



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113548052 B

(45) 授权公告日 2023. 01. 31

(21) 申请号 202110917911.0

(56) 对比文件

(22) 申请日 2021.08.11

CN 110466512 A, 2019.11.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 赵欣

申请公布号 CN 113548052 A

(43) 申请公布日 2021.10.26

(73) 专利权人 京东鲲鹏(江苏)科技有限公司

地址 215500 江苏省常熟市东南街道云深  
路2号

(72) 发明人 徐鑫

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 刘剑波

(51) Int. Cl.

B60W 30/18 (2012.01)

B60W 60/00 (2020.01)

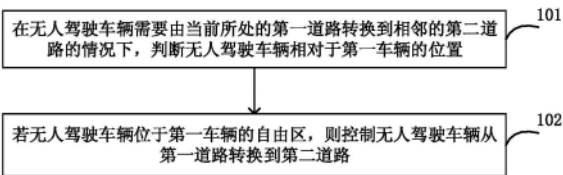
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

无人驾驶车辆换道控制方法和装置

(57) 摘要

本公开提供一种无人驾驶车辆换道控制方法和装置。无人驾驶车辆换道控制方法包括：在无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路的情况下，判断无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置，其中第一车辆位于第二道路上，且第一车辆为在无人驾驶车辆转换到第二道路后在无人驾驶车辆后方距离无人驾驶车辆最近的车辆；若无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区，则控制无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。本公开能够有效实现无人驾驶车辆的安全换道。



1. 一种无人驾驶车辆换道控制方法,由所述无人驾驶车辆的控制装置执行,包括:

在所述无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路的情况下,判断所述无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置,其中所述第一车辆位于所述第二道路上,且所述第一车辆为在所述无人驾驶车辆转换到所述第二道路后在所述无人驾驶车辆后方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆;

若所述无人驾驶车辆与所述第一车辆的距离大于第一门限,确定所述无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区,则表明无人驾驶车辆可安全地从第一道路转换到第二道路,在这种情况下控制所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路;

若所述无人驾驶车辆与所述第一车辆的距离小于第二门限,确定所述无人驾驶车辆位于第一车辆的禁止区,则禁止所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路;

若所述无人驾驶车辆与所述第一车辆的距离不大于所述第一门限且不小于所述第二门限,确定所述无人驾驶车辆位于所述第一车辆的协商区,则表明无人驾驶车辆此时换道存在与第一车辆发生碰撞的风险,在这种情况下发送换道请求;

根据所述第一车辆的行驶状态判断所述第一车辆是否接受所述换道请求;

若判断所述第一车辆不接受所述换道请求,则禁止所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路;

若判断所述第一车辆接受所述换道请求,则确定所述无人驾驶车辆和第一车辆之间的第一禁止区长度和协商区长度、所述无人驾驶车辆和第二车辆之间的第二禁止区长度、所述无人驾驶车辆和第三车辆之间的第三禁止区长度;

确定所述无人驾驶车辆前方的第一安全距离和所述无人驾驶车辆后方的第二安全距离;

若所述第一安全距离不小于所述第二禁止区长度和所述第三禁止区长度中的最大值,所述第二安全距离不小于所述第一禁止区长度且不大于所述第一禁止区长度和所述协商区长度之和,且所述第一车辆减速、所述第二车辆和所述第三车辆加速,则控制所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路;

其中所述第二车辆位于所述第二道路上,且所述第二车辆为在所述无人驾驶车辆转换到所述第二道路后在所述无人驾驶车辆前方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆,所述第三车辆位于所述第一道路上,且所述第三车辆为在所述无人驾驶车辆前方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,根据所述第一车辆的行驶状态判断所述第一车辆是否接受所述换道请求包括:

判断所述第一车辆是否加速;

若所述第一车辆不加速,则确定所述第一车辆接受所述换道请求;

若所述第一车辆加速,则确定所述第一车辆不接受所述换道请求。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,

所述第一禁止区长度由所述无人驾驶车辆的速度、最大速度、最大减速度和最小减速度、所述第一车辆的速度和最大减速度确定;

所述第二禁止区长度由所述无人驾驶车辆的速度、最大速度、最大减速度和最小减速度、所述第二车辆的速度和最大减速度确定;

所述第三禁止区长度由所述无人驾驶车辆的速度、最大速度、最大减速度和最小减速度、所述第三车辆的速度和最大减速度确定。

4. 一种无人驾驶车辆换道控制装置,包括:

第一处理模块,被配置为在所述无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路的情况下,判断所述无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置,其中所述第一车辆位于所述第二道路上,且所述第一车辆为在所述无人驾驶车辆转换到所述第二道路后在所述无人驾驶车辆后方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆;

