

学校代码： 10246

学 号： 16210240071

復旦大學

硕 士 学 位 论 文
(专业学位)

基于上下文感知的家电维修劝导技术研究

**Research on Context-Aware Home Appliance Maintenance
Persuasive Technology**

院 系： 计算机科学技术学院

专业学位类别（领域）： 计算机技术

姓 名： 李丹阳

指 导 教 师： 丁向华 副教授

完 成 日 期： 2019 年 2 月 24 日

指导小组成员名单

丁向华 副教授

顾 宁 教 授

张 亮 教 授

卢 瞰 副教授

目录

目录	I
摘要	III
Abstract	V
第一章 绪论	1
1.1 研究背景和问题领域	1
1.2 国内外研究现状	4
1.3 问题支撑	5
1.4 本文研究内容与创新	7
1.5 论文结构	8
第二章 相关工作	9
2.1 人机交互中的维护研究	9
2.2 市场上的维护应用	11
2.3 小结	12
第三章 数据收集与数据分析	13
3.1 研究方法	13
3.1.1 定性分析研究方法：访谈	13
3.1.2 定性分析研究方法：数据分析	14
3.2 数据收集	15
3.2.1 访谈问题设计	15
3.2.2 访谈对象选择	16
3.3 数据分析	18
3.3.1 分析流程	18
3.3.2 分析结果	19
3.4 小结	26
第四章 家居维护劝导平台的设计与实现	27
4.1 基于上下文感知的维护劝导平台的方案设计	27
4.2 基于上下文感知的维护劝导平台概览	29
4.3 基于上下文感知的维护劝导平台设计与实现	31
4.3.1 基于上下文感知的推送消息设计与实现	31
4.3.2 个性化定制的设计与实现	42
4.3.3 可视化功能的设计与实现	45
4.3.4 其他功能的设计与实现	48
4.4 小结	52
第五章 家居维护劝导平台评估	53
5.1 创新性论证	53
5.2 评估设置	57
5.3 用户评价	58
5.4 劝导效果评估	60
5.4.1 匹配程度评估	60
5.4.2 兴趣程度评估	62

5.5 小结.....	63
第六章 总结与展望.....	65
6.1 总结.....	65
6.2 展望.....	65
参考文献.....	67
致谢.....	71

摘要

在普适计算和智能家居产品不断普及和全球大力推广可持续发展目标的时代背景下，家庭中非专业人士的家居维护获得了不少研究领域越来越多的关注。目前已有的关于维护的研究主要集中在工作场所和专业人士的维护上，而市面上已有的支持家庭维护的应用也对用户行为和实际效果等缺乏系统研究。本文针对这个不足，首先针对家庭中的家居维护进行了定性实证研究，发现中国家庭对电器的维护存在以下三个特点：（1）维护行为与季节变换有关；（2）维护行为与节假日这样的传统有较强的关联性；（3）维护知识的获取与维护工作的结合不够紧密。基于以上定性实证研究和计算机劝导技术思维，设计实现了基于上下文感知的消息推送方式、个性化定制、比较直观可视化等支持日常家居维护的交互设计方案。最后结合文献分析与市场应用分析对创新性进行了验证，并通过用户调研的方式验证了所实现系统的效果。主要工作如下：

（1）实地深入不同家庭中，通过深度访谈的方式了解家庭中电器设备从选购到维护这一系列过程中的决策和行为等，收集家庭中非专业人士的家居维护数据。

（2）综合深度访谈的内容，利用主题分析法，基于数据缩减（开放式编码）、数据展示和形成主题/模式的三个步骤，迭代地分析每一位受访非专业人士的家居维护数据，最终得出目前中国家庭环境下维护存在的部分问题和模式。

（3）基于定性研究结果和计算机劝导技术思维，通过对建议技术、定制技术、自我监控技术和人机交互、社会心理学等设计理论的研究，设计实现了基于上下文感知的消息推送方式、个性化定制、比较直观可视化等支持日常家居维护的交互设计方案。

（4）结合文献分析与市场应用分析对创新性进行了验证，并通过用户访谈、用户打分、T 检验等方法，验证了所实现的劝导平台的效果。

关键字：维护，计算机劝导技术，上下文感知

中图分类号：TP3

Abstract

Under the era background of ubiquitous computing and smart home products reaching deeper and more widely into people's home and sustainable development being promoted with efforts globally, home maintenance conducted by non-professionals domestically has gained more and more attention across different research areas. Work conducted on maintenance mainly focused on maintenance research under working environment and professionals, meanwhile systematic researches on user activities and its effects etc. were lacked about those apps already available from home maintenance at market places. Aimed at such deficiency, this paper firstly takes qualitative research on home appliance maintenance and discovers the following three features of electrical appliances maintenance in Chinese families: (1) maintenance activities are bound to season change; (2) maintenance activities are prone to happen when holiday comes; (3) acquisition of maintenance knowledge and maintenance activities are not related closely enough. Based on above features, under the guidance of computer persuasive technology, this paper designs and completes an interactive scheme which contains functions such as push messages based on context awareness, personalization tailoring, visualization to support daily home maintenance. Innovation of this paper is examined through document analysis and market app analysis, and effectiveness of the proposed platform is also examined through a user study at last.

Targeted at the above the major work is as follows:

(1) A preliminary study is conducted, decisions and problems during the whole process from purchasing to maintaining an appliance are acknowledged through in-depth interviews.

(2) Qualitative analysis is conducted on the basis of gathered contents of in-depth interviews, applying thematic analysis method and the following three steps: data reduction(open coding), data display and conclusion drawing, which ultimately reaches to themes/patterns reflecting some problems and features in current Chinese homes.

(3) Under the guidance of computer persuasive technology, this paper takes advantage of suggestion technology, tailoring technology, self-monitoring technology and other human computer interaction researches, social psychology researches, and an interactive scheme which contains functions such as push messages based on context awareness, personalization tailoring, visualization to support daily home maintenance.

(4) Innovation of this paper is examined through document analysis and market app analysis, and effectiveness of the proposed platform is also examined through a user study.

Keywords: Maintenance, Computer Persuasive Technology, Context Awareness

Chinese Library Classification: TP3

第一章 绪论

随着计算机技术尤其是普适技术的发展,相关智能家居产品在日常生活中也日益普及,家庭中非专业人士对这些日常家居技术的维护也受到越来越多的关注——缺乏维护可能会对人的的人身安全和健康造成不可逆的危害;而不恰当的维护轻则导致性能的不理想,重则导致类似火灾的灾难性后果。为了解决上述问题,我们希望更加深入理解日常家居维护并更好地提供支持。本文通过定性实证研究调研了家庭中非专业人士对于家电设备的维护现状,基于计算机劝导技术思维和实证研究结论设计实现了基于上下文感知的消息推送方式、个性化定制、比较直观可视化等支持日常家居技术维护的交互设计方案,以此更好地“劝导”用户进行日常家居维护[1]。

1.1 研究背景和问题领域

随着计算机、通信等相关技术日新月异的发展,许多曾经在普适计算领域只是设想的概念得到实施;而普适计算和人机交互领域所特有的独特的创新性总让人会有错觉认为一旦新颖的设计得以实现并投入生产和使用,它们就会像永动机一样永久地稳定和流畅地工作下去。在实际使用中,人们也总是带着理想的相关资源总是用之不竭的状态乐观地尝试着各种新产品,但现实却是:设备上的硬件资源总会消耗殆尽,因为硬件瑕疵而导致的非正常工作状态也总有一天可能发生。正是因为类似的理想化思考总是存在,架通人类与物品之间的桥梁——维护,总是被忽视。

一方面,在计算机技术尤其是普适计算技术的发展下,智能产品逐渐走进千家万户真正被用户所使用,因此这其中涉及到的大量技术和设备如何在家庭中由非专业人士受到越来越多的关注。另一方面,随着全球资源的供应不断接近触礁的底线,在联合国 2015 年通过的“2030 年可持续发展议程”的氛围下[2],人机交互领域也在近年来展开了对可持续性的研究——在这种情形下,以复用为一大目标的“维护”是作为可持续发展的一种重要途径受到越来越多的关注。美国统计数据表明,如今美国人更倾向于将家庭设备使用率最大化并尽可能地延长每件拥有的设备的寿命[3]。以洗衣服为例,数据统计表明使用洗衣机清洗棉质衣物的平均能源消耗是 4MJ/kg (1GJ/kg/年);从生产洗衣机的能源上来看,生产洗衣机的能源消耗大概是 4.3GJ/台 [4],因此通过适当的维护来尽量延长洗衣机的使用寿命就能有效控制一大部分能源消耗。

维护除了能为人类带来环境上的益处之外,与日常的生活支出、安全与健康也是息息相关的。据英国的统计数据,英国人每年在家居维护上的花销只占到整个家庭年花销的 4%,而这笔微小的花销均摊到家庭设备上就更是微乎其微[5],因此每年英国因为没有适时维护而造成的相关家庭使用设备的额外维修费用高达 3200 万英镑[1]。当设备损坏而无法正常工作,不论选择自己还是专业工人来维修都需要花费一定时间来寻找源头,而这一过程中可能涉及到的困难以及时间上的大量消耗都会反应在维修费用上。除此之外,美国的调查数据则显示,全美每年许多本可以避免的火灾都是由于电线插头的使用造成,而导致电线插头使用中出现问题的一大主要原因就是“糟糕的维护”,甚至 15%的电气化火灾的火源地就是居民频繁进出的卧室[6]。而对出于自尊心的满足感、陌生人进屋维护的安全隐患、维护人员工作是否彻底等方面的担心而自己进行的维护的人来说,整个维护过程中也存在不少潜在的威胁,如:在高处的维护中跌落、不恰当的维护方式也可能对相关设备造成不可逆的损害。甚至研究表明,房屋的一部分物理损耗就来自专业维修工人的不可靠维护[1]。

由此可见,这些由非专业人士进行的家居维护行为对于维护生命财产安全和节约资源是必不可少的,但他们会因为缺乏经验和知识等原因造成维护行为的失败。所以对家居设备进行维护能够:首先从社会层面,在资源妥善保有上做出应有的贡献;其次从个人层面,在花销、人身安全和健康上带来福祉。但是家居维护行为中潜在的问题使得非专业人士的家居维护问题越来越被关注。

针对家庭中非专业人士的家居维护问题,国内外也出现了一些有关家居维护的平台与应用。这些应用的设计出发点不完全相同,但是梳理下来分为以下几类[7, 60, 61]:

第一类将维护作为房屋财产管理的一部分,提供的主要功能是从维护便利化角度考虑的,如:维护步骤和贴士的提供、维护提醒的设置、维护开销的记录等。

另一类强调维护日程的“流水化”,从已过期、待进行、已完成、已规划几个方面对用户设置的维护日程进行分类梳理,并提供按日期查看的功能。

最后一类由品牌家电商提供,作为家电附带产品的子功能。这类应用的维护功能通常放置在个人中心里,作为产品保修和维护(即:线上联系品牌的售后部门上门维护)的入口。

但是对用户而言,上述的三类应用是怎么使用的、是不是可以很好地支持日常的维护操作、用户的家居日常维护是如何展开的、平台实际效果等,都没有很系统的研究。而从功能设计上来说,其中一个最为突出的问题就是用户的维护意识与应用的使用之间的关系:Kangwa 在[1]中已经指出“缺乏维护意识是阻碍维护行为发生的最大障碍”;上述应用提供的“维护日程”和“维护信息搜索”功

能需要用户主动打开应用并进行创建和搜索操作才能发挥效果——问题就在于：一旦用户会自己打开应用设置维护提醒或者主动搜索维护提示，就意味着维护意识已经养成且维护行为已经处于进行时态了；但是在实际生活中是否真是如此还缺乏研究。

而通过计算机技术改变用户态度和行为的交互式计算机系统称为计算机劝导技术[25]。计算机劝导技术是由 Fogg 在 21 世纪初期提出的，它将传统的劝导技术（如：高速公路上随处可见的“请系安全带”）和计算机技术结合，是以“通过一定手段实现用户自愿的一种态度和行为上的改变”为目的的一种因极强目的性而不同于传统的压制和欺骗性“劝导”的新兴技术[25]。与传统的劝导技术不同，计算机劝导技术因为能够方便地管理海量数据、形态多样、易扩展、普适于生活、更持久的优点，比传统劝导技术更适合用在人机交互领域来完成交互式行为。我们正是希望通过相关劝导技术的设计和实现来更有效地支持家庭中的维护行为。

计算机劝导技术在 Fogg 提出的“功能三角（functional triad）”框架中可以扮演三种角色：工具类角色、社交员角色和媒介角色[25]。作为工具，其目的在于让曾经难以进行的行为变得容易从而达到劝导效果，可以在整个过程中引导人们、以计算或评估等方式来激励人们来实现；作为社交员，其主要目的是在人和计算机的交互之间创建某种关联关系，可以以及时提供反馈、提供帮助的方式来实现；作为媒介，其主要目的是向人提供经历和经验从而达到劝导效果，可以以帮助人们预演目标行为的方式来实现劝导效果[23]。作为工具的计算机劝导技术包含七种策略[25]：

（1）删减技术（reduction technology），即：通过简化将复杂行为转换为简单任务进行劝导，以此增加改变用户行为的概率。该技术能够将一项本来复杂的行为变成步骤简单的行为，从而提高了 benefit/cost 比，因为人们都愿意以最小的代价来换取最大的收获[25]；

（2）隧道技术（tunneling technology），即：通过一步一步地引导用户进行已经设定好的行为来进行劝导；

（3）定制技术（tailoring technology），即：通过向用户提供定制化信息对不同个人进行劝导，以此增加劝导的成功率；

（4）建议技术（suggestion technology），即：利用人们的一些心理动机，如：经济稳定、健康，在最恰当的时候建议用户做什么来增加劝导的成功率。可见时机的选择是该劝导策略有效性最重要的因素；心理学研究表明[26]，人们在能够立刻或者短期内实现某个行为时最容易被劝导成功，因此这种技术下寻找让用户能够进行目标行为的时机（或靠近的时机）就成为使用该策略前要决定的关键；

(5) 自我监控技术 (self-monitoring technology), 即: 让用户能够通过一定手段实现自我监控, 并且通过这些监控数据来提高用户持续进行目标行为的可能性。该技术利用计算机的统计来帮助人们理解自己在目标行为的施行上进展如何, 由此来刺激他们保持并继续当前的行为;

(6) 监视技术 (surveillance technology), 即: 通过该技术来了解别人的数据, 由此通过某种方式对自己的行为进行改进; 因为监视技术的“共享”特点, 其背后隐藏着道德问题, 如: 共享的数据中的用户隐私如何保证。

(7) 条件技术 (conditioning technology), 即: 通过使用用户当前所具有的一些条件来帮助进行;

综上所述, 导致上述问题的根源是科学技术特别是普适技术在日常生活中日益普及以及环境资源压力下可持续化理念的深入进一步强调了维护的重要性, 家庭中非专业人士的日常家居维护问题受到越来越多的关注。而现有的家居维护应用虽然产品多样、功能丰富, 但是缺乏对用户的家居维护展开系统的研究, 因此本文立足于讨论家庭中非专业人士进行的家居维护行为, 通过定性实证研究调研了家庭中非专业人士对于家电设备的维护现状, 基于计算机劝导技术思维和实证研究结论设计实现了基于上下文感知的消息推送方式、个性化定制、比较直观可视化等支持日常家居技术维护的交互设计方案, 以此更好地“劝导”用户进行日常家居维护。

1.2 国内外研究现状

目前, 人机交互领域主要集中在设计环节, 近年来有越来越多的研究开始关注维护问题。总的来说, 维护的研究上国内外的文献资料主要集中在三方面: 一是早期对维护概念和一些相关心理学等学科的理论研究, 它们主要用在指导设计上, 如: [8]、[10]、[11]、[12]、[39]都是从理论上对维护进行探究, 提出了相关设计的提示。二是对工作场所和专业人士的维护进行研究, 其中涉及比较多的是对维护的一个子领域——维修(本质是一种被动维护[8], 以下统称维护)的研究, 它们要么进行理论研究(如: [8]、[12]、[36]、[38]), 要么研究维修与设计、人的精神文明之间的关系(如: [13]、[34]、[35]、[39]、[42]、[46])。三是在可持续发展的大环境下, 人机交互领域新兴的“可持续化人机交互 (sustainable HCI)”理念下对维护的研究工作都和可持续发展有关, 如: Blevis 通过研究维护与可持续发展之间的关系发现维护与设计之间也存在密不可分的关联[14]。他指出最好的设计的关注中心点应该应该是如何将产品设计成为可持续交互的设计 (Sustainable Interaction Design, SID), 即: 通过维护带来的复用, 设计首先应该考虑的问题是产品的相关零件和系统能够如何通过维护得到多重利用[14]。作为可持续的一种

实践,DIY 行为不仅以维修和复用为主要目的,也因为发展中国家本身资源的匮乏导致不得不通过 DIY 来“创造”一些市场上无法获取、但又在维护过程中扮演重要角色的物品[4]。总的来说,人机交互领域的维护工作主要集中在工作场所和专业人员的维护上,对家庭中非专业人士进行的家居维护的研究相对还比较少。

另一方面,人机交互领域对家庭本身的研究很多,主要集中在以情感、文化和道德等精神层面的理论探究和设计实现上,如:[16]、[17]、[47]、[51]。

在这样的研究现状下,本文认为家庭中非专业人士的家居维护研究是帮助人们更好地理解维护行为的重要一环,因此试图以家庭中非专业人士的家居维护为讨论中心点,从定性实证研究入手,在人机交互领域对家居维护的研究做出一定贡献。

1.3 问题支撑

除了上述的文献研究和各国统计数据,本人所在实验室在两年前完成的一个残疾人智能家居的项目中,大家构建了一套能够帮助重症残疾人在不用进行物理移动的情况下完成开关窗等动作的智能家居系统,这套系统主要包括窗户、窗帘、空调等家电的控制,并在移动端配置了语音控制上述操作的功能。而在当初为这些残疾人安装硬件设施时,他们都曾问过安装同学“如果什么东西坏了怎么办”?基于这一点和目前社会发展的可持续化趋势,我们从该残疾人智能家居系统的日志里拿出了二十位残疾人用户的操作数据,使用 Java 语言与 jFreeChart 库对这些用户在安装了家居系统的两年内的操作成功率和使用频率进行了可视化分析,如图 1.1 和图 1.2 所示。我们发现用户的操作成功率并不低,但是不少用户的使用频率(次数)却在减少——于是,我们对使用频率减少的用户进行了简单的回访,了解是什么原因导致他们的使用频率降低。

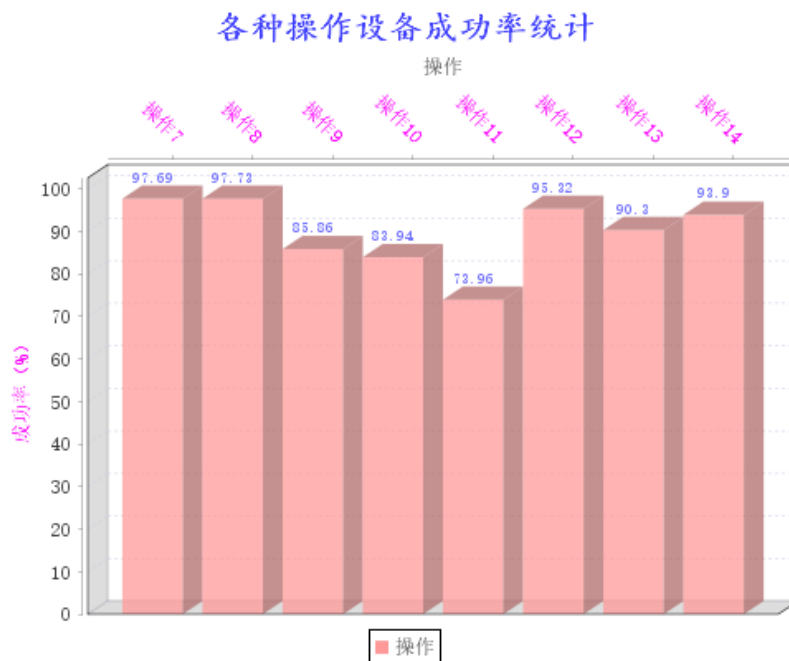


图 1.1 残疾人智能家居系统控制设备的操作成功率

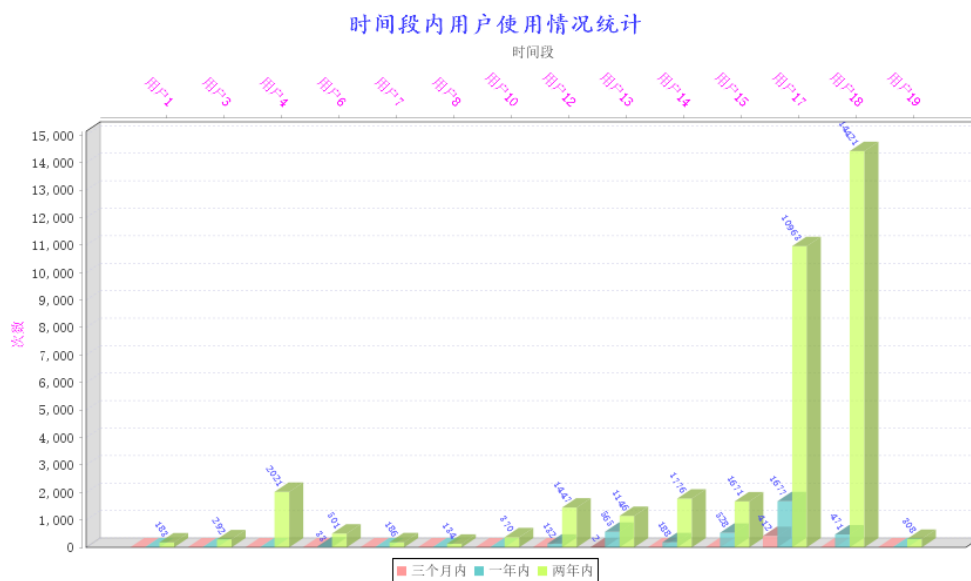


图 1.2 残疾人智能家居系统用户使用情况（除很久不用、去世用户的数据）

通过回访，我们发现，总共 20 位用户中，除去 3 位电话无法接通的用户不了解情况、2 位用户因已经去世导致不再使用，部分用户（4 位）是因为没有采用移动端应用控制相关家居产品导致数据没有被记录外，大部分用户都谈及到虽然他们对整个智能家居系统比较满意，但是一旦出现了故障后他们首先会自己多尝试或者等待一段时间看是否自行恢复，实在没办法时才会向实验室负责维护的同学反映。尤其是对该智能家居系统非常依赖的 3 位用户：“一旦某个设备不能正常工作了，或者我通过手机不好控制了，我就觉得很不方便，每次要控制灯、窗帘、窗户的时候就要叫家人”。由此可见，智能家居系统虽然相较于传统设备

