

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102171084 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 31

(21) 申请号 200880131359. 5

高田祐史

(22) 申请日 2008. 09. 30

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11277

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2011. 03. 30

代理人 刘新宇

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/JP2008/068135 2008. 09. 30

(51) Int. Cl.  
B60W 40/02 (2006. 01)  
B60W 50/08 (2006. 01)  
G05D 1/00 (2006. 01)

(87) PCT申请的公布数据  
W02010/038317 EN 2010. 04. 08

(71) 申请人 日产自动车株式会社  
地址 日本神奈川县  
申请人 代尔夫特理工大学  
熵控制股份有限公司

(72) 发明人 马克·穆德尔 D·阿宾克  
R·范帕森 麦克斯·穆德尔  
F·范德赫尔姆 E·R·波尔

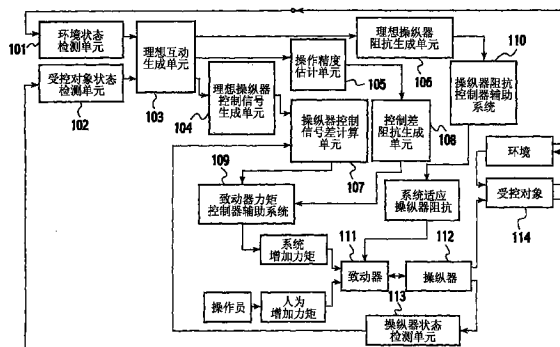
权利要求书 5 页 说明书 17 页 附图 19 页

(54) 发明名称

配置有用于辅助系统操作员的辅助控制器的系统、控制操作辅助装置、控制操作辅助方法、驾驶操作辅助装置和驾驶操作辅助方法

(57) 摘要

目标行驶路径生成电路根据当前受控对象位置计算将来该受控对象可以行驶的目标行驶路径,理想控制信号计算电路计算用以沿着目标行驶路径P行驶的控制大小 $\hat{S}$ ,以及差计算电路计算理想控制大小 $\hat{S}$ 和当前控制大小S之间的差 $\delta$ 。操作系统辅助控制器基于所计算出的差 $\delta$ 的大小、操作员的控制操作状态、环境状态和所需的操作精度控制操作系统,以辅助操作员的控制操作。这样,可以向操作员提供作为相对于理想控制状态的差 $\delta$ 的大小、操作员的控制操作状态、环境状态和所需的操作精度的函数的控制操作辅助,因而,可以输出适合于以操作员的的状态、环境和受控对象为特征的条件的控制操作辅助控制。



1. 一种配置有辅助控制器的系统,所述辅助控制器用于辅助所述系统的操作员,所述系统包括:

系统状态检测单元,其检测与所述系统的操作状态有关的信息;

理想状态生成单元,其至少根据由所述系统状态检测单元检测到的系统状态来生成所述系统的理想状态;

理想输入计算单元,其计算用以使所述系统按照由所述理想状态生成单元生成的理想状态操作的理想输入;

系统输入接口,其将操作员控制动作转换成所述系统的控制信号;以及

差计算单元,其计算由所述理想输入计算单元计算出的理想输入和所述系统输入接口提供给所述系统的实际控制信号之间的差;

其中,所述系统输入接口包括所述辅助控制器,并且所述辅助控制器根据由所述差计算单元计算出的差来确定与将所述操作员控制动作转换成所述系统的控制信号有关的至少一个转换参数,从而辅助所述操作员操作所述系统。

2. 一种控制操作辅助装置,其辅助操作员控制操作操纵器从而控制受控对象,所述控制操作辅助装置包括:

受控对象状态检测单元,其检测与所述受控对象的状态有关的信息;

操纵器状态检测单元,其检测与所述操纵器的状态有关的信息;

环境状态检测单元,其检测与所述受控对象周边的控制操作环境的状态有关的信息;

理想互动生成单元,其根据由所述受控对象状态检测单元检测到的与所述受控对象的状态有关的信息和由所述环境状态检测单元检测到的环境状态,生成所述受控对象和环境之间的理想互动动态;

理想操纵器阻抗生成单元,其根据由所述理想互动生成单元生成的、所述受控对象和环境之间的理想互动动态来生成所述操纵器的理想阻抗;

操纵器阻抗控制器辅助系统,其基于由所述理想操纵器阻抗生成单元生成的理想操纵器阻抗来控制所述操纵器的阻抗,以产生所期望的所述受控对象和环境之间的互动动态;

理想操纵器控制信号生成单元,其根据由所述理想互动生成单元生成的、所述受控对象和环境之间的理想互动动态来生成理想操纵器控制信号;

操纵器控制信号差计算单元,其计算由所述理想操纵器控制信号生成单元生成的理想操纵器控制信号和由所述操纵器状态检测单元检测到的所述操纵器的状态之间的差;

操作精度估计单元,其根据由所述理想互动生成单元生成的、所述受控对象和环境之间的理想互动动态来估计控制操作所述受控对象所需的精度;

控制差阻抗生成单元,其根据由所述操作精度估计单元估计出的所需的精度来生成控制差阻抗;以及

致动力矩控制器辅助系统,其基于由所述操纵器控制信号差计算单元计算出的差的大小和由所述控制差阻抗生成单元计算出的差阻抗来控制由致动力矩产生的附加力矩,以辅助所述操作员控制操作所述操纵器,从而实现所需的操作精度。

3. 根据权利要求2所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括理想控制路径生成单元,所述理想控制路径生成单元根据由所述受控对象状态检测单元检测到的与所述受控对象的状态有关的信息和由所述环境状态检测单元检测到的环境状态来生成所述受控对

象的理想控制路径。

4. 根据权利要求 3 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括理想操纵器控制信号生成单元,所述理想操纵器控制信号生成单元生成用以控制所述受控对象沿着由所述理想控制路径生成单元生成的理想控制路径行驶的控制信号轮廓,作为所述理想操纵器控制信号。

5. 根据权利要求 4 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括控制信号预测单元,所述控制信号预测单元基于由所述受控对象状态检测单元检测到的与所述受控对象的状态有关的信息,预测与预定将来时间之后的控制操作状态有关的信息,其中,所述操纵器控制信号差计算单元计算由所述理想操纵器控制信号生成单元生成的预定将来时间之后的理想操纵器控制信号和由所述控制信号预测单元预测出的与预定将来时间之后的控制操作状态有关的信息之间的差。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述理想操纵器控制信号计算单元使用以下的操作员模型:所述操作员模型用于根据由所述受控对象状态检测单元检测到的与所述受控对象的状态有关的信息和由所述环境状态检测单元检测到的与所述控制操作环境的状态有关的信息来计算所述理想操纵器控制信号。

7. 根据权利要求 2 至 6 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述受控对象状态检测单元检测所述受控对象的方位、速度、前进方向角、加速度和操纵器值至少之一,作为与所述受控对象的状态有关的信息。

8. 根据权利要求 2 至 7 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述环境状态检测单元检测以下的至少之一作为与所述控制操作环境的状态有关的信息:存在于所述受控对象周边的障碍物;所述受控对象所行驶的路径的曲线-直线隔离带、宽度和粗糙度;以及与所述受控对象相邻的运动体。

9. 根据权利要求 2 至 8 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述致动器力矩控制器辅助系统适应所述受控对象的力输出规则以控制所述受控对象,并且控制添加至所述操作员控制操作所述操纵器的力的水平,编写为所述力输出规则,以控制对所述控制操作的辅助水平。

10. 根据权利要求 9 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述致动器力矩控制器辅助系统适应所述受控对象的力输出规则以控制所述受控对象,编写为所述力输出规则,以控制对所述控制操作的辅助水平。

11. 根据权利要求 9 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述致动器力矩控制器辅助系统控制添加至所述操作员控制操作所述操纵器的力的水平,以控制对所述控制操作的辅助水平。

12. 根据权利要求 2 至 11 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括用于估计所述操作员的控制操作负荷的控制操作负荷估计单元,其中,所述致动器力矩控制器辅助系统随着由所述控制操作负荷估计单元估计出的控制操作负荷变大而提高对所述控制操作的辅助水平。

13. 根据权利要求 9 至 12 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述力输出规则是所述致动器的力矩输出规则。

14. 根据权利要求 13 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述致动器力矩控制器

辅助系统根据由所述控制差阻抗生成单元生成的控制差阻抗来改变所述力矩输出规则。

15. 根据权利要求 2 至 14 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括:

可动区域计算单元,其根据由所述环境状态检测单元检测到的与所述控制操作环境的状态有关的信息,计算所述受控对象能够移动的区域;以及

近似控制区域计算单元,其利用多个曲线区域和直线区域来近似由所述可动区域计算单元计算出的可动区域,其中

当所述环境状态检测单元检测到位于所述受控对象周边的障碍物时,所述理想互动生成单元生成在由所述近似控制区域计算单元近似出的区域内的理想互动路径。

16. 根据权利要求 2 至 15 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括用于估计所述操作员的控制操作技术的控制操作技术估计单元,其中,所述致动器力矩控制器辅助系统随着由所述控制操作技术估计单元估计出的所述操作员的控制操作技术变小而提高对所述控制操作的辅助控制水平。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括控制条件判断单元和/或时段判断单元,所述控制条件判断单元判断进行所述控制操作时的控制条件,所述时段判断单元判断进行所述控制操作时的时段,其中,当所述控制条件判断单元判断出控制条件恶劣时和/或当所述时段判断单元判断出时段为夜间时,所述理想互动生成单元适应所生成的理想控制路径,并且所述致动器力矩控制器辅助系统提高对所述控制操作的辅助水平。

18. 根据权利要求 15 至 17 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括检测所述操作员的降级操作的降级操作检测单元,其中,当所述降级操作检测单元检测到所述操作员的降级操作时,所述理想互动生成单元校正所生成的理想控制路径,并且所述致动器力矩控制器辅助系统提高对所述控制操作的辅助水平。

19. 根据权利要求 2 至 18 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述致动器力矩控制器辅助系统随着由所述环境状态检测单元检测到的与所述受控对象相邻的运动体的数量变大而提高对所述控制操作的辅助水平。

20. 根据权利要求 2 至 19 中任一项所述的控制操作辅助装置,其特征在于,所述受控对象是车辆,所述控制操作辅助装置还包括车道改变意图估计单元和第一转向角轮廓存储单元,所述车道改变意图估计单元估计所述操作员的的车道改变意图,所述第一转向角轮廓存储单元存储以往车道改变时由所述受控对象状态检测单元检测到的与车辆的转向角的时间顺序变化有关的信息,并且当所述车道改变意图估计单元估计出所述操作员的的车道改变意图时,所述理想操纵器控制信号生成单元参考存储在所述第一转向角轮廓存储单元中的、与所述车辆的转向角的时间顺序变化有关的信息来生成以往车道改变时所述车辆的转向轮廓作为所述理想操纵器控制信号。

21. 根据权利要求 20 所述的控制操作辅助装置,其特征在于,还包括:

并道意图估计单元,其估计所述操作员的并道意图;以及

第二转向角轮廓存储单元,其存储以往并道时由所述受控对象状态检测单元检测到的与转向角的时间顺序变化有关的信息,其中

当所述并道意图估计单元估计出所述操作员的并道意图时,所述理想操纵器控制信号生成单元参考存储在所述第二转向角轮廓存储单元中的、与所述车辆的转向角的时间顺序

变化有关的信息来生成以往并道时所述车辆的转向轮廓作为所述理想操纵器控制信号,并且当所述环境状态检测单元检测到预定数量或更多的车辆行驶在并道车道上时,所述致动力矩控制器辅助系统提高对所述控制操作的辅助水平。

22. 一种控制操作辅助方法,用于辅助操作员用以控制受控对象的控制操作,所述控制操作辅助方法包括:

根据与所述操作员的控制操作状态有关的信息和与所述受控对象周边的控制操作环境有关的信息来生成所述受控对象的理想控制路径的步骤;

计算用以使所述受控对象沿着所生成的理想控制路径操作的操作系统的控制轮廓作为理想控制信号的步骤;

计算所计算出的理想控制信号和与所述控制操作状态有关的信息之间的差的步骤;

基于所计算出的差的大小控制所述操作系统以辅助所述操作员操作所述操作系统的步骤;以及

根据与所述控制操作状态有关的信息和/或与所述控制操作环境有关的信息来估计控制操作所述受控对象所需的准确度的步骤,其中

在辅助所述操作员操作的步骤中,随着所估计出的准确度变高而提高对所述操作系统的辅助水平。

23. 一种驾驶操作辅助装置,其辅助操作员对操作目标对象进行的车辆操作,所述驾驶操作辅助装置包括:

车辆操作状态检测单元,其检测与所述操作员的车辆操作状态有关的信息;

环境状态检测单元,其检测与所述操作目标对象周边的车辆操作环境有关的信息;

理想控制路径生成单元,其根据由所述车辆操作状态检测单元检测到的与所述车辆操作状态有关的信息和由所述环境状态检测单元检测到的与所述车辆操作环境有关的信息,生成所述操作目标对象的理想控制路径;

理想控制信号计算单元,其计算用以使所述操作目标对象沿着由所述理想控制路径生成单元生成的理想控制路径操作的操作系统的控制历史,作为理想控制信号;

差计算单元,其计算由所述理想控制信号计算单元计算出的理想控制信号和由所述车辆操作状态检测单元检测到的与所述车辆操作状态有关的信息之间的差;

操作系统辅助控制器,其基于由所述差计算单元计算出的差的大小控制所述操作系统,以执行用于辅助所述操作员操作所述操作系统的控制;以及

操作精度估计单元,其根据由所述车辆操作状态检测单元检测到的与所述车辆操作状态有关的信息和/或由所述环境状态检测单元检测到的与所述车辆操作环境有关的信息,估计针对所述操作目标对象进行的车辆操作所需的准确度,其中

随着由所述操作精度估计单元估计出的准确度变高,所述操作系统辅助控制器提高对所述操作系统的控制水平。

24. 一种驾驶操作辅助方法,用于辅助操作员对操作目标对象进行的车辆操作,所述驾驶操作辅助方法包括:

根据与所述操作员的车辆操作状态有关的信息和与所述操作目标对象周边的车辆操作环境有关的信息来生成所述操作目标对象的理想控制路径的步骤;

计算用以使所述操作目标对象沿着所生成的理想控制路径操作的操作系统的控制历

史作为理想控制信号的步骤；

计算所计算出的理想控制信号和与所述车辆操作状态有关的信息之间的差的步骤；

基于所计算出的差的大小控制所述操作系统以辅助所述操作员操作所述操作系统的步骤；以及

根据与所述车辆操作状态有关的信息和 / 或与所述车辆操作环境有关的信息来估计对所述操作目标对象进行的车辆操作所需的准确度的步骤,其中

在辅助所述操作员操作的步骤中,随着所估计出的准确度变高而提高对所述操作系统的控制水平。

## 配置有用于辅助系统操作员的辅助控制器的系统、控制操作辅助装置、控制操作辅助方法、驾驶操作辅助装置和驾驶操作辅助方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及辅助操作员控制操作受控对象的控制操作辅助装置和控制操作辅助方法。

### 背景技术

[0002] 传统上,如日本特开平 9-156528 号公报所公开的,已公知以下的车辆操作辅助装置:该车辆操作辅助装置检测车辆的前进方向方位角和该车辆所行驶的道路的切线方向方位角,并且生成趋向于使所检测到的前进方向方位角和切线方向方位角之间的偏差减小的转向力矩,由此生成在车辆不偏离道路的方向上的转向力。

[0003] 传统的车辆操作辅助装置被配置为仅基于控制时点的前进方向方位角和切线方向方位角之间的偏差来输出转向控制,而不考虑驾驶员的车辆操作状态和车辆周边的环境。因而,根据传统的车辆操作辅助装置,输出不适合于驾驶员的车辆操作状态(驾驶强度)和车辆周边的环境的转向控制。这有时使得驾驶员对转向控制产生不适感或不便感。

### 发明内容

[0004] 根据本发明的第一方面,一种配置有用于辅助系统操作员的辅助控制器的系统,包括:系统状态检测单元,其检测与所述系统的操作状态有关的信息;理想状态生成单元,其至少根据由所述系统状态检测单元检测到的系统状态来生成所述系统的理想状态;理想输入计算单元,其计算用以使所述系统按照由所述理想状态生成单元生成的理想状态操作的理想输入;系统输入接口,其将操作员控制动作转换成所述系统的控制信号;以及差计算单元,其计算由所述理想输入计算单元计算出的理想输入和所述系统输入接口提供给所述系统的实际控制信号之间的差;其中,所述系统输入接口包括所述辅助控制器,并且所述辅助控制器根据由所述差计算单元计算出的差来确定与将所述操作员控制动作转换成所述系统的控制信号有关的至少一个转换参数,从而辅助操作员操作所述系统。

[0005] 根据本发明的第二方面,一种辅助操作员控制操作操纵器从而控制受控对象的控制操作辅助装置,包括:受控对象状态检测单元,其检测与所述受控对象的状态有关的信息;操纵器状态检测单元,其检测与所述操纵器的状态有关的信息;环境状态检测单元,其检测与所述受控对象周边的控制操作环境的状态有关的信息;理想互动生成单元,其根据由所述受控对象状态检测单元检测到的与所述受控对象的状态有关的信息和由所述环境状态检测单元检测到的与所述控制操作环境的状态有关的信息,生成所述受控对象和环境之间的理想互动动态;理想操纵器阻抗生成单元,其根据由所述理想互动生成单元生成的、所述受控对象和环境之间的理想互动动态来生成所述操纵器的理想阻抗;操纵器阻抗控制器辅助系统,其基于由所述理想操纵器阻抗生成单元生成的理想操纵器阻抗来控制所述操纵器的阻抗,以产生所期望的所述受控对象和环境之间的互动动态;理想操纵器控制信号

