

图片分析在电子商务中的应用现状与未来趋势

——基于图片视觉和内容特征的研究综述

刘荣 张宁

青岛大学商学院 山东 青岛 266000

(idonia17854278920@126.com)

摘要 计算机深度学习和大数据挖掘技术的发展,使得有效提取海量图片视觉和内容特征成为可能。图片分析已被广泛应用于电子商务研究中。通过对图片分析的相关文献进行梳理,从图片特征提取的方法和应用两个方面展开综述,提出了一个基于图片视觉和内容特征研究与应用的分析框架,系统地阐述了图片分析在电子商务领域的应用现状。通过分析发现,现有相关研究主要关注图片的视觉或内容特征对个体偏好和消费行为的影响作用,它们结合的作用效果仍有待深入探索;并且多数研究集中于社交网站用户发布图片的一般分析,缺少对消费行为的进一步研究。最后总结了图片分析在电子商务领域中未来需要关注的研究和未来方向,为未来的研究提供一定的参考。

关键词: 图片分析;电子商务;深度学习;视觉特征;视觉内容分析

中图分类号 TP399

Application Status and Future Trends of Photo Analysis in E-commerce: A Survey of Research Based on Photo Visual and Content Features

LIU Rong and ZHANG Ning

School of Business, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266000, China

Abstract The development of computer deep learning and big data mining technology makes it possible to effectively extract the visual and content features of massive photos. Photo analysis has been widely used in e-commerce research. Through combing the related literatures of photo analysis, this paper reviews the methods and applications of photo feature extraction, puts forward an analysis framework based on the research and application of photo visual and content features, and systematically expounds the application status of photo analysis in the field of e-commerce. Through analysis, it is found that the existing related research mainly focuses on the influence of the visual or content features of photos on individual preference and consumption behavior. The effect of their combination remains to be further explored. And most of the research focuses on the general analysis of the photos posted by users on social networking sites, and lacks of further research on consumption behavior. Finally, it summarizes the future research and development direction of photo analysis in the field of e-commerce, which provides a certain reference for future research.

Keywords Photo analysis, E-commerce, Deep learning, Visual features, Visual content analysis

1 引言

随着智能手机和其他手持设备在日常生活中的逐步广泛应用,以及各种社交媒体平台(Flickr, Instagram, Facebook 和 Twitter 等)的普及,在线图片分享已经成为消费者社交生活的重要组成部分^[1]。图片正成为越来越普遍的在线对话形式。然而,之前的研究焦点一直在文本上,主要关注用户生成的在线内容(如产品评论和在线评级)与消费行为之间的关系^[2]。消费者在社交网站上发布的大量图片为获取用户感知与偏好提供了新思路。

在电子商务中,在线图片通常被用作吸引消费者注意以增强他们对产品理解的感知的视觉线索,会直接影响他们的

购买决策^[3]。产品图片的设计决定了消费者对产品选择的倾向程度。为了确定网上购物环境中图片展示对消费者行为的影响因素,以前的许多研究依赖于人工设计图片特征,发现了产品图片的视觉特征(颜色、构成和复杂性等)与消费者购买决策之间的关系^[4-7]。然而,这种方法可能无法充分覆盖电子商务中重要的视觉内容线索,并且研究人员很难将这种方法推广到需处理大量图片的实践中。深度学习方法在各种计算机视觉任务中取得的巨大成功,例如图像分类、对象检测和人脸识别等^[8-10],使得有效读取海量图片数据和视觉内容识别成为可能,有助于更好地理解消费者的偏好和行为。

鉴于图片特征在电子商务应用中的重要性,以及深度学习技术在图片分析中的广泛应用,本文从图片特征提取的方

基金项目:山东省社科规划项目(18CHLJ22);国家民族研究项目(2018-GMB-022)

This work was supported by the Social Science Planning Project of Shandong Province, China(18CHLJ22) and Ethnic Research Projects of State Ethnic Affairs Commission in China(2018-GMB-022).

