

浙江大学计算机科学与技术学院

---

硕士学位论文

---

用户体验中基于心智模型的手持移动设备界面设计研究

---

姓名：龚蓉蓉

---

申请学位级别：硕士

---

专业：设计艺术学

---

指导教师：罗仕鉴

---

20100101

## 摘要

信息技术和互联网的迅速发展,使得技术创新形态正在逐步发生转变,以用户为中心、以人为本的思想进一步受到重视。界面设计作为信息产品设计的窗口,也备受大众的关注,从之前追求满足用户的功能需求和审美需求,逐渐关注更加人性化和更容易被用户接受的体验需求。心智模型原本是关于认知的理论,对于人类认知模型的挖掘和用户体验设计中对于用户体验需求的挖掘都是一个研究用户认知和使用习惯的过程,具有高度的一致性,逐渐被专家学者引进用来分析产品可用性。

本文以用户体验设计为基石,分析研究了基于心智模型的界面设计,把用户认知中心智模型的表现分为宏观与微观两种形式。通过对用户体验设计进行分析,提出界面提供者与界面接受者之间的映射模型;将界面分为显性要素和隐性要素,构建了界面隐性要素的显性化设计模型。通过实验的方法捕获用户心智模型,用以作为设计参考。同时,本文根据用户体验的设计理论,探索知识在需求分析、开发设计和设计测试之间的传递与转化,构建了基于心智模型的用户体验设计过程模型,阐述了产品开发流程中各个阶段常见的设计方法和文档输出要求。

随着手持移动设备越来越广泛地被人们所使用,关于其用户体验的研究逐渐升温。由于其便携性和使用环境多样性,手持移动设备必须具有易用性、易学性等特性,不给用户的认知带来额外的负担,以避免占用用户过多的注意力。本文选取手持移动设备作为设计载体,以“SmartAngel”手机系统软件开发为例。从用户调研和心智模型构建开始,通过访谈和问卷调查进行用户研究,让用户参与设计的全过程中。分析用户需求,建立了系统原型并在此基础上进行了界面设计。在本文的最后进行了基于心智模型的原型设计测试,完成了可用性测试评估,验证了用户体验中基于心智模型的界面设计理论体系。

关键词: 心智模型, 用户体验设计, 交互设计

## Abstract

The rapid development of information technology and the internet make the technological innovation pattern changed gradually. User centered design together with the people-oriented thought attract further attention. Interface design, as an information window of the information product, has also paid more attention on the users. It cares not only the functions but also the usability of the products, especially the user experience. Mental model was originally known in the cognitive theory. The excavation of human cognitive model is a study of users' cognitive process and the usage habits, just like the excavation for the demands of the user experience design. Since they have the high degree of consistency, experts and scholars gradually used the mental model to analyze the usability of products.

The paper was based on user experience design, and analyzed the mental models in interface design. In this paper, the users' cognitive mental model was divided into two kinds: the macro-forms and micro-forms. The interface was also divided into explicit factors and tacit factors, and the explicitization design model of tacit factors was present. The paper tried to explore the experimental methods to capture the users' mental model which can be reference in the life cycle of product design. Meanwhile, according to the user experience design theory and the knowledge of the user requirement analysis, the design model was constructed based on mental model and the user experience design process. It described the common design methods and documentation output requirements at every stage of the product development process.

Handheld mobile devices become more widely used by people. Because of its portability, the complexity of the usage environment and could be used at anytime and anywhere, the hand-held mobile devices should be ease to use and learn. It could not give the user additional burden on cognition in order to avoid taking up too much attention of the users. This paper selected the handheld mobile devices as medium to design the "SmartAngel" phone system software. Through interviews and questionnaires, we conducted a user study to allow users to participate in the design of

---

the entire design process. From the research of user's mental model, we established a prototype of the system and finished the interface design. At the end of this paper we conducted a testing to evaluate the usability of the prototype, and verified the user experience in the mental model of interface design based on the theoretical system.

**Keywords:** Mental model, user experience design, interaction design

## 图目录

图 1.1 用户体验流程（重要性） .....	4
图 1.2 本文研究框架 .....	6
图 2.1 用户体验设计涉及的学科知识 .....	7
图 2.2 用户体验的量化要素 .....	10
图 2.3 用户体验量化用户体验量化雷达图 .....	11
图 2.4 用户体验要素层次图 .....	11
图 2.5 用户体验设计的方法 .....	12
图 2.6 Indi Young 心智模型行为亲和图 .....	19
图 3.1 产品设计和用户认知过程的结构模型 .....	22
图 3.2 界面隐性要素的显性化设计模型 .....	25
图 3.3 儿童关于昼夜成因的心智模型 .....	27
图 3.4 瑞智心智模型图 .....	28
图 3.5 界面提供者与界面接受者之间的映射模型 .....	29
图 3.6 基于用户心智模型的产品设计与评估 .....	30
图 3.7 基于心智模型的用户体验设计过程模型 .....	31
图 3.8 基于心智模型的手持移动设备开发流程模型 .....	35
图 4.1 巧克力手机 .....	37
图 4.2 Android google trend 趋势表 .....	37
图 4.3 HTC G1 .....	38
图 4.4 用户行为观察 .....	39
图 4.5 “Smart Angel”用户角色模型 .....	40
图 4.6 “Smart Angel”功能菜单树 .....	42
图 4.7 界面原型设计流程图 .....	45
图 4.8 卡通形象示例 .....	46

---

图 4.9 Smart Angel 的不同形象 .....	46
图 4.10 锁定界面和主界面 .....	47
图 4.11 主界面功能简介 .....	48
图 4.12 自定义界面 .....	49
图 4.13 自定义界面缩略展示 .....	49
图 4.14 主界面功能简介 .....	50
图 4.15 APP 总界面和缩略图展示 .....	51
图 4.16 部分功能模块的界面设计 .....	52
图 5.1 HTC G1 手机 .....	53

## 表目录

表 2.1 心智模型的分类 .....	20
表 2.2 心智模型的特征 .....	21
表 3.1 宏观心智模型内容和研究方法 .....	23
表 4.1 实验被试的用户特征 .....	39
表 4.2 语音设置 .....	43
表 4.3 触摸设置 .....	44
表 4.4 晃动行为设置 .....	44
表 5.1 手机原型任务满意度评估问卷数据统计 .....	54
表 5.2 用户任务操作满意度 .....	55

# 浙江大学研究生学位论文独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得浙江大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者签名：

签字日期： 年 月 日

## 学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 浙江大学 有权保留并向国家有关部门或机构送交本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人授权 浙江大学 可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索和传播，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

（保密的学位论文在解密后适用本授权书）

学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期： 年 月 日

签字日期： 年 月 日



# 第1章 绪论

## 1.1 研究背景与现状

### 1.1.1 研究背景

信息技术和互联网的迅速发展，使得技术创新形态正在逐步发生转变，以用户为中心、以人为本的思想进一步受到关注。界面设计作为信息产品设计的窗口，也备受大众的关注，从之前追求满足用户的功能需求和审美需求，逐渐关注更加人性化和更容易被用户接受的体验<sup>[1][2]</sup>。

用户体验（User Experience, UE）是指用户在使用产品（包括物质产品和非物质产品）或者服务的过程中建立起来的心理感受。

在信息技术应用设计方面，用户体验主要是来自用户与人机界面的交互过程。人机界面设计是设计艺术、技术和人机交互科学的高度统一，在早期的软件开发过程中，界面设计没有得到足够的重视，被看作是软件的“包装”，仅是产品的附加值，独立于功能核心之外，而且界面设计部分往往是在整个开发过程的最后阶段才开始的，这种方式难以获得令人满意的用户体验<sup>[3]</sup>。

用户体验设计（User Experience Design, UED）的核心思想是从用户出发，基于人机工程学和可用性工程的原理，综合视觉、布局、交互和动作设计等方法，设计符合用户使用习惯的产品<sup>[4]</sup>。良好的用户体验设计能够降低开发成本，提高客户满意度和忠诚度，增加产品销量。在界面设计中，如何有效获取用户的体验需求，建立正确的用户模型，使得用户体验设计以一种自然、高效、一致和友好的方式进行是目前研究热点的核心问题之一。

心智模型<sup>[5]</sup>是关于认知的理论，对于人类认知模型的挖掘和 UED 中对于用户体验需求的挖掘都是一个研究用户认知和使用习惯的过程<sup>[6,7]</sup>。如果产品的各项功能需求符合用户操作时对于该产品的认知心智模型，则用户在操作的时候会觉得愉悦而顺畅，该产品也取得很好的用户体验。反之，如果用户在使用过程中觉得不解而困惑，违背其认知背景下的心智模型，则该产品的可用性较低，带给用户

的体验也较差。当然，产品在表现给用户的时候可以以一种崭新的姿态来呈现，只要确保其操作使用能符合用户通常的认知。

心智模型目前研究比较多的是在认知教育以及消费者行为学等领域，在用户体验和人机交互学科的研究是比较新的领域。通过研究用户对于产品的认知，提高产品的可用性。认知科学家最初对心智模型进行了研究，用以了解人类如何学习，感知，决策，构建在不同环境下的行为。

### 1.1.2 研究现状

UED 起源于人类工程学领域，从 20 世纪 40 年代末以来研究重点放在用户、机器和环境的整个系统，以可用性（Usability）和“以用户为中心的设计（User Centered Design, UCD）”<sup>[8]</sup>为基础，其目的是让用户越过产品的技术复杂性，使之容易学习和使用，提高用户的体验满足度。

在学术界，UED 的研究受到了越来越多的关注 Jakob Nielsen 等人<sup>[9]</sup>从可用性出发，通过对各个属性的度量研究来提高产品的友好性；Donald Norman<sup>[10]</sup>等从情感化设计和设计心理学出发，提出设计中需考虑用户认知和情感体验；Garrett<sup>[11]</sup>认为，用户体验包括表现层、框架层、结构层、范围层和战略层五个要素；Mahlke<sup>[12]</sup>认为用户体验评价方法应集成认知和情感因素，将情感方面的评价作为对用户体验综合评价方法的一部分；Rubinoff<sup>[13]</sup>提出量化用户体验的四个评价指标：品牌、可用性、功能性和内容。国际上，可用性专业协会（Usability Professionals' Association, UPA）每年确定某一主题召开年会，2009 年召开的年会主题为“Bringing Usability to Life”，旨在让生活中的所有产品都很好地满足用户的体验。在国内，中国科学院、清华大学、北京大学、浙江大学、大连海事大学、浙江理工大学等纷纷建立了相关的实验室，研究人机交互、可用性以及用户体验设计。

在产业界，以可用性设计思想为基础的用户体验设计在国外 IT 及家电产品企业，已经有相当丰富的实际运用历史。在国内，各公司也成立了相关的研究部门，通过对用户体验设计的研究，更好地提升公司产品的可用性及市场占有率。诺基亚提出了设计 DNA 的概念，采用迭代的方法来进行界面设计；三星成立了 d'strict

全球用户体验设计咨询公司，以网页、手机、产品、空间和新媒体等平台为基础提供设计服务；华为将 2005 年定为“交互年”，聘请 IBM 的专家讲授关于易用性和用户体验设计的知识；谷歌的用户体验设计包括研究和设计两个方向，基于互联网特点提出了快速可用性评估和测试技术、快速原型以及 A/B 测试等方法<sup>[14]</sup>；阿里巴巴以及旗下公司也成立了用户体验设计部门，旨在通过用户研究协同各部门完善其服务；百度的用户体验设计部门强调提供给其他部门更专业更系统的用户体验信息，以完善和优化网络界面设计；腾讯于 2006 年成立了用户研究与体验设计中心，其职能在于用户研究和体验设计。

随着以用户为中心设计思想的深入，众多研究人员和设计人员开始注重对于用户的研究。心智模型是用户对于交互系统生成的一个符合其认知习惯的内部表征，很好的契合了认知和产品之间的关系。心智模型指导用户在新的交互系统中的行为，同时预测未知状态和解决未知的困难。

上述研究对于理解心智模型与交互界面设计起到了一定的推动作用。如何获取用户的心智模型并运用于产品的开发设计中是用户体验设计的关键问题之一，好的设计可以让系统更加友好、自然、一致和人性化，提高使用效率，增加愉悦性。

## 1.2 研究意义与目的

### 1.2.1 研究意义

随着信息技术的发展，融合通信技术，推动了人们生活方式、工作方式、组织方式的变化，从而引起了整个社会形态的深刻变革，互联网也从 web1.0 时代进入到 web2.0 时代。无处不在的网络推动了知识的传递与共享，知识社会在此过程当中逐渐形成。生活、工作在社会中的用户将真正拥有产品优劣的最终发言权和参与权。以生产者为中心的产品开发模式正在向以用户为中心的创新模式转变。从 web1.0 和 web2.0 时代用户参与度的不同，我们可以清晰的看到用户的重要性在凸显。从图 1.1 用户体验流程（重要性）图 1.1 可以看出用户体验的重要性<sup>[15]</sup>。



图 1.1 用户体验流程（重要性）

### 1.2.2 研究目的

展望未来的信息产品发展，移动互联网具有很大的发展潜力。吃，穿，住，用，行，手持移动设备在人们生活的各个方面扮演着越来越重要的角色。调查显示，越来越多的消费者希望除了基本的打电话、发短信之外，能使用手持移动设备来查看地图、发电子邮件、玩游戏、上网、听音乐等等。以 iPhone, Android 为代表的智能手机在市场上的风靡也预示着未来手持移动设备市场，必定是以带给用户良好用户体验为风向标。

本文针对用户体验中基于心智模型的手持移动设备界面设计加以研究分析，探索如何使得手持移动设备界面的设计更加符合用户的心智模型，保证融合了众多功能的手持移动设备在操作上仍然简单有效。

基于本文以用户体验中基于心智模型的设计流程和方法用于指导设计的初衷，本文着重研究如何使用理论指导设计，探索用户认知中的偏好，引进到设计的整个流程中。实验部分也偏重于定性的研究，而没有过多地对用户的认知进行定量的把握。

## 1.3 研究流程与框架

### 1.3.1 研究流程

围绕用户体验设计中基于心智模型的设计这个切入点，本论文分六章来探索用户体验中基于心智模型的手持移动设备界面设计问题。第二章为文献综述，回顾与本论文课题相关的理论研究和成果，梳理研究中所涉及到的关键知识点；第三章是对用户体验中基于心智模型的界面设计理论部分的概括与衍生，研究基于心智模型的界面设计开发的流程，基于心智模型的用户体验设计过程模型以及基于心智模型的手持移动设备界面；第四章是对以上三章内容的映射和实际运用，以 Smart Partner 系统的基于用户心智模型的用户体验设计为例，该系统基于 Android 平台，是时下市场上比较流行的手机开源平台。

### 1.3.2 研究框架

图 1.2 显示为本文研究框架。

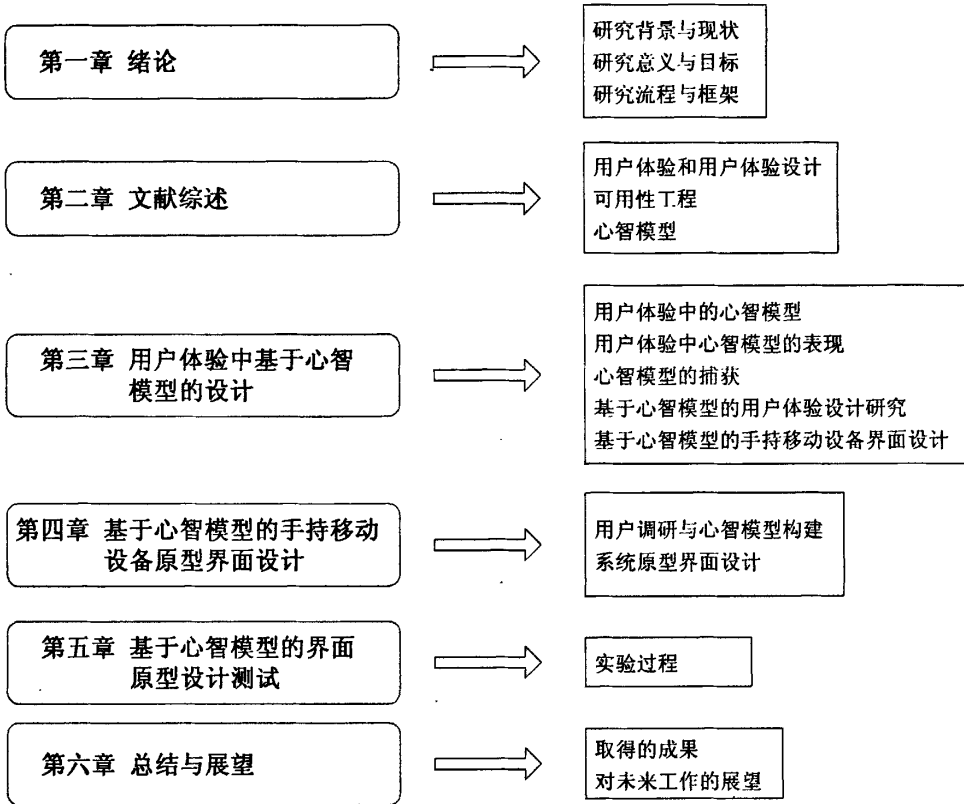


图 1.2 本文研究框架

### 1.4 本章小结

综上所述，用户体验中基于心智模型的手持移动设备界面设计研究具有较高的实用性，能够在实际产品开发过程中起到指导作用。并能够给相关的信息产品设计带来理论指导和实践依据，因此该课题具有较高的研究价值。