生成单元,其根据由所述理想互动生成单元生成的、所述受控对象和环境之间的理想互动动态来生成理想操纵器控制信号;操纵器控制信号差计算单元,其计算由所述理想操纵器控制信号生成单元生成的理想操纵器控制信号和由所述操纵器状态检测单元检测到的所述操纵器的状态之间的差;操作精度估计单元,其根据由所述理想互动生成单元生成的、所述受控对象和环境之间的理想互动动态来估计控制操作所述受控对象所需的精度;控制差阻抗生成单元,其根据由所述操作精度估计单元估计出的所需的精度来生成控制差阻抗;以及致动器力矩控制器辅助系统,其基于由所述操纵器控制信号差计算单元计算出的差的大小和由所述控制差阻抗生成单元生成的控制差阻抗来控制由致动器产生的附加力矩,以辅助所述操作员控制操作所述操纵器,从而实现所需的操作精度。

[0006] 根据本发明的第三方面,根据与车辆操作状态有关的信息和与车辆操作环境有关的信息,生成操作目标对象的理想控制路径;计算用以使所述操作目标对象沿着所生成的理想控制路径操作的操作系统控制历史,作为理想控制信号;计算所计算出的理想控制信号和与所述车辆操作状态有关的信息之间的差;基于所计算出的差的大小控制所述操作系统,以辅助操作员操作所述操作系统;根据与所述车辆操作状态有关的信息和/或与所述车辆操作环境有关的信息,估计对所述操作目标对象进行的车辆操作所需的准确度;以及,随着所估计出的准确度变高而提高对所述操作系统的控制水平。

[0007] 本发明的第一方面的系统状态检测单元对应于本发明的第二方面的受控对象状态检测单元、操纵器状态检测单元和环境状态检测单元以及本发明的第三方面的车辆操作状态检测单元和环境状态检测单元。

[0008] 本发明的第一方面的理想状态生成单元对应于本发明的第二方面的理想互动生成单元以及本发明的第三方面的理想控制路径生成单元。

[0009] 本发明的第一方面的辅助控制器对应于本发明的第二方面的致动器力矩控制器辅助系统以及本发明的第三方面的操作系统辅助控制器。

[0010] 本发明的第一方面的理想输入计算单元对应于本发明的第二方面的理想操纵器阻抗生成单元以及本发明的第三方面的理想控制信号计算单元。

[0011] 本发明的第一方面的系统输入接口单元对应于本发明的第二方面的操纵器阻抗控制器辅助系统和理想操纵器控制信号生成单元以及本发明的第三方面的理想控制信号计算单元。

[0012] 本发明的第一方面的差计算单元对应于本发明的第二方面的操纵器控制信号差计算单元以及本发明的第三方面的差计算单元。

[0013] 本发明的第二方面的操作精度估计单元对应于本发明的第三方面的操作系统辅助控制器。

[0014] 本发明的第二方面的控制差阻抗生成单元对应于本发明的第三方面的操作精度估计单元。

## 附图说明

[0015] 图 1 是示出根据本发明的控制操作辅助装置的结构框图。

[0016] 图 2 是示出根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置的结构框图。

[0017] 图 3 是示出根据本发明的车辆操作辅助装置的结构的功能框图。



- [0018] 图 4 是示出根据本发明第一实施例的车辆操作辅助控制处理的流程的流程图。
- [0019] 图 5 是图 4 所示的步骤 S1 中用于检测环境中的车辆位置和朝向的处理的解释图。
- [0020] 图 6 是图 4 所示的步骤 S2 中用于生成车辆在直线路线上行驶时的目标行驶点位的生成处理的解释图。
- [0021] 图 7 是图 4 所示的步骤 S2 中用于生成车辆在曲线路线上行驶时的目标行驶点位的生成处理的解释图。
- [0022] 图 8 是示出车辆所行驶的道路的道路宽度和转向操作所需的准确度之间的关系的一个示例的图。
- [0023] 图 9 是示出图 4 所示的步骤 S8 的处理所使用的力矩输出规则的一个示例的图。
- [0024] 图 10 是示出根据本发明第二实施例的车辆操作辅助装置的结构框图。
- [0025] 图 11 是示出根据本发明第二实施例的车辆操作辅助控制处理的流程的流程图。
- [0026] 图 12 是图 11 所示的步骤 S15 中用于生成车辆的目标行驶路径的生成处理的解释图。
- [0027] 图 13 是示出驾驶员的驾驶负荷和转向操作所需的准确度之间的关系的一个示例的图。
- [0028] 图 14 是图 11 所示的步骤 S15 中用于生成车辆的目标行驶路径的生成处理的变形例的解释图。
- [0029] 图 15 是示出根据本发明第三实施例的车辆操作辅助装置的结构框图。
- [0030] 图 16 是示出根据本发明第三实施例的车辆操作辅助控制处理的流程的流程图。
- [0031] 图 17 的 (a)、(b) 和 (c) 是分别示出转向操作所需的准确度与车辆周边的照明、天气以及车辆的行驶时段之间的关系的一个示例的图。
- [0032] 图 18 是示出转向操作所需的准确度和生成目标行驶路径时所设置的目标行驶点位的数量之间的关系的一个示例的图。
- [0033] 图 19 是示出根据本发明第四实施例的车辆操作辅助装置的结构框图。
- [0034] 图 20 是示出根据本发明第四实施例的车辆操作辅助控制处理的流程的流程图。
- [0035] 图 21 是图 20 所示的步骤 S44 中生成和校正目标行驶点位的处理的解释图。
- [0036] 图 22 是示出图 20 所示的步骤 S50 的处理所使用的力矩输出规则的一个示例的图。
- [0037] 图 23 是示出驾驶员的驾驶技术和图 21 所示的距离  $L_0$  之间的关系的一个示例的图。
- [0038] 图 24 是示出根据本发明第五实施例的车辆操作辅助装置的结构框图。
- [0039] 图 25 是示出根据本发明第五实施例的车辆操作辅助控制处理的流程的流程图。
- [0040] 图 26 是示出图 25 所示的步骤 S71 的处理所使用的力矩输出规则的一个示例的图。

### 具体实施方式

[0041] 根据本发明的控制操作辅助装置系统辅助操作员的用于控制受控对象的控制操作。如图 1 所示,根据本发明的控制操作辅助装置包括:环境状态检测单元 101、受控对象状态检测单元 102、理想互动生成单元 103、理想操纵器控制信号生成单元 104、操作精度估

计单元 105、理想操纵器阻抗生成单元 106、操纵器控制信号差计算单元 107、控制差阻抗生成单元 108、致动器力矩控制器辅助系统 109、操纵器阻抗控制器辅助系统 110、致动器 111、操纵器 112 和操纵器状态检测单元 113。

[0042] 环境状态检测单元 101 检测与受控对象 114 周边的控制操作环境的状态有关的信息。受控对象状态检测单元 102 检测与受控对象 114 的状态有关的信息。理想互动生成单元 103 根据与由受控对象状态检测单元 102 检测到的与受控对象 114 的状态有关的信息和由环境状态检测单元 101 检测到的与控制操作环境的状态有关的信息,生成受控对象 114 和环境之间的理想互动动态 (ideal interaction dynamics)。

[0043] 理想操纵器控制信号生成单元 104 根据由理想互动生成单元 103 生成的受控对象 114 和环境之间的理想互动动态,来生成理想操纵器控制信号。操作精度估计单元 105 根据由理想互动生成单元 103 生成的受控对象 114 和环境之间的理想互动动态,来估计控制操作受控对象 114 所需的精度。

[0044] 理想操纵器阻抗生成单元 106 根据由理想互动生成单元 103 生成的受控对象 114 和环境之间的理想互动动态,生成操纵器 112 的理想阻抗。操纵器控制信号差计算单元 107 计算由理想操纵器控制信号生成单元生成的理想操纵器控制信号和由操纵器状态检测单元 113 检测到的操纵器 112 的状态之间的差。

[0045] 控制差阻抗生成单元 108 根据由操作精度估计单元 105 估计出的所需的精度,生成控制差阻抗。致动器力矩控制器辅助系统 109 基于由操纵器控制信号差计算单元 107 计算出的差的大小和由控制差阻抗生成单元 108 生成的控制差阻抗来控制由致动器 111 产生的附加力矩,从而辅助操作员控制操作操纵器 112 达到所需的操作精度。

[0046] 操纵器阻抗控制器辅助系统 110 基于由理想操纵器阻抗生成单元 106 生成的理想操纵器阻抗来控制操纵器 112 的阻抗,从而产生期望的受控对象 114 和环境之间的互动动态。

[0047] 以下将参考附图来解释根据本发明的第一至第五实施例的车辆操作辅助装置的结构。在以下实施例中,对于由操作员操作的受控对象,假定为车辆。然而,本发明不限于这些实施例,并且总体上可以应用于控制时涉及人的操作受控对象,例如:超远距离的无人驾驶车辆控制(天空或太空中的 UAV),(远距离 (over distance) 或大规模 (in size)) 远程操作手术,航空和飞行模拟,工厂工人/舞蹈演员/运动员以及(远距离或大规模)(微)装配。

[0048] 当将本发明应用于无人驾驶车辆控制时,本发明中的操作员辅助装置、操作员、受控对象、控制输入信号、控制输入轮廓(profile)、受控对象和环境之间的理想互动、操纵器致动器、环境以及对受控对象和环境之间的互动的约束分别对应于远程操作辅助装置、远程操作员、远程受控车辆、操纵器输出信号、控制输入轮廓、远控车辆的理想 3D 轨迹、操纵杆致动器、道路状况(天气状况、静态和动态对象的位置)以及相对于静态或动态对象的 TTC(限制区域、通信时间延迟)。

[0049] 当将本发明应用于远程操作手术时,本发明中的操作员辅助装置、操作员、受控对象、控制输入信号、控制输入轮廓、受控对象和环境之间的理想互动、操纵器致动器、环境以及对受控对象和环境之间的互动的约束分别对应于手术辅助装置、外科医生、机器人手术装置、操纵器输出信号、操纵器输出轮廓、远控手术装置的理想布置和施力(exerted

force)、触感手套致动器、易损组织的部位(抓具移动的液体的特性、需要进行手术的组织部位)以及相对于静态或动态对象的TTC(限制区域、通信时间延迟)。

[0050] 当将本发明应用于航空和飞行模拟时,本发明中的操作员辅助装置、操作员、受控对象、控制输入信号、控制输入轮廓、受控对象和环境之间的理想互动、操纵器致动器、环境以及对受控对象和环境之间的互动的约束分别对应于飞行器飞行辅助装置、飞行员、飞行器/直升飞机、操纵杆信号、操纵杆输出轮廓、飞行器的理想3D轨迹、操纵杆致动器、到地面的距离和禁区(降落区的位置和方位、到其它位面的距离)以及相对于静态或动态对象的TTC(限制区域、通信时间延迟)。

[0051] 当将本发明应用于工厂工人/舞蹈演员/运动员时,本发明中的操作员辅助装置、操作员、受控对象、控制输入信号、控制输入轮廓、受控对象和环境之间的理想互动、操纵器致动器、环境以及对受控对象和环境之间的互动的约束分别对应于身体移动辅助装置(触感服装)、工厂工人/舞蹈演员/运动员、人体、身体移动控制信号(对身体的压力、肢体力矩和位置控制信号)、身体移动轮廓、肢体的理想施力或理想肢体移动路径(各刚性体相互分离但受到约束)、触感服装或身体移动支持服装(压力和致动器)、对象的位置(这些对象的特性、良好地进行肢体移动所需的肌肉动作轮廓、与需要操纵的对象的接触力)以及相对于静态或动态对象的TTC(限制区域、通信时间延迟)。

[0052] 当将本发明应用于(微)装配时,本发明中的操作员辅助装置、操作员、受控对象、控制输入信号、控制输入轮廓、受控对象和环境之间的理想互动、操纵器致动器、环境以及对受控对象和环境之间的互动的约束分别对应于装配辅助装置、装配人员、远控抓具、操纵器输出信号、操纵器输出轮廓、远控抓具的理想布置和施力、触感手套致动器(触觉主控制器)、对象的位置(这些对象的特性、与需要操纵的对象的接触力)以及相对于静态或动态对象的TTC(限制区域、通信时间延迟)。

[0053] 第一实施例

[0054] 首先,参考图2至图9来解释根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置的结构。

[0055] 车辆操作辅助装置的结构

[0056] 根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置1安装在作为受控对象的车辆上,并且如图2所示包括作为主要部分的车辆操作状态检测装置2、环境状态检测装置3、目标行驶点生成电路4、理想转向信号计算电路5、差计算电路6、操作精度估计电路7和转向系统辅助控制装置8。

[0057] 车辆操作状态检测装置2与图3所示的根据本发明的车辆操作状态检测部件11相对应。车辆操作状态检测装置2包括诸如GPS(Global Positioning System,全球定位系统)、速度传感器、地磁传感器、加速度传感器和转向角传感器等的各种传感器,并且检测车辆的位置、速度、前进方向角、加速度及转向角。

[0058] 环境状态检测装置3与图3所示的根据本发明的环境状态检测部件12相对应。环境状态检测装置3包括配置在车辆的前部和侧部的摄像装置、激光雷达、超声波传感器、导航装置和粗糙度传感器等,并且检测存在于车辆周边的障碍物、车辆所行驶的道路的曲率轮廓、道路宽度和粗糙度以及与车辆相邻的运动物体。

[0059] 目标行驶点生成电路4、理想转向信号计算电路5、差计算电路6和操作精度估计电路7分别与图3所示的根据本发明的理想控制路径生成部件13、理想控制信号计算部件

14、差计算部件 15 和操作精度估计部件 16 相对应。通过由安装在车辆上的微计算机执行程序来实现这些电路的功能（操作）。后面将说明各个电路的功能。

[0060] 转向系统辅助控制装置 8 与图 3 所示的根据本发明的操作系统辅助控制单元 17 相对应。转向系统辅助控制装置 8 由已知的被配置用于车辆的转向的电动转向机构或助力机构构成，并且执行控制以辅助驾驶员的转向操作，后面将详细说明。

[0061] 具有这种结构的车辆操作辅助装置 1 执行以下所示的车辆操作辅助控制处理，以输出适合于驾驶员的车辆操作的状态或车辆周边的环境的车辆操作辅助控制。以下参考图 4 所示的流程图来解释车辆操作辅助装置 1 执行车辆操作辅助控制处理时的操作。

#### [0062] 车辆操作辅助控制处理

[0063] 图 4 所示的流程图开始于车辆的点火开关从断开状态切换至接通状态时，并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S1 的处理。针对各预定的控制周期重复执行车辆操作辅助控制处理。

[0064] 在步骤 S1 的处理中，环境状态检测装置 3 检测车辆在该车辆正在行驶的行车道内的位置。更具体地，环境状态检测装置 3 从由配置在车辆的横向侧部的摄像装置拍摄到的车辆横向方向上的视频提取边缘图像，以提取车辆的行车道的左车道标记  $L_L$  和右车道标记  $L_R$ （参见图 5）。环境状态检测装置 3 根据所提取出的左车道标记  $L_L$  和右车道标记  $L_R$  计算行车道的中心线  $L_C$ （参见图 5），以计算所计算出的中心线  $L_C$  和车辆 A 的行驶位置  $P_0$  之间的水平方向距离  $l_n$ （参见图 5）。由此，步骤 S1 的处理完成，并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S2 的处理。

[0065] 在步骤 S2 的处理中，目标行驶点生成电路 4 根据当前车辆位置计算车辆将来应通过的目标行驶点位。更具体地，目标行驶点生成电路 4 经由环境状态检测装置 3 获得车辆前部方向上的视频，并且从所获得的视频提取边缘图像以检测行车道的中心线  $L_C$  的线条形状（曲率  $R$ ）。然后，目标行驶点生成电路 4 基于与所检测到的线条形状有关的信息设置目标行驶点位。在本实施例中，目标行驶点生成电路 4 在当车辆行驶在直线路线上时和当车辆行驶在曲线路线上时之间改变目标行驶点位的设置方法。

[0066] 也就是说，如图 6 所示，当车辆行驶在直线路线上时，目标行驶点生成电路 4 将在车辆 A 的当前位置  $P_0$  前方  $H[m]$  的位置设置为目标行驶点位  $P$ 。另一方面，如图 7 所示，当车辆行驶在曲线路线上时，目标行驶点生成电路 4 计算在通过车辆 A 的当前位置  $P_0$  处的曲线路线的内侧上的、诸如车道标记等的车道边界线（在图 7 所示的例子中为右车道标记  $L_R$ ）的切线  $L_p$  等，并将计算出的切线  $L_p$  与行车道的中心线  $L_C$  相交的点设置为目标行驶点位  $P$ 。由此，步骤 S2 的处理完成，并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S3 的处理。

