



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103158701 A

(43) 申请公布日 2013.06.19

(21) 申请号 201210264351.4

(22) 申请日 2012.06.27

(30) 优先权数据

10-2011-0131837 2011.12.09 KR

(71) 申请人 现代自动车株式会社

地址 韩国首尔

(72) 发明人 李钟祐 全再焕

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

B60W 30/06 (2006.01)

B60W 40/02 (2006.01)

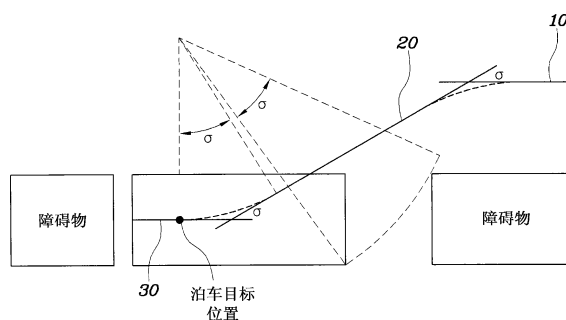
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

为车辆推导泊车轨迹的系统和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种为车辆推导泊车轨迹的系统和方法。所述方法包括：在倒车以便泊车时，由控制单元计算第一延伸直线，所述第一延伸直线包含车辆最初在转向角的中性位置倒车时车辆的线性行驶路线；由控制单元基于所计算的泊车空间的长度和泊车空间中的泊车目标位置来获得最终泊车位置，并计算包含最终泊车位置的第二延伸直线；以及响应于车辆沿第一延伸直线倒车并朝第二延伸直线转弯，由控制单元计算中间延伸直线，所述中间延伸直线连接第一延伸直线和第二延伸直线，以使车辆与第二延伸直线对齐，同时防止车辆与任何障碍物碰撞。



1. 一种为车辆推导泊车轨迹的方法,包括:

在倒车以便泊车时,由控制单元计算第一延伸直线,所述第一延伸直线包含车辆最初在转向角的中性位置倒车时车辆的线性行驶路线;

由所述控制单元基于所计算的泊车空间的长度和所述泊车空间中的泊车目标位置来获得最终泊车位置,并计算包含所述最终泊车位置的所述第二延伸直线;以及

响应于车辆沿所述第一延伸直线倒车并朝所述第二延伸直线转弯,由所述控制单元计算中间延伸直线,所述中间延伸直线连接所述第一延伸直线和所述第二延伸直线,以使车辆与所述第二延伸直线对齐,同时防止车辆与任何障碍物碰撞。

2. 一种为车辆推导泊车轨迹的方法,包括:

由自动泊车系统检测车辆的泊车空间;

响应于检测到所述泊车空间,由控制单元计算并设定所述泊车空间内的泊车目标位置;

由所述控制单元分别计算并设定第一延伸直线、第二延伸直线和中间延伸直线,所述第一延伸直线是车辆最初从转向角的中性位置开始倒车时车辆的线性行驶路线,所述第二延伸直线是车辆去往所述泊车空间内的最终泊车位置的前/后方向线性行驶路线,所述中间延伸直线是连接所述第一延伸直线和所述第二延伸直线的线性路线,使得沿所述第一延伸直线倒车的车辆与所述第二延伸直线对齐,同时防止车辆与通过传感器检测到的任何障碍物碰撞;

当车辆沿所述第一延伸直线行驶并接近所述中间延伸直线时,由一个或多个传感器感测车辆的位置;

当所述一个或多个传感器感测到车辆已经接近所述中间延伸直线时,通过控制方向盘来使车辆转弯并移动从而沿所述中间延伸直线被对齐;

当车辆沿所述中间延伸直线行驶并接近所述第二延伸直线时,通过一个或多个传感器感测车辆的位置;以及

当所述一个或多个传感器感测到车辆已经接近所述第二延伸直线时,通过控制所述方向盘来使车辆转弯并移动从而沿所述第二延伸直线被对齐,以将车辆停泊在所述最终泊车位置内。

3. 如权利要求2所述的方法,其中所述第一延伸直线被设定成车辆沿着其转弯并随后与所述中间延伸直线对齐的多条各种线性路线中的任意一条。

4. 如权利要求2所述的方法,其中所述中间延伸直线的倾斜度被计算成使得与所述中间延伸直线对齐的车辆以最小转弯半径转弯并随后与所述第二延伸直线对齐。

5. 如权利要求2所述的方法,其中当所述泊车空间的长度短于平均泊车空间时,所述第二延伸直线被设定成相对于从所述泊车空间的前点到后点的纵向方向具有预定角度的倾斜的线性路线。

6. 一种为车辆推导泊车轨迹的控制系统,包括:

一个或多个传感器,其被安装在车辆内并且被配置成检测车辆的当前位置;以及

控制单元,其被配置成计算第一延伸直线,基于所计算的泊车空间的长度和所述泊车空间内的泊车目标位置来获得最终泊车位置,计算包含所述最终泊车位置的所述第二延伸直线,并且响应于车辆沿所述第一延伸直线倒车并朝所述第二延伸直线转弯而计算中间延伸

直线,所述第一延伸直线包含当车辆最初在中性转向位置倒车时车辆的线性行驶路线,所述中间延伸直线连接所述第一延伸直线和所述第二延伸直线,以使车辆与所述第二延伸直线对齐,同时防止车辆与任何障碍物碰撞。

