



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103155015 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201180043108. 3

(22) 申请日 2011. 09. 08

(30) 优先权数据

2010-201214 2010. 09. 08 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 03. 07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/070518 2011. 09. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/033173 JA 2012. 03. 15

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 清水司 大滨吉纮 永田真一

清水政行 佐久川纯

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 李洋 舒艳君

(51) Int. Cl.

G08G 1/16(2006. 01)

B60R 21/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2006219119 A, 2006. 08. 24,

JP 2007102639 A, 2007. 04. 19,

CN 101529486 A, 2009. 09. 09,

审查员 申丽娟

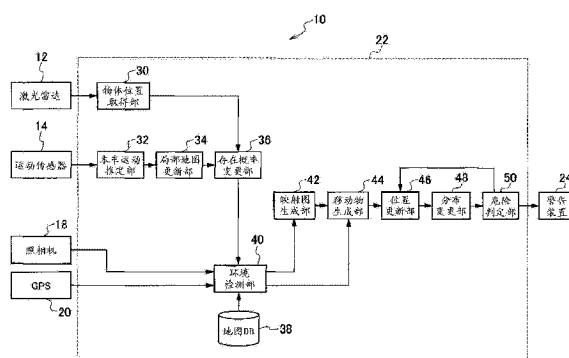
权利要求书4页 说明书25页 附图19页

(54) 发明名称

移动物预测装置、假想活动物预测装置、程序模块、移动物预测方法以及假想活动物预测方法

(57) 摘要

本发明提供移动物预测装置、假想活动物预测装置、程序模块、移动物预测方法以及假想活动物预测方法。利用环境检测部(40)检测移动物的位置、动作状态以及移动状态,并且检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域。利用映射图生成部(42)生成对检测到的道路划分的区域以及静止物的区域附加了存在可能度的存在可能度映射图。利用移动物生成部(44)基于检测到的移动物的位置、动作状态以及移动状态生成移动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于存在可能度映射图。利用位置更新部(46)基于移动物的移动状态分布使移动物的位置分布移动,利用分布变更部(48)基于存在可能度映射图的存在可能度使移动了的位置分布变更,预测存在可能度映射图上的移动物的将来的位置。由此,能够在各种各样的状况下高精度地预测移动物的将来的位置。



1. 一种移动物预测装置, 其中,

所述移动物预测装置包括:

移动物检测部, 该移动物检测部从检测对象范围检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态;

区域检测部, 该区域检测部从所述检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域;

映射图生成部, 该映射图生成部生成对由所述区域检测部检测到的所述道路划分的区域以及所述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图;

移动物记录部, 该移动物记录部基于由所述移动物检测部检测到的所述移动物的位置以及动作状态或者移动状态生成所述移动物的位置分布以及移动状态分布, 并记录于所述存在可能度映射图; 以及

预测部, 该预测部基于所述移动物的移动状态分布使所述移动物的位置分布移动, 并且基于所述存在可能度映射图的存在可能度变更所述移动的位置分布, 从而预测所述存在可能度映射图上的所述移动物的将来的位置分布。

2. 根据权利要求 1 所述的移动物预测装置, 其中,

所述位置分布由多个移动物粒子表示,

所述预测部基于所述移动物的移动状态分布使表示所述移动物的位置分布的所述多个移动物粒子分别移动, 并且通过基于所述存在可能度映射图的存在可能度使所述移动了的移动物粒子消失并复制其他的移动物粒子来变更所述移动物的位置分布, 从而预测所述存在可能度映射图上的所述移动物的将来的位置分布。

3. 根据权利要求 1 所述的移动物预测装置, 其中,

所述位置分布由概率分布表示,

所述预测部基于所述移动物的移动状态分布使表示所述移动物的位置分布的所述概率分布移动, 并且通过基于所述存在可能度映射图的存在可能度对所述移动了的概率分布进行加权来变更所述移动物的位置分布, 从而预测所述存在可能度映射图上的所述移动物的将来的位置分布。

4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的移动物预测装置, 其中,

所述区域检测部还检测所述道路划分的种类以及所述静止物的高度,

所述映射图生成部对所述道路划分的区域附加与所述道路划分的种类相应的所述存在可能度, 并对所述静止物的区域附加与所述静止物的高度相应的所述存在可能度, 从而生成所述存在可能度映射图。

5. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的移动物预测装置, 其中,

所述移动物检测部从所述检测对象范围除了检测所述移动物的位置以及动作状态或者移动状态之外, 还检测所述移动物的种类,

所述映射图生成部生成对所述移动物的每个种类附加了所述存在可能度的所述存在可能度映射图。

6. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的移动物预测装置, 其中,

所述预测部基于所述移动物的移动状态分布使所述移动物的位置分布移动, 并且基于

对与所述位置分布对应的区域附加的存在可能度的大小、或者基于对与所述位置分布对应的区域附加的存在可能度以及与所述移动前的位置分布对应的区域附加的存在可能度两者之差或者两者之比来变更所述移动了的位置分布,从而预测所述存在可能度映射图上的所述移动物的将来的位置分布。

7. 根据权利要求1~3中任一项所述的移动物预测装置,其中,

所述移动物预测装置还包括危险度计算部,该危险度计算部基于由所述预测部预测出的计算对象的移动物的位置分布和所述计算对象的移动物以外的移动物的位置分布来计算所述计算对象的移动物与所述计算对象的移动物以外的移动物的碰撞危险度。

8. 根据权利要求1~3中任一项所述的移动物预测装置,其中,

所述移动物记录部基于所述检测到的静止物的区域和搭载本装置的移动物的位置确定从所述搭载本装置的移动物观察时的因静止物而形成的死角区域,生成假定存在于所述确定的所述死角区域内的移动物的位置分布以及移动状态分布,并且在所述存在可能度映射图中的所述确定的死角区域内记录所述生成的移动物的位置分布以及移动状态分布。

9. 根据权利要求8所述的移动物预测装置,其中,

所述移动物记录部基于所述检测到的静止物的区域和所述搭载本装置的移动物的位置确定所述死角区域,基于由检测所述检测对象范围的移动物的移动环境的移动环境检测部检测到的所述移动环境中的所述确定的死角区域周边的移动环境,或者基于所述确定的死角区域的位置推定假定存在于所述确定的所述死角区域内的移动物的种类,生成所述死角区域内的所述移动物的位置分布以及移动状态分布,并且在所述存在可能度映射图中的所述确定的死角区域内记录所述生成的移动物的位置分布以及移动状态分布。

10. 根据权利要求1~3中任一项所述的移动物预测装置,其中,

所述移动物预测装置还包括:

物体位置检测部,该物体位置检测部检测从搭载本装置的移动物观察到的存在于所述检测对象范围的物体的位置;

运动推定部,该运动推定部推定所述搭载本装置的移动物的运动;

地图更新部,该地图更新部基于由所述运动推定部推定出的所述搭载本装置的移动物的当前的运动将前次更新了的地图信息反复更新成从当前的所述搭载本装置的移动物观察到的所述地图信息;以及

静止物记录部,每当所述地图信息被所述地图更新部更新时,该静止物记录部在所述更新了的地图信息中,在与由所述物体位置检测部检测到的当前的物体的位置对应的区块记录所述静止物的存在,并且使与从所述搭载本装置的移动物到所述检测到的当前的物体的位置之间对应的各区块中的所述静止物的存在的记录减少,

所述区域检测部基于所述地图信息检测所述静止物的区域。

11. 一种假想活动物预测装置,其中,

所述假想活动物预测装置包括:

区域检测部,该区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域;

映射图生成部,该映射图生成部生成对由所述区域检测部检测到的所述道路划分的区域以及所述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度

的存在可能度映射图；

死角区域确定部，该死角区域确定部从所述检测对象范围确定可能存在活动物的死角区域；

假想活动物生成部，该假想活动物生成部生成假定存在于由所述死角区域确定部确定的死角区域内的假想活动物；

假想活动物记录部，该假想活动物记录部针对由所述假想活动物生成部生成的所述假想活动物，假定所述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态，生成所述假想活动物的位置分布以及移动状态分布，并记录于所述存在可能度映射图；以及

预测部，该预测部基于所述假想活动物的移动状态分布使所述假想活动物的位置分布移动，并且基于所述存在可能度映射图的存在可能度变更所述移动了的位置分布，从而预测所述存在可能度映射图上的所述假想活动物的将来的位置分布。

12. 根据权利要求 11 所述的假想活动物预测装置，其中，

所述死角区域确定部确定所述死角区域，并且基于所述死角区域的死角距离设定所述存在可能度映射图中的所述死角区域的存在可能度。

13. 根据权利要求 11 所述的假想活动物预测装置，其中，

针对由所述假想活动物生成部生成的所述假想活动物，所述假想活动物记录部除了假定所述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态之外，还基于所述死角区域的存在所述假想活动物的死角距离假定所述假想活动物的种类，生成所述假想活动物的位置分布以及移动状态分布，并记录于所述存在可能度映射图。

14. 根据权利要求 11 ~ 13 中任一项所述的假想活动物预测装置，其中，

针对由所述假想活动物生成部生成的所述假想活动物，所述假想活动物记录部以所述假想活动物从所述死角区域突然出现时会与搭载本装置的移动物碰撞的方式假定所述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态，生成所述假想活动物的位置分布以及移动状态分布，并记录于所述存在可能度映射图。

15. 根据权利要求 11 ~ 13 中任一项所述的假想活动物预测装置，其中，

针对由所述假想活动物生成部生成的所述假想活动物，所述假想活动物记录部将所述死角区域内的最接近假定当所述假想活动物从所述死角区域突然出现时与搭载本装置的移动物碰撞的位置的位置假定为所述假想活动物的位置，并且以当所述假想活动物从所述死角区域突然出现时会与搭载本装置的移动物碰撞的方式假定所述假想活动物的动作状态或者移动状态，生成所述假想活动物的位置分布以及移动状态分布，并记录于所述存在可能度映射图。

16. 一种移动物预测方法，其中，

所述移动物预测方法包括：

利用移动物检测部从检测对象范围检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态，并且利用区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域的步骤；

利用映射图生成部生成对检测到的所述道路划分的区域以及所述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图的步骤；

利用移动物记录部基于检测到的所述移动物的位置以及动作状态或者移动状态生成

所述移动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于所述存在可能度映射图,进而,利用预测部基于所述移动物的移动状态分布使所述移动物的位置分布移动,并且基于所述存在可能度映射图的存在可能度变更所述移动的位置分布,从而预测所述存在可能度映射图上的所述移动物的将来的位置分布的步骤。

17. 一种假想活动物预测方法,其中,

所述假想活动物预测方法包括:

利用区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域的步骤;

利用映射图生成部生成对所述检测到的所述道路划分的区域以及所述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图的步骤;

利用死角区域确定部从所述检测对象范围确定可能存在活动物的死角区域的步骤;

利用假想活动物生成部生成假定存在于被确定的所述死角区域内的假想活动物的步骤;

利用假想活动物记录部针对所述生成的所述假想活动物,假定所述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态,生成所述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于所述存在可能度映射图的步骤;以及

利用预测部基于所述假想活动物的移动状态分布使所述假想活动物的位置分布移动,并且基于所述存在可能度映射图的存在可能度变更所述移动了的位置分布,从而预测所述存在可能度映射图上的所述假想活动物的将来的位置分布的步骤。

移动物预测装置、假想活动物预测装置、程序模块、移动物 预测方法以及假想活动物预测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及移动物预测装置、假想活动物预测装置、程序模块、移动物预测方法以及假想活动物预测方法,特别是涉及预测移动物的将来的位置的移动物预测装置、程序模块以及移动物预测方法,以及预测假想活动物的将来的位置的假想活动物预测装置、程序模块以及假想活动物预测方法。

背景技术

[0002] 以往,公知有如下的物体行驶路径预测装置:将物体随着时间的推移所取得的位置的变化生成为时空间上的轨迹,并进行物体的行驶路径的概率性的预测(日本特开 2007 — 233646 号公报)。在该物体行驶路径预测装置中,即便在作为现实而发生的状况下,也生成能够确保安全性的轨道。

[0003] 并且,公开有如下的在线风险学习系统:该系统自主地学习实际环境下的经验,从而能够针对多种多样的外界环境来识别危险度(日本特开 2008 — 238831 号公报)。该在线风险学习系统通过自动提取图像的特征量,并学习与驾驶者的驾驶操作之间的关系来实现。

[0004] 并且,公知有如下的十字路口碰撞预防装置:当在十字路口、汇合点处本车处于碰撞危险度高的状况下时,对驾驶者发出警告,由此来预防本车的碰撞(日本特开 2005 — 173703 号公报)。该十字路口碰撞预防装置在数据库中具有十字路口处的事故形式,通过基于传感信息进行检索并进行打分来实现。

[0005] 然而,在上述的日本特开 2007 — 233646 号公报所记载的技术中,并未明确针对移动物所能够移动的区域限制,移动物能够在任何位置移动,因此存在无法高精度地预测移动物的将来的位置的问题。

[0006] 并且,在上述的日本特开 2008 — 238831 号公报所记载的技术中,只要驾驶者没有进行欲改变驾驶行动的操作的倾向就不进行风险评价,因此存在具有无法预测移动物的将来的位置的情况的问题。

[0007] 并且,在上述的日本特开 2005 — 173703 号公报所记载的技术中,需要表示十字路口、汇合点处的各种各样的交通状况下的风险的数据库,存在未必能够应对实际产生的所有状况的问题。并且,由于风险评价是基于设计者的打分进行的,因此并不具有物理意义。

发明内容

[0008] 本发明就是为了解决上述的问题点而做出的,其目的在于提供一种能够在各种各样的状况下高精度地预测移动物的将来的位置的移动物预测装置、程序模块以及移动物预测方法。

[0009] 并且,本发明的目的还在于提供一种能够高精度地预测假想活动物的将来的位置的假想活动物预测装置、程序模块以及假想活动物预测方法。

[0010] 为了达成上述目的,本发明的第一实施方式构成包括:移动物检测部,该移动物检测部从检测对象范围检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态;区域检测部,该区域检测部从上述检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域;映射图生成部,该映射图生成部生成对由上述区域检测部检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图;移动物记录部,该移动物记录部基于由上述移动物检测部检测到的上述移动物的位置以及动作状态或者移动状态生成上述移动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图;以及预测部,该预测部基于上述移动物的移动状态分布使上述移动物的位置分布移动,并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动的位置分布,从而预测上述存在可能度映射图上的上述移动物的将来的位置分布。

[0011] 并且,本发明的第二实施方式涉及一种程序模块,该程序模块用于使计算机作为移动物检测部、区域检测部、映射图生成部、移动物记录部以及预测部发挥功能,其中,上述移动物检测部从检测对象范围检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态;上述区域检测部从上述检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域;上述映射图生成部生成对由上述区域检测部检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图;上述移动物记录部基于由上述移动物检测部检测到的上述移动物的位置以及动作状态或者移动状态生成上述移动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图;上述预测部基于上述移动物的移动状态分布使上述移动物的位置分布移动,并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动的位置分布,从而预测上述存在可能度映射图上的上述移动物的将来的位置分布。

[0012] 根据本发明的第一实施方式以及第二实施方式,利用移动物检测部从监测对象范围检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态。利用区域检测部从监测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域。

[0013] 进而,利用映射图生成部生成对由区域检测部检测到的道路划分的区域以及静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图。利用移动物记录部基于由移动物检测部检测到的移动物的位置以及动作状态或者移动状态生成移动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于存在可能度映射图。

[0014] 进而,利用预测部基于移动物的移动状态分布使移动物的位置分布移动,并且基于存在可能度映射图的存在可能度变更移动了的位置分布,从而预测存在可能度映射图上的移动物的将来的位置分布。

[0015] 这样,通过基于移动物的移动状态分布使位置分布移动,并且基于对道路划分的区域以及静止物的区域附加了移动物的存在可能度的存在可能度映射图变更位置分布,由此,在各种各样的状况下都能够高精度地预测移动物的将来的位置分布。

[0016] 根据本发明的第三实施方式,位置分布由多个移动物粒子表示,预测部基于移动物的移动状态分布使表示移动物的位置分布的多个移动物粒子分别移动,并且通过基于存在可能度映射图的存在可能度使移动了的移动物粒子消失并复制其他的移动物粒子来变更移动物的位置分布,从而预测存在可能度映射图上的移动物的将来的位置分布。

[0017] 根据本发明的第四实施方式,位置分布由概率分布表示,预测部基于移动物的移

动状态分布使表示移动物的位置分布的概率分布移动,并且通过基于存在可能度映射图的存在可能度对移动了的概率分布进行加权来变更移动物的位置分布,从而预测存在可能度映射图上的移动物的将来的位置分布。

[0018] 根据本发明的第五实施方式,区域检测部还检测道路划分的种类以及静止物的高度,映射图生成部对道路划分的区域附加与道路划分的种类相应的存在可能度,并对静止物的区域附加与静止物的高度相应的存在可能度,从而生成存在可能度映射图。

[0019] 根据本发明的第六实施方式,移动物检测部从检测对象范围除了检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态之外,还检测移动物的种类,映射图生成部生成对移动物的每个种类附加了存在可能度的存在可能度映射图。

[0020] 根据本发明的第七实施方式,预测部基于移动物的移动状态分布使移动物的位置分布移动,并且基于对与位置分布对应的区域附加的存在可能度的大小、或者基于对与位置分布对应的区域附加的存在可能度以及与移动前的位置分布对应的区域附加的存在可能度两者之差或者两者之比来变更移动了的位置分布,从而预测存在可能度映射图上的移动物的将来的位置分布。

[0021] 根据本发明的第八实施方式,移动物预测装置还包括危险度计算部,该危险度计算部基于由预测部预测出的计算对象的移动物的位置分布和计算对象的移动物以外的移动物的位置分布来计算计算对象的移动物与计算对象的移动物以外的移动物的碰撞危险度。

[0022] 根据本发明的第九实施方式,移动物记录部基于检测到的静止物的区域和搭载本装置的移动物的位置确定从搭载本装置的移动物观察时的因静止物而形成的死角区域,生成假定存在于确定的死角区域内的移动物的位置分布以及移动状态分布,并且在存在可能度映射图中的确定的死角区域内记录生成的移动物的位置分布以及移动状态分布。

[0023] 根据本发明的第十实施方式,确定上述的死角区域的移动物记录部基于检测到的静止物的区域和搭载本装置的移动物的位置确定死角区域,基于由检测检测对象范围的移动物的移动环境的移动环境检测部检测到的上述移动环境中的确定的死角区域周边的移动环境,或者基于确定的死角区域的位置推定假定存在于确定的死角区域内的移动物的种类,生成死角区域内的移动物的位置分布以及移动状态分布,并且在存在可能度映射图中的确定的死角区域内记录生成的移动物的位置分布以及移动状态分布。

