

智能驾驶会给人类
带来哪些影响？



知 能驾驶一百问

主 编 李德毅

副主编 刘玉超 张新钰



国防工业出版社

National Defense Industry Press

中国人工智能学会
中国指挥与控制学会

高级科普读物



智能驾驶一百问

主 编 李德毅
副主编 刘玉超
张新钰

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

智能驾驶一百问/李德毅主编. —北京: 国防工业出版社, 2016.6

ISBN 978-7-118-10854-5

I. ①智… II. ①李… III. ①汽车驾驶—自动驾驶系统—
问题解答 IV. ①U463.8-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 111476 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 3 $\frac{3}{4}$ 字数 90 千字

2016 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 20.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717



序

PREFACE

汽车进入人类生活,以孤立的模式运行,已有百余年历史。当前汽车电子技术的发展日益成熟,车辆动力学性质也相当完善。智能驾驶的出现正是建立在汽车工业发展成熟的基础上,主要改变的不是车辆的动力学性质,而是驾驶过程中人与车的关系。

众所周知,所有交通事故中 70% 以上的原因来自于驾驶员注意力分散、判断错误、疲劳驾驶、酒后驾驶和操纵不熟练等,造成对方向盘、制动和油门控制不当。智能驾驶就是要从根本上改变人工孤立的车辆驾驶方式,把人从低级、繁琐、持久的驾驶活动中解脱出来,告别疲劳驾驶,实现安全、便捷的交通!借助传感器、自动化和人工智能等信息技术来实现零追尾、零碰撞、零死亡,进而可望改变整个社会交通状况。

早在 20 世纪初,一些企业和研究机构就已经着手研究与无人车相关的智能驾驶技术,美国国防部 DARPA 也举办了多届无人车比赛,只是技术还不成熟,研究相对封闭,不被社会关注。2009 年,搜索引擎巨头谷歌公司向社会发布了其研制的智能驾驶汽车,随后奔驰、奥迪、沃尔沃、苹果、乐视、百度、阿里等许多车企和 IT 公司都纷纷加入智能车的研究行列,并推出了自己的智能驾驶技术产品,智能车逐渐成为百姓茶余饭后热议的一个话题。

中国在国家自然科学基金委“视听觉认知计算”重大计划的带动下,近年来智能驾驶技术得到快速发展。2011 年 7 月,国防



科技大学红旗 HQ3 完成长沙至武汉高速道路无人驾驶；2012 年 11 月，军交猛狮 3 号车完成由第三方测试的京津高速无人驾驶，最高时速 110 千米，央视全程直播；2015 年 8 月，在三轮、拖拉机、农用车混杂的郑开大道，宇通智能公交车顺利通过了开放城际快速路无人驾驶的第三方专家测试，属世界首创，被美国著名的《连线》杂志报导；2015 年 12 月，百度智能汽车在北京 G7 京新高速和五环路上完成无人驾驶试验，最高时速达 100 千米。一时间关于智能车试验、比赛的新闻报导铺天盖地，智能驾驶时代真的要来了！

智能驾驶是 IT 界和汽车界的跨界融合，IT 技术的快速发展要颠覆传统汽车行业，还是汽车行业借助 IT 技术渐进式发展？智能驾驶涉及了哪些具体技术？如何改变人与车之间的交互关系？智能驾驶又会给人类社会带来哪些改变？……。为解答这些疑问，我们编写了《智能驾驶一百问》。不同于一般的科普读物，我们把这本书定位在高级科普，既可以让大众百姓了解智能驾驶的基本知识，又可以供技术人员查阅智能驾驶技术相关的术语、概念和方法。

本书涉及到大众科普和专业知识两个层面的内容，不同问题对读者背景知识要求亦有差异，相比通篇阅读，我们更希望大家提供一个与智能驾驶相关问题的查阅工具。书中如有不当之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

