

# 基于信息加工模型的老龄智能产品体验设计

张曦, 胡飞

(广东工业大学, 广州 510090)

**摘要:** **目的** 关注老年人使用智能产品的体验, 使老年人在智能时代更好地拥抱智能产品, 享受智能产品所带来的便捷生活。**方法** 结合 Wickens 等人所提出的“人的信息加工模型”(HIP, Human Information Processing), 提出老年人信息加工过程分析模型(HIP for the Elderly, HIP4E), 为以老年人为中心的智能产品体验设计提供分析工具。**结论** 通过研究, 提出基于老年人信息加工过程分析模型的研究流程, 并以“以老年人为中心—老龄版微信设计”为案例阐述研究流程。

**关键词:** 老年人; 智能产品; ICT 产品; 人的信息加工模型; 体验设计

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)16-0023-08

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.16.005

## Experience Design of Aging Smart Products Based on Human Information Processing Model

ZHANG Xi, HU Fei

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

**ABSTRACT:** The work aims to focus on the experience of smart products for the elderly, so that the elderly can better use smart products in smart times and enjoy the convenience of smart products. Combined with the "HIP(Human Information Processing) model" put forward by Wickens, etc., an analysis model of human information processing for the elderly(HIP for the Elderly, HIP4E) was proposed to provide an analysis tool for the experience design of smart products centered on the elderly. Through the research, a research process based on the analysis model of HIP4E is proposed, and the research process is described with the case of "old people as the center: WeChat design for the aged version".

**KEY WORDS:** the elderly; smart products; ICT products; human information processing; experience design

第二次世界大战后,在残障和老龄化问题显现的初期,设计学科就以敏锐的时代触觉和广泛的人文关怀嵌入其中,先后涌现出无障碍设计、通用设计、跨代设计、可及性设计、包容性设计、全民设计等设计理念,在提升老龄和残障者的生活品质甚至人权保障方面都发挥了极其重要的作用<sup>[1]</sup>。然而伴随着智能时代的到来,人类不断重塑着出现的工具和技术,在信息和通信技术( ICT)、移动互联网、大数据、超级计算、传感网、脑科学等新理论新技术的带动下,催生了智能产品的普及和应用,进一步改变着人类生产生活

方式和思维模式<sup>[2]</sup>。信息的快速传递和互通极大地提高了生产生活效率,但智能产品的发展似乎把大多数老年人排除在外,他们往往被认为是数字技术的非亲和用户<sup>[3]</sup>。面对时代语境的变化,设计学科需要顺势而为,在研究对象、研究方法和研究策略上“因需而变”。

### 1 智能产品与老年人

智能一词不断地通过各种方式涌现,并被人赋予无限的可能。智能产品的诞生源自技术的不断革新和

收稿日期: 2018-06-15

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(15BG88); 广东省社会科学研究基地“设计科学与艺术研究中心”资助项目; 文化部文化艺术项目(16DG63)

作者简介: 张曦(1988—),女,河北人,广东工业大学博士生,主要研究方向为服务设计和用户体验。

通信作者: 胡飞(1977—),男,湖北人,博士,广东工业大学教授,主要研究方向为体验设计与设计战略。

发展,信息技术是改进产品复杂性的整体动力。简单性和开放性已成为智能产品主要的研究方向,并延伸到多个领域<sup>[4]</sup>。简单性是指改善用户与产品的交互,追求极致的智能双向互动,希望通过技术实现产品对人的准确感知和回应,并能够隐藏复杂的数据处理和产品特征。开放性是指改善产品与产品的交互。智能产品功能的实现要依托于外部环境,因此产品基于环境的学习能力将进一步优化人和产品的良好互动。环境感知、机器学习和适应性识别算法都是非常有前景的发展方向。

### 1.1 国内研究现状

以 CNKI 为数据源进行文献研究,以“老年人”、“智能”和“设计”为主题词,模糊匹配,共检索到 2000—2018 年间 389 条记录(检索时间 2018 年 6 月 8 日)。总体来说,我国老年人智能设计相关研究起步较晚、学术成果不多、尚处于探索阶段。其研究内容主要集中在 4 个方面:(1)以产品为主要研究对象的智能产品适老性改进,如《智慧养老背景下的智能家用医疗产品设计研究》,《高龄者助行导航折叠电动车设计研究》,《老年人家用卫浴产品的宜人性设计研究》;(2)以技术开发为主要研究方向的智能技术适老性研究,如《基于无线体域网技术的老人健康监护系统的设计》;(3)以方法策略为主要研究对象的老年智能设计研究,如《基于 SAPAD 的社区老龄康复服务设计研究》,《基于物联网智能的独居老人自动监控方法研究》;(4)以学科为基础的拓展性研究,基于人因工程、感性工学的老年人智能产品设计研究,关注老年人的认知因素、人体测量数据与智能产品的关系,如《影响老年人使用移动应用的认知因素》《包装精细度与中老年用户握力对包装开启时间的影响》。

