

上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

学士学位论文

BACHELOR'S THESIS



论文题目：L2-L3 分级下的车内多通道交互
设计——面向驾驶员车外盲区感
知增强

学生姓名：于浚航

学生学号：5132029011

专 业：工业设计

指导教师：顾振宇

学院(系)：媒体与设计学院



上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

增强驾驶员对车外环境感知的通道交互设计

L2-L3 分级下的车内多通道交互设计

——面向驾驶员车外盲区感知增强

摘要

放眼未来，汽车的智能化是一个必然的趋势。智能化主要包括汽车的互联技术（车车通讯，车路通讯），汽车的主动安全与辅助驾驶技术，以及汽车的无人驾驶技术。汽车，作为逐渐融入万物互联中的重要载体，逐渐体现出其作为生活、工作空间的拓展的价值。人们在车内对多任务的需求也日益增长。而驾驶是一件需要相当高度注意力的工作，目前全球多数国家的法律对开车看手机都有着严格的限制。并且，目前距离最高等级即全天候的自动驾驶的实现还需要一定时间，其中需要有自动驾驶算法与大数据的累积，以及车车通讯、车路通讯这样的基础设施铺设，以及立法保险等等各个方面的建设。所以，现阶段十年内，市场上主流将会是自动驾驶层级二至层级三的汽车，这就意味着驾驶员仍然将会在一段时间内存在。针对驾驶员在道路上最常出现的事故，以及用户需求最为需要的主动安全驾驶技术，本文的车内交互设计研究，结合人类的多通道认知特性，以及多通道的交互设计的技术，以最直观、低认知成本的交互形式，增强驾驶员对车外的盲区环境的感知，以降低发生事故的几率。

关键词：多通道交互设计，主动安全与辅助驾驶技术，汽车人机交互设计，内饰设计

MULTI-CHANNEL IN-VEHICLE INTERACTION

DESIGN UNDER L2-L3

- FOR DRIVER'S BLIND-SPOT DETECTION

ENHANCEMENT

ABSTRACT

It's a well-recognized truth that vehicles are getting smarter in the future. This includes communication technology (V2V, V2X), active safety and driving assistance, and autonomous driving. Vehicle, as an important role in IOT (internet of things), has revealed its value as an expansion of living and working space. The demand for in vehicle multi-task has been increasing. Yet driving is an activity demanding high attention, thus, many countries have strict ban on phone using while driving. In addition, the realization of fully autonomous driving is still far away from us, which lie on the sophisticated algorithm and big data, the infrastructure construction of V2V and V2X communication, and establishment of new law and insurance policy. Therefore, in the coming decade, cars that belong to autonomy section level2 to level3 will be majority driving on the road, instead of fully autonomous vehicles. This paper focuses on the most possible traffic accidents and most demanding driving assistance technology, and base on which carries out interior HMI design with the principle of recognition and multi-channel interaction technology. The design aims at providing intuitive and low cognitive cost interaction, thus enhancing the driver's detection of outer environment, and to avoid potential accidents.

Key words: multi-channel interaction design, active safety and driving assistance, in-vehicle interaction design, interior design

目 录

第一章 绪论	1
1.1 未来汽车的发展趋势	1
1.1.1 安全技术的革新	1
1.1.2 自动驾驶分级	2
1.1.3 汽车作为移动空间的拓展	2
1.2 隔离与互联	3
1.3 移动空间的拓展	3
1.4 各大厂商在近年的概念展示	4
1.5 本章小结	6
第二章 设计研究	7
2.1 人的认知	7
2.1.1 视觉认知	7
2.1.2 听觉认知	7
2.1.3 触觉认知	8
2.1.4 多通道加工	8
2.2 车内多通道交互方式	8
2.2.1 五个通道	8
2.3 多任务之痒	9
2.3.1 用户在车内的多任务需求	9
2.3.2 各国对于开车用手机的法律法规	10
2.3.3 人车共驾带来的问题	10
2.4 驾驶员对于车外环境感知的需求	10
2.4.1 驾驶员对于盲区监测的需求	10
2.4.2 盲区的定义	11
2.4.3 主流车企在盲区监测的技术现状	11
2.4.4 现有技术的局限	12
2.5 本章小结	12
第三章 设计过程	13
3.1 软硬结合的汽车内饰设计	13
3.1.1 增强驾驶员对于盲区的感知	13
3.1.2 多通道交互设计	13
3.1.3 结合多通道交互设计的内饰设计原则	13
3.2 交互逻辑树的建立	13
3.2.1 正常行驶	14
3.2.2 准备变道	14
3.3 从草图到效果图	15
3.3.1 第一版	15

3.3.2 第二版-----	15
3.3.3 第三版-----	15
3.4 交互原型的设计-----	17
3.4.1Processing 的动态追踪-----	17
3.4.2 Arduino 距离传感器和 LED 灯-----	19
3.4.3Arduino 程序设计-----	19
3.4.4传感器模组和LED灯带-----	20
3.5 本章小结-----	20
第四章 设计后期-----	21
4.1 模型制作-----	21
4.2 模型装配与调试-----	22
4.3 本章小结-----	23
第五章 结论-----	24
参考文献-----	25
谢辞-----	26
英文摘要-----	27

第一章 绪论

从汽车诞生至今，汽车工业已经走过了一百三十余载。汽车，从最初满是油污的笨拙机器，发展到今天几乎是现代社会每个家庭的必备。百卅年来，为了走进千家万户，汽车的动力、类型、造型、内饰，经历了不小的变革，已日臻完善。动力从第一辆车的单缸汽油发动机到如今更为复杂的多缸发动机，并且正快步转型向更为清洁的混合动力、纯电动以及燃料电池；汽车的类型从简单的模仿马车，到如今的跑车、轿车、SUV、越野车，以及各类商用、工程车，包括历史上林林总总的各类车型，市场的细分几乎已经伸向了每一个最细微的角落；造型上同样是从模仿马车开始，随着车体结构、安全、降低风阻的更高需求的出现，以及生产加工技术的提升，变得更加多样，并且符合人们的审美；汽车的内饰在营造豪华感、舒适感的道路上走到今天，Color Trim部门在汽车设计中已经占据举足轻重的地位。

汽车，作为多数人能够购买的最昂贵、最复杂的工业品，其作为自由、经济实力的象征，已经深入人心。人们对于汽车安全、舒适、豪华感、操控感的追求，也成了汽车工业发展一直所着重方向。但是，随着互联网时代、万物互联时代的到来，人们对于汽车的需求又发生了变化，汽车工业的拐点已经来临。

1.1 未来汽车的技术发展趋势

未来的汽车，这里且指未来十年内的汽车。汽车作为交通工具，回归本质，其功能是对乘员或者物品的移动，其形式是一个载具，一个移动空间。谈及移动，人类有着本能的直觉，即对安全的考量。汽车对于用户的安全保障可以分为被动安全技术与主动安全技术，在下文1.1.1中会有详细解释与分析。在安全的需求得到满足之后，用户会开始追求体验上的细节，比如驾控的感受，乘坐舒适感，以及随着移动互联时代的全面来袭，用户对于时时的互联（connected）的需求。支撑这些功能的技术将会是驾驶辅助系统（DA）、高级辅助驾驶系统（ADAS）以及自动驾驶。这些技术将进一步将用户从驾驶的紧张中解放，能够允许用户在一定的条件下，进行与驾驶任务无关的一些操作。

在未来十年内，随着算法的优化、大数据的更广范围积累，全天候的自动驾驶，即最高级的自动驾驶将会出现，但出于成本因素以及现有产品的换代更新考虑，未来十年内最有可能普及大众的将是高级辅助自动驾驶系统（ADAS）。而这也意味着，未来十年内，驾驶员这一身份将依然普遍存在。

1.1.1 安全技术的革新

安全技术，主要分为主动安全与被动安全两种。被动安全，旨在汽车已经发生碰撞事故时，对车内成员的生命安全的保护，以及对可能的车外的交通参与者的保护。现在已经十分成熟的技术有安全带，安全气囊，（儿童）安全座椅，高强度与溃缩吸能的车身等，均是对于车内乘员生存空间的保障。捷豹与沃尔沃分别研发的发动机舱盖气囊，则是对与车辆发生碰撞的行人的保护。然而，依据美国国家公路交通安全管理局的数据[1]，94%的交通事故出自人为因素，驾驶员对于环境的误判，或者驾驶员的误操作。因此，主动安全技术成为了汽车安全技术的新着眼点。

目前存在的主动安全技术，或又被称作高级安全辅助驾驶（ADAS）。高级辅助驾驶系统（ADAS）[2]是指在提升将驾驶系统自动化、自适应或者增强，从而使驾驶变得更好，更安全。目前主流的高级自动驾驶技术有如下：盲区预警（Blind Spot Alert），车道偏离预警与保持辅助（Lane Departure Alert / Keep Assistance），车辆稳定（ESP），全景影像（Panorama Cam），自适应巡航（Adaptive Cruise Control），碰撞预警与紧急刹车（Collision Warning & AEB），智能灯光（Intelligent Light），自动泊车（Auto Parking）等（图1.1）。



图1.1

这些高级辅助驾驶功能根据车身周围的雷达、摄像头等传感器传回的数据，结合算法与大数据，对车辆的行车环境进行判断，并且对驾驶员的驾驶行为进行分析与决策。在驾驶员的驾驶行为可能导致事故发生的时候，系统将会进行警告，并且在必要的时候，如驾驶员仍未作出正确决策时，介入驾驶操作，如车辆稳定、紧急制动。同时，高级辅助驾驶系统还可承担一定条件的自动驾驶功能，如自适应巡航，可在一定的道路条件下实现跟车，解放驾驶员的双脚与双手。

1.1.2 自动驾驶分级

根据美国汽车工程师协会（SAE）对于自动驾驶的分级定义[3]，自动驾驶被分为0-5共六级（图1.2）。

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)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	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
1	Driver Assistance	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
2	Partial Automation	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
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	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
4	High Automation	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
5	Full Automation	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

Copyright © 2014 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed provided SAE International and J3016 are acknowledged as the source and must be reproduced AS-IS.

