

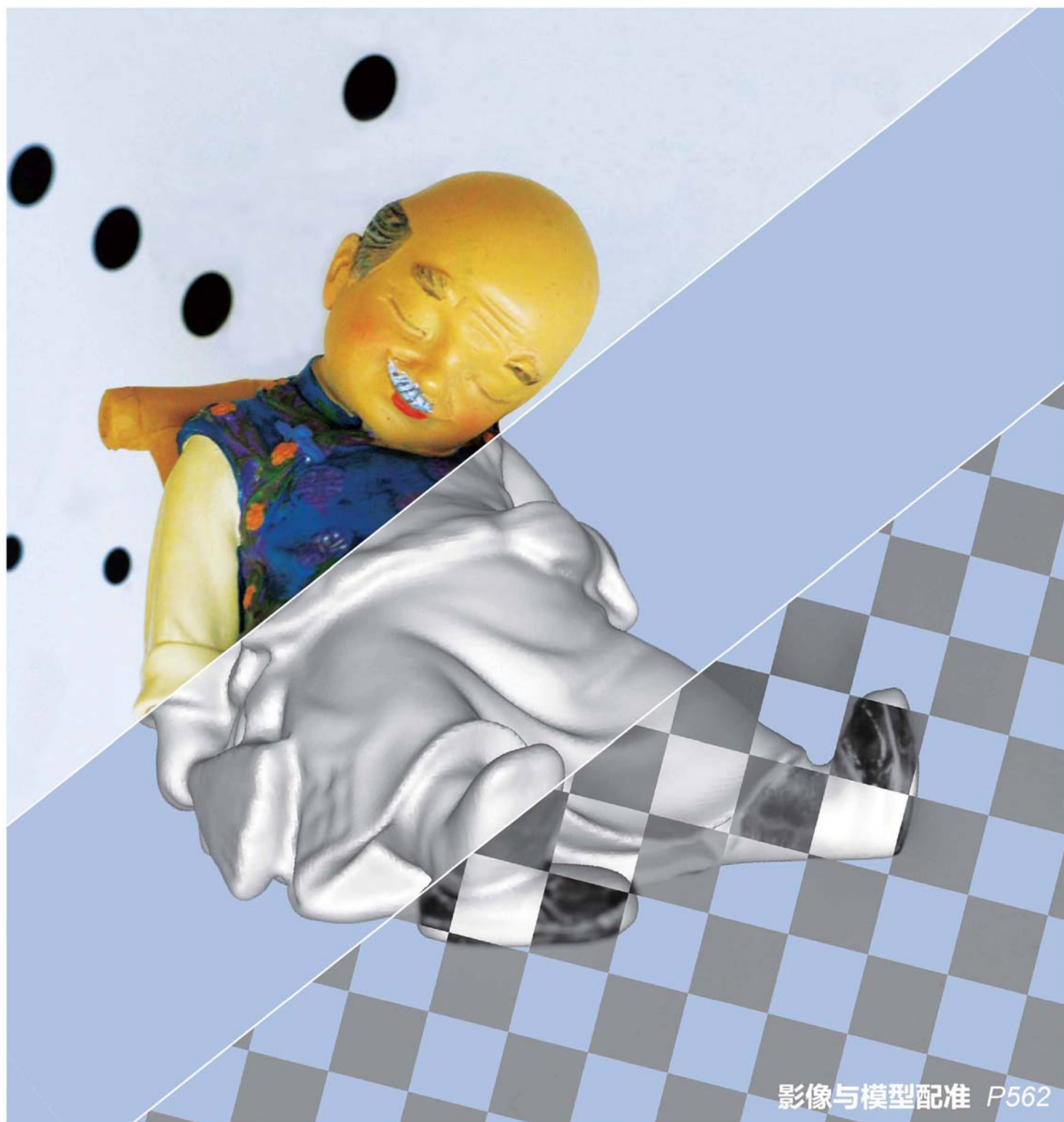


主办: 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

2014
04
VOL.19

ISSN1006-8961
CN11-3758/TB



影像与模型配准 P562



第19卷第4期（总第216期）

2014年4月16日

中国精品科技期刊
中国国际影响力优秀学术期刊
中国科技核心期刊

版权声明

凡向《中国图象图形学报》投稿，均视为同意在本刊网站及CNKI等全文数据库出版，所刊载论文已获得著作权人的授权。本刊所有图片均为非商业目的使用，所有内容，未经许可，不得转载或以其他方式使用。

Copyright

All rights reserved by Journal of Image and Graphics, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS. The content (including but not limited text, photo, etc) published in this journal is for non-commercial use.

主管单位 中国科学院

主办单位 中国科学院遥感与数字地球研究所
中国图象图形学学会
北京应用物理与计算数学研究所

主 编 李小文

编辑出版《中国图象图形学报》编辑出版委员会

邮政信箱 北京9718信箱

邮 编 100101

电子信箱 jig@irsa.ac.cn

电 话 010-64807995

网 址 www.cjig.cn

广告经营许可证 京朝工商广字第0361号

总 发 行 北京报刊发行局

订 购 全国各地邮局

海外发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(邮政信箱：北京399信箱 邮编：100048)

印刷装订 北京科信印刷有限公司

Journal of Image and Graphics

Title inscription: Song Jian

Monthly, Started in 1996

Superintended by Chinese Academy of Sciences

Sponsored by Institute of Remote Sensing and Digital Earth, CAS
China Society of Image and Graphics

Institute of Applied Physics and Computational Mathematics

Editor-in-Chief LI Xiaowen

Editor, Publisher Editorial and Publishing Board of Journal of
Image and Graphics

P.O.Box 9718, Beijing, P.R.China

Zip code 100101

E-mail jig@irsa.ac.cn

Telephone 010-64807995

Website www.cjig.cn

Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers and Journals

Domestic All Local Post Offices in China

Overseas China International Book Trading Corporation
(P.O.Box 399, Beijing 100048, P.R.China))

Printed by Beijing Kexin Printing Co., Ltd.