通信作者:张宁(Zhang_ning1980@126.com)

法和应用两个方面探讨图片分析在电子商务领域中的应用现状,并提出了一个基于图片视觉和内容特征研究与应用的分析框架。通过系统的分析和阐述,发现了其中存在的问题,并指出未来的发展方向或趋势。

2 图片视觉特征在电子商务中的研究

2.1 基于美学的图片视觉特征提取

美学图片分析在计算机视觉领域受到越来越多的关注。由于审美具有高度的主观性,其潜在的认知机制尚未完全理解,因此预测图片的美学质量是一个具有挑战性的问题。图片美学评价方法首先提取视觉特征,然后利用各种机器学习算法预测图片美学质量。许多研究试图找出与图片美学质量有关的图片属性,并用计算机可处理的数学模型进行描述,以提取特征。表1列举了不同视觉特征提取方法的研究。早期的方法是根据人们的审美感知和摄影规则人工设计美学特征,如三分法、视觉平衡、简洁性等^[11-14]。专业摄影师在拍摄不同类型的图片时,会采用不同的摄影技术和审美标准。考虑到图片内容的多样性,Luo等^[15]将图片内容进行分类,并针对不同的类别设计视觉特征。然而,人工设计美学特征不仅困难,而且不足以解释图片美学完整、复杂的本质,因此可能导致不准确的评价。为了克服人工设计特征的局限性,一些研究使用更通用的图像特征,如Fisher Vector(FV)^[16]和Bag of Visual Words(BoVW)^[17]预测图片美学,并成功提高了图片质量评估的性能。

表1 不同视觉特征提取方法的研究

Table 1 Research on different visual feature extraction methods

文献	视觉特征	方法
文献[12]	颜色、纹理、形状、景深、三分法等	人工设计
文献[14]	背景失焦、颜色对比度、亮度对比度等	人工设计
文献[15]	清晰度、色彩丰富度、构成	人工设计
文献[16]	Fisher Vector(FV)	通用图像特征
文献[17]	Bag of Visual Words(BoVW)	通用图像特征
文献[24]	互补色、运动模糊、三分法、浅景深和消失点	DCNN
文献[25]	颜色、浅景深、动态模糊、三分法等	CNN

深度学习在各种计算机视觉任务中表现出巨大的成功,已被用于图片质量/美学评估^[18-21]。特别是使用已经在大规模图像数据库训练的深度卷积神经网络(DCNN)^[19,22-23],来获得比上述列出的传统方法更精确的图片质量评估。然而,这些基于自动特征建模的技术通常在判断给定的图片是否美观方面表现良好,但在解释原因方面仍有欠缺。为了使DCNN提取的特征更适合于图片质量评估和美学特征分析,Lee等^[24]提出了一种新的特征编码方法SVM-SRBM。该方法不仅进一步提高了图片质量评估的准确性,而且在美学属性分析方面也优于现有的方法,为需要图像编辑的应用提供了有价值的指导。基于构建的美学特征数据库,Kong等^[25]提出了一种基于卷积神经网络(CNN)的方法,将图片的质量特征和内容信息结合起来,对图片进行美学评价。

2.2 图片视觉特征与个体偏好分析

人们的个性特征可以通过他们在社交网站上的个人资料图片选择或发布的图片来进行分析。个性特征已被证明是由推断用户行为、偏好和品味的线索组成的。因此,了解一个人的个性特征可以为系统创造个性化的用户体验提供重要信息。它可以为系统提供关于用户偏好的估计,并避免使用大

量的调查问卷或观察。

用户在社交网站上的个人资料图片选择部分受到个性特征的影响。Celli等^[26]使用100名Facebook用户的个人资料图片以及他们的自我评估个性和互动风格进行研究。使用在局部SIFT(Scale-Invariant Feature Transform)特征上定义的BoVW特征,并结合不同的机器学习算法来测试将用户分类为每个个性特征高或低的有效性,准确率达65%。然而,该模型的特征没有提供可解释性,并且所分析的数据集在规模和用户多样性方面都非常有限。为了缓解这些问题,Liu等^[27]使用一系列可解释的视觉特征(颜色和构成等)首次对社交媒体Twitter上的个人资料图片与个性特征进行了大规模的研究,结果显示不同个性特征在个人资料图片选择上存在差异,并且这些差异可以用来准确地预测个性特征。例如,具有开放性个性特征的用户更喜欢在个人资料图片中展示美学质量更高的图片。Bhatti等^[28]通过分析Twitter个人资料图片的颜色和构成来预测5类美国公众(政治人物、体育明星、商业人士、好莱坞名人和普通大众)的个性,结果发现每种性格类型都有自己的个人资料图片选择。

