

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102897155 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 30

(21) 申请号 201210367328. 8

(22) 申请日 2012. 09. 27

(71) 申请人 安科智慧城市技术(中国)有限公司
地址 518034 广东省深圳市福田区深南大道
特区报业大厦 1306 房

(72) 发明人 阎镜予 林天麟

(74) 专利代理机构 广东卓建律师事务所 44305
代理人 陈江雄

(51) Int. Cl.
B60T 7/12(2006. 01)
B60L 7/26(2006. 01)

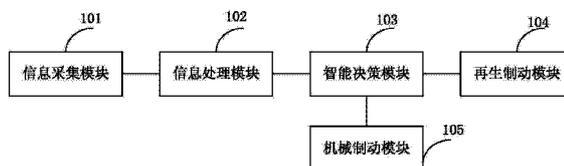
权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种电动汽车的防撞系统及自动刹车方法

(57) 摘要

本发明公开一种电动汽车的防撞系统及自动刹车方法,包括:信息采集模块,用于实时采集电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离以及当前行驶速度;信息处理模块,用于实时计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间;智能决策模块,用于根据电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间,决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式;再生制动模块,根据智能决策模块所提供的启动再生制动模式信号对电动汽车启动再生制动;机械制动模块,根据智能决策模块所提供的启动复合制动模式信号对电动汽车启动机械制动。



1. 一种电动汽车的防撞系统,其特征在于,包括:

信息采集模块,用于实时采集电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离以及当前行驶速度;

信息处理模块,用于实时计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间;

智能决策模块,用于根据所述电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间,决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式;

再生制动模块,根据所述智能决策模块所提供的启动再生制动模式信号对电动汽车启动再生制动;以及

机械制动模块,根据所述智能决策模块所提供的启动复合制动模式信号对电动汽车启动机械制动。

2. 根据权利要求1所述的电动汽车的防撞系统,其特征在于,所述的信息采集模块包括距离传感器、车速传感器以及信号转换电路,所述信号转换电路用于将所述距离传感器和车速传感器所采集的模拟信号转换为数字信号,并将所述数字信号传输给所述信息处理模块。

3. 根据权利要求1所述的电动汽车的防撞系统,其特征在于,所述的信息处理模块还包括用于实时计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间的追尾时间计算模块,根据如下公式进行计算:

$$t(k) = s(k) \div v(k)$$

其中, $t(k)$ 为追尾时间;

$s(k)$ 为电动汽车与前方车辆或障碍物的距离;

$v(k)$ 为当前汽车的行驶速度。

4. 根据权利要求1至3任意一项所述的电动汽车的防撞系统,其特征在于,所述的信息处理模块还包括用于计算再生制动安全时间的再生制动安全时间计算模块,根据如下公式进行计算:

$$t^e(k) = \begin{cases} t_{max}^e & v(k) > 120 \\ t_{min}^e + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{max}^e - t_{min}^e) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{min}^e & v(k) < 20 \end{cases}$$

其中, $t^e(k)$ 为再生制动安全时间;

$v(k)$ 为当前汽车的行驶速度;

t_{max}^e 为高速情况下的最大再生制动安全时间,该值由系统根据电动汽车制动性能,由系统预设;

t_{min}^e 为低速情况下的最小再生制动安全时间,该值由系统根据电动汽车制动性能,由系统预设。

5. 根据权利要求1至3任意一项所述的电动汽车的防撞系统,其特征在于,所述的信息处理模块还包括用于计算机械制动安全时间的机械制动安全时间计算模块,根据如下公式

进行计算：

$$t^m(k) = \begin{cases} t_{max}^m & v(k) > 120 \\ t_{min}^m + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{max}^m - t_{min}^m) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{min}^m & v(k) < 20 \end{cases}$$

其中, $t^m(k)$ 为机械制动安全时间；

$v(k)$ 为当前汽车的行驶速度；

t_{max}^m 为高速情况下的最大机械制动安全时间, 该值由系统根据电动汽车制动性能, 由系统预设；

t_{min}^m 为低速情况下的最小机械制动安全时间, 该值由系统根据电动汽车制动性能, 由系统预设。

6. 根据权利要求 1 所述的电动汽车的防撞系统, 其特征在于, 所述的智能决策模块包括制动时间比较模块, 用于分别比较追尾时间与再生制动安全时间和机械制动安全时间的大小。

7. 根据权利要求 6 所述的电动汽车的防撞系统, 其特征在于, 所述的智能决策模块还包括制动模式决策模块, 用于当追尾时间大于再生制动安全时间时, 向电动汽车动力装置输入继续正常行驶的信号, 当追尾时间小于再生制动安全时间并小于机械制动安全时间时, 向再生制动模块输入启动再生制动模式的信号, 当追尾时间小于机械制动安全时间时, 同时向再生制动模块和机械制动模块输入同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式信号。

8. 根据权利要求 7 所述的电动汽车的防撞系统, 其特征在于, 所述的智能决策模块还包括再生制动力矩计算模块, 用于当追尾时间比机械制动安全时间大, 但小于再生制动安全时间时, 计算再生制动力矩, 用如下公式进行计算：

$$T(k) = T_{max} - \frac{t(k) - t^m(k)}{t^e(k) - t^m(k)} \times T_{max}$$

其中, $T(k)$ 为再生制动力矩；

$t(k)$ 为追尾时间；

$t^m(k)$ 为机械制动安全时间；

$t^e(k)$ 为再生制动安全时间；

T_{max} 为最大的再生制动力矩, 该值为系统根据电动汽车刹车性能和驱动电机性能以及各零部件性能测试调试获得后由系统预设。

9. 根据权利要求 8 所述的电动汽车的防撞系统, 其特征在于, 所述的智能决策模块包括刹车踏板下压角度计算模块, 用于当追尾时间比机械制动安全时间小时, 计算刹车踏板下压角度, 用如下公式进行计算：

$$A(k) = \begin{cases} A_{max} - \frac{t(k) - t_{min}^m}{t^m(k) - t_{min}^m} \times A_{max} & t(k) > t_{min}^m \\ A_{max} & t(k) \leq t_{min}^m \end{cases}$$

