

基于语音交互的家用智能扫地机器人体验设计研究

马可, 何人可, 马超民
(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 针对当前家用智能扫地机器人不支持语音交互的现状, 探讨语音交互在家用智能扫地机器人中的体验应用。**方法** 将天猫精灵方糖 AI 智能音箱语音助手作为研究接口, 以 Norman 的匹配原则为基础, 将此延伸应用于探讨智能家居产品的语音人机匹配属性, 从操作层、功能层、情感层三个维度解析其语音交互使用匹配度。**结论** 根据在匹配原则概念上进一步发展的 Moon & Nass 的相似性吸引理论及得失理论, 归纳智能家居语音交互匹配要素得到智能家居语音交互体验属性的三个要素, 即语音操控连接、功能与产品定位和使用情境关联、系统深度学习了解用户喜好。并以智能家居语音交互体验属性为基础, 融入扫地机器人本身的产品使用情境、方式和功能考量, 提出基于语音交互的家用智能扫地机器人的体验设计要素, 即语音交互流程、语音指令数据库、语音人设画像。为其语音交互系统设计提供体验研究基础, 便于用户未来更好地使用智能扫地机器人的语音交互功能。

关键词: 语音交互; 家用智能扫地机器人; 用户体验; 匹配原则

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)18-0118-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.18.014

Experience Design of Household Intelligent Sweeping Robot Based on Voice Interaction

MA Ke, HE Ren-ke, MA Chao-min
(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: In view of the current situation that the household intelligent sweeping robot does not support voice interaction, this paper mainly aims to discuss the experience application of voice interaction in the household intelligent sweeping robot. The project took the voice assistant of Tmall Genie Fangtang AI smart speaker as the research entrance. Based on Norman's matching principle, this paper extended this theory to discuss the voice human-machine matching attributes of smart home products. Moreover, the matching degree of voice interaction experience was analyzed from three dimensions of operation, function and emotion. According to Moon & Nass's similarity attraction theory and gain & loss theory further developed on the concept of matching principle, three elements of smart home voice interaction experience attribute are summarized, including voice control connection, function correlation with product positioning and usage situation, and systematic in-depth learning to understand user preferences. Based on the voice interaction experience attribute of smart home, the product usage situation, mode and function considerations of the sweeper robot are integrated, the experience design elements of the household intelligent sweeping robot based on voice interaction are proposed. That is, the flow of voice interaction, voice command database and voice portrait. It provides an experiential research basis for the design of the household intelligent sweeping robot's voice interaction system, so that users can better use its voice interaction function in the future.

KEY WORDS: voice interaction; household intelligent sweeping robot; user experience; the matching principle

收稿日期: 2020-05-21

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(19YJC760075); 湖南省研究生科研创新项目(CX20200425)

作者简介: 马可(1992—), 女, 山东人, 湖南大学博士生, 主要研究方向为人机交互设计、产品服务系统创新及可持续发展设计。

通信作者: 何人可(1958—), 男, 湖南人, 湖南大学教授, 主要研究方向为设计史论和设计战略。

工业设计在当前人工智能和物联网大背景下发生了巨大变化，特别是在设计对象、设计方法和设计工具上尤为显著^[1]。很多新兴的工业产品都朝着更加智能的方向发展，它们可以理解、接受和实施人类的命令，并对相应的指令进行推理和判断^[2]。用户与产品之间更加频繁的远程交互，表现在语音交互、机器视觉、虹膜识别、手势交互、体感交互等多种交互方式上。人机交互场景下，语音交互的可用性要超过其余几种交互方式，很好地帮助用户解决各类问题。基于语音交互的人—物远程交互可以降低人们活动空间有限的制约，为人们的生活提供更大的便利。

1 语音交互与家用智能扫地机器人

1.1 语音交互概述

语音作为人与人沟通最方便的方式，解放了人们的双手，降低了空间的距离限制。语音交互是指人已完成自己的任务为目标，借由语音与计算机进行交流互动的一种方式，具有输入更快捷、操控效率更高的特点。语音交互带给当前的人机交互设计广度和深度上的扩展，赋予了人机界面“听”和“说”的能力。作为物联网大数据视角下信息处理的一种高级媒介，语音交互让输入变得更轻量、简单，用户通过听觉的方式接收语音信号能够缓解其视觉劳累，从而避免因疲劳引发相关误操作。同时，对于老人和一些视障人士等有输入困难的人群，语音交互可以帮助他们摆脱键盘操作的复杂，增强用户使用体验。随着移动智能家居终端的遍及，这种新型的自然人机交互方式正越来越引起业界的重视。