还有一些研究通过分析用户在Instagram社交媒体平台上共享的图片,发现了与个性相关的图片视觉特征(如色调、明度、饱和度)^[29-30]。例如,Ferwerda等^[29]发现开放用户倾向于上传亮度较低、更加饱和及冷色调的图片,研究结果表明性格特征与用户分享图片的视觉风格有关,为从社交媒体线索中隐性地提取个性特征提供了新方法。根据300名Flickr用户标记的60000张最喜欢的图片,Segalin等^[31]采用颜色、构成和纹理等计算美学视觉特征推断用户的个性特征。

2.3 图片视觉特征与消费行为分析

在线购物背景下,产品图片在向消费者传递视觉信息方面起着至关重要的作用,是消费者了解产品设计和质量的主要渠道。同时,产品图片的质量也会影响消费者的情感和决策制定过程^[32]。在实践中,电子零售商经常雇佣有经验的摄影师为他们的产品拍照。在线购物的发展给通过产品图片来研究产品展示的视觉刺激带来了独特的机遇和挑战。

在电子商务背景下,大量研究使用图像处理技术从产品图片的颜色、构成和复杂性等方面检验了基于计算美学的图片视觉特征对消费者购买决策和行为的影响,为电子商务零售商制定了如何提供产品图片以增加销量的指导方针^[5-7]。依赖于计算机视觉和深度学习的发展,Zhang等^[4]以图像的像素信息为输入,构建CNN对每一幅图像进行审美质量分类。由于CNN提取的高维特征对提供与图像质量驱动因素相关的信息并不是很有帮助,基于摄影与心理学和市场营销领域的相关文献,他们使用计算机视觉算法量化和描述3个方面的图片质量特征对Airbnb房源需求的影响,包括构成(对角优势、视觉平衡强度、视觉平衡颜色和三分法)、颜色(色调、饱和度、明度、对比度和清晰度)和图形背景关系(大小差异、颜色差异和纹理差异)。Wang等^[33]研究发现图片的布局(关键对象的位置、对称/平衡)会影响消费者的在线浏览行为。

3 图片内容特征在电子商务中的研究

3.1 基于视觉内容分析的图片内容特征提取

目前,关于视觉内容分析的研究主要有两种方法:一种是

传统的方法,即人工识别图片的视觉内容,并以附加的文本信息作为补充;另一种是利用计算机视觉技术对图片内容进行解释的新方法。表2列举了不同图片内容特征提取方法的研究。

表2 不同视觉内容分析方法的研究

Table 2 Research on different visual content analysis methods

文献	内容特征	方法
文献[34]	自然与景观、人、考古遗址、生活方式、传统服装、建筑、户外/探险、野生动物、艺术品、旅游设施等	内容分析法
文献[35]	现代建筑、自然景观、传统艺术品、宗教建筑、节日/仪式、平常生活、城市景观、历史建筑、食物/餐厅、休闲活动/设施、交通/基础设施、艺术品/雕像、其他	内容分析法
文献[37]	文化、娱乐、食物、昆虫/动物、山脉、自然现象、植物、解释、交通、建筑、水	CNN
文献[30]	建筑、身体部位、服装、乐器、艺术品、表演、植物、漫画、动物、食物、运动、车辆、电子产品、婴儿、休闲、首饰、武器	Google Vision API
文献[38]	室内设计、房间、天花板、套房和地板等	Google Vision API
文献[40]	高兴、平静、惊讶、伤心、厌恶、愤怒、恐惧七种面部情绪	Face++ API

由于视觉内容分析需要计算技术,先前的研究主要基于对少量数据样本的人工处理。例如,Stepchenkova等^[34]利用大数据挖掘技术分别从官方网站和Flickr收集了数千张图片,并通过人工识别确定了20个属性用于视觉内容分析。使用内容分析法,Song等^[35]将东京(300张)、京都(160张)、大阪(280张)3个城市旅游官方网站的图片以及社交网站Pinterest上每个城市的200张图片确定为13个类别,为未来基于图片的研究提供了指导。对于传统的内容分析,有限的图片数量限制了样本的大小,并且视觉内容类别的人工编码的不稳定性和不规则性是普遍的缺点。

随着计算机视觉领域技术的发展,采用深度学习的方法对大量的图片数据进行可视化内容分析变得迫切并具备可能性。最近开发的技术,如循环神经网络(RNN)、深度神经网络(DNN)、卷积神经网络(CNN)等在使人们深入理解图片中的视觉内容方面取得了优越的性能。作为深度学习的代表性算法之一,CNN是一种具有深度结构和卷积计算的前馈神经网络,已被广泛应用于计算机视觉领域。它的架构包括AlexNet, VGGNet, GoogLeNet和ResNet等。考虑到ResNet^[36]在ImageNet和MS-COCO两个计算机视觉竞赛中获得了非常成功的结果,多数研究采用它进行视觉内容分析和图像分类任务——场景识别。例如,Zhang等^[37]将北京35356张Flickr游客图片识别为103个场景,比较了来自不同大陆和国家游客的行为和感知。