## 第2章 文献综述

### 2.1 用户体验和用户体验设计

用户体验贯穿于一切设计、创新的过程。

用户体验设计是一个新兴学科，但是由于其从诞生之日起就注定了是一个交叉学科，汲取了社会学、设计学以及工程技术等领域的知识，迅速发展成一个高度综合性的学科领域。

其相关学科知识如图 2.1 所示。

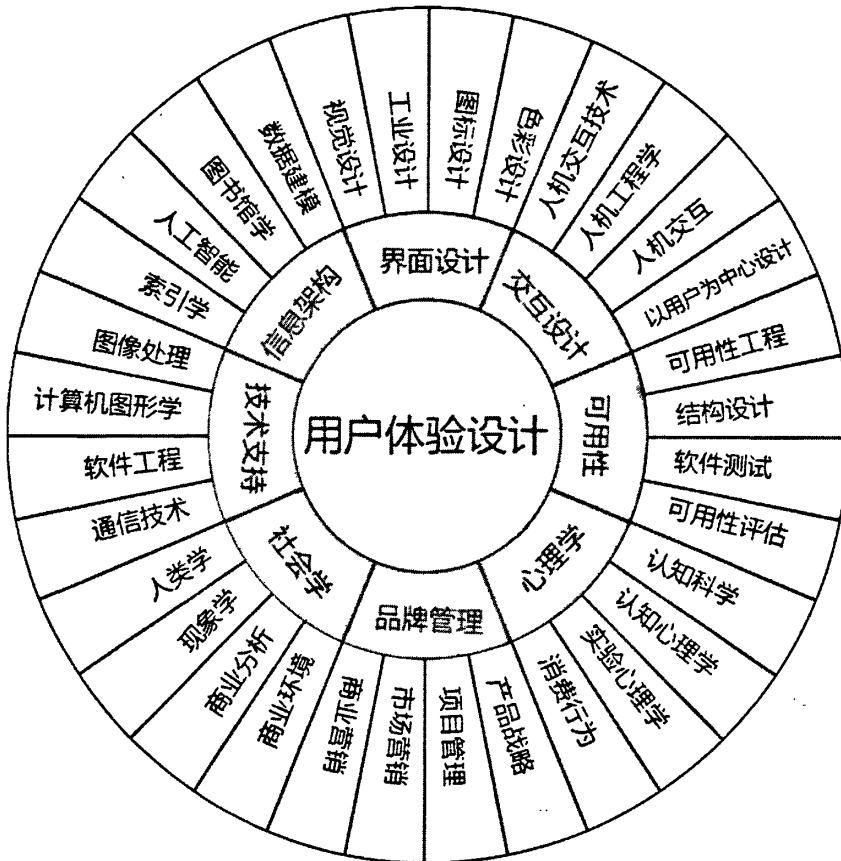


图 2.1 用户体验设计涉及的学科知识

### 2.1.1 用户体验和用户体验设计的定义

用户体验 (User Experience, UE/UX) 是指用户在使用一个产品 (服务) 的过程中建立起来的心理感受, 这是一种纯主观的个人感受, 带有一定的不确定因素。每个个体之间都存在知识结构和认知结构的差异, 这决定了每个用户的真实体验无法通过其他途径来完全模拟或再现。但是对于某一个类别的用户群体, 其用户体验的共性是能够通过用户研究和市场调研等实验方法来获取的。

用户体验设计 (User Experience Design, UED) 则是面向用户使用产品的过程中和产品交互的整个过程的设计。在早期的信息产品设计过程中, 人机界面往往被看作是核心功能之外附加的一层外衣, 起到美化作用。在整个开发流程中, 界面设计也往往处在产品研发过程将要结束的时候, 独立于核心功能开发之外。这种开发模式让设计人员的工作受到很到的限制。在此开发模式下, 最终的产品体现了专业技术人员对于产品的理解, 往往不被普通用户轻易接受。这极大地限制了人机交互的设计, 产品最终是否被市场接受带有很大的风险性。而且, 在整个核心功能开发之后, 如果发现产品不被普通用户接受, 此时再修改前期设计往往代价巨大, 产品最终的命运通常会保留原有功能设计, 交互部分不管效果如何, 都草草收场<sup>[16]</sup>。

用户体验是一个比较模糊的概念, 其作为一个学科发展时间较短, 研究历史也比较短。另外, 由于用户体验研究的根本问题是人的感受和主观反应, 涉及心理学、价值偏好、美学、认知等内容, 受主观影响程度难以度量, 所以业界至今仍没有一个权威的定义和度量标准。不过专家们在各自研究的基础上给出了不同的说法。

认知心理学家 Donald Norman<sup>[10]</sup>提出: 用户体验是衡量产品质量的一个重要标准, 是一种与交互相关的集合。他从情感化设计和设计心理学出发, 提出设计中需考虑用户认知和情感体验。

Lucas Daniel 在 2000 年给出的关于用户体验的定义, 在业内得到了广泛的运用。他指出: 用户体验是用户在操作或使用一件产品或一项服务时候的所做、所



想、所感，涉及到通过产品和服务提供给用户的理性价值和感性体验<sup>[17]</sup>。

Moeslinger 认为用户体验应该由实践体验(practical experience)、感观体验(sensory experience)和情感体验(emotional experience)三部分构成,不同环境下不同用户在使用同一产品时其体验也是千差万别的,例如普通用户与专业用户相比,情感因素要比效率和生产力显得重要一些<sup>[18]</sup>。

以用户为中心的设计(User Centered Design, UCD)是 UED 的思想基础,强调在产品开发过程中以“用户需求”为根本,定义好用户具体的需求;其次设计“如何使用”,让用户简便轻快地完成任务,达到其解决问题的目的;在此基础上再提高产品的“可用性”,提供给用户一个良好的用户体验。

## 2.1.2 用户体验的发展

### (1) 早期的手工作业阶段<sup>[19]</sup>

当时交互设计的特点是由设计者本人(或本部门同事)来使用计算机,他们采用手工操作和依赖机器(二进制机器代码)的方法去适应现在看来是十分笨拙的计算机。

### (2) 作业控制语言及交互命令语言阶段

这一阶段的特点是计算机的主要使用者(程序员)可采用批处理作业语言或交互命令语言的方式和计算机打交道,虽然要记忆许多命令和熟练地敲键盘,但已可用较方便的手段来调试程序,了解计算机执行情况。

### (3) 图形用户界面(Graphical User Interface, GUI)阶段

GUI 的主要特点是桌面隐喻、直接操纵和所见即所得。由于 GUI 简单易学,减少了敲键盘的次数,实现了事实上的标准化,使不懂计算机的普通用户也可以熟练地使用,开拓了用户人群,它的出现使信息产业得到空前的发展。

### (4) 网络用户界面的出现

以超文本标记语言 HTML 及超文本传输协议 HTTP 为主要基础的网络浏览器是网络用户界面的代表由它形成的 WWW 网已经成为当今 Internet 的支柱这类人机交互技术的特点是发展快,新的技术不断出现,如搜索引擎、网络加速、多媒

体动画、聊天工具等。

### (5) 多通道、多媒体的智能人机交互阶段

以虚拟现实为代表的计算机系统的拟人化和以手持电脑、智能手机为代表的计算机的微型化、随身化、嵌入化,是当前计算机的两个重要的发展趋势。而以鼠标和键盘为代表的 GUI 技术是影响它们发展的瓶颈。利用人的多种感觉通道和动作通道(如语音、手写、姿势、视线、表情等输入),以并行、非精确的方式与(可见或不可见的)计算机环境进行交互,可以提高人机交互的自然性和高效性。多通道、多媒体的智能人机交互对我们既是一个挑战,也是一个极好的机遇,在人机交互的发展中,一大批专家为此做出了卓越的贡献。

### 2.1.3 用户体验的要素

由于用户体验的主观性,在运用过程中难以定量把握。越来越多的学者开始结构用户体验,从不同的分类角度将其解析为多种评估要素。

Robert Rubinof 于 2004 年提出了考察和度量用户体验的四个互相关联的要素:品牌(branding)、使用性(usability)、功能性(functionality)和内容(content)<sup>[13]</sup>。用户体验与四要素间的关系如图 2.2 和图 2.3 所示。

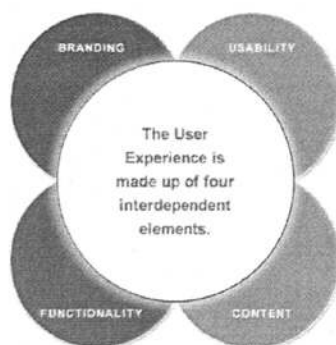


图 2.2 用户体验的量化要素

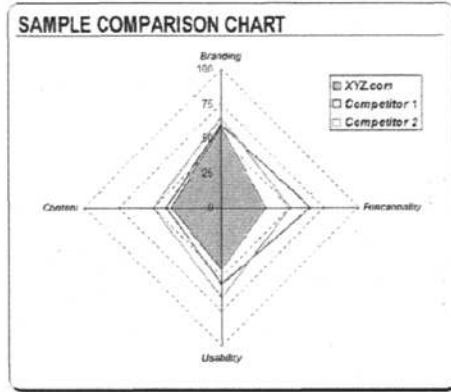


图 2.3 用户体验量化用户体验量化雷达图

Garrett 根据自己多年来在网站设计和可用性研究方面的经验总结出了创建具有良好用户体验的网站设计的步骤和流程,认为应该从网站的战略层( Strategy )、范围层( Scope) 、结构层( Structure )、架构层( Skeleton )、界面层(Surface)这几个层面来进行网站用户体验的设计<sup>[11]</sup>, 图 2.4 所示为用户体验要素的层次图。

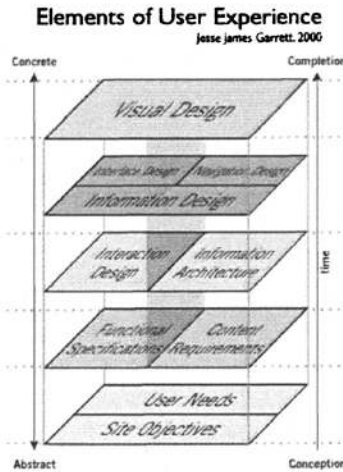


图 2.4 用户体验要素层次图

### 2.1.4 用户体验设计的方法

用户体验设计现阶段的研究重点在于对用户体验需求的挖掘, 用户体验设计

过程中的方法和对用户体验设计结果的测试验证。针对以上研究重点，主要的方法有设计调查、开发过程中根据目标用户需求的设计方法以及可用性测试。在具体设计中，可以根据具体情况选择合适的方法，不必包含以下所有的方法。关于可用性测试的方法，在后面的可用性工程章节中会详细探讨，以下先就设计调查和设计方法作深入的研究。图 2.5 为用户体验设计的方法。

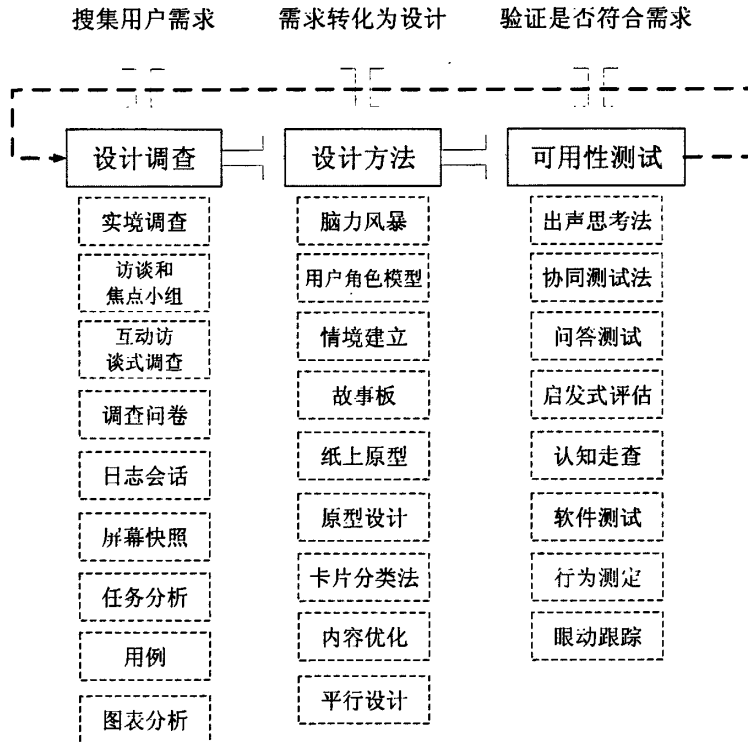


图 2.5 用户体验设计的方法

### 2.1.4.1 设计调查

#### (1) 实境调查<sup>[20]</sup>

实境调查可以获得用户所处的环境信息以及用户在这些环境中如何进行工作等方面的信息。包括对用户的访谈及观察他们的行为。同时，实境调查要在用户的工作场所进行，如此获得的数据可以用于形成用户特征、任务分析、场景和可用性测试脚本。这种技术适合在产品开发的早期的阶段<sup>[21]</sup>。

### (2) 访谈和焦点小组<sup>[22]</sup>

访谈和焦点小组让设计者询问用户对于产品的体验情况，是经过策划的调查活动，通过与用户的直接互动，让用户对产品发表意见和建议。

### (3) 互动访谈式调查 (Surveys)

调查采访用户，询问用户列好的问题清单，记录下用户的反应。不同于问卷调查的形式，此处的调查是互动的访问，没有焦点小组正式。

### (4) 调查问卷 (Questionnaire)<sup>[23]</sup>

相关问题的清单，让用户在使用的时候根据自身的体验来完成。

### (5) 日志会话<sup>[24]</sup>

日志会话经常被用来作为远程的调查软件用户界面的方法。用户执行一些任务的原型，就像在正式的进行可用性测试，在完成一系列的任务的同时，客观上也给出了用户对于产品体验的结果。日志部分的评价基本上是自动的。

### (6) 任务分析(Task Analysis)

通过任务分析了解用户使用你网站(产品)时的目标和操作方式，习惯。

### (7) 用例(Use Cases)<sup>[25]</sup>

描述某个用户使用网站(产品)时的情况，包括目标和行动，来分析操作使用过程中可能存在的体验行为。

## 2.1.4.2 用户体验设计方法

### (1) 脑力风暴 (BrainStorming)

设计者投入到所有信息中去，让用户需求数据指导你的设计，没有顾忌的产生创意（不要否定任何奇思妙想），最终投票选出热点设计和关键需求。

### (2) 用户角色模型(Persona)<sup>[26]</sup>

也可以称为用户概貌 (User Profiles)，可以说明用户的不同分类及其特征，帮助开发团队更好地理解哪些人会以什么方式来使用系统。用户概貌包括的信息有：人口统计数据（年龄、性别等），教育背景，技术经验，业务技能，态度和动机、使用频率等，为了理解还可以给不同的用户概貌创造一些张贴画，给设计

团队制造一些用户，这些用户虽然是虚拟的，但是从真实的用户数据模拟而来，接近真实，设计团队围绕这个虚拟人物设计开发产品。从之前采访的所有用户综合提炼出一个角色模型。这样可以得到一个鲜活的用户形象并把所有相关需求和他联系起来，帮助设计师将“目标—用户—任务”联系起来

### (3) 情境建立 (Visioning) [26]

设计师希望设计创造什么样的使用方式，在头脑风暴的时候，为设计构建一个合理的情境，然后让产生的点子落实下来。为方便与其他部门交流，最好画出草图。在一些矛盾的点子之间有所取舍适合，把把好的点子集中起来，总结出一个最终的解决方案。情境才是创造了一个角色模型使用产品时的故事。

### (4) 故事板 (Story board) [26]

描述任务操作的细节。画出交互和操作的步骤。故事板是情境中的细节刻画。

### (5) 设计概念的纸上原型 (Design Concept)

简单画出交互和操作步骤的大致框架图，设计师要尽可能多的考虑到可能出现的问题。

### (6) 原型设计 (Prototype Design) [27]

低保真度原型和高保真原型可以用于测试中，在实际开发过程中可以节省时间和资金成本。

### (7) 卡片分类法 (Card Sorting) [28]

卡片分类法是一种让用户根据自身不同的理解来把相关概念归类到某一类下的方法。观察用户是如何理解内容和组织信息，用来帮助网站(产品)更合理的组织信息。

### (8) 内容优化 (Writing for the Web)

对网站(产品)进行内容上的整理、优化。让用户更清晰容易的了解产品所表达的内容。

### (9) 平行设计 (Parallel Design)

对同一个网站(产品)进行分开的设计，从而比较选择一个最佳方案。

## 2.2 可用性工程

可用性 (Usability) 是指用户能否很好地使用系统的功能。这是信息产品提供用户良好用户体验的基础, 是研究用户体验设计的理论基石。作为一个学科分支, 可用性的发展已经有了比较全面的理论体系和方法, 能够在具体产品开发过程中用于指导, 因此, 本论文中单独列出一小结来总计可用性工程的关键知识点。

### 2.2.1 可用性的定义

随着用户界面的发展和人们对于信息产品体验要求的提升, 1980 年代中期出现了“对用户友好”的口号。在随后的界面发展过程中, 被转换成人机界面的“可用性”概念。

专家和各研究机构给可用性下了许多定义:

John Gould 和他的同事于 20 世纪 80 年代开发了一种称为 Design for Usability (GOU88) 的方法, 它包括了最为普遍接受的定义。它从若干交互系统的实践中发展而来, 其中最著名的系统是 IBM 公司的 1984 Olympic Messaging System (GOU87)。该方法由四个主要部分组成, 如下所述: 关注用户、集成化设计、初期用户测试、迭代式设计。

GB/T3187-97 对可用性的定义: 在要求的外部资源得到保证的前提下, 产品在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执行规定功能状态的能力。它是产品可靠性、维修性和维修保障性的综合反映。

Shakel (1991) 对可用性的定义: 可用性是指技术的“能力”(按照人的功能特性), 它很容易有效地被特定范围的用户使用, 经过特定培训和用户支持, 在特定的环境情景中, 去完成特定范围的任务<sup>[29]</sup>。

