基于依存句法分析的智能人机交互产品用户体验研究*

谢雪梅　王明慧
（北京邮电大学经济管理学院，北京 100876）

摘要：智能人机交互产品因其交互自然化而备受关注，其用户体验研究尤为重要。现有对该类产品的用户体验研究聚焦于用户行为信息分析，而从在线评论中挖掘用户体验特征则是较新方向。基于依存句法分析和产品特征词库，通过人工设定提取规则从评论中提取产品特征和与之搭配的用户情感观点，并采用情感计算量化观点以获得用户体验特征。以智能屏产品为例展开研究，结果表明所提方法能解决产品特征和情感观点无法同步提取的问题，同时发现用户对产品的智能语音交互具有较高偏好程度，而对智能功能则满意度不足。根据结果针对产品的智能系统、外观及硬件配置等提出优化设计建议。

关键词：智能人机交互产品；用户体验；依存句法分析；产品特征；情感计算
中图分类号：TP391.1　DOI：10.3772/j.issn.1673-2286.2024.06.005
引文格式：谢雪梅，王明慧. 基于依存句法分析的智能人机交互产品用户体验研究[J]. 数字图书馆论坛，2024，20（6）：44-53.

智能人机交互是人类用户与基于人工智能技术的智能系统之间的交互[1]。作为人工智能技术与人机交互技术融合发展的产物，智能人机交互相较于传统人机交互可以提高人机交互的自然性和有效性[1]。目前，智能人机交互在自动驾驶、医疗、教育、机器人和家居等领域有着广泛的应用[2]。智能人机交互产品是具备一定的感知、记忆和计算能力，能够在物理层面和信息层面实现与人、其他智能设备以及环境交流与互动的产品[3]。智能人机交互产品正逐渐融入人们的生活，它们在未来极有可能会影响甚至改变人们的行为方式和生活方式。同时，数字经济的发展及消费水平的升级也使得用户的关注点转向能否在消费过程中获得良好的体验[4]。因此，通过用户体验研究促使智能人机交互产品贴合用户实际需求具有重要意义。此外，用户体验研究作为产品设计的核心部分，对产品的创新具有重要意义。在数字智能环境下，以用户为中心的设计实践进入以智能系统为重点的阶段[5]，需要实现以用户为中心的交互服务目标[6]。智能人机交互产品的用户体验研究能帮助企业增强自身的竞争力，保证产品在市场中的竞争优势[7]。

现有的智能人机交互产品用户体验研究主要关注用户在交互过程中的行为以优化产品的智能人机交互设计。例如，Wang[8]通过运动感应交互设备来进行用户手势识别，为优化智能人机交互产品的虚拟显示提供支撑。Stone等[9]使用眼动追踪技术来探究用户在与产品交互过程中的关注重点。相较于由采集用户行为获得的用户体验信息，在线评论是用户在使用产品后自主写下的反馈，是更直观的体验感受信息。通过大量的在

收稿日期：2024-03-06
*本研究得到北京邮电大学经济管理学院教学名师培育计划项目“教学名师培育建设”（编号：202306）资助。

线评论挖掘来获取用户对产品某一特定功能特征的情绪感受信息，是智能人机交互产品用户体验研究的一个较新的方向。在此背景下，本文提出一种基于依存句法分析的用户在线评论细粒度情感挖掘研究方法，通过设定特定的句法依存关系以及关系组合作为提取规则，从评论文本中提取出评价对象和与之搭配的用户情感观点，从而挖掘出用户对产品各属性特征的体验特征，并以智能人机交互产品中的代表产品——智能屏产品为例进行研究，为提升智能屏产品的用户体验提供思路。

1　相关研究

1.1　用户体验研究

用户体验是指用户在使用或预计要使用某产品、系统或服务时产生的主观感受和反应[10]，包括用户的认知、情绪、偏好、知觉、生理、心理和行为[11]。研究内容以用户体验的评价、影响因素和优化设计为主。在用户体验评价研究中，常见的评价维度包括易用性（具备不同技能和经验背景的用户通过操作及控制产品或系统完成预期任务的难易程度）[12]、有效性（用户对于预期目标得以实现的满足程度）[13]、用户满意度（用户从美观性、愉悦感、价值感等多维度对产品、系统或服务产生的整体认知、感受与见解）[14]等；在影响因素研究中，识别出的用户体验的典型影响因素包括交互性体验、功能服务、界面设计、信息内容等[15-16]；在优化设计研究中，有部分学者针对特定产品进行研究，如座椅类产品中的牙科椅[17]、家用按摩椅[18]等，还有部分学者针对特殊人群展开研究，如老年群体的在线教育APP[19]以及政务服务APP的适老化改进[20]等。

1.2　智能人机交互产品用户体验研究

现阶段，智能人机交互产品的用户体验研究主要关注行为层次下用户与产品交互的过程体验，即通过分析用户的行为数据实现产品的优化设计，研究主要关注用户的肢体动作和生理信号两个维度。

在用户肢体动作方面，学者主要通过分析用户的手部、头部运动以及面部动作等进行研究。例如，相较于传统的位置跟踪器，Pezzuoli等[21]通过定制可采集行为数据的手套，构建了一种可穿戴式手语翻译系统，用于改善语言残障人士在日常生活中使用辅助产品的体验。为解决现阶段智能助餐机器人使用不便等问题，陈元杰[22]提出了一种适用于智能助餐机器人的新型交互方式，基于计算机视觉技术和改进的卷积神经网络模型实现对用户头部姿态和嘴部活动等的实时识别，从而控制助餐机器人，该优化设计可以降低对用户使用产品的机体能力要求。

