

APP 交互视角下的大学生移动搜索行为研究*

吴丹 梁少博 唐源

摘要 在移动搜索日趋普遍和手机应用(APP)数量迅速增长的背景下,研究用户移动搜索行为与APP交互之间的关联,可以掌握用户在移动互联网环境下的搜索习惯,为用户提供更好的移动搜索服务。本文通过对在校大学生15天的手机日志挖掘和调查,分析了大学生的移动搜索会话、查询式与APP交互之间的关系,以及搜索时间、搜索主题与APP类型要素之间的关系。研究发现,大学生在移动搜索会话中,会较多地发生与其他APP的交互,其搜索途径更加丰富,查询式提交过程中的跨应用特征较为明显;大学生使用不同APP以及搜索不同主题信息时,搜索持续时长存在差异;大学生搜索参考类、购物类等信息时会偏向使用垂直类搜索引擎,而使用浏览与搜索类APP和社交类APP时,搜索主题十分广泛;大学生对同一主题类型信息的搜索,搜索时间不同也会影响APP的使用类型。图7。表2。参考文献30。

关键词 移动搜索 大学生 搜索行为 APP交互 APP使用

分类号 G254.9

Research on College Student's Mobile Search Behavior Based on APP Usage

WU Dan, LIANG Shaobo & TANG Yuan

ABSTRACT

As the number and type of APPs are growing rapidly and the mobile search has become more popular, the research focusing on the association between the mobile search behavior and the APP usages can contribute to grasping users' search habits and to providing better search services. So this study mainly focuses on two aspects: 1) the relationship between college student's mobile search session, query and APP interaction; 2) the relationship between the temporal factors, search topic factors and APP interaction.

By mining and surveying the mobile phone logs of 30 college students from different universities and different disciplines in a fifteen-day user study, this paper quantitatively analyzed the relationship between the users' mobile search sessions, queries and APP usages, as well as the relationship between the search topic, search time and the type of APPs. A deep interview after experiment was also conducted to perform a

* 本文系国家自然科学基金面上项目“多设备融合的用户网络搜索行为建模与技术实现研究”(编号:71673204)和武汉大学自主科研项目(人文社会科学)“人机交互与协作创新团队”(编号:Whu2016020)的研究成果之一,得到“中央高校基本科研业务费专项资金”资助。(This article is an outcome of the project“User Seeking Behavior Modeling and Search Technology Development Within Multi-Device Integrated Search Environment”(No. 71673204) supported by National Natural Science Foundation of China, and also an outcome of the Wuhan University's independent research project(Humanities and Social Sciences)“Human-Computer Interaction and Collaboration Team”(Whu2016020) supported by“the Fundamental Research Funds for the Central Universities”)

通信作者:吴丹,Email:woodan@whu.edu.cn,ORCID:0000-0002-2611-7317(Correspondence should be addressed to WU Dan,Email:woodan@whu.edu.cn,ORCID:0000-0002-2611-7317)

qualitative study.

The study found that there were some interactions with other APPs in the mobile search sessions, the college student's search behavior was might accompanied with other interactions with mobile phone, with an obvious phenomenon of cross APPs. These APP interactions were closely related to the mobile searches, such as switching APPs to continue searching, browsing and sharing the search results, etc. Besides, college students were more inclined to search by specialty APPs. They even used more specialty APPs in complex mobile search sessions. While, they didn't tend to use specialty APPs when searched for information about science, news, health and games. Secondly, the type of APPs used in college student's mobile search could lead to the different distribution of search time. College students tended to use a unique APP in search session, especially comparing to the general users. As well, the search topic also affected the time duration of mobile search, especially for health information, which cost more time. In addition, when college students used different types of APPs, their search interest and information needs were usually different. It was also found that the differences of search time could be influenced by the type of APPs when searching for the same topics.

The findings of this study have practical implications for the development of the Internet and APPs. For an instance, different APPs could open their users' interface, allowing users to facilitate mobile search between different APPs. In addition, some large-scale Internet companies, like Baidu, should try to build its APP ecosystem. They could take advantages of their resources to provide users with more efficient search services. As for specialty APPs, they could recommend Internet information in the period of strong demand for searching to improve the user experience, by building the user portrait according to user's search time, search habits.

Of course, there are some limitations of this study. The number of participants is small and the participants are all college students. In the future, we will study the large-scale data sets and analyze the reasons and motivations of cross-APPs in the mobile search. Furthermore, we will build a better user mobile search behavior model. 7 figs. 2 tabs. 30 refs.

KEY WORDS

Mobile search. College students. Seeking behavior. APP interaction. APP usage.

0 引言

自智能手机问世以来,用户的网络活动逐渐向智能手机转移,移动互联网服务深刻地改变了人们的生活方式,以用户信息获取和沟通娱乐需求为导向的个性化网络服务日趋兴盛。移动互联网应用场景日益丰富,搜索作为基础网络服务,已成为移动互联网时代用户网络信息行为的一种常态。据艾媒咨询数据显示,截至2016年第三季度,中国移动搜索用户规模达

到6.28亿,相比上季度增长1.29%^[1],移动搜索与用户日常生活关系日趋紧密,并已成为常态。用户的移动搜索行为研究,也成为计算机科学、信息科学等领域广泛关注的一个课题。目前相关研究已经较为丰富,如Yi等^[2]和Baeza-Yates等^[3]对来自不同国家的Yahoo!移动搜索用户行为的研究,Church等对欧洲某搜索引擎用户的移动搜索行为研究^[4],Kamvar等对谷歌移动搜索用户行为的研究^[5],Hinze等对用户每天的移动搜索需求的研究^[6]。这些研究主要关注移动搜索过程中的查询式、信息需求、搜索主题、

搜索情境等行为特征。

随着移动互联网技术的不断发展,以及智能手机功能的不断丰富,传统的通过浏览器访问网络的方式已不能满足用户在移动互联网环境下的多元化需求,各类手机应用(Mobile Application, 本文简称 APP)为用户提供了更丰富的交互渠道,如 App Store、Google Play 等应用商店中的各类型 APP 下载量不断递增^[7]。在移动互联网环境下,APP 分类众多,针对不同的用户信息与服务需求,诞生了各类综合性、专业性的 APP,给用户的搜索入口和方式带来了更多的选择。在各种 APP 上,用户都会发生搜索活动,垂直类或专业类的 APP 能够更好地满足用户更加精细化的搜索需求,移动搜索活动分布于不同的 APP 上也已成为常态^[1]。因此,相比分析单个搜索引擎的用户行为,对用户使用手机通过不同 APP 交互而产生的移动搜索进行研究十分必要,也更符合当前环境下用户的移动搜索习惯^[8-9]。用户的移动搜索活动也会在不同 APP 间转换,对于一些较为复杂的搜索任务,用户还需要访问多个不同类型的 APP 才能满足其信息需求。如用户搜索视频信息,可能选择影音播放类 APP 搜索具体的播放源,选择浏览与搜索类 APP 详细了解视频信息,通过社交类 APP 搜索其他用户对视频信息的评价。

