

【工业设计】

无人驾驶车多种空间人类移动性交互设计研究

覃京燕, 郝泽宇

(北京科技大学, 北京 100083)

摘要: **目的** 探讨无人驾驶车在智能交通系统、大数据、人工智能等技术支持下, 对人类移动性的范式拓展与设计思考, 研究新型人类移动性下无人驾驶车的交互设计方法。 **方法** 采用文献调查法、田野调查法和用户参与式设计方法进行分析研究。 **结果** 无人驾驶车对人类移动性的拓展包含信息转化, 时空维度转换, 固有信息与即生信息、转化信息构成了人类新的社交网络以及移动性的内容知识图谱。链接物资流、信息流和资金流的人类移动性构建在多种空间的灵活信息架构中。 **结论** 新型人类移动性的无人驾驶车交互设计, 将交互内容、功能、媒介的设计, 与人类移动性的数据采集、数据处理、数据应用相映射, 交互模型中人的身份变得多元, 人类群体移动性的交互模式形成新的交互行为逻辑, 交互环境由人工智能数字环境和人类智能非数字环境共同构成混合智能的交互样态, 信息架构基于自动驾驶形成自适应用户自产生内容 UGC 前馈和无人驾驶车专业生产内容 PGC 反馈的智能信息, 新的人类移动性催生由交互载体、功能、内容三要素构成的新的人机交互范式。

关键词: 人类移动性; 交互设计; 无人驾驶车; 用户自产生内容; 专业生产内容

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)14-0070-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.14.014

Autonomous Vehicle Interaction Design Method Based on Human Mobility in Cyberspace and Information Space

QIN Jing-yan, HAO Ze-yu

(University of Science and Technology of Beijing, Beijing 100083, China)

ABSTRACT: Under the support of intelligent transportation system, large data, artificial intelligence and other technologies, the development and design of human mobility are discussed and the interactive design method of unmanned vehicle under new human mobility is studied. The methods of literature investigation, field investigation and user participation design are used to analyze the research. The expansion of human mobility for autonomous vehicles focuses on the intelligent digital information input and output processing ways, the exchange of time and space, online and offline social networks, identity information from the humans, vehicles and transportation big data, human-vehicles rapid interaction instant messages, intelligent transportation mobile network information interaction system, the knowledge graph formed by the user generated contents based on mobility, flexible information architecture based on logistic, information flow and financial flow in the cyberspace, information space and noosphere. Autonomous vehicles interaction design based on human mobility changes the concept of interaction logic, interactive function, behavior pattern, communication contents and new media. The relationships transformation of human-machine interaction model and information mapping form the new human identity. Flexible information architecture based on the mixed intelligent information in time feedforward and feedback comes from artificial intelligence dual user generated contents and human intelligence professional generated contents. The new human mobility defines the new paradigm of human machine interaction design through interaction media, interaction function and interaction contents.

KEY WORDS: human mobility; interaction design; autonomous vehicle; UGC; PGC

收稿日期: 2018-03-07

基金项目: 国家社会科学基金后期资助项目 (13FYS012); 教育部“新世纪优秀人才支持计划”项目 (NCET-13-0666)

作者简介: 覃京燕 (1976—), 女, 四川人, 博士, 北京科技大学教授、博士生导师, 主要研究方向为交互设计、信息设计、大数据的信息可视化、可持续设计、数字文化遗产、数字娱乐等。

人类移动性表示人类个体或群体在时空中具有规律的移动^[1],通过对群体移动规律、个体移动路径、区域空间交互模式等数据的采集和分析,应用于城市规划^[2]、交通预测^[3]、疾病监控^[4]、地理定位广告^[5]、社交网络^[6]构建等。无人驾驶车的出现丰富了人类移动性的数据采集途径^[7],人类在人工智能、物联网、区块链、新能源和传感器等技术的帮助下,拓展了人类移动性的内涵与外延。本文通过对无人驾驶车的交互模型、信息架构、特性的分析,论述了人类移动性对无人驾驶车交互设计三要素(内容、功能和媒体)上的映射关系,研究新的人类移动性下无人驾驶车的交互模型、交互范式与交互设计方法。

1 人类移动性与无人驾驶车交互设计的映射关系

人类移动性包含数据采集、数据分析、数据应用这 3 个要素,无人驾驶车通过雷达、超声波、GPS 等新的技术优化了人类移动性的数据采集,实现了在人类移动性中数字与非数字信息的转化。无人驾驶车拓展了人类移动性在时空维度的转换,包括过去、现在、未来以及个人或群体在空间中精确的移动路径信息。新人类移动性之下人车环境的固有信息与人车交互即生信息、智能交通系统移动通讯交互信息、环境转化信息构成了人类新的社交网络,丰富了人类移动性的内容知识图谱。人类移动性的三要素与无人驾驶车交互设计的三要素从内到外相互延展,见图 1,数据采集对应无人驾驶车交互内容的设计,信息来源的扁平化使无人驾驶车可以基于信息流拓展数据内容的服务;数据分析对应交互功能的设计,算法和模型的优化使无人驾驶车可基于移动计算和环境计算拓展交互功能的设计;数据应用对应交互媒介的设计,无人驾驶车自身作为媒介可承载单一功能,作为容器可承载众多功能。