[0024] 根据本发明的第十一实施方式,移动物预测装置还包括:物体位置检测部,该物体位置检测部检测从搭载本装置的移动物观察到的存在于检测对象范围的物体的位置;运动推定部,该运动推定部推定搭载本装置的移动物的运动;地图更新部,该地图更新部基于由运动推定部推定出的搭载本装置的移动物的当前的运动将前次更新了的地图信息反复更新成从当前的上述搭载本装置的移动物观察到的地图信息;以及静止物记录部,每当地图信息被地图更新部更新时,该静止物记录部在更新了的地图信息中,在与由物体位置检测部检测到的当前的物体的位置对应的区块记录静止物的存在,并且使与从搭载本装置的移动物到检测到的当前的物体的位置之间对应的各区块中的静止物的存在的记录减少,区域检测部基于地图信息检测静止物的区域。

[0025] 本发明的第十二实施方式包括:利用移动物检测部从检测对象范围检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态,并且利用区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道

路划分的区域以及静止物的区域的步骤;利用映射图生成部生成对检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图的步骤;利用移动物记录部基于检测到的上述移动物的位置以及动作状态或者移动状态生成上述移动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于所述存在可能度映射图,进而,利用预测部基于上述移动物的移动状态分布使上述移动物的位置分布移动,并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动的位置分布,从而预测上述存在可能度映射图上的上述移动物的将来的位置分布的步骤。

[0026] 本发明的第十三实施方式构成为包括:区域检测部,该区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域;映射图生成部,该映射图生成部生成对由上述区域检测部检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图;死角区域确定部,该死角区域确定部从上述检测对象范围确定可能存在活动物的死角区域;假想活动物生成部,该假想活动物生成部生成假定存在于由上述死角区域确定部确定的死角区域内的假想活动物;假想活动物记录部,该假想活动物记录部针对由上述假想活动物生成部生成的上述假想活动物,假定上述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态,生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图;以及预测部,该预测部基于上述假想活动物的移动状态分布使上述假想活动物的位置分布移动,并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动了的位置分布,从而预测上述存在可能度映射图上的上述假想活动物的将来的位置分布。

[0027] 本发明的第十四实施方式涉及一种程序模块,该程序模块用于使计算机作为区域检测部、映射图生成部、死角区域确定部、假想活动物生成部、假想活动物记录部以及预测部发挥功能,其中,上述区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域;上述映射图生成部生成对由上述区域检测部检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图;上述死角区域确定部从上述检测对象范围确定可能存在活动物的死角区域;上述假想活动物生成部生成假定存在于由上述死角区域确定部确定的死角区域内的假想活动物;上述假想活动物记录部针对由上述假想活动物生成部生成的上述假想活动物,假定上述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态,生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图;上述预测部基于上述假想活动物的移动状态分布使上述假想活动物的位置分布移动,并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动了的位置分布,从而预测上述存在可能度映射图上的上述假想活动物的将来的位置分布。

[0028] 根据本发明的第十三实施方式以及第十四实施方式,利用区域检测部从监测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域。利用映射图生成部生成对由上述区域检测部检测出的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图。

[0029] 进而,利用死角区域确定部从上述监测对象范围确定可能存在活动物的死角区域。利用假想活动物生成部生成假定存在于由上述死角区域确定部确定的死角区域内的假想活动物。利用假想活动物记录部针对由上述假想活动物生成部生成的上述假想活动物,

假定上述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态,生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图。

[0030] 进而,利用预测部基于上述假想活动物的移动状态分布使上述假想活动物的位置分布移动,并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动了的位置分布,从而预测上述存在可能度映射图上的上述假想活动物的将来的位置分布。

[0031] 这样,针对假定存在于死角区域内的假想活动物,基于假定的移动状态分布使位置分布移动,并且基于对道路划分的区域以及静止物的区域附加了移动物的存在可能度的存在可能度映射图变更位置分布,由此,能够在各种各样的状况下高精度地预测假想活动物的将来的位置。

[0032] 根据本发明的第十五实施方式,死角区域确定部确定上述死角区域,并且基于上述死角区域的距离设定上述存在可能度映射图中的上述死角区域的存在可能度。

[0033] 根据本发明的第十六实施方式,针对由上述假想活动物生成部生成的上述假想活动物,假想活动物记录部除了假定上述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态之外,还基于上述死角区域的存在上述假想活动物的距离假定上述假想活动物的种类,生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图。

[0034] 根据本发明的第十七实施方式,针对由上述假想活动物生成部生成的上述假想活动物,上述假想活动物记录部以上述假想活动物从上述死角区域突然出现时会与搭载本装置的移动物碰撞的方式假定上述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态,生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图。

[0035] 根据本发明的第十八实施方式,针对由上述假想活动物生成部生成的上述假想活动物,假想活动物记录部将上述死角区域内的最接近假定当上述假想活动物从上述死角区域突然出现时与搭载本装置的移动物碰撞的位置的位置假定为上述假想活动物的位置,并且以当上述假想活动物从上述死角区域突然出现时会与搭载本装置的移动物碰撞的方式假定上述假想活动物的动作状态或者移动状态,生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图。

[0036] 本发明的第十九实施方式包括:利用区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域的步骤;利用映射图生成部生成对上述检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图的步骤;利用死角区域确定部从上述检测对象范围确定可能存在活动物的死角区域的步骤;利用假想活动物生成部生成假定存在于被确定的上述死角区域内的假想活动物的步骤;利用假想活动物记录部针对上述生成的上述假想活动物,假定上述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态,生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布,并记录于上述存在可能度映射图的步骤;以及利用预测部基于上述假想活动物的移动状态分布使上述假想活动物的位置分布移动,并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动了的位置分布,从而预测上述存在可能度映射图上的上述假想活动物的将来的位置分布的步骤。

[0037] 如以上所说明了的那样,根据作为本发明的一个实施方式的移动物预测装置、程序模块以及移动物预测方法,通过基于移动物的移动状态分布使位置分布移动,并且基于对道路划分的区域以及静止物的区域附加了移动物的存在可能度的存在可能度映射图变

更位置分布,能够得到能够在各种各样的状况下高精度地预测移动物的将来的位置的效果。

[0038] 并且,根据作为本发明的一个实施方式的假想活动物预测装置、程序模块以及假想活动物预测方法,针对假定存在于死角区域内的假想活动物,通过基于假定的移动状态分布使位置分布移动,并且基于对道路划分的区域以及静止物的区域附加了移动物的存在可能度的存在可能度映射图变更位置分布,能够得到能够在各种各样的状况下高精度地预测假想活动物的将来的位置的效果。

附图说明

- [0039] 图 1 是示出本发明的第一实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的框图。
- [0040] 图 2A 是示出行驶环境的例子的影像图。
- [0041] 图 2B 是示出初期状态下的局部地图信息的影像图。
- [0042] 图 2C 是示出记录有激光雷达的检测结果的局部地图信息的影像图。
- [0043] 图 3 是示出行驶环境的例子的影像图。
- [0044] 图 4A 是示出表示行人的存在可能度的存在可能度映射图的例子的影像图。
- [0045] 图 4B 是示出表示本车的存在可能度的存在可能度映射图的例子的影像图。
- [0046] 图 5 是示出确定行人的存在可能度的数据表的例子的图。
- [0047] 图 6 是示出确定本车的存在可能度的数据表的例子的图。
- [0048] 图 7A 是示出在存在可能度映射图上配置移动物粒子后的情形的图。
- [0049] 图 7B 是示出移动以及变更后的移动物粒子的配置的图。
- [0050] 图 7C 是示出移动以及变更后的移动物粒子的配置的图。
- [0051] 图 8 是示出确定与平均速度相应的速度协方差行列的数据表的例子的图。
- [0052] 图 9 是示出 IF — THEN 规则的例子的图。
- [0053] 图 10 是示出本发明的第一实施方式所涉及的碰撞危险判定装置中的局部地图生成处理程序的内容的流程图。
- [0054] 图 11 是示出本发明的第一实施方式所涉及的碰撞危险判定装置中的危险判定处理程序的内容的流程图。
- [0055] 图 12 是示出本发明的第二实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的框图。
- [0056] 图 13A 是示出位置分布的例子的影像图。
- [0057] 图 13B 是示出速度分布的例子的影像图。
- [0058] 图 14 是示出位置分布移动的情形的影像图。
- [0059] 图 15 是用于对相对于移动后的位置分布的加权进行说明的图。
- [0060] 图 16 是示出本发明的第三实施方式所涉及的碰撞危险判定装置中的危险判定处理程序的内容的流程图。
- [0061] 图 17 是示出进行定点观测的情形的图。
- [0062] 图 18 是示出数据库的例子的图。
- [0063] 图 19 是示出收纳有周边信息输入和假定输出的数据表的图。
- [0064] 图 20 是示出神经网络的图。
- [0065] 图 21 是示出本发明的第七实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的框图。

- [0066] 图 22 是用于对死角区域进行说明的图。
- [0067] 图 23 是示出死角距离与存在可能度之间的对应的图。
- [0068] 图 24 是示出死角距离与假想活动物的种类之间的对应的图。
- [0069] 图 25 是用于对计算假定的假想活动物的位置以及速度的方法进行说明的图。
- [0070] 图 26 是示出本发明的第七实施方式所涉及的碰撞危险判定装置中的危险判定处理程序的内容的流程图。
- [0071] 图 27 是用于对计算假定的假想活动物的位置以及速度的方法进行说明的图。

具体实施方式

[0072] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。另外,在本实施方式中,以将本发明应用于搭载于车辆的碰撞危险判定装置的情况为例进行说明。

[0073] 如图 1 所示,第一实施方式所涉及的碰撞危险判定装置 10 具备:激光雷达 12 边一维(水平方向)地扫描边朝作为判定对象范围的本车的前方照射激光,通过激光的反射来检测激光所照射的物体的二维位置;运动传感器 14,该运动传感器 14 检测本车的运动状态;照相机 18,该照相机 18 拍摄本车的前方;GPS 装置 20,该 GPS 装置 20 检测作为判定对象物的本车的位置;以及计算机 22,该计算机 22 基于上述部件的检测结果生成记录有从当前的本车观察到的前方的静止物的存在的局部地图信息,并判定与移动物碰撞的危险性,当存在碰撞的危险性的情况下,利用警报装置 24 发出警报。

[0074] 并且,激光雷达 12 设置在车辆前方,是检测以装置作为基准的到存在于车辆前方的物体为止的距离的装置。激光雷达 12 能够通过使输出的激光沿水平方向进行扫描从而借助激光的反射检测存在于本车前方的多个物体表面上的多个点的位置。激光雷达 12 的检测结果是表示存在于本车前方的物体表面的某一点的位置的二维坐标的集合。由激光雷达 12 进行的检测处理按照一定的循环执行。激光雷达 12 朝计算机 22 输出表示各时刻的存在于本车前方的物体表面的多个点的二维位置的数据。另外,激光雷达 12 是物体位置检测部的一例。

[0075] 运动传感器 14 由计测本车的速度的车速传感器、计测偏航率的陀螺仪、或者是计测本车的加速度的加速度传感器构成。

[0076] 照相机 18 由小型的 CCD 照相机或者 CMOS 照相机构成,且安装在车辆的前窗玻璃上部等以便拍摄车辆的前方。由照相机 18 拍摄到的前方的道路状况等的图像数据被输入计算机 22。

[0077] 计算机 22 构成为包括 CPU、存储有用于执行后述的局部地图生成处理程序以及危险判定处理程序的各程序的程序模块的 ROM、存储数据等的 RAM 以及连接这些部件的总线。按照基于硬件和软件确定的每个功能实现单元分割后的功能模块对该计算机 22 进行说明,则如图 1 所示,具备:取得由激光雷达 12 检测到的物体的二维位置的物体位置取得部 30;基于由运动传感器 14 检测到的车速、偏航率或者加速度推定本车的运动的本车运动推定部 32;基于本车的运动将到上一时刻为止的局部地图信息更新成从当前的本车观察的坐标系的局部地图信息的局部地图更新部 34;以及基于检测到的当前的物体的二维位置变更更新后的局部地图信息中的静止物的存在概率的存在概率变更部 36。另外,存在概率变更部 36 是静止物记录部的一例。

[0078] 本车运动推定部 32 基于从局部地图信息上次被更新起到当前为止的期间中的由运动传感器 14 检测到的车速、偏航率、或者加速度来推定从局部地图信息上次被更新起到当前为止的本车的运动。

[0079] 局部地图更新部 34 通过根据所推定出的本车的运动将更新到上一时刻的局部地图信息转换成从当前的本车观察到的坐标系来生成表示从当前的本车观察到的前方区域的局部地图信息。并且,局部地图更新部 34 反复进行局部地图信息的更新。局部地图信息如图 2B 所示是由利用一定大小的格子(区块)对本车前方的一定区域内进行分割而得到的多个区块表示的地图。在各区块记录有在该位置存在静止物的概率,在初期状态下,如图 2B 所示,作为存在概率记录有作为初始值的 0.5 (中间值)。

[0080] 每当利用局部地图更新部 34 对局部地图信息进行更新时,存在概率变更部 36 就基于由物体位置取得部 30 取得的当前的物体的各个二维位置在更新后的局部地图信息中使与该物体的位置对应的区块的存在概率增加。并且,存在概率变更部 36 使存在于从本车到该物体的二维位置为止的直线上的各区块的存在概率减少。通过以这种方式变更存在概率,一定期间以上在对应的位置检测到物体的区块的存在概率变高,仅临时地检测到物体的区块存在概率变低。在如图 2A 所示的行驶环境的情况下,如图 2C 所示,例如在确实存在静止物的位置的区块中作为存在概率记录 1 (最大值),在不存在静止物的位置的区块中作为存在概率记录 0 (最小值)。并且,在因由其他物体遮挡等原因而无法得到该位置的信息的区块(死角区域的区块)作为存在概率记录作为初始值的 0.5 (中间值)。

[0081] 结果,即便是在存在多个移动物的行驶环境中,也能够稳定地仅检测比较长时间在相同位置观测到的路边物体等静止物。并且,对于到现在为止无法利用激光雷达 12 观测的部分(不可视区域),能够作为存在概率保持为初始值(0.5)的区块检测。并且,在几乎得不到激光雷达 12 的计测点的远方区域,不会从初始值变化,因此能够看做死角区域。

[0082] 并且,计算机 22 具备:存储电子地图的地图数据库 38;基于由照相机 18 拍摄到的前方图像、生成的局部地图信息、存储的电子地图、以及由 GPS 装置 20 检测到的本车的位置,检测本车周边的移动物、移动物的状态亦即行驶环境的状况的环境检测部 40;基于检测到的行驶环境的状况针对移动物的每个类别生成表示存在可能度的存在可能度映射图的映射图生成部 42;生成多个作为表示移动物的数据的移动物粒子,对各移动物粒子附加与移动物的移动状态分布相应的移动状态,并以表示检测到的移动物的位置的分布的方式配置在存在可能度映射图上的移动物生成部 44;基于移动状态使各移动物粒子移动的位置更新部 46;基于存在可能度映射图进行消失以及复制从而变更移动物粒子的配置的分布变更部 48;以及基于各移动物的移动物粒子的配置判定本车与移动物碰撞的危险性,并利用警报装置 24 输出判定结果的危险判定部 50。

[0083] 由位置更新部 46、分布变更部 48 以及危险判定部 50 进行的一系列的处理反复执行。另外,环境检测部 40 是移动物检测部、区域检测部以及移动环境检测部的一例。并且,位置更新部 46 以及分布变更部 48 是预测部的一例。危险判定部 50 是危险度计算部的一例。

[0084] 在存储于地图数据库 38 的电子地图中收纳有与道路形状、标识显示、建筑物相关的信息。

[0085] 环境检测部 40 基于由 GPS 装置 20 检测到的本车位置从地图数据库 38 的电子地

图检测与本车周边的道路划分(车道、人行道、人行横道等)以及道路划分的区域、标识显示(信号、临时停止等)、建筑物相关的信息。并且,从地图数据库 38 的电子地图检测本车的周边地域类别(学校区域、商店街、住宅街等)、道路属性(车道数、车道宽度、有无中央分隔带等)。

[0086] 并且,环境检测部 40 从局部地图信息检测存在静止物(护栏、植物、建筑物、驻车车辆等)的区域。并且,从由照相机 18 拍摄到的前方图像检测各静止物的高度。

[0087] 并且,环境检测部 40 在局部地图信息中基于本车位置和静止物的位置确定从本车观察的因静止物的存在而形成的死角区域。

[0088] 并且,环境检测部 40 借助学习型的图案识别技术(例如 SVM)从由照相机 18 拍摄到的前方图像检测存在于前方的移动物的位置、大小、移动物的种类(例如行人、二轮车、汽车等)、动作状态(方向、行走方式等)以及移动状态(速度等),并且检测前方的道路的各种道路划分的类别(车道、人行道、人行横道、信号灯、临时停止线等)以及区域。另外,环境检测部 40 通过取得连续的局部地图信息的时间差分来识别正在移动的活动的物和静止的活动的物,从而确定移动物所存在的区域,并使所确定的移动物所存在的区域和检测到的移动物的种类对应。

[0089] 映射图生成部 42 基于检测到的道路划分的区域、静止物的区域、道路属性等针对移动物的每个类别生成存在可能度映射图。例如,在如图 3 所示的行驶环境(车道为单向一车道、人行道和车道由高度 0.2[m] 的路缘石分隔)、且在人行道存在步行的行人的状况下,映射图生成部 42 生成如图 4A 所示的针对行人的存在可能度映射图。并且,映射图生成部 42 生成如图 4B 所示的针对本车的存在可能度映射图。

[0090] 在存在可能度映射图中,针对各种道路划分的区域以及静止物的区域附加存在可能度。此处,存在可能度利用从 0.0 到 1.0 的数字表示对象区域中的行人、本车的存在容易度。道路划分的存在可能度例如根据道路划分以及道路属性的组合确定,且预先作为数据表准备。例如,作为行人的存在可能度,准备如图 5 所示的数据表,并且,作为本车的存在可能度,准备如图 6 所示的数据表。

[0091] 并且,在静止物区域中存在行人的存在可能度根据静止物的高度 h ([m]) 计算,例如根据下述的(1)式计算存在可能度。

[0092] 存在可能度 $= 1.0 - \min(h, 1.0) \cdot \dots \cdot (1)$

[0093] 其中, $\min(a, b)$ 是返回 a 、 b 中的较小值的函数。

[0094] 并且,作为在静止物区域中存在本车的存在可能度,例如附加 0.0。

[0095] 移动物生成部 44 在存在可能度映射图中将所确定的移动物存在的区域作为粒子生成候补区域,将死角区域也作为粒子生成候补区域。并且,将本车存在的区域也作为粒子生成候补区域。并且,移动物生成部 44 以成为预先设计的粒子总数的方式使用随机数生成器如图 7A 所示针对各粒子生成候补区域生成并配置多个移动物粒子。

[0096] 并且,移动物生成部 44 基于检测到的移动物的动作状态以及移动状态将移动物的移动状态设定成分布。作为当成移动状态使用的物理量,移动物生成部 44 设定方向、速度、加速度中的任一个或者两个。