由于深度学习模型通常需要大量的训练数据,因此从零开始构建深度学习模型是不切实际的。各种具有预训练模型的深度学习工具,如Google Vision API¹⁾被研究人员广泛使用。对于数据集中的每张图片,该服务可以得到一个具有可信度(得分: $r \in [0,1]$)的标签(描述)来对图片内容进行分类。例如,通过使用Google Vision API,Ferwerda等^[30]从193个Instagram用户发布的54962张图片中检索出4090个独特的标签,Ren等^[38]从酒店点评平台TripAdvisor上收集的53000

多张图片中识别出2703个不同的实体。在人脸识别中,Face++已被用于从大量的人脸图片中提取各种指标,如种族、年龄、微笑程度和面部情绪等,该软件的分类准确率为97.3%^[39]。使用Face++,Zhang等^[40]检测出Airbnb房东个人资料图片的7种面部情绪,并将其分为正向、中性和负向情绪。

3.2 图片内容特征与个体偏好分析

3.2.1 感知形象

用户生成图片和旅游有着内在的联系,因为图片在目的地形象的形成和旅游目的地的推广中起着至关重要的作用^[41]。随着社交网站的迅速发展,旅游者在旅行期间和旅行后通过发布图片和评论来分享他们的旅行体验^[42]。相比文本评论,图片对旅行者的记忆和态度有更显著的影响^[43],并且可以很好地反映游客的感知、偏好、选择甚至情感^[44]。通过充分挖掘图片表征内容信息,了解游客对目的地的偏好,可以使旅游目的地营销组织针对不同文化背景旅游者制定相应的营销策略,选择更符合旅行者偏好的图片进行宣传,从而激发潜在旅行者前往目的地旅游的意愿。因此,用户生成的图片为旅游研究提供了重要的数据来源。

一些研究使用内容分析法比较了由目的地营销组织的推广和营销活动产生的投射形象与通过旅行者的分享活动形成的感知形象之间的差异^[34-35,45-46]。例如,Stepchenkova等^[34]发现旅行者对秘鲁人的日常生活更感兴趣,而官方网站则致力于推广独特的秘鲁文化、传统和艺术。Song等^[35]发现,官方网站发布的图片中最主要的主题是现代建筑,而在旅行者发布的图片中最受欢迎的主题是自然和景观。这些研究提出了旅游目的地营销组织利用社交网络促进和强化良好目的地形象的营销策略。

随着计算机视觉和深度学习技术的发展,通过人工智能方法识别大量旅游图片的内容突破了人工方法识别图片信息的局限性,如样本量小、识别过程复杂等。Zhang等^[37]开创了计算机视觉技术在目的地认知形象研究中的应用。结果表明,场景识别技术为揭示游客在旅游目的地的感知和行为偏好提供了丰富的证据和信息。通过使用计算机深度学习技术,一些研究对来自不同大陆和国家游客分享的图片进行内容分析,为旅游目的地形象的市场推广提供了图片证据^[37,47]。此外,一些研究也开始利用深度学习算法分析图片内容和蕴含的潜在情感。Deng等^[48]使用基于图片深度学习研发的分析工具——DeepSentiBank^[49]将从社交平台Flickr获取的图片解析为形容词与名词的组合(Adjective-Noun Pair, ANP),从认知和情感两个层面分析、比较了不同来源地游客在北京旅游目的地形象感知方面的异同。

3.2.2 个性化产品推荐

产品是高度复杂的,特别是旅游产品,它是一种“情感”体验。因此,消费者很难明确地传达自己的旅游偏好、需求和兴趣,尤其是在旅游决策的早期阶段。一些研究采用基于图片的方法,对用户的旅行偏好进行高度个性化的描述,进而提供相关旅游产品的推荐。为了更准确地描述用户偏好,Neidhardt等^[50]同时考虑17个游客角色和“大五”性格特征(因为人们普遍认为它们有助于预测不同时间和不同情况下的行为模式),确定了用户偏好的七因素模型。然而,他们的研究

