

2018 全球自动驾驶: 产业生态精彩纷呈

邓志东

清华大学计算机系, 北京 100084

摘要 自2016年以来,在新一轮人工智能浪潮的不断加持下,自动驾驶成为全球战略投资的风口和热点,企业已然成为自动驾驶技术创新与产业进程不断推进的主体。在经历了2年的期望膨胀期后,2018年的全球自动驾驶可谓是兴奋与焦虑同在:自动驾驶生态圈已然初步成形,颠覆未来出行与交通方式的产业前景从未如此清晰;但自动驾驶产业迟迟不能安全落地并大规模商业化,成为众多持续“烧钱”企业的心病。

关键词 自动驾驶;产业生态;智能交通

2016年前后,全球自动驾驶研发逐渐由科研主导型向企业主导型转变,自动驾驶风起云涌,精彩纷呈。在投资机构与媒体等的加持下,初创企业不断涌现,互联网巨头造势发力,芯片大鳄开始混战,传统车企与汽车零部件供应商被迫仓促上阵,新造车势力则自带标签随波逐浪。在经历了2年的期望膨胀期后,2018年,全球自动驾驶兴奋依然,但也充满了焦虑。兴奋的是自动驾驶生态圈已然初步成形,无论是全球资本市场投入的规模、千亿美元级别的市场估值、主流科技巨头的强力介入、超百家产业链初创企业的迅速兴起,还是全球绝大多数车企及其“产品”的频频亮相,都表明产业对未来的巨大预期。2018年还包括“全球首例自动驾驶致死事故”“固态激光雷达”“自动驾驶芯片与域控制器”“百度 Apollo”“路测法规”“MaaS 概念车”“Waymo One”等各种相关爆料消息。焦虑的则是自动驾驶毕竟未成产业,跨界融合的自动驾驶烧钱太贵,周期太长,人才稀缺,“量产”“商业化落地”似乎已成为企业的口头禅与心头病。

本文盘点2018年全球自动驾驶研发领域的重大事

件及热点问题。

1 安全性

优步发生全球首例城区 L2 自动驾驶路测车致死重大事故,安全成为自动驾驶发展的黄金标准。2018年3月18日22:00左右,1辆正在进行路测实验的优步自动驾驶汽车,在美国亚利桑那州凤凰城地区坦佩市与1名49岁的女性行人相撞,并致其死亡。事故发生时人类安全驾驶员正在低头观看手机电视,路测车以超过60 km/h 的车速自主行驶。在非人行横道路段,该名中年女性推着自行车突然从阴影处横穿马路,致使不幸事故出现。此次事故导致优步暂停其在美国多个州的自动驾驶测试项目,至今对整个行业可谓是影响深远。2018年内,除优步之外,特斯拉的高速 L2 自动驾驶量产车,也发生过多起致人死亡交通事故。但业内普遍认为,L2 及其以下的自动驾驶和高级辅助驾驶,行驶中都必须全程处于人类驾驶员严密的安全监管中,人类驾驶员对汽车的安全,仍须负起最高的责任。

收稿日期:2018-12-11;修回日期:2019-01-30

作者简介:邓志东,教授,研究方向为人工智能、自动驾驶,电子邮箱:michael@tsinghua.edu.cn

引用格式:邓志东. 2018 全球自动驾驶:产业生态精彩纷呈[J]. 科技导报, 2019, 37(3): 30-34; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.03.003

点评:从根本上来说,对自动驾驶而言,安全性就是一切。谁能确保安全性,谁就能在商业化落地上“赢者通吃”。苹果公司现任CEO蒂姆·库克曾经说过,自动驾驶汽车是所有人工智能项目之母。面对开放式的道路交通环境,甚至面对形形色色不遵守交通规则者,在如此高动态环境下还要满足绝对的安全性要求,这说明自动驾驶的落地必须是如此之难。

但另一方面,根据联合国世界卫生组织的统计,2018年全球每天因交通事故死亡人数达3700人左右,全年死亡约135万人,其中90%以上的事故源于人类驾驶员的违规违法操作。因此相对于人类驾驶员的过高死亡率,人类对机器、对新兴技术是否有失客观和理性?须知,自动驾驶的目标并非是实现零交通事故,而只是将人类驾驶员那个超过90%的非正常事故率基本消除,这对提高交通安全来说就具有里程碑式的重大意义。