2015 年 12 月于北京



目录

CONTENTS

1. 智能驾驶就是无人驾驶吗? / 1
2. 汽车人、IT人、老百姓都在谈智能驾驶, 现在为什么这么火? / 2
3. 智能驾驶是颠覆性技术吗? / 4
4. 汽车的发展到了一个新阶段吗? / 5
5. 世界上第一辆智能驾驶车什么样? / 5
6. 哪些国外研究机构在关注智能驾驶? / 6
7. 哪些国外公司在关注智能驾驶? / 9
8. 哪些国内研究机构在关注智能驾驶? / 11
9. 哪些国内公司在关注智能驾驶? / 13
10. 国外智能驾驶有哪些竞赛活动? / 14
11. 国内智能驾驶有哪些竞赛活动? / 16
12. 智能驾驶是IT人在倒逼汽车人吗? / 20
13. 什么是智能驾驶的渐进式发展路线? / 20
14. 什么是智能驾驶的颠覆性发展路线? / 21
15. 智能驾驶能减少交通事故吗? / 22
16. 智能驾驶能促进节能减排, 减少尾气排放吗? / 23
17. 什么是智能驾驶的公路“火车”? / 24
18. 如何看待智能驾驶涉及的法律问题? / 25
19. 智能驾驶与智能交通什么关系? / 27
20. 什么是驾驶辅助系统? / 28
21. 智能驾驶时代人与汽车是什么关系? / 29
22. 智能驾驶是一个系统工程, 涵盖哪些技术领域? / 30
23. 智能驾驶的系统架构如何划分? / 31



24. 智能驾驶中反映什么科学问题? / 32
25. 智能驾驶智能化程度如何分级? / 33
26. 智能驾驶如何实现环境感知? / 35
27. 能否找到一个完美的传感器完成智能驾驶? / 36
28. 智能驾驶中使用哪些视觉传感器? / 38
29. 什么是全景视觉技术? / 39
30. 智能驾驶中使用哪些雷达传感器? / 40
31. 激光雷达传感器具有哪些优缺点? / 41
32. 智能驾驶中激光雷达的用途? / 42
33. 什么是毫米波雷达? / 43
34. 什么是超声波雷达? / 44
35. 什么是卫星导航系统? / 45
36. 什么是 RTK 技术? / 46
37. 什么是惯性导航? / 47
38. 智能驾驶中惯性导航具有哪些优缺点? / 48
39. 智能驾驶需要感知哪些车身姿态? / 48
40. 智能驾驶需要感知哪些车身状态? / 49
41. 什么是驾驶地图? / 50
42. 驾驶地图包含哪些组成要素? / 50
43. 驾驶地图是一种传感器吗? / 51
44. 驾驶地图可以对感知起到什么作用? / 51
45. 驾驶地图是安装在车上, 还是云服务? / 52
46. 智能驾驶中感知态势融合以谁为基准? / 53
47. 智能驾驶中是否需要听觉感知? / 53
48. 如何确定智能驾驶传感器配置方案? / 55
49. 智能驾驶是否一定要 360° 全景感知, 可以有盲区吗? / 56
50. 智能驾驶如何识别红绿灯、路边指示牌信息? / 57
51. 驾驶行为中存在哪些不确定性? / 57
52. 智能驾驶中感知是否可以替代认知? / 58
53. 智能驾驶如何体现选择性注意? / 59



54. 如何实现智能驾驶中多传感器融合? / 59
55. 什么是路权? / 60
56. 智能驾驶的公路“火车”可以节省路权吗? / 62
57. 什么是智能驾驶的一次规划? / 62
58. 什么是智能驾驶的二次规划? / 63
59. 什么是智能驾驶中的 SLAM 技术? / 63
60. 什么是驾驶脑? / 64
61. 如何构建一个驾驶脑? / 65
62. 什么是驾驶态势 CT 图簇? / 68
63. 什么是驾驶认知的图表达语言? / 69
64. 基于驾驶脑的智能车架构如何实现? / 72
65. 智能车架构中包含哪些通用支撑模块? / 73
66. 什么是寻的驾驶? / 76
67. 如何实现寻的泊车? / 77
68. 智能驾驶可否自学习驾驶行为? / 78
69. 如何实现智能车的智商测试? / 79
70. 如何实现智能驾驶的车辆平台改造? / 81
71. 如何实现智能车发动机控制? / 82
72. 如何实现智能车转向控制? / 83
73. 如何实现智能车刹车控制? / 85
74. 如何实现智能车挡位控制? / 86
75. 如何实现智能车信号控制? / 87
76. 如何改造智能车电源系统? / 87
77. 智能车车载电路存在哪些干扰? / 88
78. 人机交互在智能驾驶中的作用? / 88
79. 目前有哪些主流智能车人机交互系统? / 89
80. 智能车对车载计算机有哪些需求? / 93
81. 什么是 CAN 总线技术? / 93
82. 智能车内部包含哪些网络和总线? / 94
83. CAN 总线在汽车电子中的成功主要凭借什么特性? / 95



