

无人物流车的车外屏人机界面设计研究

王文娟, 张碧含, 符梦婷, 林政和, 裴竞艺, 王建民

(同济大学艺术与传媒学院, 上海 201804)

摘 要: 随着智能汽车和物流行业快速发展, 产业结合促进了无人物流车的出现。为了提高无人物流车的安全、效率和用户体验, 对无人物流车的车外屏人机界面设计进行研究。首先提出了基于无人物流车的人-车-环境关系理论, 并且结合物流车的运行场景流程对车外屏人机界面的设计需求进行了研究。在此基础上, 对无人物流车的车外屏人机界面的信息架构、多通道交互模式及界面设计进行了探讨和设计实践, 并且对物品回收功能的初步原型设计进行了可用性测试评估。测试结果显示初步的无人物流车车外屏交互原型逻辑流畅, 可用性较高。调查结果显示用户希望无人车定位准确, 并且可以利用积分制来兑换物质奖励。研究表明车外屏人机界面设计可以提高无人物流车的安全、效率和用户体验。对无人物流车的车外屏设计进行修改和完善, 并且经过测试迭代后, 将会不断提升车外屏设计。

关 键 词: 交互设计; 无人物流车; 车外屏; 人机界面; 设计实践; 可用性测试

中图分类号: TP 391

DOI: 10.11996/JGJ.2095-302X.2020030335

文献标识码: A

文章编号: 2095-302X(2020)03-0335-07

Research on human-machine interface design of exterior screen of driverless delivery car

WANG Wen-juan, ZHANG Bi-han, FU Meng-ting, LIN Zheng-he, PEI Jing-yi, WANG Jian-min

(College of Arts and Media, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: With the rapid development of intelligent vehicles and logistics, and the combination of these two industries has promoted the emergence of driverless delivery cars. In order to improve the safety, efficiency and user experience of the driverless delivery car, the design of the human-machine interface (HMI) of the car's exterior screen was studied. We first put forward the theory of human-vehicle-environment relationship based on driverless delivery cars, and studied the design requirements of vehicle exterior interface in view of the running scenario flow of delivery cars. On this basis, the information architecture, multi-channel interaction mode and interface design of the exterior interface of the driverless delivery car were discussed and practiced, and the usability test was conducted regarding the preliminary prototype design of recycling function. The test results show that the preliminary interactive prototype of the driverless delivery car's exterior screen runs logically smoothly and has high usability. The survey results show the users' hope for the driverless delivery car to be accurately located and the use of the points system for exchanging material rewards. This research indicates that HMI design can improve the safety, efficiency and user experience of the driverless delivery car. Through modifying and perfecting the design of the exterior screen with test

收稿日期: 2019-12-02; 定稿日期: 2019-12-12

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFB1004903); 国家社科基金后期资助项目(19FYSB040); 百度Apollo (wz0060020192097); 上海汽车工业发展基金项目(1717); 同济大学第十二期精品实验项目(0600104086)

第一作者: 王文娟(1995-), 女, 山西平遥人, 硕士研究生。主要研究方向为交互设计、汽车交互设计。E-mail: 1731723@tongji.edu.cn

通信作者: 王建民(1973-), 男, 上海人, 教授, 博士, 博士生导师。主要研究方向为交互设计、信息架构设计、汽车交互设计、社交媒体计算。

E-mail: wangjianmin@tongji.edu.cn

and iteration, the design of the exterior screen will be continuously improved.

Keywords: interaction design; driverless delivery cars; vehicle exterior screen; human machine interface; design practice; usability test

当今社会,物流配送已逐渐成为人们日常生活中必不可少的服务项目,为了追求更高的配送速度,各大企业从智能化、无人化和大数据等多方面着手来进行改革创新^[1]。而且当今时代智能汽车也成为科技发展的重点,汽车厂商纷纷开始研究自动驾驶技术,未来城市里无人车将逐渐成为交通运输的主流。物流产业和汽车产业的结合,催生了智能物流配送车的诞生。为了减轻员工配送强度,提高配送效率,物流公司和汽车公司合作进行无人物流车的开发。而且在现阶段,相对于高速载人这一应用场景的无人驾驶技术,低速载物的无人驾驶更加安全,更具有现实需求,也更容易进行落地发展。再加上 5G 技术的助推^[2],无人物流车实现了快速发展,逐渐进入市场。