CN 11-3758/TB

ISSN 1006-8961

CODEN ZTTXFZ

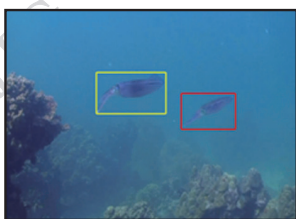
国外发行代号 M1406

国内邮发代号 82-831

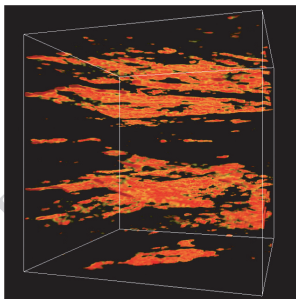
国内定价 50.00元



面泊松融合结合色彩变换的无缝纹理辐射处理(第512页)



融合视觉深度的特征计算与水下目标跟踪(第534页)



针对全空子数据体的GPU体绘制(第577页)

图像处理和编码

- 梯度矢量扩散控制实现边缘保持的彩色图像去噪
贾迪, 孟祥福, 张一飞, 董娜, 李思慧 0493
- 联合矩阵F范数的低秩图像去噪
刘新艳, 马杰, 张小美, 胡钊政 0502
- 面泊松融合结合色彩变换的无缝纹理辐射处理
周漾, 郑顺义, 黄荣永, 马电 0512
- 改进的局部方向模式纹理表示方法
刘海军, 常东超, 张凌宇 0520
- 图像插值空间大容量可逆数字水印算法
王继军 0527

图像分析和识别

- 融合视觉深度的特征计算与水下目标跟踪
王慧斌, 程勇, 陈哲 0534
- 融合颜色属性和空间信息的显著性物体检测
徐丹, 唐振民, 徐威 0541
- 采用人工鱼群的改进广义Hough变换目标定位
李志, 谢强 0549
- 非规则弯曲形变的不变量表示
李国祥, 夏国恩 0556

图像理解和计算机视觉

- 小物体3维重建中影像与几何模型的配准
郑顺义, 王晓南 0562
- 像素聚类改进二进制描述子鲁棒性
惠国保, 李东波 0569

计算机图形学

- 针对全空子数据体的GPU体绘制
李国和, 段忠祥, 吴卫江, 洪云峰, 刘智渊, 程远 0577

医学图像处理

- 基于无损水印的医学图像篡改检测和高质量恢复
邓小鸿, 陈志刚, 毛伊敏 0583

遥感图像处理

- 特征点和不变矩结合的遥感图像飞机目标识别
曾接贤, 付俊, 符祥 0592
- 结合稀疏识别的自适应Wallis滤波在高分辨率影像控制点匹配中的应用
耿蕾蕾, 孙权森, 纪则轩, 刘佑鑫, 袁凯 0603

第9届和谐人机环境联合学术会议专栏

- 局部特征点的3维模型变换域水印算法
张建明, 周小梅, 王新宇, 詹永照 0613
- 足球视频搜索引擎中的用户偏好挖掘
胡雨成, 于俊清, 黄贤强, 何云峰, 管涛 0622
- 随机亮度差量化的二进制特征描述
庄东晔, 张冬明, 张勇东, 李锦涛 0630
- L_1 优化在网格去噪中的应用
王鹏, 王胜法, 曹俊杰, 李楠楠, 李波, 苏志勋 0637
- 多视点视频双向实时转码技术的设计与实现
孙立峰, 蔡飞飞, 杨士强 0645

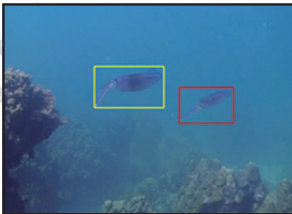
- 第五届数字地球高峰会议征文通知 封三

CONTENTS

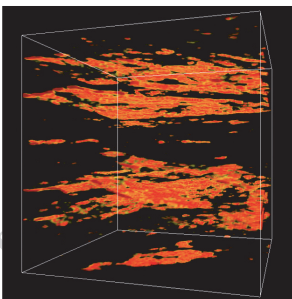
JOURNAL OF IMAGE AND GRAPHICS



Face-wise Poisson blending with color transfer in seamless texturing(P512)



Visual depth based feature calculation and underwater target tracking(P534)



GPU-based volume rendering for full-empty subdata blocks(P577)

Image Processing and Coding

- Edge preserving denoising of color image through controlling the gradient vector
Jia Di, Meng Xiangfu, Zhang Yifei, Dong Na, Li Sihui 0493
- Image denoising of low-rank matrix recovery via joint Frobenius norm
Liu Xinyan, Ma Jie, Zhang Xiaomei, Hu Zhaozheng 0502
- Face-wise Poisson blending with color transfer in seamless texturing
Zhou Yang, Zheng Shunyi, Huang Rongyong, Ma Dian 0512
- Improved local directional pattern texture descriptor
Liu Haijun, Chang Dongchao, Zhang Lingyu 0520
- High capacity reversible watermarking for image interpolation space
Wang Jijun 0527

Image Analysis and Recognition

- Visual depth based feature calculation and underwater target tracking
Wang Huibin, Cheng Yong, Chen Zhe 0534
- Combining color names with spatial information for salient object detection
Xu Dan, Tang Zhenmin, Xu Wei 0541
- Improved generalized Hough transform using artificial fish swarm algorithm in target location
Li Zhi, Xie Qiang 0549
- The global descriptor for bending non-rigid shapes
Li Guoxiang, Xia Guoen 0556

Image Understanding and Computer Vision

- Images and geometric model registration in 3D reconstruction of small objects
Zheng Shunyi, Wang Xiaohan 0562
- Robust descriptor structured by pixel clustering
Hui Guobao, Li Dongbo 0569

Computer Graphics

- GPU-based volume rendering for full-empty subdata blocks
Li Guohe, Duan Zhongxiang, Wu Weijiang, Hong Yunfeng, Liu Zhiyuan, Chen Yuan 0577

Medical Image Processing

- Lossless watermarking algorithm for medical image's tamper detection and recovery with high quality
Deng Xiaohong, Chen Zhigang, Mao Yimin 0583

