



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107444400 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(21)申请号 201710376188.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.05.25

B60W 30/095(2012.01)

(30)优先权数据

B60W 30/09(2012.01)

15/169,428 2016.05.31 US

G06K 9/00(2006.01)

(71)申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道
330号800室

(72)发明人 亚历克斯·莫里斯·米勒

罗杰·阿诺德·特朗布利 邓堃

阿赫桑·卡马尔

莎拉·阿瓦德·亚科

(74)专利代理机构 北京连和连知识产权代理有
限公司 11278

代理人 张涛

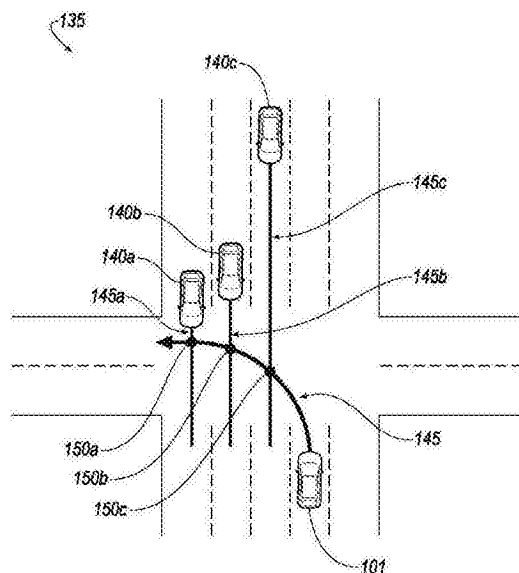
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

车辆避撞

(57)摘要

识别多个目标。预测每个目标的路径。至少部分地基于预测的路径来确定每个目标的威胁数。威胁数表示各个目标和主车辆之间的碰撞概率。基于威胁数来致动主车辆中的一个或多个车辆子系统。



1. 一种方法,包括:
识别多个目标;
预测每个目标对象的相应路径;
至少部分地基于所述预测路径来确定每个目标的相应威胁数,每个威胁数表示各个目标与主车辆之间的碰撞概率;和
基于所述威胁数来致动所述主车辆中的一个或多个车辆子系统。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中每个所述威胁数是基于目标速度、目标加速度、目标位置、所述目标和所述主车辆之间的距离以及所述主车辆的预计路径中的至少一个。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述车辆子系统包括制动子系统、转向子系统和推进子系统。
4. 根据权利要求1所述的方法,还包括确定具有高于威胁数阈值的威胁数的目标并且致动所述一个或多个车辆子系统以使所述主车辆移动远离威胁数高于所述威胁数阈值的所述目标的预计路径。
5. 根据权利要求4所述的方法,还包括致动制动子系统以在穿过威胁数高于所述威胁数阈值的所述目标的所述预计路径之前停止所述主车辆。
6. 根据权利要求4所述的方法,还包括致动推进子系统以在威胁数高于所述威胁数阈值的所述目标到达所述主车辆的所述预计路径之前使所述主车辆移动通过所述目标的所述预计路径。
7. 根据权利要求1所述的方法,还包括确定所述主车辆的路径的一部分,所述主车辆的路径的所述一部分距离威胁数高于威胁数阈值的目标的路径远于预定距离,并且致动所述一个或多个车辆子系统以将所述主车辆停止在所述主车辆的路径的所述一部分中。
8. 根据权利要求1所述的方法,还包括识别多个交叉点,每个所述交叉点是其中一个所述目标的预计路径与所述主车辆的预计主路径交叉的区域,并且致动所述一个或多个车辆子系统,以规避威胁数高于威胁数阈值的目标的交叉点。
9. 根据权利要求8所述的方法,还包括将所述主车辆停止在所述预计主路径中直到所述目标通过所述交叉点。
10. 根据权利要求8所述的方法,还包括使所述主车辆在所述预计主路径中减速直到所述目标通过所述交叉点。
11. 根据权利要求3-10中任一项所述的方法,其中每个所述威胁数是基于目标速度、目标加速度、目标位置、所述目标和所述主车辆之间的距离以及所述主车辆的预计路径中的至少一个。
12. 根据权利要求2-3和7-10中任一项所述的方法,还包括确定具有高于威胁数阈值的威胁数的目标并且致动所述一个或多个车辆子系统以使所述主车辆移动远离威胁数高于所述威胁数阈值的所述目标的预计路径。
13. 一种计算机,编程为执行权利要求1-10中任一项所述的方法。
14. 一种车辆,包含权利要求13所述的计算机。
15. 一种计算机程序产品,包含计算机可读介质,所述计算机可读介质存储可由计算机处理器执行以实施权利要求1-10中任一项所述的方法的指令。
16. 一种系统,包括计算机,所述计算机包括处理器和存储器,所述存储器存储可由所

述计算机执行以进行以下操作的指令：

识别多个目标对象；

预测每个目标对象的相应路径；

至少部分地基于所述预测路径来确定每个目标的相应威胁数，每个威胁数表示各个目标与主车辆之间的碰撞概率；和

基于所述威胁数来致动所述主车辆中的一个或多个车辆子系统。

车辆避撞

技术领域

[0001] 本公开涉及一种车辆避撞系统和相关方法。

背景技术

[0002] 车辆碰撞经常发生在交叉路口。避撞系统使用传感器来检测可能在交叉路口中与主车辆碰撞的目标。系统可以检测目标物体位置和速度,以确定与主车辆碰撞的概率。但是,交叉路口可能有多个需要规避的目标。当前缺少关于具有多个目标的交叉路口的避撞系统。

发明内容

[0003] 根据本发明,公开了一种系统,包括计算机,计算机包括处理器和存储器,存储器存储可由计算机执行以进行以下操作的指令:

[0004] 识别多个目标对象;

[0005] 预测每个目标对象的相应路径;