图1.2

其中，0-2级（图中蓝色部分）为驾驶员承担主要对车外环境感知监视功能，属于非自动驾驶或初级自动驾驶状态，驾驶员的脚可以在第二层级中被解放（定速巡航）。而3-5级的车辆则具备承担对车外环境感知监视的功能，并且将驾驶员的双手与眼睛逐步解放。当下的高级自动辅助驾驶系统（ADAS）覆盖第二第三层级。在第三层级中，汽车已经可以在一定条件的路段上进行自动驾驶，比如在高等级的封闭道路中的自适应巡航控制（ACC），而驾驶员仍需要在适时的时候接管车辆，如车辆即将离开封闭道路，进入匝道与普通城乡

道路。目前，已经有数家主流豪华车品牌推出了第三层级的自动驾驶车辆。而在第四层级中，驾驶员可以不对车辆的接管或者决策请求进行回应，到了第五级，车辆已经不需要对驾驶员进行请求，或者说，第五层级的自动驾驶车辆中已经不存在驾驶员角色，即不存在方向盘、油门刹车踏板等操作界面，可类比我们日常生活中乘坐出租车的体验。

1.2 隔离与互联

进入21世纪的第二个十年，我们迎来的万物互联（IoT）的时代，而汽车，在可预见的发展趋势下，将会作为联网的一个重要接入点。汽车，有着空间移动的功能与移动空间的形式。在这样的移动空间与物联网节点中，笔者总结出未来汽车有着独特的属性——隔离与互联（图1.3）。汽车未来的技术着眼点，将会从传统的动力性能等，转向车内的用户体验。隔离是指乘员在车舱内出行，与外界环境形成一定的物理隔绝，也带来了与乘员进入车辆之前的活动的隔离。此时，汽车作为与人在出行中最为亲近的空间，提供舒适座舱环境与相应的驾控体验。互联则意味着物理上的隔离不能带来信息的孤立。互联涵盖了服务辅助驾驶、自动驾驶的车车通讯（V2V）与车路通讯（V2X），与驾驶无关的移动互联网服务，包括车载或者跨终端。

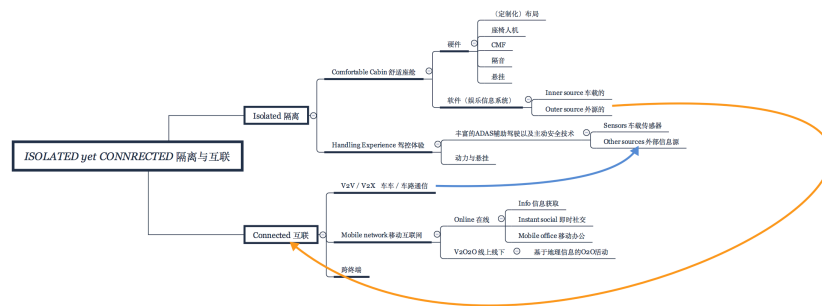


图1.3

1.3 移动空间拓展

作为万物互联的重要环节，随身携带的手机解放了我们的碎片时间，而未来汽车将会进一步解放我们的移动空间。互联汽车通过网络，将移动空间的功能进行拓展，笔者总结出生活空间拓展与工作空间拓展两大类（图1.4）。

这两大类下，依据使用情境继续细分。生活空间可以分为家庭、社交、兴趣娱乐，工作空间可分为通勤与上午出行。在每一个场景下，未来互联汽车均可作为生活或者工作空间的延伸，与前者无缝连接。比如找餐馆，人们可以下班后，在车内，在行驶中，基于路线规划与地理信息与让车辆对用户可能感兴趣并且方便抵达的餐馆进行推荐；通勤时间办公，在自动驾驶的车辆中，驾驶员的注意力被解放出来，可以将每日不可避免的无聊通勤时间用来处理办公事务。

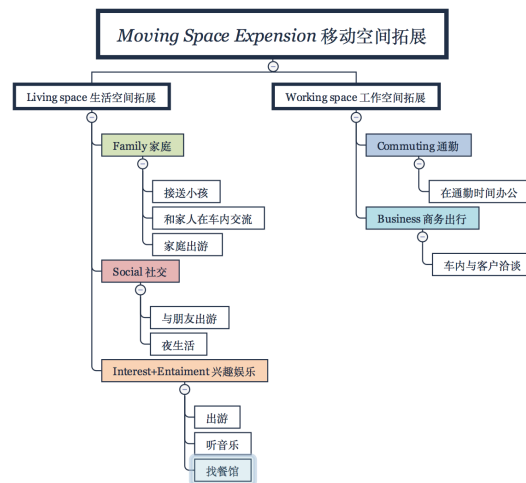


图1.4

1.4 各大厂商在近年的概念展示

2017年年初的消费电子大会 (CES) 上，数家国际主流汽车主机厂与供应商不约而同地发布了概念座舱。这里选取四个各有特色的座舱概念。

1.4.1 宝马BMW i Inside Concept (图1.5)

宝马在该概念中发布了全新的全息投影交互方式——BMW HoloActive Touch，通过全息投影与超声波场的触感反馈，定义了新的非接触式的交互。同时，宝马的这个概念还通过木质地板、绿色植物与书柜的装饰，为消费者带来一种汽车成为惬意的生活空间的愿景。



图1.5

1.4.2 现代Hyundai Mobility Vision (图1.6)

现代的概念是交通工具与起居空间的有机结合，作为起居空间的一部分，车辆空间可与起居空间进行无缝结合，用户可以在两者之间自由进出，做到下车即进入家中，或者在家中直接上车。

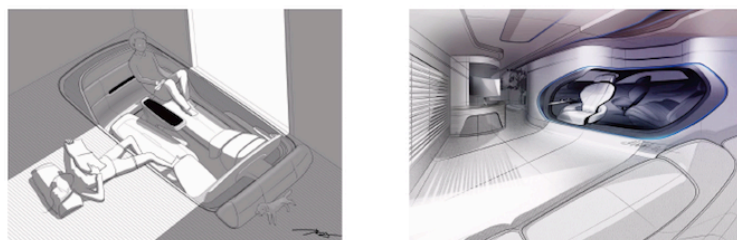


图1.6

1.4.3 本田Honda NeuV Concept (图1.7)

本田的概念车是一部有感情的概念车，它结合了机器学习与人工智能，能够通过对驾驶者的习惯学习，相应地产生类似人类的感情。它还能够读懂驾驶员的情感，并相应作出反馈。



图 1.7

1.4.4 博世BOSCH内饰概念 (图1.8)

博世的概念内饰是一辆介于第三层级至第四层级的概念车。其主要概念有二：1，汽车与其他场景的互联将提升用户体验，互联技术将使汽车成为家庭、工作之外的第三大生活空间；2，自动驾驶的发展将给车内人机交互带来更大的空间和可能性。这辆概念车还带来了关于自动驾驶与人工驾驶模式切换的设计探索，同时也有和宝马类似的超声波触感反馈。笔者有幸在今年上海车展体验了该概念车的上一代，深刻体会到了物联网环境下，汽车所能够承担的多任务之丰富。

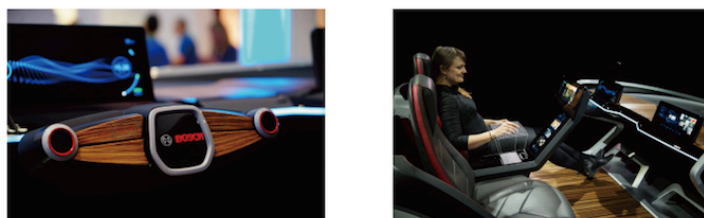


图 1.8

1.5 本章小结

本章从技术层面切入，全面展示了未来十年内汽车的发展趋势。

在万物互联的大时代话题下，汽车作为其中重要一环，通过变得更加智能与自主，将人们从对驾驶与安全的焦虑中逐步解放。在汽车界，工程师们会说，车上最不靠谱的零件就是那个坐在方向盘后的笨蛋。在当下的时代话语中，驾驶似乎是每个人必须掌握的技能，但是，数据表明94%的事故是人为因素失误所造成，所以，如何让汽车变的更加智能，降低用户失误所带来的损失，是汽车安全技术发展的重要方向。随着辅助驾驶技术与主动安全技术的成本降低与普及，人和车的关系不再是简单的操作者与被操作机器的关系，而更加像是协作的关系，在第二第三自动驾驶层级的车中，驾驶员与车共同担负对环境感知与决策判断的任务，进入所谓人车合一、和谐共驾的状态；同时自动驾驶技术中算法的不断优化与大数据的积累，全天候的自动驾驶将会在十年内来到我们身边，成为消费级产品。届时，汽车的车内空间将会迎来更加深远的变化。

同时随着汽车的更加智与自主，本章还描述了未来汽车在回归交通工具本质的变化下，还能够为用户带来的空间的功能拓展的愿景。用户在车内不再是被隔离状态，开车也不再是无聊与焦虑的过程，用户可以利用汽车的自动驾驶间隙或者全自动驾驶状态去做更多有意义的事情。他们与外界即使物理隔绝，但信息依旧是互通的。汽车的空间变得更加的灵活与多元，或许乘员不再需要被安全带束缚在车内的座椅，他们可以自由地舒展身体，享受更加懂得他们需求的出行的愉悦。

第二章 设计研究

本课题的主题是增强驾驶员对车外环境感知的多通道交互设计，因而必须考虑到驾驶的方方面面。安全驾驶是一项需要较高注意力与一定经验的活动，同时研究车内的多通道交互设计应该从人的认知逻辑开始。众所周知，人类的认知通道有眼耳口鼻皮肤五官，分别对应视觉，听觉，味觉，嗅觉与触觉。而并非所有通道在车内都是有效的交互通道，同时，也并非所有的通道全部使用就是最有效的状态。多通道的优势在于编码冗余带来的加快加工，对于人来说，我们生活在一个富信息的环境，大脑会自动屏蔽从各个通道上传的大量无关信息，并处理有用信息。这些时常被“屏蔽”的信息，往往是相互之间有着一定关联，并且被写进大脑“默认程序”的信息，如果这些信息之间的匹配出现问题，如所见非所得，大脑的计算处理就会发生错误，人会感到恶心、晕车，抑或是“晕动症”，就是这样产生的。在交互设计的研究较为深入的今天，如何让人机交互，通过多通道的形式，在保证多通道反馈之间的信息能够匹配人类认知的同时，也能做到高效解码，降低认知负担，正是本章也是本课题的研究重点。

2.1 人的认知

研究车内的多通道交互设计应该从人的认知逻辑开始。本节从视觉认知、听觉认知、触觉认知入手，研究各个感官通道处理信息的特点，以及如何对多通道进行取舍与安排，将信息准确、高效传达给用户。

2.1.1 视觉认知

有研究显示，人的视觉通道信息提供了人类获取信息总量的70%—80%。同样，在驾驶行为中，人类最主要的信息来源就是视觉信息。我们在驾校学习时，经常从教练那里听到的指导就是注意看镜子，以及注意瞭望路面、路口情况。新手司机往往因为顾左而忘右而显得手忙脚乱，十分狼狈。

尽管人类的视线很宽，达到近170度，但人眼存在一个主注意区，即实焦的区域。我们的眼睛通过扫视不断调整这个主注意区，进行选择，这也是为什么在开车的时候需要时时扫视后视镜，否则尽管我们“看到了”，但对其中的信息却一无所知。其余的余光，往往因为其作为背景，几乎没有变化，而被大脑所忽略。但一旦在余光中，出现了与之前的信息差异较大的视觉信号，如闪烁的灯光时，人的注意力会被立即吸引，这是一个无意识的过程，但经过一定时间的训练后，人可以在较短时间内下意识地抑制注意力的转移。