7. 如权利要求 6 所述的系统,其中所述第一延伸直线被设定成车辆沿着其转弯并随后与所述中间延伸直线对齐的多条各种线性路线中的任意一条。

8. 如权利要求 6 所述的系统,其中所述中间延伸直线的倾斜度由所述控制单元计算成使得与所述中间延伸直线对齐的车辆以最小转弯半径转弯并随后与所述第二延伸直线对齐。

9. 如权利要求 6 所述的系统,其中当所述泊车空间的长度短于平均泊车空间时,所述第二延伸直线被设定成相对于从所述泊车空间的前点到后点的纵向方向具有预定角度的倾斜的线性路线。

10. 一种包含由处理器或控制器执行的程序指令的非短暂计算机可读介质,所述计算机可读介质包含:

计算第一延伸直线的程序指令,所述第一延伸直线包含当车辆最初在中性转向位置倒车时车辆的线性行驶路线;

基于所计算的泊车空间的长度和所述泊车空间内的泊车目标位置来获得最终泊车位置的程序指令;

计算包含所述最终泊车位置的第二延伸直线的程序指令;以及

响应于车辆沿所述第一延伸直线倒车并朝所述第二延伸直线转弯而计算中间延伸直线的程序指令,所述中间延伸直线连接所述第一延伸直线和所述第二延伸直线,以使车辆与所述第二延伸直线对齐,同时防止车辆与任何障碍物碰撞。

11. 如权利要求 10 所述的非短暂计算机可读介质,其中所述第一延伸直线被设定成车辆沿着其转弯并随后与所述中间延伸直线对齐的多条各种线性路线中的任意一条。

12. 如权利要求 10 所述的非短暂计算机可读介质,其中所述中间延伸直线的倾斜度被计算成使得与所述中间延伸直线对齐的车辆以最小转弯半径转弯并随后与所述第二延伸直线对齐。

13. 如权利要求 10 所述的非短暂计算机可读介质,其中当所述泊车空间的长度短于平均泊车空间时,所述第二延伸直线被设定成相对于从所述泊车空间的前点到后点的纵向方向具有预定角度的倾斜的线性路线。

为车辆推导泊车轨迹的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种为车辆推导泊车轨迹的方法,其基于泊车转弯半径角度内的倒车线性路线推导泊车轨迹,从而提高便利性并降低计算复杂度。

背景技术

[0002] 自动泊车系统已经开始安装在车辆中,作为通常在泊车时存在困难的驾驶者的辅助。在传统自动泊车系统中,驾驶者在泊车时使用加装在车辆后面的摄像机或超声波传感器来识别障碍物的位置。当驾驶者选择平行泊车或垂直泊车时,自动泊车系统执行停泊各个单独的车辆所需的相关操作。

[0003] 通常,摄像机安装在这样的传统自动泊车系统中并且配置成向驾驶者提供车辆后方、与车辆邻接或甚至车辆前方区域的实时显示。基于摄像机中的视图,驾驶者选择通过摄像机识别出的泊车空间,并且自动泊车系统使用来自安装在车辆外围各处的多个传感器的传感器值来自动控制车辆的方向盘,从而使车辆能够安全停泊。

[0004] 图 1 是示出由传统自动泊车系统用来平行泊车的泊车轨迹的图。在该传统轨迹计算中,自动泊车系统利用以最小转弯半径为基础的轨迹,因此车辆绕着点 C 以半径 R1 转弯进入泊车空间。

[0005] 因此,传统自动泊车系统必须使用以沿轨迹形成最小转弯半径的旋转圆与平行泊车时的直线之间的切线为基础的公式,来形成泊车轨迹。但是,为了形成平行泊车时的连续轨迹形式的泊车轨迹,操作方向盘的转向电动机必须产生方波操作信号。然而,对于转向电动机来说,准确地产生这类方波操作信号是相当困难的。因此,如图 2 中所示,存在一定程度的误差,从而降低了系统的有效泊车性能。

[0006] 图 3 是示出已经被提出用来降低转向电动机输出的误差的一种解决方案的图。特别地,使用泊车所需的轨迹公式计算转向角,并且使电动机依照从控制单元输出的指令信号以预定角度向前或向后旋转,使得满足转向角度的连续范围的泊车轨迹得以形成,从而减小指定的理想泊车轨迹与实际泊车轨迹之间的误差。

[0007] 然而,在该解决方案中,用于推导轨迹的程序相对复杂,从而使其无法高效地计算各种状况下的车辆泊车轨迹。因此,上面提出的解决方案中的装置不能胜任驾驶者在例如城市中通常会遇到的多种不同的泊车情形。

[0008] 上述内容仅仅旨在帮助更好地理解本发明的背景,而并非旨在意味着本发明会落入本领域技术人员已知的相关技术的范围内。

发明内容

[0009] 本发明提供了一种用于推导车辆的泊车轨迹的技术。更具体地,本发明的说明性实施例基于泊车转弯半径角度内的倒车线性路线推导泊车轨迹,从而提高便利性并降低计算复杂度。

[0010] 为了实现上述目的,本发明提供了一种可由控制单元执行的车辆用泊车轨迹,所

述控制单元被配置成计算车辆开始倒车时的第一延伸直线。该第一延伸直线可以包括当车辆最初从中性方向盘位置开始倒车时的车辆线性行驶路线。然后,所述控制单元被配置成基于所计算的泊车空间的长度和泊车空间中的泊车目标位置来获得最终泊车位置,并计算包含最终泊车位置的第二延伸直线。最后,当沿着第一延伸直线倒车的车辆转弯并朝着第二延伸直线倒车时,所述控制单元计算连接第一延伸直线和第二延伸直线的中间延伸直线,使得车辆与第二延伸直线对齐,同时被防止与任何前方障碍物碰撞。