ISO9241/11 中的定义是: 一个产品可以被特定的用户在特定的上下文中, 有效、高效并且满意得达成特定目标的程度。

Nielsen 在《可用性工程》中把可用性这一宏观而模糊的概念具体分成五个可用性属性: 可学习性 (learnability)、效率 (efficiency)、可记忆性 (memorability)、

出错 (errors) 和满意度 (satisfaction) [9]。

### 2.2.2 可用性准则

提供给用户良好的用户体验具有多方面的因素，一方面与用户本身的认识和偏好有关，另一方面也和产品带给用户的使用感受有关。

文化，审美，知识背景等对产品的影响往往难以定量估算，但是遵守一些通用的可用性准则，可以帮助产品符合大多数用户的需求。

诺曼提出<sup>[10]</sup>，要让产品易于被用户理解同时也易于被用户使用，需要遵守两个基本原则：1、提供一个好的概念模型；2、可视性；3、匹配原则；4 反馈原则。概念模型和下文中将要探讨的心智模型同属认知领域的概念，将会在下文着重探讨。

Nielsen 提出用户界面设计人员应当遵循如下可用性原理：自然简单的对话、采用用户的语言、将用户的记忆负担减到最小、一致性、反馈、清晰的退出路径、快捷方式、良好的出错信息、避免出错、帮助文档<sup>[9]</sup>。

### 2.2.3 可用性测试

可用性通常是让能够代表某一类目标用户的被试对象使用系统来完成一组预设号的任务，根据设定的参数来度量系统各可用性属性的数值，以找出用户体验中的具体信息，或者验证设计产品的可用性程度。其根源在实验心理学，主要依赖于对数据的统计和分析。现在，用户测试更多地是强调对于所得测试结果的分析 and 诠释，以及在测试过程中发现的用户体验方面的问题，而不仅仅是发现所得数据的规律。

#### (1) 出声思考法<sup>[30]</sup>

出声思考法是可用性测试中比较流行的一种方法。在一个测试中，被试作为整个使用场景的一部分，完成某一项任务。通常要求用户在使用产品的过程中说出他或她的想法，感受和意见。

#### (2) 协同测试法<sup>[30]</sup>



协同测试是可用性测试的一种，在进行的时候两个用户同时完成某些任务。协同测试相比出声思考有两个方面的优势：1) 在真实的工作环境中，大部分人都可以找到其他人来帮助；2) 两个被试协同完成过程中的互动，可以比仅仅一个被试的出声思考带来更多深层的信息。

### (3) 问答测试<sup>[30]</sup>

问答测试是出声思考的深化，设计者通过直接向用户提问，来使用户把他们在使用过程的体验说出来。用户的回答可以帮助设计者了解产品的界面是否清晰易懂，或者是否晦涩难懂。

### (4) 启发式评估 (Heuristic Evaluation) <sup>[31]</sup>

让一小批评估人员评估用户界面，以及判断这些界面是否符合已经确立的可用性 (Usability) 规则，以发现界面设计中的可用性问题，并把它们作为界面再设计过程中重要的参考依据的。启发式评估被当作是一种“廉价可用性工程方法”(Discount Usability Engineering Methodology) 方法。研究 (Jefries et al. 1991) 已经明确证实，启发式评估是一种非常有效的可用性工程方法。

### (5) 认知走查 (Walkthrough) <sup>[32]</sup>

认知走查是一种简单，且低成本的概念设计评估技术。一般由评估人员代替主要利益相关者 (用户) 完成情景中设定的目标，从而找出不合理的流程和导航死角。

### (6) 软件测试 (Software Test) <sup>[33]</sup>

即代码检查，最早始于 IBM 公司，是发现和记录软件问题的方法，也就是平时所说的发现 bug 的过程。

### (7) 行为测定 (Performance measurement) <sup>[34]</sup>

有一些用户测试需要一定的数据资料，比如“用鼠标，触摸屏或滚轮选取某字块需要多长时间”。这些测量指标在设计产品的过程中被作为设计的目标，例如，“用户需要无误的链接英特网”，或者“85%的用户需要在小于等于一个小时里完成基本的任务”。

### (8) 眼动观测 (Eye-tracking) <sup>[34]</sup>

眼动跟踪可以让测试者在测试过程中识别被试者所看到的内容。眼动仪通过光束射进眼睛后的反射光，来捕获瞳孔反射的不同，从而可以得知不同用户所关注的不同内容。

## 2.3 心智模型

心智模型是人们日常理解事物和推理过程时，在短期记忆或工作记忆中所建立对问题情境或外在事物的一种暂时性表征，也可以是人们储存在长期记忆中对外在世界的稳定表征或图像。在人机交互研究领域，心智模型能够帮助用户推理、预测、解释新的情境与问题<sup>[35]</sup>，从而指导用户在新的未知环境中的行为活动。

### 2.3.1 心智模型的定义

心智模型最初由苏格兰心理学家 K. J. W. Craik 在 1943 年提出，他认为人类根据过去的经验在头脑中构建出外在物体的微观模型，利用该模型预测一些未发生的状况，对所遇到的情境做出最适当和最安全地回应<sup>[5]</sup>。

在认知领域，认知心理学家 Johnson Laird 利用心智模式来说明人们如何理解语言陈述和作日常的推理，认为心智模型在描绘物体和事件上扮演了核心而统一的角色，是人类认知的基本结构<sup>[36]</sup>。

Gentner 和 Stevens 认为心智模型提供给用户外部系统工作的信息，用户可以根据这些物理规律推广到处理其可能面临的情况，包括物体工作的规律等<sup>[37]</sup>。

Indi Young 对心智模型的定义是：人们的动机、思考过程，以及执行行动期间的情感和思维变化。Young 提出，心智模型由若干部分组成，每部分又分成若干组，整个模型可用一系列行为的亲和图(affinity diagram of behaviors)来呈现<sup>[38]</sup>。图 2.6 所示为 Indi Young 心智模型行为亲和图。

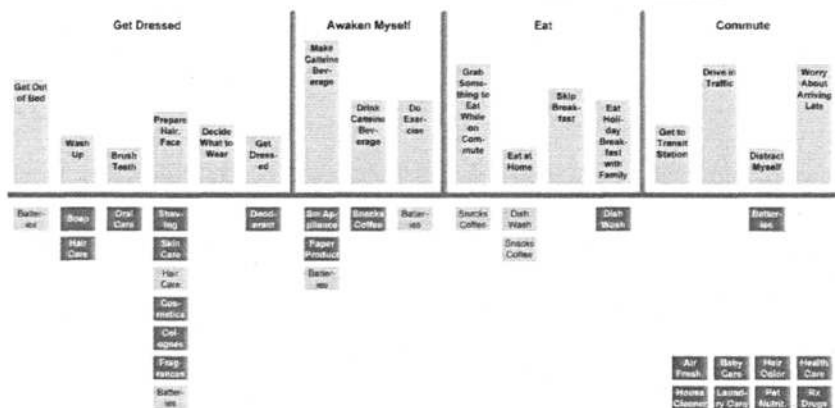


图 2.6 Indi Young 心智模型行为亲和图

对于大多数的认知科学家而言，心智模型是一个外部显示的内部表征。它在以往的经验，计划片段，认知，解决问题策略的动态过程中形成。心智模型包含着最小的信息单元，不稳定且容易变更，在新的环境下可以知道人们作出决定。人类必须能够评估行动的结果或状态变化的后果。认知科学家们通常使用心智模式开展学术研究，以了解大脑认知的进程信息<sup>[39]</sup>。

总的来说，个体的知识背景和日常活动存在其记忆中，形成了一个特定的对于外在事物的认识，当各个认识形成一个综合的知识体系时，则个体形成了它的心智模型。在碰见新的事物，或者在新的环境下解决某些未知的事件时，心智模型会成为个体行动的优先指南。

### 2.3.2 心智模型的分类

心智模型在可用性领域的研究正是基于心智模型会指导用户的行为这一理论基础，相比在认知领域内的研究而言这仍然是一个新的天地。

可用性与用户心智模型匹配及预测系统行为有着紧密的联系。理想情况下，界面设计需符合人对于计算机，环境以及日常用品的自然思维模式。但是有时候，技术能力呈现给用户的往往和系统真实功能相悖。

人机交互从业者制定了很多规范用于指导设计系统，帮助用户更容易理解和使用。心智模型发源于人们倾向于对日常事物做出解释，其在人机交互领域的研

究，就是致力于探索人们对于使用的产品系统的解释和假说。人机交互从业人员已经探索研究出了几种常见的心智模型模式：

Norman 把用户与系统的交互过程涉及的概念分为三个与心智模型相关的模型：设计模型(Design Model)、用户模型(User Model)和系统表象(System Model)。设计模型是指设计人员所使用的概念模型，用户模型是指用户在与系统交互作用的过程中形成的概念模型，系统表象则基于系统物理结构<sup>[8]</sup>。设计模型决定了软件的可用性，它为用户和系统行为的交互过程服务。理想情况下，产品的用户模型与设计模型完全一致，则产品的可用性较高。

Alan Cooper 也把用户与系统的交互分为三个模型：实现模型(Implementation Model)、用户心智模型(User's Mental Model)和表现模型(Represented Model)。实现模型表达了机器和程序如何实际工作。用户心智模型则是从用户角度理解系统工作的原理，是一种人们在认知上创造的一种简捷的解释方式，不一定真实反映系统的内部工作机制。表现模型则是设计师选择的如何将系统的功能展现给用户的方式。表现模型离用户的心智模型越近，用户会发现系统越容易使用和理解<sup>[40]</sup>。表 2.1 为 Norman 和 Alan Cooper 关于心智模型分类对比。

表 2.1 心智模型分类

Norman		Alan Cooper
设计模型	←→	表现模型
用户模型	←→	用户心智模型
系统表象	←→	实现模型

Martina Angela Sasse 根据前人的研究，把人机交互领域里心智模型进一步细化和完善，分成如下七种心智模型：用户模型、设计师的用户模型、研究者关于用户模型的概念模型、设计模型、研究者关于设计模型的概念模型、系统表象、概念模型<sup>[41]</sup>。

### 2.3.3 人机交互中心智模型的特征

在人机交互设计领域，Alan cooper 将用户研究作为产品设计的基础，概括了弥补用户认知与产品设计差距的方法，首次提出了用户心智模型在产品认知过程中扮演的角色，认为用户界面应该支持用户心智模型<sup>[45]</sup>。Norman 通过对许多从事不同作业的人的观察，归纳出关于心智模型的六个特质：不完整性、局限性、不稳定、没有明确的边界、不科学以及简约；由于心智模型的以上特质。Grosslight 等人认为，心智模型是一个不断建构、再建构、反复迭代的过程<sup>[14][42]</sup>。

综合以上，心智模型具有如表 2.2 所示特征<sup>[14][43][44]</sup>：

表 2.2 心智模型的特征

特征	描述
不完整性	用户由于认知差异，对现象所产生的心智模型大多数是不完整的，带有局部性。
有限性	用户的心智模型在执行过程中受到记忆以及认知等限制。
不稳定性	用户的记忆随着时间会减少，常常会忘记一些细节。
无确定边界性	用户的心智模型在相似的操作或设备中经常会混淆。
不准确性	用户的心智模型不一定完全正确，可能存在着相互矛盾的地方。
经济性	用户的心智模型往往只能提够描述对象的最简单信息。

## 2.4 本章小结

本章探讨了用户体验和用户体验设计，可用性工程和心智模型的相关定义。在用户体验小节的探讨中，本文总结了相关定义、学科发展情况和用户体验的要素，以及在用户体验设计中所常用的设计调查方法和用户体验设计的方法。在可用性工程一节中，总结概括了可用性的相关定义、可用性准则以及可用性测试中的注意事项。在心智模型一节中，总结了心智模型的定义、分类和心智模型的特征。在第三章里面，会对以上分散的概念进行归纳整理。

## 第3章 用户体验中基于心智模型的设计

### 3.1 用户体验中的心智模型

用户在使用产品时候的认知习惯和人们日常的对于外在事物的认知习惯是一致的，即习惯于对外在事物进行解释，从而学习、理解外在事物。心智模型就是人们借以帮助其认知的工具。根据心智模型，用户可以演绎出未知事物的情况，从而预测出新环境中可能发生的事情。

因此，设计人员应该向用户提供合理的心智模型，以帮助用户无障碍地在使用产品，获得良好的用户体验。

由于日常经验和专业知识背景的差异，设计师和用户对于产品系统的认知存在很大的差异。如果设计最终的表现模型符合用户的心智模型，则产品具有很好的可用性；反之则是设计糟糕的产品。

产品设计和用户认知过程的结构模型如图 3.1 所示。

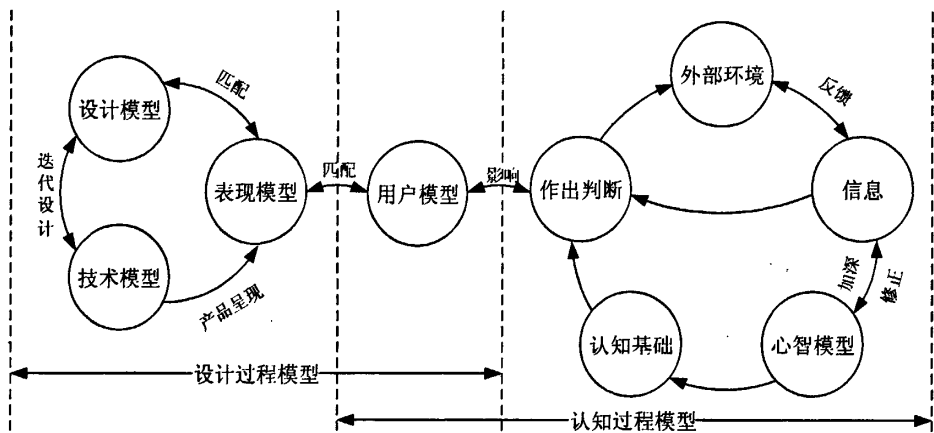


图 3.1 产品设计和用户认知过程的结构模型

### 3.2 用户体验中心智模型的表现

通过对 Norman, Alan Cooper 等学者的研究进行分析归类，本文把心智模型

分为两种类别：

- 1) 用于指导对整体系统认知的宏观心智模型；
- 2) 用于指导具体如何操作产品的微观心智模型。

### 3.2.1 宏观心智模型

宏观心智模型是指用户在使用产品或服务的时候，对其的认知符合用户原有的对该产品或服务的心理需求。在用户体验设计中则具体表现为产品设计的隐喻符合用户的认知。

宏观心智模型对应于用户体验设计，相对于 Garrett 根据其多年来在网站设计和可用性研究方面的经验总结出的网站设计五个步骤和流程，则为网站战略层 (Strategy)、范围层 (Scope) 的设计，主要解决的是产品市场定位，市场策略和相关已有竞争产品的分析。具体如表 3.1 所示。

表 3.1 宏观心智模型内容和研究方法

宏观心智模型	内容	研究方法	成果
产品概念	用户认为产品应符合的概念、形象、隐喻。	心理学研究 社会学研究	产品定位 产品概念
用户需求	用户对产品的五个层次的体验需求： 1) 感官体验 2) 交互体验 3) 情感体验 4) 尊重体验 5) 自我实现	问卷 焦点小组 用户角色模型 情境建立 故事板	人物角色 信息架构 情境描述
市场定位	用户已有或被已有产品养成的心智模型。	竞品分析	竞品分析报告

### 3.2.2 微观心智模型

微观心智模型是指用户在使用产品或服务的时候，对具体操作过程的认知模

型。在 Garrett 的用户体验要素中对应的是结构层( Structure )、架构层( Skeleton )、界面层(Surface)这几个层面,主要解决用户在具体完成任务时候的操作流程。

由于不同个体之间的差别较大,在使用产品的过程中,用户通过不断学习和界面反馈进行交互,使得用户的心理处在动态变化之中。而且,由于心智模型存在不完整性、局限性等特质,使得用户在使用产品执行某项操作时的微观心智模型并不具有唯一性和固定性。

因此,本文着重关注微观心智模型对于检验界面是否匹配用户操作层面的认知结构,定性研究心智模型对于界面设计的推动作用,而非定量探索用户的心智模型。

用户和设计师在和产品交互过程中的微观心智模型有如下四个阶段:

1、根据用户的经验、专业背景知识、个人学习能力,研究产品的商业需求、成本(可行性),从用户自身需求出发,确定功能。

2、系统的功能由经过了交互设计与图形设计的界面传达给用户。设计师可通过视觉隐喻(metaphor)、手动启示(affordance)等视觉设计手段更贴近用户的心智模型,降低用户的学习成本。交互设计上一般尽可能沿用习惯用法,或遵循业内已经成熟的模式。当然如果新的模型更加匹配用户的心智模型,不妨可以逐步改用新的模型。

3、用户抱着一定的心理预期值,通过界面执行操作。在操作过程中不断和系统的反馈进行交互。

4、用户通过学习和系统的反馈,以及整个操作过程中相互的表现,调整心智模型。

### 3.3 心智模型的捕获

#### 3.3.1 心智模型中界面隐形要素的显性化设计

与物质产品不同,软件界面设计既包含有形的显性要素,也包含了无形的隐



性要素<sup>[45][46]</sup>。显性要素是界面的视觉化形式，是一种客观事实，是服务提供与接受、交互的一种载体，它可以被仿制和异地传播；显性要素比较明确、规范，容易被获取。隐性要素是用户对界面的期望与感受，以及界面背后的交互方式、信息架构以及技术支持等。隐性要素无法轻易地被描述，带有主观性、随意性和模糊性<sup>[47]</sup>。对于软件产品而言，隐性要素只有以显性化的形式表现出来，以隐喻的方式进行认知和情感表达，才能被用户所感知并做出评价。