### 1.2 国外相关领域发展现状

1991 年 8 月在荷兰爱因霍芬召开的“首届福祉科技国际研讨会”,建立了老人福祉科技研究架构,强调了技术作为辅助老人生活的重要手段,依托于技术而生的智能产品将积极参与到老人的生活中。如 Intel, GM, IBM 和 HP 等企业均设有老年人服务技术中心,专门针对老龄化人群产品的相关技术进行研发。

德国积极发展基于 ICT 技术的智能养老服务,其“高科技战略”所确立的重点发展领域奠定了“环境辅助生活技术”的基础。德国联邦教育与研究部发起了一项名为“老龄的新未来”的研究议题,旨在通过跨专业与跨领域的研究对老龄化、技术开发和服务创新等问题同时进行研究<sup>[5]</sup>。基于 ICT 的老龄智能产品开发成为一个主要的研究领域,如德国基于 ICT 技术的“SONIA”项目为老年人提供了一个促进交流和社区互动的线上平台,链接虚拟环境与现实生活以促进老年人融入社会。技术开发人员在欧盟 AAL 项目支持下开发了名为“YooM”的智能系统<sup>[1]</sup>,见图 1,旨在

促进老年人通过网络主动搭建自己的社交网络,以及开发家庭生活辅助机器人协助或陪伴老年人,见图 2。在亚洲,韩国拥有世界上最好的 ICT 基础设施,以使用智能产品和提供智能服务为内容的“智能养老”成为应对老龄化的主要措施,把智能技术应用于居家照顾、可移动健康护理和可携带健康护理领域,希望通过技术手段满足老年人健康护理需求,从而解决医疗花费增多和医护人员紧缺的问题<sup>[6]</sup>。日本早在 1970 就进入老龄化社会,并一直积极发展照顾机器人产业,其目标是发展功能单纯且低价的照顾机器人<sup>[7]</sup>,见图 3。



图 1 “YooM”智能系统  
Fig.1 “YooM” intelligence system



图 2 家庭生活辅助机器人  
Fig.2 Home life assisted robot



图 3 照顾型商用机器人  
Fig.3 Care-oriented commercial robot

智能产品的研发和普及将是未来发展的必然趋势。不论在健康照顾、辅助生活还是情感陪伴方面,智能产品都将成为介入老年人日常生活的必需品。相

较于非智能产品，老年人与智能产品的交互显得并不顺利。受扰于智能产品的高端化，老年人感觉无所适从的例子在各行各业均有不同程度的显现。比如在购物方面，碍于对智能手机和软件的操作不熟悉，老年人无法享受到便捷和优惠的手机支付；在出行方面，虽然打车软件为乘客和司机提供了高效便捷的沟通服务，但多数老年人无法体验到这种服务。当下的智能产品，尤其是日常高频使用的科技产品，无论硬件还是软件，都是围绕青年人的使用需求为主来进行设计研发，很少考虑和优化老年人的使用体验<sup>[8]</sup>。另一方面，随着年龄的增长，老年人的包括视觉、记忆力、动作协调性等组织器官功能衰退，直接影响了他们的感知系统、思维系统和行为系统，对于智能产品的学习和使用也表现出力不从心和较大障碍，因此，解决老年人和智能产品交互之间的矛盾成为本文研究的重点。

## 2 老年人的信息加工过程模型

相关研究发现，老年人在学习和使用信息通信技术时遇到的困难，如视觉、感知、精神运动和认知能力等，与年龄变化相关<sup>[9]</sup>。西班牙学者 Seyago 等人

