

基于本体的软件测试知识管理模型研究^{*}

赫建营 晏海华 刘超

(北京航空航天大学软件工程研究所 北京 100083)

摘要 本文针对知识管理在软件测试领域的具体应用,提出了一个基于本体的软件测试知识管理模型,其关注的主要对象是软件测试过程中产生的具有高知识密集性的创造性文档。该模型的主要思想是:将软件测试知识分为个人知识和组织知识,并以本体索引的自由文本为软件测试知识的方式得以表示和组织,然后根据 SWEBOK 软件测试领域本体得到分类保存,最终目的是协助软件测试知识以“知识螺旋”的方式得以共享和重用。

关键词 本体,软件测试,知识管理

Study of Ontology-based Software Testing Knowledge Management Model

HE Jian-Ying YAN Hai-Hua LIU Chao

(Software Engineering Institute, Beihang University, Beijing 100083)

Abstract This paper presents an ontology-based knowledge management model focusing on the concrete application in the software testing domain. Major concentrations of this research are the creative artifacts produced by software testing related staff. Main idea of this model is derived from “Ontology” which is used as an index of knowledge and “SECI model” which reflects the transferring of knowledge in software testing organization. The paper also provides an idea that knowledge in software organization should be divided into “personal” and “organizational”. Then it will be indexed, organized and stored according to software testing domain knowledge which is designed by reference of SWEBOK. The ultimate objective of this research is to provide supports for the knowledge sharing and reuse activities in software testing organization.

Keywords Ontology, Software testing, Knowledge management

知识管理是一门新兴的、介于计算机科学和计算机管理之间的交叉学科,它将知识作为现代组织中的一项重要资源。随着知识经济时代的到来,越来越多的企业认识到知识管理对于提高企业核心竞争力的重要作用。然而知识管理的真正价值不在于“知”而在于“行”,如何有效利用知识的能力才是企业成功的关键保证^[8]。尽管知识管理在本质上是一个管理的问题,但是知识管理的各种功能及服务最终都还得依靠 IT 技术来实现,因而一个融入了知识管理思想的软件系统(平台)是企业有效实施知识管理必不可少的工具^[8]。然而,现有的知识管理系统(平台)却缺乏真正有效的知识获取、分类、共享和重用的方法来支持企业的知识管理活动^[1]。

软件测试也是一个高知识密集性的活动,它并非一个单纯的技术实施过程,与测试相关的知识、技巧、经验和灵感在测试过程中有重要的作用。此外,在软件测试过程中产生的中间产品(Knowledge Artifacts)如测试计划、测试用例和软件问题报告等的有效管理和应用对于强化软件测试组织的核心竞争力无疑具有重大作用。事实上,整个软件测试过程可以被看作是一个软件测试相关知识共享和重用的过程,也是一个需要实施知识管理的过程。然而,目前还尚未发现涉及这一领域有关知识管理的深入研究。

本文的研究即是旨在为开发一个面向软件测试的知识管理系统建立理论模型基础。本文提出的模型的主要思想包括:一个基于 SWEBOK 的软件测试领域本体作为知识索引,一个参照“知识螺旋”的软件测试知识管理模型为软件测试组

织的传递和共享提供支持;本文详细介绍了此模型并讨论了本体在此模型中的核心作用,其中第 2 节对与本研究相关的背景技术进行了回顾,主要包括:知识管理、SWEBOK(软件工程知识体系)、SECI 知识螺旋,第 3 节介绍了基于 SWEBOK 的软件测试领域本体构造及其作用,第 4 节给出了基于本体的软件测试知识管理模型,最后总结了本文的工作并对下一步的研究进行了展望。

1 相关背景

由于面向软件测试领域的知识管理是一个崭新的课题,本节给出相关技术及概念的介绍。

1.1 知识管理

关于什么是知识和知识管理,目前还没有一个各方面都能够满意的定义。本文这里不作学术上的深入论证或争辩,只给出一个本文认为能较好地反映了知识管理的本质的定义,知识管理就是协助企业组织和个人,围绕各种来源的知识内容,利用信息技术,实现知识的生产、分享、应用以及创新,并在企业个人、组织、业务目标以及经济绩效等诸个方面形成知识优势和产生价值的过程^[1]。

具体到软件测试领域,本文把一切能够驱动和协助软件测试过程进行的知识都归结为软件测试知识,而所谓的知识管理就是传递软件测试过程所需要的信息和资料。

1.2 本体(Ontology)

