# **软件需求跟踪的作用及应用**

**张椿旭**

（西北工业大学软件工程学院，14011702班）

**摘要** 本文对软件需求跟踪在概述、需求跟踪方法研究现状、方法和主要工具进行论述，主要在于对 需求跟踪在作用和现代应用方面论述、归纳。

**关键词** 正向跟踪 逆向跟踪 动态跟踪 静态跟踪 跟踪矩阵 跟踪图 交叉引用

1概述

## 定义

需求跟踪是指通过定义和维护软件制品（如涉众需求、体系结构组件、设计模型元素，或者是源代码）之间的关联关系，同时以正向和逆向两个方向来描述和追踪整个的需求过程。需求跟踪是指跟踪一个需求使用期限的全过程，为我们提供了由需求到产品实现整个过程的明确查阅的能力。

## 需求跟踪的目的

需求跟踪的目的是建立与维护“需求－设计－编程－测试”之间的一致性，确保所有的工作成果符合用户需求，从而改善产品质量，降低维护成本，而且很容易实现重用。

1.3 需求跟踪的作用

在需求之间和需求同软件系统的其他制品之间建立需求跟踪能为软件开发的各个活动提供有力的支持，如支持需求确认、用例生成、变更影响分析等。需求跟踪在帮助软件开发中的不同人员方便地获取相关的信息，在建立和维护不同的模型之间、不同软件制品之间的一致性起到关键的作用。需求跟踪的研究特别是动态跟踪技术的研究将仍然是今后软件工程的一个重要研究内容。

2需求跟踪方法研究现状

需求跟踪方法有静态跟踪和动态跟踪两种。传统的需求跟踪大多以静态跟踪为主，主要有跟踪矩阵、跟踪图和交叉引用等方法，其跟踪链只能静态表示，不能自动生成。静态需求跟踪由人手动设置，面临着容易出错，时间消耗过多等问题。特别是在项目规模较大，周期较长的时候，跟踪链的维护更成了一个巨大的负担。动态需求跟踪技术提出了跟踪链的动态生成问题。在2005年的需求工程大会上，Cleland-Huang给出了“dynamicrequirement traceability(动态需求跟踪)”方案，它与传统需求跟踪的不同在于需求跟踪关系的建立是自动化的，而且在需求发生变更时可以根据跟踪关系进行变更提醒。这对于传统需求跟踪活动所面临的维护困难、容易出错、成本高等问题,是一个很好的解决方案。因此，对动态需求跟踪的研究是现阶段的主要方向。当前的动态跟踪方法主要有基于信息检索的跟踪、基于规则的跟踪、基于事件触发的跟踪等。下面将对以上几种需求跟踪技术作一概述。

2.1需求跟踪矩阵

需求跟踪矩阵保存了需求与后继工作成果的对应关系，矩阵单元之间可能存在“一对一”、“一对多”或“多对多”的关系。需求跟踪有两种方式：“正向跟踪”和“逆向跟踪”。“正向跟踪”检查每个需求是否都能在后继工作成果中找到对应点。“逆向跟踪”检查设计文档、代码、测试用例等工作成果是否都能在需求说明书中找到出处。“正向跟踪”和“逆向跟踪”合称为“双向跟踪”。不论采用何种跟踪方式，都可以建立与维护需求跟踪矩阵。使用需求跟踪矩阵的优点是易于创建和维护，可以很容易发现需求与后继工作成果之间的不一致，有助于开发人员及时纠正偏差，避免做无用功。其缺点是，当需求或工作成果发生变更时，开发人员要及时更新需求跟踪矩阵。如果不及时更新，随着工作的进展，跟踪链就会变的不可用，并最终导致跟踪的失败。

2.2跟踪图

跟踪图通过用户自定义的对象和关系，将需求项、概念、测试过程、设计文档和代码等软件开发过程中制品之间的关系运用图形方式表述。跟踪图一大特点是用关系表达跟踪链，它允许对象之间可以有多种链存在。这些关系是用户可定义的，需要的时候可以对关系进行调整，以适应各种连接类型。运用数学方法，在没有直接链接关系的对象之间也可以建立跟踪。由于跟踪图中的对象和关系都是由用户定义的，它们所表达的意义易于被软件人员理解。但另一方面，它仍然没有解决跟踪维护困难的问题，相反，由于多种链的存在，使得跟踪维护变得更加困难。

2.3交叉引用

交叉引用的主要思想是两个实体之间有相互关联时，在其中一个实体中放入另一个实体的引用。这种特别的跟踪方式被Martin Glinz用于保持场景和类模型之间一致性。在他们的方法中，在创建场景和类模型时可以以非形式化的方式描述。为了保持一致性，他们引入了两个交叉引用机制：简单机制和合作机制。简单机制直接将对类模型的引用放入场景的文本中，类模型维持不变。在合作机制中，细化了对场景的描述。在类模型中，类名、类中的属性和操作均为可被引用的项目；在场景模型中，场景名称可被引用，如果对场景的描述是结构化和有编号的，那么场景中每一个部分也可被引用。交叉引用实现了两个软件制品之间的单向跟踪，但跟踪能力有限，并且当跟踪实体增大时，仍然面临着跟踪难以维护的难题。