在用户生理信号方面，学者主要通过采集脑电信号、肌电信号以及眼动信号等数据展开研究。例如，陈柏林[23]通过改进传统的脑电和肌电数据采集过程，搭建基于虚拟现实的脑电和肌电数据采集系统，采用一维卷积神经网络对数据进行处理，实现人与车之间的智能交互并增强用户在交互过程中的沉浸感。Luo等[24]基于眼动追踪和眨眼检测对可驾驶轮椅的人机交互系统进行改进，使得残疾人能更有效地控制轮椅运动。

综上所述，国内外学者的研究重心集中在用户的行为层次，但在诺曼提出的用户体验层次理论中还包括反思层次，即用户在经历了使用产品的过程后，回想起使用过程的感受[25]。而用户在线评论是用户在使用产品后，自主写下的关于产品使用过程的体验反馈。因此，通过分析用户在线评论数据能够从反思层次对智能人机交互产品的用户体验展开研究。

2　研究设计与过程

2.1　数据来源及预处理

智能家居因其庞大的用户群体在智能生态中占据着重要地位，而智能音箱作为智能家居的控制枢纽与家庭人机交互的重要入口[26]，成为亚马逊、百度、阿里巴巴、小米等互联网巨头竞争的焦点，这些企业相继推出多款智能音箱产品。在消费升级的大环境中，相比普通的音箱产品，搭载了屏幕的智能屏产品具有多媒体、多模态交互的使用方式，更容易受到消费者的青睐。作为新一代的智能音箱类产品，智能屏是一款热度高且发展迅速的智能人机交互产品。因此，以智能屏产品为例进行研究。

考虑到产品的市场规模和用户数量，选择百度公司旗下的小度智能屏系列产品作为研究对象，使用

“Python3+Selenium”工具编写爬虫程序，获取京东商城中小度智能屏1S、X8、X10和T10系列产品的用户评论，累计获取10 784条评论作为原始文本数据，如表1所示。

表1　原始评论语料（局部）

序号	评论内容
1	给家里老人买的，屏幕很清晰，声音也很大，随时随地想看什么听什么直接叫小度就可以，很方便
2	小度小度很适合小朋友玩，看家服务真的很方便家长，随时都可以打开手机看看，小朋友在家里的情况。还可以视频通话
3	孩子非常喜欢小度，很灵敏，屏幕不刺眼，很好哦！爱了爱了
4	货真价实，高颜值，高品质，一分钱一分货，材质外观和质量一看就很上档次，非常喜欢
5	非常满意的一次购物，物有所值，比实体店里实惠多了！终于收到货了，非常非常喜欢，做工精致漂亮，已经被很多人夸了，真的太开心了，已经是他家的忠实粉丝了，以后还会继续买买买的高颜值，高品质，非常好，一分钱一分货，材质外观和质量一看就很上档次，非常喜欢

原始文本数据中存在多处表述不规范的情况，这会对后续的依存句法分析产生较大的影响，此外，原始文本数据中还包含“很好”“很赞”等对于本文研究无意义的评论，因此需要对原始数据进行预处理，包括删除无意义评论、删除重复值、规范评论符号等操作。完成预处理后共得到10 346条评论作为后续研究的数据集。

2.2　研究设计与步骤

产品的设计、功能、外观等特征会直接影响用户体验，而用户的情感需求和偏好也会对产品的设计和开发产生作用[27]。因此，通过挖掘用户情感观点获得的产品各属性特征方面的用户体验，可为产品的优化设计提供有力支撑。此外，依存句法分析通过展现语句中各个组成成分之间的依存关系，揭示文本词语间的语义修饰关系，可以不受限于词语之间的物理位置关系，反映出词语在语义上的搭配关系[28]。因此，相较于具有窗口约束的抽取方法，该方法能够更为灵活地从用户在线评论中挖掘出产品特征以及与之搭配的情感观点。

本文提出一种基于依存句法分析的智能人机交互产品用户体验研究方法，研究设计如图1所示。该方法包括3个步骤：产品特征词库构建、用户观点提取和用户体验分析。首先，基于Word2Vec构建产品特征词库，为下一步的用户观点提取做铺垫；其次，基于构建的产品特征词库，使用依存句法分析提取评价对象以及与之搭配的用户观点词；最后，鉴于智能人机交互产品属于新兴技术成果，现有的情感词典匹配度有限，并且缺乏特定领域的情感词典供参考，构建专属领域情感词典对用户观点进行情感计算，量化分析用户体验情况。