[0097] 例如,行人的速度越大、直进性越强,则认为移动的不确定性越低,因此,移动物生成部 44 例如如图 8 所示的与行人的平均速度相应的方差 / 协方差的数据表设定移动物的

移动状态的分布。并且,当行人的动作状态为溜溜达达 / 东张西望的情况下,以速度方差变大的方式设定移动状态的分布。

[0098] 并且,移动物生成部 44 基于由运动传感器 44 检测到的车速以及方向生成本车的移动状态分布。

[0099] 此处,作为相对于本车不存在移动的不确定性的物体,将移动状态(速度)的协方差行列设定为 0 行列。并且,行人的移动状态(速度)的协方差行列表示行人的移动的不确定性。

[0100] 并且,基于以上述方式设定的移动物的移动状态的分布来分别决定各移动物粒子的移动状态。

[0101] 对配置在粒子生成候补区域的移动物粒子一并分配汽车、二轮车、行人等移动物的种类的检测结果的标记或基于设定了的移动状态的分布决定的移动状态的信息。另外,粒子总数可以根据计算机 22 的处理能力预先设定。

[0102] 并且,对移动物粒子分配用于识别移动物的识别信息。例如,相对于针对一个移动物生成的粒子生成候补区域,生成分配了相同的识别信息的移动物粒子。

[0103] 基于环境检测部 40 的检测结果以及如图 9 所示的预先确定的 IF — THEN 规则对从死角区域生成的粒子生成候补区域的移动物粒子分配汽车、二轮车、行人等表示移动物的种类的标记。此外,对移动物粒子分配表示基于根据移动物的种类预先确定的方向 / 速度 / 加速度等移动状态分布决定的移动状态的信息。例如,在道路形状为单向一车道道路、死角区域是因驻车车辆而形成的、且死角区域包含人行横道的情况下,配置分配了行人的标记的移动物粒子。

[0104] 位置更新部 46 基于对移动物粒子附加的移动状态使各移动物粒子的位置移动,从而将各移动物粒子的配置更新一步。

[0105] 在使各移动物粒子移动之后,分布变更部 48 根据对移动地点的区域附加的存在可能度使移动物粒子消失 / 复制,从而进行移动物粒子的再选择,并变更移动物的位置分布(根据存在容易度对移动物的移动附加制约)。

[0106] 在进行移动物粒子的再选择时,也可以并不使用对移动地点的区域附加的存在可能度,而是使用对移动前后的区域附加的存在可能度之差或者二者之比。

[0107] 此处,对分布变更部 48 再选择各移动物粒子的原理进行说明。

[0108] 首先,通过更新处理,各移动物粒子基于对各移动物粒子分配的移动状态迁移。

[0109] 进而,迁移目标的存在可能度越低,则分布变更部 48 越使较高的概率使该移动物粒子消失。其次,分布变更部 48 复制消失了的量的移动物粒子,并以与并未消失的其他的移动物粒子的位置重复的方式进行配置、或者配置在并未消失的其他的移动物粒子的位置的周边的位置(乘以随机数后的位置)。由此,能够以存在可能度高的区域为中心新生成移动物粒子。并且,以总粒子数一定的方式进行上述的消失以及复制。

[0110] 例如,在为稳定的步伐的步行者、且速度方差小的情况下,以移动目标的存在可能度低的区域为中心使移动物粒子消失,并以移动目标的存在可能度高的区域为中心新生成移动物粒子,由此,如图 7B 所示,移动物粒子的配置变更,表示并未经过人行横道。另一方面,当为溜溜达达 / 东张西望的行人、且速度方差大的情况下,以移动目标的存在可能度低的区域为中心使移动物粒子消失,并以移动目标的存在可能度高的区域为中心新生成移动

物粒子,由此,如图 7C 所示,移动物粒子的配置变更,表示经过人行横道。

[0111] 危险判定部 50 基于由分布变更部 48 变更后的各移动物的移动物粒子的分布对本车的移动物粒子与其他移动物的移动物粒子重复的数量进行计数,并基于计数而得的数量计算与该其他移动物碰撞的碰撞概率。当计算出的碰撞概率超过阈值时,危险判定部 50 判定为存在碰撞的危险性,利用警报装置 24 借助声音、图像等方法对驾驶员报告重复的对象移动物粒子的移动物的种类以及位置。例如,当存在在本车的右前方与行人碰撞的危险性的情况下,通过声音对驾驶员报告“注意右前方行人”。另外,也可以利用警报装置 24 对重复的对象移动物粒子的移动物发出警报。

[0112] 另外,为了模拟本车以外的移动物彼此的避免碰撞的行动,可以在计算与本车碰撞的碰撞概率之前,判定本车以外的移动物彼此的碰撞(移动物粒子的重复),当发生碰撞的情况下,变更发生碰撞的移动物的位置分布(移动物粒子的配置)。并且,也可以预备下一时刻的移动以及碰撞判定,在计算本车与移动物碰撞的碰撞概率之后,变更发生碰撞的本车以及移动物的位置分布(移动物粒子的配置)。

[0113] 其次,对本实施方式所涉及的碰撞危险判定装置 10 的作用进行说明。

[0114] 首先,利用激光雷达 12 水平方向朝本车的前方扫描激光,计测到沿扫描方向排列的作为激光照射位置的物体的各自的二维位置为止的距离,并检测存在于本车的前方的物体的二维位置。利用激光雷达 12 检测的二维位置能够在每次使激光进行扫描时得到。

[0115] 进而,利用计算机 22 执行图 10 所示的局部地图生成处理程序。

[0116] 首先,在步骤 100 中,计算机 22 从激光雷达 12 取得表示存在于前方的物体的二维位置(到沿扫描方向排列的各二维位置为止的计测距离)的数据。在步骤 102 中,计算机 22 取得从上一时刻到当前位置为止的期间中的由运动传感器 14 检测到的车速、偏航率或者加速度,并基于所取得的车速、偏航率或者加速度推定从上一时刻到当前为止的本车的运动。

[0117] 进而,在步骤 104 中,计算机 22 根据在上述步骤 102 中推定出的本车的运动将在后述的步骤 106 中前次更新了的局部地图信息更新成由从当前的本车观察的坐标系表示的局部地图信息。

[0118] 在随后的步骤 106 中,计算机 22 基于在上述步骤 100 中取得的存在于本车前方的物体的二维位置,在上述步骤 104 中更新了的局部地图信息中,使与存在于本车前方的物体的二维位置对应的区块的存在概率增加,并且使存在于从本车到物体的二维位置为止的直线上的各区块的存在概率减少。由此,计算机 22 在地图上记录当前不存在物体的位置。进而,计算机 22 返回上述步骤 100。

[0119] 如上所述,通过反复执行局部地图生成处理程序来随时推定从当前的本车观察的静止物的位置。

[0120] 另外,也可以在上述局部地图生成处理程序反复执行了规定次数时使所生成的局部地图信息有效。

[0121] 并且,利用计算机 22 执行图 11 所示的危险判定处理程序。首先,在步骤 120 中,计算机 22 取得由照相机 18 拍摄到的前方图像以及由 GPS 装置 20 检测到的本车位置。在随后的步骤 122 中,计算机 22 基于在上述步骤 120 中取得的前方图像、本车位置以及地图数据库 38 的电子地图检测包括本车周边的各种道路划分的区域以及道路属性的行驶环境

的状况,并且检测周边的移动物、移动物的动作状态、移动状态、移动物的种类、以及静止物的高度。

[0122] 进而,在步骤 124 中,计算机 22 取得通过上述的局部地图生成处理程序得到的当前的局部地图信息。在随后的步骤 125 中,计算机 22 从在上述步骤 124 中取得的局部地图信息检测存在静止物的区域。

[0123] 进而,在步骤 126 中,计算机 22 针对在上述步骤 122 中检测到的道路划分的区域、道路属性以及在上述步骤 125 中检测到的存在静止物的区域和移动物的每个种类,基于与道路划分的种类、道路属性以及静止物相应的确定了存在可能度的数据表生成存在可能度映射图。

[0124] 在步骤 130 中,计算机 22 在上述步骤 126 中生成的存在可能度映射图中设定相对于在上述步骤 122 中检测到的移动物以及本车的移动物粒子生成候补区域,并且以成为预先设定的粒子总数的方式生成包含本车的各移动物的移动物粒子,并配置在对应的移动物粒子生成候补区域。并且,计算机 22 针对各移动物基于检测到的动作状态以及移动状态求出移动状态分布,并基于求出的移动状态分布分别决定各移动物粒子的移动状态,并对各移动物粒子分配移动状态。

[0125] 在随后的步骤 132 中,计算机 22 将对预测次数进行计数而得的变量 n 设定初始值 1。

[0126] 进而,在步骤 134 中,计算机 22 使各移动物粒子根据所分配的移动状态移动。在随后的步骤 136 中,计算机 22 根据存在可能度映射图的存在可能度进行通过上述步骤 134 移动后的移动物粒子的消失以及复制,变更移动物粒子的配置。在步骤 138 中,计算机 22 基于在上述步骤 136 中变更后的其他移动物的移动物粒子与本车的移动物粒子的重复频率而作为碰撞危险度分别计算与其他移动物碰撞的碰撞概率。

[0127] 进而,在步骤 140 中,计算机 22 判定是否存在上述步骤 138 中计算出的碰撞概率在阈值以上的移动物。当不存在该移动物的情况下,计算机 22 朝步骤 144 过渡。另一方面,当存在该移动物的情况下,在步骤 142 中,计算机 22 使警报装置 24 显示该移动物的将来预测位置以及警告信息,并朝步骤 144 过渡。

[0128] 在步骤 144 中,计算机 22 判定表示预测次数的变量 n 是否达到与将来预测时间对应的次数 N 。当变量 n 并未达到常数 N 的情况下,在步骤 146 中,计算机 22 使变量 n 加一,返回上述步骤 134,并反复进行上述步骤 134 以后的处理。另一方面,当变量 n 到达常数 N 的情况下,计算机 22 结束危险判定处理程序。

[0129] 如以上说明了的那样,根据第一实施方式所涉及的碰撞危险判定装置,基于移动物的移动状态分布使各移动物粒子移动,并且,基于对道路划分的区域以及静止物的区域附加了移动物的存在可能度的存在可能度映射图变更各移动物粒子的配置,从而预测各移动物的位置分布。由此,碰撞危险判定装置能够在各种各样的状况下高精度地预测移动物的将来的位置。

[0130] 在推定与其他物体碰撞的碰撞危险度时,移动物的将来位置预测十分重要。移动物根据所处的交通环境(静止障碍物、人行道、车道、人行横道等道路划分等)而其移动受到制约。并且,驾驶员根据移动物的状态(方向、行走方式等)改变将来位置的预测。这样,为了在各种各样的交通状况中实现移动物的将来位置预测,应当假定的交通环境 / 移动物的

状态的组合较多,难以预先准备这些组合。因此,本实施方式的碰撞危险判定装置独立地设定仅由环境因素决定的“相对于场所的移动物的存在可能度”和仅由移动物的状态决定的“移动物的移动的不确定性(移动状态分布)”,并在存在可能度映射图上基于移动物的移动状态分布使移动物移动。由此,碰撞危险判定装置能够进行考虑了各种各样的交通环境/移动物的状态的组合的移动物的将来位置预测。并且,碰撞危险判定装置能够通过预测与本车碰撞的程度来推定各种各样的交通状况(由道路环境和移动物状态的组合构成)下的碰撞危险度。

[0131] 并且,通过以交通环境的信息作为线索在本来无法得到传感信息的死角区域也生成移动物粒子,能够进行考虑了存在于死角区域的移动物的存在的危险判定。

[0132] 并且,通过使粒子的总数可变,能够根据进行处理的计算机的能力调整危险判定的精度。

[0133] 并且,由于粒子总数始终为一定值,因此能够确保不依赖于行驶环境的状况的复杂度的计算效率。

[0134] 其次,对第二实施方式所涉及的碰撞危险判定装置进行说明。另外,对形成为与第一实施方式相同的结构的部分标注相同标号并省略说明。

[0135] 在第二实施方式中,与第一实施方式的主要不同点在于,在路边的装置中预测移动物的将来分布,并判定碰撞的危险性。

[0136] 第二实施方式所涉及的碰撞危险度判定装置固定设置于路边,例如主要设置于十字路口。如图 12 所示,碰撞危险度判定装置 210 具备:激光雷达 12 边一维(水平方向)地进行扫描边朝作为判定对象范围的本装置的前方照射激光,通过激光的反射来检测激光所照射的物体的二维位置;照相机 18,该照相机 18 拍摄本装置的前方;GPS 装置 20,该 GPS 装置 20 检测本装置的位置;以及计算机 222,该计算机 222 基于上述部件的检测结果生成记录有从当前的本装置观察到的前方的静止物的存在的局部地图信息,并预测移动物的将来的位置,当根据预测结果判定为存在碰撞的危险性的情况下,并使通信装置 224 发送在搭载有显示警告信息的显示装置的车辆中显示警告信息的指令。

[0137] 计算机 222 具备物体位置取得部 30 和存在概率变更部 236,存在概率变更部 236 基于检测到的当前的物体的二维位置变更从本装置观察的坐标系的局部地图信息中的静止物的存在概率。

[0138] 并且,计算机 222 具备:地图数据库 38;检测本装置周边的移动物以及行驶环境的情况的环境检测部 40;映射图生成部 42;移动物生成部 44;位置更新部 46;分布变更部 48;以及危险判定部 250,该危险判定部 250 基于各移动物的移动物粒子的配置针对各移动物判定与其他移动物碰撞的危险性,并利用通信装置 224 发送在搭载有显示装置的车辆中显示判定结果的指令。

[0139] 其次,在第二实施方式所涉及的局部地图信息处理程序中,计算机 222 从激光雷达 12 取得表示存在于前方的物体的二维位置的数据。其次,计算机 222 基于所取得的存在于本装置前方的物体的二维位置,在局部地图信息中,使与存在于本装置前方的物体的二维位置对应的区块的存在概率增加,并且使存在于从本装置到物体的二维位置为止的直线上的各区块的存在概率减少。由此,计算机 222 在地图上记录当前不存在物体的位置。进而,计算机 222 返回最初的处理。

[0140] 如上所述,通过反复执行局部地图生成处理程序来随时推定从当前的本装置观察的静止物的位置。

[0141] 并且,在第二实施方式所涉及的危险判定处理程序中,首先,计算机 222 取得由照相机 18 拍摄到的前方图像以及由 GPS 装置 20 检测到的本装置位置。其次,计算机 222 基于上述取得了的前方图像、本装置位置以及地图数据库 38 的电子地图检测包括本装置周边的各种道路划分的区域以及道路属性的行驶环境的状况,并且检测周边的移动物、移动物的动作状态、移动状态、移动物的种类以及静止物的高度。

[0142] 进而,计算机 222 取得通过上述的局部地图生成处理程序得到的当前的局部地图信息。其次,计算机 222 基于所取得的局部地图信息检测静止物的区域,并基于上述检测出的各种道路划分的区域、道路属性、以及上述检测出的静止物的区域生成对静止物的区域以及道路划分的区域附加了存在可能度的存在可能度映射图。

[0143] 进而,计算机 222 在上述生成的存在可能度映射图中设定相对于上述检测出的移动物的移动物粒子生成候补区域,并且以成为预先设定的粒子总数的方式生成各移动物的移动物粒子,并配置在对应的移动物粒子生成候补区域。并且,计算机 222 针对各移动物求出移动状态分布,并基于求出的移动状态分布决定各移动物粒子的移动状态,并对各移动物粒子分配移动状态。

[0144] 其次,计算机 222 将对预测次数进行计数而得的变量 n 设定为初始值 1。进而,计算机 222 使各移动物粒子根据所分配的移动状态移动。其次,计算机 222 根据存在可能度映射图的存在可能度进行上述移动了的移动物粒子的消失以及复制,变更移动物粒子的配置。进而,计算机 222 以各移动物作为对象,基于上述变更了的判定对象的移动物的移动物粒子与其他移动物的移动物粒子的重复频率而作为碰撞危险度分别计算与其他移动物碰撞的碰撞概率。

[0145] 其次,计算机 222 判定是否存在上述计算出的碰撞概率在预支以上的移动物。当不存在该移动物的情况下,计算机 222 利用通信装置 224 朝该判定对象的移动物发送使搭载于判定对象的移动物的显示装置显示该移动物的将来预测位置以及警告信息的指令。

[0146] 直到表示预测次数的变量 n 达到与将来预测时间对应的次数 N 为止,计算机 222 反复进行上述的处理,当变量 n 达到常数 N 的情况下,结束危险判定处理程序。

[0147] 如以上说明了的那样,根据第二实施方式所涉及的碰撞危险判定装置,能够利用路边的装置针对各种各样的状况高精度地预测周边的各移动物的将来的位置。并且,碰撞危险判定装置能够通过预测周边的移动物彼此之间的碰撞的程度来推定各种各样的交通状况下的碰撞危险度。

[0148] 其次,对第三实施方式所涉及的碰撞危险判定装置进行说明。另外,由于第三实施方式所涉及的碰撞危险判定装置形成为与第一实施方式相同的结构,因此标注相同标号并省略说明。

[0149] 在第三实施方式中,与第一实施方式的主要不同点在于,用正规分布来表示各移动物的位置分布以及移动状态的分布。

[0150] 在第三实施方式所涉及的碰撞危险判定装置中,如图 13A 所示,利用移动物生成部 44,基于由环境检测部 40 检测到的移动物的位置以及大小,用本车中心 $x-y$ 坐标空间中的二维正规分布(平均向量和方差行列)表现移动物的位置,生成表示移动物的位置分布

的移动物数据。移动物生成部 44 将所生成的移动物数据记录在存在可能度映射图上。另外,移动物生成部 44 作为位置的平均向量而使用观测值(检测到的移动物的位置)基于检测到的移动物的大小设定位置的协方差行列。

[0151] 并且,如图 13B 所示,移动物生成部 44 基于利用环境检测部 40 检测到的移动物的动作状态以及移动状态,利用本车中心 $x-y$ 坐标空间中的二维正规分布(平均向量和方差行列)表现移动物的速度,并分配给记录在存在可能度映射图上的移动物数据。另外,移动物生成部 44 作为速度的平均向量使用从由环境检测部 40 检测到的行人检测结果(动作状态、移动状态)推定的量。并且,移动物生成部 44 利用与行人的平均速度相应的上述图 8 所示的方差/协方差的数据表设定速度的协方差行列。

[0152] 并且,移动物生成部 44 基于利用运动传感器 14 检测到的车速生成本车的速度分布,生成表示本车的位置分布以及速度分布的移动物数据,并记录于存在可能度映射图上的本车位置。

[0153] 移动物的位置分布由以下的(2)式表示。

[0154] [数学式 1]

$$[0155] \quad Pos(\mu_{pos}, \Sigma_{pos}) = \frac{1}{2\pi |\Sigma_{pos}|^{\frac{1}{2}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - \mu_{pos})^T \Sigma_{pos}^{-1} (x - \mu_{pos}) \right\} \quad \dots (2)$$