无人驾驶车可以弥补以往人类移动性数据获取上的局限性,人类移动性可以扩展无人驾驶车交互内容的设计。如图 1,以往人类移动性的数据采集方法主要依赖于银行货币流通、GPS、CDR(呼叫详细记录)等,数据结果具有时间稀疏和空间粗糙的缺陷^[8]。随着智能手机的广泛应用,通过蜂窝和高精度 GPS,人类移动性的数据质量有所提高,但预测结果仍受个体差异、访问信息塔的数量、外部参数等影响^[9]。无人驾驶车通过激光雷达、超声波传感器、摄像机、GPS 等传感器^[7],不仅可以获取移动过程中第三人称视角的数据(GPS)了解个体用户的移动路径,还能获取第一人称视角的数据(传感器、摄像机等)了解路径周边环境,同时无人驾驶车使量化自我的途径从 GPS 等 3S 系统的“在我周围”和移动互联网的“与我一起”^[10],扩展到了无人驾驶车人车合一获取数据的“包

含我一起”,改善了个体小数据的获取质量,使交互内容的设计既能为个体提供大规模定制的(MC)数据服务,又可基于群体计算作为公众资源应用于群体的数据服务。在此需要注意数据与设计应为人服务,不能伤害人本身,并在此基础上,尊重应用地区的法律、文化、环境、社会关系等。无人驾驶车交互的内容设计需在能承载物资流的基础上,以信息流作为推动力将物资流与资金流进行转化与促进,并在量化自我下支持 MC 数据内容的服务。

无人驾驶车可以通过人类移动性的数据分析方法,更好地掌握个体和群体用户的规律,并以此进行功能的开发,同时无人驾驶车作为智能载体,可在移动的过程中独立自主地进行实时的数据计算与转化,拓展了人类移动性的分析平台。现有的人类移动性分析模型包括:介入机会模型^[12]、Lévy 模型^[11]、辐射模型^[12]、d-EPR 模型^[13]、深度学习模型^[14]、探索与优惠回报模型^[15]以及引力模型^[16],基于混合马尔科夫的预测模型^[5]和三角测量^[17]等,模型开始倾向于分析个体在时空中的移动规律,并以此预测个体用户的移动路径、社交网络、喜好等。例如,E Mucceli 等人通过对用户访问行为的频率和持续时间进行数据分析,将 PI(用户兴趣点)划分为 9 类^[8],但 E Mucceli 等人是立足于群体的数据进行分析,预测结果具有普遍性但不具有针对性。无人驾驶车可将人类移动性的分析结果应用于交互功能的开发中,例如路径重叠的用户更易形成新的社交关系^[6],无人驾驶车可为路径重叠的用户提供近似的服务。无人驾驶车作为包裹着人类移动的智能载体,可基于环境感知和移动计算即时地预测出乘车人的 PI,达到所在即所得的效果,因此在无人驾驶车交互功能的设计中需要重视速度(计算速度、反馈速度等)这一要素。以往人类移动性的数据收集是由人做主导,需在完成移动后进行分析,现在由无人驾驶车带着人移动,数据收集与分析可同步进行。

无人驾驶车可以作为容器承载人类移动性数据的应用,人类移动性数据的应用与影响研究同样也可以拓展无人驾驶车交互媒介的范围,使无人驾驶车本身既能作为信息与物质能量的容器,承载众多的功能,又能作为承载单一功能的媒介,执行单一的任务。例如,人类移动性数据的分析结果可应用于城市规划、交通预测、疾病监控^[1]、商业推广、社交网络的构建等^[6,18]。当无人驾驶车是具有包容性和变通性的容器时,可作为移动的自媒体、共享经济下的移动空间等;是承载单一功能的媒介时,可作为危险场所的作业工具、运输工具等。同时无人驾驶车作为信息的载体,将人的固有信息,人车间的即生信息、即时信息、转化信息构成了新的社交网络,并通过社交网络变化机制类型学的研究^[19],使新的社交网络从单向变为双向,达到稳定、互惠、信任、良好的关系等。