在用户的移动搜索与不同类型 APP 交互逐渐频繁的背景下,将移动搜索的研究范围扩展到 APP 的视角,对于掌握用户在移动互联网环境下的搜索习惯,为用户提供更好的移动搜索服务十分必要。本文针对用户日常真实场景下的移动搜索与 APP 交互的关系展开研究。

1 相关研究

1.1 用户 APP 交互行为特征研究

现有研究中较多关注了用户的手机交互搜索过程中的一些基本特征,其中用户与 APP 交互的时间特征是研究的重点内容。Falaki 等人发现,用户在一天中与各种 APP 交互时长可持

续 30—500 分钟;每天平均会有 10—200 个 APP 会话,每一个会话可以持续几分钟到 1 个小时;而具体到每一类 APP,与地图类 APP 的交互最耗用户的时间^[10]。Jesdabodi 等人研究发现,用户平均与一个 APP 的交互时长为 64.85 秒^[11]。Böhmer 等人研究了 4 100 名安卓用户的 APP 交互行为,发现用户在一个 APP 上的平均使用时长为 36.37 秒;用户与 APP 交互的时长也随着时间而发生变化,如在早晨时,用户与 APP 交互的平均时长最长^[12]。Ferreira 等人的研究表明,40%的用户与 APP 的平均交互时长都少于 15 秒,同时他们发现,当用户在家或独处等场景下时,用户的 APP 交互更为短暂^[13]。总之,在移动环境下,用户与 APP 的交互时长总体偏短,这和用户日常使用手机的习惯有关。

用户与 APP 的交互表现在数量和类型上各有特征,用户在手机上安装各种 APP 并不意味着用户会同等地使用每一个 APP。Böhmer 等依据 APP 交互活动的不同阶段总结了 APP 生命周期的五个主要因素:安装、更新、卸载、打开、关闭^[12],发现用户注意力集中在他们安装的所有 APP 中的若干个 APP^[10]。Falaki 等人发现 90%的交互会话只使用了 1 个 APP,表明用户与手机的交互倾向于使用 1 个 APP 完成单独的任务,并且大多数任务只需要使用 1 个 APP^[10]。Jesdabodi 等人^[11]研究发现社交类 APP 是用户最主要的 APP 交互类型,这和 Böhmer 等人^[12]的研究结果相同;而具体到一个会话中,用户可能会用到多个不同的 APP,平均与 2.12 个 APP 发生交互^[11]。

另外,用户所处的情境如时间、地点等,影响用户 APP 交互行为和用户使用的 APP 类型。与移动设备的使用一样,用户在一天中的 APP 交互,也呈现出昼夜差异化的特征^[10,14]。即一天中的不同时刻,APP 交互的频率是不同的。在不同的时间段,用户会倾向使用不同类型的 APP。通讯类 APP 使用在一天中呈现均匀分布的特征,在早上频繁使用新闻和天气类 APP^[15],在晚间使用社交类 APP 最频繁^[12]。一般情况

下,用户在白天的APP交互时长要多于夜晚,然而对于一些用户使用率很高的APP,如娱乐类、多媒体类APP在全天中的交互都比较活跃^[14]。地点因素也会影响用户APP交互行为,Verkasalo研究发现用户APP交互行为呈现移动模式,一些APP在用户地理位置移动时使用较为频繁,如音乐和视频播放类APP^[15]。

学者们还探讨了APP在用户生活中发挥的作用,如即时通讯APP能够在课堂等教育场景下,提升学生的积极参与度^[16];同时,对社交类APP交互活动的因素分析能有效优化本地类信息移动搜索的排序算法^[17]。此外,关于APP的用户评价也是研究者关注的一个方面。了解用户对于APP的评价,提升APP的用户友好度,是APP吸引用户的核心^[18]。Fu等也通过对某应用商店内评价较差的APP,总结评价较差APP的若干原因,如功能错误、运行卡顿等^[19]。

1.2 移动搜索与APP使用的关联研究

各类型APP内置搜索功能已成为趋势,移动搜索行为的研究从侧重对用户查询式等行为的研究,逐渐扩展到关注移动搜索与APP交互之间的关联,如移动搜索使用的APP类型,移动搜索活动与APP的交互,以及移动搜索过程中不同APP间的切换交互。

移动搜索行为的研究已开始深入探讨用户全天候APP使用过程中的移动搜索行为,包括用户使用单一类型或垂直类搜索引擎APP的搜索活动。宋环宇认为APP应用内的移动搜索属于垂直搜索的范畴,搜索的是特定类型的内容和服务,用户更加注重本地信息搜索^[20]。Xu等人发现即使用户在搜索相同类型的信息时,也会使用到不同的APP^[14]。在搜索的情境下,用户倾向使用更多的APP,与浏览、社交、购物以及娱乐相关的APP在移动搜索时使用的最多;搜索活动后,用户还会继续发生一系列的APP交互活动^[21]。同样,Wu等人的研究表明,用户在同一个搜索会话中的其他APP交互和移动搜索存在着紧密的联系,如移动搜索引发的购物

等活动^[22]。另外,用户在单一APP内的搜索行为有助于改善APP功能的设计,例如侯志哈等人^[23]研究了购物类APP中用户搜索行为对APP引导功能设计的影响,表明APP搜索功能有利于提升用户体验。

随着研究的深入,用户在移动搜索过程中在不同APP间切换的行为也开始受到研究者关注。用户往往会同时在某些APP之间频繁地切换交互,如新闻类和娱乐类APP、旅游类和导航类APP、天气类和新闻类APP等^[14]。Böhmer等人发现用户在移动搜索后使用即时通讯类APP的概率最高^[12]。Carrascal等通过对用户使用手机过程中“应用链(APP Chain)”的分析,发现在频繁的APP交互中,会引发用户的移动搜索活动^[21],但缺乏对移动搜索和APP切换之间关系的探讨。研究者也开始通过利用情境模型^[24],以及基于马尔科夫链的历史交互记录数据挖掘^[25]等方法对用户使用APP过程中的转换进行预测研究。

综合来看,国内外以往的研究更多关注用户的信息需求、查询式的构造、用户搜索活动的时空分布、移动搜索中APP的类型等方面的行为特征,以及对用户移动搜索过程中出现的其他APP交互现象进行描述性分析。现有研究缺乏对用户使用APP进行移动搜索时各种影响因素,如搜索主题、搜索时间、APP类型等因素的交叉分析。本文将对这些因素展开综合的交叉分析,并探讨用户相关行为特征的深层原因。