2.1.2 听觉认知

听觉认知不同于视觉认知，没有扫视作为注意力选择的机制，而是从各个方向都可以接受信息，并且全天候二十四小时工作。这是动物需要在任何时候从环境声音中分辨危险的机制遗传。听觉信息的维度有音调、位置、声音强度和语义内容，设计可以利用这一特点，通过不同维度的听觉信号帮助人判断目标的具体方位信息。人的听觉信息相对于视觉信息而言，占人类感官信息的10%—20%，不过当背景声音中有一个突然的听觉信号侵入时，人的注意力可能就会被全部指向这一信号。

2.1.3 触觉认知

人类的触觉是我们最早开发的感知通道之一，一些触觉反射弧甚至不需要经过大脑的处理。从婴儿开始，人类就有了抓握反射，以及缩手反射。不过触觉只有在人机接触的部位产生作用，并且在驾驶中另有用处。驾驶员通过方向盘的触感反馈感知路面与车辆的情况。目前，部分车型有通过座椅震动提示驾驶员环境中靠近的物体，不过，从笔者角度看，这一并不算高科技的设备之所以没有普及，还是因为用户对于乘坐舒适感的追求远大于对于震动的接受。所以，触觉通道暂时被排除在设计方案外。

2.1.4 多通道加工

我们人类生活在一个富信息的环境，大脑已经适应了接收处理多通道信息的任务。多通道的一个好处就是编码冗余带来的加快加工[4]。在对外感知方面，单一的视觉信息或者听觉信息给人带来的信息是有限的，而当两个以上的通道有信息进入时，大脑就能很快地作出正确的判断与决策。体现在一般情况下时，往往我们先听到声音，然后循声看到目标，确定目标的更为具体的信息，比如运动状态等。同时，根据听觉与视觉两者各具的特点属性，我们可以依据实际情况制造强弱不同的警告反馈形式。但必须注意的是，人为制造的反馈信息必须是能够相匹配，符合人类认知逻辑的，否则会产生较为危险的认知失调的错误。较为明显的案例是VR眩晕。近期，VR技术在消费级市场已经逐渐显现出其强大的后发力量，但VR体验中一直有一个较难克服的问题——眩晕，也叫做晕动症。在虚拟现实晕动症研究中普遍被接受的理论是视觉和前庭冲突理论。这个理论认为，如果外部环境的刺激被不同的感知器官感知的结果不同，就会引起晕动症。视觉与前庭的冲突程度与虚拟现实晕动症程度密切相关[5]。笔者曾经体验过一个相对简易的VR环境，虽然笔者身处环境可以自由移动，但VR环境中的观察点是在空间中先对固定的。当笔者试图走近观察VR环境中的某处细节时，因为VR眼镜中的图像并未给出我预想中的变化，而在我走到第三步的时候，已经隐约感觉到头晕，立刻停下了脚步。这为多通道交互设计提供了十分有意义的参考，就是，各个通道的信息一定是相互有关联的，并且这个关联一定是符合人的认知的内在生理逻辑的，否则在驾驶过程中一旦产生了眩晕将是极其危险的情况。

2.2 车内多通道交互方式

2.2.1 五个通道

笔者根据所查到的概念、量产车信息，总结出目前汽车车内的五个交互通道，分别是：物理界面，触屏交互，语音交互，体感位置交互与远程交互（图）。图中标记绿色加号的为可交互的界面，标记蓝色减号的为只有反馈的界面。

2.2.1.1 物理界面，主要指传统的旋钮 / 按钮交互、震感反馈与显示屏反馈。旋钮与按钮是人类最为熟悉的人机界面，从工业革命伊始就已经为人们所熟识。这些旋钮与按钮多布局于方向盘与中控台，其中方向盘还可分为盘辐与拨杆两部分。按钮多为数字量的输入，如开启与关闭某一功能；旋钮多为模拟量的输入，如音量、温度的调节。震感反馈主要集中于驾驶员身体与车辆的接触点，如方向盘与座椅。在多数车辆上，驾驶员通过方向盘的手感来感受路面与车辆情况。在部分车辆上，已经有通过座椅的震动来提示驾驶员潜在的危险存在。显示屏与警示灯的反馈形式在汽车的人机界面中也有着比较久的历史。显示屏主要包括仪表盘与中控屏幕；仪表盘主要有车辆行驶信息，其中仪表盘中又有非常多的警示灯。警示灯涵盖了车辆几乎所有需要驾驶员知道的状态信息，如车灯开启状况，车辆机油量等，这些警示灯多为数字量信息，只有在必要的时候才会亮起；中控则是往往被称为信息娱乐系统（infotainment system），涵盖了娱乐、导航、车辆部分设置等信

息。目前，抬头显示（HUD）也逐渐普及，抬头显示主要包括车速、限速信息、导航等信息。

2.2.1.2 触屏交互，主要指中控屏，为物理旋钮 / 按钮之外的另一个主要人机交互界面。触屏主要以中控为主，也包括部分车辆的方向盘。目前，我们大部分人最为熟悉的触屏就是我们的移动计算终端——智能手机。而在汽车上，由于汽车车规产品的诸多法律法规限制，与产业结构原因，目前车机的体验效果普遍远不及智能手机的体验。主要表现在，操作方式的不同，用户已经在近些年普遍被智能手机更直观、更流畅的交互体验所改变，其使用习惯已被养成，而车机的手势操作习惯往往各不相同，这就给用户在终端使用的转移上造成了不小的困扰，增加了学习成本，也增加了危险因素；功能单一，同样是出于安全考虑，车机不可能是简单的手机功能映射，所以目前车机的功能总体依旧为收音机 / 音乐，导航，电话 / 短信和一些非驾驶相关的系统设置。（图2.1）

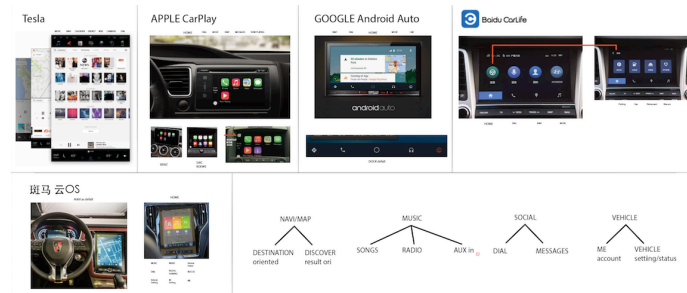


图2.1

2.2.1.3 语音交互，目前以语音控制为主，控制内容依旧是与驾驶关联度不高的任务，如打电话，调节音量与温度等。在部分装有较智能的语音控制的车辆上，语音交互可以做到接近如苹果手机Siri的通用AI的功能，除了基本的功能调节以外，还可以进行联网搜索，如在云端计算的导航。语音交互目前仍然受语境理解的限制，常常AI在一个问题之后就像是忘了之前说的话，没法进行追问，使用体验相比与人对话传达仍然有很大距离。但目标是明确的，语音交互始终在向模拟最为接近人际会话的状态迈进。

2.2.1.4 体感位置交互，以空中手势与眼动控制交互为主。空中手势旨在用户不必看着触屏准确点击就能进行一些操作，提高安全性。目前宝马在其7系轿车的人机交互上已经运用了空中手势。通过手指在空中划过不同的路径，可以进行接打电话、地图查看、调整音量等任务。眼动控制目前尚处于概念阶段，可以预见的应用场景有AR投射导航与疲劳驾驶检测。AR投射导航是目前HUD导航的升级版，它可以根据用户的眼动信息，来时时进行导航信息在路面的“投射”，在用户眼中变得更加直观。

2.2.1.5 远程交互。可分为跨终端与手机APP两种。其中，跨终端的实践主要有Apple Carplay和Android Auto两家主流智能手机平台。不过两者目前都只是将车机作为手机屏幕的一定条件下的投射载体，手机担负计算任务。尽管操作习惯可以最大限度还原智能手机上的习惯，但出于安全因素考虑，可使用的手机软件十分有限，且基本与原生车机功能重叠。手机APP则有着很大的功能空间，比如遥控启动，遥控空调，遥控出入库，汽车共享等。

2.3 多任务之痒

2.3.1 用户在车内的多任务需求

手机，是我们目前最为熟悉的个人移动计算终端。在移动互联高速发展的今天，手机可以说是大大解放了用户的碎片时间，而用户也习惯了碎片时间进行多任务的状态。驾

驶，这样一个需要高度注意力的任务，往往给用户带来了身不由己的困扰。在中国城市平均驾车通勤时间已经达到了四十至六十分钟，尽管平均距离只有不到二十公里。在现在这压力较大、时间宝贵的社会生活中，通勤的时间也可能是难得的休息、社交或者处理办公事务的时间。尤其是当代人普遍存在的“手机焦虑症”，让开车这段脱离手机的时间变得难熬。然而，开车打手机，甚至是玩手机，是一件非常危险的事情。

2.3.2 各国对于开车用手机的法律法规

目前，全球已有近五十个国家出台开车禁止使用手机的法律法规。

《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》第六十二条(三)项明确规定：“驾驶机动车不得有下列行为：拨打接听手持电话的行为”，违者罚款200元，扣2分。2017年4月开始执行的新修订的《上海市道路交通管理条例》中规定：驾驶机动车上路行驶，不得拨打接听手持电话、浏览电子设备等妨碍安全驾驶的行为。

英国开车打电话最高可判入狱2年，如因发短信造成致死车祸，肇事司机面临最高14年的监禁。美国行人走路发短信罚款85美元；驾车打电话、操作GPS导航、发送接收短信电子邮件被定义为危害公共安全罪，每次罚款120美元。新加坡对开车打电话的初犯者最高罚款1000新元(约合600美元)、监禁6个月；对再犯者最高罚款2000新元，监禁1年。

2.3.3 人车共驾带来的问题

目前，装备有高级辅助驾驶系统ADAS的车辆越来越多，但各个厂家的辅助驾驶功能各有不同，对于驾驶员的要求也有不同。部分厂家的自适应巡航与跟车功能虽然可以在高等级封闭道路内实现几乎不需要驾驶员协助观察环境的自动驾驶，但依旧建议驾驶员将手放在方向盘上，并且保持观察环境，对于随时可能出现的车辆误判进行矫正。全球首起特斯拉Autopilot模式下发生事故致人死亡的案例，正是驾驶员在看电影，而车辆对于前方障碍物的判断失误，也没有对驾驶员进行警告，导致车辆毫无刹车减速直接撞上障碍物。半自动驾驶车辆在人车共驾的情况下，对外环境感知主体身份界限划分不明，可能会因此出现环境观察“两不管”的真空现象，此时人和车将陷入十分危险的处境。这起事故解释了尽管目前部分车辆的自动驾驶层级已经接近第三层级，但厂家依旧不建议人类驾驶员将感知主体的任务全部交给车辆。所以，开车仍然是一件需要较高注意力的任务。

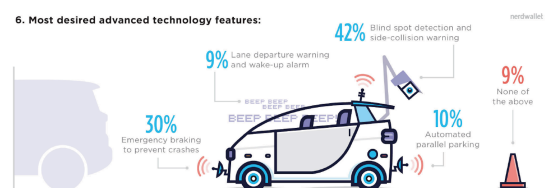
2.4 驾驶员对于车外环境感知的需求

每个驾驶员在驾校的第一天学习开始，就被不断地灌输，要时刻观察路面，观察车辆四周，要养成观察镜子的习惯。驾驶员需要不断扫视后视镜，以及调整角度绕过A柱、B柱形成的盲区，以确保周边环境没有会影响驾驶的因素存在。

