



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112106001 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 05

(21) 申请号 201980030535.4

(22) 申请日 2019.05.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112106001 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(30) 优先权数据
62/669,215 2018.05.09 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.11.06

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/031304 2019.05.08

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/217545 EN 2019.11.14

(73) 专利权人 上海丰豹商务咨询有限公司
地址 200241 上海市闵行区紫星路588号2
幢14层205室

(72) 发明人 丁璠 冉斌 程阳 李深 张震
周扬 谭华春 董硕煊 陈天怡
李小天 石昆松

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249
专利代理师 陈国强

(51) Int. Cl.
G05D 1/221 (2024.01)

(56) 对比文件
CN 107564268 A, 2018.01.09
CN 110895877 A, 2020.03.20
CN 116153058 A, 2023.05.23
US 2022078589 A1, 2022.03.10
来飞. 关于汽车自动化驾驶系统发展的认识. 西南汽车信息. 2016, 第2-10页.

审查员 常玉洁

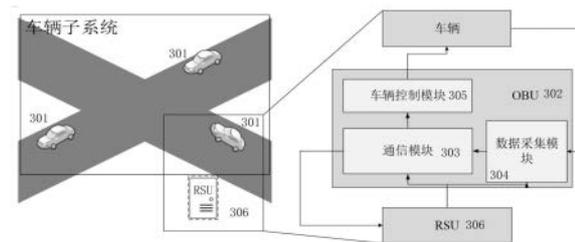
权利要求书4页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

一种车路驾驶任务智能化分配系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种智能化分配、安排和分发智能网联交通系统功能的系统和方法, 以实现车辆运行和控制, 提高整个交通系统的安全性, 确保CAVH系统效率、智能、可靠性和鲁棒性。本发明同时提供了定义CAVH系统智能及其等级的方法。所述方法基于车辆自动化和道路设施自动化两个层级。



1. 一种车路驾驶任务智能化分配系统,其特征在于:包括感知、通信和控制组件;所述控制组件用于分配、安排和分发智能网联交通系统内具体用于控制和维持车辆运行的功能和智能模块;

整体分配功能基于如下维度:

- 1) 车辆维度;
- 2) 道路设施维度;
- 3) 系统维度;

所述车辆维度包括如下自动化层级:

- 1) A0:无任何自动化功能;
- 2) A1:基本功能用于辅助人类驾驶员控制车辆;
- 3) A2:辅助人类驾驶员完成控制车辆的简单任务和基本的感知功能;
- 4) A3:具备实时感知周边具体环境,执行相对复杂驾驶任务的能力;
- 5) A4:在固定设计场景下,允许车辆独立完成驾驶任务,但有时仍需驾驶员介入的功能;
- 6) A5:在所有条件下,车辆独立完成驾驶任务不需人类驾驶员介入的功能;

所述道路设施维度包括如下自动化层级:

- 1) I0:无任何自动化功能;
- 2) I1:交通信息的采集和交通管理,其中道路设施提供比较初级的环境感知功能,具体包括采集较粗时空颗粒度的交通数据,及较基础的规划和决策以支撑简单的交通管理;
- 3) I2:基于I2X和车辆引导的辅助驾驶功能,其中,除了I1所包括的功能之外,道路设施将提供有限的环境感知:感知路面状况,车辆动力学感知即横向、纵向、位置、速度和加速度感知,在分或秒级感知部分车流;道路设施同时提供交通信息和车辆控制建议;以上信息通过I2X方式进行通讯;
- 4) I3:基于专用道的道路设施自动化,其中,道路设施提供动态的个体车辆周边环境感知,毫秒级物体感知,同时,向智能网联交通系统兼容的车辆提供基于专用道的完全自动驾驶;道路交通设施同时提供有限的交通状态预测能力;

5) I4:基于具体特定环境的自动化,其中,道路交通设施提供具体的驾驶指令给车辆,从而在特定环境和范围内实现完全自动驾驶;此处的交通指所有车辆即智能网联交通系统兼容和不兼容车辆;车辆需要具备基于车辆的自动驾驶功能,以防系统由于特殊原因造成的计算失误;

6) I5:完全由道路设施控制的自动化,其中,道路设施完全控制和管理路上行驶的所有车辆,同时进行整体网络优化;在部署完备系统的交通网络中,车辆不需要具备自动驾驶功能;同时,系统具备完备的主动安全功能;

所述系统维度包括如下自动化层级:

- 1) S0:无自动化功能;
- 2) S1:系统对部分车辆包含一些简单的功能,包括:巡航控制、主动安全功能;系统检测车辆速度和距离;
- 3) S2:系统表现出个体智慧,并检测车辆功能状况、车辆加速度、交通标志和信号;个体车辆基于它们自己的信息制定决策,并具有部分自动化驾驶的复杂功能,包括:辅助车辆自

适应巡航控制、车道保持、换道和自动停车；

4) S3: 系统整合来自一组车辆的信息,表现出具有预测能力的特定智能;系统具有为一组车辆制定决策的智能,能够处理复杂条件下的自动驾驶任务,包括:协同式巡航控制、车队、车辆通过交叉口、合流、分流;

5) S4: 系统整合了局部网络驾驶行为优化,所述系统在局部网络内检测和交互具体的信息,基于网络中的车辆和交通信息来制定决策,执行高度自动驾驶任务,包括:通过信号通道,提供在一个小型交通网络中的最佳轨迹;

6) S5: 车辆自动化和系统自动化,其中,系统在一个完整的交通网络中表现最优;系统在一个较大交通网络中检测和交互具体信息,基于网络中所有可用信息制定决策;系统执行全面的自动化驾驶任务,包括个体车辆任务、交通任务和协调所有车辆;

其中,系统维度取决于两个维度:1) 车辆;2) 道路设施,用如下公式表示:

$S = f(V, I)$ 其中, S=系统自动化, V=车辆智能化, I=设施智能化;

其中,所述公式是一个非线性函数,其中,对于系统自动化二级的一种组合形式,包括:

感知: 车辆子系统主导的感知,道路设施子系统辅助完成环境整体感知;

交通行为预测和管理: 车辆子系统主导,道路设施子系统协助车辆子系统;

规划和决策: 车辆子系统是重要组成部分;道路设施子系统从全局角度优化系统;

车辆控制: 车辆子系统主导;道路设施子系统支持车辆控制指令;

系统的自动化阶段由如下情况进行划分:1) 如果所述控制组件将主要的智能化功能分配、安排和分发给车辆,并且自动驾驶车辆和路侧设施之间没有必要的通讯、功能相对独立,那么,道路设施将不能提升任何车辆的智能性,故该系统属于S1阶段;

2) 如果所述控制组件将大部分智能化功能分配、安排和分发给车辆子系统,同时,车辆起主导地位;而道路设施子系统只提供补充作用,辅助完成部分简单任务,帮助车辆完成定速巡航、碰撞警示等功能;当存在决策冲突时,以车辆的决策为主,故系统属于S1或者S2阶段;

3) 其中,如果所述控制组件将智能化功能有机地分配、安排和分发给车辆与道路设施子系统;其中,车辆和道路设施在感知和决策层扮演同等重要的角色;路侧单一设备基于本地情况辅助决策,同时在以下情况下提供建议:1) 跟车策略;2) 车道保持决策;3) 变道决策;4) 合流和分流决策;5) 通过路口决策;当存在决策冲突时,车辆采纳自身或道路设施的方案,故此系统属于S2或S3阶段;

4) 如果所述控制组件将智能化功能主要分配、安排和分发到道路设施子系统,道路的路侧设备将在控制决策起到主导作用;车辆将依然具有基础功能;车辆将自动服从道路设施提供的指令;当存在决策冲突时,车辆将采纳道路设施提供的方案,故此系统属于S3或者S4阶段;

