

基于领域本体与上下文感知计算的智能图书^①

张文博, 张霞

(武汉大学 印刷与包装系, 武汉 430079)

摘要: 随着信息化时代的发展, Web 已成为各类网络信息的主要平台. 但是, 呈指数增长的海量信息使有价值知识淹没在信息海洋里, 用户对专业领域知识的查找、访问、学习以及维护变得越来越困难. 针对这种情况, 提出了基于领域本体与上下文感知计算的智能图书系统模型, 并以颜色科学为例, 根据领域知识特性和共享需求构建颜色科学领域本体, 然后通过上下文系统获取实现用户需求的相关上下文信息, 在上下文感知计算推理模型中为用户提供特定服务, 实现了智能图书系统的相关流程.

关键词: 领域本体; 计算机建模方法; 上下文感知计算; 智能图书

Smart Books Based on Domain Ontology and Context-awareness

ZHANG Wen-Bo, ZHANG Xia

(School of Printing and Packaging, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: With the all-around popularization and development of Internet, Web has become the main platform of all kinds of network information. However, tremendous information which is increased by exponent makes the valuable knowledge submerge into the information sea. Users find it more difficult to research, visit, learn and maintain information. According to this circumstance, this paper has built a smart books model based on domain ontology and context-awareness computing. Based on the field characteristics and sharing requirement of domain knowledge, ontology is selected as knowledge representation method, meet the needs of users in domain ontology modeling procedure. Context-awareness computing model are used to support the smart books model and its implementation process are proposed.

Key words: domain ontology; computer modeling method; context-awareness computing; smart book

1 引言

现代社会信息与知识呈爆炸式增长, 学科领域专业体系不断完善, 科技信息资源的数字化、网络化的快速发展为知识学习提供了强劲的信息支撑, 但从网络上获取真正需要的相关领域知识信息和完整的知识架构还存在一定困难. 目前的信息服务体系还存在无法在浩淼的科技信息资源中准确的提取用户需要的内容并有效地对分散、无序的领域知识进行管理; 无法在知识学习中完整的展现整个学科领域知识架构; 无法根据用户自身情况实现个性化、智能化学习等一系列问题. 要解决上述问题, 本文的解决思路是将这些混乱无序的信息变为有序的知识, 根据用户的需求智

能计算并反馈给用户. 针对上述问题, 本文面向学科领域本体进行设计并建模, 利用上下文感知计算推送技术, 提出并实现了一种智能图书系统, 能够根据用户的不同特点和需求, 提取异构系统中数字科技信息资源, 自动生成基于用户水平层次与兴趣方向的知识结构体系, 以供用户使用. 智能图书系统旨在管理相关领域的知识体系结构, 并为简化相关领域知识的搜索和学习提供技术支持.

2 智能图书系统框架

上下感知计算是指计算系统自动地对上下文、上下文变化以及上下文历史进行感知、推理、计算和决

^① 基金项目: 国家自然科学基金(40701156)

收稿时间: 2014-09-12; 收到修改稿时间: 2014-10-28

策,根据这些信息系统自动调整自身的行为,使之与用户进行交互,为用户提供服务^[1].这样大大降低了用户参与的程度,进而实现了真正的智能交互,其运算效率与智能程度与计算框架的结构息息相关.

智能图书上下文感知计算框架依据现有的上下文感知计算模型进行了改进,计算框由传统的四层结构(即感知层、管理层、推理层、应用层)整合为三层.因数据需求的单一性,计算框架精简了传统感知层,由领域本体模型库及知识库进行替代,并加入推理规则库和用户本体模型库;将传统管理层与推理层合二为一,在查询接口的基础上形成计算层,加入了新的偏好提取模块,并基于该模块的推理与查询、推送引擎相连接,成为新的计算推送层;在最上层架设接口,与用户应用进行耦合,最终可以拓展为整个应用生态层.计算框架如图 1 所示.

