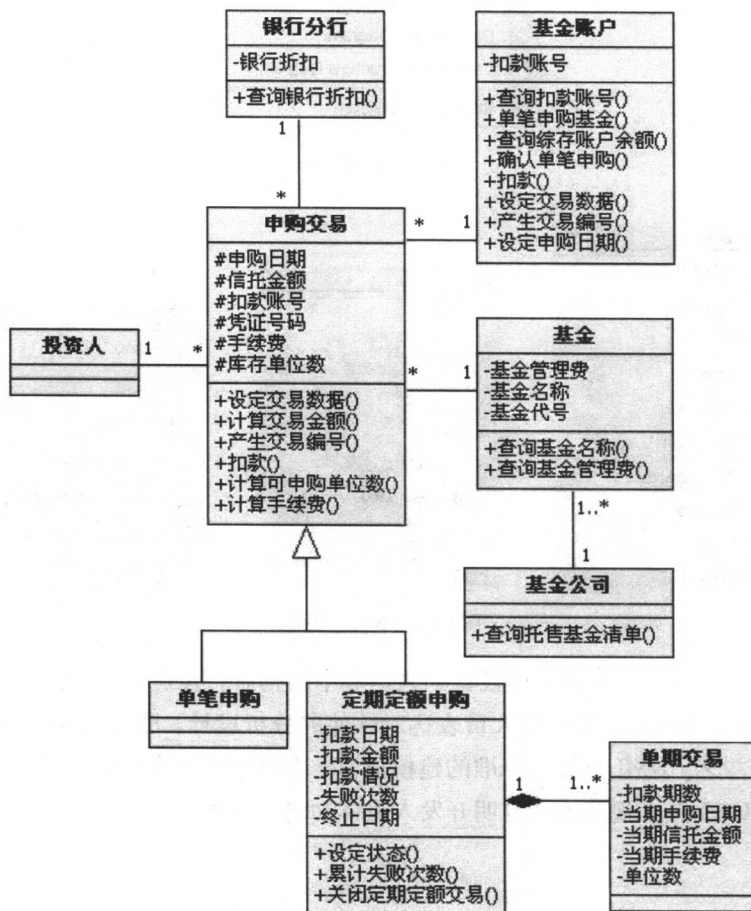


图1-7 类图

1.2.2 序列图

类图未能提出操作的实现方法，这部分的细节设计，可通过序列图来呈现。虽然，我们可以把类图对应到C++程序中的类、属性、关系及操作的声明，但也仅止于此，对于操作的实现

方法，还得搭配序列图才能获得。

除了表达实现方法之外，更重要的是，序列图还能够表达执行期间的一群对象，为了合力完成某一个目的，调用操作的交互情况。请看图1-8所示的序列图，图中的一群对象将合力计算出某账户内的总资产。