第二处理模块,被配置为若所述无人驾驶车辆与所述第一车辆的距离大于第一门限,确定所述无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区,则表明无人驾驶车辆可安全地从第一道路转换到第二道路,在这种情况下控制所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路;若所述无人驾驶车辆与所述第一车辆的距离小于第二门限,确定所述无人驾驶车辆位于第一车辆的禁止区,则禁止所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路;若所述无人驾驶车辆与所述第一车辆的距离不大于所述第一门限且不小于所述第二门限,确定所述无人驾驶车辆位于所述第一车辆的协商区,则表明无人驾驶车辆此时换道存在与第一车辆发生碰撞的风险,在这种情况下发送换道请求,根据所述第一车辆的行驶状态判断所述第一车辆是否接受所述换道请求,若判断所述第一车辆不接受所述换道请求,则禁止所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路,若判断所述第一车辆接受所述换道请求,则确定所述无人驾驶车辆和第一车辆之间的第一禁止区长度和协商区长度、所述无人驾驶车辆和第二车辆之间的第二禁止区长度、所述无人驾驶车辆和第三车辆之间的第三禁止区长度,确定所述无人驾驶车辆前方的第一安全距离和所述无人驾驶车辆后方的第二安全距离,若所述第一安全距离不小于所述第二禁止区长度和所述第三禁止区长度中的最大值,所述第二安全距离不小于所述第一禁止区长度且不大于所述第一禁止区长度和所述协商区长度之和,且所述第一车辆减速、所述第二车辆和所述第三车辆加速,则控制所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路,其中所述第二车辆位于所述第二道路上,且所述第二车辆为在所述无人驾驶车辆转换到所述第二道路后在所述无人驾驶车辆前方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆,所述第三车辆位于所述第一道路上,且所述第三车辆为在所述无人驾驶车辆前方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆。

5. 一种无人驾驶车辆换道控制装置,包括:

存储器,被配置为存储指令;

处理器,耦合到存储器,处理器被配置为基于存储器存储的指令执行实现如权利要求1-3中任一项所述的方法。

6. 一种无人驾驶车辆,包括如权利要求4或5所述的无人驾驶车辆换道控制装置。

7. 一种计算机可读存储介质,其中,计算机可读存储介质存储有计算机指令,指令被处理器执行时实现如权利要求1-3中任一项所述的方法。

## 无人驾驶车辆换道控制方法和装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及信息处理领域,特别涉及一种无人驾驶车辆换道控制方法和装置。

### 背景技术

[0002] 目前,无人驾驶车辆在从当前的第一道路转换到相邻的第二道路的过程中,判断第二道路上行驶的车辆之间是否有用于换道的间隙,若确定第二道路上存在用于换道的间隙,则执行从第一道路到第二道路的换道。

### 发明内容

[0003] 发明人注意到,在相关技术中,无人驾驶车辆在换到过程中,并不考虑换道区域车辆的行驶状况,因此容易发生交通事故。

[0004] 据此,本公开提供一种无人驾驶车辆换道控制方案,能够有效实现无人驾驶车辆的安全换道。

[0005] 根据本公开实施例的第一方面,提供一种无人驾驶车辆换道控制方法,由所述无人驾驶车辆的控制装置执行,包括:在所述无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路的情况下,判断所述无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置,其中所述第一车辆位于所述第二道路上,且所述第一车辆为在所述无人驾驶车辆转换到所述第二道路后在所述无人驾驶车辆后方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆;若所述无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区,则控制所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路。

[0006] 在一些实施例中,若所述无人驾驶车辆位于所述第一车辆的协商区,则发送换道请求;根据所述第一车辆的行驶状态判断所述第一车辆是否接受所述换道请求;若判断所述第一车辆不接受所述换道请求,则禁止所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路。

[0007] 在一些实施例中,根据所述第一车辆的行驶状态判断所述第一车辆是否接受所述换道请求包括:判断所述第一车辆是否加速;若所述第一车辆不加速,则确定所述第一车辆接受所述换道请求;若所述第一车辆加速,则确定所述第一车辆不接受所述换道请求。

[0008] 在一些实施例中,若判断所述第一车辆接受所述换道请求,则确定所述无人驾驶车辆和第一车辆之间的第一禁止区长度和协商区长度、所述无人驾驶车辆和第二车辆之间的第二禁止区长度、所述无人驾驶车辆和第三车辆之间的第三禁止区长度;确定所述无人驾驶车辆前方的第一安全距离和所述无人驾驶车辆后方的第二安全距离;若所述第一安全距离不小于所述第二禁止区长度和所述第三禁止区长度中的最大值,所述第二安全距离不小于所述第一禁止区长度且不大于所述第一禁止区长度和所述协商区长度之和,且所述第一车辆减速、所述第二车辆和所述第三车辆加速,则控制所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路;其中所述第二车辆位于所述第二道路上,且所述第二车辆为在所述无人驾驶车辆转换到所述第二道路后在所述无人驾驶车辆前方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆,所述第三车辆位于所述第一道路上,且所述第三车辆为在所述无人驾驶车辆

