
IREB 专业需求工程师认证

-基础级别-

教学提纲

英文原版版本号 V2.2, 于 2015 年 3 月 1 号生效

中文版版本号 V2.2, 于 2015 年 3 月 1 日生效

中文版由钱发强、朱姝翻译

使用说明 (term of use)

培训机构及个人可以用这份教学提纲作为研究讨论的依据，但必须注明本文的出处及版权。任何以广告目的引用本文的行为需要得到 IREB 的书面批准。

所有团体或者个人在发表文章、出版书籍、或者其它的发表性刊物中引用本文的，必须注明出处和作者以及 IREB 的版权所有。

© IREB e.V.

本文版权归 IREB 所有。没有作者或者 IREB 的书面授权，本文的任何部分不允许被复制修改，或保存在可再读取的系统中，或以任何媒体形式（电子，影印，录音等）传播。

鸣谢(Acknowledgement)

本教学提纲是由以下的成员撰写的: Karol Fruhauf, Emmerich Fuch, Martin Glinz, Rainer Grau, Colin Hood, Frank Houdek, Peter Hruschka, Barbara Paech, Klaus Pohl and Chris Rupp。他们得到了 IREB 成员们的支持: Ian Alexander, Joseph Bruder, Samuel Fricker, Guenter Halmans, Peter Jaeschke, Sven Krause, Steffen Lentz, Urte Pautz, Suzanne Robertson, Dirk Schuepferling, Johannes Staub, Thorsten Weyer and joy Beatty。

我们感谢所有对本文做出贡献的人。版权授予所有的作者和以上提到的人，并且授予 IREB 国际需求工程委员会。

中文版译者注: 本大纲的中文翻译由夏勇、洪浪、刘璘校对，特此鸣谢。

Note by the translator for Chinese version: Special acknowledgements are due to Yong Xia, Lang Hong and Lin Liu who reviewed the Chinese translation carefully.

前言 (Preface)

本文的用途 (Purpose of the Document)

这份教学提纲规定了获得“专业需求工程师认证-基础等级”所需要的知识水平，由 IREB（国际需求工程委员会）拟定。国际需求工程委员会 IREB 提供了多语种版本的教学提纲和相应的考试。本教学大纲为培训机构提供了他们组织教学材料的基础。学生可以使用考试大纲为他们参加考试作准备。

教学内容(Content of the Syllabus)

基础等级是根据所有涉及需求工程专业人员的需要而编写的，这些专业人员包括项目和 IT 管理人员、领域专家、系统分析师和软件开发人员。

内容范围 (Content Scope)

Syllabus IREB Certified Professional for Requirements Engineering
IREB 专业需求工程师认证 - 基础级别, 中文版 V2.2, 2015.03.01

基础级别对应的是基础知识，它适合于所有领域（如嵌入式系统，安全关键系统，经典的信息系统）。这并不意味着，不能在培训课程中考虑到各个领域的特点。把需求工程局限于某个领域并不是目的。

本提纲没有建议使用特定的程序和相关的过程模型，在实践中将所学到的概念应用于规划、控制和安排顺序过程中。它不强调需求工程或者甚至整个软件工程的一个特定的过程。

本提纲规定了需求工程师的知识构成，但没有规定与其它学科及软件工程过程的确切接口。

细化程度(Level of Detail)

本提纲的细化程度适用于国际统一的教学和考试。为了达到这个目的，教学大纲包含：

- 总的教学目标
- 教学内容及对教学目标的描述
- 以及参考文献（如有必要）

教学目标/ 认知水平(Educational Objective / Cognitive Knowledge Level)

本教学提纲为每个模块规定了一个认知程度等级。较高一级的包含了较低一级的，分别用两组动词来说明。“了解”用于 1 级，“掌握并且运用”用于 2 级。这两组动词可用下列动词替换：

- L1(了解)：列举，描述，识别，命名，反映
- L2(掌握并运用)：分析，使用，执行，证明，描述，评判，展示，设计，开发，完成，例证，引发，叙述，识别，阐明，由此得出结论，分配，区别，，比较，理解，建议，总结



本提纲术语表(附录 A)中的所有专业术语都要了解(L1)，即便是它们并没有作为教学要点罗列在教学提纲中。

本教学提纲用 RE 来简称需求工程（Requirements Engineering）。

本教学提纲的结构 (Structure of the Syllabus)

本教学提纲一共分 9 章。每一章为一个教学单元 (EU)。每一章的标题都给出了学员对本章所应该掌握的认知水平，也是本章中各节的最高认知级别。此外，所建议的教学时间是学习本章课程所需投入的最少教学时间。每章的开头都列出了本章在术语表中定义的重要术语。

例： 第 1 章 简介与基础 (L 1)
课时长度： 1 ¼ 小时

术语： 需求，利益相关者，需求工程，功能性需求，质量需求，约束

这个例子表明，第一章的教学目标为 1 级 (L1)，需要 75 分钟的授课时间来教授该章的材料。

每章可以含有不同的节，每节的标题也含有对其内容的认知水平。

教学目标 (EO: Educational objectives) 列在正文之前，编号表示它们所属的章节。

例： EO 3.1.2

这个例子表明，教学目标 EO 3.1.2 出现在第 3 章第 1 节之中。

考试 (The Examination)

本教学提纲是基础级资格认证考试的基础。



考试的一个考题可以包括本教学大纲的多个章节的内容。本教学大纲的所有章节 (1 - 9 章) 的内容都可能会考到。

考试的形式是多项选择题。

考试可以在培训结束后立即进行，也可以不依赖于培训时间 (比如在某一个考试中心进行)。在我们的网站上可以找到我方认可的认证机构列表：<http://www.ireb.org>

版本更新记录 (Version History)