变得更“聪明”了，但是因为软件和硬件的逻辑更加复杂，导致智能家居产品在某种程度上比传统设备更容易产生故障——再结合 1.1 节指出的数据，不仅对传统设备需要不停地维护来尽量避免不必要的维修花销，日益普及的智能家居系统更需要不停地维护来避免系统的瘫痪和可能比传统设备更高昂的维修费用。毕竟通过图 1.1 我们可以看出，智能家居产品在一切正常工作时可信赖程度还是很令人满意的。

在这份数据下我们发现在计算机技术尤其是普适技术在日常生活中日益普及的背景下，家庭中由非专业人士进行的家居维护活动确实存在着问题和困难，因此家庭中的家居维护是值得深入研究的。

1.4 本文研究内容与创新

针对上述提到的家庭中非专业人士的维护研究较少和市面上已有的支持家庭维护的应用也对用户行为和实际效果缺乏系统研究问题，本论文以家庭中家用电器的维护作为具体的应用场景，基于家庭中家居维护的定性实证研究，以计算机劝导技术为指导思维，设计实现了基于上下文感知的推送消息方式、个性化定制、直观可视化等支持家居维护的交互设计方案。本文的主要研究内容与创新有以下四点：

（1）虽然关于维护的文献很多，但是都以工作场所和专业人士的维护研究为主；关注家庭中非专业人士的家居维护的研究比较少，因此本文以此为讨论中心，选择家用电器维护作为具体场景，首先使用定性实证研究中常用的深度访谈的调研方式全面地了解非专业人士在家居维护场景中从设备选购到使用以及维护过程中的相关行为，为（2）的定性分析提供数据源。

（2）使用定性分析中常用的主题分析法对深度访谈的内容进行迭代分析，得出了家庭中非专业人士进行的家居维护存在的模式与问题，主要包括如下三点：1）维护行为与季节变换有关；2）维护行为与节假日有比较强的关联性；3）维护知识的获取与维护工作的结合不够紧密。

（3）基于计算机劝导技术思维和上述定性实证调研，本文选择具体的建议技术、定制技术、自我监控技术和人机交互、社会心理学等设计理论的研究，设计实现了基于上下文感知的消息推送方式、个性化定制、比较直观可视化等支持日常家居维护的交互设计方案。其中在移动端 Android 上使用 React Native 框架，结合 JavaScript 和 Java 语言实现了面向用户的服务；在服务器端使用 Spring MVC 框架和 Java 语言实现了所有计算和在 MyBatis 框架下与 MySQL 数据库的存储工作。

（4）结合文献分析与市场应用分析对创新性进行了验证，并通过用户访谈、

用户打分的方法验证了所实现系统的效果。经过验证发现本文实现的基于上下文感知的维护劝导平台与市面上已有的维护平台相比,因为利用了用户上下文信息从而更好地“劝导”用户进行日常家居维护,提高了用户对维护的积极性,也提高了用户进行维护行为的“受益/代价”比(benefit/cost ratio) [25]。

1.5 论文结构

本论文一共分为 6 个部分, 详细如下:

第一章: 绪论, 该章介绍本文讨论的家居维护的研究背景和所属的问题领域, 分析国内外针对该领域的研究现状, 并在最后梳理整篇论文的结构。

第二章: 相关工作, 该章介绍与本论文相关的领域的研究情况, 首先介绍本文关心的“维护”在人机交互领域的研究和发展情况, 其次介绍市面上已有的家居维护平台的相关情况。

第三章: 数据收集设计与数据分析, 该章介绍本论文使用的研究方法, 并设计的调研所针对的内容的设计、数据收集的方式与过程、数据分析的方法、数据分析的结果。

第四章: 该章详细介绍本文设计实现的基于上下文感知的维护劝导平台的设计与实现, 包括方案设计、模型设计、界面设计, 对系统整体技术框架进行介绍, 最后介绍了主要功能的实现。

第五章: 该章首先对本文的创新性从文献和应用对比的角度进行了验证, 然后介绍对第四章设计实现的维护劝导平台的评估, 通过用户试用反馈的访谈信息并结合打分、T 检验来探究所实现平台的可用性等。

第六章: 总结和展望, 首先总结本文针对家居维护进行的研究内容, 并且结合第四章和第五章的内容对未来工作进行展望。

第二章 相关工作

2.1 人机交互中的维护研究

维护是一个古老的话题，其经历了三个主要阶段：在二十世纪七十年代的女性运动之前[15]，与家庭相关的事务，如：清洗、照顾小孩等都由女性负责，而这部分家庭事务中一个重要的组成部分就是家居维护。伴随着社会的发展和思想的进步，女性不再局限于家庭中，因此维护不再成为黑盒中的事件，其分工也渐渐多样化，甚至在人类文明发达的今天在西方国家成为专门的职业，不少针对工作环境、家庭环境的各方面的维护维修公司如雨后春笋般出现。

因具有多学科交叉的特性，人机交互领域对维护的研究主要集中在三方面：第一方面是早期从心理学、社会学、哲学等学科的概念上面进行探究[32,33]，这些概念后来成为对维修（维护的一个子领域，本质是被动维护）的研究中的指导思想，如 Heidegger 提出的 *ready-to-hand* 与 *present-at-hand* 这一对哲学概念[9]，长久以来对人机交互中维护的研究有重要意义，研究人员在较长一段时间内由此进行了扩展，如 Leigh Star 在 1999 年的研究[15]中指出在工业实践的不停变换中，工作（work）也具有“可见的”和“隐形的”两种，两者的分界线在不同上下文环境中也不同；而随着技术和时代的发展，要明确这种分界线变得更加复杂和抽象。通过在 CSCW 系统中应用分析“隐形”工作的框架，指出“可见的”工作会随着技术的引入被机器、工人等部分替代，从而变成“隐形的”工作。

第二个方面是对工作场所和专业人士的维护进行研究。其中一部分是对维护的一个子领域——维修（本质是一种被动维护[8]，以下统称维护）在工作场所中的研究：Orr 在其书[10]中对于现代化工作中，人们对设备的使用以及工人在维修手册、专业知识和经验分享三者并行指导下进行设备维修则是经典的从实际的工作环境下对维护进行研究的开端，揭示了维护工作在维持人类与设备间互惠互利关系起到重要作用的哲理。Dant 则通过车库中专业维修工的工作指出：即使维修工作大多数情况下都是隐形的，但是工业社会下机器无法代替人的原因在于维修是一项集手势、情绪变化和感官知识等于一体的复杂技能[35]。另一部分则集中在基础设施（*infrastructure*）的维护上。基础设施，如：道路、建筑，顾名思义是公用的，通常情况下都以 *ready-to-hand* 的状态隐藏在背景中[11]；但是以不同身份和不同视角来看待，它们的同一状态可能会成为一定人群的关注重点、甚至是障碍[11]。但如果从 *broken body* 角度来理解个人在系统、系统于个人的关系，对身体采取必要的维护措施才能保证各部分机能的正常[36]；类似的，在 Jackson

提出的 broken world 中，为了维持对用户而言的隐藏性[37]，需要使用 Star 和 Strauss 在[15]所说的“合成工作”(articulation work)来连接两个世界：一直在堕落的世界(always-falling-apart world)和一直在维修创造的世界[38]，从侧面说明了维护工作对于基础设施的重要性[12]。

第三个方面是在可持续发展的大环境下，人机交互领域新兴的“可持续化人机交互(sustainable HCI)”理念下对维护的研究工作都和可持续发展有关。Jackson 等人通过研究纳米比亚维修市场的特征与模式，指出维护和维修是 ICTD (Information and Communications Technology for Development) 中差异、创新和可持续性产生的主要方式[39]这一重要事实——即：维护和维修帮助人们避免了经典的餐厅无法对客人存在洋葱过敏这一少有但确实存在的现象进行正确反应，做出不含洋葱的食物的事实的遗憾[40]。尽管基础设施的分布广泛且维护规律，但是发展中国家对于它们的维护却远比不上发达国家：发达国家因为高度发达的经济等原因，维护工作通常已经职业化，因此能够将国民从维护活动中解放出来，从一定程度上达到了海德格尔所说的“ready-to-hand”的融入背景的状态。而发展中国家的经济较为落后且经济分配不均匀，因此形成了特有的 repair worlds 刻画出维护和维修“多样”和“分散”的特点[4]。

不仅是专业人员，不少群众也自发创建社区并利用日常的材料、工具、方法和实践等对基础设施进行维护与 DIY 活动，形成了特有的“参与性设计”(participatory design)文化[41]。这种参与性设计常常包含着对已有设计的“再设计”，这不仅对复用的物件赋予了新意义(如：将攀岩绳做成地毯)，还使得维护与维修成为日常生活的一种创新手法[42]。这种日常生活中的“再设计”存在着三大方面的亮点：一是为降低成本所作的努力；二是如果将用户的创新行为吸收归纳能为设计所参考的一系列设计原则，重新审视“用户”和“使用”之间的关系，可以让原本单向化的交互设计成为双向的可持续行为[43]；三是它与从前固定认为的“设计”是创造而“维护”是维稳这种两段分离的想法背道而驰。因为“设计”与“维护”存在着冲突(后者发现了前者的不足)，但这种冲突却成为了强耦合剂，正如 Cohn 在太空飞船的生产与操作周期中工程师的不同职责的考察中发现的，操作周期中维护阶段可以找出生产周期中设计阶段的不足，从而进行起飞前的弥补[44]——两者间固有的秩序与竞争相辅相成，从“协商性持久度”(negotiated durability)的角度[45]为可持续性的实现铺好了路[34]。这些 DIY 行为不仅以维修和复用为主要目的，同时在特定地区也产生了独有的特色：在世界南部的发展中国家的维修市场的调研中发现这些“专业”的维修人员与发达国家的维修行为中涉及的专业人员不同，因为地理位置和经济等方面不占优势，他们通常不是专业工程师出身，也无法快速利用多种途径查阅资料；多数的维修行

为始于经济拮据而尝试自己完成,而维修能力则来源于主动学习与经验——这些非专业的专业维修人员通过 DIY 创造着一些市场上无法获取、但在维护过程中扮演重要角色的能力[4, 46]。

由此可见,即使是在可持续化人机交互中进行的维护研究也多数集中在工作场所和专业人士上,而工作场所中的维护也多由专人(车库维修工、道路养护员等)进行,这些人通常通过各种方式(自我学习、专业班、多年经验、训练)都具备对某个设备领域的专业知识,他们非常清楚设备的工作流程是什么、设备的哪个部件关系着设备的什么状态等。但是在本文研究的家庭中的家居维护中,家庭中的大多数人都是不具备专业知识的非专业人士。可见人机交互中针对家庭中非专业人士的家居维护研究还是较少的。

而人机交互领域中“家”也是研究人员的一大关注点,与家庭相关的研究从空闲时间放松[47]、家庭沟通[48]等情感方面,到家庭游戏系统[49]、位置感知系统[50]、照片展示[51]等实际产品。其次,因为家庭本身的特殊性,人们寄予了强烈的个人感情,因此人们会慎重地选择引入家庭中的技术、设备,因为这些东西都是一个家庭(个人)情感、文化和道德上的体现[16,19]。

从上述的研究可以看出,人机交互领域对维护的研究主要集中在理论探究、设计和对工作场所、专业人员的维护研究上;与家庭相关的研究集中在以情感、文化和道德等精神层面的理论探究和设计实现上;而家庭中非专业人士进行的家居维护工作相对研究得较少。

2.2 市场上的维护应用

针对家庭中非专业人士的家居维护问题,国内外也出现了一些有关家居维护的平台与应用。这些应用的设计出发点不完全相同,但是梳理过后大致可以分为三类[7, 60, 61]:

第一类将维护作为房屋财产管理的一部分,提供的主要功能是从维护便利化角度考虑的。这类应用的功能涵盖家庭中可能需要的各方面维护(如:家电维修、房屋修缮、装潢变换等),如: HomeSavvy、BrightNest、HomeZada、Houzz。它们提供的主要功能是允许用户查找某项维护的信息(如:步骤、原料)、允许用户设置某项维护的提醒(如:设置哪一天要做什么维护,到时间或提前提醒)、允许用户搜索省钱的维护贴士、帮助用户管理维护开销记录等;这些应用中基本功能都是免费的,部分应用的高级功能需要付费(如: HomeZada 提供的管理维护开销等多种信息的功能)。

上述应用中最为出名的属 HomeSavvy 和 BrightNest,前者是在 CNN Money 和 Wired 杂志上的获奖家居维护应用,它的主要要求输入是用户房屋的基本信

息、用户设置的维护日程、维护偏好；后者则被 **Wired** 杂志评为“家庭中的生活黑客 (LifeHacker)”，可见其提供的家居维护信息的齐全程度，它的主要输是用户家居维护需求、用户设置的维护日程、维护目标、省钱目标等等。

另一类强调维护日程的“流水化”，提供的主要功能是将用户设置的维护日程分类按时间先后顺序进行整理。这类应用的设计初衷是：如果用户的维护需求很多，那么一天之内可能存在多条需要完成的维护日程；因此这类应用的设计思路就是将维护日程“流水化”，将用户的维护日程从已过期、待进行、已完成、已规划几个方面进行分类梳理，并提供按日期进行查看的功能。典型的如：**Facilities Management eXpress**、**UpKeep**、**Fiix**。

最后一类由品牌家电商提供，作为家电附带产品的子功能。国内的家居维护应用则以这类模式出现；它们以品牌为分类，各品牌会针对其新系列产品提供配套手机应用，主要功能是远程控制、在线商城等，通常会在个人中心中配置一个子功能模块其中提供产品报修和维护（即：线上联系该品牌的售后部门上门维护）的接口，如：海尔优家、奥克斯 A+等。可见，相比前两类，这类维护应用是限制性的，并没有提供前两点所说的应用中提供的维护功能，并且其应用核心功能并不在于维护。

综上所述，这些家居维护应用种类多样、功能丰富，但是缺乏对这些非专业用户实际的家居维护展开系统的调研，因此用户是如何使用的、它们对用户的家居维护行为产生了多大的帮助等都不明确。所以本文立足于讨论家庭中非专业人士进行的家居维护行为，首先通过调研了解了如今家庭中家电设备的维护现状，并仔细调查分析了居民的家居维护习惯与方式，最后根据调研分析的结果，以计算机劝导技术为指导思维设计实现了一个维护劝导平台，以此更好地“劝导”用户进行日常家居维护。

2.3 小结

本章首先介绍人机交互领域中关于“维护”的研究跨越的阶段和成果，接着介绍了目前应用市场是的维护产品的分类和功能。

第三章 数据收集与数据分析

为了了解家庭中由非专业人士进行的家居维护具体存在怎样的问题,本文首先对家庭中的家居维护行为进行实地数据收集,并通过数据分析以更好地了解目前家居维护方面的特点和存在的问题。

为了进行数据收集,有一些前期的设定需要完成。根据家庭这样一个大环境,本论文首先确定数据收集的整体场景是家庭设备的维护;而考虑到数据收集的多样性,最终确定以家庭设备中的普通家庭电器单品的维护为数据收集关注点。另外,家庭中的维护数据以量化形式体现是不准确的,同时也会丢失掉很多细节信息,因此本文首先确定以定性研究的方法实施数据收集。定性研究的方法多样,包括但不限于:问卷、深度访谈、焦点小组;经过前期的文献分析,本文认为需要从人的动机、角度、期望值、信任度、情感驱动、社会驱动等角度进行多方面的数据获取,因此深度访谈方式是最适合的。

在进行深度访谈之前,需要提前进行一些计划,主要包括以下内容:访谈结构、风格、设置和数据记录。首先,为了获得尽可能多样和详细的数据,让受访者在整个访谈过程中保持轻松的心理是必须的,所以本论文采用半结构化访谈的方式,在保证受访者自如心态的同时灵活地让受访者尽可能多地提供数据。类似地,为了让受访者不会感受到敌意,本论文采用学生-教师的风格。其次,为了能在最自然的环境观察相关设备的维护状况和利于受访者实地解释,本论文将访谈设置在受访者的家里。最后,本论文采用录音设备对访谈的整个过程录音,并在访谈结束后转录成文字。

3.1 研究方法

3.1.1 定性分析研究方法: 访谈

为了尽可能详细地获得我们所需要的数据来帮助我们更好地理解人们在维护行为中的种种行为和态度,本论文中采用的是定性分析研究领域常用一种方式——访谈。该方法是收集定性数据最常用的一种方式[18],因为访谈是调查者有目的、有方向、有计划地通过口头交谈的方式向受调查者了解社会事实的一种方法[19],所以通过访谈的方式我们希望让受调查者尽可能多和详细地分享他们的相关经历[18]。本文采用的是面对面深度访谈方法,它是指一对一的访谈,并且在访谈过程中访谈者会使用非结构化或半结构化的方法来引导一系列话题的讨

论[20]。深度访谈的另一目的就是探究受访者深层次的情感、动机和态度——正是基于这些，我们才能更好地理解受调查者所表达的意思和情感变化，同时还能通过实地的情景让我们更深入地了解受调查者在相关问题方面的情况。因此，深度访谈通常需要调查者能够针对关注的中心话题，保证需要了解的大致问题在访谈过程中被全面覆盖。这种数据收集的方式在社会的很多领域被广泛使用，比如：工业生产中产品阶段的用户需求调研，而在科研方面它则常在人机交互、协同计算、人种学、心理学研究等领域被使用[21]。

3.1.2 定性分析研究方法：数据分析

定性研究的数据分析主要有三种广为使用的方法：内容分析、扎根理论和叙事分析[23]。

内容分析法就是将数据分成不同类别，然后在每个类别情况下计算其中包含的实例数量。内容分析法是一种系统化的编码和分类方法，因此可以用来探究无法明显指明趋势和模式的大量文本信息[24]。

与内容分析法完全不同，扎根理论法要求分析人员不断从收集到的数据中归纳出理论结果，并且收集更多的数据来检查这些结果[23]。叙事分析则，顾名思义，是分析人员一种描述故事结构的方法。

与内容分析法有些许类似的是主题分析法，它虽然不像内容分析法一样是定性分析中广泛提及的分支，但是却常作为独立定性描述方法被提及[24]，甚至在定性分析中作为能为其他形式的定性分析提供核心技巧的描述性方法被引入[24]。它主要用于识别、分析和报告数据中存在的模式/主题[24]；本论文中采用的数据分析方法就是主题分析法。

与定量分析中的结构化数据不同，定性分析中收集的数据通常是非结构化的，难以通过数据建模等方法进行统一处理。在本论文中，我们通过访谈的方式收集了一系列半结构化数据，它具有篇幅较长、单条数据就包含大量信息的特点[21]，因此数据分析分为以下三步：

第一步就是要对转成文字的数据进行删减（data reduction）[22]，通过选择、关注、简化、提取和转换将访谈内容的一部分单独成稿。

第二步就是对精简后的数据进行展示（data display）[22]，主要通过将第一步提取的内容大致分类，从中提取出我们关心的关键词，通过关键词再讲第一步的提取内容按关键词分类。一旦按照关键词分类后，需要重新进行第一步来丰富每个关键词分类别并尝试提取，并循环这两部直到无法再提取出新内容和新关键词为止。

第三步就是形成主题/模式（conclusion drawing）[22]。所谓主题，需要将访

谈内容中看似零散的内容抽象化使得归纳出的主题/模式能够解释访谈内容并反映研究问题和人们针对该研究问题的回答模式。这也是一个反复迭代的过程：通过编码我们根据关键词获得了不少类别，因此需要基于每个类别重复第二步来丰富每个类别的内容。此外，一旦在数据分析的过程中产生了一个主题/模式，就需要对它进行确认。

