

无人超市自助购物系统的可用性研究

USABILITY RESEARCH OF SELF-SERVICE SHOPPING SYSTEM IN UNMANNED SUPERMARKET

西南交通大学建筑与设计学院 崔中慧 尚宸光

摘要: 对无人超市自助式购物系统的可用性进行研究, 以此为未来无人超市的自助购物系统提供相应的设计建议。基于可用性的理论, 分析与研究无人超市的自助进入系统与自助结账系统, 通过用户测试的方式, 对其可用性进行研究并量化分析, 重点通过无人超市自助购物系统的使用效率和错误率的客观评价进行研究。根据调研与测试数据结果的横向与纵向分析, 归纳出被测无人超市中不同形式的自助购物系统的优缺点。通过可用性测试的量化分析得出, 作为无人引导环节中必不可少的自助进入系统与自助结账系统, 仅提供新颖的购物理念是不够的, 提高其可用性对于消费者的购物体验也尤为重要。

关键词: 无人超市 自助系统 可用性分析 消费者 购物体验

中图分类号: TB472 文献标识码: A
文章编号: 1003-0069 (2021) 05-0045-04

Abstract: It studies the usability of self-service shopping in the unmanned supermarket, to provide corresponding design suggestions for the future self-service shopping system of unmanned supermarkets. Based on the theory of usability, analyze and study the self-service entry system and self-checkout system of the unmanned supermarket. Through user testing, research and quantitative analysis of its usability, focusing on the efficiency and error rate of the unmanned supermarket self-service shopping system. Study objectively. Summarizes the advantages and disadvantages of different forms of self-service shopping systems in the unmanned supermarkets tested based on the horizontal and vertical analysis of the survey and test data results. Through the quantitative analysis of usability testing, it is concluded that as an indispensable self-service entry system and self-service checkout system in the unmanned guidance link, it is not enough to provide novel shopping concepts. Improving its usability is also particularly important for consumers' shopping experience.

Keywords: Self-service supermarket Self-service system Availability analysis Consumers Shopping experience

引言

随着互联网及人工智能技术的不断发展, 当前零售业正处于“颠覆式变革”的状态^[1]。自阿里巴巴提出“新零售”概念后, 无人超市以其无导购、无收银员的自助购物形式开始广受人们的关注。无人超市通过采用技术服务取代人工服务, 改变进入及结账的方式, 简化用户的结账流程, 缩短等待时间^[2]。2017年, 国内的京东、缤果盒子、

Take Go等分别实现了无人超市的构想, 其主要分布在北京、上海、成都、杭州等地, 这些无人超市为用户带来了新鲜的购物体验, 但仍存在一些问题, 如使用用户较少、存在商品盗窃、注册及结账方式繁琐等。这种新兴的消费方式要被更多用户接受, 需要使自助系统的设计从用户角度出发, 围绕“使用效率”、“错误率”等可用性指标, 优化用户在购物过程中的触点, 减少学习成本与使用负担, 以满足不同类型用户的需求与期待。因此有必要针对无人超市自助购物系统的可用性进行深入分析, 探讨不同的自助购物系统对用户购物体验的影响, 并对其提出相应的优化建议, 从而提高无人超市的可用性提供理论指导。

一、无人超市自助购物系统的主要构成要素

无人超市的自助购物系统由自助进入系统和自助结账系统构成, 并且由不同的技术形态支撑, 其中人工智能系统的识别与处理来源于购物流程中人的自然行为, 物联网和RFID技术的操作与判断来源于用户与产品界面的交互过程^[3], 并且其充分利用大数据、云计算等技术采集用户线上和线下的行为数据^[4]。不同无人超市采用的自助系统有所不同, 其中包括进入与结账两大部分, 入口处的自助系统是进入无人超市的重要组成部分, 有闸机入口和自动安全门入口等形式; 结账处的自助系统有RFID自动扫描和自助结账终端机等形式。通过比较成都市无人超市所在位置及访问量, 选出四处具有代表性的无人超市: 京东无人超市如图1.仓鼠立购无人超市如图2.缤纷魔方无人超市如图3.欧尚无人超市如图4.分别对以上四种无人超市的内部环境进行观察并实际操作, 同时对操作流程进行拍摄与记录, 根据被调研对象所采用的不同自助系统进行归类, 如表1。

