

## 权 利 要 求

- 1、一种前向碰撞控制方法，其特征在于，包括：  
基于神经网络检测当前行驶对象所在道路前向的疑似碰撞对象；  
预测当前行驶对象和所述疑似碰撞对象之间的碰撞时间；  
根据所述碰撞时间对所述当前行驶对象进行前向碰撞控制，所述前向碰撞控制包括前向碰撞预警和/或驾驶控制。
- 2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述当前行驶对象包括：车辆或机器人；和/或，所述疑似碰撞对象包括以下任意一项或多项：人，车辆，非机动车辆，机器人，障碍物。
- 3、根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述基于神经网络检测当前行驶对象所在道路前向的疑似碰撞对象，包括：  
获取所述道路上车道线的检测结果；  
根据所述车道线的检测结果确定所述道路上的至少部分目标对象为疑似碰撞对象。
- 4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述获取所述道路上车道线的检测结果，包括：  
基于神经网络检测所述道路上的车道线，得到所述车道线的检测结果；或者，  
从高级驾驶辅助系统获取所述车道线的检测结果。
- 5、根据权利要求3或4所述的方法，其特征在于，根据所述车道线的检测结果确定所述道路上的至少部分目标对象为疑似碰撞对象，包括：  
若所述车道线的检测结果为检测到的车道线信息，根据所述车道线信息选取所述当前行驶对象所在车道内的至少部分目标对象为疑似碰撞对象。
- 6、根据权利要求3或4所述的方法，其特征在于，根据所述车道线的检测结果确定所述道路上的至少部分目标对象为疑似碰撞对象，包括：  
若所述车道线的检测结果为未检测到车道线，选取与所述当前行驶对象之间的距离在预设范围内的目标对象为疑似碰撞对象。
- 7、根据权利要求1-6任一所述的方法，其特征在于，所述预测当前行驶对象和所述疑似碰撞对象之间的碰撞时间，包括：  
分别基于各疑似碰撞对象在前N帧图像和当前帧图像中的检测框信息，预测各疑似碰撞对象的运动信息；  
基于各疑似碰撞对象的运动信息，计算当前行驶对象与各疑似碰撞对象之间的碰撞时间。
- 8、根据权利要求1-7任一所述的方法，其特征在于，根据所述碰撞时间对所述当前行驶对象进行前向碰撞预警，包括：  
将当前行驶对象和所述疑似碰撞对象之间的碰撞时间与至少一预定阈值进行比较；  
在比较结果满足一个或多个预设条件时，进行所满足的预设条件相应的前向碰撞控制。
- 9、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，在所述预设条件包括多个时，多个预设条件分别对应的前向碰撞控制的程度逐级递增。
- 10、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述在比较结果满足一个或多个预设条件时，进行所满足的预设条件相应的前向碰撞预警，包括：  
若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于第二预设阈值、且大于第一预设阈值，进行碰撞预警；其中，第一预设阈值小于第二预设阈值。
- 11、根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于第二预设阈值、且大于第一预设阈值，进行碰撞预警，包括：  
针对碰撞时间小于或等于第二预设阈值、且大于第一预设阈值的第一疑似碰撞对象，基于所述第一疑似碰撞对象的运动信息预测所述第一疑似碰撞对象是否有远离碰撞区域的趋势；  
若所述第一疑似碰撞对象没有远离碰撞区域的趋势，进行碰撞预警。
- 12、根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于第二预设阈值、且大于第一预设阈值，进行碰撞预警，还包括：  
若所述第一疑似碰撞对象有远离碰撞区域的趋势，不进行碰撞预警。
- 13、根据权利要求10-12任一所述的方法，其特征在于，所述在比较结果满足一个或多个预设条件时，进行所满足的预设条件相应的前向碰撞预警，还包括：  
若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于所述第一预设阈值，进行碰撞预警和/或驾驶控制，所述驾驶控制包括以下任意一项或多项：制动减速、改变行驶方向。
- 14、根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于所述第一预设阈值，进行碰撞预警，包括：

针对碰撞时间小于或等于所述第一预设阈值的第二疑似碰撞对象,基于所述第二疑似碰撞对象的运动信息预测所述第二疑似碰撞对象是否有远离碰撞区域的趋势;

