基于汽车的多主体多通道交互模型研究

张茫茫
（清华大学，北京 100084）

摘要：目的 借助物联网相关技术改变城市与交通系统内“人—汽车—环境”之间的交互模式，提高驾乘过程中的用户体验，提升城市交通运行效率。**方法** 在移动互联网的背景下，利用物联网与汽车智能化技术，把人机交互的概念从人与汽车之间的双向互动，放大到整个城市交通体系的多主体多通道互动之中，重新审视智能交通体系下的人机交互概念。分析不同移动场景中用户的需求，阐述“基于汽车的多主体多通道交互模型”给城市出行效率与驾乘体验带来的本质改变。**结论** 提出面对未来的智能化交通体系中人与汽车、汽车与汽车、汽车与城市公共设施之间的复杂互动关系，即“基于汽车的多主体多通道交互模型”。该模型的运用对未来城市交通与信息化建设，具有一定的理论指导与实用价值。
关键词：汽车；物联网；交互设计；用户体验；交通；公共设施
中图分类号：TB472　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1001-3563(2017)20-0007-06

Multi-Agent & Multi-channel Interaction Design Based on Vehicle

ZHANG Mang-mang
(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

ABSTRACT: With the internet of things related technology to change interaction model between "Human-Vehicle-Environment" within the urban traffic system, it aims to improve the user experience in the process of driving to enhance the efficiency of urban transport operations. In the context of mobile internet, using internet of things and intelligent vehicle technology, from the two-way interaction between human and vehicles, zoom into the whole city traffic system among the multi-subject, the concept of HCI under intelligent transportation system is reexamined. It analyzes the needs of users in different transportation scenarios, describes the fundamentally changes of the "Model of multi-agent & multi-channel interaction based on vehicle" to the city travel efficiency and driving experience. It proposed a more complex interaction relationship between human and vehicle, vehicle and vehicle, vehicle and public facilities in the future of intelligent traffic system: the "Model of multi-agent & multi-channel interaction based on vehicle". The application of the model has a certain degree of the theoretical guide and practical value for the future urban traffic and information construction.
KEY WORDS: vehicle; internet of things; interaction design; user experience; traffic; public facilities

智慧城市[1]的建设与交通大数据的广泛运用，日益深远地影响并改变着社会生活与出行形态，随着人的生活节奏加快，活动空间扩大，流动性增加[2]，出行需求与日剧增，各种“互联网+”所衍生的新出行方式，打破了传统的出行经验，新的需求和解决方案更改变了人们的出行体验。数字化出行体验在提高出行效率的同时，也让人们面对更复杂的交通状态与道路状况，促使人们追求更快捷的方式和手段来获取、处理与发送信息数据，当下这一过程已经开始从各种接入移动互联网的电子设备向人工智能化的方向进化，这个进化过程的本质是提高城市出行效率与质量的过程。

收稿日期：2017-08-03
基金项目：北京市哲学社会科学规划项目（13WYC046）
作者简介：张茫茫（1975—），男，山西人，博士，清华大学副教授，主要从事交互设计、用户界面设计与公共设施设计方面的研究。

1 物联网智能交通系统

1.1 传统交通面临的问题

在整个城市生活的信息体系中，交通工具的发展是关系到整个城市运行效率的核心元素之一。随着中国迅速城市化进程，在大规模的城市扩展中，不合理的区域功能规划分布，道路导流设计问题，路网结点优化不足，运行效率低下，以及公交出行体验发展的严重滞后等原因，造成目前城市出行中私人交通工具占比依然很大。从 2010 年开始，中国已经取代北美从成为世界最大的新车市场[3]，在 2016 年成为全球最大的新能源汽车市场。汽车保有量的激增，带来交通拥堵、空气污染和出行公平性等一系列负面问题，导致出行痛苦指数攀升，交通出行占用了大量的社会时间与成本，出行效率成为中国各大城市影响居民基本生活质量的主要社会问题。面对这样的局面，多数人宁可付出更多的资金与时间成本，也要以私人交通工具方式出行，由此形成了一个恶性循环的局面，而这样的局面还在中国各个城市中不断上演。