[0011] 此外,本发明提供了一种为车辆推导泊车轨迹的方法。更具体地,当通过自动泊车系统检测到泊车空间时,自动泊车系统中的控制单元被配置成计算并设定将要处于泊车空间内的泊车目标位置,并且分别计算并设定第一延伸直线、第二延伸直线和中间延伸直线。第一延伸直线可以包括当车辆最初从中性方向盘位置开始倒车时该车辆的线性路线。第二延伸直线可以包括从车辆到车辆在泊车空间中的最终目的地的前/后方向线性路线。中间延伸直线可以包括连接第一和第二延伸直线的线性路线,使得沿着第一延伸直线倒车的车辆与第二延伸直线对齐,同时被防止与任何前方障碍物碰撞。

[0012] 当车辆沿第一延伸直线行驶时,随着车辆接近中间延伸直线,安装在车辆中的一个或多个传感器向控制单元提供有关车辆沿第一延伸直线的位置的反馈。当车辆接近中间延伸直线时,控制单元使车辆转弯并倒车,使得通过控制方向盘来使车辆与中间延伸直线对齐。然后随着车辆接近第二延伸直线,安装在车辆中的一个或多个传感器再次向控制单元提供有关车辆沿中间延伸直线的位置的反馈,并且当车辆接近第二延伸直线时,控制单元使车辆转弯并倒车,使得通过控制方向盘来使车辆与第二延伸直线对齐,从而将车辆停泊在最终泊车位置内。

[0013] 优选地,第一延伸直线可以被设定为车辆沿着其转弯并随后与中间延伸直线对齐的多条线性路线中的任意一条。

[0014] 优选地,中间延伸直线的倾斜度可以被计算成使得与中间延伸直线对齐的车辆以最小转弯半径转弯并随后与第二延伸直线对齐。

[0015] 优选地,当泊车空间的长度较短时,第二延伸直线可以被设定为相对于泊车空间的从前到后的纵向方向具有预定角度的倾斜的线性路线。

附图说明

[0016] 根据结合附图给出的以下详细说明,本发明的上述及其它目的、特征和优点将会更清楚地得到理解,在附图中:

[0017] 图 1 是示出用于执行平行泊车的传统泊车轨迹的图;

[0018] 图 2 是示出在图 1 中执行泊车时产生的错误区域的图;

[0019] 图 3 是示出在考虑转向电动机的特性的情况下获得的传统泊车轨迹的图;

[0020] 图 4 是示出根据本发明示例性实施例的执行平行泊车时的泊车轨迹的图;

[0021] 图 5 是示出根据本发明示例性实施例的第一延伸直线的线性路线的变化的图;

[0022] 图 6 是示出根据本发明示例性实施例的执行平行泊车时泊车空间较窄的情况下的泊车轨迹的图;并且

[0023] 图 7 是示出根据本发明示例性实施例的推导泊车轨迹的方法的流程的流程图。

具体实施方式

[0024] 在下文中,将参考附图详细描述本发明的实施例。

[0025] 应理解的是,本文中使用的术语“车辆”或“车辆的”或其它类似术语包括一般的机动车辆(诸如包括运动型多功能车(SUV)、公共汽车、卡车、各种商用车辆在内的客车)、包括各种艇和船在内的水运工具、飞行器等,并且包括混合动力车、电动车、插电式混合动力车、氢动力车以及其它代用燃料车(例如从除石油以外的资源中取得的燃料)。

[0026] 尽管下面的示例性实施例被描述为使用单个控制单元来执行上述程序,但应理解的是,上述程序也可以由多个控制单元(例如控制器)来执行。

[0027] 此外,本发明的控制逻辑可以实施为包含由处理器、控制器等执行的可执行程序指令的非短暂计算机可读介质。计算机可读介质的实例包括但不限于 ROM、RAM、压缩盘(CD)-ROM、磁带、软盘、闪存驱动器、智能卡及光学数据存储装置。计算机可读记录介质也可以分布在网络连接的计算机系统中,使得所述计算机可读介质以分布式方式(例如通过远程信息处理服务器或控制器局域网(CAN))被存储和执行。

[0028] 特别地,图 4 至 7 中所示的根据本发明的为车辆推导泊车轨迹的技术包括第一延伸直线计算步骤、第二延伸直线计算步骤、和中间延伸直线计算步骤。在第一延伸直线计算步骤中,在车辆开始朝着泊车位倒车时计算第一延伸直线 10。第一延伸直线 10 可以包括以车辆最初从中性转向位置倒车时的车辆位置为基础的车辆线性行驶路线。

[0029] 在第二延伸直线计算步骤中,基于所计算的泊车空间的长度和泊车空间中的泊车目标位置来获得最终泊车位置,并计算以最终泊车位置为基础的第二延伸直线 30。在中间延伸直线计算步骤中,计算中间延伸直线 20 以连接第一延伸直线 10 和第二延伸直线 30,使得车辆在被防止当车辆转弯并开始朝着第二延伸直线 30 倒车时与任何前方障碍物碰撞的同时与第二延伸直线 30 对齐。