界面隐性要素的显性化设计一般是对用户和需求进行研究，将设计内容以一定的视觉形式或者其他方式提供给用户，并且通过用户评价不断改进界面内容与形式。对于界面设计而言，用户和设计者之间总是存在着知识和认知等方面的差异，设计者要以隐喻的方式确保用户不仅能够明白操作的方法，还可以看得出系统的工作状态。因此设计者要从用户体验的角度出发，研究用户的心理和行为，以及界面系统模型，开发符合用户使用的界面系统，其过程模型如图 3.2 所示<sup>[48]</sup>。

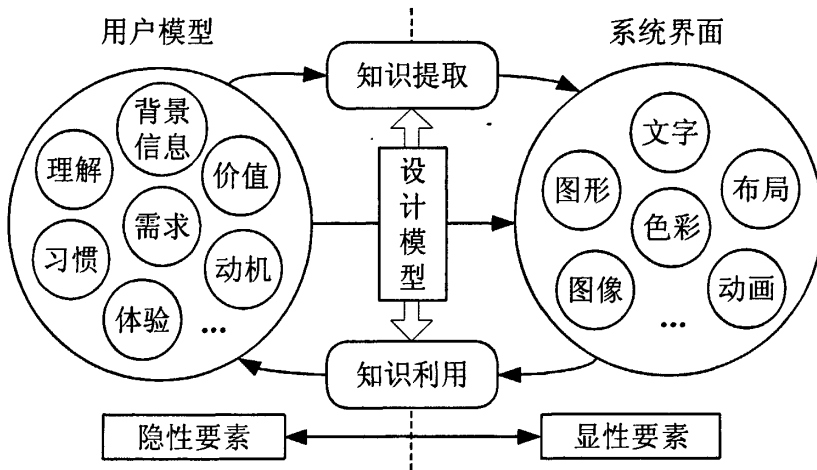


图 3.2 界面隐性要素的显性化设计模型

用户模型是知识源，主要用来描述用户的基本信息，定义用户的角色和属性；设计模型是指设计者头脑中对产品的理解，它需要借助一些主观和客观的方法将用户模型的隐性知识显性化地提取出来，变成设计者可以理解和操作的模型，包

括任务模型、交互模型和系统构成等。知识提取的方法包括观察、问卷、口语分析、焦点小组和实境研究等。接下来,设计者要将用户模型和需求转换成系统界面,包括文字、图形、图像、色彩、布局和动画等内容,用户和设计者之间要借助系统界面来进行交流<sup>[49]</sup>。

在整个隐性界面要素被显性化设计过程中,用户要被结合进来一起参与开发设计,并对设计结果进行测试和评估,不断完善和优化设计内容<sup>[48]</sup>。

### 3.3.2 心智模型分析方法

由于本文的关注点在于探索理论以指导在设计过程当中用户角色的研究、设计策略的分析与制定以及交互界面设计,所以对于心智模型的捕获主要是定性的研究<sup>[50]</sup>。

心智模型的定性捕获的方法常见的有七种<sup>[51]</sup>:

#### (1) 因果关系分析 (Causality)

了解用户行为产生的原因。用户的认知习惯于假设事物之间存在某种联系,即使这种关系有时候不一定存在。

#### (2) 任务分析 (Task Analysis)

理解用户的目标、任务、策略、使用工具等。

#### (3) 问卷与调查 (Surveys and Questionnaires)

侧重与揭示整体效应,即用户群体的心智模型。

#### (4) 焦点小组与用户访谈 (Focus Groups and Interviews)

侧重于发现用户心智模型的各种可能性,以及各种可能的解决方案。

#### (5) 上下文询问 (Contextual Inquiry)

揭示个体效应,即观察代表用户或典型用户的心智模型。

#### (6) 参与性设计 (Participatory Design)

了解用户的心智模型。因为用户不是设计师,不具备专业的技术背景和创造性解决问题的方法,可能会造成时间、能源上的浪费。

#### (7) 可用性测试 (Usability Testing)

侧重于典型问题心智模型的检测与验证，特点是直观、易懂。

### 3.3.3 心智模型捕获结果

心智模型捕获的结果是最终心智模型用于设计的关键所在。

通过以上心智模型的捕获方法，我们通常通过文字、图形的方式把心智模型表达出来。

例如，通过上下文询问法，福斯尼亚多等人获得了儿童关于昼夜成因的心智模型，并以图形的形式表达出来<sup>[52]</sup>。如图 3.3 所示。

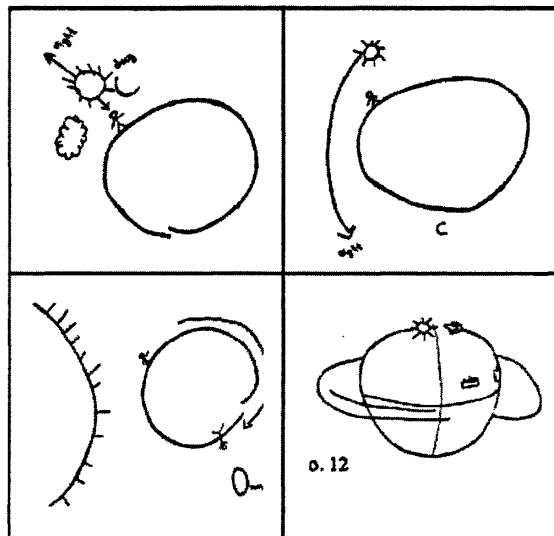


图 3.3 儿童关于昼夜成因的心智模型

以上是在认知领域内对于心智模型的表达。在用户体验设计的领域，我们通常可以通过一些流程图，结构图的形式来表达心智模型，把整个产品的概念传达给用户。

例如图 3.4 是采用任务分析法，问卷调查，焦点小组与用户访谈得到的关于某手机操作功能的心智模型，反映了交互事件之间的关系，如目标、任务、交互步骤等<sup>[50]</sup>。

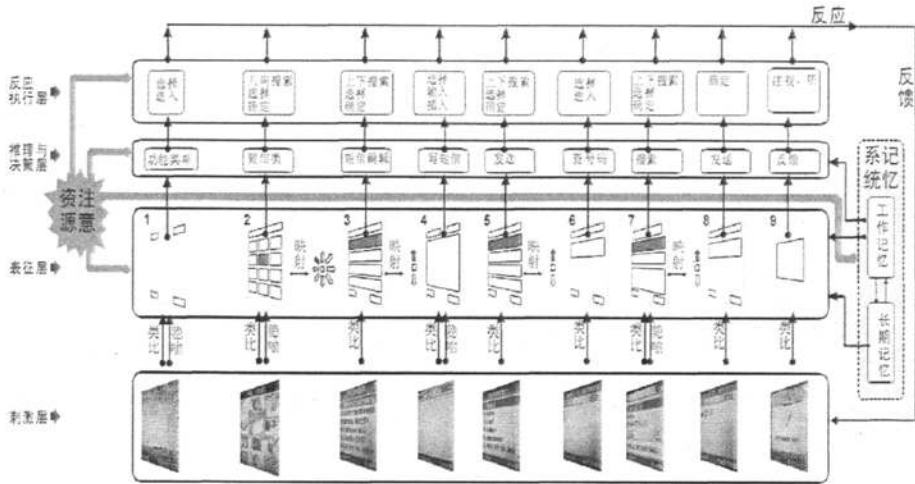


图 3.4 瑞智心智模型图

在第四章基于心智模型的手持移动设备原型界面设计中，我们会根据以上心智模型的分析方法来获取对应用户的心智模型。

### 3.4 基于心智模型的用户体验设计研究

#### 3.4.1 基于用户心智模型的界面设计研究

基于用户心智模型的界面设计关键点是要考虑到界面提供者（开发者）与界面接受者（用户）之间的心智模型是否匹配，提供的体验能否与接收者的预期相匹配。其宗旨就是在界面设计过程中要紧紧围绕用户的心智模型，在系统设计和测试过程中，要有用户的参与，以及时获得用户的反馈信息，根据用户的需求和反馈信息，不断改进设计，直到满足了用户的体验需求，其关系如图3.5的模型所示<sup>[48]</sup>。

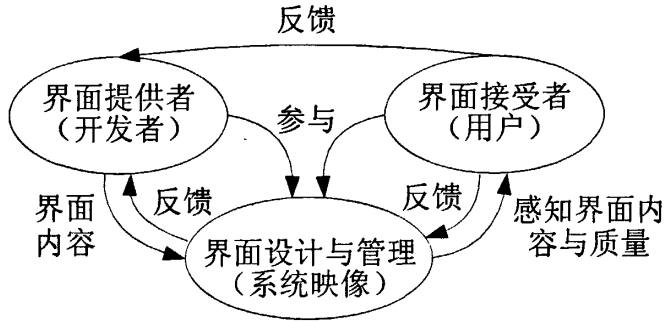


图 3.5 界面提供者与界面接受者之间的映射模型

心智模型是个体为了解释和解释他们的经验所建构的知识结构，该模型受限于个体关于他们经验的隐性知识<sup>[53]</sup>。如何将用户的隐性知识进行外显化表达构建心智模型<sup>[54]</sup>，是基于心智模型的用户体验设计的理论基础。本文提出了基于用户心智模型的产品显性化设计与评估过程与方法，使得心智模型这一无法明确表达的概念可以实际运用到 UED 过程中，提高产品的可用性与愉悦性，如图 3.6 所示。

第一阶段为用户心智模型的构建。通过知识提取的方法，如调查问卷、焦点小组以及实境调查等，将用户内在的心智模型外显化，建立知识表达模型。

第二阶段为基于用户心智模型的产品设计表达。通过技术手段，将用户的心智模型转化为可描述的任务模型，在此基础上，设计师展开设计分析，建立产品的设计表达，将用户的心智模型体现在产品设计语义中。

第三阶段为设计测试与评估。将用户纳入进来，借助主观的和客观的测试手段，包括认知走查、启发式评估、出声思考法、眼动测试和软件测试等，分析用户的体验满意度，评估产品的可用性是否满足用户的心智模型。

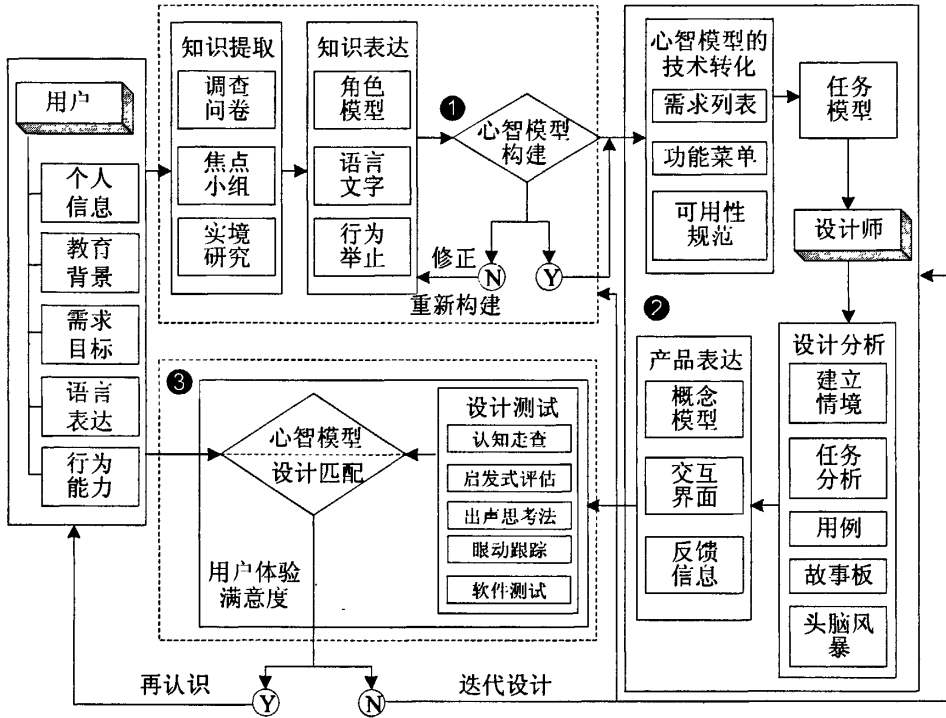


图 3.6 基于用户心智模型的产品设计与评估

### 3.4.2 基于心智模型的用户体验设计过程模型

用户体验设计一般有两种形式：一是针对已有产品，通过用户体验的测试与评估，对产品进行改进，以提高用户的体验满意度；二是针对全新的产品，以用户为中心，让用户参与设计，通过用户研究，提出设计原型，让用户进行体验，并不断改进和完善，直到满足用户的体验需求<sup>[48]</sup>。

对于信息产品的界面设计而言，以用户为中心贯穿于整个过程，从最初的用户研究到产品的发布与维护，直至产品的消亡以及下一个阶段的需求形成。在这一循环过程中，界面的隐性要素和显性要素在不同阶段进行互相动态转化，即界面中的一些内在的、隐性的需求和用户操作习惯等要素被予以显性化，并呈现在界面交互过程中，形成界面隐喻；同时，界面隐喻也会转化为隐性知识并储存于用户的大脑中，影响他们的交互行为。

基于心智模型的用户体验设计的研究重点在于通过对目标用户体验需求的挖掘，构建用户心智模型，再利用 UED 过程中的方法对产品或过程中的原型设计进行可用性测试，验证是否符合用户的心智模型。

界面开发设计过程一般分为“需求分析、开发设计和设计测试”三大阶段，具体为“用户研究→需求分析→任务与系统模型→原型设计→评估测试→产品 Demo→开发设计→产品测试→发布与维护”等过程，如图 3.7 所示。事实上，不同的产品，其开发设计过程是不一样的。图 3.7 只是提供了一种较为完整的基于心智模型的用户体验设计过程模型。在具体设计任务中可以自行采用合适的设计过程，提高设计的效率。

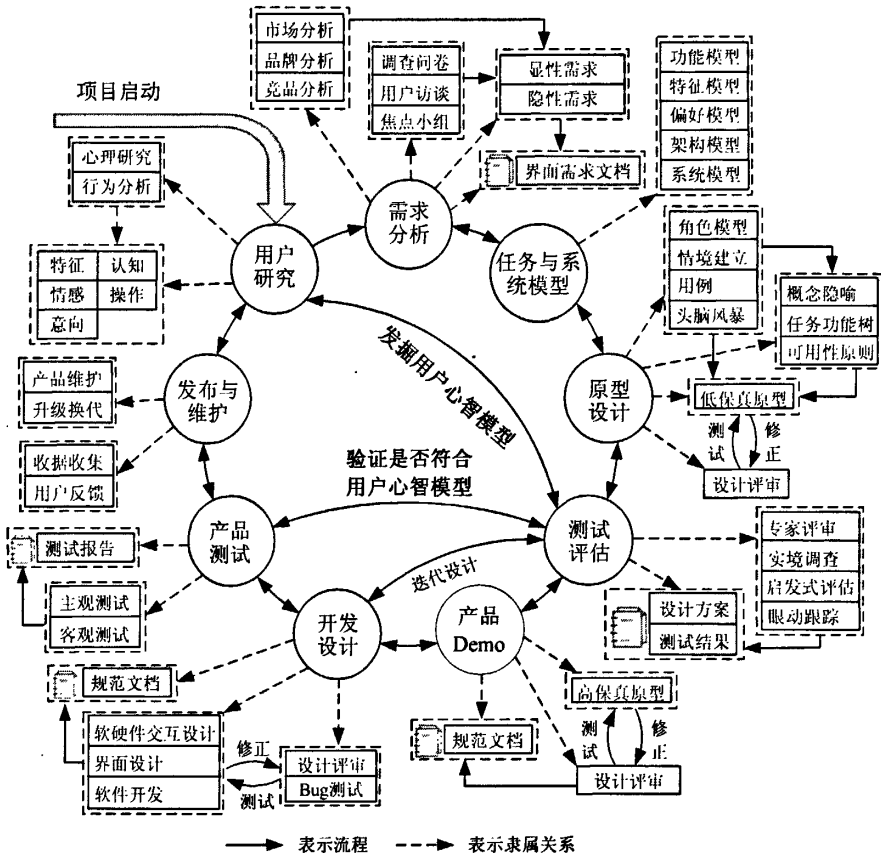


图 3.7 基于心智模型的用户体验设计过程模型

(1) 用户研究：用户研究是界面设计的关键，好的产品和服务源于对用户需求的了解。用户研究的最终目的即为探究用户的心智模型。

一般来讲，用户研究包括心理研究和行为研究。

心理研究从本能层、行为层和反思层<sup>[7]</sup>出发，从情感等方面挖掘用户的内心需求，包括理解、动机、需求、经历、经验以及习惯等。最终定义好产品的宏观心智模型，即在在战略层和范围层的含义。

行为研究可以通过情境构筑的方法，让设计师深入并沉浸到用户的生活情境中，如和他们一起完成与工作和家庭相关的任务，参与并观察用户的生活，尤其是在那些产品或服务需要多人在一起合作时，这种研究能发现他们之间的全部完整的互动。在心理研究和行为研究的基础上，运用不同的分析工具，建立用户模型，包括特征、认知、情感、操作和意向等，为下一步界面设计提供参考依据。行为研究开启对于用户使用产品完成具体操作的微观心智模型研究，在需求分析阶段和任务与系统模型阶段，会更加详细的探索用户的微观心智模型。

(2) 需求分析：需求分析要运用各种各样的手段采集信息资源，如电子文档采集、设计实验（用户访谈、调查问卷、焦点小组、口语分析、群体文化学分析和图解思维等）、人机工程方法（相关分析、任务分析、感性工学和意象尺度等）以及其他途径。它主要从两个方面获取知识，一是对现有显性需求的采集，如收集现有研究资料、设计资料、品牌资料和市场资料等；另一方面来自对隐性需求的挖掘和捕获，如经验、洞察力、灵感、视觉感受等。最后，建立用户的微观心智模型，具体表现为需求文档，如文字、图像和声音等。