5) 如果所述控制组件将所有智能性完全依赖道路设施子系统,车辆仅包含通讯和应对指令的功能;其中,道路设施子系统控制所有车辆,制定驾驶决策,同时发送控制指令,故该系统应该处于S4或者S5阶段。

2. 根据权利要求1所述系统,其特征在于,所述控制组件可分配的功能包括感知、交通驾驶行为预测和管理、规划和决策、车辆控制。

3. 根据权利要求1所述系统,其特征在于,包括如下子系统:

- 1) 智能道路设施子系统,该子系统包括路侧单元、交通控制单元和交通控制中心;
- 2) 具有车载单元的车辆子系统;

其中,所述子系统由以下一个或多个模块支撑:

- 1) 基于有线或无线媒介的实时通信;
- 2) 供电网络;
- 3) 网络安全保障系统。

4. 根据权利要求3中所述系统,其特征在于,所述控制组件利用不同层级的连通性和自动化程度控制混合交通流车辆;

其中,所述控制组件采集车辆生成的数据,将采集的数据发送至路侧单元,接收来自于智能道路设施系统的输入,基于来自智能道路设施系统的输入,车载设备单元实现车辆控制;若车辆控制系统失效,车载设备单元将在短时期内接管车辆直至车辆安全停车。

5. 根据权利要求3所述系统,其中,所述智能道路设施子系统为智能网联交通系统实现车辆运营和控制;所述智能道路设施子系统为个体车辆提供具体的定制化的信息和具有时间敏感性的控制指令,以实现完整的车辆驾驶任务,包括:跟驰、换道和路径导航;并为在高速公路和城市主干道上的车辆提供运营和维护服务;所述智能道路设施子系统以开放式平台建设和管理,拥有自己的子系统,并被不同的实体所有和/或所运营,可以在不同智能网联交通系统之间在物理上和/或逻辑上共享,包括如下一个或多个物理子系统:

- 1) 路侧单元网络,其功能包括感知、通信、控制和可驾驶范围计算;
- 2) 交通控制单元和交通控制中心网络;
- 3) 车载单元和相关的车辆接口;
- 4) 交通运营中心
- 5) 基于云的信息和计算服务平台;

其中,系统实现如下一种或多种功能集:

- 感知;
- 交通行为预测和管理;
- 规划和决策;
- 车辆控制。

6. 一种基于权利要求1所述系统的车路驾驶任务智能化分配方法,其特征在于,包括如下几种方法:

方法1,控制组件将智能分配、安排和分发给车辆;并且自动驾驶车辆和道路设施间无通信,且功能相对独立;道路设施不能提升车辆的智能性;这类方法适用于S1层级;

方法2,控制组件将智能化功能分配、安排和分发给车辆子系统,并且车辆起主导地位;而道路设施子系统只提供补充作用,辅助完成部分简单任务,帮助车辆完成定速巡航的功能,提供碰撞警示;当存在决策冲突时,以车辆的决策为主;该方法适用于S1或者S2层级;

方法3,控制组件将智能化功能有机地分配、安排和分发给车辆与道路设施子系统;其中,车辆和道路设施在感知和决策层扮演同等重要的角色;道路设施基于本地情况辅助决策,同时在以下情况下提供建议:1) 跟车策略;2) 车道保持决策;3) 变道决策;4) 合流和分流决策;5) 通过路口决策;当存在决策冲突时,车辆可以采纳自身的决策或来自于道路设施的

方案,这类方法适用于S2或S3层级;

方法4,控制组件将智能化功能主要分配、安排和分发到道路设施子系统;道路设施将在控制决策中起到主导作用;车辆将依然具有基础功能;车辆将自动服从道路设施提供的指令;当存在决策冲突时,车辆将采纳道路设施提供的方案;这类方法适用于S3或者S4层级;

方法5,控制组件将所有智能化功能完全依赖道路设施子系统,车辆仅包含通讯和执行指令的功能;其中,道路设施子系统控制所有车辆,制定驾驶决策,同时发送控制指令,该方法适用于S4或者S5层级。

一种车路驾驶任务智能化分配系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种为智能网联交通系统(Connected automated vehicle highway (CAVH) system)分配、安排和分发特定类型功能和智能的系统和方法,以实现车辆运行与控制,提高整个交通系统的安全性,确保系统的效率性、智能化、可靠性和鲁棒性。所述发明同时提供了定义CAVH系统智能功能及其等级的方法,主要基于两个维度:车辆智能化和道路设施智能化。

背景技术

[0002] 自动驾驶车辆,具有感知周边环境、检测障碍、在没有人操作下实现巡航的功能,但目前仍处于发展阶段。目前,自动驾驶车已投入试验,但仍未投入大规模商用。现存实现车辆自动驾驶的方法需要昂贵且复杂的车载系统、多样化传感系统,并且高度依赖于车辆的传感器和控制系统。这也导致自动驾驶车的实施变成一项持续性的挑战。

[0003] 已公开的专利(申请号:CN201711222257.1,以及美国专利申请号15/628,331,美国专利申请号62/626,862,美国专利申请号62/627,005和美国专利申请号62/655,651)中提出了一种代替性的系统和方法,即智能网联交通系统。

[0004] 本发明所提出的系统和智能分配方法,适用于不同组合的智能道路设施系统(Intelligent Road Infrastructure System,IRIS)和车辆的自动化,以实现交通和车辆系统的效率,进而实现更优化和强壮的智能网联交通系统(Connected and automated vehicle highway system)的车辆运营与控制。本发明提供了实现系统效能的通用CAVH系统和智能分配方法,同时提供所述车辆和交通集成系统的具体方法。

发明内容

[0005] 本发明涉及为智能网联交通系统分配、安排和分发特定类型功能和智能的系统和方法,以实现车辆运营和控制,提高整个交通系统的安全性,同时确保CAVH系统的效率性、智能化、可靠性和鲁棒性。本发明同时提供了定义CAVH系统智能及其等级的方法。该方法主要基于两个维度:车辆智能化和道路设施智能化。

[0006] 例如,在一些实施例中,所述CAVH系统具有感知、通信和控制组件,通过路段和节点相连,进而管理整个交通系统。在一些实施例中,CAVH系统内的车辆包括CAVH车辆和非CAVH车辆。在一些实施例中,CAVH车辆和非CAVH车辆包括人工驾驶车辆、自动驾驶车辆和网联车辆。

[0007] 在一些实施例中,路段和节点与相邻路段和节点具有重叠的感知和控制区域,以实现CAVH车辆在相邻路段和节点之间的切换。

[0008] 在一些实施例中,CAVH系统包括四种控制等级:1)车辆级;2)路侧单元级(Road side unit,RSU);3)交通控制单元级(Traffic control unit,TCU);4)交通控制中心级(Traffic control center,TCC)。

[0009] 在一些实施例中,车辆级包含具有车载系统或应用程序的车辆,以运行车辆动力

系统来获取来自于RSU的路上协调指令。

[0010] 在一些实施例中,RSU级包括由RSU管理的路段和节点,负责感知和控制车辆。在一些实施例中,感知包括来自于激光雷达(LiDAR)和/或雷达传感器的信息,或采用计算机视觉或其它相关系统的信息,以实现路段和节点的全面信息感知。在一些实施例中,RSU,在感知后,为车辆执行自动驾驶提供路上协调,包括管理冲突避让、路线执行、换道协调和高解析度诱导的指令。

[0011] 在一些实施例中,TCU级包括由一个TCU管理的多个RSUs。在一些实施例中,TCU负责更新移动物体的动态地图,为连续的自动驾驶协调RSUs间的控制。在一些实施例中,多个TCUs通过TCC相连,以覆盖一个区域或子网络。