[0156] 其中, μ_{pos} 是位置平均向量,由以下的(3)式表示, Σ_{pos} 是位置协方差行列,由以下的(4)式表示。

[0157] [数学式 2]

$$[0158] \quad \mu_{pos} = \begin{bmatrix} \mu_x \\ \mu_y \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

$$[0159] \quad \Sigma_{pos} = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xy} \\ \sigma_{xy} & \sigma_y^2 \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

[0160] 并且,速度分布由以下的(5)式表示。

[0161] [数学式 3]

$$[0162] \quad Vel(\mu_{vel}, \Sigma_{vel}) = \frac{1}{2\pi |\Sigma_{vel}|^{\frac{1}{2}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - \mu_{vel})^T \Sigma_{vel}^{-1} (x - \mu_{vel}) \right\} \quad \dots (5)$$

[0163] 其中, μ_{vel} 是速度平均向量,由以下的(6)式表示, Σ_{vel} 是速度协方差行列,由以下的(7)式表示。

[0164] [数学式 4]

$$[0165] \quad \mu_{vel} = \begin{bmatrix} \mu_{v_x} \\ \mu_{v_y} \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

$$[0166] \quad \Sigma_{vel} = \begin{bmatrix} \sigma_{v_x}^2 & \sigma_{v_x v_y} \\ \sigma_{v_x v_y} & \sigma_{v_y}^2 \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

[0167] 移动物生成部 44 在存在可能度映射图中,在利用环境检测部 40 确定的死角区域内也记录移动物数据。

[0168] 基于环境检测部 40 的检测结果和如上述图 9 所示的预先确定的 IF — THEN 规则对记录在死角区域内的动物数据分配汽车、二轮车、行人等表示移动物的种类的标记。此外,对移动物数据分配根据移动物的种类预先确定的位置分布以及速度分布。

[0169] 如图 14 所示,位置更新部 46 使用移动物的位置分布以及速度分布,通过线性预测求出 Δt 秒后的移动物的位置分布。

[0170] 更新后的位置分布的位置平均向量 μ_{pos}' 以及位置协方差行列 Σ_{pos}' 由以下的(8)式、(9)式表示。

[0171] [数学式 5]

$$[0172] \quad \mu_{pos}' = \mu_{pos} + \Delta t \cdot \mu_{vel} = \begin{bmatrix} \mu_x + \Delta t \cdot \mu_{v_x} \\ \mu_y + \Delta t \cdot \mu_{v_y} \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

$$[0173] \quad \Sigma_{pos}' = \Sigma_{pos} + \Delta t^2 \cdot \Sigma_{vel} = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 + \Delta t^2 \cdot \sigma_{v_x}^2 & \sigma_{xy} + \Delta t^2 \cdot \sigma_{v_x v_y} \\ \sigma_{xy} + \Delta t^2 \cdot \sigma_{v_x v_y} & \sigma_y^2 + \Delta t^2 \cdot \sigma_{v_y}^2 \end{bmatrix} \quad \dots (9)$$

[0174] 为而来进行后面的危险判定部 50 中的碰撞概率的急速那,如图 15 所示,分布变更部 48 利用附加于对应的区域的存在可能度对移动后的位置分布的各点(位置)的概率分布进行加权。另外,在进行基于存在可能度的加权时,也可以并不使用对移动地点的区域附加的存在可能度,而是使用对移动前后的区域附加的存在可能度之差或者二者之比进行加权。

[0175] 例如,将移动后的行人的位置分布设定为以下的(10)式,将位置 x 处的行人的存在可能度设定为 $Exist_{ped}(x)$ 。

[0176] [数学式 6]

$$[0177] \quad Ped(x) = \frac{1}{2\pi |\Sigma_{pos}'|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - \mu_{pos}')^T \Sigma_{pos}'^{-1} (x - \mu_{pos}') \right\} \quad \dots (10)$$

[0178] 此时,利用存在可能度进行加权后的位置分布 Ped' 用以下的(11)式表示。

[0179] [数学式 7]

$$[0180] \quad Ped'(x) = Exist_{ped}(x) \cdot Ped(x)$$

$$[0181] \quad = Exist_{ped}(x) \cdot \frac{1}{2\pi|\Sigma_{ped}|^{\frac{1}{2}}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(x-\mu_{ped})' \Sigma_{ped}^{-1}(x-\mu_{ped})\right\}$$

*** (11)

[0182] 在上述(11)式的情况下,由于存在在对象区域整体对经过位置分布进行积分而得的值不是1的情况,因此,如下述(12)式那样进行正规化,以使积分值成为1。

[0183] [数学式 8]

$$[0184] \quad Ped''(x) = \frac{Ped'(x)}{\iint_D Ped'(x) dx} = K_{ped} \cdot Ped'(x) = K_{ped} \cdot Exist_{ped}(x) \cdot Ped(x)$$

*** (12)

$$[0185] \quad \text{其中, } K_{ped} = \frac{1}{\iint_D Ped'(x) dx} \text{ 常数。}$$

[0186] 上述求出的变更后的位置分布仅在碰撞判定时使用,在下一时刻的移动物的移动时,使用变更前的位置分布。

[0187] 危险判定部 50 使用本车的位置分布和其他的移动物的位置分布计算碰撞概率来作为危险度。碰撞概率是在同一将来时刻存在于同一位置的概率(同时概率),按照以下方式求出。

[0188] 同时概率(碰撞概率)能够作为遍及碰撞范围对使本车与其他的移动物的位置分布相乘而得的值进行积分而得的值求出(通常该积分值通过数值积分求出)。在本实施例中,作为积分范围使用存在可能度映射图。

[0189] 移动物的位置分布移动以及变更的结果是,与上述(12)式同样,如以下的(13)式所示,使利用存在可能度进行加权后的位置分布正规化来表示本车的位置分布。

[0190] [数学式 9]

$$[0191] \quad Ego''(x) = \frac{Ego'(x)}{\iint_D Ego'(x) dx} = K_{ego} \cdot Ego'(x) = K_{ego} \cdot Exist_{ego}(x) \cdot Ego(x)$$

*** (13)

[0192] 其中,Ego(x)是以与上述(2)式同样的方式表示的本车的位置分布。并且,Exist_{ego}(x)是位置 x 处的本车的存在可能度。

[0193] 并且,其他的移动物的位置分布由上述(12)式表示,求出的积分值作为本车与其他的移动物的位置分布的所有的组合的积分值之和而根据以下的(14)式求出。

[0194] [数学式 10]

$$[0195] \quad Prob_{col} = \iint_D Ped''(x) \cdot Ego''(x) dx$$

$$[0196] \quad = \iint_D \{K_{ped} \cdot Exist_{ped}(x) \cdot Ped(x)\} \cdot \{K_{ego} \cdot Exist_{ego}(x) \cdot Ego(x)\} dx$$

$$[0197] \quad = K_{ped} \cdot K_{ego} \iint_D Exist_{ped}(x) \cdot Exist_{ego}(x) \cdot Ped(x) \cdot Ego(x) dx$$

... (14)

[0198] 其中, D 是积分范围(二维区域), 是存在可能度映射图的整个区域。

[0199] 并且, 危险判定部 50 判定所计算出的碰撞概率是否在阈值以上。当存在碰撞概率在阈值以上的移动物的情况下, 危险判定部 50 使警报装置 24 显示该移动物的将来预测位置以及警告信息等, 唤起驾驶员的注意。

[0200] 由位置更新部 46、分布变更部 48 以及危险判定部 50 进行的一系列的反复执行预先设定的预测时间的量, 在各预测步骤中, 针对各移动物, 使位置分布移动, 并且根据存在可能度进行位置分布的变更。并且, 在各预测步骤中欧诺个, 计算本车与各移动物碰撞的碰撞概率, 当碰撞概率在阈值以上的情况下, 利用警报装置 24 表示该预测步骤中的该移动物的将来预测位置以及危险度信息等。

[0201] 其次, 对第三实施方式所涉及的碰撞危险度判定装置的作用进行说明。

[0202] 首先, 利用激光雷达 12 沿水平方向朝本车的前方扫描激光, 检测存在于本车的前方的物体的二维位置, 进而, 利用计算机 22 执行上述图 10 所示的局部地图生成处理程序。通过反复执行局部地图生成处理程序, 随时推定从当前的本车观察的静止物的位置。

[0203] 并且, 利用计算机 22 执行图 16 所示的危险判定处理程序。另外, 对与第一实施方式同样的处理标注相同标号并省略说明。

[0204] 首先, 在步骤 120 中, 计算机 22 取得由照相机 18 拍摄到的前方图像以及由 GPS 装置 20 检测到的本车位置。在随后的步骤 122 中, 计算机 22 检测包含本车周边的各种道路划分的区域以及道路属性的行驶环境的状况, 并且检测周边的移动物、移动物的动作状态、移动状态、移动物的种类以及静止物的高度。

[0205] 进而, 在步骤 124 中, 计算机 22 取得当前的局部地图信息。在随后的步骤 125 中, 计算机 22 检测存在静止物的区域。进而, 在步骤 126 中, 计算机 22 生成存在可能度映射图。

[0206] 在步骤 300 中, 计算机 22 基于在上述步骤 122 中检测到的移动物的动作状态、移动状态以及运动传感器 14 的检测结果生成表示包含本车的移动物的位置分布以及速度分布的移动物数据, 并记录在存在可能度映射图上。

[0207] 在随后的步骤 132 中, 计算机 22 将对预测次数进行计数的变量 n 设定为初始值 1。

[0208] 进而, 在步骤 302 中, 计算机 22 基于在上述步骤 300 或者上次步骤 302 中得到的位置分布以及速度分布, 针对包含本车的各移动物预测预测次数为 n 时的移动物的位置分布, 并使各移动物的位置分布移动。

[0209] 在随后的步骤 304 中, 计算机 22 根据存在可能度映射图的存在可能度变更通过上述步骤 302 移动后的各移动物的位置分布。在步骤 306 中, 计算机 22 基于在上述步骤 304 中变更后的其他的移动物的位置分布和本车的位置分布分别计算与其他移动物碰撞的碰撞概率来作为碰撞危险度。

[0210] 进而, 在步骤 140 中, 计算机 22 判定是否存在上述步骤 306 中计算出的碰撞概率在阈值以上的移动物。当不存在该移动物的情况下, 计算机 22 过渡至步骤 144。另一方面, 当存在该移动物的情况下, 在步骤 142 中, 计算机 22 使警报装置 24 显示该移动物的将来预测位置以及警告信息, 并过渡至步骤 144。

[0211] 在步骤 144 中,计算机 22 判定表示预测次数的变量 n 是否达到与将来预测时间对应的次数 N 。当变量 n 尚未达到常数 N 的情况下,在步骤 146 中,计算机 22 使变量 n 加一,返回上述步骤 302,反复进行上述步骤 302 以后的处理。另一方面,当变量 n 达到常数 N 的情况下,计算机 22 结束危险判定处理程序。

[0212] 如以上说明了的那样,根据第三实施方式所涉及的碰撞危险度判定装置,基于移动物的移动状态分布使移动物的位置分布移动,并且,基于对道路划分的区域以及静止物的区域附加了移动物的存在可能度的存在可能度映射图变更移动物的位置分布,从而预测移动物的位置分布。由此,碰撞危险度判定装置能够在各种各样的状况下高精度地预测移动物的将来的位置。并且,碰撞危险度判定装置能够通过预测与本车碰撞的程度来推定各种各样的交通状况(由道路环境和移动物状态的组合构成)下的碰撞危险度。

[0213] 其次,对第四实施方式所涉及的碰撞危险判定装置进行说明。另外,第四实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的结构形成为与第二实施方式相同的结构,因此标注相同标号并省略说明。

[0214] 在第四实施方式中,与第三实施方式的主要不同点在于,在路边的装置中预测移动物的将来分布,并判定碰撞的危险性。

[0215] 第四实施方式所涉及的碰撞危险度判定装置 210 固定设置于路边,例如主要设置于十字路口。

[0216] 计算机 222 的移动物生成部 46、位置更新部 46 以及分布变更部 48 与上述的第三实施方式相同。并且,危险判定部 250 基于各移动物的位置分布,针对各移动物判定与其他移动物碰撞的危险性,并使通信装置 224 发送在搭载有显示装置的车辆中显示判定结果的指令。

[0217] 其次,第四实施方式所涉及的局部地图信息处理程序与上述的第二实施方式所涉及的局部地图信息处理程序相同,因此省略说明。

[0218] 并且,在第四实施方式所涉及的危险判定处理程序中,首先,计算机 222 取得由照相机 18 拍摄到的前方图像以及由 GPS 装置 20 检测到的本装置位置。其次,计算机 222 基于上述取得的前方图像、本装置位置以及地图数据库 38 的电子地图检测包含本装置周边的各种道路划分的区域以及道路属性的行驶环境的状况,并且检测周边的移动物、移动物的动作状态、移动物的种类以及静止物的高度。

[0219] 进而,计算机 222 取得利用上述的局部地图生成处理程序得到的当前的局部地图信息。其次,计算机 222 基于所取得的局部地图信息检测静止物的区域。计算机 222 基于上述检测到的各种道路划分的区域、道路属性以及上述检测到的静止物的区域生成对静止物的区域以及道路划分的区域附加了存在可能度的存在可能度映射图。

[0220] 进而,计算机 222 生成表示上述检测到的各移动物的位置分布以及速度分布的移动物数据,并记录在上述生成了的存在可能度映射图上。

[0221] 其次,计算机 222 将对预测次数进行计数的变量 n 设定成初始值 1。进而,计算机 222 根据所分配的速度分布使各移动物的位置分布移动。其次,计算机 222 通过根据存在可能度映射图的存在可能度进行加权来变更上述移动了的移动物的位置分布。进而,计算机 222 以各移动物作为判定对象,基于上述变更了的判定对象的移动物的位置分布和其他移动物的位置分布分别计算与其他移动物碰撞的碰撞概率来作为碰撞危险度。

[0222] 其次,计算机 222 判定是否存在上述计算出的碰撞概率在阈值以上的移动物。当存在该移动物的情况下,计算机 222 利用通信装置 224 朝该判定对象的移动物发送使搭载于判定对象的移动物的显示装置显示该移动物的将来预测位置以及警告信息的指令。

[0223] 直到表示预测次数的变量 n 达到与将来预测时间对应的次数 N 为止,计算机 222 反复进行上述的处理,当变量 n 达到常数 N 的情况下,结束危险判定处理程序。

[0224] 如以上说明了的那样,根据第四实施方式所涉及的碰撞危险判定装置,能够利用路边的状态针对各种各样的状况而高精度地预测移动物的将来的位置。并且,碰撞危险判定装置能够通过预测周边的移动体彼此的碰撞的程度来推定各种各样的交通状况下的碰撞危险度。

[0225] 其次,对第五实施方式所涉及的碰撞危险判定装置进行说明。另外,第五实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的结构形成为与第一实施方式相同的结构,因此标注相同标号并省略说明。

[0226] 第五实施方式与第一实施方式的不同点在于,基于死角区域的位置推定配置在死角区域内的移动物粒子的移动物的种类。

[0227] 在第五实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的移动物生成部 44 中,如下所示,基于死角区域的位置对从死角区域生成的粒子生成候补区域的移动物粒子分配汽车、二轮车、行人等表示移动物的种类的标记。

[0228] 例如,预先通过定点观测记录并积蓄该场所的移动物的出现频率。在事故多发的十字路口等,如图 17 所示,利用照相机拍摄等方法、按照季节 / 时间段等进行分层,记录自顾自地通过或者横穿车道 / 人行道的移动物的种类,并如图 18 所示针对各位置生成收纳有移动方向、移动物的种类以及频率的数据库。

[0229] 移动物生成部 44 基于针对死角区域的位置生成的数据库确定出现频率高的移动物的种类,并对在死角区域内生成的粒子生成候补区域的移动物粒子分配表示所确定的移动物的种类的标记。并且,移动物生成部 44 基于根据所确定的移动物的种类预先确定的移动状态分布决定移动状态,并分配给移动物粒子。

[0230] 另外,第五实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的其他的结构以及作用均与第一实施方式相同,因此省略说明。

[0231] 并且,也可以将在上述的实施方式中说明了的在死角区域内假定的移动物的种类的推定方法应用于上述的第三实施方式。在该情况下,只要对记录在死角区域内的移动物数据所推定出的移动物的种类、或与移动物的种类相应的位置分布以及速度分布即可。

[0232] 其次,对第六实施方式所涉及的碰撞危险判定装置进行说明。另外,第六实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的结构形成为与第一实施方式相同的结构,因此标注相同标号并省略说明。

[0233] 在第六实施方式中,与第一实施方式的不同点在于,基于学习模型根据死角区域的周边信息推定配置在死角区域内的移动物粒子的移动物的种类。

[0234] 在第六实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的移动物生成部 44 中,如下所述,基于学习模型,对从死角区域生成的粒子生成候补区域的移动物粒子分配汽车、二轮车、行人等表示移动物的种类的标记。

[0235] 首先,使学习模型学习死角区域的周边信息与应当假定的移动物的种类之间的映

射关系。例如,对专业人员(例如驾驶指导员)提示交通场面的照片/影像等,或者通过同乘进行访问调查,得到应当假定死角区域存在何物的回答,时候汇集传感信息求出死角区域的周边信息。进而,制作如图 19 所示的由周边信息输入的各种项目(死角生成物、本车与死角区域之间的位置关系、有无人行横道、有无信号灯、有无临时停止线、有无超车限制、限速、道路规模、有无十字路口、有无人行道、有无隔离带、道路线形、本车速度等)和假定输出的项目(假定应当存在于死角区域的移动物的种类)构成的数据表。

[0236] 进而,如图 20 所示,使用神经网络预先学习死角区域的周边信息各种项目与假定应当存在于死角区域的移动物的种类之间的映射关系。另外,也可以使用固定构造的线性回归模型、决定树、贝叶斯网络等进行学习。

[0237] 移动物生成部 44 输入根据环境检测部 40 的检测结果得到的死角区域的周边信息,取得从神经网络输出的、假定应当存在于死角区域的移动物的种类,并对在死角区域内生成的粒子生成候补区域的移动物粒子分配表示该移动物的种类的标记。并且,移动物生成部 44 基于根据所确定的移动物的种类预先确定的移动状态分布决定移动状态,并分配给移动物粒子。

[0238] 另外,第六实施方式所涉及的碰撞危险判定装置的其他的结构以及作用与第一实施方式相同,因此省略说明。

[0239] 并且,也可以将在上述实施方式中说明了的假定存在于死角区域内的移动物的种类的推定方法应用于上述的第三实施方式。在该情况下,只要对记录于死角区域内的移动物数据分配所推定出的移动物的种类、或是与移动物的种类相应的位置分布以及速度分布即可。

