

关于药物信息管理类产品的设计检验方法

何方, 何人可

(湖南大学, 长沙 410082)

摘要: **目的** 通过检视一款药物信息管理类产品的设计与构建流程, 总结其中所采用的设计检验方法, 有效地帮助并加速产品的设计改进与迭代过程, 满足相关用户的需求。**方法** 对产品的初级交互原型采用启发式评估法进行评估。根据评估结果及需要改进的易用性问题优先级对产品原型进行设计迭代。对迭代后的产品原型进行深入的易用性测试。为评估易用性测试给用户带来的任务工作量, 了解产品原型仍然存在的易用性问题以及探索产品细节的用户体验问题, 依次采用任务负荷指数评估(NASA-TLX), 系统易用性量表法与半结构式访谈来进行产品测试。**结论** 融合启发式评估法与易用性测试, 邀请可用性专家与实际用户, 分别对初级交互原型与改进后的产品原型进行评估, 加速并优化了相应产品的设计流程, 提升了用户体验的满意度。

关键词: 药物信息管理类产品; 启发式评估法; 易用性测试; 设计检验方法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)08-0237-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.06.039

Design Inspect Method for Medication Information Management Product

HE Fang, HE Ren-ke

(Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The work aims to summarize the applied design inspect method by going through the design and construction flow of a medication information management product, so as to efficiently help and accelerate product design optimization and iteration flow and satisfy the needs of related user. The heuristic evaluation method was applied for product initial interaction prototype. Prototype was iterated based on evaluation results and the priority of usability problems requiring needs optimization. The in-depth usability testing was conducted for iterated product prototype. To evaluate the task load brought to users by usability testing, the existing usability problems in product prototype was understood and the detailed user experience problem was explored. NASA-TLX, system usability scale and semi-constructed interview were adopted to test the product in sequence. Heuristic evaluation method and usability testing are combined to invite usability expert and real user to evaluate initial interaction prototype and revised product prototype separately. The new proposed design inspect method accelerates and optimizes the related product design flow and enhances user experience satisfaction.

KEY WORDS: medication information management product; heuristic evaluation method; usability testing; design inspect method

药物种类的多样性以及使用方法的繁复与冗杂导致了大量药物信息管理类软件的出现。考虑到不同用户对于药物管理功能的不同需求, 以及用户所需的产品自定义操作空间, 设计师个人的认知理解能否准确满足用户期望并引领产品方向是值得探讨的问题。

为了更好地优化该类产品的设计流程, 帮助设计师尽量准确地把握用户需求, 同时也为同类产品提供借鉴, 本文提出一种融合启发式评估法与易用性测试, 邀请可用性专家与实际用户参与的设计检验方法。该方法前期通过量化并聚焦于产品原型的主要易用性

收稿日期: 2018-12-16

作者简介: 何方(1991—), 男, 湖南人, 湖南大学、美国佐治亚理工学院硕士生, 主攻人机交互。

通信作者: 何人可(1958—), 男, 湖南人, 湖南大学教授, 博士生导师, 主要研究方向为工业设计史及设计战略。

问题,帮助设计师提升迭代设计效率,优化迭代成果;后期则通过对迭代成果进行评分,对用户负荷进行评价以及对用户进行半开放式访谈等形式来验证产品设计效果是否符合用户预期,并发现需要继续修改的设计方向。为更好地阐述该方法在实际情境中的具体应用,本文基于一款以在校学生群体为核心用户的药物信息管理软件的设计迭代流程展开说明。

1 药物信息管理类产品特征与用户需求

药物信息管理意味着使用效益成本比高,临床与可靠的药品以保证病患能从服药行为中获得最大的收益,与此同时降低用药的风险^[1]。基于用户与功能需求的差异,药物信息管理类产品可大致分为专业级别与消费级别两种类型。前者功能较为繁复,药物信息与种类多样,用户主要是大型医疗组织与药店;后者大多具有定制化与个性化的特点,但功能较为单一,多用于处理与存储常见药物信息,主要服务于普通消费者。

1.1 前期研究简介

本文引用的研究项目 GT-MEDs 完成于作者在美国乔治亚理工学院攻读硕士学位期间,由乔治亚理工学院学生健康中心和设计学院共同参与。项目目标为设计一款针对学生群体的药物信息管理产品,产品以乔治亚理工学院全体在校学生为参考用户。