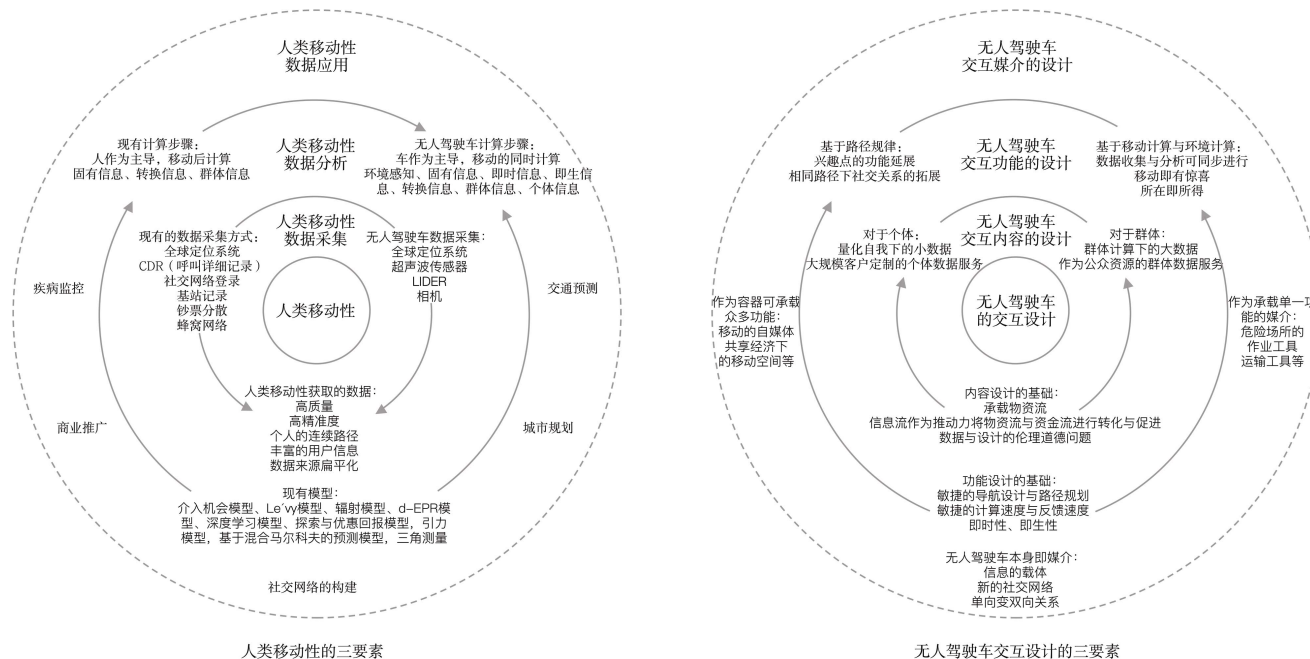


图1 人类移动性三要素与无人驾驶车交互设计三要素的对应关系

Fig.1 Correspondence between the three elements of human mobility and the interaction design of autonomous vehicle

