



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103998314 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201180075633. 3

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(22) 申请日 2011. 12. 22

72002

(30) 优先权数据

1151246-4 2011. 12. 22 SE

代理人 蔡胜利

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2014. 06. 19

B60W 30/14 (2006. 01)

B60W 50/08 (2012. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/SE2011/051567 2011. 12. 22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/095232 EN 2013. 06. 27

(71) 申请人 斯堪尼亚商用车有限公司

地址 瑞典南泰利耶

(72) 发明人 O · 约翰松 M · 瑟得格伦 F · 罗斯

权利要求书4页 说明书14页 附图5页

(54) 发明名称

基于规则和 / 或价值来控制车辆速度的方法
和模块

(57) 摘要

本发明涉及一种用于确定至少一个参考值的方法，所述至少一个参考值指示要如何改变车辆速度且能用于控制车辆中的至少一个控制系统。本发明的特征在于执行以下步骤：- 对沿地平线的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ ，所述第一预测基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} ，所述第二预测基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} ；- 将车辆速度的相应的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较；和 - 基于相应的所述比较中的至少一个以及沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 来确定至少一个参考值。

1. 一种用于确定至少一个参考值的方法,所述至少一个参考值指示要如何改变车辆速度且能用于控制车辆中的至少一个控制系统,

其特征在于,该方法执行以下步骤:

- 对沿地平线的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$,所述第一预测基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} ,而所述第二预测基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} ;

- 将车辆速度的相应的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较;和

- 基于相应的所述比较中的至少一个以及沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 来确定至少一个参考值。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 并行地进行。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于,所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 的所述比较并行地进行。

4. 如权利要求 1-3 中任一所述的方法,其特征在于,所述至少一个参考值是以下中的任一个:

- 参考速度 v_{ref}

- 参考转矩 T_{ref}

- 参考转速 ω_{ref} 。

5. 如权利要求 1-4 中任一所述的方法,其特征在于,滞后作用被施加于所述至少一个参考值。

6. 如权利要求 1-5 中任一所述的方法,其特征在于,应用规则来确定要根据所述至少一个参考值中的哪个来调节车辆。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,一个规则是,如果车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 低于第二限值 v_{min} 且车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 高于上限值 v_{max} ,所述至少一个参考值就被确定成代表设定速度 v_{set} 的值。

8. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述至少一个参考值在以下情况下被确定成代表车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 的值:用于车辆速度的所述第一预测的最小值等于或高于下限值 v_{min} ,且用于车辆速度的所述第一预测的最大值等于或高于另一上限值 v_{max2} ,所述另一上限值 v_{max2} 相当于设定速度 v_{set} 加上常数 c_1 ,即 $v_{max2} = v_{set} + c_1$ 。

9. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述至少一个参考值在以下情况下被确定成代表车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 的值:用于车辆速度的所述第二预测的最大值等于或低于上限值 v_{max} ,且用于车辆速度的所述第二预测的最小值等于或低于另一下限值 v_{min2} ,所述另一下限值 v_{min2} 相当于设定速度 v_{set} 减去常数 c_2 ,即 $v_{min2} = v_{set} - c_2$ 。

10. 如权利要求 1-9 中任一所述的方法,其特征在于,在仿真过程 s_j 中还执行以下步骤:

- 根据常规巡航控制进行沿地平线的车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} ;和

- 沿地平线的车辆速度的至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$,每个这样的另一第一预测都基于使车辆速度低于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 所需的转矩;

- 沿地平线的车辆速度的至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$, 每个这样的另一第二预测都基于使车辆速度高于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 所需的转矩;

- 其中, 所述至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 所基于的转矩取决于前一仿真过程 s_{j-1} 中的车辆速度的所述常规预测 v_{pred_cc} 。

11. 如权利要求 1-10 中任一所述的方法, 其特征在于, 在车辆速度的每次预测中都计算车辆的速度曲线 v 、能量消耗 E_N 和行驶时间 t_N 。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述至少一个参考值的确定基于: 通过使用至少一个价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 对车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 中的至少一个的价值进行至少一次评估。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 通过以权重参数 β 加权它们相对于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 的相应的能量减少和行驶时间减少来确定。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 经过价值函数比较, 接着基于所述比较来确定所述至少一个参考值, 以实现最低价值。

15. 如权利要求 1-14 中任一所述的方法, 其特征在于, 如果所述第一预测和所述另一第一预测达到不同的最终速度, 就向用于所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tk+new_ret} 中的至少一个添加修正值。

16. 如权利要求 11-14 中任一所述的方法, 其特征在于, 如果所述第二预测和所述另一第二预测达到不同的最终速度, 就向用于所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_acc} 中的至少一个添加修正值。

17. 一种布置成用于确定至少一个参考值的模块, 所述至少一个参考值指示要如何改变车辆速度且能用于控制车辆中的至少一个控制系统,

其特征在于, 所述模块具有计算单元, 所述计算单元适于:

- 对沿地平线的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$, 所述第一预测基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} , 而所述第二预测基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} ;

- 将车辆速度的相应的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较; 和

- 基于相应的所述比较中的至少一个以及沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 来确定至少一个参考值。

18. 如权利要求 17 所述的模块, 其特征在于, 所述模块布置成: 能对沿地平线的车辆速度进行所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 。

19. 如权利要求 17 或 18 所述的模块, 其特征在于, 所述模块布置成: 能并行地进行所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 的所述比较。

20. 如权利要求 17-19 中任一所述的模块,其特征在于,所述至少一个参考值是以下中的任一个:

- 参考速度 v_{ref}
- 参考转矩 T_{ref}
- 参考转速 ω_{ref} 。

21. 如权利要求 17-20 中任一所述的模块,其特征在于,所述模块布置成:能将滞后作用施加于所述至少一个参考值。

22. 如权利要求 17-21 中任一所述的模块,其特征在于,所述模块布置成:能应用规则来确定要根据所述至少一个参考值中的哪个来调节车辆。

23. 如权利要求 22 所述的模块,其特征在于,一个规则是,如果车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 低于第二限值 v_{min} 且车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 高于上限值 v_{max} ,所述至少一个参考值就被确定成代表设定速度 v_{set} 的值。

24. 如权利要求 23 所述的模块,其特征在于,所述模块布置成能在以下情况下将所述至少一个参考值确定成代表车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 的值:用于车辆速度的所述第一预测的最小值等于或高于下限值 v_{min} ,且用于车辆速度的所述第一预测的最大值等于或高于另一上限值 v_{max2} ,所述另一上限值 v_{max2} 相当于设定速度 v_{set} 加上常数 c_1 ,即 $v_{max2} = v_{set} + c_1$ 。

25. 如权利要求 23 所述的模块,其特征在于,所述模块布置成能在以下情况下将所述至少一个参考值确定成代表车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 的值:用于车辆速度的所述第二预测的最大值等于或低于上限值 v_{max} ,且用于车辆速度的所述第二预测的最小值等于或低于另一下限值 v_{min2} ,所述下限值 v_{min2} 相当于设定速度 v_{set} 减去常数 c_2 ,即 $v_{min2} = v_{set} - c_2$ 。

26. 如权利要求 17-25 中任一所述的模块,其特征在于,所述模块布置成能在仿真过程 s_j 中执行以下步骤:

- 根据常规巡航控制进行沿地平线的车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} ;和
- 沿地平线的车辆速度的至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$,每个这样的另一第一预测都基于使车辆速度低于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 所需的转矩;
- 进行沿地平线的车辆速度的至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$,每个这样的另一第二预测都基于使车辆速度高于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 所需的转矩;
- 其中,所述至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 所基于的转矩取决于前一仿真过程 s_{j-1} 中的车辆速度的所述常规预测 v_{pred_cc} 。

27. 如权利要求 17-26 中任一所述的模块,其特征在于,所述模块布置成:能在车辆速度的每次预测中都计算车辆的速度曲线 v 、能量消耗 E_N 和行驶时间 t_N 。

28. 如权利要求 27 所述的模块,其特征在于,所述模块适于基于以下方面来确定所述至少一个参考值:通过使用至少一个价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 对车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 中的至少一个的价值进行至少一次评估。

29. 如权利要求 28 所述的模块,其特征在于,所述模块布置成:能使用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述另一

第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 通过以权重参数 β 加权它们相对于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 的相应的能量减少和行驶时间减少来确定。

30. 如权利要求 29 所述的模块,其特征在于,所述模块布置成:能使用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 经过价值函数比较,接着基于所述比较来确定所述至少一个参考值,以实现最低价值。

31. 如权利要求 27-30 中任一所述的模块,其特征在于,所述模块适于在所述第一预测和所述另一第一预测达到不同的最终速度的情况下,向用于所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tk+new_ret} 中的至少一个添加修正值。

32. 如权利要求 27-30 中任一所述的模块,其特征在于,所述模块布置成:如果所述第二预测和所述另一第二预测达到不同的最终速度,就向用于所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_acc} 中的至少一个添加修正值。