[0067] 在步骤 S3 的处理中，理想转向信号计算电路 5 计算用以到达通过步骤 S2 的处理计算出的目标行驶点位  $P$  的理想转向角  $\hat{S}$ 。更具体地，理想转向信号计算电路 5 将由车辆操作状态检测装置 2 和环境状态检测装置 3 检测到的信息输入至理想转向角  $\hat{S}$  的值为  $2 \cdot G \cdot v \cdot (v/L)$ （ $v$  表示车辆速度，且  $G$  表示车辆的转向增益）的驾驶员模型中，由此计算用以到达通过步骤 S2 的处理计算出的目标行驶点位  $P$  的理想转向角  $\hat{S}$ ，其中， $v$  表示由连接当前车辆位置  $P_0$  和目标行驶点位  $P$  的矢量与车辆前进方向形成的角。由此，步骤 S3 的处理完成，并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S4 的处理。

[0068] 在步骤 S4 的处理中，车辆操作状态检测装置 2 检测当前车辆转向角  $S$ 。由此，步骤

S4 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S5 的处理。

[0069] 在步骤 S5 的处理中,差计算电路 6 计算通过步骤 S3 的处理计算出的理想转向角  $\hat{S}$  和通过步骤 S4 的处理检测到的当前车辆转向角  $S$  之间的差  $\delta (= \hat{S} - S)$ 。由此,步骤 S5 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S6 的处理。

[0070] 在步骤 S6 的处理中,操作精度估计电路 7 估计在由环境状态检测装置 3 检测到的车辆周边的驾驶环境的状态下所需的转向操作准确度“a”。通常,在诸如行车路线的道路宽度窄时、行车路线拥挤时、车辆驶入曲线路线时和行车路线的表面粗糙度低时等的行驶场景中,转向操作所需的准确度高。另一方面,在诸如车辆正行驶在长直线路线或快速路上时等的行驶场景中,转向操作所需的准确度低。因此,在本实施例中,操作精度估计电路 7 预先保持示出行驶场景和转向操作准确度之间的对应关系的映射图,并且参考该映射图来估计所需的转向操作准确度。更具体地,操作精度估计电路 7 预先保持图 8 所示的、示出车辆所行驶的道路的道路宽度和所需的转向操作准确度之间的对应关系的映射图,并且从该映射图读取与由环境状态检测装置 3 检测到的行车路线的道路宽度相对应的转向操作准确度,以估计所需的转向操作准确度。由此,步骤 S6 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S7 的处理。

[0071] 在步骤 S7 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 基于以下数据改变后面所述的步骤 S8 的处理所使用的力矩输出规则:通过步骤 S1 的处理检测到的、车辆的行车道的中心线  $L_c$  和车辆 A 的行驶位置之间的水平方向距离  $l_n$ ;通过步骤 S5 的处理计算出的理想转向角  $\hat{S}$  和当前车辆转向角  $S$  之间的差  $\delta$ ;以及通过步骤 S6 的处理估计出的转向操作准确度“a”。在本实施例中,力矩输出规则是以下的助力机构中的力矩输出规则:该助力机构用于生成如图 9 中的实线  $L_1$  所示的大小与理想转向角  $\hat{S}$  和当前车辆转向角  $S$  之间的差  $\delta$  的大小成比例的力矩,并且力矩  $T$  可表示为  $T = K \times \delta$ ,其中,  $K$  表示比例常数。

[0072] 比例常数  $K$  是水平方向距离  $l_n$  和转向操作准确度“a”之间的函数,并且例如被表示为公式  $K = F(l_n, a) = |l_n| \times a \times K_0$ 。也就是说,所生成的力矩根据水平方向距离  $l_n$  的大小和转向操作准确度“a”而变化。更具体地,比例常数  $K$  随着水平方向距离  $l_n$  和转向操作准确度“a”增大而增大,并且力矩输出规则如图 9 中的虚线  $L_2$  所示变化。另一方面,比例常数  $K$  随着水平方向距离  $l_n$  和转向操作准确度“a”减小而减小,并且力矩输出规则如图 9 中的虚线  $L_3$  所示变化。由此,步骤 S7 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S8 的处理。

[0073] 在步骤 S8 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 执行控制以生成方向盘的转向力矩。在第一实施例中,转向系统辅助控制装置 8 具有电动马达作为用于生成转向力的机构,并且根据在步骤 S7 的处理中设置的力矩输出规则来执行马达控制。结果,驾驶员经由方向盘感觉到叠加在该方向盘上的转向力矩。在本实施例中,对被编写为力矩输出规则的、针对驾驶员的转向操作的排斥力 (repulsive force) 进行控制。相反,可以对针对驾驶员不操作的感应力 (induction force) 进行控制。由此,步骤 S8 的处理完成,并且一系列的车辆操作辅助控制处理结束。

[0074] 如通过这些解释显而易见,根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置 1,目标行驶点生成电路 4 根据当前车辆位置计算车辆将来应通过的目标行驶点位,理想转向信号计

算电路 5 计算用以到达目标行驶点位 P 的理想转向角 $\hat{S}$ ,并且差计算电路 6 计算理想转向角 $\hat{S}$ 和当前车辆转向角 S 之间的差  $\delta$ 。转向系统辅助控制装置 8 基于计算出的差  $\delta$  的大小控制转向系统,以辅助驾驶员的车辆操作。根据这种结构,可以根据理想驾驶状态向驾驶员提供与差  $\delta$  的大小相对应的转向操作辅助,并由此可以输出适合于驾驶员对车辆进行的车辆操作的状态和车辆周边的环境的车辆操作辅助控制。

[0075] 在传统的车辆操作辅助装置中,放大辅助控制量,以恢复从向驾驶员提供车辆操作辅助起到驾驶员采取控制动作为止的时间延迟,结果,有时产生分歧的系统。然而,根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置 1,如上所述,转向系统辅助控制装置 8 基于理想转向角 $\hat{S}$ 和当前车辆转向角 S 之间的差  $\delta$  的大小控制转向系统,因而与传统的车辆操作辅助装置不同,本发明可以抑制产生分歧的系统。

[0076] 根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置 1,操作精度估计电路 7 估计在由环境状态检测装置 3 检测到的车辆周边的驾驶环境的状态下所需的转向操作准确度“a”,当估计出的转向操作准确度“a”越高时,转向系统辅助控制装置 8 提高对转向系统的控制水平。因而,可以向驾驶员提供与当前驾驶环境中所需的转向操作精度一致的车辆操作辅助。

[0077] 根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置 1,理想转向信号计算电路 5 将由车辆操作状态检测装置 2 和环境状态检测装置 3 检测到的信息输入至理想转向角 $\hat{S}$ 的值为  $2 \cdot G \cdot v \cdot (v/L)$  ( $v$  表示车辆速度,且  $G$  表示车辆的转向增益)的驾驶员模型中,由此计算理想转向角 $\hat{S}$ ,其中,  $v$  表示由连接当前车辆位置  $P_0$  和目标行驶点位 P 的矢量与车辆的前进方向形成的角。因而,利用通过考虑到驾驶员的转向特性所获得的控制路径,可以辅助驾驶员的转向操作。

[0078] 根据本发明第一实施例的车辆操作辅助装置 1,转向系统辅助控制装置 8 控制被编写为力矩输出规则的、抵抗驾驶员的转向操作的排斥力的水平,以控制对转向系统的控制水平,因而,可以通过驾驶员经由转向系统识别出的力矩变化来向该驾驶员提供转向操作辅助。

[0079] 第二实施例

[0080] 接着,参考图 10 至图 14 来解释根据本发明第二实施例的车辆操作辅助装置的结构。

[0081] 车辆操作辅助装置的结构

[0082] 如图 10 所示,除了根据第一实施例的车辆操作辅助装置 1 中的车辆操作状态检测装置 2、环境状态检测装置 3、差计算电路 6 和转向系统辅助控制装置 8 以外,根据本发明第二实施例的车辆操作辅助装置 20 还包括可行驶区域计算电路 21、近似行驶区域生成电路 22、目标行驶路径生成电路 23、操作信号预测电路 24 和车辆操作负荷估计装置 25。

[0083] 可行驶区域计算电路 21、近似行驶区域生成电路 22、目标行驶路径生成电路 23、操作信号预测电路 24 和车辆操作负荷估计装置 25 分别对应于根据本发明的可移动区域计算部件、近似控制区域计算部件、理想控制路径生成部件、操作信号预测部件和车辆操作负荷估计部件。通过由安装在车辆上的微计算机执行程序来实现这些功能。后面将说明各个组件的功能。

[0084] 具有这种结构的车辆操作辅助装置 20 执行以下所示的车辆操作辅助控制处理,

以输出适合于驾驶员对车辆进行的车辆操作的状态或车辆周边的环境的车辆操作辅助控制。以下参考图 11 所示的流程图来解释车辆操作辅助装置 20 执行车辆操作辅助控制处理时的操作。

[0085] 车辆操作辅助控制处理

[0086] 图 11 所示的流程图开始于将车辆的点火开关从断开状态切换至接通状态时,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S11 的处理。针对各预定的控制周期重复执行车辆操作辅助控制处理。

[0087] 在步骤 S11 的处理中,环境状态检测装置 3 计算行车道的中心线  $L_c$  和车辆 A 的当前位置  $P_0$  之间的水平方向距离  $l_n$  (参见图 5) 以及行车道的道路宽度  $W_r$  (参见图 12)。由此,步骤 S11 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S12 的处理。

[0088] 在步骤 S12 的处理中,环境状态检测装置 3 判断在车辆所行驶的行车道上是否存在障碍物。如图 12 所示,当存在障碍物时,环境状态检测装置 3 检测从车辆 A 的当前位置  $P_0$  到障碍物 O 的距离  $\xi$  以及该障碍物的宽度  $W_0$ 。由此,步骤 S12 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S13 的处理。

[0089] 在步骤 S13 的处理中,可行驶区域计算电路 21 计算行车道区域内车辆可以行驶的区域。更具体地,如图 12 所示,可行驶区域计算电路 21 根据在步骤 S11 和 S12 的处理中检测到的车辆 A 的行车道的宽度  $W_r$ 、到障碍物 O 的距离  $\xi$  和该障碍物的宽度  $W_0$  来计算可行驶区域  $R_1$ 。由此,步骤 S13 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S14 的处理。

[0090] 在步骤 S14 的处理中,近似行驶区域生成电路 22 在通过步骤 S13 的处理计算出的可行驶区域  $R_1$  内近似地生成与行车道相对应的行驶区域。更具体地,近似行驶区域生成电路 22 预先保持各自具有预定道路宽度的曲线路线和直线路线的模板,并且如图 12 所示,确定当在可行驶区域  $R_1$  内应用曲线路线模板和直线路线模板的组合时提供最大区域的曲线路线模板和直线路线模板的组合(在图 12 所示的例子中,为曲线路线模板  $R_{R1}$ 、 $R_{R2}$ 、 $R_{R3}$  和  $R_{R4}$  与直线路线模板  $R_{S1}$  的组合)作为近似行驶区域。由此,步骤 S14 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S15 的处理。

[0091] 在步骤 S15 的处理中,目标行驶路径生成电路 23 计算车辆在通过步骤 S14 的处理生成的近似行驶区域中行驶时的路线作为目标行驶路径。更具体地,如图 12 所示,目标行驶路径生成电路 23 计算按照根据公式  $S' = G \times H \times v$  估计出的理想转向角  $S'$  行驶的路线作为目标行驶路径,其中,  $T$  表示在车辆 A 的当前位置  $P_0$  前方  $H$  米的近似行驶区域的中心点,并且  $v$  表示由连接车辆 A 的当前位置  $P_0$  和中心点  $T$  的矢量与车辆本身的前进方向形成的角。在第二实施例中,  $H$  的值为 15[m], 并且  $G$  的值为 0.15。然而,期望  $G$  的值根据车辆类型、驾驶员和环境状态而变化。由此,步骤 S15 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S16 的处理。

[0092] 在步骤 S16 的处理中,操作信号预测电路 24 利用由车辆操作状态检测装置 2 检测到的信息来计算经过了 1 秒之后、车辆在路线内的左右方向位置和前进方向角。在第二实施例中,对于左右方向位置,采用通过步骤 S14 的处理计算出的近似行驶区域中的左右方向位置,更具体地,采用车辆在用于实现通过步骤 S15 的处理计算出的目标行驶路径的理想转向角  $S'$  维持了 1 秒时到达的位置。前进方向角是车辆在通过步骤 S15 的处理计算出的目标行驶路径上的前进方向角,更具体地,是车辆在用于实现通过步骤 S15 的处理计算出

的目标行驶路径的理想转向角  $S'$  维持了 1 秒时转动的角度。由此,步骤 S16 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S17 的处理。

[0093] 在步骤 S17 的处理中,差计算电路 16 计算通过步骤 S16 的处理计算出的左右方向位置和前进方向角相对于通过步骤 S15 的处理计算出的目标行驶路径的差。更具体地,差计算电路 16 计算经过了 1 秒之后、车辆的车辆位置和目标行驶路径之间的相对距离以计算位置差  $d$ ,并且计算经过了 1 秒之后、车辆的前进方向角和目标行驶路径之间的相对角度,以计算前进方向角的差  $\phi$ 。由此,步骤 S17 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S18 的处理。

[0094] 在步骤 S18 的处理中,车辆操作负荷估计装置 25 估计驾驶员的车辆操作负荷  $WL$ 。在第二实施例中,车辆操作负荷估计装置 25 使用在应用本申请的发明时已知的转向熵 (steering entropy) 方法来估计驾驶员的车辆操作负荷  $WL$ 。然而,可以使用驾驶员的诸如心率等的生理征候 (physiological barometer) 来估计驾驶员的车辆操作负荷  $WL$ 。驾驶员的车辆操作负荷  $WL$  随着所需的转向操作准确度“ $a$ ”越大而越大,并且如图 13 所示与转向操作准确度“ $a$ ”具有相关性。由此,步骤 S18 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S19 的处理。

[0095] 在步骤 S19 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 基于通过步骤 S17 的处理计算出的位置差  $d$  和前进方向角的差  $\phi$  以及通过步骤 S18 的处理估计出的驾驶员的车辆操作负荷  $WL$ ,来改变力矩输出规则。在第二实施例中,力矩输出规则表达为公式  $T = K1 \times (K2 \times d + K3 \times \phi)$ 。该公式中的比例常数  $K1$  是驾驶员的车辆操作负荷  $WL$  的函数,例如被写为  $K1 = F(WL) = b \times WL$ 。也就是说,在第二实施例中,所生成的力矩  $T$  根据驾驶员的车辆操作负荷  $WL$  的大小而变化。更具体地,所生成的力矩随着驾驶员的车辆操作负荷  $WL$  (= 所需的转向操作准确度) 变大而变大。另一方面,所生成的力矩随着驾驶员的车辆操作负荷  $WL$  (= 所需的转向操作准确度) 变小而变小。由此,步骤 S19 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S20 的处理。

[0096] 在步骤 S20 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 执行控制以生成方向盘的转向力矩。由此,步骤 S20 的处理完成,并且一系列的车辆操作辅助控制处理结束。

[0097] 如通过这些解释显而易见,根据本发明第二实施例的车辆操作辅助装置 20,操作信号预测电路 24 计算经过了 1 秒之后、车辆的左右方向位置和前进方向角,并且差计算电路 6 计算左右方向位置和前进方向角相对于目标行驶路径的差。根据这种结构,即使在存在障碍物的行驶环境中,也可以向驾驶员提供与该驾驶员的感觉一致的转向操作辅助。

[0098] 根据本发明第二实施例的车辆操作辅助装置 20,车辆操作负荷估计装置 25 估计驾驶员的车辆操作负荷  $WL$ ,并且转向系统辅助控制装置 8 与车辆操作负荷  $WL$  成比例地提高对转向系统的控制水平。根据这种结构,驾驶员的车辆操作负荷  $WL$  越高,方向盘中传递至该驾驶员的转向力矩越大。因而,可以向驾驶员提供抑制了由超常的驾驶负荷引起的转向操作延迟或转向操作不平稳的车辆操作辅助。

[0099] 在步骤 S15 的处理中,目标行驶路径生成电路 23 计算在按照通过公式  $S' = G \times H \times v$  估计出的理想转向角  $S'$  行驶时的路线作为目标行驶路径。然而,还可以计算例如在按照通过公式  $S' = G_1 \times \xi_1 + G_2 \times \xi_2$  估计出的理想转向角  $S'$  行驶时的路线作为目标行驶路径。如图 14 所示,该公式中的参数  $\xi_1$  表示由车辆 A 的当前前进方向和经过了 1 秒



之后在中心线  $L_c$  上的位置  $P_1$  形成的角。参数  $\xi_2$  表示由切线  $L_p$  和车辆 A 的前进方向形成的角,其中切线  $L_p$  外切在车辆 A 前方的曲线路线的内边缘  $L_r$ 。期望该公式中的参数  $G_1$  和  $G_2$  根据车辆、驾驶员和行驶环境而变化。

### [0100] 第三实施例

[0101] 接着,参考图 15 至图 18 来解释根据本发明第三实施例的车辆操作辅助装置的结构。

### [0102] 车辆操作辅助装置的结构

[0103] 如图 15 所示,除了根据第一实施例的车辆操作辅助装置 1 中的车辆操作状态检测装置 2、环境状态检测装置 3、理想转向信号计算电路 5、差计算电路 6、操作精度估计电路 7 和转向系统辅助控制装置 8 以外,根据本发明第三实施例的车辆操作辅助装置 30 还包括天气判断装置 31、时段判断装置 32 和目标行驶点生成 / 校正电路 33。