若所述第二疑似碰撞对象没有远离碰撞区域的趋势,进行碰撞预警和/或驾驶控制,所述驾驶控制包括以下任意一项或多项:制动减速、改变行驶方向。

15、根据权利要求13或14所述的方法,其特征在于,所述若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于所述第一预设阈值,进行碰撞预警,还包括:

若所述第二疑似碰撞对象有远离碰撞区域的趋势,不进行碰撞预警和/或驾驶控制,所述驾驶控制包括以下任意一项或多项:制动减速、改变行驶方向。

16、根据权利要求7-15任一所述的方法,其特征在于,还包括:

利用神经网络检测当前帧图像中的目标对象,获得所述当前帧图像中目标对象的检测框;

基于前N帧图像中目标对象的检测框,预测目标对象在所述当前帧图像中的物体框;其中,所述前N帧图像包括位于所述当前帧图像之前、按照图像采集顺序排列的N帧图像,N为大于0的整数;

根据目标对象的检测框和物体框,确定目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

17、根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述利用神经网络检测当前帧图像中的目标对象,获得所述当前帧图像中目标对象的检测框,包括:

利用神经网络提取所述当前帧图像的特征;

利用所述神经网络,基于提取的特征确定目标对象的检测框。

18、根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述神经网络包括多个分别位于不同网络深度的特征层;

所述利用神经网络提取所述当前帧图像的特征,包括:

对输入所述神经网络的当前帧图像,依次通过所述神经网络各特征层进行特征提取,并将网络深度为i的第一特征层输出的第一特征和网络深度为j的第二特征层输出的第二特征进行特征融合,得到融合特征作为网络深度为j+1的第三特征层的输入特征或者作为所述神经网络输出的所述当前帧图像的特征,其中, $1 \leq i < j$ 。

19、根据权利要求17或18所述的方法,其特征在于,所述利用所述神经网络,基于提取的特征确定目标对象的检测框,包括:

利用所述神经网络,基于提取的特征确定包含目标对象的候选框;

利用所述神经网络,分别基于各候选框的特征对各候选框进行分类,得到各候选框分别属于各类目标对象的概率分值;

分别以各候选框的概率分值中,数值最大的概率分值对应的种类作为该候选框中目标对象的种类;

分别选取重叠率大于预设阈值、且目标对象的种类相同的候选框作为一组候选框,从一组候选框中选取作为目标对象的种类的概率分值中的最大值对应的候选框,作为目标对象的检测框。

20、根据权利要求16-19任一所述的方法,其特征在于,所述利用神经网络检测当前帧图像中的目标对象,包括:

若当前帧图像是所在帧序列中的第一帧图像,利用神经网络检测当前帧图像中的目标对象;所述帧序列包括:按照图像采集顺序排列的M帧图像;其中,M为大于1的整数;和/或,

若当前帧图像不是所在帧序列中的第一帧图像,基于所述帧序列中第一帧图像中的检测框信息,回归所述当前帧图像中目标对象的检测框。

21、根据权利要求20所述的方法,其特征在于,所述基于所述帧序列中第一帧图像中的检测框信息,回归所述当前帧图像中目标对象的检测框,包括:

基于所述第一帧图像中的检测框信息,以所述第一帧图像中的检测框信息确定的检测框的中心点为中心点,在所述当前帧图像中截取长度和/或宽度对应大于所述确定的检测框的长度和/或宽度的区域图像;

利用所述神经网络检测所述区域图像中的目标对象,获得目标对象在所述区域图像中的检测框;

根据所述目标对象在所述区域图像中的检测框、以及所述区域图像在所述当前帧图像中的位置,确定目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

22、根据权利要求16-21任一所述的方法,其特征在于,所述基于所述前N帧图像中目标对象的检测框,预测目标对象在所述当前帧图像中的物体框,包括:分别针对所述前N帧图像中的各同一目标对象:

根据同一目标对象在所述前N帧图像中的检测框的大小和位置,拟合所述前N帧图像中同一目标对象的检测框的大小和位置变化的速度和加速度;

根据所述前N帧图像中同一目标对象的检测框的大小和位置变化的速度和加速度,预测同一目标

对象在所述当前帧图像中的物体框的大小和位置。

23、根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述根据目标对象的检测框和物体框，确定目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息，包括：

针对各目标对象中，检测框和物体框的重叠率等于或大于预设阈值的第一目标对象，获取所述第一目标对象的检测框和物体框分别在大小和位置上的平均值，作为所述第一目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息；所述检测框信息包括：检测框的大小和位置。

