

泊车方法、装置和车辆

本申请要求在2024年2月20日提交中国国家知识产权局、申请号为202410194397.6、发明名称为“泊车方法、装置和车辆”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及智能驾驶领域，并且更具体地，涉及一种泊车方法、装置和车辆。

背景技术

自动泊车（auto parking, AP）是指车辆自动泊车入位，即自动驾驶系统可以半自动或者全自动地帮助用户将车辆停入车位。自动泊车可以包括自动泊车辅助（auto parking assist, APA）、遥控泊车辅助（remote parking assist, RPA）以及自动代客泊车（auto valet parking, AVP）等。

对于前轮转向的车辆，在泊车过程中由于前轮的转角有限，导致车辆的转弯半径较大。这样，会导致车辆的泊车效率较低，影响用户的泊车体验。

发明内容

本申请提供一种泊车方法、装置和车辆，有助于提升车辆的泊车效率，从而有助于提升用户的泊车体验。

第一方面，提供了一种泊车方法，该方法包括：获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息；根据该第一位置和目标车位的信息，规划第一泊车路径，该第一泊车路径包括第一泊车子路径和第二泊车子路径，该第一泊车子路径为通过异向转向模式行驶的路径，该第二泊车子路径为通过同向转向模式行驶的路径，该异向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相反，该同向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相同；根据该第一泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

基于上述技术方案，在进行泊车路径规划时，车辆可以结合当前所处的位置以及目标车位的信息，自动规划出包括同向转向模式下的泊车子轨迹以及异向转向模式下的泊车子轨迹在内的泊车轨迹。具备四轮转向能力的车辆可以实现前轮和后轮的主动转向，相比于两个前轮转向的车辆可以实现更多运动方式。例如，后轮转向的方向与前轮转向的方向相反时，可以减小转弯半径。又例如，后轮转向的方向与前轮转向的方向相同时，可以进行斜向运动。在泊车场景中使用四轮转向的车辆能够利用上述运动方式实现更高效的泊车。这样，可以使得车辆在泊入目标车位的过程中的换挡次数减少，有助于提升车辆的泊车效率，从而有助于提升用户的泊车体验。

本申请可以应用于车辆泊入水平车位、垂直车位、斜列车位的场景，也可以适用于从水平车位、垂直车位或者斜列车位泊出的场景。

在一些可能的实现方式中，以上水平车位、垂直车位和斜列车位可以为窄车位。

在一些可能的实现方式中，规划第一泊车路径之前，该方法还包括：获取所述车辆的第二位置；根据该第二位置和目标车位的信息，规划通过前轮转向的第五泊车路径，所述第五泊车路径包括所述第一位置；在所述车辆沿所述第五泊车路径行驶至所述第一位置时，确定车辆需要重新规划泊车路径。

基于上述技术方案，在通过前轮转向泊入目标车位的过程中发生卡停时，车辆可以切换至通过四轮转向泊入目标车位。这样，可以避免车辆卡停后需要用户手动驾驶车辆泊入目标车位的过程，通过利用四轮转向丰富的运动模式，可以实现在卡停后重新规划出可以泊入目标车位的泊车路径。

在一些可能的实现方式中，该确定车辆需要重新规划泊车路径，包括：在检测到车辆与障碍物之间的碰撞风险大于或者等于预设碰撞风险时，确定车辆需要重新规划泊车路径。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该第一泊车子路径和该第二泊车子路径为该车辆处于第一挡位下的泊车路径。

基于上述技术方案，在车辆处于某一挡位的行驶过程中，可以规划出不同转向模式下的泊车子路径。

通过同一挡位下不同转向模式的切换,可以使得车辆泊入目标车位过程中的换挡次数减少,有助于提升车辆的泊车效率,从而有助于提升用户的泊车体验。

在一些可能的实现方式中,该第一挡位可以为倒车挡,根据该第一泊车路径,控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位,包括:在车辆沿第一泊车子路径泊入目标车位的过程中,车辆与该目标车位相邻的车位中的障碍物之间的距离小于或者等于预设距离时,控制车辆从第一泊车子路径切换至所述第二泊车子路径。这样,可以避免车辆通过频繁调整挡位实现在目标车位中的居中停放,车辆在倒车挡下通过从异向转向模式切换至同向转向模式,就可以实现车辆在目标车位中的居中停放,有助于提升降低泊车过程中的换挡次数,从而有助于提升用户的泊车体验。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该第一泊车路径由多个拓展节点组成,该多个拓展节点包括第一拓展节点,该根据该第一位置和目标车位的信息,规划第一泊车路径,包括:根据车轮转角的信息,确定多个待拓展节点,该车轮转角的信息包括该异向转向模式下车轮转角的信息和该同向转向模式下车轮转角的信息;根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值,从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

由于方向盘仅有一个输入但前轮和后轮的转角有两个输出,传统的四轮转向车辆需要以一个固定比例锁定前轮转角和后轮转角。这样并没有发挥出同向转向模式和异向转向模式的全部潜力,从而会导致泊车效率较低。

基于上述技术方案,通过提前预设不同的车轮转角组合,将搜索算法运用到四轮转向的车辆中。这样,车辆可以基于搜索算法自动选择不同转向模式下的拓展节点,从而实现自动产生不同转向模式下的拓展节点而无需人为选择转向模式的过程,有助于提升用户的泊车体验。

在一些可能的实现方式中,该方法还包括:根据车辆所处的环境信息,获取所述车轮转角的信息。

在一些可能的实现方式中,根据车辆所处的环境信息,获取所述车轮转角的信息,包括:根据车辆所处的通道的宽度,获取所述车轮转角的信息。

示例性的,车轮转角的信息中包括多个前轮转角和后轮转角的组合,在车辆所处的通道的宽度大于或者等于5.3米时,前轮转角可以从 $[-40^\circ, 40^\circ]$ 中选择,后轮转角可以从 $[-5^\circ, 5^\circ]$ 中选择。

示例性的,在车辆所处的通道的宽度小于5.3米时,前轮转角可以从 $[-40^\circ, 40^\circ]$ 中选择,后轮转角可以从 $[-10^\circ, 10^\circ]$ 中选择。

基于上述技术方案,在车辆所处的通道的宽度不同时,可以从不同的车轮转角范围内选择前轮转角和后轮转角。例如在通道变宽时,可以从较小的后轮转角范围内选择后轮转角,这样可以在不增加车辆的换挡次数的前提下,使得车辆确定拓展节点的效率更高,有助于提升用户的泊车效率。

在一些可能的实现方式中,根据车辆所处的环境信息,获取所述车轮转角的信息,包括:根据所述目标车位的宽度,获取所述车轮转角的信息。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值,从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点,包括:根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价、该每个待拓展节点处该车辆的横摆方向以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值,从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

传统的前轮转向的车辆在进行泊车路径的规划时,泊车路径中拓展点的切线方向为车辆的航向,车辆的航向与车辆的横摆方向一致;而对于四轮转向的车辆,车辆的航向与车辆的横摆方向不同。后轮转角的引入改变了前轮转向的车辆的非完整性约束,引入了车辆的横摆方向这一新的自由度。

基于上述技术方案,在规划泊车路径时还可以考虑车辆在每个拓展点处的横摆方向,用于判断车辆是否会和周围的障碍物发生碰撞,有助于提升车辆在泊车过程中的安全性。

在一些可能的实现方式中,该第一位置到该每个待拓展节点之间的代价包括避障代价。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,该第一位置到该每个待拓展节点之间的代价包括前轮转向代价、后轮转向代价、模式切换代价以及换挡代价,该根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值,从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点,包括:根据该前轮转向代价、该后轮转向代价、该模式切换代价、该换挡代价、第一权重、第二权重、第三权重、第四权重以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值,从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点;其中,该第一权重为该前轮转向代价对应的权重,该第二权重为该后轮转向代价对应的权重,该第三权重为该模式切换代价对应的权重,该第四权重为该换挡代价对应的权重,该第一

