

三网融合下图书云服务个性化推荐^①

张龙昌, 褚庆

(渤海大学 信息科学与技术学院, 锦州 121013)

摘要: 随着云计算技术的飞速发展, 数字图书馆云平台 SaaS 层的图书应用服务数量将会快速增长, 为图书用户选择个性化的云服务带来困难. 通过建立偏好树, 构建了三网融合环境下的图书用户模型和图书云服务模型. 为了确定图书云服务对图书用户的推荐度, 设计了服务选择算法. 经过实验数据分析, 该算法可以根据图书用户模型的偏好需求, 为用户推荐匹配度较高的图书云服务.

关键词: 三网融合; 图书云服务; 偏好树; 个性化; 推荐

Personalized Recommendation of Book Services Based on Cloud Computing Technology in Triple-Play

ZHANG Long-Chang, CHU Qing

(College of Information Science and Technology, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: With the rapid development of cloud computing, the number of book services based on SaaS will grow rapidly, which makes it difficult for users to decide in personalized services selection. By establishing preference tree, we have constructed user model and service model of book services based on cloud computing technology in triple-play. In order to solve the recommendation problem, an algorithm of service selection is designed. The analysis and experiment show that the algorithm can achieve service selection according to user preferences.

Key words: triple-play; book services; preference tree; personalized; recommendation

三网融合环境下图书馆云服务平台提高了数字图书馆的云信息迁徙能力, 它将图书资源以服务方式通过融合网络提供给用户. 随着图书馆云平台的发展, 在 SaaS(软件即服务)层, 图书云服务的数量将会呈现出“膨胀”式增长现象, 导致用户不能快速有效的选择适合自己的图书云服务, 那么为图书用户选择个性化的图书云服务就成为了研究热点. 垂直搜索^[1]可以部分解决这些问题, 在某一专业领域的条件下, 用户可以有选择的搜索相关信息, 但由于搜索之后的内容还是非常多, 不能直接体现出来用户的个性化需求. 为此, 我们可以采取主动服务的模式, 即推荐. 个性化推荐服务通过构建偏好树来描述图书用户模型和图书云服务模型, 并对两者进行相似匹配, 将匹配度达到阈值的图书云服务主动推荐给用户(推荐流程如图 1 所

示), 这样就比较好的解决了用户面对众多图书云服务时的选择困境.

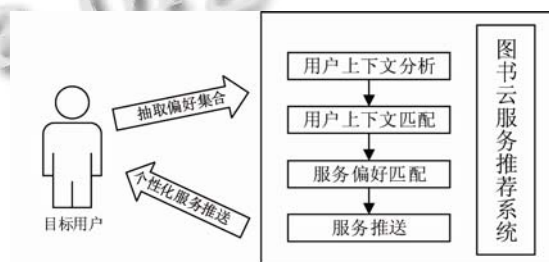


图 1 服务推荐流程图

基于图书管云平台本体库, 可以构建偏好树. 偏好树描述了用户模型和云服务模型的偏好部分. 在三网融合环境下的图书馆云服务平台中, 用户模型和云

① 基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金(12YJC870030); 辽宁省教育厅科学技术研究一般项目(L2014451)

收稿时间: 2014-11-14; 收到修改稿时间: 2015-02-02

服务模型还须包括各自的上下文(Context)。而现阶段有许多关于用户模型和个性化服务推荐的研究成果,但是没有涉及到三网融合环境,这使得现有的研究内容不能体现三网融合环境下图书云服务的选择特点,不能支撑用户终端异构的情况。因此本文提出三网融合环境下图书馆云服务的个性化推荐研究。

1 偏好树

本体(Ontology)是指领域概念的结构化规范,它形式的定义了领域内相关概念之间的关系^[2]。本文以图书馆云服务为例,以领域本体库的构建为基础^[3],建立图书馆云服务偏好树。