(3) 任务与系统模型：任务模型是在前期的调研和分析的基础上，将用户需求、市场分析和产品定位等转化为具体的任务以及描述，明确开发目标，包括功能模型、特征模型、偏好模型以及构架模型等，便于设计人员开展设计；系统模型是系统架构以及工作特性，解决如何把界面设计信息转化为计算机能够执行的语言，如何将解决问题所需的知识存储在计算机中，便于计算机处理。在系统运行时，系统映像通过系统结构的观感形象表示出来，系统映像反映设计者的意图越好，设计模型就会越接近于用户的心智模型。此部分集合需求分析阶段，输出



详细的界面设计纲要。

(4) 原型设计：原型设计是在经过初步系统需求分析后，开发人员用较短时间，较低代价开发出一个满足系统基本要求的、简单的、可运行系统。该系统可以向用户演示系统功能或提供给用户试用，让用户进行评价提出改进意见，进一步完善系统的需求规格和系统设计。

据项目的不同和概念的深化程度，原型会有不同的展示方式，如脚本、手绘板、展板，通过纸介质或屏幕，一直到最后的拥有全部功能的工作模型。借助原型设计，用户会沉浸在其中来完成某项任务，或利用它们进行模拟，能有效、快速地获取用户的反馈。

在实际开发中，快速建立软件界面原型，通过单机、网络或者其他方式让用户来试用和测试是一种有效的途径，它可以提高软件系统的成功率，省却诸多开发环节，节省一定的开发时间和成本。

通常用来进行测试的有低保真原型和高保真原型。低保真度原型无论是视觉上还是功能上都和实际产品有较大的差别，所以和真实产品的可用性测试有一些差别。当然测试的流程、方法都是类似的。但由于低保真原型功能的缺失，用户得不到任何的反馈，很容易产生负面情绪；另外，观察人员也很难从用户的错误尝试次数，时间等量化的东西去给界面做评判。因此，在低保真原型的测试中，设计师主要了解用户对界面是如何认知的，用户会怎么去操作界面，用户对交互的满意度如何就可以。

高保真原型则包含精确到像素的实体模型，因此用户在使用的时候和真实产品的差别较小，能得到的真实产品的可用性数据也更贴近真实。缺点是高保真模型开发的经济成本和时间成本较高。

(5) 测试评估：在界面设计过程中，需要将用户结合进来，不断地对界面内容和形式进行评价，以修正、补充界面设计体系和用户心智模型的匹配程度。产品不同，测试评估的方式、规模也不一样，一般分为专业组评估和业余组评估两种形式，被试验者人数每次 3-5 人，多测几次，测试方法一般有实境调查、启发式评估、眼动测试、行为观察和脑电分析等。

(6) 产品 Demo: 在原型设计和测试评估的基础上, 制作高保真的产品演示 Demo, 如静态的 HTML 或者动态的 Flash, 或者产品原型系统, 以做内部评审和测试评估。

(7) 开发设计: 开发设计包括界面设计和软件开发。在前面交互设计的基础上, 需要将各个环节以视觉的形式设计出来, 同时在开发平台上写成软件。界面设计包括图标设计、背景设计和色彩设计等, 一旦设计方案通过设计评审被认可确定后, 还要形成设计规范。软件开发要考虑到开发平台、开发语言、软件工程以及后期的维护等。

(8) 产品测试: 通过主观和客观的方法, 进行软件测试和界面可用性测试。软件测试主要从功能、性能以及可靠性等方面对产品进行评估; 可用性测试主要从心理学出发, 研究界面设计与用户心理和行为之间的关系。这个阶段可以把心智模型的匹配程度分为若干要素, 如: 操作时间、操作路径、出错率、愉悦性以及满意度等, 从不同维度判断产品的用户体验好坏。

(9) 发布与维护: 产品通过测试后, 可以对外发布。接下来还要不断收集数据和用户的反馈, 对产品进行修补和维护, 并对产品下一步的升级换代做好准备。

### 3.5 基于心智模型的手持移动设备界面设计

手持移动设备由于其便携性, 使用环境的多样性, 要求能够满足用户随时随地使用的需求, 例如用户可能会在行走的途中接电话, 发短信或者手法邮件。如果被另外一些外部事件打断后, 界面能够保证用户很容易地了解自己处于交互过程中的哪一个阶段, 并能在干扰事件结束后继续这一交互过程。

同时, 手持移动设备越来越广泛地使用, 要求其具有易用性和易学性等特点, 不给用户的认知带来额外的负担, 以避免占用用户过多的注意力。

在开发过程中, 我们制定了基于心智模型的手持移动设备界面设计流程模型, 如图 3.8 所示。

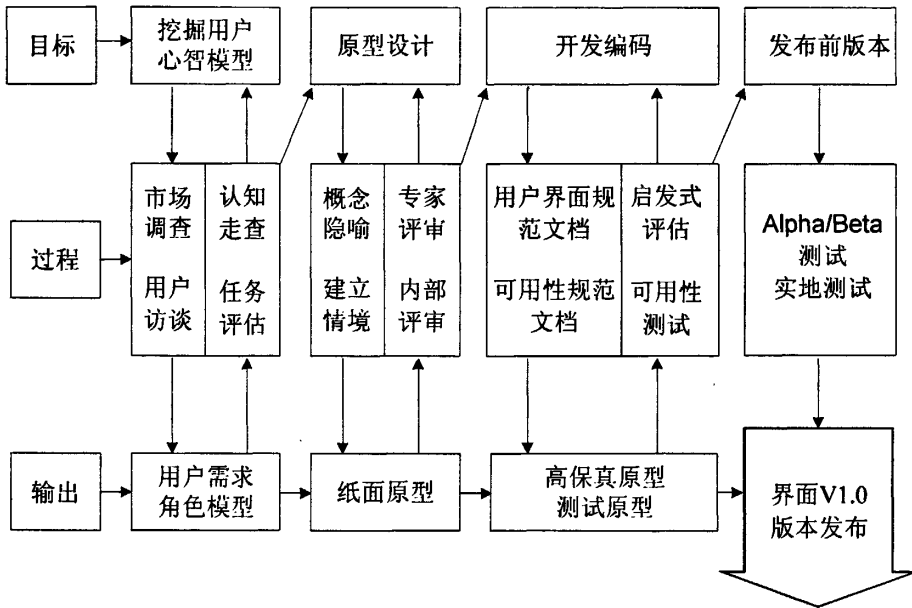


图 3.8 基于心智模型的手持移动设备开发流程模型

### 3.6 本章小结

本章探讨了用户体验设计中基于心智模型的设计。第一节首先提出了产品设计和用户认知过程的结构模型。在第二节中，分析了用户体验设计中心智模型的表现，将其分为宏观心智模型和微观心智模型。宏观心智模型主要指用户在使用产品或服务的时候，对其的认知符合用户原有的对该产品或服务的心理需求。微观心智模型是指用户在使用产品或服务的时候，对具体操作过程的认知模型。在第三节中着重探讨心智模型的捕获问题。在第四节中提出了而基于心智模型的用户体验设计过程模型。最后，在第五节中探讨了基于心智模型的手持移动设备界面设计的研究情况。

第三章在第二章文献综述的基础上，对相关学科知识进行了归纳和总结，并提出了捕获心智模型的方法和用户体验中基于心智模型的用户体验设计，用于指导实际产品的开发。

## 第4章 基于心智模型的手持移动设备原型界面设计

### 4.1 用户调研与心智模型构建

近年来,中国的移动通信运营保持着高速增长的势头,加上前一段时间 3G 在中国的开通,有力地带动了手机产业的发展。放眼当今市场,诺基亚、摩托罗拉、三星等跨国公司不约而同的把中国市场列为它们在全球战略中最重要的组成部分。诺基亚通过强强联手,全方位多角度立体式的把全球重心转移到中国,攻占市场;三星则重视学生消费群体,积极拓宽手机业务;多普达趁着 3G 的东风,全面推进 3G,狠抓售后服务;索尼爱立信把年轻消费群体为首要关注对象。通过对各手机制造商策略的研究可以发现,不管手机制造商策略如何新奇,无一不是把探索重心转移到了研究用户的需求上。

#### 4.1.1 市场定位

心理学家马斯洛的“需求层次”理论,可以得出用户体验的五个层次的内容。首先是感官层面的,对于视觉听觉嗅觉味觉和触觉等美的追求。感官需求存在于我们日常生活得到各个方面。第二是交互体验,要求操作的时候易用,出错率低。第三是情感需求<sup>[55]</sup>,现代社会人与人之间的接触越来越多的通过互联网进行,产品同时应满足人对情感的需求。第四是尊重体验,不能强制推送用户不需要的信息,这在信息膨胀的互联网上尤为重要。最后是自我体验,根据马斯洛的需求层级理论,人类需求的最高级形式是自我的实现。

诺曼把设计分成三种水平:本能的、行为的和反思的三种水平,也是人们对于产品需求由浅入深的体现。

通过对手机市场的研究发现,市面上已有的各种风格取向的手机界面已经能满足人们各种功能上的需要,然而情感关怀这一市场需求仍然存在空缺。最近一段时间, LG 的蓝海战略逐渐被大家熟悉, LG 自己称之为“情感营销”。在设计“巧克力”手机时, LG 将该手机的目标人群定位于 26 岁上下的白领阶层。对

于这些 80 后人群来说，陪伴他们成长的巧克力在情感上有着特殊的意义。当他们成为社会的新锐势力时，“巧克力”就成了可以唤起他们情感认同和消费冲动的关键词。图 4.1 为巧克力手机的外观造型。

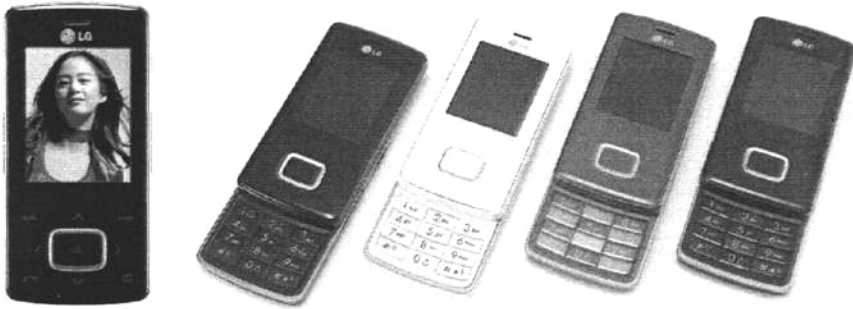


图 4.1 巧克力手机

该款手机主要从工业设计角度，继承了极简主义设计的精髓，让人爱不释手。同时，情感上获得“巧克力一代”的认同，取得市场成功。

本次市场研究，在概念上，把信息产品的软件界面设计定位于在情感上把握用户的心理。该软件界面命名为 Smart Angel，同时也是该软件的“形象代言人”。Smart Angel 如同住在该手持设备里的天使，用户可以通过和 Smart Angel 的交流来掌控设备。交流方式有语音、触碰和摇动。相应，Smart Angel 也会从日常生活的各个方面关怀用户。

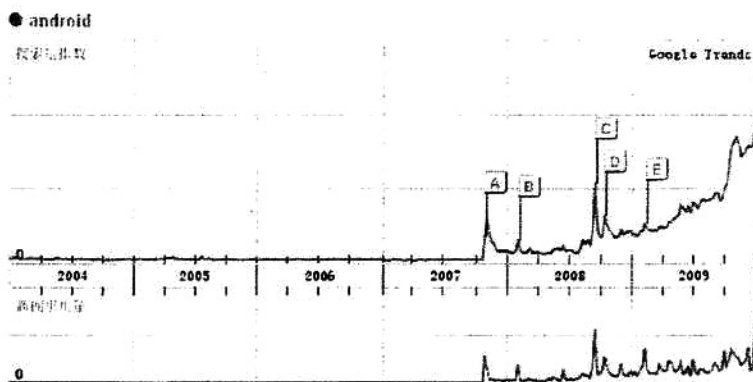


图 4.2 Android Google trend 趋势表

平台上，选取最近市场关注率呈上升趋势的 Android 平台，如图 4.2 所示。目

前, 由于 Android 秉承 Google 一贯开放的特性, 平台的研发队伍阵容强大, 包括 Google、HTC(宏达电)、三星、魅族以及中国移动在内的多家企业, 都加盟开发基于该平台的业务。这一方面可以促使移动设备的创新, 另一方面也让用户体验到最优越的移动服务。

#### 4.1.2 用户模型实验

本次软件开发目标用户主要锁定在对于手机使用有着较高需求且喜欢尝试新事物的年轻用户。

##### 4.1.2.1 实验目的

获取用户对于手机系统软件的心理期望, 建立典型的用户角色模型。

##### 4.1.2.2 实验方法

从心理学出发, 将实验对象分为特征、认知、情感、意向和操作等五个要素, 采用访谈和焦点小组的方法, 结合用户使用 HTC 手机实境分析用户的使用偏好和行为。图 4.3 为实验所用手机。



图 4.3 HTC G1

##### 4.1.2.3 实验对象

20 名具有 4 年以上使用手机经验的用户, 12 名男性, 8 名女性, 年龄在 20-34 岁之间, 至少使用过 2 种以上品牌的手机, 其中有一款是智能手机。

##### 4.1.2.4 访谈框架

- a) 调查用户使用手机的习惯和偏好;
- b) 调查用户对手机系统软件界面设计的理解与期望;
- c) 拍摄用户的操作, 了解用户使用的行为习惯;

图 4.4 为用户行为观察记录照片。问卷参见附录 1。



图 4.4 用户行为观察

#### 4.1.2.5 实验分析

以下是一些主要的调研结果:

- a) 被实验者的用户特征如表 4.1 所示。

表 4.1 实验被试的用户特征


类型	特点	比例 (%)
流行时尚追求者	追求时尚、对流行敏感度高	75
自我风格追求者	多变外貌、年轻、个性化、哈外, 对体育明星热捧	80
科技狂热者	高科技、未来感, 网路爱好者, 电子产品狂热者	60
品位生活与无序生活	追求咖啡与音乐的品位生活, 但由于单身、工作繁忙等无暇打理个人生活。	50
活力休闲热爱者	喜好休闲、热爱运动, 充满活力、跳跃思考的族群	75

续表 4.2 实验被试的用户特征

产品机能主义者	喜好坚固、耐用，以实用性为主要考虑因素	75
色彩简洁张扬主义者	简洁、张扬、明快、与众不同	80

- b) 75%的实验对象希望能够在手机上结合上网功能，15%的实验对象认为无所谓，10%的实验对象认为没有必要；
- c) 80%的实验对象认为，上网速度和流量收费对于吸引其上网非常重要。
- d) 研究发现，用户的特征是多方面的，并不局限于某一个类别；既具有共性，也具有个性；
- e) 从实验结果来看，目前市面上竞争产品的界面设计大多以通用性为主。对于追求时尚的年轻人来说，Smart Angel 这一手机系统应具有功能模块明晰、操作方便的特点；软件的界面设计风格应该具有动感、活力和年轻等特征，色彩鲜艳、明快，具有情趣和个性的张扬；
- n) 用户大多希望软件具有易用性和易学性等特点，不想在使用的时候有额外的认知负担，占用过多的注意力。希望常用软件图标能够在主界面显示，便于直接进入；

根据实验结果，构建了典型的“Smart Angel”用户角色模型，便于开发设计过程中小组之间的交流与沟通，如图 4.5 所示。



“我喜欢新奇而潮流的事物。”

➤ 基本资料：

- 姓名：丁娟
- 年龄：21岁
- 性别：女
- 职业：学生
- 地点：中国上海
- 喜欢尝试新奇而潮流的事物，对于一切新鲜事物都有兴趣。

- **特点**
  - 她是一个非常开放的，乐观和热情的女孩。
  - 她喜欢所有现代而世界的东西，所有的新鲜事物都会抓住她的眼球。
  - 虽然喜欢尝试，但不喜欢需要很费劲才能使用的产品。
- **职业**
  - 复旦大学在读研究生，课程较多；
  - 喜欢新潮的电子产品，拥有ipod等；
  - 喜欢上各种社区网站，例如开心网，Facebook，了解朋友们的近况；
  - 喜欢年轻自由的氛围，推崇google的文化。
- **简介**
  - 丁娟在大学期间就开始使用iphone手机，对于智能手机的特点很是喜欢，对劲Android平台手机的大热，使得她也不禁蠢蠢欲动想入手一个。
  - 她希望这种手机不仅仅是一个电话的功能，还能够辅助她的生活，例如收发邮件，查询道路，安排作息时间，成为她生活中的伴侣。

图 4.5 “Smart Angel”用户角色模型



### 4.1.3 用户心智模型

确定了目标用户之后，主要采用脑力风暴、情境建立和故事板等方法，选取实验 4.1.2 中的 10 名比较符合目标用户的被试（6 名男性，4 名女性），研究手机系统目标用户的功能需求。以下是主要实验结果。

- a) 用户要求手机系统能够便捷简单，满足随时随地使用的需要。例如，用户可能会在行走的途中查找道路，如果被一些外部事件打断后，手机界面能够保证用户很容易地了解自己处于整个道路查询过程的哪一个交互阶段，并能在干扰事件结束后继续这一交互过程。
- b) 该产品概念为“Smart Angel 伴你左右”，Smart Angel 如同住在该手持设备里的天使，用户与手持设备的交互就是通过和它的交流展开。用户可以通过说话（Speak）、触摸（Touch）和摇晃（Shake）来和 Smart Angel 进行交流。
- c) 用户在使用手机系统的过程中，能够方便快捷地切换模式，保证不同情境下不同的使用需求。
- d) 结合故事板和用例等方法，确定了手机系统的功能需求列表。从进入“主界面”开始，左右切换至不同模块的自定义界面。按切换界面进入 APP 总界面。具体功能菜单树见图 4.6 所示。