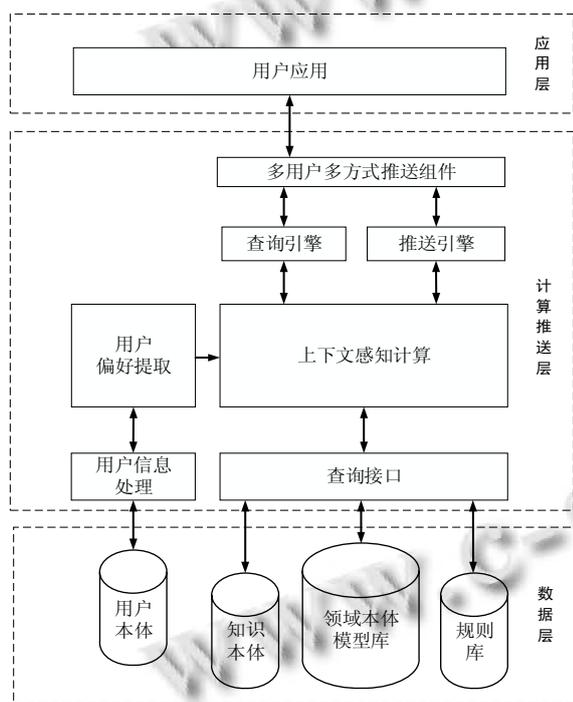


图 1 基于领域本体的上下文感知计算框架

要完成这一计算框架,数据层的知识及知识载体建模方式、用户信息的存储及调用方式是整个计算框架的基础,这将影响整个计算框架的效率和知识推送精度.本文利用面向领域本体建模的方法来对整个知识体系进行建模存储,并对知识载体和用户也进行建模.本文的主要工作集中在领域本体上下文的建模、用户与知识载体的建模与表示上,根据需要开发

出一种新的建模方式.因为上下文感知计算在不同系统中的应用大相径庭,在智能图书应用的领域内,面向用户的应用以基于 Web 的应用为主,因此最后的原型机基于 B/S 架构的浏览器页面进行展示.

3 智能图书系统领域本体建模

3.1 知识领域本体模型构建与优化

领域本体是用于描述指定领域知识的本体,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.出于对各自学科领域和具体工程的不同考虑,构建知识本体的过程各不相同.目前尚没有一套标准的知识本体构建方法.M.Uschold(1996)试图制定出一套构建知识本体的方法,但正如他在文章中指出的,他们并不是要给出一套规范性的指南,只是要表示这种方法在他们的研究环境下能很好地发挥作用^[2].K.Mahesh(1996)、Bateman(1993)都给出了各自的知识本体构建原则^[3,4].

从广义上讲,本体的构建也属于知识工程领域中的一种软件开发方法,本文结合现代项目管理中“螺旋—原型法”的项目管理思想,借鉴现有的领域本体构建方法的精髓,“七步法”的本体构建步骤,提出一种领域本体构建方法,如图 2 所示.

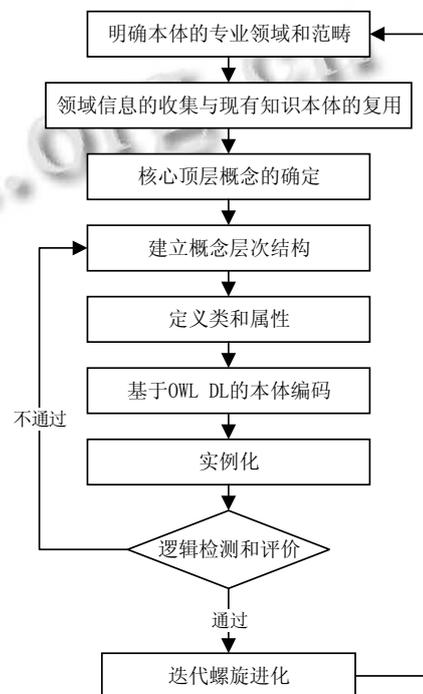


图 2 知识领域本体构建流程图

下面以颜色科学为例说明领域本体的构建过程. 在充分收集领域信息的基础上, 通过分析确定颜色科学领域的顶层概念包括“颜色形成”、“颜色视觉”、“色度学”、“颜色测量”和“颜色应用”五个概念. 顶层核心概念作为本体建模的顶级概念, 基本涵盖了整个颜色科学领域的知识. 对顶层概念进行拓展, 建立本体的概念模型. 这个过程是一个自顶向下的过程, 即根据事先定义好的上一层抽象父类, 分别逐级细化出下一级子类^[5]. 经过层次体系结构拓展, 总结出了颜色科学领域本体的概念层次模型.