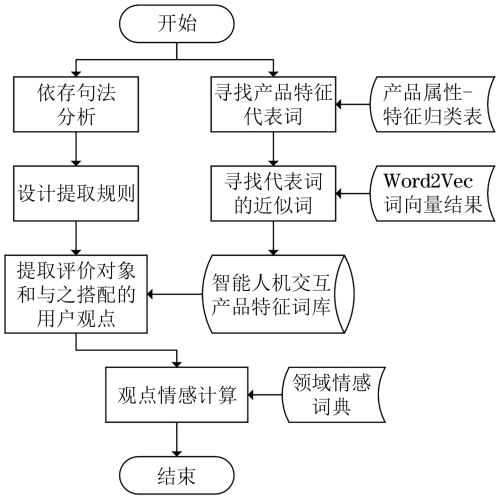

图1　研究设计框架

2.2.1　基于Word2Vec的产品特征词库构建

产品的属性是影响消费者购买意愿的一个重要因素，包括产品的外观、价格、功能等[29]。因此参考小度智能屏、天猫精灵等多款热门智能屏产品官网中对产品功能的描述，以及淘宝、京东等主流电商平台中的产品相关描述，构建了智能屏产品属性-特征归类表（见表2）。

表2　智能屏产品属性-特征归类表

产品属性	产品特征
外观外形	外形样式、配色、做工质感
音质音效	音质音效、音色
屏幕显示	屏幕、画质、触控
智能系统	智能化程度、智能语音、智能控制、智能识别
基础功能	影音娱乐、运动健身、生活工具、拍照摄像、通信通话
智能功能	特殊功能、儿童应用、智能监控、智能陪伴
硬件配置	电源、内存、影音配置、机身安装
性能	性能运行、设备连接
数据网络	数据网络
价格	价格、性价比
服务	客服运营、物流、赠品配件、售后

每一位用户评价产品时的用词习惯存在差异性，会使用不同的词描述同一类产品特征。例如描述产品的外形样式时，“外表”和“外观”表达的是相同的产品特征。因此，先从评论语料中为每一类产品特征选出特

征代表词，再采用寻找近似词的方法来构建词库。

首先，添加用户自定义词典以确保分词的完整性和准确性，并使用Jieba分词工具对评论文本进行分词和词性标注。其次，从评论中选出产品特征代表词。TF-IDF是一种可用于文本表示的词权重计算方法，在信息检索、文本挖掘和其他相关领域有着广泛应用，常用于挖掘文本的关键词[30]。为产品特征选出的代表词，应是最符合该产品特征类别的词语，因此可以通过计算每一个词语的TF-IDF值来挖掘评论中的关键词，并从中选出产品特征代表词，TF-IDF值越大，则这个词语在文本中越具有价值。在计算出评论语料中每个词的TF-IDF值后，按照TF-IDF值由大到小对词语进行排序，为表2中的每一类产品特征人工挑选出1~3个特征代表词，共计选出71个代表词，如表3所示。

表3　各类产品特征的代表词

产品特征	特征代表词	产品特征	特征代表词
外形样式	外形、样式、外表	特殊功能	护眼
配色	配色、颜色	儿童应用	故事、看娃、古诗
做工质感	材质、做工、质感	智能监控	监控、看家
音质音效	音质、音效、音量	智能陪伴	看护、陪伴、对话
音色	音色、重低音	电源	电源、插电
屏幕	屏幕、大屏、显示	内存	内存
画质	画质、清晰度	影音配置	喇叭、话筒
触控	触屏	机身安装	安装
智能化程度	智能程度、准确率	性能运行	运行、反应、灵敏度
智能语音	声控、呼叫	设备连接	扫码、投屏
智能控制	操控、控制	数据网络	蓝牙、Wi-Fi
智能识别	识别、识别率	价格	价格、优惠价
影音娱乐	电视、歌曲、广播	性价比	性价比
运动健身	跳舞、锻炼	客服运营	商家、客服
生活工具	闹钟、天气、提问	物流	物流、快递
拍照摄像	拍照	赠品配件	赠品、包装
通信通话	视频、通话	售后	售后、退货

Word2Vec工具在训练词向量方面表现突出，能够最大限度地保留语义信息[31]，并且Word2Vec将词汇转化为向量表示，并映射到高维的向量空间中从而获得词汇的特征，可用于预测词与词之间的相似性等[32]。因此，在得到各类产品特征的代表词后，采用Word2Vec词向量模型来训练评论文本分词后每个词语的词向量，使用Python编程调用gensim包，选择Skip-gram训练模式对每一个词进行向量化训练。计算各个特征代表词和语料中其他待归类词汇的余弦相似度，从中提取出与代表词相似度高且可作为产品特征的待归类词，并将它们补充进词库的各类产品特征中，从而构建智能屏产品特征词库。由于评论中存在对研究无意义的词汇，例如“孩子”“老人”等，需要采用人工筛选的方式对提取结果进行校验，筛除不合适的词以保证产品特征词库的质量。对筛选后的剩余词汇进行归类处理后，共计获得509个智能屏产品特征词，如表4所示。