版本	日期	备注
2.1	2010.11.	初版
2.1-1	2011.3.1	为对应英文翻译中的更动而做的修改
2.1-2	2011.11.9.	微小改动（如错别字等），添加了卡诺模型中的类别同义词
2.1-5	2012.6.15	统一了所有语言的版本号（跳过了 2.1-3 版和 2.1-4 版） 微小改动（错别字，美国标记等） 将环境图术语添加到第 6.6 节
2.1-5.1	2012.12.20	为第 7.6 节中的主题冲突术语加脚注（第 26 页）
2.2	2015.03.01	<p>EU 1: 添加了参考 ISO/IEC/IEEE 29148:2011 的信息</p> <p>EU 1: 修改了质量需求要考虑的方面的列表；添加了参考 ISO/IEC25010:2011 的信息</p> <p>EU 3.1: 将“遗留”改为“现有”</p> <p>EU 4.3: 将参考 IEEE 830-1998 改为参考 ISO/IEC/IEEE 29148:2011</p> <p>EU 4.6: 修改了需求的质量标准列表</p> <p>EU 5.2: 在规定需求责任的动词中增加了“允许”一词</p> <p>EU 6.1: 在模型定义中增加了提示信息</p> <p>EU 6.5: 删除了关于基数描述的重复段落</p> <p>EU 7.1: 用参考 EU 4.6 代替“如正确性和完整性”的描述</p> <p>EU 7.3: 修改了文档质量标准的列表</p> <p>EU 7.6: 修改了冲突类型；增加了详细描述；将“主观冲突”改为“数据冲突”</p> <p>EU 8.7: 增加了 8.7.1 节</p> <p>EU 8.1: 将“紧要性”改为“风险”</p> <p>EU 8.7: 增加了 8.7.1 节：需求衡量</p>

目录 Contents

鸣谢(Acknowledgement)	2
前言 (Preface)	2
目录 Contents	6
第 1 章 简介和基础知识 (L1) - Introduction and Foundations	9
第 2 章 系统和系统环境 (L2) - System and System Context	11
2.1 系统、系统环境和边界 (L1) - System, System Context, and Boundaries	11
2.2 确定系统和环境边界 (L2) - Determining System and Context Boundaries	11
第 3 章 需求获取 (L2) - Requirements Elicitation	13
3.1 需求来源 (L1) - Requirements Sources	13
3.2 根据卡诺模型分类 Categorization according to the Kano Model	14
3.3 获取技术 (L2) -Elicitation Techniques	15
第 4 章 需求文档 (L2) Requirements Documentation	16
4.1 文档设计- Document Design (L1)	16
4.2 文档的类型 - Documentation Types (L1)	17
4.3 文档结构 (L1) - Document Structure	17
4.4 使用需求文档 (L1) - Use of Requirement Documents	18
4.5 需求文档的质量标准 (L2) - Quality Criteria for the Requirements Document	18
4.6 需求的质量标准 (L2) - Quality Criteria for Requirements	19
4.7 术语表 (L2) - Glossary	20
第 5 章 用自然语言编写需求文档 (L2) - Documentation of Requirements using Natural Language	21
5.1 语言效果 (L1) - Language Effects	21
5.2 用模板构建需求文档 (L2) -Requirements Construction using a Templates	22
第 6 章 基于模型的需求文档 (L2) - Model-based Documentation of Requirements	23

6.1 模型的概念 (L1) – The term“Models”	24
6.2 目标模型 (L2) - Goal Models.....	25
6.3 用例 (L2) – Use Case.....	25
6.4 需求的三个视角 (L1)- Three Perspectives on Requirements	26
6.5 基于数据视角的需求建模 (L2)- Requirements Modeling in the Data Perspective	27
6.6 基于功能视角的需求建模 (L2) - Requirements Modeling in the Functional Perspective	28
6.7 基于行为视角的需求建模 (L2)- Requirements Modeling in the Behavioral Perspective.	29
第 7 章 需求的确认与协商 (L2)- Requirements validation and negotiation.....	30
7.1 需求确认的基础 (L1) - Fundamentals of Requirements Validation.....	30
7.2 需求协商的基础 (L1)- Fundamentals of Requirements Negotiation.....	31
7.3 需求的质量方面 (L2)- Quality Aspects for Requirements	31
7.4 需求确认的原则 (L2) - Principles of Requirements Validation	32
7.5 需求确认技术 (L2) - Techniques for Requirements Validation.....	32
7.6 需求协商技术 (L1) - Requirements Negotiation	33
第 8 章 需求管理 (L2) -Requirements Management.....	35
8.1 指定需求属性 (L1) - Assigning Attributes to Requirements	36
8.2 需求的视图 (L2) - Views on Requirements.....	37
8.3 设定需求的 优先级 (L2) - Prioritizing Requirements.....	37
8.4 需求的可追踪性 (L2) - Requirements Traceability.....	38
8.5 需求版本管理 (L2) - Versioning of Requirements.....	39
8.6 需求变更管理(L2) - Management of Requirements Changes.....	40
8.7 需求的衡量(L1) - Measurement for Requirements.....	41
第 9 章 工具支持 (L1) -Tool Support	42
9.1 工具种类 (L1) - Types Of Tools	42
9.2 引入工具(L1) - Introducing Tool	43

9.3 工具评估 (L1) - Evaluating Tools..... 43

第 1 章 简介和基础知识 (L1) - Introduction and Foundations

课时：1¼ 小时

术语：需求、利益相关者、需求工程、功能性需求、质量需求、约束

教学目标:

EO 1.1 了解不合格的需求工程的症状以及原因

EO 1.2 了解需求工程的四大主要工作

EO 1.3 了解沟通在需求工程中的作用

EO 1.4 了解需求工程师需要具备的技能

EO 1.5 了解需求的三种类型

EO1.6 了解质量需求的作用

好的需求工程很重要，因为许多错误是在这个阶段产生的，事后需要用很高的代价来纠正这些错误。需求工程问题的典型症状是需求缺失和需求不明确。需求工程问题的典型原因有：

- 项目的利益相关者错误地认为，很多事物是显而易见的，不需要专门描述
- 由于知识和经验的差异造成的沟通问题
- 由于项目压力迫使要尽快完成项目

需求工程的四大工作包括：获取需求、编写需求文档、确认与协商、管理需求。可根据具体的流程安排这四大工作，例如：ISO/IEC/IEEE 29148:2011 标准。这些流程关注不同级别的需求，例如：利益相关者的需求，系统需求或软件需求。

自然语言是最重要的需求沟通手段。与此同时，显得尤为重要的是有一套各方认可的通用的术语表。另外，沟通方式（口头或书面）也起着非常重要的作用。在沟通过程中，所有的参与者必须尽量做到语言简洁、重点突出。

毋庸置疑，需求工程师是需求工程活动中最重要的角色。除了沟通技能和方法技能之外，他们还必须具有以下技能：分析式思维、换位思考、解决冲突的技能、调解技能、充分的自信心和说服力。

通常我们区分三类需求：功能性需求、质量需求和约束。

“非功能性需求”这个术语常常用于质量需求和约束。质量需求必须在文档中给出明确定义，尤其需要考虑以下几个方面：

- 性能
- 安全
- 可靠性
- 可用性

- 易维护性

可移植性

可参考需求工程文献以及标准如 ISO/IEC25010:2011 获得更全面的质量模型。

尽管质量需求往往用自然语言来表示，但它们与其它需求的关系必须是可追踪的，并且对质量需求的确认必须有量化的指标，或通过转化成附加的操作功能来予以保证。

第 2 章 系统和系统环境 (L2) - System and System Context

课时：1¼ 小时

术语：系统环境，系统边界，环境边界

教学目标：

EO 2.1 了解系统环境、系统边界和环境边界

EO 2.2 掌握并运用系统边界和环境边界

2.1 系统、系统环境和边界 (L1) - System, System Context, and Boundaries

系统的需求源和对系统需求的论证取决于待开发系统的系统环境。需求源包括所有的初始需求定义或影响需求定义的各个环境方面。其中在系统环境中潜在的需求源是：

- 人（利益相关者和利益相关者群）
- 运营系统（技术系统，软件和硬件系统）
- 过程（技术或者物理过程，业务过程）
- 事件（技术上的或者物理上的）
- 文档（如法律，标准，系统文档）

系统边界的功能在于定义待开发系统将包含哪些方面，哪些方面是该系统环境的一部分。环境边界界定与待开发系统有连接的环境部分。

2.2 确定系统和环境边界 (L2) - Determining System and Context Boundaries

系统边界常常只是在需求工程过程结束时才能精确定义出来。在此之前，对待开发系统所期望的功能和质量并不完全清楚或根本就不知道。因此会有一个灰色地带，而可能的系统边界就存在于这个灰色地带中。除了系统边界会在灰色地带内移动外，灰色地带本身也可能在需求工程过程中被推移，例如，当系统边界推移时，环境的其它方面就变得重要了。

环境边界（**context boundary**）也可以随时间而改变，例如当结果与预期相反时，先前视为重要的需求对于待开发的系统就完全没有了影响，所以就要删除这一系统环境。

环境边界也有一个灰色地带，它包括已经确定的环境方面，在某些特定的时候，这些方面是否与待开发系统有关并不清楚。

用例图或数据流图常常用于编写系统环境（特别是系统和环境边界）的文档。在环境建模（**context modeling**）中，基于数据流图模拟系统环境中的源和汇，分别表示系统和环境之间数据流的起点和终点。用例图模拟系统环境中的施动者（即人或其它系统）和它们与待开发系统的使用关系。

第 3 章 需求获取 (L2) - Requirements Elicitation

课时：1 ½ 小时

术语：无

教学目标：

EO 3.1.1 了解需求不同类型的来源。

EO3.1.2 了解需求来源的重要性以及忽视某些需求来源的后果

EO 3.1.3 了解利益相关者文档的最重要的信息

EO 3.1.4 了解对待利益相关者的重要原则 (他们的权利和职责)

EO 3.2.1 掌握并运用卡诺 (Kano) 模型的内容，了解其重要性

EO 3.3.1 了解选择获取技术的影响因素

EO 3.3.2 了解需求获取技术的优缺点

EO 3.3.3 掌握并运用下述的需求获取技术和每个实例：问卷调查、创新型技术，以文档为中心的技术，观察技术和其它支撑技术

3.1 需求来源 (L1) - Requirements Sources

需求工程中一项重要的工作是获取待开发系统的需求。获取需求的基础一方面由系统环境构成，另一方面由需求的来源构成。需求源的各种类型是有区别的，比如，可能的需求源是利益相关者、文档或现有系统。

需求工程的任务是从各种需求源中收集目标 and 需求。如果需求来源被忽视了，整个项目就可能出现严重后果。就利益相关者而言，需求来源文档至少要包括以下信息：

- 名字
- 角色
- 其它的个人信息和联系方式
- 利益相关者在项目进展过程中可支配的时间和地点
- 该利益相关者的关联性
- 他们的领域及专业知识水平
- 他们的项目目标和对项目的兴趣

视公司文化而定，可以与利益相关者就他们的任务、责任和权限等达成一个口头协议或者书面协议。从利益相关者的角度来说，协议规定每个利益相关者的权利和义务。处理好与利益相关者的关系可有效地避免动力不足和冲突。利益相关者应该积极地参与项目，不仅仅只是触及该项目。