¹⁾ <https://cloud.google.com/vision/>

局限于从一个预先定义的图片集上(63张图片)选择图片来引出用户的偏好和需求。近年来,大数据方法已经被旅游业用来发现可以提取和映射游客偏好的新模式和商业见解。利用卷积神经网络 GoogLeNet 和模糊逻辑技术, Figueredo 等^[51]首次使用从社交网站收集的图片来检测隐含的个体偏好,对游客进行分类(历史/文化;冒险;城市;购物;和景观)并推荐旅游景点。基于 Neidhardt 等^[50]建立的旅游行为模式的七因素模型, Sertkan 等^[52]使用预先训练的 CNN 模型提取给定图片的 7 个因素,并将一组图片的单个七因素得分聚合成为一个七因素表示,对用户和目的地进行分类,以便为向旅行者推荐旅游产品奠定基础。

3.3 图片内容特征与消费行为分析

在电子商务环境中,产品图片不仅用于展示产品的基本信息,还可以吸引消费者的注意力并激发他们的消费意图。在电子商务网页上出现人类图像,可以提高感知社会存在,这使网站更值得信赖^[53]。一些研究使用人脸检测技术^[54]探讨产品图片的社会存在(产品图片中人脸的数量)对消费者购物行为的影响^[6-7,33]。结合有限注意力理论, Xia 等^[55]探讨了产品图片中的品牌标志、促销信息、街景和模特展示 4 个属性对销量的影响。

C2C 电子商务平台(如 Airbnb)提供了包括卖家个人资料图片在内的卖家信息。作为身份验证的一种手段,卖家的个人资料图片是形成印象和唤起情感的关键工具,拉近了买家和卖家之间的社会距离^[56],从而影响他们的购买决策^[57]。面部表情对人们的情感、认知和行为有不同的影响^[58]。带有微笑的房东个人资料图片通常被认为是善良、友好、诚实、有礼貌的,这些都与感知信任正向相关^[59]。房东个人资料图片越可信,房源的价格就越高,被预订的可能性也就越大^[60]。Fagerström 等^[61]首次发现在共享经济背景下卖家的个人资料图片与面部表情对消费者购买行为的影响是显著的。随着深度学习的发展,一些研究使用 Face++ API 识别个人资料图片的种族、年龄、微笑程度和面部情绪对感知信任^[40]、房源价格^[62]和房源需求^[63]的影响。

综上所述,本文从图片特征提取和应用两个方面对图片分析在电子商务领域的研究进行了梳理,提出了基于图片视觉和内容特征研究与应用的分析框架,如图 1 所示。

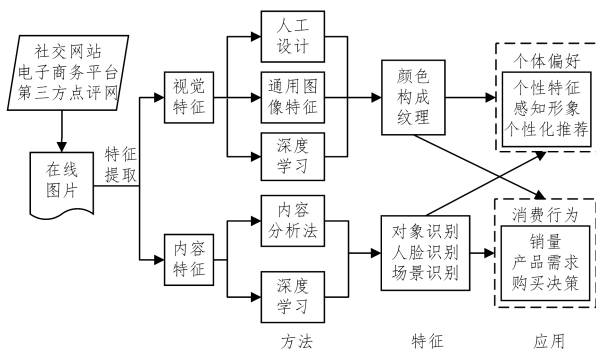


Fig. 1 Analysis framework based on the research and application of photo visual and content features

4 图片分析在电子商务中的研究趋势

基于深度学习的图片分析是目前学术界研究的热点,并

且在近几年取得了许多研究成果。通过以上的分析和阐述,可以发现目前的研究仍存在一些尚未涉及或尚未得到足够重视的方面值得深入探究。图片分析在电子商务中的应用研究的发展趋势如图 2 所示,主要体现在以下两个方面。

(1) 图片的视觉特征和内容特征与个体偏好和消费行为之间的关系已经得到证实,然而较少有文献同时考虑图片的视觉和内容特征的作用效果。在线图片视觉和内容特征的结合在电子商务领域中的应用将是未来研究的主要趋势。Ferwerda 等^[30]初步探索了用户在社交网站上传的图片的视觉特征及图片内容与用户个性特征之间的关系,然而在电子商务领域它们对消费者购买决策的影响作用仍有待深入研究。