本体最早是一个哲学上的概念,从哲学的范畴来说,本体

^{*} 基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:60373016)。赫建营 博士研究生,主要研究领域为软件工程、软件测试技术和知识管理;晏海华 硕士,副教授,主要研究领域为软件工程、软件测试技术和面向对象技术;刘超 教授,博士生导师,CCF 高级会员,主要研究领域为软件工程。

是客观存在的一个系统的解释或说明,关心的是客观现实的抽象本质。后来,本体在人工智能领域得到了深入的研究,成为描述概念及概念之间关系的模型,通过概念之间的关系来描述概念的语义。作为一种有效表现概念层次结构和语义的模型,本体被广泛地应用到计算机科学的众多领域。本体技术经过近十年的发展已经成熟,目前已经具备比较系统、完善的工程理论、表示方法和构造工具,并有了一个广泛认同的定义:概念模型的明确的规范说明^[2]。

1.3 SWEOK

SWEOK(Software Engineering Body of Knowledge)是1998年由Software Engineering Coordinating Committee(SWECC)发起的一个项目,参与项目的组织还有IEEE Computer Society、ACM、Rational软件公司、Raytheon公司以及SAP实验室(加拿大)等。SWEOK意图识别和描述软件工程知识,其作用在于确定软件工程学科研究的内容,使其与全球软件工程的发展保持同步,阐明软件工程的定位以及与其它学科之间的界限,为学科课程的发展和独立认证资料提供基础^[3]。

2004年6月发行的铁人版(Iron Man)是经过近五百名来自四十多个国家的专家三轮评审之后通过的。如今SWEOK内容已经趋于稳定,并已成为国际标准被普遍接受,其ISO版本号为ISO/IEC TR 19759。SWEOK主要涵盖的知识领域如下:

- Software requirements
- Software design
- Software construction
- Software testing
- Software maintenance
- Software configuration management
- Software engineering management
- Software engineering process
- Software engineering tools and methods
- Software quality

1.4 知识螺旋(SECI)

1995年,日本的管理学专家Nonaka定义了组织知识创造的SECI螺旋模型,开创了知识管理研究的新天地。此模型基于隐性知识与显性知识的划分,定义了两种知识相互转化的四个过程,即社会化、外化、组合和内化^[4]。图1中的螺旋表示了在这四个转化过程中知识增长的过程^[4]。

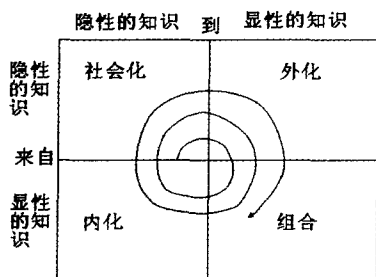


图1 Nonaka的SECI知识陀螺模型

• 社会化(隐性知识到隐性知识):是人与人之间通过观测、模仿等社会方式进行交互,从而实现知识的表达与传播的过程;

• 外化(隐性知识到显性知识):是通过将隐性知识写出来或存储在电脑上等方式,将隐性知识表达出来的过程;

• 组合(显性知识到显性知识):是将来自多方面的显性知识进一步系统化、复杂化的过程;

• 内化(显性知识到隐性知识):是指个人将从多种媒体渠道得到的显性知识进行消化、吸收,转化成个人能力的过程。

2 基于SWEOK的软件测试领域本体构造及其作用

本体在具体应用中可以被分为顶级(Top-Level)、领域(Domain)、任务(Task)和应用(Application)本体等4类^[5]。其中领域本体是用于描述指定领域知识的一种专门本体,它给出了领域实体概念及相互关系、领域活动以及该领域所具有的特性和规律的一种形式化描述。本文认为,领域本体可由概念、概念的实例和概念之间的关系组成。

软件测试知识共享和重用的前提是用户对此知识已经形成共识。然而,由于不同的需求及知识背景,对于同一个基本概念,可能会产生不同的理解,形成概念上的差异。这种差异阻碍了测试知识在不同的用户、组织和软件系统间进行有效的传递,因为“如果人们说的不是同一门语言,那么他们就无法共享知识”^[6]。由于本体所定义的概念是某一领域内公认的专业词汇,其核心作用是定义某一领域或多领域内专业词汇的含义及他们之间的关系。这一系列的基本概念如同构成一座大厦的基石,为交流各方提供一个同一的认识。因此,构造一个软件测试领域本体将会使得真正意义上的测试知识共享和重用成为可能。

构造软件测试领域本体需要定义软件测试领域内的专业概念(术语)、概念之间关系和这些关系的约束,而SWEOK的出现正好迎合了这种需要。下面我们就介绍基于SWEOK的软件测试领域本体构造以及此本体所能起到的具体作用。