1.2 家用智能扫地机器人

作为家庭智能化和信息化的实现方式，智能家居的应用可谓举足轻重。尤其是这几年家用智能扫地机器人的繁荣发展，从目前市场上国内外扫地机品牌产品来看，机器按键操控、APP 操控、AI 智能音箱语音指令操控三种人机交互方式并存，见图 1。然而随着人工智能、Big Data、云计算和机器学习等高新技术的迅猛发展，语音交互将会进一步解放使用者以手操控的方式，在家庭环境下，基于语音交互的智能扫地机器人也将会取代按键操控、APP 操控和 AI 智能音箱操控，真正实现自然人机交互。

其次，家用智能扫地机器人作为移动智能家居终端，传统按键操控已不能满足其移动的特点，语音交互功能的搭载将是其在人工智能和物联网时代的下一个重要突破口，也是其下一阶段人机交互发展的核心。然而，目前市面上主流的扫地机品牌并不能支持语音交互，而是以 AI 智能音箱作为中介，通过用户对智能音箱下达语音指令的方式间接操控扫地机。这种借位的交互方式一定程度上增加了人机交互的复杂性，因其提高了中间环节的信息交换与处理的效

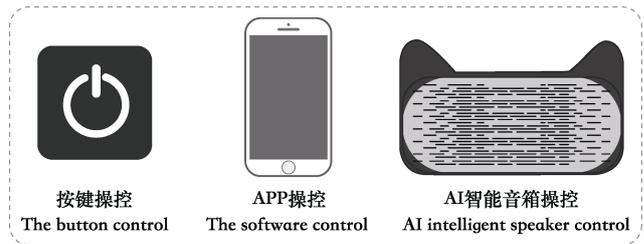


图 1 目前家用智能扫地机器人的操控方式
Fig.1 Control mode of household intelligent sweeping robot

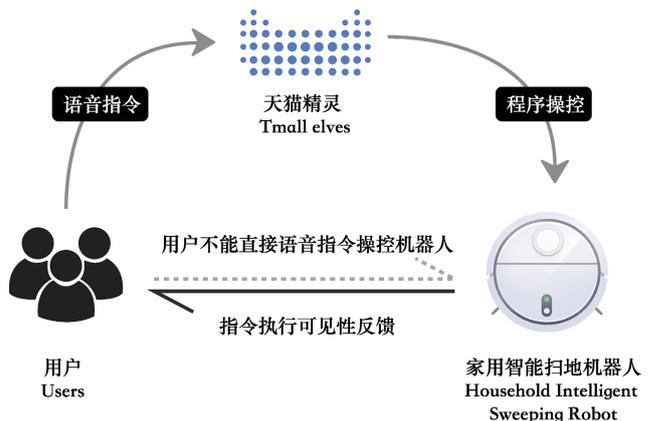


图 2 用户借位天猫精灵操控扫地机关系
Fig.2 Users control the household intelligent sweeping robot through Tmall Genie



图 3 理论演变框架
Fig.3 Theoretical evolution framework

率，不能称之为一种自然交互行为，而且也相应地导致了用户的认知偏差，用户借位天猫精灵操控扫地机关系见图 2。

2 家用智能扫地机器人语音交互接口探查

Donald Norman 在《设计心理学》中提出的匹配原则，是指两种事物之间存在的适应关系^[3]。Norman 认为要想实现用户对产品的较高满意度，那么产品的使用操作应尽量匹配于人的行为习惯和心理，从意识控制层面将操控转变为本能活动^[4]。将匹配原则延伸应用于探讨智能家居产品的语音人机匹配属性，并从操作层、功能层、情感层三个维度^[5]解析智能家居产品语音交互过程的使用匹配度，理论演变框架见图 3。