2 研究设计

2.1 研究问题

搜索会话是用户在某段时间内,通过搜索引擎提交单个或多个查询式,满足其信息需求的过程^[26]。与传统的桌面端搜索不同,目前的移动搜索主要是通过不同的APP完成。移动搜索会话中包含了用户在一段时间内的手机操作记录,如查询式文本输入记录^[27],APP使用记录^[21],以及其他手机屏幕触控操作记录^[28]等,

这些数据对于分析用户的移动搜索行为十分重要。用户会通过不同的 APP 提交查询式,也会通过一个或多个 APP 进行交互操作,如浏览、通讯等。在移动搜索会话中,将用户的多种 APP 交互活动与移动搜索活动结合研究,能够掌握用户的移动搜索和 APP 使用之间的关系。对用户的搜索主题、搜索时间,以及使用的 APP 类型进行交叉分析,也有助于了解用户在使用不同 APP 时的搜索策略,掌握用户的搜索偏好。

本研究将回答两个研究问题:大学生的移动搜索会话、查询式与 APP 交互行为之间存在着怎样的关联关系?大学生移动搜索的时间因素、主题因素,以及 APP 的类型之间存在着怎样的关联关系?

本文中 3.1 部分对实验用户的基础日志数据进行介绍,3.2 部分主要回应研究问题一,3.3 部分主要回应研究问题二。

2.2 实验用户

本文通过开展一次为期 15 天的用户实验,调查大学生在实验期间的日常手机移动搜索使用行为。为了获取更多的用户行为数据进行分析,本实验通过前期问卷调查在校大学生的日常移动搜索频率、搜索方式、安装 APP 的数量等,从中挑选 30 名日均使用移动搜索次数在 5 次以上的大学生作为实验用户。这些用户的平均年龄为 21.23 岁,受教育程度均为大学本科及以上,其中研究生 9 人。实验用户分别来自中国的 7 所高等院校,专业分布有计算机科学、语言学、经济学、心理学等 15 个专业。本实验中,用户使用的手机均为安卓系统,其中小米手机占比最多(47%),其次是三星手机(20%)和魅族手机(13%)。本实验中 30 名用户分别记为 $P_{i(i=1,2,\dots,30)}$ 。

2.3 数据收集方法

2.3.1 用户手机日志数据

大规模搜索引擎日志,往往是单个移动搜索引擎中的用户移动搜索行为数据,不能完整

地涵盖用户在智能手机上的所有移动搜索行为,因此本研究通过在每一名实验用户的手机上安装 AWARE 软件,记录其真实手机使用日志数据,来分析移动搜索与多个 APP 之间的交互。该软件是一款日志数据收集应用,记录的数据形成 Application 数据集和 Keyboard 数据集两个部分,Application 数据集会反映 APP 的使用情况,Keyboard 数据集中记录了用户的键盘输入内容。考虑到用户隐私,不记录用户的通讯记录、账户密码、银行卡等信息。

2.3.2 用户访谈

由于 AWARE 软件记录的是用户使用手机过程中的客观数据,只能对用户的数据进行定量分析,不利于对数据分析中发现的一些行为特征进行定性探讨。因此,本文在用户实验结束后的一周内,在基本数据处理分析的基础上,针对所有实验用户进行了一次开放式的访谈,针对用户使用不同 APP 时的移动搜索等活动,对搜索情境进行还原与再现,以分析实验过程中用户搜索行为相关特征的形成因素。

用户日志数据的定量分析和用户访谈两种方式的结合,便于分析实验过程中用户搜索行为相关特征的形成因素,为研究用户移动搜索和 APP 使用的关联关系提供定性的依据。

2.4 数据分析方法

Application 数据集中包含的数据字段有:①ID:数据记录编号;②timestamp:记录的时间戳;③package_name:移动应用程序名称;④double_end_timestamp:该条记录结束的时间戳;⑤is_system_app:区分系统应用和非系统应用。Keyboard 数据集中包含的数据字段有:①ID:数据记录编号;②timestamp:记录的时间戳;③package_name:移动应用程序名称;④current_text:键盘输入的文本记录。本文通过 SQLServer 数据库导出数据,先对数据进行预处理,然后通过时间戳实现 Application 数据集和 Keyboard 数据集的关联。

对用户搜索会话研究的前提是划分搜索会

话,大多数研究通过 IP 地址、时间来划分搜索会话。前人研究发现会话平均持续时间一般在 12 分钟左右^[29]。结合本实验的用户访谈,80% 的用户都表示使用手机进行搜索时往往会较快完成搜索任务,同时为了避免将不同的搜索任务划分到一个搜索会话中,本文采用 15 分钟的时间间隔来划分搜索会话,并表示为 $S_{i(i=1,2,\dots)}$,搜索会话中用户提交的查询式记为 $Q_{i(i=1,2,\dots)}$,搜索会话中包含的查询式数量为搜索会话长度。

同时,本文通过“点互信息”(Pointwise Mutual Information)的概念^[30],来探讨用户移动搜索的搜索时间、搜索主题和用户使用的 APP 种类之间的交叉相关关系。这是一种在信息论和统计学中常用的方法,可用来衡量两个或多个因素的相关性。其公式为: $PMI(x;y) = \log \frac{p(x,y)}{p(x)p(y)} = \log \frac{p(x|y)}{p(x)}$ 。当 PMI 值为正时,表明两个因素之间的相关性较强,且越大表示越强,反之则相反。

此外,本文在客观数据分析的基础上,通过对用户访谈中的用户表述进行内容分析,总结

用户移动搜索行为特征的影响因素、原因等,实现定量分析和定性分析的结合。

3 结果分析

3.1 用户 APP 交互数据

实验共获得了 30 名大学生实验用户的 1 023 709 条数据记录,每个用户日均产生 2 274 条 APP 使用记录。在 Application 数据集中,用户总共使用了 1 030 个不同的 APP,平均每个实验用户使用了 34.3 个不同的 APP(包含系统应用),相比 Carrascal 和 Church 的研究结论^[21](每个用户平均使用 53.6 个不同的 APP),这一数量有所减少。

本文借鉴前人研究^[21]对 APP 的分类方法,并结合安卓市场应用商店的分类体系,将 1 030 个不同的 APP 分为 24 个类型,表 1 中列举了用户启动次数最多的前十类 APP 及其占比,及其类下不同 APP 的数量,和每类使用最多的 APP 实例。