前方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆。

[0009] 在一些实施例中,所述第一禁止区长度由所述无人驾驶车辆的速度、最大速度、最大减速度和最小减速度、所述第一车辆的速度和最大减速度确定;所述第二禁止区长度由所述无人驾驶车辆的速度、最大速度、最大减速度和最小减速度、所述第二车辆的速度和最大减速度确定;所述第三禁止区长度由所述无人驾驶车辆的速度、最大速度、最大减速度和最小减速度、所述第三车辆的速度和最大减速度确定。

[0010] 在一些实施例中,若所述无人驾驶车辆位于所述第一车辆的禁止区,则禁止所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路。

[0011] 根据本公开实施例的第二方面,提供一种无人驾驶车辆换道控制装置,包括:第一处理模块,被配置为在所述无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路的情况下,判断所述无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置,其中所述第一车辆位于所述第二道路上,且所述第一车辆为在所述无人驾驶车辆转换到所述第二道路后在所述无人驾驶车辆后方距离所述无人驾驶车辆最近的车辆;第二处理模块,被配置为若所述无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区,则控制所述无人驾驶车辆从所述第一道路转换到所述第二道路。

[0012] 根据本公开实施例的第三方面,提供一种无人驾驶车辆换道控制装置,包括:存储器,被配置为存储指令;处理器,耦合到存储器,处理器被配置为基于存储器存储的指令执行实现如上述任一实施例所述的方法。

[0013] 根据本公开实施例的第四方面,提供一种无人驾驶车辆,包括如上市任一实施例所述的无人驾驶车辆换道控制装置。

[0014] 根据本公开实施例的第五方面,提供一种计算机可读存储介质,其中,计算机可读存储介质存储有计算机指令,指令被处理器执行时实现如上述任一实施例涉及的方法。

[0015] 通过以下参照附图对本公开的示例性实施例的详细描述,本公开的其它特征及其优点将会变得清楚。

## 附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1为本公开一个实施例的无人驾驶车辆换道控制方法的流程示意图;

[0018] 图2为本公开一个实施例的车辆位置示意图;

[0019] 图3为本公开另一个实施例的无人驾驶车辆换道控制方法的流程示意图;

[0020] 图4为本公开另一个实施例的车辆位置示意图;

[0021] 图5为本公开一个实施例的无人驾驶车辆换道控制装置的结构示意图;

[0022] 图6为本公开另一个实施例的无人驾驶车辆换道控制装置的结构示意图;

[0023] 图7为本公开一个实施例的无人驾驶车辆的结构示意图;

[0024] 图8为换道实验结果示意图。

## 具体实施方式

[0025] 下面将结合本公开实施例中的附图,对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例,而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。基于本公开中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0026] 除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本公开的范围。

[0027] 同时,应当明白,为了便于描述,附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

[0028] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。

[0029] 在这里示出和讨论的所有示例中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。

[0030] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0031] 图1为本公开一个实施例的无人驾驶车辆换道控制方法的流程示意图。在一些实施例中,下列的无人驾驶车辆换道控制方法由无人驾驶车辆换道控制装置执行。

[0032] 在步骤101,在无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路的情况下,判断无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置。

[0033] 第一车辆位于第二道路上,且第一车辆为在无人驾驶车辆转换到第二道路后在无人驾驶车辆后方距离无人驾驶车辆最近的车辆。第一道路和第二道路上的车辆行驶方向相同。

[0034] 在步骤102,若无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区,则控制无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。

[0035] 图2为本公开一个实施例的车辆位置示意图。如图2所示,若无人驾驶车辆10与第一车辆11的距离大于第一门限,则确定无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区。若无人驾驶车辆10与第一车辆11的距离小于第二门限,则确定无人驾驶车辆位于第一车辆的禁止区,其中第二门限小于第一门限。若无人驾驶车辆10与第一车辆11的距离不大于第一门限且不小于第二门限,则确定无人驾驶车辆位于第一车辆的协商区。

[0036] 若无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区,则表明无人驾驶车辆与第一车辆的距离较远,在这种情况下无人驾驶车辆可安全地从第一道路转换到第二道路。

[0037] 在一些实施例中,若无人驾驶车辆位于第一车辆的禁止区,则表明无人驾驶车辆与第一车辆的距离较近,在这种情况下禁止无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。

[0038] 在一些实施例中,若无人驾驶车辆位于第一车辆的协商区,则表明无人驾驶车辆此时换道仍存与第一车辆发生碰撞的风险,在这种情况下需要与第一车辆进行协商。

[0039] 图3为本公开另一个实施例的无人驾驶车辆换道控制方法的流程示意图。在一些实施例中,下列的无人驾驶车辆换道控制方法由无人驾驶车辆换道控制装置执行。

[0040] 在步骤301,在无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路

的情况下,判断无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置。

[0041] 第一车辆位于第二道路上,且第一车辆为在无人驾驶车辆转换到第二道路后在无人驾驶车辆后方距离无人驾驶车辆最近的车辆。第一道路和第二道路上的车辆行驶方向相同。

