

# 对现有自动驾驶相关技术发展与分析 及对自动驾驶的未来展望和思考

麻超 201300066

南京大学人工智能学院

**摘要** 随着人工智能技术的发展势头迅猛，自动驾驶逐渐进入公众视野，国内外许多车企巨头竞相开发自动驾驶汽车，又有许多的新型科技公司崛起，妄图在自动驾驶的领域分一杯羹。随着科技的逐渐进步，自动驾驶离我们貌似已经不再遥远。本文拟从 *Tesla, Horizon Robotics, Momenta* 三家类型不一的公司入手，浅析其产品的进度与当前自动驾驶相关评估系统与技术发展，并对未来的自动驾驶做一个展望。

**关键词** 自动驾驶；智能化评估；传感器识别；高精地图

## 引言

1885 年，机械工程师卡尔·本茨和他的合作伙伴利用自行车零件和自己研发的四冲程发动机制造出了奔驰一号三轮汽车，这是人类史上第一台汽车，迄今已有 135 年之久。在这 135 年里，人类先后经历了第二次工业革命和第三次科技革命，也带来了汽车领域的飞速发展。现如今，第四次科技革命悄然到来，人工智能技术迅速发展，自动驾驶汽车也逐渐走入大众的视野。在十几年的发展过程中，自动驾驶从不可能变成了可能，从无到有，自动驾驶的宏伟蓝图在我们眼前浮现。

近些年，国内外各大科技公司与传统车厂合作并竞相发力，角逐自动驾驶赛道。其中，*Tesla* 公司作为国际自动驾驶的领头羊，*Horizon Robotics* 公司作为国内自动驾驶领域最有竞争力的企业之一，*Momenta* 公司创始人曾为笔者高中校友，故我选择了这三家公司作一个简短的分析。

# 1 自动驾驶相关评估系统及相关技术发展现状

本部分将对自动驾驶相关的评级及安全评估情况做一概述。

## 1.1 自动驾驶的评级系统

美国汽车工程师协会将车辆自动驾驶评级系统分为了6个级别，也就是大众熟知的 *L0-L5* 汽车智能化评估系统。<sup>[1]</sup> *L0* 级指无自动化，需要人类驾驶者全权操作，*L1* 级别即驾驶支援，指针对方向盘或汽车加减速其中一项操作提供驾驶支援，其他的由驾驶者操作，*L2* 级别即针对方向盘和加减速等多项操作提供驾驶支援，*L3* 指由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，根据系统请求，人类驾驶者给予提供适当操作，*L4* 指在某些限定的道路和环境中可由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作，*L5* 即完全自动化，由无人驾驶系统操作完成所有的驾驶行为。值得一提的是，目前 *L0* 到 *L2* 级别并没有独立驾驶汽车的能力，所以也被称为自动辅助驾驶，而直到 *L3* 和 *L5* 级别才被认为是自动驾驶。（注：部分内容中将 *L3* 亦视为自动辅助驾驶）

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
<b>Human driver monitors the driving environment</b>						
<b>0</b>	<b>No Automation</b>	the full-time performance by the human driver of all aspects of the dynamic driving task, even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
<b>1</b>	<b>Driver Assistance</b>	the driving mode-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
<b>2</b>	<b>Partial Automation</b>	the driving mode-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
<b>Automated driving system ("system") monitors the driving environment</b>						
<b>3</b>	<b>Conditional Automation</b>	the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the human driver will respond appropriately to a request to intervene	System	System	Human driver	Some driving modes
<b>4</b>	<b>High Automation</b>	the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task, even if a human driver does not respond appropriately to a request to intervene	System	System	System	Some driving modes
<b>5</b>	<b>Full Automation</b>	the full-time performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task under all roadway and environmental conditions that can be managed by a human driver	System	System	System	All driving modes

图 1: 自动驾驶分级图

整体而言，这一套评级系统比较合理，可以很好地表现出自动驾驶的发展状

况。并且现在被大多数的公司所采用，并根据这套评估系统，公布了其汽车的智能化路线，各公司的其发展规律相近，均是逐渐提高汽车自动化等级。

## 1.2 现今自动驾驶技术发展状况

根据各公司公布的资料显示，目前，*Momenta* 公司已经实现了 *L4* 级别自动驾驶车辆的研发，起名为“飞轮式 *L4*”<sup>[2]</sup>。据报道，该自动驾驶汽车可以在保证安全的前提下长时间行驶，尤其对城市主干道，高架路等有很强的适应能力。根据 *Momenta* 公司的计划，其将在 2024 年在苏州实现车端完全无安全员的商业运营，2028 年实现大规模 *L4* 落地运营<sup>[3]</sup>。

