

# 基于认知负荷的用户感知体验情感评价方法

王伟伟, 宁璠, 魏婷

(陕西科技大学 设计与艺术学院, 西安 710021)

**摘要:** **目的** 探究感知体验中认知负荷对用户行为的影响, 实现高效完成用户使用行为的目标任务。在体验过程中缩短心理维度的交互距离, 打造深层次的感官及情感体验。**方法** 从感知体验视角针对用户的认知负荷行为进行深度剖析, 在认知负荷视角下构建基于用户情绪的感知体验服务模型, 借助 PAD 情感空间距离及欧式距离算法获取用户情感状态, 利用服务设计方法对标认知负荷触点, 进而调节用户认知识别路径。通过识别用户情绪、提取消极情绪触点并改善对应认知结构、优化信息呈现方式等减轻用户情感认知负担、提高用户认知效度。融合心理学、认知科学与设计学等多学科知识, 探寻用户心理, 聚焦用户使用需求及情感体验。**结论** 形成对产品“感知识别-认知-感知体验-情绪评价”全流程的一致性通感定义, 重塑用户体验中的认知行为路径, 减少交互过程中冗杂的感知及情感负荷, 并通过汗糖检测 APP 的设计案例验证了方法的有效性和可行性。

**关键词:** 感知体验; 认知负荷; PAD 情感模型; 情感空间距离; 认知建构; 情感评价

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)04-0147-09

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.04.017

## Emotional Evaluation Method of User Perceptual Experience Based on the Perspective of Cognitive Load

WANG Wei-wei, NING Jin, WEI Ting

(College of Art and Design, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an, 710021, China)

**ABSTRACT:** This paper is to explore the impact of cognitive load on user behavior in perceptual experience, and to achieve the target task of efficiently completing user's usage behavior. In the experience process, the interaction distance of the psychological dimension is shortened to create a deep-level sensory and emotional experience. From the perspective of perceptual experience, we deeply analyze user's cognitive load behavior, construct a service model of perceptual experience based on user's emotion from the perspective of cognitive load, obtain user's emotional state with the help of PAD emotional spatial distance and Euclidean distance algorithms, and use service design methods to benchmark cognitive load contacts, and then adjust the user's cognitive recognition path. By identifying user emotions, extracting negative emotion contacts, improving corresponding cognitive structure, and optimizing information presentation methods, it reduces the user's emotional cognitive burden and improves user's cognitive validity. Integrate multidisciplinary knowledge such as psychology, cognitive science and design to explore user psychology and focus on user needs and emotional experience. Form a consistent synaesthetic definition of the whole process of "perception recognition-cognition-perceptual experience-emotional evaluation", reshape the cognitive behavior path in user experience, reduce the complicated perception and emotional load in the interaction process, and the effectiveness and feasibility of the method is verified by the design case of the sweat sugar detection APP.

**KEY WORDS:** perceptual experience; cognitive load; PAD emotional model; emotional spatial distance; cognitive construction; emotional evaluation

收稿日期: 2021-10-26

基金项目: 陕西省创新能力支撑计划资助项目(2021PT-025), 陕西高校“青年杰出”人才支持计划项目(2020-50)

作者简介: 王伟伟(1983—), 男, 山西人, 博士, 陕西科技大学设计与艺术学院教授、博士生导师。主要研究方向为数字化产品设计、传统文化创意设计。

认知是个体对信息本身的获取、加工及应用的基础<sup>[1]</sup>，贯穿于感官知觉、个体记忆、思维逻辑及对客体事物的思想活动中。用户能够通过感官识别对产品赋予一定的综合认知<sup>[2]</sup>。认知产生的前提是获取来自感官层的刺激输入，随之形成不同程度的认知负荷，正常阈值范围内的认知负荷能够刺激用户认知能力的提升，反之则会造成用户识别信息时感知过载，导致信息读取精准度低、感知体验受限、无法引起情感共鸣等现象。在互联网产品交互过程中，内外情境都导致用户产生认知失调心理，造成用户认知冲突。同时失去使用产品时的初期目标、增加了使用路径、消耗了用户心力和时间、导致用户产生徘徊、犹豫、厌倦的心理情感负荷。因此认知负荷理论对解决感知体验中的认知冲突问题起着关键性的作用，能够从用户感知的角度深度剖析用户心理，提取用户的实际感受及使用过程中的敏感性，从体验中聚焦于使用者的感知提升。

国内外研究人员对感知体验及认知负荷进行了相关研究。王一涵<sup>[3]</sup>通过对空间感知的研究证明了环境能够动态性地影响体验评价；沈冉冉<sup>[4]</sup>提出了感觉通道在彼此的相互作用下能够对感知体验产生影响。薛翔等<sup>[5]</sup>引入感知示能性框架构建了相关用户体验评价指标体系；王雨竹等<sup>[6]</sup>等人应用跨模态分析方法及注意力机制将繁杂信息进行分离筛选，结合模态交互后的信息进行情感分析；约翰·斯威勒<sup>[7]</sup>（Sweller John）针对以“手段-目的”作为分析方式不能解决问题且需要大量认知加工能力，因此提出认知负荷理论作为解决教学效果不佳问题的方法；PA Kirschner<sup>[8]</sup>从人类认知结构的认识、不同个体间差异及认知负荷等角度提供了认知负荷理论能够提升教学优越性的证据。以上学者均对感知体验进行了研究探索，利用感官效能间相互影响增强体验感受。但对认知负荷的理论研究大多分布于教学领域，感知体验作为一种基于用户心理的内在行为，需深度剖析内在情感。因此从认知负荷视角出发降低用户感知负荷、提升内在情感体验是解决感知体验中认知冲突的突破口。用户通过感知识别、信息加工后对目标产品形成初始认知结构，采用调研和服务设计工具针对用户行为进行对标分析，通过情绪曲线提取用户“认知负荷”触点并对其进行认知结构调整，改变用户的行为路径，重塑用户感知-认知-体验过程，理性化搭建用户认知体系。