24、根据权利要求 22 或 23 所述的方法，其特征在于，所述根据目标对象的检测框和物体框，确定目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息，还包括：

针对各目标对象中，检测框和物体框的重叠率小于所述预设阈值的第二目标对象，以预测的所述第二目标对象的物体框的大小和位置，作为所述第二目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

25、根据权利要求 22-24 任一所述的方法，其特征在于，所述根据目标对象的检测框和物体框，确定目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息，还包括：

针对各目标对象中，物体框在所述当前帧图像中不存在对应检测框的第三目标对象，以预测的所述第三目标对象的物体框的大小和位置，作为所述第三目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

26、根据权利要求 7-25 任一所述的方法，其特征在于，所述疑似碰撞对象为人或者机器人时，所述分别基于各疑似碰撞对象在前 N 帧图像和当前帧图像中的检测框信息，预测各疑似碰撞对象的运动信息，包括：

利用神经网络，基于所述当前帧图像中的检测框信息对各人或者机器人进行行为预测，得到各人或者机器人在所述当前帧图像中的预测行为信息，所述预测行为信息包括：运动方向、运动状态和动作分类信息；

分别基于各人或者机器人的所述预测行为信息、以及各人或者机器人在所述前 N 帧图像和所述当前帧图像中的检测框信息，确定各人或者机器人的运动信息。

27、根据权利要求 26 所述的方法，其特征在于，基于所述当前帧图像中的检测框信息对各人或者机器人进行行为预测，得到各人或者机器人在所述当前帧图像中的预测行为信息，包括：

基于所述当前帧图像中的检测框信息，对相应人或者机器人进行关键点检测，基于关键点检测结果获取相应人或者机器人的头部方向和身体方向，基于相应人或者机器人的头部方向和身体方向获取相应人或者机器人的运动方向；基于所述关键点检测结果对相应人或者机器人的动作进行分类，得到相应人的动作分类信息；基于所述关键点检测结果对相应人或者机器人的运动状态进行分类，得到相应人或者机器人的运动状态信息。

28、一种前向碰撞控制装置，其特征在于，包括：

第一检测模块，用于基于神经网络检测当前行驶对象所在道路前向的疑似碰撞对象；

第一预测模块，用于预测当前行驶对象和所述疑似碰撞对象之间的碰撞时间；

控制模块，用于根据所述碰撞时间对所述当前行驶对象进行前向碰撞控制，所述前向碰撞控制包括前向碰撞预警和/或驾驶控制。

29、根据权利要求 28 所述的装置，其特征在于，所述当前行驶对象包括：车辆或机器人；和/或，所述疑似碰撞对象包括以下任意一项或多项：人，车辆，非机动车辆，机器人，障碍物。

30、根据权利要求 28 或 29 所述的装置，其特征在于，所述第一检测模块包括：

获取单元，用于获取所述道路上车道线的检测结果；

确定单元，用于根据所述车道线的检测结果确定所述道路上的至少部分目标对象为疑似碰撞对象。

31、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述获取单元用于：基于神经网络检测所述道路上的车道线，得到所述车道线的检测结果；或者，从高级驾驶辅助系统获取所述车道线的检测结果。

32、根据权利要求 30 或 31 所述的装置，其特征在于，所述确定单元，用于若所述车道线的检测结果为检测到的车道线信息，根据所述车道线信息选取所述当前行驶对象所在车道内的至少部分目标对象为疑似碰撞对象。

33、根据权利要求 30 或 31 所述的装置，其特征在于，所述确定单元，用于若所述车道线的检测结果为未检测到车道线，选取与所述当前行驶对象之间的距离在预设范围内的目标对象为疑似碰撞对象。

34、根据权利要求 28-33 任一所述的装置，其特征在于，所述第一预测模块包括：

预测单元，用于分别基于各疑似碰撞对象在前 N 帧图像和当前帧图像中的检测框信息，预测各疑似碰撞对象的运动信息；

计算单元，用于基于各疑似碰撞对象的运动信息，计算当前行驶对象与各疑似碰撞对象之间的碰撞时间。

35、根据权利要求 28-34 任一所述的装置，其特征在于，所述控制模块包括：

比较单元,用于将当前行驶对象和所述疑似碰撞对象之间的碰撞时间与至少一预定阈值进行比较;  
控制单元,在比较结果满足一个或多个预设条件时,进行所满足的预设条件相应的前向碰撞控制。

