

# 厨房机器人的风险感知对用户使用意图的影响研究

潘莉

(广东工业大学, 广州 510060)

**摘要:** **目的** 厨房机器人的使用能增强用户的幸福感, 但机器人手臂常操控明火和刀具, 具有潜在的使用风险, 基于此考察厨房机器人的使用风险对用户使用意图的影响。**方法** 问卷设计包含五个构面, 共计15道题, 并以18~70岁潜在使用群体为研究对象, 回收有效数据, 共计287份, 采用偏相关结构方程模型, 考察使用风险潜变量对TAM中易用性、有用性和使用意图的影响。验证模型信效度, 通过直接分析、中介模型和调节模型分别进行论证。**结论** 尽管部分用户担心厨房机器人的潜在风险, 但是使用风险并不会影响对厨房机器人的使用意图。使用风险和使用意图在某种程度上具有分离效应, 这一研究结果将有利于相关服务机器人企业对该类型产品的研发与推广。

**关键词:** TAM; 厨房机器人; 使用风险; 偏相关结构方程模型

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)08-0045-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.08.006

## Influence of Kitchen Robot's Risk Perception on User Intention

PAN Li

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510060, China)

**ABSTRACT:** The use of kitchen robots can enhance users' sense of happiness, but the robot arms often manipulate open flames and knives, which poses potential risks. Based on this, this paper investigates the impact of the using risk of kitchen robot on user's intention. The questionnaire was designed with 15 questions in five dimensions, and 287 valid data were collected from the potential users aged 18 to 70. The partial least squares structural equation modeling was used to investigate the influence of ease of use and usefulness on the TAM's using risk latent variable. The reliability and validity of the model were verified. The influence of using risk is demonstrated separately through direct analysis, mediation model, and adjustment model. Although some users are worried about kitchen robots' potential risks, the using risk will not affect their intention of using kitchen robots. Using risk and intention to use have a separation effect to some extent, and the results can be beneficial to the research, development, and promotion of products related to service robot companies.

**KEY WORDS:** TAM; kitchen robot; using risk; PLS-SEM

智能厨房是智能家居中必不可少的一部分, 随着人工智能、云计算和机器人技术的快速发展, 未来厨房中由机器人取代人的工作<sup>[1-3]</sup>是大势所趋。用户通过语音、指令等方式, 以手机等移动设备为控制中心, 指挥厨房机器人完成任务<sup>[4]</sup>, 将大大提升用户对于“做饭”这一过程的兴趣与体验, 增加烹饪的幸福感。厨房机器人的关键功能部件是智能厨房中可以灵活移动的机械臂和手, 在三维空间中可以实现精确定位

并沿一定的轨迹运动, 从而完成清洗、切菜、翻炒、清洁等一系列动作。有了厨房机器人的帮助, 生活将更加轻松高效, 尤其对于老年人、残疾人等弱势群体, 厨房机器人将代替他们完成之前无法完成的动作流程, 通过独立操作, 重塑其自我价值。灵活、高效是厨房机器人的优点, 但同时也存在一些潜在的危险: 机械臂若发生故障, 可能会将烧热的油锅甩出去; 切菜时产生误操作, 刀具不按规定路线运动可能伤害到

收稿日期: 2021-01-02

基金项目: 教育部人文社科青年基金项目(19YJCZH123); 广东省哲学社会科学“十三五”规划学科共建项目(GD16XYS16)

作者简介: 潘莉(1979—), 女, 安徽人, 硕士, 广东工业大学讲师, 主要研究方向为体验设计与人因工程。

用户;厨房机器人可以接入互联网获得某个菜式的做法,但也可能被黑客攻击,下载有危险的执行程序。厨房机器人的使用风险是否会影响用户的使用意图,即意识到风险的用户是否会减少,甚至放弃使用厨房机器人呢?

