

基于 XML 的装备体系能力知识管理系统

杨志伟, 杨克巍, 毛 杰, 谭跃进

(国防科学技术大学信息系统与管理学院, 长沙 410073)

摘 要: 提出一种基于 XML 的装备体系能力知识管理系统, 从能力知识文档中抽取知识, 将其规范到结构化的 XML 文档, 利用 Native-XML 数据库, 实现对能力需求知识的抽取及其管理。实验结果表明, 该系统能够有效利用大量历史知识和实时经验知识, 提高联合作战中武器装备体系的整体效能。

关键词: 能力知识; 知识抽取; 需求管理; Native-XML 数据库; 装备体系; 联合作战

Capability Knowledge Management System in Equipment System Based on XML

YANG Zhi-wei, YANG Ke-wei, MAO Jie, TAN Yue-jin

(College of Information System and Management, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

【Abstract】 This paper proposes a capability knowledge management in equipment system based on XML. It holds the knowledge obtained in the structured XML document, and manages the knowledge of mission and capability requirement using Native-XML to realize knowledge extraction and management. Experimental results show this system can improve the whole efficiency of equipment system by using large amount of experience before.

【Key words】 capability knowledge; knowledge extraction; requirement management; Native-XML database; equipment system; joint operation

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.03.012

1 概述

武器装备体系中知识抽取管理的复杂度高, 知识存储的数据量大^[1], 将知识文档中抽取的知识规范到结构化的 XML 文档进行管理的方法, 充分利用 XML 跨平台性, 能够很好实现将能力需求知识从知识文档中抽取, 并建立任务到能力的映射关系, 进而由能力知识库中提取能力来完成给定任务的功能, 这项工作对“基于能力”武器装备体系建设具有重要的指导意义^[2]。本文主要研究了武器装备体系需求知识抽取及管理的实现方法, 并以美军的联合能力术语清单为例, 对该系统的功能进行验证。

2 基于 XML 的装备体系能力知识管理系统设计

2.1 系统总体设计框架

基于 XML 的能力需求管理系统主要是根据对作战任务与武器装备能力的分析, 为基于能力的武器装备体系建设提供参考^[3]。本文系统采用了 XML 语言对能力需求知识文档进行规范, 利用 Native-XML 数据库对知识文档进行存储管理。开发平台采用了 .NET 开发平台, 有效解决了对 XML 文档的开发及数据库管理问题^[4-5]。

2.2 系统总体运行及各功能模块设计

本文系统根据对能力需求知识的学习和研究, 搜集整理相关资料, 根据规则从中抽取系统所需能力知识生成规范的知识文档, 这其中包含了模式的识别和特征抽取; 将知识文档进行分类, 以某种数据结构保存到知识库; 在用户新建项目时, 为用户提供关联知识的查询, 用户新建项目时可以直接应用查询到的知识; 最后将用户所建立的能力需求知识项目添加到知识库中, 对知识库进行扩充。用户知识库有 2 个来源直接向知识库中添加规范、标准及其他知识, 或者从历

史知识文档中抽取经验知识。该系统建立了通用知识库, 用户可以将项目中的能力需求知识添加进去, 方便用户的应用。系统运行的基本流程如图 1 所示。

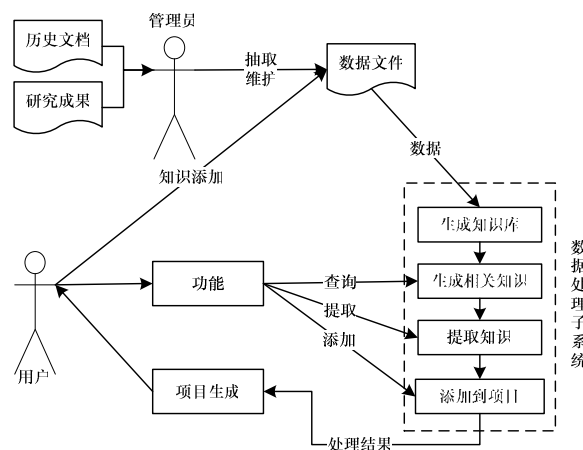


图 1 本文系统流程

系统主要包含四大部分, 即用户管理、知识抽取、知识库管理、项目管理。系统各部分及功能结构如表 1 所示。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目“体系需求分析中的导向性涌现研究”(70901074); 国家自然科学基金资助项目“面向演化的体系结构设计与优化方法研究”(71001104); 国家自然科学基金资助重点项目“大型复杂人机系统结构、过程建模与组织设计方法”(71031007/G0109)