权重小于该第二权重，该第二权重小于该第三权重，该第三权重小于该第四权重。

基于上述技术方案，在通过搜索算法进行节点拓展时，可以考虑当前节点（例如，第一位置）和待拓展节点之间的前轮转向代价、后轮转向代价、模式切换代价以及换挡代价，并且针对每个代价设计相应的权重。在这些代价中可以将换挡代价的权重设置为最高，这样可以首先保证规划得到的第一泊车路径对应的换挡次数尽可能少；同时，通过考虑模式切换代价，可以避免在不同转向模式之间频繁切换，有助于降低对车辆的控制复杂度，也可以使得车辆输出的泊车路径的曲率更为平滑。

在一些可能的实现方式中，该模式切换代价为同向转向模式和异向转向模式之间的切换代价。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该方法还包括：控制显示装置显示该车辆沿该第一泊车路径泊入该目标车位的过程中前轮的转向信息和后轮的转向信息。

基于上述技术方案，车辆可以控制显示屏显示泊车路径上前轮的转向信息和后轮的转向信息，可以使得用户直观感受到四轮转向过程中车辆的车辆转向信息，有助于提升用户的泊车体验。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该方法还包括：根据该车辆的运动学模型和该车辆周围障碍物的信息中的至少一项，确定曲率优化的约束；其中，该根据该第一泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位，包括：根据该曲率优化的约束，对该第一泊车路径的曲率进行优化，得到第二泊车路径；根据该第二泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

基于上述技术方案，通过车辆的运动学模型和周围障碍物的信息可以构建曲率优化的约束，通过曲率优化的约束可以对第一泊车路径进行曲率优化，可以使得优化后的第二泊车路径的曲率变化更为平滑，有助于降低车辆的控制复杂度。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息之前，该方法还包括：获取用户的第一指令，该第一指令指示启动自动泊车功能。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该自动泊车功能包括 APA 功能。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该根据该第一位置和目标车位的信息，规划第一泊车路径之前，该方法还包括：预规划第三泊车路径和第四泊车路径，该第三泊车路径为该车辆通过前轮转向规划得到的泊车路径，该第四泊车路径为该车辆通过四轮转向规划得到的泊车路径；确定该第四泊车路径的换挡次数小于该第三泊车路径的换挡次数，和/或，确定该第四泊车路径的长度与该第三泊车路径的长度之间的差值大于或者等于预设差值。

基于上述技术方案，车辆在自动泊车之前可以先预规划第三泊车路径和第四泊车路径。如果预规划得到的第四泊车路径的换挡次数较少或者泊车距离较短，可以再基于第一位置和目标车位的信息规划第一泊车路径。这样，车辆可以在确定四轮转向相比于前轮转向，能够提升泊车效率的前提下，使用四轮转向进行自动泊车。

在一些可能的实现方式中，在确定该第四泊车路径的换挡次数等于该第三泊车路径的换挡次数，和/或，确定该第四泊车路径的长度与该第三泊车路径的长度之间的差值小于预设差值时，车辆可以确定通过前轮转向规划泊车轨迹。

在一些可能的实现方式中，预规划第三泊车路径和第四泊车路径，包括：基于几何法预规划得到该第三泊车路径和该第四泊车路径。

第二方面，本申请提供了一种泊车装置，该装置包括：获取单元，用于获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息；规划单元，用于根据该第一位置和目标车位的信息，规划第一泊车路径，该第一泊车路径包括第一泊车子路径和第二泊车子路径，该第一泊车子路径为通过异向转向模式行驶的路径，该第二泊车子路径为通过同向转向模式行驶的路径，该异向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相反，该同向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相同；控制单元，用于根据该第一泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该第一泊车子路径和该第二泊车子路径为该车辆处于第一挡位下的泊车路径。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该第一泊车路径由多个拓展节点组成，该多个拓展节点包括第一拓展节点，该规划单元，具体用于：根据车轮转角的信息，确定多个待拓展节点，该车轮转角的信息包括该异向转向模式下车轮转角的信息和该同向转向模式下车轮转角的信息；根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该规划单元，具体用于：根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价、该每个待拓展节点处该车辆的横摆方向以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一位置到该每个待拓展节点之间的代价包括前轮转向代价、后轮转向代价、模式切换代价以及换挡代价，该规划单元，具体用于：根据该前轮转向代价、该后轮转向代价、该模式切换代价、该换挡代价、第一权重、第二权重、第三权重、第四权重以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点；其中，该第一权重为该前轮转向代价对应的权重，该第二权重为该后轮转向代价对应的权重，该第三权重为该模式切换代价对应的权重，该第四权重为该换挡代价对应的权重，该第一权重小于该第二权重，该第二权重小于该第三权重，该第三权重小于该第四权重。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该控制单元，还用于：控制显示装置显示该车辆沿该第一泊车路径泊入该目标车位的过程中前轮的转向信息和后轮的转向信息。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该装置还包括：确定单元，用于根据该车辆的运动学模型和该车辆周围障碍物的信息中的至少一项，确定曲率优化的约束；其中，该控制单元，具体用于：根据该曲率优化的约束，对该第一泊车路径的曲率进行优化，得到第二泊车路径；根据该第二泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该获取单元，还用于在获取该第一位置和目标车位的的信息之前，获取用户的第一指令，该第一指令指示启动自动泊车功能。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该自动泊车功能包括自动泊车辅助 APA。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，该规划单元，还用于：在规划该第一泊车路径之前，预规划第三泊车路径和第四泊车路径，该第三泊车路径为该车辆通过前轮转向规划得到的泊车路径，该第四泊车路径为该车辆通过四轮转向规划得到的泊车路径；确定该第四泊车路径的换挡次数小于该第三泊车路径的换挡次数，和/或，确定该第四泊车路径的长度与该第三泊车路径的长度之间的差值大于或者等于预设差值。

第三方面，本申请提供了一种泊车装置，该装置包括处理器和存储器，其中存储器用于存储指令，处理器执行存储器所存储的指令，以使该装置执行第一方面中任一种可能的方法。

第四方面，本申请提供了一种车辆，该车辆包括第二方面或者第三方面中任一种可能的装置。

第五方面，本申请提供了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面中任一种可能的方法。

需要说明的是，上述计算机程序代码可以全部或者部分存储在第一存储介质上，其中第一存储介质可以与处理器封装在一起的，也可以与处理器单独封装，本申请实施例对此不作具体限定。

第六方面，本申请提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面中任一种可能的方法。

第七方面，本申请提供了一种芯片系统，该芯片系统包括处理器，用于调用存储器中存储的计算机程序或计算机指令，以使得该处理器执行上述第一方面中任一种可能的方法。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，该处理器通过接口与存储器耦合。

结合第七方面，在一种可能的实现方式中，该芯片系统还包括存储器，该存储器中存储有计算机程序或计算机指令。

第八方面，本申请提供了一种芯片，该芯片系统包括电路，该电路用于执行上述第一方面中任一种可能的方法。

附图说明

图1是本申请实施例提供的车辆的一个功能框图示意。

图2是本申请实施例提供的高级驾驶辅助系统 ADAS 的示意性框图。

图3是本申请实施例提供的泊车方法的示意性流程图。

图4是前轮转向的车辆对应的拓展节点的示意图。

图5是本申请实施例提供的四轮转向的车辆的拓展节点的示意图。

图6是本申请实施例提供的应用场景的示意图。

图7是本申请实施例提供的另一应用场景的示意图。

图8是本申请实施例提供的泊车装置的示意性框图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述。其中，在本申请实施例的描述中，除非另有说明，“/”表示或的意思，例如，A/B可以表示A或B；本文中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。“至少一项”是指一项或一项以上。例如，“A和B中的至少一项”，类似于“A和/或B”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和B中的至少一项，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。

本申请实施例中采用诸如“第一”、“第二”的前缀词，仅仅为了区分不同的描述对象，对被描述对象的位置、顺序、优先级、数量或内容等没有限定作用。本申请实施例中对序数词等用于区分描述对象的前缀词的使用不对所描述对象构成限制，对所描述对象的陈述参见权利要求或实施例中上下文的描述，不应因为使用这种前缀词而构成多余的限制。此外，在本实施例的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