[0042] 在步骤302,若无人驾驶车辆位于第一车辆的协商区,则发送换道请求。

[0043] 例如,无人驾驶车辆可通过鸣笛、闪烁转向灯以提醒第二道路上的车辆。

[0044] 在步骤303,根据第一车辆的行驶状态判断第一车辆是否接受换道请求。

[0045] 若判断第一车辆不接受换道请求,则执行步骤304;若判断第一车辆接受换道请求,则执行步骤305。

[0046] 在一些实施例中,判断第一车辆是否加速。若第一车辆加速,则确定第一车辆不接受换道请求。否则确定第一车辆接受换道请求。

[0047] 在步骤304,禁止无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。

[0048] 在步骤305,根据第一车辆、第二车辆和第三车辆判断是否能够进行换道。

[0049] 如图4所述,在判断无人驾驶车辆能否进行换道,除第一车辆11外,还需要考虑无人驾驶车辆与第二车辆12和第三车辆13之间的关系。第二车辆12位于第二道路上,且第二车辆12为在无人驾驶车辆转换到第二道路后在无人驾驶车辆10前方距离无人驾驶车辆最近的车辆,第三车辆13位于第一道路上,且第三车辆13为在无人驾驶车辆10前方距离无人驾驶车辆最近的车辆。

[0050] 这里需要说明的是,第四车辆14位于第一道路上,且第四车辆14为在无人驾驶车辆10后方距离无人驾驶车辆最近的车辆。由于第四车辆14位于无人驾驶车辆10的后方,根据交通规则第四车辆14应与无人驾驶车辆10之间保持足够的安全距离。因此在考虑无人驾驶车辆是否换道时无需考虑第四车辆。

[0051] 若不能进行换道,则执行步骤304,否则执行步骤306。

[0052] 在步骤306,控制无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。

[0053] 在一些实施例中,在根据第一车辆、第二车辆和第三车辆判断是否能够进行换道的过程中,确定无人驾驶车辆和第一车辆之间的第一禁止区长度 $F_{LA}$ 和协商区长度 $N_{LA}$ 、无人驾驶车辆和第二车辆之间的第二禁止区长度 $F_{LB}$ 、无人驾驶车辆和第三车辆之间的第三禁止区长度 $F_{LC}$ 。确定无人驾驶车辆前方的第一安全距离 $d_{front}$ 和无人驾驶车辆后方的第二安全距离 $d_{rear}$ 。检测第一车辆的加速度 $a_A$ 、第二车辆的加速度 $a_B$ 和第三车辆的加速度 $a_C$ 。

[0054] 若满足下列公式(1),则确定无人驾驶车辆能够进行换道。

$$[0055] \quad \begin{cases} d_{front} \geq \max(F_{LB}, F_{LC}) \\ F_{LA} \leq d_{rear} \leq F_{LA} + N_{LA} \\ a_A \leq 0, a_B \geq 0, a_C \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

[0056] 在一些实施例中,无人驾驶车辆和第一车辆之间的第一禁止区长度 $F_{LA}$ 由无人驾驶车辆的速度 $v_L$ 、最大速度 $v_{L,max}$ 、最大减速度 $a_{L,max,brake}$ 和最小减速度 $a_{L,min,brake}$ 、第一车辆的速度 $v_A$ 和最大减速度 $a_{A,max,brake}$ 确定。 $\rho$ 为反应时间参数。

[0057] 例如,第一禁止区长度 $F_{LA}$ 如公式(2)、(3)所示。

$$[0058] \quad F_{LA}(t) = \left[ v_L \rho + \frac{v_L^2(t)}{2a_{L,brake}(t)} - \frac{v_A^2}{2a_{A,max,brake}} \right] \quad (2)$$

$$[0059] \quad a_{L,brake}(t) = a_{L,min,brake} + \frac{v_L(t)}{v_{L,max}}(a_{L,max,brake} - a_{L,min,brake}) \quad (3)$$

[0060] 在一些实施例中,无人驾驶车辆和第二车辆之间的第二禁止区长度 $F_{LB}$ 由无人驾驶车辆的速度 $v_L$ 、最大速度 $v_{L,max}$ 、最大减速度 $a_{L,max,brake}$ 和最小减速度 $a_{L,min,brake}$ 、第二车辆的速度 $v_B$ 和最大减速度 $a_{B,max,brake}$ 确定。 $\rho$ 为反应时间参数。