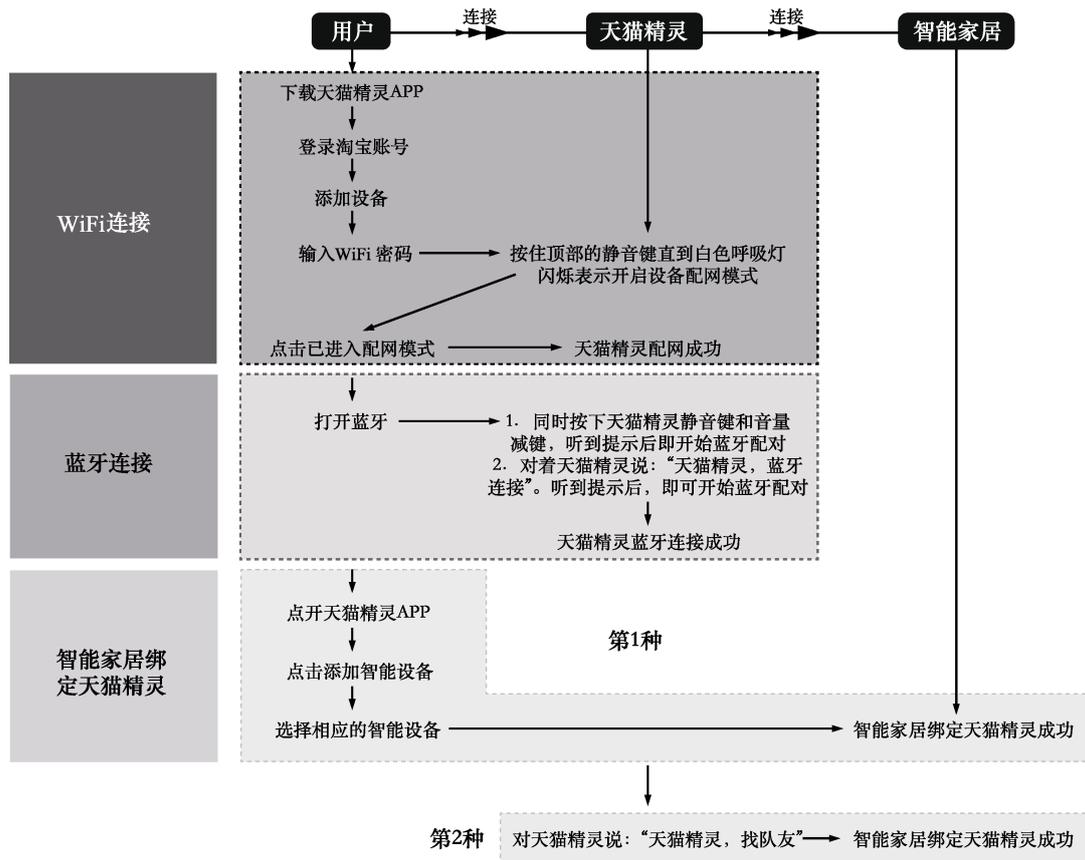


图4 用户初次连接天猫精灵以及智能家居的流程

Fig.4 Flow chart of users connecting Tmall Genie and smart homes for the first time

本文调研了国内外十八个主流家用智能扫地机品牌使用控制方式,其中十七家支持天猫精灵方糖AI智能音箱语音指令控制。基于此,本文将以天猫精灵方糖AI智能音箱语音助手作为研究接口,探讨在其使用过程中的语音人机匹配属性。

2.1 操作层匹配

操作层面方向,天猫精灵智能音箱只有三个按键,分别是静音按键、音量加按键和音量减按键。其并没有显示界面,且主打语音操控。初次连接时用户需要先将智能手机跟天猫精灵通过WiFi连接绑定,蓝牙的连接可以通过按键蓝牙配对或者对着天猫精灵说,“天猫精灵,蓝牙连接”即可成功连接。同样,智能家居绑定天猫精灵也是两种方式,第一种是在天猫精灵APP里添加;第二种是对着天猫精灵说,“天猫精灵,找队友”即可快速实现连接,用户初次连接天猫精灵以及智能家居的流程见图4。相比较传统的按键式连接和APP内连接,语音操控式有效地解放了用户的双手,提高了用户的效率,增强了用户体验。

天猫精灵可以迅速进行语音的识别、理解以及控制相关智能设备开始工作。当用户需要通过天猫精灵远程操控智能家居执行任务时,用户只需要对天猫精灵说,“天猫精灵,打开扫地机器人”、“天猫精灵,空调调到26℃”、“天猫精灵,打开电饭煲”等即可

立刻启动相关的智能家居开始执行任务。不需要用手,也脱离了界面,天猫精灵语音识别系统可以快速准确地识别出用户的语音指令,并将其转化成文本进行语义理解,并输出执行文本远程传输至智能家居控制系统控制其开始执行相关命令;同时,执行文本在天猫语音合成系统中输出至语音,通过扬声器反馈语音给用户。由此可见,天猫精灵方糖语音系统真正地解放了用户的双手,语音交互的方式可以不受空间的限制,即使用户在做其他的事情也可以随时跟天猫精灵进行语音交互,控制家中的智能家居完成各种各样的任务。天猫精灵语音交互流程见图5。