表4　智能屏产品特征词库

产品属性	产品特征	产品特征词示例	词数/个
外观外形	外形样式	外形、样式、外表、外观、造型、形状、风格、样子、款式、颜值、外型、机身、尺寸	20
	配色	配色、颜色、色差、红色、银色、金色、灰色、白色、白灰色、银白色、香槟色	15
	做工质感	材质、做工、质感、品质、触感、用料、材料、金属、工艺、磨砂、合金、塑料、手感	20
音质音效	音质音效	音质、音效、音量、声音、收音、拾音、音感、破音、杂音、噪音、立体声、杜比音效	14
	音色	音色、高音、低音、高低音、重低音、低音炮	6
屏幕显示	屏幕	屏幕、大屏、图像、字体、色彩、画面、黑屏、显示、显示屏、显示器	13
	画质	画质、分辨率、清晰度、屏幕清晰度、屏幕像素	5
	触控	触屏、触摸、触控、触摸屏	4
智能系统	智能化程度	智能化程度、智能程度、人机交互、交互、准确率、可玩性、功能性、准确度、高科技	12
	智能语音	智能语音、声纹识别、声音识别、语音交互、语音指令、语音对话、语音控制	13
	智能控制	手势控制、手势操控、手势操作、远程操控、远程控制、控制家电、智能唤醒	15
	智能识别	识别、识别率、手势识别、手势感应、人脸识别、识别度、方言	7
基础功能	影音娱乐	唱歌、K歌、练歌、唱K、音乐、歌曲、老歌、歌词、放歌、听歌、玩游戏、追剧、刷视频	98
	运动健身	锻炼、健身、跳舞、跳操、舞蹈、广场舞、健身操	7
	生活工具	闹铃、叫醒、报时、定时、倒计时、天气、查天气、天气预报、查询、搜索、提问、百科	23
	拍照摄像	拍照、录制、录像、回放	4
	通信通话	视频通话、视频电话、视频对话、视频聊天、语音聊天、语音通话、自动接听	18

续表

产品属性	产品特征	产品特征词示例	词数/个
智能功能	特殊功能	护眼、眼睛、防蓝光、护眼模式、急救功能、机顶盒	6
	儿童应用	故事、绘本、睡前故事、讲故事、听故事、故事机、看娃、哄娃、带娃、播放儿歌	57
	智能监控	监控、远程监控、实时监控、监视功能、监控器、看家、回家看看、智能看家	10
	智能陪伴	看护助手、看护模式、老人模式、看护、监护、陪伴、陪伴孩子、陪伴老人	17
硬件配置	电源	电源、电源线、电源线接口、内置电池、电源底座、移动电源、带电池、插电即用	15
	内存	内存、存储、云存储、存储空间	4
	影音配置	扬声器、喇叭、麦克风、话筒、摄像头、摄像头像素、摄像头画质	7
	机身安装	安装、安装操作、免安装、傻瓜式安装	4
性能	性能运行	性能、运行、反应、响应、流畅度、灵敏度、敏感度、运行速度、反应速度	11
	设备连接	扫码、扫码注册、扫码绑定、扫码登录、手机扫码、绑定手机、连接电视	11
数据网络	数据网络	蓝牙、W-iFi、连网、联网、网络、信号、无线网、手机热点	8
价格	价格	价格、价位、价钱、活动、618、双十一、双十二、优惠活动、优惠券	16
	性价比	性价比、价格比	2
服务	客服运营	客服态度、商家态度、卖家态度、服务态度、商家、卖家、信誉、店家、客服	10
	物流	运送服务、物流、快递、送货、配送、派送、物流配送、发货速度、送货上门	14
	赠品配件	赠品、膜、贴膜、钢化膜、保护膜、屏保、包装、包装盒、外包装、配件、会员	16
	售后	售后、退货、退款、发票、退换、售后服务、7天无理由	7

2.2.2 基于依存句法分析的用户观点提取

提取用户观点共分为两个步骤。首先，设计特定的句法依存关系以及关系组合作为提取规则。然后，基于提取规则和构建的产品特征词库，以产品特征词为中心，从评论语料中提取出产品特征和与之搭配的用户情感观点。观点词虽主要是形容词，但也存在动词，例如“喜欢”“爱上”，因此也考虑词性为动词的观点词。

选择主谓关系（SBV）、动宾关系（VOB）、定中关系（ATT）、状中结构（ADV）和动补结构（CMP）5种依存关系来设计提取规则，如表5所示，其中：n表示名词，a表示形容词，v表示动词，→表示依存关系。

表5　基础的词对提取规则

序号	提取规则	提取结果	示例
1	$a \xrightarrow{SBV} n$	[n，a]	外观很好看（好看→外观）[外观n，好看a]
2	$v \xrightarrow{SBV} n$	[n，v]	色彩很喜欢（喜欢→色彩）[色彩n，喜欢v]
3	$a \xrightarrow{SBV} v$	[v，a]	操作很方便（方便→操作）[操作v，方便a]
4	$v \xrightarrow{VOB} n$	[n，v]	很喜欢我选的白色（喜欢→白色）[白色n，喜欢v]
5	$v \xrightarrow{VOB} v$	[v，v]	喜欢声控（喜欢→声控）[声控v，喜欢v]
6	$v \xrightarrow{VOB} a$	[v，a]	显示细腻（显示→细腻）[显示v，细腻a]
7	$n \xrightarrow{ATT} v$	[n，v]	全家人都喜欢的红色（红色→喜欢）[红色n，喜欢v]
8	$v \xrightarrow{ADV} a$	[v，a]	很容易安装（安装→容易）[安装v，容易a]
9	$v \xrightarrow{CMP} a$	[v，a]	屏幕很大，显示也很清楚（显示→清楚）[显示v，清楚a]

为使得提取结果尽可能准确和全面，将部分依存关系进行组合，形成新的提取规则。以评论句“通话的效果很不错。”为例进行说明，该句的依存句法分析结果如图2所示，其中：u表示助词，d表示副词，wp表示标点符号，HED表示整个句子的核心，RAD表示右附加关系，WP表示附加标点符号。