在无人物流车配送的过程中,产生了较多的交互问题,例如:无人物流车在路上与行人的交互、物品被送达时与用户的交互等。而且作为无人车,不能通过驾驶员来与周边的车辆或行人进行沟通,因此充分利用无人车的车外屏进行人机交互活动成为无人车交互设计的一大趋势。

本文对基于无人物流车的人-车-环境关系理论进行了研究,并结合物流配送场景,梳理了车外屏人机界面设计的信息架构、多通道交互模式,并且对物品回收功能进行了初步的设计实践和可用性测试。使得无人物流车在保证安全驾驶的基础上,通过车外屏人机界面的设计提高配送效率,发挥更大的效用。

1 相关工作

在自动驾驶技术快速发展的时代,无人驾驶得到了社会的极大关注,但是实现开放道路的载人无人驾驶具有一定的技术难度,并且涉及到车内人员安全问题,为自动驾驶车辆真正上路增加了限制。在这一背景下,短距离固定路线的载物无人驾驶得到了市场的极大关注,可满足物料运输、冷热饮售卖、环卫以及安防等场景运营。而在互联网时代网上购物的大潮下,物流配送成为了无人车的一大应用场景。为了实现更安全和高效的配送,无人物流车的人机交互设计也成为了研究重点。

1.1 无人物流车的发展

数据显示,近年来,中国社会物流成本从 GDP20%降低到了 16%,但与发达国家相比仍有不小的差距^[3]。而物流行业的发展机会便在于智慧物流。国内已经有一大批企业从各个技术角度对智慧物流进行了探索和实践,而无人物流车的研发便是智慧物流系统中的一个重要环节。

目前,自动驾驶技术极大地应用于配送行业的无人物流车上,搭载了摄像头、雷达等传感器,提供了行人识别、设计合理的路径规划算法、高可靠性的控制算法和智能配送的解决方法,可实现人性化且智能化的自动物流配送。

无人物流配送车主要在特定区域内按固定路线缓慢行走,其使用环境看似简单,但是在路边树木建筑较多时,常常造成卫星定位失效,且路上行驶有较多自行车、电动车,几乎不受交通秩序的约束,会产生较多突发性事故,因此无人物流配送车的实际交通行为非常复杂。为适应复杂使用场景,其自动驾驶的算法也发展到了很高的复杂程度^[4]。

当下,国内阿里菜鸟、京东、美团等互联网公司都在积极研发无人物流车,为大众提供智慧物流服务。2018 年 5 月,阿里与速腾在阿里菜鸟全球智慧物流峰会上,联合发布了全球首款应用固态激光雷达的无人物流车 G Plus,这预示着无人驾驶已踏入固态激光雷达时代。阿里菜鸟无人物流车在行驶方向上拥有更强大 3D 环境感知能力,让无人物流车看清楚行驶方向上的行人、小汽车、卡车等障碍物的形状、距离、方位、行驶速度、行驶方向,并指明道路可行驶区域等,从而保证无人物流车能在复杂的道路环境中顺利通行^[5]。同时,固态激光雷达会使无人物流车的成本大幅下降,确保其可以大规模量产,让无人物流车迅速普及,服务社会。

自动驾驶新科技和物流配送场景的紧密结合,将推动无人物流在中国的快速发展。

1.2 车外屏交互设计

车外屏是位于汽车车外的可用于显示的人机交互设备。

目前无人驾驶技术发展迅速,经过前期的封闭道路测试后,2018 年美国加利福尼亚州等发布了允

许自动驾驶汽车在公共道路上测试的法规,上海也在全国范围率先开展智能网联汽车开放道路测试。虽然各大车厂已纷纷开始投放无人驾驶车辆在开放道路上进行测试,路上的行人却仍然习惯于驾驶员驾驶的交通场景,这使得部分需要行人与驾驶员沟通交流的交通场景变得危险。为了解决这一自动驾驶发展过程中的重要社会问题,车外屏成为了一种重要的交互方式。现已有研究开始关注如何通过车外屏使得无人驾驶车与行人进行安全高效的沟通。