为了了解药物信息管理功能中最为用户所需要的模块,作者分析并总结了苹果应用商店中下载量最高的药物信息管理类产品,列举出最常使用的功能,并记录这些产品作为参照。为进一步了解学生用户对于药物信息管理类产品的需求,对乔治亚理工学院全体学生进行了抽样问卷调查。此外,为深入理解用户需求,邀请了曾参与过抽样调查的5位美国学生以及5位国际学生进行了用户访谈。参与用户访谈的学生群体的多样性也保证了该样本能代表乔治亚理工学院主要用户及其需求^[2]。访谈参与者通过使用从苹果应用商店选定的参照产品完成了相应的药物信息管理类任务,随后他们结合任务完成过程中的经历以及日常使用该类产品时的经验提出了有待满足与解决的用户体验问题。

基于相关产品调研以及用户访谈,作者明确了需要纳入新产品中的功能模块。首先是药物设置与提醒,提供增删药物以及设置服药时间提醒的功能。还要有常用药物信息、国际药物信息对照表、附近的药店以及药物信息网站链接。最后要有药物消耗及补充提醒,根据用户设置的服药时间计算药物消耗情况,适时提醒增补药量。

在随后的产品设计阶段,作者采用 Sketch 矢量图形工具和 Invision 原型工具^[3],根据前期研究结果进行了第一轮快速原型设计。

2 设计检验方法详述与相应设计改进

为了了解初始原型设计中存在的易用性问题,检验产品设计与用户需求的一致性,作者分别通过由可用性专家参与的启发式评估与由实际用户参与的易用性测试,对初始原型进行评估。

2.1 可用性专家参与的启发式评估

2.1.1 启发式评估

雅各布·尼尔森最早提出计算机用户界面的易用性自检方法——启发式评估^[4]。启发式评估法主要包括用户评价人机界面的10条经验准则。可用性专家以此准则为参考,对交互产品进行评估与打分,用以反映涉及产品易用性问题的严重程度。总体来看,启发式评估法的操作成本低于易用性测试^[5]。因为相较于在产品开发中后期所引入的易用性测试,启发式评估法作为一种易用性自检方法通常被使用在产品开发初期,评估结果可迅速用于指导产品迭代,同时,启发式评估法基于小数量的可用性专家小组,不需耗费大量成本在用户招聘与培训上,所以启发式评估法能较好地在本研究项目初期针对产品原型进行评估,提供给设计师有价值的产品迭代建议,加速产品开发流程。

2.1.2 启发式评估流程

启发式评估由5名可用性专家以小组形式参加。可用性专家来自乔治亚理工学院人机交互方向教授以及在读博士。他们对界面易用性标准有着较深入研究,能够良好地理解并运用启发式评估准则,为产品提供更为专业的反馈。启发式评估包含主持人1人,以方便掌握评估进度。在启发式评估时,主持人首先向可用性专家简单介绍产品;然后可用性专家根据预设的用户任务,深入了解产品;最后,可用性专家通过对比启发式评估准则,对产品相应环节进行讨论并打分。

主持人给予可用性专家的产品功能简介,见表1。在此阶段中,如果可用性专家有任何对产品结构层面的问题可向主持人提出,主持人给予相应解释。在此阶段中,主持人不向可用性专家提及任何产品设计细节相关的内容。

表1 产品功能简介
Tab.1 Introduction to product function

药物设置与提醒	常用药物信息	药物消耗及补充提醒
增删药物 设置服药 时间提醒	药物基本信息查询 国际药物信息对照 其他常用信息查询	1. 设置服药时间 2. 提醒增补药量

其后,可用性专家通过完成预先设置好的用户任

务，深入了解产品。可用性专家完成的用户任务内容包含了对产品的主要功能模块的测试，主要由输入类与查询类任务组成。输入类任务包括：根据处方增删药物以及设置服药时间提醒，设置增补药量提醒。查询类包括：查询与特定药物产生副作用的药物与食物，查询服药量，药物的服用准点率以及完成率。可用性专家独立完成此过程，主持人不予以任何帮助。

5 名可用性专家通过以上两个环节对产品功能和实际细节设计建立了了解。其后，主持人提供给可用性专家启发式评估准则以及相应设计建议作为参考，

见表 2。每位可用性专家分别对未满足启发式准则的产品特征进行记录并提供相应理由。主持人总结并分析可用性专家提出的所有有问题的产品特征，建立基于可用性准则的产品问题特征清单。基于此清单，可用性专家对每一个问题产品特征进行讨论，并进行严重性评分，评分标准见表 3。随后主持人汇总并计算每条启发式准则下产品的易用性问题总分，实际操作方法是将相应准则下产品特征的严重性评分逐条相加求和^[6]。易用性问题总分越高即表明产品设计违背相应启发式准则越严重。