84. 汽车电子技术发展分为哪些重要阶段? / 96
 85. 当前汽车电子技术发展的焦点是什么? / 97
 86. 未来汽车电子技术将如何发展? / 98
 87. 当前有哪些主流汽车电子产品? / 99
 88. 如何设计双驾双控智能车总线? / 100
 89. 将智能驾驶中的控制模块归于车辆动力学? / 102
 90. 智能车纵向与横向控制的核心算法? / 102
 91. 智能车系统健康状态如何监测? / 104
 92. 如何实现智能车自适应错误修复机制? / 104
 93. 什么是车载自动诊断系统? / 105
 94. 智能驾驶是我国车企跨界创新的机遇吗? / 106
 95. 智能驾驶技术可以辐射到那些领域? / 107
 96. 智能驾驶在军用与民用上有什么区别? / 107
 97. 包括智能驾驶在内的机器人时代真的来了吗? / 108
 98. 云机器人将来的更快? / 110
 99. 智能驾驶何时走入大众百姓家? / 110
 100. 智能驾驶会对哪些行业形成冲击? / 111
- 致谢 / 112
- 参考文献 / 113



1

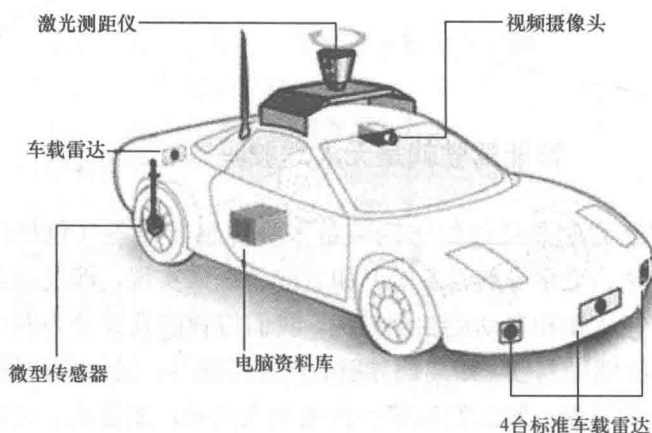
智能驾驶就是无人驾驶吗？

智能驾驶是通过给车辆装备多种传感器设备（包括摄像头、雷达、卫星导航设备等）和智能系统来实现，涉及动态感知、智能认知和自动控制全过程。我们将智能驾驶分为四个阶段：离线辅助驾驶，如高德导航、预警提醒等；局部自动驾驶，如自适应巡航、紧急制动等；自主无人驾驶，如谷歌、百度等很多智能车研究项目都属于一类；人机共驾，主要是实现以人为本的人机协同共驾，如骑士和马的关系。

智能驾驶改变了驾驶过程中人与车之间的关系，既可以通过自动驾驶将人从低级、持久、繁琐的驾驶活动中解放出来，又可以在智能车难以判断的复杂和危险情况下，将驾驶权移交车内乘员，自动驾驶与人工驾驶自然切换，通过人机交互让人与机器和谐相处。因此，智能驾驶不能简单等同于无人驾驶，真正的无人驾驶更多用于军事领域，在危险、复杂环境执行任务，车内没有乘员。图 1 展示了谷歌智能车及其传感器配置。



(a) 外形



(b) 传感器配置

图1 谷歌智能车及其传感器配置

2

汽车人、IT人、老百姓都在谈智能驾驶，现在为什么这么火？

智能驾驶集位置服务、车联网和机器人技术于一身。当前，信息技术和智能制造成为热点，无论是实践云计算、物联网，还是研发机器人，智能驾驶都被推到风口浪尖，占有重要位置。



位置服务是最接地气的云计算。云计算与定位导航结合，催生位置服务。这种位置服务无人不用，无时不需，无所不在，成为基础设施。不仅是互联网、云计算服务商，乃至全社会，人人物物需要位置导航服务。图2为位置服务示意图。

车联网是最接地气的物联网。物联网在国外最早起源于智能交通，车联网技术占到物联网技术应用的20%~30%，车联

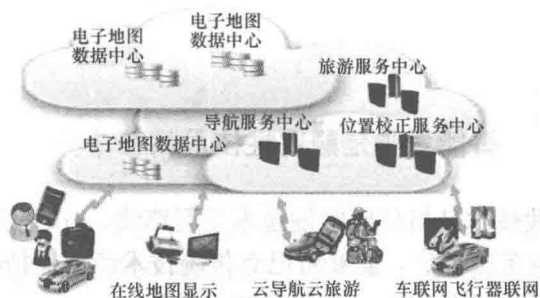


图2 位置服务

网是最易于落地的物联网产业，如图3所示。从车联网的角度研究包括有人和无人驾驶在内的不同车辆群体的驾驶行为，驾驶路线及道路流量等分布，并为无人驾驶车辆和驾驶员辅助驾驶提供低成本的云计算服务平台。