图1是本申请实施例提供的车辆100的一个功能框图示意。车辆100可以包括感知系统110、计算平台120和显示装置130，其中，感知系统110可以包括感测关于车辆100周边的环境的信息的一种或多种传感器。例如，感知系统110可以包括定位系统，定位系统可以是全球定位系统(global positioning system, GPS)，也可以是北斗系统或者其他定位系统。又例如，感知系统110可以包括惯性测量单元(inertial measurement unit, IMU)、加速度传感器、激光雷达、毫米波雷达、超声雷达以及摄像装置中的一种或者多种。示例性的，加速度传感器可以包括用于检测空气悬架系统的加速度信号的传感器，或者，也可以包括ESC的加速度信号的传感器。

车辆100的部分或所有功能可以由计算平台120控制。计算平台120可包括一个或多个处理器，例如处理器121至12n(n为正整数)，处理器是一种具有信号的处理能力的电路，在一种实现中，处理器可以是具有指令读取与运行能力的电路，例如中央处理单元(central processing unit, CPU)、微处理器、图形处理器(graphics processing unit, GPU)(可以理解成一种微处理器)、或数字信号处理器(digital signal processor, DSP)等；在另一种实现中，处理器可以通过硬件电路的逻辑关系实现一定功能，该硬件电路的逻辑关系是固定的或可以重构的，例如处理器为专用集成电路(application-specific integrated circuit, ASIC)或可编程逻辑器件(programmable logic device, PLD)实现的硬件电路，例如现场可编程门阵列(field programmable gate array, FPGA)。在可重构的硬件电路中，处理器加载配置文档，实现硬件电路配置的过程，可以理解成处理器加载指令，以实现以上部分或全部单元的功能的过程。此外，处理器还可以是针对人工智能设计的硬件电路，其可以理解成一种ASIC，例如神经网络处理单元(neural network processing unit, NPU)、张量处理单元(tensor processing unit, TPU)、深度学习处理单元(deep learning processing unit, DPU)等。此外，计算平台120还可以包括存储器，存储器用于存储指令，处理器121至12n中的部分或全部处理器可以调用存储器中的指令，以实现相应的功能。

座舱内的显示装置130主要分为两类，第一类是车载显示屏；第二类是投影显示屏，例如抬头显示装置(head up display, HUD)。车载显示屏是一种物理显示屏，是车载信息娱乐系统的重要组成部分，座舱内可以设置有多块显示屏，如数字仪表显示屏，中控屏，副驾驶位上的乘客(也称为前排乘客)面前的显示屏，左侧后排乘客面前的显示屏以及右侧后排乘客面前的显示屏，甚至是车窗也可以作为显示屏进行显示。抬头显示，也称平视显示系统。主要用于在驾驶员前方的显示设备(例如挡风玻璃)上显示例如时速、导航等驾驶信息。以降低驾驶员视线转移时间，避免因驾驶员视线转移而导致的瞳孔变化，提升行驶安全性和舒适性。HUD例如包括组合型抬头显示(combiner-HUD, C-HUD)系统、风挡型抬头显示(windshield-HUD, W-HUD)系统、增强现实型抬头显示系统(augmented reality HUD, AR-HUD)。应理解，HUD也可以随着技术演进出现其他类型的系统，本申请对此不作限定。

以上显示装置130是以车载显示屏和投影显示屏为例进行说明的，本申请实施例并不限于此。例如，该显示装置130还可以为光显示屏或者投影幕布。

车辆100可以包括高级驾驶辅助系统(advanced driving assistant system, ADAS)，ADAS利用在车辆上的多种传感器(包括但不限于：激光雷达、毫米波雷达、摄像装置、超声波传感器、全球定位系统、

惯性测量单元)从车辆周围获取信息,并对获取的信息进行分析和处理,实现例如障碍物感知、目标识别、车辆定位、路径规划、驾驶员监控/提醒等功能,从而提升车辆驾驶的安全性、自动化程度和舒适度。

示例性的,图2示出了本申请实施例提供的ADAS的示意性框图。从逻辑功能上来说,ADAS可以包括三个主要功能模块:感知模块210,决策模块220和执行模块230,感知模块210通过传感器感知车身周围环境,输入相应实时数据至决策模块220。决策模块220根据感知模块210获取的信息,做出相应决策。执行模块230从决策模块220接收到决策信号后采取相应行动,如驾驶、变道、转向、刹车、警示等。

以上感知模块210可以为上述感知系统110,决策模块220可以位于上述计算平台120中。

在不同的自动驾驶等级(L0-L5)下,基于人工智能算法和多传感器所获取的信息,ADAS可以实现不同等级的自动驾驶辅助,上述的自动驾驶等级(L0-L5)是基于汽车工程师协会(society of automotive engineers, SAE)的分级标准的。其中,L0级为无自动化;L1级为驾驶支援;L2级为部分自动化;L3级为有条件自动化;L4级为高度自动化;L5级为完全自动化。L1至L3级监测路况并做出反应的任务都由驾驶员和系统共同完成,并需要驾驶员接管动态驾驶任务。L4和L5级可以让驾驶员完全转变为乘客的角色。例如,自动泊车可以包括APA、RPA以及AVP等。对于APA,驾驶员无需操纵方向盘,但是仍然需要在车辆上操控油门和刹车;对于RPA,驾驶员可以使用终端(例如手机)在车辆外部对车辆进行遥控泊车;对于AVP,车辆可以在没有驾驶员的情况下完成泊车。从对应的自动驾驶等级而言,APA约处在L1级的水平,RPA约处于L2-L3级的水平,而AVP约处于L4级的水平。

示例性的,计算平台120可以通过感知环境,识别目标车位及车辆周围的障碍物,规划出一条可行的泊车路径,并通过控制车辆完成泊车。具备四轮转向能力的车辆可以实现前轮和后轮的主动转向,相比于两个前轮转向的车辆可以实现更多运动方式。例如,后轮的转向方向与前轮的转向方向相反时,可以减小转弯半径;后轮的转向方向与前轮的转向方向相同时,可以进行斜向运动。本申请实施例中,在泊车场景中使用四轮转向的车辆能够利用上述运动方式实现更高效的泊车。

传统四轮转向中,可以通过人为指定前轮和后轮同向,或前轮和后轮异向。由于方向盘仅有一个输入但前轮和后轮的转角有两个输出,因此需要以一个固定比例锁定前轮和后轮转角。这样,会导致四轮转向的车辆的泊车效率较低,无法发挥四轮转向的全部运动模式的潜力。本申请实施例中,针对四轮转向的特点提出了融合四轮转向运动模式的路径规划方法。本申请实施例无需指定模式或固定前轮转角和后轮转角的比例,能够自适应不同的场景,自动匹配不同的转向模式(例如,不同的前轮转角和后轮转角组合),相比传统前轮转向适应于更窄的极限场景,泊车效率更高且换挡次数更少。

图3示出了本申请实施例提供的泊车方法300的示意性流程图。方法300可以由上述车辆100执行,或者,该方法300可以由上述计算平台120执行,或者,该方法300可以由计算平台120和感知系统110组成的系统执行,或者,该方法300可以由上述计算平台120中的片上系统(system-on-a-chip, SoC)执行,或者,该方法300可以由计算平台120中的处理器、芯片或者电路执行,或者,该方法300可以由上述决策模块220执行。该方法300包括:

S310,获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息。

可选地,该获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息之前,该方法还包括:获取用户的第一指令,该第一指令指示启动自动泊车功能。

可选地,该自动泊车功能包括APA功能、RPA功能或者AVP功能。

可选地,该获取车辆所处的第一位置,包括:获取车辆接收到该第一指令时所处的第一位置。

示例性的,该第一指令可以为用户发出的语音指令。

示例性的,该第一指令可以为用户在显示屏上点击自动泊车控件的操作。

S320,根据该第一位置和目标车位的信息,规划第一泊车路径,该第一泊车路径包括第一泊车子路径和第二泊车子路径,该第一泊车子路径为通过异向转向模式行驶的路径,该第二泊车子路径为通过同向转向模式行驶的路径,该异向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相反,该同向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相同。