表 2 启发式准则
Tab.2 Heuristics checklist

启发式准则	设计建议
系统状态可见性	用户能够很容易地知道他们在 APP 中的位置 用户能够清楚地了解当前界面提供了哪些信息 当前界面提供的信息符合用户的预期 用户能清晰感知通过当前界面能够前往的其他位置 对于用户的每一个操作用户能够清晰了解将会发生什么等
系统/真实世界相联系	为专有名词提供了清晰的解释 在 APP 使用中，尽可能减少用户出现困惑的情况等
用户的控制/自由	无论何时，用户能够轻松回到首页 用户能够轻松在不同功能模块间切换 产品导航清晰等
一致性与标准	按钮设计符合移动端标准，并在产品的不同模块间保持一致 表单设计符合移动端标准，并在产品的不同模块间保持一致 在产品的整体操作上，为用户提供统一的体验等
错误预防	整体设计及界面元素是否不易被用户混淆 当用户出现操作错误时，是否给予了提示 尽可能减少用户出现错误的几率等
提供用户主动识别而不是刻意回忆	操作对象和选项是否清晰可见 界面元素的排列是否符合用户逻辑 相斥元素是否提供明显的对比等 信息是否容易获取 用户无需复杂记忆即可进行与之前相似的操作等
操作灵活有效率	是否为新老用户提供了定制化的操作 是否为用户提供了多个入口 常用指令是否提供了功能按钮等 UI 组件的大小和可操作性
设计简约美观	没有多余的信息显示 没有位置错误放置的信息 颜色选择为用户提供了轻松的可读性 产品整体上令人喜欢等
帮助用户发现、判断与修补错误	出错提示使用简单明了积极的语言 提示语言风格一致 是否指明出错位置 是否指明用户应该如何修正错误等
提供帮助型文档	提供帮助文档，但同时尽可能降低用户查询文档的可能等

表3 启发式评分标准
Tab.3 Heuristic evaluation grade benchmark

评分	参考准则
0	不认为存在可用性问题
1	除非有多余时间, 否则不需要修改的问题
2	次要的问题, 设计改进中处于低的优先级
3	主要的问题, 设计改进中处于高的优先级
4	需要紧急修改的问题

启发式评估环节为笔者提供了产品的所有易用性问题特征清单, 同时根据易用性问题总分, 笔者得出了需要优先改进的产品特征, 见表4。从表4可知, 产品初始原型在设计的一致性、设计的简约美观以及为用户提供操作的控制与自由方面存在着较大的问题与提升空间, 需要在后续设计过程中着重修改; 而产品原型在诸如提供帮助型文档帮助用户识别、诊断并修复错误等方面问题较少或需求较低, 可在时间允许范围内予以相应提升。易用性问题(产品特征)栏

表4 易用性问题清单(未全部列举)
Tab.4 Usability issues checklist (not all listed)