上述所建立的概念层次结构是颜色科学领域

本体的骨架, 需要通过定义概念间的关系和属性来充实本体框架, 最后得到颜色科学本体的概念属性模型. 结束后要对模型进行迭代进化, 这是因为领域知识边界具有模糊性, 领域之间存在交叉, 之前所建立的本体模型只是前一阶段的成果, 整个模型的构建过程是需要螺旋上升、不断进化的, 这也符合本体本身所含有的哲学思想. 通过进化法, 先建立出核心的颜色科学可用本体, 在经过确认与评价之后, 若有必要可重复上述过程, 不断扩展和进化已建立的本体. 所建立的颜色科学领域本体如图 3 所示.

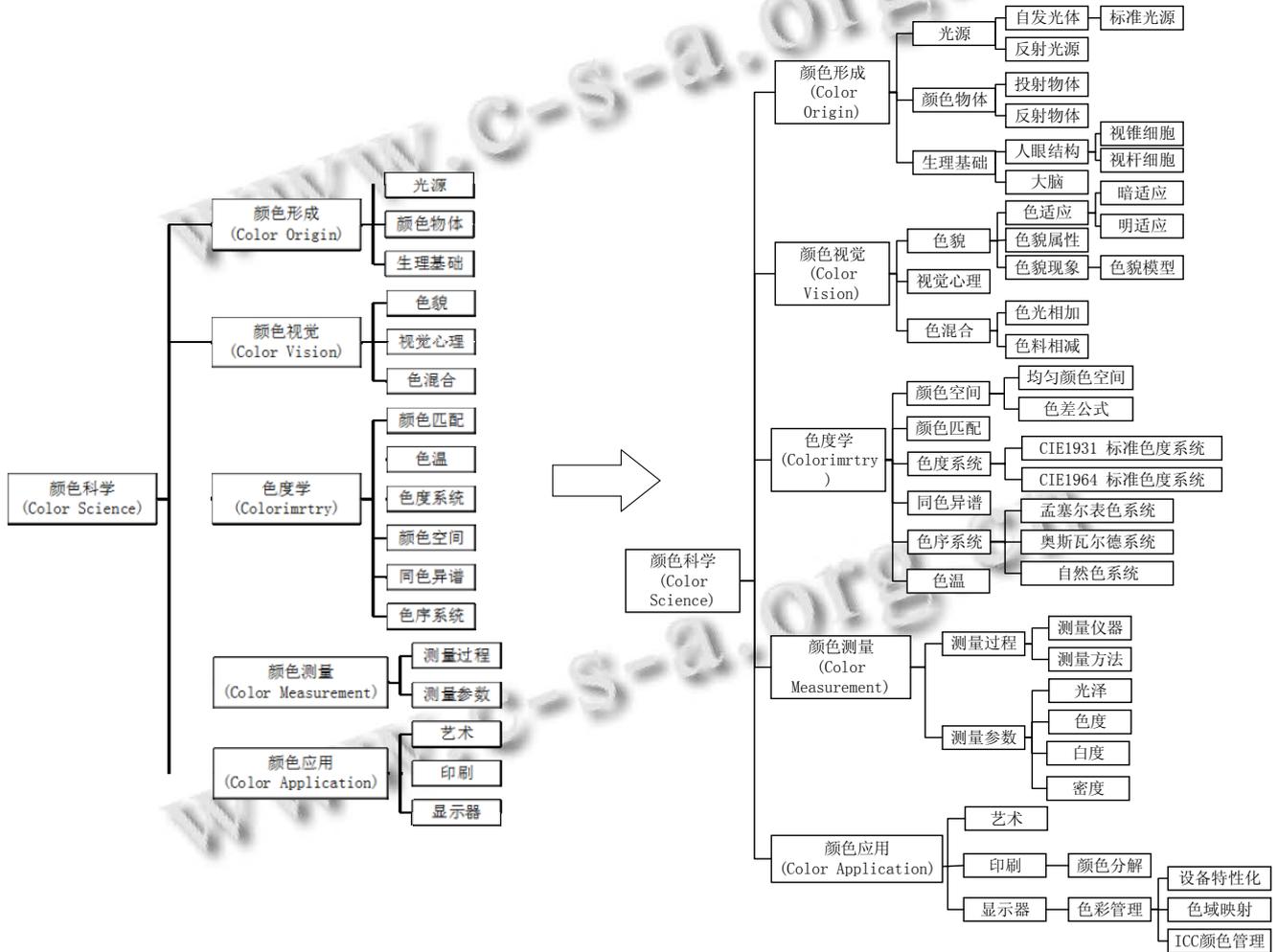


图 3 颜色科学领域本体模型

在概念属性模型确立之后, 采用 Protégé 本体开发工具, 用 OWL 本体描述语言形式化地将概念模型进行编码, 为本体共享提供规范的文档. 最后是实例化的进行与逻辑检测评价. 实例化由软件自动生成符合 OWL 语法的实例声明、实例描述;逻辑检测同时从正

确性、完整性、一致性和有效性等几个角度对本体进行技术判断, 做出每一个阶段本体构建工作的评价. 最终所建立的颜色科学领域本体片段如图 4 所示.