3.2 根据卡诺模型分类 Categorization according to the Kano Model

对获取需求来说，关键是要知道那些需求对利益相关者的满意度有什么样的重要性。根据卡诺(Kano)博士的模型，这种满意度可以分为三类：

- 基本因素（同义词：不满意因素 Dissatisfiers）
- 绩效因素（同义词：满意因素 Satisfiers）
- 兴奋因素（同义词：喜悦因素 Delighters）

3.3 获取技术 (L2) -Elicitation Techniques

获取需求的目的是要找出利益相关者明确的和潜在的需求。影响选择获取技术的重要因素是风险因素、人的影响、组织的影响、功能内容的影响和预期的需求细化程度。对于不同的需求工程产品需要用不同的技术：

- 调查技术(如访谈，问卷调查)
- 创新型技术 (头脑风暴，悖论头脑风暴，改变视角，模拟技术)
- 以文档为中心的技术(如系统考古，基于某个角度的阅读，需求的复用)
- 观察技术 (如实地观察，见习)
- 辅助技术 (如思维导图，专题研讨，CRC 卡，录音和录像，用例建模，原型)

获取技术运用得当是项目成败至关重要的关键技能。综合使用不同的获取技术可以达到最佳的结果。

第 4 章 需求文档 (L2) Requirements Documentation

课时：2 小时

术语：需求文档，需求规格说明书

教学目标：

- EO 4.1.1 了解编写需求文档的关键理由
- EO 4.2.1 了解功能性需求的三个方面
- EO 4.2.2 了解用自然语言编写文档的优缺点
- EO 4.2.3 了解基于模型编写需求文档最重要的形式
- EO 4.2.4 了解以混合形式编写需求文档的优势
- EO 4.3.1 了解标准化的文档结构的优势
- EO 4.3.2 了解一种最常用的文档结构
- EO 4.3.3 了解量身定制的标准结构的要点
- EO 4.4.1 了解建立需求文档的工作
- EO 4.5.1 掌握并运用需求文档的质量标准
- EO 4.6.1 掌握并运用需求的质量标准
- EO 4.6.2 了解需求的两个最重要的文体准则
- EO 4.7.1 掌握并运用术语表的内容和重要性
- EO 4.7.2 掌握并运用处理术语的准则

4.1 文档设计- Document Design (L1)

在需求工程中，有必要把所有的重要信息用文档的形式记录下来。所有或多或少正式表示需求的形式，从散记描述到正式的语义图形，都称作文档编写技术。在需求文档的生命周期内，有很多人会涉及到文档的编写。文档在沟通中起着导向目标的支撑功能。下面的因素说明这种支撑的必要性，即，需求文档是长期有效的和有法定意义的，并且是对所有人开放对。需求文档是复杂的。

4.2 文档的类型 – Documentation Types (L1)

除其它内容之外，需求文档包括系统的功能性需求，通常指下述三个不同的方面的功能性需求：

- 数据方面
- 行为方面
- 功能方面

所有这三个方面都可以用自然语言来编写，而概念模型类型专门用于三者之一。编写文档的有效形式是：

- 用自然语言编写需求文档
- 概念需求模型，如用例图模型，类图，活动图或状态图 (见第六章)
- 需求文档的综合形式

4.3 文档结构 (L1) – Document Structure

需求文档的核心组件是所考虑的系统的需求。除了需求外，根据该文档的目的，需求文件还包含有关系统环境的信息、接受条件的信息，或者，比如说技术实现特性的信息。为了确保需求文档的可管理性，这些文档必须有最恰当的结构。

需求文档的参考结构是一个或多或少是完整的以及一个或多或少灵活的实测的内容结构。有很多标准描述了需求文档的通用参考结构。ISO/IEC/IEEE 29148:2011 是其中之一。

在实践中，使用需求文档的参考结构会产生很多正面影响。比如，使用参考结构能简化在随后的开发工作中（例如，在定义测试例时）需求文档的用法。一般来说，由于参考结构要根据领域、公司或项目的特定情况而要作具体的调整，参考结构不能一对一地用于一个需求文档。

4.4 使用需求文档 (L1) - Use of Requirement Documents

需求文档是在项目的整个生命期间许多工作的基础，例如

- 规划
- 设计架构
- 实施
- 测试
- 变更管理
- 系统运行和维护
- 合同管理

4.5 需求文档的质量标准 (L2) - Quality Criteria for the Requirements Document

为了使需求文档更好地作为基础服务于后续的开发过程，需求文档必须符合一定的质量标准。尤其是包括：

- 明确性和一致性
- 结构清晰性
- 易修改性和可扩展性
- 完整性
- 可追踪性

4.6 需求的质量标准 (L2) - Quality Criteria for Requirements

另外，各项需求必须满足一定的质量标准，特别是：

- 确认的
- 明确的
- 必须的
- 一致的
- 可验证的
- 可实现的
- 可追踪的
- 全面的
- 可理解的

除了需求这些质量标准，还有两条使用自然语言编写文档的基本文体准则，增强需求文档的可读性：

- 语句简短，段落清晰
- 每句话只阐明一条需求

4.7 术语表 (L2) - Glossary

在需求工程过程中，产生冲突的一个常见的原因是有关人员对术语有不同的理解。为了避免这个问题，我们有必要把相关的术语定义为一个术语表。术语表是对下述术语定义的一个集合：

- 上下文特定的技术术语
- 简称和缩写词
- 在特定上下文中有特殊含义的常用概念
- 同义词
- 同形同音异义词

在编写术语表时，要注意下述的规则：

- 术语表要统一管理
- 必须指定维护术语表的负责人
- 在项目的整个过程中都要维护术语表
- 术语表必须对所有人开放
- 术语表的使用是强制性的
- 术语表应该包含术语的来源
- 利益相关者们必须同意术语表
- 术语表中的条目应该具有一致的结构