上次去地平线公司参观的时候，根据对方给出的信息，地平线公司在 2019 年 8 月实现了 *L1-L2* 级别自动驾驶芯片的量产，计划在 2021 年二季度提供 *L3* 级别自动驾驶芯片的样片，2023 年及以后提供 *L4* 级别自动驾驶芯片的样片。同时对方也提供了 *Tesla* 公司的研究进展，*Tesla* 公司在 19 年 4 季度时实现了 *L3*（或被业界认为是 *L2.5*）级别自动驾驶芯片的量产。

除此之外，目前许多厂商的产品都已经研发到了 *L2* 或 *L3* 级别，且部分车型已经用作商用，如典型的奥迪系列，已经可以用作商用商用的车型有达到 *L3* 级别的奥迪 A8<sup>[4]</sup>，然而比较遗憾的是奥迪已经于今年宣布退出 *L3* 级别自动驾驶研发，专攻 *L2* 级别自动驾驶与 *L4* 级别自动驾驶。<sup>[5]</sup>

## 1.3 其他汽车自动驾驶评估系统

除了 *SAE* 之外，还有德国的 *VDA*，美国的 *NHTSA* 等公司对自动驾驶汽车的智能化提出了评估，在智能化的考量中，主要研究的问题还是人机驾驶分配权的问题，长期来看这也是自动驾驶技术发展所绕不开的问题。在 2016 年的中国汽车工程年会上，清华大学的欧阳明高院士公布了工信部的《节能与新能源汽车技术路线图》，其中部分提出了中国智能汽车发展路线。与传统的 *SAE* 标准相比，这个路线结合了中国交通的特点，融合了智能化与网联化两个发展角度<sup>[6]</sup>，做出了更加全面的评估。

另外一个方面，对于自动驾驶汽车有效性的评价，主要分为速度减小量, 事故减小数目，损伤程度。这里不再作深入探讨。<sup>[7]</sup>

## 2 实现自动驾驶的技术条件

本部分将就自动驾驶技术实现的技术方法等作一浅显的探讨。

### 2.1 概述

自动驾驶技术的实现离不开软件和硬件的紧密结合。系统通过硬件采集信息，获得数据，判断汽车行驶的情况。通过软件对硬件所采集到的数据进行处理，并且做出决策，以规划自动驾驶的细节。

### 2.2 硬件

硬件方面，其一，它需要多种多样的传感器帮助车辆甄别四面八方的物体，以及实现导航、定位、录像等功能。



图 2: 汽车传感器示意图

另外一个方面就是其他非车载的硬件，如高精度地图以及车道级定位。高精度地图与传感器属于相辅相成的关系，如果高精地图的精度更高，那么相应的，就会让汽车传感器不必要监测那么多的内容，从而减少汽车的能耗。高精度定位是不可或缺的一部分，如果自动驾驶汽车需要实现车道级的巡航，乃至执行变道，拐弯等操作，必然离不开高精度定位的帮助。其中，*L4* 及 *L5* 级别更需要高精度地图的大力帮助，因为仅凭传感器很难采集到全面的信息，系统也不一定可以有时间对其

计算，而恰恰相反的是我国厂商在高精地图方面几乎都不占有优势，国内由于国防安全的影响，很少有能够采集高精地图资质的自动驾驶技术科技公司或传统车企。所以有言，自动驾驶技术的比拼就是比较谁能先获得高精地图采集资质。

单位	获得资质时间	成立地点	单位类型	成立时间	融资轮次
四维图新	2001/01	北京	传统图商	2002	2016/10 1.8亿元 战略融资 腾讯产业共赢基金
高德	2004/06	北京	阿里巴巴子公司	2001	2014/02 被阿里巴巴以10.45亿美元的价格并购
灵图	2005/05	北京	传统图商	1999	2004/02 200万美元 天使轮 戈壁创投
长地万方	2005/05	北京	百度子公司	2002	2013/08 被百度全资收购
凯立德	2005/06	深圳	传统图商	1997	2016/07 被兴民智通以16亿元的价格并购
易图通	2005/07	北京	传统图商	1997	2016/07 战略融资 金额未披露 知卓资本
国家基础地理信息中心	2006/01	北京	事业单位	1995	/
立得空间	2007/06	武汉	传统图商	1999	2018/09 5000万元 战略融资 东风汽车
大地通途	2007/06	北京	腾讯子公司	2005	2014/01 被腾讯并购
江苏省测绘工程院	2008/06	南京	事业单位	1984	/
浙江省第一测绘院	2008/06	杭州	事业单位	1975	/
江苏省基础地理信息中心	2010/10	南京	事业单位	2000	/
光庭信息	2013/06	武汉	传统图商	2011	2017/09 上汽获得光庭信息10%的股份
滴图科技	2017/10	北京	滴滴子公司	2016	/
中海庭	2018/08	武汉	上汽子公司	2016	2016/11 天使轮 金额未披露 中海达
Momenta	2018/08	北京	自动驾驶算法公司	2016	2018/10 2亿美元 战略融资 腾讯产业共赢基金、蔚来资本等