2 大数据

谷歌Waymo路测里程已超1000万英里,获1750亿美元的最大估值。自2018年6月以来,谷歌Waymo在开放道路上的测试里程每月攀升到100万英里,全年达到500万英里,这与过去8年半的路测总里程持平。目前Waymo已拥有1000万英里或1609 km以上的路测总里程。与此同时,Waymo在模拟驾驶环境下,每天还可积累1609万km的测试里程大数据,迄今已达160.9亿km。2018年8月,摩根士丹利对Waymo的最新估值高达1750亿美元,其中包括自动驾驶出租车业务估值800亿美元,物流运输业务估值900亿美元,软件授权许可业务估值70亿美元。华尔街分析师的最新估值甚至超过了2000亿美元。

点评:自动驾驶目前落地的主要技术瓶颈是环境感知,而环境感知的核心是计算机视觉技术。自2012年以来,以深度学习为主要标志的新一轮人工智能已成为计算机视觉的主流方法,带来场景、目标及其行为意图检测、分割与识别能力之大幅度跃升。但新一轮人工智能需要大数据与大计算的双轮驱动,如何积累具有高质量标签的细分应用场景大数据,已成为提高环境感知能力的关键所在。业内普遍认为,人工智能的落地应用或自动驾驶产业竞争的焦点应主要体现在大数据里程数与人工干预频率这两大评测指标,它间

接地反映了技术的成熟程度。

美国加利福尼亚州车辆管理局于2019年2月13日发布的2018年“脱离”报告显示,谷歌Waymo共有111辆车参与路测,平均每1000 km出现0.06次“脱离”,即每17846.8 km出现1次人为干预,较2017年能力提高了1倍;居第二的通用Cruise在2018年度进步神速,在加利福尼亚州安排了162辆路测车,平均每1000 km出现0.12次“脱离”,即每8327.8 km出现了1次人为干预,达到了Waymo在2017年的水平。

3 激光雷达

全球龙头企业与初创企业混战第三代全固态激光雷达,车规量产成为主要目标。2018年1月在美国拉斯维加斯举办的CES-2018上,包括Velodyne、法雷奥、Quanergy、Luminar、Innoviz、LeddarTech等在内的10余家激光雷达企业展示了其最新产品。参会的中国企业包括速腾聚创、北科天绘、北醒光子和光珀智能。美国Velodyne公司在展会上推出了汽车级全固态激光雷达Velarray和新款128线激光雷达VLS-128。2018年6月29日,Velarray在中国完成首秀。全球激光雷达龙头企业与初创企业正混战于车规级量产激光雷达,特别是第三代全固态激光雷达。但迄今惟一1款已量产的车规级激光雷达是法雷奥的ScaLa激光雷达,已由奥迪应用在其新款A8、A6等车型上。第三代固态激光雷达目前仅有原型或工程样机,例如美国Quanergy公司的S3, Velodyne公司的Velarray, Luminar公司1550 nm波长的大功率激光雷达和以色列Innoviz公司的InnovizOne等。国内如深圳速腾聚创的RS-LiDAR-M1Pre和上海禾赛Pandar GT等,也在提供测试样品。

点评:第三代全固态激光雷达内部完全没有移动部件,容易做到满足车规要求。同时由于其部件芯片化,便于调校和产线的高度自动化,因此方便量产,规模化生产后的成本也可大幅降低。要实现L3+水平的环境感知与自主导航,由激光雷达、摄像头和毫米波雷达等组成的多传感器融合方案,已成为大多数企业的首选。作为产业链上游的核心零部件之一,车规量产的低成本全固态激光雷达似乎已成为自动驾驶汽车商业化落地应用的晴雨表,也是兵家必争之地。未来的发展趋势应该是面向彩色激光点云的多模态传感器融合模组。