[0104] 天气判断装置 31 对应于根据本发明的天气判断部件。天气判断装置 31 包括雨传感器和照明传感器,并且判断驾驶并操作车辆时的天气。时段判断装置 32 对应于根据本发明的时段判断部件。时段判断装置 32 包括诸如时钟等的测量装置,并且判断驾驶并操作车辆时的时段。目标行驶点生成 / 校正电路 33 对应于根据本发明的理想控制路径生成部件。通过由安装在车辆上的微计算机执行程序来实现目标行驶点生成 / 校正电路 33 的功能。后面将说明目标行驶点生成 / 校正电路 33 的功能。

[0105] 具有这种结构的车辆操作辅助装置 30 执行以下所示的车辆操作辅助控制处理,以输出适合于驾驶员对车辆进行的车辆操作的状态或车辆周边的环境的车辆操作辅助控制。以下参考图 16 所示的流程图来解释车辆操作辅助装置 30 执行车辆操作辅助控制处理时的操作。

### [0106] 车辆操作辅助控制处理

[0107] 图 16 所示的流程图开始于将车辆的点火开关从断开状态切换至接通状态时,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S31 的处理。针对各预定的控制周期重复执行车辆操作辅助控制处理。步骤 S31 的处理与图 4 所示的步骤 S1 的处理相同,因而以下将省略对该处理的说明,并且从步骤 S32 的处理开始说明。

[0108] 在步骤 S32 的处理中,天气判断装置 31 判断车辆周边的天气,并且时段判断装置 32 判断当前时段。更具体地,当雨传感器检测到雨滴时,天气判断装置 31 判断出车辆周边的天气为雨天。时段判断装置 32 通过将当前时段分割成早晨、白天、傍晚和夜间来进行判断。由此,步骤 S32 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S33 的处理。

[0109] 在步骤 S33 的处理中,目标行驶点生成 / 校正电路 33 基于步骤 S32 的处理结果生成并校正目标行驶点位。更具体地,目标行驶点生成 / 校正电路 33 基于通过步骤 S31 的处理检测到的当前车辆位置,计算在车辆前进方向上的车道中心位置作为车辆将来应通过的目标行驶点位。随后,当通过步骤 S32 的处理判断出的天气表示雨天或者由此判断出的时段表示夜间时,目标行驶点生成 / 校正电路 33 将计算出的目标行驶点位校正为前方  $H1$  [m] 的车道中心位置。当天气为晴天并且时段为早晨或傍晚时,目标行驶点生成 / 校正电路 33 将计算出的目标行驶点位校正为前方  $H2 (> H1)$  [m] 的车道中心位置。在另一情况下,当天气为晴天并且时段为白天时,目标行驶点生成 / 校正电路 33 将计算出的目标行驶点位校正为前方  $H3 (> H2)$  [m] 的车道中心位置。由此,步骤 S33 的处理完成,并且车辆操作辅助控

制处理进入步骤 S34 的处理。

[0110] 在步骤 S34 的处理中,理想转向信号计算电路 5 计算用以到达通过步骤 S33 的处理计算出的目标行驶点位的理想转向角 $\hat{S}$ 。更具体地,理想转向信号计算电路 5 将由车辆操作状态检测装置 2 和环境状态检测装置 3 检测到的信息输入至以下的驾驶员模型中,由此计算用以到达通过步骤 S33 的处理计算出的目标行驶点位的理想转向角 $\hat{S}$ :在该驾驶员模型中,理想转向角 $\hat{S}$ 的值为  $2 \cdot G'' \cdot v \cdot (v/L)$  ( $v$  表示车辆速度,并且  $G''$  表示车辆的转向增益),其中,  $v$  表示由连接当前车辆位置  $P_0$  和目标行驶点位  $P$  的矢量与车辆前进方向形成的角。当通过步骤 S32 判断出的天气为雨天或者由此判断出的时段为夜间时,转向增益  $G''$  为  $G_1$ ;当天气为晴天并且时段为早晨或傍晚时,转向增益  $G''$  为  $G_2 (< G_1)$ ;以及当天气为晴天并且时段为夜间时,转向增益  $G''$  为  $G_3 (< G_2)$ 。由此,步骤 S34 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S35 的处理。

[0111] 在步骤 S35 的处理中,车辆操作状态检测装置 2 检测当前车辆转向角  $S$ 。由此,步骤 S35 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S36 的处理。

[0112] 在步骤 S36 的处理中,差计算电路 6 计算通过步骤 S34 的处理计算出的理想转向角 $\hat{S}$ 和通过步骤 S35 的处理检测到的当前车辆转向角  $S$  之间的差 $\delta(=\hat{S}-S)$ 。由此,步骤 S36 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S37 的处理。

[0113] 在步骤 S37 的处理中,操作精度估计电路 7 估计通过步骤 S32 的处理判断出的车辆周边的天气和当前时段所需的转向操作准确度“ $a$ ”。通常,如图 17 的 (a)、(b) 和 (c) 所示,转向操作准确度“ $a$ ”与车辆周边的天气、照明和车辆行驶的时段相关。因此,在第三实施例中,操作精度估计电路 7 预先保持图 17 的 (a)、(b) 和 (c) 所示的映射图,并且从这些映射图读出与通过步骤 S32 的处理判断出的车辆周边的天气和当前时段相对应的转向操作准确度“ $a$ ”,以估计所需的转向操作准确度“ $a$ ”。由此,步骤 S37 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S38 的处理。

[0114] 在步骤 S38 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 基于以下改变力矩输出规则:通过步骤 S31 的处理检测到的车辆的行车道的中心线  $L_c$  和车辆 A 的行驶位置之间的水平方向距离  $l_n$ ;通过步骤 S36 的处理计算出的理想转向角 $\hat{S}$ 和当前车辆转向角  $S$  之间的差  $\delta$ ;以及通过步骤 S37 的处理估计出的转向操作准确度“ $a$ ”。由此,步骤 S38 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S39 的处理。

[0115] 在步骤 S39 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 执行控制以生成方向盘的转向力矩。由此,步骤 S39 的处理完成,并且一系列的车辆操作辅助控制处理结束。

[0116] 如通过这些解释显而易见,根据本发明第三实施例的车辆操作辅助装置 30,天气判断装置 31 判断车辆操作时的天气,并且时段判断装置 32 判断车辆操作时的时段。当天气判断装置 31 判断出天气恶劣和 / 或时段判断装置 32 判断出夜间时段时,目标行驶点生成 / 校正电路 33 根据所判断出的天气和时段校正目标行驶点位的位置,并且转向系统辅助控制装置 8 提高对转向系统的控制水平。这使得可以向驾驶员提供更平稳的车辆操作辅助。

[0117] 在本实施例中,目标行驶点生成 / 校正电路 33 通过一个处理仅计算一个目标行驶点位。然而,可以通过一个处理按时间顺序计算出多个目标行驶点位。在这种情况下,如图 18 所示,目标行驶点生成 / 校正电路 33 可以根据通过步骤 S37 的处理计算出的转向操作准

确度“a”来改变所计算出的目标行驶点位的数量。

#### [0118] 第四实施例

[0119] 接着,参考图 19 至图 23 来解释根据本发明第四实施例的车辆操作辅助装置的结构。

#### [0120] 车辆操作辅助装置的结构

[0121] 除了根据第一实施例的车辆操作辅助装置 1 中的车辆操作状态检测装置 2、环境状态检测装置 3、差计算电路 6 和转向系统辅助控制装置 8 以及根据第二实施例的车辆操作辅助装置 20 中的操作信号预测电路 24 以外,根据本发明第四实施例的车辆操作辅助装置 40 还包括驾驶技术估计装置 41、目标行驶点生成 / 校正电路 42 和无目的驾驶检测装置 43。

[0122] 驾驶技术估计装置 41 对应于根据本发明的车辆操作技术估计部件。驾驶技术估计装置 41 利用在应用本申请的发明时已知的、用于根据驾驶员转向操作时的修正转向的频率来估计驾驶员的驾驶技术的技术来估计驾驶员的驾驶技术。目标行驶点生成 / 校正电路 42 对应于根据本发明的理想控制路径生成部件。通过由安装在车辆上的微计算机执行程序来实现目标行驶点生成 / 校正电路 42 的功能(操作)。后面将说明目标行驶点生成 / 校正电路 42 的功能。无目的驾驶检测装置 43 对应于根据本发明的无目的操作驾驶检测部件。无目的驾驶检测装置 43 利用在应用本申请的发明时已知的、用于根据驾驶员转向操作时未实现转向的时间长度及其生成频率来检测无目的驾驶的技术来估计驾驶员的无目的驾驶。

[0123] 具有这种结构的车辆操作辅助装置 40 执行以下所示的车辆操作辅助控制处理,以输出适合于驾驶员对车辆进行的车辆操作的状态或车辆周边的环境的车辆操作辅助控制。以下参考图 20 所示的流程图来解释车辆操作辅助装置 40 执行车辆操作辅助控制处理时的操作。

#### [0124] 车辆操作辅助控制处理

[0125] 图 20 所示的流程图开始于将车辆的点火开关从断开状态切换至接通状态时,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S41 的处理。针对各预定的控制周期重复执行车辆操作辅助控制处理。步骤 S41 和 S42 的处理与图 11 所示的步骤 S11 和 S12 的处理相同,因而将省略对这些处理的说明。从步骤 S43 的处理开始说明。

[0126] 在步骤 S43 的处理中,驾驶技术估计装置 41 估计驾驶员的驾驶技术。在本实施例中,经由配置在车辆操作状态检测装置 2 中的转向角传感器检测到的修正转向的频率越高,驾驶技术估计装置 41 估计驾驶员的驾驶技术越低。由此,步骤 S43 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S44 的处理。

[0127] 在步骤 S44 的处理中,目标行驶点生成 / 校正电路 42 基于通过步骤 S43 的处理估计出的驾驶员的驾驶技术来生成并校正目标行驶点位。更具体地,如图 21 所示,目标行驶点生成 / 校正电路 42 计算车辆 A 在其到达障碍物 0 的位置时可以行驶的路线宽度的中间位置  $P_1$  作为目标行驶点位。当通过步骤 S43 的处理估计出驾驶员的驾驶技术高时,目标行驶点生成 / 校正电路 42 将目标行驶点位的位置校正为尽可能接近障碍物 0。也就是说,如图 21 所示,当车辆 A 位于相对于行车道的中央仅偏移了距离  $\omega$  的位置  $P_0$  时,为了使车辆 A 在其行驶距离  $L_0$  [m] 的期间到达位置  $P_1$ ,该车辆需在左右方向上刚好移动了距离  $\zeta$  ( $=$

$\omega + W_0/2$ )。当通过步骤 S43 的处理估计出驾驶技术高时,目标行驶点生成 / 校正电路 42 从距离  $\zeta$  中减去距离  $\sigma$  以获得使得尽可能接近障碍物的目标行驶点位,并且设置在与位置  $P_0$  相距  $(L_0/2, \zeta/2)$  处的点的位置  $P_2$  作为从位置  $P_0$  到达位置  $P_1$  的中间点。由此,步骤 S44 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S45 的处理。

[0128] 在步骤 S45 的处理中,理想转向信号计算电路 5 计算用以到达通过步骤 S44 的处理计算出的目标行驶点位的理想转向角  $\hat{S}$ 。更具体地,理想转向信号计算电路 5 将由车辆操作状态检测装置 2 和环境状态检测装置 3 检测到的信息输入至在车辆 A 从位置  $P_0$  向位置  $P_2$  移动的过程中的理想转向角  $\hat{S}$  的值为  $G \times (L_0/2) \times (\zeta/2)$  ( $G$  表示车辆的转向增益) 的驾驶员模型中,或者输入至在车辆 A 从位置  $P_2$  向位置  $P_1$  移动的过程中的理想转向角  $\hat{S}$  的值为  $-G \times (L_0/2) \times (\zeta/2)$  的驾驶员模型中,由此计算用以到达通过步骤 S44 的处理计算出的目标行驶点位的理想转向角  $\hat{S}$ 。由此,步骤 S45 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S46 的处理。

[0129] 在步骤 S46 的处理中,操作信号预测电路 24 利用由车辆操作状态检测装置 2 检测到的信息来计算经过了 1 秒之后、车辆的左右方向位置和前进方向角。该处理与图 11 所示的步骤 S16 的处理相同,因而将省略对该处理的详细说明。由此,步骤 S46 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S47 的处理。

[0130] 在步骤 S47 的处理中,差计算电路 6 计算通过步骤 S46 的处理计算出的左右方向位置和前进方向角相对于按照通过步骤 S45 的处理计算出的理想转向角  $\hat{S}$  行驶的路线的差。该处理与图 11 所示的步骤 S17 的处理相同,因而将省略对该处理的说明。由此,步骤 S47 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S48 的处理。

[0131] 在步骤 S48 的处理中,无目的驾驶检测装置 43 判断驾驶员是否进行无目的驾驶。更具体地,当经由配置在车辆操作状态检测装置 2 中的转向角传感器检测到的转向频率小时,无目的驾驶检测装置 43 判断为驾驶员进行无目的驾驶。由此,步骤 S48 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S49 的处理。

[0132] 在步骤 S49 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 基于步骤 S48 的判断处理的结果来改变力矩输出规则。在本实施例中,如图 22 中的实线  $L_1$  所示,力矩输出规则是用于生成与车辆的理想转向角  $\hat{S}$  和当前转向角  $S$  之间的差  $\delta$  的大小成比例的力矩的助力机构中的力矩输出规则。可以将力矩  $T$  表示为  $T = K \times \delta$ , 其中,  $K$  表示比例常数。当检测到驾驶员的无目的驾驶时,力矩输出规则如由图 22 所示的比例常数比比例常数  $K$  大的虚线  $L_2$  所示变化,结果输出比通常大的力矩。由此,步骤 S49 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S50 的处理。

[0133] 在步骤 S50 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 执行控制以生成方向盘的转向力矩。由此,步骤 50 的处理完成,并且一系列的车辆操作辅助控制处理结束。

[0134] 如通过这些解释显而易见,根据本发明第四实施例的车辆操作辅助装置 40,驾驶技术估计装置 41 估计驾驶员的驾驶技术。当驾驶员的驾驶技术低时,目标行驶点生成 / 校正电路 42 校正目标行驶点位,并且转向系统辅助控制装置 8 提高对转向系统的控制水平。因而,可以将为了引导并辅助驾驶员而生成的目标行驶点位校正为适合驾驶员的驾驶技术的目标行驶点位,结果,可以通过适合驾驶员的驾驶技术的目标行驶路径来向驾驶员提供

车辆操作辅助。

[0135] 根据本发明第四实施例的车辆操作辅助装置 40, 当无目的驾驶检测装置 43 检测到驾驶员的无目的驾驶时, 转向系统辅助控制装置 8 增加方向盘中传递至驾驶员的转向力矩, 因而, 可以向驾驶员提供抑制了由无目的驾驶引起的转向延迟或转向不平稳的车辆操作辅助。在步骤 S44 的处理中, 距离  $L_0$  是固定值。然而, 如图 23 所示, 距离  $L_0$  可以根据驾驶员的驾驶技术的高低而变化。

#### [0136] 第五实施例

[0137] 最后, 参考图 24 至图 26 来解释根据本发明第五实施例的车辆操作辅助装置的结构。

#### [0138] 车辆操作辅助装置的结构

[0139] 如图 24 所示, 除了根据第一实施例的驾驶操作辅助装置 1 中的车辆操作状态检测装置 2、环境状态检测装置 3、差计算电路 6 和转向系统辅助控制装置 8 以及根据第二实施例的驾驶操作辅助装置 20 中的目标行驶路径生成电路 23 和操作信号预测电路 24 以外, 根据本发明第五实施例的车辆操作辅助装置 50 还包括车道改变意图估计装置 51、并道意图判断装置 52 和转向历史存储电路 53。

[0140] 车道改变意图估计装置 51 对应于根据本发明的车道改变意图估计部件。车道改变意图估计装置 51 使用在应用本申请的发明时已知的模式匹配方法来估计相对于在车辆前方行驶的在前车辆的车辆间距离或相对速度, 并且利用根据转弯信号的打开 / 关闭估计驾驶员的行车道改变意图的技术来估计驾驶员的行车道改变意图。

[0141] 并道意图判断装置 52 对应于根据本发明的并道意图估计部件。并道意图判断装置 52 包括导航装置, 并且当车辆在并道行车道上行驶且转弯信号打开时判断为驾驶员意图并道。转向历史存储电路 53 对应于根据本发明的转向角历史存储部件。转向历史存储电路 53 由诸如 ROM 等的非易失性存储装置构成, 并且存储以往行车道改变或并道时转向角的时间顺序变化 (chronological change)。

[0142] 具有这种结构的车辆操作辅助装置 50 执行以下所示的车辆操作辅助控制处理, 以输出适合于驾驶员对车辆进行的车辆操作的状态或车辆周边的环境的车辆操作辅助控制。以下参考图 25 所示的流程图来解释车辆操作辅助装置 50 执行车辆操作辅助控制处理时的操作。

#### [0143] 车辆操作辅助控制处理

[0144] 图 25 所示的流程图开始于将车辆的点火开关从断开状态切换至接通状态时, 并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S61 的处理。针对各预定的控制周期重复执行车辆操作辅助控制处理。步骤 S61 的处理与图 11 所示的步骤 S11 的处理相同, 因而将省略对该处理的说明, 并且从步骤 S62 的处理开始说明。

[0145] 在步骤 S62 的处理中, 车道改变意图估计装置 51 判断驾驶员是否具有行车道改变意图。当判断结果表示驾驶员具有行车道改变意图时, 车道改变意图估计装置 51 使车辆操作辅助控制处理进入步骤 S65 的处理。另一方面, 当驾驶员不具有行车道改变意图时, 车道改变意图估计装置 51 使车辆操作辅助控制处理进入步骤 S63 的处理。