[0012] 在一些实施例中,TCC级包括高性能计算和云服务,负责管理整个路径规划和更新具有地区影响的拥堵、事件、极端天气等动态地图。在一些实施例中,TCC级还负责管理与其它应用服务的连接,其它应用服务包括但不限于:支付和交易系统,区域交通管理中心(Traffic management center,TMC)和第三方应用程序(例如政府应用程序,私人公司应用程序等)。在一些实施例中,多个TCCs用于实现CAVH车辆在不同大都市区之间的行驶。

[0013] 例如,在一些实施例中,所述CAVH系统包括感知、通信和控制组件,用于分配、安排和分发实现车辆运营和控制的功能和智能。在一些实施例中,所述组件提高交通系统的安全性。在一些实施例中,所述组件改善CAVH系统的效率、智能、可靠性和鲁棒性。在一些实施例中,分配功能包括感知功能。在一些实施例中,分配功能包括交通行为预测和管理。在一些实施例中,分配功能包括规划和决策制定。在一些实施例中,分配功能包括车辆控制。

[0014] 在一些实施例中,所述CAVH系统包括如下一种或多种系统:1)智能道路设施系统(Intelligent road infrastructure system,IRIS)包括一个或多个RSUs,网络和TCUs,和TCCs;2)具有车载设备单元(On board unit,OBU)的车辆。

[0015] 在一些实施例中,CAVH系统有如下一种或多种支撑:1)基于有线和无线媒介的实时通信;2)供电网络;3)网络安全和安全系统。

[0016] 在一些实施例中,实现车辆操作和控制的功能和智能的分配基于以下维度:1)车辆维度;2)道路设施维度;3)系统维度。

[0017] 在一些实施例中,系统管理任一在各个维度下不同自动化等级组合的功能和智能。在一些实施例中,系统接入任一维度的一个特定自动化等级,并选择恰当的功能和智能,以优化管理在此条件下的道路设施和车辆运营。

[0018] 在一些实施例中,车辆维度包括如下自动化层级:1)A0:无自动化功能;2)A1:辅助驾驶员控制车辆的基本功能;3)A2:辅助驾驶员控制车辆以实现简单任务和具备基本感知功能;4)A3:具有实时和具体感知环境、处理相关复杂驾驶任务的功能;5)A4:允许车辆在有限的条件下独立驾驶,仍需要人类驾驶员有时候介入;6)A5:允许车辆在没有人类驾驶员介入的情况下独立驾驶的功能。

[0019] 在一些实施例中,道路设施维度包括如下自动化层级:1)I0:无任何自动化功能;2)I1:交通信息的采集和交通管理,其中基础设施提供比较初级的环境感知功能,具体包括采集较粗时空颗粒度的交通数据,及较基础的规划和决策以支撑简单的交通管理;3)I2:基于I2X和车辆引导的辅助驾驶功能,其中,除了I1所包括的功能之外,道路设施将提供有限的环境感知:如感知路面状况,车辆动力学感知即横向、纵向、位置、速度和加速度感知,在

分或秒级感知部分车流。道路设施同时提供交通信息和车辆控制建议。以上信息通过I2X方式进行通讯;4) I3:基于专用道的基础设施自动化,其中道路设施提供各车辆个体的动态周边感知,毫秒级物体感知,同时,给CAVH兼容的车辆提供基于专用道的完全自动驾驶;道路交通设施同时提供有限的交通状态预测能力;5) I4:基于具体特定环境的自动化,其中道路交通设施提供具体的驾驶指令给车辆,从而在特定环境和范围(预先定义的地理围栏)内实现完全自动驾驶。此处的交通指所有车辆即CAVH兼容和不兼容车辆。车辆需要具备一定的基于车辆的自动驾驶功能,如紧急制动,该功能是为了进一步提高系统的冗余度和安全性,以防系统由于特殊原因造成的计算失误;6) I5:完全由道路设施控制的自动化,其中道路设施完全控制和管理路上行驶的所有车辆,同时进行整体网络优化。在部署该完备系统的交通网络中,车辆不需要具备自动驾驶功能。同时,系统具备完备的主动安全功能。

[0020] 在一些实施例中,系统维度包括如下自动化层级:1) S0:无自动化功能;2) S1:系统对部分车辆包含一些简单的功能,例如巡航控制、主动安全功能;系统检测车辆速度和距离;3) S2:系统表现出个体智慧,并检测车辆功能状况、车辆加速度、交通标志和信号;个体车辆基于它们自己的信息制定决策,并具有部分自动化驾驶的复杂功能,例如,辅助车辆自适应巡航控制、车道保持、换道和自动停车;4) S3:系统整合来自一组车辆的信息,表现出具有预测能力的特定智能。系统具有为一组车辆制定决策的智能,可以处理复杂条件下的自动驾驶任务,例如协同式巡航控制、车队、车辆通过交叉口、合流、分流;5) S4:系统整合了局部网络驾驶行为优化,所述系统在局部网络内检测和交互具体的信息,基于网络中的车辆和交通信息来制定决策,执行高度自动驾驶任务(例如,通过信号通道),提供在一个小型交通网络中的最佳轨迹;6) S5:车辆自动化和系统交通自动化,其中,系统在一个完整的交通网络中表现最优;系统在一个较大交通网络中检测和交互具体信息,基于网络中所有可用信息制定决策;系统执行全面的自动化驾驶任务,包括个体车辆任务、交通任务和协调所有车辆。

[0021] 在一些实施例中,系统维度取决于两个维度:1) 车辆;2) 基础设施,用如下公式表示(S =系统自动化, V =车辆智能化, I =设施智能化): $S=f(V,I)$ 。在一些实施例中,该公式是一个非线性函数,其中,对于系统自动化二级的一种组合形式,包括:1) 感知:车辆子系统主导的感知,道路设施子系统辅助完成环境整体感知;2) 交通行为预测和管理:车辆子系统主导,道路设施子系统协助车辆子系统;3) 规划和决策:车辆子系统是重要组成部分,道路设施子系统从全局角度优化系统;4) 车辆控制:车辆子系统主导,道路设施子系统支持车辆控制指令。

[0022] 根据不同维度下的自动化层级,系统可在不同的方法下实施。例如,在一些实施例中(方法1),控制组件将智能分配、安排和分发给车辆。其中,自动驾驶车辆和道路设施间无通信,且功能相对独立。道路设施不能提升车辆的智能性。这类方法适用于S1层级。

[0023] 在其它实施例中(方法2),控制组件将大部分智能化功能分配、安排和分发给车辆子系统,同时,车辆起主导地位;而道路设施子系统只提供补充作用,辅助完成部分简单任务,帮助车辆完成定速巡航的功能,提供碰撞警示。当存在决策冲突时,以车辆的决策为主。该方法适用于S1或者S2层级。

[0024] 在其它实施例中(方法3),控制组件将智能化功能有机地分配、安排和分发给车辆与道路设施子系统;其中,车辆和道路设施在感知和决策层扮演同等重要的角色。道路设施

基于本地情况辅助决策,同时在以下情况下提供建议:1)跟车策略;2)车道保持决策;3)变道决策;4)合流和分流决策;5)通过路口决策。当存在决策冲突时,车辆可以采纳自身的决策或来自于道路设施的方案。这类方法适用于S2或S3层级;

[0025] 在其它实施例中(方法4),控制组件将智能化功能主要分配、安排和分发到道路设施子系统。道路设施将在控制决策中起到主导作用。车辆将依然具有一定的基础功能,如防撞。车辆将自动服从道路设施提供的指令。当存在决策冲突时,车辆将采纳道路设施提供的方案。这类方法适用于S3或者S4层级。

[0026] 在其它实施例中(方法5),控制组件将所有智能化功能完全依赖道路设施子系统,车辆仅包含通讯和执行指令的功能。其中,道路设施子系统控制所有车辆,制定驾驶决策,同时发送控制指令。该方法适用于S4或者S5层级。