[0240] 其次,对第七实施方式所涉及的碰撞危险判定装置进行说明。另外,对形成为与第一实施方式相同的结构的部分标注相同标号并省略说明。

[0241] 在第七实施方式中,与第一实施方式的不同点在于,在可能存在活动物的死角区域内假定假想活动物,并配置移动物粒子。

[0242] 如图 21 所示,第七实施方式所涉及的碰撞危险判定装置 710 的计算机 722 具备:物体位置取得部 30;本车运动推定部 32;局部地图更新部 34;存在概率变更部 36;地图数据库 38;环境检测部 40;映射图生成部 42;确定可能存在移动物的死角区域的死角区域确定部 742;假想活动物生成部 743,在所确定的死角区域内生成多个作为表示假想活动物的数据的移动物粒子,并对各移动物粒子附加与假定的假想活动物的移动状态分布相应的移动状态,从而以表示假定的假想活动物的位置的分布的方式在存在可能度映射图上配置移动物粒子;移动物生成部 44;位置更新部 46;分布变更部 48;以及危险判定部 50。另外,假想活动物生成部 743 是假想活动物生成部以及假想活动物记录部的一例。

[0243] 如图 22 所示,死角区域确定部 742 基于由环境检测部 40 检测到的局部地图信息中的从本车观察的因静止物的存在而形成的死角区域、和地图数据库确定可能存在活动物的死角区域。并且,如图 23 所示,死角区域确定部 742 在存在可能度映射图中基于该死角区域的死角距离 d (在死角区域为道路的情况下,死角区域表示道路宽度)针对所确定的死角区域设定行人的存在可能度以及车辆的存在可能度。即当死角距离 d 在阈值 D_{x1} 以下的情况下,死角区域确定部 742 将行人的存在可能度设定为 1.0,当死角距离 d 大于阈值 D_{x1} 的情况下,将行人的存在可能度设定为 0.8。由此,死角距离 d 越小,死角区域确定部 742 能

够将行人的存在可能度设定得越高。并且,当死角距离 d 在阈值 $Dx1$ 以下的情况下,死角区域确定部 742 将车辆的存在可能度设定为 0.2,当死角距离 d 大于阈值 $Dx1$ 的情况下,将车辆的存在可能度设定为 1.0。由此,死角距离 d 越大,死角区域确定部 742 能够将车辆的存在可能度设定得越高。另外,关于死角区域的死角距离 d ,可以使用导航系统的道路宽度信息数据库求出。

[0244] 假想活动物生成部 743 在存在可能度映射图中将所确定的可能存在活动物的死角区域作为粒子生成候补区域。假想活动物生成部 743 以使得粒子数量成为预先设定的粒子总数的方式使用随机数发生器对死角区域的粒子生成候补区域生成并配置多个移动物粒子。另外,移动物粒子的配置位置是根据后述的假想活动物的位置决定的。

[0245] 并且,如图 24 所示,假想活动物生成部 743 基于上述的死角距离 d ,针对从死角区域生成的粒子生成候补区域的移动物粒子决定假想活动物的种类(例如行人、车辆),并对移动物粒子分配表示所决定的假想活动物的种类的标记。例如当死角距离 d 在阈值 $Dx2$ 以下的情况下,假想活动物生成部 743 决定假想活动物的种类为行人,当死角距离大于阈值 $Dx2$ 的情况下,假想活动物生成部 743 决定假想活动物的种类为车辆。

[0246] 并且,假想活动物生成部 743 假设假定存在于死角区域内的假想活动物会突然出现并与本车碰撞,计算假想活动物的位置、动作状态以及移动状态,并基于计算出的假想活动物的动作状态以及移动状态,将假想活动物的移动状态设定成分布。

[0247] 例如,如图 25 所示,将假想活动物(例如行人)突然出现的位置固定为 Wp ,将突然出现的速度固定为 Vp ,将本车的当前速度设定为 v ,将到假定与本车碰撞的交叉点为止的距离设定为 d ,则本车到达交叉点的时间 t 为 $t=d/v$ 。并且,以速度 vp 移动的过程中的假想活动物能够在时间 t 的期间到达交叉点的距离 dp 为 $dp=vp \times t=vp \times d/v$ 。

[0248] 因而,当本车在死角区域周边行驶时,假想活动物生成部 743 在各运算时刻始终基于死角区域的位置(dp 、 Wp)配置假想活动物的移动物粒子,并且基于速度 Vp 设定假想活动物的移动物粒子的移动状态的分布。

[0249] 总之,始终假定与本车在交叉点碰撞的移动物会突然出现的最坏的情况来设定假想活动物的位置以及移动装填。

[0250] 但是,在假想活动物的假定位置(dp 、 Wp)来到相比死角区域靠近的位置的时刻,停止假定假想活动物,假想活动物生成部 743 使该假想活动物的移动物粒子消失。

[0251] 并且,对移动物粒子分配用于识别假想活动物的识别信息。例如,相对于针对一个假想活动物生成的粒子生成候补区域,生成分配了相同的识别信息的移动物粒子。

[0252] 其次,使用图 26 对第七实施方式所涉及的危险判定处理程序进行说明。另外,对与第十实施方式为相同处理的部分标注相同标号并省略详细说明。

[0253] 首先,在步骤 120 中,计算机 722 取得由照相机 18 拍摄到的前方图像以及由 GPS 装置 20 检测到的本车位置。在随后的步骤 122 中,计算机 722 检测包含本车周边的各种道路划分的区域以及道路属性的行驶环境的状况,并且检测周边的移动物、移动物的动作状态、移动状态、移动物的种类以及静止物的高度。

[0254] 进而,在步骤 124 中,计算机 722 取得通过上述的局部地图生成处理程序得到的当前的局部地图信息。在随后的步骤 125 中,计算机 722 根据在上述步骤 124 中取得的局部地图信息检测存在静止物的区域。进而,在步骤 126 中,计算机 722 生成存在可能度映射图。

[0255] 在随后的步骤 760 中,计算机 722 确定可能存在活动物的死角区域,并且设定存在可能度映射图上的该死角区域的存在可能度。进而,在步骤 762 中,计算机 722 将存在可能度映射图上的该死角区域设定成移动物粒子生成候补区域。并且,计算机 722 基于在上述步骤 760 中确定的死角区域的死角距离决定假想活动物的种类,并且计算假想活动物的位置以及移动状态。计算机 722 以使得粒子数量为预先设定的粒子总数的方式生成假想活动物的移动物粒子,并根据计算出的假想活动物的位置在移动物粒子生成候补区域配置移动物粒子。并且,计算机 722 针对假想活动物基于所计算出的移动状态求出移动状态分布,并基于所求出的移动状态分布分别决定各移动物粒子的移动状态,并对各移动物粒子分配移动状态。

[0256] 在步骤 130 中,计算机 722 在存在可能度映射图中设定相对于移动物以及本车的移动物粒子生成候补区域,生成包含本车的移动物的移动物粒子,并配置在对应的移动物粒子生成候补区域。并且,计算机 722 针对各移动物求出移动状态分布,并基于所求出的移动状态分布对各移动物粒子分配移动状态。

[0257] 在随后的步骤 132 中,计算机 722 将对预测次数进行计数的变量 n 设定成初始值 1。

[0258] 进而,在步骤 134 中,计算机 722 使包含相对于假想活动物的移动物粒子的各移动物粒子根据分配的移动状态移动。在随后的步骤 136 中,计算机 722 根据存在可能度映射图的存在可能度进行通过上述步骤 134 移动了的移动物粒子的消失以及复制,变更移动物粒子的配置。在步骤 138 中,计算机 722 基于在上述步骤 136 中变更了的其他移动物的移动物粒子与本车的移动物粒子之间的重复频率分别计算与其他的移动物碰撞的碰撞概率来作为碰撞危险度。

[0259] 进而,在步骤 140 中,计算机 722 判定是否存在上述步骤 138 中计算出的碰撞概率在阈值以上的移动物。当不存在该移动物的情况下,计算机 722 过渡至步骤 144。另一方面,当存在该移动物的情况下,在步骤 142 中,计算机 722 使警报装置 24 显示该移动物的将来预测位置以及警告信息,并过渡至步骤 144。

[0260] 在步骤 144 中,计算机 722 判定表示预测次数的变量 n 是否达到与将来预测时间对应的次数 N 。当变量 n 尚未达到常数 N 的情况下,在步骤 146 中使变量 n 加以,并返回上述步骤 134,反复进行上述步骤 134 以后的处理。另一方面,当变量 n 达到了常数 N 的情况下,结束危险判定处理程序。

[0261] 另外,第七实施方式所涉及的碰撞危险判定装置 710 的其他结构以及作用与第一实施方式相同,因此省略说明。

[0262] 如以上说明了的那样,根据第七实施方式所涉及的碰撞危险判定装置,针对假定存在于死角区域内的假想活动物,基于假定的移动状态分布使位置分布移动,并且基于对道路划分的区域、静止物的区域以及死角区域附加了移动物的存在可能度的存在可能度映射图变更位置分布。由此,碰撞危险判定装置能够在各种各样的状况下高精度地预测假想活动物的将来的位置。

[0263] 并且,碰撞危险判定装置通过将相对于假想活动物的移动物粒子配置在死角区域,能够判定通过实际上并不明显的死角时的碰撞危险。

[0264] 另外,在上述的实施方式中,在使突然出现速度固定的情况下,按照以在交叉点与

本车碰撞的方式计算假想活动物的位置的情况为例进行了说明,但并不限于此。例如,如图 27 所示,也可以在各运算时刻相对于死角区域始终假定从最接近交叉点的位置突然出现来计算假想活动物的位置。例如,当将死角区域与交叉点之间的距离设定为 dp 、将突然出现的位置设定为 Wp 时,计算位置(dp 、 Wp)来作为假想活动物的位置。

[0265] 并且,也可以将在上述的实施方式中说明了的生成、预测假定存在于死角区域内的假想活动物的方法应用于上述的第二实施方式。在该情况下,只要确定从路边的装置观察因静止物的存在而形成的死角区域、即可能存在活动物的死角区域,并生成假定存在于所确定的死角区域内的假想活动物即可。

[0266] 并且,也可以将在上述的实施方式中说明了的生成、预测假定存在于死角区域内的假想活动物的方法应用于上述的第三实施方式。在该情况下,假想活动物生成部 743 在存在可能度映射图上在所确定的可能存在活动物的死角区域内记录假想活动物数据。并且,利用假想活动物生成部 743 计算所假定的假想活动物的位置以及移动状态,用本车中心 $x-y$ 坐标空间上的二维正规分布表现假想活动物的位置,生成表示假想活动物的位置分布的假想活动物数据,并记录在存在可能度映射图上。另外,作为位置的平均向量使用所假定的假想活动物的位置,位置的协方差行列基于预先求出的假想活动物的大小设定。并且,假想活动物生成部 743 基于所假定的假想活动物的移动状态使用本车中心 $x-y$ 坐标空间上的二维正规分布表现移动物的速度,并分配给记录在存在可能度映射图上的假想活动物数据。另外,作为速度的平均向量,使用所计算出的假想活动物的速度。并且,利用与行人的平均速度相应的如上述图 8 所示的方差/协方差的数据表设定速度的协方差行列。

[0267] 并且,在上述第一实施方式~第八实施方式中,以基于所检测到的移动物的动作状态或者移动状态求出移动状态分布的情况为例进行了说明,但是并不限于此。也可以检测并使用移动物的移动状态分布。并且,也可以使用针对移动物的每个种类而预先由设计者确定的移动状态分布。并且,也可以使用观测行人而得的结果(方向、行走方式等动作状态)设定移动状态的方差、方向,并且使用针对移动物的每个种类预先确定的平均速度求出移动状态分布。

[0268] 并且,以存在可能度表示移动物的存在容易度的情况为例进行了说明,但是,也可以使用表示移动物的存在困难度的存在可能度生成存在可能度映射图。

[0269] 并且,以使用运动传感器的检测结果推定本车的运动的情况为例进行了说明,但是并不限于此,也可以利用激光雷达的检测结果的时间差分推定本车的运动。并且,例如也可以使用 GPS 装置的对本车位置的检测结果推定本车的运动。并且,也可以组合激光雷达、运动传感器以及 GPS 装置的检测结果推定本车的运动。

[0270] 并且,以利用激光雷达朝前方扫描激光从而检测物体的位置的情况为例进行了说明,但是并不限于此,也可以朝前方扫描毫米波等电磁波从而检测物体的位置。

[0271] 并且,以利用激光雷达检测本车前方的物体的位置的情况为例进行了说明,但是并不限于此,例如也可以从由摄像机拍摄的前方图像检测本车前方的物体的位置。

[0272] 并且,也可以借助使用照相机的摄像技术确定从本车观察的死角区域。

[0273] 能够将本发明的程序模块收纳于记录介质来提供。

[0274] 本发明所涉及的计算机可读介质存储有用于使计算机作为移动物检测部、区域检测部、映射图生成部、移动物记录部以及预测部发挥功能,其中,上述移动物检测部从检测

对象范围检测移动物的位置以及动作状态或者移动状态；上述区域检测部从上述检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域；上述映射图生成部生成对由上述区域检测部检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图；上述移动物记录部基于由上述移动物检测部检测到的上述移动物的位置以及动作状态或者移动状态生成上述移动物的位置分布以及移动状态分布，并记录于上述存在可能度映射图；上述预测部基于上述移动物的移动状态分布使上述移动物的位置分布移动，并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动的位置分布，从而预测上述存在可能度映射图上的上述移动物的将来的位置分布。

[0275] 并且，本发明所涉及的计算机可读介质存储有用使计算机作为区域检测部、映射图生成部、死角区域确定部、假想活动物生成部、假想活动物记录部以及预测部发挥功能，其中，上述区域检测部从检测对象范围检测多个种类的道路划分的区域以及静止物的区域；上述映射图生成部生成对由上述区域检测部检测到的上述道路划分的区域以及上述静止物的区域附加了表示移动物的存在容易度或者存在困难度的存在可能度的存在可能度映射图；上述死角区域确定部从上述检测对象范围确定可能存在活动物的死角区域；上述假想活动物生成部生成假定存在于由上述死角区域确定部确定的死角区域内的假想活动物；上述假想活动物记录部针对由上述假想活动物生成部生成的上述假想活动物，假定上述假想活动物的位置以及动作状态或者移动状态，生成上述假想活动物的位置分布以及移动状态分布，并记录于上述存在可能度映射图；上述预测部基于上述假想活动物的移动状态分布使上述假想活动物的位置分布移动，并且基于上述存在可能度映射图的存在可能度变更上述移动了的位置分布，从而预测上述存在可能度映射图上的上述假想活动物的将来的位置分布。

[0276] 通过参考，将日本出愿 2010 — 201214 的公开的整体取入本说明书。

[0277] 对于本说明书中记载的所有的文献、特许出愿、以及技术标准，以与通过参考而包括各个文献、特许出愿、以及技术标准的具体地且分别记载的情况相同的程度，在本说明书中也通过参考而包含上述内容。

[0278] 标号说明：

[0279] 10、210、710：碰撞危险判定装置；12：激光雷达；14：运动传感器；18：照相机；20：GPS 装置；22、222、722：计算机；32：本车运动推定部；34：局部地图更新部；36、236：存在概率变更部；38：地图数据库；40：环境检测部；42：映射图生成部；44：移动物生成部；46：位置更新部；46：移动物生成部；48：分布变更部；50、250：危险判定部；742：死角区域确定部；743：假想活动物生成部。

