



基于位置和开放链接数据的旅游推荐系统综述

YOCHUM Phatpicha, 常亮, 古天龙, 祝曼丽

引用本文:

YOCHUM Phatpicha, 常亮, 古天龙, 等. 基于位置和开放链接数据的旅游推荐系统综述[J]. 智能系统学报, 2020, 15(1): 25–32.
YOCHUM Phatpicha, CHANG Liang, GU Tianlong, et al. A review of linked open data in location-based recommendation system in the tourism domain[J]. *CAAI Transactions on Intelligent Systems*, 2020, 15(1): 25–32.

在线阅读 View online: <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201912023>

您可能感兴趣的其他文章

上下文感知旅游推荐系统研究综述

Review of a context-aware travel recommendation system

智能系统学报. 2019, 14(4): 611–618 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201901013>

多特征融合的兴趣点推荐算法

A point of interest recommendation algorithm based on multi-feature fusion

智能系统学报. 2019, 14(4): 779–786 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201801048>

旅游知识图谱特征学习的景点推荐

Tourism knowledge-graph feature learning for attraction recommendations

智能系统学报. 2019, 14(3): 430–437 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201810032>

知识图谱的推荐系统综述

Review of recommendation systems based on knowledge graph

智能系统学报. 2019, 14(2): 207–216 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201805001>

旅游路线规划研究综述

Review of tourism route planning

智能系统学报. 2019, 14(1): 82–92 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201804005>

融合协同过滤与用户偏好的旅游组推荐方法

A tourist group recommendation method combining collaborative filtering and user preferences

智能系统学报. 2018, 13(6): 999–1005 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201802011>

微信公众平台



关注微信公众号，获取更多资讯信息

DOI: 10.11992/tis.201912023

基于位置和开放链接数据的旅游推荐系统综述

YOCHUM Phatpicha, 常亮, 古天龙, 祝曼丽

(桂林电子科技大学 广西可信软件重点实验室, 广西 桂林 541004)

摘要: 利用开放链接数据解决基于位置的推荐系统中存在的信息过载问题是目前的研究热点, 并在旅游领域展现出了巨大的潜力。首先给出推荐系统的基本概况; 然后对旅游开放链接数据进行了概况; 从文献分类、应用分类和研究成果对基于位置和开放链接数据的旅游推荐系统从 2014—2018 年的相关文献进行了详细考察, 并从基于位置的单点推荐、旅游路线推荐、GPS 轨迹推荐、基于媒介的地理标签推荐、基于本体的位置推荐和基于位置的朋友推荐等 6 类典型的应用进行分类考察, 最后对全文并为该领域指明了研究方向。

关键词: 开放链接数据; 基于位置的推荐; 旅游路线推荐; 轨迹挖掘; 个性化推荐; 本体

中图分类号: TP301 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2020)01-0025-08

中文引用格式: YOCHUM Phatpicha, 常亮, 古天龙, 等. 基于位置和开放链接数据的旅游推荐系统综述 [J]. 智能系统学报, 2020, 15(1): 25-32.

英文引用格式: YOCHUM Phatpicha, CHANG Liang, GU Tianlong, et al. A review of linked open data in location-based recommendation system in the tourism domain[J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2020, 15(1): 25-32.

A review of linked open data in location-based recommendation system in the tourism domain

YOCHUM Phatpicha, CHANG Liang, GU Tianlong, ZHU Manli

(Guangxi Key Laboratory of Trusted Software, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: Using linked open data to solve the problem of information overload in location-based recommendation system is currently a hot topic. In particular, it has shown a great promising future in the tourism area. First, we make an introduction to the recommendation system, then present linked open data of tourism. We also have a detailed survey of journal papers that were published from 2014 to 2018 on the recommendation system in the tourism domain based on location and linked open data, including classification of publications, categorization of recommendation applications, and research achievements. Further, the applications of six typical types of linked open data in location-based tourism recommendation system, such as stand-alone point location-based recommendation, travel route recommendation, GPS trajectory-based recommendation, geo-tagged-media-based recommendation, ontology-based location recommendation, and location-based friend recommendation, are investigated in detail. A summary of the paper and the future research directions are made in the end.

Keywords: linked open data; location-based recommendation; tourism route recommendation; trajectory mining; personalized recommendation; ontology

随着互联网的发展, 网络正在成为人们规划旅游的重要信息途径^[1]。虽然旅行者可以方便地在互联网上查看相关信息来规划行程, 但仍然需

要花费大量时间和精力^[2]。开放链接数据 (open linked data, LOD) 得益于互联网数据的互联, 通过整合多源异质数据来创建新的知识, 使得它能够提供强大的服务和应用。海量与旅游相关的 LOD 具有多源性和数据语义关联的优势, 为旅游领域推荐系统的发展提供了良好的契机。

收稿日期: 2019-12-18.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (U1711263, U1811264); 广西自然科学基金项目 (2018GXNSFDA281045).