[0030] 即,车辆转弯并沿着第一延伸直线 10、然后沿着第二延伸直线 30、再然后沿着中间延伸直线倒车,从而使得能够沿着以车辆不与车辆前方任何物体碰撞的范围内的转弯半径角度为基础的延伸直线推导出泊车轨迹。因此,由于推导泊车轨迹的程序简单且不复杂,所以可以降低泊车轨迹的计算负荷。

[0031] 这里,第一延伸直线 10 位于以平行泊车为基础的泊车空间的前方的对角线部分中,并且可以被设定成与以车辆行驶方向为基础的前/后线性方向相关的线。此外,第二延伸直线 30 与以平行泊车为基础的泊车空间中的最终泊车位置对齐,并且可以被设定成与以车辆行驶方向为基础的前/后线性方向相关的线。此外,中间延伸直线 20 是当平行泊车时车辆从第一延伸直线 10 进入泊车空间所沿着的连接路线,并且被形成为具有预定倾斜度。

[0032] 在这种情况下,中间延伸直线 20 的倾斜度优选地被设定为最大倾斜,使得沿着第一延伸直线 10 倒车的车辆以最小转弯半径转弯,然后与中间延伸直线 20 对齐,使得沿中间延伸直线 20 倒车的车辆以最小转弯半径转弯,然后与第二延伸直线 30 对齐。

[0033] 即,在中间延伸直线 20 的倾斜度被设定为具有最大可能角度的情况下,如果车辆在以最小转弯半径转弯的同时进入泊车空间,那么可以最小化泊车所需空间大小的前后周界之间的距离,使得即使在较小泊车空间内也可以进行泊车。

[0034] 同时,根据本发明的推导泊车轨迹的技术可以包括泊车位置设定步骤、延伸直线

计算步骤、第一感测步骤、进入步骤、第二感测步骤、和泊车步骤。在泊车位置设定步骤中,当检测到泊车空间时,计算并设定泊车空间中的泊车目标位置。在延伸直线计算步骤中,分别计算并设定第一和第二延伸直线 10 和 30 以及中间直线 20。这里,第一延伸直线 10 是当车辆最初从中性方向盘位置开始倒车时的线性路线,并且第二延伸直线 30 是在泊车空间中去往最终泊车位置的前/后线性路线。中间延伸直线 20 是连接在第一延伸直线 10 和第二延伸直线 30 之间的线性路线,使得沿第一延伸直线 10 倒车的车辆在被防止与任何障碍物(例如,泊车空间外的障碍物)碰撞的同时与第二延伸直线 30 对齐。

[0035] 在第一感测步骤中,当车辆沿第一延伸直线 10 倒车时,安装在车辆上的一个或多个传感器感测出车辆正在接近中间延伸直线 20。在进入步骤中,当车辆接近中间延伸直线 20 时,控制方向盘,然后车辆转弯并倒车,使得车辆与中间延伸直线 20 对齐。在第二感测步骤中,当车辆沿着中间延伸直线 20 倒车时,安装在车辆上的一个或多个传感器感测出车辆正在接近第二延伸直线 30。在泊车步骤中,当车辆接近第二延伸直线 30 时,控制方向盘,然后车辆转弯并倒车,使得车辆与第二延伸直线 30 对齐,从而使车辆能够停泊在最终泊车位置内。

[0036] 可以计算有关泊车空间和延伸直线的信息,并且通过使用安装在车辆中的泊车辅助系统(PAS)传感器、智能泊车辅助系统(SPAS)传感器等来感测车辆对延伸直线的接近。将这样的信息发送给控制单元,使得车辆使用电动助力转向(MDPS)装置等而得以自动停泊。在这种情况下,作为用于识别车辆处于延伸直线交点的装置,除上述传感器以外的单独传感器可以被安装并执行相关功能。

[0037] 即,如图 4 中所示,通过仅仅确定以一直线和另一直线的交点为基础的转向控制时间点来进行泊车,使得车辆与中间延伸直线 20 对齐同时沿着第一延伸直线 10 倒车,然后最终与第二延伸直线 30 对齐,从而使得用于推导泊车轨迹的程序能够非常便利地得到执行。

[0038] 这里,图 4 中的 α 示出了使右前保险杠能够避免与任何前方障碍物碰撞的转弯角度。

[0039] 此外,本发明提供了一种通过识别多条直线的交点来推导泊车轨迹的方法。因此,即使当车辆沿中间延伸直线 20 对齐的过程中出现误差时,一旦车辆与第二延伸直线 30 对齐就能消除由中间延伸直线 20 引起的误差,从而使车辆能够与第二延伸直线 30 对齐地得到停泊。

[0040] 如图 5 中所示,在本发明中,第一延伸直线 10 可以设定为多条各种线性路线中的任意一条,其中车辆可以沿着所述多条各种线性路线转弯并与中间延伸直线 20 对齐。即,本发明通过识别车辆与朝向泊车空间的路线轨迹中的一系列延伸直线相交的交点来推导泊车轨迹。因此,即使车辆朝着第一延伸直线 10 的左侧或右侧,并且出现使车辆无法与第一延伸直线 10 对齐的误差,当车辆与中间延伸直线 20 相交时,一旦车辆与中间延伸直线 20 对齐就能消除由第一延伸直线 10 引起的误差。因此,车辆可以沿中间延伸直线 20 倒车至中间延伸直线 20 与第二延伸直线 30 的交点。