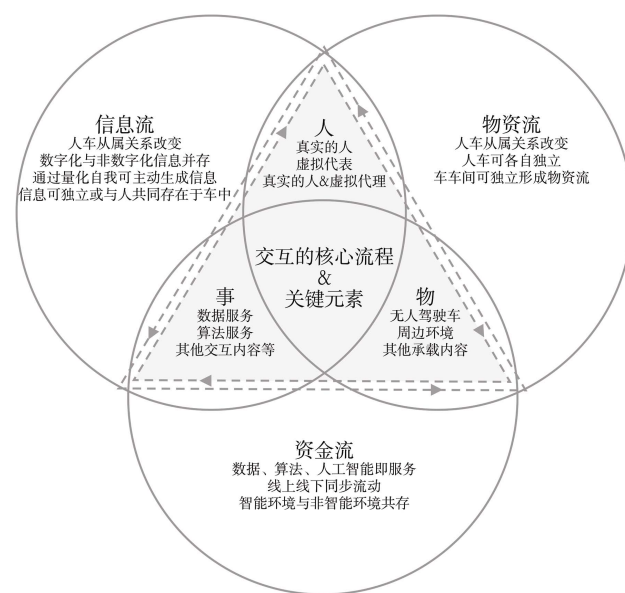
2 无人驾驶车交互设计的核心流程与关键元素

基于新型人类移动性的无人驾驶车的交互设计,将交互内容、功能、媒介的设计与人类移动性的数据采集、数据处理、数据应用相映射,交互模型中人的身份变得多元,人类群体移动性的交互模式形成于新的交互行为逻辑,交互环境由人工智能的数字环境和人类智能的非数字环境共同构成混合智能的交互样态,信息架构基于自动驾驶形成更多自适应用户自产生内容UGC前馈和无人驾驶车专业生产内容PGC反馈的智能信息,新的人类移动性催生新的人机交互范式,链接物资流、信息流和资金流的人类移动性构建在多种空间的灵活信息架构中。随着互联网和智能移动通讯设备的普及,HMI(Human Machine Interaction)交互的主体与客体发生了变化,主体可依托于信息进行交互,无需以实体出现,客体的判断、决策、执行等行为由被动变为主动。人类移动性在物理迁移的基础上,融入了依据信息密度与信息交流的信息迁移,Human Machine Interaction(人机交互)变为了Human Mobility Interaction(人类移动性交互),新的人类移动性的交互在主体(人)不同的表征下可分为“存在”、“遥在”和“共在”,在“存在”中由实体的驾驶者来操控汽车,在“遥在”中由虚体的驾驶车来操控无人驾驶车,在“共在”中人的身份变得多元化,由个人智慧与人工智能下的群体智慧共同操控无人驾驶车,因此基于移动交互的无人驾驶车的交互设计需要重新考量交互设计的核心流程与关键元素,并以此推导出新的交互模型与信息架构。无人驾驶车的核心流程

(三大流)包括物资流、信息流、资金流;关键元素(三元素)包括人、事、物,见图2,三大流相交的部分代表共同作用下具体的关键元素,信息流作为连接推进物资流与资金流的运转,物资流中人、车、环境的信息丰富了信息流与资金流的构成,资金流作为动力推动物资流和信息流的流动。

2.1 物资流和交互设计关键元素

在物资流中人与车的从属关系发生了改变,见图2,主体(人)存在3种状态,真实的人、虚拟代表、

图2 无人驾驶车交互的核心流程与关键元素
Fig.2 The core processes and key elements of driverless vehicle interaction

真实的人和虚拟代表共存的状态,当客体(无人驾驶车)受虚拟代理控制,从属关系中以车为主导。当人未进入无人驾驶车时,人与车各自独立并通过信息流构成人车、车车等物资的交互,人类移动性的范式更加扁平,无人驾驶车和人可以分离(各自均为物资)自成体系,强调独立性(自主性),无人驾驶车可以作为媒介自主移动。

2.2 信息流和交互设计关键元素

在信息流中,人与信息之间的联系发生了变化,如图 2,信息可以量化自我主动生成信息,通过虚拟代理的形式独立存在或与人共同存在于无人驾驶车中,人车间的固有信息、即生信息、转化信息构成了新的社交网络,形成了新的知识图谱,拓展了人类移动性。人类移动性包含群体的服务设计,也包含个体的服务设计,数字化信息与非数字化信息构成了人类移动性的数据内容服务。在无人驾驶车中人的认知焦点从驾驶行为里解放出来,乘车人的认知冗余与量化自我,构成了新的信息流,通过数据交换激发资金流的诞生与流动。

2.3 资金流和交互设计关键元素

在资金流中,基于交通大数据与个人自我量化的数据,使得算法与数据成为了一种服务形式^[20],通

过信息流推动资金流在线上线下流动,在数字化与非数字化环境中流动,通过区块链技术的去中心化基础架构与分布式计算范式,使交通小数据可以通过分布式节点共识算法来存储和更新数据,并保留了数据的时间维度,通过集体维护的经济激励机制和可编程的灵活脚本代码系统,使基于自动驾驶、人工智能、大数据的无人驾驶车和智能交通系统可以不断迭代并提升系统的安全性^[21],由此为 UGC (User Generated Contents 用户自产生内容) 和 PGC (Professionally Generated Contents 专业生产内容)、OGC (Occupationally-generated Contents 职业生产内容) 之间进行大数据的汇聚与交换提供了安全、透平的平台,使小数据与大数据在交互中构建交通知识图谱,使智能交通系统中的无人驾驶车的数据交易产出巨大的社会资本与资金流。

3 UGC 和 PGC 构建的无人驾驶车灵活的交互模型与信息架构

在无人驾驶车的交互模型与信息架构中,见图 3,用户与移动端自产生的数字内容 UGC 和无人驾驶车产生的 VGC (Vehicle Generated Contents 无人车生产内容) 组成了智能交通系统下的 OGC,三大内容共同