(2) 大量研究已经发现图片特征与个体偏好之间的关系。不同个性特征的用户在图片的选择和发布方面有较大差异。个性特征影响消费行为。然而,从社交媒体图片中获取的用户偏好对消费行为影响的文献仍比较少。在电子商务领域中,未来的研究应更多考虑图片映射的个体偏好与用户购买决策之间的关系。

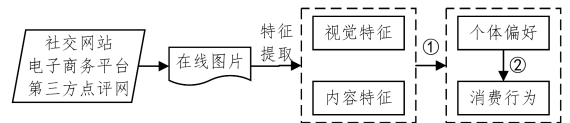


Fig. 2 Future trends of application research of photo analysis in e-commerce

结束语 计算机视觉技术和深度学习技术的发展,使得图片分析在电子商务领域得到广泛的研究。本文对图片视觉和内容特征的提取方法和应用进行了系统的总结和分析,提出了图片分析在电子商务中的研究与应用的分析框架,并总结了未来的研究趋势。

参考文献

- [1] DIEHL K, ZAUBERMAN G, BARASCH A. How taking photos increases enjoyment of experiences [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2016, 111(2): 119-140.
- [2] ARCHAK N, GHOSE A, IPEIROTIS P G. Deriving the pricing power of product features by mining consumer reviews [J]. *Management Science*, 2011, 57(8): 1485-1509.
- [3] AHN J H, BAE Y S, JU J, et al. Attention adjustment, renewal, and equilibrium seeking in online search: An eye-tracking approach [J]. *Journal of Management Information Systems*, 2018, 35(4): 1218-1250.
- [4] ZHANG S, LEE D, SINGH P V, et al. How much is an image worth? Airbnb property demand estimation leveraging large scale image analytics [OL]. <https://ssrn.com/abstract=2976021> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2976021>, 2017.
- [5] CHI M, PAN M, WANG W. Impacts of cue consistency on shared accommodation bookings: Interaction between texts and images [J]. *Data Analysis and Knowledge Discovery*, 2020, 4(11): 74-83.
- [6] LI X, WANG M, CHEN Y. The impact of product photo on online consumer purchase intention: An image-processing enabled empirical study [C] // *Pacific Asia Conference on Information Systems*, 2014.
- [7] WANG M, LI X, CHAU Y K. The impact of photo aesthetics on