## 1 用户感知体验与认知负荷内涵与联系

### 1.1 基本内涵

感知体验是在多通道感官知觉交互下彼此联通所产生的行为及情感层面的多层反馈，体验中的感知程度能够反映用户从行为到情感的整体路径是否一致且连贯。认知负荷的概念提炼于认知负荷理论，其

理论提出负荷产生于个体认知与客体信息结构间的“相互碰撞”。目前对认知负荷理论定义为，个体在处理信息的过程中工作记忆无法负荷的待加工信息总量<sup>[9]</sup>。文中以减少认知负荷为基础，从认知角度提升用户对产品的感知体验，贯穿用户从产生目标行为、进入行为阶段直至行为结束的整体流程，加固个体的全面认知和情感体验<sup>[10]</sup>。通过研究提出“用户感知体验的提升策略”，引导设计师设计迭代，在用户使用产品的过程中减少认知负荷，提高感知效率，营造良好的交互环境。

### 1.2 用户感知流程

加涅信息加工模式将人视为信息加工的机制，受环境、传感器和任务状态信息影响而自主地提出、选择和执行相关行为操作。用户感知流程见图1，用户从感官接受器接受环境中的“刺激”后通过五感转化为感官信号。对个体而言，在用户认知范围内将外界信息映射于短时记忆中即可触发认知行为直接进入工作记忆进行信息加工和贮存；部分超越用户认知能力范围之外则需要引入长时记忆进行查询并提取相关认知，长时记忆中存在3类相互独立的记忆模块，分别为过程性记忆、语义性记忆及片段性记忆<sup>[11]</sup>。工作记忆是信息处理的“中枢机构”，但处理空间有限，需要调取长时记忆及短时记忆中相关图示协助加工，信息在整体加工处理后会进行二次存储及图示整合。当个体受到二次刺激，感官识别后对相关记忆进行调取产生相应的信息反馈引导用户行为，产生信息反馈及对应行为的过程中始终伴随着用户情绪。

### 1.3 用户感知疲倦与认知负荷

从认知建构与用户体验的视角出发，内外情境都可能导致用户产生认知紊乱。其中内部情境包括用户个体认知能力不同，处理任务的经验及储存在长期记

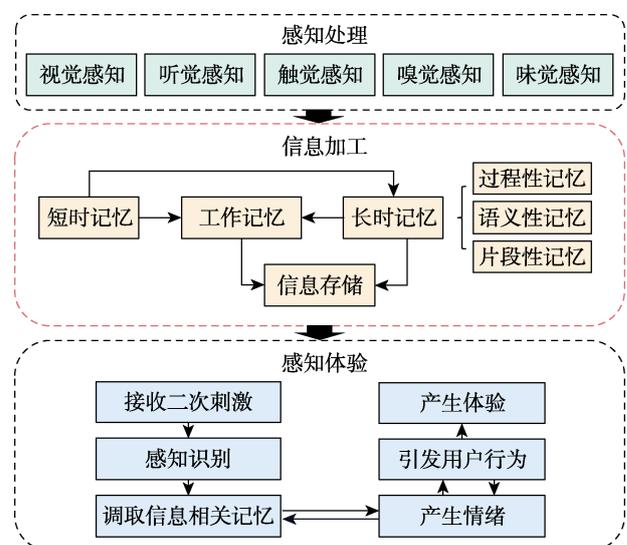


图1 用户感知流程  
Fig.1 User perception process

忆中的图示构建有所差异等；外部情境包括用户个性化需求提升、交互应用的动态变化及终端设备的功能构造体系波动等。用户在感知过程中会形成 2 种体验行为：亲近和规避。前者主要体现在个体的正向反馈行为，表现为驻留、沉浸等；后者则体现在个体的负向反馈行为，表现为徘徊、抗拒、后退或逃避等<sup>[12]</sup>。用户产生的负荷主要来源于使用路径中信息的认知难度、触点交互的复杂性和模糊性、产品功能分布不合理、冗杂繁琐的交互操作、感官识别过度刺激及使用过程中“希克定律”的过度干扰等<sup>[13]</sup>。

## 2 基于认知负荷的用户感知体验情感评价方法

认知负荷理论的感知体验服务模型是基于用户感知过程中的视觉认知构建提出的，见图 2，用户在设定目标任务或需求后随之产生使用行为。设计人员需要针对产品的功能和用户需求生成任务序列，将有关信息分解、编码、归类后形成功能分区。互联网产品主要以视觉感知为主，分为文本、静态图形和动态影像；文本内容既可以作为主体元素进行识别，又可以作为图像信息的辅助材料，相互结合后形成基础视觉识别体系。用户基于多通道感知后会形成一定的初始认知结构。由于用户信息素养及建构能力的不同，当产品作为提供交互的信息载体不能为用户构建稳定状态的认知结构模式时，超载的认知负荷会干扰用

户感知过程，从而导致情感受挫<sup>[14]</sup>。个体对产品进行感知识别形成认知建构时需要用户对用户进行情绪测试，当其产生负面情绪或认知负担时，采用服务设计中用户体验地图及访谈法对标用户消极情绪触点，调整对应产品认知节点直至结构达到稳定状态。因此产品开发设计中重点解决的问题是如何通过对产品认知结构的加工，从而调整与用户感知相匹配的产品路径和界面设计，促进个体对产品的感知理解和认知建构。设计人员在对优化后的认知结构进行视觉呈现时，首先要生成产品基础架构，遵循模块化原则，将功能拆解重组归类为新的组块，对认知结构进行同步映射，形成架构信息、相互呼应的完整闭环。其次需要依据基础架构进行视觉布局，按照视觉可达及视觉搜索原则，前者要求在满足界面合理视域及空间可容性的需求下，将界面元素分别在中轴线 35°区域范围内排列。后者要求用户产生视觉搜索行为时的运动轨迹遵循 Z 字形规律，表现为“视觉页面的左上角—右上角—呈对角线至页面左下角—右下角区域”。遵循上述规律使用户能够在众多刺激中快速、准确搜索出目标刺激，减少用户搜索时间，最大化提升用户使用质量。最后对整体方案进行设计评价，采用 PAD 情感问卷量表及情感空间距离验证是否减轻用户认知负荷、提升感知体验<sup>[15]</sup>。