表1 被调研无人超市自助系统归类

| 被调研对象 | 自助进入系统 | 自助结账系统 |
|----------|--------|------------|
| 京东无人超市 | 闸机 | RFID自动扫描技术 |
| 仓鼠立购无人超市 | 自动安全门 | RFID自动扫描技术 |
| 缤纷魔方无人超市 | 自动安全门 | 自助结账终端机 |
| 欧尚无人超市 | 自动安全门 | 自助结账终端机 |

(一) 自助进入系统的构成要素

无人超市自助进入系统的操作流程由注册和解锁两个部分组成, 新用户需通过注册获得对应无人超市的进入权。注册部分中,



图1 京东无人超市



图2 仓鼠立购无人超市



图3 缤纷魔方无人超市



图4 欧尚无人超市

无人超市通常采用文字与图形相结合的方式引导用户完成注册任务；解锁部分中，用户需使用注册时获取的信息作为解锁凭证，并根据提示完成解锁任务。

(二) 自助结账系统的构成要素

无人超市的自助结账系统分为四大模块：扫描商品模块、更改商品模块、支付模块和完成模块^[5]，由于自助结账系统采用的形式不同，每个模块的操作方式也有所不同，根据无人超市结账时采用的自助系统分类，可将调研对象分为：采用RFID自动扫描技术的无人超市和采用自助结账终端机的无人超市。

1.采用RFID自动扫描技术的无人超市：使用RFID阅读器自动识别商品上的RFID标签，可以省去顾客手动扫描商品的环节，并且RFID阅读器可以同时读取多个标签，当读取到商品上的标签时，后台系统可以迅速计算出相应商品的价格，这样可以很大程度上提高收银效率^[6]。为更清楚地了解采用RFID自助结账系统无人超市的使用流程，故以京东无人超市为例，其操作流程，如图5。