其中, $A(k)$ 为刹车踏板下压角度;

A_{\max} 为刹车踏板可下压的最大角度, 该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设;

$t(k)$ 为追尾时间;

t_{\min}^m 为刹车踏板下压至最大角度时的最短追尾时间, 该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设;

$t^m(k)$ 为机械制动安全时间。

10. 根据权利要求 1 所述的电动汽车的防撞系统, 其特征在于, 所述的再生制动模块包括驱动电机控制器和驱动电机, 所述驱动电机控制器用于接收所述再生制动模式信号或者复合制动模式信号, 并将该信号转变为电机驱动信号, 所述的驱动电机接收所述电机驱动信号产生制动力矩对所述电动汽车进行制动。

11. 根据权利要求 1 或 10 所述的电动汽车的防撞系统, 其特征在于, 所述的机械制动模块包括: 刹车踏板电机控制器和刹车踏板电机, 所述的刹车踏板电机控制器用于接收所述复合制动模式信号, 并将该信号转变为刹车踏板电机控制信号, 所述刹车踏板电机用于接收所述刹车踏板电机控制信号并将其转变成控制刹车踏板下压角度的力。

12. 根据权利要求 1 所述的电动汽车的防撞系统, 其特征在于, 还包括光电提醒模块, 用于当电动汽车进入再生制动模式或复合制动模式时, 以声光形式对驾驶员和跟随车辆发出提示刹车的声光报警信号。

13. 一种电动汽车的自动刹车方法, 其特征在于, 包括:

实时采集电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离和当前行驶速度;

计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间, 以及再生制动安全时间和机械制动安全时间;

智能决策模块根据所述电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间, 以及再生制动安全时间和机械制动安全时间, 决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式;

电动汽车根据所述智能决策模块所提供的信号, 对电动汽车进行再生制动或者同时启动再生制动和机械制动的复合制动。

14. 根据权利要求 13 所述的自动刹车方法, 其特征在于, 根据如下公式计算所述电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间:

$$t(k) = s(k) \div v(k)$$

其中, $t(k)$ 为追尾时间;

$s(k)$ 为电动汽车与前方车辆或障碍物的距离;

$v(k)$ 为当前汽车的行驶速度。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的自动刹车方法, 其特征在于, 根据如下公式进行计算所述再生制动安全时间:

$$t^e(k) = \begin{cases} t_{\max}^e & v(k) > 120 \\ t_{\min}^e + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{\max}^e - t_{\min}^e) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{\min}^e & v(k) < 20 \end{cases}$$

其中, $t^e(k)$ 为再生制动安全时间;

$v(k)$ 为汽车的行驶速度；

t_{\max}^e 为高速情况下的最大再生制动安全时间，该值由系统根据电动汽车制动性能，由系统预设；

t_{\min}^e 为低速情况下的最小再生制动安全时间，该值由系统根据电动汽车制动性能，由系统预设。

16. 根据权利要求 15 所述的自动刹车方法，其特征在于，根据如下公式进行计算所述机械制动安全时间：

$$t^m(k) = \begin{cases} t_{\max}^m & v(k) > 120 \\ t_{\min}^m + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{\max}^m - t_{\min}^m) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{\min}^m & v(k) < 20 \end{cases}$$

其中， $t^m(k)$ 为机械制动安全时间；

$v(k)$ 为汽车的行驶速度；

t_{\max}^m 为高速情况下的最大机械制动安全时间，该值由系统根据电动汽车制动性能，由系统预设；

t_{\min}^m 为低速情况下的最小机械制动安全时间，该值由系统根据电动汽车制动性能，由系统预设。

17. 根据权利要求 13 所述的自动刹车方法，其特征在于，所述智能决策模块根据所述电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间，以及再生制动安全时间和机械制动安全时间，决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式进一步包括：

分别比较追尾时间与再生制动安全时间和机械制动安全时间的大小；

当追尾时间小于再生制动安全时间并小于机械制动安全时间时，向再生制动模块输入启动再生制动模式的信号；

当追尾时间小于机械制动安全时间时，同时向再生制动模块和机械制动模块输入同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式信号。

18. 根据权利要求 17 所述的自动刹车方法，其特征在于，所述启动再生制动模式的信号包括再生制动力矩，所述再生制动力矩采用如下公式进行计算：

$$T(k) = T_{\max} - \frac{t(k) - t^m(k)}{t^e(k) - t^m(k)} \times T_{\max}$$

其中， $T(k)$ 为再生制动力矩；

$t(k)$ 为追尾时间；

$t^m(k)$ 为机械制动安全时间；

$t^e(k)$ 为再生制动安全时间；

T_{\max} 为最大的再生制动力矩，该值为系统根据电动汽车刹车性能和驱动电机性能以及各零部件性能测试调试获得后由系统预设。

19. 根据权利要求 18 所述的自动刹车方法，其特征在于，所述同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式信号包括所述最大的再生制动力矩 T_{\max} 和刹车踏板下压角度，

所述刹车踏板下压角度采用如下公式进行计算：

$$A(k) = \begin{cases} A_{\max} - \frac{t(k) - t_{\min}^m}{t^m(k) - t_{\min}^m} \times A_{\max} & t(k) > t_{\min}^m \\ A_{\max} & t(k) \leq t_{\min}^m \end{cases}$$