[0027] 在一些实施例中,控制组件管理混合车流,即具有不同网联性和自动化层级的车辆。在一些实施例中,控制组件采集车辆生成的数据,例如,车辆运动和状态;发送采集到的数据给RSUs,接收来自IRIS的输入。其中,基于来自IRIS的输入,OBUs实现车辆控制。其中,假如车辆控制系统失效,OBU在短期内接管直至车辆安全停车。

[0028] 在一些实施例中,IRIS实现CAVH系统的车辆运行和控制。其中,所述IRIS向个体车辆提供具体的个性化的信息和具有时间敏感性的指令,以完成驾驶任务,例如,跟驰、换道、路径导航。同时,提供为高速公路和城市主干道的车辆提供运营和维护服务。

[0029] 在一些实施例中,IRIS以开放平台的形式建立和管理,它拥有自己的子系统(如下所列),但被不同的实体所有和/或运营,可从逻辑上/物理上在不同CAVH系统间共享,包括一个或多个如下物理上的子系统:1)RSU网络,其功能包括感知、通信、控制(快/简单)和可驾驶范围的计算;2)TCU和TCC网络;3)车辆OBU和相关车辆接口;4)交通运营中心;5)基于云平台的信息和计算服务。在一些实施例中,系统实现如下一种或多种功能集:1)感知;2)交通行为预测和管理;3)规划和决策制定;4)车辆控制。

[0030] 所述的系统和方法可能包括或者被整合到以下专利中:中国专利申请号:CN201711222257.1,以及美国专利申请号15/628,331,美国专利申请号62/626,862,美国专利申请号62/627,005和美国专利申请号62/655,651。

[0031] 此外,在此提供了应用所述系统的方法,实现一方或多方交通控制的管理。方法包括了那些被系统中个体参与者采用的措施(个体参与者,如驾驶员、公共或私人的本地、地区或国家交通服务商、政府机构等),同时也包括了一个或多个参与者的集体活动。

[0032] 部分描述根据对信息的操作算法和符号来描述本发明的实施例。这些算法描述和表示通常被数据处理领域的技术人员用来有效地将其工作的实质传达给本领域的其他技术人员。从功能上、计算上或逻辑上描述的操作,可理解为通过计算机程序或等效电路、微代码等来实现。此外,在不失一般性的情况下,将这些操作称为模块,并被证明是方便的。所描述的操作及其相关模块可以以软件、固件、硬件或其任何组合形式来体现。

[0033] 本文描述的某些步骤、操作或过程可以用一个或多个硬件或软件模块单独地或与其它设备组合来执行或实现。在一个实施例中,软件模块用计算机程序产品来实现。该计算机程序产品包括含有计算机程序代码的计算机可读介质。该计算机程序代码可以由计算机处理器执行,以执行所描述的任何或所有步骤、操作或过程。

[0034] 本发明的实施例还可以涉及用于执行相关操作的设备。该设备可以为了所需的目

的而专门构造,并且/或者它可以包括由存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重新配置的通用计算设备。此类计算机程序可以被存储在非临时性的计算机可读存储介质或者适合于存储电子指令的任何类型的介质中,其可以被耦合到计算机系统总线。此外,本说明书中提及的任何计算系统可以包括单个处理器或者可以是采用多个处理器以提高计算能力。

[0035] 本发明的实施例还可以涉及通过所述计算过程生成的产品。此类产品可以包括从计算过程产生的信息,其中,信息存储在非暂时性的计算机可读存储介质上,并且可以包括本说明书描述的计算机程序产品或其他数据组合的任何实施例。

附图说明

[0036] 图1展示了非线性系统自动化和智能化组合图。

[0037] 图2展示了系统智能化等级、系统自动化等级VS车辆自动化等级、道路设施自动化等级的两维和三维图。

[0038] 图3展示了车辆子系统的示例。

[0039] 图4展示了IRIS配置的示例。

[0040] 图5是只有AV的方法示例。

[0041] 图6展示了基于V2V和V2I方法的示例。

[0042] 图7展示了CAVH方法的示例。

[0043] 图8展示了在系统智能2级的智能分配方法示例。

[0044] 图9展示了车辆控制流图的示例。

具体实施方式

[0045] 下面结合附图说明本发明的示例性实施例。需要注意的是,下面仅是说明性实施例,本发明不限于这些特定实施例。

[0046] 图1展示了系统自动化等级图,系统自动化等级是车辆自动化等级和道路设施自动化等级的组合。整体系统的等级不限于两个子系统的等级的直接组合。整体系统的功能分配给车辆子系统和道路设施子系统。

[0047] 该系统实现如下功能集:1)感知;2)交通行为预测和管理;3)规划和决策制定;4)车辆控制。

[0048] 图2展示了系统自动化等级相对于车辆自动化等级和设施自动化等级之间关系的两维和三维图。下表1提供了一种用数字来表示车辆和道路设施自动化等级组合的方式。

[0049] 表1:系统智能等级示例

		车辆自动化等级				
		1	2	3	4	5
[0050]	\					
	道路设施自动化等级	1	1	2	3	3

[0051]	2	2	2	3	3	4
	3	3	3	4	4	4
	4	3	4	4	4	4
	5	4	4	5	5	5

[0052] 图3展示了车辆子系统的示例,具备如下组件:

[0053] 301—车辆。

[0054] 302—OBU:车载单元,控制车辆、采集和发送数据。

[0055] 303—通信模块,在RSUs和OBU之间传输数据。

[0056] 304—数据采集模块:采集车辆动力学和静态数据,以及由人产生的数据。

[0057] 305—车辆控制模块:执行来自RSUs的控制指令。当车辆的控制系统被毁坏,该模块将接管车辆,并让车辆安全停车。

[0058] 306—RSU:路侧单元,采集和发送数据。

[0059] 如图3所示,车辆子系统包括CAVH系统中的所有车辆301。对于每一辆车, OBU302包含了一个通信模块303、数据采集模块304、车辆控制模块305。数据采集模块采集来自于车辆的数据和来自于人类驾驶员的输入,并通过通信模块发送这些数据至RSU306。同时, OBU通过通信模块接收RSU的数据。基于来自于RSU的数据,车辆控制模块辅助车辆的控制。

[0060] 图4展示了IRIS的示例,包括如下组件:

[0061] 401—宏观层TCC/TOC:高层级TCC/TOC管理地区层TCCs。

[0062] 402—地区层TCC:高层级TCC管理通道层TCCs。

[0063] 403—通道层TCC:中层级TCC管理路段层TCUs。

[0064] 404—路段层TCU:底层级TCU管理点层TCUs。

[0065] 405—点层TCU:底层级TCU管理RSUs。

[0066] 图4展示了IRIS的结构示例。宏观层TCC 401,可以与外部TOC 401协作,在其覆盖范围内管理一定数量的地区层TCCs 402。类似地,地区层TCC管理一定数量的通道层TCCs 403,通道层TCC管理一定数量的路段层TCUs 404,路段层TCU管理一定数量的点层TCUs 405,点层TCU管理一定数量的RSU 306。RSU发送定制化的交通信息和控制指令给车辆301,接收由车辆提供的信息。在实例中显示,IRIS由云服务所支持。

[0067] 三种示例性方法包括:

[0068] 1.自动驾驶车辆方法;

[0069] 2.智能网联车方法,由V2I和V2V技术进行辅助;

[0070] 3.CAVH-IRIS,基于道路设施的方法,具有来自道路设施系统的感知、预测和决策制定。

[0071] 方法1具有数十年的历史。如下提供了几种支撑该方法的示例方法,例如在美国专利(专利号9,120,485)所描述,自动驾驶车辆被配置遵循基准轨迹。车辆的计算系统接收对轨迹的改变和优化车辆的新轨迹。又如在专利(专利号9,665,101)中,系统决定车辆从当前位置到目的地的路线。再如美国专利(专利号9,349,055)为Google自动驾驶车在其试图感知环境时,检测其它的车辆。美国专利(公开号20170039435)为Google自动驾驶车在试