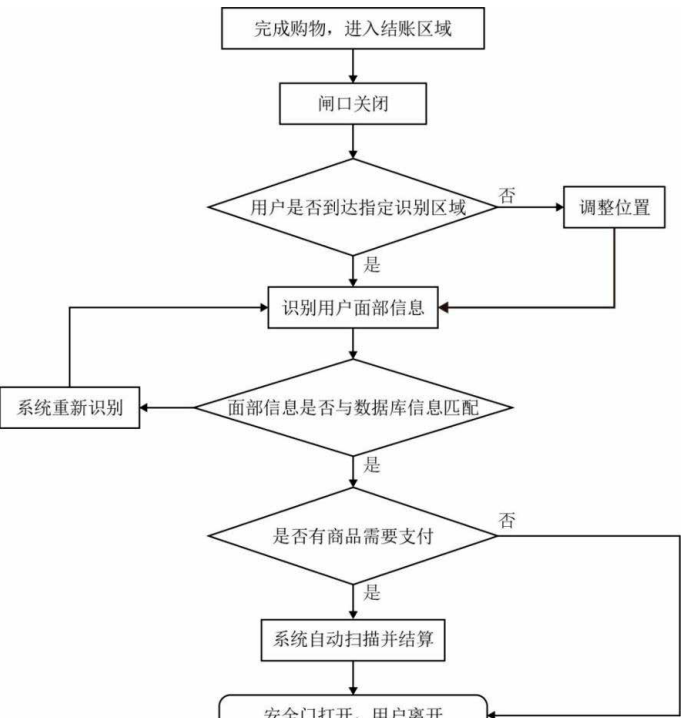


图5 采用RFID自动扫描技术的结账流程

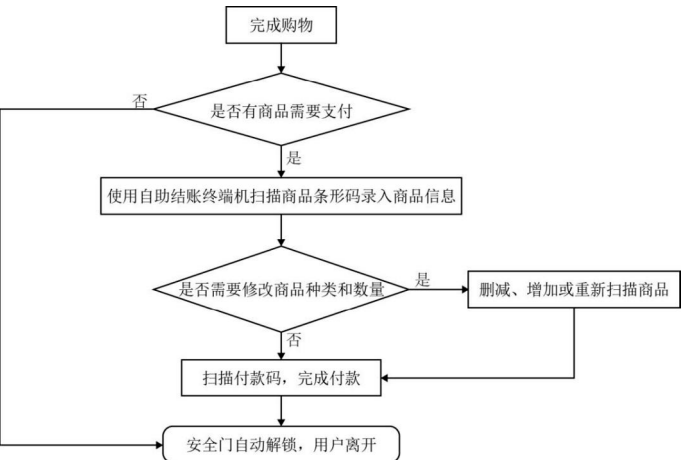


图6 采用自助结账终端机的结账流程

2.采用自助结账终端机的无人超市：以欧尚无人超市为例，新手用户在进入无人超市时，需要通过微信关注对应的公众号后扫码解锁安全门，完成购物后，用户根据操作引导使用自助结账终端机扫描商品进行结账，其操作流程，如图6。

二、研究方法的过程

(一) 可用性测试的基本原则与意义

研究产品的可用性可以探寻用户在特定的使用情景下，在使用产品时的有效性、效率及满意度是否达到特定的目标。“有效”指用户完成指定目标的精确度和完整性；“效率”指用户按照精度和完整性完成任务所消耗的智力、体力、时间、材料或经济资源；“满意度”指用户使用该系统后通过主观意向，对系统的舒适度和认可程度进行描述^[7]。合理的可用性测试能够帮助了解用户在操作某一项或几项特定任务时的完成情况，能够直接面向产品的最终使用者，因此测试结果对改进产品设计具有重要的意义^[8]。

无人超市作为购物方式的一种新尝试，需要减少用户感知与思维方面的负荷，降低用户在操作产品时的能力要求^[9]，否则会加重消费者的使用负担。因此为了研究无人超市自助系统的可用性，对其使用效率及错误率进行测试与研究。

(二) 被试选择与影响因素归纳

为了进一步了解四种无人超市自助系统设置的差别对用户操作的影响，在实际操作后，归纳出其自助进入环节与自助结账环节中的触点，并分别总结各无人超市中自助进入系统和自助结账系统对用户使用行为的影响因素，如表2、3。

表2 自助进入系统对用户使用行为的影响因素

| 无人超市名称 | 京东无人超市 | 缤纷魔方无人超市 | 欧尚无人超市 | 仓鼠立购无人超市 |
|-----------|---------|----------|--------|----------|
| 自助进入系统 | 闸机入口 | 自动安全门1 | 自动安全门2 | 自动安全门3 |
| 入口图片 | | | | |
| 进入方式 | 扫码+面部识别 | 扫码 | 扫码 | 扫码 |
| 有无操作说明 | 有 | 有 | 有 | 有 |
| 注册步骤 | 5步 | 3步 | 3步 | 3步 |
| 进门时有无语音提示 | 有 | 有 | 有 | 无 |
| 语音提示音量 | 较大 | 较大 | 较小 | 无 |

表3 自助结账系统对用户使用行为的影响因素

| 无人超市名称 | 京东无人超市 | 仓鼠立购无人超市 | 缤纷魔方无人超市 | 欧尚无人超市 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 自助结账系统 | RFID自动扫描 | RFID自动扫描 | 自助结账终端机1 | 自助结账终端机2 |
| 图片 | | | | |
| 有无操作说明 | 无 | 有 | 有 | 有 |
| 操作说明形式 | 无 | 文字+图标 | 文字+图标 | 视频、文字图片 |
| 是否可以修改以购买商品 | 否 | 是 | 是 | 是 |
| 结账区域位置 | 与购物区分隔 | 与购物区分隔 | 未与购物区分隔 | 未与购物区分隔 |
| 结账时有无语音提示 | 有 | 有 | 无 | 有 |

（三）用户选择与任务列表

由于仓鼠立购无人超市与其余三个无人超市差异性较小，故本次测试分别在京东无人超市、缤纷魔方无人超市和欧尚无人超市中进行。实验内容分为两个部分：学习并进入无人超市和学习并完成商品结账。测试通过观察新手用户学习如何进入无人超市与操作无人超市中自助结账系统的情况，对新手用户在使用时学习时间、操作时间、错误操作等进行测试，比较受测试样本的差别，并进行总结分析。

