

关于L3自动驾驶的人机交互设计研究

张大权 张惠 杨冬雨 赵默涵

(中国第一汽车股份有限公司 智能网联开发院, 长春 130013)

【引用】张大权, 张惠, 杨冬雨, 等. 关于L3自动驾驶的人机交互设计研究[J]. 汽车文摘, 2020(1): 32-35.

【Citation】Zhang D., Zhang H., Yang D., et al. Research on HMI for Level 3 Autopilot[J]. Automotive Digest (Chinese), 2020(1): 32-35.

【摘要】随着雷达、摄像头、处理平台的软硬件提升, 加上高精地图的辅助, 全球越来越多的汽车公司都推出了自动驾驶车辆, 覆盖Level 2~Level 3的自动驾驶场景(SAE J3016), 但这些场景都需要在必要的时候由驾驶员接管车辆, 因此自动驾驶汽车对人机交互设计提出了新的挑战, 比如合理的接管流程, 驾驶操作的监测, 权责划分的提示。

主题词: 自动驾驶 人机交互 用户体验 驾驶接管

中图分类号: U462.2*2 文献标识码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.201912-0-9

Research on HMI for Level 3 Autopilot

Zhang Daquan, Zhang Hui, Yang Dongyu, Zhao Mohan

(Intelligent and Connected Vehicle Development Institute, China FAW Corporation Limited, Changchun 130013)

【Abstract】With rapid technology updates of hardware and software for radars, cameras and CPU platforms, plus the assistance of high-precision map, more and more car companies around global have been introducing automatic driving vehicles, covering Level 2~Level 3 autopilot according to SAE J3016. Under these circumstances, however, driver needs to take over the vehicle when system required, for example, the takeover process, monitoring the action of driving, all or part of driving right, all these are challenges for HMI design.

Key words: Automated driving, HMI, User experience, Authority alternate

1 前言

当前, 随着芯片、雷达、摄像头的硬件发展及图像识别、图像计算等技术的进步, 特别是特斯拉的出现, 让自动驾驶技术进入到大众的视野, 也让越来越多的汽车企业推出自己的自动驾驶车辆。但同时, 随着汽车保有量的增加及道路资源的紧张, 交通环境的复杂度也同时在增加, 造成了自动驾驶技术无法完全覆盖所有的驾驶场景的境况。

按SAE发布的J3016的自动驾驶标准, 目前大部分的自动驾驶车辆属于Level 2~Level 3。按Level 3的自动驾驶标准定义, 系统在特定路况下(如高速、城市快速路等)执行自动驾驶, 系统要求驾驶员保证随时可以接管车辆, 因此本文仅针对L3级自动驾驶场景的人机交互设计展开研究。

2 自动驾驶的交互需求分析

对于Level 3的自动驾驶人机交互(如表1), 由于

其必须要求驾驶员随时接管, 人机交互设计的核心是“人车共驾”, 除此之外还要充分考虑自动驾驶这一新颖的技术被用户所理解和接受的程度。

表1 SAE J3016标准定义自动驾驶分级^[1]

SAE等级	名称	定义陈述	转向/加速/减速的执行	驾驶员/系统/系统	动态驾驶任务的切换	系统能力(驾驶模式)
人类驾驶员全权控制环境						
0	不智能	即使在增强警告或系统启动的情况下, 仍由驾驶员控制所有任务	人类驾驶员	人类驾驶员	人类驾驶员	无
1	驾驶辅助	单一驾驶辅助系统, 根据驾驶环境执行转向或加速/减速, 此外的动态驾驶功能由驾驶员完成	人类驾驶员和系统	人类驾驶员	人类驾驶员	某些驾驶模式
2	半智能	单一或多驾驶辅助系统, 根据驾驶环境执行转向或加速/减速, 此外的动态驾驶功能由驾驶员完成	系统	人类驾驶员	人类驾驶员	某些驾驶模式
智能系统全权控制环境						
3	条件智能	驾驶辅助系统可操作各种动态驾驶任务, 只需要人类驾驶员做出适当的指令和响应	系统	系统	人类驾驶员	某些驾驶模式
4	高度智能	即便人类驾驶员没有做出适当的指令和响应, 驾驶辅助系统仍可操作各种动态驾驶任务	系统	系统	系统	某些驾驶模式
5	完全智能	全路况全方面地代替人类驾驶员行驶各种驾驶任务	系统	系统	系统	全驾驶模式