以上前轮转角的方向和后轮转角的方向相反也可以理解为前轮的转向方向和后轮的转向方向相反,前轮转角的方向和后轮转角的方向相同也可以理解为前轮的转向方向和后轮的转向方向相同。

可选地,车辆可以基于几何法规划该第一泊车路径。

泊车路径的规划方法包括几何法和搜索法,几何法是从目标车位内通过螺旋线与直线拼接引到车辆

所在位置的方法，其优势是简单快捷。

本申请实施例中，在进行泊车路径规划时，车辆可以结合当前所处的位置以及目标车位的信息，自动规划出包括同向转向模式下的泊车子轨迹以及异向转向模式下的泊车子轨迹在内的泊车轨迹。这样，可以使得车辆在泊入目标车位的过程中的换挡次数减少，有助于提升车辆的泊车效率，从而有助于提升用户的泊车体验。

可选地，该第一泊车路径由多个拓展节点组成，该多个拓展节点包括第一拓展节点，该根据该第一位置和目标车位的信息，规划第一泊车路径，包括：根据车轮转角的信息，确定多个待拓展节点，该车轮转角的信息包括该异向转向模式下车轮转角的信息和该同向转向模式下车轮转角的信息；根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

以上通过代价和启发值确定多个拓展节点并基于多个拓展节点确定泊车路径的过程也可以理解为车辆基于搜索法规划泊车路径。

搜索法中主要包括混合 A*算法，本申请实施例中的搜索算法可以是 A*算法或者混合 A*算法。混合 A*算法的优势在于通过搜索的方式对全欧氏空间进行探索，可以生成满足避障要求的从任意起始位姿到目标车位的路径。因此，将四轮转向与混合 A*算法相结合，能够发挥二者更大的潜力得到更多可行路径解。

A*算法是路径规划中的一种经典方法，其原理大致如下：在泊车起点与泊车终点的连接图中，从泊车起点开始，计算其待拓展节点（或者，相邻顶点）与泊车起点的代价以及该待拓展节点到泊车终点的启发值，将它们加入到开放集中。选取拓展代价与启发值之和最小的待拓展节点作为已拓展节点并加入封闭集。继续计算该拓展节点的待拓展节点的代价值与启发值并加入开放集中，从开放集中选取拓展代价与启发值最小的节点作为已拓展节点并加入封闭集。重复这一过程直到拓展到终点，此时向前回溯，即可找到泊车起点到泊车终点的一条可行泊车路径。

混合 A*算法将 A*算法与车辆的非完整性约束结合，在节点探索时引入车辆的运动学约束，生成一系列待拓展节点，计算这些节点的代价值与启发值。节点选取与迭代的方式与 A*算法一致，区别在于 A*算法的节点是已有的，混合 A*算法中的拓展节点是利用车辆的运动学约束探索生成的。

本申请实施例中，将四轮转向特有的运动方式在通过混合 A*算法拓展节点时引入，利用了混合 A*算法中拓展节点的特性，并融合了四轮转向运动的模式，从而可以得到该第一泊车路径。

四轮转向的车辆可以实现的转向模式包括异向转向模式和同向转向模式。异向转向模式下车辆的后轮的转向方向与前轮的转向方向不同。这样，能够实现更小的转弯半径。同向转向模式可以指后轮的转向方向与前轮的转向方向相同。这样，能够实现前进的过程中同时有横向位移。同向转向模式中比较特殊的一种场景是在后轮转角与前轮转角相同时，能够在车头指向不变的情况下实现斜向的移动，也称之为蟹行模式。这两种特有的运动方式与前轮转向的车辆不同，可以进行专门设计。

示例性的，表 1 示出了本申请实施例提供的车轮转角的信息。

表 1

转向模式	（前轮转角 α ，后轮转角 β ）
异向转向模式	$(40^\circ, -10^\circ)$ 、 $(39^\circ, -10^\circ)$... $(-39^\circ, 10^\circ)$ 、 $(-40^\circ, 10^\circ)$ $(40^\circ, -9^\circ)$ 、 $(39^\circ, -9^\circ)$... $(-39^\circ, 9^\circ)$ 、 $(-40^\circ, 9^\circ)$...
同向转向模式	$(40^\circ, 10^\circ)$ 、 $(39^\circ, 10^\circ)$... $(39^\circ, 10^\circ)$ 、 $(40^\circ, 10^\circ)$ $(40^\circ, 9^\circ)$ 、 $(39^\circ, 9^\circ)$... $(39^\circ, 9^\circ)$ 、 $(40^\circ, 9^\circ)$... $(-40^\circ, -10^\circ)$ 、 $(-39^\circ, -10^\circ)$... $(-39^\circ, -10^\circ)$ 、 $(-40^\circ, -10^\circ)$

以上异向转向模式中，车轮转角组合中前轮转角和后轮转角的符号不同可以表示前轮的转向方向和后轮的转向方向不同，车轮转角组合中前轮转角和后轮转角的符号相同可以表示前轮的转向方向和后轮的转向方向相同。

车辆在通过混合 A*算法进行节点拓展时可以基于上述表 1 所示的前轮转角和后轮转角的组合确定当前节点的待拓展节点，从而基于从当前节点到每个待拓展节点的代价以及每个待拓展节点到目标车位的启发值，确定拓展节点。

针对上述四轮转向的运动模式及引入的自由度难点，本申请实施例中设计了混合 A*算法的四轮转向节点拓展模式。

对于前轮转向的混合 A*待拓展节点生成方法，具体的方法是，在当前节点的朝向下，按照车辆简化的自行车前轮转向运动学模型，轨迹的切向即后轮的径向方向，瞬时回转中心沿后轮的轴向方向。通过按转弯半径从小到大，以相同的圆心角作弧，弧的终点即为新的待拓展节点，弧的切向即为新的航向。按照这种方式以不同的半径生成一簇待拓展节点，生成左前、右前、左后、右后方向的转向节点簇。再按照不同的步长生成直行前进和后退的节点簇，与转向节点簇共同构成所有的待拓展节点。

示例性的，图 4 示出了前轮转向的车辆对应的拓展节点的示意图。如图 4 所示，前轮转向的车辆的瞬时回转中心为 P 点，该 P 点位于后轮的轴向方向。通过转弯半径 R_1 和 R_2 （或者，对应不同的前轮转角）做弧，可以得到点 A 和点 B，其中点 A 和点 B 可以作为当前车辆所在的点 O 的相邻节点（或者拓展节点）。图 4 所示的节点 A 和节点 B 为左转节点，除此之外，还可以包括直行节点和右转节点。

对于四轮转向的混合 A*待拓展节点生成方法，类比前轮转向的拓展方式，区别在于，由于后轮转向自行车模型中后轮转角的加入，需要对转向节点簇的节点进行单独设计，最小的转弯半径对应最大的前轮转角与反向最大的后轮转角（例如，表 1 所示的 $(40^\circ, -10^\circ)$ ），对稍大的转弯半径对应次大的前轮转角与反向次大后轮转角（例如，表 1 所示的 $(39^\circ, -9^\circ)$ ），依次类推设置一定数量的组合。当前轮转角和后轮转角确定（前轮转角和后轮转角确定时，车辆的转弯半径也就确定了）时，以前轮与后轮的轴向方向延长的交点为对应的瞬时回转中心，再以固定的圆心角作弧，弧终点的坐标即为待拓展节点的坐标，弧终点的切向即为待拓展节点处车辆的航向。

示例性的，图 5 示出了本申请实施例提供的四轮转向的车辆的拓展节点的示意图。
如图 5 中的 (a) 所示，车辆处于异向转向模式下，瞬时回转中心可以为前轴的轴向方向和后轴的轴向方向的交点 Q。在车辆前轮转角和后轮转角确定时，车辆的转弯半径也就确定了。车辆可以拓展得到待拓展节点 C。待拓展节点 C 也可以称之为异向转向模式下的左转节点。