其中， $A(k)$ 为刹车踏板下压角度；

A_{\max} 为刹车踏板可下压的最大角度，该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设；

$t(k)$ 为追尾时间；

t_{\min}^m 为刹车踏板下压至最大角度时的最短追尾时间，该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设；

$t^m(k)$ 为机械制动安全时间。

一种电动汽车的防撞系统及自动刹车方法

技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车技术领域,更具体地,涉及一种电动汽车的防撞系统及自动刹车方法。

背景技术

[0002] 汽车追尾是最为常见的交通事故之一,其主要原因在于驾驶人在行驶过程中没有保持安全的汽车间距,或者保持了安全间距但反应不及时造成的。为了解决上述问题,目前,已经有一些方法来实现汽车的防撞问题。比如:中国专利 CN2468062Y 公开了一种“毫米波汽车防撞雷达装置”,利用天线、收发组件、中放、信号处理、报警及显示、函数发生器和电源等部件,当探测到汽车与前方障碍物的距离小于安全阈值时,对驾驶人发出光电警报提醒,但是该专利所公开的技术方案不能进行自动减速或刹车控制。

[0003] 中国专利 CN1586945A 公开的“汽车追尾防撞预警智能控制系统及控制方法”,在检测到当前车距小于安全距离时,通过自动调节发动机给油量和控制机械制动装置,实现对车速的控制,但此种方法仅适用于燃油汽车领域。

[0004] 中国专利 CN101377685A 公开了“用于电动汽车的智能防撞系统”,针对电动汽车电机驱动的特点,当检测到车辆需要减速或刹车时,通过减小或封锁对驱动电机施加的 PWM 控制信号的占空比,从而实现减速或刹车,但此种方法仅能依靠电机的再生制动进行减速,其减速能力有限,在紧急情况下,难以保证车辆安全。另一种可能的情况是,由于其计算安全距离采用的是电机最大的制动加速度,这样将导致安全距离较大,浪费较多的道路资源。

[0005] 随着电动汽车技术的不断发展,以电动为主的新能源汽车将成为未来交通工具的发展方向,对于如何快速、准确、及时地实现电动汽车的自动防撞和追尾,成为目前电动汽车领域一个不得不解决的难题。

发明内容

[0006] 本发明的特征和优点在下文的描述中部分地陈述,或者可从该描述显而易见,或者可通过实践本发明而学习。

[0007] 为解决电动汽车的快速、准确、及时地自动避免在行驶过程中发生追尾和碰撞、全面提高汽车的智能化的问题,本发明提供一种电动汽车的防撞系统及自动刹车方法。

[0008] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案如下:

[0009] 根据本发明的一个方面,提供一种电动汽车的防撞系统,该系统,包括:

[0010] 信息采集模块,用于实时采集电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离以及当前行驶速度;

[0011] 信息处理模块,用于实时计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间;

[0012] 智能决策模块,用于根据电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间,决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者

同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式；

[0013] 再生制动模块,根据智能决策模块所提供的启动再生制动模式信号对电动汽车启动再生制动;以及

[0014] 机械制动模块,根据智能决策模块所提供的启动复合制动模式信号对电动汽车启动机械制动。

[0015] 优选地,信息采集模块包括距离传感器和车速传感器,还包括信号转换电路,用于将距离传感器和车速传感器所采集的模拟信号转换为数字信号,并将数字信号传输给信息处理模块。

[0016] 优选地,信息处理模块还包括用于实时计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间的追尾时间计算模块,根据如下公式进行计算:

$$[0017] \quad t(k) = s(k) \div v(k)$$

[0018] 其中, $t(k)$ 为追尾时间;

[0019] $s(k)$ 为电动汽车与前方车辆或障碍物的距离;

[0020] $v(k)$ 为当前汽车的行驶速度。

[0021] 优选地,信息处理模块还包括用于计算再生制动安全时间的再生制动安全时间计算模块,根据如下公式进行计算:

$$[0022] \quad t^e(k) = \begin{cases} t_{max}^e & v(k) > 120 \\ t_{min}^e + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{max}^e - t_{min}^e) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{min}^e & v(k) < 20 \end{cases}$$

[0023] 其中, $t^e(k)$ 为再生制动安全时间;

[0024] $v(k)$ 为当前汽车的行驶速度;

[0025] t_{max}^e 为高速情况下的最大再生制动安全时间,该值由系统根据电动汽车制动性能,由系统预设;

[0026] t_{min}^e 为低速情况下的最小再生制动安全时间,该值由系统根据电动汽车制动性能,由系统预设。

[0027] 优选地,信息处理模块还包括用于计算机械制动安全时间的机械制动安全时间计算模块,根据如下公式进行计算:

$$[0028] \quad t^m(k) = \begin{cases} t_{max}^m & v(k) > 120 \\ t_{min}^m + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{max}^m - t_{min}^m) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{min}^m & v(k) < 20 \end{cases}$$

[0029] 其中, $t^m(k)$ 为机械制动安全时间;

[0030] $v(k)$ 为汽车的行驶速度;

[0031] t_{max}^m 为高速情况下的最大机械制动安全时间,该值由系统根据电动汽车制动性能,由系统预设;

[0032] t_{min}^m 为低速情况下的最小机械制动安全时间,该值由系统根据电动汽车制动性能,由系统预设。

[0033] 优选地,智能决策模块包括制动时间比较模块,用于分别比较追尾时间与再生制

动安全时间和机械制动安全时间的大小。

[0034] 优选地,智能决策模块还包括制动模式决策模块,用于当追尾时间大于再生制动安全时间时,向电动汽车动力装置输入继续正常行驶的信号,当追尾时间小于再生制动安全时间并小于机械制动安全时间时,向再生制动模块输入启动再生制动模式的信号,当追尾时间小于机械制动安全时间时,同时向再生制动模块和机械制动模块输入同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式信号。