运用民族志方法对老年人使用互联网进行为期 3 年的调查研究，通过研究老年人与电子邮件系统的交互，发现并解释了几种交互障碍的重要性，如认知负荷、使用输入设备的困难和视觉信息的感知等<sup>[10]</sup>；通过对巴塞罗那成人教育中心大约 400 名老年人长时间使用计算机媒体传播工具的情况研究，揭示了老年人因认知而产生的交互问题是持续存在的，并且独立于信息通信技术的经验和实践<sup>[11]</sup>。通过对 32 位老年人（65~90）使用 YouTube 和社交分享行为的民族志研究，呈现了老年人在使用过程中特有的行为模式以适应其自身的生理和心理特点，如通过输入文字而不是点击类别来搜索视频，以减少认知负担<sup>[12]</sup>。综上所述可以发现，老年人与智能产品发生互动的过程本质上仍是信息的交互过程，仍属于信息加工的过程，而障碍点产生在这个过程中，其根本原因在于老年人生理机能的衰退，尤其是感知系统、行为系统和思维系统<sup>[13]</sup>。

Wickens 等提出的人的信息加工模型（Human Information Processing, HIP）<sup>[14]</sup>，见图 4，它包括 4 个子系统，即感觉子系统、贮存子系统、信息处理子系统和反应子系统，而这 4 个子系统与老年人生理机能衰退的三大系统有着相对应的密切关系。

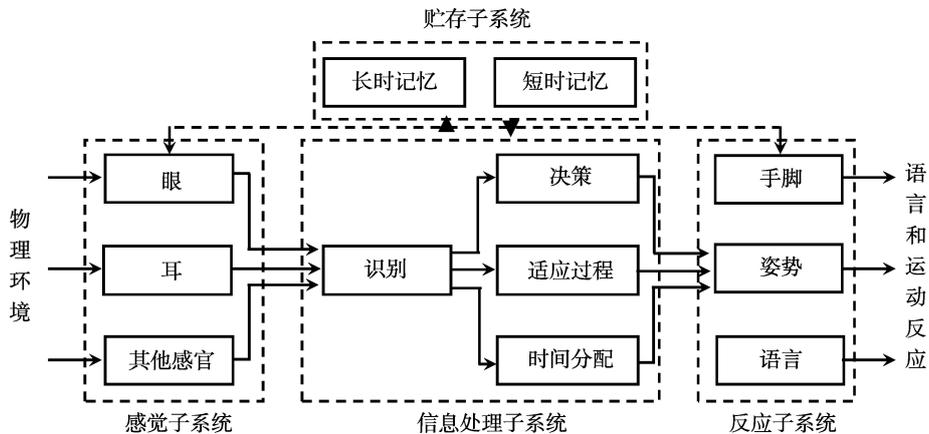


图 4 人的信息加工模型  
Fig.4 Human information processing

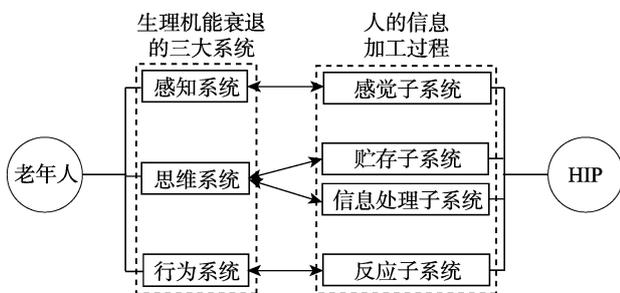


图 5 老年人的信息加工过程分析模型  
Fig.5 Analysis model of HIP for the elderly

老年人的信息加工过程分析模型见图 5，展示了老年人机能系统与信息加工过程的关系，而这种关系将帮助研究人员更加准确和有效地理解老年人在进

行信息加工过程中障碍产生的机制，因此将其视为老年人的信息加工过程分析模型（HIP for the Elderly, HIP4E）。在此模型中，老年人感知系统与 HIP 模型感觉子系统相对应，随着年龄的增长老年人感知外部物理环境的能力下降，比如视觉方面，眼角膜的知觉敏感性减退，同时对对比敏感度也会随着随着年龄的增长而下降，如果把 20 岁作为基准为保持同样的可见水平，到 60 岁时目标和背景区域的对比度达到 2，并且对比敏感度衰退速度加快，80 岁时达到 6<sup>[15]</sup>，老年人感知系统的机能衰退会导致感觉子系统的信息接收效率降低；老年人思维系统与 HIP 模型信息处理子系统和贮存子系统相对应，思维系统主要是与人脑发育和认知相关，是人作出判断和学习的能力，人脑