33. 一种计算机程序产品,其包括程序指令,当这些指令在车辆中的计算机系统上运行时,所述指令能够使所述计算机系统执行根据权利要求 1-16 中任一所述方法的步骤。本发明还包括一种计算机程序产品,所述程序指令在所述计算机程序产品中存储在能够由计算机系统读取的介质上。

34. 如权利要求 33 所述的计算机程序产品,其特征在于,所述程序指令在所述计算机程序产品中存储在能够由计算机系统读取的介质上。

基于规则和 / 或价值来控制车辆速度的方法和模块

技术领域

[0001] 本发明涉及根据独立权利要求的前序部分的一种用于确定至少一个参考值的方法和系统,所述至少一个参考值指示出车辆速度将会被如何影响且能用于控制车辆中的至少一个控制系统。

背景技术

[0002] 巡航控制当今在机动车辆(例如汽车、卡车、以及公共汽车)中常见。巡航控制的一个目的是实现均匀的预定速度。这通过下述方式实现:调整发动机转矩以避免减速,或在车辆由于其自身重量而加速的下山运行时施加制动动作。巡航控制的一个更普遍的目的是为车辆驾驶员提供驾驶的方便性和更优越的舒适性。配备有巡航控制的车辆的驾驶员通常选定设定速度 v_{set} 作为他 / 她想要车辆在平路上维持的速度。巡航控制继而为车辆的发动机系统提供用于控制发动机的参考速度 v_{ref} 。设定速度 v_{set} 因此可以被当做向巡航控制输入的信号,而参考速度 v_{ref} 可以被当做从巡航控制输出的信号,并且被用于控制发动机。

[0003] 当今传统的巡航控制(CC)维持通常由车辆驾驶员以设定速度 v_{set} 的形式设定的恒定参考速度 v_{ref} ,因此,所述设定速度在此是例如由他 / 她选定的所需速度,并且对于当今的常规巡航控制,参考速度是恒定的并且等于设定速度,即 $v_{ref} = v_{set}$ 。在车辆运动时,参考速度 v_{ref} 的值仅在驾驶员作出调整时改变。参考速度 v_{ref} 继而被发送到控制车辆的控制系统,以使得车辆速度在可能时对应于参考速度 v_{ref} 。在车辆配备有自动换档系统的情况下,档位可以由所述系统基于参考速度 v_{ref} 来改变,以使得车辆能够维持参考速度 v_{ref} ,即,以使得车辆能够维持期望的设定速度 v_{set} 。

[0004] 在山丘地带,巡航控制系统将尝试在上山和下山时维持设定速度 v_{set} 。这尤其可能引起车辆加速越过山顶并且进入随后的下坡中。所述车辆继而需要被制动以避免超过设定速度 v_{set} 或者车辆将达到恒速制动被启动的速度 v_{kfb} ,这是一种较为消耗燃料的驱动车辆方式。在车辆没有加速越过山顶的情况下,所述车辆也可能需要在下山时被制动以避免超过设定速度 v_{set} 或恒速制动的启动速度 v_{kfb} 。

[0005] 为减小燃料消耗,尤其是减小在山路上的燃料消耗,已经开发出经济型巡航控制,诸如斯堪尼亚的经济巡航[®]。这种巡航控制尝试评估车辆的当前运行阻力,并且也具有与其历史运行阻力有关的信息。经济型巡航控制也可以设有包括地形学信息的地图数据。车辆继而例如借助于GPS来在地图上定位,以及沿前方道路的运行阻力被评估。因此,车辆的参考速度 v_{ref} 能够对于不同类型的道路来优化,从而节省燃料,在这种情况下,参考速度 v_{ref} 可能与设定速度 v_{set} 不同。此说明是指允许参考速度 v_{ref} 与由驾驶员选定的设定速度 v_{set} 不同的巡航控制,即,参考速度调节型巡航控制。

[0006] 经济型巡航控制的另一开发的实施例是“前瞻型”巡航控制(LACC),即,一种使用前方路段信息(即,前方路况信息)以确定参考速度 v_{ref} 的巡航控制的策略形式。因此,LACC 是参考速度调节型巡航控制的实施例,借此允许参考速度 v_{ref} 在一定范围 $[v_{min}, v_{max}]$ 内不同于由驾驶员选定的设定速度 v_{set} ,从而实现更多的燃料节省。

[0007] 前方路段信息可以例如包括与主要地形、道路弯曲程度、交通情况、道路施工、交通密度、以及道路状况有关的信息。前方路段信息还可以包括在前方路段上的速度限制、以及在道路旁边的交通标识。这些信息例如能够从位置信息来获得，所述位置信息例如是 GPS（全球定位系统）信息、地图信息、和 / 或地形学地图信息、天气预报、在各车辆之间通讯的信息、以及由无线电提供的信息。所有这些信息可以以多种方式来利用。例如，与在前方道路上的速度限制有关的信息可以被用于通过在到达较低速度限制之前降低车辆速度来实现燃料效率。类似地，指出例如前方绕道或十字路口的道路标识的信息也可以被用于通过在车辆到达绕道或十字路口之前制动来实现燃料效率。

[0008] LACC 巡航控制确实例如使得参考速度 v_{ref} 在陡峭上坡之前能够上升到高于设定速度 v_{set} 的水平，因为车辆将被预期在这样的攀爬时由于相对于发动机性能的高车重而损失速度。类似地，在陡峭下坡之前，LACC 巡航控制使得参考速度 v_{ref} 能够降低到低于设定速度 v_{set} 的水平，因为车辆将被预期（预测）在这样的下坡时由于其高车重而加速。在此的构思是，减小车辆开始下山运行时的速度使得能够减小被制动损耗的能量和 / 或空气阻力损失（如同在下坡之前被喷射的燃料量反映出的）。因此，LACC 巡航控制从而可以在基本不影响行程时间的情况下减少燃料消耗。

发明内容

[0009] 在 Erik Hellström 的题为“Explicit use of road topography for model predictive cruise control in heavy trucks”(ISRN:LiTH-ISY-EX--05/3660--SE) 的文献中描述已知的利用地形信息的巡航控制的示例。这里巡航控制是通过实时优化实现的，并且使用价值函数来定义优化标准。大量不同的解决方案在此被计算和评估，并采用能形成最低价值的解决方案。所涉及的计算量相当大，从而要执行这些计算的处理器需要大的容量。

[0010] 用于巡航控制的其他已知的解决方案则是已通过选择来减少可能的解决方案的数目，而非沿车辆预期路线重复一个解决方案。不过，行程的地形、车辆的重量和发动机性能可能在用于确定参考速度 v_{ref} 的处理器负载方面产生各种巨大需求。例如，中 - 高输出功率的重载卡车行驶于斜坡道路上的情况比更高输出功率的轻载卡车行驶于相对较平坦道路上需要更多的计算。这是因为，第一种情况下卡车可能会在每个下坡时加速并在每个上坡时减速，而在第二种情况下卡车则将发现道路基本上平坦。

[0011] 由于处理器负载在不同状况下可能变化很大，所以系统的内建处理器在应用现有的解决方案时需求将相对较大。例如，处理器的能力需要足以迅速应对必须在有限时间内完成大量计算的情况。因此，尽管这种情况仅在所用的处理器时间的有限部分期间出现，也选择处理器的大小以顾及到这种状况。

[0012] 本发明的一个目的是提供一种改进的系统，其用于控制车辆速度的以使所用的燃料量可被最小化，且尤其用于控制车辆的速度以使得处理器负载将更小和随时间变化更均衡。本发明的另一目的是提供一种简化的巡航控制，其与现有的经济巡航控制和 / 或参考速度调节式和 / 或参考速度相比预见性更好。

[0013] 根据本发明一个方面的，上述目的中的至少一个通过应用上述方法控制车辆的速度来实现，所述方法的特征在于：

[0014] - 对沿地平线 (horizon) 的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$, 所述第一预测基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} , 而所述第二预测基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} ;

[0015] - 将车辆速度的相应的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较;和

[0016] - 基于相应的所述比较中的至少一个以及沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 来确定至少一个参考值。

[0017] 根据本发明一个方面的,上述目的中的至少一个通过使用上述模块控制车辆的速度来实现,所述模块的特征在于:

[0018] - 对沿地平线的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$, 所述第一预测基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} , 而所述第二预测基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} ;

[0019] - 将车辆速度的相应的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较;和

[0020] - 基于相应的所述比较中的至少一个以及沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 来确定至少一个参考值。