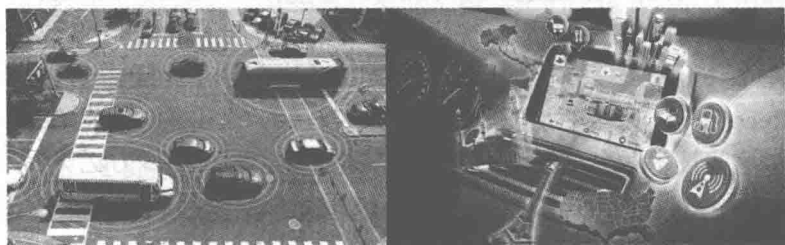


图3 车联网

智能车是不带情绪的轮式机器人。轮式机器人是集新材料、新工艺、新能源、机械、电子、移动通信、全球定位导航、移动互联网、云计算、大数据、自动化、人工智能、认知科学、乃至人文艺术等多个学科、多种技术于一身的人造精灵，是人联网、物联网不可或缺的终端设备，是人类社会走向智慧生活的重要伴侣，将引发人人联网、物物联网的崭新形态，也将改变人类的生产活动、经济活动和社会生活。



3

智能驾驶是颠覆性技术吗？

颠覆性技术是指打破常规技术发展路线、另辟蹊径的新技术，其影响范围深广，能够对已有传统技术或主流技术的继续使用产生颠覆性效果，是一种跨越式发展。

2013年麦肯锡全球研究院发布分析报告，罗列了将对2025年生活、商业和全球经济产生重大影响的12项颠覆技术，分别是移动互联网（Mobile Internet）、知识工程自动化（Automation of Knowledge Work）、物联网（Internet of Things）、云技术（Cloud Technology）、先进机器人（Advanced Robotics）、自主或近自动驾驶汽车（Autonomous or Near-autonomous Vehicles）、下一代基因组学（Next-generation Genomics）、储能技术（Energy Storage）、3D打印（3D Printing）、先进材料（Advanced Materials）、先进油气勘探开采（Advanced Oil and Gas Exploration and Recovery）、可再生能源（Renewable Energy）”。据估算，到2025年这些技术对全球经济的直接影响将达14万亿到33万亿美元。从图4可以看出，前五项颠覆性技术都与智能驾驶息息相关。



图4 前五项颠覆性技术



4

汽车的发展到了一个新阶段吗？

汽车的发展改变了人类生活。1885年，德国工程师卡尔·奔驰发明四行程汽油发动机三轮汽车，第一辆汽车诞生并获得专利；1893年，法国使用车牌，发放驾驶证；1913年，美国福特公司流水线大批量生产汽车；1981年，德国大众汽车公司累计生产了2000万辆“甲壳虫”，成为当时世界上生产时间最长产量最多的车型；1993年，日本汽车产量超过美国跃居世界第一。在19世纪末，汽车制造业主要体现在个体手工制作。20世纪中叶发展成规模化生产，单一车型在流水装配线上大规模作业，形成量产。20世纪末，汽车制造业形成了精细化的生产管理，采用标准化零部件，通用动力总成，汽车制造实现平台化。到了21世纪，在模块化的通用平台上实现汽车跨车型、跨级别的规模生产，包括从车体架构到智能驾驶在内的模块划分、标准设计、个性化定制、柔性制造、灵活组装和敏捷生产。



汽车制造业的核心竞争力从19世纪的底盘、轮胎、机械、传动、车身，发展到20世纪的发动机、电气、被动安全、能源、排放，最后转移到21世纪的模块化、汽车电子、主动安全、智能驾驶。当前，新能源和电子信息技术正在挑战人工孤立驾驶汽车的状态，可望改变整个汽车工业和整个交通状况。

5

世界上第一辆智能驾驶车什么样？

早在1939年纽约世界博览会上，美国通用汽车公司首次展



出了智能驾驶概念车 Futurama。1958 年,美国无线电公司(Radio Corporation of America, RCA)和通用集团联合,对外展示了智能驾驶汽车原型。依赖于预埋线圈的道路设施,车辆可以按电磁信号指示确定其位置与速度,控制方向盘、油门和刹车。

自 20 世纪 80 年代,在美国国防部先进研究项目局(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)的支持下掀起了智能车技术研究热潮。1984 年由卡耐基梅隆大学研发了全世界第一辆真正意义的智能驾驶车辆。该车辆利用激光雷达、计算机视觉及自动控制技术完成对周边环境的感知,并据此做出决策,自动控制车辆,在特定道路环境下最高时速可达 31 千米。图 5 为第一辆真正意义的智能驾驶车辆。



图 5 第一辆真正意义的智能驾驶车辆

6

哪些国外研究机构在关注智能驾驶?