通信作者: 常亮. E-mail: changli@guet.edu.cn.

随着智能手机的日益普及,以及 Twitter、Facebook 和 Foursquare 等在线应用程序的出现,它们在基于位置的服务和基于轨迹的信息中扮演着越来越重要的角色。这些服务和内容同时也为用户提供旅游信息,并能够更深入地了解用户偏好和行为。这促进了基于位置的新型推荐系统的研究,使用户旅行及其社交活动变得更加容易。基于位置的开放链接数据旅游推荐系统通过将位置信息和开放链接数据引入推荐系统,旨在通过减少信息超载并向用户提供感兴趣的旅游相关信息,以进一步提高推荐准确度和用户满意度^[3]。

近年来,基于位置的开放链接数据旅游推荐系统引起了广泛关注和研究兴趣,但该方向仍然面临诸多挑战。本文将介绍开放链接数据在基于位置的旅游推荐系统方向论文的筛选方法,并从应用层面对 6 种不同的应用类型进行详细考察,旨在为读者提供该方向的最新进展。

1 推荐系统

推荐系统早在 20 世纪 90 年代中期就已经成为一个重要的研究领域^[4]。研究人员最初大多使用用户-物品评分矩阵来做推荐,常见的推荐技术也大多依赖用户历史评分来预测用户对新物品可能的评分,并根据评分高低将物品推荐给用户。表 1 给出了一个关于旅游景点推荐应用的用户项目评分矩阵的示例。表中用户的评分范围为 1~5,符号“—”表示用户未对相应的景点给出评分。例如,用户 Diana 对旅游景点 Times Square 的评分为 3,推荐系统会为其创建一条记录。与用户相关的每条信息如年龄、性别和国籍等都会被保存到系统中。同样的,与项目相关的每条信息如名字、类别、位置及建立的年份也都会被记录在系统中。

表 1 用户-项目评分矩阵示例
Table 1 An example of a user-item rating matrix

用户	Times Square	Central Park	Disneyland	Mackinac Bridge
Alexander	—	4	3	—
Benjamin	2	—	4	—
Carter	4	3	2	3
Diana	3	5	—	5

推荐系统中所使用的算法一般分为如下 3 类:

1) 基于内容的推荐算法^[5]: 基于内容的推荐方法依赖于文本及关键词之间的相似度。通过用

户画像搜集能够表达用户兴趣、偏好和需求的数据。基于内容的推荐仅仅是简单的匹配项目特征的过程,并在这个过程中将用户画像数据考虑进去。因此,其经常面临过拟合问题。

2) 基于协同过滤的推荐算法^[6]: 协同过滤方法依赖于用户历史评分数据,系统会根据其他与当前用户相似的用户偏好进行新的物品推荐。然而,基于系统过滤推荐通常面临冷启动和数据稀疏等问题。

3) 混合推荐算法^[7]: 混合推荐方法通常会结合两种或两种以上的推荐算法来进行新的物品推荐。考虑到单一推荐方法都存在各自的不足,通过组合不同的推荐算法通常能够克服传统方法存在的数据稀疏、冷启动及可扩展性问题,往往能够产生更好的推荐性能。

推荐系统中常用推荐技术如图 1 所示。

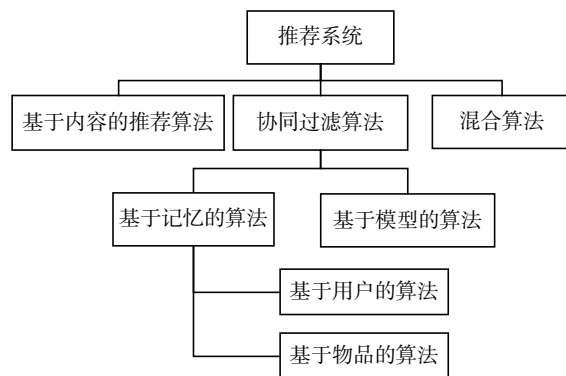


图 1 推荐技术概览

Fig. 1 An overview of recommendation techniques

2 旅游开放链接数据

越来越多的用户在网上生成并传播数据使得语义 Web 上有大量可用的信息。语义 Web 的目标是基于 Web 的信息和服务能够被人 and 机器理解及重用。链接数据是用于链接 Web 上数据的技术,能够在语义 Web 上公开、共享和连接信息及知识片段,是一种能够解决大规模数据集成的一种有潜力的技术^[8]。

开放数据的定义由开放知识基金会在 2015 年提出。人们可以免费在线访问并且能够自由使用、重用及重新发布内容或信息。这里有 3 个原则: 1) 可用性和可访问性,即人们可以得到数据; 2) 重用和再分配,即人们可以重用和共享数据; 3) 全民参与,即所有人都可以参与并使用数据^[9]。