2.1 从自动驾驶分级定义分析交互需求

Level 3自动驾驶定义为“条件智能”, 即在特定道路上可以缓解驾驶员的驾驶负荷, 但同时又要求驾驶员做好随时接管车辆的准备, 因此对人机交互提出了“轻松而又紧张”的交互需求。

2.2 从用户体验分析交互需求

另外一方面,自动驾驶技术还未充分为市场和用户所理解和接受,而符合自动驾驶的道路资源有限、且交通规则也未成型。所以在进行交互设计时,还需要充分考虑用户体验,特别是中国市场用户的体验。

J D Power 于 2017 年发布了《中国消费者自动驾驶倾向调查》^[2],调查 1 576 名用户,平均年龄 34 岁,84% 以上具有本科以上学历,是自动驾驶汽车主要的购买群体。而调查显示,受访者对自动驾驶车辆有 78% 的接受度,但同时也反馈了主要的担忧:

- 53%:可能存在的技术故障或系统问题;
- 18%:事故发生时的法律责任;
- 11%:车辆被黑客袭击;

总结调查结果:用户对自动驾驶车辆有很好的接受和期待,同时最大担心就是“驾驶安全”和“责权边界”,对人机交互提出了“安全而有担当”的交互需求。

3 主要设计理念

综合以上,针对 Level 3 自动驾驶车辆的人机交互设计,需要考虑:用户信任建立、和驾驶责任分配、驾驶接管 3 个维度。

3.1 用户信任建立

为了让驾驶员信任系统,并接受自动驾驶,需要让驾驶员建立信任心理并交接驾驶权给自动驾驶系统,这需要系统给驾驶员可感知的反馈,且反馈符合驾驶员对驾驶决策判断的依赖。常见的方式有:“你见即我见”和“决策预告”。

“你见即我见”即系统以实时通过传感器及摄像头采集到的真实交通信息,形成等比例模型,通过仪表或其它界面,主要以视觉反馈给驾驶员,并附加必要的提示,如相邻车道后方来车等。



图1 特斯拉 Model 3 Autopilot^[3]

特斯拉系列车型采用该方案(如图1)。该方案通过在仪表或其它界面的交通场景“重现”的方式,与驾驶员自己对驾驶场景的观察形成映射,并建立高同步性的“直播”反馈,让驾驶员建立“系统与我所见略同”

的信任心理。

但该方案对系统,特别是图像识别的处理负荷高,同时因界面内的交通场景以“直播”的方式实时演变,会吸引驾驶员的视觉注意力,从而减少对路况的关注,容易造成驾驶权交接延误,造成安全事故。

“决策预告”即系统仅在改变当前驾驶行为,执行新驾驶决策时,通过仪表或其它界面,主要以视觉反馈给驾驶员,并在决策执行时给予必要的演示,如车辆变道等。



图2 奥迪 A8L Audi AI^[4]

奥迪系列车型采用的该方案(如图2),该方案通过系统对当前交通场景的分析,当驾驶决策变化时,提前告知驾驶员。让驾驶员充分了解决策变化及车辆即将执行的控制方案,建立“决策裁决”的信任心理。

该方案对系统负荷小,且对驾驶员视觉注意力需求也小。但该方案需要一定周期的“人车磨合”,让驾驶员了解系统的决策思路,适应系统控制车辆的方式,对新手体验有些不友好。

3.2 驾驶责任分配

车辆的驾驶任务是明确当前车辆驾驶权的重要依据,特别是 Level 3 级自动驾驶的定义标准也明确规范了系统与驾驶员在驾驶决策时的职责,因此在进行交互设计时,需要充分明确当前车辆的控制权所属,目前广泛普遍采用的方案是“监控眼”,“横向手”,“纵向脚”。