会随着人年龄的增长呈现一定程度的退化,因此老年人在处理接受的信息时会需要更多的时间,以 iPad 为例,苹果屏幕上的图表反应是 0.7 s,但绝大多数年龄超过 65 岁的老年人平均反应时间大约是 1 s<sup>[8]</sup>。老年人行为系统与 HIP 模型信息反应子系统相对应,老年人的行为是其感知系统和思维系统运作后的结果表现,显示了其肢体的能动性、执行和判断的准确性。例如随着年龄的增长,手指神经敏感度大幅下降,这就意味着老年人的“触摸”力度比年轻人要重。测试表明,如果老人有轻微震颤,那么触摸屏对此的解读就是“滑动”,从而产生误操作<sup>[8]</sup>。总之,年龄增长带来了人生理机能衰退,致使老年人在使用智能产品时,信息接收、信息处理和信息反馈等信息加工过程呈现了不同程度的障碍,当清楚老年人信息加工过程中障碍产生的机制,将老年人的机能衰退系统和信息加工过程映射到具体的产品设计中,可以进一步准确定位老年人使用智能产品过程中的障碍点,建立以老年人为中心的智能产品体验。

### 3 案例研究

以适老化的微信设计为案例,探讨基于 HIP4E 模型进行智能产品体验设计。HIP4E 是构建老年人、HIP 和 ICT 产品之间的信息流动障碍模型,见图 6,识别信息传递过程中存在的障碍点,这些障碍点与产品的信息设计要素密切相关,因此进一步明确障碍点和产品设计要素的映射关系。HIP4E 模型将帮助设计

人员有效的识别障碍发生的过程,为提出以老年人为中心的体验设计提供依据和解决方案。

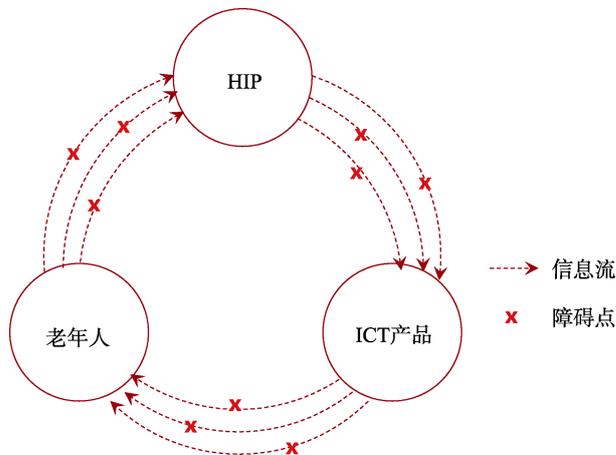


图 6 基于 HIP4E 的信息流动障碍模型  
Fig.6 Information flow barrier model based on HIP4E

#### 3.1 用户研究

为了更深入和准确地了解老年人使用手机微信的情况,中国体验设计发展研究中心 USD 联合实验室研究团队作为义工,参加了广州市黄花岗家庭综合服务中心组织的“长者学堂手机培训”活动,对广州黄花岗街道社区和动物园社区的老年人展开了为期 3 个月的调查研究,通过 12 次课堂教学活动深入调研老人使用手机微信的现状,见图 7。



图 7 长者手机培训班微信使用调研  
Fig.7 WeChat use survey based on the elderly smart phone training class

“长者学堂手机培训”活动采用一对一或一对二的教学方式。参加活动的老年人年龄差异较大，且对智能手机的掌握程度不同，遇到的问题和想学习的内容都有差异，因此采用此种服务模式。研究的重点是智能手机微信的使用，选取了 15 位老年人参与此次研究，年龄区间在 60~79 岁。通过前 3 次课程，对老人微信使用行为进行观察和教学，并汇总了微信使用过程中的障碍点，见表 1。

表 1 微信使用体验障碍点汇总

Tab.1 Summary of WeChat use experience pain points

序号	微信使用体验障碍点
1	边看笔记本的笔记（非常具体且会画图），边进行功能学习的操作
2	习惯用手写或语音输入
3	点击有时候会按的太久，因此显示了长按的功能，老人产生困惑
4	记不住图标的含义，导致经常按错
5	用手机打字时手抖，按字母经常出错
6	操作多以点击为主，不习惯滑动操作
7	不能快速和准确的找到想要的操作
8	当发现按错键时开始慌张，并乱按键，导致操作错误
9	对于动态提示的出现（进度条，报错）感到不知所措
10	手机字体太小，看不清楚手机屏幕上的字
11	比较喜欢物理反馈，因为更容易记住操作（扫一扫，“嘀”一声，表示扫描成功）

### 3.2 基于 HIP4E 模型的交互设计研究

基于 HIP4E 建立老年人微信使用体验障碍点与 HIP 和产品设计要素的映射关系，明确老年人、HIP、ICT 产品在信息传递过程中的障碍点及其与整个系统之间的关系，见图 8。