[0146] 在步骤 S63 的处理中, 并道意图判断装置 52 判断驾驶员是否意图并入并道行车道上。当判断结果表示驾驶员具有并道意图时, 并道意图判断装置 52 使车辆操作辅助控制处

理进入步骤 S65 的处理。另一方面,当驾驶员不具有并道意图时,并道意图判断装置 52 使车辆操作辅助控制处理进入步骤 S64 的处理。

[0147] 在步骤 S64 的处理中,环境状态检测装置 3 检测与车辆所行驶的车道相邻的车道的拥挤程度。更具体地,环境状态检测装置 3 利用激光雷达或超声波传感器来检测与车辆所行驶的车道相邻的车道上是否存在车辆,并且检测在预定时间内检测到的车辆的数量作为拥挤程度。由此,步骤 S64 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S67 的处理。

[0148] 在步骤 S65 的处理中,环境状态检测装置 3 检测车辆将要驶入的驶入车道的拥挤程度。更具体地,环境状态检测装置 3 利用激光雷达或超声波传感器来检测驶入车道上是否存在车辆,并且检测在预定时间内检测到的车辆的数量作为拥挤程度。由此,步骤 S65 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S66 的处理。

[0149] 在步骤 S66 的处理中,目标行驶路径生成电路 23 获得存储在转向历史存储电路 53 中的、与以往车道改变或并道时转向角的时间顺序变化有关的信息。通常,当改变车道或并道时,驾驶员按照固定的时间顺序变化进行转向操作。因此,在第五实施例中,转向历史存储电路 53 中保持以往车道改变或并道时转向角的时间顺序变化作为转向历史,并且目标行驶路径生成电路 23 根据需要获得相关的转向角的时间顺序变化作为转向历史。由此,步骤 S66 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S67 的处理。

[0150] 在步骤 S67 的处理中,目标行驶路径生成电路 23 生成目标行驶路径,即生成当没有检测到车道改变且没有检测到并道意图时的目标行驶路径以及生成当检测到车道改变和并道意图至少之一时的目标行驶路径。更具体地,当没有检测到车道改变且没有检测到并道意图时,目标行驶路径生成电路 23 生成按照理想转向角  $S = G \times H \times v$  行驶的路线作为目标行驶路径,其中,  $T$  表示车辆前方  $H[m]$  的位置处行车道的中心点,并且  $v$  表示由连接当前车辆位置和中心点  $T$  的矢量与车辆前进方向形成的角。另一方面,当检测到车道改变和并道意图至少之一时,目标行驶路径生成电路 23 生成按照通过步骤 S66 的处理获得的以往的转向历史行驶的路线作为目标行驶路径。由此,步骤 S67 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S68 的处理。

[0151] 在步骤 S68 的处理中,操作信号预测电路 24 利用由车辆操作状态检测装置 2 检测到的信息来计算经过了 1 秒之后、车辆在路线内的左右方向位置和前进方向角。该处理与图 11 所示的步骤 S16 的处理相同,因而将省略对该处理的详细说明。由此,步骤 S68 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S69 的处理。

[0152] 在步骤 S69 的处理中,差计算电路 6 计算通过步骤 S68 的处理计算出的左右方向位置和前进方向角相对于通过步骤 S67 的处理生成的目标行驶路径的差。该处理与图 11 所示的步骤 S17 的处理相同,因而将省略对该处理的说明。由此,步骤 S69 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S70 的处理。

[0153] 在步骤 S70 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 基于通过步骤 S64 和 S65 的处理检测到的拥挤程度改变力矩输出规则。如由图 26 中的实线  $L_1$  所示,第五实施例中的力矩输出规则是用于生成与通过步骤 S69 的处理计算出的差  $\delta$  的大小成比例的力矩的助力机构中的输出规则,并且可以将力矩  $T$  表示为  $T = K \times \delta$ ,其中, $K$  表示比例常数。比例常数  $K$  随着拥挤程度变大而变大,并且力矩输出规则如图 26 中的虚线  $L_2$  所示变化。另一方面,比例常数  $K$  随着拥挤程度变小而变小,并且力矩输出规则如图 26 中的虚线  $L_3$  所示变化。由此,

步骤 S70 的处理完成,并且车辆操作辅助控制处理进入步骤 S71 的处理。

[0154] 在步骤 S71 的处理中,转向系统辅助控制装置 8 执行控制以生成方向盘的转向力矩。由此,步骤 S71 的处理完成,并且一系列的车辆操作辅助控制处理结束。

[0155] 如通过这些解释显而易见,根据本发明第五实施例的车辆操作辅助装置 50,环境状态检测装置 3 检测与车辆所行驶的车道相邻的车道以及车辆将要驶入的驶入车道的拥挤程度,并且转向系统辅助控制装置 8 随着拥挤程度变大而提高对转向系统的控制水平。因而,即使在驾驶员很可能产生不平稳转向的情况下,也可以向驾驶员提供辅助以使转向操作平稳。

[0156] 根据本发明第五实施例的车辆操作辅助装置 50,当估计出驾驶员的车道改变意图或并道意图时,目标行驶路径生成电路 23 生成基于以往的转向历史行驶的路线作为目标行驶路径,因而,即使在驾驶员之间偏差大的转向的情况下,也可以提供与驾驶员的感觉一致的车辆操作辅助。