“监控眼”即根据 Level 3 的接管要求,保证驾驶员能在系统请求接管时及时,安全的接管车辆,要求驾驶员视线以适当的周期,保持对交通环境的观察(如图3),例如凯迪拉克 CT6 就在方向盘上放置摄像头观察驾驶员的视线情况。

“横向手”即当系统通过传感器等,觉察驾驶员是否有对方向盘的操作,以判定当前车辆的横向控制驾驶任务所属,如系统判断驾驶员对方向盘有操作,则系统应当交接横向驾驶任务给驾驶员(如图4),例如特斯拉系列车型就在方向盘上装置扭矩类传感器判

断驾驶员是否操作方向盘,一个橙子的重量带来的扭矩都可以被传感器识别到。



图3 凯迪拉克 CT6 Super Cruise^[5]



图4 特斯拉 Model S 自动驾驶视频截图^[6]

“纵向脚”即当系统通过传感器等,觉察驾驶员是否有对油门踏板或制动踏板的操作,以判断当前车辆纵向控制驾驶任务所属,当驾驶员有操作的情况,系统应该交接纵向的驾驶任务给驾驶员。

以上这些驾驶任务的分配,交互设计都需要考虑给予驾驶员充足的信息反馈,比如在仪表或其它界面显示当前驾驶任务分配情况,以保证其充分知晓当前车辆的控制自己与系统都承担了什么任务及负担的责任。

3.3 驾驶接管

因为 Level 3 自动驾驶仍属于“部分智能”,所以,仍存在驾驶权交接的情况,但无论是由驾驶员交接给系统,还是系统交接给驾驶员,系统都要明确的反馈当前驾驶权的交接情况和交接结果。应注重整个交接过程的信息传递与反馈(如图5)。因此接管过程的交互应分为3个步骤设计:“请求”、“交接”和“确立”。

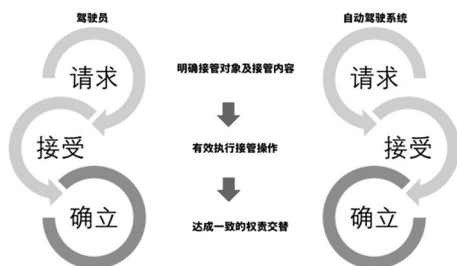


图5 驾驶接管关系

“请求”即无论系统或驾驶员任意一方,当发生驾驶权交接时,都应当发生“请求”,比如系统请求自动驾驶接管车辆,或者系统请求驾驶员接管车辆,都应

当保证有“请求”环节,以确立接管双方发生权责交替,需要按接管的场景等因素设计合适的交互方案,比如系统请求驾驶员操作方向盘,应通过视觉、听觉等告知驾驶员执行什么操作。

“交接”即系统或驾驶员任意一方,在“请求”得到反馈后,执行的操作。比如特斯拉系列车型要求驾驶员连续拨动操作拨杆激活自动驾驶。“交接”的交互设计要体现规范的操作指引,或者体现“仪式感”以明确接受“请求”并执行“交接”。

“确立”即无论系统或驾驶员任意一方,在“交接”后都能充分的知晓并达成一致的“确立”驾驶权的交替,交互设计须保证双方有对驾驶权交替的“确立”认可的反馈,比如系统检测驾驶员双手离开了方向盘,同时系统通过视觉、听觉反馈了当前驾驶权的归属等。

4 结论及启示

针对 Level 3 自动驾驶的人机交互研究表明,用户信任建立、驾驶责任分配、驾驶接管是设计自动驾驶人机交互的基本出发点,随着传感器及计算平台的进步,会采用不同的技术手段,通过的视、听、感等多维度交互,围绕这三个出发点设计人机交互,未来,针对自动驾驶系统的架构方案设计对应的交互方案,实现驾驶负荷最小、安全水平最高、体验最优。