## 1 技术接受模型

技术接受模型<sup>[5-6]</sup> (Technology Acceptance Model, TAM) 于 1989 年由 Davis 等人提出,用于考察一种新技术在组织和群体中被接受的可能性,并发现影响新技术接受度的因素。作为一种成熟的研究手段, TAM 在新技术、新产品的推广使用中,可用于考察和预测新信息系统的实际使用率,并且通过综合考量 TAM 和各种外在影响因素,找出新技术可能存在的问题<sup>[7-10]</sup>。TAM 自出现后就获得了大量关注,各领域中的相关研究成果已达千余篇<sup>[11]</sup>, TAM 中潜变量之间的关系已被反复检验,其可作为 TAM 相关模型分析准确性的检验标准。基于 TAM 研究的基本思路,即在 TAM 潜变量的基础上引入研究者感兴趣的外在潜变量,并考察外在潜变量和 TAM 中基本潜变量之间的关系,通过结构方程模型分析,从整体上理解多个潜变量之间的相互作用,通过考察外在潜变量是否影响用户对新产品和技术的接受,理解外在潜变量影响用户使用意图的内在原理。

本研究在基础 TAM 上引入了厨房机器人的使用风险因素,考察使用风险这个外部因素对 TAM 基本潜变量的影响。厨房机器人 Moley 见图 1。

## 2 研究假设

TAM 包括三个基本潜变量:易用性、有用性和使用意图。易用性指新产品容易使用的程度,即是否需要通过针对性的学习才能开始使用;有用性指新产品对用户的工作、生活或学习起到的帮助作用的程度,以及对用户工作业绩提高的程度;使用意图指用户以后会使用该产品的意愿,一般从希望使用的时间维度和频率维度进行度量。易用性和有用性对使用意图都有正向的影响,即产品若容易使用就会导致用户的使用意图提升,产品若有用也会促使用户不断地重复使用。因此基于 TAM 基础模型提出以下假设。(1) H1: 易用性会正向地影响有用性。(2) H2: 易用性会正向地影响使用意图。(3) H3: 有用性会正向地影响使用意图。

在 TAM 的基础上引入使用风险的影响,考察使用风险如何影响易用性、有用性和使用意图。厨房机器人的使用风险可以从外部风险和内部风险<sup>[12]</sup>着手。外部风险为黑客入侵非法控制厨房机器人的机械臂,进行各种恶意操作;内部风险指厨房机器人在厨房内部造成的损害,可以分为对厨房内物品或环境的损害和对厨房内部人员的伤害。



图 1 厨房机器人 Moley  
Fig.1 Kitchen robot Moley

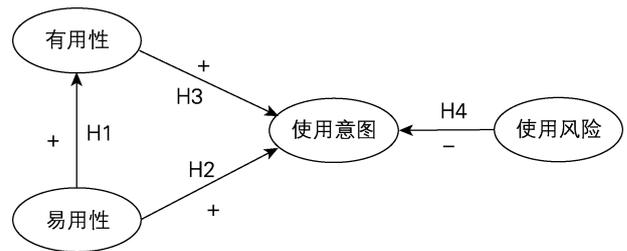


图 2 观念性架构  
Fig.2 Conceptual architecture

本研究的假设为使用风险会降低使用意图,即感知到厨房机器人可能会带来高风险的用户,其使用意图会显著下降,形成第四个假设 H4: 使用风险会负向地影响使用意图。观念性架构见图 2。

## 3 问卷设计和分析方法

研究问卷初稿完成后,先对 60 位用户进行了预测。根据预测回收资料,利用项目分析技术删除了信度较差的选项,并修正问卷中部分选项措辞,以提高问卷品质,然后再正式发放问卷。问卷由厨房机器人有用性(3 个问题)、易用性(3 个问题)、使用意图(3 个问题)、使用风险(3 个问题)和用户数据及测谎题(3 个问题)构成,共计 15 道题。问卷设计皆为等级尺度变项,采用李克特 7 点量表回答,从非常不同意(1 分)到非常同意(7 分)进行测量。最终回收有效问卷 287 份,在有效问卷中,用户年龄层在 18~70 岁,男性占 41%,女性占 59%,可以进行有效的 PLS 结构方程模型计算。数据采用 SmartPLS3.0 进行分析<sup>[13]</sup>,其中 Bootstrapping 运行次数为 5 000 次。

## 4 结果分析与讨论

### 4.1 TAM 基础模式分析

本研究基于 TAM 开展,因此首先要确定 TAM 相关的假设(H1 到 H3)都能够成立。TAM 基础模型见图 3。

首先验证 TAM 基础模型的信度和效度。模型的信度是模型中有用性、易用性和使用意图这三个潜变量的可信程度。如果对每个潜变量测量多次,而每次的测量结果都不一致,可认为此潜变量缺乏信度。如果一个模型缺乏信度,就说明模型有问题,不用再测