36、根据权利要求 35 所述的装置,其特征在于,在所述预设条件包括多个时,多个预设条件分别对应的前向碰撞控制的程度逐级递增。

37、根据权利要求 35 或 36 所述的装置,其特征在于,所述控制单元包括:预警单元和/或驾驶控制单元;

所述预警单元,用于根据所述碰撞时间对所述当前行驶对象进行前向碰撞预警;

所述驾驶控制单元,用于根据所述碰撞时间对所述当前行驶对象进行驾驶控制。

38、根据权利要求 37 所述的装置,其特征在于,所述预警单元用于若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于第二预设阈值、且大于第一预设阈值,进行碰撞预警;其中,第一预设阈值小于第二预设阈值。

39、根据权利要求 38 所述的装置,其特征在于,所述预警单元,用于针对碰撞时间小于或等于第二预设阈值、且大于第一预设阈值的第一疑似碰撞对象,基于所述第一疑似碰撞对象的运动信息预测所述第一疑似碰撞对象是否有远离碰撞区域的趋势;

若所述第一疑似碰撞对象没有远离碰撞区域的趋势,进行碰撞预警。

40、根据权利要求 38 所述的装置,其特征在于,所述预警单元还用于:

若所述第一疑似碰撞对象有远离碰撞区域的趋势,不进行碰撞预警。

41、根据权利要求 38-40 任一所述的装置,其特征在于,所述预警单元还用于若有疑似碰撞对象与当前行驶对象之间的碰撞时间小于或等于所述第一预设阈值,进行碰撞预警和/或驾驶控制,所述驾驶控制包括以下任意一项或多项:制动减速、改变行驶方向。

42、根据权利要求 41 所述的装置,其特征在于,所述预警单元,用于针对碰撞时间小于或等于所述第一预设阈值的第二疑似碰撞对象,基于所述第二疑似碰撞对象的运动信息预测所述第二疑似碰撞对象是否有远离碰撞区域的趋势;

若所述第二疑似碰撞对象没有远离碰撞区域的趋势,进行碰撞预警和/或驾驶控制,所述驾驶控制包括以下任意一项或多项:制动减速、改变行驶方向。

43、根据权利要求 41 所述的装置,其特征在于,所述预警单元还用于若所述第二疑似碰撞对象有远离碰撞区域的趋势,不进行碰撞预警和/或驾驶控制,所述驾驶控制包括以下任意一项或多项:制动减速、改变行驶方向。

44、根据权利要求 34-43 任一所述的装置,其特征在于,还包括:

第二检测模块,用于利用神经网络检测当前帧图像中的目标对象,获得所述当前帧图像中目标对象的检测框;

第二预测模块,用于基于前 N 帧图像中目标对象的检测框,预测目标对象在所述当前帧图像中的物体框;其中,所述前 N 帧图像包括位于所述当前帧图像之前、按照图像采集顺序排列的 N 帧图像,N 为大于 0 的整数;

确定模块,用于根据目标对象的检测框和物体框,确定目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

45、根据权利要求 44 所述的装置,其特征在于,所述第二检测模块包括:

特征提取单元,用于利用神经网络提取所述当前帧图像的特征;

确定单元,用于利用所述神经网络,基于提取的特征确定目标对象的检测框。

46、根据权利要求 45 所述的装置,其特征在于,所述神经网络包括多个分别位于不同网络深度的特征层;

所述特征提取单元用于:对输入所述神经网络的当前帧图像,依次通过所述神经网络的各特征层进行特征提取,并将网络深度为 i 的第一特征层输出的第一特征和网络深度为 j 的第二特征层输出的第二特征进行特征融合,得到融合特征作为网络深度为 j+1 的第三特征层的输入特征或者作为所述神经网络输出的所述当前帧图像的特征,其中,  $1 \leq i < j$ 。

47、根据权利要求 45 或 46 所述的装置,其特征在于,所述确定单元用于:

利用神经网络,基于提取的特征确定包含目标对象的候选框;

利用所述神经网络,分别基于各候选框的特征对各候选框进行分类,得到各候选框分别属于各类目标对象的概率分值;

分别以各候选框的概率分值中,数值最大的概率分值对应的种类作为该候选框中目标对象的种类;

