

AR 技术应用于包装交互式设计的研究

吴铤¹, 柯胜海²

(1.五邑大学, 广东 江门 529020; 2.台州学院, 浙江 台州 318000)

摘要: **目的** 探寻 AR 技术在虚拟包装中的交互形式及应用, 分析各交互形式的特性和实现方式, 为新时代的 AR 技术包装设计提供崭新的思路与解决方案。 **方法** 基于 AR 技术在包装上的运用, 通过文献分析了解其研究现状、技术发展、优势特点, 结合国内外最新 AR 技术包装案例, 分析总结其交互形式, 并依据 AR 技术的驱动形式和虚拟内容互动形式的差异, 归纳未来 AR 技术包装的交互形式的 3 个阶段, 即粗放期、形成期、发展期。 **结果** AR 技术包装的交互形式包括包装本体的驱动符号可变式设计及虚拟加载内容的交互方式设计两方面, 其全新的交互形式可极大地提升包装体验的沉浸感、趣味性, 延展包装功能。 **结论** AR 技术为包装的交互提供了全新的方式, 同时此项技术在包装中的运用可为包装设计的数字化发展与研究提供新的思路, 为未来包装发展创造新形势。

关键词: 包装设计; 交互设计; 虚拟包装; AR 技术

中图分类号: TB482; TS206.2; TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)19-0243-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.19.028

Application of AR Technology in Interactive Packaging Design

WU Yao¹, KE Sheng-hai²

(1. Wuyi University, Guangdong Jiangmen 529020, China; 2. Taizhou University, Zhejiang Taizhou 318000, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the interactive forms and applications of AR technology in virtual packaging, analyze the characteristics and implementation ways of each interactive form, and provide new ideas and solutions for AR packaging design in the new era. Based on application of AR technology in packaging, the research status, technology development, advantages were learned through literature analysis. The interaction forms were analyzed and summarized in combination with the latest AR packaging cases at home and abroad. And according to the differences between the driving form of AR technology and the interactive form of virtual content, the interactive form of future packaging with AR technology was divided into three phases, namely extensive period, formative period, developmental period. The interactive form of AR packaging included the variable design of driving symbol of packaging ontology and the interactive design of virtual loading content. The new interactive form could greatly improve the immersion and interest of packaging experience, and extend the packaging function. AR technology provides a new way for packaging interaction. At the same time, the application of AR technology in packaging can provide a new idea for the digital development and research of packaging design, and create a new situation for the future development of packaging.

KEY WORDS: packaging design; interaction design; virtual package; AR technology

收稿日期: 2021-10-13

基金项目: 国家社科基金艺术学项目 (20BG114); 湖南省教育厅科学研究重点项目 (18A256); 湖南省“十三五”教育规划重点课题 (ND207177)

作者简介: 吴铤 (1998—), 女, 硕士, 五邑大学艺术设计学院助教, 主要研究方向为智能包装设计理论及实践。

随着现代信息技术的快速发展,增强现实技术(Augmented Reality, AR)已逐渐运用到生活中的各个领域,如新闻、医疗、教育、广告等。AR技术应用到包装设计领域的形式依旧相对单一,多为利用手机等移动设备使消费者与虚拟AR内容进行简单交互,如点击、缩放、旋转等。究其根本原因,主要在于目前AR技术包装中,包装本体与虚拟内容的结合相对割裂,包装往往只是虚拟内容的载体,而没有真正做到利用虚拟内容沟通包装与消费者,因此,文中研究将运用交互设计的原理及方法,探寻AR技术包装的交互形式,为消费者带来全新的包装互动体验,为AR技术在包装设计方面的应用提供借鉴。