Remote Sensing Image Processing

- Aircraft target recognition in remote sensing images based on distribution of the feature points and invariant moments
Zeng Jiexian, Fu Jun, Fu Xiang 0592
- Adaptive enhancement via sparse recognition for automatic control point extraction in high-resolution images
Geng Leilei, Sun Quansen, Ji Zexuan, Liu Jixin, Yuan Kai 0603

Special Issue on HHME 2013

- Transform domain watermarking scheme of 3D models based on local feature points
Zhang Jianming, Zhou Xiaomei, Wang Xinyu, Zhan Yongzhao 0613
- User preference mining for soccer video search engine
Hu Yucheng, Yu Junqing, Huang Xianqiang, He Yunfeng, Guan Tao 0622
- Novel binary feature from intensity difference quantization
Zhuang Dongye, Zhang Dongming, Zhang Yongdong, Li Jintao 0630
- The application of l_1 -optimization in mesh denoising
Wang Peng, Wang Shengfa, Cao Junjie, Li Nannan, Li Bo, Su Zhixun 0637
- The design and implementation of real time MVC transcoding
Sun Lifeng, Cai Feifei, Yang Shiqiang 0645

中图法分类号: TP391.1 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2014)04-0622-08

论文引用格式: 胡雨成, 于俊清, 黄贤强, 何云峰, 管涛. 足球视频搜索引擎中的用户偏好挖掘[J]. 中国图象图形学报, 2014, 19(4): 622-629.
 [DOI:10.11834/jig.20140417]

足球视频搜索引擎中的用户偏好挖掘

胡雨成¹, 于俊清^{1,2}, 黄贤强¹, 何云峰¹, 管涛¹

1. 华中科技大学计算机科学与技术学院, 武汉 430074; 2. 华中科技大学网络与计算中心, 武汉 430074

摘要: 目的 互联网信息量的急速增长使得人们需要花费大量时间从搜索引擎召回的结果中浏览自身感兴趣的内容, 结合用户的搜索日志信息和社交平台信息, 提出一种分层的实时偏好挖掘模型, 为用户提供个性化搜索服务。方法 在系统分析偏好挖掘的国内外研究现状的基础上, 针对足球视频, 提出一种分层权重无向图(HWUG)用户偏好模型, 充分考虑用户偏好之间的关联信息, 通过获取用户在足球领域的显式和隐式反馈信息, 提取反馈信息中的偏好标签和偏好动作, 并引入时间衰减因子, 实现用户足球偏好的实时计算。结果 算法已经应用在搜球网(www.findball.net)的个性化检索结果排序和视频推荐上, 并已经取得了很好的效果。结论 实验结果表明, 结合特定领域的知识, 基于分层无向权重图模型的偏好挖掘算法能更准确和实时反映用户的足球偏好。

关键词: 互联网; 足球视频; 搜索引擎; 用户反馈; 偏好挖掘; 视频推荐

User preference mining for soccer video search engine

Hu Yucheng¹, Yu Junqing^{1,2}, Huang Xianqiang¹, He Yunfeng¹, Guan Tao¹

1. College of Computer Science and Technology, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China;

2. Center of Network & Computation, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: **Objective** With the explosive growth of internet information, although search engines can provide convenient information retrieval services, people still have to spend a lot of time and energy to find the information they are interested in from millions of search results. Therefore, it is significant to mine user's preference from the search engine's interactive information and to provide personalized search service. **Method** Our method is based on a systematic analysis of current researches on user preference mining. We propose a novel preference model named HWUG, which fully considers the relationship between the user preference information. It can extract preference label and action from the user's explicit and implicit feedback information. A time attenuation factor is brought into the historic preference information in order to provide the real-time computation of preference information. **Result** The proposed methods have been used in the soccer video search engine (www.findball.net) and achieved good results in personalized video retrieval and recommendation. **Conclusion** The experimental results show that the combination of domain-specific knowledge, based on a hierarchical graph model undirected weighted preference mining algorithm can more accurately reflect the user's soccer preferences in real-time.

Key words: Internet; soccer video; search engine; user feedback; preference mining; video recommendation

收稿日期: 2013-09-03; 修回日期: 2013-11-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(61173114, 61202300); 湖北省杰出青年基金项目(2010CDA084); 广东省产学研项目(2011B090400251); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2011QN057, 2011TS094)

第一作者简介: 胡雨成(1987—), 男, 2012年于华中科技大学计算机学院获计算机应用技术专业硕士学位, 主要研究方向为视频搜索。

E-mail: sky_hyc@126.com

通信作者: 于俊清, E-mail: yjqing@hust.edu.cn

0 引言

传统搜索引擎仅根据用户的输入进行信息检索。对于同一查询请求,搜索引擎召回的结果是“千篇一律”的,忽略了不同用户的偏好需求。在此背景下,个性化检索服务随之出现并越来越重要。个性化检索服务通过采集和分析用户的行为信息,结合资源描述挖掘用户的偏好兴趣,将用户所感兴趣的信息尽可能排在检索结果的前面,从而节省用户的浏览时间,提高检索效率。

个性化搜索引擎对用户偏好挖掘的准确性和实时性的要求很高^[1]。惠普(HP)实验室的Cayzer总结了3种典型的用户偏好模型:朴素模型、共现模型和自适应模型^[2]。格拉斯哥大学的学者们总结了视频网站中6种典型的隐式反馈:查看视频的Tool-Tip信息、点击视频的关键帧、使用进度条、查看视频元数据和视频播放时长比,并赋予不同的权重^[3]。文献[4]借助自动语音识别从新闻视频中发掘新闻事件,并提取视频的多维视觉特征。根据上述信息实现视频的时域多步聚类,得到基于新闻事件的视频主题分层数据集。日本大阪大学的研究者采用MPEG-7规范描述棒球视频^[5],每个视频片段包含5个信息:名称、标签、球员、事件和时间,用户偏好模型为偏好、权值对所组成的向量。中国科学院自动化研究所的模式识别国家重点实验室通过命名实体识别从足球视频直播文字中识别视频中的球员、球队名字信息,采用自动语音识别对足球视频进行分类处理^[6-7];对足球视频进行分段,用球员名、球队名、对方球队和事件4个属性来描述每个视频片段;结合用户观看的视频挖掘用户偏好,将用户偏好分为基于视频语义偏好和基于视频特征偏好,并以此为依据为用户推荐足球视频。韩国首尔大学的研究者提出了一种基于标签云聚合的方法来向用户推荐在线视频,通过聚合所有用户对单个视频标注的全部标签形成一个“全球标签云”来描述该视频,并在此基础上聚合用户观看的所有视频的标签云得到单个的用户标签云,以此来描述用户的兴趣偏好,最后根据特定的标签云相似度计算方法为用户推荐视频^[8]。文献[9]在根据用户观看视频数据挖掘用户偏好时注重了时间因素对用户偏好的影响,认为较近的观看记录与用户当前的兴趣关联较大,于是对其赋予较高的权重。华南理工大