表 1 用户 APP 交互基础数据统计

APP 类型	启动次数	启动占比(%)	APP 个数	APP 举例
手机管理	193 174	18.87	139	百度云、360 手机助手
实用工具	133 492	13.04	133	百度输入法、360 日历
聊天	117 317	11.46	11	微信、手机 QQ
系统和设置	96 843	9.46	201	设置、更新
通讯	76 881	7.51	37	短信、电话
个性化	55 076	5.38	28	单词锁屏、旅行墙纸
社交	45 760	4.47	31	微博、知乎
影音播放	43 201	4.22	56	酷狗音乐、爱奇艺
办公与效率	34 908	3.41	34	有道云笔记、有道词典
购物	31 530	3.08	33	淘宝、美团

此外,本文借鉴 Böhmer 等人提出的“应用链(APP Chain)”的概念^[12],确定了采用 30 秒的划分标准,即用户手机在非待机状态下,当手机 30 秒内没有数据记录显示,后续发生的 APP 交互行为将归为下一个“应用链”。由于手机开

机状态下,系统后台一直保持运行,故本研究在进行“应用链”划分时剔除了此类数据。本文共划分出 120 102 个 APP 使用链,有 52.24% 的 APP 使用链中用户只使用了一个 APP,其次是使用 2 个不同的 APP(22.49%),见图 1(a)。

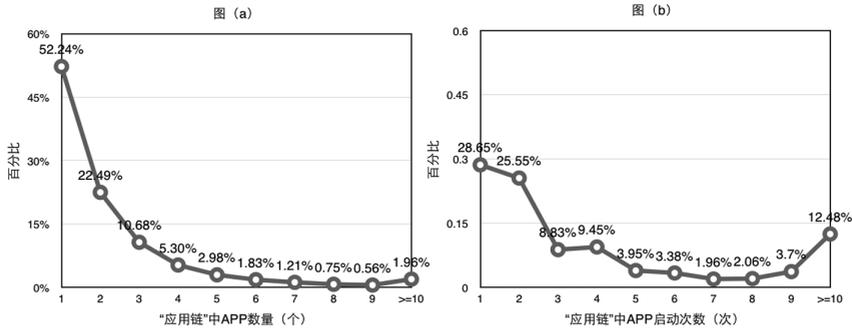


图 1 用户“应用链”统计情况

如图 1(a)所示,“应用链”中 APP 数量较少的占比最高,说明用户在使用手机时,更偏向于长时间使用一个 APP,但这一数据低于 Falaki 等人的研究结论^[10]。图 1(b)则反映了在一个“应用链”中,APP 启动次数的频率分布,用户在一个“应用链”中启动 APP 3 次以上的占比达 63.03%,其中启动 APP 10 次及以上的占比也高达 12.5%。结合实验后的用户访谈,有 28 名用户表示,会经常与不同 APP 发生交互,如用户 P_7 表示“当使用完一个 APP 时,往往还会打开其他在后台运行的 APP 浏览一下”。这反映出用户在使用手机时,会频繁地与 APP 发生交互活动。

3.2 移动搜索会话、查询式与 APP 交互

3.2.1 移动搜索会话与 APP 交互的关系

在本研究中,依据前文所述划分标准,共将

2 875 条查询式划分为 1 781 个搜索会话。这些搜索会话包括查询式文本输入记录,以及未输入文本记录时的 APP 使用记录。图 2 反映了用户 P_1 在一个搜索会话 (S_{44}) 中的全部活动,该用户在搜索会话开始时通过搜狐视频 APP 输入了查询式“晓松奇谈” (Q_{60}),并继续使用该 APP;然后使用了微信,随后便打开百度手机浏览器,继续提交查询式“晓松奇谈” (Q_{61}),并使用百度手机浏览器进行交互。该用户打开小米应用商店 APP,并输入查询式“优酷” (Q_{62}),随后再次打开微信。接着,用户打开优酷 APP,并输入查询式“晓松奇谈” (Q_{63})后,持续使用该 APP 达 2.5 分钟。然后,用户再次打开爱奇艺 APP,输入查询式“晓松奇谈” (Q_{64})后继续使用 APP。

图 2 反映该次搜索会话记录中,共有 7 条 APP 应用数据。该用户共使用了 6 个不同的

图 2 用户 P_1 搜索会话内 APP 交互实例

APP,根据前文对 APP 类型的分类,使用的 6 个 APP 属于 4 个不同类型。受智能手机功能多样性的影响,尤其是即时通讯 APP 的普及,用户在移动搜索过程中会同时进行多种交互活动。

本次实验用户产生的 1 781 个搜索会话中,共有 21 372 条 APP 使用记录,用户共使用了 119 个不同的 APP。而用户的每个搜索会话中平均使用了 3.4 个不同的 APP,包含 12 条 APP 记录,而且平均每个搜索会话中包含 1.61 条查询式,这一结果高于前人的研究结论^[4]。

同时,在全部搜索会话中,用户共使用了 20 个类型的 APP,接近本实验用户使用的 APP 类型总数。总体上,有 97.53% 的搜索会话中存在着除查询式提交外的多条 APP 记录,其中仅有 17.52% 的搜索会话只发生在一个 APP 上,其他的搜索会话中均存在着多种 APP 交互的记录。用户在一个搜索会话中,使用 2 种 APP 类型的占比最高,为 52%;其中最多的是一个搜索会话用户使用了 5 种不同类型的 APP。

以上数据表明,用户的移动搜索往往伴随

着其他活动,也更容易受到其他 APP 交互活动的影响。因此,将传统的查询式提交、搜索主题、搜索时间与 APP 的使用进行结合,全面分析用户发生在不同 APP 上的搜索行为十分必要。

3.2.2 查询式与 APP 交互的关系

对用户提交查询式时所使用的 APP 统计发现,用户共使用了 13 个类型的 APP,表 2 列举了使用最多的 5 个类型的 APP。笔者发现,浏览与搜索类 APP 的个数最少,但 46.12% 的查询式均通过该类 APP 提交,而 8.38% 的查询式通过 18 个不同的影音播放类 APP 提交。实验结束后,笔者针对这一现象进行了用户访谈,用户 P₂ 解释了其使用过 7 个不同的影音播放类 APP 进行搜索的原因:“因为经常搞不清楚想看的节目、综艺的版权是哪个平台的,所以经常会下载很多 APP 去看不同的视频”;另外,有 14 名用户表示,“一般都会用手机默认的浏览器去搜索信息”,因此,浏览与搜索类 APP 的个数最少。

表 2 用户提交查询式时的 APP 数据统计

APP 类型	提交查询式数量	APP 个数	占比 (%)
浏览与搜索	1 326	7	46.12
办公与效率	490	12	17.04
购物	264	9	9.18
影音播放	241	18	8.38
手机管理	173	16	6.02