[0006] 至少部分地基于预测路径来确定每个目标的相应威胁数,每个威胁数表示各个目标与主车辆之间的碰撞概率;和

[0007] 基于威胁数来致动主车辆中的一个或多个车辆子系统。

[0008] 根据本公开的一个实施例,其中每个威胁数是基于目标速度、目标加速度、目标位置、目标和主车辆之间的距离以及主车辆的预计路径中的至少一个。

[0009] 根据本公开的另一实施例,其中车辆子系统包括制动子系统、转向子系统和推进子系统中的一个或多个。

[0010] 根据本公开的另一实施例,其中指令还包括用于确定具有高于威胁数阈值的威胁数的目标并且致动一个或多个车辆子系统以使主车辆移动远离威胁数高于威胁数阈值的目标的预计路径的指令。

[0011] 根据本公开的另一实施例,其中指令还包括用于致动制动子系统以在穿过威胁数高于威胁数阈值的目标的预计路径之前停止主车辆的指令。

[0012] 根据本公开的另一实施例,其中指令还包括致动推进子系统以在威胁数高于威胁数阈值的目标到达主车辆的预计路径之前使主车辆移动通过该目标的预计路径的指令。

[0013] 根据本公开的另一实施例,其中指令还包括用于确定主车辆的路径的一部分的指令,该主车辆的路径的一部分距离威胁数高于威胁数阈值的目标的路径远于预定距离,并且指令还包括致动一个或多个车辆子系统以将主车辆停止在该主车辆的路径的一部分中的指令。

[0014] 根据本公开的另一实施例,其中指令还包括用于识别多个交叉点的指令,每个交叉点是其中一个目标的预计路径与主车辆的预计主路径交叉的区域,并且指令还包括致动一个或多个车辆子系统以规避威胁数高于威胁数阈值的目标的交叉点的指令。

[0015] 根据本公开的另一实施例,其中指令还包括将主车辆停止在预计主路径中直到目

标通过交叉点的指令。

[0016] 根据本公开的另一实施例,其中指令还包括使主车辆在预计主路径中减速直到目标通过交叉点的指令。

[0017] 根据本发明,公开了一种方法,包括:

[0018] 识别多个目标;

[0019] 预测每个目标对象的相应路径;

[0020] 至少部分地基于预测路径来确定每个目标的相应威胁数,每个威胁数表示各个目标与主车辆之间的碰撞概率;和

[0021] 基于威胁数来致动主车辆中的一个或多个车辆子系统。

[0022] 根据本公开的一个实施例,其中每个威胁数是基于目标速度、目标加速度、目标位置、目标和主车辆之间的距离以及主车辆的预计路径中的至少一个。

[0023] 根据本公开的另一实施例,其中车辆子系统包括制动子系统、转向子系统和推进子系统。

[0024] 根据本公开的另一实施例,还包括确定具有高于威胁数阈值的威胁数的目标并且致动一个或多个车辆子系统以使主车辆移动远离威胁数高于威胁数阈值的目标的预计路径。

[0025] 根据本公开的另一实施例,还包括致动制动子系统以在穿过威胁数高于威胁数阈值的目标的预计路径之前停止主车辆。

[0026] 根据本公开的另一实施例,还包括致动推进子系统以在威胁数高于威胁数阈值的目标到达主车辆的预计路径之前使主车辆移动通过该目标的预计路径。

[0027] 根据本公开的另一实施例,还包括确定主车辆的路径的一部分,该主车辆的路径的一部分距离威胁数高于威胁数阈值的目标的路径远于预定距离,并且致动一个或多个车辆子系统以将主车辆停止在该主车辆的路径的一部分中。

[0028] 根据本公开的另一实施例,还包括识别多个交叉点,每个交叉点是其中一个目标的预计路径与主车辆的预计主路径交叉的区域,并且致动一个或多个车辆子系统,以规避威胁数高于威胁数阈值的目标的交叉点。

[0029] 根据本公开的另一实施例,还包括将主车辆停止在预计主路径中直到目标通过交叉点。

[0030] 根据本公开的另一实施例,还包括使主车辆在预计主路径中减速直到目标通过交叉点。

附图说明

[0031] 图1是避撞系统的框图;

[0032] 图2示出了主车辆和多个目标对象之间的示例交叉路口;

[0033] 图3示出了主车辆和多个目标对象之间的另一示例交叉路口;

[0034] 图4示出了通过图1的系统在交叉路口处规避碰撞的过程。

具体实施方式

[0035] 主车辆中的计算设备识别交叉路口中的多个目标。基于目标速度、行进方向和位

置,计算设备确定每个目标的行进预测路径。计算设备基于预测路径确定每个目标的威胁数。威胁数表示目标和主机之间发生碰撞的概率。基于相应的威胁数,计算设备致动一个或多个车辆子系统以减速和/或在停止点处停止主车辆,以规避威胁数高于威胁数阈值的目标。当目标在交叉路口中移动时,通过检测多个目标并生成每个目标的威胁数,主车辆可以规避具有在交叉路口中碰撞概率的多个目标。因此,主车辆可以规避在与多个目标在交叉路口中的碰撞。

[0036] 图1示出了用于检测交叉路口135和主车辆101的碰撞规避的系统100。在此应用于车辆101的单词“主(host)”意味着车辆101是从其视角来看执行碰撞规避的车辆,例如包括计算机105、数据收集器110等的车辆101,如本文中所公开的,该车辆101如本文所述那样操作以执行碰撞规避。

[0037] 除非另有明确说明,在本公开中,“交叉路口”被定义为两个或多个车辆101的当前或潜在未来路径交叉的位置。因此,交叉路口135可以在两个或多个车辆101可能碰撞的表面上任何位置,例如道路、车道、停车场、公共道路的入口、行驶路径等。因此,通过识别两个或更多个车辆101可能相遇的位置(即碰撞)来确定交叉路口135。这种确定使用主车辆101以及附近的其他车辆101和/或其他物体(即目标140)的潜在的未来轨迹。