与旅游活动和服务相关的各种形式的数据主要通过一些在线应用程序生成和使用。Tripadvisor 和 Yelp 在很多方面都能够对旅游决策产生

影响,比如目的地和景点的选择。如何找到有用的信息并将信息分享给所有人是当前旅游领域面临的一个挑战。因此,LOD扮演了重要角色,因为任何人都可以共享和构建这些数据。

很多研究者在旅游领域都采用了LOD的概念。如Sah等^[10]开发了一个个性化旅游搜索的在线演示系统,并基于LOD建立了一个基准数据集。该系统主要由两部分组成:1)允许用户在LOD上进行搜索,并对检索到的搜索结果进行分类;2)根据用户交互对搜索结果进行个性化处理。Pantano等^[11]利用tripadvisor.com免费提供的大量开放数据来预测游客对某个目的地的评分。此外,许多研究人员还将开放数据链接到本体概念中。特别是Bischof等^[12]提出的开放城市数据管道,是一个从多种数据来源收集、集成和丰富开放城市数据的平台。

3 基于位置的开放链接数据旅游推荐概览

本文调研了近5年(从2014—2018年)发表在重要期刊上基于位置和LOD的旅游推荐系统的研究现状。对发表在以下6个国际重要数据库上从2014—2018年的期刊论文进行了考察:ACM Digital Library、IEEE Xplore Digital Library、EI Compindex、ScienceDirect、Springer Link和Web of Science。使用关键词“linked open data”、“location-based”、“tourism”和“recommendation”以及它们的同义词“linked data”、“open data”、“ontology”、“knowledge”、“location”、“attraction”、“travel”、“tourist”、“POI”、“point-of-interest”和“recommender”过滤搜索到的论文。基于以上关键词产生的搜索字符串为:“Linked Open Data”或“Linked Data”或“Open Data”或“Ontology”或“Knowledge”和“Location-based”或“Location”和“Tourism”或“Attraction”或“Travel”或“Tourist”或“POI”或“Point-of-interest”和“Recommendation”或“Recommender”。

本文通过以下标准来选择相关的论文:1)有显式的基于位置的推荐技术;2)使用LOD作为数据源;3)发表时间为2014—2018年;4)应用领域为旅游。

分类的目的是为了清楚地说明过去几年出版物的发行情况并总结这些研究成果。图2给出了基于位置和LOD的推荐系统在旅游领域共89篇期刊论文的发行情况。从图中可以看出该领域的研究逐年递增,预计未来几年还会进一步增加。

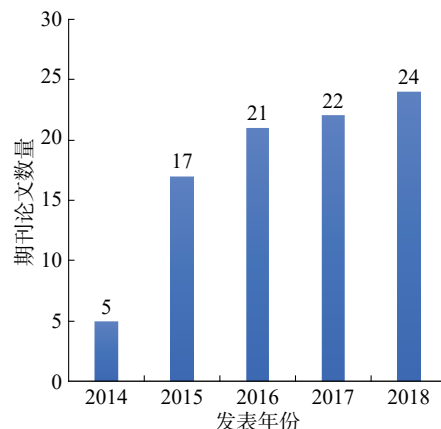


图2 近5年基于位置和LOD的旅游推荐系统相关论文发表数量

Fig. 2 Number of publications of location-based open link data recommendation systems on tourism over years

根据不同的基于位置的推荐应用,其发表情况如图3所示。

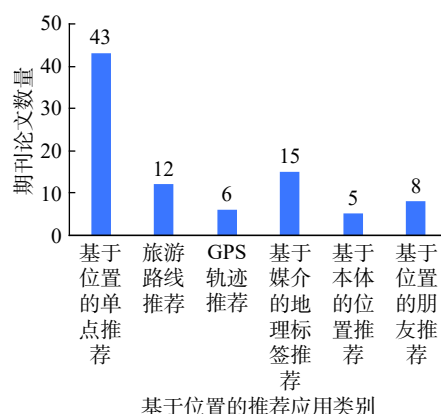


图3 不同推荐应用分类对应的论文数量

Fig. 3 Distribution of publications by the different categories

从图3中可以看出,从2014—2018年,基于位置和LOD的旅游推荐系统正日益引起研究者的关注,并且研究者倾向使用多种推荐技术如本体、基于内容的推荐方法、协同过滤、混合推荐、模糊推荐和深度学习等来提高推荐系统的性能。

4 基于位置和开放链接数据的旅游推荐系统的应用分类

研究者已经在基于位置和LOD的旅游推荐系统应用领域进行了很多研究,现有的应用可以被分为基于位置的单点推荐、旅游路线推荐、GPS轨迹推荐、基于媒介的地理标签推荐、基于本体的位置推荐和基于位置的朋友推荐。