3.2 用户及知识载体模型构建

在计算推送层中, 除了对知识领域本体建模之外,

还需要其他模型共同作用才能完成对用户、知识、实例(即载有知识的载体)的智能匹配. 本文对用户与知识载体进行了建模, 与知识领域本体模型相关联, 形成完整的本体建模层, 整个模型采用标准的数据库模

型, 由 UML 语言建立, 利用 MySQL 数据库服务器记录. 智能图书的使用者模型下分用户和管理员两个类, 阅览信息类与用户类直接关联最终所建构的用户属性模型如图 5 所示, 建立的知识载体属性模型如图 6 所示.

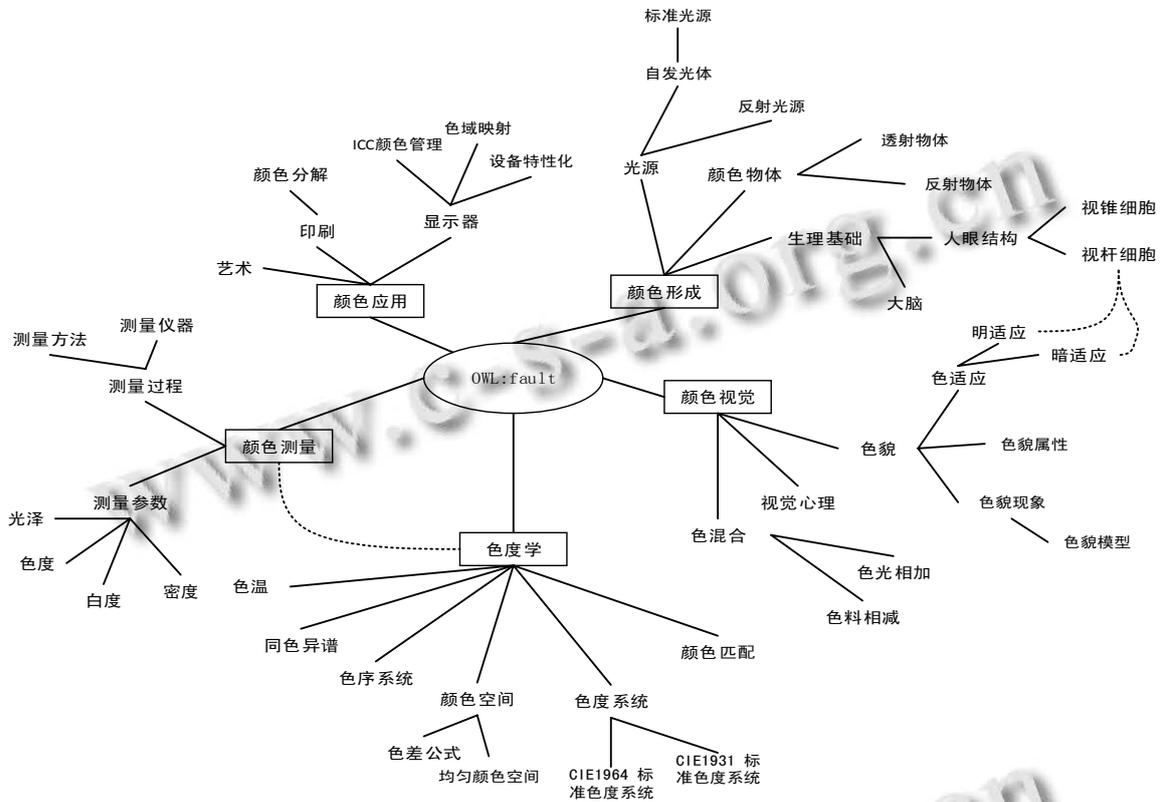