1 交互式AR包装的概念及意义

AR技术将电脑模拟仿真的虚拟数据与现实世界的物体,通过手机、平板以及智能穿戴设备等硬件产品的显示屏幕进行叠加,使虚拟信息应用到真实世界的物体之中,并令用户可与之进行互动,从而实现对现实的增强^[1-2]。AR交互式包装利用此技术将部分包装信息虚拟化,用户可通过扫描包装本体上的驱动式符号获取包装虚拟内容,使包装信息突破了平面印刷的形式,通过连接云端数据库将包装信息以更为多元、动态、实时更新的形式向消费者进行展示^[3]。此外,AR交互式包装可带给人们更多的互动体验,令用户与包装的交互形式由单一的实体交互转向现实与虚拟相结合的交互形式,从而打破虚拟与现实的隔阂,便于用户更轻松地与产品以及开发者进行沟通。

整体而言,交互式AR包装相较于传统包装的主要优势可归于3点:包装借由云端服务器传递商品信息,分离了包装的运输保护功能与信息传递功能,使包装信息可借由动画、视频、三维模型和音频等更为多元立体的方式呈现,最大限度地扩展了包装的信息维度和信息载量;通过与AR虚拟内容的交互,拓宽了包装的应用场景、延伸服务范围,如产品展示、互动游戏、社交服务、活动营销等,极大地丰富了包装形式;AR虚拟内容可依据用户的不同交互行为,给予相应的反馈,做出不同的动作、发出不同的声音等,从而向用户传递如鼓励、赞赏、遗憾等不同的情绪,使包装不再是一个僵硬死板的物体,而成为了一个可与之沟通交流的个体,满足用户的情感需求。

2 AR技术驱动下交互式包装的阶段 性分类

依据AR技术驱动下包装本体识别形式以及虚拟内容互动形式的差异性,笔者认为AR交互式包装可分为3个阶段:粗放期、形成期、发展期,下文将对3个阶段进行具体阐释。

2.1 AR交互式包装的粗放期——静态图文驱动+虚拟内容展示

智能手机的出现与快速发展使AR技术的应用有了更广泛的群众基础。相较于实验室中笨重而巨大的专业AR仪器,由摄像头、显示屏、芯片等硬件设备所构成的AR系统携带更轻便、使用更便利^[4]。在这样的背景下,部分企业开始尝试将AR技术应用至包装之上。商家多以直接使用市面上现有的销售包装为主,在不改变包装本体设计的前提下,以包装现有的平面图案作为AR驱动符号,将部分产品信息、品牌文化以虚拟现实的方式呈现,从而增强产品的消费体验、强化品牌认知。由于此时期厂家对AR技术的应用经验相对欠缺,再加之技术的不成熟,导致虽初步实现了包装部分信息的AR数字化展现,但其交互形式相对单一,往往只具有基本的信息展示功能,如对虚拟内容进行点击、拖动、旋转、缩放等简单交互,因而将这个时期的AR交互式包装称之为粗放期。

2.2 AR交互式包装的形成期——手动动态图文驱动+多样式内容交互

随着互联网技术的快速发展,网络环境中可承载信息量大幅提升,加之线上购物平台的兴起,更多消费者开始习惯于通过线上购物平台了解商品信息、选购商品。这些原因极大地促进了包装运输保护功能与信息传达功能的进一步分离,具体表现为:包装本体除了对AR驱动符号、产品生产日期等关键信息进行保留印刷外,将如原料列表、产品说明、使用方法、生产信息等信息不再直接印刷于包装本体之上,而是通过AR扫描的方式集成于虚拟环境之中,从而减轻了包装本体的印刷量,实现了包装的绿色环保。同时,为促进包装虚拟内容与包装本体进一步融合,以及满足消费者不断增长的交互情感需求,AR技术包装开始出现具有更高的可玩性与互动性的实体设计:消费者可与包装本体进行简单交互,如对包装施以折叠、拼合、移动等简单动作,使包装本体上所呈现的AR驱动符号产生变化,从而影响包装的虚拟加载内容。在此基础上,包装的虚拟加载内容可通过娱乐游戏、演示教学、社交互动、活动营销等形式,提升产品的附加值,为消费者带来一系列的增值服务。相较于前一阶段,此时期的包装具有更多样的交互形式,包装本体与其虚拟加载内容的结合更为紧密,具有更高的附加值、趣味性,因此“手动动态图文驱动+多样式内容交互”的形式或将成为未来交互式包装的主流方式。