4 芯片

特斯拉正自主研发自动驾驶芯片追逐价值链高端,同时更新发布视觉深度神经网络软件的最新版本。目前全球大约有20多万辆特斯拉已售车辆上安装有Autopilot 1.0、2.0或2.5硬件系统。2018年9月,基于视觉深度神经网络的Tesla Vision 9.0软件系统已更新到最新的9.0版本。更高水平的辅助或自动驾驶功能,可通过空中下载进行软件升级。在全世界范围之内,特斯拉可以说是惟一一家在自产商用车上完成车规级自动驾驶硬件部署的企业。为了占据价值链高端,特斯拉首席执行官埃隆·马斯克(Elon Musk)于2018年10月16日表示,其完全自主研发的自动驾驶芯片将在半年之后全面投入使用,相应推出的Autopilot 3.0硬件系统,可望获得5~20倍的性能提升,但其价格仅增加5000美元。

点评:作为产业链上游的又一核心零部件,自动驾驶芯片及其域控制器的竞争无疑更加白热化,因为它的意义甚至已上升到未来芯片产业的重新洗牌。目前英特尔、英伟达、高通等全球传统芯片巨头,均已混战其中。还有越来越多的跨界科技巨头和初创企业闯入这个细分赛道,例如谷歌的三代TPU。又如华为海思于2018年10月推出的昇腾310和昇腾910,直接对标英伟达的通用型AI芯片,带来了出人意料的想象空间。目前的自动驾驶芯片主要包括英伟达的DRIVE系列,例如Nvidia DRIVE PX、PX2、Xavier和Pegasus,后者是它的第三代最新产品,具有ASIL-D的最高安全标准,但价格较贵。另外就是英特尔-Mobileye的低功耗EyeQ系列,其中第五代SoC芯片EyeQ5于2018年12月推出样片,完成了所有功能测试,预计将于2021年实现量产,可望支持L4+自动驾驶的开发。在此自动驾驶的战国时代,似乎谁都充满希望,但又都有可能面临“断崖”。目前各汽车制造厂商及Tier-1正与这些芯片企业合纵连横,结成各种战略联盟,积极研发车规级可量产的域控制器,例如采埃孚与英伟达的ProAI,奥迪与英特尔-Mobileye的zFAS等。

5 生态建设

从Apollo 2.0到3.5版本,百度正构建世界最大的开源开放自动驾驶生态。2018年1月8日,百度正式推

出了第二代自动驾驶平台Apollo 2.0。从支持简单城市道路到支持复杂城市道路的自动驾驶,在2018年百度先后发布了Apollo 2.5(4月19日)、3.0(7月4日)以及Apollo自动驾驶开放平台(11月7日)。最新亮相的Apollo 3.5和企业版,支持复杂城市道路上的自主行驶,同时新增车-路协同开源解决方案。百度Apollo 3.5版本已开源代码近40万行,目前已拥有130多家生态合作伙伴,支持汽车制造商或技术方案提供商开发自己专属的自动驾驶解决方案。百度Apollo自动驾驶开源开放生态系统,宣称将为其生态合作伙伴提供从汽车功能安全、信息安全到人工智能的全面技术支撑。

点评:快速成形的全球自动驾驶产业生态,可谓是2018年的闪耀亮点之一。覆盖冗余线控汽车、芯片、激光雷达、摄像头、毫米波雷达、操作系统、人工智能、大数据、高精地图、卫星/惯性导航、5G通信、车联网、云平台、信息安全以及技术、资金、人才、车企、共享出行平台、交通基础设施、远程安全监控设施、测试基地、政策法规和商业模式等上下游产业链的自动驾驶产业生态建设,已然成为未来产业发展的决定性力量。

6 政策法规

中国首批自动驾驶路测法规相继发布,世界首张无安全驾驶员的公共道路路测许可证颁发。2017年12月18日,北京在全国率先发布《关于加快推进自动驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见(试行)》等文件。2018年2月2日再次发布了《北京市自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法(试行)》等。继北京之后,河北保定(1月11日)、上海(2月27日)、重庆(3月14日)、深圳(3月16日)、长沙(4月13日)、长春(4月16日)、福建平潭(5月9日)、广州(6月4日)、广东肇庆(7月17日)、杭州(7月27日)等城市陆续出台自动驾驶车辆或智能网联汽车路测法规,并为国内外路测车企发放路测牌照。2018年4月11日,工信部、公安部、交通部联合发布了《智能网联汽车道路测试管理规范(试行)》。