应尽早着手开发术语表，以减少以后修改术语表的工作。

第 5 章 用自然语言编写需求文档 (L2) - Documentation of Requirements using Natural Language

课时: 1 小时

术语: 需求文档模板

教学目标:

EO 5.1 在自然语言的领悟和书写上, 掌握和运用五个转化过程, 以及它们对需求的描述所带来的后果

EO 5.2 掌握并使用需求文档模板编写需求的五个步骤

5.1 语言效果 (L1) - Language Effects

由于自然语言常常是模棱两可的, 往往可做出不同的解释, 所以在使用语言时在这方面要特别注意。在领悟和书写的过程中, 会发生所谓的“转化过程”。事实上, 这些转化过程遵循一定的规则, 需求工程师可以利用它来精确捕获写出需求的作者真正的意思。对需求工程来说, 五个最主要的转化是:

- 名词化
- 无参考索引的名词
- 全称量词
- 未完全规格说明的条件
- 未完全规格说明的过程动词

5.2 用模板构建需求文档 (L2) -Requirements Construction using a Templates

需求模板是在制定需求时降低语言本身带来的语言影响的易于学习和运用的方法。需求模板能有效地帮助编写需求的作者创建高质量的需求。

使用模板来编写需求文档的五个步骤是：

- 确定法定的义务
- 确定核心需求
- 描述系统活动的特征
- 插入对象
- 确定逻辑和时间条件

可将规定责任的动词“必须”、“应该”、“将要”，“允许”用在需求文本中。如果责任改变，需求也随之改变。也可使用属性词描述需求文档的约束性。

强制性地使用句子模板不能获得最优结果，而是要对该方法提供培训，让需求模板成为有用的辅助工具。

第 6 章 基于模型的需求文档 (L2) - Model-based Documentation of Requirements

课时: 5 小时

术语: 模型

教学目标:

EO 6.1.1 了解“模型”的概念及模型的特性

EO 6.1.2 了解概念建模语言的定义元素

EO 6.1.3 了解使用需求模型的优势

EO 6.2.1 了解需求工程过程中目标的重要性

EO 6.2.2 了解目标分解的两种类型

EO 6.2.3 掌握建模以及将“与或树” (and/or tree) 作为目标关系的运用

EO 6.3.1 掌握用例图的建模并运用用例图

EO 6.3.2 掌握并运用用例规范说明

EO 6.4.1 了解需求分析的三个视角

EO 6.5.1 了解从数据视角分析需求的重点

EO 6.5.2 掌握并运用实体关系图和 UML 类图

EO 6.6.1 了解从功能视角分析需求的重点

EO 6.6.2 掌握并运用数据流程图和 UML 活动图

EO 6.7.1 了解从行为角度分析需求的重点

EO 6.7.2 掌握并运用 UML 状态图



注：本章中的 L2 级(“掌握并运用”)并不包含“创建”、“设计”、“开发”、“制定”等动词。（学员应能理解模型。创建这类模型是 IREB “需求建模”高级教程的一部分。

6.1 模型的概念 (L1) – The term “Models”

使用模型使得我们更容易有选择地理解信息的事实和他们之间的关系，更快地记录它们，更明确地为它们编写文档。模型是对现存的或者将要创建的事实的抽象表达（这个定义虽然涵盖了需求工程最常见的案例，但它还是有点狭窄。更一般地说，模型是对现实事物或将要创造的事物的抽象表现。事物代表现实的任何一部分或任何一组可能的元素或现象，包括其它模型。针对模型，事物被称作原型）。

模型有三个重要的特性：

- 表示特性：模型映射现实
- 归纳特性：模型化简和归纳所代表的现实
- 实用特性：模型为特定的目的而构建

在需求工程中，概念模型用得比较多。概念模型常常通过一组图形元素来模拟现实。概念建模语言用于建立由语法（建模元素和它们的有效组合）和语义（建模元素的含义）定义的概念模型。需求模型是定义待开发系统的需求的概念模型。相对于用自然语言编写需求文档，以概念模型形式建立需求文档具有以下优点：

- 用图形表达的信息更易于快速理解和记忆
- 需求模型可以有针对性地模拟需求的一个方面
- 通过为特定目的而定义的模型语言，可以为现实的一个抽象概念做恰当的规格说明

组合使用自然语言和需求模型就能利用两个文档编写类型的优点。

6.2 目标模型 (L2) - Goal Models

目标描述利益相关者的意图。它是利益相关者对待开发系统或相关开发项目所期望得到的典型特征的刻意描述。目标文档可以用自然语言编写，也可以以模型的形式来编写。目标文档的一个主要部分是描述高一级的目标和次级目标之间的精化关系（也称细化关系或分解关系）。在这方面，我们区分两种类型的分解：

- “与分解 (AND decomposition)”：为了实现上一级目标（上级目标），必须实现所有子目标。
- “或分解 (OR decomposition)”：为了实现上一级目标（上级目标），至少要实现子目标之一。

目标之间这样的分解关系经常以与或树(and/or-trees)的形式编写文档。

6.3 用例 (L2) - Use Case

用例有助于从用户的角度来检验和编写现有系统或待开发系统的文档。处理用例的方法基于两个互补的文档技术：

- 用例图 和
- 用例描述（也称用例说明）

用例图是简单的图形化模型，用来从用户的角度描述系统的功能、系统功能相互关系以及系统功能与系统环境之间的关系。用例图典型的建模元素是：

- 系统环境中的施动者(也称为参与者，可以是人或者其它外部系统)
- 系统边界
- 用例
- 上述建模元素之间各种类型的关系

通过更精确地描述各用例的主要特征，用例说明采用文字化的描述对概略性的用例图进行详细的补充说明。为了这个目的，通常情况下，要为每个有关用例单独填写一个预先定义好的模板。这样一个模板的典型内容包括：