2.3 AR交互式包装的发展期——智能动态图文驱动+智能识别交互

在这个时期,AR交互式包装不论是包装本体,还是虚拟加载内容皆呈现出智能化、自适应的特征。

一方面, 包装本体可通过智能包装技术, 采用温敏、湿敏、气敏或具有光电功能的材料或传感器等, 使包装对外界环境因素具有“识别”与“判断”功能^[5]。包装可依据环境变化, 自适应地调节包装识别符号, 从而达到对包装虚拟内容自动控制的目的, 进一步增强包装虚拟内容与外界环境的结合。另一方面, 利用人工智能技术, AR 虚拟内容能通过与消费者的交互而进行智能的学习、判断、感知等, 随消费者交互方式、交互习惯而改善交互结果, 自发地优化与消费者的交互体验。

此类“智能动态图文驱动 + 智能识别交互”的形式可最大程度地满足消费者的个性化需求, 然而由于相关技术仍尚未成熟, 以及出于对包装生产成本的把控, 此模式在短时期内难以广泛的推广使用。笔者认为, 在未来一定时期内, AR 交互式包装的形成期与发展期将相互交错融合, 无论是包装实体层面的手动动态图文驱动与智能动态图文驱动方式, 还是包装虚拟内容层面的多样式内容交互与智能识别交互, 都并非为简单的技术迭代关系, 而是作为交互形式的拓展延伸, 共同构建全新的包装交互形式, 推进包装与人的交流。随着技术的发展, 包装的虚拟内容交互将会更多地利用大数据等相关技术, 通过对海量的消费者行为进行数据分析和整理, 人为地设定各类行为下的交互模式匹配机制, 并最终基于人工智能技术以及互联网技术的进步, 达到系统的深度学习, 实现包装与人真正的自如沟通。

3 AR 技术应用于包装的交互形式

AR 技术可将手机、平板或 AR 眼镜作为图像获取和显示设备, 通过识别现实世界中存在的识别符号, 与服务器中已存的识别符号进行比对后, 将识别结果传输至个人终端之上, 并通过终端设备实现虚拟内容最终的渲染显示^[6]。当 AR 技术与包装设

计结合, 消费者与包装的交互形式可分为两方面: 一是针对消费者进行 AR 扫描前, 与包装本体的 AR 驱动符号的交互; 二是得到扫描结果后, 借助手机、平板等 AR 设备与虚拟内容的交互。作为 AR 技术包装中并行的 2 种交互, 两者相互独立, 而又相互影响。两部分在 AR 交互式包装设计中具体形式的归纳见图 1。

3.1 包装本体驱动符号的可变式设计

包装通过其本体中的 AR 驱动符号将实体产品与虚拟信息关联起来, 驱动符号承担着 AR 虚拟信息传递入口的重要作用。通常而言, 一个识别符号在同一服务器中只对应着唯一的虚拟加载内容, 具有极强的指向性, 因此消费者可通过与包装本体进行交互, 改变包装识别图像/物体的视觉表现, 从而使 AR 扫描的结果呈现出不同的信息内容。对包装本体驱动符号的不同交互形式的具体分析如下。

3.1.1 基于 AR 技术的静态驱动式符号交互

静态驱动式符号是 AR 技术应用于包装上初期最为常见的交互形式, 更是其他包装本体驱动符号交互的基础。包装的静态驱动式符号既包括了包装平面的图形、色彩、文字等因素, 同样也需要考虑包装本身的材料、结构, 以及受外界环境影响产生的包装阴影、反射、折射等条件变化导致的包装视觉差异^[7-8]。目前静态驱动式符号交互常以现有销售包装的平面视觉内容及立体造型直接作为 AR 驱动符号, 只需将现有包装的视觉信息导入服务器中, 由消费者直接扫描包装本身即可获取到相应的虚拟信息。由于此交互形式只需要简单扫描, 无需其他繁复的交互动作, 也无需针对 AR 内容对包装本身进行再设计、再生产, 因此具有交互便捷、成本低廉的优势特点。