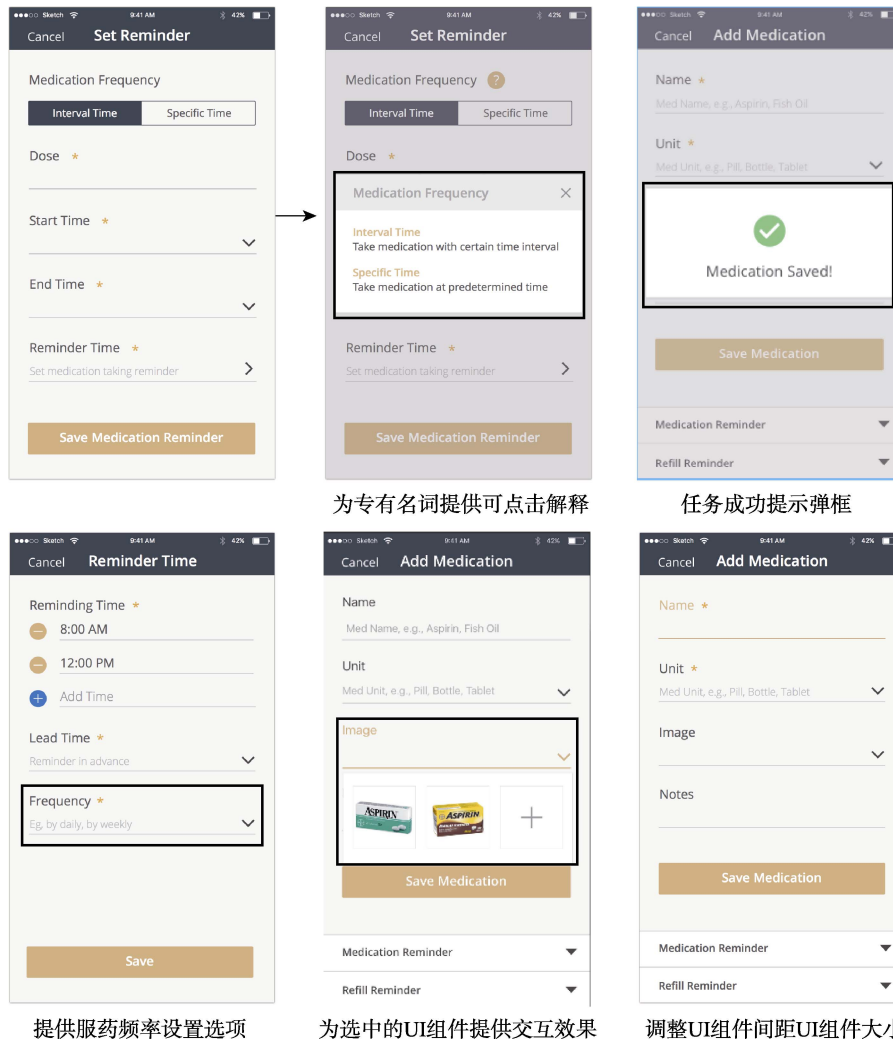
启发式评估	易用性问题(产品特征)	启发式评估	易用性问题(产品特征)
系统状态的可见性(9分)	当用户完成相应任务后, 未有相关提示(3分) 在用户选中 UI 组件时未提供相应交互效果, 同时需要考虑交互效果的一致性(2分) ...	帮助用户识别, 诊断并修复错误(8分)	该产品的表单填写未提供实时的错误提醒。需考虑加入以提升用户的表单填写效率(2分) 当用户填入错误的数据类型时, 提供错误提示与修改建议(2分)
将系统与真实世界相联系(12分)	专有名词未提供解释(3分) 整合菜单栏, 使之更加精简与可操作(3分) 准确服药完成度只提供了简单的柱状图和饼状图, 需要考虑结合原始数据表格提供更详细的数据分析与细节(2分) ...	操作灵活有效率(11分)	为用户提供增删药品以及设置服药提醒(4分) 整体设计中对字体大小, 按钮大小以及输入区域的设计不足(3分) ...
用户控制与自由(21分)	未提供首页按钮, 用户无法及时回到首页(4分) 在服药提醒部分, 未提供服药频率设置选项。(3分) 高亮用户正操作的输入栏(3分) 各功能模块之间需要提供自由跳转 用户回到首页需要较长时间(2分) 界面的“行为召唤”按钮或链接不够醒目(2分) 使用图标按钮来表示时间表格与日历界面(2分) ...	设计简约美观(15分)	对每个功能模块, 用图标来形容(2分) 为每个模块增加阴影, 使其视觉上明显可见(2分) 确保产品色彩一致, 最多使用两种色彩(2分) 对每个界面, 区分主副标题(2分) 对必须填写的输入栏进行标注*(2分) ...
一致性与标准(17分)	整体设计中, 字体大小, 按钮大小以及输入区域不足(3分) 产品的色彩标示系统不一致(3分) 在用户选中 UI 组件时未提供相应交互效果。同时需要考虑交互效果的一致性(2分) 对每个功能模块, 用图标形容(2分) 确保产品色彩一致, 最多使用两种色彩(2分) ...	提供帮助型文档(5分)	为输入栏提供解释(3分) ...