图书馆云服务本体规范地定义了图书领域的知识结构,包括各种基本概念以及他们之间的关联性^[4]。在众多的图书云服务中,运用本体知识,并参考《叙词表》、《中国图书馆分类法》,将云服务分门别类,按照从属关系,可以在图书馆云服务平台的SaaS层构建一个图书云服务本体库,类似图书馆员利用图书馆分类的概念来将书籍分类建立书籍管理系统。在云服务偏好树中,树结点是图书云服务本体库中的基本属性,它抽象地描述了图书云服务的功能和用户的图书偏好。

1.1 基本概念

偏好树的定义和数据结构中树的定义相同,是包含 n 个结点的有限集合,我们将偏好树记为 T , T 中结点是图书云服务本体库中的基本属性。

用户和服务的偏好集合均为上述偏好树中结点的集合,将用户和服务分别记为 U_i 和 S_k ,则相应的偏好集合分别记为 $\langle t_{i1}, t_{i2}, t_{i3} \dots t_{ij} \rangle$ 和 $\langle f_{k1}, f_{k2}, f_{k3} \dots f_{kl} \rangle$,其中 t_{ij} 、 f_{kl} 分别为偏好集合中的第 j 、 l 个偏好项。

1.2 服务隶属度

隶属度属于模糊评价函数里的概念^[5],在模糊评价中,一个元素不一定完全属于或不属于某个集合,而是以特定的程度属于该集合。在文章中,偏好树 T 中的结点以某种程度从属于用户偏好集合和图书馆云服务偏好集合,但是这种从属程度是不确定的,通常用语言型数据(三角模糊数和直觉模糊数)^[6]表示,再根据模糊数的运算规则,将模糊数据转化为精确的数据集。在实验部分,用户模型和图书云服务模型的数据都是直接给出的,为便于分析算法部分,本文则直接给出隶属度的精确数值,将隶属度与偏好组成一个二元组 $\langle p_{ij}, m_{ij} \rangle$,其

中 $p_{ij} \in T$, $0 \leq i$, $0 \leq j$, $m_{ij} \in [0, 1]$ 。

2 三网融合环境下的图书云服务

三网融合后,图书云服务将会进一步扩展到广播电视网络和电信网络平台,服务用户增多并且需求趋于个性化,同时用户也会因为信息资源数量剧增而无从下手,因此图书云服务平台能够对海量数据进行智能处理。另外,图书云服务平台应结合各种终端用户的使用特点,针对各种终端用户的不同需求,提供相应的服务形态。如手机用户,可能要求提供简短、即时的实用信息;PC终端用户可能要求提供详细的解决方案;电视用户可能需要丰富的多媒体资源信息,因此泛在三网融合环境下不仅仅需要考虑用户需求信息,还需要考虑用户的终端资源信息以及服务能够适应的用户上下文条件^[7],图书云服务平台必须有效支撑用户具有多种异构终端和异构网络情景下的个性化知识推荐服务。本文将三网融合环境下的服务特点加入到服务推荐的过程中,即增加用户的网络环境状态、拥有的资源描述等信息,以适应三网融合下的复杂特点。

三网融合环境下的上下文描述了用户和图书云服务的环境信息(网络环境、社会环境、设备资源等),本文研究的上下文主要指资源上下文,分别为用户上下文和服务上下文。文中我们主要考虑网络属性(Net)、信号强度(Signal)、终端设备属性(Terminal)三方面内容,这三个属性组成一个三元组 $\langle Net, Signal, Terminal \rangle$ 。

2.1 用户上下文

用户上下文表示了用户所处的场景信息,这些信息也会影响图书云服务的推荐选择。

(1) 在三网融合环境下,用户可以通过适宜的网络获取图书云服务,所以网络属性包括互联网(Internet)、电信网(Telenet),广播电视网(TVnet)。

(2) 信号强度由于易受干扰,如温度、湿度可能会对网络信号强度造成影响,通常显示为弱(W),较弱以上(W+),一般以上(C),较强以上(S-),强(S)。

(3) 在三网融合环境下,用户主要通过三种终端设备获得图书云服务内容,分别是个人计算机、移动设备、数字电视。所以终端设备属性包括个人计算机(PC)、移动设备(ME),数字电视(DTV)。