图感知环境时,检测交通信号。在此引用这些专利。汽车生产商和AI研发团队研发的产品和技术已被应用。然而,这些方法缺乏从全局优化的角度来进行规划和决策制定。自动驾驶AI代替了人类驾驶员,但是并不能实现交通系统的最佳效果。这类方法同时受到有限的感知范围和车辆的计算能力影响,进而不能处理未来可能遇到的复杂性和限制条件。

[0072] 图5展示了只有AV的方法的示例,有如下组件:

[0073] 501—车载传感器

[0074] 502—道路上的行人

[0075] 503—路侧设施

[0076] 图5展示了自动驾驶车301在本方法中的工作原理。当AV在道路上时,AV利用多个传感器501连续感知环境。环境中包含了其它的车辆301,行人502,道路设施503等。在此例中,AV检测到其前方有两个行人,其周边有三辆车,在交叉口处有一个停车标志。利用这些获取的信息,AV正确和安全地制定在路上的决策,并进行操作。

[0077] 智能网联车方法,由通信模块辅助。该方法已被发展了数年,一些原型系统已被研发。例如,在美国专利(专利号2012/0059574)中,车辆单元将车辆的速度传输给在无线通信范围内的路侧单元。路侧单元进一步将车速信息传递给交通控制器。交通控制器接收来自多数车辆的车速信息,进而为每一辆车确定推荐车速。在美国专利(专利号7,425,903)中,车辆装有一个发射器、接收器、计算机和一系列传感器。其它相邻车辆也具备相同的装备以实现信号的发射和接收。当车载的传感器检测到变化,例如急刹车(快速的减速)或者非常低的速度(堵塞),它将通过发射器利用无线通信频道自动发送该信息给其它邻近的接收器。在此引用这些专利内容。利用V2V和V2I通信技术,相对于单独的自动驾驶车辆,系统具有相对更好的表现。然而,没有系统级的干预,系统将不能获得整体系统或者全局的优化。该方法仍受限于感知、存储和计算的能力。

[0078] 图6展示了基于V2V和V2I方法的示例,包含如下模块

[0079] 601:路侧设施,负责通信。

[0080] 图6展示了基于V2V和V2I方法的工作原理。该方法已被应用多年,已发展了一些原型系统。利用V2V和V2I通信技术,系统可以获得比单独自动驾驶车更好的表现。每一辆车301接收到周边设施601和其它车辆301检测到的信息。这些信息包括车辆、乘客、交通状态等。利用所提供的信息,车辆获取更强的周围环境的感知,以辅助制定决策。然而,没有系统级的干预,系统将不能实现整个系统或全局的最优。本方法同样受限于感知、存储和计算的能力。

[0081] 图7展示CAVH-IRIS方法的示例。系统可制定系统级优化决策,对单独车辆进行操控,并对有利于整个交通系统。系统具有增强的计算和存储能力,但仍受限于通信。图7中的实施例包括如下组件:

[0082] 701—路侧感知器

[0083] 702—高等级IRIS.

[0084] 703—云:辅助数据存储和计算

[0085] 图7演示了CAVH-IRIS方法。图7中RSU306利用路上传感器701来感知道路信息,车辆301信息和行驶环境信息。这些信息被发送到更高等级的IRIS702。系统利用传感器的数据,制定系统级的最优决策,操控独立的车辆,以有利于整个交通系统。系统通过与OBU302

的通信实现车辆控制。系统具有更加的计算和存储能力,并与云703进行通信,如图7所示。

[0086] 图8展示了在系统智能2级的水平下智能分配的示例,包括如下组件:

[0087] 801:车载超声波传感器

[0088] 802:车载摄像机

[0089] 803:车载LiDAR

[0090] 804:车载远程雷达

[0091] 805:车载的RSU检测范围

[0092] 806:路侧单元RSU

[0093] 807:车辆与RSU之间的通信

[0094] 808:CAVH系统中的车辆

[0095] 图8展示了车辆和道路设施之间智能分配的组合示例。

[0096] 1) 感知:车辆子系统作为主导部分,意味着驾驶环境主要由诸如超声波传感器801、摄像机802、LiDAR 803、远程雷达804等的传感器来检测,这些传感器安装于车辆808。同时,基于道路设施子系统806在覆盖范围805内检测交通,保持与车辆子系统807的通信,发送交通信息以完成驾驶环境感知。

[0097] 2) 交通行为预测和管理:车辆子系统是主导部分。道路设施子系统主要与车辆子系统进行协调。其可从宏观层预测时间,例如长距离交通堵塞。

[0098] 3) 规划和决策:车辆子系统是主要组成部分。但是道路设施子系统可以从全球角度建议优化系统。

[0099] 4) 车辆控制:车辆子系统是主要组成部分。道路设施子系统仅提供由车辆子系统决定的简单控制命令。如果两个子系统的控制命令发生冲突,则车辆遵循车辆子系统发送的指令。系统报告并存储冲突事件。

[0100] 图9展示在上述的智能分配方法2下,车辆子系统处于主导地位。在此环境下,车辆子系统给出了控制车辆的安全范围,IRIS子系统从全局角度给出了其控制命令。RIS的指令必须符合车辆的安全范围,否则,车辆遵循车辆子系统发出的指令。冲突记录被存储和报告。