[0041] 如图 6 中所示,在本发明中,当泊车空间的长度短于平均泊车空间时,第二延伸直线 30 可以被设定为相对于泊车空间的从前到后的纵向方向具有预定角度的线性路线。即,当泊车空间的长度不足以允许车辆停泊在其中时,计算第二延伸直线 30,使得其相对于泊

车空间的从前到后的纵向方向以预定角度倾斜。结果,当车辆与第二延伸直线 30 对齐而不是平行于路缘时,车辆的前部从泊车空间向外突出,以允许车辆仍然适合地置于该空间中而不会碰撞例如所泊车辆前后方的车辆。

[0042] 在图 6 中, σ 表示使车辆的右前保险杠能够避免与泊车路线中的任何障碍物碰撞的转向角度, θ 表示取决于泊车空间长度的最终泊车角度,并且 ϕ_{RS} 表示当开始泊车时车辆的倾斜角度。

[0043] 将参考图 7 详细描述本发明的操作和效果。

[0044] 下面描述根据本发明的自动泊车的程序。首先,当检测到泊车空间的位置时,基于使车辆不与任何前方障碍物碰撞的转弯半径角度、以及泊车目标位置来计算第一延伸直线 10、第二延伸直线 30 和中间延伸直线 20,并将其存储在控制单元中。

[0045] 然后,当车辆在第一延伸直线 10 所位于的区域内倒车时,随着车辆接近中间延伸直线 20,一个或多个传感器监测或感测车辆位置。

[0046] 当车辆接近中间延伸直线 20 时,对方向盘进行自动控制以使车辆转向,以便沿着中间延伸直线 20 的路线行驶,从而使车辆能够与中间延伸直线 20 对齐。然后,在方向盘的转向角被自动控制到中性位置时,随着车辆沿中间延伸直线 20 倒车,当车辆接近第二延伸直线 30 时,一个或多个传感器监测或感测车辆位置。

[0047] 当车辆接近第二延伸直线 30 时,自动控制方向盘进行转向,以便沿着第二延伸直线 30 的路线行驶,从而使车辆能够与第二延伸直线 30 对齐。因此,车辆可以自动停泊在最终泊车位置上。在这种情况下,可以实现这样的设定,使得在车辆最终与第二延伸直线 30 对齐地停泊的状态下,方向盘的转向角被自动控制至中性位置。

[0048] 有利地,自动泊车系统计算沿着车辆执行平行泊车时沿其移动的线性路线的三条延伸直线,并执行控制使得车辆在这些直线的交点转向。因此,推导泊车轨迹的过程变得容易且便利,从而降低了推导泊车轨迹时的计算负荷。基于该优点,本发明可以简单地应用于各种泊车情形。

[0049] 此外,本发明的特征在于,即使车辆未准确地与第一延伸直线 10 对齐并且出现误差,也具有对转向角进行控制使得一旦车辆与中间延伸直线 20 相交,车辆就转弯并沿着中间延伸直线 20 倒车的优点。此外,即使车辆未准确地与中间延伸直线 20 对齐并且出现误差,也具有对转向角进行控制使得一旦车辆与第二延伸直线 30 相交,就使车辆转弯并使车辆与第二延伸直线 30 对齐,从而在车辆最终泊车之前立即消除误差的优点。

[0050] 如上所述,本发明的优势在于,计算沿着车辆泊车时的移动路线的三条延伸直线,并执行控制使得车辆在这些直线的交点转向,从而使得能够便利地推导出泊车轨迹,因此本发明的方法可以应用于各种泊车情形。

[0051] 此外,本发明的优势在于,当在车辆进入泊车空间之前沿其移动的线性路线上出现误差时,控制转向角使得车辆在与后续延伸直线的交点沿着该后续延伸直线转弯,从而通过减小车辆在泊车时进入泊车空间之前出现的误差来提高泊车的精度。

[0052] 尽管出于例证的目的公开了本发明的优先实施例,但是本领域技术人员会认识到,可以做出各种更改、增加和替换,而不脱离由所附权利要求公开的本发明的范围和精神。