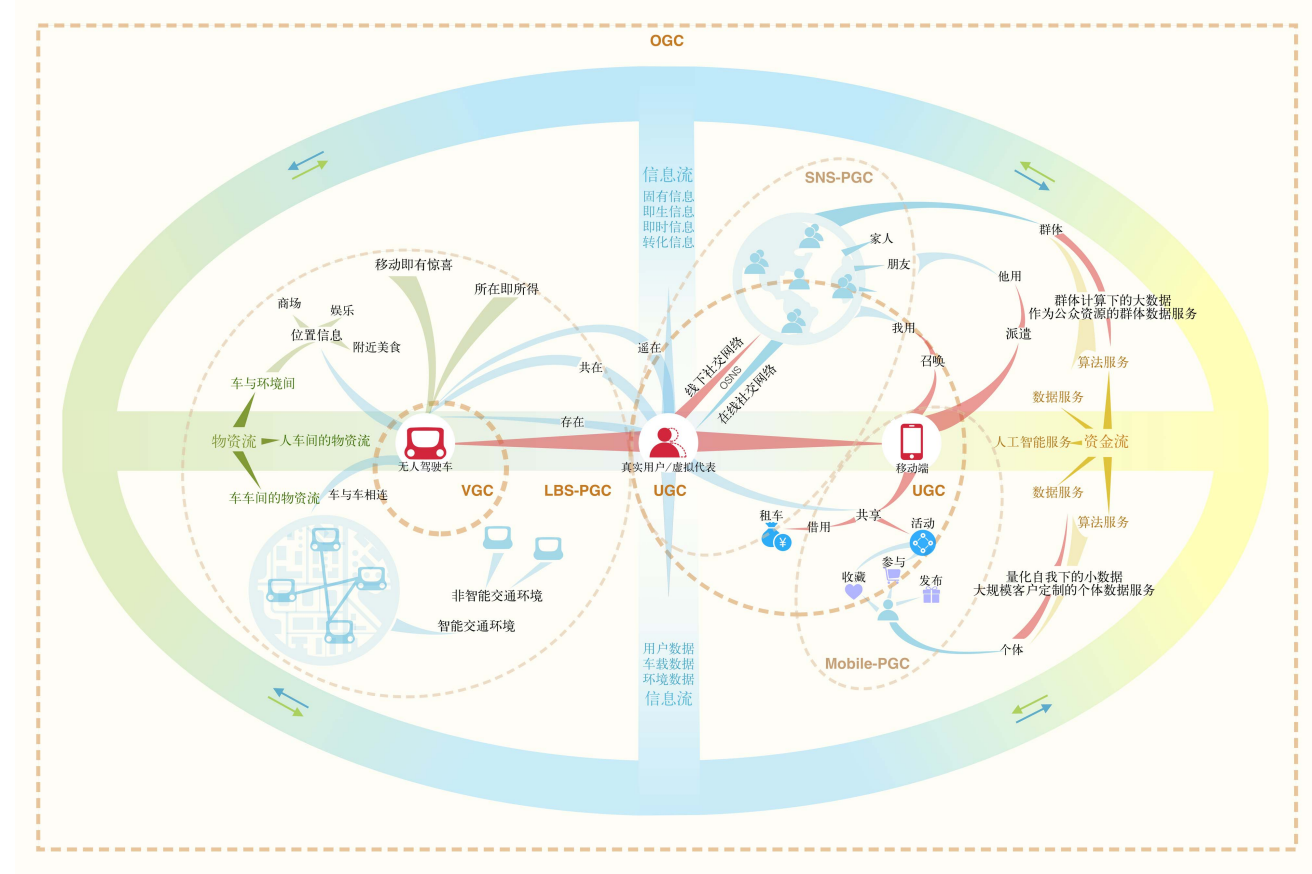


图 3 无人驾驶车灵活的交互模型与信息架构

Fig.3 Autonomous vehicle with flexible interaction model and information architecture

构建出无人驾驶车灵活的交互模型与信息架构,如图3参照 Flickr 绘制出无人驾驶车的交互模型与信息架构,物资流与资金流在信息流的连接下可相互流通与转化,主体(用户)存在于三大流的核心,连接无人驾驶车与移动端,用户分为真实的人和虚拟代理,存在于线下与线上的社交网络中,主体通过在交互模型中的量化自我构成 SNS-PGC(社交网络与专业生产内容)。无人驾驶车本身作为物资流的载体可实现车与人、车与车、车与环境的物资交流,并基于移动计算与环境计算实现“移动即有惊喜”,“所在即所得”的功能,使无人驾驶车在数字化与非数字化的环境中构成 LBS-PGC(地理位置服务与专业生产内容)。移动端(手机)作为媒介,承载着信息与资金的流通,包含个体与群体用户的需求:自己使用(我用)、他人使用(他用)、众人使用(借用),对应具体的功能为:召唤、派遣、共享,个体或群体通过移动端实现了资金的流转并构成了 Mobile-PGC(移动通讯网络与专业生产内容)。