[0061] 例如,第二禁止区长度 $F_{LB}$ 如公式(4)、(5)所示。

$$[0062] \quad F_{LB}(t) = \left[ v_L \rho + \frac{v_L^2(t)}{2a_{L,brake}(t)} - \frac{v_B^2}{2a_{B,max,brake}} \right] \quad (4)$$

$$[0063] \quad a_{L,brake}(t) = a_{L,min,brake} + \frac{v_L(t)}{v_{L,max}}(a_{L,max,brake} - a_{L,min,brake}) \quad (5)$$

[0064] 在一些实施例中,无人驾驶车辆和第三车辆之间的第三禁止区长度 $F_{LC}$ 由无人驾驶车辆的速度 $v_L$ 、最大速度 $v_{L,max}$ 、最大减速度 $a_{L,max,brake}$ 和最小减速度 $a_{L,min,brake}$ 、第三车辆的速度 $v_C$ 和最大减速度 $a_{C,max,brake}$ 确定。 $\rho$ 为反应时间参数。

[0065] 例如,第二禁止区长度 $F_{LB}$ 如公式(6)、(7)所示。

$$[0066] \quad F_{LC}(t) = \left[ v_L \rho + \frac{v_L^2(t)}{2a_{L,brake}(t)} - \frac{v_C^2}{2a_{C,max,brake}} \right] \quad (6)$$

$$[0067] \quad a_{L,brake}(t) = a_{L,min,brake} + \frac{v_L(t)}{v_{L,max}}(a_{L,max,brake} - a_{L,min,brake}) \quad (7)$$

[0068] 图5为本公开一个实施例的无人驾驶车辆换道控制装置的结构示意图。如图5所示,无人驾驶车辆换道控制装置包括第一处理模块51和第二处理模块52。

[0069] 第一处理模块51被配置为在无人驾驶车辆需要由当前所处的第一道路转换到相邻的第二道路的情况下,判断无人驾驶车辆相对于第一车辆的位置,其中第一车辆位于第二道路上,且第一车辆为在无人驾驶车辆转换到第二道路后在无人驾驶车辆后方距离无人驾驶车辆最近的车辆。第一道路和第二道路上的车辆行驶方向相同。

[0070] 第二处理模块52被配置为若无人驾驶车辆位于第一车辆的自由区,则控制无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。

[0071] 在一些实施例中,若无人驾驶车辆位于第一车辆的禁止区,则表明无人驾驶车辆与第一车辆的距离较近,在这种情况下第二处理模块52被配置为禁止无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。

[0072] 在一些实施例中,若无人驾驶车辆位于第一车辆的协商区,则第二处理模块52发送换道请求。例如,无人驾驶车辆可通过鸣笛、闪烁转向灯以提醒第二道路上的车辆。

[0073] 第二处理模块52根据第一车辆的行驶状态判断第一车辆是否接受换道请求。若判断第一车辆不接受换道请求,则禁止无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。若判断第一车辆接受换道请求,则根据第一车辆、第二车辆和第三车辆判断是否能够进行换道。若不能进行换道,则禁止无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路,否则控制无人驾驶车辆从第一道路转换到第二道路。



[0074] 在一些实施例中,在根据第一车辆、第二车辆和第三车辆判断是否能够进行换道的过程中,确定无人驾驶车辆和第一车辆之间的第一禁止区长度 $F_{LA}$ 和协商区长度 $N_{LA}$ 、无人驾驶车辆和第二车辆之间的第二禁止区长度 $F_{LB}$ 、无人驾驶车辆和第三车辆之间的第三禁止区长度 $F_{LC}$ 。确定无人驾驶车辆前方的第一安全距离 $d_{front}$ 和无人驾驶车辆后方的第二安全距离 $d_{rear}$ 。检测第一车辆的加速度 $a_A$ 、第二车辆的加速度 $a_B$ 和第三车辆的加速度 $a_C$ 。若满足上述公式(1),则确定无人驾驶车辆能够进行换道。

[0075] 在一些实施例中,无人驾驶车辆和第一车辆之间的第一禁止区长度 $F_{LA}$ 由无人驾驶车辆的速度 $v_L$ 、最大速度 $v_{L,max}$ 、最大减速度 $a_{L,max,brake}$ 和最小减速度 $a_{L,min,brake}$ 、第一车辆的速度 $v_A$ 和最大减速度 $a_{A,max,brake}$ 确定。 $\rho$ 为反应时间参数。例如,第一禁止区长度 $F_{LA}$ 如上述公式(2)、(3)所示。

[0076] 在一些实施例中,无人驾驶车辆和第二车辆之间的第二禁止区长度 $F_{LB}$ 由无人驾驶车辆的速度 $v_L$ 、最大速度 $v_{L,max}$ 、最大减速度 $a_{L,max,brake}$ 和最小减速度 $a_{L,min,brake}$ 、第二车辆的速度 $v_B$ 和最大减速度 $a_{B,max,brake}$ 确定。 $\rho$ 为反应时间参数。例如,第二禁止区长度 $F_{LB}$ 如上述公式(4)、(5)所示。