2.4基于信息检索(IR)的跟踪

基于信息检索的动态需求跟踪利用IR模型计算需求文本与工作产品文本之间的相似度，按照相似度的大小进行排列，通过设定一定的阈值就可以筛选得到需求所跟踪的工作产品。需求与工作产品之间的相似度越大，它们之间的跟踪关系就越有可能是正确的，反之则越有可能是错误的。IR技术的优点在于简单,通过对本文进行分析，能够自动地建立关联，不需要人的介入。其缺点是该模式通过需求与工作产品中标引词(term)的匹配计算出相似度，如果标引词无法匹配,那么即使两个标引词描述的意义相同或者相近,计算得出的相似度也会很低，可能会造成相似度过低而无法建立跟踪关系,与实际的语义相悖。在一个周期长、规模大的项目中，需求、设计和编码通常都是由不同的人来完成的，采用不同的标引词来表示相同语义的情况相当普遍。而且在软件开发的各个阶段，由于描述的领域不同（比如需求是对问题领域的描述，编码是对解决方案领域的描述），采用的描述语言一般会有所不同，因此采用不同的词对同一个概念进行表示是可以理解的。从以上分析可以看出，采用IR技术来解决需求跟踪的一个关键问题是如何解决一词多义和同义多词。

2.5基于规则的跟踪

Spanoudakis等人提出了一种基于规则的跟踪方法。在该研究中，Spanoudakis将动态需求跟踪分为两种情况，其一是需求文档或用例与工作产品之间的跟踪关系；另一种是需求文档以及用例相互之间的跟踪关系。对于这两种不同情况，定义了不同的匹配规则。所有的跟踪关系按照其逻辑上的关联分为4大类，工作人员可以据此清晰地了解具有跟踪关系的项目之间彼此驱动的先后顺序和逻辑关系。在具体实现过程中首先对需求文档和用例分别进行语法分析，标出句中词语的词性以及在句子中所构成的成分；然后将各个句子按词拆开，标注其成分标记，存储成XML的格式；最后根据前面提到的规则，将各个XML文件的内容进行跟踪关系的匹配。该方法的优点在于可以建立任何文档之间的关系，缺点在于需要针对不同的项目定制不同的跟踪关系匹配的规则。

2.6基于事件触发的跟踪

基于事件触发的需求跟踪方法是从组织维护跟踪信息的角度来解决问题。在时间紧、任务重的项目环境中，开发人员可能会忽略对变更的响应，以至于工作产品的生产和维护与需求不一致。基于事件的需求跟踪模型引入了事件消息通知机制。开发人员将工作产品订阅到需求上，当需求发生变更时，系统会以消息通知的形式提醒开发人员需要进行更新的模块。整个模型不但可以对直接的跟踪关系中需求的变更发出通知,还可以对间接的多层跟踪关系路径上需求或者工作产品的变更发出通知。在通知发出的时间控制上，既可以采用暂时缓存通知的“延迟通知”方式，又可以采用立即发送通知的“悲观通知”方式。在追踪关系的维度上,既可以在需求与工作产品之间建立跟踪关系，又可以在不同版本的需求之间建立跟踪关系，从而在空间和时间上对需求的变更进行全面的跟踪[6]。

3需求跟踪的方法

3.1需求分解首先要对软件产品的需求进行分解，该步骤是在项目的初始阶段完成的。可以由对系统需求非常熟悉的人员进行需求的分解，粒度越细越好。

3.2确定需求的类型以及变更方式需求类型

可能的值为：原始、需求变更。变更方式可能的值为：追加、修改、删除。有需求类型为“需求变更”时，下表中后面的列才需要输入值，否则不需要。需求类型变更管理表所示。发生需求变更的时候，需要进行该步骤。注意该步骤只记录变更的结果，并不支持变更流程的执行。任何细小的变更都要进行记录，并且变更内容要详细。对于发生了变更的需求点又被变更为原始的需求的情况，也要作为变更进行记录。因为一个需求点可能会发生多次的变更，所以通过该步骤可以清晰地记录某一需求点的变更履历。另外变更所影响的规模、作业量、进度等也都可以作为以后项目总结和过程数据库的基础数据。

3.3确定需求所处的阶段

该步骤是在开发过程中进行的。此时的需求跟踪表格要在表3的基础上增加以下列：DD完成时间/确认人，COD完成时间/确认人，UT完成时间/确认人，IT完成时间/确认人。项目经理根据进度表检查进度的时候，发现某个需求完成了某个阶段，则在该表中进行完成标志的确认。通过该步骤，可以清晰地了解某个需求所处的阶段，以及完成的状态。只有全部需求的所有阶段都确认完成了，才表明所有需求都被实现了。所以利用该步骤，可以避免需求遗漏的情况。

