



实现自动驾驶需要我们重新思考人车交互

全自动驾驶时代即将来临——但在自动驾驶系统能够处理各种态势、各种环境和各种状况之前，实现自动驾驶的进程将仍处于“进行时”，人类干预对于驾驶而言仍将不可或缺。

随着自动驾驶开发的进展，各种各样的挑战会不断涌现。当前，许多 OEM 正转而开始部署 L2+级或 L3 级自动驾驶功能，允许驾驶员在一段时间内不必干预某些驾驶任务，从而实现车辆性能和可负担性之间的平衡。与这一优点相对的是，系统有时会要求人类重新干预并接管车辆驾驶。

在这种自动驾驶水平下，确保驾驶员和自动驾驶系统之间的无缝交接是我们的目标。因此，行业需要一种与驾驶员进行交互的智能新系统——它能够构建车内外环境模型以及驾驶员状态模型并将两者相结合，保证驾驶员能够顺利接管车辆控制权。



准备好了吗？

设想一下：你正在越野旅行途中，车子正沿着蜿蜒向前的高速公路穿越广袤无垠的大草原。你十几岁的儿子正在开车，而你则任由思绪漫游，也许观赏着周围的美景，或者畅想着即将到来的探险之旅；抑或，你悠闲地翻着一本书，在手机上浏览着社交媒体上的信息，或者只是打个盹。

突然，你儿子催着你赶紧接过方向盘，因为出现了他不知道如何应对的情况。而你此时的思绪还在别处，却需要立即掌握情况：我们此刻在哪？在哪条车道上？周围有哪些车辆？出现了什么险情和紧急情况？有哪些相关的交通标志？

当然，在繁忙的高速路上更换司机是不现实的，但这个例子足以说明某些级别的自动驾驶所面临的挑战。随着 L3 级自动驾驶的开发，人们可以期待在某些情况下将驾驶完全交给汽车。但这也意味着自动驾驶系统有的时候需要驾驶员全身心地关注驾驶情况并随时准备好接管车辆。

当前的系统可能会通过发出警告或预估驾驶员接管控制权所需的时间，以解决移交控制权方面的问题。但是，驾驶员接管所需的时间以及执行接管的情况会受到引发控制权转移的多重因素的影响。驾驶员是否正沉迷于其它活动的程度、驾驶员是否正处于分心状态、驾驶情况有多复杂等等因素。

		0 无自动驾驶	1 驾驶员辅助	2 部分自动驾驶	3 有条件的自动驾驶	4 高度自动驾驶	5 完全自动驾驶	
		没有自动驾驶功能；驾驶员需要执行所有驾驶任务。	车辆将由驾驶员控制，但车辆设计中可能包括一些驾驶辅助功能。	车辆具有加速和转向等自动驾驶功能，但驾驶员必须始终参与驾驶任务并关注驾驶环境。	驾驶员必须参与其中，但不需要关注驾驶环境。驾驶员必须随时准备好在收到提示时控制车辆。	车辆能够在特定条件下执行所有的驾驶功能。驾驶员可以选择控制车辆。	车辆能够在各种条件下执行所有的驾驶功能。驾驶员可以选择控制车辆。	
车辆功能	安全泊车	无	无	2 可能有 (在车道上减速)	3 可能有	3+ 有	有	
	感测	-	1-2	3-4	4-6	10-12	15-20	20+
	系统冗余	无	无	无	无	无	有	有
	驾驶员监控	无	无	无	触屏/驾驶员状态	驾驶员就绪度	驾驶员就绪度	驾驶员就绪度
驾驶员参与度	是 否	是	是	是	是	是	是	是
	专注于驾驶任务	是	是	是	是	是	是	是
	眼睛专注于驾驶任务	是	是	是	是	是	是	是
	手握方向盘	是	是	是	是	是	是	是
	脚踏踏板	是	是	是	是	是	是	是

工程师们必须想方设法帮助人类驾驶员准备好有效且快速地控制车辆。在人机配合的驾驶中，系统必须实时了解其人类伙伴的状态——了解驾驶员的认知状态、行为和意图——并为驾驶员创建个性化档案，以实现自动驾驶的安全操作。

通向理解的桥梁

庆幸的是，今天，汽车行业正致力于开发各类工具，为车辆赋予充分的智能，让它们不仅可以了解驾驶员当前的身体状况，还可以了解与驾驶员互动的最佳方式，从而顺利地移交控制权。结合对车辆周围环境的了解，这可以让自动驾驶系统主动调整车辆界面，方便驾驶员做出决策。