### 2.1 认知负荷量化方法

由于个体认知能力、经验和认知效率不同，导致

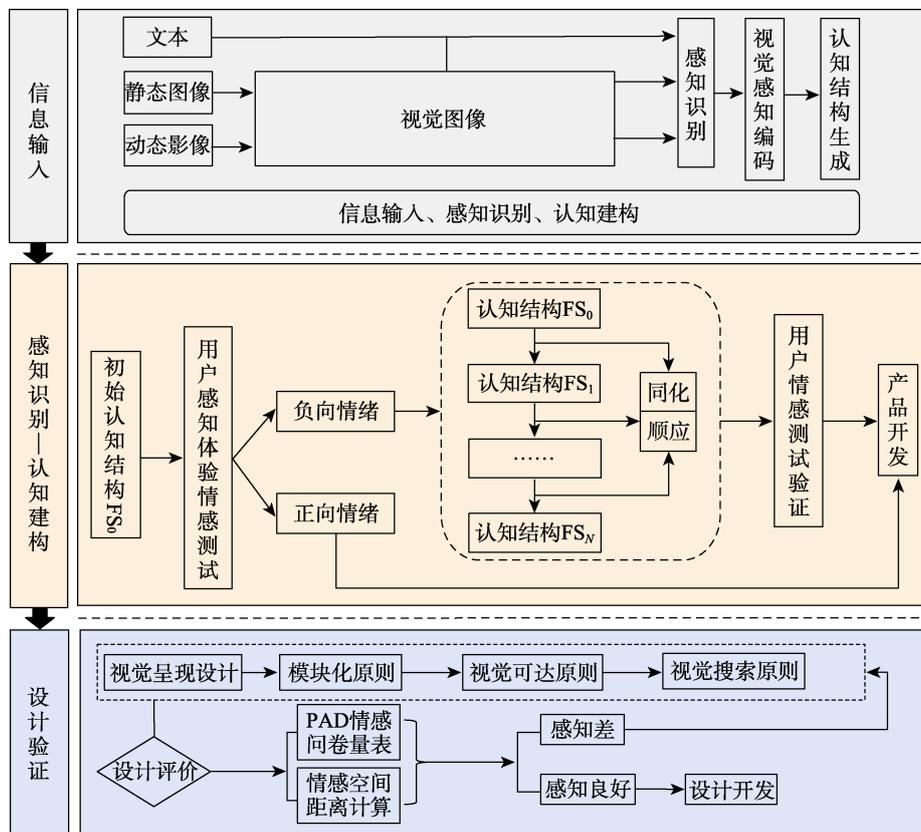


图 2 基于认知负荷理论的感知体验服务模型

Fig.2 Perceived experience service model based on cognitive load theory

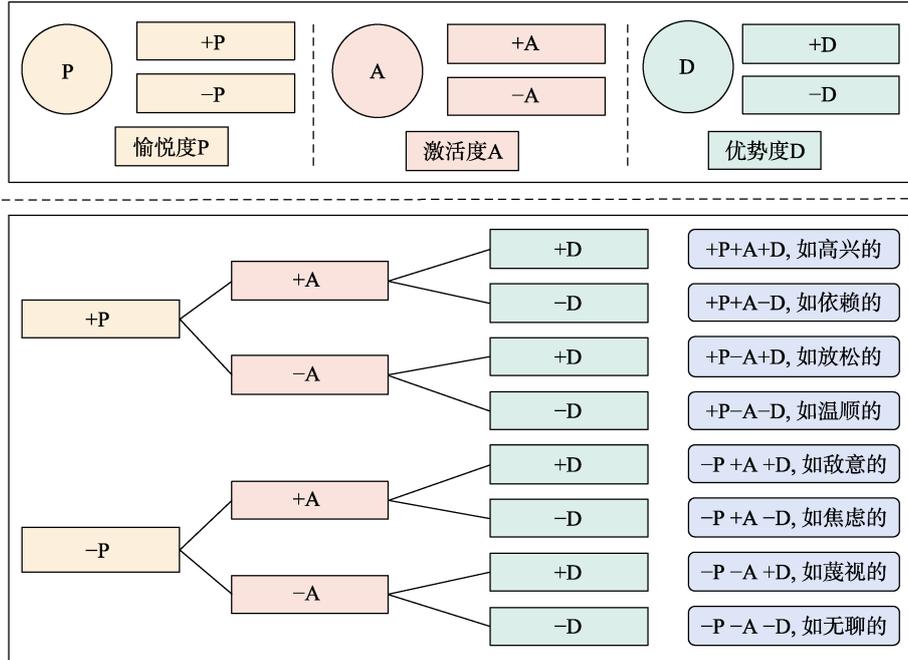


图3 PAD模型情感维度  
Fig.3 Emotional dimension of PAD model

认知负荷体现在不同用户间的数量及程度存在显著差异。认知负荷通常被分解为目标任务与个体特征之间行为交互、心理负荷与绩效呈现之间的评估维度<sup>[16]</sup>。由于主观描述易受感性干扰,无法客观量化用户认知负荷程度,因此采取情绪作为认知负荷量化的评价指标。情绪一方面能够体现用户感知程度,另一方面能够对用户整体使用评价进行转化,因此情绪反馈程度决定了感知体验及认知负荷强度<sup>[17]</sup>。

现阶段存在2种针对用户体验情感量化的评估方法:生理测量及心理测量。心理测量因其模式具有普遍识别性而被灵活地转化和应用。PAD情感模型能够反映个体在行为活动中心情绪的倾向性,情感作为一种感性评价指标缺少理性依据做背书<sup>[18]</sup>,因此部分研究人员将情感模型作为量化情感的测量方式。文中引入该模型评价用户情绪感知程度、反映用户心理状态。PAD情感模型中P代表用户情感状态的愉悦度;A代表用户神经生理激活水平及兴奋程度;D代表用户对外界情境或他人控制的强弱情况。P、A、D取值来源于各维度四组词汇总和的均值,能够映射用户的情绪状态,PAD模型情感维度与术语词汇,见图3。