2.1 基于SWEOK的软件测试领域本体构造

上文我们已经提到软件测试领域本体是由概念、概念的实例和概念之间的关系组成。由于领域本体中的概念必须涵盖领域内的重要术语,并且它们的定义必须在领域内获得广泛公认,因此如何确定这些概念是构造领域本体的关键。而SWEOK软件测试子知识域中出现的概念无疑是目前获得最为广泛共识的测试相关概念定义,表1所列为其前三层级的概念。此外SWEOK还对每个概念进行了详细的定义,从表1中还可以看出这些概念之间的关系为分类继承关系:is-kind-of。

表1 软件测试本体核心词汇(基于SWEOK)

软件测试基础		软件测试	
软件测试基础	测试级别	测试技术	测试相关度量
测试有关术语	测试对象	基于测试人员的经验	评价被测程序
关键问题	测试目标	基于规格说明	评价完成的测试
测试与其他活动的联系		基于代码	
		基于错误	
		基于应用本质	
		选择和组合技术	
			实际考虑
			测试活动

事实上,本体中概念之间的关系绝不仅仅是这种类似于面向对象中的父类与子类之间的树状继承关系,而是复杂的网状

关系,但在本文的研究中,我们将这种关系限制于 is_kind_of 的分类继承关系,目的是为了更方便其维护和使用。那么,根据本体的这种概念、关系和实例的基本组成架构,本文给出一个初步的基于 SWEBOK 的软件测试领域本体如图 2 所示。

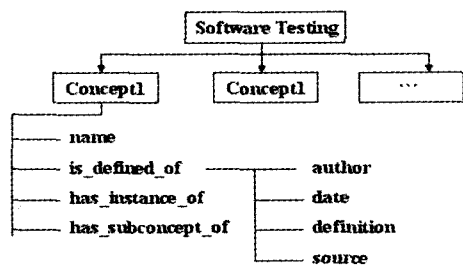


图 2 软件测试领域本体的结构

图 2 中“软件测试”根目录下是表 1 定义各个子概念,每个概念有以下属性:“name”,“is defined of”,“has instance of”,“has subconcept of”。其中概念的定义中又包含了它的出处和相关信息。“has instance of”是归入此概念的实例,其具体内容下文将会详述。本体中的每个概念又可以有其子概念(has_subconcept_of)而每个子概念又都拥有同样的结构。

在具体的应用中,本体必须以一种有效方式得以表示。其中基于 XML 的 OWL(Web Ontology Language)已经被 W3C 推荐为一种标准(W3C Proposed Recommendation 15 Dec 2003)。本文的下一步研究拟构造基于 SEBOK 的以 OWL 语言表示的软件测试领域本体。

2.2 软件测试领域本体的具体作用

尽管本体的研究日趋成熟,但是这些研究中很少关注 Ontology 的实际应用。日本大阪大学(Osaka University)的 Riichiro 和 Mitsuru 将本体的应用分为八个层次,其中前三个层次只是作为一个公共的受控词典(common controlled vocabulary)来为它所索引的知识库内容提供信息骨架(backbone information),而后五个层次由于涉及到内容,因而更多地和人工智能技术联系在一起^[7]。

在本文的研究中,我们并不打算引入人工智能技术,因此本体的应用也只限于前三个层级。从图 2 中可以看出,每个概念都有其对应的实例(has_instance_of),这个实例就可以是包含软件测试知识的文档。因此,本文中软件测试领域本体具有的作用为:

- 作为一个软件测试知识的分类目录
- 作为其所对应的实例(知识文档)的索引
- 作为软件测试组织的知识分布骨架

3 基于本体的软件测试知识管理模型

本文的目标是为软件测试组织的知识共享和重用活动提供支持,根据上文提出的软件测试领域本体作为知识索引思想和知识的螺旋转化思想,本文提出一个基于本体的测试知识管理模型(如图 3 所示),以促使软件测试知识在个人和组织之间一系列的螺旋形转化。

在此模型中,设立两个基本角色:K-User 和 K-Engineer,其中 K-User 为普通用户,仅拥有个人知识外在化(通过参与讨论)和社会化(通过个人知识文档的上载)及内在化(通过组织知识文档的下载和阅读)的权限,而 K-Engineer 除此之外还有编辑本体的权限。而正是经由这样一个螺旋形的知识传

递和转化活动达到组织的软件测试知识有效管理,实现测试知识的共享和重用。软件测试领域本体不但提供系统知识的骨架,还为每个知识文档提供索引以及其相关概念的定义。此外,这个模型还区分了个人知识和组织知识,其中个人知识是组织知识的实体载体,而组织知识是个人知识的强化和聚合。这种区别将此模型分为两个方面,分别代表测试知识在个人和组织间的流动及其各自的螺旋形转化。