图 3: 国内现有高精地图采集资质的单位

## 2.3 软件

软件方面主要体现就是系统的决策和算法问题，尤其在 L4 级别及以上，更是需要极高鲁棒性的自动驾驶算法及稳定的计算平台，以确保 Level 4 的自动驾驶算法准确性和精确性需要达到，甚至超过人类的认知水平，确保自动驾驶汽车即使遇到突发情况也能较好应对<sup>[8]</sup>。鲁棒性一直被认为是国内翻译的较差的一个专业名词，它指的是控制系统在一定参数摄动下，维持其它某些性能的特性，鲁棒性在一定程度上体现了系统的稳定性。<sup>[9]</sup>

软件方面主要的体现有采集及预处理，坐标转换，信息融合，决策规划<sup>[10]</sup>

顾名思义，采集及预处理就是系统将传感器获得的信息转化为编码信息，使得系统可以对其进行预处理，预处理既是系统将采集到的编码信息进行筛选和过滤，选择有用的信息，提供给中央处理器以做接下来的操作，典型例子有判断某障碍物是否在时间维度上一直存在。坐标转换的作用是将多个传感器的信息统一到车体坐标系下。信息融合是指把多个相同类型的信息进行合并处理，如有三个传感器同时检测到车辆正前方有一辆车，那么就需要经过信息融合处理，将其判断为一辆车，而不是三辆车。同时信息融合还包括时延的补偿。最后就是决策规划的部分，决策规划又分为横向控制（即行为控制，判断什么时候换道，什么时候超车等）和纵向控制（即速度控制，判断什么时候加速，什么时候制动等）。<sup>[10]</sup>





图 4: 智能车系统组成

### 3 自动驾驶技术未来发展

#### 3.1 未来技术的提升

目前已有厂商做出了  $L4$  级别的自动驾驶车辆，说明在技术层面已不再是难以逾越的难鸿沟，个人认为现在距离  $L4$  级别汽车落地还有两个大的问题。

第一个方面是技术和成本，现在的智能车上昂贵的一系列传感器，使其相比于非自动驾驶汽车来说，成本过于高昂，普通家庭难以承担。需要解决成本问题，我认为首先是高精地图的获取，如果有大量的高精地图，自然可以降低传感器工作的频率，进而减少传感器的消耗。其次是传感器的技术升级，需要让传感器收集更多的数据，同时将传感器的成本控制下来。据悉，*Tesla* 公司的自动驾驶汽车今年已有 9 起发生了汽车失控的行为，在国内造成了较多负面影响，其中一个典型的例子就是某特斯拉自动驾驶汽车将道路上倒下的大货车未识别出，导致汽车撞上了大货车，造成事故。由此可见，*Tesla* 自动驾驶的技术并不是特别完善，还需要进一步优化。有言道，等到真正的自动驾驶汽车出炉后，很快就能形成行业的闭环。

第二个方面我认为是道德法律相关的约束，受制于法律影响，目前  $L3$  及以上车型汽车是不允许在国内大量发售的，目前的车企也仅仅只是在国内部分城市进行试点，如 *Momenta* 公司就选择了苏州作为试点城市。而相关的  $L3$  级别及以上自动驾驶技术的相关法律法规并未出台，传统的交通法在遇到事故时会出现难以确定责任人等问题，目前这部分的相关法律法规还在完善之中<sup>[1]</sup>。同时受制于传统道德伦理的约束，导致人们现在对自动驾驶汽车并不是十分的放心，难以适应将汽车的控制权乃至自己的安全交给汽车，人类的接纳程度是自动驾驶汽车的发展一大瓶