[0038] 车辆101中的计算设备105被编程为从一个或多个数据收集器110(例如,车辆101传感器)接收涉及与车辆101相关的各种数据115的收集的数据115。例如,车辆101数据可以包括车辆101的位置、目标140的位置等。位置数据115可以是已知的形式,例如通过如已知的使用全球定位系统(GPS)的导航系统获得的地理坐标(纬度和经度坐标)。数据115的其他示例可以包括车辆101系统和部件的测量,例如车辆101速度、车辆101轨迹等。

[0039] 如已知的,计算设备105通常被编程为在车辆网络或通信总线上进行通信。通过网络、总线和/或其他有线或无线机制(例如,车辆101中的有线或无线局域网),计算设备105可以向车辆101中的各种设备发送消息和/或从各种设备接收消息,例如从控制器、致动器、传感器等,包括数据收集器110。或者或另外,在计算设备105实际上包括多个设备的情况下,车辆网络或总线可以用于在本公开中表示为计算设备105的设备之间的通信。此外,计算设备105可以被编程通过网络120通信,如下所述,其可以包括各种有线和/或无线联网技术,例如蜂窝、蓝牙、有线和/或无线分组网络等。

[0040] 数据存储单元106可以是任何已知类型,例如硬盘驱动器、固态驱动器、服务器或任何易失性或非易失性介质。数据存储单元106可以存储从数据收集器110发送的收集的数据115。

[0041] 车辆101可以包括多个子系统107。子系统107控制车辆101部件,例如车辆座椅、镜子、可倾斜和/或可伸缩方向盘等。子系统107包括例如转向子系统、制动子系统、推进子系统(例如,包括内燃机和/或电动马达的动力传动系统)等。计算设备105可以致动子系统107以控制车辆101的部件,例如将车辆101停下,来规避目标等。

[0042] 数据收集器110可以包括各种设备。例如,车辆中的各种控制器可以作为数据收集器110操作,以经由车辆101网络或总线提供数据115,例如与车速、加速度、位置、系统和/或组件功能等相关的数据115。此外,其他数据收集器110可以包括摄像机、运动检测器等,即提供用于评估目标140的位置、预计目标140的路径145等的的数据115的数据收集器110。

[0043] 收集的数据115可以包括在车辆101中收集的各种数据。上面提供了收集的数据

115的示例。此外,通常使用一个或多个数据收集器110收集数据115,并且还可以包括在计算设备105和/或服务器125中从其中计算的数据。通常,收集的数据115可以包括可由数据收集器110收集的和/或从这样的数据计算出的任何数据。

[0044] 系统100还可以包括连接到服务器125和数据存储器130的网络120。计算机105还可被编程为经由网络120(与一个或多个远程站点(诸如服务器125)进行通信,该远程站点可能包括数据存储器130。网络120表示车辆计算机105可以通过其与远程服务器125通信的一个或多个机制。因此,网络120可以是各种有线或无线通信机制中的一个或多个,包括有线(例如,电缆和光纤)和/或无线(例如,蜂窝、无线、卫星、微波和射频)通信机制和任何期望的网络拓扑(或者当使用多个通信机制时的多个拓扑)的任何期望的组合。示例性通信网络包括提供数据通信服务的无线通信网络(例如,使用蓝牙、IEEE 802.11等)、局域网(LAN)和/或广域网(WAN),包括因特网。

[0045] 图2示出了主车辆101和多个目标140之间的示例性交叉路口135。图2中的交叉路口135是包含一个主车辆101和三个目标物体(有时简称为“目标”)140a、140b、140c的多车道道路交叉路口。示出的图2的主车辆101将进行左转弯,这将使主车辆101移动到目标140a、140b、140c的轨迹中。在双向右侧驾驶道路上左转弯的主车辆101将在左转弯之前使主车辆101移动经过其他车辆101相对于主车辆101的方向反向移动的车道。也就是说,左转弯中的主车辆101必须穿过目标140在交叉路口135中朝向主车辆101移动的车道,这增加了碰撞的概率。

[0046] 目标140是具有与主车辆101碰撞的可能性的对象。例如,目标140可以是另一个车辆101,即具有目标140速度、目标140行驶方向以及与主车辆101的目标140距离的目标车辆140。图2的示例包括三个目标车辆140a、140b、140c。如上所述,目标车辆140a、140b、140c在主车辆101左转之前与主车辆101正在移动的方向相反的方向上移动。如果目标车辆140a、140b、140c在其行进方向上继续行进,即直线,则主车辆101将随着主车辆101左转而在目标140a、140b、140c的前方穿过。目标可以是另一移动物体,例如行人、自行车等。目标140可以可选地是静止物体,例如道路标志、灯柱、公路中央壁等。

[0047] 计算设备105为每个目标140确定路径145。路径145是基于目标轨迹的一个或多个元素(例如目标140速度、目标140行进方向、目标140位置等)的目标140将遵循的预测行驶路线。也就是说,路径145可以表示为具有两条边缘的条带,该边缘间隔开目标140的宽度(例如2米)的距离,该边缘沿着目标140被预测行进的线路延伸。在图2的示例中,计算设备105确定目标140a的目标路径145a、目标140b的目标路径145b和目标140c的目标路径145c。计算设备105还基于例如主车辆101速度、主车辆101的行驶方向、主车辆101的位置等预测主车辆101的主路径145。如这里所使用的,目标140和/或主车辆101的“位置”指的是参考坐标系中的坐标指定的位置,例如地理坐标、预定XYZ笛卡尔网格上的一组坐标等。计算设备105被编程为致动车辆子系统107来移动主车辆101以规避目标路径145a、145b、145c中的至少一个。在图2的示例中,主路径145指示主车辆101在交叉路口135中左转,目标路径145a、145b、145c指示相应的目标140a、140b、140c在交叉路口中直线移动135。