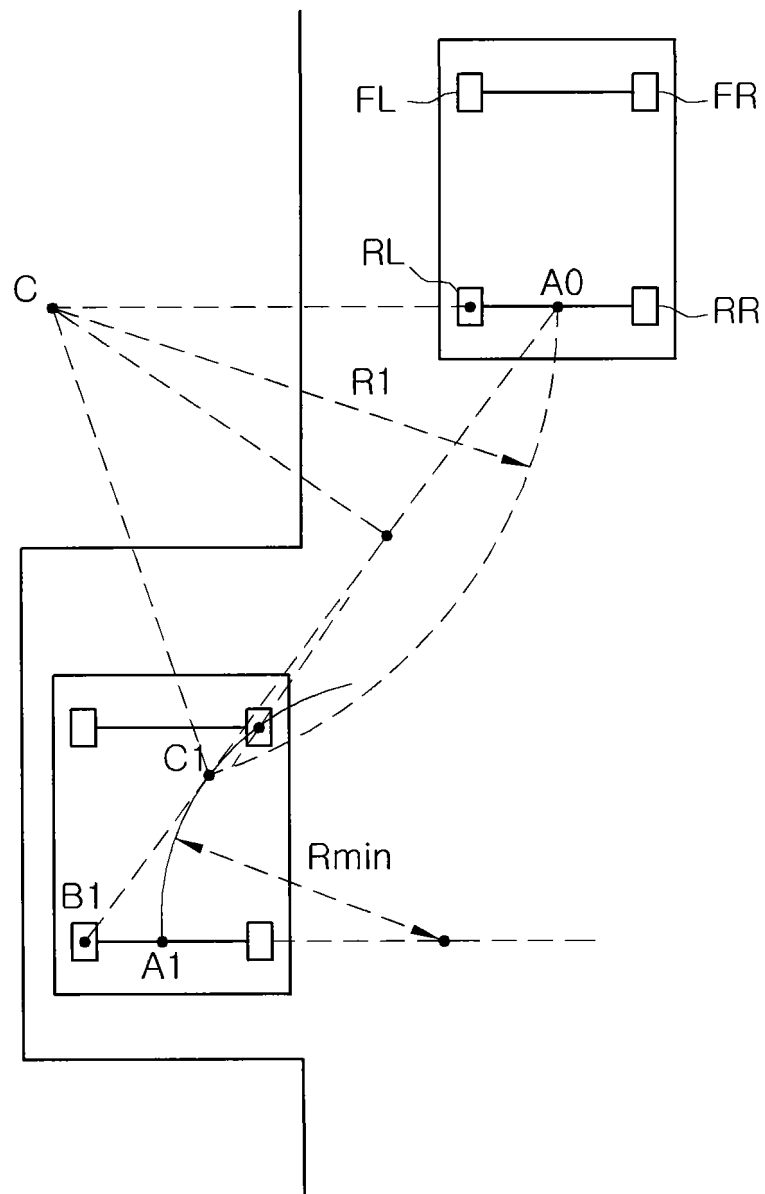


图 1(现有技术)

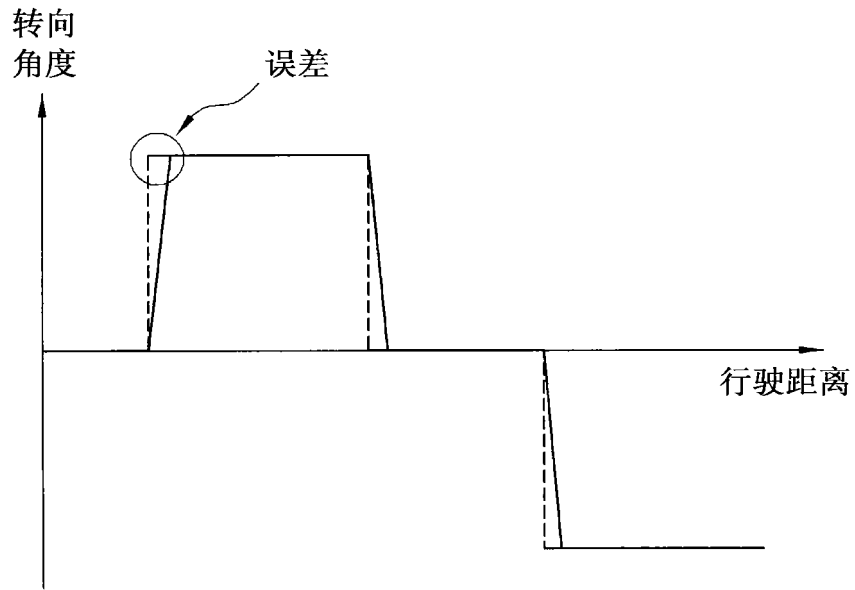


图 2(现有技术)

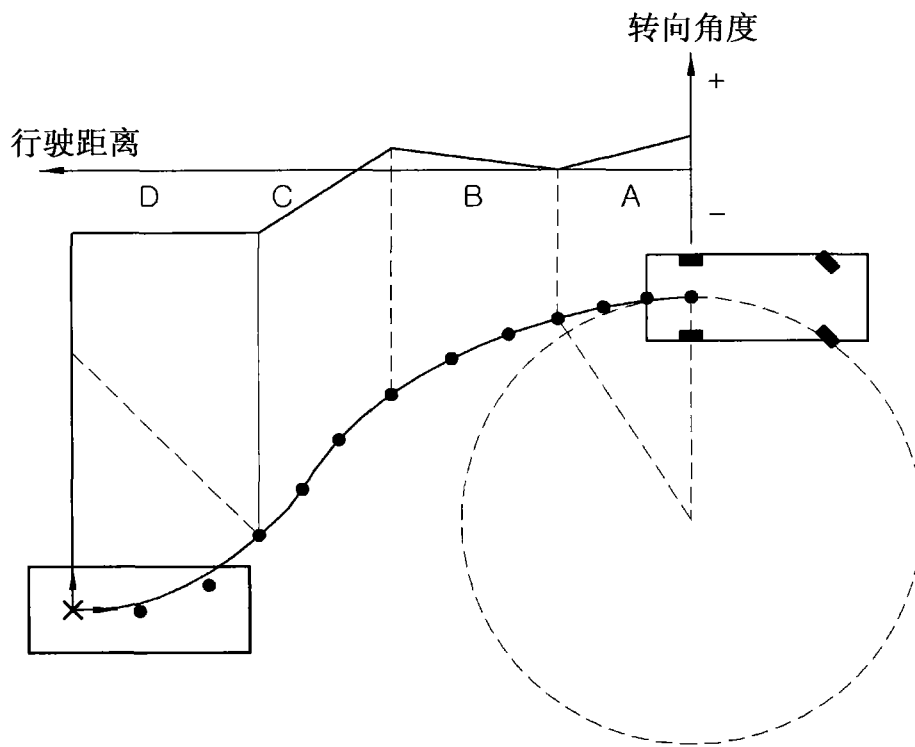


图 3(现有技术)