如图 5 中的 (b) 所示，车辆处于同向转向模式下，车辆的前轮转角和后轮转角同方向且角度相同，此时，车辆可以斜向运动，从而可以拓展得到待拓展节点 D。待拓展节点 D 也可以称之为同向转向模式下的左转节点（或者，蟹行左转节点）。

同样的，如图 5 中的 (c) 和 (d) 所示，四轮转向的车辆还可以拓展得到异向转向模式下的节点 E 和同向转向模式下节点 F。

对于四轮转向的同向转向模式中的特例蟹形模式，以最大的后轮转角（例如， 10° ）及与后轮转角相同的前轮转角（例如， 10° ）作为与当前节点航向的夹角，以一个特定步长延长，终点即为蟹行模式的待拓展节点，延长方向即为该节点的航向。以此种办法生成左前、右前、左后、右后方向的蟹行拓展节点。

以上图 4 和图 5 分别示出了前向拓展节点。后向拓展节点与前向拓展节点的原理一致，拓展方向为倒车方向。

可选地，该方法 300 还包括：根据车辆所处的环境信息，获取所述车轮转角的信息。
可选地，根据车辆所处的环境信息，获取所述车轮转角的信息，包括：根据车辆所处的通道的宽度，获取所述车轮转角的信息。

以上通道可以为车辆处于泊车场景下的通道，例如，车辆在向垂直车位泊入时所处的通道，或者，车辆向水平车位泊入时所处的通道。

示例性的，车轮转角的信息中包括多个前轮转角和后轮转角的组合，在车辆所处的通道的宽度小于 5.3 米时，前轮转角可以从 $[-40^\circ, 40^\circ]$ 中选择，后轮转角可以从 $[-10^\circ, 10^\circ]$ 中选择。

示例性的，在车辆所处的通道的宽度大于或者等于 5.3 米时，前轮转角可以从 $[-40^\circ, 40^\circ]$ 中选择，后轮转角可以从 $[-5^\circ, 5^\circ]$ 中选择。

示例性的，表 2 示出了本申请实施例提供的另一车轮转角的信息。

表 2	
转向模式	(前轮转角 α , 后轮转角 β)
异向转向模式	$(40^\circ, -5^\circ)$ 、 $(39^\circ, -5^\circ)$... $(-39^\circ, 5^\circ)$ 、 $(-40^\circ, 5^\circ)$
	$(40^\circ, -4^\circ)$ 、 $(39^\circ, -4^\circ)$... $(-39^\circ, 4^\circ)$ 、 $(-40^\circ, 4^\circ)$
	...

同向转向模式	(40° , 5°)、(39° , 5°) ... (39° , 5°)、(40° , 5°) (40° , 4°)、(39° , 4°) ... (39° , 4°)、(40° , 4°) ... (-40° , -5°)、(-39° , -5°) ... (-39° , -5°)、(-40° , -5°)
--------	--

这样，在车辆所处的通道较宽时，可以从较小的后轮转角范围内选择后轮转角，可以降低前轮转角和后轮转角组合的数量。在不提升换挡次数的前提下，有助于提升路径规划的速度，从而有助于提升用户的泊车体验。

可选地，根据车辆所处的环境信息，获取所述车轮转角的信息，包括：根据所述目标车位的宽度，获取所述车轮转角的信息。

示例性的，在目标车位为非窄车位时，前轮转角可以从[-40° , 40°]中选择，后轮转角可以从[-5° , 5°]中选择。

示例性的，在目标车位为窄车位时，前轮转角可以从[-40° , 40°]中选择，后轮转角可以从[-10° , 10°]中选择。

可选地，该根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点，包括：根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价、该每个待拓展节点处该车辆的横摆方向以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

由于后轮转角的引入改变了前轮转向的车辆的非完整性约束，引入了车辆的横摆方向这一新的自由度。传统的前轮转向的车辆在进行泊车路径的规划时，泊车路径中拓展点的切线方向为车辆的航向，车辆的航向与车辆的横摆方向一致；而对于四轮转向的车辆，车辆的航向与车辆的横摆方向不同。这样，对于四轮转向的车辆，在规划泊车路径时需要考虑避障，也就需要考虑车辆的横摆方向。因此，相比前轮转向的车辆，四轮转向的车辆在规划泊车路径时多出了车辆横摆自由度，增大了规划的难度。

基于上述技术方案，在规划泊车路径时还需要考虑车辆在每个拓展点处车辆的横摆方向，用于判断车辆是否会和周围的障碍物发生碰撞，有助于提升车辆在泊车过程中的安全性。

可选地，该第一位置到该每个待拓展节点之间的代价包括避障代价。

对于转向节点，拓展节点时画弧所对应的圆心角，即为车身刚体旋转的角度。每拓展一次节点，横摆角的增量为圆心角，例如，左转时为正，右转时为负。对于直行节点以及蟹行节点，保持待拓展节点横摆角与当前节点横摆角一致。这样横摆角即能够融合在节点拓展中，可以在搜索算法中直接引入横摆角自由度以进行障碍物碰撞检测。

四轮转向的车辆相比前轮转向的车辆多出了后轮转角，随之而来的是车辆的横摆自由度（或者，车辆的横摆方向、车辆的位姿）的引入。传统前轮转向的车辆在进行泊车时，车辆的后轴中点的轨迹的切线方向为车辆的速度方向，即为车辆的航向。车辆的速度方向与车辆的横摆方向是一致的。而后轮转向的加入，使得车辆的速度方向与车辆的横摆方向不同。这样，车辆在进行泊车轨迹的规划时，可以在规划得到泊车轨迹的同时考虑每个拓展节点处车辆的横摆方向，用于判断车辆是否会与障碍物发生碰撞。

在计算待拓展节点的代价中，可以针对四轮转向特点进行对应的设计。主要的设计目标是，希望四轮转向能够尽可能利用空间，以更少的换挡次数更短的轨迹完成泊车，因此代价设计中可以围绕避障与换挡进行设计，以得到能够适应于当前场景的轨迹。通过代价设计来实现不同转向模式的自适应。

示例性的，对于需要较大车辆横摆角变化的场景（例如，掉头），通过惩罚换挡次数与轨迹长度，可以使得更小的转弯半径的轨迹计算出的代价更低。这样就能够在搜索中倾向于选择异向转向节点，这也是异向转向能够自动使能的原理。

示例性的，对于车头两侧空间不足但又需要车辆有横向位移的场景，如果车辆在垂直车位中倒入车位时发现贴近外侧车辆，对于传统前轮转向车辆只能向前揉库再入。而通过换挡代价惩罚该行为，可以倾向于选择蟹行节点。搜索出的蟹行路径远离一侧车辆的同时可以继续倒车。

示例性的，蟹行模式的另一主要运用场景，即前后较短的平行车位，前轮转向车辆需要反复反打方向，多次揉库才能泊入。通过代价设计倾向于选择蟹行模式进行路径规划，可以斜向平移入库减少大幅反打方向。

考虑到车辆执行器的响应速度，另一目标是尽量避免连续频繁切换异向转向模式和同向转向模式，以及频繁反打方向。因此，代价设计中可以引入前后轮转角变化量的惩罚。由于前轮的转角范围更大，

因此可以充分利用前轮转角。本申请实施例的设计优点在于单段轨迹中可以随场景自动使能不同转向模式，因此对模式切换的惩罚可以较小，只需要抑制过于频繁的切换。

可选地，该第一位置到该每个待拓展节点之间的代价包括前轮转向代价、后轮转向代价、模式切换代价以及换挡代价，该根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点，包括：根据该前轮转向代价、该后轮转向代价、该模式切换代价、该换挡代价、第一权重、第二权重、第三权重、第四权重以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点；其中，该第一权重为该前轮转向代价对应的权重，该第二权重为该后轮转向代价对应的权重，该第三权重为该模式切换代价对应的权重，该第四权重为该换挡代价对应的权重，该第一权重小于该第二权重，该第二权重小于该第三权重，该第三权重小于该第四权重。