[0021] 通过应用上述方法和 / 或使用上述模块,对所述至少一个参考值的确定以及随之对车辆速度的控制产生基本上恒定的处理器负载,这是因为在每个仿真周期期间都以恒定速度 f 做出相同数量的预测。根据本发明,处理器负载独立于车辆的动力输出、车辆重量和道路的地形性质。要执行计算的处理器在此知道随着时间变化将需要多少处理器能力,从而很容易随着时间变化充分地分配处理器能力。于是,处理器负载在地形变化的不同状况中将是基本上相同的,并且还独立于车辆的发动机转矩。这意味着,要执行计算的处理器的大小可被选择成不必顾及到与最坏情况相关联的高峰情形。相反,处理器的大小可被选择成能顾及到均衡的处理器负载。因此能够降低处理器成本,从而也降低车辆的制造成本。

[0022] 仅对沿地平线的前方车辆速度变化进行预测,使得处理器负载相对较小。然后,基于以下方面来选择将会用于调节车辆速度的参考值:车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 的相应的所述比较中的至少一个的结果以及沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 。

[0023] 通过预测在不同转矩 T 下(即,在与常规巡航控制相比使车辆减速的转矩 T_{ret} 下和在与常规巡航控制相比使车辆加速的转矩 T_{acc} 下)的车辆速度,该系统可评估将会用于调节车辆速度的参考值。

[0024] 根据本发明的一个实施例,要调节车辆速度所依据的参考值基于至少一个规则。该规则因此限定如何来选择参考值。

[0025] 根据本发明的一个实施例,这些规则中的至少一个是:如果车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 低于下限值 v_{min} 且同时车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 高于上限值 v_{max} ,要调节车辆速度所依据的参考值就相当于设定速度 v_{set} 。

[0026] 根据本发明的一个实施例,这些规则中的至少一个是:如果对于车辆速度的所述第一预测而言的最小值等于或高于下限值 v_{min} 且对于车辆速度的所述第一预测而言的最大值等于或高于与设定速度 v_{set} 相关的另一上限值 v_{max2} ,所述至少一个参考值就是代表车辆

速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 的值。根据一个实施例,所述另一上限值 v_{max2} 相当于设定速度加上常数 c_1 ,即 $v_{max2} = v_{set} + c_1$ 。根据另一实施例,所述另一上限值 v_{max2} 相当于因数 c_1 乘以设定速度,即 $v_{max2} = v_{set} \times c_1$ 。该因数 c_1 的值例如可以是 1.02,意味着所述另一上限值 v_{max2} 比设定速度 v_{set} 高 2%。

[0027] 根据本发明的一个实施例,这些规则中的至少一个是:如果对于车辆速度的所述第二预测而言的最大值等于或低于上限值 v_{max} 且对于车辆速度的所述第二预测而言的最小值等于或低于与设定速度相关的另一下限值 v_{min2} ,所述至少一个参考值就是代表车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 的值。根据一个实施例,所述另一下限值 v_{min2} 相当于设定速度 v_{set} 减去常数 c_2 ,即 $v_{min2} = v_{set} - c_2$ 。根据另一实施例,所述另一下限值 v_{min2} 相当于因数 c_2 乘以设定速度,即 $v_{min2} = v_{set} \times c_2$ 。该因数 c_2 的值例如可以是 0.98,意味着所述另一下限值 v_{min2} 比设定速度 v_{set} 低 2%。

[0028] 根据本发明的一个实施例,根据应用本发明的方法通过使用价值函数进行的仿真被评估。这涉及通过使用至少一个价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 、以及 J_{Tk+new_acc} 来计算车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 中的至少一个的价值。

[0029] 根据本发明的一个实施例,如果所述第一预测和所述另一第一预测达到不同的最终速度,就向用于所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tk+new_ret} 中的至少一个添加修正值 (penalty)。

[0030] 类似地,根据本发明的一个实施例,如果所述第二预测和所述另一第二预测达到不同的最终速度,就向用于所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_acc} 中的至少一个添加修正值。

[0031] 本发明的优选实施例在从属权利要求和具体实施方式中描述。

附图说明

- [0032] 下面参照附图来描述本发明,在附图中:
- [0033] 图 1 示出根据本发明的一个实施例的模块;
- [0034] 图 2 示出用于根据本发明的一个实施例的方法的流程图;
- [0035] 图 3 示出根据本发明的一个实施例的仿真过程中的预测速度;
- [0036] 图 4 示出用于根据本发明的一个实施例的方法的流程图;
- [0037] 图 5 示出根据本发明的一个实施例的车辆预测速度;
- [0038] 图 6 示出根据本发明的一个实施例的车辆预测速度。

具体实施方式

[0039] 图 1 示出根据本发明一个方面的一种用于控制车辆速度的模块。该模块包括适于接收车辆的期望速度 v_{set} (即设定速度 v_{set}) 的输入单元。驾驶员例如可以设置他 / 她希望车辆保持的速度 v_{set} 。该模块还包括适于借助于地图数据和位置数据来确定用于行程的地平线 H 的地平线单元。地平线 H 由对每个区段都具有至少一个特性的路线区段构成。区段特性的一个可能的示例是它们的以弧度为单位的坡度 α 。

[0040] 本发明的说明书阐述 GPS(全球定位系统)被用来确定用于车辆的位置数据,但是

本领域技术人员将理解的是，可能通过其他类型的全球或区域定位系统来提供这些数据。这种定位系统例如可使用无线电接收器来确定车辆的位置。车辆还可使用感测装置来扫描周围环境，并以此确定它的位置。

[0041] 图1示出如何通过地图（地图数据）和GPS（位置数据）向该模块提供关于行程的信息。例如，可通过CAN（控制器局域网）总线将行程逐段传送至该模块。该模块可与要使用参考值进行调节的一个或多个控制系统分开或可以是上述控制系统的一部分。这种控制系统的示例是车辆的发动机控制系统。替代性地，处理地图和定位系统的单元可以是要使用参考值进行调节的系统的一部分。于是，在模块中，行程的各段被拼拢成地平线单元以构建地平线，并由处理器单元处理以形成控制系统可在上面进行调节的内部地平线。于是，地平线通过来自具有GPS和地图数据的单元的行程的新段来持续地增补，以便保持期望的地平线长度。因此，地平线在车辆运动时被持续地更新。

[0042] CAN是专为用于车辆中而开发的串行总线系统。CAN数据总线可在感测装置、调节部件、致动器、控制装置等之间进行数字数据交换，并确保两个或更多控制装置能够从给定的感测装置获取信号，以便使用所述信号来控制与它们连接的控制部件。图1所示的单元之间的连接中的每个可采用缆线、数据总线、或无线连接中的一个或多个的形式，所述数据总线例如CAN（控制器局域网）总线、MOST（媒体导向系统传输）总线或某些其他总线配置。

[0043] 该模块还包括计算单元，所述计算单元适于对沿地平线的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ ，所述第一预测基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} ，而所述第二预测基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} 。

[0044] 该模块还设置成：能将车辆速度的相应的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和/或上限值 v_{max} 比较。

[0045] 该模块还设置成：能基于相应的所述比较中的至少一个和沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 来确定至少一个参考值。

[0046] 该模块还设置成：能将随后调节车辆所依据的所述至少一个参考值（例如通过发送）提供至车辆的控制系统。如何进行速度的预测将在下面更详细地阐述。

[0047] 所述模块和/或所述计算单元包括适于根据本发明的方法进行所有计算、预测和比较的至少一个处理器和存储单元。处理器在此是指处理器或微型计算机，例如用于数字信号处理的电路（数字信号处理器，DSP）或具有预定的特殊功能的电路（专用集成电路，ASIC）。该计算单元连接至存储单元，所述存储单元向计算单元例如提供使计算单元能够进行计算所需的存储的程序代码和/或存储的数据。该计算单元还适于将计算的部分或最终结果存储在存储单元中。

[0048] 根据本发明的用于控制车辆速度的方法及其不同的实施例还可在计算机程序中实施，所述计算机程序当在计算机（例如前述的处理器）中执行时使得该计算机能够应用该方法。该计算机程序通常呈存储于数字存储介质上的计算机程序产品形式，且被包括在计算机程序产品的包括合适存储器的计算机可读介质中，所述存储器例如是ROM（只读存储器）、PROM（可编程只读存储器）、EPROM（可擦PROM）、闪存、EEPROM（电可擦PROM）、硬盘单元等。

[0049] 图2是尤其包括根据本发明的方法步骤的方法的流程图。该图不仅包括用于根据本发明来确定参考值的步骤，而且还包括用于根据本发明的一个实施例来控制车辆速度的

步骤。

[0050] 该方法包括第一步骤 A) 获取 v_{set} , 作为车辆要保持的期望的设定速度; 和第二步骤 B) 借助于地图数据和位置数据来确定用于行程的地平线, 所述地平线包括对每个区段都具有至少一个特性的路线区段。

[0051] 可沿地平线的长度进行多个仿真过程。仿真过程 s_j 可包括可以以预定速度 f 进行的 N 个仿真步骤。根据本发明, 在这种仿真过程 s_j 过程中执行以下步骤:

[0052] C1) 基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} , 对沿地平线的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 。

[0053] C2) 将车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较。因此, 在此不必将所述第一预测与下限值 v_{min} 和上限值 v_{max} 都进行比较。