学的研究者根据用户查询信息和点击行为建立了用户集、查询集和视频集两两之间的连接,由此形成用户—查询—视频三分图;然后在该三分图上设计了一个迭代传播机制,并计算得到用户的偏好信息^[10]。尽管目前偏好挖掘研究百花齐放,但仍然存在诸多的问题:用户行为采集不充分,偏好模型过于简单,不能表征复杂的用户场景,偏好更新不够实时等。

以球类视频搜索引擎(www.findball.net)为实验平台,提出了一种分层权重无向图偏好挖掘模型,并以此为核心设计了一个实时的偏好挖掘系统。如图1所示,系统主要包括了用户反馈信息获取模块(采集用户的显式、隐式反馈信息)、偏好挖掘模块(分析用户行为信息,实时挖掘足球偏好信息)、推荐模块(将足球偏好信息应用于搜球网的搜索排序和视频推荐)、视频语义描述模块(描述足球视频的内容信息,包括球员、球队、动作)以及基础检索模块(搜球网检索平台)。

1 用户行为信息获取

用户行为信息是用户偏好的数据来源,在个性化检索服务中扮演着极为重要的角色。根据用户反馈的形式,可将用户行为信息分为显式反馈信息和隐式反馈信息^[11]。

1.1 显式反馈信息的获取

显式反馈信息能直接、准确地定位用户的偏好,为偏好挖掘提供准确有效的数据。友好巧妙的显式反馈信息获取接口能提高获取用户显式偏好的几率,搜球网在用户注册和加入专区两处设计了显式反馈信息采集接口。利用密码保护信息可以获取用户的显式反馈信息。在加入专区的过程中加入显式反馈信息采集接口既能防止用户随意加入专区,同时也能验证用户对专区的感兴趣程度,提高显式反馈信息的准确度。

1.2 隐式反馈信息的获取

将用户基于同一目标所提交的若干次检索请求以及相关动作定义为会话。以会话为单位的偏好挖掘能及时跟踪用户偏好信息的变化,能为不同用户提供实时的个性化检索服务。

1.2.1 搜索会话边界的确定

相同需求的查询请求具有语义相似性,本文根据检索请求的语义关联性来确定会话的边界,将用

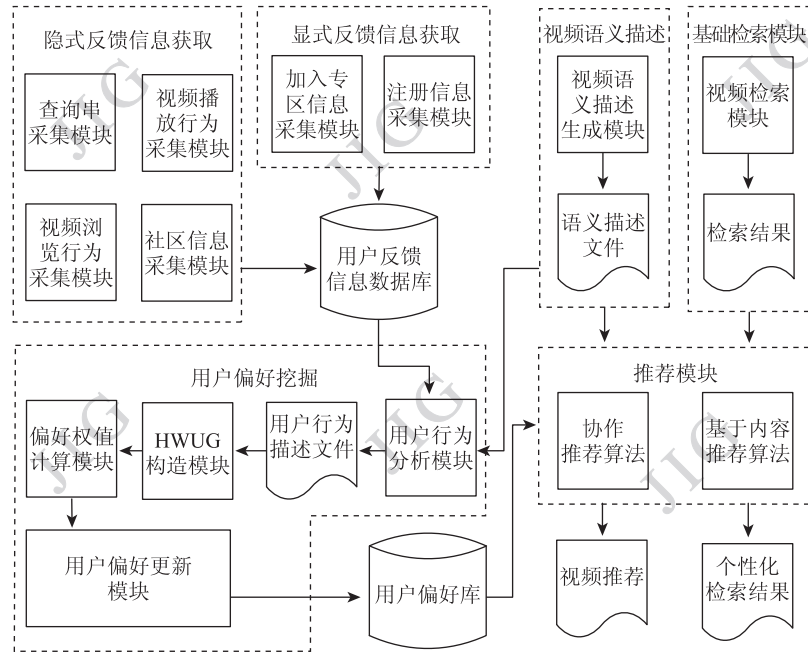


图1 偏好挖掘系统框架图

Fig. 1 Framework of preference mining system

用户的查询请求和本次查询所浏览视频的描述信息向量化,通过计算当前查询请求与当前会话的相似度值来确定当前请求是否为新会话的开始。具体步骤如下:

1) 检索信息预处理。利用中国科学院汉语词法分析工具 (ICTCLAS) 对查询请求进行中文分词, 过滤掉非法字符和停用词等。

2) 检索信息向量化。足球领域词汇类型分为联赛、球队、球星和比赛事件。提取查询信息中词汇并组成足球词汇集合 w , 统计每个单词在 w 中的词频 $f = \{f_1, \dots, f_m\}$, 用向量 $p = \{w_1, w_2, \dots, w_m, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m\}$ 表示该查询, 其中, m 表示单词的数量, ω_i 为单词 w_i 的权重, $\omega_i = f_i / \sum_{j=1}^m f_j$ 。