系统自动化和智能化水平

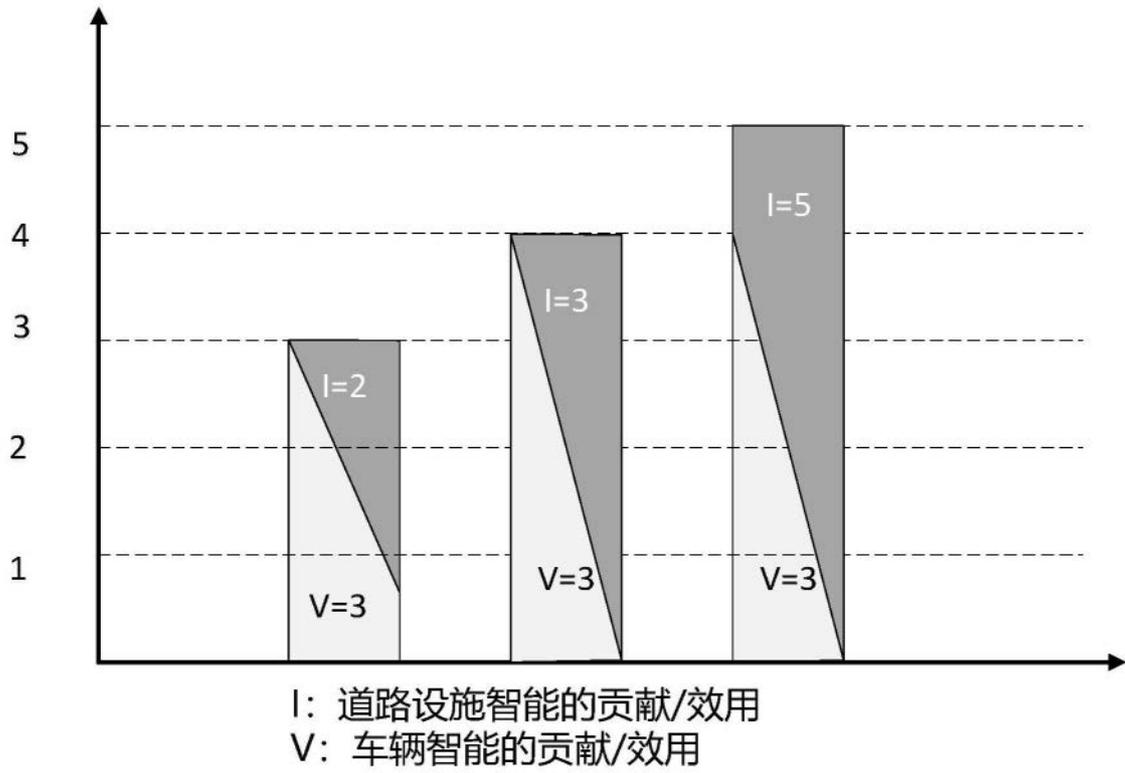


图1

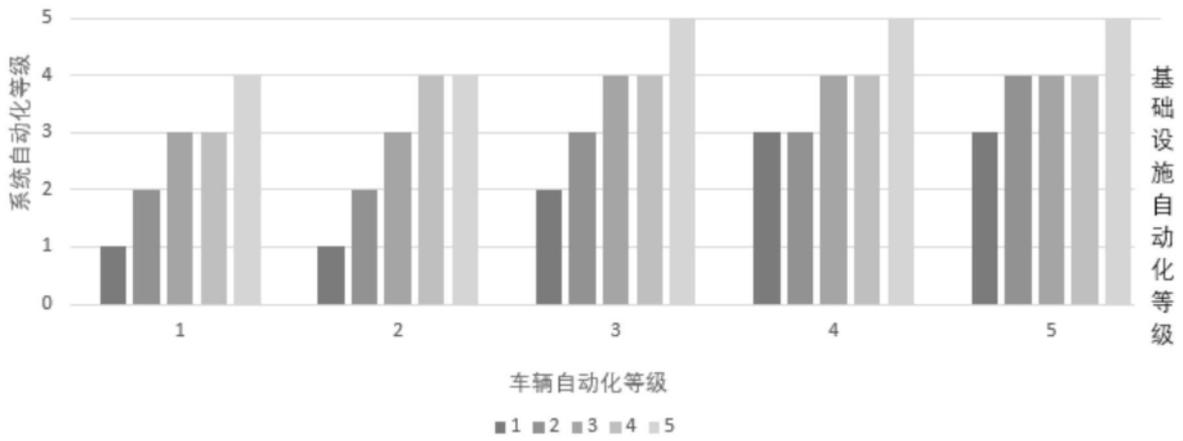


图2a

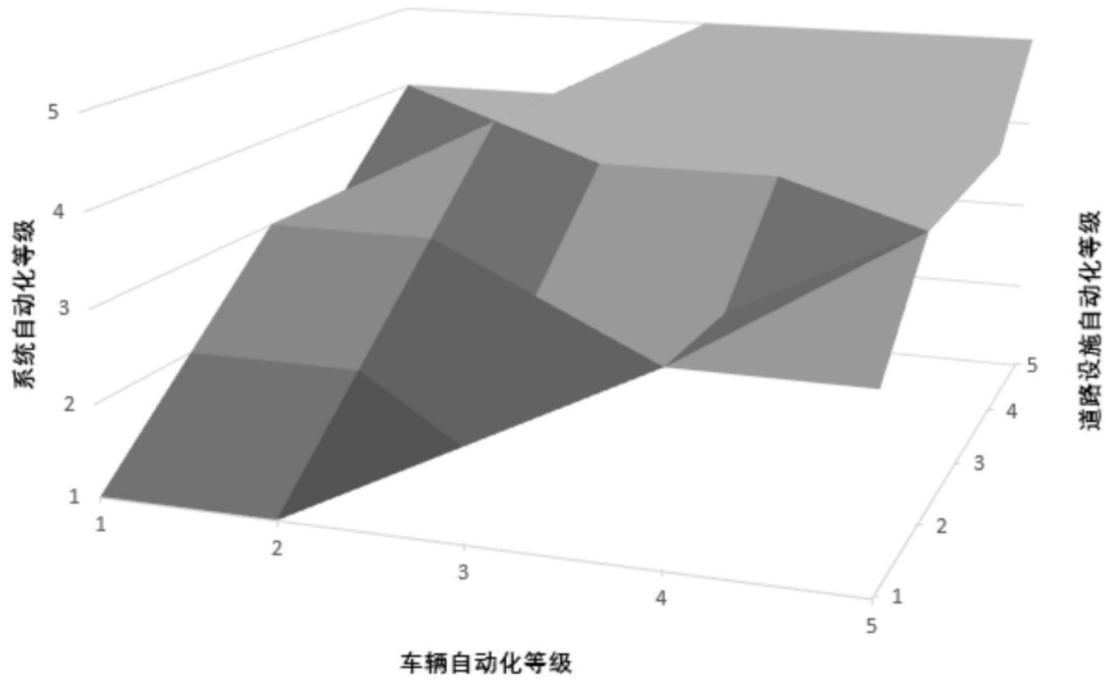