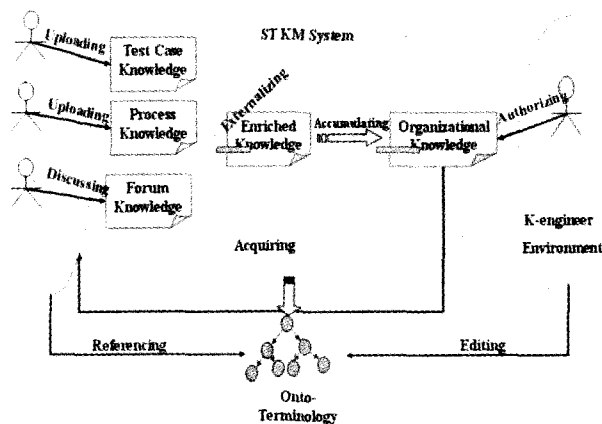


图 3 软件测试知识管理框架

3.1 个人知识和组织知识

在软件测试组织中,个人知识和组织的清晰划分是必要的,事实上知识管理的本意之一就是实现组织和个人知识的交互及其各自的螺旋形转化。本文将个人知识和组织知识区别如下:

定义 1(个人知识) 就是属于个人的、未进入组织进行社会化的知识,它只对个人有意义,但其价值尚未经过确定。

定义 2(组织知识) 就是属于组织的、已经经过社会化活动的知识,它是整个组织的资产,但是已经经过提炼和加工并且经过用户评价后被确认为具有高价值含量的精华。

3.2 软件测试知识的表示方式

在本文提出的模型中,知识是以本体索引的文档的形式得以表示,但是每个文档都有与之对应的本体索引,此索引总结了对应文档中包含的测试领域概念,并对其进行说明。图 4 描述了以此种方式表示的测试知识在处理过程中状态的变化:K-User 的个人知识文档经过注释和发布之后 → 被本体索引的待授权文档 → 经过 K-Engineer 的授权和检验或经过其他 K-User 评价之后成为组织知识文档。

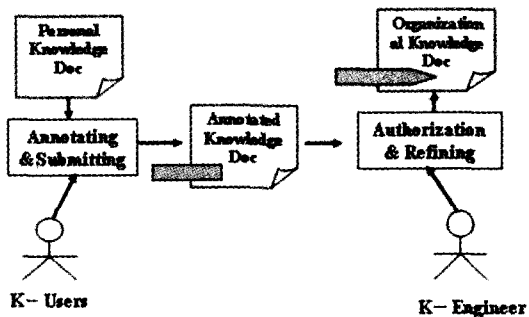


图 4 知识文档在处理过程中状态的变化

3.3 对软件测试知识管理的支持

在软件测试组织中,一个最为典型的创造性活动就是:测 (下转第 289 页)

(2) 并行可复原可信引导过程可以确保操作系统启动过程的安全性和可信性;

(3) 与相关的文献比较起来,并行可复原可信引导过程在系统结构层次进行了阐述,并进行了安全性分析和性能分析。

进一步的工作包括:(1)将 PRTSP 过程在 Linux 平台上的实施。(2)需要进一步研究操作系统动态执行环境的可信性。

参考文献

- 1 程耕国,刘先勇,鲍考明. Linux 内核启动过程分析[J]. 计算机工程与设计,2006,27(9):1528~1529
- 2 方艳湘,黄涛. Linux 可信启动的设计与实现[J]. 计算机工程,2006,32(9):51~53
- 3 Trusted Computing Group(EB/OL). <http://www.trustedcomputinggroup.org>, 2001
- 4 Arbaugh W A, Farbert D J, Smith J M. A Secure and Reliable Bootstrap Architecture[C]. In: Proceedings of the IEEE Symposium on Security and Privacy, 1997
- 5 Cai Yi. Research on Secure Operating System for Supporting Trusted Operating Platform[D]. Naval University of Engineering, 2005
- 6 沈昌祥. 构造积极御综合防护体系[J]. 信息安全与保密, 2004(5): 17~18
- 7 周明辉,梅宏. 可信计算初探[J]. 计算机科学, 2004, 31(7): 5~8
- 8 林闯,彭雪梅. 可信网络研究[J]. 计算机学报, 2005, 28(25): 751~758