根据无人超市的自助进入系统和自助结账系统对用户行为的影响因素设置任务，并在任务说明的基础上设置相应的情景描述，在测试者完成对应任务后询问其对于具有灵活性的因素点的意见。准备测试的任务列表，作为测试的框架，如表4，并对8名从未使用过无人超市的用户进行测试。

表4 测试框架

| 任务分类 | 任务描述 | 场景描述 | 记录点 |
|------|---|---|--|
| 进入超市 | 1.学习如何进入无人超市； 2.执行进入无人超市的行为 | -能否快速了解如何才能进入无人超市？ -是否能够成功进入无人超市？ | ·您能找到并学懂如何进入吗？ ·您现在要进入无人超市（如果不能成功进入，寻找失败的问题点） ·成功进入后，请描述这一过程中的心理。（进门方式的难易程度，操作指引是否具有引导性等） |
| 结账离开 | 1.学习如何离开无人超市； 2.对购买商品进行扫码与结账； 3.自助结账系统的使用情况 | -结账区域设置明显吗？ -学习如何使用结账系统是否容易？ -扫描商品是否灵敏？ -过程是否流畅？ -能否付款成功？ | ·选购完成，您能快速找到结账区域吗？ ·进入自助结账区域，学习的过程复杂吗？ ·操作指引是否具有引导性？ ·结账完成后，请描述这一过程中的心理。（界面文字清晰程度、语音提示是否具有引导性等） |

三、实验结果分析

（一）无人超市可用性测试标准

用户需求的实现、操作目标的达成及用户在与产品交互、完成操作过程中的错误率是可用性测试中客观评价的重要因素^[10]。首先为三种无人超市设置统一的测试任务：学习如何进入无人超市、执行进入无人超市、找到结账区域、学习并完成结账；其次为每个任务确定度量指标，并根据度量指标制定计分标准，关于被测试者的任务完成时间计分标准如下：

- “学习如何进入无人超市”项：未学习记0分，1s-40s记3分，41s-80s记2分，80s以上记1分；
- “执行进入无人超市”项：失败记0分，1s-50s记3分，51s-100s记2分，100s以上记1分；
- “寻找结账区域”和“完成结账”项：失败记0分，1s-15s记3分，16s-25s记2分，26s以上记1分。

最后，整理出每位被测试者的任务完成时间，依据上述规则完成对应任务的分值转换；并统计完成任务过程中的出错次数。

（二）被测试无人超市可用性分析总结

由于京东无人超市与缤纷魔方无人超市的自助系统形式完全不同，因此共用同一组测试者进行观察；缤纷魔方无人超市与欧尚无人超市的自助系统形式相似，为保证被测试者均为新手用户故使用第二组测试者进行观察。分别记录“学习如何进入无人超市”、“执行进入无人超市”、“找到结账区域”、“学习如何结账”、“完成结账”耗费的时间并进行对比，部分测试结果，如表5。依据计分标准统计每位被测试者各任务完成时间的对应分数，并通过计算对应分

表5 三种无人超市不同测试者完成时间测试结果记录（部分）

| 无人超市 | 被测试者 | 学习如何进入 | 基本信息录入 | 扫码进入 | 寻找结账区域 | 学习并完成结账 |
|----------|------|--------|--------|------|--------|---------|
| 京东无人超市 | 测试者1 | 69s | 164s | 10s | 18s | 23s |
| | 测试者2 | 56s | 75s | 6s | 18s | 35s |
| 缤纷魔方无人超市 | 测试者1 | 3s | 43s | 2s | 1s | 56s |
| | 测试者2 | 8s | 44s | 2s | 3s | 158s |
| 欧尚无人超市 | 测试者5 | 5s | 52s | 2s | 1s | 47s |
| | 测试者6 | 16s | 72s | 3s | 6s | 61s |

表6 三种无人超市测试者任务完成时间平均值/分

| | 京东无人超市 | 缤纷魔方无人超市 | 欧尚无人超市 |
|------------|------------|----------|----------|
| | 闸机入口 | 自动安全门1 | 自动安全门2 |
| 学习如何进入无人超市 | 2 | 2.75 | 2.75 |
| 执行进入无人超市 | 2.25 | 2.5 | 2.25 |
| | RFID自动扫描系统 | 自助结账终端机1 | 自助结账终端机2 |
| 寻找结账区域 | 2 | 3 | 3 |
| 学习并完成结账 | 2.75 | 2.25 | 2.5 |