基于人类移动性的无人驾驶交互的信息架构包含网络空间中的数字信息和人工智能算法之下的智能信息,信息架构具有更多的前馈和反馈的交互特性,内容变得丰富由 UGC, PGC, OGC 共同构成,在此信息架构下对应的交互的设计、界面的设计、媒体的设计、视觉的设计也发生了改变。为了测试交互模型与信息架构的可行性,本文根据模型内提到的关键元素制作了移动端与车载端的高保真原型,见图4,根据无人驾驶车灵活的交互模型与信息架构的特性,

测试将在不设立具体目标的情况下对典型用户(上班族、家庭主妇、大学生、小学生、专家用户)使用交互产品的过程和生活起居进行全天候的观察与记录,通过场景测试、极端用户访谈、个人物品清单、典型的一天、行为地图、文化探寻、角色扮演、体验草模、参与式观察、快速随意的原型、流程分析、身体风暴、向导式游览、词汇联想、照相日记、卡片归类、拼图游戏、影像日记、定格照片研究、画出体验过程见图5,并在结束一天的观察后对用户进行深度访谈,邀请用户参与改进设计,见图6。

通过测试与深度访谈,见表1,统计模型中 SNS-PGC, LBS-PGC, Mobile-PGC 里用户的真实需求,和三大流转化中具体的事件来验证模型的可行性。测试结果表明,在 LBS-PGC 中用户的需求主要以维系线下社交网络为主,通过位置信息的贡献促进线上新的社交网络的诞生,在 SNS-PGC 中用户的需求主要以无人驾驶车的自主接送和租用为主,同时在移动过程中提供附近推荐(餐饮、娱乐等),在 Mobile-PGC 中用户的需求主要以行程管家和线上线下的活动为主(以无人驾驶车作为媒介承载活动),在 OGC 中三大流的转换点主要包括租赁、活动承包、用户与环境的数据获取等,基于无人驾驶车灵活的交互模型与信息架构下所设计的交互原型能基本满足用户的需求。由于本测试是模拟无人驾驶车运行状态,所以在环境感知中数据的处理和转化存在局限性,测试结果仅以检验交互模型与信息架构的有效性为主。

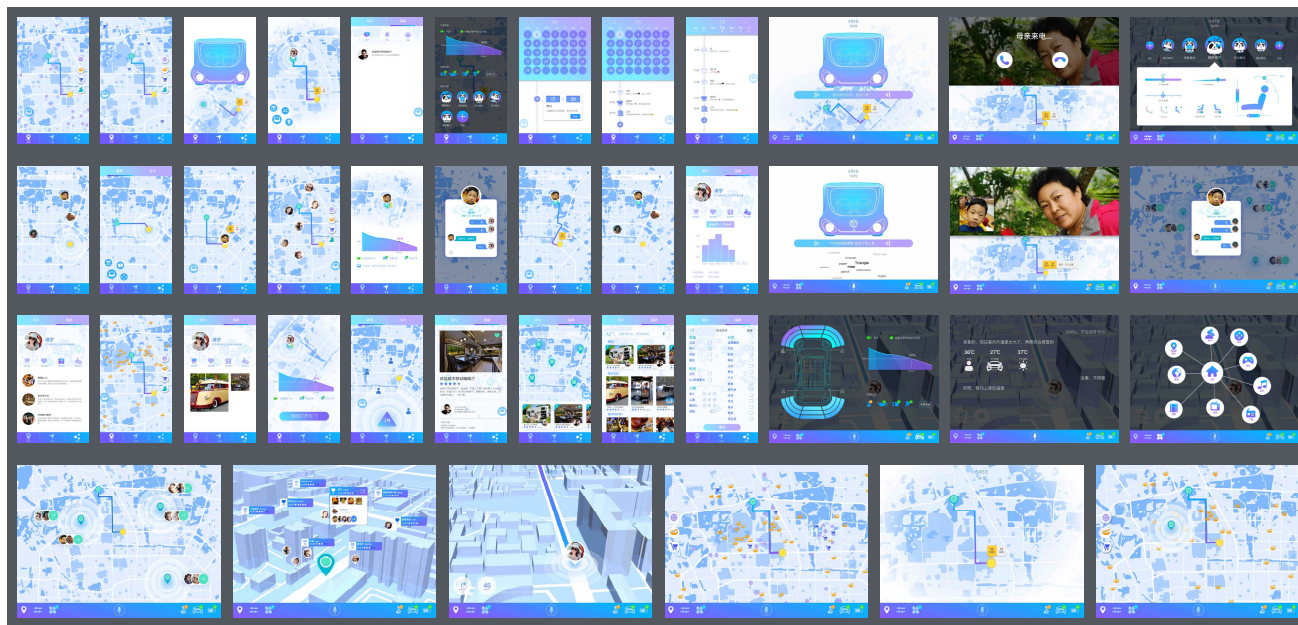


图4 高保真测试原型的主要界面(移动端与车载端)
Fig.4 High-fidelity test prototype main interface(mobile and vehicle side)