2.2 服务上下文

服务上下文定义了图书云服务运行所需要的环境

信息, 与用户上下文类似, 不同的是, 服务上下文三元组中的三个属性可以是子集形式(用户上下文的属性只能是单个元素), 例如, 某一图书云服务的 *Net* 属性可以是 $\langle Internet, Telenet \rangle$, 也可以是 $\langle Internet \rangle$ 或者 $\langle TVnet \rangle$. 而用户上下文 *Net* 属性只能是 $\langle Internet \rangle$ 、 $\langle Telenet \rangle$ 、 $\langle TVnet \rangle$ 的一种. 服务上下文应该包含用户上下文, 以满足图书云服务运行所需要的最低要求.

3 用户模型和图书云服务模型

为了能够清晰的表征用户的个性化需求和便于分析用户意图, 将对象模型化, 能够更好的为不同类型的用户服务, 文中分为用户模型和图书云服务模型.

偏好集合与上下文一起构成模型的概念. 用户模型描述了用户对图书云服务的个性化需求和用户在三网融合下的环境信息, 其中个性化需求是用户的偏好集合, 环境信息指的是用户上下文. 用户模型 $U_i = \langle \langle t_{i1}, t_{i2}, t_{i3}, \dots, t_{ij} \rangle, \langle Net, Signal, Terminal \rangle \rangle$, 用户模型体现了三网融合环境下用户对与图书云服务的需求属性, 是个性化推荐过程的基础. 图书云服务模型描述了云服务的偏好属性和资源运行信息, 服务模型面向用户, 促进了用户对图书云服务的个性化使用. 在 SaaS 层进行服务注册^[8]时, 服务模型由服务提供人员按照图书云服务本体库规范给出. 图书云服务模型 $S_k = \langle \langle f_{k1}, f_{k2}, f_{k3}, \dots, f_{kl} \rangle, \langle Net, Signal, Terminal \rangle \rangle$.

4 服务粒度

选取什么粒度的偏好空间来描述用户和服务, 取决于用户偏好模型和云服务模型的要求, 为了准确的描述偏好需求, 文中将对服务基于粒度进行划分. 图书云服务是三网融合环境下图书馆云平台中的 SaaS(软件即服务)层的应用服务, SaaS 汇集了图书馆云服务平台中所有的软件服务, 并通过图书馆云服务接口提供给用户. 图书云服务的全部来自偏好树, 由于这些结点在偏好树中位置不同, 我们将图书云服务划分成细粒度服务和粗粒度服务^[9], 分别进行描述.

(1)细粒度图书云服务. 对于细粒度的服务, 即图书云服务的偏好项全部是偏好树的叶子节点, 提供最细粒度图书服务. 细粒度服务是一种原子服务, Web 服务中的“原子服务”是指“不可再分解为更细粒度的服务”^[10], 在 SaaS 层, 细粒度图书云服务是最小服务单元.

(2)粗粒度图书云服务. 其偏好项可以是偏好树中的任意结点, 是细粒度图书服务的组合. 粗粒度服务中可以重用现有的细粒度服务方案, 按照用户个性化需求, 将图书原子服务进行组合, 最终形成一个满足用户需求的图书解决方案.

5 服选择算法

对于用户模型和图书云服务模型的匹配处理, 本文采用基于偏好树的关系匹配算法, 这样可以尽量避免模型数值化带来的精度损失, 可以更直观的展现用户与服务之间的关联.

设图书用户模型为 U_i , 其偏好 $\langle t_{i1}, t_{i2}, t_{i3}, \dots, t_{ij} \rangle \subseteq T$, $t_{ij} \equiv \langle p_{ij}, m_{ij} \rangle$, m_{ij} 是 p_{ij} 从属于 U_i 的隶属度, $0 \leq m_{ij} \leq 1$; U_i 的用户上下文(资源上下文) $\langle Net_i, Signal_i, Terminal_i \rangle \subseteq U_i$, 其中 $Net_i \in \{Internet, Telenet, TVnet\}$, $Signal_i \in \{W, W+, C, S-, S\}$, $Terminal_i \in \{PC, ME, DTV\}$.