此外,用户还通过社交类(4.52%)、旅游及本地类(4.35%)、生活服务类(2.54%)、金融理财类(0.9%)、天气类(0.45%)、阅读类(0.38%)、游戏类(0.07%)、实用工具类(0.03%)APP 进行移动搜索。由此看出,相比桌面搜索主要采用浏览器的方式,用户在移动搜索时的入口选择更加丰富。

3.3 时间因素、主题因素与 APP 类型的关系

3.3.1 搜索时长与 APP 类型的关系

本文对实验中包含 1 个以上查询式的搜索会话进行分析,对用户使用不同类型 APP 提交查询式后在该类 APP 上的停留时长进行了统计,结果见图 3。从图 3 可看出,用户在较为复杂的搜索会话中,在使用不同的 APP 进行移动搜索时,平均停留时长的差异较为明显。如使用浏览和搜索类 APP 时,用户的平均停留时长最长,而使用天气类 APP 时,用户的平均停留时长最短。

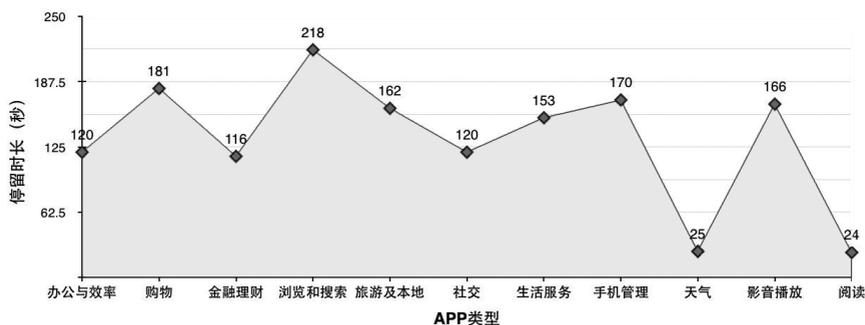


图3 用户在不同APP上的平均停留时长

由于本实验未能记录用户在输入查询式后的网址点击记录,因此只能通过判断用户在某类APP上提交查询式后的停留时长来判断用户是否对该搜索结果满意。停留时间较长,同时未继续提交查询式,能够侧面反映出用户对移动搜索结果的满意度较高。

同时,在包含多个查询式的搜索会话中,用户会通过多次APP交互来提交查询式。本文还统计了复杂搜索会话中用户多次提交查询式所用APP上的停留时长,统计结果见图4。笔者前期研究发现,89.22%的查询式输入耗费时间均小于10秒^[9],结合本文图4中用户在搜索会话中使用第一个APP时的停留时长,可知用户提交完查询式后,并不会立刻结束搜索活动,还会继续使用APP。同时,在搜索会话开始阶段,用户与APP的交互时间较长,用户在搜索会话中第一个APP上的交互时间最长(平均204秒);而随着移动搜索的进行,用户与APP的交

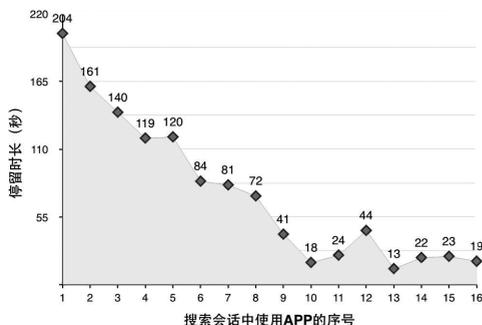


图4 用户在搜索会话中的APP平均停留时长

互时长逐渐减少。结合实验后访谈,90%的用户都表示“使用手机搜索的内容大多都是比较容易搜索的,基本上通过一两次搜索就能找到答案”,而用户 P_{14} 则表示“越往后,一般都搜不出来什么太有用的了,所以不太仔细浏览页面,会考虑使用电脑搜索,可能手机不太适合”。

3.3.2 搜索主题与搜索时长的关系

对用户的查询式进行主题分类,可以反映用户的信息需求及兴趣。本文采用DMOZ开放式分类目录的分类体系对查询式进行主题分类,将用户的搜索主题分为14个类型。图5反映了在包含多个查询式的搜索会话中,在搜索不同类型主题的信息时,用户的平均搜索时长。

当用户搜索健康类信息时,耗费的平均时长最多,为643秒。但此类型主题的查询式在全部查询式中的比例并不高。因此在实验后,笔者对搜索了该类型主题信息的用户进行了访谈,用户 P_2 在访谈中谈到“因为身体不舒服,所以搜索了一些病症,但不是很清楚,所以看了很多网友的回答”,用户 P_{21} 则表示“搜索了一些药物,查到后仔细查看了使用的病症以及注意事项,因为事关身体健康,所以花费时间长一些”。而对于体育类、地区类、儿童与青少年类、新闻类等主题信息的搜索耗时较少。