2.4.1 驾驶员对于盲区监测的需求

在国外的一项驾驶员对未来汽车最期望的技术调查中[6]（图2.2），有42%的驾驶员将最需要的技术投给了盲区监测与侧方碰撞预警，位于所有需求中的首位。笔者在连续两个月一千余分钟的中国交通事故视频后也发现，大大小小的事故中，有近半数的事故原因是由于驾驶员的观察不当，对前后盲区（主要是后方盲区）中的危险因素没有察觉或者存在误判造成。而且在笔者两年的驾龄中，也多次出现因为自己或旁边的车辆对于盲区判断失误，而险些造成事故的情况。

图2.2



对于调查中位列第二并且仍然显著高出其他选项的前方碰撞，目前已经有较为成熟的技术，如 AEB (Autonomous Emergency Braking) 自动系统，在车辆即将发生前方碰撞的初期，车辆会以警报的形式提醒驾驶员进行制动；而在驾驶员没有做出正确制动操作的后期，车辆会自动介入制动，直至刹停。这一项技术目前已经比较完善，并且对驾驶员的误操作有极高的包容性，所以不作为本文设计研究的对象。

2.4.2 盲区的定义

汽车的盲区，泛指一切驾驶员通过车窗、后视镜等观察不到的区域。包括车窗下沿以下、发动机舱以下的前方遮挡区，后视镜外侧与B柱或余光边界区域之间的后侧方盲区，以及后车窗以下的后遮挡区。车辆在低速前进或者后退时，前后方遮挡区可能突然出现难以察觉的障碍物，容易发生碰撞，但目前的车辆普遍配备有雷达或全景影像，发现障碍物即可响起警报，或在全景影像中显示，并且在车速不高的情况下驾驶员有足够的判断与反应空间。而车辆在较高车速行驶时，后侧方的盲区就需要驾驶员时时进行时刻的观察，尤其是在车辆准备变道、转弯的情况下。图2.3展示了该后侧方盲区的具体位置。往往出现在这一区域的车辆，与主角车辆已经有了小半个车身的重叠。如果此时贸然变道或者转弯，擦碰不可避免。

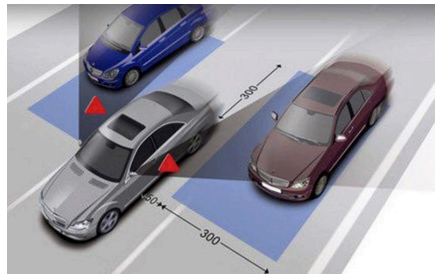


图2.3

2.4.3 主流车企在盲区监测的技术现状

目前的盲区监测主要有三种形式，并且往往是共同存在。第一种是位于后视镜或者A柱底端的警示灯（图2.4，图2.5）。第二种是位于仪表盘中的液晶显示（图2.6）。第三种是警示音。



图2.4

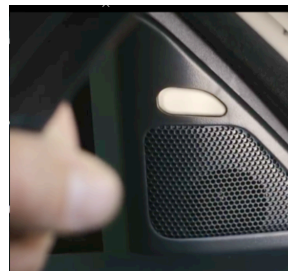


图2.5

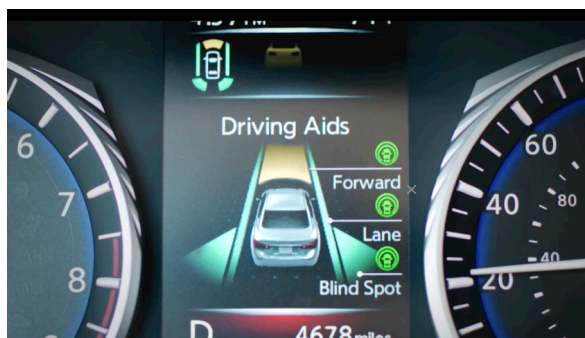


图2.6

警示灯会在后方有车辆靠近的时候亮起，提示驾驶员观察反光镜，注意可能存在的危险。液晶仪表盘的图式显示也是同样的状态。警报声一般只有在驾驶员准备变道时后方车辆可能会发生擦碰的情况下才会响起。

2.4.4 现有技术的局限

从实际使用的逻辑上，可以看出，警示灯的监测反馈方式并不是最直观的。在警示灯亮起后，驾驶员依旧需要看向后视镜，并在在后视镜中寻找可能存在的危险目标，然后再做出判断，是否可以变道或转弯，这增加了驾驶员的思考负担。

然而盲区内的车是在镜中难以观察到的，尤其是当反光镜中车辆较多的情况，驾驶员很可能发生误判，误将没有威胁的车辆认为传感器所识别的车辆而忽视真正存在的危险。

仪表盘显示式的警示，虽然可以较为直观地显示车辆周边的距离情况，但首先驾驶员在观看仪表板时需要将视线从前方路面挪向下方，然后还需要寻找被高亮出的危险方位，在理解图示之后驾驶员还需要继续观察反光镜，进一步确定这一靠近车辆与自身的位置关系，进而做出是否变道的判断。

同时，警报声的反馈也仅限于提示驾驶员盲区存在车辆靠近，驾驶员仍需要自行寻找盲区内的车辆。

并且，全部三种仅限于后方盲区的监测，对前方盲区没有任何反馈，可以说是一定程度上的资源浪费。所以，本文研究设计的方向已经确定：通过多通道的交互设计，将盲区监测与警报与对外感知建立更为直观的形式，降低驾驶员的认知负担，同时提高驾驶员对于环境的判断能力。

2.5 本章小结

本章主要阐述了设计前期的各方面研究。通过从人各个通道的认知特性，了解到相应的多通道设计应该建立的通道之间的信息逻辑关联，这样能够保证在不形成认知失调的情况下，还能通过冗余编码，让反馈的信息在驾驶员这边能够实现快速解码，即理解与做出决策。本章通过大量的现有车载交互技术与对比各国关于开车用手机的法律法规，否定了在车内允许驾驶员在驾驶过程中进行多任务的情景。同时，本章还确定了驾驶员对于车外环境感知技术最为迫切的需求——盲区监测，作为设计机会点。以目前的技术，盲区监测的警告反馈不够直观，或者依然需要观察后视镜进行判断，所以，本文设计方向就是将车外环境反馈尽量直观地投射进车内，并且依据驾驶情景，以及人的认知特性，进行强弱警告的设计。

第三章 设计过程

3.1 软硬结合的汽车内饰设计

由于本设计研究是车内的多通道交互设计，所以，相应地，需要以比较完整的汽车内饰设计为载体，进行完整的设计方案输出。这样的设计，是软硬结合汽车内饰设计。其核心任务[7]有二：明确系统整合架构，即基于驾驶任务的软硬界面整合系统结构；明确概念主题，即软硬界面整合的界面视觉风格。

3.1.1 增强驾驶员对于盲区的感知

前文提到，目前的车内盲区监测形式多为警示灯，所传达的信息不够直观，也不足以给驾驶员充分的对车外环境的感知。车外的盲区，除去严格意义上的盲区，驾驶员正视方向之外的区域，均可算作盲区。所以，如何让驾驶员掌握车外全局的环境信息，是设计的目的。

3.1.2 多通道交互的设计

本着直观映射的原则，选取视觉与听觉双通道进行设计，基本思路是：视觉层面，将警示灯的形式与功能进行拓展，将警示灯拉伸成环绕车内饰的警示兼氛围灯。这样，警示灯的信息显示维度就从单一的数字输出，变成了二维输出：灯的亮暗依旧作为第一维度，灯的显示位置或形状作为第二维度。这样，环绕警示灯的信息量就有了升维的增长，可以相应映射车外感知到的物体的具体位置信息。就像将驾驶员的眼睛延伸至身后，覆盖车辆两侧。听觉层面，在头枕部位设置立体声扬声器。通过立体声的声音提示，为驾驶员从听觉层面建立对车外物体的感知，就像将驾驶员的耳朵延伸至车外。

3.1.3 结合多通道交互设计的内饰设计原则

前文提到，该设计的核心任务有二：明确系统整合架构与明确概念主题。系统整合架构即整合视觉与听觉双通道共同的设计元素，与内饰在功能、形式上的统一。本设计以突出多通道交互设计功能为原则，尽量简化一切装饰，留下必要的汽车内饰功能性元素，让该多通道交互设计具有一定的通用性与普适性，可以在其他车辆上实现简易的后装改装，或者以最小的改动，适应所有正向研发的前装内饰。视觉层面的功能是对车外形成直观映射的警示灯，形式是呈环绕状的警示灯带，从驾驶员左侧环绕至方向盘，再从方向盘向右环绕至副驾驶右侧；听觉层面功能是通过弱警告与强警告形成驾驶员对车外物体的方位感知，形式是位于驾驶员座椅头枕的立体声音响。概念主题依旧是以突出交互反馈为原则，以简约、轻盈、未来感为大方向，营造宜人的车内氛围。

3.2 交互逻辑树的建立

交互设计是设计行为的设计活动，需要依据使用场景的分类，进行具体的用户需求分析、用户行文分析等。因此，交互逻辑树的建立十分必要。也是概念设计在进行DEMO路演展示时的重要展示逻辑。笔者依据驾驶员在实际行车环境中，遇到需要进行盲区观察情景，对交互逻辑进行了梳理，得到了如图3.1的交互逻辑树。逻辑树第一层主要有两层，正常行驶操作与准备变道操作。

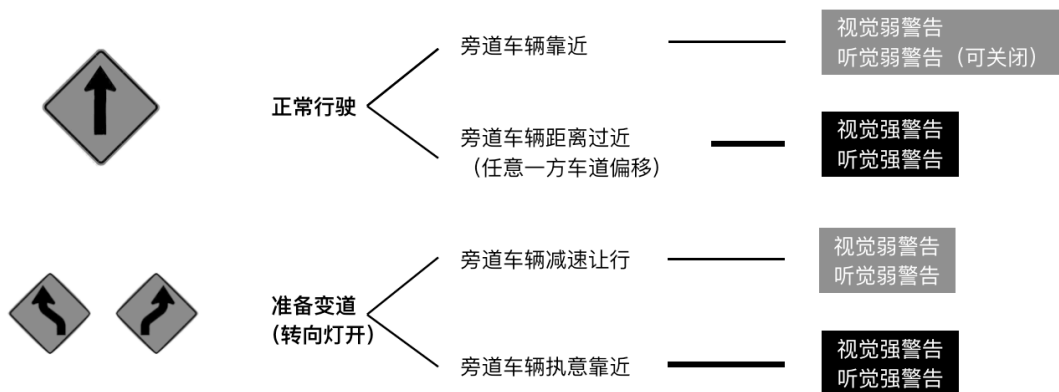


图3.1

3.2.1 正常行驶

正常行驶的驾驶场景，为车辆在自己车道内保持直行的情况。此时，驾驶员只需要关注前方，保持与前车距离适当即可。驾驶员对于旁边车道的车辆可以保持一定的了解，但不需要对旁边车辆的位置信息有实时准确的了解。