3) 语义相似度计算。将当前会话 S 对应的查询向量定义为 $q = \{w_1, w_2, \dots, w_m, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m\}$ 。若 S 为空, 则转至步骤 4); 否则, 计算 p 与会话 S 的语义相似度

$$s(p, q) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta(p_i, q_j) \quad (1)$$

$$\delta(p_i, q_j) = \begin{cases} \omega_i \omega_j & p_i = p_j \\ 0 & p_i \neq p_j \end{cases} \quad (2)$$

若 s 大于阈值 μ , 说明当前查询请求属于当前会话, 则转至步骤 4); 否则将当前会话的用户行为

信息写入用户行为数据库并将数据发送至用户偏好挖掘模块。若用户未结束检索, 则转至步骤 1) 处理下一个查询请求。

4) 更新当前会话。将当前查询向量 p 加入会话 S , 更新会话向量 q 中的单词和单词的权重。

5) 若用户尚未结束检索, 则转至步骤 1) 继续处理, 否则算法结束。

1.2.2 用户行为信息的获取

用户一次完整的检索过程为提交查询条件、浏览检索结果以及观看视频。社区信息包括用户发表的帖子和微博。用户行为信息获取步骤如下:

1) 建立信息缓冲区。以用户名 ID 建立一个独立的临时缓冲区, 基本信息包括用户名和缓冲区建立时间。

2) 采集检索行为信息。在检索平台的前台页面获取用户的检索信息并将其写入临时缓冲区, 包括用户的检索关键字和所浏览视频的 ID。

3) 采集视频播放信息。用户在观看视频时可能使用的动作包括暂停、快进、正常观看、回退、通过精彩曲线或精彩镜头定位观看、停止播放、对视频进行评价 (顶或踩) 以及发表评论。在视频播放器端获取上述用户行为, 并通过分析动作所对应的时间点计算视频的正常观看比率, 即用户正常观看视频的时间总和与视频总时长的比值。

4) 采集社区信息。从论坛信息数据库与微博信息数据库中收集当前时间段用户所发表的帖子和微博消息。社区信息是偏好挖掘的重要信息来源^[12]。

5) 会话边界判断。通过会话边界算法判断当前用户行为是否属于当前会话,若是则转至步骤 2) 继续采集用户行为信息,否则将会话中的信息写入用户行为数据库并转至步骤 1) 直至用户活动结束。

2 用户偏好挖掘

2.1 用户行为分析

用户的操作称为偏好动作,由偏好动作产生的信息或指向的资源称为偏好实体,从偏好实体中提取的足球领域信息称为偏好标签。通过对用户反馈信息进行分析得到偏好标签和产生偏好标签的偏好动作,采用标签有向图(LDM)^[13]对其进行描述。具体步骤如下:

1) 文本反馈信息分析。利用分词工具 ICTCLAS 对文本信息进行分词,提取足球领域单词和统计单词词频,并用向量 $\langle \text{term}, \text{freq} \rangle$ 表示。所有的向量组成文本偏好集合 P 。

2) 视频反馈信息分析。视频浏览信息为视频 ID 序列,根据视频 ID 从视频描述数据库中查找视频的全局描述信息,提取球员、球队和联赛信息。视频播放信息包括用户观看的视频区间、反复观看的视频片段和通过关键帧或精彩曲线定位观看的精彩镜头,通过观看的时间点从描述信息中提取对应的球员、球队、联赛以及精彩镜头中包含的足球事件。

3) 标签有向图构造。LDM 根据用户的浏览路径描述偏好动作和偏好标签,能够展现用户的检索行为和真实表达用户的检索意图。会话 S 产生的行为信息构成的 LDM 表示为 $G_s = (N_s, A_s)$,如边 $(\{n_i, n_j\}, \{a, u, t\})$ 表示用户 u 在 t 时刻执行动作 a ,使浏览路径从偏好标签 n_i 到达偏好标签 n_j 。

2.2 HWUG 用户偏好模型

在权重有向图(WDG)^[13]用户偏好模型的基础上,针对足球领域提出分层权重无向图(HWUG)用户偏好模型,如图 2 所示 HWUG 用户偏好模型分为 3 层:球员层、球队层和联赛层。连接层间具有所属关系的偏好标签的边为所属边;连接层内具有关联关系的偏好标签的边为关联边。

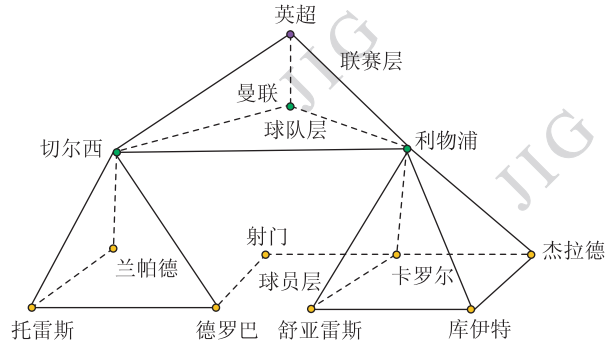


图 2 HWUG 模型图

Fig. 2 Model of HWUG

当前会话 S 构成的偏好模型可表示为 $HG_s = (G_p, G_t, G_m, W_p, W_{mt})$ 。其中, G_p 为球员层偏好模型, G_t 为球队层偏好模型, G_m 为联赛层偏好模型, W_p 为球队层与球员层的层间偏好模型, W_{mt} 为联赛层与球队层的层间偏好模型。基于 LDM 用户行为描述的 HWUG 偏好模型建模步骤如下:

1) 层内偏好模型的建立。结合足球领域词典从 LDM 中提取偏好标签和偏好权值信息。以球员层为例,其偏好模型可表示为 $G_p = (N_p, W_p)$, $N_p = \{n, a_1, \dots, a_k \mid a_k \in A(n)\}$ 表示偏好标签与该标签上的动作构成的向量, $W_p = \{n_i, n_j, a_1, \dots, a_k \mid a_k \in A(n_i, n_j)\}$ 为连接具有语义关联的偏好标签的边,当两个偏好标签同时被使用的次数超过独立使用的次数和的二分之一时,就认为它们具有语义关联性,语义关联性的边结构集合为

$$W_p = \{n_i, n_j, a_i, \dots, a_j \mid \text{freq}(n_i, n_j) > (\text{freq}(n_i) + \text{freq}(n_j)) / 2, a_i \in A(n_i, n_j)\} \quad (3)$$