[0157] 产业上的可利用性

[0158] 本申请可应用于辅助操作员控制操作受控对象的技术。

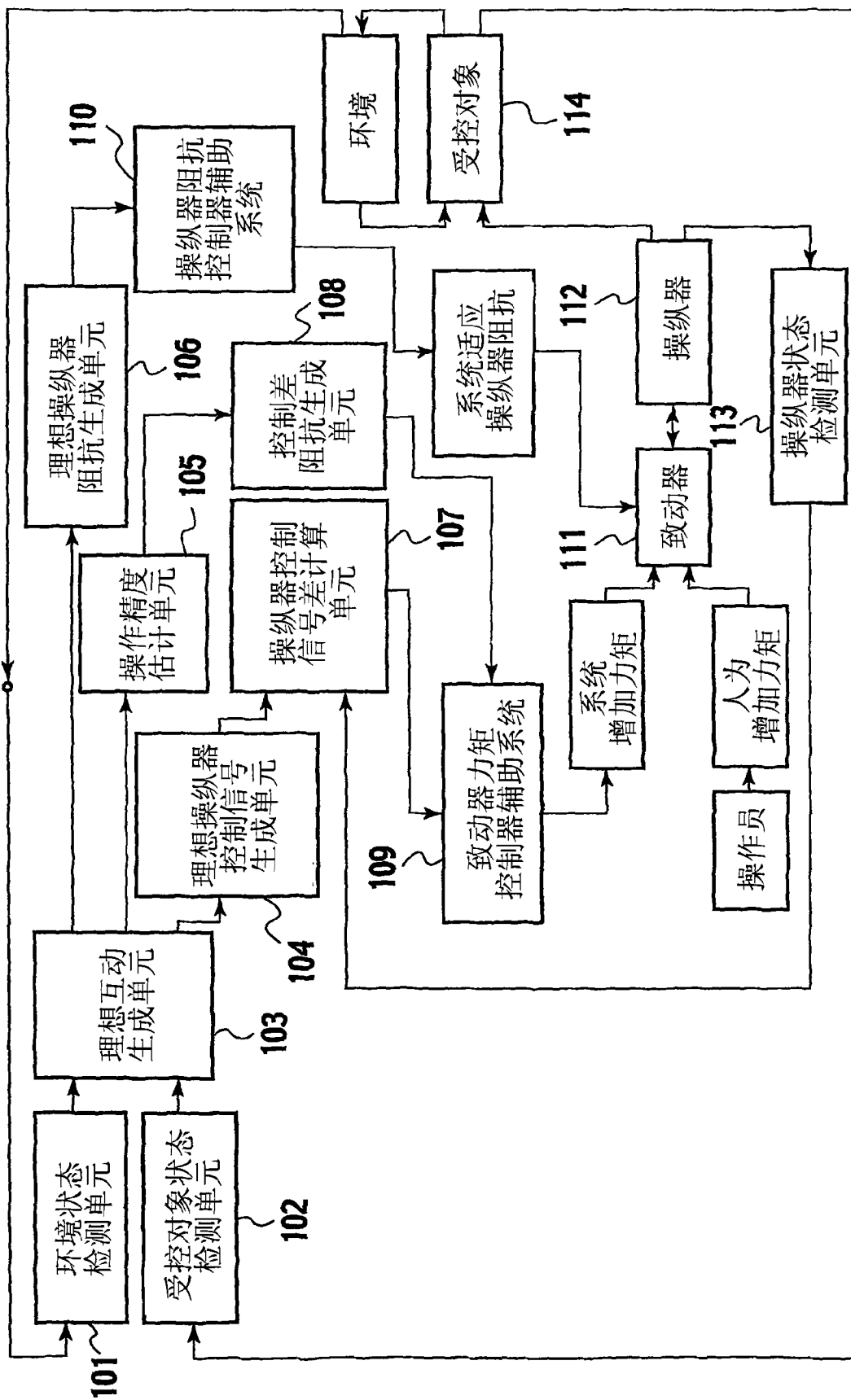


图 1



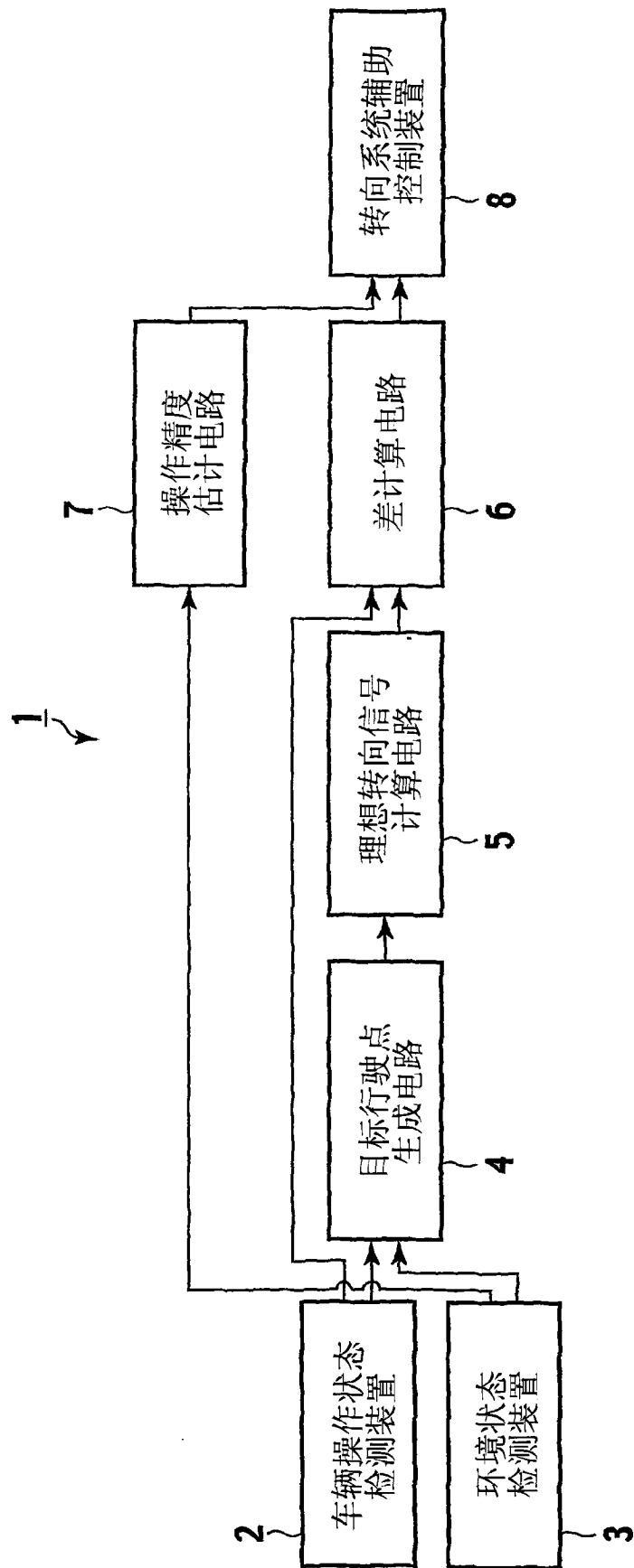


图 2

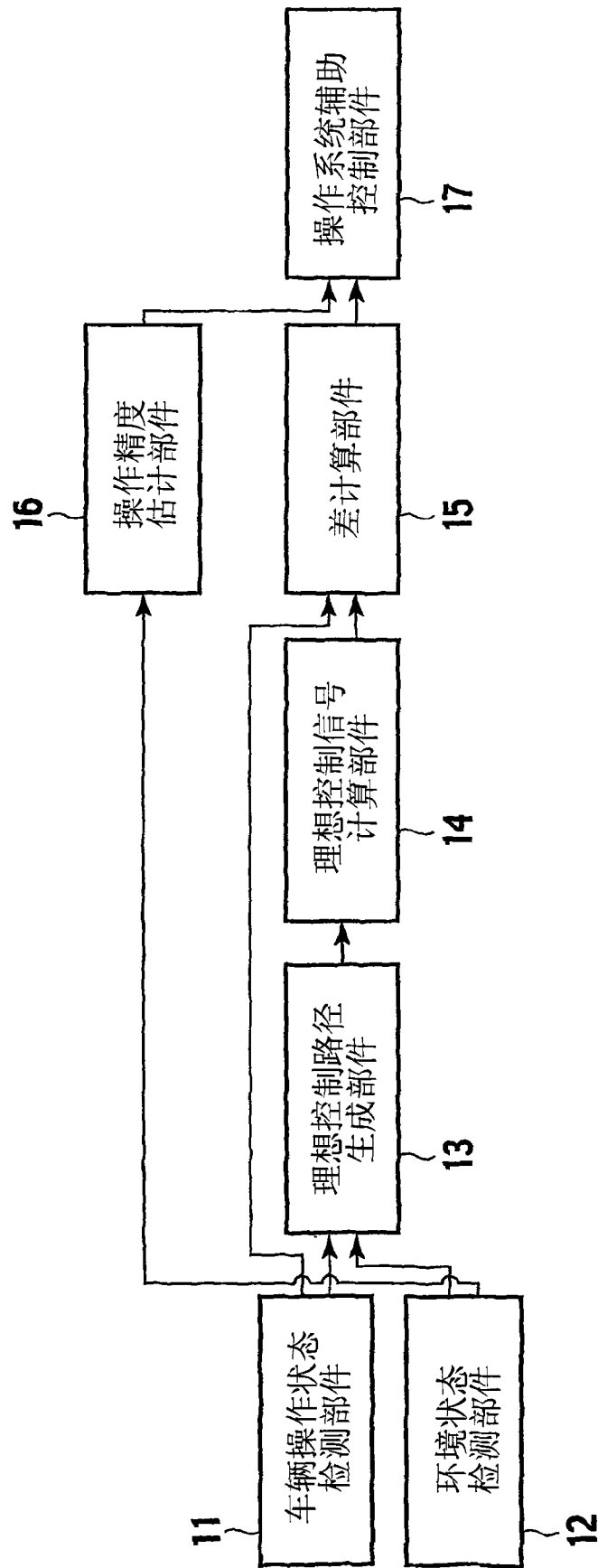


图 3

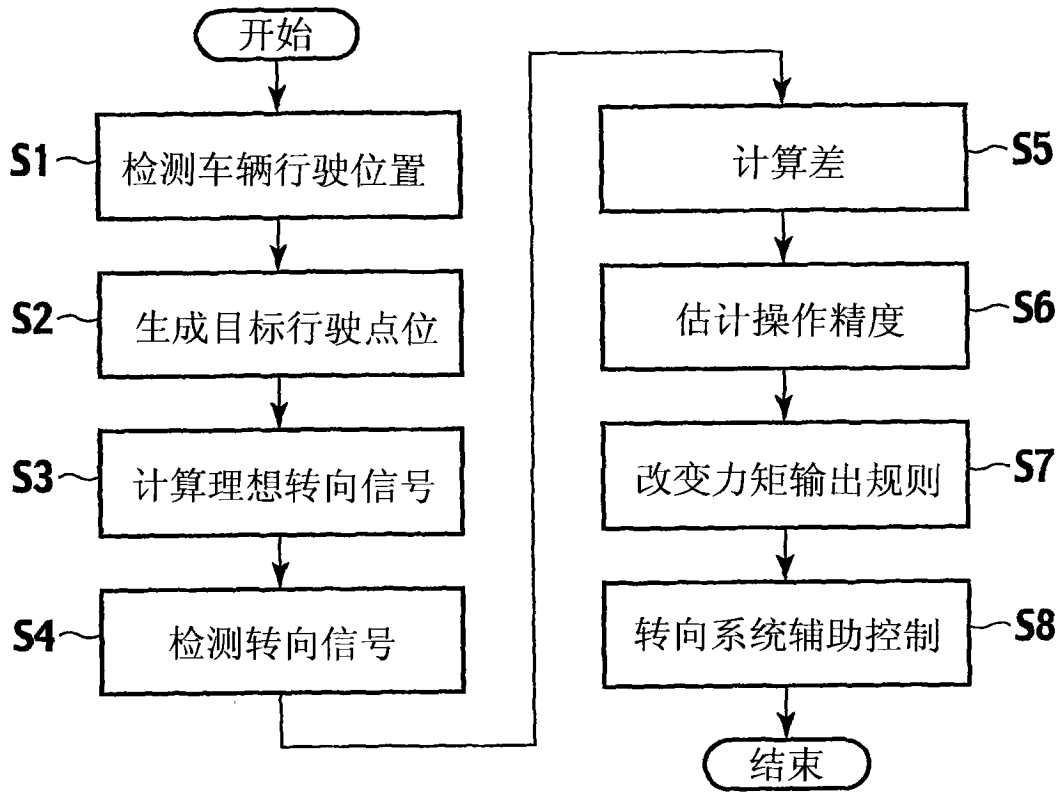


图 4

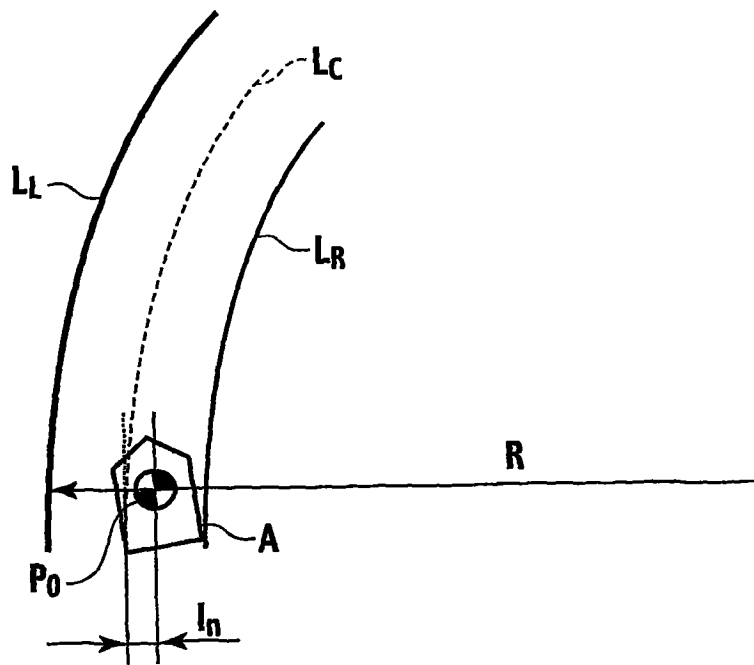


图 5

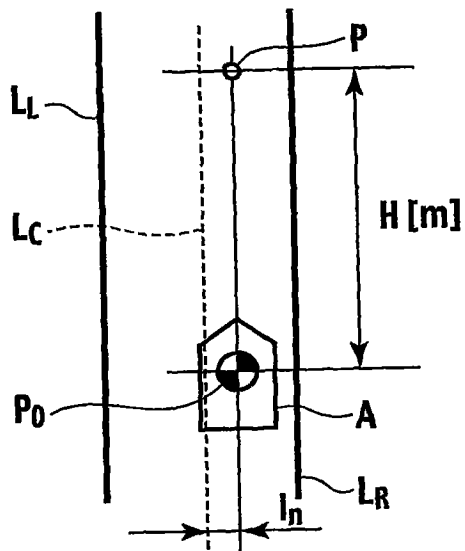


图 6

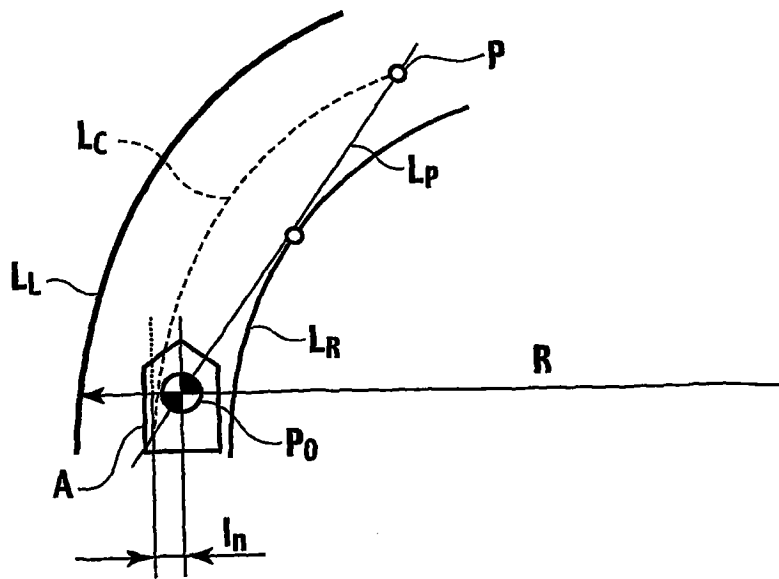


图 7

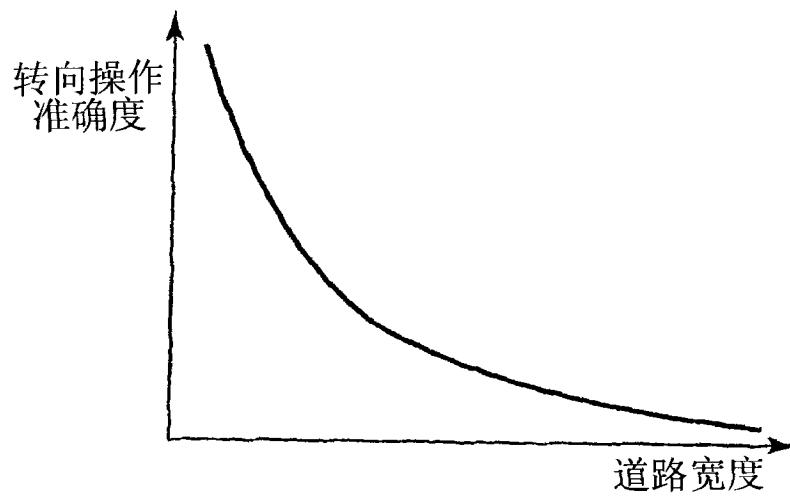


图 8