点评:公开道路交通环境下的真实测试,特别是由此积累的大数据里程与人为干预频度,是算法性能快速提升及自动驾驶汽车量产落地的关键步骤之一。2018年可谓是国内路测法规颁布的元年。目前全国共有14座城市合计颁发了101张自动驾驶路测牌照,其中北京市发放的牌照占据1/2以上,以下依次是重庆和

上海。与此相对照的是,在2012年5月,世界上首张类似的路测牌照由美国内华达州颁发给了谷歌。2018年10月30日,谷歌Waymo又获得了美国加州颁发的世界首张无安全驾驶员的公共道路路测许可证,允许其以“空无1人”的方式在加州的开放道路上进行测试。这意味着,美国在自动驾驶政策法规制定上,又再一次走在了世界的最前列。

7 商业模式

日本丰田全新概念车e-Pallet亮相CES-2018,预示了未来“移动即服务”新模式。2018年1月9—12日,在CES-2018国际消费类电子产品展览会上,日本丰田公司推出的全新概念车e-Palette,展示了一个“移动即服务”(Mobility as a Service, MaaS)的自动驾驶电动汽车平台,可用于高度可定制的共享乘车、货物运送、物流配送、商品零售等灵活、开放的多样化移动服务场景,预示了未来“移动即服务”新模式。丰田拟与亚马逊、优步、马自达及必胜客等展开合作,发展MaaS生态系统。日本丰田早前已公开宣称,自己将转型为一家出行服务公司。

点评:日本丰田e-Palette将汽车的“自动驾驶”和“共享”的理念高度融合,以实现一种高度可定制的MaaS产品。未来的自动驾驶将不仅仅是解决人员的出行,也可以是无人物流小车、无人配送小车、移动商铺、移动餐厅、移动卡拉OK店、移动咖啡厅、移动医院、移动办公室和移动酒店等。2018年度内,业界对自动驾驶未来商业模式的认识越发清晰。应用场景从简单到复杂,驾控主体从辅助到完全自主,商业模式依次为L1级别的主动安全,L2级别的智能ADAS或称初级自动驾驶,量产L3自动驾驶,低速L4自动驾驶(最后一公里末端配送、物流与接驳),商用L4自动驾驶(包括长途货运与干线、支线物流等)以及乘用车L4自动驾驶(Robotaxi)。其他还包括自动驾驶技术提供商对新、老车企的授权合作等。毫无疑问,面向复杂城区的乘用车L4自动驾驶或L4无人驾驶出租车最为关键,其他商业模式在核心技术上都可视为前者的降维使用。

8 投融资

全球24.5亿美元的自动驾驶最大投资花落通用

Cruise AV,国外车企等的大手笔布局动作频频。在2018年1月举办的CES-2018上,通用汽车的第四代量产型自动驾驶汽车Cruise AV正式亮相。该车已经完全抛弃了方向盘、制动和油门踏板,并向美国交通运输部提交了安全申请,计划投资1亿美元在2019年实现量产,这也是首台宣称可量产的L4+自动驾驶汽车。2018年5月31日,通用汽车旗下的自动驾驶技术初创公司通用Cruise获日本软银22.5亿美元的投资,其中先期投资为9亿美元。与此同时,母公司通用汽车也将向通用Cruise追加投资11亿美元。2018年10月4日,继软银之后日本本田汽车向通用Cruise投资7.5亿美元,并承诺在未来12年投入约20亿美元的资金。2018年通用Cruise获得的全部投资合计达61亿美元或约合412亿人民币。本轮投资之后,通用Cruise的估值已达到146亿美元。

点评:这是2018年度全球自动驾驶圈内最大的投资案。目前车企巨头、Tier-1与自动驾驶科技企业的创新联盟或战略合作,正在纵横捭阖之中,各种大手笔布局动作频频。例如,2018年11月16日,大众集团宣布,将在未来五年投资约440亿欧元(502亿美元,约合3465亿人民币)预算,用于发展电动汽车、自动驾驶、新型移动出行服务、车辆和工厂的数字化。