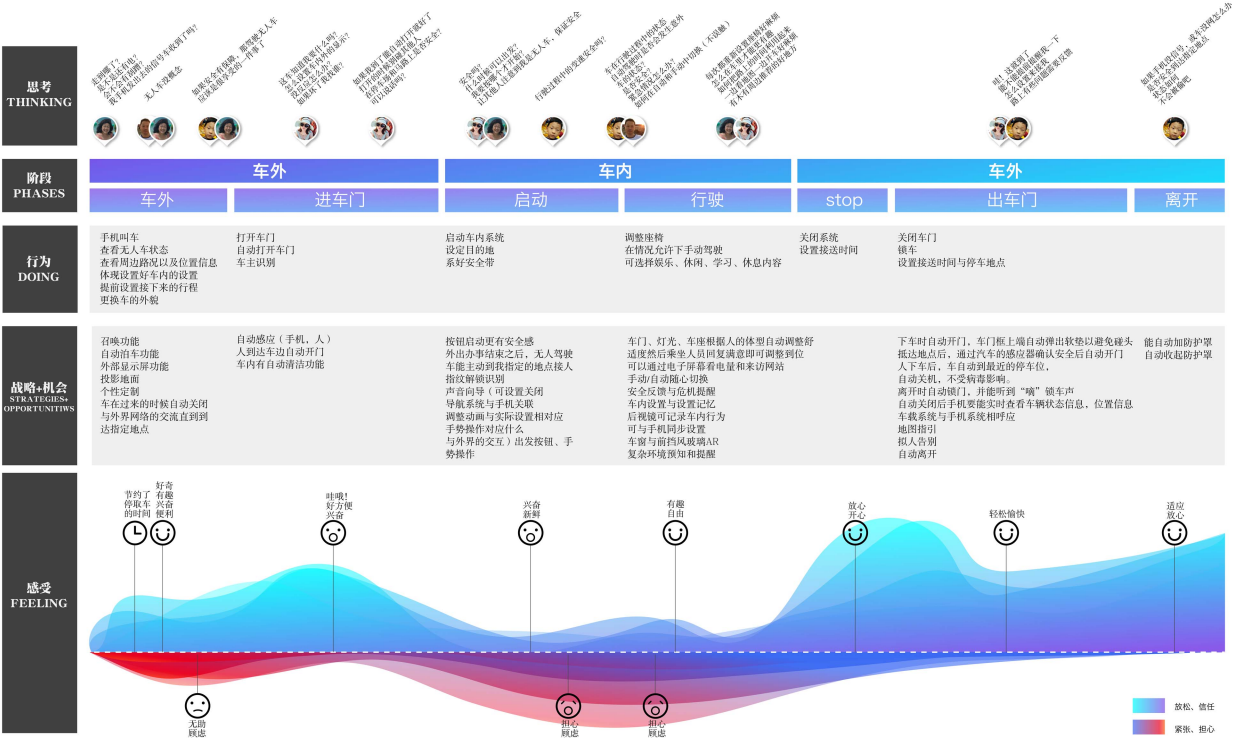


图 5 用户旅程
Fig.5 User journey map



图 6 模拟无人驾驶车状态下的典型用户测试
Fig.6 Typical user test under simulated autonomous vehicle conditions

表 1 用户需求统计
Tab.1 User requirements statistics

典型用户	SNS-PGC	LBS-PGC	Mobile-PGC	三大流转化事件
上班族	车内移动会议	自主接送、推荐附近的餐饮业、规避拥堵	闲事出租、日程提醒、车内办公	出租、附近餐饮业推荐
家庭主妇	接送孩子、能对话车内成员	自主接送、行车轨迹显示	查看近期活动	活动参与
大学生	显示附近的好友、推荐共同兴趣的人、社交媒体一键晒单	可租用、自主接送、推荐附近的餐饮娱乐	查询附近的闲置车、包车出行	租赁、附近餐饮业推荐
小学生	能多人娱乐、与家人视频通话	查看位置与到达时间	绑定课程表与学习软件	车内在在线的游戏与学习
专家用户	通过拓展线上社交网络促进线下社交网络的发展	移动即有惊喜、所在即所得、车车相联	用户可在线参与或发布车内或目的地活动、无人驾驶车作为移动空间	租赁、活动发布、移动过程中的地点推荐、用户喜好与移动路径的数据