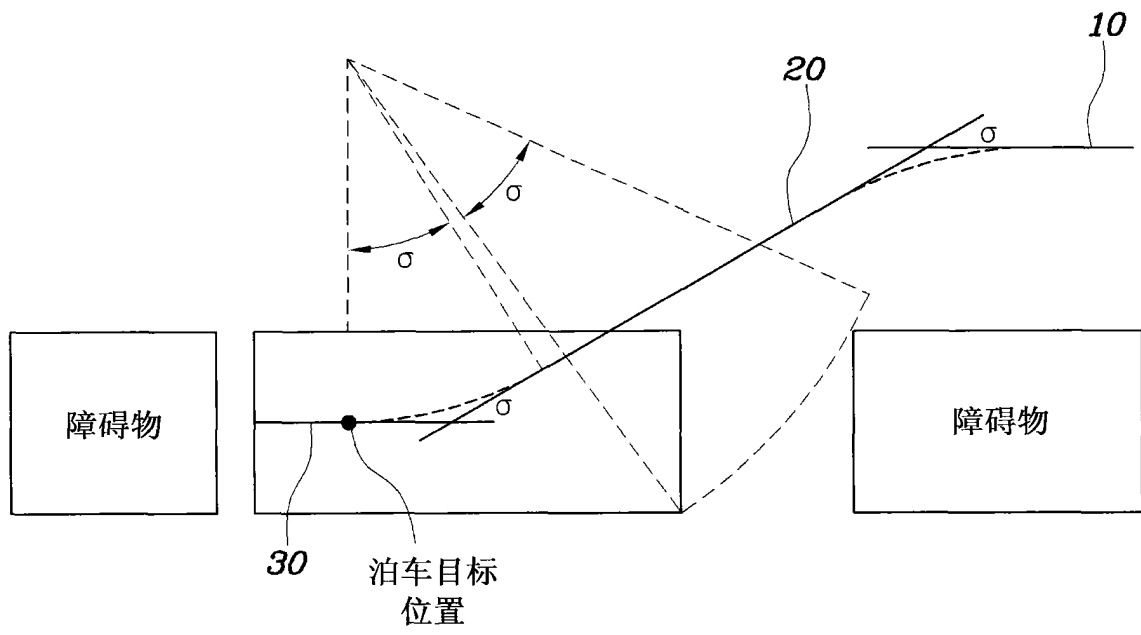


图 4

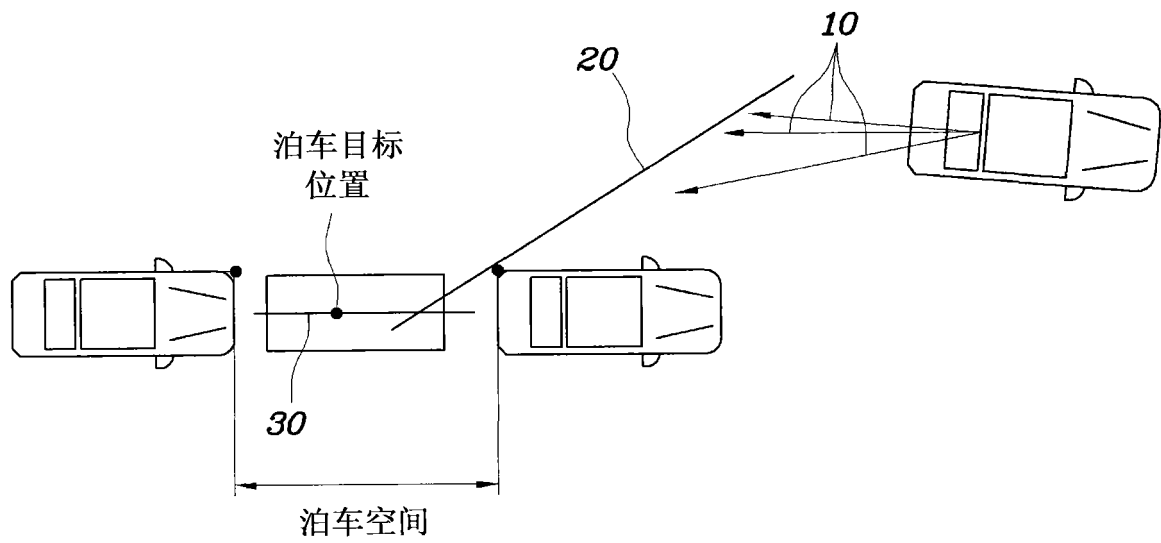


图 5