4需求跟踪工具

需求跟踪具体的应用方式有很多，最简单的使用Excel就可以完成，不过也有很多的需求管理工具来实现需求的跟踪。

4.1 ReqtifyReqtify

可以在整个项目生命期中有效地管理需求的可跟踪性和影响分析，使软件和硬件项目的质量都可以得到提高。Reqtify支持所有的设计过程，并且与所有的建模工具无缝连接。Reqtify经过定制以后可以完美地适用于任何现有的项目组织。Reqtify支持大多数默认的文档格式（Word、Excel、PDF、UML工具、代码等等），并且很容易配置成新的格式类型。Reqtify提供方便易用的人性化界面，可以在Windows和Unix/Motif平台上使用。在项目生命周期的任何阶段都可以使用Reqtify，而不必非在项目的初始阶段。软件主要功能有：需求覆盖率分析；上行和下行的影响分析 （Impact Analysis）；跟踪整个项目生命期中需求的变更、更新和删除；需求属性处理；对上述属性进行过滤并显示；用户可配置的文档生成。Reqtify是一个快速简单高效的解决方案，理想地适用于：

(1)在项目周期中根据形式化的规格说明书，管理需求跟踪能力，或者独立运行或者与需求工程工具关联。

(2)从各种分析和设计模型（UML，SimulinkTM等）到最终代码阶段以及测试和检查阶段的需求跟踪。

(3)响应需求形式化的趋势，Reqtify适用于定义好的格式，并自动产生覆盖矩阵或其它特殊文档。

(4)已经开始的项目，其需求格式已经建立而无法停止时。Reqtify适合这样已经存在的格式，为其提供分析的功能并自动产生必要的文档，无需移动文件也不会破坏项目进度。对进程中需求的数目、跟踪层次、从上行/下行文档中提取文档的链接数目、属性等，Reqtify不设限制，都能正确处理。例如，Reqtify可以对一个包含几千个需求的航空项目进行彻底分析，其中链接了不同级别的大约三十个文档和复杂的组合，Reqtify完成这些分析只需要大约5分钟的时间。

4.2 URTrackerURTracker

用于建立需求跟踪流程，可以实现以下的效果：

(1)确保客户或市场等部门提出的每个需求都被最终处理；

(2)实现“需求提出->需求评审->设计开发->验证测试->发布”过程的自动流转；

(3)自动建立将需求和相关的设计、编程、测试数据存储在一起，便于查找和对应；

(4)允许建立需求和需求之间、需求和从需求衍生出的开发任务及测试任务之间、需求和测试用例之间的关联关系；一般需求跟踪工具的功能都比较丰富，不仅包括需求跟踪，还包括很多其它需求管理的功能，并且能够提供很多自动化的功能，能够帮助使用者更加方便、快捷地进行需求管理。当然如果只是想进行需求跟踪的话，使用Excel是比较方便的工具，它简单而且灵活，方便使用者随意地进行扩展。

参考文献

1.<http://www.docin.com/p-708106289.html>；

2.http://wenku.baidu.com/link?url=DP4WhM9\_yKw1kgpIpNvKLHG8oB6ZfNGN7cqi7syH5KOxPoFixQA9ARRfe5cd3RS\_lQmATJXRCLF\_ZVDxBLjM4Cs838vHFBt6\_nQA03Xc5PW

3.<http://www.docin.com/p-235878084.html>

4.<http://baike.baidu.com/link?url=vCJV_4Xv-dFjSJq7d6HEztRtZeT7MQ28ynbikwg9gzoVIKDfEqhO45RX-jQ7uB9e2xgCrLvJq1vOH2oVnNFSAK#6>

5.http://www.educity.cn/se/621022.html

6.Jarke,Malthias Requirements Tracing[外文期刊] 1998(12)

7.http://xueshu.baidu.com/s?wd=paperuri%3A%28183cce24b36184e6e59a5721381ae2fd%29&filter=sc\_long\_sign&tn=SE\_xueshusource\_2kduw22v&sc\_vurl=http%3A%2F%2Fwww.doc88.com%2Fp-03547951534.html&ie=utf-8

8.http://wenku.baidu.com/link?url=QbAkdZW-APnQoaeWYvFp86B7vymJapYYii2Au6TaW20YmPfm7Z8dlW8\_hWICe91qIeF1cTF94sIWlvysho2h1EOPpMbDFDSK3DYP6fdyEK3

9.http://wenku.baidu.com/link?url=dDzrvHgAxsPKj0SPrufOAaiuCejAikqRFFgLLo\_-p\_P7c3OqVKnZp1lllE\_HZQ6Iwu\_ypyoBVG9iG19LImxvPKQHG\_SrJKphC\_oTsOskmt3

10.http://wenku.baidu.com/link?url=Ipr48eA4WKOgPUyEHSvu5a\_HiycblC4i\_IlqQLHuEIUTIaYM7Kg-0drzQhpQy1jMUTk9UWwJwOo0DWkMKycGSHoYVm7TQH\_3MGF9CUHEOKa