4.1 基于位置的单点推荐

基于位置的单点推荐系统仅能为用户推荐单个地点和景点。很多研究者通过挖掘用户偏好、

地理影响和社会影响对用户进行兴趣点推荐。

Gao 等^[13]提出了 GSBPR 模型来捕捉用户偏好与地理影响之间的关系,并使用用户及其在 Foursquare 和 Yelp 的 LOD 上登记超过 5 次的兴趣点和贝叶斯个性化排名方法将 pairwise 排名参数优化为兴趣点推荐。最后通过整合来自用户签到行为的正面反馈、负面反馈、地理反馈和地理社会反馈来挖掘用户偏好,从而进行兴趣点推荐。

Li 等^[14]提出了一种基于位置、评分和时间戳的兴趣点推荐方法。通过对用户评分行为建模来学习用户在特定时间和地点的偏好,并基于人类不能记住很久以前的事情这一事实给予新访问的地点一个较高的分数。

Gao 等^[15]提出了一个融合用户偏好、社会关联和地理影响的统一推荐框架。并对用户的签到行为采用矩阵分解方法来融合地理信息和社会信息。但是,由于在社会模型中采用了预定义的社会关系,因此计算成本比较昂贵。

Xu 等^[16]提出了一种将用户签到信息及评论信息与随机游走算法结合的兴趣点推荐方法。该方法以用户和兴趣点的分布为目标,并在图模型中计算用户和兴趣点之间的关系,然后用情感词将用户最喜欢的地点选择到推荐系统中,进而进行兴趣点推荐。

Gao 等^[17]提出了一种时空感知的社会协作位置推荐系统 STSCR,研究了时间、时空顺序影响和社会影响的联合影响。该模型由用户-位置、用户-朋友、朋友-位置、位置-时间和位置-位置之间的交互来构建,然后利用贝叶斯个性化排序技术对位置进行优化排序。

4.2 旅游线路推荐

基于位置的推荐系统通过与其他出行模式顺序相结合可以帮助用户根据自己的偏好来规划路线或行程。此外,用户历史数据和签到记录通常被用于旅游路线推荐中。

Wen 等^[18]提出了一个高效的关键词感知旅游路线推荐框架,充分利用了用户历史记录和社会交互信息。用户可以指定一组关键词和查询区域,然后系统从关键词提取模块中对感兴趣的标签进行分类,最后使用签到数据进行路线推荐。

同时,一些研究还考虑了社交互动和用户约束。如 Lu 等^[19]将旅游景点和旅游套餐结合起来开发了 PATPlanner 系统来满足用户出行约束的个性化出行规划。首先,从 LOD 中收集旅游套餐、旅游景点、个人签到日志、社交链接关系等信息;然后,计算基于用户和基于时间的旅游景点

或旅游套餐的评分;最后,利用用户出行约束,以个性化的方式为用户提供出行路线规划。Hang 等^[20]通过分析用户历史数据,提出了一种最优的出行路线推荐系统。该方法基于用户的偏好而不是个人兴趣点来进行旅游路线推荐,并基于关联规则挖掘的方法使用上下文信息如日期、季节和用户历史访问景点生成旅游路线,且使用了遗传算法来寻找最优路径。

此外,一些研究还在基于位置的推荐系统中考虑了用户兴趣、用户当前位置、热门地点和上下文信息。例如, Worndl 等^[21]提出了一种基于起点、终点和兴趣点的城市旅游兴趣点序列生成方法。通过计算用户对兴趣点的兴趣等级和每个类别的兴趣点数目发现兴趣点,并基于 Dijkstra 算法产生路线。Jiang 等^[22]通过学习主题包模型,提出了一种个性化的旅游序列推荐方法。该方法考虑了用户的主题兴趣,以及旅游日志和社区提供的照片的访问时间和季节的偏好。系统根据用户包和路线包之间的相似性对著名线路进行提取和排序,然后,根据用户偏好对路线进行排序和优化。

4.3 GPS 轨迹推荐

近年来, GPS 轨迹在智能手机或专用 GPS 跟踪器中越来越常见。基于位置的推荐系统可以利用 GPS 轨迹记录旅行路线或者定位游客当前所在位置。

Cui 等^[23]提出通过用户历史 GPS 轨迹来定义用户出行行为的个性化出行路线推荐方法。通过拉普拉斯平滑算法计算概率来估计协同过滤中用户的出行频率,并利用贝叶斯模型来计算推荐路线。Duan 等^[24]通过考虑游客的实时位置和历史记录,提出了一种能够根据实时交通环境为用户推荐并提供附近相关的旅游服务的方法,且基于聚类的方法从时空维度来细化游客在某一时刻停留的地点的轨迹信息。Chen 等^[25]通过考虑兴趣点和路线信息来进行路线推荐。利用用户历史轨迹信息学习游客从起点到终点的兴趣点与兴趣点排序之间的转换模式,最后为游客推荐可能的路线。