20 世纪 90 年代,美国交通部(United States Department of Transportation)成立自动高速公路系统(Automated Highway System, AHS)计划,由通用汽车公司、加州大学伯克利分校、



卡耐基梅隆大学等参与研发，1997 年向媒体及公众展示了超短路权跟车行驶、混入正常交通流行驶等演示科目。卡耐基梅隆大学的智能驾驶车辆 Navlab 5，于 1995 年完成了从匹兹堡到圣迭戈共约 4585 千米的智能驾驶试验。试验过程中，Navlab 5 自主控制方向盘，油门和刹车则由驾驶员控制，自动控制方向盘里程占总里程比例达到 98.2%。1997 年 8 月，美国加州大学伯克利分校提出 PATH（Partners for Advanced Transit and Highways）计划，针对小汽车、公交车、卡车等不同的车辆平台进行了 11 次智能驾驶公开试验，演示了自适应巡航、超车换道、车辆编队等功能。图 6 为卡耐基梅隆大学 Navlab 5 智能驾驶车，图 7 为美国 PATH 计划智能公路系统试验。

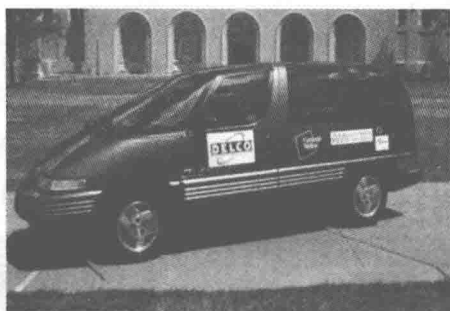


图 6 卡耐基梅隆大学 Navlab 5 智能驾驶车

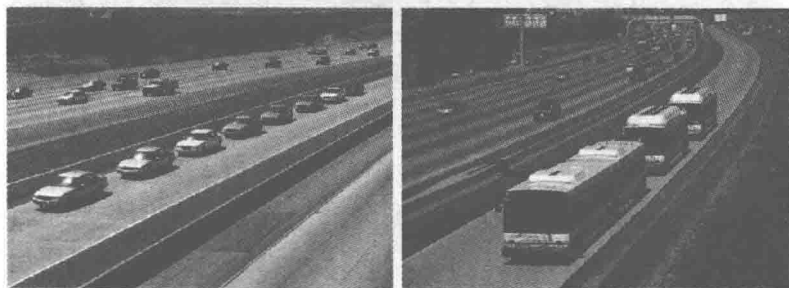


图 7 美国 PATH 计划智能公路系统试验



1987年起,欧洲开展了普罗米修斯(Programme for a European Traffic of Highest Efficiency and Unprecedented Safety, PROMETHEUS)项目,持续8年,总投资7.49亿英镑,由慕尼黑联邦国防军大学、戴姆勒奔驰、宝马、标致、捷豹等著名研发机构和汽车企业联合参与。1994年,智能驾驶车辆 VaMP 和 VITA-2 在高速公路上混入正常交通流行驶,最高时速达130千米,并演示了包括巡线行驶、跟驰行驶、编队行驶、超车换道等项目。与美国同期 Navlab 5 智能驾驶车辆不同, VaMP 和 VITA-2 的方向盘、油门、刹车由车辆协同自主控制。

1996年,意大利帕尔马大学视觉实验室 Vislab 创立 ARGO 项目,利用计算机视觉完成车道标线识别,控制车辆行驶。1998年,其智能驾驶车辆在意大利北部公路完成历时6天,约1900千米的测试,平均车速达90千米/小时,94%的路段智能驾驶,最长连续智能驾驶55千米。该车辆只装备了两台市售黑白摄像头,CPU主频仅为200兆赫。图8分别为 VaMP 与 ARGO 智能车。



(a)

(b)

图8 VaMP (a) 与 ARGO (b) 智能车

2011年,柏林自由大学研发的智能驾驶车辆柏林精神(Spirit of Berlin)和德国制造(Made In Germany)完成城区智能驾驶测试,顺利完成拥堵交通流、交通信号灯及环岛通行等诸多项目。图9为柏林自由大学智能驾驶车辆。