图2b

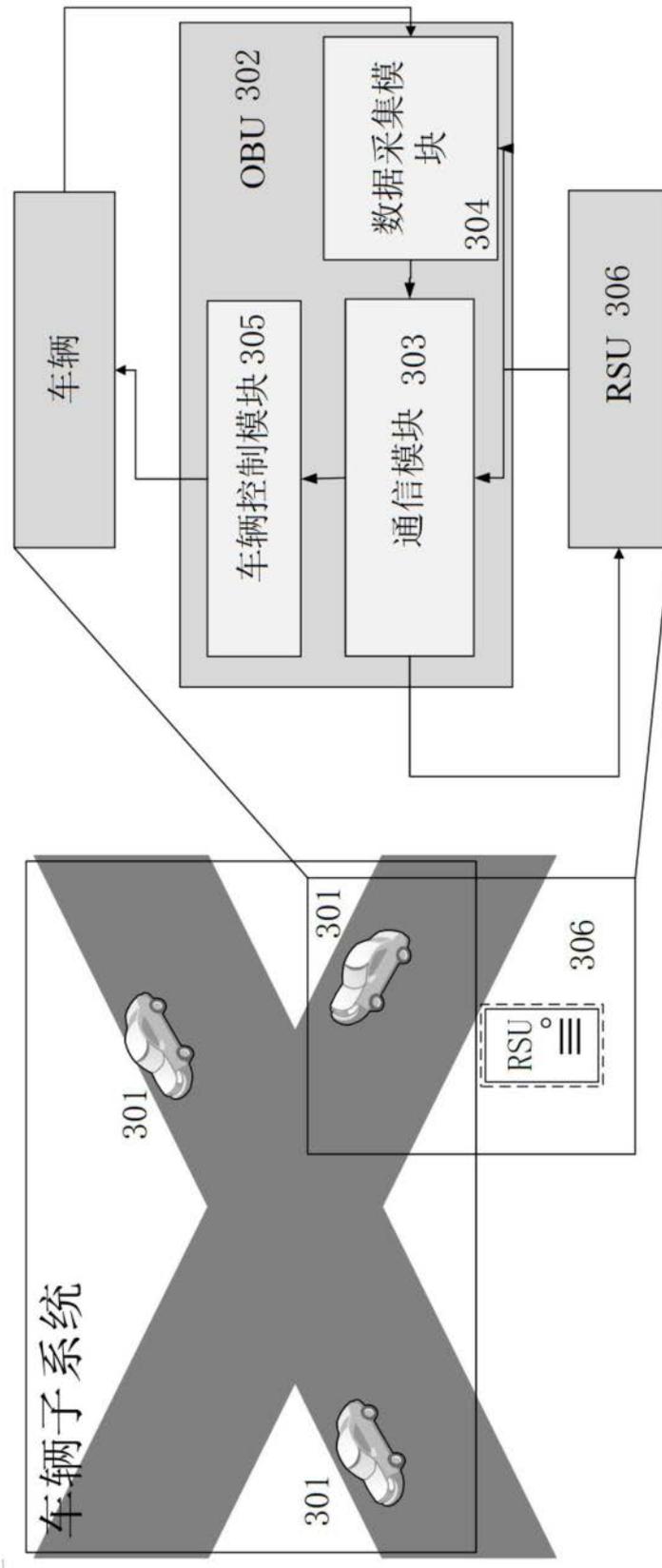


图3

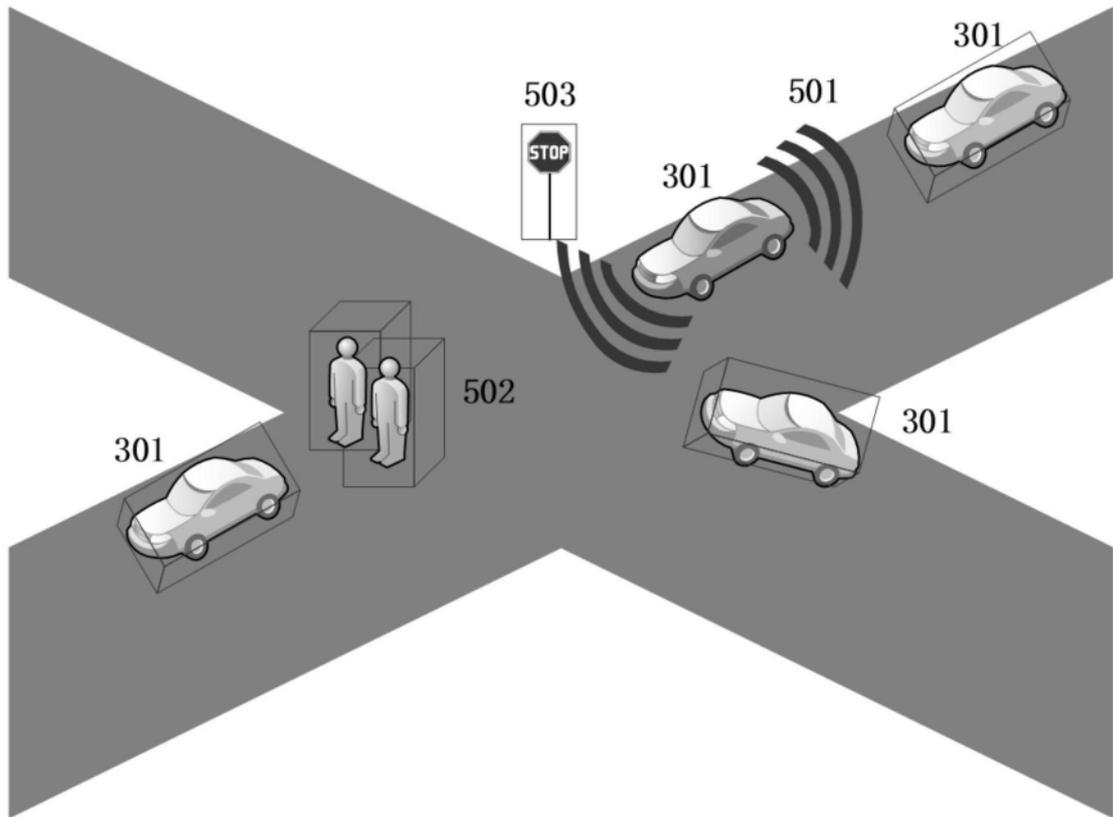


图5

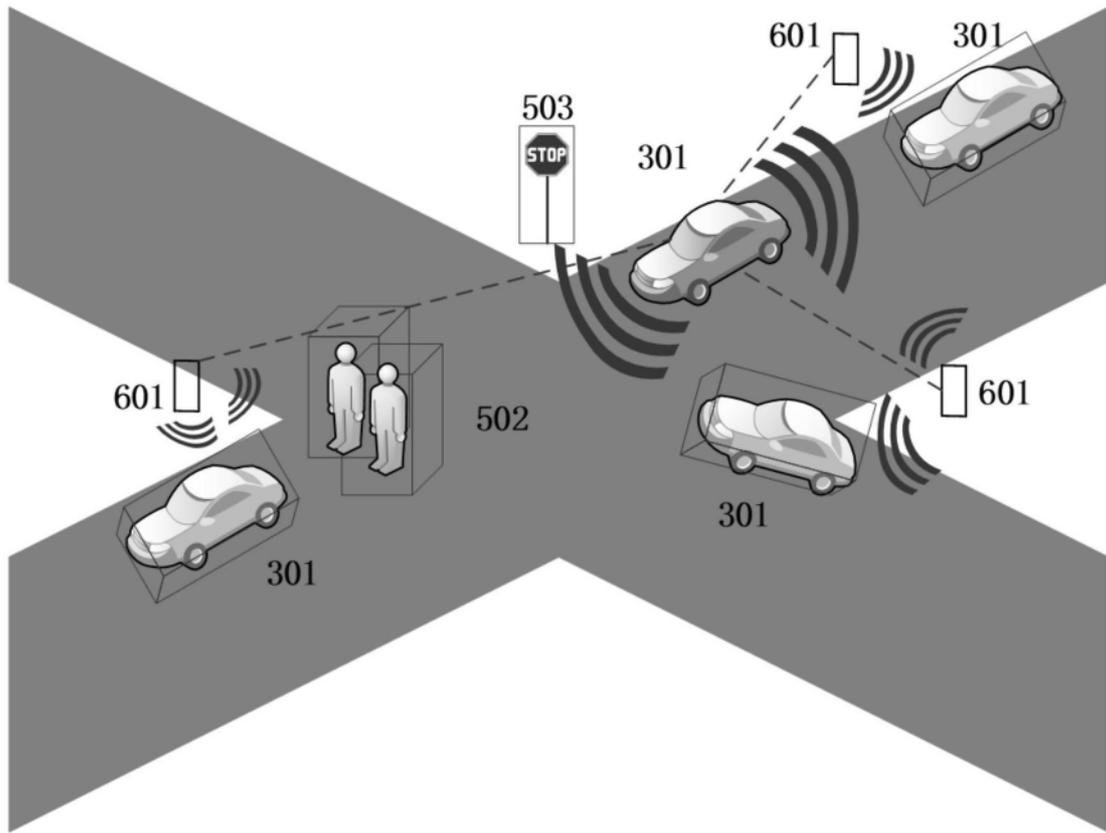