[0054] C3) 基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} , 对沿地平线的车辆速度进行第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 。

[0055] C4) 将车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较。因此, 在此不必将所述第二预测与下限值 v_{min} 和上限值 v_{max} 都进行比较。

[0056] C5) 基于相应的所述比较中的至少一个以及沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 来确定至少一个参考值。

[0057] 然后, 作为进一步的步骤 D), 将所述至少一个参考值 (例如通过经由 CAN 总线发送) 提供至车辆的控制系统, 在所述控制系统中使用所述至少一个参考值来根据所述至少一个参考值调节车辆速度。

[0058] 根据本发明的方法在确定所述至少一个参考值时产生恒定的和预定的处理器负载。

[0059] 因此, 设定速度 v_{set} 是驾驶员的与期望的巡航控制速度相关的输入信号, 且所述至少一个参考值是车辆调节所依据的值。所述至少一个参考值优选是参考速度 v_{ref} 、参考转矩 T_{ref} 或参考发动机转速 ω_{ref} 。

[0060] 参考速度 v_{ref} (其因此构成所述至少一个参考值) 被传送至发动机控制单元的速度调节器。如上所述, 在常规的巡航控制中, 参考速度 v_{ref} 等于设定速度, 即 $v_{ref} = v_{set}$ 。于是, 速度调节器基于参考速度 v_{ref} 通过向发动机的转矩调节器要求必要的转矩来控制车辆速度。根据所述至少一个参考值是参考转矩 T_{ref} 的实施例, 可将所述至少一个参考值直接发送至发动机的转矩调节器。在所述至少一个参考值是参考发动机转速 ω_{ref} 的实施例中, 可将所述至少一个参考值直接发送至发动机的速度调节器。

[0061] 以下对如何确定不同的预测速度进行描述。

[0062] 由周围环境作用于车辆上的总力 F_{env} 由滚动阻力 F_{roll} 、重力 F 和空气阻力 F_{air} 构成。重力计算为:

[0063] $F = m \cdot g \cdot \alpha$ (公式 1)

[0064] 其中, m 是车辆的重量, 而 α 是以弧度为单位的道路梯度。由于大多情况下仅与小角度有关, 所以 $\sin(\alpha)$ 近似为 α 。

[0065] 将空气阻力如下计算为因数 k 乘以车辆速度的平方:

[0066] $F_{env} = F_{roll,present} + m \cdot 9.82 \cdot \alpha + k \cdot v_{i-1}^2$ (公式 2)

[0067] $F_{roll,present} = F_{roll,est}, \quad m = m_{est}, \quad k = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot A$ (公式 3)

[0068] 其中, A 是车辆的估计的前面积, C_d 是取决于对象的流线形状的阻力系数, ρ 是空气密度, m 是由车辆的重量估计系统估计为 m_{est} 的车辆重量。还将当前滚动阻力 $F_{roll,present}$ 在车辆中持续估计为 $F_{roll,est}$ 。为计算 m_{est} 和 $F_{roll,est}$, 请参考 Maria Ivarsson 的题为“Fuel Optimal Powertrain Control For Heavy Trucks Utilizing Look Ahead”的论文 (Linköping 2009, ISBN978-91-7393-637-8)。 v_{i-1} 是前一仿真步骤的车辆预测速度。

[0069] 向前推进车辆的力 F_{drive} 取决于进行哪个预测。根据一个实施例, 力 F_{drive} 被取为与常规巡航控制相比使车辆加速的转矩或使车辆减速的转矩。

[0070] 向前推进车辆的力 F_{drive} 可被取在最大可能力 (最大转矩) 与最小可能力 (最小转矩, 例如拖曳转矩) 之间。然而, 如上所述, 可基本上采用以下范围之内的任何期望的力:

[0071] $F_{min} \leq F_{drive} \leq F_{max}$ (公式 4)

[0072] 因此, 可以在除最大或最小转矩之外的转矩处对车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 。将 F_{max} 计算为最大可用发动机转矩 (其被描述为发动机转速的函数) 乘以总传动比 i_{tot} 并除以有效轮胎半径 r_{wheel} 。与最大力 F_{max} 相比, 最小力 F_{min} 以相同的方式算出, 只不过通过最小转矩来计算:

[0073] $F_{max} = \frac{T_{max}(\omega) \cdot i_{tot}}{r_{wheel}}$ (公式 5)

[0074] $F_{min} = \frac{T_{min}(\omega) \cdot i_{tot}}{r_{wheel}}$ (公式 6)

[0075] 其中 n 是车辆的发动机转速, 而 i_{tot} 是车辆的总传动比。

[0076] 车辆的加速度 Acc 为:

[0077] $Acc = (F_{drive} - F_{env}) / m$ (公式 7)

[0078] 根据一个实施例, 在 N 个步骤的仿真过程 s_j 期间的仿真步骤 C1-C5 具有恒定步长, 该恒定步长取决于车辆速度。由下式给出每个仿真步骤的步长 dP:

[0079] $dP = K \cdot v_{init}$ (公式 8)

[0080] 其中, K 是时间常数, 例如 0.9s, 而 v_{init} 是开始仿真时的当前车辆速度。

[0081] 对于仿真步骤的时间 dt 为:

[0082] $dt = dP / v_{i-1}$ (公式 9)

[0083] 其中, v_{i-1} 是前一仿真步骤 i-1 的预测速度。

[0084] 速度差 dv 为:

[0085] $dv = Acc \cdot dt$ (公式 10)

[0086] 仿真步骤的能耗 dW 为:

[0087] $dW = dP \cdot (F_{drive} - F_{min})$ (公式 11)

[0088] 当前仿真步骤下速度 v_i 为:

[0089] $v_i = v_{i-1} + dv$ (公式 12)

[0090] 当前仿真步骤的总时间 t_i 为:

[0091] $t_i = t_{i-1} + dt$ (公式 13)

[0092] 当前仿真步骤的总能耗 W_i 为 :

[0093] $W_i = W_{i-1} + dW$ (公式 14)

[0094] 图 3 示出在 N 个仿真步骤的仿真过程 s_j 期间如何利用 L 米长的地平线预测车辆速度。在 N 个仿真步骤之后 (即在仿真过程 s_j 之后), 中止预测。然后在下一时间样本中开始新的仿真过程 s_{j+1} 。每个仿真过程 s_j 都具有预定频率 f。例如在 100Hz 的频率下, 每秒执行 100 个仿真步骤。由于每个仿真步骤的长度取决于预测开始时的车辆速度 v_{init} , 所以地平线的预测区段的长度随着车辆速度而变化。

[0095] 例如, 在 80km/h (22.22m/s) 时, 如果 $f = 100\text{Hz}$ 且 $K = 0.9\text{s}$, 地平线就为 2km 长, 因为每个仿真步骤 dP 此时为 20m 长, 且在 100 个步骤下地平线于是为 2km。图 3 示出在每个仿真步骤 i 时预测的新速度 v_i 。处理器负载在此是恒定的, 且仿真步骤 i 的数量决定仿真过程 s_j 将是多长。仿真步骤的数量由频率 f 决定, 频率 f 根据本发明为预定值。因此, 始终可以预先确定最大处理器负载, 从而在可相应地选择处理器的大小方面是有利的。因此, 处理器负载与道路地形、车辆重量和发动机类型无关。根据一个实施例, 车辆速度的第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 可以是分别具有 N 个值的向量, 或替代性地, 在每个仿真过程 s_j 中可仅保存第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 的最大值和最小值。

[0096] 于是, 在车辆运行中持续地确定车辆控制系统所针对的所述一个或多个参考值。所述一个或多个参考值优选在距车辆前方某一预定距离时被确定, 然后在控制单元中同步, 从而在恰当的时间设置针对给定状况计算的参考值。这种距离的一个示例是 50 米, 因此控制单元在调节车辆时顾及到这种距离。

[0097] 现在将参照图 4 中的流程图来阐述根据本发明的一个实施例。

[0098] 图 4 中的流程图示出如何根据本发明的一个实施例来确定所述至少一个参考值。该方法开始于步骤 S1 处。随后在步骤 21 和步骤 31 处分别是对沿地平线的车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$, 所述第一预测基于与常规巡航控制相比使车辆减速的发动机转矩 T_{ret} , 而所述第二预测基于与常规巡航控制相比使车辆加速的发动机转矩 T_{acc} 。

[0099] 根据本发明的一个实施例, 沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 并行地进行, 即 : 在如图 4 所示的用于该方法的流程图的不同分支中在基本上相同的时间进行。根据本发明的另一实施例, 沿地平线的车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 相继地、即一个接一个地进行。

[0100] 接着, 在相应的步骤 S22 和步骤 S32 中, 将车辆速度的相应的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与界定出车辆速度应处的范围的下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 比较。