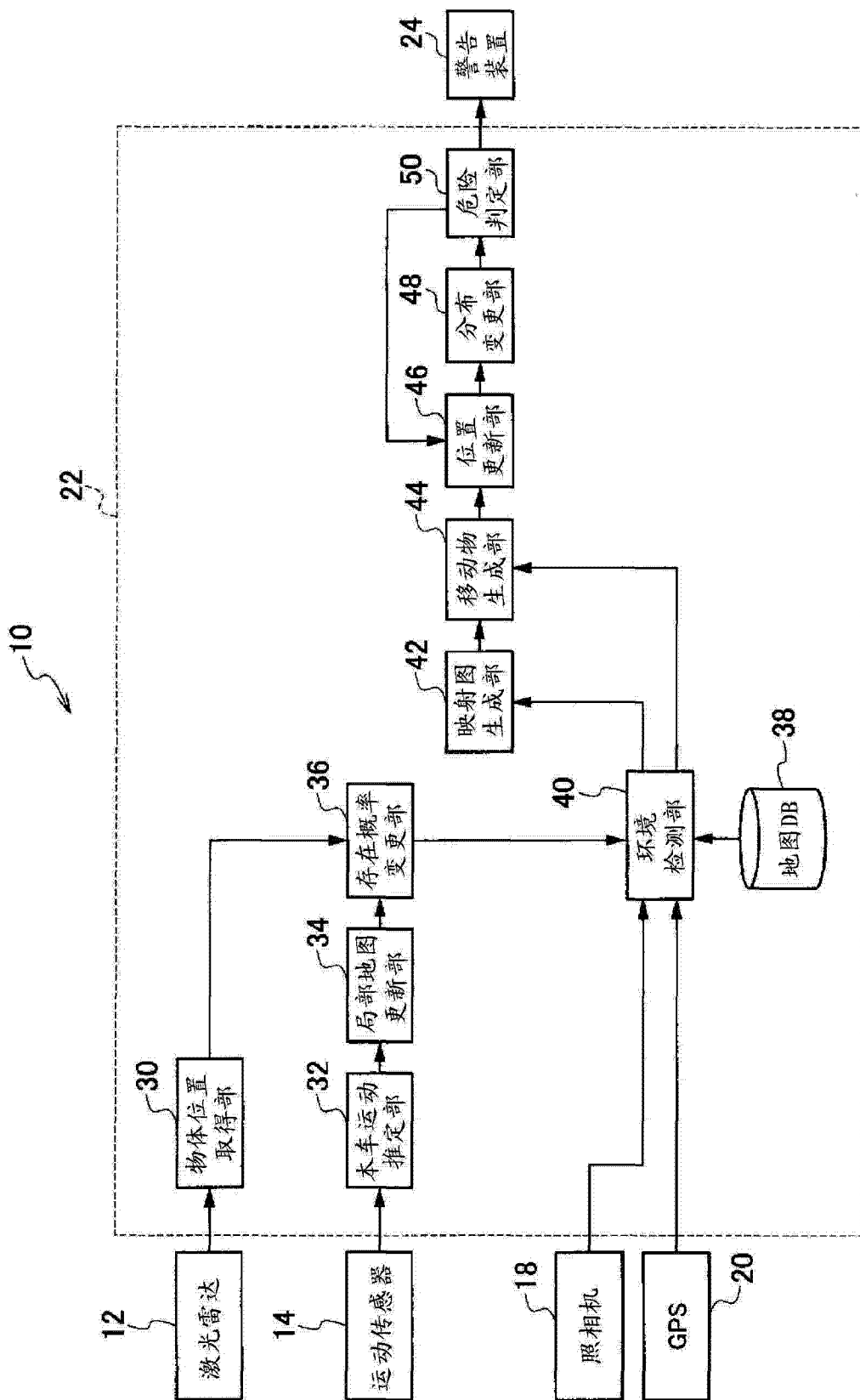


图 1

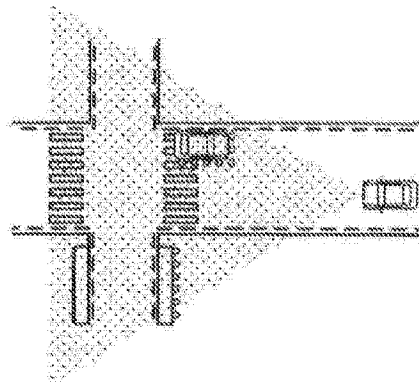


图 2A

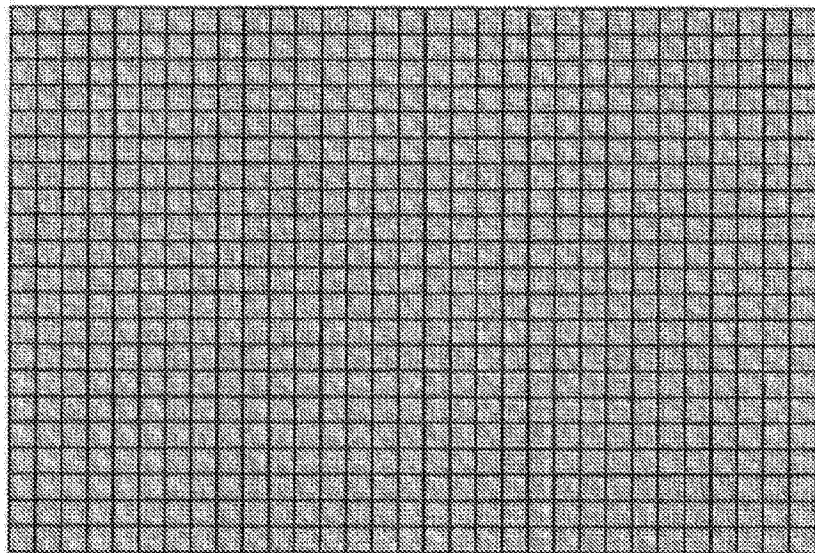


图 2B

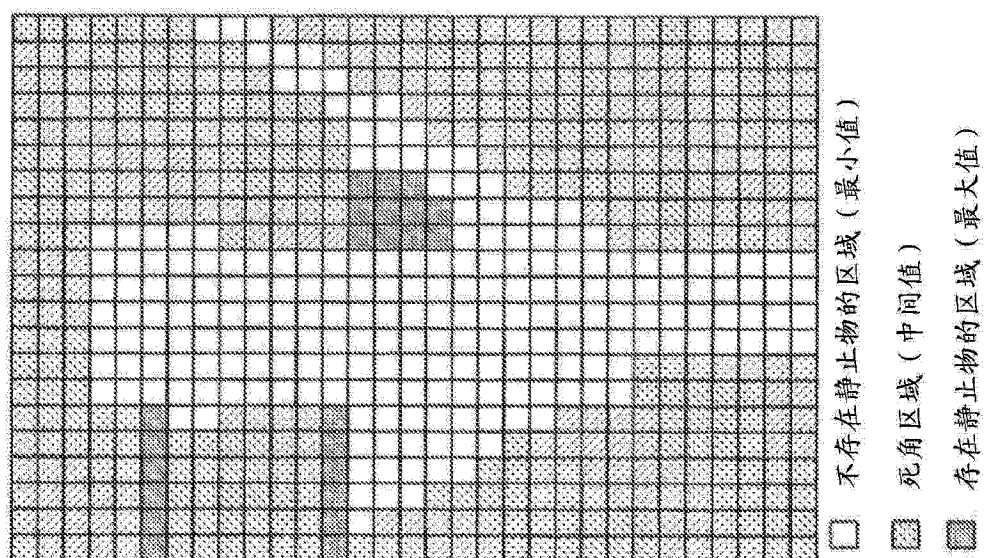


图 2C

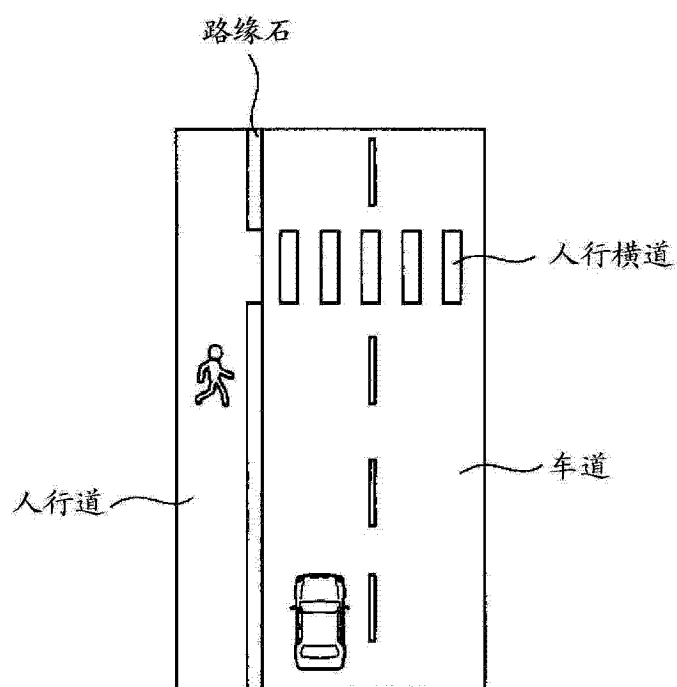


图 3

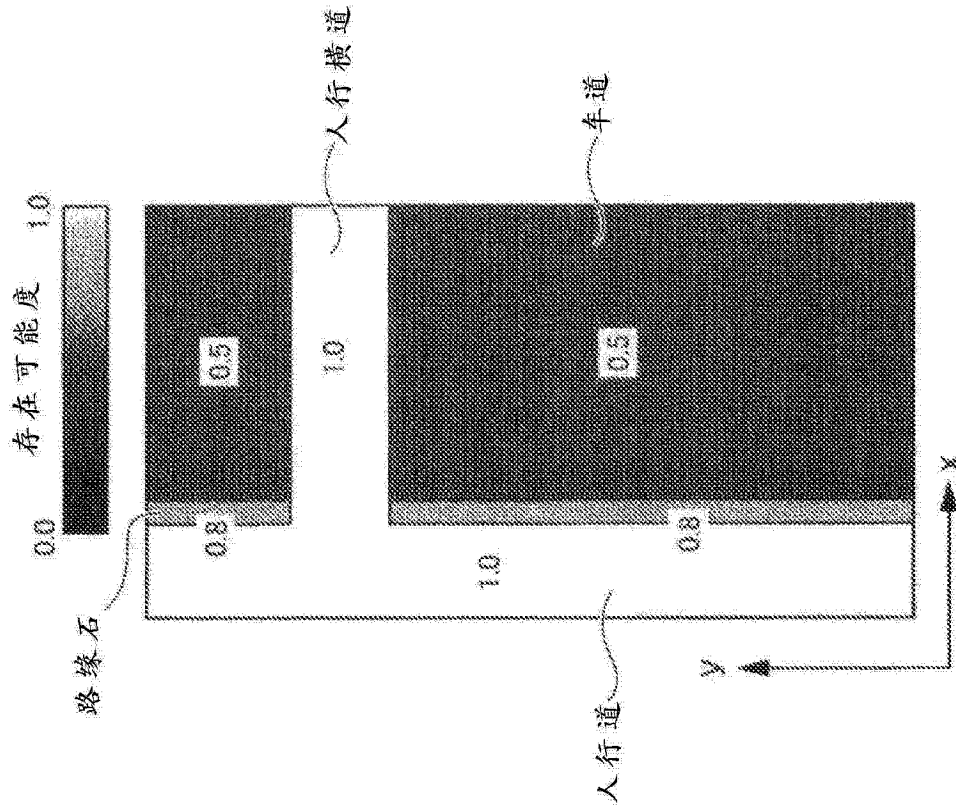


图 4A

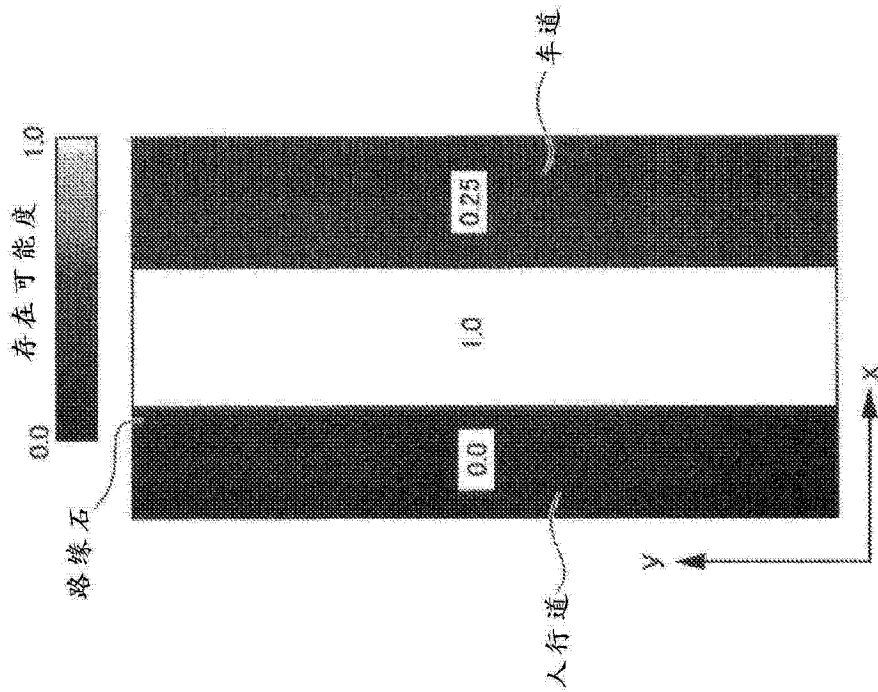


图 4B

道路划分	条件	存在可能度
车道	短车道	0.8
	单侧车道数1	0.5
	单侧车道数2	0.25
	单侧车道数在3以上	0.0
	有中央隔离带	0.0
人行道	—	1.0
人行横道	无行人信号	1.0
	行人信号(绿)	1.0
	行人信号(红)	0.0

图 5

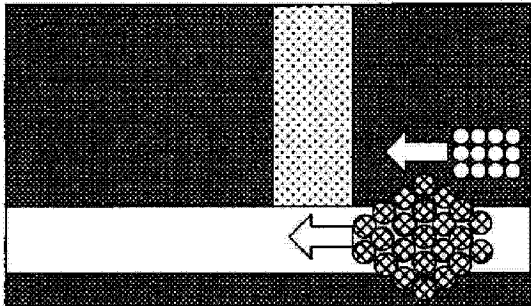


图 7A

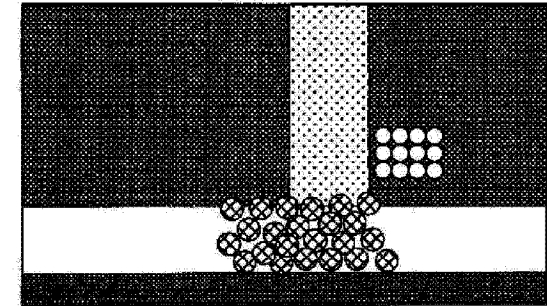


图 7B

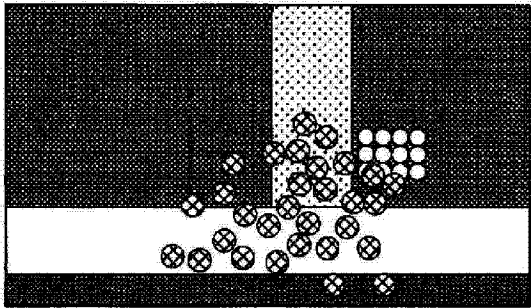


图 7C

道路划分	条件	存在可能度
车道	本车行驶车道	1.0
	对向车道	0.25
人行道	—	0.0
人行横道	无行人信号	1.0
	行人信号(绿)	0.0
	行人信号(红)	1.0
静止障碍物	—	0.0

图 6

平均速度[m/s]条件	方差/协方差[m ² /s ²]
速度=0.0	$\sigma_x^2=0.30^2$, $\sigma_y^2=0.30^2$, $\sigma_{xy}=0.0$
$0.0<\text{速度}\leq 0.5$	$\sigma_x^2=0.20^2$, $\sigma_y^2=0.20^2$, $\sigma_{xy}=0.0$
$0.5<\text{速度}\leq 1.5$	$\sigma_x^2=0.10^2$, $\sigma_y^2=0.10^2$, $\sigma_{xy}=0.0$
$1.5<\text{速度}$	$\sigma_x^2=0.05^2$, $\sigma_y^2=0.05^2$, $\sigma_{xy}=0.0$