综上所述，数据分析的流程如图 3.1 所示。

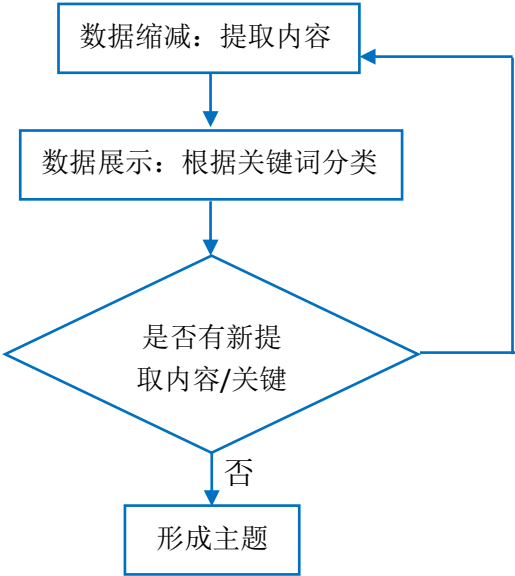


图 3.1 数据分析流程图

3.2 数据收集

3.2.1 访谈问题设计

通过前期对已有文献的研究，我们发现关于维护行为主要存在以下几大方面的问题[1]：

- （1）是否具有维护意识是人们进行维护行为最大的障碍，包括但不限于：对何时需要维护的判断不同；对哪里该维护、哪里不该维护的判断不同；
- （2）是否具有维护过程需要的技巧和知识是进行维护的第二个影响原因，包括但不限于：不了解如何选择维护工具；对稍复杂的维护工作缺乏技巧；
- （3）是否具有自身对维护行为的规划是进行维护的第三个影响原因，包括但不限于：缺乏未来计划；对维护本身不感兴趣；资金缺乏。

由此可见，虽然影响维护行为的原因主要只有三方面，但是这三个原因包含什么具体因素是多种多样的，在不同研究场景下也可能存在着不同，因此我们的访谈问题需要细节地了解受访者在这三方面原因下具体由于什么限制导致了维

护出现问题。而为了让受访者尽可能多和详尽地与我们分享他们的故事、经验等，本文将家电选择范围限定在家庭中能引发受访者共鸣话题的体现健康、安全和节能（环境）问题的家电——空调、冰箱、抽油烟机上。因此本文拟提出的问题大纲包括以下方面：

（1）家电选购方面：什么原因决定购买空调/冰箱/抽油烟机？在选购时参照了什么指标？（为什么选择现在的这一款？）从哪里了解的相关选购信息？

（2）家电使用方面：如何知道空调/冰箱/抽油烟机的各种功能如何使用的？最近一次使用情况？使用过空调/冰箱/抽油烟机的什么功能？是否了解其他功能？

（3）家电维修方面：对空调/冰箱/抽油烟机最近一次进行维护的情况？在空调/冰箱/抽油烟机的维护工作上家庭成员如何分工？空调/冰箱/抽油烟机的维护知识的了解渠道？

之所以会在访谈中加入对家电选购和使用上的问题，是为了将家电放在一个更为广阔的讨论空间里，避免家电的选购和使用对于受访者的维护行为有影响的数据被漏掉的情况，才能帮助我们更为全面地分析家庭中非专业人士的家居维护行为。

但是上述问题并不是在第一个采访中就都涉及到的，比如：对空调的维护工作家庭成员是如何分工的这一问题的。类似扎根理论的研究方法，通过第一个访谈我们能够得到一些试验性结论，比如：女性受访人说到都是自己在维护家电。因此在后来的访谈中就需要及时调整相关的问题来具体地验证这些结论；因此上述访谈问题的大纲是经过多个访谈之后才确定的。

在实际的访谈中，本论文涉及的问题包含但不限于上述问题。如：受访者谈及到冰箱是在半年前更换的，则下一个问题可能会是“之前的冰箱出了什么故障吗？”、“为什么会选择更换一个新冰箱？”等等。这种灵活性正是半结构化访谈所具备的一大特点[30]，它能够帮助访谈者深入地就某一个话题向受访者了解尽量多的信息，同时又不让受访者感觉到话题的突兀。

3.2.2 访谈对象选择

本文以家庭中非专业人士的家居维护为讨论核心，因此访谈对象要满足的第一个需求就是本身不是家电维修的专业人员。Meeks 在人们对家居维护和行为提升的研究中发现：职业地位较低的人相较于职业地位比他们高的人而言，对家庭中的维护行为具有更浓的兴趣，同时也更愿意提升自身的维护技巧[31]。老年人由于大多已经退休或者即将退休，所以他们正符合 Meeks 研究标准，对我们探究的话题有很多可以分享的故事，所以为了能够尽量多地获得相关数据，本论文

的首要访谈对象确定为老年人。考虑到老年人单方面的数据无法横向进行数据对比，所以本论文的第二部分访谈对象为年轻人。通过两部分年龄分层的人群的数据进行对比，我们希望能发现有趣的结果。

在访谈对象招募方面，定性研究中采样的方法多种多样，包括但不限于随机采样（random sampling）、方便采样（convenience sampling）、定额采样（quota sampling）、分层抽样（stratified sampling）。本论文采用滚雪球采样与随机采样结合的方法进行采样招募；在老年人的招募上，我们首先使用随机采样方法招募到一位符合标准的老年人，然后通过他进行滚雪球采样招募剩下的老年人；在年轻人的招募上，因为时间和精力限制，我们则主要通过随机采样的方法进行。因为滚雪球采样为主要招募方法，所以本文的研究中采样与访谈是同时进行的；这种采样和访谈同步进行的方式能够方便我们及时调整访谈对象的选择标准，如：我们通过第一个访谈发现女性在家庭维护中可能占据更重要的位置，因此在后期的招募上选择了更多的女性来验证这样的试验性结论。Bertaux 在其著作中指出当研究人员从访谈中获得的知识达到饱和（saturation of knowledge）时即可停止继续扩大样本大小[59]；“饱和”即意味着即使结论不做任何改动，对于额外的对象的情况也是符合这些结论的。以此饱和标准，我们最终招募到 8 位老年人（平均年龄 48-61 岁）以及 5 位年轻人（平均年龄 24-36 岁），他们的个人情况如表 3.1 所示（姓名已经过匿名处理），他们的个人情况如表 3.1 所示。

姓名	性别	年龄	职业状态
Liu	女	N/A	退休
Wan	女	62	退休
Wei	女	61	退休
Han	女	50-60	退休
Cao	女	50-60	家庭主妇
Che	女	50	售货员
Chen	女	52	幼儿园保育员
Chan	女	60-70	退休
Cheng	女	36	公司老板
Ren	女	33	幼儿园保育员
Wang	女	25	N/A
Wu	女	29	餐厅经理
Zhang	男	26	N/A

表 3.1 受访者基本信息表

在招募好受访者后，我们多次就家庭环境下电器设备的维护行为对老年人

和年轻人进行了访谈，在其家中通过面对面的方式根据问题提纲了解他们在日常生活中对我们关注的家电的使用和维护情况；随后为了我们还对一些年轻人进行了访谈，了解与维护相关的内容。每一场访谈的时间约为 40-60 分钟，访谈结束后为每位访谈对象提供了一份小礼物作为对他们时间和精力感谢。

3.3 数据分析

3.3.1 分析流程

本论文进行数据收集的主要目的在于发现人们在实际的维护中发生过怎样的行为以及为什么产生这样的行为，由此找出他们在维护行为中的矛盾点和模式——相较于扎根理论，这是一个对数据内容在相对较低层次上的理解——因此，本论文的数据方法采用“主题分析法”，它的主要作用是：识别、分析和报告主题/模式[24]。

在数据分析之前，我们首先将录音稿件转录成了文字稿，形成了总共 103 页、十万字左右的访谈数据稿；然后按照 3.1.2 小节的三个大步骤进行了定性数据分析。因为在先前的文献调研中我们少有发现家庭中非专业人员的家居维护研究工作，因此在这样的情形下使用归纳的方法形成最终的结论[62]。

十万字的深度访谈内容数据是巨大的，因此在主题分析法中第一步是对所有数据进行熟悉，在阅读过程中随时标注一些概念，比如对于“因为油盒装满了油就会往外滴在灶台上，这是肯定不会忘的”的数据会标注出“视觉感受（visual sensory）”这样的概念。这个过程涉及到分析员自身的经验等，同时具有很强的个人不同特性，因此在进行该过程之前是根据个人情况，反复进行这一步的，最终得到了足够用来进行第二步工作的概念集。

第二步则是针对前一步标注的概念，整理出新鲜的特征形成多个类别，比如对“视觉感受”、“嗅觉感知”等从感官上标注的概念，可以整理出一个单独的类别：感官体验（sensory experience）。进行该步骤后，就完成了对初步结论的小范围分类。

第三步建立在前两步的基础上，通过整理校对前面的编码和类别，从中归纳出一些主题和模式；在产生了部分主题和模式后，我们再一次进行了前面两部来确保与之相关的数据没有遗漏。

在多次迭代进行前三步之后，我们最后进行了对归纳形成的主题和模式的命名，于是就得到了 3.3.2 所示的结果。

3.3.2 分析结果

本小节将对分析结果进行呈现，分为维护发生的情况、维护的分工、维护知识的获取三部分。

一、触发维护行为的情况

正如所期待的那样，触发维护行为的情况里包含家电设备是否工作异常了，但是除此之外还包含着其他情况。

家电设备在正常工作状态下以默默无闻的蚯蚓的形式工作在家庭这个背景当中，直到其出现任何与平常不同的信号或状态，就会引起用户的注意，如：针对抽油烟机，我们发现当抽油烟机或厨房内出现明显的“溢出”情况时，受访者会对抽油烟机进行维护；如：Wu 肯定地说“因为油盒装满了油就会往外滴在灶台上，这是肯定不会忘的，只不过可能不一定是死死地一个月清洁一次”。类似的，空调异味或异响成为维护信号：“风吹出来的时候本来应该是静音的，但是那个时候吹风来有很大的声音，我就让酒店工程部的朋友来看”（Chen）；针对冰箱，出现冷冻室抽屉难以推回的情况则是对用户的维护信号：“我拿了东西把抽屉送回去的时候发现不怎么样容易送回去的，才想到的除冰”（Chan）。结合实例可以看出，人们对于“不得不维护”的情况的态度和处理与 Heidegger 在哲学范畴内提出的物品所处的 ready-to-hand 和 present-at-hand 两种状态的转换相吻合；当设备正常时，在人的认知中它们是背景的一部分，而当任何相关环境出现异常时，它们便成为突出于背景的问题所在。因此在一些情况下，异常使得家电设备的状态在 ready-to-hand 与 present-at-hand 中切换，且状态的改变使得人被感官引导执行了相应动作。诸如此类，受访者们向我们叙述了他们将视觉、声音、嗅觉等感官体验上的异常作为维护信号的例子。

不仅感官体验上的异常让受访者们有了维护意识，我们维护意识还和设备价值、安装环境等因素有关。受访者表示它们对购买价格昂贵的设备的维护频率比价格便宜的设备更高，并且这种价格上的比较形成的维护的不同表现表现在横向和纵向两方面：

纵向上，受访者对于家庭中价格高昂的那部分设备，不论是在使用、购买还是维护上都会花费更多的心思。对价格敏感的老年人来说，他们会在能不使用空调的时候就尽量克制自己：

“实际上我们家很难得才开一次空调，前两年儿子在外面做生意，我一个人
在家的時候，我是一次空调都没开过的”
——Wan

甚至还有出乎我们意料的故事：

“就是看天气，那天如果非常热，然后想开就会打开；毕竟安装了已经好几

年了,一年用的次数又少,还是想要打开几次来确保空调是正常的”——Wei

对 Wei 而言,空调维护成为了她使用空调的契机;正如汽车一样,长时间不使用反而会让内部老化得更快。与空调相反,抽油烟机这样结构较为简单的设备被受访者们视为便宜的设备,因此不仅在购买上更为随性,如 Liu 所说“就觉得能抽油烟出去就好了,因为这种东西本来几年就要一换,不用买的太好了”,而且在维护上也不那么上心:“以前就遇到有的人懒或者不知道怎么清洁,把抽油烟机送来修的,把油网那些拆下来之后里面的油渍积得非常厚,甚至有的人送来修的抽油烟机外壳上的油渍都非常厚”(Chan)。

横向上,受访者对于自己家庭与别人家庭中相同功能的电器会形成价格比较,而价位的优劣会影响他们对自己家庭中的设备的维护行为。Ren 告诉我们“因为我们这个空调跟她们那个相比,因为她们那个空调本来就好,我们的就是一般的空调,就没有想过除味的事”。

然而设备具有的价值是浮动的,随着设备渐渐损耗和陈旧,设备原本具有的价值不断下降,因此受访者们表示最初的维护意识与愿意采取的措施也逐渐减弱,正如 Che 和 Cao 所言:

“我觉得刚开始买回来的时候还比较勤于去清洁,现在的都不太注意这些问题了。”——Che

甚至对空调这种刚买回来时被受访者们认定为高价值的设备,在接近工作寿命时,对它的维护和关心也随之减少:

“我嫂子他们就用了空调防尘罩的,我想着我们这个空调都十几年了,旧了,以后说不定就要换了 就觉得没什么必要了。”——Cao

甚至,当必要的维护或维修费用出现时,受访者们会权衡费用与设备价值之间是否对等:

“冷冻室里不怎么冻得了了,然后问过加氟都要几百元,我们想着本来就用了十几年了,修一下加点氟都要几百,而且也不一定还能坚持多久,就不划算了,直接就买了个新的。”——Cao

除此之外,设备损耗不仅让受访者从主观上对维护行为和维护意识产生了变化,从客观层面上也造成了维护的困难,从而造成维护的减少:

“我以前还会把(风扇)支架那里螺丝解开然后把风扇收起来,现在生锈都解不开了,我就只能摆在外面,拿口袋罩起来了”——Wei

另一方面,家电设备的安装环境对于是否产生设备维护行为也是有影响的,即:设备的安装与使用环境同样影响着受访者的维护意识与设备该如何维护。安装环境的不当容易加速设备老化并造成维护困难,如 Wan 所言:

“一个是因为按在窗户上,风吹日晒,它(排气扇)是塑料的 本身就脆了;

二是因为我打扫背面 用清洁球去擦的时候往扇叶上用了点力, 然后就不小心掰断了两片。”
——Wan

Chan 也说道她之所以会高频率地维护风扇是因为她家人流量大带来的灰尘也多; 与之相反, Zhang 因为住得高对于空调的维护则不那么在意:

“没有用空调的时候也没怎么管, 因为住的楼层高, 就想到应该也没有什么灰尘, 平时窗户都关紧了的” ——Zhang

因此, 家电设备的安装与摆放环境的不同会导致其维护和损耗的不同。

有趣的一点是, 类似空调、电风扇、电热毯这样的家电具有季节特征, 因此季节变换通常会成为受访者对它们进行维护的信号。除此之外, 几乎所有受访者都标识自己曾在季节变换时进行过家电维修:

“以前我们都会把风扇的前风罩拆下来洗干净, 还是扇叶这些洗干净, 然后用口袋罩起来收起来”
——Che

然而对电热毯这样的家电进行维护时, 维护手法的选择是棘手的, 稍有不慎就容易导致安全问题:

“我们就是在天气变热把电热毯收起来的时候, 我们会跟随它的电路去摸有没有电路断了的地方, 如果没有断的地方, 就会按照电热毯出厂时候折叠的引子把它折叠起来, 而且折叠的时候也不能折叠得太死 (不然容易把线折断), 然后用比较大一点的口袋把它包装起来放在衣柜里面的最上方, 上面也不要放东西把它压着”
——Wan

Chan 则因为电热毯维护的棘手手法而不知如何是好:

“就是因为不知道, 所以想收起来但是害怕线折断了 都不敢收就一直铺在床上”
——Chan

即便是不具备非季节特征的家电, 受访者们也标识会在季节变换时维护:

“看到窗户不怎么亮了, 排气扇上也有点油了, 想着不能等到太脏来清洁, 不然工作量太大, 就彻底清洁一次, 就是差不多一个季度一次”
——Wan

“(冰箱清洁) 一个季度做一次”
——Wu

因此以季节更替作为维护行为的信号在家庭的家电维修中是普遍存在的一个特性。

除此之外, 不少维护行为都是会受到文化习俗影响的。在中国, 春节作为全年最重要的节日, 有在春节前对家庭进行过彻底清洁的文化习俗存在, 因此家电维修也作为其中的一部分进行了。多名受访者们表示会选择在春节前对家庭的电器进行一次维护:

“(最近一次清洁冰箱是) 过年大扫除的时候彻底清洁了一次。” ——Che

“第一次(清洗抽油烟机)就是那个时候刚开始要过年了, 大家都在大扫除,

然后我们也是大扫除的就是就一起清洁了一次。”

——Ren

另一方面,虽然家庭的维护呈现出较明显的社会传统影响倾向,年轻人的数据分析表明他们对于类似时间节点不一定敏感,正如以下所说:

“大扫除的时候就会清洗(空调)一次。但是这个也是我妈在操作;现在我和老公单独住,我肯定是不像她那样每年都洗一次的,我只会管外观上有没有灰尘里面的网只会在吹出来的风很明显地含有灰尘的情况下我才会考虑洗那个网。”

——Wang

综上所述,在没有明显的感官体验之下,最容易让人们进行维护工作的原因是季节变换和社会传统带来的影响。

二、家庭关系与维护

通过分析,我们发现家庭中维护工作的分工呈现不均匀分布的现象。第一,维护工作是性别化的——在历史进程中,女性在家庭中占有绝对的主导地位,所以家庭设备通常由女性使用,因此维护工作一般也由女性进行。通常情况下特定家电的维护是有固定的人负责的,这也反过来决定了谁使用得多就维护得多的现象:

“一般都是我在用(抽油烟机),清洁的话都是我。”

——Chen

“因为这个柜机过滤网矮嘛,我自己可以取,就是我取下来洗了就好了,挂机挂的高,就是他取下来,我洗,然后他再安(装)回去。”

——Cao

当然,当负责维护的人因为健康或生理限制无法进行维护时,其他家庭成员会代劳。然而,在一些情况下,即使具体工作由其他家庭成员担当,负责人也会在旁边“监工”:

“我不做这个,就是看到该除冰了我都是叫儿子或者老伴去除。因为我手不能摸冷的,不然要痛。”

——Liu

“因为这个柜机过滤网矮嘛,我自己可以取,就是我取下来洗了就好了,挂机挂的高,就是他取下来,我洗,然后他在安回去”

——Cao

第二,维护工作是年龄化的——我们的分析发现主要是家里的中老年人在负责维护工作而不是年轻一代,其中的主要原因在于中老年人多已退休,闲暇时间较多,更愿意花费一些时间在家庭的照顾上;年轻人则更专注于工作:

“因为我退休了也没什么事,家里什么杂事都是我管,又不打麻将这些的,就比较关注家里用的东西的清洁问题,所以(冰箱)清洗得比较勤。”

——Han

“没有(帮我分担这些),都是我在洗,她(女儿)工作太忙了。”

——Han

“她从来不去维护,只管用;做小太阳的清洁这些都是我做。”

——Cao

而年轻人为何对于家庭电器的维护工作参与得少的原因也在与年轻人的访

谈中有所发现：一是验证了上述的年轻人因工作和其他琐事的原因对于家电维修无暇顾及；二则是年轻一代对维护本身并不那么在意，维护工作的优先级并不靠前，不少人只要求家电“能正常工作就行”。

“主要是事情多，没有那么多空去多洗几次，然后就是也没有多在意这个东西；因为平时孩子作业多，我也就比较忙，一到了周末又想玩一下放松一下，也就不怎么管这个事情，觉得只要能够正常运行就可以了。” ——Ren

对更为年轻的已婚九零后而言，他们对于家庭电器如何进行维护也持有更加开放的态度：是否亲自进行维护活动不仅取决于自己是否有充足的时间，还会充分考虑自身意愿和知识专业度。

“我肯定是不像我妈那样每年都洗一次的，我只会管外观上有没有灰尘，里面的网只会在吹出来的风很明显地含有灰尘的情况下我才会考虑洗那个网。而且就算要洗的话，也是请专业人员来洗。” ——Wang

“实在不想自己弄就去找一个小时工帮忙搞一下，他们一般都知道怎么弄，应该也要专业一点。” ——Zhang

因此与老年人的态度对比，年轻人不仅对于家电维修更为消极，同时也更依赖他人（父母、第三方服务）完成家电维修，这其中主要的原因就是他们繁忙的工作日程导致他们跟家时间少、他们与老年人不同的生活态度以及对待生活事物优先级的不同。另一方面而言，老年人的人生阅历更为丰富，而年轻人仍旧稍显稚嫩，因此对于维护上的取舍也与人生的经历和体会有着关系。

即便是年轻一代表现出对维护的不关注，随着年龄增长与人生进入为人父母等不同阶段，家庭成员间的关联愈发紧密，成员间的关爱也影响着家电购买、使用和维护：

“生小孩之前偶尔会忘记，或者是到了该清洁的时候了但是工作比较累就偷懒了没做；但是现在都不会忘记，因为有小孩了，经常会在冰箱里放给小孩吃的东西，还是很注意这种清洁的。” ——Wu

“因为夏天虽说不用空调也可以过，但是刚刚生了小孩不久，夏天冬天没有空调对小孩子来说还是艰苦了一点，所以就也要求房东配备一个空调” ——Wu

“就是带孙子，怕他热到，就安的空调，以前我是不怕热的” ——Liu

由此可以看出，多数年龄大的受访人出现限制自己使用空调的情况，主要有几方面原因：养成的生活习惯使得自己习惯了没有空调的生活、健康问题、处于经济考虑而减少开支，但是却会为了关爱后代而积极购买并使用空调。

这种家庭成员间的关爱与照顾，是完全自愿与无私的付出，原本只是人与人之间的行为；但是却因为过程中涉及到的“媒介”物品，从而也蔓延到了对相关物品得关爱与照顾之上。

综上所述，家庭中的维护工作普遍由年长的女性负责，年轻一代对于维护工作在态度上更为随意、在执行上更多元化；而新生儿的诞生等人生不同阶段的转折点则会对年轻一代的维护工作产生积极的影响。