此外, Zhu 等^[26]提出了一种地理信息转换为原始 GPS 轨迹的语义信息的个性化兴趣点推荐模型 SEM-PPA。还提出了一种根据地理信息和语义信息将位置划分为不同类型进行位置识别的新方法,通过在不同的位置轨迹中寻找相似的用户来进行兴趣点推荐。Hsieh 等^[27]提出了一种时间敏感的旅游路线推荐方法。通过考虑景点的人气信息、景点访问顺序、景点的最佳访问时间,以

及从一个地方到另一个地方最佳的交通时间进行旅游路线推荐。

4.4 基于媒介的地理标签推荐

基于媒介的地理标签推荐通常利用用户生成的带有地理标记的媒介(如照片、新闻和消息)信息进行位置推荐。

Sun 等^[28]提出了一种融合道路路标和路径的基于道路的旅游推荐方法。通过提取带有地理标签的照片来挖掘出一个城市排名最高的旅游目的地或热门旅游目的地之间的最佳旅游路线。采用空间聚类的方法对道路的地标进行排序,并通过道路的旅游知名度计算出该道路的用户数量和兴趣点数量。Lim 等^[29]提出了一种使用 Flickr 标签和 Wiki 兴趣点数据库中带有地理标记的真实照片进行个性化旅游推荐的方法 PERSTOUR。该方法能够为用户推荐适合旅行的景点以及每个景点的游玩时间。Han 等^[30]提出了一个能够分析带有地理标签照片的路标推荐系统。首先,从旅游博客网站上收集地标性建筑以获取热门地点的旅游时空属性,并对用户历史轨迹聚类;然后,根据这些聚类进行排序以获取地标之间的相似度和距离;最后,根据用户当前位置将该位置所在的聚类推荐给他。

Kaushik 等^[31]提出了一个众包位置推荐系统。通过从旅游人群中收集和提取最新的图像、录音、反馈等信息,并利用他们的集体信息为游客进行推荐。使用模糊推理技术为用户当前位置附近的每个位置生成一个人气评分,然后系统根据每个地方的人气信息对每个地方的评分进行排序,进而推荐给用户。Yu 等^[32]通过提取不同游客分享的地点和路径的照片,研究了群体式旅游轨迹模式。首先,通过建立带有地理标记的照片轨迹数据库来发现游客密度;然后,将时空轨迹转化为聚类序列;最后,将距离感知和一致性感知推荐应用于封闭的聚类群体,进而为用户推荐热门的旅游路线。

此外,一些研究者通过 LOD 中用户生成的地理标签来提取用户签到模式和用户内容。如 Wang 等^[33]利用地点语义相似度提出了一种新的位置推荐方法来提高位置推荐的性能。通过从用户生成的位置信息中挖掘照片、用户签到模式和文本描述来研究兴趣点的语义。并将用户签到历史记录潜在表示形式与地点语义结合来计算位置语义相似度和基于潜在表示的推荐位置。Arain 等^[34]使用带有地理标记的照片,从照片集中提取用于查找旅游位置和用户画像的语义信

息,进而进行位置推荐。除了语义信息外,作者还利用核密度估计技术以及空间、时间和天气信息对用户偏好和用户相似性建模,并利用协同过滤方法进行最后的路线推荐。

另外,Palovics 等^[35]还利用 GPS 定位提出了 twitter 标签推荐。通过在线机器学习和矩阵分解技术来学习区域在地理层次上的相关性,并结合标签在当地的受欢迎程度,为当时与地理相关的 tweet 推荐最相关的散列标签。

4.5 基于本体的推荐

很多研究人员通过 LOD 收集旅游数据,并构建旅游本体来进行旅游推荐,如兴趣点列表、热门旅游地点、旅游行程、路线规划等推荐。

Smirnov 等^[36]提出了针对旅游文化遗产的推荐系统 TAIS, 通过从 LOD 中提取文化遗产信息来构建本体,然后基于协同过滤方法和游客历史偏好及所在区域现状来确定游客偏好,进而进行推荐。Shi 等^[37]提出了一种本体驱动的双重旅游推荐方法。利用本体描述并整合旅游资源,实现了用户的直接需求与用户潜在偏好之间的关联。用户通过推荐界面直接输入需求,系统即可根据用户偏好返回推荐排名结果。

Volkova 等^[38]提出了一种基于用户兴趣的一组地点类别的城市旅游行程推荐系统。该系统主要关注用户在开放数据评论中对场地方面的偏好,通过旅游本体可以对旅游场所进行比较分析,加强了对相关场所的搜索,并实现了旅游线路的自动规划、景点的灵活搜索和场地分析。Ferraro 等^[39]基于语义方法开发出了一种能够为用户提供旅游规划的本体驱动的旅游自适应推荐系统。该系统使用数据挖掘技术来预测用户的兴趣和偏好,从而为用户提供高质量的推荐服务。