1.2 基于物联网的智能交通

汽车产品作为整个出行活动的核心元素，对其交互设计所研究的范畴，已经从车内智能空间的人车交互（Human-Vehicle Interaction，HVI）用户界面设计，扩展到汽车个体之外与其他个体以及非车辆产品、设施的广域网信息传递与交互。汽车已经从狭义的交通运输工具发展成了一种全新的智能化设备载体，并演化为智慧城市中的一个信息媒介，成为了去中心化社交网络的一个重要组成部分。汽车社会化信息交互服务是车联网车载信息服务之中具有市场和民生导向的应用[4]。同时随着人工智能的发展，汽车与其他汽车以及公共设施间的信息互联，也成为智能化交通体系中重要的参与者。

未来智慧城市会以 5G[5]网络为基础，建立庞大而统一的云服务体系，在这一框架下的物联网智能交通系统，见图 1。在自动驾驶 AI 的“道德困境”问题解决后，完全无人干预的自动驾驶将成为智能化交通的基础，在汽车个体数字化之外，进一步提出汽车与汽车之间的通讯协作，汽车与城市路网与公共设施之间的信息交换，同时与智慧城市中其他信息平台联通。在技术层面上，以移动互联网为基础，硬件上涉及到：生物传感器、射频识别、高动态范围摄像头、激光扫描、毫波雷达，全球定位系统等一系列信息传输设备；软件上涉及统一的通信接口标准和可共享信息的系统格式。汽车个体与公共设施不断采集交通行为的大数据，可以为交通宏观管理提供大数据的决策支持。

图 1 物联网智能交通系统
Fig.1 Intelligent transportation systems based on IOT

2 新能源汽车与汽车设计非物质化

2.2 汽车设计的非物质化进程

与所有产品的数字化一样，汽车也正在经历着非物质化[6]的进程，即由硬件转向软件，由强调三维造型的外观设计转向强调人机交互与用户体验的情感化设计的过程。特别是纯电驱动汽车的出现，由于没有发动机与传统变速系统对汽车结构的束缚，外观设计的自由度空前加大，例如第一代特斯拉 ModelS 之

所以还采用传统汽车造型，只是为了让消费者从心理上更容易接受。这种非物质的进程从近年的 CES（国际消费电子产品展）也表现得淋漓尽致，汽车厂商参展的规模远超 IT 企业，消费类电子产品已经被各种围绕汽车的数字化驾驶的技术与产品所取代，消费者更关心在驾驶过程中的数字化操作与网络化功能，因此传统的 BodyDesign 对于主机厂的重要性在下降，外观造型现在更多的是为了传承品牌的 DNA。基于此，汽车制造的门槛开始有了松动，更多的 IT 企业开始加入其中，这种汽车设计趋势在给传统汽车行业带来巨大冲击的同时，也给今后汽车设计带来了更广阔的空间。

2.2　汽车设计的家族化与平台化

在汽车非物质的进程中，数字化的产品核心加速了汽车更新换代，同时衍生车型的增加也使主机厂的成本压力明显增大。同时为了强调品牌个性，设计的所有要素都必须支持这一既定的个性构架[7]，出于成本与家族风格化的考虑，更多的主机厂开始使用模块化的通用平台，在一个平台上尽量多的实现多种车型，汽车的家族品牌 DNA 特征日益明显，这也是近年来同品牌产品外观造型趋近的原因。

2.3　新能源汽车与 HVI

新能源汽车从诞生之初就成为传统汽车的颠覆者，更人性化的人机交互操作体验是其与生俱来的产品基因。从被人们称为“可移动的巨型 iPhone”的特斯拉开始，新能源汽车特别是电动汽车的数字化与网络化彻底改变了人们对驾驶概念的理解，从 A 点到 B 点的经验在物联网的推动下，整个驾驶情景发生巨大的改变，更多的应用让汽车成为了除了 PC 和移动电话外的第三大联网终端，无缝的数据对接成为可能，汽车将拥有更精确的感知、理解与沟通能力。