- online consumer shopping behavior: An image-processing-enabled empirical study[C]//International Conference on Information Systems. 2016.
- [8] OUYANG W, WANG X, ZENG X, et al. Deepid-net: Deformable deep convolutional neural networks for object detection [C]//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2015: 2403-2412.
- [9] SUN Y, WANG X, TANG X. Deeply learned face representations are sparse, selective, and robust [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2015.
- [10] ZHOU B, LAPEDRIZA A, XIAO J, et al. Learning deep features for scene recognition using places database [C]//Advances in Neural Information Processing Systems. 2014: 487-495.
- [11] BHATTACHARYA S, SUKTHANKAR R, SHAH M. A framework for photo-quality assessment and enhancement based on visual aesthetics [C]//Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimedia. 2010: 271-280.
- [12] DATTA R, JOSHI D, LI J, et al. Studying aesthetics in photographic images using a computational approach [C]// European Conference on Computer Vision. 2006: 288-301.
- [13] DHAR S, ORDONEZ V, BERG T L. High level describable attributes for predicting aesthetics and interestingness [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2011: 1657-1664.
- [14] KE Y, TANG X, JING F. The design of high-level features for photo quality assessment [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2006: 419-426.
- [15] LUO W, WANG X, TANG X. Content-based photo quality assessment [C]// International Conference on Computer Vision. IEEE, 2011: 6-13.
- [16] MARCHESOTTI L, PERRONNIN F, LARLUS D, et al. Assessing the aesthetic quality of photographs using generic image descriptors [C]// International Conference on Computer Vision. IEEE, 2011: 1784-1791.
- [17] SU H H, CHEN T W, KAO C C, et al. Scenic photo quality assessment with bag of aesthetics-preserving features [C]// Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia. 2011: 1213-1216.
- [18] KARAYEV S, TRENTACOSTE M, HAN H, et al. Recognizing image style [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2014.
- [19] LU X, LIN Z, JIN H, et al. Rapid: Rating pictorial aesthetics using deep learning [C]// Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia. 2014: 457-466.
- [20] LU X, LIN Z, SHEN X, et al. Deep multi-patch aggregation network for image style, aesthetics, and quality estimation [C]// International Conference on Computer Vision. IEEE, 2015.
- [21] TANG H, JOSHI N, KAPOOR A. Blind image quality assessment using semi-supervised rectifier networks [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2014: 2877-2884.
- [22] TIAN X, DONG Z, YANG K, et al. Query-dependent aesthetic model with deep learning for photo quality assessment [J]. IEEE Transactions on Multimedia, 2015, 17(11): 2035-2048.
- [23] DONG Z, SHEN X, LI H, et al. Photo quality assessment with DCNN that understands image well [C]// International Conference on Multimedia Modeling. 2015: 524-535.
- [24] LEE H J, HONG K S, KANG H, et al. Photo aesthetics analysis via DCNN feature encoding [J]. IEEE Transactions on Multimedia, 2017, 19(8): 1921-1932.
- [25] KONG S, SHEN X, LIN Z, et al. Photo aesthetics ranking network with attributes and content adaptation [C]// European Conference on Computer Vision. 2016: 662-679.
- [26] CELLI F, BRUNI E, LEPRI B. Automatic personality and interaction style recognition from Facebook profile pictures [C]// Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia. 2014: 1101-1104.
- [27] LIU L, PREOTIUC-PIETRO D, SAMANI Z R, et al. Analyzing personality through social media profile picture choice [C]// International Conference on Weblogs and Social Media. AAAI, 2016.
- [28] BHATTI S K, MUNEEER A, LALI M I, et al. Personality analysis of the USA public using Twitter profile pictures [C]// International Conference on Information and Communication Technologies. IEEE, 2017.
- [29] FERWERDA B, SCHEDL M, TKALCIC M. Predicting personality traits with Instagram pictures [C]// Proceedings of the 3rd Workshop on Emotions and Personality in Personalized Systems. 2015: 7-10.
- [30] FERWERDA B, TKALCIC M. Predicting users' personality from Instagram pictures: using visual and/or content features? [C]// Proceedings of the 26th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization. 2018: 157-161.
- [31] SEGALIN C, PERINA A, CRISTANI M, et al. The pictures we like are our image: continuous mapping of favorite pictures into self-assessed and attributed personality traits [J]. IEEE Transactions on Affective Computing, 2017, 8(2): 268-285.
- [32] SIVAJI A, TZUAAN S S, YANG L T, et al. Hotel photo gallery and Malaysian travelers: Preliminary findings [C]// International Conference on User Science & Engineering. IEEE, 2014.
- [33] WANG M, LI X, CHAU P Y K. Leveraging image-processing techniques for empirical research: Feasibility and reliability in online shopping context [J]. Information Systems Frontiers, 2020: 1-20.
- [34] STEPCHENKOVA S, ZHAN F. Visual destination images of Peru: Comparative content analysis of DMO and user-generated photography [J]. Tourism Management, 2013, 36: 590-601.
- [35] SONG S G, KIM D Y. A pictorial analysis of destination images on Pinterest: The case of Tokyo, Kyoto, and Osaka, Japan [J]. Journal of Travel & Tourism Marketing, 2016, 33(5): 687-701.
- [36] HE K, ZHANG X, REN S, et al. Deep residual learning for image recognition [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. IEEE, 2016: 770-778.
- [37] ZHANG K, CHEN Y, LI C. Discovering the tourists' behaviors and perceptions in a tourism destination by analyzing photos'