同时,随着自动驾驶技术的日益进步及自动驾驶车型的发布、上市,自动驾驶技术也将面临对应的交通法规(双手离开方向盘是否违法,自动驾驶出现违章行为的惩罚责任归属)和交通伦理问题(紧急安全的保护原则)等,德国等国家已经出台了相关的法律法规,值得借鉴和思考。因此,人机交互在设计中也要充分考虑法律法规要求,并建立新的“驾驶员”概念,在提供良好的使用体验的同时,避免违章行为。

参考文献

- [1] SAE International. SURFACE VEHICLE RECOMMENDED PRACTICE (R) Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles: SAE J3016TM 2018 [S].2018:19.
- [2] J D Power. 君迪调查:技术故障是中国消费者对自动驾驶的最大顾虑[EB/OL]. (2017-11-6). <https://china.jdpower.com/zh-hans/industry%20insight>.
- [3] Tesla.Model 3[EB/OL].[2019-11-28]. www.tesla.cn/model3
- [4] Audi. 新一代智能虚拟座舱系统[EB/OL].[2019-11-28]. www.audi.cn/cn/web/zh/models/a8/a8l.html.

[5] GM.AVAILABLE SUPER CRUISE HANDS-FREE DRIVING[EB/OL].[2019-11-28]. www.cadillac.com/sedans/preceding-year/ct6.

[6] Tesla.Model S[EB/OL].[2019-11-28].www.tesla.cn/sites/tesla/files/video/ap-models.mp4.

联系方式:Tel-15164369796

中国吉林省长春市新红旗大街1号

邮箱:zhangdaquan@faw.com.cn

张惠 工学博士

中国一汽智能网联开发院 HMI 单元

联系方式:15948375675

中国吉林省长春市新红旗大街1号

邮箱:zhanghui1@faw.com.cn

主要作者简介:

张太权 工学学士

中国一汽智能网联开发院 HMI 单元

《汽车文摘》征稿启事

自1963年《汽车文摘》创刊以来,她一直为读者提供单一的文献检索。在知识和信息大爆炸的新时代,她将华丽转型,《汽车文摘》是读者的眼睛和大脑,为读者提供综合技术信息,提供专业领域技术信息总结,整合碎片的技术信息,为汽车技术创新提供支撑,据此也希望为我国汽车工业做大做强贡献一份力量。

《汽车文摘》的愿景就是要成为中国汽车创新技术的传播与交流平台。我们始终秉承“览全球汽车技术文献,指中国汽车技术之道”的使命,我们要深入研究国际上汽车强国的技术创新成果与动向,我们坚信他山之石,可以攻玉。我们将在低碳化、智能化、信息化和智能制造四个方向和十大领域,联合广大作者,为读者提供国际汽车强国的创新成果纵览、创新动向与趋势,特别是要关注具有颠覆性的技术创新,如智能网联汽车技术等。

我们期盼大学学生、学者和广大工程技术人员,充分发挥在专业领域的优势,聚焦近1-2年内国际上低碳化、智能化、信息化和智能制造方面的创新动向与趋势,形成某个技术领域的综述,广引国际上高影响力学术期刊,一般要求在20篇以上,一半以上为外文参考文献,综述篇幅在4-8页左右。

关键词:国际知名文献,最新创新技术,小综述

2020年选题计划:

- 新能源汽车(后补贴时代发展,电池、电机、电控,能量管理、电池热管理)
- 汽车安全与舒适技术(功能安全,预期功能安全、NVH)
- 信息化技术HMI,V2X
- 智能网联汽车(环境感知、场景建立、计算平台、云控、AI、路径规划等)
- 燃料电池汽车技术
- 混合材料轻量化技术
- 超级节能汽车技术
- 智能制造与工厂
- 移动出行与区块链技术

稿件请发至:wangyj_qy@faw.com.cn 或 autodigest@faw.com.cn

电话:0086 431 8202 8070

《汽车文摘》编辑部

2019年9月20日

汽车文摘 | 35