[0035] 优选地,智能决策模块包括再生制动力矩计算模块,用于当追尾时间比机械制动安全时间大,但小于再生制动安全时间时,计算再生制动力矩,用如下公式进行计算:

$$[0036] \quad T(k) = T_{\max} - \frac{t(k) - t^m(k)}{t^e(k) - t^m(k)} \times T_{\max}$$

[0037] 其中, $T(k)$ 为再生制动力矩;

[0038] $t(k)$ 为追尾时间;

[0039] $t^m(k)$ 为机械制动安全时间;

[0040] $t^e(k)$ 为再生制动安全时间;

[0041] T_{\max} 为最大的再生制动力矩,该值为系统根据电动汽车刹车性能和驱动电机性能以及各零部件性能测试调试获得后由系统预设。

[0042] 优选地,智能决策模块包括刹车踏板下压角度计算模块,用于当追尾时间比机械制动安全时间小时,计算刹车踏板下压角度,用如下公式进行计算:

$$[0043] \quad A(k) = \begin{cases} A_{\max} - \frac{t(k) - t_{\min}^m}{t^m(k) - t_{\min}^m} \times A_{\max} & t(k) > t_{\min}^m \\ A_{\max} & t(k) \leq t_{\min}^m \end{cases}$$

[0044] 其中, $A(k)$ 为刹车踏板下压角度;

[0045] A_{\max} 为刹车踏板可下压的最大角度,该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设;

[0046] $t(k)$ 为追尾时间;

[0047] t_{\min}^m 为刹车踏板下压至最大角度时的最短追尾时间,该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设;

[0048] $t^m(k)$ 为机械制动安全时间。

[0049] 优选地,再生制动模块包括驱动电机控制器和驱动电机,驱动电机控制器用于接收再生制动模式的信号或者复合制动模式信号,并将该信号转变为电机驱动信号,驱动电机接收电机驱动信号产生制动力矩对电动汽车进行制动。

[0050] 优选地,机械制动模块包括:刹车踏板电机控制器和刹车踏板电机,刹车踏板电机控制器用于接收复合制动模式信号,并将该信号转变为刹车踏板电机控制信号,刹车踏板电机用于接收刹车踏板电机控制信号并将其转变成控制刹车踏板下压角度的力。

[0051] 优选地,电动汽车的防撞系统还包括光电提醒模块,用于当电动汽车进入再生制动模式和复合制动模式时,以声光形式对驾驶员和跟随车辆发出提示刹车的声光报警信号。

[0052] 本发明还提供了一种基于电动汽车的防撞系统而实现的自动刹车方法,该方法包

括：

[0053] 实时采集电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离和当前行驶速度；

[0054] 计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间，以及再生制动安全时间和机械制动安全时间；

[0055] 智能决策模块根据电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间，以及再生制动安全时间和机械制动安全时间，决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式；

[0056] 电动汽车根据智能决策模块所提供的信号，对电动汽车进行再生制动或者同时启动再生制动和机械制动的复合制动。

[0057] 通过以上技术方案，实现了电动汽车的快速、准确、及时地自动避免在行驶过程中发生追尾和碰撞的问题，全面提高汽车的智能化和安全性，而且由于采用了再生制动的方式，能够回收部分能量，使得电动汽车电池续航能力较高，节省了能量，同时，由于在危机状况时同时采用了再生制动和机械制动的方式，使得刹车距离短，大大缩短了汽车的安全距离，提高了道路的利用率。

[0058] 通过阅读说明书，本领域普通技术人员将更好地了解这些技术方案的特征和内容。

附图说明

[0059] 下面通过参考附图并结合实例具体地描述本发明，本发明的优点和实现方式将会更加明显，其中附图所示内容仅用于对本发明的解释说明，而不构成对本发明的任何意义上的限制，在附图中：

[0060] 图 1 为本发明电动汽车的防撞系统的系统原理框图。

[0061] 图 2 为本发明实施例中信息采集模块各部分连接关系示意图。

[0062] 图 3 为本发明实施例中信息处理模块各部分连接关系示意图。

[0063] 图 4 为本发明实施例中智能决策模块各部分连接关系示意图。

[0064] 图 5 为本发明一优选的实施例的系统原理框图。

[0065] 图 6 为本发明智能决策模式的具体实现方式流程图。

具体实施方式

[0066] 本发明所公开的电动汽车的防撞系统，至少包括如下几个模块，其各部分的连接关系，如图 1 所示：

[0067] 信息采集模块 101，用于实时采集电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离以及当前行驶速度；

[0068] 信息处理模块 102，用于实时计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间，以及再生制动安全时间和机械制动安全时间；

[0069] 智能决策模块 103，用于根据电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间，以及再生制动安全时间和机械制动安全时间，决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式；

[0070] 再生制动模块 104，根据智能决策模块 103 所提供的启动再生制动模式信号对电

动汽车启动再生制动；

[0071] 机械制动模块 105,根据智能决策模块 103 所提供的启动复合制动模式信号对电动汽车启动机械制动。

[0072] 如图 2 所示,信息采集模块 101 包括距离传感器 201 和车速传感器 202,距离传感器 201 和车速传感器 202 分别和信号转换电路 203 连接,距离传感器 201 安装在车辆正前方,其作用在于实时检测电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离,其实现方法包括但不限于激光距离传感器、超声距离传感器、雷达距离传感器等,其技术指标要求距离测量范围 1-50 米、测量误差小于 0.5 米。车速传感器 202 采用一般车辆的车速测量装置,其作用在于实时检测车辆当前的绝对速度,其技术指标要求车速测量范围 0-160 千米 / 小时,测量误差小于 1 千米 / 小时。信号转换电路 203 主要包括一块 MCU,其作用在于将距离传感器 201 和车速传感器 202 测得的模拟信号转化为采样频率 20Hz 以上的数字信号,并通过 CAN 总线或串口将距离和车速信号发送到信息处理模块 102。