图 4 部分颜色领域科学本体描述图

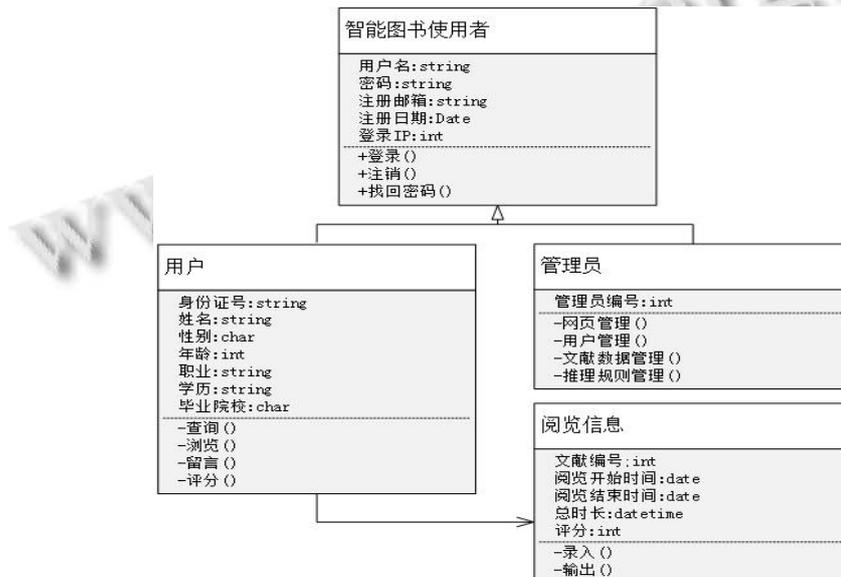


图 5 用户模型

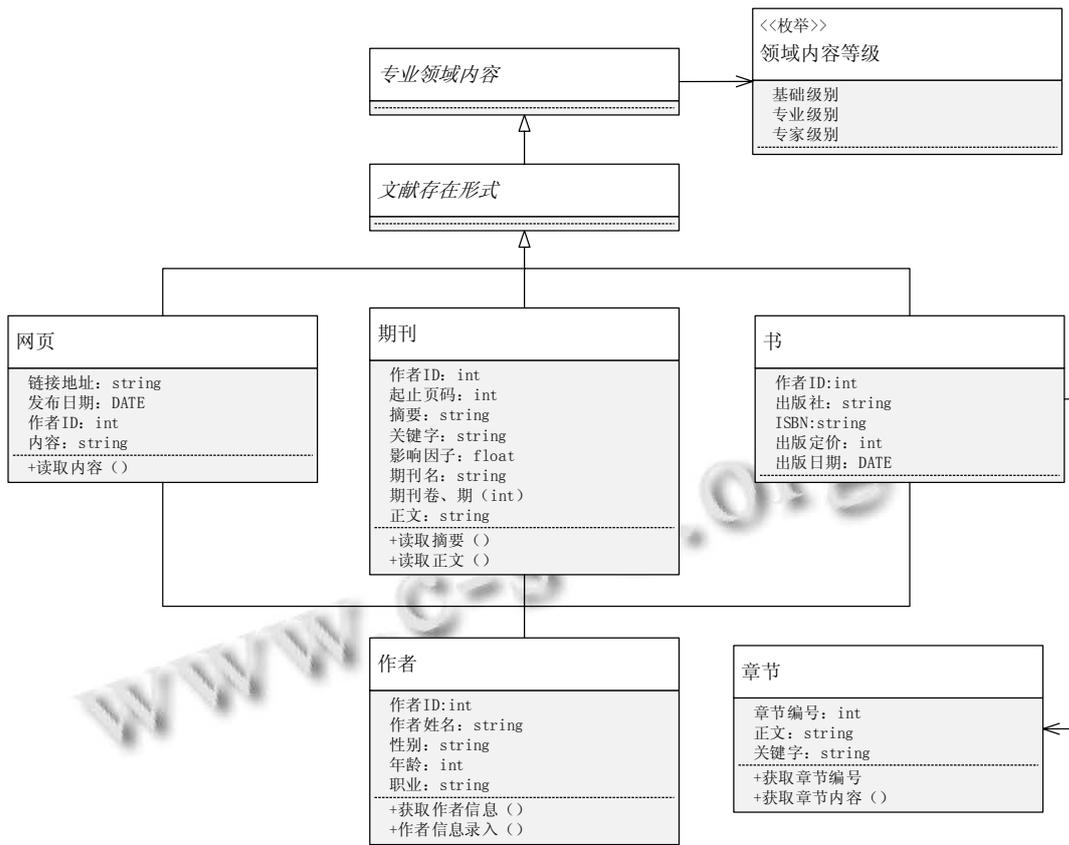


图 6 知识载体模型

4 智能图书上下文感知计算

在完成对领域本体以及用户和知识载体的建模, 并对相关实例进行演化融合后, 采用基于规则的推理方式进行上下文推理. 在上下文感知计算中, 要对相关信息进行推断就必须事先把信息存放在知识库中, 利用规则库中的相关规则进行推理. 这是实现基于规则的必要条件. 其推理过程如图 7 所示.