三、维护知识的获取

文献和访谈都发现有不少不正确的维护导致的设备损坏或无法正常工作的情况，那么在没有专业维护人员存在的家庭环境中，人们对维护技巧和知识的学习是如何进行的呢？

通过分析，我们发现受访者获取维护知识的方法多种多样，但是大致又四类：个人经验提升、社交场合、专业机构和媒体平台。

针对个人经验提升方法，它主要发生在已经普遍存在的家电，如：电视、冰箱等，因此相比较新兴的空调，受访者对冰箱维护的判断和经验更加成熟和熟练，感官也更为敏感。

“以前家里的冰箱有过异味，我觉得很难闻，所以这点记忆比较深刻。”

——Wang

“有一次我用了柠檬，结果没有用完，就把剩下的放在冰箱里，然后发现可以除味，以后就在用这个方法。”

——Liu

这种方法对于受访者有着一定的经验要求，但是却省去了他们专门去获取知识的时间。

针对社交场合方法，受访者或多或少都有通过与朋友、邻居或者亲戚的交谈、观察家人的维护行为，甚至是记忆长辈相传的经验教训来了解维护技巧的经历。这样的经验传递关系网通常是在外围意识层面进行的，即：人们对于维护知识的获取要么以直接接触电器的直接经验进行，要么以周围人使用或维护电器的间接经验进行。可以发现，这种经验的积累是无形的过程，而不是以提问的形式。

“通过老人传授的，因为只知道醋是除异味的，其他方法我就知道了。”

——Wang

“我看到儿媳妇洗过我就知道怎么洗，取哪里。”

——Wan

针对专业机构方法，我们发现相对普通人，较为专业、专业技巧和知识更丰富的相关从业人员，如：家电售货员、家电安装人员会分享一定的维护技巧和方法——正是基于这个原因，老年人在选购家电时更倾向于选择离家近的商场购买，以便于在需要帮助时返回。有趣的是，无论是售货员为了提高业绩所分享的维护知识、还是安装人员的热心提示、或者是维修人员的提醒与操作，这类相对专业的人群直接或间接提供的如何维护的知识是帮助消费者了解新兴电器或者敲响维护重要性警钟的至关重要的一环，从而为改变消费者固有的所以为的知识提供可能。

“如果直接在商场购买的话，能够保证买到的是正品，而且后来出现什么问题的话直接去商场找店员也比较方便。” ——Wan

“卖空调的有跟我说要怎么保养空调寿命才能长点 然后对身体健康好，我就知道半年洗一次，夏天用的时候洗干净，然后冬天用又再洗干净。” ——Han

“因为以前没用过冰箱嘛，卖冰箱的就介绍过；现在就知道（冰箱）该距离（墙）远点。” ——Cao

“第一次洗（空调）就是因为加氟了，我记得是买了三年之后了，加氟的师傅给我们说的还是要把过滤网清洗一下嘛，这样制冷效果才好一些。” ——Cheng

“师傅就是把（空调）盖子打开，里面的网取下来用水冲洗了之后又上回去；但是我就看到他这样清洗了，就觉得操作很简单。” ——Ren

最后，针对媒体平台方法，不论是传统的报纸上的家电版块，还是新兴的移动电视上的短小节目，有心的受访者还是从中学习到了不少关于维护的技巧；作为前一种方式的补充，媒体平台提供的知识也能为受访者带来“扫盲”式知识获取的效果，从而提供改变他们维护行为的可能。但是值得指出的是，虽然受访者表明在看到这些维护技巧时觉得恍然大悟为什么自己的维护老是达不到效果，但是在实际进行维护时能够记住并应用的技巧很少——其中一个重要的原因就是通过媒体平台发现的维护技巧通常都是偶然看见——这种外围意识主导的知识获取方法与当年轻年人喜欢的主动搜索来获取知识在访谈中形成了鲜明对比。

然而，在网络普及和社会媒体蓬勃的当下，传统媒体已然受到了不小的打压；从年轻一代身上充分可见的是大家习惯的知识获取方式已经发生了转变，不少老年人也开始学习和习惯使用“互联网+”时代的知识获取方式。因此维护知识的传播与普及也应该提供一种新的方式。

“刚好报纸上报道了一个关于空调使用的事故，然后就有讲一点应该怎么清洁、什么时候清洁的知识。……不是专门关注，只是我们每天几乎都看同一个新闻节目，偶尔就会看到这些报道。” ——Chen

“我第一次洗之前就是不知道空调要清洗，然后看到新闻介绍了说要清洗怎么清洗，然后才洗的。……最开始的时候我洗（风扇）得都没有这么勤，后来刚搬进小区不久我看到新闻，上面就说最好一个月洗一次，如果有呼吸道疾病的老人对这些更要注意，所以我就都隔一个月就会洗一次。” ——Cao

“有一次坐公交车，刚好看到车上的电视播放了冰箱除味的技巧，但是我觉得茶叶放进去不小心受潮发霉什么的不好，就用的放毛巾的方法。” ——Wei

“她以前买了个iPad，后来上班比较忙就没有用了，就拿给我用，教我怎么百度、看电视剧这些，然后我觉得这种很方便，什么东西不懂不会去百度搜就出来了。” ——Han

“我们回来又有在网上查过空调清洗小窍门。”

——Zhang

“（除味盒）是我老公在网上逛的时候看到的，这个东西用起来比用果皮那些方便，然后他就买了回来。”

——Wu

由此可见，人们的维护知识来源虽然多样，但是通常获取到的知识都是零散的，难以构成整体，因此多数人是缺乏系统的知识获取体系。同时通过分析我们发现受访者提到的维护知识获取时间都是在看电视、路途中、聊天等放松时刻而不是在维护过程中，因此他们对维护知识的获取与维护行为的结合也不够紧密，存在着维护知识的获取与维护行为的断层现象。

综上所述，人们在维护的时机选择、维护意识的强弱、维护知识的获取三大方面存在着较为统一的问题。这三方面问题虽然与本章开篇所列文献中归纳的三大方面问题相符，但是不同在于通过本论文的访谈我们将三大方面的问题细化成了具体的小问题，如果能解决这些小问题，那么至少在一定的范围内能够为人们解决部分维护的困扰——这也为本论文后续系统的设计与实现提供了线索。

3.4 小结

本章介绍了维护平台设计与实现前的工作：数据收集与数据分析。第一部分是数据收集，主要介绍了数据收集的方法、方案和实施过程。第二部分是数据分析，介绍本文采用的数据分析方法、分析流程以及最重要的分析结果的展示与解释，为第四章的系统设计和实现提供了重要启发。

第四章 家居维护劝导平台的设计与实现

基于第三章的定性实证研究和计算机劝导技术思维,本章将给出具体的系统设计方案并依次详细介绍其实现。

4.1 基于上下文感知的维护劝导平台的方案设计

通过 3.3 节的数据分析,本文发现了家庭中非专业人士在家居维护上存在的模式与问题:

- (1) 人们在季节变换时最容易进行家居维护行为;
- (2) 人们节假日这种中国传统到来时最容易进行家居维护行为;
- (3) 人们在家居维护知识的获取上存在不成体系和与维护行为脱节的问题。

由此可以看出,前两点的维护模式指出了人们最容易进行家居维护的时机,而的维护问题指出了人们在维护知识获取上的缺陷。

1.1 节末尾曾简单介绍了本平台设计的指导思维:计算机劝导技术,因此本节将基于上述定性实证研究的发现,详细介绍本文通过什么具体的劝导策略进行了方案设计。

第一,八种劝导策略中建议技术的关键核心点就是“什么时机建议用户进行家居维护”, [26]的研究表明人们在能够立刻或者短期内实现某个行为时最容易被劝导成功,上述的(1)(2)结论表明人们在季节变换和节假日到来时最容易进行家居维护行为,因此选择在这两个时机结合建议技术劝说用户进行家居维护行为。

目前的技术中移动设备因为内置多种传感器,能够较为方便地获取天气、时间上下文感知信息,从而通过计算转换成季节变换和节假日到来时信息来帮助判断两个时机。众所周知,上下文感知包括移动端的许多内容,如:地理位置、日期时间、正在进行的活动等;而上下文感知的相关研究[27, 28, 29]也已经证明这项技术的有效性。因此利用上下文感知信息被配合一定劝导方式可以实现在季节变换和节假日到来时劝说用户进行家居维护。接下来介绍劝导方式的选择。

基于上下文感知信息意味着建议技术的实现是在移动设备上进行的,而移动设备上建议技术产生的劝导信息可以体现的形式包括但不限于:短信、邮件、推送消息。最终本文选择以“推送消息”的形式作为劝导消息格式传递给用户,主要原因如下:

- (1) 数量众多。因为推送可以做到发送一次推送消息,所有开启推送消息

功能的平台用户都收到的情况，因此对于用户量大的平台而言发送一次推送消息就能实现多用户收到的情况，相比传统媒介方式而言既提升了速度，又扩大了影响范围；

(2) 能提高用户活跃度。相比短信和邮件的形式，推送消息具有“可直接响应”的特点，即：用户对感兴趣的推送消息可以通过点击它进入平台内部查看详情或者完成后续操作。这种可响应的特点因此可以提高平台用户的活跃程度；

(3) 点对点通知。首先，只有平台用户才能收到推送消息，而是平台用户这一身份就已经将对于推送消息不会有任何响应的人过滤掉了；其次，通过一定参数的设计，比如：为每个用户赋予推送 ID、为用户分组等方式，可以让特定类别的用户才收到推送消息，实现了点对点通知的作用。

综上所述，基于计算机劝导技术思维（建议技术）和定性实证研究的结果，本文首先选择计算机劝导技术的建议技术设计了基于上下文感知信息的推送消息方式在季节变换和节假日到来时劝导用户进行家居维护。

第二，除了维护时机的选择外，人们存在着维护知识获取不成体系和与维护行为脱节的问题，因此本文直接在平台中为用户提供维护知识来解决该问题。这还不够，维护知识的内容多是固定的文字，对于用户而言太过于平淡；因此本文基于计算机劝导思维，选择了定制技术允许用户对维护知识进行自己的个性化设计。[53]的研究表明在允许用户应用自己的经验的情况下，用户能够明确地为自己赋予一个角色并且在自定义的过程中充满成功与自豪感——这便能帮助激发用户内心的好奇心，从而使得用户对维护行为持有长久的兴趣。

除此之外，[63]的研究表明定制消息比通用消息在改变人的态度和行为上更有效，也就是说如果将定制技术运用在推送消息设计上能够让基于上下文感知信息的推送消息方式的劝导更加有效。

因此，基于计算机劝导技术思维（定制技术）和定性实证研究的结果，本文其次设计了个性化定制维护知识和定制推送消息的功能来增强第一个功能劝导的有效性。

第三，为了激励人们保持家居维护行为，本文基于计算机劝导技术的自我监控技术设计了比较直观可视化功能，为用户提供以图表形式展现经计算机统计后的维护数据来提高他们持续不断响应基于上下文感知信息的推送消息方式劝导的可能性。虽然 Fogg 所提出的自我监控技术监控的是人的身体或精神数据、状态，但本文中监控的是用户的维护数据，从而反映其维护状态，以此激励/刺激他们保持家居维护行为。

因此，基于计算机劝导技术思维（自我监控技术）和定性实证研究的结果，本文最后设计了维护数据可视化的功能来激励人们保持家居维护行为。

总的来说,本文基于计算机劝导技术思维(建议技术、定制技术、自我监控技术)以及日常家居维护的定性实证研究,提出了基于上下文感知信息的推送消息方式、个性化定制、可视化等支持日常家居技术维护的交互设计方案,最终实现了一个基于上下文感知的维护劝导平台并选择以空调、风扇、冰箱三种家电作为本平台的应用场景。

4.2 基于上下文感知的维护劝导平台概览

本论文提出的基于上下文感知的维护劝导平台功能分为四个层次,如图 4.1 左边所示。

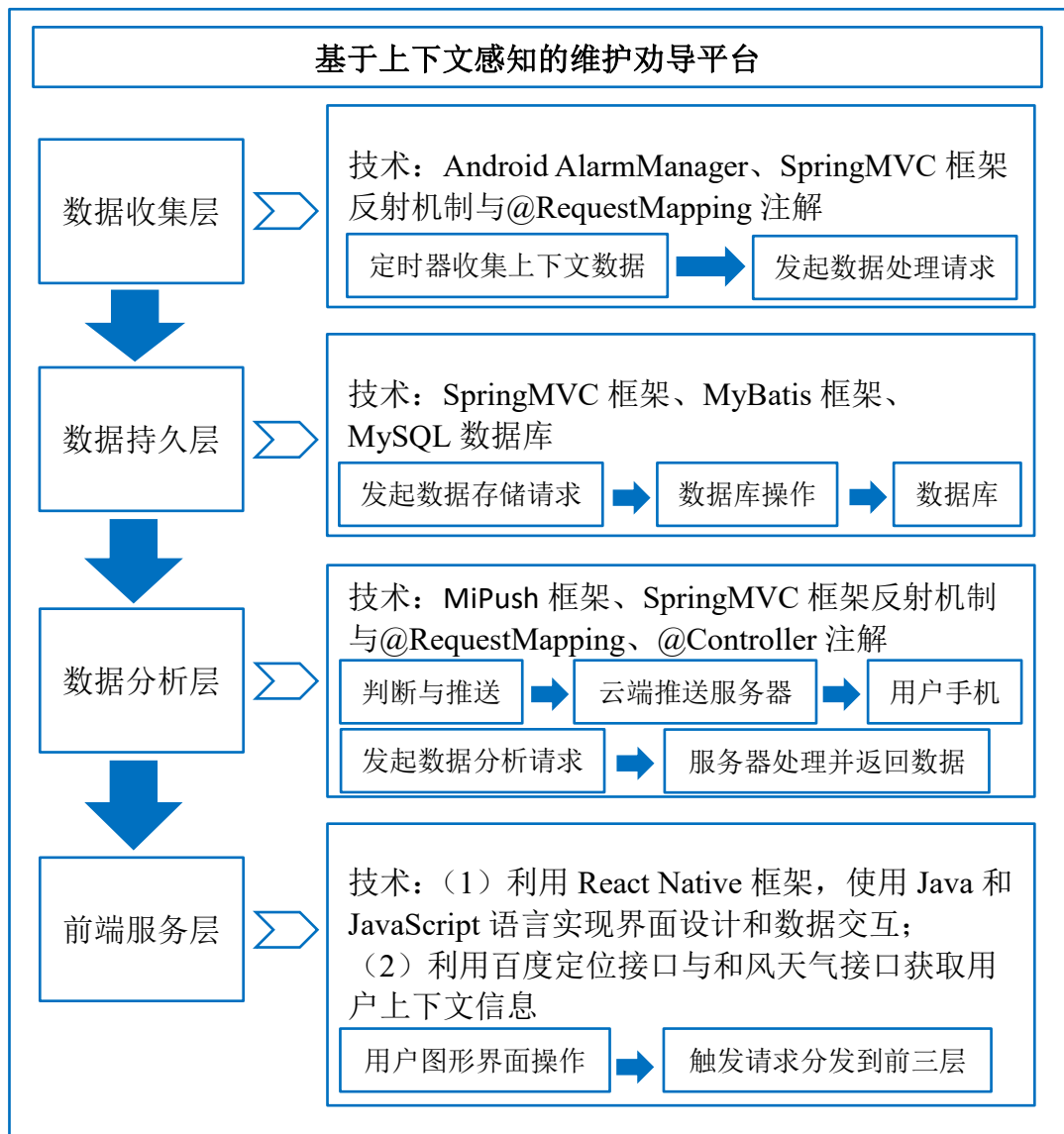


图 4.1 维护劝导平台系统框架图

第一个层次是数据收集层,其主要工作是采集本维护劝导平台进行正常工作需要的用户个人信息、用户操作数据、用户上下文信息。这一层的数据来源是

Android 移动端的定时任务提供的用户上下文信息（日历节假日、温度）以及用户在 Android 移动端进行注册、信息修改、创建/修改维护日程、完成维护行为时产生的个人信息和操作信息。

第二个层次是数据持久层，其主要工作是将上一层次收集到的三方面数据进行必要处理，形成一条条具有主键、外键和其他字段的完整的数据库表记录并插入/更新到数据库（**maintenance**）的对应表中，为数据分析层提供原始数据。由于本维护劝导平台对于信息的存储没有长度、格式等的特别需求，且不排除可能存在需要频繁操作数据库表的情况（如：用户频繁修改个人信息、维护日程等），因此使用常见的 MySQL 数据库作为这一层的存储介质既能满足存储的基本要求，又为需要频繁操作数据库而书写 SQL 语句的情况提供了便利。仅有 MySQL 数据库和 SQL 语句还无法令数据存储的过程足够健壮和安全，因此本文在待插入/更新的数据库记录和 MySQL 数据库之间还增加一层中间介质层：MyBatis 框架，用来支持需要的 SQL 语句、存储过程和数据库表与普通 Java 对象（Plain Ordinary Java Object, POJO）间的高级映射。通过在 `mybatis_config.xml` 文件中配置数据库登录信息、注册 `mapper` 文件，然后在对应的 `mapper.xml` 文件书写 SQL 语句并在需要的时候配置结果集就可以完成数据库表与普通 Java 对象间的映射。在进行数据库记录插入/更新时，为 `mapper.xml` 文件创建对应的接口 `mapper.class` 文件，然后通过 `SqlSession` 对象就能打开数据库和获取对应 `mapper.class`，最后调用其中的接口就能实现数据存储的目的。

第三个层次是数据分析层，其主要工作分为两个部分：一是利用 MySQL 数据库存储的用户个人信息、节假日和温度信息，以用户为单位，结合每位用户的节假日和天气信息判断是否达到推送条件。这一块工作以 Spring 定时任务的形式每 24 小时发生一次。二是用户在 Android 移动端发出可视化功能需求时，利用 MySQL 数据库存储的三种家电的维护历史信息、未读推送消息的处理信息生成可视化图表需要的数据源并返回给 Android 移动端进行图表绘制。

第四个层次是前端服务层，其主要工作是提供给用户图形化界面，为用户创造需要的功能的图形化接口来触发特定的操作，并在需要时将数据分析层的结果数据以可视化、文字等形式展示给用户。这一层中以用户友好的方式为用户提供了本维护劝导平台提供的所有功能，包括：注册与登录、维护提示推送、维护情况概览、未读消息处理、维护数据统计图、个人消息查看与修改、三种家电维修的详情页面（包括维护日程创建/修改/完成、维护提示信息）。

四大层次使用的主要技术与框架如图 4.1 右边所示。

接下来详细介绍本文 Android 移动端的设计与实现，以及服务器端的功能设计与实现。

4.3 基于上下文感知的维护劝导平台设计与实现

在 4.1 节中我们介绍了本文基于上下文感知的维护劝导平台的设计方案，其中涵盖了平台基于计算机劝导技术思维设计的主要功能与理论依据。本节我们将基于计算机劝导技术思维，从模型设计与实现、人机交互设计理论等角度详细说明 4.1 节的交互设计方案功能及其他功能在服务器端和 Android 移动端的实现和界面设计。

4.3.1 基于上下文感知的推送消息设计与实现

在本章的 4.1 小节中我们曾提出基于计算机劝导技术的建议技术，利用上下文感知信息的推送消息方式在季节变换和节假日到来时劝导用户进行家居维护。

那么如何根据上下文感知信息判断上述关键时间点是否到来就是关键。本论文中将结合上下文信息对上述时间点进行判断功能放在服务器端实现，并在满足推送条件时由服务器向云端发出推送请求，再由云端服务器将推送消息发送到移动端。虽然家居维护非高频率的特点使得本论文提出的基于上下文感知的维护劝导平台的推送频率并不高，但是为了保证用户能在应该收到通知推送的时候（如：季节变换时）收到推送消息，本论文使用了 Spring 框架中的定时器功能，每 24 小时进行一次相应的判断并在判断成功时创建相应推送消息并发出推送请求。在整个过程中涉及以下几方面的问题：

- （1）移动端如何获取上下文信息中用户所在地区当日的天气信息；
- （2）季节变换的标准是什么；
- （3）如何将节假日与移动端当前日期对应。

在说明以上问题的解决方案前，移动端与服务器端需要进行通信来传递用户的天气信息和日历信息是无疑的，而二者又是每日变化的，因此需要在移动端使用定时任务保证每天都向服务器端传递该用户最新的上下文信息。在 Android 系统中实现定时任务的方式有三种，其中两种是利用 Java 语言内置的定时任务和线程，其问题在于 Android 系统拥有自身不可干预的进程结束功能和随着系统升级不断提高的安全观念，这两种方式都无法完全保证移动端定时任务每 24 小时必须执行一次的需求，因此采用 Android 内置的 AlarmManager 配以对应接收器实现。

第一部分，我们介绍上下文信息中的温度信息是如何获取的以及获取成功后的后续处理步骤。

即使是手机内置的天气软件，也需要通过用户的地理位置定时从网络上获取

实时温度情况。虽然本论文对温度这一上下文信息的准确度要求不如实时天气预报那样准确，但是仍然需要获取用户的地理位置信息，然后再获取该地理位置当日的天气信息。在获取地理位置信息上，本论文采用百度地图开放平台 API：首先需要在百度地图开放平台注册获取 AppKey，然后需要在 Android 客户端的定时任务启动时自动触发的接收器中通过 `LocationClient().registerLocationListener()` 注册地理位置监听服务，然后通过 `startService(intent)` 函数向百度地图发起定位请求，等待返回的定位结果；当收到定位结果时，启动一个线程利用和风天气 API 收集当日最高温和最低温并通过网络请求存储进数据库中。我们选择每天获取城市的日最高温和最低温的原因如下：气象学上规定，入春、入夏、入秋、入冬按照日平均气温来衡量。当连续 5 天日平均气温高于 22 度时，进入气象学上的夏天；当连续 5 天日平均气温在 10-22 度之间时，为气象学上的春天和秋天；而当连续 5 天日平均气温低于 10 度时，进入气象学上的冬天。整个获取天气信息的流程图如图 4.2 所示。