3.1.2 基于 AR 技术的手动驱动式符号交互

AR 技术包装中驱动符号的手动交互可分为整体

包装本体驱动符号的可变式设计	静态驱动式符号交互		静态图片、物体驱动
	手动驱动式符号交互	整体交互: ①单体操控 ②外物组合	
		局部交互: ①图像分割 ②个性创造 ③元件互动	
	自动驱动式符号交互		符号自控变化: 发光油墨、变色油墨等
包装虚拟加载内容的交互方式设计	直接操作	点击、滑动、按键、语音识别等	
	间接操作	用户操作变量	交互次数、交互频率、交互间隔等信息变化
		外界环境变量	位置、温度、时间、天气等信息变化

图 1 AR 技术包装设计环节的交互形式归纳
Fig.1 Summary of interactive forms in packaging design with AR technology

交互及局部交互2种,前者指在不改变包装本体造型的基础上,通过对包装整体的交互行为,实现AR驱动符号的变化;而后者往往需对包装本身进行拆分、重组或控制某个部件等方式与包装的局部结构交互,引起驱动符号的变化,最终影响包装的虚拟加载内容。在应用上,由于使用整体交互的方式,无需对包装本体进行拆分离等破坏性行为,因此更适用于货架销售和商品展示等环节中。与此相反的是,单体交互的方式更适用于消费者购买商品后,产品的实际使用过程中。

3.1.2.1 整体交互

AR交互式包装的整体交互可通过单体操控和外物组合2种交互方式达成。其中单体操控指消费者仅需对包装本身进行旋转、移动等简单交互,改变包装识别点的几何关系、阴影特征等,实现虚拟加载内容的变化。如图2所示,加拿大的可口可乐公司和流媒体音乐服务平台Spotify联合推出了一款AR播放器,用户可通过手机APP扫描可口可乐瓶子标签,就能播放189种由Spotify提供的特别播放列表,在播放音乐时,相关专辑封面会以AR效果围绕在瓶身周围,转动瓶子就能切换不同的歌曲。同时,包装还可与自身的阴影相结合,共同作为AR技术的视觉驱动符号,通过包装实体在不同光线的照射下产生的阴影造型,实现AR驱动符号的丰富变化,从而使包装的虚拟加载内容产生相应变化,如利用包装容器造型的不对称性旋转包装,使包装阴影产生形变,或对包装表面增添开窗设计,使光线照射下包装内部的镂空阴影形成特定图形,以及还能够通过控制塑料、玻璃等透明材料的颜色、厚度条件使包装阴影内部出现深浅变化从而形成特定图形等,上述方式皆可产生不同的AR驱动符号,从而最终实现虚拟加载内容的变化。

外物组合指包装本身与其他包装、内部产品、实体场景等外界物体组合,将外物的平面视觉内容与包装本身的识别符号进行组合重构,从而构建全新的AR识别图/物体,获得完全不同的AR扫描结果。在此方式下,多个AR虚拟加载内容之间,既可以为各自独立的虚拟加载内容,也可依据识别图/物体的变化而生成全新的虚拟内容。此包装交互形式常应用于系列化组合式包装的宣传展示中,为包装交互带来更多的可能性,引起消费者的好奇心,从而达到增强包装宣传效果、强化品牌印象的目的。图3为Pocky与Kirin午后红茶的联名合作包装,2家品牌共准备了8个漫画人物,消费者可将包装上的不同人物组合成全新的画面,通过不同的组合可获得12张图案,使用AR技术可看到与之相对应的12个爱情故事。