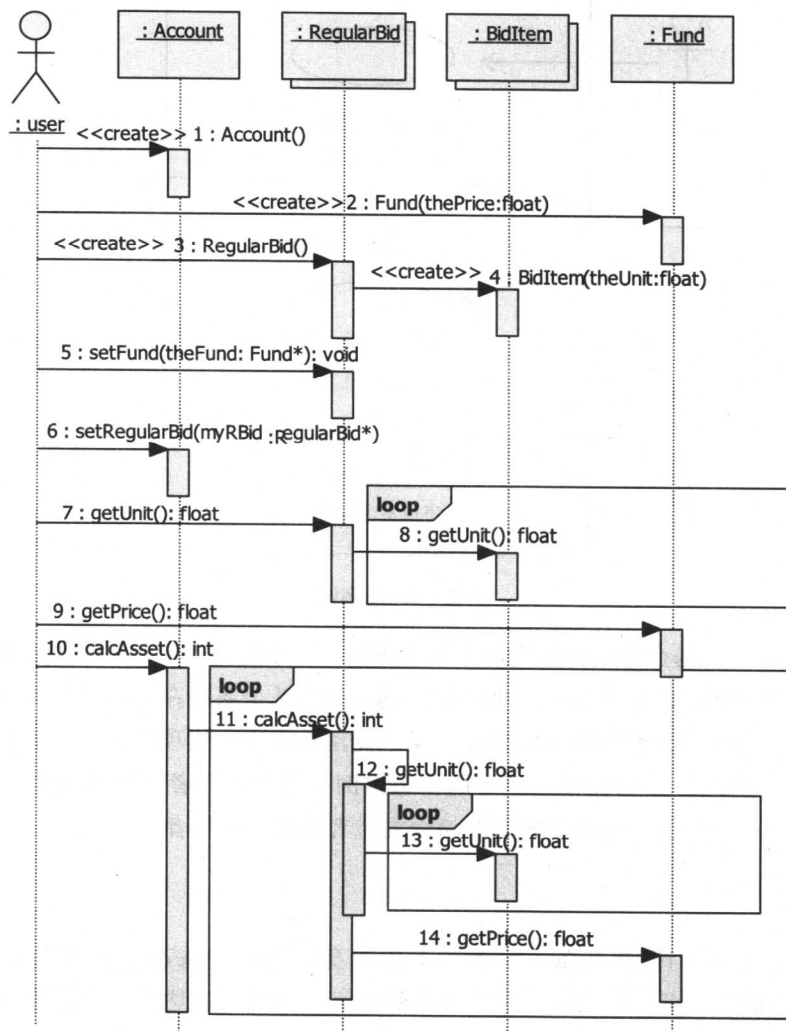


图1-8 序列图

1.2.3 用例图

在众多UML图中，用例图是最与众不同的一种，它的独特之处在于它适合用来表示系统的“外部”行为，其余的UML图都适用于呈现系统的“内部”结构或行为。

如图1-9所示，椭圆形的用例图标位于系统内部，代表系统将提供且支持这些用例，而执行者位于系统外部，代表用例的启动者或支持者。

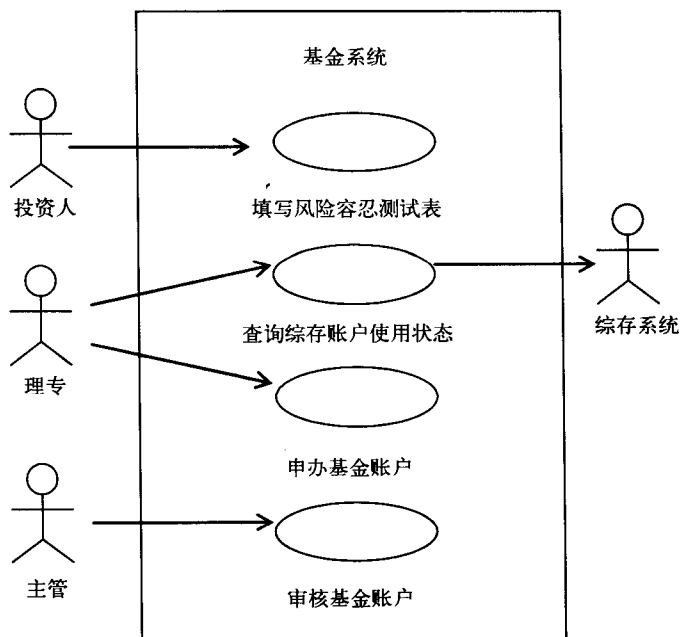


图1-9 用例图

从图1-9可得知，基金系统对外提供了四项服务，其中投资人会向系统要求并启动“填写风险容忍测试表”用例，以此类推。其中比较特别的是，基金系统在执行“查询综存账户使用状态”用例期间，因为缺乏综存账户的数据，所以无法独立完成这项服务，需要联机到综存系统取得相关数据。所以，查询综存账户使用状态用例有两个执行者，理财专员（简称“理专”）为扮演启动角色的执行者，综存系统则为扮演支持者角色的执行者。

1.2.4 状态图

状态图可以让我们聚焦在单一种类的对象本身，表达对象在生存期内可以出现的状态（state）变化。相比之下，状态图与序列图全然不同，序列图表达某一种对象与其他种类对象之间的交互情况。简言之，序列图用以表达对象外部的交互行为，而状态图表达对象内部的状态变化。

如图1-10所示，这是定期定额申购对象的状态图。在基金系统中，定期定额申购对象诞生之后，将立即从起点状态进入到“正常扣款”状态，约定日一到，就进入“自动申购”状态执行“扣款”活动。一旦累计3次扣款失败的事件发生，对象会转换进入“终止扣款”状态，执行“关闭定期定额交易”的活动，并于执行完毕之后，进入状态终点。一旦对象进入终点之后，