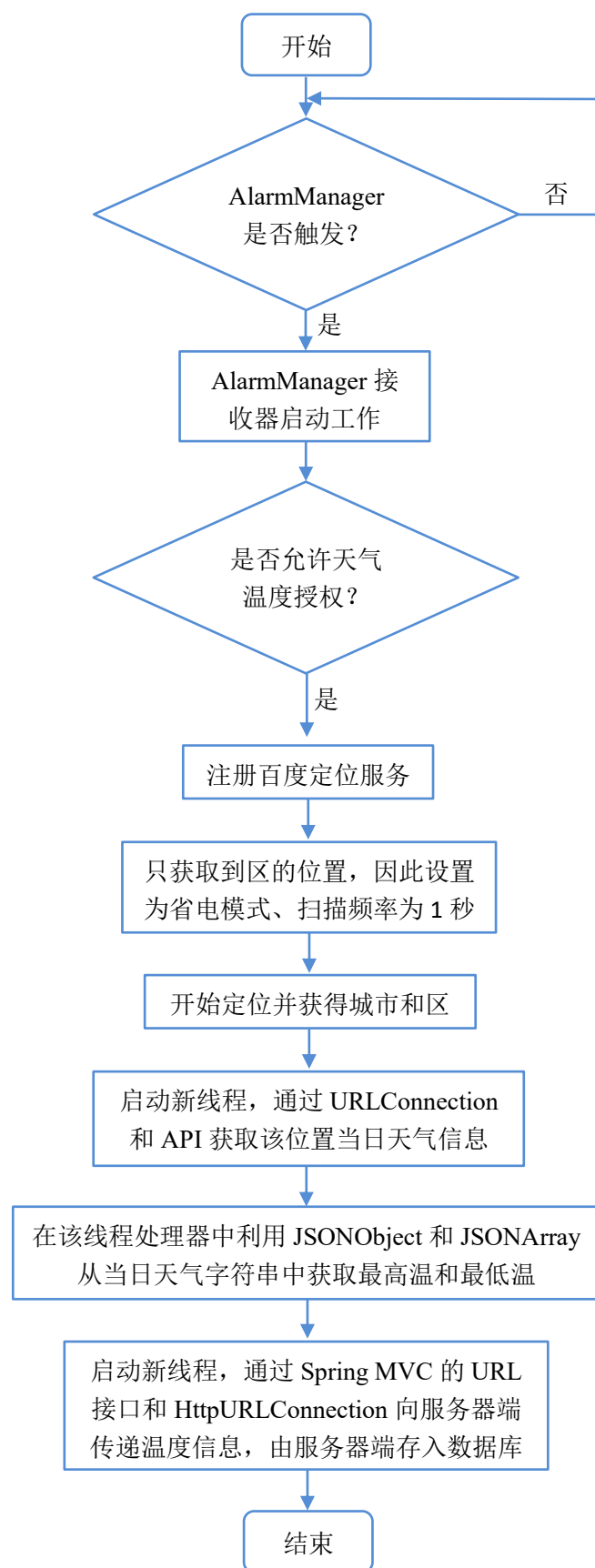


图 4.2 天气信息获取与处理流程图

第二部分，我们介绍上下文信息中的日历信息是如何获取的。

对于移动端而言，可以通过 Java 语言来获取每个用户手机系统的当前日期并通过网络请求传递到服务器端。对服务器端而言，本论文通过聚合数据 API 来获取每个月放假天数在 3 天及以上的节假日信息并存入数据库。为了将节假日数据存入数据库，需要首先对节假日进行建模，因此每个节假日模型对应的数据结构如下：

```
class Holiday {  
    private String holidayName; //节假日名称  
    private Timestamp holidayDate; //节假日日期  
    private Integer holidaySpan; //节假日放假天数  
    private Integer holidayMonth; //节假日所在月份  
}
```

因此本论文对维护劝导平台中的推送通知模型定义如下：

■ $PushMsg = \langle UserId, UserAccount, Responded, Message \rangle$

其中 $UserId$ 代表用户的唯一标识符，它与 $Message$ 共同决定了一条 $PushMsg$ 的唯一性。在平台后续的对推送通知进行增加、删除、修改都需要使用该用户标识符作为数据库操作的依赖条件。

$UserAccount$ 则代表该条推送消息面向的用户编号，在实际推送中是根据该字段进行定制化推送的。在推送系统中一旦用户首次注册成功推送服务会得到一个唯一标识该手机的 $RegId$ ，可以基于 $RegId$ 进行一对一推送；但是在实际推送中本论文基于 $UserAccount$ 进行一对多推送，原因在于以下两点：

(1) 基于 $RegId$ 只能满足一条推送消息推送给唯一一个用户，但是现实是用户常会因为各种原因更换手机，因此基于 $RegId$ 推送不仅会因为推送给过期的 $RegId$ 而占用资源，也不够灵活；

(2) 基于 $UserAccount$ 可以使得一个家庭只注册一次账号，但是在各个家庭成员的手机上都可以登录并接受推送消息；这种 1:n 的优势是基于 $RegId$ 推送无法实现的，也增加了劝导的成功率。

$Responded$ 的作用是标识用户是否对该条推送消息做出了响应（即：创建日程），其值用来在移动端做可视化功能时使用。

$Message$ 是一个集合，涵盖一条推送消息的所有信息，其中包括推送消息的标题、内容、维护类型、推送时间属性，因此， $Message$ 的定义如下：

■ $Message = \langle MsgTitle, MsgContent, MsgTime, MsgType \rangle$

为了将一个 $UserId$ 与多个 $RegId$ 绑定，同一个 $UserId$ 用户，不论在哪部手机上注册推送服务，都只会获得同一个 $UserAccount$ 值，从而实现一个 $UserId$ 与

多个 RegId 绑定的目标。为了使 UserAccount 值在用户名不变的情况下保持一致，本论文中 UserAccount 的取值方式未“userAccount+userId”的形式。因此我们将通知推送模型的数据结构设计为如下：

```
class PushMsg {  
    private Integer id;  
    private Integer userId;  
    private String title;  
    private String description;  
    private String dateTime;  
    private String pushType;  
    private Integer responded;  
}
```

要实现实时的通知推送功能，必须在云端与 Android 客户端间建立一条稳定且可靠的长连接，因此本维护劝导平台的通知推送功能借助小米推送平台来实现。首先必须在推送平台中注册相应的应用信息、提供应用包名来获取唯一的 AppID、AppKey 和 AppSecret；其次需要在移动端的开发代码中加入相应的开发包来对每个用户形成一个长连接。

为了便于未来将代码移植到 IOS 平台，本论文在移动端的实现上采用了 React Native 框架，它通过统一使用 JavaScript 语言做到了代码一次编写、多次复用的跨平台（Android 平台和 IOS 平台）特性，由此减少了代码重复编写的可能，也弥补了传统 Android 开发和 IOS 开发之间巨大的鸿沟。即便如此，仍然存在少量需要直接与原生平台通信的功能，这里的推送服务注册就是一个；其过程如下：

首先，在应用根活动页面（MainActivity.java）的 onCreate() 函数中通过 registerPush() 对推送服务进行远端注册，以此确保启动推送服务。其次，为了在每个用户与云端之间建立长连接，需要在用户登录成功后通过 setUserAccount() 来建立长连接，此后服务器会根据设定的 userAccount 进行推送。但是登录、首页等页面都通过 JavaScript 语言编写，因此为了进行跨语言通信，需要对 setUserAccount() 和其他可能用到的函数进行封装、注册等步骤，代码如实现 4.1 所示：

实现 4.1：Java 与 JavaScript 跨语言实现推送注册

```
public class MiPushModule extends ReactContextBaseJavaModule { //封装模块  
    @Override  
    public String getName() {  
        return "MiPushModule";  
    }  
}
```

```
    }  
    @ReactMethod  
    public void setUserAccount(String userAccount) {  
        MiPushClient.setUserAccount(context, userAccount, null);  
    }  
    @Override  
    public void unRegisterPush(Context context) {  
        MiPushClient.unregisterPush(context.getApplicationContext());  
    }  
}  
  
public class MiPushReactPackage implements ReactPackage { //注册模块  
    @Override  
    public List<ViewManager> createViewManagers(ReactApplicationContext  
reactContext) {  
        return Collections.emptyList();  
    }  
    @Override  
    public List<NativeModule> createNativeModules(ReactApplicationContext  
reactContext) {  
  
        List<NativeModule> modules = new ArrayList<>();  
        modules.add(new MiPushModule(reactContext));  
        return modules;  
    }  
}  
  
public class MainApplication extends Application implements ReactApplication {  
    @Override  
    protected List<ReactPackage> getPackages() {  
        return Arrays.<ReactPackage>asList(  
            new MainReactPackage(),  
            new MiPushReactPackage(),  
            .....);  
    }  
}
```

}

推送服务注册并开启成功后，未来的工作就是推送的判断。推送消息发送的判断与产生发生在服务器端，为了及时向云端服务器提交推送请求，本论文利用 Spring 定时器每 24 小时触发一次定时任务进行推送判断，并在符合推送条件时生成推送消息并发送。整体的流程如图 4.3 所示。

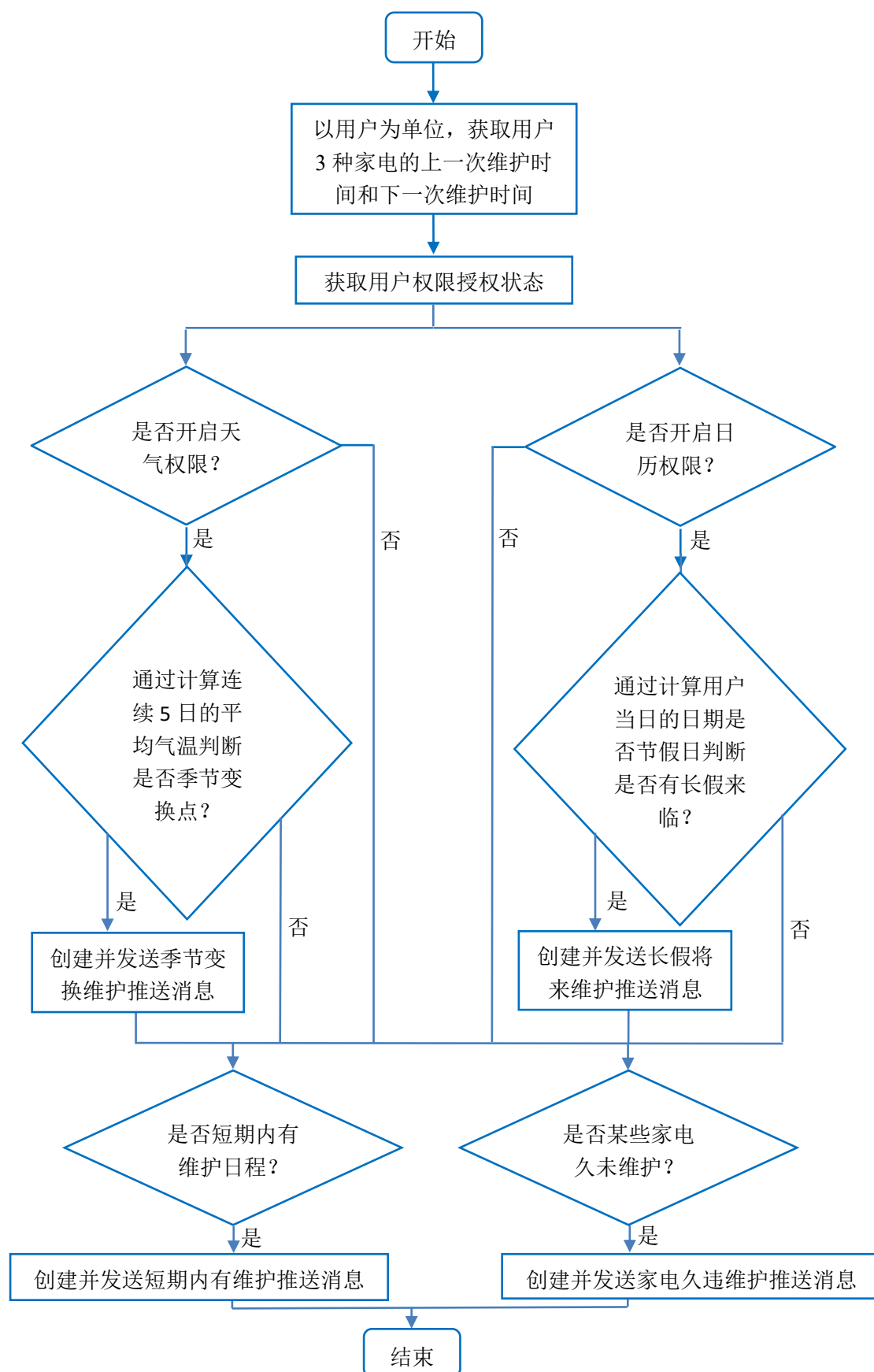


图 4.3 服务器端判断流程图

可见推送消息的发送时机除了基于计算机劝导技术设计的在季节变换和节假日到来时进行推送,还包括近日有维护日程和家电设备久未维护的推送,主要原因是从未来工作和便利性方面考虑的,具体如下:

(1) 家电设备久未维护推送的目的在于为未来将进行的用户维护行为比较提供依据。在 4.3.3 节我们将介绍可视化图表,其中会涵盖空调、风扇、冰箱、日历权限、温度权限五大维度下服务器推送量与用户响应量的关系,该项推送归属于空调/风扇/冰箱范畴,而本文的核心推送是归属于日历权限和温度权限的;日历权限/温度权限与空调/风扇/冰箱之间又有部分推送量与响应量的重叠,因此将上述五大维度划分为空调/风扇/冰箱与日历权限/温度权限能够通过数据分析提供更深入的见解。

(2) 近日有维护日程推送的目的则在于便于用户及时修改日程安排。

为了实现针对空调、冰箱、风扇三种场景的各种可能触发通知推送的情形,需要首先对每位用户的相关场景下的维护情况进行记录,空调/冰箱/风扇模型的数据结构如下所示:

```
class Air/Fan/FridgeInfo implements java.io.Serializable {  
    private Integer userId;  
    private String userAccount;  
    private Timestamp air/fan/fridgeLastTime;  
    private Timestamp air/fan/fridgeNextTime;  
}
```

在有了上述必需信息的前提下,本论文实现推送判断如下算法 4.1 的伪代码所示。

算法 4.1: 基于用户上下文的推送判断

输入: *userId*: 用户 ID

输出: 无

过程:

```
1. for userId in userIds do  
    Map<String, Timestamp> lastTimes = getLastTime(userId); //从数据库获取  
    Map<String, Timestamp> nextTimes = getNextTime(userId);  
    String city = getLocation(userId); //获取用户地理位置  
    if (isTempOver(city)) do  
        pushRequest(userId);  
    end if  
    if (isLongUncleaned(lastTimes.get("air/fan/fridge"))) do
```

```

        pushRequest(userId);
    end if
    if (isHolidaySoon()) do
        pushRequest(userId);
    end if
end for

```

依次介绍一下 4 个主要判断函数的逻辑。

`isTempOver()` 函数用来判断是否达到季节变换的临界点，其中需要获取数据库中最近 5 天的日最高温和最低温，计算平均值，并按照 4.3.1 节中所述的气象学中季节变换条件进行判断。

`isLongUncleaned()` 函数用来判断空调、冰箱、风扇是否长期未清洁。按照前述的设计，本函数将用户关闭维护日程（在图形界面点击“完成”按钮）这项操作的结果作为依据，在空调、冰箱、风扇长时间未维护时触发通知推送服务。通过第三章的数据分析，我们发现对空调和风扇这样使用具有季节性的家电，受访者对他们的维护也是季节性的，那么当季节多次变换而服务器端没有完成相关维护的记录，就触发空调、风扇久未维护的通知推送服务；而对冰箱这样每天需要的家电，数据分析的结果表明受访者会按照季节变换对它进行维护，那么当季节多次变换而服务器端没有完成相关维护的记录时，就触发冰箱久未维护的通知推送服务。

该函数具体实现伪代码如算法 4.2 所示：

算法 4.2：长期未清洁的推送判断

```

boolean isLongUncleaned() {
    long now = System.currentTimeMillis(); //将上下文感知的时间转为系统时间
    long lastTime = getLastTime(userId).get("air/fan/fridge"); //从数据库获取
    if ((now - lastTime) >= 6 months) {push("air");}
    if ((now - lastTime) >= 5 months && lastTime around May) {push("fan");}
    if ((now - lastTime) >= 3.5 months) {push("fridge");}
}

```

类似的，`isMaintenanceSoon()` 函数用来判断近期内是否有空调、风扇、冰箱的维护日程，具体实现伪代码如算法 4.3 所示：

算法 4.3：即将有维护日程的推送判断

```

boolean isMaintenanceSoon() {
    long now = System.currentTimeMillis(); //将上下文感知的时间转为系统时

```

间

```

    long nextTime = getNextTime(userId).get("air/fan/fridge");
    if (now > nextTime) {return false;}
    if ((now - nextTime) == 1) {push();}
}

```

isHolidaySoon()函数用来判断是否到达节假日的临界点，其中需要从数据库获取当月的节假日情况并结合用户上下文信息中的日历信息进行判断，具体实现伪代码如算法 4.4 所示：

算法 4.4：节假日的推送判断

```

boolean isHolidaySoon() {
    long now = System.currentTimeMillis(); //将上下文感知的时间转为系统时
    间
    List<Holiday> holidays = getHolidays(); //从数据库获取当月节假日信息
    for (Holiday holiday : holidays) {
        if (holiday.getHolidaySpan() >= 3) {
            Timestamp date = holiday.getHolidayDate();
            if ((date - now) == 3) {push();} //在节假日来临前三天触发提醒
        }
    }
}

```

至此，一旦服务器产生了推送服务请求，建立了长连接的用户就能收到通知推送了。以推送给某个用户 A 为例，当产生推送需求时，服务器端应该构建通知推送消息并发送给云端服务器，实现代码如下：

实现 4.2：推送消息的构建与发送

```

PushAction.sendMessage(String uAccount, int type, int userId) throws Exception {
    Constants.useOfficial();
    Sender sender = new Sender(AppSecret);
    Message message = buildMessage(type, userId);
    Result result = sender.sendToUserAccount(message, uAccount, 5); //重试 5 次
}

private Message buildMessage (int type, int userId) throws Exception {
    //根据 type 构建不同的消息，以下为统一代码，参数在实际中不同
    Message message = new Message.Builder()
        .title(msgTitle).description(msgContent).payload(msgContent).restrictedPackageNa

```

```
me(“注册时填写的包名”)
.passThrough(0) //通知栏消息形式
.notifyType(-1) //默认方式
.notifyId(number) //保证通知栏能显示多条消息
.extra(Constants.EXTRA_PARAM_NOTIFY_EFFECT,
Constants.NOTIFY_LAUNCHER_ACTIVITY)
.build();

return message;
}
```

综上所述，用户可能收到的推送消息如图 4.4 所示。



图 4.4 移动端收到的推送消息类型

4.3.2 个性化定制的设计与实现

如 4.1 节所述，基于计算机劝导技术的定制技术设计的个性化定制功能包含推送消息内容的定制和维护知识个性化两个方面，下面将依次进行详细介绍。

首先介绍推送消息内容的个性化定制设计与实现。

Dourish 等学者在对人机交互设计的研究中提出如果从更广阔的维度来看计算机劝导技术的“劝导”作用相同：劝导是在利用技术说服个人与大环境下其他人的行为一致[58]。因此在本论文讨论的维护场景下，如果推送消息能够在内容中体现某个用户与其他用户在维护行为上的一致性/差异性有多高，那么以人是群居的这一事实，这种群体归属感更容易刺激到用户，从而提高劝导的成功率。

比如：告诉用户有 70% 的用户选择和他在同一天维护空调，会比直接告诉他在这一天该维护空调了更具说服力。

因此，本文基于上述理论在近日有维护日程的推送消息中统计了与用户选择同一天进行维护的人，如图 4.4 第三条消息所示。[63]的研究表明定制消息比通用消息在改变人的态度和行为上更有效，因此基于计算机劝导技术（定制技术）思维，这种推送消息定制化的操作能够帮助提高基于上下文感知的推送消息劝导方式的劝导有效性。

另一方面，目前的推送消息内容多以文字的形式体现，这种司空见惯的组织形式已经让用户知道推送消息涵盖的数据模式，而这种前意识（pre-attention）从心理学角度会在人的潜意识中成形，就像人能一瞬间在广阔的画面中找到桌子等物品一样——在用户能够有意识地对推送消息内容进行判断之前，其潜意识就做了所有的工作了。利用完形心理学家（Gestalt psychologist）在 20 世纪早期提出的格式塔准则（Gestalt Principles）中的“相似性”，人总能在相同时间内从一堆红色圆点中找到异常的蓝色圆点[57]；因此如果在推送消息的文字中加入数字或者简单的表情符号，能够让人在潜意识中就关注这些数字和表情，进而激发人对推送消息内容的好奇心。