一般情况下，当旁边车道有车辆靠近时，位于乘员两侧的灯带会进行一定地对目标车辆的映射，形成余光范围内的视觉弱警告，但不会将映射点亮驾驶员面前，即中控台驾驶员面前横向的警示灯带。此时，驾驶员座位头枕内的立体声扬声器也会以较低的音量播放如胎噪这类的声音，与背景白噪音有一定的区别，并且音源相对应外部车辆所处的位置，随着外部车辆位置远近而音量大小进行变化，给予驾驶员对外部车辆位置的感知，仿佛是为驾驶员在车外安装的耳朵。当然，这样的听觉通道的弱警告在正常行驶的情况下是可以关闭的。驾驶员可能希望享受车内的高级隔音效果，欣赏美妙的音乐，而免受各种车内外的噪音打扰。

在正常行驶的时候，有可能出现的异常是主车在驾驶员没有察觉的情况下偏离车道，导致与相邻车辆可能距离过近，所以此时系统在经过运动轨迹计算，判断危险可能发生时，会以强警告形式介入。表现形式为，与旁车距离过近的一侧全部的警示灯带，包括驾驶员面前的灯带将会全部亮起，并且闪烁，同时同侧的头枕扬声器将会发出警报，提醒驾驶员在这一侧有危险将要发生，并不要继续向这一方向靠近。

3.2.2 准备变道

准备变道的情景，是最容易出现事故的情景。所以，在驾驶员打开转向灯后，被关闭的听觉弱警告会被强制开启，如果有车辆在旁边车道较靠近的地方，听觉弱警告会主动将外界声音送入驾驶员耳中，为驾驶员做出判断提供参考。当然，在当旁边车道的车辆注意到主车将并入其车道，旁车将有两种选择：减速让行，或者不让行而加速通过。当主车检测到旁车减速让行的时候，主车车内的交互信息将进行弱警告显示，将旁车的位置映射到车内。在旁车与主车的相对位置中，旁车撤至主车可以变道的安全区域外（系统进行距离测算）时，视觉弱警告灯是全灭的状态。如果旁车不准备让行，并且强行超车的话，系统会通过相对运动情况进行预判，在察觉旁车的避让行为后，系统将会对驾驶员进行强警告，表现为该方向的环绕灯带一路亮至驾驶员面前的方向盘座，并且同方向的环绕音响也会进行报警。

3.3 从草图到效果图

围绕着突出交互设计主题、简化内饰的原则，我开始了草图效果图推敲。在经过三版迭代的方案后，最终选择了第三版的设计主题。

3.3.1 第一版

第一版草图（图3.2）以贯穿仪表台高位的环绕警示灯，延伸至两侧门板，并向下沿着门板扶手的分件分缝线回折再回折，形成一个螺旋型造型。根据这一草图主题，我绘制了两张效果图（图3.3，图3.4）。其中，图3.3展示了可能制作的模型与展台，以及参与与模型互动的参观者的现场情况。地面上绘制的黄色区域，为以模型为主车的盲区，而参与互动的人将会被识别为旁边车道的车辆。

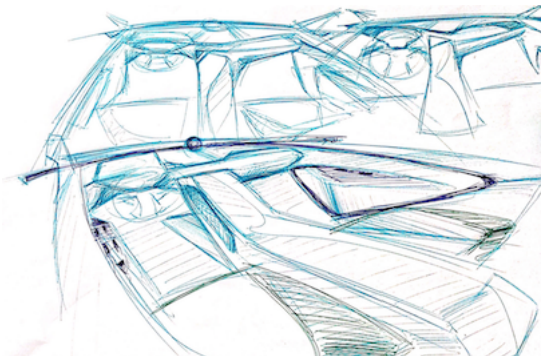


图3.2



图3.3

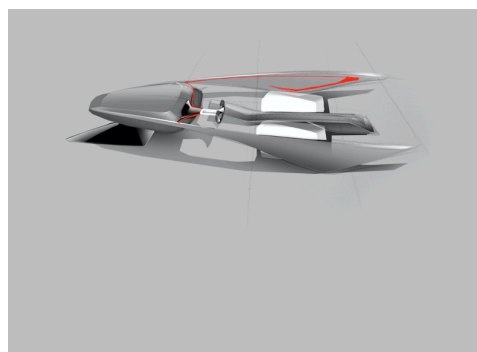


图3.4

然而，第一版因为其警示灯太过复杂而被放弃。这样的灯带设计并不能十分简洁直观地进行映射，并且，其回折至下方部分警示灯在实际使用场景中并不会被时刻注意到，甚至有可能形成视觉干扰。再者，这样的设计在模型呈现上也略显繁复，设计不具备足够的通用性。

3.3.2 第二版

第二版主要以漏光式的环绕警示灯为主题。氛围灯不作为明光，不存在明显的灯罩轮廓造型，而是埋在从门板连贯至中控的屏幕饰板背面，通过与门板之间的空间，产生的漏光效果。这一版相较于第一版，在设计语言上简洁了许多，并且模型制作的工序、分件也相对简易许多。但是，漏光有一个比较薄弱的方面，就是漏光的警示灯不一定能够给用户带来准确的视觉信息，其没有明光的警示灯显眼与准确。同时，门饰板上大量采用的屏幕对比这样的环绕漏光式警示灯也会造成驾驶员的分心，一时难以分辨真正的警示灯状态。所以这一版淘汰。

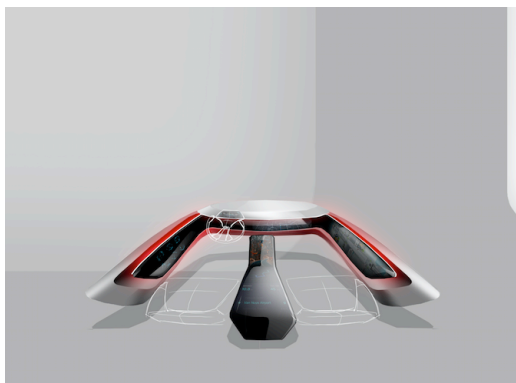


图3.5

3.3.3 第三版

第三版在结合第一第二版对于车门饰板与灯带形状的探讨与总结后，从新进行了内饰的主题草图法相（图3.6）。在若干方案中，笔者发现，左下角的一个方案中，车门饰板的造型由上下向中心“挤出”的趋势，能够较好地突出中心U字型的棱线。所以选择继续深化

这一主题，将环绕灯带放置在形体汇交的棱线的位置（图3.7），通过这一具有趋势性的形体暗示与突出了LED灯带这一视觉通道载体。

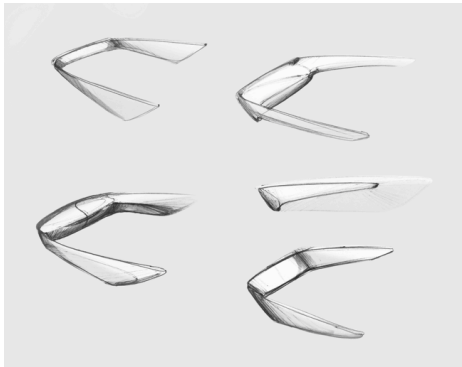


图3.6

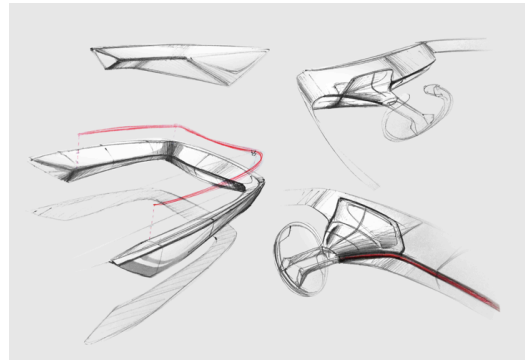


图3.7

之后，笔者基于这一主题，并结合最终模型展示效果需要，对汽车内饰进行了深化设计（图3.8，图3.9，图3.10）。其中，图3.8展示了模型可能的总体结构。笔者将模型中，车门饰板的位置进行了创造性革新，抛去传统的不透明整块饰板，而是采用大面积的镂空设计。这样即体现了科技感，更加深化了造型对于环绕警示灯的暗示与突出。并且这样的设计在模型展示的时候也更加方便参与交互的参观者进行对交互效果的判断。

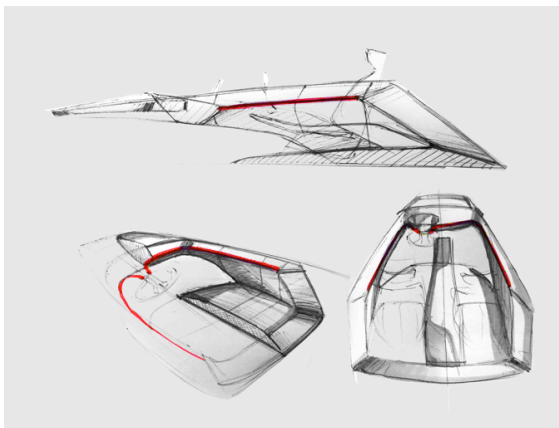


图3.8

图3.9与3.10则分别展示了座椅（包括头枕）以及方向盘承托的设计。同样，为了突出视觉设计，头枕的造型主题与内饰版的“挤出”的主题颇有呼应。而方向盘则是为了营造一种温馨的氛围，而选择了这样的摊手式的承托造型。在车主上车后，车辆的氛围灯会随着车主手摸向方向盘，而从方向盘底部亮向内饰两侧，为车主制造受到欢迎的亲切感，与驾驭、操控感。

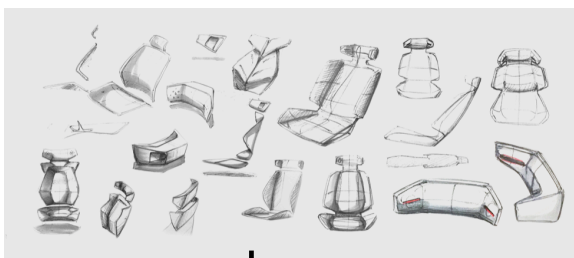


图3.9

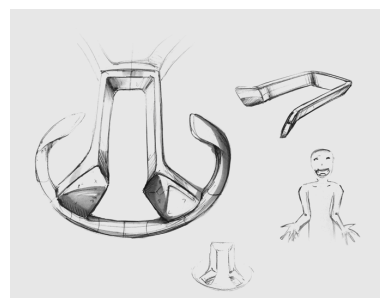


图3.10

根据以上的草图发想，笔者绘制了效果图。（图3.11，图3.12，图3.13）图3.11展示了该内饰设计的最终模型呈现效果。模型将以开放式的内饰设计呈现，全面展示内饰的各个部件，包括内饰版，座椅，仪表盘、方向盘、中控台等，以及最核心的环绕灯带与座椅头枕扬声器。图3.12展现了该内饰设计与车辆外形设计的配合。黑色内饰板向前延伸至车头，向后延伸至后轮，形成较为强烈的包裹的视觉效果。车内以白色为主体颜色，内饰板、座椅，配和冷灰色织物座椅坐垫与头枕，与木质地板，营造出从容、温馨且简洁的内饰氛围，让车内空间不在因为过多的硬件设施而显得杂乱、压抑。