[0077] 在一些实施例中,无人驾驶车辆和第三车辆之间的第三禁止区长度 $F_{LC}$ 由无人驾驶车辆的速度 $v_L$ 、最大速度 $v_{L,max}$ 、最大减速度 $a_{L,max,brake}$ 和最小减速度 $a_{L,min,brake}$ 、第三车辆的速度 $v_C$ 和最大减速度 $a_{C,max,brake}$ 确定。 $\rho$ 为反应时间参数。例如,第二禁止区长度 $F_{LB}$ 如上述公式(6)、(7)所示。

[0078] 图6为本公开另一个实施例的无人驾驶车辆换道控制装置的结构示意图。如图6所示,无人驾驶车辆换道控制装置包括存储器61和处理器62。

[0079] 存储器61用于存储指令,处理器62耦合到存储器61,处理器62被配置为基于存储器存储的指令执行实现如图1或图2中任一实施例涉及的方法。

[0080] 如图6所示,该无人驾驶车辆换道控制装置还包括通信接口63,用于与其它设备进行信息交互。同时,该无人驾驶车辆换道控制装置还包括总线64,处理器62、通信接口63、以及存储器61通过总线64完成相互间的通信。

[0081] 存储器61可以包含高速RAM存储器,也可还包括非易失性存储器(non-volatile memory),例如至少一个磁盘存储器。存储器61也可以是存储器阵列。存储器61还可能被分块,并且块可按一定的规则组合成虚拟卷。

[0082] 此外,处理器62可以是一个中央处理器CPU,或者可以是专用集成电路ASIC,或是被配置成实施本公开实施例的一个或多个集成电路。

[0083] 本公开同时还涉及一种计算机可读存储介质,其中计算机可读存储介质存储有计算机指令,指令被处理器执行时实现如图1或图2中任一实施例涉及的方法。

[0084] 图7为本公开一个实施例的无人驾驶车辆的结构示意图。如图7所示,无人驾驶车辆71包括控制装置72。控制装置72为图5和图6中任一实施例涉及的无人驾驶车辆换道控制装置。

[0085] 下面通过实验来验证本公开的车辆换道效果。

[0086] 如图8所示,曲线S1为采用现有换道模型,曲线S2-S5为采用本公开所提出的换道控制方案。曲线S2对应第一车辆接受无人驾驶车辆换道请求概率为0的场景,曲线S3对应第一车辆接受无人驾驶车辆换道请求概率为25%的场景,曲线S4对应第一车辆接受无人驾驶

车辆换道请求概率为50%的场景,曲线S5对应第一车辆接受收无人驾驶车辆换道请求概率为100%的场景。通过实验可知,在交通流量较大的情况下,若采用现有换道模型,无人驾驶车辆完成换道需要花费大约3分钟。而采用本公开所提供的方案,无人驾驶车辆完成换道需要花费的时间显著减小。即便第一车辆接受无人驾驶车辆换道请求概率为0,无人驾驶车辆完成换道也只需要花费大约1分钟。若第一车辆接受无人驾驶车辆换道请求概率为50%,无人驾驶车辆完成换道也只需要花费大约半分钟。由此可知,本公开在确保安全换道的同时,显著减小了换道所需要的时间。

[0087] 在一些实施例中,在上面所描述的功能单元模块可以实现为用于执行本公开所描述功能的通用处理器、可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称:PLC)、数字信号处理器(Digital Signal Processor,简称:DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,简称:ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,简称:FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件或者其任意适当组合。

[0088] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0089] 本公开的描述是为了示例和描述起见而给出的,而并不是无遗漏的或者将本公开限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施例是为了更好说明本公开的原理和实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本公开从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