中国科学院心理研究所经过反复实验推理出14种基本情感PAD值,其以中国语境对PAD量表进行简化,用以评估用户的情感倾向<sup>[19]</sup>,见表1。借助欧几里德空间获取各情感状态间的离散与聚合程度,定位情感维度坐标,坐标分别由愉悦度(P值)、激活度(A值)和优势度(D值)三维度构成。任意一个坐标位置 $f(P, A, D)$ 在空间内映射为与之对应的情感状态F。情感空间内对应的坐标距离通过欧式距

离算法计算获取:

$$L_n = \sqrt{(P-p_n)^2 + (A-a_n)^2 + (D-d_n)^2}, n=[1,14], n \in Z(1)$$

式中:  $L_n$ 表示被测在三维空间内P、A、D原始情感坐标与14种情感类型坐标之间的实际距离,P、A、D则对应情感状态f的坐标值,即 $p_n, a_n, d_n$ 。

根据欧氏距离算法获取14个欧式距离值,表示为 $L_1, \dots, L_{14}$ ,计算后14个欧式距离中的最小值则代表两坐标(原始情感坐标与14种情感类型坐标)的实际距离最短,最小值n所对应的情感类型则为被测的情感倾向。

表1 PAD情感类型参照表  
Tab.1 Reference table of PAD emotional type

序号/n	情感类型	$p_n$ 值	$a_n$ 值	$d_n$ 值
1	喜悦	2.77	1.21	1.42
2	乐观	2.48	1.05	1.75
3	轻松	2.19	-0.66	1.05
4	惊奇	1.72	1.71	0.22
5	温和	1.57	-0.79	0.38
6	依赖	0.39	-0.81	-1.48
7	无聊	-0.53	-1.25	-0.84
8	悲伤	-0.89	0.17	-0.70
9	恐惧	-0.93	1.30	-0.64
10	焦虑	-0.95	0.32	-0.63
11	藐视	-1.58	0.32	1.02
12	厌恶	-1.80	0.40	0.67
13	愤懑	-1.98	1.10	0.60
14	敌意	-2.08	1.00	1.12

### 2.2 基于认知负荷的用户体验重塑

用户基于一定的目标任务产生相应的使用行为，与产品交互的过程中产生一系列的触点路径。通过观察法对用户使用过程进行即时记录，使用后采用访谈法获取体验者的感知反馈与情感评价，最后根据采集数据制作用户体验地图。用户体验地图中，见图 4， $S_n$  代表用户使用产品的阶段， $A_n$  代表用户在使用过程中的行为、 $C_n$  代表用户行为所对应的触点，情绪曲线、机会点及痛点能够展示用户在使用过程中在不同触点及行为下的心理状态和相关信息。从用户体验地图中提取出产品使用过程中用户引发的积极情绪、消极情绪及正常情绪（不具有情绪波动）对应触点，针对消极情绪对标的认知结构即触点路径进行重塑和调整，以获得稳定的认知平衡状态<sup>[20]</sup>。

用户在认知基础上基于感知通道识别产品信息，结合内在经验积累对应生成原始感知结构，见图 5 中  $FS_0$ 。根据 Piaget 提出的“同化-顺应”概念，个体的认知过程易被同化、顺应和平衡关系所影响<sup>[21]</sup>。同化是指开发人员针对认知结构中信息的过滤或改变过程，即通过添加信息附加于原始认知路径中，如  $F_9$  节点；顺应是指开发人员为符合新增信息后路径的一致性，对相应认知路径进行重组或改造<sup>[22]</sup>，如  $F_8$  节点。初始认知结构  $FS_0$  通过同化和顺应原理调节生成  $FS_1$ ； $FS_1$  在该原理下反复更新迭代后使之生成稳定的平衡状态  $FS_2$ ，直至稳定状态产生前产品需要在核心

利益相关者的共同配合下不断对其进行重塑和调整。平衡关系则表明用户在产品感知的过程中认知及情绪呈现稳定状态，能够产生良好的体验反馈。

产品作为介质被用户感知的前提是基于一定的使用任务和目标驱使，感知体验的理想状态是用户在使用过程中产生的惊喜值大于期待感，在体验过程中、任务完成后能够产生无目的式探寻行为。用户感知产品的途径表现为 2 种方式，即单通道或多通道。单通道通常汲取五感中的某种通道进行感知从而触发使用者交互体验；而多通道能在多种感官交互下引发沉浸式的交互体验，使用户与产品之间形成稳定的纽带关系。用户使用产品后形成主观的情感评价，设计开发者通过调研方法收集相关数据用以评价用户感知产品信息的质量<sup>[23]</sup>。

## 3 设计案例

### 3.1 案例应用

某企业预迭代一款用于汗糖检测的 APP 产品，产品定位以汗糖检测和监测健康指标为主，通过提取用户汗液实时监控血糖数据，APP 作为视觉和交互源进行数据的显示和读取、呈现多种相关性信息、便于用户深层次了解自己的身体机能，同时进行一定的健康咨询和资讯获取。