因此,用户搜索不同类型的信息时,由于信息需求、搜索动机以及搜索任务的紧迫程度不同,所耗费的平均时长也存在较大的差异。

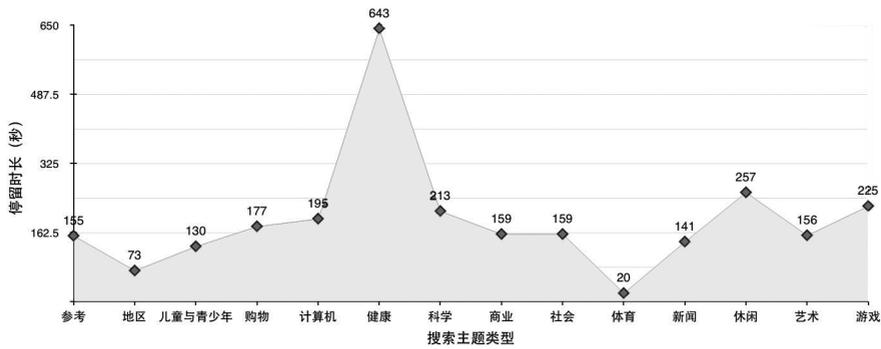


图5 搜索不同主题时的移动搜索平均时长

3.3.3 搜索主题与 APP 类型的关系

本文选取用户提交查询式时使用最多的前6类APP为研究对象,通过计算 PMI(搜索主题,APP类型)的值,分析用户使用这些APP和

搜索主题之间的相关关系,如图6所示。当用户搜索不同主题的信息时,PMI值的分布差异较大,反映出用户搜索特定的主题信息与某些类型的APP之间的相关关系。

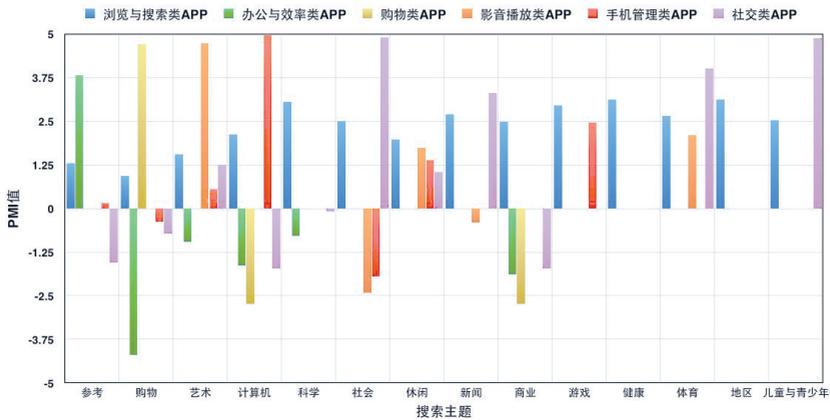


图6 搜索主题与 APP 类型的相关性分析

在垂直类APP日趋普遍的背景下,用户搜索信息的主题类型往往和其使用的APP类型相一致。本研究中,使用垂直类APP的比例达53.88%,其中最明显的是当用户使用办公与效率类APP时,只和参考类信息的搜索存在正相关关系,与其他类型信息的搜索均是负相关的关系。当用户搜索计算机类信息时,如搜索一个手机应用,则会更多地使用手机管理类APP,其PMI值最高,为4.962;当用户搜索艺术类信

息时,则与影音播放类APP之间的相关关系最强,PMI值为4.744;当用户使用购物类APP时,与购物主题的搜索存在明显的正相关关系,PMI值为4.717。这些数据反映出用户在搜索参考类、购物类、艺术类、计算机类信息时,更倾向于使用专业化的垂直类APP。

另一方面,用户在搜索某些类型主题信息时,并没有倾向于同一类型的APP,这一比例达到了17.57%。其中最明显的是,用户使用浏览

与搜索类 APP 和社交类 APP 时,与不同的搜索主题之间没有出现明显的差异化分布。如用户使用浏览与搜索类 APP 时,与不同类型的搜索主题间的 PMI 值均为正值,且分布较为均匀,特别是对于科学类、新闻类、健康类、游戏类、地区类、体育类等主题信息,和浏览与搜索类 APP 的相关性较强,PMI 值均大于 2.5,说明用户在搜索各类主题信息时都会使用到浏览与搜索类 APP。其次,用户使用社交类 APP 时,也与较多主题类型的查询存在相关关系,当用户在查询社会类、新闻类、体育类、儿童与青少年类信息时会优先选择社交类 APP,如用户 P_{17} 在访谈中提到“当出现突发新闻时,一般喜欢在微博上搜,因为更新比较快,而且还有视频、图片等资源”。正是由于微博、知乎等社交类 APP 均具有应用内搜索功能,且由于用户群广大,信息更新速率快,因此在某些领域相比传统的搜索引擎具有一定的优势。

APP 的多元化为用户提供了更加丰富的移动搜索入口。然而,某些搜索主题和用户使用的 APP 类型间存在着较弱的相关性。如用户对计算机类信息的搜索与购物类 APP 之间的相关性较弱,PMI 值为-2.73。当用户搜索商业类信息时,与购物类 APP 的相关性很弱 (PMI = -2.735),而与浏览与搜索类 APP 的相关性较强 (PMI=2.581)。结合用户提交的查询式进行分析,当用户搜索商业类信息时,使用浏览与搜索类 APP 的比例达到了 64.37%,而使用金融理财类 APP 的比例仅为 28.89%。另外,本实验中用户对于新闻类主题信息的搜索,均没有使用新闻杂志类 APP,反而使用社交类 APP 较多,这反映出新闻阅读类 APP 在应用内搜索功能的欠缺。

总体来看,在移动环境下,用户会更偏向使用垂直类 APP 进行搜索,而非浏览器或一般搜索引擎。垂直类 APP 的推出以及应用内搜索功能的完善,使得用户可选择的搜索途径更加多元化,也更倾向于使用垂直类搜索 APP 获得准确、快速的搜索结果,提升搜索体验效果。

3.3.4 搜索主题、搜索时间与 APP 类型的交叉分析

如前文所述,用户的搜索主题和使用的垂直类 APP 之间的关系并不完全是正相关的关系。掌握用户使用某类 APP 进行移动搜索的使用时间,可以帮助网络信息服务商了解用户的搜索偏好,在用户需求较高的时间段优化网络,提升资源利用效率。因此,本节中笔者将时间变量也纳入到 PMI 值的计算过程中,探讨用户在不同时间维度下,搜索主题和 APP 类型之间的相关性。

由于用户使用不同类型的 APP 所提交的查询式主题分布范围存在差异,本文选取了查询式主题分布较为广泛的 4 个类型的 APP,并选取用户使用该类型 APP 搜索时提交查询式数量排名前三的搜索主题,进行交叉分析,结果如图 7 所示。为了显示效果更好,图中将同一类型的搜索主题选取同一颜色的线条表示。

通过图 7 中四个子图可以发现,用户使用办公与效率类 APP 搜索与科学相关的信息时,主要集中在凌晨 3 时、上午 9 时、下午 6 时,在这三个时间点,三者的相关性较强;而使用浏览与搜索类 APP 时,对与科学相关的信息搜索,仅在下午两个时间段的 PMI 值为正值,其相关关系较弱。

当用户使用社交类 APP 搜索社会类信息时,在上午 6—7 时出现一个峰值,其余大部分时间段,PMI 值也呈现反映较强相关性的正值;而同一时间,用户使用浏览与搜索类 APP 对社会类信息搜索的情况正好相反,其 PMI 值为负,相关关系很弱。这反映出用户对于某些类型主题信息进行搜索时,存在着一定的选择性偏好。

对于艺术类信息的搜索,当用户使用办公与效率类 APP 和手机管理类 APP 时,时间分布存在差异,反映出在对同一类型信息的搜索中,用户使用的 APP 不同,呈现的时间分布特征也不同。