2.2 功能层匹配

天猫精灵的定位就是家庭的智能语音控制终端,其支持的语音交互功能范围涵盖六个方面,分别是娱乐、购物、工具、操控、儿童和小技能。可以说,基本上生活里的方方面面都涵盖了。用户可以声纹购物、语音点歌、亲子教育等,再加上天猫精灵已连接三百多家电器品牌,且AliGenie为智能家居开放平台,允许家电品牌接入,支持开发者定制个性化的丰富技能,提供智能家居接入语音控制能力,可以实现天猫精灵的语音交互控制功能。一台天猫精灵智能AI语音助手可以实现N台智能家居的语音控制功能,实用且功能强大。

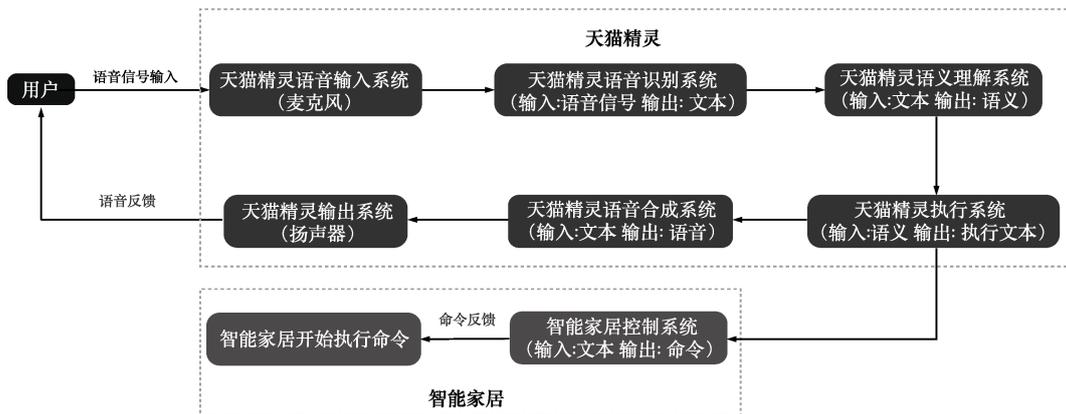


图 5 天猫精灵语音交互流程
Fig.5 Voice interaction flowchart of Tmall Genie



图 6 天猫精灵硅胶保护套分析

Fig.6 Analysis on silicone protective cover of Tmall Genie

在家庭使用场景下,用户通过中文普通话语音指令操控天猫精灵方糖完成一系列任务。其内置 CPU 专为智能语音助手定制,人机交互系统可以通过海量的数据分析进行深度学习,智能多频带监测和分析技术以及双麦克风设计,增强了语音捕捉的准确性和实时性,带来了更快的语音识别速度和语音识别精准度。

2.3 情感层匹配

情感层聚焦在智能产品是否能够对人们的感性心理需求有一定的满足。语音交互设计涉及到的不仅仅是操作方式和功能模块的“有形”设计,而且是关联到人的情感和态度的“无形”设计^[6]。首先,从硬件方面来看,天猫精灵方糖搭配了斗篷,即硅胶外衣保护套,造型灵感来自于猫头。它不仅起到了保护智能设备的作用,而且造型灵动、可爱,为用户的智能生活增添了乐趣。同时,也预留了拾音和音腔播放空间,不影响产品的正常使用,天猫精灵硅胶保护套分析见图 6。从产品评价来看,用户普遍认为斗篷可以很好地保护天猫精灵,而且好看、可爱。用户的感性情感需求得到了满足。

其次,从软件方面来看,内置人机交互系统不仅可以通过海量的数据分析进行深度学习,逐渐了解用户的喜好和习惯,成为人们的智能小帮手,而且能够通过天猫精灵 APP 个性化自定义语音反馈内容,添加其他网友录制的自定义回答或者制作属于自己的回答。添加方法简单易操作,分别添加问答问法和回

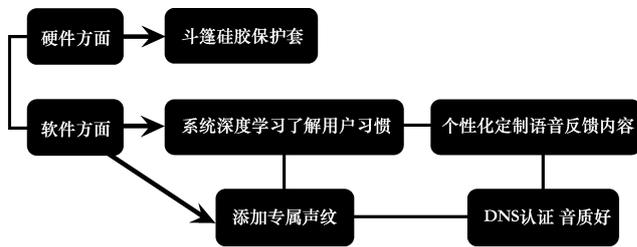


图 7 天猫精灵提高用户情感体验的元素
Fig.7 Elements that Tmall Genie enhances user's emotional experience