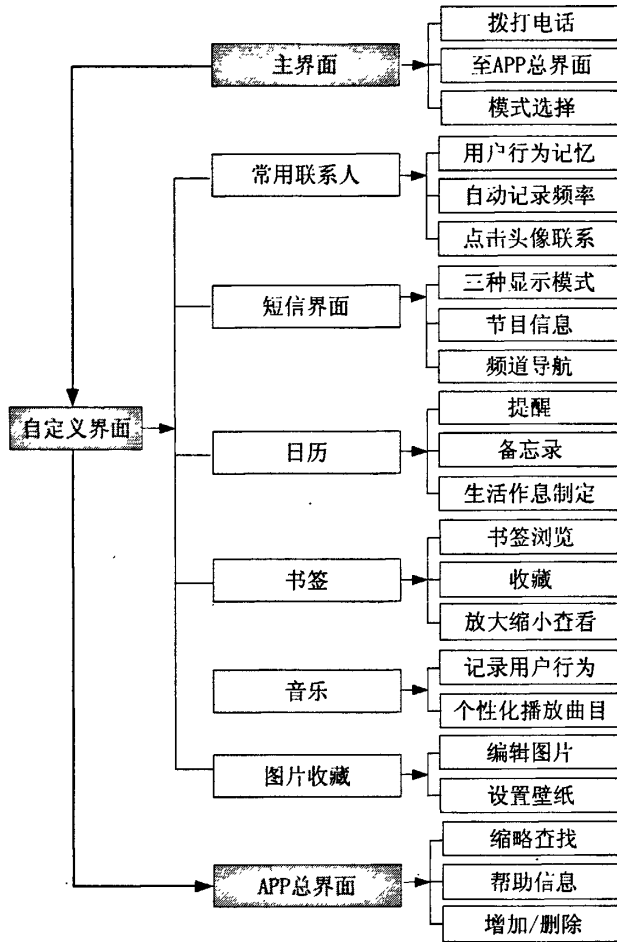


图 4.6 “Smart Angel” 功能菜单树

## 4.2 系统原型界面设计

### 4.2.1 系统原型设计

界面流程的原型设计包括信息架构和交互设计。信息设计和交互设计的形式决定了软件的操作形式和方式，主要解决的事交互流程以及信息的架构与设计，包括菜单设计、硬件界面的定义以及交互设计文档等。在具体的开发设计工作中，需要完成主界面、自定义界面、APP 总界面等三个个主要功能模块以及下层功能所有的信息构架、交互流程设计和设计规范文档。

在产品的初期开发阶段,根据用户特征和 Smart Angel 的功能需求,整理出较为完整的交互流程、步骤以及衔接关系,采取了专家走查等方法作内部测试和评估,对一些流程进行了改善。


#### 4.2.1.1 交互方式定义

首先对用户和手持设备之间的交互方式进行了定义:

##### a) 语音/Speak:

用户通过语音的方式,可以定义特定语音以开启/关闭手持设备,并可以设置若干语言开启功能。表4.3为具体语音设置。

表 4.3 语音设置

	目的	语音设置
	开机	“早上好~”
		“Good morning~”
		“起床~”
	关机	“晚安~”
		“Good night~”
		“睡觉啦~”
	打电话给某人	“爸爸~”
		“妈妈~”
		“亲爱的~”
	上网	“上网~”
		“Google~”
		“芝麻开门”

##### b) 触摸/Touch:

触摸是基于现在逐渐普及的多点触摸技术,用户可以用多个手指操作屏幕,系统也可以识别手指的姿态。表4.4为具体触摸设置。

表 4.4 触摸设置

	目的	触摸设置
	解锁	两手指点击拨动
	开机	把Smart Angel拖动至某一位置
	切换自定义各 界面	往左滑动
		往右滑动
	APP 总界面切 换	往上滑动按钮
		往下滑动按钮
帮助信息	长按界面空白处	

## c) 晃动行为/Shake

表4.5为具体晃动行为设置。

表 4.5 晃动行为设置

	目的	晃动行为设置
	开机	左右连续摇动三次
	关机	上下连续摇动三次
	浏览切换图片	往左晃动
		往右晃动

## 4.2.1.2 界面原型设计流程图

接下来进行原型设计,首先在 Visio 软件中画出功能菜单树中所有可能的交互流程界面草图,以便在纸面原型和低保真原型阶段做测试,在设计初期保证产品的信息架构和交互设计的可用性。

以主界面和自定义界面以及 APP 总界面的功能模块之间交互为例,图 4.7 所示为界面原型设计流程图。

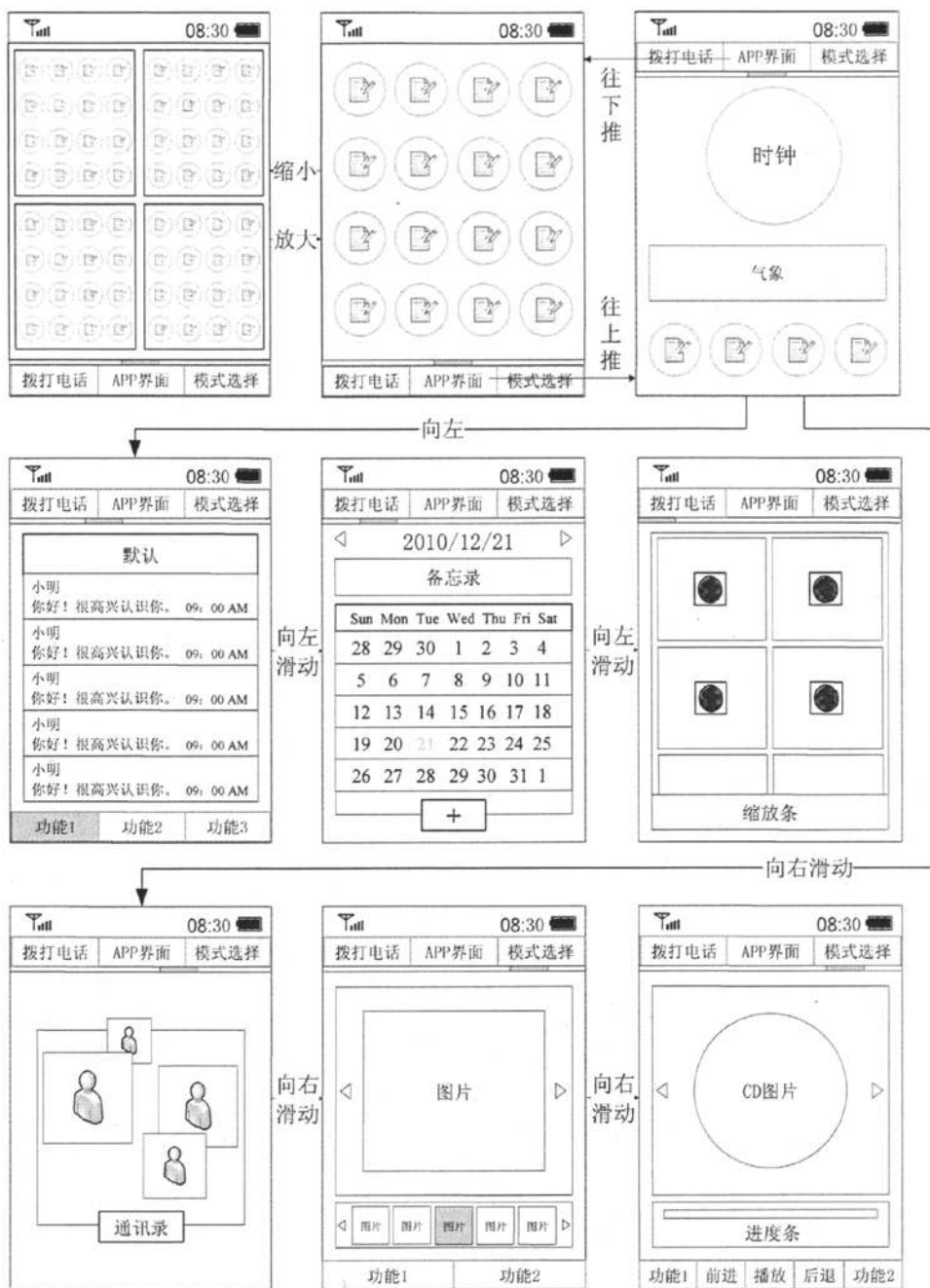


图 4.7 界面原型设计流程图

## 4.2.2 系统界面设计方案

Smart Angel 既是系统的名字，同时又担任该款手机软件代言人的角色。卡通形象由于其可爱的特质，容易让用户产生心理上的喜爱。图 4.8 为典型卡通角色



图 4.8 卡通形象示例

在设计过程中，挑选了 Android 系统默认的形象，在此基础上设计不同的模式。图 4.9 为 Smart Angel 的不同形象。

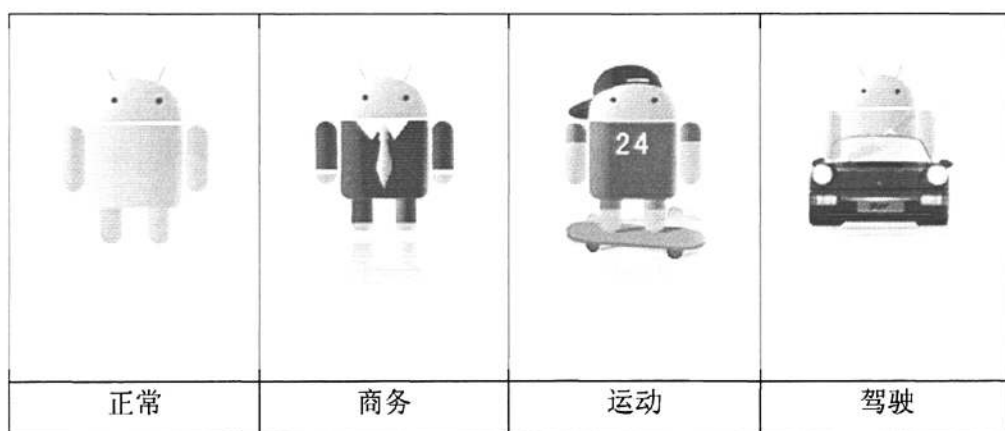


图 4.9 Smart Angel 的不同形象

### 4.2.2.1 主界面设计方案

手机在待机状态，屏幕处于锁定状态。Smart Angel 在屏幕上动态运动。解锁方式为两个手指分别触摸 Smart Angel 和气泡，触摸拨动两指合拢即解开锁定。如图 4.10 所示，依次为锁定界面 1、锁定界面 2 和锁定界面过渡至主界面



图 4.10 锁定界面和主界面

主界面主要分为四个模块：最上面的为状态栏，其下方为功能按钮，中间区域为用户自己添加显示在主界面上的信息，下方为用户自己添加的功能快捷键图标。

状态栏显示信号、电量、时间等信息。

功能按钮分为三个，在主界面上，左边为电话键，中间为与 APP 界面进行切换的按钮，右边为状态切换快捷键。

中间区域显示用户自定义显示的信息，如：时钟、天气信息、备忘录等。

下方区域显示快捷键图标，可以防止最常使用的功能模块。

具体如图 4.11 所示。



图 4.11 主界面功能简介

#### 4.2.2.2 自定义界面

自定义界面是为用户方便进入所需功能所定制化的个人界面。用户可以自己定义各界面的功能，包括主界面在内的自定义界面，用户最多可以定制七个界面。主界面上的信息用户可以自己定义。其余六个界面上，用户可以调出当前界面下对应的各功能插件，便于用户对各主题进行对应插件的管理。

当处于主界面的时候，上方绿色小滑块位于弧形导轨的中间。当左右滑动自定义界面的时候，绿色滑块也会相应跟着滑动至对应位置。自定义界面分别为书签界面、日历界面、短信界面、常用联系人界面、图片浏览界面及音乐播放界面。

自定义界面如图 4.12 所示。





图 4.12 自定义界面

如果自定义界面较多，可以通过多点触摸拨动的方式，缩小至缩略图来查看。自定义界面缩略图如图 4.13 所示。



图 4.13 自定义界面缩略展示

#### 4.2.2.3 APP 总界面

点击自定义界面上方功能按钮中间的按钮，自定义界面下滑，APP 总界面从上方滑下，整个功能按钮区域滑至最下方不见，停顿一会后从下方往上出现 APP 总界面对应的功能按钮区域。APP 总界面简介如图 4.14 所示，



图 4.14 主界面功能简介

APP 总界面是各种 APP 功能图标的集中页面，随着图标数量的增长，APP 功能的图标数量也随之增多。有多个页面的 APP 图标时，可以两指拨动查看缩略图进行查找。图 4.15 依次为 APP 总界面和 APP 总界面缩略图。

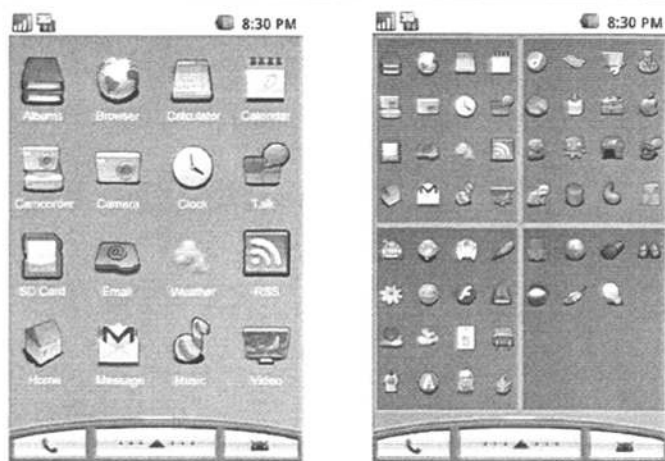


图 4.15 APP 总界面和缩略图展示

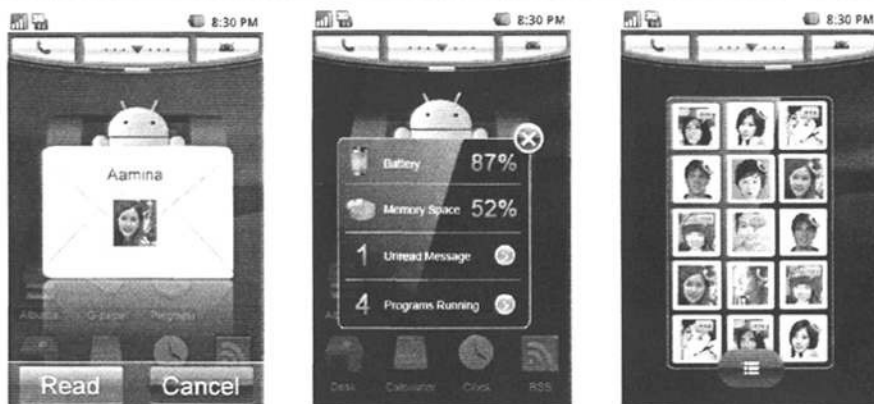
#### 4.2.2.4 功能界面

根据用户的需求，每一个功能模块都进行了交互细节上的设计。

续图 4.17 为部分功能模块的界面设计，分别是：通讯录界面、来电话界面、拨电话界面、来短信界面、帮助信息和联系群列表。



图 4.16 部分功能模块的界面设计



续图 4.17 部分功能模块的界面设计

### 4.3 本章小结

本章在第三章捕获心智模型的方法和用户体验中基于心智模型的用户体验设计理论上,进行了实际产品的探索开发。

第一节根据市场调研情况确定产品的市场定位,再通过用户模型试验,采用访谈问卷等方法获取用户使用习惯和偏好,确定用户的心智模型。第二节根据以上研究结论开展设计,给出系统原型设计流程图和部分系统界面设计方案。完成整个设计的前期原型设计。

## 第5章 基于心智模型的界面原型设计测试

### 5.1 试验过程

#### 5.1.1 实验目的

本实验的主要目的是验证基于心智模型的界面设计的用户体验情况。

该界面设计仍处在原型阶段，是原型阶段的可用性测试，主要测试用户操作该手机系统的满意度情况。

#### 5.1.2 实验材料

以上述界面设计为测试对象，同时以 HTC G1 手机为载体进行原型测试。如图 5.1 所示。



图 5.1 HTC G1 手机

#### 5.1.3 被试基本情况

14 名被试均为浙江大学在校本科生或研究生，普遍对手机使用有着比较高的需求。被试其中男性 5 名，女性 9 名，年龄段为 21~34 岁。

### 5.1.4 实验步骤

采用用户访谈和问卷调查的方式，通过设置典型任务让用户完成，操作结束之后评价手机的交互设计（易学习性、动作效率、交互方式、软硬件匹配性和任务正确率等）、界面设计（图标美观性、色彩设计、图标语义性和菜单样式等）以及整体满意度，并给出了评估结果。任务设置键附录 2。

问卷采用 7 点量表，将每一项从很差到很好分成 7 个等级，分数由低到高。问卷参见附录 3 和附录 4。

### 5.1.5 实验结果

统计手机原型使用评估问卷，如表 5.1 所示：

表 5.1 手机原型任务满意度评估问卷数据统计

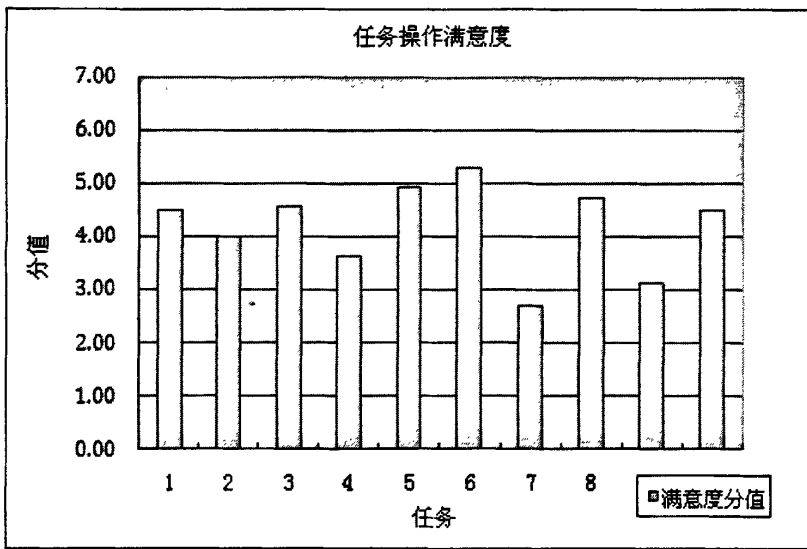
姓名	用户 1	用户 2	用户 3	用户 4	用户 5	用户 6	用户 7
T1	4	4	5	4	2	6	6
T2	1	3	3	4	3	3	7
T3	2	5	3	5	5	6	5
T4	3	1	4	5	3	4	6
T5	1	4	4	3	7	6	6
T6	4	6	5	2	6	6	5
T7	3	1	2	2	3	4	3
T8	5	4	5	3	4	4	7
T9	3	1	3	4	2	5	4
T10	5	6	4	3	4	4	5
姓名	用户 8	用户 9	用户 10	用户 11	用户 12	用户 13	用户 14
T1	4	4	6	2	6	4	6
T2	5	4	7	3	7	3	3
T3	3	5	5	5	5	4	6
T4	2	3	6	3	6	1	4