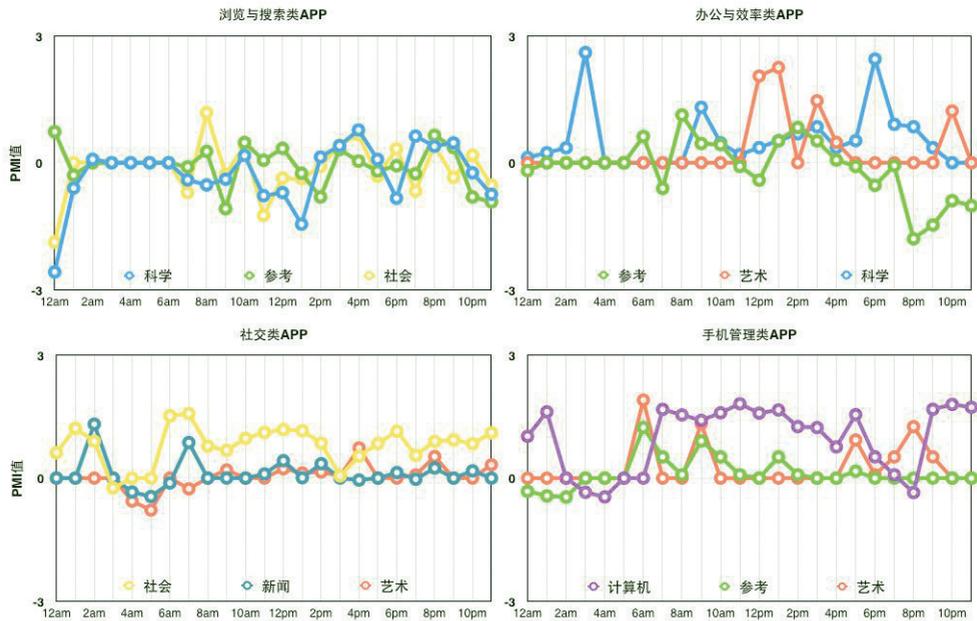


图7 搜索主题、搜索时间与APP类型的关联分析

图7反映了用户在移动环境中,使用不同类型的APP搜索同一类型信息时的时间分布,这为掌握用户使用不同类型APP进行搜索的偏好提供了数据支撑。

4 讨论

4.1 发现一:移动搜索呈现跨APP交互特征

在本研究中,用户在移动搜索会话中使用的APP种类(与移动搜索有关的手机日志数据)已接近本实验中用户使用APP种类的总数(所有的手机日志数据),这反映出在移动环境中,用户的移动搜索往往伴随着其他APP交互活动,也更易受到其他APP交互的影响,呈现出跨多种APP交互的特征。实验发现,大学生用户的移动搜索会话中,往往会提交多个查询式,并且高于一般用户^[4],经常伴随着多个APP的反复交互,这些APP的反复交互和搜索活动密切相关,如切换APP进行搜索、浏览与分享搜索结果等。

同时,移动搜索跨APP交互的特征也导致

用户的移动搜索行为更加复杂。各类APP的迅速发展,以及应用内搜索功能的完善,使得用户在移动搜索时会使用更多的APP,如社交类APP、影音播放类APP、阅读类APP等,而单一网站的用户数据未能包含用户的完整移动搜索、APP交互数据,这也给传统的依赖单一搜索引擎的用户日志数据研究带来了挑战。以往的移动搜索研究大多围绕查询式展开,如查询式提交的时间、地点,查询式主题分布,较少关注到整个搜索会话中其他APP的使用活动。因此,对移动搜索会话的研究不应再局限于单独对查询式输入的分析,而需进一步探讨其他APP活动对移动搜索的影响。

4.2 发现二:大学生更倾向使用垂直类APP移动搜索

对本实验中大学生移动搜索时使用的APP类型和搜索主题分析发现,相比于普通用户更多地在PC端使用浏览器进行搜索,大学生用户会在日常生活中使用多种APP来进行移动搜索,并且更加偏向于使用垂直类APP搜索(如使

用淘宝等 APP 搜索购物类信息,使用优酷等 APP 搜索视频类信息);而在同一搜索会话中,大学生也会使用多个不同的垂直类 APP。如在搜索购物类信息时,垂直类 APP 搜索能够为用户提供更好的搜索体验。

本研究还发现,当大学生在搜索科学类、新闻类、健康类、游戏类等信息时,和相应的垂直类 APP 之间(如新闻类 APP、医疗健康类 APP)的相关性较弱。这说明,这些类型的垂直类 APP 还应为用户提供更好的搜索功能,以吸引用户量。这些特征的发现对互联网 APP 开发具有实践指导意义,如 APP 之间应该开放接口,使用户能够方便地在不同 APP 之间进行移动搜索。另外,一些互联网大型企业如百度等,应尝试搭建其 APP 生态圈,发挥其资源整合优势,打通旗下各类 APP 间的接口,整合为统一的搜索入口,为用户提供更加高效的搜索服务。

4.3 发现三:时间因素和 APP 类型互相影响

首先,大学生在移动搜索中使用的 APP 类型会导致搜索时长分布的差异,在复杂搜索会话中,使用不同 APP 时移动搜索的停留时长分布存在较大差异,在浏览和搜索类 APP 上耗费的平均时长最长,这一结果与前人研究类似^[12]。总体来看,相比一般用户^[10],大学生用户在移动搜索中更倾向于长时间使用一种 APP。其次,搜索主题会影响搜索时长的分布。当大学生搜索不同类型主题信息时,其移动搜索耗费的时长存在差异。特别是大学生对于健康类信息的搜索,会耗费用户较多的时间。

4.4 发现四:APP 类型影响搜索主题及时间分布

本文在对查询式主题分布较为广泛的 4 个类型的 APP 及若干个搜索主题分析后发现,当

大学生使用不同类型的 APP 时,其搜索兴趣与信息需求也存在差异化分布。用户对于同一类型主题的网络信息进行搜索,当其使用的 APP 类型不同时,其搜索活动的时间分布也往往不同。这一特征可应用于垂直类搜索引擎的开发,可以根据用户搜索时间的不同,构建用户的个性化搜索习惯,主动为用户在其搜索需求较为旺盛的时间段提供推荐信息,提升用户体验。

5 结论

本文通过用户实验来收集大学生在真实生活场景下手机使用情况的客观数据,对实验中用户提交查询式所使用的 APP 类型进行了统计,并从搜索会话的角度进行分析,探索用户搜索会话中的复杂行为。同时,通过实验后用户访谈调查了用户行为特征的形成原因。通过计算影响因素的相关性,对用户移动环境下的搜索主题、搜索时间与使用的 APP 类型之间的交叉影响进行了分析,发现用户搜索购物类等信息时更偏向垂直搜索引擎,而对健康类、科学类等信息的搜索并不局限于使用一种 APP。用户对同一主题类型信息进行搜索时,搜索时间的不同也会影响使用 APP 的类型。

针对研究中的用户移动搜索行为特征,垂直类搜索引擎应提供更好的搜索服务,互联网企业应尝试整合 APP 生态圈,整合搜索入口,并结合用户的搜索习惯主动提供信息推荐服务。

本研究的局限在于,用户量较小,且研究对象主要为在校大学生,产生的研究结论不能涵盖所有的用户群体,在普遍性上有所欠缺。未来还需针对大规模数据集展开相关研究,并对用户在移动搜索中出现 APP 反复切换的行为特征展开原因分析,探讨其深层次动机,构建更为丰富的用户移动搜索行为模型。

参考文献

- [1] 艾媒咨询. 2016Q3中国移动搜索市场报告[EB/OL]. [2016-11-06]. <http://www.iimedia.cn/45787.html>.