[0101] 根据一个实施例, 车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 的相应的比较在相应的步骤 S22 和步骤 S32 处基本上并行地进行, 如图 4 所示。根据另一实施例, 车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 与下限值 v_{min} 和 / 或上限值 v_{max} 的比较相继地进行。

[0102] 根据本发明的一个实施例, 应用规则来确定依据所述至少一个参考值中的哪一个来调节车辆。因此, 在此使用一组规则来确定所述至少一个参考值的值。

[0103] 根据一个实施例,这种规则是:如果车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 低于下限值 v_{min} 且同时车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 高于上限值 v_{max} ,所述至少一个参考值(在此是参考速度 v_{ref})就被确定成代表设定速度 v_{set} 的值。这在图 4 中的步骤 S3 处示出,如果步骤 S22 和 S32 的比较的结果都是“是”,该方法就进行到该步骤 S3。

[0104] 相反,如果车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 不低于下限值 v_{min} ,该方法进行到步骤 S33,在该步骤 S33 中,评估减速(速度的下降)。

[0105] 根据一个实施例,在步骤 S33 处,如果车辆速度的所述第一预测的最小值等于或高于下限值 v_{min} 且车辆速度的所述第一预测的最大值等于或高于与设定速度 v_{set} 相关的另一上限值 v_{max2} ,参考速度 v_{ref} 就被确定成代表车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 的值。根据一个实施例,所述另一上限值 v_{max2} 相当于设定速度加上常数 c_1 ,即 $v_{max2} = v_{set} + c_1$ 。根据另一实施例,所述另一上限值 v_{max2} 相当于因数 c_1 乘以设定速度 v_{set} ,即 $v_{max2} = v_{set} \times c_1$ 。该因数 c_1 的值例如可以是 1.02,意味着所述另一上限值 v_{max2} 比设定速度 v_{set} 高 2%。

[0106] 根据一个实施例,在步骤 S33 处,如果车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 低于下限值 v_{min} 和 / 或低于所述另一上限值 v_{max2} ,参考速度 v_{ref} 就被确定成相当于设定速度 v_{set} 的值。

[0107] 根据一个实施例,在步骤 S33 处,如果车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 的最小值高于或等于下限值 v_{min} 且车辆速度的所述第一预测的最大值高于或等于所述另一上限值 v_{max2} ,参考速度 v_{ref} 就被确定成相当于下限值 v_{min} 的值。这在图 6 中示意性地示出。

[0108] 相反,如果车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 不低于下限值 v_{min} ,该方法就进行至步骤 S23,在步骤 S23 中评估加速(速度的提高)。

[0109] 根据一个实施例,在步骤 S33 处,如果车辆速度的所述第二预测的最大值等于或低于上限值 v_{max} 且车辆速度的所述第二预测的最小值等于或低于与设定速度相关的另一下限值 v_{min2} ,参考速度 v_{ref} 就被确定成代表车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 的值。根据一个实施例,所述另一下限值 v_{min2} 相当于设定速度 v_{set} 减去常数 c_2 ,即 $v_{min2} = v_{set} - c_2$ 。根据另一实施例,所述另一下限值 v_{min2} 相当于因数 c_2 乘以设定速度,即 $v_{min2} = v_{set} \times c_2$ 。该因数 c_2 的值例如可以是 0.98,意味着所述另一下限值 v_{min2} 比设定速度 v_{set} 低 2%。

[0110] 根据一个实施例,在步骤 S23 处,如果车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 高于上限值 v_{max} 和 / 或高于所述另一下限值 v_{min2} ,参考速度 v_{ref} 就被确定成相当于设定速度 v_{set} 的值。

[0111] 根据一个实施例,在步骤 S23 处,如果车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 的最大值低于或等于上限值 v_{max} 且车辆速度的所述第二预测的最小值低于或等于所述另一下限值 v_{min2} ,参考速度 v_{ref} 就被确定成相当于上限值 v_{max} 的值。根据本发明的一个实施例,参考速度 v_{ref} 在此还可朝着相当于所述另一上限值 v_{max2} 的值升高。

[0112] 对于要被减速或加速(例如达到最小转矩或最大转矩)的车辆,根据本发明的一个实施例,可为所述至少一个参考值(例如参考速度 v_{ref})赋予偏移。例如可通过赋予参考速度 v_{ref} 低于下限值 v_{min} 的低值来给出最小转矩。例如,参考速度 v_{ref} 可被赋予值 $v_{min} - k_1$,其中, k_1 处于 1-10km/h 的范围内。于是发动机的控制单元将向发动机要求拖曳转矩。以类似的方式,可通过将高于第二上限值 v_{max} 的高值赋予参考速度 v_{ref} 来实现最大转矩。例如,参考速度 v_{ref} 可被赋予值 $v_{max} + k_2$,其中, k_2 处于 1-10km/h 的范围内。

[0113] 根据本发明的一个实施例，考虑传动系的效率（即发动机、变速箱和主传动机构的效率）和对车辆速度进行第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 时（即选择控制策略以预测何时确定第一和第二预测时）的舒适度 / 驾驶性能。舒适且经济的巡航控制能够通过根据发动机的效率或基于舒适要求在转矩 T 的大小和 / 或时间方面确定来实现，从而使相应的所述第一预测和第二预测产生不同的大小。该实施例可基于这样的规则来实施：比如发动机在某一发动机转速下必须具有某一转矩，或从不允许能产生比某一限值更大的加速的转矩。

[0114] 以上描述如何应用不同的规则来确定依据所述至少一个参考值中的哪一个来调节车辆。根据下述实施例，价值函数代替地用于确定调节车辆所依据的所述至少一个参考值中的哪一个。图 4 在步骤 S23 和步骤 S33 处示出基于这些价值函数的计算。因此，如何使用这些价值函数来确定所述至少一个参考值将在下面针对本发明的其他实施例详细地描述。

[0115] 根据本发明的一个实施例，在每个仿真过程 s_j 中对沿地平线的车辆速度进行至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 。此处首先根据常规巡航控制对沿地平线的车辆速度进行常规预测 v_{pred_cc} 。然后接着对沿地平线的车辆速度进行至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ ，所述至少一个另一第一预测中的每个都基于被要求用来将车辆速度减低到低于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 的转矩。另外，对沿地平线的车辆速度进行至少一个另一第二预测，所述至少一个另一第二预测中的每个都基于被要求用来将车辆速度提高到高于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 的转矩，且所述至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 所基于的转矩取决于前一仿真过程 s_{j-1} 中的车辆速度的所述常规预测 v_{pred_cc} 。

[0116] 根据本发明的该实施例，在此对车辆速度进行总计五个不同的预测，即 v_{pred_cc} 、 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 。除常规预测 v_{pred_cc} 之外，车辆速度的这些预测中的每个都基于被要求用来将车辆速度提高到高于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 的转矩或基于被要求用来将车辆速度减低到低于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 的转矩，且所述至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 所基于的转矩取决于前一仿真过程 s_{j-1} 中的车辆速度的所述常规预测 v_{pred_cc} 。

[0117] 根据一个实施例，使用其他准则来确定产生替代性的驾驶模式的另一转矩 T，以便确定何时和以何等转矩 T 来对沿地平线的车辆速度进行所述至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ ，例如在期望特别舒适的要求时进行。进行所述至少一个另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述至少一个另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 优选首先包括通过使用常规巡航控制的功能进行的一个或多个仿真步骤，接着以与上述情况类似的方式以与常规巡航控制相比不同的转矩 T（例如最大转矩或最小转矩）来进行其余的仿真步骤。

[0118] 因此，根据该实施例，以不同的控制策略针对车辆前方的有限距离的长度 L（也被称为地平线）进行车辆速度的总计五个不同的预测，即 v_{pred_cc} 、 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 。根据本发明的一个实施例，每个这样的预测都优选涉及计算车辆的速度曲线 v、总能量消耗 E_N 和行驶时间 t_N 。

[0119] 在仿真过程中用于所预测的速度的总能量消耗 E_N 通过公式 14 来计算。在仿真过

程中用于所预测的速度的总时间 t_N 类似地通过公式 13 来计算。对常规车辆速度 v_{pred_cc} 的预测给出总能量消耗指定的 E_{pred_cc} 和总行驶时间指定的 t_{pred_cc} , 并确定要以与上述情况类似的方式预测其他控制策略 / 驾驶模式中的哪个。

[0120] 根据一个实施例, 如果不仅车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 低于由驾驶员直接地或间接地设

[0121] 置的限值 (例如下限值 v_{min}), 而且车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 还高于上限值 v_{max} , 所述至少一个参考值 (其在此是参考速度 v_{ref}) 就被确定成代表设定速度 v_{set} 的值。这在图 4 中的步骤 S3 示出, 如果在步骤 S22 和步骤 S32 处的比较都给出“是”的结果, 该方法就进行到步骤 S3。

