

城市轿车驾驶员驾驶技能对自动驾驶接受度的影响

——道路用户体验的中介作用

王 颖

内蒙古师范大学心理学院, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2024年4月28日; 录用日期: 2024年6月21日; 发布日期: 2024年6月30日

摘 要

目的: 探索城市轿车驾驶员驾驶技能、道路用户体验与自动驾驶接受度的关系。方法: 采用随机取样法抽取全国城市范围内轿车驾驶员共计709名。采用自我评估的驾驶技能量表、城市轿车驾驶员道路用户体验量表以及中文版自动驾驶汽车可接受性量表进行调查。结果: (1) 驾驶技能显著正向预测自动驾驶的情景接受度; 驾驶技能显著负向预测自动驾驶的危险使用接受度; (2) 道路用户体验在驾驶技能与自动驾驶情景接受度之间起部分中介作用。结论: 城市轿车驾驶员驾驶技能对自动驾驶情景接受度有显著影响, 道路用户体验在其中起部分中介作用。

关键词

城市轿车驾驶员, 驾驶技能, 自动驾驶接受度, 道路用户体验

The Influence of City Car Drivers' Driving Skills on the Acceptance of Automated Driving

—Understanding the Mediating Role of Road User Experience

Ying Wang

School of Psychology, Inner Mongolia Normal University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Apr. 28th, 2024; accepted: Jun. 21st, 2024; published: Jun. 30th, 2024

Abstract

Objective: To explore the relationship between city car drivers' driving skills, road user experience and acceptance of autonomous driving. **Methods:** A total of 709 city car drivers were selected by random sampling method. Self-assessed driving skills scale, city car drivers' road user experience scale, and the Chinese version of the self-driving car acceptability scale were used to conduct the survey. **Results:** (1) Driving skills significantly positively predicted situational acceptance of automated driving. Driving skills significantly negatively predicted hazardous use acceptance of automated driving. (2) Road user experience partially mediated the relationship between driving skills and situational acceptance of automated driving. **Conclusion:** Driving skills of city car drivers had a significant effect on situational acceptance of automated driving, and road user experience partially mediated the effect.

Keywords

City Car Drivers, Driving Skills, Acceptance of Automated Driving, Road User Experience

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着智能化时代的到来,自动驾驶车辆凭借其融合的车联网、智能车、实时通讯等新兴技术,成为了公认的解决交通问题的有效方案[1]。通过精密的算法和传感器,自动驾驶车辆能够实时感知周围环境,自主决策行驶路线,有效减少人为因素造成的交通事故。同时,自动驾驶车辆还能通过车联网技术实现车辆之间的信息互通,进一步优化交通流量,缓解城市拥堵问题。当前,真正意义上的高度和完全自动驾驶尚未得到普及,公众对于认同和接纳这项新兴技术的准备程度,关系到自动驾驶技术的商业化进程以及其能否得到广泛的社会应用[2]。因此,围绕自动驾驶接受度进行深入分析与探讨,对于促进自动驾驶技术的健康发展,为社会带来更加便捷、高效、安全的出行体验具有重要现实意义。

目前,国内外已有不少学者对自动驾驶接受度进行研究。一些研究者围绕自动驾驶接受度的结构进行了研究,如 Payre 等人将自动驾驶接受度分为情景接受度和危险使用两个维度[3];刘颖琦等人认为自动驾驶公众接受度包含个体心理属性、伦理道德与法律责任、出行相关属性和社会环境因素四个维度[4]。还有一些研究者关注自动驾驶接受度的影响因素,如张凯帆研究发现信任度和感知有用性、感知安全性等感知价值是影响自动驾驶汽车的使用行为意向的重要因素[5];景鹏等指出安全性是影响公众接受度的首要因素,信任、态度等是影响自动驾驶技术接受度的关键心理因素[6]。然而,现有研究多基于技术接受模型、计划行为理论、创新扩散模型等,局限于个体感知因素,缺少对于自动驾驶接受度不同视角不同层面的影响因素的探讨。

驾驶技能(Driving Skill)是指驾驶员控制汽车和对复杂的驾驶环境做出安全适应性反应的能力。驾驶技能可以分为车辆控制技能和危险知觉技能两部分。其中,车辆控制技能指驾驶员操纵车辆装置控制车辆的能力。危险知觉技能指驾驶员识别和预测危险交通情况的能力[7]。有研究指出,自我感知驾驶能力较低的人更可能会寻求驾驶辅助,从而获得更高的自动驾驶汽车接受度,而自我感知驾驶能力较高的人,

