



清华大学
Tsinghua University

曹重



基本资料

水木学者博士后
车辆与运载学院，清华大学
电话：18810456803
邮箱：caozhong@tsinghua.edu.cn
研究方向：自动驾驶决策规划，可信赖强化学习，长尾场景下的持续学习

工作经历

2020.12 至今 博士后，车辆与运载学院，清华大学，合作导师：杨殿阁

教育背景

2011.08 - 2015.07 学士，汽车工程系，清华大学
2015.09 - 2020.10 博士，车辆与运载学院，清华大学，导师：杨殿阁 教授
2017.09 - 2019.09 联培博士，机械工程系及 Mcity，美国密歇根大学，导师：Prof. Huei Peng

科研项目

2022.01 至今 国家自然科学基金青年基金，自动驾驶汽车可信赖的强化学习决策方法，项目负责人，30 万
2021.11 至今 中国博士后科学基金面上资助，面向长尾场景的自动驾驶汽车决策持续学习方法研究，项目负责人，8 万
2021.04 - 至今 清华-丰田联合研究中心，类脑认知与决策方法，主要课题负责人，160 万
2018.03 - 2021.03 北京市科技冬奥项目，全天候多车型自动驾驶技术开发及首钢园区功能示范，技术骨干，4800 万
2018.01 - 2019.12 北美丰田研究院(TRI)项目，Intelligent and Automatic Motion Planning for Self-Driving Vehicles，技术骨干

关键成果

- 自动驾驶汽车规则与自学习混合决策方法
 - 实现自动驾驶汽车基于强化学习决策的百公里开放道路测试，通过 65 项功能场景的第三方测试
 - 服务于北京科技冬奥自动驾驶示范项目
- 面向长尾场景的自动驾驶汽车决策可信持续学习方法
 - 实现了自动驾驶汽车对长尾场景的在线应对与持续提升
- 具有自学习能力的自动驾驶汽车全栈算法平台
 - 已应用于多款自动驾驶车型（小鹏 G1/G3，北汽福田货车，北汽极狐等）
 - <https://gitlab.com/umvdl/zzz/zzz>

奖励称号

- 2021.10 中国汽车工程学会优秀博士论文提名奖
2020.12 清华大学水木学者称号
2019.07 CARLA 自动驾驶仿真挑战赛决策组第二名, 本人排序 1/3

学术论文

1. **Cao Z**, Xu S, Yang D et al., Confidence-Aware Reinforcement Learning for Self-driving Cars, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (SCI 检索, IF:6.492)
2. **Cao Z**, Yang D et al., Highway exiting planner for automated vehicles using reinforcement learning, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2020 (SCI 检索, IF:6.492)
3. **Cao Z**, Yang D et al., Monocular Connected-Vehicle Position Estimation on Sloping and Uneven Roads, IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 2020 (SCI 检索, IF:3.294)
4. **Cao Z**, Yang D et al., A geometry-driven car-following distance estimation algorithm robust to road slopes, Transportation Research Part C:Emerging Technologies, 2019 (SCI 检索, IF:8.089)
5. **Cao Z**, et al., Trustworthy Safety Improvement for Autonomous Driving Using Reinforcement Learning, Transportation Research Part C, 2022 (SCI 检索, IF:8.089)
6. **Cao Z**, et al., LiDAR-based Object Detection Failure Tolerated Autonomous Driving Planning System, 2021 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV) (EI 检索)
7. **Cao Z**, Yang D et al., End-to-End Adaptive Cruise Control Based on Timing Network, Society of Automotive Engineers (SAE)-China Congress, 2017 (EI 检索)
8. **Cao Z**+, Zhong Y+, Zhu M, et al. CLAP: Cloud-and-Learning-compatible Autonomous driving Platform[C], 2020 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV) (EI 检索)
9. **Cao Z**, et al., Autonomous Vehicle Disengagement Case Imagination for Driving Policy Continual Learning, The 2022 International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (Under Review)
10. Liu J., Zhou W., Wang H., **Cao Z***, et al., Road Traffic Law Adaptive Decision-making for Self-Driving, Vehicles, IEEE 25th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) (Under Review)
11. Liu J., **Cao Z***, et al., PNNUAD: Perception Neural Networks Uncertainty Aware Decision-Making for Autonomous Vehicle, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (Second Round Review)
12. Xu S., Zidek R, **Cao Z**, Lu, et al., System and Experiments of Model-Driven Motion Planning and Control for Autonomous Vehicles, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems (SCI 检索, IF: 13.451)
13. Yang D, Zhao D, Jiang K, Yu L, **Cao Z** et al. Intelligent and connected vehicles: Current status and future perspectives, Science China Technological Sciences, 2018 (SCI 检索, IF:2.180)
14. Feng S, Zhang Y, Li S, **Cao Z**, et al. String stability for vehicular platoon control: Definitions and analysis methods[J]. Annual Reviews in Control, 2019. (SCI 检索, IF: 4.759)
15. Liu X., **Cao Z**., et al., Sim2Real Gap Aware Driving Environment Establishment for Safe Policy Generation, IEEE 25th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), (Under Review)