产品开发整体流程，见图 6。前期通过服务设计

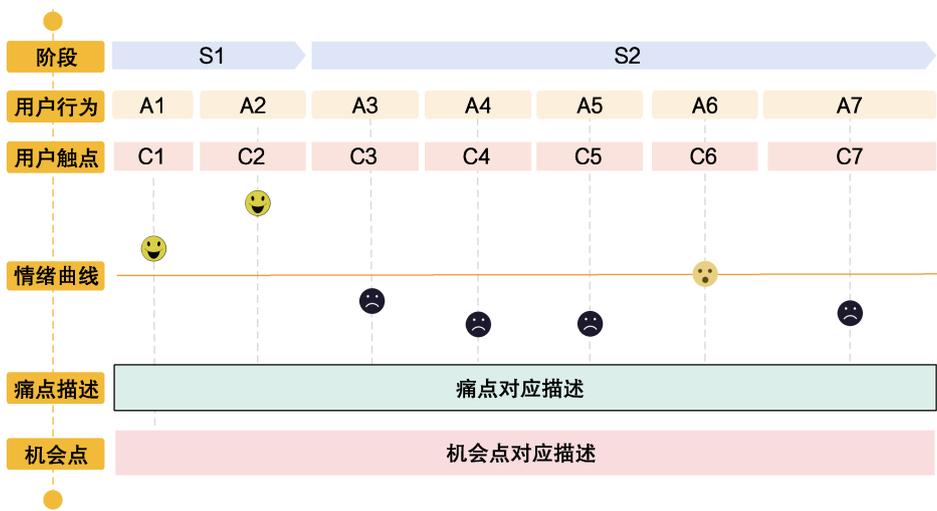


图 4 用户体验地图  
Fig.4 User experience map

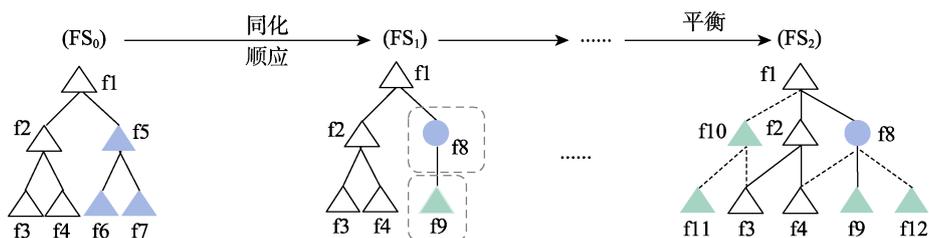


图 5 认知结构构建过程  
Fig.5 Cognitive structure construction process

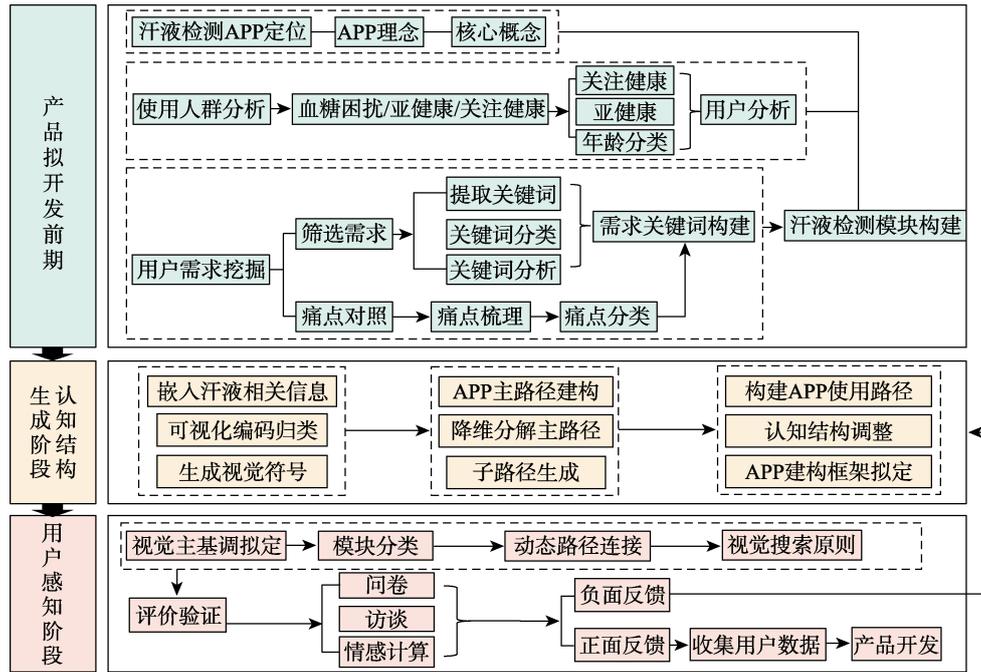


图6 汗糖检测 APP 设计流程  
Fig.6 Design process of sweat sugar detection APP

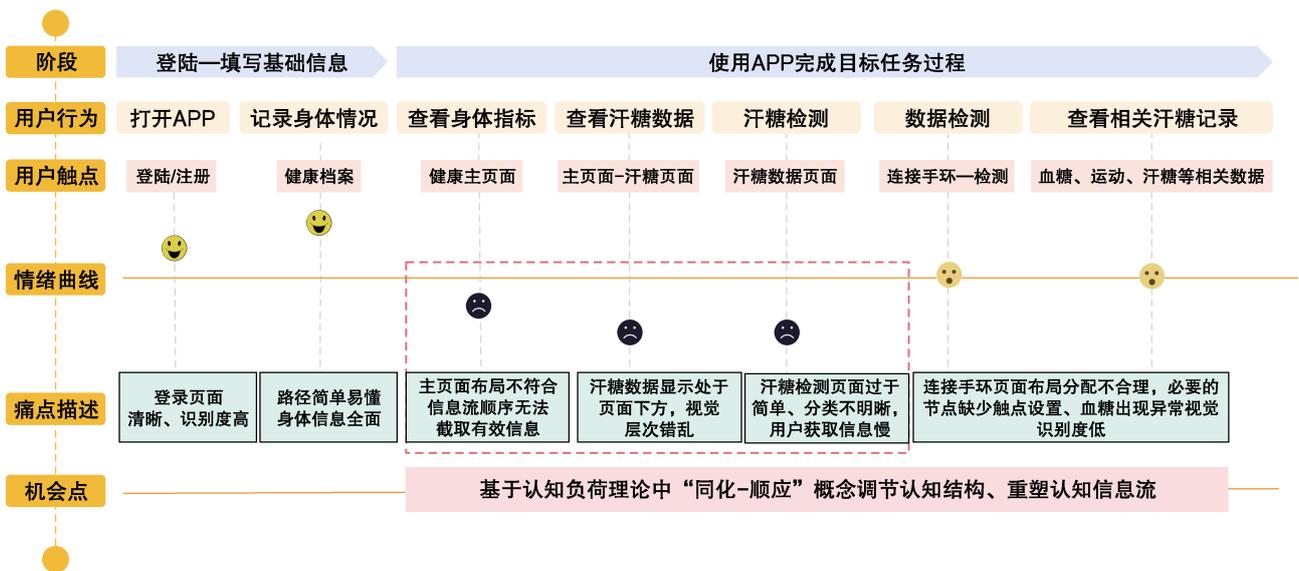


图7 汗糖检测 APP 用户体验  
Fig.7 User experience map of sweat sugar detection APP

的方法梳理产品定位和人群分析，根据用户认知构建出产品应用框架。对各层级进行分解后，针对用户感知进行认知需求的拆解，嵌入产品所需信息后进行可视化编码；针对同类别信息进行分类归属且生成一定的视觉符号，建立信息库便于后期产品设计阶段的信息提取，并且将其进行行为级别的梳理，能够产生主次关系，构建主路径；对非一级页面进行降维分解归类各主路径的子路径中，最终构建出用户的使用路径。在该路径中采用认知负荷的方法，对信息元素进行认知结构的调整从而推进产品的优化。汗糖检测APP模块的认知结构通过编码、重组和改造后生成产