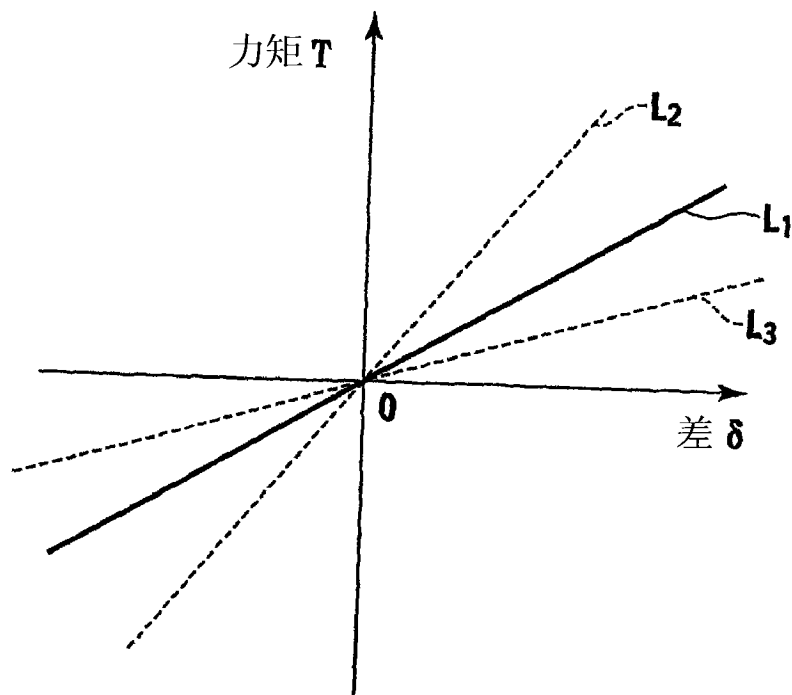


图 9

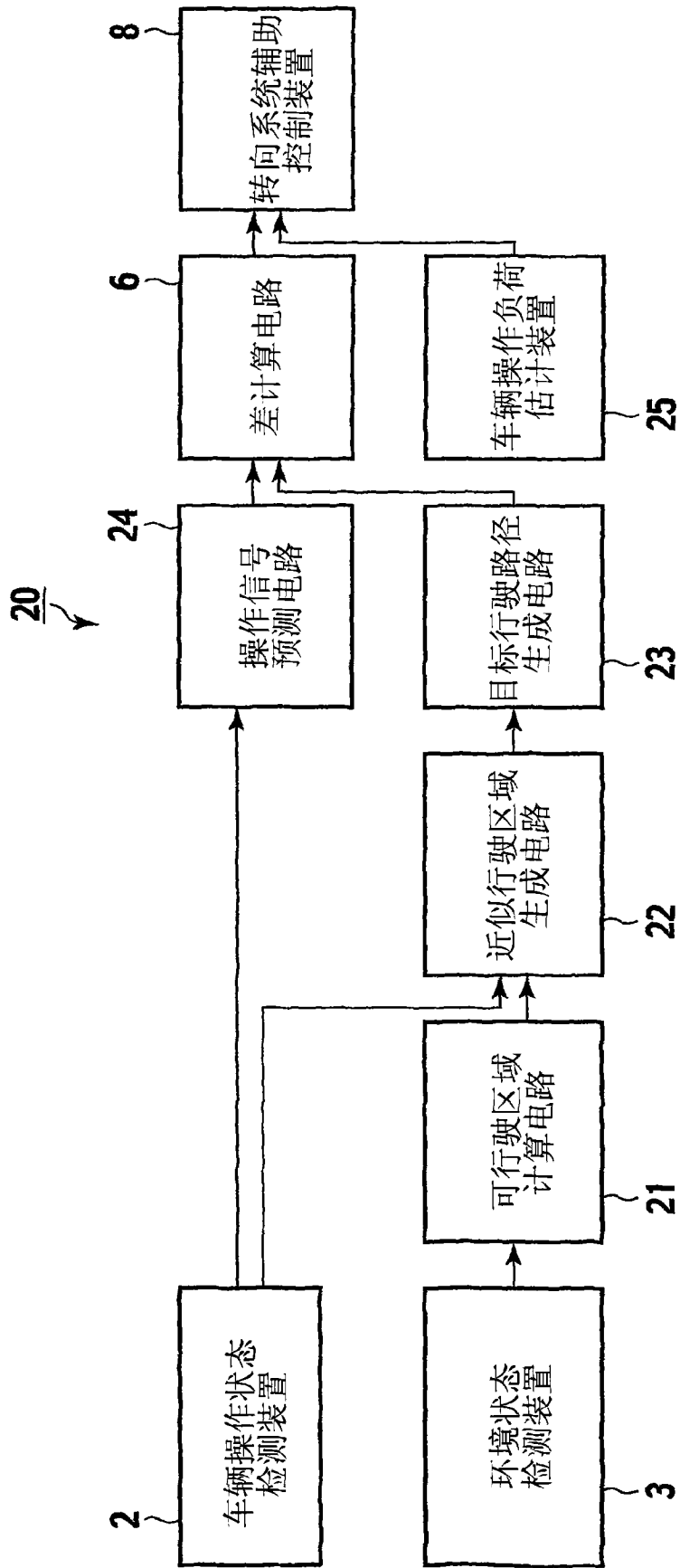


图 10

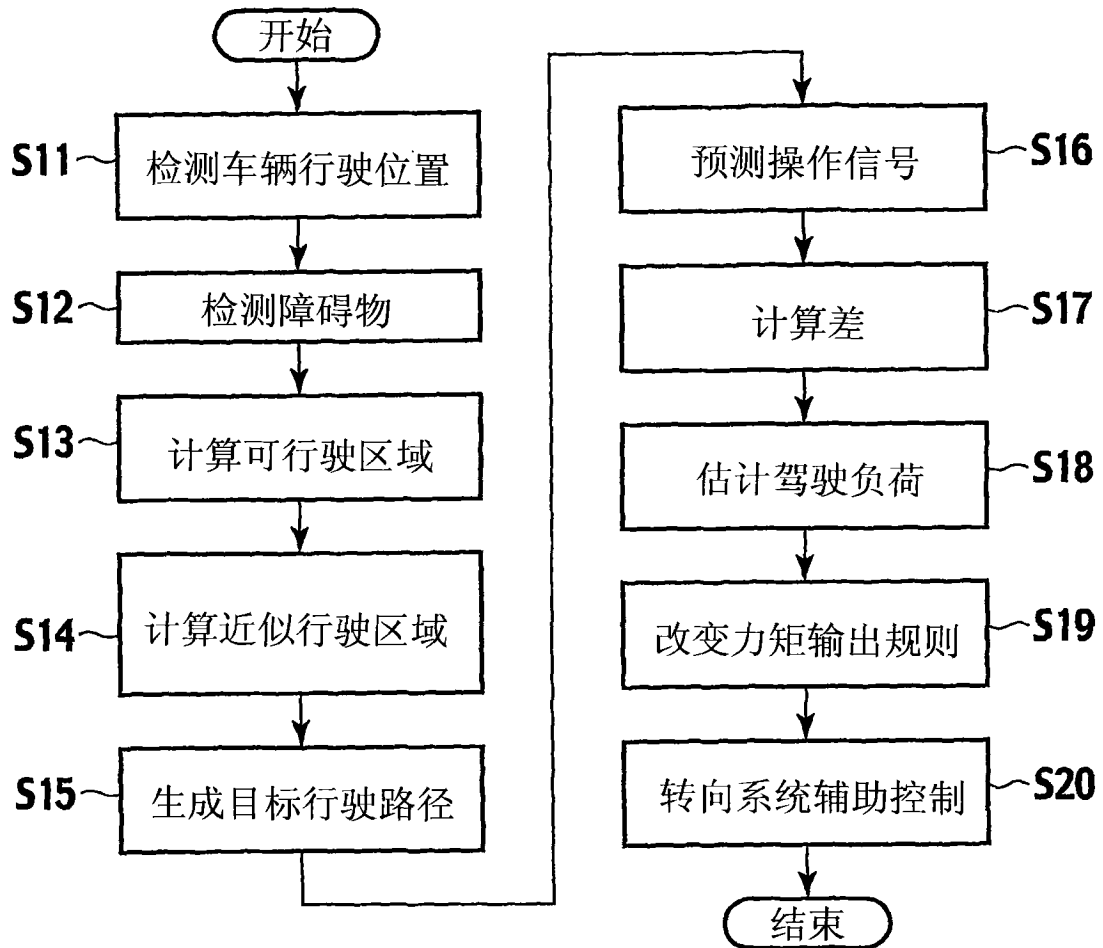


图 11

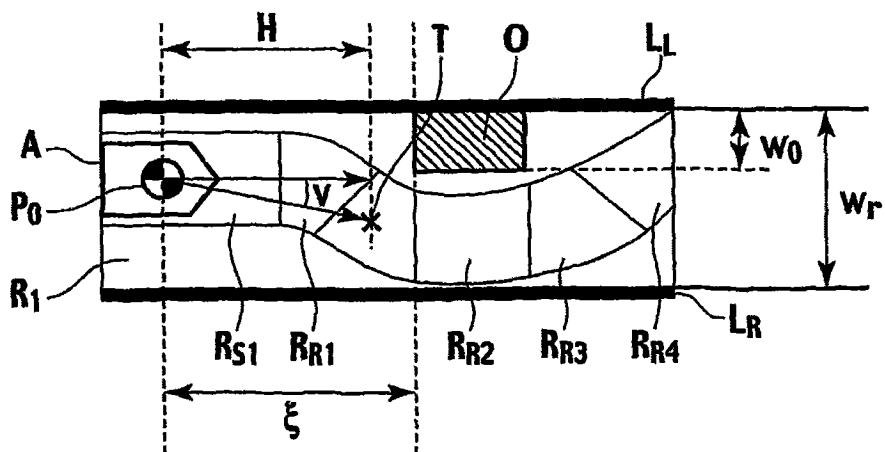


图 12

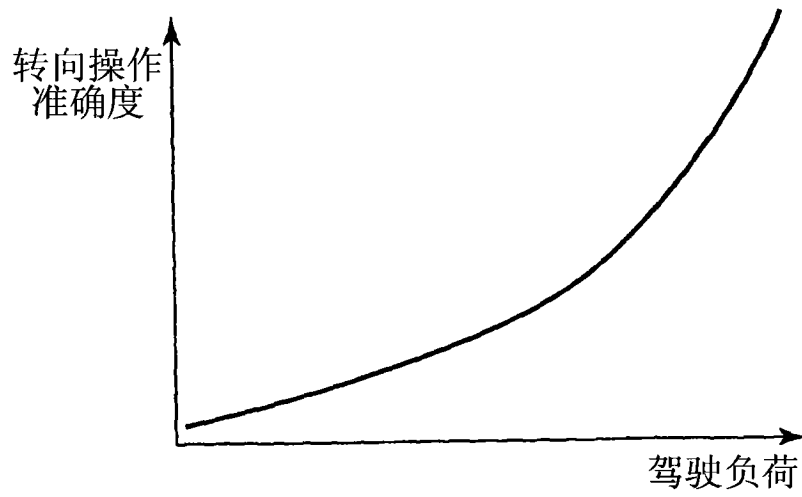


图 13

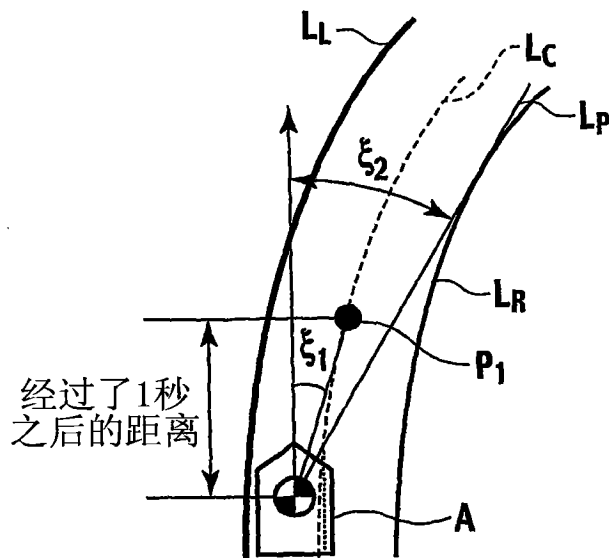


图 14



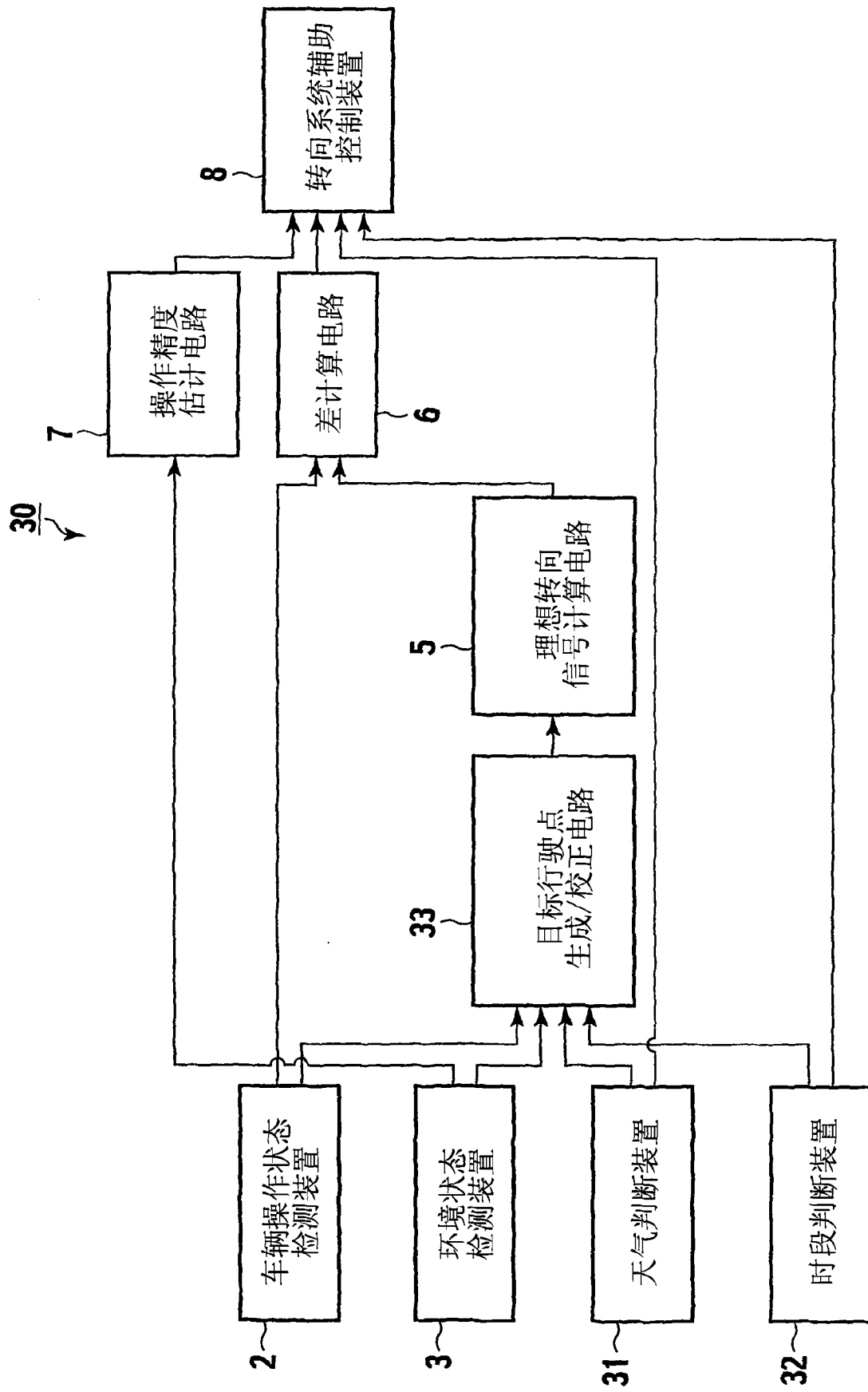


图 15

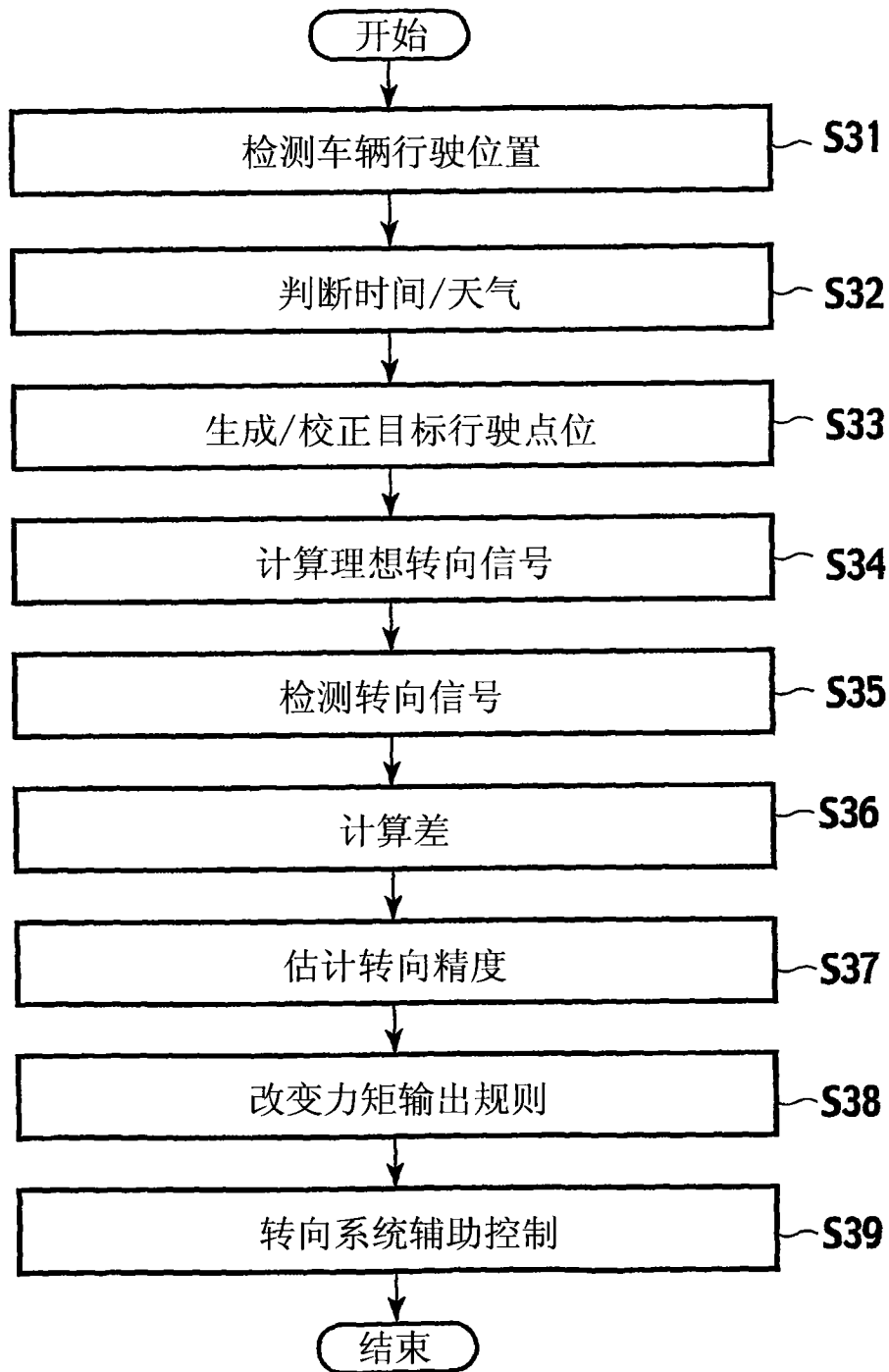


图 16

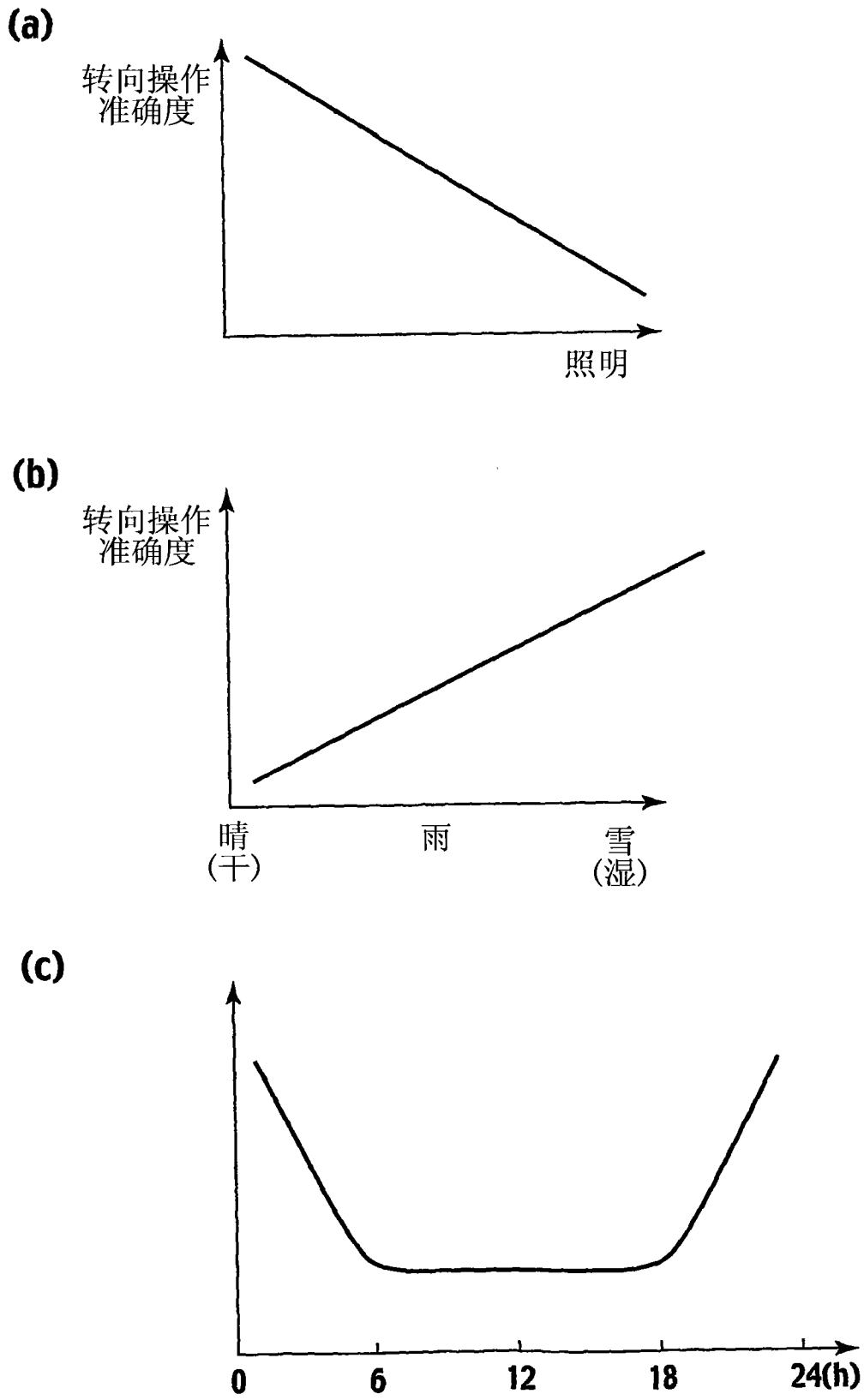


图 17