16. Zhou W., **Cao Z.**, et al., Long-Tail Prediction Uncertainty Aware Trajectory Planning for Self-driving Vehicles, IEEE 25th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), (Under Review)
17. Zhou W., **Cao Z.**, et al., Identify, Estimate and Bound the Uncertainty of Reinforcement Learning for Autonomous Driving, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (Second Round Review)
18. Jiao X., **Cao Z.**, et al., A General Autonomous Driving Planner Adaptive to Scenario Characteristics, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2022 (SCI 检索, IF:6.492)
19. Zhou W, Jiang K, **Cao Z.** et al. Integrating Deep Reinforcement Learning with Optimal Trajectory Planner for Automated Driving, IEEE 23th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2020 (EI)
20. Deng N., **Cao Z.** et al. Adapt the Driving Policy to Local Traffic before Entering the New Area, IEEE 24th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2021 (EI)
21. Deng N, Jiang K., **Cao Z.**, Yang D, et al. Decision-oriented Driving Scenario Recognition based on Unsupervised Learning, The 20th and 21st Joint COTA International Conference of Transportation Professionals 2021 (EI 检索)
22. Yang D, Jiao X, Jiang K, **Cao Z.** Driving Space for Autonomous Vehicles[J]. Automotive Innovation, 2019 (EI 检索)
23. 焦新宇, 杨殿阁, 江昆, **曹重**; 基于端到端学习机制的高速公路行驶轨迹曲率预测, 汽车工程, 2017 (EI 检索)
24. Liu C, Jiang K, Xiao Z, **Cao Z** et al., Lane-level route planning based on a multi-layer map model, IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2017 (EI 检索)
25. Zhong Y, Wang S, Xie S, **Cao Z** et al., 3D scene reconstruction with sparse LiDAR data and monocular image in single frame, SAE International Journal of Passenger Cars-Electronic and Electrical Systems, 2017 (EI 检索)
26. Zhu M., Ghaffari M., Zhong Y., Lu P., **Cao Z.**, Eustice R., Peng H., Monocular Depth Prediction through Continuous 3D Loss, IROS, 2020 (EI 检索)
27. Qin Z, Luo Y, **Cao Z.**, Li K, A Novel Three-Planetary-Gear Power-Split Hybrid Powertrain for Tracked Vehicles, SAE Technical Paper, 2018 (EI 检索)

发明专利

1. 杨殿阁, **曹重**等, 一种面向自动驾驶汽车的可信赖学习型决策方法 (申请)
2. 杨殿阁, **曹重**等, 一种基于规则与学习模型的无人驾驶汽车驶离高速的方法, 2018115242834 (审查)
3. 杨殿阁, **曹重**等, 一种基于特征点在线动态标定的单目视觉车辆定位方法, 2017113842463 (已授权)
4. 杨殿阁, **曹重**等, 一种利用车联网获取前车特征的单目视觉车辆测距方法, 2017105953002 (已授权)
5. 杨殿阁, 谢诗超, 江昆, 钟元鑫, 肖中阳, **曹重**等, 一种激光雷达点云与视觉图像映射关系快速精确标定方法 (已授权)

6. 连小珉, 杨殿阁, 李江涛, **曹重**等, 一种电子地图高效寻路的道路连接逻辑化方法及应用, 2016103698796
7. 杨殿阁, 连小珉, 肖中阳, 李江涛, **曹重**等, 一种考虑内部代价并支持快速寻路的路口模型, 2016103698936 (已授权)
8. 杨殿阁, 肖中阳, 江昆, 焦新宇, 谢诗超, 柳超然, **曹重**, 一种面向无人驾驶的拟人化参考轨迹规划方法, 2017105598903 (已授权)
9. 连小珉, 杨殿阁, 李江涛, 柳超然, 肖中阳, **曹重**, 一种逻辑路网模型下的路径自适应快速获取方法, 2016103695980 (审查)
10. 杨殿阁, 周韬华, 江昆, **曹重**等, 基于地图感知容器的多车联合感知信息时空统一方法 (申请)
11. 江昆, 周韬华, 杨殿阁, **曹重**等, 一种面向多车联合感知的高精度地图感知容器设计方法 (申请)
12. 江昆, 杨殿阁, 周韬华, **曹重**等, 基于有限控制量与滑动时间窗的多源异步信息融合方法, 2022102401434 (申请)
13. 杨殿阁, 邓楠山, 江昆, **曹重**等, 一种自动驾驶场景自动识别方法, 2021113375477 (实质审查)
14. 杨殿阁, **曹重**, 周伟韬, 邓楠山, 焦新宇, 一种面向自动驾驶汽车的可信赖学习型决策方法, 2021112469725 (申请)
15. 江昆, 杨蒙蒙, 刘小钰, 杨殿阁, **曹重**, 周伟韬, 邓楠山, 一种基于真实接管数据的自动驾驶决策危险场景加速生成方法 (申请)
16. 杨殿阁, 江昆, 周伟韬, **曹重**, 邓楠山, 刘小钰, 基于自举式不确定性估计的自动驾驶强化学习运动规划方法 (申请)
17. 李骏, 王红, 刘家欣, **曹重**, 实现自动驾驶决策的方法、装置、计算机存储介质及终端, 2022100243578 (实质审查)
18. 江昆, 邓楠山, 杨殿阁, **曹重**, 周伟韬, 一种考虑动态道路结构信息的强化学习自动驾驶决策方法 (申请)
19. 江昆, 杨殿阁, 周伟韬, **曹重**, 邓楠山, 基于反应式模型的驾驶场景推演环境重构方法 (申请)
20. 杨殿阁, 周伟韬, **曹重**, 江昆, 自动驾驶车辆的决策算法的生成方法、系统及车辆, 2021116588634 (申请)
21. 江昆, 杨殿阁, 周伟韬, **曹重**, 邓楠山, 刘小钰, 驾驶场景环境模型的不确定性分析方法 (申请)