尤其是老年人可能会坚持保持对车辆的手动控制，而不是依赖自动驾驶系统[8]。然而，本研究认为，自我感知驾驶能力较高的人也可能出于对车辆更自信的接管控制能力，减缓对于自动驾驶安全性的担忧，从而产生更高的自动驾驶汽车接受度。

道路用户体验(Road User Experience)是指道路用户在参与城市道路交通时,对道路交通环境产生的主观感受,分为路网体验、路标体验、出行体验和路况体验。路网体验涉及对道路网通达性、便捷性、布局合理性和覆盖广泛性的感受;路标体验包括对交通标志、道路标线和信号灯设置的恰当性、易懂性、可见性的感受;出行体验包括对道路上其他车辆和行人的规范性、沿途服务的便利性的感受;路况体验涉及对沿途环境的舒适性、安全性的感受[9]。能力会影响用户与系统交互时的灵活性、感知易用性,驾驶技能作为驾驶员与道路交通系统互动所必备的基本能力,可能会对驾驶过程中的道路环境感知体验产生正向影响。有研究指出驾驶员自我评估驾驶技能与自我评估安全性紧密相关,较低的驾驶技能尤其是危险知觉能力能显著预测驾驶员较高的事故倾向性[10],进而可能通过驾驶事故经验对道路用户体验产生一定影响。此外,由于驾驶技能自我评估是一种自我反馈过程,有助于确信自己的技能,所以自我评估技能越高,就越有可能感受到自己在一个特定领域的的能力,产生较高的自我效能感,从而使驾驶员感受到更好的驾驶体验。作为一种环境感知因素,良好的道路用户体验可能会使得驾驶员对于未来交通建设有着更高的信心和期待,认为道路环境足以承载自动驾驶的有序出行而非造成混乱,从而增强对于自动驾驶的接受度。

综上所述,本研究拟构建一个中介模型(见图1),探讨驾驶技能、道路用户体验与自动驾驶接受度之间的关系,并假设:道路用户体验在驾驶技能与自动驾驶接受度之间起中介作用。

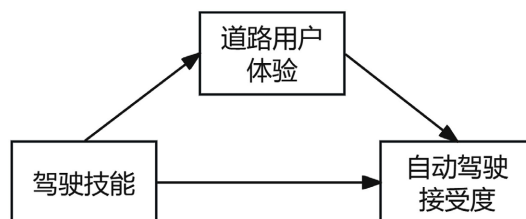


Figure 1. Diagram of the mediation model

图1. 中介模型图

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

通过线上问卷平台发放问卷 980 份,根据作答时间和测谎题剔除作答不认真的问卷,剩余有效问卷 709 份,问卷有效率为 72%。受试者为 709 名中国城市轿车驾驶员,他们的年龄从 20 岁到 48 岁不等($M = 28.31$; $SD = 6.01$),驾龄从 2 岁到 16 岁不等($M = 4.79$; $SD = 3.24$),所有人都持有驾驶证。其中男性 435 名,女性 274 名。受教育程度:小学 8 名(1.1%),初中 49 名(6.9%),高中/中职 135 名(19.0%),大专/高职 169 名(23.8%),本科 296 名(41.7%),研究生及以上 52 名(7.3%)。驾驶里程:300 公里以下 399 名(56.3%),300~1000 公里 233 名(32.9%),1000 公里以上 77 名(10.9%)。自动驾驶配置水平:L0 人工驾驶 277 名(39.1%),L1 辅助驾驶 266 名(37.5%),L2 部分自动驾驶 145 名(20.5%),L3 有条件自动驾驶 21 名(3.0%)。

2.2. 研究工具

2.2.1. 自我评估的驾驶技能量表

自我评估的驾驶技能量表(Self-Assessments of Driving Skills, SADS)由 Sundström 编制[11],马艺丹和

孙龙进行修订[12],并检验了其在我国驾驶员群体中的信度和效度。修订后的量表共7个项目,1个维度,题目内容涉及驾驶员车辆操纵技能、经济驾驶和危险知觉技能,采用Likert 5点计分,从“1 = 非常差”到“5 = 非常好”。本研究中量表内部一致性 α 系数为0.817。