示例性的，该第一位置到每个待拓展节点的代价 $Cost$ 可以如公式（1）所示：

$$Cost = w_1 * cost_1 + w_2 * cost_2 \quad (1)$$

其中， $cost_1$ 为换挡代价， $cost_2$ 为模式切换代价， w_1, w_2 为相应的权重。

可选地， w_1 大于 w_2 。示例性的， w_1 为0.7， w_2 为0.3。

在通过搜索算法进行节点拓展时，可以考虑当前节点（例如，第一位置）和待拓展节点之间的模式切换代价以及换挡代价，并且针对每个代价设计相应的权重。在这些代价中可以将换挡代价的权重设置为最高，这样可以首先保证规划得到的第一泊车路径对应的换挡次数尽可能少；同时，通过考虑模式切换代价，可以避免在不同转向模式之间频繁切换，有助于降低对车辆的控制复杂度，也可以使得车辆输出的泊车路径的曲率更为平滑。

可选地，该方法300还包括：根据车辆所处的场景，确定 w_1 和 w_2 。

示例性的，在车辆所处的通道的宽度大于或者等于预设宽度时，可以确定 w_1 为0.7且 w_2 为0.3。这样，在车辆所处的通道的宽度较宽时，可以将换挡代价对应的权重调高，这样可以使得车辆泊入目标车位的过程中的换挡次数尽可能少。

示例性的，在车辆通过前轮转向泊车时因为障碍物的原因被卡停时，车辆可以采用四轮转向泊车，此时车辆可以确定 w_1 为0.8且 w_2 为0.2。这样，在车辆被卡停时，可以将模式切换代价对应的权重调低，这样可以缩小对于同向转向模式和异向转向模式切换的限制，使得车辆通过同向转向模式和异向转向模式的切换泊入目标车位。

本申请实施例中，基于车辆所处的不同场景，可以动态调整 w_1 和 w_2 ，使得换挡代价和模式切换代价更符合当前场景下的需求。

可选地，该第一位置到每个待拓展节点的代价还可以考虑前轮转向代价和后轮转向代价。

示例性的， $Cost$ 可以如公式（2）所示：

$$Cost = w_1 * cost_1 + w_2 * cost_2 + w_3 * cost_3 + w_4 * cost_4 \quad (2)$$

其中， $cost_3$ 为后轮转向代价， $cost_4$ 为前轮转向代价， w_3, w_4 为相应的权重。

可选地， w_1 大于 w_2 ， w_2 大于 w_3 ， w_3 大于 w_4 。示例性的， w_1 为0.4， w_2 为0.3， w_3 为0.2， w_4 为0.1。

可选地，该第一泊车子路径和该第二泊车子路径为该车辆处于第一挡位下的泊车路径。

可选地，该第一挡位可以为倒车挡，根据该第一泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位，包括：在车辆沿第一泊车子路径泊入目标车位的过程中，车辆与该目标车位相邻的车位中的障碍物之间的距离小于或者等于预设距离时，控制车辆从第一泊车子路径切换至所述第二泊车子路径。

示例性的，图6示出了本申请实施例提供的应用场景的示意图。

在车辆从位置1泊入目标车位的过程中，可以基于规划得到泊车路径1泊入车位1。该泊车路径1包括车辆处于前进挡下的路径a以及车辆处于倒车挡下的路径b。在车辆基于异向转向模式行驶至拓展节点c时，如果确定车辆与相邻的车位2中的车辆之间距离小于或者等于预设距离时，那么在确定拓展节点c的下一个拓展节点时，可以基于上述公式（1），从多个待拓展节点中确定拓展节点d，其中，该拓展节点d为同向转向模式对应的节点。这样，可以避免车辆频繁调整挡位才能够使得车辆在车位1中居中停放，而是在倒车挡下通过从异向转向模式切换到同向转向模式实现车辆在目标车位中的居中停放，有助于提升降低泊车过程中的换挡次数，从而有助于提升用户的泊车体验。

本申请实施例旨在解决四轮转向的车辆以任意起始位姿泊入各类车位的路径规划问题，将四轮转向的车辆的运动学关系融合进轨迹搜索算法的节点拓展模式中。同时，通过结合四轮转向特点的代价设计，

可以自动使能异向转向模式与同向转向模式，通过满足四轮转向的车辆约束的路径优化，得到包括横摆角（或者，车辆的位姿）的泊车路径。

本申请实施例中将四轮转向的车辆的运动模式融合入了搜索算法的节点拓展中，最大程度地利用了搜索算法对于复杂障碍物场景下的全局路径搜索能力以及四轮转向丰富的运动模式。本申请实施例可以适用于各种车位，不限制车辆的起始位姿。同时，也无需用户人为制定模式，可以自动实现异向转向模式和同向转向模式自适应匹配。

S330，根据该第一泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

可选地，该方法 300 还包括：控制显示装置显示该车辆沿该第一泊车路径泊入该目标车位的过程中前轮的转向信息和后轮的转向信息。

可选地，该方法 300 还包括：根据该车辆的运动学模型和该车辆周围障碍物的信息中的至少一项，确定曲率优化的约束；其中，该根据该第一泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位，包括：根据该曲率优化的约束，对该第一泊车路径的曲率进行优化，得到第二泊车路径；根据该第二泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

前轮转向的车辆利用搜索算法得到的轨迹不够平滑，曲率不连续，车辆控制追踪难度大。引入四轮转向的车辆的运动学模型和车辆周围的障碍物边界，对车辆的曲率的优化范围进行了约束，从而曲率优化的约束对搜索得到的泊车进行后处理优化实现更平滑的曲率变化。

一个实施例中，还可以利用模型预测控制算法控制车辆，与传统前轮转向相比多出的车辆横摆角变量，上述运动规划给出的四轮转向泊车路径的信息包括轨迹点对应的车辆横摆角，将其引入模型预测控制进行追踪，可以实现对四轮转向的车辆的自动泊车。

可选地，该根据该第一位置和目标车位的信息，规划第一泊车路径之前，该方法还包括：预规划第三泊车路径和第四泊车路径，该第三泊车路径为该车辆通过前轮转向规划得到的泊车路径，该第四泊车路径为该车辆通过四轮转向规划得到的泊车路径；确定该第四泊车路径的换挡次数小于该第三泊车路径的换挡次数，和/或，确定该第四泊车路径的长度与该第三泊车路径的长度之间的差值大于或者等于预设差值。

可选地，在确定该第四泊车路径的换挡次数等于该第三泊车路径的换挡次数，和/或，确定该第四泊车路径的长度与该第三泊车路径的长度之间的差值小于预设差值时，车辆可以确定使用前轮转向泊车规划泊车轨迹。

可选地，预规划第三泊车路径和第四泊车路径，包括：基于几何法预规划得到该第三泊车路径和该第四泊车路径。

本申请实施例可以应用于车辆泊入水平车位、垂直车位、斜列车位的场景，也可以适用于从水平车位、垂直车位或者斜列车位泊出的场景。

可选地，以上水平车位、垂直车位和斜列车位可以为窄车位。

可选地，规划第一泊车路径之前，该方法还包括：获取所述车辆的第二位置；根据该第二位置和目标车位的信息，规划第五泊车路径，所述第五泊车路径包括所述第一位置；在所述车辆沿所述第五泊车路径行驶至所述第一位置时，确定车辆需要重新规划泊车路径。

可选地，该确定车辆需要重新规划泊车路径，包括：在检测到车辆与障碍物之间的碰撞风险大于或者等于预设碰撞风险时，确定车辆需要重新规划泊车路径。

示例性的，图 7 示出了本申请实施例提供的另一应用场景的示意图。车辆在通过前轮转向泊入车位 3 的过程中，由于与相邻的车位 4 中的其他车辆之间的距离过近而导致被卡停。此时车辆在重新规划泊车路径时，可以通过四轮转向泊入该车位 3。