近年来,一些用于车与行人交流的概念解决方案被提出来,例如:显示屏、灯光和投影等。文献[6]提出可以在车辆前方通过LED灯条显示简单的微笑表情来告诉行人可以安全通过。文献[7]认为可以通过车辆顶部的显示屏来展示文字和其他视觉信息给行人。此外,宝马车也通过在挡风玻璃前方显示绿灯来告诉行人可以安全通行^[8]。瑞典ICT交互研究所和瑞典Viktoria ICT研究所提出一个概念,在挡风玻璃顶部用LED显示屏来告知行人车辆的行驶意图,如刹车警告等^[9]。文献[10]提出了在车辆前的路面上投射出人行横道线图像来告知行人可以安全通行。

从现有的概念产品来看,车外屏的设计已经不仅仅是为了解决安全问题。例如WEY新一代旗舰SUV概念车WEY X的车尾配备的电子显示屏(图1),其除了承载更多的信息,也成为了汽车外饰,特别是车灯的延伸,比车灯更美观,使车外交通参与者与智能车的交互更加情感化。而且智能网联汽车的发展为车外屏赋予了更多的场景和可能性,车外屏已经成为了智慧交通的重要需求之一。



图1 WEY X 车后屏展示
Fig. 1 Rear screen of WEY X

2 研究问题

针对无人物流车刚刚兴起的当代,如何更好地

进行无人物流车的车外屏人机界面设计,在提高无人物流车驾驶安全及工作效率的同时,也提升用户体验的问题,本文进行了以下工作:

- (1) 提出一种基于无人物流车的人-车-环境关系理论,用于指导无人车的人机界面设计;
- (2) 结合物流车的运行场景流程对车外屏人机界面的设计需求进行研究;
- (3) 基于人-车-环境关系理论和需求研究,对无人物流车的车外屏人机界面的信息架构、多通道交互模式及界面设计进行探讨和设计实践;
- (4) 对物品回收功能的初步原型设计进行可用性测试评估。

3 无人物流车人机界面设计研究

3.1 场景分析理论:人-车-环境关系理论

本文提出了人、车、环境3大元素所构成的无人物流车的复杂交互系统(图2),在这个系统中,人指的是会和无人车发生交互关系的利益关系者,包括行人、用户和快递工作人员;车即无人物流车;环境包括物理环境和逻辑环境2大类别,其中物理环境包括天气状况、照明条件、道路设施等;逻辑环境包括行人,骑自行车的人,骑摩托车的人、汽车驾驶员等在内的其他交通参与者。这三者彼此之间相互关联与联结,该系统的核心即是无人驾驶关注的核心问题——安全。在此基础上,进行无人物流车人机界面设计的整个过程均始终围绕人、车、环境之间的交互关系,三者彼此协调,最终达到在保证安全的前提下,提升无人物流车的工作效率和用户体验。

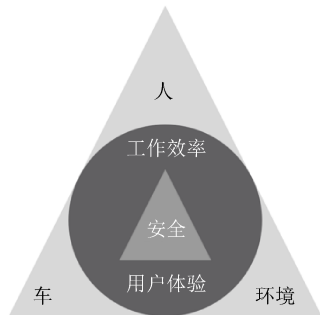


图2 人-车-环境系统图

Fig. 2 Human-vehicle-environment system diagram

3.2 物流场景分析

对于无人物流车而言,除了在道路上参与交通,还需要和工作人员交互来完成货物分拣,以及和用户交互,完成配送,并且在商业活动中可能会

有广告投放等需求。所以在对车外屏进行人机界面设计时,要同时考虑物流车的不同交互场景。无人物流车在完成行驶过程及配送任务的生命周期中,仓库配货、道路运输、物流配送和商业宣传 4 个场景是其最重要的交互场景(图 3)。