2) 层间偏好模型的建立。层间偏好模型取决于 HWUG 中的上下层所属关系,通过足球领域知识判断球员层是否有偏好标签隶属于球队层,即 $W_p = \{N_t, N_p \mid N_p \in N_t\}$;球队层是否有偏好标签隶属于联赛层,即 $W_{mt} = \{N_m, N_t \mid N_t \in N_m\}$ 。

3) 偏好权重依赖规则。基于语义关联的 HWUG 模型中的偏好权值不仅对动作的权值进行区分,还考虑上下层间的语义关联边对权值的作用。HWUG 中球队和联赛层的偏好权值为标签自身的权值与下层所属标签的权值加权和,权值为

$$w(n) = a \sum_{i=1}^N f(a_i) + (1-a) \sum_{j=1}^m w(n_j) \quad (4)$$

式中, $f(a_i)$ 为偏好标签 n 第 i 个偏好动作权值, $w(n_j)$ 为具有所属关系的偏好标签权值。

2.3 偏好权值计算

2.3.1 显式偏好权值计算

从用户反馈形式上可将显式偏好标签分为两种:一种是用户通过回答问题所表达的明确喜爱的偏好标签集合 $N = \{n_i | i = 1, 2, \dots, k\}$, 偏好标签 i 的权值 $w(n_i) = 1, n_i \in N$, 其偏好权值信息可表示为 $P = (n_1, n_2, \dots, n_k | w(n_k) = 1)$; 另一种是用户在加入专区时选择的对专区的热衷程度, 其权值信息可表示为向量 $P_1 = (n_1, n_2, \dots, n_k, w_1, w_2, \dots, w_k)$ 。

2.3.2 一次会话的偏好权值计算

当前会话 S 中偏好标签 n_j 在检索反馈信息和社区反馈信息中的权值分别 $Ret(n_j)$ 和 $Soc(n_j)$, n_j 的综合权值为

$$w(n_j) = \beta Ret(n_j) + (1 - \beta) Soc(n_j) \quad (5)$$

对 $w(n_j)$ 进行归一化处理, 即

$$w'(n_j) = 1 - \frac{1}{w(n_j)} \quad (6)$$

1) 检索偏好标签的权值计算。检索反馈信息的权值由查询串、视频浏览、视频播放以及评论四部分组成, 不同动作所代表用户的偏好程度不一样, 检索权值为

$$Ret(n_j) = f_{query} + f_{view} + f_{play} \times rate(n_j) + f_{comment} \quad (7)$$

式中 f_{query} 为检索权值, f_{view} 为浏览权值, f_{play} 为播放权值, $f_{comment}$ 为评论权值, $rate(n_j)$ 为包含偏好标签 n_j 的视频播放时长比率。

2) 社区偏好标签的权值计算。社区偏好信息包括用户加入的专区、在专区中发表的帖子和发表的微博。利用 TF-IDF 算法计算偏好标签在专区中权重, 结合计算微博中偏好标签出现的概率得到的微博主题内容。偏好标签 n_j 的社区权值为

$$Soc(n_j) = join(n_j) + f(s)(tfidf(n_j) + pro(n_j)) \quad (8)$$

若用户加入了专区则 $join(n_j)$ 的值为“1”, 否则为“0”。 $f(s)$ 为社区反馈权值, $tfidf(n_j)$ 为偏好 n_j 在专区中的 TF-IDF 值, $pro(n_j)$ 为偏好 n_j 在微博中出现的概率。

3) 自适应偏好权值计算。结合用户的历史信息进行偏好挖掘时需要考虑时间对偏好的影响: 最近未出现的偏好的权值应随着时间的增加逐渐减少, 而最近一直出现的偏好的权值应逐渐增大^[14]。在计算偏好时引入时间衰减因子 γ , 对当前会话 S 中未出现的偏好的权值进行衰减, 权值

的衰减为

$$w(n_j) = \begin{cases} w_{his}(n_j) + w_{cur}(n_j) & n_j \in S \\ (1 - \gamma) \times w_{his}(n_j) & n_j \notin S \end{cases} \quad (9)$$

式中, $w_{his}(n_j)$ 为历史偏好权值, $w_{cur}(n_j)$ 为当前会话的偏好权值。

3 实验结果与分析

3.1 个性化视频检索与推荐

以搜球网(www.findball.net)为实验平台挖掘用户偏好并应用于搜球网, 为用户提供足球视频推荐服务和个性化球视频检索服务。

3.1.1 基于内容的推荐算法

由于足球比赛具有实新性, 选择最近 3 天的比赛视频作为候选推荐集合 V_s 。具体步骤如下:

1) 偏好信息向量化。由于基于内容的推荐算法的准确性依赖于用户偏好的准确性。因此在推荐视频时不考虑权重小于阈值 μ 的偏好。将用户 u 的偏好信息向量化为 $p = (p_t, p_p, p_m, p_e)$, 向量的各分量分别表示用户的球队、球员、联赛和比赛事件 4 个偏好。

2) 视频描述向量化。将 V_s 中的视频 v 向量化为 $q = (q_t, q_p, q_m, q_e)$ 。其中, q_t 为球队向量, q_p 为球员向量, q_m 为联赛向量, q_e 为足球比赛事件向量。

3) 相似度计算。视频向量中各个元素的权重为元素出现的概率, 偏好向量中元素的权重为偏好的权值。两个视频 u 和 v 的相似度为

$$s(u, v) = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \delta(q_i, p_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (q_i)^2 \sum_{j=1}^M (p_j)^2}} \quad (10)$$

$$\delta(q_i, p_j) = \begin{cases} w_i w_j & q_i = p_j \\ 0 & q_i \neq p_j \end{cases} \quad (11)$$