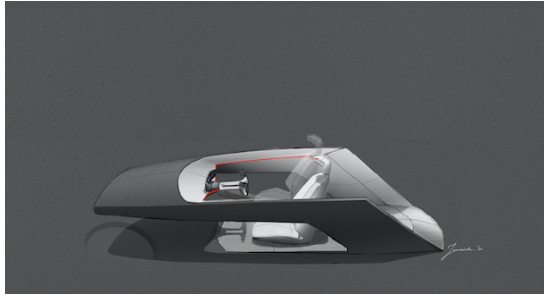


图3.11

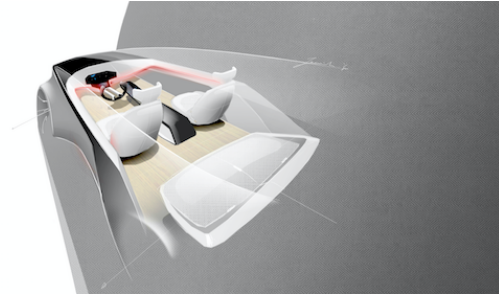


图3.12

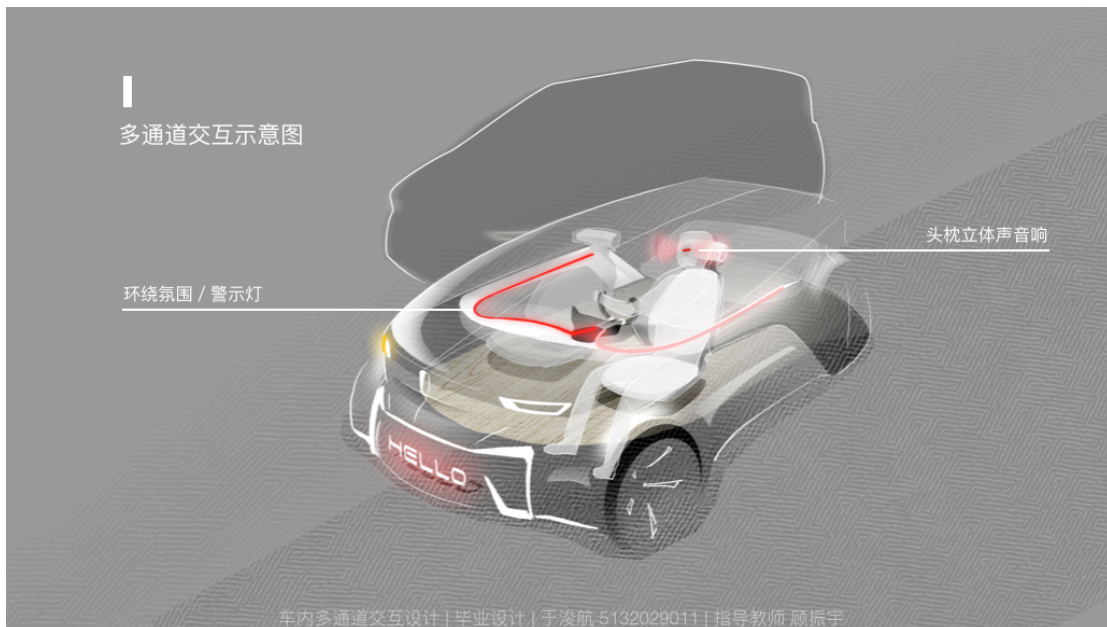


图3.13

图3.13从斜上方视角展示了该内饰设计与简化后的外饰设计的装配关系。外饰设计被透明化处理，以展示内部结构。通过此图，可以较为明显地看到，总体呈U字型的环绕警示氛围灯，在驾驶员面前的方向盘承托的位置，警示灯做了一个前伸的造型突变；以及位于驾驶员头枕位置的立体声道扬声器。该图还展示了在驾驶员打开转向灯准备变道时，旁车正好处于盲区中，全部双通道反馈进行强警告的状态。

3.4交互原型的设计

在确定灯带U型造型基本结构的同时，笔者开始着手进行交互原型的搭建。基本的交互逻辑是：Arduino的距离传感器识别进入盲区识别区的物体，Processing的动态追踪识别外部物体移动，再由Arduino控制的LED灯带进行点亮与映射，以及蜂鸣器模拟的警报鸣响。

3.4.1Processing的动态追踪

Processing是一款基于JAVA语言的计算机视觉艺术软件，可以通过编程，实现一定的

可视化的效果。本文设计利用Processing读取摄像头，将逐帧的图像进行比对，设置一定阈值，将不同的像素标记为白色，将相同的像素标记为黑色，从而抓取出画面中的运动物体。

其核心代码在于，第一，获取图像后，设置RGB三维坐标距离阈值，确定需要进行标记的像素点，

```
float d = distSq(r1, g1, b1, r2, g2, b2);  
float distSq(float x1, float y1, float z1, float x2, float y2, float z2) {  
float d = (x2-x1)*(x2-x1) + (y2-y1)*(y2-y1) + (z2-z1)*(z2-z1);  
return d;  
}
```

第二，将距离超过阈值的像素点进行标记白色，其余未发生变化的像素标记为黑色，这样就可以得到一个连贯的黑白影像，任何在摄像头前运动的物体都将被以白色显示，
threshold = 50;

```
if (d > threshold*threshold) {  
    avgX += x;  
    avgY += y;  
    count++;  
    pixels[loc] = color(255);  
} else {  
    pixels[loc] = color(0);  
}
```

第三，计算所有被标记为白色的点的平均值，获取运动物体的形心，相应的就得到了运动物体的具体位置，即可为Arduino输出相应指令。

```
if (count > 200) {  
    motionX = avgX / count;  
    motionY = avgY / count;  
}  
  
lerpX = lerp(lerpX, motionX, 0.1);  
lerpY = lerp(lerpY, motionY, 0.001);  
  
fill(100, 200, 255);  
strokeWeight(2.0);  
stroke(0);  
ellipse(lerpX, lerpY, 36, 36);
```

在这里，我通过绘制一个椭圆，将物体的运动状态在屏幕中显示标记出来（图3.14.1，图3.1.4.2）。我简单的将两个LED灯珠链接在Arduino板上，接受来自Processing的位置信息。通过这两张图可以看出，当杯子移动向左侧时，屏幕中的蓝色圆圈跟着移动，左侧的LED灯亮起，移动到右侧时，右侧的LED灯亮起。同时，该试验还验证了Processing与Arduino串口通讯的可行性。

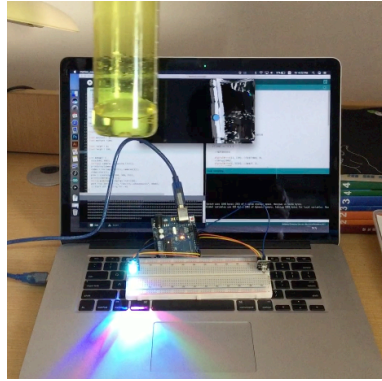


图3.14.1

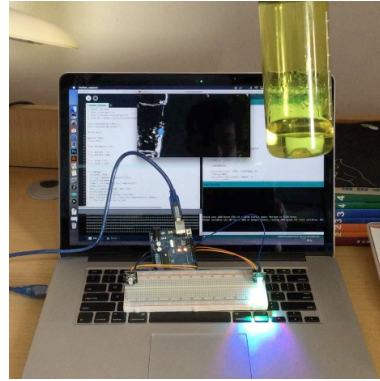


图3.14.2

3.4.2 Arduino距离传感器和LED灯带

首先，我先测试了Arduino的距离传感器。将距离传感器的信息成功读取，然后通过串口通讯传输给Processing，模拟了类似多普勒效应的变化，即当目标物体靠近时，屏幕中的圆圈会变大变红，而当物体远去时，圆圈会变小变蓝。图3.15是搭建的距离传感器与摄像头。图3.16.1与图3.16.2则展示了当人靠近与远离时，屏幕中圆圈在追踪运动的同时，通过大小颜色的变化，映射实际中物体的变化。

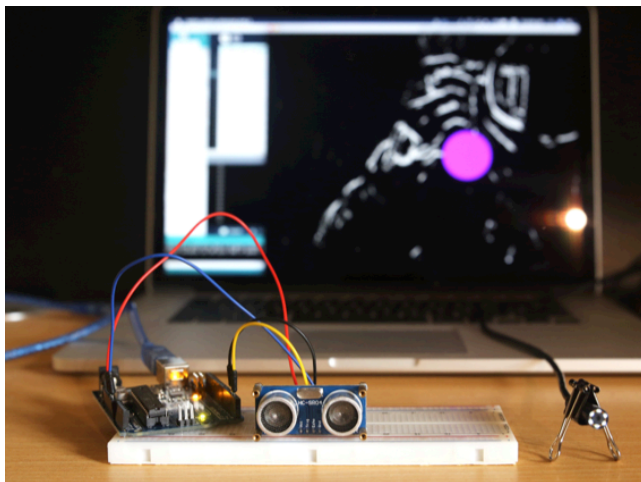


图3.15

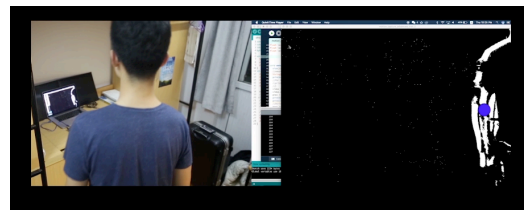


图3.16.1

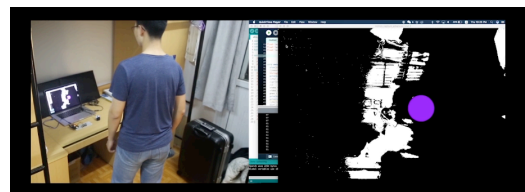
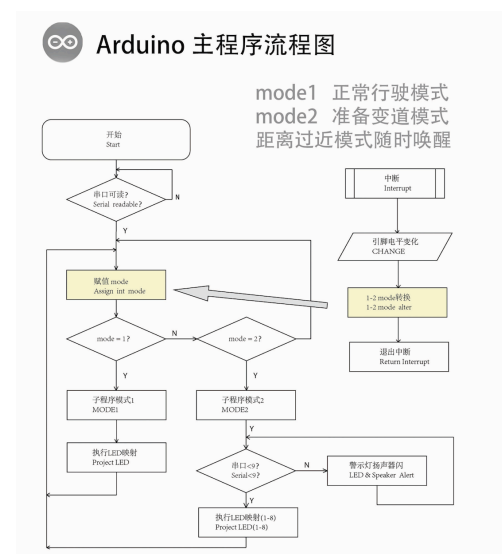