作者简介: 杨志伟(1988—), 男, 硕士研究生, 主研方向: 系统优化, 体系工程; 杨克巍, 副教授; 毛 杰, 硕士研究生; 谭跃进, 教授
收稿日期: 2011-08-03 **E-mail:** zhwyang88@126.com

表 1 系统模块功能

模块名称	模块功能	模块间关系
用户管理模块(M1)	实现对用户的增删改及权限设置	提供对其他模块的操作权限
知识抽取模块(M2)	实现从不同格式的知识文档中抽取知识	为 M3 模块提供初始的知识数据库
知识库管理模块(M3)	记录抽取的知识和新建项目中存储的知识, 并提供查询功能	为 M4 模块提供能力需求知识的
项目管理模块(M4)	运用知识库中的知识建立应用项目	从 M3 模块获取能力需求知识信息

系统 4 个模块的具体功能描述如下:

(1)用户管理模块: 用户管理主要是对用户的不同类型和权限进行管理。根据各部门和人员在武器装备体系发展中的不同角色和职责设定不同的用户类型, 根据不同的用户类型设置不同的访问权限; 实现对用户的添加、删除以及权限修改等操作。

(2)知识抽取模块: 主要是从不同形式存储的知识文档中抽取知识。这些知识文档包括结构化文本和半结构化文本, 每个文本都有一定的存储规则。该模块要识别不同的知识文档的类型, 根据不同的文档类型, 从其中提取出相关的能力需求知识, 并以规定的格式存储在 XML 文档中。该模型需要对多种类型文档设计相应的接口, 以适应系统对知识提取的要求。该模块提供多样性的知识抽取接口, 可以适应多类型的知识文档的知识抽取。只要能够识别该文档的模式类型, 就可以将文档中的知识提取出来存储到知识库中, 为下一步的工作提供数据支持。

(3)知识库管理模块: 主要将知识库分为通用库和专用库 2 类, 对知识进行高效的管理。通用库存储通用的能力需求知识, 并为用户新建项目时提供能力需求知识。用户可以将新的知识添加到通用库来丰富通用知识库的内容。专用知识库以项目为存储单元, 每个单元包含项目所有需的文档。这些文档包括能力知识、任务知识、能力关系知识、任务关系知识以及任务能力关系知识。

(4)项目管理模块: 项目管理在数据库存储中是以项目为单位来组织的。项目是一种特殊的文件夹, 包含特定项目的所有数据, 如知识树、知识关系列表等。这些知识最终将以 XML 文档的形式存储。每个项目都具有名称和相应的描述, 用户观察和操作项目中数据的能力可以通过对访问权限的控制来限制。整个项目管理模型的管理就是遵循这种从项目到视图最终到 XML 文档的思路进行组织。管理工具要能够对底层大量的 XML 文档进行归类, 可以识别每个 XML 文档存储的信息都属于哪个项目。当用户查询时可以方便快捷地查出每个项目的各种信息。当创建项目的时候, 系统将提供建立能力、任务以及他们各自之间的关系的界面。用户只需先建立好知识树, 然后在建立知识关系表即可。因为关系表中的能力必然来自知识树, 所以在设计的时候要保证知识关系表的能力节点一定来自知识树。

2.3 数据存储结构设计

根据对能力需求知识的分析, 为便于管理提高管理效率, 以项目为单位进行存储, 对应到 Native-XML 数据库(NXD)则以文档集进行组织, 依据项目的特点, 项目在 NXD 中的结构存储如图 2 所示。系统将底层数据库分为通用知识库与专用知识库 2 个部分, 底层数据以知识文档集的形式进行存储。其中通用知识库用来存储通用的知识文档, 该知识库中的内容为业界公认的常用能力需求知识, 或者由用户根据自己部门的需求进行添加。专用知识库下存储的是各个项目的