2.2.2. 城市轿车驾驶员道路用户体验量表

城市轿车驾驶员道路用户体验量表(City Car Drivers' Road User Experience Scale)由Wang等人编制,共12个项目,分为出行体验、路况体验、路标体验和路网体验4个维度,参与者被要求结合自己经常驾车出行的路段指出这些项目在多大程度上符合切身体会。量表采用Likert 5点计分,回答范围从“1 = 完全不符合”到“5 = 完全符合”。分数越高,反映越好的道路用户体验。本研究中量表内部一致性 α 系数为0.816。

2.2.3. 中文版自动驾驶汽车可接受性量表

中文版自动驾驶汽车可接受性量表(the Chinese version of the Automated Vehicles Acceptability Scale)由Payre等人编制,Qu等人进行修订[13],并检验了其在我国驾驶员群体中的信度和效度。修订后的量表共7个项目,分为情景接受度和危险使用2个子量表,采用Likert 7点计分,回答范围从“1 = 非常不同意”到“7 = 非常同意”,其中第1、4题反向计分。情景接受度子量表的得分越高表明对自动驾驶汽车的情景接受度越高,危险使用子量表的得分越高表明在危险情况下使用自动驾驶汽车的兴趣越高。本研究中量表内部一致性 α 系数为0.705。

2.3. 研究程序

使用问卷星和TC-LAB平台发放问卷。受访者需要填写人口学基本信息、自我评估的驾驶技能量表、城市轿车驾驶员道路用户体验量表以及中文版自动驾驶汽车可接受性量表。每名受访者只有一次答题机会,且受访者的匿名性得到了保证。所有受访者均为自愿参与,在答题结束后获得两元报酬。

2.4. 统计处理

本研究使用SPSS 25.0对数据进行描述统计、相关分析和回归分析。此外,本研究基于Hayes的研究[14],采用SPSS宏程序PROCESS 3.3进行中介效应检验。

3. 结果

3.1. 共同方法偏差检验

本研究采用Harman单因子检验法进行共同方法偏差检验,结果表明,特征值大于1的公共因子共7个,未经旋转的第一个因子只解释了全部变异量21.85%,小于40%的临界值,不存在明显的共同方法偏差[15]。

3.2. 描述性统计与相关分析

表1呈现了各变量描述性统计及相关分析结果。驾驶技能与情景接受度显著正相关($r = 0.14, P < 0.01$),驾驶技能与危险使用显著负相关($r = -0.13, P < 0.01$),驾驶技能与道路用户体验显著正相关($r = 0.47, P < 0.01$),道路用户体验与情景接受度显著正相关($r = 0.16, P < 0.01$),道路用户体验与危险使用相关不显著($r = 0.01, P > 0.05$),这些结果为后续假设检验提供支持。

3.3. 回归分析

为了验证驾驶技能对自动驾驶接受度的预测作用,进行分层线性回归分析。结果表明,驾驶技能能

够显著正向预测情景接受度($\beta = 0.14, P < 0.001$)、显著负向预测危险使用($\beta = -0.13, P < 0.001$)。在控制人口学变量后, 驾驶技能仍然能够显著正向预测情景接受度($\beta = 0.08, P < 0.05$)、显著负向预测危险使用($\beta = -0.09, P < 0.05$)。

Table 1. Averages, standard deviations, and correlation matrices for each variable ($n = 709$)

表 1. 各变量的平均数、标准差和相关矩阵($n = 709$)

	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4
1. 驾驶技能	28.04	4.23	1			
2. 道路用户体验	46.88	6.77	0.47**	1		
3. 情景接受度	16.10	4.97	0.14**	0.16**	1	
4. 危险使用接受度	12.42	6.01	-0.13**	0.01	0.23**	1

注: *在 0.05 级别(双尾), 相关性显著; **在 0.01 级别(双尾), 相关性显著。

3.4. 中介效应检验

采用 SPSS 25.0 及 PROCESS 程序, 重复抽样 5000 次, 检验道路用户体验在驾驶技能与自动驾驶情景接受度之间的中介效应[16]。结果表明, 驾驶技能显著正向预测自动驾驶情景接受度($\beta = 0.14, P < 0.001$); 驾驶技能和道路用户体验同时进入回归方程, 驾驶技能($\beta = 0.09, P < 0.05$)和道路用户体验($\beta = 0.12, P < 0.01$)均能显著正向预测情景接受度, 且中介效应的 95% Bootstrap 置信区间不包含 0, 表明道路用户体验在驾驶技能和情景接受度之间中介效应显著。中介效应占总效应的比例为 39.72%。见表 2、表 3。