表7 三种无人超市测试者错误操作次数平均值/次

| | 京东无人超市 | 缤纷魔方无人超市 | 欧尚无人超市 |
|----------|------------|----------|----------|
| | 闸机入口 | 自动安全门1 | 自动安全门2 |
| 录入基本信息 | 1.25 | 0.5 | 0.25 |
| 执行进入无人超市 | 0.25 | 0 | 0.5 |
| | RFID自动扫描系统 | 自助结账终端机1 | 自助结账终端机2 |
| 寻找结账区域 | 0.25 | 0 | 0 |
| 完成结账 | 0.5 | 0.75 | 0.75 |

数的平均值衡量自助系统的效率，如表6。其次，统计每位被测试者在完成各任务时的错误操作次数，并通过其平均值衡量自助系统的错误率，如表7。

针对各任务分别对应的使用效率或错误率的数据进行分析，得到以下结论：

1.在学习如何进入无人超市方面：被测试者学习使用自动安全门的平均分为2.75分，学习使用闸机入口的平均分为2分，因此自动安全门学习效率高于闸机入口。

2.在录入基本信息方面：人脸识别闸机入口的错误操作平均次数最高，为1.25次，明显高于自动安全门的错误平均次数，因此在录入信息时，使用自动安全门的错误率较低。

3.在执行进入无人超市方面：被测试者执行进入自动安全门1时完成任务时间的平均得分为2.5分，错误率为0次，明显低于闸机入口和自动安全门2。有趣的是，其中自动安全门1的错误率低于自动安全门2，结合前期对自助进入系统影响因素分析得出，在同样使用自动安全门的情况下，开门时语音提示音量较大的安全门可用性较高。

4.在寻找结账区域方面：被测试者执行寻找RFID自动扫描系统的平均得分为2分，效率最低；错误率为0.25次，高于使用自助结账终端机的无人超市，结合前期对自助结账系统影响因素的分析得出，结账区域未与购物区域隔开的无人超市的完成效率较高，错误率较低。

5.在完成结账方面：被测试者使用RFID自动扫描系统结账时间的平均得分为2.75分，效率最高；出错率为0.5次，低于自助结账终端机。有趣的是，同样使用自助结账终端机的欧尚无人超市与缤纷魔方无人超市相比，两者在操作过程中均有较清晰的语音提示，且引



图7 自动安全门入口注册说



图8 闸机入口注册说明



图9 自助结账终端机操作指引



图10 结账处步骤说明



图11 RFID标签附着形式

导性较强,但自助结账终端机2(欧尚无人超市)效率分值为2.5高于自助结账终端机1(缤纷魔方无人超市),结合前期对自助结账系统影响因素的分析得出,自助结账终端机1的功能分区模糊且灵敏度较弱,其可用性较低;自助结账终端机2在操作教学方面使用视频及文字与图形相结合的方式,且通过高低落差对功能进行分区,其可用性更高。

四、研究总结与设计建议

(一) 研究总结

结合前期调研与上述分析,针对自助进入与自助结账两部分内容,分别对其不同形式自助系统的优缺点进行如下总结:

1.自动安全门:其操作说明采用图文结合的形式,用户学习成本较低,并且由于其执行进入无人超市的步骤少且易操作,因此其可记忆性较高,用户在每次使用时不需要重新学习,如图7;但自动安全门在顾客较多时,门口易出现拥挤情况。

2.闸机入口:通过闸机入口时用户需要出示专属的二维码并进行面部识别,安全性较高,且闸机通道有助于人员引流;但录入信息与生成二维码的操作步骤较繁琐,如图8,并且在扫码进入时,同时需调整面部角度进行核对,耗费的时间较长,在易操作及易学习性方面表现较弱。

3.RFID自动扫描结账系统:用户无需操作,系统可同时自动识别多个商品,步骤简单且效率高,使用户在短时间内即可完成结账任务;但其容错性较低,且物品标签间易发生遮挡导致漏结现象。

4.自助结账终端机:自助结账终端机普及性较高,用户可根据操作指引自主完成商品扫码与结账任务,如图9;但当购买商品较多时,结账步骤也随之增多,需要花费较多的时间和努力才能完成任务。