3　基于汽车的多主体多通道交互模型概念

3.1　MIV 模型的构成

根据以上的分析，在进行基于汽车的交互设计与用户界面设计之前，有必要建立一个新的交互模型，即基于汽车的多主体多通道交互模型（Model of multi-Agent & multi-channel interaction based on vehicle，简称 MIV 模型）。MIV 模型用交互设计方法来分析整个交通系统中各个主观参与者之间的关系，把交互分为人的交流与硬件的交互，并从用户与产品的层面来划分界定。MIV 模型具体构成见图 2。

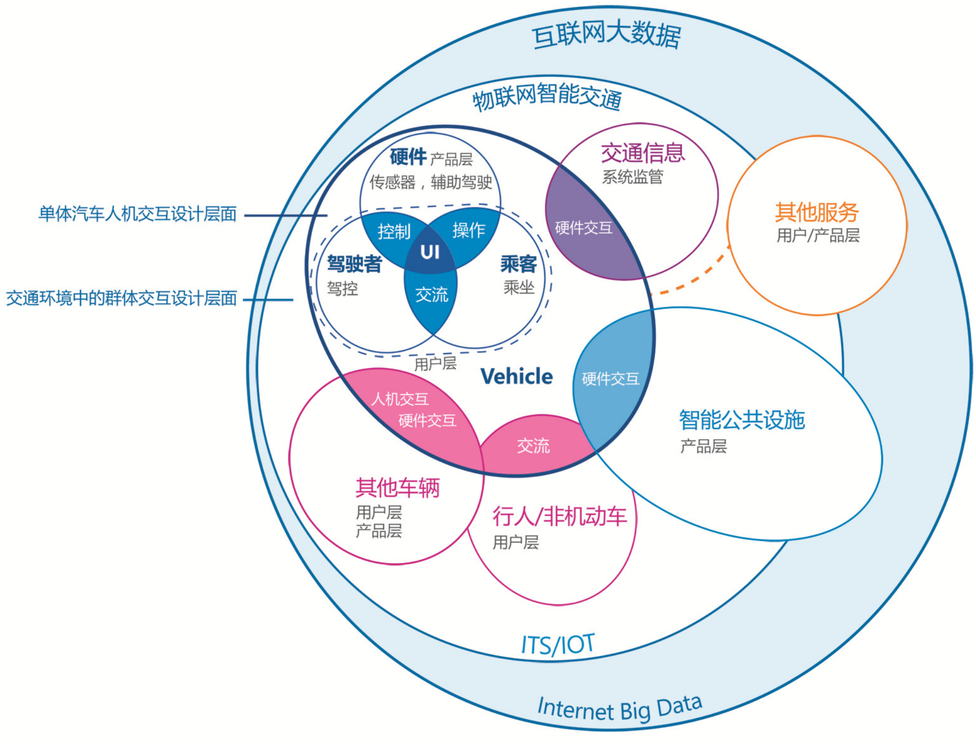

图 2　基于汽车的多主体多通道交互模型
Fig.2 Model of multi-Agent & multi-channel interaction based on vehicle

3.2　MIV 模型的两个层面

MIV 模型对人机关系以及产品环境关系的探讨，分为两个不同的层面。

1）单体汽车人机交互设计。作为在移动过程中的特殊需求与环境下的“信息处理终端”，车内的功能型操作、信息处理、空间布局等，都围绕着人的、日益增长的信息处理需求构成了一个移动的“智能化系统”。面向传统意义上汽车内部的智能空间设计，主

要解决在移动的过程中，汽车内部驾乘人员与汽车硬件的人机交互，涉及到图形化用户界面、实体用户界面[8]，以及更贴近用户模型的自然用户界面，如利用触摸、自然语言对话、手势等行为与汽车进行交互，用户更多地利用直觉[9]来进行操作，减少了学习成本，以达到提高操作效率和驾驶安全的目的。