Table 2. Mediation effect test

表 2. 中介效应检验

回归方程		拟合指标			系数显著性	
结果变量	预测变量	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>F</i>	β	<i>t</i>
情景接受度		0.14	0.02	14.30		
	驾驶技能				0.14	3.78**
道路用户体验		0.47	0.22	200.19		
	驾驶技能				0.47	14.15**
情景接受度		0.18	0.03	11.18		
	驾驶技能				0.09	2.03*
	道路用户体验				0.12	2.82*

注: *在 0.05 级别(双尾), 相关性显著; **在 0.01 级别(双尾), 相关性显著。

Table 3. Total, direct and mediating effects

表 3. 总效应、直接效应及中介效应分解表

	效应值	标准误	95%置信区间	相对效应值
直接效应	0.085	0.042	0.003~0.168	60.28%
间接效应	0.056	0.020	0.017~0.095	39.72%
总效应	0.141	0.037	0.068~0.214	

4. 讨论

本研究结果表明,城市轿车驾驶员的驾驶技能能够正向影响自动驾驶情景接受度,负向影响自动驾驶危险使用接受度,这与以往的研究相一致[17]。自我感知驾驶能力较高的人既会出于对车辆更自信的接管控制能力,而增强在普遍情景下使用自动驾驶的积极性,也可能由于过度自信而不愿在自身驾驶能力受限时使用自动驾驶,例如在酒后、疲惫时。中介效应分析的结果表明,道路用户体验在驾驶技能和自动驾驶情景接受度之间发挥部分中介作用,即驾驶技能越高,道路用户体验越好,对自动驾驶的情景接受度也越高。这验证了感知道路交通环境对于自动驾驶接受度的促进作用,揭示了驾驶技能如何影响自动驾驶接受度的作用机制,较高的驾驶技能使得驾驶员在与道路环境交互时更灵活,从而获得较好的体验,对于未来使用自动驾驶或与自动驾驶车辆在同一道路上并驾齐驱也有了更高的信心和期待。

对比以往自动驾驶接受度的相关研究,本研究对不同情况下的自动驾驶接受度的影响因素进行了分析和探讨,进一步揭示了自动驾驶情景接受度的影响机制,有助于为自动驾驶更精细化的技术接受提供依据。其次,本研究着眼于驾驶员群体,有助于推动驾驶心理与自动驾驶研究的有效对接,促进以人为本而非技术至上的自动驾驶研究。最后,本研究也是对以往自动驾驶接受度理论模型的有效扩展和延伸,如驾驶技能可能是影响技术接受模型中感知易用性和感知有用性的重要因素,道路用户体验则可视作创新扩散模型中兼容性的重要反映[18]。

本研究结论具有一定的现实启示意义。首先,驾驶技能的培训不容忽视。未来自动驾驶汽车将在我们的道路上行驶,我们不太可能立即从手动车辆转向全自动驾驶汽车,人类驾驶员将需要在特定情况下及时接管,并且自动驾驶系统和人类操纵之间将持续存在互动[19],高水平的驾驶技能仍然在交通安全方面发挥着必不可少的作用。同时,还要引导公众正确认识自身驾驶水平,提高危险觉知能力,正确看待自动驾驶所能发挥的积极替代作用。其次,在探讨自动驾驶技术的未来发展时,我们必须认识到一个关键因素:良好的道路用户体验。这种体验涵盖了驾驶过程中的安全性、舒适性以及便捷性等多个方面。当这些要素得到妥善处理时,公众对于自动驾驶技术的接受度将有望得到显著提升。为了实现这一目标,需要从出行体验、路标体验、路况体验、路网体验多个维度来优化道路用户体验,这不仅能为当下交通出行带来更加安全、舒适和便捷的体验,还有利于促进未来智慧交通的发展建设。

本研究还存在一定的不足之处。首先,本研究采用中国城市轿车驾驶员作为研究对象,缺少跨文化样本的验证,无法证实该结论对乡村及其他驾驶类型的驾驶员均适用。其次,由于质性研究方法对研究者素质要求较高,本研究仅使用了问卷调查所收集的定量数据进行分析和检验。最后,研究仅从横断面上讨论了变量之间的关系,因此无法确定研究变量的发展趋势以及严谨的因果关系。今后可以尝试扩大样本范围,增加跨文化和地理多样性。通过实地观察或深入访谈等方法收集定性数据,以增强研究发现的深度和广度。考虑使用多方法研究设计,结合定量和定性数据,以提供更全面的见解和解释。尝试纵向研究,进一步探讨驾驶技能、道路用户体验等因素对自动驾驶接受度的作用机制。