图3.16.2

3.4.3 Arduino程序设计

进过若干次迭代，最终Arduino程序设计以中断模式切换的思想为指导。如主程序流程图（图3.17）中，中断由红外遥控器触发，切换全局变量mode，在程序每执行一圈loop时会读取全局变量mode的数值。mode=1时是正常行驶模式，mode=2时是准备变道的情况。

图3.17



3.4.4 传感器模组和LED灯带

在代码测试无误后，笔者进行了传感器模组和LED灯带的搭建。笔者设计了一个以定制透明亚克力板搭建的传感器模组，集合了超声波测距、摄像头和红外遥控接收器，以及代表扬声器的蜂鸣器和代表转向灯的黄色LED。（图3.18）红外接收器负责接收来自遥控器的信号，用以切换模式。超声波传感器则用来控制工作区域。

特制的模组，让摄像头在平面上可以转动，方便在后期进行调试。

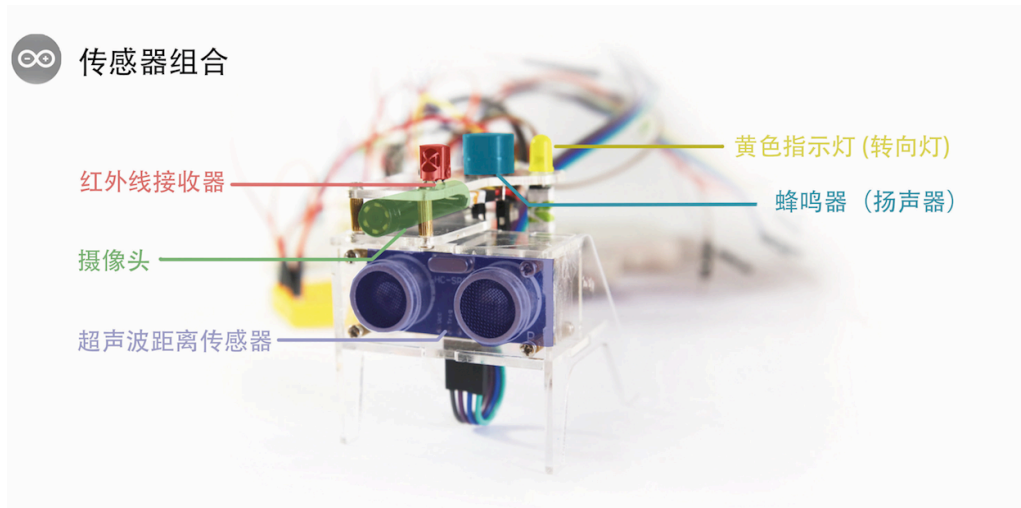


图3.18

3.5 本章小结

本章主要阐述了软硬结合的汽车内饰设计流程，从设立设计核心任务，到设立设计原则。本着突出交互设计主题的原则，着手草图发散内饰硬件设计，同时建立可交互原型，最终输出较为完整的设计原型，准备进行实际模型的搭建。

第四章 设计后期

4.1 模型制作

笔者根据效果图，使用犀牛进行数字建模。首先用线框围出一个供尺寸参考的简易模型（图 4.1）。

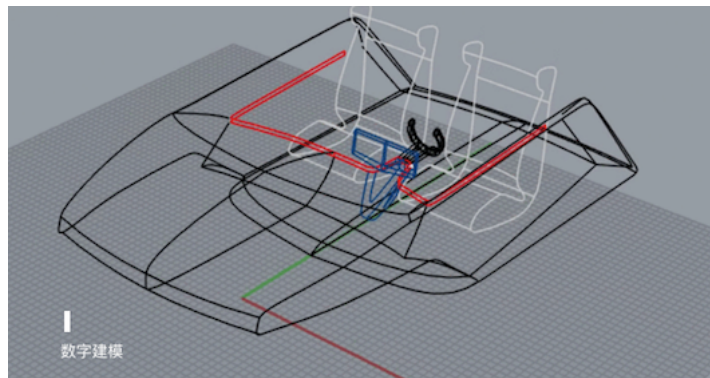


图 4.1

接下来，笔者在这个简易模型的基础上，继续进行更加细节的建模。在建模过程中，还考虑到分件与装配，最终输出一份较为接近模型制作的数据文件（图 4.2）。

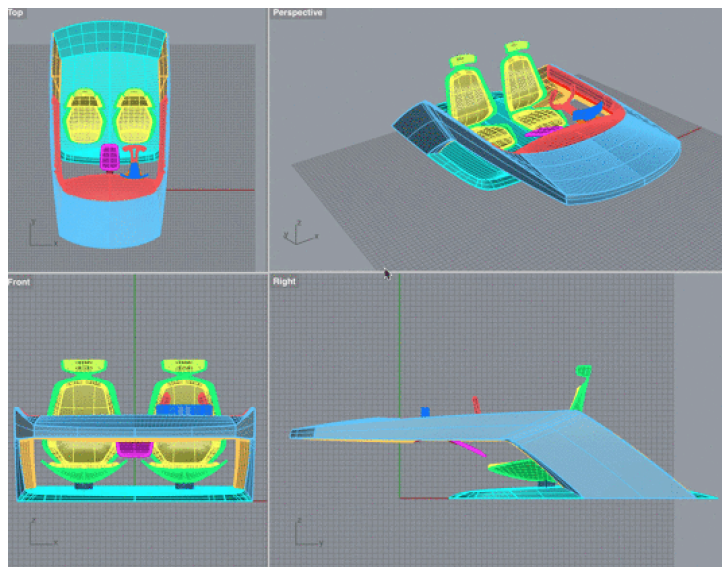


图 4.2

数字模型中，用不同的颜色进行了分件的标记。之后，笔者使用 Keyshot 软件对模型进行效果图渲染（图 4.3.1，图 4.3.2）。

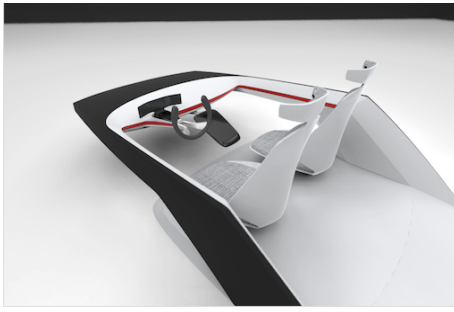


图 4.3.1

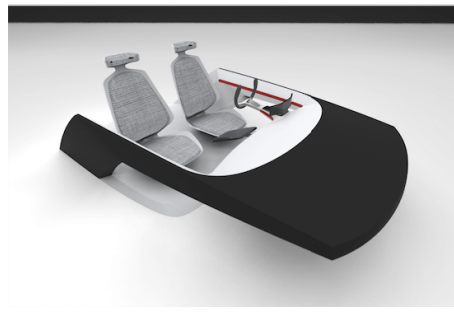


图 4.3.2

同时，笔者还制作了爆炸图（图 4.4），将共二十一个独立零部件及之间的关系展现出来。之后，模型被送往模型厂进行加工生产。

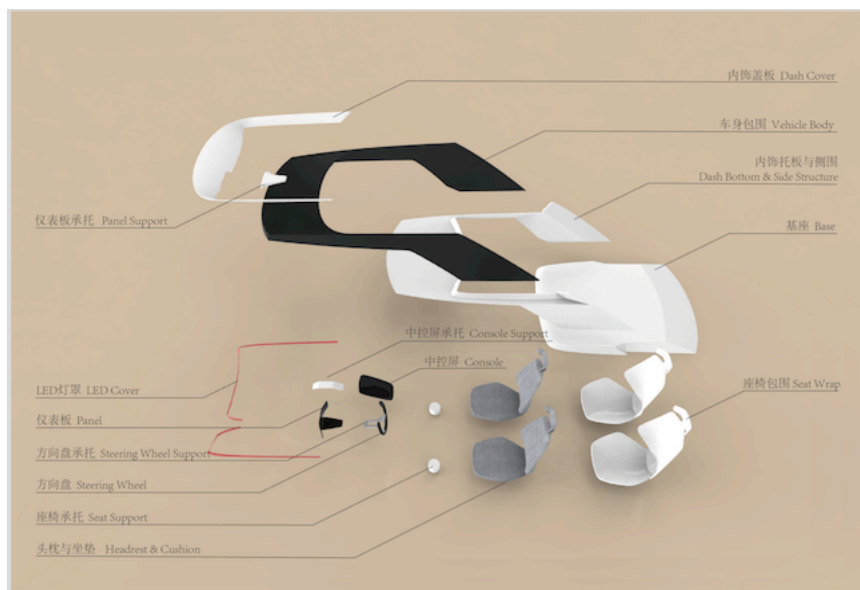


图 4.4

4.2 模型装配与调试

在模型长将可供装配、尚未完成表面处理的模型零件做好之后，笔者来到模型厂，进行线束的布置（图 4.5）

若干天后，模型厂将完成的模型送达学校，笔者开始电路的装配与调试。（图 4.6）



图 4.6

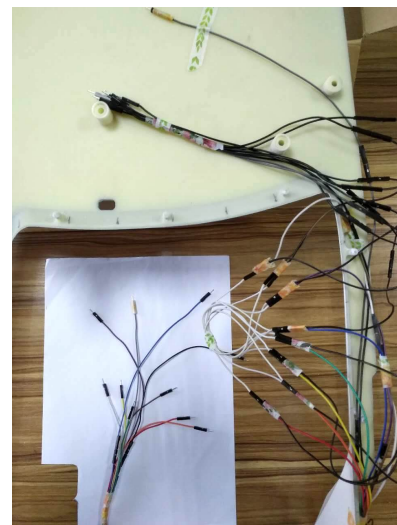


图 4.5

最终的装配完成的模型如图 4.7.1 和 4.7.2。

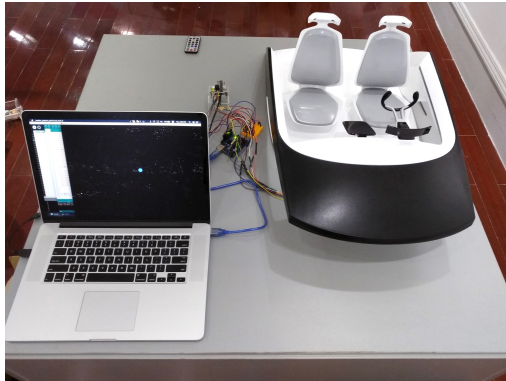


图 4.7.1

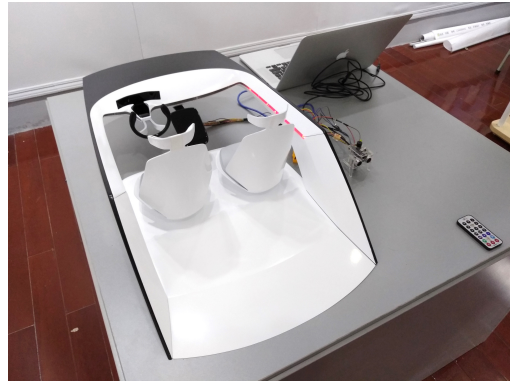


图 4.7.2

随后笔者进行了调试。主要调试在于超声波传感器与摄像头的角度，保证参观者在既定的互动范围内，能够和模型形成预想中的互动。最终，传感器与灯带工作状态符合预期，交互逻辑符合之前所预设的交互逻辑树。