量效度。只有模型的信度达到一定要求，每次测量的结果都比较稳定的情况下，才有必要继续测量模型的效度。结构方程模型的信度由两个内部一致性信度组成，分别为 Cronbach's Alpha 和组合信度。Cronbach's Alpha 值在所有测量完全一样时为 1，所有测量完全随机时为 0，因此 Cronbach's Alpha 的值越靠近 1，就说明模型的信度越好。一般来说，Cronbach's Alpha 的值大于 0.7 时，可认为模型有比较好的信度指标。模型的信度和效度指标见表 1，模型中三个潜变量的 Cronbach's Alpha 信度为 0.761 到 0.889，说明模型有较好的 Cronbach's Alpha 信度。

如果 Cronbach's Alpha 值没有考虑到每个题目对潜变量的因子载荷，那么会显著低估潜变量的内部一致性信度，因此需要参考组合信度的数值，共同确定潜变量的信度<sup>[14]</sup>。组合信度的值大于 0.7，说明潜变量有较好的内部一致性信度；组合信度值低于 0.6，说明潜变量的信度不够。本研究的组合信度为 0.861 到 0.931，大于 0.7，满足组合信度要求。一般来说，真实的信度介于 Cronbach's Alpha 信度和组合信度之间，从表 1 可以看出，有用性和使用意图的信度很好，大概是 0.9 左右；而易用性的信度稍差，大概是 0.8 左右，三个潜变量都满足信度要求，可以进一步考察模型的效度。

模型的效度指潜变量是否测量了希望测量的内容，如测量智商的潜变量要能真正测量一个人是否思维敏捷、聪明智慧。结构方程模型中的效度包含收敛效度和区别效度。收敛效度指某个潜变量下各个题目之间有较强的一致性，题目能够代表潜变量真实表达的内容，一般由 AVE 值进行评估，AVE 值大于 0.5，即说明此潜变量有较好的收敛效度<sup>[15]</sup>。表 1 中三个潜变量的 AVE 值在 0.674 到 0.818 之间，大于 0.5，满足收敛效度的要求。

区别效度指不同的潜变量之间不能有太强的相关，要有一定的区别。如果两个潜变量之间的区别效度太差，那么这两个潜变量就可以合并成一个同质的潜变量，就没有区分出两个不同的考察维度。Henseler 等人在 2015 年提出，用 HTMT 测量潜变量之间的区别效度<sup>[16]</sup>，HTMT 值大于 0.9，说明这两个潜变量之间没有好的区别效度。模型的 HTMT 见表 2，表 2 中 HTMT 值都小于 0.9，并且使用拔靴法评估的 95%置信区间的最大值都小于 1，说明本模型中各个潜变量之间有较好的区别效度。

确定 TAM 基础模型的信度和效度后，可以评估模型的路径系数，模型的路径系数 *t* 检验见表 3。易用性到使用意图的路径系数 0.347（正值且显著，说明 H2 成立），易用性到有用性的路径系数 0.573（正值且显著，H1 成立），有用性到使用意图的路径系数 0.574（正值且显著，H3 成立），并且有用性在易用性和使用意图之间起中介作用。

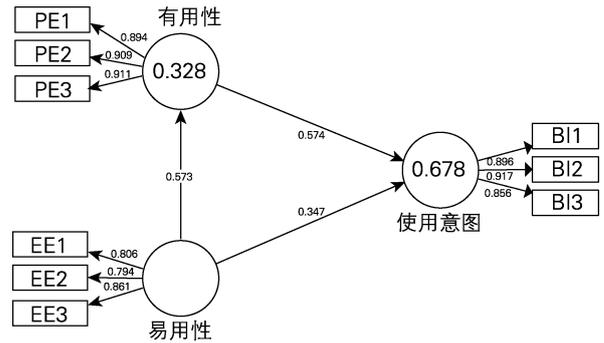


图 3 TAM 基础模型

Fig.3 Basic model of TAM

表 1 模型的信度和效度指标

Tab.1 Reliability and validity of the model

潜变量	Cronbach's Alpha	组合信度	平均变异抽取量 (AVE)
易用性	0.761	0.861	0.674
有用性	0.889	0.931	0.818
使用意图	0.869	0.920	0.792

表 2 模型的 HTMT

Tab.2 HTMT of the model

潜变量	HTMT 值	95%置信区间
易用性→有用性	0.678	0.544~0.788
易用性→购买意图	0.820	0.726~0.894
有用性→购买意图	0.876	0.799~0.931