则为设计迭代的细节提供了参考。

2.1.3 迭代设计

根据所有需要改进的产品特征清单以及相应优先级，作者迭代了设计原型。严重性评分在 2 分以上

的产品特征根据所属的启发式准则最终得分，从高到低依次进行了添加或修改。相关迭代设计细节见图 1。对于此轮设计迭代，作者使用 Framer 原型软件来提升产品的交互性与保真度。



为专有名词提供可点击解释

任务成功提示弹框

提供服药频率设置选项

为选中的UI组件提供交互效果

调整UI组件间距UI组件大小

图 1 迭代设计细节

Fig.1 Design interaction overview

2.2 真实用户参与的易用性测试

2.2.1 易用性测试任务

曾参与抽样调查的 5 名美国学生与 5 名国际学生继续参加了易用性测试。他们之前对于本研究项目与相关产品原型有一定了解，这有助于易用性测试的顺利进行。与此同时，他们也满足易用性测试参与者的筛选标准，即有同时使用两种药品的经验，且有药物信息管理类产品的使用经验。

易用性测试任务包括了启发式评估中的专家测试任务，同时也囊括了设计迭代中加入的新产品特征。根据产品架构，易用性测试任务包含 3 个子任务：（1）按照提供的药品处方信息增删药物，设置服药时间提醒以及增补药量提醒；（2）通过“我的药物”

模块查询相关的药物存储信息并回答相应问题；（3）通过“常见药物及其他信息”模块获取常见药物信息并回答相应问题。测试任务的整个过程由参与者独立完成，作者不予以任何协助。

2.2.2 易用性评价流程

在测试任务完成之后，实验参与者根据任务完成过程的体验，参与后续的易用性评价。易用性评价包括 3 个部分。

第一部分作者使用 NASA 任务负荷指数评估来评估实验参与者的工作量以及测试任务对其造成的心理负荷。NASA 任务负荷指数由 Ames 研究中心推出，是从多维度对任务工作量进行评估的标准和流程^[7-8]。评估维度包括：（1）心智需求；（2）体力需

求; (3) 时间需求; (4) 绩效水平; (5) 努力程度; (6) 挫折感。任务负荷指数评估对每个维度设置一个量表以方便评价, 量表以 5 分为一个梯度, 范围为 0~100 分。量表从实验参与者处获得的分数越高, 代表在相关维度上产品对其造成的心理负荷程度越严重。每位实验参与者均被邀请进行任务负荷指数测试, 以了解产品设计是否需要修改以及测试任务设置是否合理。通过测试总共获得 10 名实验参与者的任务负荷指数, 见表 5。整体来看, 产品设计及测试任务的设置均未对实验参与者造成过高的任务负荷压力, 任务设置较为合理, 易用性测试结果较可信。深入对比各任务得分, 并通过访谈可知: (1) 任务一包含多次的较为复杂的输入行为, 同时因为药品专有名词难以理解, 因此任务负荷指数平均为 3 个任务中最高的; (2) 任务二由多个子任务组成, 一些产品特征诸如药物服用时间及日历较复杂, 因此平均任务负荷指数次高; (3) 任务三中实验参与者只需要查询常见药物信息并回答问题, 任务流程最简单, 因此平均负荷指数最低。

表 5 任务负荷指数测试结果
Tab.5 NASA task load index test results

任务负荷指标	任务一	任务二	任务三
心智需求 (Mental Demand)	30	12.5	5
体力需求 (Physical Demand)	10	7.5	2.5
时间需求 (Temporal Demand)	35	15	0
绩效水平 (Performance)	25	5	2.5
努力程度 (Effort)	10	15	5
挫折感 (Frustration)	22.5	5	5

第二部分作者使用系统易用性量表 (System Usability Scale), 以下简称 SUS 量表, 来获取实验参与者对主观产品的易用性评价。约翰·布鲁克在 1986 年提出的 SUS 量表是最广泛使用的用于度量主观产品易用性的量表工具之一^[9]。SUS 量表有着易于快速上手, 容易理解, 适合多种用户界面测试的特点, 应用在小样本的易用性测试上能得出较可靠结果^[10-11]。实验参与者需要通过使用产品完成用户任务过程中的体验, 对 SUS 量表包含的 5 个正向与 5 个负向问题进行评价并打分。打分范围为 1~5 分, 分数越高, 代表实验参与者越同意相关问题。其后, 作者分别计算每个 SUS 量表问题从总共 10 名参与者处获得的平均分。获得 SUS 量表问题平均分后, 需要进行相应换算, 具体操作为: 正向问题获得的平均分减去 1 分获得转换分数; 用 5 分减去负向问题的平均分获得转换分数; 加和所有问题换算后的平均分乘以 2.5 获得