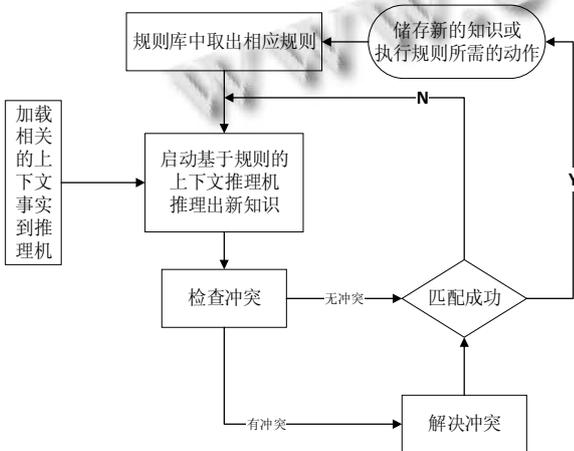


图 7 基于规则的推理过程

在计算层面, 智能图书将对用户所需的知识进行推送, 其过程主要可概括为以下两个阶段: 第一阶段是提取用户偏好完成知识的个性化推荐; 第二阶段是根据用户的反馈对智能图书推荐系统进行优化.

第一阶段通过隐式反馈的方式获取用户的偏好信息, 与事先设置好的推理规则相融合, 推荐服务依据用户的偏好信息向用户推荐合适类型的知识, 并对用户的反馈进行存储. 第二阶段推荐是在用户已经开始阅读相关知识推荐后, 基于用户的评分、阅读时间、阅读数量对推荐系统进行优化, 这个阶段涉及到机器学习的过程.

5 智能图书系统原型

上下文感知计算使用 Jena 推理机来实现. 智能图书在与用户进行交互时采用 B/S 架构, 软件结构为标准的 WEB 应用程序架构, 原型系统结构如图 8 所示, 通过调用第 2 部分所提出的智能图书系统框架, 构建系统原型, 利用 Apache+Mysql+PHP 框架对系统原型进行开发, 网站模型采用 web 页面内嵌 web 应用程序的形式, 以下为使用完整网站应用流程.

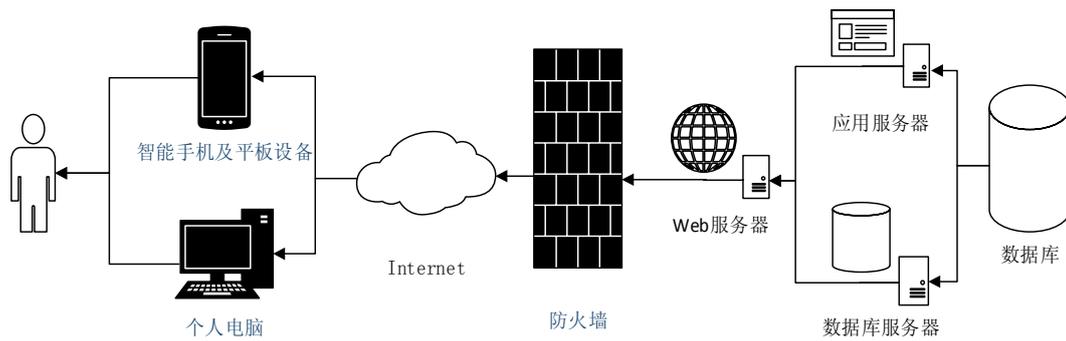


图 8 原型系统架构

例如一名普通在读全日制硕士生登录网站之后，在使用 SmartBook 系统之前首先要进行注册，如图 9 所示。所填入的个人信息经过加密措施进入数据层，作为上下文感知计算的规则条件。将学历年龄等信息填入后，推理机会根据相应推理规则过滤大部分的基础普及级别的知识。