表 3 模型的路径系数 *t* 检验

Tab.3 T-test of the model's path coefficients

潜变量	初始样本 (O)	样本均值 (M)	标准差 (STDEV)	<i>T</i> 统计量 (O/STDEV)	<i>P</i> 值
易用性→使用意图	0.347	0.348	0.047	7.4	<0.001
易用性→有用性	0.573	0.575	0.053	10.758	<0.001
有用性→使用意图	0.574	0.574	0.05	11.365	<0.001

#### 4.2 使用风险对使用意图的直接影响

由于使用风险是从三个不同方面考察用户对厨房机器人风险的意识，所以三个方面之间没有必然的逻辑联系，因此可以作为成型潜变量引入分析，考察使用风险对使用意图的直接影响。使用风险和使用意图模型见图 4。

使用风险到使用意图的路径系数为-0.129，但路径系数并不显著 ( $t=0.744, p=0.457$ )，说明使用风险并不会显著影响使用意图。

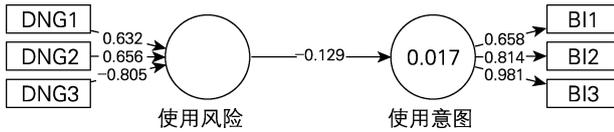


图4 使用风险和使用意图模型  
Fig.4 Model of risk and intention

### 4.3 以易用性和有用性为中介的模型分析

将使用风险作为外部引入变量，作用到 TAM 基础模型的易用性和有用性潜变量上。通过上述分析，

虽然没有发现使用风险对使用意图的影响，但是使用风险也许能够影响易用性和有用性，以易用性和有用性作为中介的模型。中介模型分析见图 5。

使用风险到有用性的路径系数为 0.090，影响不显著 ( $t=1.003, p=0.316$ )。使用风险到易用性的路径系数为-0.246，有一定的负向影响，但是统计上不显著 ( $t=1.177, p=0.239$ )。综合以上分析结果，使用风险对 TAM 基础模型没有直接的影响关系，既不会影响易用性和有用性潜变量，也不会影响使用意图潜变量。