就完全停止了，不会再发生任何状态转换的情况了。

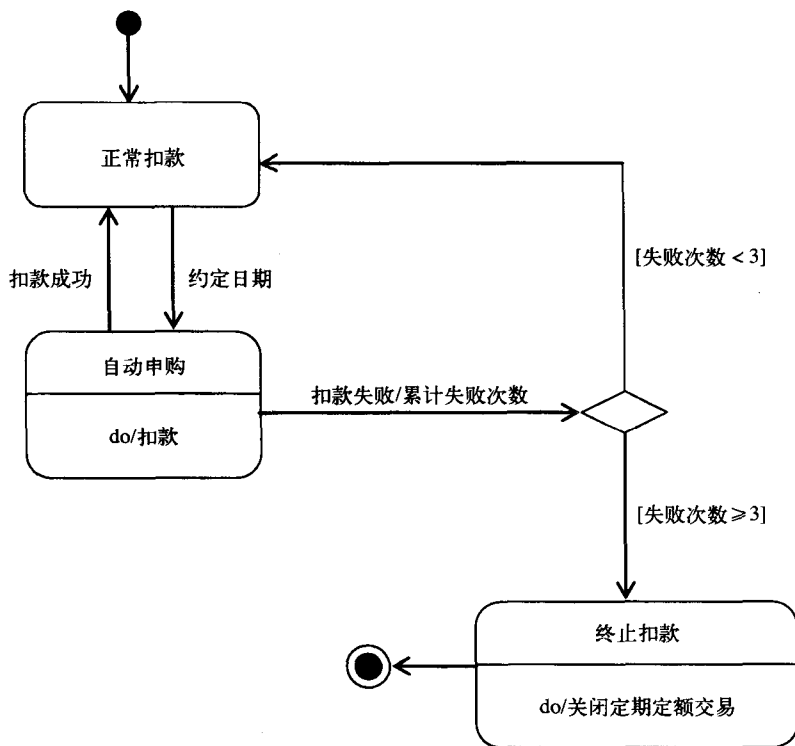


图1-10 定期定额申购对象的状态图

1.2.5 活动图

活动图相当容易理解与使用，它跟我们随手绘制的流程图没什么不同，唯一需要注意的只是它有特定的图示。活动图非常适合用来表达一连串的动作。在企业组织领域里，我们经常用它来表达工作流程、业务流程或联合服务等活动流程。

至于信息系统的应用上，遇到比较复杂的系统流程、整合流程及操作时，我们也会配合使用活动图协助思考及设计。其他时候，为了节省开发成本与缩短开发时间，可能仅采用序列图来表示系统内部对象的交互情况。

如图1-11所示，这张活动图简单表示出申购基金的一般流程。无论投资人申购单笔基金，还是申办定期定额申购基金，理财专员最后都会开立申购收执联给投资人，并且客服每月还会定时寄发投资对账单给投资人。

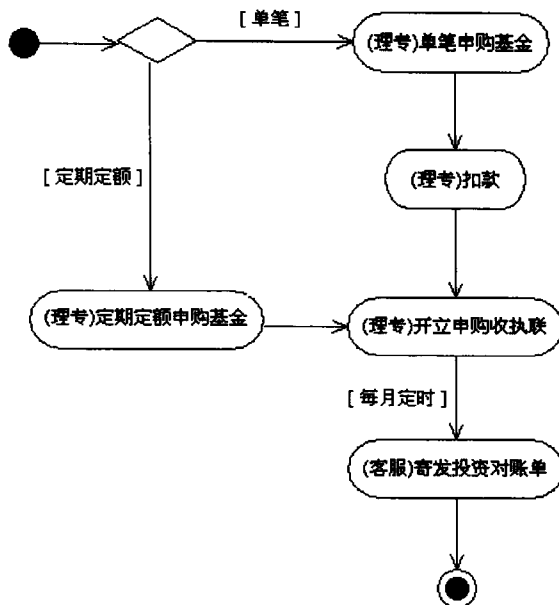


图1-11 申购基金的活动图

1.3 UML工具

在网络上，可以找到许多免费的UML工具，有些工具甚至有开放源代码，如本书采用的StarUML就是网络上极受欢迎的开源工具。这些免费的UML工具功能相当齐全，如果只是用到跟UML有关的功能，倒不见得一定要花钱去买昂贵的UML工具。

当然，相对于免费的UML工具，也有如IBM的RSA (Rational Software Architect) 这样的商业软件。同时，也有仅支持用例模型的UML工具，如Serlio公司推出的Case Complete。

从开源免费到付费的UML工具，或者是从完整支持全部的UML图、支持部分常用图到支持单一图的UML工具，真是一应俱全、应有尽有。

接下来，介绍StarUML、IBM RSA及Case Complete这三套不同的UML工具。除了StarUML作为本书所采用的示范工具外，其余两款UML工具都只是简单的介绍，让读者有机会多看看各种不同的UML工具，不局限于StarUML。

1.3.1 StarUML

StarUML是一款开放源码 (open source) 的UML开发工具，由韩国公司主导开发出来的产品，您可以直接到StarUML网站 (<http://www.staruml.com/>) 下载大约22MB的执行文件。在本书中，我们用以示范说明的版本为5.0.2.1570，主画面如图1-12所示。