从图 8 可以看出：（1）感觉子系统，反应子系统与产品的交互方式密切相关，通常 ICT 产品在设计中只考虑了人的一般性生理特征值区间与产品的配合度，对老年人而言其生理特征值往往处于偏高值域，而这种不匹配会体现在整个产品使用过程，继而对整个信息处理过程带来影响；（2）贮存子系统与产品信息量密切相关，贮存子系统主要是指老人的记忆力，但现有产品的信息量在一定程度上增加老年人的认知负荷，鉴于此现有产品需要以老年人为研究对象，重新设计信息架构，减少产品总信息量和操作步骤；（3）信息处理子系统与产品信息呈现密切相关，信息处理的过程是老年人对信息的识别和判断，与准确性相关，信息呈现的问题在于老年人无法从自己过往的认知经验中找到匹配的认知模型，因而面对呈现的信息无从下手，针对现有产品中有关文字内容或者图标的设计，应该充分考虑老年人群体的认知模型；（4）反应子系统与产品信息反馈密切相关，反应子系统是老年人行为的呈现，反映在产品上则显示了老年人的操作是否正确，以及对下一步操作的引导，有时产品会出现时迟现象或者呈现的一些对老人来说未知的状况，会引起老年人的紧张感和无所适从，因此在产品设计中加强容错性设计和隐式交互的提示信息可以缓解老年人心理上的紧张。

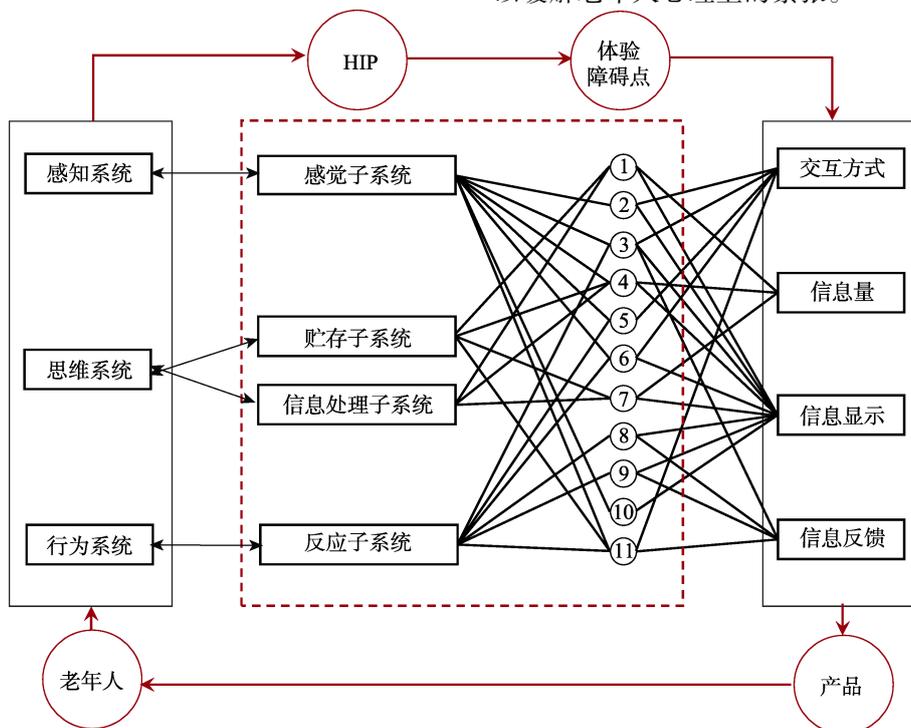


图 8 老年人—HIP—产品—体验障碍点映射关系

Fig.8 Mapping relationship between the elderly-HIP-Product- experience pain points

调研的老年人大部分使用安卓系统,因此课题组将安卓版微信(WeChat 6.5.3)作为设计对象,对其主要功能和交互流程进行了分析,提取了微信的主要功能,制作了基于微信主要功能的调查问卷,将微信功能分为两个层级,一级功能是微信的主要功能包括16个主功能。二级功能是一级功能下的次级功能(仅展示常用功能的二级功能),如主要功能“聊天”,包括了13项二级功能,见表2。对15位老年人进行了

问卷调查,此问卷通过研究员与老年人的访谈来填写,以获取老年人微信主要功能使用频率状况。同时,研究员对老年人使用微信主要功能的情况进行深入访谈,目的是了解老年人使用的动因和使用中的具体障碍。希望通过问卷和访谈帮助研究者了解老年人使用的低频功能,进一步定位产品在交互方式、信息呈现和信息反馈中的具体障碍,已提供产品的适老设计方案。