环境模型

真正实现这一畅想的的关键在于监控车辆周围的环境。高级驾驶员辅助系统（ADAS）会将诸多环境因素考虑其中，如天气、交通状况、当日时间以及车辆是在高速公路上还是在城市环境中行驶。

随着车辆的更新换代，传感器（雷达、摄像头、激光雷达和超声波传感器等）也越来越多；同时无线获取地图、交通状况和天气数据等功能也日益普及。借助传感器融合技术，系统已经可以建立一个优秀的环境模型，反映车辆周围的情况并评估具有威胁的情况。

但是，将车辆的环境模型与人类的模型相匹配是一大挑战，因为人类有独立的感官以及系统和环境心理模型。

人类和机器人可以默契配合

汽车领域并非是第一个开展自动化系统与人类合作的行业。航空、国防和太空探索都是在该方面具有代表性的领域。这些领域都要求：

- 安全文化
- 在不利的、动态的和不确定的条件下，弹性化的人机协调
- 不同人员和机器之间的不固定的任务交接
- 有关自动化系统功能的用户教育和培训

这些领域还都采取了团队框架，其中包含监督角色，并辅以共同的团队协调和辅助目标。随着自动驾驶的出现，来自这些领域的经验教训将得到用武之地。

驾驶员模型

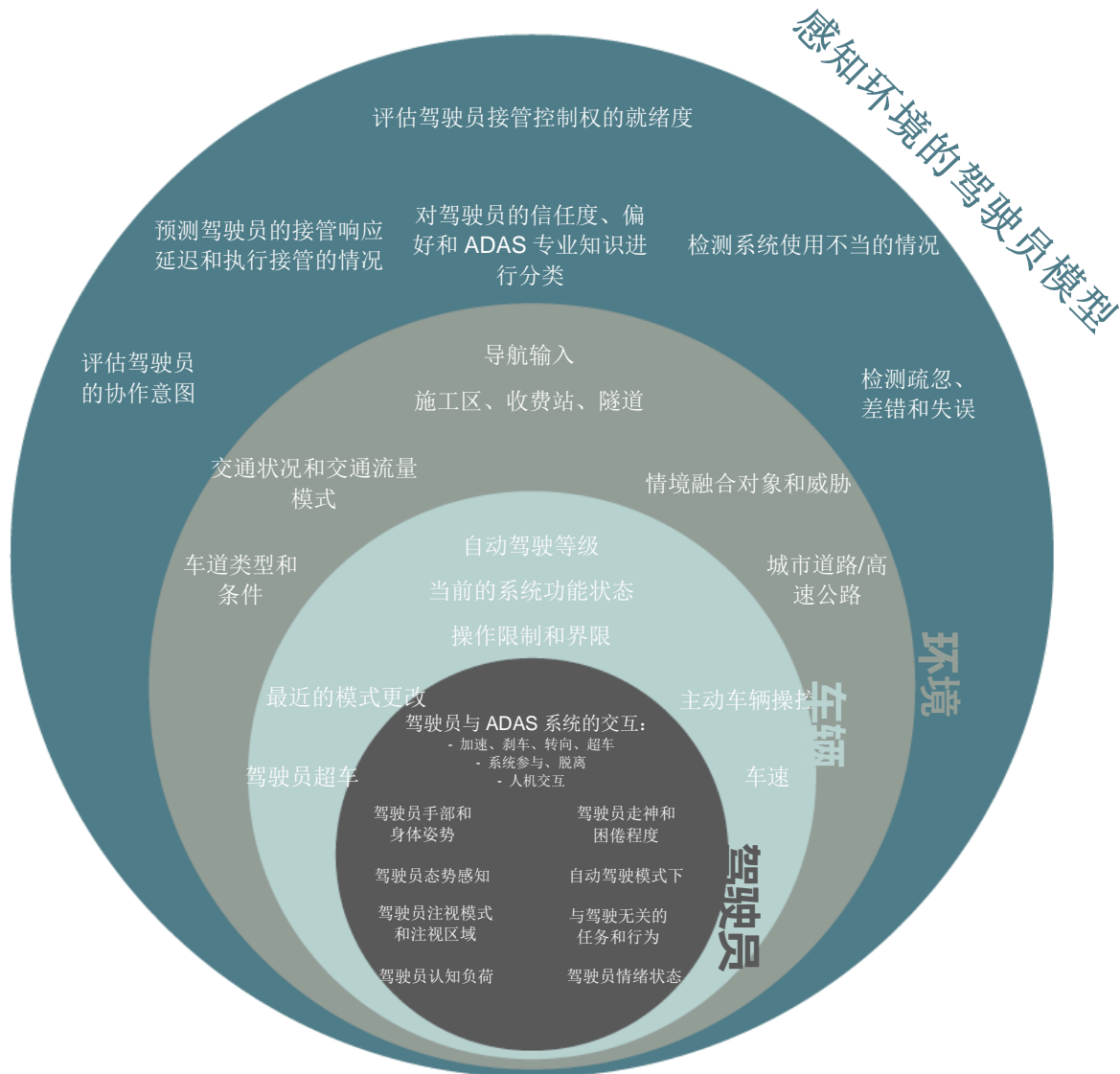
实现人机默契配合的一条途径是让系统创建驾驶员模型，利用驾驶员监测系统，通过摄像头判断驾驶员是否注意力集中、走神或昏昏欲睡。