(二) 无人超市自助购物系统的设计建议

根据上述研究可见,要提高无人超市自助进入系统及自助结账系统的可用性,需要综合考虑两者的组合方式。在进入无人超市时,

自动安全门的可用性优于闸机入口,但其效率及错误率与系统的语音反馈质量有密不可分的影响;结账时,RFID结账技术的可用性优于自助结账终端机,但其中结账区域位置设置及语音提示对其影响较大。因此无人超市的自助购物系统可考虑将自动安全门和RFID自动扫描结账系统相结合的形式,但两者的部分功能仍有可优化的空间。

1.针对自动安全门提出以下建议:

(1)自动安全门的操作说明应使用指向性强的图标且步骤描述简略清晰;另外,对于新手用户来说其注册步骤尽量控制在3步以内。

(2)在自动安全门开启时,语音提示内容应明确且保证音量可以被用户有效接收。

2.针对RFID自动扫描结账系统提出以下建议:

(1)增加空间内导视系统:当用户不了解结账原理时,由于使用教程中关键步骤的语言描述不够具体,容易产生错误操作,从而增加结账的时间成本,如图10。因此建议使用图文结合的方式适当增添关键步骤的具体提示,并分别在对应的位置设置对应动作的提示,例如:在重点位置加大加粗或使用鲜艳的颜色进行提示。

(2)优化结账辅助设施:为减少购买商品过多标签相互遮挡的情况,建议设置专门放置商品的结账台,并且由于目前RFID标签均被粘贴在商品包装上,可能存在被恶意撕毁的情况,如图11,建议改进RFID标签的附着形式,以避免逃避结账的行为。

(3)完善语音提示功能:在结账过程中增加同步的语音提示,使用户更加高效地完成结账动作,例如:系统能够分辨新手用户及老用户,根据用户是否使用过该无人超市发出相应的语音提示,即针对新手用户,语音提示可以详细,老用户的语音提示则可以删掉不必要的教学部分。

结语

通过技术服务缩短用户的购物时间时无人超市的重要理念,其中系统的操作效率和错误率对用户的购物体验有着密不可分的影响,因此,在无人指导的情况下,无人超市中的自助进入系统和自助结账系统需要让用户在尽可能短的时间内学会如何使用,且具有较高的包容性。通过调研与可用性分析发现,应尽量减少自助进入系统的步骤,并且多用符号性强的图案代替文字减轻用户的阅读压力,以此方式可在一定程度上避免由于步骤复杂繁琐而导致的客源流失;自助结账系统作为自助购物中的重要环节,应提供更具引导性的导视系统及个性化的语音提示以缩短时间成本。无人超市需要提高自助购物系统的可用性以增强用户黏度,使其在凭借新颖的购物方式吸引新用户的同时,留住老用户。

参考文献

- [1] 沈华夏,殷凤.全球价值链视角下零售业效率测度与升级策略——结合“新零售”实践探索的新思路[J].中国流通经济,2019,33(06):3-13.
- [2] 张晓青,杨靖.多英学“新零售之轮”驱动下新零售业态创新路径[J].商业经济研究,2018(19):52-55.
- [3] 邹靖,鲍懿喜.可供性视角下无人零售商店的用户体验要素探析[J].装饰,2019(10):112-115.
- [4] 宋志昌,陈虹,毕雷.新零售行业中的用户体验设计研究[J].设计,2018(03):82-83.
- [5] 刘蒙,傅凯.大型超市自助收银终端的分析与设计[J].工业设计,2018(01):47-48.
- [6] 郑方伟,周明天,张宇威.RFID自助收银研究和设计[J].微电子学与计算机,2011,28(03):186-189.
- [7] 胡飞,姜明宇.用户体验设计研究:问题情境、学科逻辑与理论动向[J].包装工程,2018,39(20):60-75.
- [8] 袁一然.针对老年卫浴产品的可用性测试和设计思考[J].设计,2020,33(05):124-127.
- [9] 兰娟.在可用性基础上营造用户愉悦感——建立新型人机关系的产品设计方法初探[J].南京艺术学院学报(美术与设计版),2008(06):154-158+206.
- [10] 王茜,张成昱.清华大学手机图书馆用户体验调研及可用性设计[J].图书情报工作,2013,57(04):25-31.