- 用例唯一的标识
- 用例的名称
- 用例的描述
- 触发事件
- 施动者
- 结果
- 前置和后置条件
- 各种场景。场景描述典型的、导致用例（主要场景，候选场景）成功执行的事件顺序，或明确地描述如何在用例的执行过程中处理特殊情况（异常场景）的事件顺序。

6.4 需求的三个视角 (L1)- Three Perspectives on Requirements

在基于模型的文档编写的范围里，我们从三种相互交叠的建模角度对待开发系统的需求进行建模：

- 数据视角 (Data perspective)
- 功能视角 (functional perspective)
- 行为视角 (behavioral perspective)

从数据视角来说，概念建模语言中的典型例子是实体关系模型和 UML 类图。从功能视角来说，数据流图或 UML 活动图（在动作中对象之间的流动）是非常常用的。从行为视角来说，概念建模语言中的典型例子是有限状态自动机或状态图。

6.5 基于数据视角的需求建模 (L2)- Requirements Modeling in the Data Perspective

从数据视角来看，要写入文档的是数据的结构及其使用，以及在系统环境中的依赖关系。传统上，数据视角用实体关系图来建模。实体关系图使用如下三种建模元素编写现实结构的文档：

- 实体类型
- 关系类型
- 属性

此外，可以使用基数记录一个实体类型的一个实例（实体）参与一个特定关系类型关系的频度。

UML 类图是从需求的数据角度来建模的一种常见的方法。类图由一组类和这些类之间的关联所组成。在这方面，经常使用的 UML 类图的建模元素如下：

- 类
- 关联(与多样性和角色的关联)
- 聚合和组合关系
- 泛化关系

6.6 基于功能视角的需求建模 (L2) - Requirements Modeling in the Functional Perspective

需求的功能视角要处理的是把从环境中接收到的输入数据转换成释放到系统环境中的输出数据。功能视角的建模方法包括功能模型。通常情况下，例如在汤姆·戴马克（Tom DeMarco）所著的“结构化分析”（Structured Analysis）一书中，把数据流图用作功能模型。系统和系统环境的图形表示称为环境图（也称上下文图，context diagram），在特定情况下，如果数据流图是用来定义系统边界的话，数据流图也称为环境图。

数据流图的建模元素是：

- 过程
- 数据流
- 数据存储
- 源和汇

由于在数据流图中没有控制流程，或者比如说进程的內部工作方式并没有显示出来，因此，数据流图要用附加的、结构化形式的说明加以补充。例如，结构式分析中的迷你规格说明书就定义了过程的内部行为。

在 UML 2.0 中，数据流通过详尽地模拟活动图中的对象流来表达，所以，它能最好地与数据流图相吻合。除了别的之外，活动图模拟活动节点和活动节点之间的控制流。对象流表示控制流的一种特殊形式。活动图中的同步条允许模拟并发控制和对象流。可以使用判定节点来描述备选控制（alternative control）和对象流。

UML2.0 活动图中最主要的建模元素是:

- 动作(Actions)
- 起始和结束节点(Start and end nodes)
- 控制流(Control flow)
- 对象流(Object flow)
- 决策点 (Decision nodes)
- 合并备选控制流 (Merge of alternative control flows)
- 分叉(Fork)
- 结合(Join)
- 层次化元素(Hierarchization elements)

6.7 基于行为视角的需求建模 (L2)- Requirements Modeling in the Behavioral Perspective

在需求建模中，系统的动态行为是从行为的角度来建模的。从这个角度来看，重点在于能够发现一个系统的各种状态以及造成状态变化的事件。在基于有限状态机原理的 UML 状态图中，会用到下面的建模元素：

- 状态 (state)
- 起始和结束状态(start and end states)
- 状态迁移(state transition)
- 并发状态分解 (Concurrent)

第 7 章 需求的确认与协商 (L2)- Requirements validation and negotiation

课时: 2 ½ 小时

术语: 无

教学目标

- EO 7.1.1 了解确认需求的重要性
- EO 7.2.1 了解有关需求冲突的重要性
- EO 7.3.1 了解需求的三个质量方面
- EO 7.3.2 掌握并运用确认质量三个方面 (“内容”、“文档”和“达成共识”)的标准
- EO 7.4.1 了解需求确认的六条原则
- EO 7.4.2 掌握并运用需求确认的原则
- EO 7.5.1 了解需求确认的技术
- EO 7.5.2 需要掌握并运用的确认技术: 评审意见 (专家意见)、审查、走查、基于视角的阅读、使用原型和检查表进行确认
- EO 7.6.1 了解需求协商的活动
- EO 7.6.2 了解需求冲突的类型
- EO 7.6.3 了解各种解决冲突的技术
- EO 7.6.4 了解解决冲突的文档编写

7.1 需求确认的基础 (L1) - Fundamentals of Requirements Validation

需求确认的目的就是为了确认需求是否满足了规定的质量标准 (参考 EU4.6), 以便尽早发现和纠正需求工程中的任何错误。由于需求文档是今后开发工作的基础, 需求中的错误会对进一步开发工作的所有活动造成巨大的影响, 以至于在整个开发过程中为纠正一个未被发现的需求错误造成工作量的显著增加。其原因是, 不仅需求本身的错误要纠正, 而且所有在此基础上所做的工作, 如架构设计, 实施, 测试案例等都需要返工。