4.6 基于位置的朋友推荐

社交网络中用户之间的关系在基于位置的推荐系统中起着至关重要的作用。基于位置的朋友推荐系统能够根据用户朋友的喜好、旅行方式和旅游地点来进行朋友推荐。

Kesorn 等^[40]利用用户签到数据和用户朋友签到数据来分析用户兴趣和用户活动并为用户建立用户画像,进而开发出了一个个性化景点推荐系统。该系统利用亲密朋友的信息,如亲密度评分、边的权重和时间衰减等向用户推荐景点。Gao 等^[41]通过提取用户社交关系、固定时间段签到距离、签到行为来建立用户画像、用户社交网络 and 用户位置。并利用支持向量机预测朋友之间的共同签到位置,进而进行朋友推荐。Kos-

mides 等^[42] 利用神经网络技术提出了一种基于用户需求的位置推荐方法。作者首先从 Foursquare 上收集必要的数据库, 然后将其发送到负责运行机器学习算法的云平台, 通过学习用户朋友的历史数据, 并根据用户偏好来进行位置推荐。Zhao 等^[43] 通过挖掘用户-用户对和用户-兴趣点对之间的相关性, 提出了一种新的通用推荐系统 GR-DELM。通过提取基于路径的特征和基于邻居的特征, 作者认为用户的相似点越多, 那么将来就越有可能成为朋友。

Huang 等^[44] 基于因子图提出了一种半监督概率模型。作者首先假设大约 10% 的用户签到数据也能被其朋友访问, 并且两个朋友在同一个兴趣点签到的概率要高于两个陌生人。然后, 通过整合地理影响和社会影响对用户签到行为的影响来预测用户访问新的兴趣点的概率。Kefalas 等^[45] 重点考虑了位置和好友在推荐系统中的时间维度, 并提出了一个混合三分图 (即用户、会话和位置), 基于异构时空图重启随机遍历方法 RST-HST 从图中捕获用户-用户相似性或用户位置相关性的概念。

5 结束语

旅游业的迅猛发展和开放链接数据及移动数据在“信息过载”问题中扮演的重要角色, 使得基于位置的开放链接数据的旅游推荐系统得到了广泛关注和应用。本文对基于位置的 LOD 的旅游推荐系统做了一个系统的综述, 并在综合考察这些工作的基础上, 对该领域的现状进行了概述。通过调研 2014—2018 年期间发表在著名国际期刊的相关文献, 总结了该领域目前取得的研究成果; 同时, 根据不同的推荐应用对这些文献进行了分类。

由于开放链接数据规模庞大及其开放性, LOD 在基于位置的旅游推荐系统仍然面临着诸多挑战。典型的问题包括融合多源数据、实体对齐、多维度推荐和用户隐私保护等, 这些问题值得进一步研究。

参考文献:

- [1] DE PESSEMIER T, DHONDT J, MARTENS L. Hybrid group recommendations for a travel service[J]. *Multimedia tools and applications*, 2017, 76(2): 2787–2811.
- [2] 常亮, 曹玉婷, 孙文平, 等. 旅游推荐系统研究综述 [J]. *计算机科学*, 2017, 44(10): 1–6.
- [3] ZIMBA B, CHIBUTA S, CHISANGA D, et al. Point of interest recommendation methods in location based social networks: traveling to a new geographical region[J]. *arXiv*: 1711.09471, 2017.
- [4] WANG Donghui, LIANG Yanchun, XU Dong, et al. A content-based recommender system for computer science publications[J]. *Knowledge-based systems*, 2018, 157: 1–9.
- [5] FU Mingsheng, QU Hong, YI Zhang, et al. A novel deep learning-based collaborative filtering model for recommendation system[J]. *IEEE transactions on cybernetics*, 2019, 49(3): 1084–1096.
- [6] BOBADILLA J, ORTEGA F, HERNANDO A, et al. Recommender systems survey[J]. *Knowledge-based systems*, 2013, 46: 109–132.
- [7] PAZZANI M J. A framework for collaborative, content-based and demographic filtering[J]. *Artificial intelligence review*, 1999, 13(5/6): 393–408.
- [8] LUCAS J P, LUZ N, MORENO M N, et al. A hybrid recommendation approach for a tourism system[J]. *Expert systems with applications*, 2013, 40(9): 3532–3550.
- [9] LONGHI E, TITZ J B, et al. “Open data: Challenges and opportunities for the tourism industry,” *Tourism management, Marketing and development*[J]. 2014, 57–76.
- [10] SAH M, WADE V. Personalized concept-based search on the linked open data[J]. *Journal of web semantics*, 2016, 36: 32–57.
- [11] PANTANO E, PRIPORAS C V, STYLOS N. ‘You will like it!’ using open data to predict tourists’ response to a tourist attraction[J]. *Tourism management*, 2017, 60: 430–438.
- [12] REN Xingyi, SONG Meina, E Haihong, et al. Context-aware probabilistic matrix factorization modeling for point-of-interest recommendation[J]. *Neurocomputing*, 2017, 241: 38–55.
- [13] GAO Rong, LI Jing, DU Bo, et al. Exploiting geo-social correlations to improve pairwise ranking for point-of-interest recommendation[J]. *China communications*, 2018, 15(7): 180–201.
- [14] LI Xin, XU Guandong, CHEN Enhong, et al. Learning recency based comparative choice towards point-of-interest recommendation[J]. *Expert systems with applications*, 2015, 42(9): 4274–4283.
- [15] GAO Rong, LI Jing, LI Xuefei, et al. A personalized point-of-interest recommendation model via fusion of geo-social information[J]. *Neurocomputing*, 2018, 273: 159–170.
- [16] XU Guandong, FU Bin, GU Yanhui. Point-of-interest recommendations via a supervised random walk algorithm[J]. *IEEE intelligent systems*, 2016, 31(1):