计算 V_s 中的每个视频与 u 的相似性, 并按照相似度值进行排序, 选择相似度最大的前 k 个作为用户 u 的推荐视频集。

3.1.2 资源协同过滤算法

基于资源的协同过滤算法通过比较资源之间的相似性, 向用户推荐未访问的资源。若用户 u 的浏览、播放过的视频集合为 V , 基于资源的协同过滤算法的步骤为:

1) 获取视频推荐候选集。将集合 V 中的视频和近 3 天的比赛视频 V' 中的视频向量化。通过

式(10)计算 V 中每个视频与 V' 中视频的相似度, 将相似度最大的前 k 个视频作为候选集合 C , 并从 C 中删除用户已经浏览过的视频。

2) 计算候选视频的推荐度。通常情况下候选集合 C 中包含的视频较多, 不可能将所有的候选视频都推荐给用户, 因此需要从候选集中筛选推荐度较高的视频作为推荐集合。对于 C 中的每个视频 c , 其推荐度为

$$Rec(u, c) = \sum_{v \in V} s(v, c) \quad (12)$$

式中, $s(v, c)$ 为视频 v 与 c 的相似度, 由式(10)计算得到。通过对候选集中的视频推荐度进行排序, 选择推荐度最大的前 k 个作为推荐集合 $R = \{v_1, v_1, \dots, v_k\}$ 。

3.1.3 基于用户偏好的检索结果排序

将用户偏好应用于搜球网, 在原有的排序基础之上提供个性化的排序方式, 将用户喜欢的视频排在检索结果的前面, 从而节省用户浏览结果的时间。算法步骤如下:

1) 偏好信息向量化。从搜球网的偏好挖掘服务器读取偏好信息, 并按照权值排序得到向量 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n, w_1, w_2, \dots, w_n\}$, 其中 w_k 为偏好 p_k 的权值, 当 $i < j$ 时, $w_i \leq w_j$ 。

2) 排序权值计算。若当前分页的检索结果的视频集为 V ($|V| \leq 20$)。集合中每个视频 $v \in V$ 的排序权值 $w(v)$ 为视频描述信息中包含的偏好标签的权值和, 偏好标签权值为

$$w(v) = \sum_{p_i \in P} \varphi(v, p_i) \quad (13)$$

$$\varphi(v, p_i) = \begin{cases} w_i & p_i \in v \\ 0 & p_i \notin v \end{cases} \quad (14)$$

3.2 实验结果与分析

图3对基础排序、基于 HWUG 偏好模型的个性化排序和基于 WDG 偏好模型的个性化排进行了比较。从图3中可知, 用户使用搜球网的时间越长, 基于 HWUG 和 WDG 的个性化排序效果越好, 而基础排序的归一化积分累计增益 (NDCG)^[15] 值基本保持不变。用户最初使用搜球网时, 系统收集到的反馈信息较少从而导致偏好信息比较稀疏, 偏好的准确性比较低。因此, 在最初的一段时间内, 相比于个性化排序, 基础排序的效果略胜一筹。随着用户使用搜球网时间的增长, 系统收集到用户行为逐渐增多, 偏好的准确性也逐渐提高, 因此个性化排序效果逐渐优于基础排序

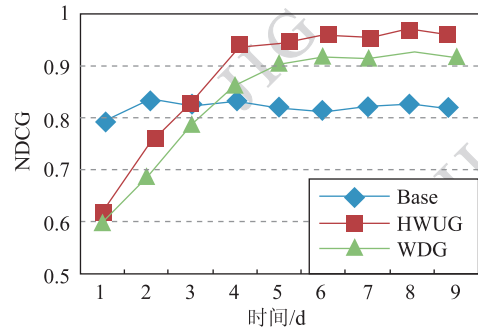


图3 基础排序与个性化排序的 NDCG 对比图

Fig. 3 Comparison of NDCG between basic sorting and personalized sorting

相比于 WDG 偏好模型, HWUG 偏好模型不仅考虑了偏好间的语义关联, 还兼顾了足球领域中的分层结构关系, 偏好计算更合理和准确, 因此 HWUG 优于基于 WDG 偏好模型的个性化排序。当用户的使用次数达到一定数量, 用户偏好信息趋于饱和状态, 偏好模型基本可描述用户的偏好, 个性化排序的效果趋于最佳状态。由于评价的主观因素, NDCG 值会出现小幅波动, 但总体趋于平缓。在检索结果中可能会包含用户并不感兴趣的视频, 因此难以保证用户对检索结果排序完全满意, 个性化排序的 NDCG 值小于最大值。

图4比较了用户检索比赛事件、球员、球队以及联赛4类足球信息时的 NDCG 值。从图4中不难发现, 相比于基础排序效果, HWUG 偏好模型对检索结果排序的提升效果由高到低依次是球队、联赛类型、比赛事件类和球员类别。这是因为 HWUG 偏好模型考虑了联赛层偏好与球队层偏好、球队层偏好与球员层偏好、足球事件偏好与球员偏好间的关联关系, 在计算偏好权值时加入了关联偏好的权值信息。当用户检索球队和联赛信息时, 由于联赛、球队以及球员的偏好信息均参与了检索结果的排序, 因此个性化排序效果显著高于基础排序。在 HWUG 偏好模型中, 比赛事件类型的偏好权值计算加入了与之关联的球员偏好权值信息, 在检索足球事件相关的视频时将事件相关且用户喜爱的球员视频排在前列。在4类偏好信息中, 用户的球员偏好最为重要, 其他的偏好对球员偏好影响甚微。相比于基础排序, 球员类的个性化排序效果提升没有前三者明显。相比 HWUG 模型, 基于 WDG 偏好模型的4类足球视频检索个性化排序的 NDCG 值提升基本持平。