3.1.2.2 局部交互

AR交互式包装的局部交互方式主要为图像分割、个性创造、元件互动等。

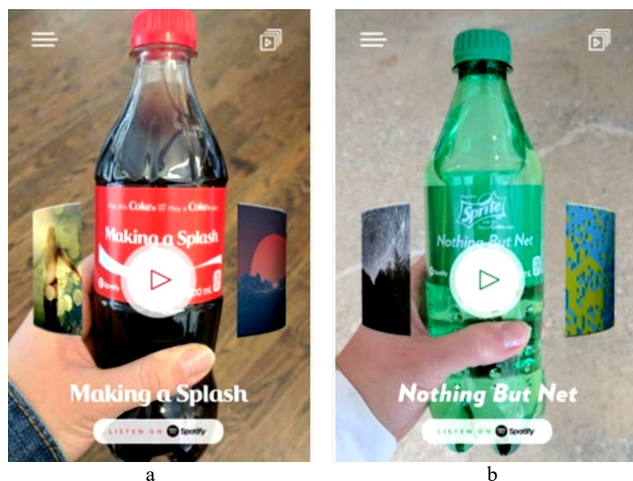


图2 可口可乐AR播放器包装
Fig.2 AR player packages of Coca-Cola

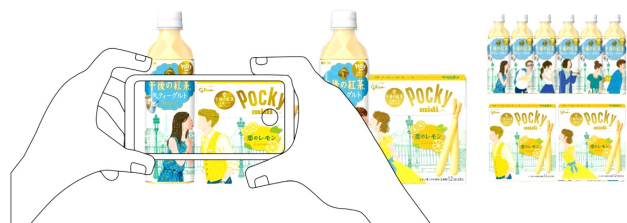


图3 Pocky与Kirin午后红茶联名合作的AR包装
Fig.3 AR packages of Pocky & Kirin afternoon teas

图像分割指将设计者在设计产品包装之时便有意地将AR识别符号进行分割,消费者需自行组合拼接分散在包装各个部位的识别图片,使包装表面呈现出不同的识别符号,再依据扫描不同的识别符号获取相应的AR虚拟内容。针对纸包装、塑料袋、布料包装等柔性包装,消费者可通过折叠包装的方式隐藏部分图像或拼接全新的识别符号。木质包装、塑料容器、金属容器等硬质包装容器,则可将图像信息隐藏于包装的不同块面上,消费者通过抽拉、旋转、按压、卡合包装的特定结构,使包装表面组合出现全新的识别符号。以笔者设计的一款AR运动代餐饼干包装为例(图4),消费者可通过沿虚线对包装袋进行折叠,使包装袋背面的内容借由折叠动作与包装正面的图像重新结合,画面由原本手扶电线杆舞蹈的青年人转变为乘风破浪的帆船手。包装平面的变化可使AR扫描所得的虚拟加载内容产生相应变化,极大地提升了包装的趣味性。

AR技术包装驱动符号的个性创造是指顾客主动参与设计或制作包装的AR识别内容,即消费者购买商品后通过对包装识别内容的二度创作,改变包装原本的识别符号,从而使AR软件获取全新的加载内容。其中书写、绘画是最为常见、便捷的方式,厂家在包

装表面留有特定的空白区域以供消费者创作, 消费者即可在此区域简单的涂抹色块, 也可拿起画笔绘画出独具特色的图案, 更可以通过识别手写的文字信息扫描获取到全新的 AR 识别信息。利用此交互方式, 每位消费者都可自己动手创造独属于自身的包装 AR 识别图像, 使每个包装具有极强的独特性, 大大增强消费者的交互自主性。亚马逊曾推出一款基于上述交互形式的 AR 技术运输包装(图 5), 消费者在亚马逊包装盒上绘画设计, 并使用其推出的 AR 软件“亚马逊增强现实”(Amazon Augmented Reality)扫描图像, 得到与自身绘画相一致的虚拟南瓜形象, 此外消费者还可自行装饰虚拟南瓜, 如给它一顶帽子或衣服, 改变其光线或颜色等。



图 4 运动代餐饼干 AR 包装
Fig.4 AR package for sports assorted biscuits as meal replacements