图 8

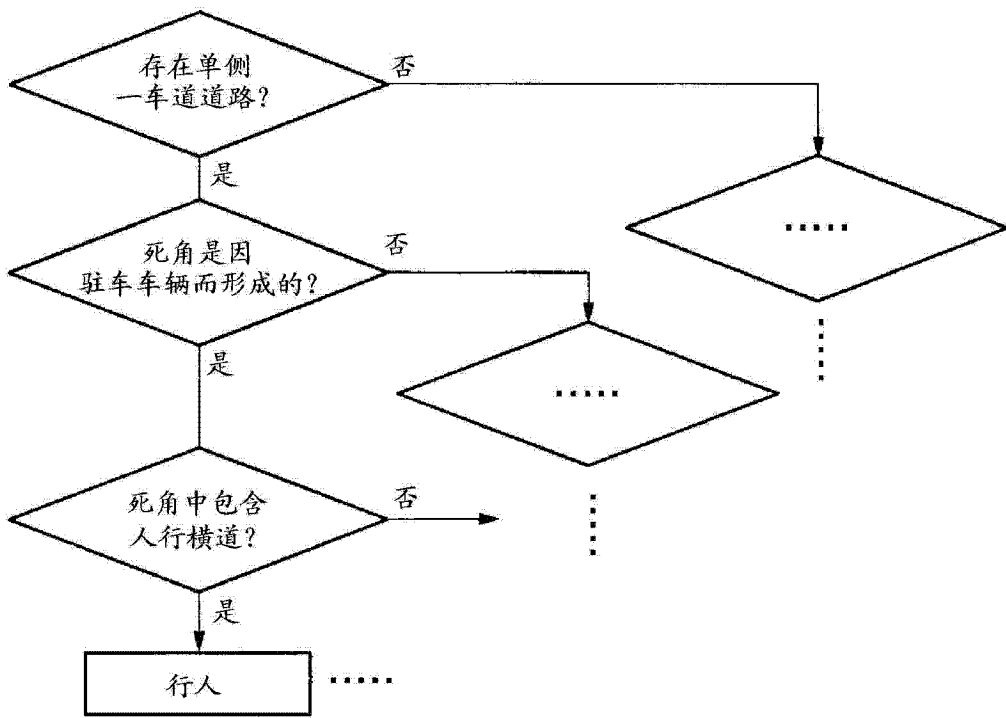


图 9

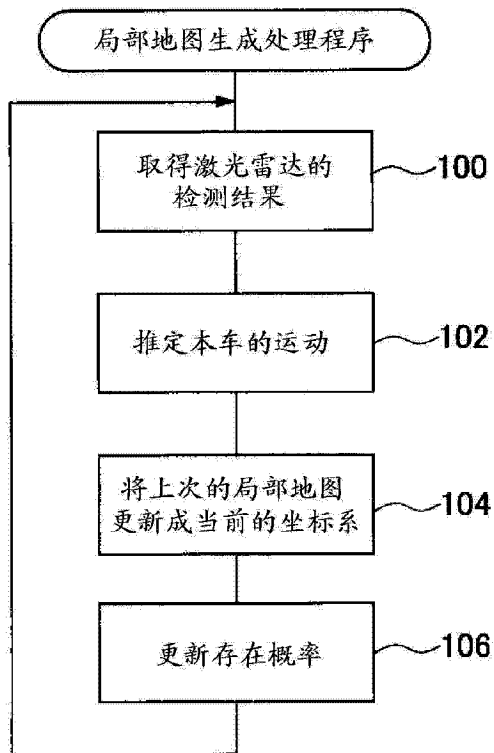


图 10

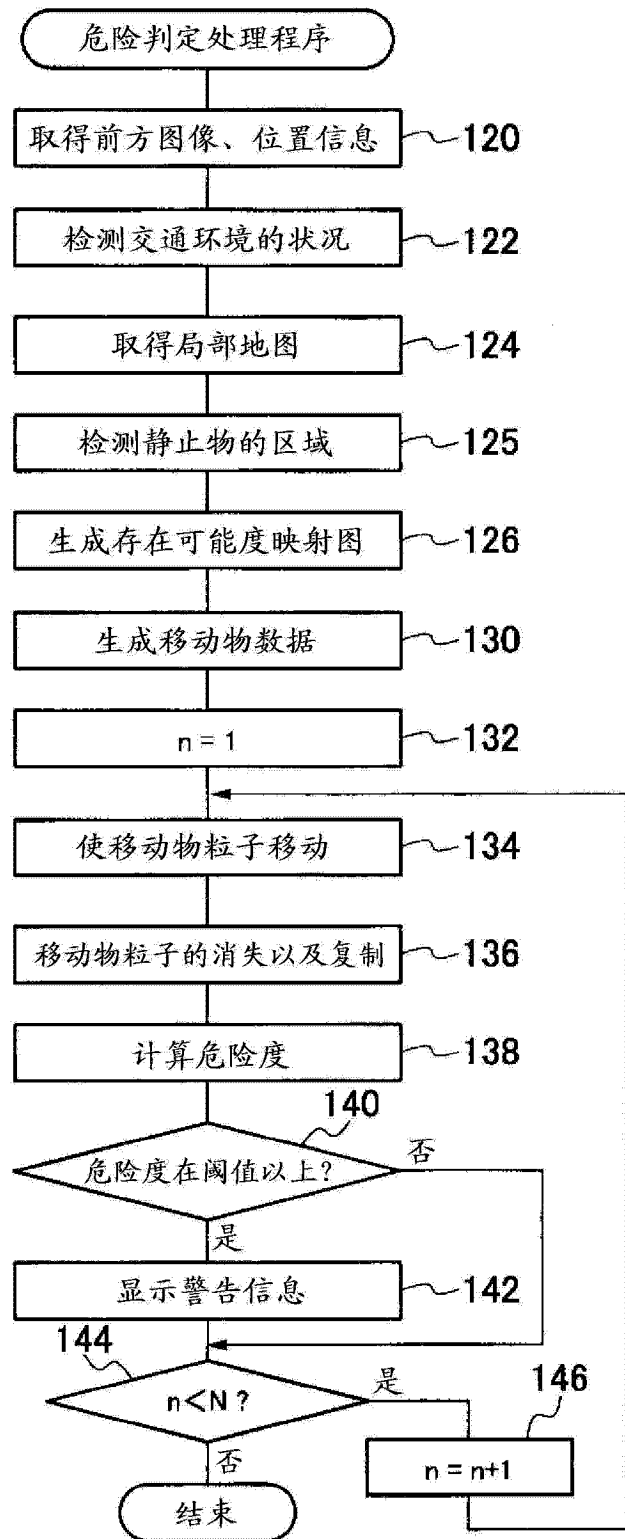


图 11

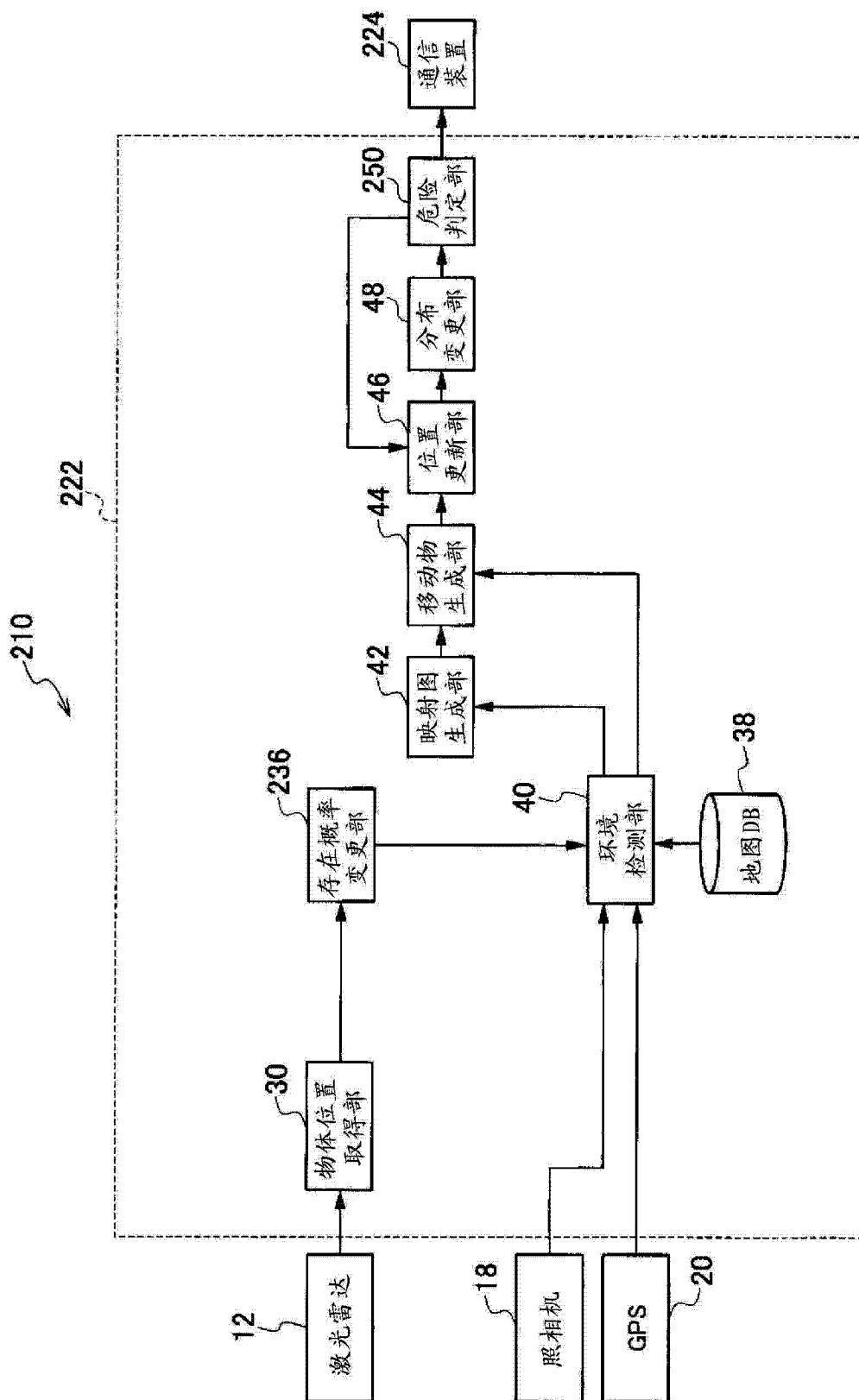


图 12

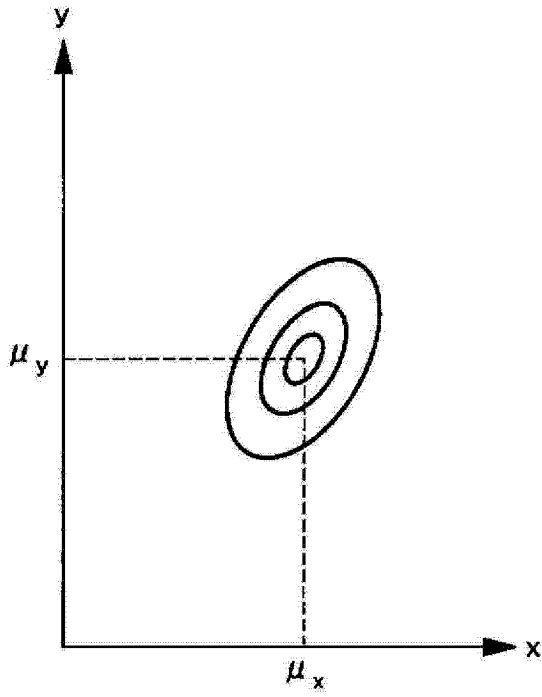


图 13A

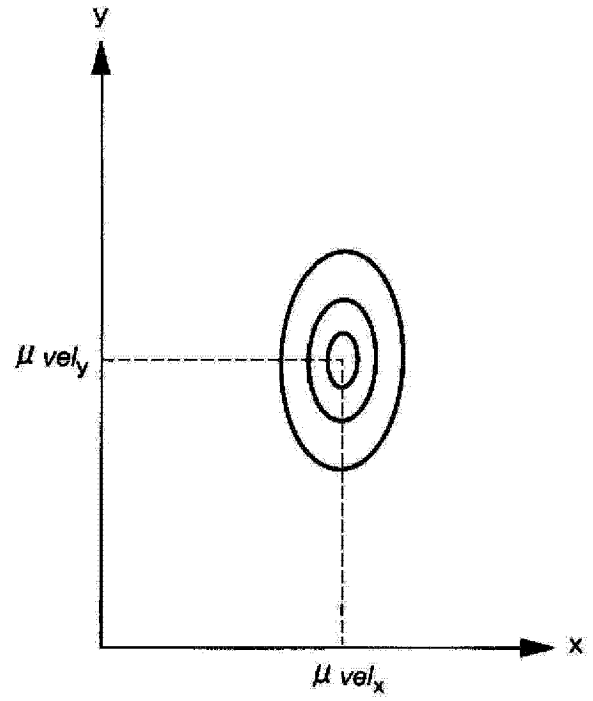


图 13B

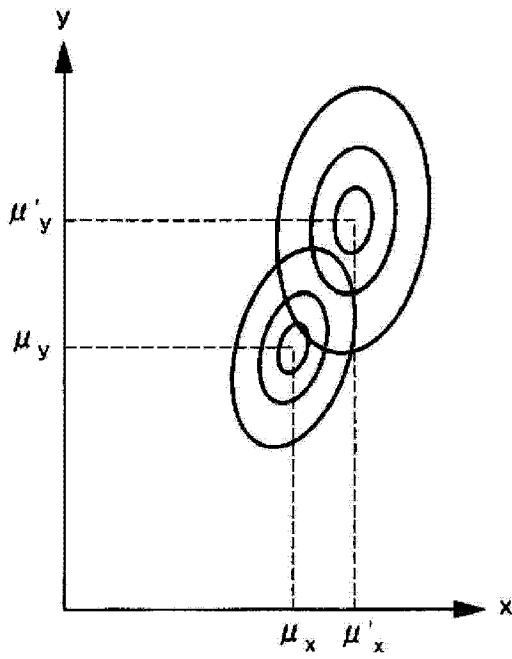


图 14

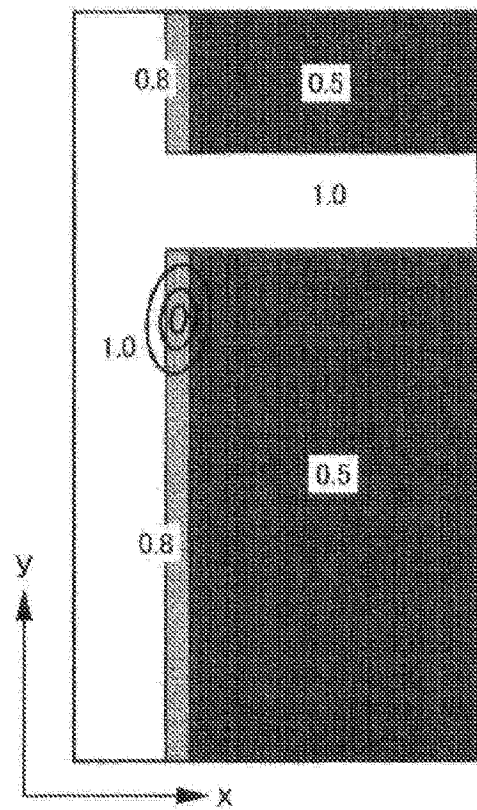


图 15

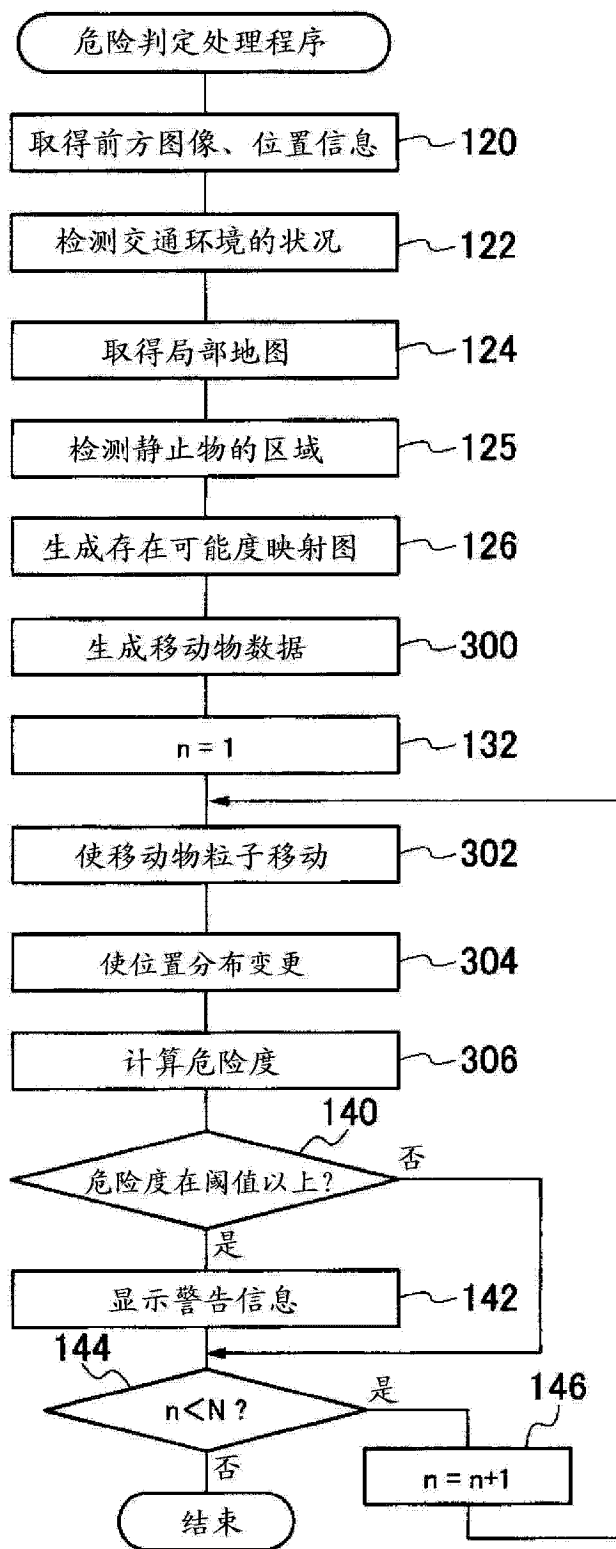


图 16

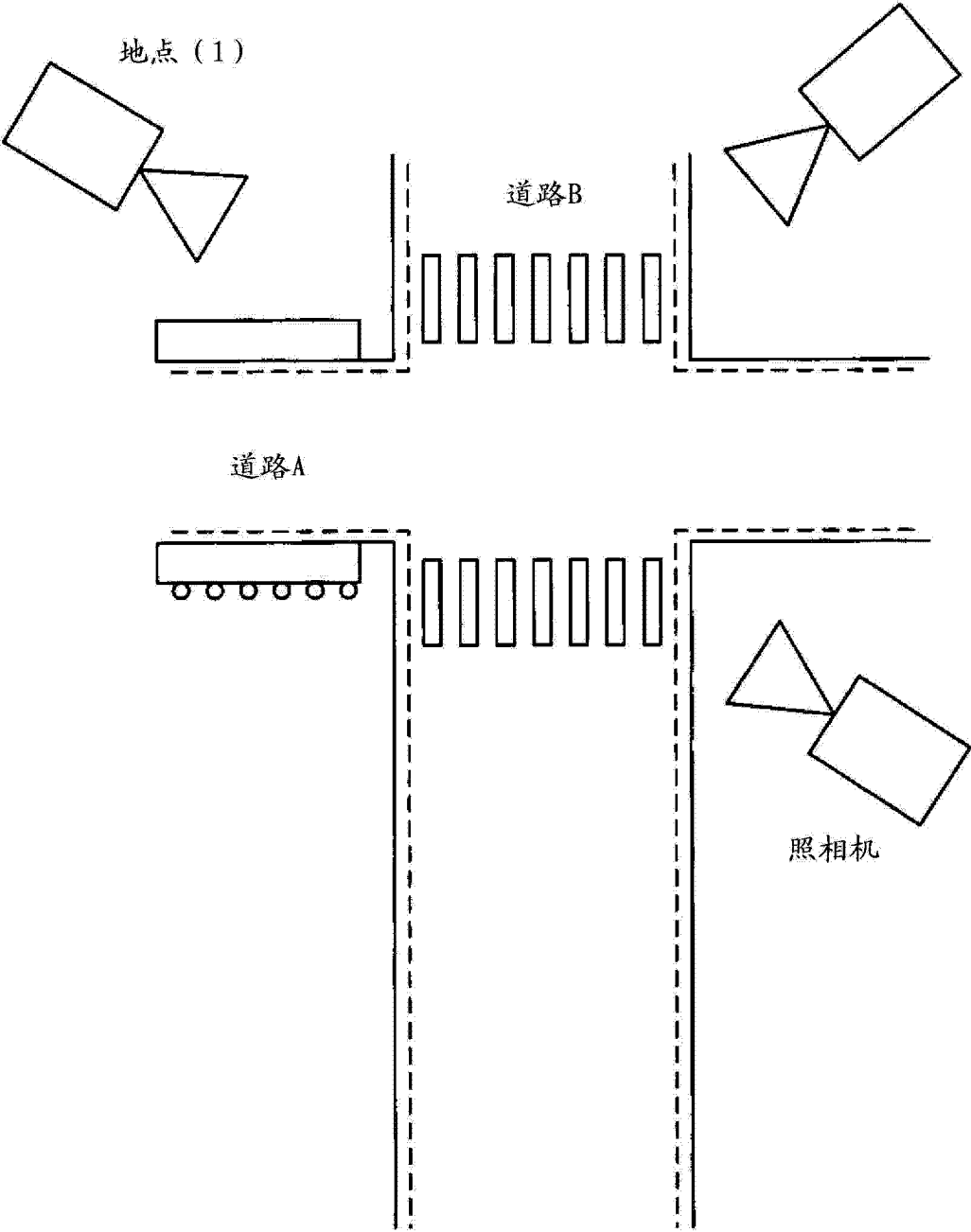


图 17

道路	方向	类别	频率
A	上	行人	121
A	上	自行车	83
A	上	二轮车	22
A	上	普通车	50
A	上	大型车	5
A	横穿	行人	323
A	横穿	自行车	98
A	横穿	二轮车	2
A	横穿	普通车	0
A	横穿	大型车	0
A	下	行人	84

图 18

假定输出										周边信息输入									
死角生成物	死角位置关系	人行横道	信号灯	临时停止线	超车限制	限制速度	道路规模	十字路口	人行横道	隔离带	道路线形	本车速度	应当假定存在于死角区域的活动物						
普通车	本车道	无	无	有	有	30km/h	单车道	有	无	隔离带(右)	直线	0-10km/h	行人	二轮车	行人	行人	行人	普通车	行人
普通车	本车道	无	无	有	无	30km/h	单车道	有	无	隔离带(右)	直线	0-10km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
电线杆	本车道	无	无	无	无	30km/h	单车道	无	有	隔离带(右)	直线	0-10km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
车辆	本车道	无	无	无	有	40km/h	单车道	无	有	隔离带(右)	直线	10-20km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
大型车	相邻车道	无	无	无	有	40km/h	单车道	无	有	隔离带(右)	直线	10-20km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
大型车	相邻车道	无	无	无	有	50km/h	单车道	无	有	隔离带(右)	直线	20-30km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
大型车	相邻车道	无	无	无	禁止	60km/h	单车道	无	有	无	直线	40-50km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
大型车	本车道	无	无	无	禁止	60km/h	单车道	无	有	无	直线	50-60km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
侧壁	相邻车道	无	无	无	禁止	40km/h	单车道	有	无	无	直线	30-40km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
侧壁	相邻车道	无	无	无	禁止	30km/h	单车道	有	无	无	直线	20-30km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人
大型车	相邻车道	无	无	无	禁止	50km/h	单车道	无	有	无	直线	10-20km/h	行人	二轮车	行人	行人	普通车	行人	行人