[0073] 如图 3 所示,信息处理模块 102 主要包括追尾时间计算模块 301,再生制动安全时间计算模块 302,机械制动安全时间计算模块 303。一般情况下,该模块主要由软件实现,信号输入主要是来自信息采集模块 101 传输过来的与前车或障碍物的距离信号,以及电动汽车当前行驶速度。

[0074] 追尾时间的计算方法如下：

[0075] 在 k 时刻,记录距离信号为 $s(k)$ (单位 m)、车速信号为 $v(k)$ (单位 m/s),则追尾时间 $t(k)$ (单位 s)代表了前车急停时,在不改变本车速度情况下,本车追尾前车的时间,其具体计算方法为：

$$[0076] \quad t(k) = s(k) \div v(k)$$

[0077] 再生制动安全时间的计算方法如下：

[0078] 再生制动安全时间 $t^e(k)$ (单位 s)是依赖于车速信号 $v(k)$ 的预设阈值,当车速较快时 $t^e(k)$ 应较长,当车速较慢时 $t^e(k)$ 应较短。一种典型的实现方式为根据车辆再生制动刹车的性能特点,设定高速情况下的最大再生制动安全时间 t_{max}^e 和低速情况下的最小再生制动安全时间 t_{min}^e ,并采用线性插值的办法确定中速情况下的再生制动安全时间,如下式：

$$[0079] \quad t^e(k) = \begin{cases} t_{max}^e & v(k) > 120 \\ t_{min}^e + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{max}^e - t_{min}^e) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{min}^e & v(k) < 20 \end{cases}$$

[0080] 机械制动安全时间的计算方法如下：

[0081] 机械制动安全时间 $t^m(k)$ (单位 s)是依赖于车速信号 $v(k)$ 的预设阈值,当车速较快时 $t^m(k)$ 应较长,当车速较慢时 $t^m(k)$ 应较短。一种典型的实现方式为根据车辆机械制动刹车的性能特点,设定高速情况下的最大机械制动安全时间 t_{max}^m 和低速情况下的最小机械制动安全时间 t_{min}^m ,并采用线性插值的办法确定中速情况下的机械制动安全时间,如下式：

$$[0082] \quad t^m(k) = \begin{cases} t_{max}^m & v(k) > 120 \\ t_{min}^m + \frac{v(k) - 20}{120 - 20} \times (t_{max}^m - t_{min}^m) & 20 \leq v(k) \leq 120 \\ t_{min}^m & v(k) < 20 \end{cases}$$

[0083] 需要说明的是：由于机械制动的力矩大于再生制动，因此，同等情况下， $t^m(k)$ 总是小于 $t^e(k)$ 。

[0084] 如图 4 所示，图 4 为本发明实施例中智能决策模块各部分连接关系示意图，智能决策模块 103 的主要作用是根据电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间，以及再生制动安全时间和机械制动安全时间，决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式。

[0085] 智能决策模块 103 主要包括如下部分：

[0086] 制动时间比较模块 401，用于分别比较追尾时间与再生制动安全时间和机械制动安全时间的大小。

[0087] 制动模式决策模块 402，用于当追尾时间大于再生制动安全时间时，向电动汽车动力装置输入继续正常行驶的信号，当追尾时间小于再生制动安全时间并小于机械制动安全时间时，向再生制动模块 104 输入启动再生制动模式的信号，当追尾时间小于机械制动安全时间时，同时向再生制动模块 104 和机械制动模块 105 输入同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式信号。

[0088] 再生制动力矩计算模块 403，用于当追尾时间比机械制动安全时间大，但小于再生制动安全时间时，计算再生制动力矩，用如下公式进行计算：

$$[0089] \quad T(k) = T_{\max} - \frac{t(k) - t^m(k)}{t^e(k) - t^m(k)} \times T_{\max}$$

[0090] 其中， $T(k)$ 为再生制动力矩；

[0091] $t(k)$ 为追尾时间；

[0092] $t^m(k)$ 为机械制动安全时间；

[0093] $t^e(k)$ 为再生制动安全时间；

[0094] T_{\max} 为最大的再生制动力矩，该值为系统根据电动汽车刹车性能和驱动电机性能以及各零部件性能测试调试获得后由系统预设。

[0095] 刹车踏板下压角度计算模块 404，刹车踏板下压角度采用如下公式进行计算：

$$[0096] \quad A(k) = \begin{cases} A_{\max} - \frac{t(k) - t_{\min}^m}{t^m(k) - t_{\min}^m} \times A_{\max} & t(k) > t_{\min}^m \\ A_{\max} & t(k) \leq t_{\min}^m \end{cases}$$

[0097] 其中， $A(k)$ 为刹车踏板下压角度；

[0098] A_{\max} 为刹车踏板可下压的最大角度，该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设；

[0099] $t(k)$ 为追尾时间；

[0100] t_{\min}^m 为刹车踏板下压至最大角度时的最短追尾时间，该值为根据电动汽车刹车踏板特性预设；

[0101] $t^m(k)$ 为机械制动安全时间。

[0102] 智能决策模块 103 通过 CAN 总线或串口将刹车踏板下压角度 $A(k)$ 和再生制动力矩 $T(k)$ 分别送到机械制动模块 105 和再生制动模块 104。