主观产品易用性评价总分。各主观易用性问题、平均分以及转换得分见表 6。根据已有研究^[12], 当系统易用性评分大于 73 分时, 可理解为产品整体表现良好, 见图 2。经计算, 该产品最终所得评分为 78 分, 表示用户对产品整体的易用性程度较满意, 证明了迭代设计较为有效。

表 6 系统易用性量表得分
Tab.6 System usability scale test score

系统易用性问题	SUS 平均分	SUS 转换得分
我认为我会愿意经常使用本系统	4	3
我认为该系统没必要设计的如此复杂	1	4
我认为该系统容易使用	3.4	2.4
我认为我需要技术人员的帮助才能操作该系统	1.6	3.4
我发现该系统的不同功能被良好地整合在一起	3.6	2.6
我认为该系统设计太不一致	2	3
我认为多数人能很快学会操作此系统	4	3
我发现该系统操作起来非常笨拙与不便	1.2	3.8
在操作该系统时, 我感到很自信	3.8	2.8
在我能够操作该系统之前, 我需要学习很多东西	1.8	3.2
系统易用性总分		78

第三部分作者采用半结构式访谈来了解并定位存在易用性问题的产品细节特征。半结构式访谈包括以下问题: (1) 对产品的整体感受与评价; (2) 哪些产品细节与特征影响了易用性测试任务进程; (3) 该产品是否提供了足够与适当的关于药物信息管理的功能; (4) 最喜欢的产品功能特征与原因; (5) 还有哪些产品功能与特征值得引入。对于 NASA 任务负荷指数评估以及产品主观易用性评价过程中存在的较为严重的问题, 作者请实验参与者进行了详细的解释。诸如: 在时间需求方面, 任务一为何得分较高; 什么问题让您觉得该产品的设计不够一致与统一; 该产品的哪些设计特征让您需要求助于专业人员等。综合收集到的反馈可以得出: (1) 可用性专家通过启发式评估反映的需要修改的产品特征, 在经过迭代设计后, 普遍能够获得易用性测试参与者的认同; (2) 对于 NASA 任务负荷指数评估与产品主观易用性评价中反映出来的问题, 实验参与者解释了需要进一步设计修改的功能与产品特征。获得认同与需要继续改进的产品特征, 见图 3。

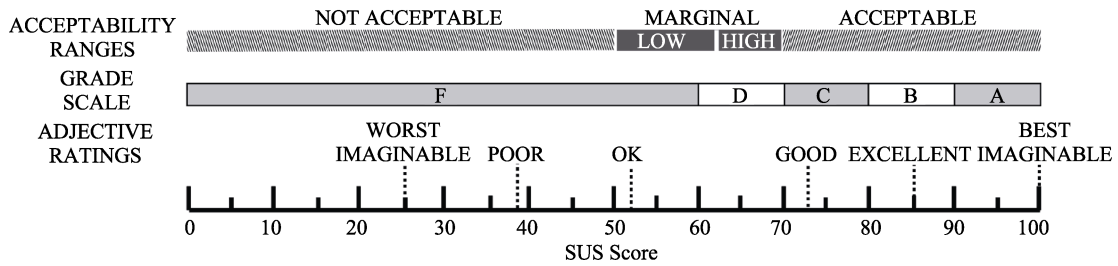


图 2 对比形容词描述, 可接受度评分, 学校评分量表与系统易用性量表评分的关系 (图片摘自参考文献)
Fig.2 Comparison of the adjective ratings, acceptability scores, and school grading scales in relation to the average SUS score (figure from reference document)

用户认同的设计特征



需要改进的设计特征



图 3 获得认同及需要改进的产品特征

Fig.3 Features of product recognized and required to be improved

3 设计检验方法的评价

可用性专家与真实用户的参与对设计检验流程各有帮助, 相互补充。可用性专家通过启发式评估在产品开发早期为产品团队指出了潜在的易用性问题与修改方向; 同时该方法具有参与人数少, 成本低的特点, 因此适合在产品开发的初期使用, 进而有效地对设计方向进行校准。真实用户参与的易用性测试在产品开发后期对已经较为完善的产品原型进行了细致的易用性分析, 即: (1) 验证产品设计及易用性测试任务是否给用户带来过高的心理负荷; (2) 验证经过迭代后的产品易用性程度是否令用户满意; (3) 验证启发式评估指出的改进特征能否得到用户认同, 并指出需要进一步修改的设计特征。结合研究项目