[0048] 交叉路口135包括至少一个交叉点150。交叉点150是两个路径145相交的区域,并且可以指示潜在的碰撞。也就是说,路径145包括多个“位置点”,即各自指定位置的点。计算设备105将目标路径145的位置点与主路径145的位置点进行比较,并找到位置点指示目标

路径145和主路径145相交的预定范围内的位置点。目标路径145和主路径145相交的区域被定义为交叉点150。也就是说,在交叉点150处,主车辆101和目标140共享相同的位置,并且如果主车辆101和目标140同时在交叉点150处,主车辆101和目标140可能碰撞。

[0049] 交叉点150可以指示目标140和主车辆101之间的潜在的碰撞。在图2的示例中,由于主车辆101正在穿过目标车辆140a、140b、140c正在移动的车道中左转弯,主路径145将穿过目标路径145a、145b、145c。每个目标路径145a、145b、145c具有指示目标路径145a、145b、145c和主路径145交叉的相应交叉点150a、150b、150c。因此,交叉点150a、150b、150c表示主车辆101和各个目标140a、140b、140c之间可能碰撞处的位置。

[0050] 根据已知技术,计算设备105基于路径145和交叉点150来确定每个目标140的威胁数。目标140的威胁数表示目标140之间的碰撞的概率。可以基于主车辆101的位置、速度、行驶方向、转向能力、目标140位置、速度、行驶方向、转向能力等中的至少一个来确定威胁数。也就是说,威胁数表示目标140和主车辆101将在交叉点150处碰撞的可能性,以及目标140和主车辆101中的任一个是否可以规避碰撞。威胁数通常是0到1之间的值,数字更接近1表示更高的碰撞概率。例如,威胁数可以是目标140在进入主车辆路径145之前停止的所需减速度(即,“零程(zero range)”减速度)与目标140的预定最大减速度的比率。因此,如果第一目标140(例如,目标140a)具有比第二目标140(例如,目标140b)的零程减速度更高的零程减速度,第一目标140的威胁数将高于第二目标的威胁数。因此,计算设备105将确定第一目标140具有比第二目标140更高的将与主车辆101碰撞的概率。计算设备105使用威胁数来确定对主车辆101中的车辆子系统107的特定调整,以规避具有高于威胁数阈值的威胁数的目标140以规避碰撞。

[0051] 基于威胁数,计算设备105可以确定主车辆101规避与目标140的碰撞的停止点。“停止点”是主路径145的一部分,在此处主车辆101可以减速和/或停止以规避具有高于威胁数阈值的威胁数的目标140,直到那些目标140的威胁数低于威胁数阈值。也就是说,指示主车辆101的主路径145的部分,在该部分中主车辆101可以减速和/或停止以规避与目标140的碰撞。停止点可以被确定为主路径145的一部分,其距离目标路径145的边缘大于预定距离,例如2米。

[0052] 如图2所示,交叉口135包括三个交叉点150a、150b、150c。基于目标140a、140b、140c的威胁数,主车辆101可以沿主路径145减速和/或停止,以规避与威胁数高于威胁数阈值的目标140a、140b、140c的碰撞。例如,如果目标140a的威胁数高于威胁数阈值,但是目标140b、140c的威胁数低于威胁数阈值,则停止点可以包括交叉点150b、150c中的一个并且排除交叉点150a。因为目标140b、140c的威胁数低于威胁数阈值,所以计算设备105确定主车辆101与目标140b、140c之间的碰撞的概率允许计算设备105使主车辆101在交叉点150b、150c中的一个处减速和/或停止,直到目标140a的威胁数低于威胁数阈值。

[0053] 然而,即使目标140的威胁数当前低于威胁数阈值,当主车辆101到达停止点时,其他目标140的威胁数可以增加到威胁数阈值以上。例如,由于目标140a的威胁数高于威胁数阈值,所以计算设备105可以确定停止点远离目标路径145a,例如交叉点150b。如果主车辆101停留在交叉点150b处,则主车辆101将在目标路径145b中,并且目标140b的威胁数将增加。在目标140a通过交叉点150a,从而允许主车辆101从交叉点150b移开之前,如果目标140b的威胁数增加到威胁数阈值之上,则目标140b可能与主车辆101碰撞。

[0054] 为了解决其他目标140上升的威胁数,计算设备105可以确定当主车辆101处于初始确定的停止点时目标140的威胁数,并且可以重新计算停止点以规避当主车辆101处于初始确定的停止点时将具有高于威胁数阈值的威胁数的目标140。继续上述示例,计算设备105可以确定目标140b的威胁数将在主车辆101处于作为计算设备105最初确定规避目标140a的停止点的交叉点150b处时上升至威胁数阈值之上。因此,计算设备可以确定新的停止点以规避目标140b的路径145b。计算设备105可以继续重新计算停止点,直到当主车辆101处在交叉路口135中时,所有具有高于威胁数阈值的威胁数的目标140都能被解决。

[0055] 当主车辆101在交叉路口135中时,可能存在威胁数不会上升超过威胁数阈值的目标140。例如,目标140c可以距离交叉点150c一定距离,该距离距主车辆101足够远,使得主车辆101可以停在距离目标路径145b预定距离,等待目标140a、140b通过交叉路口135,然后在目标140c到达交叉点150c之前沿主路径145移动。也就是说,在该示例中,目标140c的威胁数表示即使当主车辆101停在交叉点150c直到目标140a、140b通过交叉点150a、150b时,在交叉点150c处仍将存在较低的碰撞概率。在目标140a、140b通过交叉点150a、150b之后,主车辆101可沿主路径145继续,以避开目标140c。交叉点150c因此可以是停止点的一部分。此外,目标140c可以包括计算设备105,一俟检测到交叉点150c处的主车辆101,在主车辆101停在交叉点150c的情况下,计算设备105致动目标140c车辆子系统107以在目标140c到达交叉点150c之前减速和/或停止目标140c。