图 5 亚马逊 AR 技术包装
Fig.5 AR package of Amazon

元件互动指厂家将 AR 识别图中具有特定意义、独特性质的组成部分单独拆分, 作为 AR 驱动符号的识别元件, 消费者通过对识别元件的简单交互, 改变包装的 AR 识别内容, 影响其加载内容, 从而产生相应变化。这种操作方式既可以简单地将包装中的某一部分图形沿预置的虚线撕出或裁出, 使其变为独立的识别元件, 如同一块趣味的七巧板一般, 通过元件与识别图的自由拼摆、组合, 排列出丰富多样、各不相同的 AR 驱动符号; 也可以是在包装内部增添机关结构, 消费者与包装的机关部件交互, 带动包装识别元件的运动变化, 如使用纸艺设计中常见的拉条结构以及转轮结构等, 机械结构中的履带结构及齿轮结构等^[9]。

3.1.3 基于 AR 技术的自动驱动式符号交互

随着包装技术的发展进步, 全新的技术及新型材料在包装中的应用逐渐增多, 此类技术的合理运用能够促进 AR 技术与包装更为紧密的结合, 使 AR 技术的功能得到最大限度的延伸与拓展。包装可使用数字感应器、生物传感器(温敏、光敏、热敏、气敏等)或智能印刷材料等新兴智能包装技术感知外界环境,

实时检测周边物体及空间的相关条件变化, 使包装表面特定区域起到发光或变色等效果^[10-11]。依托于上述技术实现使用非手动的方式对包装识别符号进行可控式驱动, 即识别符号自动驱动式设计。AR 软件依据扫描包装表面识别符号的颜色变化, 发光颜色、频闪等条件的变化, 影响加载的虚拟内容, 从而实现了 AR 虚拟内容的自适应变化, 弥补了传统手动交互机制下, AR 技术包装在复杂环境下自调控性不足的缺陷, 在简化消费者交互行为的同时还能有效避免了因传统手动交互而产生的误差操作导致的错误交互问题。

3.2 虚拟加载内容的交互方式设计

3.2.1 直接操作交互

直接指令是包装虚拟加载内容最为主流的交互方式, 指用户利用手机、平板等硬件设备扫描识别图案获取 AR 虚拟内容后, 通过触控识别、按键识别、语音识别、手势识别等方式, 直接在硬件设备上输入自身指令, 触发事件, 实现与 AR 虚拟内容的交互^[12]。此形式可依托于 APP、小程序、网页等平台进行包装

的线上商品展示、演示说明、营销活动、趣味游戏等交互活动,特点在于通过消费者与虚拟内容的直接交互,可以实时、直观地获取交互反馈,提升用户体验。图6为Blippar与吉百利合作推出了一款基于AR技术的吉百利巧克力包装,用户将手机摄像头对准巧克力包装后,屏幕中会出现一个以包装为掩体的打鸭子游戏,小鸭子从包装的边缘出现,消费者通过点击手机屏幕打击目标。



图6 吉百利AR巧克力包装
Fig.6 AR chocolate package of Cadbury

3.2.2 间接操作交互

虚拟加载内容的间接操作指在软件中数据、代码信息的影响下,无需用户直接操作即可对包装加载内容进行自发调整的交互方式。此方式在多数情况下可依据外界环境变量以及用户操作变量等条件的变化,实现包装虚拟内容的可控性驱动,为虚拟内容在复杂环境下的交互结果提供更多样的可能性。相较于具有直观性、瞬时性特点的直接操作,间接操作可作为长效的数据交互机制,更为隐性、持续性地使消费者与包装进行交互,实现直接操作难以达到的结果,给予消费者更为人性化的交互体验。