4.3 本章小结

本章主要阐述了在设计方案确定后，实施最终的模型制作、搭建与调试工作。可交互的模型关乎硬件、软件，如何在不影响造型且不受造型影响的前提下，对内部电器元件进行布局，是模型实现过程中的难点。笔者在后期模型装配的时候，依旧花了不小功夫反复拆装、翻动模型，尽管在前期设计中已经将可能会用到的装备顺序考虑进去。

第五章 结论

在经历近半年时间的研究与设计工作后，最终，笔者的“增强驾驶员对车外环境感知的多通道交互设计”成果以可交互的演示模型、演示视频、海报、设计书以及论文的形式输出。

从最初课题“车内多通道交互设计”到“增强驾驶员对车外环境感知的多通道交互设计”，课题题目因为研究过程中的新发现而变化，研究切入点逐渐缩小。汽车可以被看作一个特殊的空间，在这个空间中，驾驶员的状态与身处室内的人不同，在全人工驾驶（汽车辅助）的情况下，驾驶员需要十分集中注意力，尽管车辆可以担负较多的感知任务，但在未实现全天候自动驾驶的情况下，操作逻辑上，仍然很大程度上依赖驾驶员，需要驾驶员在必要的时候接管车辆，具有较高权限。继而想要在开车时进行多任务操作，是极不安全的行为，同时也是法律所禁止的。所以研究主题由多通道交互与多任务操作，转向安全层面的，多通道交互以增强驾驶员对车外环境感知。

通过软硬结合的内饰与交互设计、依据驾驶情景建立交互逻辑树、软硬结合的演示原型（模型）设计制作，以及后期海报、演示视频等制作，本次设计任务已经基本完成。在前期调研、后期访谈中，该设计都得到了较为正面的用户反馈，大家普遍认可这样的多通道交互来增强驾驶员对外感知。

本设计具有较高的通用性，可以作为汽车后装套件，在已有产品车辆上进行改装加装。同时，在未来更有科技含量、更加灵活空间的汽车内部，这样的多通道交互将与汽车内饰的融合将会更加密切，为用户带来更加易用、爱用的体验。

参考文献

- [1] 美国国家公路交通安全管理局 NHTSA.
<https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles>.
- [2] ADAS. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_driver-assistance_systems
- [3] SAE International Technical Standard Provides Terminology for Motor Vehicle Automated Driving Systems.
http://www.sae.org/servlets/pressRoom?OBJECT_TYPE=PressReleases&PAGE=showRelease&RELEASE_ID=2715
- [4] 傅山. 工程心理学. 上海交通大学航空航天学院.
- [5] 刘浩. 基于质点-弹簧模型的实时三维布料模拟系统 [D]. 上海: 上海交通大学, 2007.
- [6] Nerdwallet. <https://www.nerdwallet.com/blog/insurance/survey-consumer-fears-self-driving-cars/>
- [7] 曾庆抒. 超以象外 虚实相生—汽车人机交互软硬界面整合设计[D].湖南大学,2016.

谢辞

行文至此，我的本科生学习已近尾声。回望四年，收获与遗憾相伴，让我走到今天这样的节点。一路上，若没有师长、同学的指导与帮助，很多困惑可能就将成为功亏一篑的致命一击。

首先，我最想感谢的是我的导师，顾振宇老师。我曾在大三暑期实习期间参与到顾老师的项目中，被顾老师的思想思考与经验折服。这些关于交互设计的思考为我拓宽了思路，为毕业设计提供了十分有价值的参考，也让我看到了交互设计在技术铺路的未来，交互设计将如何持续地服务人类。同时，顾老师在技术实现问题上也给予了我非常及时与有效的帮助，让我在最困难的时候打破僵局，顺利完成了交互原型的搭建。

我还要感谢韩老师，关于研究方法的讨论给了我更多的看问题的维度；感谢吴湛微老师，在技术实现上曾经耐心与我一起探讨分析；感谢刘春荣老师，在关于汽车设计方面给予我的经验与思考；感谢同窗手工达人徐凯文同学在搭建传感器模组上对我的知识与物料支持。这半年时间内，给予我帮助的师长与同学还有很多很多，没有你们，我的毕业设计不可能这么贴近预期，达到我心中的至美，再次衷心感谢各位！

MULTI-CHANNEL IN- VEHICLE INTERACTION

DESIGN FOR DETECTION ENHANCEMENT

To enhance driver's detection of outer-vehicle environment is one of the main topics of driving assistance and active safety technology of vehicle industry. The multi-channel interaction works with feedback from several dimensions (mainly visual and auditory channels), thus enable the driver get a more intuitive and accurate perception of the outside world, without being distracted from driving, and also free from additional cognition burden. The system focuses on mainly blind spot around the rear of a car, containing also the sides and the front. Under different circumstances the system will send out different signals or warnings, either weak or strong.

Demand

Statistic shows that every year, around 500000 traffic accidents globally, are caused directly or indirectly by the influence and ignorance of blind spot. In each passenger car, about one sixth of the driver's vision is blocked by either a pillar or a seat or another passenger. And that's the blind spot just for cars, not to mention larger vehicle like a SUV, a van or even a truck. Another survey on most desired driving assistance technology indicates that up to 42% users tend to expect for blind spot detection other than even front crash alarm.

80 percent information attained by the driver is visual feedback. With car technology developing so rapidly that cars are getting more quiet inside, one can barely hear anything from the outside, making visual sense way more crucial.

Multi-channel interaction

Unfortunately, one man can only focus his attention on a relatively small area where his eyes are focusing. Other areas out of focus are ignored by the brain unless there's something pops up in a sudden, like something flashing or really shiny, distinguished significantly from the background. Then it may arouse the attention's transfer from previous view to the flashy or shiny object. And so does hearing sense. One sudden signal of sound may arouse the prior attention, like a scaring scream.

However, information processing from multi-channel is what we human evaluated for hundreds of millions of years. We watch, hear, smell, touch and taste, to attain what we want to know about, either a hidden potential enemy or prey to be hunted. To detect, seeing and hearing collect most of the information that we need. Visual sense help us to get an idea of our surroundings. Sound, despite the background noise ignored for most of the cases, is being collected 24 by 7, 360 degrees around us, helping us to be alarmed by something approaching from outside our sight, locate them and escape. While we don't have that many enemies, but still we can follow the sound, turn and look for the sound source, and figure out what is it that interests us.

We are so used to this multi-channel information processing that we may find it so confusions or weak when we lose either eyes or ears. This is instinct programmed in our gene, helping us escape from danger.

Design

My design, is an application of such instinct. Two channels, visual and auditory, sending out signals or warning under different circumstances, giving the driver a much more instinctive and precise knowledge of outside world. And also the system can judge for the driver if he can change lane.

The design is based on a whole set of interior design. Visual signals are sent by the LED strip around the inside cabin. The strip starts from the driver's front, the steering wheel, then extend both side, through the dashboard, all the way to the driver and parallel passenger's body side. The strip can either be atmosphere light or alarm light. Unlike the classical Doppler red-blue graph, the strip shows only one color a time, fade-in and fade-out, considering the color-blind user who cannot distinguish certain colors. Also, not to confuse to the driving with meaning of each color, whether the object is approaching or departing.

Sound signals are sent from the stereo speaker installed inside headrest. Being stereo speaker means processed sound from outside world can be transmitted to the driver with the dimension of location, indicating where the sound source is. Also, such speaker can also be used as private music player or phone which keeps the driver's privacy yet not disturbing other occupants. Additionally, the parallel passenger seat has a set of stereo speakers as well.

Interaction structure

Interaction structure is set according to driving scenario. Main situations are following three: normal driving, preparing to change lane, and getting too close to another vehicle.

Under normal driving mode, the driver will not change lane. He may only drive in his own lane, following the previous car or just cruising under a pre-set speed. The system tends not to disturb the driver. It will gently indicate the passing car with LED strip only on the side. The driver may realize that there's something approaching or passing by, or may not. It depends. It just kindly shines there. The speaker signal can be turned off manually by the driver if he wants to enjoy the Hi-Fi music while cruising along the highway.

When the driver turns on turning signals, the system turns into "preparing to change lane" mode, which means sensors and alarm signal getting more sensitive. When another car is approaching, the system will come to calculate the motion of it. When the other car comes to a certain distance, the LED strip is lighted first, indicating driver that someone is approaching, and speaker will play sound from the direction of sound source. If the other car slows down and give way as the system detects, the system will remain current condition, telling the driver to turn or change lane carefully. If the other car insists on passing, the system will immediately send strong alarm to the driver, including all the LED strip on this side shining and speaker on this side beeping, stopping the driver from further turning until the driver turn off the turning signal.

The third situation is often seen when the driver is distracted from something outside or nearly falling asleep when he barely has control of the vehicle, and the vehicle slides away. When it's about to crash into another car, the system will send strong alarm on this side telling the driver there's danger of getting too close to each other and crash.

Interactive prototype

This prototype includes two parts. One is a one fourth scale modal, another is modal of multiple sensors.

The modal is made in the modeling software, made sketches and PS rendering erected from paper. Considering that there will be bunches of wires and LED bulbs inside, I didn't just finish the look of the interior, but also modeled the structure inside. This saved a lot of time when I communicated with engineers from the model workshop. He followed my design and didn't made too much change on the structure where wires and LED bulbs are placed.

Another part, the electrics, is the essence of the whole interactive prototype demo. The electrics is composed of two parts as well: sensors, which do the input work; LED bulbs and a speaker, the output part. Sensors contains a camera, an ultra-red RC receiver and an ultra-sonic distance sensor. The camera is in charge of motion detection and tracking. The camera uploads real-time video to Processing (a software for visual art). Processing will compare each frame from the video and track the different pixels, which is the moving object. Ultra-sonic distance sensor is in charge of setting the working area. When a visitor walks into the working area, the whole system will then respond. RC receiver receive signal from the controller and switch modes. All the sensors and output electrics are connected to Arduino UNO board, where the calculation happens and output signals are sent.

How to play with the modal

A visitor is supposed to be a car on the nearby lane. When the visitor walks into the detecting area, which is set by the ultra-sonic distance sensor, relatively a pretty close position to the vehicle, the system starts. The default mode is normal driving mode, under which the LED bulbs follow the visitor gently. Visitor can switch mode by pressing any button on the remote controller. When it comes to the second mode, system gets more sensitive. When the visitor passes a certain position, as if the other car doesn't slow down and insists on taking over, the system alarms hard, with all the LED bulbs shining, and speaker beeping.

Conclusion

The design is an interaction of both inside and outside the car. It is based on the knowledge of mainly interaction design, also joined with driving safety principle, human cognitive principles. From further interview with drivers, the design is considered as a meaningful innovation on vehicle safety issue.