2）交通环境中的群体交互设计。汽车的社会属性不是孤立的，城市交通系统由每个参与者组成，其各方间关系复杂而相互依存，影响着整个城市运行效率。在智慧城市与智能交通体系的语境下进行面向未来的 HVI 设计，需要理清他们之间的交互关系，从“人—车—环境”私有、公有的连接反馈方式[10]的出发，MIV 模型中的多主体多通道交互关系，比第一个层面要考虑更复杂的因素，只有在这样的指导下才能更全面地进行具体的场景化设计思考。

4 基于汽车的多主体多通道交互模型设计应用

4.1 传统单车人机交互设计

4.1.1 驾驶者接受的信息与驾驶安全、效率的平衡

车内人机交互是建立在移动过程的特殊情景之下，整个过程安全始终是第一位的。随着机械仪表正在被数字液晶显示所取代，更多更大的显示屏可以呈现更复杂、密集的信息，驾驶者甚至可以得到增强现实的实时信息，但同时在驾驶过程中需要处理的信息也多了，增加了驾驶者的焦虑，因此信息的呈现的方式与呈现层级就显得特别重要。如何平衡信息处理与驾驶安全及驾驶效率，是车载显示设备数字化之后 HVI 所面临的最直接问题。

4.1.2 交互操作方式与驾驶安全、效率的平衡

随着技术的发展，新的人机交互方式也随之产生，例如宝马新 7 系在量产车中第一次采用了手势操作，提高了 HVI 的效率，但驾驶过程中的操作行为方式与行为幅度都影响到驾驶的安全与效率。面对未来到底要使用那种操纵的方式，或者如何组合使用，使用到什么程度才是合理、安全并有效率的，在目前各个汽车厂家间还在做着探索和尝试，当前典型的 HVI 操作方式对比见表 1。

4.1.3 导航的信息过载与过滤

导航是除了核心驾驶系统外，人机交互应用最密集的行车子系统，随着高精度与 3D 地图的应用，在导航过程中会有更多的参数信息与其他辅助信息，如何界定对于用户信息是否过载，在导航的过程中，提供用户什么信息，哪些信息是关键信息，哪些信息需要屏蔽与过滤，过滤的时机与条件是什么，不同的情景如何设定不同的条件，信息的过滤与选择就需要人工智能不断学习用户习惯。在用户界面设计应用层面上的表达与表现，要求在设备与用户之间达到平衡[11]，涉及到人与机器的交互方式，以及机器给人的反馈形式，包括视觉、听觉、触觉等一系列交互形式。

表 1 典型的 HVI 操作方式对比
Tab.1 Typical contrast of the HVI operation modes

操作方式	位置	优势	劣势
按键	方向盘、中控	传统操作方式，语义明确，学习成本低	非自然的交互方式，效率低
触摸屏	驾驶仪表、中控、副驾驶、后排	代替物理按键的操作方式，直观符合人的操作逻辑，信息回馈直接，学习成本低	操作幅度大，有一定的操作负担
数字键盘	中控	传统操作方式，无学习成本	功能单一
语言	方向盘按键触发	代替物理按键的操作方式，符合操作安全的需要	
手势	挡位上方	操作快捷，符合操作安全的需要	接受程度低，有误操作，充分度高
滚轮	挡位旁边	传统操作方式，可以盲操作，符合操作安全的需要	功能收到物理硬件的限制
浮动滑鼠	挡位旁边	雷克萨斯独有操作方式，平移电脑操作经验	有一定的学习与适应成本，不通用

4.1.4 驾驶者与乘坐者不同的用户体验

未来自动驾驶是汽车一个不可避免的趋势，在面对未来的车内交互空间的设计中，驾驶者与非驾驶者的界限是否还那么清晰，车内位置的局限是否可以打破，在不同等级的自动驾驶条件下，如何切换驾驶的操作权，在这一过程中，车内所有用户各自的用户体验是怎样的，这些都需要在一定的场景之下进行具体的交互设计研究。