图 9 智能图书系统原型用户注册界面

注册完成后登陆智能图书系统，欢迎界面如图 10 所示，在欢迎界面中显示用户近期阅读情况、评分情况等记录，也可以完善个人资料，有利于系统推荐算法响应速度，“知识推荐”与“正在阅读”为智能图书的核心 web 应用。

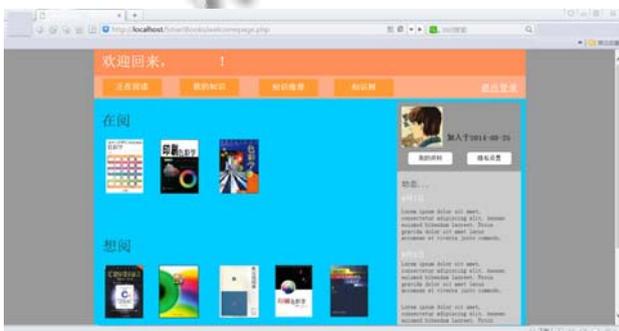


图 10 智能图书系统原型欢迎界面

在用户进入了“知识推荐”页面后，首次使用时智能图书会根据用户所录入的个人信息，例如年龄、职业、学历和感兴趣的知识进行首次推荐，用户将根据个人的喜好进行反馈，推理机将根据用户的反馈以及用户阅读的时间长短等其他因素进行推荐调整，每次反馈后的调整视为一次迭代过程，经过用户数次反馈后的迭代，整个智能图书系统趋于稳定，能够推送满足用户需求的智能图书。

在用户进入正在阅读的页面后，显示为用户正在学习的智能图书页面，其中包括了“分享”、“标注”、“评分”、“历史”等功能，阅读界面如图 11 所示。但整个智能图书系统还处于开发阶段，关于用户进行评分和多条件协同过滤推荐还有待开发。

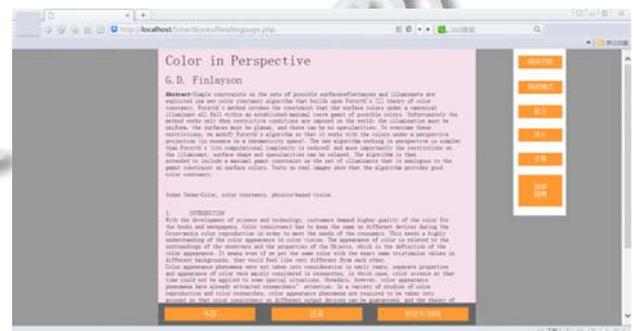


图 11 智能图书系统原型用户阅读界面

6 结语

为构建专业领域的智能图书系统，本文从普适计算的特点出发，引出的普适计算的关键技术之一——上下文感知计算。在上下文信息的表示和建模过程中引入了面向领域本体的建模技术，并对原建模方法“七步法”进行了改进，采用循环迭代获取领域本体模型的方法，以颜色科学为例，建立了颜色科学领域本

体模型;在推理计算过程中针对用户和知识载体进行了建模,并提出了基于领域本体的上下文感知计算框架,最后对所提出的模型进行了部分功能实现和原型的展示,给出了部分知识实例化后的实验结果.下一步的工作主要围绕着本体模型与推荐算法模型的改进、上下文有效利用、交互操作和安全隐私等问题来开展.

参考文献:

- 1 Gu T, Pung HK, Zhang DQ. A middleware for building context-aware mobile services. IEEE 59th Vehicular Technology Conference. Milan, Italy. 2004. 2656–2660.
- 2 Uschold M, Gruninger M. Ontologies: Principles, methods and applications. The Knowledge Engineering Review, 1996, 11(2): 93–136.
- 3 Mahesh K, Nirenburg S. Meaning representation for knowledge sharing in practical machine translation. Track on Information Interchange. Florida AI Research Symposium. Florida. 1996.
- 4 Bateman JA. Ontology construction and natural language. Proc. of the International Workshop on Formal Ontology. Padova, Italy. 1993. 83–93.
- 5 王翀,何克清,刘进.基于 OWL 元模型的本体建模研究.武汉大学学报(理学版),2004,50(5):581–585.
- 6 王柱,周兴社,王海鹏,倪红波,武瑞娟.智能博物馆个性化导航技术的研究与应用.计算机工程,2009,35(15):280–283.
- 7 岳玮宁,王悦,汪国平,王衡,董士海.基于上下文感知的智能交互系统模型.计算机辅助设计与图形学学报,2005, 17(1):74–79.