图书云服务模型为 S_k , 其偏好集合 $\langle f_{k1}, f_{k2}, f_{k3}, \dots, f_{kl} \rangle \subseteq T$, $f_{kl} \equiv \langle p_{kl}, m_{kl} \rangle$, m_{kl} 是 p_{kl} 从属于 S_k 的隶属度, $0 \leq m_{kl} \leq 1$; S_k 的上下文 $\langle Net_k, Signal_k, Terminal_k \rangle \subseteq S_k$, 其中 $Net_k \subseteq \{Internet, Telenet, TVnet\}$, $Signal_k \subseteq \{W, W+, C, S-, S\}$, $Terminal_k \subseteq \{PC, ME, DTV\}$.

用户模型 U_i 和图书云服务模型 S_k 分别表示如下:
 $U_i = \langle \langle p_{i1}, m_{i1} \rangle, \langle p_{i2}, m_{i2} \rangle, \dots, \langle p_{ij}, m_{ij} \rangle, \langle Net_i, Signal_i, Terminal_i \rangle \rangle$
 $S_k = \langle \langle p_{k1}, m_{k1} \rangle, \langle p_{k2}, m_{k2} \rangle, \dots, \langle p_{kl}, m_{kl} \rangle, \langle Net_k, Signal_k, Terminal_k \rangle \rangle$
 $M_p[i][k]$ 表示用户模型和图书云服务模型的偏好关系矩阵, $M_c[i][k]$ 表示用户和图书云服务的上下文关系矩阵.

5.1 细粒度图书云服务选择

对于细粒度图书服务, 由于其偏好项全部是偏好树 T 的叶子节点, 因此可以利用叶子节点向树根方向查找的方式来确定图书云服务的匹配度. 算法如下:

- 1) 初始化 $match[i][k] = 0$, $M_p[i][k] = 0$, $M_c[i][k] = 0$;
- 2) 读取 S_k 中的偏序 $\langle p_{kl}, m_{kl} \rangle$;
- 3) 如果 p_{kl} 为根结点, 转到 2); 否则在 T_p (偏好树)中, 以 p_{kl} 位置为出发点, 向上查找 p_{kl} 的祖先结点(包括 p_{kl}), 并依次与 U_i 中的 $\langle p_{ij}, m_{ij} \rangle$ 比较, 判断 p_{ij} 是否为 p_{kl} 的祖先结点. 如果是, 转到 4); 如果到达树根位置, 说明 p_{ij} 不在此路径中, 如果 $\langle p_{kl}, m_{kl} \rangle$ 为 S_k 最

后一个元素, 转到 6), 否则转到 2);

4) 读取 S_k 的上下文 $\langle Net_k, Signal_k, Terminal_k \rangle$ 和 U_i 的上下文 $\langle Net_i, Signal_i, Terminal_i \rangle$, 逐项判断是否满足 $Net_i \in Net_k \ \& \ Signal_i \in Signal_k \ \& \ Terminal_i \in Terminal_k$, 如果满足, 转到 5); 否则转到 2);

5) 分别计算 $match[i][k] = m_{ij} * m_{kl} * 100$, $M_p[i][k] = match[i][k]$, $M_c[i][k] = 1$, 转到 2);

6) $k = k + 1$, 如果 k 超出 S_k 范围, 则查找完毕; 否则转到 1).