颈，人类需要一段时间和自动驾驶汽车建立信任关系。

### 3.2 关于现有自动驾驶行业的一些思考

大概就是在参观了地平线公司之后，我有意识到技术本质上是为人服务的工具，任何工具都不能独立于人类社会而存在，更不能有悖于人类的伦理道德与法律法规。不可否认，技术的本质是人类社会意识的发展，是人类智慧的结晶，大多数情况下，技术都比人类社会本身的体制走得更远，尤其在近现代更是如此。我们看到法律不断地改革，正是为了适应现代社会的科技，我们看到人类的思想也在随着科技的进步而不断进步，人类敢想，敢做那些梦想里的东西，这也造就了人类社会的不断发展。现有的自动驾驶，已经超出了传统法律的范围，同时人工智能的发展也对人们的道德伦理产生巨大挑战。所以说科技的进步催生社会的进步，推动人类思想的发展。因此，科技应做到以人为本，不能说任何有风险的产品都不应该被放出来，但也要随时警惕，要在二者中找到一个平衡点。自动驾驶是这样一个技术，如果运用得当，可以提升社会运转的效率，但如果被人用以非人道的研究或刻意藏有隐患，那它必然是不能够应用的。自动驾驶是风口浪尖上的产品，正是科技进步和传统社会的碰撞，以它为代表的人工智能技术必将催生社会的又一次变革。

## 4 小结

上文所提到的三家公司里,*Tesla* 是传统车企与科技公司的融合,*Horizon Robotics* 研究的主要方向是人工智能芯片，该公司近年来在自动驾驶芯片上发展巨大，主要对手是与 *Tesla* 为首的国外科技公司，并且该公司目标明确，正是研究人工智能芯片，正在逐步缩小与 *Tesla* 的差距。而 *Momenta* 公司，根据介绍，其专注于以视觉为主的感知算法以及高精地图技术。作为初创公司的 *Momenta* 在创业后两年内就拿到了导航电子地图甲级绘制资质，比有钱有人的华为早了将近 1 年。综合来看，*Tesla* 是汽车企业，追求能够量产的自动驾驶汽车，而 *Horizon Robotics* 主要研究人工智能相关芯片，是我国芯片与国外对抗的重要企业，*Momenta* 专注于自动驾驶的算法，追求更顶尖的科技。而相比之下，*Horizon Robotics* 与 *Momenta* 属于汽车二级供应商，即只出产技术而不生产车辆，*Tesla* 正好与此相反。另在我看来，*Horizon Robotics* 与 *Momenta* 只是研究方向不同，但它们的性质都是科技公司。因此，我将三者作一比较本来就有失一些公允，但这正也是国内外自动驾驶行业的方向，一方面追求实用的量产车，另一方面专研高精科技，以科技进步推动智

能车发展。以这三者为代表，构成自动驾驶技术的宏伟蓝图。

长期看来，自动驾驶行业是富有极大潜力的，该行业也是社会需要的热门行业，同时它需要多种高科技复合型人才。技术的进步必将带来自动驾驶的飞速发展，自动驾驶领域前景广阔，以自动驾驶为代表的人工智能技术必将带来产业大变革，带来社会的飞速发展，为第四次工业革命助力。

## 参考文献

- [1] SAE International. SAE J3016,Taxonomy and definitions for terms related to On-road motor vehicle automated driving systems[S].[S.I.]:[s.n.],2014.
- [2] Momenta 官网,Momenta.cn
- [3] 雷锋网. 独家试乘“飞轮式”L4 自动驾驶，Momenta 还藏了哪些大招?  
.www.leiphone.com/news/202007/avizkgITtyEBAiFr.html,2020.
- [4] 搜狐网. 奥迪 A8 的自动驾驶技术详解.www.sohu.com/a/157331295\_294030,2017.
- [5] 搜狐网. 奥迪取消 L3 级自动驾驶项目，投入 10 亿欧元，上千人研发多年.www.sohu.com/a/380575111\_742622,2020.
- [6] 中国汽车工程学会. 节能与新能源汽车技术路线图 [M]. 北京：机械工业出版社，2016.
- [7] 陈龙. 基于多源数据挖掘的汽车智能驾驶系统有效性评价.[U] 北京：清华大学出版社,2019.
- [8] 知乎. 自动驾驶汽车涉及哪些技术. 陈光的回答.zhuhu.com/question/24506695/answer/223085931.
- [9] 百度百科. 鲁棒性.baike.baidu.com/item/鲁棒性.
- [10] 知乎. 无人驾驶,个人如何研究. 陈光的回答.zhuhu.com/question/20210846/answer/215490332.
- [11] 司晓, 曹建峰. 论人工智能的民事责任: 以自动驾驶汽车和智能机器人为切入点 [J]. 法律科学 (西北政法大学学报),2017,35(05):166-173.