

# e-learning 中基于对象本体的测试与评估

郭成栋, 杨贯中, 唐金鹏, 蒋沛航

(湖南大学计算机与通信学院, 长沙 410082)

**摘要:** 针对目前 e-learning 环境下测试评估系统在资源共享和范围划分灵活等方面的问题, 提出了一个基于对象本体的测试评估系统模型, 该模型需要建立基于本体的测试对象库, 然后对用户输入的测试要求进行分词、本体提取和测试对象定位, 并根据用户的个人信息提供个性化的测试, 基于该模型建立的测试评估系统在资源共享、资源重用以及测试评估范围的灵活划分与试题的灵活选择方面具有较好的效果。

**关键词:** 测试对象; 概念映射; 信息导航

## Test and Evaluation Based on Objects and Ontology in e-learning Environment

GUO Chengdong, YANG Guanzhong, TANG Jinpeng, JIANG Peihang

(School of Computer and Communication, Hunan University, Changsha 410082)

**【Abstract】** To improve performance of resource share and scope clear-cut in test and evaluation system in e-learning environment, a model of test and evaluation system is put forward based on objects and ontology. In this model, a test objects base is built based on ontology, and then the test request of user is segmented, ontology extracted and test objects found, and an individual test is provided based on user's private information. In the model, the effect of share, reuse of resource and scope clear-cut of the test and evaluation and flxibile selection of question are good.

**【Key words】** Test objects; Concept mapping; Information navigation

当前, 测试的指导理论主要有两种: 经典测试理论(Classic Test Theory, CTT)和项目反应理论(Item Response Theory, IRT)。然而, 目前基于这两种测试理论的测试系统都有一个严重的不足, 那就是它们都需要一个严格定义的试题库, 而这些试题库并不能在各系统之间共享。因为这些试题库是基于不同的需要而定义的, 而试题的定义又没有一个统一的标准, 这就不可避免地造成了测试资源大量重复建设。而且, 这些测试都是判定式的, 即都是在教学或培训的最后阶段考察受测样本对知识的掌握情况, 而不能在教学或培训的过程中, 灵活地对受测样本进行指导式测试, 因为在这些试题库中并不存在试题的详细归属信息, 即这些试题是属于课程的哪个章节、哪个知识点的信息。这就大大削弱了测试的功能, 因为它不能及时地给学习者反馈对具体知识点的学习效果信息, 从而学习者不能在其学习过程中及时地调整学习计划。而在 e-learning 学习环境下, 这种测试又是必需的。因为, e-learning 不同于传统学习, 它是个人在网络虚拟环境下进行的自主式学习, 没有教师的监督和同学者的比较<sup>[1-3]</sup>。如果没有灵活的测试功能, 学习者就不能确定自己目前的学习情况, 不能及时地调整自己的学习策略和学习重点, 从而浪费大量的时间和精力, 这样的学习就是一种失败的学习。下面首先介绍 e-learning 环境下基于对象本体的测试与评估, 然后给出一个测试对象本体模型。

### 1 基于对象本体的测试与评估

鉴于以上两种测试策略的不足, 和 e-learning 学习环境的特殊性, 考虑到目前 e-learning 领域技术的发展趋势, 我们提出了一种通过构建测试对象本体来进行 e-learning 学习的方法。针对试题库不能通用的问题, 我们考虑将试题构建

成标准的测试对象, 测试对象的构建可以参考学习对象的构建方法和相应标准。

#### 1.1 测试对象的定义

测试对象可分为原子测试对象(Atomic Testing Objects, ATO)和复合测试对象(Composit Testing Objects, CTO), 如图 1。原子测试对象是最基本的测试对象, 它仅仅包括一个对某个(些)知识点进行考察的单个试题(Question)、相应的元数据(metadata)和约束(constrains)、及相应的评估项(assessment items)。复合测试对象是由若干个测试对象(包括原子和复合测试对象)复合而成, 它的存在依托于原子测试对象, 它可以用测试行为树进行模拟, 同原子测试对象的关系见图 2。

Testing Objects(TO)
Attributes: Question of some Knowledge Points(in case of ATO) Activity Tree(in case of CTO) Assesment Items Metadata and Constrains
Operation (param): returnType GetTestingObject(para_name): TO EndTest(para_name):TO