因此，本文在节假日到来的推送消息中添加了表情，如图 4.4 第一条消息所示。

接下来介绍维护知识的个性化定制设计与实现。

用户收到推送消息后，如果点击消息就会进入到对应的维护页面，如图 4.5 所示。



图 4.5 推送消息响应页面

图 4.5 所示的详情页面主要功能分为两块：

(1) 用户未来最近一次家电维修的时间选择以及创建、取消、完成该维护日程的按钮；

如果用户已经创建过该家电的维护日程，则会在日期选择框中看见之间设置的日期，此时用户可以选择提前完成日程或者更改日程日期；如果还未创建该家电的维护日程，则会在日期选择框中看见提示文字，此时用户可以选择未来的日期来创建日程，

(2) 包含维护提示、步骤信息和用户自定义操作的维护知识。

尽管两部分内容可以看做是一前一后的步骤顺序，分成两个页面进行也完全没问题；但是两个页面就意味前一个页面至少需要提供下一个页面的入口——这无疑增加了用户操作。人机交互的研究表明应用的设计应该尽量满足 80% 的工作能够在一个页面完成，而不需要上下文切换[57]，并利用格式塔准则的邻近性原则（proximity）[57]将两个功能放在界面的上下部分。但是手机屏幕的长度有限，而维护步骤通常较为繁杂，因此在不滚动屏幕的情况下很难保证能够完全显示下面的步骤信息——因此我们有两个选择：一是使两部分内容紧凑，尽可能地一次性显示更多的信息；二是按部就班在该有间隔等样式设计的地方放入间隔。本论文中我们选择后者，因为页面大小虽然是固定的，但是足够的空白从心理学角度能让用户觉得不压抑、镇静和尊严[57]。

对于界面的上部分，创建、取消按钮是与日程相关的，因此和日期选择框放在同一个闭包中；而完成按钮虽然按照思维应该放在步骤之后（即：页面最下方），

但是格式塔原则的相似性原则（similarity）指明形状等相似或相同的东西会被用户主动关联起来，因此在布局上同创建和取消按钮放在一起。对于界面的下部分，我们选择将步骤按条列出来并配上相对罗马数字，中国人更熟悉的阿拉伯数字以便于用户能快速准确地扫视[54]。即便如此也无法摆脱步骤就是一堆文字的事实，但事实上每个步骤都是有重点的，因此我们选择将步骤中的重点信息再辅以图片，并在图片上标注重点信息的方式形成视觉冲击来帮助用户迅速抓住核心信息。

维护内容以文字和图片的方式提供，但它们对于每个用户而言都是一模一样的；[53]的研究表明在允许用户应用自己的经验的情况下，用户能够明确地为自己赋予一个角色并且在自定义的过程中充满成功与自豪感——这便能帮助激发用户内心的好奇心，从而使得用户对维护行为持有长久的兴趣。因此本文在步骤的最下面基于计算机劝导技术思维的定制技术加入用户自定义操作的交互式设计，允许用户自己根据经验和心得对步骤进行修改。当用户选择进行自定义操作，可以接着选择对哪一个步骤进行修改，如图 4.6 所示。



图 4.6 维护知识自定义

4.3.3 可视化功能的设计与实现

为了激励人们保持家居维护行为的积极性，本文基于计算机劝导技术的自我监控技术设计了可视化功能，将用户一段时间内的维护数据以直观的图表形式呈现，辅助用户了解自己对家电设备的维护情况。该可视化功能中我们从 3 个角度来设计：

(1) 服务器推送与用户响应的比较: 统计一段时间内服务器发送的推送消息数量与用户响应的推送消息数量, 原型如图 4.7 所示。图 4.7 中以 6 种不同颜色代表了近三个月的时间内每个月中服务器发送的推送消息与用户响应的推送消息, 每个月的推送与响应数据放在一行内。直方图中如果代表服务器的长条(图例的左边三种颜色)比代表用户的长条(图例的右边三种颜色)越长表明用户的响应与期望的响应差距越大, 通过这种直观的方式能够让用户看到自己的操作与期望操作之间的差距, 从而利用认知失调理论令用户产生不舒适, 进而促进用户更多家居维护行为的发生。反之, 如果代表服务器的长条(图例的左边三种颜色)与代表用户的长条(图例的右边三种颜色)长度相似, 则表明用户的响应与期望的响应基本相符, 意味着用户基本积极地响应了每一条推送消息, 从而促进用户家居维护行为的保持。因为不同用户可能习惯从不同格式的图标中了解信息, 所以我们为用户提供直方图和折线图切换的操作, 以此改变数据的格式;

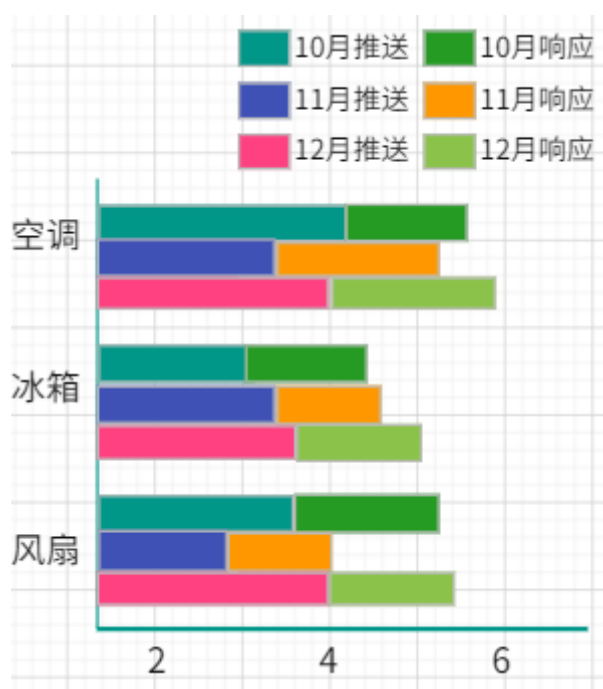


图 4.7 推送与统计比较原型图

(2) 当用户对本小节所述的 2 种权限发生授权变化后, 比较服务器推送与用户响应之间的差距: 原型同样如图 4.7 所示。因为我们在用户进行授权变更时通过明确的提示信息告知了用户其授权变更意味着什么功能的增加/缺失, 因此我们认为用户的授权操作是为了其更好地实施维护行为而服务的; 所以理想情况下, 授权变更后服务器推送与用户响应的长条间的差距应该比(1)中的差距更小。同时我们为用户提供两种自定义的操作, 让用户自己选择看哪个权限改变, 以此改变这张图标的数据复杂度, 使用户关心的数据更突出。

此外, 该表中会涵盖空调、风扇、冰箱、日历权限、温度权限五大维度下服

务器推送量与用户响应量在授权变更前后的关系，其中日历权限/温度权限与空调/风扇/冰箱之间会有部分推送量与响应量的重叠，因此将上述五大维度划分为空调/风扇/冰箱与日历权限/温度权限两组能够反应如下问题：日历权限/温度权限的推送与响应关系反应的是用户对于本文基于计算机劝导技术的条件技术和上下文感知在季节变换和节假日到来时的推送的响应，而空调/风扇/冰箱则涵盖了用户对本文其他推送（久未维护、短期内有维护日程）的响应，由此可以反应出两大类别的推送对用户的意义。这一工作放在未来工作中可以进一步优化推送类别，详细见第六章。

（3）利用“完成”按钮统计用户近六个月内对三种家电设备的维护数据，进行横向（家电）和纵向（时间）比较：从横向来看，对维护数据的统计能够反应用户对三种家电设备维护的重视情况，让其看清自己对哪种家电做得不够充足；从纵向来看，对维护数据的统计能够反应用户在一段时间内对某种家电的维护情况的走势。同时我们为用户提供几种自定义的操作，让用户自己选择看哪个家电的维护情况；因为用户的目的总是一致的，即：只想看自己关心的数据[57]，因此当用户通过过滤器选择只看某种家电的数据时，我们对该家电的直方图进行特别处理，如图 4.8 所示（实际使用中，直方图会因为没有对应维护数据而空白）。



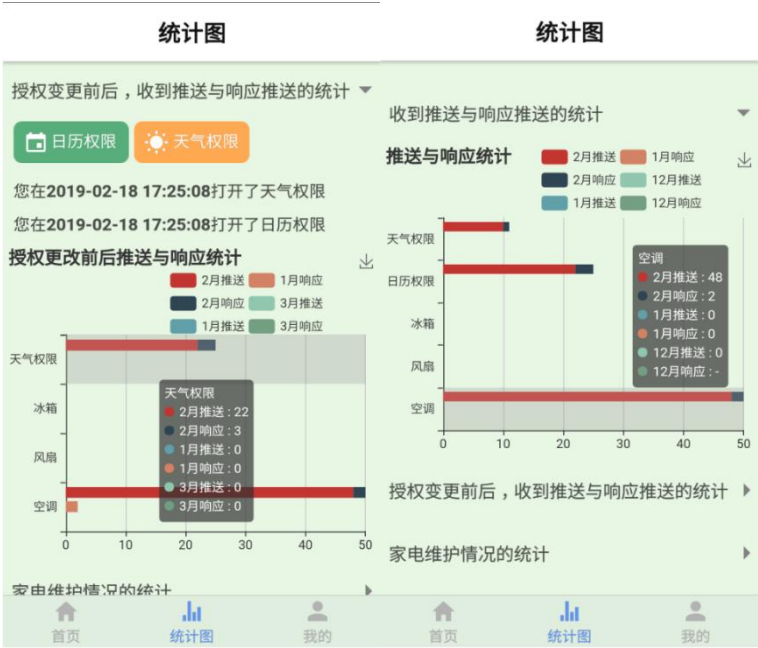


图 4.8 移动端应用可视化功能

利用格式塔原则的相似性原则（similarity）我们将这三种可视化展示放在同一个界面中，但每一个图表都反应的是不同方面的维护情况，因此通过折叠面板将每个图表封闭，并在用户需要查看它时展示。

4.3.4 其他功能的设计与实现

一、注册功能的设计与实现

人机交互领域最重要的核心就是“人”，因此必须针对用户的特点和行为进行分析，归纳出需要收集的用户信息。但是这些信息不是越多越好，过多地收集无用信息不仅增加移动端与数据库通信的开销，造成用户资源的浪费以及潜在的安全问题，也意味着：当大量的用户输入延长了注册所需的时间，但是用户却在此过程中没有享受到该应用带来的任何好处，用户很快就会觉得受挫甚至直接抛弃该应用[54, 55]；因此收集用户的必需信息和平台在未来工作中可能需要的信息即可。同时，整个平台的主要功能是劝导目标人群执行目标行为，因此将删减原则应用该功能中，减少边缘功能的操作繁琐度，对于平台的劝导功能得到发挥效果的机会是至关重要的。在本文设计和实现的基于上下文的维护劝导平台中，我们将用户建模为一个简单的二元组：

■ $UserModel = \langle UserId, Persona \rangle$

其中 $UserId$ 是用户的唯一标示属性，在后续所有与用户相关的增加、更改、删除、查询操作中都需要使用该属性作为数据库操作的外键（即：将操作与某个用户关联起来）。

Persona 是一个集合，代表用户的个人信息，包括必须的用户名、密码、性别、家庭住址。在本文的平台中，我们不重复设计用户名与昵称两个信息字段，而是直接以用户的手机号码作为用户名，目的在于为未来探究多种推送方式的有效性对比提供可能。用户名和密码作为用户登录平台的验证信息和平台提供用户对应的资源的前提是必不可少的信息，而性别与家庭住址的提供则是为未来工作提供接口，详细内容将在第六章介绍。

基于该用户模型，在实现过程中我们将其转化为如下数据结构：

```
class User {  
    private Integer userId;  
    private String username;  
    private String password;  
    private String sex;  
    private String address;  
}
```

只决定从用户处收集什么信息还不完整。众所周知，移动应用的易用性(ease-of-use) 是用户评判应用的核心指标，但是让用户在信息收集过程中感觉到这是一个身心愉悦的过程则还具有更深层次的含义：参与度[56]。这种参与感能够使他们感觉到是自己在实际掌控整体流程而不是平台在主导他们[54]，因此为了帮助减轻用户的负面情绪，提升他们的参与感与愉悦感，我们在注册界面加入了以下设计元素：

(1) 微交互，即：及时地向用户提供前一字段填写的内容的有效性，并给出有效的错误、如何修改信息[56, 57]；这样不仅可以帮助最小化用户输入，也可以提升可用性[52]；

(2) 明确的用户操作，即：向用户提供明确的操作通道（如：注册按钮、取消按钮），而非让用户的输入触发操作；这也能帮助用户回顾输入的内容[54]；

(3) 视觉边界，即：用户输入区域都是有界的，但并不应该是千篇一律的有边框矩形输入框。在本文的平台中，我们 11 位数字组成的手机号码作为用户名属于长输入的范围，尽管中国大陆没有在手机号码中使用分隔符的习惯，但是在注册场景下，为了方便用户检查输入和更清晰地展示用户输入，应该以“XXX-XXXX-XXXX”的格式对用户名输入区域进行设计[54]；

(4) 视觉交错，即：不少应用或软件中表单的输入提示文字与输入内容的样式在视觉上并无区别；而人是视觉动物，这种别无二致在用户进行输入检查是一种负担。因此本文的平台中我们利用视觉交错将二者区分开来。

因此,基于上述设计,本维护劝导平台的注册界面经过实现后如图 4.9 所示。

图 4.9 注册与登录界面

二、权限控制功能的设计与实现

4.3.1 节所述的推送功能依赖了不少移动端的权限设置,如:日历信息;尽管用户会觉得使用能够自动获取信息的应用很方便,但是他们同时也希望对应用能够获取什么信息拥有自己的控制权[55]。在大数据环境下,数据背后的意义可以不断被挖掘,因此通过用户授权获取的信息除了可能被泄露外,也可能通过数据挖掘获得更多个人信息,所以让用户拥有对个人隐私信息的绝对控制权是必需的。用户对应用的控制范围越宽,他们对应用的满意程度就越高[54]。同时这作为计算机劝导技术中道德问题的一个范畴[25],是需要被关注的。虽然在目前的平台功能和设计上不存在监控技术中数据共享的问题,但是上下文信息(尤其是地理位置)是暴露用户隐私的一大主要信息,我们需要为平台因此我们在设置界面加入了“权限控制”选项,允许用户对以下权限进行开关控制:

(1) 日历信息获取,(2) 温度信息获取。

但是可控制的权限信息与本文提出的基于上下文感知的推送消息劝导功能是紧密相关的。当用户关闭了所有权限信息时,本文基于计算机劝导思维和定性实证研究设计的基于上下文感知信息的推送消息劝导功能就不再存在;一旦这种情况发生就意味着本文提出的平台与市面上已有家居维护平台相比失去了竞争对比力(详见 5.1 节)。同时,用户也可能只考虑到信息安全的问题,在选择关闭权限信息时并不完全明白切换操作背后意味着什么,因此我们在切换操作时拟加入提示文字向用户阐明其当前操作与应用的什么功能相关、会导致什么结果;为

了不让用户感觉到压迫，我们将语言精练并配合礼貌用语，如图 4.10 所示。

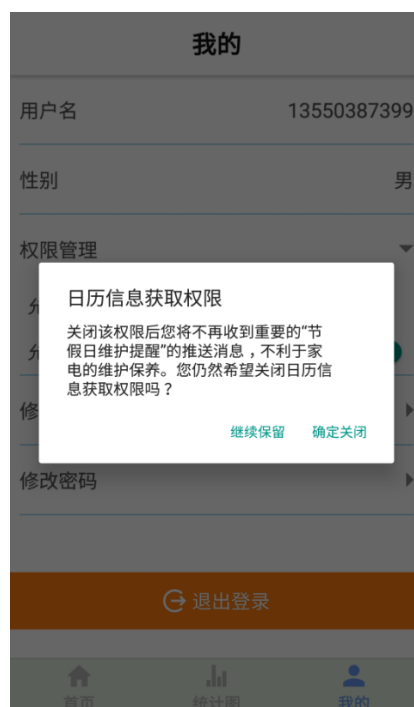


图 4.10 权限更改提示语

另一方面，出于种种原因，用户并不一定每一次都对收到的推送消息做出了响应，因此我们在首页设计了未读消息展示的功能，并配合可视化功能方便用户掌握自己的维护情况。应用的首页如图 4.11 所示。对于经常不响应推送消息的用户而言，其未读消息可能非常多，如果将所有未读消息直接展示在首页，会导致页面杂乱无章而分散用户的注意力，所以我们利用格式塔原则的封闭性原则（closure）[57]使用折叠面板的设计将未读消息放进一个闭包中并默认隐藏家电的未读消息，只在用户点击对应家电的图片时展示该家电的未读消息。



图 4.8 移动端应用首页

4.4 小结

本章主要介绍了本文基于计算机劝导思维和定性实证研究提出的基于上下文感知的维护劝导平台的方案设计以及具体实现。第一部分是基于计算机劝导技术思维说明的设计方案，包括基于上下文感知的消息推送方式、个性化定制、比较直观可视化等。第二部分整个维护劝导平台的技术概览和流程介绍。最后介绍了设计方案和其他功能的具体设计与实现。

第五章 家居维护劝导平台评估

前面几个章节分别从问题阐述、数据收集与分析、系统设计实现等方面详细描述了本论文提出的维护劝导平台的设计与实现。但是平台与已有家居维护平台相比具有什么不同,以及在实际的使用中是否能够达到在系统设计前预期的目标、解决上述所提及的问题、适度改善家居维护这一问题的现状,这需要我们进一步的验证和评估。鉴于上述目标,我们决定在正式将平台发布到应用商店之前首先对平台的创新性进行验证,然后进行系统可用性调研,来帮助我们发现一些错误和问题,探究本平台所使用的劝导技术和设计在实际应用过程中对用户的潜在影响力有多高,验证本平台可用性的高低。

5.1 创新性论证

首先,基于计算机劝导平台的文献调研和研究,本文首先制定了对家庭中飞专业人士的设备(家电)维护进行定性研究的工作方案,这一点相较于人机交互领域以往的研究是一大创新点。根据 2.1 节对人机交互领域维护的研究文献调研,本文发现目前人机交互中对维护的研究集中在工作场所和专业人员的维护研究上,而工作场所中的维护也多由专人(车库维修工、道路养护员等)进行,这些人通常通过各种方式(自我学习、专业班、多年经验、训练)都具备对某个设备领域的专业知识,他们非常清楚设备的工作流程是什么、设备的哪个部件关系着设备的什么状态等。但是在本文研究的家庭中的家居维护中,家庭中的大多数人都是不具备专业知识的非专业人士。可见人机交互中针对家庭中非专业人士的家居维护研究还是较少的。因此本文所研究的针对家庭中非专业人士的家电维修的工作具有一定的创新性。

其次,本文从家庭设备维护、劝导技术、上下文感知三个方面两两结合进行了文献调研,有如下发现:

第一,存在大量研究对家庭设备的能源节约进行计算机劝导技术研究的,如:[64]是从早期对能源消耗的潜意识反馈(subliminal feedback)能够为能源相关的选择上创造更多可选项出发,研究潜意识反馈是否总是对人的选择会产生影响以及是否需要劝导技术的激励、人才能实现某个目标。[65]则从降低电力消耗研究的角度,首先论证了以往文献单纯地提供实时反馈或者干预用户的做法并没有点燃反馈机制应该是什么的问题,然后设计了四种反馈机制进行劝导效果的验证。

第二,研究上下文感知劝导的研究也不少,有的是从推荐的角度研究上下文

感知对音乐推荐劝导来满足用户短期内的音乐需求[66]，有的是从心理学理论的角度来探究解释水平理论应用于移动劝导中的可能场景[67]，还有的则从实例应用的健康管理场景触发，研究上下文感知和社交劝导对自我健康管理的影响[68]等等。

可以发现，不论是基于上下文感知、还是计算机劝导技术的研究，目前都还少有将两者运用到家电维修上的文献。

最后，在 2.2 节曾介绍了目前国内外市场上存在的一些维护应用。接下来结合其功能与本文的维护劝导平台对比来论证创新性。

通过 2.2 节的介绍，与本文的维护劝导平台功能设计角度类似的是“将维护作为房屋财产管理的一部分，提供的主要功能是从维护便利化角度考虑的”这一类，这其中包含几个在国外应用商店排名较高的产品：HomeSavvy、BrightNest、HomeZada，接下来一一进行对比。

HomeSavvy 下载页面的介绍表明其主要功能是“提醒用户进行维护日程”，其特色在于用户设置一些喜好倾向，然后应用会自动规划好维护日程，并在维护日程到来时提醒用户，通过下载该 APP 并使用它，绘制了如图 5.1 所示的流程图（只涵盖与本文相关的功能）。可以发现该平台自动规划的维护日程是基于用户输入的喜好倾向的，随后以提醒消息的形式劝导用户完成设定的维护日程；但是维护提醒时间是按照用户喜好设置的。首先，这种提醒时间的选择方式默认情况下是一次性设置的，那么只要用户不主动更改，一直都按照同一个时间来提醒劝导用户；其次，单从具体哪一天来判断维护时机过于果断，以空调维护为例，假如某一年温度较往年偏高或者偏低，那么这种固定时机的维护提醒可能导致用户对空调的维护过早（距离首次使用前太久就提醒了）或过晚（使用了一段时间了才提醒），这种情况很容易造成用户的使用不便，用户也可能直接因为提醒时机和现实使用情况的不合适而直接忽略该提醒，导致维护意义打折扣。2.3 节曾论述过在计算机劝导技术的建议技术中干预时机是关系到劝导成功率至关重要的因素，因此本应用没有充分利用用户上下文信息，固定提醒时机的设计较难满足[26]的研究内容所指出的建议技术劝导的有效性。