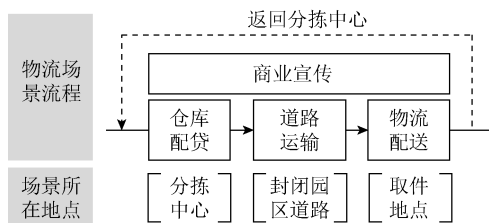


图 3 物流配送场景流程图

Fig. 3 Flow chart of delivery scenarios

3.2.1 仓库配货场景

无人物流车的起始场景首先是从封闭园区或半封闭园区的物流仓储基地或配送站点开始的。现在大多数配货分拣的工作是由快递工作人员手动完成,消耗大量的人力,属于劳动密集型工作。在遇到像“双十一”之类的大流量节假日,更是人力难以应对,丢件、漏件情况频发。

无人物流车的应用可以很大程度上帮助解决这一问题。针对已抵达快递存储站的快递,无人车可以通过读取订单页或链接至系统云端的方式获取快递的尺寸、配送地、用户姓名、联系方式等基本信息,从而自主自动地分拣货物和装载货物,形成科技密集型的仓储配送场景。此时快递人员的主要工作是配合无人车进行简单操作和负责异常快递的处理。从而减少重复性简单工作的人力消耗,提高分拣效率和正确率。

3.2.2 道路运输场景

封闭场地短途货运等被普遍认为是自动驾驶技术最先落地的应用场景。无人物流车一般行驶在学校、住宅小区、工业园区等封闭区,虽然该物理场景中的其他车辆较少,但其他交通参与者诸如行人、自行车等较多。人的复杂性与随机性导致人的行为较之车辆更为复杂,而且由于无人驾驶技术目前尚属于新生事物,行人在面对道路上的无人车时,往往无法清楚理解无人车的意图,由此造成行人对无人车的行驶路径判断错误,影响到行人的下一步行为,进而导致突发的碰撞事故。

所以在对无人物流车的车外屏进行交互设计时,需要重点考虑无人物流车的交通运输场景,保证道路交通参与者的安全问题。

3.2.3 物流配送场景

无人物流车的最核心功能是物流配送,所以在保证安全行驶的前提下提升配送效率、完成高效配送具有重要意义。在整个物流配送过程中,无人车可以完成派件、寄件等基础功能,并且可以通过大数据和人工智能合理规划路线,让每一笔物流订单都能够按照最优路径进行配送,在最短时间和路径下配送最多的货物,实现商品的高效和准时送达。其次,无人车也可以完成包装回收、打包等附加功能,实现绿色环保的配送流程,节约资源。

在真正了解配送场景的需求后,对无人物流车的外屏进行交互设计优化,以使物流效率进一步提高,同时提升用户体验。

3.2.4 商业宣传场景

物流车本身作为一种商业载体,在封闭园区或半封闭园区进行配送时,可以作为公共场合的一种传播媒介。车的造型本身可以作为一种文化符号,承载该地区的文化沉淀。而车外屏不仅可以在行驶中传递车辆状态信息,还可以进行广告投放,承担一定的商业推广活动或广告宣传活动,从中获得一定的利益。

4 无人物流车的车外屏设计

本文的车外屏设计实践包括:导出无人物流车的信息架构、进行多通道交互模式研究、车外屏界面交互原型设计和整车视觉效果设计。

4.1 信息架构

基于对无人物流车功能和应用场景的研究,确定了车外屏人机界面的信息架构,将其功能主要分为 3 类:车辆信息、物流配送信息和宣传信息。车辆信息为物流车在道路上行驶时自身行驶状态信息,包括刹车、加速、路径规划等信息,使低速无人驾驶车辆在行进中能够与行人或其他交通参与者直接交互,让行人更好地理解无人物流车辆的行驶状态和意图,从而提高车辆的驾驶安全性。物流配送信息包括仓库配货、派件、寄件等配送阶段会涉及的主要功能信息,并且考虑到环保问题,提出了无人车对纸质物品、衣物、电子产品等物品进行回收的设计概念。宣传信息是指利用车外屏进行商业或其他宣传活动的信息,从而达到盈利或公益等目的。综上所述,无人物流车的车外屏信息架构设计如图 4 所示。