基金项目

内蒙古师范大学基本科研业务费专项资金资助(2022JBXC002);内蒙古师范大学研究生科研创新基金资助项目“自我认同与自动驾驶接受度的关系:社会影响和技术焦虑的作用”(CXJJS22013)。

参考文献

- [1] 郭延永,刘佩,袁泉,等. 网联自动驾驶道路交通安全研究综述[J]. 交通运输工程学报, 2023, 23(5): 19-38.
- [2] 闫晓霞. 自动驾驶技术公众接受度影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西财经大学, 2021.
- [3] Payre, W., Cestac, J. and Delhomme, P. (2014) Intention to Use a Fully Automated Car: Attitudes and a Priori Acceptance. *Accident Analysis and Prevention*, 70, 103-111.

- ability. *Transportation Research Part F Psychology & Behaviour*, **27**, 252-263.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.009>
- [4] 刘颖琦, 冯瑞虞, 李沐. 中国自动驾驶的公众接受度: 量表开发与检验[J]. 科学决策, 2023(12): 55-67.
- [5] 张凯帆. 基于封闭场地实验的自动驾驶汽车智能度和接受度测评研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2019.
- [6] 景鹏, 袁代标, 杜刘洋, 等. 基于科学知识图谱的自动驾驶技术接受度研究综述[J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2023, 44(1): 14-21.
- [7] 张琪. 年轻驾驶员自我效能感对驾驶技能的影响[J]. 人类工效学, 2020, 26(2): 8-11.
- [8] Huang, G., Hung, Y.-H., Proctor, R.W. and Pitts, B.J. (2022) Age Is More Than Just a Number: The Relationship among Age, Non-Chronological Age Factors, Self-Perceived Driving Abilities, and Autonomous Vehicle Acceptance. *Accident Analysis & Prevention*, **178**, Article ID: 106850. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106850>
- [9] Wang, Y., Dong, H., Sun, L. (2024) Driving on Familiar Roads? Development and Validation of Car Drivers' Road User Experience Scale. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **102**, 468-475.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.03.017>
- [10] 周春雪. 驾驶员驾驶技能与事故倾向性的相关研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 辽宁师范大学, 2018.
- [11] Sundström, A.E. (2011) The Validity of Self-Reported Driver Competence: Relations between Measures of Perceived Driver Competence and Actual Driving Skill. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **14**, 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2010.11.011>
- [12] 马艺丹, 孙龙. 驾驶技能量表的修订及其信效度检验[J]. 心理学进展, 2018, 8(10): 8.
- [13] Qu, W., Xu, J. and Ge, Y. (2021) The Effect of Acceptability and Personality on the Intention to Use Automated Vehicles among Chinese Samples. *Journal of Advanced Transportation*, **2021**, 1-10.
<https://doi.org/10.1155/2021/6632185>
- [14] Hayes, A.F. (2013) Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-Based Approach. *Journal of Educational Measurement*, **51**, 335-337. <https://doi.org/10.1111/jedm.12050>
- [15] 周浩, 龙立荣. 共同方法偏差的统计检验与控制方法[J]. 心理科学进展, 2004, 12(6): 942-950.
- [16] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [17] Huang, G., Luster, M., Karagol, I., Park, J.W. and Pitts, B.J. (2020) Self-Perception of Driving Abilities in Older Age: A Systematic Review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **74**, 307-321.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.08.020>
- [18] Jing, P., Xu, G., Chen, Y., Shi, Y. and Zhan, F. (2020) The Determinants behind the Acceptance of Autonomous Vehicles: A Systematic Review. *Sustainability*, **12**, Article 1719. <https://doi.org/10.3390/su12051719>
- [19] Meschtscherjakov, A., McCall, R., Louveton, N., Engel, T., Tscheligi, M. and Koenig, V. (2015) MaDSAV: Maintaining Driving Skills in Semi-Autonomous Vehicles. *Adjunct Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, New York, 1-3 September 2015, 136-139.
<https://doi.org/10.1145/2809730.2809732>