基于上述技术方案，本申请实施例的研发人员对垂直车位和水平断头路车位场景下车辆的换挡次数进行了测试。

示例性的，表 3 示出了不同通道宽度下，前轮转向的车辆和四轮转向的车辆泊入从同一起始位置泊入目标车位过程中的换挡次数对比。

表 3

场景	通道宽度	前轮转向的车辆的换挡次数	四轮转向的车辆的换挡次数
垂直车位	4.7m	5	3
	5.0m	5	1

(车位宽度 3m)	5.3m	3	1
	5.5m	3	1
	5.8m	3	1
	6.0m	3	1
垂直断头路车位	6.0m	5	1
水平断头路车位		7	3

从以上测试结果可以看出，结合本申请实施例的泊车方向，可以使得车辆在不同场景下泊入目标车位的换挡次数有明显减低。

图 8 示出了本申请实施例提供的泊车装置 800 的示意性框图。该装置 800 包括：获取单元 810，用于获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息；规划单元 820，用于根据该第一位置和目标车位的信息，规划第一泊车路径，该第一泊车路径包括第一泊车子路径和第二泊车子路径，该第一泊车子路径为通过异向转向模式行驶的路径，该第二泊车子路径为通过同向转向模式行驶的路径，该异向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相反，该同向转向模式下该车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相同；控制单元 830，用于根据该第一泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

可选地，该第一泊车子路径和该第二泊车子路径为该车辆处于第一挡位下的泊车路径。

可选地，该第一泊车路径由多个拓展节点组成，该多个拓展节点包括第一拓展节点，该规划单元 820，具体用于：根据车轮转角的信息，确定多个待拓展节点，该车轮转角的信息包括该异向转向模式下车轮转角的信息和该同向转向模式下车轮转角的信息；根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

可选地，该规划单元 820，具体用于：根据该第一位置到该多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价、该每个待拓展节点处该车辆的横摆方向以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点。

可选地，该第一位置到该每个待拓展节点之间的代价包括前轮转向代价、后轮转向代价、模式切换代价以及换挡代价，该规划单元 820，具体用于：根据该前轮转向代价、该后轮转向代价、该模式切换代价、该换挡代价、第一权重、第二权重、第三权重、第四权重以及该每个待拓展节点到该目标车位的启发值，从该多个待拓展节点中确定该第一拓展节点；其中，该第一权重为该前轮转向代价对应的权重，该第二权重为该后轮转向代价对应的权重，该第三权重为该模式切换代价对应的权重，该第四权重为该换挡代价对应的权重，该第一权重小于该第二权重，该第二权重小于该第三权重，该第三权重小于该第四权重。

可选地，该控制单元 830，还用于：控制显示装置显示该车辆沿该第一泊车路径泊入该目标车位的过过程中前轮的转向信息和后轮的转向信息。

可选地，该装置 800 还包括：确定单元，用于根据该车辆的运动学模型和该车辆周围障碍物的信息中的至少一项，确定曲率优化的约束；其中，该控制单元 830，具体用于：根据该曲率优化的约束，对该第一泊车路径的曲率进行优化，得到第二泊车路径；根据该第二泊车路径，控制该车辆从该第一位置泊入该目标车位。

可选地，该获取单元 810，还用于在获取该第一位置和目标车位的信息之前，获取用户的第一指令，该第一指令指示启动自动泊车功能。

可选地，该自动泊车功能包括自动泊车辅助 APA。

可选地，该规划单元 820，还用于：在规划该第一泊车路径之前，预规划第三泊车路径和第四泊车路径，该第三泊车路径为该车辆通过前轮转向规划得到的泊车路径，该第四泊车路径为该车辆通过四轮转向规划得到的泊车路径；确定该第四泊车路径的换挡次数小于该第三泊车路径的换挡次数，和/或，确定该第四泊车路径的长度与该第三泊车路径的长度之间的差值大于或者等于预设差值。

应理解以上装置中各单元的划分仅是一种逻辑功能的划分，实际实现时可以全部或部分集成到一个物理实体上，也可以物理上分开。此外，装置中的单元可以以处理器调用软件的形式实现；例如装置包括处理器，处理器与存储器连接，存储器中存储有指令，处理器调用存储器中存储的指令，以实现以上任一种方法或实现该装置各单元的功能，其中处理器例如为通用处理器，例如 CPU 或微处理器，存储器为装置内的存储器或装置外的存储器。或者，装置中的单元可以以硬件电路的形式实现，可以通过对硬件电路的设计实现部分或全部单元的功能，该硬件电路可以理解为一个或多个处理器；例如，在一种实

现中, 该硬件电路为 ASIC, 通过对电路内元件逻辑关系的设计, 实现以上部分或全部单元的功能; 再如, 在另一种实现中, 该硬件电路为可以通过 PLD 实现, 以 FPGA 为例, 其可以包括大量逻辑门电路, 通过配置文件来配置逻辑门电路之间的连接关系, 从而实现以上部分或全部单元的功能。以上装置的所有单元可以全部通过处理器调用软件的形式实现, 或全部通过硬件电路的形式实现, 或部分通过处理器调用软件的形式实现, 剩余部分通过硬件电路的形式实现。

在本申请实施例中, 处理器是一种具有信号的处理能力的电路, 在一种实现中, 处理器可以是具有指令读取与运行能力的电路, 例如 CPU、微处理器、GPU、或 DSP 等; 在另一种实现中, 处理器可以通过硬件电路的逻辑关系实现一定功能, 该硬件电路的逻辑关系是固定的或可以重构的, 例如处理器为 ASIC 或 PLD 实现的硬件电路, 例如 FPGA。在可重构的硬件电路中, 处理器加载配置文档, 实现硬件电路配置的过程, 可以理解处理器加载指令, 以实现以上部分或全部单元的功能的过程。此外, 还可以是针对人工智能设计的硬件电路, 其可以理解成一种 ASIC, 例如 NPU、TPU、DPU 等。

可见, 以上装置中的各单元可以是配置成实施以上方法的一个或多个处理器(或处理电路), 例如: CPU、GPU、NPU、TPU、DPU、微处理器、DSP、ASIC、FPGA, 或这些处理器形式中至少两种的组合。

此外, 以上装置中的各单元可以全部或部分可以集成在一起, 或者可以独立实现。在一种实现中, 这些单元集成在一起, 以 SoC 的形式实现。该 SoC 中可以包括至少一个处理器, 用于实现以上任一种方法或实现该装置各单元的功能, 该至少一个处理器的种类可以不同, 例如包括 CPU 和 FPGA, CPU 和人工智能处理器, CPU 和 GPU 等。

本申请实施例还提供了一种装置, 该装置包括处理单元和存储单元, 其中存储单元用于存储指令, 处理单元执行存储单元所存储的指令, 以使该装置执行上述实施例执行的方法或者步骤。

可选地, 若该装置位于车辆中, 上述处理单元可以是图 1 所示的处理器 121-12n。

本申请实施例还提供了一种泊车系统, 该控制系统可以包括计算平台和感知系统, 该计算平台可以包括上述泊车装置 800。

本申请实施例还提供了一种车辆, 该车辆可以包括上述泊车装置 800 或者泊车系统。

本申请实施例还提供了一种计算机程序产品, 所述计算机程序产品包括: 计算机程序代码, 当所述计算机程序代码在计算机上运行时, 使得计算机执行上述实施例中的方法。

本申请实施例还提供了一种计算机可读介质, 所述计算机可读介质存储有程序代码, 当所述计算机程序代码在计算机上运行时, 使得计算机执行上述实施例中的方法。

本申请实施例还提供了一种芯片, 所述芯片包括电路, 所述电路用于执行上述实施例中的方法。

在实现过程中, 上述方法的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。结合本申请实施例所公开的方法可以直接体现为硬件处理器执行完成, 或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器, 闪存、只读存储器, 可编程只读存储器或者上电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器, 处理器读取存储器中的信息, 结合其硬件完成上述方法的步骤。为避免重复, 这里不再详细描述。