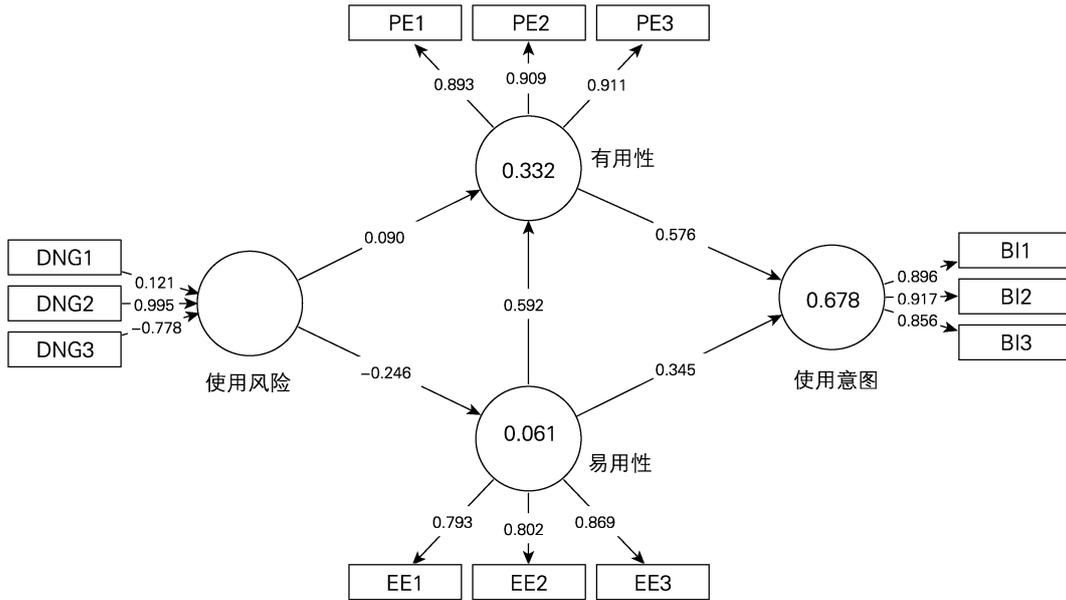


图5 中介模型分析  
Fig.5 Analysis of mediation model

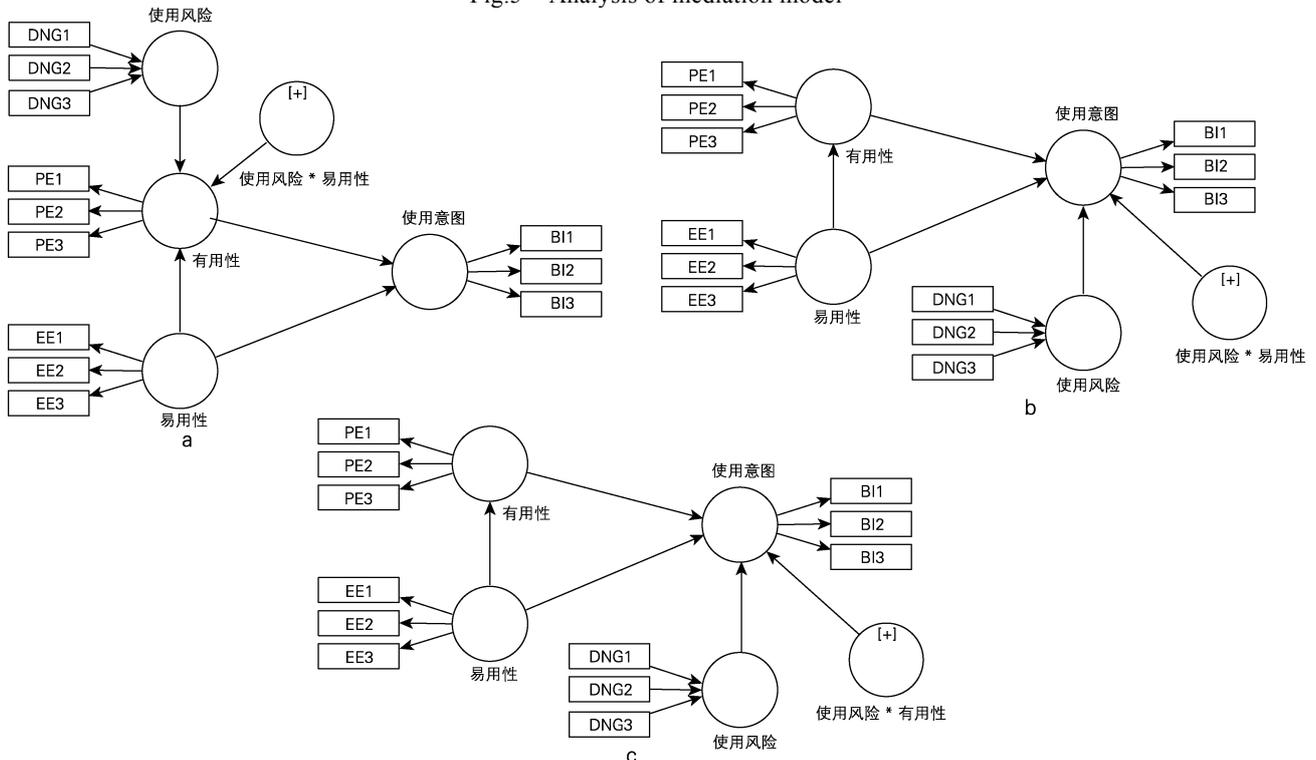


图6 调节效应分析  
Fig.6 Analysis of regulatory effect

#### 4.4 使用风险作为调节变量的模型分析

调节效应分析见图 6, TAM 基础模型上有三条路径, 分别为易用性到有用性、易用性到使用意图和有用性到使用意图, 通过调节作用分析, 可以考察使用风险对这三条路径的影响。统计分析结果表明, 三种调节作用都不显著 ( $p_s > 0.548$ )

#### 4.5 讨论

厨房机器人具有灵活的机械臂, 可以抓握菜刀, 并在明火上烹饪, 具有一定的使用风险。本研究在 TAM 基础模型上引入使用风险潜变量, 结果发现 TAM 具有良好的信度和效度, 并且 TAM 的基本假设都能够通过数据得以验证。然而通过直接分析、中介分析和调节分析, 使用风险潜变量和 TAM 基础模型的三个潜变量之间都没有相互影响。尽管部分用户感受到厨房机器人有潜在的风险, 但是并不影响他们感知厨房机器人的易用性、有用性和使用意图。数据分析显示, 厨房机器人的使用风险和用户对厨房机器人的使用意图之间存在分离。