[0103] 再生制动模块 104 包括驱动电机控制器和驱动电机，驱动电机控制器用于接收再

生制动模式信号或者复合制动模式信号,并将该信号转变为电机驱动信号,驱动电机接收电机驱动信号产生制动力矩对电动汽车进行制动。其中,驱动电机可以是同步电机、异步电机、交流电机、直流电机等。

[0104] 机械制动模块 105 包括:刹车踏板电机控制器和刹车踏板电机,刹车踏板电机控制器用于接收复合制动模式信号,并将该信号转变为刹车踏板电机控制信号,刹车踏板电机用于接收刹车踏板电机控制信号并将其转变成控制刹车踏板下压角度的力。其中,刹车踏板电机包括但不限于步进电机、伺服电机等。

[0105] 作为一种优选的实施例,如图 5 所示,本发明所公开的电动汽车的防撞系统还可以包括光电提醒模块 106,用于当电动汽车进入再生制动模式或复合制动模式时,以声光形式对驾驶员和跟随车辆发出提示刹车的声光报警信号,具体为,在电动汽车中控显示面板上显示追尾时间,在车内发出报警声,同时点亮车辆刹车灯。

[0106] 基于上述的电动汽车的防撞系统,本发明还公开一种电动汽车的自动刹车方法,该方法包括:

[0107] 步骤 1、实时采集电动汽车与前方车辆或障碍物之间的距离和当前行驶速度;

[0108] 步骤 2、计算电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间;

[0109] 步骤 3、智能决策模块根据电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间,决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式;

[0110] 步骤 4、电动汽车根据智能决策模块所提供的信号,对电动汽车进行再生制动或者同时启动再生制动和机械制动的复合制动。

[0111] 其中,上述各个步骤的具体实现方式,已经在上文中做出了详细描述,需要进一步说明的是,在步骤 3 中,智能决策模块根据电动汽车与前方车辆或障碍物的追尾时间,以及再生制动安全时间和机械制动安全时间,决定是否继续保持正常行驶或者启动再生制动模式或者同时启动再生制动和机械制动模式的复合制动模式;智能决策模块的具体策略,如图 6 所示,智能决策模块 103 读取追尾时间 $t(k)$ 、机械制动安全时间 $t^m(k)$ 和再生制动安全时间 $t^e(k)$ 后,将追尾时间 $t(k)$ 与再生制动安全时间 $t^e(k)$ 进行比较,如果追尾时间 $t(k)$ 大于再生制动安全时间 $t^e(k)$,说明当前还不会发生撞车,所以保持正常行驶;如果追尾时间 $t(k)$ 小于再生制动安全时间 $t^e(k)$ 时,说明有碰撞的危险,需要进行刹车,但是,在进行刹车之前,还需要比较追尾时间 $t(k)$ 与机械制动安全时间 $t^m(k)$ 的大小,如果追尾时间 $t(k)$ 大于机械制动安全时间 $t^m(k)$,则需要让汽车进入再生制动模式,计算再生制动力矩 $T(k)$;如果追尾时间 $t(k)$ 小于机械制动安全时间 $t^m(k)$,需要让汽车进入再生制动和机械制动同时进行的复合制动模式,再生制动力矩 $T(k)$ 给定最大值,计算刹车踏板下压角度 $A(k)$ 。

[0112] 优选地,当电动汽车进入再生制动模式或复合制动模式时,以声光形式对驾驶员和跟随车辆发出提示刹车的声光报警信号,具体为,在电动汽车中控显示面板上显示追尾时间,在车内发出报警声,同时点亮车辆刹车灯。

[0113] 以上参照附图说明了本发明的优选实施例,本领域技术人员不脱离本发明的范围和实质,可以有多种变型方案实现本发明。举例而言,作为一个实施例的部分示出或描述的特征可用于另一实施例以得到又一实施例。以上仅为本发明较佳可行的实施例而已,并非