[0056] 图3示出了另一个示例性交叉路口135。交叉路口135包括主车辆101和三个目标140a、140b、140c。这里的主车辆轨迹大体上垂直于目标140a、140b、140c的轨迹。也就是说,主路径145从左到右是直的,而目标路径145a、145b、145c从上到下是直的,即,主车辆101和目标140a、140b、140c都大体不偏离直线轨迹。目标140a、140b、140c因此相对于主车辆101横向移动,在本例中相对于主车辆行驶的道路横向移动。主路径145和目标路径145a、145b、145c在相应的交叉点150a、150b、150c处相交。

[0057] 如上面针对图2所述,计算设备105确定目标140a、140b、140c的威胁数。基于威胁数,计算设备105沿着主路径145确定主车辆101的停止点。例如,如果目标140a的威胁数最初高于威胁数阈值,并且目标140b的威胁数将基于为规避目标140a所确定的停止点而上升到威胁数阈值以上,计算设备105可以确定排除交叉点150a、150b的停止点,以防止主车辆101在交叉点150a、150b停止。计算设备105然后致动车辆子系统107以使主车辆101减速和/或在停止点处停止以规避目标140a、140b。由于目标140c的威胁数低于威胁数阈值,并且将保持低于威胁数阈值,直到主车辆离开交叉路口135为止,则计算设备可以确定目标140c的路径145c中的停止点,例如交叉点150c。因此,主车辆101可以规避与在交叉路口135中相对于主车辆101横向运动的多个目标140的碰撞。

[0058] 图4示出了用于在交叉路口135中操作车辆101的过程200。过程200在框205中开始,其中计算设备105通常使用一个或多个已知的机制收集数据115并且检测多个目标140。举个例子,计算设备105可以收集指示多个目标车辆140的雷达数据115、每个目标车辆140的速度、每个目标车辆140的行驶方向等。目标140可以是例如车辆101、行人、道路标志等。如上所述,图2和图3的示例示出了计算设备105检测到三个目标140a、140b、140c。

[0059] 接下来,在框210中,计算设备105为每个目标140和主车辆101预计路径145。路径145预测目标140的运动,并且指示主车辆101和目标140之间的碰撞的概率。可以基于例如

目标速度、目标行进方向、目标位置等中的至少一个来预测路径140。例如,数据115可以指示每个目标车辆140的速度、每个目标车辆140的行驶方向以及每个目标车辆140的位置。基于数据115,计算设备105可以预测每个目标车辆140和主车辆101将遵循的路径145。在图2和图3的示例中,目标车辆140a、140b、140c各自在各自的车道中移动,使得路径145a、145b、145c指示目标车辆140a、140b、140c将相对于道路车道直线向前移动。

[0060] 接下来,在框215中,计算设备105确定每个目标140的威胁数。如上所述,威胁数表示目标140和主车辆101之间的碰撞的概率。威胁数是至少部分地基于目标140的预计路径145和主车辆101的预计主路径145。在图2的示例中,目标140a的威胁数可以高于目标140c的威胁数,因为目标140a比目标140c更靠近主车辆101。

[0061] 接下来,在框220中,计算设备105比较目标140和主车辆101的路径145,并且确定目标140的路径145和主车辆101的路径145交叉的交叉点150。也就是说,主路径和目标路径145包括沿着路径145的每个点的位置信息。计算设备105可以识别沿着目标路径145的特定点,这些特定点在沿着主路径145上的主路径和目标路径145相交的特定点的预定范围内。如果目标140和主车辆101同时处于交叉点150的其中之一处,则主车辆101和目标140将发生碰撞。具有高于威胁数阈值的威胁数的目标的交叉点150表示主车辆101应规避以防止碰撞的位置。

[0062] 接下来,在框225中,计算设备105确定主车辆101的停止点。停止点指示主车辆101可以减速和/或停止来规避与目标140碰撞的主车辆101的路径145的一部分。如上所述,停止点不包括具有高于威胁数阈值的威胁数的目标140的交叉点150,即,停止点表示主车辆101规避具有高于威胁数阈值的威胁数的目标140的位置。

[0063] 接下来,在框230中,计算设备105致动车辆子系统107以将主车辆101移动到停止点。例如,计算设备105可以致动制动子系统107以停止主车辆101并允许目标140通过。在另一示例中,计算设备105可以致动转向子系统107以将主车辆101的主路径145远离目标140的路径145。在另一示例中,计算设备101可以致动推进子系统107以在目标140到达交叉点150之前沿着主路径145移动主车辆101通过交叉点150。在框230之后,过程200结束。

[0064] 如本文所使用的,修饰形容词的副词“大体上”意味着形状、结构,测量、值、计算等可能因为材料、加工、制造、传感器测量、计算、处理时间、通信时间等方面的缺陷而偏离精确描述的几何、距离、测量、值,计算等。

[0065] 计算设备105通常各自包括可由一个或多个计算设备(诸如上述那些)执行并且用于执行上述过程的框或步骤的指令。计算机可执行指令可以由使用各种编程语言和/或技术创建的计算机程序进行编译或解释,包括但不限于单独或组合的Java™、C、C++、Visual Basic、Java Script、Perl、HTML等。通常,处理器(例如,微处理器)从存储器、计算机可读介质等接收指令,并执行这些指令,从而执行一个或多个过程(包括一个或多个本文所述的过程)。可以使用各种计算机可读介质来存储和发送这样的指令和其他数据。计算设备105中的文件通常是存储在诸如存储介质、随机存取存储器等计算机可读介质上的数据的集合。