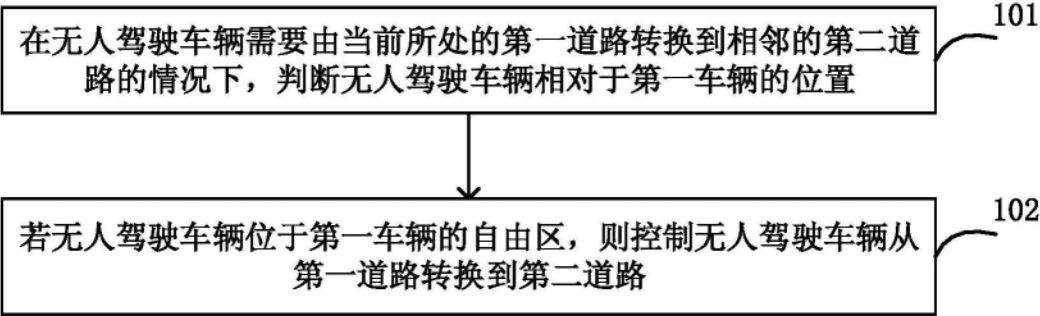


图1

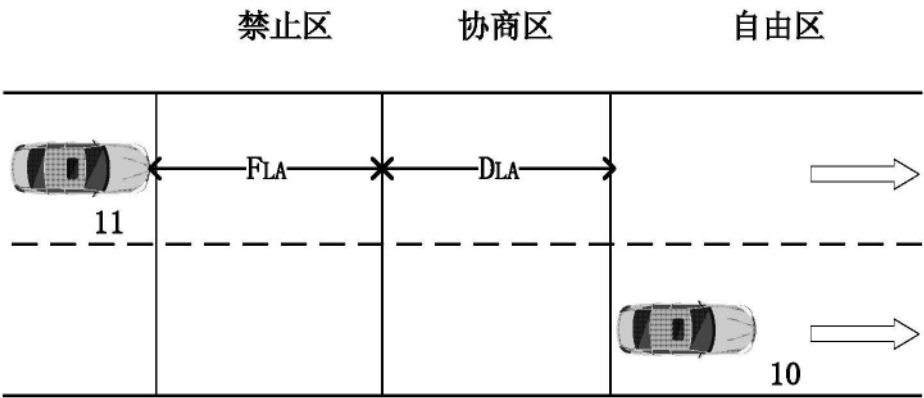


图2

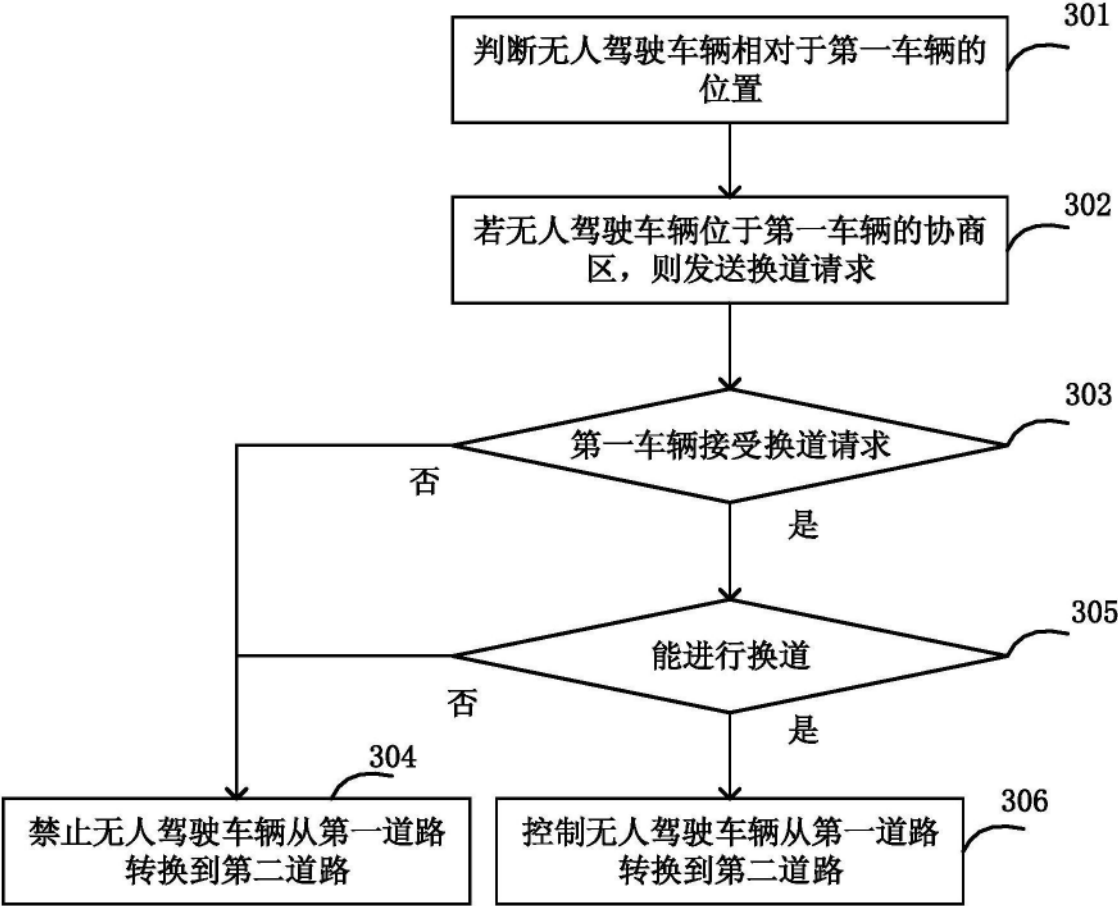


图3

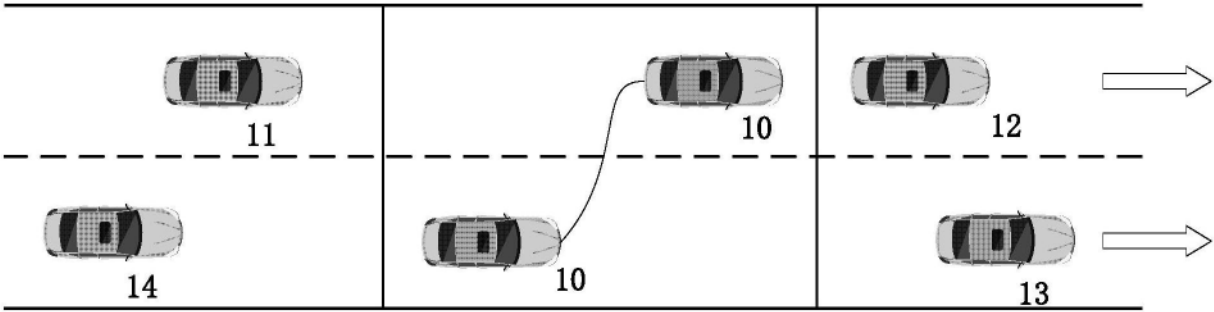


图4