复内容即可让天猫精灵掌握。另外,天猫精灵可以添加用户的专属声纹,通过声纹识别不同用户,根据不同用户的特点去进行针对性语音对话。不得不说的是,天猫精灵是首个获得了 DTS 认证的 AI 智能音箱,其音质饱和度高,配合低音增强和低频增强技术,能够给用户提供更加自然、高品质的听觉体验,天猫精灵提高用户情感体验的元素见图 7。

3 基于语音交互的家用智能扫地机器人体验设计要素

Moon&Nass 的相似性吸引和得失理论是在匹配原则概念上进一步的发展,他们认为人和与自己人格相似的计算机交互中产生的满足感偏高^[7]。天猫精灵作为家用智能扫地机器人语音交互研究接口,将其基于匹配原则在操作层、功能层和情感层三个方面进行分析,并归纳得到其语音交互使用过程中的人机匹配属性,即智能家居语音交互的匹配要素。再根据 Moon&Nass 的相似性吸引和得失理论可知,当用户与计算机匹配度越高,则用户在交互过程中的满足感就越强,体验越好。因此提出智能家居语音交互体验的三个要素,分别是语音操控连接,功能与产品定位和使用情境关联以及系统深度学习了解用户喜好,从而得到了智能家居语音交互体验属性。家用智能扫地机器人作为可移动的智能家居终端,其语音交互体验

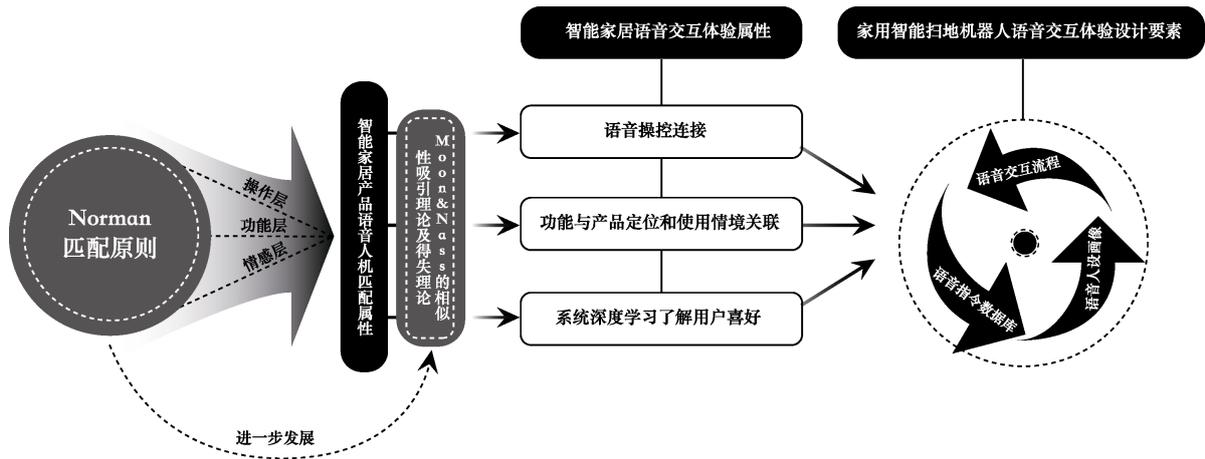


图 8 基于语音交互的家用智能扫地机器人体验设计要素演变

Fig.8 Evolution of Household intelligent sweeping robot experience design elements based on voice interaction

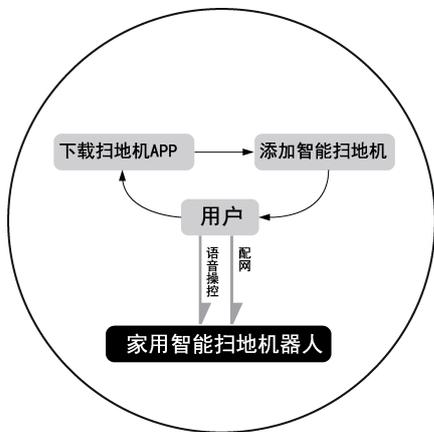


图 9 家用智能扫地机器人连接方式

Fig.9 Connection mode of household intelligent sweeping robot

设计要素的提出也是基于智能家居本身的语音交互体验属性,并且融入了家用智能扫地机器人的使用情境、方式和功能考量,综合梳理得到了家用智能扫地机器人语音交互体验设计要素,分别是语音交互流程、语音指令数据库和语音人设画像。基于语音交互的家用智能扫地机器人体验设计要素演变见图 8。