[0066] 计算机可读介质包括参与提供可由计算机读取的数据(例如指令)的任何介质。这样的介质可以采取许多形式,包括但不限于非易失性介质、易失性介质等。非易失性介质包括例如光盘或磁盘以及其它永久存储器。易失性介质包括通常构成主存储器的动态随机存取存储器(DRAM)。计算机可读介质的常见形式包括例如软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任何其他

磁介质、只读光盘驱动器 (CD-ROM)、数字化视频光盘 (DVD)、任何其他光学介质、打孔卡、纸带、任何其他物理具有孔图案的介质、随机存取存储器 (RAM)、可编程只读存储器 (PROM)、可擦可编程只读存储器 (EPROM)、快速电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)、任何其他存储器芯片或存储盒、或计算机可从其读取的任何其他介质。

[0067] 对于本文所述的媒体、过程、系统、方法等,应当理解,尽管已经将这些过程的步骤描述为根据某个有序序列发生,但是这些过程可以以按照除本文所描述以外的顺序执行的所述步骤来实施。还应当理解,可以同时执行某些步骤,可以添加其他步骤,或者可以省略在此描述的某些步骤。例如,在过程200中,可以省略一个或多个步骤,或者可以以与图4所示不同的顺序执行步骤。换句话说,本文中提供的对系统和/或过程的描述被用于说明某些实施例的目的,并且不应被解释为限制所公开的主题。

[0068] 因此,应当理解,包括上述说明书以及附图和下面的权利要求的本公开旨在是说明性的而不是限制性的。在阅读上述说明书之后,除了所提供的实施例之外的许多实施例和应用对于本领域技术人员将是显而易见的。本发明的范围不应参照上述说明书来确定,而应参考所附权利要求和/或包括在基于本公开的非临时专利申请中的权利要求以及这些权利要求所享有的全部等同范围来确定。可以预期和设想的是未来的发展将发生在本文讨论的领域中,并且所公开的系统和方法将被并入到今后的实施例中。总之,应当理解,所公开的主题能够进行修改和变更。