图 1 测试对象的定义

注: (1)Question of some Knowledge Points: 包含在原子

**作者简介:** 郭成栋(1977 -), 男, 硕士生, 主研方向: e-learning 环境中测试与评估策略及资源建设, 在线学习; 杨贯中, 教授; 唐金鹏, 硕士; 蒋沛航, 硕士生

**收稿日期:** 2006-01-18 **E-mail:** hnugcd@163.com

测试对象(ATO)中的试题。在一个 ATO 中我们规定只有一个试题。

(2)Assesment Items : 评估内容。它包括两个部分: 预评估和后评估。预评估是对受测者当前知识水平的评估, 符合测试条件的受测者才可以使用本测试对象进行测试; 后评估是对受测者的测试结果进行的评估。

(3)Metadata and Constrains : Metadata(元数据)是对 TO 的描述信息, 其内容参照学习对象元数据(LOM)标准。Constrains(约束)是一个规则集, 它参考 Assesment Items 的评估结果决定受测者的下一步行为。

(4)Operation (param): returnType : 方法。根据测试者的测试结果选择不同的 TO 继续测试(或返回)。

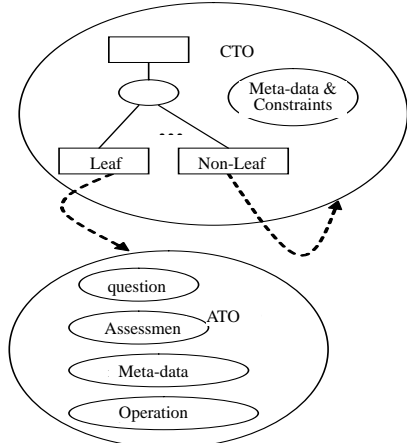


图2 ATO同CTO的关系

图中上半部分是一个复合测试对象(CTO), 它用行为树进行表示, 方框表示行为, 行为可以分为叶子行为和非叶子行为; 叶子行为同 ATO 相关联, 非叶子行为同 CTO 相关联。椭圆表示测试对象的不同组成部分。

## 1.2 测试对象的形式化定义

$\langle \text{测试对象} \rangle ::= \langle \text{原子测试对象} \rangle \langle \text{复合测试对象} \rangle$

$\langle \text{复合测试对象} \rangle ::= \langle \text{原子测试对象} \rangle \langle \text{复合测试对象} \rangle \langle \text{原子测试对象} \rangle$

$\langle \text{原子测试对象} \rangle ::= \langle \text{试题} \rangle \langle \text{元数据} \rangle \langle \text{约束} \rangle \langle \text{评估} \rangle \langle \text{方法} \rangle$

## 1.3 基于测试对象本体的测试与评估

由于测试对象中的试题与课程知识点相关联, 因此在对学习者进行测试时, 可以给出测试反馈信息, 提示学习者对知识点的掌握情况。然而测试对象都是独立的实体, 如果没有它们的整体视图, 就无法从整体上有选择地对学习者进行具体范围的测试, 而这种测试在e-learning环境下是十分必要的, 因为这可以让学习者在任何时候测试自己对课程具体部分的掌握情况, 从而能够在没有老师指导的情况下有根据地调整他们的学习。另一个问题是e-learning环境中学习者的素质不同, 只能让学习者提供十分直观的测试要求, 例如允许学习者直接输入“课程《计算机网络》章节第1章”的信息, 这时系统必须能够理解该信息的具体意思, 即系统必须具有语义性, 也就是说系统必须能够定位到与《计算机网络》课程第1章相关的测试内容, 并将其提供给学习者。本体是语义的基础, 它主要是使得系统之间能够对共享概念达成一致的理解, 使得计算机能够容易地进行分析和推理<sup>[4]</sup>。所谓本体, 就是“共享的概念化的形式的精确的描述”, 目的是为了描述领域内部(领域本体)甚至更广范围内的一些概念和概念之间的联系, 使得这些概念和联系在共享的范围内有着明确唯一的解释, 这样人、系统之间就可以进行交流。形式

化的本体定义是一个四元组:  $\text{Ontology}=(\text{meta\_info}, \text{CONCEPT}, \text{RELATION}, \text{RULE})$ , 其中: meta\_info是本体的元数据信息; CONCEPT是组成本体的概念集合, 以下用C表示; RELATION是本体中概念之间的关系集合, 以下用R表示; RULE是在本体中普遍成立的规则集合<sup>[5]</sup>。

为了给学习者提供有选择的测试, 可以构建教育领域本体, 这样系统就可以使用计算机网络、网络协议这两个概念及其关系进行推理。首先定位到本体, 然后使用概念之间的关系定位到计算机网络这门课的网络协议这一章。这样系统就可以定位出这一章的相应试题(对应的 TO)并将它提供给学习者。为了实现这种方法, 下面给出了一个测试对象本体测试模型。