3.1 语音交互流程

智能手机与家用智能扫地机器人配网成功后,通过语音的方式进行蓝牙连接以及功能操作将是在设计上的发展方向。家用智能扫地机器人运用语音交互使用户的智能生活更加便捷,家用智能扫地机器人连接方式见图 9。与通过手机连接天猫精灵再连接扫地机的复杂连接方式不同,对于搭载了语音交互系统的家用智能扫地机器人,用户直接通过下载扫地机 APP 添加智能扫地机器人即可对家用智能扫地机器人进行语音操控,对其发布语音命令。

不需要任何界面和按键,任何人都可以轻松的控制扫地机打扫。具体的语音交互流程见图 10。家用智能扫地机器人内置的语音系统,识别用户的语音信号,通过麦克风接收用户的语音命令。语音识别系统把输入的语音命令信号变成文本形式,文本进入语义理解系统转化生成相关语音理解。在执行系统里输出的执行文本进入语音合成系统输出合成语音并通过扬声器反馈给用户;另一部分执行文本进入控制系统生成相关命令控制扫地机开始执行扫地等相关任务。

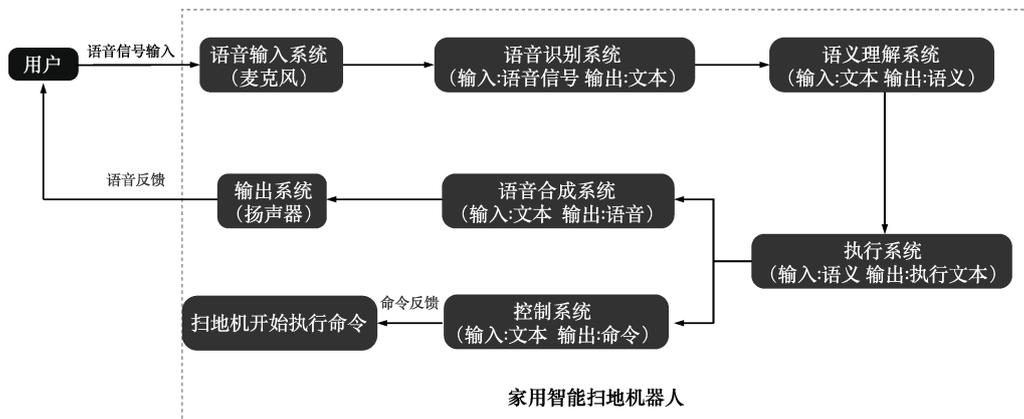


图 10 家用智能扫地机器人语音交互流程

Fig.10 Voice interaction process of household intelligent sweeping robot

3.2 语音指令数据库

家用智能扫地机器人语音交互具备何种语音功能，构建语音指令数据库依据哪些领域收集语音数据，应当依据产品的定位和使用场景来考量。家用智能扫地机器人主要在家庭场景下使用，其定位是帮助用户打扫家庭卫生。因此，其语音交互功能应主要关注在清扫这一领域，具体包括自动清扫、暂停工作、继续清扫、停止、回充、吸力调节、水量调节、沿边清扫、定点清扫、区域清扫、重点清扫、稍后清扫、清扫预约、语音自定义清扫、快捷清扫、勿扰模式、固件升级等。因此，语音交互系统的核心语音数据库的构建就是基于以上具体功能展开。以上功能构成原始语音指令库，以此为基础，具体的设计方法就是穷举列出与原始语音指令库同义的普通话表达方式，包含字面表达方式和口语表达方式，且单一指令对应多个不同的字面表达形式（同义变体指令），而每个字面表达形式又受到地域方言的影响，对应有多个不同的口语表达形式。例如，针对自动清扫功能，字面表达方式可能有：开始打扫、清洁地板、请开始、打扫房间、开始清洁、地板脏了、快点打扫等；其中“开始打扫”的口语表达方式可能有：“需要打扫了”、“打扫吧开始”、“开始扫地吧”、“扫扫卧室”、“怎么还不扫地呢”、“扫地机快点开始扫地吧”等。根据用户语音指令表达的关键词和表达结构获取用户的语音指令表达用语偏好，收集语音指令建立用户的语音指令数据库。例如，从自动清扫这一功能的字面和口语表达方式可以总结出“打扫”、“开始”的出现频率较高，且口语表达多用一些倒装句、疑问句和感叹句等。同时，用户的语音指令表达用语偏好可以作为一个补充，即通过用语偏好帮助设计师头脑风暴用户可能会说的、但是实际问卷和访谈调研没有采集到的语音指令，家用智能扫地机器人语音指令数据库构建模型见图 11，使语音指令数据库更全面、更精准。