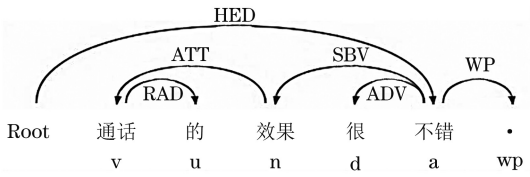

图2　“通话的效果很不错。”的依存句法分析结果

从评论句中提取出产品特征词“通话”，如果该特征词在句中存在ATT，并且该词是关系中的从属词，则找到它的支配词“效果”，但该支配词并不能对产品特征词进行观点描述，因此继续寻找下一层的依存关系。如果ATT中的支配词在句中存在SBV，并且该词是SBV中的从属词，则找到它的支配词“不错”，最终找到特征观点搭配[通话v，不错a]。

除了设计“ATT+SBV”两种依存关系组合作为规则提取[v，a]词对外，还设计了“SBV+VOB”的依存关系组合作为规则提取[n，a]和[v，a]两组词对。同时，考虑到否定词和程度副词的缺失会导致提取出的特征观点搭配不能准确表达评论句中用户情感观点的原始语义，基于ADV设计了补充规则，以提取与观点词搭配的否定词和程度副词。具体的依存关系组合提取规则及补充规则如表6所示。

表6　组合提取规则及补充规则

序号	提取规则	提取结果	示例
1	$n \xrightarrow{ATT} v+a \xrightarrow{SBV} n$	[v，a]	通话的效果很不错（效果→通话；不错→效果）[通话v，不错a]
2	$v \xrightarrow{SBV} n+v \xrightarrow{VOB} a$	[n，a]	价格还算可以（算→价格；算→可以）[价格n，可以a]
3	$v \xrightarrow{SBV} v+v \xrightarrow{VOB} a$	[v，a]	送货也是蛮快的（是→送货；是→快）[送货v，快a]
4	$a \xrightarrow{ADV} d$	[d，a]	音质不清晰（清晰→不）[不d，清晰a]
			很容易安装（容易→很）[很d，容易a]
5	$v \xrightarrow{ADV} d$	[d，v]	不喜欢广告（喜欢→不）[不d，喜欢v]
			色彩很喜欢（喜欢→很）[很d，喜欢v]

2.2.3　基于情感词典的用户体验分析

对用户观点进行量化处理，可以更清晰直观地了解用户对于产品属性特征的情感倾向。基于情感词典对用户观点进行情感计算，以产品特征的情感得分表示用户的体验满意度。

考虑到智能屏产品具有领域特点并且情感词典是情感计算的基础，基于大连理工大学的中文情感词汇本体词典[33]构建专属领域的情感词典。该情感词典共有27 735个词，其中包含了本文补充的智能屏产品领域的专有情感词（如“益智”“暖心”等）、热门网络词（如“真香”“耐思”等）、常见短语词，以及常见的商品在线评论用语（如“五星好评”“一星”等）。另外，对词典中每个词都标注了情感的极性和强度，其中极性为正值表示褒义，零值为中性义，负值为贬义，如表7所示。由于否定词和程度副词也会影响观点的情感极性和强度，借鉴中国知网HowNet词典构建了包含70个词汇的否定词词典，如表8所示，以及包含214个词汇的程度副词词典，且每个程度副词按照6个强度等级进行标注，如表9所示。

表7　情感词典（局部）

词汇	词性种类	强度	极性
喜欢	v	5	1
看中	v	5	0
平滑	a	1	0
柔和	a	3	1
刺耳	a	3	−1

表8　否定词词典（局部）

否定词						
不大	不用	不	不可以	不好	停止	反
不是	不曾	甭	怎么不	不能	放弃	没
不甚	不该	勿	几乎不	很少	反对	否
不怎么	不必	别	从来不	极少	缺乏	无
没怎么	不会	未	从不	没有	缺少	非

表9　程度副词词典（局部）

含义	程度副词	强度
极其	百分之百、倍加、非常、极其、绝顶、十分	1.8
超	超、过于、过甚、过度、过头、何止、忒	1.6
很	多么、格外、太、特别、颇为、很是、尤其	1.5
较	较、比较、较为、还、那么、那般、这般	1.0
稍	稍、稍微、稍许、一点、有点、有些、略微	0.7
欠	不大、不怎么、没怎么、微、相对、轻度	0.5

完成上述工作后，可以计算用户观点的情感极性和强度，具体的计算过程如下。

提取得到的用户观点w_i（i为正整数）在智能屏领域情感词典中的情感极性和强度，分别记为p_{wi}和s_{wi}，每个w_i的情感得分记为S_i。

当观点词没有被程度副词修饰时，$S_i=(-1)^{n_i}\cdot p_{wi}\cdot s_{wi}$。当存在否定词时，$n_i=1$；当不存在否定词时，$n_i=0$。当观点词为褒义时，$p_{wi}=1$；当观点词为中性时，$p_{wi}=0$；当观点词为贬义时，$p_{wi}=-1$。$s_{wi}=\{1,3,5,7,9\}$。

当观点词被程度副词修饰时，从词典中获取该程度副词的强度，记为d_i。此时$S_i=(-1)^{n_i}\cdot p_{wi}\cdot s_{wi}\cdot d_i$，其中$d_i=\{0.5,0.7,1.0,1.5,1.6,1.8\}$。