4.2 交通系统内多主体参与的交互设计

4.2.1 汽车与汽车间的交互

汽车与汽车之间的交互是产品层的硬件信息交

互。目前在行车过程中汽车间的交流手段极度匮乏，会产生很多误解，赋予机器更多人的情感化交互能力，是未来交互设计的重要目标。在行驶过程中汽车之间通过协议通讯进行信息交换，让驾驶着掌握周边车辆的意图，同时行车电脑可以在不同的速度下自动干预车间距离，采用物联网低功耗广域网络技术，可以进行低功耗、远距离、密集任务连接的应用，为高级辅助驾驶与自动驾驶的提供支持。通过车间的多向交互，可以避免绝大多数事故的产生，能显著提高出行效率。

4.2.2　汽车与公共设施间的交互

在物联网的技术条件下，汽车与城市中公共设施间也可以进行智能的交互。典型的例子是在行车过程中急加速急减速都不利于绿色驾驶，而对信号灯的判断是造成急加减速的主因，目前对信号灯的判断以及相应的车速的调整完全停留在驾驶者的经验，这种人为因素增加路口事故的风险。如果信号灯硬件能融入智能交通网络就可以提前预警车辆，根据当前位置与速度，由电脑来计算最优的方案，辅助驾驶者控制车辆速度，这样就可以最大限度地减少用户的负担，同时通过区域性的智能优化算法，可以减少拥堵节能减排。

4.2.3　智能化泊车

泊车是目前大城市出行最大的疼点，以至于停车问题已经影响到了实体零售业，停车困难的结症就在于用户无法对目的地停车场的状况进行预判断，以及停车过程中找车位、付费的用户体验有待提高。如果停车场可以引入物联网的技术，就可以提前通知汽车目的地的停车场选择，已经停车位的状态，甚至在一定条件下可以进行位置的预定，这些功能可以通过网络在驾驶过程中融入汽车的导航系统。在停车环节也可以利用自动泊车的功能简化用户操作，提高效率。在支付环节可以采用无现金交易的不停车收费系统，加速停车场的流动效率，同时由于停车信息的数字化，“共享式停车”成为可能，智能化停车网络可以精确提供周边的共享车位，让社会资源得到最大化的利用。

5　结语

可穿戴设备与智能家居的兴起，在“后手机时代”为人机交互设计开拓了一片新的空间，同样，在智慧城市与智能化交通体系建设的推动下，基于汽车的多主体多通道交互设计也把物联网从概念推向了实际应用。汽车正从简单的交通工具发展为一个信息平台，其所涉及的公共信息与个人信息的获取发布，不仅是双向的而且是多向的，人机交互不再是单一用户与独立产品间的交互，而是与整个城市系统，与系统中的“众人”进行互动。交互行为已经迈进“群集交互”的领域，设计者要考虑到在群集中所有的人，包括具有人工智能的无生命体，都是整个系统中的参与者，他们之间的关系涉及到整个交通体系的运行效率。

汽车作为一个移动的空间，在整体交通行为的“交互网络”起到纽带的作用。物联网的技术发展给 HVI 设计研究提供了跨学科、跨领域的新可能性，在以汽车为中心的移动信息平台的框架下，驾驶者与汽车间、驾驶者与乘客间、汽车与汽车之间、汽车与城市公共设施之间、与城市交通系统之间相互作用且相互关联，这种多主体多通道交互模型给今后的汽车设计提供了一个新的研究方向。今天中国面对最严峻的环境问题，作为最大的新能源汽车市场，新能源汽车所带来的人机交互的迅速发展，是中国汽车设计行业的一个新契机，面对未来的人机交互必将融入多层面的多维度的交互之中。基于此，这里从物联网的实际应用场景出发，提出 MIV 模型的思考，希望对面对未来的汽车设计，以及解决大城市交通拥堵，提升出行效率，节能减排，提供一定的理论基础。

参考文献：

[1] SJOÃO S, NUNO B, MOHAMMAD A F I, et al. Scenario Generation for Electric Vehicles Uncertain Behavior in a Smart City Environment[J]. Energy, 2016 (11): 664—675.