应理解, 本申请实施例中, 该存储器可以包括只读存储器和随机存取存储器, 并向处理器提供指令和数据。

还应理解, 在本申请的各种实施例中, 上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后, 各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定, 而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

本领域普通技术人员可以意识到, 结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤, 能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为描述的方便和简洁, 上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程, 可以参考前述方法实施例中的对应过程, 在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的系统、装置和方法, 可以通过其它的方式实现。例如, 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 例如, 所述单元的划分, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式, 例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另一点, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以

是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖。在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种泊车方法，其特征在于，包括：

获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息；

根据所述第一位置和所述目标车位的信息，规划第一泊车路径，所述第一泊车路径包括第一泊车子路径和第二泊车子路径，所述第一泊车子路径为通过异向转向模式行驶的路径，所述第二泊车子路径为通过同向转向模式行驶的路径，所述异向转向模式下所述车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相反，所述同向转向模式下所述车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相同；

根据所述第一泊车路径，控制所述车辆从所述第一位置泊入所述目标车位。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一泊车子路径和所述第二泊车子路径为所述车辆处于第一挡位下的泊车路径。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一泊车路径由多个拓展节点组成，所述多个拓展节点包括第一拓展节点，所述根据所述第一位置和所述目标车位的信息，规划第一泊车路径，包括：

根据车轮转角的信息，确定多个待拓展节点，所述车轮转角的信息包括所述异向转向模式下车轮转角的信息和所述同向转向模式下车轮转角的信息；

根据所述第一位置到所述多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值，从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述根据所述第一位置到所述多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值，从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点，包括：

根据所述第一位置到所述多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价、所述每个待拓展节点处所述车辆的横摆方向以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值，从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，所述第一位置到所述每个待拓展节点之间的代价包括前轮转向代价、后轮转向代价、模式切换代价以及换挡代价，所述根据所述第一位置到所述多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值，从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点，包括：

根据所述前轮转向代价、所述后轮转向代价、所述模式切换代价、所述换挡代价、第一权重、第二权重、第三权重、第四权重以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值，从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点；

其中，所述第一权重为所述前轮转向代价对应的权重，所述第二权重为所述后轮转向代价对应的权重，所述第三权重为所述模式切换代价对应的权重，所述第四权重为所述换挡代价对应的权重，所述第一权重小于所述第二权重，所述第二权重小于所述第三权重，所述第三权重小于所述第四权重。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

控制显示装置显示所述车辆沿所述第一泊车路径泊入所述目标车位的过程中前轮的转向信息和后轮的转向信息。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述车辆的运动学模型和所述车辆周围障碍物的信息中的至少一项，确定曲率优化的约束；

其中，所述根据所述第一泊车路径，控制所述车辆从所述第一位置泊入所述目标车位，包括：

根据所述曲率优化的约束，对所述第一泊车路径的曲率进行优化，得到第二泊车路径；

根据所述第二泊车路径，控制所述车辆从所述第一位置泊入所述目标车位。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法，其特征在于，所述获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息之前，所述方法还包括：

获取用户的第一指令，所述第一指令指示启动自动泊车功能。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述自动泊车功能包括自动泊车辅助 APA。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述第一位置和所述目标车

位的信息,规划第一泊车路径之前,所述方法还包括:

预规划第三泊车路径和第四泊车路径,所述第三泊车路径为所述车辆通过前轮转向规划得到的泊车路径,所述第四泊车路径为所述车辆通过四轮转向规划得到的泊车路径;

确定所述第四泊车路径的换挡次数小于所述第三泊车路径的换挡次数,和/或,确定所述第四泊车路径的长度与所述第三泊车路径的长度之间的差值大于或者等于预设差值。

11. 一种泊车装置,其特征在于,包括:

获取单元,用于获取车辆所处的第一位置和目标车位的信息;

规划单元,用于根据所述第一位置和所述目标车位的信息,规划第一泊车路径,所述第一泊车路径包括第一泊车子路径和第二泊车子路径,所述第一泊车子路径为通过异向转向模式行驶的路径,所述第二泊车子路径为通过同向转向模式行驶的路径,所述异向转向模式下所述车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相反,所述同向转向模式下所述车辆的前轮转角的方向和后轮转角的方向相同;

控制单元,用于根据所述第一泊车路径,控制所述车辆从所述第一位置泊入所述目标车位。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述第一泊车子路径和所述第二泊车子路径为所述车辆处于第一挡位下的泊车路径。

13. 根据权利要求11或12所述的装置,其特征在于,所述第一泊车路径由多个拓展节点组成,所述多个拓展节点包括第一拓展节点,所述规划单元,具体用于:

根据车轮转角的信息,确定多个待拓展节点,所述车轮转角的信息包括所述异向转向模式下车轮转角的信息和所述同向转向模式下车轮转角的信息;

根据所述第一位置到所述多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值,从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述规划单元,具体用于:

根据所述第一位置到所述多个待拓展节点中每个待拓展节点的代价、所述每个待拓展节点处所述车辆的横摆方向以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值,从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点。

15. 根据权利要求13或14所述的装置,其特征在于,所述第一位置到所述每个待拓展节点之间的代价包括前轮转向代价、后轮转向代价、模式切换代价以及换挡代价,所述规划单元,具体用于:

根据所述前轮转向代价、所述后轮转向代价、所述模式切换代价、所述换挡代价、第一权重、第二权重、第三权重、第四权重以及所述每个待拓展节点到所述目标车位的启发值,从所述多个待拓展节点中确定所述第一拓展节点;

其中,所述第一权重为所述前轮转向代价对应的权重,所述第二权重为所述后轮转向代价对应的权重,所述第三权重为所述模式切换代价对应的权重,所述第四权重为所述换挡代价对应的权重,所述第一权重小于所述第二权重,所述第二权重小于所述第三权重,所述第三权重小于所述第四权重。

16. 根据权利要求11至15中任一项所述的装置,其特征在于,

所述控制单元,还用于:控制显示装置显示所述车辆沿所述第一泊车路径泊入所述目标车位的过程中前轮的转向信息和后轮的转向信息。

17. 根据权利要求11至16中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

确定单元,用于根据所述车辆的运动学模型和所述车辆周围障碍物的信息中的至少一项,确定曲率优化的约束;

其中,所述控制单元,具体用于:

根据所述曲率优化的约束,对所述第一泊车路径的曲率进行优化,得到第二泊车路径;

根据所述第二泊车路径,控制所述车辆从所述第一位置泊入所述目标车位。

18. 根据权利要求11至17中任一项所述的装置,其特征在于,

所述获取单元,还用于在获取所述第一位置和所述目标车位的信息之前,获取用户的第一指令,所述第一指令指示启动自动泊车功能。

19. 根据权利要求18所述的装置,其特征在于,所述自动泊车功能包括自动泊车辅助APA。

20. 根据权利要求11至19中任一项所述的装置,其特征在于,

所述规划单元,还用于:在规划所述第一泊车路径之前,预规划第三泊车路径和第四泊车路径,所述第三泊车路径为所述车辆通过前轮转向规划得到的泊车路径,所述第四泊车路径为所述车辆通过四轮

转向规划得到的泊车路径；

确定所述第四泊车路径的换挡次数小于所述第三泊车路径的换挡次数，和/或，确定所述第四泊车路径的长度与所述第三泊车路径的长度之间的差值大于或者等于预设差值。

21. 一种泊车装置，其特征在于，包括：

存储器，用于存储计算机程序；

处理器，用于执行所述存储器中存储的计算机程序，以使得所述装置执行如权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。

22. 一种车辆，其特征在于，包括如权利要求 11 至 21 中任一项所述的装置。

23. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，其上存储有指令，所述指令被处理器执行时，以使得处理器实现如权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。

24. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，以使得计算机实现如权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。

25. 一种芯片，其特征在于，所述芯片包括电路，所述电路用于执行如权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。