- (iiMedia Research Group. 2016Q3 China mobile search market research report [EB/OL]. [2016-11-16]. <http://www.iimedia.cn/45787.html>.)
- [2] Yi J, Maghoul F, Pedersen J. Deciphering mobile search patterns; a study of Yahoo! mobile search queries [C]// Proceedings of the 17th International Conference on World Wide Web. ACM, 2008; 257-266.
- [3] Baeza-Yates R, Dupret G, Velasco J. A study of mobile search queries in Japan [C]// Proceedings of the International World Wide Web Conference. 2007.
- [4] Church K, Smyth B, Bradley K, et al. A large scale study of European mobile search behaviour [C]// Proceedings of the International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services. ACM, 2008; 13-22.
- [5] Kamvar M, Baluja S. A large scale study of wireless search behavior; Google mobile search [C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2006; 701-709.
- [6] Hinze A M, Chang C, Nichols D M. Contextual queries express mobile information needs [C]// Proceedings of the 12th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services. ACM, 2010; 327-336.
- [7] App Annie. App Annie 2015 retrospective [EB/OL]. [2016-10-06]. <http://go.appannie.com/report-app-annie-retrospective-2015-methodology>.
- [8] Sohn T, Li K A, Griswold W G, et al. A diary study of mobile information needs [C]// Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2008; 433-442.
- [9] 吴丹, 梁少博, 冉爱华. 大学生用户移动搜索策略研究 [J]. 中国图书馆学报, 2016, 42(3): 55-73. (Wu Dan, Liang Shaobo, Ran Aihua. Mobile search strategies of college students [J]. Journal of Library Science in China, 2016, 42(3): 55-73.)
- [10] Falaki H, Mahajan R, Kandula S, et al. Diversity in smartphone usage [C]// Proceedings of the International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. ACM, 2010; 179-194.
- [11] Jesdabodi C, Maalej W. Understanding usage states on mobile devices [C]// Proceedings of the International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. ACM, 2015; 1221-1225.
- [12] Böhmer M, Hecht B, Schöning J, et al. Falling asleep with Angry Birds, Facebook and Kindle: a large scale study on mobile application usage [C]// Proceedings of the International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services. ACM, 2011; 47-56.
- [13] Ferreira D, Goncalves J, Kostakos V, et al. Contextual experience sampling of mobile application micro-usage [C]// Proceedings of the International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services. ACM, 2014; 91-100.
- [14] Xu Q, Erman J, Gerber A, et al. Identifying diverse usage behaviors of smartphone apps [C]// Proceedings of SIGCOMM Conference on Internet Measurement Conference. ACM, 2011; 329-344.
- [15] Verkasalo H. Contextual patterns in mobile service usage [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2009, 13(5): 331-342.
- [16] Gan C L, Balakrishnan V. Enhancing classroom interaction via IMMAP-an interactive mobile messaging App [J]. Telematics & Informatics, 2016, 34(1): 230-243.
- [17] Kahveci B, Altungövde İ S, Ulusoy Ö. Integrating social features into mobile local search [J]. Journal of Systems & Software, 2016, 122(12): 155-164.

- [18] Khalid H, Shihab E, Nagappan M, et al. What do mobile App users complain about?[J]. IEEE Software, 2015, 32(3):70-77.
- [19] Fu B, Lin J, Li L, et al. Why people hate your app:making sense of user feedback in a mobile app store[C]//Proceedings of the 19th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. ACM, 2013:1276-1284.
- [20] 宋环宇. 移动 APP 内移动搜索的营销价值探索——以大众点评网为例[D]. 广东:暨南大学, 2015. (Song Huanyu. Exploring the marketing value of mobile search;a case study on Dianping[D]. Guangdong:Jinan University, 2015.)
- [21] Carrascal J P, Church K. An in-situ study of mobile app & mobile search interactions[C]// Proceedings of the Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2015:2739-2748.
- [22] Wu D, Liang S. Research on the follow-up actions of college students' mobile search[C]// Proceedings of the ACM/IEEE-CS Conference on Joint Conference on Digital Libraries. ACM, 2016:59-62.
- [23] 侯志晗, 王晨升, 马玉, 等. 基于用户搜索行为的 APP 引导功能设计研究[EB/OL]. [2016-01-14]. <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/201601-282>. (Hou Zhihan, Wang Chensheng, Ma Yu, et al. A study of design research of APP guidance based on user search behavior[EB/OL]. [2016-01-14]. <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/201601-282>.)
- [24] Shin C, Hong J H, Dey A K. Understanding and prediction of mobile application usage for smart phones[C]// ACM Conference on Ubiquitous Computing. ACM, 2012:173-182.
- [25] Gouin-Vallerand C, Mezghani N. An analysis of the transitions between mobile application usages based on Markov chains[C]// ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication. ACM, 2014.
- [26] 吴丹, 梁少博. 多设备环境下网络信息搜索行为研究综述[J]. 中国图书馆学报, 2015(6):109-127. (Wu Dan, Liang Shaobo. A review of information search behavior under a multi-device environment[J]. Journal of Library Science in China, 2015(6):109-127.)
- [27] Daoud M, Lechani L T, Boughanem M. Towards a graph-based user profile modeling for a session-based personalized search[J]. Knowledge and Information Systems, 2009, 21(3):365-398.
- [28] Han S, Yue Z, He D. Understanding and supporting cross-device web search for exploratory tasks with mobile touch interactions[J]. Acm Transactions on Information Systems, 2015, 33(4):1-34.
- [29] He D, Göker A, Harper D J. Combining evidence for automatic Web session identification[J]. Information Processing & Management, 2002, 38(5):727-742.
- [30] 朱亚东, 张成, 俞晓明, 等. 基于逐点互信息的查询结构分析[J]. 中文信息学报, 2012, 26(5):33-39. (Zhu Yadong, Zhang Cheng, Yu Xiaoming, et al. Query structure analysis based on PMI[J]. Journal of Information Processing, 2012, 26(5):33-39.)

吴丹 武汉大学信息管理学院教授。湖北 武汉 430072。

梁少博 武汉大学信息管理学院硕士研究生。湖北 武汉 430072。

唐源 武汉大学信息管理学院硕士研究生。湖北 武汉 430072。

(收稿日期:2016-12-28,修回日期:2017-02-18)