表2 微信的主要功能展示  
Tab.2 The main function of WeChat

一级功能	二级功能
聊天	语音输入; 键盘输入; 语音聊天; 视频聊天; 发送名片; 发送表情; 发送收藏内容; 发送小视频; 发红包; 发送图片; 分享位置; 转账; 其他
朋友圈	评论点赞; 收藏; 发照片; 发纯文字; 转发; 发小视频; 储存照片; 删除朋友圈
管理好友(通讯录页面)	扫一扫加好友; 输手机号加好友; 雷达加好友; 面对面建群; 手机联系人; 加公众号; 查看/进入公众号; 建立/查看/标签/分组; 查看/进入群聊
收藏	转发; 搜索收藏; 笔记; 添加标签; 删除收藏
设置	账号与安全; 新消息通知; 帮助与反馈; 隐私; 通用; 关于微信
管理表情	搜表情; 购买表情; 进入表情/管理表情
公众号	
搜索	
钱包-卡包	
我的二维码	
扫一扫	
摇一摇	
附近的人	
漂流瓶	
游戏	
购物	

分析访谈的结果发现,半数以上的老人认为聊天、朋友圈和收藏是其常用的功能,且聊天功能为老人必使用的微信功能,没有老年人选择不使用,仅有个别老人选择不常使用,其原因主要是老年人多为被动使用,由老人子女通过微信与他们主动联系,老人自己很少主动使用微信与子女以外的人联系。在16项主要功能中,9项被老人评定为“不使用功能”。通过访谈对老人不使用的原因进行深入了解,主要包括两点:一是不知道此功能的存在或者功能具体所指,比如漂流瓶;二是他们认为此功能对他们来说并不需要。研究人员对老年人使用的6项一级功能的二级功能进行了进一步的使用行为研究,研究结果表明,在6项被老人使用的一级功能下共包含45项二级功能,其中只有18项二级功能被老人选为“常用功能”,16项被选为“不用功能”。在一级聊天功能下的二级“发送图片”功能同“文字输入”功能被老人选为最常用的功能,特别要指出的是“发送图片”功能在老年人的使用行为中呈现了对现有微信功能扩展的潜在需求,老人非常希望把自己的照片制作成带音乐效果的动态相册,并乐意与家人和好友分享。

### 3.3 信息架构

通过研究确定受访老年人使用微信功能的频次,结合教学过程观察与交流总结出有产品的问题与老年人的潜在需求。总体而言,老年人把微信作为社交和信息获取工具,微信中购物、游戏功能并不能引起老人的兴趣,而与老人生活形态相关的功能需求则没有被充分挖掘。通过本次研究,重新构建了微信的信息架构,加粗项为新增功能或进行变动的功能,见图9。

### 3.4 界面设计

对于老人来说感知系统中的视觉感知是接受信息首要环节,初始界面的字体大小生理特征值匹配的是一般人群的生理状况,但对于老人来说视觉机能的减退和低视力的产生使其在阅读的字体大小选择上有别与年轻人,根据新的信息架构设计,原本被放在设置里,不易找到的字体设置被调整至安装微信后的首次打开,使老人在初次使用时可以选择适合自己的字体大小,以保证在以后的操作中对于信息的获取更为准确,见图10。主界面底部导航被重新定义