7.2 需求协商的基础 (L1)- Fundamentals of Requirements Negotiation

系统需求中未解决的冲突就意味着，一组利益相关者的需求不能得到实现，或运行的系统根本不可接受或没有充分使用。协商需求的目标是为了在各利益相关方之间为待开发系统的需求形成一个共同认可的理解。

7.3 需求的质量方面 (L2)- Quality Aspects for Requirements

需求的三个质量方面（内容、文档和达成共识）是要加以区分的，据此，一条需求或一组需求的质量的每个方面都可以通过一系列的确认标准来评估。

“内容”质量方面的八个确认标准是：

- 需求文档的完整性
- 单个需求的完整性
- 可追踪性
- 正确性和充分性
- 一致性
- 不做过早的设计决定
- 可验证性
- 必要性

“文档”质量方面的四个确认标准是：

- 文档格式的符合性
- 可理解性
- 明确性
- 文档规则的符合性

“达成共识”质量方面的三个确认标准是：

- 是共同认可的
- 变更以后是共同认可的
- 冲突消解

7.4 需求确认的原则 (L2) - Principles of Requirements Validation

需求的确认基于不同的原则。这些原则确保我们在确认过程中尽可能多地找出需求中的错误。下面是需求确认的六条原则：

- 正确的利益相关者的参与
- 区分错误诊断与错误修正
- 从不同的角度来确认
- 文档类型的适当变化
- 在需求的基础上开发原型和制品
- 反复确认

7.5 需求确认技术 (L2) - Techniques for Requirements Validation

有几个系统地确认需求的技术，也可以部分地彼此互补使用，用来尽可能全面地根据规定的确认标准来验证需求。需求确认的技术有：

- 评审（专家意见）
- 审查
- 走查

下面的附加技术也会用到的：

- 基于视角的阅读
- 通过原型进行确认
- 使用检查表

7.6 需求协商技术 (L1) - Requirements Negotiation

需求协商的目的就是为了在有关利益相关者之间为待开发系统的需求形成共识。需求协商的任务是：

- 识别冲突
- 分析冲突
- 解决冲突
- 编写解决冲突的文档

在冲突分析期间要区别不同类型的冲突，这就需要针对这些冲突采用不同的解决冲突的策略。不同冲突的类型包括：

- 利益冲突 – 利益相关者有不同的客观需求和不同的个人利益(这种类型的冲突既有主观性的，又有客观性的. 客观性的冲突源于不同利益相关者的客观需求；主观性利益冲突来源于参与人员的不同的个人利益)。
- 数据冲突 – 利益相关者对信息有不同的解读或信息有缺失(由于历史原因，第一版的英文版 CPRE 手册(ISBN-13: 978-1933952819)用主观冲突一词描述这种类型的冲突。在该书的下一个版本会改掉这个词)。
- 价值冲突 – 利益相关者有不同的价值观和偏好。
- 关系冲突 – 利益相关者个人交往过程中有情绪问题。
- 结构冲突 – 这种冲突源于利益相关者在组织的不同阶层，有不同的决策权力。

在实践中，引起冲突的原因常常是复杂的。试图解决冲突时，应考虑所有的利益相关者。这里有一些解决冲突的技巧，即：

- 认同
- 折中
- 投票
- 定义不同的变体
- 否决
- 考虑所有事实
- 三面思考法（Plus-Minus Interesting）
- 决策矩阵

冲突解决之后，要恰当地编写冲突文档。该文档特别要记录冲突的原因、所涉及的利益相关者、各个利益相关者的意见、解决冲突的方法、潜在的可选方案、各种决定和决定的理由。

第 8 章 需求管理 (L2) -Requirements Management

课时： 2.5 小时

术语： 无

教学目标

- EO 8.1.1 了解需求属性表的目的和定义
- EO 8.1.2 了解需求的重要的属性类型
- EO 8.2.1 掌握并运用属性的视图
- EO 8.3.1 了解需求优先级排序方法
- EO 8.3.2 掌握并运用需求优先级排序技术
- EO 8.4.1 了解需求可追踪性的优势
- EO 8.4.2 掌握并运用需求可追踪性关系的类别
- EO 8.4.3 掌握并运用可追踪性关系的表现形式
- EO 8.5.1 掌握并运用需求的版本管理
- EO 8.5.2 掌握并运用需求配置的构成
- EO 8.5.3 掌握并运用需求基线的构成
- EO 8.6.1 了解需求变更的重要性
- EO 8.6.2 了解需求变更控制委员会的功能和成员
- EO 8.6.3 掌握并运用需求变更请求的元素
- EO 8.6.4 掌握并运用需求变更请求的不同类别
- EO 8.6.5 掌握并运用处理需求变更的过程
- EO 8.7.1 了解需求衡量的重要性

8.1 指定需求属性 (L1) - Assigning Attributes to Requirements

为了在系统的整个生命周期中管理系统的需求，必须尽可能地以结构化的方式收集需求属性的信息。需求属性的结构是通过一个属性表来定义的，属性表既可以是表格形式的，也可以是信息模型形式的。

典型的属性类型包括：

- 标识符
- 名称
- 描述
- 来源
- 稳定性
- 风险
- 优先级

“法律责任”也可以作为附加需求信息储存属性表中。

属性表常常是在特定条件的基础上为特定的项目定义和改编的，它包括：

- 项目特有的特性
- 公司的约束
- 领域的规则
- 开发过程的约束

8.2 需求的视图 (L2) - Views on Requirements

在实践中，一个项目的需求数量和这些需求之间依赖关系的数量是不断增长的。为了使项目参与人员能够管理复杂的需求，必须能够根据他们当前的任务需要有选择性地通过过滤的方式来提取需求。我们区分两种视图形式：