品方案。

### 3.2 负荷触点重塑及验证

基于该企业前期所开发的汗糖检测 APP 负面反馈较多，用户普遍响应度不高，为了避免用户感受过于主观而导致认知偏差，采用 PAD 情感量表及情感空间距离计算验证用户情感倾向，并对该产品进行认知结构的重塑和情感感知的提升。通过梳理用户体验地图，见图7，提取出认知负荷对应的触点，即健康主页面、主页面-汗糖页面、汗糖数据页面，从而针对“负向触点”对产品进行点对点优化。

文中主要针对 3 个负向触点中的“汗糖数据”模块进行详细的分析和介绍，汗糖数据模块认知负向触点重塑见图 8，提取触点后，针对该路径的用户认知流程进行梳理，并将该模块原始认知路径分为“数据监测”“数据显示”和“近期血糖”3 个模块，即  $FS_0$  状态。为呼应用户需求，针对原始认知路径  $FS_0$  进行结构优化，“近期血糖”目的是对近期的血糖数据进行统计整理，但单纯的波动只能提供简单的血糖变化情况无法“对症下药”，为了用户能够在该模块获取渐进式的健康信息，同时参照用户使用路径触点对该部分进行“同化”调节产生新的节点：数据“分析报告”、针对血糖状态提供与之对应的“控糖计划”及相关的“健康科普”，即  $FS_1$ ，保证用户根据数据波动获取相应的健康反馈及改善措施；“数据监测”功能区分解为“连接手环”“检测血糖”和“当前检测数据”，以完成数据检测的全流程导入。随着认知结构发展对  $FS_1$  继续进行“顺应”调节：由于功能重合，为防止认知冗余对“数据监测”模块中“连接手环”和“检测血糖”归入主功能栏“设备”模块，“当前检测数据”则归入“血糖管理模块”，原功能区（数据监测）删除，在“血糖管理”模块增添与血糖相关的记录数据便于血糖异常情况下及时调整身体状态，

即血糖记录、饮食记录、用药记录及睡眠记录，最终生成  $FS_2$  状态。负向触点中其余 2 个触点同以上方法进行重塑及改善。

为了验证研究的可信度，在同等任务难度的条件下，寻找 30 名年龄、教育经历相同的用户分别对优化前后 2 个方案进行体验，被测需要操作应用软件依次完成连接手环、查询近期汗糖检测数据、设置用药记录 3 项任务。将纸质中文简化版 PAD 情感量表用于被测完成产品体验后的数据来源。为验证用户认知负荷是否减弱，达到感知体验提升的目的，需在被测完成体验后收集情绪量表。通过构建 PAD 情感模型及计算情感空间距离，测量用户完成既定任务后所产生的情感状态倾向。

1) PAD 量表数据。根据被测用户体验后在纸质版情感量表上的打分，整理得出迭代前后 APP 的平均 PAD 值，见表 2。

2) 情感空间距离计算。根据纸质版情感量表统计得出被测用户平均 PAD 值，根据欧氏距离算法分别获取迭代前后 2 款 APP 的 2 组欧氏距离值，见表 3。改善前对应的最小值为 0.73，相应地情感倾向表现为恐惧。改善后对应的最小值为 0.56，情感倾向表现为轻松；数据说明迭代前的 APP 用户情感状态呈