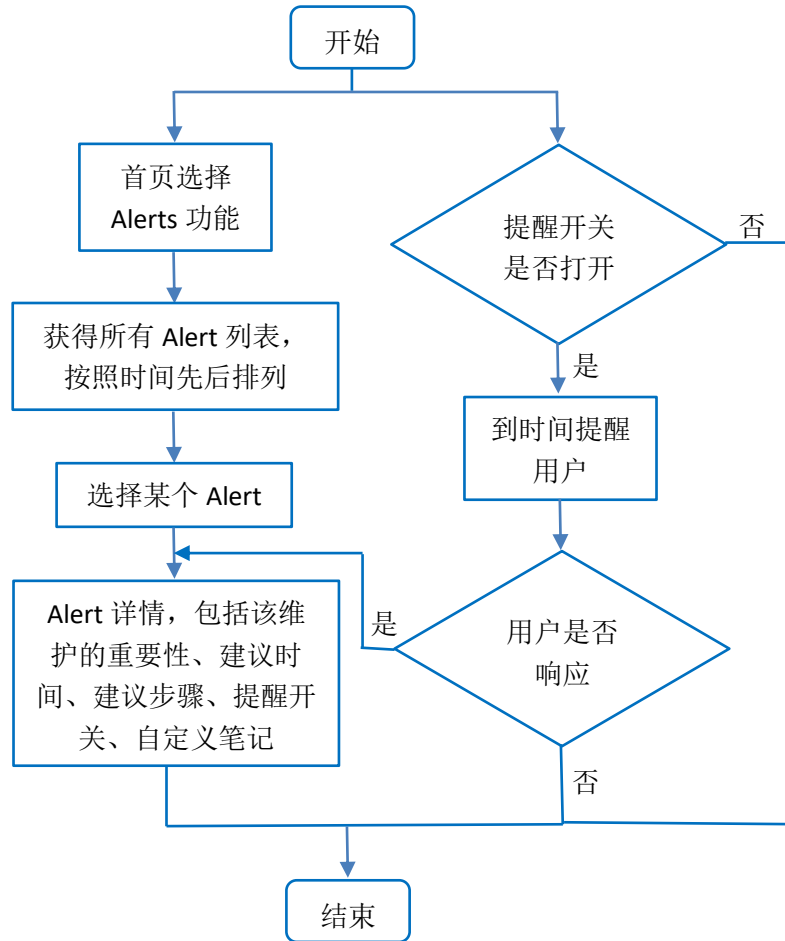


图 5.1 HomeSavvy 相关功能流程图

BrightNest 则需要用户首先选择关心范围，如：宠物、小孩等等，然后选择想了解的维护贴士的范围，如：清洁、手工、健康等，最后选择家中拥有的设备，如：空调、风扇灯。它提供的主要功能是在首页按照用户的选择为用户展示一些维护贴士，用户可以浏览、查看、收藏并创建维护日程，然后在日程到来时提醒用户，其主要功能流程如图 5.2 所示（只涵盖与本应用相关功能）。该应用的维护提醒时机则是按照用户每次创建日程时设置的时间进行的，但是其最大的问题在于用户的所有维护日程都是通过找到相关的维护知识后自己亲自创建的；如果用户能够主动地打开应用、搜索维护文章并设定维护日程的话，本应用提供的维护日程的提醒功能就是单纯的闹钟，建议用户在自己曾经设定的时间进行维护——这种计算机劝导思维并没有利用好建议技术中“选择干预时机”的原则。而如果能够通过某种方式改良建议技术进行劝导的时机，比如利用用户上下文信息，基于计算机劝导技术的建议技术在某个时机直接提醒他们进行维护，并同时配置维护知识给他们，就能增强相对现在的设计而言劝导的有效性。

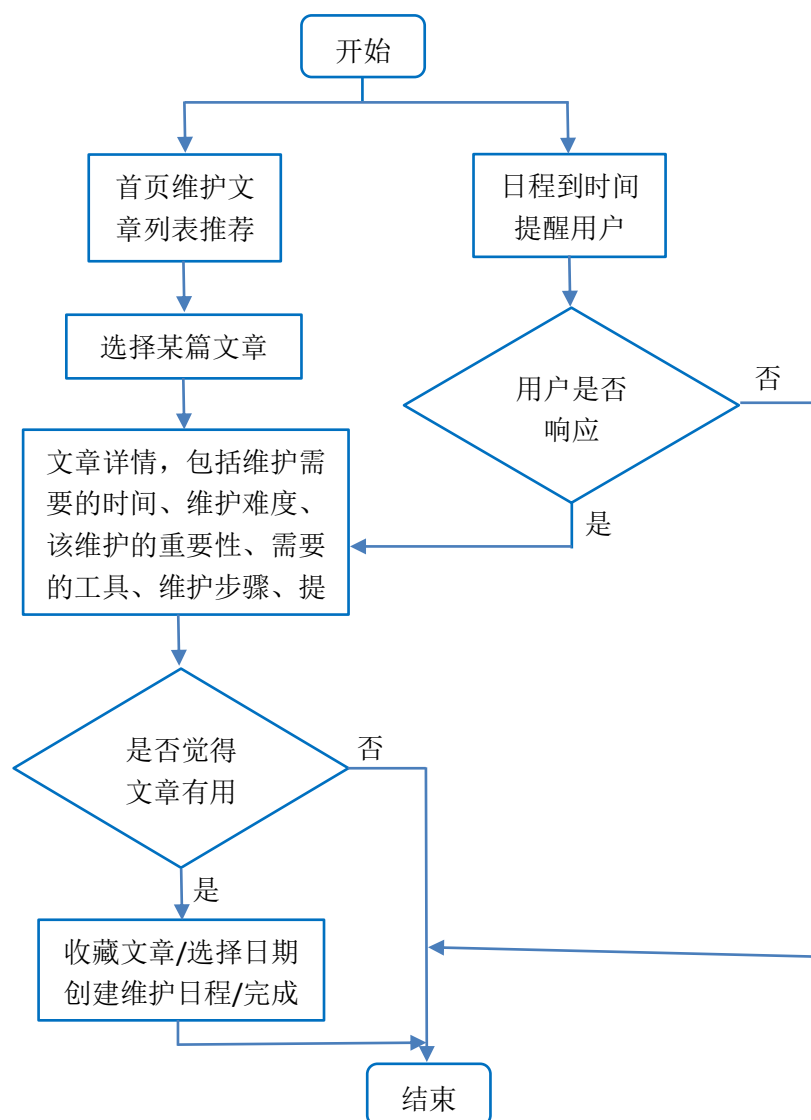


图 5.2 BrighNest 相关功能流程图

HomeZada 则是以家庭设备的空间摆放规划相关的, 因此没有比较意义。

综上所述发现, 市面上很火的 HomeSavvy 和 BrighNest 平台都没有从利用用户上下文信息的角度进行计算机劝导技术的建议技术的设计, 因此潜在降低了劝导的有效性 (干预时机有可能选得不合时宜); 而本文基于上下文感知的维护劝导平台与它们最大的不同在于利用了用户的上下文信息, 从而比市场上的应用更好地选择了劝导技术进行干预的时机, 这种基于计算机劝导思维, 利用上下文信息来选择劝导技术建议时机的功能是目前市场上的维护应用都不具备的。由此可见, 本文提出的基于上下文感知的维护劝导平台通过大量的文献调研, 基于计算机劝导技术思维和定性实证研究数据, 扎根于现实, 对劝导时机的选择上优于已有平台, 因此利用上下文感知信息进行劝导是本文提出的维护劝导平台的一大创新点。

5.2 评估设置

为了从整体上了解用户对本论文提出的基于上下文感知的维护劝导平台与市面上现有的维护应用的想法,我们首先从市面上众多的维护应用中选择了一款作为对比对象;通过对 BrightNest 应用进行了解以后,我们发现其功能分为两块:为用户提供家居维护方方面面的指导文章、创建家居维护日程。经过评判,其应用功能与本文设计并实现的维护劝导平台的功能最为相近,因此选择 BrightNest 作为最终对比对象。接下来我们邀请用户对两个平台的功能进行试用,并从两个方面对他们针对两个平台的感受进行了解,分别是:定性方面我们采用访谈的方式了解用户试用两个平台后内心的想法和感受,定量方面我们采用打分的方式了解用户对两个平台的评判等级。

在整个可用性调研过程中,我们通过随机采样的方式招募了 10 位对维护有需求的潜在用户,其中包括 3 位在数据收集阶段参与深度访谈的受访者。针对这些用户,我们进行了采访调研,主要关心的问题具体如下:

- (1) 是否使用过市面上的家居维护应用? /有使用自己设定闹钟进行维护的经历吗?
- (2) 在曾经收到的维护闹钟的提醒时,有没有及时地响应?
- (3) 针对本维护劝导平台提供的功能,是否愿意使用? 为什么(不)愿意使用呢?
- (4) 本平台的设计方式和设计结果与你自身的家居维护需求有所匹配吗?
- (5) 本平台中劝导技术的两种:基于上下文感知的劝导和传统的劝导方式,哪一种更容易激发你对维护的积极性/兴趣?
- (6) 基于上下文感知的信息对于你的维护行为会产生正面影响吗?
- (8) 针对市面上的家居维护应用与本论文提出的维护劝导平台,会倾向于选择哪个? 为什么?

在本章中,我们将根据上述访谈问题提纲对招募到的受访者进行简单一对一访谈,并结合访谈结果、定量计算结果分析本论文提出的基于上下文感知的维护劝导平台中上下文信息对用户维护行为产生影响的效果。

在定量分析方面,为了判定两个平台在我们关心的几个维度上差异是否明显,我们对用户的打分进行了 T 检验(Student's T test),其作用是检验两个总体的均值差异是否显著。每一位参与可用性调研的用户都会针对一个维度给两个平台打分,因此这种情况属于 T 检验分类中的配对样本 T 检验,即:相同的对象分别在 BrightNest 平台和本文设计的基于上下文感知的维护劝导平台的环境下进行体验。同时,在对打分进行分析得到计算结果前,我们无法预测某一个评估维度

下两个平台孰优孰劣，因此在配对样本 T 检验的基础上进行双尾检验，首先判断某一维度下哪个平台更优，然后再判断其优势是否显著。

5.3 用户评价

接下来，我们邀请受访者在简单使用本维护劝导平台和 BrightNest 之后，对两个应用从功能齐全性、用户吸引度、总体体验上进行评分。评分标准为 0-5 分，其中 0 分为最差、5 分最佳，具体的得分结果如表 5.1 和图 5.3 所示。为了比较两个平台在功能齐全性、用户吸引度、总体体验上是否存在显著差异，我们采用前述的双尾配对样本 T 检验，通过 Excel 公式 T.Test()进行了 p 值计算，结果如表 5.1 所示。

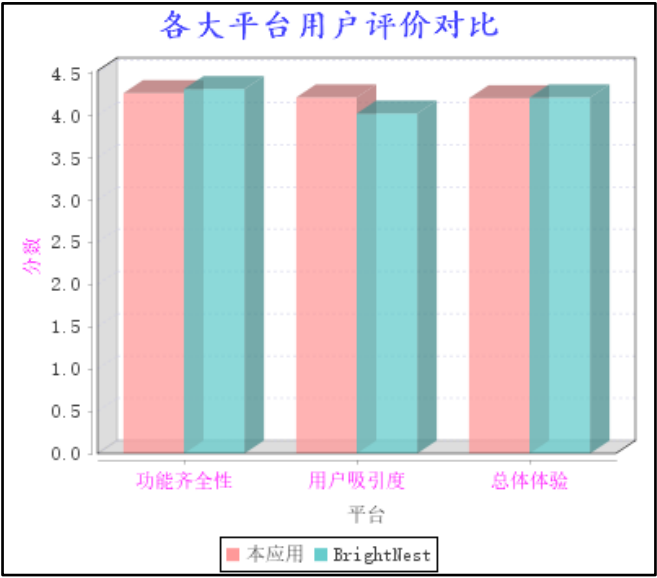


图 5.3 各大平台的用户评价对比

		功能齐全	用户吸引	总体体验	需求匹配	兴趣提升
1	BrightNest	4.5	4.4	4.4	3.3	3.1
	本应用	4.4	4.5	4.4	4.3	3.8
2	BrightNest	4.5	4.3	4.3	3.4	3.2
	本应用	4.5	4.5	4.5	4.4	4.3
3	BrightNest	4.3	4.2	4.3	3.1	3.0
	本应用	4.1	4.2	4.1	4.0	3.7
4	BrightNest	4.2	4.2	4.2	3.1	3.0
	本应用	4.3	4.3	4.3	4.1	3.9
5	BrightNest	4.1	3.4	3.7	2.9	2.9

	本应用	4.0	3.5	3.8	3.7	3.5
6	BrightNest	4.2	3.6	3.8	2.8	2.2
	本应用	4.0	3.9	3.8	3.7	3.0
7	BrightNest	4.0	3.0	3.6	2.3	2.0
	本应用	4.0	3.0	3.6	2.5	2.3
8	BrightNest	4.5	4.3	4.2	3.3	3.1
	本应用	4.3	4.4	4.3	4.3	4.0
9	BrightNest	4.3	4.3	4.3	3.4	3.3
	本应用	4.2	4.3	4.1	3.8	3.5
10	BrightNest	4.4	4.3	4.2	3.4	3.2
	本应用	4.2	4.4	4.1	4.2	4.0
	T 检验	0.01496	0.00847	1.00000	8.005E-06	2.099E-05

从图 5.3 可以看出, 本论文提出的基于上下文感知的维护劝导平台在功能齐全性、总体体验上都相对现在比较流行的 BrightNest 落后一些, 尤其是在功能齐全性上, 明显落后于对比平台。表 5.1 “功能齐全” 列的 T 检验结果表明两个平台在功能齐全性上存在显著差别, 因为 BrightNest 是一个针对家居维护而不单是家电维修的应用, 并且涉及了宠物、小孩等多方面的内容, 因此用户普遍认为本论文提出的维护劝导平台的内容还不能完全涵盖他们在家居维护行为中的所有方面; 但是在用户吸引度方面却优胜于 BrightNest ($p < 0.01$, 存在非常显著差别), 该项的主要影响因素将在 5.2 节介绍。

总体来说, 虽然整体上面看两个平台差距不太大 ($p > 0.05$, 无显著差别), 用户在一定程度上可以接受本论文提出的维护劝导平台, 但是仍然存在一些缺点待改进, 具体如下:

第一, 如上所述, 本论文的维护劝导平台在功能的多样性上是不及 BrightNest 这样的维护平台的; 前期用户调研时将关注重点放在了家电的维护问题上, 因此造成我们的维护劝导平台成为了一种比较具有针对性的维护劝导平台, 而用户在家居维护问题上需要的不仅仅是家电维修。

第二, 虽然总体体验这一项从柱状图中看是一样的, 但是实际上得分之间存在着某种“博弈”: 从设计上来看, BrightNest 的配色方案丰富, 为彩虹的七种颜色, 让人能够眼前一亮, 而本论文平台的配色只有两种色系 (绿色与橙色) 相对较为单调; 从功能上来说, BrightNest 提供的较为全面的家居维护内容为它加分不少; 从用户吸引力上来说, 因为本论文提出的基于上下文感知信息进行劝导的技术让不少用户感觉到心动, 同时省去了 BrightNest 需要大量用户主动操作的麻烦为本平台增色不少。因此, 综合外观、功能等方面的原因, 两个平台在总体体

验上并无大差别。

就如其中一位受访者,虽然她认为传统的根据用户预先设定的维护安排进行提醒的方式相比于基于上下文感知进行提醒的方式更容易引起她的维护兴趣,因为前者是她本来就预备要做的事,但是她依然认为基于上下文感知的方式会对她的维护行为产生积极的影响:“因为这种方式至少会让我有了维护意识,而不是凌乱的。当然对这种方式的响应如何就完全和我个人习惯相关了”。而对在以前的维护中已经遭遇了一些难以解决的问题的用户来说,他们表示本论文提出的基于上下文感知的方法能够解决他们的一些苦恼:“这种方式肯定会我的积极性的,毕竟我本来就觉得自己以前的维护方式太被动了”、“传统的提醒方式,用户自己设置是需要主观能动性的,我不太相信每个人都有维护的意识;所以很明显是上下文的这种,至少我觉得是能够帮助养成维护意识的”。

综上所述,本论文提出的基于上下文感知的维护劝导平台在功能多样性(完善性)上不如现有的平台,但是从用户吸引度上来看,基于上下文感知的维护劝导平台处于优胜状态,有助于从长期角度帮助用户养成维护意识。

5.4 劝导效果评估

上一节的评估结果表明用户对本论文平台的功能多样性相比于现有的流行家居维护软件 BrightNest 并不突出,但是对本论文平台的基于上下文信息的劝导给予了认可。因此,本节通过劝导的更详细层面的评估来对劝导效果做出评估与比较。

我们使用计算机劝导技术作为指导思维的目的在于让用户自愿地改变态度、行为,因此劝导效果如何主要依赖于用户产生的兴趣的高低,而用户的兴趣又会受到自身需求得到满足的程度、平台新颖程度的影响。因此,本节将从匹配程度和兴趣程度两方面与 BrightNest 进行比较。

5.4.1 匹配程度评估

本小节所指的“匹配程度”包括用户认为的通过平台功能,自身需求得到满足的程度以及平台的机制与用户期望的匹配度的综合;在本小节的比较中,我们指针对家电维修这一块而言。采取的方式同样是用用户根据试用进行打分,评分标准为 0-5 分,其中 0 分最差,5 分最优,在根据双尾配对样本 T 检验,通过 Excel 公式 T.Test()进行 p 值计算,具体的结果如表 5.1 和图 5.4 所示。

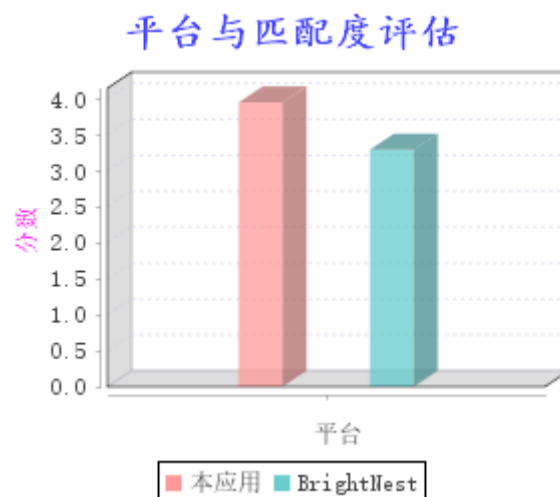


图 5.4 平台匹配度对比图

从图 5.4 可以看出，两种平台在整体匹配度上都不算很高（得分低于 4 分），但是基于上下文感知的维护劝导平台得分却远高于 BrightNest（如表 5.1, $p < 0.01$ ，存在非常显著差别），结合用户访谈，原因如下：

第一，本论文因为能够基于上下文感知对用户进行劝导提醒，不仅为用户提供了便利，也减少了用户输入，体现了“用户友好”的概念，且在维护知识提供上与 BrightNest 并无大致差别：“因为其实过了多久该维护什么了是会忘的，但是你们能根据温度这些来提醒我们，我觉得这种智能化是提供了便利的；而且我需要的步骤信息这些你们都有了提供，我很满意”、“我觉得这种方式很好，因为相对来说，这种主动提醒的功能不会随时打扰你，只在由针对性的时候提醒你”、“目前来看，提醒功能还是实现得蛮完善的了”。

第二，但是平台在整体得分上不高则主要体现在对维护知识和技巧的体现上，提供的内容过于基础、缺乏相关链接等：“这款软件虽然能够“按时”提醒我维护，并且提供了步骤信息，但是我觉得步骤信息的提供方法过于单一老套了”、“从个人角度我不清楚每个家庭的具体维护过程或者专业步骤，虽然提供的信息已经满足基本的日常需求，但是我觉得对专业用户的话应该是不够的”、“对我个人来说如果只知道需要维护，但是没有渠道也比较痛苦，如果能够同步提供相关的简单配件或者大品牌售后联系方式什么的会更好吧”。由此可见，如何提供维护知识以及知识的丰富程度对不同用户而言要求是不同的，因此通过必要的手段对这一方面进行改良，同时又避免沦为“购物类”应用是一大未来工作方向。

第三，用户本身对于维护的兴致决定着分数的结果。比如，我们在访谈中发

现有几位用户本身对维护行为是没有了解，对维护也没有任何关心的，他们对于两种平台在维护上面提供的各种功能评价都比较低，如：“太麻烦了，一般都是家电出了问题直接找售后，平时不会管的，并且也不想自己动手维护，觉得家电过一段时间就换比较正常”、“一个东西，该不该保养，是在平时，而不是定期，东西脏了，自然会去弄的”。

综上所述，本论文提出的基于上下文感知的劝导方法提高了用户需求与平台功能的匹配度，进一步接近了用户的期望值；但是在维护知识的提供上面存在提供方式过于老套、提供内容过于单一的问题。

5.4.2 兴趣程度评估

劝导技术的目的就是改变用户对待某件事的态度和行为，因此用户在态度和行为上的转变最直观的表现就是：对某件事感兴趣的程度。如果用户对同一件事，在实施劝导技术之后，兴趣的提升度越大，就证明该劝导技术的可行性是强的。

因为兴趣激发程度是一个比较主观的看法和认知，因此本论文采取的具体做法是让用户对两种劝导技术对他们在维护行为上产生的兴趣浓厚程度打分。评分标准 0-5 分，其中 0 分最差，5 分最佳，然后采用双尾配对样本 T 检验，通过 Excel 公式 T.Test() 进行 p 值计算，具体的结果如表 5.1 和图 5.5 所示。