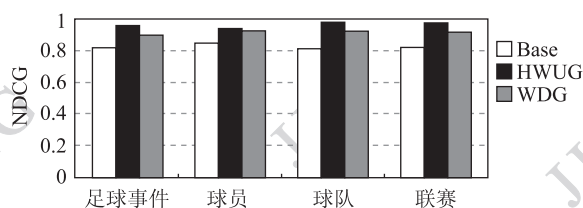


图4 4类足球信息的排序效果比较

Fig. 4 Comparison of sorting results

图5比较了搜球网新用户和常用用户在基于内容的推荐算法和资源协同过滤算法下的视频推荐的准确率。由图4中数据可知,新用户和资源协同过滤算法下的视频推荐准确率略高于基于内容的推荐算法的准确率,常用用户则相反。其原因在于资源协同过滤算法从视频相似度的角度出发,通过查找与用户观看过的视频类似的视频实现推荐,对用户偏好信息的准确率依赖性较低;而基于内容的推荐算法通过比较用户偏好与资源的相似度实现视频推荐,对偏好信息的准确率要求较高。

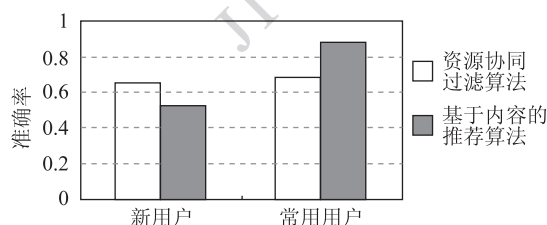


图5 两种不同的视频推荐算法的准确率对比

Fig. 5 Comparison of recommendation accuracy

4 结论

本文基于足球视频搜索引擎展开偏好挖掘,综合搜索引擎和社区平台获取用户的显式、隐式反馈信息,提出了分层无向权重用户偏好模型 HWUG。基于该模型设计了结合历史信息的实时偏好权值算法,并引入时间衰减因子实时反映用户偏好的变化。偏好挖掘已应用于搜球网(www.findball.net),提高了搜球网的用户体验。本文提出的分层无向权重用户偏好模型虽然是基于足球视频领域的,但是该模型明显可以应用于其他具有分层关系领域的用户偏好挖掘,如篮球、网球等,同时在用户偏好挖掘时考虑了偏好之间的关联关系,为其他领域的偏好挖掘提供了一定的借鉴。当然,本文的模型也存在一定的不足,如在挖掘用户偏好时,只考虑了文本查询信

息,未对用户提交的检索图片这一偏好信息进行处理。同时,也未对用户观看的视频内容进行分析来挖掘用户偏好。因此这两个方面将是未来我们的研究重点。

参考文献 (References)

- [1] Sanasam R S, Murthy H A, Gonsalves T A. Determining user's interest in real time [C]//Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web. New York, USA: ACM, 2008: 1115-1116. [DOI: 10.1145/1367497.1367683]
- [2] Chen W Y, Zhang D, Chang E Y. Combinational collaborative filtering for personalized community recommendation [C]//Proceedings of the 14th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. New York, USA: ACM, 2008: 115-123. [DOI: 10.1145/1401890.1401909]
- [3] Sun T, Wang L, Guo Q. A collaborative filtering recommendation algorithm based on item similarity of user preference [C]//Proceedings of Second International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining. Moscow: IEEE, 2009: 60-63. [DOI: 10.1109/WKDD.2009.90]
- [4] Xu G, Yang S H, Li H. Named entity mining from click-through data using weakly supervised latent dirichlet allocation [C]//Proceedings of the 15th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. New York, USA: ACM, 2009: 1365-1374. [DOI: 10.1145/1557019.1557165]
- [5] Li M, Zheng Y, Neo S Y, et al. Personalized event-based news video retrieval with dynamic user-log [C]//Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo. Hannover: IEEE, 2008: 1157-1160. [DOI: 10.1109/ICME.2008.4607645]
- [6] Zhang Y, Zhang X, Xu C, et al. Personalized retrieval of sports video [C]//Proceedings of the International Workshop on Multimedia Information Retrieval. New York, USA: ACM, 2007: 313-322. [DOI: 10.1145/1290082.1290126]
- [7] Zhang L, Zhang Y. Interactive retrieval based on faceted feedback [C]//Proceedings of the 33rd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. New York, USA: ACM, 2010: 363-370. [DOI: 10.1145/1835449.1835511]
- [8] Park J, Lee S J, Lee S J, et al. Online video recommendation through tag-cloud aggregation [J]. IEEE MultiMedia, 2011, 18(1): 78-86. [DOI:10.1109/MMUL.2010.6]
- [9] Li H, Murata T. Improving personalized recommendation in VSS based on user's preference [C]//Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists. Hong Kong, China: Newswood Limited Press, 2012:580-584.
- [10] Chen B, Wang J, Huang Q, et al. Personalized video recommendation through tripartite graph propagation [C]//Proceedings of the 20th ACM International Conference on Multimedia. New

- York, USA: ACM, 2012: 1133-1136. [DOI: 10.1145/2393347.2396401]
- [11] Zigoris P, Zhang Y. Bayesian adaptive user profiling with explicit & implicit feedback [C]//Proceedings of the 15th ACM International Conference on Information and Knowledge Management. New York, USA: ACM, 2006: 397-404. [DOI: 10.1145/1183614.1183672]
- [12] Chen W Y, Chu J C, Luan J, et al. Collaborative filtering for orkut communities: discovery of user latent behavior [C]//Proceedings of the 18th International Conference on World Wide Web. New York, USA: ACM, 2009: 681-690. [DOI: 10.1145/1526709.1526801]
- [13] Hopfgartner F, Vallet D, Halvey M, et al. Search trails using user feedback to improve video search [C]//Proceedings of the 16th ACM International Conference on Multimedia. New York, USA: ACM, 2008: 339-348. [DOI: 10.1145/1459359.1459405]
- [14] Xin C X, Gao F R, Zhan S N, et al. Adapt to changes in user interest collaborative filtering recommendation algorithm [J]. Computer Research and Development, 2007, 44 (2): 296-301. [邢春晓, 高凤荣, 战思南, 等. 适应用户兴趣变化的协同过滤推荐算法 [J]. 计算机研究与发展, 2007, 44 (2): 296-301.]
- [15] Sanderson M, Paramita M L, Clough P, et al. Do user preferences and evaluation measures line up [C]//Proceedings of the 33rd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. New York, USA: ACM, 2010: 555-562. [DOI: 10.1145/1835449.1835542]