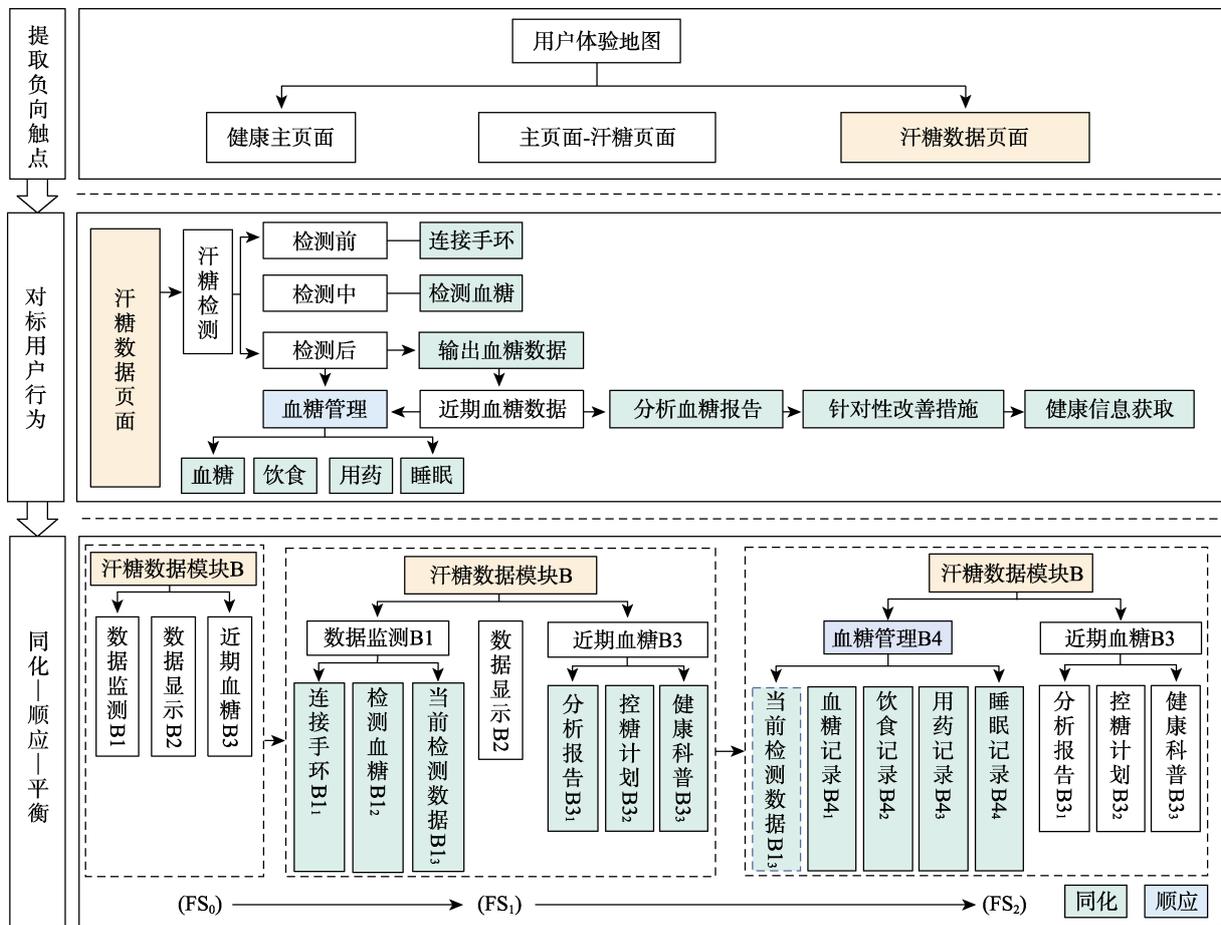


图 8 汗糖数据模块认知负向触点重塑  
Fig.8 Sweat sugar data module cognitive negative touch reshaping

表2 被测体验改善前后2款APP平均PAD值  
Tab.2 Average PAD value of the two apps before and after the tested experience is improved

被测载体	P值(平均)	A值(平均)	D值(平均)
改善后	1.65	-0.8	1.10
改善前	-1.4	1.23	-1.2

表3 被测体验改善前后2款APP欧氏距离数据  
Tab.3 Euclidean distance data table of the two apps before and after the test experience is improved

	改善前	改善后	对应情绪
L <sub>1</sub>	4.92	2.32	喜悦
L <sub>2</sub>	4.88	2.13	乐观
L <sub>3</sub>	4.62	0.56	轻松
L <sub>4</sub>	3.46	1.27	惊奇
L <sub>5</sub>	3.92	0.72	温和
L <sub>6</sub>	2.73	2.87	依赖
L <sub>7</sub>	2.65	2.95	无聊
L <sub>8</sub>	1.29	3.26	悲伤
L <sub>9</sub>	0.73	3.75	恐惧
L <sub>10</sub>	1.16	3.12	焦虑
L <sub>11</sub>	2.41	3.42	藐视
L <sub>12</sub>	2.08	3.68	厌恶
L <sub>13</sub>	1.90	4.13	愤懑
L <sub>14</sub>	2.43	4.14	敌意

现负向,对应得出认知负荷超载、用户感知差的体验评价。迭代后优化的APP用户情感状态呈现正向,对应得出认知负荷属于正常值范围内,用户感知良好。

综上所述,根据用户使用后的情感倾向计算得出,迭代后的APP更能被用户所接受,认知负荷相对减少,情感及用户体验更佳。

## 4 结语

用户使用产品的过程包含一系列行为触点构成的复杂认知操作活动,用户体验的核心是用户对产品的认知感受,用户认知行为以感知层的感知体验为基础,在感知体验的过程中认知负荷决定了用户与产品的交互灵活度和认知复杂性。文中从认知理论、感知体验,情感测量等角度出发提出了提升用户感知的策略,从认知负荷理论视角出发构建了基于情感评价的感知体验服务模型。将情感作为衡量用户感知负荷是否超载的指标,并能够针对用户负荷节点进行对应认知结构的调整,从而优化整体认知路径。但目前认知过程的信息建构研究局限于学科内,还需要与设计实践及用户情感认知进行有机结合。后续需要进一步量化用户情感,并对多通道感知进行探究,探究多通道交互模式对用户认知能力、信息构建,感知及情感体验的影响。

## 参考文献:

- [1] 赵雪梅, 钟绍春. 具身认知视域下促进高阶思维发展的多模态交互机制研究[J]. 电化教育研究, 2021, 42(8): 65-71.  
ZHAO Xue-mei, ZHONG Shao-chun. Research on Multimodal Interaction Mechanism for Development of Higher-Order Thinking from the Perspective of Embodied Cognition[J]. E-education Research, 2021, 42(8): 65-71.
- [2] 谭征宇, 刘笑, 陈军, 等. 手机交互操作中基于流畅度的感知体验研究[J]. 包装工程, 2020, 41(12): 125-131.  
TAN Zheng-yu, LIU Xiao, CHEN Jun, et al. Perception Experience Based on Smoothness in Smartphone Operation[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(12): 125-131.
- [3] 王一涵. 当代西方建筑空间形态泛视觉化与审美感知研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2017.  
WANG Yi-han. Pan-Visualization and Aesthetic Perception of Spatial Form of Contemporary Western Architecture[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2017.
- [4] 沈冉冉. 城市公园景观中的感知体验设计研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2016.  
SHEN Ran-ran. Research on Perception Experience Design of Urban Park Landscape[D]. Jinan: Shandong Jianzhu University, 2016.
- [5] 薛翔, 赵宇翔. 基于感知示能性理论框架的移动音乐App用户体验评估研究[J]. 图书情报知识, 2020(6): 88-100.  
XUE Xiang, ZHAO Yu-xiang. Research on User Experience Evaluation of Mobile Music App Based on the Theory of Perceived Affordances[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2020(6): 88-100.
- [6] 王雨竹, 谢珺, 陈波, 等. 基于跨模态上下文感知注意力的多模态情感分析[J]. 数据分析与知识发现, 2021, 5(4): 49-59.  
WANG Yu-zhu, XIE Jun, CHEN Bo, et al. Multi-Modal Sentiment Analysis Based on Cross-Modal Context-Aware Attention[J]. Data Analysis and Knowledge Discovery, 2021, 5(4): 49-59.
- [7] KING R, BLAYNEY P, SWELLER J. How Language Background Impacts Learners Studying International Financial Reporting Standards: A Cognitive Load Theory Perspective[J]. Accounting Education, 2021, 30(5): 439-450.
- [8] JIMMY Z R, KIRSCHNER P A, KIRSCHNER F. How Cognitive Load Theory Can Be Applied to Collaborative Learning: Collaborative Cognitive Load Theory[M]. New York: Routledge, 2019.
- [9] 刘萍, 叶方倩, 杨志伟. 认知建构视角下交互式信息检索模型研究[J]. 图书情报知识, 2020(2): 93-101.  
LIU Ping, YE Fang-qian, YANG Zhi-wei. Model of Interactive Information Retrieval from the Perspective of