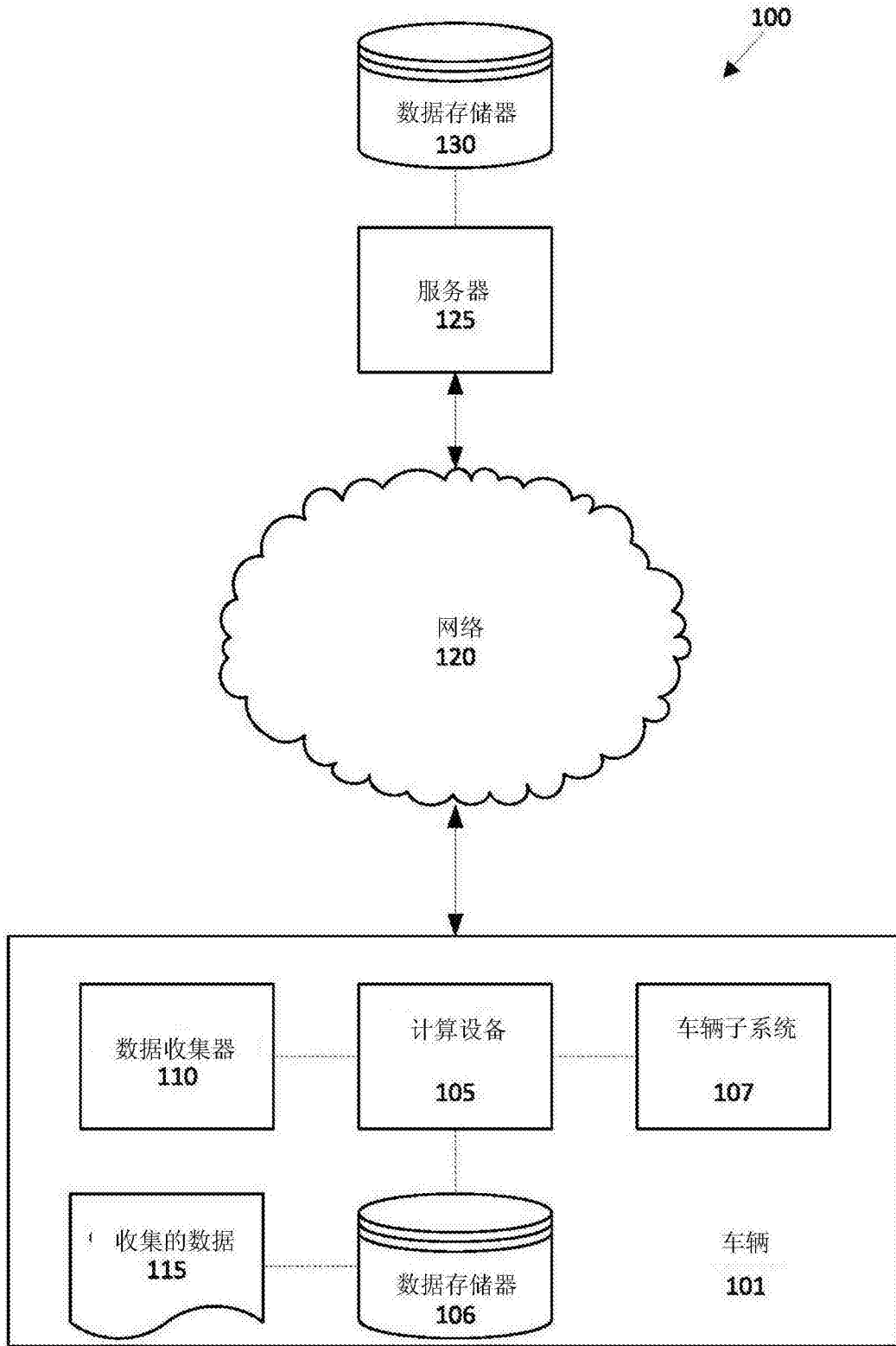


图1

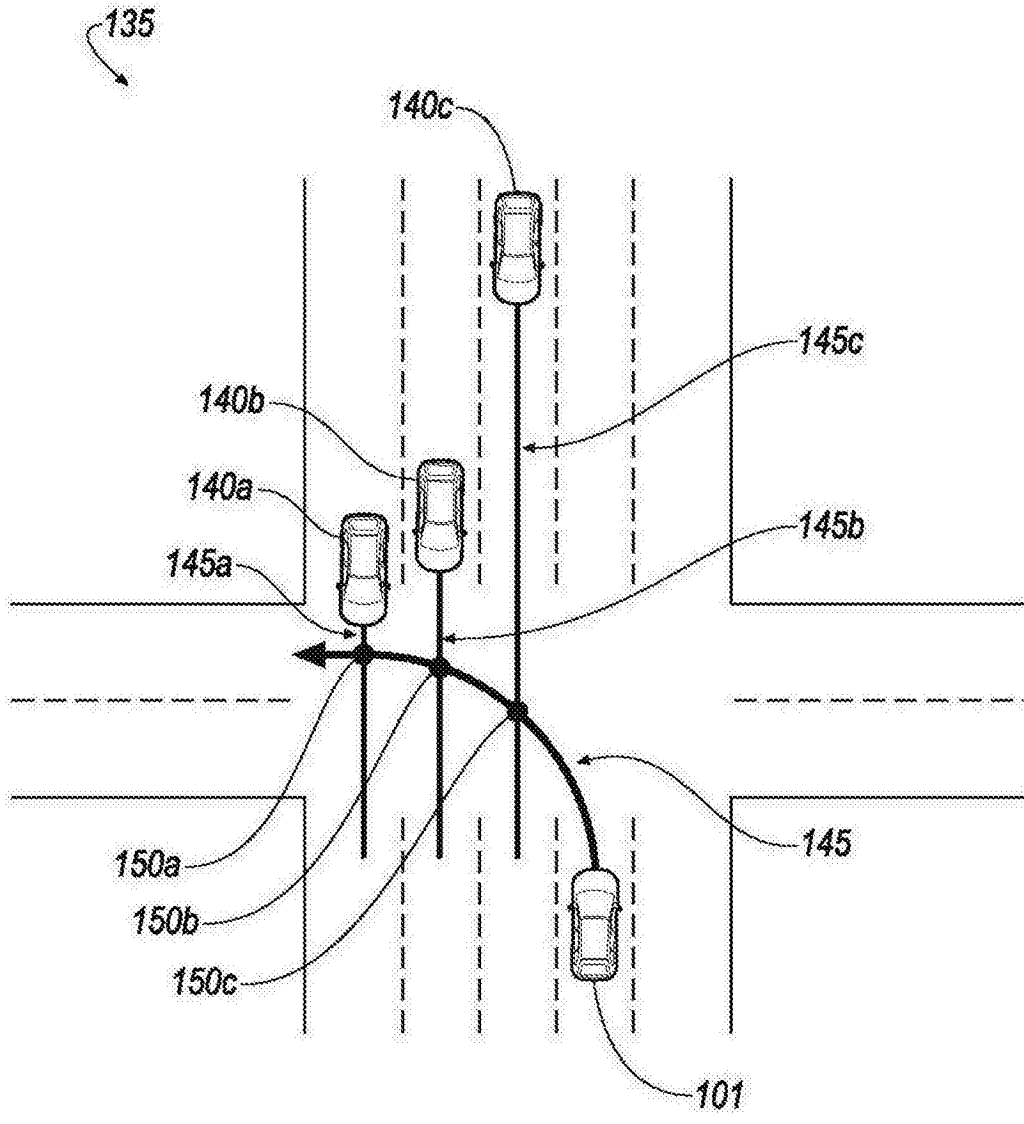


图2