5.2 粗粒度图书云服务选择

对于粗粒度图书服务, 其偏好项既可以包含 T_p 中叶子结点, 也包含非叶子结点. 对于叶子结点, 可以采用与细粒度服务相同的查找算法, 而对于非叶子结点, 除了向上查找外, 还需要向下进行宽度优先查找. 算法如下:

1) 初始化 $match[k] = 0$, $M_p[i][k] = 0$, $M_c[i][k] = 0$;

2) 读取 S_k 中的偏序 $\langle p_{kl}, m_{kl} \rangle$;

3) 如果 p_{kl} 为根结点, 转到 2); 否则在 T_p (偏好树)中, 以 p_{kl} 位置为出发点, 向上查找 p_{kl} 的祖先结点 (包括 p_{kl}), 并依次与 U_i 中的 $\langle p_{ij}, m_{ij} \rangle$ 比较, 判断 p_{ij} 是否为 p_{kl} 的祖先结点. 如果是, 转到 4); 如果到达树根位置, 说明 p_{ij} 不在此路径中, 如果 $\langle p_{kl}, m_{kl} \rangle$ 为 S_k 最后一个元素, 转到 6), 否则重新以 p_{kl} 位置为出发点, 向下进行宽度优先查找, 并将 p_{kl} 依此与其子孙结点进行比较, 判断 p_{kl} 是否为 p_{ij} 的祖先结点, 如果是, 转到 4); 如果宽度优先查找完毕, 说明 p_{ij} 不在此路径中, 转到 6);

4) 读取 S_k 的上下文 $\langle Net_k, Signal_k, Terminal_k \rangle$ 和 U_i 的上下文 $\langle Net_i, Signal_i, Terminal_i \rangle$, 逐项判断是否满足 $Net_i \in Net_k \ \& \ Signal_i \in Signal_k \ \& \ Terminal_i \in Terminal_k$, 如果满足, 转到 5); 否则转到 2);

5) 分别计算 $match[i][k] = m_{ij} * m_{kl} * 100$, $M_p[i][k] = match[i][k]$, $M_c[i][k] = 1$, 转到 2);

6) $k = k + 1$, 如果 k 超出 S_k 范围, 则查找完毕; 否则转到 1).

最后计算 $M_{p(ij)} * M_{C(ij)}$, 可以得到图书云服务的推荐选项.

6 实际应用场景数据分析

应用场景: 某高校与 8 个图书阅读类提供商签订

合同, 为本校师生提供图书阅读服务, 分别定义为 S_1, S_2, \dots, S_8 , 服务模型的功能属性包括偏好集合和上下文, 全校师生可以通过个人计算机(PC)、移动设备(ME), 数字电视(DTV)获取图书云阅读服务. 参照中国图书馆分类法, 基于图书云服务本体库, 构建偏好树 T , 如图 2 所示, 师生和服务的偏好项分别在 T 中选取. 实验中, 选取 3 名师生, 为其推荐最适合的阅读服务.

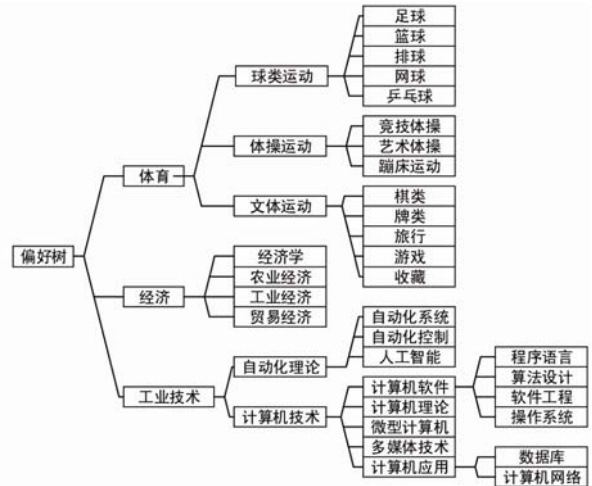


图 2 偏好树

6.1 选取数据

(1) 在 U_i 中, 令 $i = 3$, 得到三名师生, 设这三个用户模型的数据如下:

- U_1 : $\langle \langle \text{球类运动}, 0.8 \rangle, \langle \text{游戏}, 0.6 \rangle, \langle \text{数据库}, 0.5 \rangle, \langle \text{Internet}, C, PC \rangle \rangle$
- U_2 : $\langle \langle \text{足球}, 0.9 \rangle, \langle \text{经济学}, 0.6 \rangle, \langle \text{计算机技术}, 0.3 \rangle, \langle \text{Telenet}, S, DTV \rangle \rangle$
- U_3 : $\langle \langle \text{篮球}, 0.8 \rangle, \langle \text{乒乓球}, 0.8 \rangle, \langle \text{人工智能}, 0.5 \rangle, \langle \text{网络}, 0.5 \rangle, \langle \text{TVnet}, S, ME \rangle \rangle$

(2) 在 S_k 中, 令 $k = 8$, 得到 8 个图书阅读服务, 设这 8 个阅读服务模型的数据如下:

- S_1 : $\langle \langle \text{算法设计}, 0.8 \rangle, \langle \text{网络}, 0.6 \rangle, \langle \text{数据库}, 0.5 \rangle, \langle \langle \text{Telenet}, \text{TVnet} \rangle, S, \langle \text{ME}, \text{DTV} \rangle \rangle \rangle$
- S_2 : $\langle \langle \text{足球}, 0.8 \rangle, \langle \text{篮球}, 0.6 \rangle, \langle \text{排球}, 0.5 \rangle, \langle \text{乒乓球}, 0.5 \rangle, \langle \langle \text{Internet}, \text{Telenet} \rangle, W+, \langle \text{PC}, \text{DTV} \rangle \rangle \rangle$
- S_3 : $\langle \langle \text{球类运动}, 0.7 \rangle, \langle \text{旅行}, 0.5 \rangle, \langle \text{游戏}, 0.4 \rangle, \langle \text{Telenet}, S-, \langle \text{PC}, \text{ME}, \text{DTV} \rangle \rangle \rangle$
- S_4 : $\langle \langle \text{球类运动}, 0.7 \rangle, \langle \text{旅行}, 0.5 \rangle, \langle \text{游戏}, 0.4 \rangle, \langle \text{TVnet}, S, \langle \text{PC}, \text{DTV}, \text{ME} \rangle \rangle \rangle$

- S_5
《《体操运动,0.9),《棋类,0.6),《游戏,0.5),《《Internet,TVnet),W,PC)》
- S_6
《《自动控制,0.9),《人工智能,0.6),《计算机应用,0.5),《《Internet,TVnet),W,PC)》
- S_7
《《自动化理论,0.7),《计算机理论,0.6),《计算机应用,0.4),《《TVnet,Telenet),C,《DIV,ME)》》
- S_8
《《自动化理论,0.8),《计算机理论,0.5),《计算机应用,0.3),《《TVnet,Telenet),C,《DIV,ME)》》

S_1, S_2 是细粒度的图书云服务, 其它则是粗粒度服务. S_3, S_4 的偏好集合相同, 上下文则不同. S_5, S_6 的隶属度 m_{kl} 与上下文均相同, 偏好项 p_{kl} 则不同. S_7, S_8 的偏好项 p_{kl} 与上下文均相同, 隶属度 m_{kl} 则不同.

6.2 处理数据

根据章节 5 中提到的选择算法, 对上述数据集进行如下处理.

(1) 首先设置 $match[i][k]=0$, $M_p[i][k]=0$, $M_c[i][k]=0$;

(2) 分别选取服务 S_k , 在偏好树中依次查找祖先和子孙结点, 并和 U_i 比较; 下表是计算结果. (只列出前 5 组计算数据)

P_{1l} \ U_i	U_1	U_2	U_3
p_{11}	0	0.8*0.3	0
p_{12}	0	0.6*0.3	0.6*0.5
p_{13}	0.5*0.5	0.5*0.3	0
$match[i][1]$	25	57	30

P_{2l} \ U_i	U_1	U_2	U_3
p_{21}	0.8*0.8	0.8*0.9	0.8*0.8*2
p_{22}	0.6*0.8	0	0
p_{23}	0.5*0.8	0	0
p_{24}	0.5*0.8	0	0
$match[i][2]$	192	72	128