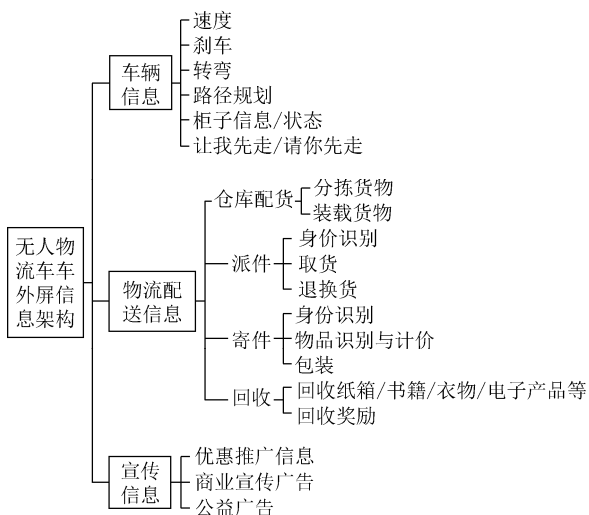


图4 无人物流车车外屏信息架构

Fig. 4 Information architecture of exterior screen of driverless delivery car

4.2 多通道交互模式

无人物流车采用多通道交互方式,综合采用触屏、语音、面部识别等交互通道和交互技术,使用户利用多个通道以自然、流畅的方式与无人车进行交互,提高人机交互的自然性和高效性。

触屏是无人物流车和人的主要交互方式,车外屏的视觉界面进行驾驶状态、配送等信息的展示,用户在触屏之后会有视觉、听觉及触觉上的反馈,例如:触屏操作之后会有对应的界面视觉变化;点

击之后发出类似“滴”的反馈音;当遇到预警或危险状态,无人车发出声音警报;点击屏幕之后,也会有振动反馈,实时告知用户操作是否已成功。

在与用户交互的过程中,也会有简单的自然语音命令交互,简化操作行为,实现更加自然顺畅的交互流程。同时在行驶过程中,对自身驾驶状态或所规划路径进行智能识别后有一定的语音播报。

在用户进行寄件或取货时,无人物流车也可以进行面部识别,除了可进行快速身份识别,也可提供差异化的智能场景服务,提高用户体验。

4.3 设计实现

在设计初期阶段,首先实现了多通道交互模式中的触屏交互设计。基于无人物流车的人机界面设计研究和信息架构设计,进行了初步的界面原型设计和整车视觉设计效果图设计。

4.3.1 车外屏界面设计原型

首先对无人物流车的物品回收这一基本功能进行了原型设计,图5为原型示意图。图5(a)为无人车外屏首页,用户可以选择自己所需要的服务;图5(b)为选择“箱子回收”服务后的用户提示信息;图5(c)为对回收的箱子进行称重后的确认信息。图5(d)为针对用户环保行为的奖励,用户可以自主选择奖励形式。

(a) 无人车外屏首页
(a) Home page of driverless delivery car(b) “箱子回收”服务信息
(b) Service information of “case recycling”(c) 称重确认信息
(c) Confirmation information of “weighting”(d) 用户环保行为奖励信息
(d) Reward information of user's environmental protection behavior

图5 无人物流车车外屏原型设计

Fig. 5 Prototype design of exterior screen of driverless delivery car

4.3.2 整车视觉设计效果图

为了形成整车视觉效果,对物流车的造型以及车外屏视觉效果做了整体概念设计(图6)。物流车的整体造型为小型长方体箱型,顶部为车外屏显示区,车外屏可以用来显示无人车的实时工作状态,同时用户也可以通过触屏与其进行交互,完成取件或寄件等行为。