3.3 语音人设画像

好的产品可以使人有好的情感体验，更离不开在情感方面对人产生的积极影响。一位设计大师说，相比较具有好的功能、易用的产品来说，更重要的是这个产品给人的愉悦体验^[8]。家用智能扫地机器人给用户的体验，应该是家庭不可或缺的一份子而不仅仅是一个扫地的工具。因此，通过构建智能扫地机器人的产品语音人设画像，即计算机人格特质来降低用户的自利偏差归因，提升语音交互情感体验。自利偏差归因是指个体倾向于将成功归结为自己的努力等内在因素而将失败归结为外在因素^[9]。Moon&Nass 指出，当用户与计算机的人格特质相似时，会降低用户的自利偏差归因，此时用户会认为计算机更加好用^[10]。因此，对智能扫地机器人进行语音人格设定，用户选择与自己语音人设画像接近的计算机语音人格会让用

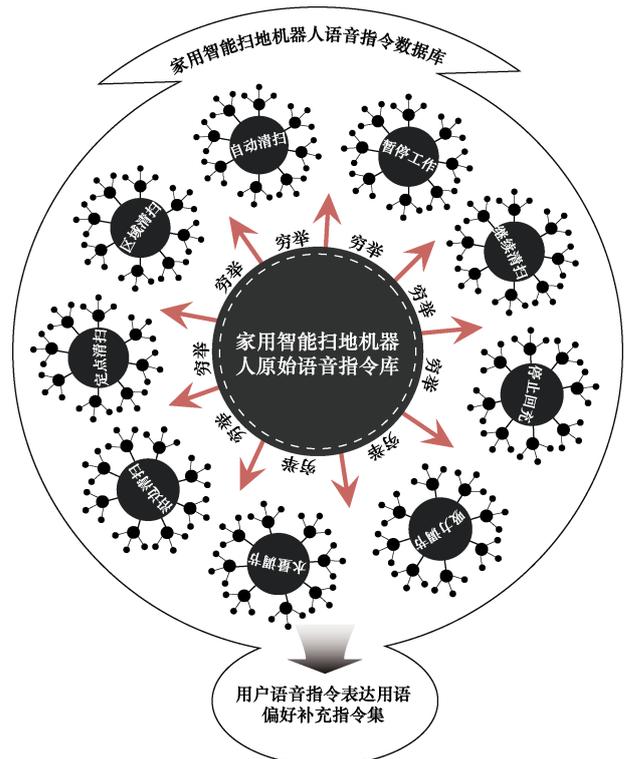


图 11 家用智能扫地机器人语音指令数据库构建模型

Fig.11 Model built for the voice command database of the household intelligent sweeping robot

户更愿意接受并使用智能机器人，提升情感体验。西方学术界人格心理学领域很早就开始了从自然语言中提取人格特质的研究。Allport 认为大多数的人格特质都会被编码到自然语言中去^[11]。根据大五因素人格模型^[12]制作人格特质测量问卷调研用户的自然语音人格偏好，并归纳产出一系列基于使用扫地机器人的产品典型语音人设画像，例如，外向型的人格更倾向于使用何种用语习惯、发音偏好以及情感偏好等。与此同时，对一定量的用户进行深度实验访谈获取其真实的语音指令进行原始语音人设画像的设定。这些语音人设画像作为语音指令数据库的个性化补充，语音人设画像研究见图 12，可直接供用户选择来提高其情感认可和情感满足。

4 结语

伴随着人工智能技术的深入发展，语音交互作为其重要入口，是人工智能领域的重要分支。家用智能扫地机器人作为可移动的智能家居终端，是未来智能家庭生活必不可少的一部分。因此，基于语音交互的家用智能扫地机器人将是未来智能家居的发展方向。设计师应及时把握人工智能和物联网下家用智能扫地机器人的基本语音交互体验设计要素，为下一步的家用智能扫地机器人语音交互系统设计的构建打下体验研究的基础，作为理论根基帮助指导设计师更好地设计其体验脉络，提高用户体验。