图 19

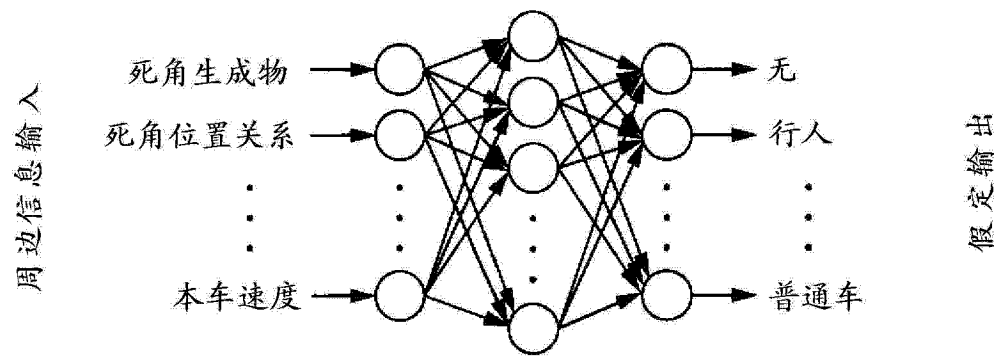


图 20

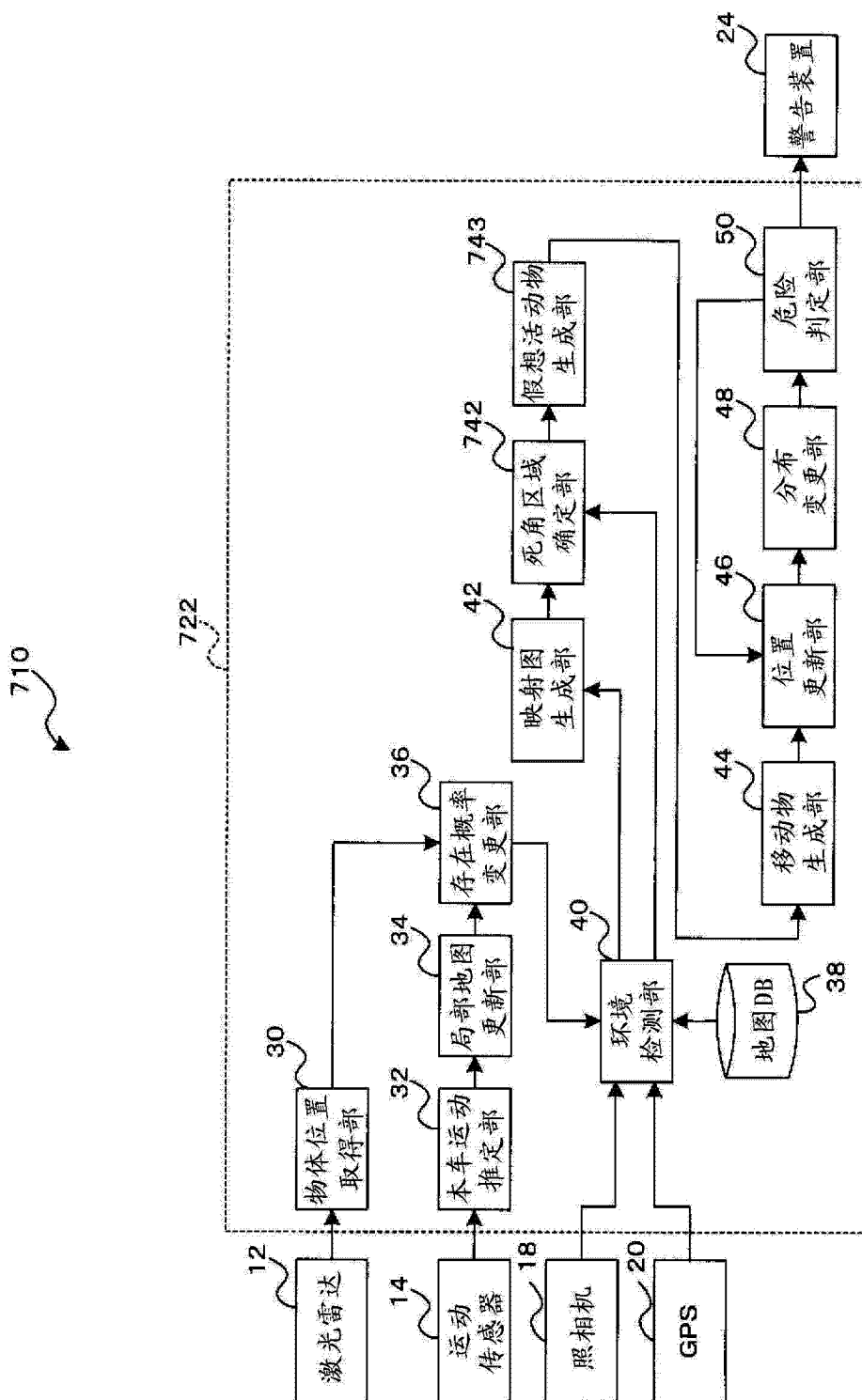


图 21

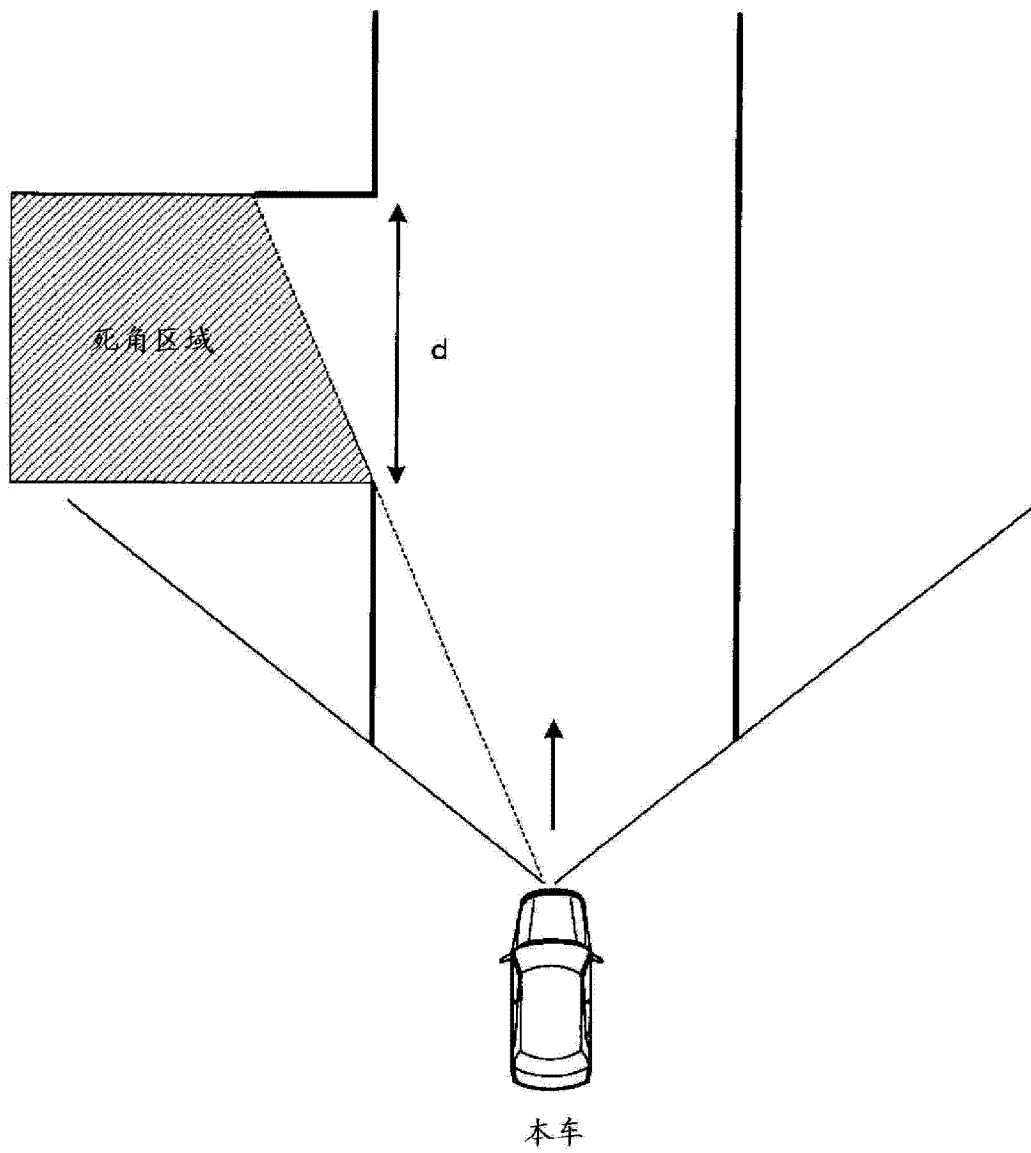


图 22

死角距离d	在死角区域设定的存在可能度	
	行人存在可能度	车辆存在可能度
$0 < d \leq D \times 1$	1.0	0.2
$D \times 1 < d$	0.8	1.0

图 23

死角距离d	假定的假想活动物
$0 < d \leq D \times 2$	行人
$D \times 2 \leq d$	车辆

图 24

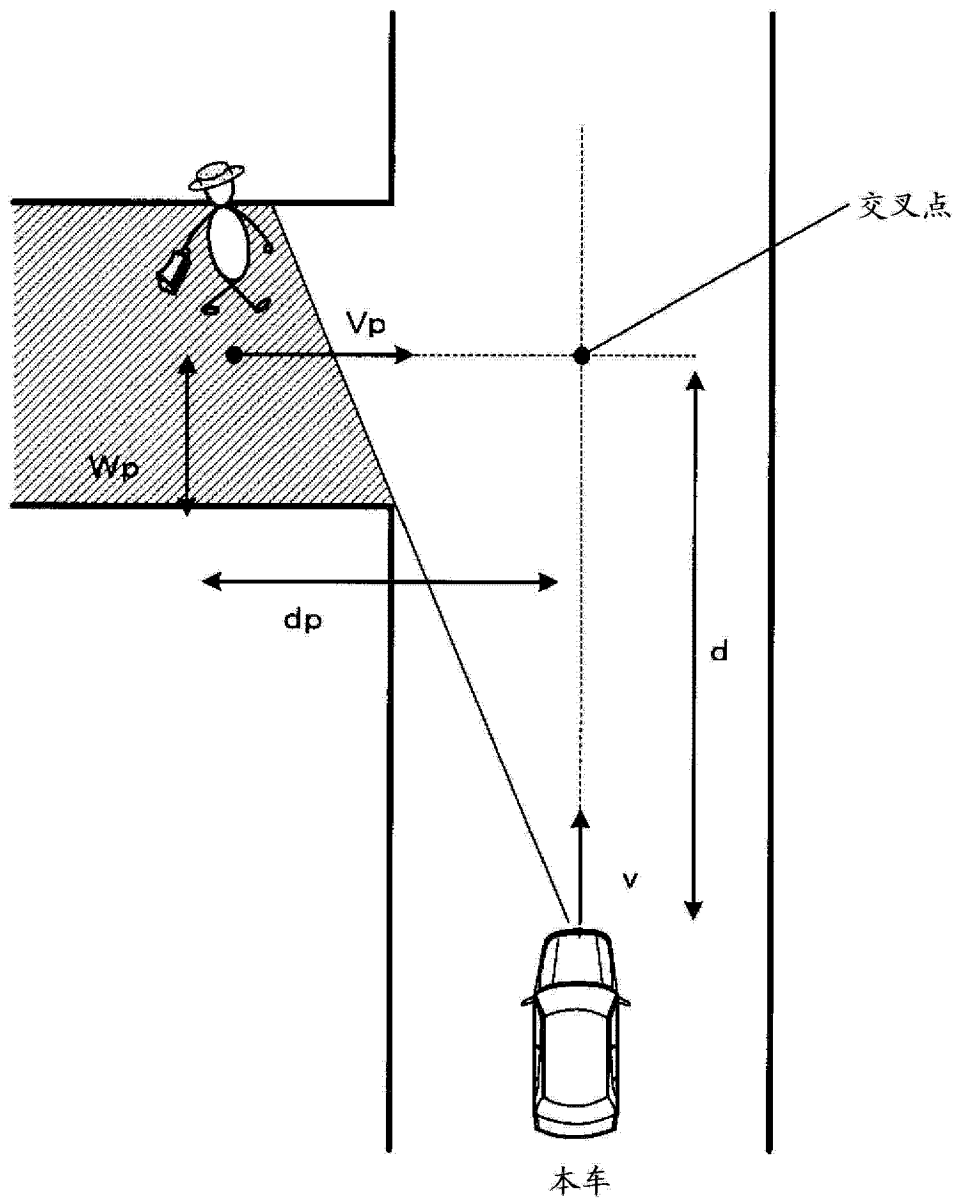


图 25

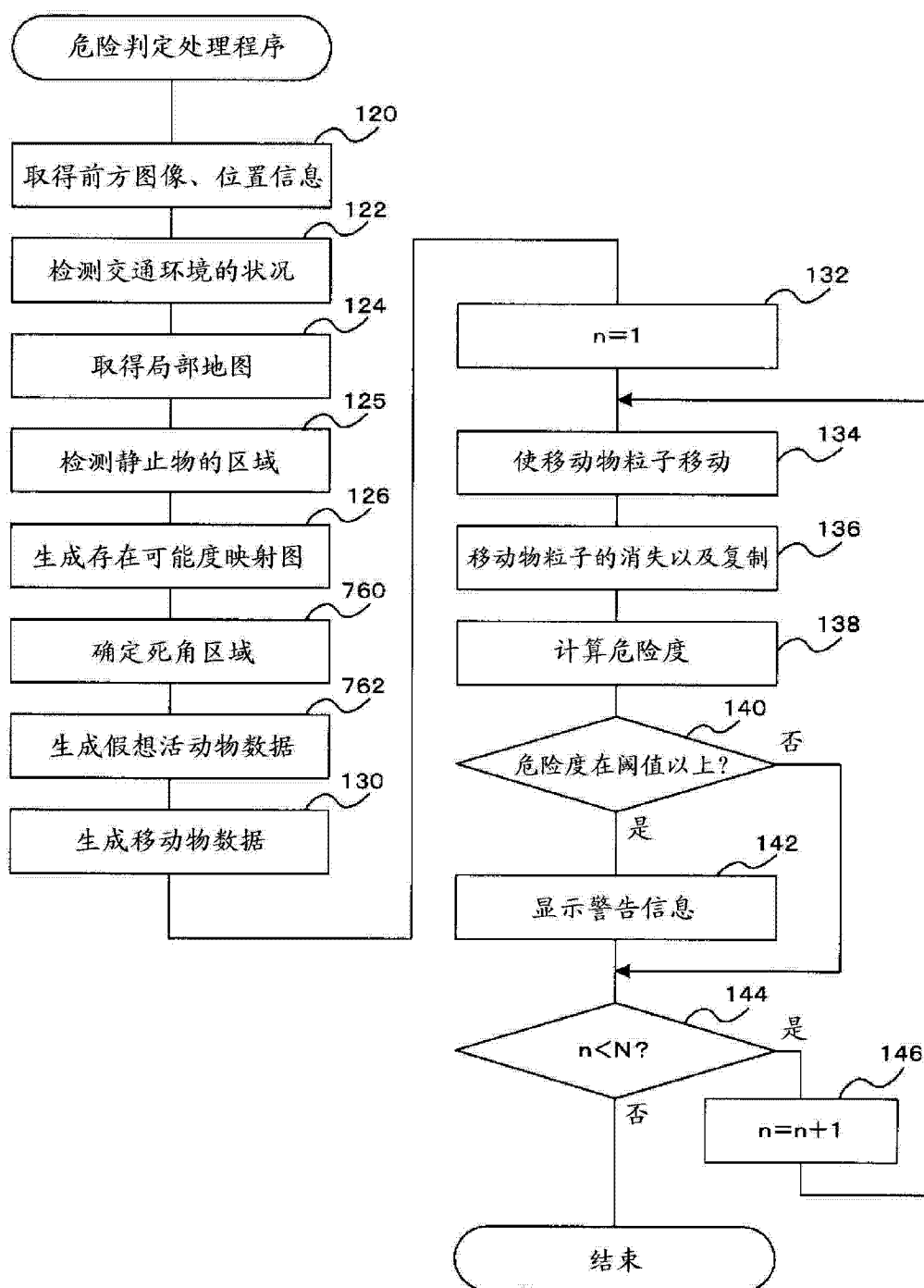


图 26

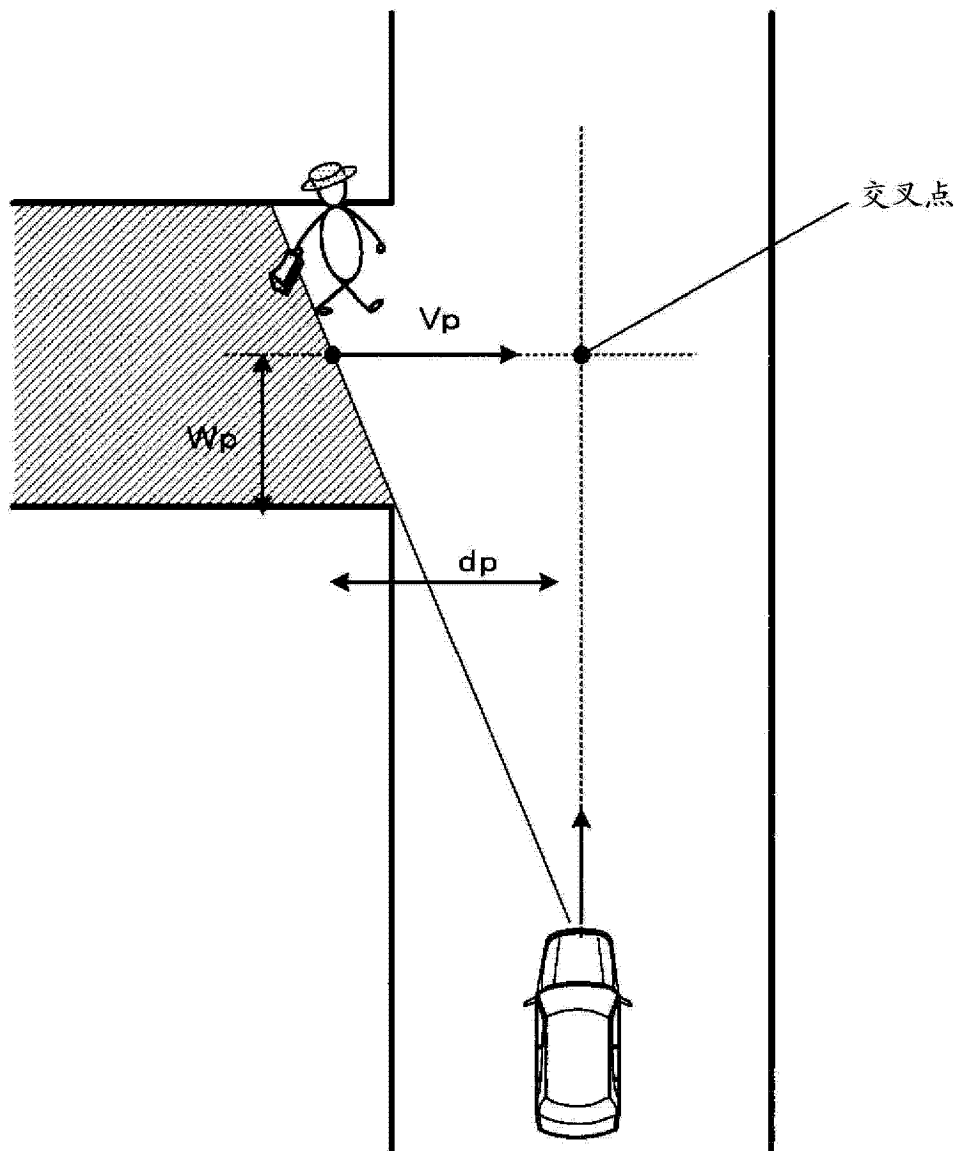


图 27