因此局限本发明的权利范围,凡运用本发明说明书及附图内容所作的等效变化,均包含于本发明的权利范围之内。

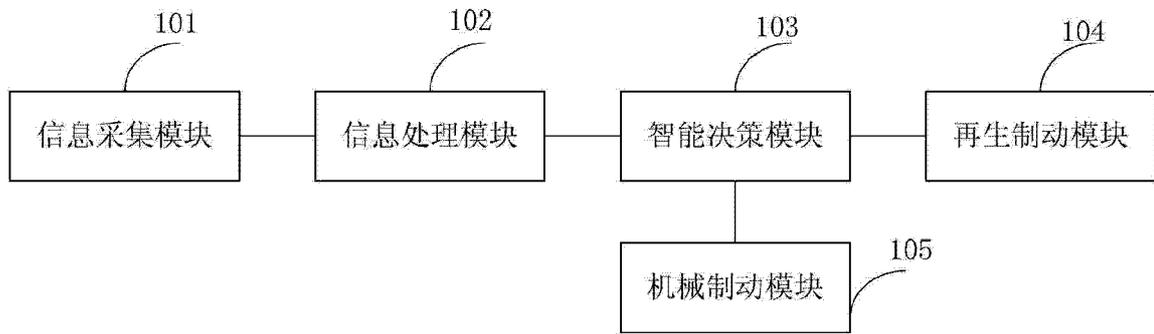


图 1

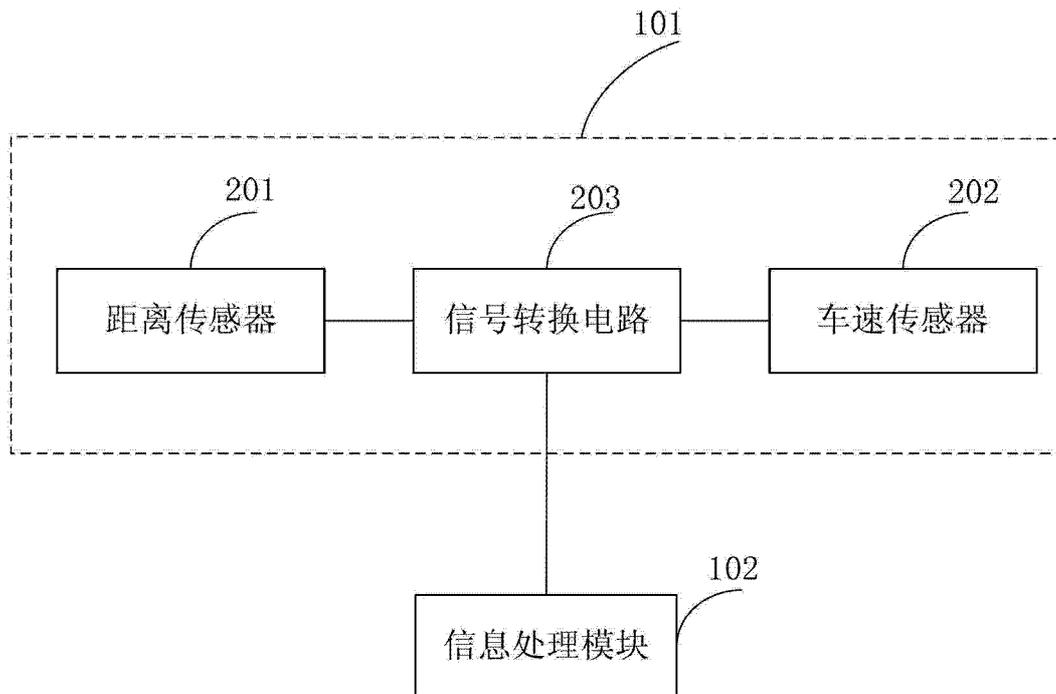


图 2