分别选取重叠率大于预设阈值、且目标对象的种类相同的候选框作为一组候选框,从一组候选框中选取作为目标对象的种类的概率分值中的最大值对应的候选框,作为目标对象的检测框。

48、根据权利要求 44-47 任一所述的装置,其特征在于,所述第二检测模块包括:

检测单元，用于若当前帧图像是所在帧序列中的第一帧图像，利用神经网络检测当前帧图像中的目标对象；所述帧序列包括：按照图像采集顺序排列的 M 帧图像；其中，M 为大于 1 的整数；和/或，

回归单元，用于若当前帧图像不是所在帧序列中的第一帧图像，基于所述帧序列中第一帧图像中的检测框信息，回归所述当前帧图像中目标对象的检测框。

49、根据权利要求 48 所述的装置，其特征在于，所述回归单元用于：

基于所述第一帧图像中的检测框信息，以所述第一帧图像中的检测框信息确定的检测框的中心点为中心点，在所述当前帧图像中截取长度和/或宽度对应大于所述确定的检测框的长度和/或宽度的区域图像；

利用所述神经网络检测所述区域图像中的目标对象，获得目标对象在所述区域图像中的检测框；

根据所述目标对象在所述区域图像中的检测框、以及所述区域图像在所述当前帧图像中的位置，确定目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

50、根据权利要求 44-49 任一所述的装置，其特征在于，所述第二预测模块用于：分别针对所述前 N 帧图像中的各同一目标对象：

根据同一目标对象在所述前 N 帧图像中的检测框的大小和位置，拟合所述前 N 帧图像中同一目标对象的检测框的大小和位置变化的速度和加速度；

根据所述前 N 帧图像中同一目标对象的检测框的大小和位置变化的速度和加速度，预测同一目标对象在所述当前帧图像中的物体框的大小和位置。

51、根据权利要求 50 所述的装置，其特征在于，所述确定模块用于：

针对各目标对象中，检测框和物体框的重叠率等于或大于预设阈值的第一目标对象，获取所述第一目标对象的检测框和物体框分别在大小和位置上的平均值，作为所述第一目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息；所述检测框信息包括：检测框的大小和位置。

52、根据权利要求 50 或 51 所述的装置，其特征在于，所述确定模块用于：针对各目标对象中，检测框和物体框的重叠率小于所述预设阈值的第二目标对象，以预测的所述第二目标对象的物体框的大小和位置，作为所述第二目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

53、根据权利要求 50-52 任一所述的装置，其特征在于，所述确定模块用于：针对各目标对象中，物体框在所述当前帧图像中不存在对应检测框的第三目标对象，以预测的所述第三目标对象的物体框的大小和位置，作为所述第三目标对象在所述当前帧图像中的检测框信息。

54、根据权利要求 34-53 任一所述的装置，其特征在于，所述疑似碰撞对象为人或者机器人时，所述预测单元用于：

利用神经网络，基于所述当前帧图像中的检测框信息对各人或者机器人进行行为预测，得到各人或者机器人在所述当前帧图像中的预测行为信息，所述预测行为信息包括：运动方向、运动状态和动作分类信息；

分别基于各人或者机器人的所述预测行为信息、以及各人或者机器人在所述前 N 帧图像和所述当前帧图像中的检测框信息，确定各人或者机器人的运动信息。

55、根据权利要求 54 所述的装置，其特征在于，所述预测单元基于所述当前帧图像中的检测框信息对各人或者机器人进行行为预测，得到各人或者机器人在所述当前帧图像中的预测行为信息时，用于：

基于所述当前帧图像中的检测框信息，对相应人或者机器人进行关键点检测，基于关键点检测结果获取相应人或者机器人的头部方向和身体方向，基于相应人或者机器人的头部方向和身体方向获取相应人或者机器人的运动方向；基于所述关键点检测结果对相应人或者机器人的动作进行分类，得到相应人的动作分类信息；基于所述关键点检测结果对相应人或者机器人的运动状态进行分类，得到相应人或者机器人的运动状态信息。

56、一种电子设备，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，且所述计算机程序被执行时，实现上述权利要求 1-27 任一所述的方法。

57、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，该计算机程序被处理器执行时，实现上述权利要求 1-27 任一所述的方法。

58、一种计算机程序，包括计算机指令，其特征在于，当所述计算机指令在设备的处理器中运行时，实现上述权利要求 1-27 任一所述的方法。