- 15–23.
- [17] GAO Rong, LI Jing, LI Xuefei, et al. STSCR: exploring spatial-temporal sequential influence and social information for location recommendation[J]. *Neurocomputing*, 2018, 319: 118–133.
- [18] WEN Yuting, YEO J, PENG W, et al. Efficient keyword-aware representative travel route recommendation[J]. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, 2017, 29(8): 1639–1652.
- [19] LU E H C, FANG S H, TSENG V S. Integrating tourist packages and tourist attractions for personalized trip planning based on travel constraints[J]. *GeoInformatica*, 2016, 20(4): 741–763.
- [20] HANG Lei, KANG S H, JIN Wenquan, et al. Design and implementation of an optimal travel route recommender system on big data for tourists in Jeju[J]. *Processes*, 2018, 6(8): 133.
- [21] WÖRNDL W, HEFELE A, HERZOG D. Recommending a sequence of interesting places for tourist trips[J]. *Information technology & tourism*, 2017, 17(1): 31–54.
- [22] JIANG Shuhui, QIAN Xueming, MEI Tao, et al. Personalized travel sequence recommendation on multi-source big social media[J]. *IEEE transactions on big data*, 2016, 2(1): 43–56.
- [23] CUI Ge, LUO Jun, WANG Xin. Personalized travel route recommendation using collaborative filtering based on GPS trajectories[J]. *International journal of digital earth*, 2018, 11(3): 284–307.
- [24] DUAN Zongtao, TANG Lei, GONG Xuehui, et al. Personalized service recommendations for travel using trajectory pattern discovery[J]. *International journal of distributed sensor networks*, 2018, 14(3).
- [25] CHEN Dawei, ONG C S, XIE Lexing. Learning points and routes to recommend trajectories[C]//Proceedings of the 25th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management. Indianapolis, IN, USA, 2016.
- [26] ZHU Liang, XU Changqiao, GUAN Jianfeng, et al. SEM-PPA: a semantical pattern and preference-aware service mining method for personalized point of interest recommendation[J]. *Journal of network and computer applications*, 2017, 82: 35–46.
- [27] HSIEH H P, LI Chengte, LIN Shoude. Measuring and recommending time-sensitive routes from location-based data[J]. *ACM transactions on intelligent systems and technology*, 2014, 5(3): 45.
- [28] SUN Yeran, FAN Hongchao, BAKILLAH M, et al. Road-based travel recommendation using geo-tagged images[J]. *Computers, environment and urban systems*, 2015, 53: 110–122.
- [29] LIM K H, CHAN J, LECKIE C, et al. Personalized trip recommendation for tourists based on user interests, points of interest visit durations and visit recency[J]. *Knowledge and information systems*, 2018, 54(2): 375–406.
- [30] HAN J, LEE H. Adaptive landmark recommendations for travel planning: personalizing and clustering landmarks using geo-tagged social media[J]. *Pervasive and mobile computing*, 2015, 18: 4–17.
- [31] KAUSHIK S, TIWARI S, AGARWAL C, et al. Ubiquitous crowdsourcing model for location recommender system[J]. *Journal of computers*, 2016, 11(6): 463–471.
- [32] YU Yaxin, ZHAO Yuhai, YU Ge, et al. Mining coterie patterns from Instagram photo trajectories for recommending popular travel routes[J]. *Frontiers of computer science*, 2017, 11(6): 1007–1022.
- [33] WANG Xiangyu, ZHAO Yiliang, NIE Liqiang, et al. Semantic-based location recommendation with multimodal venue semantics[J]. *IEEE transactions on multimedia*, 2015, 17(3): 409–419.
- [34] ARAIN Q A, MEMON H, MEMON I, et al. Intelligent travel information platform based on location base services to predict user travel behavior from user-generated GPS traces[J]. *International journal of computers and applications*, 2017, 39(3): 155–168.
- [35] PÁLOVICS R, SZALAI P, PAP J, et al. Location-aware online learning for top-k recommendation[J]. *Pervasive and mobile computing*, 2017, 38: 490–504.
- [36] SMIRNOV A V, KASHEVNIK A M, PONOMAREV A. Context-based infomobility system for cultural heritage recommendation: Tourist Assistant—TAIS[J]. *Personal and ubiquitous computing*, 2017, 21(2): 297–311.
- [37] SHI Lin, LIN Feiyu, YANG Tianchu, et al. Context-based ontology-driven recommendation strategies for tourism in ubiquitous computing[J]. *Wireless personal communications*, 2014, 76(4): 731–745.
- [38] VOLKOVA L, YAGUNOVA E, PRONOZA E, et al. Recommender system for tourist itineraries based on aspects extraction from reviews corpora[J]. *Polibits*, 2018, 57: 81–88.
- [39] FERRARO P, LO RE G. Designing ontology-driven recommender systems for tourism[M]//GAGLIO S, LO RE G. *Advances onto the Internet of Things*. Cham, Germany: Springer, 2014: 339–352.
- [40] KESORN K, JURAPHANTHONG W, SALAIWARAKUL A. Personalized attraction recommendation system for