所有文档, 包括任务知识、能力知识、任务关系、能力关系和任务与能力的关系。该知识库主要用来存储用户历史上建立的项目, 方便用户在新建项目是能够根据相类似的项目来构建自己需要的项目结构。XML 文档分为 2 种格式, 一种用来存储知识, 另一种用来存储知识之间的关系。

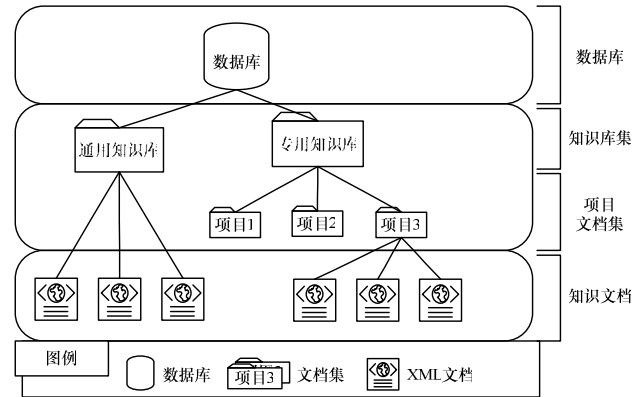


图 2 数据库结构设计

3 系统实现

本文系统利用纯 XML 数据库对能力需求知识进行管理, 在 VS.NET 2005 平台上, 以 XML 为各模块交互的标准, 体现系统可扩展与综合集成的特性。采用 Native XML 技术实现需求知识数据的结构化存储, 利用 Xquery 查询语言对数据进行访问与写入, 较好地实现了对能力知识的抽取与管理。

3.1 知识文档结构的定义

本文采用 XML Schema 为知识文档定义了一组模板, 系统根据该模板对知识进行抽取和存储。具体方法是将每个能力定义为 XML 的一个元素, 并为该元素制定若干属性(attribute):

名称: 能力的名称, 必须为 string 类型, 如果在页面中显示时, 它是能力知识的节点。

属性: 能力的定义, 必须为 string 类型, 用来详细解释描述能力知识。

下文为系统定义 2 种知识文档结构。能力知识文档存储结构的 XML Schema 如下:

```
<xs:element name="能力" maxOccurs="unbounded">
  <xs:complexType>
    <xs:attribute name="名称" type="xs:string"/>
    <xs:attribute name="属性" type="xs:string"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

能力知识关系文档包含以下属性(attribute):

名称 1: 能力 1 的名称, 必须为 string 类型, 如果在页面中显示时, 它是能力 1 知识的节点。

名称 2: 能力 2 的名称, 必须为 string 类型, 如果在页面中显示时, 它是能力 2 知识的节点。

属性: 能力之间的关系, 必须为 string 类型, 用来反映能力 1 与能力 2 之间的内在关系属性。

其存储结构, 如能力知识关系文档的 XML Schema 如下:

```
<xs:element name="关系">
  <xs:complexType>
    <xs:attribute name="名称 1" type="xs:string"/>
    <xs:attribute name="名称 2" type="xs:string"/>
    <xs:attribute name="属性" type="xs:string"/>
  </xs:complexType>
```

</xs:element>

根据需要,用户可以自定义文档结构,为元素增加子元素,或者增加额外的属性信息等,只需添加相应的 Schema 模板文件即可,系统可根据新的模板来建立能力知识管理的项目。

3.2 知识的抽取及存储

知识的抽取及存储主要是指从知识文档中获取知识,并将其存储到规范的 XML 文档中。其具体过程如下:

(1)知识文档到 TreeView 控件

调用下面的函数可以将知识文档存储的知识添加到 TreeView 控件,实现知识的展现。FileToTreeView(文档路径, FileType, TreeView),将存储在文件路径的知识文档根据 FileType 对应的模板添加到 TreeView 控件,用户可根据需要对 TreeView 进行编辑。

(2)知识关系文档到 DataGridView 控件

调用表中的函数可以实现将知识关系文档中的关系知识根据 FileType 对应的模板存储到 DataGridView 控件,实现知识关系的展现。FileToDataGridView(文档路径, FileType, DataGridView),将存储在文件路径的知识关系文档添加到 DataGridView 控件,用户可根据需要对 DataGridView 进行编辑。

(3)知识文档的保存

这个类将修改后的知识树和知识关系列表存储到 XML 文档中,实现知识文档的保存。其中的 2 个重要函数是 TreeViewToXML(TreeView, 文档路径)和 DataGridViewToXML(TreeView, 文档路径)。