传统的系统采用基于规则的方案或假设驾驶员行为是静态的，但在监控面部表情和认知能力等多种变量时，可能会出现更多的情况。

比如，系统有时会不管驾驶员是否打算改变车道或当时驾驶员的专注度照样发出车道偏离警告。与之相比，更先进的舱内传感系统可以实时观察驾驶员，并创建模型，展示驾驶员在不同状态和不同驾驶条件下的表现或行为。

汇入车流等多种交通场景。最初的探索阶段对于系统赢得消费者的总体信任度和技术接受度十分关键，在这一阶段，驾驶员会去了解系统的各项功能。驾驶员会对系统的运行建立心理模型，并判断系统的行为是保守的还是激进的、令人烦躁的还是合理的。

随着驾驶员开始体验 L2 级及以上自动驾驶的功能，如自动变道辅助，他们会逐渐了解系统会如何应对不稳定的交通流量、不断变化的交通密度、



在此期间，驾驶员模型也可以实时了解驾驶员的情况。在上面的例子中，驾驶员模型可以在自动换道之前、期间和之后对驾驶员对系统的反应和交互进行分类。

借助驾驶员模型，系统可以更加全面地了解驾驶员的情况。它将借鉴交互历史判断驾驶员是倾向于过度信任自动驾驶系统，还是不够信任自动驾驶系统。无论驾驶员参与驾驶操作与否，它都能找到相应模式，并推断出随后与该驾驶员交互的最佳方式。比如，系统可以观察驾驶员是更喜欢接收信息，了解车辆当前操作及采取此种操作的原因，还是不喜欢被打扰。

情境辅助

配备环境模型和驾驶员模型后，自动驾驶系统就能够更有效地了解驾驶员驾驶车辆需要哪些帮助。比如，系统可以对驾驶员的查询进行语义分析，并借助机器学习强化分析，更好地关联相关概念和情境。自动驾驶系统应具备情境辅助功能，其唯一的功能就是预测驾驶员的需求，并在他们需要时以最适合他们的形式提供他们需要的信息。

情境辅助功能可以预测为驾驶员提供帮助的方式和时间。比如，感知到驾驶员有疑惑后，车辆可以主动提供信息，帮助建立信任，就像人类驾驶员对乘客那样。

驾驶员模型可以通过两种方式提供帮助：

- **定制人机界面，使交互符合驾驶员模式。**这在出现不确定情况时尤其重要，如不利
- 的驾驶条件。比如，变道时，系统可以通知驾驶员有关车道风险预测的变化，并根据周围交通流量的复杂度发出预警——这些都
- **有助于建立驾驶员对系统的信任。**
- **根据每位驾驶员不同的驾驶特征调整 ADAS 响应。**还是以变道为例，可以根据每位驾驶员的舒适度对速度、确信度和可接受的车辆间距等变量进行个性化设置。

此外，驾驶员模型和情境辅助还有助于减少人为失误。比如，如果驾驶员在高速公路上突然停用 L3 级自动驾驶功能，系统可以考虑相关情境，观察驾驶员对开关的反应，确定驾驶员是否意外关闭了开关。这种情况极其危险，因为驾驶员没有意识到自动驾驶已经被关闭或没有准备好重新控制车辆。针对这种情况，系统可以通过设计在过渡期间暂时启用控制辅助，为驾驶员提供协助。

安波福目前正与多家 OEM 展开合作，针对特定驾驶场景的情境，进行驾驶员建模和注意力标准管理的开发。

驾驶交接

让驾驶员迅速从放松状态进入活跃和警觉状态是实现车辆控制权交接的一大挑战。设想一下在出现交通堵塞时，驾驶员可能手里正拿着东西（喝咖啡、查看电子邮件）或者正处于不适于驾驶的状态（向后倾斜或伸长脖子）。