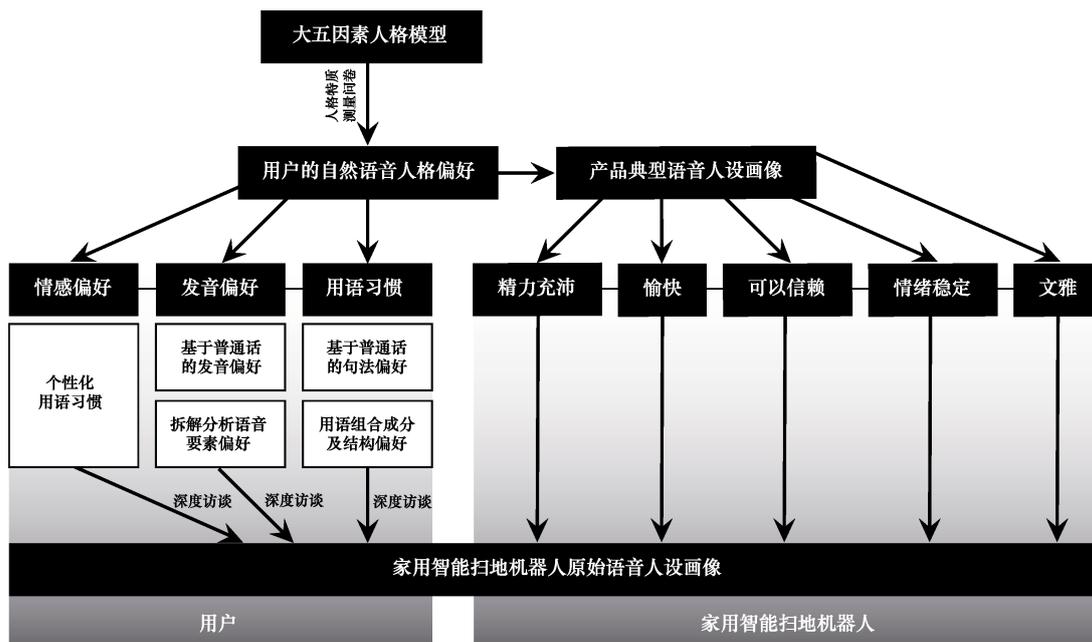


图 12 语音人设画像研究
Fig.12 A study of phonetic character portrait

参考文献:

[1] 张志东. 论物联网时代的到来对工业设计的影响[J]. 包装工程, 2011, 32(14): 122-125.
ZHANG Zhi-dong. Study on the Impacts of Internet of Things Era on Industrial Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(14): 122-125.

[2] 李世国. 物联网时代的智慧型物品探析[J]. 包装工程, 2010, 31(4): 50-53.
LI Shi-guo. Study on Intelligent Things in the Internet of Things[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(4): 50-53.

[3] DONALD A N. The Design of Everyday Things[M]. New York, 1988.

[4] 尹超. 事件原型衍生的自然交互设计与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2014.
YIN Chao. The Design and Applications of Natural Interaction Based on Event Prototype Derivation[D]. Changsha: Hunan University, 2014.

[5] 叶子. 人机语音交互存在的问题研究[J]. 科技传播, 2017, (1): 31-32.
YE Zi. Study on the Existing Problems of Human-computer Voice Interaction[J]. Public Communication of Science & Technology, 2017, (1): 31-32.

[6] 程彬, 赵宏梅. 匹配原则在人机交互设计上的应用探讨[J]. 包装工程, 2008, 29(11): 125-127.
CHENG Bin, ZHAO Hong-mei. Discussion on Matching

Principle Applied in Human-computer Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(11): 125-127.

[7] MOON Y, NASS C. How “Real” are Computer Personalities? Psychological Responses to Personality Types in Human-Computer Interaction[J]. Communication Research, 1996, 23(6): 651-674.

[8] 魏雅莉, 钟蕾. 机械产品造型设计中的情感要素研究[J]. 机械设计, 2011, 28(12): 6-8.
WEI Ya-li, ZHONG Lei. Analysis of Emotional Elements in Mechanical Product Modeling Design[J]. Journal of Machine Design, 2011, 28(12): 6-8.

[9] 温芳瑜, 许有真. 人格特质在人机界面交互研究之应用[J]. 心理科学, 2006, 29(2): 398-400.
WEN Fang-yu, XU You-zhen. Studies of Personal Trait Applied to Human-computer Interaction[J]. Psychological Science, 2006, 29(2): 398-400.

[10] MOON Y, NASS C. Are Computers Scapegoats? Attributions of Responsibility in Human-Computer Interaction[J]. International Journal of Human Computer Studies, 1998, 49(1): 79-94.

[11] ALLPORT G W. Personality: a Psychological Interpretation[M]. England: Oxford, 1937.

[12] 王登峰. 人格特质研究的大五因素分类[J]. 心理科学进展, 1994, (1): 34-41.
WANG Deng-feng. The Big Five Categories of Personality Traits[J]. Advances in Psychological Science, 1994, (1): 34-41.