[2] 孙远波. 工业设计的创新意识[J]. 设计艺术, 2001(3): 14—15.
SUN Yuan-bo. Innovation of Industrial Design[J]. Art of Design, 2001(3): 14—15.

[3] 麦肯锡：2020 中国将贡献全球车市增量的 35%[EB/OL]. (2012-11-23)[2017-03-19]. http://auto.china.com.cn/news/20121123/403933.shtml.
MCKINSEY: 2020 China Will Contribute 35% of the Global Auto Market Increment[EB/OL]. (2012-11-23)[2017-03-19]. http://auto.china.com.cn/news/ 20121123/403933.shtml.

[4] 甘为. 基于社会化媒体的共生交互及汽车社交设计[D]. 长沙：湖南大学, 2015.
GAN Wei. Symbiosis Interaction and Social Car Interaction Design Based on Social Media[D]. Changsha: Hunan University, 2015

[5] 尤肖虎. 5G 移动通信发展趋势与若干关键技术[J]. 中国科学(信息科学), 2014, 44(5): 551—563.
YOU Xiao-hu. Development Trends and Several Key Technologies of 5G Moblie Communication[J]. Scientia Sinica(Informationis), 2014, 44(5): 551—563.

[6] BERNHARD E, BURDEK. 工业设计：产品造型的历史、理论及实务[M]. 台北：亚太图书出版社, 1996.
BERNHARD E, BURDEK. Industrial Design: History,

Theory and Practice of Product Modeling[M]. Taipei: Asia Pacific Book Publishing House, 1996.

[7] 诺曼·唐纳德·A. 情感设计[M]. 北京: 中信出版社, 2012.
NORMAN A. Emotional Design[M]. Beijing: China Citic Press, 2012.

[8] PETER W, MICHAEL W, BURKE. Information Graphics: Innovative Solutions in Contemporary Design[M]. Thames and Hudson, 1999.

[9] 维克多·帕帕奈克. 为真实世界的设计[M]. 北京: 中信出版社, 2012.
VICTOR P. Design for the Real World[M]. Beijing: China Citic Press, 2012.

[10] 覃京燕. 大数据时代的大交互设计[J]. 包装工程, 2015, 36(8): 1—5.
QIN Jing-yan. Grand Interaction Design in Big Data Information Era[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(8): 1—5.

[11] 戈文, 辛向阳. 移动界面中信息传达的设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(6): 81—86.
GE Wen, XIN Xiang-yang. Information Transmission Design in Mobile Interface[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(6): 81—86.

清华大学美术学院信息艺术设计系 “基于汽车的人机交互与用户界面设计研究项目”介绍

项目概述：中国作为目前世界最大的内燃机及新能源汽车单一市场，在汽车产品日益非物质化的背景之下，汽车内部的人机交互与用户界面设计有非常广阔的前景。作为一种特殊需求与环境下的“信息处理终端”，汽车内的功能操作、信息处理、空间布局等都围绕着人的需求构建了一个移动的“智能空间系统”。面对中国特殊的交通环境和需求差异，清华大学美术学院信息艺术设计系张茫茫副教授带领研究生团队与清华大学汽车研究所、交通工具专业方向的师生一起围绕用户核心需求，研究面对未来的更为人性化的交互操作，和更符合国人使用习惯、心理特点、地域特点的用户界面设计。学校与主机厂一起合作，针对智能化交通体系中新能源汽车的机遇与挑战，在“基于汽车的多主体多通道模型交互设计”的理论基础之上，展开人与汽车、汽车与汽车、汽车与城市公共设施、交通管理之间复杂互动关系的梳理和研究，为未来城市智能化出行提供产品保障。

研究内容：

1）驾乘过程中的用户本质需求、特点与功能分析；

2）汽车行驶安全需求与操作便捷性的关系，安全性与视觉信息的关系与矛盾；

3）汽车的操作认知与交互界面的视觉语义识别；

4）汽车内部的驾驶操作与乘坐操作行为研究；

5）汽车内部人机交互操作系统的模块化设计探索。