[0122] 在每个仿真过程中都计算总时间 $t_{LA_Tnew_acc}$ 和总能量消耗 $E_{LA_Tnew_acc}$, 以用于基于加速的车辆速度的第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 。车辆速度的所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 也如上所述地被预测, 且在单独的仿真过程中计算用于车辆速度的所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的总时间 $t_{LA_Tk+new_acc}$ 和总能量消耗 $E_{LA_Tk+new_acc}$ 。加速转矩在此可以是能使车辆产生加速的 (例如效率较高的工作点) 和 / 或与最大转矩相比能产生更舒适的加速的任何合适的高发动机转矩。

[0123] 在每个仿真过程中都计算总时间 $t_{LA_Tnew_ret}$ 和总能量消耗 $E_{LA_Tnew_ret}$, 以用于车辆速度的第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$, 然后为车辆速度的第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 给出基于减速的总时间和能量消耗。另外, 车辆速度的所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 如上所述地被预测, 且用于车辆速度的所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 的总时间 $t_{LA_Tk+new_acc}$ 和总能量消耗 $E_{LA_Tk+new_acc}$ 也被预测, 然后为车辆速度的所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 给出基于减速 (例如最小转矩) 的总时间和能量消耗。减速转矩例如可以是拖曳转矩, 但也可以是能产生减速 (只要例如工作点效率较高) 的和 / 或与最小转矩相比能产生更舒适的减速的其他低发动机转矩。

[0124] 根据本发明的一个实施例, 通过针对至少这些预测的车辆速度计算价值来对速度预测进行评估。因此, 所述至少一个参考值的确定在此基于: 通过使用至少一个价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 对车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 中的至少一个的价值进行至少一次评估。基于这些价值, 可将车辆速度的预测 / 控制策略中的一个确认为对特定情况而言最好的一个, 从而可选择适当的预测出的车辆速度 / 控制策略。

[0125] 上述计算单元优选适于执行这些计算。根据一个实施例, 用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 通过根据价值函数以权重参数 β 加权它们相对于车辆速度的常规预测 v_{pred_cc} 的相应的能量减少和行驶时间减少来确定。

$$[0126] J_{Tnew_ret} = \frac{E_{LA,Tnew_ret}}{E_{pred_cc}} + \beta \frac{t_{LA,Tnew_ret}}{t_{pred_cc}} \quad (\text{公式 15})$$

$$[0127] J_{Tk+new_ret} = \frac{E_{LA,Tk+new_ret}}{E_{pred_cc}} + \beta \frac{t_{LA,Tk+new_ret}}{t_{pred_cc}} \quad (\text{公式 16})$$

$$[0128] J_{Tnew_acc} = \frac{E_{LA,Tnew_acc}}{E_{pred_cc}} + \beta \frac{t_{LA,Tnew_acc}}{t_{pred_cc}} \quad (\text{公式 17})$$

$$[0129] J_{Tk+new_acc} = \frac{E_{LA,Tk+new_acc}}{E_{pred_cc}} + \beta \frac{t_{LA,Tk+new_acc}}{t_{pred_cc}} \quad (\text{公式 18})$$

[0130] 因此, 价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 相对于车辆的预测出的驾驶模式根据常规巡航控制 (E_{pred_cc} 和 t_{pred_cc}) 被标准化。因此, 价值评估例如与车辆重量无关。价值评估仅基于能量消耗和行驶时间, 且所述计算不考虑车辆的燃料消耗。这意味着, 不需要车辆效率的任何模型, 因此在评估哪个控制策略最有益时简化计算。

[0131] 权重参数 β 也很少依赖于车辆重量、所行驶的距离和发动机类型。因此简化用于控制车辆速度的模式或设置设施的引入。根据一个实施例, 驾驶员或系统例如可通过改变权重参数 β 来选择优先减少燃料消耗还是优先减少行驶时间。该功能可在用户界面中(例如车辆的仪表板中)以权重参数 β 的形式或取决于权重参数 β 的参数的形式呈现给驾驶员。

[0132] 根据本发明的一个实施例, 用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 、所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 、所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_ret} 和 J_{Tk+new_acc} 经过价值函数比较, 接着基于所述比较来确定所述至少一个参考值, 以实现最低价值。换言之, 所述参考值被设置成车辆速度的所述第一预测、所述第二预测、所述另一第一预测和所述另一第二预测中的能形成最小价值的那个。这在该实施例中在用于加速的步骤 S23 处和用于减速的步骤 S33 处进行(图 4)。

[0133] 根据一个实施例, 如果所述第一预测和所述另一第一预测达到不同的最终速度, 就向用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$ 的价值函数 J_{Tnew_ret} 、 J_{Tk+new_ret} 中的至少一个添加修正值。

[0134] 类似地, 如果所述第二预测和所述另一第二预测达到不同的最终速度, 就向用于车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 和所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的价值函数 J_{Tnew_acc} 、 J_{Tk+new_acc} 中的至少一个添加修正值。

[0135] 根据一个实施例, 不同的控制策略(例如车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$)在地平线端部通常不具有相同的最终速度, 根据一个实施例, 这在控制策略的价值评估中被顾及到。这在图中示出, 其中, 所述第二预测和所述另一第二预测基于加速。

[0136] 与用于车辆速度的所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的最终速度 $v_{end,Tk+new_acc}$ 相比, 车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 产生更高的最终速度 $v_{end,Tnew_acc}$ 。

[0137] 根据本发明的前述实施例, 如果与用于车辆速度的所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 的最终速度 $v_{end,Tk+new_acc}$ 相比, 图 5 中的车辆速度的所述第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 产生更高的最终速度 $v_{end,Tnew_acc}$, 就向价值函数 J_{Tnew_acc} 和 J_{Tk+new_acc} 中的至少一个添加修正值。类似地, 如果它们产生不同的最终速度, 就将向价值函数 J_{Tnew_acc} 和 J_{Tk+new_acc} 中的至少一个添加修正值。

[0138] 所述修正值的大小可基于能量消耗 E_y 和行驶时间 t_y 来计算, 要沿地平线使所述另一第二预测的最终速度 $v_{end,Tk+new_acc}$ 成为用于第二预测 $v_{pred_Tnew_acc}$ 的最终速度 $v_{end,Tnew_acc}$, 同时使两个预测行驶同样长的距离, 该能量消耗 E_y 和该行驶时间 t_y 就是必需的。下面来

描述这对于所述第二预测和所述另一第二预测而言是如何进行的。同样的情况也适用于车辆速度的所述第一预测 $v_{pred_Tnew_ret}$ 和所述另一第一预测 $v_{pred_Tk+new_ret}$, 只不过改变公式中的下标, 而推导在下面给出。

[0139] 于是, 价值函数的形式为 :

$$[0140] J_{Tnew_acc} = \frac{E_{LA,Tnew_acc} + E_{\gamma,Tnew_acc}}{E_{pred_cc}} + \beta \frac{t_{LA,Tnew_acc} + t_{\gamma,Tnew_acc}}{t_{pred_cc}} \quad (\text{公式 19})$$

$$[0141] J_{Tk+new_acc} = \frac{E_{LA,Tk+new_acc} + E_{\gamma,Tk+new_acc}}{E_{pred_cc}} + \beta \frac{t_{LA,Tk+new_acc} + t_{\gamma,Tk+new_acc}}{t_{pred_cc}} \quad (\text{公式 20})$$

[0142] 得出能耗和运行时间 (E_y 和 t_y) 需要进行若干计算, 这些计算基于牛顿第二定律, 并在 F_{env} 为常数的情况下假设行驶阻力恒定, 即 : 这里假设道路是水平的, 且空气阻力和滚动阻力不随车辆速度而变化 :

$$[0143] m\dot{v} = (F_{drive} - F_{env}) \quad (\text{公式 21})$$

[0144] 基于这些假设, 车辆速度成为时间的线性函数。

[0145] 用于将所述另一第二预测 $v_{pred_Tk+new_acc}$ 从 $v_{end,Tk+new_acc}$ 改变至 $v_{end,Tnew_acc}$ 的行驶时间为 :

$$[0146] t_{\gamma,Tk+new_acc} = (v_{end,Tnew_acc} - v_{end,Tk+new_acc}) \frac{m}{F_{drive} - F_{env}} \quad (\text{公式 22})$$

[0147] 汽车行驶的距离为 :

$$[0148] s_{\gamma} = \frac{F_{drive} - F_{env}}{2m} t_{\gamma,Tnew_acc}^2 + v_{end,Tk+new_acc} \cdot t_{\gamma,Tk+new_acc} \quad (\text{公式 23})$$

[0149] 能量需求为 :

$$[0150] E_{y,Tk+new_acc} = F_{drive} \cdot s_{\gamma} \quad (\text{公式 24})$$

[0151] 在速度 $v_{end,Tnew_acc}$ 不变的情况下, 用于使第二预测行驶相同距离 s_y 的运行时间为 :

$$[0152] t_{\gamma,Tnew_acc} = \frac{s_y}{v_{end,Tnew_acc}} \quad (\text{公式 25})$$