(a) 取件和寄件原型图

(a) Prototype of pick-up and send



(b) 提示称重原型图

(b) Prototype of prompting to weigh

图6 无人物流车车外屏设计效果图

Fig. 6 Design renderings of exterior screen of driverless delivery car

5 设计测试评估

在汽车人机界面的设计与改进流程中,用户参与的测试与评估会被应用到设计的各个步骤中,以帮助改善人机界面的设计。尤其是概念设计阶段,通常要经过多次可用性测试评估才能获得最终的概念方案^[11]。可用性测试评估的方法很多,包括有专家评审法、启发式评估、卡片分类和用户测试法等。在人机界面设计的整个过程中,不同的阶段使用不同的方法,或将几种方法结合使用。本次实验运用了用户测试法来对车外屏人机界面中的“回收物品”功能进行可用性测试。

5.1 被试

校园为典型的封闭场景,而各高校校园也将是未来投放无人物流车的主要考虑地点,因此招募在

校大学生进行车外屏视觉效果设计的可用性测试。共招募被试7名,3名女性和4名男性。

5.2 实验设计

在此次测试评估中,采用了用户测试法,收集真实的用户使用数据,包括任务完成率、眼动轨迹、主观感受,用以衡量初步车外屏交互原型的可用性。

在此次实验中,首先完成无人物流车车外屏交互界面的初步原型设计,然后通过 Sketch 软件实现测试界面的动态可交互效果。利用室内的 PC 机展示“回收物品”的可交互原型,实验人员向被试发布测试任务,被试通过鼠标点击模拟完成与无人物流车的交互行为。

实验中使用眼动仪抓取用户在完成交互任务过程中的眼动轨迹,以便测试交互逻辑的流畅度,并且实验人员记录每位被试的任务完成率。在测试任务结束后进行了深度访谈,收集用户对于车外屏人机界面的真实主观感受。

5.3 实验结果

5.3.1 任务完成率

在本次实验中,全部7名被试均完成了设置的回收物品的测试任务,即该测试任务的完成率为100%,说明交互原型的逻辑流程顺畅可执行。

5.3.2 眼动数据

通过图7的眼动数据,得出被试的视线轨迹与预设的交互逻辑基本符合,并且实验中被试与无人物流车车外屏的交互操作无明显的大众化错误。实验结果说明车外屏人机界面设计的交互逻辑顺畅,可用性较高。

5.3.3 访谈结果

测试任务完成后,对被试进行了深度访谈,挖掘用户在使用车外屏人机界面时的真实体验和建议。

在深度访谈中,所有被试均表示对于未来无人物流车的应用十分期待,以及对该车外屏交互界面的设计也很感兴趣。统计结果中有2项被试提到频率最高的建议:①同一区域会有很多等车点,希望无人车定位准确,从而自己能够很快找到无人车;②希望使用该无人车服务可以得到积分,最后可以利用积分兑换物质奖励。根据该结果,可以对车外屏设计进行针对性的修改和完善,并且经过测试迭代后,不断提升车外屏设计的用户体验。