图6

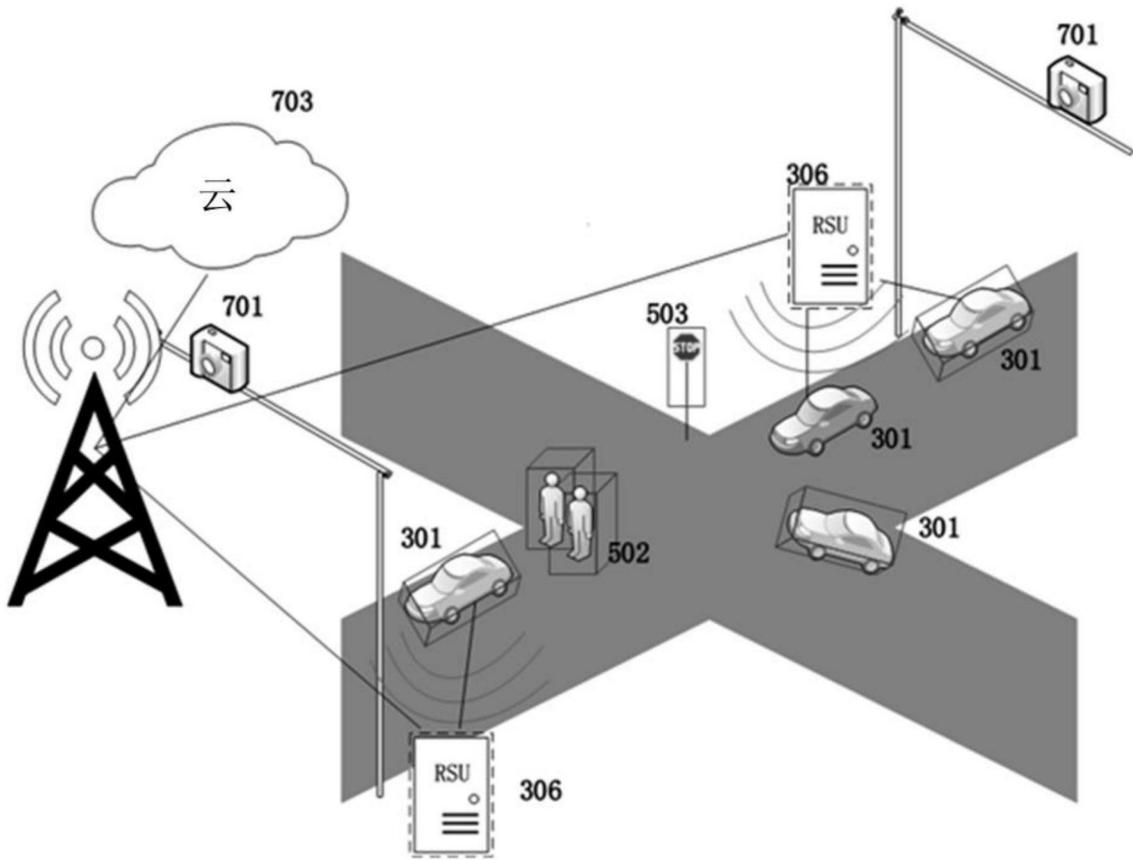


图7

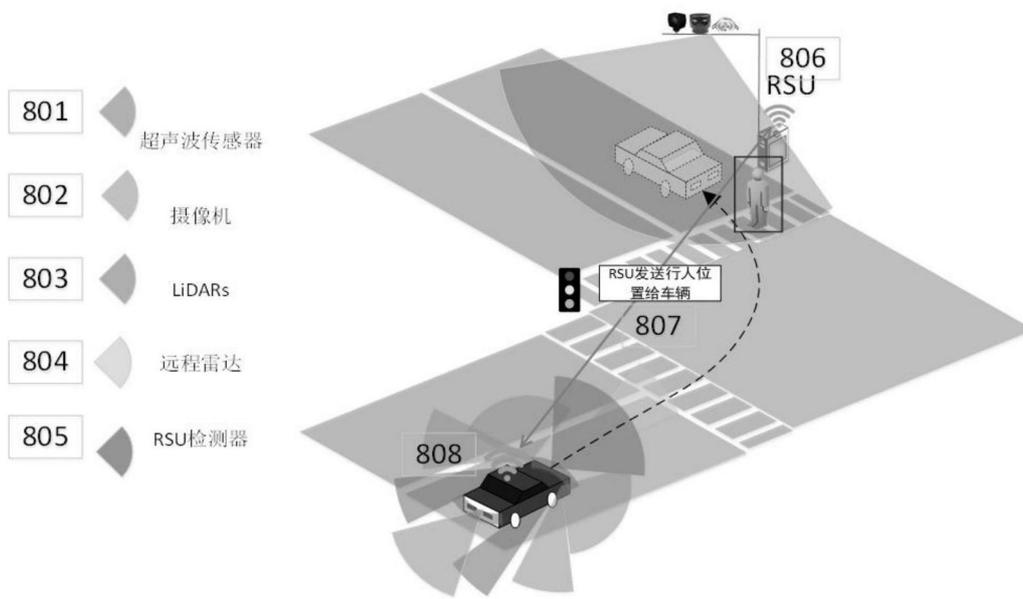


图8

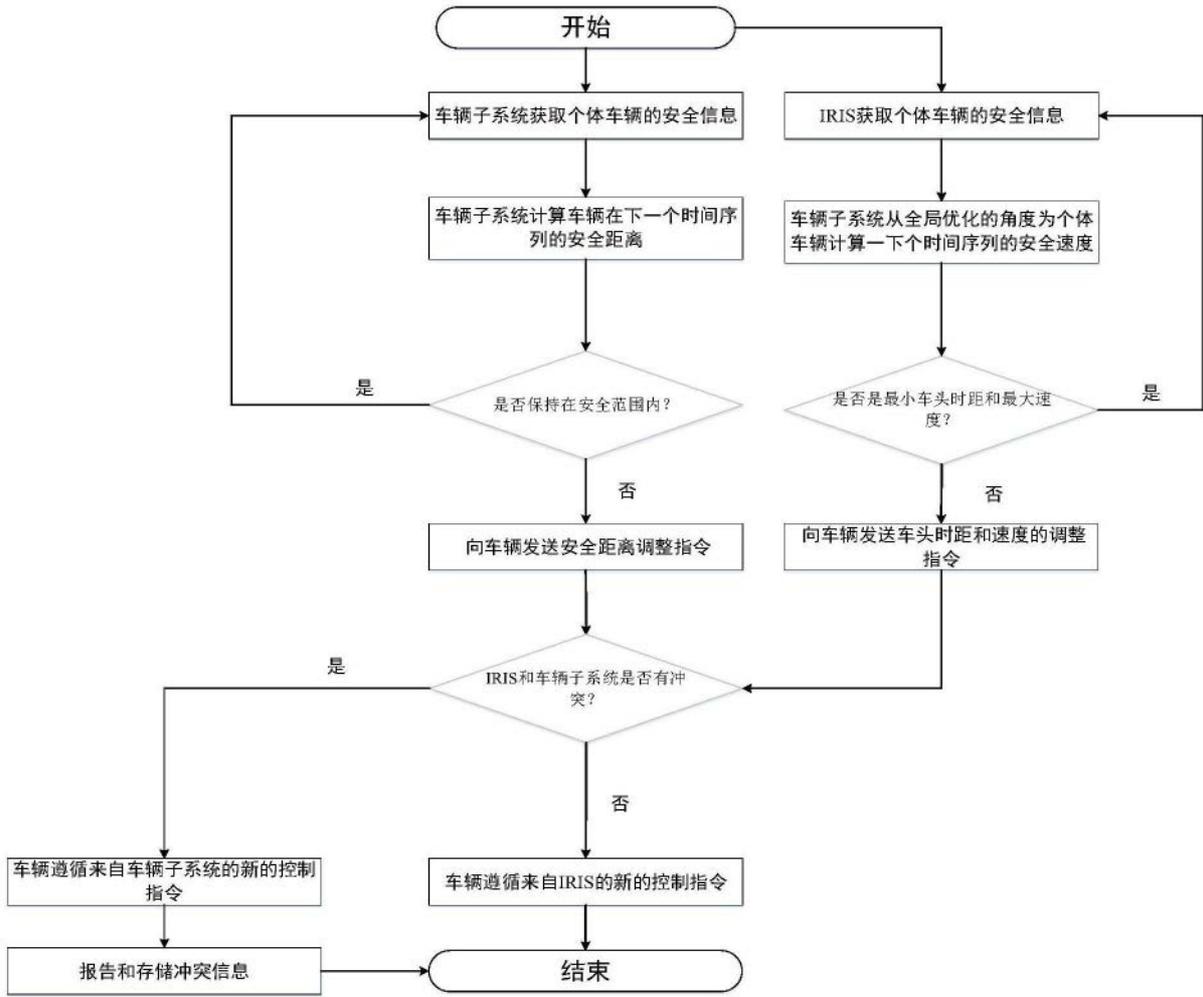


图9