GT-MEDs 实例, 启发式评估表明产品初始原型在为用户提供操作的控制与自由 (21 分), 设计的一致性 (17 分) 以及设计的简约美观 (15 分) 方面存在着较大的问题, 是需要着重修改的部分; 易用性问题清单则为设计迭代的细节提供了参考。根据该阶段反馈, 笔者对产品原型进行了有针对性的快速迭代。而第二阶段的易用性测试则表明经过修改, 用户的主观产品易用性评价较好 (78 分), 产品的设计与易用性测试任务均未对用户造成过高的心理负荷压力 (在 0~100 的范围内, 最高负荷指标得分为 35 分)。整体来看, 产品的设计迭代较成功, 符合用户预期。

4 结语

药物信息管理类产品的功能较多且复杂, 用户需

求多样化。本文融合启发式评估与易用性测试方法,借助可用性专家与真实用户各自的特点,提供了一套基于一款药物信息管理类产品开发初期与后期实例总结而出的检验设计的方法。即为:第一阶段邀请可用性专家对产品初级原型进行启发式评估,根据评估所得产品易用性问题优先级对设计原型进行迭代;第二阶段邀请真实用户对已经过改进的产品原型进行包括任务负荷指数评估、系统易用性量表法以及半结构式访谈等易用性测试,测试结果用于验证产品首轮迭代成果以及确定产品新的改进方向。该设计检验方法为具有以下特点:类似产品开发流程提供了可借鉴的经验:(1)产品给予用户较大的定制化与个性化功能;(2)产品需求尚不十分明确;(3)需要快速迭代的短周期产品开发;(4)对用户需求与易用性研究有较低的成本控制。

参考文献:

- [1] SEGEN J C. Segen's Medical Dictionary[M]. Huntingdon Valley: Farlex Inc, 2011.
- [2] NIELSON J, LANDAUER T K. A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems [C]//ASHLUND S, MULLET K, HENDERSON A, HOLLNAGEL E, WHITE T. Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '93). New York: ACM, 1993.
- [3] SMITH M F. Software Prototyping: Adoption, Practice and Management[M]. London: McGraw-Hill, 1991.
- [4] NIELSON J, ROLF M. Heuristic Evaluation of User Interfaces[C]//CHEW J C, WHITESIDE J. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90). New York: ACM, 1990.
- [5] NIELSON J. Usability Inspection Methods[C]// MILLER J, KATZ I, MACK R, MARKS L. Proceedings of the Conference Companion on Human Factors in Computing Systems (CHI '95). New York: ACM, 1995.
- [6] 孟凡兴, CHOE P, 杨华胜, 吴庆超. 中国老年人社交网站的可用性评估[J]. 人类工效学, 2014, 20(3): 42—46.
- [7] MENG Fan-xing, CHOE P, YANG Hua-sheng, WU Qing-chao. Usability Evaluation of Social Network Services for Senior Citizens in China[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2014, 20(3): 42—46.
- [7] HART, SANDRA G, LOWELL E, STAVELAND. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research[J]. Advances in Psychology, 1988 (52): 139—183.
- [8] 杨场, 邓赐平. NASA-TLX 量表作为电脑作业主观疲劳感评估工具的信度、效度研究[J]. 心理研究, 2010, 3(3): 36—41.
- [8] YANG Yang, DENG Ci-ping. A Study on the Reliability and Validity of NASA-TLX as a Measurement of Subjective Fatigue after Computer Operation[J]. Psychological Research, 2010, 3(3): 36—41.
- [9] BROOKE J. "SUS-A Quick and Dirty Usability Scale", Usability Evaluation in Industry[M]. London: Taylor and Francis, 1996.
- [10] TULLIS T S, STETSON J N. A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability[C]//Usability Professionals Association(UPA). Usability Professionals Association (UPA) 2004 Conference. Minneapolis: UPA, 2004.
- [11] 钮建伟, 俞佳莉. 国内主流智能手机操作系统可用性评价[J]. 工业工程与管理, 2014, 19(4): 104—108.
- [11] NIU Jian-wei, YU Jia-li. Usability Evaluation of Major Smartphone Operating Systems in China[J]. Industrial Engineering and Management, 2014, 19(4): 104—108.
- [12] AARON B, KORTUM P, MILLER J. Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale[J]. Journal of Usability Studies, 2009, 4(3): 114—123.