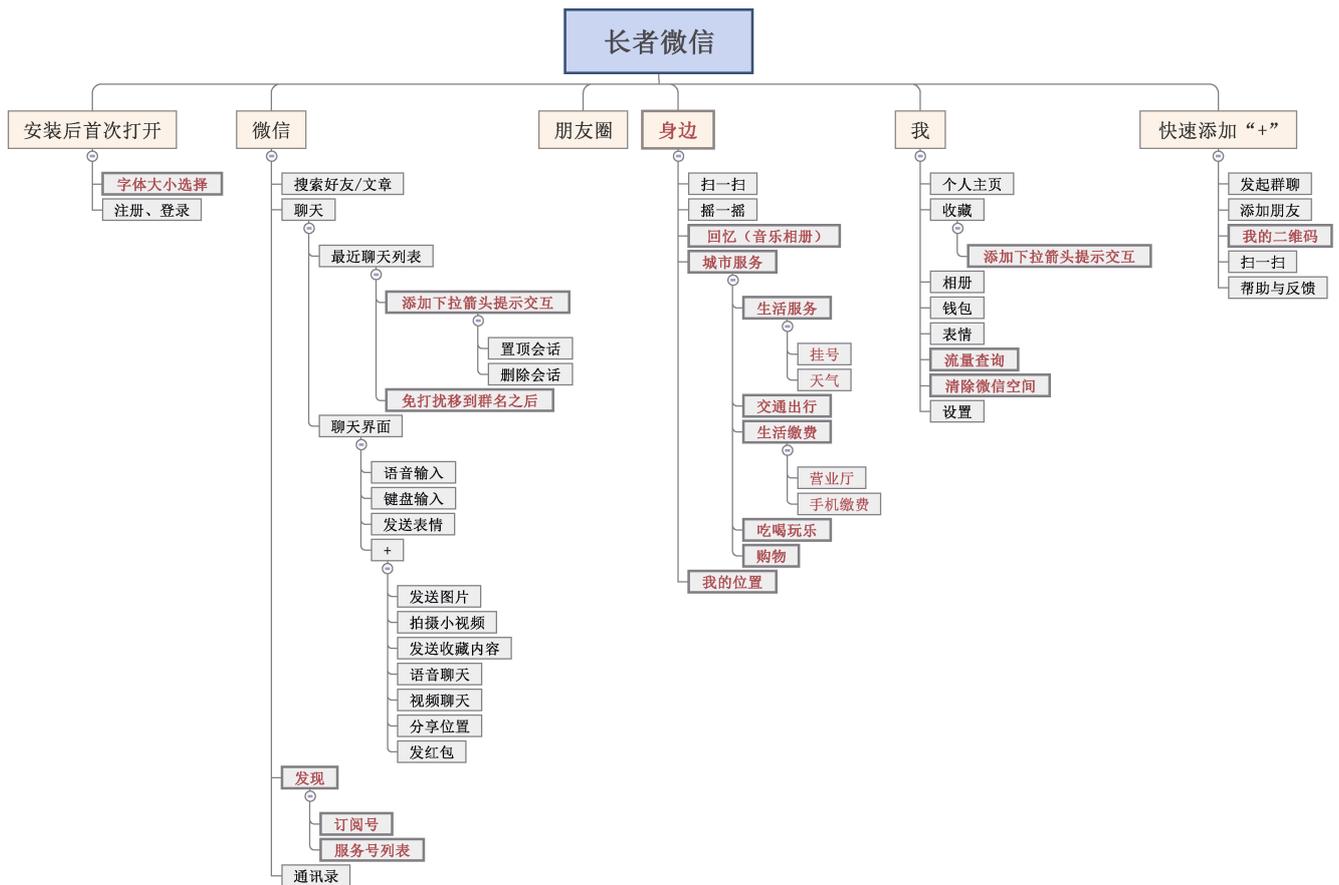


图 9 老龄版微信的信息架构

Fig.9 Information architecture of the elderly version of WeChat



图 10 老龄版微信与 WeChat 6.5.3 注册页面设计对比  
Fig.10 Registration interface design comparison between the elderly WeChat and WeChat 6.5.3

为“微信”、“朋友圈”、“身边”、“我”，与原版本的低栏相比，将取消的“通讯录”和“发现”放置在“微信”页面。提高“朋友圈”的层级，放置底部导航后可直接点击进入朋友圈的浏览；原因是，老人们对于朋友圈功能的需求仅次于聊天功能，并且对于老年初学者，“朋友圈”与“发现”这两个词在老年人的认知模型中并没有很紧密的相关性，因此将其层级提高，减少操作步骤与认知上的负担。新增的“身边”功能，是依据访谈中老年人的潜在需求对现有微信功能的层级调整和

新功能的增加，把与老人日常生活相关的功能整合在一起，见图 11。



图 11 老龄版微信与 Wechat 6.5.3 主页面设计对比  
Fig.11 Main interface design comparison between the elderly WeChat and WeChat 6.5.3

## 4 结语

基于 HIP4E 模型, 描述了老年人从生理层到产品物理层的信息传递过程, 阐明如何通过建立障碍点与“老年人—HIP—ICT 产品”信息循环的映射关系, 从而识别产品适老化设计的机会。研究表明, HIP4E 模型是一个有效捕捉和识别老年人与 ICT 产品交互障碍的工具, 可以精准定位老年人在使用产品过程中的障碍点, 但在提供突破性创新层面则有所不足, 因此在“老龄版微信设计”的案例研究中, 通过问卷调查明确障碍点, 通过深度访谈了解障碍点发生的场景和老年人的行为动机, 从而发掘新的功能和创新机会。