考虑到各个产品特征类下所包含的特征词数量不同，仅简单地将情感得分进行加总来表示各类的最终得分会使得结果不准确。因此采用取平均值的方式，计算获得各类产品特征的情感得分均值，如式（1）所示。

$$E_j=\frac{\sum_{i=1}^{x}S_i}{x} \tag{1}$$

式中：j表示第j个产品特征类；x表示第j个产品特征类中包含的特征词数量，x、j均为正整数。

3 研究结果与分析

3.1 用户观点提取

评论语料中有显式的和隐式的产品特征词，但后者数量较少，因此仅考虑显式的产品特征词，对同时存在产品特征词和用户观点词的评论句进行提取。采用哈尔滨工业大学社会计算与信息检索研究中心研制的语言技术平台[34]对评论语料进行依存句法分析。为便于下一步的情感计算，将提取得到的结果存储为[特征词，程度副词，否定词，观点词]。如果评论句中不存在否定词或程度副词，则将对应的位置存为空值。最终获得13 637组词对，如表10所示。

表10 特征观点搭配提取结果

属性	特征观点搭配数/个	示例
外观外形	3 151	[外形，漂亮]、[做工，精细]、[颜色，特别，亮丽]
音质音效	2 684	[音质，清晰]、[音色，柔美]、[音效，很，棒]
屏幕显示	1 629	[屏幕大小，合适]、[触屏，迟钝]、[分辨率，不，高]
智能系统	500	[声控，很，方便]、[识别率，相当，高]、[智能程度，好]
基础功能	1 479	[歌曲，应有尽有]、[提醒，准时]、[广告，太，多]
智能功能	510	[护眼，很，有用]、[看家功能，很，实用]、[哄娃，不错]
硬件配置	735	[安装，特别，简单]、[话筒，不错]、[插线，很，麻烦]
性能	585	[流畅度，还，可以]、[性能，强大]、[反应，很，不，灵敏]
数据网络	35	[Wi-Fi，支持]、[蓝牙，好用]、[网络，很，稳定]
价格	649	[性价比，很，高]、[活动，非常，值]、[价格，不，便宜]
服务	1 680	[客服态度，很，积极]、[物流，很，给力]、[包装，简陋]

为评估提取方法的有效性，先人工标注出评论句中的产品特征和用户观点，再计算准确率、召回率和F1值对提取结果进行评估。考虑到对全部评论句进行人工标注的工作量巨大，从评论语料集中随机抽取出1 000条评论句作为评估实验数据。准确率、召回率和F1值计算公式如式（2）~（4）所示。

$$P = \frac{T}{F} \tag{2}$$

式中：P表示准确率；T表示提取正确的特征观点搭配数；F表示提取出的特征观点搭配的总数。

$$R = \frac{T}{N} \tag{3}$$

式中：R表示召回率；N表示实验数据中所有人工标记提取出的特征观点搭配的数量。

$$S_{F1} = \frac{2 \cdot P \cdot R}{P + R} \tag{4}$$

式中：S_{F1}表示F1值。经过计算，准确率为0.84，召回率为0.64，F1值为0.72，说明所提出的方法能够有效提取产品特征和用户观点。

3.2 用户体验分析

计算得到的各类产品特征的情感得分如表11所示。当情感得分均值小于2时，处于预警区域，此时产品特征满足用户需求的能力较差，产品制造商需要重视，及时采取改善措施，提升用户产品体验。当情感得分均值为[2，4）时，处于正常区域，产品制造商可维持现状。当情感得分均值大于等于4时，处于优异区域，此时用户表现为很高的喜好程度，产品制造商可以在成本可控范围内持续优化这部分产品特征，扩大产品的竞争优势。

在预警区域中，产品特征“电源”和“性价比”的情感得分均值分别为1.067和1.397，得分较低，表明用户对其可能存在不满的情绪。分析具体的评论语料可得知，这款智能屏没有配备内置的电池，需要插线充电使用，这导致用户使用该产品的场地受到很大限制，用户不能够将产品移动到任意位置，并且许多用户表示希望对产品电源做出改进。而“性价比”得分低则表明该产品在当前定价下不能给用户带来与价位相匹配的功能和性能体验。功能类产品特征“特殊功能”“运动健身”和性能类产品特征“设备连接”的得分都低于2，分别为1.434、1.686和1.753。

在正常区域中，产品特征“智能监控”“智能控制”和“拍照摄像”的情感得分均值分别为2.029、2.086和2.113，都接近临界值2。其中智能监控是指产品通过内置的摄像头等设备进行实时监测和记录的功能，而拍照摄像也是依托产品内置摄像头的功能，这表明该产品配置的摄像头设备的表现效果较差，导致这两类产品特征得分较低。而智能控制是产品自动化地响应用户的指令或操作的功能，目的是提高产品的使用便利性，减少用户的操作难度，但该特征的得分较低，表明该产品

没有较好地为用户提供舒适便捷的使用体验。

在优异区域中，产品属性“外观外形”下属的3类产品特征“外形样式”“配色”“做工质感”的情感得分均值分别为5.446、6.625和4.378，均超过4，表明用户对于这款智能屏的外形设计有很强烈的情感偏好，外形设计是该产品的优势所在。产品特征“智能语音”得分为4.449，表明该产品的智能人机交互在语音交互方面做到了优秀水平。