## 2 测试对象本体模型

所谓测试对象本体(见图3)就是本体的概念同测试对象之间存在映射关系的本体, 本体中的概念是对测试对象的抽象。我们构建的测试对象本体是一个五元组:  $\text{Ontology}=(\text{meta\_info}, \text{CONCEPT}, \text{RELATION}, \text{RULE}, \text{MAP})$ , 其中: meta\_info, CONCEPT, RELATION, RULE 的定义同上, MAP 是本体中的概念到具体测试对象的映射集, 它记录了概念和测试对象的映射信息。

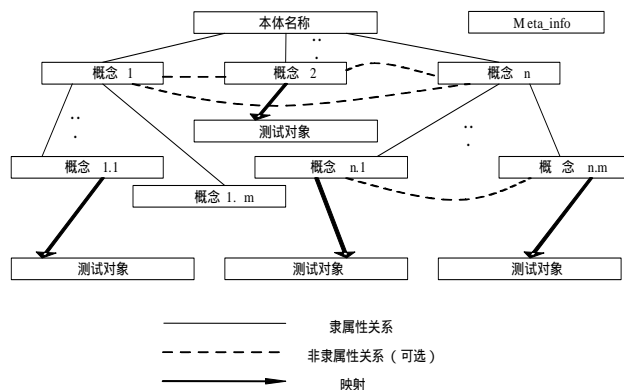


图3 测试对象本体模型

在图中, 隶属关系是指两个概念之间存在意义包含或基础关系, 隶属关系分为前向隶属关系(PR)和后向隶属关系(BR)。如果  $c1 \text{ PR } c2$ , 则概念  $c1$  前向隶属于概念  $c2$ , 即概念  $c2$  是  $c1$  的基础, 它对应的测试对象含有指向概念  $c1$  对应的测试对象的复合信息; 同理, 如果  $c1 \text{ BR } c2$ , 则概念  $c1$  后向隶属于概念  $c2$ , 概念  $c1$  是  $c2$  的基础, 它对应的测试对象含有指向概念  $c2$  对应的测试对象的复合信息。非隶属关系是指两个概念之间不存在包含或基础关系, 而是定义的其他的关系, 是可选的。映射是本体中的概念到具体测试对象的关联指针。

### 2.1 概念映射

概念映射的形式化描述为:  $M(C) \rightarrow nT$ 。

其中  $C$  是本体  $O$  中的概念,  $O$  是受限主题的具体领域本体。  $M$  是测试对象  $T$  和概念  $C$  之间的映射, 也就是  $C$  的对象化; 一个概念可能映射到若干个不同的试题(TO)上去, 因此映射的结果是多样的( $n \neq 0$ )。

测试对象本体中的概念是对测试库中的测试对象的抽象, 所以在我们的测试本体中, 每一个概念都对应着若干个相应的测试对象。在使用本体时, 一旦找到了相应的概念, 根据概念本身的映射信息, 就可以映射到相应的测试对象(TO), 从而提取相应的试题。如果一个概念映射到若干个测试对象, 就要根据附加信息, 如学习者的历史记录和试题元

数据中的难度信息、使用者层次信息等，来选择合适的试题使用。

## 2.2 信息导航

信息导航操作的形式描述如下： $c \rightarrow r \rightarrow c'$ 。

其中  $c, r$  表示本体中的概念和关系  $c \in C, r \in R$ ，此操作表示从一个概念沿着关联的关系导航到另一个概念，一个概念可能有多个关系存在，同一个关系可能有多个目标，因此导航的结果是多样的。

这种基于测试对象本体的测试还具有一个优点，那就是智能性。因为这种测试具有根据测试对象返回的评估信息和受测者的历史信息进行导航的功能，根据不同的信息使用不同的关系和规则引导测试。比如说，学习者在测试过程中遇到了一个关于 TCP/IP 协议的试题，由于学习者错误地回答了这个问题，因此系统可以根据该学习者的历史信息使用不同的关系和规则进行导航。例如在该学习者的历史信息中这是其在本次测试中的一次非连续性的错误回答，系统可以使用本体的非隶属关系进行导航，譬如说导航到与 TCP/IP 有同样知识层次的 HTTP 协议上去，进一步验证他(她)是否具有该层次的知识水平。如果学习者在测试过程中连续地错误回答了使用非隶属关系导航到的试题，那么，系统会认为学习者不具备 TCP/IP、HTTP 等知识点相应层次的知识水平，为了得到学习者当前的知识层次，系统将不会继续使用非隶属关系进行导航，而是使用前向的隶属关系进行导航，譬如导航到 TCP/IP 前向隶属概念：“协议”上，根据概念映射提取出相应的试题；如果学习者又出现同样的情况(连续答错)，则系统继续使用前向的隶属关系进行导航(具体过程见图 4)；相反，如果学习者连续正确回答若干试题，则系统会使用后向的隶属关系进行导航。