tourists through check-in data[J]. [IEEE access](#), 2017, 5: 26703–26721.

- [41] GAO Xurui, WANG Li, WU Weili. Using multi-features to recommend friends on location-based social networks[J]. [Peer-to-peer networking and applications](#), 2017, 10(6): 1323–1330.
- [42] KOSMIDES P, DEMESTICHAS K P, ADAMOPOULOU E, et al. Providing recommendations on location-based social networks[J]. [Journal of ambient intelligence and humanized computing](#), 2016, 7(4): 567–578.
- [43] ZHAO Xiangguo, MA Zhongyu, ZHANG Zhen. A novel recommendation system in location-based social networks using distributed ELM[J]. [Memetic computing](#), 2018, 10(3): 321–331.
- [44] HUANG Liwei, MA Yutao, LIU Yanbo. Point-of-interest recommendation in location-based social networks with personalized geo-social influence[J]. [China communications](#), 2015, 12(12): 21–31.
- [45] KEFALAS P, SYMEONIDIS P, MANOLOPOULOS Y. Recommendations based on a heterogeneous spatio-temporal social network[J]. [World wide web](#), 2018, 21(2): 345–371.

作者简介:



YOCHUM Phatpicha, 博士研究生, 主要研究方向为机器学习、推荐系统。



常亮, 教授, 博士, 中国计算机学会高级会员, 主要研究方向为数据与知识工程、形式化方法、智能系统。主持并完成国家自然科学基金项目 1 项、广西省自然科学基金项目 1 项, 发表学术论文 70 余篇。



古天龙, 教授, 博士生导师, 博士, 主要研究方向为形式化方法、知识工程与符号推理、协议工程与移动计算、可信泛在网络、嵌入式系统。主持国家 863 计划项目、国家自然科学基金、国防预研重点项目、国防预研基金项目等 30 余项。出版学术著作 3 部, 发表学术论文 130 余篇。

第 3 届中国模式识别与计算机视觉大会 The 3rd Chinese Conference on Pattern Recognition and Computer Vision, PRCV 2020

第 3 届中国模式识别与计算机视觉大会 (PRCV 2020) 将于 2020 年 10 月 16 日—18 日在六朝古都南京举行。PRCV2020 由中国自动化学会、中国图象图形学学会、中国人工智能学会和中国计算机学会联合主办; 由南京理工大学、南京信息工程大学以及东南大学等单位共同承办; 江苏省人工智能学会协办。PRCV 是由中国模式识别学术大会 (CCPR) 和中国计算机视觉大会 (CCCV) 合并而来, 定位国内顶级的模式识别和计算机视觉领域学术盛会。本届会议将主要汇聚国内外模式识别和计算机视觉理论与应用研究的广大科研工作者及工业界同行, 共同分享我国模式识别与计算机视觉领域的最新理论和技术成果, 提供精彩的学术盛宴。现向广大科技工作者公开征集高质量、原创性的优秀英文学术论文。大会录用的稿件将在会上展示, 会议论文集将由 Springer 出版社出版, 并被 EI 和 ISTP 检索。优秀的论文将推荐到国内外高质量期刊的特刊。

会议网址: <http://www.prcv.cn/>