表11　各类产品特征的情感得分均值

产品属性	产品特征	得分均值	所处区域	产品属性	产品特征	得分均值	所处区域
外观外形	外形样式	5.446	优异	智能功能	特殊功能	1.434	预警
	配色	6.625	优异		儿童应用	2.789	正常
	做工质感	4.378	优异		智能监控	2.029	正常
音质音效	音质音效	3.545	正常		智能陪伴	2.740	正常
	音色	3.206	正常	硬件配置	电源	1.067	预警
屏幕显示	屏幕	2.510	正常		内存	2.360	正常
	画质	2.709	正常		影音配置	3.116	正常
	触控	2.556	正常		机身安装	5.025	优异
智能系统	智能化程度	2.582	正常	性能	性能运行	3.291	正常
	智能语音	4.449	优异		设备连接	1.753	预警
	智能控制	2.086	正常	数据网络	数据网络	3.214	正常
	智能识别	3.002	正常	价格	价格	4.001	优异
基础功能	影音娱乐	3.073	正常		性价比	1.397	预警
	运动健身	1.686	预警	服务	客服运营	3.961	正常
	生活工具	2.436	正常		物流	4.753	优异
	拍照摄像	2.113	正常		赠品配件	3.986	正常
	通信通话	3.062	正常		售后	2.500	正常

4　结论与建议

为改善智能人机交互产品的用户体验，本文结合产品特征词库和依存句法分析，通过设定句法依存关系及关系组合作为提取规则，挖掘出用户在线评论中细粒度的产品特征和与之搭配的用户观点，并基于构建的专属领域情感词典对用户观点进行情感计算，量化分析用户对各类产品特征的情感满意度，获取用户体验信息。以小度智能屏产品为例进行研究，得出以下结论。①所提方法能够有效地提取用户在线评论中的产品特征和与之搭配的用户观点。②智能屏作为一种智能人机交互产品，其智能系统和智能功能不仅是用户的核心关注点，也是产品优化设计的关键要点。而在这两类产品属性中，用户对智能控制、智能监控、特殊功能的满意度都处于较低水平，建议产品制造商分别就产品的交互控制系统、视觉识别系统以及应急响应系统进行针对性的优化提升。③智能屏是以语音交互为主要交互方式的产品，用户对其智能语音特征表现出较高的满意度，说明产品能有效地识别用户的语音信息并迅速给出恰当的反馈，建议产品制造商持续优化产品的智能语音交互系统，增进用户的情感体验，进而提升产品口碑，以吸引更多的消费者。④在产品的外观和硬件配置方面，用户对产品的电源设计的满意度最低，建议产品制造商高度重视对于产品电源的升级优化，通过配置内置电池使得产品能够在任意地点使用，从而提高用户的使用体验感；而对于产品的外形样式，用户则具有极高的喜好程度，建议产品制造商通过新增产品配色的方式丰富用户的可选项，也可以通过优化外形设计使得产品外形更符合大众审美。

本文提出的提取用户在线评论中产品特征和与之搭配的情感观点的方法能有效解决产品特征和情感观点无法同时提取的问题，并且本文通过挖掘在线评论来获得用户体验信息，丰富了智能人机交互产品用户体验的相关研究。但本文也存在局限性：仅以智能屏产品为代表进行研究，未涉及其他智能人机交互产品，使所提方法的适用范围在一定程度上受到了限制，未来会增加研究对象，进行更广泛的研究。另外，由于没有考虑评论文本中的隐式产品特征词，导致所提方法的

召回率较低，未来也会考虑加入对隐式产品特征词的提取。

参考文献

[1] 许为. 六论以用户为中心的设计：智能人机交互的人因工程途径[J]. 应用心理学，2022，28（3）：195-213.

[2] 鹿智，秦世引，李连伟，等. 智能人机交互中第一视角手势表达的一次性学习分类识别[J]. 自动化学报，2021，47（6）：1284-1301.

[3] 罗仕鉴，龚何波，林伟. 智能产品交互设计研究现状与进展[J]. 机械工程学报，2023，59（11）：1-15.

[4] 孙新波，周明杰，张明超. 数智赋能驱动场景价值创造实现机理：基于海尔智家和小米的案例分析[J]. 技术经济，2022，41（12）：181-195.

[5] 许为. 三论以用户为中心的设计：智能时代的用户体验和创新设计方法[J]. 应用心理学，2019，25（1）：3-17.

[6] 金燕. 数字智能服务的前沿探索：《数字智能背景下的用户信息交互与服务研究》评述[J]. 数字图书馆论坛，2023，19（4）：68-70.

[7] 兰玉琪，刘松洋. 人工智能技术下的产品用户体验研究综述[J]. 包装工程，2020，41（24）：22-29.

[8] WANG L. Virtual display of intelligent human-computer interaction products based on attention matrix[J]. International Journal of Product Development，2023，27（1/2）：151-164.

[9] STONE S A，CHAPMAN C S. Unconscious frustration：dynamically assessing user experience using eye and mouse tracking[J]. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction，2023，7：1-17.

[10] 孟猛，朱庆华. 国内外信息系统用户体验研究综述[J]. 图书馆学研究，2021（9）：9-19.

[11] 叶凤云，马小昱，樊亚芳. 高校图书馆未来学习中心用户体验关键影响因素识别研究[J]. 大学图书馆学报，2024，42（2）：23-31，37.