以智能化为特征的新一轮产业革命到来了, 它对人类文明和社会进步及经济发展的影响将不亚于前两次工业革命<sup>[16]</sup>。当下, 正是智能时代与银发浪潮交织和共生的时代, 智能产品的发展将为老年人群体创造更多的可能性, 而不是把他们变成智能时代的“边缘人”。希望通过更多更深入的研究帮助老年人轻松拥抱智能时代, 分享科技进步的红利, 让智能时代更具有开放性和包容性。

### 参考文献:

- [1] 胡飞, 张曦. 为老龄化而设计: 1945 年以来涉及老年人的设计理念之生发与流变[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2017(6): 33—44.  
HU Fei, ZHANG Xi. Designed for Aging: Birth and Change of Design Concept Involving the Elderly Since 1945[J]. Journal of Nanjing Arts Institute(Fine Arts & Design), 2017(6): 33—44.
- [2] 国务院关于印发“新一代人工智能发展规划的通知”[EB/OL]. (2017-07-08). [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm).  
Council of State issued the "Notice on the Development Planning of New Generation Artificial Intelligence" [EB/OL]. (2017-07-08). [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm).
- [3] SAYAGO S, ROSALES A, RIGHI V, et al. On the Conceptualization, Design, and Evaluation of Appealing, Meaningful, and Playable Digital Games for Older People[J]. Games and Culture, 2016, 11(1-2): 53—80.
- [4] MÜHLHÄUSER M. Smart Products: an Introduction[C]//European Conference on Ambient Intelligence, 2007: 158—164.
- [5] WALTER G. 智能养老服务领域的创新: 以德国为例[R]. 全球积极、健康与智慧养老创新报告, 2016.  
WALTER G. Innovations in Smart Senior Services: Insights from Germany[R]. Annual Global Report on Innovation in Active, Healthy and Smart Ageing Sector, 2016.
- [6] BYEONG H W. 积极老龄化与韩国的智慧养老服务[R]. 全球积极、健康与智慧养老创新报告, 2016.  
BYEONG H W. Active Ageing and Smart Ageing[R]. Annual Global Report on Innovation in Active, Healthy and Smart Ageing Sector, 2016.
- [7] 顾馨文. 借镜日本——智慧科技走入居家式照护[N]. 工商时报, 2016-01-26.  
GU Xin-wen. Learn from Japan: Smart Technology Enters Home Care[N]. Business Times, 2016-01-26.
- [8] 姜楠. 数字时代老年人和科技如何相互拥[N]. 澎湃期刊, 2017-12-26.  
JIANG Nan. In the Digital Age, How Do Older People and Technology Embrace Each Other[N]. Surging Periodicals, 2017-12-26.
- [9] XIE B. Older Adults, Computers, and the Internet: Future Directions[J]. Geron Technology, 2003, 2(4): 289—305.
- [10] SAYAGO S, BLAT J. Telling the Story of Older People e-mailing: an Ethnographical Study[J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2010, 68(1-2): 105—120.
- [11] SAYAGO S, SLOAN D, BLAT J. Everyday Use of Computer-mediated Communication Tools and Its Evolution Over Time: an Ethnographical Study with Older People[J]. Interacting with Computers, 2011, 23(5): 543—554.
- [12] SAYAGO S, FORBES P, BLAT J. Older People's Social Sharing Practices in YouTube through an Ethnographical Lens[C]//Proceedings of the 26th Annual BCS Interaction Specialist Group Conference on People and Computers, 2012: 185—194.
- [13] 郑林欣, 张帅. 基于老年人生理衰退的产品设计[J]. 包装工程, 2007, 28(10): 188—189.  
ZHENG Lin-xin, ZHANG Shuai. Research on the Product Design for the Elderly Based on Physiological Decline[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 188—189.
- [14] 孙林岩. 人因工程[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2011.  
SUN Lin-yan. Human Factors Engineering[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2011.
- [15] 代玉环, 张大伟, 潘定国. 老年人视觉健康对照明要求的研究进展[J]. 光学仪器, 2017, 39(2): 89—94.  
DAI Yu-huan, ZHANG Da-wei, PAN Ding-guo. The Research Progress of Visual Health of the Elderly in Lighting Requirements[J]. Optical Instrument, 2017, 39(2): 89—94.
- [16] 吴军. 智能时代[M]. 北京: 中信出版社, 2016.  
WU Jun. Intelligent Age[M]. Beijing: CITIC Publishing House, 2016.