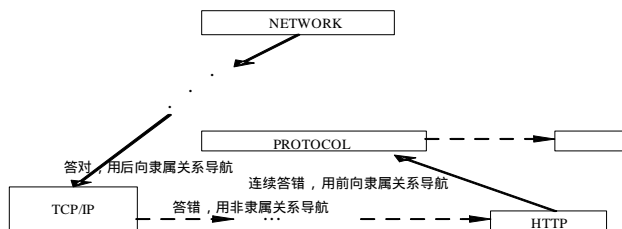


图 4 信息导航

(上接第 59 页)

## 4 结束语

本文提出了一种新的基于日志的数据复制方法，这种方法尤其适用于移动环境中多个节点之间的数据复制，特别是在数据量较大的时候，可以在很大程度上节省额外的空间开销，仅使用相对较小的空间就可以维护一种更有效的日志组织方式，并且给出了一种高效并且易于实现的数据同步模型，最后提出了在可能的几种情况下对日志进行维护的方案。

### 参考文献

1 郑增威, 林怀忠, 王苏仪. 乐观复制方法研究[J]. 计算机工程与科学, 2003, 25(5).

## 2.3 测试过程

一旦测试对象本体构建成功，学习者在 e-learning 系统中为了检查自己对目前学习章节或课程的掌握情况，可以在系统中进行特定章节或课程的测试，本体的使用使得系统能够理解学习者输入的语义信息，例如：“course、computer network；chapter、network protocol”，系统就会查找名为“computer network”的本体，如果找到该本体，系统将根据 chapter 信息，查找相应的章节“network protocol”，这种查找是根据本体中的概念之间的隶属关系进行的。如果找到“network protocol”这一概念，则使用概念映射定位到相应的测试对象(CTO)，然后根据本体测试的信息导航功能，引导学习者进行测试。测试完毕后，系统将汇总各测试对象的评估信息呈现给学习者，供其参考。

## 3 结束语

e-learning 作为一种新型的学习方式，代表着学习发展的趋势。但是，e-learning 环境下的学习是自主式学习，灵活性大，独立性高，作为 e-learning 中不可缺少的一个环节，测试与评估的作用愈发显得重要。本文提出的基于测试对象和本体的测试评估模型，能较好地解决目前测试评估中出现的突出问题。但是，该模型仍有不完善的地方。譬如，测试对象构建标准的最终解决，及如何更好地在本体的概念和测试对象之间进行映射等，都是下一步要重点解决的问题。

### 参考文献

1 Advanced Distributed Learning(ADL) Initiative: SCORM 1.3 Content Aggregation Model[EB/OL]. <http://www.adlnet.org/2004>.  
2 WebCT's E-learning Vision[EB/OL].2003-09. <http://www.webct.com/>.  
3 ADL Initiative[EB/OL]. <http://www.adlnet.org/>.  
4 Aslan G, Mcleod D. Semantic Heterogeneity Resolution in Federated Databases by Metadata Implantation and Step-wise Evolution[J]. The VLDB Journal, 1999, 8(2): 120-132.  
5 Agirre E, Ansa O, Hovy E. Enriching Very Large Ontologies Using the WWW[C]. Proceedings of the 1<sup>st</sup> Workshop on Ontology Learning in Conjunction with the 14<sup>th</sup> European Conference on Artificial Intelligence, Berlin, Germany, 2000-08.

2 Almeida P S, Baquero C, Fonte V. Version Stamps—Decentralized Version Vectors[C]. Proc. of the 22<sup>nd</sup> International Conference on Distributed Computing Systems, 2002.  
3 Demers. Epidemic Algorithms for Replicated Database Maintenance[C]. Proceedings of the 6<sup>th</sup> Symposium on Principles of Distributed Computing, 1987: 1-12.  
4 Petersen. Flexible Update Propagation for Weakly Consistent Replication[C]. Proc. of the 16<sup>th</sup> ACM Symposium on Operation System Principles, 1997.  
5 Golding R, Weak Consistency Group Communication and Membership[D]. Santa Cruz: University of California, 1992.