[12] 罗仕鉴，郭和睿，沈诚仪，等. 智能产品用户体验设计评价研究现状与进展[J/OL]. 计算机集成制造系统：1-23[2024-06-23]. https://doi.org/10.13196/j.cims.2023.0657.

[13] ESCOFFERY C，MCGEE R，BIDWELL J，et al. A review of mobile apps for epilepsy self-management[J]. Epilepsy & Behavior，2018，81：62-69.

[14] PARK J，HAN S H. A value sampling method for evaluating user value：a case study of a smartphone[J]. International Journal of Mobile Communications，2018，16（4）：440-458.

[15] 彭鑫媛，程诺，裴蕊，等. 移动视频平台用户体验影响因素实证分析[J]. 包装工程，2021，42（12）：167-175.

[16] 徐中阳，尚珊，石艳霞. 基于DEMATEL的电子健康网站用户体验关键影响因素分析[J]. 图书馆，2020（11）：33-39，62.

[17] 周彤，张文昕. 基于用户体验的牙科椅再设计研究[J]. 产业创新研究，2021（20）：28-30.

[18] 曹廷蕾，贺雪梅. 面向用户体验的家用按摩椅优化设计研究[J]. 工业设计，2018（7）：33-34.

[19] 岳君，连亮. 基于Kano模型的老年在线教育APP用户体验优化设计[J]. 广州城市职业学院学报，2023，17（2）：50-54.

[20] 肖汀，周庆山，刘惠. 让适老化设计更“走心”：政务服务APP老年用户体验形成机理与优化[J]. 图书馆论坛，2024，44（4）：188-195.

[21] PEZZUOLI F，CORONA D，CORRADINI M L. Recognition and classification of dynamic hand gestures by a wearable data-glove[J]. SN Computer Science，2020，2（1）：5.

[22] 陈元杰. 基于计算机视觉的智能助餐机器人自然人机交互设计与实现[D]. 上海：华东理工大学，2022.

[23] 陈柏林. 基于脑电肌电和虚拟现实的人机交互系统研发[D]. 重庆：重庆大学，2021.

[24] LUO W P，CAO J T，ISHIKAWA K，et al. A human-computer control system based on intelligent recognition of eye movements and its application in wheelchair driving[J]. Multimodal Technologies and Interaction，2021，5（9）：50.

[25] 兰玉琪，刘湃. 基于用户体验的交互产品情感化研究[J]. 包装工程，2019，40（12）：23-28.

[26] 周艳菊，张杰，王宗润. 降价或产品升级？智能音箱行业平台企业质量投资与补贴策略研究[J]. 管理工程学报，2023，37（5）：238-246.

[27] HASSENZAHL M，TRACTINSKY N. User experience–a research agenda[J]. Behaviour & Information Technology，2006，25（2）：91-97.

[28] 俞琰，陈磊，姜金德，等. 基于依存句法分析的中文专利候选术语选取研究[J]. 图书情报工作，2019，63（18）：109-118.

[29] 李宗伟，陈楚欣，张艳辉，等. 住宅智能化、消费者异质性与支付意愿：基于技术接受模型的实证分析[J]. 技术经济，2023，42（7）：152-164.

[30] 唐晓波，刘江南. 基于BERT和TF-IDF的问答社区问句自动标引研究：以金投网问答社区为例[J]. 情报科学，2021，39（3）：3-10.

[31] 王飞，陈立，易绵竹，等. 新技术驱动的自然语言处理进展[J].

武汉大学学报（工学版），2018，51（8）：669-678.

[32] 邓君，孙绍丹，王阮，等. 基于Word2Vec和SVM的微博舆情情感演化分析[J]. 情报理论与实践，2020，43（8）：112-119.

[33] XU L，LIN H F，PAN Y，et al. Constructing the affective lexicon ontology[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information，2008，27（2）：180-185.

[34] 哈尔滨工业大学. 语言技术平台[EB/OL]. [2023-10-17]. http://ltp.ai/index.html.

作者简介

谢雪梅，女，博士，教授，研究方向：数据挖掘、用户信息分析，E-mail：xxuem@163.com。
王明慧，女，硕士研究生，研究方向：数据挖掘、用户信息分析。

User Experience of Intelligent Human-Computer Interaction Products Based on Dependency Parsing

XIE XueMei　WANG MingHui
(School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, P. R. China)

Abstract: Intelligent human-computer interaction products have attracted much attention due to their natural interaction, and the research on their user experience is particularly important. The existing research on the user experience of this type of products focuses on the analysis of user behavior information, while mining user experience characteristics from online reviews is a relatively new direction. Based on dependency parsing and the product feature thesaurus, this paper extracts product features and the corresponding user emotional opinions from the online reviews through artificially setting extraction rules, and adopts emotional computing to quantify the opinions to obtain user experience characteristics. Taking the intelligent screen products as an example to conduct the research, the results show that the method proposed can solve the problem that the product features and emotional opinions cannot be extracted simultaneously. At the same time, the study finds that users have a relatively high preference for the intelligent voice interaction of the product, but are not satisfied with the intelligent functions. Based on the results, optimization design suggestions are proposed for the intelligent system, appearance, and hardware configuration of the product.

Keywords: Intelligent Human-Computer Interaction Product; User Experience; Dependency Parsing; Product Feature; Emotional Computing

（责任编辑：王玮）