```
save(存储路径)//将知识存储到文档
{
  ...
  TreeViewToXML(TreeView, 文档路径);
  DataGridViewToXML(DataGridView, 文档路径);
}
```

文档保存功能默认将 TreeView 中的内容存储到知识文档,而将 DataGridView 中的内容存储到知识关系文档。

4 实例研究

在美军的 Joint Capability Terminology Lists 中,详细列出了 21 世纪联合任务能力领域的分类及各类别下的能力。美军的作战理念、作战经验都比较丰富,而且其相关的武器装备体系能力发展对我军有参考价值。因此,本文参考美军 21 世纪联合任务能力领域的分类和能力,形成比较合适的实例进行研究。

根据美军的 21 世纪联合任务能力领域本文构建了如表 2 所示的联合作战能力文本,共计 22 个能力。鉴于联合作战的能力繁多,表 2 仅列出了部分能力及其定义,省略了部分能力及子能力。

表 2 联合作战能力文本

能力名称	定义
联合陆地作战	使用联合武力在陆地领域***并且延伸到军事联合作战(ROMO)的全范围
联合海上/沿海作战	通过在海上沿海领域使用联合武力****的指挥及支援作战
联合空中作战	通过在空中****攻击支援作战、实施侵袭
联合空间作战	在空间领域或者通过空间领域使用****目的的能力

能力需求知识文档根据 XML Schema 定义的规则,只存储了能力知识,将其他无关的属性项忽略,减少了知识文档的冗余,得到 XML 文档的内容如下所示:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

```
<联合能力清单 xmlns:xsi = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation = "联合能力清单文本集.xml">
```

```
<能力 名称="联合作战" 属性="项目名称">
  <能力 名称="联合陆地作战" 属性="使用联合武力在陆地领域
***并且延伸到军事联合作战(ROMO)的全范围">
    <能力>
      ...
    </能力>
  </能力>
</联合能力清单>
```

运行系统对文档中的能力知识进行抽取,得到的结果如图 3 所示。



图 3 系统实现界面图

该系统对武器装备体系需求建模和分析提供了重要支撑,准备进一步将该系统推广用于指导武器装备体系的实际论证与建设中。

5 结束语

本文以武器装备体系能力为背景,对武器装备体系需求管理的方法和应用进行研究,介绍了能力知识抽取相关的基本概念,结合武器装备体系能力需求知识抽取及存储管理工具的特点,提出了基于 Native XML 武器装备体系需求管理工具的设计方案,研究如何实现对底层数据的管理、知识的分类等功能,以 XML 文件形式组织知识文档,取代传统的关系型数据库文件作为系统后台,设计实现武器装备体系能力需求知识抽取及存储管理系统。系统已经应用于武器装备体系建模的工具之中,并发挥重要作用,下一步将体系需求建模模型整体移植到基于纯 XML 数据库平台上,实现以能力知识为核心、分布式的需求模型管理,便于需求论证人员等进行协同开发和知识共享。

参考文献

- [1] 熊 健. 基于价值的武器装备体系需求跟踪和变更影响分析研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2007.
- [2] 化柏林. 国内外知识抽取进展研究综述[J]. 情报杂志, 2008, 27(2): 60-62.
- [3] 武 凌, 马 季. 基于本体的工作流知识管理系统设计[J]. 计算机工程, 2010, 36(11): 61-63.
- [4] 渠本哲, 王 潜. Native XML 数据库关键技术综述[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(1): 25-28.
- [5] 高雅田, 李春生, 富 宇. 基于关系数据分析的知识服务模式[J]. 计算机工程, 2011, 37(5): 56-58.