续表 5.2 手机原型任务满意度评估问卷数据统计

T5	7	4	6	5	6	4	6
T6	7	5	5	6	5	6	6
T7	3	3	3	3	3	1	4
T8	6	4	7	4	5	4	4
T9	3	3	4	2	4	1	5
T10	4	4	5	4	5	6	4

根据平均值统计出任务操作满意度平均分如表 5.3 所示：

表 5.3 用户任务操作满意度



手机原型使用可用性问卷的统计过程中发现，由于原型界面的交互性与实际手机系统的交互性存在很大区别，该可用性问卷统计出来的很多数据出入较大，不能说明该系统的实际可用性问题，此处不做详细分析。

从用户操作满意度分析结果来看，用户在完成该手机操作系统任务的过程中，八个任务的操作满意度超过 3.5 分，基本上达到了比较好的用户体验。

## 5.2 本章小结

本章对第四章中给出的系统原型设计的界面方案进行测试，目的在于发现可用性问题从而在后续设计中能解决以上存在的问题，使最终产品具有良好的用户体验。

由于时间关系，试验设计较为简单，在局部反应了系统的满意度情况，在后续的研究中，希望能进行周密的试验，发现实际的可用性情况，改进设计。



## 第6章 总结与展望

### 6.1 取得的成果

本研究是针对用户体验中基于心智模型的手持移动设备界面设计的研究，同时也是一项引入用户心理模型至产品设计过程的尝试。

第一章绪论部分，分析了用户体验中基于心智模型的界面设计研究背景和现状，提出了本项研究的意义和目的。认为该课题具有比较高的实用性，能够在实际产品开发过程中起到指导作用。

第二章探讨了用户体验和用户体验设计，可用性工程和心智模型的相关定义。分析了学科发展情况、用户体验的要素、在用户体验设计中所常用的设计调查方法和用户体验设计的方法、可用性的相关定义、可用性准则以及可用性测试中的注意事项等。

第三章探讨了用户体验设计中基于心智模型的设计。提出了产品设计和用户认知过程的结构模型，分析了用户体验设计中心智模型的表现，将其分为宏观心智模型和微观心智模型，并着重探讨心智模型的捕获问题，提出了而基于心智模型的用户体验设计过程模型，同时也讨论了基于心智模型的手持移动设备界面设计的研究情况。在第二章文献综述的基础上，对相关学科知识进行了归纳和总结，并提出了捕获心智模型的方法和用户体验中基于心智模型的用户体验设计，用于指导实际产品的开发。

第四章根据市场调研情况确定产品的市场定位，再通过用户模型试验，采用访谈问卷等方法获取用户使用习惯和偏好，确定用户的心智模型。根据用户研究和市场调研结论开展设计，给出系统原型设计流程图和部分系统界面设计方案。完成整个设计的前期原型设计。

第五章对给出的系统原型设计的界面方案进行测试，发现可用性问题以便在后续设计中能解决以上存在的问题，使最终产品具有良好的用户体验。

## 6.2 对未来工作的展望

本研究是一项探索性的用于指导设计实践的理论研究，提出了基于心智模型的用户体验设计过程模型。随着用户对于产品体验的提升，心理学的理论被越来越多的引进到设计领域，心智模型很好的担当了传递的角色。但是，由于心智模型具有不完整性、有限性、不稳定性、不准确性等特征，相应的用户体验也带有很大的主观性。因此，在未来的研究中，我们将努力解决用户心智模型表现上的准确性，保证其在引入设计之后，在指导设计思路的心智模型帮助下，最终的设计模型最终能够精确的匹配用户原本认知的心智模型。同时，我们还将在最后的可用性测试部分改进实验设计，希冀获得更多对于用户体验设计有用的回馈。

## 参考文献

- [1] Pine II B J, Gilmore J H. The experience economy: Work is theatre & every business a stage[M]. Boston MA: Harvard Business School Press, 1999.
- [2] Redström J. Towards user design: On the shift from object to user as the subject of design[J]. Design Studies, 2006, 27 (2): 123-139.
- [3] Luo Shijian, Zhu Shangshang, Sun Shouqian. Human-machine interface design[M]. Beijing: China Machine Press, 2002(in Chinese)
- [4] Kuniavsky M. Observing the user experience: A practitioner's guide to user research[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2003.
- [5] CRAIK K. The nature of explanation[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1943.
- [6] DAVIDSON M J, DOVE L, WELTZ J. Mental models and usability[M]. Chicago: Depaul University, 1999.
- [7] 杨颖, 雷田, 张艳河.基于用户心智模型的手持移动设备界面设计[J]. 浙江大学学报(工学版), 2008, 42 (5): 800-804.
- [8] NORMAN D A. The design of everyday things[M]. New York: Doubleday Business, 1990.
- [9] NIELSEN J. Usability Engineering[M]. Burlington, MA: Academic Press, 1994.
- [10]NORMAN D A. Emotional design: Why we love (or hate) everyday things[M]. New York: Basic Books, 2004.
- [11]GARRETT J J. The elements of user experience: User-centered design for the Web[M]. New York: New Riders Publishing, 2003.
- [12]MAHLKE S. Understanding users' experience of interaction[C] // Proceedings of the 2005 annual con-ference on European association of cognitive ergo-nomics. Chania, Greece, 2005: 251-254.
- [13]RUBINOFF R. How to quantify the user experience [OL]. [2009-02-17]. <http://www.sitepoint.com/print/quantify-user-experience>.
- [14]NORMAN D A. Some observations on mental mod-els[M].

- [15] [http://experiencedynamics.blogspot.com/site\\_search\\_usability/2006/09/the\\_importance\\_.html](http://experiencedynamics.blogspot.com/site_search_usability/2006/09/the_importance_.html).
- [16] Alan Cooper. 交互设计之路--让高科技产品回归人性 (第二版) [M]. 丁全钢译.北京:电子工业出版社,2006:57-138.
- [17] Lucas Daniel. Understanding user experience[J].Web Techniques,2000, 5(8):42-43.
- [18] Moeslinger S. Technology at Home: A Digital Personal Scale.CHI 97 Electronic Publications:Formal Video Program, 1997.
- [19] Brad A. Myers, A brief history of human-computer interaction technology, ACM New York, NY, USA Volume 5 ,Pages: 44 - 54,1998,ISSN:1072-5520.
- [20] Beyer, Hugh, and Holtzblatt, Karen, "Apprenticing with the Customer: A Collaborative Approach to Requirements Definition," Communications of the ACM, May 1995.
- [21] Beyer, Hugh, and Holtzblatt, Karen, Contextual Design : A Customer-Centered Approach to Systems Designs, Morgan Kaufman Publishers, 1997.
- [22] Nielsen, Jakob, "The Use and Misuse of Focus Groups".
- [23] Foddy, William, Constructing Questions for Interviews and Questionnaires: Theory and Practice in Social Research, Cambridge Univ Pr (Pap Txt); ISBN: 0521467330.
- [24] Nielsen, Jakob, Usability Engineering, Academic Press/AP Professional, Cambridge, MA, 1993.
- [25] Richard Denney (2005).Succeeding with Use Cases: Working Smart to Deliver Quality. Addison-Wesley Professional. ISBN 0321316436.
- [26] Michael Hawley. Design Research Methods for Experience Design.January 22, 2009. <http://www.uxmatters.com>
- [27] Nielsen, Jakob, "Paper versus Computer Implementations as Mockup Scenarios for Heuristic Evaluation", Human-Computer Interaction-Interact '90, D. Diaper et. al. (ed.) Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland), 1990: 315-320
- [28] Brassard, Michael, ed. 1988. The Memory Jogger: A Pocket Guide of Tools for Continuous Improvement. Methuen, MA: Goal/QPC.
- [29] Chapanis, A. 1991. Evaluating Usability. In Human Factors for Informatics

- Usability, Shaker, B. and Richardson, E. (eds). Cambridge University Press.
- [30]Dumas, JS, and Redish, Janice, A Practical Guide to Usability Testing, 1993, Ablex, Norwood, NJ, ISBN 0-89391-991-8 (paper)
- [31]Nielsen, Jakob, "Heuristic Evaluation: How-To".
- [32]Wharton, Cathleen, et. al., "The Cognitive Walkthrough Method: A Practitioner's Guide." in Nielsen, Jakob, and Mack, R. eds, Usability Inspection Methods, John Wiley and Sons, New York, 1994.(hardcover)
- [33]Wheeler, David A. (Ed.), Software Inspection : An Industry Best Practice, IEEE Computer Society, 1996.
- [34]Lindgaard, G, Usability Testing and System Evaluation: A Guide for Designing Useful Computer Systems, Chapman and Hall, London, U.K, 1994.
- [35]Rouse, W.B. and Morris, N.M. On looking into the black box: prospects and limits in the search of mental models [M]. Psychological Bulletin, Portugal: [s.n.],1986,100:349~363.
- [36]JOHNSON L. Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- [37]GENTNER D A, STEVENS A L. Mental Models. Hillsdale: Erlbaum, 1983: 7-14.
- [38]Indi Young, Mental Models: Aligning Design Strategy with Human Behavior[M]. New York: Rosenfeld Media, August 2008.
- [39]Markham, Arthur B. (1999). Knowledge Representation. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [40]COOPER A, REIMANN R M. About face 2.0: The essentials of interaction design[M]. New York: Wiley, 2003.
- [41]Sasse, M. A. Eliciting and describing users' models of computer systems[D]. Birmingham: University Of Birmingham, 1997.
- [42]LORRAINE G, CHRISTOPHER U, EILEEN J, et al. Understanding models and their use in science: Con-ceptions of middle and high school students and ex-perts[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1991, 28(9): 799-822.
- [43]Davidson, M.J. Dove, L. Dove, L. Weltz, J. Mental Models and Usability[D]. Chicago: Depaul University, Cognitive Psychology 404, November 15, 1999.

- [44]Kearsley, G. Theory into practice(TIP) database, <http://tip.psychology.org/models.html>
- [45]Kostakos V, Oakley I. Designing trustworthy situated services: An implicit and explicit assessment of locative images-effect on trust[C] //Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems, Boston, 2009: 329-332.
- [46]Hoekman R. Designing the obvious: A common sense approach to Web application design[M]. Berkeley, CA: New Riders Press, 2007.
- [47]Luo Shijian, Pan Yunhe, Zhu Shangshang. Patters of tacit knowledge based on graphic thinking in product design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2007, 43(6): 93-98(in Chinese)
- [48]Luo Shijian, Gong Rongrong, Zhu Shangshang. User Experience Oriented Software Interface Design in Handheld Mobile Devices[J]. (in Chinese) (罗仕鉴, 龚蓉蓉, 朱上上. 面向用户体验的手持移动设备软件界面设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报)
- [49]Dong Shihai, Wang Jian, Dai Guozhong, et al. Human-computer interaction and multimodal user interface[M]. Beijing: Science Press, 1999(in Chinese) (董士海, 王坚, 戴国忠, 等. 人机交互和多通道用户界面[M]. 北京: 科学出版社, 1999)
- [50]雷田. 基于信息构建的用户体验研究 (博士论文). 浙江大学, 2008.
- [51]Davidson, M.J. Dove, L. Dove, L. Wertz, J. Mental Models and Usability[D]. Chicago: Depaul University, Cognitive Psychology 404, November 15, 1999.
- [52]Vosniadou, S. Brewer, W.F. Mental models of the day/night cycle[J]. Cognitive Science, 1994, 18:123-83.
- [53]MICHAEL P. Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy[M]. Chicago: University Of Chicago Press, 1974.
- [54]罗仕鉴, 潘云鹤, 朱上上. 产品设计中基于图解思维的隐性知识表达[J]. 机械工程学报, 2007, 43 (6): 93-98.
- [55]Hassenzahl M. The quality of interactive products: hedonic needs, emotions and experience//Ghaoui (Ed.). Encyclopedia of Human-Computer Interaction. PA: Idea

Group, 2005: 652-660.

## 附录

### 附录 1：用户调研问卷

您好！

感谢您参加本次用户调研。请您认真填写以下信息。您的个人信息仅作为本次测试的数据分析资料进行保存，我们将严格保密。

请根据您的实际情况填写下面的问卷，并在您认为符合的答案边上打勾“√”即可。如果是多选题会在题目的后面标明，其他的都是单选题目。

1、姓名：\_\_\_\_\_

2、您的性别：男 女

3、您的年龄：

16~25岁 26~30岁 31~35岁 36~40岁 40岁以上

4、您的教育程度：

高中/中专 大专 本科 硕士及以上

5、您的收入情况：

2000元及以下 2001-4500元 4501-6000元  
6001-8500元 8501-12000元 12000元及以上

6、您曾经使用过几款手机：

1款 2款 3款 4款及以上

7、您曾经使用过的手机品牌：\_\_\_\_\_



8、您日常使用手机的主要功能有（可多选）

- 通话       短信       彩信       网页浏览       收发 Email  
 移动存储     日常管理     通讯录       娱乐（听音乐、看电影、游戏等）  
 多媒体（拍照、摄像等）     闹钟               电子词典       计算器  
 文档或表格编辑               蓝牙、红外等数据连接       其他商务功能

9、您使用手机时通常是：

- 右手操作     左手操作     双手同时操作     随便

10、您通常使用哪种方式输入短信？

- 单手拇指     双手拇指     单手食指               其他手指

11、您的手机操作经验：（请在相应的数字上打“√”）

生疏    |-----|-----|-----|-----|    熟练  
          1        2        3        4        5

12、您的短信操作经验：（请在相应的数字上打“√”）

生疏    |-----|-----|-----|-----|    熟练  
          1        2        3        4        5

13、您认为重要的手机功能排序：（在横线上填写相应的功能，每条横线上限填一项）

第 1 重要 \_\_\_\_\_ 第 2 重要 \_\_\_\_\_ 第 3 重要 \_\_\_\_\_

第 4 重要 \_\_\_\_\_

- 通话       短信       彩信       网页浏览       收发 Email  
 移动存储     日常管理     通讯录       娱乐（听音乐、看电影、游戏等）

- 
- 多媒体（拍照、摄像等）       闹钟       电子词典       计算器  
 文档或表格编辑       蓝牙、红外等数据连接       其他商务功能




14、每天都会用到的功能是什么？

15、哪些功能让你觉得帮助非常大？

16、哪些功能你觉得必不可少？

## 附录 2：手机原型测试任务

您好！首先感谢您对我们工作的支持。下面我们将进行一项简单的可用性测试。请根据下面的任务列表，按顺序逐个完成任务。请您尽量自己完成任务，如果您实在不能完成任务，您可以请求提示。

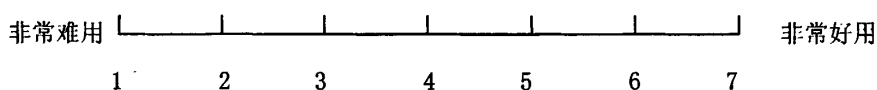
任务	材料	任务引导词
<b>Task1:</b> 对系统的初步印象。给 30s 自由浏览，不过提醒现在不要点击任何东西。		你以前见过这中手机系统吗？
		如果你刚打开手机进入锁定界面，还没有点击过任何东西，你会先点击什么？
		你觉得这个手机主要是用来干什么的？
		先不点击任何东西，请描述你在锁定界面上看到的图标、你觉得是做什么用处的。（可以滚动页面）
<b>Task2: 查看主界面</b>		主界面上面部分三个按钮是什么功能？
		主界面中间的信息是否有用？
		主界面下半部分的功能图标是什么作用？
<b>Task4: 自定义界面-书签界面</b>		书签界面浏览
		书签界面使用要点
<b>Task5: 自定义界面-日历界面</b>		日历界面浏览
		日历界面使用要点
<b>Task6: 自定义界面-短信界面</b>		模拟发短信操作
		短信不同显示模式是否有帮助？
<b>Task7: 自定义界面-常用联系人界面</b>		查找常用联系人
		模拟拨电话给某一常用联系人

Task8 : 自定义界面-图片界面		图片浏览
		模拟设置为壁纸
Task9: 自定义界面-音乐界面		音乐播放界面
		模拟选择专辑
Task10: 通讯录界面		查找某一联系人