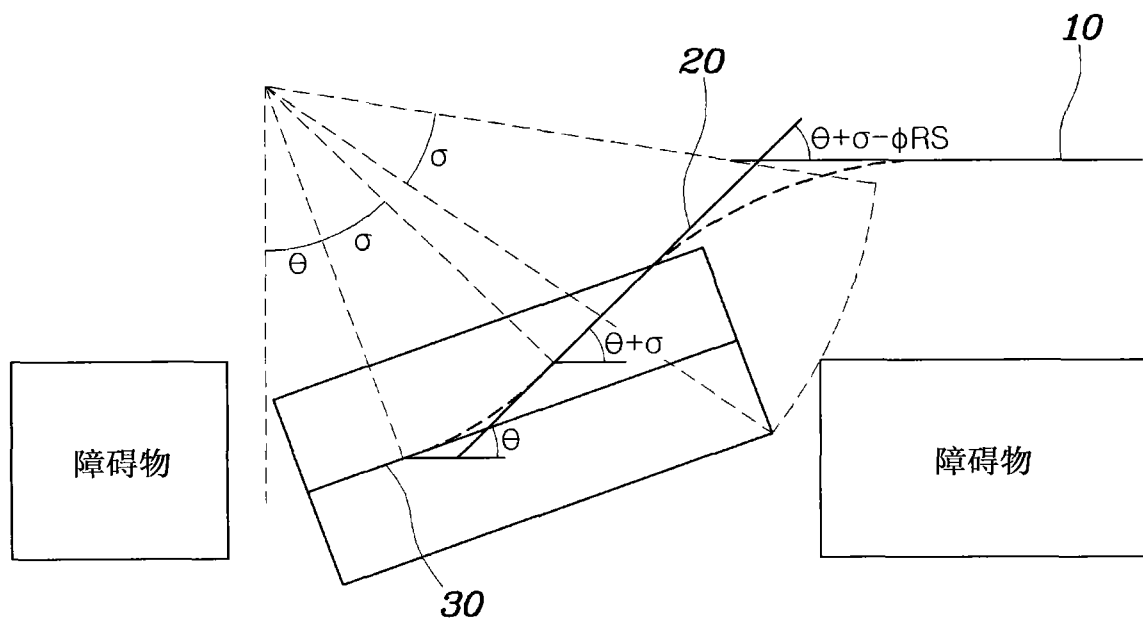


图 6

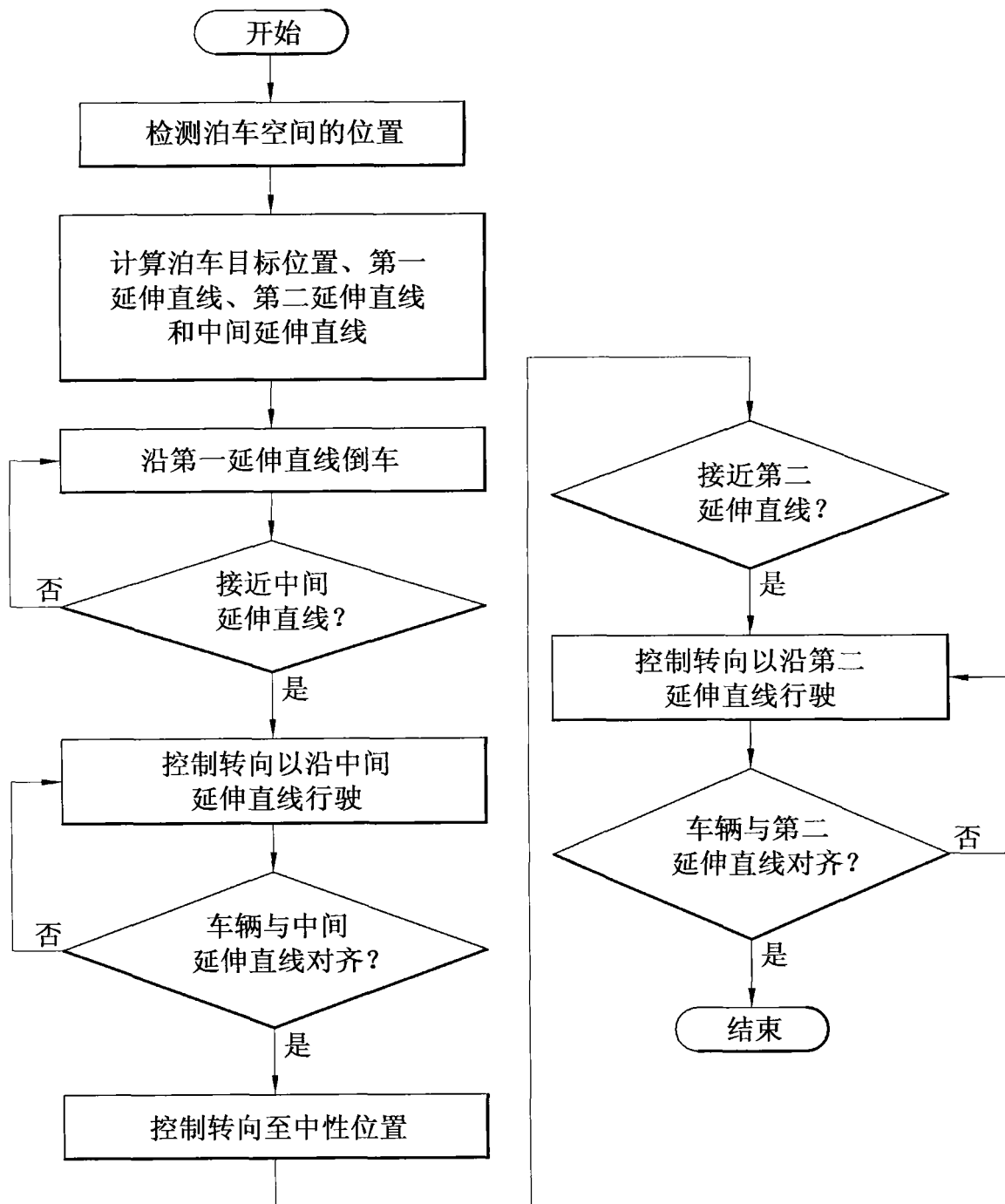


图 7