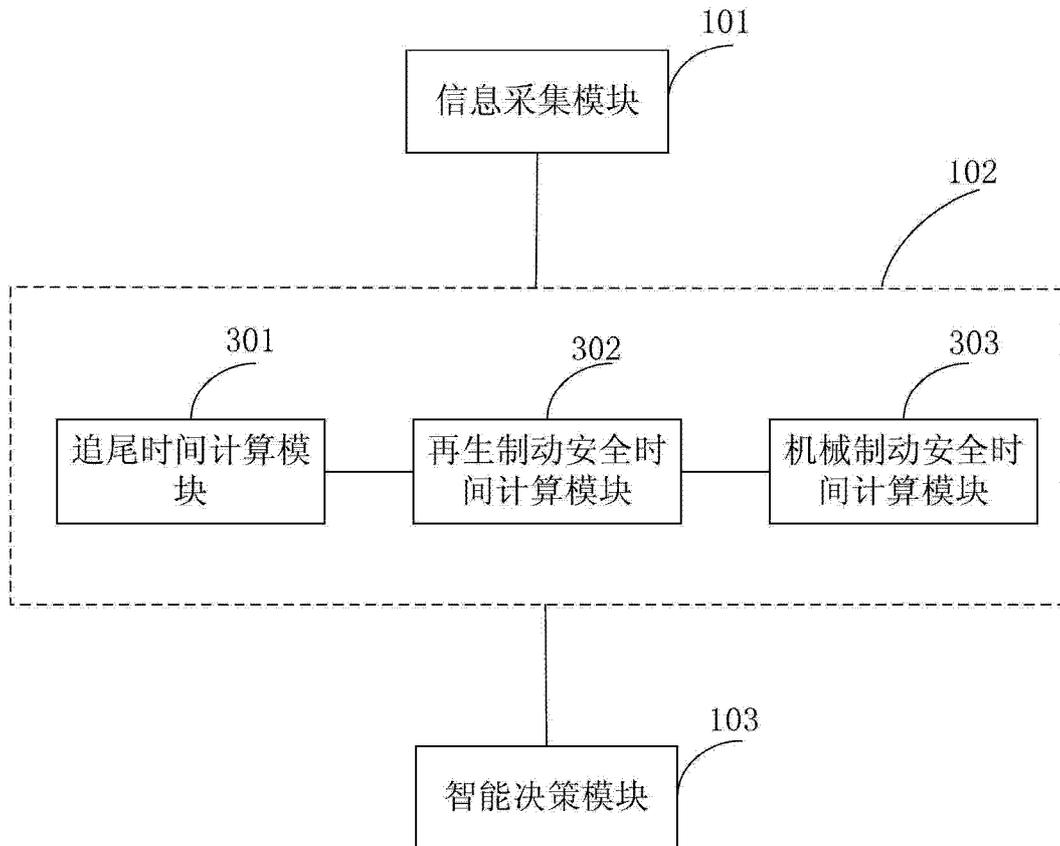


图 3

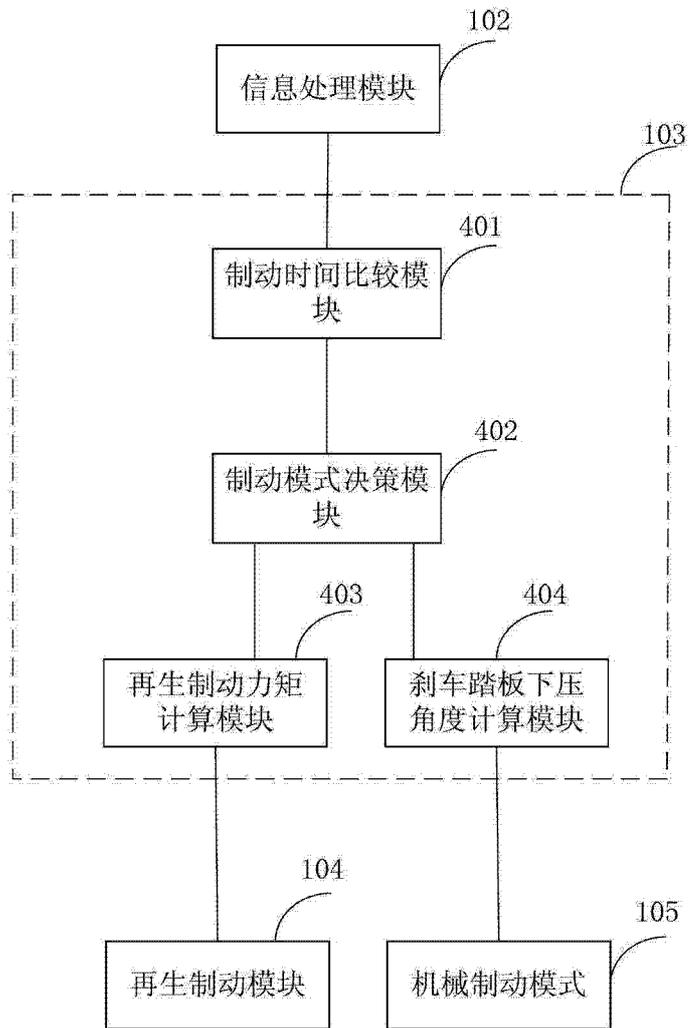


图 4

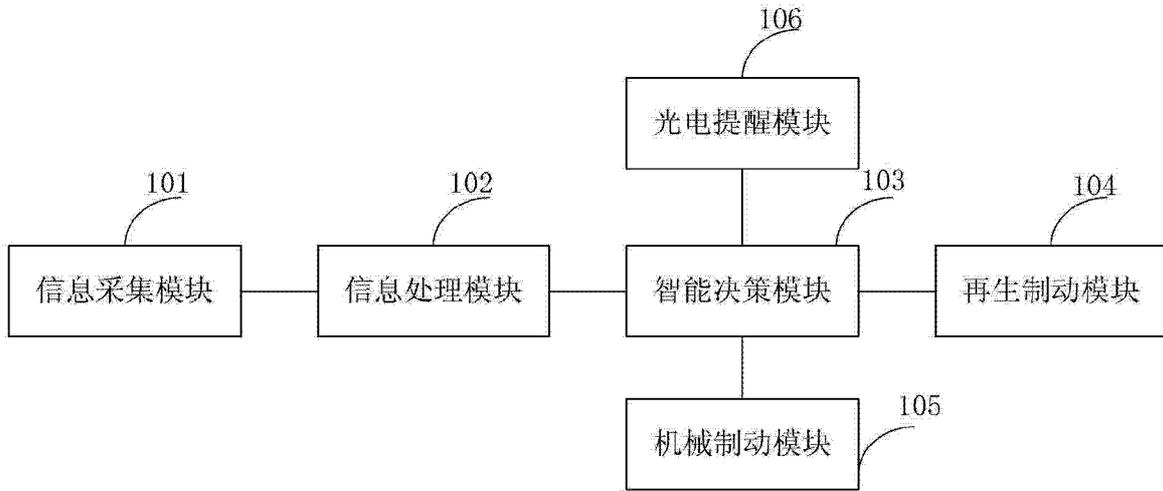


图 5

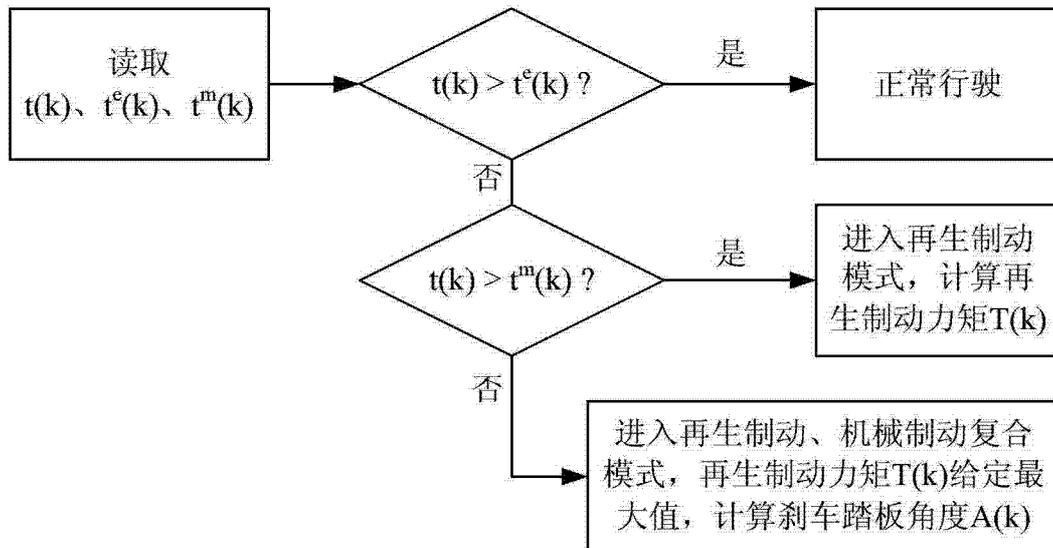


图 6