- visual content with a computer deep learning model; The case of Beijing [J]. *Tourism Management*, 2019, 75: 595-608.
- [38] REN M, VU H Q, LI G, et al. Large-scale comparative analyses of hotel photo content posted by managers and customers to review platforms based on deep learning; Implications for hospitality marketers [J]. *Journal of Hospitality Marketing & Management*, 2021, 30(1): 96-119.
- [39] FAN H, CAO Z, JIANG Y, et al. Learning deep face representation [C]// *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. IEEE, 2014.
- [40] ZHANG L, YAN Q, ZHANG L. A computational framework for understanding antecedents of guests' perceived trust towards hosts on Airbnb [J]. *Decision Support Systems*, 2018, 115: 105-116.
- [41] GARROD B. Exploring place perception: A photo-based analysis [J]. *Annals of Tourism Research*, 2008, 35(2): 381-401.
- [42] CHUNG N, KOO C. The use of social media in travel information search [J]. *Telematics & Informatics*, 2015, 32(2): 215-229.
- [43] KIM S B, KIM D Y, WISE K. The effect of searching and surfing on recognition of destination images on Facebook pages [J]. *Computers in Human Behavior*, 2014, 30: 813-823.
- [44] HUNTER W C. The social construction of tourism online destination image: A comparative semiotic analysis of the visual representation of Seoul [J]. *Tourism Management*, 2016, 54(2): 221-229.
- [45] PAN S, LEE J, TSAI H. Travel photos; Motivations, image dimensions, and affective qualities of places [J]. *Tourism Management*, 2014, 40(1): 59-69.
- [46] WACKER A, GROTH A. Projected and perceived destination image of Tyrol on Instagram [M]// *Information and Communication Technologies in Tourism*. Berlin: Springer, 2020: 103-114.
- [47] ZHANG K, CHEN Y, LIN Z. Mapping destination images and behavioral patterns from user-generated photos: A computer vision approach [J]. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 2020, 25(11): 1199-1214.
- [48] DENG N, LIU Y F, NIU Y, et al. Different perceptions of Beijing's destination images from tourists: An analysis of Flickr photos based on deep learning method [J]. *Resources Science*, 2019, 41(3): 416-429.
- [49] CHEN T, BORTH D, DARRELL T, et al. DeepSentiBank: Visual sentiment concept classification with deep convolutional neural networks [EB/OL]. (2014-10-30) [2018-09-30]. <https://arxiv.org/pdf/1410.8586v1.pdf>.
- [50] NEIDHARDT J, SEYFANG L, SCHUSTER R, et al. A picture-based approach to recommender systems [J]. *Information Technology & Tourism*, 2015, 15(1): 49-69.
- [51] FIGUEREDO M, RIBEIRO J, CACHO N, et al. From photos to travel itinerary: A tourism recommender system for smart tourism destination [C]// *2018 IEEE Fourth International Conference on Big Data Computing Service and Applications (Big-Data Service)*. IEEE, 2018.
- [52] SERTKAN M, NEIDHARDT J, WERTHNER H. From pictures to travel characteristics: Deep learning-based profiling of tourists and tourism destinations [M]// *Information and Communication Technologies in Tourism*. Berlin: Springer, 2020: 142-153.
- [53] CYR D, HEAD M, LARIOS H, et al. Exploring human images in website design: A multi-method approach [J]. *MIS Quarterly*, 2009, 33(3): 539-566.
- [54] ZHU X, RAMANAN D. Face detection, pose estimation, and landmark localization in the wild [C]// *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. IEEE, 2012: 2879-2886.
- [55] XIA H, PAN X, ZHOU Y, et al. Creating the best first impression: Designing online product photos to increase sales [J]. *Decision Support Systems*, 2020, 131: 113235-113249.
- [56] LUCA M. Designing online marketplaces: Trust and reputation mechanisms [J]. *Innovation Policy and the Economy*, 2017, 17: 77-93.
- [57] FORMAN C, GHOSE A, WIESENFELD B. Examining the relationship between reviews and sales: The role of reviewer identity disclosure in electronic markets [J]. *Information Systems Research*, 2008, 19(3): 291-313.
- [58] SWAMI V, FURNHAM A. *The psychology of physical attraction* [M]. London: Routledge/Taylor & Francis Group, 2008.
- [59] KNUTSON B. Facial Expressions of Emotion Influence Interpersonal Trait Inferences [J]. *Journal of Nonverbal Behavior*, 1996, 20(3): 165-182.
- [60] ERT E, FLEISCHER A, MAGEN N. Trust and reputation in the sharing economy: The role of personal photos in Airbnb [J]. *Tourism Management*, 2016, 55: 62-73.
- [61] FAGERSTRØM A, PAWAR S, SIGURDSSON V, et al. That personal profile image might jeopardize your rental opportunity! On the relative impact of the seller's facial expressions upon buying behavior on Airbnb [J]. *Computers in Human Behavior*, 2017, 72: 123-131.
- [62] JAEGER B, SLEEGERS W W A, EVANS A M, et al. The effects of facial attractiveness and trustworthiness in online peer-to-peer markets [J]. *Journal of Economic Psychology*, 2018, 75(A): 102125-102135.
- [63] DENG C, RAVICHANDRAN T. To smile or not? The effect of facial expression on service demand in sharing economy platforms [C] // *Americas Conference on Information Systems*. 2020.



LIU Rong, born in 1996, postgraduate. Her main research interests include the application research on text mining and so on.



ZHANG Ning, born in 1980, professor. His main research interests include business data analysis and user generated content (UGC).