间接操作交互的外环境变量指消费者利用手机、平板等AR设备中内置的GPS定位传感器、陀螺仪传感器、方向传感器、压力传感器、温度传感器等传感器件,获取周围的特定环境信息,并以此影响包装的虚拟加载内容^[8,13]。以LBS+AR技术为例,此项技术可基于用户自身所处的位置而将周身特定的信息以AR的方式呈现出来,其中最具代表性的便是2016年上线,火爆全球的手机游戏——口袋妖怪Go^[14]。若LBS+AR技术与包装进行结合,便可依据消费者所在区域的不同,使商品的虚拟加载内容在不同的地域呈现风格、特征各样的画面、音乐等,并配以相应的平台活动,能够有效地实现商品的本土化、区域化营销设计。同时AR展示内容可依据时间流逝而产生特定变化,使商品更具独特性和更高的收藏意义。图7为笔者设计的一款婚礼首饰的AR纪念包装,

用户可通过手机扫描盒体的识别图片获得一枝美丽的玫瑰花,象征着2位新人幸福而美满的爱情。随着时间的推移,娇艳的玫瑰鲜花逐渐转为一朵璀璨而闪耀的金色玫瑰,代表了双方矢志不渝的爱情。每当扫描包装时,消费者能从逐渐转变的AR玫瑰中感受到双方所共同度过的年月,从而更珍惜眼前美好的时光,而包装本身也如同婚礼上所用的首饰一般,成为了象征着两人爱情的特殊纪念品。

间接操作交互的用户操作变量则指消费者基于各自交互习惯不同而产生不同的交互次数、交互频率、交互间隔等隐性反馈数据^[15-16]。系统通过获取网络时间、记录用户操作日志等方式,判断产品于消费者手中停留、使用的时间和频率。此形式多适用于需要多次开启使用的产品包装,当在消费者首次对包装进行扫描时,显示出特定的AR虚拟内容,在首次开启包装时能够给予消费者独特的视觉冲击体验,而后AR内容则随着消费者的多次扫描动作逐渐变化,使消费者在每次使用产品时能够获得全新的消费体验。



图7 婚礼首饰AR包装
Fig.7 AR packaging of wedding jewelry

4 结语

交互式AR包装在传统包装上叠加可互动的数字内容,使包装具有动态、逼真、多维的虚拟展示效果,更随着智能材料、软硬件技术的不断发展,延伸出更多样的交互手段,极大地促进了消费者与产品、品牌间更自然和有效的沟通,拓展了包装的信息传递渠道与服务范围,因此,此类包装势必将成为未来包装发展的新形势。在未来交互式AR包装的发展过程中,需充分思考包装实体与虚拟内容的相互关系,深刻了解两者并不是相互排斥、从中选一的,更不是两者并行、毫无关联的,而是2类交互形式各具有不同的优势,是互补的关系。只有保证包装成本,使包装在使用便利、绿色环保的前提下,促进包装实体与虚拟内容两方面协调发展、统筹兼顾,依据产品特征以及用户需求针对性地选取适合的交互形式,才能有效适应市场与消费者的需求倾向。

参考文献:

- [1] 吴帆, 张亮. 增强现实技术发展及应用综述[J]. 电脑知识与技术(学术版), 2012, 8(12): 8319-8325.
WU Fan, ZHANG Liang. A Survey on Development and Application of Augmented Reality Computer Engineering and Applications[J]. Computer Knowledge and Technology, 2012, 8(12): 8319-8325.
- [2] ALKHAMISI A O, MONOWAR M M. Rise of Augmented Reality: Current and Future Application Areas[J]. International Journal of Internet and Distributed Systems, 2013, 1(4): 25-34.
- [3] 程雁飞. 增强现实在智能包装中的应用趋势[J]. 包装工程, 2018, 39(7): 27-30.
CHENG Yan-fei. Application Trend of Augmented Reality in Intelligent Packaging[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(7): 27-30.
- [4] 陈靖, 王涌天, 郭俊伟, 等. 增强现实技术在智能手机上的应用[J]. 电子科技大学学报, 2010, 39(S1): 80-84.
CHEN Jing, WANG Yong-tian, GUO Jun-wei, et al. Augmented Reality Technology Applied on Mobile Phone Platform[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2010, 39(S1): 80-84.
- [5] 许文才, 付亚波, 李东立, 等. 食品活性包装与智能标签的研究及应用进展[J]. 包装工程, 2015, 36(5): 1-10.
XU Wen-cai, FU Ya-bo, LI Dong-li, et al. Research and Application Progress of Food Active Packaging and Smart Labels[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(5): 1-10.
- [6] 齐越, 马红妹. 增强现实: 特点、关键技术和应用[J]. 小型微型计算机系统, 2004(5): 900-903.
QI Yue, MA Hong-mei. Augmented Reality: Characteristics, Key Technology and Applications[J]. Mini-Micro Systems, 2004(5): 900-903.
- [7] 吴洪飞. 增强现实中标记设计与识别方法研究[D]. 青岛: 青岛大学, 2010: 12-18.
WU Hong-fei. Research on Marker Design and Recognition Method in Augmented Reality[D]. Qingdao: Qingdao University, 2010: 12-18.
- [8] 罗斌, 王涌天, 沈浩, 等. 增强现实混合跟踪技术综述[J]. 自动化学报, 2013(8): 1185-1201.
LUO Bin, WANG Yong-tian, SHEN Hao, et al. Overview of Hybrid Tracking in Augmented Reality[J]. Acta Automatica Sinica, 2013(8): 1185-1201.
- [9] 欧阳予婧. 立体书籍结构设计[J]. 设计, 2017(2): 122-123.
OUYANG Yu-jing. The Structure Design of Pop-up Books[J]. Design, 2017(2): 122-123.
- [10] 胡志才, 柯胜海. 智能变色材料在包装上的应用及设计形式研究[J]. 包装工程, 2020, 42(9): 117-123.
HU Zhi-cai, KE Sheng-hai. Application of Intelligent Color-Changing Materials to Packaging and Their Design Form[J]. Packaging Engineering, 2020, 42(9): 117-123.
- [11] 柯胜海. 智能发光包装设计研究[J]. 装饰, 2016(9): 76-77.
KE Sheng-hai. Research of the Intelligent Light-Emitting Packaging Design[J]. Zhuangshi, 2016(9): 76-77.
- [12] 张凤军, 戴国忠, 彭晓兰. 虚拟现实的人机交互综述[J]. 中国科学: 信息科学, 2016, 46(12): 1711-1736.
ZHANG Feng-jun, DAI Guo-zhong, PENG Xiao-lan. A Survey on Human-Computer Interaction in Virtual Reality[J]. Scientia Sinica (Informationis), 2016, 46(12): 1711-1736.
- [13] 郝旭欢, 常博, 郝旭丽. MEMS 传感器的发展现状及应用综述[J]. 无线互联科技, 2016(3): 95-96.
HAO Xu-huan, CHANG Bo, HAO Xu-li. Current Development and Application of MEMS Sensors[J]. Wireless Internet Technology, 2016(3): 95-96.
- [14] 世界周刊. 捉妖记 [EB/OL]. (2016-07-24) <https://tv.cctv.com/2016/07/24/VIDELrychcAcyZBtTMBmoBgX160724.shtml>
World Weekly. Demon Catching [EB/OL]. (2016-07-24) <https://tv.cctv.com/2016/07/24/VIDELrychcAcyZBtTMBmoBgX160724.shtml>
- [15] 孙铁利, 杨凤芹. 根据用户隐式反馈建立和更新用户兴趣模型[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2003(3): 99-104.
SUN Tie-li, YANG Feng-qin. An Approach of Building and Updating User Interest Profile According to the Implicit Feedback[J]. Journal of Northeast Normal University (Natural Science Edition), 2003(3): 99-104.
- [16] 俞东进, 陈聪, 吴建华, 等. 基于隐式反馈数据的个性化游戏推荐[J]. 电子学报, 2018, 46(11): 2626-2632.
YU Dong-jin, CHEN Cong, WU Jian-hua, et al. Personalized Game Recommendation Based on Implicit Feedback[J]. Acta Electronica Sinica, 2018, 46(11): 2626-2632.

责任编辑: 曾钰婵