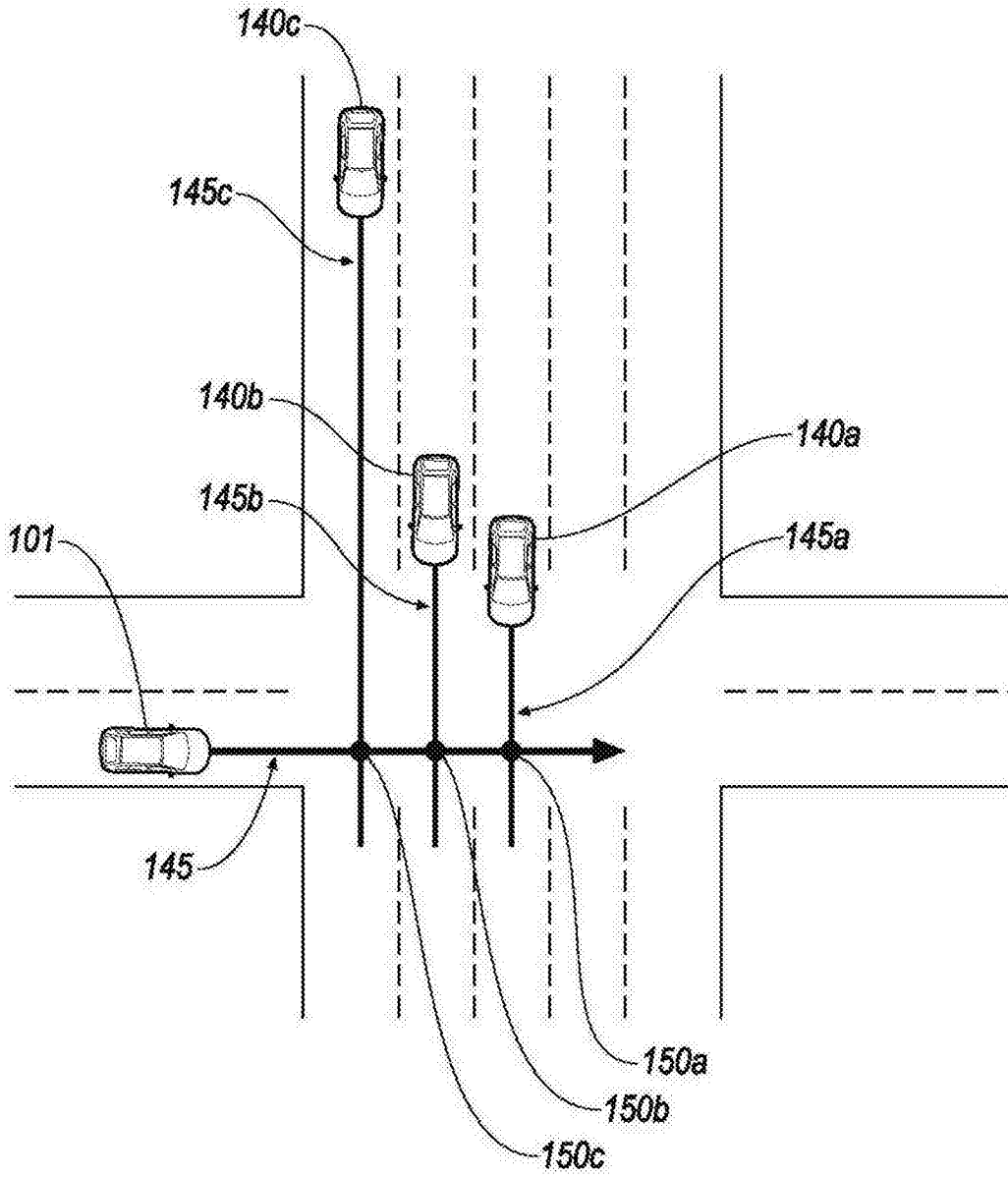


图3

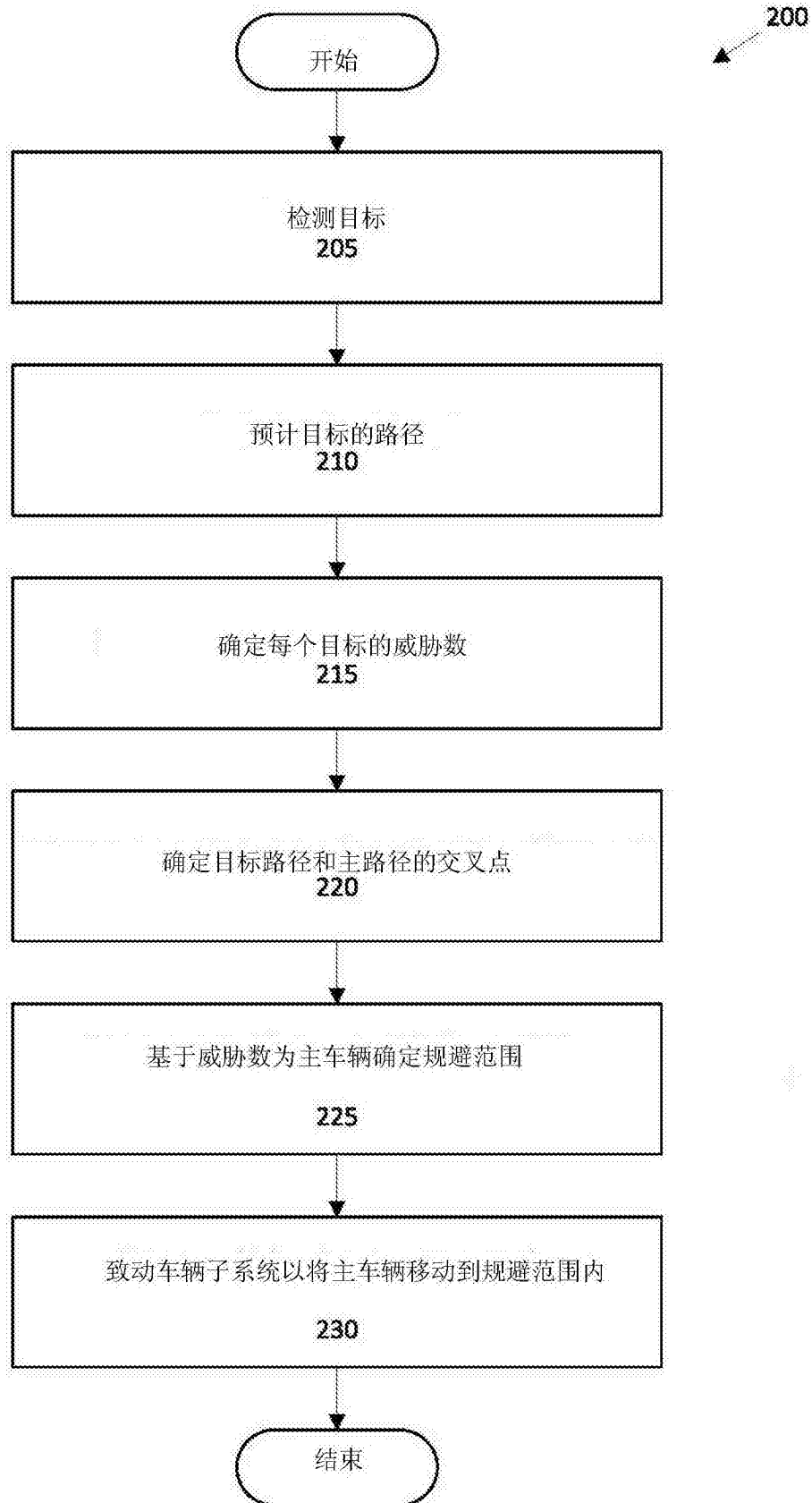


图4