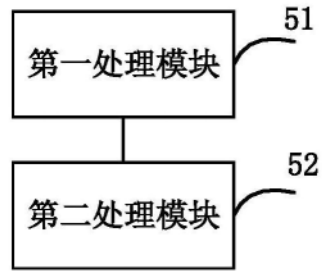


图5

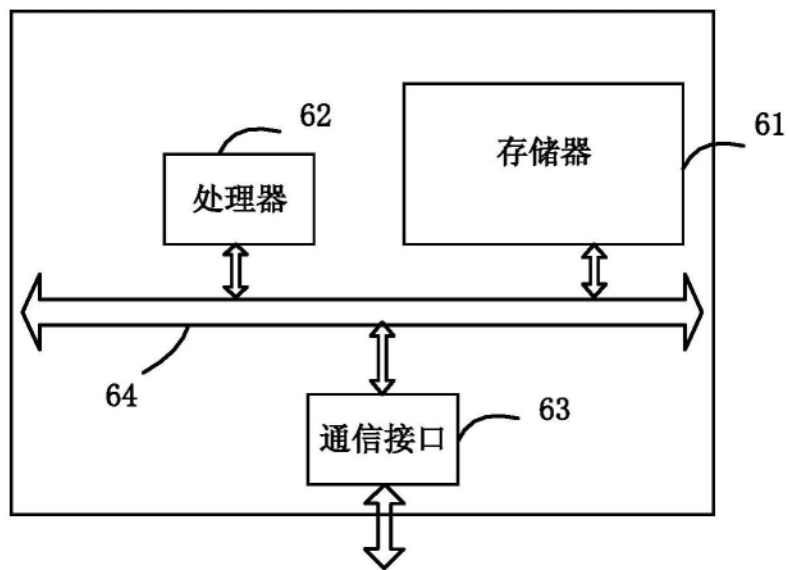


图6

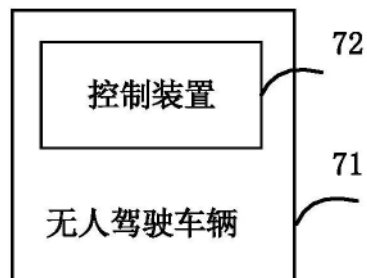


图7

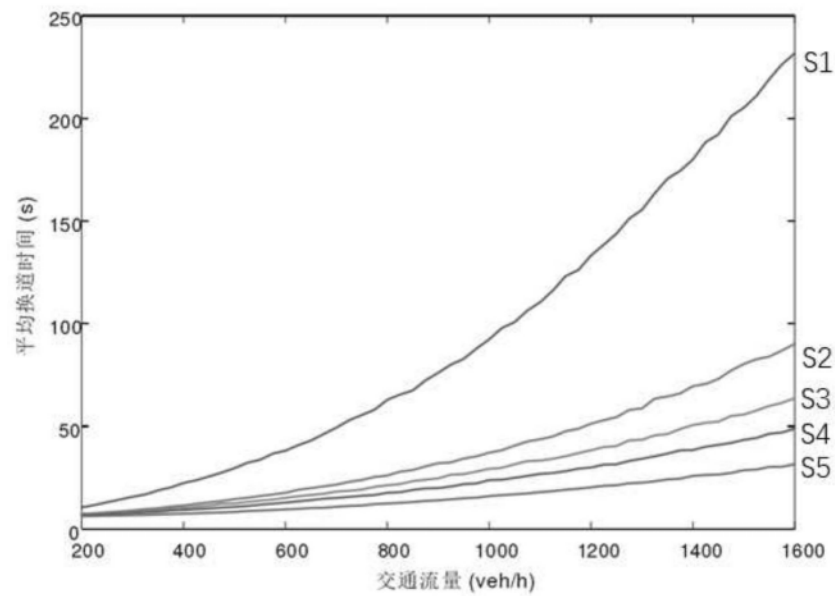


图8