4 结语

人类移动性不只揭示了基于人类自身移动的时空的分布与演化规律,还包括在信息空间、赛博网络空间、思维空间中与人同步进行移动的物质、信息、资金能量的流动特性。无人驾驶车在人类移动性中的数据采集方法、数据分析方法、数据应用与影响上拓展了人类移动性的内涵与外延,人类移动性使无人驾驶车在交互设计的内容、功能、媒介方面有了理论支撑。交互的核心流程与关键元素共同构成了灵活的交互模型与信息架构,人类移动性与无人驾驶车的交互范式更加扁平,通过区块链技术使交通大数据与个人自我量化的小数据在分布式节点共识算法下存储和更新,使数据服务、算法服务更加开源和安全,拓展了交互设计的方法,完善了无人驾驶车的交互设计。

参考文献:

- [1] GONZALEZ M, HIDALGO C, BARABASI A. Understanding Individual Human Mobility Patterns[J]. *Nature*, 2008, 453(7196): 779—782.
- [2] HORNER M, O'KELLY M. Embedding Economies of Scale Concepts for Hub Network Design[J]. *Journal of Transport Geography*, 2001, 9(4): 255—265.
- [3] KITAMURA R, CHEN C, PENDYALA R, et al. Micro-simulation of Daily Activity-travel Patterns for Travel Demand Forecasting[J]. *Transportation*, 2000, 27(1): 25—51.
- [4] KLEINBERG J. Computing: the Wireless Epidemic[J]. *Nature*, 2007, 449(7160): 287—288.
- [5] QIAO Y, SI Z, ZHANG Y, et al. A Hybrid Markov-based Model for Human Mobility Prediction[J]. *Neurocomputing*, 2018, 278(5): 99—109.
- [6] WANG D, PEDRESCHI D, SONG C, et al. Human Mobility, Social Ties, and Link Prediction[C]. *California: ACM*, 2011.
- [7] SHI W, ALAWIEH M, LI X, et al. Algorithm and Hardware Implementation for Visual Perception System in Autonomous Vehicle: a Survey[J]. *Integration, the VLSI Journal*, 2017, 59: 148—156.
- [8] OLIVEIRA E, VIANA A, SARRAUTE C, et al. On the Regularity of Human Mobility[J]. *Pervasive and Mobile Computing*, 2016, 33: 73—90.
- [9] SONG C, QU Z, BLUMM N, et al. Limits of Predictability in Human Mobility[J]. *Science*, 2010, 327(8): 1018—1021.
- [10] QIN J, CAO S, WANG X. User Experience Design for Green IT Products Through Wearable Computing and Quantified Self [M]. *Springer*, 2016.
- [11] SHIN R, HONG S, LEE K, et al. On the Levy-walk Nature of Human Mobility: Do Humans Walk Like Monkeys?[C]. *IEEE*, 2008.
- [12] SIMINI F, GONZÁLEZ M, MARITAN A, et al. A Universal Model for Mobility and Migration Patterns[J]. *Nature*, 2012, 484(7392): 96—100.
- [13] PAPPALARDO L, RINZIVILLO S, SIMINI F. Human Mobility Modelling: Exploration and Preferential Return Meet the Gravity Model[J]. *Procedia Computer Science*, 2016, 83: 934—939.
- [14] KIM D, SONG H. Method of Predicting Human Mobility Patterns Using Deep Learning[J]. *Neurocomputing*, 2017, 280: 56—64.
- [15] SONG C, KOREN T, WANG P, et al. Modelling the Scaling Properties of Human Mobility[J]. *Nature Physics*, 2010, 6(10): 818—823.
- [16] JUNG W, WANG F, STANLEY H. Gravity Model in the Korean Highway[J]. *EPL(Europhysics Letters)*, 2008, 81(4): 48005.
- [17] MINDELL J, ANCIAES P, DHANANI A, et al. Using Triangulation to Assess a Suite of Tools to Measure Community Severance[J]. *Journal of Transport Geography*, 2017, 60: 119—129.
- [18] 陆锋, 刘康, 陈洁. 大数据时代的人类移动性研究[J]. *地球信息科学学报*, 2014, 16(5): 665—672.
LU Feng, LIU Kang, CHEN Jie. Research on Human Mobility in Big Data Era[J]. *Journal of Geo-information Science*, 2014, 16(5): 665—672.
- [19] RIVERA M, SODERSTROM S, UZZI B. Dynamics of Dyads in Social Networks: Assortative, Relational, and Proximity Mechanisms[J]. *Annual Review of Sociology*, 2010, 36: 91—115.
- [20] 覃京燕. 人工智能对交互设计的影响研究[J]. *包装工程*, 2017, 38(20): 27—31.
QIN Jing-yan. Impaction of Artificial Intelligence on Interaction Design[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(20): 27—31.
- [21] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. *自动化学报*, 2016, 42(4): 481—494.
YUAN Yong, WANG Fei-yue. Blockchain Technology Status and Future Trends[J]. *Acta Automatica Sinica*, 2016, 42(4): 481—494.