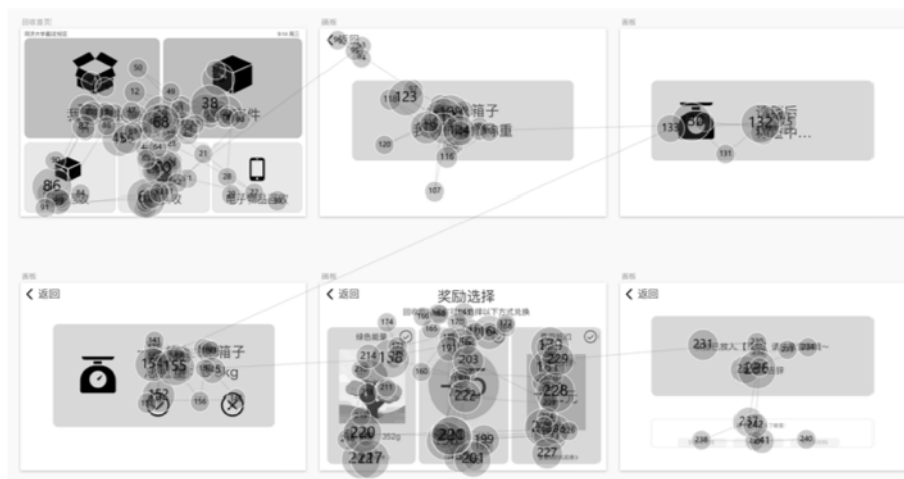


图7 眼动轨迹图

Fig. 7 Eye trajectory map

6 总结与展望

本文基于对无人物流车、交通参与者与道路交通环境的研究,提出了基于无人物流车的人-车-环境关系理论。并且结合该理论和物流车的运行场景流程,对车外屏人机界面的设计需求进行研究。在此基础上,对车外屏人机界面的信息架构、多通道交互模式及界面设计进行了探讨和设计实践,对初步的原型设计进行了可用性测试评估。本文的研究对未来无人物流车的车外屏人机界面设计具有一定的指导意义。

在下一步的研究中,还有一些需要改进的地方。如针对无人物流车的整体运行场景进行原型设计并完成具有一定被试规模的完整系统的可用性测试,根据测试结果进一步完善人机界面设计,并且加入语音交互和面部识别等交互模式,实现真正的多通道交互。通过不断迭代设计来提升无人物流车的驾驶安全、物流配送效率和用户体验,这将是进一步的工作重点。

参考文献

- [1] 中国水运报综合报道. 物流末端困局如何解? [EB/OL]. (2019-08-07) [2019-09-16]. <http://www.zgsy.com/news.html?aid=509920>. Comprehensive report of China Water Transport. How to solve the logistics terminal dilemma?[EB/OL]. (2019-08-07) [2019-09-16]. <http://www.zgsy.com/news.html?aid=509920> (in Chinese).
- [2] 张璇. 5G 助推物流智能化时代加速到来[EB/OL]. (2019-06-18) [2019-09-16]. <http://it.people.com.cn/n1/2019/0618/c1009-31164672.html>. ZHANG X. 5G promotes the arrival of the era of intelligent logistics[EB/OL]. (2019-06-18) [2019-09-16]. <http://it.people.com.cn/n1/2019/0618/c1009-31164672.html> (in Chinese).
- [3] 楚峰. 智慧赋能物流[J]. 运输经理世界, 2017(9): 42-43. CHU F. Intelligence enabling logistics[J]. Transport Manager World, 2017(9): 42-43 (in Chinese).
- [4] 张宁. 智行者无人物流配送车浅析[EB/OL]. (2018-04-24) [2019-09-16]. http://kuaibao.qq.com/s/20180424G18OST00?refer=cp_1026. ZHANG N. Analysis of "Idriverplus" driverless delivery vehicle[EB/OL]. (2018-04-24) [2019-09-16]. http://kuaibao.qq.com/s/20180424G18OST00?refer=cp_1026 (in Chinese).
- [5] 陈秀娟. 菜鸟无人物流车哪儿最神奇[J]. 汽车观察, 2018(7): 99. CHEN X J. What is the most amazing function about rookie driverless logistics vehicles[J]. Automotive Observer, 2018(7): 99 (in Chinese).
- [6] CARLSSON M, NILSSON P. The smiling car [EB/OL]. [2019-09-16]. <https://semcon.com/smilingcar/>.
- [7] MUOIO D. A start-up born out of Stanford just entered the driverless car race with a radical approach [EB/OL]. (2016-08-30) [2019-09-16]. <http://www.businessinsider.com/driveai-using-deep-learning-for-its-autonomous-cars-2016-8>.
- [8] BMW Group. BMW Vision Next 100 [EB/OL]. [2019-09-16]. <http://www.next100.bmw/en/topics/bmw-vision-next-100.html>.
- [9] HABIBOVIC A, KLINGEGARD M. Communication between Pedestrians and Automated Vehicles [EB/OL]. [2019-09-16]. <https://www.viktoria.se/projects/AVIP>.
- [10] Mercedes-Benz Company. The mercedes-benz F 015 luxury in motion [EB/OL]. [2019-09-16]. <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/research-vehicle-f-015-luxury-in-motion/>.
- [11] NIEDERMAIER B, DURACH S, ECKSTEIN L, et al. The new BMW iDrive – applied processes and methods to assure high usability[M]//Digital Human Modeling. Heidelberg: Springer, 2009: 443-452.