P_{3l} \ U_i	U_1	U_2	U_3
p_{31}	0.7*0.8	0.7*0.9	0.7*0.8*2
p_{32}	0	0	0
p_{33}	0.4*0.6	0	0
$match[i][3]$	80	63	112

P_{4l} \ U_i	U_1	U_2	U_3
p_{41}	0.7*0.8	0.7*0.9	0.7*0.8*2
p_{42}	0	0	0
p_{43}	0.4*0.6	0	0
$match[i][4]$	80	63	112

P_{5l} \ U_i	U_1	U_2	U_3
p_{51}	0	0	0
p_{52}	0	0	0
p_{53}	0.5*0.6	0	0
$match[i][5]$	30	0	0

(3) 根据上述的计算结果, 可以得到用户模型和图书云服务模型的偏好关系矩阵 $M_p =$

U_i \ S_k	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
U_1	25	192	80	80	30	25	20	15
U_2	57	72	63	63	0	15	30	24
U_3	30	128	112	112	0	55	55	55

(4) 根据用户上下文和图书云服务上下文的包含关系, 得到上下文关系矩阵 $M_c =$

U_i \ S_k	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
U_1	0	1	0	0	1	1	0	0
U_2	1	1	1	0	0	0	1	1
U_3	1	0	0	1	0	0	1	1

(5) 计算 $c_{p(ij)} * c_{c(ij)}$, $c_{p(ij)} \in M_p$, $c_{c(ij)} \in M_c$. 得到如下矩阵:

U_i \ S_k	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
U_1	0	192	0	0	30	25	0	0
U_2	57	72	63	0	0	0	30	24
U_3	30	0	0	112	0	0	55	55

从矩阵中, 我们很容易看出用户和图书云服务的推荐关系, 对于师生 U_1 , $S_2 > S_5 > S_6$; 对于师生 U_2 , $S_2 > S_3 > S_1 > S_7 > S_8$; 对于师生 U_3 , $S_4 > S_7 \geq S_8 > S_1$.

7 结语

本文提出三网融合环境下图书馆云服务的个性化推荐是为了解决图书馆云服务平台的 SaaS 层的个性化推荐, 通过建立偏好树, 构建了三网融合环境下的

图书用户模型和图书云服务模型,并设计匹配算法,将匹配度较高的图书云服务主动推荐给用户。虽然能够为图书用户推荐服务,但是并不能反映模型属性中的个体差异,例如,相等的两个图书云服务,其元素的属性值并不一定相同,而算法并不能反映这种差异,所以本文未来的工作内容包括如何处理图书云服务的个体属性的差异。

参考文献

- 1 张磊,陈俊亮,孟祥武,等.基于用户偏好的垂直搜索算法.电子科技大学学报,2010,39(1):91.
- 2 宋丽哲,詹赤兵,王胜海.基于本体的数字图书馆个性化用户模型表示.中文信息学报,2008,22(1):99-103.
- 3 孙雷,孙庆苏.基于本体的用户模型在数字图书馆个性化服务中的应用研究.现代情报,2012,32(9):80-82.
- 4 郑美玉.基于本体论的高校图书馆个性化书目推送系统.图书情报工作,2010,54(11):108-111.
- 5 谢立军,朱智强,孙磊,等.基于隶属度理论的云服务行为信任评估模型研究.计算机应用研究,2013,30(4):1051-1054.
- 6 张龙昌,万君.面向服务组合的复杂上下文本体模型.计算机系统应用,2012,21(4):105-110.
- 7 王芳,郭丽杰.基于情境模型的手机图书馆个性化服务研究.图书馆学研究,2014,(4):93-96.
- 8 张红丽.基于云计算平台的分布式数字图书馆框架模型研究.情报科学,2013,31(3):40-44.
- 9 杨浩,徐晖,张瀛.基于服务关系统计的多粒度服务组合方法.计算机应用,2010,30(2):380-381.
- 10 田稷.基于原子服务的国内高校图书馆知识服务体系.图书馆论坛,2013,33(5):145-148.