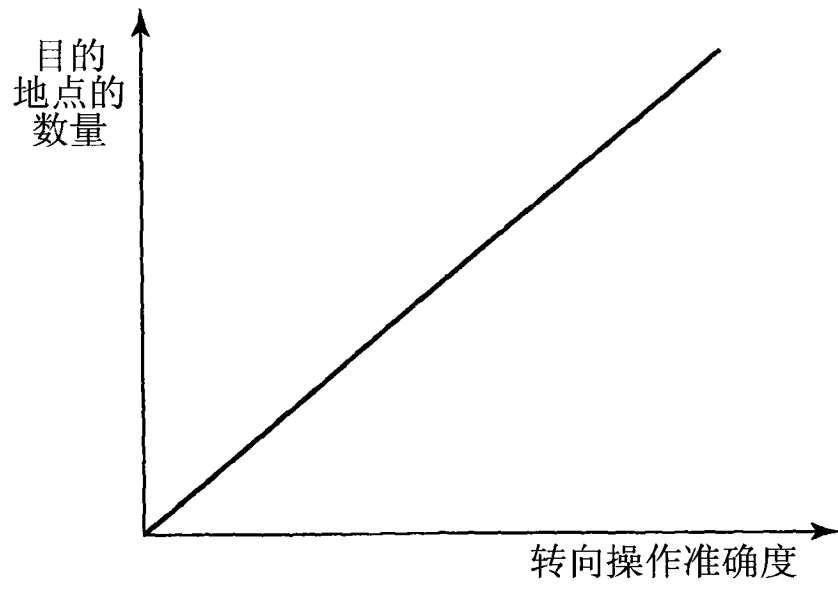


图 18

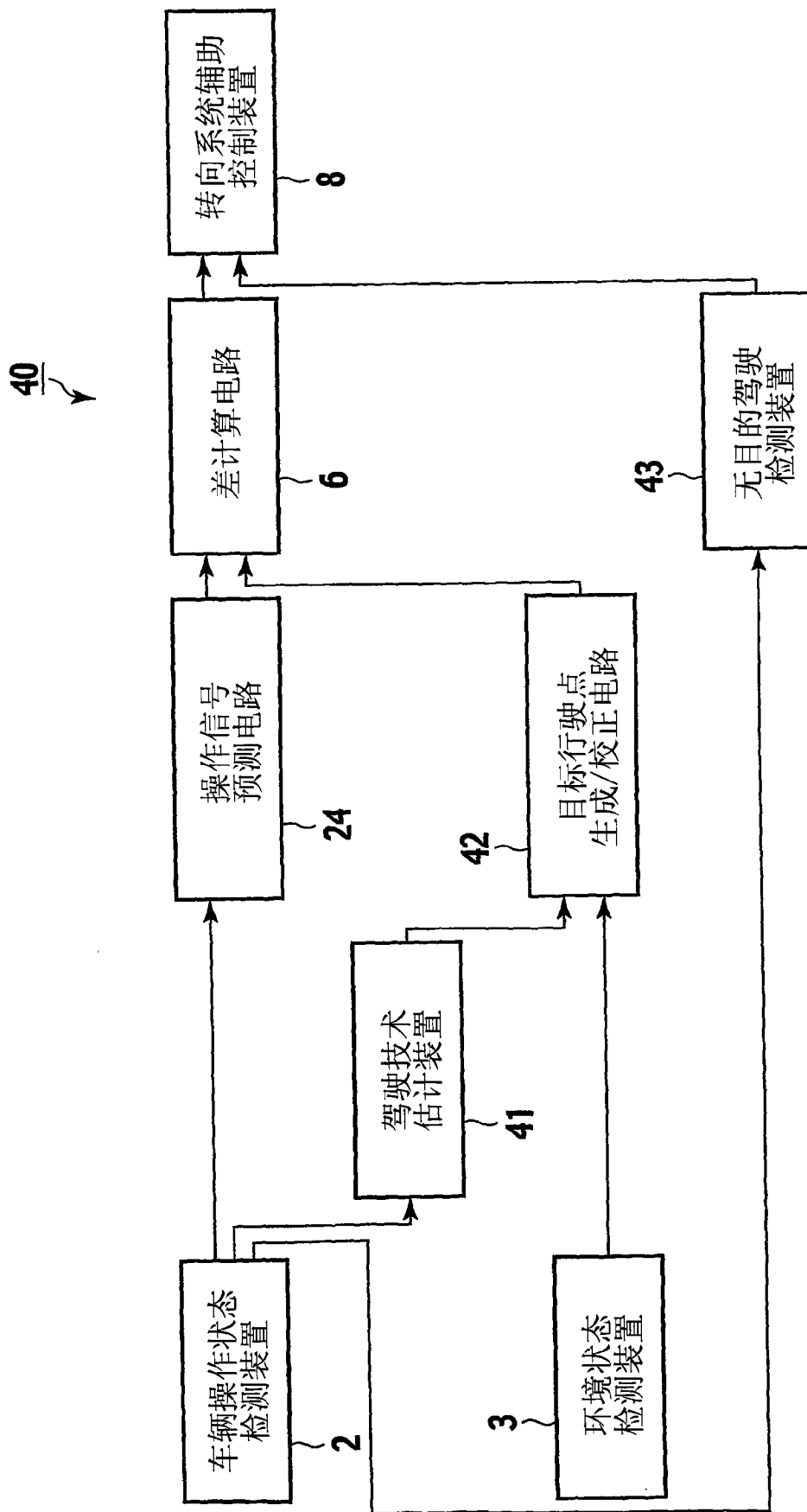


图 19

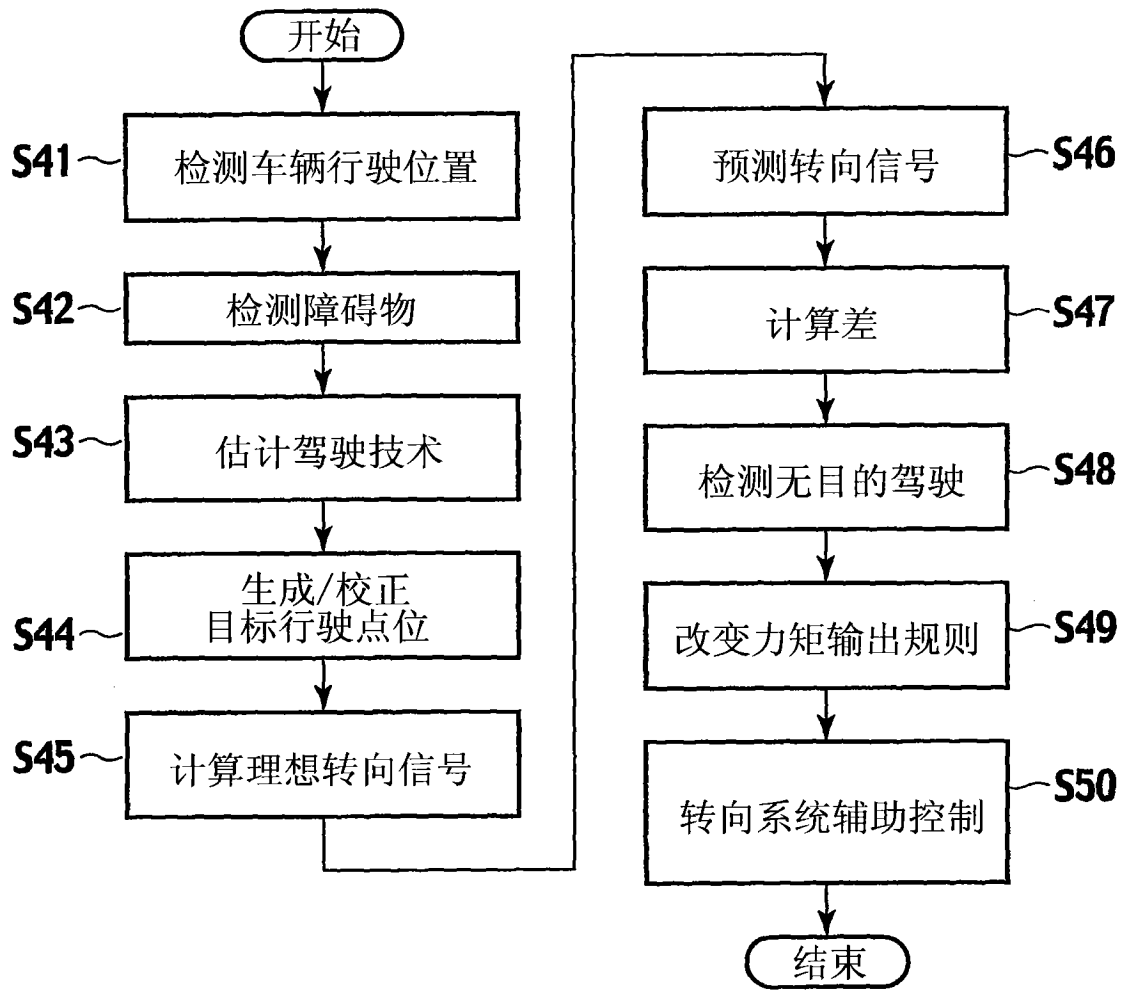


图 20

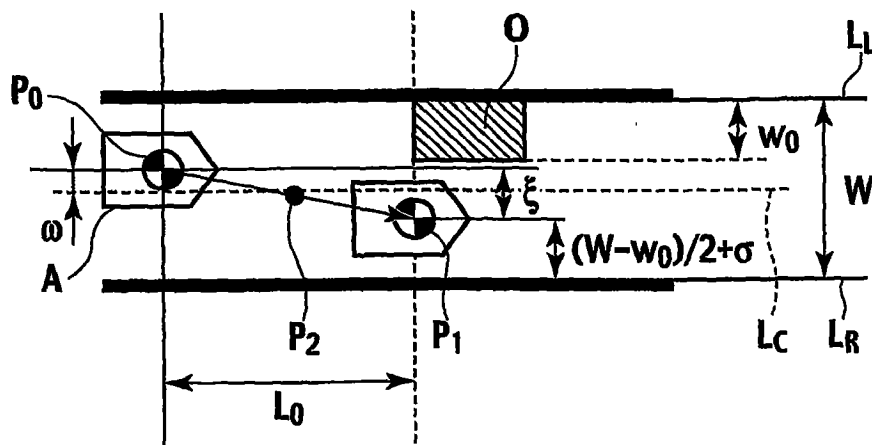


图 21

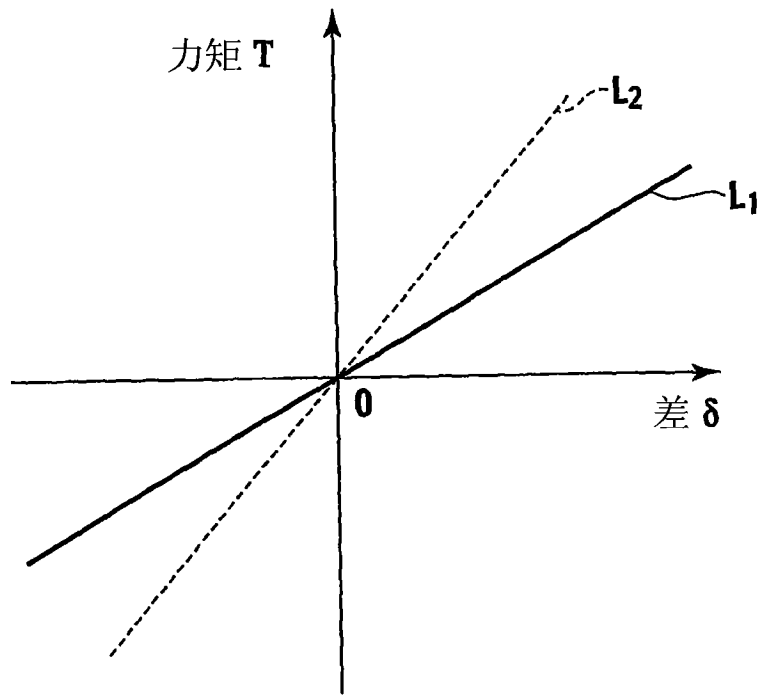


图 22

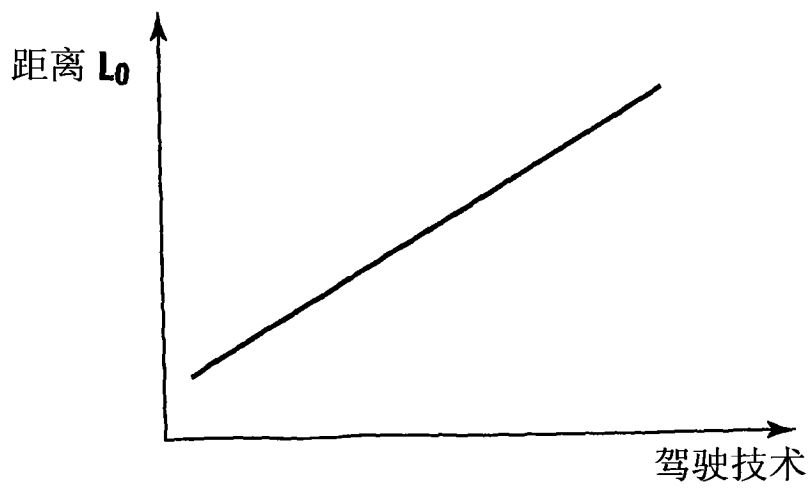


图 23

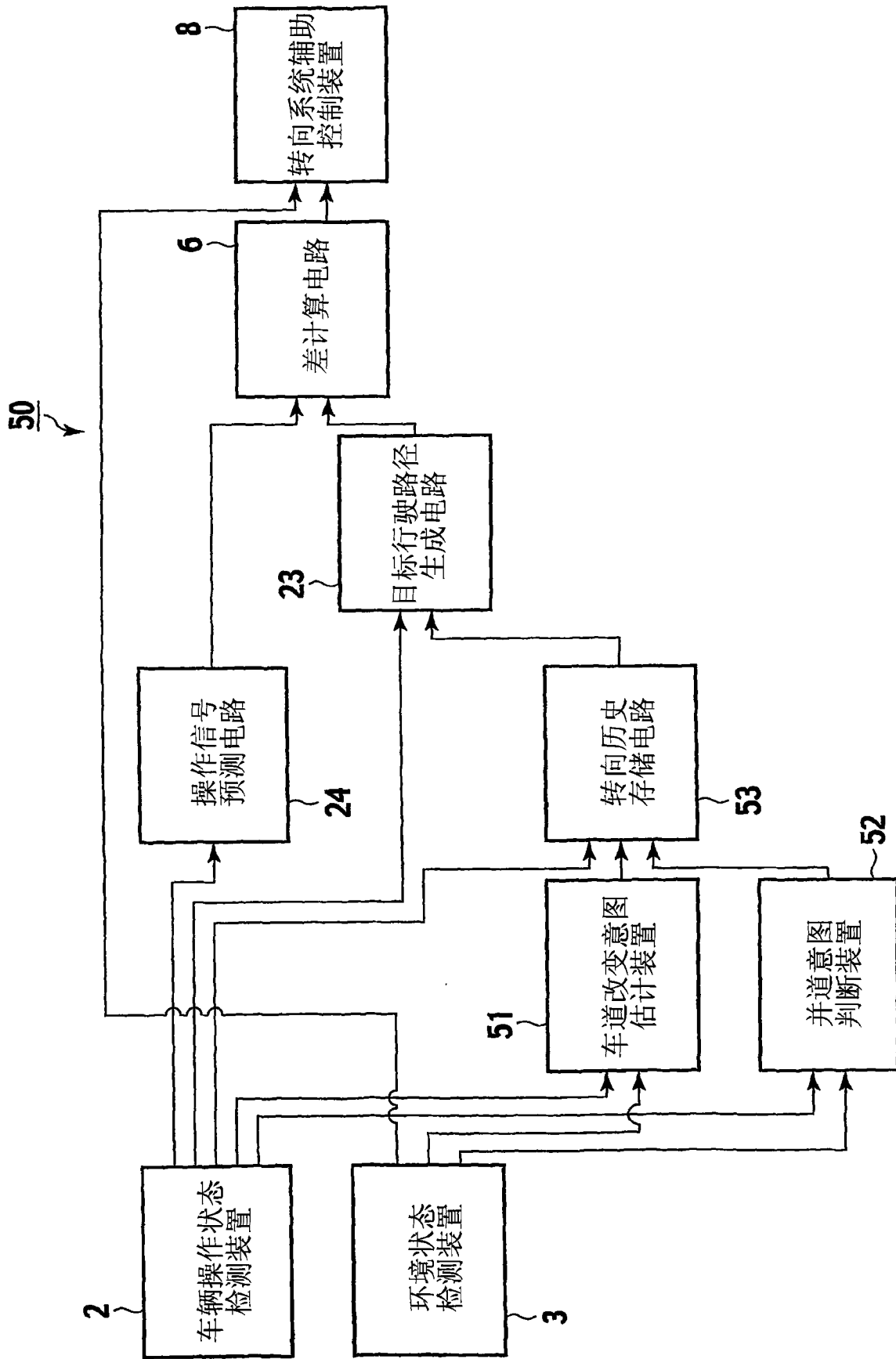


图 24



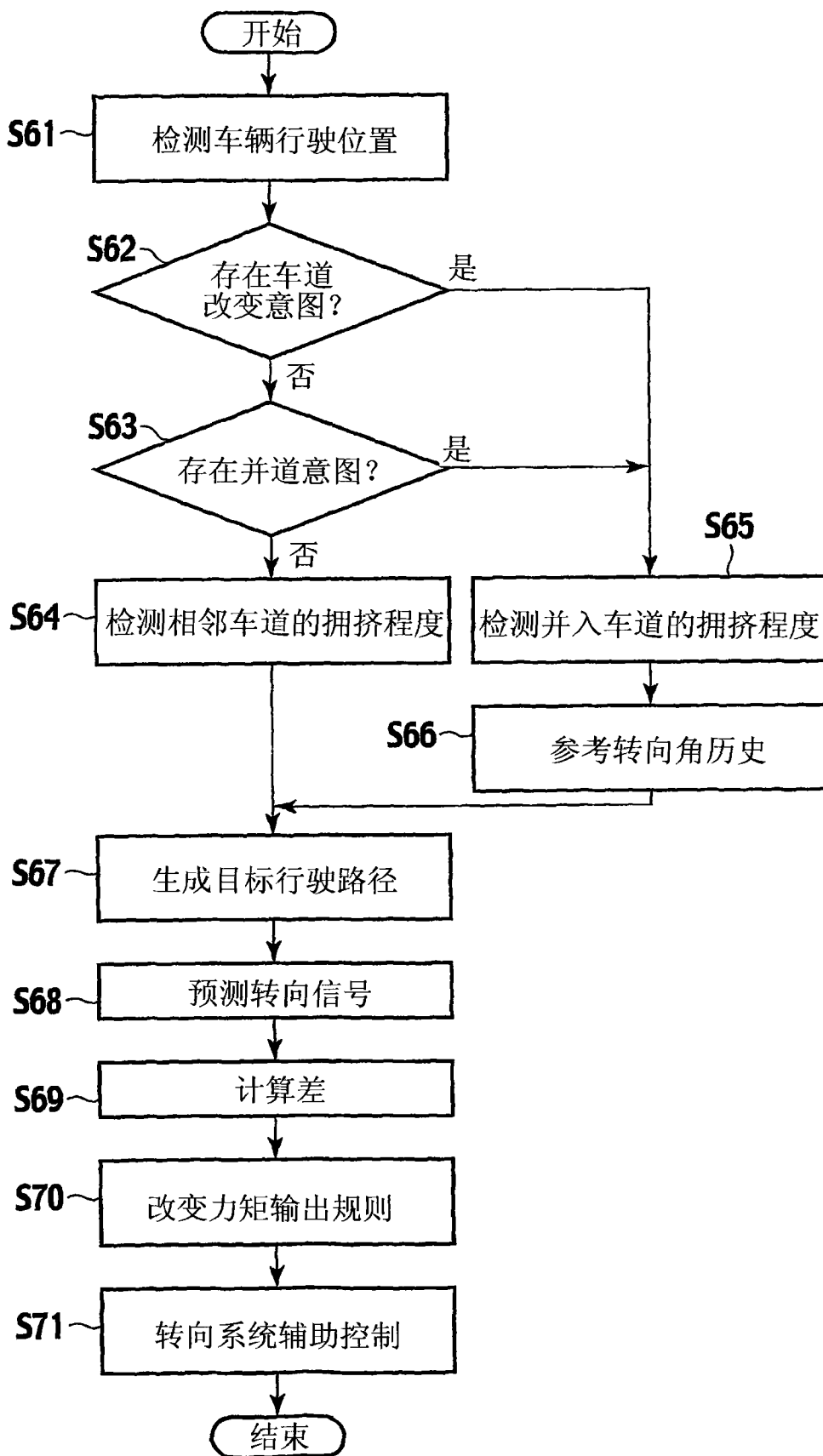


图 25

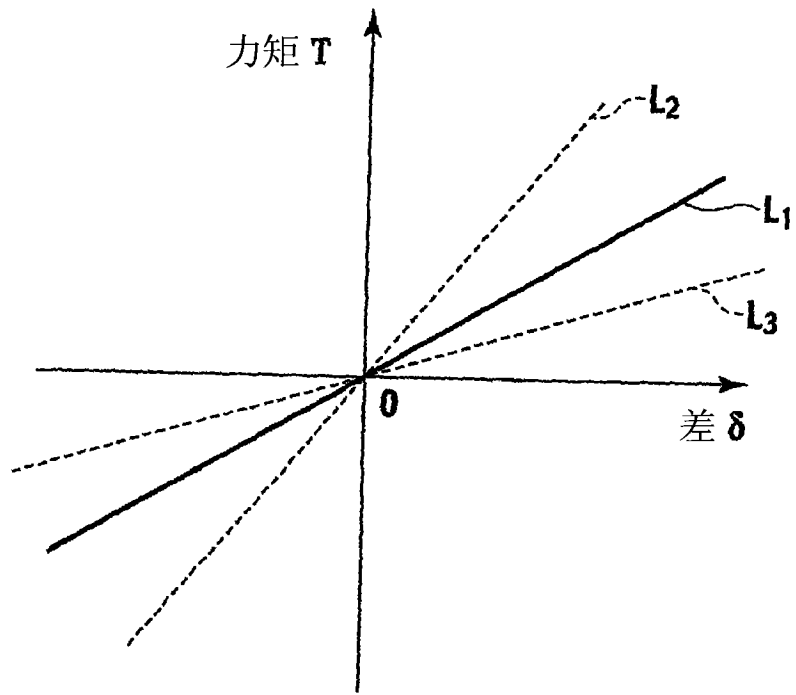


图 26