### 附录 3：手机原型任务满意度评估问卷

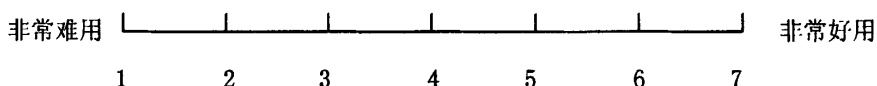
任务一：对系统的初步印象。给 30s 自由浏览，不过提醒现在不要点击任何东西。

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



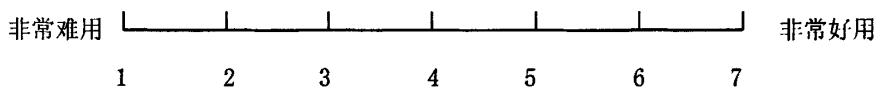
任务二：查看主界面。

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



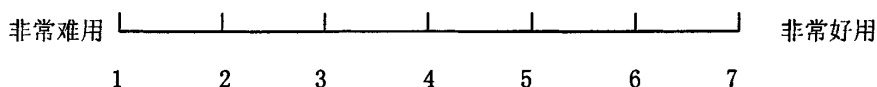
任务三：自定义界面-书签界面。

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



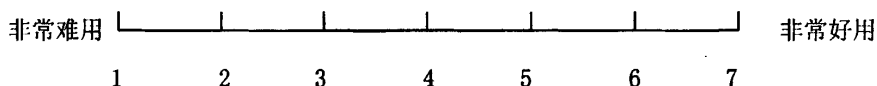
任务四：自定义界面-书签界面。

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



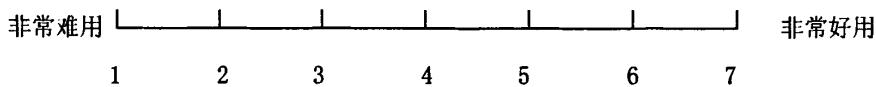
任务五：自定义界面-日历界面。

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



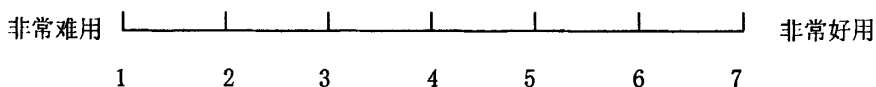
任务六：自定义界面-短信界面。

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



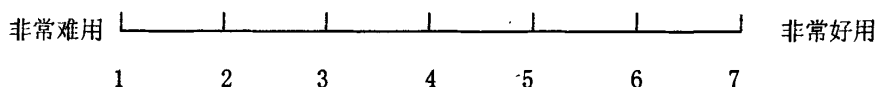
**任务七：自定义界面-常用联系人界面。**

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



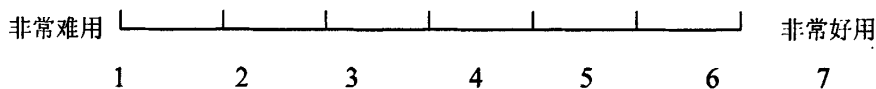
**任务八：自定义界面-图片界面。**

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



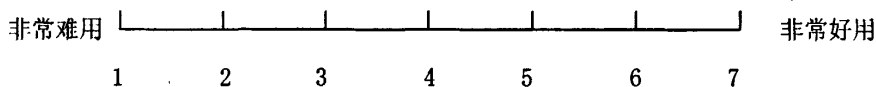
**任务九：自定义界面-音乐界面。**

根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



**任务十：通讯录界面。**

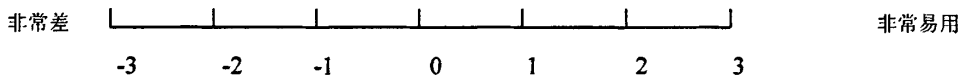
根据您的使用情况，您认为对完成本次任务的满意度如何？（请在对应数字上打勾）



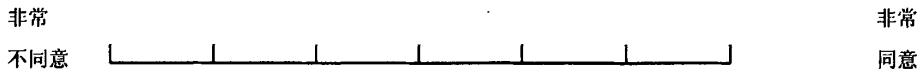
### 附录 4：手机原型使用可用性问卷

您好，请您根据刚才对原型系统使用的真实感受填写本问卷，“-3”表示 非常差，“3”表示非常好，“0”表示中等水平。请您在对应的数字上打勾。谢谢！

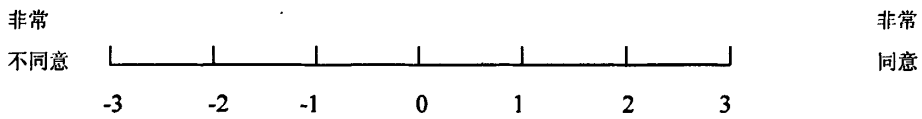
#### 1. 我认为该原型系统的易用性



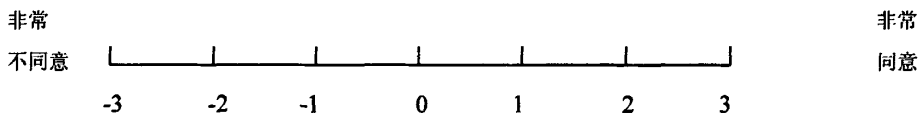
#### 2. 该系统提供的功能满足我的需求



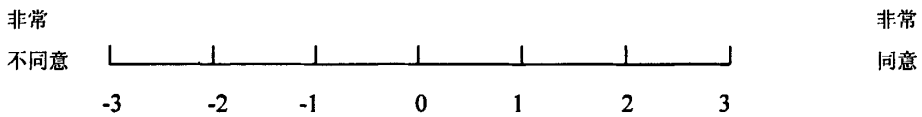
#### 3. 该系统的交互与操作都简单、易记忆



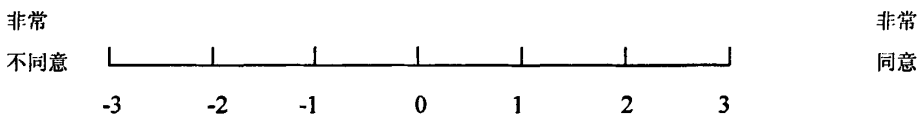
#### 4. 我能容易地学会使用该系统的每个功能



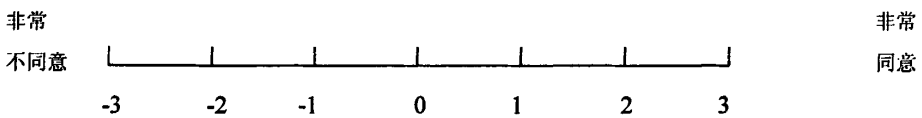
#### 5. 本网站的出错提示能帮助我正确的完成任务



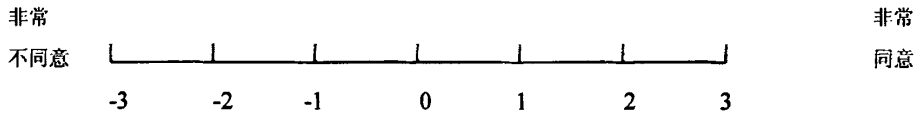
#### 6. 完成改系统中的任务所需的按键次数或者点击次数较少



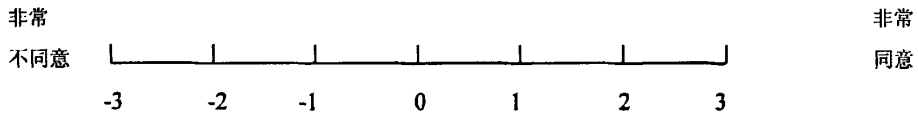
#### 7. 该系统的帮助信息清晰易懂



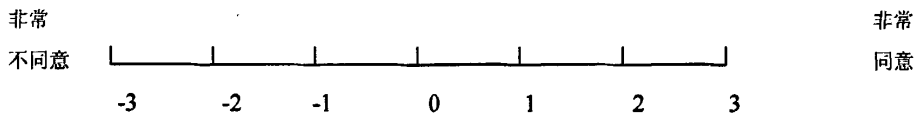
#### 8. 在不可逆操作时（如彻底删除内容等），该系统都有清晰的提示。



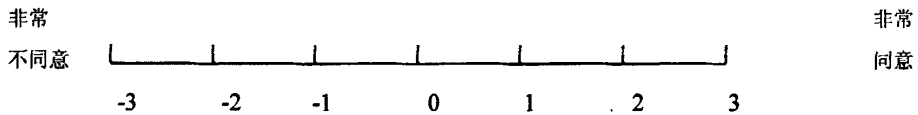
9. 我能清晰地理解该系统界面呈现内容的意义



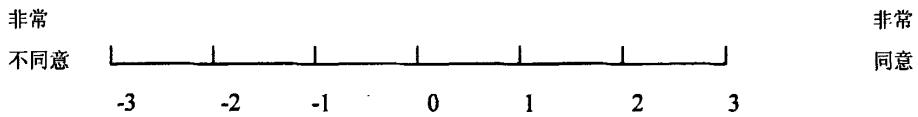
10. 该系统给我提供的內容比我的期望要好



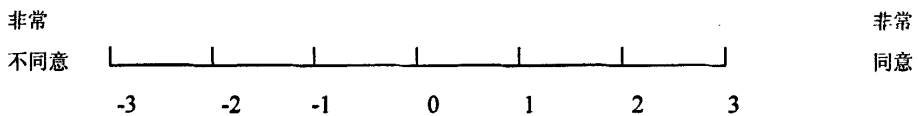
11. 我能快速的完成任务



12. 该系统提供了快捷的操作方式



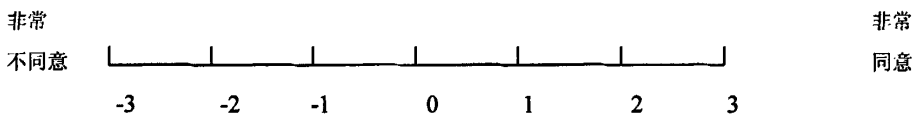
13. 该系统给我提供了足够的帮助信息



14. 我能清晰地理解该系统信息结构与功能分类



15. 我对该系统进行操作后，界面会立即对我的操作进行反馈



16. 在该系统的任何界面中，我都可以退回到上一级界面





-3      -2      -1      0      1      2      3

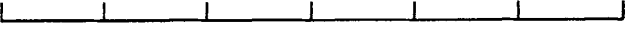
17. 我使用该系统时感到很愉悦

非常

非常

不同意

同意



-3      -2      -1      0      1      2      3

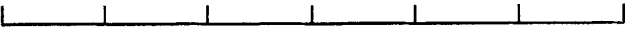
18. 该系统该系统提示的反馈信息清晰易懂

非常

非常

不同意

同意



-3      -2      -1      0      1      2      3

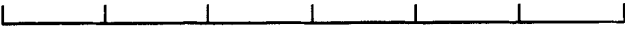
19. 在该系统中，我能快速从一个任务切换到另一个任务

非常

非常

不同意

同意



-3      -2      -1      0      1      2      3

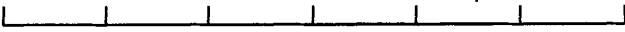
20. 该系统提供了让我惊喜的功能

非常

非常

不同意

同意



-3      -2      -1      0      1      2      3

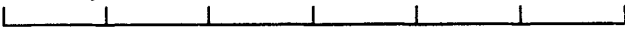
21. 我能容易地控制与操作该系统的每个功能

非常

非常

不同意

同意



-3      -2      -1      0      1      2      3

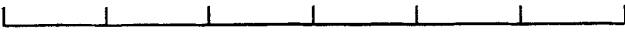
22. 我能清晰的理解该系统的 APP 主界面的每个功能

非常

非常

不同意

同意



-3      -2      -1      0      1      2      3

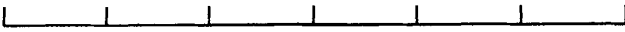
23. 该系统的界面很美观

非常

非常

不同意

同意



-3      -2      -1      0      1      2      3

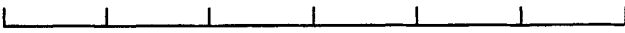
24. 该系统的图标、导航都意义清晰，且都保持一致

非常

非常

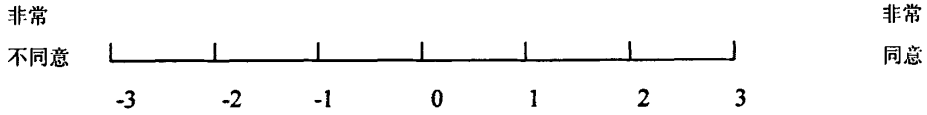
不同意

同意

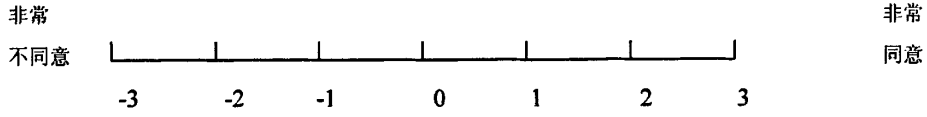


-3      -2      -1      0      1      2      3

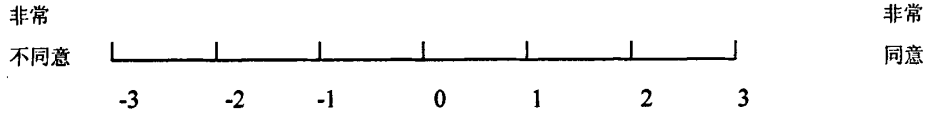
**25. 我能清晰地理解该系统的提示弹出框的含义**



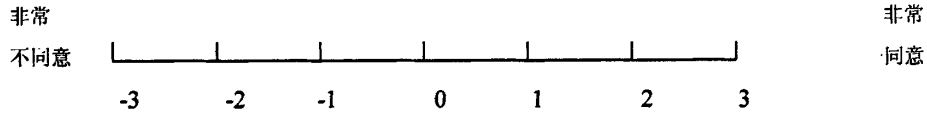
**26. 我能快速的输入我想要的内容**



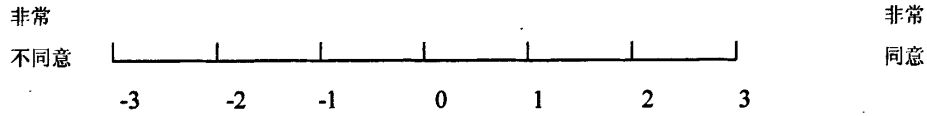
**27. 该系统内的操作方式保持一致**



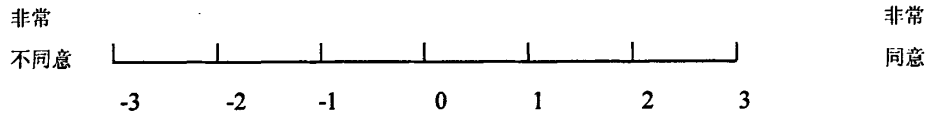
**28. 我喜欢该系统提供的功能**



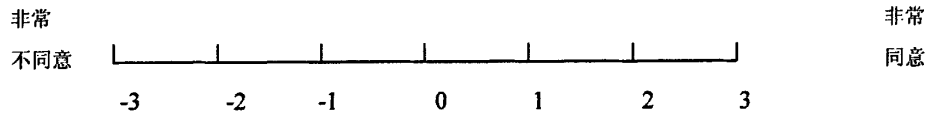
**29. 我能清晰的区分在该系统中不同层级或屏幕之间的关系**



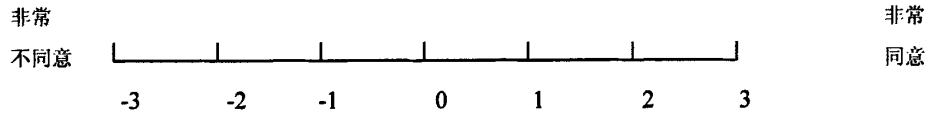
**30. 我能容易地发现该系统的所有功能**



**31. 我会把该系统相应的手机介绍给我的朋友使用**



**32. 总的来说，我对该系统感到满意**



## 攻读硕士学位期间主要的研究成果

- [1] Luo Shijian, Gong Rongrong, Zhu Shangshang. User Experience Oriented Software Interface Design in Handheld Mobile Devices[J]. (in Chinese)

（罗仕鉴，龚蓉蓉，朱上上. 面向用户体验的手持移动设备软件界面设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报）（已录用）

- [2] Gong Rongrong, Luo Shijian. Use Case Based Innovative Design in E-commerce Website[J]. Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, 2009.

## 致谢

在浙大的七年，是我人生过程中一段充实、快乐而富有收获的时光，让我觉得是一种人生的幸运。在这里，强调创新及学科交叉的理论研究和实践工作，让我发现了自我对该领域内学习和工作的自然而持久的兴趣；浓厚踏实的学术氛围、和谐广泛的团队合作，也成为我个人成长与成绩坚实的基础和有力的支持。

在这里要特别感谢我的导师罗仕鉴副教授，是他的教导、帮助与鼓励，让我克服了科研道路上遇到的困难与生活中遇到的困惑。罗老师热情忘我的工作态度对我产生的积极影响也一定惠及我今后的人生之路。通过与罗老师的交流，我明确了自己的研究方向，在他身上我也学到了如何严谨认真地对待科研项目，在遇到困难时他总能耐心的跟我讨论，给予我帮助。

还要感谢朋友和同学们在各个方面给予了我热情和真诚的帮助。感谢何基师兄，一起合作时精益求精的精神影响了我对于设计的态度和追求。感谢傅业焘、赵冠男、卜满钊、刘石佳、周煜啸、陈莲莲、丁晓霞、熊娜、刘守生、侯雯佩、曹晓晓、廖纯慧等同门，实验室的融洽环境是我前进的坚强后盾。尤其感谢周煜啸、陈莲莲、侯雯佩、曹晓晓和廖纯慧等师弟师妹们在我论文撰写的过程中，在验证界面原型系统的设计上给予的大力支持，没有你们的帮助，我的论文就无法顺利按时完成。感谢每一个给我授课的老师，感谢每一位我所阅读的优秀文献的作者。

最后还要感谢我的家人，我的父母，你们养育和教导让我明白了做人的道理，一直以来无微不至地关怀和鼓励给予我精神上的支持，让我安心的学习和生活。

硕士学习生涯即将结束，我诚挚地感谢多年来给予我帮助、关心和批评的良师益友和亲人们，我也满怀憧憬期待未来。

龚蓉蓉

2010年1月于浙大求是园