- 选择性视图：显示那些按照规定的选择标准从需求中选取的属性值的子集
- 简明视图：显示照规定的选择标准所选取的需求的简明信息

8.3 设定需求的优先级 (L2) - Prioritizing Requirements

需求可在不同的时间以及在不同的活动时期根据不同的标准设定优先级。优先级排序的准备工作基于一个简单的体系：

- 确定排序的目标和约束
- 确定排序的标准
- 确定有关的利益相关者
- 选择需要进行优先级排序的制品（artifacts）

在这些工作成果的基础上，选出了一种或多种优先排序技术，并且实现了排序。优先级的排序技术有：

- 排序及“前十名”(top-ten)技术（Ranking and top-ten technique）
- 唯一标准分类法（Single-criterion classification）
- Kano 分类法（Kano classification）
- 威格斯优先级矩阵（Prioritization Matrix According to Wiegers）

8.4 需求的可追踪性 (L2) - Requirements Traceability

在需求管理中，要记录、整理和维护需求的追踪性信息。

需求可追踪性的好处在于：

- 简化可验证性
- 识别不必要的系统特性
- 识别不必要的需求
- 支持影响分析
- 支持复用性
- 支持问责
- 支持维护和管理

就需求的可追踪性关系而言，我们区分三类可追踪性关系：

- 需求规格说明的向前可追踪性
- 需求规格说明的向后可追踪性
- 需求间的横向可追踪性

只有那些有明确用处的信息才需要记录。需求的可追踪性可以不同的方式表示。典型的表现形式是：

- 文字参考和超链接
- 追踪矩阵
- 追踪图

8.5 需求版本管理 (L2) - Versioning of Requirements

需求的版本管理和配置可以使一个系统或产品在它的生命周期里都有关于需求的明确的开发状态，并且有需求文档可查。需求的版本号有至少两个组成部分：

- 版本号
- 增量号

一个需求配置将一组逻辑上相关的需求结合在一起，由此，在一个需求配置中最多只能包含每个需求的一个版本。需求配置的结构在两个维度上来定义：

- 产品维度：需求基础的个性化需求
- 版本维度：需求的不同变化状态

需求配置有几个典型的特性：

- 在同一配置内的需求间的逻辑关系
- 在同一需求配置内的需求间的一致性
- 需求配置的唯一标识
- 在一个需求配置中的不变性
- 回卷到需求早期版本的基础

需求基线是特定的需求配置，它由需求的稳定版本组成，常常定义系统发行版本的增量号。

8.6 需求变更管理(L2) - Management of Requirements Changes

需求在系统的生命周期内会发生变更。需求变更要在一个系统的变更管理过程中进行管理和处理。在这个需求管理过程中，变更控制委员会负责处理新提交的变更请求。变更控制委员会的任务是：

- 对每一个新提交的变更请求进行分类
- 确定执行该变更所需的工作量
- 估计该变更请求的成本和效益
- 根据该变更请求定义新的需求
- 决定接受还是拒绝该变更请求
- 为已接受的变更请求设优先级
- 为已接受的变更请求分配给安排变更项目

变更控制委员会的典型成员是变更管理经理、承包人、架构师、用户代表、质量经理和需求工程师。

如果需求变更是必要的，就以变更请求的形式作出文档，提交给变更控制委员会。变更请求至少包含以下信息：

- 变更请求标识号
- 变更请求名称
- 对必要的变更的描述
- 需要变更的理由
- 变更请求的日期
- 请求人
- 请求人设定的优先级

有三种类型的变更请求：

- 纠错性变更
- 适应性变更
- 例外性变更

变更管理的过程有以下步骤：

- 变更的影响分析和评估
- 确定变更请求的优先级
- 为该变更安排一个变更项目
- 就接受或拒绝变更请求进行沟通

8.7 需求的衡量(L1) - Measurement for Requirements

基于需求确认和管理信息（如：错误，属性，变更或可追溯性），我们可以分析需求文档和流程。这可以用于确定改进的可能性。典型的衡量指标有：

- 需求变更率
- 需求错误数

第 9 章 工具支持 (L1) -Tool Support

课时：1 小时

术语：无

教学目标:

EO9.1 了解需求管理工具的 8 个特征

EO9.2 了解引进需求工程工具的 5 个方面

EO9.3 了解需求工程工具的 7 个方面

9.1 工具种类 (L1) - Types Of Tools

许多系统开发工具也可以支持需求工程，如测试管理或配置管理工具、维基、办公软件或可视化软件。建模工具对需求工程来说也是重要的，以便创建和分析信息模型。需求管理工具仅为需求工程所用，它们应有以下特色：

- 管理各种信息
- 管理信息之间的逻辑关系
- 唯一地识别制品
- 保证对信息的访问灵活且安全，如：通过访问控制
- 支持对数据的多种视图
- 信息的组织，如设置属性和层次结构信息
- 生成信息报告
- 从信息中生成文档

标准的办公工具（Standard office tools）只能在有限的范围内支持上述这些特征，专门的工具完善了对这些特征的支持，比如追踪性管理。

9.2 引入工具(L1) - Introducing Tool

只有当选定了需求工程的流程和技术之后，才能选取合适的工具。引入工具需要有明确的需求工程的责任和程序。在这个过程中应该考虑以下几个方面：

- 考虑必需的资源
- 通过试点项目规避风险
- 根据给定的标准进行评估
- 考虑在购买使用许可证费用之外的费用
- 培训员工

9.3 工具评估 (L1) - Evaluating Tools

在评估需求工程工具时要考虑很多方面，这些方面可从以下 7 个角度来分析：

- 项目角度(如对项目规划的支持)
- 用户角度(特别是可用性)
- 产品角度(功能性)
- 过程角度(方法支持)
- 供应商角度(如，供应商服务)
- 技术角度(如互操作性，可扩展性)
- 经济角度(成本)

要对每个角度定义出明确的标准。