[0153] 能量需求为 :

$$[0154] E_{y,Tnew_acc} = F_{env} \cdot s_y \quad (\text{公式 26})$$

[0155] 如果 $v_{end,Tk+new_acc} < v_{end,Tnew_acc}$, 就使用最大转矩 ($F_{drive} = F_{max}$), 而如果 $v_{end,Tk+new_acc} > v_{end,Tnew_acc}$, 就使用拖曳转矩 ($F_{drive} = 0$)。

[0156] 根据一个实施例, 不更新标准化值 E_{pred_cc} 和 t_{pred_cc} , 以获得与其它预测恰好相同的行驶距离的值。例如, 这些值可针对每个仿真周期更新。相对于预测的总距离而言, 距离 s_y 很短, 从而即使不考虑常规巡航控制在距离 s_y 上所消耗的能量和时间, 标准化也做得很好。

[0157] 根据本发明一个方面的, 提出一种计算机程序产品, 其包括程序指令, 当这些指令在车辆中的计算机系统上运行时, 所述指令能够使所述计算机系统执行根据所述方法的步骤。本发明还包括一种计算机程序产品, 所述程序指令在所述计算机程序产品中存储在能

够由计算机系统读取的介质上。

[0158] 本发明不限于以上描述的实施例。可使用各种替代、修改和等同物。因此，上述实施例并不限制由权利要求所限定的本发明的范围。

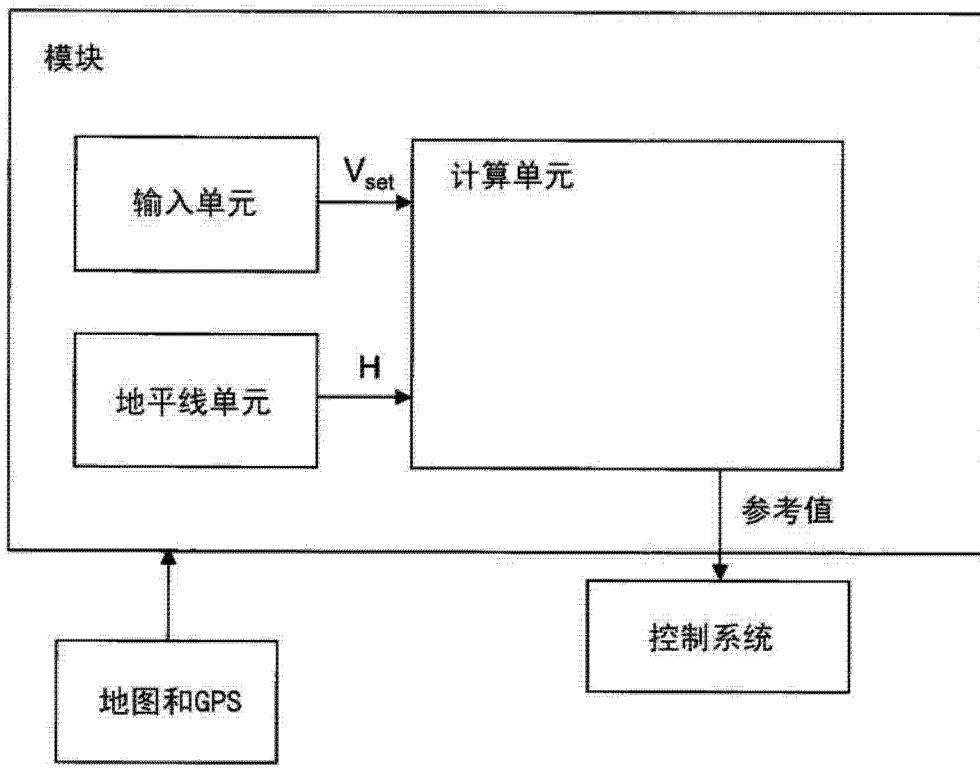


图 1

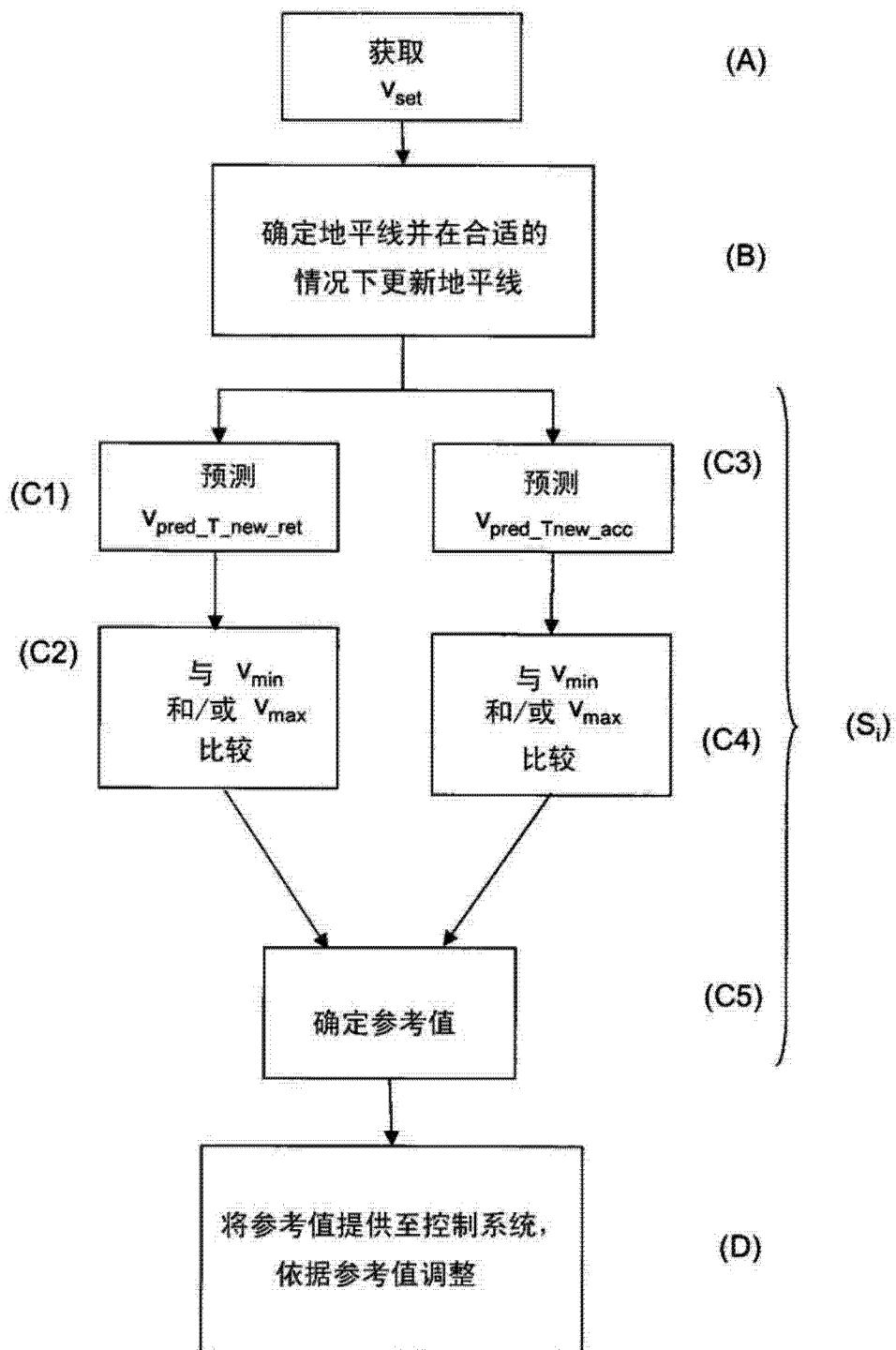


图 2

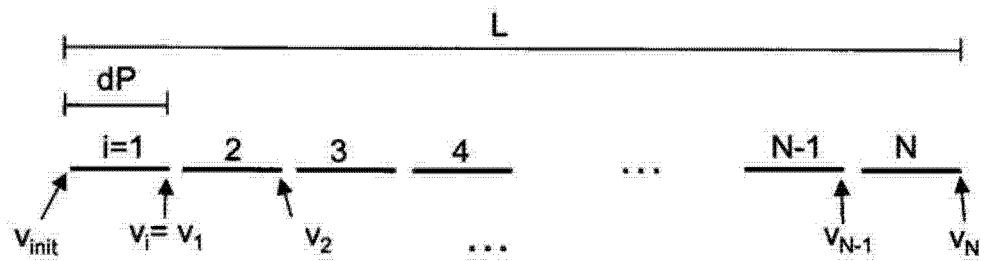


图 3

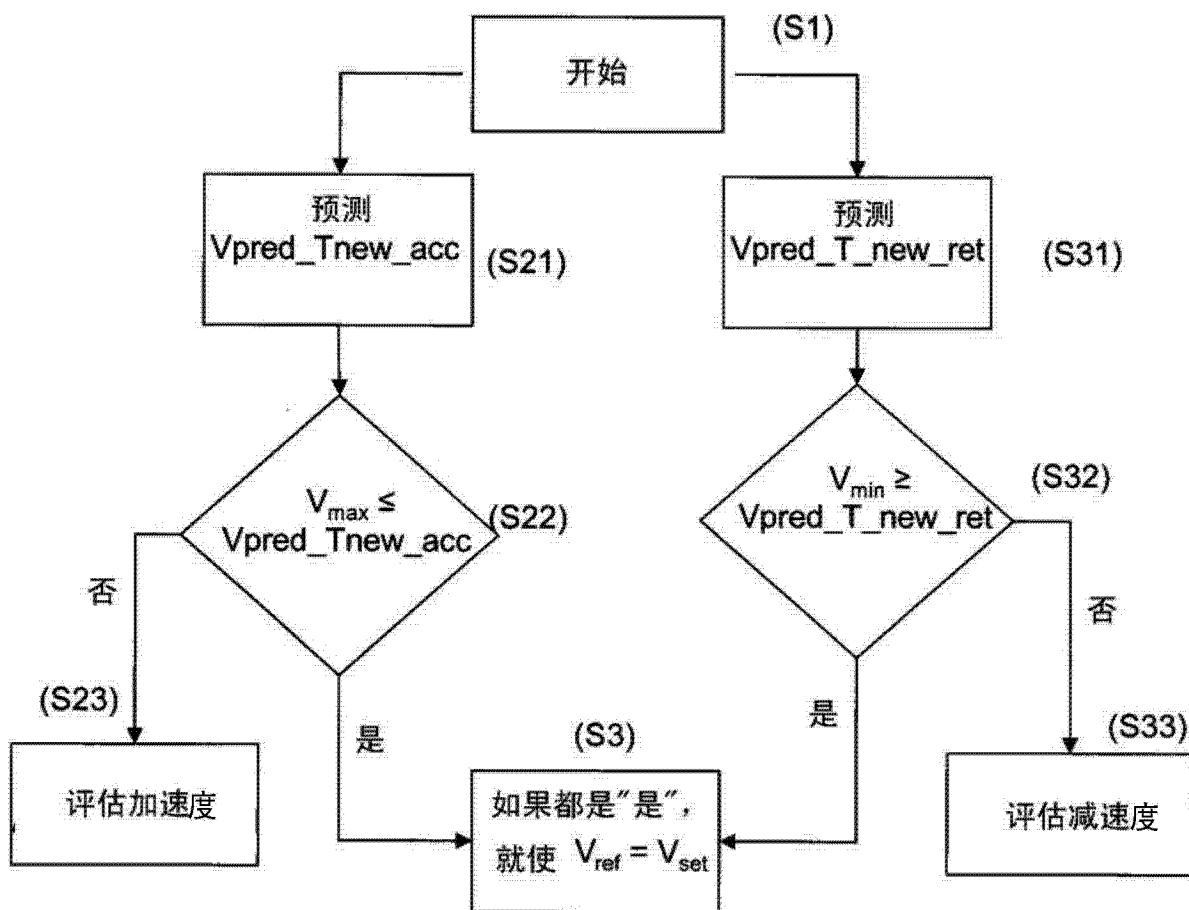


图 4

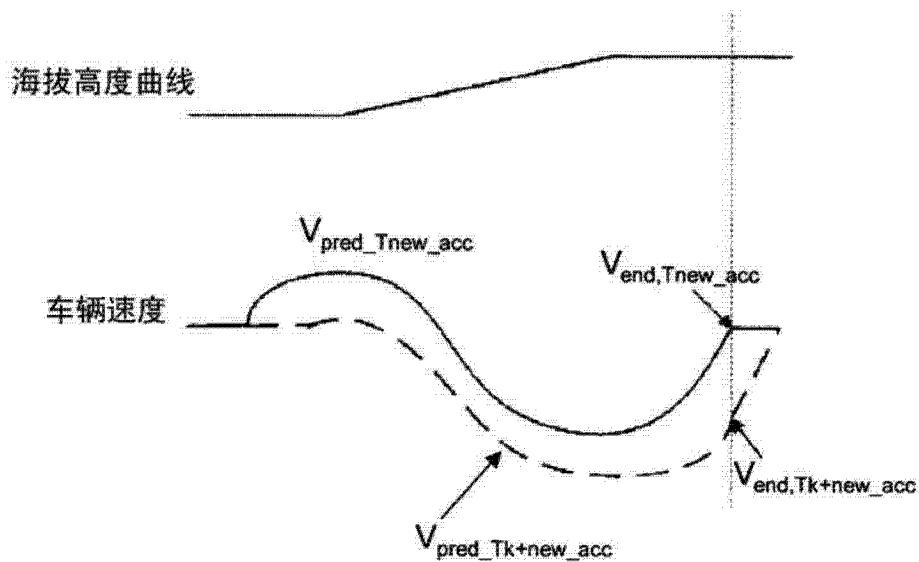


图 5

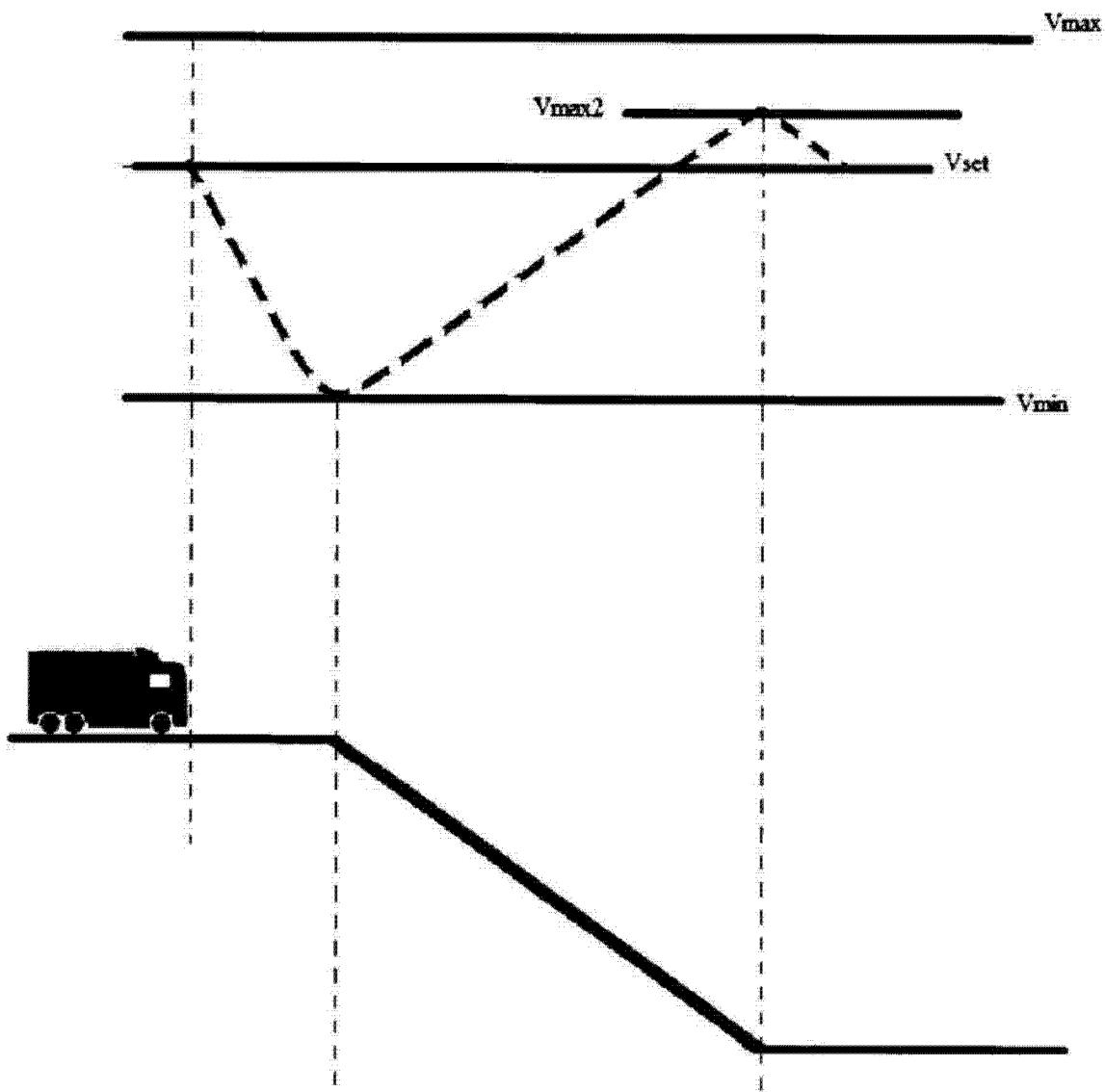


图 6