此时环境模型的态势和威胁评估以及驾驶员模型将发挥作用。借助环境模型，系统能够知道哪些要素需要多加注意，而哪些不需要。比如，驾驶员可能会立即注意到附近的两辆大卡车，而其实此时驶入前面车道的小轿车更值得驾驶员关注。系统可以借助驾驶员模型有效地突出这两小轿车的存在，如在平视显示器上车辆周围放置视觉标记，使用信息娱乐系统上的信息或通过音频提醒驾驶员。

情境感知系统的优势

情境感知系统可以通过以下方式在决策过程中协助驾驶员：

- 全面评估情况，将驾驶员状态、道路状况和 ADAS 状态考虑其中
- 考虑到驾驶员的舒适度、技能和处理当前信息的能力，以最具安全性的方式协助驾驶员

探索合作式交互是确保顺利交接的新兴方案，驾驶员和车辆将共同处理操作和不确定性。主动安全系统可能不确定在某些环境或交通条件下需要进行什么操作。在行驶中的某些阶段，车辆可以与驾驶员达成“照管协议”，通知驾驶员即将发生的不确定性——如施工区带来的不确定性——并评估驾驶员的合作意图。驾驶员会主动确认进行合作，然后密切关注系统在施工区附近车道上的操作。这种密切合作的方式使人和机器成为一个团队，可以提高安全性。

从起点到终点

自动驾驶系统与驾驶员之间的交互方案可能会与核电站技术员与自动系统、或者飞机驾驶员与自动驾驶系统之间的交互方案类似。

核电站和飞机也是安全至上的系统，但操作员并非始终掌握控制权。相反，他们经过培训，能够了解系统关键方面的状态并留意异常情况或威胁。

事实证明，人类擅长发现异常并进行分类或概括，而计算机更擅长查看大量数据、解析数据并同时执行多种复杂操作。得力的情境助手可以匹配人类的思维方式——处理数据并就异常情况提醒驾驶员。此外，情境助手还将有助于训练驾驶员与车辆配合，使他们成为出色的 ADAS 操作员。

开发人员不能忽视人类驾驶员对于 L2 级和 L3 级自动驾驶车辆操作仍必不可少这一事实，因此应通过系统设计，为驾驶员提供安全操作车辆所需的支持。学习的方式和与系统交互的方式因人而异，这意味着一刀切的模式化方案不可能总是可行。

构建成熟的驾驶员和环境模型对于在驾驶员和车辆间建立安全、协作的关系至关重要——当驾驶员看到系统真正理解他们以及车辆周围发生的事情时，他们更有可能选择信任并使用系统。

重新定向和重新聚焦



态势：系统正在跟踪周围的车辆并评估威胁，同时跟踪驾驶员的视线和他们的态势感知模式。



评估驾驶员的感知能力：当准备将控制权移交给驾驶员时，系统会判断驾驶员有没有意识到左侧有更大的威胁，并在平视显示器中突出显示。



重新定向：突出显示驶入车道的车辆使驾驶员在接管控制权时立刻注意到最需要注意的环境要素。

驾驶员接管控制权的各个阶段



让驾驶员为接管控制权做好准备

驾驶员是否清楚周围环境（车辆、交通和道路状况）对于确保安全移交控制权十分关键。安波福开发了一款针对驾驶员的初级态势感知评估模型，可以判断驾驶员的注视的对象并评估驾驶员视线与周围车辆和整个环境的相关性。

该模型将环境感测和驾驶员感测数据相结合，可以推断驾驶员在试图重新接管控制权时的态势感知水平。如果驾驶员在准备接管时表现出较低的态势感知能力，车辆会提示他们将视线转向给定方向以重新定向——还可以突出显示具有潜在威胁的特定物体。

作者简介



Nandita Mangal
HMI、自动驾驶平台功能主管

Nandita Mangal 负责领导安波福高级驾驶员辅助系统人机交互 (HMI) 平台的开发。其工作重点是构建“设计上安全”的、以舱内人车交互为中心的系统。她在 2/3 级自动驾驶 ADAS 以及 4/5 级自动驾驶系统的产品设计和交互研究方面拥有丰富的经验。她主导了安波福自动驾驶共享移动设计研究，在拉斯维加斯开展了大型道路自动驾驶研究，为安波福与 Lyft 合作推出自动驾驶出租车车队做出了贡献。Nandita 拥有 13 项美国专利，并凭借自身贡献于 2021 年入选安波福创新名人堂。在加入安波福之前，她领导了美国陆军研究实验室和国防部下属的地面作战车辆和野战机器人的设计。

更多详情请访问 [APTIV.COM/用户体验](https://www.aptiv.com/user-experience)