- Cognitive Construction[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2020(2): 93-101.
- [10] 王伟伟, 刘允之, 杨晓燕, 等. 用户行为与情境导向下的文创产品设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 27-32.  
WANG Wei-wei, LIU Yun-zhi, YANG Xiao-yan, et al. Cultural and Creative Product Design under User Behavior and Situation Orientation[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 27-32.
- [11] 许凯, 曾俊杰, 杨伟龙, 等. 面向计算机生成兵力的认知行为模型架构研究综述[J]. 系统仿真学报, 2021, 33(2): 239-248.  
XU Kai, ZENG Jun-jie, YANG Wei-long, et al. Overview of CGF-Oriented Cognitive Architecture[J]. Journal of System Simulation, 2021, 33(2): 239-248.
- [12] 李旭, 刘鲁川, 张冰倩. 认知负荷视角下社交媒体用户倦怠及消极使用行为研究——以微信为例[J]. 图书馆论坛, 2018, 38(11): 94-106.  
LI Xu, LIU Lu-chuan, ZHANG Bing-qian. An Empirical Study on Social Media Users' Fatigue and Negative Behavior from the Perspective of Cognitive Load Theory: Taking WeChat for Example[J]. Library Tribune, 2018, 38(11): 94-106.
- [13] 查先进, 黄程松, 严亚兰, 等. 国外认知负荷理论应用研究进展[J]. 情报学报, 2020, 39(5): 547-556.  
ZHA Xian-jin, HUANG Cheng-song, YAN Ya-lan, et al. Progress of Foreign Cognitive Load Theory Application Research[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2020, 39(5): 547-556.
- [14] WANG Wei-wei, WEI Ting, ZHANG Yun-yan, et al. A Method of Intelligent Product Design Cue Construction Based on Customer Touchpoint Correlation Analysis and Positive Creativity Theory[J]. Advances in Mechanical Engineering, 2019, 11(1): 168781401881934.
- [15] 辛晓雯, 吕晓蕾, 李敏, 等. 情绪的动机强度与工作记忆任务类型的协调性对自我控制的影响[J]. 心理科学, 2018, 41(5): 1062-1068.  
XIN Xiao-wen, LV Xiao-lei, LI Min, et al. The Effect of the Alignment of Emotional Motivational Intensity and Working Memory Task Demands on Self-Control[J]. Journal of Psychological Science, 2018, 41(5): 1062-1068.
- [16] 王崇梁, 曹锦丹, 邹男男. 信息用户认知需求与认知负荷相关性的理论探析[J]. 情报科学, 2019, 37(3): 141-145.  
WANG Chong-liang, CAO Jin-dan, ZOU Nan-nan. The Theoretical Analysis of the Relationship between Cognition Need and Cognitive Load of Information Users[J]. Information Science, 2019, 37(3): 141-145.
- [17] 付业君, 蒋鹏, 李树. 基于情感化设计的产品设计方向与实践[J]. 包装工程, 2021, 42(12): 228-231.  
FU Ye-jun, JIANG Peng, LI Shu. Product Design Direction and Practice Based on Emotional Design[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(12): 228-231.
- [18] 蒋旒, 李然, 刘春尧, 等. PAD 情感模型在用户情感体验评估中的应用[J]. 包装工程, 2021, 42(22): 413-420.  
JIANG Ni, LI Ran, LIU Chun-yao, et al. Application of PAD Emotion Model in User Emotional Experience Evaluation[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(22): 413-420.
- [19] 吴伟国, 李虹漫. PAD 情感空间内人工情感建模及人机交互实验[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2019, 51(1): 29-37.  
WU Wei-guo, LI Hong-man. Artificial Emotion Modeling in PAD Emotional Space and Human-Robot Interactive Experiment[J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2019, 51(1): 29-37.
- [20] 王伟伟, 宋静玲, 杨晓燕, 等. 一种面向服务设计过程中用户接触点失效分析方法: 中国, CN202011632646.3 [P]. 2021-04-20.  
Wang Wei-wei, Song Jing-ling, Chen Jian, et al. A User Touchpoint Failure Analysis Method in Service-Oriented Design Process: China, CN202011632646.3 [P]. 2021-04-20.
- [21] 蒲泓宇, 马捷, 葛岩, 等. 新媒体环境下深阅读驱动模型与检验——以图式理论为视角[J]. 图书情报工作, 2018, 62(20): 14-23.  
PU Hong-yu, MA Jie, GE Yan, et al. The Drive Model and Test of Deep Reading in New Media Environment: From the Perspective of Schema Theory[J]. Library and Information Service, 2018, 62(20): 14-23.
- [22] 杨勤, 李尚泽, 王卫星, 等. 基于优化 Kano 分析的产品定位设计决策[J]. 机械设计, 2020, 37(6): 129-133.  
YANG Qin, LI Shang-ze, WANG Wei-xing, et al. Product Positioning Design Decision Based on Optimal Kano Analysis[J]. Journal of Machine Design, 2020, 37(6): 129-133.
- [23] 赵姣健. 基于感知体验的产品设计研究——以索尼“隐藏的感知”系列产品为例[D]. 上海: 华东师范大学, 2019.  
ZHAO Jiao-jian. Research on Product Design Based on Perceptual Experience: A Case Study of Sony's "Hidden Sense" Series Products[D]. Shanghai: East China Normal University, 2019.