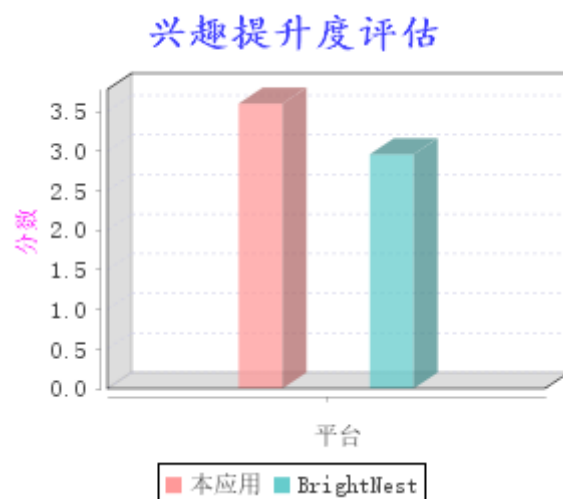


图 5.5 兴趣提升度对比图

从图 5.5 可以看出，基于上下文感知的维护劝导平台，相对 BrightNest，在用户对维护行为的兴趣上有了明显提升 ($p < 0.01$ ，存在非常显著差别)，用户访谈反映出来的原因如下：

第一，基于上下文感知的劝导方式减少了用户输入，在用户看来提高了“智

能化”程度和提醒方式的全面性，从而提升了用户的兴趣。正如用户所说“这种根据地理位置、温度等来提醒我的方式，就是比传统的方式更智能化了，肯定是更容易引起我的共鸣”、“你们这个应用可以结合实际环境和自身的日程安排进行提醒，功能更加全面了”。

第二，基于上下文感知信息的劝导方式能够在一定程度上帮助用户培养定时维护的意识：“其实我知道的来说，不是每个人都有那种主动维护的意识的，定时去维护的就更少了；这种提醒方式其实年复一年下来提醒时间点差别不会很大的，那我觉得坚持使用的话是可以帮助培养这种定时维护的意识的”。甚至有用户做了这样一个对比：“我曾经用过设置闹钟的方式来提醒我自己哪个时候该去维护了，其实刚刚说的方式就和第二种方式一样的。那么闹钟叫了之后我马上就响应的，就去维护了。如果现在都不用我自己告诉我自己说什么东西该维护了，那么很明显这种提醒方式会更让我感兴趣，因为这种情理之中意料之外的事本来就有这种魅力”。

但是，在另一个方面，图 5.5 中可以看到两个平台的劝导方式对于用户的兴趣提升度距离总分 5 分还有比较长的一段差距。虽然个人偏好的不同会导致得分的高低与总分有一定差距，但是通过访谈我们还是发现了一个问题，如下：

虽然基于上下文感知的劝导方式对用户更具有吸引力，但是其在本质上还是一种类似闹钟的功能，因此对用户维护行为的兴趣提升度并不那么高。同时用户自身对家居维护这一行为的兴致也决定着他们对于本平台的劝导方式的响应力。正如以下两位用户所说“虽然我觉得基于上下文这种方式是一种创新吧，但是对我来说我就是觉得吸引力还是不够”、“因为我在主观意识上对维护就不太感兴趣，所以即使你这种方式不用我过多操作什么了，但是还是不能提起我的兴趣”。由此可见，虽然基于上下文感知的劝导方式确实对用户维护性的态度和行为起到了一定的作用，但是这种作用大小也是因人而异的。当然，虽然 Fogg 指出计算机劝导技术在长期的劝导之下能够带来更好的效果，而这里的平台评估只是短时间的感官体验，因此在长期下是否对于这部分用户的兴趣提升有所改变还需要更多的实验来验证。

总体来说，对于有维护需求的用户而言，本论文提出的基于上下文感知的维护劝导平台确实能够对他们的维护行为进行一些态度和行为上的转变。

5.5 小结

本章针对第四章所设计和实现的基于上下文感知的维护劝导平台首先在基于上下文感知信息进行推送消息劝导这一创新性进行了验证，然后对平台是否在改善用户对维护行为的态度和行动上产生了作用进行了评估。通过用户调查访谈，

对该平台与目前国外好评且功能与我们最类似的一款维护应用 **BrightNest** 进行对比性评价,并结合用户访谈对基于上下文感知的维护劝导平台的效果、不足及其原因进行了阐述,为后续进一步提升系统功能提出了新的改进建议。

第六章 总结与展望

6.1 总结

近年来,随着计算机技术尤其是普适技术在日常生活中日益普及和可持续发展目标的不断推进,以重复利用和延长寿命为目标的维护行为获得越来越多的关注。虽然对维护的研究并不稀缺,但是主要内容都集中在工作场所和专业人士的维护研究上。因此对于家庭中非专业人士的家居维护关注是较少的;且通过本论文实验室曾参与的残疾人智能家居系统的项目,我们发现家庭中非专业人士的家居维护在人们的日常生活中是一个很受人关注又存在很多问题的领域。因此本论文针对这些不足进行了以下工作:

(1) 实地深入不同家庭中,通过深度访谈的方式了解家庭中电器设备从选购到维护这一系列过程中的决策和行为等,收集家庭中非专业人士的家居维护数据。

(2) 综合深度访谈的内容,利用主题分析法,基于数据缩减(开放式编码)、数据展示和形成主题/模式的三个步骤,迭代地分析每一位受访非专业人士的家居维护数据,最终得出目前中国家庭环境下维护存在的部分问题和模式。

(3) 基于定性研究结果和计算机劝导技术思维,通过对建议技术、定制技术、自我监控技术和人机交互、社会心理学等设计理论的研究,设计实现了基于上下文感知的消息推送方式、个性化定制、比较直观可视化等支持日常家居维护的交互设计方案。

(4) 结合文献分析与市场应用分析对创新性进行了验证,并通过用户访谈、用户打分、T 检验等方法,验证了所实现的劝导平台的效果。

6.2 展望

用户友好是人机交互中极其提倡的一种设计模式,而本论文基于计算机劝导思维和定性实证研究设计实现的基于上下文感知信息的推送消息方式、个性化定制、比较直观可视化的交互式设计方案,在一定程度上满足了用户在家居维护上的需求。但是本论文的维护劝导平台因为时间有限,只是一个初步的设计与实施,在未来可能还需要一些改进,包括如下内容:

(1) 完善界面设计的美观性。通过最后的用户评估访谈,我们发现,虽然目前的界面设计已经满足用户基本的需求,但是对个别用户而言维护技巧呈现的

方式过于老套，致使可能会丧失一部分一部分用户吸引力。因此更加深入和广泛地研究更多人机交互设计的文献，对当前的界面设计进行更新是必不可少的。

（2）本论文平台基于上下文感知信息进行劝导的方式和其他两种不利用上下文感知信息的劝导方式的冲突性。虽然用户评估中大家普遍认为两类劝导方式的结合可以相互补充，但是实际上本论文基于上下文感知信息的劝导方式是有计算机劝导技术和定性实证研究的数据作为基础的；而其他劝导方式是暂时是没有这样的基础的。因此两种劝导方式从长期进行对比，是否对劝导用户进行家居维护的效果有所差别还需要进一步探究。

（3）功能多样性不足。从 5.1 节的整体多方面横向比较可以看出，本论文平台在功能多样性上与其他维护平台相比处于劣势。但是国内外国情不同，发展程度不同，国民需求也不尽相同，所以功能多样性不是异想天开地随意添加来丰富的。第一点就是本文的维护劝导平台目前只提供空调、风扇、冰箱三种家电的维护功能，后续还应该拓宽为更多的方面提供维护功能，因此在首页中我们为未来工作预留了“添加”的接口。此外，后续通过一定的调研或其他方式，从与本论文调研不同的角度去了解用户在实际生活的维护中存在的一些问题、规律等，并通过定性数据分析等方法找出结论，从而丰富该维护劝导平台的功能。

（4）在 4.3.1 节中我们曾阐述了会从用户那里收集其性别和住址信息，而这两个信息在目前的功能中是没有使用上的。在未来工作里，结合用户群的性别和其维护数据进行分析可能可以发现当下社会文明中，性别与家居维护行为之间的关系；其次，目前我们使用的是用户每天的地理位置作为推送判断的依据，但是这种实时的地理位置在一定程度上是有瑕疵的（如：用户在某段时间里处于四处奔波的状态），因此充分利用用户提供的住址信息和实时地理位置之间的相似与不同能够将上下文信息更加准确化，提高推送劝导的效率。

参考文献

- [1] J. Kangwa, J. Olubodun. An investigation into home owner maintenance awareness, management and skill-knowledge enhancing attributes[J]. Structural Survey, 2003, 21(2):70-78.
- [2] 联合国正式文件 . 2015 年 9 月 25 日大会决议 [EB/OL].
www.un.org/zh/documents/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1, 2015.
- [3] All Pro Appliance Service and Repair Inc. Home appliance purchase and repair statistics in the U.S.[EB/OL]. www.slideshare.net/mabelperkins2/home-appliance-purchase-and-repair-statistics-in-the-us, 2016.
- [4] D. Uitdenbogerd, K. Vringer. Energy reduction options for the domestic maintenance of textiles[C]. H&C Working Paper, 1999.
- [5] G. Horsfield. Housing expenditure[EB/OL]. Office for National Statistics, 2015-12-08/2018-08-01.
- [6] County File. Electrical fire safety[EB/OL]. Cape May County Board.
- [7] Costea Lestoc. 5 best home maintenance software to use in 2019[EB/OL].
https://windowsreport.com/home-maintenance-software, 2017-12-24/2018-08-01.
- [8] M. Betz. The secret life of machines- boundary objects in maintenance, repair and overhaul[C]. International conference on pervasive computing, 2010:174-191.
- [9] P. Dourish. Where the action is: the foundations of embodied interaction[M]. U.S.: MIT Press, 2004:109-111.
- [10] J. Orr. Talking about machines: an ethnography of a modern job[M]. U.S.:Cornell Press, 1996.
- [11] S. Star. The ethnography of infrastructure[J]. American Behavioral Scientist, 1999, 43(3):377-391.
- [12] S. Graham, N. Thrift. Out of order: understanding repair and maintenance[J]. Theory, Culture & Society, 2007, 24(3):1-25.
- [13] S. Jackson, A. Pompe, G. Krieshok. Repair worlds: maintenance, repair and ICT for development in rural Namibia[C]. CSCW, 2012.
- [14] E. Blevins. Sustainable interaction design: invention & disposal, renewal & reuse[C]. CHI, 2007.
- [15] S. Star, A. Strauss. Layers of silence, arenas of voice: the ecology of visible and invisible work[C]. CSCW, 1999.
- [16] C. Guthrie. Smart technology and the moral life[J]. Ethics & Behavior, 2013, 23(4).
- [17] P. Dourish, G. Bell. Divining a digital future: mess and mythology in ubiquitous computing[M].

- U.S.:MIT Press,2014.
- [18] B. Dicicco-Bloom, B. Crabtree. The qualitative research interview[J]. Medical Education, 2006, 40:314-321.
- [19] Darren Lin. 如何做好定性研究? [EB/OL]. <https://www.jianshu.com/p/1f0bc8f7e670>, 2018-01-13/2018-08-01.
- [20] I. Crawford. Marketing Research and Information Systems[M]. Italy:Food and Agriculture Organization of The United Nations, 1997.
- [21] Baozhu. 用户访谈获取的定性数据如何分析? [EB/OL]. <http://uxren.cn/?p=56107>, 2017-07-31/2018-08-01.
- [22] M. Miles, A. Huberman. Qualitative data analysis: an expanded sourcebook[M]. U.K.:SAGE Publications, 1994.
- [23] D. Silverman. Interpreting qualitative data[M]. U.K.:SAGE Publications, 2014.
- [24] M. Vaismoradi, H. Turunen, et al. Content analysis and thematic analysis: implications for conducting a qualitative descriptive study[J]. Nursing and Health Sciences, 2013, 15:398-405.
- [25] B. Fogg. Persuasive technology: using computers to change what we think and do[M]. U.S.:Morgan Kaufmann Publishers, 2003:29-61.
- [26] R. Petty, J. Cacioppo. Attitudes and persuasion: classic and contemporary approaches[M]. U.S.:Westview Press, 1996.
- [27] M. Weiser. The computer for the 21st century[J]. Mobile Computing and Communications Review, 1991, 3(3):3-11.
- [28] M. Baldauf, S. Dustdar, F. Rosenberg. A survey on context-aware systems[J]. Ad Hoc and Ubiquitous Computing, 2007, 2(4):263-277.
- [29] A. Dey, G. Abowd. Towards a better understanding of context and context-awareness[C]. CHI Workshop, 2000.
- [30] A. Adams, A. Cox. Questionnaires, in-depth interviews and focus groups[J]. Research Methods for Human Computer Interaction, 2008.
- [31] C. Meeks, F. Firebaugh. Home maintenance and improvement behavior of owners[J]. Home Economics Research Journal, 1974, 3(2):114-129.
- [32] H. Garfinkel. Studies in ethnomethodology[M]. U.S.: Prentice-Hall INC., 1991.
- [33] J. Dewey. The reflex arc concept in psychology[J]. The Psychological Review, 1896, III(4):357-370.
- [34] C. R. Henke. The sustainable university: repair as maintenance and transformation[J/OL]. Continent, 2017, 6:40-45.

- [35] T. Dant. The work of repair: gesture, emotion and sensual knowledge[J/OL]. *Sociological Research Online*, 2010, 15(3).
- [36] L. Forlano. Maintaining, repairing and caring for the multiple subject[J/OL]. *Continent*, 2017, 6:30-35.
- [37] J. Denis, D. Pontille. Beyond breakdown: exploring regimes of maintenance[J/OL]. *Continent*, 2017, 6:13-17.
- [38] S. J. Jackson. Rethinking repair[M]. *Media Technologies: Essays on Communication, Materiality, and Society*. U.S.: MIT Press Scholarship Online, 2014:221-240.
- [39] S. J. Jackson, A. Pompe, G. Krieshok. Things fall apart: maintenance, repair, and technology for education initiatives in rural Namibia[C]. *iConference*, 2011:83-90.
- [40] S. Star. Power, technology and the phenomenology of conventions: on being allergic to onions[J]. *The Sociological Review*, 1990, 38(S1):26-56.
- [41] H. Karasti, A. Syrjanen. Artful infrastructuring in two cases of community PD[C]. *Conference on Participatory Design*, 2004:20-30.
- [42] L. Maestri, R. Wakkary. Understanding repair as a creative process of everyday design[C]. *Conference on Creativity and Cognition*, 2011:81-90.
- [43] R. Wakkary, K. Tanenbaum. A sustainable identity: the creativity of an everyday designer[C]. *CHI*, 2009:365-374.
- [44] M. Cohn. "Lifetime issues": temporal relations of design and maintenance[J/OL]. *Continent*, 2017, 6:4-12.
- [45] D. K. Rosner, M. G. Ames. Designing for repair? Infrastructures and materialities of breakdown[C]. *CSCW*, 2014:319-331.
- [46] S. J. Jackson, S. I. Ahmed, Md. R. Rifat. Learning, innovation, and sustainability among mobile phone repairs in Dhaka, Bangladesh[C]. *Conference on Designing Interactive Systems*, 2014:905-914.
- [47] M. E. Beck. Gendered time use at home: an ethnographic examination of leisure time in middle-class families[J]. *Leisure Studies*, 2009, 28(2):121-142.
- [48] J. Lull. Family communication patterns and the social uses of television[J]. *Communication Research*, 1980, 7(3):319-333.
- [49] N. A. G. Arachchilage, M. Cole, etc. Design a mobile game for home computer users to prevent from "phishing attacks"[C]. *Conference on Information Society*, 2011.
- [50] K. Choi, Y. Kim, etc. A study on the user and location awareness technology applied dimming lighting control system to save energy[J]. *Refrigeration Engineering*, 2015, 27(1):14-23.

- [51] J. Kim, J. Zimmerman. Cherish: smart digital photo frames for sharing social narratives at home[C]. CHI EA, 2006:953-958.
- [52] B. Myers. Challenges of HCI design and implementation[J]. Interactions, 1994, 1:73-83.
- [53] H. A. He, S. Greenberg, E. M. Huang. One size does not fit all: applying the transtheoretical model to energy feedback technology design[C]. CHI, 2010:927-936.
- [54] S. L. Smith, J. N. Mosier. Guidelines for designing user interface software[J]. Applied Ergonomics, 1988, 19(3):241-728.
- [55] A. Joyce. Microinteractions in user experience[EB/OL].
<https://www.nngroup.com/articles/microinteractions/?lm=tog-on-interface&pt=book>.
- [56] J. Tidwell. Designing interfaces(Second Edition)[M]. Canada: O'Reilly Media, Inc., 2010.
- [57] P. Dourish. HCI and environmental sustainability: the politics of design and the design of politics[C]. Conference on Designing Interactive Systems, 2010:1-10.
- [58] P. Bourges-Waldegg, S. A. R. Scrivener. Meaning, the central issue in cross-cultural HCI design[J]. Interacting with Computers, 1998, 9:287-309.
- [59] D. Bertaux. Biography and society: the life history approach in the social sciences[M]. USA: Sage Publications, 1981.
- [60] T. Short. 5 maintenance apps that streamline work order management[EB/OL].
<https://www.softwareadvice.com/resources/5-maintenance-mobile-apps-for-work-order-management/>.
- [61] Unknown. 6 easy and free home maintenance apps you'll love[EB/OL].
<https://thekrazycouponlady.com/tips/at-home/easy-free-home-maintenance-apps-will-fall-love>, 2014-7-25.
- [62] H. Hsieh, S. Shannon. Three approaches to qualitative content analysis[J]. Qualitative Health Research, 2005, 15(9): 1277-1288.
- [63] R. Street, W. Gold, T. Manning. Health promotion and interactive technology: theoretical applications and future directions[M]. USA: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1981.
- [64] P. Ruijten, C. Midden, etc. Unconscious persuasion needs goal-striving: the effect of goal activation on the persuasive power of subliminal feedback[C]. Persuasive, 2011.
- [65] A. Smeaton, A. Doherty. Persuading Consumers to Reduce Their Consumption of Electricity in the Home[C]. Persuasive, 2013: 204-215.
- [66] X. Wang, D. Rosenblum, Y. Wang. Context-Aware Mobile Music Recommendation for Daily Activities[C]. MM'12, 2012:99-108.
- [67] S. Katz, S. Byrne. Construal Level Theory of Mobile Persuasion[J]. Media Psychology, 2013, 16(3):245-271.
- [68] H. Mukhtar, A. Ali, etc. Persuasive Healthcare Self-Management in Intelligent Environments[C]. Intelligent Environment, 2012.

致谢

三年的时光如白驹过隙，一个人来到异地的复旦大学报到的那天仿佛就在昨天。当初怀着对科学人的科研精神的敬佩，我也怀揣着一颗对学术的向往之心加入了协同信息与系统实验室；从刚开始的迷惘到渐渐步入正轨的日子，我经历了不少生活和学习上的困难，但也因此成长了许多。在此，我想以我最衷心的感谢之情感谢在这三年的复旦学习生活时间里或多或少给予过我帮助的人们！

首先，我要感激我的导师丁向华副教授对我的指导与关心。在整个研究生的学术研究期间和此次论文撰写过程中，丁老师及时纠正我在研究方法等上的偏离，为我指明了正确的方向；虽然丁老师工作忙碌，但是总能通过定期的面对面交谈了解我在生活上的困难以及学术研究上的进展与问题，并给予我建议与指导。此次论文撰写过程中，丁老师也不断与我交流，帮助我完善论文重点以及调整结构和内容；如果没有丁老师的指导与帮助，我很难顺利地完成论文的撰写。两年的时间里，丁老师严谨的科研态度、平易近人的性格都对我产生着不小的影响，对我的态度和工作作风都带来了巨大的帮助。借此机会，我想向丁老师表达我诚挚的感谢！

其次，顾宁教授在我本次毕业论文的整个过程里也提供了帮助。顾老师作为实验室的掌门人，提供了我们优渥的实验室学习和研究环境，并让我在项目里实践和体验不同方面的工作。而在本次毕业论文的开题答辩和中期答辩过程中顾老师也提出了宝贵的建议；同时，我也衷心感谢在开题答辩和中期答辩中同样及时向我指出问题并给出修改建议的张亮教授和卢瞰副教授，没有你们的帮助我将难以发现毕业论文中的不足。

最后，感谢在复旦大学一年多的课堂生活上传授我知识的老师们，正是因为你们的谆谆教诲和优秀的课程讲解，为我打开了不同的窗户，同时也为我本次毕业论文的实现和完成打下了基础。同时，实验室的同学们在这段期间也给予了我许多帮助，师兄师姐们在整个研究生阶段为我提供了许多建议，帮助我度过了两年短暂却美好的时光，谢谢大家！

而我千里之外的家人则作为我坚强的后盾支持和鼓励着我，在任何我需要帮助的时候无条件地维护提供支持，是他们无私的付出与关爱不断支持着我更加努力和刻苦地奋斗着。

最后，请允许我再一次向所有关心、帮助我的人们表达我诚挚的感谢！

复旦大学

学位论文独创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。论文中除特别标注的内容外，不包含任何其他个人或机构已经发表或撰写过的研究成果。对本研究做出重要贡献的个人和集体，均已在论文中作了明确的声明并表示了谢意。本声明的法律结果由本人承担。

作者签名：_____ 日期：_____

复旦大学

学位论文使用授权声明

本人完全了解复旦大学有关收藏和利用博士、硕士学位论文的规定，即：学校有权收藏、使用并向国家有关部门或机构送交论文的印刷本和电子版本；允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其它复制手段保存论文。涉密学位论文在解密后遵守此规定。

作者签名：_____ 导师签名：_____ 日期：_____