从全球范围来讲,自动驾驶目前并未形成产业,所有企业本质上都是产业落地前的技术研发企业,都是在“烧钱”。自动驾驶产业化落地的核心是安全性,产业竞争的关键也是安全性和低成本问题,后者对C端量产比较重要。现在看来,开放道路上的L4级别的乘用车/商用自动驾驶汽车,仍需较长时间才能完成大规模商业化部署并实现盈利。然而对传统车企来说,尽管2018年产销均出现滑坡,但现阶段仍对自动驾驶保持观望态度(风险太大),因为他们深知这对百年汽车产业的未来意味着什么。但相比之下,严重依赖投资机构的自动驾驶初创企业,必须尽快从辅助驾驶和低速自动驾驶商业模式中站稳脚跟,并获得商业变现回报,否则可能无以为继,或将蛰伏于资本的寒冬。

9 商业运营

全球首个自动驾驶商业运营品牌Waymo One问世,开启了共享自动驾驶出租车面向限定人群与限定区域的小规模商业化服务。自2017年10月开始,谷歌

Waymo 已在美国亚利桑那州凤凰城地区钱德勒镇附近 100 平方英里的范围内,面向 400 多名志愿者,对 600 辆插电式混动 L4 自动驾驶汽车进行免费试乘公测(Early Rider),顺利实现了为期一年多的无安全驾驶员的社会公测无人驾驶出租车。与此同时,Waymo 与菲亚特·克莱斯勒合作,计划在 2018 年内生产 62000 辆无人驾驶混动出租车。基于上述成果,2018 年 12 月 5 日,Waymo 正式推出了全新的商业自动叫车运营品牌 Waymo One,在凤凰城地区开启了全球首个付费自动驾驶出租车小规模商业化服务。

点评:这是 2018 年度全球自动驾驶最大的里程碑式事件。作为自动驾驶技术的领头羊,“十年磨一剑”的谷歌终于开始小心翼翼地试水其商业化之旅。为了确保初期运营的绝对安全,Waymo 在车上重新配备了安全驾驶员,并且仍然仅对参与 Early Rider 计划的 400 多名志愿者及其旅伴开放,商业运营的区域也还仅限定在凤凰城及其郊区的钱德勒、坦佩、梅萨和吉尔伯特等 4 个地区。相对于人类驾驶的出租车,目前 Waymo

One 的用户体验还有许多改善的空间,运营中也偶尔遭到极少数凤凰城居民恶意的攻击,似乎“触犯了众怒”。但如果我们想想 1820 年蒸汽汽车在英国诞生时“马车人”对此的抵制、反感和贬低,特别是 1858 年英国通过的专门针对蒸汽汽车的歧视性道路交通法规——“红旗法”,就不禁暗叹历史的轮回竟如此惊人的相似。

但无论如何,自动驾驶商业化的序幕已然拉开,一个崭新的时代正在来临。

10 结论

展望 2019 年,全球自动驾驶或可从 2018 年的“兴奋”和“焦虑”中走出,迈入扎实推进技术研发与商业化落地的客观、冷静期。Waymo One 的商业化进程或将稳步推进,传统车企的智能化压力势必持续增加,新造车势力或会主动寻求技术结盟,跨界科技巨头将不断加快落地应用实践与产业生态建设,但初创企业也许将面临资本的寒冬。

Review of global self-driving in 2018: A wonderful industrial ecosystem

DENG Zhidong

Department of Computer Science, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract Since 2016, with the continuous blessing of a new wave of artificial intelligence, self-driving has become one of the most promising outlets and hotspots of global strategic investment. Enterprises have been the mainstay of the successive advancement of self-driving technological innovation and industrial processes. The current status quo of global self-driving is full of excitement and anxiety after two years of peak of inflated expectations. The excitement is that the self-driving ecosystem has taken shape. The industry prospects for reinventing future mobility and transportation have never been so clear. In the very near future, however, the self-driving industry will be unable to safely land and commercialize on a large scale, which seems to be the heart disease of the vast majority of “burning money” self-driving enterprises around the world.

Keywords self-driving; industrial ecosystem; intelligent transportation ●



(责任编辑 祝叶华)