首先, 对厨房机器人的需求可能导致这种分离效应。例如用户都能感知到菜刀具有的潜在风险, 但由于在厨房操作过程中离不开菜刀的辅助, 对菜刀的需求使得用户在明知潜在风险的情况下, 也不会减少对这一工具的使用意图。其次, 对厨房机器人的信赖也能导致使用风险和使用意图的分离。在大量电器的使用中, 用户能够感知到潜在风险的存在, 如微波炉的微波泄露、高压锅的爆炸风险、电磁炉的电磁辐射、热水器的漏电或漏气风险等, 但是出于对企业及市场安全管理的信任, 生产者会对厨房电器的风险进行专业评估, 可销售的电器都是在满足一定国家安全标准下推出市场的。尽管存在各种使用风险, 但是用户对商家的信赖超过了用户对风险的感知。另外, 由于厨房机器人还没有大规模进入百姓家庭, 用户对产品缺乏感性认知, 以及实际使用中可能出现风险的理性判断, 对实际产品更多的是一种美好期待。以上原因都可能导致使用风险与使用意图产生分离。

## 5 结语

在服务机器人领域, 使用风险和使用意图的分离有着积极的作用, 说明用户不会由于服务机器人的潜在风险而降低对产品的期待。随着机器人技术和人工智能技术的进步, 各种智能服务机器人会相继出现, 在人们的日常生活中发挥着越来越重要的作用, 帮助人们提高生活效率, 获得更好的生活体验。尽管在服务机器人的发展过程中可能会出现各种使用风险, 但是用户会和开发者一起积极面对, 不会因受到风险感知的影响, 而降低对新产品的使用意图。服务机器人企业也需要完善考虑所有可能的潜在风险, 充分解决

问题, 防止产生重大事故, 从而影响用户对新技术和新产品的信赖与期待。

#### 参考文献:

- [1] 梁文莉. 全球机器人市场统计数据[J]. 机器人技术与应用, 2020(3): 47-48.  
LIANG Wen-li. Statistical Data Analysis of Global Robot Market[J]. Robot Technique and Application, 2020(3): 47-48.
- [2] 王秋惠, 牛志通, 刘力蒙. 基于 TRIZ-GA 老龄服务机器人人因系统功能配置与设计优化[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 62-69.  
WANG Qiu-hui, NIU Zhi-tong, LIU Li-meng. Function Design and Design Optimization of Service Robot for the Elderly Based on TRIZ-GA[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 62-69.
- [3] 肖峰, 胡小玉. 人工智能时代人机和谐的多维建构[J]. 河北学刊, 2019, 39(2): 50-56.  
XIAO Feng, HU Xiao-yu. Multidimensional Construction of Human-machine Harmony in the Era of Artificial Intelligence[J]. Hebei Academic Journal, 2019, 39(2): 50-56.
- [4] 孙效华, 张义文, 侯璐, 等. 人工智能产品与服务体系研究综述[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 49-61.  
SUN Xiao-hua, ZHANG Yi-wen, HOU Lu, et al. Review on Artificial Intelligence Products and Service System[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 49-61.
- [5] DAVIS F D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology[J]. Mis Quarterly, 1989: 319-340.
- [6] DAVIS F D, BAGOZZI R P, WARSHAW P R. User Acceptance of Computer Technology: a Comparison of Two Theoretical Models[J]. Management Science, 1989, 35(8): 982-1003.
- [7] SERENKO A. A Model of User Adoption of Interface Agents for Email Notification[J]. Interacting with Computers, 2008, 20(4-5): 461-472.
- [8] 王钰彪, 万昆, 任友群. 中小学教师机器人教育接受度影响因素研究[J]. 电化教育研究, 2019, 40(6): 105-111.  
WANG Yu-biao, WAN Kun, REN You-qun. Influencing Factors of Teachers' Acceptance of Robot Education in Primary and Secondary Schools[J]. E-Education Research, 2019, 40(6): 105-111.
- [9] 鲁耀斌, 徐红梅. 技术接受模型的实证研究综述[J]. 研究与发展管理, 2006(3): 93-99.  
LU Yao-bin, XU Hong-mei. An Empirical Research on Technology Acceptance Model[J]. R&D Management, 2006(3): 93-99.
- [10] 董晓玮, 顾家琪. 基于 TAM 的高校数字化交互式教材的使用意愿影响因素研究[J]. 设计, 2020, 33(13): 130-132.  
DONG Xiao-wei, GU Jia-qi. Influencing Factors of Willingness to Use Digital Interactive Textbook in Universities Based on TAM[J]. Design, 2020, 33(13): 130-132.

(下转第 56 页)