- 9 侯方勇,王志英. 可信计算研究[J]. 计算机应用研究, 2004(12):1~4
- 10 刘鹏,刘欣. 可信计算概论[J]. 信息安全与通信保密, 2003(7): 17~19
- 11 谭良,周明天. CRL 分段-过量发布新模型[J]. 电子学报,2005, 33(2): 227~230
- 12 谭良,周明天. CRL 增量-过量发布新模型[J]. 计算机科学, 2005,32(4):133~136
- 13 郑宇,何大可,何明星. 基于可信计算的移动终端用户认证方案. 计算机学报,29(8):1255~1264
- 14 Oppliger R, Rytz R. Does trusted computing remedy computer security problems[J]. Security & Privacy Magazine(IEEE), 2005, 3(2):16~19
- 15 Reid J, Nieto J M G, Dawson E, et al. Privacy and trusted computing[J]. Database and Expert Systems Applications, In:14th International Workshop, Digital Object Identifier 10. 1109/DEXA. 2003. 1232052,2003. 383~388
- 16 Felten E W. Understanding trusted computing: will its benefits outweigh its drawbacks [J]. Security & Privacy Magazine (IEEE), 2003,1(3): 60~62
- 17 Iliev A, Smith S W. Protecting client privacy with trusted computing at the server[J]. Security & Privacy Magazine(IEEE), 2005,3(2): 20~28
- 18 Arbaugh B. Improving the TCPA specification[J]. Computer, 2002, 35(8): 77~79
- 19 Quisquater J J, Samyde D. Electro Magnetic Analysis (EMA); Measures and Countermeasures for SmartCards[M]. LNCS2140, Springer-Verlag, 2001
- 20 Boneh D, DeMillo R, Lipton R. On the Importance of Checking Cryptographic Protocols for Faults[M]. LNCS1233, Springer-Verlag, 1997

(上接第 283 页)

试成员发现一个隐错 (Bug), 然后把这个隐错报告给测试组其他成员, 组织成员迅速地确认了此隐错并确定其所报告软件问题的严重性。在此过程中, 最为核心的知识就是这个隐错, 它是测试成员经验和创造性思想的结晶。事实上, 这一过程也是测试知识在个人和组织间传递和转化的过程, 本文提出的知识管理模型也从个人和组织两个方面提供支持。其中, 对组织知识管理活动的支持体现在 K-Engineer 上。

• K-User:

知识的社会化 (socialization): 用户通过与组织其他成员的交流、讨论获取新的测试知识, 并根据获取的新知识产生创造性的新思想;

知识的外在化 (Externalization): 用户的个人知识在图 4 的处理过程中变成本体索引的组织知识, 以达到个人知识的外在化;

• K-Engineer: 此模型对 K-Engineer 的支持除了包括 K-User 所有之外还有

知识的授权: 对组织知识的使用进行授权;

知识的提炼: 对进入系统的个人知识进行提炼, 确认成为组织知识的文档都具有一定的价值。

结束语 知识管理不仅仅是一个技术问题, 而是一个复杂的“社会-技术”系统, IT 技术对其支持作用有限, 却又是必不可少的因素。本文主要讨论了如何将一个管理理论模型“SECI 知识螺旋”与本体技术结合起来, 以支持软件知识在软件测试组织和个人之间的转化活动, 提出一个以软件测试领域本体为核心的知识管理模型。该模型具有较好的实用性, 我们下一步的主要计划就是根据本文提出的基于本体的软件

测试知识管理模型, 开发出支持软件测试知识管理活动的软件平台。

致谢 在此, 向对本文的工作给予支持和建议的北航软件系的所有同学和老师表示感谢!

参考文献

- 1 Brent Gallupe R. Knowledge Management Systems: Surveying the Landscape. Queen's University at Kingston, Queen's Management Research Centre for Knowledge-Based Enterprises, October 2000
- 2 Gruber TR. A translation approach to portable ontology specification. Knowledge Acquisition, 1993,5:199~220
- 3 Abran A, Moore J, Bourque P, Dupuis R L, Tripp L. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge - SWEBOK, Trial Version 1.0. IEEE-Computer Society Press, May 2003. URL: <http://www.swebok.org>
- 4 Nonaka, Takeuchi. The knowledge creating company. Oxford University Press, Oxford, 1995
- 5 Guarino N. Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and integration. In: Pazienza M T, ed. Information Extraction: A Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology, Springer Verlag, 1997. 139~170
- 6 Davenport T H, Prusak L. Working Knowledge: How organizations manage what they know, Harvard Business School Press, 1997
- 7 Mizoguchi R, Ikeda M. Towards Ontology Engineering The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, 1998
- 8 夏敬华, 金昕. 知识管理. 北京: 机械工业出版社, 2003